

농업생산기반정비사업계획설계기준  
개정연구(안)

양배수장 편

2005년 12월

연구기관  
한국농공학회

농림부  
농업기반공사

농업생산기반정비사업계획설계기준  
개정연구(안)

양배수장 편

2005년 12월

연구기관  
한국농공학회

농림부  
농업기반공사

# 제 출 문

## 농업기반공사사장 귀하

이 보고서를 “농업생산기반정비사업계획설계기준 개정연구 양배수장편” 보고서(안)로 제출합니다.

2005년 12월 일

연구기관명 : 한국농공학회

책임연구원 : 김태철(충남대학교 교수)

연구원 : 김진수 (충북대학교 교수)  
정상옥 (경북대학교 교수)  
최신일 (농촌개발연구소 이사)  
안동규 (농촌개발연구소 이사)  
최윤근 ((주) 종합건축 금성 부장)

보조연구원 : 문종필 (충남대학교 농업과학연구소)  
김성일 (충남대학교 학부생)

농업기반공사 : 이영일 (농어촌연구원 수석연구원)  
김현수 (농어촌연구원 선임연구원)

# 차 례

<b>제 1 장 일반 사항</b> .....	1
1.1 기준제정의 취지 .....	1
1.2 기준의 적용범위 .....	1
1.3 설계의 기준 .....	4
1.4 법령상의 규제 .....	8
1.5 시공의 기본 .....	9
<b>제 2 장 조사</b> .....	10
2.1 조사계획 .....	10
2.2 조사 .....	12
2.2.1 기상·수문 해상조사 .....	12
2.2.2 하천·호소·해빈의 상황조사 .....	13
2.2.3 지형조사 .....	16
2.2.4 지반조사 .....	17
2.2.5 입지조건조사 .....	25
2.3 배수장 설계기준 개정 .....	27
2.3.1 양배수장의 설계 강우량 기준 재정립 .....	27
2.3.2 논에 발작물 재배에 따른 배수대책 수립 .....	28
2.3.3 배수장 실양정 결정시 외수위의 하천등급별 계획홍수위 조정 .....	29
2.3.4 홍수기 하천수위 상승시 하천제방횡단 배수장 토출암거의 안전성확보대책	30
2.3.5. 배수장 침수시에도 기능유지를 위한 펌프형식 개선 .....	30
2.3.6 배수시설 제어시스템 설계 기준 정립 .....	32
<b>제 3 장 펌프의 설계</b> .....	33
3.1 흡배출 수위 및 실양정 .....	33
3.1.1 용수펌프 .....	33
3.1.2 배수펌프 .....	35
3.2 전양정 .....	40
3.3 양배수량의 결정 .....	57
3.3.1 용수 펌프장 .....	58
3.3.2 배수 펌프장 .....	58
3.4 펌프 대수 및 양배수량의 결정 .....	59
3.4.1 펌프 대수의 결정 .....	59
3.4.2 양배수량의 결정 .....	61

3.4.3	담수해석 .....	62
3.5	펌프형식 및 구경의 결정 .....	67
3.5.1	펌프의 표준구경과 배출량 .....	67
3.5.2	펌프형식 및 구경의 결정 순서 .....	68
3.5.3	펌프의 형식 및 구경의 결정 .....	73
3.5.4	펌프의 개략치수 .....	79
3.5.5	수중펌프 채용시 유의사항 .....	91
3.6	펌프의 설치높이와 회전수의 결정 .....	93
3.6.1	설치높이와 펌프형식의 관계 .....	94
3.6.2	수배전반 등의 설치높이 .....	94
3.6.3	캐비테이션(空洞現像) .....	94
3.6.4	펌프의 설치높이와 회전수 .....	95
3.7	원동기의 설계 .....	111
3.7.1	원동기의 선정 .....	111
3.7.2	원동기의 회전수 및 출력 .....	121
3.8	치차감속기 .....	125
3.8.1	치차 감속기의 형식과 구조 .....	125
3.8.2	치차감속기의 냉각방식 .....	128
3.8.3	치차감속기 선정에 필요한 전달용량 .....	128
3.8.4	치차감속기의 선정 .....	129
3.9	유체커플링 .....	172
3.9.1	유체커플링의 형식과 구조 .....	172
3.9.2	유체커플링의 선정 .....	173
3.10	관내 쿨러(管内Cooler) .....	176
3.10.1	관내 쿨러의 구조 .....	176
3.10.2	관내 쿨러의 선정 .....	177
3.11	밸브 류 .....	180
3.11.1	밸브의 종류와 기능 .....	180
3.11.2	밸브의 구동방식 .....	181
3.11.3	밸브의 설치 위치 .....	182
3.12	보조기계 .....	190
3.12.1	보조기계류의 종류와 용도 .....	190
3.12.2	보조기계설비의 구성 .....	192
3.12.3	냉각수 등 설비 .....	193
3.12.4	진공펌프 .....	196
3.12.5	자가용발전기(보조기계용) .....	202

3.12.6 환기장치 .....	207
3.13 수격작용 .....	225
<b>제 4 장 양배수장의 구조설계</b> .....	<b>256</b>
4.1 설계요령의 개요 .....	256
4.1.1 일반사항 .....	256
4.1.2 시설의 설계에 적용되는 기준 .....	257
4.1.3 재료, 기계 및 기구 .....	257
4.2 기초의 설계 .....	258
4.2.1 기초공의 형식과 선정 .....	258
4.2.2 하 중 .....	264
4.2.3 지반의 허용지지력 .....	290
4.2.4 침하량의 계산 .....	294
4.2.5 직접기초 .....	298
4.2.6 말뚝기초 .....	302
4.2.7. 케이슨기초 .....	318
4.2.8 지반개량 .....	320
4.3 흡배출수조 .....	323
4.3.1 흡배출수조의 수리설계 .....	323
4.3.2 흡배출 수조의 설계 .....	352
4.4 건물의 설계 .....	364
4.4.1 설계의 기본 .....	364
4.4.2 각실의 설계 .....	371
4.4.3 환경대책 .....	397
4.4.4 건물의 구조 .....	408
4.5 건축 환경설계 기법 .....	421
4.5.1 배치계획 .....	421
4.4.2 자연지형을 활용한 배치 .....	421
4.4.3 일조 및 일사를 고려한 배치 .....	422
4.4.4 풍향조절을 위한 배치 .....	423
4.6 건물 형태 계획 .....	424
4.6.1 건물의 형태와 열 .....	424
4.7 공간 계획 .....	426
4.8 자연 통풍 및 환기 .....	427
4.8.1 자연통풍 및 환기의 기본 원리 .....	427
4.8.2 자연 통풍 및 환기를 위한 건축설계 요소 .....	427
4.9 자연 채광 .....	433

4.9.1 자연채광을 위한 광원 및 기본 유의사항 .....	433
4.10. 환경친화적 건축재료 .....	434
4.10.1 건축 재료에 의한 유해 요소와 실내오염 .....	435
4.10.2 환경친화적 건축재료 의의 및 조건 .....	436
4.10.3 환경친화적 건축 재료의 종류와 특성 .....	437
4.11 양·배수장 세부설계기준 .....	447
4.11.1 일반사항 .....	447
4.11.2 세부설계기준 .....	448
4.12 사무실 건축물 설계기준 .....	460
4.12.1 일반사항 .....	460
4.12.2 건축설계기준 .....	470
4.13 기계설비 공사 설계 .....	475
4.13.1 냉난방 및 공기조화설비 .....	475
4.13.2 위생 설비 .....	477
4.13.3 소방 설비 .....	479
4.13.4 특기사항 .....	479
4.14 전기설비공사 설계 .....	480
4.14.1 일반사항 .....	480
4.14.2 전기설비공사의 분류 .....	480
4.14.3 공정별 세부사항 .....	481
4.15 정보통신 설비공사 설계 .....	486
4.15.1 일반사항 .....	486
4.15.2 통신설비공사의 분류 .....	487
4.15.3 공정별 세부사항 .....	487
4.16 관리자 세부설계기준 .....	489
4.16.1 일반사항 .....	489
<b>제 5 장 부대설비</b> .....	<b>491</b>
5.1 일반사항 .....	491
5.2 전기설비 .....	491
5.2.1 수변전설비 .....	491
5.2.2 배전설비 .....	517
5.2.3. 조명설비 .....	542
5.3 게이트(Gate) .....	545
5.3.1 롤러 게이트와 슬라이드게이트의 비교 .....	546
5.3.2 설계계산 .....	547
5.3.3 허용응력 .....	549

5.3.4	여유두께	551
5.3.5	비체의 휨에 의한 처짐	551
5.3.6	개폐장치의 안전율	551
5.3.7	개폐동력장치의 용량과 시간정격	552
5.3.8	제동기	553
5.3.9	개폐장치의 안전장치 및 부속설비	553
5.3.10	유압장치	554
5.4	제진설비	555
5.4.1	스크린	555
5.4.2	제진기	558
5.4.3	반출장치	563
5.5	천장크레인	566
5.5.1	천장크레인의 형식	566
5.5.2	천장크레인의 선정	566
5.5.3	천장크레인의 정격하중	567
5.5.4	천장크레인의 주요제원, 주요치수	570
<b>제 6 장 운전관리 설비</b>		574
6.1	운전방식	574
6.1.1	운전방식의 검토	574
6.1.2	조작 방식에 따른 운전방식	574
6.1.3	조작 장소에 의한 운전방식	576
6.2	운전관리 설비	590
6.2.1	운전감시제어설비	590
6.2.2	계측설비	591
6.2.3	텔레미터링(Tele-Metering) 텔레콘트롤(Tele-Control)설비 및 전송로	592
6.2.4	유지관리 설비	598
<b>제 7 장 시 공</b>		601
7.1	시공도면 및 시공관리	601
7.1.1	시공계획	601
7.1.2	시공관리	602
7.2	가설공사	604
7.2.1	준비공사	604
7.2.2	가체절	605
7.2.3	집수정	605
7.2.4	안전시설	614
7.3	펌프장공사	614



7.3.1 터파기 .....	614
7.3.2 기초 .....	615
7.3.3 흙배출 수조 및 건물 .....	616
7.4 펌프 및 부대설비의 설치 .....	618
7.4.1 설치시설 .....	618
7.4.2 펌프, 원동기(전동기 또는 내연기관)의 설치 .....	619
7.4.3 도장 .....	620
7.4.4 부대설비의 설치 .....	620
<b>제 8 장 운전관리 및 유지관리 .....</b>	<b>623</b>
8.1 일반사항 .....	623
8.1.1 관리 규정 .....	623
8.2.2 운전관리계획 .....	624
8.2.3 유지관리계획 .....	625
8.2 관리 조직 .....	628
8.2.1 관리에 관한 위원회 .....	628
8.2.2 관리 책임자 .....	628
8.2.3 관리운영 협의회 .....	628
8.3 관리체제의 정비·확립 .....	629
8.4 운전관리 .....	629
8.4.1 양·배수장의 조작 규정 .....	629
8.4.2 정상시의 운전 관리 .....	630
8.4.3 홍수시의 운전 관리 .....	631
8.5 양·배수장 및 연결수로의 관리 .....	634
8.5.1 유지관리 .....	634
8.5.2 사고의 방지 .....	638
8.6 설비기기의 관리 .....	639
8.6.1 일반사항 .....	639
8.6.2 펌프 설비 .....	642
8.6.3 전기설비 및 부대설비 .....	643
8.6.4 정기 정비 .....	644

# 제 1 장 일 반 사 항

## 1.1 기준제정의 취지

이 기준은 농업생산기반정비사업에서 신설 또는 개수하는 양·배수장의 설계 및 시공에 있어 준수해야 할 일반적인 사항을 규정한 것이다.

이 기준은 농어촌정비법(1994년 12월22일 법률 4823호) 동 시행령 및 동 시행규칙(1995년 8월12일 농림수산부령 제1207호) 에 의거 시행하는 농업생산기반정비사업에서 신설 또는 개수(여기서 개수라 함은 시설 전체에 대한 개조공사 또는 증설공사를 말함.)하는 양·배수장의 설계 및 시공에 준수해야 할 일반사항을 규정한 것이다.

다만, 양·배수장 건설 계획단계에서 필요한 계획상의 기본적 수치 (계획내 외수위, 계획용수량, 계획배수량 등)는 별도 제정되어있는 농업생산기반정비사업 계획 설계기준 「관개편」, 「배수편」, 「수로공1, 2편」 등에 따른다.

이 기준은 양배수장 설계 및 시공에 있어 일반적인 기술기준을 정한 것이므로 개개 양·배수장의 설계 및 시공에는 설치 목적·위치·규모, 양배수장의 구성, 사회여건, 시공조건 등을 고려하여 적절히 이 기준을 적용하여야 한다. 특히 대규모 양·배수장이나 펌프장에 대해서는 특별히 검토할 필요가 있다.

## 1.2 기준의 적용범위

이 기준은 용수공급 또는 배수개선을 목적으로 하는 펌프장에서 표준이 되는 펌프의 형식 및 규모에 대하여 적용한다.

### 가. 기준의 적용범위

1) 이 기준은 용수공급을 목적으로 하는 용수펌프장, 배수개선을 목적으로 하는 배수펌프장 및 용·배수개선 병용을 목적으로 하는 양·배수장에 적용한다.

파이프라인계 수로에 대한 가압펌프장에서도 이 기준이 일부 적용되나 파이

파이프라인의 기능특성에 관한 사항은 농업생산기반정비사업 계획설계기준 「수로공 편」에 따른다.

2) 이 기준에서 취급하는 펌프의 표준 형식 및 규모는 다음과 같다.

가) 펌프형식

- ① 원심력으로 유체를 움직이는 형식 (원심펌프)
- ② 추력(推力)으로 유체를 움직이는 형식 (축류펌프, 축류형 튜블러 (tubular)펌프)
- ③ 원심력과 추력으로 유체를 움직이는 형식(사류펌프, 사류형 튜블러 펌프)

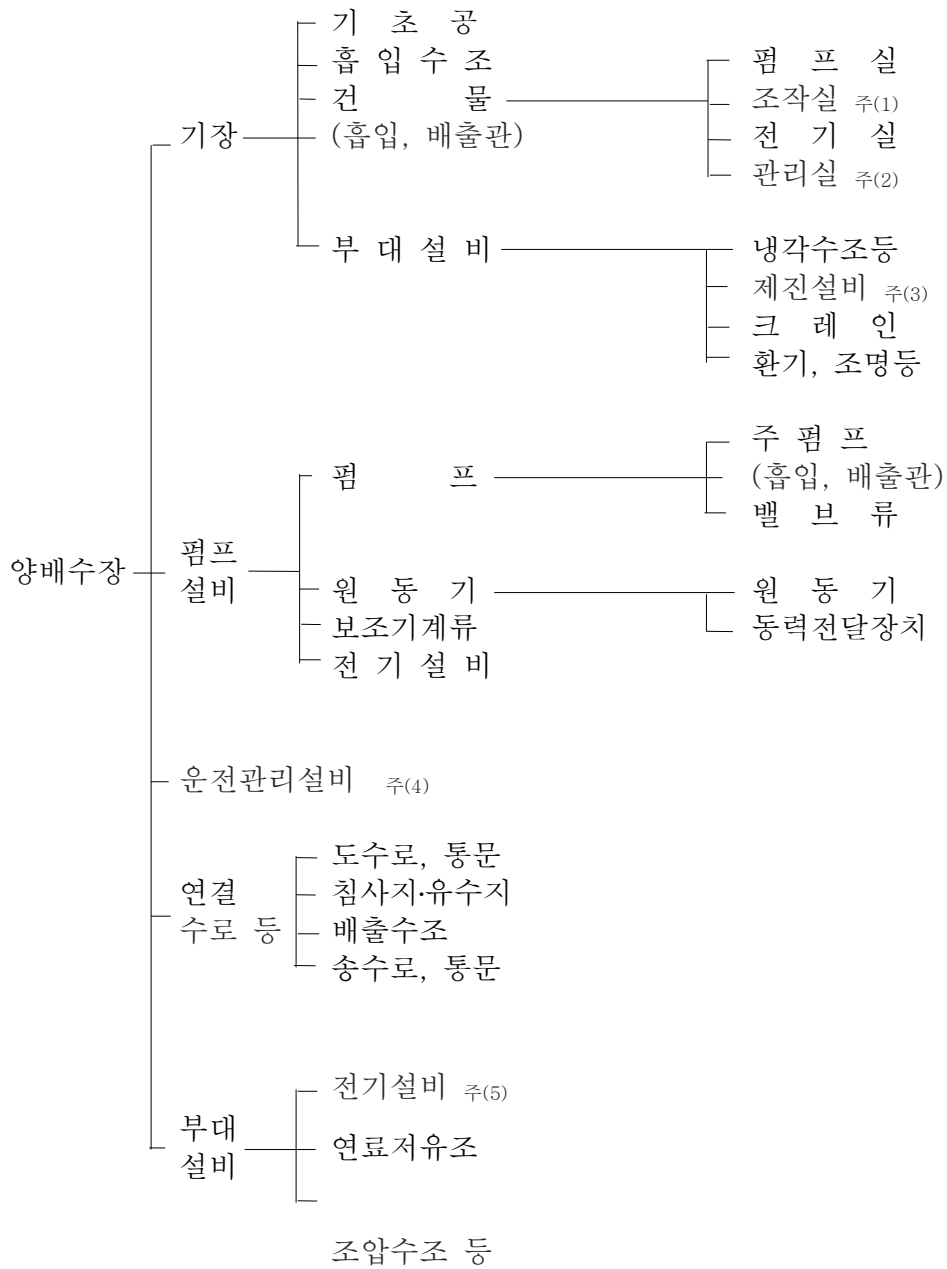
나) 펌프규모

구 분	구 경 (mm)	배출량(m <sup>3</sup> /min)	전양정(m)
고 양 정 펌 프	65 ~ 1,200	0.35 ~ 200	9 ~ 300
저 양 정 펌 프	600 ~ 2,800	30 ~ 1,150	1.5 ~ 9

나. 양배수장 구성

이 기준에서는 펌프설비, 운전관리 설비와 이에 부수되는 연결수로 및 부대 설비 등을 포함하는 시설을 총칭하여 양배수장 이라 한다.

양배수장의 구성은 접속하는 용·배수 계통, 설치위치의 지형 및 운전 관리 방식에 따라 각 설비의 배치나 형식 등의 구성을 달리하나 이 기준에서의 양배수장 구성은 그림 1.2.1과 같다.



주(1)(2) 양배수장 외에 중앙관리소 등을 설치하는 경우도 있다.

주(3) 연결수로 등에 설치하는 경우도 있다.

주(4) 기장내에 설치하는 경우도 있다.

주(5) 기장내에 설치하는 경우도 있다.

그림 1.2.1 양배수장 구성도

### 1.3 설계의 기준

설계는 일련의 용배수계통에 있어서 양배수장이 필요로 하는 기능을 확보하고 안전하며 경제적 시설인 동시에 환경과의 조화를 고려하여 시행하는 것을 기본으로 한다.

양배수장 설계의 기본방침은 설치 목적, 운전 조건과 일치하는 기능을 확보하고 안전하며 경제적인 시설이 되도록 기장 및 펌프설비와 이에 부수된 설비를 포함한 시설전체로서의 조직적인 수리조건, 환경조건, 운전관리조건 등 종합적 관계를 충분히 파악하여 양배수장 위치, 구조형식, 펌프기준, 부대시설 등에 대하여 검토하는 것이다.

1) 양배수장의 조직적인 수리조건을 파악할 때는 다음 사항에 유의해야 한다.

가) 현재의 용배수계통과 계획 용배수계통과의 연계

나) 용배수관행과 양배수장 계획과의 연계

다) 용배수로계와 양배수장과의 조직적인 수리계획 및 수리 구조설계상의 연계

2) 양배수장의 위치는 수역 지구의 지형에 대응하는 수리, 구조 조건의 확보, 환경조건의 적합성을 고려하여 용배수계통 계획을 검토하는 과정에서 개략적으로 후보지를 선정하고 다시 종합적인 검토를 통하여 결정해야 한다.

가) 위치의 개략 결정

수역지구 전체의 용배수계획은 당해 양배수장이 담당해야 할 기능이 충분히 확보되도록 거시적인 관점에서 가장 유리한 위치를 정해야 한다. 특히 개략 결정된 위치는 당해 양배수장의 기능을 제약하는 조건 즉, 지구계획과의 연계, 소음, 진동 등의 환경보전대책 등에 대하여 충분히 검토해야 한다.

나) 위치의 결정

개략 결정된 후보지를 다음 각 항과 같은 조건을 종합적으로 검토하여 가장 유리한 곳을 양배수장의 위치로서 결정한다.

(1) 지형조건

(가) 수역지역과 양배수장과의 위치연계는 양수장에서는 지역의 최상류 부에, 배수장에서는 지역의 최저위부에 설치하는 일이 많고, 내외 수위의 연계에서 볼 때는 되도록이면 양정을 적게 할 수 있을 것.

(나) 하천취수 등의 경우는 토사부유물의 유입퇴적이 적고 홍수에 대한 시설의 안전과 그 기능을 확보할 수 있을 것.

(다) 양배수장에 접속하는 도수로 또는 송수로 연장은 되도록 짧게 하여 그 선형을 가급적 직선으로 선정할 수 있을 것.

(2) 지질조건

(가) 기초공은 안전하며 경제적으로 시공할 수 있을 것.

(나) 장래 지반침하와 사면붕괴가 생길 위험성이 없고 지반이 안정되어 있으며, 특히 계획지역의 지반이 침하되는 지대인 경우는 미리 침하동향을 정확히 파악하여 이를 설계에 반영하도록 한다.

(3) 환경조건

(가) 환경보전용지, 방재용지 등 지역의 지하이용계획과의 조화를 이룰 수 있을 것.

(나) 양배수장 시설에 따라 부근의 기존시설 등에 장애가 되는 일이 적을 것.

(다) 소음, 진동 등이 주변의 환경보전 상 문제가 되지 않을 것.

(라) 쓰레기 처리를 하는데 문제가 적을 것.

(4) 기타

(가) 용지확보가 용이할 것.

(나) 시공시 및 양배수장 완성 후 필요한 동력원의 확보가 용이할 것.

(다) 기자재의 반입반출이 편리할 것.

(라) 가설공사가 용이할 것.

(마) 유지관리가 편리할 것.

3) 양배수장의 구조형식은 주로 지형, 지질, 수문 등 물리적 조건 및 펌프 기종의 특성에 대하여 기능을 확보할 수 있고 아울러 기장, 펌프 설비, 운전관리 설비, 연결수로 부대설비가 적절히 조화를 이루도록 구성되어야 한다.

4) 펌프 기종은 양수의 수력학적 기구에 의해서 분류되는 형식과 펌프의 형에 의해서 분류되는 형상으로 나뉜다. 펌프 기종은 당해 양배수장에 대한 수력학적 조건, 구조조건 및 운전관리조건 등에 따라 적절히 선정하여야 한다.

5) 기장은 흡입수조, 펌프설비 등을 수용, 보호하는 건물 및 부대설비로 이루어지며 양수 기능에 적합하도록 환경조건을 고려하여 기초공 선정, 건물 구조, 부대설비규모 등을 충분히 검토해야 한다.

6) 펌프 설비는 펌프는 물론이고 원동기, 보조기계류를 말한다. 펌프설비의 규모, 규격을 선정할 때에는 계획 양수량을 정확하고 효율이 높게 양수할 수 있으며 안전하고 경제적인 시설이 되도록 검토해야 한다. 특히 운전관리 방식 및 관리체제 등에 대해서도 미리 충분하게 검토해야 한다.

7) 운전관리설비는 양배수장의 운전관리를 합리적으로 수행할 수 있도록 목적에 따른 시설을 갖추어야 한다. 운전관리설비는 펌프를 안전하고 확실하게 운전할 수 있도록 해야 하며 또 조작취급이 용이한 운전방식을 선정하여 적절한 운전제어설비의 구성 등에 대하여도 충분히 검토해야 한다.

8) 부대설비는 펌프설비의 운전관리를 위하여 기장내에 설치하는 것과 양배수장의 각종시설의 보호 관리를 위하여 기장밖에 설치하는 것이 있다. 부대설비는 양배수장 규모, 중요도, 입지조건을 검토하며 필요에 따라 설치한다.

[참고]

양배수장을 설계할 경우의 일반적인 설계조건과 설계 흐름도는 표 1 참고 1 및 그림 1 참고 1과 같다.

표 1 참고 1 일반적인 설계조건

항 목		내 용
용도, 취급액질, 온도		용수, 배수, 용배수 겸용, 수질에 의한 마모 부식 등
시 방 운 전 조 건	대 수	배수의 분할, 예비기 필요 여부
	배 출 량	배출량에 변동이 있을 경우에는 계획, 최대, 최소 또는 시간, 기별 변동 범위 등
	양 정	실양정, 전양정 또는 압력·흡입·배출수위 또는 압력양정 변동이 있을 경우는 변동 범위 등
	운 전 조 건	펌프시동·정지·제어에 관한 조건 (수위·압력·유량) 혹은 기설펌프 설비와의 관련
	운 전 시 간	배출량·양정에 변동이 있을 경우는 빈도분포
	기 타	유입량변화와 저류량특성(배수기계획의 경우)연차적 확장계획
입 지 조 건	기 장 용 지	면적, 지형, 지반고, 지질, 지반침하량
	용 로 노 선	종단면도, 조압수조, 용지
	환 경 조 건	소음 규제치, 반입도로 수송한계, 중량제한 등
	기 타	기장 부근의 홍수위, 파랑의 영향, 냉각수, 유희수원의 유무
조 작·제어방식		수동, 자동, 기측, 원격 조작방식, 자동제어 (배출량, 압력, 수위, 축동력) 방식
전 원 · 원동기		주파수, 수전전압, 수전방식, 원동기의 지정 등
공 기 · 시공한계		관련 타 공사와의 공정, 시공한계 등

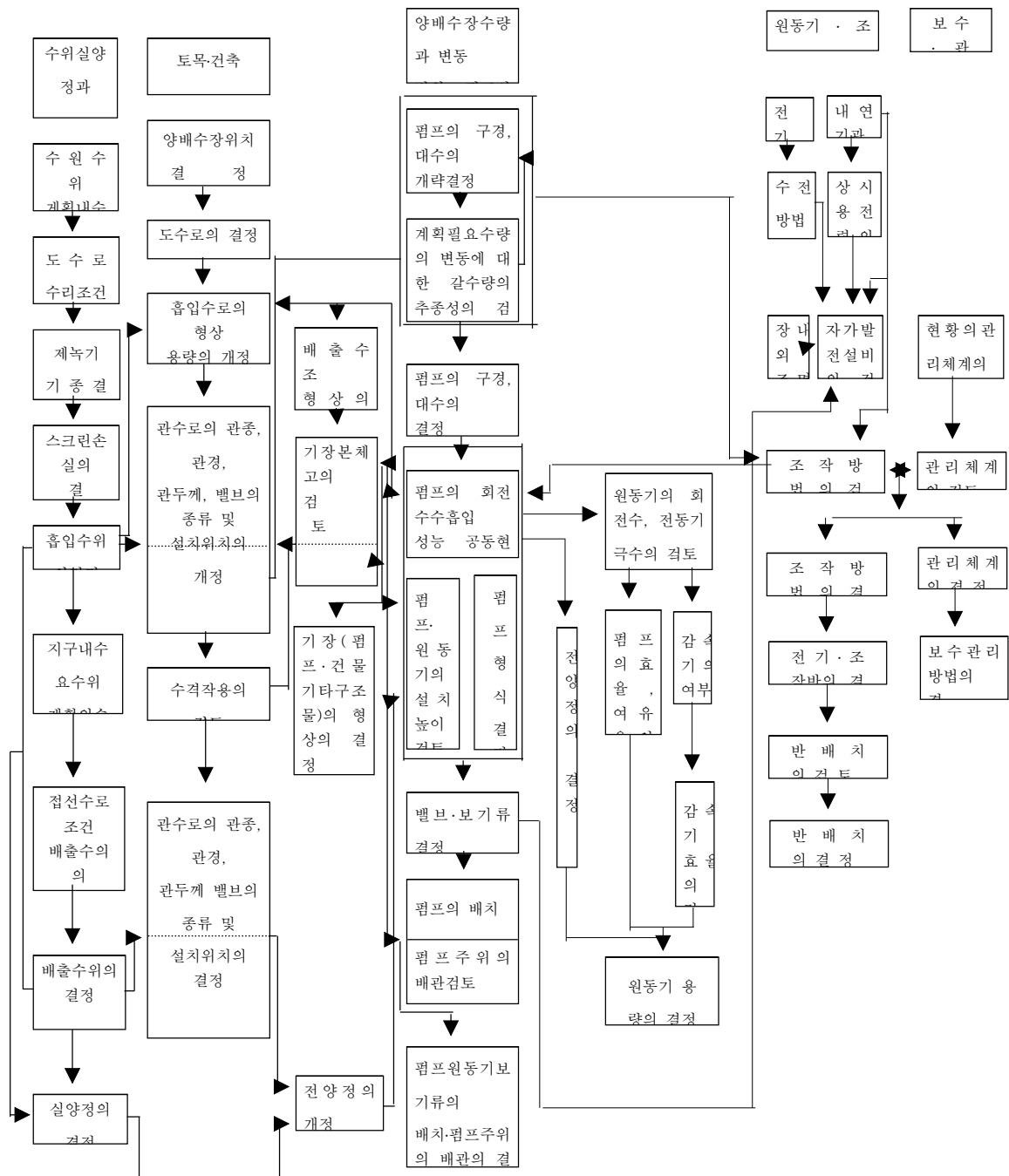


그림 1 참고 1 양배수장의 설계 흐름도



## 1.4 법령상의 규제

양배수장 계획에는 농업생산기반정비사업과 관련하여 하천법, 도로법, 건축법 등에 기인한 각종 시행령 및 조례 등 법규와 규제에 대하여 충분히 고려하여야 한다.

양배수장 계획에서 각 시설의 배치, 규모, 구조 및 능력 등을 결정하려면 농어촌정비법을 비롯한 각종 법령 및 조례를 전제로 해야 하며, 소음, 진동 규제 등 관련 법령에 기인한 규제에 관하여도 충분히 배려하여 이 규제에 적응할 수 있도록 계획함과 동시에 유지관리상의 문제도 포함하여 우선 대응책을 검토해 두어야 한다. 적용되는 관계법령은 다음과 같다.

### 가. 공공물에 관한 공사의 규제

- ① 하천법(1971년 1월 19일 법률 2292호)
- ② 도로법(1961년 12월 27일 법률 871호)
- ③ 국토의 계획 및 이용에 관한 법률(2002년 2월 4일 법률 제6655호)
- ④ 항만법(1967년 3월 30일 법률 1941호)
- ⑤ 산림법(1980년 1월 4일 법률 3232호)
- ⑥ 자연공원법(1980년 1월 4일 법률 3243호)
- ⑦ 문화재보호법(1962년 1월 10일 법률 961호)
- ⑧ 건축법(1962년 1월 20일 법률 984호)
- ⑨ 전기사업법(1990년 1월 13일 법률 4214호)

### 나. 노동관계법규

- ① 근로기준법(1953년 5월 10일 법률 286호)
- ② 산업안전보건법(1981년 12월 31일 법률 3532호)

### 다. 도로교통 관계법규

- ① 도로교통법(1984년 8월 4일 전문개정 3744호)

### 라. 폭발 화재 등의 위해방지에 관한 법규

- ① 총포, 도검, 화약류 등 단속법(1991년 12월 14일 전문개정 4419호)
- ② 소방법(1981년 4월 4일 법률 3413호)
- ③ 고압가스 안전관리법(1973년 2월 7일 법률 2494호)

## 1.5 시공의 기본

시공은 현장 조건을 고려하여 설계내용을 충족시킬 수 있고 합리적이고, 경제적이며, 안전하게 작업을 추진시킬 수 있는 시공계획에 따라 수행하는 것을 기본으로 한다. 이 경우에 관계법령 등을 준수해야 한다.

### 가. 시공의 기본

시공은 설계의 기본 방침에 따라 설계내용을 만족시키도록 경제적으로 건설하는 것을 기본으로 한다. 이를 위하여 현장조건을 충분히 고려한 시공계획을 수립함과 동시에 공사 진척상황을 파악, 검토하면서 시공해야 한다.

### 나. 시공

시공은 적절한 시공계획 및 관리 하에 현장조건을 충분히 고려해서 합리적, 경제적이며 안전한 방법으로 한다. 이때 시공에 있어 적용을 받는 관계법령 등을 준수해야 한다.

## 제 2 장 조 사

### 2.1 조사계획

조사에서는 양배수장의 설계 및 시공의 기초 자료를 얻기 위하여 양배수장 건설에 따른 필요사항에 대하여 적절한 순서와 방법의 의한 조사 계획을 세워야 한다.

#### 가. 일반사항

양배수장의 위치선정, 설계기초수치, 시공조건 등의 기초자료를 얻기 위하여 펌프건설 단계별 조사목적은 기초로 각 단계별 설계 작업에 필요한 조사 사항을 적절한 순서와 기법에 따라 계획을 수립하고 이를 바탕으로 조사한다.

조사대상이나 방법에서는 ① 넓은 범위의 조사로부터 좁은 범위의 조사로, ② 전체경향을 알 수 있는 조사로부터 특정사항을 알 수 있는 조사로, ③ 정도가 낮은 조사에서 정도가 높은 조사에 이르기까지 지본적인 사항을 염두에 두고 조사함과 동시에 각 단계에서의 조사결과로부터 얻는 조사 자료가 상호 보완될 수 있도록 배려해야 한다.

#### 나. 조사단계

양배수장 건설은 ① 조사·계획, ② 전체 실시설계, ③ 실시(시공), ④ 관리 단계를 거쳐서 이루어진다. 따라서 조사에 있어서도 이 단계에 호응하여 시행하게 되므로 각 단계에서 필요로 하는 조사사항, 조사범위, 조사방침, 조사정도 등은 달라진다.

조사단계는 편의상 다음과 같이 구분한다.

1) 계획조사: 양배수장 계획에 대한 기본적인 조건을 명확히 하는 일에 중점을 둔다.

2) 전체 설계조사: 구조물의 기본적인 설계·시공 및 개략공사비 검토에 필요한 조건을 명확히 한다.

3) 공사실시조사: 기본적인 설계를 기본으로 하여 세부설계공사비 산정 및 시공계획 입안 등에 필요한 자료를 수집한다.

4) 보완조사: 설계 및 시공에 있어 추가로 필요한 사항이나 시공 중 필요한 사항에 대한 자료를 수집하기 위한 조사 또는 적절한 시공방법의 결정이나

설계변경에 대하여 충분한 대응책을 마련하기 위한 조사이다.

이와 같이 조사 설계를 입안함에 있어서 각 단계에 대한 조사의 목적을 기초로 하여 다시 각 단계에서의 작업항목을 바탕으로 조사내용, 방법 등을 결정하고, 각 단계 조사결과로부터 얻은 조사 자료가 상호 보완될 수 있도록 하는 것이 특히 필요하다.

#### 다. 조사항목

양배수장 건설에 필요하다고 생각되는 조사사항을 설정하여 적절한 순서와 방법에 따라 조사한다. 각 조사단계 및 조사사항에 관하여 고려해야 할 항목을 들면 다음과 같다. 이 가운데 당해 양배수장 건설에 필요하다고 생각되는 사항을 선택하여 합리적이고 효율적인 조사를 실시한다.

##### 1) 설계에 관한 조사항목

- 가) 하천계획 등의 지역개발계획
- 나) 토지이용상황 및 토지이용계획
- 다) 하천구역의 실태
- 라) 지역내의 용배수 상황 조사

##### 2) 설계에 관한 조사항목

- 가) 기상, 수문, 해상 (강우, 유출, 하천유량, 조위)
- 나) 하천 등의 상황 (하상 상황, 티끌, 수질, 기지)
- 다) 지형조사
- 라) 지반조사

##### 3) 시공에 관한 조사항목

- 가) 기상, 수문, 해상조사 (강우, 유출, 하천유량, 조위)
- 나) 동력원 조사
- 다) 공사시공에 관한 조사

##### 4) 기지 조사

- 가) 배의 통행 조사
- 나) 보상조사
- 다) 유지관리 조사
- 라) 환경조사 (생활환경, 자연환경)

## 2.2 조사

### 2.2.1 기상·수문 해상조사

양배수장 계획대상지역의 기상·수문·해상은 강수량, 수위, 조위, 유량 등을 관측과 자료수집에 의하여 조사한다.

기상·수문·해상조사의 대상에는 기온, 강수량, 풍향, 풍속과 하천, 호소 등의 수위, 유량, 조위, 조석 등이 있고 계획, 설계, 시공, 관리 각 과정에 중요한 자료로 활용되고 있다.

기상·수문·해상조사는 특히 계획단계에 중점을 두고 있다. 즉, 계획단계에서는 기본 조건이 되는 계획용수량, 계획배수량, 계획흡입수위, 계획배출수위 등을 결정하기 위한 조사가 이루어지고, 설계 실시관리단계에서는 펌프형식을 결정하기 위한 조사가 이루어지고, 설계 실시관리단계에서는 흡입배출수조 등의 수리설계 구조설계, 시공계획 및 관리계획을 입안하는데 필요한 조사가 중심이 된다. 그러나 계획에서 설계시공 단계까지 상당한 기간이 경과될 것으로 생각되므로 설계단계에서 필요한 개소에는 우량, 유량 등의 계측 시설을 설치하여 계측을 기록함과 동시에 설계시공이 완료될 때까지는 물론이고 관리 단계에서도 필요하다고 생각되는 관측소는 존속시켜 끊임없이 최신 자료를 수집 검토해야 한다.

#### 가. 기상

계획대상지역에 관계되는 기상관측소의 기록을 10개소 이상 수집하여 지역의 기상상황을 파악하여 계획 및 설계에 유용하게 쓰이도록 한다.

##### 1) 용수계획에 사용되는 기상자료의 정리사항

우기, 동기 및 연간 평균강우량, 기온, 평균강수일수, 최대연속 한발일수, 강우기간, 무상기간, 최다풍향, 풍력 등

##### 2) 배수계획에 사용되는 기상자료의 정리사항

1) 항에서 제시하는 사항 외에 최대 일우량, 4시간 최대우량, 최대 시우량, 최대 2일 연속우량, 최대 3일 연속우량 등

#### 나. 수문

1) 유량 : 하천, 호소의 유량 관측기록에서 설계, 시공, 관리에 필요한 유량을 구한다. 당해지점에 기록이 없을 때에는 인근 관측기록으로부터 추정한다.

관측사항으로서 홍수량, 고수량, 풍수량, 연평균유량, 평수량, 저수량, 갈수량과 같은 자료가 필요하다.

2) 수위 : 용수계획에서는 취수하천 또는 호소에서 1 관개기 이상 계속하여 관측하고 또한 배수계획에서는 외수위 즉, 배수 본천의 고수량 및 계속시간이 가장 중요한 요소가 되므로 장기간에 걸친 최신 자료를 수집할 수 있도록 해야 한다. 특히 배수 본천이 하천인 경우에는 하천개수상황, 하상 변화 및 하천 상류의 치산, 치수 혹은 지표 변동 등에 따라 수위 및 유량에 변화를 초래하게 되므로 새로 관측시설을 마련하는 것이 바람직하다.

이상홍수시의 펌프침수대책 등의 검토를 위하여 계획지구내의 내수위는 과거의 홍수흔적, 고문서, 노인의 증언기록 등 기왕의 최대급 홍수 시 자료나, 기상 지형 등 조건이 유사한 지방의 홍수기록 자료도 함께 조사해 두는 것도 중요하다.

외수위에 관한 관측사항으로는 홍수량, 고수량, 풍수량, 연 평균수량, 평수량, 저수량, 갈수량 등 자료가 필요하다.

#### 다. 해상

배수계획에 필요한 기왕최고조위, 평균조위, 기왕최저조위, 대조·소조의 간만 조위 등 해면조위변동에 대하여 조사한다.

### 2.2.2 하천·호소·해빈의 상황조사

양배수장 계획지점의 하천·호소·해빈의 상황 등은 상황, 쓰레기, 수질 등 관측과 자료수집에 의하여 조사한다.

하천·호소·해빈의 상황조사 사항은 하상의 상황, 쓰레기, 수질 등이 있다.

#### 가. 하상의 상황

하상의 상황 조사는 주로 하상형상 (평면도 및 종단면도)에 대해서 한다. 취입구의 턱 높이를 결정할 때나 접속 도수로를 설계할 때에는 하상의 장래 상승 혹은 저하 등 변화를 조사해두어야 한다. 이를 위해서는 현재 하상이 평형상태로 있는가, 저하 또는 상승하고 있는가를 조사한다. 기존자료를 입수할 수 없을 때에는 청취 등으로 조사하여 하상변동 상황을 파악해두어야 한다. 해빈 상에 설치하는 양배수장은 배출수 측의 방수로 배출구가 표사나 비사에 의해서 폐쇄될 염려가 있으므로 해빈의 변동 상황 등을 파악해두어야 한다.

## 나. 쓰레기

쓰레기가 양배수장으로 대량 유입하였을 경우에는 펌프기능에 지장을 초래할 염려가 있으므로 미리 인근 유사지역의 쓰레기의 집적 체류량과 쓰레기의 질 등에 대한 실태를 조사해두어야 한다.

양배수장에 유입한 쓰레기로 인한 주요 문제점은 다음과 같다.

1) 스크린에 집적하여 체류된 쓰레기로 인한 수두손실

2) 스크린에 집적하여 체류된 쓰레기 제거 및 처리를 위한 경제손실

1)항의 경우는 스크린전면에 집적하여 체류된 쓰레기를 제거함으로써 방지할 수 있으나 2)항의 문제는 불가피하다. 2)의 문제 중 쓰레기 제거는 직접인력으로 제거하는 경우와 기계 (자동 체진기 등)로 제거하는 경우가 있다.

또한 처리는 최근 쓰레기에 대한 유해의식이 크므로 제거된 쓰레기는 매립지에 버리거나 소각을 하는 등 관계법규에 따라 처리해야 한다.

## 다. 수질

수질에 따라 펌프본체가 크게 마모·부식을 받는 경우가 있다. 이와 같은 경우는 수질에 대한 내마모성·내식성이 강한 금속을 펌프본체의 재료로서 선정해야 한다. 마모는 유수중의 토사 기타 부유물질에 의하여 날개(wing)의 표면이 상하게 되므로 수질조사에 있어서는 유수중의 토사, 기타 부유물질의 유무·양 등에 대한 조사를 하여 그 경향에 대하여 고려한다.

부식은 금속이 액체와 접해 있을 때 펌프의 동체나 임펠러 표면이 화학적으로 변질하여 해를 입는 것을 말한다. 수질에 의한 부식은 그 요인에 의하여 다음과 같이 분류된다.

1) 금속과 액체와의 사이에는 화학적 친화력에 의하여 직접적으로 반응하여 금속화합물을 만들 경우 (산, 알칼리에 의한 금속의 용해)

2) 액체중의 용해기체(산소, 질소탄산가스등)가 과포화상태에 있을 경우, 따라서 수질조사의 대상이 되는 요소는 다음과 같다.

가) PH : (수소이온농도): 수용액중의 수소이온농도( $H^+$ )의 역수의 대수를 pH라 한다.

$$pH = \log \frac{1}{(H^+)} = -\log(H^+)$$

하천수의 pH는 일반적으로 5.5 ~ 7.5의 범위인 것이 많다. 이 범위를 벗어나면 화산, 온천, 광산 또는 인위적 오염에 의한 것이라 생각할 수 있다. pH의 측정은 채수 직후에 유리전극 pH미터, 비색관법 등을 사용한다.

나) 염분농도: 염분농도는 물에 용해되어 있는 염분농도를 말하며 용해성 증발 잔류물의 농도와 거의 대응한다. 용해성분 중 특히 염소이온은 부식에 영향을 끼쳐 유해하다. 해수에서 염화나트륨농도가 특히 높은 경우에는 전도도와 염분농도는 서로 대응하므로 전도도계(EC미터)로 전도도를 측정함으로써 염분농도를 신속하게 측정할 수 있다.

다) 용해기체: 용해기체라 함은 물에 용해되어 있는 기체를 말하며 일반적으로 산소, 질소, 탄산가스 등이다. 보통 물에 용해된 기체량은 약2%이고 이것을 상회하면 과포화상태가 된다. 물은 1기압 진공상태의 경우는 수두가 10.33m 상승함에 반하여 과포화상태가 되면 4~7m정도 밖에 상승되지 않으므로 이미 압력수두가 손실된 상태로 되어 공동 현상이 발생되기 쉽게 된다. 따라서 이로 인한 부식이 촉진되므로 물의 용해기체의 조사도 검토해야 한다. 수질로 인한 부식과는 별도로 금속이 그보다 전위가 높은 다른 금속과 전기적으로 연결되어 전류를 발생시킴으로서 일어나는 부식도 고려할 필요가 있다.

### 2.2.3 지형조사

양배수장 계획지점 및 계획대상지역의 지형은 자료수집, 측량 등에 의하여 조사한다.

지형조사는 송수방식, 배수방식을 고려하여 양배수장의 적합한 위치를 결정하고 펌프의 설계 흡입배출수조의 수리설계 및 구조설계와 함께 시공계획을 책정하기 위한 전제로서의 지형상의 제약요인을 명확히 하는 것을 목적으로 하는 것이므로 지반조사, 수문조사와 함께 중요한 조사이다.

#### 가. 수집자료

현지에서 조사 및 측량을 실시할 때는 다음과 같은 계획예정지점 주변의 관계지형도 등을 수집해 놓고 조사계획의 입안이나 개략설계에 이용한다.

- 1) 지형도(국립지리원) : 1/5,000, 1/25,000(기본도), 1/50,000
- 2) 항공사진 : 1/15,000(산림청) 1/10,000~1/40,000(국립지리원, 농업기반공사)
- 3) 지질도(동력자원연구소) : 1/ 50,000~1/250,000
- 4) 토지이용계획도 및 토지이용 현황도(건설부) : 1/ 25,000
- 5) 학술논문, 조사기록, 공사기록, 재해기록



6) 하천개수계획도 등 : 하천관리자가 공사실시기본계획, 하천개수계획을 책정하기 위해서는 작성한 측량성과도도 수집해두면 좋다.

#### 나. 측량 등

1) 계획조사에서는 축척 1/5,000~1/10,000의 지형도를 계획 대상지역전역에 대해서 작성한다.

2) 전체설계~공사실시조사에서는 양배수장 계획지점주변은 축척 1/5,000의 지형측량, 양배수장 계획지점은 1/100~1/200의 평면 및 종횡단 측량을 한다. 비교설계가 필요한 경우는 그들 후보지를 포함한 범위의 측량이 필요하다.

### 2.2.4 지반조사

양배수장 계획지점의 기초지반의 성질에 대하여 그 지층, 지반지지력, 지하수위, 토질정수 등을 자료 수집, 시험 등에 의하여 조사한다.

지반조사에서 조사할 사항은 ① 지반을 구성하는 각 토층의 깊이, 두께, 토성, ② 토층의 전단강도(지지력), 압축성, 투수성, ③ 지하수위의 위치와 같은 양배수장의 구조설계와 시공계획에 필요한 지반의 공학적 성질이다.

계획조사에서는 토질공학적으로 본 양배수장 위치 선정(가령 구조물, 기초 공법의 기술적인 비교검토 및 공사비의 비교 등) 다음 단계의 전체 설계조사나 공사실시조사를 하기 위한 조사방침의 검토에 필요한 흙의 공학적 성질을 명확히 함을 목적으로 한다. 따라서 계획조사에서는 기존구조물의 기초공에 관한 자료 수집이 중심이 되는 자료조사와 현지답사를 실시하고, 이것이 불충분하다고 생각될 때에는 지반조건이나 양배수장 규모에 상응하여 보링, 표준관입시험, 사운드, 물리탐사, 시굴 등의 현지조사를 실시한다.

전체설계조사, 공사실시조사는 구조물 기초 및 건물 등의 구조설계, 공법의 검토, 시공계획의 검토 등에 필요한 지반의 공학적 수치를 얻는 것을 목적으로 한다. 따라서 이 조사에서는 보링과 함께 샘플링을 하여 실내시험을 실시하고, 구조물 규모 등에 따라 말뚝박기 시험, 재하시험, 투수시험 등 원위치 시험을 필요에 따라 실시하는 등 본격적인 조사를 한다.

#### 가. 자료조사

지금까지 실시한 조사내용을 검토하여 이후의 조사를 적절히 하기 위한 것

으로 조사지점부근의 지형도 지질도 혹은 기왕의 지반조사자료 기존구조물의 기초공에 관한 제 자료를 수집 검토하여 이로부터 지반구성, 토성 등 지반의 공학적 성질을 추정한다.

#### 나. 현지답사

이는 자료조사에서 밝혀지지 않은 문제점의 발견과 이후의 조사지점선정을 주목적으로 하여 실시하는 것으로 현지를 답사하여 지형, 지질, 토질 등을 관찰한다. 이 경우 토질 전문가를 참여시키면 더욱 효과가 크다.

#### 다. 보링

##### 1) 오거보링

현지답사 등의 계획조사에 적용하며 지반을 구성하는 토층의 깊이, 두께 토성 등을 조사한다. 오거보링은 점성토 혹은 지하수위 이상의 사질토에 적용되나 지하수위 이하의 사질토 혹은 사력이 함유된 사층에서는 착굴이 곤란하다. 또한 점성토에서는 공벽보호를 위한 케이싱 없이도 최대 5~6m 정도까지 착굴이 가능한데 사층에서는 일반적으로 케이싱을 사용할 필요가 있다. 오거보링에 사용되는 날끝은 포스트 홀(post hole)형이 일반적이지만 지반이 단단한 경우나 사력층 등에서는 로드 에 파쇄용 비트를 붙이든가 스크류오거(screw auger)로서 지반을 이완시켜 굴착하는 것이 보통이다.

##### 2) 기계보링

조사하고자 하는 지반이 깊을 때 또는 지하수면 이하에서의 지반조사에는 기계보링을 적용한다. 보링공을 이용한 적당한 깊이에서의 표준관입시험이나 베인전단시험, 투수시험, 횡방향 지반재하시험 등이 일반적으로 시행된다. 이는 주로 공사 실시조사에 적용되지만 전체 설계조사의 경우에는 양배수장 규모 등에 따라서 중점적으로 조사 개소를 선정하여 기계보링을 한다.

#### 라. 사운드링

사운드링은 현지에서 비교적 간단한 방법으로 지반의 전단 저항을 측정하여 이로부터 지반의 상대적인 강도, 지지력 혹은 밀도를 판정하는 것이다. 따라서 보링 조사의 보완적인 조사수단으로서 유용하다.

시험방법으로서 ① 관입시험, ② 베인전단시험, ③ 인발시험 등이 있다. 이 중에서 표준관입시험은 우리나라에서 가장 이용도가 높은 방법이고 사운드링으로서의 역할과 함께 시료채취가 가능하다는 점이 특징이다.

표준관입시험 : 이 시험은 쉽게 지반의 성질을 알 수 있어 현재로는 로터리 보링과 병용하는 것이 가장 일반적이다. 이 방법은 로드 에 돌로 분할할 수 있는 외경 51mm, 내경 35mm의 시료채취용 튜브를 붙여 타격, 관입시켜 시료를 채취하는 것인데 이 때 사용하는 추(錘)는 63.5kg, 낙하고는 75cm로 정해져 있다. 시료 채취용 튜브를 30cm 관입시키는데 필요한 타격수를 기록하여 이 타격수 N치로부터 흙의 단단한 정도를 추정한다. 테르자기 썩(Terzaghi-Peck)은 모래, 점토에 대하여 표 2.2.1와 같이 구분하고 있다.

표준관입시험결과에서 추정되는 사항은 표 2.2.2와 같이 나타내고 있다.

표준관입시험 등의 조사지점 간격은 전체 설계조사단계에서 실시할 경우는 1~2점 정도가 좋고 공사실시조사에서는 예상되는 지층이 단순한 가 복잡한 가에 따라 조사지점을 달리 결정할 필요가 있다. 보통의 경우 건물의 4모서리를 선정하면 좋다. 그러나 건물길이가 30m를 넘을 경우에는 이것만으로는 불충분하며 반대로 나비가 좁은 건물의 경우에는 길이의 방향으로 1열로 20~50m 간격에 배치하면 일반적으로 충분하다.

표 2.2.1 N치의 판정

모 래		점 토	
N 치	상 대 밀 도	N 치	컨시스턴시
0~4	대단히 느슨하다	0~2	대단히 연하다
4~10	느슨하다	2~4	연하다
10~30	보통	4~8	보통
30~50	치밀하다	8~15	단단하다
50 이상	대단히 치밀하다	15~30	대단히 단단하다
		30이상	딱딱함(반상)

마. 샘플링

샘플링 목적은 ① 보링중인 토질을 판별하든가 함수량, 비중, 입도조성 컨시스턴시 등 흙의 물리적 성질을 구명하기 위한 교란되지 않는 시료의 채취 ② 흙의 강도 변형특성을 조사하기 위한 교란되지 않는 시료의 채취 등으로 대별된다. 샘플링에서 이 같은 목적을 명확히 인식하고, 설계상 명확히 해야 할 토질조건은 무엇인가 또 시공방법을 검토하는데 확실히 해야 할 토질조건이 무엇인가 등을 고려하여 계획 수립해야 한다.

표 2.2.2 표준관입시험에 의한 조사결과에서 판명하는 사항

구 분	판별 추정사항	
조사결과 일관도에서 종합 판단하는 사항	구성, 토질, 깊이, 방향의 강도변화, 지지층의 위치(지표로부터의 깊이와 배열), 연약층의 유무(압밀유하계산의 대상이 되는 토층의 깊이), 배수조건, 기타	
N 치에서 직접 추정되는 사항	모래지반	상대밀도, 내부마찰력, 침하에 대한 허용지지력, 지지력계수, 탄성계수
	점토지반	컨시스턴시, 일축압축강도(점착력), 파괴에 대한 극한 및 허용지지력

바. 각종 원위치 시험

1) 지반재하시험

지반재하시험은 원위치에서 재하판에 재하하여 재하강도와 유수량으로부터 지반지지력을 추정한다. 시험방법과 결과정리는 [토질조사법] 을 참고한다.

2) 말뚝의 지지력 시험

가) 연직재하시험 : 연직으로 설치된 단 말뚝의 머리부에 연직방향으로 가한 하중을 각 단계에서 보지하면서 말뚝머리부의 변위량을 측정하는 것인데 실제로는 시험말뚝주위에 반력말뚝을 설치하여 반력에 의하여 재하중을 얻는 방법이 많다. 실제로는 시험말뚝의 선정이라든가 시험 중의 안전에 각별히 주의해야 한다. 특히 이 시험은 설계 내력의 검정 정도로 시행하는 경우가 많다.

나) 수평재하시험 : 기계대에서와 같이 장시간에 걸쳐서 반복진동이 가해지는 경우나 건물이 지진을 받았을 경우와 같은 급격한 진동이 가해졌을 때에는 횡방향 지반반력계수(K 치)를 추정할 필요가 있다.

특히 K 치는 표 2.2.3의 방법으로 추정하는 경우가 있다.

다) 말뚝박기시험 : 말뚝기초를 채용할 경우에는 말뚝박기시험을 실시하여 타입말뚝이 손상되는 일이 없이 소정의 깊이 까지 바르게 박히는가를 확인하여 항타기의 작동제원, 관입량, 리바운드 량 등을 관측하여 말뚝의 시공관리를 위한 자료를 얻는다.

### 3) 원위치 투수시험

기초의 시공법을 검토하는데 필요하며 보링공이나 시굴공을 이용하여 현장 투수시험을 실시하든가 양수우물을 설치하여 양수시험을 하여 원위치의 투수 계수를 구한다.

#### 사. 지반조사에 있어서의 시험과 그 결과의 이용

지반조사에 있어 시험과 결과이용에 대하여 표 2.2.4에 실내시험을 표 2.2.5에 원위치 시험을 나타낸 것이다.

표 2.2.3 K 치의 추정방법

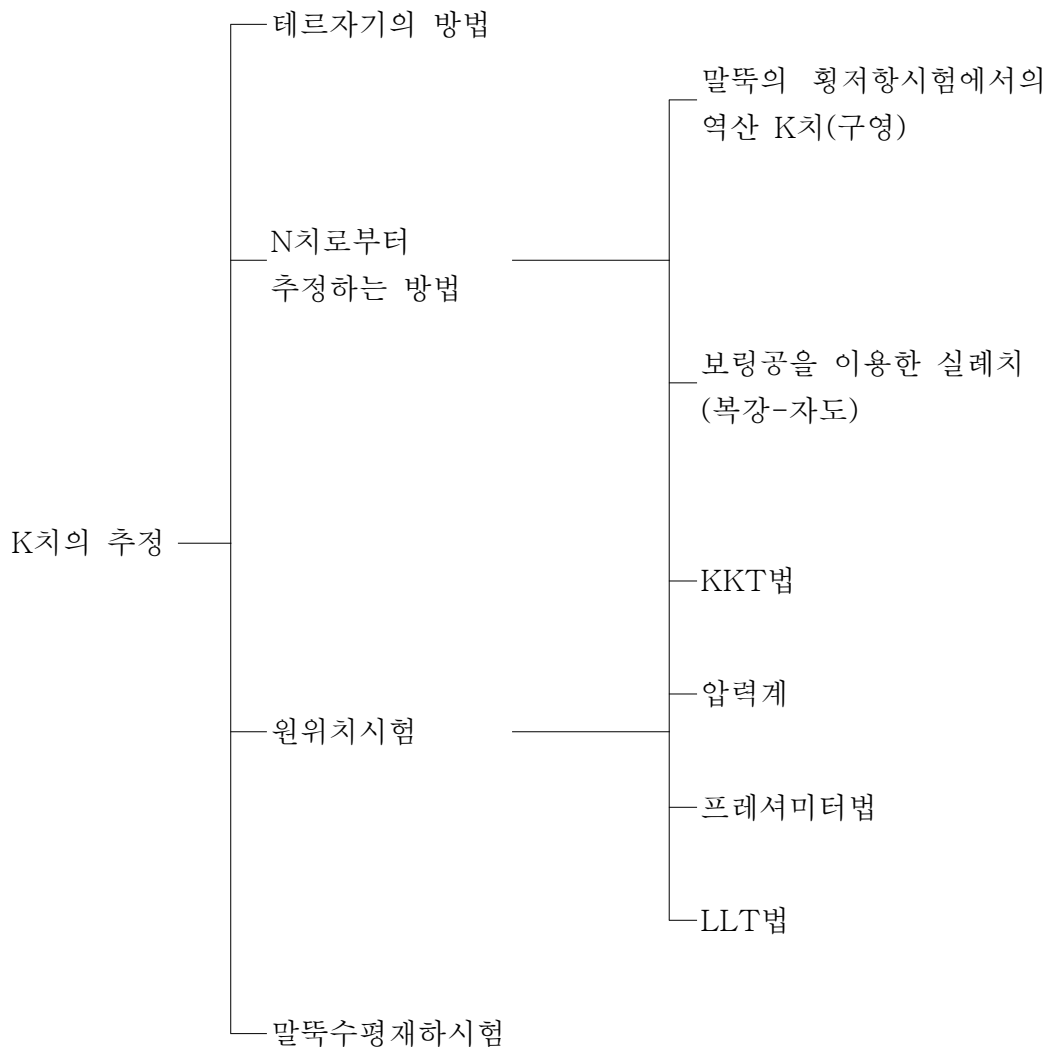


표 2.2.4 실내시험에 의한 지반조사와 결과의 이용

기초공법 시험항목	직 접 기 초	타 설 말 뚝	현 장 말 뚝	웰 케 이 스	공시체		결과의 이용	비 고
					상 태	흙의 종류		
(1) 흙의 기본 성질을 구하는 시험  1. 단위중량 시험	○	○	○	○	교란 되 지 않음 (토괴)  원위치 (치환에 의함) 다짐	점성토  모든 흙  조립토	a. 상태의 판정과 분류 퇴적토의 밀도판정 밀도에 의한 흙의 분류 b. 지지력산정 등의 설계 수치로서 지지력, 사면 안정, 토압 등 산정에서 연직토압 혹은 서차지 (Surcharge)로서 c. 침하해석에 대한 연직 토압의 수치로서	KS F 2311
2. 흙의 함수량시험	○		○	○	교란	모든 흙	a. 흙의 건조중량 포화도 계산 b. 흙의 판별, 분류 c. 다짐에 의한 수분의 영향 d. 흙의 컨시스턴시의 상태판정	KS F 2306
3. 토립자의 비중시험					교란	모든 흙	a. 토립자 체적의 산출 b. 각종 포화조건에서의 밀도산출 c. 입도시험(비중계분석) 계산 d. 포화도 공기간극률 산정	KS F 2308 KS F 2341
(2) 흙의 판별 분류를 위한 시험 1. 입도시험 체분석(비중계 분석 포함)	○	○	○	○	교란	조립토	a. 입도에 의한 흙의 분류 (공학적 분류포함) b. 투수성 추정(조립토) c. 필터의 선정 d. 입도에 의한 흙 개량 e. 동상성의 판정	KS F 2302

2. 컨시스턴시 시험 (a) 액성한계 시험 (b) 소성한계 시험 (c) 소성지수					교란	세립토	a. 흙의 공학적 분류 (LL, PL, PI) b. 함수에 의한 흙의 안전성 판정 (LL, PI, W) c. 기타 역학정수의 추정	KS F 2302
					교란	세립토	밀도에 의한 압축지수의 추정	KS F 2304
					교란	세립토	압밀에 따른 점토의 강도 증가 추정 다짐에 의한 OCM 추정 d. 재료토로의 적성 추정	
(3) 흙의 역학정수를 구하는 시험  1. 전단강도를 구하는 시험  (a) 일축압축 시험  (b) 직접전단 시험  (c) 삼축압축 시험					교란 되지 않음  다짐 안정 처리토  교란 되지 않음  교란 되지 않음	세립토  세조립토  모든 흙 특히 포화된 세립토에 적합함  세·조립토 세립토	a. 지반의 지지력, 토압, 사면안정 등, 흙의 전단 파괴에 대한 안정성을 검토할 경우 사용함  b. 안정 처리한 흙의 강도를 구함. 토질조건, 시공조건을 고려하여 현상에 적합한 배수조건을 부여하여 시험을 함.	KS F 2346

2. 압밀시험	○	○	○		교란되지 않음	세립토	a. 압밀침하량 계산 b. 압밀시간 추정 c. 압밀배수에 의한 지반 개량 계획 d. 투수계수를 구함	KS F 2316
3. 투수시험	○	○	○	○	교란되지 않음. 다짐토	세. 조립토	a. 지하수 강하의 계측 b. 지하수 유동 분석 c. 배수공법의 선택	
4. 시공관리에 의한 시험 1. 다짐시험					교란	세. 조립토	a. 성토의 다짐 특성 b. 다짐기준 설정	KS F 2312
2. 상대밀도						조립토	a. 조립토로 된 성토의 압밀관리 b. 체적토 다짐강도 판정	KS F 2345

기호 ○ : 경우에 따라 필요한 시험

표 2.2.5 원위치시험에 의한 지반조사결과의 이용

기초공법 시험항목	직접 기초	타설 말뚝	현장 말뚝	결과의 이용	비고
1. 표준관입	◎	◎	◎	a. 경연정도의 판정 b. 지내력 지지력, 침하량 c. 말뚝지지력 (선단 지지력, 주변 마찰력)	토질조사법 참 조
2. 지반 평판재하	○			a. 지내력 b. 기초설계 등	"
3. 말뚝박기		○	○	a. 말뚝지지력 b. 소정깊이까지 똑바로 박혔는 가의 여부확인	"
4. 말뚝의 연직재하시험		○	○	a. 말뚝지지력	"
5. 말뚝의 수평재하시험		○	○	a. 횡방향 지반반력계수의 추정 b. 말뚝지지력	"
6. 압밀시험	◎			a. 압밀계수 b. 점토층의 침하	"

기호◎ : 필요도가 높은 시험·조사, ○ : 경우에 따라 필요한 시험



## 2.2.5 입지조건조사

양배수장 계획 지점 및 그 주변에 대한 현장조건 환경조건 및 기지 입지 조건 등은 자료수집, 답사 등에 의하여 조사한다.

양배수장 건설에는 자연조건 이외에 사회적 조건 및 환경조건 등도 중요한 요건이 되므로 이에 대한 입지조건의 조사는 필요에 따라 각 조사 단계에서의 타 조사와 병행하든가 또는 선행하여 다음 조사 사항에 대하여 조사를 한다.

### 가. 동력원조사

동력원조사는 ① 공사용 건설전력 ② 시설동력을 대상으로 하여 계획지구부근의 전력사정, 특히 변전소 위치, 용량, 송배전설비의 위치 및 분기점의 위치, 여유전력량 등을 조사하며, 기설 송배전설비에 여유가 없을 경우는 신규 수전 노선에 대하여 필요한 시설 및 비용 등을 조사한다.

### 나. 공사시행에 관한 조사

#### 1) 공사용 기자재

공사용 기자재에는 굳지 않은 콘크리트, 강재, 목재 등이 있으나 공장제품은 일시적으로 대량 사용할 경우도 있으므로 이에 대한 공급이 가능한가를 조사해야 한다.

건설기계 등의 기자재는 공정 작업능력에 끼치는 영향이 크므로 현장조건에 적합한 기능, 규모를 가진 것을 공사기간 중 확보할 수 있는가의 여부와 특히 교환 부품의 확보, 예비기계의 필요 유무에 대해서도 조사해 둔다.

#### 2) 기자재의 반출입

공사용 재료, 펌프 천정크레인, 게이트 등의 공장제품, 건설기계 등 대량의 자재 또는 무거운 자재, 긴 자재를 운반해야 하므로 도중의 도로, 교량 등의 상태를 정확히 조사한다. 때에 따라서는 이들을 보수 또는 일부 신설하던가 무거운 자재, 긴 자재 등을 분해해야 할 경우도 생긴다. 현장내에서의 운반 시설도 충분히 마련해 둘 필요가 있다.

#### 3) 기타

가) 기상 및 유황은 공정을 결정하는데 있어 가장 큰 요소가 되므로 충분한 조사를 한다. 공사기간중의 하천 호소의 유량, 수위, 유속 등의 조사가 필요하며 2.2.1항 기상, 수문, 해상 조사와 관련시켜 조사하고 가동일수, 가배

수로의 수위, 유량 가물막이의 높이 등을 결정하는 자료로 한다.

나) 2.2.4 항 지반조사와 관련하여 기초굴착 등의 지반용기(Heaving)에 대해 조사해 둔다.

다) 시공중의 니수(泥水)가 하류로 흘러내려 탁도가 증가되거나 침니(沈泥)로 인해서 수중 서식생물에 영향이 크게 끼치는 경우가 있으므로 하천내의 어패류의 서식상황을 조사한다.

시공 시 예상되는 소음, 진동을 미연에 방지할 수 있도록 공법의 선택, 시공 기간 등에 대하여 충분히 주의하여야 한다. 말뚝 기초 등의 시공을 동반하는 공사는 소음, 진동이 심하여 주변에 병원, 학교 등 정숙이 요구되는 시설이 있는가의 여부를 조사하여 필요에 따라 소음규제 대책을 강구한다. 대형 덤프트럭 등으로 기자재를 운반할 경우에는 그 통과 경로 등도 조사해야 한다.

#### 다. 기타 조사

1) 운반조사 : 배의 통행이 있을 때에는 배의 크기 통행량, 시간 등을 조사하고 경우에 따라서는 이를 대신할 수 있는 시설의 검토에 필요한 사항에 대하여 조사한다.

2) 보상 물건조사 : 보상 물건조사는 조사단계에 따라 실시한다.

가) 계획 조사시의 보상조사 : 양배수장 건설지점의 지형조사는 측량 보령, 시굴, 채취 등에 따른 토지의 차용, 입목벌채 등에 관한 것이 있다.

나) 전체설계 공사실시조사시의 보상조사 : 토지 훼손 등 다음과 같은 보상대상에 대한 조사를 한다.

(가) 일반보상.....토지의 취득 또는 사용 물건 등에 관계되는 보상

(나) 특수보상.....어업보상 등

(다) 공공보상.....공공시설 또는 공공적 시설 등

(라) 사업손실보상.....진동, 소음, 우수고갈, 수질오염, 지반 변동 등

다) 유지관리조사 : 시설 관리 형태는 농업기반공사에서 관리하는 경우가 대부분이나 관리수준에 알맞은 관리체제가 정립되도록 관리예정자의 인원 확보, 기능 정도 등을 미리 조사해 둔다.

라) 환경조사 : 양배수장을 설치함에 따라 자연환경과 주변주민의 생활에 영향을 끼칠 것으로 생각되므로 주변의 환경을 충분히 조사하여 양배수장의 계획, 설계, 시공, 관리에 반영해서 환경과 조화를 이루도록 고려해야 한다.

## 2.3 배수장 설계기준 개정

### 2.3.1 양배수장의 설계 강우량 기준 재정립

설계 강우량은 기상이변에 따른 국지적 집중호우에 대비하여 최근의 이상강우가 배수계획 수립에 반영될 수 있도록 한다. 계획지구를 중심으로 주위의 모든 기상관측소를 대상으로 연 최고치 계열의 강우자료를 수집하여 수문학적으로 계획지구를 대표할 수 있는 지배관측소의 강우자료를 선정한다. 지배관측소의 관측개시년도부터 전체 강우자료와 최근 30개년 이상 강우자료로 20년 빈도 2일 연속강우량을 분석하여 큰 값을 설계 강우량으로 채택한다.

현행은 계획지구가 포함된 지배구역 (Thiessen 망으로 결정)내에 있는 기상대 및 건교부 산하의 기상관측자료를 수집하여, 계획 지구를 중심으로 주위 모든 기상관측소를 대상으로 연 최고치 계열의 강우자료를 수집하고 빈도를 분석하여 최대 값을 가지는 관측소의 강우량을 선택한다. 그러나 2002년 이후 태풍 루사, 매미 등 기상이변, 기상조건의 변화로 현행 설계기준 강우보다 많은 강우가 단시간에 내리는 국지적 집중호우가 발생하여 배수시설물의 홍수배제 능력 부족으로 인한 농경지 침수피해가 발생하고 있어 최근 집중호우를 반영할 수 있는 설계 강우량 결정방법의 개선이 필요하게 되었다.

따라서 지배관측소의 관측개시년도부터 전체 강우자료와 최근 30개년 이상 강우자료로 20년 빈도 2일 연속강우량을 분석하여 큰 값을 설계 강우량으로 채택하도록 기준을 강화하였다.

구 분	설계 강우량 (mm)			증가율
	현 행	개선(안)	차 이	
20년 빈도 2일 강우량 (전국 평균)	309	344	35	11%

참고로 전국 도별 큰 측후소 별 강우량을 현행과 개정 방법으로 분석한 평균치를 예를 들면 표 2.3.1 과 같다.

표 2.3.1 빈도별 설계강우량(2일 연속강우량)

(단위: mm)

관측소 \ 빈도	10년 빈도	20년 빈도			30년빈도	50년빈도	비 고
		전체	최근 30년	개정			
서울	309.63	362.60	434.51	434.51	393.08	431.18	
부산	283.25	329.12	391.63	391.63	355.50	388.49	
수원	303.58	353.00	416.64	416.64	381.43	416.96	
춘천	324.37	381.90	398.40	398.40	414.99	456.36	
청주	239.09	277.15	279.81	279.81	299.04	326.40	
대전	291.63	341.70	343.58	343.58	370.51	406.51	
전주	245.71	285.60	265.17	285.60	308.55	337.24	
광주	248.94	288.25	336.00	336.00	310.86	339.13	
대구	201.67	231.97	245.46	245.46	249.40	271.19	
진주	246.95	282.42	308.86	308.86	302.83	328.34	
목포	231.43	269.91	338.90	338.90	292.05	319.72	
평균	266.02	309.42	341.72	343.58	332.27	363.30	

### 2.3.2 논에 밭작물 재배에 따른 배수대책 수립

논에서의 밭작물 재배 및 논·밭 유효경지 증가로 인한 영농여건 변화에 대응하여 수해구역내 밭작물을 많이 재배하는 지구에 대하여는 홍수시 밭작물 침수피해를 최소화하기 위한 배수대책을 수립한다.

쌀 수급대책 및 전작 보상제 도입 등 영농여건의 변화에 따라 논에 밭작물 전용지역 확대와 비닐하우스를 이용한 특수작물 재배면적의 증가에 대응하여 홍수량 및 배수로 단면기준 결정방법의 개선이 필요한데, 현재 배수 개선기준은 수도작 기준으로 특수작물 등 밭작물재배지역의 배수대책을 위한 별도의 기준이 없어 논에 밭작물 재배에 따른 배수대책을 수립할 필요가 있다. 수도작은 30cm 담수를 24시간 허용하지만 밭작물은 담수를 전혀 허용하지 않는다.

따라서 수혜면적내 특수작물 등 밭작물 재배지역이 많은 지역에 대해서는 전작 또는 특수작물 재배지역에 적합한 유출곡선지수(Curve Number, CN)를 적용하여 설계홍수량 및 배수로 단면을 결정한다.

표 2.3.2 논에 밭작물 재배시 홍수량 산정을 위한 유출곡선지수

토지이용상태	CN	비 고
밭( " )	78 ~ 79	
비닐하우스 지역	97 ~ 98	

또한 평상시 배수를 고려하여 배수장내 소형펌프를 확대 설치하고 소량의 강우와 강우초기에 배수장을 조기 가동하여 밭작물 침수피해에 사전 대비한다. 논에서의 밭작물 재배지역, 논·밭 윤환경지를 조성하는 경우 홍수시 침수피해에 대비하여 가급적 지구내 고위부에 설치토록 계획한다.

### 2.3.3 배수장 실양정 결정시 외수위의 하천등급별 계획홍수위 조정

현재 배수장의 실양정은 배수장 초기흡입수위(20년 빈도 강우기준)와 20년 빈도 하천홍수위의 차이를 기준으로 결정되나, 홍수시 하천수위의 잦은 상승으로 배수장의 홍수배제능력을 충분히 발휘할 수 없으므로 배수장 실양정 결정시 외수위는 건설교통부 하천시설기준에 따른 하천등급별 계획홍수위를 기준으로 결정한다.

현행은 배수장 초기흡입수위(20년 빈도 강우기준)를 내수위로 20년 빈도 하천홍수위를 외수위로 하여 그 차이를 기준으로 결정하는 실양정을 결정하고 있으나, 이상 홍수에 의한 하천수위 상승시에도 배수장의 홍수배제능력 향상 도모하기 위하여 초기흡입수위(20년 빈도 강우기준)를 내수위와 건설교통부 하천시설기준에 따른 하천등급별 계획홍수위를 외수위로 하여 그 차이를 기준으로 실양정을 결정하도록 개정하였다.

현행 하천등급별 계획홍수위는 국가하천 100~200년 빈도, 지방하천 50~100년 빈도, 소하천 30년 빈도이다. 침수 분석시에는 내수위는 계획기준 내수위(20년 빈도 강우기준)를, 외수위는 20년 빈도 하천홍수위를 적용한다.

### 2.3.4 홍수기 하천수위 상승시 하천제방횡단 배수장 배출암거의 안전성 확보대책

토공으로 된 하천제방을 횡단하여 설치되는 배수장 배출암거는 하천수위 상승시 홍수에 대한 안정성 확보를 위하여 제체의 누수방지 대책, 배출암거 주변 및 배출암거내부에 대한 누수방지와 기초지반을 통한 누수방지를 위하여 대책을 수립하여야 한다.

하천제방에 설치되는 배수장 시설물중 제방붕괴의 원인이 될 수 있는 대표적인 구조물은 하천외수위와 연관된 배수장 배출암거이다. 따라서 설계 및 시공 관리시에 배수장 배출부 하천제방 횡단구간에 대한 제체의 누수 방지 대책, 배출암거 주변 및 배출암거 내부에 대한 누수방지 대책, 기초 지반을 통한 누수방지 대책을 마련해야 한다. 또한 되메움 흙의 선정 및 다짐기준도 마련해야 한다.

### 2.3.5. 배수장 침수시에도 기능유지를 위한 펌프형식 개선

기설배수장의 펌프형식이 대부분 횡축형으로 설치되어 있어 하천범람, 제방붕괴 등에 따른 배수장 침수시에는 가동이 불가능한 실정으므로 기설배수장 보강시 침수에도 배수기능을 유지할 수 있는 펌프형식으로 검토·적용하여야 한다.

기설 배수장 펌프형식의 72% 정도가 횡축형으로 설치되어 있어, 하천 수위 상승, 제방붕괴 등에 따른 배수장 침수시에는 가동이 불가능하다. 즉, 횡축형 펌프는 흡입가능 높이 때문에 펌프가 설치되는 기계실 표고가 낮게 설치되어있어 홍수시 침수피해가 가중되고 있는 실정이다. 따라서 펌프가 수중에 설치되는 입축형 전동기는 제방고 이상 높은 위치에 설치할 수 있고, 수중형은 펌프와 전동기가 일체형으로 수중에 설치되므로 제방 붕괴 등으로 유역이 침수되더라도 배수가 가능하도록 개정하였다. 즉, 횡축펌프를 수중펌프로 교체하고 홍수위 이하에 설치된 수·배전시설을 높은 지역으로 이설하도록 개정하였다.

참고로 그림 2.3.1은 양·배수장의 기전시설 개선방안을 현행과 비교한 것이다.

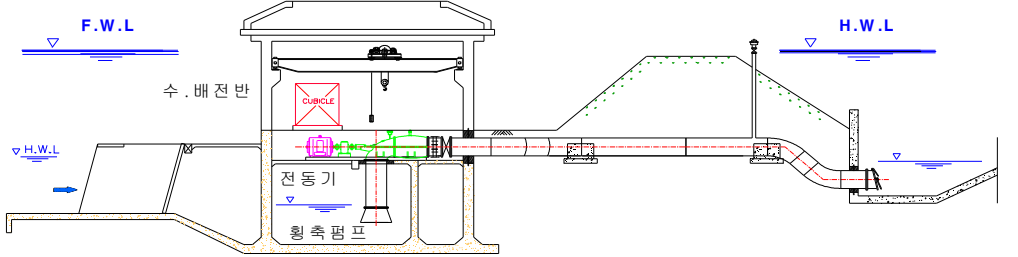
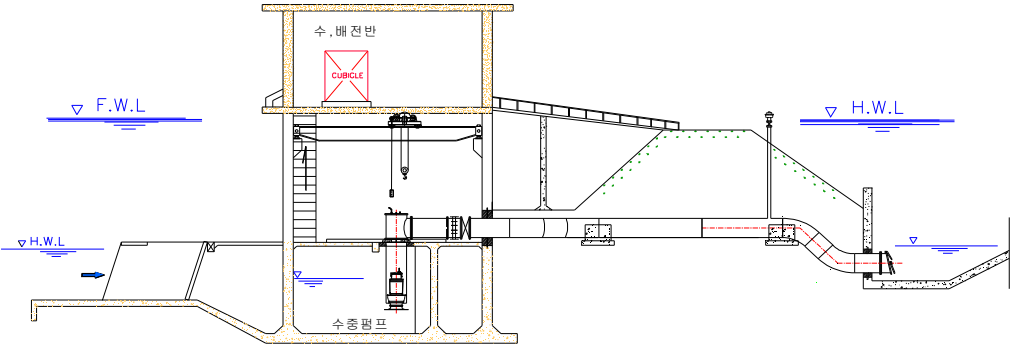
<p>&lt;현행&gt;</p>	 <p>- 전동기, 수배전반 기왕최대 홍수위 이하에 설치(횡축펌프)</p>
<p>&lt;개정&gt;</p>	 <p>- 횡축펌프 → 수중펌프로 교체, - 수배전반 → 홍수위 이상으로 설치</p>
<p>&lt;개정 사유&gt;</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 횡축으로 설치된 펌프를 침수 후에도 작동이 가능한 수중펌프로 교체</li> <li>◦ 홍수위이하에 설치된 수·배전시설이 침수되지 않도록 높은 지역으로 이설</li> </ul>

그림 2.3.1 양·배수장의 기전시설 개선방안과 현행의 비교

### 2.3.6 배수시설 제어시스템 설계 기준 정립

배수시설물 계획시 배수시설 제어시스템을 적용하여 단위 시설물에 연계된 일정량의 설비를 통합·제어함으로서 평상시에는 관리자의 시설 사용능력을 배가시키고, 배수장 가동시에는 사고예방 및 위기대처능력을 제공하여야 한다.

배수시설 제어시스템을 적용하여 1~2인의 인력으로도 여러 개의 배수장 및 수문 등 배수시설을 감시·조작함에 있어 운용 능력 및 비상시에도 대처능력을 배가시킬 수 있고, 배수시설이 고장 나더라도 원격감시제어로 즉시 대처할 수 있도록 기준을 강화하였다.



## 제 3 장 펌프의 설계

### 3.1 흡배출 수위 및 실양정

펌프의 흡입수위, 배출수위 및 실양정은 수리계획상 요구되는 수위조건에 대해 필요한 양수량을 확보할 수 있도록 용배수계획 및 펌프운전계획을 충분히 검토하여 적절하게 결정하여야 한다.

펌프는 수원 및 배수하천 등의 수위변화에 맞추어 용수 또는 배수의 수리계획상 요구되는 각종 수위조건 하에서 필요한 양수량을 확보할 필요가 있으므로 양배수장의 흡입측의 흡입수위와 배출측의 배출수위에 대하여 적절한 수위를 가정하고 이것을 기초로 하여 실양정을 결정한다.

#### 3.1.1 용수펌프

##### 가. 흡입수위

용수펌프의 흡입수위는 하천 등의 수원취수지점의 수위로부터 펌프장 흡입수조까지의 도수 손실수두를 뺀 흡입수조내의 수위이고 수원의 유황변동 등에 의한 수위변동을 고려하여 다음과 같이 가정한다. 도수중의 손실수두에 대하여는 [3.2]절의 수리설계에 따른다.

##### 1) 계획흡입수위

하천 또는 호소를 수원으로 하는 경우에는 취수지점에서의 관개기의 대략 20년 빈도의 갈수위에서 양수장의 흡입수조까지의 손실수두를 뺀 수위를 계획 흡입수위로 한다. 또 하천을 수원으로 하는 경우에는 과거의 하상변동 경향으로부터 장래의 하상변동을 예측하여 충분히 안전한 계획흡입수위를 결정하여야 한다. 특히 하천 개수계획이나 상류지역에서 댐 등의 개발계획이 있는 경우에는 그 내용을 충분히 검토해서 장래의 하상변동을 예측하여야 한다.

하천으로부터의 취수를 안정시키기 위해 취입보를 설치하는 경우에는 취입보상의 갈수위를 기초로 해서 계획흡입수위를 결정한다.

지하수를 수원으로 하는 경우에는 지하수 조사 등에 의해 충분히 안정된 양수가 될 수 있는 지하수위를 계획흡입수위로 한다.

##### 2) 최고흡입수위

하천의 수원취수지점에서 예상되는 최고의 수위를 최고흡입수위로 한다. 이 수위를 기본으로 해서 동수로 벽의 높이와 펌프장 바닥 등의 표고 결정에 대하여

여 검토한다.

### 3) 최저흡입수위

하천 등의 수원취수지점에서의 기왕의 최저수위 또는 장래 예상되는 최저수위로부터 흡입수조까지의 손실수두를 뺀 수위를 최저흡입수위로 한다. 이 수위에서도 펌프운전이 가능하도록 검토하여야 한다.

### 4) 상시흡입수위

관개기간중 하천의 평수위 등에 의한 평균흡입수위를 상시흡입수위로 한다.

## 나. 배출수위

용수펌프의 배출수위는 송수방식 및 양수량 변동 등에 의해 다음과 같이 결정한다.

### 1) 계획배출수위

배출수조를 설치하는 경우에는 관개구역내의 농지 표고에 그 지점까지의 송수손실수두를 더한 값 중 최대가 되는 배출수조의 수위를 계획배출수위로 한다. 송수손실수두는 송수로 설계에 따른다.

관개구역내이 기복이 많은 경우에는 전량을 최고 위치까지 양수하지 않고 블록 별로 구분하여 2단 양수 등을 고려하는 것이 경제적인 경우가 있으므로 충분히 검토하여야 한다. 또 양정이 300m를 넘는 경우에는 2단 양수를 검토해 보아야 한다.

배출수조를 설치하지 않고 관개구역에 직송하는 경우에는 일반적으로 폐쇄식 관수로를 많이 사용하며 송수손실수두 외에 말단에서 필요한 압력수두를 고려해야 하므로 계획배출수위를 일률적으로 정하기 어렵기 때문에 수리모형에 의한 시뮬레이션에 의하여 검토하여야 한다.

### 2) 최고배출수위

양수량이 최대일 때 펌프, 배출수조, 송수로 등의 설비능력으로부터 예상되는 최고의 수위를 최고배출수위로 한다. 이 수위를 기초로 하여 배출수조의 벽 높이 등의 설계를 검토한다.

### 3) 최저배출수위

양수량이 최소일 때 송수로 표고 등으로 부터 예상되는 최저의 수위를 최저배출수위로 한다. 이 수위는 배출관 출구의 표고결정의 기초가 된다.

### 4) 상시배출수위

관개기간중 평균양수량 때의 배출수위를 상시배출수위로 한다.

#### 다. 실양정

배출수위와 흡입수위의 차에 의해 실양정이 결정되는데 용수펌프는 배출수위의 변동이 작기 때문에 주로 흡입수위의 변동에 의해 결정된다.

##### 1) 설계 실양정

계획배출수위와 계획흡입수위와의 차를 설계 실양정으로 한다. 이 설계 실양정은 펌프형식의 결정 등의 펌프설계의 중요한 지표이다.

##### 2) 최고 실양정 등

최고배출수위와 최저흡입수위와의 차인 최고 실양정, 또는 최저배출수위와 최고흡입수위와의 차인 최저 실양정은 주로 펌프, 원동기 및 송수관 등의 기능에 지장을 주지 않는지를 검토하여야 하며, 상시배출수위와 상시흡입수위와의 차인 상시 실양정은 펌프운전경비 등을 검토하는데 적용한다.

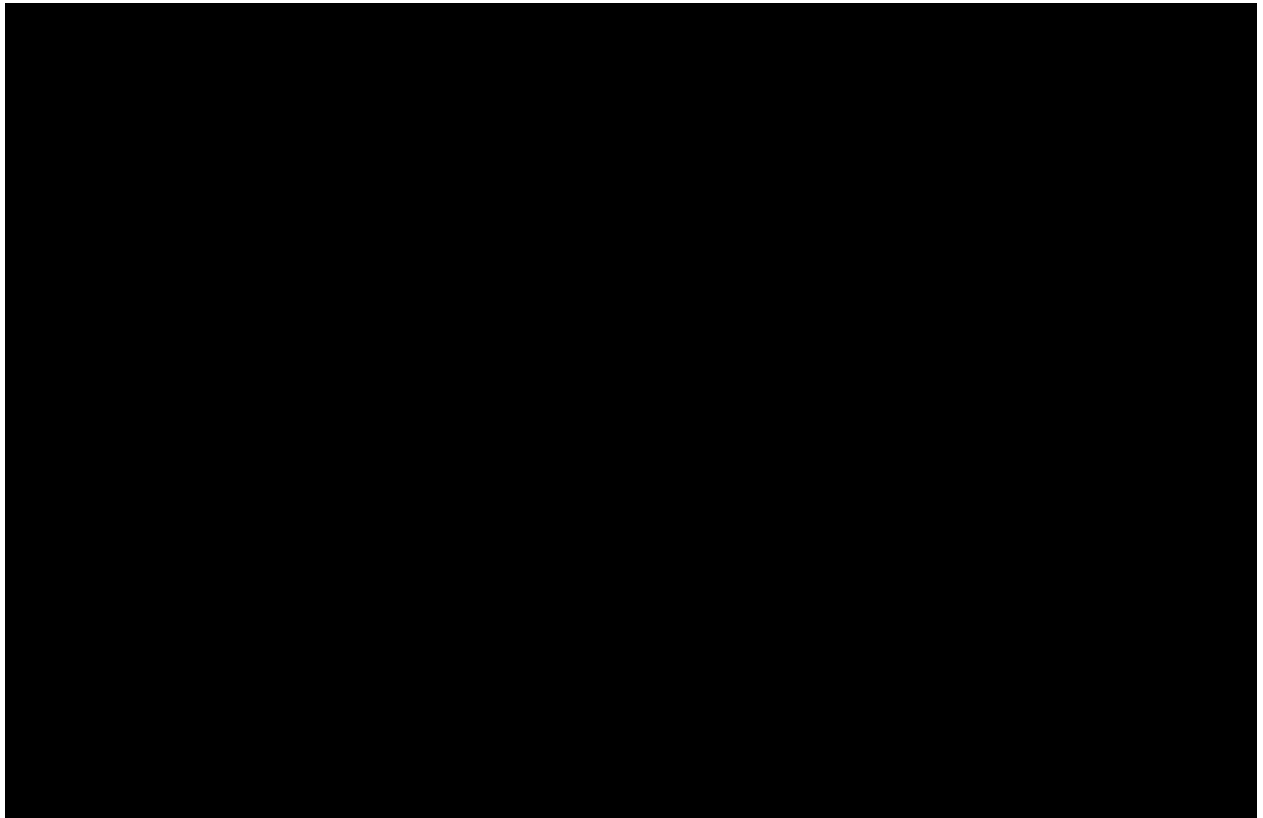


그림 3.1.1 용수펌프의 설계수위 및 실양정

### 3.1.2 배수펌프

#### 가. 흡입수위

배수펌프의 흡입수위는 배수계획상 설정되는 배수로 말단 등의 계획 기준수위에서 배수장의 흡입수조까지의 도수손실수두를 뺀 흡입수조내의 수위로 하고, 홍수시와 평상시에 따라 다음과 같이 설정한다. 계획기준내수위 및 계획기준외수위에 대하여는 농업생산기반정비사업계획설계기준 배수편에 따른다.

##### 1) 홍수시 초기흡입수위

홍수시의 흡입수위는 홍수의 유입량, 담수량 및 펌프배수량 등에 따른 내수위의 변동에 따라 크게 변동하지만 펌프 운전을 개시할 때의 목표수위가 되며 담수해석계산의 출발치가 되는 초기흡입수위를 설정한다. 초기흡입수위는 일반적으로 수문 폐쇄시에는 외수위보다 약간 높은 경우가 많고 이 수위를 낮게 설정하면 최고담수위를 낮게 하는 데는 유리하지만, 반면 도수로나 배수장의 시설규모가 커지므로 관계되는 여러 가지 조건을 종합적으로 검토할 필요가 있으나, 다음 값을 목표로 해서 비교 검토하여 결정한다.

수혜구역 내에 담수를 시키지 않는 배수계획인 경우에는 계획기준 내수위(최저 논표면 표고)에서 0.5m 정도 낮은 수위를, 담수를 허용하는 경우에는 최저 논표면 표고에 해당하는 수위를 기초로 해서 각각 펌프장의 흡입수조까지의 손실수두를 뺀 수위를 홍수시 초기흡입수위로 한다.

##### 2) 평상시 초기흡입수위

평상시배수에 있어서 지하수위 저하를 목적으로 하는 펌프의 운전을 개시할 때 목표수위로서의 상시 초기흡입수위는 평상시배수의 계획기준 내수위(일반적으로 최저논표면 표고에서 0.5 ~ 1.0m 정도 낮은 표고)에서 펌프장의 흡입수조까지의 손실수두를 뺀 수위로 한다.

##### 3) 최저 흡입수위

펌프운전을 계속할 수 있는 최저의 수위이며, 이는 초기 흡입수위, 장래 예상되는 지반의 침하량, 배수유출특성, 배수로 저류능력 및 펌프의 운전관리 방식등을 고려해서 결정하는 데, 일반적으로 홍수시용 펌프에서는 홍수시 초기흡입수위에서 0.5m 정도, 평상시용 펌프에서는 평상시 초기흡입수위에서 0.5m 정도 낮은 수위로 하는 것이 바람직하다.

##### 4) 최고 흡입수위

배수지구내에서 기왕의 최고홍수위 등 배수펌프장지점에서 예상되는 최고의 수위를 최고흡입수위로 한다. 이 수위를 기준으로 도수로벽 높이나 펌프장바닥

의 표고 결정 등 홍수시의 침수대책을 검토한다.

#### 나. 배출수위

배출펌프 설계에 따른 배출수위는 하천, 호소, 바다의 외수위에 배수장의 배출수조까지의 손실수두를 더한 배출수조내의 수위로 하고, 홍수시와 평상시로 구분해서 다음과 같이 결정한다.

##### 1) 홍수시 계획배출수위

홍수시의 계획 배출수위는 외수위 곡선을 기초로 해서 설정한다. 외수위 곡선은 외수의 상황에 따라 다음과 같이 된다.

##### 가) 대하천 등에 배수구를 설치하는 경우

배수계획 대상지구의 유역면적에 비해서 훨씬 큰 유역을 갖는 하천이나 호소에 배수구를 설치하는 경우는 대유역의 유출해석을 지구내의 유출해석과 함께 하기는 어려우므로 일반적으로는 지구내 강우와 외수위의 상관특성을 이용해서 계획기준 강우에 대한 외수위 곡선을 추정한다. 이 때 외수위의 피크치와 그 피크의 지체시간, 외수위의 상승 및 저하특성 등을 고려해야 한다.

##### 나) 소하천 등에 배수구를 설치하는 경우

계획대상지구의 유역면적에 비해서 그다지 크지 않은 유역면적의 소하천이나 호소에 배수구를 설치하는 경우는, 배수본천 등의 유량 및 수위는 계획지구로부터의 배수량에 의해 큰 영향을 받기 때문에 계획기준 강우를 대상으로 배수본천 등의 유출해석을 해서 외수위 곡선을 구한다. 또 필요에 따라 홍수추적 계산을 해서 계획지구로부터의 배수량의 영향을 검토하고 경우에 따라서는 배수본천 등의 개선을 동시에 시행하여야 할 경우도 있다.

##### 다) 바다에 배수구를 설치하는 경우

외수위 곡선은 배수(갑)문에 의한 자연배수를 주로 하고 펌프배수를 병용하는 경우는 일반적으로 소조시의 평균조위곡선을, 펌프배수가 주인 경우는 일반적으로 대조시의 평균조위곡선을 기준조위곡선으로 잡고, 여기에 배수구의 바닥높이에 따라 수정을 하고 또 태풍 등의 계획기준강우시에 예상되는 기압저하 및 바람에 의한 수면의 밀림높이 등의 조위편차를 더한 것으로 한다.

조위 등에 대하여는 농업생산기반정비사업계획설계기준 해면간척편을 참고하며, 인근의 관측점에서 장기간의 조위기록을 얻을 수 있는 경우에는 계획기준강우시에 예상되는 실측조위를 기초로 하여 외수위 곡선을 정해도 좋다. 또 외수위의 위치나 구조에 따라 특히 파랑의 영향을 많이 받는 경우에는 이를 고려하여야 한다.

라) 하구 가까이에 배수구를 설치하는 경우

외수위 곡선은 조위나 하구폐쇄 등의 영향을 받기 때문에 다)항에 의해 구한 조위 등을 가산하거나 부등류 및 부정류에 대한 수리계산을 병용한다.

2) 평상시 계획배출수위

평상시의 계획배출수위는 하천 및 호소에 배수구를 설치하는 경우에는 평수위로, 바다에 배수구를 설치하는 경우에는 평균조위로 하고, 여기에 배수장까지의 손실수두를 더한 수위로 한다.

3) 홍수시 최고배출수위

하천 또는 호소에 배수구를 설치하는 경우에는 계획고수위로, 바다에 배수구를 설치하는 경우에는 설계고조위에 배수장의 배출수조까지의 손실수두를 더한 수위로 하고, 이와 같은 이상홍수 또는 고조시에 있어서도 홍수시용 배수 펌프는 운전이 가능해야 한다.

소하천이나 하구근처에 배수구를 설치하는 경우에는 1)의 나) 및 라)에 준해서 검토하고 계획고수위 또는 설계고조위를 기준으로 홍수추적 계산 및 부등류, 부정류 계산 등을 하고 배수구에서의 최고배출수위를 구한다.

4) 평상시 최고배출수위

평상시용 배수펌프의 운전 상한목표 수위로서 하천 또는 호소는 풍수위, 바다는 대조평균 고조위를 기준으로 배출수조까지의 손실수두를 더한 수위로 한다.

5) 최저배출수위

일반적으로 배출수조에 접속하는 수로의 바닥 높이로 하지만, 외수조건에 따라 예상되는 최저수위가 이것보다 높은 경우에는 최저외수위로 한다. 이 수위는 배출관 출구의 표고 결정의 기준이 된다.

다. 실양정

배출수위와 흡입수위와의 차로부터 실양정이 결정되나 배수펌프는 일반적으로 실양정의 변동폭이 크며, 특히 홍수시용 펌프의 실양정은 내외수위의 변동에 따라 변화하고 펌프배출량도 양정에 따라 크게 변화하므로 홍수시용 펌프와 평상시용 펌프를 구분하여 다음과 같이 설정한다.

1) 홍수시 배수펌프

가) 계획최고 실양정

홍수시 배수펌프의 계획최고 실양정은 홍수시의 계획배출수위의 침두수위(하천인 경우 하천계획고수위)와 홍수시 초기흡입수위와의 차이로 한다.

나) 설계점 실양정

펌프효율은 양정에 의해 좌우되는데 펌프배수시에 짧은 시간동안만 나타나는 계획 최고실양정을 설계점으로 하는 것은 비경제적이므로 일반적으로 계획최고 실양정의 80% 정도를 설계점 실양정으로 한다. 이 설계점 실양정은 담수해석에 의하여 검토한 후에 결정하며 펌프 형식의 결정 등에 이용한다.

다) 최고 실양정

하천의 계획고수위 (이상홍수위 포함) 등에 의한 최고 배출수위와 최저흡입수 위와의 차이를 최고 실양정으로 한다. 이와 같이 계획기준홍수위 이외의 이상홍 수 또는 고조시에도 홍수용 펌프는 운전가능 하여야 한다.

2) 평상시 배수펌프

가) 설계점 실양정

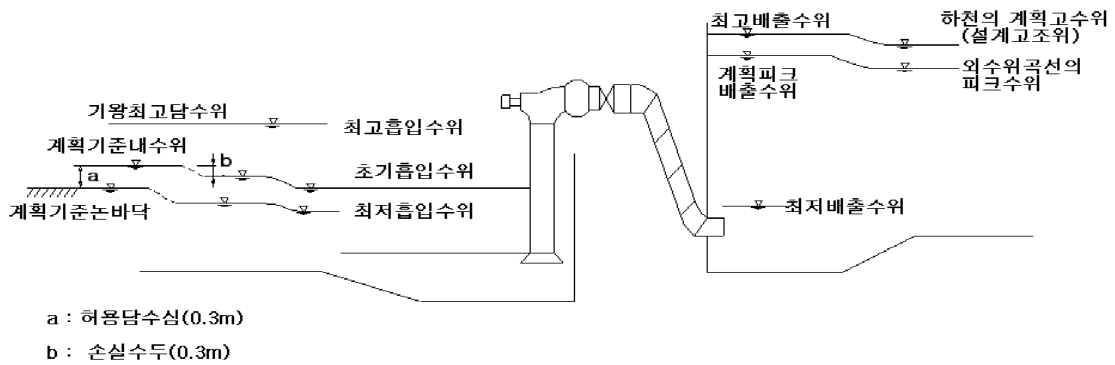
하천의 평수위 등에 따른 상시계획 배출수위와 상시 초기흡입수위와의 차이 를 설계점 실양정으로 한다. 이는 펌프 형식의 결정 등에 이용한다.

나) 최고 실양정

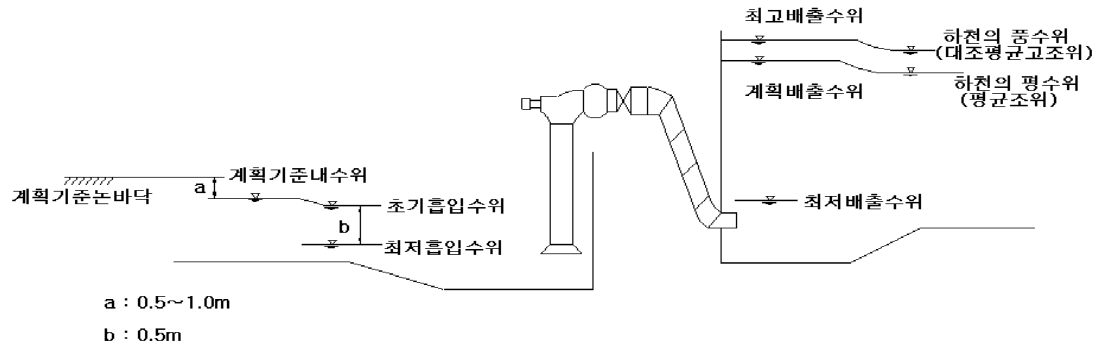
하천의 풍수위 등에 의한 평상시 최고배출수위와 최저흡입수위와의 차이를 최고 실양정으로 한다. 이를 운전상한 목표 실양정으로 한다.

그리고 평상시용 배수펌프를 홍수시용 펌프로 겸용하는 경우에는 1)항의 홍수 시 배수펌프의 실양정에 대하여도 검토하여야 한다.

[그림 3.1.2]는 홍수시용 배수펌프와 평상시용 배수펌프의 흡입수위와 배출수 위를 보여주고 있다.



(a) 홍수시용 배수펌프



(b) 평상시용 배수펌프

그림 3.1.2 배수펌프의 설계수위 및 실양정

### 3.2 전양정

펌프의 전양정은 실양정과 흡입관로 및 배출관로의 손실수두를 합하여 구한다. 이 때 손실수두의 산정은 펌프의 형식과 구경, 관 및 밸브의 배치 등을 충분히 고려하여야 한다.

전양정은 실양정에 흡입관 및 배출관 등의 각종 손실수두를 더한 것으로 배출량과 함께 펌프의 형식과 구경, 원동기의 용량 등을 결정하는데 중요한 값이다. 전양정은 일반적으로 다음 과정을 반복하여 검토한 후 결정한다.

- ① 실양정에 예상되는 각종 손실수두를 더하여 구한 가 전양정과 배출량에 의해 펌프의 형식과 구경을 가정한다.
- ② 펌프의 설치높이를 검토한다.
- ③ 펌프, 관로, 밸브 등을 배치한다.
- ④ 각종 손실수두를 계산하여 전양정을 구한다.
- ⑤ 전양정과 배출량에 따라서 가정한 펌프의 형식과 구경이 적절한지 검토한다.

이상과 같이 펌프의 형식과 구경, 관로, 밸브 등의 배치는 손실수두에 큰 영향을 주기 때문에 신중히 검토해야 한다.



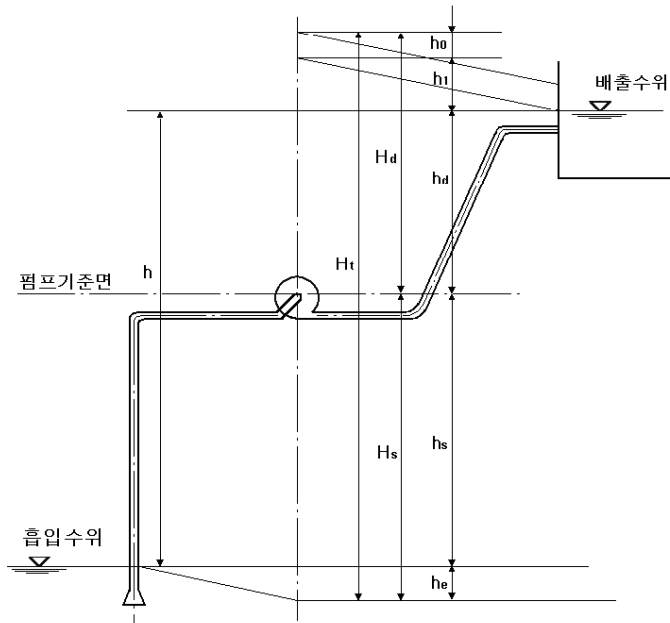


그림 3.2.1 펌프의 실양정과 전양정

전양정은 실양정에 관로계통에서 발생하는 각종 손실양정을 가산한 것이다. 즉,

$$\begin{aligned}
 H_t &= H_s + H_d = (h_s + h_e) + (h_d + h_l + h_o) \\
 &= h + \text{손실수두의 합} \dots\dots\dots (3.2.1)
 \end{aligned}$$

여기서,  $H_t$  : 전양정,  $H_s$  : 흡입전양정,  $H_d$  : 배출전양정,  $h_s$  : 흡입실양정,  
 $h_e$  : 흡입측 손실수두,  $h_d$  : 배출실양정,  
 $h_l$  : 배출측 손실수두,  $h_o$  : 유출손실수두,  $h$  : 실양정

손실수두 계산은 시공시에 펌프성능을 정확히 조사해야 하기 때문에 상세한 계산이 필요하나 계획단계에서는 개산치라도 괜찮다. 세부설계 결과를 보면 손실양정의 크기는 실양정에 따라 다르며 보통 실양정의 10 ~ 70%이다.

가. 직관부분의 마찰손실수두(  $h_l$  )

1) Darcy-Weisbach 공식은 비교적 관로가 짧은 경우에 많이 사용하며, 신관일 경우는 장차 녹이 슬 것을 예상하여 50%의 할증치를 채용한다.

$$h_l = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots (3.2.2)$$

여기서,  $f$  : 마찰손실계수로 Moody도 그림 3.2.2에서 구하거나 다음 공식을 이용한다.

$$f = \frac{19.6n^2}{\sqrt[3]{R}} \quad : \text{ 직사각형 단면} \quad \dots\dots\dots$$

(3..2.3)

$$f = \frac{124.6n^2}{\sqrt[3]{D}} \quad : \text{ 원형 단면} \quad \dots\dots\dots(3.2.4)$$

여기서, n은 Manning의 조도계수, R은 경심, D는 관의 직경이다.

L : 흡입관 계(吸入管系), 배출관 계 중에서 직선부분의 길이 (m)

D : 이들 직선부분의 각 관경 (m)

V : 직선부분에서 관내 평균유속 (m/s)

g : 중력가속도 (9.8m/s<sup>2</sup>)

2) Hazen-Willims 공식은 관로가 긴 경우에 많이 사용한다.

$$h_f = 10.666 \frac{Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} L \quad \dots \dots \dots(3.2.5)$$

여기서, h<sub>f</sub> : 직관의 마찰손실수두(m)

Q : 유량(m<sup>3</sup>/s),                      D : 관경(m)

L : 관로길이(m),                      C : 유속계수로, 표 3.2.1 에 의함.

표 3.2.1. 유속계수 C의 값

관 종 (내면의 상태)	유속계수 C		
	최대치	최소치	표준치
주철관 (도장없음) * 1)	150	80	100
강 관 (도장없음) * 1)	150	90	100
콜타르 도장관 (주철) * 1)	145	80	100
타르에폭시도장관 (강) * 2)	-	-	130
모르타르 라이닝관 (강·주철)	150	120	130
원심력철근 콘크리트관	140	120	130
몰러전압철근 콘크리트관	140	120	130
프리스트레스트 콘크리트관	140	120	130
경질 염화비닐관 * 3)	160	140	150
경질 폴리에틸렌관 * 3)	170	130	150
강화 플라스틱 복합관 * 3)	160	-	150

주) 1. 경년변화를 고려

2. 도장방법은 KS에 준하고 도장두께 0.5mm 이상으로 함이 바람직 함.  
현장 도장일 때에는 시공관리가 충분치 못할 경우에는 이것을 적용하지 않음.

3. 150mm 이하의 관에서는 C=140을 적용함.

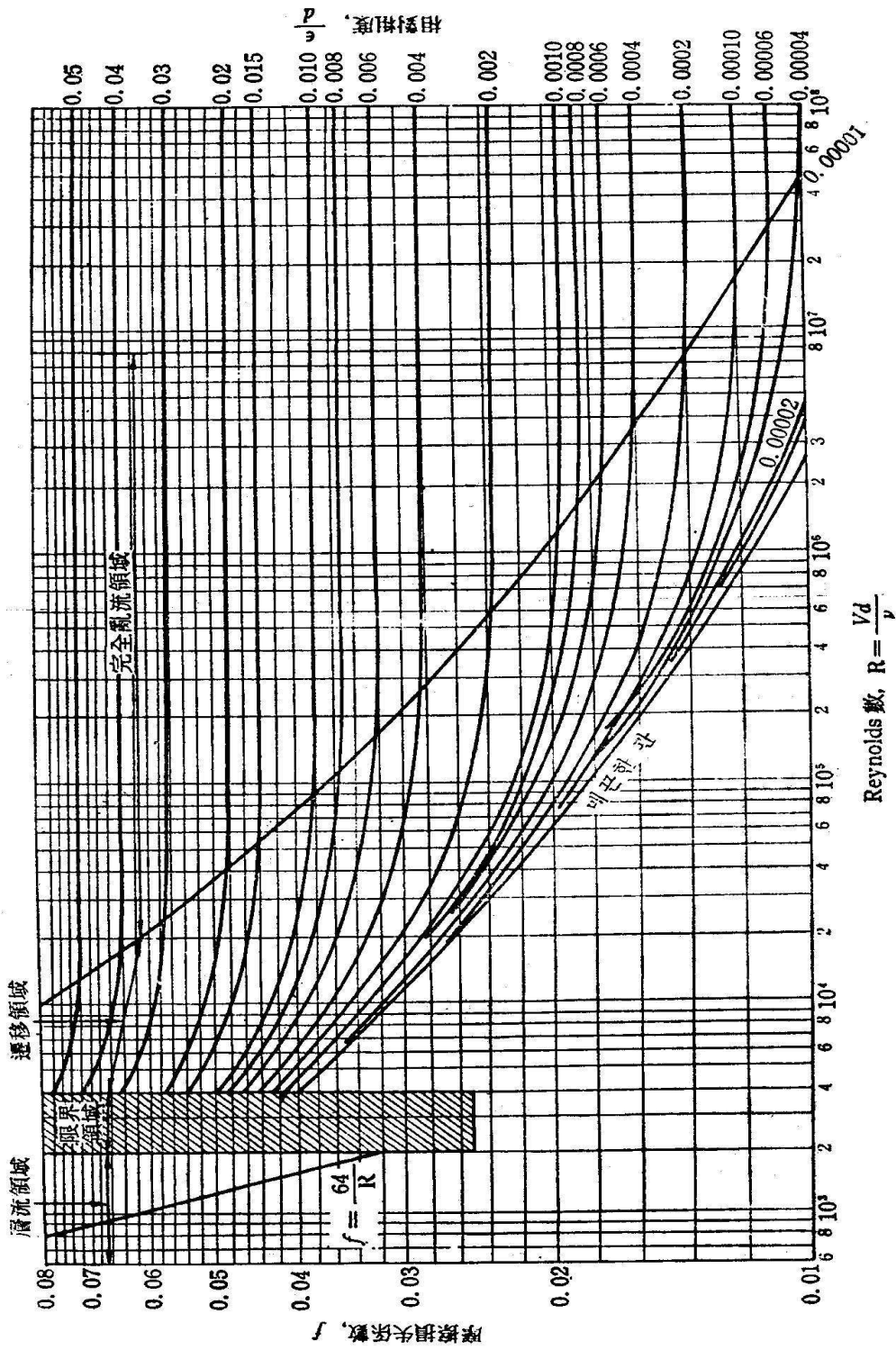


그림 3.2.2 Moody도

나. 유입 손실수두

수조에서 관으로 유입될 때 발생하는 손실수두이다.

$$h_e = f_e \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots$$

(3.2.6)

여기서, V : 흡입관 속의 평균유속 (m/s)

$f_e$  : 유입손실계수

g : 중력가속도 (9.8m/s<sup>2</sup>)

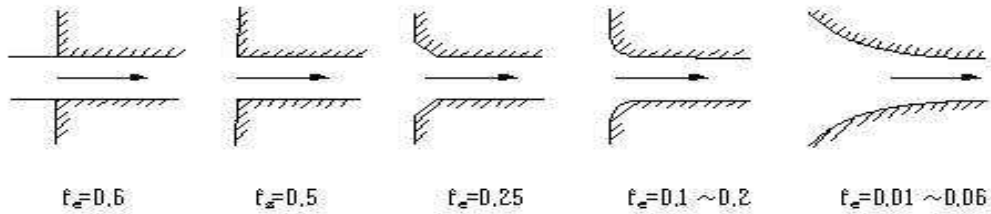


그림 3.2.3 입구형상에 따른 유입손실계수

다. 유출손실수두

관으로부터 수조로 유출될 때 발생하는 손실수두이다. 배출관 출구에서 방출수가 갖는 속도수두는 모두 손실되므로 저장정 대형펌프일 경우는 이 손실을 적게 하기 위하여 관말을 적당히 넓혀서 잔류속도를 1m/s 이내로 하는 것이 좋으며 플랩밸브 등 구조로 보아 적당하지 않을 때에는 2m/s 이내로 한다.

$$h_o = f_o \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots$$

(3.2.7)

여기서, V : 관내의 유속(m/s)

$f_o$  : 유출손실계수로 보통 1.0

라. 단면변화에 따른 손실수두

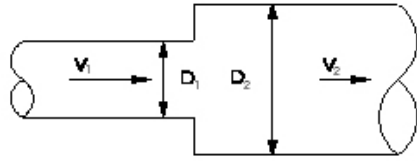
1) 단면 급확대

$$h_w = \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} = \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \frac{V_1^2}{2g} = f_w \frac{V_1^2}{2g} \dots\dots\dots$$

(3.2.8)

여기서,  $V_1$  : 급확대 전의 관내 유속(m/s)

$A_1$  : 급확대 전의 관 단면적( $m^2$ )  
 $A_2$  : 급확대 후의 관 단면적( $m^2$ )  
 $f_w$  : 단면급확대 손실계수



$f_w$ 는  $A_1/A_2$ 의 함수이며 실험계수  $c$ 를 곱하여 식 3.2.9로 구한다.

$$f_w = c \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 = c \left(1 - \frac{D_1^2}{D_2^2}\right)^2 \dots\dots\dots(3.2.9)$$

Gibson은  $D=15.2 \sim 150mm$ ,  $A_1/A_2=1/2 \sim 1/12$  의 관에 대해서 실험하여 다음의 실험식을 제안하였다.

$$c = 1.025 + 0.002 \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2 - 0.0008D_1 \dots\dots\dots(3.2.10)$$

여기서  $D$ 의 단위는 mm이다.

단면의 급확대 비에 따른 단면급확대 손실계수의 값은 표 3.2.2 와 같다.

표 3.2.2 단면급확대 손실계수

$D_1/D_2$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$f_w$	0.98	0.92	0.82	0.70	0.56	0.41	0.26	0.13	0.04	0

## 2) 단면점확대

관의 단면적이 점차로 확대되는 경우의 손실수두는 확대각과 확대 전후의 관 직경에 따라서 다르며, 단면급확대에 의한 손실수두 식 3.2.9에 점확대에 대한 손실계수를 곱해서 구한다.

$$\begin{aligned}
 h_{gw} &= f_{ge} \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g} = f_{ge} \left(1 - \frac{A_1}{A_2}\right)^2 \frac{V_1^2}{2g} \dots\dots\dots(3.2.11) \\
 &= f_{ge} f_w \frac{V_1^2}{2g} = f_{gw} \frac{V_1^2}{2g}
 \end{aligned}$$

여기서,  $V_1$  : 점확대 전의 관내 유속(m/s)

$V_2$  : 점확대 후의 관내 유속(m/s)

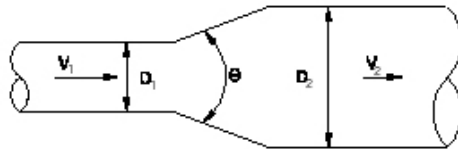
$A_1$  : 점확대 전의 관 단면적(m<sup>2</sup>)

$A_2$  : 점확대 후의 관 단면적(m<sup>2</sup>)

$f_{ge}$  : 순수하게 단면점확대에 의한 손실계수 (그림 3.2.4 참조)

$f_w$  : 단면급확대에 의한 손실계수로  $(1 - A_1/A_2)^2$  이다.

$f_{gw}$  : 단면점확대와 단면급확대의 조합에 의한 손실계수



Gibson이  $D_2/D_1$  값 1.5~3의 범위와 확대각  $0 \sim 180$ 의 범위에서 실험하여 구한  $f_{ge}$ 의 값은 그림 3.2.4 와 같다. 그림에서 확대각  $60 \sim 70$ 부근에서  $f_{ge}$ 의 값이 가장 크다.

단면점확대 손실계수는 확대각의 크기에 따라 정해진다. 일반적으로 확대각의  $8 \sim 10$ 가 넘으면 와류가 발생하여 단면점확대 손실계수가 급격히 증가하므로  $8$ 이하로 하는 것이 바람직하다.

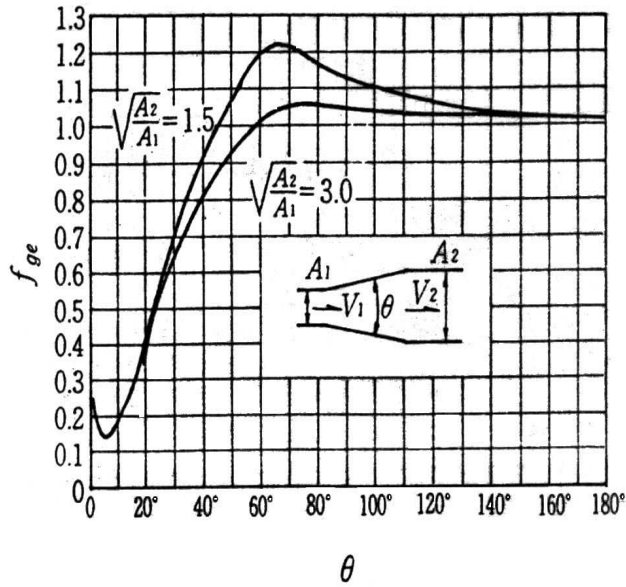


그림 3.2.4 단면점확대 손실계수 ( $f_{ge}$ )

### 3) 단면급축소

지름이 큰 관으로부터 작은 관으로 흐를 때의 손실수두는 다음과 같다.

$$h_c = \frac{(V_2 - V_1)^2}{2g} = \left(1 - \frac{A_2}{A_1}\right)^2 \frac{V_2^2}{2g} = f_c \frac{V_2^2}{2g} \dots\dots(3.2.12)$$

여기서,  $V_1$  : 급축소 전의 관내 유속(m/s)

$V_2$  : 급축소 후의 관내 유속(m/s)

$A_1$  : 급축소 전의 관 단면적( $m^2$ )

$A_2$  : 급축소 후의 관 단면적( $m^2$ )

$f_c$  : 단면급축소에 의한 손실계수

Weisbach는 실험에 의하여  $A_2/A_1$ 의 변화에 따른  $f_c$  값을 표 3.2.3과 같이 제안하였다.

표 3.2.3  $f_c$ 의 실험치

$A_2/A_1$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$f_c$	0.41	0.38	0.34	0.29	0.24	0.18	0.14	0.098	0.036	0

### 4) 단면점축소



단면이 점차적으로 축소하는 경우의 손실수두는

$$h_{gc} = f_{gc} \frac{V_2^2}{2g} \dots\dots\dots$$

(3.2.13)

여기서,  $V_1$  : 점축소 전의 관내 유속(m/s)

$V_2$  : 점축소 후의 관내 유속(m/s)

$A_1$  : 점축소 전의 관 단면적(m<sup>2</sup>)

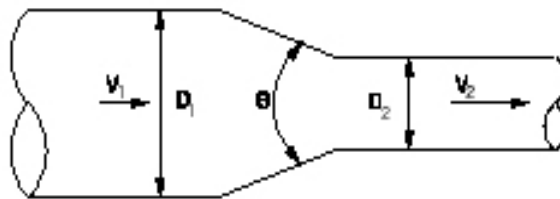
$A_2$  : 점축소 후의 관 단면적(m<sup>2</sup>)

$f_{gc}$  : 단면점축소에 의한 손실계수

$f_{gc}$ 는  $A_2/A_1$ 와  $\theta$ 에 따라서 변화하게 되는데, Gibson은 실험결과에서 다음 식을 제안하였다.

$$f_{gc} = \frac{0.025}{8 \sin \frac{\theta}{2}} \left\{ 1 - \left( \frac{A_2}{A_1} \right)^2 \right\} \dots\dots\dots$$

(3.2.14)



마. 만곡 및 굴절에 따른 손실수두

1) 만곡관

$$h_b = f_b \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots$$

(3.2.15)

만곡 손실계수  $f_b$ 는 실험에 의하여 정한다. Weisbach는  $f_b$ 가 관의 반지름  $r$ 과 곡률반경  $R$ , 그리고 굴절각  $\theta$ 에 따라서 변화한다고 생각하고 다음과 같은 실험식을 제안하였다.

$$f_b = \left\{ 0.131 + 1.847 \left( \frac{r}{R} \right)^{3.5} \right\} \frac{\theta^\circ}{90^\circ} \dots\dots\dots$$

(3.2.16)

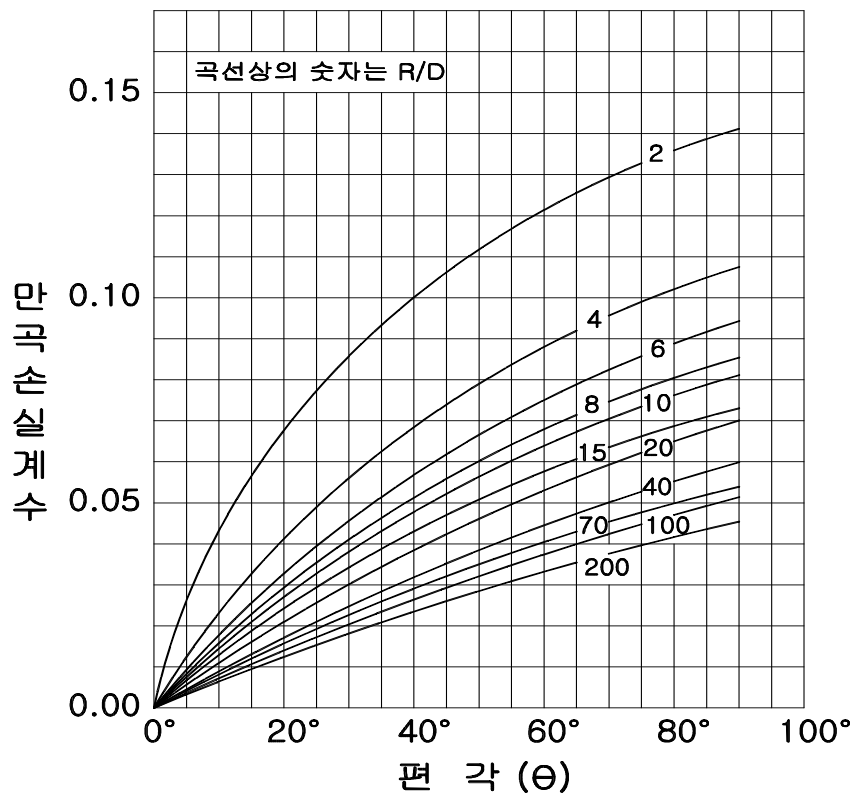
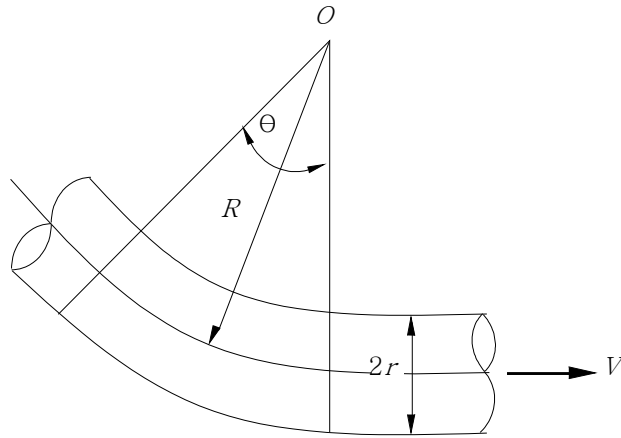


그림 3.2.5 만곡손실계수

2) 굴절관

굴절에 의한 손실수두는 다음 식으로 구한다.

$$h_{sb} = f_{sb} \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots(3.2.17)$$

$$f_{sb} = 0.946 \sin^2 \frac{\theta}{2} + 2.05 \sin^4 \frac{\theta}{2}$$

위에서  $f_{sb}$  : 굴절손실계수

$\theta$  : 굴절각

식 3.2.17에 의하여 굴절손실계수를 계산하면 표 3.2.4 와 같다.

표 3.2.4 굴절손실계수

$\theta^\circ$	15°	30°	45°	60°	90°	120°
$f_{sb}$	0.022	0.073	0.183	0.365	0.99	1.80

굴절손실계수와 굴절각과 레이놀즈수의 함수로 나타내며 그림 3.2.6과 같다.

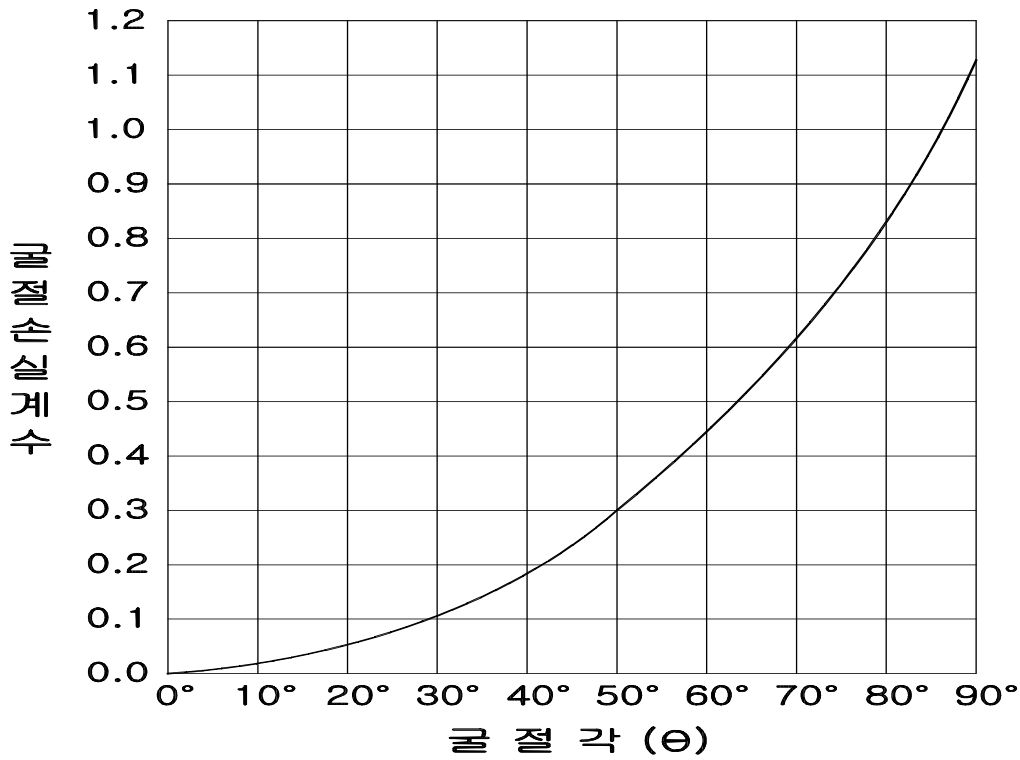


그림 3.2.6 굴절손실계수 (Re = 25 × 10<sup>5</sup> 일 때)

바. 분류의 손실수두

$$H_b - H_a = f_b \frac{V_a^2}{2g} \dots\dots\dots$$

(3.2.18)

$$H_c - H_a = f_c \frac{V_a^2}{2g} \dots\dots\dots$$

(3.2.19)

여기서 H<sub>a</sub>, H<sub>b</sub>, H<sub>c</sub> : 각 관의 전수두(m)

V<sub>a</sub> : 분류전 관 a에서의 평균유속 (m/s)

f<sub>b</sub>, f<sub>c</sub> : 손실계수로 다음 식으로 구한다.

$$f_b = -0.95(1 - q_b)^2 - q_b^2(1.3 \cot \theta / 2 - 0.3 + \frac{0.4 - 0.1\phi}{\phi^2}) \dots\dots\dots(3.2.20)$$

$$(1 - 0.9\sqrt{\rho/\phi} - 0.4(1 + \frac{1}{\phi}) \cot \theta / 2 (1 - q_b) q_b$$

$$f_c = -0.58 q_b^2 + 0.26 q_b - 0.03 \dots\dots\dots(3.2.21)$$

여기서  $\theta$  : 본관과 지관과의 교각

$\phi$  : 지관과 본관과의 단면적비 ( $A_b/A_a$ )

$\rho$  : 지관과 본관과의 면취(面取)반경과 본관 내경과의 비 ( $r/D$ )

$q_b$  : 지관과 본관과의 유량비 ( $Q_b/Q_a$ )

$\theta = 90$ 이고,  $\rho=0.05$  일 때 손실계수  $f_b, f_c$ 는 다음 표와 그림과 같다.

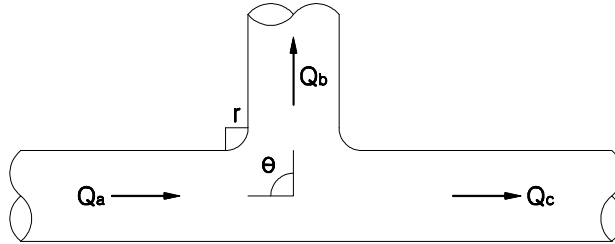


표 3.2.5  $f_b$ 의 값

$\phi \backslash q_b$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.1	-0.950	-1.310	-1.900	-2.700	-3.740	-4.990	-6.470	-8.170	-1.010	-1.220	-14.60
0.2	-0.950	-1.040	-1.220	-1.490	-1.840	-2.280	-2.810	-3.420	-4.120	-4.910	-5.780
0.4	-0.950	-0.918	-0.920	-0.959	-1.030	-1.140	-1.280	-1.460	-1.670	-1.930	-2.210
0.6	-0.950	-0.880	-0.837	-0.821	-0.829	-0.866	-0.928	-1.020	-1.130	-1.280	-1.440
0.8	-0.950	-0.863	-0.798	-0.759	-0.744	-0.753	-0.786	-0.844	-0.925	-1.030	-1.160
1.0	-0.950	-0.852	-0.778	-0.728	-0.701	-0.698	-0.718	-0.764	-0.832	-0.925	-1.040

표 3.2.6  $f_c$ 의 값

$q_b$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$f_c$	-0.03	-0.01	-0.001	-0.004	-0.019	-0.054	-0.038	-0.132	-0.198	-0.266	-0.350

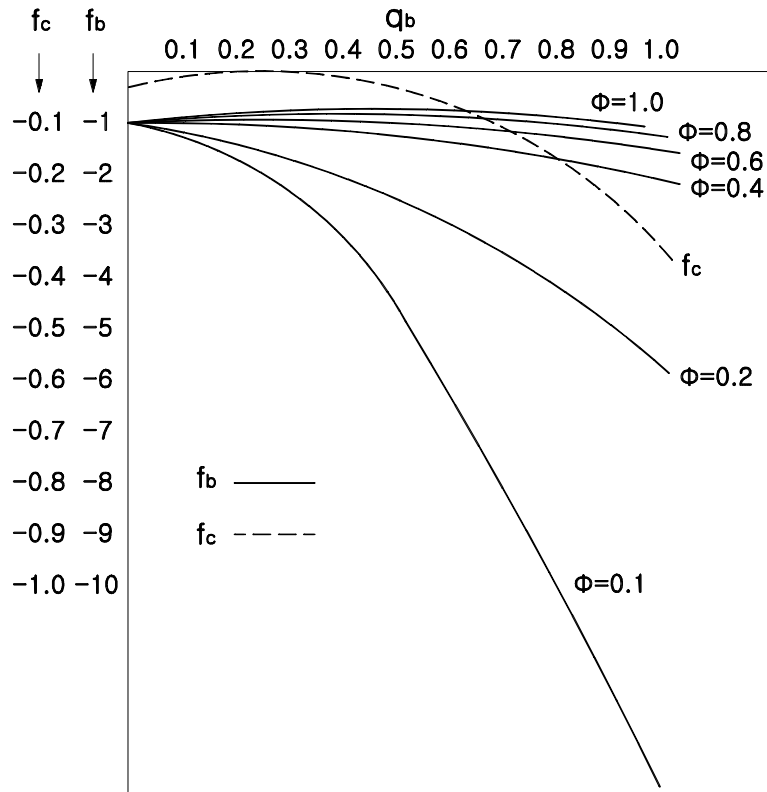


그림 3.2.7 직각분류의 손실계수( $\theta = 90^\circ$ ,  $\rho = 0.05$ )

사. 합류의 손실수두

$$H_b - H_a = f_b \frac{V_c^2}{2g} \dots\dots\dots(3.2.22)$$

$$H_c - H_a = f_c \frac{V_c^2}{2g} \dots\dots\dots(3.2.23)$$

여기서  $H_a, H_b, H_c$  : 각 관의 전수두 (m)

$V_c$  : 합류후 관 c에서의 평균유속 (m/s)

$f_b, f_c$  : 손실계수로 다음 식으로 구한다.

$$f_b = -0.95(1 + q_b)^2 - q_b^2 \left[ 1 + 0.42 \left( \frac{\cos \theta}{\phi} - 1 \right) - 0.8 \left( 1 - \frac{1}{\phi^2} \right) + (1 - \phi) \left( \frac{\cos \theta}{\phi} - 0.38 \right) \right] \dots\dots\dots(3.2.24)$$

$$f_c = q_b^2 \left[ 2.59 + (1.62 - \sqrt{\rho} \left( \frac{\cos \theta}{\phi} - 1 \right) - 0.62 \phi \right] + q_b(1.94 - \phi) - 0.03 \quad \dots\dots\dots(3.2.25)$$

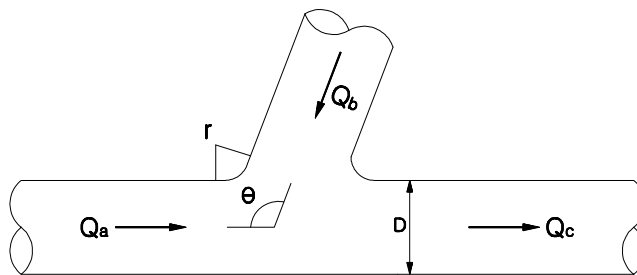
여기서  $\theta$  : 본관과 지관과의 교각

$\phi$  : 지관과 본관과의 단면적비 ( $A_b/A_a$ )

$\rho$  : 지관과 본관과의 면취반경과 본관 내경과의 비 ( $r/D$ )

$q_b$  : 지관과 본관과의 유량비 ( $Q_b/Q_c$ )

단  $q_b < 0$  으로 함



아. 밸브에 의한 손실수두

$$h_v = f_v \frac{V^2}{2g} \quad \dots\dots\dots(3.2.26)$$

밸브에 의한 손실계수  $f_v$ 는 밸브의 종류에 따라 다르므로 사용하는 밸브의 특성을 조사하여 결정한다.

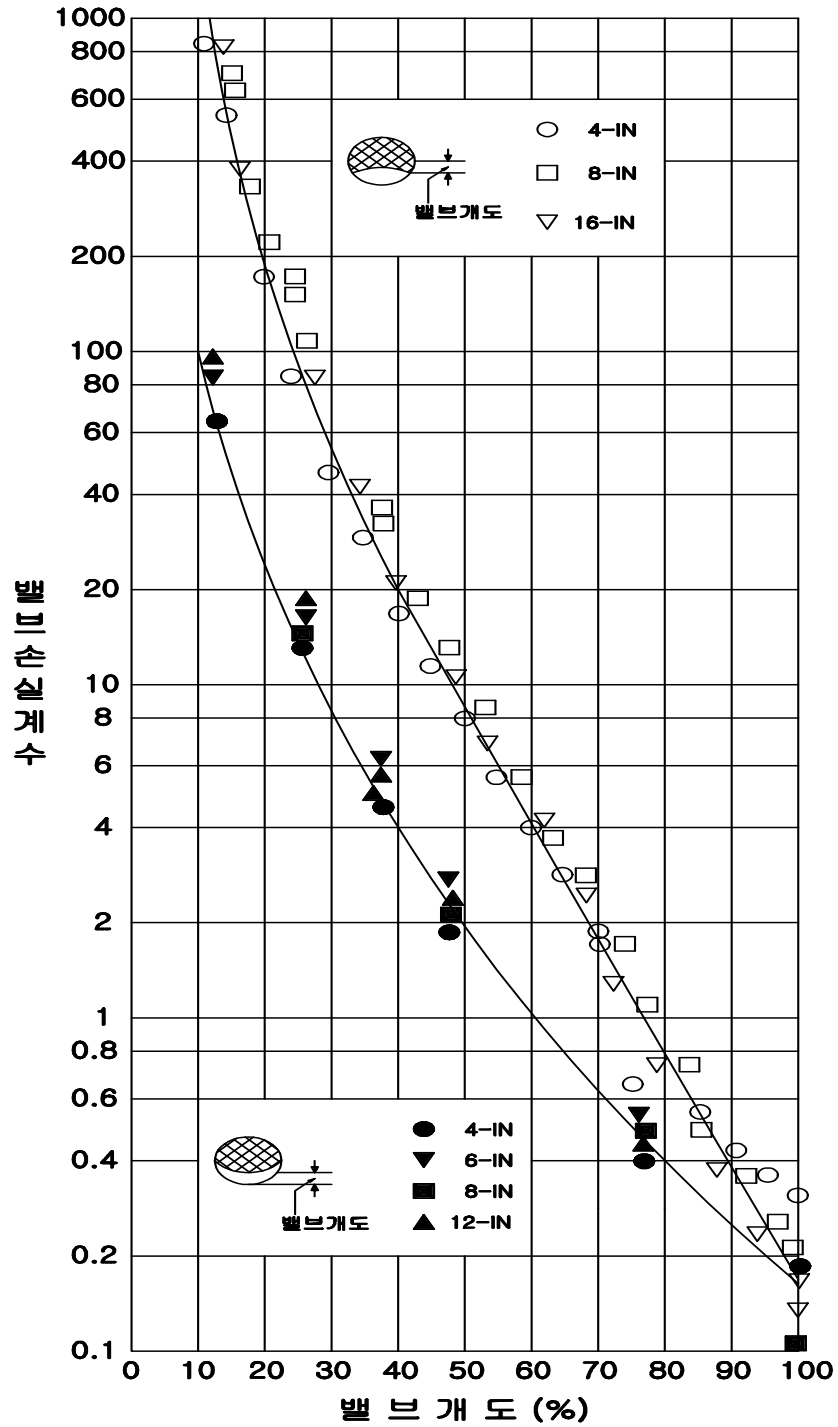


그림 3.2.8 슬루스 밸브의 손실계수

주) 관과 밸브의 직경이 같고 밸브 하류가 만류인 경우에 대한 것임.



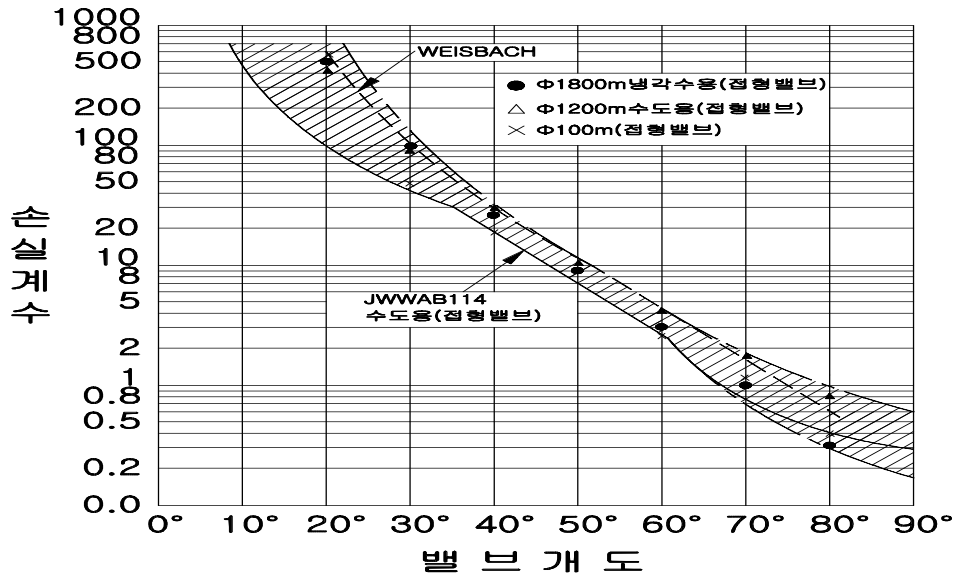


그림 3.2.9 접형 (butterfly) 밸브 손실계수의 범위 (빗금 친 부분)

표 3.2.7 체크밸브 및 플랩밸브의 손실계수

종류 구경 (mm)	체 크 밸 브					플랩밸브
	스윙식 (일매밸브)	스윙식 (이매밸브)	급폐식	리프트식	스프링식	
100	1.32		1.30	1.43	7.32	
125	1.29		1.28	1.41	6.98	
150	1.27		1.25	1.39	6.63	
200	1.21		1.20	1.34	5.95	
250	1.16		1.15	1.29	5.27	
300	1.11		1.10	1.25	4.58	
350	1.05		1.05	1.20	3.90	
400	1.00		1.00			
450		0.99	0.95			
500		0.98	0.90			
600		0.96	0.80			
700		0.94	0.70			
800		0.92	0.60			0.92
900		0.90	0.50			0.89
1,000		0.88	0.40			0.85
1,200						0.78
1,350						0.73
1,500						0.68
1,650						0.62
1,800						0.57
2,000						0.50

### 3.3 양수량의 결정

양배수장의 계획양수량은 지구의 용배수계획에 따라 결정한다. 이 경우 연간을 통한 양수량의 변동 등에 대해서도 충분히 검토하여야 한다.

양배수장의 계획양수량은 지구의 용수계획 또는 배수계획에 의해 결정하는데 계획양수량은 연도별, 기별 등의 변동이 크기 때문에 계획기준연도, 평년도, 관개기, 비관개기, 홍수시, 평상시 등에서의 양수량 변동 및 계속기간 등에 의해 충분히 검토하여 경제적인 펌프설계를 하기 위한 펌프의 구경과 대수 결정 등의 기초조건을 명백히 해 두어야 한다.

#### 3.3.1 용수 펌프장

용수 펌프장의 설계양수량은 지구의 관개방식, 관개기간 등을 고려해서 계획기준연도와 평년도에 대하여 각각의 기별 용수량을 기초로 하여 계획 최대양수량과 평상시양수량을 결정한다. 그리고 밭관개의 계획양수량 등은 농업생산기반정비사업 계획설계기준 「관개편」을 참고한다.

##### 가. 계획 최대양수량

펌프 설비용량을 결정하는 계획 최대양수량은 계획기준연도에 있어서의 계획지구의 기별 필요수량 중에서 최대수량에 의해 결정한다.

최대수량이 되는 시기는 논 용수에 있어서는 일반적으로 이앙기 또는 중간낙수 직후 관개기이며, 밭 용수에 있어서는 작물의 종류에 따라 다르지만 강우가 적은 시기에 용수의 수요가 크며 일반적으로 7 ~ 8월경이다.

##### 나. 평상시 양수량

과거 10개년 정도의 유효강우량을 기초로 매년의 기별 용수량을 검토하여 가장 빈도가 높은 연간 기별 용수량을 평상시 양수량으로 한다.

관개용수 이외의 영농용수나 지역용수 등이 필요한 경우에는 그 이용 현황을 검토해서 관개용수와는 별도로 수량을 확보해야 할 필요가 있으며 이를 평상시 양수량으로 고려해야 한다.

#### 3.3.2 배수 펌프장

배수 펌프장의 계획배수량은 지구의 배수방식, 유출특성 등을 고려해서 홍수시의 배수량과 평상시의 배수량을 근거로 해서 결정한다. 그리고 계획기준

강우량, 유출곡선, 평상시 배수량 등은 농업생산기반정비사업계획설계기준 「배수편」을 참고한다.

#### 가. 홍수시 배수량

홍수시 배수펌프 계획배수량의 기초로 삼는 유출량은 적당한 파형을 갖는 연속강우를 계획기준강우로 해서 유출곡선의 형으로 추정한다. 그리고 이와 같은 계획홍수시 외에 매년 1회 정도 발생하는 홍수에 대해서도 검토한다.

#### 나. 평상시 배수량

평상시 배수량은 원칙적으로 실측치에 의해 구하고, 논 지대에서는 관개기, 비관개기로 나누어서 검토한다. 평상시배수량은 일평균 배수량을 실측해서 그 도수분포에 의해 구하는 것을 원칙으로 하며, 자료가 적은 경우에는 다음의 범위 내에서 지형 및 토질 등을 고려하여 적당한 값을 추정해도 좋다.

관 개 기  $0.2 \sim 0.5 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$       비관개기  $0.05 \sim 0.1 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$

### 3.4 펌프 대수 및 배출량 결정

펌프 대수는 주로 양수량과 양정의 변동 및 그 계속기간을 고려하여 양배수장의 건설 및 운전관리가 합리적이고 경제적으로 이루어질 수 있도록 결정하고, 이를 기초로 하여 배출량을 결정한다.

#### 3.4.1 펌프 대수의 결정

펌프는 배수량과 양정의 변동에 대해서도 높은 효율을 유지하여 운전할 필요가 있기 때문에, 양수량 및 양정 변동의 범위와 그 계속기간, 펌프의 효율 등을 검토한 후 양배수장의 건설비 및 유지관리비가 가장 경제적이 되도록 펌프의 구경을 가정해서 대수를 결정해야 하는데, 만일의 고장 등에 대한 위험분산을 고려하여 대수는 될 수 있는대로 복수로 한다.

#### 가. 대수의 결정 방법

펌프의 구경과 대수의 조합은 3.3 양수량의 결정에 의거하여 계획시 및 평상시 등의 각종 양수량의 변동범위를 검토하고, 또 최다빈도의 양수량을 기초로 해서 전체의 변동범위를 어떻게 분할할 것인가를 검토하여 펌프의 대수를 결정하며 각 분할 폭의 양수량에 상응하는 펌프의 구경을 가정한다.

펌프 구경은 설계점 실양정과 각 펌프의 소요양수량을 기초로 해서 주배관 설비를 가정하여 전양정을 산정하고 3.5.1에 의해 펌프의 형식 및 구경을 결정한다. 또 양정의 변동이 특히 현저한 경우에는 고양정과 저양정 펌프로 분할하는 것이 일반적으로 경제적이다.

#### 1) 용수펌프

논 용수의 경우에는 보통기의 상시 운전용 펌프의 구경을 기준으로 해서 이양기 등의 계획 최대양수량까지 대응할 수 있도록 구경과 대수를 결정하며, 위험분산을 고려해서 극히 소용량의 경우를 제외하고는 2대 이상으로 하는 것이 바람직하다.

밭 용수의 경우에는 물 수요의 변동이 크다는 것과 용수의 다목적 이용 및 소량용수 수요 등에 대응하는 문제에 대해서도 충분히 검토하여 평상시 운전용 펌프의 구경을 기초로 대수를 결정한다. 평상시 운전용 펌프의 양수량은 적어도 과거 10년 이상에 대해 강우기록을 기초로 양수량을 계산해서 가장 타당한 값을 찾아내야 한다.

수로 중에 조정지나 Farm Pond를 설치해서 양수량 변동을 작게 할 수 있는 경우도 있으므로 지구전체의 용수조직에 대해서도 검토해야 한다.

용수로가 장대한 지구에서는 무효 방류량을 줄이고 상 하류 물 배분을 원활히 하여 이양기 말단부 논에서의 물 부족현상을 해결하기 위한 조정지를 설치할 수 있다. 우리나라에는 엄격한 의미의 논 관개용수 조절지는 없으나, 일본 愛知용수의 경우에는 평균 70~90m<sup>3</sup>/ha 용량의 조정지 설치로 용수손실률이 30%에서 5%로 감소되었다고 보고되었다.

전답혼용 또는 비닐하우스나 유리하우스 등 발관개 시스템에서 계절적으로 제한된 시간과 공간에 효율적으로 용수를 공급하고 물 관리를 자동화하기 위해서는 Farm pond 를 설치할 수 있다. 일본 豊川용수의 경우에는 관개면적의 약 1/2인 9,800ha에 밭작물과 생육시기에 따라 15~20m<sup>3</sup>/ha의 용량을 가진 Farm pond 를 약 250개를 설치, 운영하고 있다.

#### 2) 배수펌프

홍수시 펌프가동을 장시간 연속해서 전체를 운전하는 경우가 매년 발생한다고 볼 수 없으므로 계획홍수량 외에 1~2년 빈도의 중소홍수량도 검토하여 평상시 배수량(주로 관개기의 평상시 배수량)을 기초로 각 규모의 배수량에 적합한 펌프 구경과 대수의 조합을 검토하여 펌프의 운전효율을 높임과 동시에 배수량의 변화나 고장 등에 탄력적으로 대응할 수 있도록 해야 한다.

따라서 펌프구경은 주로 평상시와 홍수시 2종류 정도로 구분하는 경우가

많으며, 펌프 대수는 2 대 이상으로 하고 계획배수량 규모에 따라 대수를 증가시키는 것이 일반적이다. 홍수용 배수펌프 구경은 담수해석으로 결정한다.

나. 유의사항

펌프의 대수 배치 결정에는 다음 사항에 대하여 유의해야 한다.

1) 양수량 변동에 따라 효율적으로 운전하고, 운전경비를 절약하기 위해서는 구경이 다른 펌프를 조합하는 것이 유리하다. 그러나 펌프 설비비의 경감 및 펌프운전의 균등화를 도모하기 위해서는 동일구경으로 하는 것이 유리한 경우가 있다.

2) 펌프 대수는 많을수록 양수량 변동에 대처하여 효율적으로 운전할 수 있으나, 펌프장 면적이 커지고 배관도 복잡하게 되기 때문에, 공사비나 용지비는 커지게 된다.

3) 양수량 변동과 유입량 변동 등에 맞추어 나가려면 원칙적으로 대수 제어에 의해 대처하지만 더욱 원활한 대응을 필요로 하는 경우에는 펌프의 성능, 특성, 도수로, 송수로의 특성 및 제어목표 등을 검토해서 밸브의 개도, 회전수 및 날개각도 등을 제어하기 위한 적절한 제어방식을 검토해야 한다. 표 3.4.1은 제어방식과 장단점을 보인 것이다.

표 3.4.1 제어방식과 장단점

제어방식	장 단 점
대수 제어	제어방식은 간단하지만 제어량은 단계적 변화에 따른다.
밸브의 개도제어	제어방식은 간단하지만 운전효율이 좋지않고 제어범위는 펌프의 형식, 밸브의 형식, 밸브 전후의 압력차에 따라 제약이 있다.
회전수 제어	대용량 펌프 적은 대수의 설비로서 연속적인 제어를 할 수 있으나 설비비가 많이 든다.
날개각도 제어	운전효율이 좋고 대용량 저양정으로, 양정변화의 비율이 큰 축류, 사류펌프의 제어에 적합하다.

다. 펌프의 운전시간

펌프의 운전시간은 특별한 경우를 제외하고는 원칙적으로 1 일 20 시간 운전하는 것으로 한다. 그리고 받 용수의 말단펌프에 대해서는 다목적 이용계획에 등에 의한 살수작업 시간을 고려해서 1 일 운전시간을 결정한다.

### 3.4.2 배수량의 결정

펌프의 배출량은 계획 양수량을 기초로 하여 펌프의 구경 및 대수의 조합에 의해 결정하고, 펌프설계를 하기 위한 각 펌프 한대 당 설계점 배출량은 계획양수량의 변동 등을 고려하여 다음과 같이 결정한다.

#### 가. 용수펌프

용수펌프의 한대 당 설계점 배출량은 기별로 계획 최대양수량을 확보해야 하므로, 일반적으로 대수 분할 결정에 있어서는 양수량 변동역의 한대 당 각 분할폭 중에서 최대양수량을 설계점 배출량으로 한다.

#### 나. 평상시 배수펌프

평상시배수펌프의 한대당 설계점 배출량은 대수, 분할 결정에 있어서의 양수량 변동역의 한대 당 각 분할폭에 해당하는 계획양수량의 평균치를 설계점 배출량으로 한다.

#### 다. 홍수용 배수펌프

홍수 시 배수펌프의 한대 당 설계점 배출량은 설계홍수시 유입량에 의한 내수위를 계획기준내수위 이하로 하던가, 또는 허용담수심 이내의 담수시간을 허용담수 시간 이내로 하기 위해서 필요한 펌프의 평균 소요 양수량을 기초로 해서 펌프의 구경 및 대수의 조합에 의하여 구한 한대 당 평균배출량으로 하는데 펌프의 평균 소요 양수량 및 평균 배출량의 결정시에는 담수해석을 해야 한다.

펌프의 배출량은 평균 소요 양수량을 모든 수위 조건하에서 확보하면 안전하지만 이렇게 하면 펌프의 평균배출량이 평균 소요 양수량을 상회하여 비경제적이므로 설계점 실양정을 가정하고 담수해석을 하여, 펌프의 설계점 실양정을 최적치로 함으로써 펌프의 평균배출량(설계점 배출량)과 평균 소요 양수량을 일치시키도록 한다.

### 3.4.3 담수해석

홍수시 배수펌프의 설계점 배출량 및 설계점 실양정을 결정하기 위해서는 담수해석을 해서 홍수배수계획에 따른 소요 양수량이 확보되고 내수위가 설계기준 내수위 이하로 되거나 또는 허용담수심 이내의 담수시간이 허용담수시간 이내가 되는 것을 확인해야 한다.

담수해석은 펌프용량의 개략치를 기초로 하여 펌프 설계점 실양정을 가정하여 되풀이 계산해서 가장 적합한 펌프의 구경 및 설계점 실양정을 구한다. 이 계산에는 컴퓨터를 이용하면 편리하며 그 개요는 다음과 같다.

가. 펌프 용량의 개략 산정

펌프 계획의 초기단계에서는 펌프의 특성곡선을 예상하여 정밀한 담수해석을 하기 곤란하므로, 펌프의 특성을 무시하고 내외수위 차의 변동에 관계없이 펌프는 그 표준 배출량을 계속 배출하는 것으로 가정해서 다음과 같은 약산에 의하여 펌프 용량을 개략 산정한다.

그림 3.4.1과 같이 계획홍수시의 유입량(Q), 누가곡선의 상부와 하부에 있어서 임의 규모의 펌프 배출량(P)에 대응하는 누가배출량 곡선에 평행한 접선을 그으면 P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>의 각각의 펌프 배출량에 대응하는 ①과 ②의 2개의 접선 사이의 연직거리가 최대담수량을 나타낸다.

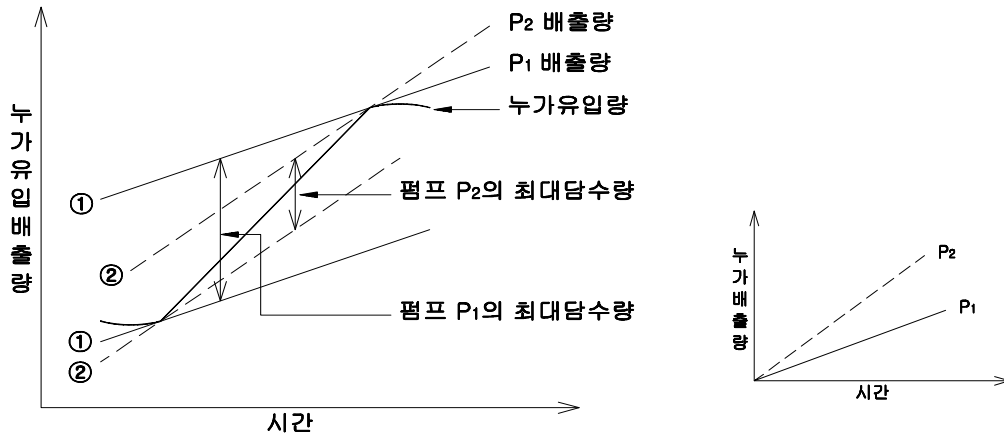


그림 3.4.1 유입량, 배출량, 담수량의 관계

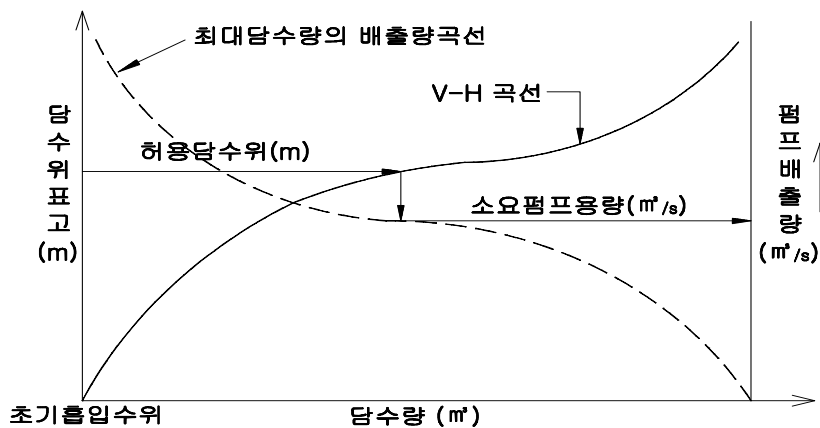


그림 3.4.2 소요 펌프용량의 개략산정(概略算定)

이와 같이 해서 펌프의 배출량과 최대담수량과의 관계를 구하고 이것을 그림 3.4.2의 파선과 같이 나타낸다. 한편 배수로 등의 저류능력 및 수익구역의 지형조건으로부터 담수량과 담수위와의 관계를 구할 수 있으므로 이것을 그림 3.4.2의 실선(V-H 곡선)과 같이 나타낸다. 이때 담수위-담수량 곡선의 기준표고는 펌프의 초기흡입수위로 한다. 이와 같이 해서 그림 3.4.2의 최대담수량의 배출곡선과 V-H 곡선의 2 개의 곡선을 그리게 되면 화살표와 같이 허용담수위에 대응하는 필요한 펌프용량의 개략치를 구할 수 있다.

나. 펌프 설계점 실양정의 가정

홍수용 배수펌프의 양정은 내외수위의 변동에 따라 변화하고 펌프의 배출량도 이 양정변화에 따르는 펌프효율의 변동에 따라 큰 폭으로 변화한다. 이 때문에 경제적인 펌프설계를 하기 위해서는 운전빈도가 가장 많은 양정에서 펌프의 효율이 최고가 되도록 해야 하므로 그림 3.4.3에 모식적으로 표시한 바와 같이 설계최고 실양정의 80% 정도를 설계점 실양정으로 가정한다.

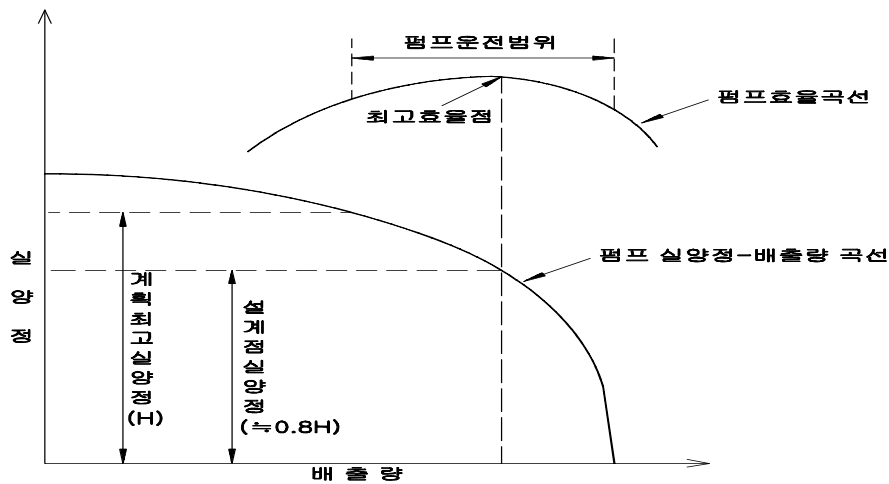


그림 3.4.3 설계 실양정과 설계점 실양정

이 가설계점 실양정에 3.2절에 의한 관로의 손실을 더해서 가전양정을 구한다. 그리고 관로의 제 손실수두의 개략치는 입축펌프에서는 0.5 m 정도, 횡축펌프에서는 0.6 m 정도로 해도 좋다.

다. 펌프형식 및 구경의 가정

펌프형식 및 구경은 1)의 펌프용량의 개략치와 2)의 가 전양정을 기초로 해서 3.4.1항의 펌프적용선도 등에 의해 가 선정한다.



라. 담수해석

이상에 따라 가정한 펌프에 대해 담수해석을 하여 내수위를 점검하고 내수위의 최대치가 계획기준내수위 이하, 또는 허용담수심 이내의 담수시간이 허용담수시간 이내에 있도록 펌프용량을 변화시켜서 되풀이 계산을 한다. 이 결과 먼저 펌프의 구경을 결정한 다음 설계점 실양정을 검토하는 것으로 하고, 결정된 펌프 구경에 의해 계산한 결과가 내수위조건을 충족시키지 못하는 경우에는 설계점 실양정을 크게 하고 반대로 너무 여유가 큰 경우에는 적게 해서 다시 계산을 한다. 그리고 담수해석을 하려면 다음 자료가 필요하다.

- ① 계획기준내수위 등의 내수위 자료
- ② 계획 외수위곡선
- ③ 계획 홍수 유출량곡선
- ④ 내수위와 담수량의 관계
- ⑤ 전양정에 대한 펌프배출량의 변화

(그림 3.4.5, 그림 3.4.6의 펌프 특성도 참조)

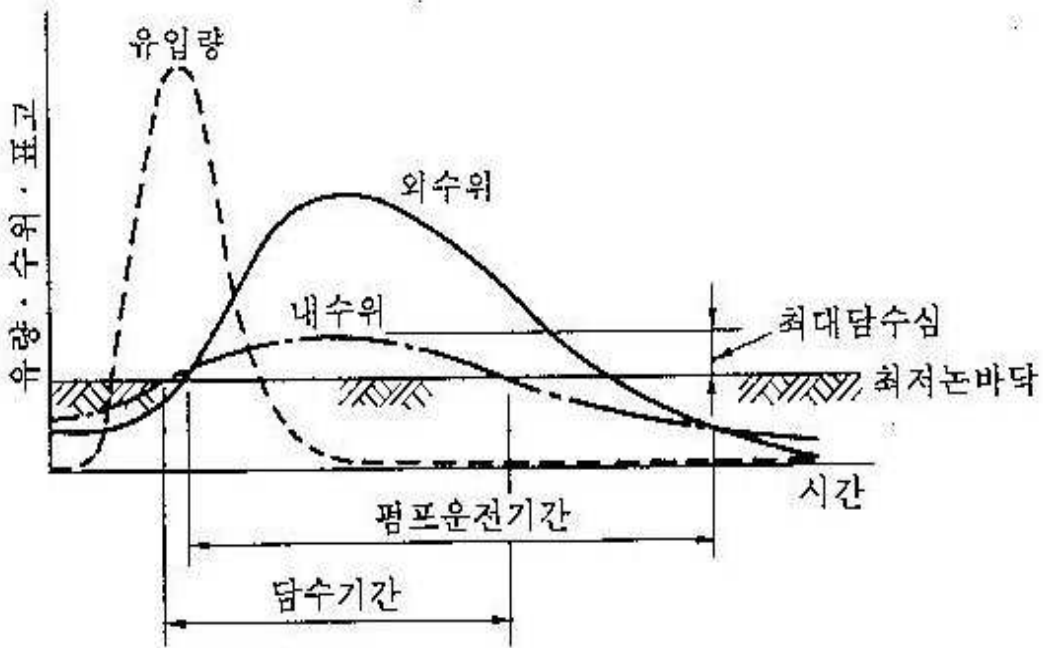


그림 3.4.4 담수해석에서의 내외수위 관계

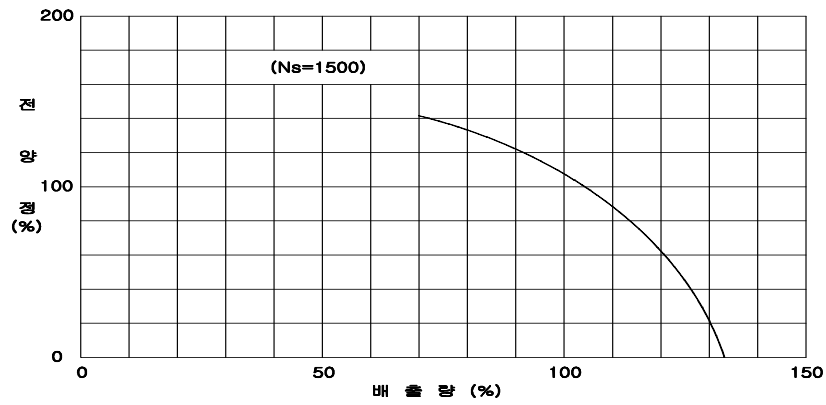


그림 3.4.5 축류 펌프 특성도

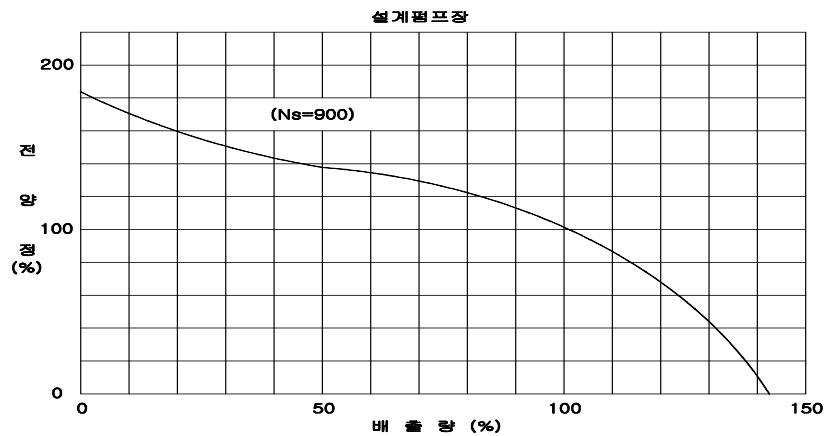


그림 3.4.6 사류 펌프 특성도

(주) 위 펌프 특성도는 펌프 제작회사 또는 그 밖의 조건에 따라서 다소 차이가 있으나 담수해석계산에 있어서는 이들의 특성도를 사용해도 좋다. 담수해석계산 표를 나타내면 표 3.4.2 와 같다.

표 3.4.2 담수해석의 계산

① 시각 (h)	② 시간 간격 (h)	③ 유입량 (m <sup>3</sup> /s)	④ 배수량 (m <sup>3</sup> /s)	⑤ 단 위 저류량 (m <sup>3</sup> /s)	⑥ 시 간 저류량 (m <sup>3</sup> /s)	⑦ 누 가 저류량 (m <sup>3</sup> )	⑧ 내수위 (m)	⑨ 외수위 (m)	⑩ 전양정 (m)	⑪ 펌 프 배출량 (m <sup>3</sup> /s)
t	Δt	Q <sub>i</sub>	Q <sub>o</sub>	ΔQ	ΔV	V = V <sub>o</sub> + ΣΔV·Δt	H <sub>i</sub>	H <sub>o</sub>	H	Q <sub>p</sub>

- ① ② : 내수위 및 외수위곡선의 변동에 따라 계산의 정밀도를 고려하여 적당한 시간 간격을 정한다.
- ③ ⑨ : ①의 시각에 해당하는 값을 기입한다.
- ④ : ⑪의 각 운전펌프 배출량의 합(운전대수에 따라 변화한다)
- ⑤ : ③ - ④
- ⑥ : ⑤를 시간간격으로  $\Delta t$  로 환산한 저류량을 구한다.
- ⑦ : 그 시각까지의 누가저류량( $V_0$ 는 초기 저류량)
- ⑧ : 누가저류량에 대한 내수위
- ⑩ : 외수위-내수위의 차에 도수, 송수 제손실 및 펌프 배관손실 등을 더하여 전양정을 계산한다.
- ⑪ : ⑩의 전양정에 대한 펌프의 배출량(전양정의 변동에 따라 펌프의 배출량이 변화한다).

### 3.5 펌프형식 및 구경의 결정

펌프형식 및 구경은 설계점의 배출량 및 전양정에서 펌프적용선도에 의해 결정한다. 다만, 펌프의 설치조건, 운전관리의 용이성, 소음, 진동 등도 함께 검토해야 한다.

여기서 설치조건은 펌프의 설치높이, 펌프장의 용지확보, 지반 등이며, 운전관리의 용이성은 펌프운전조작방식 및 조작형태 등을 고려한 것이다.

펌프의 사용조건이나 배치조건에 따라서는 다시 상세한 비속도 등을 검토하여 보다 조건에 맞는 펌프형식 등을 선정할 수도 있다. 특히, 대구경 펌프는 모형실험 등의 특수한 기술을 필요로 하는 바 설계에는 다시 특별한 검토를 할 필요가 있다. 또한 펌프장에 있어서 유체음(펌프의 소음), 기계음(전동기 및 디젤엔진의 소음)이 발생하는 것으로부터 주변에 미치는 소음, 진동 등의 환경조건의 영향도 관계법령 등을 준수하여 검토할 필요가 있다.

#### 3.5.1 펌프의 표준구경과 배출량

펌프의 표준구경과 배출량의 관계는 표 3.5.1 및 표 3.5.2 에 따른다. 배출량 범위는 펌프형식, 전양정에 따라 다르므로 펌프구경은 표 3.5.3 ~ 표 3.5.7 에 의거 결정한다.

표 3.5.1 고양정 펌프의 표준구경과 배출량

표준구경 (mm)	주파수 (Hz)	배출량 (m <sup>3</sup> /min)	표준구경 (mm)	주파수 (Hz)	배출량 (m <sup>3</sup> /min)	표준구경 (mm)	주파수 (Hz)	배출량 (m <sup>3</sup> /min)
50	60	0.20~0.35	250	60	5~8	700	60	50~70
65	60	0.35~0.50	300	60	8~12	800	60	70~90
80	60	0.50~0.80	350	60	12~18	900	60	90~115
100	60	0.80~1.25	400	60	18~23	1,000	60	115~150
125	60	1.25~2.00	450	60	23~28	1,200	60	150~200
150	60	2.00~3.50	500	60	28~36			
200	60	3.50~5.00	600	60	36~50			

- (주) 1. 펌프의 표준구경은 『입축사류펌프』에서는 배출구경으로, 기타 펌프에서는 흡입구경으로 표시한다.  
 2. 원심펌프에서 표준구경은 표준양정이 약 25m일 때를 표시한다.  
 원심펌프는 특성상 양정이 높게 되면 구경이 작아지는 경향이 있다.

표 3.5.2 저양정 펌프의 표준구경과 배출량

표준구경 (mm)	배출량 (m <sup>3</sup> /min)	표준구경 (mm)	배출량 (m <sup>3</sup> /min)	표준구경 (mm)	배출량 (m <sup>3</sup> /min)
400	12~23	1,000	115~150	2,000	480~600
500	23~36	1,200	150~200	2,200	600~740
600	36~50	1,350	200~255	2,400	740~850
700	50~70	1,500	255~325	2,600	850~1,000
800	70~90	1,650	325~400	2,800	1,000~1,150
900	90~115	1,800	400~480		

- (주) 1. 펌프의 표준구경은, 『입축축류·사류펌프』일 때는 배출구경, 기타 펌프에서는 흡입구경을 나타낸다.

### 3.5.2 펌프형식 및 구경의 결정 순서

펌프의 형식 및 구경의 결정 순서를 그림 3.5.1 에 표시한다.

펌프의 설치조건, 운전·관리의 용이성 등을 종합 검토하여 펌프의 형식과 구경을 결정하여야 한다.

(1) 고양정펌프

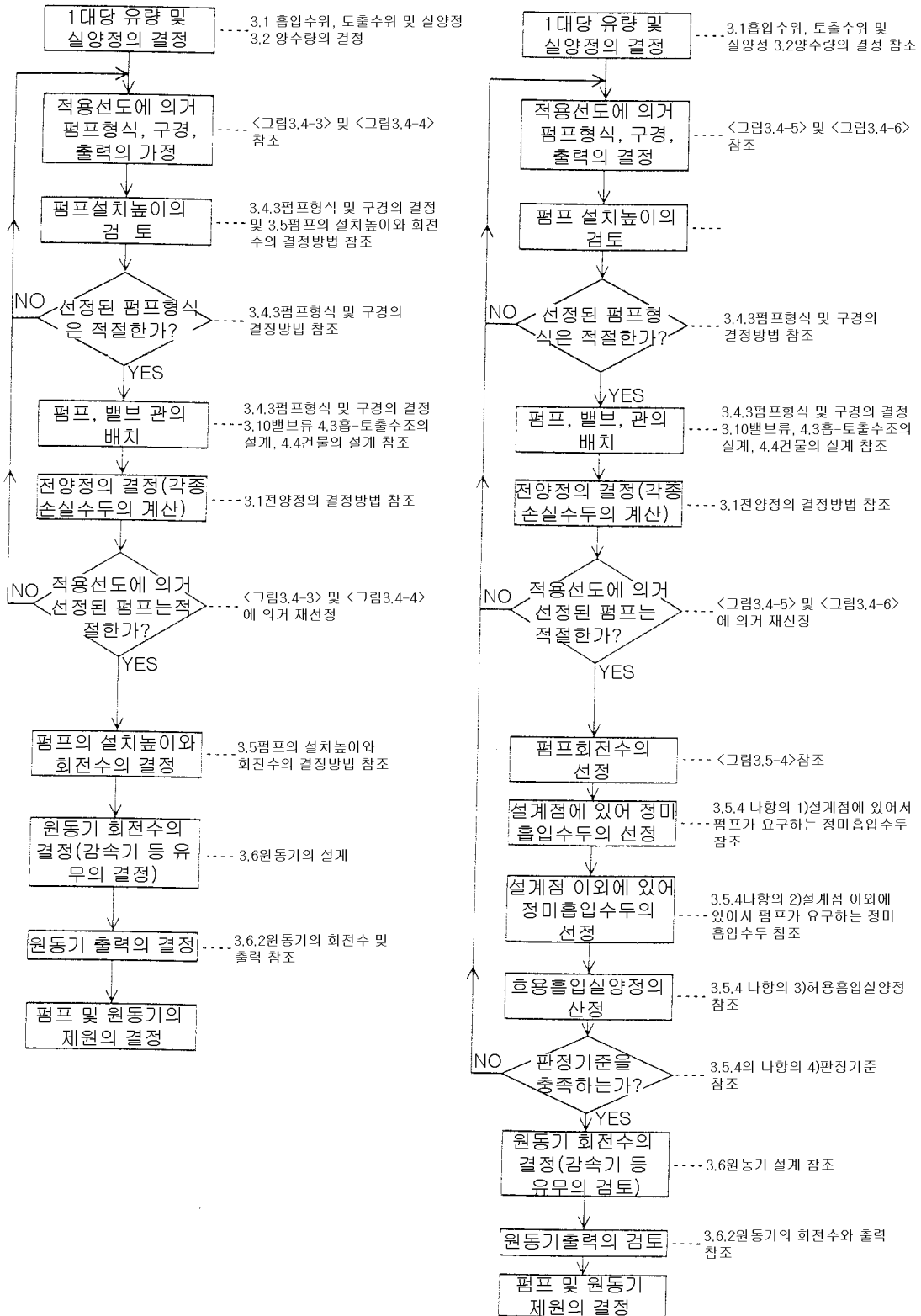


그림 3.5.1 펌프형식 및 구경 결정 순서

[참고] 펌프형식에 따른 특성

펌프 특성은 펌프 형식에 따라 다르나 원심펌프, 사류펌프, 축류펌프, 가동 날개 축류펌프의 일반적인 특성을 그림 3.5.2와 표 3.5.3에 표시한다.

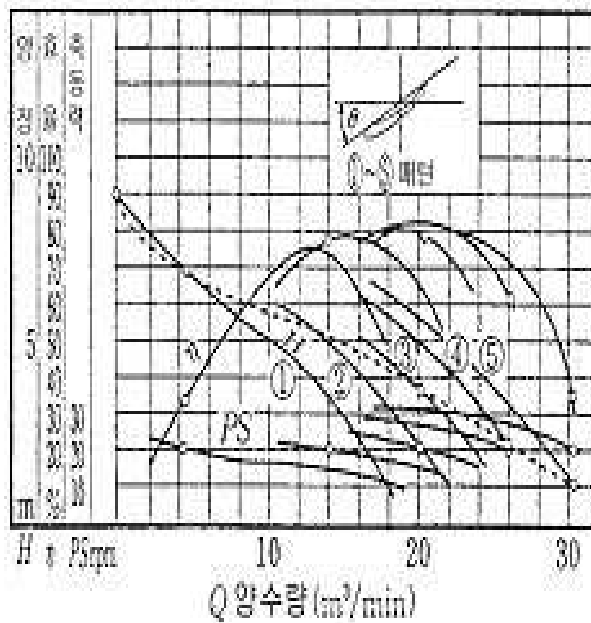
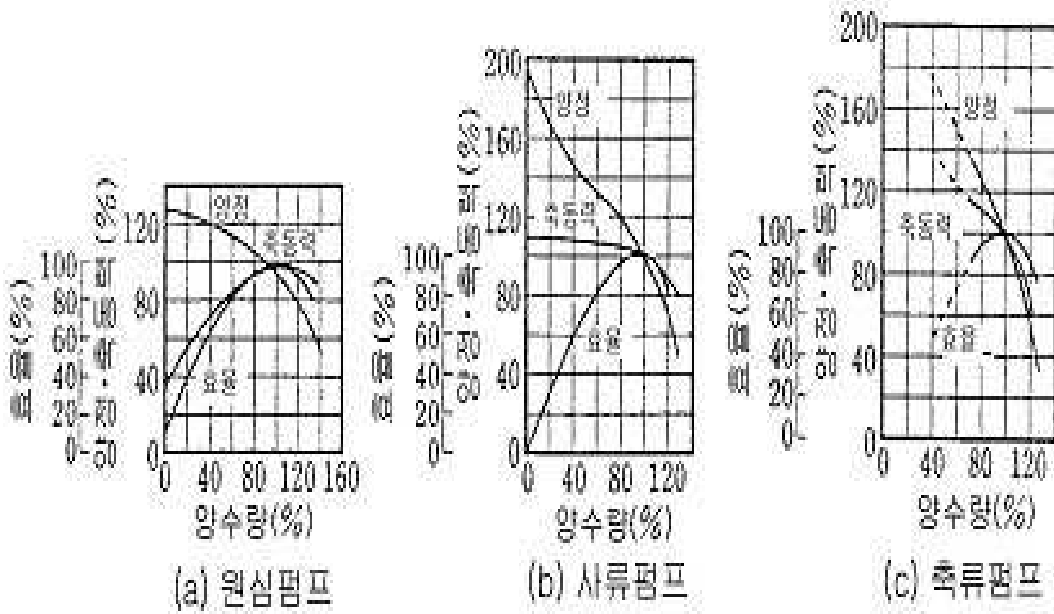


그림 3.5.2 펌프 특성곡선

표 3.5.3 펌프특성의 비교

형식 항목	원심펌프	사류펌프	축류펌프	가동날개 축류펌프
양수량 과 양정 $Q-H$	$Q$ 에 대한 $H$ 의 변화가 적다. 체절양정은 설계점 전양정의 110~140% 이다.	원심펌프와 축류펌프의 중간이다.	$Q$ 에 대한 $H$ 의 변화가 크다. 체절양정은 설계점 전양정의 200~300%이다.	각각 임펠러각도에 있어 $Q-H$ 은 고정 날개와 같다. 임펠러각도 증감 따라 임의로 수량조절됨.
축동력	체절축동력은 최고 효율점의 40~80%로 점차증가하고 최고효율점을 초과하면 100~120% 됨.	$Q$ 의 변화에도 불구하고 거의 일정하다.	체절축동력은 최고 효율점의 200~250%로 저하하고 최고 효율점을 초과하면 다시 저하 한다.	양정변화에 따라 임펠러를 조작하고 수량을 증감시켜 축동력이 일정한 운전이 된다.
효 율	$Q$ 의 변화에 대하여 효율 변화는 적다.	원심펌프와 축류펌프의 중간이다.	가장 급격한 山형의 효율 곡선이다.	축동력이 일정하게 임펠러조작하므로, $Q-n$ 곡선은 사류 펌프와 동일한 정도 곡선이 된다.
선정상의 주의	흡입성능은 양호, 캐비테이션 발생이 어렵고 체절운전 가능, $Q$ 의 사용가능 범위가 넓다.	체절운전은 가능하나 장시간은 좋지 않다.	체절운전은 불가능하다. 캐비테이션 발생이 쉽고 $H$ 의 사용가능 범위가 좁다.	저양정 대구경펌프의 수량조절이나 양정변화폭이 큰 배수펌프에 적합, 체절운전 가능

표 3.5.4 축류펌프와 사류펌프의 비교

형식 항목	축류펌프	사류펌프
양 정	사류보다 낮다.	축류보다 높다.
흡입양 성능	사류보다 약간 나쁘다.	축류보다 약간 좋다.
계획점 효율	사류보다 2%정도 나쁘다.	축류보다 2% 정도 좋다.
계획점 이외의 효율	사류보다 약간 급하게 떨어짐.	축류보다 완만하게 떨어진다.
$Q-H$ 특성	양정의 변화에 대한 배출량의 변동은 사류보다 적다.	양정의 변동에 대한 배출량 변동은 축류보다 크다.
축동력 특성	배출량 변동에 대한 축동력의 변동은 사류보다 크다.	배출량의 변동에 대한 축동력 변동은 축류보다 적다.
체 절 시 동	가동날개는 가능하지만 고정날개는 불가능 (계획점 양정의 약140% 이하가 운전범위)	가능(양정전역이 운전가능)
회 전 수	사류보다 빠르다.	축류보다 느다.
중 량	사류보다 가볍다.	축류보다 무겁다.
가 격	사류보다 싸다.	축류보다 비싸다.

표 3.5.5 축 형식의 비교

형식 항목	횡 축	입 축
기장면적	입축보다 크다.	횡축보다 작다.
만 수	임펠러가 흡입수위보다 위에 있으므로 필요	임펠러가 흡입수위보다 아래 있기 때문에 불필요
흡입성능	임펠러가 흡입수위보다 위에 있어 입축형에 비해서 불리	임펠러가 흡입수위보다 아래 있으므로 횡축형에 비해서 유리
시 동 성	입축보다 약간 복잡	횡축보다 유리
내부점검	상부 케이싱을 열어 외부에서의 점검이 가능	펌프 전체를 인양해서 분해하여 점검
크레인 용량	입축보다 작다.	횡축보다 크다.
건물 높이	입축보다 낮다.	횡축보다 높다.
설 치 비	입축보다 싸다.	횡축보다 비싸다.

표 3.5.6 설치형식의 비교

형식 항목	일 상 식	이 상 식
적용 구경	1,500mm 이하에 적용한다. 1,350 ~ 1,500mm는 펌프는 일상, 원동기는 이상이 적합하다. <sup>주1)</sup>	1,650mm 이상에 적합하다. 소구경도 가능
토목 구조	이상식에 비해서 단순	일상식에 비해서 복잡
보 수 성	이상식과 거의 동일, 그러나 대구경은 약간 난점이 있다.	일상식과 거의 동일

주1) 이 형식을 반이상식이라 한다.

**[참고]** 스러스트의 지지방법

최근 토목·건축의 유구조(柔構造)화에 의해 바닥면의 휨량이 크게 되던지 복수의 바닥면에 걸쳐서 설치되는 입축펌프에 있어서 스러스트의 지지방법은 중요한 항목이다. 2상식 펌프의 경우에는 스러스트를 펌프로 지지하는 경우와 감속기나 전동기로 지지하는 경우가 있지만 펌프로 지지하는 방법은 설치 및 분해가 용이하며 또 바닥면의 휨에 대하여도 문제가 생기기가 어렵다.

입축 펌프의 치수표의 (J) 치수는 펌프로 지지했을 경우의 수치이다.

한편, 1상식(반2상식)에 대해서는 스러스트를 펌프, 감속기 혹은 전동기의 어느 쪽에 지지하여도 동하중은 펌프의 바닥면에 작용하므로 2상식과 같은 문제는 생기지 않는다. 따라서 바닥면으로부터 높이를 낮게 할 수 있어 안정도



가 높게 설치하기 위해 스러스트의 지지를 감속기(혹은 전동기)로 하고 있다.

### 3.5.3 펌프의 형식 및 구경의 결정

설계점에 있어 배출량과 전양정으로부터 펌프적용선도에 따라 펌프형식 및 구경을 결정할 수 있으나 사용조건이나 배치조건에 따라서 다시 상세한 비속도 등을 검토함으로써 보다 조건에 맞는 펌프형식 등을 선정할 수도 있다. 특히 대구경 펌프 등은 모형실험 등의 특수한 기술을 필요로 하는바 설계에서는 다시 특별한 검토를 할 필요가 있다.

펌프 적용선도를 이용하는 경우에는 다음 사항에 유의하여야 한다.

고양정 펌프 경우, 「횡축양흡입단단원심펌프」, 「입축편흡입단단원심펌프」, 「입축사류펌프」의 적용범위에 드는 펌프는 원칙적으로 「횡축양흡입단단원심펌프」를 적용한다. 다만, 다음 경우는 「입축편흡입단단원심펌프」 「입축사류펌프」를 사용하여도 좋다.

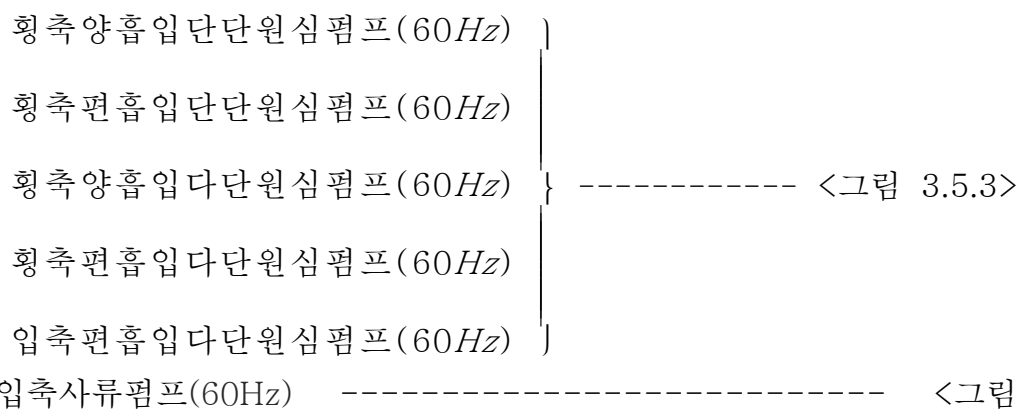
- ① 횡축 양흡입단단원심펌프의 용지가 확보되지 않는 경우
- ② 흡입양정 관계에서 횡축양흡입단단원심펌프의 적용이 불가능한 경우
- ③ 홍수시 침수를 고려하여 전동기를 높은 위치에 설치해야할 경우

저양정 펌프 경우, 초기투자과 장래의 운전관리 및 유지관리에 유리한 펌프형식의 검토순서는 원칙적으로 다음 순서대로 하는 것이 좋으나 현지 설계조건에 따른 보조기계류 관계의 경비 등을 포함해서 검토하여야 한다. 순서는 일부 생략할 수도 있다.

횡축축류펌프 → 횡축사류펌프 → 입축축류펌프 → 입축사류펌프

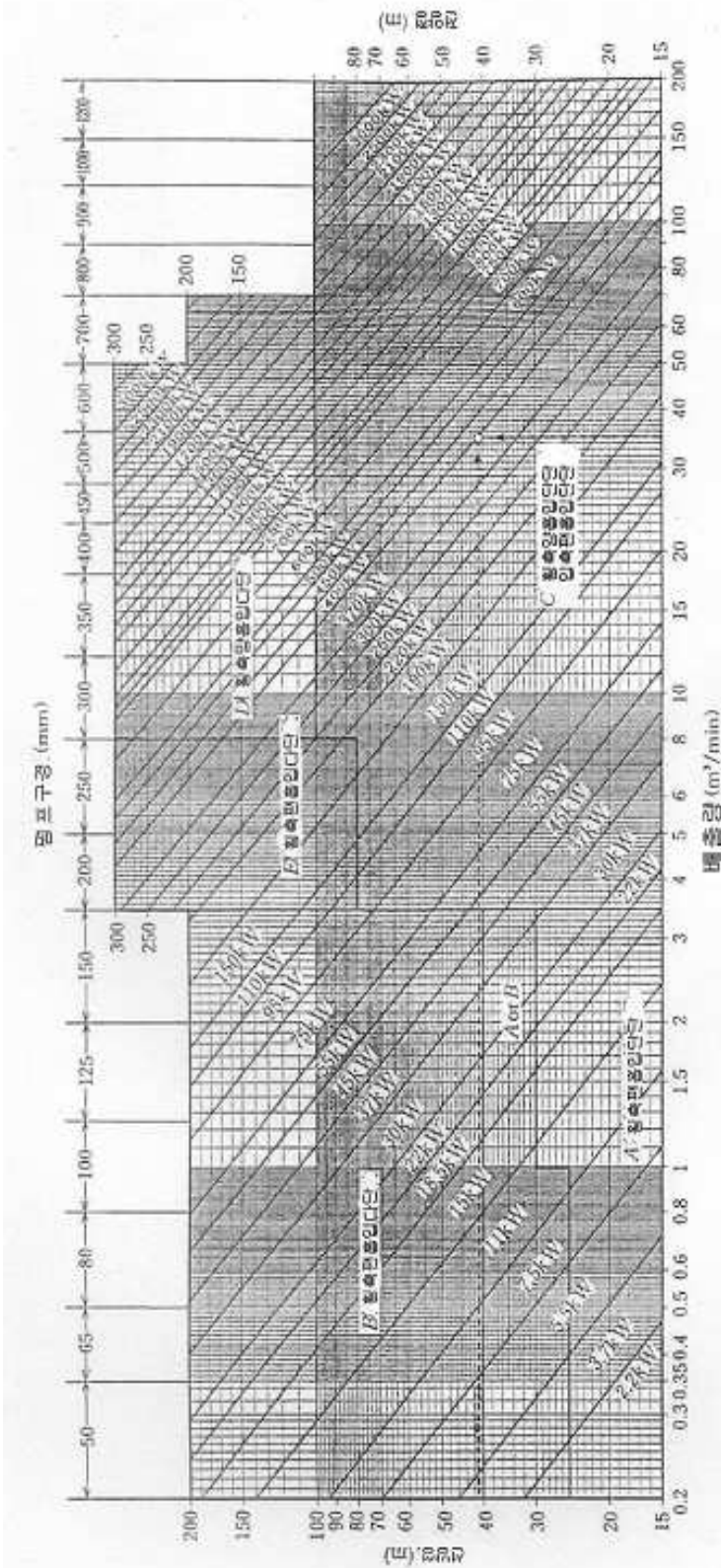
#### 가. 고양정펌프(전양정 9 ~ 300m)

고양정 펌프의 적용선도를 그림 3.5.3 ~ 그림 3.5.4 에 표시한다.



#### 3.5.4 >





- 주) 1. 본 그림은 관개용으로 적용되는 각종 원심펌프의 적용범위를 표시한다.  
 2. 본 그림에 의거 선정된 펌프형적 및 규격은 표준을 표시하고, 전동기 출력은 참고치임  
 3. 전동기 출력의 상세한 결정은 「3.5 원동기의 설계」에 의한다.  
 4. 본 그림에 있어 설계된 토출량과 설계된 전압장의 교점이 경제선상에 있을 때 하위의 것을 선정한다.  
 5. 본 그림에 있어 C존(단단)과 D존(단단)과의 경계선은 압입의 경우 C존이 넘어지는 경향이 있다.  
 6. 압입의 경우는 본 그림에서 선정된 규격보다 적어지는 경우도 있다.

[예] 설계토출량 35m³/min, 설계전압장 41m에 있어서의 펌프형적, 펌프규격은 다음과 같다.  
 펌프형식 : 양용인단단원심펌프, 펌프규격 : 500mm

그림 3.5.3 고양정 원심펌프 작용선도(60Hz)

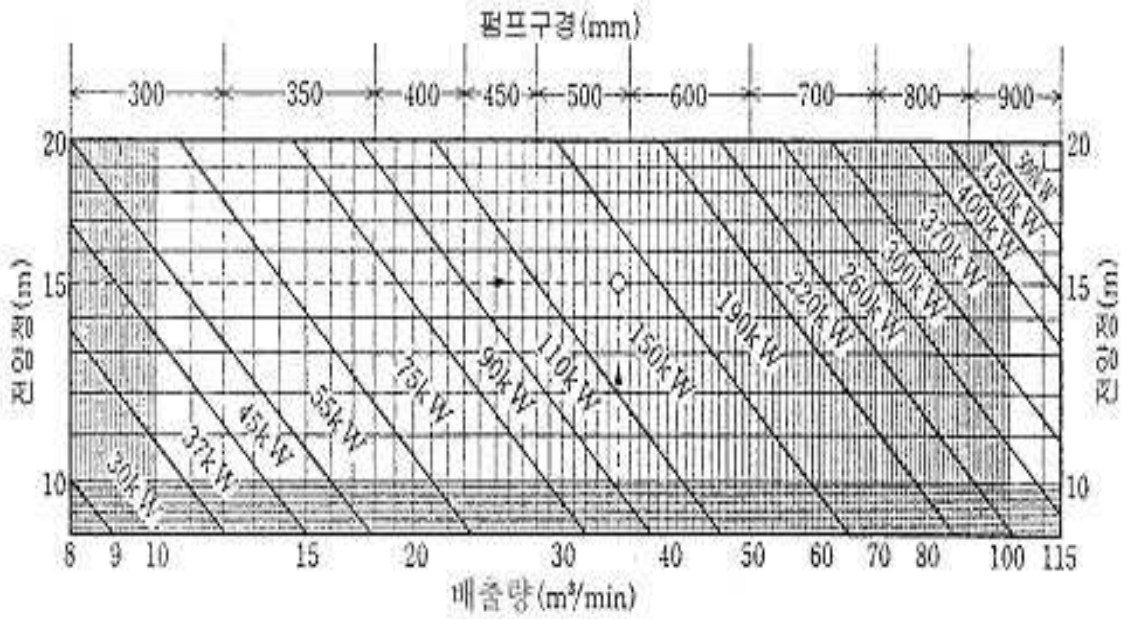


그림 3.5.4 고양정 입축 사류펌프의 적용선도

- (주) 1. 이 그림으로 선정된 구경은 표준치이고 전동기 출력은 참고치이다.  
 2. 전동기출력의 상세한 결정은 「3.7 원동기의 설계」에 의한다.  
 3. 이 그림에서 설계점배출량과 설계점전양정의 교점이 경계선상에 있을 때에는 하위의 것을 선정한다.

[예] 설계점 배출량 35m<sup>3</sup>/min, 설계점전양정 15m에 있어서의 펌프구경, 전동기출력은 다음과 같다.

펌프구경 : 500mm, 전동기출력 : 150kW

나. 저양정펌프(전양정 1.5 ~ 9m)

저양정 펌프의 적용선도를 그림 3.5.5 ~ 그림 3.5.6 에 표시한다.

입축및 횡축축류펌프 } ----- 그림 3.5.5  
 축류형튜블러(Tubular)펌프 }

입축및횡축사류펌프 } ----- 그림 3.5.6  
 사류형튜블러(Tubular)펌프 }

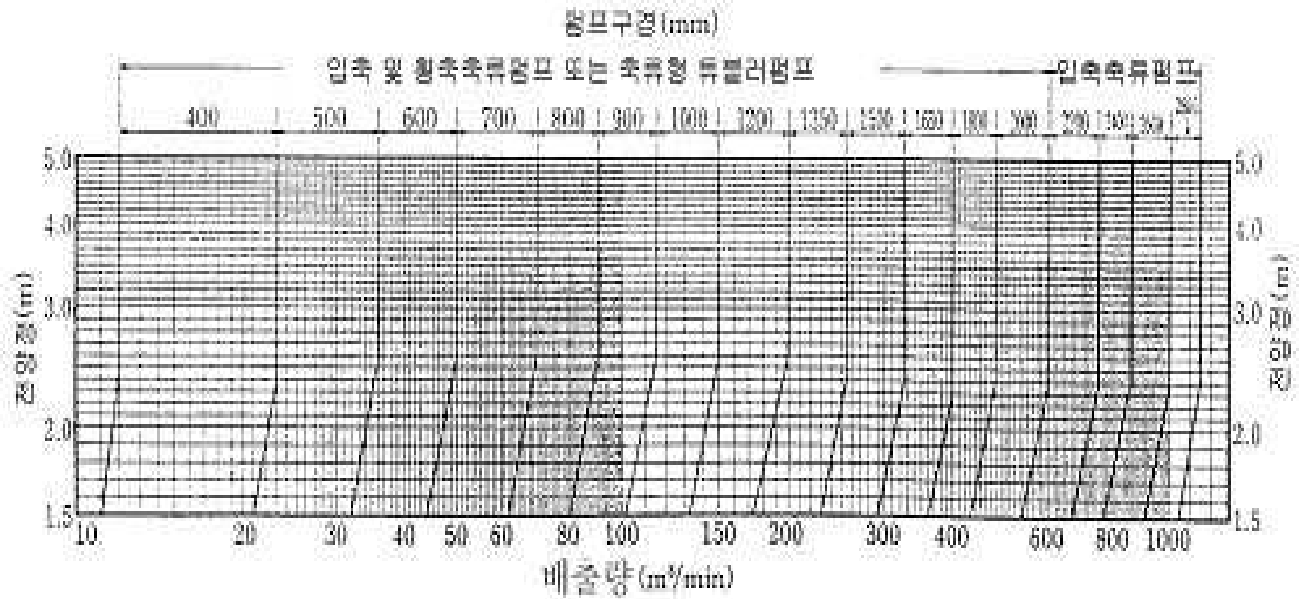
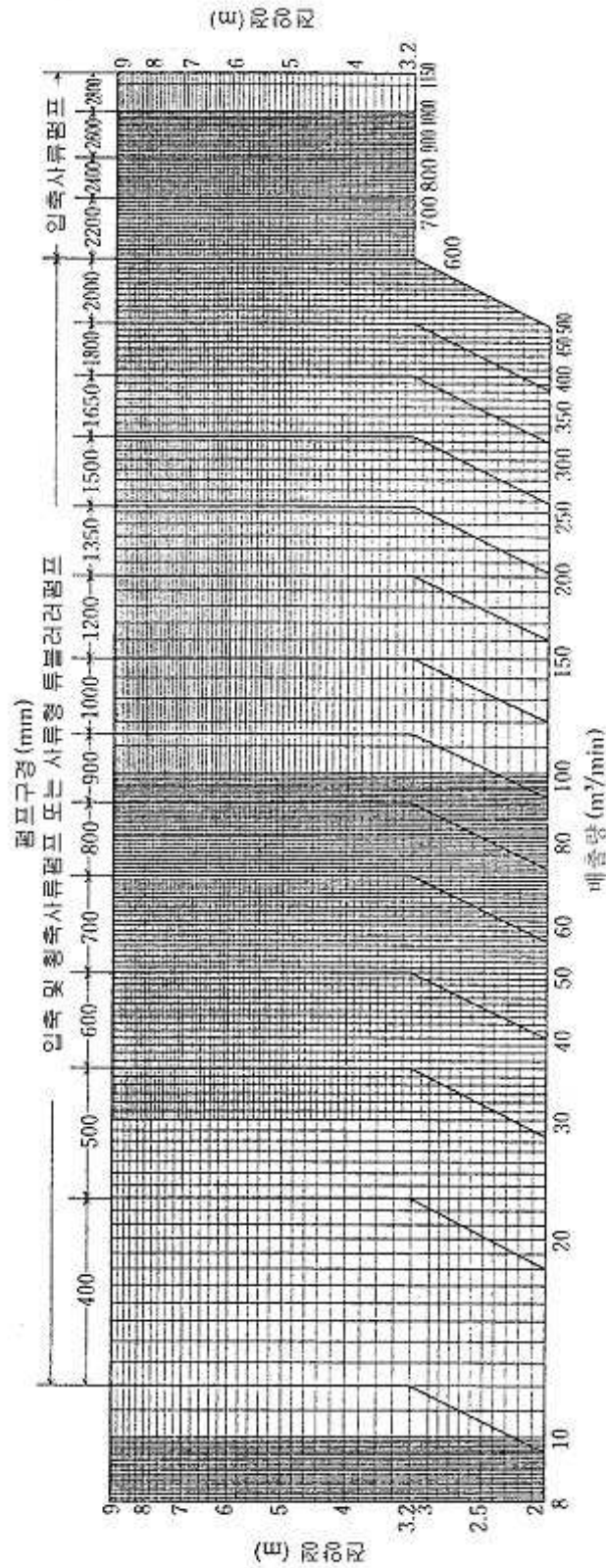


그림 3.5.5 저양정 축류펌프의 적용선도

- (주) 1. 이 그림으로 선정된 구경은 표준치이다.  
 2. 이 그림에서 설계점 배출량과 설계점 전양정의 교차점이 경계선상에 있을 때는 하위의 것을 선정한다.  
 3. 튜블러펌프는 600mm 이상에 적용하고, 2,200mm 이상의 치수는 각 제작회사에 따라 차이가 있어 표준화할 수 없으나 제작은 가능하다.



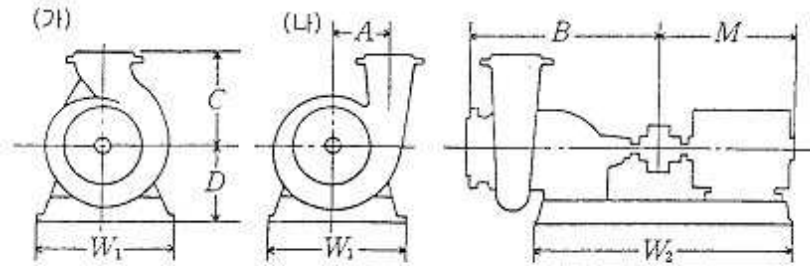
- 주) 1. 본 그림에 의해 선정된 구경은 표준을 표시한다.  
 2. 본 그림에 있어 설계점 토출량과 설계점 전압정의 교점이 경계선에 있을 경우에는 하위의 것을 선정한다.  
 3. 투블러펌프는 600mm 이상으로 적용하고 2,200mm 이상의 규격에 있어서는 각 제조회사에 따라 차이가 있으므로 표준화 할 수 없으나 제각각 가능하다.

그림 3.5.6 저양정 사류펌프의 작용선도

### 3.5.4 펌프의 개략치수

펌프의 배치 계획시 필요한 펌프의 전체치수, 기초치수를 아래에 표시한다.

가. 고양정펌프



주) 펌프의 배출구는 (가)그림 또는 (나)그림으로 한다.

1) 편흡입 단단(單段)원심펌프(A Zone)

표 3.5.7 편흡입 단단원심펌프 (A Zone) 치수표

흡입구경 (mm)	주요치수(mm)				바닥치수(mm)		전동기치수 <i>M</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>W</i> <sub>1</sub>	<i>W</i> <sub>2</sub>	
50	120	470	150	200	300	750	350
65	120	500	160	210	300	800	410
80	130	530	180	220	350	900	450
100	150	580	190	240	400	1,000	600
125	180	640	220	260	450	1,100	625
150	200	680	240	280	500	1,200	670

2) 편흡입다단(多段)원심펌프(B, E Zone)

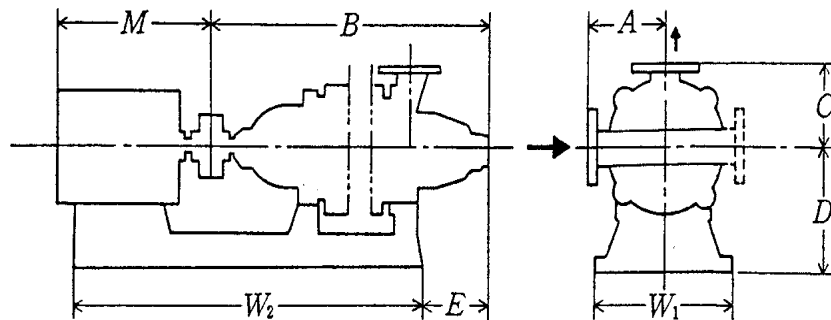


표 3.5.8 편흡입 다단원심펌프(B, E Zone)의 치수표

흡입구경 (mm)	주요치수(mm)					바닥치수(mm)		전양정범위
	A	B	C	D	E	$W_1$	$W_2$	H
							6.5 <sub>H+</sub> 650	
							6.5 <sub>H+</sub> 680	
50	200	3.7 <sub>H+</sub> 500	200	260	160	350	6.5 <sub>H+</sub>	25 < H < 100
65	220	3.7 <sub>H+</sub> 520	230	380	180	400	760	27 < H < 110
80	240	3.7 <sub>H+</sub> 550	250	410	200	450	6.5 <sub>H+</sub>	33 < H < 118
100	270	3.6 <sub>H+</sub> 600	280	450	220	500	800	45 < H < 120
125	320	3.6 <sub>H+</sub> 680	320	490	240	600	6.5 <sub>H+</sub>	28 < H < 115
150	350	3.6 <sub>H+</sub> 700	350	540	260	700	930	65 < H < 200
200	420	3.0 <sub>H+</sub> 850	420	630	300	850	6.5 <sub>H+</sub>	50 < H < 200
250	480	2.5 <sub>H+</sub> 950	490	730	330	1,000	1,000	80 < H < 300
							6.0 <sub>H+</sub> 1,250	
							6.0 <sub>H+</sub> 1,550	

- (주) 1. 구경 200mm이상의 펌프에 있어서는 배출구가 도시된 -----선의 경우도 있다.
2. 치수표중 H는 전양정을 표시한다.
3.  $W_1$ ,  $W_2$ 의 치수는, 방적보호농형전동기의 경우를 나타낸다. 권선형 기타특수형전동기를 사용하는 경우에는 그때마다 검토해야 한다.
4. M치수는 그림 4 참고 9, 11 을 참조
5. 수평분할형 펌프(구경 200mm, 250mm)를 채용할 때에는 표중  $B$ ,  $W_2$ 치수에 구경200mm의 펌프에 대해서는 400mm를, 구경 250mm의 펌프에 대해서는 500mm를 가산한다.

3) 양흡입단단원심펌프(C Zone)



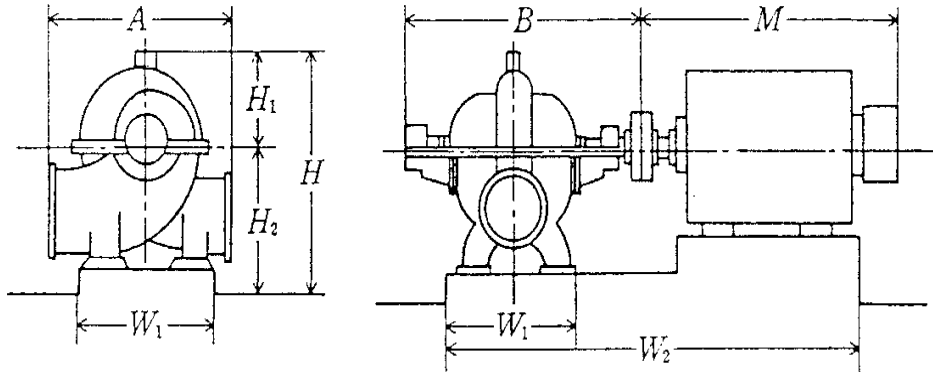


표 3.5.9 양흡입 단단원심펌프(C Zone)의 치수

흡입구경 (mm)	주요 치수 (mm)					바닥 치수(mm)		
	A	B	전양정 50m 이상의 경우 보정계수		H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>	W <sub>2</sub>
			A 치수	B 치수				
200	800	1,000	1.20	1.20	400	650	750	1,600
250	850	1,050	1.20	1.20	500	700	800	1,700
300	900	1,300	1.20	1.20	580	850	850	1,800
350	1,050	1,400	1.20	1.20	640	900	900	2,300
400	1,100	1,500	1.20	1.20	700	1,000	950	2,600
450	1,200	1,600	1.20	1.20	750	1,050	1,100	2,700
500	1,300	1,650	1.20	1.20	820	1,200	1,150	-
600	1,700	2,200	1.20	1.20	940	1,400	1,500	-
700	1,900	2,600	1.20	1.20	1,050	1,500	1,700	-
800	2,200	3,000	1.20	1.20	1,200	1,650	2,000	-
900	2,400	3,500	1.20	1.20	1,300	1,800	2,200	-
1,000	2,600	3,600	1.20	1.20	1,430	1,900	2,400	-
1,200	3,100	3,800	1.20	1.20	1,600	2,000	2,800	-

- (주) 1. H<sub>2</sub>는 구경 500mm까지 공통베드를 포함한 높이를 표시한다.  
 2. 양흡입단단 상하 2분할형 펌프 전양정 15~50m에 대한 펌프의 개략치수를 표시한다.  
 3. 전양정 50m 이상 펌프의 개략치수는 본표의 「전양정 50m 이상의 경우 보정계수」를 곱하여 구한다.

(예) 구경 1,000mm, 전양정 50m 이상의 경우 A급 및 B의 치수는  
 $A$  치수  $2,600 \times 1.2 = 3,120\text{mm}$        $B$  치수  $3,600 \times 1.2 = 4,320\text{mm}$

4. 구경 500mm 이상의  $w_2$  를 구하는 방법은 다음과 같다.

$$W_2 = \frac{B}{2} + \frac{W_1}{2} + (M \times 0.8)$$

$M$  : 각종 전동기의 개략 중량표에 나타나는  $M$ 치수로 한다.

4) 입축 편흡입단단원심펌프(C Zone)

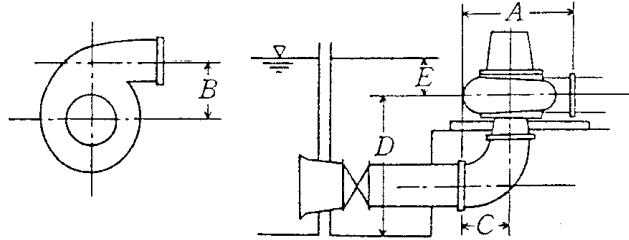


표 3.5.10 입축 편흡입단단원심펌프(C Zone)의 치수

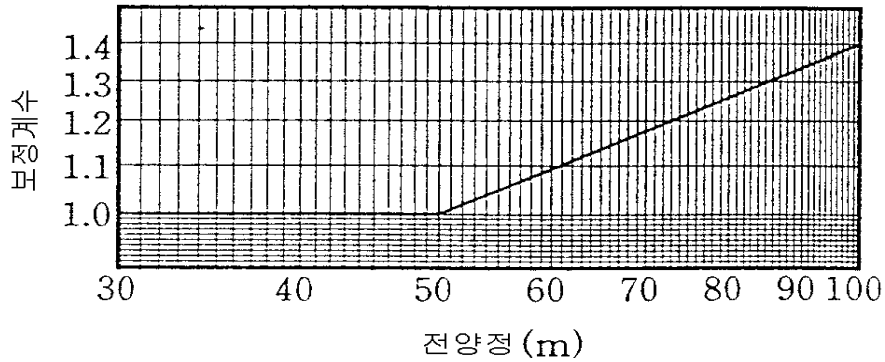
흡입구경 (mm)	주요 치수(mm)				
	A	B	C	D	E
300	950	380	400	1,100	500
350	1,000	420	400	1,200	500
400	1,050	460	450	1,200	500
450	1,150	510	500	1,300	500
500	1,250	560	550	1,500	500
600	1,450	660	650	1,700	700
700	1,650	780	750	1,900	700
800	1,850	900	850	2,200	700
900	2,050	1,100	950	2,400	700
1,000	2,300	1,250	1,100	2,700	800
1,200	2,750	1,600	1,300	3,000	800

(주) 1. 각구경 모두 전양정 15 ~ 50m에 대한 펌프의 개략치수를 표시한다.

2. 전양정 50m 이상의 A급 및 B의 치수는 하기의 보정계수를 곱하여 구하는 것으로 한다.

① A치수는 각 구경 모두 표기치수의 1.2배로 한다.

② B치수의 보정계수는 아래 그림과 같다.



5) 양흡입다단와권펌프(D Zone)

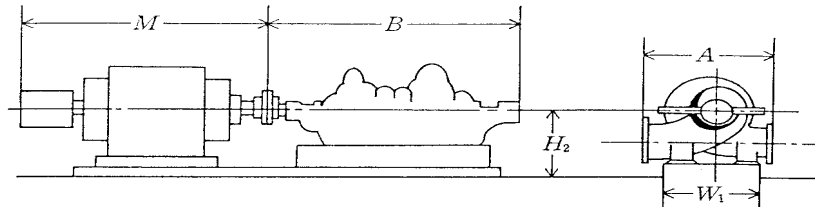


표 3.5.11 양흡입 다단원심펌프(D Zone)의 치수표

흡입구경 (mm)	주요 치수(mm)			전양정 200m 이상의 경우 보정계수		바닥 치수 $W_1$ (mm)
	A	B	$H_2$	A 치수	B 치수	
300	1,400	2,400	1,000	1.2	1.2	1,200
350	1,400	2,500	1,100	1.2	1.2	1,300
400	1,600	2,800	1,200	1.2	1.2	1,400
450	1,900	3,200	1,300	1.2	1.2	1,500
500	2,000	3,500	1,400	1.2	1.2	1,800
600	2,500	4,200	1,600	1.2	1.2	2,000
700	2,700	4,800	1,700	1.2	1.2	2,300

- (주) 1. 이 치수는 전양정 80 ~ 200m의 범위에 적용한다.  
 2. 전양정 200m 이상 펌프의 개략치수는 이 표의 「전양정 200m 이상의 보정계수」를 곱하여 구한다.  
 3. M 치수는 각종 전동기의 개략 중량표에 나타나는 수치를 참조

6) 고양정·입축사류펌프

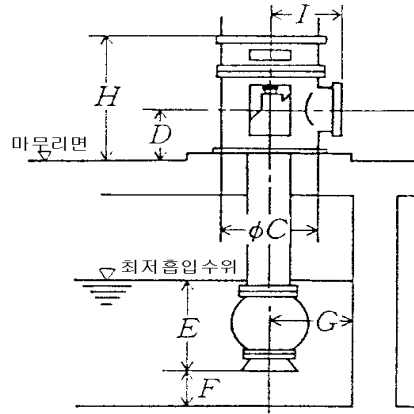


표 3.5.12 고양정·입축 사류펌프의 치수표

흡입 구경 (mm)	주요 치수(mm)						
	$\phi C$	$D$	$E$	$F$	$G$	$H$	$I$
300	700	500	600이상	300	400	1,200	500
350	750	500	700이상	350	450	1,300	550
400	800	550	700이상	400	450	1,400	600
450	900	600	850이상	450	550	1,450	650
500	1,050	650	900이상	500	600	1,550	700
600	1,100	700	1,100이상	600	700	1,750	800
700	1,250	800	1,300이상	700	800	1,900	900
800	1,400	900	1,400이상	800	900	2,050	950
900	1,550	1,000	1,600이상	900	1,000	2,450	1,000

- (주) 1. 이 표에서 주요치수  $\phi C \sim I$  는 각각 그림에 표시된  $\phi C \sim I$  의 길이이다.  
 2. 그림중의 최저흡수수위는 흡수조 수위를 나타낸다.  
 3. 스러스트 지지는 차차감속기 또는 전동기로 한다(펌프로 스러스트를 지지하는 경우는  $H$  치수가 커진다)

#### 나. 저양정펌프

##### 1) 횡축축류펌프

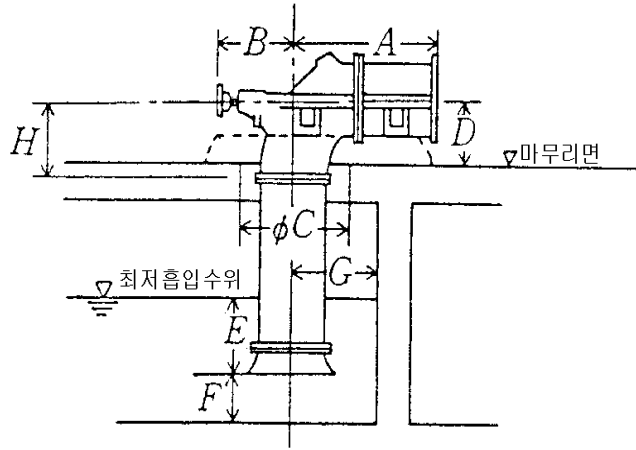


표 3.5.13 횡축 축류펌프의 치수

흡입구경 (mm)	주요 치수 (mm)							
	A	B	$\phi C$	D	E	F	G	H
400	850	500	700	500	700이상	400	450	400
500	1,000	600	900	600	900이상	500	600	500
600	1,200	650	1,100	650	1,100이상	600	700	550
700	1,350	750	1,250	700	1,300이상	700	800	650
800	1,550	800	1,350	750	1,400이상	800	900	700
900	1,700	900	1,500	850	1,600이상	900	1,000	800
1,000	1,950	1,000	1,700	900	1,700이상	1,000	1,100	900
1,200	2,300	1,150	2,000	1,050	2,000이상	1,200	1,300	1,100
1,350	2,550	1,250	2,200	1,150	2,300이상	1,350	1,500	1,250
1,500	2,800	1,350	2,400	1,300	2,500이상	1,500	1,650	1,350
1,650	3,050	1,500	2,600	1,400	2,700이상	1,650	1,800	1,500
1,800	3,400	1,650	2,800	1,500	2,900이상	1,800	2,000	1,600
2,000	3,850	1,850	3,100	1,650	3,300이상	2,000	2,200	1,800

(주) 1. 이 표에 있어서 주요치수 A ~ H는 각각의 그림에 표시된 A ~ H의 길이이다.

2. 그림중의 최저흡입수위는 흡수조의 수위를 표시한다.

2) 횡축사류펌프

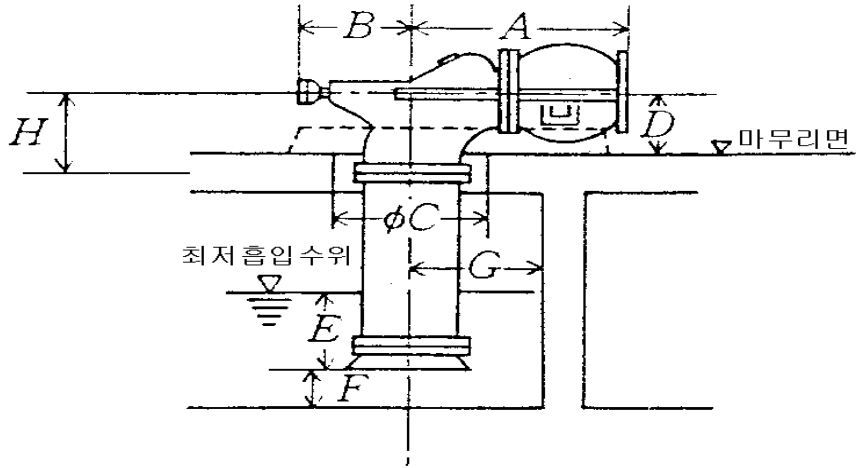


표 3.5.14 횡축 사류펌프의 치수

흡입 구경 (mm)	주요 치수(mm)							
	A	B	$\phi C$	D	E	F	G	H
400	1,000	550	700	500	700이상	400	450	400
500	1,200	600	900	600	900이상	500	600	500
600	1,400	700	1,100	650	1,100이상	600	700	550
700	1,650	800	1,250	700	1,300이상	700	800	650
800	1,900	850	1,350	750	1,400이상	800	900	700
900	2,100	900	1,500	850	1,600이상	900	1,000	800
1,000	2,400	1,050	1,700	900	1,700이상	1,000	1,100	900
1,200	2,800	1,200	2,000	1,050	2,000이상	1,200	1,300	1,100
1,350	3,300	1,300	2,200	1,150	2,300이상	1,350	1,500	1,250
1,500	3,550	1,450	2,400	1,300	2,500이상	1,500	1,650	1,350
1,650	3,850	1,550	2,600	1,400	2,700이상	1,650	1,800	1,500
1,800	4,250	1,750	2,800	1,500	2,900이상	1,800	2,000	1,600
2,000	4,700	1,950	3,100	1,650	3,300이상	2,000	2,200	1,800

(주) 1. 이 표에 있어서 주요치수 A ~ H는 각각의 그림에 표시된 A ~ H의 길이이다.

2. 그림중의 최저흡입수위는 흡수조의 수위를 표시한다.

3) 입축축류펌프(1상식) 및 입축사류펌프(1상식)

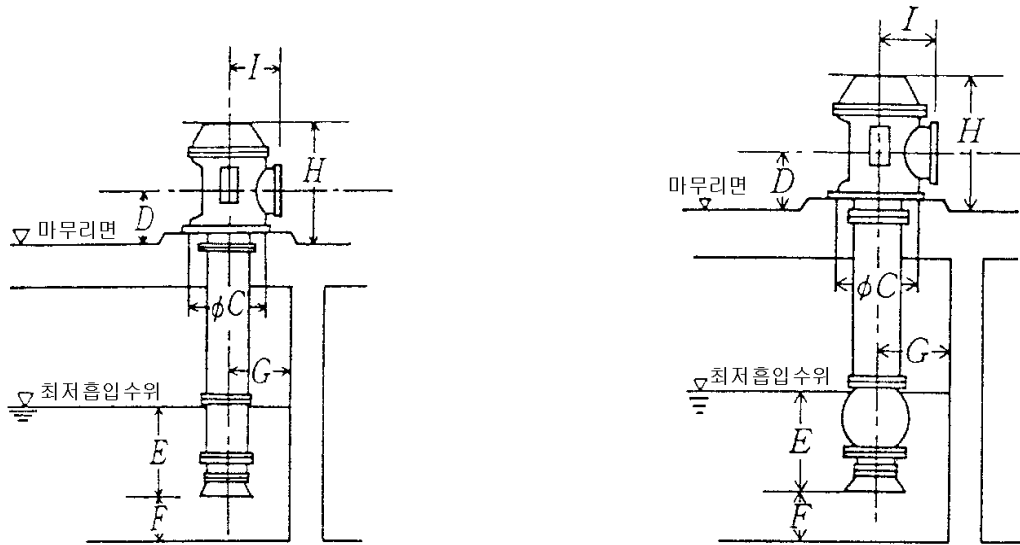


표 3.5.15 입축 축류펌프(1상식) 및 입축사류펌프(1상식)의 치수

흡입구경 (mm)	주요 치수 (mm)						
	$\phi C$	$D$	$E$	$F$	$G$	$H$	$I$
400	800	550	700이상	400	450	1,400	500
500	1,050	650	900이상	500	600	1,550	600
600	1,100	700	1,100이상	600	700	1,750	700
700	1,250	800	1,300이상	700	800	1,900	750
800	1,400	900	1,400이상	800	900	2,050	850
900	1,550	1,000	1,600이상	900	1,000	2,450	950
1,000	1,750	1,200	1,700이상	1,000	1,100	2,650	1,050
1,200	2,050	1,400	2,000이상	1,200	1,300	3,000	1,150
1,350	2,300	1,550	2,300이상	1,350	1,500	3,300	1,300
1,500	2,600	1,700	2,500이상	1,500	1,650	3,600	1,450

- (주) 1. 이 표에서 주요치수 A ~ H는 각각의 그림에 표시된 A ~ H의 길이이다.  
 2. 그림중의 최저흡입수위는 흡수조의 수위를 표시한다.  
 3. 스톱지지는 감속기 또는 전동기로 한다.  
 4. 1상식(반2상식) 가대의 형상은 종래 배출엘보(FG제) 상부에 가대(SS제)를 덧붙인 형상(인테크널형) 과 배출엘보와 분리된 형상의 가대(셀파레트형)가 있으나 현재에는 제작회사에서 진동이나 강성의 문제로 셀파레트형(SS제)을 채용하고 있다.

1상식 입축펌프의 치수표의 H는 셀파레트형의 치수를 표시하는 수치이다.

4) 입축축류펌프(2상식) 및 입축사류펌프(2상식)

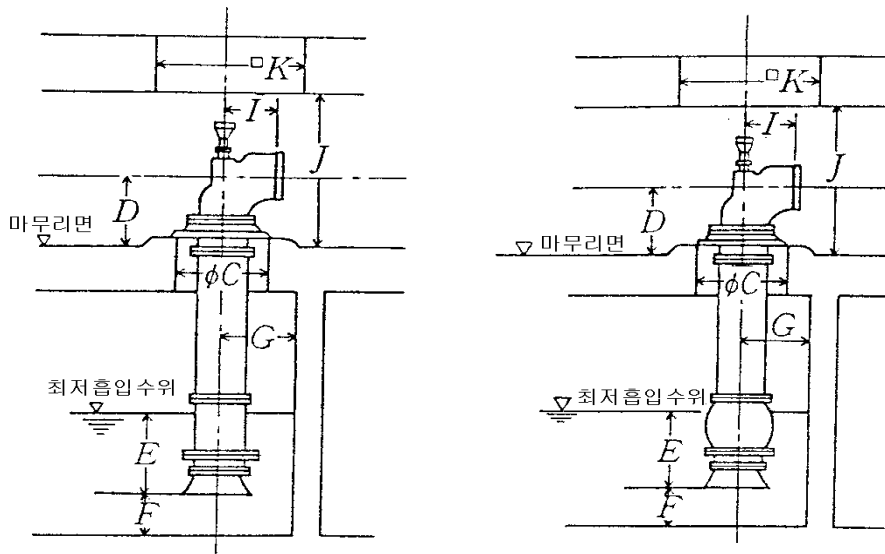


표 3.5.16 입축 축류펌프(2상식) 및 입축 사류펌프(2상식)의 치수

흡입 구경 (mm)	주요 치수(mm)							
	$\phi C$	$D$	$E$	$F$	$G$	$I$	$J$	$\square K$
400	800	550	700이상	400	450	500	2,400	1,400
500	1,050	650	900이상	500	600	600	2,400	1,500
600	1,100	700	1,100이상	600	700	700	2,400	1,700
700	1,250	800	1,300이상	700	800	750	2,400	1,900
800	1,400	900	1,400이상	800	900	850	2,400	2,100
900	1,550	1,000	1,600이상	900	1,000	950	2,400	2,300
1,000	1,750	1,200	1,700이상	1,000	1,100	1,050	2,400	2,400
1,200	2,050	1,400	2,000이상	1,200	1,300	1,150	2,600	2,600
1,350	2,300	1,550	2,300이상	1,350	1,500	1,300	2,800	2,900
1,500	2,600	1,700	2,500이상	1,500	1,650	1,450	3,000	3,000
1,650	2,900	1,850	2,700이상	1,650	1,800	1,550	3,200	3,300
1,800	3,100	2,000	2,900이상	1,800	2,000	1,700	3,500	3,600
2,000	3,300	2,200	3,300이상	2,000	2,200	1,800	3,800	4,000

- (주) 1. 이 표에서 주요치수  $\phi C \sim \square K$ 는 각각 그림에 표시된  $\phi C \sim \square K$ 의 길이이다.
2. 그림중의 최저흡입수위는 흡수조의 수위를 표시한다.
3. 스러스트지지는 펌프로 한다.



5) 대구경 입축축류펌프(2상식)

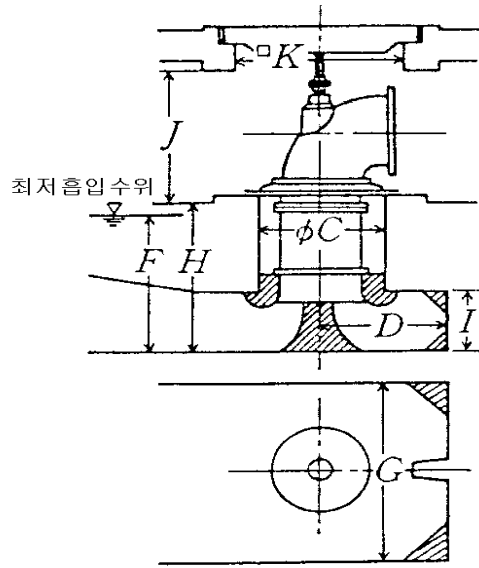


표 3.5.17 대구경 입축 축류펌프(2상식)의 치수

흡입구경 (mm)	주요 치수 (mm)							
	$\phi C$	$D$	$F$	$G$	$H$	$I$	$J$	$\square K$
2,200	3,000	3,000	3,200	6,000	4,200	1,800	4,200	4,000
2,400	3,200	3,300	3,500	6,600	4,600	2,000	4,600	4,300
2,600	3,400	3,500	3,900	7,000	5,000	2,200	5,000	4,600
2,800	3,600	3,800	4,200	7,600	5,500	2,400	5,600	5,000

(주) 1. 펌프설치시의 벨마우스 외주부는 2차콘크리트로 적절한 형상으로 마무리한다.

2. 이 표에서 주요치수  $\phi C \sim \square K$ 는 그림에 표시된  $\phi C \sim \square K$ 의 길이이다.

3. 그림중의 최저흡입수위는 흡수조의 수위를 표시한다.

4. 임펠러가 물에 잠기는 수심은 약 1m로 한다.

6) 대구경 입축사류펌프(2상식)

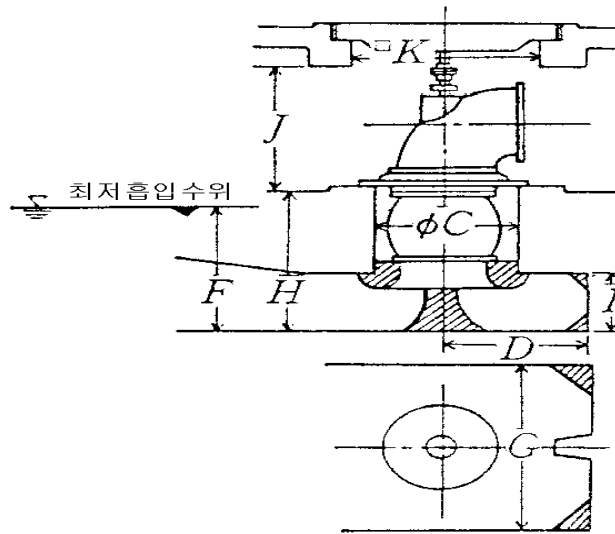


표 3.5.18 대구경 입축 사류펌프(2상식)의 치수

흡입구경 (mm)	주요치수(mm)							
	$\phi C$	$D$	$F$	$G$	$H$	$I$	$J$	$\square K$
2,200	3,200	3,000	3,400	6,000	5,600	1,800	4,200	4,000
2,400	3,500	3,300	3,700	6,600	5,900	2,000	4,600	4,300
2,600	3,800	3,500	4,200	7,000	6,500	2,200	5,000	4,600
2,800	4,000	3,800	4,500	7,600	7,000	2,400	5,600	5,000

- (주) 1. 펌프설치시의 벨마우스 외주부는 2차 콘크리트로 적절한 형상으로 마무리한다.  
 2. 이 표에서 주요치수  $\phi C \sim \square K$ 는 그림에 표시된  $\phi C \sim \square K$ 의 길이이다.  
 3. 그림중의 최저흡입수위는 흡수조의 수위를 표시한다.  
 4. 임펠러가 물에 잠기는 수심은 약 1m로 한다.

7) 축류형튜브블러펌프

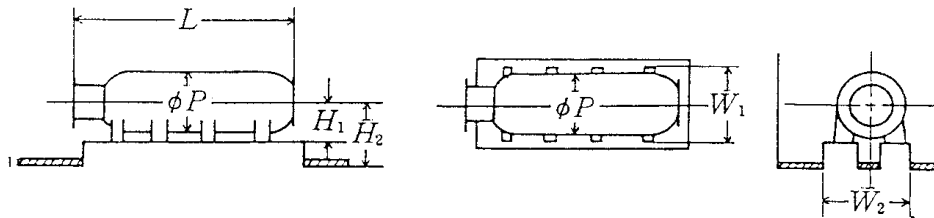


표 3.5.19 축류형 튜블러펌프의 치수

흡입구경 (mm)	주요치수(mm)					
	$L$	$\phi P$	$W_1$	$W_2$	$H_1$	$H_2$
600	2,700	1,220	1,200	1,500	600	1,150
700	2,700	1,320	1,300	1,600	650	1,200
800	2,900	1,380	1,400	1,700	650	1,300
900	3,100	1,590	1,600	1,900	750	1,500
1,000	3,400	1,640	1,600	1,900	800	1,600
1,200	3,900	1,760	1,700	2,100	800	1,700
1,350	4,300	2,000	1,900	2,300	850	1,900
1,500	5,000	2,100	2,000	2,500	900	2,000
1,650	6,500	2,600	2,400	2,900	1,050	2,150
1,800	7,000	2,760	2,600	3,100	1,100	2,250
2,000	7,500	2,760	2,600	3,100	1,100	2,400

- (주) 1. 이 표는 펌프의 전양정이 4m인 것으로 작성된 것임  
 2. 이 표에서 주요치수  $L \sim H_2$ 는 각각 그림에 표시된  $L \sim H_2$ 의 길이이다.  
 3.  $H_1, H_2$ 치수는 1차 토목공사의 바닥면까지의 치수를 표시하고 펌프 및 전동기의 기름, 공기, 배선케이블 등의 스페이스를 포함한 것이다.  
 4. 구경 2,200mm 이상의 치수에 따라 각 제작회사에 따라 차이가 있기 때문에 표준화가 되어 있지 않으나 제작은 가능하다.

8) 사류형 튜블러펌프

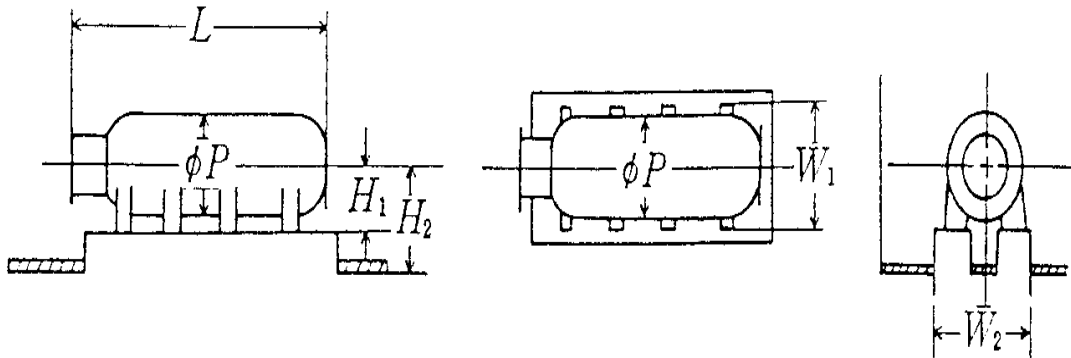


표 3.5.20 사류형 튜블러펌프의 치수

흡입 구경 (mm)	주요 치수(mm)					
	$L$	$\phi P$	$W_1$	$W_2$	$H_1$	$H_2$
600	3,000	1,350	1,400	1,700	650	1,150
700	3,200	1,380	1,400	1,700	650	1,200
800	3,600	1,500	1,500	1,800	750	1,300
900	4,000	1,640	1,600	1,900	800	1,500
1,000	4,200	1,760	1,700	2,000	800	1,600
1,200	4,400	1,870	1,700	2,100	800	1,700
1,350	4,700	1,950	1,800	2,200	800	1,800
1,500	5,200	2,200	2,100	2,600	950	2,000
1,650	7,000	2,600	2,400	2,900	1,050	2,150
1,800	7,500	2,760	2,600	3,100	1,100	2,250
2,000	8,000	2,760	2,600	3,100	1,100	2,400

- (주) 1. 이 표는 펌프의 전양정이 6m인 것으로 작성된 것임  
 2. 이 표에서 주요치수  $L \sim H_2$ 는 각각 그림에 표시된  $L \sim H_2$ 의 길이이다.  
 3.  $H_1, H_2$ 치수는 1차 토목공사의 바닥면까지의 치수를 표시하고 펌프 및 전동기의 기름, 공기, 배선케이블 등의 스페이스를 포함한 것이다.  
 4. 구경 2,200mm 이상의 치수에 따라서는 각 제작회사에 따라 차이가 있기 때문에 표준화가 되어 있지 않으나 제작은 가능하다.

### 3.5.5 수중펌프 채용시 유의사항

#### 가. 수봉식 모터

수봉식은 우물펌프(깊은 우물·얕은 우물)에서 채용하지만 비교적 소출력 (~55kW정도)으로 2~4극이 범용제품으로 생산된다. 중·대 출력 모터는 일품생산이 안되기 때문에 가격(고가)·납기(길다)등을 조사하여 채용을 판단할 필요가 있다.

#### 나. 건식 모터

전기부품이 수중에 있기 때문에 절연 또는 쉴에 충분히 유의하여 높은 전압이 공급하더라도 본질적으로 위험을 수반하므로 저압으로 한다.

저압 모터의 경우, 출력이 크게 되면 케이블의 규격이 크게 되므로 취급하는 면에서는 대략 250kW 이하로 한다.

또한 치차감속기를 장치한 것은 치차감속기의 신뢰성·수명에 문제가 있기

때문에 모터와 직결하기 위하여 극수는 20극 정도 이하가 좋다.

#### 다. 유지관리

수중 모터는 다음과 같은 요령의 유지관리가 필요하다.

- 1) 일상점검(주1회)
  - 전압, 전류, 진동의 측정
  - 침수검지기의 작동확인(건식)
  - 헤드탱크의 수위확인(수봉식)
- 2) 월 점검
  - 주1회 점검항목
  - 절연저항 측정
- 3) 년 점검
  - 월 1회 점검항목
  - 윤활유 교환
  - 메커니컬 씰 실(室)의 침수확인
  - 쓰레기 막힘, 케이블의 씰부의 확인
- 4) 해체점검(5년에 1회 : 종합점검)
  - 메커니컬 씰 점검, 접동부의 교환 또는 lapping(정밀다듬질)
  - 모터의 해체점검(케이블의 손상·고정에 세심한 주의가 필요)

#### 라. 신뢰성의 향상

수중 모터의 신뢰성을 높이려면 모터내의 침수방지책을 충분히 검토한다.

- 1) 토사가 함유된 원수에 대한 메커니컬 씰부와 케이블의 인출부의 검토
- 2) 케이블(동력 또는 제어케이블)의 유수에 의한 진동방지 대책의 검토
- 3) 보호장치(침수검지기, 온도검지기)의 설치

#### 마. 내용년수

수중펌프의 내용년수는 육상펌프보다 짧으며 15~20년 정도이다. 다만 모터부는 15년 정도로 교체하여야 한다.

#### 바. 수중펌프의 적용범위

이상 항목의 조건을 고려할 경우, 펌프구경은 대략 900mm, 또한 펌프장의 계획 양수량은 대개 4m<sup>3</sup>/s를 한도로 본다.

### 3.6 펌프의 설치높이와 회전수의 결정

펌프의 설치높이와 회전수는 흡입높이와 운전범위를 감안하여 유해한 캐비테이션을 일으키지 않도록 결정하여야 한다. 더욱, 펌프설비의 설치 높이는 홍수시의 침수에 의해 펌프의 운전에 지장을 받지 않도록 기기의 배치 및 건물구조 등도 고려하여 결정하여야 한다.

캐비테이션의 발생을 방지하는 방법의 하나로서 펌프의 설치높이를 될 수 있는 한 낮게 하는 것이 유리하지만 홍수시의 침수에 의한 운전불능이 되어서는 안된다. 내수위가 상승되어도 침수되지 않도록 최고흡입수위를 감안하여 설치높이를 결정하는 것이 필요하다.

따라서 선정된 펌프형식에 대하여 최고흡입수위 이상의 높이로 설치했을 경우에는 흡입 성능상 지장이 없으면 여기에 따라 펌프의 설치높이를 결정하고 지장이 있을 경우에는 토목건축구조물을 수밀구조로 하여 펌프설치높이를 낮게 하거나 입축 펌프로 하여 원동기를 최고흡입수위 이상으로 설치하는 등 토목건축구조와 펌프형식을 양면으로 검토하여야 한다.

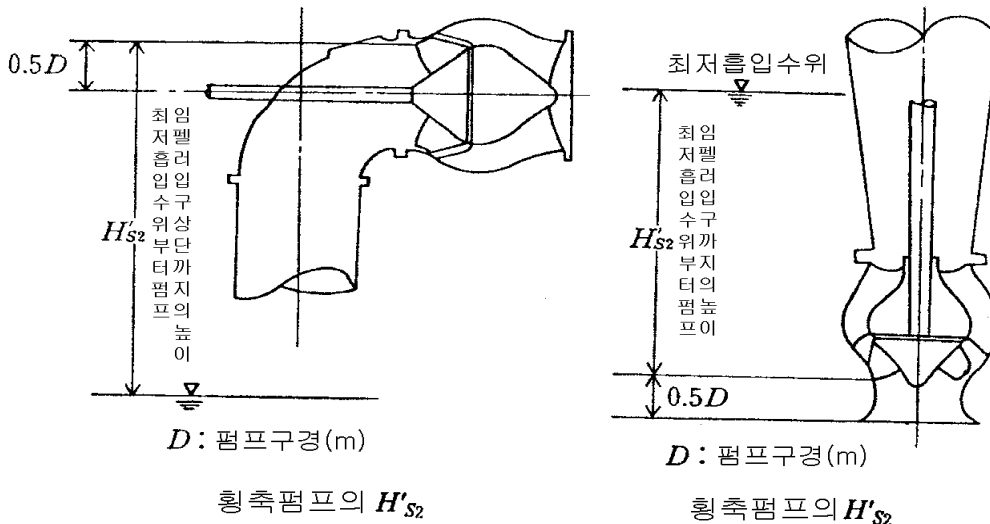
회전수의 결정방법은 관련 기술서를 참고로 한다.

예를 들면 고양정 펌프의 회전수 선정도는 배출량의 최대치가 설계점의 120% 이내로 설정되는 조건에 유의하고, 저양정 펌프의 경우 「판정」에는 다음 사항에 유의하여 적절하게 판단으로 결정하는 것이 필요하다.

① 펌프의 설치 높이와 회전수의 적정여부를 판정하는 것은 펌프장 계획에서 가장 중요한 작업의 하나이다.

② 식 (3.6.5)으로부터 구한 펌프의 허용흡입실양정  $H_{s2}$ 와 실제로 펌프를 설치했을 때의 최저흡입수위부터 펌프의 임펠러입구상단까지의 높이  $H'_{s2}$  (입축의 경우는 임펠러입구까지의 높이  $H'_{s2}$ )와 비교하여 선정한다.

③ 판정기준 횡축펌프의 경우 :  $H_{s2} > 0$ ,  $H'_{s2} \leq H_{s2}$  를 만족할 것  
입축펌프의 경우 :  $H'_{s2} \leq H_{s2}$  를 만족할 것



### 3.6.1 설치높이와 펌프형식의 관계

선정된 펌프형식에 대하여 최고흡입수위 이상의 높이에 설치하는 경우 흡입 성능상 지장이 없으면 여기에 따라 펌프의 설치높이를 결정하고, 흡입성능에 지장이 있을 경우에는 토목건축구조를 수밀구조로 하여 펌프설치높이를 낮게 하거나 입축펌프로 하여 원동기를 최고흡입수위 이상으로 설치하는 등 토목건축구조와 펌프형식을 양면으로 검토할 필요가 있다.

### 3.6.2 수배전반 등의 설치높이

수배전반 등은 침수를 당하면 복구에 장시간이 필요하기 때문에 설치높이를 홍수위 이상으로 하여 재해시에 대해서도 안전한 높이로 할 필요가 있다.

### 3.6.3 캐비테이션(空洞現像)

유수 중에 국부적으로 높은 진공이 생기면 물은 기화하여 증기의 작은 기포가 발생한다. 펌프에서는 임펠러입구에서 가장 저압이 되므로 여기에 기포가 발생하는 경우가 있다. 이 기포는 수류에 의해서 이동하고 임펠러의 압력이 높은 부분에 오면 압축되어서 급격히 소멸되고 그때에 소음이나 진동을 일으켜 효율이나 배출량을 저하시켜 임펠러를 손상시킨다. 이 현상을 캐비테이션이라고 하며, 펌프에 유해한 것이다. 이러한 캐비테이션은 설계조건이 경계점이나 애매할 경우 유동해석으로 검토해 볼 필요가 있다.

캐비테이션의 원인은 다음과 같다.

- ① 펌프의 설치 위치가 너무 높다.
- ② 펌프의 회전수가 너무 빠르다.
- ③ 펌프의 설계점에 있어 양수능력에 비하여 양수량이 과대하다.
- ④ 흡입관의 손실수두가 너무 크다.

캐비테이션의 방지법은 다음과 같다.

- ① 펌프의 설치위치를 낮추어 흡입실양정을 작게 한다.
- ② 펌프의 회전수를 낮춘다.
- ③ 흡입관이 길 경우에는 관경을 크게 하여 손실수두를 작게 한다.
- ④ 흡입측에서 수량을 줄이는 것을 피한다.
- ⑤ 흡수조내의 흐름에 와류가 발생하지 않도록 한다.

### 3.6.4 펌프의 설치높이와 회전수

펌프의 설치높이를 검토할 때에는 기준이 되는 면이 필요하다. 펌프의 기준면은 「배출양정, 흡입양정 등을 계산할 때 위치수두의 기준이 되는 수평면으로서 이것은 임펠러의 날개입구 외주 끝을 통하는 원의 중심점을 포함한 수평면으로 한다.」

이 기준면이 흡입수위보다 높은 위치에 있는 경우를 흡상이라고 하고 낮은 위치에 있는 것을 압입이라고 한다. 흡상으로 하느냐 압입으로 하느냐는 경제 비교 등을 하여 결정하는 것이 일반적이다.

펌프의 설치높이와 회전수는 흡입실양정(고양정일 때는 임펠러중심과 최저흡수수위와의 차, 저양정일 때는 임펠러상단과 최저흡수수위와의 차)과 펌프의 운전범위(배출량이 설계점에 대하여 어느 정도 변화하는가)의 요인에 의거 유해한 캐비테이션이 일어나지 않도록 결정하여야 한다.

유해한 캐비테이션 발생여부의 판정은 다음에 의한다.

고양정 펌프일 때는 식 (3.6.1)과 그림 3.6.1을 이용하여 설치높이와 회전수를 결정하면 유해한 캐비테이션은 발생하지 않는다.

그림 3.6.2 와 그림 3.6.3 은 배출량이 120% 이내의 범위를 조건으로 작성된 것이므로 이용 시에는 주의를 요한다.

저양정일 때는 식 (3.6.6)에 의거 허용 흡입실양정을 구하여 「판정기준」을 만족하면 유해한 캐비테이션을 발생하지 않는다.



가. 고양정 펌프

1) 원심펌프

원심펌프의 회전수는 일반적으로 식 (3.6.1)로부터 구한다.

$$N = \frac{S \cdot (H_v + H_{s1})^{3/4}}{\sqrt{Q}} \dots\dots\dots(3.6.1)$$

N: 펌프의 회전수(rpm)

S: 흡입비속도

펌프의 운전범위에 따라 그림 3.6.1로부터 구한 흡입비 속도로 한다.

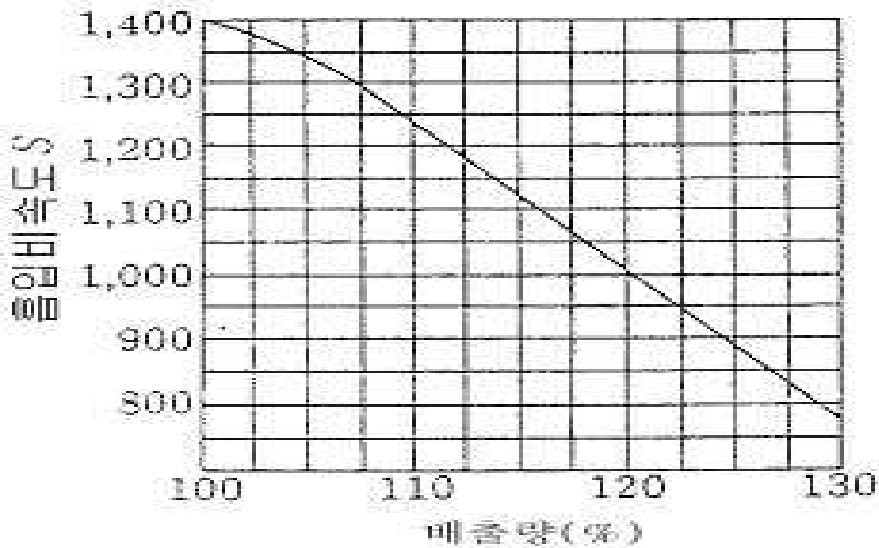


그림 3.6.1 흡입비속도

$H_{s1}$ : 흡입양정(m)

흡입실양정(흡상일 때는 -부호, 압입일 때는 +부호로 한다)-  $h_{ls}$ (흡입관손실수두로 캐비테이션 검토시 임의의 배출량에서의 손실수두)

$H_v$ : 10.33(대기압수두)-0.33(수온25℃에서의 포화수두)-0.5(흡입 여유수두) = 9.5m

Q: 설계점배출량( $m^3/min$ )

단, 양흡입원심펌프은 Q/2 로 계산한다.

식(3.6.1)에서 구한 펌프회전수 N 가 원동기 회전수  $N_m$ 와 다른 경우,

$N_m \leq N$  의 조건으로  $N_m$  을 선정하여 펌프의 회전수로 한다(「3.6.2 원동기의 회전수와 출력」 참조)

결정한 펌프의 회전수로부터 식 (3.6.2)로부터 비속도( $N_s$ )를 구하여 이 값이 특히 적거나 ( $N_s \leq 120$ ) 아니면 큰 경우 ( $N_s \geq 650$ )에는 펌프효율이나 펌프의 규격, 형상 등에 영향을 미치는 경우가 있으므로 펌프회전수를 결정할 때 상세하게 검토할 필요가 있다.

이는 그림 3.6.2 를 사용하여 펌프의 회전수를 결정할 때도 같다.

$$N_s = N \frac{\sqrt{Q}}{H^{3/4}} \dots\dots\dots(3.6.2)$$

$N_s$ : 비속도

$N$ : 결정한 펌프회전수(rpm)

$H$ : 전양정(m)

$Q$ : 설계점배출량( $m^3/min$ )

단, 양흡입원심펌프일 때는  $\frac{Q}{2}$  로 계산한다.

**[참고]**

[예] 과대유량에 있어 배출량이 설계점의 120%일 때 양흡입원심펌프의 회전수를 구한다.

$S$ : 1,000(120%  $Q$  일때의  $S$  값)

$H_v$ : 9.5 m

$H_{s1}$ : -4 m (흡입실양정에서 120%  $Q$ 일 때의 흡입관손실수두로 차인한 값)

$Q$ : 30 ( $m^3/min$ )(설계점 배출량)

$$N = \frac{S \cdot (H_v + H_{s1})^{3/4}}{\sqrt{Q/2}} = \frac{1,000 \times \{9.5 + (-4)\}^{3/4}}{\sqrt{30/2}} = \frac{1,000 \times 5.5^{3/4}}{\sqrt{15}} = 927$$

전동기실 회전수  $N_m \leq N$  로부터

60Hz인 때  $N_m = 880$  rpm(8P) 로 된다.

회전수를 구하는 간략법으로서 배출량의 최대값의 눈금이 설계점의 120% 이내의 경우는 흡입양정으로부터 그림 3.6.2에 의거 회전수를 구할 수 있다. (이 경우 흡입양정은 흡입실양정으로부터 120%  $Q$ 인 때의 흡입관손실수두로 차인한 것이다)

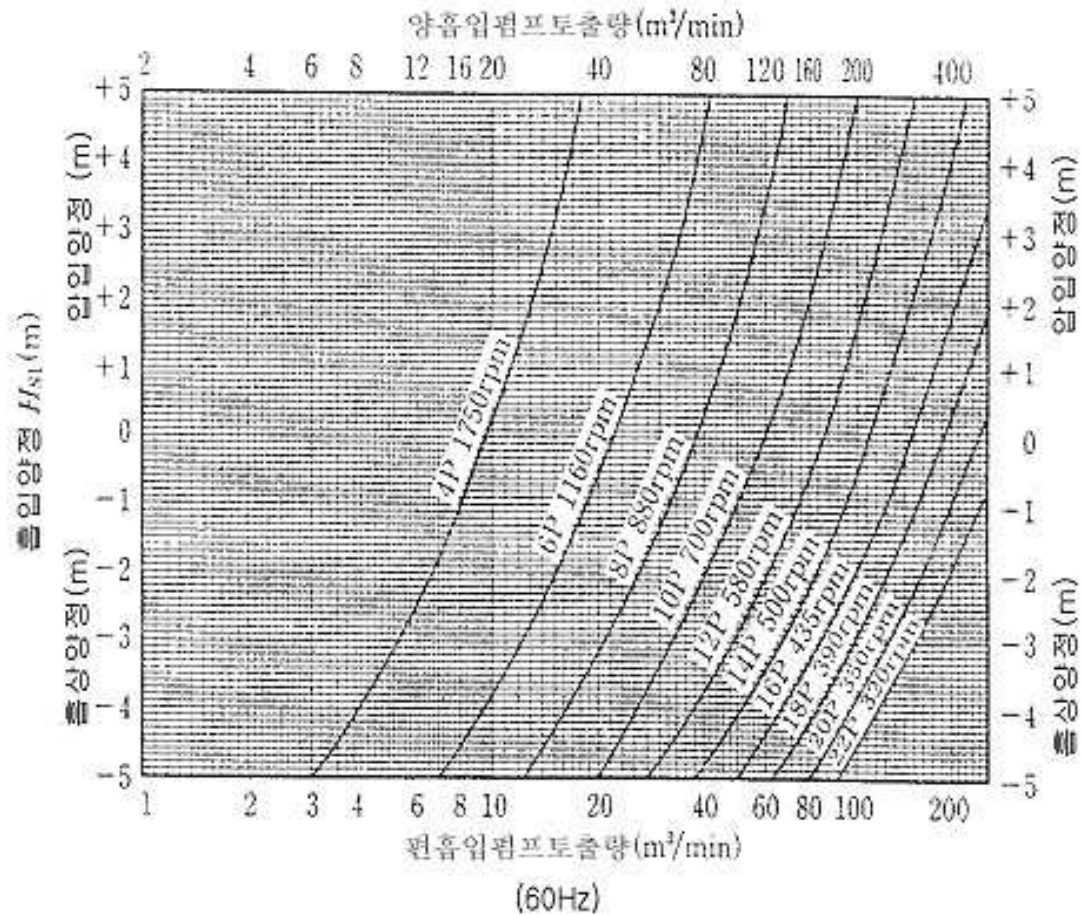
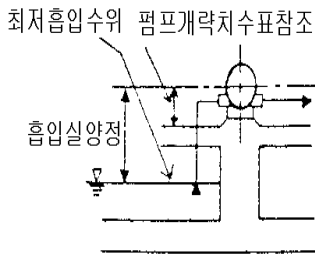


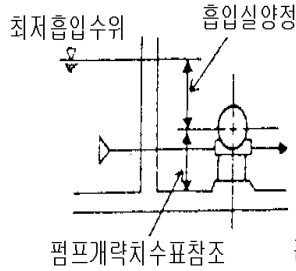
그림 3.6.2 원심펌프(편흡입, 양흡입)의 회전수와 흡입양정(횡축, 입축공용)

- (주) 1. 회전수는 동기속도에 3%의 슬립률을 고려한 것이다.  
 2. 흡입실양정은 다음에 의한다.  
 3. 흡입양정  $H_{SI}$ 은 흡입실양정으로부터 흡입관의 배관손실수두를 차인한 것이다.  
 4. 그림중의 배출량은 설계점 배출량이다.  
 5. 배출량이 120% 이내인 사용범위에 적용

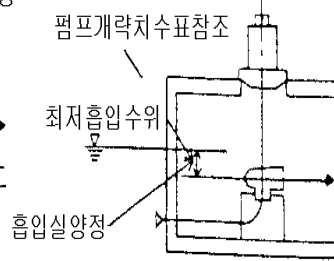
흡상인 경우



압입인 경우



입축면흡입원심펌프의 경우



[참고]

[예] 1. 흡상인 경우

배출량 18m<sup>3</sup>/min (설계점배출량), 흡입양정이 +3m {=흡입실양정(-3.5m) -120% Q인 때의 흡입관손실수두(0.5m)}로, 양흡입원심펌프(50Hz)인 경우의 회전수는 970rpm(6P)가 된다.

비속도의 검토

$$\text{전양정 } H = 41\text{m 인 경우 } N_s = 970 \times \frac{\sqrt{18/2}}{41^{3/4}} = 180$$

120 ≤ N<sub>s</sub> ≤ 650의 조건을 만족하므로 선정한 회전수(970rpm)로 결정한다.

$$\text{전양정 } H = 75\text{m 인 경우 } N_s = 970 \times \frac{\sqrt{18/2}}{75^{3/4}} = 114$$

120 ≤ N<sub>s</sub> ≤ 650 의 조건을 충족치 못하므로 다시 회전수를 상세하게 검토한다.

2. 압입인 경우

배출량 18m<sup>3</sup>/min (설계점배출량), 흡입양정+4m {=흡입실양정(+3.5m) -120% Q인 때의 흡입관손실수두(0.5m)}로, 양흡입원심펌프(50Hz)인 경우의 회전수는 1,450rpm(4P)가 된다.

비속도의 검토

$$\text{전양정 } H = 17\text{m 인 경우 } N_s = 1,450 \times \frac{\sqrt{18/2}}{17^{3/4}} = 520$$

120 ≤ N<sub>s</sub> ≤ 650의 조건을 만족하므로 선정한 회전수(970rpm)로 결정한다.

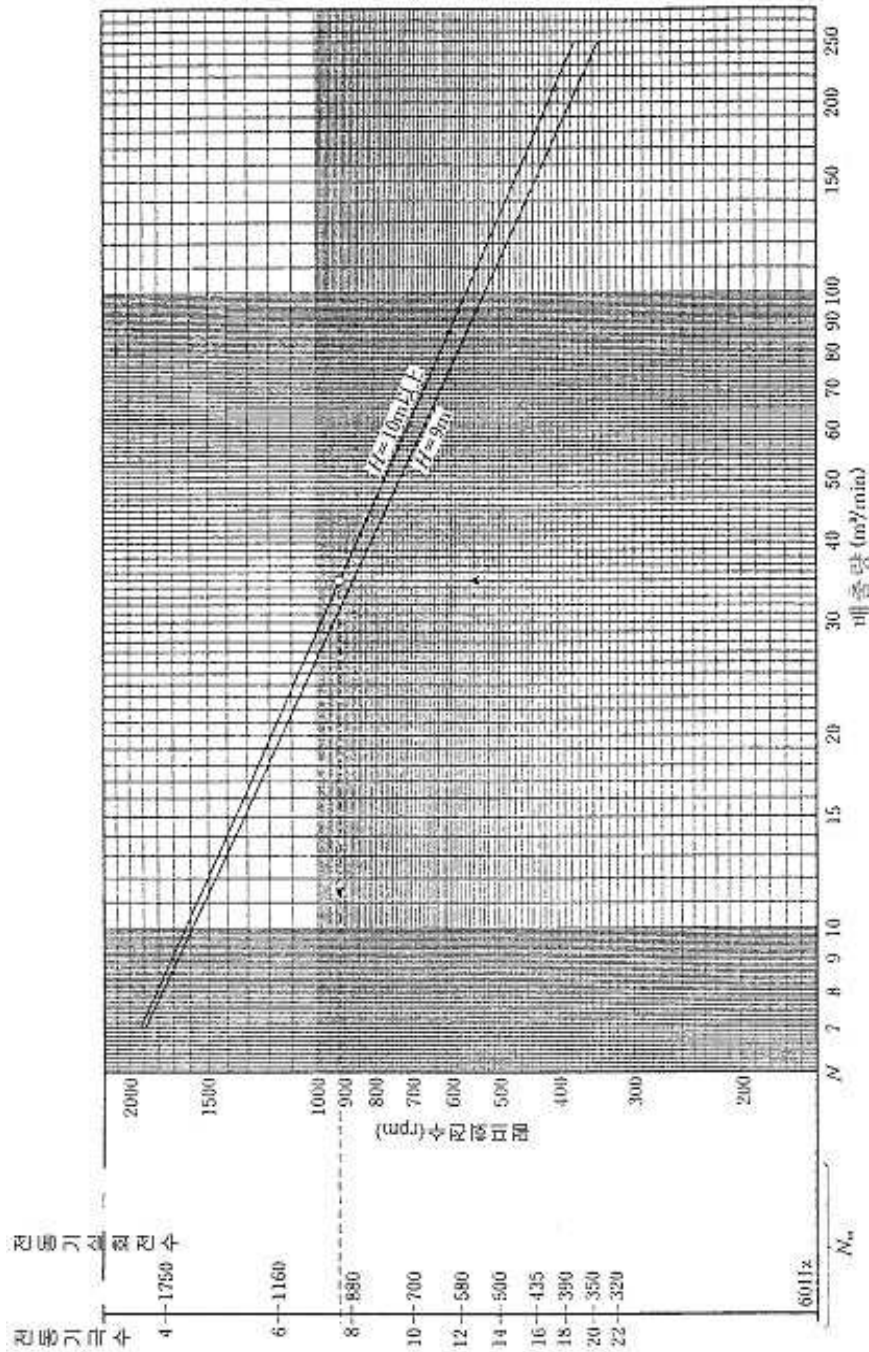
$$\text{전양정 } H = 60\text{m 인 경우 } N_s = 1,450 \times \frac{\sqrt{18/2}}{60^{3/4}} = 202$$

120 ≤ N<sub>s</sub> ≤ 650의 조건을 만족하므로 선정한 회전수(1,450rpm)로

결정한다.

## 2) 입축 사류펌프

입축 사류펌프의 회전수를 구하는 간략법으로서는 배출량의 최대값의 눈금이 설계점의 120% 정도인 경우 전양정과 설계점 배출량으로부터 그림 3.6.3 에 의거 구할 수 있다.



주) 1. 회전수는 동기속도에 3%의 슬립을 고려한 것이다.

2. 전동기 회전수의 선정은

$N_{0.5} \leq N$  의 조건을 만족하는 것으로 결정한다.

$N_0$  : 전동기의 실제회전수 (rpm)

$N$  : 본 그림에 의거 선정된 펌프회전수 (rpm)

3. 펌프의 비속도  $N_s \leq 1,000$  으로 한다.

[예] 배출량 35m³/min, 전양정 10m일 때 펌프의 회전수는

915 rpm, 전동기 실제회전수는 다음과 같다.

60Hz, 8p 880rpm

그림 3.6.3 입축사류펌프 회전수 선정도

나. 저양정 펌프

저양정 펌프는 흡입양정의 변동, 운전범위의 변동이 크다.

예컨대 흡수면과 배출수면이 동일 높이가 될 때도 있다. 이 때문에 저양정 펌프는 펌프의 흡입성능 및 설치높이를 검토할 필요가 있다.

1) 설계점에서 펌프가 요구하는 순흡입수두( $H_{svo}$ )

설계점에서 펌프가 요구하는 순흡입수두( $H_{svo}$ ) 그림 3.6.3 및 그림 3.6.4 으로서 펌프회전수를 결정하고 그림 3.6.5 및 그림 3.6.6 으로 구할 수 있다. 또한, 식 (3.6.3)으로부터 계산하여 구할 수도 있다.

$$N = N_s \cdot \frac{H^{3/4}}{Q^{1/2}} \dots\dots\dots(3.6.3)$$

$N$ : 펌프회전수 (rpm)

$N_s$ : 비속도      축류펌프  $N_s = 1,500 \sim 1,600$

사류펌프  $N_s = 900 \sim 1,000$

$H$ : 설계점에서의 전양정 (m)

$Q$ : 설계점에서의 배출량 ( $m^3/min$ )

$$H_{svo} = \left( \frac{N \cdot \sqrt{Q}}{S} \right)^{4/3} \dots\dots\dots(3.6.4)$$

$H_{svo}$ : 펌프가 요구하는 순흡입수두

설계점에 있어서 기준 「배수편」 을 참고한다.

$S$ : 흡입비속도      축류펌프  $S = 1,200$

사류펌프  $S = 1,300$

$N$ : 펌프회전수 (rpm)

$Q$ : 배출량 ( $m^3/min$ )



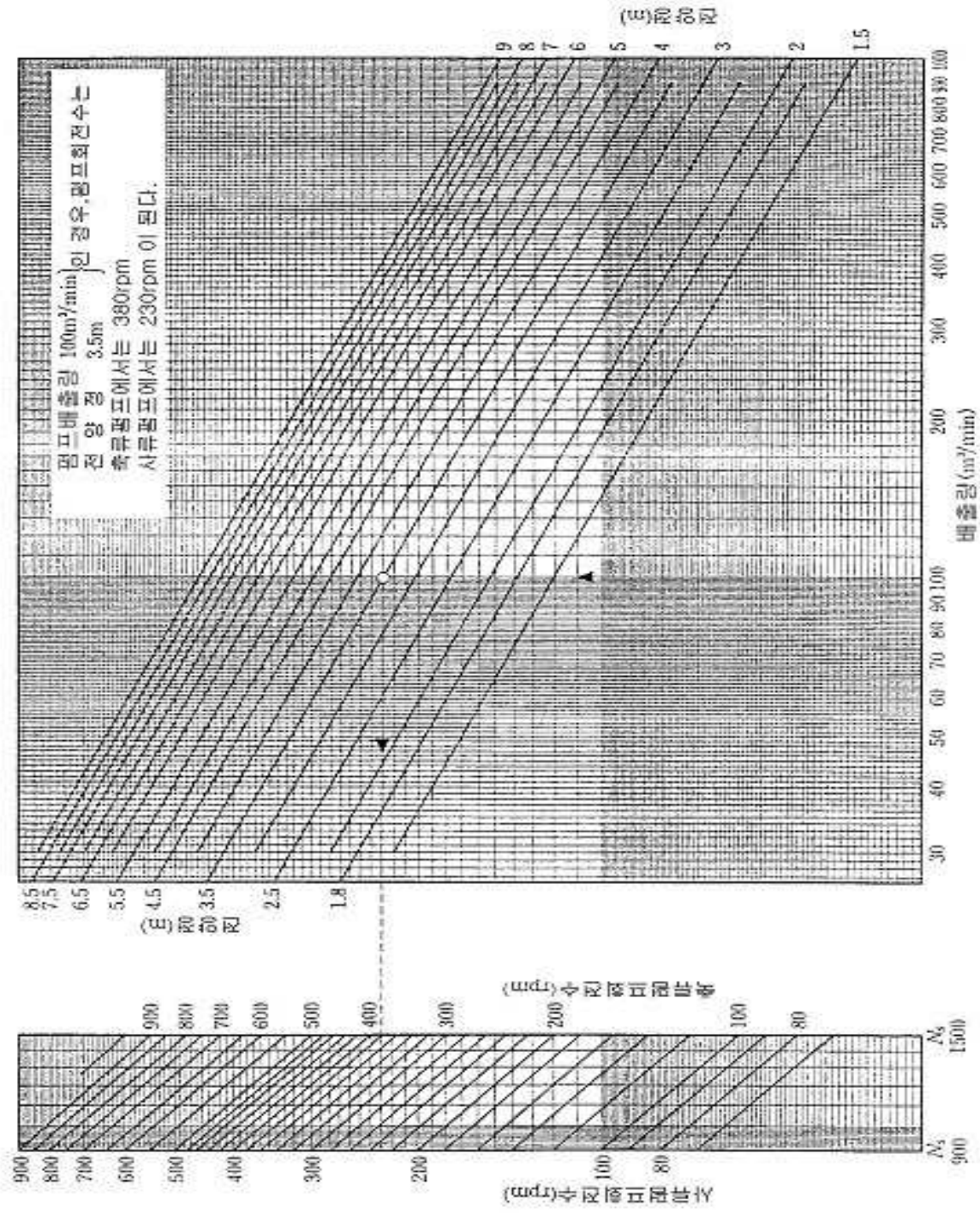


그림 3.6.4 저양정 펌프회전수 선정도  
 (축류펌프  $N_s = 1,500$ , 사류펌프  $N_s = 900$ )



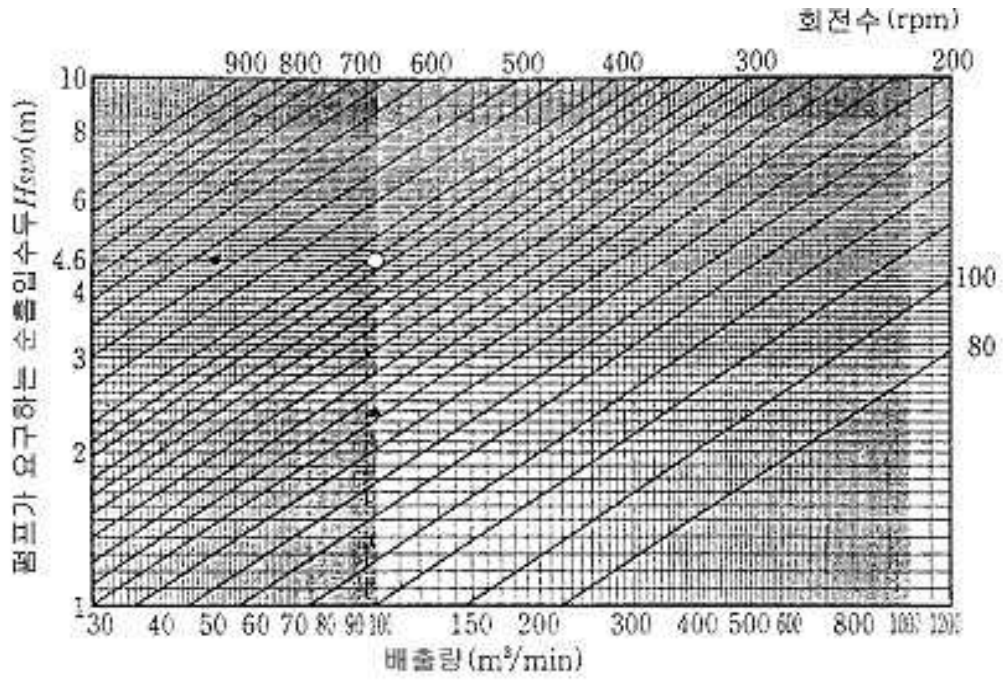


그림3.6.5 펌프가 요구하는 순흡입수두  $H_{svo}$   
(축류펌프  $s=1,200$ )

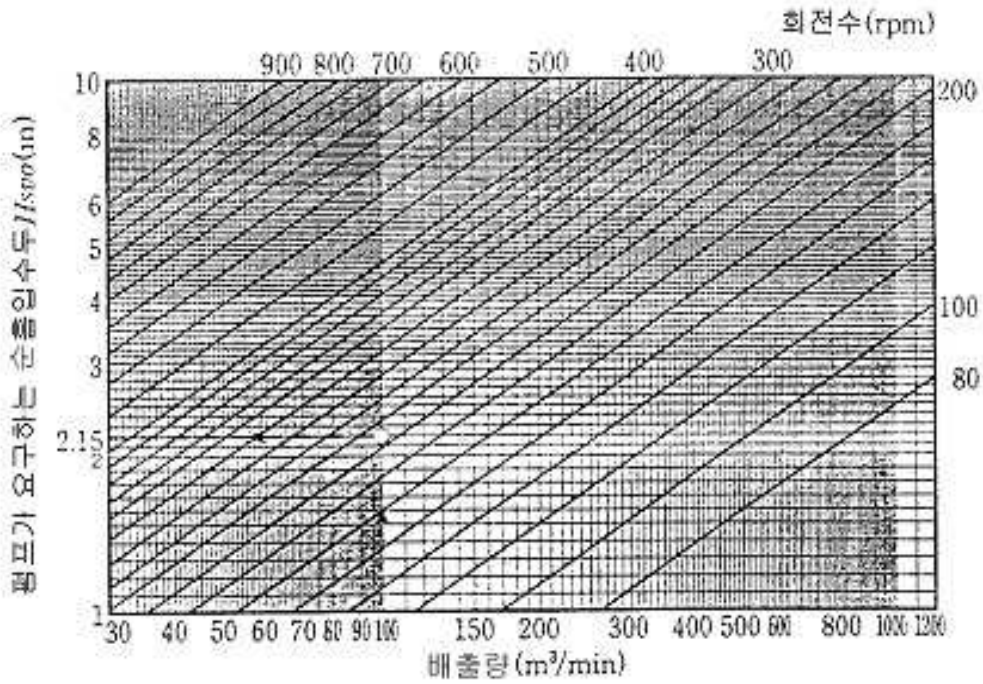


그림3.6.6 펌프가 요구하는 순흡입수두  $H_{svo}$   
(사류펌프  $s=1,300$ )

2) 설계점 이외에 있어서 펌프가 요구하는 순흡입수두( $H_{sv}$ )  
 설계점 이외의 운전 범위내에서 펌프가 요구하는 순흡입수두( $H_{sv}$ )는 다음과  
 같은 순서로 산출한다.

①  $\frac{h_{amin}}{h_t}$  를 구한다.

$h_{amin}$ : 최저실양정 (m)

$h_t$ : 설계점에서의 펌프의 전양정 (m)

②  $\frac{h_l}{h_t}$  을 구한다.

$h_l$ : 배관손실 (m)

③ 그림 3.6.7(a) 및 그림 3.6.8(a)로부터  $\frac{h_{amin}}{h_t}$  와  $\frac{h_l}{h_t}$  의 교점의 배출  
 량 비  $q$  를 구한다.

④ 그림 3.6.7(b) 및 그림 3.6.8(b)의  $q$ 로부터 계수  $\alpha$ 를 구한다.

이상 ①~④의 순으로 구한  $\alpha$  에 의거 설계점 이외에 있어서의 펌프가 요구  
 하는 순흡입수두( $H_{sv}$ )는 식(3.6.5)으로부터 구할 수가 있다.

$$H_{sv} = \alpha \times H_{sv0} \dots\dots\dots (3.6.5)$$

$H_{sv}$ : 설계점 이외에 있어서 펌프가 요구하는 순흡입수두 (m)

$\alpha$ : 그림 3.6.7(b) 및 그림 3.6.8(b) 으로부터 구한 계수

$H_{sv0}$ : 설계점에서 펌프가 요구하는 순흡입수두 (m)

3) 허용흡입실양정 ( $H_{s2}$ )

허용 흡입실양정은 식 (3.6.6)으로 구할 수 있다.

$$\pm H_{s2} = P_a - P_v - h_{ls} - H_{sv} - 0.5 \dots\dots\dots (3.6.6)$$

$H_{s2}$ : 허용흡입실양정 (m)

+  $H_{s2}$  : 횡축펌프인 경우      -  $H_{s2}$  : 입축펌프인 경우

$P_a$ : 대기압 = 10.33 m

$P_v$ : 증기압 = 0.33 m

$h_{ls}$ : 배출량비  $q$  에 있어서 흡입관손실수두 (m)

$H_{sv}$ : 계획점 이외에서 펌프가 요구하는 순흡입수두 (m)

0.5: 흡입여유수두 (m)

흡입여유수두의 0.5m는 펌프설비를 계획할 경우에 불확정한 제반조건을 고려하여 사용할 여유이다. 이 여유수두를 보는 것으로 ① 펌프가 고가의 형식으로 변하는 경우, ② 설치 축방향이 입축으로 변하여 유지관리가 불리하게 될 경우, ③ 펌프를 운전하는 수위관계, ④ 펌프가 설치되는 바닥높이, ⑤ 펌프의 흡입성능 등을 재조사 검토하여 조정할 때이다. 이 흡입여유수두는 펌프 운전이 안전 확실하게 시행될 경우에는 이 여유수두를 생략하고 되도록 경제적인 유지관리에 유리한 펌프형식·설치방식을 채용하여야 한다.

#### 4) 판정기준

판정을 할 경우에는 다음의 사항에 유의한다.

가) 펌프의 설치높이와 회전수의 적부를 판정하는 것은 펌프설비계획에서 가장 중요한 작업의 하나이다.

나) 식 (3.6.6)으로 구한 펌프의 허용흡입실양정  $H_{s2}$  와 실제로 펌프가 설치된 때의 최저수위로부터 펌프 임펠러입구상단까지의 높이  $H'_{s2}$ (입축인 경우는 임펠러입구까지의 깊이)를 비교하여 판정한다.

#### 다) 판정기준

횡축펌프인 경우 :  $H_{s2} > 0$ , 또  $H'_{s2} \leq H_{s2}$  를 만족하게 할 것

입축펌프인 경우 :  $H'_{s2} \leq H_{s2}$  를 만족하게 할 것

또한 입축펌프에 있어서  $H_{s2}$  가 표 3.5.12~표 3.5.17 에서 표시하는 물에 잠기는 깊이( $E$  규격)보다 대단히 클 경우에는 별도 펌프의 비속도를 검토할 필요가 있다.

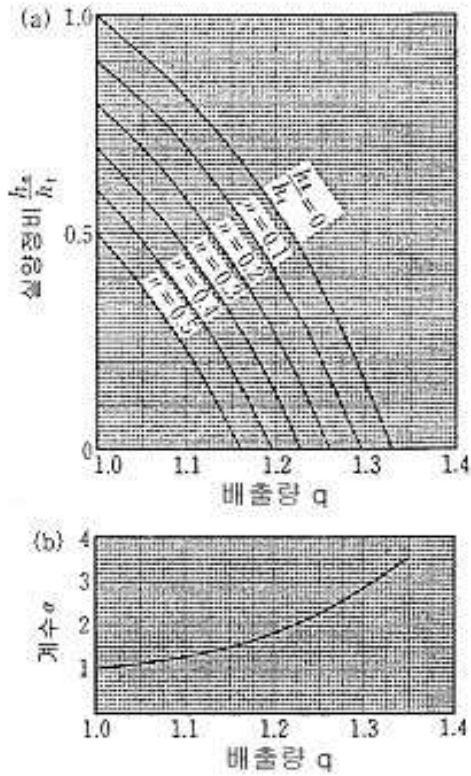


그림 3.6.7 축류펌프( $N_s=1,500$ ) 특성도

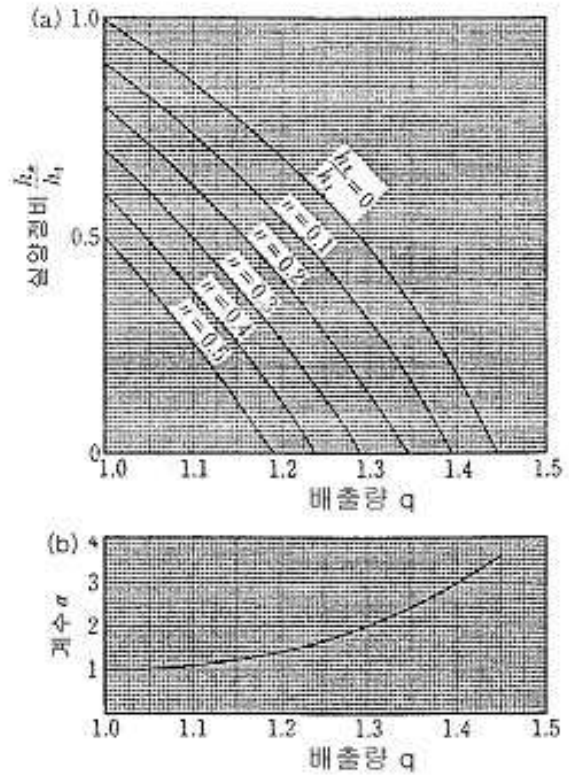


그림 3.6.8 사류펌프( $N_s=900$ ) 특성도

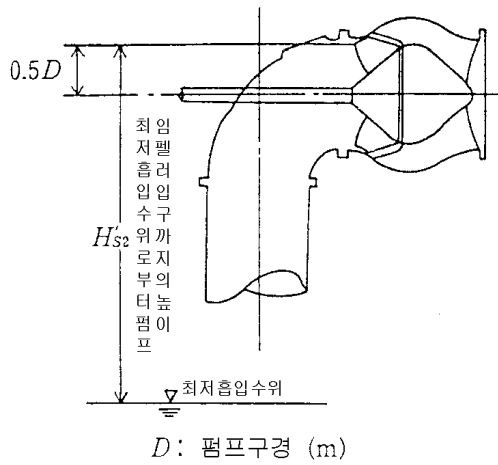


그림 3.6.9 횡축펌프의  $H'_{s2}$

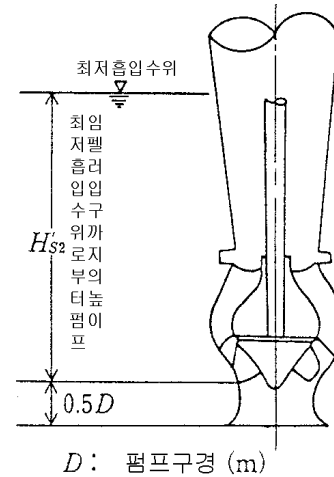


그림 3.6.10 입축펌프의

$H'_{s2}$

**[참고]**

[계산 예] 저양정 펌프의 회전수와 흡입양정과 설치높이의 검토  
 펌프의 계획 개요

설계배수량	$Q = 100 \text{ m}^3/\text{min}$		
설계실양정	$h_a = 2.8 \text{ m}$ (최저실양정 $h_{a \text{ min}} = 0 \text{ m}$ )		
배관손실수두	$h_l = 0.7 \text{ m}$ (흡입배관손실 $h_{ls} = 0.18 \text{ m}$ )		
펌프전양정	$h_t = 3.5 \text{ m}$		
최고흡수수위	+ 1.50	최고배출수위	+ 5.00
초기흡수수위	+ 1.00	계획배출수위	+ 4.50
최저흡수수위	+ 0.50	최저배출수위	+ 0.50

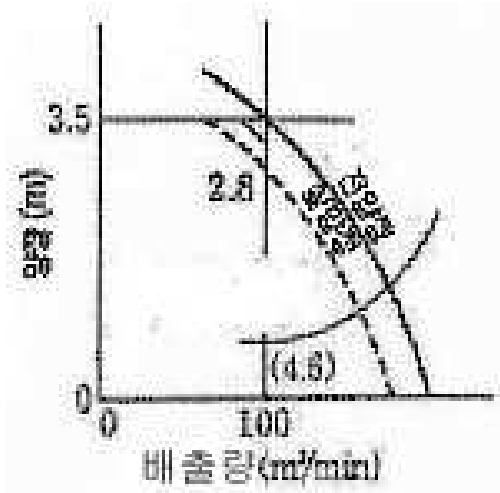
1) 횡축축류펌프에 의한 검토

이상의 계획 개요에 대하여 횡축축류펌프로 계획할 때 펌프의 흡입성능(최저흡입수위로부터의 설치높이)에 대하여 검토한다.

조건이 엄격한 최저 실양정의 경우와 최저흡입수위의 경우에 대하여 검토를 한다. (어느 경우라도 배출측 수위는 최저배출수위로 한다)

이 경우는 그림 3.6.4로부터 펌프회전수  $N=380\text{rpm}$  그림 3.6.5로부터 펌프가 요구하는 정미흡입수두  $H_{sv0}=4.6\text{m}$  가 된다.

펌프 전양정에 대한 최저실양정 및 배관손실수두의 관계는 각각 다음과 같다.



$$\frac{h_{a \text{ min}}}{h_t} = \frac{0}{3.5} = 0$$

$$\frac{h_l}{h_t} = \frac{0.7}{3.5} = 0.2$$

그림 3.6.7(a)로부터  $\frac{h_{a\text{ mim}}}{h_t}$  와  $\frac{h_l}{h_t}$  의 교점의 배출량비  $q$  를 구하면

$$q = 1.26$$

그림 3.6.7(b)로부터  $q = 1.26$  일 때  $a = 2.3$  이 구해진다.

펌프의 최저실양정에 있어 순흡입수두( $H_{sv}$ ) 는

$$H_{sv} = a \times H_{sv0} = 2.3 \times 4.6 \approx 10.6 \text{ m}$$

이  $H_{sv}$  에 대응하는 허용흡입실양정  $H_{s2}$  를  $h_{fs} = 0.3 \text{ m}$  로 하여 식 (3.6.6)으로 구하면

$$H_{s2} = 10.33 - 0.33 - 0.3 - 10.6 - 0.5 = -1.4 \text{ m}$$

횡축펌프의 경우, 판정기준으로부터  $H_{sv}$  가 (-)부호가 되므로 본 계획에서는 횡축 축류펌프로는 부적당하다.

2) 횡축사류펌프 또는 입축 축류펌프에 의한 검토

상기 1)항에서 횡축축류펌프로 계획하였으나 부적당하였으므로 횡축사류펌프, 또는 입축 축류펌프로 계획을 변경한다.

가) 횡축사류펌프에 의한 계획

$$\text{펌프 회전수} \quad N = 230 \text{ rpm}$$

$$H_{sv0} = 2.15 \text{ m}$$

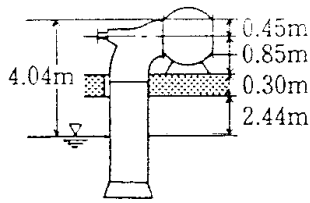
$$\text{그림 3.5-8(a)로부터} \quad q = 1.345$$

$$\text{그림 3.5-8(b)로부터} \quad a = 2.4$$

$$H_{sv} = a \times H_{sv0} = 5.16 \text{ m}$$

$$\text{식 (3.6.6)으로부터} \quad H_{s2} = 10.33 - 0.33 - 0.3 - 5.16 - 0.5 = 4.04 \text{ m}$$

횡축펌프인 때의 판정기준으로부터  $H_{sv}$  가 (+)부호이므로 횡축사류펌프도 채용이 가능하나 흡수수위로부터 펌프의 임펠러 입구 상단까지의 높이를 4.04 m 이하로 할 필요가 있다.



좌측 그림의 경우, 최저흡입수위에 대하여 슬래브 밑으로 2.44 m의 여유가 있으나 최고 흡입수위시에는 슬래브 하부로부터 압력이 작용할 경우에는 토목설계에 반영할 필요가 있다.

나) 입축축류펌프에 의한 계획

$H_{sv} = 10.6\text{m}$  에 대하여  $H_{s2}$  를 식 (3.6.6)으로부터 구하면

$$- H_{s2} = 10.33 - 0.33 - 0 - 10.6 - 0.5$$

$$H_{s2} = 1.1\text{m}$$

이 입축축류펌프는 그림 3.4.7로부터 구경 900mm이고 표 3.4.15, 표 3.4.16로부터 벨 마우스의 물에 잠기는 깊이( $E$ )는 1.6m 이며,  $H'_{s2} = (1.6 - 0.5D) = 1.15\text{m}$  가 되므로 입축펌프인 경우의 판정기준  $H'_{s2} \geq H_{s2}$  를 만족하므로 입축축류펌프의 채용이 가능하다. 또 계산결과가  $H_{s2} = 1.15\text{m}$  이상으로 될 경우는  $E$  규격을 1.6m 이상으로 하면 좋으나  $E$  규격이 표에 나타난 값보다 너무 큰 경우에는 별도의 비속도를 검토할 필요가 있다.

### [참고]

펌프에 사용하는 재료는 설치장소, 사용조건을 검토하여 안전하고 경제적인 최적한 것으로 선정할 필요가 있으나 농업수리시설로 설치되는 펌프에 사용되는 일반적인 재질을 아래와 같이 표시한다.

#### 1) 소형다단 원심펌프

##### (1) 일반

다음 표에 명시되지 않은 사항은 KS B 7501 및 '70211 펌프설비일반'에 따른다.

##### (2) 구조 및 재질

항 목	재 질	규 격	비 고
주 축	STS403	KS D 3706	
임 펠 러	BC6	KS D 6002	

#### 2) 자흡식 원심펌프

##### (1) 일반

다음 표에 명시되지 않은 사항은 KS B 7501 및 '70211 펌프설비일반'에 따

른다.

(2) 구조 및 재질

항 목	재 질	규 격	비 고
주 축	STS403	KS D 3706	
임 펠 러	BC6	KS D 6002	

3) 양쪽흡입 볼류트펌프

(1) 일반

다음 표에 명시되지 않은 사항은 KS B 7501 및 ‘70211 펌프설비일반’에 따른다.

(2) 구조 및 재질

항 목	재 질	규 격	비 고
케 이 싱	GC250	KS D 4301	
임 펠 러	BC6	KS D 6002	
주 축	STS403	KS D 3706	
슬 래 브	BC6	KS D 6002	
라이너링	BC6	KS D 6002	
공통베드	SS400	KS D 3503	

4) 횡축펌프

(1) 일반

다음 표에 명시되지 않은 사항은 KS B 7501 및 ‘70211 펌프설비일반’에 따른다.

(2) 구조 및 재질

항 목	횡축사류펌프		횡축축류펌프		비 고
	재 질	규 격	재 질	규 격	
케 이 싱	GC250	KS D 4301	GC250	KS D 4301	
임 펠 러	BC6	KS D 6002	BC6	KS D 6002	
주 축	STS304	KS D 3706	STS304	KS D 3706	
슬 리 브	BC6	KS D 6002	BC6	KS D 6002	
라이너링	BC6	KS D 6002	BC6	KS D 6002	
공통베드	SS400	KS D 3503	SS400	KS D 3503	
볼트·너트	STS304	KS D 3706	STS304	KS D 3706	



5) 입축펌프

(1) 일반

다음 표에 명시되지 않은 사항은 KS B 7501 및 '70211 펌프설비일반'에 따른다.

(2) 구조 및 재질

항 목	입축사류펌프		입축축류펌프		비 고
	재 질	규 격	재 질	규 격	
케 이 싱	GC200	KS D 4301	GC200	KS D 4301	
임 펠 러	BC6	KS D 6002	BC6	KS D 6002	
펌 프 축	STS403	KS D 3706	STS403	KS D 3706	
라 인 축	STS403	KS D 3706	STS403	KS D 3706	
슬 리 브	BC6	KS D 6002	BC6	KS D 6002	
펌 프 볼	GC200	KS D 4301	GC200	KS D 4301	
토출곡관	GC200	KS D 4301	GC200	KS D 4301	
펌프베이스	SS400	KS D 3503	SS400	KS D 3503	

6) 수중모터펌프

(1) 일반

다음 표에 명시되지 않은 사항은 KS B 6320 및 '70211 펌프설비일반'에 따른다.

(2) 구조 및 재질

항 목	깊은 우물용 수중모터펌프		배수용 수중모터펌프		비 고
	재 질	규 격	재 질	규 격	
케 이 싱	STS304	KS D 3698	GC150	KS D 4301	
임 펠 러	STS403	KS D 3706	BC6	KS D 6002	
펌 프 축	STS403	KS D 3706	STS403	KS D 3706	

7) 수중사류·축류펌프

1) 구조 및 재질

항 목	수중 사류 펌프		수중 축류 펌프		비 고
	재 질	규 격	재 질	규 격	
컬럼파이프	SS400	KS D 3503	SS400	KS D 3503	
몸 체	GC200	KS D 4301	GC200	KS D 4301	
임 펠 러	SSC13	KS D 4103	SSC13	KS D 4103	

펌프축	SST403	KS D 3706	SST403	KS D 3706	
샤프트 씬	실리콘 카바이드	Twin Mechanical Seal	실리콘 카바이드	Twin Mechanical Seal	
볼트·너트	STS304	KS D 3706	STS304	KS D 3706	

(주) 1. 고양정원심펌프(양흡입 및 입축)는 대략 양정80m이상으로 임펠러는 스테인레스강 주강, 케이싱은 닥타일주철 또는 탄소강주강이 채용되고 있다.

2. 특히 수질이 나쁜 경우에는 스테인레스강 주강 등 적절한 재질을 선정하는 것이 바람직하다.
3. 대형펌프의 경우(구경 2,200mm 정도이상)는 케이싱의 일부를 강판으로 제작하는 수도 있다.
4. 위 표의 부품 이외에 베어링은 세라믹베어링이, 또는 축봉장치로 무급수축봉장치가 채용되는 경우도 있으나 다음의 사항에 유의할 필요가 있다.

<세라믹베어링> (1) 가격이 고무베어링에 비해서 고가이다.

(2) 해수가 혼입되는 경우는 제작회사와 상담할 필요가 있다.

(3) 2상식의 경우 스라스트는 펌프지지로 할 필요가 있다.

(4) 베어링 스리브는 초합금이 채용된다.

<무급수축봉장치> (1) 가격은 그랜드팩킹에 비해서 고가이다.

(2) 횡축펌프에 채용하는 경우, 공기 혼입이 그랜드 팩킹보다 많고 낙수발생 위험도 있으므로 소수량 운전시 제약이 있다.

### 3.7 원동기의 설계

원동기는 동력원의 입지조건, 펌프의 운전상황, 유지관리 및 환경조건 등을 검토하여 신뢰성이 높고, 펌프의 회전수에 맞는 회전수가 확보되며 또한 펌프운전범위에서 과부하가 발생하지 않는 출력을 가져야 한다. 동력전달장치는 펌프와 원동기의 형식 및 회전수 등을 검토하여 적절한 감속비 및 전달용량을 가진 경제적인 것이어야 한다.

#### 3.7.1 원동기의 선정

원동기 종류의 선정은 펌프장의 입지조건, 펌프의 운전상황, 신뢰성, 운전관리비 등에 따라서 달라진다.

입지조건 및 운전상황은 전원을 간단히 얻을 수 있고 특히 상시운전을 필요로 하는 곳에서는 전동기를 선택하고, 전원이 불량한 지구, 혹은 연간 운전시간이 매우 제한되어 있는 지구에서는 내연기관을 선정하는 것이 일반적이다.

신뢰성 면에서는 평시 강우에도 배수불량이 되고 호우시에 직접 담수피해를 입으며, 통상적으로 높은 외수위가 장시간 계속되는 지구에서는 전원의 고장에 대비하여 전동기와 내연기관을 병용하는 것도 고려할 필요가 있다.

운전비용은 용수의 경우는 비교적 연간 운전시간은 길고, 배수의 경우는 용

수에 비해서 운전시간이 짧은 점 등의 조건을 비교 검토하여 경제적인 것을 선정해야 한다. 또한 양수 패턴상 단시간 운전의 펌프는 내연기관을 사용하고 장시간 운전의 펌프는 전동기를 사용하는 병용방식이 기본전기요금관계상 유리할 경우도 있으므로 검토할 필요가 있다.

펌프의 원동기는 직결운전이 바람직하지만 양자의 회전속도나 회전축방향이 다른 경우에는 치차감속기를 전달 장치로 검토할 필요가 있다.

원동기가 전동기인 경우는 펌프회전에 따라 전동기의 극수를 증감하는 방법이나 감속기를 장치하는 방법이 있는데 선정에는 경제성을 검토한다. 특별히 완충작용이나 진동방지 등이 필요한 경우에는 유체계수 등을 전달 장치로 검토할 필요가 있다. 표 3.7.1 는 전동기와 내연기관을 비교한 것을 나타낸다.

표 3.7.1 전동기와 내연기관의 비교

구 분	전 동 기	내 연 기 관	
		디젤기관	개스터빈
장 점	(1) 변전소 및 한전선로가 가깝고 공급전압이 전동기가 요구하는 전압과 합치할 시 초기 투자를 적게 할 수 있다. (2) 조작이 간단하다. (3) 구조물에 대한 하중이 작고 진동없는 원활한 운전가능하다. (4) 유지관리가 용이하다.	(1) 정전시에도 조작이 중단될 염려가 없다. (2) 운전빈도가 적은 경우에는 전력요금(특히 기본요금)을 절감할 수 있다.	(1) 냉각수가 필요없다. (2) 좌동 (3) 진동이 적은 원활한 운전을 할 수 있다.
단 점	(1) 수전선로의 절단, 발전소, 변전소 등 사고가 발생하는 경우 펌프자체 능력이 크게 감소된다. (2) 운전 빈도가 적은 경우에도 계약전력 관계상 운전비용이 많이 든다.	(1) 건축물에 대한 하중이 크다. (2) 휴지기간 중에도 관리운전필요가 있다. (3) 유지관리에 난점이 있다.	(1) 출력별 기종이 적다. (2) 공냉용 닥트가 커서 스페이스가 필요 (3) 좌동

#### 가. 원동기의 종류

##### 1) 주 펌프용 전동기

전동기의 종류를 대별하면 유도전동기, 동기전동기, 직류전동기, 교류정유자전동기 등이 있으며 이들 전동기 가운데 펌프구동용 전동기로서는 유도전동기가 구조가 간단하고 취급이 용이하며 가격이 저렴한 장점이 있기 때문에 가장 많이 사용되며, 대형 저속펌프의 경우에는 동기(同期)전동기가 사용되고 있다.

유도전동기 중 전동기 용량이 작은 경우에는 대부분 농형유도전동기가 이용

되고 있으며 용량이 큰 경우에는 시동전류 때문에 권선형(捲線型) 유도전동기도 많이 사용된다.

가) 전동기의 선정

전동기를 선정할 경우에는 다음사항을 검토할 필요가 있다.

(1) 부하로부터 요구되는 특성이나 유지관리의 난이성 등에 대해서 유도전동기와 동기전동기 가운데 어느 것이 적합한가?

(2) 전원용량과의 관계에서 시동방식은 타당한가?

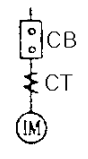
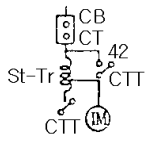
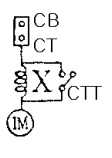
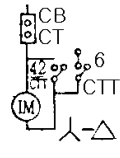
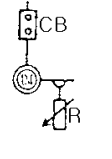
(3) 전동기용량에 있어 전압의 선정은 올바르게 되었는가?

(4) 보호구조, 냉각방식은 사용 환경에 적합한가?

나) 전동기의 시동방식

전동기의 시동방식을 표 3.7.2 에 표시한다.

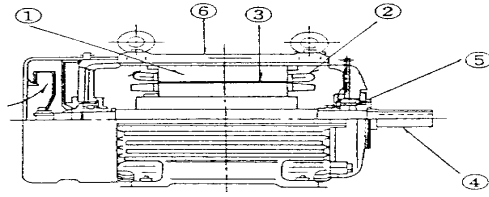
표 3.7.2 전동기의 시동방식

시 동 방 식		단자전압 (계통전압)	시동토크 (전전압 시동 토크)	시동전류 (전전압 시동 전류)	구 조(예)	
농형 전동기	직 입 (전전압시동)	1.0	1.0 (100 ~ 150%)	1.0 (400 ~ 700%)		
	감전압시동	시동보상기에 의한 시동 (변압기시동) 80% 탭	0.80	0.64	0.64	
		65% 탭	0.65	0.42	0.42	
		50% 탭	0.50	0.25	0.25	
	리액터시동 80% 탭	0.80	0.64	0.80		
65% 탭	0.65	0.42	0.65			
50% 탭	0.50	0.25	0.50			
Y-△ 시동	0.575	0.333	0.333			
권선형 전동기	2차저항 시동	1.0	1.0	전부하 전류로 시동 가능		
동기 전동기	농형전동기와 같다. 단, 시동완료후 일정시간에 여자회로(勵磁回路)를 회생시키는 장치가 필요					

(주) CB: 차단기 CT: 계측용변압기 CTT: 접촉기 St-Tr: 시동용변압기  
X: 리액터 R: 시동저항기 42: 운전용접촉기 6: 시동용접촉기 IM: 유도전

### [참고] 전동기의 종류와 특징

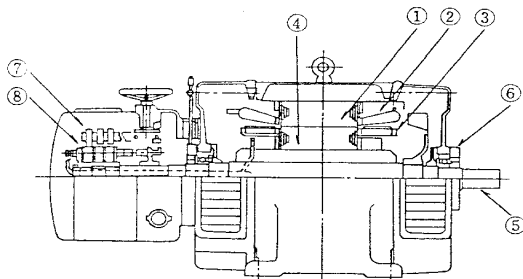
- 1) 농형(籠型) 유도전동기



번호	명칭
1	고정자 철심
2	고정자 코일
3	회전자 철심
4	축
5	베어링
6	하우징

- 구조가 간단하고 견고하여 취급이 용이하고 가격도 저렴하기 때문에 소형부터 대형까지 가장 많이 사용된다.
- 고장이 적고 보수가 간단하다.
- 시동시의 손실은 전동기내부에서 전체적으로 발생하므로 관성이 큰 부하나 고빈도 시동의 용도에는 회전자의 열용량이 큰 것이 필요하다.
- 시동전류가 크기(정격의 6~7배) 때문에 전원의 전압강하 등의 배려가 필요하다.
- 시동 토크가 권선형에 비해서 작다.
- 시동전류를 가능한 한 제한하고 더욱이 시동 토크를 크게 하기 위해서 고안된 특수농형이 일반적으로 많이 사용되고 있다.
- 대체로 일정회전 운전이 대부분이지만 속도제어를 요구에는 극수절체 등 여러가지 방식이 있다. 또한 최근에는 급속하게 진보된 반도체를 이용한 속도 제어장치로 직류기와 동등의 속도제어(인버트 제어)를 하게 되어 그 적용범위가 넓다.
- 저부하로 역률이 나쁜 단점이 있으므로 콘덴서로 개선한다.

## 2) 권선형 유도전동기



번호	명칭
1	고정자 철심
2	고정자 코일
3	회전자 코일
4	회전자 철심
5	축
6	베어링
7	브러시 및 보지기
8	슬립 링

· 시동전류를 제한할 필요가 있는 경우, 속도제어를 제어용저항기 또는 셀

비우스 등의 속도제어장치로 시행할 경우 및 관성( $GD^2$ )이 큰 부하, 시동빈도가 높은 농형에 대응할 수 있는 부하를 운전하는 경우 등에 이용된다.

· 전동기 외부에 시동저항기를 접속하여 시동전류를 제한(일반적으로 정격전류의 100%~150%)할 수 있다.

· 속도를 제어할 경우 외부에 속도제어용 저항기를 접속하여 간단히 속도를 제한할 수 있다. 이 경우 저항기에서 발생하는 손실은 모두 열이 되어 효율의 저하로 연결된다.

· 효율이나 속도제어 할 경우는 셀 비우스 방법으로 제어할 수 있다.

· 시동 완료 후 2차 단락운전을 행할 경우는 2차 단락 및 브러시 인상장치(수동 및 전동)를 가진 브러시인상장치의 부착과 속도제어를 위해 항상 슬립링과 브러시가 접속해 운전하는 브러시인상장치와의 2종류가 있다.

· 또한 브러시 인상 장치없이 2차 권선을 단락하여 운전하는 경우는 외부 회로로 전자접속기를 이용해서 단락한다.

· 슬립링, 브러시는 보수가 필요하다.

### 3) 동기전동기

· 역률을 100%까지 할 수 있기 때문에 역률이 좋다.

· 유도전동기에 비해서 그 기구가 복잡하고 가격도 비싸기 때문에 운전비와 설치비를 비교하여 채용여부를 결정할 필요가 있다.

· 장시간 연속운전을 요하는 대용량의 다극 저속기에 사용한다.

· 시동특성은 농형유도전동기와 거의 동일하다.

### 2) 내연기관 설비

내연기관은 점화방식, 연료공급방식, 연료의 종류 등에 따라 디젤기관, 가스터빈, 휘발유기관 등으로 분류된다. 펌프구동용으로는 내구성, 설비비, 유지관리비면에서 디젤기관이 일반적으로 사용되고 있으나 환경조건 등에 따라서 가스터빈을 사용하는 경우도 있다.

디젤기관과 가스터빈과의 비교를 표 3.7.3 에 표시한다.

### 표 3.7.3 디젤기관과 가스터빈과의 비교

종류 구분	디젤기관	가스터빈
장 점	<ul style="list-style-type: none"> <li>·내연기관 단품으로는 가스터빈에 비해서 저렴하다.</li> <li>·부대시설의 연료저유조용량은 가스터빈에 비해서 작고 또한 시동장치(공기조, 직류전원장치)용량도 작아서 경제적이다.</li> <li>·연료소비율은 적다.</li> <li>·정비공사 시 총 분해·정비작업이 현지에서 가능하다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·동하중은 디젤기관에 비해서 작다.</li> <li>·운전시 발생소음은 고주파수, 저진폭 때문에 저소음화가 용이하다. (폐기지형의 채용 등)</li> <li>·운전제어는 디젤기관에 비해서 약간 간소하다.</li> <li>·적정한 유지관리에 필요한 무부하 운전 도 장시간 가능하다.</li> <li>·냉각수는 펌프 및 부대설비에만, 기관 본체에는 필요없다.</li> </ul>
단 점	<ul style="list-style-type: none"> <li>·냉각수는 펌프 또는 부대설비에 더해서 기관본체에도 필요하다.</li> <li>·실린더내의 피스톤이 왕복운동을 하므로 동하중(加振力)이 크다.</li> <li>·발생소음에는 연소폭발음, 기관음, 배기음 등이 있어 모두 저주파수로써 저소음화 대책이 어렵다.</li> <li>·가스터빈에 비해서 보조기계설비가 많고 조작도 복잡하다.</li> <li>·무부하운전은 단시간밖에 할 수 없다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>·디젤기관에 비해서 고가이다.</li> <li>·기종에 제한이 있다.</li> <li>·부대설비의 연료저유조 용량이 디젤기관에 비해서 크고, 시동장치(공기조, 직류 전원장치 등)용량도 크다.</li> <li>·연료 소비율이 크다.</li> <li>·정비공사 시 총 분해·정비작업은 벨런스를 얻기 위해 공장에 입고해야 됨.</li> <li>·배기덕트가 크게 된다.</li> </ul>

비고 : 가스터빈을 채용할 때에는 충분한 기술·경제성을 검토해야 한다.

내연기관을 선정할 때에는 다음 사항에 대하여 유의할 필요가 있다.

- 가) 연료소비가 적을 것.
- 나) 냉각방식이 사용조건에 적합할 것.
- 다) 환경조건에 따라서는 진동, 소음을 검토할 것.
- 라) 시동이 용이하며 확실할 것.
- 마) 운전 및 분해, 점검 등의 유지관리가 용이할 것.
- 바) 가스터빈의 축형식은 1축식과 2축식으로 나누어지는데 전자는 그것치를 병용할 필요가 있다.
- 사) 디젤기관에 대해서는 과급기의 유무를 검토할 것.

#### [참고] 내연기관의 부속장치



1) 시동장치

디젤기관의 시동방식은 분배밸브방식, 에어모터에 의한 방식 및 셀모터방식 등이 있다. 소형기관을 제외하고는 분배밸브방식을 채용하고 있는 것이 일반적이다. 또한 분배밸브방식은 6기통이상의 디젤기관에 적용한다.

가스터빈의 시동방식은 셀모터에 의한 방식과 에어모터에 의한 방식이 있는데 후자는 공기조의 용량이 디젤기관에 비해서 5~6배 정도 크게 하여야 할 필요가 있기 때문에 전자를 채용하는 것이 일반적이다.

2) 연료장치

연료장치는 연료저유탱크, 연료이송펌프, 연료소출탱크 등으로 구성된다.

연료저유탱크는 옥내연료저유탱크, 옥외연료저유탱크, 지하연료저유탱크 등으로 분류되며 위험물관계법령(소방법, 법령, 도시군의 조례 등)을 준수하여 설치한다.

연료저유탱크의 용량은 1회의 계획기준 강우시에 연속운전에 지장이 없도록 결정한다. 다만 상시 사용하는 펌프의 원동기로 내연기관을 사용하는 경우는 펌프장의 입지조건에 따른 보급유 빈도를 고려하여 결정한다.

연료저유탱크의 용량은 식 (3.7.1)으로 구한다.

$$Q = \sum q \cdot a = \sum \left( \frac{B_E \cdot P_E \cdot t}{1,000 \cdot W_f} \right) \cdot a \quad \dots\dots\dots(3.7.1)$$

$Q$ : 연료저유탱크의 용량 (내용량) (kl)

$q$ : 각 내연기관의 필요연료량 (kl)

$a$ : 여유계수 ( $a=1.2 \sim 1.3$ )

$B_E$ : 각 내연기관의 연료소비율 (kgf/ps·h) (표3.6-4에 의함)

$P_E$ : 각 내연기관의 출력 (ps)

$t$ : 각 내연기관의 필요 연속운전시간 (h)

$W_f$ : 연료의 단위체적당 중량 (kgf/l) 경유 0.83 kgf/l

A중유 0.85 kgf/l

표 3.7.4 내연기관 연료 소비율

내연기관출력(ps)	연료소비율 (kg/ps·h)	
	디젤기관	가스터빈
100 미만	0.25	-
100 이상 ~ 300 미만	0.22	0.50
300 이상 ~ 500 미만	0.20	0.48
500 이상 ~ 1,000 미만	0.18	0.43
1,000 이상	0.17	0.38

연료소출탱크는 중력을 이용하여 내연기관에 연료를 공급하는 것으로서 설치위치는 내연기관에 가깝고 연료소출탱크내의 유면 높이가 내연기관의 연료분사펌프의 위치보다 2m 이상 높은 것이 좋으며 보통 가대위에 설치한다.

연료소출탱크의 용량은 내연기관 전대수의 2시간 운전분량 이상으로 한다. 특히 대용량의 설치 이외는 소량위험물의 지정수량 이내로 하고 연료이송펌프에 의해 자동 보급한다. 위험물과 지정수량의 관계를 표 3.7.5에 표시한다.

표 3.7.5 위험물과 지정수량

종 류	품 명	지정수량	인화점	예
제 4 류	제1석유류	200ℓ	21℃ 미만	휘발유
	제2석유류	1,000ℓ	21℃ 이상 ~ 70℃ 미만	경유
	제3석유류	2,000ℓ	70℃ 이상 ~ 200℃ 미만	중유
	제4석유류	6,000ℓ	200℃ 이상	터빈유

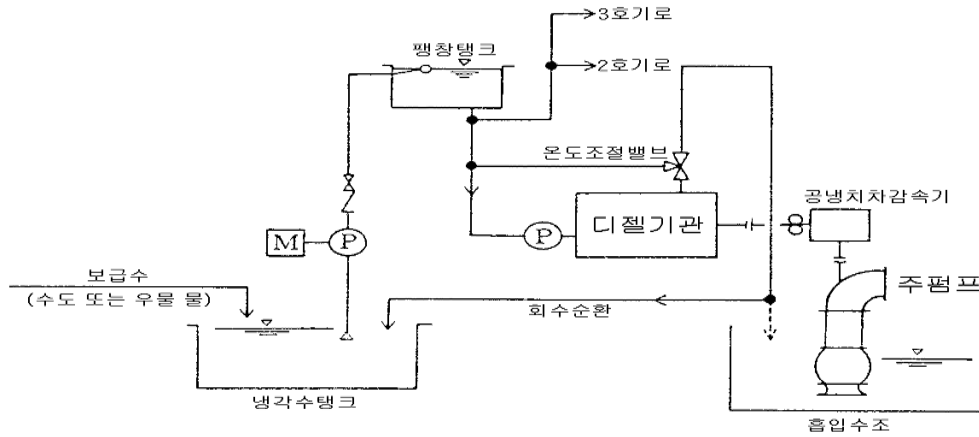
연료이송펌프의 용량은 내연기관의 전대수(예비대수 비포함)운전시의 연료소비량보다 커야 됴므로 연료소출탱크를 30~60분 정도로 급유 가능한 것이어야 한다. 또한 연료소출탱크와 연료이송펌프의 주위는 방유제(防油堤)를 설치하여야 한다.

### 3) 냉각장치

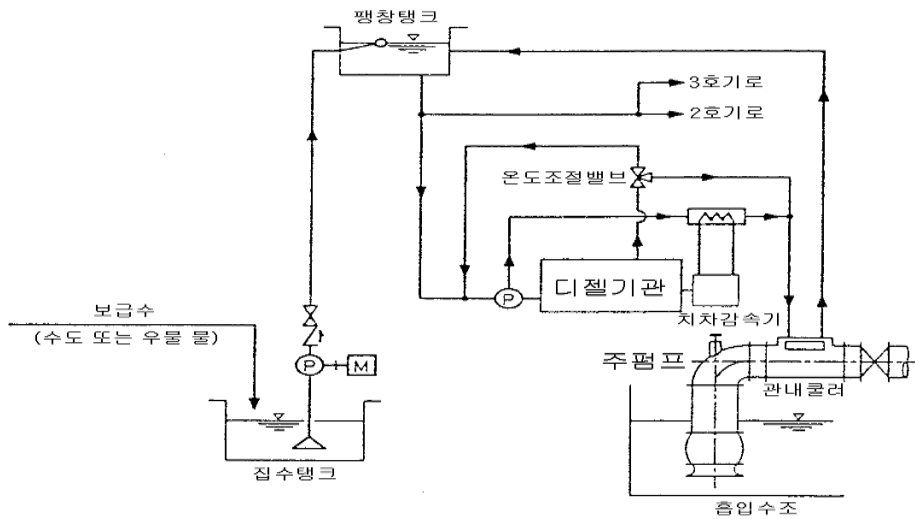
디젤기관의 냉각장치의 방식은 직접냉각과 간접냉각방식으로 대별된다.

간접냉각방식은 1차 냉각수로 청수, 2차 냉각수로 원수가 이용되며, 청수쿨러 등을 사용하는 2차 냉각방식과 이를 변형한 관내 쿨러방식이 있다.

직접냉각방식은 각 부분의 냉각에 청수를 사용하는데 라지에이터방식, 청수순환방식, 쿨링타워방식이 있다.



(a)청수순환방식의 예



(b)관내쿨러방식의 예

그림 3.7.1 냉각장치 (예)

#### 4) 배기장치

내연기관으로부터 발생하는 소음에는 배기관으로부터 대기중으로 방출되는 배기음과 기관의 운동부분의 진동과 연소음 등에 의해서 발생하는 기관 자체의 기관음 등이 있다. 이들 소음은 소음진동규제법 등에 따라 규제된다.

펌프장에서의 소음대책은 주로 배기음으로써 이를 감쇄시킬 수 있는 유효한 방법은 배기 계통중에 소음기를 설비하는 것이다.

소음기에는 저주파음에 효과가 있는 용적형, 고주파음에 효과가 있는 흡음형 등이 있으나 소음량에 따라 선정하는 것이 바람직하다.

소음량이 클 때에는 용적형과 흡음형을 직렬로 조립하면 효과가 있다.

펌프장에서 펌프와 자가발전기 구동용 원동기로 사용되는 내연기관은 대기 오염방지법을 준수하고, 매연발생시설 대장을 제출하는 등의 규정을 준수할 필요가 있다.

### 3.7.2 원동기의 회전수 및 출력

가. 원동기의 회전수

1) 전동기의 회전수

전동기의 회전수는 동력전달장치를 고려할 경우에는 감속비를 고려하여 회전수를 결정하여야 한다. 펌프와 직결하는 전동기의 회전수는 다음의 조건을 만족하도록 결정하여야 한다.

$$N_m \leq N$$

$N_m$ : 전동기실회전수 (rpm)

유도전동기회전수 = 동기속도-슬립

동기전동기회전수 = 동기속도

$$\text{동기속도} = \frac{120 \times \text{전원주파수}}{\text{극수}}$$

$N$ : 펌프회전수 (「3.6.4의 펌프의 설치높이와 회전수의 결정」에 따라 구한 회전수)

2) 내연기관의 회전수

내연기관의 회전수는 펌프실 바닥 하중, 펌프실 스페이스, 치차감속기의 감속비, 소음, 진동, 회전부정율(回轉不整率), 동력전달계의 위험속도, 클러치의 용량 등이 직접, 간접으로 영향을 주기 때문에 경제적인 측면을 포함하여 표 3.7.6 에서 표시하는 범위로 충분히 검토하여 결정하여야 한다.

표 3.7.6 내연기관의 회전수

내연기관의 종류	정격출력	정격회전수
디젤기관	800ps 이하 800ps ~ 1,900ps 이하 1,900ps ~	1,800rpm 이하 1,200rpm 이하 1,000rpm 이하
가스터빈	(출력과 관계 없음)	1,800rpm 이하

(주) 1,800rpm의 고속디젤기관의 경우 클러치가 없이 시동할 경우에는 주의를 요한다

### 나. 원동기 출력

원동기의 출력은 식(3.7.2)으로 산출한다.

$$P = \frac{K \cdot \gamma \cdot Q \cdot H}{\eta_p \cdot \eta_g \cdot \eta_e} \cdot (1 + R) \dots\dots\dots (3.7.2)$$

P: 원동기의 출력 (kW 또는 ps)

K: kW단위의 경우 0.163, ps단위의 경우는 0.222

γ: 물의 단위체적중량, 상온청수의 경우는 1.0 (kgf/l)

Q: 펌프배출량 (m<sup>3</sup>/min)

H: 펌프전양정 (m)

η<sub>p</sub>: 펌프효율 (표3.7.7) 및 (표3.7.8) 에 의거

η<sub>g</sub>: 치차감속기의 전달효율 (표3.7.9)에 의거

η<sub>e</sub>: 유체계수의 전달효율 0.96

R: 원동기의 여유계수 (%) ×  $\frac{1}{100}$

원동기출력은 펌프운전범위내에서 과부하가 생기지 않도록 여유를 줄 필요가 있다. 펌프의 축동력은 운전점에 따라 달라지므로 운전범위내의 축동력이 큰 점에서 과부하를 일으키지 않도록 그 점의 축동력에 대해서 전동기의 경우 5%이상, 내연기관의 경우는 10%이상의 여유를 준다

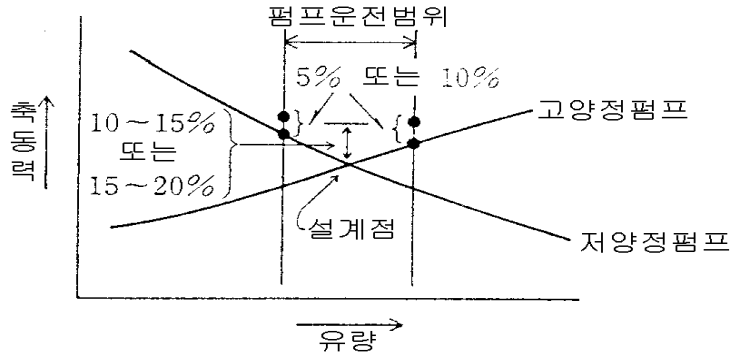
이외에 원동기의 출력과 설계점의 축동력을 비교하여 전동기의 경우 대략 10~15%, 내연기관의 경우 대략 15~20%의 범위이면 좋다.

다만 내연기관의 경우 출력을 산출할 때의 대기조건은 다음 표준대기조건으로 한다.

※ 표준대기 조건

대기압 (P<sub>r</sub>): 100kPa (750mmHg) 상대습도 (φ<sub>r</sub>): 30%

대기온도(T<sub>r</sub>): 298k (25℃) 급기냉각기의 물 온도 (T<sub>cr</sub>): 298k (25℃)



1) 펌프효율

펌프효율은 표 3.7.7 에 표시한 값 이상으로 한다.

표 3.7.7 펌프효율

저양정 펌프							고양정 펌프		
구경 (mm)	횡축		입축		수중펌프		구경 (mm)	원심	입축사류
	축류	사류	축류	사류	축류	사류			
400	0.71	0.73	0.70	0.72	0.74	0.75	50		-
500	0.76	0.78	0.75	0.77	0.75	0.76	80		-
600	0.77	0.80	0.76	0.79	0.76	0.78	100	주4)	-
700	0.79	0.81	0.77	0.80	0.77	0.79	125		-
800	0.80	0.82	0.79	0.81	0.78	0.80	150		-
900	0.80	0.82	0.79	0.82	0.79	0.81	200		0.66
1,000	0.82	0.84	0.81	0.83	0.80	0.82	250	0.69	-
1,200	0.83	0.85	0.82	0.84	0.81	0.83	300	0.72	0.70
1,350	0.83	0.85	0.82	0.84	0.815	0.835	350	0.75	0.72
1,500	0.83	0.86	0.83	0.85	0.82	0.84	400	0.77	0.74
1,650	0.84	0.86	0.83	0.85	0.825	0.845	450	0.79	0.75
1,800	0.84	0.86	0.83	0.86	-	-	500	0.81	0.78
2,000	0.84	0.86	0.83	0.86	-	-	600	0.83	0.80
2,200	-	-	0.85	0.87	-	-	700	0.84	0.81
2,400	-	-	0.85	0.87	-	-	800	0.84	0.82
2,600	-	-	0.86	0.88	-	-	900	0.85	0.83
2,800	-	-	0.86	0.88	-	-	1,000	0.86	-
-	-	-	-	-	-	-	1,200	0.87	-

(주) 1. 이 표의 효율은 보증효율로서 취급할 경우의 보증조건은 KS 규격에 따른다.

2. 고양정펌프의 구경 500mm 이하는 표준품의 효율을 나타낸다.

3. 입축펌프의 효율은 설치바닥으로부터 벨 마우스 선단까지 4m(펌프구경

2,000mm 에서는 4.5m)이하인 조건에서 표시된 것으로 이를 초과할 경우에는 1%(=0.01) 감한 값으로 한다.

4. 고향정펌프로 구경 200mm 미만인 펌프의 효율은 KS 규격에 따라서 적당한 값으로 결정한다.

**[참고]**

튜블러 펌프의 펌프효율은 표 3.7.8 을 참고로 한다.

표 3.7.8 튜블러 펌프의 펌프효율

구 경(mm)	축류형 튜블러펌프	사류형 튜블러펌프
600	0.78	0.80
700	0.79	0.81
800	0.80	0.82
900	0.81	0.83
1,000	0.82	0.84
1,200	0.83	0.85
1,350	0.835	0.855
1,500	0.84	0.86
1,650	0.845	0.865
1,800	0.85	0.87
2,000	0.85	0.87

2) 치차감속기 효율

치차감속기의 효율은 표 3.7.9 에 표시되는 값 이상으로 한다.

표3.7.9 치차감속기 효율

치차감속기의 종류	100ps 미만	100ps 이상 ~ 300ps 미만	300ps 이상
직교축 베벨기어감속기(1단)	0.95	0.96	0.97
직교축 베벨기어감속기(2단)	0.93	0.94	0.95
평행축 치차감속기(1단)	0.95	0.96	0.97
평행축 치차감속기(2단)	0.93	0.94	0.95
유성 치차감속기	0.95	0.96	0.975

(주) 1. 팬이 붙은 공랭식 치차감속기의 경우는 위 표에서 0.005를 감한 값으로 한다.

2. 유압클러치가 내장되어 있는 경우, 위 표에 0.98을 곱한 값으로 한다.

3. 유체커플링이 내장된 경우는 위 표에 0.96을 곱한 값으로 한다.

## 3.8 치차감속기

펌프와 원동기는 직결운전이 바람직하나, 양자의 회전속도가 다른 경우는 치차감속기를 동력전달장치로서 검토하는 것이 좋다. 또한 원동기가 전동기인 경우, 치차감속기를 사용하는 것과 전동기의 극수의 증감에 따라 펌프회전수에 맞추는 방법도 있다. 이들 가운데 어떤 방식을 선정할 때에는 신뢰성, 경제성을 검토하여 결정할 필요가 있다.

치차감속기를 개입시키는 것에 대하여 신뢰성 및 효율을 비롯하여 기능면을 고려하면 전동기구동의 경우는 극수증감에 의한 직결이 바람직 하지만 방식선택에 있어서는 경제성을 포함한 종합적인 검토를 하여 결정할 필요가 있다.

경제성 검토는 단순히 극수증가에 따른 전동기가격 상승분과 감속기 가격만 비교하는 것이 아니라 예를 들어 입축펌프에도 직교축베벨치차감속기를 설치함에 있어 전동기가 입축으로부터 횡축에 의한 가격저감분도 고려하는 등 종합적인 경제성을 검토할 필요가 있다.

원동기와 펌프의 회전수를 일치시키는 방법의 하나로 치차감속기를 사용하는 것이 있다. 특히 배수펌프 등에서는 회전수가 낮기 때문에 치차감속기를 필요로 하는 경우가 많다.

입축펌프에서 횡축 원동기(내연기관 또는 횡축전동기)를 사용하는 경우에는 축방향을 90°로 돌리는 직교축베벨치차감속기가 사용된다.

### 3.8.1 치차 감속기의 형식과 구조

#### 가. 평행축치차 감속기

축형식은 일반적으로 횡축으로 구조는 비교적 간단하다. 입력축의 축심은 동일선상에 있고 설치면적은 유성형에 비해서 약간 크다.

보수관리가 용이하기 때문에 중소용량의 기계에 많이 사용된다.

그림 3.8.1은 평행축 치차 감속기의 구조를 예로 표시한다.

#### 나. 유성치차감속기

축형식에는 횡축과 입축이 있다. 태양치차, 내치차 및 유성치차로 구성된다.

입력축은 동일축심으로 할 수 있기 때문에 소용공간이 작아도 배치가 가능함과 동시에 큰 감속비를 얻을 수 있기 때문에 널리 사용된다.

그림 3.8.2는 횡축유성치차 감속기의 구조를 예로 표시한다.



다. 직교축베벨치차 감속기

축형식은 입력축은 횡축, 출력축은 입축으로 구성되는 직교축형식으로 치차는 베벨치차가 사용된다. 감속비에 따라서 1단감속기 및 2단감속기로 구분되어 사용되지만 이것들은 모두 출력축의 상단은 치차자중과 펌프스ラスト 하중을 지지하는 스투스트베어링을 설치하는 것이 일반적이다.

그림 3.8.3은 직교축베벨치차 감속기의 구조를 예로 표시한다.

라. 복합형 직교축베벨치차 감속기

직교축베벨치차 감속기의 케이스내에 유체커플링이 있는 유압클리치가 내장되는 것에 의해 공간축소를 도모할 수 있는 복합형베벨치차감속기가 있다.

그림 3.8.4는 복합형 직교축베벨치차 감속기(2단, 유체커플링 내장)의 구조를 예로 표시한다.

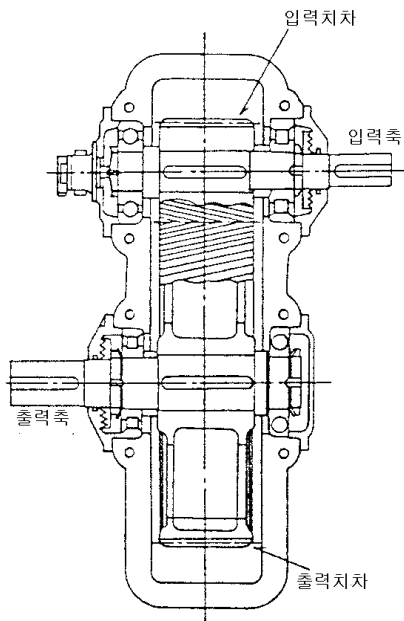


그림 3.8.1 평행축치차 감속기

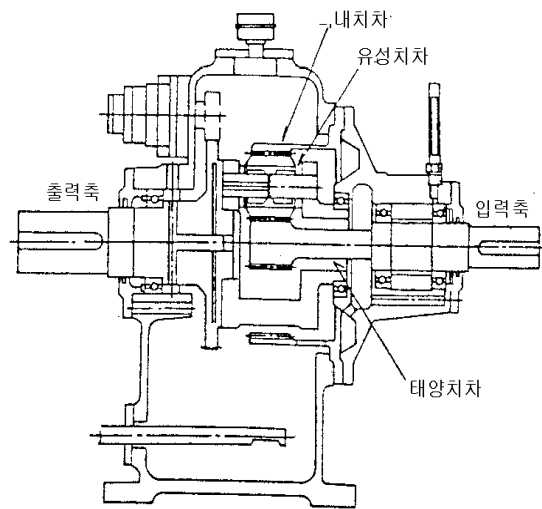


그림 3.8.2 횡축유성치차 감속기의 구조

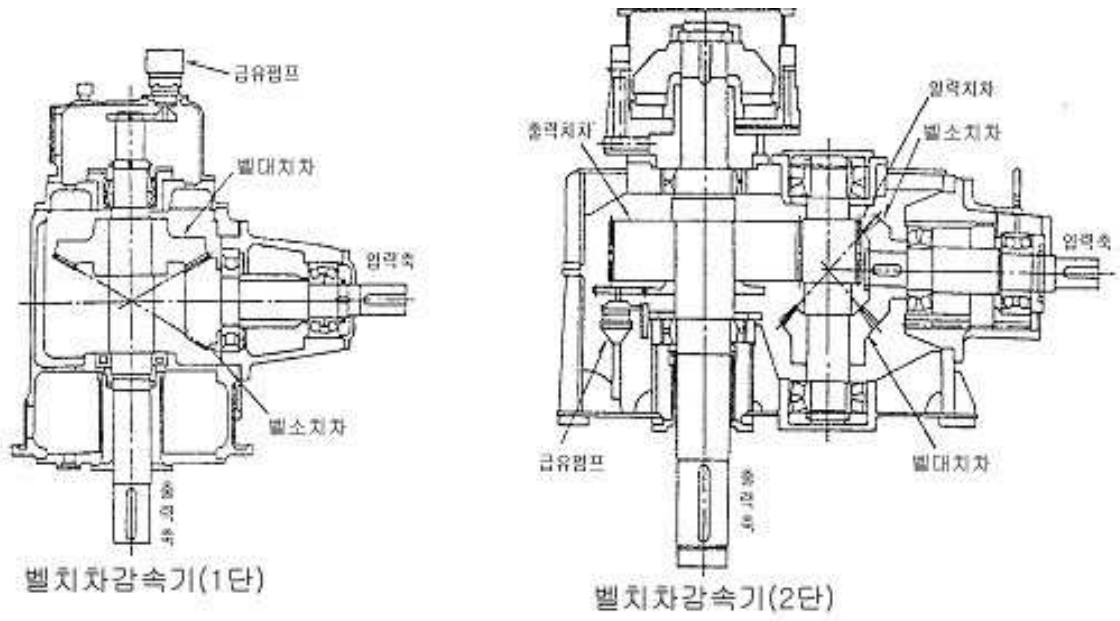


그림 3.8.3 직교축 베벨치차감속기의 구조

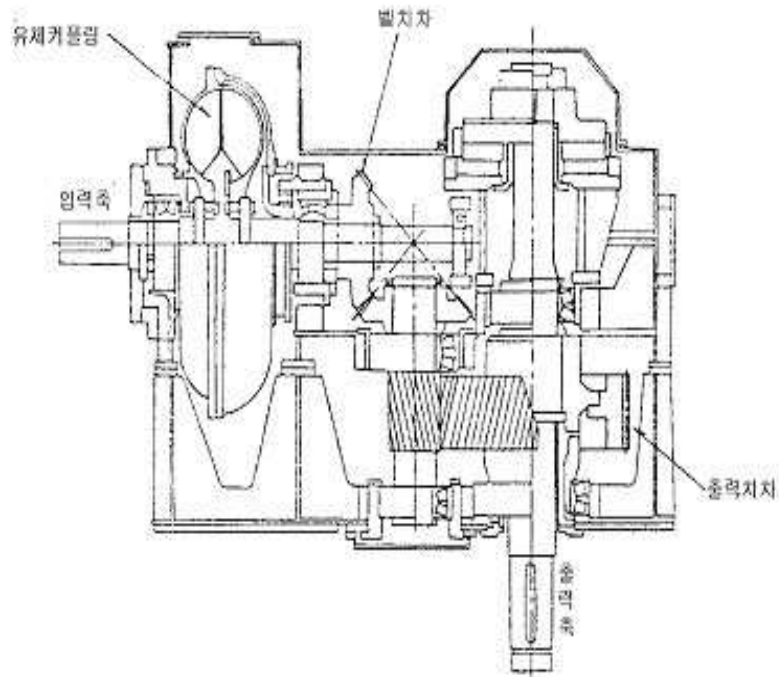


그림 3.8.4 복합형 직교축 베벨치차감속기 (2단, 유체커플링내장)의 구조

### 3.8.2 치차감속기의 냉각방식

치차감속기의 윤활유는 종래에는 물론 냉각하는 것이 많았지만 최근에는 절수대책은 말할 필요도 없이 냉각수계통의 간소화에 따라 설비규모의 축소화 및 신뢰성 향상을 목적으로 공냉식도 채용하고 있다.

일반적으로 공냉방식으로는 다음의 3가지 방법이 있다.

- ① 자연냉각방식 (소출력용)
- ② 기측부착 팬냉각방식 (중출력용)
- ③ 별도설치형 팬냉각방식 (대출력용)

현재 전술한 대부분의 치차감속기형식에 대해서 공냉방식 채용이 가능하지만 채용할 때에는 다음 사항에 유의할 필요가 있다.

- ① 수냉식에 비해서 실내 환기풍량이 크다.
- ② 수냉식에 비해서 가격이 고가이다.
- ③ 소음이 조금 크다.

④ 출력에 따라 기측부착 또는 별도 설치하는 라지에타가 있으므로 계획시에는 유의할 필요가 있다.

### 3.8.3 치차감속기 선정에 필요한 전달용량

치차감속기의 선정에 필요한 전달용량은 다음 식 (3.8.1)에 의해 산정한다.

$$\text{전달용량(ps)} = \text{펌프구동용 원동기출력(ps)} \times \frac{\text{하중계수}}{\text{수명계수}}$$

.....(3.8.1)

하중계수 : (표3.8.1)에 의함

수명계수 : (표3.8.2)에 의함

펌프 구동용 원동기출력은 정확히는 펌프 축입력을 채용해야 하지만, 편의상 원동기출력을 대입하여도 좋다.

표 3.8.1 하중계수

펌프구동용 원동기	가요성(可撓性) 이음	고탄성이음	유체커플링
디젤기관	1.25	1.1	1.0
가스터빈	1.0	-	1.0
전동기	1.0	-	1.0

표 3.8.2 수명계수

수명시간(h)	12,000 이하	25,000 이하	35,000 이하	50,000 이하	75,000 이하	100,000 이하
수명계수	1.33	1.0	0.87	0.82	0.72	0.65
연간 운전시간(h)	300 이하	600 이하	900 이하	1,200 이하	1,900 이하	2,500 이하

### 3.8.4 치차감속기의 선정

펌프용 치차감속기의 선정은 감속비, 원동기회전수, 전달용량 및 허용 스톨스트하중 등에 의해서 선정하지만, 선정시에는 경제성 등을 종합적으로 비교해서 선택할 필요가 있다.

① 감속비를 구한다.

$$\text{감속비} = \frac{\text{원동기의회전수}}{\text{펌프의회전수}} \dots\dots\dots(3.8.2)$$

원동기 및 축이음의 종류에 따라 하중계수(표 3.8.1)를 선택한다.  
 펌프의 예상 총운전시간(수명시간)에 따라 수명계수(표 3.8.2)를 선택한다.

② 전달용량은 식 (3.8.1)로부터 구한다.

③ 선정도(그림 3.8.4 참고 1~참고 41)의해 채용해야 할 치차감속기의 형번을 선정한다.

④ 입축펌프는 특히 입축유성치차감속기(표 3.8.5)의 베어링 허용스톨스트 하중 이하인가를 점검한다.

#### [참고]

##### 1. 치차감속기의 선정도

각 형식의 치차감속기 선정도를 그림 3.8.4 참고 1~ 참고 41에 표시한다.

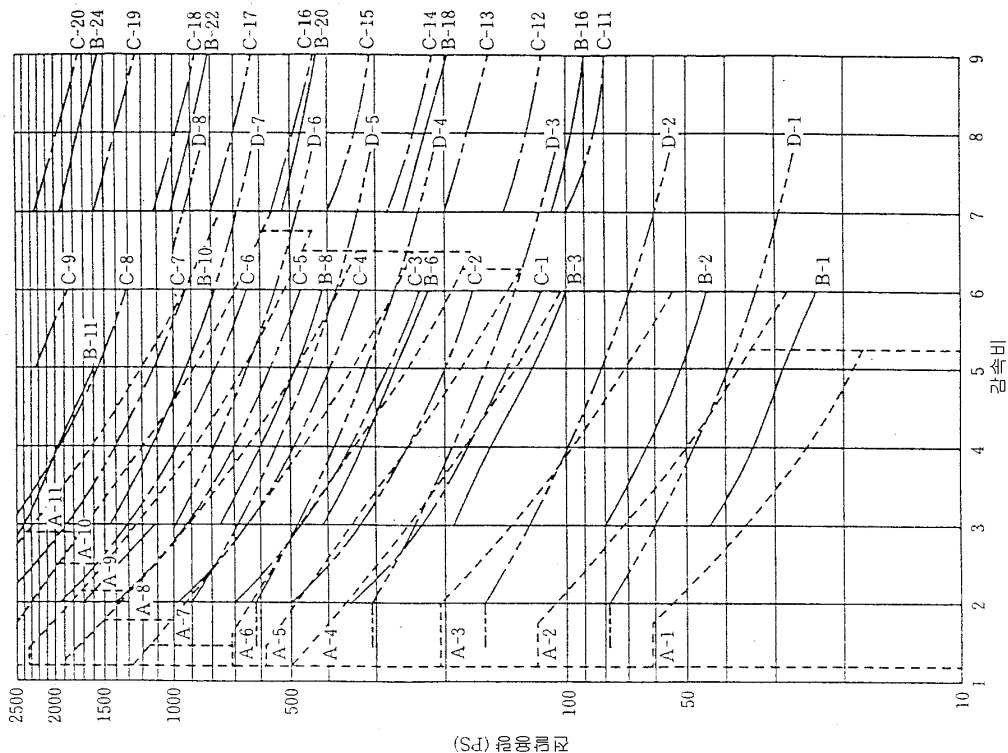


그림 3.8.4-참고2 수냉평행축치차감속기선정도 (1,000rpm)

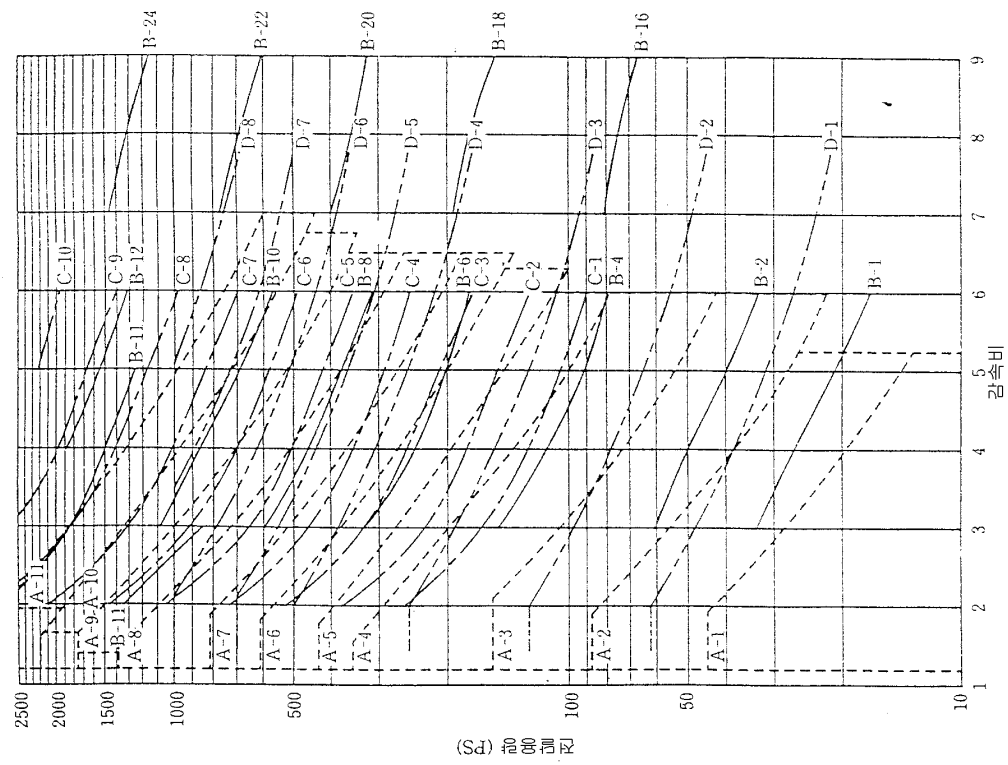


그림 3.8.4-참고1 수냉평행축치차감속기선정도 (750rpm)

그림 3.8.4 참고 1(하), 참고 2(상)

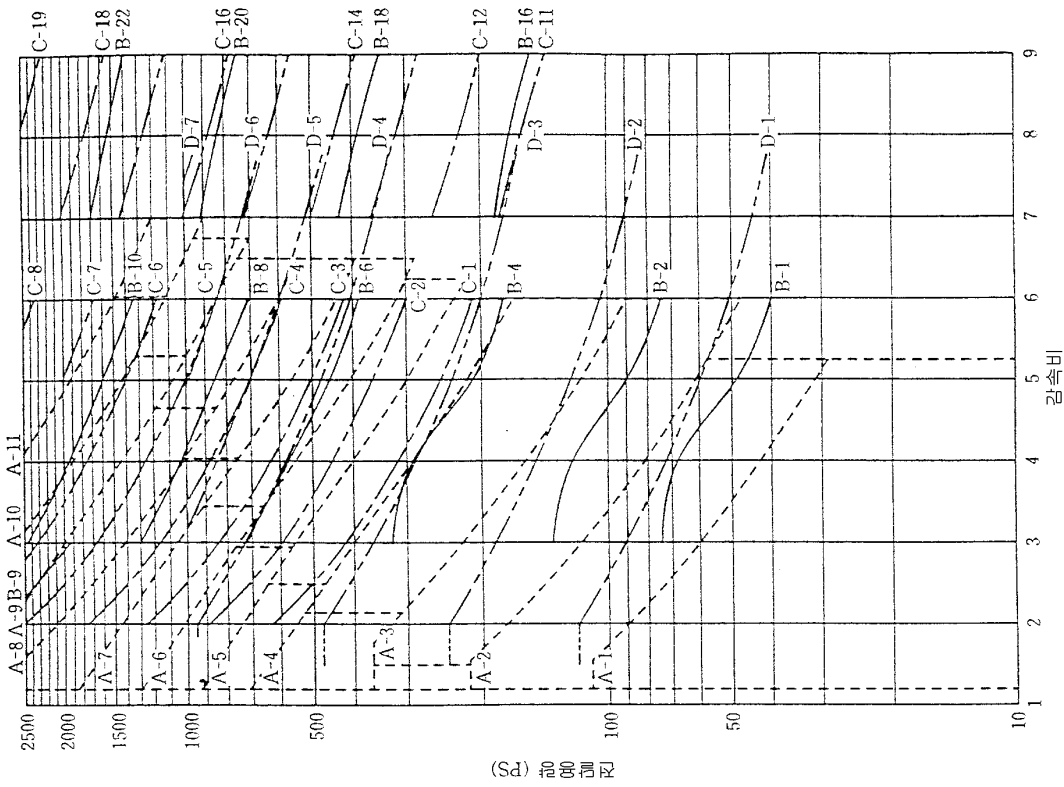


그림 3.8.4-참고 4 수냉평행축치차감속기선정도 (1, 800rpm)

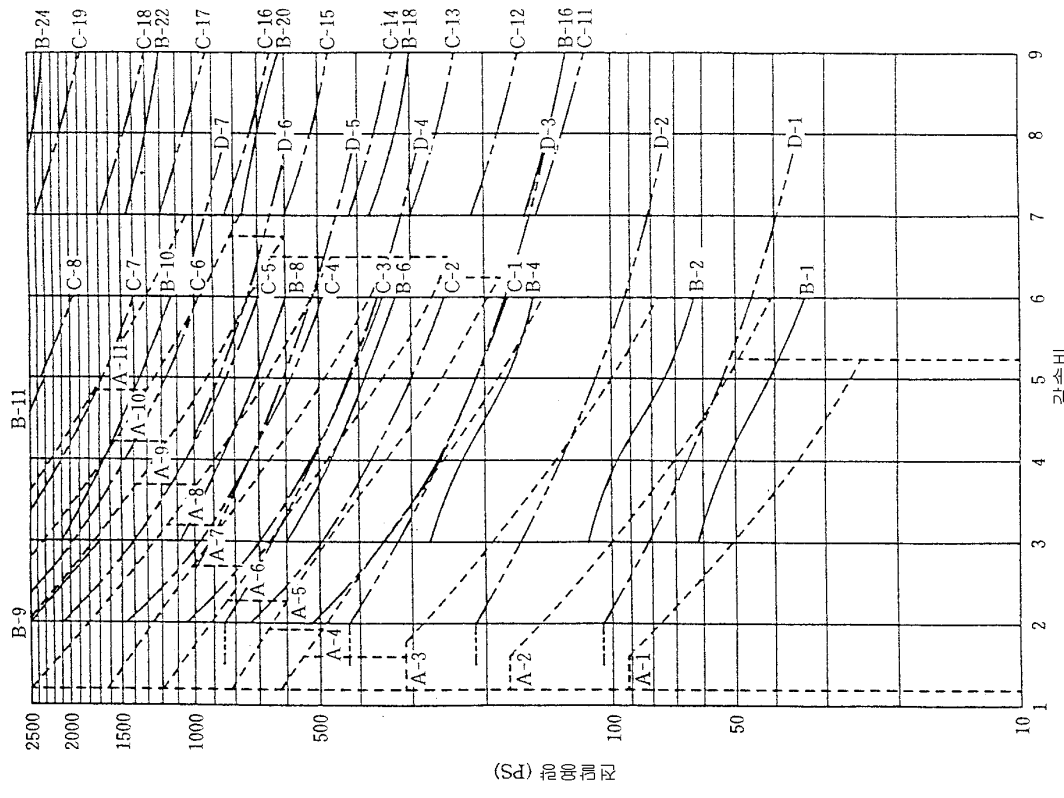


그림 3.8.4-참고 3 수냉평행축치차감속기선정도 (1, 500rpm)

그림 3.8.4 참고 3(하), 참고 4(상)

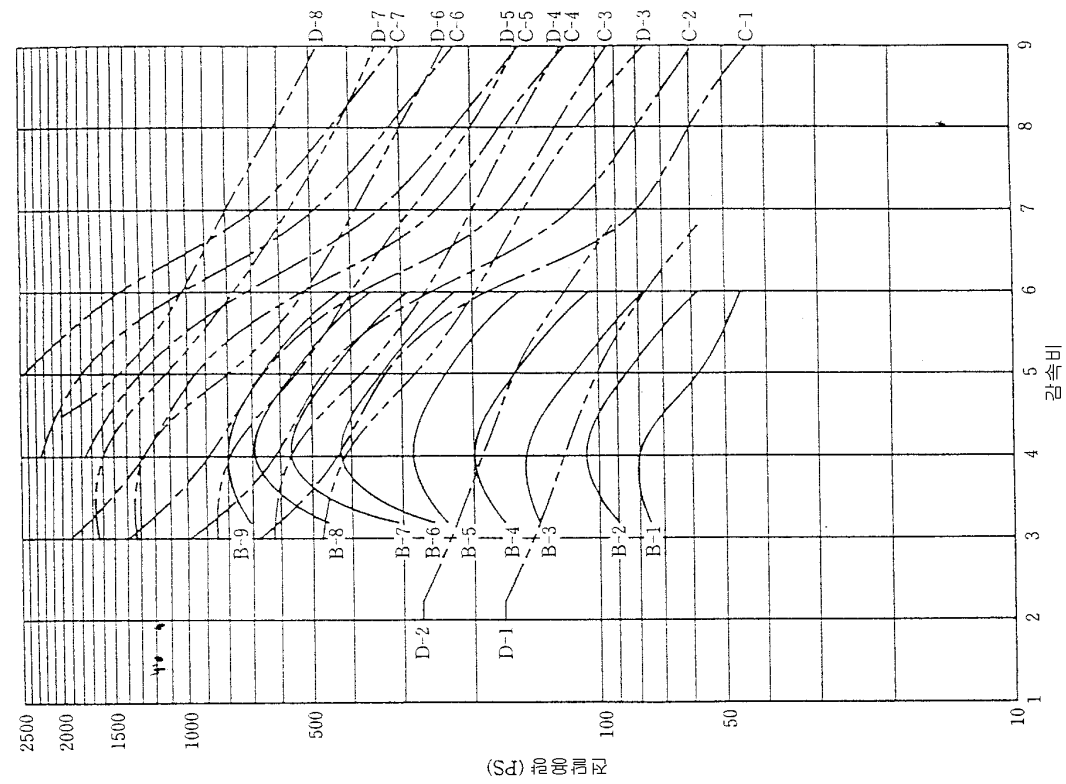


그림 3.8.4-참고 5 수냉형축유성치차감속기선정도 (750rpm)

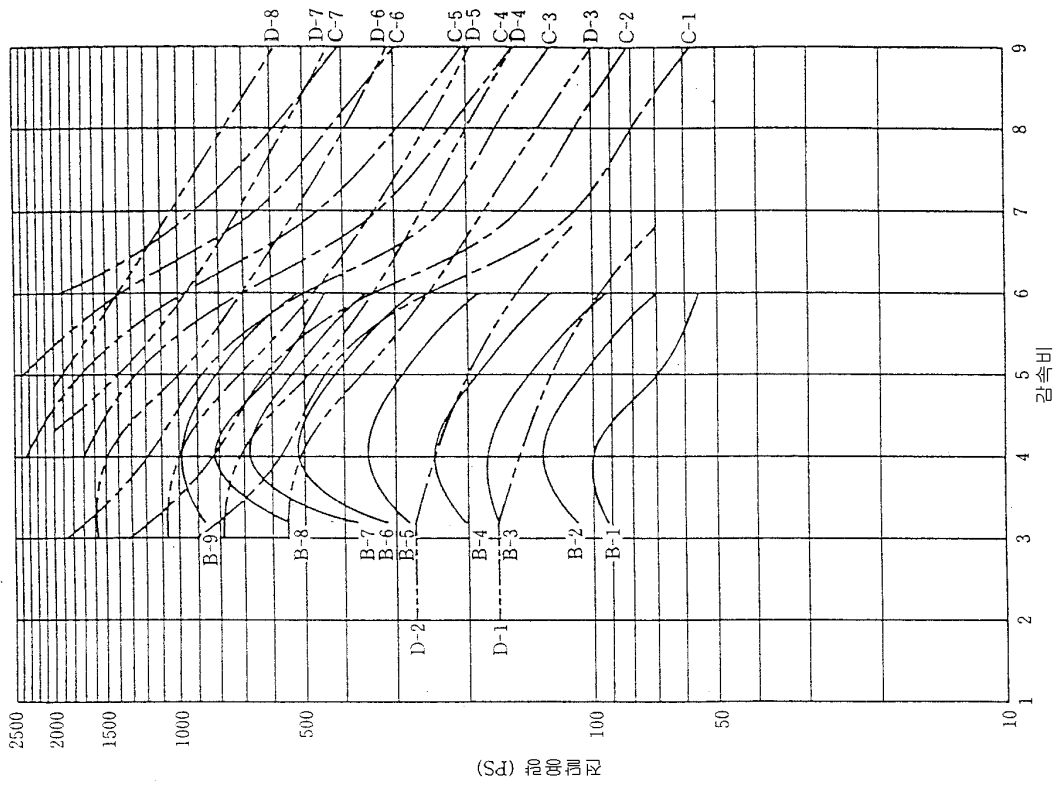


그림 3.8.4-참고 6 수냉형축유성치차감속기선정도 (1,000rpm)

그림 3.8.4 참고 5(하), 참고 6(상)

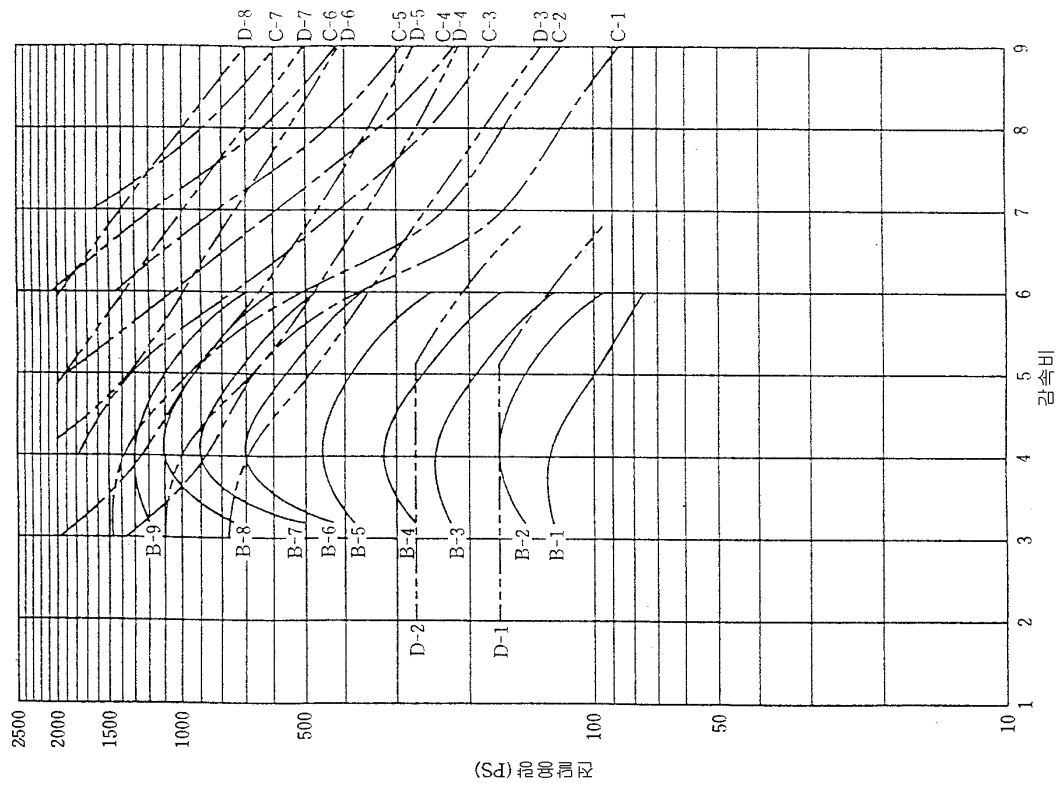


그림 3.8.4-참고 7 수냉회축유성치차감속기선정도 (1, 500rpm)

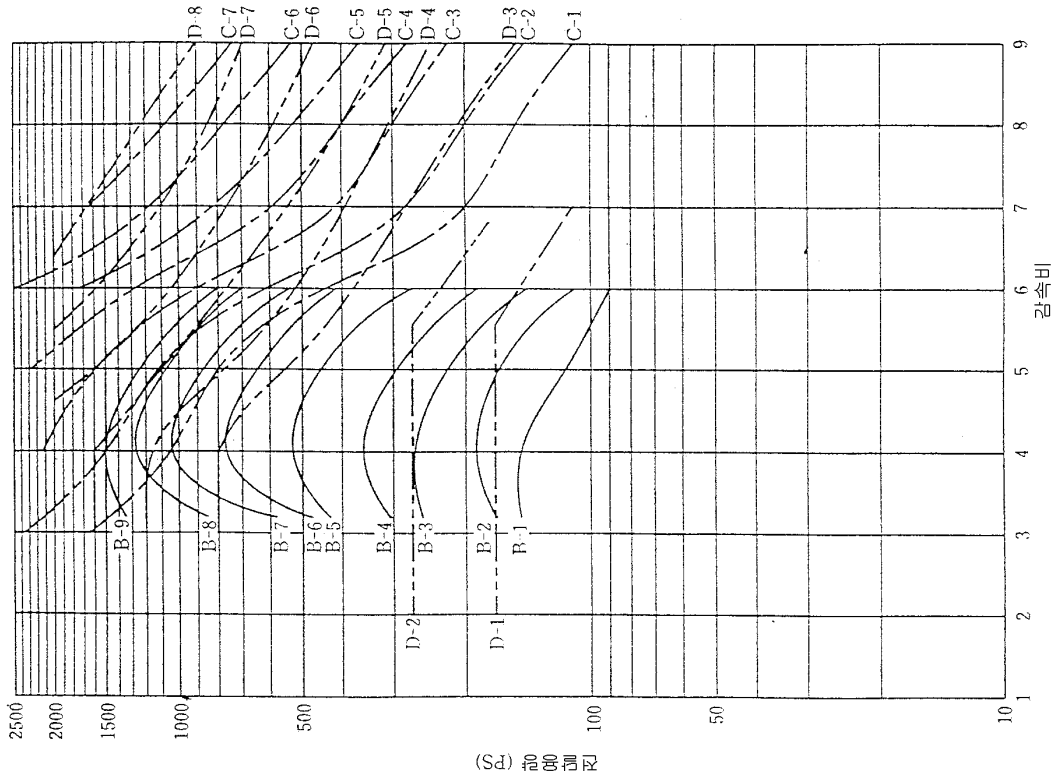


그림 3.8.4-참고 8 수냉회축유성치차감속기선정도 (1, 800rpm)

그림 3.8.4 참고 7(하), 참고 8(상)



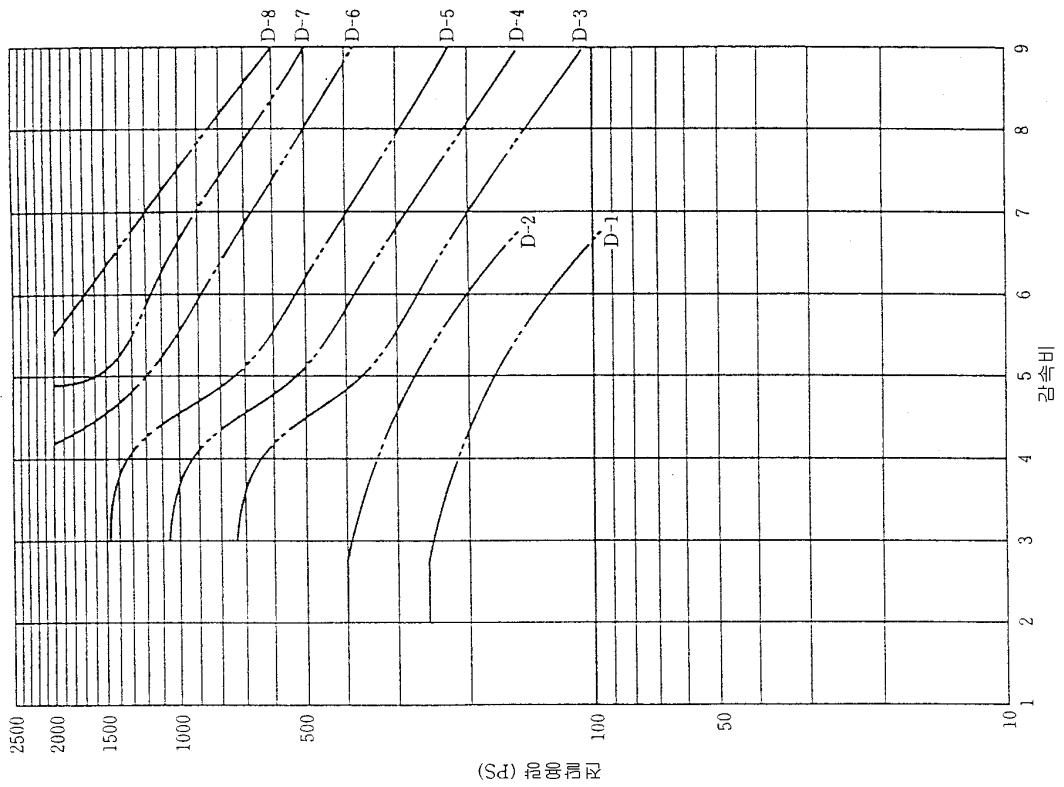


그림 3.8.4-참고10 수냉임축유성치차감속기선정도 (1,000rpm)

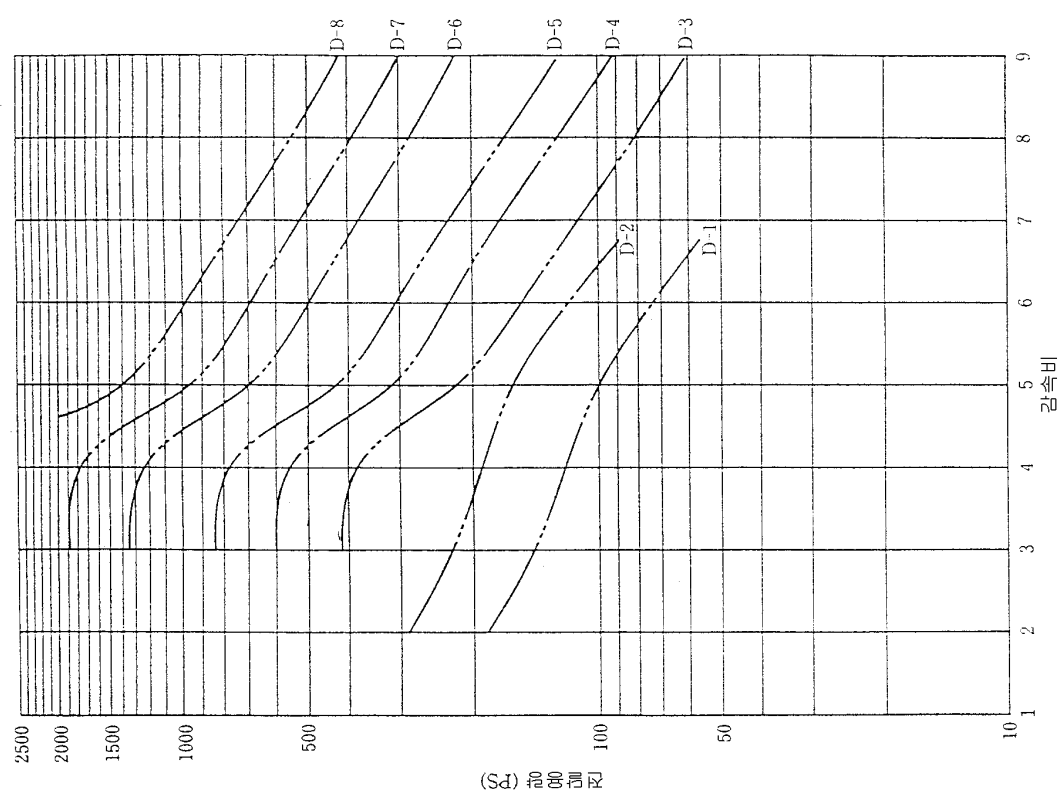


그림 3.8.4-참고9 수냉임축유성치차감속기선정도 (750rpm)

그림 3.8.4 참고 9(하), 참고 10(상)

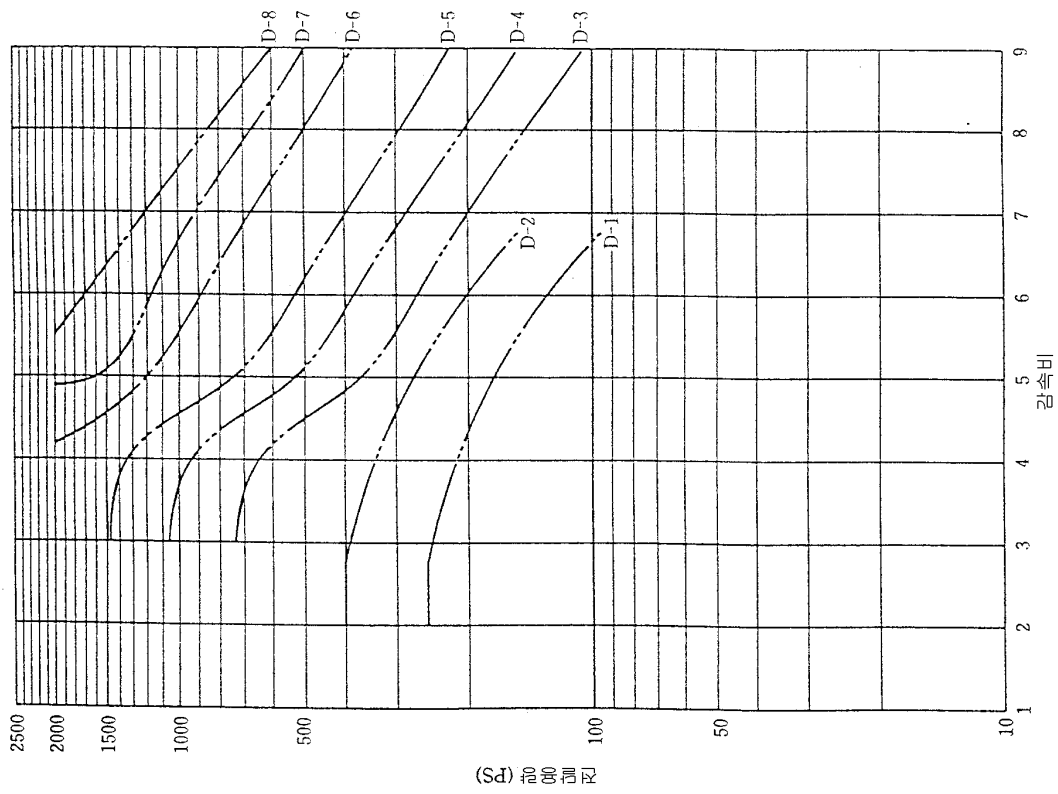


그림3.8.4-참고11 수냉입축유성치차감속기선정도(1,500rpm)

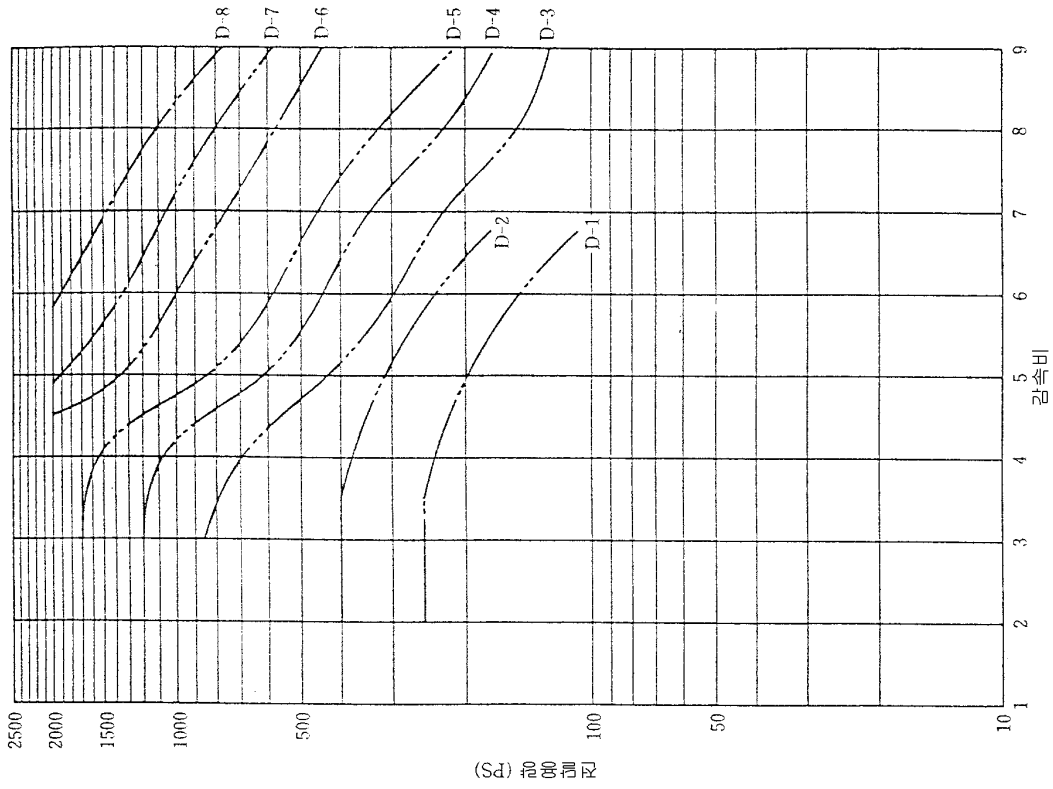
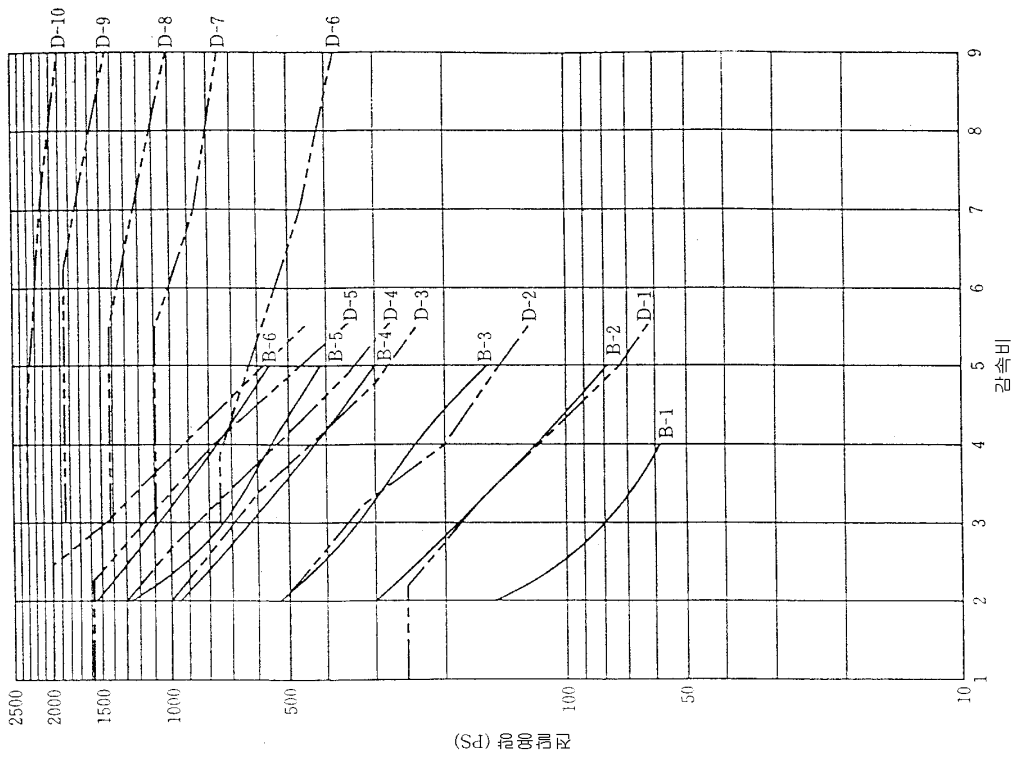
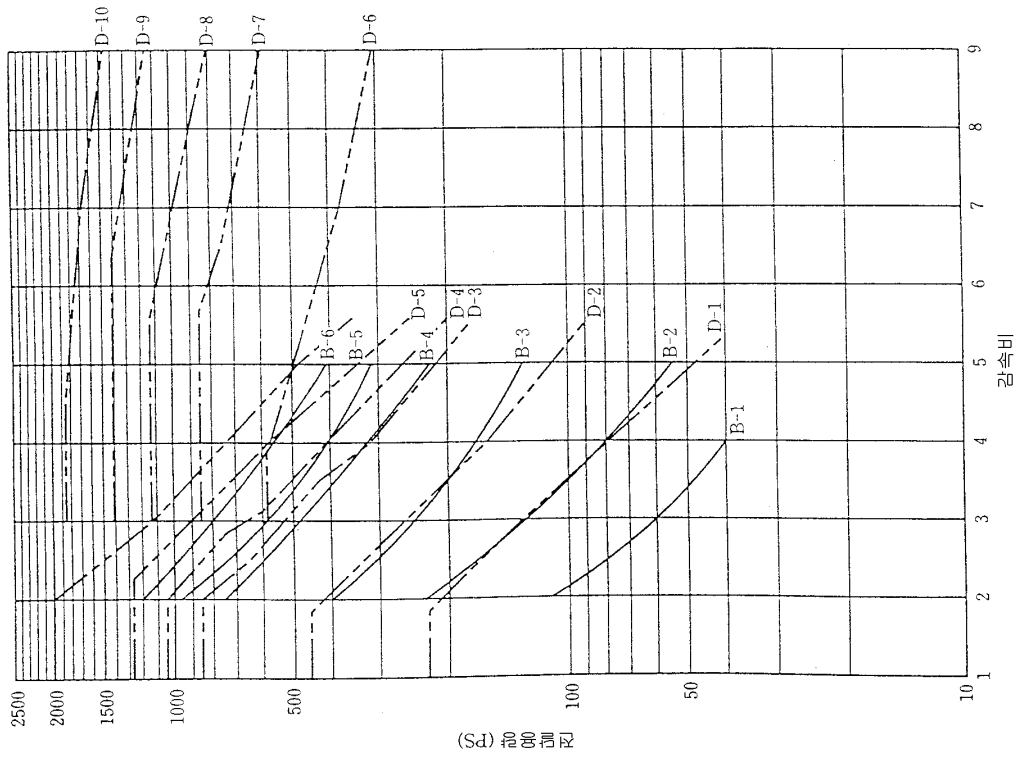


그림3.8.4-참고12 수냉입축유성치차감속기선정도(1,800rpm)

그림 3.8.4 참고 11(하), 참고 12(상)

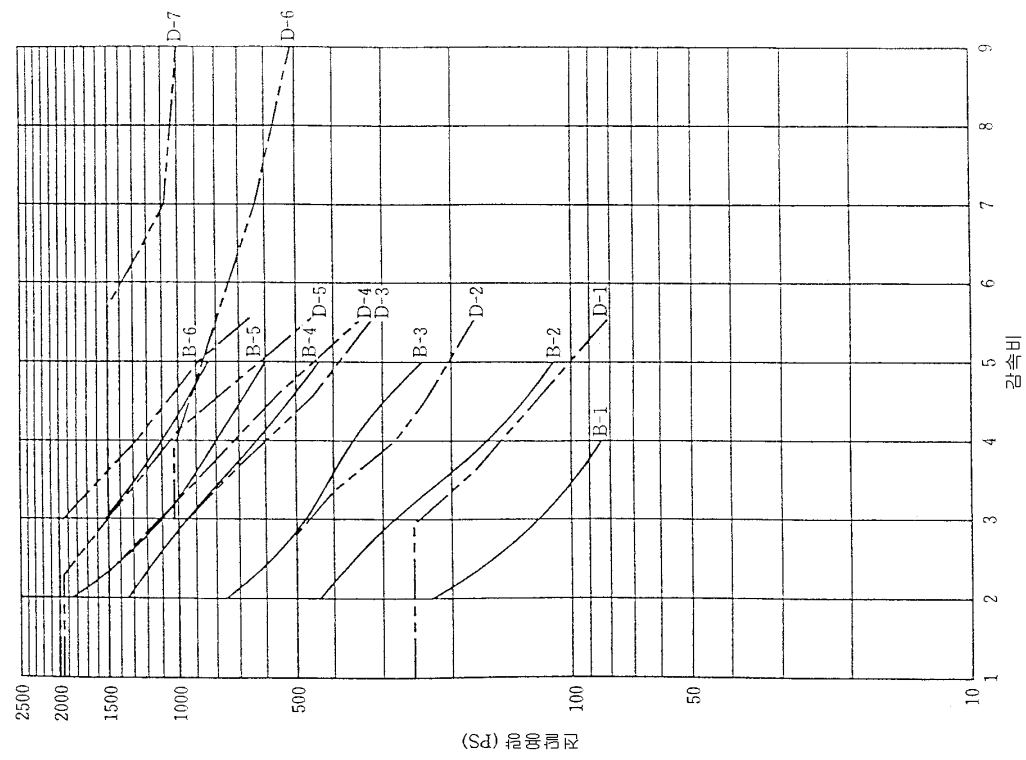


<그림3.7-5-참14> 수냉직교축베벨치감속기선정도(1,000rpm)

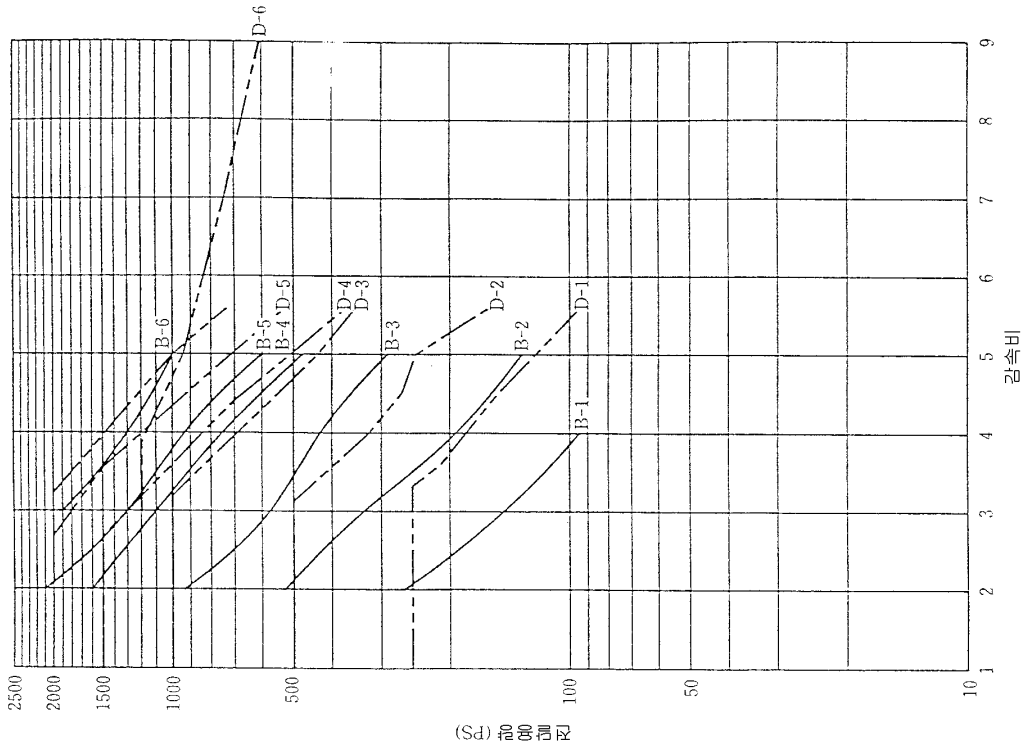


<그림3.7-5-참13> 수냉직교축베벨치감속기선정도(750rpm)

그림 3.8.4 참고 13(하), 참고 14(상)



<그림3.7-5-참15> 수냉직교축베벨치차감속기선정도(1,500rpm)



<그림3.7-5-참16> 수냉직교축베벨치차감속기선정도(1,800rpm)

그림 3.8.4 참고 15(하), 참고 16(상)

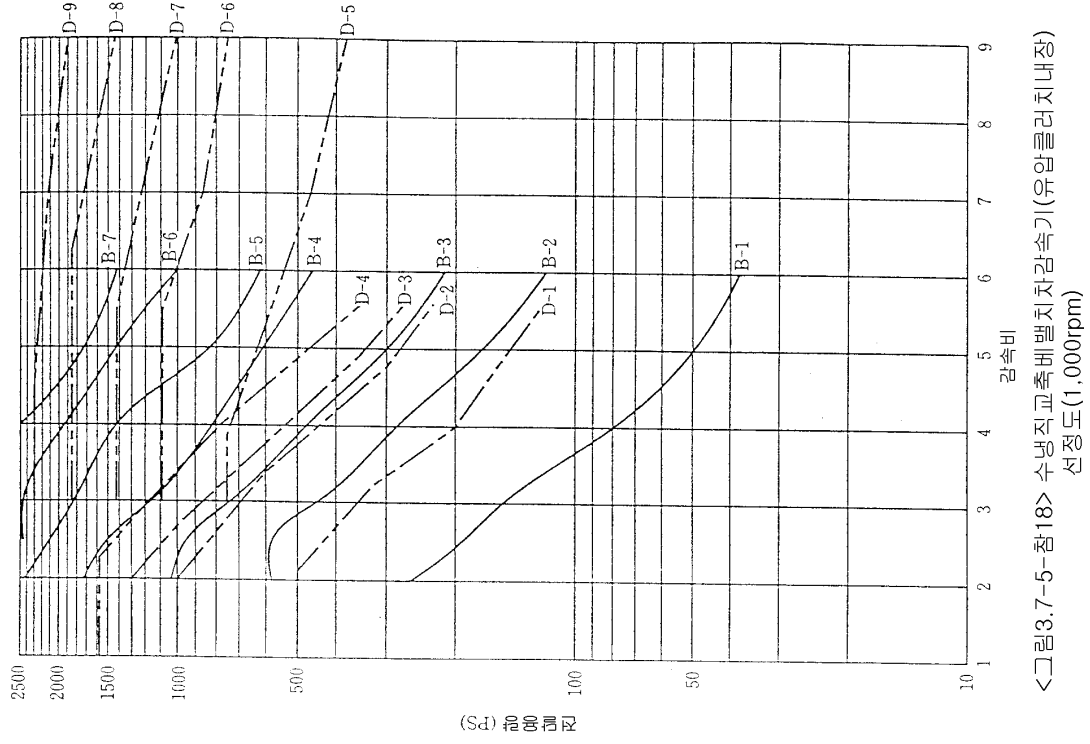
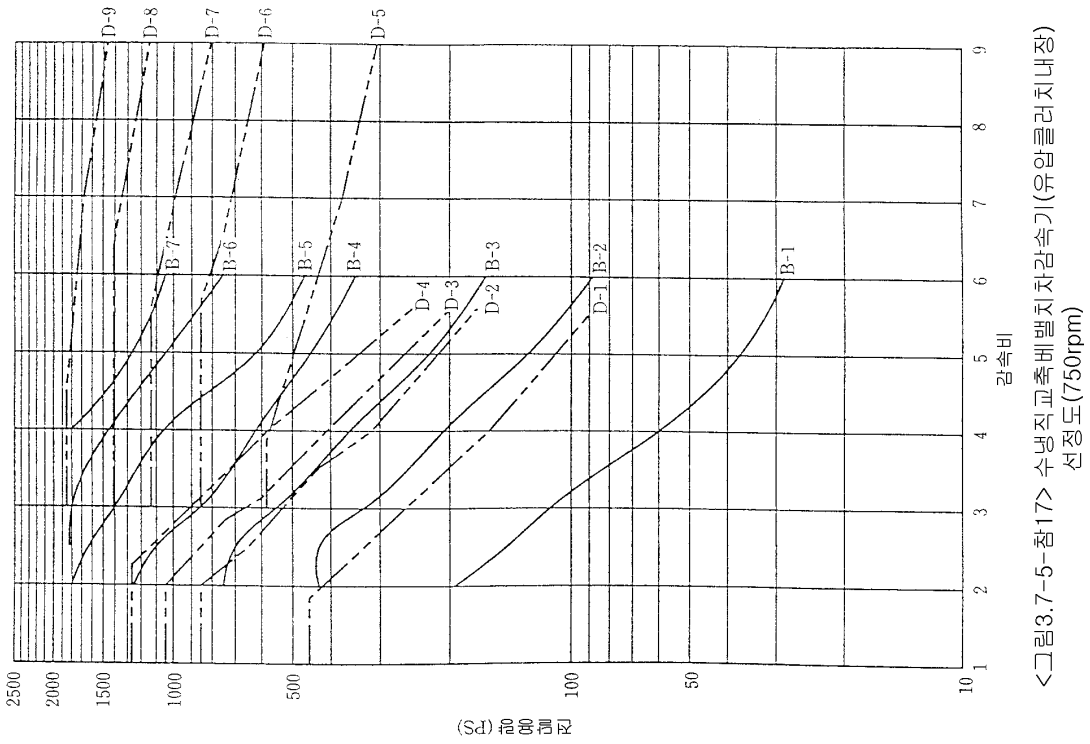
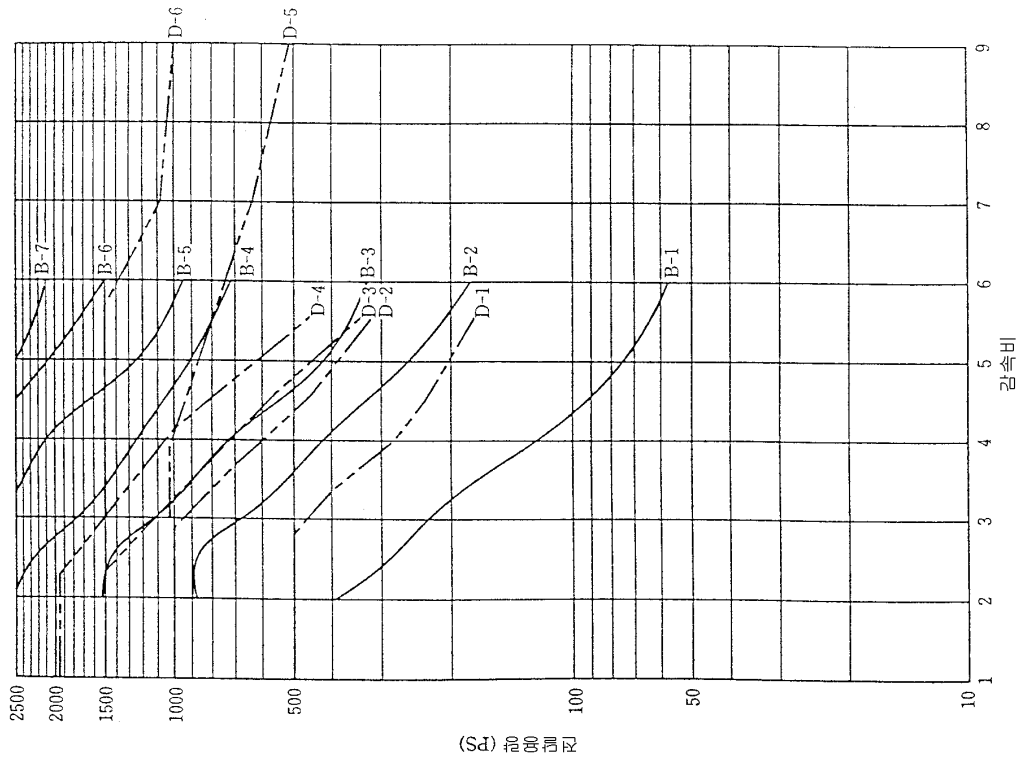
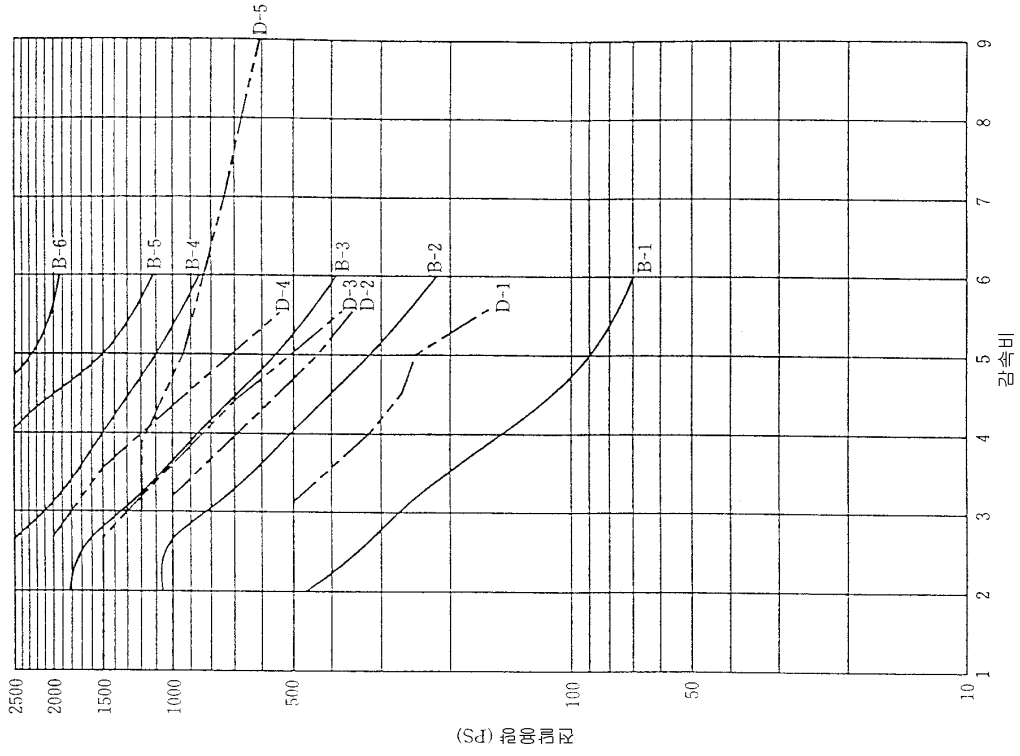


그림 3.8.4 참고 17(하), 참고 18(상)

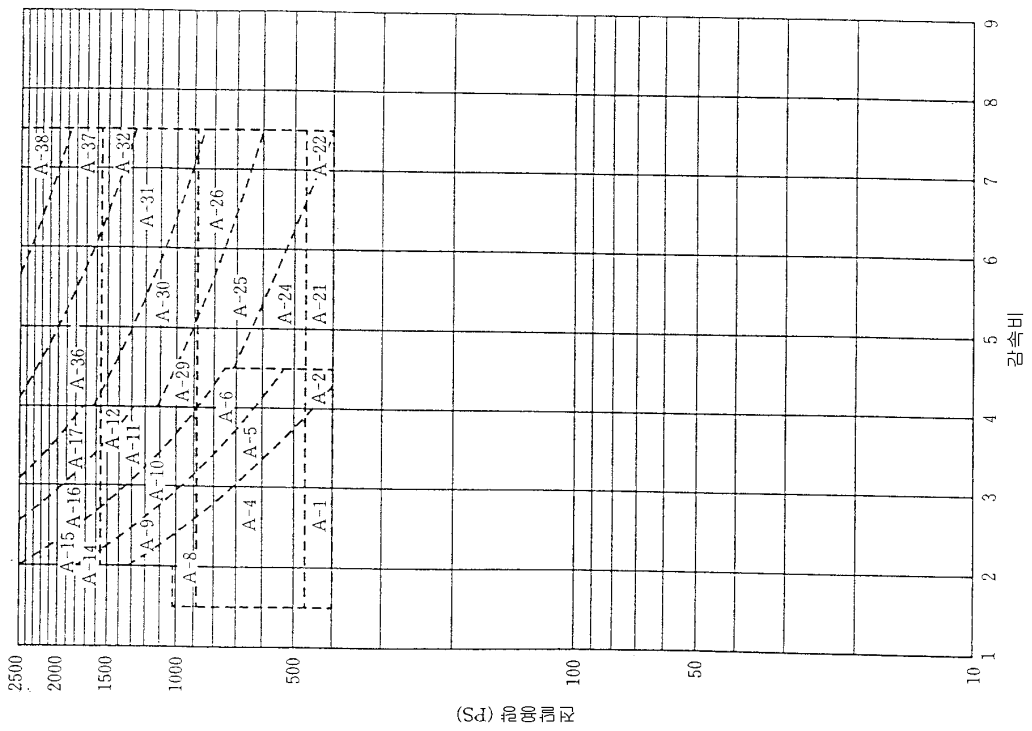


<그림3.7-5-참19> 수냉 직교축 베벨치 감속기(유압클러치내장)  
선정도(1,500rpm)

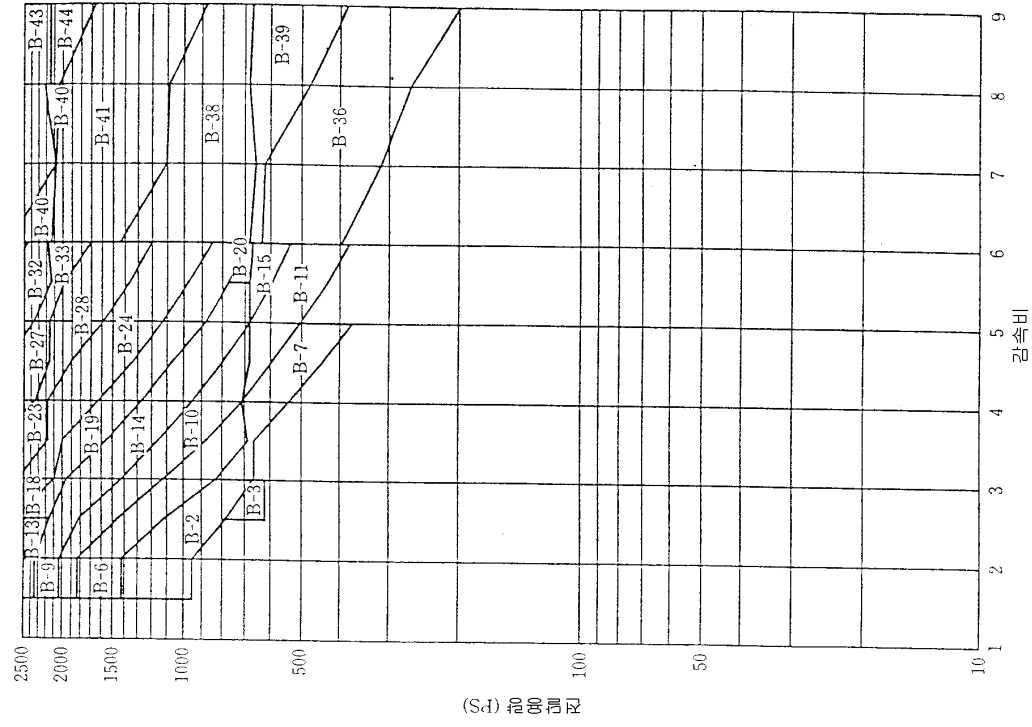


<그림3.7-5-참20> 수냉 직교축 베벨치 감속기(유압클러치내장)  
선정도(1,800rpm)

그림 3.8.4 참고 19(하), 참고 20(상)

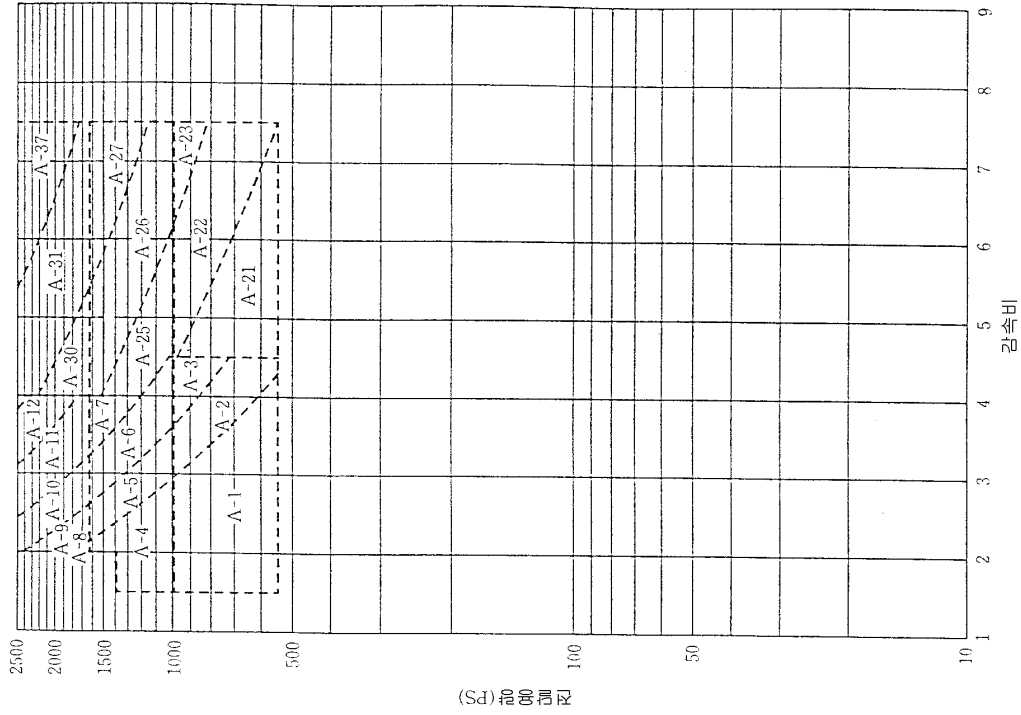


<그림 3.7-5-참고 21> 수냉직교축베벨치차감속기(유체커플링내장)  
선정도(750rpm-①)

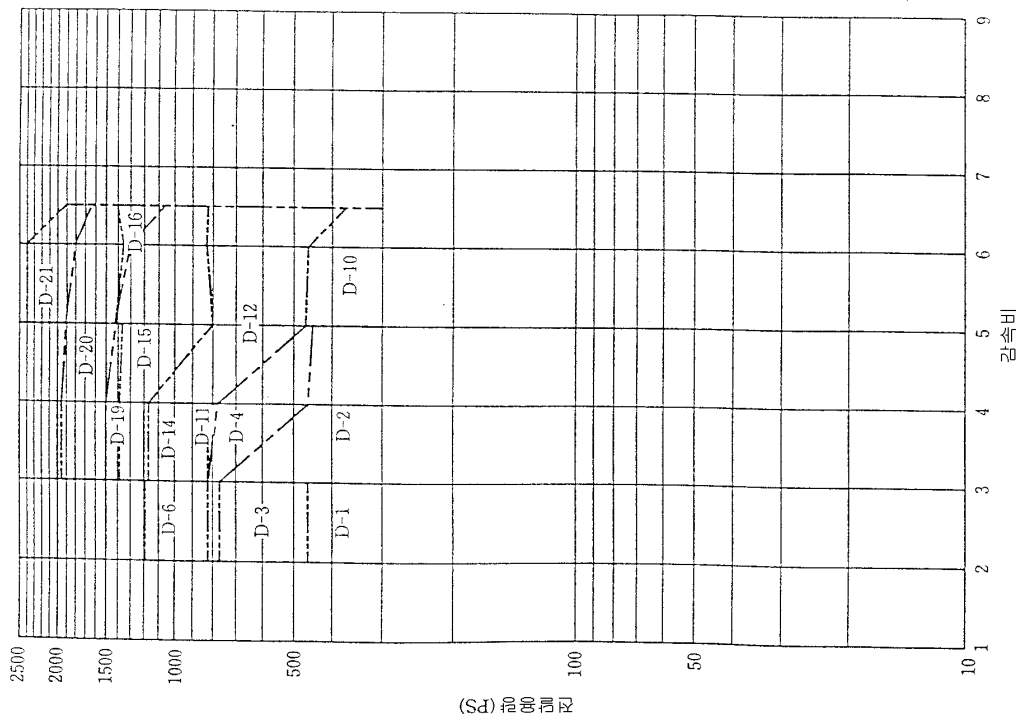


<그림 3.7-5-참고 22> 수냉직교축베벨치차감속기(유체커플링내장)  
선정도(750rpm-②)

그림 3.8.4 참고 21(하), 참고 22(상)



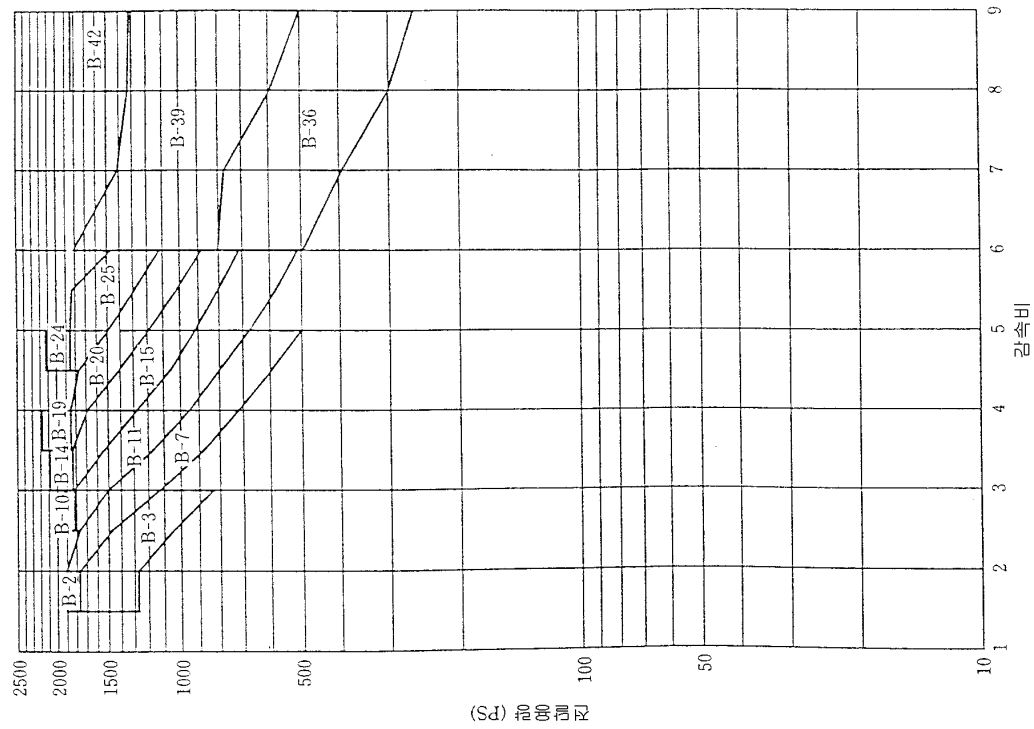
<그림 3.7-5-참24> 수냉직교축베벨치차감속기(유체커플링내장) 선정도(1,000rpm-①)



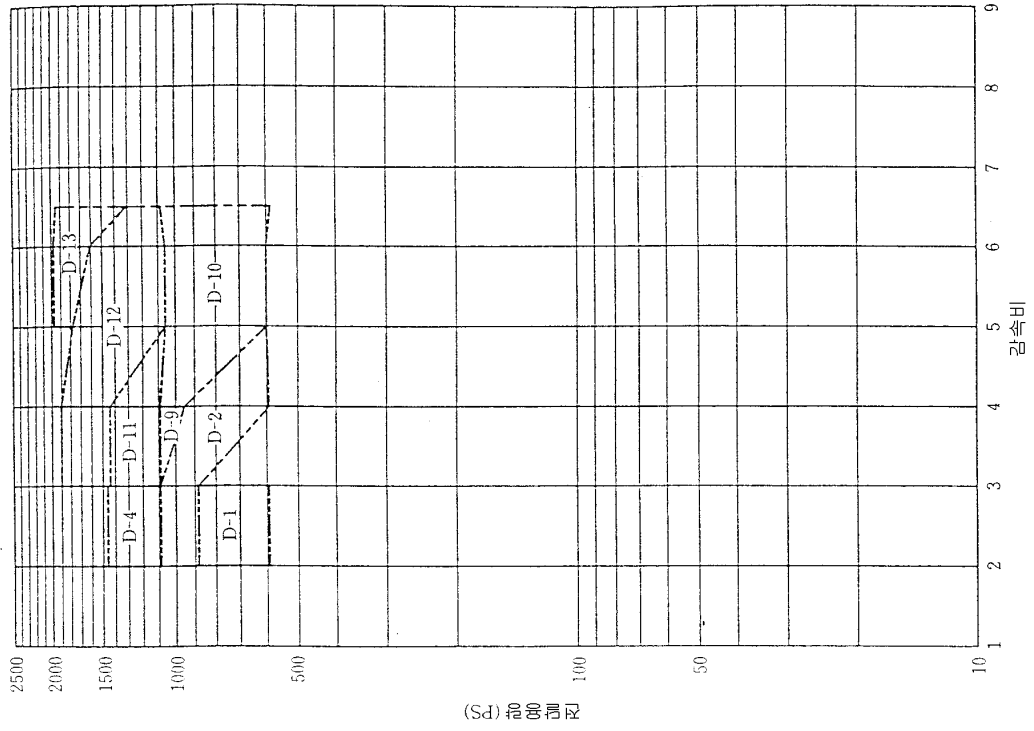
<그림 3.7-5-참23> 수냉직교축베벨치차감속기(유체커플링내장) 선정도(750rpm-③)

그림 3.8.4 참고 23(하), 참고 24(상)



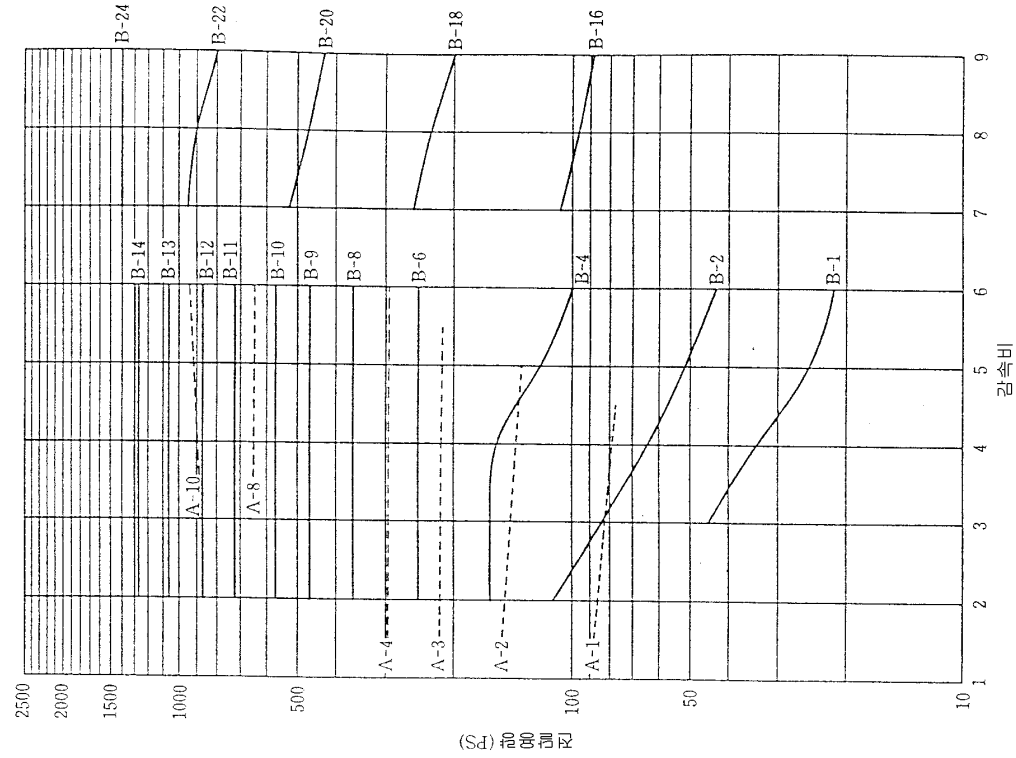


<그림3.7-5-참25> 수냉직교축베벨치차감속기(유체커플링내장)  
선정도(1,000rpm-②)

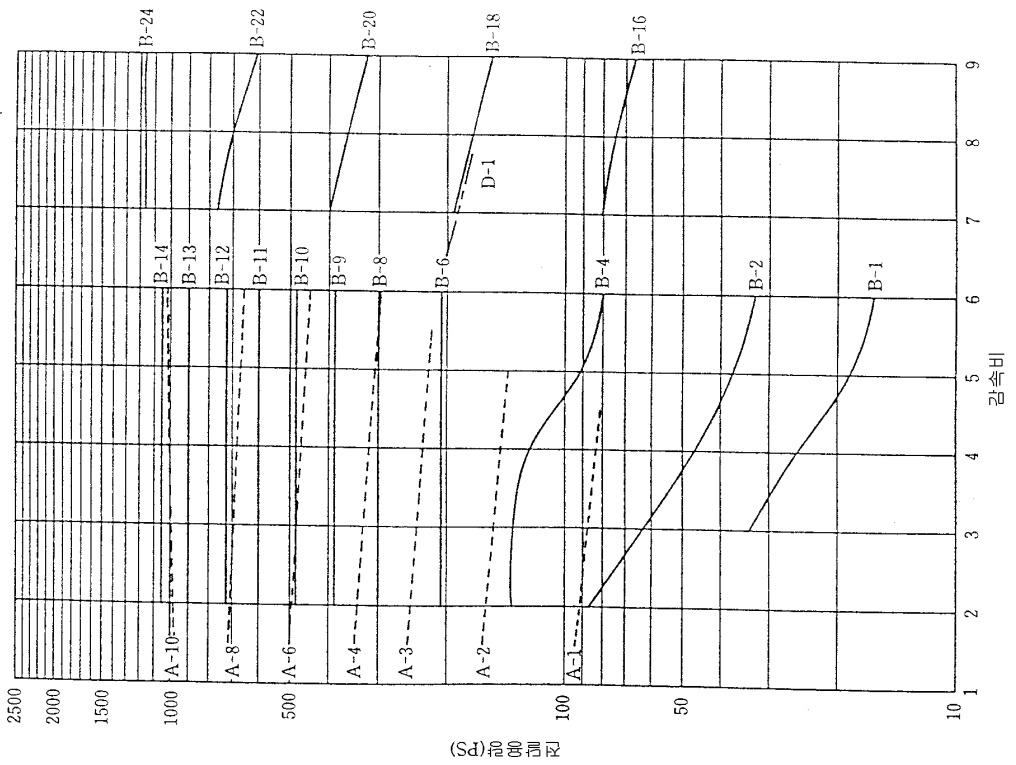


<그림3.7-5-참26> 수냉직교축베벨치차감속기(유체커플링내장)  
선정도(1,000rpm-③)

그림 3.8.4 참고 25(하), 참고 26(상)

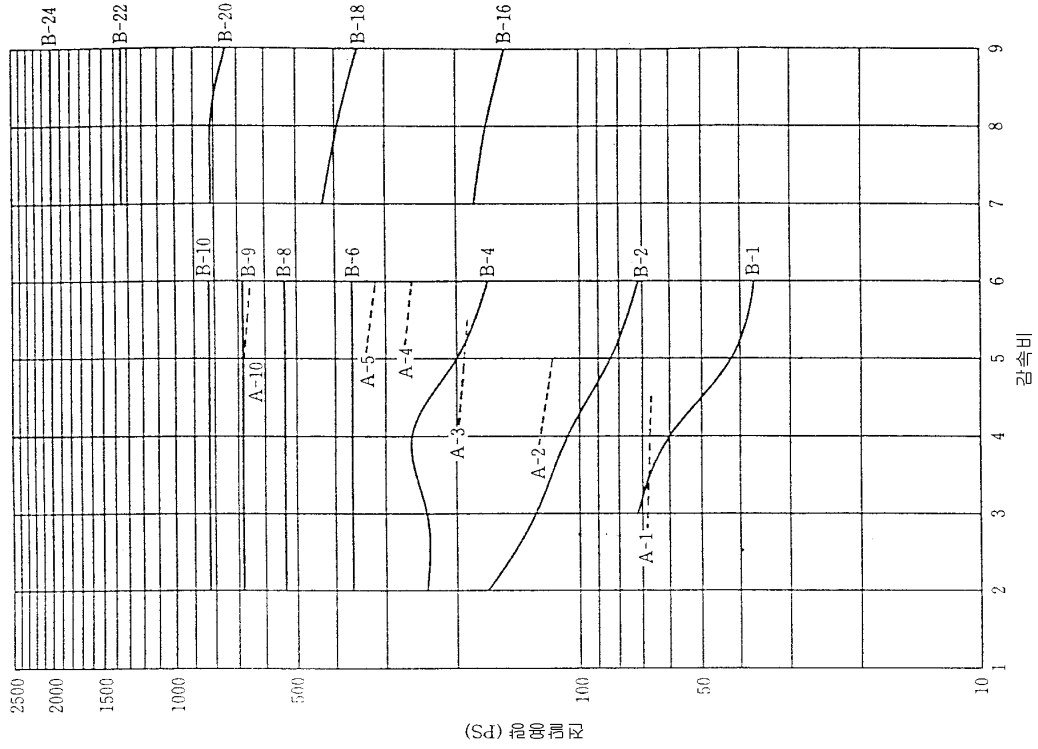


<그림3.7-5-참28> 공냉평행축치차감속기선정도(1,000rpm)

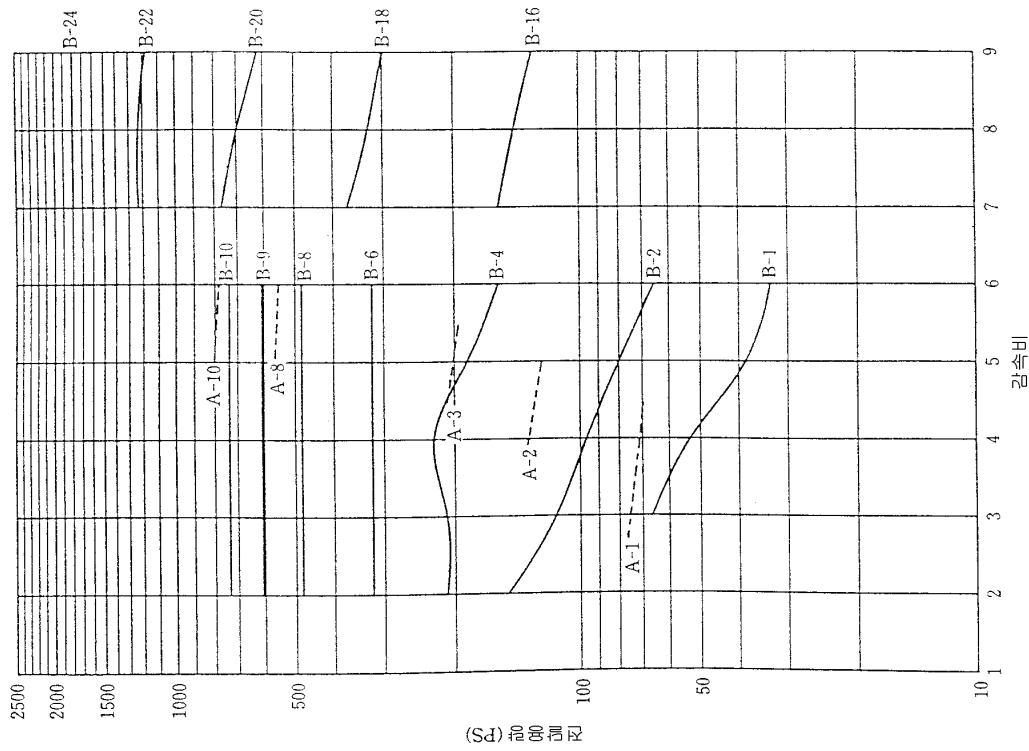


<그림3.7-5-참27> 공냉평행축치차감속기선정도(750rpm)

그림 3.8.4 참고 27(하), 참고 28(상)

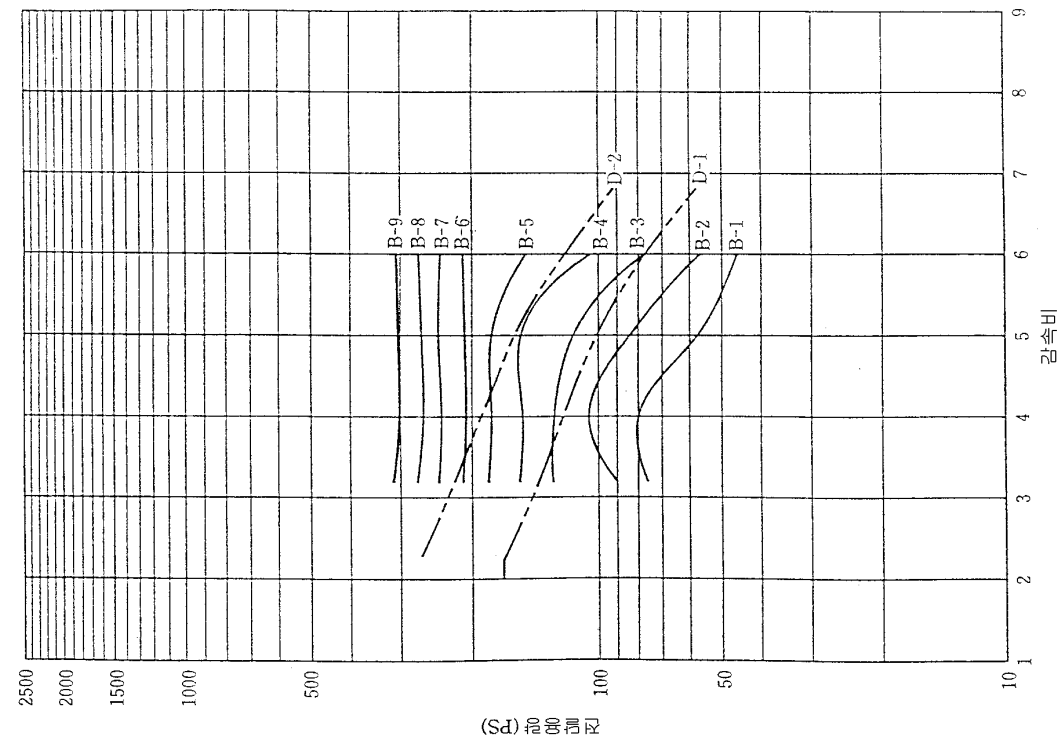


<그림3.7-5-참30> 공냉평행축치차감속기선정도(1,800rpm)

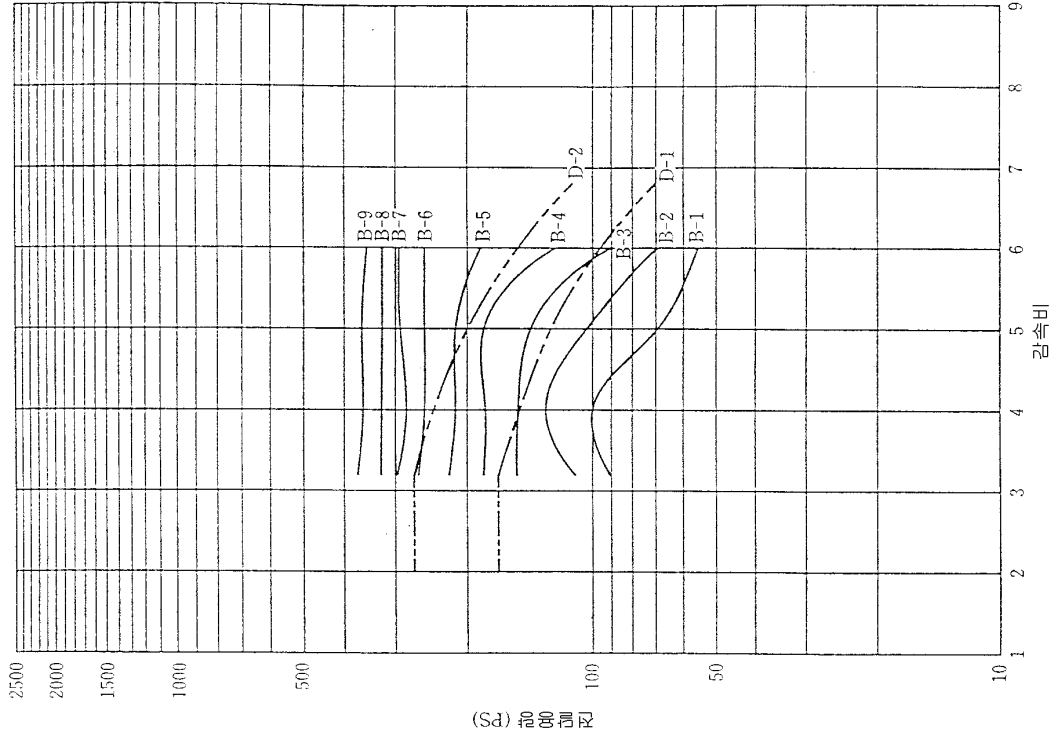


<그림3.7-5-참29> 공냉평행축치차감속기선정도(1,500rpm)

그림 3.8.4 참고 29(하), 참고 30(상)

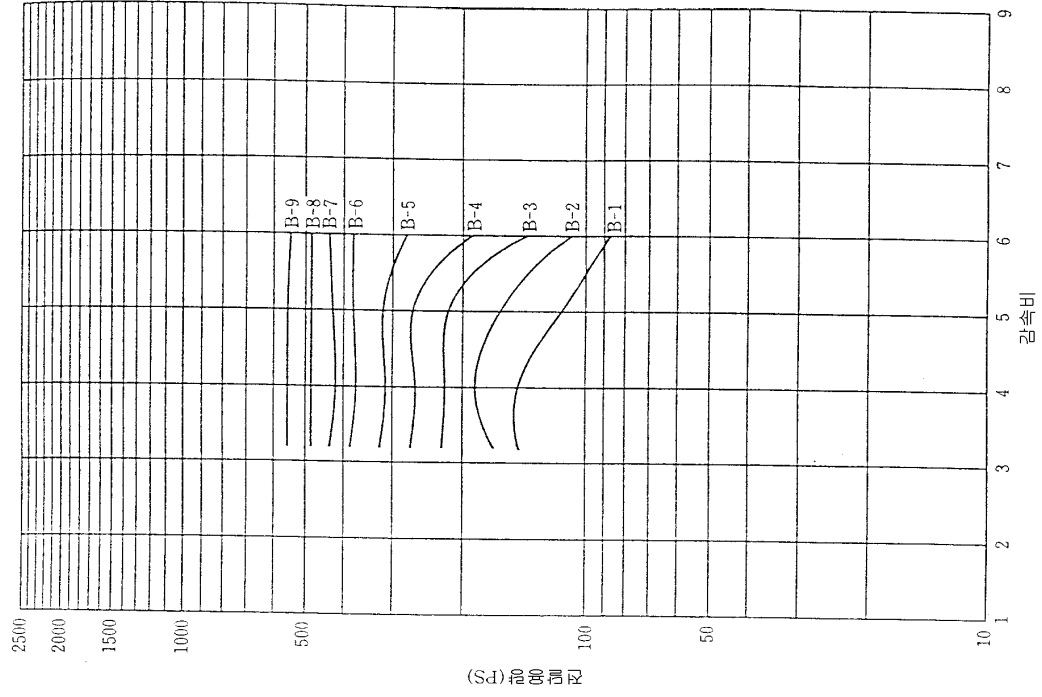


<그림3.7-5-참31> 공냉회축유성치차감속기선정도(750rpm)

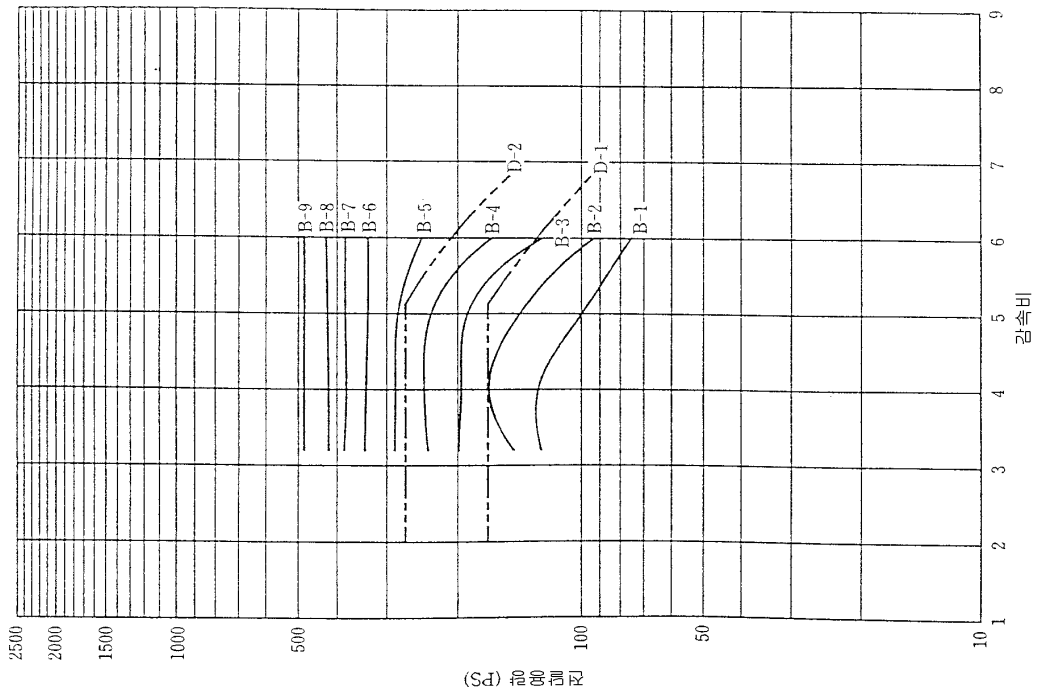


<그림3.7-5-참32> 공냉회축유성치차감속기선정도(1,000rpm)

그림 3.8.4 참고 31(하), 참고 32(상)

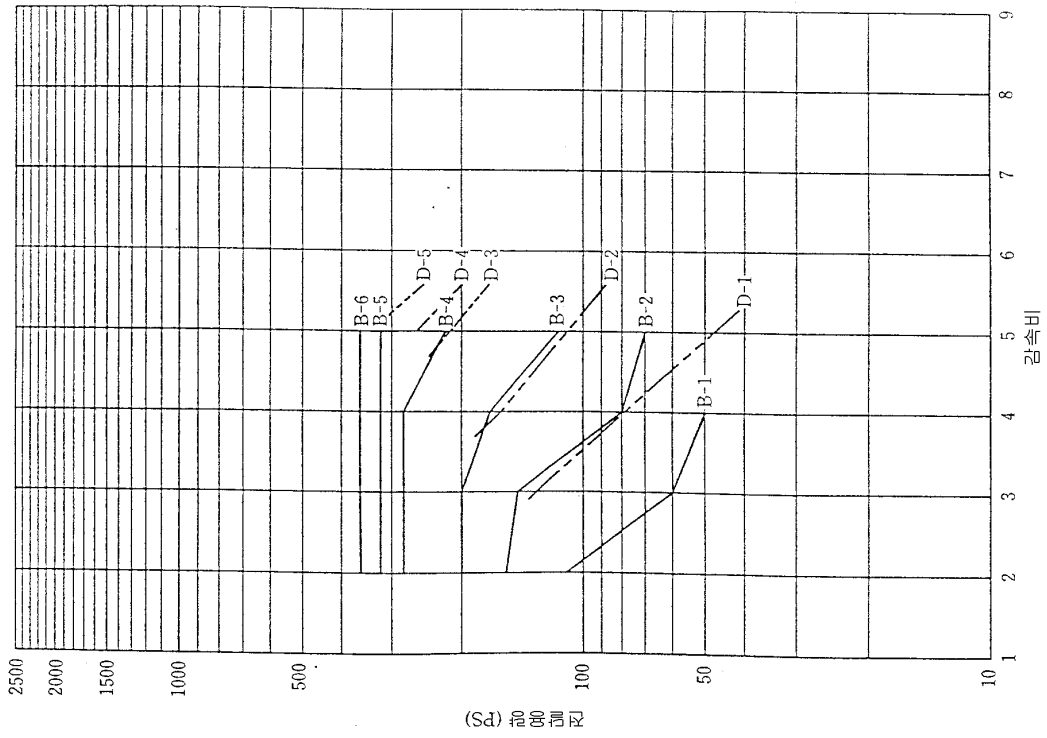


<그림3.7-5-참34> 공냉형축유성지차감속기선정도(1,800rpm)

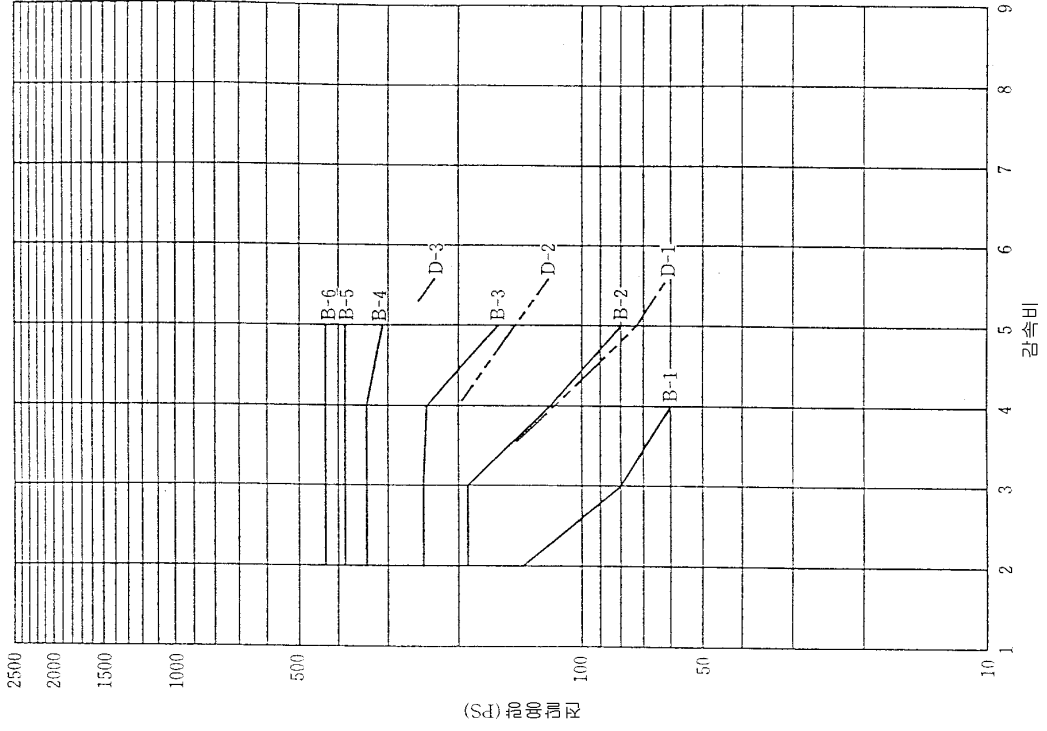


<그림3.7-5-참33> 공냉형축유성지차감속기선정도(1,500rpm)

그림 3.8.4 참고 33(하), 참고 34(상)

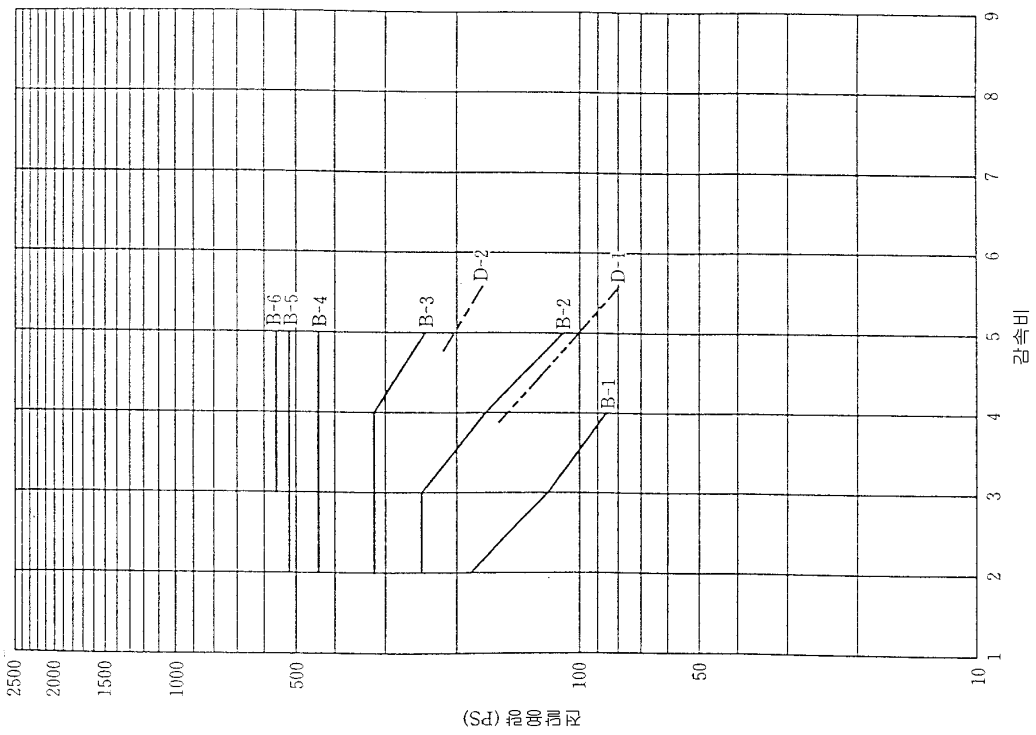


<그림3.7-5-참35> 공냉직교축베벨치차감속기선정도(750rpm)

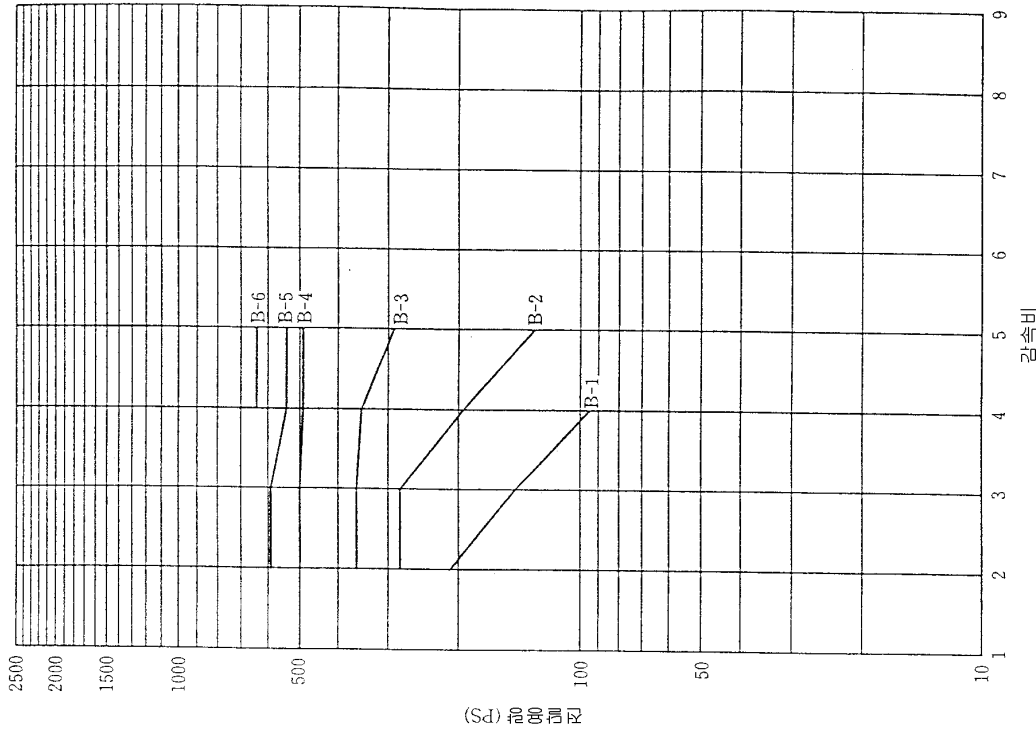


<그림3.7-5-참36> 공냉직교축베벨치차감속기선정도(1,000rpm)

그림 3.8.4 참고 35(하), 참고 36(상)

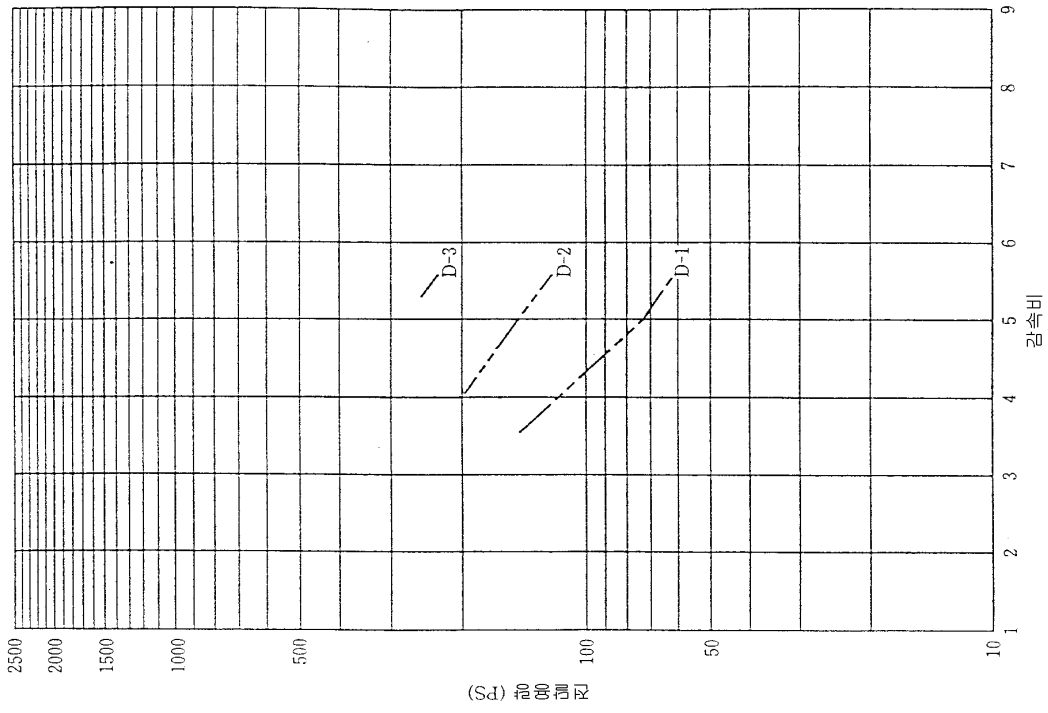


<그림3.7-5-참37> 공냉직교축베벨치차감속기선정도(1,500rpm)

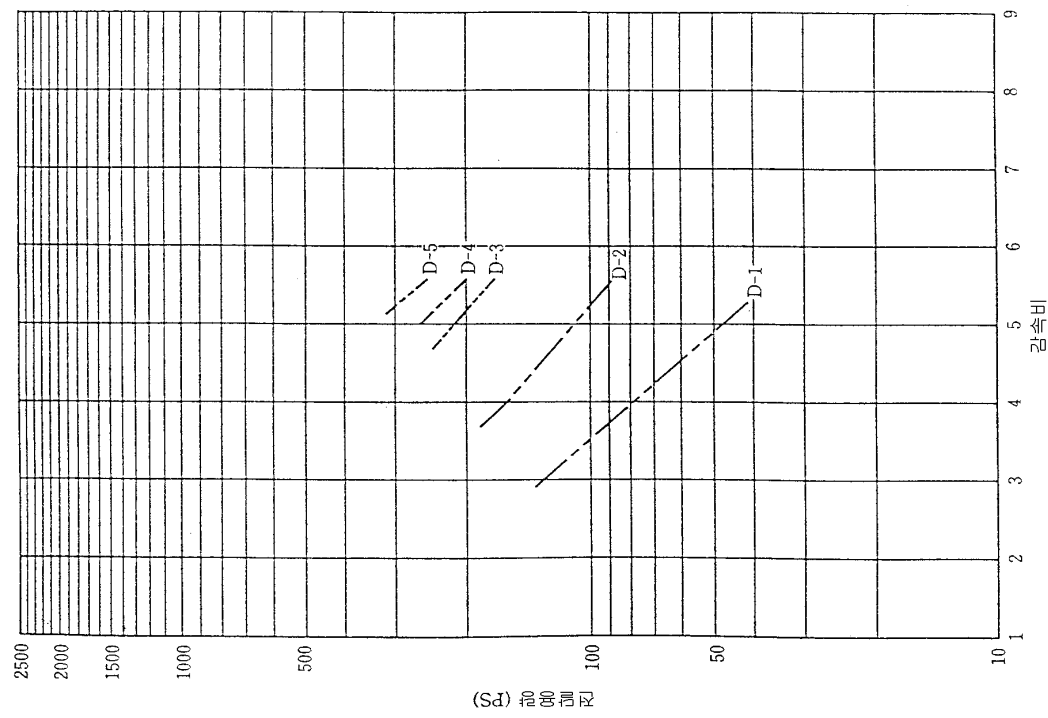


<그림3.7-5-참38> 공냉직교축베벨치차감속기선정도(1,800rpm)

그림 3.8.4 참고 37(하), 참고 38(상)



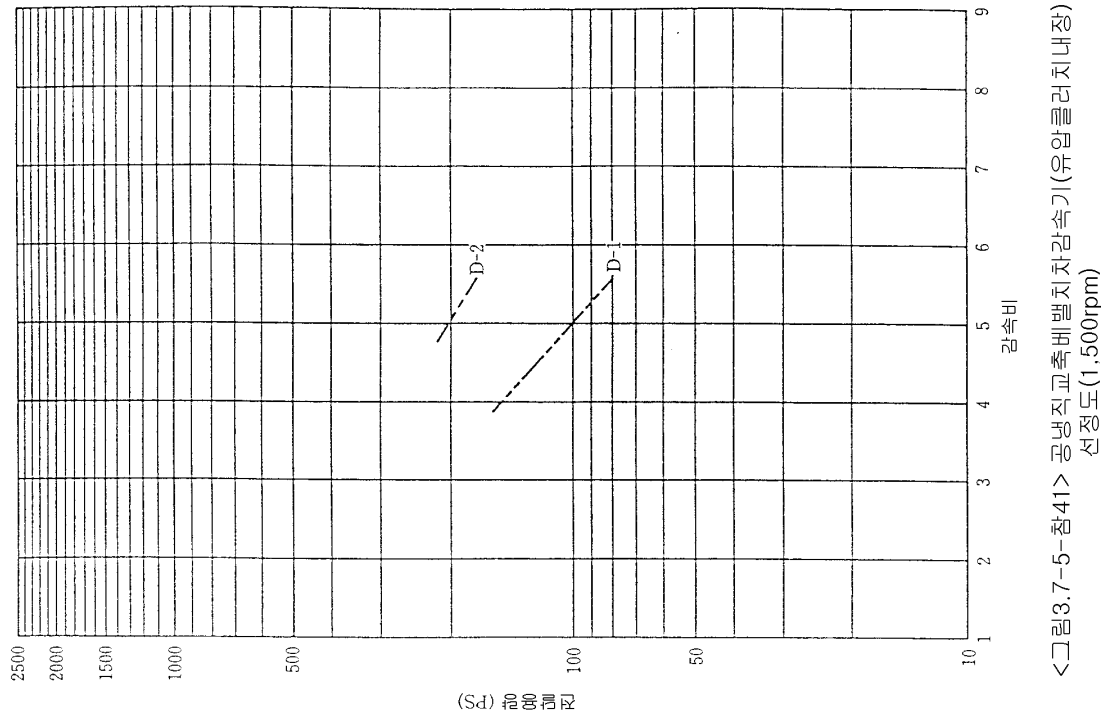
<그림 3.7-5-참40> 공냉직교축베벨치차감속기(유압클러치내장) 선정도(1,000rpm)



<그림 3.7-5-참39> 공냉직교축베벨치차감속기(유압클러치내장) 선정도(750rpm)

그림 3.8.4 참고 39(하), 참고 40(상)





<그림 3.7-5-참41> 공냉식 고속배럴치차감속기(유압클러치내장) 선정도(1,500rpm)

그림 3.8.4 참고 41

## 2. 치차감속기의 개략치수와 중량

### 가. 수냉형 치차감속기

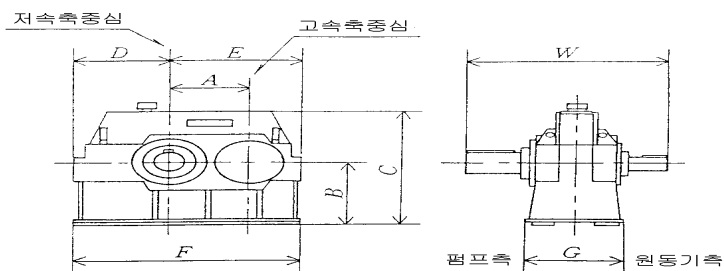
각 형식별 치차감속기의 개략치수와 중량을 표 3.8.3 ~ 표 3.8.8에 표시한다.

표 3.8.3 평행축 치차감속기의 개략치수 및 중량표

형번	주요치수(mm)								중량 (kgf)	감속비
	A	B	C	D	E	F	G	W		
A - 1	125	180	560	200	260	370	290	555	110	-
2	160	200	610	235	325	460	340	640	130	-
3	200	250	700	280	390	560	380	715	310	-
4	250	315	810	330	470	660	450	845	500	-
5	280	355	960	370	520	740	500	920	680	-
6	315	400	1,030	395	575	810	540	985	890	-
7	355	425	1,100	445	635	910	580	1,090	1,160	-
8	400	475	1,270	500	700	1,020	640	1,170	1,560	-
9	450	530	1,380	550	780	1,130	680	1,310	2,020	-
10	500	580	1,470	630	890	1,250	760	1,450	2,860	-
11	560	675	1,480	685	975	1,450	1,030	1,660	3,800	-
B - 1	150	170	380	220	310	410	230	475	90	-
2	185	190	430	250	360	490	250	540	140	-
3	190	190	440	260	390	510	300	630	190	-
4	225	240	530	295	425	580	300	630	220	-
5	255	240	530	300	480	640	320	745	330	-
6	300	280	610	335	525	720	320	745	380	-
7	320	280	615	355	585	780	380	865	540	-
8	370	350	750	410	640	890	380	865	650	-
9	385	350	755	435	705	960	430	1,010	1,130	-
10	445	430	910	510	770	1,100	430	1,010	1,290	-
11	515	430	925	530	900	1,230	500	1,225	1,940	-
12	595	530	1,130	620	980	1,400	500	1,255	2,360	-
13	640	530	1,125	635	1,095	1,500	600	1,445	3,570	-
14	745	660	1,370	745	1,195	1,710	600	1,445	4,220	-
15	335	240	530	295	505	660	370	650	290	-
16	365	240	530	300	560	720	410	770	500	-
17	430	280	610	335	625	820	410	770	590	-
18	450	280	615	355	665	860	490	910	840	-
19	530	350	750	410	750	1,000	490	910	950	-
20	565	350	755	435	825	1,080	560	1,075	1,500	-
21	665	430	910	510	930	1,260	560	1,075	1,720	-
22	730	430	925	530	1,040	1,370	660	1,285	2,890	-
23	865	530	1,130	620	1,170	1,590	660	1,285	3,140	-
24	900	530	1,125	635	1,255	1,660	800	1,530	4,660	-
25	1,060	660	1,370	745	1,415	1,930	800	1,530	5,460	-
C - 1	200	250	450	224	336	560	315	560	330	$i \leq 4$
	250	315	560	280	350	630	315	560	390	$i \leq 6$
2	224	280	500	250	380	630	355	630	440	$i \leq 4$
	280	355	630	315	395	710	355	630	550	$i \leq 6$
3	250	315	560	280	430	710	400	710	580	$i \leq 4$
	315	400	710	355	445	800	400	710	740	$i \leq 6$

형번	주요치수(mm)								중량(kgf)	감속비
	A	B	C	D	E	F	G	W		
4	280	335	630	315	485	800	450	800	780	$i \leq 4$
	355	450	800	400	500	900	450	800	980	$i \leq 6$
5	315	400	710	355	545	900	500	900	1,050	$i \leq 4$
	400	500	900	450	550	1,000	500	900	1,350	$i \leq 6$
6	355	450	800	400	600	1,000	560	1,000	1,450	$i \leq 4$
	450	560	1,000	500	620	1,120	560	1,000	1,900	$i \leq 6$
7	400	500	900	450	670	1,120	630	1,120	1,950	$i \leq 4$
	500	630	1,120	560	690	1,250	630	1,120	2,550	$i \leq 6$
8	450	560	1,000	500	750	1,250	710	1,250	2,570	$i \leq 4$
	560	710	1,250	630	770	1,400	710	1,250	3,270	$i \leq 6$
9	500	630	1,120	560	840	1,400	800	1,400	3,450	$i \leq 4$
	630	800	1,400	710	890	1,600	800	1,400	4,350	$i \leq 6$
10	560	710	1,250	630	970	1,600	900	1,600	4,660	$i \leq 4$
	710	900	1,600	800	1,000	1,800	900	1,600	5,660	$i \leq 6$
D - 1	160	315	565	226	304	490	300	501	270	$i \leq 4$
								477		$4 < i$
2	200	355	635	270	370	600	335	580	400	$i \leq 4$
								550		$4 < i$
3	250	400	715	310	430	700	360	670	560	$i \leq 4$
								635		$4 < i$
4	315	450	785	385	540	885	390	800	1,050	$i \leq 4$
								760		$4 < i$
5	355	500	925	415	595	970	420	900	1,500	$i \leq 4$
								855		$4 < i$
6	400	530	955	465	665	1,090	440	1,010	2,000	$i \leq 4$
								960		$4 < i$
7	450	560	1,035	510	740	1,210	480	1,100	2,450	$i \leq 4$
								1,050		$4 < i$
8	500	630	1,130	600	810	1,400	530	1,210	3,500	$i \leq 4$
								1,125		$4 < i$

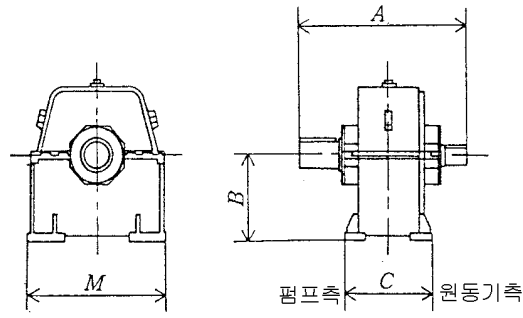
(주) 위 표의 주요 치수는 아래 그림에 의한다.



회전방향은 입력축과 출력축은 역방향(1단 감속의 경우)

표 3.8.4 횡축유성치차 감속기의 개략치수와 중량표

형번	주요치수(mm)				중량 (kgf)	감속비
	A	B	C	M		
B - 1	800	380	540	500	340	
2	870	410	560	530	400	
3	933	430	580	560	500	
4	1,021	460	620	600	650	
5	1,088	490	650	640	780	
6	1,201	530	680	690	620	
7	1,340	580	740	750	1,220	
8	1,379	630	775	810	1,500	
9	1,454	680	815	870	1,850	
C - 1	780	580	640	500	610	
2	880	620	700	550	820	
3	990	670	750	630	1,060	
4	1,140	700	820	710	1,430	
5	1,250	785	900	730	1,850	
6	1,400	825	975	800	2,400	
7	1,600	875	1,050	900	3,150	
8	1,800	950	1,200	1,000	3,850	
9	2,100	1,000	1,400	1,150	4,600	
10	1,100	620	950	550	1,110	
11	1,380	700	1,100	710	1,900	
12	1,500	800	1,200	750	2,530	
D - 1	535	400	410	710	600	
2	650	460	480	870	1,000	
3	985	400	425	610	750	$i < 5.6$
	960					$5.6 \leq i$
4	1,105	450	475	680	900	$i < 5.6$
	1,055					$5.6 \leq i$
5	1,225	500	500	772	1,500	$i < 5.6$
	1,185					$5.6 \leq i$
6	1,335	560	520	840	2,000	$i < 5.6$
	1,305					$5.6 \leq i$
7	1,480	600	610	1,000	2,800	$i < 5.6$
	1,450					$5.6 \leq i$
8	1,615	630	660	1,100	3,500	$i < 5.6$
	1,575					$5.6 \leq i$



회전방향은 입력축과 출력축도 같은 방향

표 3.8.5 입축 유성치차감속기 개략치수 및 중량표

형 번	주요치수(mm)		중량 (kgf)	베어링허용 스러스트하중(tf)
	A	E		
D - 1	1,011	830	1,200	11.0
2	1,170	1,000	2,000	14.0
3	1,248	1,200	1,700	14.0
4	1,310	1,200	2,400	28.0
5	1,485	1,400	3,300	38.0
6	1,695	1,400	4,700	39.0
7	1,810	1,850	6,500	50.0
8	1,920	1,850	9,000	50.0

(주) D-7과 D-8은 슬라이딩 베어링으로 스러스트를 지지한다.

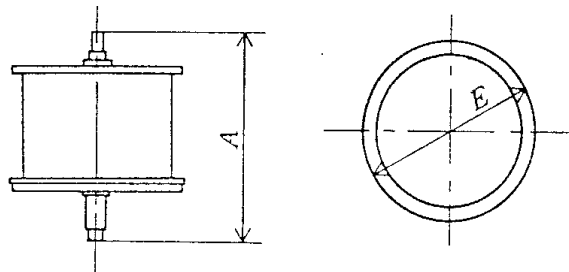
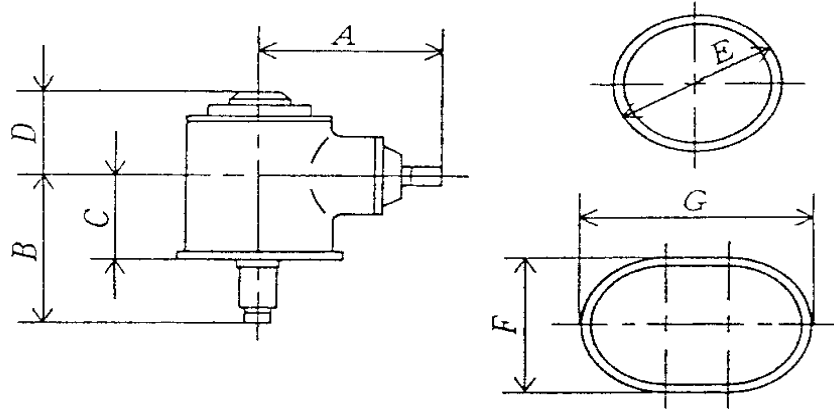


표 3.8.6 직교축 베벨기어감속기 개략치수 및 중량표

형번	주요치수 (mm)							중량 (kgf)	감속비	베어링허용스 러스트하중(tf)
	A	B	C	D	E	F	G			
B - 1	645	675	425	650	600	-	-	540	$i \leq 2.72$	주1) 참 조
	615								$i \leq 4.20$	
2	775	740	450	720	700	-	-	810	$i \leq 3.50$	
	745								$i \leq 4.44$	
3	905	795	475	775	800	-	-	1,100	$i \leq 3.71$	
	870								$i \leq 4.73$	
4	1,095	915	530	855	950	-	-	1,820	$i \leq 3.71$	
	1,060								$i \leq 5.07$	
5	1,135	970	560	915	1,050	-	-	2,360	$i \leq 3.94$	
	1,110								$i \leq 5.07$	
6	1,200	1,035	600	980	1,150	-	-	3,050	$i \leq 2.33$	
	1,155								$i \leq 4.20$	
	1,130								$i \leq 5.07$	
C - 1	450	500	355	480	450	-	-	580	1 단 감 속	3.5
2	500	560	400	530	500	-	-	710		5.0
3	560	650	450	600	600	-	-	950		8.0
4	630	735	500	630	710	-	-	1,400		10.0
5	750	840	560	710	850	-	-	2,020		12.5
6	850	945	630	800	950	-	-	2,730		16.0
7	950	1,025	710	850	1,060	-	-	3,420		20.0
8	1,060	1,110	710	900	1,180	-	-	4,400		25.0
9	1,120	1,275	800	1,000	1,320	-	-	5,800		31.5
10	1,250	1,350	850	1,060	1,500	-	-	8,450		40.0
11	830	800	500	250	-	750	1,180	1,440	2 단 감 속	12.5
12	900	875	560	265	-	850	1,250	2,000		16.0
13	1,000	985	630	300	-	950	1,350	2,950		20.0
14	1,120	1,030	630	335	-	1,060	1,460	4,000		25.0
15	1,250	1,185	710	375	-	1,180	1,580	5,300		31.5
16	1,400	1,300	800	425	-	1,320	1,720	6,900		40.0
17	1,600	1,460	900	475	-	1,500	1,900	9,000		50.0
18	1,800	1,600	1,000	530	-	1,700	2,100	11,700		63.0
19	2,000	1,870	1,120	600	-	1,900	2,300	15,000		80.0
D - 1	710	624	400	500	660	-	-	1,100	$i \leq 4$	주2) 참 조
	650								$4 < i$	
2	850	730	450	570	810	-	-	1,600	$i \leq 4$	
	765								$4 < i$	
3	1,060	915	560	730	1,000	-	-	2,300	$i \leq 4$	
	925								$4 < i$	
4	1,180	1,030	630	840	1,120	-	-	3,300	$i \leq 4$	
	1,110								$4 < i$	
5	1,320	1,160	710	890	1,250	-	-	4,500	$i \leq 4$	
	1,150								$4 < i$	
6	1,410	900	500	620	-	1,020	1,480	3,600	$i > 5.6$	32.0
7	1,625	1,060	560	897	-	1,180	1,720	6,000		40.0
8	1,865	1,190	630	997	-	1,370	1,980	8,000		50.0
9	2,135	1,340	710	1,087	-	1,450	2,185	12,000		60.0
10	2,290	1,510	800	1,240	-	1,710	2,488	15,000		특수설계



(주 1) 표에서 베어링 허용스러스트 하중(B-1 ~ B-6)은 그림 3.8.5(a)에 의함.

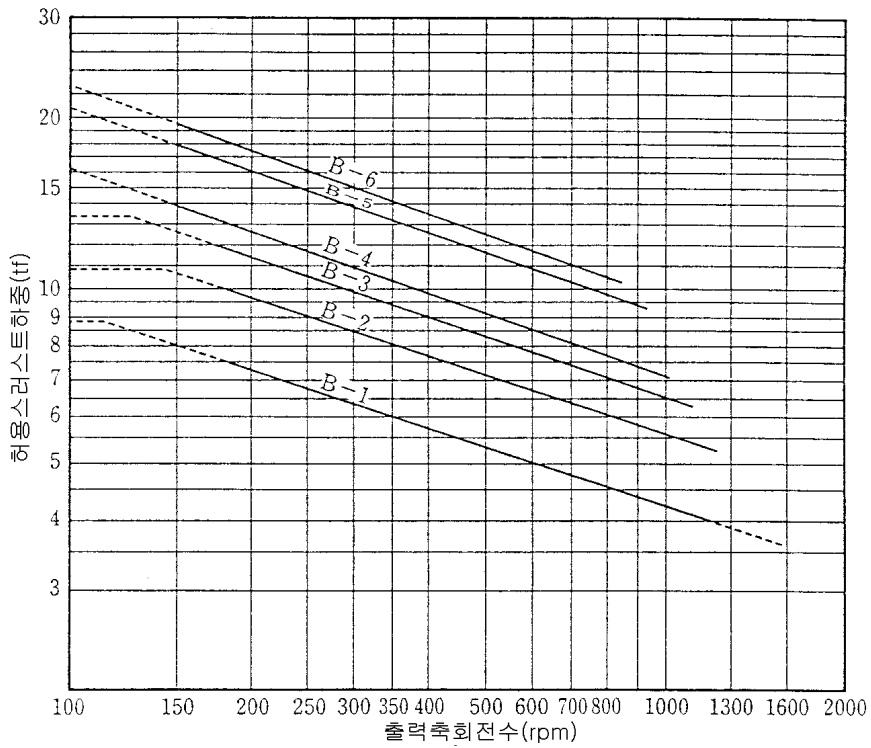


그림 3.8.5(a) 치차감속기의 허용스러스트하중

(주 2) 표에서 베어링 허용스러스트하중 D-1 ~ D-5 는 그림 3.8.5(b)에 의함.

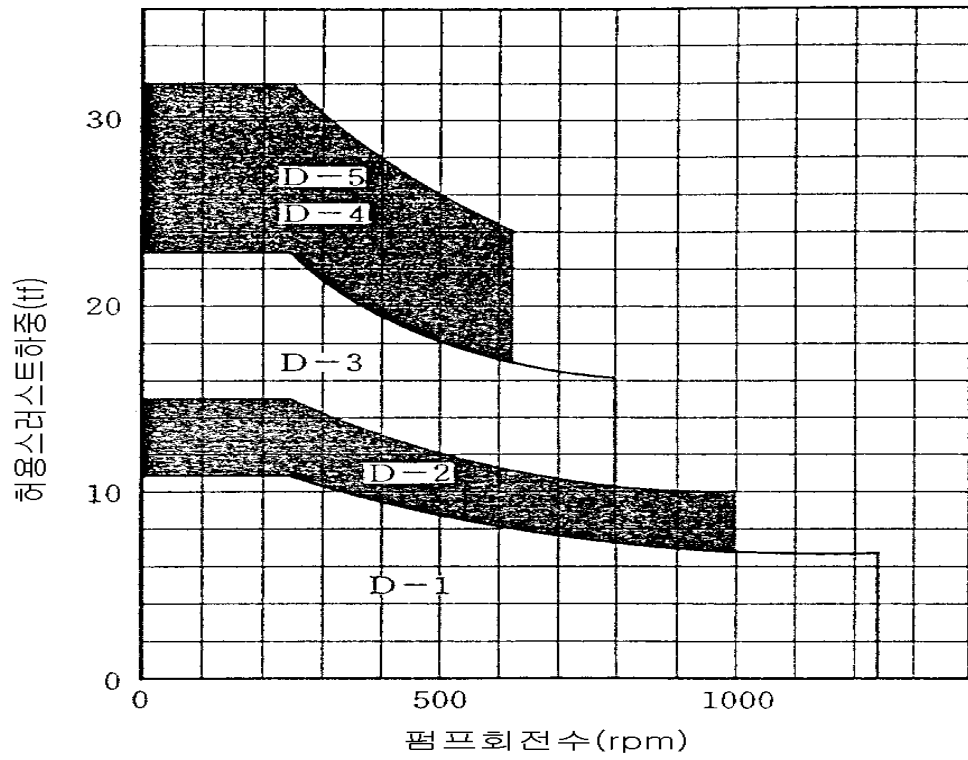
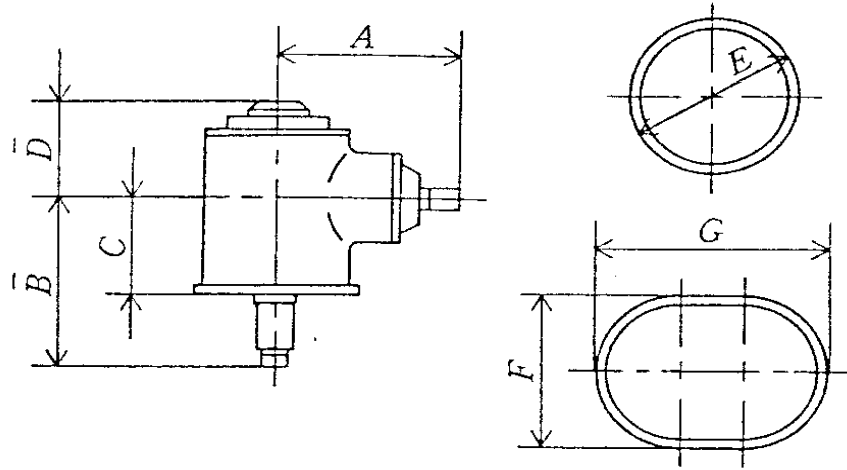


그림 3.8.5(b) 치차감속기의 허용스러스트하중



표 3.8.7 직교축 베벨기어감속기(유압클러치내장)의 개략치수 및 중량표

형번	주요치수 (mm)							중량 (kgf)	감속비	베어링허용 스러스트하중 (tf)
	A	B	C	D	E	F	G			
B - 1	1,155	800	360	620	600	-	-	1,150	$i \leq 5.0$	주1) 참 조
2	1,335	840	400	690	800	-	-	1,660	$i \leq 5.0$	
	1,310							1,560	$i \leq 6.0$	
3	1,450	900	500	740	900	-	-	2,200	$i \leq 3.7$	
	1,415							1,850	$i \leq 6.0$	
4	1,465	960	500	800	1,000	-	-	3,100	$i \leq 4.8$	
	1,430							2,600	$i \leq 6.0$	
5	1,785	1,100	560	850	1,150	-	-	4,260	$i \leq 3.2$	
	1,750							3,760	$i \leq 6.0$	
6	1,940	1,250	710	1,000	1,360	-	-	6,550	$i \leq 4.0$	
	1,905							5,750	$i \leq 6.0$	
7	2,080	1,400	800	1,120	1,460	-	-	6,960	$i \leq 4.5$	
	2,045								$i \leq 6.0$	
C - 1	710	500	355	480	450	-	-	690	1 단 감 속	
2	780	560	400	530	500	-	-	830		5.0
3	830	650	450	600	600	-	-	1,100		8.0
4	860	735	500	630	710	-	-	1,600		10.0
5	950	840	560	710	850	-	-	2,300		12.5
6	1,060	945	630	800	950	-	-	3,000		16.0
7	1,200	1,025	710	850	1,065	-	-	3,720		20.0
8	1,350	1,110	710	900	1,180	-	-	4,750		25.0
9	1,520	1,275	800	1,000	1,320	-	-	6,300		31.5
10	1,720	1,350	850	1,060	1,500	-	-	9,200		40.0
11	1,150	800	500	250	-	750	1,180	1,670	2 단 감 속	12.5
12	1,280	875	560	265	-	850	1,250	2,280		16.0
13	1,450	985	630	300	-	950	1,350	3,250		20.0
14	1,640	1,030	630	335	-	1,060	1,460	4,840		25.0
15	1,840	1,185	710	375	-	1,180	1,580	5,800		31.5
16	2,050	1,300	800	425	-	1,320	1,720	7,900		40.0
17	2,260	1,460	900	475	-	1,500	1,900	10,200		50.0
18	2,550	1,600	1,000	530	-	1,700	2,100	12,700		63.0
19	2,850	1,870	1,120	600	-	1,900	2,300	17,500		80.0
D - 1	1,250	910	630	620	960	-	-	3,500	1 단 감 속	주2) 참 조
2	1,350	985	630	730	1,200	-	-	4,500		
3	1,500	1,110	710	890	1,370	-	-	5,500		
4	1,550	1,160	710	890	1,500	-	-	6,500		
5	1,700	1,030	630	700	-	1,020	1,600	5,000	2 단 감 속	32.0
6	1,900	1,210	710	750	-	1,180	1,815	7,500		40.0
7	2,100	1,360	800	850	-	1,370	2,075	9,800		50.0
8	2,400	1,430	800	1,050	-	1,450	2,275	14,000		60.0
9	2,550	1,510	800	1,200	-	1,716	2,575	17,000		특수설계



(주 1) 표에서 베어링 허용스러스트하중 (B-1 ~ B-7)은 그림 3.8.5(c)에 의함.

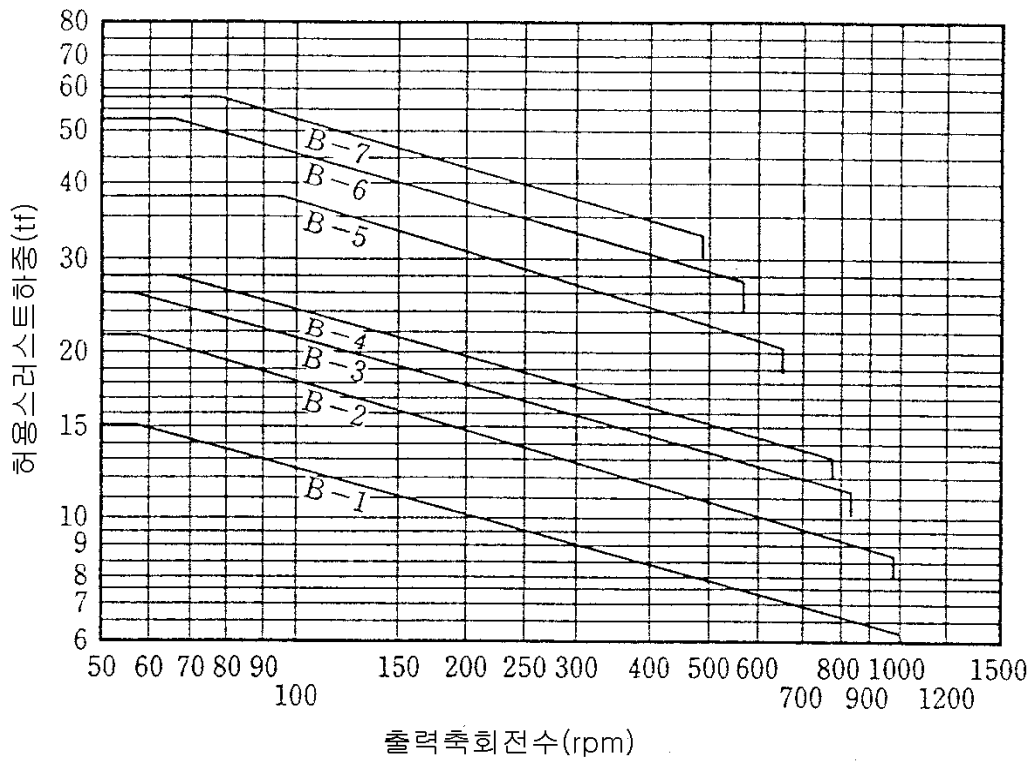


그림 3.8.5(c) 치차감속기의 허용스러스트하중

(주 2) 표에서 베어링 허용스리스트하중 D-1~D-4 는 그림 3.8.5(d)에 의함.

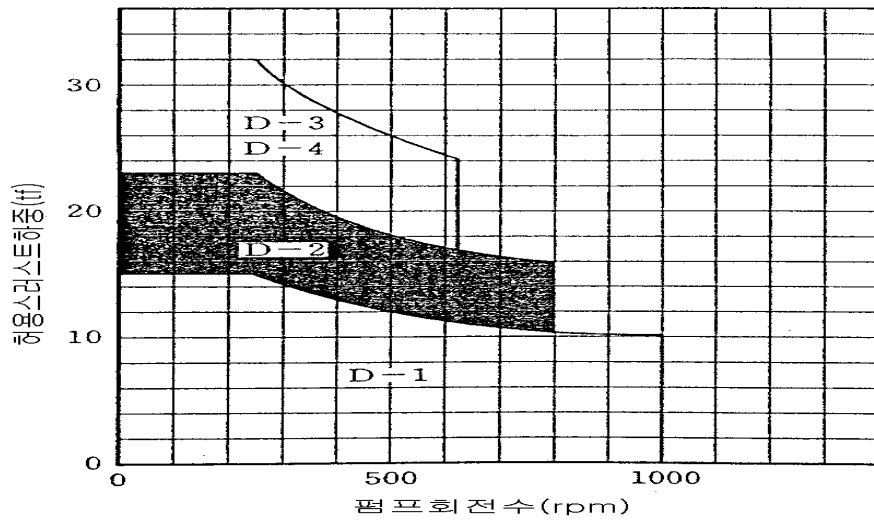


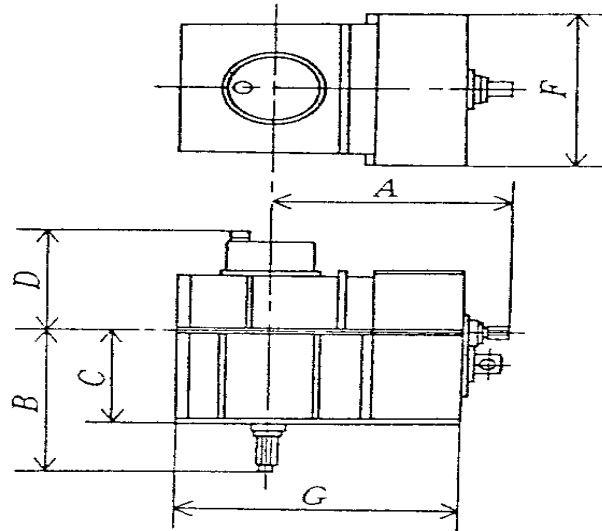
그림 3.8.5(d) 치차감속기 허용 스리스트하중

표 3.8.8 직교축베벨기어감속기(충배유형유체커플링내장)의 개략치수 및 중량표

형 번	주요치수 (mm)						중량 (kgf)	감속비	베어링허용 스리스트하중(tf)
	A	B	C	D	F	G			
A - 1	1,850	1,500	1,000	1,200	1,500	2,010	13,500	1 단 감 속	최 대 50
2	1,900	1,550	1,000	1,250	1,500	2,115	14,000		
3	1,970	1,550	1,000	1,300	1,500	2,230	14,700		
4	1,980	1,560	1,060	1,200	1,650	2,110	15,000		
5	2,040	1,610	1,060	1,250	1,650	2,215	15,600		
6	2,100	1,660	1,060	1,300	1,650	2,330	16,400		
7	2,190	1,660	1,060	1,350	1,650	2,465	17,200		
8	2,060	1,670	1,120	1,250	1,750	2,185	16,800		
9	2,110	1,670	1,120	1,300	1,750	2,290	17,300		
10	2,180	1,670	1,120	1,350	1,750	2,405	18,100		
11	2,260	1,720	1,120	1,400	1,750	2,540	19,100		
12	2,340	1,770	1,120	1,500	1,750	2,715	20,000		
13	2,180	1,730	1,180	1,250	1,900	2,255	18,100		
14	2,240	1,730	1,180	1,300	1,900	2,360	18,800		
15	2,300	1,780	1,180	1,350	1,900	2,475	19,500		
16	2,390	1,780	1,180	1,400	1,900	2,610	20,200		
17	2,460	1,830	1,180	1,500	1,900	2,785	21,300		
18	2,430	1,850	1,250	1,350	2,100	2,560	20,300		
19	2,510	1,850	1,250	1,400	2,100	2,695	21,200		
20	2,590	1,900	1,250	1,500	2,100	2,870	22,600		

형 번	주요치수 (mm)						중량 (kgf)	감속비	베어링허용 스러스트하중(tf)
	A	B	C	D	F	G			
21	2,250	1,670	1,120	750	1,500	2,410	14,500	2 단 감 속	50 이 상 가 능
22	2,300	1,670	1,120	750	1,500	2,510	15,600		
23	2,360	1,670	1,120	750	1,500	2,620	16,400		
24	2,380	1,730	1,180	750	1,650	2,510	16,200		
25	2,430	1,730	1,180	750	1,650	2,610	17,000		
26	2,490	1,780	1,180	750	1,650	2,720	18,100		
27	2,560	1,780	1,180	750	1,650	2,840	19,900		
28	2,460	1,850	1,250	750	1,750	2,585	18,600		
29	2,510	1,850	1,250	750	1,750	2,685	19,600		
30	2,570	1,850	1,250	750	1,750	2,795	20,300		
31	2,640	1,850	1,250	750	1,750	2,915	21,600		
32	2,720	1,900	1,250	750	1,750	3,045	23,100		
33	2,860	1,950	1,250	800	1,750	3,285	24,600		
34	2,630	1,920	1,320	800	1,900	2,755	21,000		
35	2,740	1,970	1,320	800	1,900	2,915	22,200		
36	2,810	1,970	1,320	800	1,900	3,035	23,100		
37	2,890	2,020	1,320	800	1,900	3,165	24,700		
38	2,980	2,020	1,320	800	1,900	3,355	27,200		
39	2,990	2,100	1,400	850	2,100	3,175	24,400		
40	3,070	2,100	1,400	850	2,100	3,305	26,500		
41	3,160	2,100	1,400	850	2,100	3,495	29,100		
B - 1	2,000	2,000	1,650	800	2,150	2,200	2,800	$i \leq 6$	30.0
2	1,900	1,700	1,350		1,900	2,100	1,100		
3	1,800	1,350	1,000		1,500	2,000	8,100		
B - 4	2,200	2,300	1,900	850	2,450	2,500	19,000	$i \leq 6$	43.0
5	2,100	1,950	1,550		2,150	2,400	15,000		
6	2,000	1,650	1,250		1,900	2,300	11,600		
7	1,900	1,300	900		1,500	2,200	8,600		
8	2,350	2,250	1,800	1,000	2,500	2,700	20,000	$i \leq 6$	54.0
9	2,250	1,900	1,450		2,200	2,600	16,100		
10	2,150	1,650	1,200		1,950	2,500	14,000		
11	2,050	1,300	850		1,550	2,400	9,600		
B - 12	2,450	2,250	1,750	1,100	2,500	2,800	21,600	$i \leq 6$	60.0
13	2,350	1,900	1,400		2,200	2,700	17,200		
14	2,250	1,650	1,150		1,950	2,600	14,100		
15	2,150	1,300	800		1,650	2,500	11,000		
16	2,650	2,650	2,150	1,250	2,950	3,100	29,000	$i \leq 6$	67.0
17	2,550	2,200	1,700		2,550	3,000	23,000		
18	2,450	1,900	1,400		2,250	2,900	18,800		
19	2,350	1,600	1,100		2,000	2,800	15,600		
20	2,250	1,300	800		1,800	2,700	13,100		

형 번	주요치수 (mm)						중량 (kgf)	감속비	베어링허용 스러스트하중(tf)
	A	B	C	D	F	G			
21	2,750	2,600	2,050	1,400	3,250	2,950	31,000	$i \leq 6$	85.0
22	2,650	2,150	1,600		3,150	2,550	24,100		
23	2,550	1,850	1,300		3,050	2,250	21,000		
24	2,450	1,600	1,050		2,950	2,000	17,600		
25	2,350	1,350	800		2,850	2,000	16,000		
26	2,800	2,550	1,950	1,500	3,400	3,000	32,000	$i \leq 6$	100.0
27	2,700	2,150	1,550		3,300	2,600	25,500		
28	2,600	1,900	1,300		3,200	2,300	23,000		
29	2,500	1,650	1,050		3,100	2,200	20,200		
30	2,400	1,350	750		3,000	2,200	17,500		
31	2,900	2,500	1,900	1,700	3,600	3,000	36,500	$i \leq 6$	120.0
32	2,800	2,100	1,500		3,500	2,600	30,200		
33	2,700	1,800	1,200		3,400	2,400	27,200		
34	2,600	1,700	1,000		3,300	2,400	25,000		
35	2,500	1,350	750		3,200	2,400	22,200		
36	2,400	1,650	1,200	900	1,950	2,650	15,000	$6 < i$	60.0
37	2,300	1,350	900		1,550	2,550	11,100		
38	2,800	1,850	1,350	1,000	2,200	3,150	19,700	$6 < i$	67.0
39	2,700	1,650	1,150		1,950	3,050	17,000		
40	2,600	1,300	800		1,600	2,950	13,600		
41	3,100	1,850	1,300	1,400	2,250	3,500	23,500	$6 < i$	85.0
42	3,000	1,600	1,050		2,000	3,400	20,100		
43	2,900	1,350	800		1,800	3,300	17,700		
44	3,300	1,800	1,200	1,700	2,300	3,850	30,200	$6 < i$	100.0
45	3,200	1,600	1,000		2,100	3,750	27,500		
46	3,100	1,400	800		2,100	3,650	24,600		
D - 1	1,880	1,410	1,000	625	1,540	1,995	6,500	1 단 감속	주) 참조
2	2,040	1,510				2,280	8,900		
3	1,920	1,510	1,100	675	1,580	2,000	7,800		
4	2,080	1,610				2,285	10,000		
5	1,940	1,510	1,100	800	1,700	2,000	9,500		
6	2,100	1,610				2,285	11,600		
7	1,990	1,590	1,180	850	1,950	2,000	11,000		
8	2,150	1,690				2,285	13,100		
9	2,050	1,500	1,000	625	1,540	2,330	10,000		
10	2,200	1,600	1,100	675	1,580	2,445	11,500	40.0	
11	2,260	1,740	1,180			2,540	13,000	60.0	
12	2,360	1,810		2,690	15,500	70.0			
13	2,200	1,600	1,100	800	1,700	2,425	12,700	40.0	
14	2,260	1,740	1,180			2,520	14,600	60.0	
15	2,360	1,810				2,670	17,700	70.0	
16	2,470	1,960	1,250			2,855	20,500	80.0	
17	2,470	1,680	1,180			855	1,950	2,645	14,200
18	2,530	1,810	1,250	2,740	16,100			60.0	
19	2,630	1,880		2,890	19,400			70.0	
20	2,740	1,960	3,075	23,000	80.0				



(주) 표에서 베어링 허용스러스트하중 D-1 ~ D-8 는 그림 3.8.5(e) 에 의함

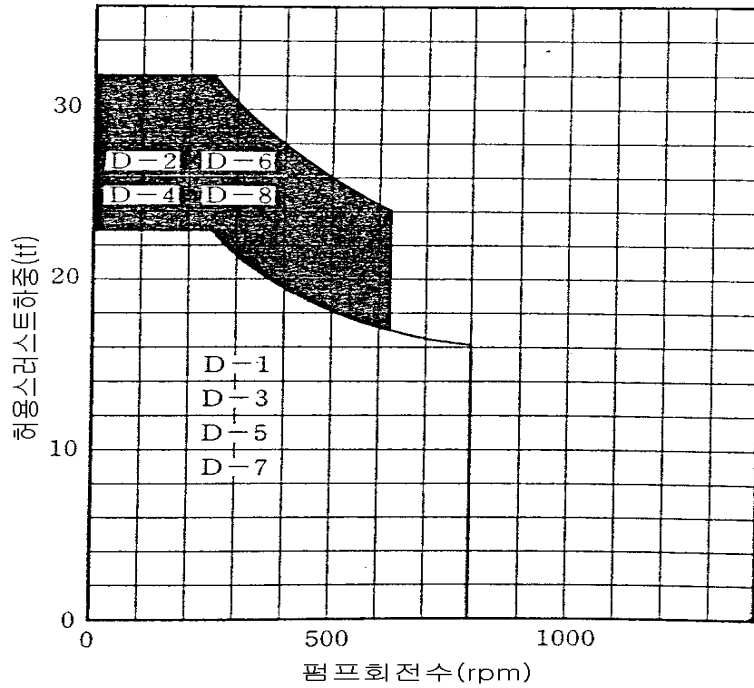


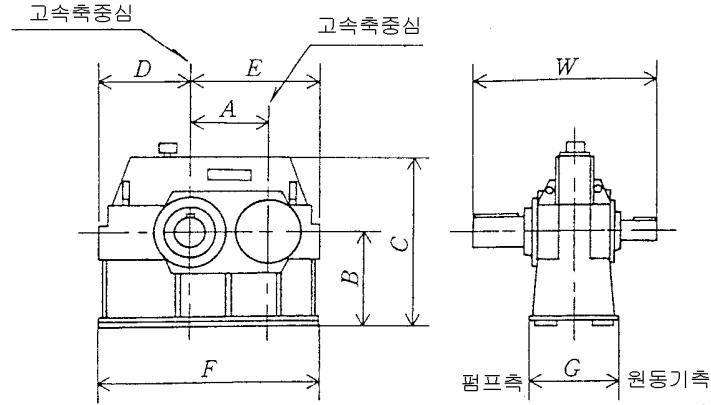
그림 3.8.5(e) 치차감속기의 허용 스러스트하중

나. 공냉형 치차감속기

각형식별 치차감속기의 개략치수와 중량표를 표 3.8.9 ~ 표 3.8.12에 표시한다.

표 3.8.9 공냉 평행축 치차감속기의 개략치수 및 중량표

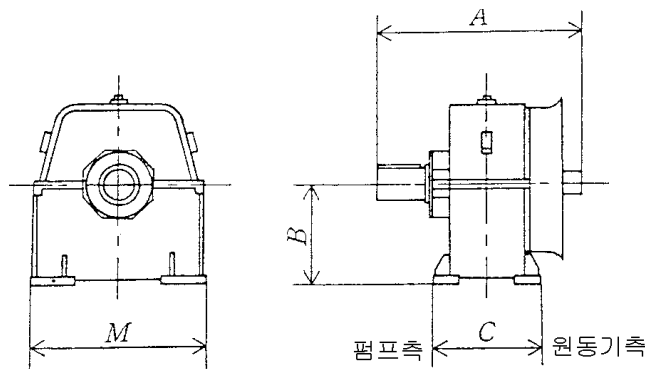
형번	주요치수 (mm)								중량 (kgf)	감속비
	A	B	C	D	E	F	G	W		
A - 1	125	180	560	200	260	370	290	685	120	
2	160	200	610	235	325	460	340	770	140	
3	200	250	700	280	390	560	380	845	320	
4	250	315	810	330	470	660	450	975	510	
5	280	355	960	370	520	740	500	1,050	690	
6	315	400	1,030	395	575	810	540	1,115	900	
7	355	425	1,100	445	635	910	580	1,220	1,180	
8	400	475	1,270	500	700	1,020	640	1,300	1,580	
9	450	530	1,380	550	780	1,130	680	1,440	2,040	
10	500	580	1,470	630	890	1,250	760	1,580	2,890	
B - 1	150	170	380	220	310	410	230	475	90	
2	185	190	430	250	360	490	250	540	140	
3	190	190	440	260	390	510	300	630	190	
4	225	240	530	295	425	580	300	630	220	
5	255	240	530	300	480	640	320	745	330	
6	300	280	610	335	525	720	320	745	380	
7	320	280	615	355	585	780	380	865	540	
8	370	350	750	410	640	890	380	865	645	
9	385	350	755	435	705	960	430	1,010	1,130	
10	445	430	910	510	770	1,100	430	1,010	1,290	
11	515	430	925	530	900	1,230	500	1,225	1,940	
12	595	530	1,130	620	980	1,400	500	1,225	2,360	
13	640	530	1,125	635	1,095	1,500	600	1,445	3,570	
14	745	660	1,375	745	1,195	1,710	600	1,445	4,220	
15	335	240	530	295	505	660	370	650	290	
16	365	240	530	300	560	720	410	770	500	
17	435	280	610	335	625	820	410	770	590	
18	450	280	615	355	665	860	490	910	840	
19	530	350	750	410	750	1,000	490	910	950	
20	565	350	755	435	825	1,080	560	1,075	1,500	
21	665	430	910	510	930	1,260	560	1,075	1,720	
22	730	430	925	530	1,040	1,370	660	1,285	2,890	
23	865	530	1,130	620	1,170	1,590	660	1,285	3,140	
24	900	530	1,125	635	1,255	1,660	800	1,530	4,660	
25	1,060	660	1,370	745	1,415	1,930	800	1,530	5,460	
D - 1	315	450	785	385	540	885	390	800	1,100	$i \leq 4$
760								⑫ <sub>4</sub> < i		
5	355	500	925	415	595	970	420	900	1,600	$i \leq 4$
								855		⑬ <sub>4</sub> < i
6	400	530	955	465	665	1,090	440	1,010	2,100	$i \leq 4$
								960		⑭ <sub>4</sub> < i
7	450	560	1,035	510	740	1,210	480	1,100	2,550	$i \leq 4$
								1,050		⑮ <sub>4</sub> < i
8	500	630	1,130	600	810	1,400	530	1,210	3,600	$i \leq 4$
								1,125		⑯ <sub>4</sub> < i



회전축은 입력축과 출력축은 역방향(1단감속기의 경우)으로 한다.

표 3.8.10 공냉 횡축유성치차감속기의 개략치수 및 중량표

형번	주요치수(mm)				중량(kgf)
	A	B	C	M	
B - 1	885	380	540	500	350
2	965	410	560	530	420
3	1,028	430	580	560	520
4	1,126	460	620	600	680
5	1,193	490	650	640	810
6	1,316	530	680	690	960
7	1,419	580	740	750	1,260
8	1,504	630	775	810	1,520
9	1,574	680	815	870	1,870
D - 1	637	400	410	710	650
2	752	460	480	870	1,070

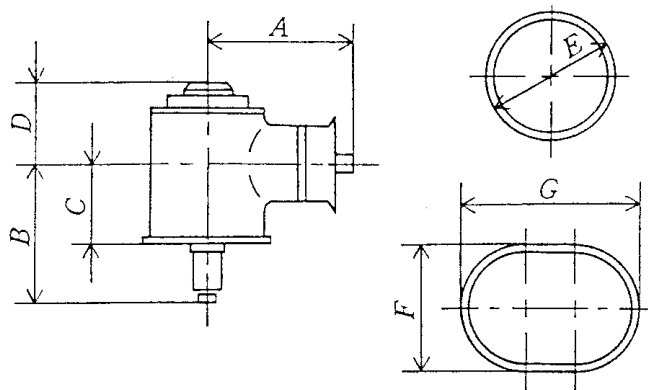


회전방향은 입력축과 출력축이 같은 방향



표 3.8.11 공냉 직교축 베벨기어감속기 개략치수 및 중량표

형번	주요치수(mm)							중량(kgf)	감속비	베어링허용 스러스트하중 (tf)
	A	B	C	D	E	F	G			
B - 1	635	650	425	650	600	-	-	540	$i < 2.72$	주) 참 조
	605								$i < 3.94$	
2	775	710	450	720	700	-	-	770	$i < 2.72$	
	735								$i < 3.94$	
3	895	760	475	775	800	-	-	1,100	$i < 2.72$	
	870								$i < 5.07$	
4	1,070	850	530	855	950	-	-	1,820	$i < 2.94$	
	1,040								$i < 5.07$	
5	1,110	910	560	915	1,050	-	-	2,360	$i < 2.94$	
	1,110								$i < 5.07$	
6	1,170	965	600	980	1,150	-	-	3,050	$i < 2.94$	
	1,130								$i < 5.07$	
D - 1	790	624	400	500	660	-	-	1,400	$i \leq 4.0$	11.0
	730								$4 < i \leq 5.6$	
2	935	730	450	570	810	-	-	1,900	$i \leq 4.0$	15.0
	850								$4 < i \leq 5.6$	
3	1,145	915	560	730	1,000	-	-	2,600	$i \leq 4.0$	23.0
	1,010								$4 < i \leq 5.6$	
4	1,270	1,030	630	840	1,120	-	-	3,800	$i \leq 4.0$	32.0
	1,200								$4 < i \leq 5.6$	
5	1,410	1,160	710	890	1,250	-	-	5,000	$i \leq 4.0$	32.0
	1,240								$4 < i \leq 5.6$	
6	1,500	900	500	620	-	1,020	1,480	3,900	$i > 5.6$	32.0
7	1,715	1,060	560	897	-	1,180	1,720	6,500		40.0
8	1,955	1,190	630	997	-	1,370	1,980	8,500		50.0
9	2,235	1,340	710	1,087	-	1,450	2,185	12,500		60.0
10	2,390	1,510	800	1,240	-	1,716	2,488	15,500		특수설계



(주) 표에서 베어링허용스러스트 하중 (B-1 ~ B-6) 는 그림3.8.5(f) 에 의함

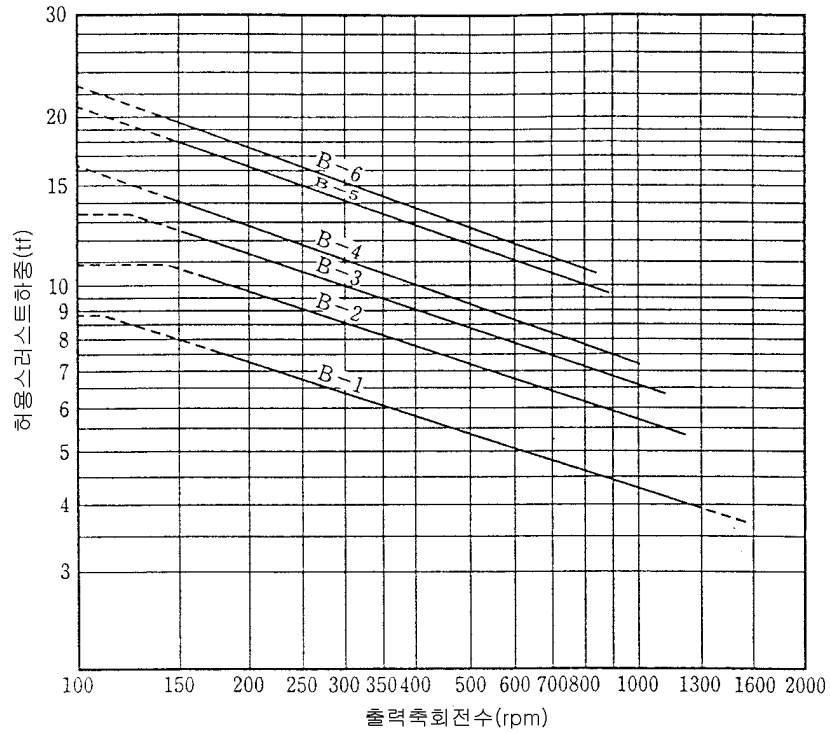
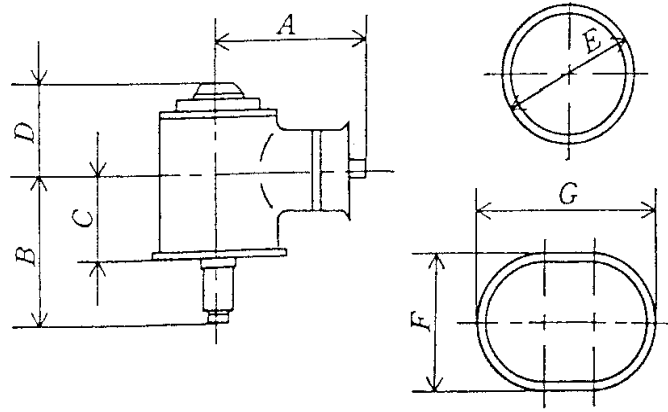


그림3.8.5(f) 치차감속기의 허용스러스트하중

표 3.8.12 공냉 직교축베벨기어감속기(유압클러치내장)의 개략치수 및 중량표

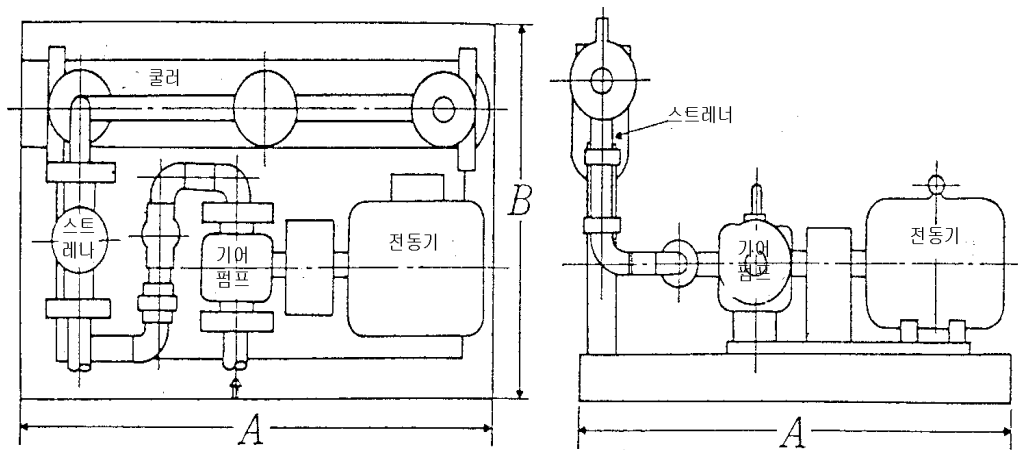
형번	주요치수(mm)							중량(kgf)	감속비	베어링허용스러스트하중(tf)
	A	B	C	D	E	F	G			
D - 1	1,335	910	630	620	960	-	-	3,800	1 ≤ i ≤ 5.6	15.0
2	1,435	985	630	730	1,200	-	-	4,800		23.0
3	1,590	1,110	710	890	1,370	-	-	6,000		32.0
4	1,700	1,160	710	890	1,500	-	-	7,000		32.0
5	1,760	1,300	800	980	1,600	-	-	8,500		40.0
6	1,750	1,110	710	1,070	-	1,020	1,695	5,300		i > 5.6
7	1,980	1,210	710	897	-	1,180	1,815	8,000	40.0	
8	2,265	1,360	800	997	-	1,370	2,175	10,300	50.0	
9	2,565	1,430	800	1,087	-	1,450	2,375	14,500	60.0	
10	2,720	1,510	800	1,240	-	1,716	2,678	17,500	특수설계	



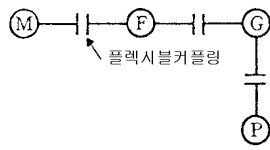
다. 급유장치의 용량 및 개략치수  
 치차감속기의 급유장치의 용량 및 개략치수는 표 3.8.6에 표시한다.

표 3.8.6 치차감속기 급유장치의 용량 및 개략치수

감속기의 전달동력	급유장치의 전동기용량 (kW)	치수(mm)	
		A	B
500마력 미만	0.75	750	600
500 ~ 600마력 미만	1.5	1,000	750
600 ~ 1,200마력 미만	2.2	1,500	750
1,200 ~ 2,800마력 미만	3.7	1,500	1,000
2,800 ~ 3,500마력 미만	5.5	1,500	1,000



3. 펌프용 치차감속기의 선정 예  
가. 조건



M: 모터 1,500rpm 320kW  
F: 유체커플링  
G: 치차감속기  
P: 펌프 380rpm

예상 총 운전시간 30,000시간으로 한다.

나. 감속비를 구한다.

(식 3.8.2)로부터

$$\text{감속비} = \frac{\text{원동기회전수}}{\text{펌프회전수}} = \frac{1,500}{380} \approx 3.9$$

다. 선정에 필요한 전달용량을 구한다.

하중계수: 전동기=1.0

유체커플링=1.0} (표 3.8.1)로부터

수명계수: 0.87 (표 3.8.2)로부터

$$\text{펌프구동용 전동기 출력 (PS)} = 320kW \times \frac{1}{0.7355} \approx 435PS$$

$$0.7355kW = 1 PS$$

(식 3.8.1)로부터

$$\begin{aligned} \text{전달용량} &= \text{펌프구동용 원동기출력 (PS)} \times \frac{\text{하중계수}}{\text{수명계수}} \\ &= 435 \times \frac{1.0 \times 1.0}{0.87} = 500PS \end{aligned}$$

라. 치차감속기의 선정

원동기회전수 1,500 rpm

전달용량 500PS 감속비  $\approx 3.9$

<횡축유성치차감속기의 경우>

- (1) 그림 3-참고 7 에서 치차감속기 형번 B-6, C-1 또는 D-3를 구한다.
- (2) 개략치수 및 중량은 표 3.8.5 에서 다음과 같이 된다.

형 번	주요치수(mm)				중량 (kgf)
	A	B	C	M	
B - 6	1,201	530	680	690	620
C - 1	780	580	640	500	610
D - 3	985	400	425	610	750

<입축 유성치차감속기의 경우>

- (1) 그림 3.8.4-참고 10 에서 치차감속기 형번 D-3을 구한다.
- (2) 개략치수, 중량 및 베어링 허용스러스트하중은 표 3.8.5에서 다음과 같이 된다.

형 번	주요치수(mm)		중량 (kgf)	베어링허용 스러스트하중 (tf)
	A	E		
D - 3	1,248	1,200	1,700	14.0

- (3) 입축펌프이므로 베어링 허용스러스트하중을 체크한다.

사류펌프

구 경 1,350mm

전양정 5.5m의 경우에는

토목 기초공의 설계편에서 펌프 스러스트 하중 약 13tf 를 구한다.

베어링 허용스러스트하중 > 펌프 스러스트하중이므로 표 3.8.5로부터 (2)를 구하면 형번 D-3로 된다.

### 3.9 유체커플링

원동기에서 동력을 전달할 때에는 완충작용 또는 비틀림 진동방지 등이 필요한 경우, 또는 시동기능의 향상이나 속도제어 등이 요구되는 경우, 유체 커플링을 동력 전달장치로 검토할 필요가 있다.

원동기에서 특히 내연기관의 경우, 비틀림 진동에 대한 완충작용의 필요성과 원동기 종류를 막론하고 시동성, 속도제어, 무부하운전 등이 요구되는 경우에는 유체커플링을 동력전달장치로 치차감속기와 같이 검토할 필요가 있다.

유체커플링이 감속기에 내장된 경우, 단독으로 분리된 경우가 있지만, 대별하면 일정충전식(충배유형과 일정량형이 있다)과 가변충전식으로 분류된다.

일반적으로 클러치기능과 축커플링기능을 가진 일정충전식 배유형이 표준적으로 사용된다. 가변충전식은 속도제어를 할 경우에 사용된다. 유체커플링을 선정할 때에는 기능·용도 등을 고려하여 검토할 필요가 있다.

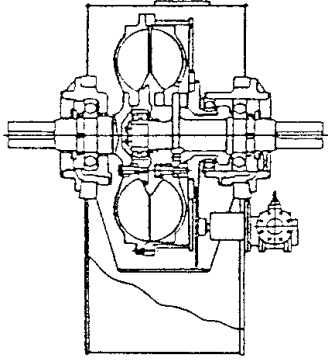
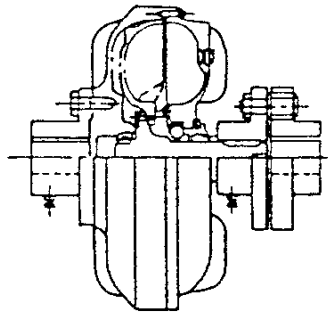
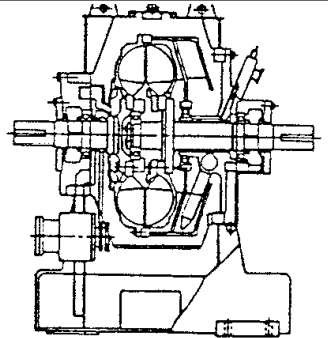
유체커플링은 전술한 바와 같이 치차감속기를 내장한 경우와 단독으로 분리되어 사용되는 경우가 있다. 어느 경우도 유체커플링은 작동 상 다음과 같은 목적 등에 사용된다.

- ① 토크 변동의 흡수, 완충 및 비틀림 진동의 방지
- ② 원동기의 시동을 용이하게 한다.
- ③ 클러치 작용
- ④ 회전속도의 제어

#### 3.9.1 유체커플링의 형식과 구조

유체커플링의 형식과 구조를 표 3.9.1 에 표시한다.

표 3.9.1 유체커플링의 형식과 구조

명 칭		구 조	기 능	용 도
일 정 충 전 식	충배유형		· 커플링내 작동유를 충배유해서 클러치기능을 가진다.	· 토크변동 흡수 · 비틀림 진동 흡수 · 경부하 시동
	일정유량형		· 유체에 의한 동력 전달	· 토크변동 흡수 · 비틀림 진동 흡수
가변충전식 충배유형 유체커플링			· 커플링내 작동유량의 증감으로 운전중 임의로 속도를 제어함과 함께 작동유로 충배유해서 클러치 기능도 가진다.	· 토크변동 흡수 · 비틀림 진동 흡수 · 경부하 시동 · 속도제어

### 3.9.2 유체커플링의 선정

유체커플링은 입력축동력과 입력회전수에 따라 선정도 그림 3.9.1을 이용해서 채용해야 할 형번을 선정한다. 유체커플링의 개략치수 및 중량을 표 3.9.2에 표시한다.

#### [참고]

##### 1. 유체커플링의 선정도

유체커플링의 선정도를 그림 3.9.1에 표시한다.

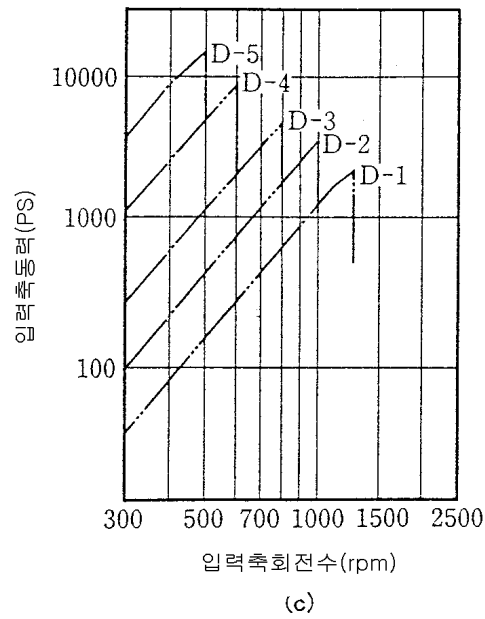
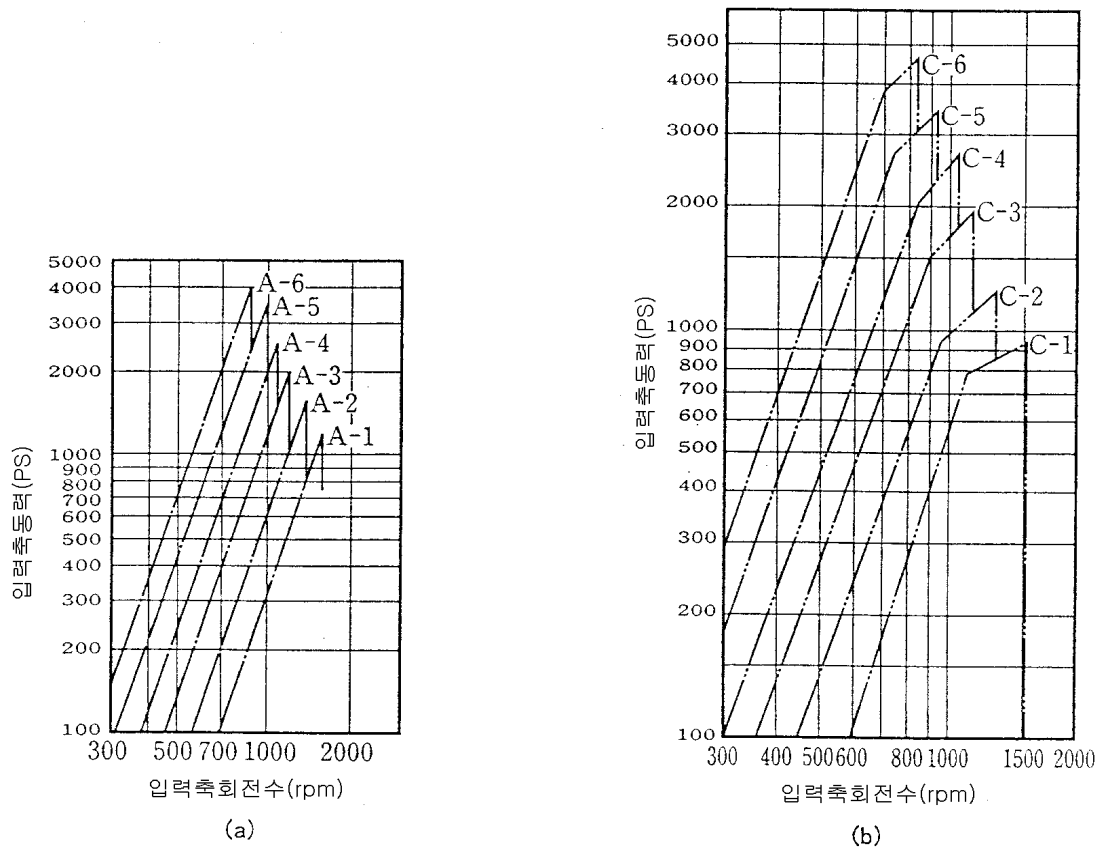


그림 3.9.1 유체커플링선정도(참고)

(주) 선정도는 유체커플링의 슬립을 3%로 작도함

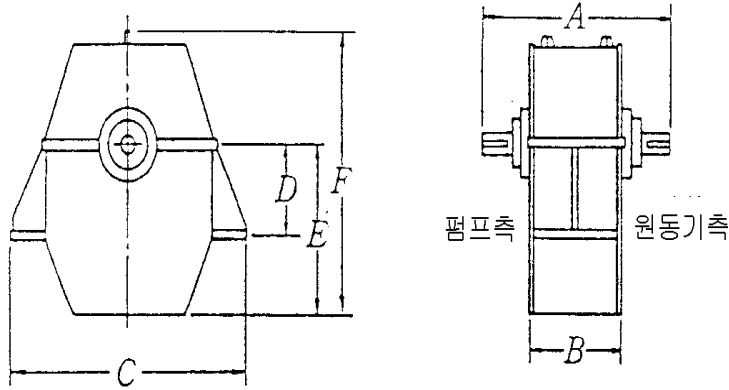


## 2. 유체커플링의 개략치수와 중량

유체커플링의 개략치수와 중량을 표 3.9.2에 표시한다.

표 3.9.2 유체커플링의 개략치수와 중량표

형번	주요치수(mm)						중량(kgf)
	A	B	C	D	E	F	
A - 1	1,132	540	1,480	420	805	1,385	2,800
2	1,283	610	1,610	480	920	1,540	3,400
3	1,450	680	1,780	540	1,040	1,700	4,200
4	1,600	760	1,980	600	1,150	1,880	5,300
5	1,781	850	2,200	670	1,285	2,088	6,900
6	1,992	950	2,440	750	1,430	2,330	8,600
C - 1	1,180	800	1,350		850	1,550	3,000
2	1,290	860	1,600		950	1,750	3,800
3	1,450	1,000	1,800		1,060	1,950	5,400
4	1,600	1,100	2,000		1,150	2,100	7,000
5	1,700	1,200	2,300		1,300	2,400	8,900
6	1,950	1,300	2,500		1,400	2,500	12,100
D - 1	1,350	1,160	1,520		1,000	1,730	3,000
2	1,900	1,700	2,200		1,300	2,300	4,000
3	2,100	1,800	2,400		1,500	2,590	5,200
4	2,600	2,300	2,900		2,000	3,400	8,700
5	3,200	2,900	3,700		2,500	4,300	12,700



회전축방향은 입력축과 출력축이 동일방향

### 3.10 관내 쿨러(管内 Cooler)

냉각수 계통이 2차 냉각방식인 경우에는 청수냉각기와 동일한 기능을 가진 관내 쿨러를 배출관에 설치하는 것으로 냉각수조의 생략, 기기구성·냉각수계통의 간소화를 도모하는 것으로 종합적인 냉각수방식을 검토할 필요가 있다.

종래의 청수냉각기를 사용한 2차 냉각방식에서는 설비규모가 크고 냉각수 계통도 복잡하므로 청수냉각기를 배출관 접속의 관내 쿨러를 설치함에 따라 기기구성·냉각수계통의 간소화를 도모함으로써 시설기계설비비의 절감 및 시스템의 신뢰성향상 등을 고려하여 냉각수방식을 검토할 필요가 있다는 것을 명시한 것이다.

따라서 냉각수계통이 2차 냉각방식의 변형으로 사용되는 것으로 이전방식과 비교해서 (1) 냉각수계통의 보조기계류가 감소, (2) 운전조작도 단순화하고 정전시에도 계속운전이 가능, (3) 신뢰성향상 및 냉각수 사용량의 감소, (4) 시스템의 간소화로 전기용량이 저감하는 등 많은 장점이 있지만 채용할 경우에는 다음 사항에 유의할 필요가 있다.

- (1) 전열관을 펌프 배출관 중간에 삽입하기 때문에 수질이 극도로 나쁜 (다량의 이물, 강한 부식환경 등) 경우에는 채용할 때 충분히 고려할 필요가 있다.
- (2) 이전방식에 비해서 큰 공간이 필요하다.
- (3) 비만관 (非滿管) 상태에서는 냉각능력이 저하하기 때문에 설치위치를 충분히 검토할 필요가 있다.

#### 3.10.1 관내 쿨러의 구조

관내 쿨러는 주펌프의 배출관부에 설치되는 것으로 일반적인 외관은 그림 3.10.1 에 구조는 그림 3.10.2에 표시한다.

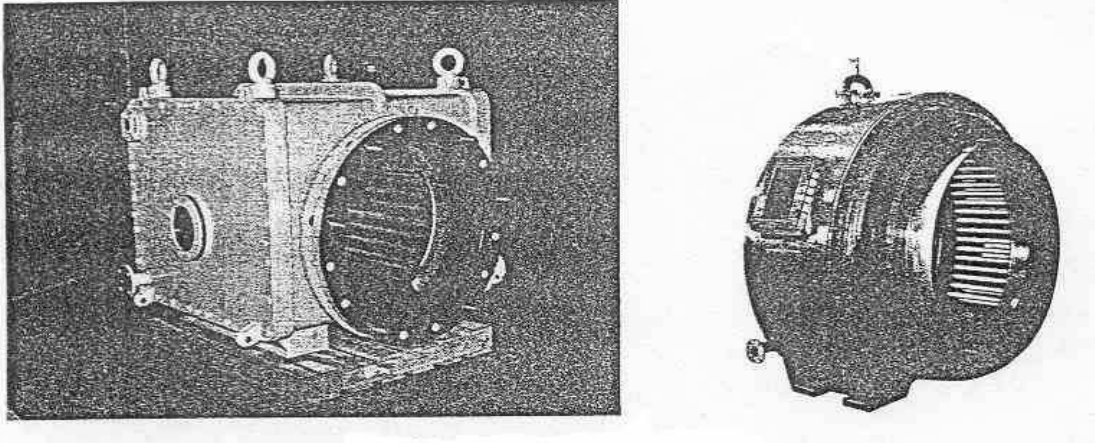


그림3.10.1 관내쿨러 외관(예)

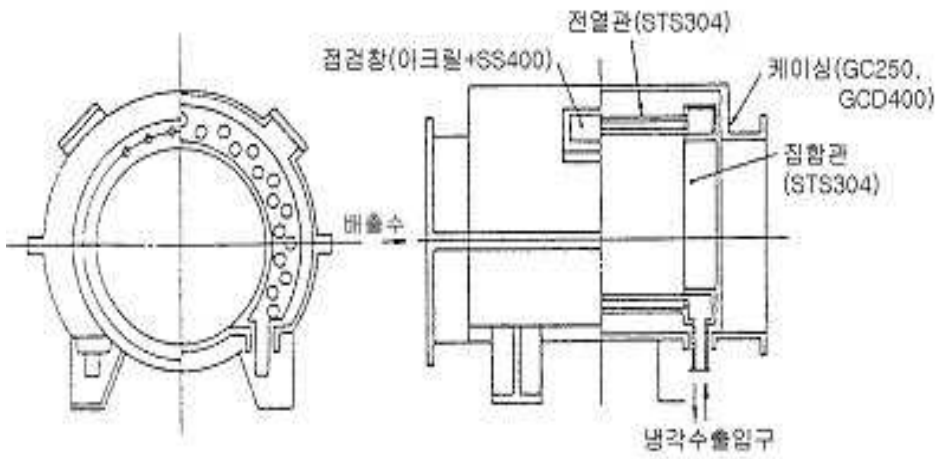
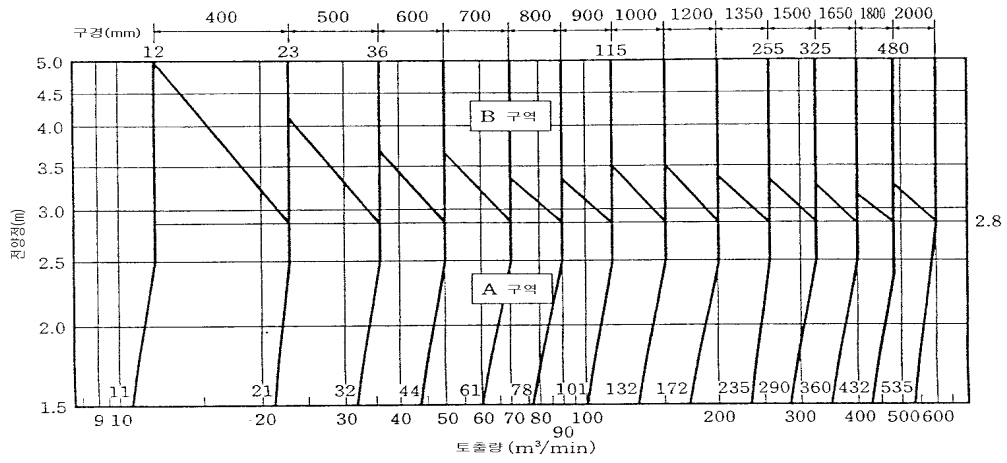


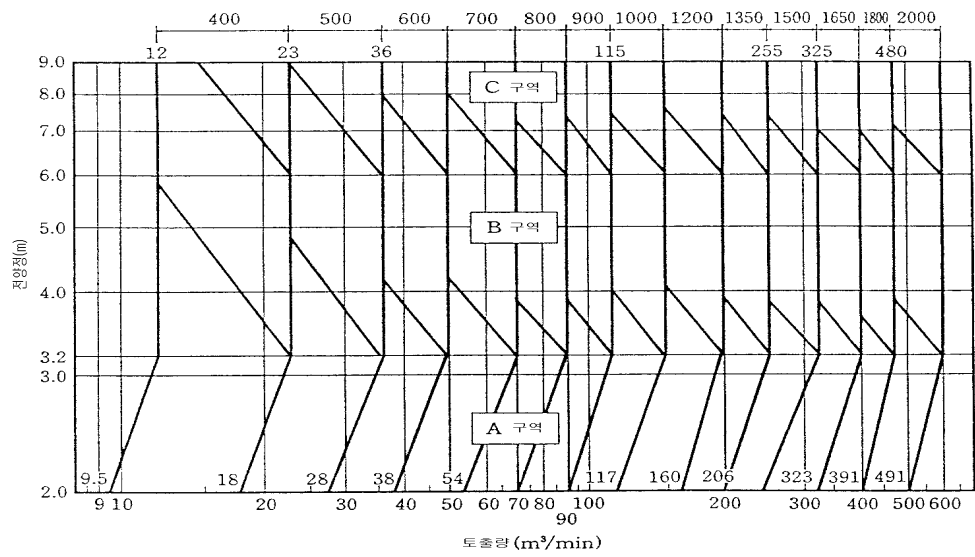
그림 3.10.2 관내 쿨러의 구조(예)

### 3.10.2 관내 쿨러의 선정

관내 쿨러의 선정방법은 그림 3.10.3의 관내 쿨러 선정도에 의거, 배출량과 전양정의 교차점을 구하고 그 상위부근의 영역에서 구경 영역구호를 구한다. 주요치수 및 중량은 표 3.10.1에 의한다.



(a) 입·횡축축류펌프



(b) 입·횡축사류펌프

그림 3.10.3 관내 쿨러 선정도

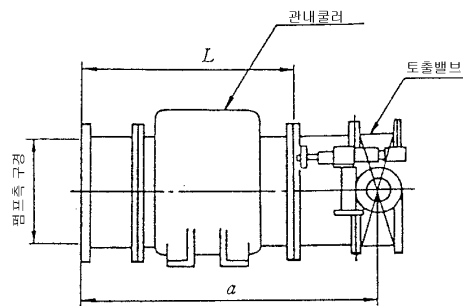


표 3.10.1 관내 쿨러의 주요치수 및 하중표

구경 (mm)	선정 영역	면간 L (mm)	바닥하중 (kgf)	설치필요 치수(a) (mm)	구경 (mm)	선정 영역	면간 L (mm)	바닥하중 (kgf)	설치필요 치수(a) (mm)
400	A	950	1,200	1,500	1,200	A	1,450	7,300	2,400
	B	1,250	1,500	1,800		B	1,850	9,000	2,800
	C	1,450	1,800	2,000		C	2,250	10,700	3,200
500	A	1,050	1,700	1,600	1,350	A	1,600	9,300	2,550
	B	1,250	1,900	1,800		B	1,950	11,100	2,900
	C	1,500	2,200	2,050		C	2,450	13,300	3,400
600	A	1,050	2,000	1,800	1,500	A	1,650	11,300	2,650
	B	1,350	2,400	2,100		B	2,150	14,100	3,150
	C	1,600	2,900	2,350		C	2,700	17,300	3,700
700	A	1,150	2,600	1,900	1,650	A	1,700	13,600	2,800
	B	1,450	3,200	2,200		B	2,300	17,100	3,400
	C	1,750	3,800	2,500		C	2,900	21,200	4,000
800	A	1,200	3,300	2,050	1,800	A	(3,100)	(22,000)	(4,200)
	B	1,550	4,100	2,400		A	1,750	16,400	2,850
	C	1,900	4,900	2,750		B	2,450	20,900	3,550
900	A	1,300	4,200	2,200	2,000	C	3,050	26,000	4,150
	B	1,650	5,200	2,550		C	(3,200)	(27,600)	(4,300)
	C	2,000	6,100	2,900		A	1,900	20,900	3,000
1,000	A	1,350	5,400	2,250	2,000	B	2,650	27,200	3,750
	B	1,750	6,700	2,650		B	(2,800)	(28,400)	(3,900)
	C	2,100	7,900	3,000		C	3,350	33,600	4,450
							(3,600)	(36,000)	(4,700)

- (주) 1. ( )내 수치는 유체커플링을 붙인 경우를 나타냄  
 2. 바닥하중은 (제품중량 + 내수중량)×1.2 로서 산출된 것이다.  
 3. 조건은 아래와 같이 했다.  
 ① 온도: 냉각수 출입구 온도차, 55 - 40 = 15℃, 하천온도 25℃  
 ② 전열관재질: STS304  
 ③ 오염계수:  $4 \times 10^{-4}$  (관내외 합계)

### 3.11 밸브 류

유량조절, 차수, 역류방지 등을 목적으로 설치하는 밸브류는 설치장소, 사용조건 및 유지관리 등을 검토하여 용도에 적당한 형식을 선정하여야 한다.

양배수장에서 사용하는 밸브로는 일반적으로 슬루스밸브(Sluice Valve), 접형밸브(Butterfly Valve), 체크밸브(Check Valve), 플랩밸브(Flap Valve), 로터리밸브(Rotary Valve) 및 푸트밸브(Foot Valve) 가 있다.

이 가운데 흡입측에 설치되는 것은 슬루스밸브, 접형밸브 및 푸트밸브이고 배출측에 설치되는 것은 슬루스밸브, 접형밸브, 로터리밸브, 체크밸브 및 플랩밸브이다. 밸브 설치는 배관계통의 조건, 설치장소, 사용조건 및 유지관리 등을 검토하여 선정할 필요가 있다.

#### 3.11.1 밸브의 종류와 기능

양배수장에 설치되는 밸브의 종류와 기능을 표 3.11.1 에 표시한다.

표 3.11.1 양·배수장에 설치되는 밸브의 종류와 기능

명 칭	기 능	조 작	비 고
접형 밸브	유량 조절차수	전동 (수동도 가능)	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 펌프 정지시에 배출측 수위가 펌프보다 고수위인 경우, 펌프의 배출측에 사용한다.</li> <li>② 횡축펌프에 있어 설치위치가 압입이 되는 경우, 흡입측에 사용한다.</li> </ul>
슬루스 밸브	차 수	전동 (수동도 가능)	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 횡축펌프에 있어 배출관말단이 수몰되지 않는 경우, 펌프의 배출측에 사용한다.</li> <li>② 펌프정지시 배출수위가 밸브보다 높게 될 경우, 펌프의 배출측에 사용한다.</li> <li>③ 횡축펌프에 있어 흡입측 수위가 압입되는 경우, 흡입측에 사용한다.</li> <li>④ 안나사식과 외나사식이 있으며, 안나사식은 청수용으로 하고 쓰레기, 모래가 유입될 때에는 외나사식이 좋다. 외나사식은 밸브를 열면 밸브 봉이 외부로 나온다.</li> <li>⑤ 소구경의 펌프에 있어서는 유량조절도 가능하다.</li> </ul>

명 칭	기 능	조 작	비 고
체크 밸브	역류방지	자기 작동	<p>① 플랩밸브의 설치가 곤란한 경우에 사용한다.</p> <p>② 복수펌프의 배출관을 1분으로 합류시킬 경우에 사용한다.</p> <p>③ 설치는 펌프배출구와 유량조절밸브의 중간에 설치한다.</p> <p>④ 밸브디스크의 폐쇄속도에 따라 ㉠ 급폐식 ㉡ 보통형 ㉢ 완폐형 이 있다.</p> <p>(급폐형) : 스프링(주로 소구경), 카운타 웨이트 등에 의해 흐름이 중단되면 역류가 시작되기 전에 닫힌다.</p> <p>(보통형) : 밸브디스크가 자중으로 폐쇄되는 것으로 일반적인 형이다.</p> <p>(완폐형) : 밸브디스크의 폐쇄속도를 피스톤방식의 유압장치를 사용하여 조절이 되는 것이다. 이러한 밸브는 워터해머 대책 등에 사용된다.</p>
플랩 밸브	역류방지 (비수밀)	자기 작동	배출관 말단에 설치된다.
로터리 밸브	유량조절 차수	전동 (수동도 가능)	<p>①고양정펌프의 배출측에 사용한다.</p> <p>②유압조작으로 할 경우 슬루스밸브, 체크밸브의 양쪽 기능을 가진다.</p> <p>③ 구경 350mm 이상, 양정 50m 이상의 경우의 체크밸브는 관로조건 및 워터해머 등으로 로터리밸브를 사용하는 경우가 많다.</p> <p>④ 관로저항이 작으므로 유속 5m/s 정도의 구경을 선정해도 좋다.</p>
푸트 밸브	역류방지	자기 작동	일반적으로 소구경(300mm 이하 정도)의 횡축펌프의 흡입관 말단에 설치된다.

### 3.11.2 밸브의 구동방식

밸브의 구동방식에는 전동식과 유압식이 있으며 각각의 장점과 단점을 표 3.11.2 에 표시한다.

표 3.11.2 밸브의 구동방식의 장·단점 비교표

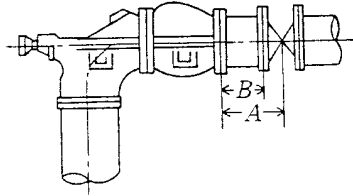
구동방식		장 점	단 점
전 동 식	기능	① 일정속도에 의한 개폐조작으로 동작이 원활 ② 수동조작의 겸용이 가능	① 개폐시간의 조절변경이 불가 ② 급개 또는 급폐의 조작이 불가
	보조기계류, 필요기기	① 전동기의 배선공사가 필요 ② 전동기 제어반	
	장소	밸브와 직결로 다른 장소가 필요치 않다.	
	적용	비교적 양정이 낮은 경우에 적용	구경이 커서 작용압력이 큰 경우에는 대단히 큰 감속기구 및 전동기 용량이 요구된다.
	가격	비교적 싸다.	
유 압 식	기능	① 개폐조작의 속도를 임의로 할 수 있다. ② 급개 또는 급폐조작이 가능하다.	
	보조기계류, 필요기기	압유원 장치, 전자밸브, 속도제어(Speed Controller) 등이 필요	
	장소		압유원 장치의 설치장소 필요
	적용	비교적 대구경으로 고압용에 적합	
	가격	밸브대수에도 관계되나 고가인 경우가 많다.	
	기타	작동유의 압력 때문에 고압가스 취급법의 적용을 받아 전임기술자가 필요한 경우도 있다.	

### 3.11.3 밸브의 설치 위치

저양정 펌프의 표준적인 밸브의 설치 위치 치수를 아래에 표시한다.

가. 횡축펌프 및 입축펌프(1상식)





$$A \geq 0.6 D$$

$D$ : 펌프구경

되도록 부착한다.

또한  $B$ 치수는 최소 400mm로 한다.

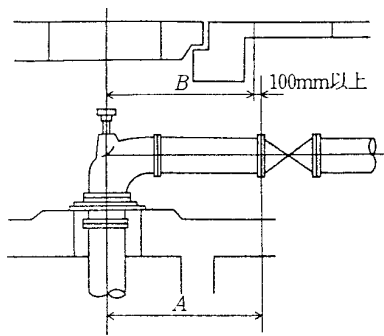
그림 3.11.1 횡축펌프 및 입축펌프(1상식)의 밸브 설치위치

표 3.11.3 횡축펌프 및 입축펌프(1상식)의 밸브의 설치 위치의 치수표

펌프구경 (mm)	치수(mm)		펌프구경 (mm)	치수(mm)	
	$A$	$B$		$A$	$B$
400	550	400	1,200	800	600
500	550	400	1,350	850	650
600	550	400	1,500	900	700
700	550	400	1,650	1,000	800
800	650	500	1,800	1,100	900
900	650	500	2,000	1,200	1,000
1,000	650	500			

주) 위 표의 주요 치수는 그림 3.11.1에 의한다.

#### 나. 입축펌프(2상식)



$$A \geq B + 100\text{mm}$$

이 되도록 부착한다.

또한  $B$ 치수는 차차감속기 또는 전동기의 가대 지지보를 피하는 위치로 한다.

그림 3.11.2 입축펌프(2상식)의 밸브 부착위치

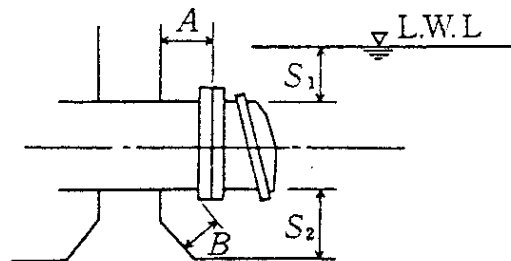
#### 다. 플랩밸브의 설치 치수

표 3.11.4 플랩밸브의 설치 치수

펌프 구경 (mm)	플랩 밸브구경 (mm)	주요 치수(mm)			
		$S_1$	$S_2$	$A$	$B$
400	600	300	400		
500	700	300	400		
600	800	300	400	300	200 이상
700	900	300	400	300	200 이상
800	1,000	300	400	300	200 이상
900	1,200	300	400	300	200 이상
1,000	1,350	400	400	300	200 이상
1,200	1,500	400	400	300	200 이상
1,350	1,650	400	400	350	200 이상
1,500	1,800	500	500	350	200 이상
1,650	2,000	500	500	400	200 이상
1,800	1,800×2,600	500	500	400	200 이상
2,000	2,000×2,900	500	600	400	200 이상
2,200	2,200×3,100	500	600	500	200 이상
2,400	2,400×3,400	500	600	500	200 이상
2,600	2,600×3,700	500	600	500	200 이상
2,800	2,800×4,000	500	600	500	200 이상

(주) 1. 위 표에서 표시하는 치수는 아래 그림에 의한다.

2. 대형 플랩밸브(2,200×3,100 이상)은 배출 수조벽에 직접 설치하는 구조가 많다.



**[참고]**

1. 밸브의 개략치수

(1) 밸브의 플랜지 면간 치수

표 3.11.5 밸브의 플랜지 면간 개략치수표

밸브 구경 (mm)	주요치수 L(mm)							
	슬루스밸브		체크밸브			로터리밸브	접형밸브	
	전양정 100m 이하	전양정 300m 이하	전양정 50m 이하	전양정 100m 이하	전양정 300m 이하	전양정 300m 이하	전양정 60m 이하	전양정 9m 이하
100	250	310		290	455			
125	260	390		360	500			
150	280	410		410	600	500		
200	300	420		500	700	600	300	300
250	380	460		600	750	700	380	380
300	400	510		700	800	800	400	400
350	430	770	800	800	850	900	430	430
400	470	840	900	900	950	1,000	470	300
450	500	920	1,000	1,000	1,050	1,100	500	300
500	530	1,000	1,100	1,100	1,200	1,200	530	300
600	560		1,200			1,400	560	300
700	610		1,300			1,600	610	300
800	690		1,400			1,800	690	300
900	740		1,600			1,950	740	300
1,000	770		1,800				770	300
1,200	820		2,000				820	400
1,350	850						850	400
1,500	900						900	400
1,650							900	400
1,800							900	400
2,000							900	400
2,200								500
2,400								500
2,600								600
2,800								600

(주) 전양정 9m이하의 접형밸브에 대하여는 밸브구경 350mm 이하는 장면 간형을, 구경 400mm 이상은 단면 간형을 채용하는 것이 많다.

(2) 슬루스 밸브의 개략치수

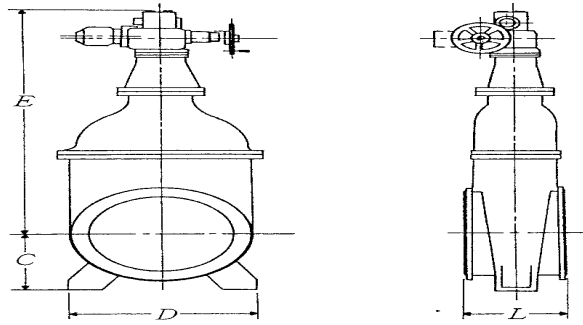


표 3.11.6 슬루스 밸브의 개략치수표

밸브구경 (mm)	주요치수(mm)			
	C	D	E	L
400	300	-	1,600	플랜지 면간 치수는 표3.11.5 에 의함
500	350	-	1,900	
600	450	650	2,200	
700	500	800	2,500	
800	550	900	2,700	
900	650	1,000	3,000	
1,000	750	1,250	3,300	
1,200	850	1,400	3,800	
1,350	950	1,550	4,250	
1,500	1,050	1,750	4,700	

- (주) 1. 슬루스 밸브의 다리부분은 밸브지지를 위해 필요시에만 설치한다.  
 2. 구경 1,500mm 이상은 실용상 및 경제성으로 접형밸브가 채용되는 경우가 많다.

(3) 접형밸브의 개략치수

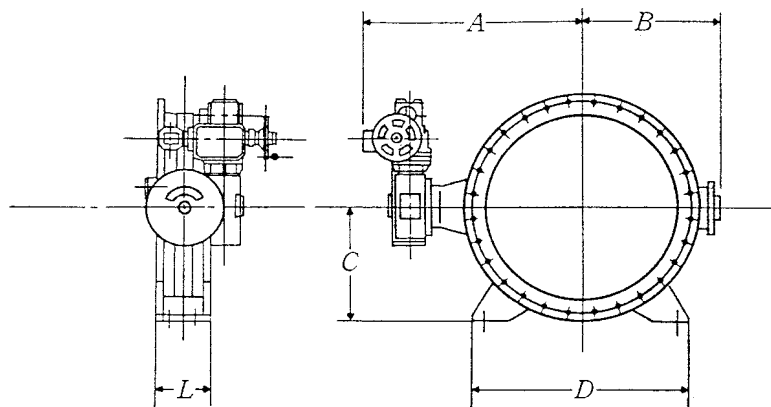


표 3.11.7 전동 접형밸브의 개략 치수표

밸브구경 (mm)	주요치수(mm)					비 고	
	A	B	C	D	L		
400	940	400	300	450	플랜지 면간치수는 표 3.11.5 에 의함	펌프 전양정 60m 이하	
500	1,010	460	370	550			
600	1,250	550	450	650			
700	1,350	630	500	800			
800	1,450	700	550	900			
900	1,550	740	650	1,000			
1,000	1,770	830	750	1,250			
1,200	1,860	1,000	850	1,400			
1,350	1,940	1,100	950	1,550			
1,500	2,220	1,250	1,050	1,750			
1,650	2,300	1,250	1,100	1,850			
1,800	2,400	1,300	1,150	2,000			
2,000	2,520	1,400	1,200	2,200			
2,200	2,800	1,600	1,250	2,500			펌프 전양정 9m 이하
2,400	2,900	1,700	1,350	2,700			
2,600	2,900	1,850	1,450	3,000			
2,800	2,900	1,950	1,550	3,200			

(4) 플랩밸브 구경과 적용 펌프구경

플랩밸브는 일반적으로 저양정펌프(축류펌프, 사류펌프)의 배출관 말단에 설치된다. 배출관 말단은 속도에너지의 회수와 방류수의 감쇄 때문에 확대관을 붙이는 것으로 일반적으로 플랩밸브의 구경은 펌프구경보다 크게 된다.

표 3.11.8 플랩밸브(구형)

적용펌프구경 (mm)	밸브구경 (mm)
400	600
500	700
600	800
700	900
800	1,000
900	1,200
1,000	1,350
1,200	1,500
1,350	1,650
1,500	1,800
1,650	2,000

표 3.11.9 플랩밸브(각형)

적용펌프구경 (mm)	밸브구경 (mm)
1,800	1,800×2,600
2,000	2,000×2,900
2,200	2,200×3,100
2,400	2,400×3,400
2,600	2,600×3,700
2,800	2,800×4,000

(주) 압연강재(SS)를 사용하는 용접구조의 경우이다.

(5) 로터리밸브구경과 적용 펌프구경

로터리밸브는 고양정 원심펌프의 배출측에 사용하는 것이 일반적이다. 펌프는 양정이 높아질수록 임펠러의 주속(周速)이 빨라져서 와권실내 유속도 고속으로 된다. 따라서 와권실 면적을 적게 할 필요가 있다. 일반적으로 고양정 원심펌프는 흡입구경보다 배출구경 쪽이 작다. 로터리밸브의 저항이 적기 때문에 유속이 5m/s 정도 이하로서 펌프의 배출구경과 같이 함이 바람직하다.

표 3.11.10 로터리밸브의 구경과 적용 펌프구경

적용펌프구경 (mm)	로터리 밸브 구경(mm)	
	펌프 전양정 60m 미만	펌프 전양정 60m 이상
250	200	150
300	250	200
350	300	250
400	300	250
450	350	300
500	400	350
600	450	400
700	500	450
800	600	500
900	700	600
1,000	800	700
1,200	900	800

(6) 로터리밸브의 치수

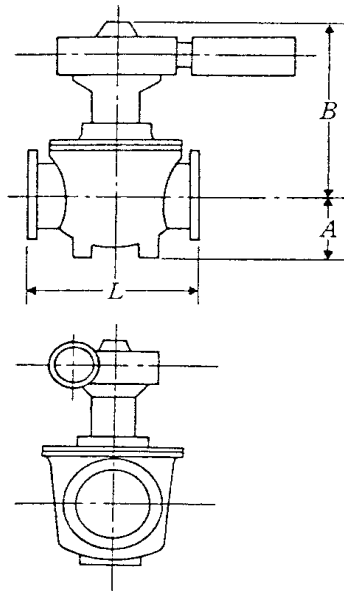


표 3.11.11 로터리밸브의 개략치수

밸브구경 (mm)	주요치수(mm)		
	A	B	L
150	180	560	플랜지 면간치수는 (표3.11-5)에 의함
200	215	670	
250	260	780	
300	320	880	
350	360	940	
400	420	1,160	
450	450	1,280	
500	520	1,320	
600	600	1,510	
700	700	1,620	
800	800	1,720	
900	850	1,810	
1,000	900	2,000	

2. 밸브의 규격

밸브의 관계규격을 표 3.11.12 에 표시한다.

표 3.11.12 KS 규격에 의한 밸브의 압력

종 류	KS규격	구경 (mm)	호칭 압력 (kgf/cm <sup>2</sup> )	최고 사용압력 (kgf/cm <sup>2</sup> )	밸브면 내압시험 (kgf/cm <sup>2</sup> )	밸브시트 누수시험 (kgf/cm <sup>2</sup> )	
제수 밸브 (Sluice Valve)	KS B 2350-2003 주철밸브	50 ~ 300	10	14	14×1.5	14×1.1	
	KS B 2332-2001 수도용 제수밸브	350 이하	7.5	7.5	17.5	7.5	
		400 이상	7.5	7.5	14	7.5	
	KS B 2361-2003 주강 플랜지형 밸브	50 ~ 300	20	36	36×1.5	36×1.1	
버터 플라이 밸브	KS B 2333-2002 수도용 버터플라이밸브	1종	200 ~ 350	4.5	10	14	4.5
			400 ~ 2,000	4.5	10	10.5	4.5
		2종	200 ~ 350	7.5	13	17.5	7.5
			400 ~ 2,000	7.5	13	14	7.5
		3종	200 ~ 350	10	14	23	10
400 ~ 2,000	10		14	21	10		
체크 밸브	KS B 2350-2003 주철밸브	50 ~ 200	10	10	14×1.5	14×1.1	
	KS B 2361-1991 주강 플랜지형 밸브	50 ~ 300	20	36	36×1.5	36×1.1	

(주) 시험압력은 실제의 사용압력에 따라 변경될 때도 있다.

## 3.12 보조기계

펌프설비의 정상적인 운전을 확보하기 위하여 설치하는 각종의 보조기계류는 펌프의 형식, 규모 및 운전조건에 적합하게 구성하고 각기 적절한 기종을 선정하여야 한다.

### 3.12.1 보조기계류의 종류와 용도

#### 가. 일반

각 보조기계는 용도에 따라서 주기 전체의 공통보조기계와 주기마다 설치되는 유니트 방식의 보조기계로 구분한다. 이중 공통보조기계의 고장은 직접 주기의 정지원인이 됨으로 중요도에 따라서 예비기를 설치한다. 공통보조기계의 대수의 분할이나 용량은 펌프설비대수, 운전방법 등을 고려하여 능률적인 전부하 운전이 되도록 선정할 필요가 있다. 유니트 방식의 보조기계의 고장은 양배수장 전체의 정지원인은 되지 않으므로 보통 예비기를 설치하지 않는다.

#### 나. 보조기계의 종류와 용도

- 1) 봉수펌프: 축봉부로 봉수 압송용
- 2) 냉각수 펌프: 펌프베어링, 전동기, 치차감속기, 유체커플링, 디젤기관에 냉각수 송수용
- 3) 급수펌프: 축봉용, 냉각용, 윤활유 등에 사용하는 물의 보급수조, 고가수조 등에 급수용
- 4) 윤활수펌프: 입축펌프의 수중베어링 윤활수의 주수용
- 5) 윤활유펌프: 각 기기의 윤활유 공급용
- 6) 압유펌프: 유압가동익펌프, 유압밸브 등의 압유공급용
- 7) 진동펌프: 주펌프의 호수용
- 8) 장내배수펌프: 각 기기에서의 배출수, 드레인의 배수용으로 자연배수가 되지 않는 경우에 사용한다.
- 9) 연료이송펌프: 연료저유조에서 소출조까지의 연료를 보급하는 것으로 치차펌프가 사용된다.
- 10) 공기압축기: 내연기관의 시동용 또는 압유용
- 11) 잡용수펌프: 장내의 청소 등의 잡용수 배제용
- 12) 가반식배수펌프: 닥트, 피트 등의 부분적인 배수용



- 13) 자가용발전설비: 정전시의 보조기계동력 및 조명용
- 14) 보급수탱크: 순환사용의 봉수, 유허수 및 냉각수의 저수용
- 15) 고가물탱크: 봉수, 유허수의 정압공급용
- 16) 환기장치: 펌프장의 환기를 하는 설비
- 17) 스트레이너: 축봉용, 냉각용, 유허용 등으로 사용하는 물에 부유물이 있을 경우 이의 제거에 사용한다.

### 3.12.2 보조기계설비의 구성

보조기계의 구성은 특별한 용도 및 초대형 양·배수장의 경우에는 사용빈도나 사용조건에 적합한 보조기계를 별도로 검토해야 한다.

#### 가. 예비기를 설치하는 것

복수대수의 주펌프에 공통으로 사용되는 기기는 예비기를 설치하는 것을 원칙으로 한다. 예를 들면 냉각수펌프(간접냉각방식으로 2차측의 원수의 취수에 사용되는 것 등), 공기압축기, 진공펌프, 연료이송펌프, 유허수펌프, 장내배수펌프 및 고가물탱크용 급수펌프 등이 있다. 고가 물탱크용 펌프 등으로서 타 용도의 펌프와 겸용이 가능할 때에는 특별히 예비기가 필요하지 않는다. 또 2차 냉각수 펌프계통에 자동 스트레이너 등을 설치할 경우에는 각 2차 냉각수 펌프마다 자동 스트레이너를 설치할 필요가 있다.

#### 나. 예비기를 설치하지 않는 것

주 펌프에 공통으로 사용되는 것으로서 환풍기, 연료저유탱크, 연료소출탱크, 고가물탱크는 예비기를 설치하지 않는 것으로 한다.

또한 연료저유탱크의 용량이 큰 경우(20~30kl 정도 이상)에는 위험분산과 도로수송의 규격제한 등을 고려해서 복수로 용량을 분할하여 배치함이 바람직하다. 부지의 제약 등도 있으므로 각각의 경우에 따라 검토할 필요가 있다.

#### 다. 자가용발전기(보조기계용)의 설치

1) 주 펌프가 내연기관구동일 때, 상업용 전원이 용이하게 인입될 경우에는 자가용발전기 1대를 예비기로서 설치하고 상업용 전원의 인입이 아닌 경우에는 자가용발전기를 상용, 예비 각 1대를 설치한다.

2) 주 펌프가 전동기구동일 때 양·배수장의 중요도 등으로 필요가 있다고 인정될 경우에는 정전시의 보안전원으로서 자가용발전기를 설치한다.

또한 자가용발전기의 용량은 최소한의 필요량으로 한다.

라. 주요기기 직속의 보조기계

각 주펌프에 유니트로 부착되어 있는 보조기계는 예비기를 붙이지 않는다.

예컨대 봉수펌프, 윤활유펌프(치차감속기, 내연기관 등), 급유펌프(유체커플링 등)이다. 내연기관의 시동용 공기탱크는 각 원동기마다 예비기를 설치하며, 각 원동기간에 독립되게 하는 것이 바람직하다. 자가용발전기로서 예비기가 설치되어 있을 때에는 예비의 공기탱크를 설치하지 않는다.

배수펌프로써 내연기관구동일 경우, 냉각수탱크의 용량결정에는 펌프의 운전시간 실태를 고려할 필요가 있다.

마. 원전계통과 보조기계의 조합

자가용발전기와 주펌프의 운전에 앞서 준비조작으로서 운전이 필요한 것 또는 홍수기에 앞선 시운전조정에 필요한 것은 항상 상업용 전원으로도 운전이 될 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 예컨대 공기압축기, 연료이송펌프, 실내 배수펌프, 급수펌프, 천장크레인, 수위계, 충전회로, 제진기, 수문 등이 있다.

### 3.12.3 냉각수 등 설비

펌프설비를 운전할 때 봉수, 윤활수, 냉각수 설비가 필요하게 된다. 이들의 수량은 펌프의 형상, 구경, 원동기의 형식, 유체커플링, 치차감속기의 유무 등의 조합으로 결정한다. 다음은 각 수량의 선정도를 표시한 것이다.

가. 펌프 봉수량

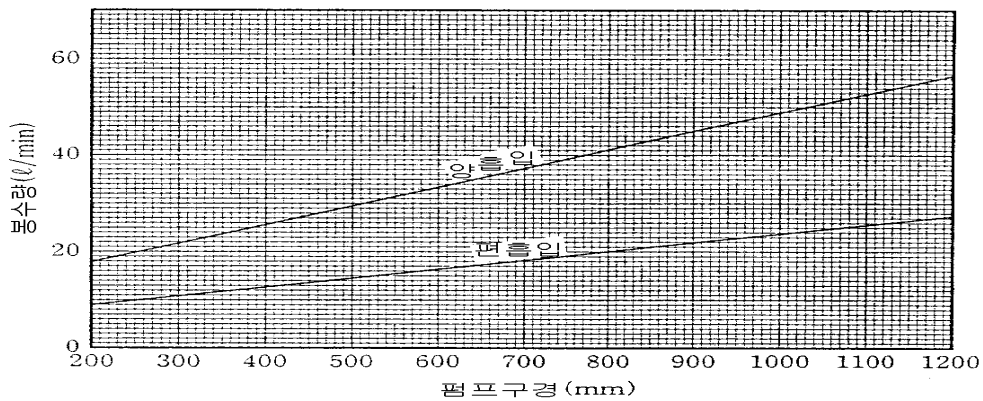


그림 3.12.1 원심펌프의 봉수량 선도

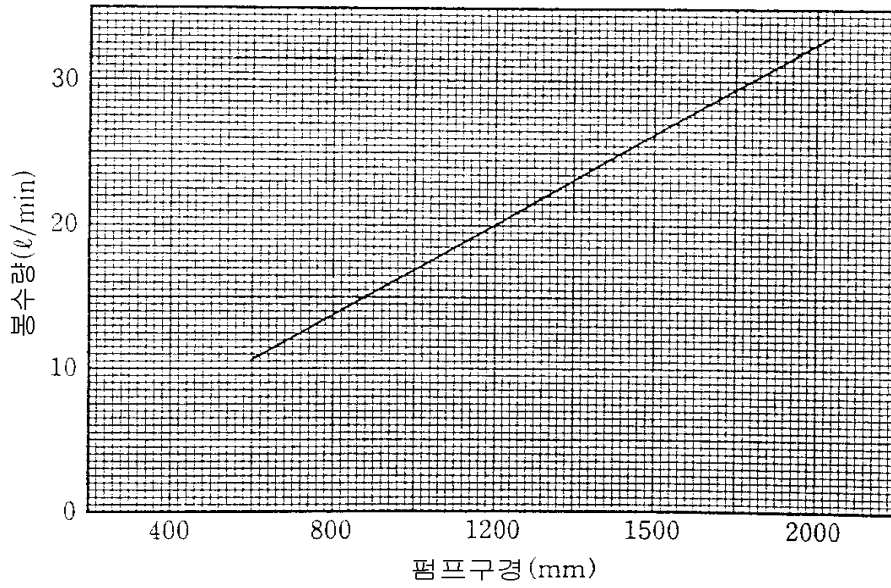
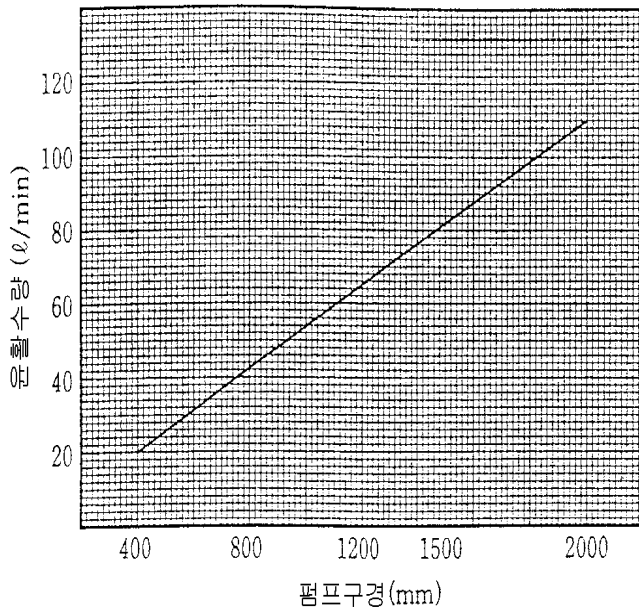


그림 3.12.2 횡축축류·사류펌프의 봉수량 선도

(주) 무급수 축봉장치를 채용할 때는 본 <그림>을 적용치 않는다.

나. 고무베어링 윤활수량



주) 세라믹베어링을 채용할 때는 본 그림은 적용하지 않는다.

그림 3.12.3 입축펌프의 고무베어링 윤활수량선도

다. 유체커플링, 치차감속기 냉각수량

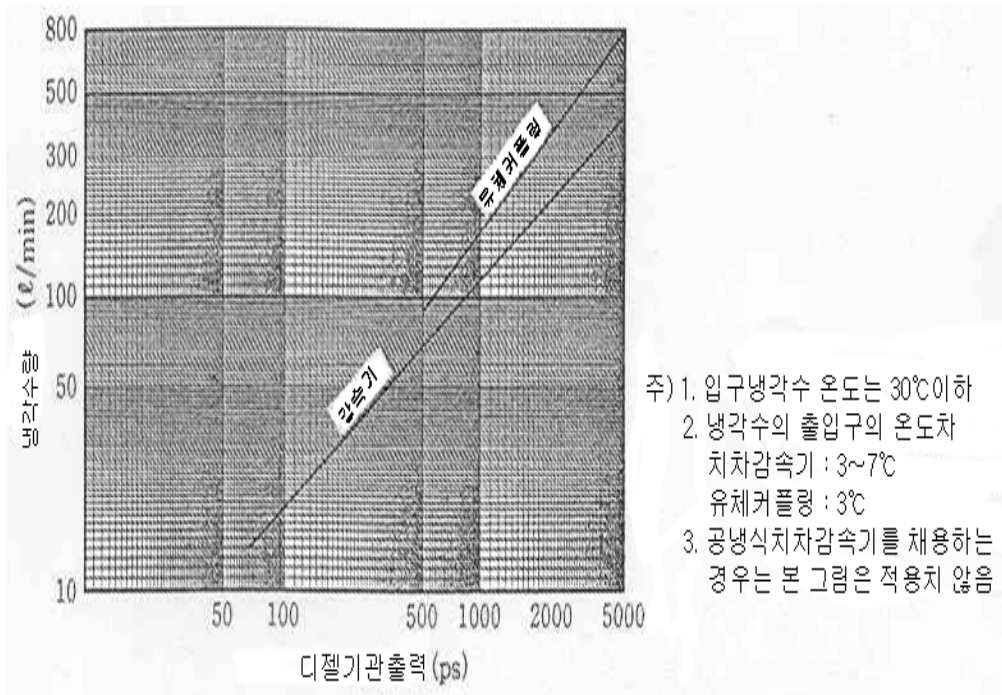


그림 3.12.4 유체커플링, 치차감속기의 냉각수량선도

라. 디젤기관 냉각수량

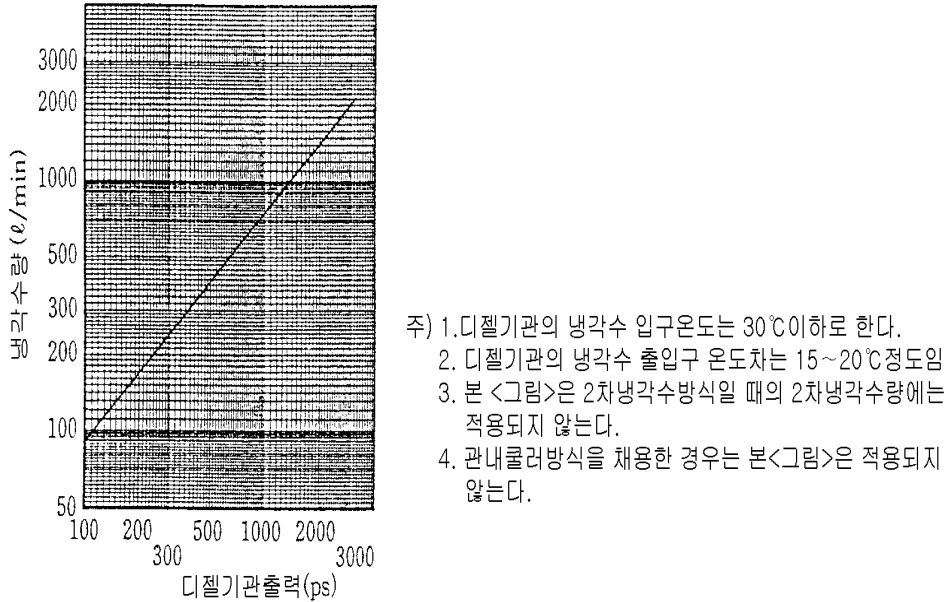


그림 3.12.5 디젤기관의 냉각수량선도

**[참고]**

[예] 횡축사류 1,000mm      디젤기관출력 200PS

이 경우 펌프봉수, 치차감속기, 디젤기관의 냉각수가 필요하게 된다.

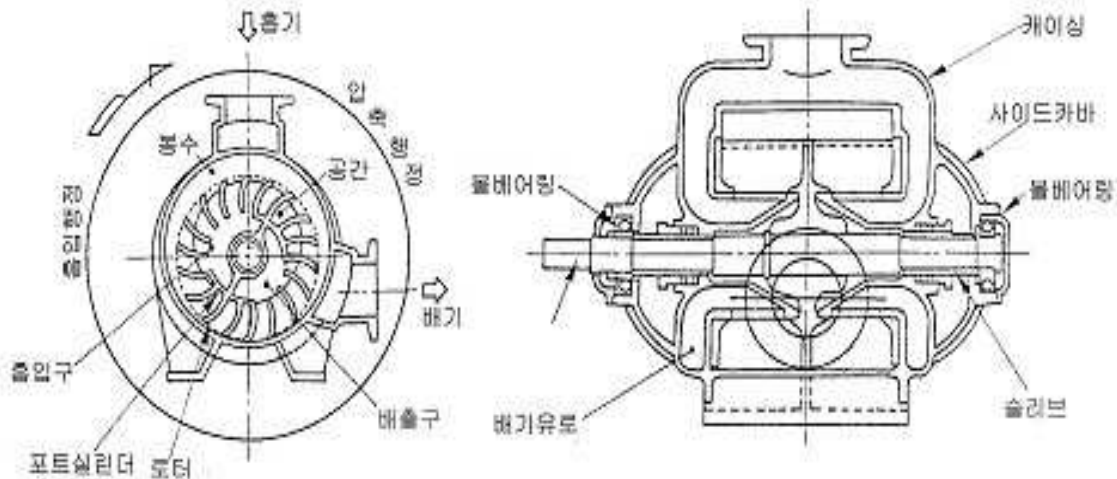


**3.11.3(냉각수 등 설비)부터**

펌프 봉수량	그림 3.11-2에서	17ℓ/min
치차감속기 냉각수량	그림 3.11-4에서	32ℓ/min
디젤기관냉각수량	그림 3.11-5에서	165ℓ/min
합 계		214ℓ/min

**3.12.4 진공펌프**

진공펌프는 그림 3.12.4 ~ 그림 3.12.7 선도로부터 상대 풍량을 구해 그림 3.12.3 에 따라 선정한다. 또한 그림 3.12.4 및 그림 3.12.5의 선도는 배출배관이 길이가 일정한 조건하의 것이며 실제 펌프설비가 설치상태에 따른 배관길이가 크게 다른 경우가 있으므로 이러한 때에는 상세한 검토를 할 필요가 있다. 또 관내 쿨러를 사용할 때는 쿨러의 길이를 그림 3.12.5 ~ 그림 3.12.7의 B 치수에 가산하여 검토한다.



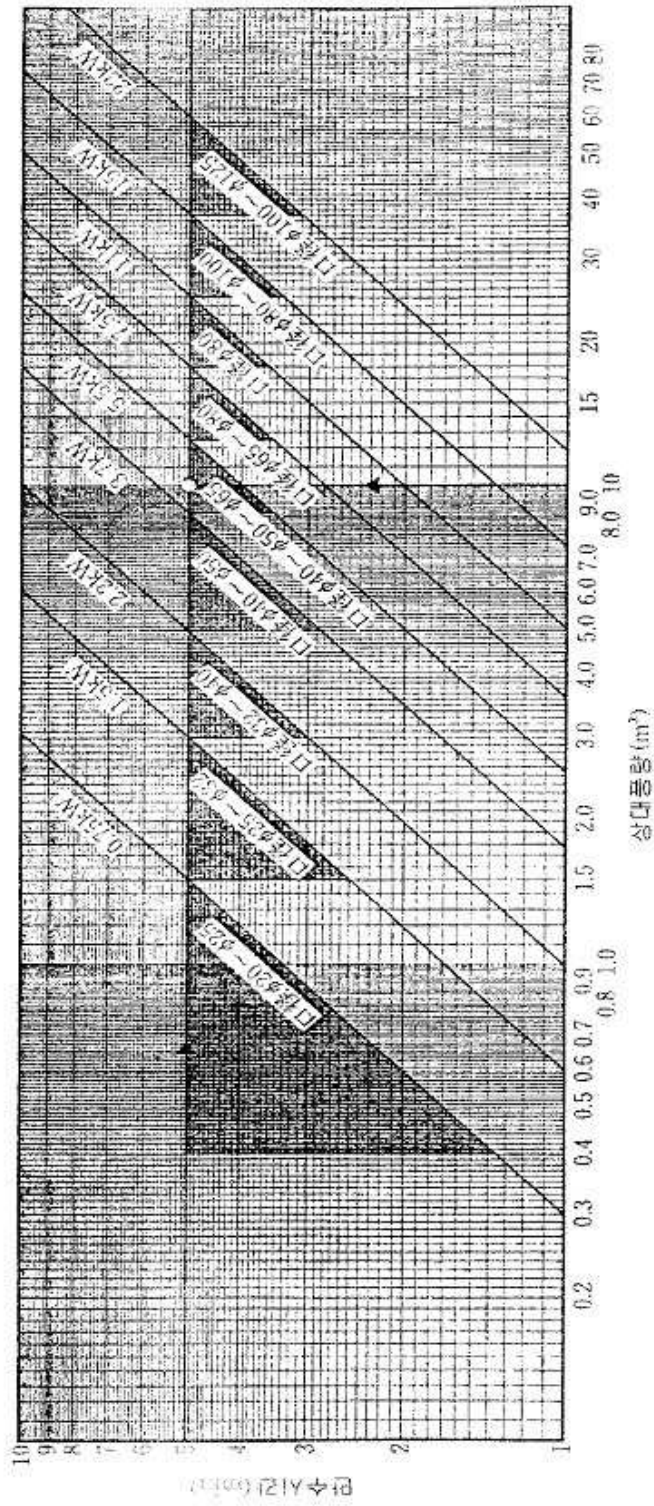


그림 3.12.6 진공펌프 선정도

주) 1. 진공펌프의 선정은 주펌프의 상대용량을 그림 3.12.7 ~ 그림 3.12.10 으로부터 구하고 상대용량에 대하여 주펌프의 인수시간을 구한다.  
 2. 이 선정에 있어 인수시간은 5분이내로 하여 진공펌프의 전동기 출력을 선정한다. 또한 대용량의 펌프나 배관상태에 대해서는 5분을 초과하여도 좋다.  
 3. 선정된 인수시간은 50Hz 또는 60Hz의 경우와 제작회사 제품에 따라 ±20%의 범위에 있다.

[참고]

[예] 인수시간을 5분이내로 하고 상대용량이 10m³일 때 진공펌프의 전동기 출력은 5.5kW가 된다.

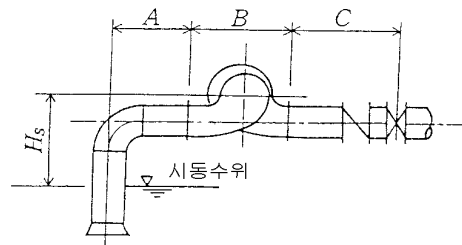
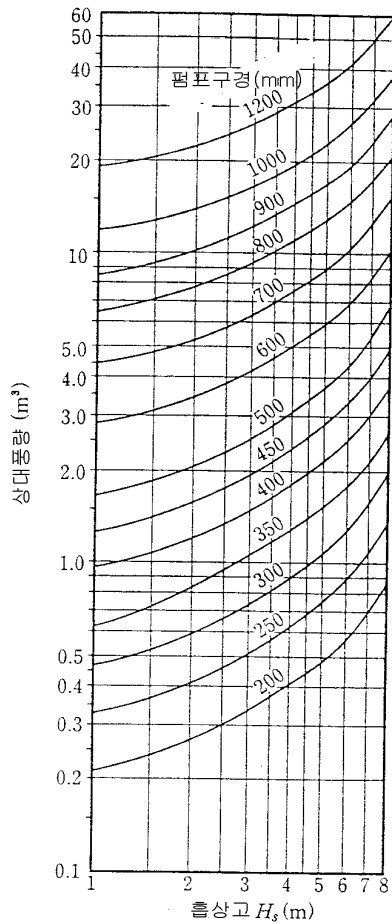


그림 3.12.7 횡축원심펌프의 상대풍량선도

- (주) 1. 횡축원심펌프의 흡·배출관을 포함한 상대풍량을 표시한다.  
 2. 위쪽 우측그림은 배관형상의 경우를 표시한 것이다.  
 3. 흡상고는( $H_s$ )는 상기약도의  $H_s$ 의 치수이다.  
 4. 배출측 치수는 펌프 배출 플랜지면에서 배출밸브의 중심까지의 치수로서 흡입관, 펌프 및 배출관의 치수는 표 3.12.1에 의한다.  
 5. 원심펌프의 케이싱용적은 전양정 15~20m인 경우이다.  
 케이싱 용적은 전양정에 따라 다르기 때문에 상세한 계산은 케이싱 용적 확인 상 계산할 필요가 있다.

표 3.12.1 횡축원심펌프의 주요치수

펌프구경 (mm)	A (m)	B (m)	C (m)	펌프구경 (mm)	A (m)	B (m)	C (m)
200	1.3	0.80	1.50	600	3.0	1.70	2.10
250	1.5	0.85	1.55	700	3.4	1.90	2.30
300	1.6	0.90	1.60	800	3.8	2.20	2.50
350	1.9	1.05	1.70	900	4.1	2.40	2.80
400	2.1	1.10	1.80	1,000	4.6	2.60	3.10
450	2.3	1.20	1.85	1,200	5.4	3.10	3.40
500	2.6	1.30	1.90				

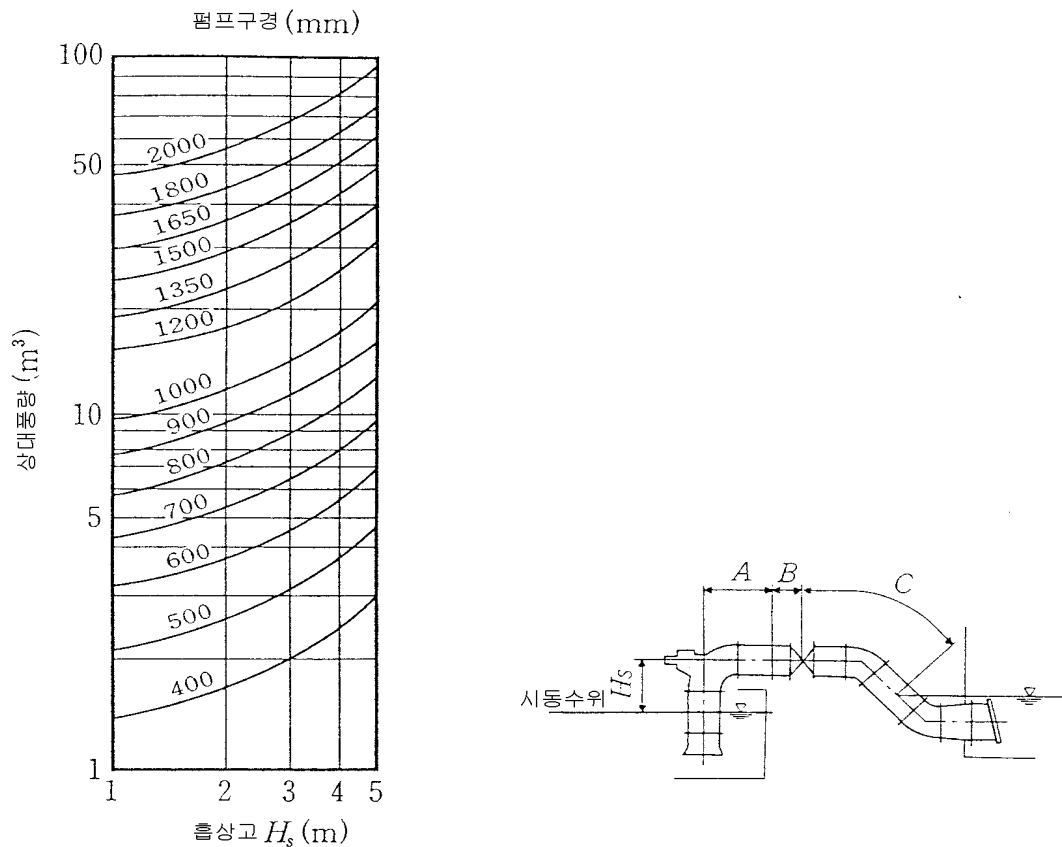


그림 3.12.8 횡축사류펌프의 상대풍량 선도

- (주) 1. 횡축사류펌프의 흡·배출관을 포함한 상대풍량을 표시한다.
- 2. 위쪽 우측의 그림은 배관형상의 경우를 나타낸 것이다.
- 3. 흡상고는( $H_s$ )는 상기약도의  $H_s$ 의 치수이다.
- 4. 배출측 치수는 펌프 배출 플랜지면에서 배출밸브의 중심까지의 치수로서 흡입관, 펌프 및 배출관의 치수는 표 3.12.2에 의한다.



표 3.12.2 횡축축류펌프의 배출측 주요치수

펌프구경 (mm)	A (m)	B (m)	C (m)	펌프구경 (mm)	A (m)	B (m)	C (m)
400	0.85	0.55	7	1,200	2.3	0.8	7
500	1.0	0.55	7	1,350	2.55	0.85	7
600	1.2	0.55	7	1,500	2.8	0.9	7
700	1.35	0.55	7	1,650	3.05	1.0	7
800	1.55	0.65	7	1,800	3.4	1.1	7
900	1.7	0.65	7	2,000	3.85	1.2	7
1,000	1.95	0.65	7				

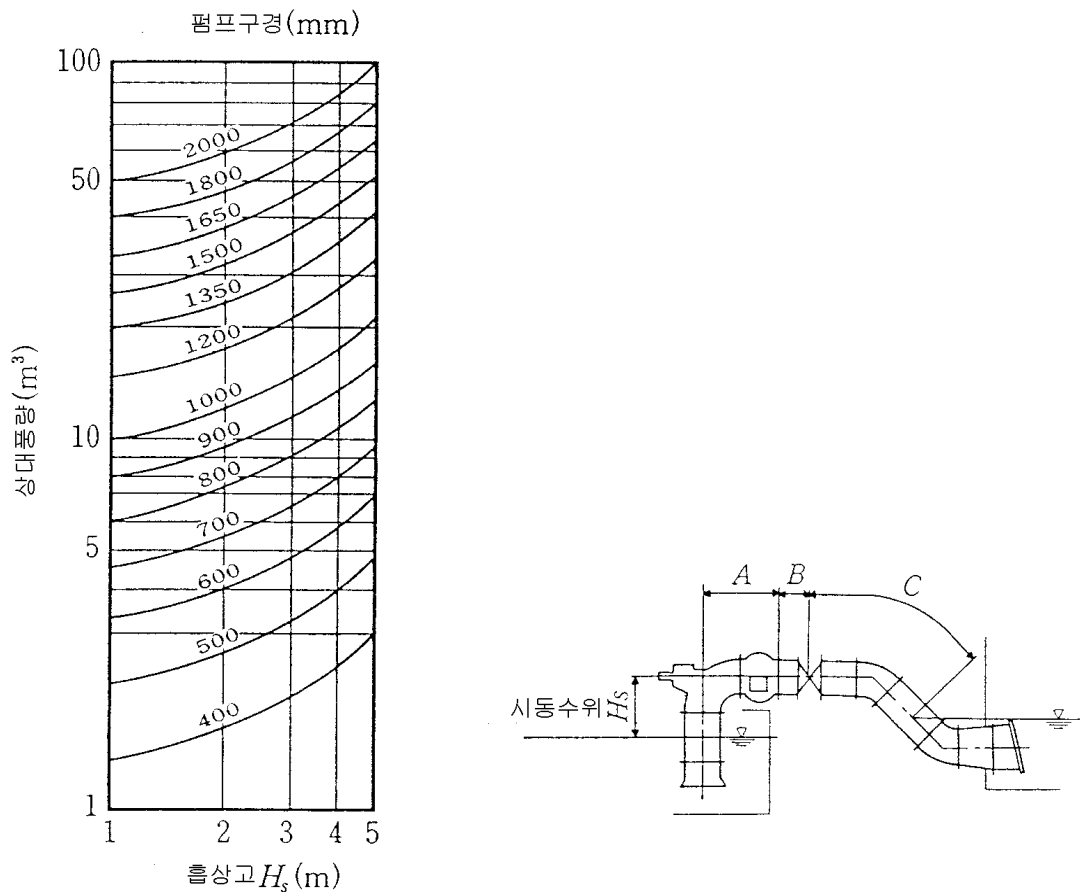


그림 3.12.9 횡축사류펌프의 상대풍량 선도

- (주) 1. 횡축사류펌프의 흡·배출관을 포함한 상대 풍량을 표시한다.  
 2. 위쪽 우측의 그림은 배관형상의 경우를 나타낸 것이다.  
 3. 흡상고는( $H_s$ )는 상기약도의  $H_s$ 의 치수이다.  
 4. 배출측 치수는 펌프 배출 플랜지면에서 배출밸브의 중심까지의 치수로서 흡입관, 펌프 및 배출관의 치수는 표 3.12.3에 의한다.

표 3.12.3 횡축사류펌프의 배출측 주요치수

펌프구경 (mm)	A (m)	B (m)	C (m)	펌프구경 (mm)	A (m)	B (m)	C (m)
400	1.0	0.55	7	1,200	2.8	0.8	7
500	1.2	0.55	7	1,350	3.3	0.85	7
600	1.4	0.55	7	1,500	3.55	0.9	7
700	1.65	0.55	7	1,650	3.85	1.0	7
800	1.9	0.65	7	1,800	4.25	1.1	7
900	2.1	0.65	7	2,000	4.7	1.2	7
1,000	2.4	0.65	7				

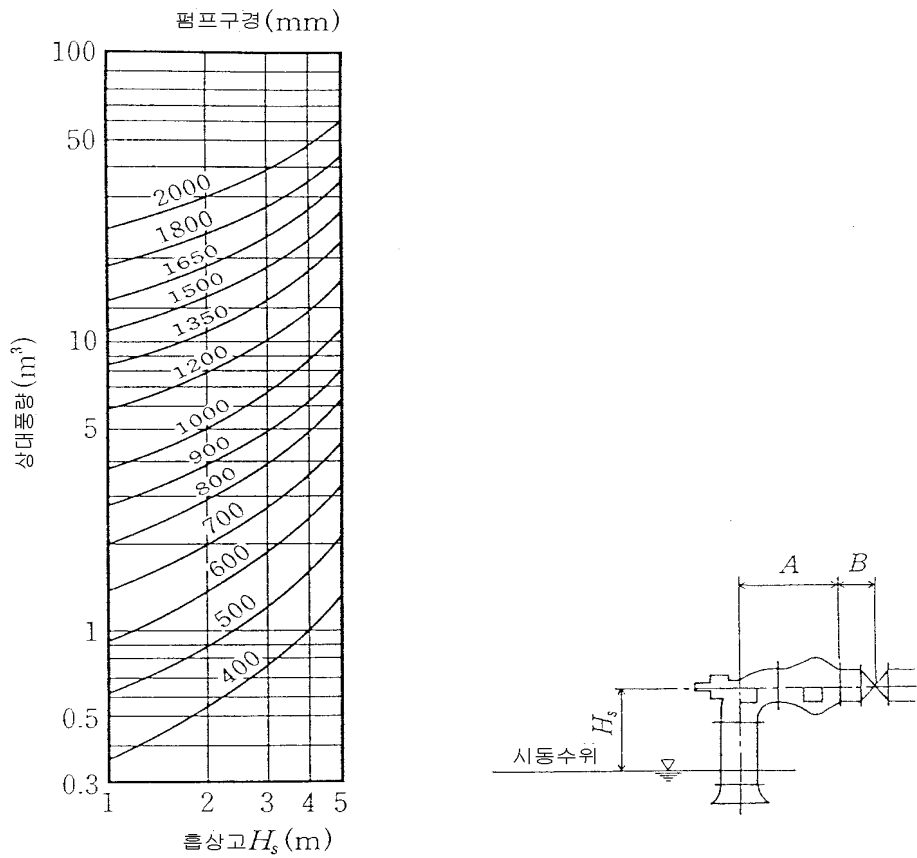


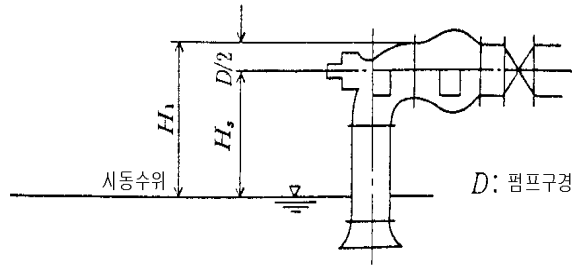
그림 3.12.10 횡축사류펌프의 상대풍량 선도(배출밸브전폐시)

- (주) 1. 배출밸브를 전폐하여 시동할 때의 횡축사류펌프의 흡·배출관을 포함한 상대풍량을 표시한다.  
 2. 위쪽 우측의 그림은 배관형상의 경우를 나타낸 것이다.  
 3. 흡상고는( $H_s$ )는 상기약도의  $H_s$ 의 치수이다.  
 4. 배출측 치수는 펌프 배출 플랜지면에서 배출밸브의 중심까지의 치수로서 흡입관, 펌프 및 배출관의 치수는 표 3.12.4에 의한다.

표 3.12.4 횡축사류펌프의 배출측 주요치수

펌프구경 (mm)	A (m)	B (m)	펌프구경 (mm)	A (m)	B (m)
400	1.0	0.55	1,200	2.8	0.8
500	1.2	0.55	1,350	3.3	0.85
600	1.4	0.55	1,500	3.55	0.9
700	1.65	0.55	1,650	3.85	1.0
800	1.9	0.65	1,800	4.25	1.1
900	2.1	0.65	2,000	4.7	1.2
1,000	2.4	0.65			

(주) 1. 횡축사류펌프에서 배출밸브를 전폐로 만수할 경우, 펌프시동기동시에 배출밸브 하류측의 공기를 배출수와 함께 배출하여야 한다. 공기를 배출하기 위해서는  $H_1(=H_s+ D/2)$ 의 값을 펌프전양정( $H$ )의 130%이하로 할 필요가 있다.



따라서 횡축사류펌프의 상대풍량은 다음과 같이 구한다.

- $H_1 \leq 1.3 \times H$  인 경우 ..... 배출밸브 전폐의 조건 그림 3.12.7
- $H_1 > 1.3 \times H$  인 경우 ..... 배출밸브 전개의 조건 그림 3.12.6

### 3.12.5 자가용 발전기(보조기계용)

가. 양·배수장의 보조기계를 자가용 발전기로 구동하기 위한 자가용 발전기의 용량은 ① 상시 부하용량, ② 시동시 부하용량, ③ 시동시 전압강하를 검토하여 그 값의 최대값을 필요용량으로 한다.

1) 상시 부하용량

$$Q_1 = \sum \frac{S}{\eta \cdot P_f} + \sum a \dots\dots\dots(3.12.1)$$

$Q_1$ : 발전기용량(kVA)

S: 동시에 운전하는 각부하의 전동기 출력(kW)

$\eta$ : 전동기효율(표 3.12.7 참조)  
 $P_f$ : 전동기역률, 콘덴사의 유무에 따라 다르다.  
 전동기에 콘덴사를 부착하는 것으로 하여 개선역률을 0.9로 한다.  
 $\Sigma a$ : 동시에 운전하는 조명용전원, 제어장치, 기타 kW의 합계 (kVA)

표 3.12.5 전동기 효율

정격출력 (kW)	효율	정격출력 (kW)	효율	정격출력 (kW)	효율
0.4	0.635	5.5	0.825	22	0.860
0.75	0.695	7.5	0.835	30	0.865
1.5	0.755	11	0.845	37	0.870
2.2	0.785	15	0.855		
3.7	0.810	18.5	0.855		

(주) 효율은 4극 전동기일 때임

2) 시동시 부하용량

$$Q_2 = \frac{B + B_m \cdot N}{K} \dots\dots\dots(3.12.2)$$

$Q_2$ : 발전기용량 (kVA)  
 $B$ : 기운전부하의 총전력의 합계(kVA)

$$B = \Sigma \frac{S'}{\eta \cdot P_f} + \Sigma a \dots\dots\dots(3.12.3)$$

$S'$ : S로부터 시동할 전동기를 제외한 것  
 $B_m$ : 시동하는 최대 전동기출력(kVA)

$$B_m = \frac{S_m}{\eta_m \cdot P_{fm}} \dots\dots\dots(3.12.4)$$

$S_m$ : 시동하는 최대 전동기출력(kVA)  
 $\eta_m$ : 동상(同上) 효율(표 3.12.5 참조)  
 $P_{fm}$ : 동상(同上) 역률, 콘덴사의 유무에 따라 다르다.

전동기에 콘덴서를 부착하는 것으로 개선역률은 0.9로 한다.

$N$ : 시동하는 최대 전동기의 시동전류와 정격전류의 비

일반적으로	직입시동	6
	Y-△시동	2
	리액터시동	3.9

- ① 전동기의 시동방법은 일반적으로 7.5kW 이하는 직입시동, 11kW 이상은 Y-△시동이 많다.
- ② Y-△시동의 경우는 클로스트트란젯트 Y-△로서 시동전류를 1/3로 억제함이 좋다.
- ③ 리액터시동은 50, 65, 80%의 탭이 표준이나 50%탭은 시동토크가 부족할 때가 있어 거의 사용하지 않는다.  
65%탭을 사용하는 것이 일반적이거나 부하에 따라 시동토크가 부족할 때에는 80%탭의 것을 사용한다.

$K$ : 발전기의 단시간 과부하내량

시동하는 전동기의 시동전류의 비율이 큰 경우 1.3

시동하는 전동기의 시동전류의 비율이 작은 경우 1.5

### 3) 시동시 전압강하

전동기 시동시에는 저역률이 큰 전류가 흘러 전동기 단자에 순간적으로 전압강하를 일으킨다. 이 전압강하가 과대하게 되면 제어기기가 소손하거나 전동기가 시동불능이 되는 수가 있다. 이 순간전압강하를 어느 정도 억제하기에 필요한 발전기 용량은 식(3.12.5)로 구한다.

$$Q_3 = 0.588 \cdot B_m \cdot N \dots\dots\dots(3.12.5)$$

$Q_3$ : 발전기용량(KVA)

0.588: 계수, 식 (3.12.2)에서 허용되는 순간전압강하  $V_d=0.3$ 으로 하여 다음 식으로 구한 것이다.

특히 발전기로부터 전동기까지의 배선거리가 긴 경우, 전동기 입력단에서 순간전압강하  $V_d=0.3$ 으로 하여 구한다.

$$\frac{Q_3}{B_m \cdot N} = \frac{X_d \cdot (1 - V_d)}{V_d} \dots\dots\dots(3.12.6)$$

$X_d$ : 발전기의 과도 리액턴스(보통 0.25)

### 나. 발전기의 출력은

- ① 상시 부하에 필요한 출력
- ② 시동 부하에 필요한 출력
- ③ 시동 전압강하에 필요한 출력을 검토해서 그 최대값을 필요출력으로

한다.

1) 상시부하에 필요한 출력

$$P_{E1} = \frac{Q'_1}{0.736 \cdot \eta_G} \dots\dots\dots(3.12.7)$$

$P_{E1}$ : 원동기출력(PS)

$Q'_1$ :  $Q_1 \cdot P_{fG}$  (kW)

$Q_1$ : 식(3.12.1)에서 산출한 발전기용량(kVA)

$P_{fG}$ : 발전기 역률 0.8

$\eta_G$ : 발전기 효율(표 3.12.6에 의함)

표 3.12.6 발전기효율  $\eta_G$

정격출력		규약효율	정격출력		규약효율
(kVA)	(kW)		(kVA)	(kW)	
20	16	0.790	150	120	0.881
37.5	30	0.825	200	160	0.889
50	40	0.843	250	200	0.895
62.5	50	0.852	300	240	0.900
75	60	0.857	375	300	0.906
100	80	0.867	500	400	0.913
125	100	0.876			

2) 시동부하에 필요한 출력

$$P_{E2} = \frac{Q_2'}{0.736 \cdot \eta_G \cdot K_2'} \dots\dots\dots$$

(3.12.8)

$P_{E2}$ : 원동기 출력(PS)

$Q_2'$ :  $B \cdot P_{fG} + B_m \cdot N \cdot P_{fms}$  (kW)

$B$ : 식(3.12.3)에서 산출한 기운전부하의 총전력의 합계(kVA)

$B_m$ : 식(3.12.4)에서 산출한 시동하는 최대전동기의 피상전력 (kVA)

$N$ : 시동하는 최대전동기의 시동전류와 정격전류의 비

$P_{fms}$ : 시동하는 최대전동기의 시동역률 0.4

$K_2'$ : 원동기의 순간부하투입률

$K_2'$ 의 값은 그림 3.12.11 또는 다음 가) 나) 다)에 의함  
 다만,  $P_{me}$  : 평균유효압력  $\text{kgf/cm}^2$ 로 한다.

가) 무과급 디젤기관의 경우

$$P_{me} < 8\text{kgf/cm}^2 \quad K_2' = 1.0$$

나) 과급기부 디젤기관의 경우

$$8 \text{ kgf/cm}^2 < P_{me} \leq 11 \text{ kgf/cm}^2 \quad K_2' = 0.7$$

$$11 \text{ kgf/cm}^2 < P_{me} \leq 15 \text{ kgf/cm}^2 \quad K_2' = 0.5$$

$$15 \text{ kgf/cm}^2 < P_{me} \leq 18 \text{ kgf/cm}^2 \quad K_2' = 0.4$$

$$18 \text{ kgf/cm}^2 < P_{me} \quad K_2' = 0.3$$

다) 1축 가스터빈의 경우

$$K_2' = 1.0$$

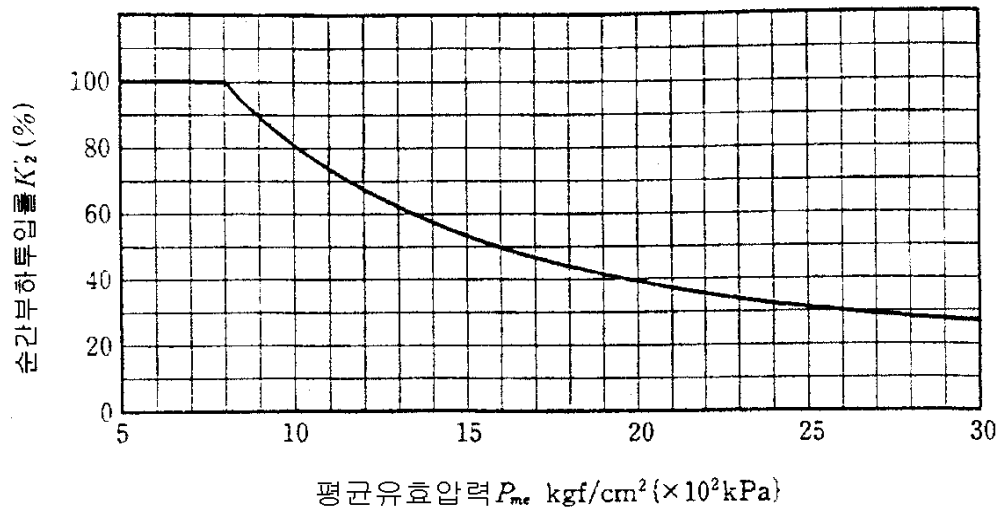


그림 3.12.11 디젤기관의 순간부하투입률

3) 시동전압강하의 검토에 필요한 출력

$$P_{E3} = \frac{Q_3'}{0.736 \cdot \eta_G \cdot K_3'} \dots\dots\dots(3.12.9)$$

$P_{E3}$ : 원동기출력(PS)

$Q_3'$ :  $Q_3 \cdot P_{fms}$  (kW)

$Q_3$ : 식(3.12.5)에서 산출한 발전기용량(kVA)

$K_3$ : 원동기의 과부하내량(디젤기관 : 1.1 가스터빈 : 1.3)

### 3.12.6 환기장치

양배수장에는 각종 기름, 가스 등의 연소로 발생하는 가스 및 전동기나 내연기관에서 발생하는 열의 배제, 엔진연소에 필요한 공기량, 운전관리자의 건강위생상 필요한 공기의 공급 등으로 인한 환기장치가 필요할 경우가 있다.

환기장치의 용량검토는 다음과 같이 한다. 그러나 건축법, 근로기준법에 규정된 경우에는 그에 따르도록 한다.

가. 각 기기에서 발생하는 열량

1) 전동기에서 발생하는 열량

전동기에서 발생하는 열량은 식 (3.12.10)으로 산출한다.

$$Q_M = \frac{P_M \cdot (1 - \eta)}{\eta} \cdot 860 \dots\dots\dots(3.12.10)$$

$Q_M$ : 전동기의 발생열량 (kcal/h)

$P_M$ : 전동기출력 (kW)

$\eta$ : 전동기효율 (표 3.12.7에 의함)

표 3.12.7 전동기 효율  $\eta$

전동기 출력(kW)	효 율 $\eta$
50 ~ 200	0.88 ~ 0.92
200 ~ 500	0.93 ~ 0.94
500 ~ 1,000	0.94 ~ 0.95

2) 디젤기관에서 발생하는 열량

디젤기관에서 발생하는 열량은 식 (3.12.11)로 산출한다.

$$Q_E = P_E \cdot B_E \cdot H_U \cdot f \dots\dots\dots(3.12.11)$$

$Q_E$ : 디젤기관에서 발생하는 열량(kcal/h)

$P_E$ : 디젤기관출력(PS)

$B_E$ : 연료소비율(kgf/ps·h)



「3.6.1 원동기의 선정」의 가항의 2)의 참고 2에 의함

$H_U$ : 연료의 발생열량 A중유 10,200kcal/kgf

$f$ : 디젤기관의 방열비율

고속디젤기관 (1,200rpm 이상) 0.04

저속디젤기관 (600 ~ 1,000rpm 이하) 0.02 ~ 0.025

3) 가스터빈 패키지에서 발생하는 열량

가스터빈 패키지에서 발생하는 열량은 식 (3.12.12)으로 산출한다.

$$Q_{GT} = \alpha \cdot Q_r \dots\dots\dots(3.12.12)$$

$Q_{RT}$ : 가스터빈 패키지에서 발생하는 방열량 (kcal/h)

$\alpha$ : 패키지의 열방산계수 0.05

$Q_r$ : 가스터빈장치 총발생열량 (kcal/h), 그림 3.12.12 에 의함.

4) 발전기에서 발생하는 열량

발전기에서 발생하는 열량은 식(3.12.13)에 의거 산출한다.

$$Q_G = \frac{P_G \cdot P_{IG}}{\eta_G} \cdot (1 - \eta_G) \cdot 860 \dots\dots\dots(3.12.13)$$

$Q_G$ : 발전기에서 발생하는 열량 (kcal/h)

$P_G$ : 발전기출력 (kVA)

$\eta_G$ : 발전기효율 (표 3.12.6 참조)

$P_{IG}$ : 발전기역률 0.8

5) 유체커플링에서 발생하는 열량

유체커플링에서 발생하는 열량은 식 (3.12.14)으로 산출한다.

$$Q_R = K \cdot P_S \cdot (1 - \eta) \dots\dots\dots(3.12.14)$$

$Q_R$ : 방열량 (kcal/h)

$P_S$ : 전달동력 (PS)

$\eta$ : 전달효율 약 0.96

$K$ : 계수 95 (=632.5kcal/h·PS × 0.15) 0.15 : 열방산계수

6) 치차감속기에서 발생하는 열량

치차감속기에서 발생하는 열량은 식 (3.12.15)로 산출한다.

$$Q_B = K \cdot P_S \cdot (1 - \eta) \dots\dots\dots(3.12.15)$$

$Q_B$ : 방열량 (kcal/h)

$P_S$ : 전달동력 (PS 또는 kW)

$\eta$ : 전달효율 (표 3.6.8에 의함)

$K$ : 계수 수냉의 경우, 열방산계수=0.15로서  
 전달동력이 PS 단위시 :  $K=95$   
 (=632.5kcal/h·PS × 0.15)  
 전달동력이 kW 단위시 :  $K=129$   
 (=860kcal/h·kW × 0.15)  
 공냉의 경우, 열방산계수=1.0으로 한다.

7) 소음기 및 배기관에서 발생하는 열량  
 소음기 및 배기관에서 발생하는 열량은 식 (3.1216), (3.12.17)로 산출한다.

관인 경우 :

$$Q_D = \frac{2\pi \cdot (\theta_o - \theta_r)}{\frac{1}{\lambda} \cdot \log_e \left( \frac{d_1}{d_0} \right) + \frac{2}{a \cdot d_1}} \cdot L \dots\dots\dots(3.12.16)$$

평면인 경우 :

$$Q_D = \frac{\theta_o - \theta_r}{\frac{X}{\lambda} + \frac{1}{a}} \cdot F \dots\dots\dots(3.12.17)$$

$Q_D$ : 방열량

$\theta_o$ : 소음기 또는 배기관의 내부온도 (=배기온도) (°C)

$\theta_r$ : 소음기 또는 배기관의 외부온도 (=실내온도) (°C)

$d_1$ : 보온재의 외경 (m)

$d_0$ : 보온재의 내경 (m)

$X$ : 보온재의 두께 (m)

$a$ : 표면의 열전도율, 황치무퐁으로서 10(kcal/(m<sup>2</sup>·h·°C))

$\lambda$ : 보온재의 열전달율, 록울(Rock Wool)로서  
 0.0688(kcal/(m<sup>2</sup>·h·°C))

$L$ : 보온재의 원통부의 길이 (m)

$F$ : 보온재의 평면부의 표면적 (m<sup>2</sup>)

나. 디젤기관의 연소에 필요한 공기량

디젤기관의 연소에 필요한 공기량은 식 (3.12.18)로 산출한다.

$$V_E = K \cdot P_E \dots\dots\dots(3.12.18)$$

$V_E$ : 디젤기관을의 필요공기량 ( $m^3/min$ )

$P_E$ : 디젤기관출력 (PS)

$K$ : 계수 (표 3.12.8에 의함)

표 3.12.8 디젤기관출력의 계수  $K$

내연기관 출력(PS)	$K$
100 미만	0.122
100 이상 ~ 300 미만	0.107
300 이상 ~ 500 미만	0.098
500 이상 ~ 1,000 미만	0.088
1,000 이상	0.083

다. 라디에이터 팬에 의한 배기량

라디에이터 팬에 의한 배기량은 식 (3.12.19)로 산출한다.

$$V_R = (2 \sim 3) \cdot P_E \dots\dots\dots$$

(3.12.19)

$V_R$  : 라디에이터에 의한 배기량 ( $m^3/min$ )

$P_E$  : 디젤기관출력 (PS)

라. 가스터빈에 필요한 공기량

가스터빈을 사용하는 경우의 환기는 연료용 공기와 오일쿨러, 냉각용공기 및 실온억제공기에 대하여 고려할 필요가 있다.

가스터빈의 배기방식은 ① 단독배기방식, ② 보집닥트방식, ③ 에젝트배기방식이 있다. 배수장에서 우선적으로 적용하는 ① 단독배기방식에는 각각의 필요공기량을 다음과 같이 구한다.

$V_1$ : 가스터빈연료용 공기량 ( $m^3/min$ ) (그림 3.12.12에 의함)

$V_2$ : 오일쿨러 및 발전기(발전설비인 때) 냉각용 공기량  
( $m^3/min$ ) 그림 3.12.12에 의함

$V_3$ : 실온억제공기량 ( $m^3/min$ )

$$V_3 = \frac{Q_{GT}}{60 \cdot p \cdot C_p \cdot \Delta T}$$

.....(3.12.20)

$Q_{GT}$ : 가스터빈패키지에서의 방열량 (kcal/h)

$\rho$ : 공기의 밀도 1.2(30°C) (kg/m<sup>3</sup>)

$C_p$ : 공기의 정압비열 0.24 (kcal/kg·°C, at 760mmHg, 30°C)

$\Delta T$ : 온도상승 5 ~ 10°C (실내온도와 외기온도와의 차)

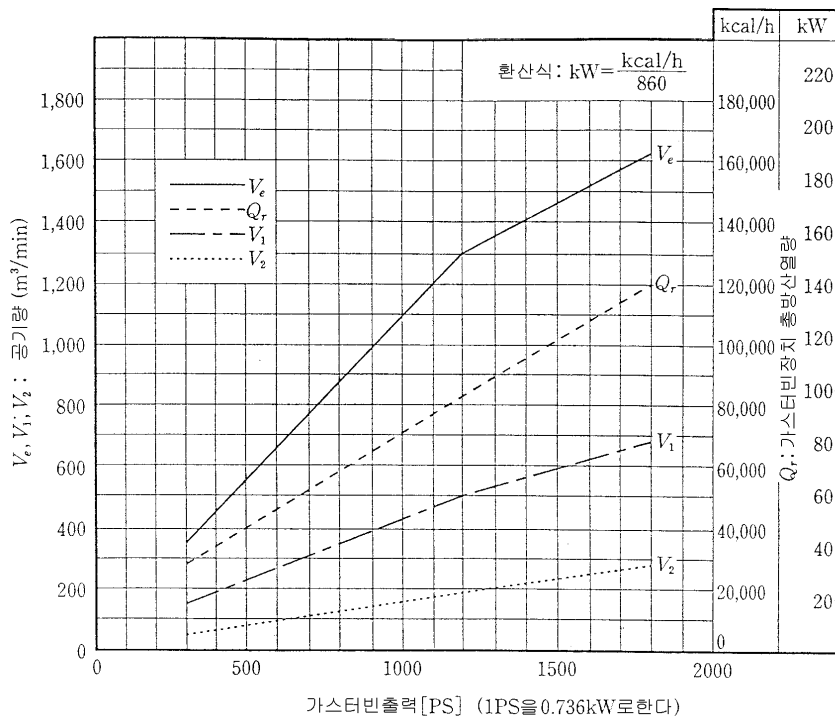
$V_T$ : 가스터빈패키지내 필요공기량 (m<sup>3</sup>/min)

$$V_T = V_1 + V_2$$

실온억제공기량 ( $V_3$ )은 가스터빈패키지내 필요공기량 ( $V_T$ )으로서 사용하기 위해 아래와 같이 풍량( $V_4$ )을 정의한다.

$V_4 : V_3 - V_T$  ( $V_4 < 0$ 인 경우는  $V_4 = 0$ 로 한다. 다만,  $V_4 > 0$ 인 경우는 배기팬이 가동한다)

(주) 발전기 구동용 가스터빈에 대하여도 같은 방법으로 산출한다.



$V_c$ : 가스터빈 배기공기량 (m<sup>3</sup>/min)

$Q_r$ : 가스터빈장치 총방열량 (kcal/h)

$V_1$ : 가스터빈 연소용 공기량 at 40°C (m<sup>3</sup>/min)

$V_2$ : 오일쿨러 냉각용 공기량 at 40°C (m<sup>3</sup>/min)

그림 3.12.12 가스터빈의 환기량

마. 환기장치의 용량

1) 배기팬의 용량

실내의 온도상승을 방지하기 위해서 실내의 공기를 배출하는 배기팬의 용량 결정은 식 (3.12.21), (3.12.22)에서 산출한다.

가) 디젤기관의 경우

$$V_F = \frac{Q_M + Q_E + Q_G + Q_R + Q_B - Q_W + Q_D}{60 \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta T} \dots\dots\dots (3.12.21)$$

나) 가스터빈의 경우

$$V_F = \frac{Q_M + Q_R + Q_B - Q_W + Q_D}{60 \cdot \rho \cdot C_p \cdot \Delta T} + V_4 \dots\dots\dots$$

(3.12.22)

$V_F$ : 배기팬의 용량 ( $m^3/min$ )

$Q_M$ : 전동기의 발생열량 (kcal/h)

$Q_E$ : 디젤기관의 발생열량 (kcal/h)

$Q_G$ : 발전기의 발생열량 (kcal/h)

$Q_R$ : 유체커플링의 발생열량 (kcal/h)

$Q_B$ : 치차감속기의 발생열량 (kcal/h)

$Q_W$ : 펌프실의 바닥, 벽면에서 방열하는 열량 (kcal/h)

$Q_D$ : 소음기 및 배기관에서의 발열량 (kcal/h)

$\rho$ : 공기의 밀도  $1.2(30^\circ C)$  ( $kg/m^3$ )

$C_p$ : 공기의 정압비열  $0.24$  (kcal/kg $\cdot^\circ C$ , at 760mmHg,  $30^\circ C$ )

$\Delta T$ : 온도상승  $5 \sim 10^\circ C$  (외기와의 차)

$V_4$ : 실온억제공기량에서 가스터빈 패키지내 필요공기량을 공제하여  $V_4 > 0$ 로 한다( $m^3/min$ ).

배기팬의 용량은 펌프실내의 온도상승과 기계실에서 요구되는 적절한 환기회수의 선정에서 결정된다. 일반적으로 펌프실내의 환기회수는  $8 \sim 12$ 회/h 로서, 평균 10회/h 정도로 선정한다.

**[참고]**

1. 펌프실의 바닥, 벽면에서 방열하는 열량 ( $Q_W$ ) 은 일반적으로 발생열량의  $6 \sim 10\%$ 로 한다.

이것은 건물구조물의 형식, 사용재료 등에 따라 다르다. 이러한 방열량을 여

유로 본다면  $Q_w$ 은 생략할 수도 있다. 이러한 경우는 실내온도가 6~10%정도 낮아야 한다.

## 2. 급기팬의 용량

실내온도 상승방지에 필요한 배기공기량과 기관연소에 필요한 공기량을 공급하는 것으로 급기팬의 용량은 식(3.12.23), (3.12.24)로 산출한다.

### 가. 디젤기관의 경우

$$V = V_E + V_F + V_R \dots\dots\dots (3.12.23)$$

- $V$ : 급기팬의 용량 (m<sup>3</sup>/min)
- $V_E$ : 디젤기관연소에 필요한 공기량 (m<sup>3</sup>/min)
- $V_F$ : 배기팬의 용량 (m<sup>3</sup>/min)
- $V_R$ : 라디에이터에 의한 배기량 (m<sup>3</sup>/min)

### 나. 가스터빈의 경우

$$V = V_T + V_F \dots\dots\dots (3.12.24)$$

- $V$ : 급기팬의 용량 (m<sup>3</sup>/min)
- $V_T$ : 가스터빈 패키지내 필요공기량 (m<sup>3</sup>/min)
- $V_F$ : 배기팬의 용량 (m<sup>3</sup>/min)

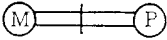
## [참고]

### 냉각수 설비

펌프를 운전할 때 냉각수, 윤활수, 봉수 등이 필요하게 된다. 이들의 수량은 펌프형식, 구경, 원동기의 형식, 유체커플링, 감속기의 유무 등의 조합으로 정해지는 것이다. 이들의 조합을 주기(主機) 패턴별로 수량을 구하는 데이터를 제시하면 다음과 같다.

### 1. 주기(主機) 패턴

주기 패턴 ①




P: 펌프  
 M: 전동기

대상기종    횡축원심펌프, 횡축축류펌프, 횡축사류펌프

운전플러우시트 <그림 3.12.13>, <그림 3.12.14>, <그림 3.12.15>

항목	펌프봉수 · 유회수	치차감속기 냉각수	유체커플링냉각수	원동기냉각 수
원심	<그림 3.12.1>에 의함	-	-	-
축류	<그림 3.12.2>에 의함			
사류	<그림 3.12.2>에 의함			
압력	펌프 그랜드부분 에서 1kgf/cm <sup>2</sup> 이상	-	-	-
수질	상수도 또는 공업용수 정도	-	-	-

주기 패턴 ②



P: 펌프  
 G: 치차감속기  
 M: 전동기


대상기종    횡축원심펌프, 횡축축류펌프, 횡축사류펌프

운전플러우시트 <그림 3.12.16>, <그림 3.12.18>

항목	펌프봉수 · 유회수	치차감속기냉각수	유체커플링 냉각수	원동기냉각 수
원심	<그림 3.12.1>에 의함	<그림 3.12.4> 에 의함	-	-
축류	<그림 3.12.2>에 의함			
사류	<그림 3.12.2>에 의함			
압력	펌프 그랜드부분 에서 1kgf/cm <sup>2</sup> 이상	쿨러입구부에서 1.5kgf/cm <sup>2</sup> 이상	-	-
수질	상수도 또는 공업용수 정도	상수도 또는 공업용수 정도	-	-

- (주) 1. 전동기 출력에 따라서 베어링냉각수가 필요한 경우도 있지만 일반적으로 필요없는 경우가 많다.
2. 표에서 그림3.12.18과 같이 공랭식 치차감속기를 채용한 경우 냉각수는 필요없다.

주기 패턴 ③



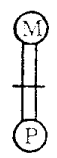
P: 펌프  
 G: 치차감속기  
 E: 내연기관

대상기종    횡축원심펌프, 횡축축류펌프, 횡축사류펌프  
 운전플러우시트 <그림 3.12.17>, <그림 3.12.19>

항목	펌프봉수 · 유회수	치차감속기냉각수	유체커플링냉각수	원동기냉각수
원심	<그림 3.12.1>에 의함	<그림 3.12.4> 에 의함	-	<그림 3.12.5> 에 의함
축류	<그림 3.12.2>에 의함			
사류	<그림 3.12.2>에 의함			
압력	펌프 그랜드부분에서 1kgf/cm <sup>2</sup> 이상	쿨러입구부에서 1.5kgf/cm <sup>2</sup> 이상	-	내연기관입구에서 1.5kgf/cm <sup>2</sup> 이상
수질	상수도 또는 공업용수 정도	상수도 또는 공업용수 정도	-	상수도 또는 공업용수 정도

- (주) 1. 표에서 그림 3.12.19와 같이 펌프배출측에 관내쿨러가 설치되어 있는 경우에는 냉각수 계통이 다르다.  
 2. 공냉 치차감속기를 채용한 경우는 치차감속기용 냉각수는 필요없다.

주기 패턴 ④



P: 펌프  
 M: 전동기

대상기종    입축원심펌프, 입축축류펌프, 입축사류펌프  
 운전플러우시트 <그림 3.12.20>, <그림 3.12.21>, <그림 3.12.22>

항목	펌프봉수 · 유회수	치차감속기 냉각수	유체커플링 냉각수	원동기냉각수
원심	<그림 3.12.1>에 의함	-	-	-
축류	<그림 3.12.3>에 의함			
사류	<그림 3.12.3>에 의함			
압력	펌프 그랜드부분에서 전양정×2+ 4m	-	-	-
수질	상수도 또는 공업용수 정도	-	-	-
비고	베어링 유회수 압력은 임펠러의 설계에 의하여 적게 될 수도 있음. 이 경우 최저1.5kgf/cm <sup>2</sup> 의 압력은 유지될 것			전동기 출력에 따라서 베어링냉각 수가 필요한 경우도 있음.



주기 패턴 ⑤

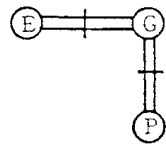


P: 펌프  
G: 치차감속기  
M: 전동기

대상기종 : 입축원심펌프, 입축축류펌프, 입축사류펌프  
운전플러우시트 <그림 3.12.23>

항목	펌프봉수 · 윤활수	치차감속기 냉각수	유체커플링 냉각수	원동기냉각수
원심	<그림 3.12.1>에 의함	<그림 3.12.4> 에 의함	-	-
축류	<그림 3.12.3>에 의함			
사류	<그림 3.12.3>에 의함			
압력	펌프 그랜드부분에서 전양정×2+ 4m	쿨러입구에서 1.5kgf/cm <sup>2</sup> 이상	-	-
수질	상수도 또는 공업용수정도	상수도 또는 공업용 수정도	-	-
비고	베어링 윤활수의 압력은 임펠러의 설계에 의하여 적게 될 때도 있다.			전동기 출력에 따라 서 베어링냉각 수가 필요한 경우 도 있음

주기 패턴 ⑥

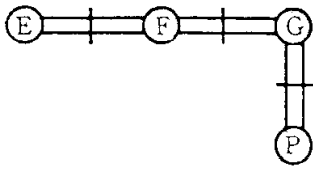


P : 펌프  
G : 치차감속기  
E : 내연기관

대상기종 : 입축원심펌프, 입축축류펌프, 입축사류펌프  
운전플러우시트 <그림 3.12.24>(유체커플링이 없는 경우)

항목	펌프봉수 · 윤활수	치차감속기냉각수	유체커플링 냉각수	원동기냉각수
원심	<그림 3.12.1>에 의함	<그림 3.12.4> 에 의함	-	그림 3.12.5 에 의함
축류	<그림 3.12.3>에 의함			
사류	<그림 3.12.3>에 의함			
압력	펌프 그랜드부분에서 전양정×2+ 4m	쿨러 입구에서 1.5kgf/cm <sup>2</sup> 이상	-	내연기관입구 에서 1.5kgf/cm <sup>2</sup> 이상
수질	상수도 또는 공업용수 정도	상수도 또는 공업용 수정도	-	상수도 또는 공업 용수정도
비고	베어링 윤활수의 압력은 임펠러의 설계에 의하여 적게 될 때도 있다.			

주기 패턴 ⑦



P: 펌프  
G: 치차감속기  
F: 유체커플링  
E: 내연기관

대상기종 입축원심펌프, 입축축류펌프, 입축사류펌프  
운전플러우시트 <그림 3.12.24>(유체커플링이 없는 경우)

항목	펌프봉수 · 윤활수	치차감속기 냉각수	유체커플링 냉각수	원동기 냉각수
원심	<그림 3.12.1>에 의함	<그림 3.12.4> 에 의함	<그림 3.12.4> 에 의함	<그림 3.12.5> 에 의함
축류	<그림 3.12.3>에 의함			
사류	<그림 3.12.3>에 의함			
압력	펌프 그랜드부분 에서 전양정×2+ 4m	쿨러 입구에서 1.5kgf/cm <sup>2</sup> 이상	쿨러입구에서 1.5kgf/cm <sup>2</sup> 이상	내연기관입구 에서1.5kgf/cm <sup>2</sup> 이상
수질	상수도 또는 공업용수 정도	상수도 또는 공업용수 정도	상수도 또는 공업용수 정도	상수도 또는 공업 용수 정도
비고	베어링 윤활수의 압력은 임펠러의 설계에 의하여 적게 될 때도 있다.			

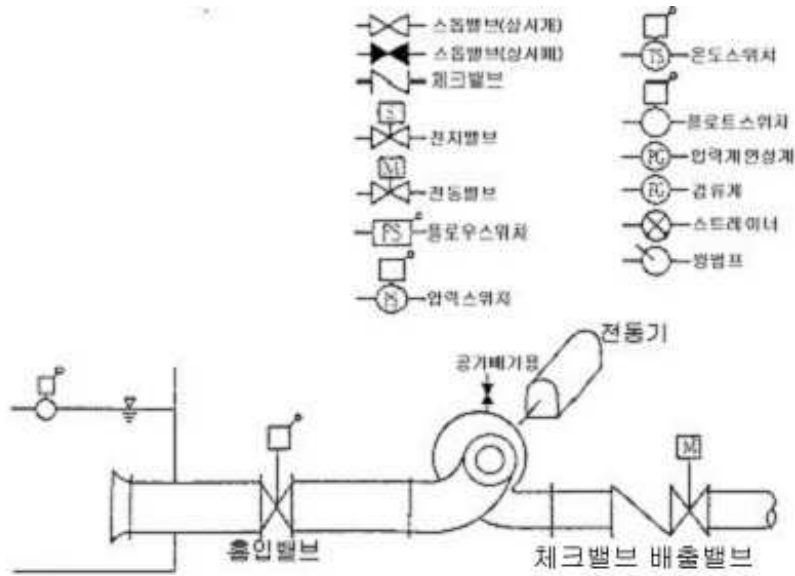


그림 3.12.13 횡축 양흡입 원심펌프 전동기구동(압입)

- (주) 1. 회전수 억제 또는 대용량기계에서는 냉각수가 필요한 경우가 있다.  
2. 흡입밸브의 리미트스위치는 소규모의 경우는 생략할 수도 있다.

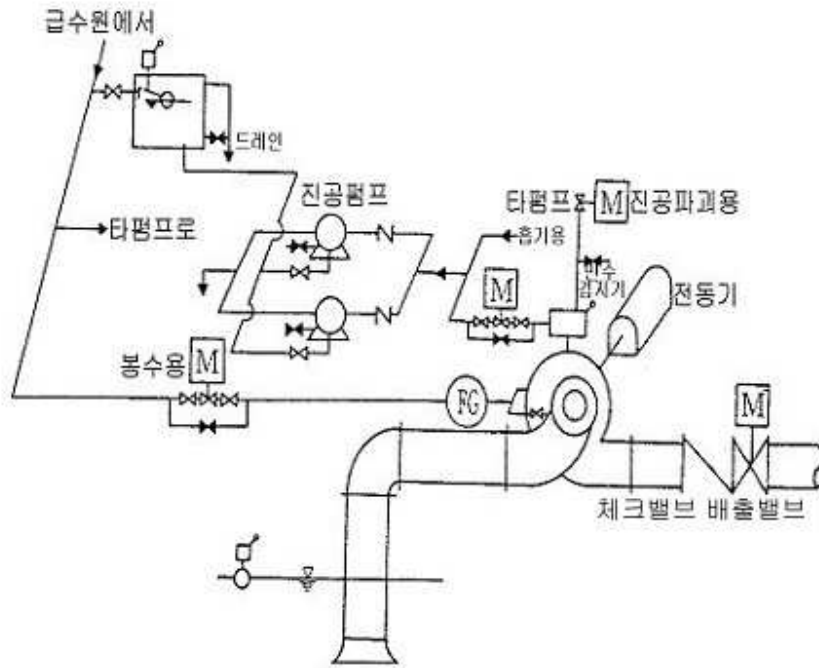


그림 3.12.14 횡축 양흡입 원심펌프 전동기구동(흡상)

(주) 회전수억제 또는 대용량의 경우에 냉각수가 필요한 경우가 있다.

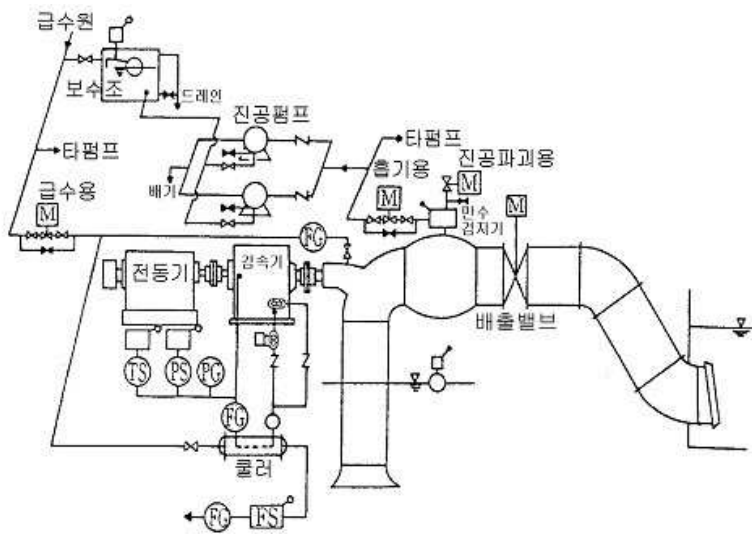


그림 3.12.15 횡축사류(축류)펌프 전동기구동

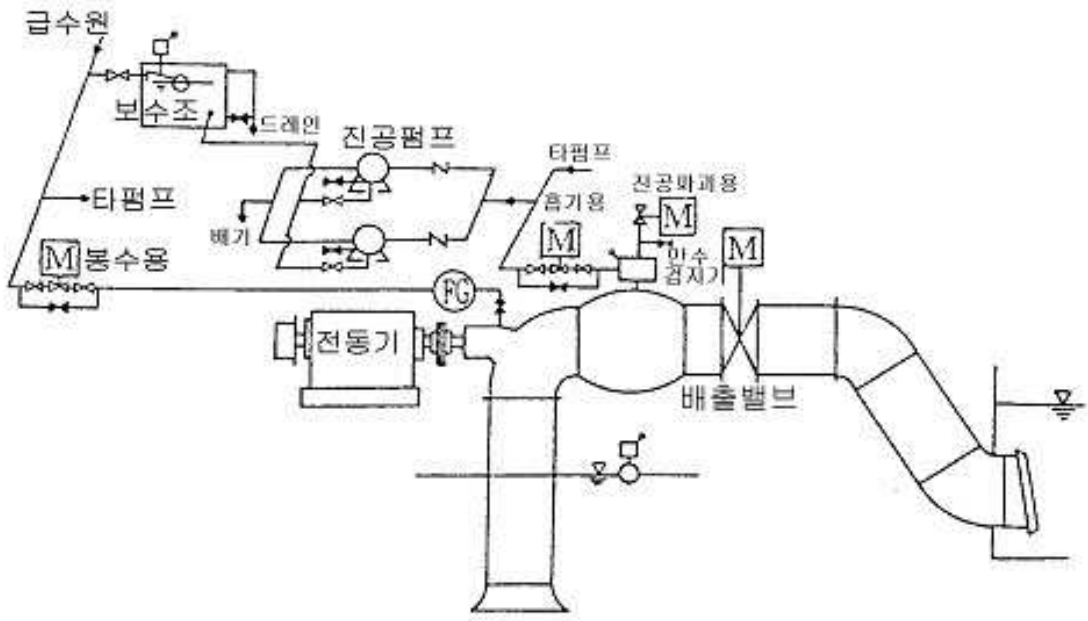


그림 3.12.16 횡축사류(축류)펌프 전동기구동(치차감속기부착)

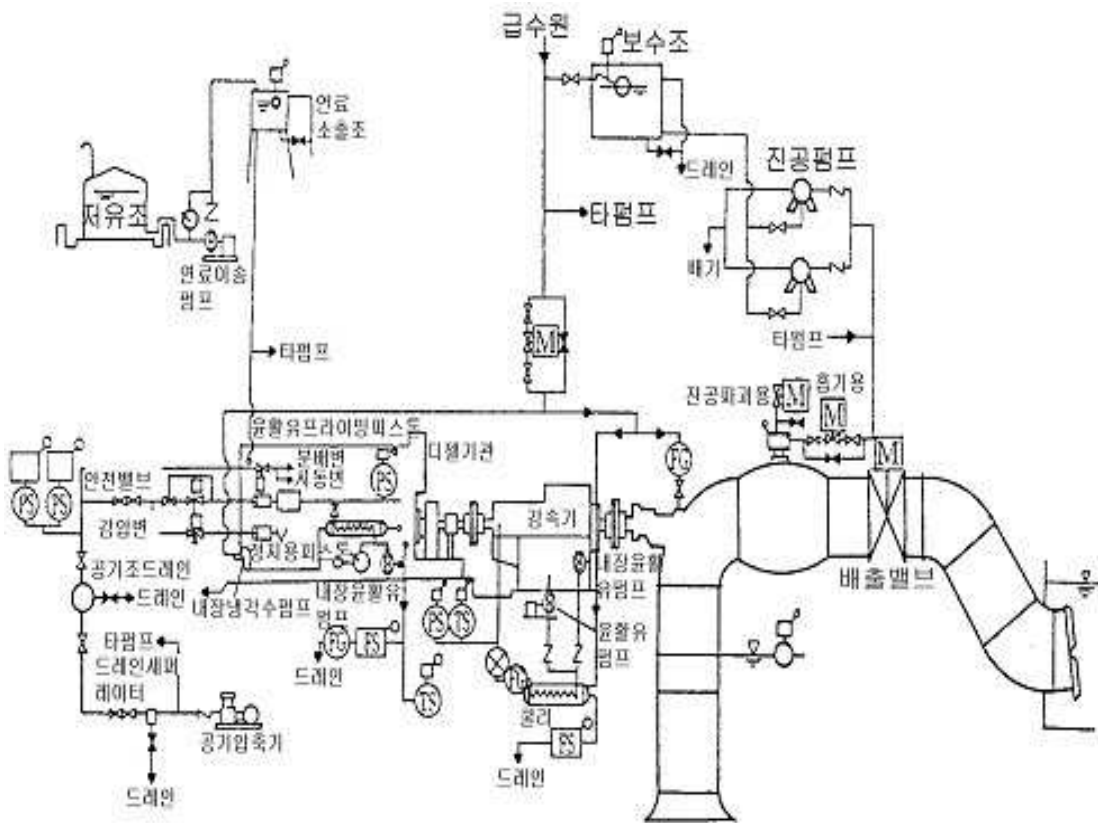


그림 3.12.17 횡축사류(축류)펌프 디젤기관구동(치차감속기부착)

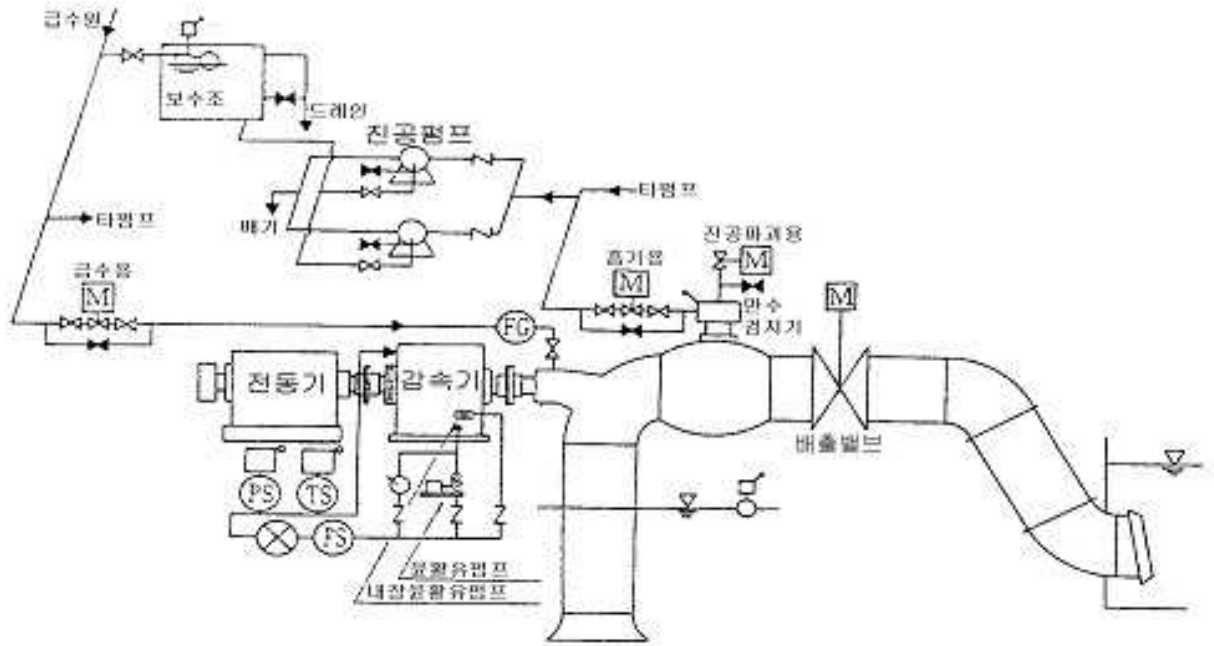


그림 3.12.18 횡축사류(축류)펌프 전동기구동 (공냉치차감속기부착)

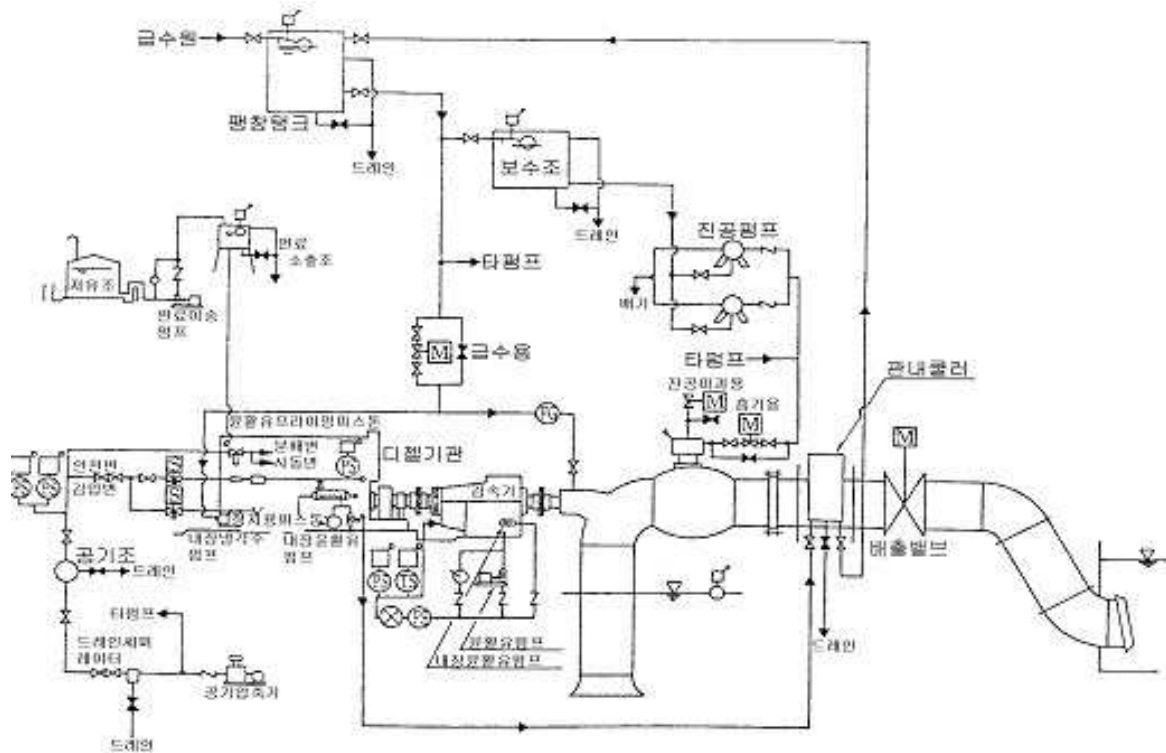


그림 3.12.19 횡축사류(축류)펌프 디젤기관구동(관내쿨러 및 치차감속기 부착)

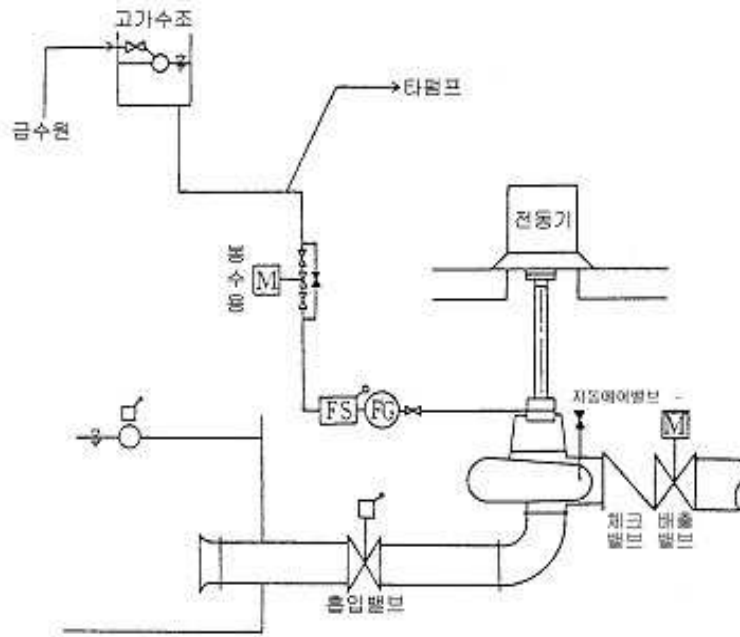


그림 3.12.20 입측편흡입원심펌프 전동기구동

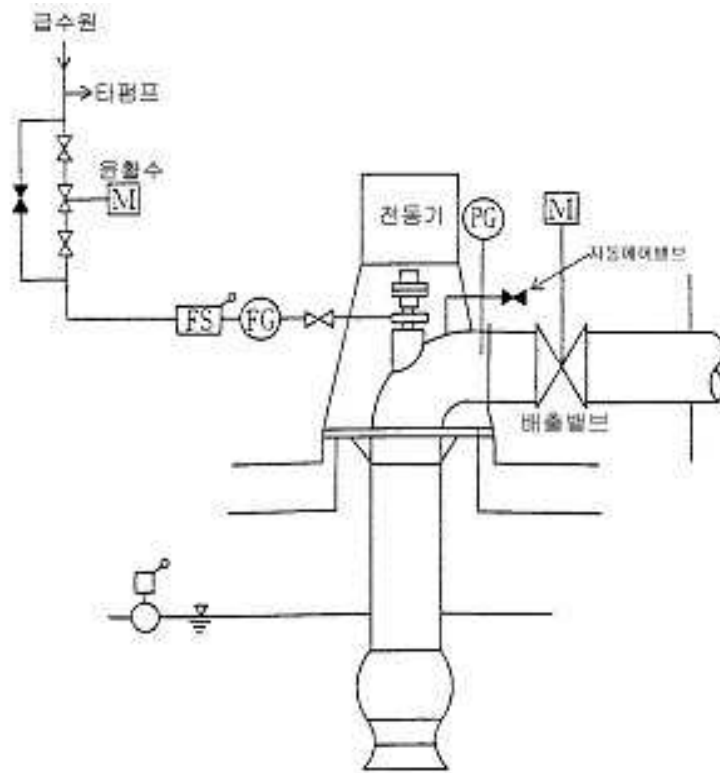


그림 3.12.21 입측사류(축류)펌프 전동기구동

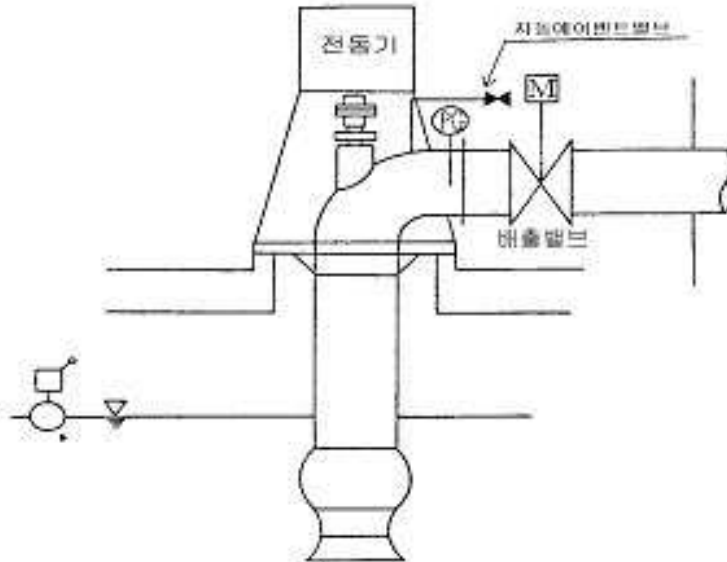


그림 3.12.22 입축사류(축류)펌프 전동기구동(세라믹베어링 및 무급수축봉장치부착)

(주) 세라믹베어링은 입축축류 및 입축사류펌프를 대상으로, 횡축펌프 등에는 별로 적합하지 않기 때문에 원칙적으로 채용을 피하는 것이 좋다

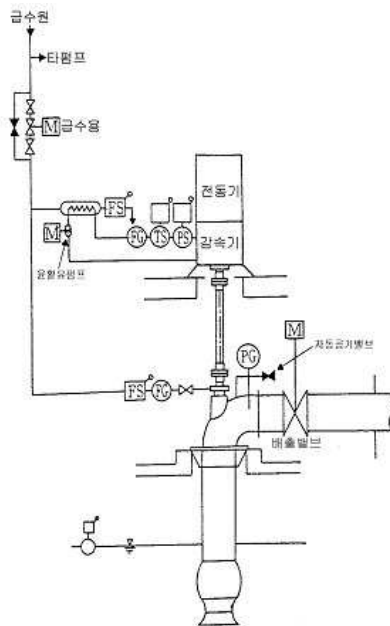


그림 3.12.23 입축사류(축류)펌프 전동기 구동(치차감속기부착)

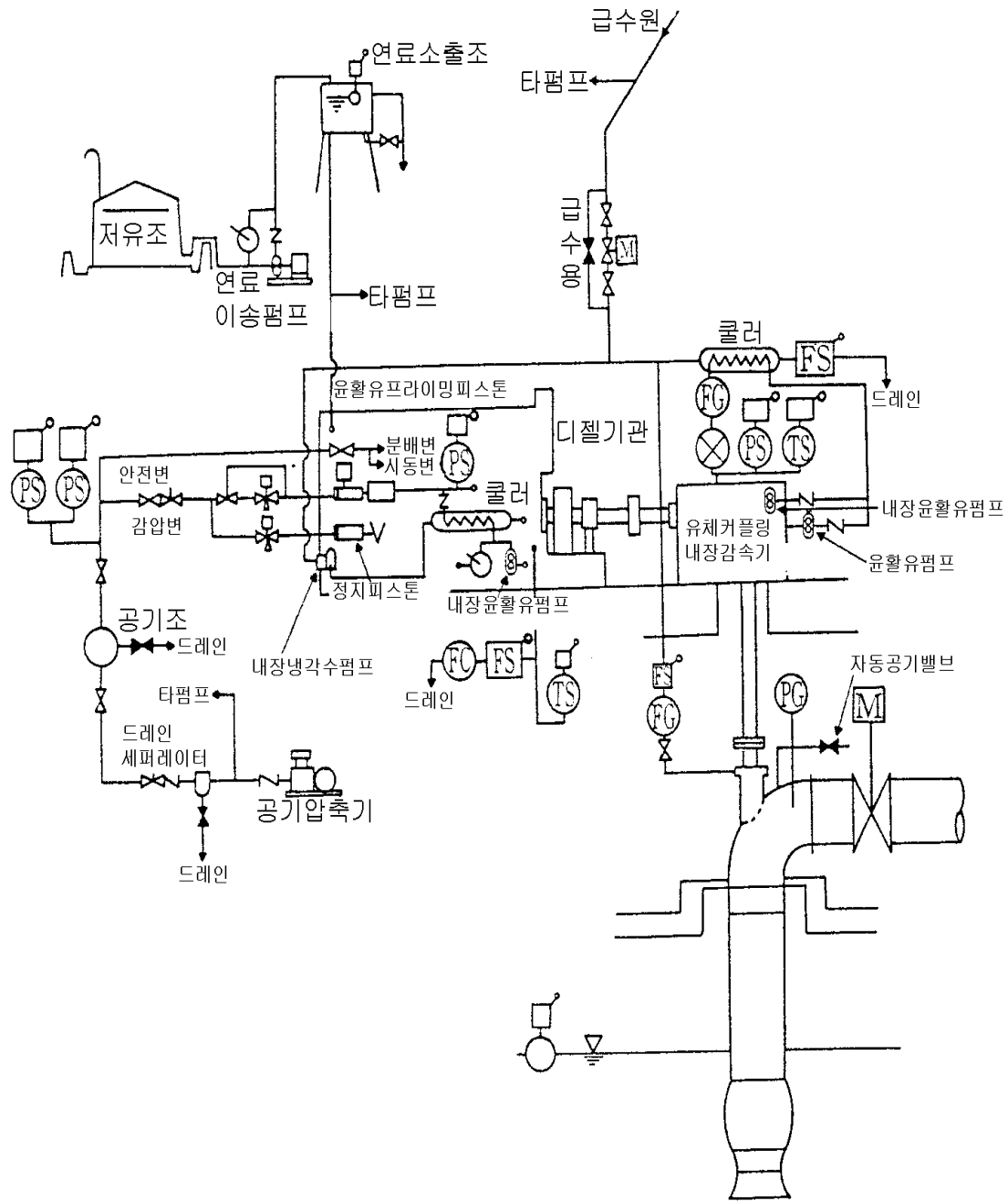


그림 3.12.24 입축사류(축류)펌프 디젤기관구동 (유체커플링내장·치차감속기부착)

(주) 1. 엔진의 냉각방식에는 열교환기를 이용하여 1차측에 청수를, 2차측에 원수를 순환시킨 간접냉각이 채용되는 경우도 있다.

2. 엔진출력이 작은 경우에는 유체커플링을 생략한다.



### 3.13 수격작용

펌프시설은 수격작용에 의한 피해를 방지하기 위하여 부압발생 방지와 압력상승의 경감 등 적절한 대책을 강구하여 안전을 도모해야 한다.

송수관로에서 밸브의 급폐색이나 펌프의 급격한 시동이나 정지 등을 하면 물의 운동량이 단시간에 변화하며 관로 내에 큰 압력상승과 압력파가 발생한다. 이를 수격작용이라고 부르며 이 때의 상승 압력을 수격압이라 하고, 이 때의 파를 수격파라고 부른다.

관내의 유속을 급격히 변화시켰을 때 유수의 관성에 의한 에너지가 관로 내를 일정한 속도로 왕복하게 된다. 이 현상을 압력맥동이라고 한다. 그러나 압력맥동과 수격작용을 명확히 구분하기는 어렵다.

만약에 관로 도중에 자유수면이 있으면 이 수면부에서 진동(surgings)현상이 발생한다.

일반적으로 수격작용에 의한 압력상승 또는 강하는 관로의 길이, 초기 유속, 밸브 조작 후의 유량, 압력파의 전파속도, 밸브의 조작속도 및 조작상태 및 동적 특성 등에 따라 변화한다. 이들 중 압력파의 전파속도는 관의 재질에 의하여 결정된다. 특히 농업용 관수로에서는 물이용에 있어서 유량의 변화가 상대적으로 크기 때문에 분수공 또는 펌프장의 밸브 특성과 조작시간 등에 의한 영향이 크다. 따라서 이들을 파악하여 수격압을 작게 하도록 기구를 검토하는 것도 중요하기 때문에 이 현상을 해석하여 송수관로의 부설계획과 함께 적절한 대책을 강구하여야 한다.

#### 가. 수격작용의 피해

- 1) 관내 압력상승 또는 강하에 의한 관, 밸브, 펌프 등의 기기가 파손된다.
- 2) 관내 부압이 크게 됨에 따라 수중에 녹아 있던 공기가 분리(수주분리)한다든지, 공기밸브로부터 공기의 혼입 등에 의하여 발생하는 공기해머 현상 또는 캐비테이션에 의해 관체나 기기가 파손된다.
- 3) 공기의 체류에 의한 통수 및 분수의 기능저하 또는 관로계를 재가동시키기 위한 배기 및 주수(注水)작업 등에 의한 송수관의 송수기능의 정지 및 노력시간의 투입이 필요하다.
- 4) 수면동요에 의하여 분수공과 배출수조 등으로부터 월류가 발생한다.
- 5) 펌프 및 원동기 등이 역전 과속에 의한 기기의 파손이 생긴다.

## 나. 수격작용의 경감방법

### 1) 부압 (수주분리)발생 방지법

#### 가) 플라이 휠 (fly wheel)

펌프에 플라이 휠을 붙여서 펌프의 회전부의 관성효과를 크게 하여 펌프 양수량의 급격한 저하를 방지한다. 시설은 비교적 간단하고 효과도 크나 관로가 대단히 긴 경우 또는 관로의 요철이 심한 경우 에는 펌프의 크기에 비해 대단히 큰 플라이 휠을 필요로 하며 이를 부착하는 것이 불가능한 경우가 있다.

#### 나) 조압수조 (surge tank)

관로의 도중에 큰 조압수조를 설치하여 부압을 방지함과 동시에 압력상승도 흡수할 수 있다. 이 경우에는 조압수조 이후에서는 수격작용이 발생하지 않으므로 펌프와 조압수조 사이만 고려하면 된다.

단 관로의 내부 압력이 높은 경우에는 조압수조의 높이가 높아져 건설비가 많아질 뿐만 아니라 설치공간의 제약으로 인하여 제한되는 경우가 있다.

단동 조압수조는 그림과 같이 부압이 발생하는 곳에 설치하여 접속부의 관내 압력이 조압수조 내의 압력보다 낮게 되면 체크밸브가 열려 관로에 물을 공급하여 다시 압력강하가 생기는 것을 방지하는 작용을 한다. 단동 조압수조는 단순 조압수조에 비하여 높이를 낮게 할 수 있는 장점이 있다. 그러나 단동 조압수조의 작용이 유효한 관로의 길이는 짧다. 관로의 길이가 긴 경우 또는 관로 상태에 따라서는 여러 개의 조압수조를 설치해야 하기 때문에 단순 조압수조를 사용하였을 경우와의 경제성 및 유지관리의 용이성을 비교 검토하여 채택여부를 결정하여야 한다.

단동 조압수조는 체크밸브, 슬루스 밸브, 급수장치(급수관, 플로트밸브 등), 월류관 등의 부대시설을 필요로 한다.

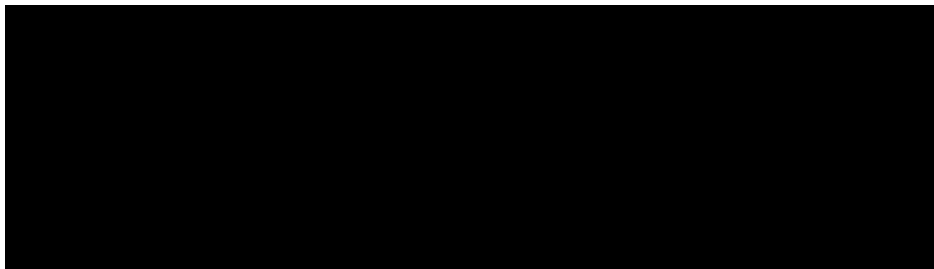


그림 3.13.1 단순 조압수조



그림 3.13.2 단동 조압수조

다) 압력수조

펌프가 급정지한 후에 발생하는 압력강하 시에 압력수조 내의 물을 내부의 공기압력에 의하여 관로에 급수한다. 일반적으로 압력수조는 비교적 유량이 적은 설비의 경우, 양정이 높은 경우, 압력변화를 억제하는 범위가 넓은 경우 등에 사용된다.

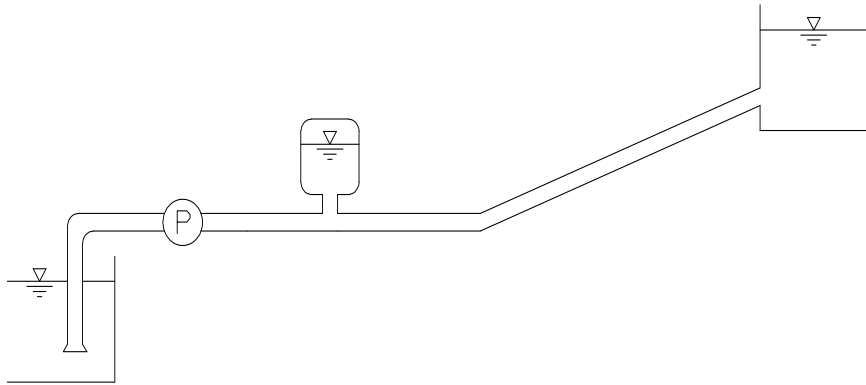
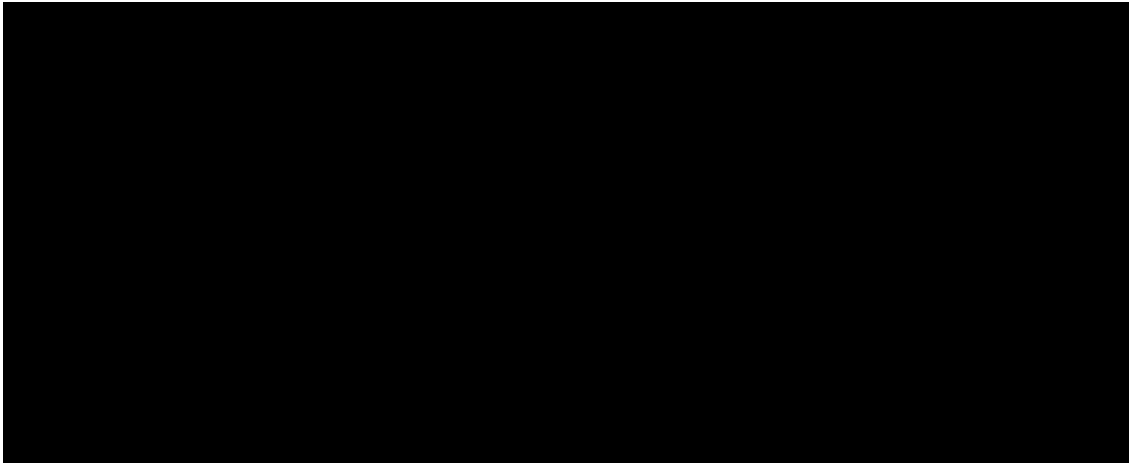


그림 3.13.3 압력수조

라) 공기밸브 및 공기관

압력강하 시에 물을 공급하는 것이 불가능한 경우 또는 관로가 수평이거나 부압발생점 보다 하류측이 자연유하하는 경우로서 보급수량이 대단히 많아지는 경우에 사용된다. 예를 들면 부압발생 위치가 배출수위보다 높은 경우에는 물을 어느 정도 보급하여도 전부 배출수조로 유입되어 버리기 때문에 공기밸브 또는 공기관을 이용하여 공기를 넣는다. 그러나 관로에 공기를 넣으면 재시동에 시간이 걸리기 때문에 될 수 있는 한 공기를 넣지 않고 부압의 경감을 바라는 것이 바람직하다.



(공기관)

(공기밸브)

그림 3.13.4 공기밸브 및 공기관

마) 기타

- (1) 관내유속을 작게 한다.
- (2) 관로의 노선을 변경한다.

일반적으로 양배수장 가까이에서 배관을 위로 올려 수평이 되게 하는 것은 연직부분에 부압 (수주분리)을 일으키기 쉬우므로 피하는 것이 좋다. 더욱이 단순 조압수조, 단동 조압수조, 및 압력수조에 대한 상세한 사항은 『조압수조』 절을 참조한다.

2) 압력상승 경감방법

가) 완폐 (緩閉)식 체크밸브

밸브 축에 유압장치를 장비하여 역류 개시후의 역류에 저항하여 밸브를 자동 완폐하는 방법으로 비교적 저양정의 경우에 적합하다.

나) 완폐 (緩閉) 바이패스밸브를 붙인 체크밸브

바이패스밸브에 유압장치를 장비하여 역류 개시후의 역류에 저항하여 밸브를 자동 완폐하는 방법으로 고양정의 경우에 적합하다.

다) 급폐쇄 (急閉鎖)식 체크밸브

역류가 크게 되어 급폐쇄하면 높은 압력상승이 발생하기 때문에 역류가 일어나기 직전에 유속이 느릴 때에 급폐쇄하는 방법이다.

이것은 밸브의 폐쇄지연에 의한 압력상승을 방지하는 것뿐이고 관로에 생기는 수격작용은 방지할 수 없다. 그러나 체크밸브의 폐쇄지연만이 문제가 되고

관로가 짧아서 실양정의 큰 경우에는 유효하다.

라) 유압식 볼 밸브 또는 유압식 뉴들 밸브

정전과 동시에 유압기구에 의한 밸브 개도를 제어하여 유속의 변화를 작게 할 수 있기 때문에 압력상승을 작게 할 수 있다. 고양정 대용량의 경우에 이 밸브를 채용하는 경우가 많다.

마) 유압식 압력조절 밸브

이 밸브는 주로 압력 상승시에 강제적으로 밸브를 열어서 관로의 압력상승을 방지하는 것으로 비교적 역수(逆水)규모가 작고 양정이 높은 경우에 적합하다.

이 방식은 압력 강하시에 밸브를 여러 관로에 급수하는 것도 가능하다. 그러나 관로내의 압력변동이나 유속의 변화가 단기적인 경우에는 동작의 추종성을 검토하여 채택여부를 결정하여야 한다. 이와 거의 동일한 작용을 하는 것으로 자동압력조정 밸브가 있다. 이 밸브는 1차 측의 관로압력에 의하여 자동 개폐하는 형식이다.

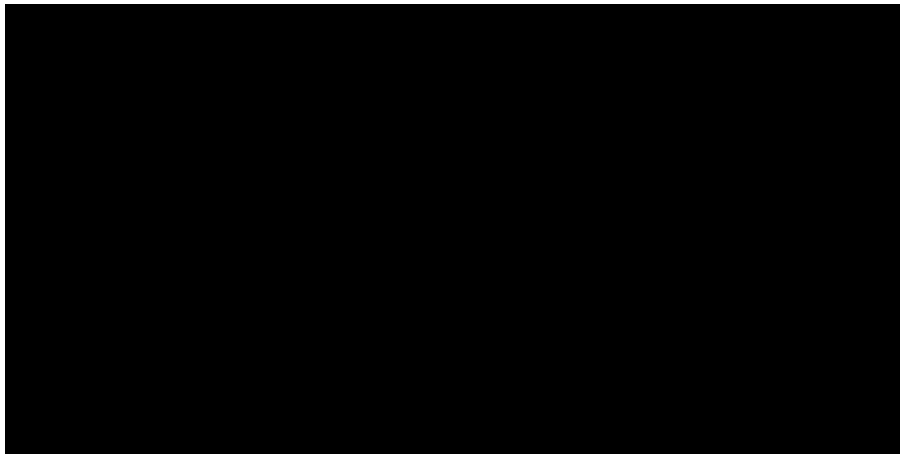


그림 3.13.5 유압식 압력조절 밸브

바) 안전밸브

압력이 설정한 압력보다 상승하면 안전밸브가 열려 이상 압력상승을 방지한다. 그러나 관로가 짧고 압력변동의 주기가 짧은 경우에는 안전밸브의 동작이 느려지는 경우가 있으므로 효과는 그다지 기대되지 않는다.

사) 바이패스(側管) 장치

증압 증계펌프장의 시동 또는 정지시에 수격작용 경감에 효과가 있다.



그림 3.13.6 바이패스 장치

아) 배출전동밸브의 2 스피드 방식

정상적인 펌프의 운전상태에 있어서 펌프를 정지할 때에는 보통 우선 배출 밸브를 닫고 정지하지만 관로가 긴 경우에는 정상적인 밸브 개폐시간이라도 압력과의 왕복시간이 길어서 급폐쇄에 가까운 상태가 되어 큰 압력 상승이 생기는 경우가 있다.

특히 흡입관이 긴 펌프계, 예를 들면 증압 중계펌프의 배출전동밸브에 슬루스 밸브와 같은 밸브의 개도가 0~20%의 범위가 안되면 조리개의 효과가 없는 형식의 밸브를 사용하는 경우에는 이상 압력상승이 일어나는 경우가 있다.

이와 같은 경우에는 배출밸브 완전 개방으로부터 어느 개도까지는 보통 스피드로 폐쇄하고 후반에는 완폐쇄하는 2 스피드 방식을 채택한다.

자) 배출관로의 물을 전부 역류시키는 가장 간단한 방법으로 압력상승을 방지할 수 있으나 흡입수조의 역류에 대하여 고려할 필요가 있다. 더욱이 다), 바) 및 사) 항을 제외하고는 어느 것이나 역류를 인정하는 방법이고 흡입수조의 월류를 배려하는 동시에 원동기를 역전에 견딜 수 있게 한다.

다. 수격작용의 해석

수격작용의 해석은 수격작용 현상의 기본 식에 회전 부분의 운동방정식, 펌프의 특성 및 펌프의 양정과 관로 하류의 압력과의 관계식, 기타 분기점과 합류점 등의 경계 조건을 고려하여 해석한다.

해석방법은 축차계산법, 도식해법, 특성곡선법 등이 있다. 복잡한 배관계통이나 밸브제어 등을 포함한 수격작용은 컴퓨터를 이용하여 계산하지만 단순배관계통에서는 최저압력 값 및 수주분리의 유무를 검토하기 위해서는 간이 계산도표를 이용할 수 있다. 수격작용의 계산방법을 분류하면 다음 표와 같다.

표 3-9 수격작용 해석방법의 분류

계산에 의한 방법

이론식

- 급폐쇄 Joukowsky 식
- 완폐쇄 Alliavi의 계산식
- Alliavi의 도표
- Quick의 도표

도해법 및 수치해석

- 마찰손실 무시: 도식해법
- 마찰손실 고려: 도식해법
- 대수해법
- 특성곡선법
- 축차계산법

경험에 의한 방법

1) 이론식에 의한 방법

가) 밸브의 급폐쇄 ( $t < 2L/a$ )에 의한 압력상승

정상류인 관로에서 하류측에 있는 밸브를 급폐쇄 ( $t < 2L/a$ )하면 밸브 지점에 큰 압력상승이 생긴다. 이 압력상승 값은 Joukowsky 식 (3.13.1)에 의하여 구할 수 있다.

$$\Delta H = \frac{a}{g} V_0 \dots\dots\dots(3.13.1)$$

여기서  $\Delta H$ : 최대압력상승 수두 (m)

a: 압력과 전파속도 (m/s)

$V_0$ : 밸브 폐쇄 전의 관내 평균유속 (m/s)

t: 밸브 폐쇄 시간 (s)

L: 관의 길이 (m)



그림 3.13.7 밸브의 급폐쇄 ( $t < 2L/a$ )에 의한 관내 압력상승

나) 밸브의 완폐쇄 ( $t > 2L/a$ )에 의한 압력상승

밸브의 완폐쇄에 의한 압력상승은 Allievi의 계산식이나 도표를 이용하여 구할 수 있으며, 또한 킁 (Quick)의 수격선도에서 구할 수 있다.

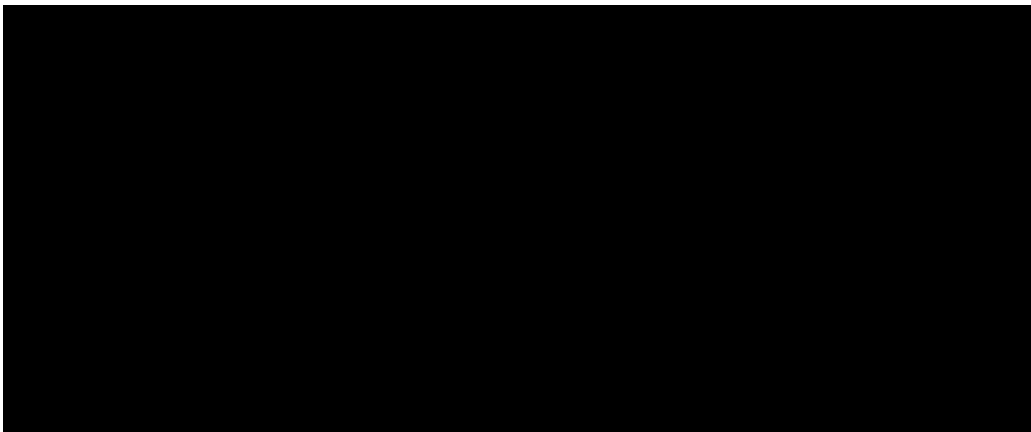


그림 3.13.8 밸브의 완폐쇄 ( $t > 2L/a$ )에 의한 관내 압력상승

주) 밸브 개폐중의 유속은 밸브의 특성이나 관로의 마찰손실 때문에 직선적으로 변화하지 않으므로 주의하여야 한다.

(1) Allievi의 방법

밸브의 완폐쇄시 및 완 개방시의 압력상승을 구하는 Allievi의 계산식은 다음과 같다.

$$\frac{\Delta H}{H_0} = \frac{K_1}{2} \pm \sqrt{K_1 + \frac{K_1^2}{4}} \dots\dots\dots(3.13.2)$$



$$K_1 = \left( \frac{L \cdot V'}{g \cdot H_0 \cdot t} \right)^2$$

여기서 우변의 + 는 완폐쇄시의 경우이며 - 는 완개방시의 경우이다.

$\Delta H$ : 최대압력상승 수두 (m)

L: 관의 길이 (m)

$H_0$ : 밸브 위치에서의 정수두 (m)

V': 관내의 초기 및 종기의 유속 차이 (m/s)

t: 밸브 폐쇄 시간 (s)

윗 식은 일반적으로  $t > L/300$  의 조건에서 성립되므로 밸브 조작시간도 이를 만족하여야 한다. 위의 식을 그래프로 나타내면 그림 3.13.9와 같다.

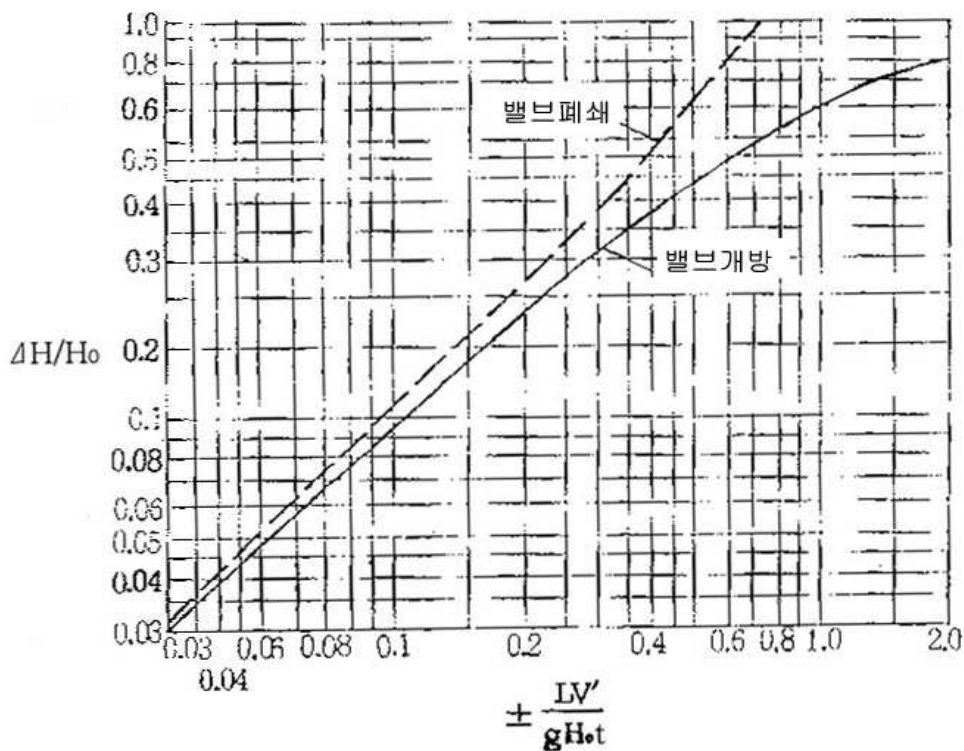


그림 3.13.9 완폐쇄시 Alliavi의 수격압

(2) 킥 (Quick)의 수격선도 방법

균등하게 밸브를 닫을 때의 밸브 직전에서의 최대압력상승은 킥 (Quick)의 수격선도에서 구할 수 있다. 먼저 관로상수는 다음과 같다.

$$\rho = \frac{a \cdot V_0}{2 g \cdot H_a} \dots \dots \dots$$

(3.13.3)

또  $\mu = \frac{2L}{a}$  가 되는 시간 간격에서 측정한 폐쇄시간상수는 다음과 같다.

$$N = \frac{T}{\mu} = \frac{T \cdot a}{2L} \dots\dots\dots(3.13.4)$$

이에 의하여 그림 3.13.10에서 C 값을 구하면 압력상승은 다음 식으로 구한다. 그림 3.13.10은 관로상수와 수격압상수 C의 관계를 폐쇄시간상수 N을 파라미터로 하여 나타낸 것이다.

$$\Delta H = 2\rho CH_a \dots\dots\dots(\text{식}$$

3.13.5)

여기서  $\Delta H$ : 최대압력상승 수두 (m)

$H_a$ : 실양정 또는 실 낙차 (m)

$H$ : 최대 수격압으로  $H_a + \Delta H$  (m)

$\rho$ : 관로상수

$C$ : 수격압계수 ( $= \frac{g \cdot \Delta H}{a \cdot V_0}$ )

$a$ : 압력과 전파속도 (m/s)

$V_0$ : 밸브 폐쇄 전의 관내 평균유속 (m/s)

$t$ : 밸브 폐쇄 시간 (s)

$L$ : 관의 길이 (m)

$N$ : 시간상수

2) 도식 및 수치해석에 의한 수격압 해석방법

분수 밸브를 많이 갖는 복잡한 수지상배관, 관망배관에서 수격압의 계산은 탄성이론을 기본으로 하여 도식계산, 혹은 컴퓨터에 의해 계산할 필요가 있다. 관수로 부정류 기본식은 일반적으로 다음 운동방정식, 연속방정식을 사용한다.

$$\frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{g} V \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{f|V|}{D} \cdot \frac{V}{2g} = 0$$

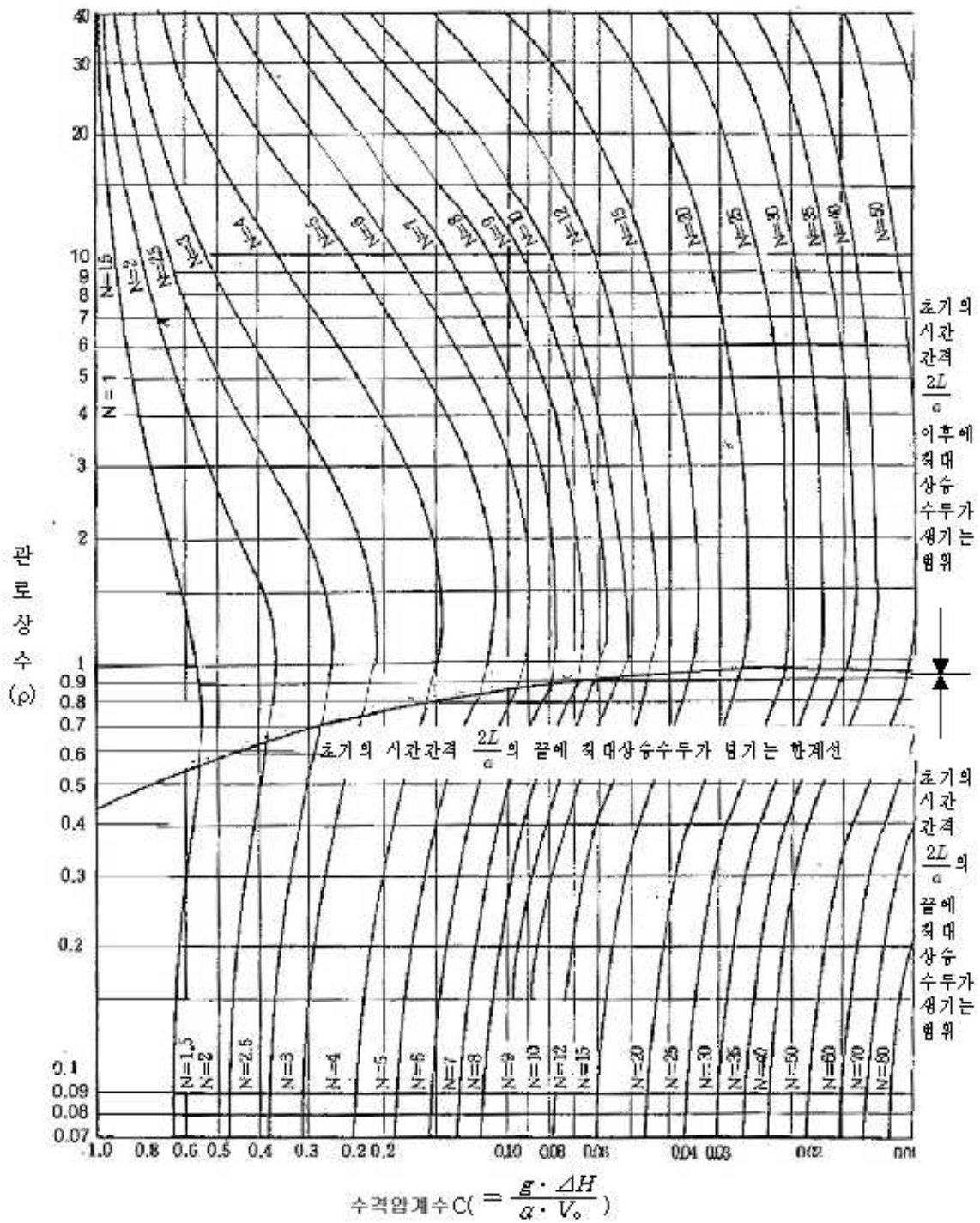
$$\frac{\partial H}{\partial t} + V \frac{\partial H}{\partial x} + V \sin \alpha + \frac{a^2}{g} \frac{\partial V}{\partial x} = 0 \dots \dots \dots$$

(3.13.6)

여기서  $V$ : 관내유속 (m/s)

$D$ : 관경 (m)

$x$ : 거리 (m)



α: 관수로의 기준선에 대한 경사각도  
 t: 시간 (s)

그림 3.13.10 Quick 의 수격선도

- a: 수격과의 전과속도 (m/s)
- H: 기준선에서의 압력수두 (m)
- g: 중력가속도 ( $m/s^2$ )
- f: Darcy-Weisbach의 마찰손실계수

식 (3.13.6)에 의해 H와 V에 관한 파동방정식을 얻어서 이것의 일반해를 구하여 무차원화한 도식해법의 기본식인 공역방정식을 구할 수 있다. 그러나 이 도해법은 수격압의 과정을 시각화할 수 있는 이점은 있으나, 정도와 노력을 생각하면 다음에 설명하는 수치해석방법이 일반적이다.

수치해석법으로는 우선 대수적 해법을 들 수 있다. 이 방법은 다음에 서술할 특성곡선법에서 파생한 것인데 동일 구경의 관수로 하나에 대하여 2개의 경계조건식을 만들어 일정시간이 증가할 때마다 이것을 해석하는 것이다. 이 방정식은 마찰항을 고려하였고 프로그램도 간단하여 연산시간이 짧은 이점이 있다. 그러나 경계조건식은 연립 비선형 대수방정식이므로 해법에 약간의 기술이 필요하다.

컴퓨터에 의한 상세한 해석방법은 시간과 비용이 들지만 시뮬레이션 모델이므로 관로계통 전체의 유황 파악이 가능하므로 특히 주요 간선에 대해서는 행할 필요가 있다.

### 3) 경험에 의한 수격압 해석방법

경험에 의한 방법에서의 수격압 그 자체는 밸브의 특성 및 개폐 속도, 관로 연장, 관내 유속, 정수압, 관체 재질 등에 따라서 다르므로 일률적으로 결정하기는 곤란하지만 다음에 의해 결정하면 안전하다.

#### 가) 개방형의 경우

수격압은 정수압(통수시)의 20%로 한다.

#### 나) 폐쇄형 및 반폐쇄형의 경우

정수압  $3.5 \text{ kg/cm}^2$ 미만의 경우는 정수압의 100%로 한다. 정수압  $3.5 \text{ kg/cm}^2$  이상인 경우는 정수압의 40% 또는  $3.5 \text{ kg/cm}^2$  중 큰 값으로 한다. 여기에서 이들 상기의 설계수격압의 범위에 들어가기 위해서는 밸브 등의 조작이 반드시 완전폐쇄영역이 되도록 조작시간  $t$ 를 정해야 한다. 그것에는 우선 그림 3.13.15에서 구한  $t$  (설계조건에서 정한  $\Delta H/H_0$ 와  $\rho$ 의 값을 사용하여  $t/2$ ,  $L/a$ 를 구해  $t$ 의 값을 구한다)와 강체이론의 적용한계라고 보는  $t = L/300$ 에서 구한  $t$  중에서 큰 값을 조작시간  $t$ 로 한다. 단, 여기에서 결정한 조작시간  $t$ 는 균등조작 경우에 한하여 밸브폐쇄개시에서 완전폐쇄까지의 시간으로 하여도 좋으나 일반적으로 균등 조작할 수 없으므로 등가폐쇄시간으로 생각할 수 있다.

#### 4) 펌프계통의 수격압 간이계산

가) 기본 자료: 수격작용현상의 계산에는 다음의 자료가 필요하다.

- (1) 펌프의 시방, 형식, 배출량, 전양정, 회전수, 펌프효율, 펌프특성곡선.
- (2) 펌프 대수와 운전상태, 직렬 또는 최대 병렬대수, 최대배출량.
- (3) 실양정 및 말단 잔존압력
- (4) 원동기 형식, 출력, 회전수, 주파수, 전압.
- (5) 펌프 및 원동기의 회전체의 관성효과 ( $GD^2$  값)
- (6) 송수 본관의 종단면도, 관중, 관경, 관두께.
- (7) 분기 또는 합류의 유무 또는 분기 또는 합류점의 압력, 유량, 및 관로의 종단면도, 관중, 관경, 관두께.
- (8) 펌프배출밸브, 체크밸브의 형식 및 밸브제어방식

#### 나) 간이계산도표

종래 수격작용의 간이계산도표로서 퍼마키안(J. Parmakian)의 도표가 이용되어 왔으나 다시 확장하여 관로손실을 고려한 수격작용의 간이계산도표를 그림 3.13.11 ~ 3.13.13에 제시하였다.

이 그림들은 컴퓨터에 의해서 수치해석을 하여 펌프 급정지시의 압력변화를 펌프 직후 지점, 관로 중간지점 및 관로 3/4 지점의 3개 지점에서의 압력저하를 표시하고 관로손실을 0%, 30%, 60% 의 3개의 값에 대하여 표시하고 있다. 이 그림들에서 압력 H%는 압력변화 후의 관로내의 압력을 전양정으로 나눈 무차원 값이며, 관로내의 실제 압력은 여기에 전양정( $H_n$ )을 곱하면 얻어지며 이는 최저흡입수위로부터의 양정을 나타낸다.

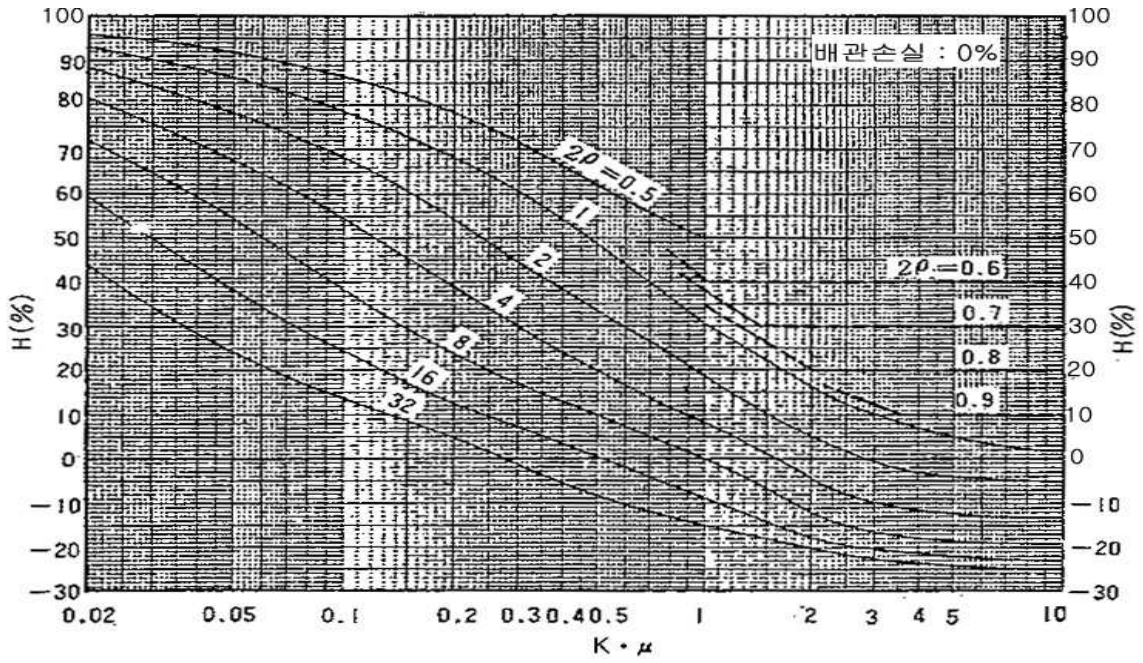


그림 3.13.11 (a) 관로손실 0%인 때 펌프직후의 최저압력

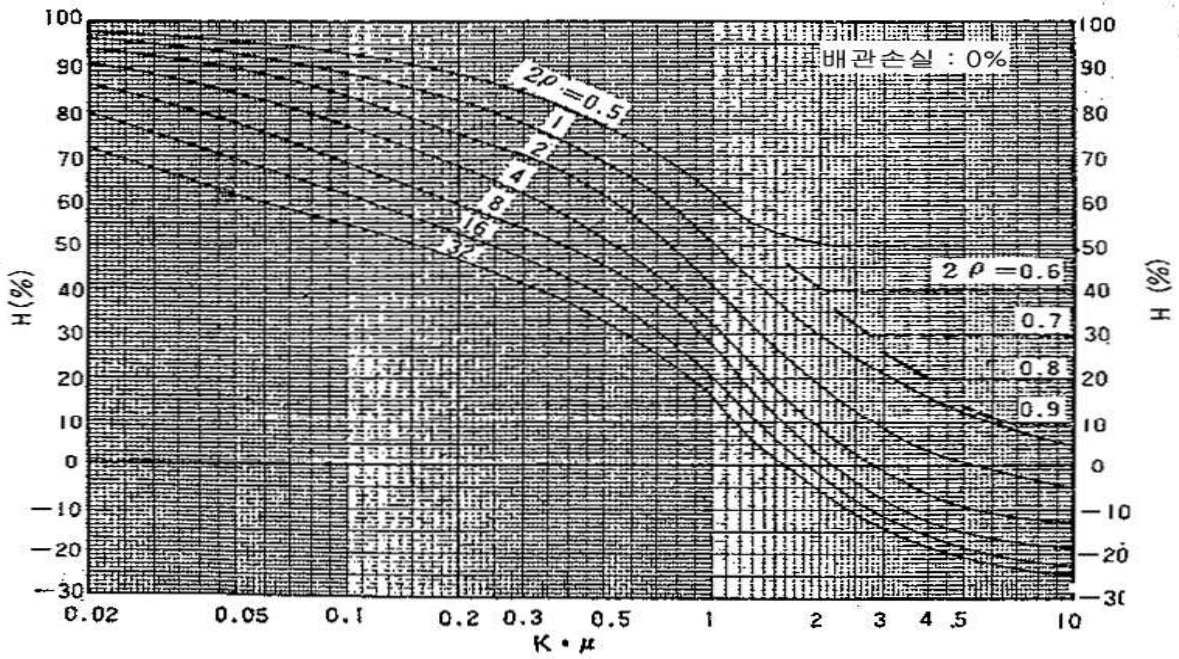


그림 3.13.11 (b) 관로손실 0%인 때 0.5L 지점의 최저압력

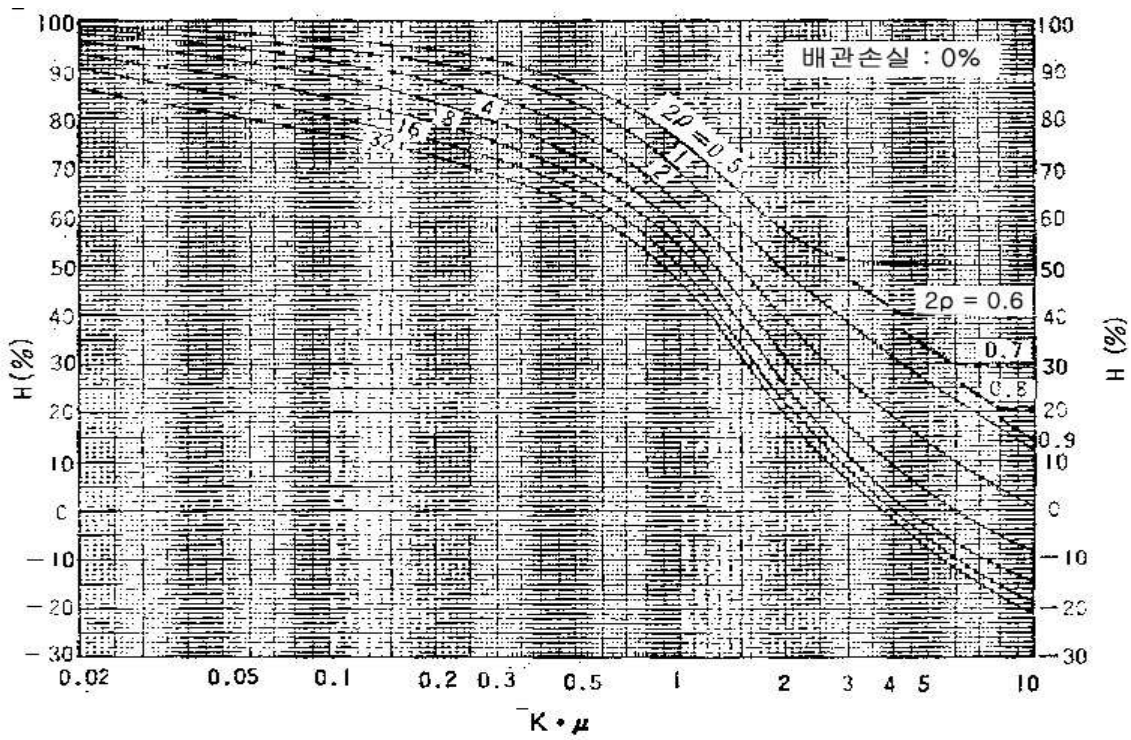


그림 3.13.11 (c) 관로손실 0%인 때 0.75L 지점의 최저압력

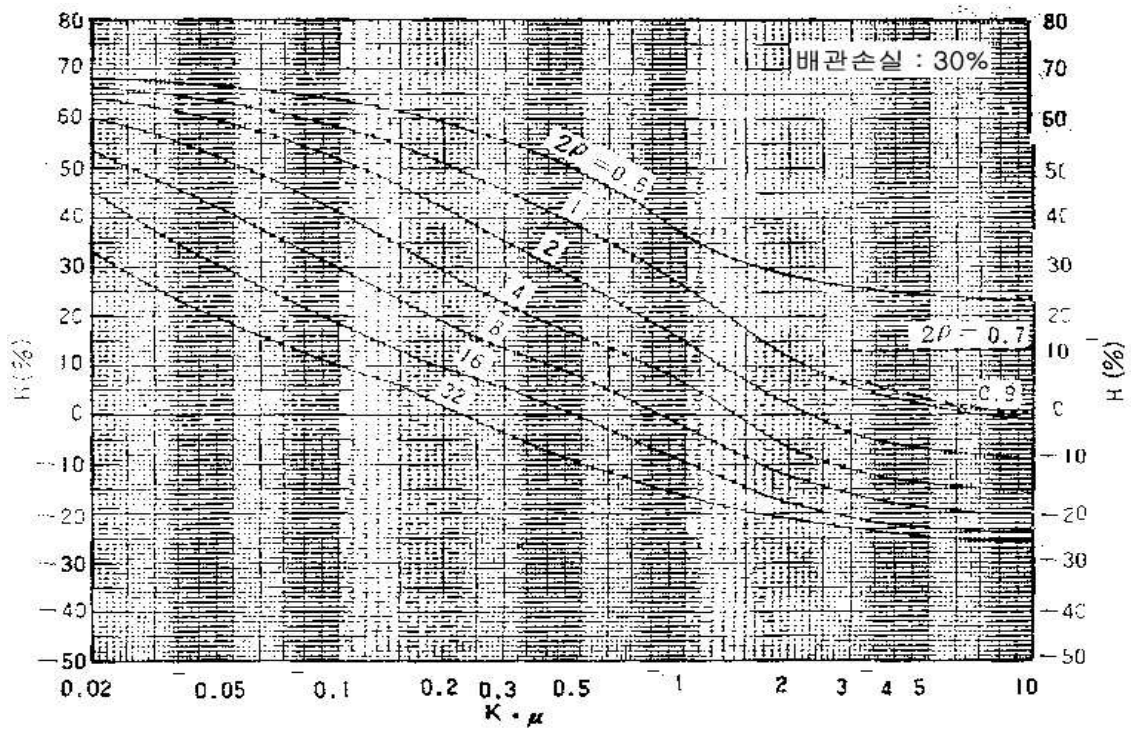


그림 3.13.12 (a) 관로손실 30%인 때 펌프직후의 최저압력

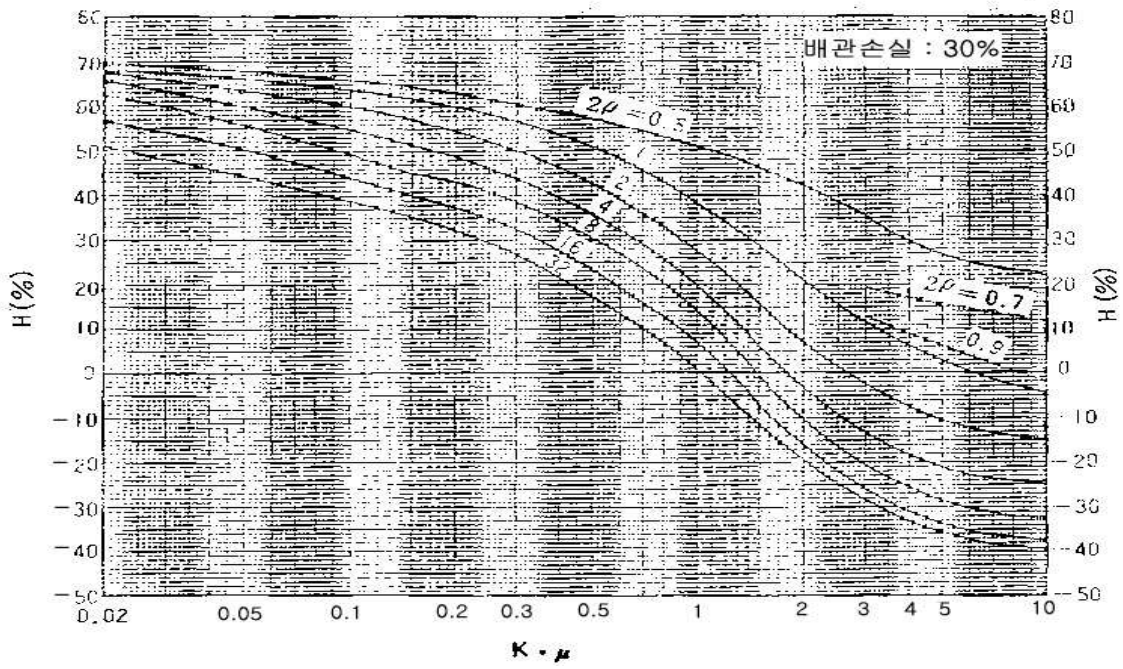


그림 3.13.12 (b) 관로손실 30%인 때 0.5L 지점의 최저압력

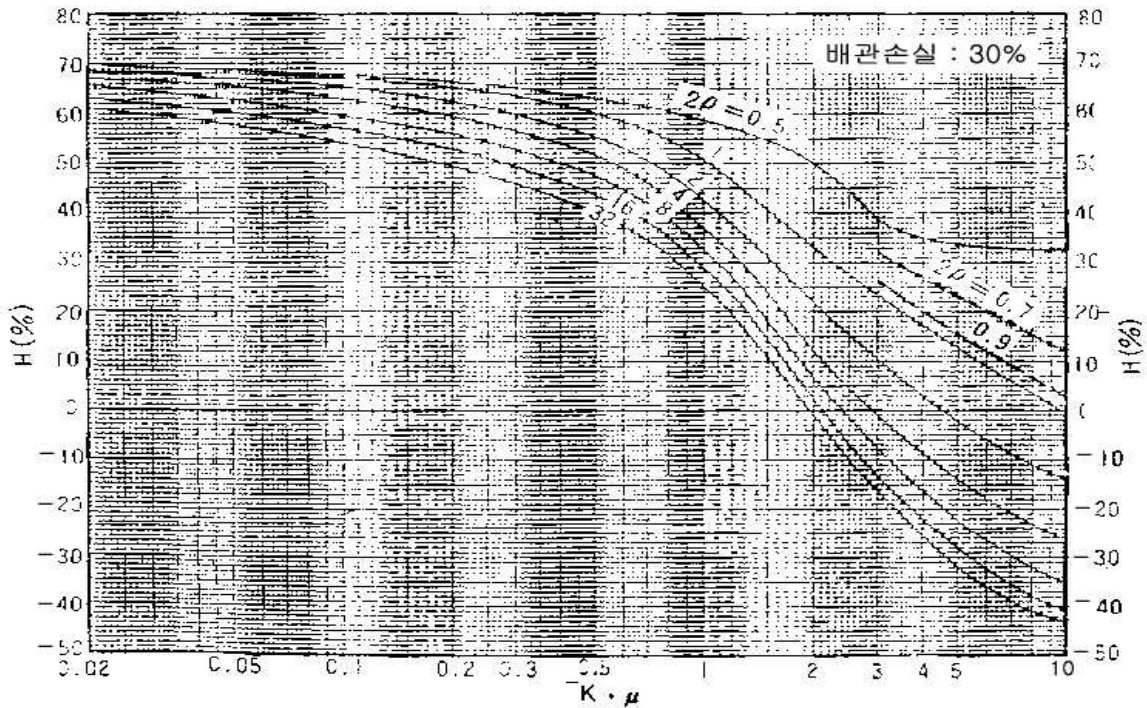


그림 3.13.12 (c) 관로손실 30%인 때 0.75L 지점의 최저압력



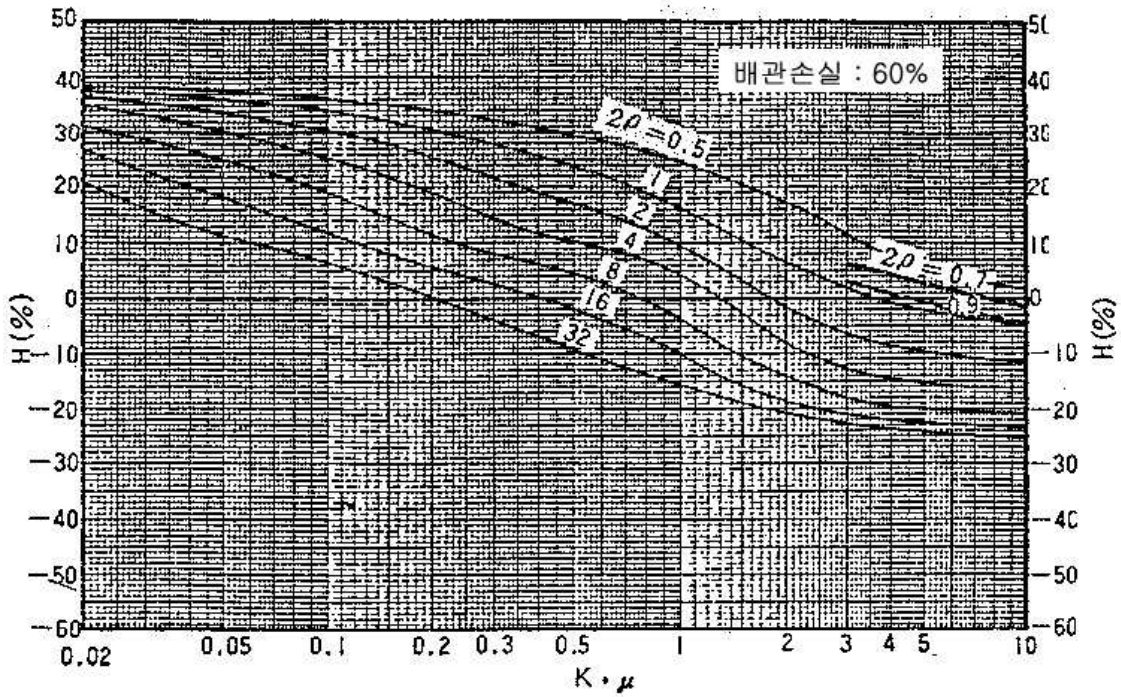


그림 3.13.13 (a) 관로손실 60%인 때 펌프직후의 최저압력

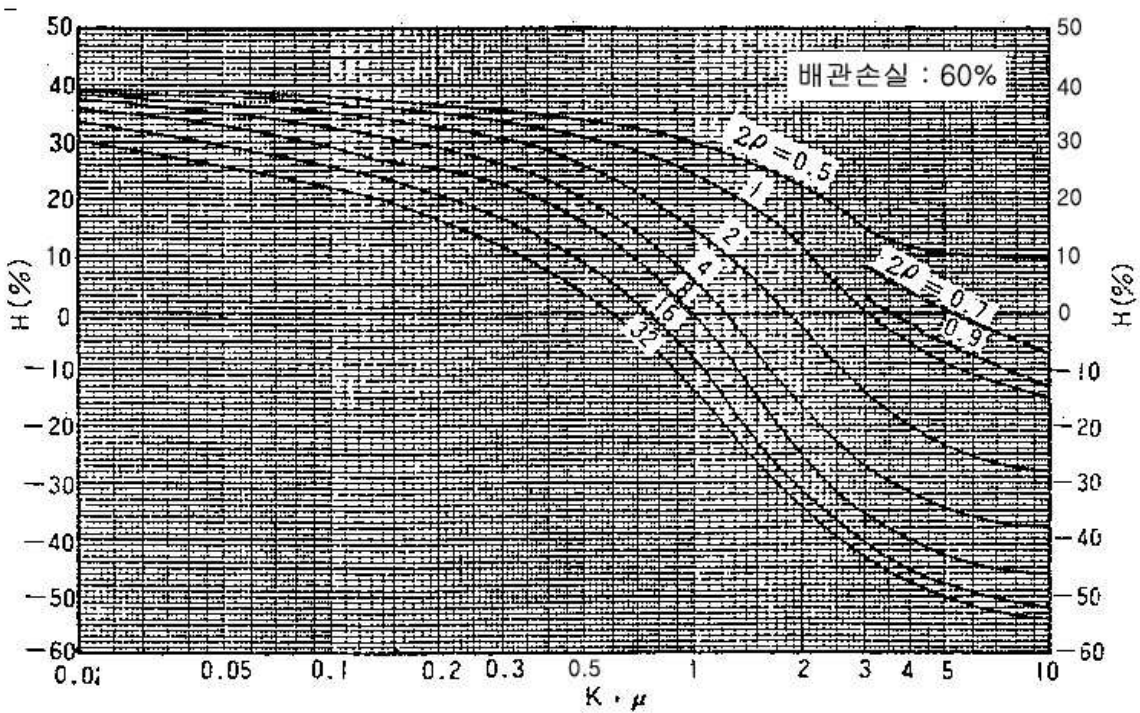


그림 3.13.13 (b) 관로손실 60%인 때 0.5L 지점의 최저압력

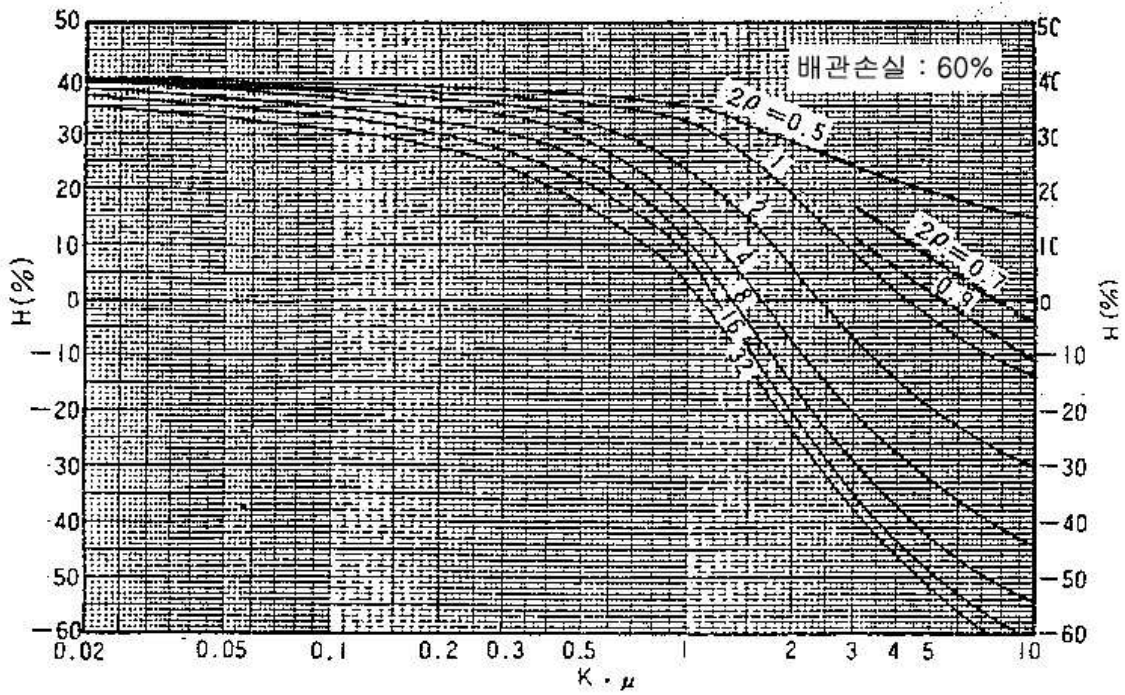


그림 3.13.13 (c) 관로손실 60%인 때 0.75L 지점의 최저압력

다) 계산순서

(1) 펌프 제수치

펌프대수: N대 (병렬운전대수)

축동력:  $P_n = 9.8 r Q_n H_n / \eta$  (kW)..... (3.13.7)

여기서 r: 유체의 비중

$Q_n$ : 1대 당 배수량 ( $m^3/s$ )

$H_n$ : 전양정 (m)

$\eta$ : 펌프의 효율

토크:  $M_n = 974 P_n / N$  (kg m) .....(3.13.8)

여기서 N : 회전수 (rpm)

원동기출력 (전동기): P (kW)

펌프 회전체의 관성효과:  $(GD^2)_1 = (GD^2)_2 \times 0.1$  ( $kg m^2$ ).....(3.13.9)

원동기 회전체의 관성효과:  $(GD^2)_2$  ( $kg m^2$ )

(그림 3.13.14 ~ 3.13.16 참조)

플라이 휠의 관성효과 (있는 경우에만 한함):

$(GD^2)_3 = G (D_1^2 + D_2^2) / 2^8$  .....(3.13.10)

여기서, G: 재질 SC 또는 SF인 플라이 휠의 자중 (kg)

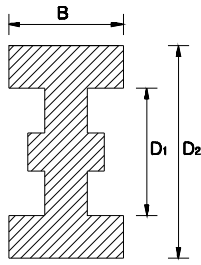
$$G = w_m B \pi (D_2^2 - D_1^2)/4$$

$D_1$ : 플라이 휠의 내경 (m)

$D_2$ : 플라이 휠의 외경 (m)

B: 플라이 휠의 폭 (m)

$w_m$ : 플라이 휠의 단위중량으로 7,800 kg/m<sup>3</sup>



회전부분의 전 관성효과:  $GD^2 = (GD^2)_1 + (GD^2)_2 + (GD^2)_3 \dots\dots(3.13.11)$

(2) 펌프의 관성계수 (K)

$$K = \frac{375 M_n}{GD^2 N} \dots\dots\dots(3.13.12)$$

(주) 펌프의 관성계수는 종래 도식해법의 편의상 윗 식의 우변의 계수를 187.5로 하고 윗 식에 의한 값의 1/2 값을 취하는 문헌이 많으므로 주의하여야 한다.

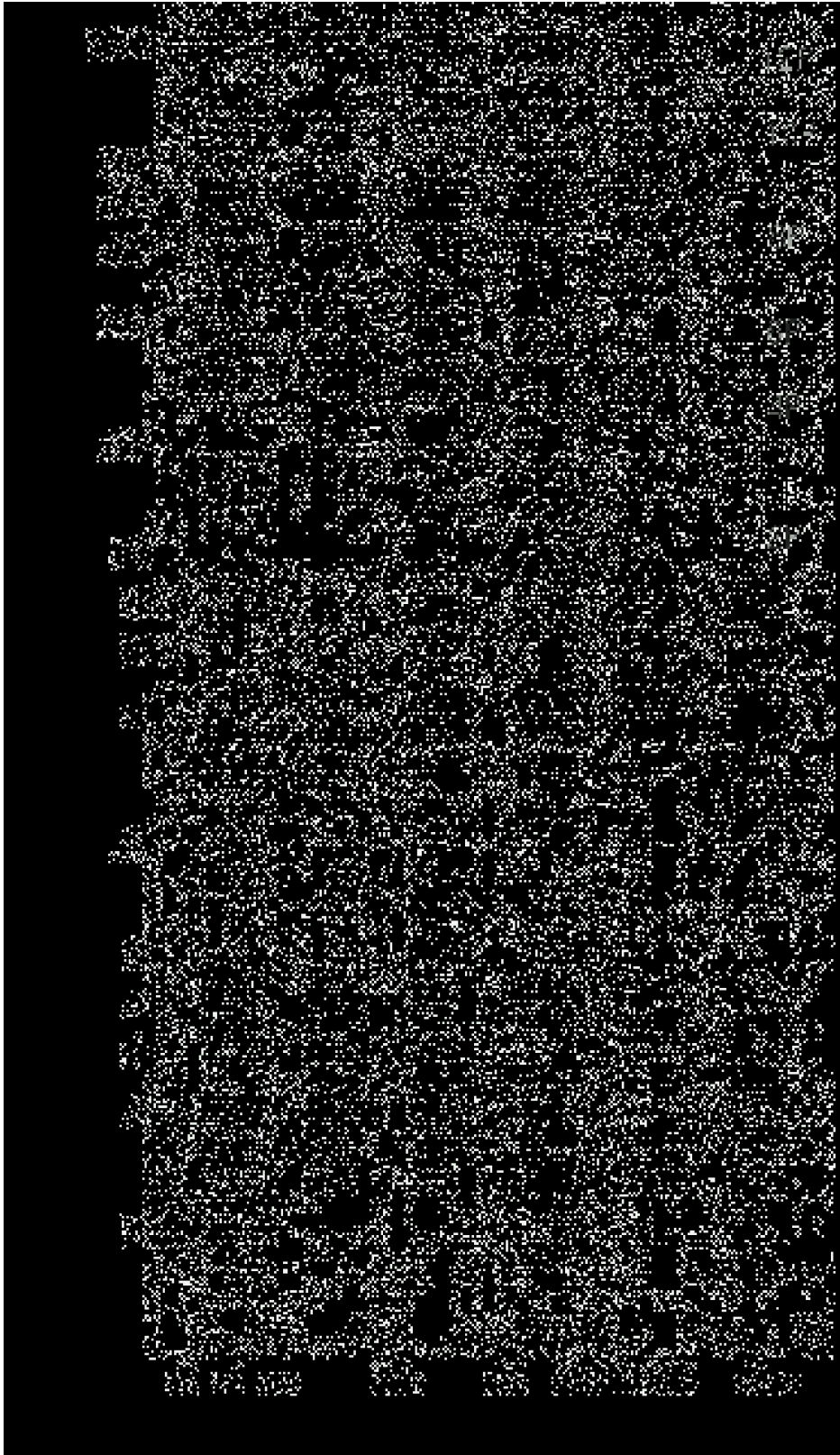


그림 3.13.14 권선형 전동기의  $GD^2$  선도 (3kV급)

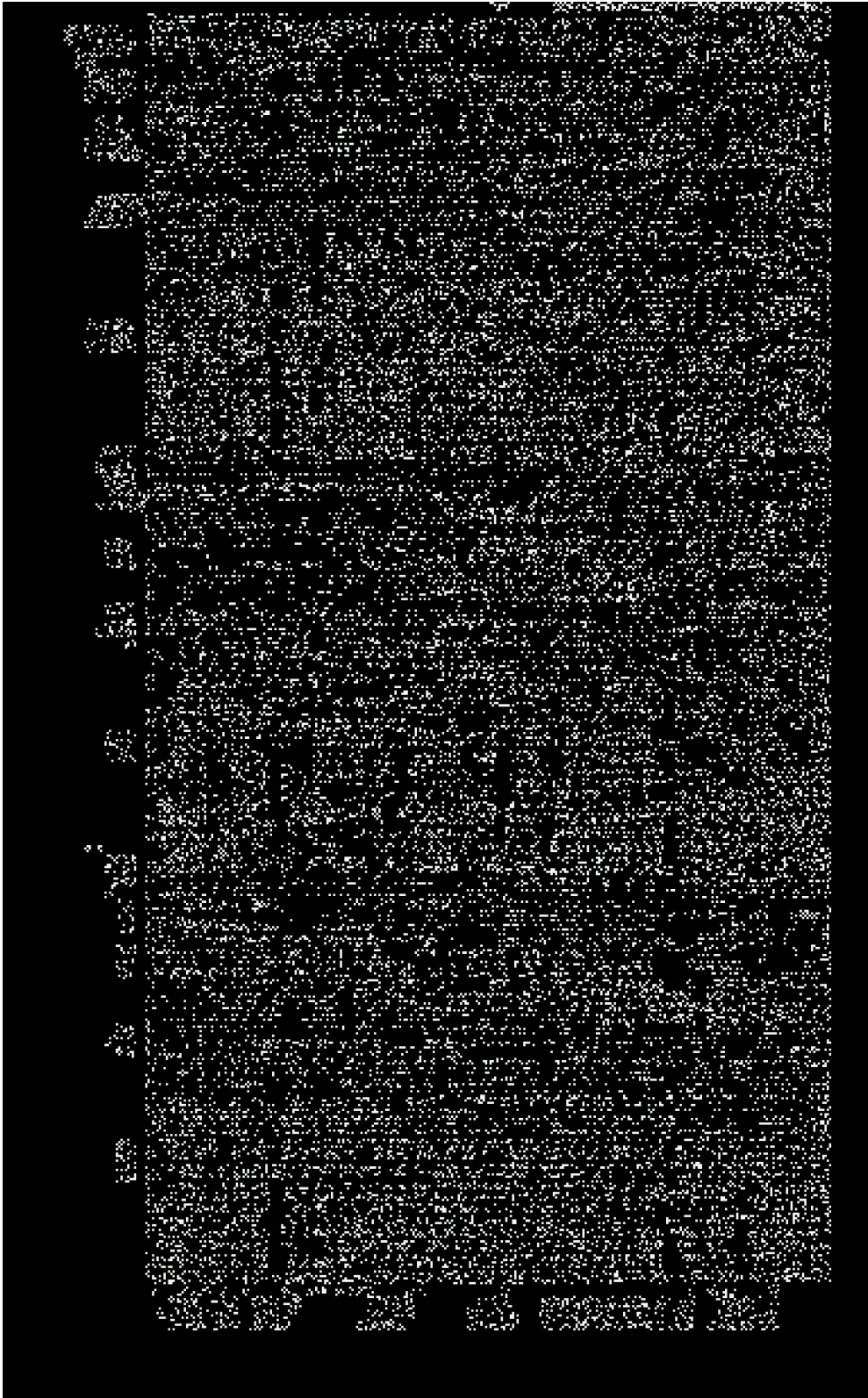


그림 3.13.15 룡형 (籠刑) 전동기의  $GD^2$  선도 (3kV급)

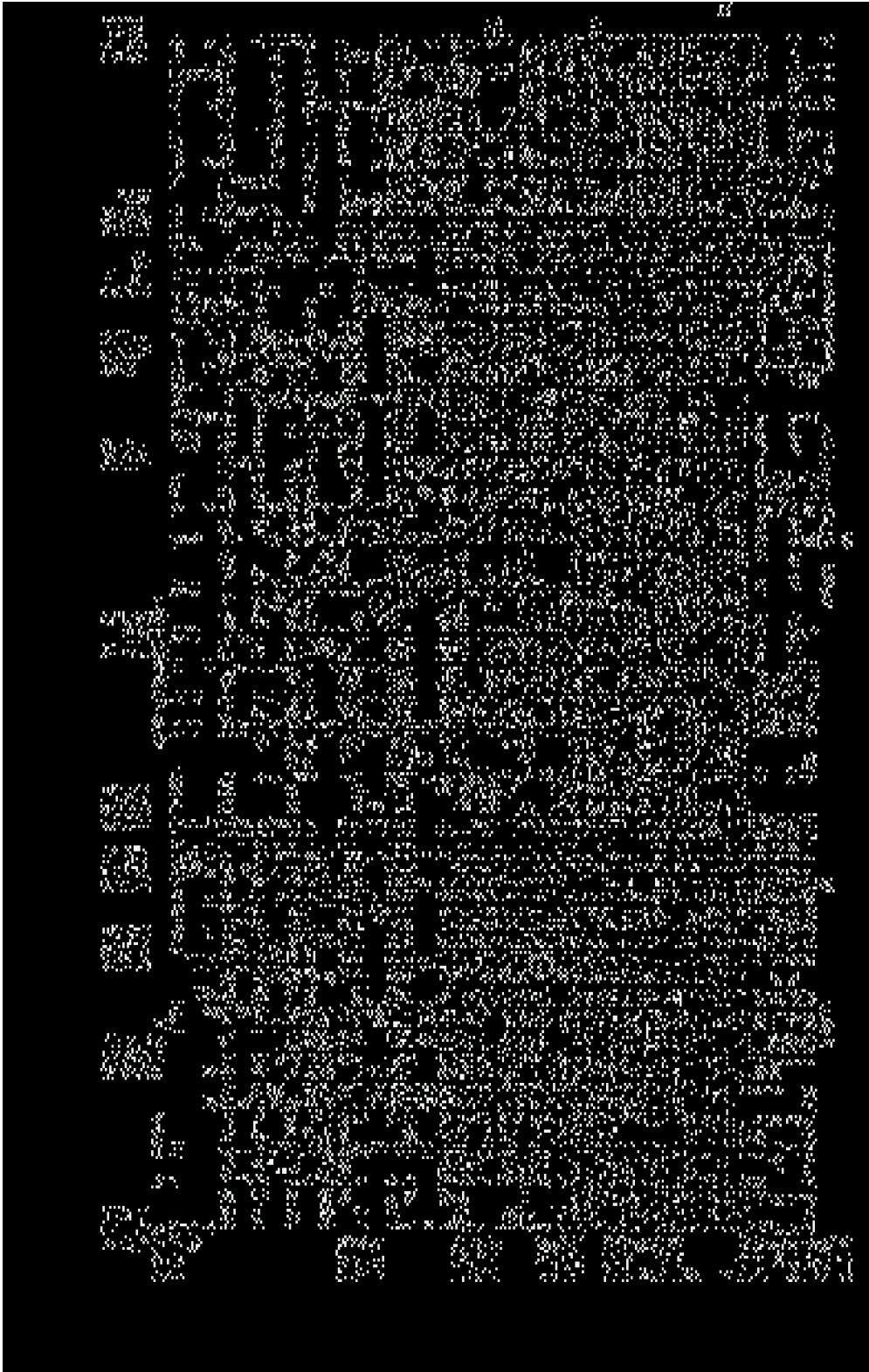


그림 3.13.16 룡형 (籠刑) 전동기의  $GD^2$  선도 (200, 400V급)

(3) 관내 유속

송수관로의 내경과 관의 종류가 일정한 경우 평균유속은 다음과 같다.

$$V_n = \frac{Q}{\frac{\pi D^2}{4}} \quad (\text{m/s}) \dots\dots\dots (3.13.13)$$

여기서 Q: 관 유량 = N · Q<sub>n</sub> (m<sup>3</sup>/s)

D: 관 내경 (m)

송수관로 내경과 관의 종류가 일정하지 않는 경우 평균유속은 다음과 같다.

$$V_i = \frac{Q}{\frac{\pi D_i^2}{4}} \quad (\text{m/s}) \dots\dots\dots(3.13.14)$$

$$V_n = \frac{\sum (L_i V_i)}{\sum L_i} \quad (\text{m/s}) \dots\dots\dots(3.13.15)$$

여기서 L은 관로 길이이고, 첨자 i는 관 내경 또는 종류가 바뀔 때 마다 산출해야 한다.

(4) 압력파의 전파속도

송수관로의 내경과 관의 종류가 일정한 경우 전파속도는 다음과 같다.

$$a = \frac{\sqrt{\frac{E_w}{\rho}}}{\sqrt{1 + \frac{E_w}{E} \frac{D}{t}}} \quad (\text{m/s}) \dots\dots\dots$$

(3.13.16)

여기서 ρ: 물의 밀도, 0℃ 때 101.97 kgf s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>  
 10℃ 때 101.94 kgf s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>  
 20℃ 때 101.79 kgf s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>

D: 관의 내경(m)

t: 관의 두께(m)

E<sub>w</sub>: 물의 체적탄성계수, 0℃ 때 1.97 x 10<sup>8</sup>kgf/m<sup>2</sup>  
 10℃ 때 2.07 x 10<sup>8</sup>kgf/m<sup>2</sup>  
 20℃ 때 2.11 x 10<sup>8</sup>kgf/m<sup>2</sup>

E: 관의 체적탄성계수이며 재질에 따라 다음과 같다.

강관                    2.1 x 10<sup>10</sup>kg/m<sup>2</sup>  
 닥타일 주철관      1.6 x 10<sup>10</sup>kg/m<sup>2</sup>  
 주철관                1.1 x 10<sup>10</sup>kg/m<sup>2</sup>

PC 관	$0.4 \times 10^{10} \text{kg/m}^2$
흡관	$0.2 \times 10^{10} \text{kg/m}^2$
석면관	$0.26 \times 10^{10} \text{kg/m}^2$
경질염화비닐관	$0.03 \times 10^{10} \text{kg/m}^2$
강화플라스틱 복합관	$0.1115 \sim 0.230 \times 10^{10} \text{kg/m}^2$

송수관로 내경과 관의 종류가 일정하지 않는 경우 전파속도는 다음과 같다.

$$a = \frac{\sum L_i}{\sum \left( \frac{L_i}{a_i} \right)} \quad (\text{m/s}) \dots \dots \dots (3.13.17)$$

$$a_i = \frac{\sqrt{\frac{E_w}{\rho}}}{\sqrt{1 + \frac{E_w}{E} \frac{D_i}{t_i}}} \quad (\text{m/s}) \dots \dots \dots$$

(3.13.18)

(5) 관로상수 ( $2\rho$ )

$$2\rho = \frac{a \cdot V_n}{g \cdot H_n} \dots \dots \dots$$

(3.13.19)

여기서  $g$ : 중력가속도

$V_n$ : 관내 평균유속 (m/s)

$H_n$ : 전양정 (m)

(6) 압력파의 왕복소요시간 ( $\mu$ )

$$\mu = \frac{2L}{a} \quad (\text{s}) \dots \dots \dots$$

(3.13.20)

(7)  $K \cdot \mu$

펌프의 관성계수 ( $K$ )와 압력파의 왕복소요시간( $\mu$ )를 곱한다.

라) 최저압력 경사선도의 작성

(1) 관로 종단도를 작성한다.

(2) 관로손실 비율 %를 식 3.13.21에 의하여 계산하고 앞의 나)항 간이 계산 도표 중 관로손실 비율 %에 가까운 도표를 선정한다.



단, 관로손실 비율 %가 두개의 계산도표의 중간에 해당하는 경우에는 두도표에서 수치를 읽어 보간법에 의하여 구하여 이중에서 관로손실 비율 %가 큰 쪽의 계산도표를 적용하면 시설에 대하여 안전 측의 값이 된다.

$$\text{관로손실비율 (\%)} = \frac{H_l (\text{관로 손실})}{H_n (\text{전양정})} \times 100 \quad (\%) \quad \dots\dots\dots$$

(3.13.21)

(3) 전 항에서 구한 펌프 직후에서의 압력저하와 관로 도중 지점에서의 압력저하 값을 최저흡입수위를 기준으로 관로종단면도에 기입한다.

(4) 최저압력값과 최저배출수위 사이를 완만한 곡선으로 연결하면 관로의 최저압력경사선을 구할 수 있다. 이론상으로 이 부압이 대기압 이하가 되면 수주분리가 일어난다. 그러나 계산상의 오차 등을 고려하여 이 부압이 5~7m 이내가 되도록 대책을 강구한다.

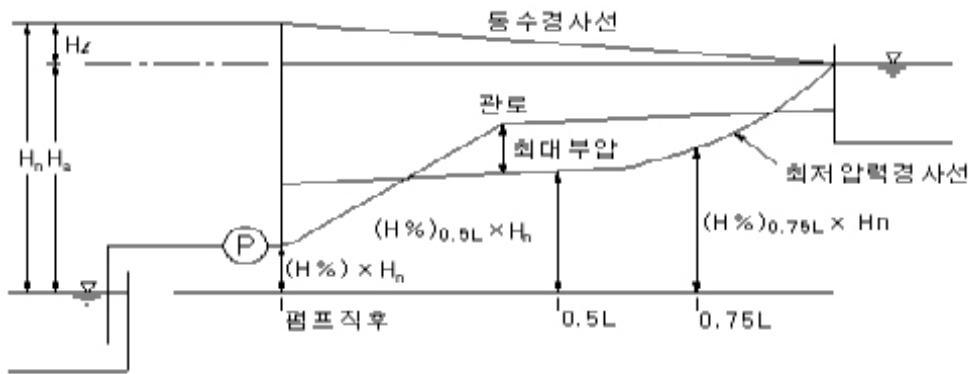


그림 3.13.17 관로의 최저압력경사선도

마) 개략 최고압력경사선도의 작성

최고 압력경사선도는 최저 압력경사선도를 최고배출수위를 기준으로 대칭의 위치에 그린다. 즉, 최고배출수위에서 본 최저 압력값 (예를 들면  $-H_0$ ,  $-H_{0.5L}$ ,  $-H_{0.75L}$ )을 최고배출수위를 기준의  $+$  측에 가산하여(예를 들면  $+H_0$ ,  $+H_{0.5L}$ ,  $+H_{0.75L}$ ) 각 압력점을 고해서 곡선으로 연결하면 최고 압력경사선도를 작성할 수 있다.



그림 3.13.18 관로의 최고압력경사선도

이상의 최저 및 최고 압력경사선은 관로내의 개략적인 압력을 구하는 방법이며, 관로의 상세한 설계를 하는 경우에는 실제의 펌프특성, 밸브특성, 더 나아가서는 관로의 정확한 경계조건 등을 고려하여 컴퓨터 등을 이용하여 정확한 압력을 구해야 한다.

바) 수격작용의 계산 예

(1) 설계조건

(가) 펌프대수: 2대

(나) 계획양수량:  $120 \text{ m}^3/\text{min}$  (1대당  $60 \text{ m}^3/\text{min}$ )

(다) 수위: 흡입수위 EL 25.00m

배출수위 EL 60.00m

(라) 실양정: 35.00m

(마) 송수관로: 직경 1,200mm

길이 1,000m

두께 12mm

종류 강관 (SS41)

(바) 전원 50Hz, 60kV, 1회선

(2) 기본자료

(가) 펌프시방형식: 횡축 양흡입 단단 원심펌프

구경: 700mm

배출량:  $60 \text{ m}^3/\text{min}$

회전수: 730 rpm

펌프효율: 83.5%

전양정: 48m

(나) 운전상태: 최대병렬대수 2대

최대배출량  $120 \text{ m}^3/\text{min}$  ( $2 \text{ m}^3/\text{s}$ )

(다) 원동기: 형식 권선형 삼상 유도전동기

출력 650 kW

회전수 730 rpm (8p)

주파수 50Hz

전압 3,000V

(라) 송수관로의 종단면도는 그림 3.13.19와 같다.

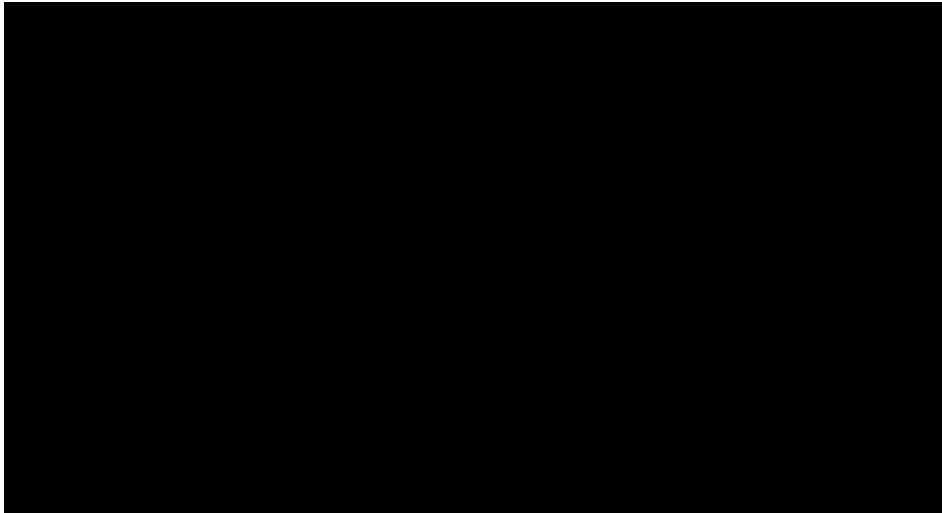


그림 3.13.19 송수관로의 종단면도

(3) 계산

(가) 펌프의 제수치

펌프대수  $N = 2$ 대

펌프배출량  $Q_n = 1.0 \text{ m}^3/\text{s}$  (한대 당)

전양정  $H_n = 48\text{m}$

회전수  $N = 730 \text{ rpm}$  (8p)

효율  $\eta = 0.835$

유체의 비중  $r = 1.0$

펌프의 축동력 식 (3.46)에서

$$P_n = 9.8 r Q_n H_n / \eta = 9.8 \times 1.0 \times 1.0 \times 48 / 0.835 = 563.4\text{kW}$$

$$\text{펌프의 토크 } M_n = 974 P_n / N = 974 \times 563.4 / 730 = 752 \text{ kg m}$$

전동기출력  $P = 650 \text{ kW}$

전동기 관성효과 그림 3.49에서  $(GD^2)_2 = 160 \text{ kg m}^2$

펌프의 관성효과  $(GD^2)_1 = (GD^2)_2 \times 0.1 = 160 \times 0.1 = 16 \text{ kg m}^2$

전 관성효과  $GD^2 = (GD^2)_1 + (GD^2)_2 = 160 + 16 = 176 \text{ kg m}^2$

(나) 펌프의 관성계수

$$K = \frac{375 M_n}{GD^2 N} = \frac{375 \times 752}{176 \times 730} = 2.19$$

(다) 관로 평균유속

$$V_n = \frac{Q}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{2.0}{\frac{\pi \times 1.2^2}{4}} = 1.768 \text{ m/s}$$

(라) 압력파의 전파속도 (10°C 때)

$$a = \frac{1,425}{\sqrt{1 + \frac{k}{E} \frac{D}{t}}} = \frac{1,425}{\sqrt{1 + \frac{2.07(10^8)}{2.1(10^{10})} \frac{1,200}{12}}} = 1,011 \text{ m/s}$$

(마) 관로상수

$$2\rho = \frac{a \cdot V_n}{g \cdot H_n} = \frac{2 \times 1,000}{9.8 \times 48} = 3.8$$

(바) 압력파의 왕복소요시간

$$\mu = \frac{2L}{a} = \frac{2 \times 1,000}{1,011} = 1.98 \text{ s}$$

(사)  $K \cdot \mu$

$$K \cdot \mu = 2.19 \times 1.98 = 4.3$$

(4) 최저압력경사선도의 작성

(가) 관로 손실비율

$$\text{관로 손실비율 (H\%)} = \frac{H_l(\text{관로 손실})}{H_n(\text{전양정})} \times 100 = \frac{48 - 35}{48} \times 100 = 27.1\%$$

안전측의 그림 3.13.8을 적용한다.

(나) 최저압력의 계산

① 그림 3.13.8의 (a), (b), (c)에서  $2\rho = 3.8$  및  $K \cdot \mu = 4.3$  인 경우 H (%)를 읽으면

위 치	관로손실비율 30%
펌프직후	-13.0%
0.5L 지점	-19.5%
0.75 지점	-10.5%

② 최저압력

펌프직후 :  $H_n \times H(\%) = 48.0 \times (-0.130) = -6.2m$

0.5L 지점 :  $H_n \times H(\%) = 48.0 \times (-0.195) = -9.4m$

0.75 지점 :  $H_n \times H(\%) = 48.0 \times (-0.105) = -5.0m$

이것을 종단도에 최저흡입수위를 기준으로 그리고 완만한 곡선으로 연결하면 그림 3.13.20 과 같이 되고 펌프장에서 650m 부근의 부압이 약 29m로 되며 수주분리가 생겨 부압에 대한 대책이 필요하게 된다.

(5) 최고압력경사선도의 작성

앞의 (4)의 (나) ②에서 작성한 최저압력경사선도를 최고배출수위를 기준으로 대칭으로 그리면 최고압력경사선도가 된다.

(6) 부압대책으로 플라이 휠을 설치하는 경우

① 송수관로 내의 최저압력수두가 -7.0m 이내가 되도록 플라이 휠을 설치한다. 이 경우에 송수관로의 500m 부근에서 최저압력수두가 -5.0m 이내가 되도록 플라이 휠을 설계한다. 이를 위해 0.5L 지점의 최저압력수두를 13m 로 하면 된다. 이 때 최저압력비율은

$$\text{관로손실비율 } (H\%) = \frac{H_{0.5L}}{H_n} \times 100 = \frac{13}{48} \times 100 = 27.1\%$$

그림 3.13.8(b)에서  $2\rho = 3.8$  및  $H(\%)=27$ 인 때의  $K \cdot \mu$  값을 읽으면  $K \cdot \mu = 0.76$ 이다.

② 최저압력의 계산

㉠ 그림 3.13.8의 (a), (b), (c)에서  $2\rho = 3.8$  및  $K \cdot \mu = 0.76$  인 경우에 H (%)를 읽으면

위 치	관로손실비율 30%
펌프직후	10.5%
0.5L 지점	27.0%
0.75 지점	40.0%

㉡ 최저압력

$$\text{펌프직후} : H_n \times H(\%) = 48.0 \times (0.105) = 50.0\text{m}$$

$$0.5\text{L 지점} : H_n \times H(\%) = 48.0 \times (0.270) = 13.0\text{m}$$

$$0.75 \text{ 지점} : H_n \times H(\%) = 48.0 \times (0.400) = 19.2\text{m}$$

이것을 종단도에 최저흡입수위를 기준으로 그리면 그림 3.13.20 같이 되고 양배수장으로부터 350m 부근에서 부압이 약 3.5m로 되며 수주분리는 생기지 않는다.

### ③ 플라이 휠의 크기 결정

$K \cdot \mu = 0.76$ 에서  $K$ 를 구하면

$$K = \frac{0.76}{\mu} = 0.38$$

따라서 전 관성효과는 식 (3.13.13)에서

$$K = \frac{375 M_n}{GD^2 N} = \frac{375 \times 752}{0.38 \times 730} = 1,017 \text{ kg m}^2$$

플라이 휠의 관성효과는

$$(GD^2)_3 = GD^2 - (GD^2)_1 - (GD^2)_2 = 1,017 - 160 - 16 = 841 \text{ kg m}^2$$

펌프설비의 규모에 의하여 부가되는 플라이 휠의 크기가 제한되는 경우도 있기 때문에 별도의 부압대책을 강구하여야 한다.

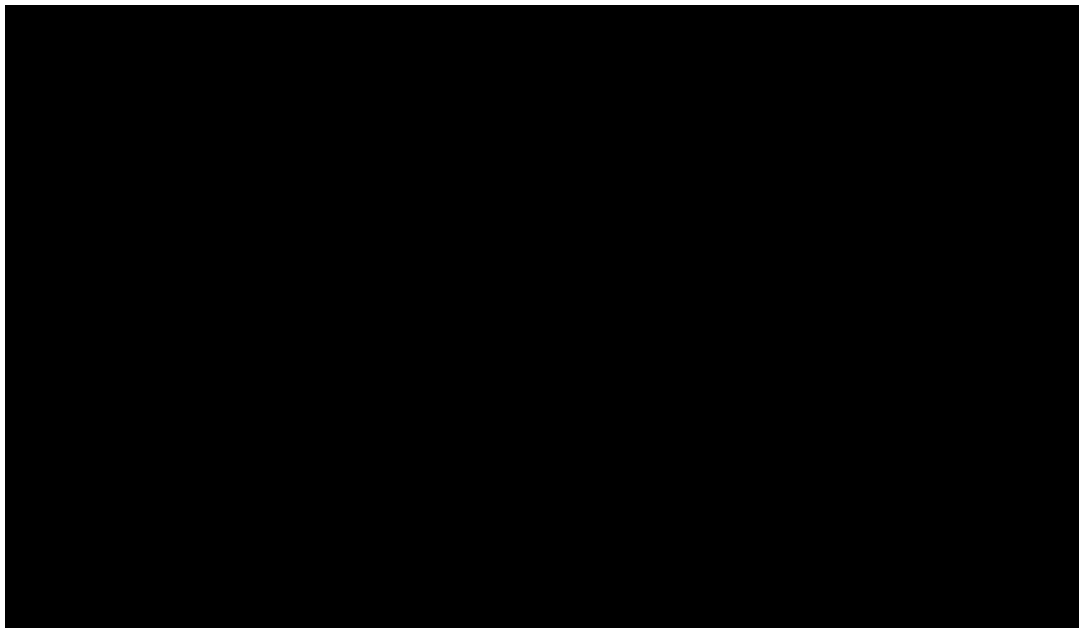


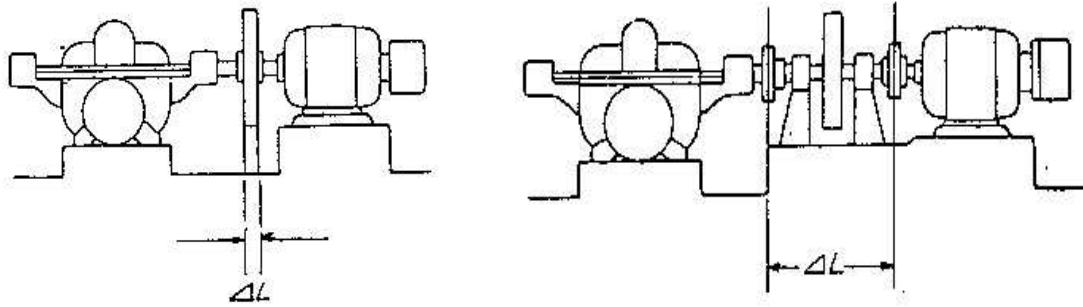
그림 3.13.20 송수관로의 압력경사선

### ④ 플라이 휠의 설치방법

기기배치 부압대책으로는 주펌프에 플라이 휠을 설비하는 경우에 개략적으로 그림 3.13.21과 같이 되고  $\Delta L$  만큼 길이가 길어진다. 플라이 휠의 설치방

법은 플라이 휠의 크기에 따라 다음의 두 가지가 있다.

- ㉓ 축 이음 겸용 방식  $\Delta L = 100 \sim 200 \text{ mm}$
- ㉔ 외부 베어링으로 시설하는 방법  $\Delta L = 1,000 \sim 1,500 \text{ mm}$



(a) 축이음 겸용

(b) 외부 베어링 시설

그림 3.13.21 플라이 휠의 설치방법

## 제 4 장 양배수장의 구조설계

### 4.1 설계요령의 개요

양배수장의 구조는 펌프 형식과 원동기 종류에 맞도록 설계함은 물론이고, 구조물에 작용하는 하중과 지반의 지지력, 현장조건, 경제성 등을 고려하여 구조세목을 결정해야 한다.

#### 4.1.1 일반사항

양배수장의 구조는 펌프 형식과 원동기 종류에 따라 수리적 조건과 구조적 조건이 다르므로 이들 조건에 적합한 설계가 되어야 함은 물론이도 현장의 지형 조건에도 부합되어야 한다. 또 현장조사에서 결정된 지반의 지지력과 지내력이 펌프와 원동기, 각종 기기류, 건물 등의 하중에 대하여 안전하여야 하며 토목구조물의 자중, 토압력, 지진력에 대하여도 안전하여야 한다. 즉, 구조물은 일반적으로 저온지구 지하수위가 높은 연약지반에 축조되는 경우도 많다.

더욱이 축조되는 깊이도 자연 침하를 원칙으로 하기 때문에 깊어지게 마련이므로 축조는 자중, 적재하중, 수압, 토압, 풍압, 지진력, 적설하중 등에 대해

충분히 안전하고 내구적이어야 한다. 시설에는 관로, 펌프장 등이 있고 토목, 건축, 전기 및 기계 등 각 분야가 포함 되므로 각각 그 기능을 발휘할 수 있도록 하나의 구조물로 할 필요가 있다.

- 직접 해수에 접하는 펌프시설 및 방류로 등은 고장 났을 때 침수되어 큰 피해를 가져올 우려가 있으므로 구조는 견고하고 또한 수밀성이 요구된다.
- 풍압은 고가탱크나 취수탑 등에는 반드시 고려해야 하며 건축법 시행령 제83조의 결정에 의한 풍압의 일반식은 다음과 같다.

$$p = cq, \quad q = 50\sqrt{h}$$

여기서

- $p$ : 풍압 ( $\text{kg/m}^2$ )
- $c$ : 풍력계수
- $q$ : 속도압 ( $\text{kg/m}^2$ )
- $h$ : 지반상의 구조물 높이 (m)

- 적설 평균단위중량은 적설량 1cm에 대하여 수직최심적설깊이에 따라 표 4.1.1.과 같은 규정을 따른다.

표 4.1.1 적설 평균단위하중

수직 최심적설깊이 (cm)	평균단위중량 (적설당 1cm당 $\text{kg/m}^2$ )
50 이하	1.0
100	1.5
150	2.0
200 이상	3.0

- 수압은 특별한 경우를 제외하고  $15\text{kg/m}^2$  정도로 하나 넓은 수면을 가진 구조물에서는 이와 같이 높은 수압발생은 없는 것으로 보인다. 그리고 지하수위가 높은 지점에 축조되는 침사지는 수리 및 청소를 위해 내부를 비워야 할 경우를 고려하여 부력에 대한 안정성을 고려할 필요가 있다. 즉, 시설은 누수 또는 지하수 침입의 염려가 없도록 하고, 내마모, 내부식성을 고려해야 하며, 지하수위가 높은 지점에 축조하는 구조물은 속이 비어 있을 때에도 부력에 대해 안전하도록 한다.

#### 4.1.2 시설의 설계에 적용되는 기준

시설의 설계에 적용되는 기준은 다음 항목을 고려하여 정하도록 한다.



단위중량, 허용응력도 및 토압, 지진력, 적설하중, 풍압력, 부력, 수압, 온도응력 및 지내력 등은 건축법 및 동 시행령 그리고 정부에서 제정한 해당법령 및 각종 구조물의 설계기준과 기타 일반적으로 인정되는 사항에 따라야 한다.

전기시설의 설계는 전기사업법, 소방법 및 이에 연관된 시행령, 규칙, 규정 그리고 산업규격 규정에 따라야 한다.

기계시설의 설계는 근로기준법, 환경보전법, 고압가스 안전관리법 및 이에 연관된 시행법, 규칙 및 산업규격 및 기타 연관된 규정에 의하여야 한다.

### 4.1.3 재료, 기계 및 기구

재료, 기계 및 기구는 다음 각항을 고려하여 정하여야 한다.

#### 가. 규격품

시설에 필요한 재료 기계 및 기구는 KS 및 전기용품취급법규에 의거 형식 승인을 얻은 것이어야 한다.

#### 나. 규격외의 품목

시설에 필요한 재료 및 기계, 기구에 규격외의 품목을 사용할 경우에는 형태, 품질, 치수 및 강도 등이 목적에 충분히 적합하거나, 동일 목적에 사용되는 규격품 이상이어야 한다. 또한 필요에 따라 수압시험, 강도시험, 및 품질시험 등을 실시하여야 한다. 구조물의 경제성에 대해서는 구조설계의 초기단계에 비교설계해서 검토해 보아야 한다.

양배수장 설계는 본 설계기준 외에도 아래에 열거하는 각종 기준서, 기타 정부에 제정한 해당 법령 및 각종구조물의 설계기준과 일반적으로 인정되고 있는 사항에 유의하여야 한다.

- 건축법 및 동시행령
- 하천공사 표준시방서 (한국수자원학회)
- 농어촌정비공사 전문시방서 (농림부)
- 농업생산기반정비사업 계획설계기준 (농림부)
- 콘크리트표준시방서해설 (대한토목학회)
- 토목공사 핸드북 (대한토목학회)
- 하천설계기준 (한국수자원학회)
- 철근 콘크리트 및 강구조계산 및 해설 (대한건축학회)

- 도로교설계기준 (대한토목학회)
- 도로교하부구조설계지침 ( I. II ) (건설교통부)

## 4.2 기초의 설계

양배수장 기초설계는 상부구조의 형상, 규모, 구조, 강성 등을 고려하여 상부구조를 안전하게 지지하도록 강구함은 물론 유해한 침하가 발생하지 않도록 유의하여야 한다. 기초는 양질의 지반에 지지시키는 것이 원칙이며 부등침하를 방지할 목적으로 이중구조를 병행하는 방법은 가능한 한 피해야 한다.

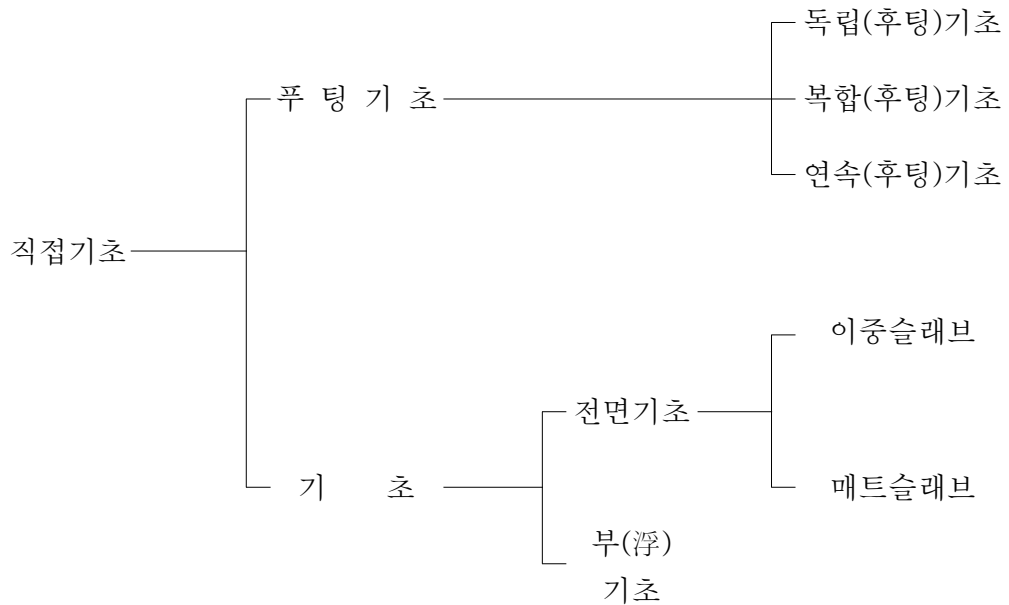
### 4.2.1 기초공의 형식과 선정

양배수장의 기초형식을 분류하면 다음과 같다.

가. 기초형식에 따른 분류

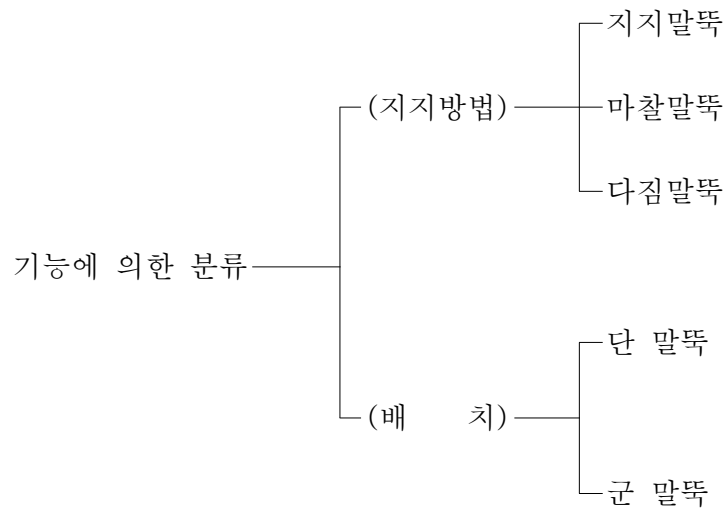
직접기초, 말뚝기초, 케이슨기초가 있다.

나. 기초슬래브의 형식에 따른 직접기초의 분류

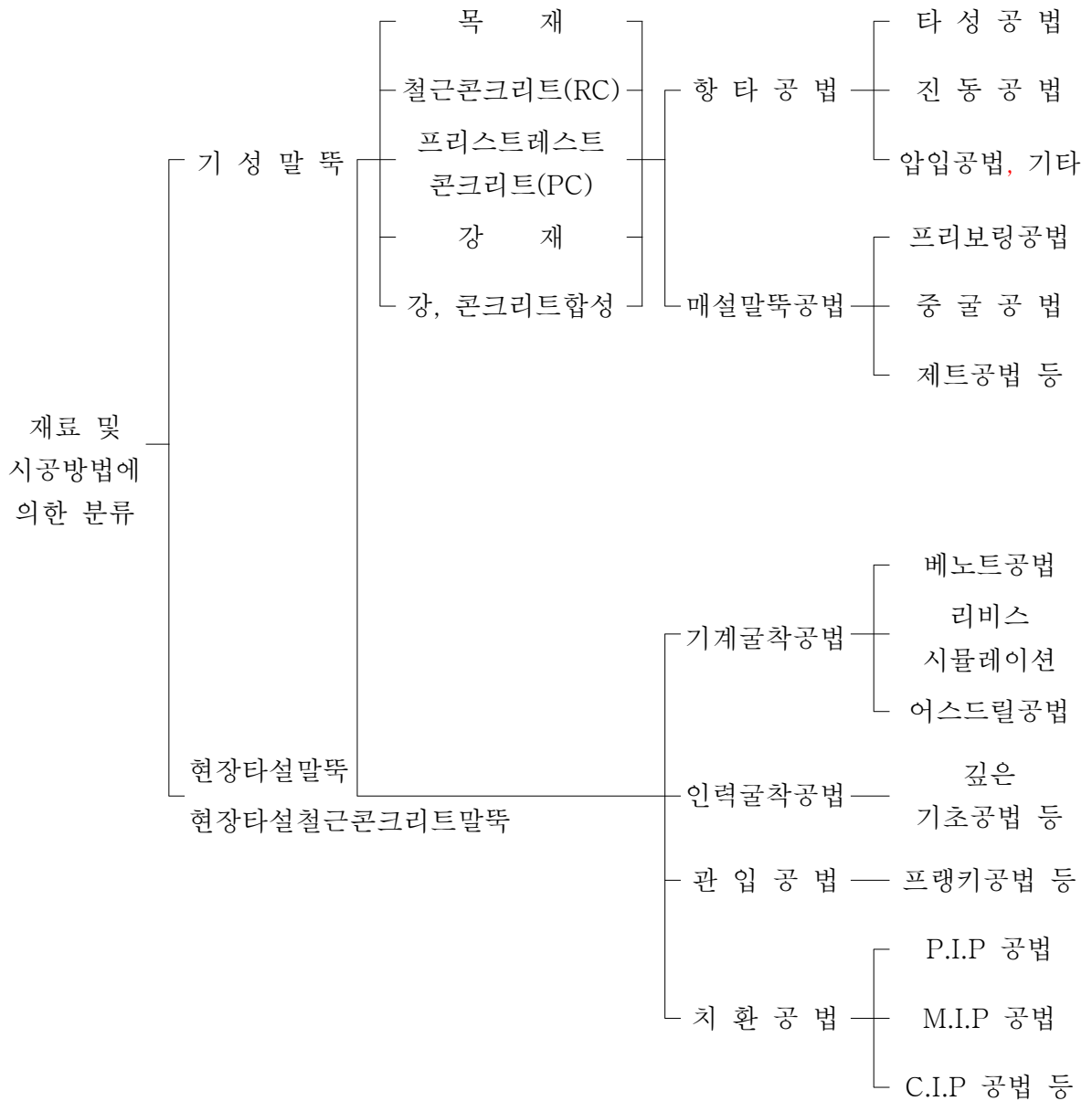


다. 말뚝기초의 분류

1) 기능에 의한 분류



2) 재료 및 시공법에 의한 분류



기초공의 형식은 지반에 대한 예비조사가 끝난 단계에서 ① 지반조건 (굴착지반의 상태, 지지지반의 경사, 깊이 등), ② 상부구조의 특성, ③ 환경조건 (소음, 진동, 시공 장소 등), ④ 기초의 공기와 경제성 등을 검토하여 선정해야 한다.

기초형식의 선정에 있어 지지지반까지의 깊이가 2m 내외일 때는 전면기초의 형식을, 5m를 초과하는 경우는 말뚝기초의 형식을 이용하는 것이 일반적인 경향이다. 기초형식 선정에는 표 4.2.1을 참고한다. 그러나 상부구조화 지반의 조건에 부합하는 최적 기초형식의 선정은 쉽지 않으며 설계자의 풍부한 경험과 냉정한 판단이 요구된다.

표 4.2.1 기초형식선정표\*

선정방법		기초형식		기성말뚝 항타공법			매설말뚝공법					현장타설말뚝			케이슨 기초				
							PC PHC 말뚝		강관말뚝										
				직 접 기 초	R C 말 뚝	PC PH C 말 뚝	동 관 말 뚝	최 중 타 격	분 출 교 란 방 식	콘 크 리 트 타 설 방 식	최 중 타 격	분 출 교 란 방 식	콘 크 리 트 타 설 방 식	올 케 이 싱 말 뚝	리 버 플 레 이 션 말 뚝	어 스 드 릴 말 뚝	심 초 말 뚝	뉴 매 틱 케 이 슨	오픈 케 이 슨
지반조건	지 지 층 까 지 의 상 태	중간층이 매우 연약한 층 있음	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	
		중간층에 매우 단단한 층 있음	○	×	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	△
	지 지 층 의 심 도 (m)	5cm이하의 직경	○	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		5~10cm의 직경	○	×	△	△	△	△	△	△	△	△	○	○	△	○	○	○	○
		10~15cm의 직경	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	×	×	○	○	△	
		액상화하는 지반 있음	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		5 m 미만	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	×	×	
		5 ~ 15 m	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		15 ~ 25 m	×	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	25 ~ 40 m	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	○	○		
	40 ~ 60 m	×	×	△	○	△	△	○	○	○	○	△	○	×	×	△	○		
	60 m 이상	×	×	×	△	×	×	×	×	×	×	△	×	×	×	△	△		
	지 지 층 의 토 질	점성토 (20 ≤ N)	○	○	○	○	○	×	△	○	×	△	○	○	○	○	○	○	
		모래 자갈 (30 ≤ N)	○	○	○	○	○	○	×	○	○	×	○	○	○	○	○	○	
지 하 수 의 상 태	경사가 크다 (30°이상)	○	×	△	○	△	△	△	○	○	○	△	△	○	○	○	△		
	지지층의 요철이 심함	○	△	△	○	△	△	△	○	△	△	○	○	○	○	○	△		
지 하 수 의 상 태	지하수위가 지표면 가까이 있음	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	○	○		
	용출수량이 극히 많음	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	×	○	○	○		
	지표보다 2m이상의 피압지하수	×	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	△		
	지하수의 유속 2m/min 이상	×	○	○	○	○	×	×	○	×	×	×	×	×	×	○	△		
구 조 물 의 특 성	하 중 규 모	연직하중 작음 (지간 20m이하)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	△		
		연직하중 보통 지간 20~50m)	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
		연직하중 큼 (지간 50m이상)	○	×	△	○	△	△	○	○	○	○	○	○	△	○	○		
		연직하중에 비해 수평하중 작음	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	
		연직하중에 비해 수평하중이 큼	○	×	△	○	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
지 지 형 식	지 지 말 뚝 마 찰 말 뚝	지지말뚝		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
		마찰말뚝		○	○	○						○	○	○					
시 공 조 건	수 상 시 공	수심 5m 미만	○	○	○	○	△	△	△	△	△	×	○	△	×	△	△		
		수심 5m 이상	×	△	△	○	△	△	△	△	△	×	△	×	×	△	△		
	작 업 공 간 이 협 소	작업 공간이 협소		△	○	○	×	×	×	△	△	△	△	△	○	△	△		
		사갱의 시공	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	×	×	×			
		유해가스의 영향	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	
		주변 진동 · 소음 대책	○	×	×	×	△	○	○	△	○	○	△	○	○	○	○	○	
환 경	인 접 구 조 물 에 대 한 영 향	인접구조물에 대한 영향	○	×	×	△	△	○	○	△	○	○	○	○	△	△	△		

주) ○ : 적합성이 높음 △ : 적합성이 있음 × : 적합성이 낮음

\* 도로교시방서 동해설(I·IV) H6 일본도로협회

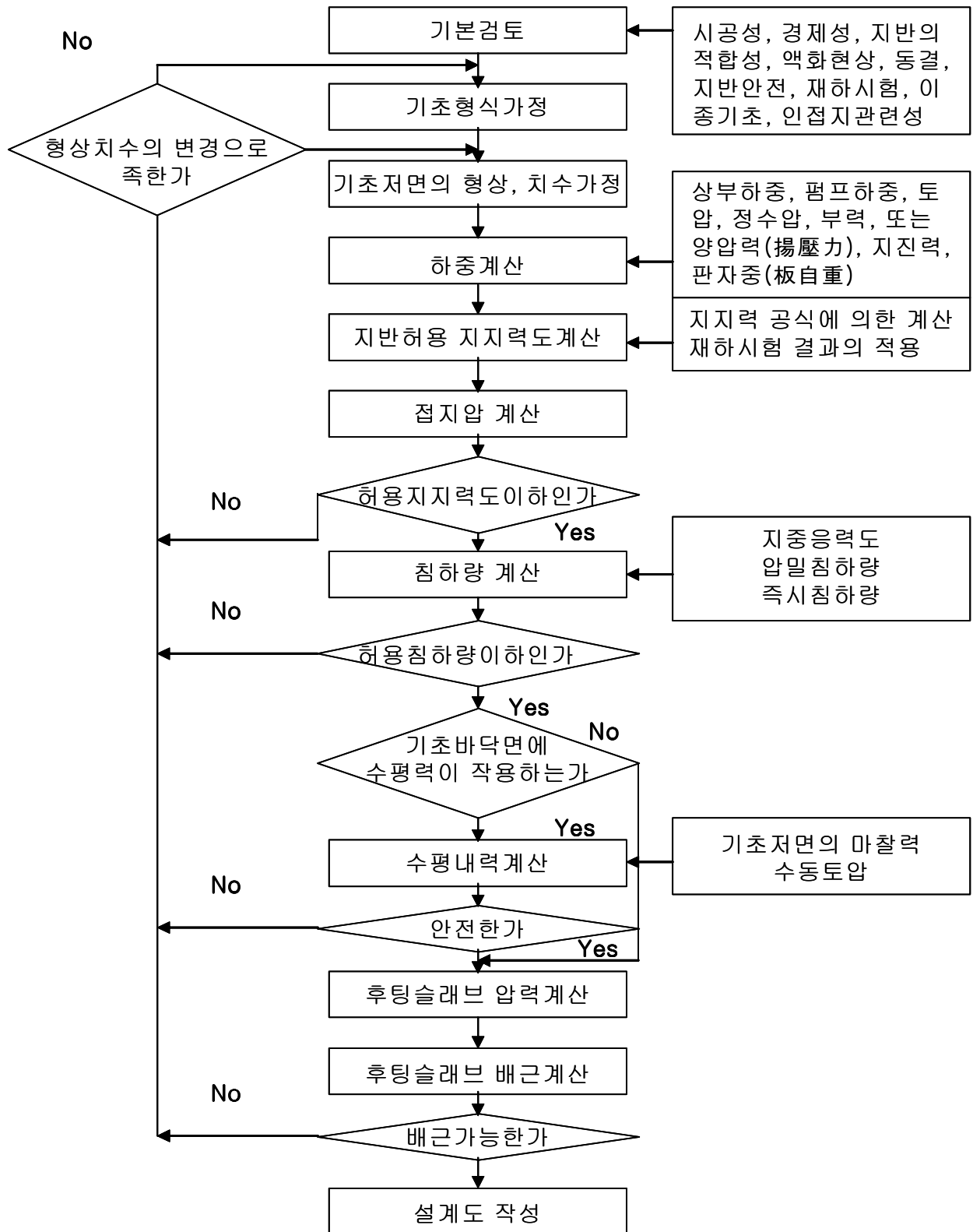


그림 4.2.1 직접기초의 설계순서

주어진 설계조건에 대하여 기술적인 측면에서 최적이라 생각되는 지지기반으로서 여러 가지 기초구조의 형식이 가능한 경우에는 시공에 소요되는 시간과 경제성을 고려하여 신중히 최종안을 결정하여야 한다. 기초형식을 결정한 후의 설계순서는 그림 4.2.1과 2의 절차에 따른다.

#### 4.2.2 하 중

기초를 설계할 때 고려해야 할 하중은 기초상부에서 작용하는 하중 외에 ① 펌프하중, ② 토압, ③ 정수압, ④ 부력 또는 양압력, ⑤ 지지력 등을 고려해야 한다. 기초를 설계할 때에는 지지력(강도)에 대한 안전성과 침하(변형)에 대한 제한성을 검토해야 하는데 이들 2가지 사항에 대한 하중강도는 그 성질이 약간 다르다. 즉, 지반이나 말뚝의 지지력 계산에서는 예상되는 하중의 최대치를 적용하고 압밀침하 계산에는 평시에 실제로 작용하는 하중강도를 적용하면 된다.

##### 가. 펌프하중

펌프실에 설치된 기계의 하중에는 자중에 의한 하중과 운전시의 하중(크기와 작용방향을 고려한 하중)이 있다. 전자를 동하중 후자를 동하중이라고 한다. 동하중은 자중과 운전 상태를 고려하여 산정한다.

펌프하중이란 주펌프를 포함하여 설치된 각 기계의 동하중을 총칭한 것이다. 더욱, 동하중은 상판하중 혹은 기초하중이라고 한다.

##### 1) 상판하중

##### 가) 고양정 횡축 양흡입 볼류트 펌프의 상판하중

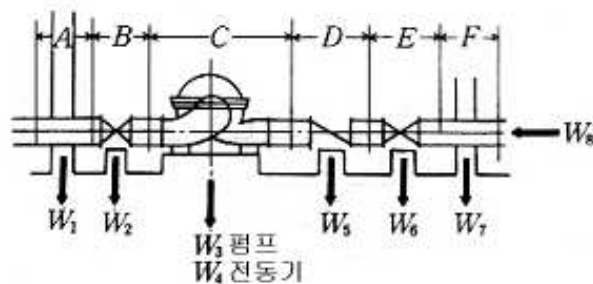


그림 4 참고 1 고양정 횡축양흡입 볼류트 펌프의 상판하중

그림에서

$W_1$ : 그림의 A부분에 해당하는 관의 하중(관하중은 표 4 참고 11 참조)

$W_2$ : 밸브하중과 그림의 B부분에 해당하는 관하중의 합계(밸브하중은 표 4 참고 9 참조)

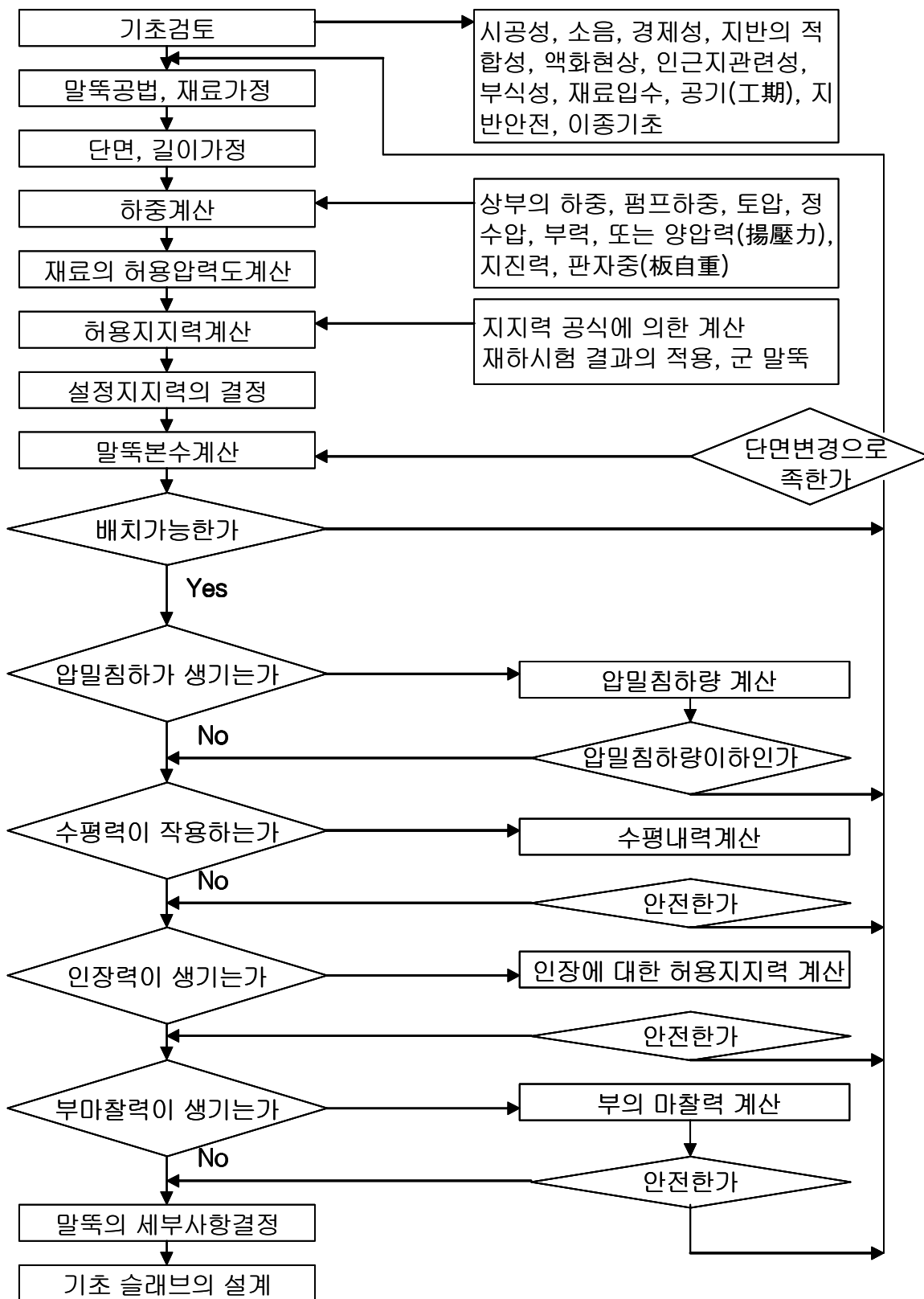


그림 4.2.2 말뚝기초의 설계순서



$W_3$ : 고양정 횡축양흡입 볼트류 펌프의 기초 하중과 그림 C 부분에 상당하는 관 하중의 합계(펌프의 기초 하중은 표 4 참고 1 참조)

$W_4$ : (전동기중량)  $\times$  12(전동기중량은 그림 4 참고 13 참조)

$W_5$ : 밸브하중과 그림 D 부분에 상당하는 관하중의 합계

$W_6$ : 밸브하중과 그림의 E 부분에 상당하는 관하중의 합계

$W_7$ : 그림의 F 부분에 상당하는 관의 하중

$W_8$ : [배출구의 단면적( $\text{cm}^2$ )]  $\times H_a$  [(실양정 ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ))  $\times 2$ ]

(주) 상기한  $W_8$ 의 계산에서 배출구의 단면적에 실양정  $H_a$ 의 값을 곱한 것은 송수압 즉 체크밸브의 충격압을 의미한다.

그러므로 물을 합류시켜 송수하는 방식의 경우에는 실양정  $H_a$  대신 전양정 값을 잡아야 한다. 또 완폐식 체크밸브인 경우에는 밸브 충격압을 구할 때에 상기한 바와 같이 송수압을 2배하지 않아도 된다. 그 대신 수격작용으로 인한 수압의 상승영향(송압의 크기)을 고려해야 한다.

나) 고양정 입측편 흡입 볼류트펌프의 상판하중

이 펌프의 상판하중을 결정할 때 고려해야 할 기초하중은 아래와 같다.

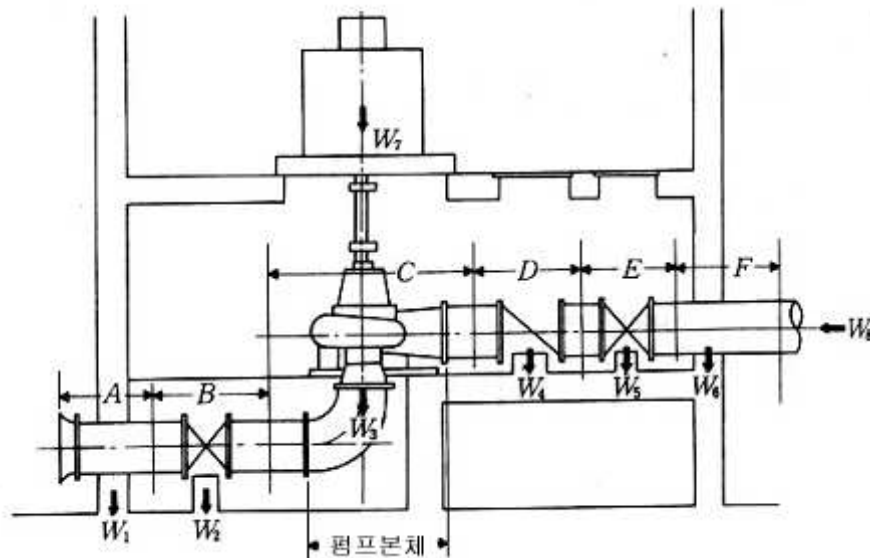


그림 4 참고 2 고양정입측편 흡입 볼류트 펌프 상판하중

W<sub>1</sub>: 그림의 A부분에 해당하는 관의 하중(관하중은 표 4 참고 11 참조)

W<sub>2</sub>: 밸브하중과 그림 B부분에 해당하는 관하중의 합계(밸브하중은 표 4 참고 9 참조)

W<sub>3</sub>: 펌프본체의 기초하중과 그림 C부분에 해당하는 관하중의 합계(펌프 본체의 기초하중은 표 4 참고 1 참조)

W<sub>4</sub>: 밸브하중과 그림 D 부분에 해당하는 관하중의 합계

W<sub>5</sub>: 밸브하중과 그림 E 부분에 해당하는 관하중의 합계

W<sub>6</sub>: 그림 F 부분에 해당하는 관하중

W<sub>7</sub>: [(전동기하중) + 가대(架臺) 하중] × 1.2 + (펌프 스러스트 하중)

전동기 하중    그림 4 참고 14(b) 참조

가대(架臺)하중    그림 4 참고 8 참조

스러스트(thrust) 하중    그림 3 참고 11 참조

다만 그림 4 참고 15는 펌프의 스러스트 하중을 펌프 본체 또는 전동기로서 지지하는 범위를 표시하는 것으로 이 그림에서 스러스트 하중이 펌프본체로 지지되는 범위 내 일 때는 W<sub>7</sub>의 계산에서 스러스트하중은 고려치 않는다. 펌프본체가 스러스트 하중을 지지하는 범위를 초과하면 전동기가 이를 지지한다.

그림 4 참고 16은 펌프 스러스트하중의 크기를 나타낸 그림으로 이 그림의 스러스트 하중은 설계점에 대한 값을 표시한다. 그러므로 밸브를 조여서 운전하는 경우에서와 같이 펌프의 최고 사용점이 설계점과 다를 때에는 이 도표의 값을  $H_{\max}/H_T$  배로 곱한 수정치를 사용해야 한다.

[ $H_{\max}$ 는 최고 사용점에 대한 양정 (m),  $H_T$ 는 설계점에 대한 양정 (m)]

또한 펌프의 시동 또는 정지시에 배출측 밸브가 폐쇄되는 형식의 것일 때 그림 4 참고 16에 보인 스러스트하중을 1.5배 한 값을 사용한다. 다만 이 경우의 스러스트하중은 펌프의 시동 또는 정지시에만 발생하는 일시적인 단기의 상판하중이다.

다) 저양정 펌프를 운전하는 경우의 상판하중

저양정 펌프의 상판하중을 개략적으로 산정할 때 상판 각부에 작용하는 하중과 그 크기를 다음 방법으로 계산한다. 다만, 실시설계단계에서는 펌프의 진동, 회전, 물의 방향전환에 따른 충격력의 영향 등 큰 차가 없음을 확인해야 한다.

(1) 횡축펌프의 상판하중

횡축펌프의 상판하중은 아래와 같이 산출한다.

내연기관의 경우

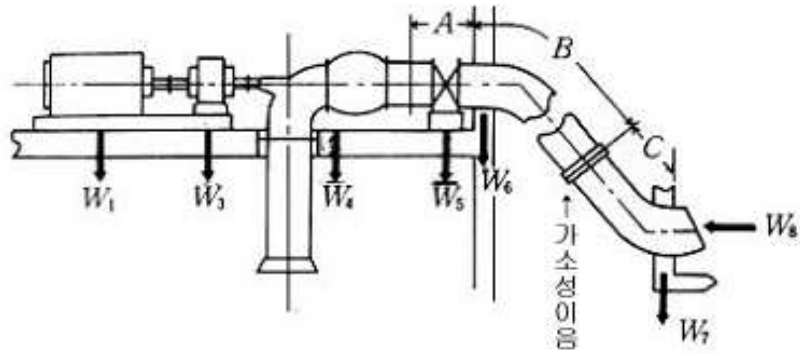


그림 4 참고 3 횡축펌프 상판하중

$$W_1 = F_1 + F_2 + F_3$$

$F_1$ : 내연기관중량

$F_2$ : 전달토크(torque)로 인한 동하중

$F_3$ : 운동부분의 관성력에 따른 동하중

$$F_2 = \frac{T}{\frac{E}{2}}$$

$$T: \text{토크} = 716.2 \cdot \frac{P_E}{n} \cdot (1 + C)$$

$B$ : 설치폭(m)

$n$ : 회전수(rpm)

$P_E$ : 기관출력(ps)

$C$ : 계산

4 행정 6 실린더  $C = 1.0 \sim 1.25$ , 4 행정 8 실린더  $C = 0.8 \sim 1.0$

4 행정 12 실린더  $C = 0.5 \sim 0.8$ , 4 행정 16 실린더  $C = 0.1 \sim 0.4$

(단, 45V형의 기관에 대해서는 상기한 C값 중 큰 쪽의 값을, 60V형 기관에 대해서는 작은 쪽의 값을 취한다).

$$F_3 = (0.08 \sim 0.13) \times F_1$$

내연기관 대신 전동기를 사용하는 경우는

$$W_1: W_1 = \text{전동기중량} \times 1.2$$

$W_2$ : (유체 커플링의 중량)  $\times 1.2$  (유체 커플링이 중량은 표 3 참고 23 참조)

$W_3$ : (기어감속기의 중량)  $\times 1.2$  (기어감속기중량은 부록 II 표 1~표 6 참조)

$W_4$ : 횡축펌프의 기초하중

= [(펌프중량)+(흡입관중량)+(물하중)]×1.2 (횡축펌프의 기초하중은 표 4 참고 3 참조)

W<sub>5</sub>: 벨프하중( 벨프하중은 표 4 참고 9 참조 )

W<sub>6</sub>: 그림의 B부분에 해당하는 관의 하중 (관하중은 표 4 참고 11 참조)

W<sub>7</sub>: 그림의 C부분에 해당하는 관의 하중, 플랩밸브 (flap valve )

W<sub>8</sub>: [배출구의 단면적 (cm<sup>2</sup>)] H<sub>a</sub> (실양정 kg/cm<sup>2</sup>)×2

[예] 횡축 사류펌프에서

펌프지름 = 1,200 mm

흡입관의 길이 = 6 m인 때의 기초 하중을 구하면 표 4 참고 3으로부터

상관하중 = 21,100 kg, 흡입관 1m의 하중 = 2,260 kg

W<sub>4</sub> = 21,100 + [2,260 ×(6-4) ]= 25,260

즉 이 횡축펌프의 기초하중은 25,600 kg이다.

(2) 입축펌프 (1상식(床式))의 상관하중

입축펌프(1상식)의 상관하중은 아래와 같이 구한다.

W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub>, W<sub>3</sub> W<sub>4</sub> W<sub>5</sub> W<sub>6</sub> W<sub>7</sub> W<sub>8</sub> 은 횡축펌프의 경우와 동일.

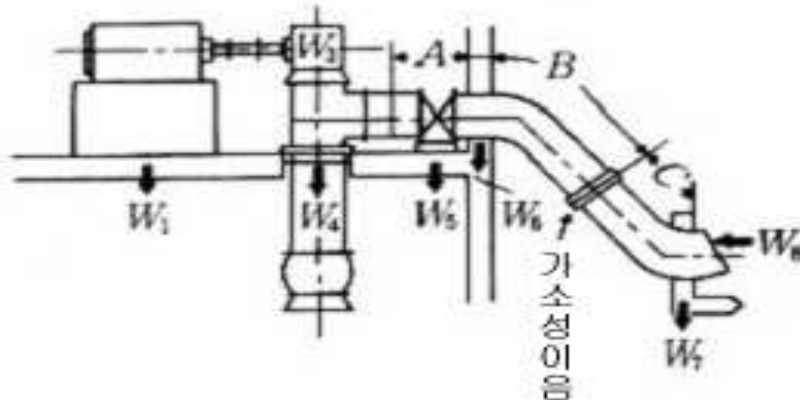


그림 4 참고 4 입축펌프(1상식) 상관펌프

$$W_4: W_4 = W_3 + W_4'$$

위식에서

W<sub>3</sub>: (기어감속기하중) × 1.2 (기어감속기하중은 부록 II 표 1~ 표 6 참조)

: 입축펌프의 상관하중(입축펌프의 기초하중은 표 4 참고 4 참조, 단 콘크리트 슬래브의 중량은 고려되지 않았으므로 별도로 이 하중을 가산해야 한다.)

(3) 입축펌프 (2상식)의 상관하중

입축(2상식) 펌프의 상판하중은 아래 요령으로 구한다.

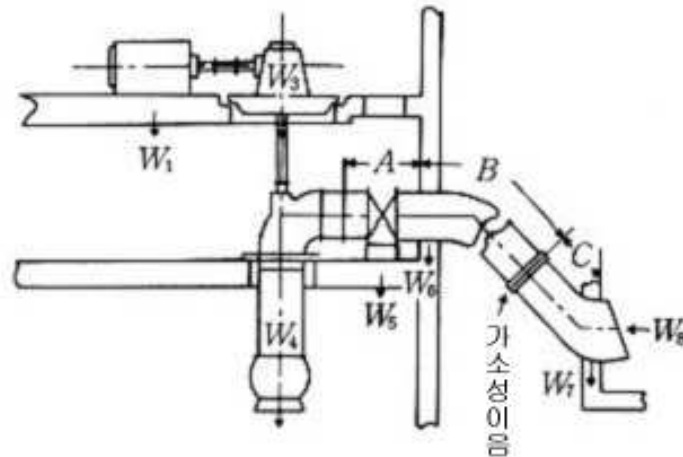


그림 4 참고 5 입축펌프(2상식) 상판펌프

$W_1, W_2, W_3, W_4, W_5, W_6, W_7, W_8$  은 횡축펌프의 경우와 동일하다.

$W_3$ : [(기어감속기하중)+(기어감속기의 가산하중)] $\times 1.2 \times$ (스러스트하중)  
 기어감속기의 가산하중은 표 4 참고 17을 참조할 것.

또 스러스트 하중은 그림 4 참고 7의 펌프스러스트 하중원에서 구한 값에 사  
 류펌프는 계수 1.2 축류 펌프는 계수 1.1을 곱한 값을 사용할 것.

(주) 상기한 계수는 계획점(설계점)보다 높은 양정(최대 전양정)으로 펌프를  
 운전하는 경우의 계수임.

$W_4$ : 입축펌프의 상판하중(입축펌프의 기초하중은 표 4 참고 4 참조)

(주) 입축펌프의 시동 또는 정지시 배출밸브가 폐쇄되는 경우에는 그림 4 참  
 고 17에서 구한 스러스트 하중을 1.5배한 수정치를 사용한다.

다만 이때의 스러스트 하중은 시동 혹은 정지시에만 발생하는 단기하중에 불  
 과하다.

라) 튜블러 펌프 (tubuler pump)의 상판하중

(1) 축류형 튜블러 펌프

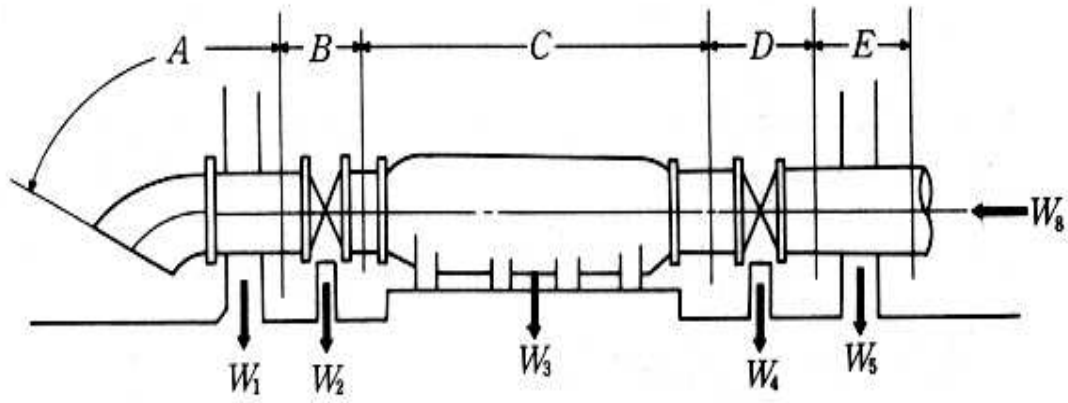


그림 4 참고 6 축류형 튜블러 펌프 상관하중

$W_1$ : 그림의 A부분에 해당하는 관의 하중 (관하중은 표 4 참고 11 참조)

$W_2$ : (밸브하중) + (그림의 B부분에 해당하는 관하중) (밸브하중은 표 4 참고 9 참조)

$W_3$ : (펌프 본체의 기초하중) + (그림의 C부분에 해당하는 관하중)  
( 펌프본체의 기초하중은 표 4 참고 6 참조)

$W_4$ : (밸브하중) + (그림의 D부분에 해당하는 관하중)

$W_5$ : 그림의 E부분에 해당하는 관의 하중

## (2) 사류형 튜블러 펌프

$W_1, W_2, W_3, W_4, W_5$  은 사류형 튜플러 펌프의 경우와 동일함.

$W_3$ : (펌프본체의 기초하중) + (그림의 C부분에 해당하는 관하중)

$W_8$  황축펌프와 같음

## 나. 기초하중 및 기기중량

### 1) 고양정 펌프의 기초하중

가) 횡측편 흡입 단단(單段) 펌프 및 다단(多段) 펌프의 기초하중  
 횡측편 흡입펌프의 기초하중은 그림 4 참고 7과 같다.

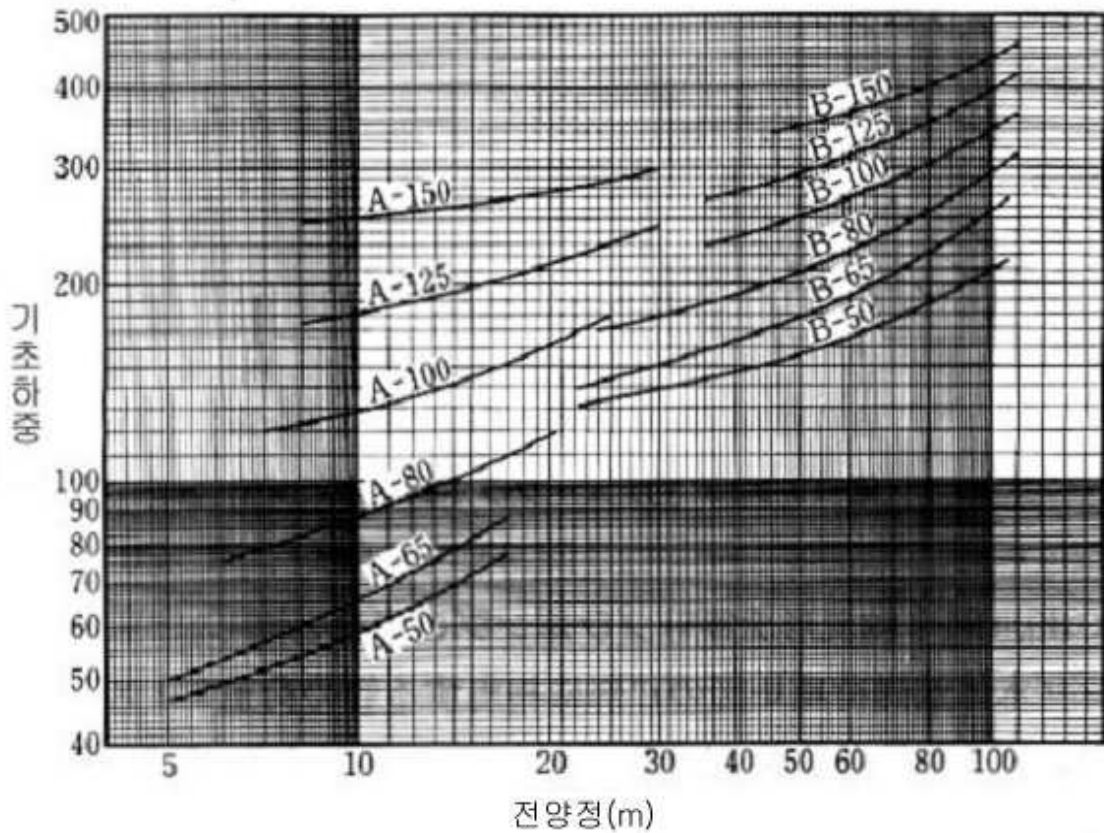


그림 4 참고 7 횡측편 흡입 단단(單段) 다단펌프 기초하중

(주) 1. 그림의 기초하중치는 [(펌프본체의 중량)+(펌프내의 물중량)+(공통상단의 중량)]×1.2로 계산한 값임.

2. 총하중은 상기한 값에 전동기 하중[(전동기중량)×1.2]을 더하면 됨 (그림 4 참고 11 ~ 12 참조)

3. A-000, B-000 등의 표시는 관의 구경(mm)을 표시하는 것임.

A와 B의 구분은

㉠: 고양정 볼류트 펌프이 A 존(Zone)에 속하는 횡측 편흡입(片吸入) 단단볼류트 펌프를 표시함

㉡: 고양정 볼류트 펌프의 B 존에 속하는 횡측편 흡입 다단볼류트 펌프를 표시함

나) 횡축내 흡입볼류트 펌프 횡축편흡입 볼류트 펌프 및 입축편 흡입펌프의 기초하중

표 4 참고 1 횡축양흡입 입축편흡입 횡축편흡입 볼류트펌프 기초하중표

펌프	양흡입1단		입축편단 흡입		양흡입다단		편흡입다단	
	볼류트펌프(A존)		볼류트펌프(C존)		볼류트펌프(D존)		볼류트펌프(E존)	
	전양정 50m		전양정 50m		전양정 100m		전양정 100m	
구경(mm)	극 수	기초하중 (kg)	극 수	기초하중 (kg)	극 수	기초하중 (kg)	극 수	기초하중 (kg)
200	4	1,500					4	2,800
250	4	1,700					4	3,700
300	4	2,100	4	3,000	4	5,500		
350	6	3,200	6	3,400	6	7,400		
400	6	4,100	6	4,200	6	9,400		
450	6	5,100	6	5,200	6	11,700		
500	6	6,100	8	7,100	6	14,100		
600	6	8,000	8	10,000	6	18,600		
700	8	13,300	10	13,000	8	31,000		
800	10	19,500	10	17,100				
900	12	26,600	12	22,600				
1,000	14	33,000	14	30,100				
2,200	16	45,000	16	48,500				

(주) 1. 표의 기초하중은 펌프의 각 구경, 극수, 기준양전에 대한 하중을 표시하는 것으로 아래와 같이 기준양정을 정하여 계산한 값이므로 이 기준치 보다 양정이 다를 때에는 그림 4 참고 8에 의하여 기초하중을 보정해야 한다.

양흡입단단 볼류트 펌프의 C 존 50 m  
 양흡입다단 볼류트 펌프의 D 존 100 m  
 편흡입다단 볼류트 펌프의 E 존 100 m



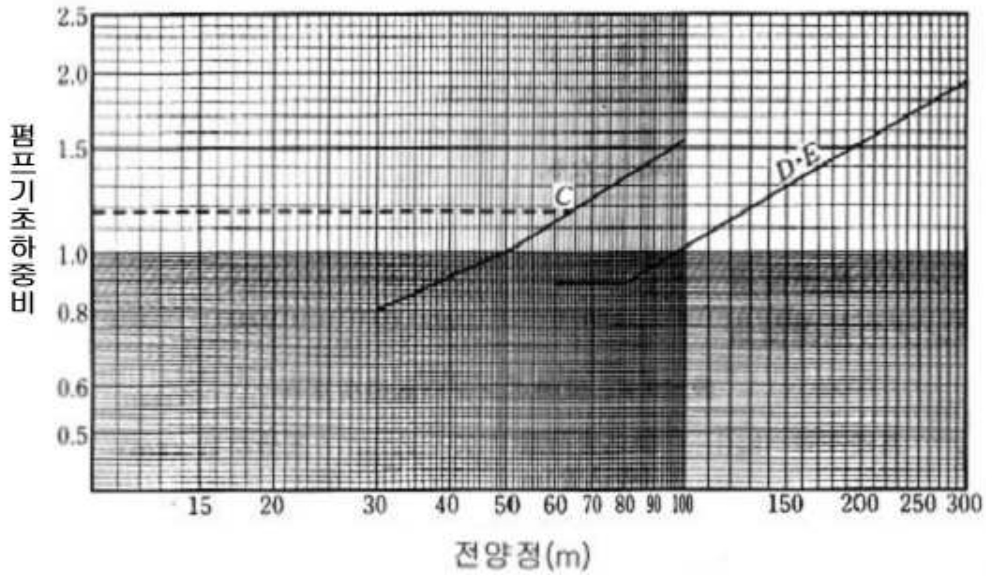


그림 4 참고 8 기초하중비

2. 그림의 기초하중은 [(펌프본체중량)+(펌프내 물중량)+ (공통상판하중)]× 1.2로 계산한 값임.
3. 공통상판이 없는 경우에는 그림의 값에서 20%를 감한다.
4. 총 기초하중은 상기한 계산결과에 전동기 하중(전동기하중 × 1.2)을 더하면 됨. 그림 4 참고 11, 13, 14 참조
5. 흡입조건 또는 다른 이유로 전동기 극수를 변경해야 하는 경우는 극수 변경에 따른 보정을 해야 한다.

극수변경에 따른 보정계수

변경극수	보정계수	변경극수	보정계수
4p → 6p	1.3	6p → 4p	0.83
6 → 8	1.2	8 → 6	0.865
8 → 10	1.15	10 → 8	0.88
10 → 12	1.11	12 → 10	0.90
12 → 14	1.08	14 → 12	0.915
14 → 16	1.07	16 → 14	0.92

6. 횡축내 흡입단단 볼류트 펌프의 입경이 500mm 이상인 것은 공통상판을 갖지 않는다.

[예] 양흡입단단볼류트 펌프에서 구경: 700 mm, 극수 8, 전양정: 65m인 경우  
 기준기초하중은 표 4 참고 1에서 13.300kg, 기초하중비는 전양정 65m 의 경우  
 그림 4 참고 9에서 1.18

$$\therefore 13.300 \text{ kg} \times 1.18 = 15,700 \text{ kg}$$

극수를 8에서 10으로 변경한 경우는

$$15,700 \text{ kg} \times 1.35 = 21,200 \text{ kg}$$

극수를 8에서 6으로 변경하면

$$15,700 \times 0.85 = 13,350 \text{ kg}$$

다) 고양정 입축사류펌프의 기초하중

표 4 참고 2 고양정 입축사류 펌프의 기초하중

구경 (mm)	기초하중 (t)	기준장4m를 초과하는 1m당 기초하중(t/m)	구경 (mm)	기초하중 (t)	기준장4m를 초과하는 1m당의 기초하중(t/m)
300	4.0	0.52	600	8.3	1.05
350	4.6	0.61	700	10.8	1.31
400	5.3	0.68	800	13.8	1.61
450	6.0	0.79	900	17.5	2.02
500	6.9	0.86			

- (주) 1. 펌프기준장은 펌프상면에서 벨마우스 하단까지 4m 길이로 한 것이다.  
 2. 표의 기초하중은 펌프기준장 4m에 대한 하중을 표시하는 것임,  
 전동기 하중은 그림 4 참고 14를 참조할 것.  
 3. 기초하중은 [(펌프본체하중)+(펌프내의 물 하중)]×1.2로 계산함.  
 4. 펌프기준장을 초과하는 관장은 다음 예에 따라 기초하중을 계산한다.

[예] 지름 700mm의 입축사류 펌프로서 상면에서 벨마우스 하단까지의 길이가 5m인 펌프의 기초하중

① 지름 700mm의 기초하중 10.8t (표 4 참고 2 참조)

② 지름 700mm관의 관장 1m당 기초하중 1.31t(표 4 참고 2참조)

∴ 구하려는 기초하중은

$$10.8 + (5-4) \times 1.231 = 12.11t$$

2) 저양정 펌프의 기초하중

가) 횡축펌프의 기초하중

저양정 횡축펌프의 기초하중은 표 4 참고 3과 같다.

표 4 참고 3 횡축펌프의 기초하중표

펌프 구경 (mm)	기초하중 (kg)		흡입관하중 (흡입관 m당의 kg)	펌프 구경 (mm)	기초하중 (kg)		흡입관하중 (흡입관 m당의 kg)
	사류	축류			사류	축류	
400	2,150	2,200	310	1,200	16,600	21,100	2,260
500	3,150	3,500	460	1,350	21,100	27,800	2,830
600	4,400	5,000	660	1,500	27,100	35,400	3,450
700	5,800	6,800	860	1,650	33,700	44,500	4,190
800	7,600	8,900	1,090	1,800	41,000	53,500	4,940
900	9,600	11,300	1,350	2,000	51,500	67,000	6,030
1,000	11,800	14,300	1,620				

- (주) 1. 표 값은 [(펌프중량)+(흡입관 4m 중량)+(물중량)]×1.2 로 산출한 것임.  
2. 흡입관의 기준장은 4m 임.

나) 입축펌프의 기초하중

저양정 입축펌프의 기초하중은 표 4 참고 4와 같다.

표 4 참고 4 입축펌프의 기초하중표

펌프구경 (mm)	기 초 하 중 (kg)				칼 럽 하 중 (칼럼 m당 kg)	
	1 상 식		2 상 식		사 류	축 류
	사 류	축 류	사 류	축 류		
400	3,200	3,400	3,100	3,300	370	380
500	4,500	5,100	4,100	4,800	550	550
600	6,200	6,600	5,400	5,800	760	770
700	7,900	8,700	6,900	7,600	1,010	1,010
800	9,900	11,000	8,800	9,400	1,250	1,260
900	12,400	13,900	10,700	11,600	1,570	1,580
1,000	14,700	16,500	12,800	14,100	1,910	1,930
1,200	20,600	23,300	17,800	19,800	2,570	2,570
1,350	24,900	28,400	21,800	24,500	3,170	3,190
1,500	30,100	33,900	26,700	31,100	3,820	3,850
1,650			31,800	35,500	4,570	4,590
1,800			36,400	41,900	5,390	5,430
2,000			46,200	52,300	6,460	6,480

- (주) 1. 기초하중의 칼럼(column) 기준장은 4m 임.  
 2. 칼럼하중이란 수중의 임펠러케이싱부와 산판상부의 배출케이싱부를 연결하는 양수로부의 하중을 말한다.

다) 튜블러 펌프의 기초하중  
 튜블러 펌프의 기초하중은 표 4 참고 5, 6과 같다.

표 4 참고 5 축류형 튜블러 펌프의 기초하중 표

펌프구경(mm)	기초하중(kg)	펌프구경(mm)	기초하중(kg)
600	7,200	1,350	30,000
700	8,600	1,500	37,000
800	10,200	1,650	56,000
900	13,600	1,800	67,000
1,000	16,900	2,000	79,000
1,200	22,000		

표 4 참고 6 사류형 튜블러 펌프의 기초하중 표

펌프구경(mm)	기초하중(kg)	펌프구경(mm)	기초하중(kg)
600	9,500	1,350	38,000
700	11,900	1,500	51,000
800	15,300	1,650	73,000
900	19,200	1,800	87,600
1,000	23,000	2,000	102,000
1,200	30,000		

- 라) 기기의 중량 및 하중  
 펌프 이외의 각종 기기의 중량과 하중은 아래에 설명하는 바에 따른다.  
 (1) 기어감속기의 중량은 3.5.3의 부록 표 1 ~ 부록 2 표 6에 따른다.  
 (2) 기어감속기 및 전동기의 가대(架臺)  
 기어감속기의 가대(架臺)와 전동기가대(架臺)의 중량은 표 4 참고 7, 8 에 따른다.

표 4 참고 7 기어 감속기의 가대 중량표

펌프구경 (mm)	기어감속기가대중량(kg)		펌프구경 (mm)	기어감속기가대중량(kg)	
	사류펌프	축류펌프		사류펌프	축류펌프
400	500	600	1,200	2,600	3,300
500	700	750	1,350	3,200	4,100
600	850	900	1,500	3,850	4,900
700	1,200	1,300	1,650	4,550	5,700
800	1,400	1,600	1,800	5,600	6,900
900	1,800	2,000	2,000	7,000	8,700
1,000	2,100	2,400			

표 4 참고 8 기어 감속기의 가대중량표

펌프구경 (mm)	가대중량 (kg)	펌프구경 (mm)	가대중량 (kg)	펌프구경 (mm)	가대중량 (kg)
300	900	500	1,800	900	2,800
350	1,100	600	2,000	1,000	3,200
400	1,300	700	2,300	1,200	4,000
450	1,600	800	2,500		

(3) 유체 커플링(hydraulic coupling)

유체 커플링의 중량은 표 3 참고 23에 제시한 바와 같다.

(4) 전동기

전동기의 치수 및 하중은 그림 4 참고 9 ~참고 13(b)와 같다.

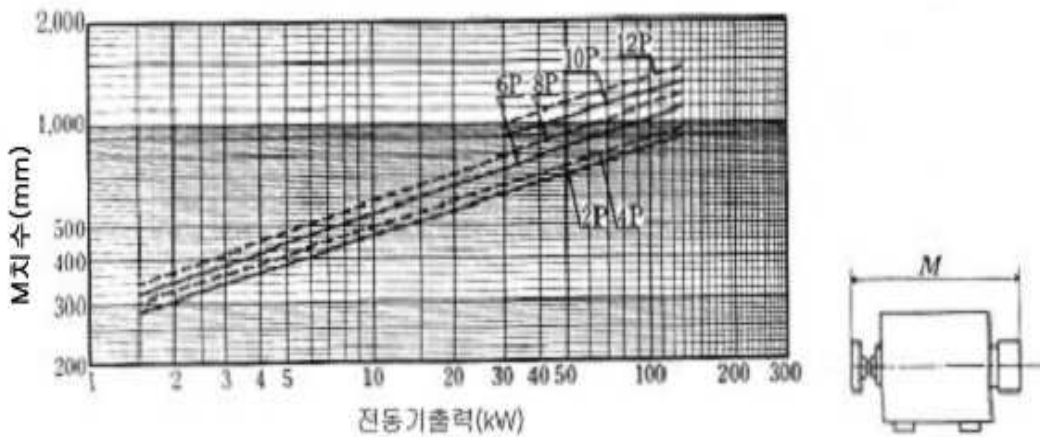


그림 4 참고 9 횡축 농형 전동기 개략치수  
(저압 3상 방적(防滴)보호형 E종 절연)

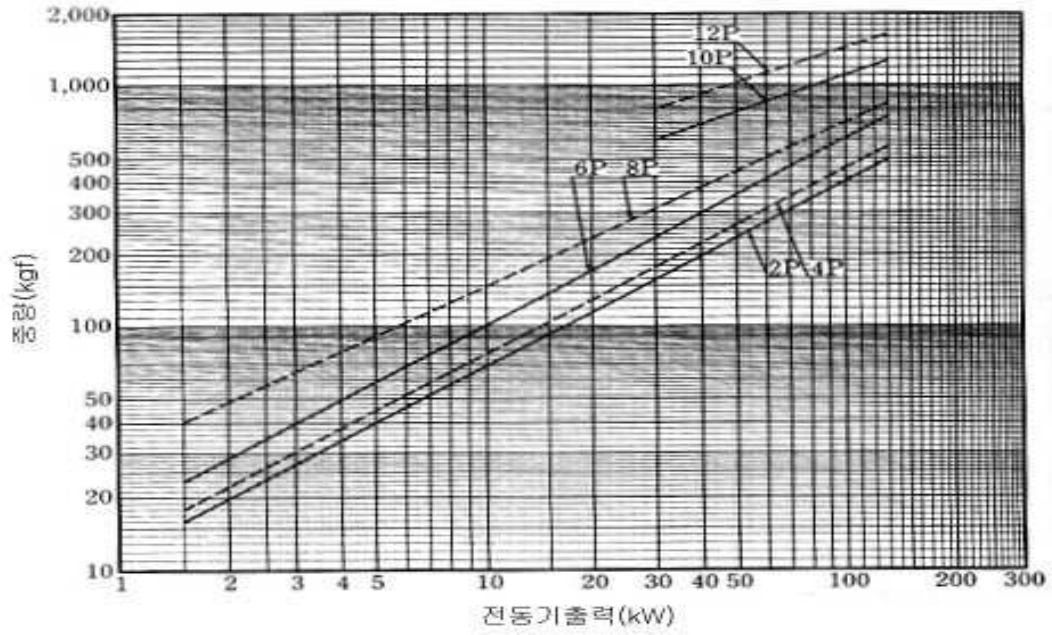


그림 4 참고 10 횡축 농형 전동기 개략 중량  
(저압 3상 방적(防敵)보호형 E종 절연)

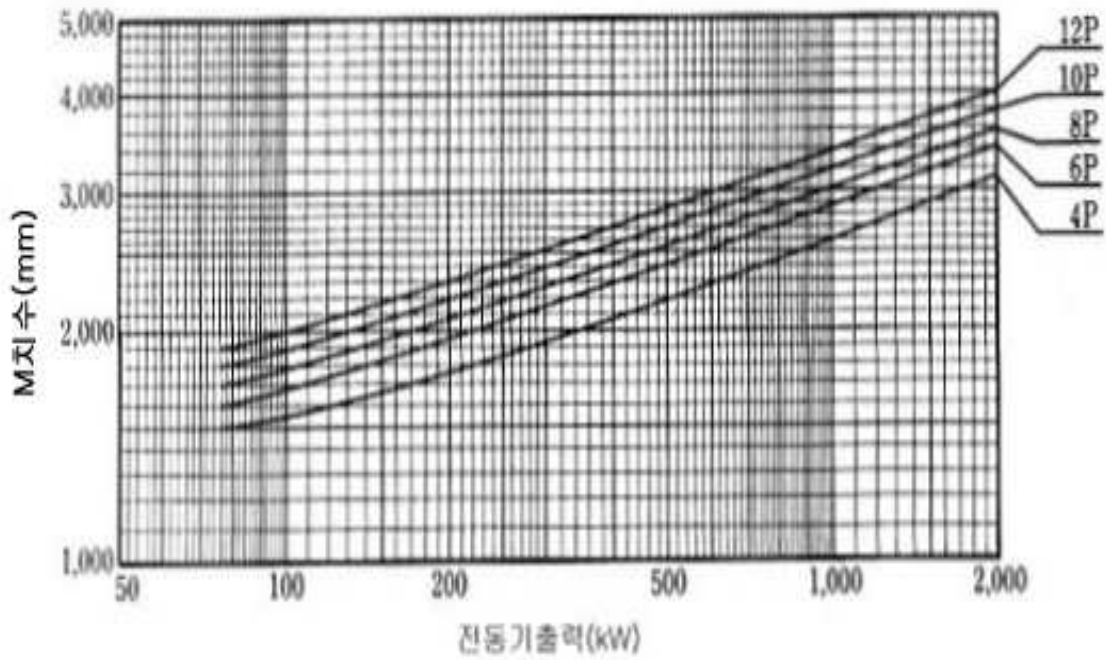


그림 4 참고 11 횡축 권선형 전동기 길이치수

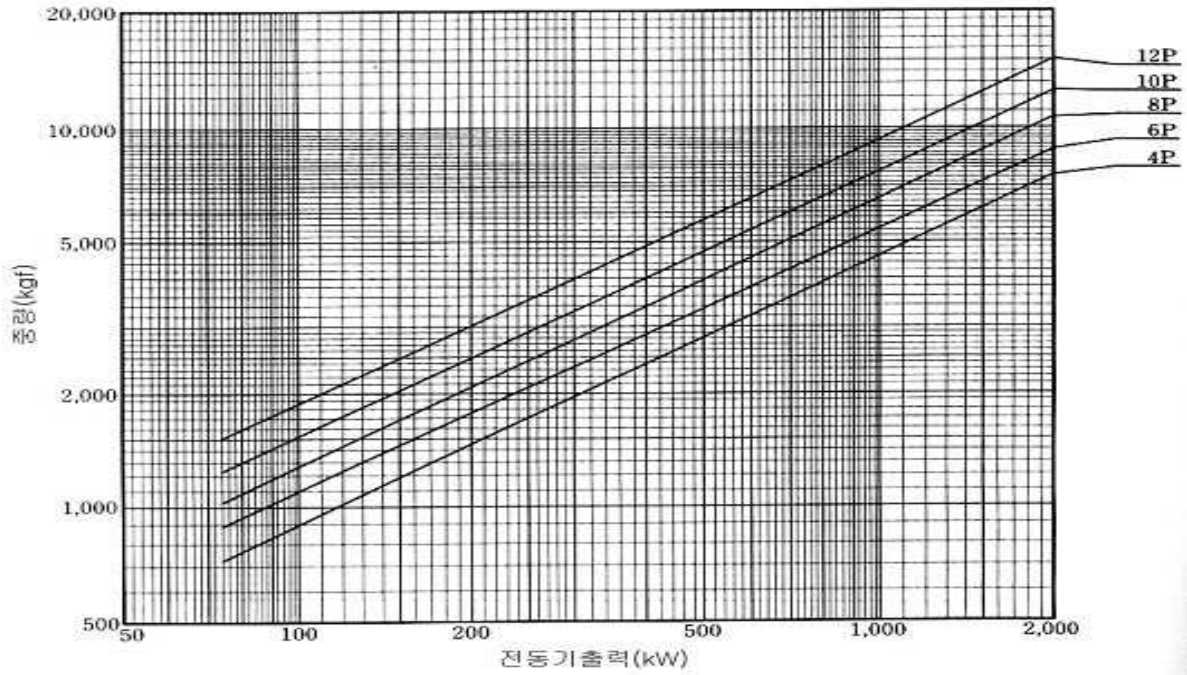


그림 4 참고 12(a) 횡축 권선형 전동기 중량

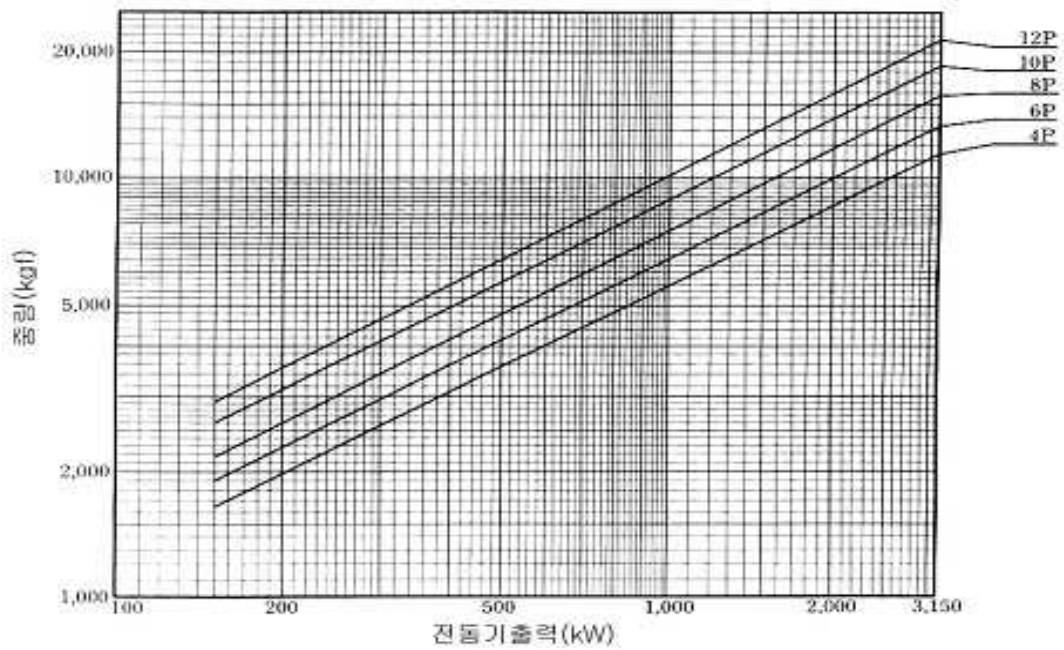


그림 4 참고 12(b) 횡축 권선형 전동기 중량

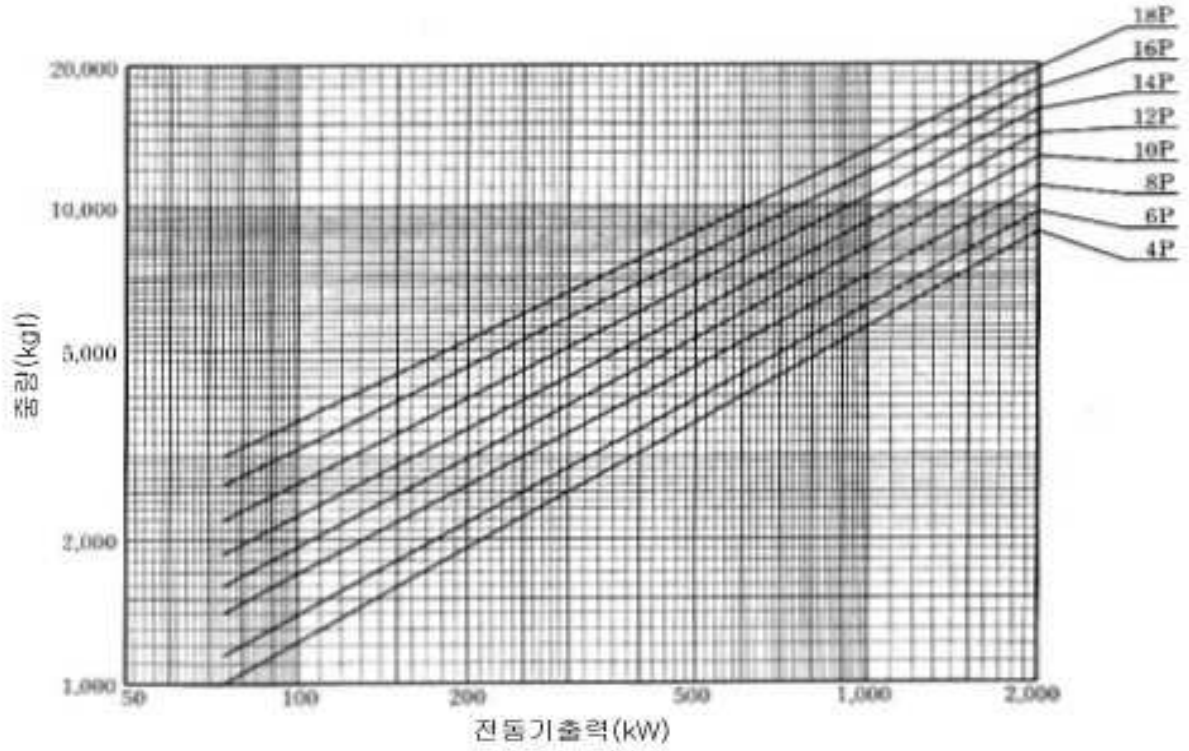


그림 4 참고 13(a) 입축 권선형 전동기 중량

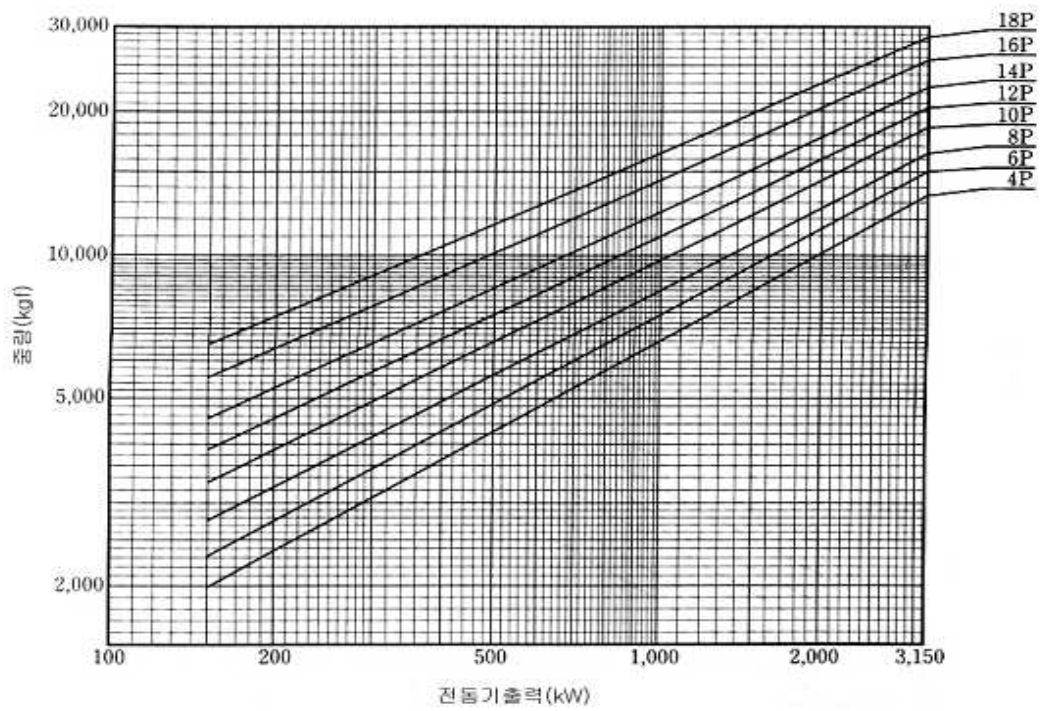


그림 4 참고 13(b) 입축 권선형 전동기 중량



표 4 참고 7 밸브류 하중표

밸브 구경 (mm)	전동슬루즈밸브 (sluice valve)		전동나비형밸브		로드밸브		역지(逆止)밸브		
	전양정 100m 이하	전양정 300m 이하	전양정 9m 이하	전양정 60m 이하	전양정 100m 이하	전양정 300m 이하	전양정 50m 이하	전양정 100m 이하	전양정 300m 이하
100	180	290						190	320
125	220	350						230	400
150	270	420			350	410		270	460
200	350	540			450	630		400	690
250	480	730			650	930		550	920
300	620	960	370	370	1,100	1,480	450	740	1,200
350	800	1,250	450	450	1,400	1,850	910	960	1,500
400	1,100	1,680	490	600	1,600	2,140	1,200	1,240	2,000
450	1,400	2,150	580	740	1,900	2,550	1,620	1,700	2,600
500	1,600	2,560	680	850	3,100	3,880	2,100	2,150	3,300
600	2,500		870	1,200	4,500	5,450	3,200		
700	3,600		1,090	1,650	6,000	7,320	4,500		
800	5,000		1,500	2,200	8,500	10,300	5,750		
900	6,500		1,790	2,900	10,500	12,500	7,600		
1,000	8,200		2,670	3,500	16,200		9,600		
1,200	12,800		3,300	6,000	24,300		14,400		
1,350	17,400		4,220	8,180					
1,500	22,800		5,320	10,200					
1,650			6,530	12,200					
1,800			7,760	13,500					
2,000			9,650	17,800					
2,200			13,600						
2,400			17,000						
2,600			21,700						
2,800			28,500						

(주) 하중 = (밸브 중량+ 밸브내 물중량)×1.2로 산정된 값임.

표 4 참고 8 플랩밸브의 개략 하중표

적용펌프구경(mm)	플랩밸브지름(mm)	하중 (kg)	비고
400	600	250	환           형
500	700	320	
600	800	400	
700	900	530	
800	1,000	650	
900	1,200	780	
1,000	1,350	1,020	
1,200	1,500	1,440	
1,350	1,650	1,860	
1,500	1,800	2,400	
1,650	2,000	3,100	
1,800	1,800×2,600	3,800	각      형
2,000	2,000×2,900	5,200	
2,200	2,200×3,100	6,600	
2,400	2,400×3,400	7,700	
2,600	2,600×3,700	11,000	
2,800	2,800×4,000	12,000	

(주) 1. 표의 하중치는 [(밸브하중)+(밸브내의 물 하중)]×1.2 로 계산한 값

2. 구형밸브는 밸브동체를 주철로 밸브 본체를 동판으로 제작한 것이며 각형 밸브는 밸브본체와 동체를 동판으로 제작한 것임.

3. 밸브의 동체길이는 제작회사에 따라 다르므로 이 표의 수치는 참고로 사용하여야 한다.

(5) 밸브류

(가) 밸브류의 하중은 표 4 참고 7 참조

(나) 플랩밸브(Flap valve)의 하중은 표 4 참고 8 참조

(6) 관류의 입경별 1m당 하중은 표 4 참고 9와 같다.

(7) 펌프 스러스트 하중

펌프 스러스트 하중은 그림 4 참고 14~16에 의한다.

(8) 디젤 기관

디젤기관의 치수 및 하중은 표 4 참고 10과 같다.

(9) 배전반 기타 (보기류 유압작용) 등의 조건에 따라 고려해야 할 하중  
본 기준 제 5장 “부대설비기준”참조

(10) 수격작용에 따른 하중 본 기준 3.13절 참조

표 4 참고 9 관하중 일람표

관의 종류	주철관		보통압력관		고압력관	
적용 압력	7.5kg 이하		10kg 이하		10 ~ 30kg	
관경 (mm)	관하중 (kg)	플랜지(1매) (kg)	관하중 (kg)	플랜지(1매) (kg)	관하중 (kg)	플랜지(1매) (kg)
50	—	2	9(3.8)	2	9(3.9)	2
80(75)	25(8.5)	5	17(4.2)	3	20(5.5)	5
100	35(8.5)	6	25(4.5)	4	30(6.0)	6
125	—	—	34(4.5)	6	40(6.6)	10
150	60(9.0)	7	46(5.0)	8	55(7.1)	12
200	100(11.0)	10	75(5.8)	9	90(8.2)	16
250	140(12.0)	14	110(6.6)	14	110(9.3)	28
300	190(12.5)	17	150(6.9)	15	180(10.3)	33
350	240(13.0)	23	170(6.0)	20	220(11.1)	46
400	300(14.0)	26	220(6.0)	28	280(12.7)	65
450	370(14.5)	34	370(6.0)	35	360(14.3)	85
500	440(15.0)	38	320(6.0)	40	440(15.1)	102
600	600(16.0)	47	440(6.0)	55		
700	790(17.0)	60	590(6.0)	75		
800	1,000(18.0)	80	770(7.0)	101		
900	1,200(19.0)	102	950(7.0)	132		
1,000	1,500(19.0)	121	1,200(8.0)	160		
1,200	2,100(22.0)	168	1,700(9.0)			
1,350	2,600(24.0)	217	2,100(10.0)			
1,500	3,200(26.0)	259	2,600(11.0)			
1,650	3,800(28.0)	343	3,200(12.0)			
1,800	4,500(30.0)	381	3,800(13.0)			
2,000	5,500(32.0)	432	4,700(15.0)			
2,200	6,700(34.0)	509	5,600(16.0)			
2,400	7,700(36.0)	646	6,700(18.0)			
2,600	9,100(37.5)	659	7,900(19.0)			
2,800			9,200(21.0)			

(주) 1. 표의 관하중치는 관자중(管自重)과 물하중의 합계에 1.2를 곱한 값임.

2. ( )내의 수치는 관의 두께를 mm로 표시한 수치임. 그러나 관의 실제 두께는 설계조건에 따라 달라지므로 표의 값은 참고로 표시한 것에 유의할 것.

3. 플랜지를 다수 삽입하는 경우는 플랜지 하중도 고려해야 함.



그림 4 참고 14 입축 편흡입 볼류트펌프 스러스트 하중지지범위도

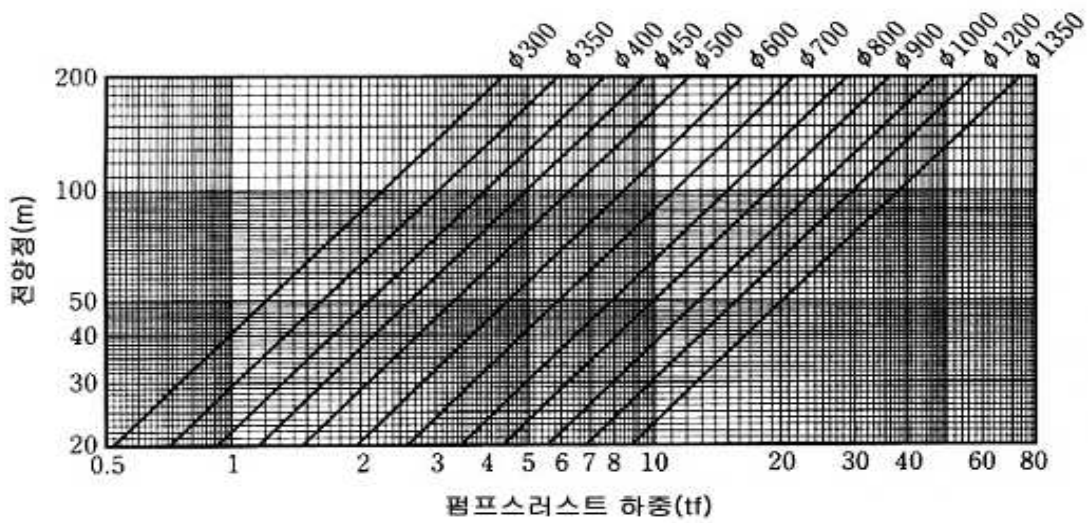


그림 4 참고 15 입축 편흡입 볼류트 펌프 스러스트 하중

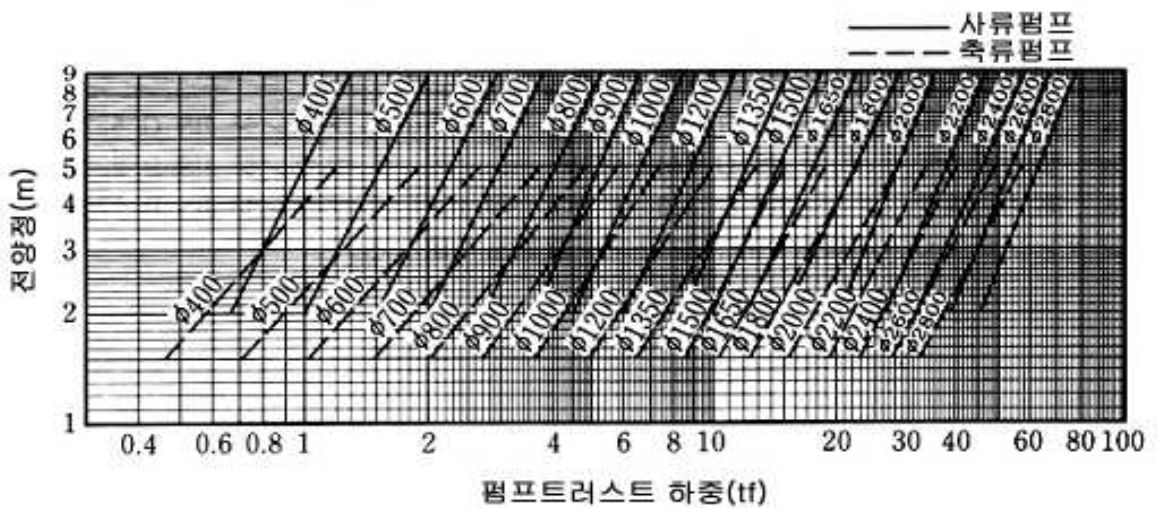


그림 4 참고 16 펌프 스러스트 하중 선정도

표 4 참고 10 디젤기관 치수 및 하중표

기관출력 (PS)	기관회전수 (rpm)	실린더 수	치 수 (mm)					중량 (kg)
			A	B	C	D	E	
50	1,000	3	1,980	510	1,280	1,460	720	1,400
	1,200	3	1,980	510	1,280	1,460	720	1,400
	1,500	3	1,980	510	1,280	1,460	720	1,400
70	1,000	3	2,090	510	1,280	1,460	730	1,600
	1,200	3	1,980	510	1,280	1,460	720	1,400
	1,500	3	1,980	510	1,280	1,460	720	1,400
	1,800	4	1,890	600	1,410	1,390	1,010	1,300
80	1,000	5	2,280	510	1,280	1,460	730	1,700
	1,200	4	2,090	510	1,280	1,460	730	1,600
	1,500	3	1,980	510	1,280	1,460	720	1,400
	1,800	4	1,890	600	1,410	1,390	1,010	1,300
90	1,000	5	2,280	510	1,280	1,460	730	1,700
	1,200	4	2,090	510	1,280	1,460	730	1,600
	1,500	4	1,980	600	1,410	1,390	1,010	1,300
	1,800	4	1,890	600	1,410	1,390	1,010	1,300
100	1,000	5, 6	2,300	500	1,310	1,450	840	2,260
	1,200	4, 5, 6	2,200	500	1,300	1,450	840	1,660
	1,500	4, 6	2,110	530	1,350	1,430	970	1,550
150	1,000	6	2,300	500	1,390	1,450	940	1,930
	1,200	6	2,200	510	1,320	1,420	910	1,770
	1,500	6	2,110	510	1,340	1,410	970	1,620
200	1,000	6	2,250	540	1,430	1,490	970	2,040
	1,200	6	2,300	530	1,410	1,410	960	1,770
	1,500	6	2,230	530	1,390	1,400	970	1,640
250	1,000	6	2,250	580	1,650	1,760	1,150	3,160
	1,200	6	2,530	580	1,560	1,600	1,080	2,830
	1,500	6	2,250	540	1,460	1,460	1,000	2,040
	1,800	6	2,150	530	1,390	1,400	970	1,650
300	1,000	6	2,880	630	1,730	1,810	1,220	3,550
	1,200	6	2,550	580	1,560	1,600	1,110	2,910
	1,500	6	2,300	550	1,480	1,510	1,010	2,180
	1,800	6	2,190	540	1,450	1,460	1,010	1,960
350	1,000	6	2,880	630	2,160	1,810	1,220	3,570
	1,200	6	2,610	600	1,610	1,700	1,220	3,080
	1,500	6	2,370	560	1,530	1,550	1,080	2,640
	1,800	6	2,190	540	1,450	1,460	1,010	1,900
400	750	6	3,520	790	2,160	2,230	1,360	6,630
	1,000	6	2,890	630	1,730	1,810	1,220	3,570
	1,200	6	2,880	630	1,710	1,780	1,220	3,540
	1,500	6	2,530	620	1,580	1,650	1,110	2,840
	1,800	6, 8	2,420	580	1,150	1,510	1,090	2,550
500	750	6	3,540	790	2,160	2,230	1,490	6,690
	1,000	6	3,270	690	1,920	1,990	1,320	5,080
	1,200	6	3,010	630	1,710	1,780	1,240	3,570
	1,500	6	3,010	630	1,720	1,800	1,280	3,560
	1,800	6, 12	2,790	630	1,700	1,620	1,240	3,200

기관 출력(PS)	기관 회전수(rpm)	실린더 수	치 수 (mm)					중량(kg)
			A	B	C	D	E	
600	750	6	3,670	800	2,190	2,350	1,510	7,820
	1,000	6, 12	3,280	810	2,130	2,140	1,440	6,440
	1,200	6, 12	3,100	710	1,840	1,850	1,220	4,870
	1,500	6, 12	2,810	640	1,760	1,680	1,250	3,570
	1,800	6, 12	2,880	620	1,740	1,680	1,290	3,450
700	750	6	3,760	800	2,220	2,380	1,420	8,120
	1,000	6, 12	3,550	810	2,150	2,190	1,470	7,070
	1,200	6, 12	3,430	800	2,150	2,240	1,360	7,180
	1,500	12, 16	3,050	700	2,810	1,630	1,360	5,020
	1,800	12	2,820	670	2,910	1,640	1,340	4,600
800	750	6	3,970	920	2,360	2,690	1,530	10,280
	1,000	6, 16	3,680	820	2,180	2,250	1,380	7,950
	1,200	6, 12	3,450	810	2,160	2,210	1,390	7,410
	1,500	12, 16	3,040	690	1,770	1,570	1,360	4,770
	1,800	12, 16	3,050	700	1,810	1,630	1,360	4,980
900	750	6	3,980	950	2,470	2,750	1,540	10,800
	1,000	6, 16	3,680	820	2,180	2,250	2,380	7,950
	1,200	6, 16	3,010	820	2,230	2,320	1,550	8,480
1,000	750	5, 6	4,130	950	2,560	2,720	1,640	10,840
	1,000	6	3,940	900	2,400	2,620	1,520	10,270
	1,200	6, 16	3,700	820	2,230	2,320	1,550	8,540
1,100	750	5, 6, 8	4,640	990	2,750	2,830	1,850	12,610
	1,000	6	3,960	950	2,470	2,720	1,530	10,540
	1,200	6	3,740	860	2,330	2,580	1,630	9,590
1,200	750	5, 6, 8	4,660	990	2,750	2,830	1,850	12,610
	1,000	6	4,260	950	2,560	2,710	1,670	11,100
	1,200	6	4,100	930	2,530	2,680	1,820	10,610
1,300	750	6, 8	4,770	1,030	2,770	2,930	1,890	13,010
	1,000	6	4,450	1,070	2,810	2,860	2,170	12,200
	1,200	6, 12	4,560	1,070	2,810	2,860	2,170	13,580
1,400	750	6, 12	4,700	1,060	2,870	2,970	2,000	14,520
	1,000	6	4,470	980	2,680	2,800	1,900	12,400
	1,200	6	4,500	1,070	2,810	2,860	2,170	13,580
1,500	750	6, 12	4,660	1,060	2,810	3,070	1,990	14,950
	1,000	5, 6, 8	4,760	1,050	2,840	2,880	2,710	13,410
	1,200	6, 8, 12	4,560	1,070	2,860	2,170	2,170	13,580
1,600	750	6, 12	4,660	1,060	2,810	3,070	1,990	14,950
	1,000	5, 6, 8	4,760	1,050	2,840	2,880	2,710	13,470
	1,200	6, 8, 12	4,890	1,070	2,810	2,860	2,170	14,550
1,700	750	6, 8, 12	5,270	1,070	3,080	3,080	2,620	18,600
	1,000	6, 8, 12	4,880	1,070	2,940	2,810	2,170	14,550
	1,200	6, 8, 12	4,890	1,070	2,810	2,860	2,170	14,550
1800	750	6, 8, 12	5,270	1,070	3,080	3,080	2,620	18,600
	1,000	6, 8, 12	4,890	1,070	2,810	2,860	2,170	14,550
	1,200	6, 8, 12	4,890	1,070	2,810	2,860	2,170	14,550
1900	750	6, 8, 12	5,280	1,070	3,080	3,080	2,620	18,660
	1,000	6, 12	5,030	1,080	3,020	2,840	2,230	17,570
	1,200	6, 8, 12	4,940	1,070	2,810	2,860	2,200	14,680
2000	750	6, 12	5,180	1,090	3,110	3,120	2,100	19,480
	1,000	8, 12	5,310	1,080	3,050	2,840	2,210	18,430

나. 토압

토압은 농업생산기반정비사업계획설계기준 수로공 편 [농림부] 및 토목공학 핸드북 [대한토목학회]의 기준에 따른다.

다. 정수압

정수압은 다음 식으로 계산한다.

$$P_h = w_o \cdot h$$

윗 식에서

$P_h$ : 수면에서 깊이  $h$ 인 곳의 정수압 ( $t/m^2$ )

$w_o$ : 수면으로부터의 깊이 (m)

$h$ : 물의 단위체적 중량 ( $t/m^2$ )

다만, 지중에 작용하는 수압이 상식의 이론 수압보다 작은 값으로 작용하는 사실이 명백한 경우에는 그 실제 수압을 작용수압으로 하여도 무방하다.

라. 부력 또는 양압력

부력 또는 양압력은 연직방향으로 작용하는 것으로 하여 구조물에 가장 불리하게 작용하는 조건으로 설계하여야 한다.

### 4.2.3 지반의 허용지지력

지반의 허용지지력은 평판재하시험으로 정하는 방법, 토질시험결과를 이용하여 결정하는 방법이 있으나 구조물 설계에서는 토질시험결과로부터 산정한다. 지반의 허용지지력도는 아래의 각 식으로 계산한다.

가. 허용지지력 산정식

장기 허용지지력도

$$q_a = \frac{1}{3} \cdot (a \cdot c \cdot N_c + \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_r + \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q) \quad (t / m^2)$$

.....(4.2.1)

단기 허용지지력도

$$q_a = \frac{2}{3} \cdot (a \cdot c \cdot N_c + \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_r + \frac{1}{2} \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q) \quad (t / m^2)$$

.....(4.2.2)

여기서

$q_a$ : 허용지지력도 ( $t/m^2$ )

$C$ : 기초저면하의 지반의 점착력 ( $t/m^2$ )

$\gamma_1$ : 기초바닥면보다 하부에 있는 지반의 단위하중 ( $t/m^2$ ) 지하수위 이하에 있는 지반에 대해서는 수중단위중량을 취한다.

$\gamma_2$ : 기초바닥면보다 상부에 있는 지반의 평균단위 중량 ( $t/m^2$ ), 지하수위 이하에 있는 지반에 대해서는 수중단위중량을 취한다.

$\alpha, \beta$ : 표 4.2.1 의 형상계수

$N_c, N_r, N_q$ : 지지력 계수로서 내부마찰각  $\phi$ 의 함수임.

$D_f$ : 기초에 인접한 지반의 최저 지반면에서 기초 바닥면까지의 깊이 (m) 기초인접지에서 장차 굴착할 것이 예상되는 경우에는 그 영향을 고려한다..

$B$ : 기초바닥면의 최소폭 (m), 원형인 경우에는 지름 (m)

표 4.2.1 형상계수

기초바닥면 형상	연 속	정방형	장방형	원 형
$\alpha$	1.0	1.3	1.0~0.3 B/L	1.3
$\beta$	0.5	0.4	0.5~0.1 B/L	0.3

식 (4.2.1) 및 식 (4.2.2)는 기초바닥면의 길이가 폭에 비하여 무한히 긴 연속기초에 대하여 적용하는 Terzaghi의 원식 (전반전단파괴에 대한 지지력공식)

$q_a = c \cdot N_c + \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_r + \gamma \cdot D_f \cdot N_q$  ( $t/m^2$ ) 을 유한의 길이를 갖는 기초에 대하여 적용할 수 있도록 형상계수를 곱하여 수정한 식이다.

표 4.2.2 지지력 계수



$\phi$	$N_c$	$N_r$	$N_g$
0	5.3	0	3.0
5	5.3	0	3.4
10	5.3	0	3.9
15	6.5	1.2	4.7
20	7.9	2.0	5.9
25	9.9	3.3	7.6
28	11.4	4.4	9.1
32	20.9	10.6	16.1
36	52.2	30.5	33.6
40 이상	95.7	114.0	83.2

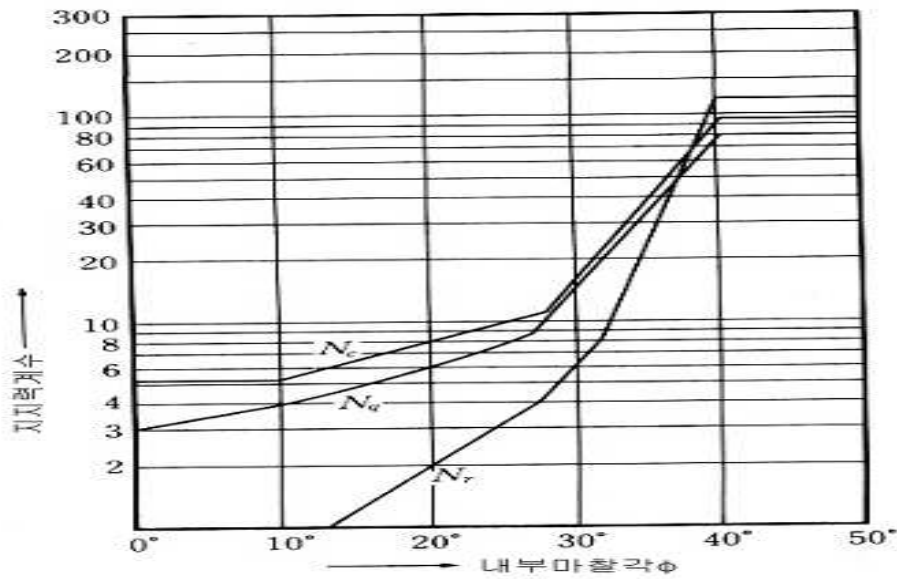


그림 4.2.3 설계용 지지력 계수와 내부마찰각

나. 2층 지반의 지지력

기초바닥면의 지반이 파괴될 때에 활동이 일어나는 범위는 기초 폭의 2배 이내의 범위에 머문다. 이 범위 내에 성질이 다른 2종류의 지층이 존재할 경우에는 그들 2지층의 지지력을 계산하여 이중 작은 값을 취한다.

$$q_{a1} = \frac{1}{3}(\beta \cdot r_1 \cdot B \cdot N_r + r_2 \cdot D_f \cdot N_q)$$

.....(4.2.3)

$$q_{a2} = \frac{1}{3} \left(1 + \frac{H - D_f}{B}\right) \cdot \left(1 + \frac{H - D_f}{L}\right) (\alpha_c N_c + r_1 D_f N_q)$$

.....(4.2.4)

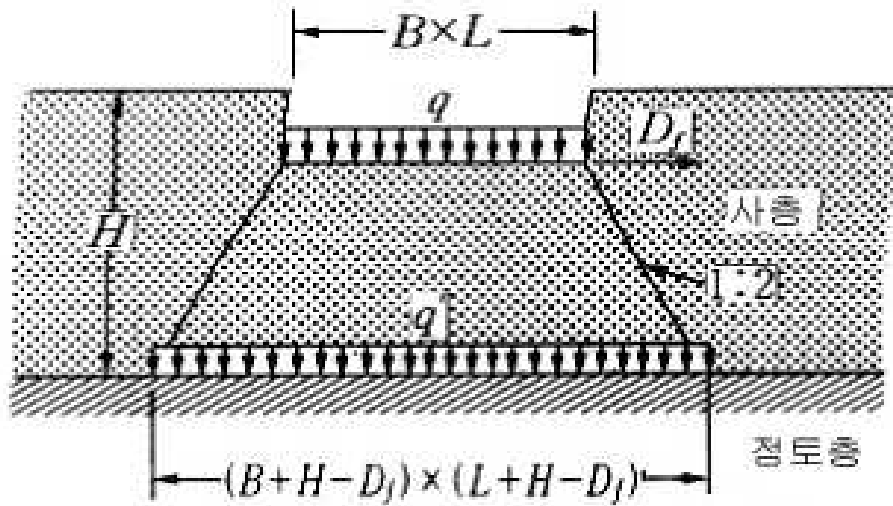


그림 4.2.4 2층 지반의 지지력

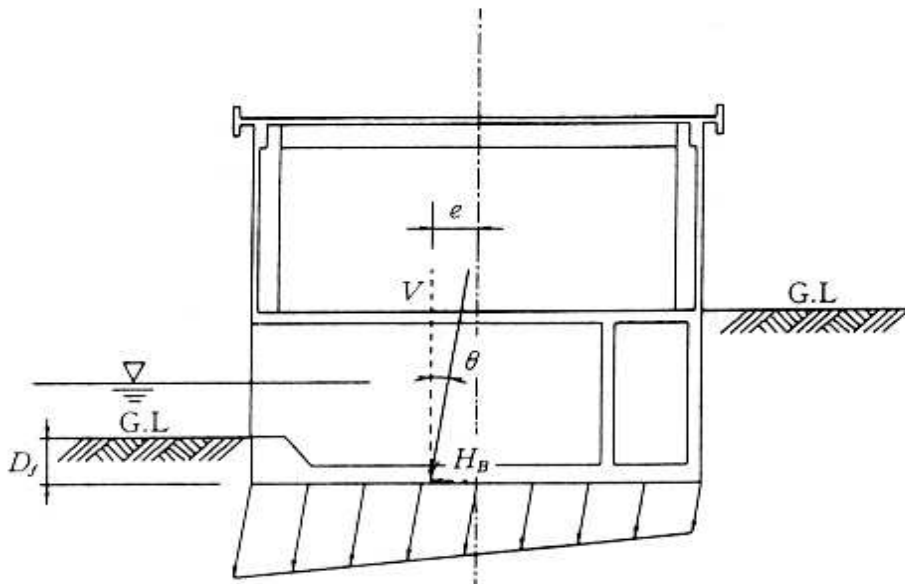


그림 4.2.5 경사·편심하중

다. 경사하중 및 편심하중을 받는 경우

하중에 경사와 편심이 있으면 지반의 지지력은 감소한다. 그림 4.2.5와 같이 기초바닥면에 연직하중( $V$ )과 수평하중( $H_B$ )이 동시에 작용하는 경우에  $\theta = \tan^{-1} H_B / V$ 만큼 하중이 경사지게 된다. 이 경우 연직성분의 최대 접지압은 경사진 경우의 허용지지력 이내가 되도록 한다.

기초하중이 경사하고 있는 경우에는 근사적으로 다음 식에 따라 수정계수를 곱하여 허용지지력도를 구한다.

$$[\text{장기}] \quad q_a = \frac{1}{3} (i_c \cdot \alpha \cdot c \cdot N_c + i_r \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_r + i_q \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q)$$

$$[\text{단기}] \quad q_a = \frac{2}{3} (i_c \cdot \alpha \cdot c \cdot N_c + i_r \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_r + \frac{1}{2} \cdot i_q \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q)$$

하중이 기초바닥면의 도심으로부터 편심하고 있는 경우는 그림 4.2.6과 같이 편심하중과 균형을 이루는 사다리꼴, 삼각형 하중의 접지분포압을 고려하여 기초바닥면의 최대접지압  $q_{\max}$ 가 편심하지 않는 경우의 허용응력도( $q_a$ ) 이내가 되도록 설계하는 방법과 기초바닥면의 유효폭이 편심량의 2배 만큼 감소하도록 설계하는 방법이 있는데, 여기서는 전자의 방법으로 한다.

$$i_c = i_q = \left(1 - \frac{\theta}{90}\right)^2$$

$$i_r = \left(1 - \frac{\theta}{\phi}\right)^2$$

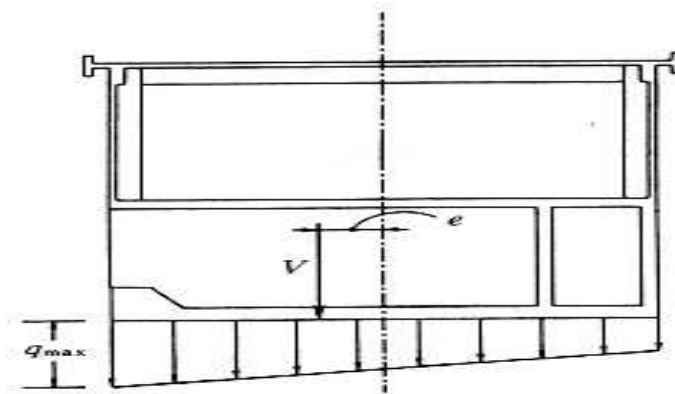


그림 4.2.6 편심하중

#### 4.2.4 침하량의 계산

##### 가. 압밀침하

압밀에 의한 지층의 침하는 점토 세립자 사이의 간극에서 물이 배출되는 현상에 따른 것으로 압밀침하량은 테르자기의 압밀이론으로 계산할 수도 있으나  $e - \log p$  곡선으로부터 계산하는 것이 실용상 편리하다.

$$S_c = \frac{e_0 - e}{1 + e_0} \cdot H$$

.....(4.2.5)

여기서  $S_c$ : 구하려는 침하량 (m)

$e_0$ : 재하전의 원지반의 초기간극비

$e$ : 재하후의 간극비 ( $e - \log p$ ) 곡선으로부터 구한다.

$H$ : 압밀층의 두께 (깊이 m)

또한, 정규압밀상태에 있는 점성토층의 경우에는 다음 식에 의한다.

$$S_c = \frac{C_c}{1 + e_0} \cdot H \cdot \log \frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \quad \dots\dots\dots(4.2.6)$$

여기서  $C_c$ : 압축 지수(무차원량)

$P_0$ : 상재 하중 ( $t/m^2$ )

$\Delta P$ : 재하후의 응력 증가 ( $t/m^2$ )

나. 즉시침하량

지반을 균일한 반무한강성체로 가정한 즉시침하량은 일반적으로 지중응력도의 이론해에 의하여 산정하나 다음 식으로 구한다.

1) 균질의 수평 지반상 기초의 즉시침하량

$$S_E = I_G \frac{1 - \nu^2}{E} q B \quad \dots\dots\dots(4.2.7)$$

2) 유한 깊이를 갖는 지반상 기초의 즉시침하량

$$S_E = \mu_H \frac{q \cdot \sqrt{A}}{E} \quad \dots\dots\dots(4.2.8)$$

상기 두 식에서

$S_E$ : 즉시침하량 (m)

$B$ : 기초의 단변 길이, 원형인 경우에는 지름 (m)

$A$ : 기초의 바닥 면적 ( $m^2$ ),  $q$ : 기초의 평균하중강도 ( $t/m^2$ )

$E$ : 지반의 탄성계수 ( $t/m^2$ ),  $\nu$ : 지반의 포아송비

$I_G$ : 기초바닥면 형상과 강성에 따른 침하계수 (표 4.2.3 참조)

$\mu_H$ : 지반의 포아송비 지반의 두께 및 기초바닥면의 형상에 따라 정해지는 침하계수 (표 4.2.4 참조)

$L$ : 기초바닥의 장변길이(m),  $H$ : 지층의 두께 (깊이. m)

표 4.2.3 침하계수  $I_G$

바닥면 형상	기초의 강성	바닥면상의 위치		$I_G$
원 (지름 B)	0	중 앙		1
		변		0.636
	$\infty$	전 체		0.785
정 방 형 ( $B \times B$ )	0	중 앙 모 서 리 변의 중앙		1.122 0.561 0.767
	$\infty$	전 체		0.88
장 방 형 ( $B \times L$ )	0	모서리	L/B = 1	0.56
			1.5	0.68
			2.0	0.76
			2.5	0.84
			3.0	0.89
			4.0	0.98
			5.0	1.05

표 4.2.4 침하계수  $\mu_H$

$\nu$	$H/\sqrt{A}$ $L/B$	0.5	1	2	3	5	$\infty$	비고
		0.5	1 2 5	0.125 0.125 0.122	0.267 0.257 0.223	0.413 0.393 0.331	0.479 0.458 0.385	
0.3	1 2 5	0.214 0.210 0.313	0.379 0.364 0.313	0.537 0.514 0.433	0.607 0.582 0.491	0.668 0.642 0.547	0.766 0.739 0.642	사질토
0.15	1 2 5	0.259 0.754 0.231	0.433 0.416 0.357	0.594 0.569 0.480	0.664 0.637 0.539	0.716 0.688 0.595	0.823 0.794 0.690	흙(loam)

3) 지반의 포아송비와 탄성계수

포아송비	포화성 점토	0.5
	모 래	0.25 ~ 0.35
	불포화성 점토	0.15
탄성계수	포화성 점토	교란되지 않은 시료에 대한 일축압축시험으로 구한 변형계수 $E_s$

불포화성 점토	포화성 점토와 동일
정규압밀된 모래	$14 \bar{N}$ (kg/m <sup>2</sup> )
과압밀된 모래	$28 \bar{N}$ (kg/m <sup>2</sup> )

다. 허용 침하량

구조물의 기초는 상재하중으로 인하여 파괴되거나 지반의 과대한 변형에 따른 유해한 부등침하를 일으켜서는 안 된다. 이 때문에 기초를 설계할 때에는 침하량을 계산해서 그 값이 과대할 때에는 침하에 대한 대책을 강구하여야 한다. 침하에 대한 대책은 아래와 같다.

- ① 건물을 경량화하여 침하량을 경감시킨다.
- ② 건물의 길이를 짧게 한다. 길이가 크면 상대적으로 강성이 작아질 뿐 아니라 건물하중에 의한 지중응력이 깊은 곳까지 미치므로 침하량이 커진다.
- ③ 건물의 수평부재의 강성을 크게 하여 부등침하를 경감토록 한다.
- ④ 적당한 위치에 신축이음을 설치하여 구조장해를 제거한다.
- ⑤ 건물의 중량배분에 대하여 고려한다. 길이가 긴 건물에서는 중앙부의 하중이 커서 침하를 일으키기 쉬우므로 중앙부를 경량으로 설계하고 끝부분을 무겁게 하면 침하량을 평균화할 수 있다.
- ⑥ 기초형식을 변경한다. 말뚝 기초로 하여 양질의 지반에 지지시킨다.
- ⑦ 지하실을 설치하면 건물의 유효중량이 감소되어 침하량이 경감된다.
- ⑧ 지반을 개량한다.

침하량을 어느 정도까지 허용할 것인가 문제는 지반조건, 구조물 중요도, 기초형식, 상부구조의 특성, 주위의 상황 등에 따라 다르므로 이들 문제를 고려한 다음 허용침하량을 결정해야 한다.

허용 침하량을 개략 결정할 경우에는 표 4 참고 11, 12를 참조할 수 있다.

[ 4.2 해설 가. 5) 참고]

부등침하에 따른 보, 기둥 등의 균열에 대한 허용 변형각은 철근콘크리트  $(1.0 \sim 2.0) \times 10^{-3}(\text{rad})$ , 콘크리트블록  $(0.5 \sim 1.0) \times 10^{-3}(\text{rad})$ 으로 하는 것이 일반적인데 이를 기초로 허용 침하량을 계산하면 표 4 참고 11과 같다.

표 4 참고 11 허용 최대침하량 (압밀침하의 경우) 단위: cm

구조종별	콘크리트블록	철근콘크리트구조		
		연속기초	독립기초	연결기초
표준치	2	5	10	10~(15)
최대치	4	10	20	20~(30)

(주) ( )내는 대형보 혹은 2중 슬래브에서와 같이 강성이 충분히 큰 것에 대한 값을 표시함.

한편 즉시침하에 대한 허용 변형각에 대해서는 자료가 많지 않으나 지진벽과 PC 구조물에 대해서는 아래와 같이 허용 변형각을 취한다.

내진벽  $(0.2 \sim 0.5) \times 10^{-3}(\text{rad})$

PC 구조물  $(0.4 \sim 1.0) \times 10^{-3}(\text{rad})$

이 자료를 근거로 허용 침하량을 계산하면 표 4 참고 12와 같이 된다. 양배수장의 기초설계에 있어서는 건물의 구조·용도 등을 고려하여 표 4 참고 11 및 표 4 참고 12의 값을 적절히 보정하여 허용 침하량을 더욱 안전측으로 정해야 한다.

표 4 참고 12 허용최대침하량

단위: cm

구조종별	콘크리트블록	철근콘크리트구조		
		연속기초	독립기초	연결기초
표준치	1.5	2.0	2.5	3.0-(4.0)
최대치	2.0	3.0	4.0	6.0-(8.0)

(주) ( )내는 즉시침하의 경우

#### 4.2.5 직접기초

직접기초는 지형상태로 볼 때 하중이 기초판에서 직접 지반에 전달되는 구조를 말한다. 따라서 지반은 허용지지력에 대해 안전하고 침하로 인하여 상부 구조에 장애를 주지 않아야 한다. 또 저면에 수평력이 작용할 때에는 활동에 대한 안정성을 검토하여야 한다.

가. 독립후탕기초

1) 독립후텅(Individual Footing)의 접지압(지반반력)은 바닥면 전체에 걸쳐 균등하게 분포하는 것으로 생각하여 식 (4.2.9)로 검토된다.

$$\sigma_e = \frac{P}{A} \leq f_e \text{ (t/m}^2\text{)} \dots\dots\dots(4.2.9)$$

- 여기서  $\sigma_e$ : 접지압 (t/m<sup>2</sup>)
- P: 후텅에 작용하는 연직하중 (후텅의 자중포함) (t)
- A: 후텅의 바닥면적 (m<sup>2</sup>)
- $f_e$ : 후텅의 지내력 (t/m<sup>2</sup>)

여기서 말하는 허용지내력이란 강도(지지력)와 변형(침하량)에 대한 허용치를 말한다.

2) 후텅 바닥면이 편심하중을 받을 때의 접지압은 직선적으로 분포한다고 가정하면 바닥면에 발생하는 최대 접지압은 식 (4.2.10)으로 검토한다.

$$\sigma_e = \frac{\alpha P}{A} \leq f_e \text{ (t/m}^2\text{)} \dots\dots\dots(4.2.10)$$

여기서  $\sigma_e, P, A, f_e$  는 식 (4.2.9)와 같다.

$\alpha$ : 하중의 편심과 후텅 바닥면의 형상에 따라 힘과 모멘트의 평형 조건으로부터 결정되는 접지압 계수이다. 장방형 기초와 원형기초의  $\alpha$  값은 그림 4.2.7에 의하며, 사다리꼴 기초의  $\alpha$  값은 그림 4.2.8에 의한다.

나. 복합후텅(Combined Footing) 기초 (2개의 기둥이 동일 기초슬래브에 지지하는 것)

복합후텅의 접지압은 식 (4.2.11)으로 검토한다.

$$\sigma_e = \alpha \frac{\Sigma P}{A} \leq f_e \text{ (t/m}^2\text{)} \dots\dots\dots(4.2.11)$$

$\Sigma P$ 는 자중을 포함한 연직하중의 총화이며 원칙적으로 연직하중의 합력이 바닥면의 도심을 통하도록 바닥면의 형상과 위치를 정하면  $\alpha=1$ 이 되어 유리하지만 그렇지 않은 경우는 동 연직하중  $\Sigma P$ 의 작용점에서  $e$ 를 구하고 그림 4.2.7 또는 그림 4.2.8을 이용하여  $\alpha$ 를 구해서 정지압을 검토한다.



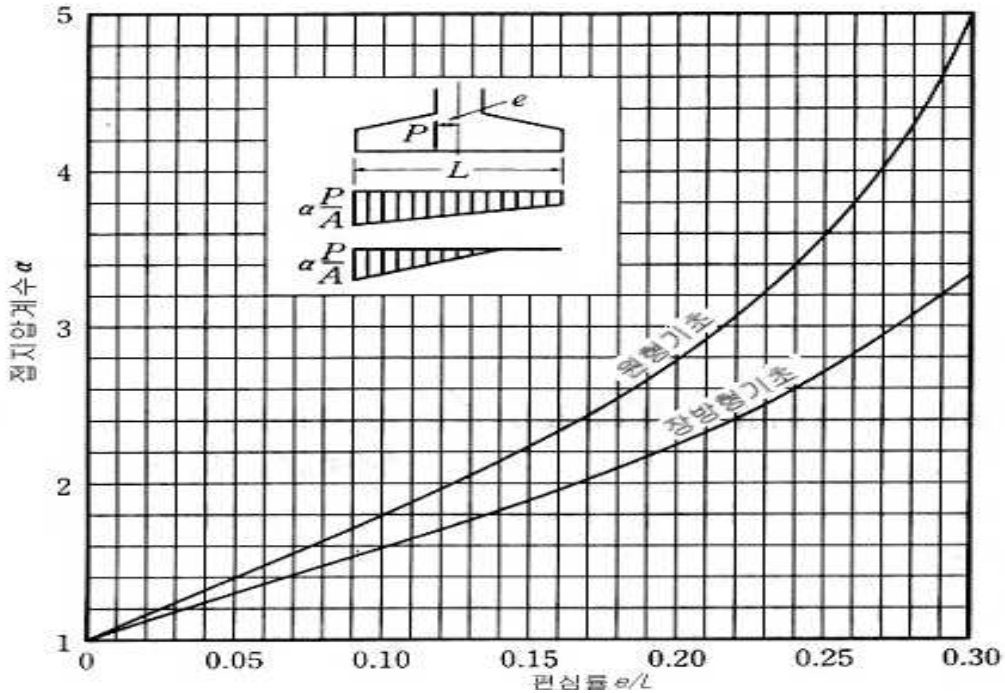


그림 4.2.7 장방형 기초와 원형기초의 접지압 계수의 편심률과의 관계

다. 연속후텅기초

연속후텅(Continuous Footing) 기초의 접지압은 식 (4.2.12)로 검토한다.

$$\sigma_e = \frac{P_n}{A_n} \leq f_e \quad (t/m^2) \quad \dots\dots\dots(4.2.12)$$

여기서  $\sigma_e, f_e$ : 식 (4.2.9)와 같다.

$A_n$ : 각 기둥의 지배면적, 인접기둥까지의 거리의 1/2 범위를 취한다( $m^2$ ).

$P_n$ : 각 기둥아래의 연직하중, 지배면적내의 후텅자중을 포함한다(t).

연속후텅에는 일렬로 연결하는 것과 중형으로 설치하는 것이 있다. 기둥간격에 비해 후텅이 작을 때에는 각 후텅아래 기초의 파괴면은 서로 연관없이 단독으로 존재하므로 후텅 폭을 기초 폭으로 하면 된다. 그러나 기둥간격에 비하여 후텅이 크면 파괴면은 타 후텅과 중복하여 파괴침하가 좀처럼 일어나지 않으므로 기초 전체 폭을 기초 폭으로 하면 된다.

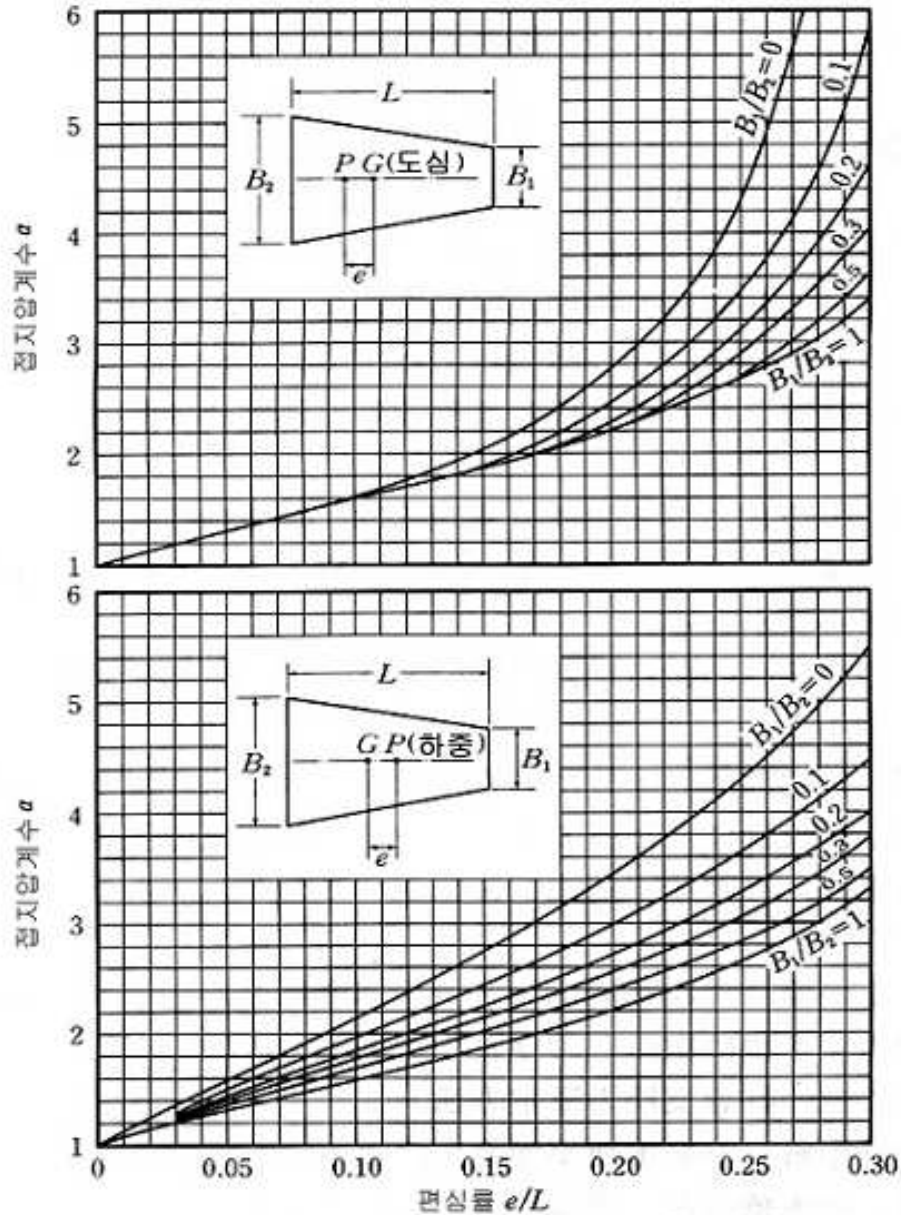


그림 4.2.8 사다리형 기초의 접지압 계수와 편심률과의 관계  
라. 전면기초

전면기초는 구조물 전체를 연속한 바닥면을 갖는 단일의 기초슬래브로 지지하는 것이므로 지중응력이 깊은 곳까지 달하므로 충분한 검토가 필요하다. 또한, 지반의 지지력은 지반 고유의 것이 아니고 기초바닥면의 크기, 형상, 밀내기 깊이 등에 의해 결정되며 밀내기 깊이가 깊을수록 유리하다. 접지압은 연결 후팅의 공식을 이용한다.

## 4.2.6 말뚝기초

말뚝기초는 연직력, 편심력, 수평력 및 인발력에 대하여 충분히 안전해야 하고 시공 및 환경조건에도 적합할 필요가 있다.

### 가. 말뚝기초의 설계방침

말뚝기초의 설계방침은 다음과 같다.

① 말뚝기초는 지반조건, 상부구조의 특성, 환경조건, 시공조건 등을 고려하여 선정해야 한다.

② 말뚝기초는 각각의 말뚝 머리에 생기는 반력이 허용지내력을 넘지 않을 뿐만 아니라 말뚝머리의 변위가 상부구조에 의하여 정해지는 허용 변위량을 초과하지 않도록 설계해야 한다.

③ 말뚝기초의 연직하중은 말뚝만으로 지지함을 원칙으로 하고 기초 바닥면의 지반지지력은 가산하지 않는 것으로 한다.

④ 편심력, 수평력, 인발력 등을 받는 기초말뚝은 지반의 저항력과 말뚝재에 발생하는 응력에 대한 안정성을 검토해야 한다. 시공상 생각할 수 있는 충격력에 대한 말뚝재의 안정성도 검토해야 한다.

⑤ 지진시에 액화(Liquefaction)가 우려되는 지반에 대해서는 말뚝기초로 하되 액화의 우려가 없는 층까지 기초를 넣어야 한다.

⑥ 말뚝머리부, 이음부, 끝부는 충분히 응력을 전달할 수 있어야 한다.

⑦ 구조물의 말뚝기초 설계에 있어서 지지말뚝과 마찰말뚝의 혼용, 마찰말뚝이라도 길이가 극단적으로 다른 말뚝의 동시사용은 유하한 부동침하를 발생할 염려가 있으므로 주의를 요한다.

### 나. 말뚝의 허용지지력

#### 1) 말뚝의 축방향 압입지지력

한 개 말뚝의 축방향 압입력에 대한 허용지지력은 말뚝의 자중을 고려한 경우는 식 (4.2.13)로 또는 타설 말뚝과 같이 자중이 적어 고려하지 않는 경우는 식 (4.2.14)에 의해 계산한다.

$$R_a = \frac{X}{n} \cdot (R_u - W_s) + W_s - W \dots \dots \dots (4.2$$

.13)

$$R_a = \frac{\bar{y}}{n} \cdot R_u \dots \dots \dots (4.2.14)$$

2.14)

여기서  $\bar{y}$  : 안전율

표 4.2.5 안전률 ( $\bar{y}$ )

말뚝의 종류			지 지 말 뚝	마 찰 말 뚝
재하시의 종류				
평	상	시	3	4
지	진	시	2	3

지반에 따라 정해지는 극한지지력( $R_u$ )은 재하시험에 의해 정하는 것이 좋으나 지반조사결과를 기초로 정역학공식에 의해서도 구할 수 있다.

가) 지지력 추정식에 의한 극한지지력( $R_u$ )

$$R_u = q_d \cdot A + U \cdot \sum l_i \cdot f_i \dots \dots \dots (4.2.15)$$

여기서 A: 말뚝의 선단면적 ( $m^2$ )

$q_d$ : 말뚝선단이 지지하는 단위 면적당의 극한지지력 ( $t/m^2$ )

U: 말뚝의 주변장 (m)

$l_i$ : 주면(周面)마찰력을 고려한 층의 두께 (m)

$f_i$ : 주면(周面)마찰력을 고려한 층의 최대 주면마찰력 ( $t/m^2$ )

(1) 타설말뚝

말뚝선단의 극한지지력( $q_d$ )는 공식에 따라 다른 값을 정하고 있다. 타설 말뚝인 경우는 그림 4.2.9에 의한다.

그림 4.2.9는 말뚝선단지반이, 자갈, 모래, 점성토지반에 적용되는 것으로 암, 연암의 경우는 대상 외로 한다. 말뚝선단의 설계 N치는 지지력 산정상 40을 상한으로 한다.

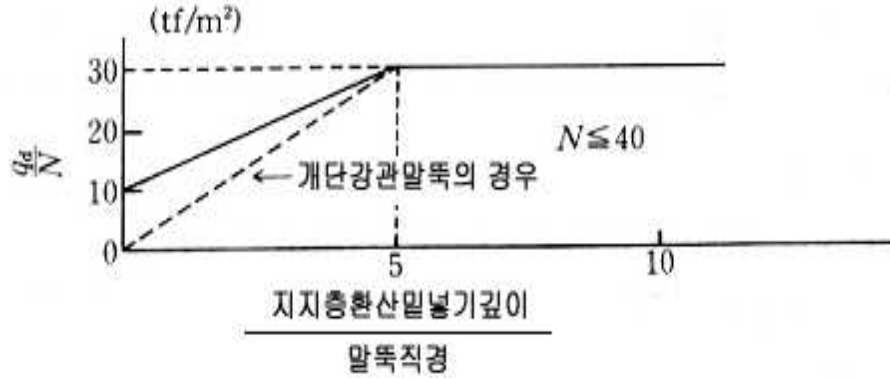


그림 4.2.9 말뚝 선단지반의 극한 지지력( $q_u$ )

(a) 지지층 명확한 경우	(b) 중간층과 지지층이 명확하지 않은 경우
	<p>① 말뚝선단지반의 설계용 <math>N</math>치 <math>\bar{N}</math>를 구함</p> $\bar{N} = \frac{N_1 + \bar{N}_2}{2} (\bar{N} \leq 40)$ <p><math>N_1</math>: 말뚝선단위치의 <math>N</math>치  <math>\bar{N}_2</math>: 말뚝선단에서 위쪽으로 4D의 범위에서의 평균 <math>N</math>치</p> <p>② 지반의 <math>N</math>치 분포곡선과 <math>\bar{N}</math>와의 선으로 둘러 쌓인 부분의 면적(그림의 사선부분)이 같게 되는 점에서 말뚝단까지의 길이를 밀წ기 깊이로 한다.</p>
<p>비고</p>	<p>지지층으로의 환산 밀წ기 깊이의 결정은 간단히 <math>N</math>치의 분포를 보지 않고 주상도에서의 토질성상을 잘 검토하여 그림 (a), (b)를 선택해야 한다.</p>

(2) 현장타설 콘크리트 말뚝

현장타설 말뚝의 경우는 일반적으로 시공에 의한 지반교란의 영향이 커서 다음과 같이 취급한다.

사질계 지반의 경우는 특히 시공에 의한 영향이 크므로 지반강도에 관계없이 일정치를 이용하여  $N$  치가 30이상의 자갈층 혹은 모래층에서는  $q_d = 300$  으로 한다.

경질점성 토층의 경우에는  $q_d = 3q_u$  로 한다. 여기서  $q_u$ 는 일축압축강도이다. 다만 이런 값은 현장타설 말뚝의 재하시험결과를 고려하여 결정하는 것으로 운용상의 주의사항은 다음과 같다. 말뚝길이직경의 비  $l/D$ 가 10 이상이다.

말뚝선단은 양호한 지지 지반중에 말뚝직경 정도 관입되어 있다. 말뚝 시공 중에는 보일링 발생에 주의하고 슬라임 처리를 충분히 한다. 이러한 값은 기계 굴착에 의한 현장타설 말뚝에서만 적용되는 것으로 심초말뚝에서는 별도의 검토가 필요하다.

(3) 매입말뚝

(가) 중굴(中掘)말뚝 공법에 의한 말뚝선단의 극한 지지력도

말뚝재료를 PC, PHC, 강관으로서 그 선단 처리법에 최종 타격방식, 시멘트 밀크 분사방식(단, 사질계 지반에 적용), 콘크리트 타설방식을 채용하는 것으로서 표 4.2.6의 산정법에 의해 말뚝선단의 극한 지지력도를 구한다. 말뚝직경의 적용범위는 PC, PHC 말뚝의 경우는 외경 400mm로부터 600mm정도, 강관 말뚝의 경우는 500mm부터 800mm 정도로 하여 이것을 넘는 경우는 지지력 침하 특성 등을 별도로 검토하는 것이 좋다.

표 4.2.6 중굴공법에 의한 말뚝선단의 극한지지력도

선단처리방법	말뚝선단의 극한지지력도의 산정법
최종타격방법	타설말뚝의 산정법을 적용한다.
시멘트 분사 교란방법 (사질 지반에만 적용)	$q_d = 15N(\leq 750)$ , 사층, $20N(\leq 1,000)$ , 자갈층( $t/m^2$ ), 여기서 N: 말뚝선단의 N 치
콘크리트타설 방식	현장타설말뚝의 극한 지지력을 적용한다.

(주) 콘크리트 타설방식은 말뚝외경이상을 지지층에 관입시켜 말뚝내경 4배 이상의 선단부분을 콘크리트로 폐쇄시키는 방법이다.

(나) 프레볼링 공법에 의한 말뚝의 극한 지지력도

도로교 시방서에서는 프레볼링 공법은 도로교에서의 과거에 재하시험 예가 적고, 시공법이 다양하므로 일률적으로 평가할 수는 없다. 따라서 채용에 있어서 지반 조건과 시공 조건을 고려하여 적절한 공법을 선택하는 동시에 지지메커니즘에 대하여 재하시험에 의한 별도로 검토하는 것이 좋다. 특히 프리볼링의 경우에는 말뚝 직경 이상의 굴착을 하는 경우가 많으므로 공벽과 말뚝 주위와의 공간을 확실히 충전할 수 있는 공법을 선정해야 한다.

(4) 마찰말뚝의 취급

마찰 말뚝은 주로 주면마찰에 의해 지지되는 말뚝이므로 그 지지력의 산정법은 지지 말뚝과 같지만 통상 선단 지지를 고려하지 않는다.

나) 재하시험에 의한 경우

연직재하시험에 의한 말뚝의 극한 지지력의 판정은 하중 침하량 곡선이 침하량의 축으로 거의 평행으로 볼 수 있을 때의 하중으로 한다. 다만 침하량이 말뚝 직경의 10%를 넘는 경우는 말뚝의 10%인 경우의 하중을 가지고 극한 지지력으로 한다(그림 4.2.10).

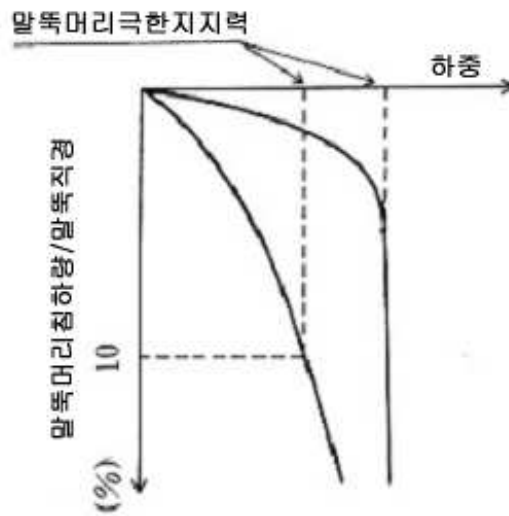


그림 4.2.10 하중-침하량 곡선의 예

다) 타설 말뚝의 항타시험에 의한 지지력 산정방법

말뚝 타설시험의 결과로부터 지지력을 산정하는 식은 말뚝의 정적내력(靜的內力)을 동적인 관입저항에 의해 추정하려는 것으로 원리적으로 이것으로부터 정적내력(靜的內力)을 추정하려고 하는 것은 무리가 있다고 알려져 있다. 그러

나 지지 말뚝의 지지력 추정에는 어느 정도의 적용성이 인정되어 있고, 시험법도 간단하며 1본 1본 시험을 할 수 있는 장점이 있다.

2) 축방향 허용인발력

가) 1본의 말뚝 축방향 허용인발력은 식 (4.2.16)에 의해 산출한다.

$$P_a = \frac{1}{n} \cdot P_n + W' \dots\dots\dots(4.2.16)$$

여기서  $P_a$ : 말뚝에서의 말뚝 축방향 허용인발력

$n$ : 안전율 (평상시  $n = 6$ , 지진시  $n = 3$ )

$P_u$ : 지반으로부터 결정하는 말뚝의 극한 인발력

$W'$ : 말뚝의 유효중량

나) 지반으로부터 결정되는 말뚝의 극한 인발력은 지반조사결과에 기초하여 추정한 각종 최대주변마찰력의 합으로 계산하든지 인발력 시험을 행하여 구한다.

3) 말뚝의 수평내력

가) 토압, 지진력 등 수평력을 받는 말뚝재의 허용치를 넘지 않고 지반의 파괴에 대하여 안정해야 한다. 또 변위가 상부구조에 유해한 영향을 미치는가에 대하여 검토해야 한다.

나) 장말뚝은 말뚝주변(항주)의 지반이 항복되더라도 그 범위는 지표면 부근의 얇은 부분에 한하며 수평저항력은 항체의 강도에 의하여 결정되지만 짧은 말뚝은 항체가 항복하기 전에 말뚝주위 지반이 파괴되므로 지반의 강도에 따라 결정한다. 말뚝의 장단에 대한 기준은 아래와 같다.

$L \geq 3/\beta$             장말뚝

$L < 3/\beta$             단말뚝

여기서  $L$ : 흙 속에 묻힌 말뚝길이 (m)

$\beta$ : 말뚝의 특성치  $\beta = \left(\frac{K_H \cdot D}{4EI}\right)^{1/4}$  ( $m^{-1}$ ,  $cm^{-1}$ )

$k_H$ : 수평방향 지반반력계수 ( $t/m^3$ ,  $kg/cm^3$ )

$D$ : 말뚝 반경 (m, cm)

$EI$ : 말뚝의 휨강성 ( $tm^2$ ,  $kgcm^2$ )

다) 수평방향지반반력계수  $k_H$ 는 다음과 같은 방법으로 구한다.



수평방향 지반 반력계수를 각종 토질시험, 조사방법으로부터 구하는 경우는 식 (4.2.17)로부터 구한다.

$$k_H = k_{H0} \cdot \left(\frac{B_H}{30}\right)^{-3/4} \dots\dots\dots(4.2.17)$$

여기서  $k_H$ : 수평방향 지반반력계수

$k_{H0}$ : 직경 30cm의 강제원판에 의한 평판재하 시험치에 상당하는 수평방향 지반반력계수로 각종 토질시험 조사에 의해 구한 변형계수로부터 추정하는 경우에는 식(4.2.18)로 구한다.

$$k_{H0} = \frac{1}{30} \cdot \alpha \cdot E_o \dots\dots\dots(4.2.18)$$

$E_o$ : 표에 보이는 방법으로 측정 또는 추정된 설계대상이 되는 위치에서의 지반의 변형계수

$\alpha$ : 지반 반력 계수의 추정에 이용되는 계수로 표의 보인다.

$B_H$ : 하중 작용 방향으로 직교하는 기초의 환산재하폭(cm)로 표에서 보이는 방법으로 구한다. 일반적으로 탄성체 기초의 수평 저항에 관여하는 지반으로서는 설계지반으로부터  $1/\beta$  정도까지 생각하면 좋다.

$A_H$ : 하중 작용방향으로 직교하는 기초의 재하면적

$D$ : 하중 작용방향으로 직교하는 기초의 재하폭

$1/\beta$ : 수평저항에 관여하는 지반깊이(cm)로 기초 길이 이하로 한다.

$\beta$ : 기초의 특성치  $\beta = \left(\frac{K_H \cdot D}{4EI}\right)^{1/4}$

$EI$ : 기초의 휨강성

수평방향 지반반력계수를 말뚝의 수평재하시험에 의한 하중-변위량 곡선으로부터 구하는 경우는 설계지반면에서의 기준변화량과 그것에 대응하는 하중으로부터 역산하면 좋다. 지반 반력계수는 식 (4.2.19) 에 의해 정의된다.

$$k_H = \frac{P}{\delta} \dots\dots\dots(4.2.19)$$

여기서,  $k_H$ : 수평방향 지반반력계수

$P$ : 지반반력도

$\delta$ : 변위량

여기서 말뚝기초의 경우 지반의 강성은 깊이 방향으로 일정하지 않고 다층

지반이 많은 경우 깊이에 따라 말뚝의 변위량도 변화하므로 지반반력계수의 깊이 방향의 분포를 고려하여 해석할 필요가 있다. 그러나 이런 영향을 고려하여 해석하는 것은 복잡하므로 도로교시방서에서는 지반 반력계수가 깊이 방향으로 일정하다고 가정하여 해석적으로 말뚝의 변형을 구하고 있다. 이 방법에 의하면 말뚝의 재하시험에서 말뚝머리에 작용하는 수평력  $H$ 와 말뚝변위량  $S$ 로부터  $k_H$ 를 구할 수 있다.

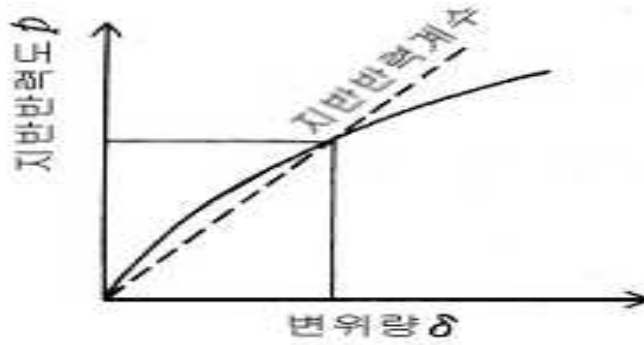


그림 4.2.11 지반반력계수

다. 말뚝재료의 허용응력도

1) 기성콘크리트 말뚝

RC, PC, PHC 말뚝의 콘크리트의 허용응력도는 표 4.2.7과 같다.

표 4.2.7 RC, PC, PHC말뚝의 콘크리트 허용응력도

	RC 말뚝	PC 말뚝	PHC 말뚝
설계기준강도	400	500	800
휨압축응력도	135	170	270
축압축응력도	115	135	230

표 4.2.8 PC, RC, PHC 말뚝의 콘크리트 휨 인장응력도

유효 프레스트레스트 $\sigma_{ce}$ (kg/cm <sup>2</sup> )		$40 \leq \sigma_{ce} < 70$	$\leq \sigma_{ce}$
설계기준강도 휨압축응력도	평상시	0	0
	지진시	30	50

## 2) 현장 타설 콘크리트 말뚝

현장타설말뚝의 콘크리트의 허용응력도는 표 4.2.9에 따른다. 단 콘크리트의 배합은 단위시멘트량 350kg/m<sup>2</sup> 이상, 물시멘트비 55% 이하, 슬럼프 15~21cm를 원칙으로 한다.

표 4.2.9 수중에서 시공하는 현장타설 말뚝의 콘크리트 허용응력도

콘크리트 부름강도		300	350	400
수중콘크리트의 설계기준강도		240	270	300
압축응력도	휨압축 응력도	80	90	100
	축압력 응력도	65	75	85
전단응력도	콘크리트만으로 전단응력을 부담하는 경우	3.9	4.2	4.5
	사인장 철근과 협동하여 부담하는 경우	17	18	19
부착응력도		12	13	14

## 라. 주요 기성말뚝의 특징

### 1) 나무말뚝

기 준	이 점	문제점	중심 간격
할열 등 결점이 없는 생통나무 수피를 제거한 것. 운구에서 말구까지 거의 일정 하게 직경이 변화, 끝 구경 12cm 이상의 것. 양단중심선이 말뚝 밖으로 나가지 않는 것.	중량이 가볍고, 운반취급 용이  타설길이, 조절 용이, 공기 단축	상시수면하에 한하여 사용, 지하수가 상하로 변화되는 곳에서 부식. 큰 하중을 지지하는 곳 에서는 부적합 휨 등의 결점이 있다. 입수가 곤란.	원구의 2.5배 이상 또는 60cm 이상

2) 기성콘크리트말뚝

기 준	이 점	문제점	중심간격
<p>운반, 타설 또는 매설 등에 의한 할열, 파괴 등이 일어나지 않은 것.</p> <p>KS F 4301 [원심력철근콘크리트 말뚝]</p> <p>KS F 4303 [프리텐션 원심력 프리스트레스트콘크리트말뚝]</p> <p>KS F 4305 [포스트 텐션방식 원심력 프리스트레스트콘크리트 말뚝]</p> <p>1본의 길이는 15m 이하로 함</p>	<p>품질이 균등 치밀하고 강도나 충격 저항 등이 클 것.</p> <p>이음말뚝이 아닐 때 완성후 확실성이 크다.</p> <p>상시수위에 관계없이 사용할 수 있다.</p> <p>다소 견경한 중간층에도 관통할 수 있다.</p>	<p>중량이 커서 취급에 주의하지 않으면 균열이 생긴다.</p> <p>이음이 적절하지 못한 것은 신뢰성에 의문이 있다.</p>	<p>말뚝머리부 직경의 2.5배 이상, 또는 75cm 이상</p>

3) 강말뚝

기 준	이 점	문제점	중심간격
<p>운반, 타설 또는 매설 등에 대해서 충분한 강도를 가지고 단면을 정하여 필요에 따라서는 보강재를 설치한다.</p> <p>KS F 4602 [강관말뚝]</p> <p>KS F 4603 [H형강말뚝]</p>	<p>길이가 긴 말뚝이 시공될 수 있다 (70cm 정도). 재료가 균질하여 이음하면서 시공하기에 쉽고 신뢰성이 높다. 충격, 휨 저항이 크고 지지력이 크다.</p> <p>중간사력층 관통이 용이하다. (N 50 ~ 70)</p>	<p>가격이 고가.</p> <p>부식우려가 있는데 부식할 경우에는 방청이 필요하다.</p>	<p>말뚝머리의 직경 또는 폭의 20배 이상</p> <p>{개폐강관에 대해서는 그 위에 75cm 이상}</p>

마. 시공법에 의한 말뚝의 분류

## 1) 타설말뚝

타설말뚝으로는 해머로 말뚝머리를 타격하거나 압입에 의해 기성말뚝을 지반 중에 타설하는 것을 말한다. 시공법에 비하여 관입에 의해 지반을 다지는 작용을 하며 타설이 끝났을 때의 관입량을 측정하며 시공관리가 용이하다는 등의 이점이 있다. 그러나 큰 타격력을 필요로 하며 상당한 해머의 크기, 슈의 형상 등을 고려하지 않으면 아래와 같은 항체의 파손을 일으킨다.

콘크리트말뚝의 타격허용한계는 상정압축강도의 65%를 목표로 해야 한다. 강말뚝의 타격응력허용한계는 모재의 인장항복응력도의 0.7로 보면 된다.

콘크리트말뚝에서 타격에 의한 말뚝파손의 주요현상은 다음과 같다.

- ① 말뚝머리부나 이음부의 부분파괴나 할열(割裂)이 발생한다.
- ② 연약층을 통과할 때의 말뚝선단에서 인장반사파에 의해 수평할열이 발생한다.
- ③ 휨 파손이 생긴다.
- ④ 선단폐단말뚝의 슈가 전단 파괴한다.
- ⑤ 개단말뚝인 경우 아래쪽에 흠이 메워지고 내압에 의해 종방향으로 할열이 생긴다.

강말뚝에서 타격에 의한 말뚝파손의 주요현상은 다음과 같다.

- ① 말뚝머리부나 이음부에 국부좌굴이 생긴다.
- ② H형 강말뚝을 평균질 지반에 타설하는 경우 비틀림 파괴가 발생한다.

타설말뚝시공은 상기와 같은 말뚝 파손이 생기지 않도록 소정의 타설 중지조건이 될 때까지 타설하도록 하고 이를 위해서는 원칙적으로 향타시험을 한다.

## 2) 매설말뚝

매설말뚝은 기성말뚝으로 지반을 굴착하여 침설하는 말뚝이며 소음, 진동 등의 공해를 목적으로 보급해온 것이다. 침설방법에는 다음과 같은 것이 있다.

가) 프리보링공법: 지반을 사전에 굴착하고 굴착공 내에 기성말뚝을 넣어 정착하는 것, 선행굴착은 위험이 없을 경우에는 그대로 굴착하고 붕괴의 우려가 있는 경우에는 벤토나이트액, 시멘트밀크 또는 양자를 혼합하는 경우도 있다.

나) 중굴공법: 끝단개방의 중공(中空)기성말뚝을 그 내부공간을 관통한 오거나 버킷으로 끝단지반을 굴착하여 침설하는 것.

다) 워터제트공법: 기성말뚝의 선단부에 제트노즐을 장치하여 물을 분사하여 지반저항을 약화시켜 말뚝을 침설하는 것.

라) 압입공법: 압입장치를 사용하여 기성말뚝을 압입 침강시키는 것.

매설말뚝은 침설후 선단지지력 마찰저항을 높이기 위하여 다음과 같은 조치를 강구한다.

(1) 해머로 타격을 가한다.

(2) 선단부에 콘크리트를 타설하거나 그라우팅을 한다.

(3) 어스오거 등으로 프리보링을 하고 침설 후 말뚝과 지반의 간격을 시멘트밀크를 사용하여 고결화한다.

매설말뚝의 시공에 있어서 유의할 사항은 다음과 같다.

(1) 굴착에 만곡이 생겨 삽입된 기성콘크리트 말뚝이 휨 파손을 일으키는 수가 있다.

(2) 타설 말뚝에 비해서 지반을 이완시키므로 허용지지력이 저하된다.

(3) 매설말뚝의 저부는 확실히 지지층에 도달시켜야 하므로 지지층의 깊이 변화 등을 충분히 확인할 필요가 있다.

(4) 지지층으로의 밀넣기 깊이는 말뚝경과 동등 이상으로 한다.

(5) 중심 간격은 말뚝머리부의 2.5배 이상으로 한다.

### 3) 현장콘크리트 말뚝

현장콘크리트 말뚝은 미리 지반 중에 굴착된 공 내에 콘크리트를 타설함으로써 조성하는 말뚝을 말한다.

#### 가) 굴착법에 의한 분류

- ① 회전버킷에 의한 것
- ② 해머그래브를 사용하는 것
- ③ 커터(Cutter)에 의하는 것
- ④ 오거를 사용하는 것
- ⑤ 비트에 의한 것

#### 나) 공벽의 보호법에 의한 분류

- ① 케이싱을 사용하는 것
- ② 벤토나이트 이수(泥水)나 청수의 액압을 이용하는 것

#### 다) 콘크리트 타설법에 의한 분류

- ① 막파기 후 콘크리트를 타설하는 것
- ② 오거 굴착 후 로드 끝단에 모르타르를 주입하는 것

③ 트레미관에 의해 콘크리트를 타설하고 니수(泥水)나 청수로 치환하는 것

④ 비트에 의한 교반(攪拌)토에 모르타르를 주입하는 것

이상을 결합시킨 여러 가지 공법이 실용화되고 있으며 크게 웰케이싱공법, 리버스서클레이션공법, 어스드릴공법, 심초(深礎)공법 등 4가지가 있다.

현장콘크리트 말뚝의 시공은 벽의 붕괴, 보링과 더불어 굴착기계인양시의 흡입현상 등으로 지지층이 이완되지 않도록 하고 구멍바닥의 슬라임 제거대책을 강구해야한다.

말뚝의 저부는 지지층에 확실히 도달시키며 통상적으로 1m 이상 지지층중에 관입시키는 것으로 한다. 설계경은 심초공법에서는 140cm 이상, 기타 공법에서는 80cm 이상으로 하며, 설계경은 10cm 간격으로 한다. 주철근량은 설계단면적의 0.4% 이상 6%를 최대로 하며 본수는 6본 이상, 주철근과 설계경 외주의 거리는 심초공법에서 10cm 이상으로 한다.

또 띠철근 또는 나선철근으로 보강해야 한다. 말뚝의 중심 간격은 말뚝머리경의 2.5배 이상으로 한다.

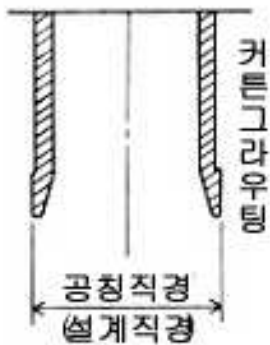


그림 4.2.12 웰(well) 드릴

공법의 경우

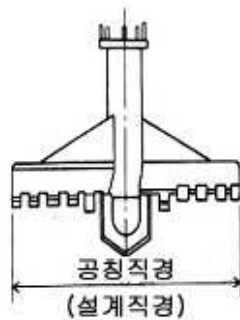


그림 4.2.13 리버스

공법의 경우

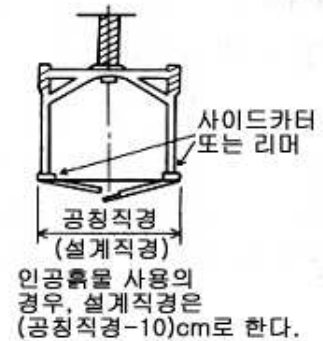


그림 4.2.14 어스

(earth drill) 공법의 경우

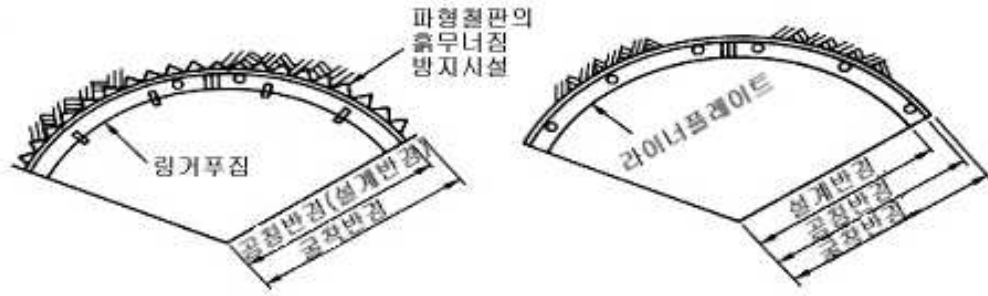


그림 4.2.15 심초공법의 경우

바. 말뚝구조세목

1) 말뚝머리부

방법 A: 기초 슬래브속에 말뚝을 일정 깊이마다 매설하고 이 부분에 의해서 말뚝머리구속, 휨 모멘트에 저항하는 방법

방법 B: 기초 슬래브속의 매입 길이는 작지만 주로 철근으로 보강하고 이에 의해서 말뚝머리구속, 휨모멘트에 저항하는 방법

상세한 설계 계산은 [구조물기초설계기준 8장, 말뚝기초의 설계] [건설부]를 참고하고, 설계의 개요는 그림 4.2.16~4.2.21과 같다.

2) 이음부: 프리스트레스 콘크리트 말뚝의 이음은 그림 4.2.22와 같다. 이음부는 지하수면 아래에서 시공될 수 있으므로 부식이 염려되는 경우에는 부식 방지대책이 필요하다. 강관말뚝 이음은 반자동 용접법이 확실하며 공비도 다른 방법에 비해 싸다.



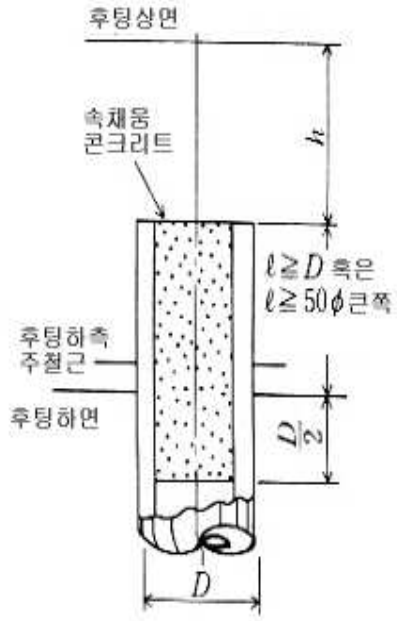


그림 4.2.16 강말뚝인 경우 A

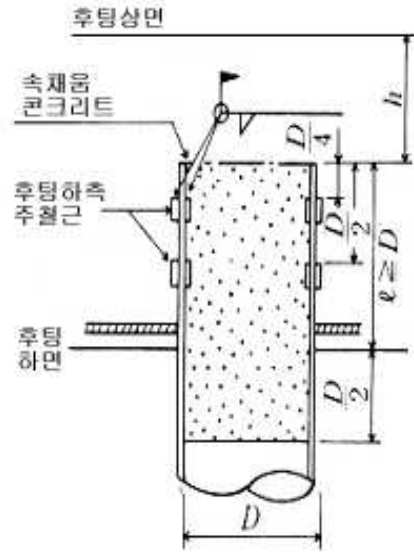


그림 4.2.17 프리스트레스

트

말뚝인 경우 A

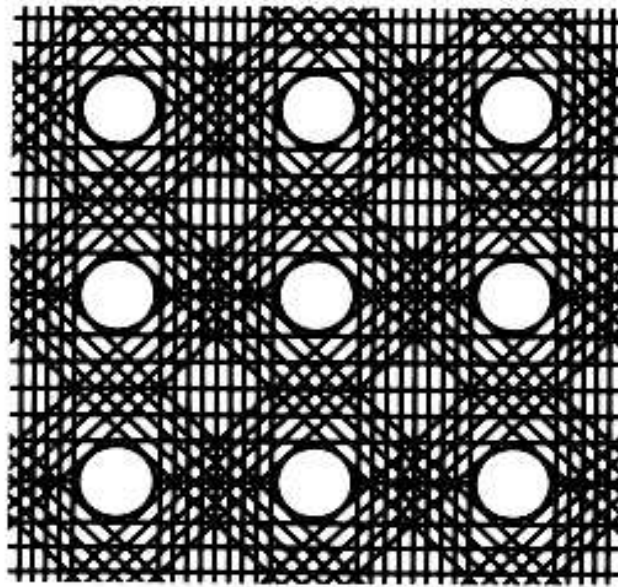


그림 4.2.18 후탕(Footing)의 배근

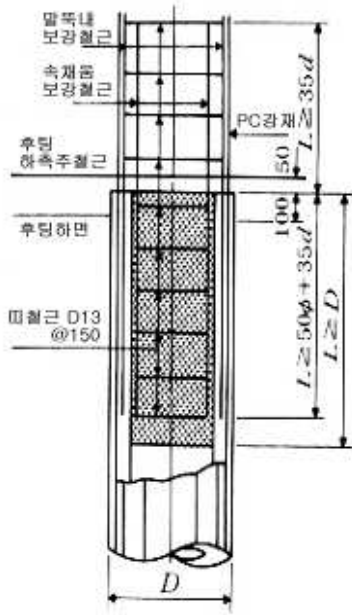


그림 4.2.19 강말뚝인 경우 B



그림 4.2.20 프레스트레스트 말뚝인 경우 B

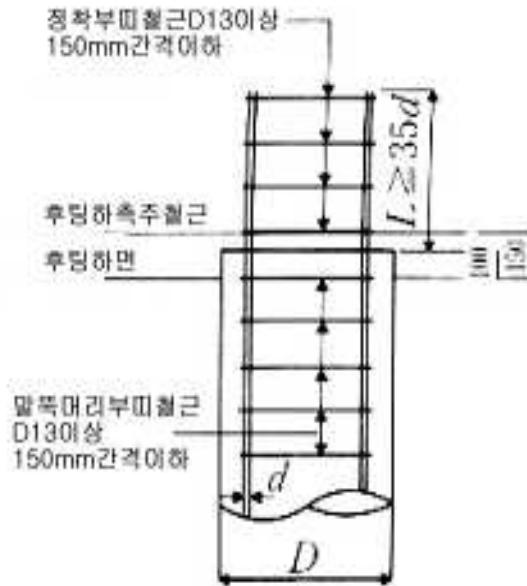


그림 4.2.21 현장타설 콘크리트말뚝인 경우 B

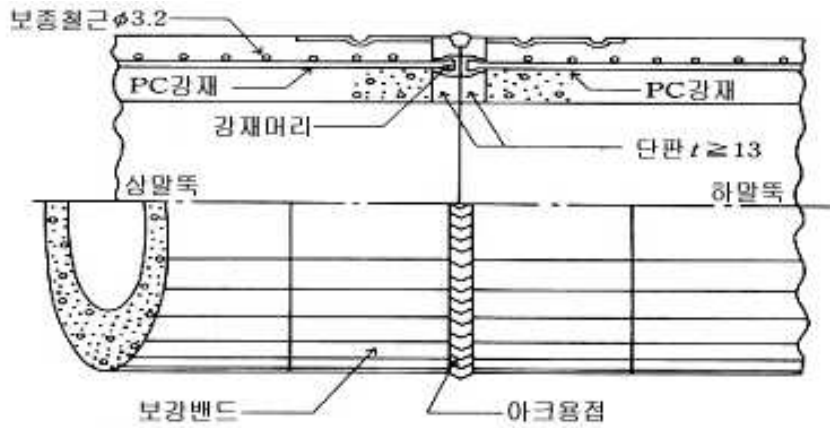
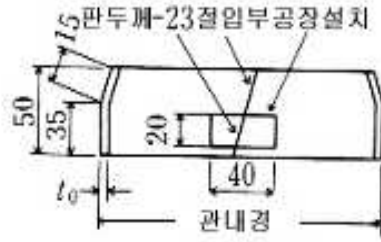


그림 4.2.22 이음의 구조

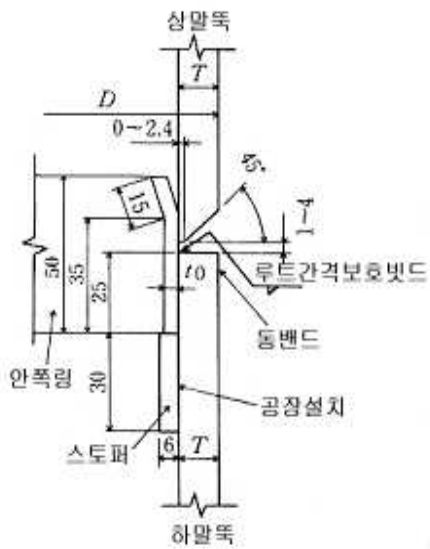
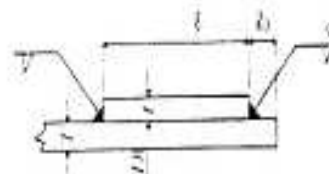


그림 4.2.23 강관말뚝의 반자동 용접현장이음 표준형상 치수



- $t$  : 9mm로 한다
- $b$  :  $\phi 600$ 이하 200mm,  $\phi 600$ 이상은 300mm로 한다
- $t_1$  : 18mm로 한다

용접은 모서리용접에 의한 것으로 직장a는 6mm로 한다

그림 4.2.24 보강밴드연결부 표준형상 치수

반자동용접법의 표준형상은 그림 4.2.23과 같다. 말뚝선단부는 보통 보강할 필요가 없으나 중간층을 뚫거나(타발), 견(堅)지반에 타설할 때, 보강밴드를 사용하여 접속부의 표준형상은 그림 4.2.24에 의한다.

#### 4.2.7. 케이슨 기초

케이슨 기초는 양질지반에 직접 지지시키는 것으로 상부구조에서의 하중토압, 수압과 시공 중의 여러 조건에 대하여 충분히 안전하도록 설계해야 한다.

케이슨에는 오픈 케이슨과 뉴매틱 케이슨이 있다. 오픈 케이슨은 상하단이 뚫린 원형, 장원형, 장방형, 타원형 등의 단면을 가진 통(well)을 미리 지상 또는 수중에 설치하고 저부의 흙을 파내어 자중 또는 하중을 이용해서 소정의 지층까지 침하시켜 저부에 콘크리트를 타설하여 설치하는 것이다.

뉴매틱 케이슨은 통의 아래쪽에 상판을 설치하고 그 아래를 작업실로 하며 그 속에 압축공기를 불어넣어 케이슨 외부의 수압에 대항시켜 물의 침입을 막으며 아래로 굴착하면서 침하시키는 형식의 케이슨이다.

그러나 사람이 의학적으로 저항할 수 있는 작업기압(3.5~4.0 기압) 이상의 수압이 걸리는 경우는 본 공법을 채용할 수 없다.

케이슨은 상부구조의 용도, 형상, 하중 그 밖의 지반지질을 고려해서 형상치수를 결정하여 완성 후에 작용하는 하중과 시공시 각 단계를 고려한 하중조건에 대해서도 충분히 검토해서 각부가 안전하도록 설계한다.

시공시의 조건으로서는 침하작업직후의 케이슨 지지상태, 침하작업 중의 상태, 침하작업종료 직전, 직후의 공기압의 급격한 감소나 웰의 중공상태, 작업시의 안전도를 고려하여 검토한다.

케이슨기초의 지지력은 재하시험에 의하여 구하는 것은 어려우며 지반의 지지력 산정식으로 구하지만 평판재하시험의 결과로 검토한다. 이때 원칙적으로 케이슨의 주면마찰력은 고려하지 않는다.

케이슨에 걸리는 수평하중은 원칙적으로 케이슨저면의 연직지반응력, 주면의 수평지반응력 및 단면저항력으로 지지시킨다. 또 케이슨의 콘크리트의 허용응력은 상부구조와 같은 콘크리트의 설계기준강도의 1/3을 취하며 침설 후 타설하는 케이슨저부의 콘크리트에 대해서는 현장콘크리트 말뚝의 콘크리트 허용응력도에 따른다.

#### 4.2.8 지반개량

지반을 개량할 때는 흙을 다지거나 흙 속의 물을 제거함으로써 흙의 밀도를 높이는 방법과 안정제를 첨가하거나 주입함으로써 흙을 고결시키는 방법으로 구분할 수 있다.

지반개량의 목적은 ① 단면특성의 개량(단면붕괴의 방지, 단면변형의 방지, 토압의 경감 등), ② 압축성의 개량(압밀침하의 방지), ③ 투수성의 개량(누수 방지, 차수 등), ④ 투수성의 개량(액화방지, 진동방지)의 4가지로 구분할 수 있다.

지반 개량은 지반토의 개량, 지반토의 치환 및 흙의 보강으로 대별할 수 있으나 흙의 개량은 기계적, 전기적, 화학적, 열적수단에 의해서 지반토의 밀도를 증가시키고 고결시키는 공법에 의한다. 즉, 수직배수공법, 프리로딩공법, 수위저하공법, 전기침투공법, 반투막공법, 동(動)압밀공법 등과 같이 탈수에 의해 밀도를 증가시키는 공법, 다짐모래말뚝공법, 바이브로 플로테이션공법 등과 같이 다짐에 의한 밀도증가공법 및 생석회공법, 주입공법, 전기고결공법, 동결공법, 소결공법 등과 같은 고결공법이 있다. 이와 같은 지반개량법은 대상으로 하는 토층의 깊이에 따라 일반적으로 다음과 같은 방법을 취한다.

#### 가. 천층안정처리

일반적으로 교란된 흙에 대하여 함수량의 조절 또는 입도를 조정한 후 다짐을 하거나 또는 안정제를 흙에 첨가한 후 다져서 흙의 고결화를 꾀하는 방법을 이용한다.

#### 나. 심층안정처리

일반적으로 교란되지 않은 원상의 원지반을 다지고 배수량의 조절 또는 안정제의 주입 등에 의해서 안정을 꾀하는 방법, 전자는 흙을 안정화하는 조건을 미리 함으로써 안정처리를 하는데 반하여 후자는 지반토의 재래의 성질의 약점을 다짐이나 배수에 의해 개량하는 방법이다.

천층, 심층안정처리의 표 4.2.8을 비교한 것이다.

지반개량의 원리와 종류는 표 4.2.9에, 일반적으로 채용되고 있는 각종 공법의 성능, 적용범위의 개요는 표 4.2.10에 나타냈다.

또 지반개량공법은 직접기초, 말뚝기초 등의 기초공의 전처리로서 사용되지만 그 공법 채용에 있어서는 설계 시공관리에 세심한 주의를 해야 한다. 심층을

통하여 지반개량을 할 경우에는 그 압밀, 침하시간, 효과 등에 대해서 특히 충분한 검토가 필요하다.

지반개량 시공 중에는 충분한 관리시험을 하고 개량지반에 대해 토질시험, 표준관입시험 등 지반의 조건에 적당한 시험법에 따라 개량을 확인해야 한다.

표 4.2.8 안정처리방법의 차이점 비교

안정 처리 구분	토질 구분	고밀도화		입도조정	고결화
		배수·함수조절	다짐		
천 층 안 정 처 리	조 립 토	최적함수비 부근으로 조절	롤러, 해머, 불도저 등에 의함. 진동 로올러가 유효함.	도로 표층, 기층, 노반에 서 적당한 입도로 조정	시멘트, 아스팔트를 혼합 전압 10% 이상의 세립 분이 있을 경우는 석회 혼합도 가능. 급속고결을 요할 때는 화학적 안정제를 사용
	세 립 토	보통 건조에 의 한 함수량조절 곤란, 건조토 혼 합, 생석회첨가, 함수조절용 화학 안정제 첨가	불도저 등에 의 한 (고함수 점토에 서는 경중량 불도저) 포화도로 다짐을 규제	조립토 혼합, 주로 트래피 커 별 리 티 의 확보	생석회, 소석회 등 석회 계안정제의 혼합, 전압 목적에 따라 화학적 안 정제의 혼합, 살포, 전압
심 층 안 정 처 리	조 립 토 (사 질 토)	양수에 의한 지하수위의 저하	진동, 충격을 준 다. 물 분사를 병 용하는 수도 있 다. 고밀도 모래 말뚝형성과 주변 토의 고밀도화	세립토에 의한 코어, 보호층에 의한 지수	각종 그라우트의 주입, 투수성, 고결속도, 고결 효과에 따라 그라우트의 종류, 반응속도를 변화시 킨다. 지반의 안정화와 침투수 의 제어와의 2가지 목적 이 있다.
	세 립 토 (점 성 토)	압밀배수에 의 한 것이 주류, 배수축진을 위 한 모래말뚝, 카드보도를 삽입, 전기적인 배수를 하는 수도 있다.	고밀도의 모래 말뚝을 만든다. 하중분담의 경감에 의한 처리도 있다. (복합지반)	치환공법인 경우의 치환 재료	투수계수가 낮은 점성토 지반에는 그라우트의 주 입이 불가, 석회혼합에 의한 Pile형성법이 시도 될 수도 있다.

케이슨 본체의 설계는 “구조물 기초설계기준, 도로교하부구조설계지침(Ⅱ)” [건설부]을 참조한다.

표 4.2.9 개량방법의 원리에 의한 분류

개량원리의 구분		개량 방법	역 원	개량공법의 명칭	
고 밀 도 화 법	배수위주방법 (주로 점성토지반)	재하에 의한 (압밀배수)	상재하중(성토 등) 대기압(지중의 감압)	프리로딩공법 샌드드레인공법 페이퍼드레인공법	
			팽창압 (생석회의 소화 등)	대기압공법, 생석회 말뚝공법 샌드컴팩션공법	
		양수에 의한 (지하수저하)	펌프양수	웰포인트공법 튜브웰공법	
		전기적 배수에 의한	정류(整流)하는 직류 전류	전기침투배수공법	
	다짐위주방법 (주로 사질토지반)	진동에 의하는 방법	가진기(加振機)에 의한 진동	바이브로플로레이션공법 바이브로컴프셔공법 다이렉트파워컴팩션공법	
		충격에 의하는 방법	중추의 낙하	샌드컴팩션공법	
		전기방전에 의한 방법	저류시킨 전기의 순간 방전	전기쇼크공법	
	고 결 화 법	결합물질의 주입에 의한 방법	압력주입에 의한 방법	액체의 가압	약액주입공법
			혼합에 의하는 방법	첨가, 혼합 (흡과 안정제의 화학반응)	석회혼합공법
전기화학적 공법 전기침투에 의한			정류하는 직류전기	전기화학적 고결공법 전기침투적 주입공법	
가열에 의한 방법		소결(燒結)에 의한 방 법	소풍(燒風)의 통과	열처리공법	



표 4.2.10 각종 공법의 성능, 적용조건

지 반	공 법 명	점토, 실트분 함유량 의 한계 (%)	개량 심도 의 한계 (m)	타 설 피 치 (m)	개 량 효 과 (N치)	적 용 조 건	
사 질 토 지 반	바이브로플로 테이션공법	15	18	1.0~1.5	10~15	보합재로서의 모래가 진동에 의해 유동하기 쉬운 입도분포를 가지고 있는 지 여부에 의하여 개량효과가 존재한다.	
	십자바이브로 공법	30	12	1.0~3.0	10~15	자갈층, 전석(轉石) 등이 있으면 시공이 곤란	
	샌드콤팩션 공법	35	15	1.0~2.0	10~20	기계의 타격력이 크기 때문에 고장 에 따른 시공능률이 저하된다. 모래 기둥 강도 그 자체는 대단히 크다.	
	바이브로 콤포저 공법	35	30	1.0~1.6	10~20	점성도가 30%를 초과하는 때에는 그대로는 개량곤란하며 재하를 필 요로 한다. 또 지반이 초기강도가 N = 10 이상이 되면 관입을 위하여 사수를 병용한다.	
	다이렉트파워 콤팩션	30	20	3.5~5.0	10~40	점성도 함유량이 많지 않으면 극단 적으로 개량효과가 저하하므로, 실 트점토의 함유량이 30%를 넘으면 시공 중 주변에서 모래를 투입할 필요가 있다.	
점 성 토 지 반	샌드 드 레 인 공 법	바이브로 식	연약점 토지반 에적용	30	1.0~3.0	-	일반적으로 널리 사용되고 있다. 직경이 400~500mm인 것이 많다. 재하성토를 필요로 한다.
		제트식	동상	30	1.0~3.0	-	가설물이 가벼워 이동이 용이하다. 사수정공방식으로 하므로 주변지반 의 강도저하를 초래하지 않는 특징 도 있으나 배수처리를 고려할 필요 가 있다. 재하를 요한다.
		해머링식	동상	20	1.0~3.0	-	타입인발로 인해 샌드레인 타설용 가설물이 대규모인 것을 필요로 하 면 목조의 것이 많다. 재하가 필요 하다.
	팩 드 레 인	초연약 지반에 적용	20	0.8~2.0	-	시공실적이 적으나 효과는 확실하 며 문제점이 없다. 직경 120mm의 것이 많으며 직경 400mm 정도도 있다. 초연약지반에 적용한다. 재하필요	

점성토지반	생석회말뚝		동상	20	0.8 ~ 2.0	-	초연약지반에 적용한다. 강제탈수효과가 있으므로 강도도 상당히 증가하나 시공방법에 어려움이 있다. 재하불요
	페이퍼드레인	카드보드	초연약지반에 적용	25	0.6 ~ 1.5	-	장기에 걸쳐 품질유지에 불안이 있다. 지금까지의 시공실적도 많고 개량가격도 싸다. 재하성토를 필요로 한다.
		케미컬페이퍼	동상	25	0.6 ~ 1.5	-	품질유지가 쉽고 나타(裸打)가 가능하며 습윤강도도 높다. 투수, 흡수 특성은 없으며 화학적 안정성도 높다. 재하성토를 필요로 한다.

### 4.3 흡배출수조

#### 4.3.1 흡배출수조의 수리설계

가. 일반

흡입 배출수조의 수리설계는 양배수장을 설치하는 목적에 따라 소정의 수량을 도수로에서 송수로까지 통일된 기능과 안정성을 가지고 송수할 수 있도록 고려하여야 한다. 이 때 원칙적으로 계획최대유량을 대상으로 하나 이외에 발생빈도가 높은 계획유량에 대해서도 검토하여야 한다.

##### 1) 용수펌프장

가) 관개용 용수펌프장의 흡입 배출수조를 설계할 때 다음 수리현상에 대해서도 검토하고, 흡입송수에 지장이 없는 지를 확인한다.

- ① 취입구 부근과 도수로 내의 토사퇴적
- ② 도수로에서 흡입수조로 흐르는 흐름의 연속성
- ③ 송수관에서의 수격작용

나) 토사퇴적에 대한 대책

##### (1) 취입구의 위치

관개용수를 하천에서 취수할 때에는 취입구 부근에 토사가 퇴적하지 않는 장소를 선정해야 한다.

그림 4.3.1에 취입구 적지로 표시된 하천만곡부의 요안(凹岸)측 하류부근은 비교적 토사가 퇴적되지 않는 장소이다.

취입구를 직접 하안에 접하여 설치할 때에는 수리모형 실험결과나 기설 성공사례를 기준하여야 할 것이나, 자연적으로 형성되어 있는 부근의 지형을 크게 변경시키는 것은 좋지 않다. (그림 4.3.2 참조)

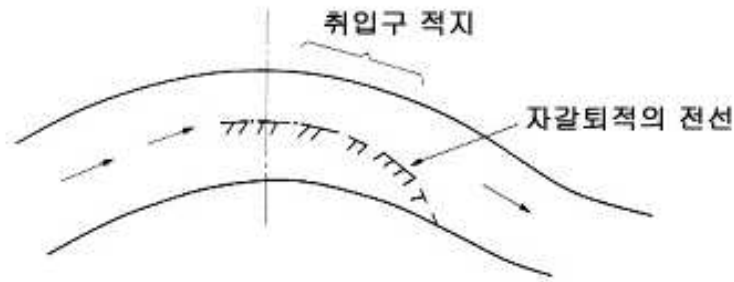


그림 4.3.1 하천 만곡부의 흐름

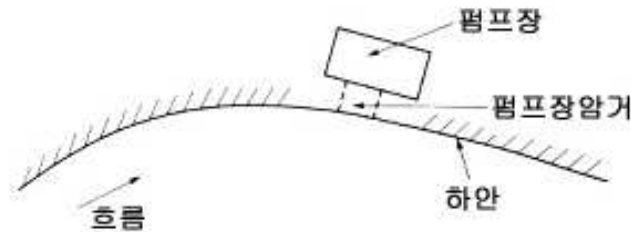


그림 4.3.2 펌프장의 취입구 설명도

### (2) 도수로의 폭

취입구와 도수로의 폭이 같고 지나치게 크면 홍수시에 토사가 도수로 내에 퇴적되어 취수를 곤란하게 하는 수가 있으므로 폭의 치수를 주의해서 결정해야 한다. 이와 같은 평면형상인 때에는 전면에 게이트를 설치하여 홍수시에 게이트를 닫고 토사의 유입퇴적을 방지하는 방법이 유효하다. 그리고 취입구 부근에 취수정을 설치할 때에는 규모가 과대하게 되지 않도록 한다.

### (3) 흐름의 연속성 확보

하천에 설치한 취입구에서 취입수조까지 거리가 긴 경우에는 그 구간의 흐름이 방향변화나 유속변화가 크지 않도록 수로단면의 이행형상을 고려할 필요가 있다.

유수 속에 토사가 많이 들어 있는 곳에서는 펌프보호를 위하여 침사지를 설치할 필요가 있다. 이 때 침사지로 유입하는 직전에 급격한 굴곡을 주면 침사지유입부에 편류가 생겨 유속의 균일한 확산이 곤란하므로 침사효과를 나쁘게

한다. 따라서 침사지 유입부 직전의 도수로는 그 중심선이 침사지 중심선과 일치하도록 도수로 폭의 3배 이상 직선구간을 설치하는 것이 바람직하다.

하천에서 용수를 도입하기 위해 조절수문이 있는 취입구를 설치할 때나 도수로 구간내에 침사지를 설치할 때의 취입구와 침사지의 수리설계는 농업생산 기반정비사업계획설계기준 [취입보]에 의거 설계한다.

#### (4) 수격작용 (water hammer)

#### 3.13절 수격작용을 참조할 것.

### 2) 배수펌프장

배수펌프장의 흡입배출수조 혹은 도수로, 송수로를 기존하천에 접속시킬 때는 주변 지형 및 하천의 상황 등을 고려하여 배수기능을 충분히 발휘할 수 있도록 배치한다.

#### 가) 도수에서 흡입수조까지 원활한 흐름의 확보

농지 및 취락배수를 위한 배수펌프장에서는 펌프 가동시에 배수로, 도수로에서 흡입수조로 향하는 흐름에는 급격한 방향변화나 유속변화가 없는 원활한 흐름이 유지되어야 한다. 특히, 대규모펌프의 운전개시에 따르는 배출량과 배수로에서 흡입수조에 유하집수되는 수량과의 균형을 검토하여 흐름의 연속성을 확보토록 할 필요가 있다. 이를 위해서는 ① 배수로내의 증가유속으로 인한 침식을 방지하기 위하여 수로측벽의 호안축조, ② 적절한 규모의 유수지의 설치 등을 고려한다. 그리고 배수시에 수로 내에 찌꺼기나 잡물이 다량 존재할 것으로 예상되는 경우는 제진기, 쓰레기 소각장을 고려할 필요가 있다.

#### 나) 자연배수방식과의 병용

외수위가 저하되어 지구내배수의 자연배수가 가능하다고 예상되는 경우는 펌프장에 한하여 배수로를 우회시켜 게이트를 조작 배수하는 경우가 많다. 이러한 경우에는 배수로의 방류부분의 수리구조에 유의하여야 한다.

그림 4.3.3과 같이 자연배수로 선단이 막혀 있어, 펌프장의 방수로와 합치되는 형상일 경우에 펌프가동에 의한 배수시의 유수 속에 함유된 토사가 이 막힌 곳에 퇴적된다. 이 때문에 자연배수를 할 때에 충분히 소사(掃砂)가 곤란해지고, 자연배수 종료 후에 완전하게 문짝을 닫을 수 없게 되는 경우가 있다. 이러한 현상을 방지하기 위해서 다음과 같은 사항을 고려할 필요가 있다.

① 자연배수로내의 배수게이트의 바닥높이는 펌프장의 방수로바닥 표고보다 높게 한다.

② 자연배수로와 방수로와의 합류부는 그림 4.3.3과 같이 수로로서 기능

을 발휘할 수 있도록 연결부분의 형상에 유의한다.

- ③ 배수게이트 하류측에 다소의 진흙이 채이더라도 자연배사시에 소사(掃砂)할 수 있도록 수로에 적당한 기울기를 취한다.
- ④ 배수게이트는 다소의 진흙이 퇴적되어 있더라도 완전히 문짝을 닫을 수 있도록 로프식의 감아올리는 방식보다 스피들(Spindle) 또는 로크(Lock) 인장방식을 채용하는 것이 관리상 편리한 경우가 많다.

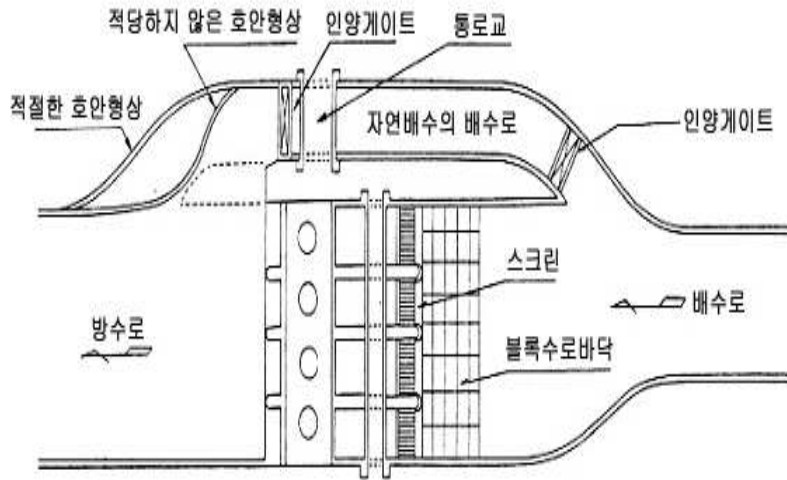


그림 4.3.3 자연배수의 배수로 설명도

### 3) 용배수겸용 펌프장

용배수겸용 펌프를 설치할 때에는 용배수의 명명 소요수량을 효율적으로 양수할 수 있도록 검토하고, 도수로 및 용(배)수로를 적절하게 배치한다.

지구내 포장의 습답상태를 건답화하기 위해서는 당시 배수를 고려하고 동시에 관개기간중 용수의 부족상태가 발생했을 때에는 배수유량을 용수에 전용하기 위해 자동운전조작에 의한 용배수겸용 펌프장을 설치하는 사례가 많이 있다. 이 경우에는 구경 대수형식 등의 검토를 하는 것은 당연하지만 도수로 및 용(배)수로에 대하여도 적절한 배치를 위한 검토가 필요하다.

#### [4.3 해설다-참고] 용배수겸용 펌프장의 예

그림 4 참고 17 펌프장에서 지구내의 배수는 그림의 우측에 있는 간선부터 좌측의 방수로의 펌프에 의하여 배수된다.

관개기간 중 용수가 부족할 때는 그림의 좌측의 방수로에서 용수를 취수하여 펌프장의 양측에 설치된 도수 암거를 통하여 펌프흡입수조에 유입한다.

이 물을 펌프로 양수하고, 배출수조의 배수게이트를 달아 배출조 내의 수위를 용수로가 필요한 수위까지 높여 용수로의 시점게이트를 열어 송수하는 것으로 한다. 특히, 이 경우는 필요로 하는 용수량의 다소에 따라 다르나, 양수시의 운전펌프는 한 대로 하는 계획이 많다. 그러나 용수량이 적은 경우는 소규모 용량의 펌프를 특별히 설치하는 사례가 있다.

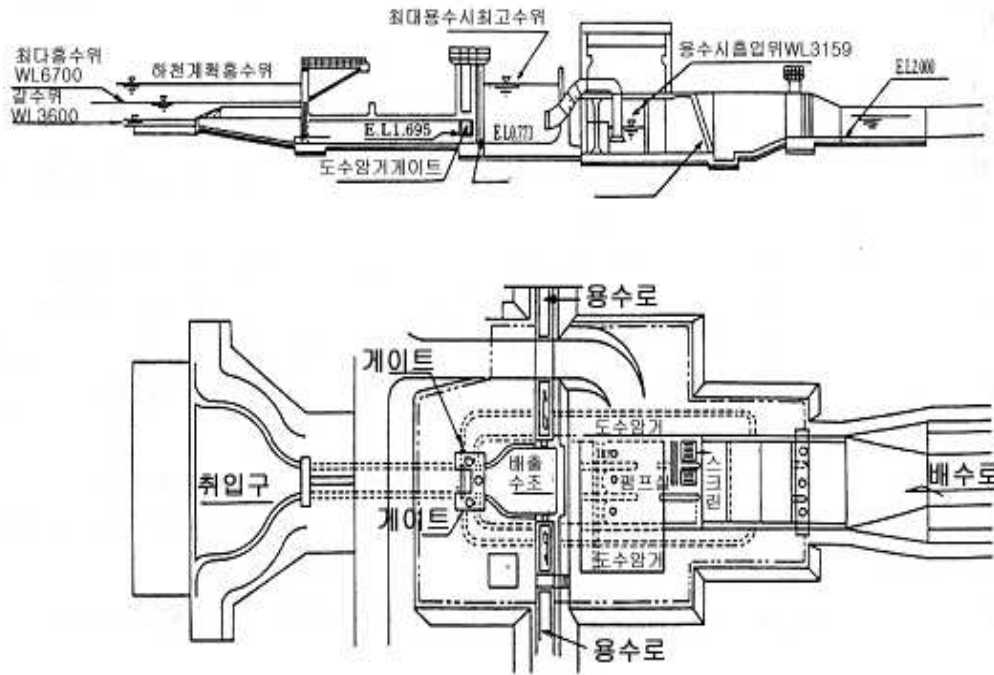


그림 4 참고 17 용배수 겸용 펌프장의 한 예

#### 나. 흡입수조의 수리설계

흡입수조는 도수로로부터 유수를 흡입관에 공기가 흡인됨이 없이 펌프운전을 할 수 있도록 안정된 수위와 원활한 흐름을 확보하여야 하며, 특히 수조 내에 소용돌이가 발생하지 않는 구조로 한다.

##### 1) 접속도수로의 설계

도수로는 흡입수조로 향하는 흐름에는 급격한 방향변화 혹은 심한 유속변화를 일으키지 않는 형상, 치수로 해야 한다.

##### 가) 정의

여기에서 말하는 도수로는 그림 4 참고 18과 같이 흡입수조에 접속하기까지의 수로구간을 의미한다. 이는 펌프의 규모에 따라 그 범위를 달리하고 있다.

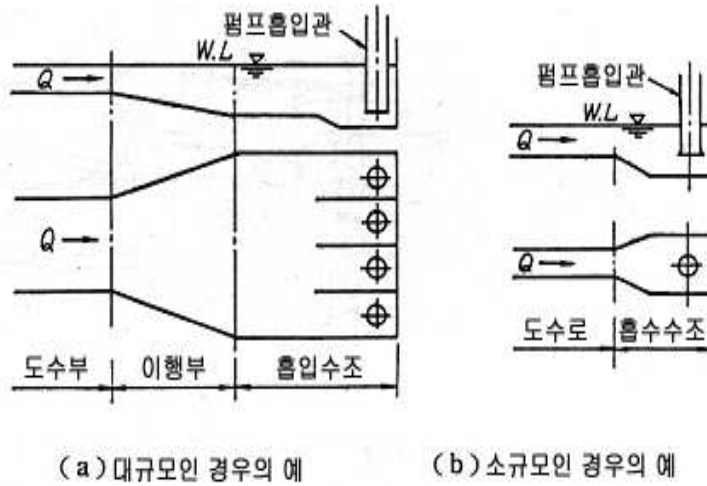


그림 4 참고 18 흡입수조의 형상

#### 나) 도수로의 형상

도수로의 형상, 치수의 양부는 펌프의 성능과 운전상태에 영향을 끼친다. 특히 입축, 축류, 사류펌프와 같이 흡입관단 가까이에 임펠러가 있는 것은 그 영향이 매우 크다.

흡입수조의 직전에 급격한 굴곡부를 설치하면 이행부나 흡입수조내의 흐름에 편류가 일어나 흡입수조 내에서 와류(渦流)를 일으키기 쉽다.

도수로의 형상을 결정하는 수리설계는 농업생산기반정비사업계획설계기준 [수로공]에 준하여 설계한다.

#### 다) 수리모형실험

수리적조건 등의 제약으로 도수로로부터 흡입수조까지의 형상, 치수가 복잡하여 기존의 수리실험결과 및 유사구조물의 실시자료를 이용할 수 없어 신뢰할 만한 판단을 얻을 수 없을 때에는 수리모형실험을 하여 그 기능을 검토할 필요가 있다.

##### (1) 수리모형실험의 필요성

수리 모형실험은 일반적으로 상당한 시간과 비용을 필요로 하지만, ① 수량의 계획에 대한 선택, 채용, ② 계산으로는 해명불능한 부분의 현상파악, ③ 각종 가정조건에 대한 선택의 용이 등의 여러 가지 이점을 가지고 있다.

흡입수조에 있어서 수리모형실험을 필요로 하는 경우는 흡입수조의 설치예정지에서의 용지상의 제약과 흡입수조내로의 토사유입방지가 요청되는 경우가 많다.

- 즉 ① 간선수로로부터 분과되는 도수로에로의 이행형상
- ② 도수로로부터 흡입수조에로의 통수단면적 확대에 따른 유향유속의 균일화
- ③ 도수로에서 흡입수조로의 이행부에 설치하는 도류벽 형상, 배치 등을 검토하고 수리적으로 안정된 형상, 치수를 결정함과 동시에 편지에 시공하는 경우의 난이 간략화를 조사하여 경제성을 도모코자 실시한다.

(2) 실험의 방법 및 결과의 판정

수리모형실험을 할 때의 모형과 원형과의 상사율의 확인, 제작하는 모형의 범위, 모형축척의 결정, 실험을 위한 설비, 실험의 조작 및 실험결과의 결정에 대해서는 농업생산기반정비사업계획설계기준 [필댐편]의 수리모형실험을 참조한다.

라) 유수지

배수펌프장 부근의 간선배수로 말단에 유수지를 설치하여 배수로의 유출량과 펌프배수량의 차이를 없애고, 수위변화를 적게 함으로써 수위변동에 의한 단속(斷續)운전을 해소하여 펌프 운전의 효율을 높인다. 특히, 저평지에서는 간선배수로가 길게 되는 일이 많으므로 유수지를 설치하는 것이 바람직하다.

이 유수지의 크기는 집수구역, 지형, 홍수유출량, 지구내의 허용침수조건, 배수로의 통수능력, 펌프배수량, 운전관리 방식 등을 검토하여 결정한다.

2) 흡입수조의 설계

흡입수조 설계는 펌프장의 기능, 입지조건 및 운전조건 등을 고려하여 규모, 형상 등을 검토하고, 도수로로부터의 원활한 흐름이 계속되도록 설계해야 한다.

그러나 개수로계의 2단 양수펌프 또는 흡입수조구조가 배수로말단에 직결하도록 하는 배수펌프는 지형접속수로와 펌프 운전조작의 관계(특히 펌프 급정지 시)등을 종합적으로 검토하고 필요에 따라 물넘이(여수토) 바이패스(측관), 통문, 통관, 접속수로 등을 설치하여야 한다.

일반적인 펌프장에서의 흡입수조형상은 다음 사항을 유의하고 설계한다.

가) 와류

흡입수조는 펌프 운전시에 수조 내에 와류가 발생하지 않은 형상으로 한다.

나) 침사지

유수속의 토사는 펌프의 주요부의 수명을 저하시킨다. 토사가 많은 곳에서는 펌프보호를 위하여 침사지를 설치하는 것이 바람직하다. 이 때 침사지는 개략 평균유속  $0.15 \sim 0.30 \text{ m/s}$ , 체류시간  $30 \sim 60 \text{ s}$  를 고려한다.

침사지는 펌프의 봉수(封水), 운활수, 냉각수 등에 사용하는 물을 취수하기



위해서도 필요하다. 이때의 침사지는 평균유속  $0.02 \sim 0.07 \text{ m/s}$ , 체류시간  $10 \sim 20 \text{ min}$  을 고려한다.

다) 배수용의 소규모 수조

흡입수조내의 청소가 용이하도록 물 교체용의 소규모적인 가반식 펌프용으로 수조를 설치하는 일이 있다. 이 수조는 흡입수조내의 최저표고가 되는 부분의 한 모서리에  $0.6 \text{ m} \times 0.6 \text{ m} \times 0.6 \text{ m}$  정도 크기로 한다.

라) 흡입수조의 입구 스크린(Screen)

펌프의 임펠러에 쓰레기나 고형물이 쌓여서 일어나는 펌프의 성능저하나 임펠러의 손상을 방지하기 위하여 흡입수조의 입구에다 스크린을 설치한다.

가는 눈금의 스크린이 필요한 경우는 로터리 스크린(Rotary Screen) 등을 사용하여 확실히 소제될 수 있도록 한다. 흡입수조 직전의 스크린에서의 유속은 그 부분 평균유속(계획배출량에 있어서)이  $0.5 \text{ m/s}$  이하가 되는 것이 바람직하다.

스크린은 전후의 수위차가  $1.0 \text{ m}$  정도에 대하여 충분한 강도를 갖도록 한다.

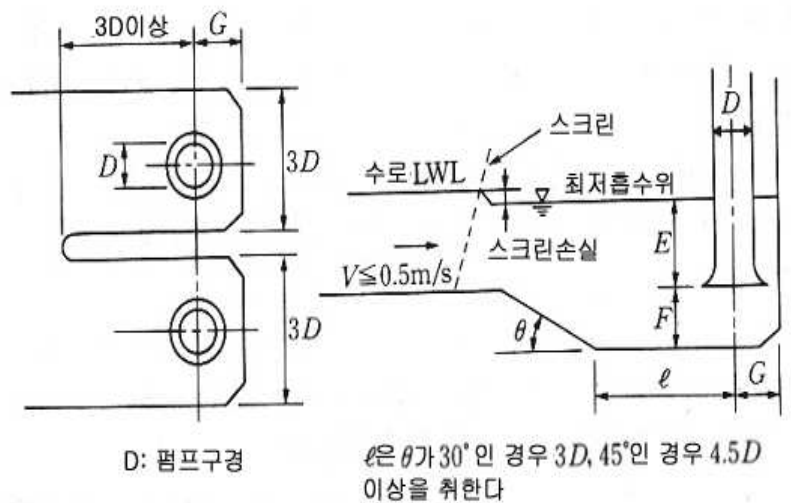


그림 4.3.4 흡수조 형상의 예

여기서 D: 펌프의 구경

l: 은  $\theta$ 가  $30^\circ$ 인 경우  $3D$

$\theta$ 가  $45^\circ$ 인 경우  $4.5D$  이상으로 하는 것이 바람직하다.

E: 물입깊이는  $1.9D$ (펌프구경  $300\text{mm}$ ) $\sim$  $1.65D$ (펌프구경  $2,000$

mm) 가 표준이다.

(주) 1. 이 흡입수조는 구경 600~2,000 mm의 펌프를 표준으로 한 것이다. 소구경 펌프의 흡입수조 폭 및 도류벽의 길이에 대해서는 유지관리 등을 검토한 후에 결정한다. 또 2,000 mm를 넘는 큰 구경 펌프에서는 샷갓(입)형 혹은 굴곡형의 드래프트(Draft)형이 되는 것이 많다.

2. 수로유입은 될 수 있는 한 직선적으로 흡입수조로 향하도록 하고 부득이 굴곡 또는 굴절이 생길 때는 정류벽(整流壁)을 설치하는 등을 검토하여야 한다.

3. 흡입수조의 폭 3D를 표준으로 한다. 또 펌프 혹은 흡입관 중심과 후벽의 거리는 표 3 참고 10~13, 표 3 참고 14~17 및 표 4 참고 15~16에 표시한 G치수로 한다.

4. 잠물깊이 E, 벨 마우스 선단부터 흡입수조 저단까지의 거리 F는 표 3 참고 10~13, 표 3 참고 14~17 및 표 4 참고 15~16에 표시된 E·F로 한다.

5. 흡입수조의 형상치수는 표준치를 채용하지만 기계배치로 폭이 3D를 초과하는 경우 적당한 규모의 유수지가 있고 아울러 수로의 유입이 거의 직선적으로 흡입수조로 향하는 양호한 유입조건인 때는 4D까지는 이 제수치를 채용해도 지장이 없다. 폭이 그 이상이 되면 명부의 치수 상호관계에 따라서는 잠물 깊이에 영향을 미치는 경우도 있으므로 별도로 검토를 할 필요가 있다. 또 펌프 혹은 흡입관 중심과 후벽과의 거리가 13D 이상인 때는 배플(baffle)을 붙이는 것으로 한다.

#### 마) 빈지 또는 게이트

흡입수조 취입구에는 수조내를 청소할 수 있도록 빈지 또는 게이트를 설치한다.

### 3) 흡입수조까지의 수리설계

용배수 간선수로에서 접속도수로를 지나 흡입수조에 이르는 흐름의 수리설계는 원칙적으로 계획최대유량에 대하여 충분한 안정성 및 경제성을 확보하도록 노력하여야 한다.

#### 가) 수리설계의 대상유량

흡입수조내에 도달하기까지의 흐름의 수리성상은 설계에 채택된 계획 최대유량 이외의 유량에 대해서도 검토해 둘 필요가 있다. 예를 들면 최대빈도의 유하부량과 그 때의 양수량과의 관계로서 간선수로 말단부로부터 접속도수로 부근까지의 상승배수(背水)나 또는 저하배수(背水) 등에 의하여 바람직하지 못한 물결의 발생할 염려가 있기 때문이다.

나) 개수로의 유량계산

(1) 허용유속

수로의 유속은 토사침전이 일어나지 않고 수중식물이 생육하지 않을 정도의 최소유속과 수로 내면을 조성하는 재료가 유수에 의하여 침식되지 않고, 수리적으로 불완전한 유니(流泥)를 발생시키지 않은 최대유속과의 범위에서 선정한다.

(2) 최소허용유속

수로의 최소허용유속을 설정하는 것은 대단히 어렵지만 일반적으로 이토(Silt) 등의 침전방지로는 평균유속이 0.45 ~ 0.90 m/s이면 충분하고 통수에 지장을 주는 식물의 생육도 평균유속이 0.7 m/s 이상이면 방지된다.

(3) 최대허용유속

수로 및 수로구조물 내면의 재질에 따라 표 4.3.1에 표시된 값을 제한치로 하고 있다.

표 4.3.1 허용최대평균유속

종 별	유속( m/s)	종 별	유속( m/s)
두꺼운 콘크리트( >18 cm )	3.00	블록메쌓기 (뒤거리 30 cm 이하)	1.50
얇은 콘크리트 ( <10 cm )	1.50	블록메쌓기 (뒤거리 30 cm 이상)	2.00
아스팔트	1.00	블록찰쌓기	2.50

(4) 유량계산

용배수로의 유하유량은 다음 식으로 계산한다.

$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots$$

(4.3.1)

- 여기서 Q: 유량(m<sup>3</sup>/s)
- A: 유수면적(m<sup>2</sup>)
- V: 평균유속(m/s)

식 (4.3.1) 중 평균유속은 원칙적으로 매닝(Manning)공식으로 계산한다.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2} \dots\dots\dots$$

(4.3.2)

여기서  $V$ : 평균유속(m/s)  
 $n$ : 조도계수  
 $R$ : 경심(m)  
 $L$ : 동수경사

표4.3.2 라이닝하거나 혹은 조립개수로의 조도계수

수로의 재료와 상태	조도계수		
	최소치	표준치	최대치
시멘트(모르타르)	0.011	0.013	0.015
콘크리트(현장타설 플룸)	0.012	0.015	0.016
콘크리트블록찰쌓기	0.014	0.016	0.017
아스팔트(활면)		0.014	

다) 개수로의 손실수두 및 수면 저하량

간선흐름에서 흡입수조에 이르기까지의 개수로의 흐름은 여러 가지의 시설과 특수한 흐름으로 다음과 같은 손실이 생긴다. 그리고 수로만곡의 반경이 수면폭의 10배 이상이 되는 경우는 만곡에 의한 수두손실은 무시한다.

(1) 마찰에 의한 손실수두의 계산은 Manning 공식에 의한다.

$$h_f = f' \cdot \frac{L}{R} \cdot \frac{V^2}{2g} = \frac{n^2 \cdot V^2 \cdot L}{R^{4/3}}$$

$$f' = \frac{2gn^2}{R^{1/3}}$$

여기서  $hf$ : 마찰손실수두 (m)  
 $g$ : 동력의 가속도 ( $m/s^2$ )  
 $L$ : 구간거리 (m)  
 $n$ : 조도계수  
 $R$ : 수로경심 (m)  
 $F^1$ : 마찰손실계수  
 $V$ : 평균유속 (m/s)

(2) 유입에 의한 손실 및 수면저하량

$$h_e = f_e \cdot \frac{V^2}{2g}$$

$$\Delta h_e = h_e + \left( \frac{V^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right)$$

여기서  $h_e$ : 유입손실수두

$\Delta h_e$ : 유입에 의한 수위변화량 (m)

$f_e$ : 유입손실계수 (그림 3.2.3 참조)

$V_1$ : 유입전의 평균유속 (m/s)

$V_2$ : 유입후의 평균유속 (m/s)

(3) 스크린에 의한 손실 및 수면저하량

스크린에 의한 손실수두의 계산은 키르쉬메르(Kirschmer)의 공식에 의한다.

$$hr = fr \cdot \frac{V_i^2}{2g} = \beta \sin \theta \left( \frac{t}{b} \right)^{4/3} \cdot \frac{V_1^2}{2g} \dots\dots\dots (4.3.3)$$

$$\Delta hr = f \cdot \frac{V_1^2}{2g} + \left( \frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \right)$$

여기서  $h_r$ : 스크린에 의한 손실수두 (m)

$\Delta h_r$ : 스크린에 의한 수면저하량 (m)

$V_1$ : 스크린 상류부의 유속 (m/s)

$V_2$ : 스크린 하류부의 유속 (m/s)

$f_r$ : 스크린 손실계수

$\theta$ : 격자의 경사각

$t$ : 격자의 살(bar)의 굵기

$b$ : 격자의 간살의 나비

$\beta$ : 격자의 살(bar)단면상태에 따른 계수 (그림 4.3.5)

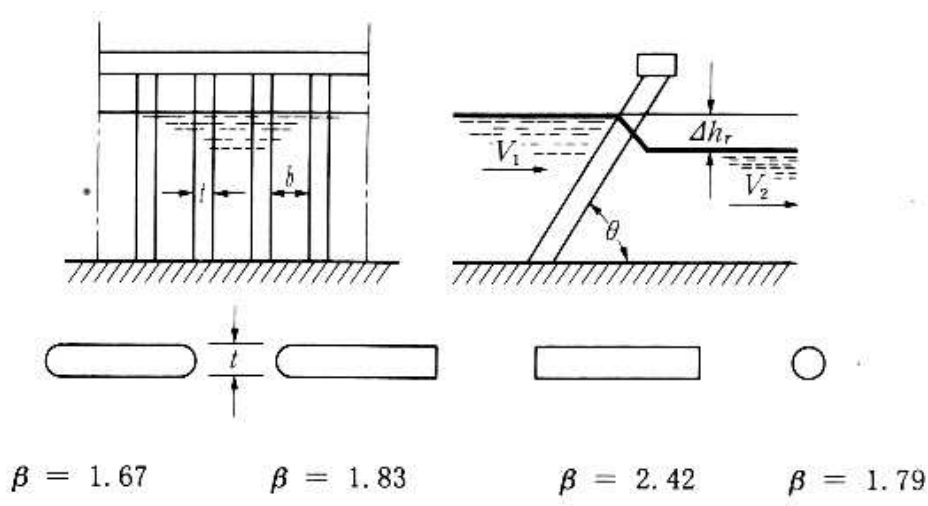


그림 4.3.5 살(bar)의 형상과 계수

이 공식은 스크린에 쓰레기가 전혀 끼어있지 않은 상태의 것이다. 쓰레기 유입이 예상되는 경우에는 스프래(鈴木)의 식 (4.3.4)을 참고하여 결정한다.

$$\Delta h_{r1} = 6.69 \cdot \sin\theta \left(\frac{t}{b}\right)^{4/3} \exp(0.074 \cdot r_w \cdot \frac{a}{H}) \frac{V_1^2}{2g} \dots\dots\dots(4.3.4)$$

여기서  $\Delta h_{r1}$ : 쓰레기에 의한 수면저하량 (m)

$a$ : 쓰레기의 부착높이 (m)

$r_w$ : 습윤 쓰레기의 단위중량 ( $kg/m^3$ )

$r_w = 200 \text{ kg/m}^3$  정도

(4) 단면변화에 따른 손실 및 수면 저하량

단면변화에 따른 손실 및 수면 저하량은 각각 다음과 같이 계산한다.

(가) 수로폭의 급확 (그림 4.3.6 참조)

급확에 의한 손실수두  $h_{se}$ 는 형상손실  $h_e$ 와 마찰손실  $h_f$ 의 합으로 표시된다.

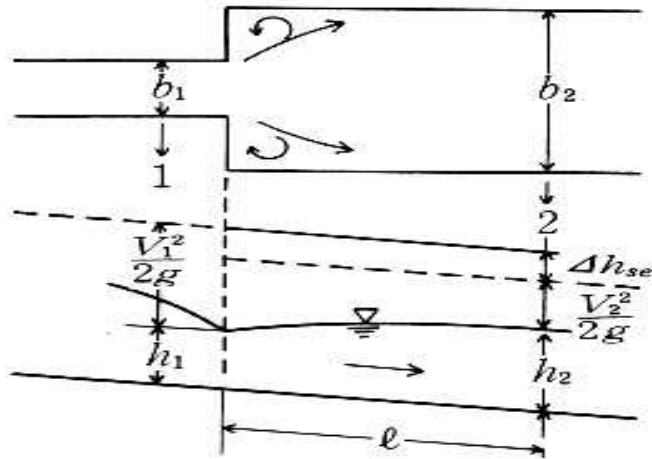


그림 4.3.6 단면 급확부의 수류

$$\Delta h_{se} = h_{se} + \left( \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right) = h_e + h_f + \left( \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right)$$

$$h_e = f_e \cdot V_2^2$$

$$hf = \frac{n^2 l}{2} \cdot \left( \frac{V_1^2}{R_1^{4/3}} + \frac{V_2^2}{R_2^{4/3}} \right) \dots\dots\dots(4.3.5)$$

여기서  $h_{se}$ : 단면급확에 의한 손실수두 (m)

$\Delta h_{se}$ : 단면급확에 의한 수위변화량 (m)

$h_e$ : 급확폭에 의한 형상손실수두 (m)

$h_f$ : 단면 1, 2 사이의 마찰손실수두 (m)

$f_e$ : 급확폭에 의한 형상손실계수

$V_1, V_2$ : 단면급확 전후의 평균유속 (m/s)

$n$ : 조도계수

$l$ : 단면 1, 2 사이의 거리 (m),  $l \approx 30 (b_2 - b_1)$  정도

급확폭에 의한 형상손실계수  $f_e$ 는 급확전후의 수로폭의 비  $b_1/b_2$  에 의하여 결정한다. (그림 4.3.7 참조)

주어진  $b_1/b_2$ 에 대하여 프로우드의 수(Froude Number)

$Fr_{2=V_2\sqrt{gh_2}}$  의 값이 어느 한도를 넘으면 급확폭지점의 수심은 한계수심이 되어 지배단면이 생긴다. 그림 4.3.8의 각 곡선의 상류측의 영역은 상류상태

만을 나타내는 상류천이영역이나 하류측의 영역에서는 사류가 생기는 급확폭 지점이 지배단면이 된다. 그림 4.3.7  $f_e$ 는 상류천이영역에 대한 것이다.

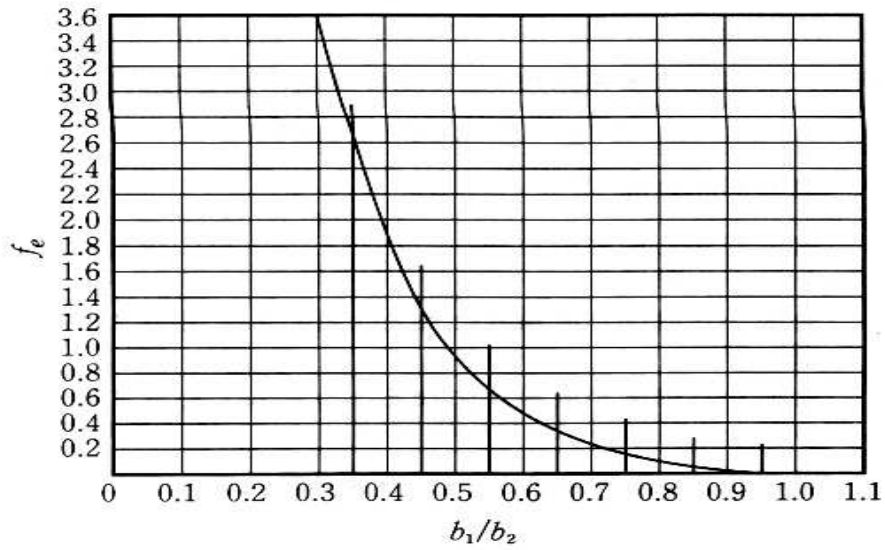


그림 4.3.7 급확폭에 의한 형상손실계수

(나) 수로폭의 점확

$$\Delta h_{ge} = h_{ge} + \left( \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right)$$

여기서  $h_{ge}$ : 점확에 의한 손실수두 (m)

$\Delta h_{ge}$ : 점확에 의한 수면변화량 (m)

$h_e$ : 점확에 의한 형상손실수두 (m)

$h_f$ : 트랜지션에 의한 마찰손실계수 (m)

$f_{ge}$ : 점확에 의한 형상손실계수 (표 4.3.3)

$V_1, V_2$ : 트랜지션 전후의 평균유속 (m/s)

$I_1, I_2$ : 트랜지션 전후의 동수경사

$L$ : 트랜지션의 길이 형상손실수두 (그림 4.3.9)



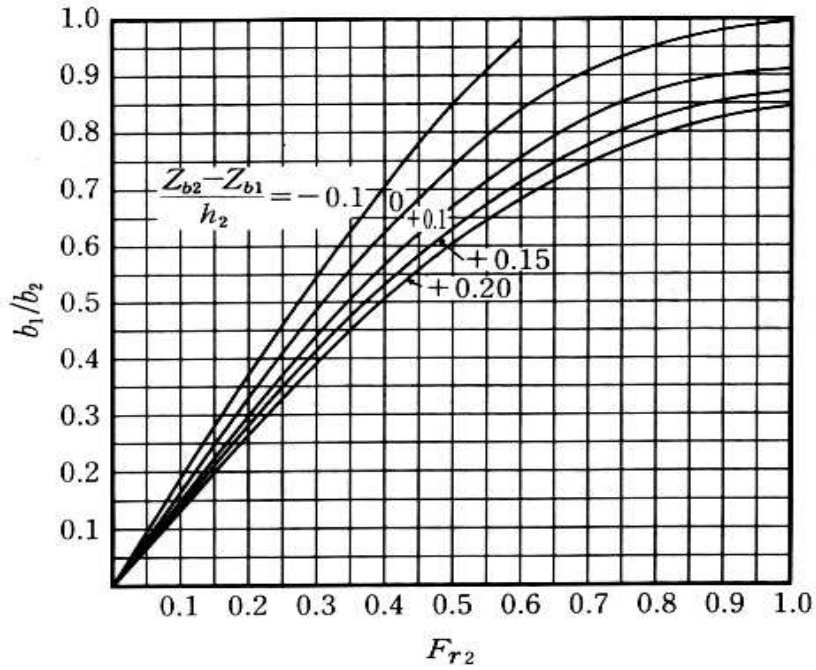


그림 4.3.8 급확점이 지배단면이 되는 한계조건

ㄱ. 점확인 때 수면저하량  $\Delta h_{ge}$ 의 값은 일반적으로 부(-)가 된다. 즉, 트랜지션부의 마찰손실이 작을 때는 하류측 수위가 상류측 수위보다 높아진다.

ㄴ. 포장개수로에 접속하는 개방트랜지션(Open Transition) 형식은 원칙적으로 개량직선형으로 하고, 연결각은 계획면  $\frac{\theta}{2} \leq 1^\circ$ 로 한다. 또 종단 연결각도 같이 취급한다. (그림 4.3.9)

$$L = \frac{B - b}{2} \cdot \cot 1^\circ \dots\dots\dots(4.3.6)$$

여기서  $L$ : 개방트랜지션의 길이 (m)

$B$ : 개수로의 수면폭 (m)

$b$ : 폐쇄 트랜지션(Closed Transition) 또는 압거, 플룸(Flume) 수면폭 (m)

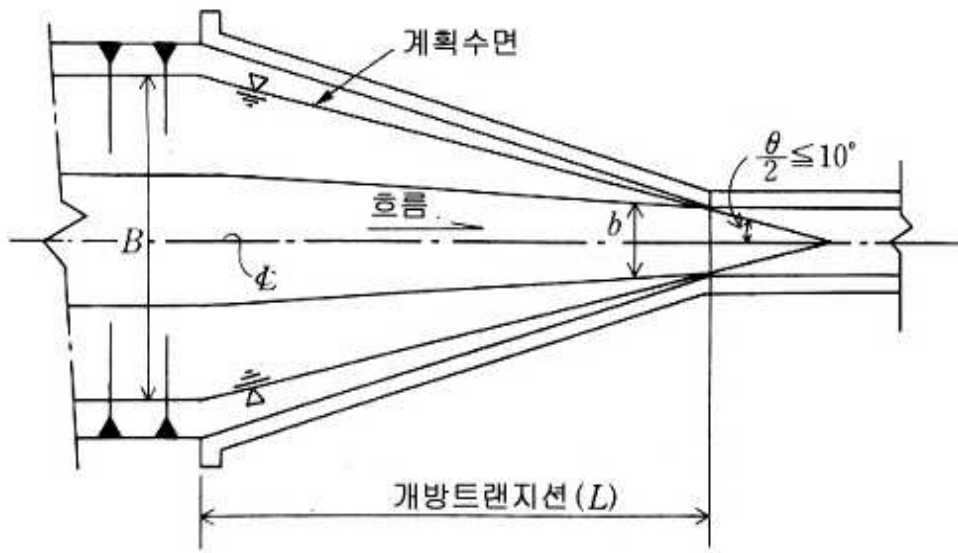


그림 4.3.9 이행형상 설명도

표 4.3.3 점확에 의한 형상손실계수( $f_{ge}$ ) 및 점축에 의한 형상손실계수( $f_{gc}$ )

구분	개방 트랜지션의 형상변화의 상태	$f_{ge}$	$f_{gc}$
1	직선형 (직사각형 개구부에)	0.20	0.10
2	직선형 (직사각형에서 원형개구부에, 단, 입구의 구석부분은 헌치(Fillet)를 설치한다.)	0.30	0.20
3	개량직선형 (사다리꼴에서 벽끝이 직선상이 되도록 비틀어서 장방형 개구부에)	0.30	0.20
4	개량직선형 (사다리꼴에서 벽끝이 직선상이 되도록 비틀어서 원형개구부에, 단 입구구석부분은 헌치를 설치한다.)	0.40	0.30
5	직선형 (사다리꼴에서 평면을 조합하여 장방형개구부에)	0.50	0.30
6	직선형 (사다리꼴에서 평면을 조합한 원형개구부에)	0.70	0.40

(다) 수로폭의 급축

$$\Delta H_{sc} = H_{sc} + \left( \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right) = h_c + h_f + \left( \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right)$$

$$h_c = f_c \cdot \frac{V_2^2}{2g}$$

$$h_f = \frac{n^2 \cdot l}{2} \left( \frac{V_1^2}{R_1^{4/3}} + \frac{V_2^2}{R_2^{4/3}} \right)$$

여기서  $\Delta h_{sc}$ : 단면급속에 의한 수위변화량 (m)

$h_{sc}$ : 단면급속에 의한 손실수두 (m)

$h_c$ : 급축폭에 의한 형상손실수두 (m)

$h_f$ : 단면급축 전후의 구간  $l$ 에 있어서의 마찰손실수두 (m)

$f_c$ : 급축폭에 의한 형상손실계수 (그림 4.3.10)

$V_1$ : 단면급축전의 평균유속 (m/s)

$V_2$ : 단면급축후의 평균유속 (m/s)

$g$ : 중력가속도 ( $m/s^2$ )

$R_1$ : 단면급축전의 경심 (m)

$R_2$ : 단면급축후의 경심 (m)

$n$ : 조도계수

$l$ : 급축전후 단면사이의 거리 (m)

급축폭에 의한 형상손실계수  $f_c$ 는 프루드수  $F_{r_2}$  및 급축전후의 수로폭의 비  $b_2/b_1$ 에 의하여 결정된다.(그림 4.3.11 참조)

급축부에 있어서 천이상태의 판정은 그림 4.3.12에 의한다. 그림 4.3.11의  $f_c$ 는 전영역에 대하여 적용되는 것이다.

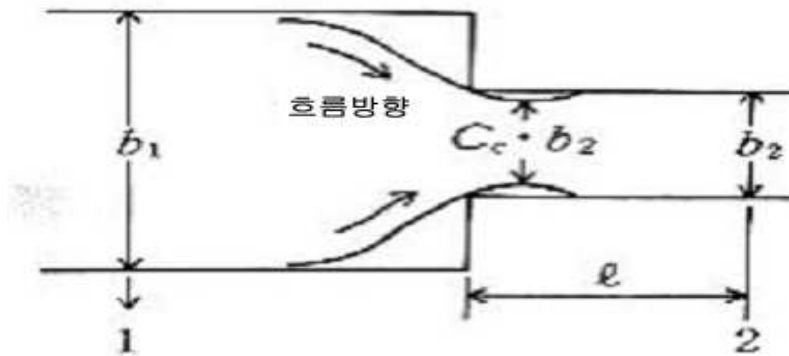


그림 4.3.10 단면급축부

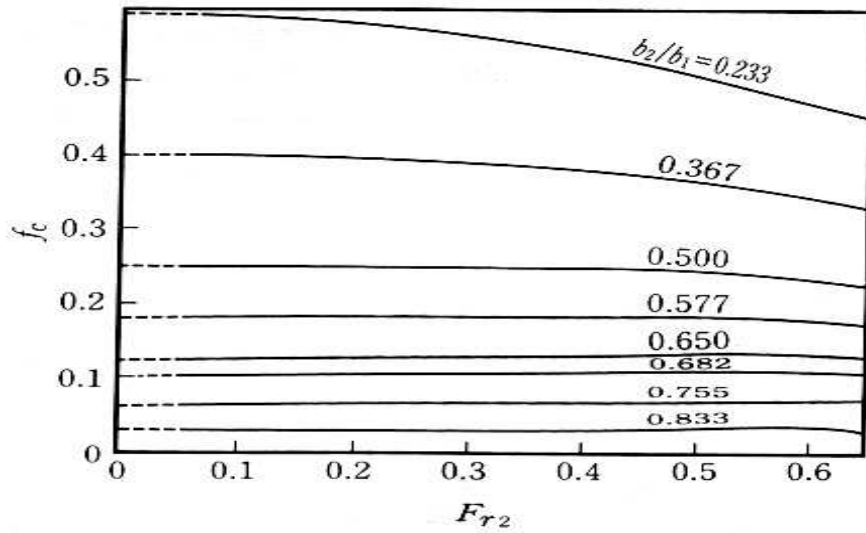


그림 4.3.11 급축부에 의한 형상손실 계수

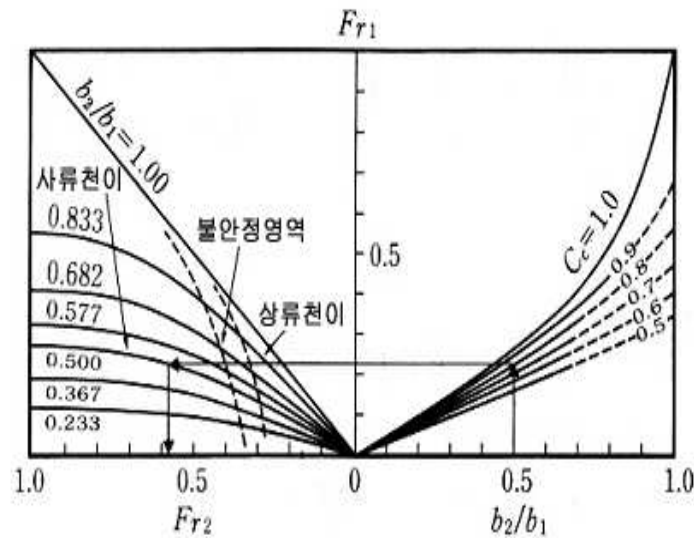


그림 4.3.12 급축부의 한계하류 조건

(주) 이 그림은 상류천이와 사류천이의 경계인 하류수로조건( $F_{r_2}$ )을 주는 것으로  $F_{r_2}$ 가 그림에 의한 값보다 작을 때는 상류천이, 클 때는 사류천이가 된다.

(라) 수로폭의 점축

$$h_{gc} = h_c + h_f = f_{gc} \cdot \frac{(V_1^2 - V_2^2)}{2g} + \frac{I_1 + I_2}{2} \cdot L$$

$$\Delta h_{gc} = h_{gc} + \left( \frac{V_2^2}{2g} - \frac{V_1^2}{2g} \right) \dots\dots\dots (4.3.7)$$

- 여기서  $h_{gc}$ : 점축(漸縮)에 의한 손실수두(m)  
 $\Delta h_{gc}$ : 점축에 의한 수면변화량(m)  
 $h_c$ : 점축에 의한 형상손실수두(m)  
 $h_f$ : 트랜지션에 의한 마찰손실수두(m)  
 $f_{gc}$ : 점축에 의한 형상손실 계수(표 4.3.3)  
 $V_1, V_2$ : 트랜지션 전후의 평균속도(m/s)  
 $I_1, I_2$ : 트랜지션 전후의 동수경사  
 $L$ : 트랜지션의 길이(m)

(5) 교각에 의한 수면저하량

교각에 의한 수면저하량은 다음 식에 의하나 교각이 좁은 간격으로 위치하고 그의 배수가 영향을 끼친다고 인정되는 경우 이외는 생략한다.

$$\Delta h_p = \frac{Q^2}{2g} \left[ \frac{1}{c^2 \cdot b_2^2 (H_1 - \Delta H_p)^2} - \frac{1}{b_1^2 \cdot H_1^2} \right] \dots\dots\dots (4.3.8)$$

- 여기서  $\Delta h_p$ : 교각에 의한 수면 저하량(m)  
 $c$ : 교각의 평면형상에 의한 계수(표 4.3.4)  
 $b_1$ : 교각직전의 수로 폭(m)  
 $b_2$ : 수로폭에서 교각폭의 총합을 뺀 폭 ( $b_2 = b_1 - \sum t$ ) (m)  
 $t$ : 교각 1기의 폭(m)  
 $H_1$ : 교각 상류측의 수심(m)

표 4.3.4 교각의 평면형상에 따른 계수

$b_2/b_1$	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
전후단부 직각	0.96	1.02	1.02	1.00	0.97
전후단부 반원형	0.99	1.13	1.20	1.26	1.31

(주)  $b_2/b_1 = 0.9$ 에 대하여는 좀 큰 편이므로 주의한다.

### 라) 관수로의 유량계산

관수로의 허용유속 유량계산 및 각종 손실수두 등의 계산은 농업생산기반정비사업 계획설계기준 [수로공 편] 파이프라인을 참조하기 바란다.

### 3) 흡입관의 설계

흡입관의 이음부에서 공기를 누입(漏入)시키거나 흡입관에 공기를 고이게 해서는 안 된다.

#### 가) 공기 장애와 방지공법

흡입관이 공기를 흡입하면 펌프의 성능이 저하된다. 심할 때는 양수가 불가능하다. 이러한 것은 흡입관이 길고 흡입양정이 클 때 특히 주의하여야 한다.

또 흡입관에 공기가 고인 채 펌프를 운전하게 되면 보통흡입측은 진공이 되기 때문에 공기가 팽창하여 물의 흐름을 방해한다.

이와 같은 현상을 방지하기 위하여 다음 사항을 유의하여야 한다.

① 펌프의 흡입구에서 편류나 선회유가 일어나지 않는 구조로 한다.

(그림 4.3.13).

② 관 길이는 가급적 짧게 하고, 곡관의 수는 될 수 있으면 줄이고 손실수두가 작게 되도록 한다.

③ 공기가 고이지 않도록 펌프로 향하여 1/50 ~ 1/100 정도의 상향기울기가 되도록 한다.

④ 배관할 때 펌프보다 높게 될 경우에는 기동시는 물론, 운전 중에도 고인 공기를 빼기 위하여 진공펌프를 가동시켜야 하므로 흡입구의 최정부에 진공펌프를 설치한다. [그림 4.3.14 참조]

⑤ 펌프 흡입구에 직접 곡관 또는 편심편축관(Eccentric Reducer)을 사용한다. 부득이 곡관을 사용할 때는 관내유속을 작게 하고, 곡률반경이 큰 것을 선정하여야 한다.

⑥ 관경이 변화하는 부분은 편심편축관을 사용한다.

⑦ 관내 압력은 보통대기압 이하가 되므로 공기가 새지 않는 관이음을 선정해야 한다.

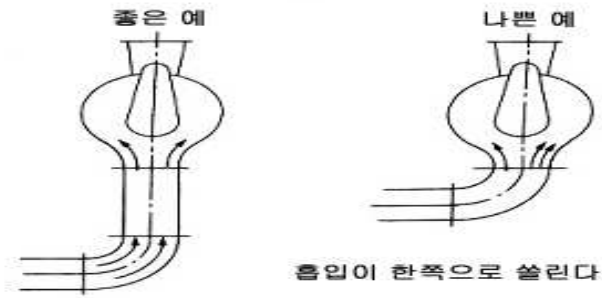
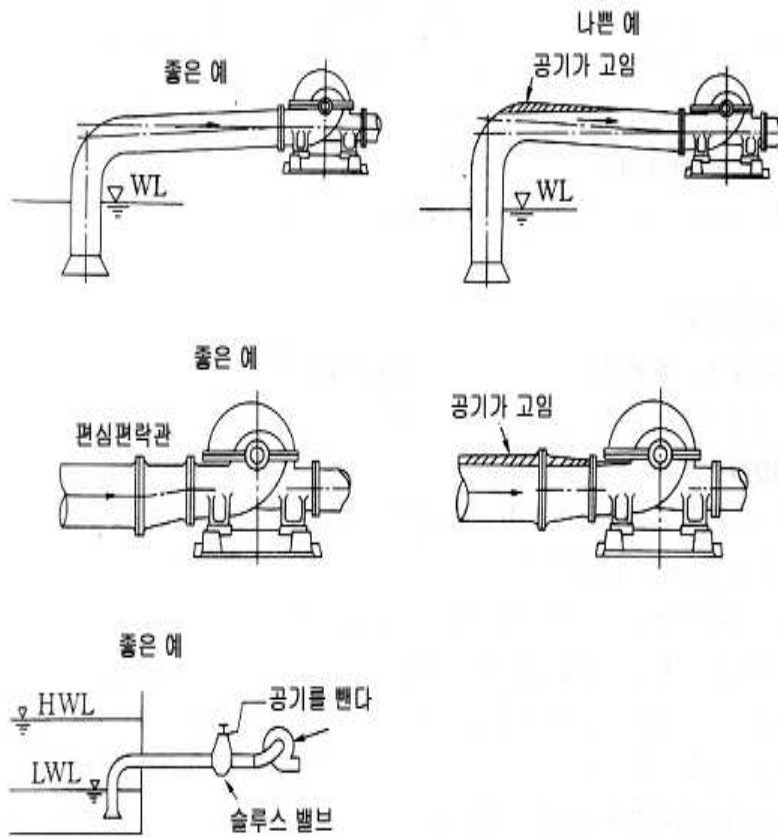


그림 4.3.13 곡관에 의한 편류 방지법



(주) 대형 슬루스 밸브는 가로로 설치하는 것이 바람직하다.

그림 4.3.14 펌프흡입관의 양부(良否)

[4.3 해설과 참고] 흡입관의 표준형상 및 참고현상

흡입관의 표준현상은 [3.4.2 해설 참고]에 표시한 형상과 다음에 표시한 소구경의 표준흡입관현상으로 대별할 수 있다. 횡축와권펌프(양흡입, 편흡입)는 [3.4.2 해설 참고] 및 [4.3.1.2 해설 참고]에 표시한다.

(1) 소구경 표준흡입 형상은 그림 4 참고 19 및 표 4 참고 13에 표시함.

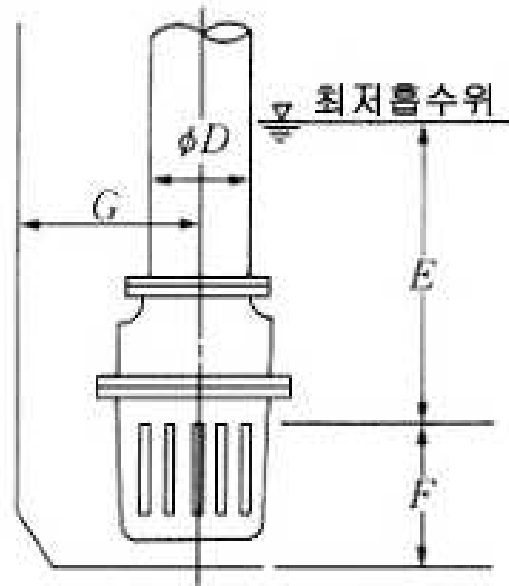


그림 4 참고 19 표준흡입형상

표 4 참고 13 표준흡입형상의 치수(푸트벨트가 붙을 경우)

구경 (mm)	주요 치수 (mm)			구경 (mm)	주요 치수 (mm)		
	E	F	G		E	F	G
65	280	150	200	150	500	380	250
80	310	200	200	200	600	500	400
100	330	250	200	250	720	620	400
125	420	310	250	300	850	740	450



표 4 참고 14 표준흡입형상의 치수

구경 (mm)	주요 치수 (mm)			구경 (mm)	주요 치수 (mm)		
	E	F	G		E	F	G
150	500	250	250	350	670	350	450
200	500	250	300	400	760	400	500
250	500	250	350	450	860	450	550
300	570	300	400	500	950	500	600

나) 표준흡입형상의 채용이 불가능한 경우는 그림 4 참고 20에 표시하는 참고흡입형상에 의한다.

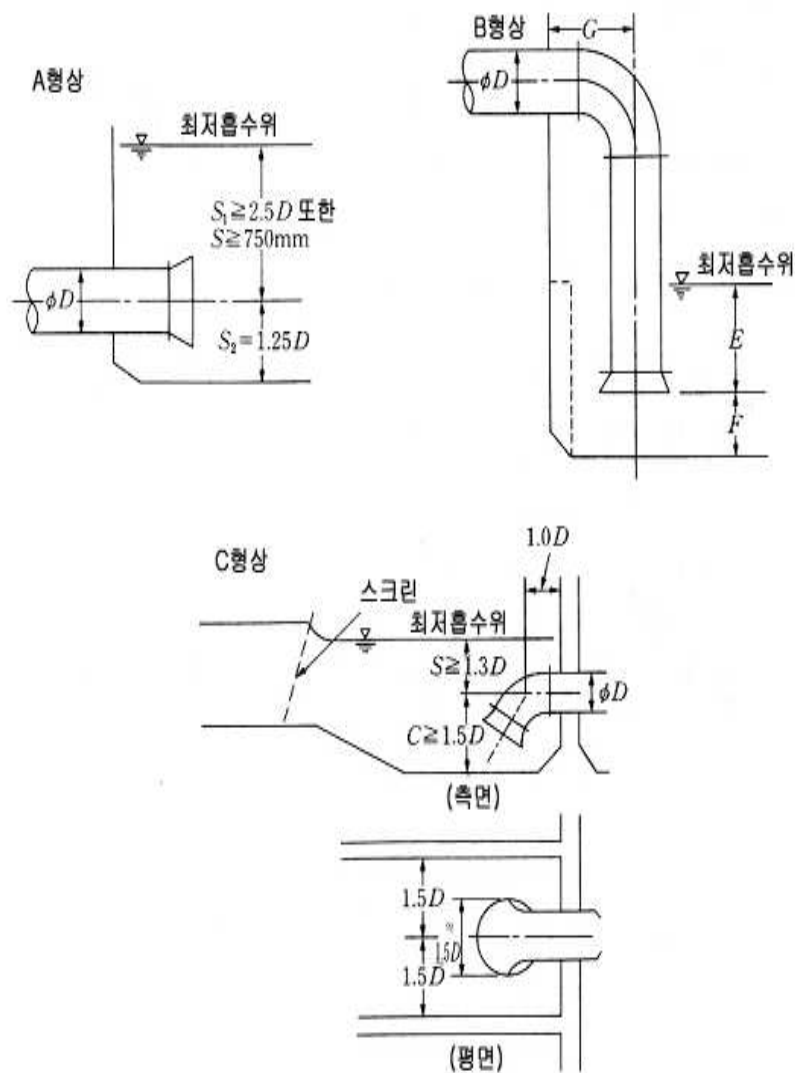


그림4 참고 20 흡입형상 참고

(주) 1. A 형상은 흡입수조 전체의 깊이( $S_1 + S_2$ )가 커져 경제적으로 불리하여 대구경의 경우는 채용하는 일이 적다.

2. B 형상에서 E, F, G 치수는 [3.4.2 해설 참고] 및 표4 참고 13, 14에 표시한 값으로 한다. 더욱이 흡입수조 내에 곡관의 접속플렌지가 있을 경우에는 곡관의 곡률반경을 고려하여 G치수는 1.5D 정도로 한다. 이러한 경우 구경이 600 mm 이상에서는 소용돌이 방지벽을 붙인다.

3. C 형상은 튜블러 펌프나 압입압식의 조축펌프에 채용되는 것이 많다. S치수에 대해서는 이 이상에 펌프시동시의 양수나 캐비테이션에 대해서도 주의하여야 한다. 이 형식은 구경 2,000 mm 정도까지가 한도이며 그 이상의 대구경은 드래프트(Draft)형 등 별도의 형식을 채용하는 일이 많다.

#### 다. 배출수조의 수리설계

배출수조는 배출관에서 방출된 수로의 감세가 급속히 이루어지기 때문에 접속되는 수로로 유수가 원활하게 이행할 수 있는 구조로 한다.

#### [해설]

##### 1) 배출관

배출관의 관경은 꼭 펌프 배출구경에 맞출 필요가 없고 재료비 시설비 및 유지비를 포함시켜 경제적인 배관이 되도록 다음 사항을 고려한다.

가) 펌프의 배출구경은 펌프본체의 효율과 경제성으로 정해지므로 배출관의 관경을 펌프의 배출구경에 맞출 필요는 없다.

나) 관이 긴 경우 관경결정은 펌프, 전동기, 밸브, 관의 재료 등의 가격, 설치비, 토목공사비, 금리, 상각기간, 전력 요금 등의 시설비와 동력비, 유지비 등을 포함시켜 검토하여 결정한다.

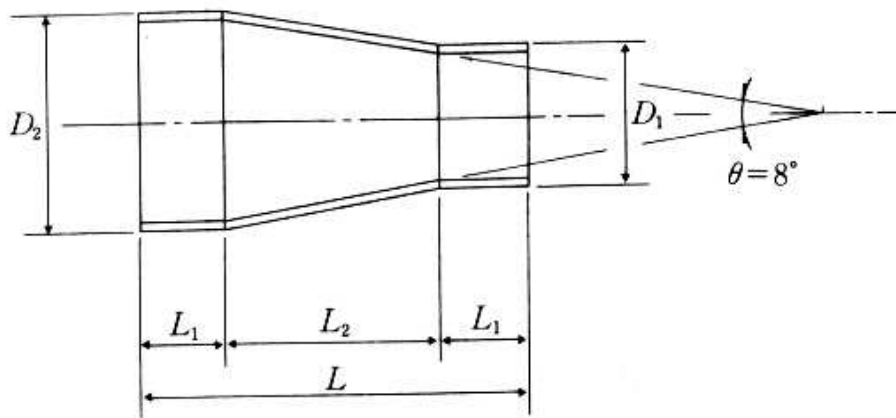
다) 장래에 수요량 증대가 예상되는 경우는 수요량 증가를 추정하여 관경이 큰 관을 부설하여 둘 필요가 있다.

라) 단거리 송수인 경우에는 배관으로 인한 마찰손실이 실양정에 비하여 비교적 작으므로 펌프구경과 동일 구경의 송수관을 사용해도 좋다. 그러나 관내 유속을 그대로 배출수조 등에 배출하게 되면 속도에너지를 손실하게 되므로 배출관 말단에는 편축관(片縮管)을 설치하여 관내 유속을 차차 낮추어서 작은 유속으로 배출하도록 한다. 일본의 편축관 표준 치수는 표 4.3.5와 같다.

표 4.3.5 편축관 표준치수

(단위: mm)

호 칭	$D_1$	$D_2$	$L_1$	$L_2$	$L$
600×800	609.6	812.8	250	700	1,200
700×900	711.2	914.4	250	700	1,200
800×1,000	812.8	1,016.0	250	700	1,200
900×1,200	914.4	1,219.2	250	800	1,300
1,000×1,350	1,016.0	1,371.6	250	800	1,300
1,200×1,500	1,219.2	1,524.0	250	800	1,300
1,500×1,800	1,526.0	1,832.0	400	1,200	2,000



2) 배출수조

배출수조의 설계에 있어서는 다음 사항을 검토해야 한다.

일반적인 배수펌프의 배출수조의 형상 및 치수는 다음 사항에 유의하여 설계한다.

가) 배출수조의 중앙부에 수로가 있는 경우

- ① 그림 4 참고 21의 치수는 필요 최소치수를 나타내고 있다.
- ②  $B_1$  치수가 부득이 더욱 작은 치수로 되는 경우에는 배출관단을 중앙부의 배수로에 향하여 약 30° 정도 구부려 유출되도록 한다.
- ③  $L_1$  치수는 토목시공의 관련으로 흡입수조의 폭과 같은 1.5D로 설계되는 경우가 많다.
- ④  $L_2$  치수는 펌프의 설치간격으로 결정되는 경우가 많으나 배출수조 내에서 허용되는 최소간격으로 2.5D를 나타내고 있다.
- ⑤ 경사각  $\theta$  는 반사파가 옆의 배출관 끝에 직접 향하지 않는 각도로서

$\theta \geq 20^\circ$ 로 하고 있다. 배출수조내의 수심과의 관련으로 유속이 빠르게 될 경우에는 경사각  $\theta$  를 더욱 크게 한다.

⑥  $B_2$  치수는 양측벽에서 경사각도  $\theta$  와 수로와의 교점으로 구한다.

⑦ 펌프대수가 적을 때(1~2대 정도)는 상기한 조건으로 배출수조의 관계치수를 설계하게 되면 표면적이 지나치게 작게 되는 수가 있다. 일반적으로 배출수조내의 유속은 충분히 감속해서 방향을 변환하는 것이 바람직하고 최대 유량에 대하여 약 0.3~0.5m/s 이하로 유속을 억제하면 배출수조 내에서 극단적인 편류나 소용돌이의 발생이 적다. 흐름의 방향변화가 적은 경우는 특히 고려할 필요가 없다.

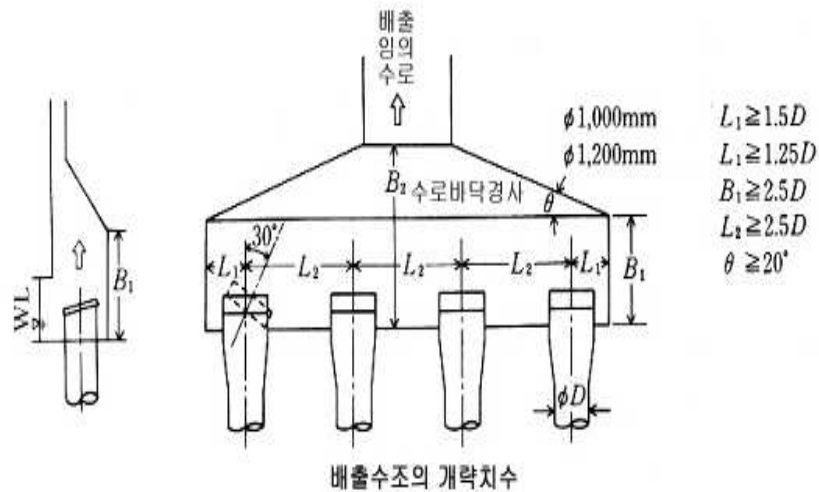


그림 4 참고 21 배출수조의 개략치수(예)

나) 배출수조의 한 쪽에 수로가 있는 경우

- ① 그림 4 참고 22의 치수는 필요 최소치수를 표시한다.
- ②  $B_1$  치수가 부득이 더욱 적어질 경우에는 배출관단을 수로에 향하여 약  $30^\circ$  정도 구부려서 유출되도록 한다.
- ③ 반사측 측벽이 경사되지 않고 평행한 측벽으로 되는 경우는  $B_1 \geq 3D$ 로 한다.
- ④  $L_2$  치수는 펌프의 설치간격으로 결정되는 경우가 많으나 최소치수로써 2.5D를 제시하고 있다.
- ⑤ 경사각도  $\theta$ 는  $12^\circ \sim 15^\circ$ 로 하고 수조 밑은 수평으로 하나 배출수조내의 수심과의 관계로 유속이 빠르게 되는 경우는  $\theta$ 를 더욱 크게 한다.

- ⑥  $B_2$ 치수는  $\theta$ 와 수로와의 교점으로 구해지나 배출수조내의 유속은 최대유량에 대하여  $0.3 \sim 0.5 m/s$  이하의 유속이 될 수 있도록 억제한다.
- ⑦ 적은 대수인 경우도 관계치수는 변하지 않고 상기한 배출수조 내의 유속이면 된다.

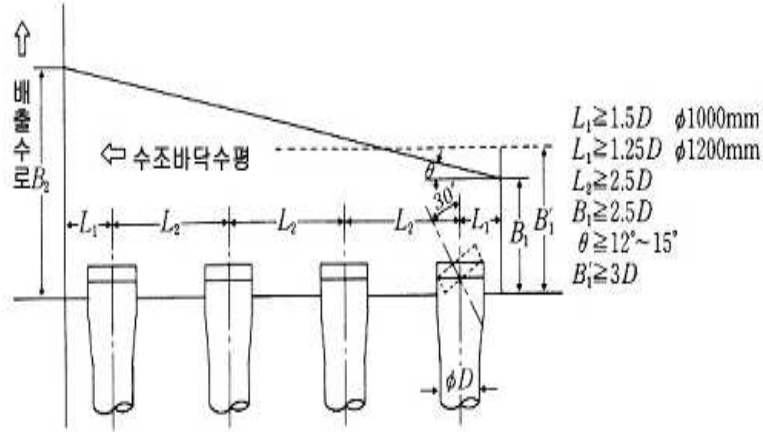


그림 4 참고 22 배출수조의 개략치수(예)

### 3) 접속송수로

배출수조에 접속되는 송수로는 급격한 굴곡을 피하고 계획최대유량을 흐르도록 충분한 기능을 가지며 안전하고 경제적인 설계가 되도록 한다.

배출관에 접속하는 송수관 혹은 배출수조에 접속하는 송수로(개수로)의 어느 경우에도 계획 최대유량을 안전하게 송수할 수 있도록 한다. 그렇게 하려면 노선의 급격한 만곡 및 굴절을 피하고 원활한 이행형상을 준다.

#### 가) 송수관

(1) 송수관의 노선은 급격한 굴곡을 될 수 있는 대로 피한다. 노선의 급격한 굴곡은 손실 수두를 크게 하고 수리적으로 불리할 뿐 아니라 내압과 동수압에 의하여 관로의 바깥 방향으로 향하는 힘이 작용하여 구조상의 약점이 되므로 될 수 있는 대로 완만하게 구부린다.

(2) 관경 결정에는 계획최대유량이 흐를 수 있게 단면을 결정해야 한다.

또 관내유속은 재질에 따라 다르나 소구경에서  $1 \sim 2 m/s$ , 대구경에서  $2 \sim 3 m/s$  정도로 하는 것이 바람직하다.

(3) 송수관의 손실수두에는 다음과 같이 각종 손실수두가 생각되기 때문에 설계조건에 따라 검토할 필요가 있다.

마찰손실수두

유입에 의한 손실수두

- 유출에 의한 손실수두
- 단면변화에 의한 손실수두
- 만곡 및 굴절에 의한 손실수두
- 분류 및 합류에 의한 손실수두
- 밸브류에 의한 손실수두

설계치의 세부사항은 3.4.1 해설 가. 를 참조할 것

(4) 송수관에서는 정전으로 펌프의 동력이 급단되었을 경우는 수격작용 현상을 나타내는 수가 있다.

이 수격작용 현상에 대해서는 3.13절 수격작용을 참조하고 충분한 대안을 세워야 한다. 그리고 송수관로에 대한 상세한 것은 농업생산기반정비사업계획 설계기준 [수로공편] 파이프라인을 참조할 것

나) 송수로(개수로)

(1) 배출수조부터의 송수로를 개수로 형식으로 계획하는 경우에는 계획 최대유량이외인 때에 불안정한 흐름이 되는 수가 있다. 예를 들면 부분적인 저하배수, 복잡한 이행형상에 의한 물결의 발생 등이다. 이 때문에 계획최대유량 이외의 최대사용빈도의 유량에 대하여도 검토할 필요가 있다.

(2) 배출수조에서 개수로에 접속하는 이행부에 설치하는 게이트의 폭이 협소하면 유출시에 유속이 크게 되고 개수로 내에서 조건이 나쁜 물결이 발생하는 경우가 있으므로 이행부의 형상을 충분히 검토하여야 한다.

(3) 개수로내 손실수두로서는 다음의 여러 손실수두를 고려해야 한다.

- 유입에 의한 손실수두
- 단면변화에 따른 손실수두
- 만곡 및 굴절에 의한 손실수두
- 분류 및 합류에 의한 손실수두

설계치의 세부사항은 4.3.1.해설 나. 흡입수조까지의 수리설계를 참고한다.

### 4.3.2 흡배출 수조의 설계

흡입수조와 배출수조는 펌프의 흡입과 배출 성능을 만족하도록 설계함은 물론이고, 예상되는 하중에 대하여 안전한 구조가 되도록 하여야 한다. 또 접속수로와 조화가 이루어지도록 하여야 하며 유지관리의 용이성도 고려하여야 한다.

가. 일반사항

- ① 흡입수조와 배출수조의 흡입과 배출 성능을 만족하도록 형상에 대해서는 4.3.1. 나 항의 『수리설계』 요령에 따른다.
- ② 흡입수조와 배출수조의 설계에서 고려하여야 할 연직하중은 건물하중, 펌프하중, 원동기하중, 관 및 밸브류의 하중 및 기타 상재하중 등이며 수평하중은 토압하중과 지진하중이 있다. 이들 하중에 대해서는 4.2절 가 2)항의 자세한 계산요령에 따른다.
- ③ 펌프의 스러스트 하중은 펌프축에 가해지는 펌프날개의 송수하중에 상당하는 반력을 말한다. 횡축 펌프에서는 펌프내부에서 이 하중을 지지하게 되므로 기초에는 스러스트 하중이 작용하지 않는다. 그러나 입축 펌프에서는 2상식은 윗 상판에 스러스트 하중이 작용하며 1상식은 펌프 하중과 함께 지지판에 작용한다.
- ④ 지하구조물의 이음부, 지하구조물과 관의 연결부, 또는 균열부의 누수 방지대책에 대해서는 농업토목공사 표준시방서 (농림부) 콘크리트 표준시방서 해설 (건교부, 대한토목학회) 등의 제 규정에 따르며 그 외에 다음 사항에 대하여도 유의하여야 한다.

타설이음은 누수의 원인이 되기 쉬우므로 피해야 하나 불가피한 경우에는 누수방지용 지수관, 강관 등을 삽입하여야 한다. 또 주 배관이 벽을 관통하는 부위 등에서 수밀성을 요구하는 경우에는 일시 개구부에 강관 종류를 삽입하든지 관에 10cm 정도의 차양을 만들어 주어야 한다. 그리고 수밀을 요하는 신축이음부에는 고무제 또는 염화비닐수지제의 지수관을 설치한다.

- ⑤ 흡입수조와 배출수조는 관과 밸브류의 연결, 교체 또는 점검에 편리한 구조가 되도록 설계하여야 한다.

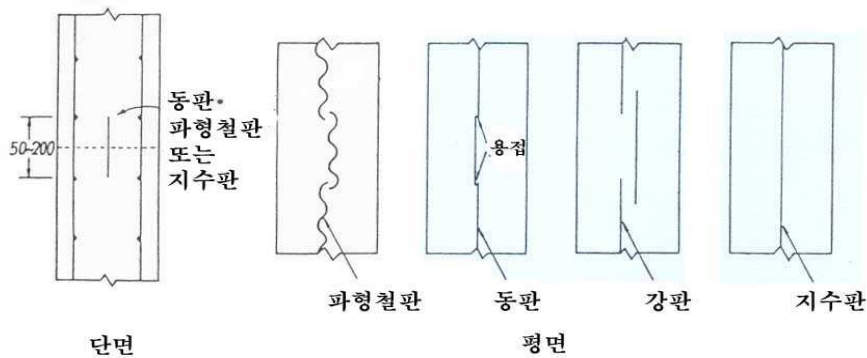


그림 4.3.15 타설이음의 예 (단위: mm)

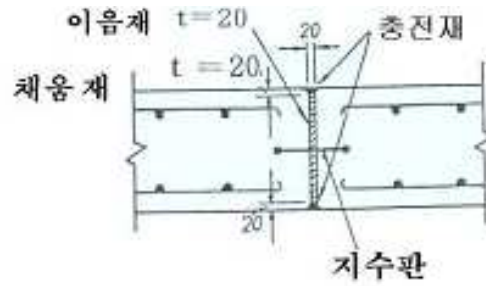


그림 4.3.16 신축이음의 예 (단위: mm)

## 나. 흡입수조의 설계

### 1) 흡입수조의 형상

흡입수조의 형상은 4.3.1.2 항의 수리적 조건과 펌프의 형식 및 대수로부터 결정한다. 흡입수조의 형상에는 개방형 (open type)과 박스형이 있으며 펌프의 설치 대수에 따라 2련, 3련, 또는 수련의 구조로 한다. 또 구경이 다른 펌프를 설치하면 비대칭형의 구조로 된다. 이들 여러 가지 경우에 대한 펌프장의 설계 예는 『마』 항의 끝부분에 예시하였다.

### 2) 유지관리상 고려사항

흡입수조의 설계에 있어서 유지관리상 고려해야 할 사항은 아래와 같다.

① 제진기의 점검과 수리 또는 교환, 흡입관의 점검과 교환, 흡입수조내의 점검과 청소 등에 필요한 물을 교체할 수 있도록 제진기 전면의 측벽과 격벽에 빈지 홈을 설치하고 1련분 상당량의 빈지재를 비치한다.

② 흡입부는 위험하므로 위험방지용 난간과 철망 등을 설치한다.

③ 유지관리용 트랩(trap)을 각 연(連)마다 설치한다.

### 3) 구조계산

구조계산상의 유의사항은 다음과 같다.

① 건물과 흡입수조가 상하로 직결되어 있는 경우에는 이를 서로 연결된 일체의 라멘으로 보아 계산하여야 하나 실용상으로는 건물 하중 중에서 기둥에 작용하는 축방향력과 수평력 및 휨모멘트를 구하여 이를 흡입수조에 작용하는 하중으로 보고 흡입수조의 라멘 해석을 하여도 무방하다.

② 상시 하중을 고려할 때에는 수조내부 수압을 0으로 본다. 지진시에는 수압이 0으로 될 확률이 작으므로 상시수위를 정하여 그 수압을 고려하면 된다.

③ 펌프바닥면의 하중은 균집하중과 자재 반출입시의 바퀴 하중 중에서 큰 쪽을 취한다.



④ 바닥판의 자중은 기초의 지지력 계산에서는 고려하여야 하나 라멘 계산 시에는 바닥판 반력과 균형을 이루지 않을 경우에만 고려한다.

⑤ 바닥면이 슬래브 구조로 펌프 구멍이 개방되어 있는 경우에는 계산이 매우 복잡하므로 하중을 네 방향으로 분해하여 캔틸레버로 보고 계산하는 것이 일반적이다.

⑥ 계산결과 부재두께가 얇더라도 실제 시공치수는 펌프 진동, 앵커볼트 또는 덕트 설치를 고려하여 결정하여야 한다. 도관은 경량콘크리트를 타설하여 설치할 수도 있다. 건물과 흡입수조가 상하로 직결되어 있는 경우에는 바닥판, 상판, 측벽 등의 두께를 개략적으로 결정하는 방법은 그림 4.3.17과 같다.

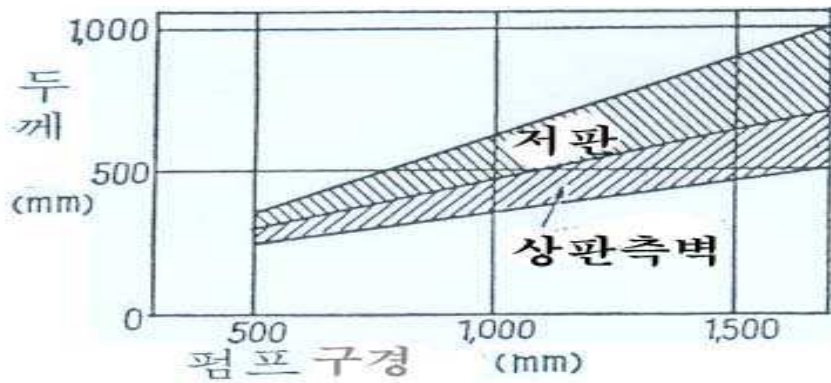


그림 4.3.17 흡입수조의 개략치수

#### 다. 배출수조의 설계

##### 1) 배출수조의 형상

배출수조의 형상은 『4.3.1.3』 항의 수리적 조건과 펌프의 배치, 대수 및 배출측 수로 (또는 하천 제방 높이) 등으로부터 결정한다.

하천에 직접 배수하는 배출수조의 상단 높이는 하천시설기준 또는 하천에 관한 인허가 사무처리규정에 따라야 하며 그 요지는 다음과 같다.

- 가) 하천계획이 확정되어 있는 경우에는 계획제방고 보다 높게 한다.
- 나) 계획제방고가 현재의 제방고 보다 낮은 경우
  - ① 하천관리, 설계 또는 시공상 지장이 없을 것으로 예상되는 경우에는 계획제방고와 같은 높이로 한다.
  - ② 지장이 있을 것으로 예상되는 경우에는 현재의 제방고와 같게 한다.

하천 제방에 설치하는 통문과 통관은 하천에 관한 인허가 사무처리 규정에 따라야 한다.

##### 2) 유지관리상 고려사항

배출수조에 플러그 밸브를 설치하는 경우에는 밸브의 반입과 설치가 용이하도록 고려해야 하며 각개 플러그 밸브마다 빈지와 점검용 사다리를 설치한다.

#### 라. 흡입관 및 배출관의 설계

##### 1) 중소구경 관

벨 마우스 구경은 관구경의 1.33 ~ 1.43배의 범위로 한다. 배출관은 관 끝의 구경을 크게 하는 편락(片落)관을 설치한다.

##### 2) 대구경 관

관구경이 2,200mm 이상으로 크게 되면 펌프의 크기에 알맞은 충분한 용량의 흡입수조를 설치하는 것은 비경제적이고 또 지형과 시공면에서도 제약을 받는 것이 일반적이다. 이러한 경우에는 흡입수조 자체를 콘크리트 구조의 수로로 설계하는 것이 일반적이다. 그 이유는 콘크리트 구조의 수로에서는 흡입되는 흐름이 고르고, 유수의 자유면을 억제할 수 있으므로 수심이 작아도 공기를 흡입하는 일이 드물기 때문이다. 또 흡입측을 콘크리트 케이싱으로 하고 배출관은 주철관을 사용하는 경우가 간혹 있으나, 관구경이 2,500mm 이상으로 되면 배출측의 구조도 콘크리트내에 강관을 붙이는 것이 일반적이다. 그림 4.3.18은 대구경 펌프의 흡입형상의 예를 보여주고 있으며 그림 4.3.19는 흡입수로의 형상의 예를 보여주고 있다.

##### 3) 관두께

관두께는 배관상황에 따라 결정해야 하는데 내수압 또는 토압, 바퀴하중 등의 외부 하중, 여유 두께 등을 고려하여 적절하게 결정하여야 한다. 관두께의 검토는 『농업생산기반정비사업계획설계기준 수로 편』을 참고한다.

##### 4) 관 이음

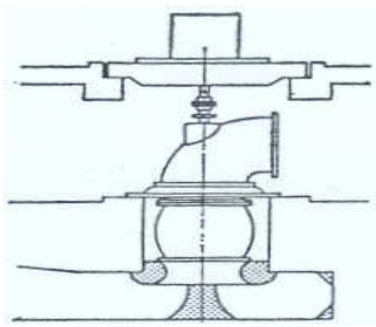
관 이음에는 플렌지 이음, 용접 이음, 나사식 이음, 유니온 이음, 신축이음이 있다. 앞 4 종류 이음의 개략형상은 그림 4.3.20 ~ 23과 같고 특징은 표 4.3.6과 같다. 신축이음은 다음과 경우에 사용하며 종류와 특징은 표 4.3.7과 같다.

- ① 배관의 지지 구조물에 부등침하가 예상되는 경우
- ② 유체의 온도가 높은 경우
- ③ 기기 제거, 교체 등의 사유로 관의 이음을 해체할 필요가 있는 경우
- ④ 배관을 넣어 기기의 진동이 전달되지 못하도록 하는 경우
- ⑤ 설치시기의 조정 등의 사유로 시공성에 여유를 갖고자 하는 경우

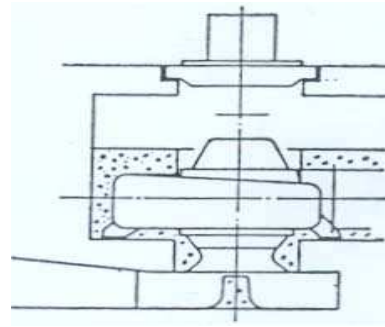
##### 5) 배관의 지지

체크밸브 및 구경이 큰 밸브는 밸브자체를 견고하게 지지시켜야 한다. 또

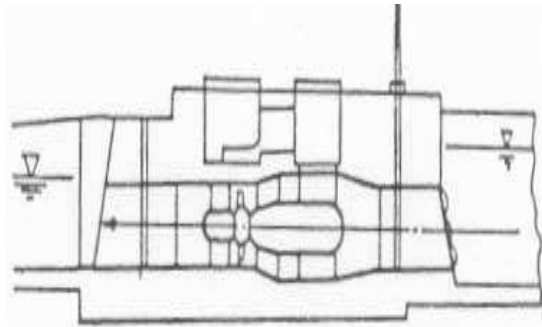
만곡관과 분기관은 관 자체를 직접 지지시키거나 그 부근에서 지지시킨다. 신축이음은 그 형상에 따라 지지 지점과 지지 방법을 선정하여야 한다.



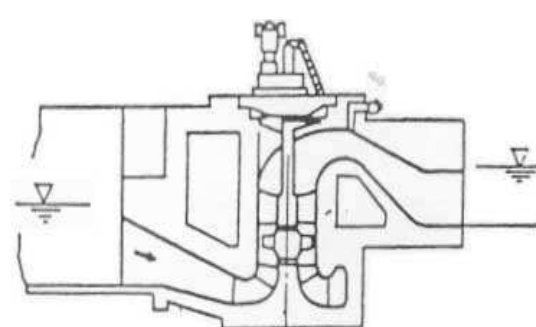
(a) 입축 사류펌프



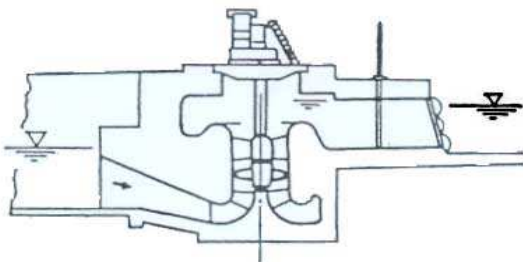
(b) 입축 사류펌프 (익동형)



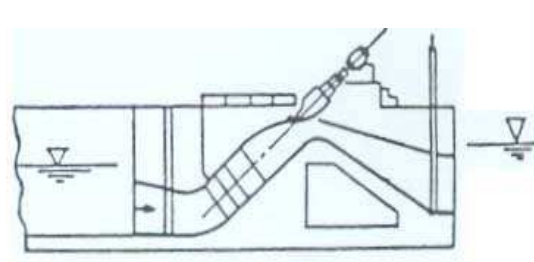
(c) 횡축 축류형 튜블러펌프



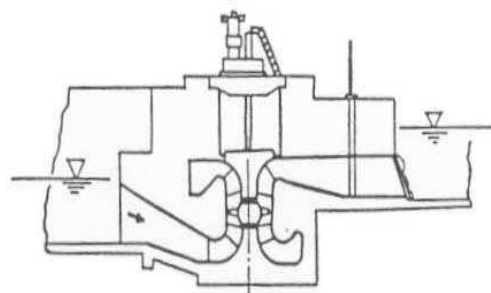
(d) 입축 밴드형 축류펌프 (사이편)



(e) 입축개방형 축류펌프

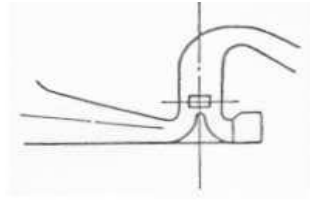


(f) 사축 밴드형 축류펌프 (사이편)

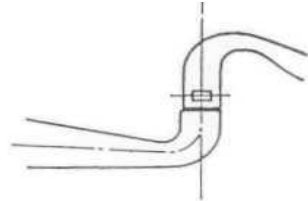


(g) 입축 우산형 축류펌프

그림 4.3.18 대구경 펌프의 흡입형상

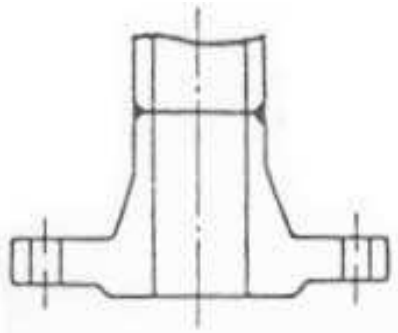


(a) 삿갓형

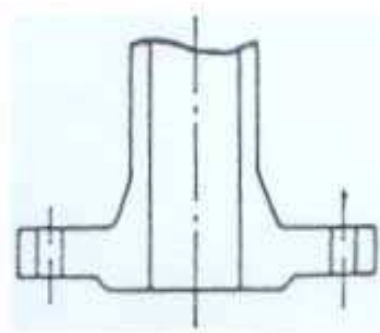


(b) 밴드형

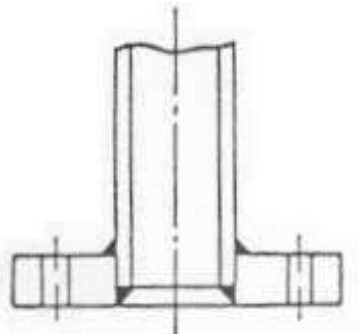
그림 4.3.19 흡입유로 형식



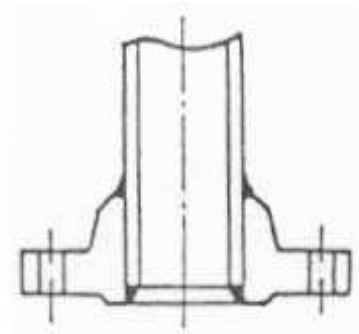
(a) 일체형



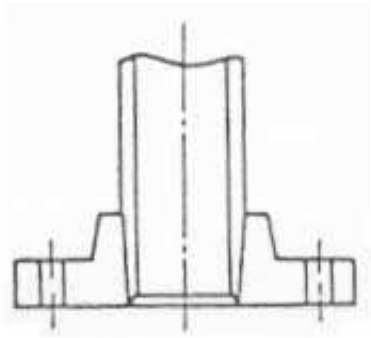
(b) 맞대기 용접형



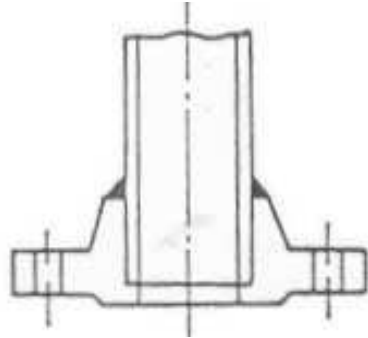
(c-1) 필레트 용접형



(c-2) 필레트 용접형

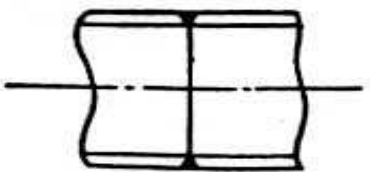


(d) 나사식 연결

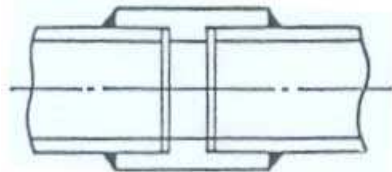


(e) 소켓 용접형

그림 4.3.20 플랜지이음 (관과 접합하는 형식에 따른 분류)

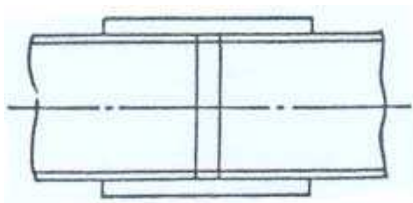


(a) 맞대기

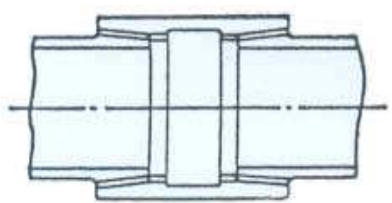


(b) 소켓형

그림 4.3.21 용접이음



(a) 평행 나사형



(b) 양초 나사형

그림 4.3.22 나사식 이음

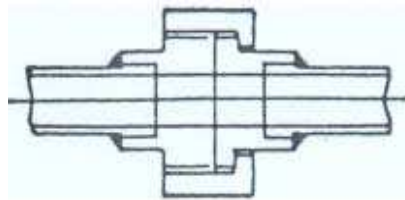


그림 4.3.23 유니온 이음

표 4.3.6 관이음 종류와 특징

이음의 종류		적 용 관 재	
① 플랜지 이음 (flange joint)	㉠ 일체형의 플랜지	① 강 관 ② 강 철 관 ③ 합성수지관 ④ 라이닝 관	① 재질이 주조품 또는 단조품 ② 중~대구경 고압 배관에 적용
	㉡ 맞대기 용접형의 플랜지		① 보통 2B를 초과하는 고온고압 배관에 적용 ② 중내지 대구경의 고압 배관에 적용
	㉢ 필레트 용접형의 플랜지		① 보통 2B 이하의 고온고압 배관에 적용 ② 중~대구경의 저압 배관에 적용
② 나사식 이음	나사식 플랜지		① 보통 2B 이하의 배관에 적용
③ 용접 이음	㉠ 맞대기 용접이음	① 강 관 ② 동관 및 동합금관 ③ 기타 용접 가능한 금속관	① 보통 2B를 초과하는 배관에 적용
	㉡ 소켓 용접이음		① 보통 2B 이하의 배관에 적용
④ 유니온 이음		① 강 관 ② 강관 및 동합금관	① 보통 2B 이하의 배관의 분해용으로 이용

장 점	단 점	비고
① 플랜지면의 정도를 기대할 수 있다.	① 현장에서 치수조정이 불가능하다.	
① 용접에 수반하는 열변형이 가스켓(gasket)에 영향이 미치지 않는다.	① 플랜지의 제작공정이 많아 판 플랜지보다 값이 비싸다	
① 재료비가 저렴하여 중심을 바로 잡는 것이 용이하다.	① 용접에 따른 열변형이 가스켓에 영향을 미치기 쉬우며 고압에서는 약간의 누수가능성이 있다	
① 용접이 불가능한 재료(도장관, 라이닝관 등)에 접합하다. ② 작은 구경의 관은 시공이 간단하다.	① 시공상 대구경관에는 적합지 않다.	
① 이음부의 강도가 모재와 비슷하다. ② 흐름에 따른 손실수두가 작다.		
① 용접부위를 다듬기가 용이하다. ② 고압에 사용할 수 있다.		
① 분해와 연결이 용이하다.	① 고온, 고압 배관에는 적합지 않다	

표 4.3.7 신축이음의 종류와 특징

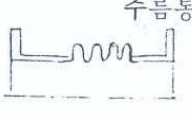

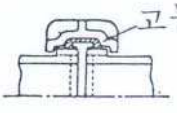
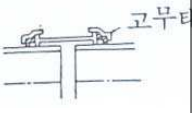

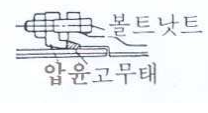
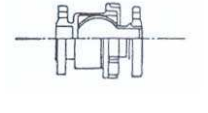

종 류		적용지름 (mm)	특 징	
① 주름통형 (bellows type)	㉠ 금속주름통형 (bellows) 	50 ~ 2,000	① 신축량    최고 150mm ② 휨각도    약 5° 이하 ③ 편심량    50mm 이하 (특수한 경우 300mm 이하) ④ 허용온도  최고 200 ~ 300°C ⑤ 내 압     20 kg/cm <sup>2</sup> 이하 ⑥ 회전성    없음	
	㉡ 고무주름통형 (rubber expansion) 		① 신축량    1주름통마다 20 ~ 50mm ② 휨각도    10° 이하 ③ 편심량    1주름통마다 10mm 정도 ④ 허용온도  최고 70 ~ 100°C (내열성고무) ⑤ 내 압     17.5kg/cm <sup>2</sup> ⑥ 회전성    없음	
② 섭동형	㉢ 빅토릭형 (victoric joint) 	25 ~ 2,400	① 신축량    ±1.5 ~ 10mm (지름에 따라 다름) ② 휨각도    0.94 ~ 2° (한쪽파이프의 휨각을 표시함) ③ 편심량    2 ~ 3mm 정도 ④ 허용온도  -20 ~ +80°C ⑤ 내 압     작은 지름은 최고 250kg/cm <sup>2</sup> , 큰 지름은 최고 15kg/cm <sup>2</sup> (단, 예비볼트를 설치하면 없어짐) ⑥ 회전성	
	㉣ 흘장형 (crossier type) 	80 ~ 2,400 ※대구경형 으 2,000 ~ 6,000 것이 있음	① 신축 량   ±100~260mm ② 휨각 도   5° (한쪽파이프의 휨각을 표시함) ③ 편심 량   이음매를 2개소에서 사용하면 편심량이 커짐. 1개소만 사용할 때는 편심량이 작음 ④ 허용온도  상온 ⑤ 내 압     10~17.5kg/cm <sup>2</sup> , ⑥ 회전성    있음	

표 4.3.7 신축이음의 종류와 특징 (계속)

종 류	적용지름 (mm)	특 징
② 섭 동 형	㉔ 슬리브형 (sleeve type) 	① 신축량 ±30~110mm ② 휨각도 1~2.5°(한쪽파이프의 휨각도를 표시함. 지름이 작을수록 휨각도가 크게 됨) ③ 편심량 2~3mm 정도 ④허용온도 -20~+80℃ ⑤ 내 압 10~70 kg/cm <sup>2</sup> , ⑥ 회전성 있음
	㉕ 메커니칼형 (mechanical type) 	① 신축량 약 20mm ② 휨각도 5° 25'(내압 3.5kg/cm <sup>2</sup> 까지 누수 없음) ③ 편심량 전혀 없음 ④허용온도 상온 ⑤ 내 압 17.5~60 kg/cm <sup>2</sup> ⑥ 회전성 있음
③ 회 전 형	㉖ 볼형 (ball joint) 	① 신축량 없음 ② 휨각도 최고 15° 또는 30° ③ 편심량 없음 ④허용온도 100℃ ⑤ 내 압 30~60kg/cm <sup>2</sup> ⑥ 회전성 있음
④ 기 타	㉗ 루스 플랜지 (loose frange) ※분해용에 사용 	① 신축량 없음 ② 휨각도 없음 ③ 편심량 없음 ④허용온도 상온 ⑤ 내 압 최고 10kg/cm <sup>2</sup> ⑥ 회전성 있음 (단, 볼트를 붙이면 없음)



## 4.4 건물의 설계

### 4.4.1 설계의 기본

건물은 토목구조물, 펌프설비 등 다른 공사와의 관련 및 유지관리면도 충분히 고려할 필요가 있다. 반입구의 위치, 흡입수조와 건물이 위치, 기둥의 배치, 관이 벽을 통과할 때의 진동과 방수에 대한 처리, 펌프의 조립과 분해를 할 수 있는 바닥의 스페이스, 펌프설비의 반입·반출, 송수시에 발생하는 추력의 지지 및 하중 등을 충분히 검토하여 설계를 하여야 한다.

건물의 설계, 시공시에는 별도로 규정된 건축기준법, 동시행령 및 소방법·동시행령 등 관련법규와 각종 구조계산 기준 및 지방공공단체의 조례 등을 사전에 조사하여 확인하고 이것을 준수할 필요가 있다.

건물은 펌프 송수시에 발생하는 추력을 확실하게 지지되는 구조로 하여야 한다.

#### 가. 건물의 양식

건물의 양식은 펌프의 기종(축류펌프, 사류펌프, 원심펌프, 튜블러펌프) 및 형식(횡축형, 입축형, 사축형(斜軸形))과 흡입수조가 건물내에 들어올 경우 또한 건물밖에 설치될 경우 등에 따라서 다르게 되므로 이것을 충분히 이해하여 설계할 필요가 있다.

흡입수조의 일부나 전부 위에 건물이 설치될 경우는 건물의 하중이 흡입수조에 걸리기 때문에 건물의 구조설계는 흡입수조의 구조와 합해서 구조설계를 하여야 한다. 또한 건물의 구조설계는 「철근콘크리트의 구조계산기준·동해설」을 준거한다. 건물의 양식을 대별하면 다음과 같다.

#### 1) 1상식(一床式)

##### 가) 원심펌프 횡축형

원심펌프 횡축형에는 압입식과 흡상식이 있다.

압입식은 펌프가 흡입수위보다 낮은 위치에 설치되기 때문에 건물은 지하로 된다.

흡상식은 흡입수조가 건물내에 들어올 경우와 건물밖에 설치되는 경우가 있는데 어느 경우에도 지상에 건물이 설치된다.

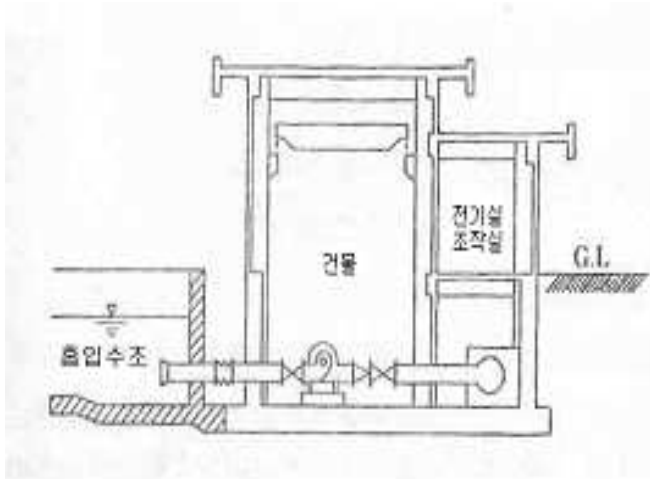


그림 4.4.1 압입식

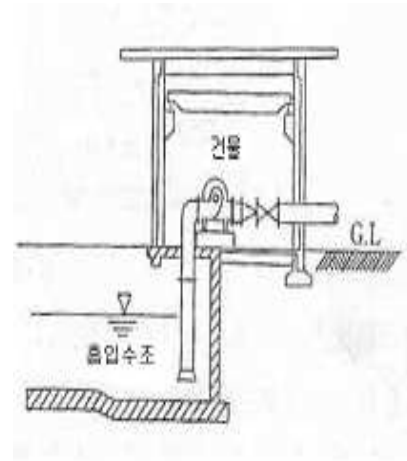


그림 4.4.2 흡상식

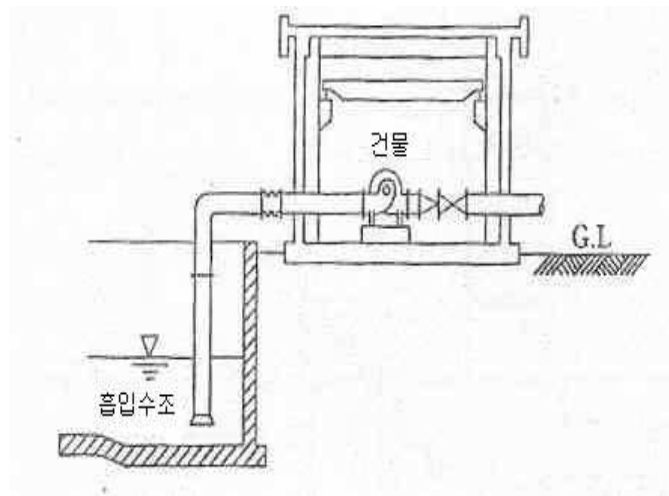


그림 4.4.3 흡상식

그림 4.4.1 및 그림 4.4.6과 같이 건물이 지하로 되는 경우는 누수방지를 고려하여 건물의 벽만으로 나누지 않고 흡입수조와 건물사이에 드라이 에리어를 설치하는 것이 바람직하다.

나) 축류, 사류펌프의 횡축형

축류나 사류펌프의 횡축형은 흡입수조를 건물내에 두는 경우가 많아 건물의 지간이 크게 되기 때문에 건물을 작게 하기 위하여 펌프의 형식을 입축형으로 하는 경우가 많다.

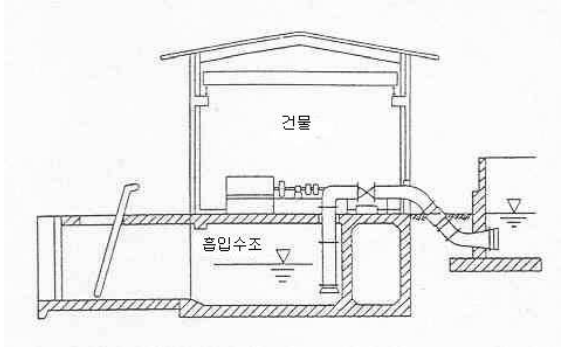


그림 4.4.4 횡축형 사류펌프

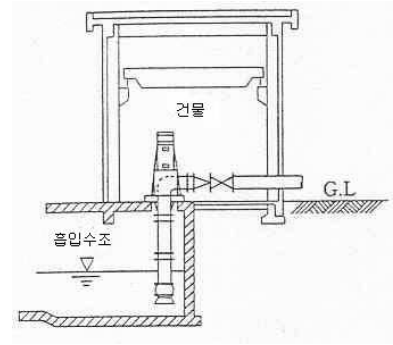


그림 4.4.5 입축형 사펌프

## 2) 2상식(二床式)

### 가) 원심펌프의 압입식

원심펌프의 압입식의 경우는 그림 4.4.1과 같이 지하층으로 되기 때문에 원동기의 위치를 높여서 홍수로부터 보호할 경우나 부지가 협소하여 건물공간을 작게 할 필요가 있을 때는 그림 4.4.6 같이 2상식이 사용된다.

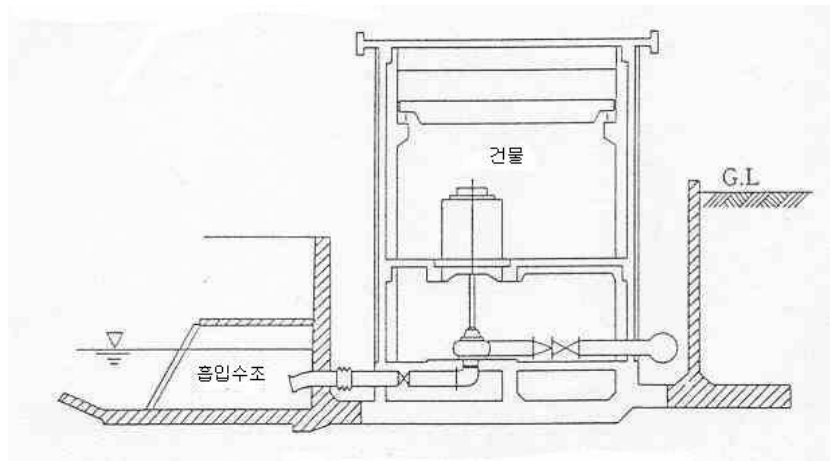


그림 4.4.6 입축형 원심펌프

### 나) 축류 및 사류펌프의 입축형

축류 및 사류펌프의 입축형은 그림 4.4.7과 같이 건물하부에 흡입수조가 놓이도록 설치된다.

건물의 범위는 일반적으로 도면에 표시된 것과 같이 원동기 설치면적의 공간도 있지만 펌프설치면적(1상부분)에의 관리용 입구, 통로 등의 형태에 따라

서는 펌프설치면적상의 공간도 건축구조물로 적용 받을 경우도 있다.

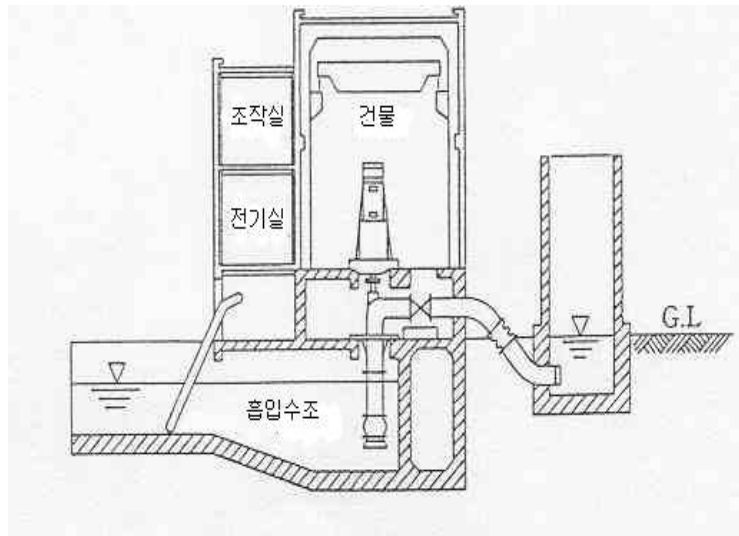


그림 4.4.7 입축사류펌프

다) 반2상식(半二床式)

그림 4.4.8은 축류 및 사류펌프의 입축형으로 반2상식 예를 표시한 것이다.

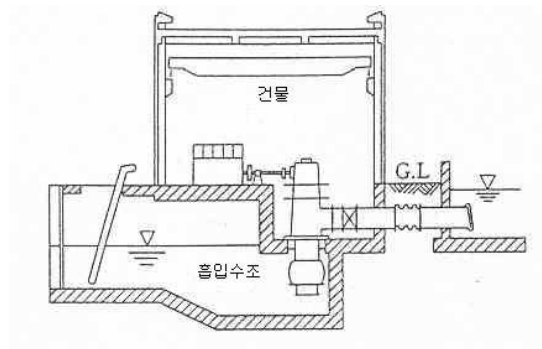


그림 4.4.8 입축사류펌프

라) 콘크리트 케이슨

초대형 구경의 축류 및 사류펌프는 콘크리트 케이슨(삿갓형, 만곡형, 매설형)의 실 예(그림 4.4.9 ~ 11)를 많이 볼 수 있다.

건물은 이 콘크리트 케이슨 위에 건립된다. 건물의 범위는 축류 및 사류펌프의 입축형 2상식의 경우와 같다.

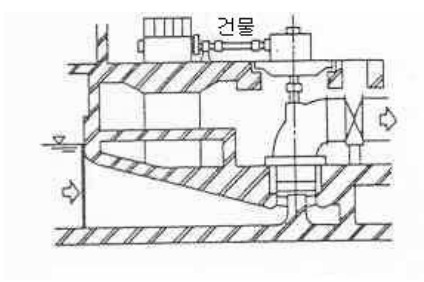


그림 4.4.9 흡입샷갓형

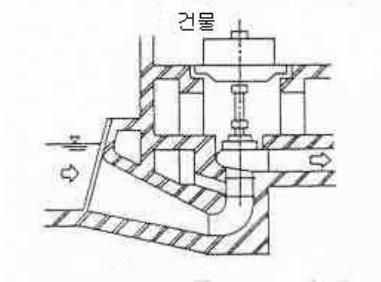


그림 4.4.10 흡입만곡형

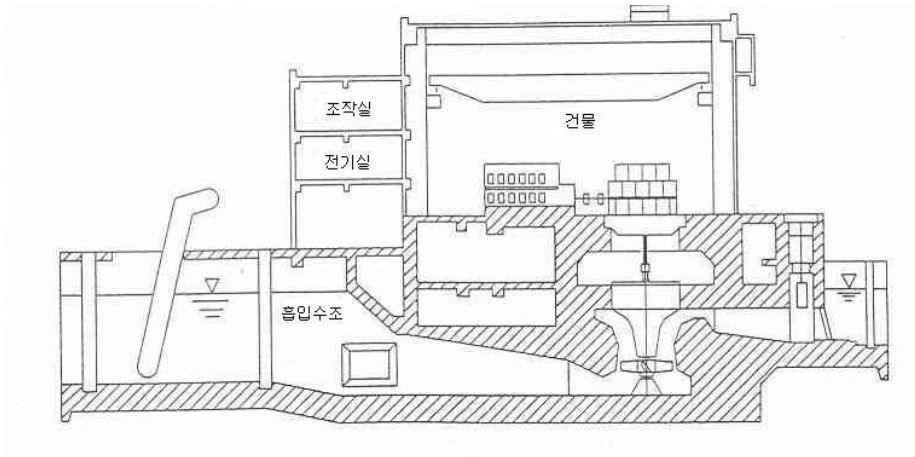


그림 4.4.11 매설 샷갓형

#### 나. 기계반입방식

펌프 및 원동기 등의 펌프실내에의 반입은 용이하게 될 수 있어야 하므로, 특히 천장크레인이 설치되는 기장에서는 반입방법에 따라서 건물의 설계에 영향이 있기 때문에 다음 사항 등에 관해서 충분히 검토할 필요가 있다.

1) 펌프 및 원동기 등이 용이하게 반출입이 될 수 있는 높이와 폭의 반입구가 되어야 한다. 특히 대형 펌프는 트럭이나 크레인으로 반입할 수 있는 크기가 되어야 한다.

2) 펌프설치 바닥이 지상에 있을 때에는 그대로 반입바닥이 되지만 펌프설치바닥(1상식의 경우)이 지하 깊숙이 되는 경우는 주위지반고와 동일한 높이에 반입바닥을 설치하면 건물의 천장이 높아지게 되므로 이의 대책으로는 다음과 같은 방법이 있다.



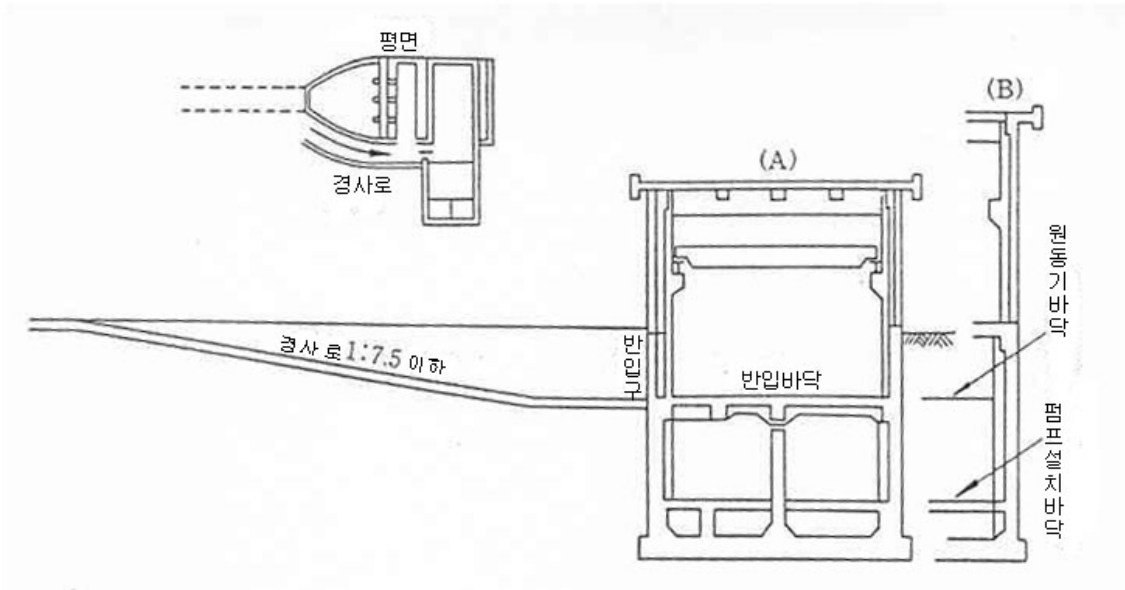


그림 4.4.13 경사로에 의한 반입바닥

- (주) 1. (B)는 경사로를 설치하지 않았을 때의 건물의 높이를 표시한 것  
 2. 경사로로부터의 우수 등은 반입구의 전면에 측구를 설치하고  
 집수정으로부터 배수관으로 펌프실내의 배수구에 접속한다.

나) 2단 크레인형식으로 하는 방법

펌프 및 원동기 등의 반입용 크레인을 설치하는 건물의 천장 높이를 낮추는  
 방법으로서 이 경우도 크레인 설치비용과 낮게 만든 부분의 건물의 건축비를  
 비교 검토할 필요가 있다(그림 4.4.14).

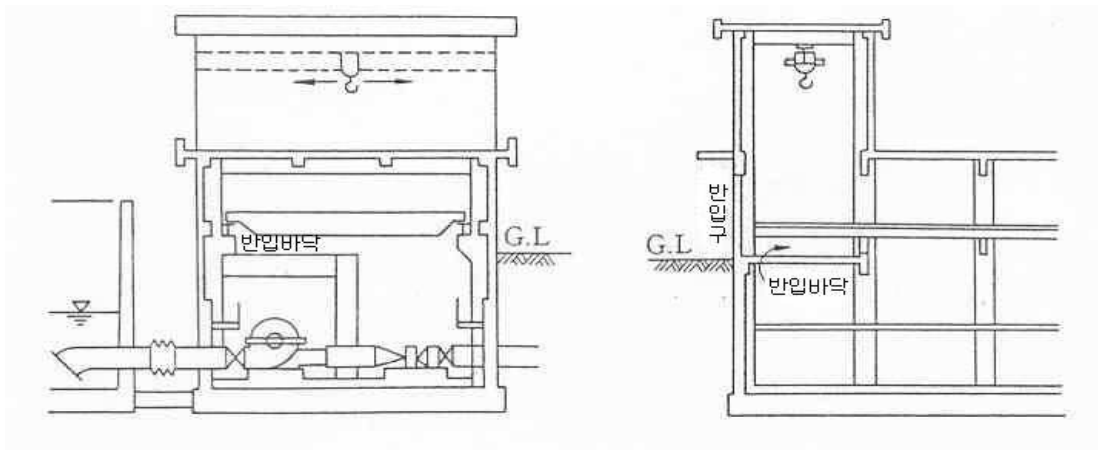


그림 4.4.14 2단 크레인 형식

- (주) 펌프실의 크레인을 반입바닥 밑에 설치하는 경우도 있다.

다) 옥상 개구부를 통하여 반입하는 방법

옥상에 개폐가 되는 개구부를 설치하여 트럭크레인 등에 펌프 및 원동기 등을 매달아 개구부를 통해서 펌프실내로 반입한다.

다만, 이 방법은 다음의 조건을 검토할 필요가 있다.

① 지상부분의 건물의 처마높이가 낮고 트럭크레인 등의 매달기가 용이해야 할 것.

② 달아 올리는 중량이 트럭크레인 등의 용량 범위내에 있는가를 확인할 필요가 있으며, 대형펌프 등에는 적당한 방법이 아니다(그림 4.4.15).

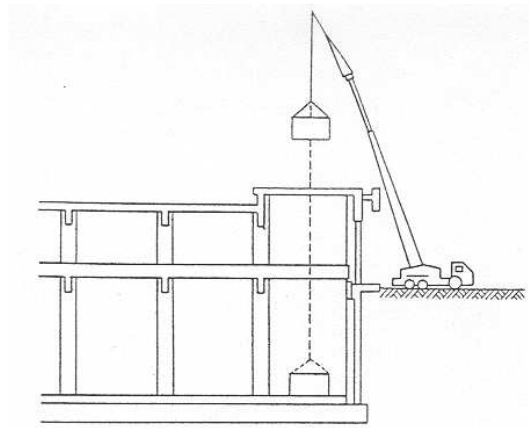


그림 4.4.15 트럭크레인에 의한 반입

#### 4.4.2 각실의 설계

펌프실, 조작실, 전기실, 자가발전기실 등 각실의 설계는 펌프장의 규모, 목적, 운전관리방식 등을 종합적으로 검토하여 기능적으로 우수하고 경제적인 설계가 되어야 한다.

펌프장의 각 실은 다음과 같은 내용을 검토할 필요가 있다.

① 펌프실은 주로 펌프설비, 부속기기의 반입설치 등에 기능적이고, 운전조작, 보수관리, 조립분해 등이 용이하여야 한다. 또한 환기 및 채광이 쉽고 주위의 환경조건에 따라서는 소음대책을 세울 필요가 있다.

② 조작실은 장내의 설비를 한눈에 볼 수 있는 위치에 설치하는 것이 바람직하다.

③ 전기실은 환기, 채광 및 점검 등을 할 수 있는 넓이로 한다.

④ 자가발전기실은 환기, 소음대책 및 운전조작이 가능한 크기로 한다.



- ⑤ 지하펌프실, 중앙조작실, 전기실 등의 기계 반입구, 계단
- ⑥ 환기장치와 그 위치
- ⑦ 배기소음기의 설치장소
- ⑧ 흡입수조, 냉각수조의 점검 배제구, 수위검출기의 설치구멍
- ⑨ 점검보도 (필요한 경우)
- ⑩ 배관, 배선, 환기덕트용 관통구

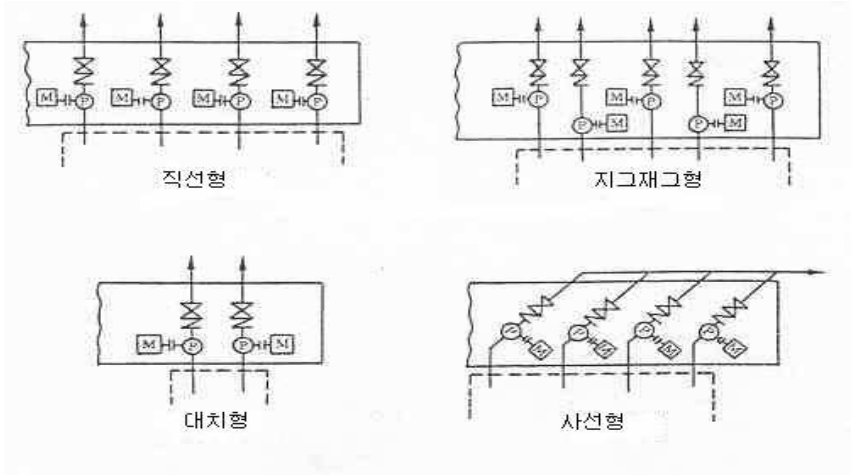
지하펌프실의 반입구의 크기는 배치될 주 펌프 및 배출밸브 이외의 최대 크기의 기기가 반입될 수 있는 크기로 해야 한다. 이상 수위를 고려할 때 전기실 등은 그 수위 이상으로 설치할 필요가 있다.

가. 펌프실

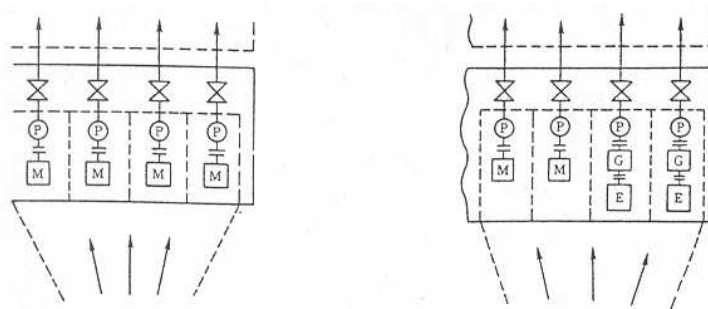
1) 펌프의 배열

펌프실의 평면계획은 펌프 등의 배치에 따라 다르다.

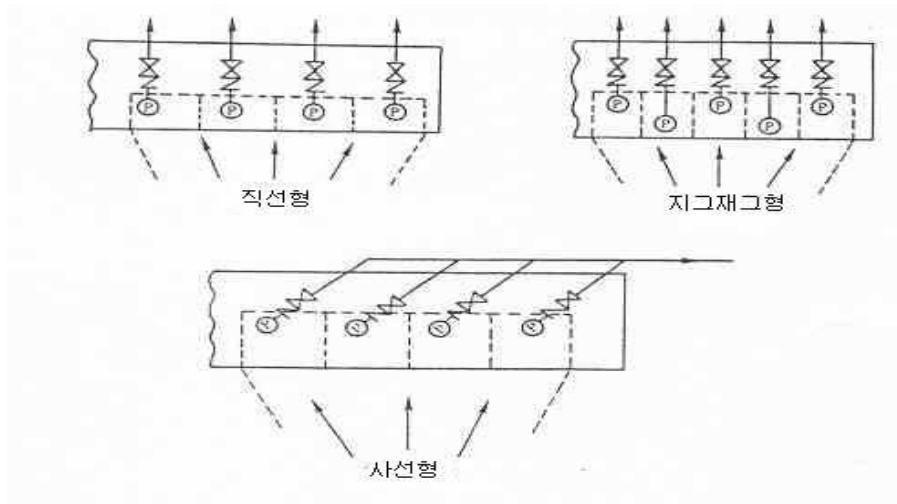
일반적으로 채용되고 있는 배치는 그림 4.4.16(a) ~ (c)에 표시한다.



(a) 횡축원심펌프의 배치



(b) 횡축축류·사류펌프의 배치



(c) 입축축류·사류펌프의 배치

그림 4.4.16 펌프실에서의 펌프배치

2) 펌프실의 경간(수류방향의 바닥길이)

펌프실의 경간은 원칙적으로 펌프, 밸브, 펌프용 치차감속기, 펌프구동용 원공기 등 천장크레인으로 수직으로 매달리게 할 수 있도록 산출한다.

- (주) 1. 펌프실의 경간치수는(L)은 펌프실의 내벽면 사이를 기준으로 한다.  
 2. 펌프설비에 따라서는 천장크레인을 필요로 하지 않는 경우와 천장크레인에 의한 밸브의 매다는 작업이 필요치 않는 경우가 있다.  
 3. 천장크레인에 의거 밸브를 운반할 경우 건물의 기둥이 장애로 되는 경우에는 폭 위치와 레일간의 최소 확폭 치수를 크게 할 수 있다.

가) 고양정 펌프

(1) 횡축원심펌프의 경간은 식 (4.4.1)으로부터 구한다.

$$L = A + B_1 + B_2 \dots \dots \dots$$

(4.4.1)

- L: 펌프실의 경간
- A: 입축편흡입 원심펌프의 플랜지 면간의 치수
- B<sub>1</sub>: 흡입관부 치수
- B<sub>2</sub>: 토출관부 치수

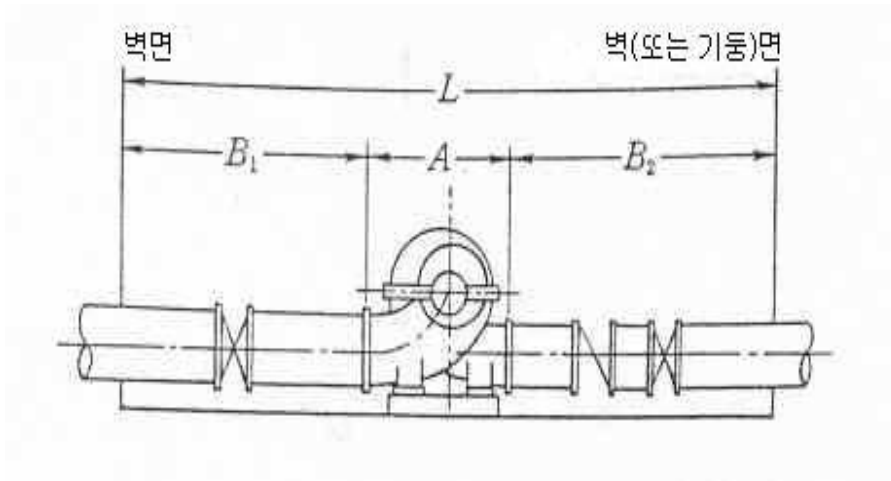


그림 4.4.17 횡축원심펌프

표 4.4.1 횡축 양흡입원심펌프의 경간 치수(참고값)

구경 (mm)	주요치수(mm)			구경 (mm)	주요치수(mm)		
	A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>		A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
200	800	1,000	2,000	600	1,700	2,160	4,160
250	850	1,100	2,200	700	1,900	2,260	4,610
300	900	1,150	2,550	800	2,200	2,490	5,100
350	1,050	1,300	2,850	900	2,400	2,690	5,540
400	1,100	1,470	3,120	1,000	2,600	3,000	6,000
450	1,200	1,625	3,400	1,200	3,100	3,500	6,500
500	1,300	1,780	3,680				

- (주) 1. 이 표의 A 치수는 횡축양흡입단단펌프의 치수이다. 횡축양흡입단단원심펌프의 경우는 표 3.5.11의 A 치수를 사용할 것
2. 흡입측의 밸브가 불필요시에는 밸브의 플랜지면간의 치수만큼 좁게 할 수 있다.
3. 배출측에 새로이 차단밸브를 부착하는 경우에는 밸브의 플랜지면간의 치수만큼 넓힌다.
4. 체크밸브를 사용하고 유압로터리밸브 등을 채용할 때는 차단밸브를 반드시 붙인다. (수동밸브도 좋다)
5. 점검보도의 필요성이 있는 경우는 1~1.5m 가산한다.
6. 경간은 상기 표의 수치를 기본으로 하지만 보조기계류의 배치, 건물의 표시치수 등을 고려하여 도면을 작성한 다음 최종치수를 결정한다.

(2) 입축원심펌프의 경간은 식 (4.4.2)으로부터 구한다.

$$L = A + B_1 + B_2 \dots \dots \dots$$

(4.4.2)

$L$ : 펌프실의 경간

$A$ : 입축편흡입 원심펌프의 플랜지 면간의 치수

$B_1$ : 흡입관부 치수

$B_2$ : 토출관부 치수

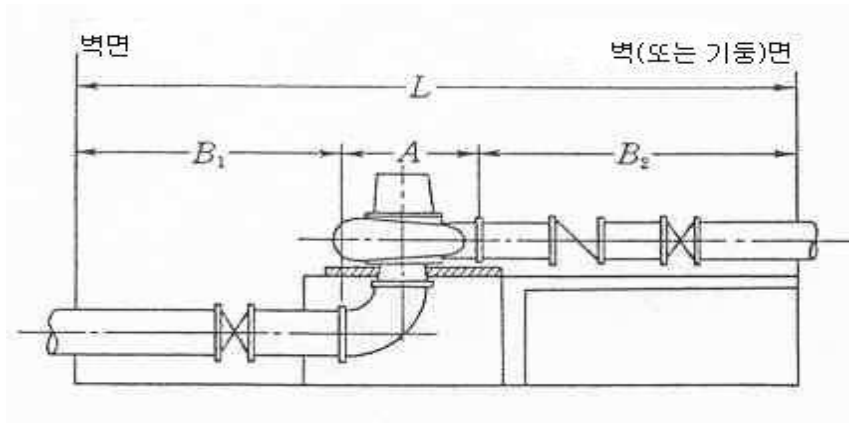


그림 4.4.18 입축원심펌프

표4.4.2 입축 편흡입원심펌프의 경간 치수

구경 (mm)	주요치수(mm)			구경 (mm)	주요치수(mm)		
	A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>		A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
300	950	1,150	2,550	700	1,650	2,260	4,610
350	1,000	1,300	2,830	800	1,850	2,490	5,100
400	1,050	1,470	3,120	900	2,050	2,690	5,540
450	1,150	1,625	3,400	1,000	2,300	3,000	6,000
500	1,250	1,780	3,680	1,200	2,750	3,500	6,500
600	1,450	2,060	4,160				

- (주) 1. 기입 이외 치수는 표 3.5.10 입축편흡입원심펌프의 개략치수에 따른다.  
 2. 흡입측의 밸브가 불필요시에는 밸브의 플랜지면간의 치수만큼 좁게 할 수 있다.  
 3. 배출측에 새로이 차단밸브를 부착하는 경우에는 밸브의 플랜지면간의 치수만큼 넓힌다.  
 4. 체크밸브를 사용하고 유압로터리밸브 등을 채용할 때는 차단밸브를 반드시 붙인다(수동밸브도 좋다).  
 5. 점검보도의 필요성이 있는 경우는 1~1.5m 가산한다.  
 6. 경간은 상기 표의 수치를 기본으로 하지만 보조기계류의 배치, 건물의 표시치수

등을 고려하여 도면을 작성한 다음 최종치수를 결정한다.

나) 저양정 펌프

펌프실 경간은 식 (4.4.3)에 따라 산출하지만 보조기계의 배치, 건물의 표시 치수 등을 고려해서 작도한 다음 최종치수를 결정한다.

$$L = A + B + C \dots\dots\dots(4.4.3)$$

여기서 L: 펌프실의 경간

A: 펌프중심부터 토출측벽(또는 기둥)면까지의 치수 (표 4.4.3 참조)

B: 펌프중심부터 원동기 후방까지의 치수

C: 원동기 후방부터 벽면까지의 치수

(주) 천장크레인으로 배출밸브를 수직으로 매달 경우 건물의 기둥이 장애가 될 때는 기둥면으로 한다.

표 4.4.3 펌프중심부터 벽(또는 기둥)면까지의 치수

구경 (mm)	A 치수(mm)					
	횡축축류	횡축사류	입축축류 1상식	입축사류 1상식	입축축류 2상식	입축사류 2상식
400	2,100	2,250	1,750	1,750	2,550	2,550
500	2,250	2,450	1,850	2,000	2,600	2,750
600	2,450	2,650	2,100	2,100	2,950	2,950
700	2,600	2,900	2,150	2,450	3,050	3,350
800	2,900	3,400	2,650	2,650	3,450	3,450
900	3,200	3,600	2,750	2,750	3,550	3,550
1,000	3,300	3,750	2,850	2,850	3,800	3,800
1,200	3,800	4,450	3,200	3,200	3,950	4,050
1,350	4,250	5,300	3,400	3,400	4,100	4,200
1,500	4,550	5,600	3,600	3,700	4,250	4,350
1,650	5,200	6,000	-	-	4,700	4,800
1,800	5,650	6,600	-	-	4,850	5,250
2,000	6,200	7,150	-	-	5,450	5,550

(주) 1. 이 표는 배출밸브를 크레인으로 수직으로 매다는 것을 전제로 한 치수이다. 건물의 기둥이 장애가 되는 경우에는 A 치수를 기둥면으로 한다.

2. 관내 쿨러가 설치된 경우의 치수는 별도의 치수를 가산하거나 또는 개개의 치수를 적산한다.

3. 입축펌프의 A 치수는 설치바닥면에서 벨 마우스 끝단까지의 길이

4m (단, 펌프구경 2,000mm는 4.5m)인 경우에는 천장크레인 규격을 기초로 산출하고 있다.

(1) 횡축펌프

펌프중심부터 토출측벽(또는 기둥)면까지의 A 치수는 식(4.4.4)로 구한다.

$$A = e + f + g \dots\dots\dots(4.4.4)$$

e: 펌프치수, 표 3.5.13 및 표 3.5.14 에 정한 A 치수

f: 밸브중심까지의 치수, 표 3.11.3 에 정한 A 치수  
관내 쿨러가 설치되는 경우는 필요치수를 확보한다.  
필요치수는 표 3.10.1 을 참조

g: 밸브중심으로부터 벽(또는 기둥)면까지의 치수, 표 3.11.6 에 정함  
(D치수 또는 E치수의 작은 값) + B 치수

펌프중심부터 원동기후방까지의 B 치수는 식 (4.4.5)로 구한다.

$$B = a + b + c \dots\dots\dots(4.4.5)$$

a: 펌프치수, 표 3.5.13 및 표 3.5.14 에 정한 B 치수

b: 치차감속기 치수, 표 3.8.3 ~ 표 3.8.12 참조

c: 원동기 치수, 표 4 참고 10 및 그림 4 참고 9, 참고12(a) 참조  
클러치나 유체커플링이 설치될 경우는 필요한 치수를 가산한다.

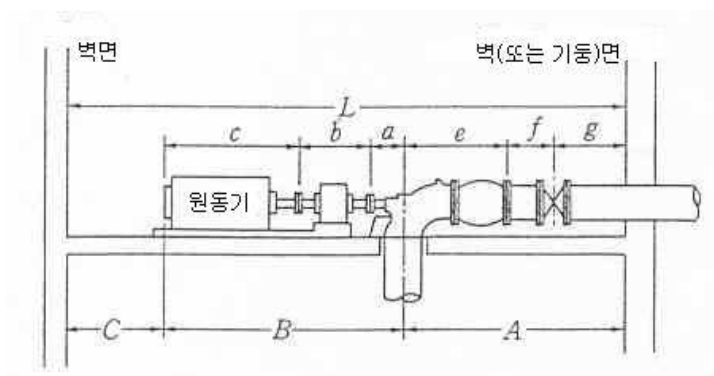


그림 4.4.19 횡축펌프

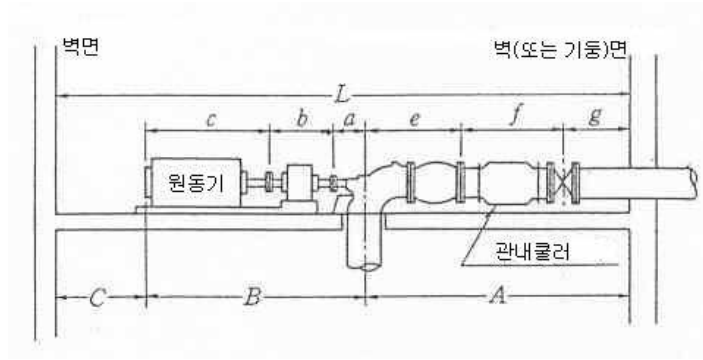


그림 4.4.20 횡축펌프 (관내쿨러)

원동기 후방부터 벽면까지의  $c$  치수는 원칙적으로 다음 표에 표시한 값 이상으로 한다.

펌프구경(mm)	400 ~ 1,000	1,200 ~ 2,000
$c$ 치수(mm)	2,500	3,000

(주)  $c$  치수는 통로 및 유지관리용 스페이스 확보로 1.5 ~ 2m, 보조기계(내연기관시동용 공기압축기 등)의 설치면적으로 구경별로 1m 혹은 1.5m를 고려하여 정한 값이다. 따라서 보조기계의 배치에 따라서는  $c$  치수를 2m 정도로 축소시키는 것도 가능하다.

(2) 입축펌프 (1상식)

펌프중심부터 토출측벽(또는 기동)면까지의  $A$  치수는 식(4.4.6)으로 구한다.

$$A = e + f + g \dots\dots\dots(4.4.6)$$

$e$ : 펌프치수, 표 3.5.15 에 정한  $I$  치수 참조

$f$ : 밸브중심까지의 치수, 횡축펌프에서 정한 치수와 동일하다.

$g$ : 밸브중심으로부터 벽(또는 기동)면까지의 치수, 횡축펌프에서 정한 치수와 동일하다.

펌프중심부터 원동기 후방까지의  $B$  치수는 식(4.4.7)에 따라 구한다.

$$B = a + c \dots\dots\dots(4.4.7)$$

$a$  : 펌프축 중심으로부터 원동기의 축 끝단까지의 치수, 아래와 같은 치수로 한다.

(주) 1.  $a$  는 실적, 작업성을 고려하여  $1,000mm + \phi C/2$  로 산출한 값을 100 단위로 정리한 것이다.

2.  $\phi C$  는 표 3.5.15 참조

$c$  : 원동기 치수, 횡축펌프에서 정한 치수와 동일하다.

또한 반2상식인 경우는 1상식에 준하는 것으로 한다.

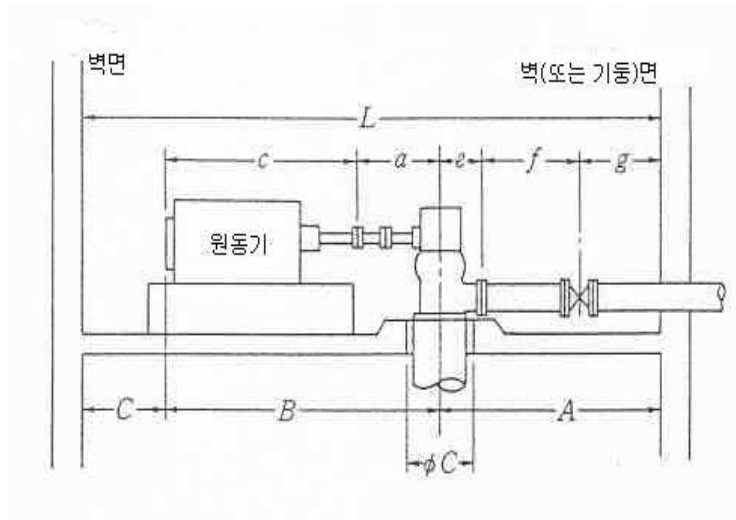


그림 4.4.20(a) 입축펌프 (1상식)

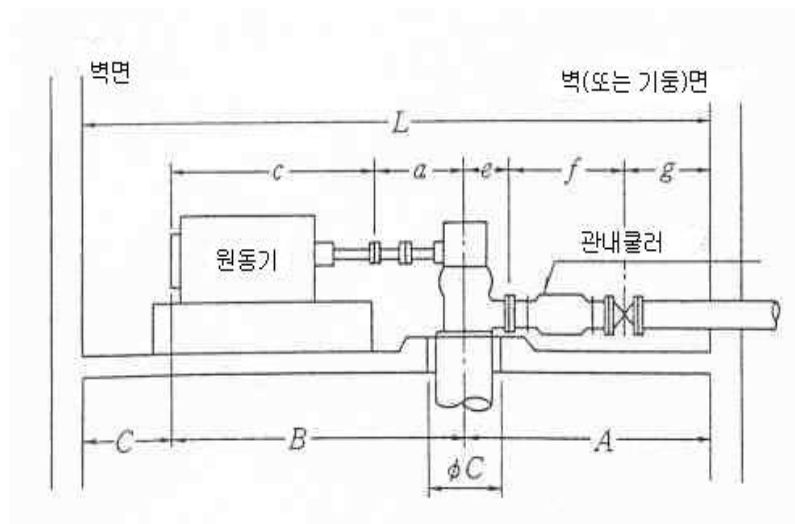


그림 4.4.20(b) 입축펌프 (1상식, 관내쿨러)



(3) 입축펌프 (2상식)

펌프중심부터 배출측 벽(또는 기둥)면까지의 A 치수는 다음 식(4.4.8)에 따라 구한다.

$$A = \frac{\circ K}{2} + i + 100 + \frac{V}{2} + g \dots\dots\dots(4.4.8)$$

◦K: 표 3.5.16 ~ 18 에서 정한 ◦K 치수

i: 바닥 지지보의 최대폭, i 는 다음에 표시하는 값을 표준으로 한다.

펌프구경 (mm)	400 ~ 500	600 ~ 900	1,000 ~ 1,500	1,650 ~ 2,000
i 치수 (mm)	900	1,000	1,200	1,500

V: 밸브의 플랜지 면간 치수, 표 3.11.5 에서 정한 치수 참조

g: 밸브중심부터 벽(또는 기둥)면까지의 치수, 횡축펌프에서 정한 치수와 동일하다.

관내 쿨러를 설치한 경우 A 치수는 식 (4.4.9)로 구한다.

$$A = e + f + g \dots\dots\dots(4.4.9)$$

e: 펌프치수, 표 3.5.16 에 정한 I 치수 참조

f: 관내 쿨러설치 필요 치수, 표 3.10.1 참조

g: 밸브중심으로 부터 벽(또는 기둥)면까지의 치수, 횡축펌프에서 정한 치수와 동일하다.

펌프중심부터 원동기의 후면까지의 B 치수는 식 (4.4.10)으로 구한다.

$$B = a + c \dots\dots\dots(4.4.10)$$

$$a = \frac{\circ K}{2} + 500 \text{ (mm)}$$

a: 펌프중심축부터 원동기의 축 끝까지의 치수

c: 원동기 치수, 횡축펌프에서 정한 치수와 동일하다.

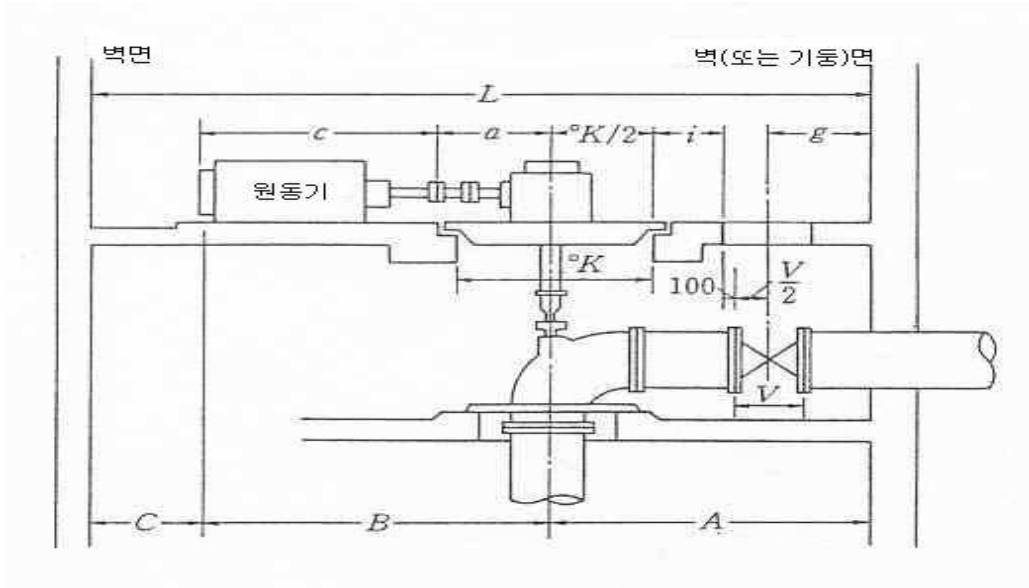


그림 4.4.21(a) 입축펌프 (2상식)

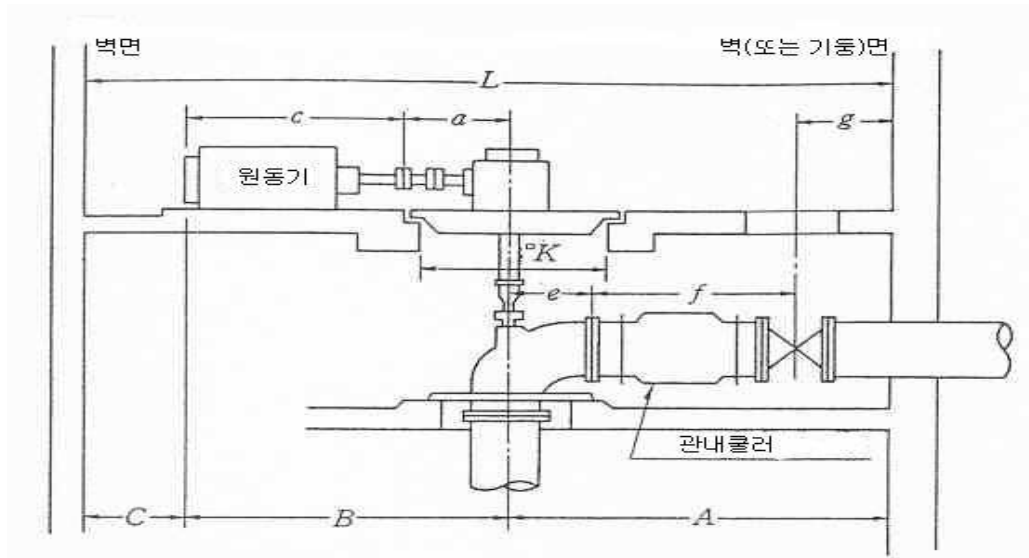


그림 4.4.21(b) 입축펌프 (2상식, 관내쿨러)

다) 튜블러 펌프

튜블러 펌프의 경간은 식 (4.4.11)로 구한다.

$$L = 2B_1 + A \dots\dots\dots(4.4.11)$$

L: 펌프실의 경간

B<sub>1</sub>: 흡입관, 토출관부의 치수

A: 튜블러 펌프 플랜지면간의 치수

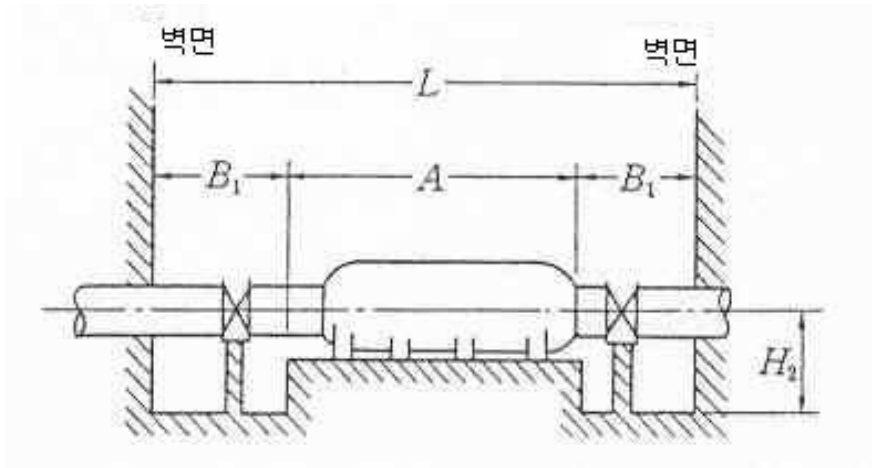


그림 4.4.22 튜블러 펌프

표 4.4.4 축류형 튜블러 펌프의 경간 치수

구경 (mm)	주요치수(mm)			구경 (mm)	주요치수(mm)		
	A	B <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>		A	B <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>
600	2,700	1,900	1,150	1,350	4,300	2,800	1,900
700	2,700	2,000	1,200	1,500	5,000	3,000	2,000
800	2,900	2,100	1,300	1,650	6,500	3,100	2,150
900	3,100	2,200	1,500	1,800	7,000	3,300	2,250
1,000	3,400	2,300	1,600	2,000	7,500	3,500	2,400
1,200	3,900	2,600	1,700				

(주) 1. 경간은 위표의 치수를 기본으로 하지만, 보조기계의 배치, 건물의 표시 치수 등을 고려하여 최종치수를 결정한다.

2. 점검보도의 필요성이 있는 경우 1 ~ 1.5m 가산한다.

3. 펌프의 설치높이는 펌프동체의 상부가 흡입수위 이하에 위치할 것.

표 4.4.5 사류형 튜블러 펌프의 경간 치수

구경 (mm)	주요치수(mm)			구경 (mm)	주요치수(mm)		
	A	B <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>		A	B <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>
600	3,000	1,900	1,150	1,350	4,700	2,800	1,800
700	3,200	2,000	1,200	1,500	5,200	3,000	2,000
800	3,600	2,100	1,300	1,650	7,000	3,100	2,150
900	4,000	2,200	1,500	1,800	7,500	3,300	2,250
1,000	4,200	2,300	1,600	2,000	8,000	3,500	2,400
1,200	4,400	2,600	1,700				

(주) (표 4.4.4)의 주) 참조

3) 펌프실의 거더 간격(수류에 직각방향의 길이)

펌프실의 거더 간격은 다음 사항에 유의하여 산출한다.

가) 펌프상호의 간격은 보수 관리 및 보안상 필요한 거리를 확보한다.

나) 반입스페이스는 펌프실의 거더 방향에 따라 반입하는 경우는 원칙적으로 스펠분만큼 취하지만 트럭 등의 크기 및 작업성을 고려하여 적정한 스페이스로 한다. 보의 방향으로 반입하는 경우는 트럭 등이 펌프실에 들어와서 펌프 등을 천장크레인으로 들어 올리는 작업이 될 수 있는 스페이스로 한다. 그림 4.4.12는 반입구를 표시한다.

다) 밸브조작용 유압펌프 등의 설비를 필요로 하는 경우에는 설치장소를 가산한다.

라) 대규모인 펌프장에서 보조기계가 많은 경우에는 별도로 필요한 스페이스를 고려한다.

마) 거더방향의 기둥 배치는 흡입관 및 배출관을 피해서 기둥간격을 4~7m 정도로 하고 가능한 등 간격으로 한다.

바) 펌프실의 거더 간격은 맞보는 벽간격의 치수로 한다.

(1) 원심펌프

펌프 및 전동기의 주위는 보수 관리, 보안상 다음과 같은 치수로 한다.

구경 $\phi 450\text{mm}$ 이하	$L_2 \geq 1 \text{ m}$
구경 $\phi 500 \sim \phi 900$	$L_2 \geq 1.5 \text{ m}$
구경 $\phi 1,000$ 이상	$L_2 \geq 2 \text{ m}$

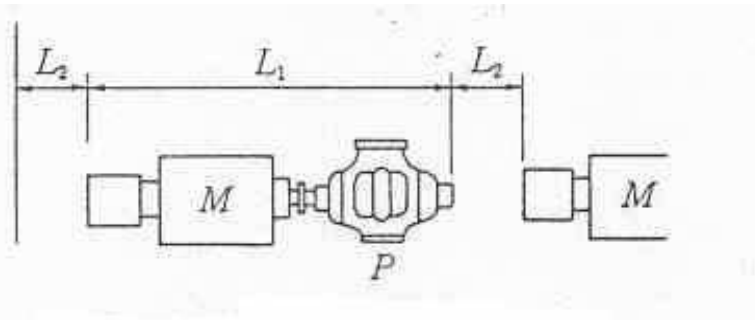


그림 4.4.23 원심펌프의 거더 간격

(주) 흡수탱크 격벽간 중심선과 펌프중심선 및 펌프설치 간격도 모두 검토한다.

(2) 축류펌프 및 사류펌프  
 펌프 1대를 설치하는데 필요한 치수는 식 (4.4.12)로 구한다.

$$M = A + B \quad \dots\dots\dots (4.4.12)$$

$M$ : 펌프 1대를 설치하는데 필요한 치수  
 $A$ : 흡수탱크의 유효폭  
 $B$ : 흡수탱크 격벽의 두께

(주) 반입에 필요한 치수는 원칙적으로 펌프 1대를 설치하는데 필요한 치수를 확보한다.

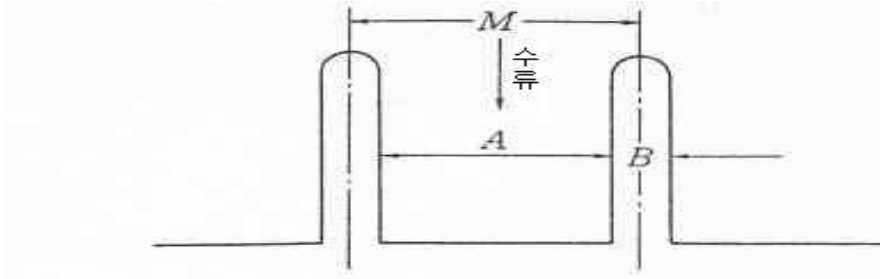


그림 4.4.24 축류펌프 및 사류펌프의 거더 간격

(3) 튜블러 펌프  
 튜블러 펌프의 거더 간격 치수는 표 4.4.6, 표 4.4.7에 따른다.

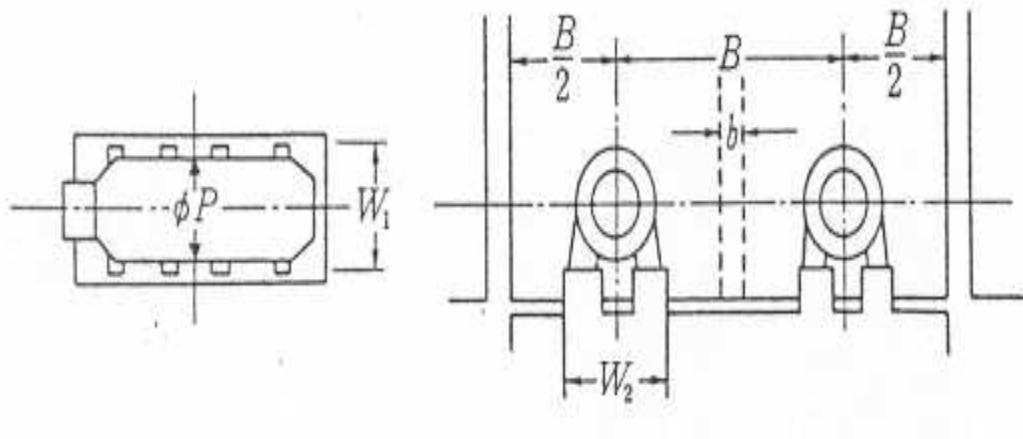


그림 4.4.25 튜블러펌프의 거더 간격

표 4.4.6 축류형 튜블러 펌프 거더 간격 치수

구경 (mm)	주요치수(mm)				구경 (mm)	주요치수(mm)			
	$\phi P$	$W_1$	$W_2$	$B$		$\phi P$	$W_1$	$W_2$	$B$
600	1,220	1,200	1,500	2,500	1,350	2,000	1,900	2,300	4,500
700	1,320	1,300	1,600	2,800	1,500	2,100	2,000	2,500	5,000
800	1,380	1,400	1,700	3,200	1,650	2,600	2,400	2,900	5,500
900	1,590	1,600	1,900	3,500	1,800	2,760	2,600	3,100	6,000
1,000	1,640	1,600	1,900	3,800	2,000	2,760	2,600	3,100	6,500
1,200	1,760	1,700	2,100	4,000					

(주) 1. 펌프의 설치에 필요한 치수는 펌프의 최대치수  $\phi P$ 와 주위의 작업성을 고려하여 결정한다. 또한 펌프사이에 칸막이 벽이나 보를 넣는 경우에는 그 치수를 별도로 가산한다.

2. 펌프실이 지하로 깊게 설치되어 주위로부터 큰 토압을 받을 경우에는 각 펌프간에 지지보 또는 칸막이벽  $b$ 를 설치한다. 이 경우 각 펌프의 설치 간격은  $B$ 치수에 지지보 또는 칸막이 두께를 가산한다.

3.  $\frac{B}{2}$  결정시에는 작업성 이외에 밸브의 개폐기구의 치수(표-14.7의  $A$  치수), 계단의 유무, 크레인 등을 전부 검토하여야 한다.

표 4.4.7 사류형 튜블러펌프 거더 간격 치수

구경 (mm)	주요치수(mm)				구경 (mm)	주요치수(mm)			
	$\phi P$	$W_1$	$W_2$	$B$		$\phi P$	$W_1$	$W_2$	$B$
600	1,350	1,400	1,700	2,500	1,350	1,950	1,800	2,200	4,500
700	1,380	1,400	1,700	2,800	1,500	2,200	2,100	2,600	5,000
800	1,500	1,500	1,800	3,200	1,650	2,600	2,400	2,900	5,500
900	1,640	1,600	1,900	3,500	1,800	2,760	2,600	3,100	6,000
1,000	1,760	1,700	2,000	3,800	2,000	2,760	2,600	3,100	6,500
1,200	1,870	1,700	2,100	4,000					

(주) (표 4.4.6)의 주) 참조

사) 펌프실의 거더 간격의 치수는 표 4.4.7에 표시된 크레인의 주행방향의 근처  $M$ 으로부터 크레인의 조작가능범위를 구하는데 주펌프의 축중심선부터 그 범위내에 들어가는 가를 확인한다. 만일 범위 밖일 경우에는 조작범위를 연장하던가 천장크레인의 제작시에 배려할 필요가 있다.

표 4.4.8 크레인의 주행가능한계치수

	용량 (tf)	M (mm)
수동	5까지	1,100
"	7.5 , 10	1,500
전동	7.5	2,400
	10	2,400
전동	13	2,400
"	15	2,600
"	20	2,800
"	25/5	3,000
"	32/8	3,100
"	35/8	3,100
"	40/8	3,100
"	50/10	3,400

4) 펌프실의 높이

펌프실 천장의 높이는 펌프 등의 설치 및 보수에 필요한 천장크레인의 양정으로 결정된다. 천장높이에 필요한 치수는 식 (4.4.13)으로 구한다.

$$H = j + F + A + K \dots\dots\dots(4.4.13)$$

- H: 천장의 높이
- j: 천장크레인의 양정
- A, F: 그림 4.4.26 치수 참조
- K: 보의 높이

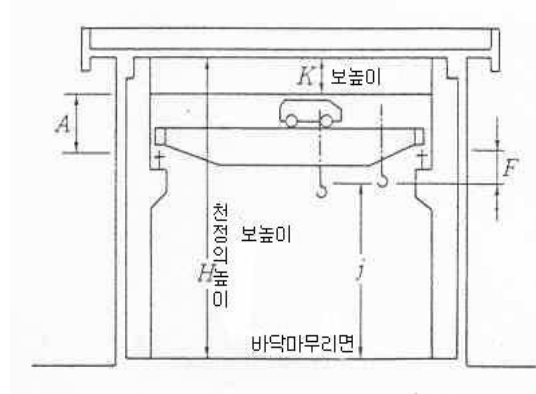


그림 4.4.26 펌프실의 높이

천장크레인의 양정은 펌프장의 사용기기의 설치 및 보수에 필요한 것으로서 펌프설치 바닥면부터 크레인 후의 최고위치까지로 한다. 아래에서 보이는 양정은 최소치이므로 다른 이유에 따라 필요한 경우에는 더 높여도 된다.

(주) 1. 천장크레인 본체, 레일 등을 끌어올리기 위하여 보, 기둥, 측면에 혹을 매설하는 것이 편리하다.

2. 2상식의 펌프장 있어서는 보조기계(펌프바닥에 설치하는 경우)의 설치, 점검정비시에 끌어올리기가 용이하도록 천장에 혹을 매설하는 것이 편리하다.

가) 고양정 펌프

펌프의 양정을 결정하는 패턴은 그림 4.4.27의 네가지 형식으로 한다.

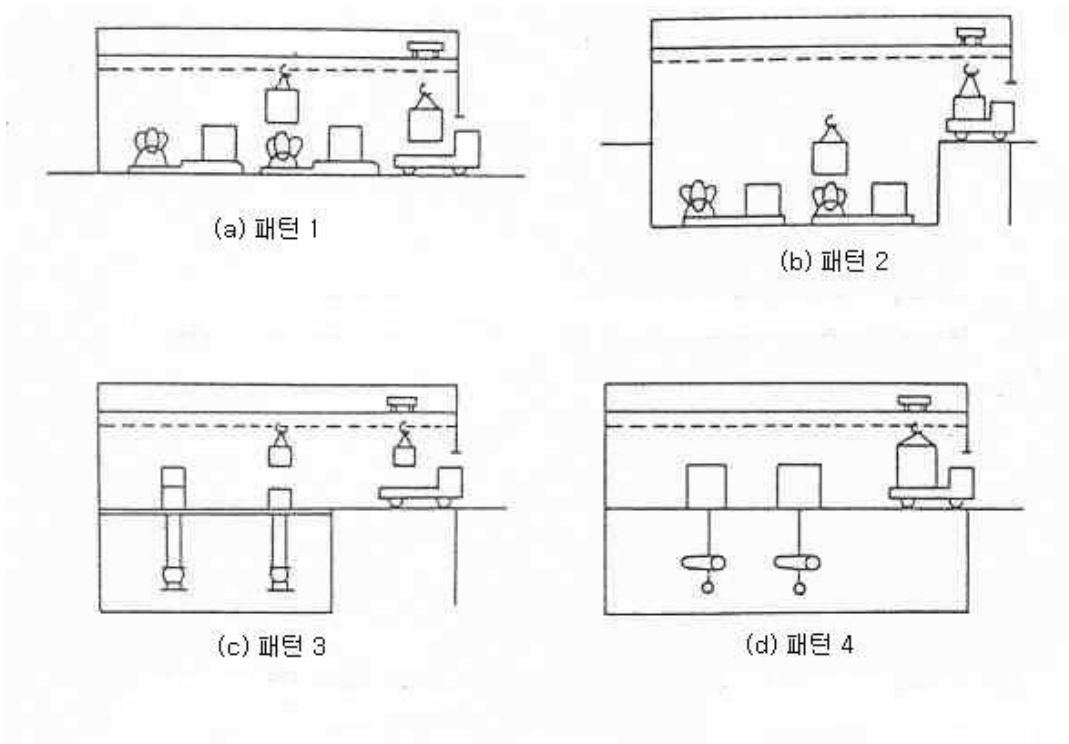


그림 4.4.27 펌프의 달아 올리는 높이 형식

(1)패턴 1의 달아 올리는 높이

고양정 양흡입단단원심펌프는 (표 4.4.9) ①에 의함

고양정 양흡입다단원심펌프는 (표 4.4.9) ③에 의함

(2) 패턴 2의 달아 올리는 높이

고양정 양흡입단단원심펌프는 [(표 4.4.9) ① 또는 (표 4.4.9) ②+ 반입바닥과



설치바닥의 차]중 큰 값을 취한다.

고양정 양흡입단원심펌프는 [(표 4.4.9) ③ 또는 (표 4.4.9) ④+ 반입바닥과 설치바닥의 차]중 큰 값을 취한다.

(3) 패턴 3의 달아 올리는 높이는 (표 4.4.9) ⑤에 의함

(4) 패턴 4의 달아 올리는 높이는 (표 4.4.9) ⑥에 의함

표 4.4.9 고양정 펌프 천장크레인 양정

펌프 구경 (mm)	① (mm)		② (mm)		③ (mm)	④ (mm)	⑤ (mm)	⑥ (mm)		
	전양정 50m이하	전양정 51m이상	전양정 50m이하	전양정 51m이상						
300	3,700	4,330	3,700	4,000	5,750	5,600	5,700	4,300		
350	4,250	4,940	4,050	4,500	6,650	6,250	5,800	4,500		
400	4,600	5,160	4,300	4,800	7,100	6,550	5,900	4,800		
450	4,900	5,880	4,400	5,000	7,550	6,850	6,000	5,000		
500	5,400	6,190	4,600	5,100	7,950	7,150	6,100	5,300		
600	6,140	7,050	5,100	5,700	8,650	7,550	6,200	5,700		
700	6,640	8,090	5,300	6,350	9,250	7,750	6,400	6,350		
800	7,620	8,930	5,850	6,850			6,500	6,850		
900	8,170	9,430	6,050	7,050			7,000	7,500		
1,000	9,070	10,430	6,890	7,930				7,930		
1,200	9,800	11,270	7,400	8,510				8,510		
비 고	펌프케이싱 위를 통과하여 전동기 본체를 소정위치에 옮기는데 필요한 높이이다. 「고양정양흡입단단원심펌프」 C 존 펌프		전동기를 트럭에 적재하여 반입구로부터 기장내에 넣어서 전동기를 달아 올리는데 필요한 높이 「고양정양흡입단단원심펌프」 C 존 펌프		배출밸브 상부를 통과해서 전동기 본체를 소정위치에 옮기는데 필요한 높이이다. 「고양정양흡입단원심펌프」 D존 펌프		②와동일 다만, 「고양정양흡입단원심펌프」 D존 펌프 ④ 주펌프 설치 분해 ④ 주펌프 전동기의 트럭에 의한 반입 ④ 전동기 설치, 떼어내는 일 3가지의 어느 것도 가능한 높이이다. 펌프형식은 입축사류펌프로서 설치바닥부터 밸마우스선단까지 4m를 기준으로 하지만 그 이상 경우에도 이 높이를 채용하여도 지장이 없다.		전동기를 트럭에 적재하여 반입구로부터 기장내에 넣어서 매달아 올리는데 필요한 높이 및 펌프 전동기의 설치, 떼어내는데 필요한 높이로서 전동기 바닥부의 높이를 나타낸다. 「고양정입축편흡입단단원심펌프」 C존 펌프	

나) 저양정 펌프

저양정 펌프의 천장크레인의 달아 올리기 높이는 표 4.4.10 및 표 4.4.11 에 따른다.

표 4.4.10 저양정 펌프 천장크레인의 달아 올리기 높이

펌프형식 구경(mm)	횡축 펌프(mm)	입축 펌프(mm)	
		1상식	2상식
400	3,500	6,200	5,900
500	3,600	6,200	5,900
600	3,700	6,200	5,900
700	3,700	6,400	6,200
800	3,900	6,500	6,400
900	4,200	7,000	6,700
1,000	3,800	7,500	5,400
1,200	4,000	7,900	5,600
1,350	4,200	8,500	5,700
1,500	4,500	8,900	5,800
1,650	4,800	-	6,000
1,800	5,200	-	6,100
2,000	5,800	-	6,700

(주) 1. 펌프의 달아 올리는 높이는 펌프설치 바닥면(2상식인 경우는 상바닥) 으로부터 크레인 후의 최고위치까지의 치수를 말한다.

2. 위 표에서 표시된 펌프의 달아 올리는 높이는 최소치이므로 다른 이 유가 있는 경우는 크레인의 양정을 크게 해도 좋다.

3. 와이어걸이를 벌리는 각도는 90°이다.

4. 달아 올리는 물건과 바닥면(또는 장애물)과의 높이 방향 클리어런스와 크레인의 브레이크지연으로 400mm를 가산하였다.

5. 횡축, 입축 1상식, 입축 2상식은 축류펌프, 사류펌프 공통의 치수로 하였다.

6. 횡축펌프는 900mm 이하는 일체로 매닫고, 1,000mm 이상은 분해해서 하부케이싱을 매달았을 경우의 치수이다.

7. 입축펌프는 설치바닥면으로부터 벨마우스선단까지 4m(다만, 2,000 mm는 4.5m)의 것을, 900mm 이하는 일체로, 1,000mm이상은 배출곡관을 분해하여 달아 올리는 치수이다.

이 길이가 변하는 경우는 기준치수 4m(4.5m)와의 차를 증감하여 수정한다. 단, 양수관을 분해하여 매달은 경우는 그 차를 증감 수정할 필요는 없다.

8. 크레인용량은 3.2t 정도의 소용량에 대해서는 건물높이를 낮게 하기 위해서 고로로 끌어 당김에 의해서 반출입을 다를 수도 있다.

표 4.4.11 대구경 축·사류펌프 천장크레인의 달아 올리기 높이

구경(mm)	펌프형식		구경(mm)	펌프형식	
	축류(mm)	사류(mm)		축류(mm)	사류(mm)
2,200	5,500	7,000	2,600	6,500	8,000
2,400	6,000	7,500	2,800	7,000	8,500

나. 전기실, 조작실, 자가발전기실

전기실 등의 소요면적을 결정할 때에는 관계법령에 준함은 물론 아래 사항에도 유의할 필요가 있다.

① 전기실의 넓이는 기기의 적정한 배치에 필요한 면적과 보수점검에 대해서도 필요한 통로의 면적을 확보한다.

② 기기의 반입에 지장이 없도록 반입구, 반입로를 고려한다.

③ 전기실 천장높이는(보가 있는 경우는 보 하부까지의 높이) 3m를 표준으로 한다.

1) 전기실 계획 예

고압수전 - 고압부하의 경우 (1예)

배전반을 전기실에 배치하면 그림 4.4.28 과 같다.

그림 중 사선부분은 소방법에 따른 최저한 필요면적이다.

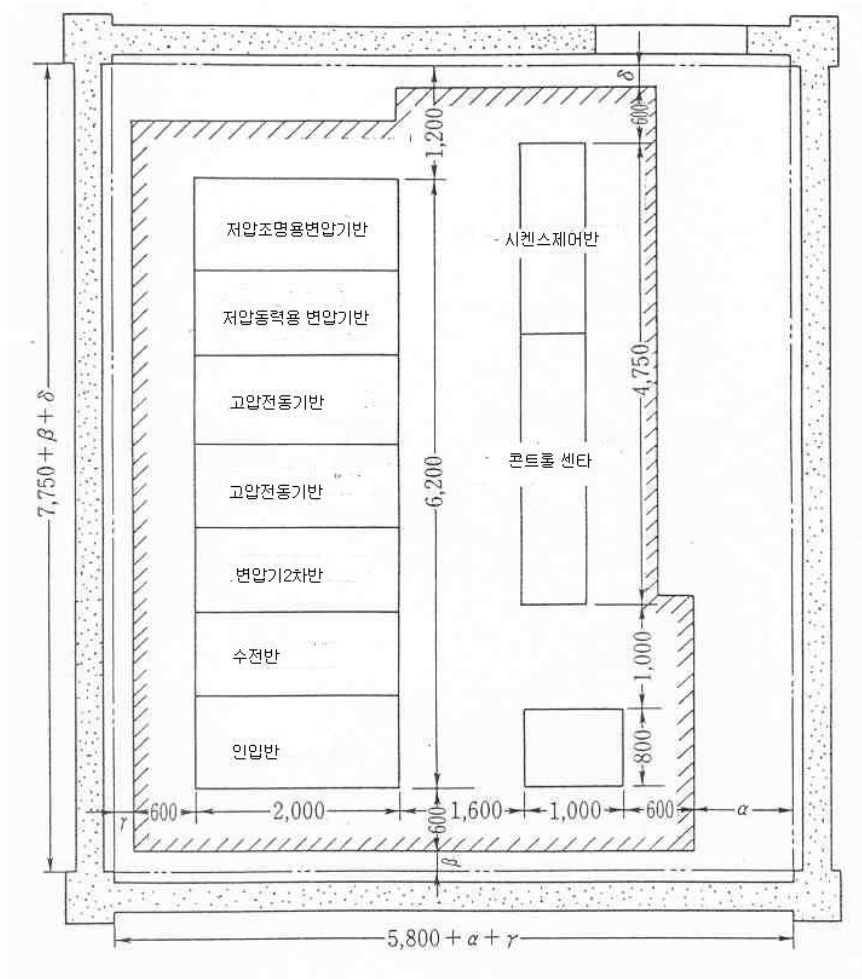


그림 4.4.28 전기실 계획예

(주)  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  는 여유치수로서 임의로 결정되어도 좋은 숫자이지만 운반, 환기, 조명, 채광 등의 부속설비에 필요한 스페이스를 고려하여 결정할 것

## 2) 조작실 계획 예

반대 통로가 있는 경우

그림 중 사선부분은 소방법에 따른 최저한 필요면적이다.

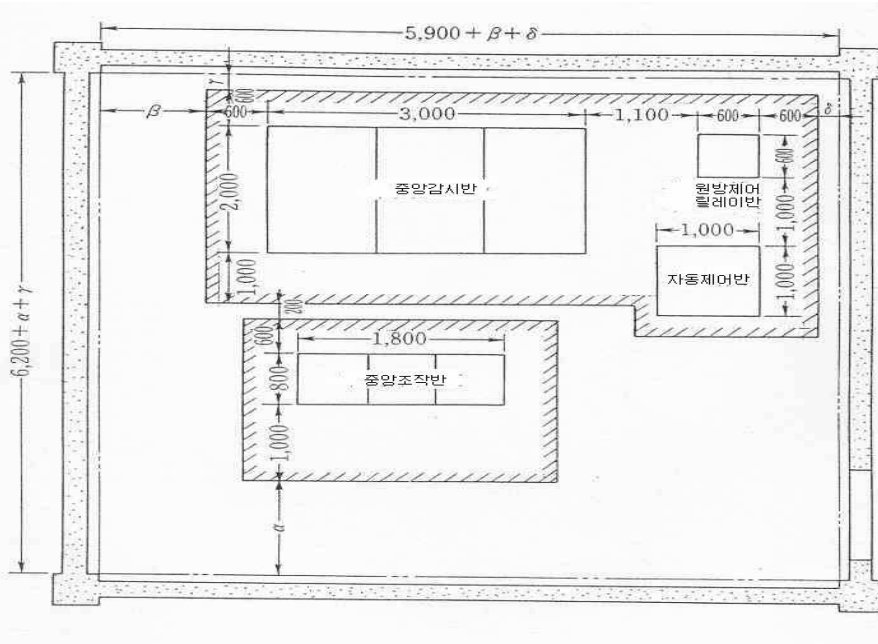


그림 4.4.29 조작실 계획 예

(주)  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  는 여유치수로서 임의로 결정되어도 좋은 숫자이지만 운반, 환기, 조명, 채광 등의 부속설비에 필요한 스페이스를 고려하여 결정할 것

3) 자가용 발전기실 계획 예  
정치식인 경우

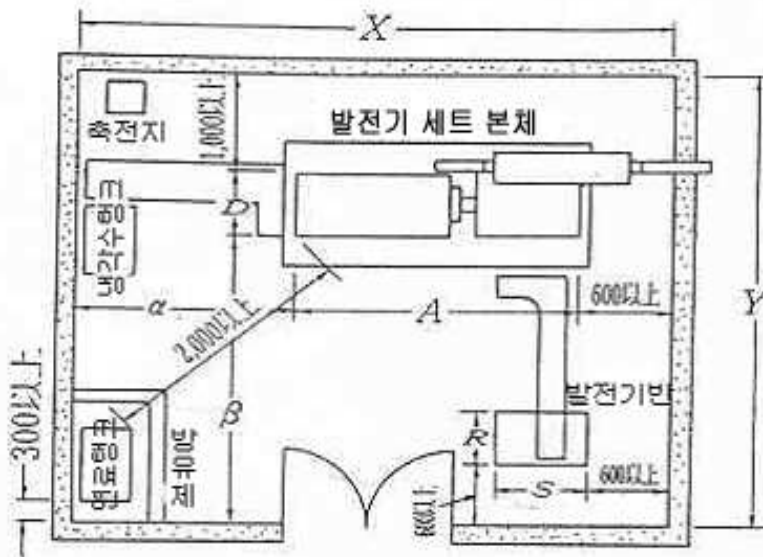


그림 4.4.30 자가발전기실 계획 예

표 4.4.12 자가 발전기실의 치수 (a) 디젤(순환수냉식) 자가발전기

용량(kVA) \ 치수	발전기개략치수 (mm)		발전기반개략치수 (mm)		자가발전기실 (mm)		
	A	D	R	S	X	Y	Z(높이)
20	2,300	1,100	900	1,400	6,000	4,500	4,000
37.5	2,300	1,100	900	1,400	6,000	4,500	4,000
50	2,300	1,100	900	1,400	6,000	4,500	4,000
62.5	2,350	1,100	900	1,400	6,000	4,500	4,000
75	2,700	1,100	900	1,400	6,000	4,500	4,000
100	2,750	1,100	900	1,400	6,500	4,500	4,000
125	2,800	1,100	900	1,400	6,500	4,500	4,000
150	2,800	1,100	900	1,400	6,500	5,000	4,000
200	2,990	1,100	900	1,400	7,000	5,000	4,000
250	3,070	1,100	900	1,400	7,000	5,000	4,000
300	3,320	1,110	900	1,400	7,000	6,000	4,000
375	3,430	1,350	900	1,400	7,000	6,000	4,000
500	4,060	1,500	900	1,400	7,000	7,000	4,000

- (주) 1. 그림 4.4.30에서  $\alpha$ ,  $\beta$  는 임의로 결정되어도 좋은 숫자이지만 환기, 조명, 채광 등 부속설비에 필요한 스페이스를 고려해서 결정할 것.  
 2. 자가발전기실의 넓이는 보수점검의 스페이스를 고려해서 결정할 것.  
 3. 연료는 주로 A 중유이다.  
 4. 충분한 용량을 갖는 환기설비를 고려할 것.

표 4.4.12 자가 발전기실의 치수(b) 디젤(라지에이터냉각식) 자가발전기

용량(kVA) \ 치수	발전기개략치수(mm)		발전기반개략치수(mm)		자가발전기실(mm)		
	A	D	R	S	X	Y	Z(높이)
20	2,500	1,100	900	1,400	6,000	5,500	4,000
37.5	2,600	1,100	900	1,400	6,000	5,500	4,000
50	2,700	1,100	900	1,400	6,000	5,500	4,000
62.5	2,800	1,100	900	1,400	6,000	5,500	4,000
75	3,130	1,100	900	1,400	6,500	5,500	4,000
100	3,250	1,100	900	1,400	6,500	5,500	4,000
125	3,250	1,100	900	1,400	6,500	5,500	4,000
150	3,550	1,300	900	1,400	7,000	6,000	4,000
200	3,660	1,300	900	1,400	7,000	6,000	4,000
250	3,820	1,300	900	1,400	7,000	6,500	4,000
300	4,240	1,330	900	1,400	7,500	7,000	4,000
375	4,450	1,420	900	1,400	7,500	7,500	4,500
500	4,450	1,420	900	1,400	7,500	7,500	4,500

- (주) 1. 그림 4.4.30에 있어서  $\alpha$ ,  $\beta$  는 임의로 결정되어도 좋은 숫자이지만 환기, 조명, 채광 등 부속설비에 필요한 스페이스를 고려해서 결정할 것.
2. 자가발전기실의 넓이는 보수점검의 스페이스를 고려해서 결정할 것.
3. 연료는 주로 A 중유이다.
4. 충분한 용량을 갖는 환기설비를 고려할 것.
5. 그림 4.4.30은 순환수냉식의 설치 예이다. 라디에이터 냉각식의 경우에는 배기덕트 등에 대한 배려가 필요하다.

표 4.4.12 자가 발전기실의 치수 (c) 가스터빈 발전기

용량(kVA) \ 치수	발전기개략치수(mm)		발전기반개략치수(mm)		자가발전기실(mm)		
	A	D	R	S	X	Y	Z(높이)
125	3,250	1,100	900	1,400	6,500	5,500	4,000
150	3,550	1,300	900	1,400	7,000	6,000	4,000
200	3,660	1,300	900	1,400	7,000	6,000	4,000
250	3,820	1,300	900	1,400	7,000	6,500	4,000
300	4,240	1,330	900	1,400	7,500	7,000	4,000
375	4,450	1,420	900	1,400	7,500	7,500	4,500
500	4,450	1,420	900	1,400	7,500	7,500	4,500

- (주) 1. 그림 4.4.30에서  $\alpha$ ,  $\beta$  는 임의로 결정되어도 좋은 숫자이지만 환기, 조명, 채광 등 부속설비에 필요한 스페이스를 고려해서 결정할 것.
2. 자가발전기실의 넓이는 보수점검의 스페이스를 고려해서 결정할 것.
3. 연료는 주로 A 중유이다.
4. 충분한 용량을 갖는 환기설비를 고려할 것.
5. 그림 4.4.30은 순환 수냉식의 설치 예이다. 가스터빈구동의 경우에는 배기덕트 등에 대한 배려가 필요하다.

#### 다. 실내설계

##### 1) 실내마감 및 창문

###### 가) 실내마감

- (1) 실내마감은 밝은 색으로 한다.
- (2) 바닥은 청결, 견고하고 미끄러지지 않는 재료로 마감한다.
- (3) 벽면은 청소하기 쉽고 견고한 재료로서 필요에 따라서 단열, 소음재로 마감한다.
- (4) 천장은 옥상의 구조에 따라 다르지만 콘크리트 슬래브의 경우에는 필

요에 따라 단열, 소음재로 마감한다.

#### 나) 창문

창문은 채광, 환기 및 출입구의 용도로서 설치하는 것으로 한다.

(1) 채광 및 환기를 목적으로 창문을 만드는 경우에는 창문 전체면적 및 창문위치 등을 검토해서 필요이상 크게 되지 않도록 한다.

(2) 창은 유리를 사용하고 소재, 설치 등이 용이하게 되도록 한다.  
또한 유리는 필요에 따라서는 망사유리로 한다.

(3) 염해 우려가 있는 부분은 방청제품을 사용하는 것도 고려한다.

### 2) 환기설비

#### 가) 환기설비의 설치

(1) 원동기, 배전반 등에서 발생하는 열에 따라 실내의 온도의 상승을 방지하고 기기류의 유지, 연료 및 운전관리자의 건강위생상 필요한 공기를 공급하도록 규정한 건축기준법, 노동기준법에 따라 환기량을 확보하기 위해서 환기를 한다.

(2) 환기송풍기의 대수를 결정하기 위해서는 펌프설비의 운전대수와 빈도, 가동조건, 덕트계획 및 설치스페이스 등을 고려한다.

(3) 원동기로 가스터빈을 사용하는 경우의 환기(량)에 대해서는 제작회사 및 형식과 환기방법에 따라서 큰 차이가 나기 때문에 주의하여야 한다.

(4) 소음규제를 받을 경우에는 소음방지대책을 고려할 필요가 있다.

#### 나) 환기방식

(1) 환기에는 자연 또는 기계적 수단에 의한 방식이 있으며 기계환기는 송풍기에 의한 강제적인 급기, 또는 배기하는 방법을 말한다.

(2) 일반적으로 중소규모의 기장에서 실외로 배출하는 강제배기팬, 대규모 기장에서는 실내로 취입하는 강제급기팬을 사용하고 있다.

자연환기는 소규모 기장에서 주원동기로 전동기를 사용하는 경우 등에 사용되고 있다. 배기팬의 경우에는 실내가 부압이 되지 않는 크기의 유리 또는 급기팬을 설치하여 공기의 취입을 고려한다.

또한 급기구에 대해서는 옥외의 쓰레기나 먼지의 침입 및 소음대책도 고려할 필요가 있다(소음대책에 대해서는 「4.4.3 환경대책」 참조할 것)

#### 다) 환기용량

환기용량은 각 기기로부터 발생하는 열의 배제 및 연료의 연소에 필요한 공



기량을 공급을 할 수 있는 것으로 「3.12.6 환기장치」로부터 구한다.

### 3) 조명설비

펌프장에는 조명설비가 설치되는데 운전 및 보수관리에 필요한 조도를 확보한다.

가) 펌프장내의 표준적인 소요조도는 표 4.4.13과 같다.

표 4.4.13 소요 조도

장 소	소요조도( $I_x$ )	비 고
조작실 바닥면	300	2상식의 1바닥면(지하펌프실)은 75 $I_x$
진기실 바닥면	150	
펌프설치 바닥면	150	
펌프구동용 내연기관 설치바닥면	150	
보조기계 설치 바닥면	150	
제진기 설치 바닥면	50	
흡입수로 수면	30	
게이트 설치 바닥면	30	스크린 부근

나) 옥내조명용의 광원에는 자연등, 형광등, 수은등 등이 있다. 조작실, 관리실의 조명은 효율이 좋은 선광선(線光線)의 형광등을 사용하고 천장이 높은 펌프실에는 수은등을, 정전시의 보안등으로는 백열등이 사용되고 있다.

### 4) 배수설비

펌프실은 바닥면을 청소하여야 하기 때문에 바닥에는 배수구를 설치하여 건물 밖으로 배수되도록 한다.

펌프실의 바닥면이 흡수면이나 지반면보다 낮고 자연배수가 안되는 경우에는 장내 배수펌프가 필요하므로 배수탱크를 설치한다.

## 4.4.3 환경대책

### 가. 소음대책

소음규제법 중에서 「특정공장 등에서 발생하는 소음의 규제에 관한 기준」이 제정되어 있는 이외에 지방자치단체에서도 상세한 규제가 정해져 있는 것으로 이들의 규제를 준수하여 소음대책에 대하여 충분히 검토할 필요가 있다.

표 4.4.14 소음 규제치

시간의 구분 구역	시간대			용도구역
	아침·저녁	주간	야간	
제1종 구역	40이상 45이하	45이상 50이하	40이상 45이하	주거전용지구
제2종 구역	45이상 50이하	50이상 60이하	40이상 50이하	주거지구
제3종 구역	55이상 65이하	60이상 65이하	50이상 55이하	상업, 준공업지구
제4종 구역	60이상 70이하	65이상 70이하	55이상 65이하	공업지구

(주) 소음규제법 「특정공장 등에 있어서 발생하는 소음의 규제에 관한 기준」에 기본으로 하는 규제치

양·배수장의 소음대책을 시행하는 경우에는 펌프·원동기 등의 소음원과 그 특성 및 건물구조, 개구부 등의 소음의 전파경로를 명확하게 밝힌 후에 각 기기의 소음의 저감(低減)을 도모함과 동시에 양·배수장의 배치, 기기의 배열 등 다시 한번 양·배수장 전체를 종합적으로 검토하여 소음대책을 입안하는 것이 필요하다. 그 검토순서를 다음 그림 4.4.31에 표시한다.

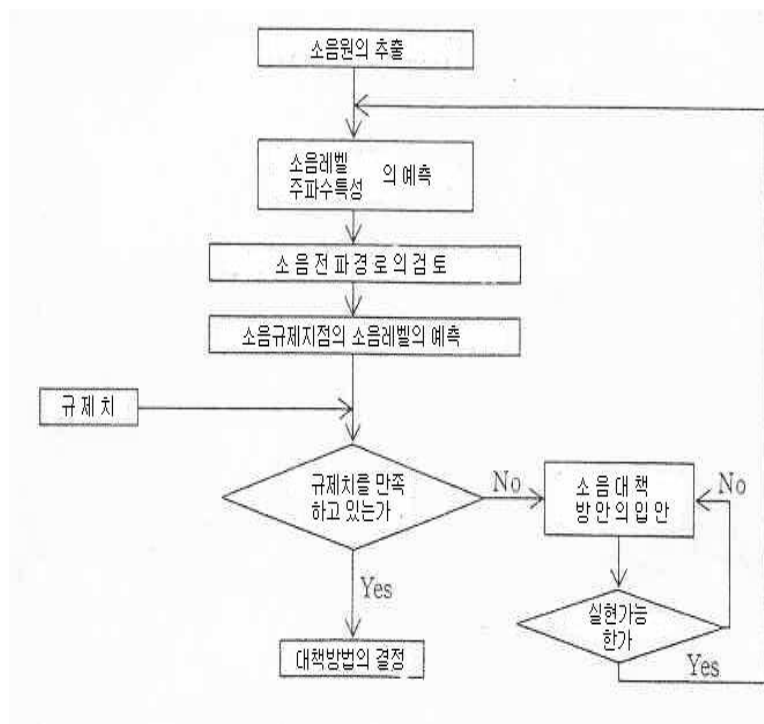


그림 4.4.31 소음대책의 검토순서

## 1) 양·배수장에서의 소음

### 가) 펌프의 소음

펌프에서 발생하는 소음에는 다음과 같은 것이 있다.

(1) 임펠러에서 유출한 액체가 볼트 시작부분, 또는 가이드 케이싱의 입구부의 좁은 부분을 통과할 때 발생하는 유체음

(2) 임펠러, 주축, 축이음 등의 회전체 부분의 불균형이나 베어링의 마모 및 유체의 압력맥동과 기계구조부와의 공진 등에 의한 것

(3) 캐비테이션, 흡입수조내의 와류음, 써징소음, 워터해머 등에 의한 펌프설비에서 발생하는 것

### 나) 전동기의 소음

전동기에서 발생하는 소음에는 다음과 같은 것이 있다.

(1) 베어링이나 권선형의 집전환장치에서의 브러시 마찰에 의한 기계음

(2) 냉각팬이나 회전자, 고정자에 설치되어 있는 통풍덕트에 발생하는 통풍음

(3) 공극에서의 고정자 및 회전자의 고주파 자속이 간섭함에 따라 발생하는 자기음

### 다) 디젤기관의 소음

디젤기관의 소음에는 기계음과 배기음이 있다.

라) 자가용 발전기나 환기장치의 소음

마) 옥외에 설치되어 있는 제지기, 클린타워의 소음

## 2) 소음의 전파경로

소음의 전파경로에는 다음과 같은 것이 있다.

### 가) 공기전파

양·배수장에서의 소음이 공기를 매질로 해서 전달되는 경로

### 나) 고체전파

양·배수장에서의 소음이나 진동이 기초, 건물 등 구조체로 전달되는 경로

### 다) 유체전파

관로내를 흐르는 유체의 압력맥동이 배관의 관벽 등을 진동시켜 그것이 고체전파의 모양으로 전달하는 경로

이상의 전파는 대개 그림 4.4.32에 표시된 경로를 따르나 소음 발생의 메커니즘은 복잡하여 그 전파경로도 여러 갈래로 됨이 많고 설계단계에서 파악할

수 없는 제 조건에 의한 소음이 발생하는 때가 있다. 이때 발생의 원인을 규명하고 적절한 조치를 취할 필요가 있다.

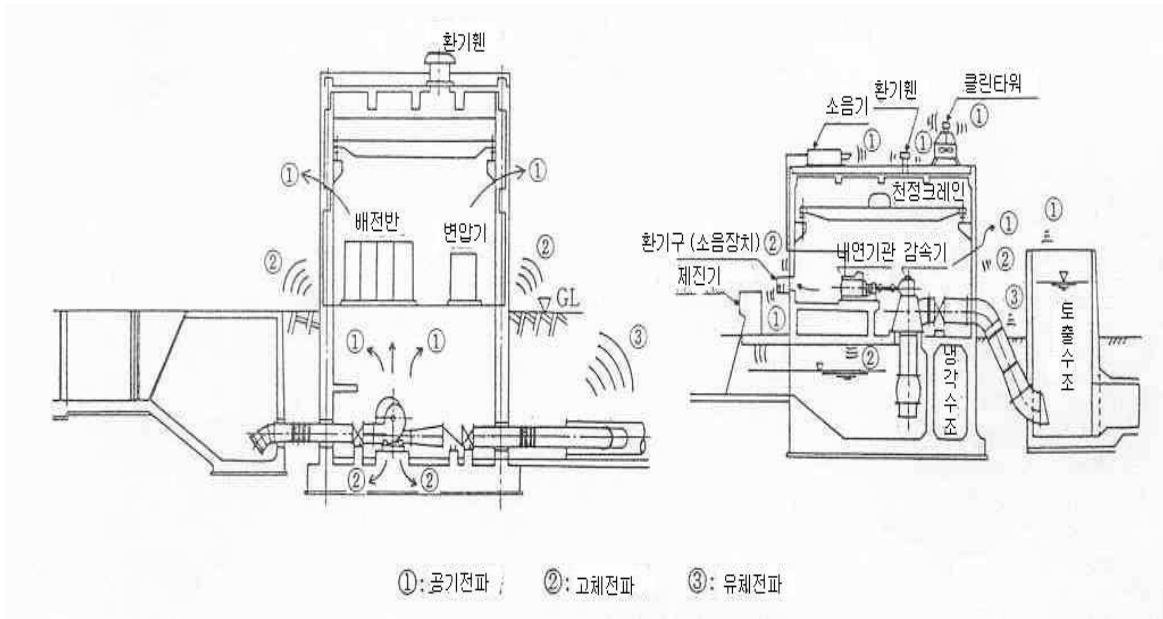


그림 4.4.32 소음전파경로

### 3) 소음의 방지

경계선에 있어서 규제치를 상회함이 예상되는 경우에는 펌프, 원동기 등의 기계설비의 저소음설계와 같이 다음과 같은 대책을 검토할 필요가 있다.

#### 가) 공기 전파음 대책

- (1) 기장전체의 배치를 재검토하고 거리에 의한 감쇄를 활용토록 한다.
- (2) 벽의 두께를 키운다.
- (3) 실내를 흡음재로 시공한다.
- (4) 문제가 되는 경계선측에는 개구부를 피한다.
- (5) 창은 유리 블럭, 2중창, 기밀 샷시 등으로 바꾼다.
- (6) 소리가 투과하기 쉬운 셔터는 2중 샷타나 방음 셔터로 하고 경계측에는 설치하지 않는다.
- (7) 환기구는 부지 경계측을 피하고 필요에 따라 소음장치를 설치하고, 환풍기는 방음커바를 붙인다.

#### 나) 고체전파음 대책

- (1) 펌프기초를 방진상판으로 한다.
- (2) 펌프기초와 바닥면을 단절하고 독립기초로 한다.
- (3) 외벽면에 방진형 방음 패널을 설치한다.

다) 유체전파음 대책

- (1) 저맥동 펌프로 한다.
- (2) 배관계 공진을 피하는 싸이드플랜지나 파이프사이렌을 설치한다.

라) 기타 옥외 설치기기 대책

- (1) 클린타워는 저소음형을 채용하든지 방음벽을 설치한다.
- (2) 제진기는 방음벽을 설치한다.
- (3) 변압기는 설치장소를 이동하던지 방음벽을 설치한다.

이상의 방지대책 등이 있으나 어느 것으로 하든지 소음의 방지대책은 기계설비와 토목건축과 조합하여 종합적인 검토가 필요하며, 양·배수장의 건설비에도 영향이 있으므로 경제성도 검토할 필요가 있다.

나. 진동대책

진동규제법 중에서 「특정 공장 등에서 발생하는 진동의 규제에 관한 기준」이 결정되어 있는 이외에 시, 군, 도에도 상세한 규제가 정해져 있으므로 이들의 규제를 준수하여 진동대책에 대하여 충분히 검토할 필요가 있다.

표 4.4.15 진동 규제치

시간의 구분 구역	시간대(dB)		용도구역
	주간	야간	
제 1 종 구역	65 이하	60 이하	주거전용지구 및 주거지구
제 2 종 구역	70 이하	65 이하	상업지구, 준공업지구 및 공업지구

양·배수장의 진동대책을 시행하는 경우는 펌프·원동기 등의 진동원과 그의 특성 및 건물구조·하부구조 등의 전파경로를 명확하게 밝힌 후에 각 기기의 진동의 저감을 도모함과 동시에 양·배수장의 배치, 기기의 배열, 다시 양·배수장 전체를 종합적으로 검토하여 진동대책을 입안하는 것이 필요하다.

최근에 와서 주로 전기설비에 채용되고 있는 컴퓨터 등의 정밀기기에는 특

히 악영향을 미치지 않도록 배려할 필요가 있다. 이들의 검토 순서는 기본적으로 소음대책과 같으며 그림 4.4.31에 표시한 바와 같다.

### 1) 양·배수장에서의 진동

#### 가) 펌프의 진동

고양정펌프에 발생하는 진동은 원인에 따라 유체적 진동과 기계적 진동으로 대별된다.

##### (1) 유체적 진동

펌프내의 압력변동, 소용돌이, 캐비테이션, 서징, 워터해머 등에 기인하는 진동

##### (2) 기계적 진동

회전체의 불균형, 회전축의 위험속도, 오일 wipe 또는 오일 hole, 공진, 베어링의 마모 등에 기인하는 진동

#### 나) 원동기 등의 진동

원동기 등의 진동도 펌프의 기계적진동과 대개 같으나 특히 디젤기관은 왕복동식이므로 진동이 비교적 크며 축 길이가 긴 경우에는 비틀림 진동을 발생할 때가 있어 충분한 사전 검토가 필요하다.

### 2) 진동의 전파경로

진동과 소음은 상관관계가 있어 진동의 전파경로는 소음과 같이 생각하여도 좋다.

### 3) 진동의 방지

방지대책도 소음과 공통점이 많으므로 여기서는 진동 특유의 원인과 대책에 대해 기술한다.

#### 가) 펌프의 진동방지

원심펌프 등 고양정펌프의 경우에 발생한다.

##### (1) 유체적진동의 방지

###### (가) 압력변동

- 임펠러 외형과 볼트의 간격을 조정
- 볼트 설단부(舌端部), 임펠러에 스큐류를 단다.
- 위상임펠러의 채용
- 임펠러 입구의 흐름에 예선회를 준다.

(나) 소용돌이(와류)

- 임펠러후단의 형상을 바꾸어 Karman와류의 발생을 억제한다.
- 구조물의 고유진동을 예상되는 Karman와류의 주파수에서 충분히 낮게 떨어지게 한다.
- 흡입수조의 와류에 대해서는 와류방지장치, 정류판 등을 붙이던지 흡입벨마우스의 몰수심을 증대시킨다.

(다) 캐비테이션

- 압입양정의 부족, 흡입관손실 또는 요구정미흡입양정에 기인할 때에는 계획단계에서 충분히 사전검토가 필요하다.
- 과대 배출량으로 운전이나 회전수가 과대할 때에는 계획단계에서 충분히 검토함이 필요하게 된다. 운전범위의 재검토 등도 대책의 하나로 된다.

(라) 서징

- 펌프 양정곡선이 우상 구배의 경우에 발생하기 때문에 계획시점에서 미리 검토하여 둘 필요가 있다.
- 배관중에 잔류공기가 있을 때에 발생하는 때가 있어 미리 잔류공기가 발생하지 않는 형상으로 하던지 공기빼는 대책을 강구할 필요가 있다.

(마) 워터해머

- 펌프의 시동·정지나 정전 등에 의한 동력차단의 경우에 배관에 생기는 유체과도현상이다. 통상 1/10 ~ 10Hz 정도의 사이클로 이상한 압력상승 또는 압력강하를 발생하는 것으로 계획시점에서 적절한 대책(플라이휠, 서지탱크, 에어챔버 등의 설치)을 강구하여야 한다.

(2) 기계적진동의 방지

(가) 불균형진동

- 회전체의 불균형에 의해 발생하는 경우 필드밸런스를 포함한 밸런스를 수정한다.

단, 회전체의 변형·손상이나 이물의 부착에 의한 경우도 있으므로 충분히 원인을 조사한 다음에 대책을 강구할 필요가 있다.

- 센터링 불량(중심틀림)은 설치시점에서 허용치내에 있어서도 경과년수, 시동·정지의 반복, 또는 기초지반의 부등침하에 의해 발생하는 경우도 많다. 각 방향의 축심을 조정할 필요가 있다.

(나) 회전축의 위험속도

- 회전축의 고유진동수와 회전수가 일치되는 경우에 위험속도로

되어 진동이 급격하게 증가하는 현상으로 계획단계에서 상용운전속도는 회전축의 고유진동수에서 25% 정도 떼어놓을 필요가 있다.

· 길이가 긴 중간축에 플렉시블 샤프트를 사용하는 경우 감쇄효과가 적어 진동과대, 축파손이 될 수 있어, 이 때에는 계획단계에서 고무베어링 설치 등 대책이 유효하다.

(다) 오일 wipe 또는 오일 hole

· 회전사이클의 1/2 이하의 진동수로 미끄럼베어링을 사용한 고속의 축계(軸系)에 많이 발생하는 진동으로 베어링의 유막에 기인하는 자려진동으로서 축의 편심율을 크게 하던지, 베어링의 중앙에 홈을 설치하던지 또는 펌프의 내부 쉘 또는 형상을 변경한다.

(라) 공진

· 회전수 언배런스나 각종 유체력에 의한 공진이 일반적으로 많고 진동주파수로는

$N$ : 펌프 회전수

$N'$ : 구동기 회전수

$N \times Z$ : 펌프회전수  $\times$  임펠러 매수

등이 있고 이것들의 주파수를 피할 수 있도록 계획단계에서 검토해 둘 필요가 있다.

· 축계(軸系)와 달라서 케이싱 등의 구조계나 기초를 포함한 전체계의 고유진동수가 회전수에 접근하는 수가 있으나, 이 때에는 케이싱 강성 및 기초·바닥을 포함한 지지계의 강성을 높여 고유진동수를 증대할 필요가 있다.

나) 디젤기관의 비틀림 진동

일반적으로 디젤기관은 실린더내의 폭발이 크랭크축에 전달되어 회전축계에 주기적인 강제진동을 주고 있다. 또, 크랭크축·전달축 및 피동기 축계는 다수의 질량원판을 가진 자유진동축계로 되어 있다.

이 자유진동(고유진동수)과 전기 강제진동(가진력진동수)이 일치할 경우, 위험회전수로 되어 축계가 공진상태로 되므로 그림 4.4.33과 같이 과대한 부가응력 및 진폭이 생겨, 축의 파손이나 부속치차에 큰 충격을 주어서 고장을 일으킬 수가 있다.

일반적으로 이 진동해석에는 호루쓰아의 축차근사법에 의해 고유진동수를 구하고 진폭계산에 따라 위험회전수, 진폭각 및 부가응력을 구하고 있다.

이상, 진동해석에 의해 사용회전수 또는 회전수폭에 위험회전수가 존재하여



허용치를 초과할 경우의 회피 또는 억제방법으로서는

- (1) 사용회전수(회전수폭)을 변경한다.
  - (2) 탄성카플링 등을 원동기와 전달축간에 삽입하여 축계의 탄성을 변경한다.
  - (3) 유체카플링을 사용하여 축계를 바꾸어 고유진동수를 변경한다.
- 등의 방법이 있다.

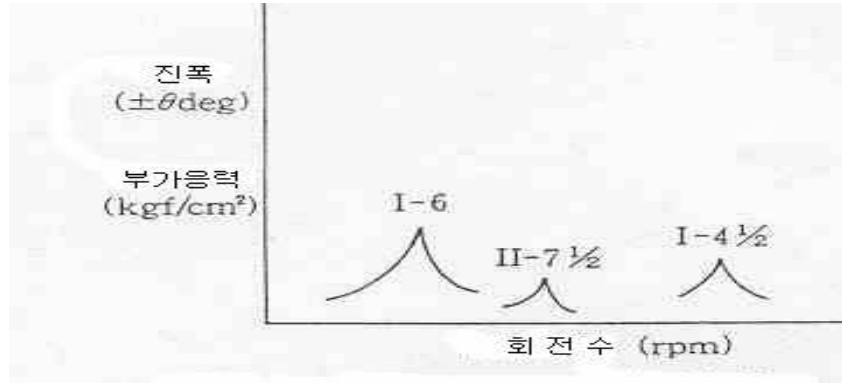
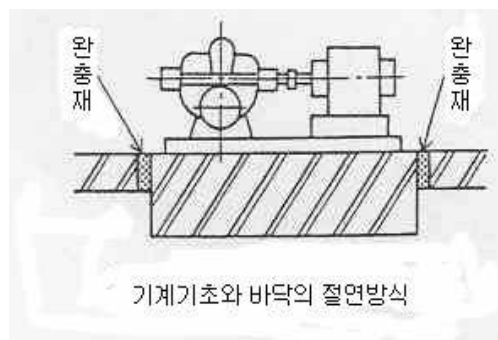


그림 4.4.33 진폭(부가응력) 선도

다) 건물진동 및 전파방지

진동은 전술한 바와 같이 진동원으로 되어 있는 펌프 등의 기기자체의 진동 대책뿐만 아니라, 예를 들면 압력맥동방지로서의 배관측 플랜지나 건축·토목 측에서 실시하는 대책이 있고 특히 건축·토목 측에서는 질량증가나 강성을 높이는 방법과 전파된 진동에 정면으로 저항하려고 하지 않고 우회하는 방법이 있다. 후자에 대해서는 아래와 같은 방식이 있다.



(1) 절연방식

건물과 지반, 또는 기계기초와 바닥간의 힘의 전달을 없애거나 작게 함으로써 진동의 전파를 저감하는 방법

## (2) 주기조절방식

건물이나 기기 등을 지지하고 있는 부재의 강성을 낮게 하여 진동주기를 장주기화하여 우성(優性)한 단주기성분의 기계진동에 대한 감응도를 저감하는 방법

## (3) 에너지 흡수방식

건물이나 기기 등을 지지하고 있는 부재의 소성화나 대쉬보드 또는 충전재의 마찰 등으로 진동에너지를 소비하여 큰 감쇄성을 부여함으로써 진동을 억제하는 방법

## (4) 차단형

교통이나 공사잡음 등의 경감을 위해 부지나 구조물 주위에 도랑을 설치하는 수단으로 공사 진동의 방지 등에 많이 쓰이고 있는 방법

이상과 같이 양·배수장의 진동대책은 우선 진동원으로 되어 있는 펌프 등의 각 기기에서의 대책뿐만 아니라 구조물도 포함된 전체로서의 종합적으로 검토를 하여 진동대책과 전파방지대책을 입안하는 것이 필요함과 동시에 건물의 설계 단계에서 전기실이나 조작실을 펌프실 바로 위에 설치하지 않도록 하는 배려가 필요하다.

## 다. 배출가스 대책

양·배수장에서 주펌프 및 자가용발전기 등의 구동용원동기로서 내연기관(디젤기관, 가스터빈)을 사용하는 경우 내연기관(연료의 연소능력이 중유환산 50ℓ/h 이상. 디젤기관에서는 대개 200PS, 가스터빈에서는 대개 120PS 이상인 것이 상당)은 대기오염방지법시행령의 규제 대상 시설로서 보일러 등의 종래의 규제 대상 시설과 같이 신설시설에 대해서도 법의 적용을 받는다.

연소중의 탄소, 수소 등이 공기중의 산소와 결합하여 생기는 2산화탄소 CO<sub>2</sub>(탄산가스)나 물 H<sub>2</sub>O 이외 대기오염의 대상이 되는 것을 기재하면 다음과 같은 것이 있다.

- ① 유황산화물 (SO<sub>x</sub>)
- ② 질소산화물 (NO<sub>x</sub>)
- ③ 고형탄소 (C) ……매진(煤塵)
- ④ 일산화탄소 (CO)
- ⑤ 탄화수소 (HC)

이들의 배기가스 성분중 디젤기관, 가스터빈에서는

- ① 유황산화물 (SO<sub>x</sub>)
- ② 질소산화물 (NO<sub>x</sub>)
- ③ 고형탄소 (C)……매진(煤塵)

이 대기오염방지법의 대상이 된다. 이들의 규제내용은 표 4.4.16 과 같다.

표 4.4.16 대기오염방지법에서의 배기가스 성분의 규제

유황산화물(SO <sub>x</sub> )	·보일러에 준하여 정해진 기준적용 ·총량규제기준, 사용연료기준 ·지역에 따라 K치의 규제가 있다. 연돌의 높이와의 관계가 있다. (사용연료중의 유황분이 크게 좌우된다)
질소산화물(NO <sub>x</sub> )	·950ppm 이하(산소농도 13%로 환산한 값)
매진(煤塵)	·0.10g/Nm <sup>3</sup>

또한, 일부의 시, 군, 도에서는 독자의 조례를 제정하여 법보다도 엄격한 수치를 정하고 있는 곳도 있으므로 확인이 필요하다.

#### 라. 쓰레기 대책

펌프 운전시에는 유입수로(내수하천을 포함)내의 각종의 부유물이 펌프흡입수조에 유입하고 있다. 이들의 부유물은 제진설비에 의해서 배제할 필요가 있으나 이 배제한 쓰레기의 처리대책이 필요하다.

##### 1) 쓰레기의 종류

수로에 흘러 내려오는 쓰레기는 생활환경의 변화에 따라 자전거, 가구, 가전제품 등의 큰 쓰레기, 비닐하우스의 비닐, 깡통, 맥주병, 나무조각, 잡초 등 여러 가지가 있다.

##### 2) 쓰레기의 관리

배제한 쓰레기는 일반적으로 흙퍼내나 배수장 부지내에 야적하는 때가 있다. 이들 쓰레기는 악취를 내는 것이 많고 오랫동안 그대로 방치하여 두면 부근 주민에게 고통을 주게 된다.

따라서 될 수 있는 한 빨리 처리하던지 다른 곳으로 이동시킬 필요가 있다.

##### 3) 쓰레기의 처리

쓰레기의 처리는 스스로 시행하던지, 제3자에 의뢰하던 가 어느 한 방법을 선택한다.

스스로 시행하려면 예상되는 쓰레기의 종류, 량에 의해 작은 소각공장을 건조하면 된다. 쓰레기 선별장치, 파쇄장치, 소각로 등을 필요로 한다.

이들의 설비비와 펌프의 가동빈도를 고려하면 경제성의 관점에서 제3자에게 그 처리를 의뢰하는 방법을 취하는 것도 필요하게 된다.

또한 법에 따라 쓰레기 수거에 지방자치단체가 개입하게 될 경우에는 지방자치단체와 충분히 협의하여 쓰레기 처리가 신속하고 확실하게 이루어지도록 배려하여야 한다.

#### 4.4.4 건물의 구조

건물의 구조는 펌프설비의 규모 등에 따라 적절한 구조형식을 선정하여야 하며 지붕, 벽 등의 주요구조는 입지조건, 외력조건 및 환경과의 조화 등을 고려하여 결정한다.

- 1) 건물의 구조형식
  - ① 철골 구조
  - ② 철근콘크리트 구조
  - ③ 철골철근콘크리트 구조
- 2) 지붕의 형식
  - ① 박공지붕
  - ② 외쪽지붕
  - ③ 평지붕
- 3) 벽체의 형식
  - ① 프레임식 벽체
  - ② 일체식 벽체
  - ③ 조적식 벽체

##### 가. 구조형식

건물의 구조형식에는 철골구조, 철근콘크리트 구조, 철골철근콘크리트 구조 등이 있으나 양·배수장 규모에 따라서 가장 적합한 구조형식을 선택하여야 한다. 특히 소규모 양·배수장의 건물(주행크레인 설비를 필요로 하지 않는

곳)에 대해서는 경량철골구조, 보강 콘크리트 블럭 구조 등이 일반적으로 쓰이고 있다.

### 1) 철골구조

철골구조는 철골을 내력상 주요부재로 하는 구조이다.

보의 간격, 처마높이가 높은 것, 건축면적이 큰 것에 적합하여 경제적이지만 피복되지 않은 강재는 부식에 의한 피해를 받기 쉬우므로 도장을 적절하게 하여야 한다.

철근콘크리트 구조와 비교하면 철골구조는 1/4정도의 자중이므로 연약지반에 건물을 설치하는 경우는 유리하다.

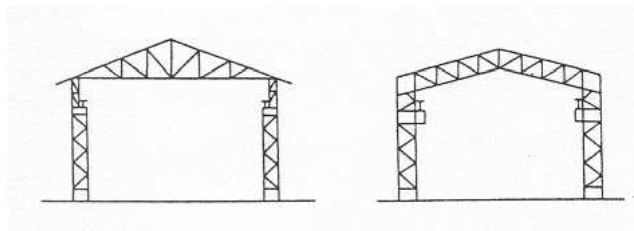


그림4.4.34 트러스 형식

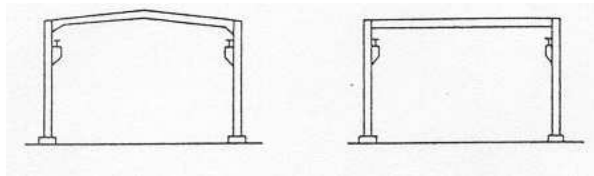


그림4.4.35 라멘 형식

골조구조는 트러스, 라멘, 아치 등이 있다. 양·배수장 건물에는 트러스, 라멘의 형식이 많이 쓰이고 있다.

트러스 구조는 일반적으로 형강과 강판의 조합이 쓰이고 있고, 라멘구조는 H형강, 강판 등이 쓰인다.

접합은 용접이 많이 쓰이고 있으며 현장조립에는 고장력 볼트 접합에 의한 공법이 사용되고 있다.

### 2) 철근콘크리트 구조

철근콘크리트 구조는 내화, 내구, 내진, 내풍의 일체식 구조로, 특성상 양·

배수장 건물구조에 많이 쓰이고 있다.

보의 간격이 10m 이내가 경제적이거나, 최근에는 보의 간격이 15m까지도 사용되고 있다. 기둥간격은 4~7m 정도가 경제적이어서 많이 쓰이고 있다.

### 3) 철골콘크리트 구조

철근콘크리트 구조에 비해서 고층, 큰 스패의 경우에 철골철근콘크리트 구조가 유리하며 또한 내화, 내구, 내풍의 일체식 구조이다.

장점은 비교적 작은 단면내에 다량의 강재를 무리없이 수납할 수 있다는 것이다. 따라서 단면이 작은데 비해서 튼튼하며 끈질긴 특징을 가지고 있다.

### 나. 지붕의 형식

지붕의 형식을 대별하면 평지붕과 경사지붕으로 나눈다.

경사지붕에는 박공, 외쪽지붕 등이 일반적으로 사용되고 철골구조의 지붕에 적당하다.

평지붕은 철근콘크리트 구조 및 철골철근콘크리트 구조의 지붕에 보통 사용되고 있다. 또한, 철골라멘형식은 평지붕에 쓰이고 있다.

### 1) 경사지붕

경사지붕은 표준적인 지붕의 경사가 1/10~5/10로 지붕재를 노출시키는 지붕형식으로 누수에 대한 안전성이 높아 유지관리에 편리하며 내용연수도 길게 되는 등 이점이 있다.

또 경사지붕의 지붕 재료로는 석면 슬레이트, 금속판이 많이 쓰인다.

#### 가) 슬레이트지붕

석면에 시멘트를 배합하여 압축한 것으로 평판과 파형이 있다.

평판의 형상도 여러 가지로, 착색된 제품도 있고 원판위에 방수지(아스팔트계, 타르계, 비닐계)를 깐 슬레이트를 아연 도금한 못 등으로 고정시키는데 대개는 마름모꼴 또는 一자형식이 사용된다.

파형판은 대파와 소파가 있고, 석가래, 도리 등에 아연 도금한 슬레이트 못 또는 훅 볼트로 고정시켜 지붕을 잇는다.

#### 나) 금속판 이음

금속판의 종류는 아연철판, 착색철판, 알루미늄판 등이 있으며 지붕을 잇는 방법에는 평이음, 기와이음, 파형판이음 등이 있다.

평이음에는 의장(意匠)으로 一자이음, 능형이음, 궤이음(龜甲이음) 등이 있으

나 -자이음이 많이 쓰이고 있다. 이음방법에는 원판에 기와걸이를 만든다.

기와이음은 긴평판이 사용되고 있어 물매방향으로 이음이 없으므로 평이음에 비해서 빗물이 잘 내려가서 경사가 작은 지붕에 적합하다. 이음방법은 각목(4×4.5cm 정도의 목재)이 있는 것과 각목이 없는 평판가공 등이 있어 어느 것이라 서까래에 고정한다.

## 2) 평면지붕

평면지붕은 방수재료로 우수의 침입을 방지하는 것이다.

지붕의 사용조건: 주행용과 비주행용으로 구별된다.

방수층의 선택: 방수층의 선택에 있어서는 지역성(기온조건, 연안지역의 염해 등)시공 및 공기, 구조체의 종별, 건물의 중요도, 지붕의 형상과 경사 및 바탕 등에 의해 선택한다. 지붕의 경사는 1/50 이상이 좋다.

## 다. 벽체의 형식

벽체는 일반적으로 직립하고 단독으로 제 기능을 만족시켜야 한다. 또, 벽면은 사람의 눈에 보이고 손에 닿기 때문에 표면치장에 대한 정성이 필요하다.

구조적으로는 자체의 변형을 방지함과 동시에 지붕이나 바닥을 지지하며 또 풍압이나 지진력에도 견딜 수 있어야 한다. 벽에는 창, 출입구 등의 개구부를 설치한다.

### 1) 프레임식 벽체

철골구조의 기둥과 보 사이에 커튼월로서 벽체를 넣은 것으로 벽 자체는 지붕, 바닥의 하중을 받지 않는다. 접합부를 완전히 하면 외력에 대해서도 어느 정도 강한 벽으로 된다. 커튼월에는 금속판(알루미늄, 스테인리스 스틸, 철재) 프리캐스트콘크리트, 알루미늄주철 등 종류도 수법도 다양하다.

또한 레디메이드의 커튼월은 현재 여러 회사에서 생산 발매되고 있다.

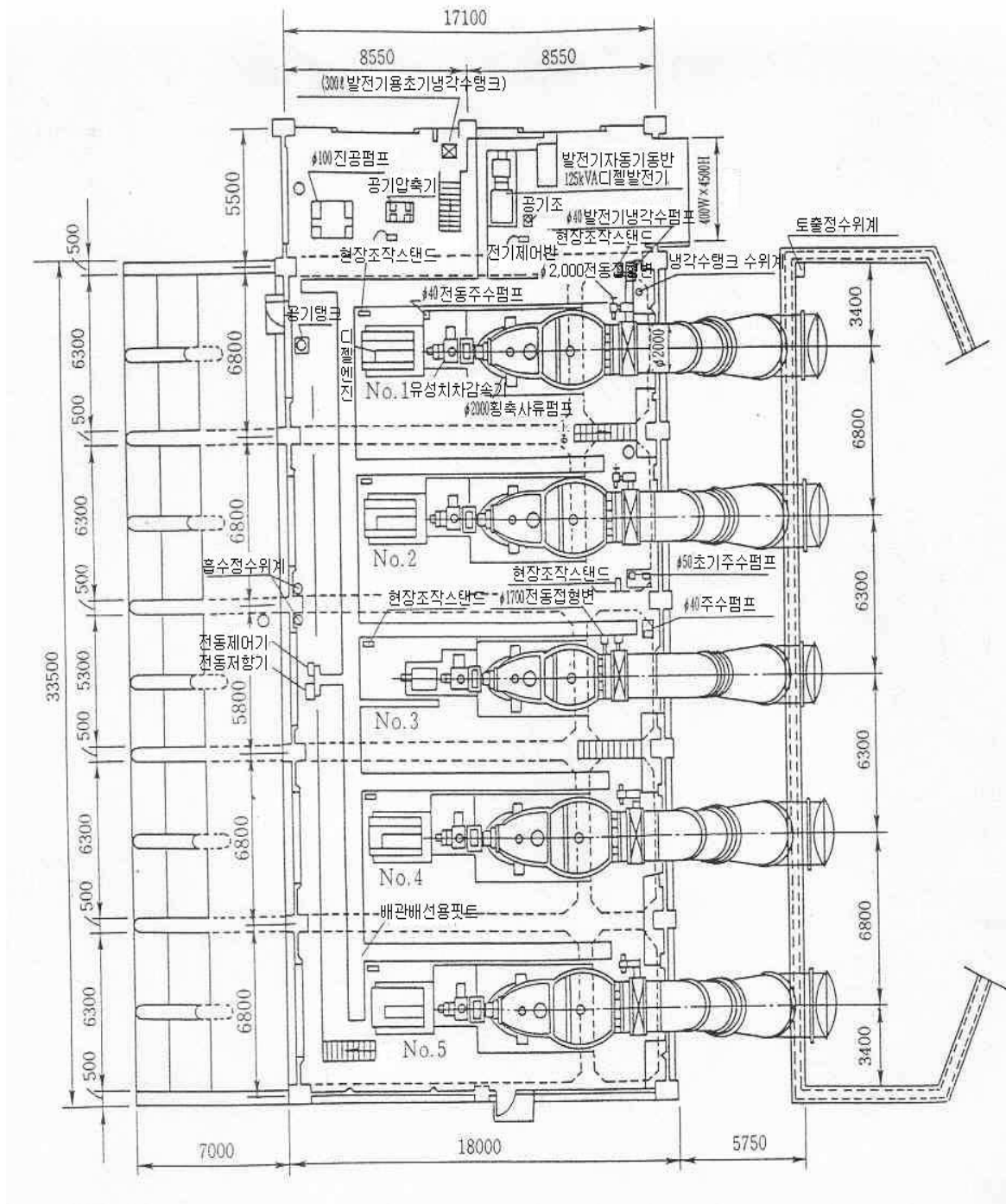
### 2) 일체식 벽체

콘크리트조와 같이 벽과 다른 구조물이 일체로 만들어지는 것으로 자유로운 형으로 만들 수 있어 내진, 내화, 내구의 점으로 우수한 구조형식이다.

### 3) 조적식 벽체

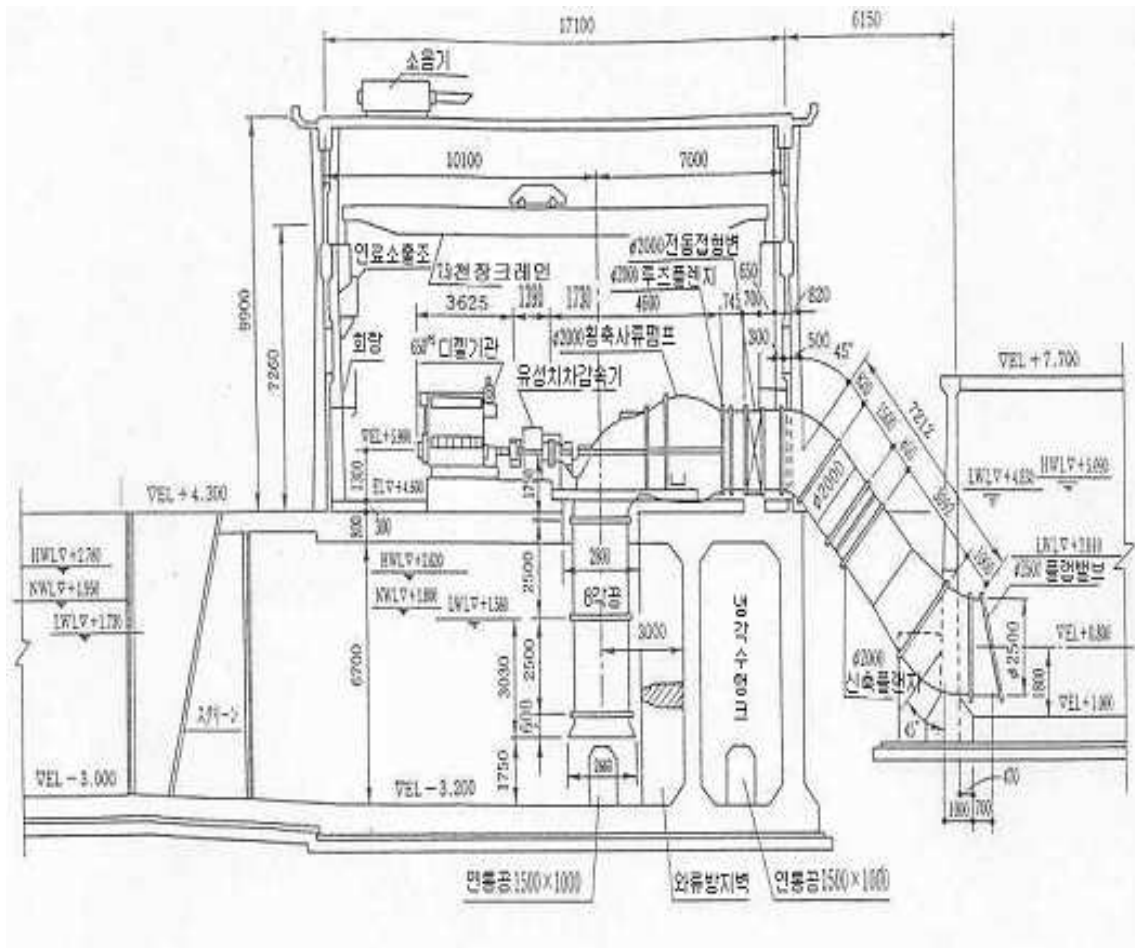
블록조 등과 같이 재료를 쌓아 올리며 만드는 것이다.

[참고] 양배수장 설계 예  
예 (1)



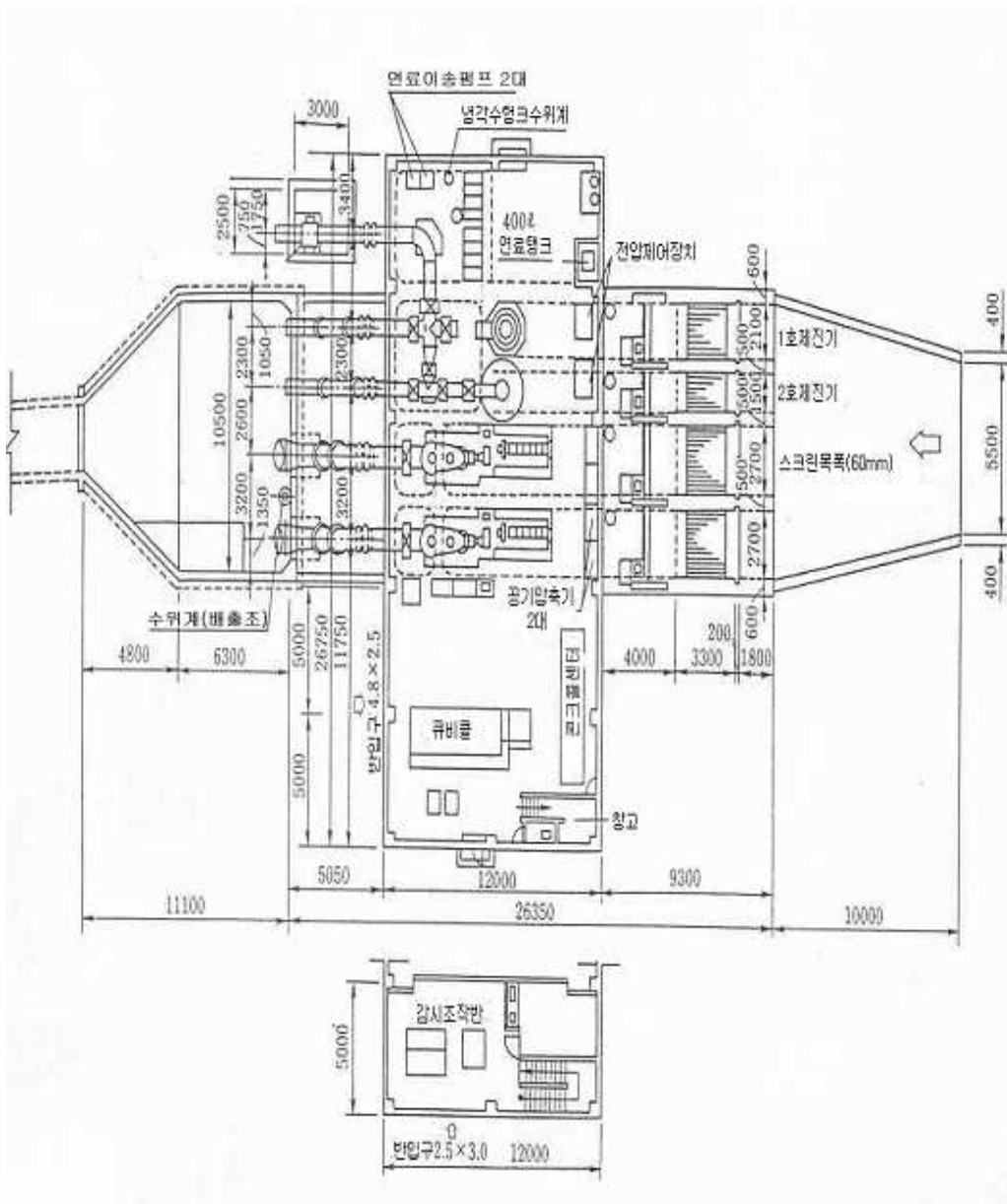
평면도



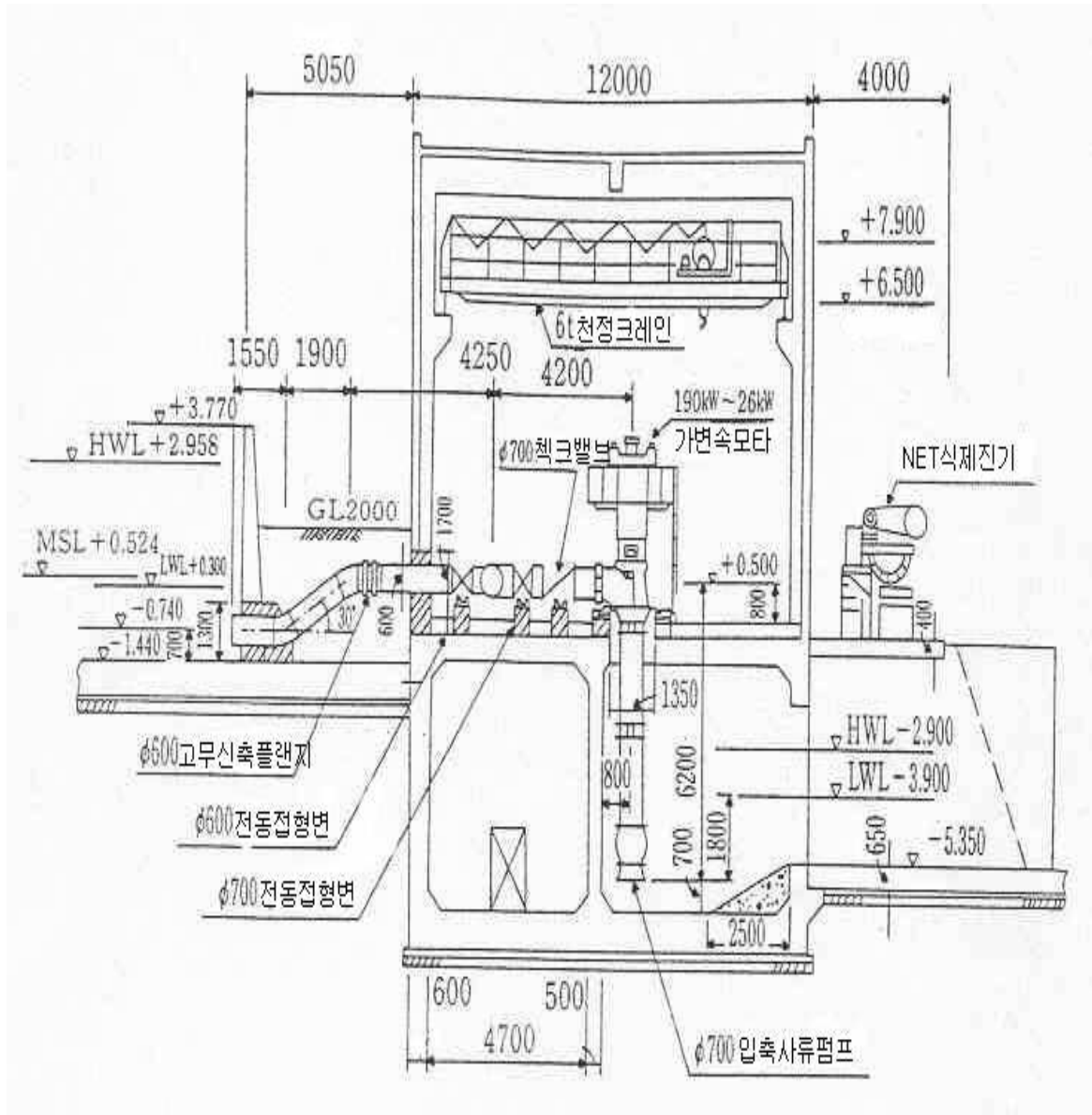


단면도

예 (2)



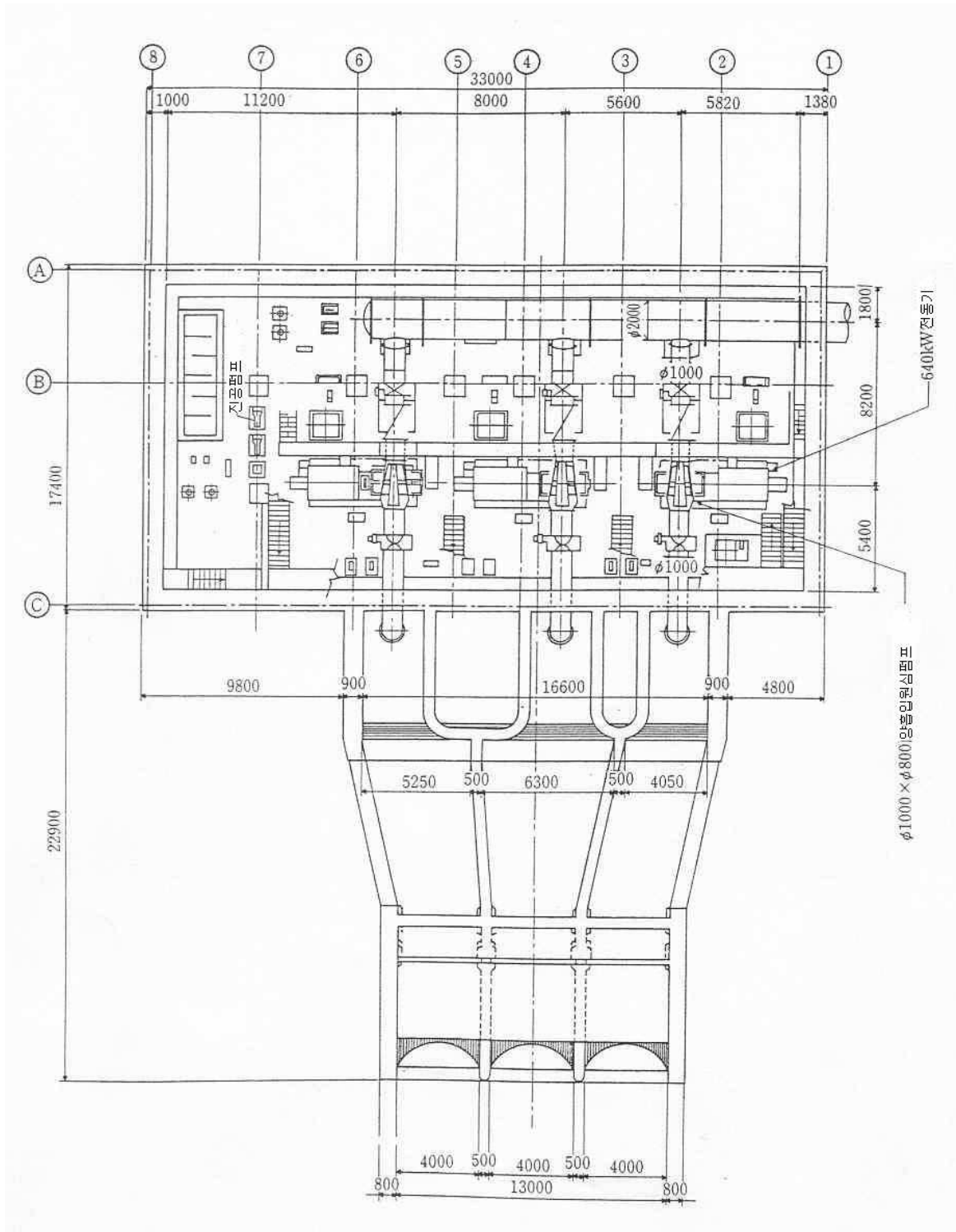
용 도	배수용			
형 식	횡축사류펌프			
구경(mm)	배출량(m <sup>3</sup> /s)	전양정(m)	원동기 출력	비 고
2,000	8.5×4=34.0	3.9	650PS(엔진)	
1,700	6.5×1= 6.5	3.9	350kW(전동기)	



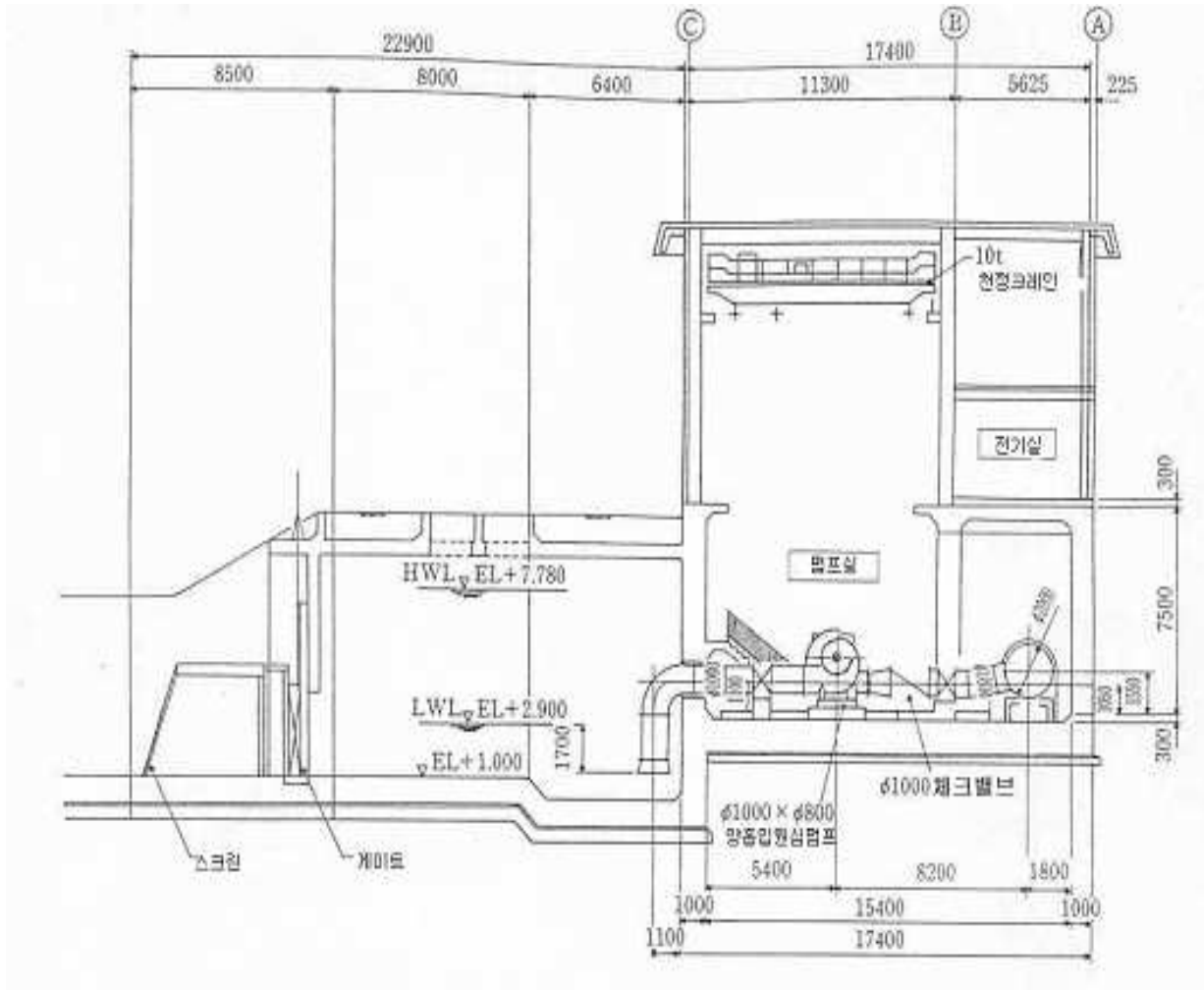
단면도

용도	양·배수용			
형식	입축사류펌프			
구경 (mm)	배출량 (m <sup>3</sup> /s)	전양정 (m)	원동기 출력	비고
500	0.6 × 1 = 0.6	20.0	180kw(전동기)	가변속전동기
700	0.598 × 1 = 0.598	20.0	190kw(전동기)	
900	1.737 × 1 = 1.737	6.6	230PS(엔진)	

예 (3)

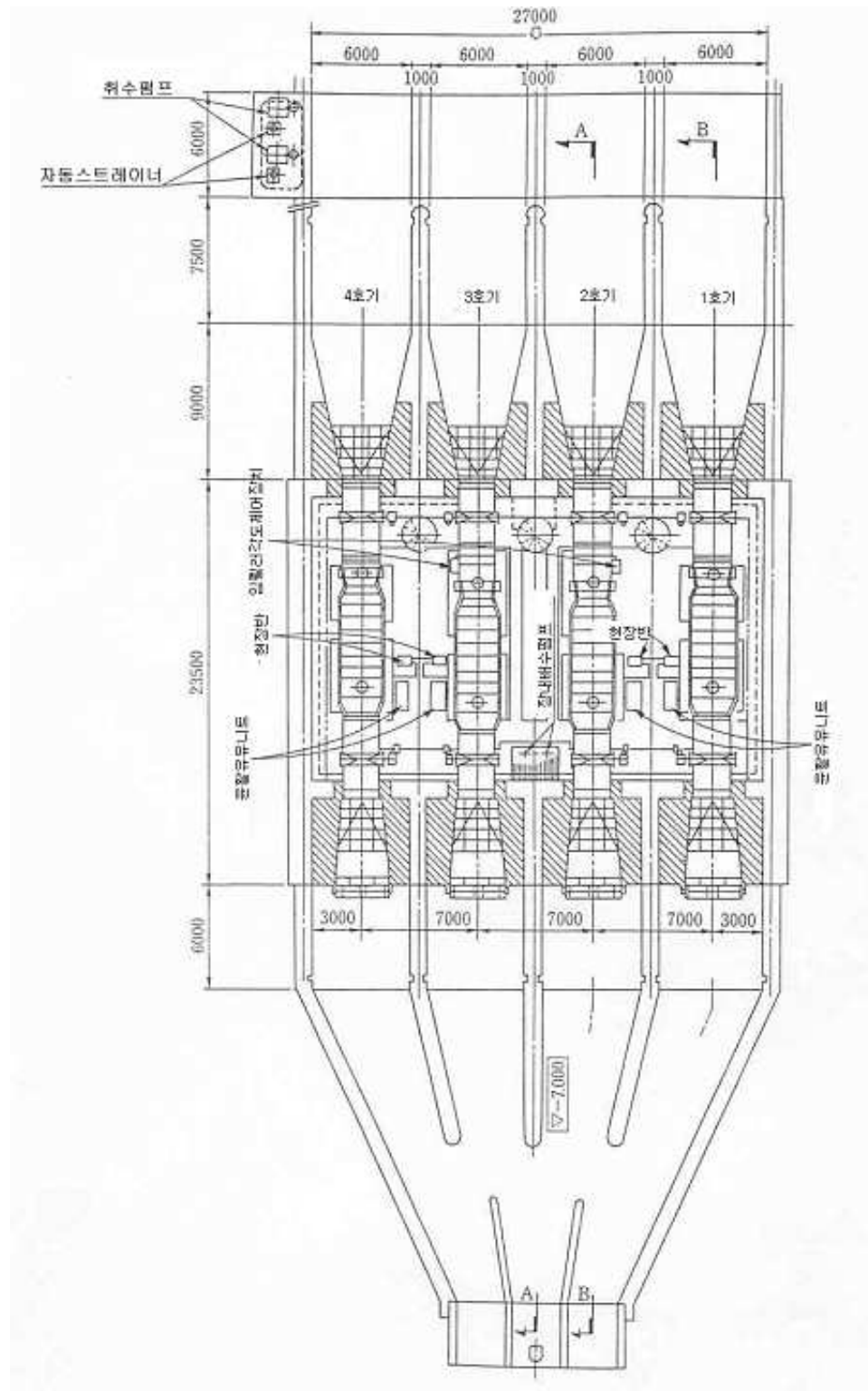


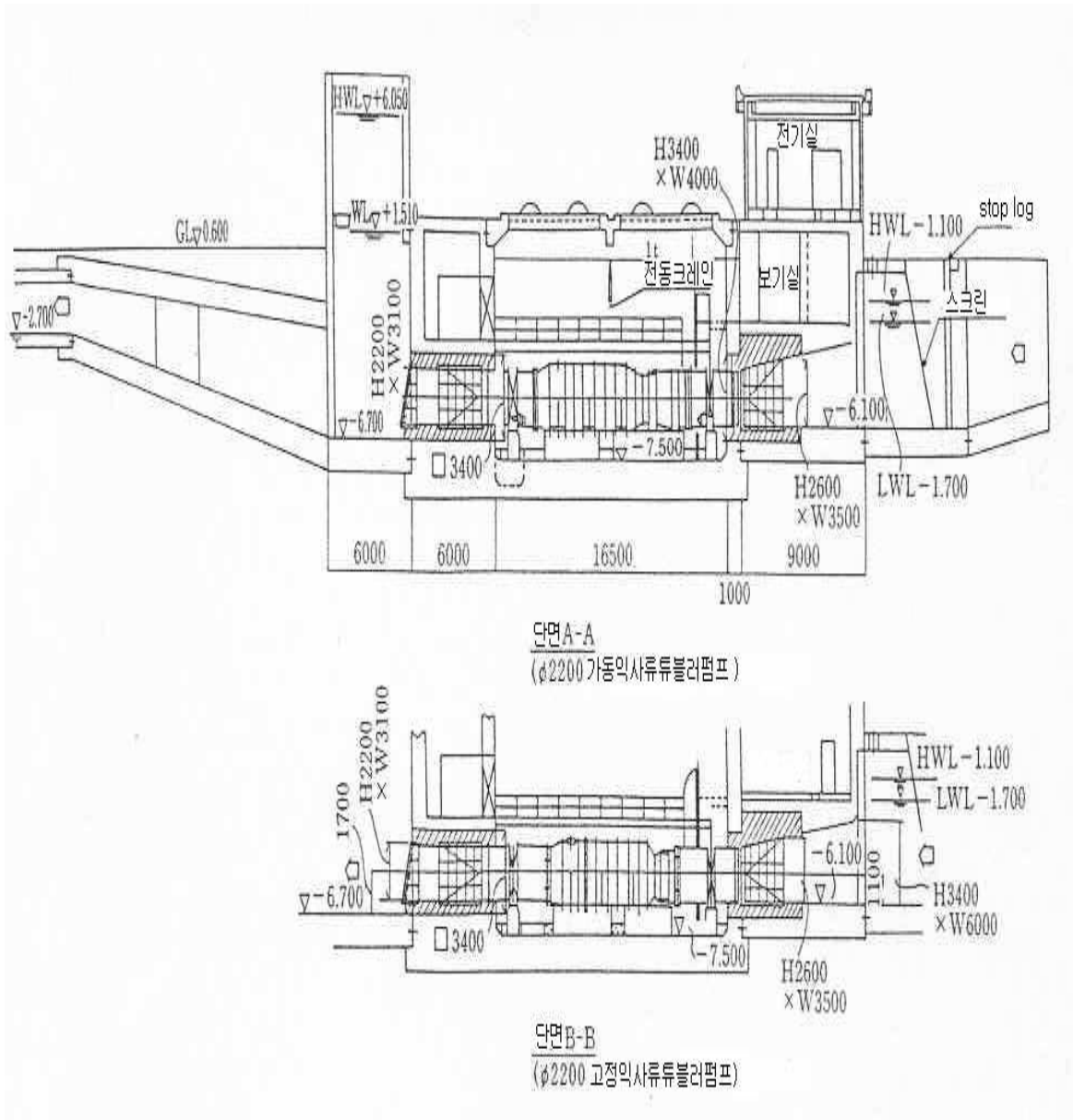
평면도



용 도	관개 양수용			
형 식	횡축양흡입원심펌프			
구경(mm)	배출량(m <sup>3</sup> /s)	전양정(m)	원동기 출력	비 고
1,000×800	2.075×3=6.225	24.2	460kw(전동기)	

예 (4)





용도	침수 배수용			
형식	횡축 가동익 사류 튜블러 펌프, 횡축 사류 튜블러 펌프			
구경(mm)	배출량(m <sup>3</sup> /s)	전양정(m)	원동기 출력	비고
2,200	11.53×2=23.06	7.1	1,030kW(전동기)	가동 날개
2,200	11.53×2=23.06	7.1	1,030kW(전동기)	고정 날개

## 4.5 건축 환경설계 기법

양배수장 건물의 환경친화적 계획 설계기준을 정립할 필요가 있으나, 여기에서는 일반 건축물의 환경친화적 설계기법에 대하여 정리하였다.

건축 환경설계 기법은 단순한 구조물 설계뿐만 아니라 거주자의 생리적, 심리적 반응에 영향을 미치는 건물내부의 열 환경, 빛 환경, 음 환경 등 물리적 환경을 쾌적하게 만들기 위하여 건축환경을 조절하는 기법 중 자연형 조절기법을 말한다.

자연형 조절, 즉 환경설계기법은 기후조건에 의한 건축물의 배치, 형태, 방향, 구조, 구조체의 열적 특성, 자연환기 및 채광 설계 등에 의해 기계적 장치 없이 외부의 자연환경이 갖고 있는 이점을 최대한 이용하여 실내 환경을 쾌적하게 조절하는 방법이다. 이는 건축설계의 각 과정에서 환경적 부담을 최소화할 수 있어 에너지면에서 효율적인 건축설계 방법이라 할 수 있다. 환경설계 기법은 지역의 기온, 습도, 바람, 일사 등의 기후특성과 대지의 형태와 향과 경사 등 주변 환경 조건, 그리고 건물의 유형 및 기능에 따라 다르므로 사전에 대상지에 관한 면밀한 검토와 분석이 필요하다.

### 4.5.1 배치계획

배치계획에서 가장 먼저 해야 할 것은 대지 선정과 분석이며 세부 분석 요소는 지역 기후와 미세 기후, 인접대지, 지형, 배수, 토질, 식생 등 기존 조건을 철저히 조사하여 그 활용 방안을 계획해야 한다. 주의할 점은 기존 대지의 자연환경을 가능한 손상시키지 않는 건물의 배치계획이 요구된다.

### 4.5.2 자연지형을 활용한 배치

대상지의 자연지형의 활용은 한 장소에 관한 고유한 특성을 찾아내고 잠재력을 활용하여 건축물로 인한 주변의 영향을 최소화하기 위한 배치방법을 말한다. 대표적인 방법은 경사지를 이용한 배치와 언덕과 계곡, 강, 시냇물, 산림 등의 지형 형태를 이용한 미기후를 조절하거나 자연적인 우수배수체계 위한 배치방법 등이 있다.

#### 가. 경사지를 이용한 배치

경사지를 이용한 건축을 할 때 유의할 점은 경사지의 특성을 최대한 활용하여 건축부지를 확보하며, 자연환경 및 경관을 최대한 보존하는 계획을 한다.



경사지 건축의 장점은 평지건축에 비하여 일조, 풍향, 조망 등이 유리하며, 주호밀도를 높일 수 있고, 자연지형에 가장 이상적으로 조화를 이루 수 있다. 반면, 단점은 대지 조성비가 높고 기초공사, 도로공사 등의 초기 건설투자 비용이 높다.

#### 나. 지형 형태를 이용한 미기후 조절을 위한 배치

지형은 미기후의 주요 결정요소라 할 수 있는데 특히 높낮이가 있는 구릉이나 언덕 등 각 부분에 따라 다른 기후조건을 나타낸다. 이러한 지형 형태에 따른 배치로 미기후 조절을 꾀할 수 있다.

### 4.5.3 일조 및 일사를 고려한 배치

환경친화 건축에서 에너지절약을 위해 가장 손쉽게 접근할 수 있는 방법은 태양에너지를 이용한 난방 에너지와 자연채광에 의한 조명에너지를 감소시키는 것이다. 이에 건물의 배치는 태양에너지 활용을 극대화할 수 있는 위치를 선정해야 할 것이다. 이를 위해서 고려되어야 하는 것은 건물의 방향 설정과 인동간격의 확보, 그리고 Sun Chart를 이용한 대지분석을 통해 일조와 일사 확보를 위한 배치를 선정해야 한다.

#### 가. Sun Chart의 활용

Sun Chart는 위도에 따라 태양의 고도와 방위각을 계절 및 시간별로 표시한 도표로 일종의 태양 궤적도를 말한다. Sun Chart를 통하여 대지내 각 지점에서 태양 광선이 방해받지 않고 도달할 수 있는 시간과 계절을 알 수 있도록 차폐물의 스카이라인을 표시하게 되면 건물의 배치계획에 유효하게 이용할 수 있다.

#### 나. 건물의 방향

건물 내 일사와 일조는 시간, 계절, 방위에 따라 달라지는데 특히 1년 내내 열평형이 잘 이루어지기 위해서는 방위설정이 중요하다, 건물의 최적 방위는 대지 조건과 건물의 유형 및 형태에 따라 일률적으로 설정하기는 어렵지만, 보통 우리나라의 기후조건에서는 우리나라 방위별로 받는 일사량을 계절별로 연구한 결과 남향면에 수직으로 도달하는 일사량은 겨울철에는 가장 많고, 여름철에는 가장 적으므로 남향의 배치가 가장 유리하고 서향이 가장 불리하고 동향은 서향보다 유리하다. 정남향을 0.로 설정하여 일사량 비율을 100%로

했을 경우, 30. 배치시에는 약 88%로, 60. 배치시에는 약 57%로, 정동이나 정서향인 90. 배치시에는 약 26% 일조량이 줄어든다.

#### 다. 인동간격

인동간격이란 일조와 일사를 확보하기 위한 건물과 건물사이의 거리를 말한다. 보통 정남을 향한 건물이 가장 많은 태양열을 받는다는 것은 건물 전면에 장애물이 없는 경우이다. 건물배치 시 충분한 일사량과 일조시간을 확보하기 위해서는 남쪽 면에 위치한 기존 건물이나 구조물로부터 적정한 인동간격을 유지시켜야 한다.

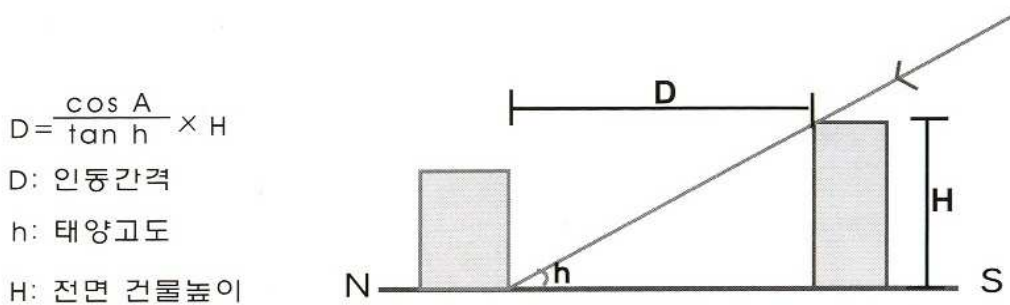


그림 4.5.1 인동간격의 산정

#### 4.5.4 풍향조절을 위한 배치

바람은 냉방이 필요한 여름철에는 긍정적인 요소로, 겨울철에는 부정적인 요소로 작용하므로, 여름철 바람은 통풍과 냉방을 위해 적극적으로 받아들이고 겨울철 바람은 방풍을 위한 배치를 취해야 한다. 바람의 자연적인 조절 효과를 볼 수 있는 이상적인 대지는 남면을 향한 경사지이다. 여기에 겨울철 바람을 막기 위한 수목과 인공구조물을 조합하여 설치하면 방풍효과를 볼 수 있어 더욱 좋다

바람의 형태는 언덕과 계곡 등 대지의 형상에 따라 변화하여 수목이나 인공구조물에 의해서도 변화되고 건축의 크기와 형태에 따라서도 달라진다. 여름철에는 남풍을 최대한 받아들여야 하는데 그러기 위해서는 남향으로 하고 앞동과 뒷동을 일사조절과 마찬가지로 엇갈리게 배치하여 통로를 마련해 주면 바람이 골고루 순환하여 최대의 통풍효과를 볼 수 있다. 건물을 일렬로 배치하였을 경우에는 건물과 건물사이의 통로를 따라 바람이 불어나가고 건물에 큰 영향을 미치지 못한다. 겨울철 바람의 영향을 최소화하기 위한 배치 방법

은 주거동을 풍향에 45° 각도로 배치시키면 풍속을 50~60%까지 감소시켜 첫 번째 주거동 뒤의 건물들은 방풍 효과를 보게 된다.

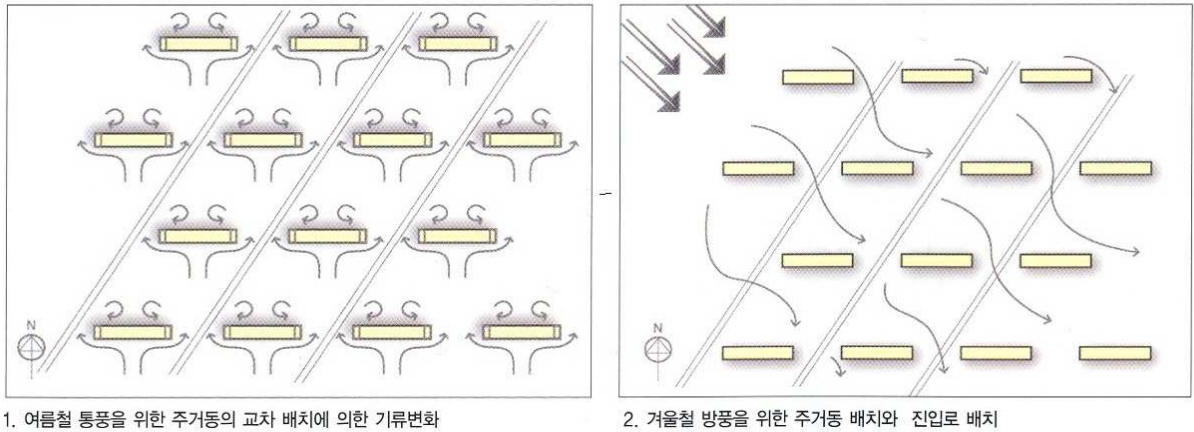


그림 4.5.2 여름철 통풍을 위한 주거동의 교차배치(1)와 겨울철 방풍을 위한 주거동 교차 배치 시 기류 변화(2)

## 4.6 건물 형태 계획

### 4.6.1 건물의 형태와 열

난방에너지를 줄이기 위해 유입되는 열을 최적화하는 것은 건물 방위를 고려해야 할 뿐만 아니라 건물의 형태도 고려해야 한다. 건물의 형태는 태양 복사열의 수용정도와 열 방출을 결정짓는데 이는 건물의 표면적과 관계가 있다. 이러한 건물의 표면적은 바닥의 면적이 같아도 공간형이나 평면형태에 따라 달라지며, 형이 같다면 부피에 따라 달라진다. 그러므로 이러한 모든 경우를 감안하여 계획에 적용하여야 할 것이다.

#### 가. 평면형태

건물형태의 가장 기본을 이루는 평면형태에서 에너지 효율의 차이는 보통 평면형태의 장·단면비에 따라 효율이 달라진다. 같은 면적의 평면에서는 장·단면비가 1 : 1인 정방형의 밀집된 형태가 가장 에너지를 절약할 수 있다. 장·단면비에 따른 에너지의 절약의 우선순위를 보면 그림 4.6.1과 같다.

그러나 건물의 평면형태 결정하는데 실의 기능과 공간구성 요소의 영향, 일조와 일사 등을 고려해야 하므로 정방형 형태가 아닐 경우 남북으로 긴 형태

보다는 동서로 긴 형태의 평면이 유리하다. 특히 우리나라와 같은 온대지방에서 가장 유리한 평면 형태의 장·단면비는 1 : 1.6 인 동서로 긴 형태이다. 동서측으로 길어질수록 겨울철 수열량이 많아지고 여름철 수열량이 적어진다. 일사만을 고려하면 이 형태가 가장 유리하지만 표면적이 늘어남으로 열손실 영향이 커지므로 한냉지에서는 1 : 1인 정방형의 형태가 유리하게 된다. 일반적으로 건물에서 열손실은 표면적이 늘어날수록 커진다. 그러나 무조건 표면적을 적게 하는 것이 유리한 것은 아니며, 채광이나 시계 확대라는 점에서는 태양의 고도나, 방위 등을 고려하여 표면적이 클 때 더 유리한 경우도 있다.

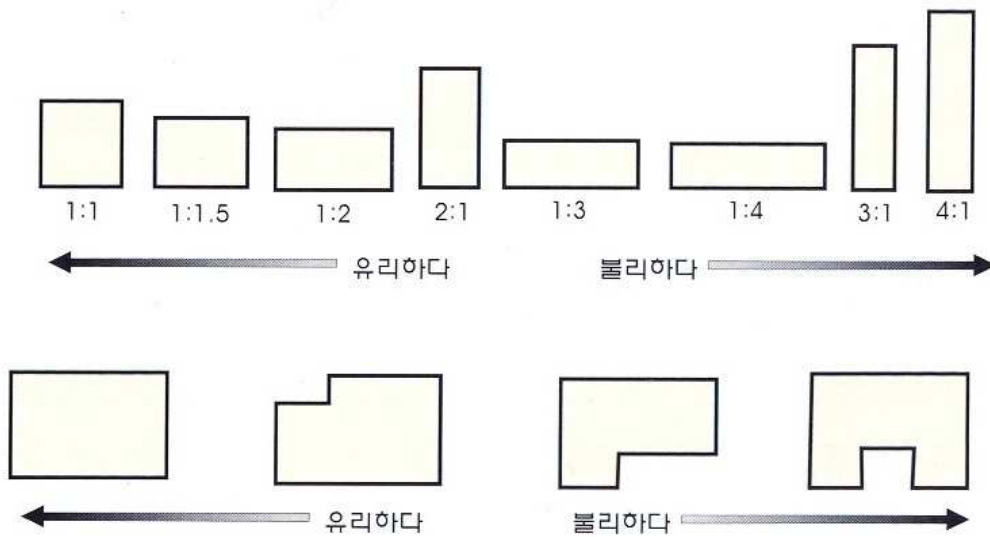


그림 4.6.1 건물의 장·단면비에 따른 에너지 절약순위

나. 입면 형태

에너지 절약을 위한 입면 형태를 결정할 때 중요한 고려사항은 외피면적에 대한 체적의 비로 S/V(surface/volume)로 표시한다. S/V비가 작은 건물일수록 복사, 대류, 전도에 의한 열 획득 및 손실의 영향을 적게 받으므로 에너지 절약에 유리하다. 형이 일정한 경우 실내 용적이 늘어날수록 벽면적이 늘어나는 비율이 적어진다. 그러므로 난방에너지의 절약을 위해서는 건물전체 형태를 단순하게 구성하며 단위면적당 외피면적을 최소화하고 S/V(surface/volume)와 S/F(surface/floor)비를 작게 하는 것이 유리함을 알 수 있다. 그러나 표면적에 의한 건물형태의 결정은 기후조건, 일사, 바람, 외기

조건 등에 따라 다르게 적용되어야 하며 표면적이 늘어남에 따른 장점과 단점을 알고 형태 결정에 반영해야 할 것이다. 표면적의 증대에 따른 가장 큰 장점은 단순한 외관으로부터 표정이 풍부하고 윤곽이 뚜렷한 디자인이 가능하다.

#### 다. 지붕형태

건축의 형태에서 바닥이나 입면 형태와 더불어 전체 형태를 결정짓는 것은 지붕의 형태이다. 지붕의 형태를 기후와 주변 환경에 적절하게 형태를 설정할 경우 냉난방 에너지를 절약할 수 있으며 창을 설치할 경우 일사와 일조를 취할 수 있어 조명에 관한 에너지도 절약할 수 있게 된다. 지붕을 통한 실내에서 실외로의 열손실은 지붕면적에 비례하고 단열성능에 반비례한다. 그러므로 평지붕은 이를 기준으로 보면 바깥 표면적이 적어 열손실이 적으나 열의 도피가 어려운 형으로 여름철 수평면의 일사를 과다하게 받으므로 냉방부하를 가중시키고, 겨울에는 야간 복사에 의한 열손실이 경사 지붕보다 많다. 반면 경사 지붕은 눈과 비에도 훌륭한 물매로 작용하며 쉽게 더러워지지 않는 장점이 있으며, 열에너지 효율면에서는 열 취득 면적이 바닥 면적에 비하여 크고, 지붕 밑 공간이 열적 완충 공간으로 작용하여 난방 공간으로 작용하게 된다. 단 경사 지붕을 이용한 에너지 절약을 시도할 경우 천정과 지붕면에 단열 시공을 해야 하며, 남향으로 할 경우 열을 취득하기에도 유리하여 그 효과를 더욱 볼 수 있다.

## 4.7 공간 계획

환경친화적 건축에서 건축의 전반적인 향 설정과 형태 설정과 아울러 효율적 실내공간 배치는 또 하나의 에너지절약 수단이 된다. 이때 가장 중요한 것은 공간계획에 있어서는 계절별, 시간별 공간패턴을 고려하여 평면 계획을 수립해야 한다. 가능한 일사를 많이 받는 곳에는 주된 생활공간을 배치하여 자연채광과 자연난방을 통한 열부하를 조절하는 것이 공간계획의 기본이 된다.

실내공간의 평면 계획시, 첫 단계는 난방공간과 비난방공간을 분류하고, 또한 거주실과 비거주실을 구분하고 실의 사용 빈도를 측정하여 조닝을 하면 에너지절감효과를 기대할 수 있다. 그리고 건물의 코어 계획에서 열을 다루는 부분과 배관 등을 사용하는 부엌, 욕실, 세탁실, 다용도실 등은 서로 근접시켜 배관길이를 줄여 열전달 중간에서 열손실을 줄이거나, 건물 중간에 위치하여

열을 다루는 부분이 외벽과 멀어지게 배치하여 에너지 손실을 줄이는 효과도 고려해 볼 수 있다.

그리고 단면에서 공간계획을 할 때도 평면 계획에서와 같이 비주거 부분과 비난방 부분을 외기와 직접적으로 접하는 바닥과 지붕, 일사가 안 되는 북측 벽 등에 배치하여 열적 완충공간으로 이용하는 것이 가장 기본적인 방법이다.

## 4.8 자연 통풍 및 환기

통풍 및 환기는 실내로의 신선한 공기의 보급과 실내 공기 교체로 인한 열과 습기의 이동을 위해 이루어진다. 건물 내의 통풍 및 환기가 제대로 되지 않을 경우에는 실내공기의 오염과 악취, 답답함을 초래하게 되고, 심할 경우 인체에 해를 주므로 반드시 계획에 포함해야 한다. 특히, 추운 지방에서는 채광과 난방이 중요시되어 고기밀화를 추구함으로 인해 환기부분을 소홀히 다룰 수가 있는데 실내오염을 줄이기 위해서는 약간의 열손실이 있더라도 환기계획을 고려해야 한다.

### 4.8.1 자연통풍 및 환기의 기본 원리

자연통풍 및 환기의 기본 원리는 바람의 이동, 즉 공기의 유동을 이용하는 것이다.

### 4.8.2 자연 통풍 및 환기를 위한 건축설계 요소

자연형 설계로 바람을 이용하여 건축설계를 할 경우 건축의 입지조건에서 우선 적극적으로 바람을 이용할 것인가를 정하고 주변바람의 움직임을 정확히 파악하는 것이 필요하다. 바람을 이용하는 계획에서 가장 이상적인 안은 상쾌한 바람은 통과하여 통풍과 환기가 되게 하고, 강풍은 막는 형태가 이상적인데 이 두 가지를 수용하기 위해서는 가변적인 장치가 요구된다. 예를 들면 개폐구에 가동장치나 스크린 이중셸터 등을 설치하는 방법이 있다.

#### 가. 건물형과 주변기류

건물의 형태적 특징은 건물 주변의 풍압분포에 중요한 영향을 주어 바람의 방향을 변화시킨다. 건물의 형태가 복잡해지면 풍향변화에 수반하는 풍압계수의 변화도 복잡하게 된다. 그림4.8.1은 다양한 평면 형태에 의한 기류패턴을 나타낸 것으로 개구부가 없을 경우를 가정한 것으로 건물 뒤편 검은 부분은

Window shadow로 바람의 영향이 없는 부분이 생긴다. 그러므로 통풍을 원활하게 하려면 바람이 유입되는 곳은 양압이 가장 큰 곳에, 배출구는 음압이 큰 곳에 설치하면 효과를 높일 수 있다.

surface/에 따라 기류패턴이 달라지고 건물에 미치는 풍압계수가 달라진다. 따라서 지붕 형태를 조절하는 것으로도 어느 정도 풍향 조절이 가능하다. 지붕 형태와 더불어 자연환기와 통풍을 더욱 촉진시키려면 재료에서도 통기성이 있는 재료를 사용할 경우 효과를 배로 증가시킬 수 있다. 대표적인 예는 우리나라의 초가지붕과 같은 유기재료는 재료자체의 통기성으로 통풍과 단열재로서 효율도 높다.

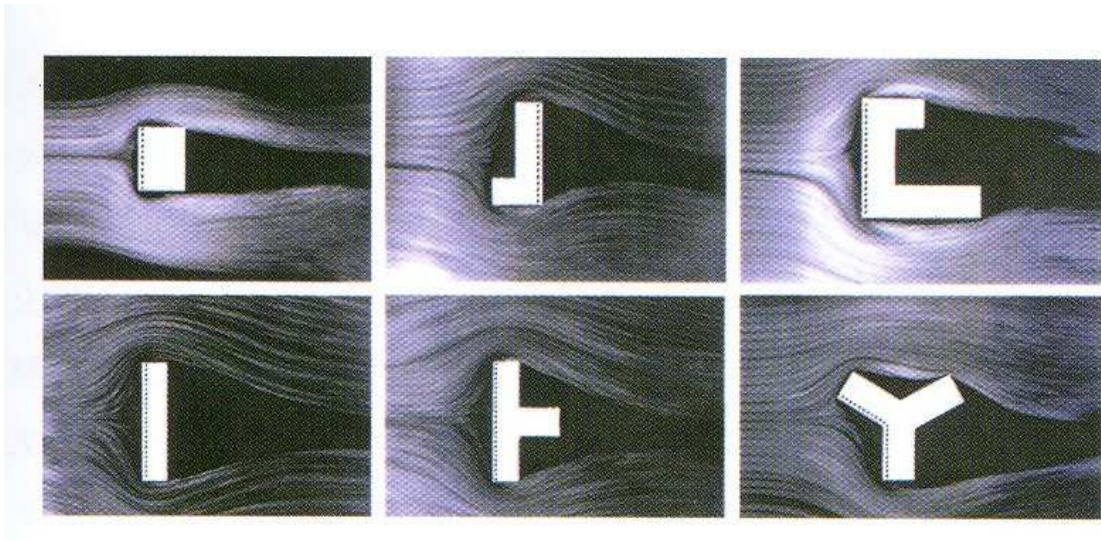


그림 4.8.1 평면형태에 따른 기류 패턴

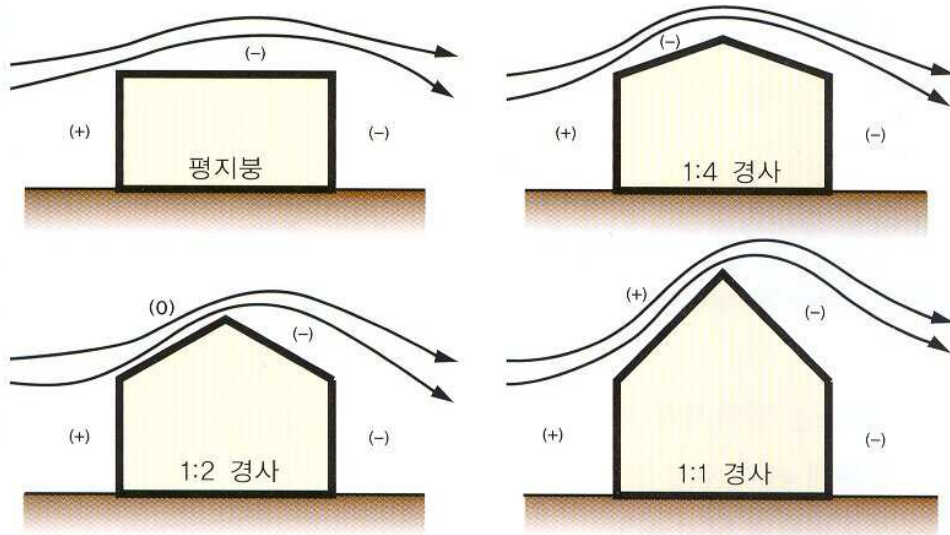


그림 4.8.2 지붕의 기울기에 따른기류 패턴

나. 벽에 의한 기류 조절

외부벽면에서 바람의 기류를 조절하는 방법은 평면상에서는 날개벽(wing wall)인 수직벽(fin wall)을 이용하여 기류를 조절할 수 있으며 입면상에서는 수평벽을 통하여 기류를 조절할 수 있다. 우선 수직벽은 건물의 한 면에서 공기 압력 분포를 변화시켜 개구부를 통한 실내 환기효과를 크게 증진시키는데 바람의 방향에 45° 각도로 설치될 때 환기효과가 가장 좋고 바람 방향과 평행하게 설치되면 효과가 없어진다.

보통 실내 환기를 위해 설치되는 수직벽은 각 개구부에 설치하게 되는데 그림 4.8.3과 같이 같은 벽면 라인에 개구부에 같은 쪽에 수직벽을 두면 환기효과가 떨어지며 안쪽으로 반대로 설치하는 것이 효율적이다. 그리고 건물 벽면에서 가장 공기 압력이 높은 부근은 벽체 중앙이므로 개구부를 하나를 둘 경우에는 가운데 두어야 건물 내부 중앙까지 바람의 영향이 미칠 수 있다. 벽체 중심에서 벗어난 곳에 개구부를 두면 실내로 유입되는 바람의 방향이 뺄어져 실 중앙으로 바람이 가지 않는다. 이러한 경우에는 실 중앙까지 바람을 끌어들이기 위해서는 fin wall을 두어 압력 분포를 변화시켜 바람방향을 틀어주면 실내 환기효과를 높일 수 있다.

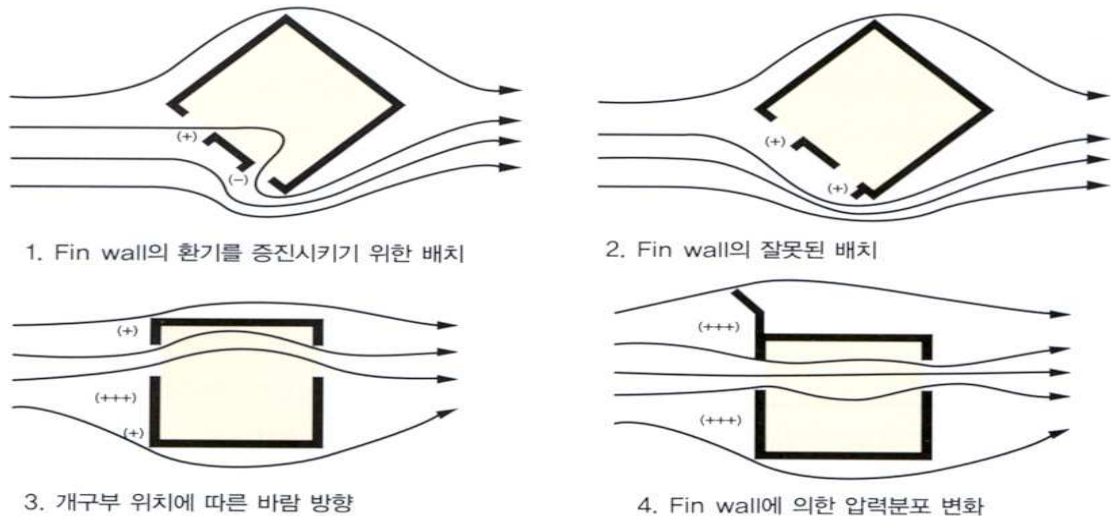


그림 4.8.3 실내 환기효과를 증진시키기 위한 수직벽(fin wall)의 개념도



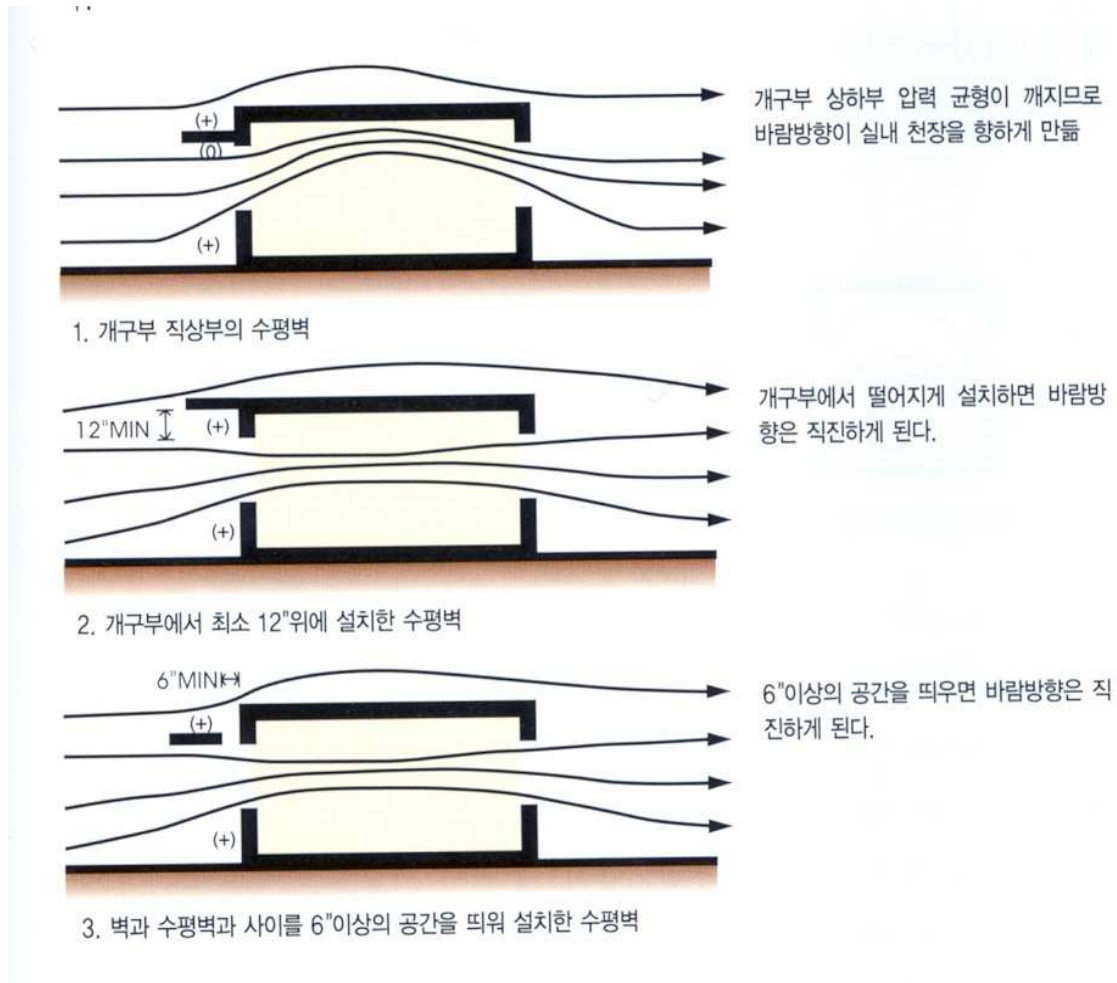


그림 4.8.4 실내 환기효과를 증진시키기 위한 수평벽(horizontal overhang)의 개념도

입면상에서는 개구부의 상부에 수평벽(horizontal overhang)을 두면, 이는 차양 구조 역할을 하면서 실내로 향하는 바람의 방향을 조절할 수 있다. 개구부 상부에 수평벽이 놓이는 위치에 따라 그림 4.8.4와 같이 바람의 진행 방향이 변화된다.

벽에 설치되는 수직벽이나 수평벽 이외에 통풍과 환기를 위해서 고려할 다른 방법은 재료를 통한 자연적인 환기방법이다. 통풍성이 있는 모벽이나 토벽 등의 재료를 사용하여 자연적인 미량의 환기가 지속적으로 되게 한다면 거주자의 건강을 위해서도 좋을 것이다.

#### 다. 개구부에 의한 기류 조절

실내 환기 및 통풍의 실질적 효과는 개구부에서 바람의 유입과 유출이 이루

어지므로 창 의 위치나 크기, 실내 공간과의 관계가 중요하게 된다. 일반적으로 개구부와 바람방향에서 바람이 건물의 개구부로 수직으로 부딪힐 때 풍압이 최대가 되고, 45° 각도로 부딪히면 직각인 경우보다 풍압이 50% 감소가 된다고 한다. 그러나 실내 통풍 및 환기효과 측면에서 보면 바람이 건물에 비스듬히 부딪힐 때 실내기류를 난류로 만들어 실내 전체 환기효과를 볼 수가 있다.

개구부의 배치에 따라 실내의 통풍과 환기에 미치는 영향은 차이가 많이 나는데 가장 효율적인 배치는 맞통풍(cross ventilation)구조이다. 이는 강한 정압역에서 반대편 벽의 강한 부압역으로 공기가 흘러가므로 실내 환기에 매우 효과적인 배치방법이다.

맞 통풍 구조에서도 개구부의 유입구와 유출구의 크기와 위치에 따라서도 실내 기류 속도와 패션에 영향을 미친다. 가장 일반적인 방법은 유입구와 유출구의 크기를 같게 하고 크기가 모두 큰 것이 통풍에 유리하며, 크기를 달리 할 경우에는 유입구를 작게 하고 유출구를 크게 하는 것이 실내기류 속도를 증가시킨다.

#### 라. 내부칸막이에 의한 기류조절

개구부의 상대적 위치에 의해 기본적인 통풍의 경로가 설정되고 내부로 유입된 공기는 다시 실의 칸막이에 의해 2차 기류를 형성하게 된다. 그러므로 환기나 통풍이 필요할 경우 실내 칸막이는 되도록 통풍경로에 단절이 되지 않도록 배치하는 것이 바람직하다.

우선 평면 계획시 기본 개구부에 따른 통풍 경로를 체크한 다음 칸막이를 배치하는 것이 자연 통풍에 효율적이며, 개구부나 칸막이가 유연성이 있어 다양한 공기의 흐름에 조절이 가능하면 더욱 이상적이다. 그리고 평면의 형태가 4각형의 형태에서 기본 개구부를 단변에 두면 더 많은 실내 공간을 환기시킬 수 있으며, 실내 칸막이는 바람이 불어오는 쪽에 더 많은 공간이 생기도록 배치하면 실내의 환기에 더욱 효과적이다.

단독 공간만 위치하거나 개방 편복도형의 평면배치에서는 맞통풍의 구조를 취하기는 쉬우나 중복도형 건물의 내부 구조를 취할 경우에는 맞통풍이 불가능하므로 이때는 문 위에 설치되는 작은 창인 transom을 두어 맞통풍 효과를 생기게 한다.

#### 마. 이중구조를 이용한 기류조절

이중구조를 이용한 기류조절은 천장이나 벽을 이중으로 해서 그 사이의 공

기층에 생기는 흐름을 이용하는 방법이다. 우리나라처럼 여름철과 겨울철의 한난 차가 심한 지역에서 이중구조는 단열과 환기에 뛰어난 효과가 있다. 특히 지붕을 이중구조를 취하면 여름철 주간엔 일광이 건물에 직접 닿는 것을 방지하면서 그 사이로 통풍이 되어 내부열을 빼앗아 배열 처리를 할 수 있게 해주므로 자연환기의 효과를 볼 수 있다.

#### 바. 바닥 밑 공간을 이용한 기류조절

바닥과 대지사이에 공간을 두어 공기유통을 통하여 제습과 통풍을 유도하는 방법이다. 이러한 기류조절 방법은 보통 고온다습한 지역에서 많이 이루어지는 방법으로 일사가 비치지 않은 바닥 밑 부분이 비교적 기온이 낮으므로 낮은 온도의 공기를 실내로 유도해서 실내의 냉각과 통풍 효과를 보게 된다.

#### 사. 지붕 통기구를 이용한 기류 조절

우선 지붕에 환기구를 두면 실내 공기 배출에 매우 효과적이다. 여기에 모니터 장치 풍동, 풍차식 배기탑을 설치하고 내부에 스크린을 부착하고 단열성의 폐쇄(flap)을 병용하면 외부기후에 관계없이 매우 효과적이다.

단순한 환기구 이외에 통풍을 위해 지붕에 설치할 수 있는 것으로 건물 내 구석까지 기류를 유입하기 위해서는 풍탑(wind tower)과 풍도(chimney)가 있다. 풍탑은 협소한 통로로 이루어져 풍탑을 스쳐가는 미풍은 주위에 낮은 압력분포를 만들어 실내공기를 밖으로 유도하여 자연통풍을 유발한다. 그리고 풍도는 온도차에 의한 것으로 일광이 닿는 곳에 설치하여 태양열을 이용하여 내부공기를 데워 상승하게 하여 실내 공기를 끌어 올려 외부로 유출시키는 자연대기 대류효과를 유도한다. 이를 굴뚝 효과라 하며 풍도는 형과, 면적 높이 설치 위치에 따라 공기흐름을 다양하게 조절할 수 있다.

서측 유리면과 축열벽의 풍도는 오후의 통풍, 환기에 적당하며, 유리내측에 설치하는 축열체를 완전하게 하면 풍도는 낮의 열을 축열하여 태양이 진 후에도 계속 공기를 배출하여 야간의 통풍 및 환기 장치로 작동하게 된다. 단, 이런 다양한 지붕의 통기구는 모두 gallery를 부착하여 비나 눈이 실내로 들어오는 것을 방지해야 하며, 탁월풍을 유입하기 위해 인접 건물보다 높게 설치하는 것이 좋다. 이러한 통풍과 환기를 위한 다양한 건축설계 요소들은 건물 주변의 입지 조건과 기류조건 등을 감안하여 다양하게 조합하여 설계에 응용하면 더 큰 에너지절약 효과를 볼 수 있다.

## 4.9 자연 채광

일반건축에서 소비되는 에너지에서 조명은 냉방이나 난방에 비해 연중으로 비교해보면 더 많은 에너지가 소비되고 있다. 그러므로 환경친화적 건축에서는 자연채광으로 에너지 절감효과 뿐만 아니라 자연광에서 얻는 심리적 안정감을 추구하여 실내공간의 거주성을 향상시키는 디자인 전략을 따르게 된다.

### 4.9.1 자연채광을 위한 광원 및 기본 유의사항

자연채광을 위한 광원은 크게 직사 일광과 확산광선인 천공광으로 구분하며, 그리고 땅과 주변 물체들로의 반사광 등을 이용할 수 있다. 직사일광은 강한 방향성을 지니며 태양의 고도와 대기 상태에 따라 이용할 수 없는 상황이 생기는 등 안전성이 결여된 광원이다. 또한 방향성과 태양 이동에 따른 시간적 변화는 이용 가능한 공간을 제한하고 음영을 만드는 등 명암분포를 크게 만드는 단점이 있다. 그러나 이러한 직사일광은 광선반, 루버, 거울 등의 설비형 채광 장치를 사용하여 강도와 방향을 조절하는 적극적인 채광설계를 이용하여 사용할 수 있다.

천공광은 확산광원으로서 다소 변동은 있으나 직사일광에 비해 외부기상 조건에 관계없이 얻을 수 있는 안전한 광원이며 북측면을 포함한 모든 방향에서 이용할 수 있는 광원이다. 이러한 장점으로 수동적인 채광 계획에서는 직사일광은 차폐하고 천공광만을 광원으로 고려하였으나 천공광만으로는 실내를 만족시키기에 부족하므로 주광을 적극적으로 활용하는 설비의 이용과 보조적인 인공광과의 통합적인 계획이 요구된다. 그러므로 인공광과 자연광의 특징을 이용하여 채광설계를 하기 위해서는 두 광원에 관한 기본적인 지식을 이해하고 어느 정도까지 자연광을 이용하고 인공조명을 사용할 것인가를 결정하여 창 의 위치와 형태, 크기, 높이, 유리 종류 등을 선정하고 기타 계획을 세워야 한다.

자연광은 시간의 제약으로 보통 낮에 이루어지며 이용 계획시 기본 유의사항은 첫째, 건물내부로 가능한 많은 양의 주광을 깊이 사입시킨다. 실내 일정 거리이내에서는 그다지 많은 양의 빛이 필요 없다. 둘째, 건물의 내외부에서 시야내의 휘도를 조절하고, 시력을 감소시키는 광대한 휘도가 생기지 않도록 한다. 셋째, 주요한 작업면에 감능광막반사(disable veiling refecton)현상이 생기지 않도록 한다.

자연형 자연채광을 위해 먼저 조사하고 고려해야할 설계조건과 이를 해결하기 위한 건축적 기법을 선택해야 한다.

#### 가. 창 의 위치와 형태에 의한 자연채광법

창의 위치에 의한 채광방법은 크게 4가지가 있으며 각 위치에 따라 빛의 유입각도와 조절방법이 다르며 장단점이 있다. 기본이 되는 것은 벽이나 바닥, 천장면에 반사한 광을 이용하여 광원의 균형을 잡아주고 전체적으로 광을 확산·분산시키는 방법이 중심이다.

#### 나. 투과체에 의한 자연채광

창의 형태와 함께 해당 지역의 일사조건과 빛의 방향등을 고려하여 투과체인 유리의 선택을 함께 고려하면 자연채광의 효과를 높일 수 있다. 그러므로 투과체로서 유리의 종류와 특성을 파악해 두는 것이 필요하다.

유리는 종류에 따라 빛의 투과율과 흡수율, 반사율, 확산성이 다르므로 각 유리의 특성을 파악하여 공간의 용도에 맞게 선정해야한다. 특히 유리의 특성 중 투과 특성이 일정한 경우 투과체의 투과성과 확산성이 반비례하는 경향이 있으므로 어느 정도의 빛을 유입하고 차단할 것인가를 정하여 유리를 선정하는 것이 중요하다.

채광창으로 쓰이는 유리의 종류는 일반적인 판유리와 미적인면을 부각시킨 무늬나 색을 넣는 유리, 에너지 절약을 위해 열 성능을 강화시킨 복층유리와 과다 직사광을 막아 주기 위해 표면에 얇고 투명한 금속 코팅처리를 한 반사 유리, 방범기능을 강화하여 강도를 높인 안전 유리제품과 태양광의 투과율을 자유롭게 조절하는 특수유리로 구분할 수 있다. 채광면에서 유리 사용을 본다면 직사광이 강하게 지속되는 지역에서는 반사유리나 가변형 열투과유리, 착색유리, 무늬유리 등을 사용하여 자체 빛의 투과율을 높이고 열방출을 막아 주는 로이유리나 조건에 따라 변하는 가변형 유리 등을 사용하는 것이 적합할 것이다.

## 4.10. 환경친화적 건축재료

환경친화적 건축에 있어 재료의 선택은 진정한 환경친화를 이루기 위한 계획단계로 세심한 검토와 배려가 필요하다. 건축에 사용되는 재료 각각의 특성과 형태가 나오기까지 가공과정을 이해하고, 최대한 가공과정에서도 완성 후

에도 재활용, 재사용을 할 수 있어야 한다. 그러므로 환경친화적 건축에서 재료의 사용은 원료의 생산에서 소비, 소멸에 이르기까지 순환하는 흐름을 만들어야 하며, 환경에 좋은 건축자재와 그렇지 않은 건축자재를 명확히 구분하여 사용해야 한다.

#### 4.10.1 건축 재료에 의한 유해 요소와 실내오염

새로 지었거나 깨끗하게 단장한 집 또는 가구를 새로 들여 놓았을 때 눈이 따끔거리거나 현기증을 느끼는 경우는 벽지나 바닥재, 접착제, 가구에 포함된 화학물질 등 건자재에 포함된 화학물질이 원인이다. 그러므로 신축건물은 독가스 공간과 같으며 이러한 화학물질에 의해 거주자들은 천식, 발작, 아토피성 피부염, 두통, 권태감 등을 느끼게 된다. 게다가 열효율을 높이기 위해 고기밀 창호를 이용하면서 밀폐성이 높아져 주택 알레르기 현상이 일어날 확률도 함께 높아지고 있다.

환경친화적 건축에서는 실내 환경의 건강과 쾌적성을 고려할 때 공기오염도 중요한 요소로 작용하므로 건축자재에 의한 유해한 성분이나 실내 오염에 미치는 영향을 알고, 해가 없는 건축자재를 사용하고, 동시에 정상적인 환기가 이루어질 수 있도록 계획되어야 한다. 건축물 내부 실내오염물질로는 CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub> 등 많은 화학물질이 있으며, 건축자재와 관련된 유해물질은 포름알데히드(Formaldehyde)와 라돈(Radon), 톨루엔(Toluene), 키시렌(Xylene), 목재 보존이나 방충을 위해 처리되는 유기인계의 약제나 피레스로이드계의 약제, 가소제(可塑劑)등을 들 수 있다.

이러한 자재에서 나오는 유해한 물질에 대한 피해를 줄이기 위한 기본적인 방법은 첫째, 적절한 재료의 선택으로 유해물질을 방산하는 재료사용을 줄이거나 방산량이 적은 재료를 선택한다. 둘째, 환기와 통풍을 충분히 배려한다. 환기량이 많아지면 실내 농도가 희석되어 오염도가 낮아진다. 이러한 물질들은 습도와 온도가 높으면 더 많이 방출되는 경향이 있으므로 낮에 집을 비울 경우에는 첨단 환기시스템을 사용해 건물이 자동적으로 호흡하게 해 주어야 한다. 이들 유해 요소들 중 가장 많이 방출되는 포름알데히드 농도를 줄이기 위해서는 플라스틱 라미네이팅을 통하여 부분적으로 포름알데히드 방출을 저지하거나 니스와 특수 포름알데히드 실란트를 포름알데히드의 방출 가능성이 있는 실내 가구에 도포하는 방법도 있다. 그리고 라돈은 지하실을 거주실로 할 경우 더 많이 방출되므로 환기를 충분히 하고 내장재로 라돈의 발생량이 적은 목재 등을 사용하는 방법도 있다.

셋째, 구조나 적절한 재료 선택을 위한 목표치를 정하여 적절한 시공을 한다. 건물구조, 공법에 따라 사용되어지는 건재, 시공재의 종류나 양이 달라지고 이에 따라 유출되는 성분이 달라지므로 이에 대한 대비책이 달라지게 된다. 그러므로 건물의 기밀성, 재료성분에 따라 기본 자연환기 회수가 달라지고 이에 따라 기계환기 목표를 정하면 보다 효율적인 통기와 환풍 계획을 할 수 있다.

#### 4.10.2 환경친화적 건축 재료의의 및 조건

진정한 환경친화적 건축재료는 원료의 채취, 생산, 물품제조에서 사용, 유지관리, 폐기처리에 이르는 Life-cycle상의 환경부하를 최소화할 수 있는 재료를 의미한다. 즉 모든 과정에서 파괴의 최소화, 오염의 최소화, 에너지의 최소화, 비용의 최소화가 가능한 재료로 다음과 같은 조건을 갖추어야 한다.

- 환경파괴나 자원고갈을 초래하지 않는 건축자재
- 제조나 유통에 에너지를 적게 소비하는 건축자재
- 장기간 사용이 가능하고 폐기처리가 용이하며 리사이클링이 용이한 건축자재
- 접촉이나 흡입에 의해 건강에 장애를 초래하지 않으며 사람에게 편안함을 주는 건축 자재
- 일상적일 때나 화재시, 소각시에 유해가스가 발생하지 않는 건축자재
- 오존층을 파괴하는 프레온 가스를 포함한 발포 단열재와 같은 발포제 등은 사용하지 않는다.
- 실내 환경의 조정이나 건강을 증진하는 효과를 지닌 건축자재(조습재, 원적외선 방사재 등)
- 조습성이 있는 내장재

조습성이 있는 내장재에 대해 살펴보면, 실내가 다습하게 되면 곰팡이와 진드기 등 알레르기성 물질이 증가하여 사람의 건강에 나쁜 영향을 미치고, 건조하면 독감, 기관지염 등에 걸린다. 사람이 쾌적하게 느끼는 상대습도의 범위는 **40~0%** 이기 때문에 어떤 수단을 동원하더라도 이 범위에 맞게 습도를 조정할 필요가 있는데, 환경친화적인 관점에서는 기계적인 조습보다는 건축재료를 통한 즉, 내장재의 흡방습 능력에 의한 습도조절이 에너지 측면뿐만 아니라 건강이라는 측면에서도 아주 바람직하다고 할 수 있다.

최근의 주택내장재는 석고보드 바탕에 비닐크로스로 이루어지는 경우가 많아 습도조절 능력이 없는 경우가 많다. 이를 보완하기 위한 방법은 내장재로

서 어느 정도 두께를 지닌 목질계의 흡방습성이 있는 재료를 사용한다. 내장의 표면재로서 투습성이 있는 얇은 재료(벽지나 직물 등)를 사용하고 그 바탕재로 흡방습성이 있는 재료(목재 등)를 사용하며, 흡방습성을 저해하는 포장은 하지 않는다.

#### 4.10.3 환경친화적 건축 재료의 종류와 특성

일반적으로 건축 재료의 범주를 크게 분류해 보면 지정, 기초재와 구조재, 마감재, 외장재 등으로 분류해 볼 수 있으며, 또한 옥외 공간에 쓰이는 조경재 등을 포함시킬 수 있다.

##### 가. 천연 재료

천연 재료는 흙이나 나무, 돌 같은 소재로, 원재료를 채취하여 절단, 연마 등 간단한 물리적 가공만을 가하여 사용할 수 있는 것을 의미한다. 천연 소재들은 오랫동안 인간의 생활에 친숙해 왔고, 자연스러운 친밀감과 시간이 경과하여도 독특한 맛이 나고, 무엇보다 인간에게 무해하고, 오히려 친 건강자재들이 더 많으므로 환경친화 건축에서 가장 좋은 재료가 된다.

##### 1) 목재

목재는 환경 보존적이며, 재에너지화 할 수 있는 가장 대표적인 재료이며, 보드, 규격목, 그리고 용재를 총괄적으로 일컫는다. 목재의 장점은 가볍고 강하며, 절단이나 못박기 등 가공이 편리하고, 유해물질에 대한 흡입성, 흡수력을 지니고 평균수명도 다른 재료보다 길고, 습도조절 능력이 있고, 열이나 전기를 잘 전하지 않으며, 증·개축이 용이하고, 자연성 자연색, 독특한 냄새와 좋은 분위기를 연출하고 쾌적한 느낌을 준다는 것이다. 반면 불에 잘 탄다는 것과 벌레나 균의 침해가 있을 수 있으며, 흡·방습에 의해 치수형상이 변하는 점이 단점으로 지적될 수 있다.

목재의 특성으로는 낮은 전도율로 에너지효율이 높다. 목재의 단열성은 콘크리트의 7배, 철의 176배, 일반단열재의 1.5배이다. 또한 설계의 가변성과 응용성도 뛰어나 부분적인 교체가 쉽고, 전면적인 개조와 리노베이션도 용이하므로 건축 수명이 100년 이상 유지할 수 있다. 또한 목재 자체가 충격흡수력이 뛰어나 태풍과 지진에도 강하고, 차음효과도 있으므로 목재는 장기적으로 볼 때 경제적이고 친환경적인 소재로 볼 수 있다.

##### 2) 흙

흙은 자연친화적이며 재생 가능한 자연재료로 가장 큰 특징은 축열 기능과 조습기능을 가진다. 그러므로 흙을 이용한 건축은 기후 조건에 따라 건조시에



는 습기를 발산하고 흐린 날에는 습기를 흡수함으로 습도를 조절하고, 단열성이 뛰어나 열 차단효과가 우수하여 여름에는 시원하고 겨울에는 따뜻한 환경을 만들어 준다. 현대에 들어서 건물이 고층화, 대형화됨으로 인해 흙은 건축재료로서 용도 폐기되고, 대신에 콘크리트가 사용되어 통기성이 나쁘고 결로로 인해 곰팡이나 해충이 서식하기 좋을 뿐 아니라 자체에서 방출되는 라돈가스가 환경에 축적되어 인체에 나쁜 영향을 미친다는 점이다. 이를 해결하기 위한 방안이 다각적으로 검토되면서 흙이 새로운 건축재료로 다시 부각되고 있다.

흙이 건축재료로서 갖는 장점을 살펴보면 첫째, 습도조절 기능을 가진다. 둘째, 열 차단효과가 높아 단열보온기능을 가짐으로 온도를 일정하게 유지해 주는 효과가 있다. 셋째, 공기 정화기능이 있다. 흙은 미립자 틈틈이 바람을 통과시킬 수 있기 때문에 통풍이 잘되고 오염물질 제거 효과가 있어 항상 신선한 공기를 유지시켜준다. 넷째, 향균·방충효과를 가지고 있다. 오랜 기간 축적된 토양 미생물과 효소작용에 의해 향균·방충·탈취 효과가 탁월하다. 이렇게 기능적으로 우수한 면도 있지만 무엇보다 흙집의 매력으로 꼽을 수 있는 것은 무너진 뒤에도 쓰레기를 남기지 않고 완벽히 흙으로 돌아가므로 건축의 폐기물 발생이 전혀 없는 점이다. 우리나라의 황토는 중국대륙에서 수십만년을 날아온 황사로 이루어져 아주 가는 모래가 모여 만들어진 흙이다. 황토에는 탄산칼슘이 많이 함유되어 쉽게 부서지지 않으며 물을 섞으면 찰흙으로 변한다. 황토 한 스푼에는 약 2억 마리의 이끼, 곰팡이, 방사균, 세균 등 미생물이 들어 있어 ‘살아있는 생명체’라고도 불리며, 유기물을 분해하는 역할을 한다. 미생물에 의해 분해된 유기물은 인간의 질병을 치료하는 약품으로 활용되고, 특히 다양한 효소들이 들어 있어서 인간에게 다양하게 혜택을 준다. 황토의 효소성분에는 카탈라아제, 디페놀 옥시디아제, 사카라제, 프로테아제라는 4가지가 포함되어 있으며, 이 효소들은 각기 독소제거, 분해력, 비료요소, 정화작용의 역할을 하고 있다. 이밖에도 황토 속에는 여러 효소가 있어 스스로 활동을 하며 그 결과 인간에게 이로운 작용을 한다. 또한 표면이 넓은 벌집모양의 수많은 공간이 복층구조를 이루고 있는데, 이 스펀지 같은 구멍 안에 원적외선이 다량 흡수, 저장되어 있어 열을 받으면 발산하여 다른 물체의 분자활동을 자극한다. 이러한 성분이 인체에 흡수되면 신진대사를 촉진시키고 혈액순환의 활성화를 도우므로 각종 성인병 예방에 효과가 있는 것으로 알려지고 있어 천연재료인 황토를 보다 견고한 건축재료로 개발시키고 활용할 필요가 있다.

현재 흙 재료의 시공 불편과 균열 및 분진, 내구성 부족 등의 문제는 압축사출공법으로 해결하고 있으며 재료의 단조로움을 내장용 흙벽돌, 외장용 흙벽돌, 일반 벽체용, 나무무늬형 흙벽돌, 황토 인트로킹, 황토블럭, 황토타일, 황토모르타르 등 다양한 형태와 무늬로 개발하여 사용하고 있다.

### 3) 석재

석재가 건축재로 사용된 것은 약2~3천년 전부터이지만 철근콘크리트가 들어오고 나서부터는 구조적으로 사용되기보다는 장식재로 많이 사용되고, 외부 바닥재로 사용되고 있는 편이다. KS규격에서는 석재용 석재를 성인(成因)과 형상, 물리적 성질에 의해 분류하는데 성인에 의한 석재는 화성암, 수성암, 변성암으로 나뉘고 세부적으로 화강암류, 안산암류, 사암류, 점판암류, 응회암류, 대리석 및 사문암류 등이다.

대부분의 자연석은 훌륭한 압축강도, 열저장력, 내구성과 리사이클링이 가능하여 자연과도 잘 조화되므로 그 소비는 점점 증가하는 추세이다. 그러나 다량 사용은 지형의 구조를 변화시켜 바람직하지 못한 새로운 환경문제를 만들 수 있고, 가공 없이 바로 사용하는 경우는 드물다. 그러므로 자연석을 환경친화적 건축자재로 활용하기 위해서는 오염물질을 배출하는 표면처리 작업을 최소화하고 접합재료만으로 쉽게 재사용이 가능하게 제작해야 될 것이다.

최근 자연석 중 친건강 자재로 주목받고 있는 것으로 맥반석이 있다. 맥반석은 화성암류 중 석영반암에 속하며 45종의 무기질(미네랄)원소를 함유하고, 표면이 다공질로 되어있으며, 원적외선을 방사하고 혈액순환을 촉진하는 신비의 약석으로 소개되고 있다.

맥반석의 이러한 성분으로 인한 친건강적 특징은, 첫째, 신진대사 촉진, 성장발육, 수면 피로회복 등에 탁월한 효능이 있는 원적외선이 다량 방출된다. 둘째, 탈취작용을 한다. 이는 수많은 다공질에서 방사되는 원적외선이 공기를 음이온화 함으로써 냄새의 주원인인 양음이온을 중화시켜 냄새를 제거한다. 셋째, 유해균 억제작용을 한다. 우수한 항균작용으로 곰팡이 같은 세균의 번식과 바퀴벌레, 거미같은 곤충의 서식을 억제해준다. 넷째, 인체에 필요한 미량요소인 철분, 마그네슘 등 45종 이상의 필수 미네랄을 용출시켜 생체의 성장에 중요한 작용을 한다. 다섯째, 산성수를 약알카리성으로 조절하여 물의 정화작용을 한다. 맥반석을 물에 담가두면 생물학적 산소요구량이 낮아지므로 방부 작용은 물론 물을 활성화시켜서 생체의 활력 작용을 도와준다. 이러한 맥반석은 건축자재에도 이용되는데 석재공사, 실내공사, 토목공사, 건강아파트 시공 및 건축용 모래, 건축용 판재, 원석으로 사용된다. 그리고 기타 온열 매

트, 온돌침대, 고급 미용비누(향균 및 보습비누), 마사지 크림, 식물성 재배용 소재(화초, 골프장 잔디, 채소 등)정수기용, 탈취용 소재(냉장고, 화장실, 수족관 등), 베게, 방석 등으로 개발 사용되고 있다.

#### 4) 천연직물

직물은 건축에서 보통 실내의 벽지나 커튼, 카펫, 소파나 의자 등 가구의 커버 등 다양한 실내 장식재로 사용된다. 이들 직물은 천연섬유와 동물성, 광물성, 인조 섬유로 분류되며, 이 중에 천연 재료는 식물성 원료로 이루어지는 천연섬유를 들 수 있으며, 천연섬유는 원재료가 식물성 원료로 이루어져 순수한 자연적 재료로 석유로부터 만들어지는 인공섬유들에 비해 훨씬 환경친화적이지만, 제작 시 모든 진행단계에서 물과 에너지의 막대한 소비와 마무리 과정에서 염색, 접착, 착색, 구김방지, 방염 및 방충을 위한 처리 등에서 유해한 약품이 포함되어 반작용을 일으키게 한다.

염색이나 착색 방부 처리과정에서 환경에 부하를 주지 않으면서 인체에 유해하지 않은 친건강 자재로 직물을 만들기 위해서는 전통적 방식인 천연염색의 아이디어를 얻을 수 있다. 우리나라에서 천연 염색재료로 사용한 대표적인 식물과 색소를 보면 소나무 껍질에서 붉은 색을, 황련 뿌리에서 짙은 노란색을, 울금 뿌리에서 연노랑을, 치자나무에서 전형적인 노란색을, 감·밤·수수에서 가을 색인 갈색계통의 색을, 그 밖에도 홍화, 오미자, 쪽풀 등 자연에서 색소를 뽑아내 자연의 은은하고 맑고 친근한 아름다운 색을 연출하였다. 이러한 천연 염색 재료들은 대부분 한약재로도 쓰이며, 방부·방충 성분이 있어 천을 오래 보존해 주는 역할까지 하므로 염색과정에서 자연스럽게 2차 가공처리가 되는 것이다. 이러한 속성을 잘 개발하여 현재 실내에 사용되는 많은 직물에 사용한다면 훨씬 환경친화적이며 친건강 공간이 될 것이다. 그리고 또 다른 방안으로 직물 등을 재활용할 수 있게 개발하는 것도 중요한 방법이다.

#### 5) 천연페인트

천연페인트는 순수 식물성 화학이라는 원칙으로 모든 원재료는 식물 및 광물에서 인체와 환경에 무해한 원료를 추출하여 만든다. 즉, 페인트를 구성하는 주원료인 수지, 용제, 안료를 무공해 순수 천연자원으로부터 최소한의 에너지를 투입하여 단순하고 포괄적인 과정들을 거쳐 유독 가스나 생태계를 오염시키는 폐기물을 배출하지 않고 천연페인트로 변환된다. 천연페인트는 인체 무독성·정전기 방지·향균성 등 건강과 생태학적 사이클 안에서 생물학적 분해를 통하여 완전히 회복되므로 자연친화적 천연 재료로 볼 수 있다.

천연페인트의 장점이자 특징은 첫째, 건강적인 측면에서 납, 카드뮴, 수은

등의 중금속과 휘발성 유기화합물인 벤젠이나 톨루엔, 키시렌 등을 전혀 사용하지 않아 인체에 무해하다. 그리고 정전기 방지효과로 미세한 먼지나 머리카락 등의 부착으로 인한 호흡기 질환, 알레르기 등을 방지할 수 있다. 또한 도장작업 중, 도장 후 유해가스가 방출되지 않아 두통, 장애, 발암 성분으로부터 안전하고, 곰팡이, 세균, 해충의 번식을 막는 천연 살균, 방충 성분을 함유하고 있어 위생적이고 쾌적한 생활공간을 만들어 준다. 거기에 페인트의 역한 냄새가 나지 않고 자연의 향기가 나므로 상쾌한 기분을 느끼게 해준다.

둘째, 기능적인 측면에서 내구성, 내알칼리성, 내마모성, 발수성, 통기성이 우수하다. 이에 시공성이 우수하며 건축물의 수명을 단축시키는 기후 변화, 풍화 작용, 자외선에 대한 저항력이 우수하다. 그리고 석유화학계 인화성 물질이 없어 화재의 위험을 방지해 주고, 화재 발생시에도 유독 가스 배출로 인한 피해가 없다.

셋째, 환경적인 측면에서 생산과정은 물론 도장 작업 시, 사용 후 폐기과정 전 과정에서 어떠한 환경오염 물질도 발생시키지 않는다. 고갈성 자원이 아닌 생태 사이클 안에서 언제라도 얻을 수 있는 자원만을 사용하고 폐기 후에는 땅에서 분해되어 유용한 유기비료로 전환되므로 친환경적인 제품이라 할 수 있다. 즉, 생태학적 순환 기능을 가진 천연 원료만을 사용하여 인간과 자연을 최적의 환경으로 보호하고 자연 속에서 공생하게 해준다.

넷째, 비용적인 측면에서 자체 가격은 기존 페인트보다 고가이나 도장면적에 비해 적은 양이 소모되므로 경제적이다. 그리고 내구성과 색상 보전력이 우수하여 잦은 보수가 발생하지 않아 장기적으로 보면 비용을 절감하는 효과가 있다. 그리고 무엇보다 자연이 만들어 낸 천연안료를 사용하므로 자연 색채가 그대로 살아나 싱그럽고 생동감 넘치는 자연 색채로 친밀감을 더해주면서 아름다운 공간을 연출할 수 있다는 점이 천연페인트의 장점일 것이다.

#### 6) 코르크

코르크는 참나무 일종의 수목을 베지 않고 주기적으로 외피만을 채취하여 제품화하는 것인데, 채취한 껍질은 끓는 물에 삶아 단단한 외피 층을 제거한 후 음지에서 수개월 동안 건조시켜 건물내장재 등을 만드는 천연자연 재료이다. 코르크는 천연 자연재로 1입방 인치의 코르크 속에는 2억개의 세포들이 각각 수지막에 싸인 채 밀집되어 있고 부피의 절반이 공기로 차 있어서 매우 가볍고, 강한 압박을 받은 후에도 본래의 상태로 되돌아 가는 특성이 있다. 그러므로 방음, 방진, 방수, 냉난방 및 단열효과가 뛰어나고, 공기층이 형성되어 있어 복원력이 우수하고 탄력적이며 소음을 흡수하고 충격을 부드럽게 한

다. 그리고 열전도율이 낮고 카펫과 같이 뛰어난 보온성을 가지며, 바퀴벌레, 곰팡이균이 서식하지 못해 위생적이며 기관지, 천식 등의 원인인 먼지를 일으키지 않으므로 쾌적하다. 또한 내산성·내알카리성 등의 특성을 갖고 있어 화학물질에 열룩이 없고 영구적이며, 화재시 연소부분이 팽창, 공기를 차단하므로 유독가스가 발생치 않는다. 이러한 특성으로 인해 코르크는 산업이 발달되면서 사용 용도는 크게 늘어났고, 특히 인체 유해성분이 없는 방진 보온재로 각광을 받게 되었다. 그리고 인체공학적 특수신발, 각종 사무기기 장치, 건물 내장재, 자동차 엔진의 가스킷, 잠수함의 방진, 우주선의 방열판 등에 이르기까지 그 용도는 계속 증가하고 있다.

건축 재료에서는 벽지와 난방마루, 바닥재, 단열판, 방열판, 시트 등으로 사용되고, 피혁지로 사무용품, 가구, 침구, 가전제품, 주방용품, 실내장식재 등으로 사용되고 있다. 코르크 벽지로 실내를 마감할 경우에는 원적외선과 음이온 발생으로 실내에서 목재건축에서와 같은 삼림욕 효과를 볼 수 있으며, 시멘트 독과 냉기 차단효과가 탁월하고, 겨울에는 보온이 유지되고, 여름에는 습도조절이 가능하여 쾌적한 실내를 유지할 수 있다. 최근에는 천연페인트를 이용하여 천연코르크의 단색의 분위기에서 다양한 칼라의 연출이 가능하여 더욱 다양한 공간 시공이 가능해지고 있다.

#### 나. 지속가능한 재료

지속가능한 재료는 재료 자체가 훼손이 되지 않고 썩지 않는 재료로 세대를 교체하여 영구히 사용할 수 있는 재료들을 말한다. 이러한 재료에는 대표적으로 스틸과 동판, 알루미늄, 강철 등 금속재들이 대부분이며 이들 제품은 깨질 위험이 없고, 다양한 형태를 연출할 수 있으며, 같은 용도로 지속적으로 쓰거나 용도를 변경하여 재활용 할 수 있다. 재활용시에는 소량의 에너지만 필요로 한다. 그러므로 폐기에 대한 환경부하가 없고 지속가능한 사용이 가능하므로 환경친화적 재료로 볼 수 있다.

이들 금속재를 사용하여 최근 조적조나 목조를 대체하는 새로운 구조형태의 스틸하우스가 지속가능한 건축의 대안으로 나오고 있다. 스틸하우스는 steel framed house를 지칭하는 것으로 구조기본은 전통적인 서구의 2×4 목조주택이다. 스틸하우스는 기존 주택의 특징과 외관을 모두 가질뿐만 아니라 시공이 간편하여 공사기간이 단축되고, 주요 구조부의 내진성, 내구성이 우수하고, 특히 경량 구조로 내부 평면 변경이 쉬우며, 스틸을 사용함으로써 폐자재의 재활용이 가능하며, 이 외에 많은 장점을 가진다.

스틸하우스의 초기 자재 가격은 조적조보다 유리하다고 할 수 없으나 공기가 짧고, 내구성이 높아 수명이 길고 자원의 재활용으로 장기적인 측면에서 훨씬 경제적이다 할 수 있다. 스틸하우스에서 건축용 프레임은 크게 바닥재, 지붕재와 내·외부 마감재로 나뉘며, 스틸프레임의 부재로 가장 널리 쓰이는 것은 'ㄷ(C)' 형으로 스티드(stud)라고 하는 구조재이며, 3층 이상을 지을 때는 H-빔 골조와 단열보강 패널식으로 구조계산에 따라 지으므로 고층도 가능하다. 이때 강재의 강도가 클수록 부품간의 간격을 더 넓게 하여 다양한 설계가 가능하다.

그러므로 강도가 클수록 재료비와 인건비도 크게 절감할 수 있다. 스틸 등 금속재를 유용하게 가공하여 건축재로 사용하면, 환경적인 측면에서나 경제적인 면, 관리측면, 공간 활용면 등 여러 가지로 이점이 발생한다. 그러므로 폐기물이 많이 발생하고 유지비가 많이 드는 건축보다는 이러한 지속가능한 소재를 개발하여 구조재로 사용하고, 내·외 마감재로 환경부하가 없는 자연 소재를 사용하면 이상적인 환경친화적 건축이 될 것이다.

#### 1) 폐기물 재활용 재료

건축이나 각종 산업폐기물은 대부분 썩지 않고, 다시 사용하기도 못하고, 부피도 커서 처리하는 과정에서 자연을 파괴하는 주원인이 되어왔다. 최근 환경에 관한 관심이 고조되면서 폐기물을 다시 활용하여 다른 자재로 만드는 재료들이 나오면서 모든 폐기물이 재활용 가능성을 보여주고 있다. 특히 이러한 폐기물 재료의 성분특성을 분석하여 다시 다른 용도나 다른 형태의 재료로 사용한다면 현재 수없이 많은 건축물과 폐기물들이 다시 원료가 되는 것이므로 새로운 건축을 위해 자연에서 원료를 다시 채취할 필요 없이 건축이 가능해질 것이다. 폐자재 중에서 새롭게 원료로 이용될 수 있는 것을 보면 콘크리트나 아스팔트, 타일, 벽돌, 등 석재, 소각 잔재물, 유리, 고철, 목재류의 자재들이며 이들을 선별 처리하여 부수고 산화처리 하거나 새로운 경화재 등을 혼합하여 새로운 형태의 콘크리트나 아스팔트, 유리, 벽돌 등을 만들 수 있다.

폐기물의 재활용은 단순한 이용에서부터 여러 가지 공정과 배합을 거쳐 이용하는 방법이 있다. 그러나 이러한 재활용 과정에서 주의해야 하는 점은 재활용 제품을 만들기 위해 행해지는 모든 행위와 공정이 오염물질이나 유독성 약품이 사용되어 환경에 부하를 주거나 많은 에너지를 필요로 한다면 이 또한 환경친화적인 재료가 될 수 없으므로 이를 최소화하면서 폐기물의 재활용이 이루어져야 한다.

## 2) 자연소재를 혼합하여 만든 환경부하 저감재료

천연 재료처럼 하나의 재료를 가공을 통하여 건축 재료에 이용할 수도 있지만 무공해의 자연소재들을 혼합하여 다양한 환경친화적 건축 재료를 만들 수도 있다. 건축에서 쓰이는 다양한 인공재료나 공급량이 부족한 천연재료를 대신하여 환경에 부하없이 사용할 수 있는 재료들도 개발되고 있다. 이 범주에는 여러 가지 천연 소재를 합성하거나 접합하여 만들거나 천연소재와 인공재료, 폐자재 일부를 합성해서 유독물질이 배출되지 않고 인체에 해롭지 않은 건축 재료들이 이에 해당된다. 현재 개발된 재료들을 보면 주로 복합판재나 특수목재, 종이류, 단열재, 화학적으로 분해 가능한 생화학 물질인 플라스틱이나 페인트, 바니시, 섬유 등이 있다. 앞의 천연 자연재료에서 소개한 천연페인트와 섬유는 순수한 식물성 자연재료만 구성된 것을 의미하고 여기서는 범위를 확대하여 복합적인 재료를 혼합하여 재활용이 되고, 자연에 순환되는 제품들을 의미한다.

### 가) 복합판재(Board and composites)

주로 뱃짚과 사탕수수 찌꺼기나, 줄기 등과 같은 식물성 수지와 폐지나 목재 찌꺼기 등을 혼합하여 만든 경량 합판이나 다용도 판재가 이에 해당된다.

### 나) 특수 목재(Special timber)

일반적으로 건축용으로 사용되어온 침엽수나 활엽수는 구조재나 수장재, 가구재로 오래전부터 공급에 제한을 받지 않고 계속적으로 사용되어 왔다. 그러나 벌목이 계속됨으로 생태계 파괴와 수종의 보호가 힘들어지고, 우리나라의 경우 원목의 87%, 제재목의 19%, 합판의 49%가 수입목재에 의존하고 자급률은 약 18%에 불과하다. 이러한 관점에서라도 지금까지 건축용 구조재 등으로 사용되지 않았던 목재들 중에서 특수목재를 개발할 필요가 있다. 단, 이러한 목재가 환경친화적인 자재가 되기 위해서는 재생이나 재활용이 가능한 목재로 개발해야 할 것이다.

특수목재로 활용한 좋은 예로는 세계적으로 경작지가 분포가 많은 고무나무를 들 수 있다. 고무나무는 재배 후 25년 내지 30년이 지나면 라텍스 생산량이 감소하면서 제 기능을 발휘하지 못하므로, 이들 오래된 나무들은 다시 새로운 고무나무로 대체되고 있다. 그러므로 잘라 내버린 오래된 나무를 이용하는 방법이 있다. 이 목재는 마루 바닥재, 파티클보드, 주방용구와 가구용재나 목공예 재료로 적합하게 이용되며 재활용이 가능하게 개발되었다.

### 다) 천연벽지 및 장판지

기존에 사용되던 벽지는 합지벽지, 발포벽지, 실크벽지 등 합성수지로 되어

있거나 종이 벽지를 공업용 접착제로 접착한 후 표면에 톨루엔, 벤젠 등으로 인쇄를 하거나 PVC 코팅을 하여 만들었다. 그러나 이들 제품은 합성수지로 되어있는 제품은 물론 종이벽지도 인쇄 잉크나 광택제 등에 쓰인 합성화학물질, 도배할 때 쓰는 합성 풀에서 유해물질이 계속해서 나오게 된다.

현재 알려진 측정결과 이러한 벽지들은 시공 후 환경 호르몬과 발암물질인 VOC가 벽지 1㎡에서 시간당 3,833μg씩 다량 방출되므로 실내공기가 더 오염되고 눈이 따갑고 머리가 아프거나 하는 현상을 유발시키고 인체에 유해하다. 좀 더 정도가 심해지면 의욕저하, 두통, 현기증과 불면증이 생길 수 있으며 천식을 유발하기도 한다. 게다가 화재 시에는 유독가스가 발생하며, 폐기처분 시 재활용이 거의 안 되며 소각시에는 환경호르몬인 다이옥신이 발생한다.

이에 반하여 천연벽지는 종이를 주재료로 하여 그 위에 소나무목분, 참숯, 쪽, 녹차, 향나무, 질석, 천연옥 등 인체에 해롭지 않은 천연재료와 황토를 혼합하여 특수 처리하고 천연접착제 및 천연색소를 도포하여 어떠한 화학적 물질도 사용하지 않고 만든 벽지를 말한다. 무엇보다 자연소재들로 만들어져 숲속의 맑은 공기, 들꽃, 흙 내음을 느낄 수 있는 건강벽지로 소개되고 있다.

천연벽지는 탈취기능과 향균기능, 습도 조절기능, 천연 음이온 방사로 인해 속면과 집중력 향상을 도와주고 혈액 순환을 촉진시켜 피로회복 효과와 아토피성 피부염, 기관지천식, 알레르기, 안구건조증 등 환경성 질환이 완화된다고 한다. 특히 재활용이 가능하고, 소각시 천연나무를 소각하는 것과 동일하여 환경호르몬 방출이 없으므로 친환경적 재료가 된다. 최근 천연한지를 벽지로 개발하기 시작하면서 황토나 기타 식물성 성분을 혼합한 벽지들과 장판지 등이 있다.

#### 라) 자연소재 혼합단열재

지금까지 사용해온 단열재들은 폴리스틸렌이나 유리면 암면, 폴리우레탄 등으로 이들은 연소 시 많은 유독가스를 배출하거나 유독가스를 배출하지 않을 경우 라돈 등 환경오염물질이 유출되고, 폐기 시 재활용이 되지 않는 소재가 대부분이었다. 이에 이러한 단열재들을 환경친화적인 소재로 대체하기 위하여 자연 재료를 원료로 재활용이 가능한 소재들을 개발하기 시작하였다.

우선 앞의 단열계획에서 소개한 폴리에스터 보드나 패널을 들 수 있다. 이는 폴리에스터 100% 섬유를 소재로 한 유리면, 암면, 우레탄폼을 대체하기 위해 개발된 유기질의 흡음, 단열, 내외장재로 재활용이 가능하고, 인체에 무해한 환경친화적 신소재로 개발하여 현재 국내에서도 시판되고 있다. 그리고 유럽과 미국 등에서는 대마나 아마와 셀룰로오스 섬유를 혼합하여 단열재를 만



들어 환경과 인체에 무해하고 재생과 재활용이 가능한 단열재들을 개발하고 있다. 폐신문지를 원료로 하는 ‘종이섬 단열재’와 폐목재를 재활용한 ‘목섬유 단열재’ 등을 만들고 있다.

#### 마) 분해성 플라스틱

플라스틱은 대부분 석유를 이용해 만들고 있다. 화석연료의 9%가 화학산업에 사용되고 있는데 이중 절반 이상이 플라스틱을 생산하는데 쓰인다. 플라스틱이 한 종류인 PVC는 전 세계적으로 해마다 1,800만톤이 생산되는데 이때 800만톤의 화석연료가 필요하다. 화석연료에 기반한 플라스틱은 한정된 화석 원료를 고갈시키고, 제조하는 과정에서 위험한 화학물질을 내뿜고, 무엇보다 사용 후 자연환경에 방치될 경우 분해되지 않고 반영구적으로 잔존하여 환경오염문제를 야기하게 되었다. 그래서 기존플라스틱과 같은 물성을 가지면서 환경에 영향을 끼치지 않고, 사용 후 붕괴 또는 분해되어 자연의 순환사이클로 흡수됨으로써 환경오염의 문제를 배제할 수 있는 ‘분해성 플라스틱’이라는 새로운 기능을 가진 고분자물질에 대한 사회적요구가 높아지게 되었다.

미생물이나 빛에 의해 썩거나 분해되는 고분자를 ‘생분해성 고분자’ 또는 협의로 ‘생분해성 플라스틱’이라고 하는데, 현재 국제적으로도 용어 정의나 분해도 평가방법 등이 통일되지 않는 가운데 개별국가에서는 독자적으로 분해성 플라스틱에 대한 연구개발과 산업화가 추진되고 있다.

이러한 분해성 플라스틱은 지구 환경보존이라는 사회적 요구로 등장하였으나, 그 종류 및 기능이 제한되어 있어 기존의 플라스틱을 완전히 대체할 수 있는 단계는 아니다. 따라서 폐플라스틱에 의한 환경오염 문제를 완전히 해결할 수 있는 수준은 아니다. 80년대 초 기존의 플라스틱에 전분 등을 첨가한 ‘생분괴성 플라스틱’이나 광분해 촉진제를 첨가한 ‘광분해성 플라스틱’이 기존의 플라스틱대체품으로 등장하여 각광을 받아 왔으나, 토양 등 자연상태에서 폐기처분되어도 생분괴성 플라스틱은 분해되지 않고 미세하게 붕괴만 되므로 분해에는 한계가 있다. 광분해성 플라스틱은 광분해 촉진제의 성분인 중금속 등의 첨가로 인한 2차 오염의 우려와 매립 시 광선 차단으로 분해되지 않는 경우도 있기 때문에 선진국에서는 사용을 제한하는 추세다. 그러므로 폐플라스틱에 의한 환경오염을 근원적으로 해결하기 위해 미국을 비롯한 구미 선진국에서는 ‘생분해성 플라스틱’의 사용을 의무화 하는 입법이 추진되고 있다.

현재 생분해성 플라스틱의 고분자 재료를 형성하고 있는 것은 미생물이 생산하는 바이오폴리머(biopolymer), 미생물이 생산하는 lactic과 같은 바이오 케미칼(biochemical)을 합성원료로 한 고분자, 그리고 천연화합물을 원료로 한

생분해성 천연고분자 등이 있다. 생분해성 플라스틱류들 중에 특히, 완전 생분해성 플라스틱의 하나로 물성이 폴리에틸렌과 거의 유사하고 대량생산이 가능한 PLY(Poly Lactic Acid)는 환경친화적이어서 다른 생분해성 플라스틱보다 많은 관심을 받고 있다. 최근에는 바이오폴리머를 PHB 외에 녹말이나 섬유질을 이용한 접시 등의 개발이 이루어지고, 플라스틱의 주원료인 폴리프로필렌 등의 수지에 전분 등을 첨가한 생분해성 플라스틱도 실용화되고 있다.

그러나 생분해성 플라스틱의 가격이 대체로 기존 플라스틱에 비해 1.6~4배 고가이므로 현시점에서는 가격 경쟁력에서 약하나 지속적인 기술개발을 통한 대량생산이 가능할 것으로 예상된다. 따라서 기존의 플라스틱을 대체하는 범용 플라스틱이 될 수 있고 이에 따라 건축 재료들로 이를 응용한 제품들이 사용될 것으로 전망된다.

## 4.11 양·배수장 세부설계기준

### 4.11.1 일반사항

#### 가. 건물규모

- 1) 면적: 펌프용량, 대수와 배치계획에 의해 결정된다.
- 2) 높이: 크레인 및 천장높이, 펌프중량, 크기 및 설치 시 여유높이에 의해 크레인 빔 높이 및 천장높이 결정한다.
- 3) 배전반실: 배전반 및 조작반 크기 및 대수와 배치에 의해 결정된다.
- 4) 부대시설: 사무실, 탕비실, 화장실, 계단실, 창고 숙직실 등은 현장여건을 감안하여 계획한다.

#### 나. 배치계획

- 1) 대지규모와 형태, 주변도로와 인접시설물, 기계반입위치를 고려하여 건물을 배치한다.
- 2) 대지내 우수처리계획을 세우고 우수관을 대지에 접한 구거에 연결한다.

#### 다. 공간계획

- 1) 배수장 건물 및 이와 유사한 건물의 기능요구에 대한 면밀한 검토와 합리적인 동선계획이 되도록 각 실을 배치한다.
- 2) 기계실과 배전반실을 분리 계획한다.

라. 구조계획

- 1) 합리적인 구조형식과 구조종별, 구조재료를 선정하여 단순 명쾌한 구조체가 되도록 한다.
- 2) 구조체로서 충분히 강성과 강도가 확보되도록 하고 중량, 강성, 강도가 균등히 분포되도록 한다.

#### 4.11.2 세부설계기준

가. 평면계획

- 1) 진입위치
  - 가) 주 진입도로 위치에 의해 출입구 위치를 결정한다.
  - 나) 기계실과 배전반실을 분리하여 계획한다.
  - 다) 주 출입구 위치가 기계실 측인 경우는 사무실, 배전반실 등의 공간과 기계실을 칸막이로 분리하여 설계한다.
  - 라) 주 출입구 위치가 배전반실 측인 경우는 기계실과 배전반실을 분리하지 않고 설계할 수 있다.

2) 계 단

가) 계단실형

(1) 설계범위

- ① 중층을 설계할 경우
- ② 옥상에 변전실을 설치할 경우
- ③ 옥상층을 적극적으로 활용하는 경우

(2) 계단규격

- ① 단 너비: 270 ~ 300mm
- ② 단 높이: 160 ~ 170mm
- ③ 계단폭 및 계단참: 1200mm 이상

나) 사다리 또는 돌음 계단형

(1) 설계범위

- ① 시설물 침수시 대피목적용
- ② 크레인 빔 점검용
- ③ 옥상 점검용

(2) 계단규격

- ① 사다리폭: 450mm

- ② 사다리 지름: Ø900mm
- ③ 돌음계단 지름: Ø1200mm

다) 주의 사항

(1) 계단은 크레인 빔에 접근 가능하도록 위치선정에 주의한다.

3) 중층설치

가) 지형 여건상 관리사 건축이 불가능한 경우 설치할 수 있다.

나) 주 출입구가 기계실측이며 배전반실 규모가 협소하여 부대시설 공간 확보가 어려울 경우 중층을 설치한다.

나. 입면계획

1) 고속도로, 국도, 철도 등으로부터 가시권 지역, 비가시권 지역, 문화재 관리구역 등으로 구분 계획한다.

2) 단순형태와 주위 경관에 부합되는 형태로 계획한다.

3) 외부창: 채광 및 환기를 고려하여 설치한다.

4) 비례감: 건물 상하 좌우의 비례를 고려한다.

5) 재료 및 형태 : 부록 2 참조

다. 구조계획

1) 구조계획상 경제적이고 기능적인 설계를 한다.

2) 펌프규격과 설치간격 확인후 가능한 범위내에서 등간격으로 계획한다.

3) 가급적 장스팬은 지양(12m 이내)한다.

라 기타사항

1) 옥상방수

표 4.11.1 옥상 방수공법 기준

구 분	방 수 공 법
옥상면적 150㎡ 이상	시트 방수, 도막방수
옥상면적 150㎡ 미만	액체방수 1종

2) 루프드레인, 선흡통

건축물 주위에는 배수로를 설치하고 선흡통을 이에 연결한다.

표 4.11.2 루프드레인 개소·선흡통 재료

구 분	방 수 공 법
설 치 개 소	최소 2개소 이상 설치 품셈 14-6 참조
선 흡 통 재 료	스테인레스 강관, 동관

3) 출입문

표 4.11.3 출입문의 형태 기준

형 태	재 질	마 감
셔터(이중셔터)	· 철재 · 스테인리스 스틸 · 컬러알루미늄	· 방청 1회 조합 2회 · 불소 수지 도장 · 전동기 용량 표기 · 전동수동 겸용 사양 · 레일은 깊이 50mm 이상
도어(행가도어포함)	· 철재 · 스테인리스 스틸 · 컬러알루미늄	· 방청 1회 조합 2회 · 불소 수지 도장

4) 창 호

표 4.11.4 창호와 유리 사용 기준

구 분	재 질	규 격	비 고
창 호	· 플라스틱	80mm	· 방충망이 없는 경우
	· 스테인리스 스틸 · 알루미늄	85mm 100mm	· 방충망이 있는 경우 · 복층유리를 사용하는 경우 · 창폭 1800mm 이상인 경우
방범창	· 스테인리스 스틸 · 알루미늄	· Ø20mm	· 간격 100mm 이하
	· 복층유리	12mm 이상	단열을 요하는 곳
유 리	· 강화유리	5mm 이상	상부의 고장으로 유지가 어려운 곳
	· 판유리	3mm 이상	유지관리가 쉬운 곳

- 5) 조인트 비드, 물끊기 비드, 면접기 비드 등 비드설계를 한다.
- 6) 토목부분과 연결부분을 명확히 구분하여 표기한다.
- 7) 옥상 층에 통풍을 고려하여 무동력 환풍기 계획 고려한다.
- 8) 기계실의 고창부분에 환풍 시설을 고려한다.

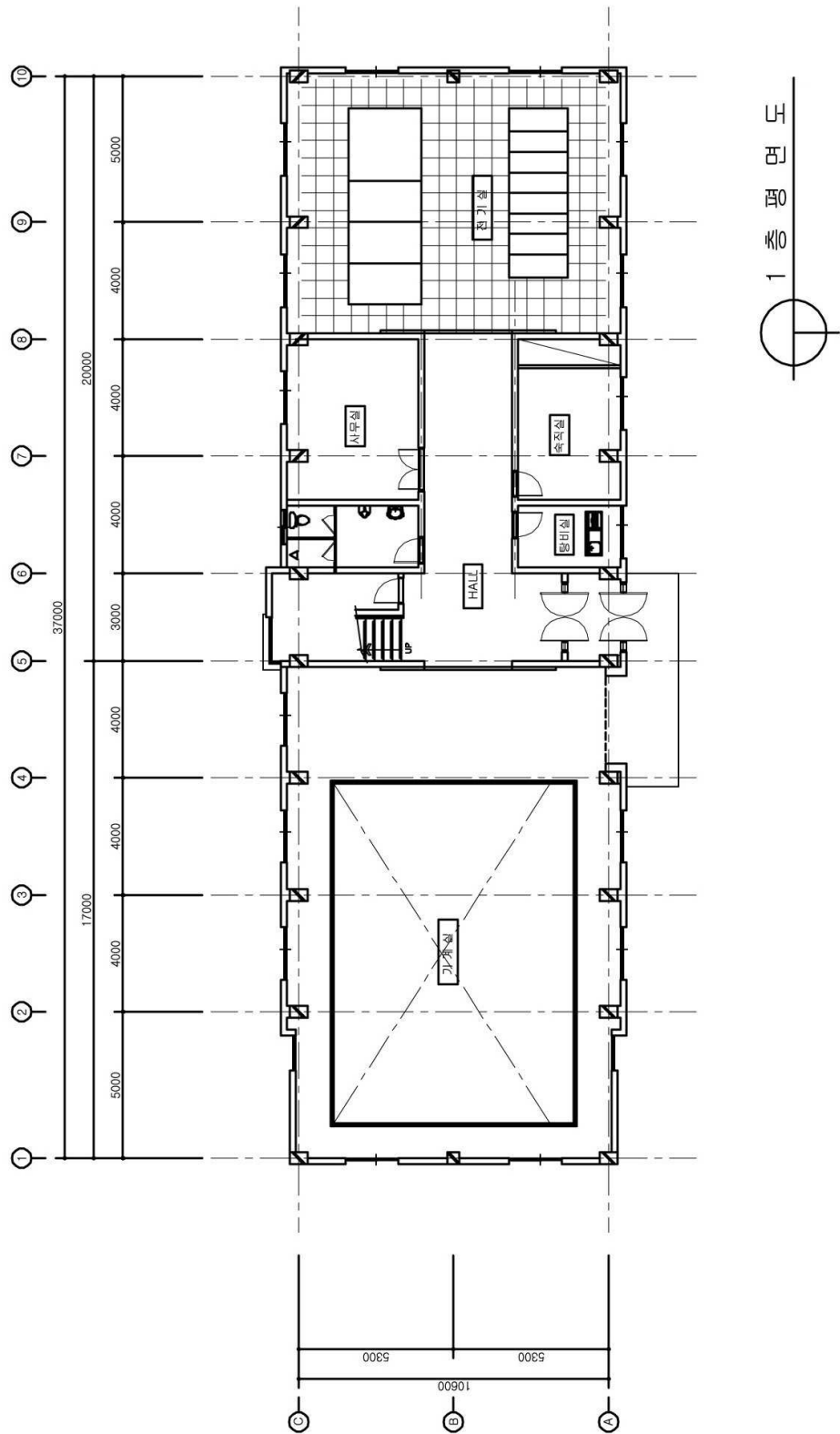


그림 4.11.1 단층형 양배수장 설계예(평면도)

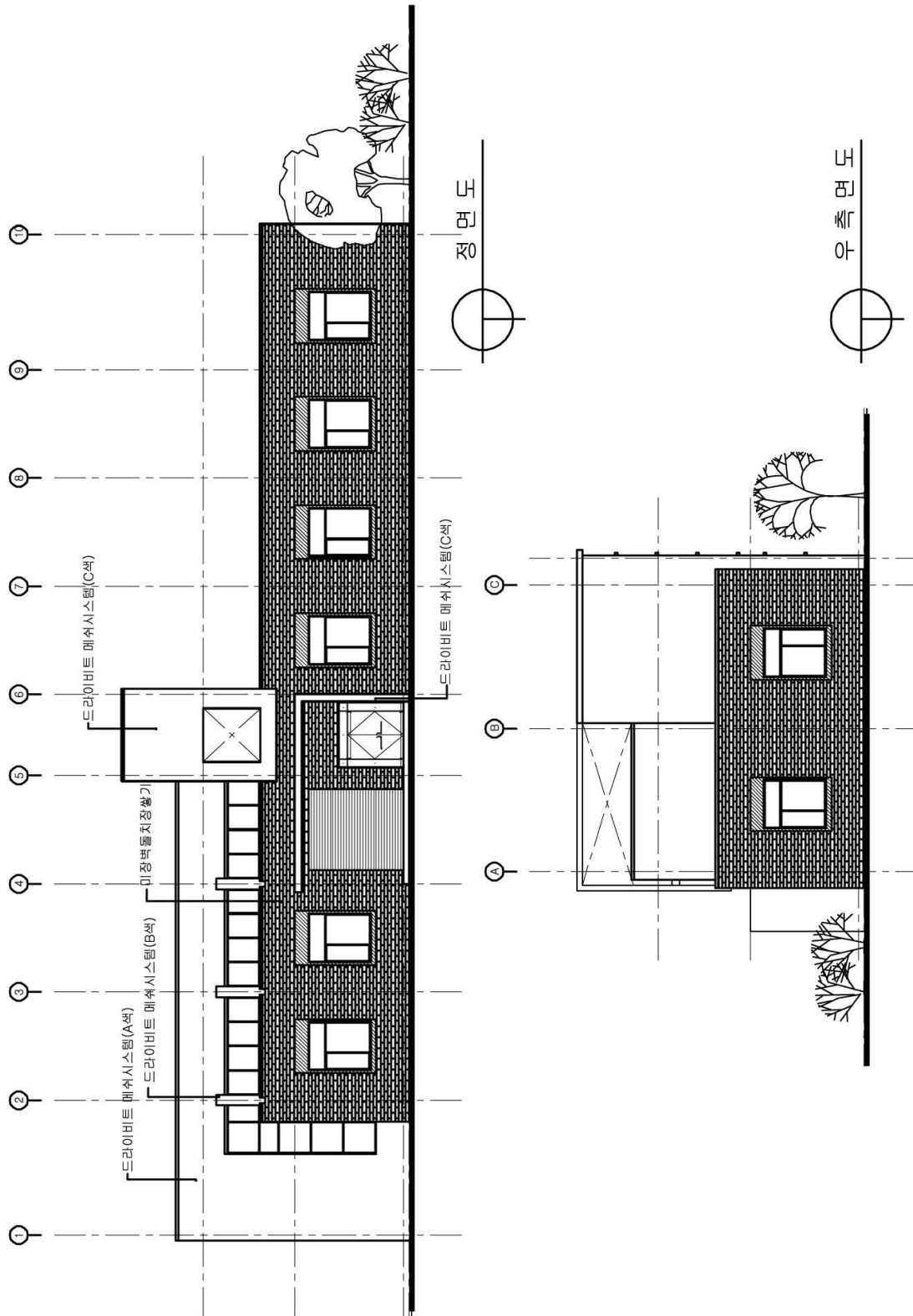


그림 4.11.2 단층형 양배수장 설계예(입면도)

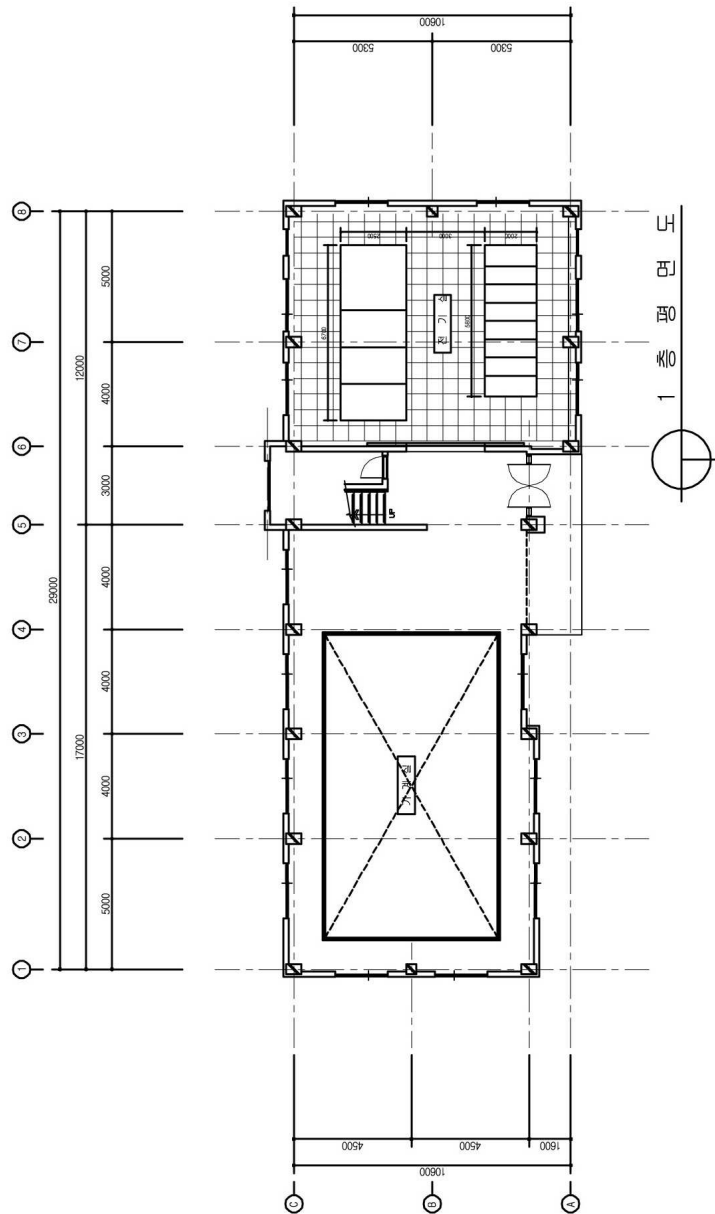


그림 4.11.3 2층형 양배수장 설계예 1(1층 평면도)



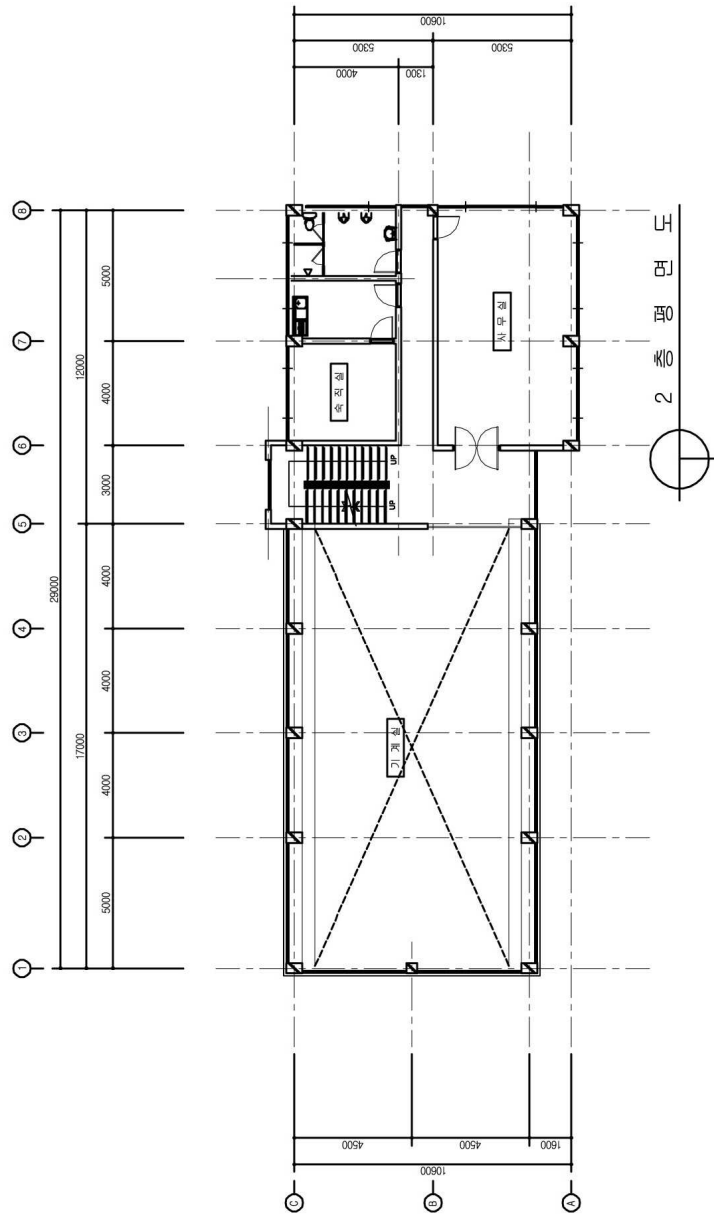


그림 4.11.4 2층형 양배수장 설계예(2층 평면도)

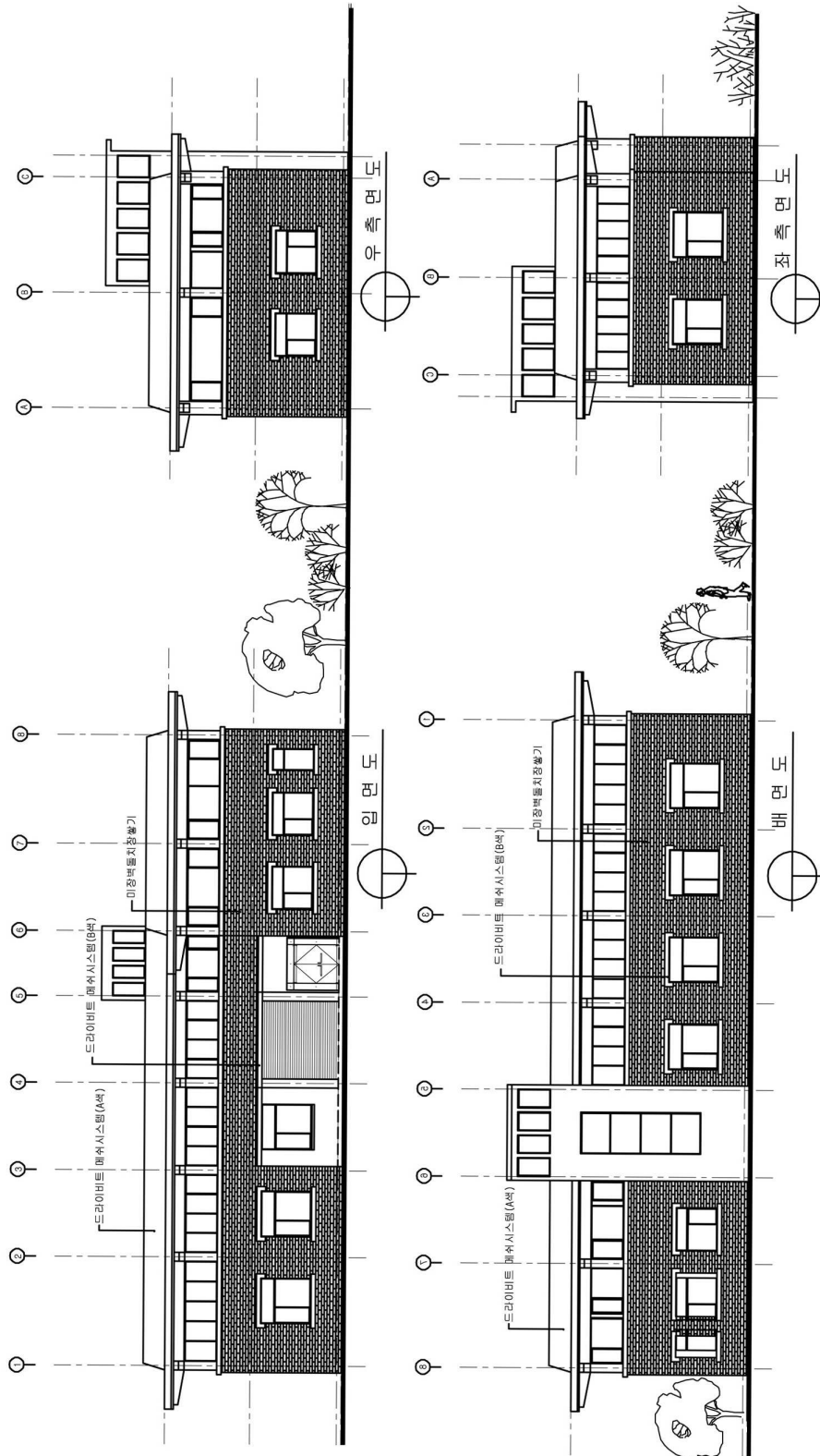


그림 4.11.5 2층형 양배수장 설계예 1(입면도)

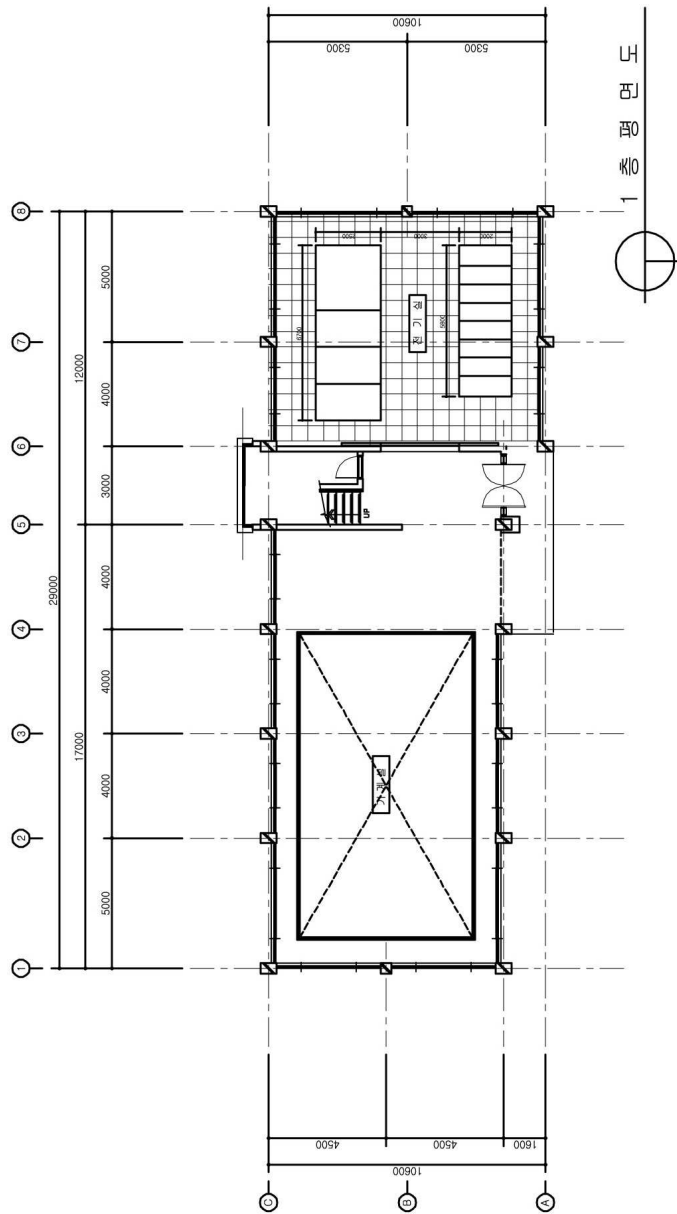


그림 4.11.6 2층형 양배수장 설계예 2(1층 평면도)

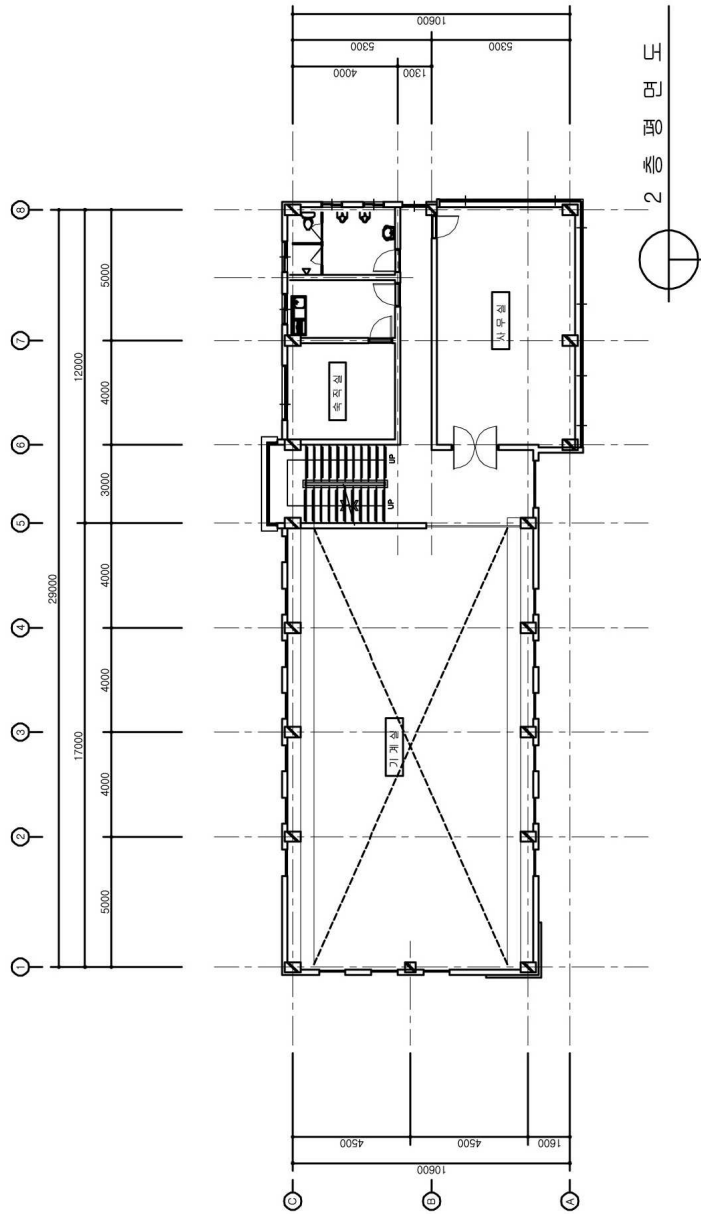


그림 4.11.7 2층형 양배수장 설계예 2(2층 평면도)

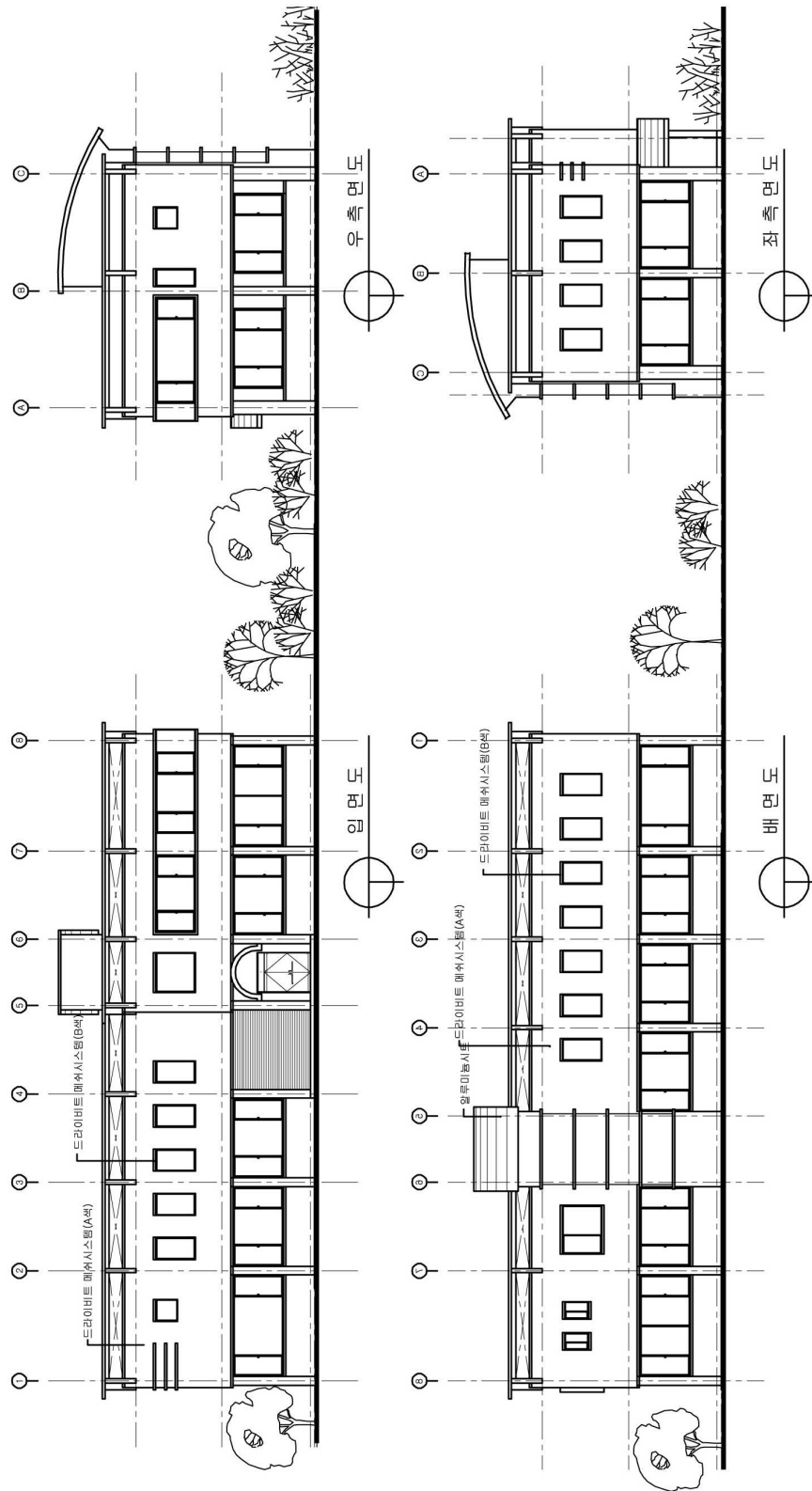


그림 4.11.8 2층형 양배수장 설계예 2(입면도).

## 4.12 사무실 건축물 설계기준

### 4.12.1 일반사항

건물 배치와 형태·공간 계획은 건물의 이용 극대화와 원천적인 에너지 절약을 위하여 주변 자연환경을 최대한 활용하고 외벽, 지붕 바닥의 단열은 기준에 적합한 우수한 단열재의 사용과 적정 단열공법을 채택함으로써 에너지 소비를 최소화 할 수 있는 에너지 절약형 건물로 설계한다.

사무실 건축물이라 함은 생산기반정비사업에 수반되는 업무용 건축물을 말하며, 대단위 사업의 조작실과 같은 건축물을 포함한다.

#### 가. 건물규모의 계획

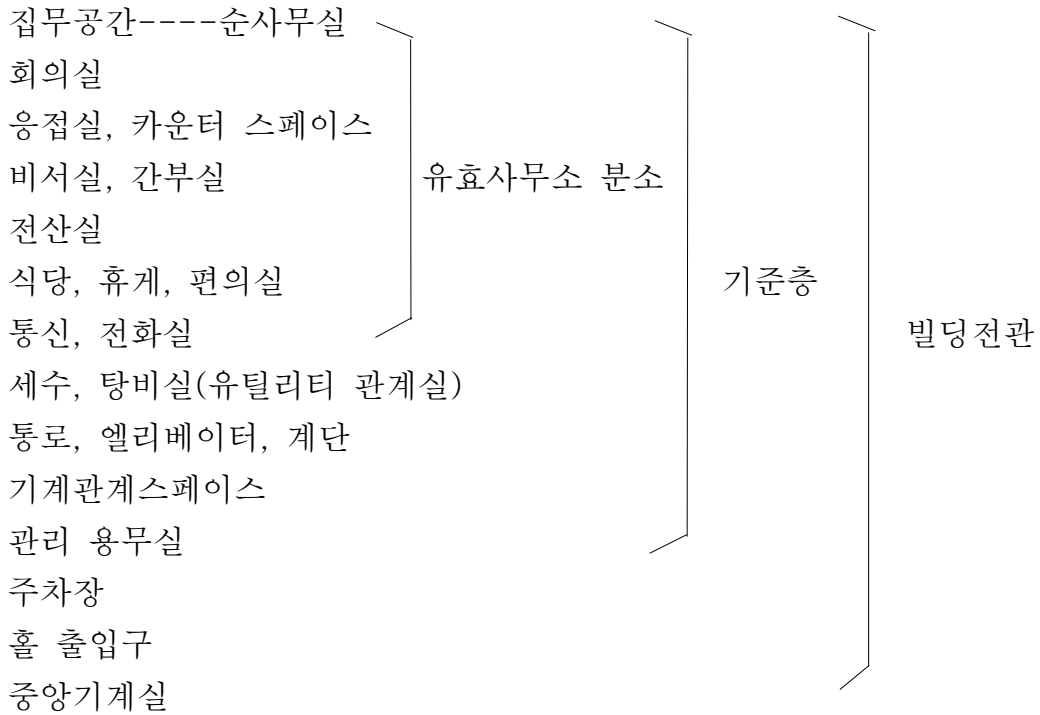
- 1) 건물의 규모결정은 기준인원, 업무성격, 수용시설 등에 의해 결정한다.
- 2) 장래의 건물 기능과 업무형태의 변화 등을 고려하여 융통성 있게 건물 규모를 결정한다.
- 3) 소요면적을 결정할 경우는 근무예정인원, 필요 실수, 수납스페이스, 사무기계실 등을 고려해야 하지만 대략 1인당 스페이스는 다음과 같다.

표 4.12.1 1인당 사무실 면적표

기 준	면 적
1인당의 순사무실면적	5m <sup>2</sup>
1인당의 유효(사무실)면적	6 ~ 9m <sup>2</sup>
1인당의 기준층바닥 면적	9 ~ 12m <sup>2</sup>
1인당의 연면적	10 ~ 15m <sup>2</sup>

#### 나. 배치계획

- 1) 대지규모와 형태, 주변도로와 인접한 건물상황, 건물 방향 등을 감안하여 건물을 배치한다.
- 2) 가급적 남향 배치를 원칙으로 하고, 주도로에 면하여 건물의 정면성을 고려하여 배치한다.
- 3) 교통계획은 대지내의 사람, 물건, 차량의 움직임을 어떻게 계획하는가이지만 우선 외부로부터 그 대지에의 어프로치가 계획의 전제가 된다.
  - 가) 보행자의 출입편리를 제일로 한다. 보행자의 동선이 최단, 승강이



적고 용이하도록 계획하며 되도록 보도와 차도를 분리한다.

나) 일반 승용차교통은 주변도로 상황에 따라 차량출입, 서클레이션을 생각한다.

다) 서비스교통(물품, 연료, 쓰레기 등의 반출입용)을 위한 계획을 고려해야 한다.

4) 도로와 차량출입구와의 관계에 대하여 다음 사항을 주의해야 한다.

가) 도로교통을 심하게 방해하지 않아야 한다.

나) 차가 비교적 적은 도로 측에 출입구를 만든다.

다) 교차점 앞에 차량출입구를 만들면 신호대기 차의 줄에 마주쳐서 출입이 어렵다.

라) 교통이 많은 도로에 출입구를 만들 때는 출구와 입구를 나눠 일방통행으로 하는 것이 도로 교통을 방해하지 않는다.

#### 다. 공간계획

1) 각 건물의 기능별 요구영역에 대한 면밀한 검토와 합리적인 동선계획이 되도록 각 실을 배치한다.

2) 평면계획은 장래의 업무형태, 기능, 수용시설을 변화에 적절히 대응할 수 있도록 공간의 호환성과 유연성을 최대한 고려한다.

- 3) 사무실은 통합사무실형태로 계획하고 가급적 칸막이설치를 지양한다.
- 4) 건물 블록의 형은 기준 층의 평면검토에 의해 결정되며 외형으로서 체크하여야 할 포인트는 다음과 같다.

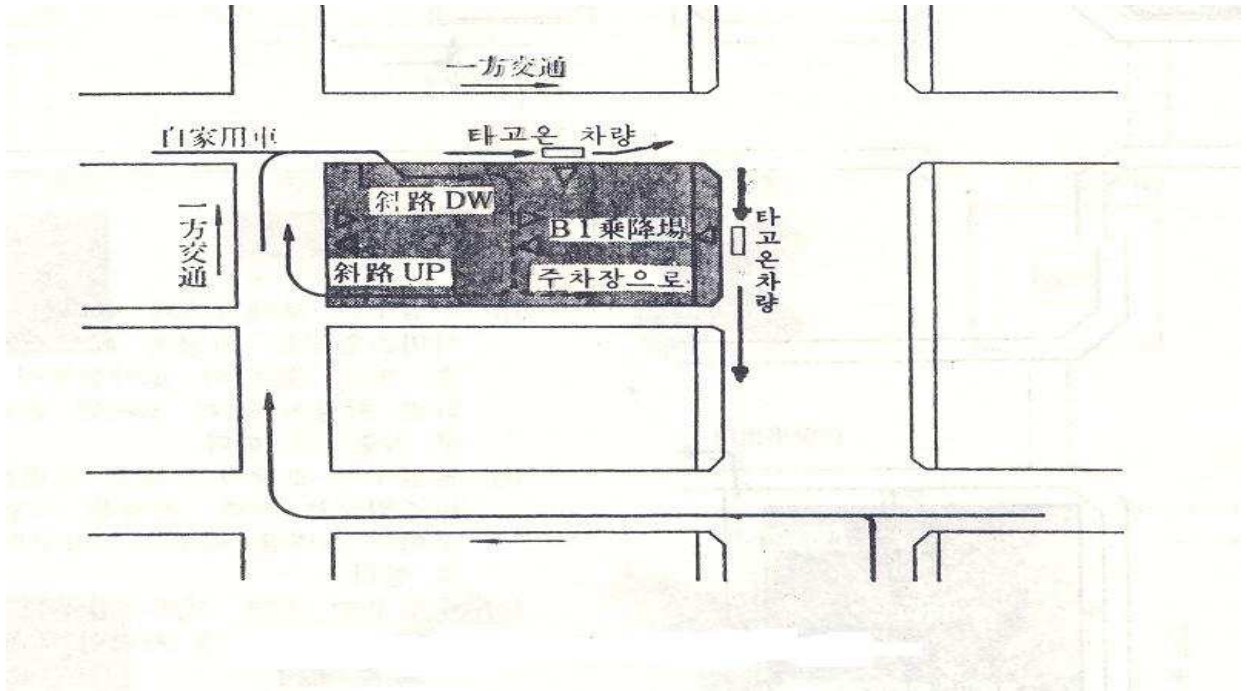


그림 4.12.1 어려운 대지에의 어프로치

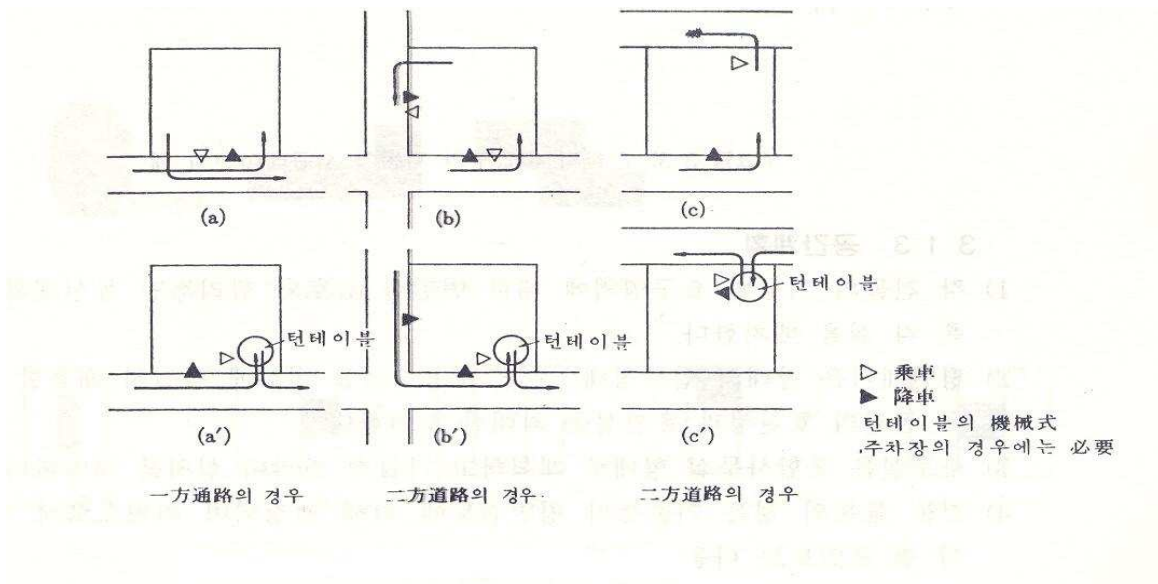


그림 4.12.2 자동차의 서클레이션과 출입구



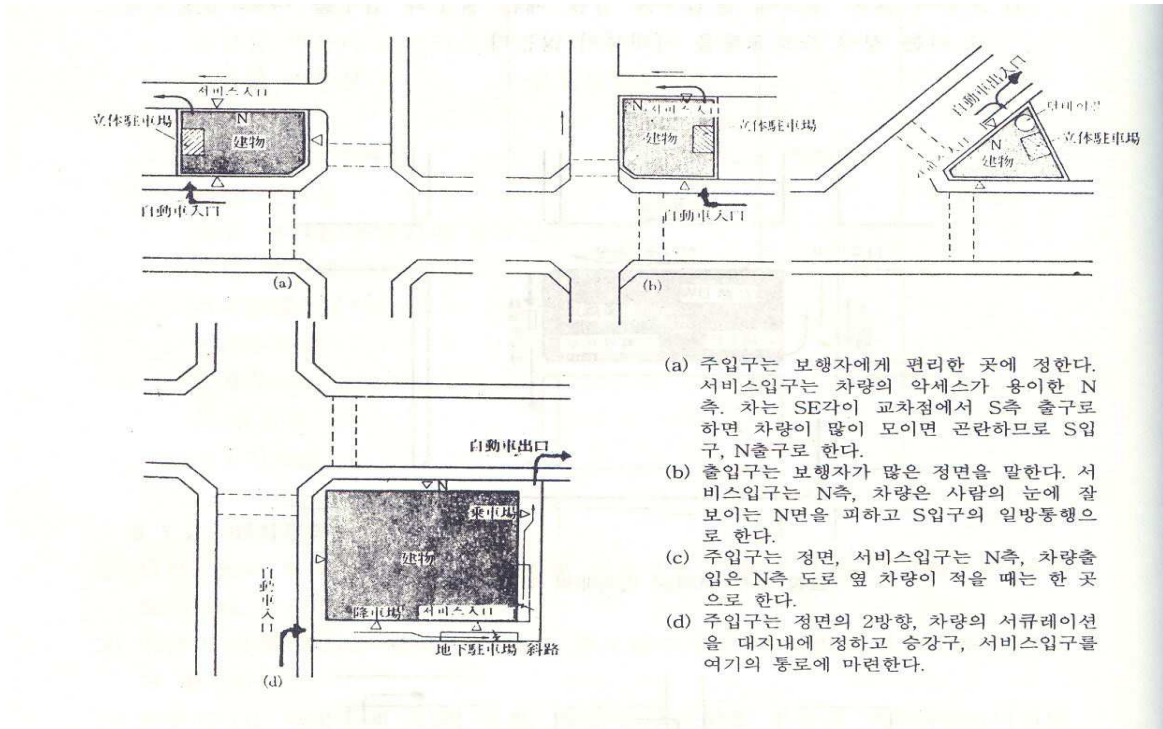
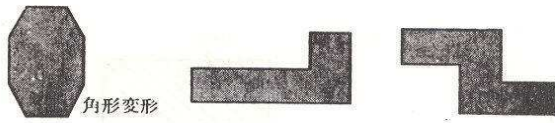


그림 4.12.3 건물의 출입구와 자동차 서클레이션의 예

- 가) 채광-블록 안길이가 과대해지면 자연채광이 불가능한 방이 생긴다.
- 나) 외벽길이-외벽은 공사비가 많이 들어가므로 외벽면적이 넓은 빌딩은 비경제적이다.
- 다) 보행거리-코어 수는 1~2개로 한정되어 있으므로 각층에서 보행거리가 과대한 형은 유효면적이 줄어든다.
- 라) 증축고려-증축예정이 있는 경우에 증축이 용이한 형으로 할 필요가 있다.
- 5) 기준층 평면의 형태는 다음 사항에 의해서 한정된다.
  - 가) 구조상 스패의 한도
  - 나) 동선상의 거리
  - 다) 덕트, 배선, 배관 등 설비시스템의 한계
  - 라) 방화구획상 면적
  - 마) 자연광에 의한 조명한계
  - 바) 대피 상 최대 피난거리
  - 사) 대지의 형태



<그림 4-7-4> 블록형

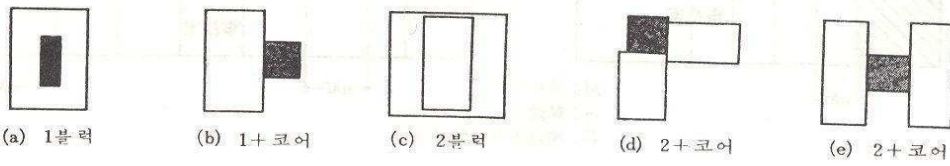


그림 4.12.4 조립된 블럭형

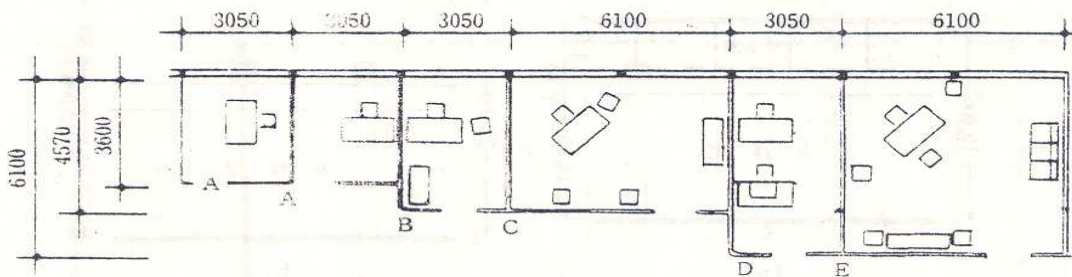


그림 4.12.5 표준실 크기 예

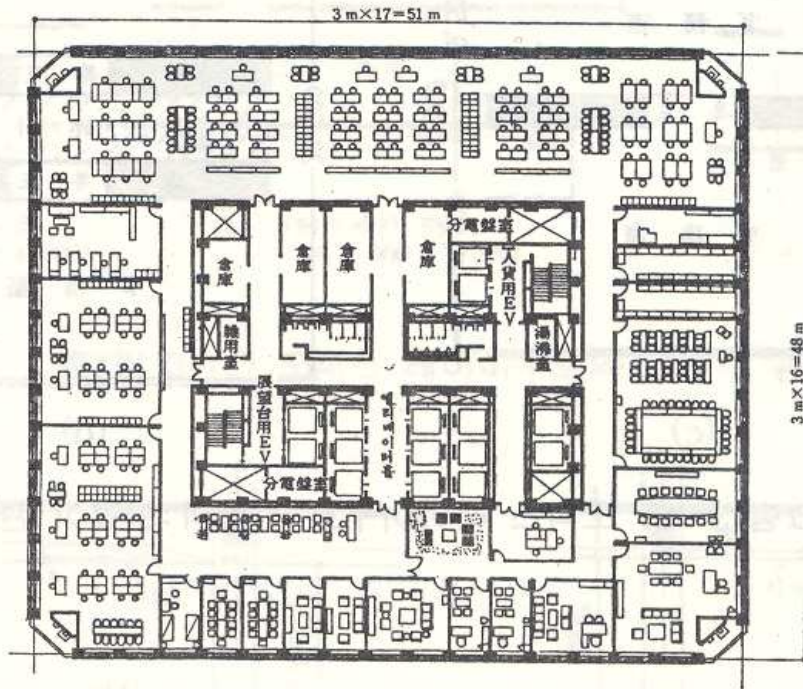


그림 4.12.6 오피스 레이아웃과 방의 안 길이 관계(1)

6) 구조계획모듈 및 수평계획모듈은 다음 각 호의 규정에 의한다.

가) 기둥 중심간의 치수는 60cm의 정수배수로 하되, 보조적으로 30cm의 정수 배수도 사용할 수 있다.

나) 구성실 각 변의 수평모듈 격자간 치수는 60cm의 정수배수로 한다. 그리고 다음 각 목의 규정에 의한 치수는 30cm의 정수배수를 사용하는 것을 원칙으로 하되, 불가피한 경우 10cm의 정수배수를 적용할 수 있다.

- (1) 건물의 규모 및 공간의 기능상 보다 세분화된 구획이 필요한 경우  
(실의 두 변 길이가 모두 3,600mm 이하인 경우 포함)
- (2) 복도, 계단 및 계단장의 너비

7) 층높이

가) 층고는 아래층 슬래브 상부 제작면에서 위층 슬래브상부 제작면까지의 높이로서 30cm의 증분치수로 선정하되, 천정고를 10cm의 정수배수로 하는 경우에는 층고도 10cm의 정수배수로 한다.

나) 합리적인 층높이의 결정은 다음 요소에 의한다.

- (1) 실의 천정높이

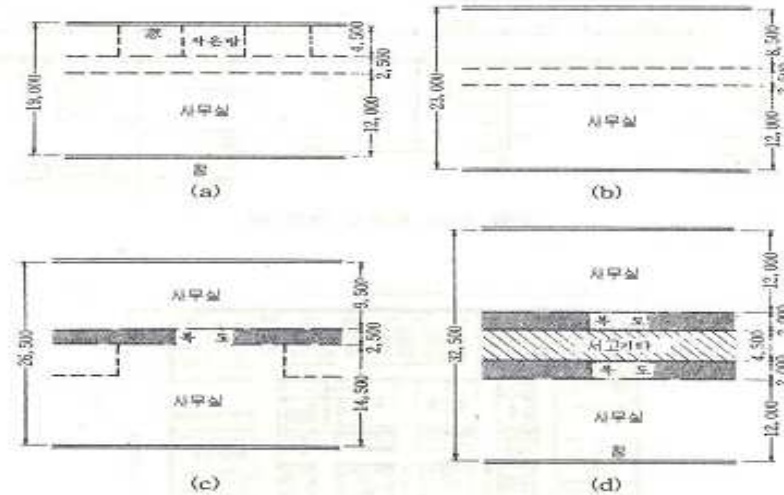


그림 4.12.7 오피스 레이아웃과 방의 안 길이 관계(2)

(2) 구조치수-바닥구조, 보

(3) 설비계획-공조, 난방덕트 또는 파이프배관, 조명계획

8) 코어(Core)는 계단, 엘리베이터, 전기배선공간(electric wire space), 우편슈트(mail chute), 덕트(duct), 파이프배선공간(piping shaft), 공조실, 화장실, 굴뚝, 탕비 등 고정적 스페이스를 말한다. 교통로로서의 코어성격은 다음의 3가지로 대별한다.

가) 외래자 출입용

나) 근무자 출입용-통근, 외출, 건물 내 연결

다) 물품 반·출입용-일반물품, 가구, 청소, 보수, 유지

라) 코어내 각 공간의 위치관계

(1) 계단과 엘리베이터 및 화장실은 가능한 접근시킬 것. 그러나 피난용 특별계단 상호간은 법정거리 내에서 가급적 멀리 둘 것

(2) 코어 내의 공간과 임대(賃貸)사무실 사이의 동선(動線)이 간단할 것

(3) 코어 내의 공간의 위치가 명확할 것. 특히 화장실은 그 위치가 외래자에게 잘 알려질 수 있도록 하되, 건물출입구 홀이나 복도에서 화장실내부가 들여다보이지 않도록 할 것

(4) 엘리베이터 홀이 출입구문에 바짝 접근해 있지 않도록 할 것

(5) 엘리베이터는 가급적 중앙에 집중될 것

(6) 코어 내의 각 공간이 각층마다 공통의 위치에 있을 것

(7) 잡용실, 급탕실은 가급적 접근시킬 것

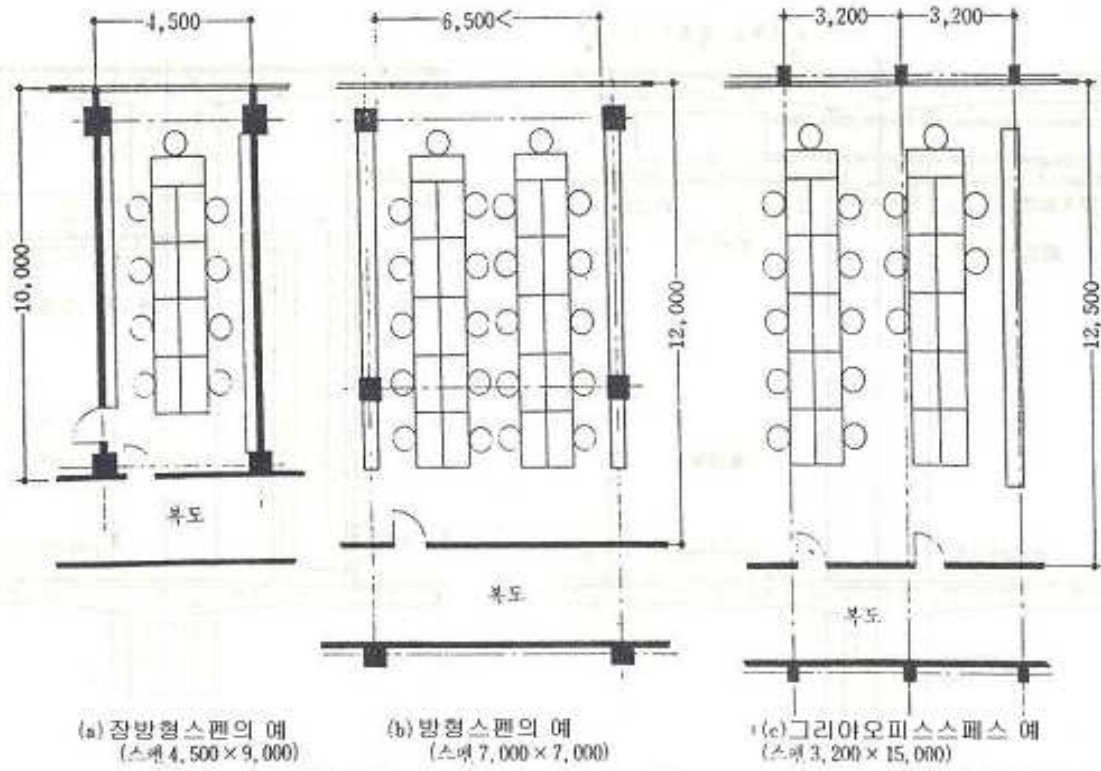


그림 4.12.8 오피스 레이아웃과 스패의 관계

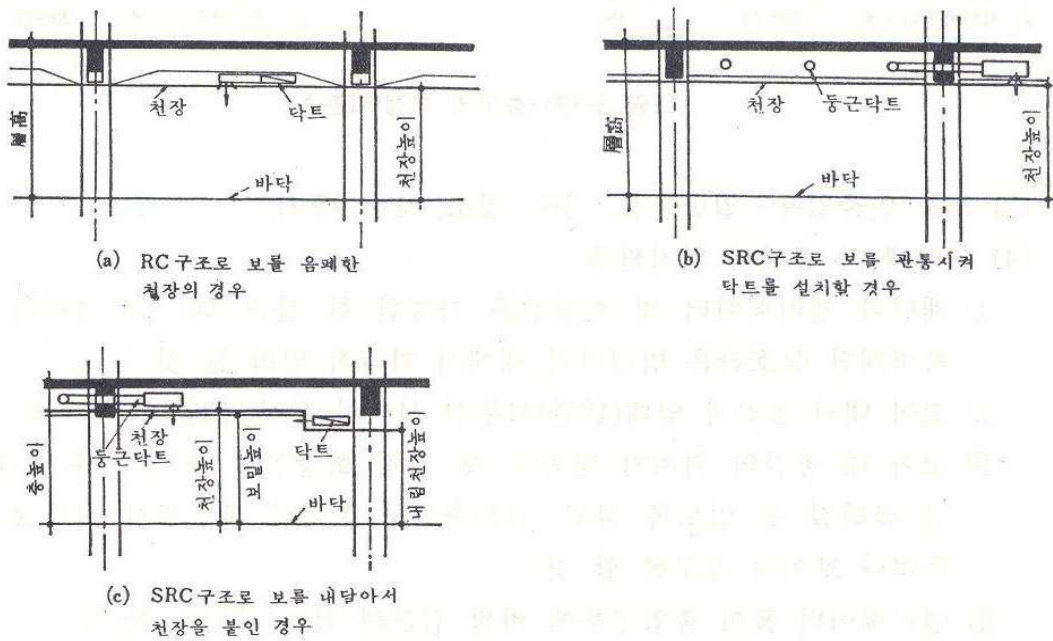


그림 4.12.9 층높이와 천장높이의 관계

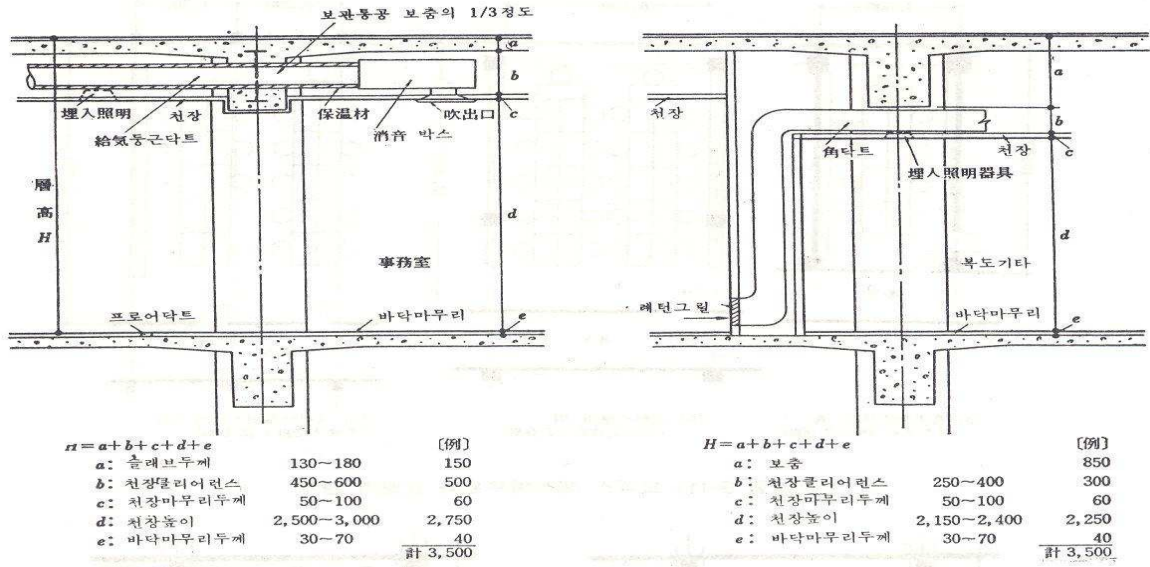


그림 4.12.10 층고의 결정(기준층)

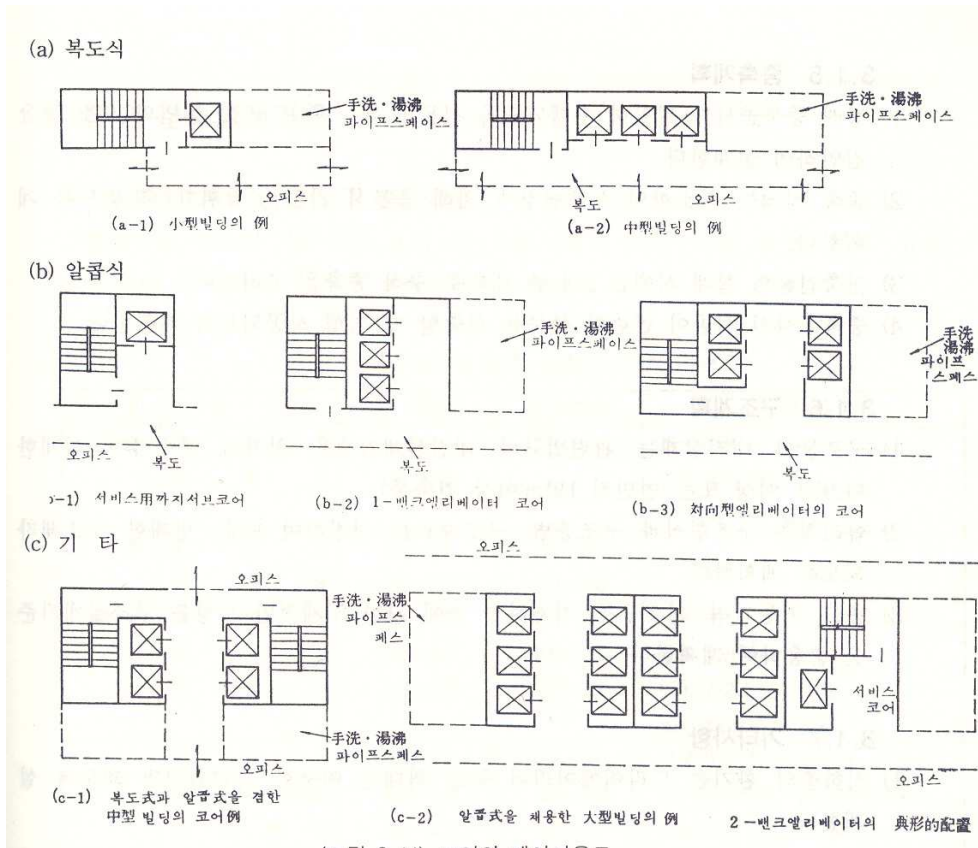


그림 4.12.11 코어의 레이아웃

#### 라. 입면계획

- 1) 건물의 형태는 지역적인 여건, 도시미관 및 대지의 형태에 따라 적절히 설계한다.
- 2) 에너지 절약과 유지관리 등을 고려하여 설계한다.
- 3) 평면도 및 실의 기능에 충실히 근거하여 입면을 계획한다.
- 4) 창 및 층고, 건물의 높이 등 단면도를 염두에 두고 계획한다.
- 5) 건물의 기능과 조화되는 입면분위기를 형성한다.
- 6) 이질 재료가 만나는 부분이나 치장용 줄눈을 사용하여 입면의 단순함이나 산만함을 배제하고 짜임새 있는 입면을 표현한다.
- 7) 줄눈 표시는 창문의 상부나 하부 또는 중간부 각층 바닥선에 맞추어 일정한 질서를 표현한다.

#### 마. 증축계획

- 1) 장래 증축공사가 원활히 수행되도록 건물의 기능변화, 구조, 공법의 요소 등을 감안하여 설계한다.
- 2) 증축시에는 최소의 설계변경으로 기능을 발휘할 수 있도록 한다.
- 3) 신축건물의 설계 시에는 2개 층 내외로 수직 증축을 고려한다.
- 4) 증축 시 시공이 곤란한 부분은 신축할 때 선행 시공되도록 계획한다.

#### 바. 구조계획

- 1) 구조물의 내진 설계는 관련법규의 내진 설계기준을 철저히 준수하여 설계한다.(6층 이상 또는 연면적 1만㎡ 이상 건축물)
- 2) 합리적인 구조형식과 구조종별, 구조재료를 선정하여 단순, 명쾌한 구조체가 되도록 계획한다.
- 3) 층고, 기둥간격, 기초구조, 적재하중 등에 관한 구체적인 사항은 구조설계기준을 준용하여 계획한다.

#### 사. 기타사항

- 1) 지하층의 환기는 드라이에어리어 등을 최대한 이용한 자연환기가 되도록 설계한다.
- 2) 외벽, 지붕 및 외기에 접하는 창은 건축법에 규정한 열관류율 표에 적합하도록 하고, 외기 창은 이중창 또는 복층유리로 한다.
- 3) 재해시 안전하고 원활한 피난이 되도록 비상계단과 통로 등의 위치선

정, 발연성이 높거나 유해가스가 발생하는 재료사용 등에 유의하여 설계한다.

4) 내부 칸막이벽은 변경이 가능한 조립식 경량칸막이를 사용하고, 벽돌벽은 기계실, 방화구획 등 부득이한 경우를 제외하고 가급적 지양한다.

5) 향후 건물 유지보수의 효율성을 고려하여 설계한다.

6) 건축물에 사용하는 재료는 한국산업 규격표시품(KS 표시품) 사용을 원칙으로 하고, 재료 선정 시에는 재료의 경제성, 물성 및 시공성을 검토·조사하여, 적용재료의 성능 및 규격 등을 설계도서에 표시하여야 한다.

7) 건물내 장애인의 편의시설은 장애인·노인·임산부 등의 편의증진보장에 관한 법률에 적합하게 설계한다.(예: 화장실, RAMP 등)

### 4.12.2 건축설계기준

#### 가. 주요실 면적 및 층고기준

층 높이는 건물의 내부설계 요인 즉, 용도·실의크기·천정 높이·구조·공조·조명 등 여러 인자에 의해 결정된다.

표 4.12.2 주요 실의 층고·천정고·면적 기준

층 별	실 별	층 고(m)	천정고(m)	면 적 기준
지하층	주 차 장 기 계 실	3.6 5.0 ~ 5.5	-	26㎡/1대 연면적의 6%(기계설비와 협의)
1 층	홍 보 실 로 비 홀	4.2 ~ 4.8 4.2 ~ 4.8	3.0 ~ 3.6 3.0 ~ 3.6	
일반층	사 무 실 계 단·복 도 화 장 실	3.8 ~ 4.2 3.8 ~ 4.2 3.8 ~ 4.2	2.6 ~ 2.7 2.6 ~ 2.7 2.6 ~ 2.7	10㎡/ 사무실면적의 20% 150㎡/대소변기 1개 30인/대소변기 1개
	전 산 실 강 당(대회의실) 소 회 의 실 식 당 체 력 단 련 실	3.8 ~ 4.2 4.2 ~ 4.8 3.8 ~ 4.2 3.8 ~ 4.2 4.2 ~ 3.8	2.7 ~ 3.0 3.0 ~ 3.6 2.6 ~ 2.7 2.7 ~ 3.0 3.0 ~ 3.6	이중마루 H=250 포함 1.7 ~ 2.0㎡/인, 접이의자사용 3.3㎡/인, 책상의자배열 2.5㎡/인, 인원의 50 ~ 80% 4 ~ 4.5㎡/인

#### 나. 실별 설계기준

##### 1) 사무실

가) 코어 형태에 따라 가장 합리적이며 간단한 동선계획으로 배치한다.

나) 각 실의 수용인원에 따라 적당한 규모로 배분한다.



다) 계획 모듈을 선정하여 합리적인 공간으로 계획한다.

라) O/A System을 적용하여 계획한다. Floor duct system, Access floor system 등 건물등급에 따라 계획한다.

## 2) 계 단

가) 3층 이상으로 그 층의 바닥면적이 400m<sup>2</sup> 이상일 경우 직통계단을 2개소 이상 설치하여야 한다.(직통계단은 10m 이상 분리 배치한다)

나) 유효 폭: 1.2m 이상, 첩판높이: 170mm 이하, 디딤판 너비: 270mm 이상으로 설계한다.

다) 높이 3m가 넘는 계단은 3m 이내 마다 계단 유효 폭 이상의 폭으로 1.2m 이상의 계단장을 설치한다.

## 3) 강 당

가) 다목적공간으로 이용될 수 있도록 위치선정과 전실공간이 확보될 수 있도록 계획한다.

나) 방음시설, 암막 시설, 조명시설, 영상시설, 방송설비 등에 대한 종합적인 계획이 이루어지도록 한다.

다) 공조 설비를 설치 시 소음과 분배방식에 주의한다.

라) 영사실, 준비실, 무대가 별도로 필요하며 조명제어, 음향제어 등을 한 곳에서 이루어지도록 한다.

## 4) 전산실

가) 바닥을 이중마루로 계획하며 높이는 최소한 250mm 이상으로 한다.

나) 전산기기 높이와 작업 공간 등을 고려하여 천정고를 설계한다.

## 5) 기계실

가) 실의 규모는 기계담당자와 협의 후 결정한다.

나) 자재 반입구를 설치하여 외부에서 기계를 들여올 수 있는 통로를 확보한다.

다) 자재 반입구는 덮개를 설치하여 빗물이 들지 않게 하며 안전하게 설계한다.

라) 출입문의 크기는 기계담당자와 협의하여 결정한다.

마) 환기를 위하여 드라이에어리어를 설치한다.

바) 경유탱크 등 열원시설과 연계하여 설치한다.

## 6) 전기실(변전실)

가) 실의 규모는 전기담당자와 협의 후 결정한다.

나) 출입문 크기는 규모에 따라 폭 2.2m 문 높이 2.8m 이상으로 하여 대

형중량 기기의 반입로 및 반입구를 확보한다(전기담당자와 협의 후 결정).

다) 바닥은 이중마루로 설계하며, 보일러실보다 높게 하여 침수에 대비한다.

라) 보일러, 펌프 등을 감시·조작하는 중앙감시반을 설치한다.

마) 전기실 상부는 화장실 등 물 쓰는 실이 없도록 하여 누수위험을 최소화하고 배관에도 유의한다.

#### 7) 발전기실

가) 발전기실은 반입, 반출 및 급기, 배기가 용이한 지하에 배치하고 전기실과 가까운 곳에 설치한다.

나) 소음 및 진동에 대비하여 방음·방진을 고려하여 설계한다.

다) 급기·배기를 위하여 연도와 배기구를 확보하여야 한다(D.A).

라) 창호는 기계실과 같이 갤러리 미서기창과 유리 미서기창으로 한다.

#### 8) 화장실

가) 출입구는 문 설치를 원칙으로 한다.

나) 진입방향을 보아 가급적 앞쪽에 남성용, 안쪽에 여성용을 둔다.

다) 외부로 면한 창을 둔다(채광, 환기, 조망).

라) 청결 유지 관리가 쉬운 계획과 마감 재료를 선택한다.

마) 대변기 칸막이는 최소 1000mm×1200mm 이상으로 하며 소변기 간격은 최소 750mm 이상으로 하여 타일 규격의 정수배수로 한다.

#### 9) 식당 및 부엌

가) 부엌의 반입로는 식당을 이용하는 사람의 동선과 분리하여 별도의 통로를 둔다.

나) 식당부분의 바닥재는 더러움을 쉽게 타지 않고, 미끄러지지 않는 내구성이 있는 재료를 선택한다.

다) 부엌부분은 부엌기기의 크기를 고려하여 면적을 별도 산정한다.

(식당면적의 1/3 ~ 1/4)

라) 부엌부분은 트렌치 및 그리스 트랩을 설치한다.

마) 환기 및 채광이 좋은 곳에 설치하며 배기구는 별도 설치한다.

바) 천정내 습기방지를 위해 벽과 천장마감의 취합부에 seal을 충전한다.

#### 다. 지하층 설계기준

1) 배수를 위한 트렌치를 설치한다.

2) 블럭두께 : 6" 를 기본으로 쌓는 높이가 3m이하면 4" 로 할 수 있다.

- 3) 트렌치 및 집수정을 설치한다.
- 4) 안·밖 방수 규정을 구분하여 설계한다.
- 5) 자연환기가 될 수 있도록 DA를 설계한다.
- 6) 바닥이 2중 슬래브 구조인 경우는 통수구와 통기구를 설치한다.
- 7) 장비 반입구 설치를 원칙으로 한다.
- 8) PIT와의 연결용 사다리를 설치한다.
- 9) 대지가 시가지인 경우 지하층의 활용이 증대되므로 대지면적을 최대한 활용하여 설계한다.

#### 라. 옥상설계기준

옥상공간은 레크레이션 공간 또는 옥상 화단 공간 등으로 직원의 휴식처가 될 수 있도록 계획할 수 있다.

- 1) 방수방법: 시트방수와 도막방수를 원칙으로 설계한다.

#### 2) 방수턱

가) 설치범위 : 방수턱은 파라펫, 펜트하우스 뿐만 아니라 옥상설비기초 등에도 설치하며, 동일한 높이에서 상호 연결되도록 한다. 배기구, 배풍구 등의 설치를 위한 옥상개구부에도 방수턱을 설치하여 누수를 예방하도록 한다.

나) 높이: 방수턱은 파라펫 배수구 측의 슬래브 면으로부터 수평높이에서 연속적으로 설치한다.

다) 수직누름부 : 파라펫과 펜트하우스의 방수층 수직부 누름은 조적 마감으로 하되, 사출 모르타르를 잘 충전하여 방수층의 처짐 및 배부름 현상을 방지한다. 옥상설비 기초의 방수층 수직부 누름은 진동에 의한 균열방지를 위해 콘크리트 타설로 마감한다.

#### 3) 파라펫

가) 두께: 파라펫의 두께는 150mm를 표준으로 한다.

나) 높이: 파라펫의 높이는 법령상으로 규정된 최소높이(1.1m) 이상이 되도록 함을 원칙으로 한다. 다만, 파라펫의 두께 및 높이는 특수목적이나 기능상 필요로 하는 경우에는 예외로 한다.

#### 4) 물 탱크실, 쿨링타워 위치

물 탱크실은 엘리베이터 기계실과 함께 코어 최상부에 설치함을 원칙으로하고 쿨링타워는 구조적으로 안정성을 최우선으로 입면에 최대한 영향이 없는 위치로 선정한다.

#### 5) 물 탱크실

- 가) 물 탱크실에서 물탱크 주위 최소 공간 확보
  - (1) 전후 좌우 공간: 600mm
  - (2) 바닥높이: 600mm
  - (3) 천정공간: 1000mm
- 나) SMC 물탱크 모듈: 0.5m×M
- 다) 물 탱크실 바닥높이 산정 : 기계담당과 협의
- 라) 물 탱크실 단열: 창호는 이중창(내외부 맑은 유리)

## 4.13 기계설비공사 설계

### 4.13.1 냉난방 및 공기조화설비

#### 가. 설계기준

##### 1) 일반사항

실내공기를 깨끗이 하고 냉·난방 부하에 응하여 온도, 습도 등을 조절한 공기를 일정한 상태로 유지하기 위한 시설을 하여야 한다.

##### 2) 온·습도 조건

가) 외기: 여름: 33℃ DB 내외, 겨울: -20℃ DB 내외

나) 실내: 여름: 28℃ 기준습도 60%내외, 겨울: 18℃ 기준습도 50%내외

##### 3) 환기량, 외기량: 40m<sup>3</sup>/h 인, 25m<sup>3</sup>/h인 기준

##### 4) 기기선정

모든 기기장비는 부하계산서 및 장비선정근거에 의거 적정한 형태와 용량 및 수량을 정확히 결정하여야 한다.

#### 나. 공기조화방식

건물의 형태와 용도 등을 고려하여 적정한 공기조화방식을 채택한다.

1) 공조설비는 Perimeter zone (외부 존)으로 설계함을 원칙으로 한다. 단, 보다 더 효율적인 실내의 공조를 필요시는 인테리어 Zone (내부 존)을 추가 설계한다.

2) 실온제어를 위하여 온도조절기를 난방용과 냉방용을 구분하여 공조구획별로 온도조절이 가능하도록 설치한다.

3) 각층 및 용도별로 분리하여 냉난방공급이 가능하도록 배관 설계한다.

4) 외기에 의한 냉방이 가능하도록 적절한 외기 도입구를 설치해야 한다.

#### 다. 열원설비

보일러 및 냉동기의 운전은 용량이 제어되도록 하고 효율이 높고 에너지 절약형 열원방식을 택하는 것을 원칙으로 한다.

##### 1) 냉 열원설비

(1) 냉동기에 대하여는 종류별로 비교 검토하고 가급적이면 유지비가 저렴하고 공해 및 소음방지에 역점을 두어 선정하여야 한다.

(2) 냉동기는 필요용량에 따라 용량제어(STEP CONTROL)가 가능한 것이어야 한다.

##### 2) 온 열원설비

(1) 영업장, 사무실, 회의실은 온수보일러( $3.5\text{kg}/\text{m}^3$ )를 설치난방공급요함. (화장실, 숙직실, 기사대기실도 소형온수보일러( $3.5\text{kg}/\text{m}^3$ )를 설치난방공급요함)

(2) 냉·온수기를 설치시는 별도 소형온수보일러만 설치요함.

#### 라. 열원기계의 배치

1) 열원기계실은 지하에 두어 보일러, 냉동기 및 부속기기를 설치한다.

2) 보일러는 방화, 연료공급 및 배관문제 등을 고려하여 배치하여야 하며, 가급적 연돌의 위치 근처에 설치하여야 한다.

3) 냉동기와 그 부속펌프는 기계실의 배치를 고려하여 위치를 선정한다.

4) 보일러 및 냉동기의 열원장치는 운전보수가 용이하도록 주위공간을 확보하여야 한다.

#### 마. 환기 및 덕트

1) 덕트는 공기를 오염시킬 우려가 없는 재료를 사용하여야 한다.

2) 특수실(주차장, 화장실, 부엌, 기계실, 발전실)은 개별 배기시설을 해야 한다.

3) 모든 브로워(Blower) 및 덕트는 소음과 진동을 방지할 수 있는 장치로 한다.

4) 급기기의 취입구와 외기에 면한 급기구 및 배기구에는 빗물의 유입과 쥐, 벌레 등 이 물질의 유입을 방지하는 시설을 하여야 한다.

5) 유지관리 및 보수점검이 필요한 장소에는 천정 및 적정한 위치에 점검구를 설치하여야 한다.

6) 영업장, 사무실 및 회의실은 덕트를 이용하여 옥상에 배기팬을 설치

환기한다.(중층 서고 포함)

#### 4.13.2 위생설비

##### 가. 급수시설

1) 시수와 정수를 사용하는 것을 원칙으로 하며, 개략적 사용구분은 다음과 같다(단, 정수는 일일 양수량과 수질상태를 파악하여 설치여부를 검토함).

가) 시수: 음료수, 세면기, 부엌용, 급탕, 보일러, 냉각탑, 보급수, 샤워실 급수

나) 정수: 대변기, 소변기, 소화용수, 잡용수 및 기타

2) 급수량은 인원에 의한 사용량을 산출하여 충분한 급수량을 결정한다.

3) 적정량의 수량을 산출하여 지하에 저수조를 설치하고 옥상에 고가수조를 설치한다.

4) 각 급수라인에는 유지관리 보수에 편리하도록 적정 밸브를 설치한다.

5) 주차장, 정원 및 지하의 급수사용 장소에는 급수배관을 설치한다.

##### 나. 배수시설

1) 오수 및 일반배수는 별개의 계통으로 하는 분류식으로 하며, 통기관설치가 필요하다.

2) 오수정화조의 기계장치 및 배관설비에 대한 세부설계도서를 작성한다.

##### 다. 급탕설비

1) 급탕은 온수가열기에 의해 가열하여 욕실, 부엌, 화장실에 공급한다.

2) 급탕배관방식에 있어서는 순환식(Circulation system)으로 한다.

3) 물을 가열하게 되면 용해된 공기를 분리하여 이것이 배관내에 고여 탕의 순환을 해치므로 배관에 구배를 두어 잘 빠지게 한다.

4) 배관재료는 부식과 스케일이 발생하지 않도록 재료의 선택에 신중을 기한다 (동관재료 등 사용검토).

5) 급탕설비에는 안전장치를 설치한다.

6) 급탕설비의 저탕량 계획은 신중히 검토되어야 하며, 설계에서는 될 수 있는 한 정확한 급탕량을 구하고 저탕량에 충분한 여유를 둔다.

7) 온수 및 팽창탱크를 설치한다.(온수탱크는 스테인리스 재질사용)

8) 철관을 가열할 때에는 다소의 팽창이 생기게 되므로 신축접수를 설치하여야 한다.

라. 위생기구설비

1) 위생기구는 전체 KS 모델로서 아래의 규격을 참조 설치한다.

가) 세면기: VL-1040(세면기 카운터 포함)

나) 세면기: VL-520(P-트랩형)

다) 대변기: VC-310(하이탱크 타입)

라) 대변기: VC-310(플렉시 밸브)

마) 양변기: VC-1410(로유탱크타입)

바) 양변기: VC-1110(플렉시 밸브)

사) 소변기: VU-410(전자감응식)

2) 위생기구는 절수형을 설치하도록 한다.

### 4.13.3 소방설비

가. 관계소방법규 및 검사규칙에 준한 소방시설을 하여야 한다.

나. 옥내소화전 설치시는 저수조의 용량, 배관, 소화전위치 등을 건축 평면도에 의거 면밀히 검토 작성하여야 한다.

### 4.13.4 특기사항

가. 주요자재(보일러, 버너, 냉동기, 냉각탑, 주방기구 등)는 계약담당자가 지급함이 필요하다고 인정되는 부분은 지급자재로 하고 도시가스설비와 시수인입비는 별도공사로 처리한다.

나. 기기장비배치와 유지관리측면에서 면밀히 검토하여 지하 기계실 면적 및 피트공간을 확보한다.

다. 기계설비 계획 및 방식에 대한 세부 설명서를 기본설계도서 작성시 제출한다.

라. 사무소 건축물의 에너지절약 설계기준 및 건축물 설비기준 등에 관한 규칙에 의거 설계한다.

마. 지하수개발은 지하수개발 및 이용에 따른 신고절차(지하수법 제7조, 시행령 제6조)에 의거 설계한다.

바. 특정업체제품 사용을 금한다.(부득이 선정시는 객관적 타당성검토 요함)

[참조] 사무소 신축시 냉·난방시스템 계획은 쾌적하고 안락한 실내 환경유지 및 에너지 절감 등 제반여건을 고려하여 다음 중 하나를 채택한다.

구 분	내 용	적 용
제1안	·난방: 각 실별 온풍난방기 설치 개별공급 ·냉방: 공랭식냉방기 설치 개별냉방 공급	지점, 소규모건물 (100평 ~ 300평)
제2안	·난방: 온수보일러 및 팬코일유니트 설치 중앙공급 ·냉방: 공랭식냉방기 설치 개별냉방 공급	일반사무소 건축물 (300평 ~ 500평)
제3안	·냉난방: 냉동기 및 보일러 설치 중앙집중식 * 냉방의 열원 - 왕복동(스크류)냉동기, 터보냉동기: 전기사용냉동기 - 흡수식 냉온수유니트: 경유 및 가스사용 냉·난방 * 난방의 열원: 온수보일러, 열교환기 등	종합시설 건축물 (500평 이상)

## 4.14 전기설비공사 설계

### 4.14.1 일반사항

가. 설계는 전기사업법, 전력기술 관리법, 전기설비기술기준, 내선규정 등 관련법규에 의거 설계한다.

나. 설계는 기본설계와 실시설계로 구분하여 작성한다.

1) 기본설계도서: 설계개요서, 전력간선계통도, 부하용량추정서, 공사비개산서

2) 실시설계도서: 설계도면, 부하용량계산서, 물량산출근거, 조도 및 전압강하계산서, 공사비내역서, 공사비추산서, 단가대비표, 시방서, 현장설 명서

다. 각종 전기설비시스템은 에너지 절약형으로 설계하고, 준공 후 유지보수 관리에 용이한 시스템을 구성한다.

라. 건축, 기계설비등 관련공사의 설계지침서를 참조하여 유관공사의 기능에 영향을 주지 않도록 설계한다.

### 4.14.2 전기설비공사의 분류

가. 도급공사

- 1) 수변전설비
- 2) 전력간선설비
- 3) 동력설비
- 4) 전등 및 전열설비(외등설비 포함)



5) 피뢰침설비

나. 지급자재

1) 수배전반

2) 발전기

3) 무정전원장치(UPS)

4) 운송설비(엘리베이터, 에스컬레이터, 무빙워크, 주차설비 등)

5) 변압기

다. 별도공사

1) 한전불입금(한국전력공사)

2) 사용 전 검사 수수료(한국전기안전공사)

3) 승강기 완성검사 수수료(한국승강기안전관리원)

4) 전기안전관리 대행수수료

5) 시운전전력 요금

#### 4.14.3 공정별 세부사항

가. 수변전설비

1) 수전방식

2) 수전전압이 특별고압 이상인 경우 당해지역의 한전배전선로가 가공선로 또는 지중선로 방식인지 확인하여 적절하게 수전방식을 선정한다.

3) 수전방식 및 수전전압은 관할 한전과 협의 후 설계하되 아래사항을 참고한다.

4) 전기실(수변전실) 위치 결정시 고려사항

가) 부하중심에 가깝고, 배전에 용이한 곳

나) 전원인입 및 인출이 용이한 곳

다) 증설 및 확장이 용이하고, 침수우려가 없는 곳

라) 기기 반출입이 용이한 곳

마) 급배기가 용이한 곳

5) 수배전반, 발전기, MCC 등의 기초패드, 트렌치 및 트렌치커버, 닥트배기구는 건축공사에서 시공토록 건축설계자와 협의한다.

6) 변압기용량 및 BANK 결정시 고려사항

가) 부하간선 특성을 조사하여 적절한 소용률 및 부하률을 산정하여 변압기 용량을 산정한다.

나) 변압기 강압방식은 ONE-STEP 방식 채용을 원칙으로 한다.

(단, 변압기용량, 배전거리, 부하의 중요도, 경제성을 고려하여 TWO-STEP 방식을 적용할 수 있다.)

다) 변압기 BANK구성은 동력설비용, 전등 전열용으로 분리하여 2 BANK로 구성한다.

표 4.14.1 수전방식 비교표

구 분	특별고압 수전	저 압 수 전
적용 부하 용 량	시설물 부하용량 100kVA 이상인 경우에 해당	시설물 부하용량 100kVA 미만인 경우에 해당(단 복합상가 건물: 150kVA)
수전 전압	3상 22.9kV-Y	3상 4선 380V/220V
수전 설비	수배전반(변압기 필요)	수배전반 불필요 (한전 변압기에서 직접 수전)

표 4.14.2 수전방식 및 수전전압 설계 시 참고사항

구 분	가 공 인 입	지 중 인 입
인입 전선	ACSR-OC	CNCV60° 이상
전 선 관	- 옥내 : Steel 전선관	- 옥내 : ELP 전선관 - 옥외 : Steel, 전선관
예비 선로	-	1회선(3선) 확보
기 타	-	한전 전원인입에 필요한 개폐기 맨홀 설치 공간을 확보하여야 한다.

표 4.14.3 전력요금 체계에 따른 전력량계 구분

구 분	해 당 분 야	비 고
산 업 용	- 폐수 처리조, 오수정화조	설계 전 관할 한전과 필히 문의하여 채택가능여부를 확인한다.
농 사 용	- 농산물저온 보관용 저온저장고 - 농산물 건조설비	

7) 부하별 전력요금 체계는 다음 사항을 참조하여 구분하되, 저압배전반 분기차단기에 전력량계를 설계한다.(한전 전기공급 규정 참조)

8) 전기계통 보안접지 중 피뢰기 등 보호기기 접지는 다른 접지와 공동으로 사용해서는 안된다.

#### 나. 발전설비

- 1) 전기방식: 3 $\phi$  4W 380/220V
- 2) 전원절체방식: ATS(M Type)에 의한 자동절체방식
- 3) 공급부하: 비상전등, 비상전열, 비상동력설비
- 4) 발전기 형식
  - 가) 운전방식: 전자동 및 수동운전겸용
  - 나) 냉각방식: 라디에이터에 의한 공랭식
  - 다) 시동방식: DC 24V Motor에 의한 자동시동
  - 라) 사용연료 경유

5) 발전기실은 급배기가 용이하고(Dry area설치), 발전기연도가 가급적 짧으며 전기실 근접위치에 설치한다.

(발전기 연도공사는 발전기 실내까지 기계설비공사가 연도를 인입토록 한다.)

#### 다. 전력간선설비

- 1) 전기방식은 3상 4선식 380/220V로 하고, 전력간선 케이블은 CV케이블로 설계한다. (다만 소방 설비용 간선은 FR-8케이블로 사용)
- 2) 전기 PIT는 강전과 약전용 배관을 구분하여 이격 설치하고, 층간 방화구획이 되도록 설계한다(전기 PIT에는 각층마다 출입문(0.8×1.8m 이상) 설치).
- 3) 전력 PIT내 전력간선용 배관공사는 Cable tray 공사로 설계한다.
- 4) 분전반 Door 재질은 전기 PIT내에 설치될 경우 노출형 Steel, 사무실 등 공공장소에 설치할 경우 매입형 SUS제로 설계한다.
- 5) 각종 전력간선 전력공급방식은 단독공급 방식으로 설계한다.
- 6) 전력 및 케이블의 양단말은 압착터미날을 설치하여 시공토록 하며 100mm<sup>2</sup> 이상은 2 Hole 동관단자로 설계한다.
- 7) 배전방식은 다음사항을 고려하여 선정한다.
  - (1) 소용량 간선 : 전선관사용
  - (2) 대용량 간선 : Cable tray 사용

#### 라. 동력설비

- 1) 기계설비부하의 용량, 규격, 용도를 파악하여 배선 설계하고 자동제어설비가 설치될 경우 시공범위를 기계설계자와 협의하여 설계한다.
- 2) 전동기용량 11kW(15HP)이상은 기동방식을 Y- $\Delta$ 기동형으로 설계한다.
- 3) 유도성 부하에는 적정용량의 역률 개선용 콘덴서를 설치한다.

- 4) 기계실내 기계설비 전원공급방식은 Cable tray를 사용토록 설계한다.
- 5) 전동기운전반(MCC)은 UNIT 인출형으로 하고 MCC설치위치는 기계설비 설계자와 협의하여 결정한다.
- 6) MCC반내 과전류 계전기는 전자식 과전류 계전기(EOCR)로 설계한다.
- 7) 각종 동력설비 전원배관 마감은 고장력 방수 가요관으로 설계한다.

<p>동력설비 설계 시 사전협의 사항</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· 동력부하의 감시 제어방법 및 감시반등의 확인</li> <li>· 기구의 용도, 위치, 용량확인</li> <li>· 기구의 제어 및 보호방식 결정</li> </ul>
---

표 4.14.4 Cable tray와 전선관 비교

구 분	Cable tray	전 선 관
장 점	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 다수의 전선수납 가능</li> <li>· 장구간의 배선 및 유지관리 용이</li> <li>· 시공용이</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 취급용이</li> <li>· 단구간 배선시 유지관리 용이</li> <li>· Cable tray의 완전보호 가능</li> </ul>
단 점	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Cable tray의 완전보호 곤란</li> <li>· 약전류 전선과 같이 사용시 별도의 차폐 시설 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 분기마다 폴박스 필요</li> <li>· 장구간시 배선 및 유지관리 곤란</li> <li>· 확장 및 변경곤란</li> </ul>

마. 전등 및 전열설비

- 1) 각 실별 조도기준: 표 4.14.5를 기준으로 한다.
- 2) 조명기구 상세도는 구체적으로 정확하게 표시한다.
- 3) 형광등기구의 안정기는 전자식 안정기(KS, Q마크품)로 하고, 1등용 개별식으로 설계한다.
- 4) 등기구 보강에 따른 등기구보강비는 설계에 반영하고, 상세도를 포함한다.
- 5) 전열수구는 벽부형과 바닥형을 혼용하여 설계하되 바닥형은 전열, 전화, 수구를 수용할 수 있는 System box로 설계한다.
- 6) 지하전기실, 발전기실, 기계실의 전열수구 높이는 1.2m 이상으로 하고 방우형으로 설계 한다.
- 7) 전열수구는 일반용, FCU용, FAN용으로 구분하여 설계한다.

8) 경량칸막이에 설치되는 전등스위치 및 전열구수는 천정내에 Joint box 를 설치하여 가요관을 사용 칸막이내에 매입되도록 설계한다.

9) 최상층 단열부위의 전등 및 전열배관은 결로에 대비하여 노출 배관으로 설계한다.

10) 전등, 전열설비공사 배관은 HIV전선을 사용하고, 전선 Size 는 전등 2.0mm, 전열 5.5 mm를 적용한다.

11) 전열용수구 외에 아래의 기구에는 적당한 위치에 별도의 콘센트를 설치한다.

가) TV공청안테나 증폭기함

나) 방송용 AMP

다) 화재수신반등의 주요감시반등(CCTV 주장치 포함)

라) 엘리베이터 PIT 하부

마) EPS실

12) Fan coil 용 수구 분기차단기는 MG S/W를 사용하여 별도회로를 구성하여 해당층 직접조작 및 기계실 MCC에서 중앙제어 가능토록 설계한다.

표 4.14.5 각 실별 조도기준과 등 기구 형태

실 명	조도기준(Lx)	등 기구 (TYPE)	비 고
사무실	400(Lx)	매입하면 개방형 형광등기구	-
영업장	400 ~ 500(Lx)	매입하면 개방형 형광등기구	-
연쇄점 (판매점)	500(Lx)	천장 노출직부형 형광등기구	다만, 영업시간내에는 300Lx 유지토록 전등회로 세밀하게 분리한다.
로비, 방풍실,복도	200 ~ 250(Lx)	매입형 Down light (FUL 1/13W)	안정기는 전자식을 사용한다.
화장실	200 ~ 250(Lx)	매입하면 개방형 형광등기구 Down light (FUL 1/13W)	인체 감지센서를 취부하여 절전을 유도토록 설계한다.
외등	-	- 종합시설: 주물제 -공장, 창고: 가오스형, 테파플	24시간 Timer를 붙여 자동점멸토록 설계한다.

바. 피뢰설비

1) 피뢰침은 황동제(대형)로 지주는 스테인리스 파이프로 하되 기초대 및

- 4 방지선을 설치하여 견고히 고정되도록 설계한다.
- 2) 대지면적이 넓고 건물이 큰 경우에는 조기방전 피뢰침으로 설계한다.
- 3) 피뢰침 접지용 피뢰도선은 GV60mm<sup>2</sup> 이상으로 설계한다.
- 4) 루프 피뢰도선은 BUS BAR(3t, 25mm) 및 에폭시 애자를 사용한다.
- 5) 피뢰방식 및 보호방식은 건물규모, 용도, 특징 등을 고려 적정방식을 선택 설계한다. (돌침용, 루프식, CAGE 방식, 조기방전 피뢰침 등)

## 4.15 정보통신설비공사 설계

### 4.15.1 일반사항

가. 설계는 전기통신기본법, 전기통신공사업법, 정보통신사업법, 전기사업법, 전기설비기준, 내선규정 등 관련법규에 의거 설계한다.

나. 설계는 기본설계와 실시설계를 구분하여 작성한다.

1) 기본설계도서: 설계개요서, 통신간선계통도, 전화국선 및 내선용량계산서, TV전계 강도계산서

2) 실시설계도서: 설계도면, 계산서, 물량산출근거, 공사비내역서, 단가대비표, 시방서, 현장설명서

다. 각종 통신설비 System은 유지관리 보수가 용이한 System을 구성한다.

라 건축, 기계설비, 전기설비 등 관련공사의 설계 기준서를 참조하여 유관공사의 기능에 영향을 주지 않도록 설계한다.

### 4.15.2 통신설비공사의 분류

가. 도급공사

- 1) 전화비 설비공사
- 2) 방송 설비공사
- 3) TV 설비공사
- 4) 도난경보 설비공사

나. 지급자재

- 1) 전화교환설비 및 전화기
- 2) CCTV설비
- 3) 시청각 방송설비(무대 전동설비 포함)

### 4.15.3 공정별 세부사항

#### 가 전화설비

- 1) 회선의 표준설비 수
- 2) 국선전화인입관로는 관할 한국통신측과 협의하여 인입루트 확보하고, 배관은 HIPVC 관으로 설계한다.
- 3) 국선단자함(MDF)의 국선과 내선의 비율은 1:3으로 하고 국선용 보안기를 포함한다.
- 4) 국선 100P이상 MDF는 철가형으로 설계한다.
- 5) 전기통신기본법에 의한 구내통신실(통신 PIT) 설치가 의무화된 건물일 경우 적법하게 구내 통신실을 확보한다.
- 6) 통신PIT 확보시에는 각종 통신설비간선은 CABLE TRAY를 이용하여 배선토록 설계한다.
- 7) 해당 사무소가 T/C 모점일 경우 전용선 및 무정전전원설비(UPS 등) 확보한다.

표 4.15.1 전화회선의 표준설비 수

업 종	사 용 면 적(10m <sup>2</sup> )	
	국 선 수	내 선 수
회 사	0.5	1.3
은 행	0.4	0.8
일 반 사 무 실	0.4	0.8
백 화 점	0.5	1.0
연 쇠 점	0.5	1.0
※OA기기 사용시 1m <sup>2</sup> 당 0.2 Point 가산		

#### 나. 방송설비

- 1) 방송용 주 앰프는 사무실 규모 및 관련법규에 적합한 기능을 갖도록 선정하되 충분한 출력용량을 확보하고 기능이 단순하며 경제적인 것을 선정한다.
- 2) 방송용 스피커는 천정매입형과 벽부노출형을 사용하되 6" 3W의 매칭 트랜스가 부착된 것으로 설계한다.

3) 영업장, 판매장, 강당 등은 전관 방송 및 전용방송이 별도방송 가능하도록 회로를 구성한다(전용포터블 앰프).

다. TV 공시청설비

- 1) TV 공시청 안테나는 지역별 방송국 수신채널을 감안하여 필요대역의 안테나를 설치한다.
- 2) 해당지역의 난시청여부를 조사하여 난시청 지역일 경우 유선방송 수신으로 설계한다.
- 3) TV 안테나 소자는 스텐레스 스틸로 설계한다.
- 4) 안테나 설치장소에는 낙뢰보호용 피뢰침을 설치한다.
- 5) 케이블 TV 수신용 관로를 확보한다.

라. 도난경보설비

- 1) 영업장, 금고실 내외부에 적외선 확산형 감지기를 설치한다(금고실 내부에는 도난경보용 비상벨스위치 설치).
- 2) 해당 관할파출소에는 도난경보용 통보기 자기를 설치하고 전용회선을 확보한다.
- 3) 상담실, 사무소장실, 영업대 등에는 비상벨스위치를 설치하고 주 현관 및 부 현관에 매입형 비상벨을 설치한다.
- 4) 당해 사무소가 무인 경비인 경우에는 방법설비가 중복되지 않도록 설계한다.
- 5) 야간 출입문과 숙직실 간에는 비디오폰을 설계한다.
- 6) CCTV설비의 배관배선은 도급공사에 주요자재는 지급자재로 설계하되 설치위치는 해당사무소와 협의한다.

## 4.16 관리자 세부설계기준

### 4.16.1 일반사항

가. 건물규모

거주인원과 주위여건을 반영하여 결정한다(18 ~ 25평 내외의 사택시설).

나. 배치계획

남향을 원칙으로 하고 진입방향과 현관위치, 양·배수장 관리의 원활한 동선관계를 검토하여 배치한다.

다. 평면계획



- 1) 독립된 주거생활을 영위할 수 있도록 계획한다.
- 2) 거실, 방, 현관, 부엌, 화장실, 보일러실, 창고 등의 시설을 고려한다.

라. 입면계획

- 1) 단순하면서 주위경관에 부합되는 형태를 계획한다.
- 2) 외부창: 채광 및 환기를 고려한다.
- 3) 지 붕: 박공 또는 모임지붕으로 설계(평 슬라브는 지양)한다.

마. 구조계획

- 1) 조적조: 1.0B 외단열, 1.0B+ 단열+ 0.5B중단열 구조를 원칙으로 한다.

바. 내부마감

경제성과 시공성, 유지관리 등을 고려하여 선정한다(부록 3 참조).

사. 기타사항

- 1) 화장실: 수세식(정화조설치→배수로로 유도)을 원칙으로 하며, 바닥은 미끄럽지 않은 재료를 이용하며 환기시설을 설치한다.
- 2) 물탱크설치 여부를 협의 확인한다.
- 3) 난방방식: 온수난방을 원칙으로 한다.
- 4) 단열재: 건축법 제59조, 건축물의 설비 기준 등에 관한 규칙 제21조에 적정한 자재를 사용한다.
- 5) 수원확보: 토목과 협의(지하수, 상수도)한다.
- 6) 부엌: 입식을 기본으로 하며 충분한 환기와 채광이 될 수 있도록 계획한다.
- 7) 방충망을 설치하고 방법계획을 한다.

## 제 5 장 부대설비

### 5.1 일반사항

부대설비로서 전기설비, 게이트, 제진설비 및 천장크레인 등은 펌프장 주변의 자연적, 사회적 조건 등을 고려하여 안전하고도 경제적으로 적절하게 설계되어야 한다.

- 가) 전기설비: 수변전설비, 배전설비 및 조명설비등은 펌프장의 규모, 입지 조건, 운전관리의 용이성과 경제성 등을 고려하여 설치한다.
- 나) 게이트: 수문은 확실히 개폐되고 필요한 수밀성과 내구성을 가지며 예상된 하중에 대하여 안전한 구조로 한다.
- 다) 제진설비: 제진설비는 용수원 또는 배수구역의 이물질의 양과 그 처리 방법 등을 충분히 검토하여 적절한 형식과 규모의 것으로 한다.
- 마) 천장크레인: 천장크레인은 펌프설비의 형식과 규모, 그 보수관리 등의 사용 빈도를 충분히 검토하여 적절한 형식과 용량의 것을 필요에 맞게 설치한다.

### 5.2 전기설비

양·배수장에 있어서의 전기설비는 수·변전설비, 배전설비 및 조명설비 등으로 되어 있으며, 양·배수장 규모, 입지조건, 신뢰도, 경제성 및 운전관리의 편의성 등을 검토하여 설계하여야 한다.

#### [해설]

전기설비는 전기사업법, 관계법규, 관계기준 및 관계규정에 합치한 적절한 설계가 되어야 한다.

전기설비의 설계에 있어서는 다음 점을 고려하여야 한다.

- 양·배수장의 목적과 규모에 가장 적합한 것이 되어야 한다.
- 환경 및 주위조건이 적합해야 한다.
- 보수 및 점검이 용이 하여야 한다.
- 설비비 및 운전비가 경제적이어야 한다.
- 관계법규, 기준 및 규정에 합치되어야 한다.

## 5.2.1 수·변전설비

### 가. 수전계획

수·변전설비는 전기공급자(이하 “한전”이라함) 2차 변전소 또는 배전용 변전소로부터 특별고압, 고압 또는 저압으로 수전한 전력을 부하설비의 적합한 전압으로 변전하기 위한 변압기, 배전반, 각종 안전개폐장치, 계측장치 등의 수변전장치와 이를 수납하기 위한 수변전실 큐비클을 말한다. 수변전설비의 계획순서는 일반적으로 그림 5.1.1 과 같으며, 계획시에는 다음 사항을 고려하여야 한다.

- 1) 기기의 성능이 좋고 신뢰성이 높고 수명이 길어야 한다.
- 2) 소형이며 경량이고 차지하는 면적이 적어야 한다.
- 3) 사고 또는 공사시 정전범위를 최소한으로 그칠 수 있도록 회로방식 및 보호방식을 채용 되어야 한다.
- 4) 운전 및 보수가 간단하고 용이하며 잘못 조작하는 우려가 없어야 한다.
- 5) 운전원, 보수원에 대하여 안전한 설비가 되어야 한다.
- 6) 기능적으로 합리화된 경제적인 설비이어야 한다.
- 7) 기기의 반입, 반출이 용이하게 되어야 한다.
- 8) 기기의 소음 등으로 주위의 주택지에 영향이 미치지 않아야 한다.
- 9) 수해, 빙설해, 지진 등 자연재해에 대하여 고려해야 한다.
- 10) 유독가스, 먼지, 매연, 염해 등에 대하여 안전해야 한다.

### 나. 수전방식

수전방식은 수전용량에 따라 결정되며 수전방식은 인입회선수와 인근지역의 한전의 배전방식 등이 중요한 변수가 된다. 이를 보면 T분기 수전과 1회선 전용수전방식의 1회선 수전방식, 본선과 예비선 수전방식 및 예비수전방식의 2회선 수전방식, 루프회선 수전방식이 일반적이며 최근에는 스포트네트워크 수전방식도 검토하고 있는 추세이다. 또한 이를 응용하여 루프회선지역에서 2회선 수전시 전용회선 1회선과 예비회선으로서 루프회선 연결방식 등도 고려되는 방식이다. 특히 배수장은 정전을 대비 하여 2회선 수전방식 혹은 루프수전방식을 택하는 것이 바람직하다. 표 5.1.1은 각종 수전방식의 비교표이다.

### 다. 수·배전전압 및 주파수

#### 1) 수전전압

수전전압은 한전 전기공급약관에 의거 정해지는 것으로서 수용가가 새로

전기를 사용하거나 계약전력을 증가시킬 경우의 공급방식 및 공급전압은 1전기사용장소내의 계약전력 합계를 기준으로 다음 표에 따라 결정하되, 특별한 사정이 있는 경우에는 달리 적용할 수 있으며, 다만, 고객이 희망할 경우에는 아래 기준보다 상위전압으로 공급할 수 있다.

계 약 전 력	공 급 방 식 및 공 급 전 압
100kW 미만	교류단상 220V 또는 교류 삼상 380V중 한전이 적당하다고 결정한 한 가지 공급방식 및 공급전압
100kW 이상 10,000kW 이하	교류 삼상 22,900V
10,000kW 초과 300,000kW 이하	교류 삼상 154,000V
300,000kW 초과	교류 삼상 345,000V 이상

[주] 1. 1 전기사용장소가 2 이상의 전기사용계약단위로 구분되고 각각의 계약전력 100kW 미만으로서 그 전력의 합계가 150kW 미만일 경우에는 저압으로 공급할 수 있다.

## 2) 배전전압

전등, 전열 : 1Ø 2W 220V

비상 동력 : 3Ø 4W 380V/220V

동력 설비 : 저압 : 3Ø 3W 380V

고압 : 3Ø 3W 3,300V, 6,600V

3) 주파수는 60ヘルツ(Hz)를 표준주파수로 한다.

## 라. 수·변전실의 위치 및 면적 선정 방법

건물내에 수·변전실을 설치하는 경우 위치 선정 및 면적산정은 설계시 중요할 뿐만 아니라 전기시설의 유지, 개·보수, 확장 또는 철거시 매우 중요하다. 따라서 설계시 항상 유의하여야 한다.

### 1) 수·변전실의 위치

수·변전실의 위치 선정에 대한 고려사항은 전기적인사항, 재해에 관한 사항, 환경에 관계된 사항, 경제성 등이 있다.

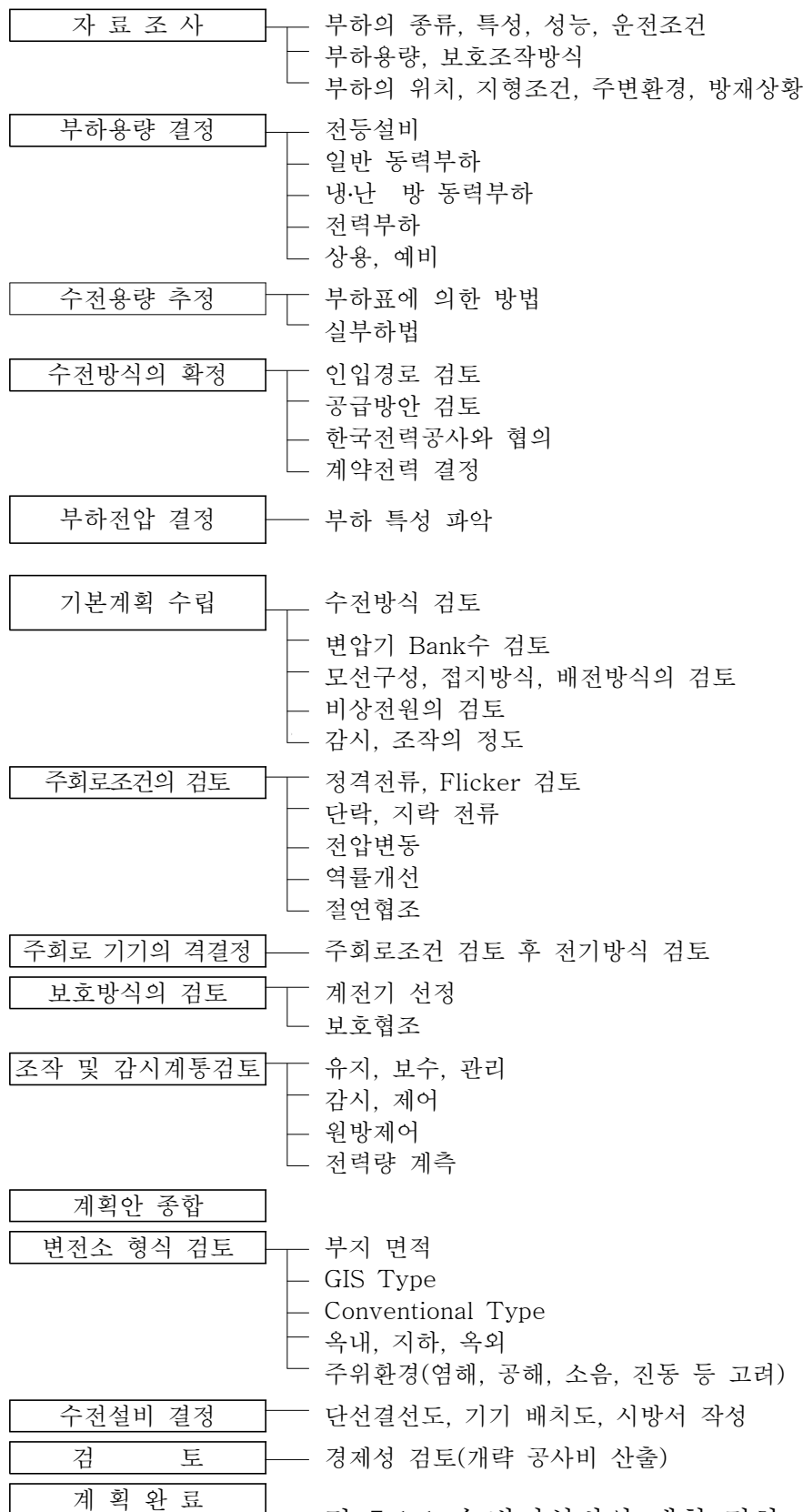


그림 5.1.1 수·변전설비의 계획 절차

표 5.1.1 각종 수전방식의 비교

수전방식	계통구성도	특징	
1회선전용수전		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 가장 간단하고 경제적</li> <li>2. 선로 사고시에 정전, 복구시간이 선로복구 시간과 동일.</li> </ol>	
1회선T분기수전		<ol style="list-style-type: none"> <li>위 1, 2외에</li> <li>3. 다른 수용가의 영향을 받는다.</li> </ol>	
평행2회선수전		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1 회선 사고 시에도 정전 없이 공급</li> <li>2. 선로 보수시에도 한쪽만 정전되고 전반적인 정전은 없음.</li> <li>3. 보호계전방식 복잡.</li> </ol>	
동계통상용예비수전	2 CB수전 (차단기 전환방식)		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 선로 사고시 일단정전 예비선으로 변환 정전시간단축.</li> <li>2. 수전 회선 변환시에는 정전되지 않음.</li> </ol>
	1 CB수전 (단로기 전환방식)		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 은 위와 같음.</li> <li>2. 수전 회선 변환시에는 정전.</li> </ol>
루프수전	개(開)루프		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 선로 사고시사고지점에 따라서는 일단 정전.</li> <li>2. 사고처리 보수시 정전(선로와 수용가)을 위한 조작용 전력회사 지령에 따를 필요가 있다.</li> </ol>
	폐(閉)루프		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 항상 2회선 수전이 되고 한쪽 회선 사고만으로 정전되지 않음.</li> <li>2. 선로 보수는 한쪽씩 작업하기 때문에 정전이 없음.</li> <li>3. 보호 계전방식 복잡.</li> </ol>
이(異)계통상용예비수전		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 선로 사고시 일단은 정전되지만 예비선을 활용 정전 시간단축</li> <li>2. 전원에서 정전되어도 한쪽이 살아남을 가능성이 있다.</li> </ol> 수전회선 변환할 때 정전됨	

- 가) 수·변전실은 홍수위선 보다 높을 것.
- 나) 전기적인 사항으로는 100V 부하의 중심에 있어야 할 것.
- 다) 장래의 용량증설이나 크기의 확장성이 좋은 곳을 선정 할 것.
- 라) 재해에 대한 대비로는 위험물 저장소나 폭발물 저장소 부근 등 화재의 우려가 없는 장소일 것.
- 마) 습기나 먼지가 적고, 물의침입, 침투의 우려가 없는 장소일 것.
- 바) 기기의 반입 및 반출에 용이하고 유지관리, 점검이 쉬운 장소 일 것 등을 종합적으로 검토하여 선정한다.

2) 수·변전실의 면적

수·변전실의 면적은 실제로 배치하여 선정하는 방법과 데이터에 의한 추정 방법이 있다. 실제로 배치하여 산정하는 경우에는 수전 되는 전압의 강압방식, 특고압배전반, 고압배전반, 저압배전반의 수량 변압기의 수량 보수 및 감시 넓이를 포함한 기기의 배치상태 장래 증설에 대한 여유율을 고려해야 한다. 수·변전실의 소요면적을 추정하는 계산식 에는 여러 가지가 있으나 일반적인 계산은 추정 변압기 용량을 근거로 세 가지 계산식을 인용한다.

가) 후나즈시 계산식

$$A[m^2] = K \times \{\text{변압기용량(kVA)}\}^{0.7}$$

여기서 k : 특별고압에서 고압으로 변성: 1.7

특별고압에서 380V로 변성: 1.4

고압에서 저압으로 변성 : 0.98

나) 고바야시 계산식

$$A[m^2] = 3.3 \sqrt{\text{최대사용전력(KW)}} \times a$$

여기서 a: 건물면적이 6,000m<sup>2</sup> 미만에서: 2.66

10,000m<sup>2</sup> 미만에서: 3.55

10,000m<sup>2</sup>이상의 큐비클 방식에서: 4.30

형식에 구별이 없는 경우

10,000m<sup>2</sup> 이상에서: 5.50

다) 일본 건설공업협회에서 약식사용

$$A[m^2] = 2.15 \times \{\text{설비용량(kVA)}\}^{0.52}$$

상기 세 가지 방법의 추정 계산식에 의하여 면적이 추정될 경우 대부분 큰 면적이 산출되고 있으므로 수·변전실의 계획 시 기기의 배치를 스케치해 본 후에 추정계산식 내에서 결정함이 바람직하다.

라) 천장의 높이

(1) 저·고압수전일 경우에: 들보 밑 유효높이의 3~3.5m

(2) 특고압수전일경우에 개방식: 들보 밑 유효높이의 5~7.5m

큐비클형: 들보 밑 유효높이의 4~5.0m 가 필요하며 그 외에 1차측과 2차측의 전선배선 및 제어선 등의 처리도 고려하여 검토한다.

마. 수전실 등의 시설

1) 수전실 또는 큐비클 시설장소의 선정은 원칙적으로 다음 각호에 의하여야 한다.

가) 물이 침입하거나 침수할 우려가 없도록 조치를 강구한 장소 일 것.

나) 고온, 다습한 장소에 설치하는 경우에는 적당한 방호조치를 강구한 장소

다) 내선규정 5장(특수장소)에서 명기 하는 장소에 설치하는 경우에는 격벽을 설치하는 등의 조치를 강구한 장소.

2) 수전실 또는 큐비클의 구조는 다음 각호에 의하여야 한다.

가) 기초는 기기의 설치에 충분한 강도를 가질 것.

나) 수전실은 불연재료로 만들어진 벽, 기둥, 바닥 및 천장으로 계획되고, 또한 창, 출입구에는 방화문을 설치하는 것이 바람직하다. (건축법, 소방기본법을 참조 할 것)

다) 조수류 등이 침입 할 우려가 없도록 조치를 강구할 것.

라) 환기가 가능한 구조.

마) 눈·비의 침입을 방지 하는 구조.

바) 넓이는 기기 등의 보수·점검 및 교체에 지장이 없는 넓이와 구조.

사) 수전실 또는 큐비클의 조명은 감시 및 조작을 안전 하고 확실하게 하기 위하여 필요한 조명설비를 설치하여야하며 정전시의 안전조작을 위한 비상 조명설비를 설치하는 것이 바람직하다.

아) 수전실 또는 큐비클은 자물쇠로 잠글 수 있는 구조이어야 한다.

3) 수전실 등에는 적당한 위험표시를 하여야 한다.

4) 변압기, 배전반 등 수전설비 주요부분이 보유하여야 할 거리의 기준은 원칙적으로 표 5.1.2의 값 이상일 것.



표 5.1.2 수전설비의 배전반 등의 최소보유거리 (내선규정 705-4절) (단위: m)

구 분	앞면 또는 조작·계측면	뒷면 또는 점 검 면	열상호간 (점검하는 면)	기타의 면
특별고압배전반	1.7	0.8	1.4	-
고 압 배 전 반	1.5	0.6	1.2	-
저 압 배 전 반	1.5	0.6	1.2	-
변압기 등	0.6	0.6	1.2	0.3

바. 변전설비

변전설비는 수전전압을 각 부하기기에 적합한 전압으로 변환하는데 필요한 변압기 등의 장치이다. 수전전압이 저압일 경우에는 별도의 장치가 필요 없으나 수전전압이 고압이나 특별고압일 경우는 부하기기 용량에 알맞은 전압으로 변환하여 공급하게 된다.

1) 배전전압의 결정 (변압기 2차 전압)

양·배수장의 규모나 경제성 등에 따라 배전전압을 결정하여야 하나, 내선규정에 따라 전동기 한대의 용량이 50kW를 초과하는 경우에는 고압 전동기를 사용하여야 한다. 다만, 고압이상의 수전설비가 없는 경우 또는 전기 사업자와 협의할 경우에는 그러하지 안하다.

가) 75kW 미만은: 저압 380V

나) 75kW ~ 500kW은: 고압 3.300V

다) 500kW 이상은: 고압 6.600V로 (농업기반공사 기전시설물설계요령 )

2) 변전소의 구조 (특별고압)

변전소의 구조는 다음에 표시하는 구조가 있으나 선정은 신뢰도, 경제성, 환경조건 등을 충분히 고려하여 가장 적합한 구조를 선정할 필요가 있다.

가) 개방형: 개방식 설비의 구조에는 기기가 파이프나 앵글의 프레임에 상태로 부착되어 배선하는 것으로 기본적으로 대기 노출구조이며 기중 절연으로 되어 있다. 근래에는 거의 설치하지 않는다. 개방형의 특징은 다음과 같다.

- (1) 육안으로 점검하기 쉽다.
- (2) 현장조립이므로 기기 반입이 용이 하다.
- (3) 부하설비 변화에 따른 증설, 개조가 쉽다.
- (4) 설치면적이 폐쇄형보다 커진다.

(5) 대기영향을 즉시 받는 등 환경보존, 안전성은 낮으나 비교적 저렴하다.

나) 폐쇄형: 기기를 모두 옥, 내외용 폐쇄반내에 수납시켜 설비전체가 외부로부터 폐쇄 되어있다. 폐쇄형의 특징은 다음과 같다.

(1) 충전부는 접지금속으로 덮여 있으므로 감전이나 내부사고로 인한 위험의 우려가 적다.

(2) 외부로부터의 손상이나 소동물의 침입방지에 의한 사고를 방지할수 있다.

(3) 폐쇄형이기 때문에 내부의 온도 상승에 대하여 주의하여야 한다.

(4) 설치면적이 적다. 다만 반출입 스페스는 커지는 경향이 있다.

(5) 신뢰성, 안전 및 조작성이 우월하나 개방형 보다 고가 이다.

다) SF6 가스 절연밀폐식 : 일반적으로 6불화유황(SF6) 가스로 절연된 기기이며, 이 가스 자체가 불연성이므로 기기도 불연성이나 난연성이다. SF6 가스절연개폐장치(GIS)는 개폐설비의 대폭적인 축소화, 염해, 먼지 등에 대한 고신뢰성, 고도의 안전성, 환경조화 등의 특징이 있으므로 수변전 설비로 보급되어 있다. 점유면적의 축소화는 토지의 과밀화 대책에 대응할 수 있다.

### 3) 변전소의 규모(변압기)별 설치

변전소의 규모는 물론 양·배수장의 규모와 직결되며 현장조건과 경제성, 안전성 등에 따라 다소 차이는 있지만 양·배수장(농업용)의 경우 일반적으로 다음과 같이 선정 할 필요가 있다.

가) 변압기용량 100kVA이상 300 kVA 까지 H 변대주 가능

나) 변압기용량 300 kVA초과 ~1,000 kVA 이하 아연도 앵글조립 및 큐비클(간이식)

(특별고압 큐비클 4 면 설치)

1,000 kVA 이상 아연도 앵글조립 및 큐비클(정식)

(특별고압 큐비클 7 면 설치)

(농업기반공사 수전설비 표준도)

그림 5.1.2~5.1.5는 특별고압 수전설비 결선도이다.

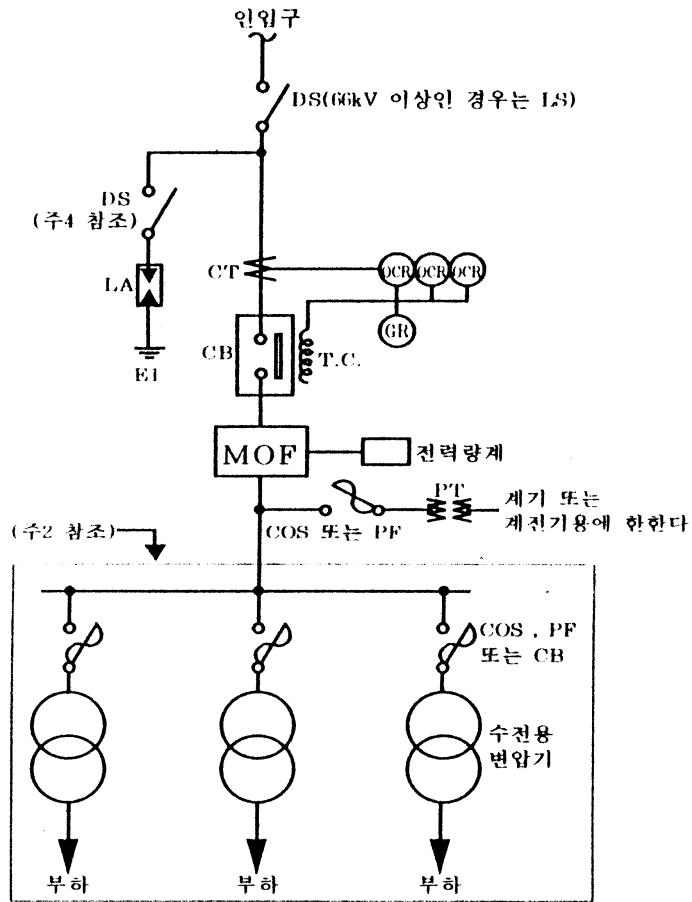


그림 5.1.2 특별고압 수전설비 결선도

- [주] 1. 22.9kV-Y 1,000kVA 이하인 경우에는 간이 수전결선도에 의할 수 있다.  
 2. 결선도중 점선 내의 부분은 참고용 예시이다.  
 3. 차단기의 트립 전원은 직류(DC) 또는 콘덴서방식(CTD)이 바람직하며 66kV 이상의 수전설비에는 직류(DC)이어야 한다.  
 4. LA용 DS는 생략할 수 있으며 22.9kV-Y용의 LA는 Disconnector(또는 Isolator) 붙임 형을 사용하여야 한다  
 5. 인입선을 지중선으로 시설하는 경우로서 공동주택 등 사고시 정전피해가 큰 수전설비인입선은 예비선을 포함하여 2회선으로 시설하는 것이 바람직하다.  
 6. 지중 인입선의 경우 22.9kV-Y 계통에서는 CN/CV케이블, 22kV-△계통에서는 CV케이블을 사용한다. 다만 22.9kV-Y 지중 인입선으로 침수의 우려가 있을 경우에는 CN/CV-W 케이블(수밀형)을 사용하는 것이 바람직하다.

[CB 1차측 10kVA 이하의 변압기를 설치하는 경우에 적용가능]

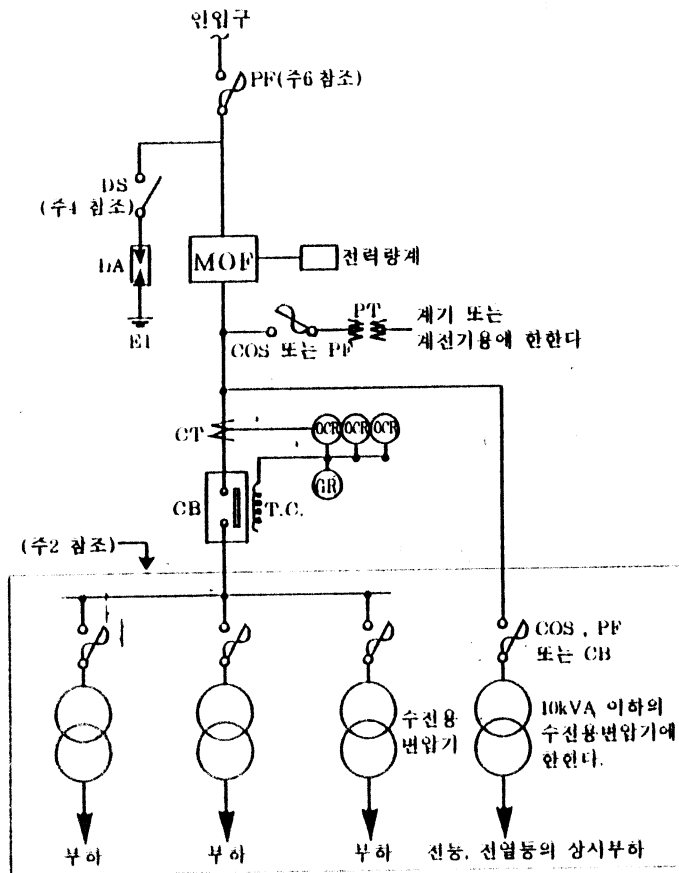


그림 5.1.3 특별고압 수전설비 결선도

- [주] 1. 22.9kV-Y 1000kVA 이하인 경우에는 간이 수전결선도에 의할 수 있다.  
 2. 결선도중 점선 내의 부분은 참고용 예시이다.  
 3. 차단기의 트립 전원은 직류(DC) 또는 콘덴서방식(CTD)이 바람직하며 66kV 이상의 수전설비에는 직류(DC)이어야 한다.  
 4. LA용 DS는 생략할 수 있으며 22.9kV-Y용의 LA는 Disconnecter(또는 Isolator) 불입 형을 사용하여야 한다.  
 5. 인입선을 지중선으로 시설하는 경우로서 공동주택 등 사고시 정전 피해가 큰 수전설비 인입선은 예비선을 포함하여 2회선으로 시설하는 것이 바람직하다.  
 6. 지중 인입선의 경우 22.9kV-Y 계통에서는 CN/CV케이블, 22kV-△계통에서는 CV케이블을 사용한다. 다만 22.9kV-Y 지중인입선으로 침수의 우려가 있을 경우에는 CN/CV-W케이블(수밀형)을 사용하는 것이 바람직하다.  
 7. PF 대신 자동고장구분 개폐기(7,000kVA 초과 시에는 Sectionalizer)를 사용할 수 있으며 66kV 이상의 경우에는 LS를 사용하여야 한다.

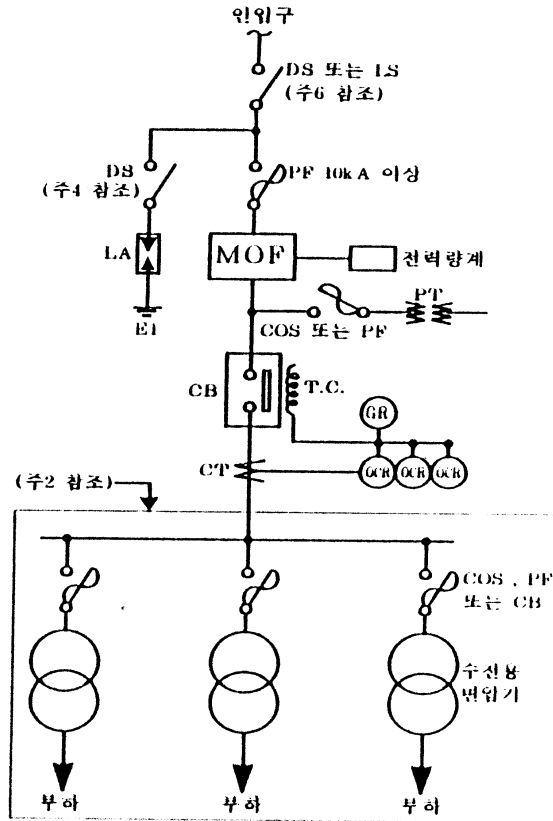


그림 5.1.4 특별고압 수전설비 결선도

- [주] 1. 22.9kV-Y 1000kVA 이하인 경우에는 간이 수전결선도에 의할 수 있다.  
 2. 결선도 중점선 내의 부분은 참고용 예시이다.  
 3. 차단기의 트립 전원은 직류(DC) 또는 콘덴서 방식(CTD)이 바람직하며 66kV 이상의 수전설비에는 직류(DC)이어야 한다.  
 4. LA용 DS는 생략할 수 있으며 22.9kV-Y용의 LA는 Disconnecter(또는 Isolator)붙임형을 사용하여야 한다.  
 5. 인입선을 지중선으로 시설하는 경우로서 공동주택 등 사고시 정전피해가 큰 수전설비 인입선은 예비선을 포함하여 2회선으로 시설하는 것이 바람직하다  
 6. 지중 인입선의 경우 22.9kV-Y 계통에서는 CN/CV케이블, 22kV-△계통에서는 CV케이블을 사용한다. 다만 22.9kV-Y 지중 인입선으로 침수의 우려가 있을 경우에는 CN/CV-W케이블(수밀형)을 사용하는 것이 바람직하다.  
 7. DS 대신 자동고장구분 개폐기(7,000kVA 초과 시에는 Sectionalizer)를 사용할 수 있으며 66kV 이상의 경우에는 LS를 사용하여야 한다.

[22.9kV-Y 1,000KVA이하에 적용가능]

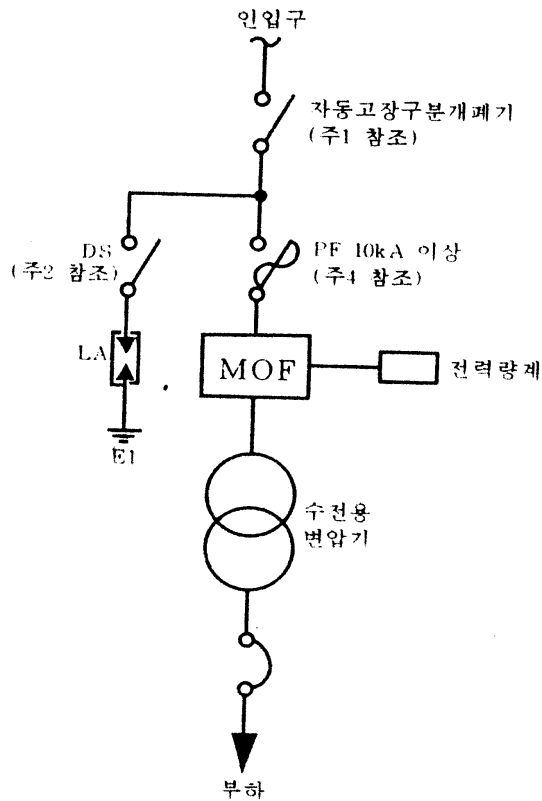


그림 5.1.5 특별고압 간이 수전설비 결선도

- [주] 1. 300kVA이하의 경우에는 자동고장구분 개폐기 대신 INT.SW를 사용할 수 있다.
2. LA용 DS는 생략할 수 있으며 22.9kV-Y용의 LA는 Disconnecter(또는 Isolator)붙임형을 사용하여야 한다.
3. 인입선을 지중선으로 시설하는 경우로서 공동주택 등 사고시 정전피해가 큰 수전설비 인입선은 예비선을 포함하여 2회선으로 시설하는 것이 바람직하다.
4. 지중 인입선의 경우 22.9kV-Y 계통에서는 CN/CV케이블, 22kV-△계통에서는 CV케이블을 사용한다. 다만 22.9kV-Y 지중 인입선으로 침수의 우려가 있을 경우에는 CN/CV-W케이블,(수밀형)을 사용하는 것이 바람직하다.
5. 300kVA 이하인 경우 PF 대신 COS(비대칭차단전류 10kV 이상의 것)을 사용할 수 있다.
6. 간이수전설비는 PF의 용단 등의 결상사고에 대해 대책이 없으므로 변압기 2차측에 설치되는 주 차단기에는 결상계전기 등을 설치하여 결상사고에 대한 보호능력이 있도록 함이 바람직하다.

#### 4) 지중인입케이블

우리나라의 배전방식이 다중직접 접지방식의 22.9/13.2(KV-y)방식으로 지락사고시 중성선에 흐르게 되는 지락전류가 단락전류보다 클 경우 문제가 되기 때문에 일반적인 CV케이블 사용시에는 차폐층으로 많은 지락전류가 흘러게 될 확률이 높다. 이런 경우 케이블을 소손시킬 우려 및 지중선로는 침수의 우려 등을 고려하여 수밀형동심 중성선형 가교 폴리에틸렌비닐시스 전력케이블(CN/CV-W) 혹은 FR-CNCO-W를 사용해야 한다. 케이블은 60mm<sup>2</sup> ×1C×3조 1회선만 설치하면 되지만 고장시(케이블 사고)를 대비하여 2회선을 설치하기도 하고 빈 배관을 예비로 설치한다. 배관의 굵기는 지중관로 FEP Φ125이상, ST Φ104이상 사용 하여야 한다.

지중관로의 굴곡이 90° 이상 되는 곳, 100m 이상의 구간 및 건물 인입 부분에 맨홀을 설치하여야 한다.

#### 5) 인입구 개폐기

인입구 개폐기의 종류로서는 단로기 (Disconnecting Switch: DS),선로개폐기 (Line Switch: LS, 단로기와 기능 같음) 기중부하개폐기(Interrupter Switch: IS) 자동고장구분개폐기 (Automatic Section Switch: ASS) 부하개폐기(Load Break Switch : LBS)등으로 구분할 수 있다. 개폐기의 선정은 이용확률, 관리자의 능력, 목적, 경제성 등을 검토하여 선정 하며, 수전용량에 따라 다음과 같이 계획 하는 것이 바람직하다.

- 가) 수전용량: 300 kVA이하: INT S/W, ASS, LBS.
- 나) 수전용량: 301 kVA~1,000 kVA 이하: ASS, LBS.
- 다) 수전용량: 1,000 kVA~7,000 kVA 이하: ASS, LBS.
- 라) 수전용량: 7,001 kVA 이상: SECTIONNALIZER

#### 사. 수·변전설비의 주요기기

##### 1) 차단기(Circuit breaker)

수전용 차단기의 차단용량 결정은 전력을 공급하는 한전측 변전소 용량이나 변전소로부터 양·배수장까지의 배전선로의 굵기 및 거리 등과 직접적인 관계가 있으므로 계획단계에서 한전과 충분히 협의후 결정 하여야 한다.

##### 가) 차단기의 종류

- 특별고압용: 유입차단기, 공기차단기, 진공차단기, 가스차단기.
- 고 압 용: 유입차단기, 자기차단기, 진공차단기.
- 저 압 용: 기중차단기, 배전용차단기,

표 5.1.3 차단기정격전류의 표준치

정격 전압 [kV]	정 격 차 단 전 류 [kA]	정격 차단 시간 (사이클)		정 격 전 류						정격투입 전 류	차단용량 [MVA]
		3	5	400	600	1,200	2,000	3,000	4,000		
3.6	8	○	○	○	○	-	-	-	-	20	50
	16	○	○	○	○	○	-	-	-	40	100
	25		○		○	○	-	-	-	63	160
	40		○		○	○	○	○	○	100	250
7.2	8		○	○	○	-	-	-	-	20	100
	12.5		○	○	○	○	○	○	-	31.5	160
	20		○	-	○	○	○	○	-	50	250
	31.5		○	-	-	○	○	○	○	80	390
	40		○	-	-	○	○	○	-	100	500
25.8	12.5		○	-	-	-	○	-	-	31.5	520
	20.		○	-	-	-	○	-	-	50	830
	25		○	-	-	-	○	○	○	63	1,000
	40		○	-	-	-	○	○	○	100	1,700
	50		○	-	-	-	○	-	-	125	2,100
	63		○	-	-	-	-	○	○	160	2,600

나) 차단용량 산정

대부분 차단기의 차단용량이란 그 차단기를 적용할 수 있는 3상 단락용량 한도를 말한다.

(1) 단락전류의 계산

단락전류 계산의 목적

전력계통에서 고장을 극한, 동시에 신속하게 제거하기 위하여 차단기가 사용된다. 그 차단기 선정을 위해 설비내의 각 차단기 설치점에 고장 전류를 알아야 한다. 기기나 선로는 단락전류에 기계적, 열적으로 충분히 견디는 강도가 있어야 하며 보호계전 방식의 선정 및 계전기 동작 정정치를 알아야 한다.

(가) 저항법(ohm법)

(나) 퍼센트 임피던스법(%Z법): 일반적으로 많이 사용함.

(다) 퍼 유니트법(P.U법)

① % 임피던스 계산방법

㉠ 임피던스 표시



$$\% Z = \frac{Z I_n}{E} \times 100 [\%]$$

여기서 Z: 회로의 임피던스

In: 정격전류

E: 회로전압

㉔ 기준용량의 변환

$$\% Z = \% Z_A \times \frac{P_s}{P_a} [\%]$$

여기서 % ZA: 용량 PA[MVA]를 기준으로 한 %임피던스

㉕ 단락용량으로 표시

$$\% Z_s = \frac{P_n}{P_s} \times 100 [\%] = \frac{I_n}{I_s} \times 100 [\%]$$

여기서 Ps: 단락용량

Is: 단락전류

Pn: 기준용량

In: 정격전류

(2) 고장전류 및 차단용량

(가) 고장전류

$$I_s = \frac{1}{\% Z} \times I_n = \frac{1}{\% Z} \times \frac{P_n}{\sqrt{3}V}$$

(나) 차단용량

$$P_s = \sqrt{3}VI_s = \frac{1}{\% Z} \times P_n$$

2) 피뢰기(Lighting arrester)

피뢰기는 전력설비의 기기를 이상전압(낙뢰 및 개폐 시 발생하는 이상전압)으로부터 보호하는 장치로서, 피뢰기는 다음과 같은 기능을 가지고 있어야하며, 기기 선정시 충분히 검토하여야 한다.

- 이상전압의 침입시 신속히 방전 특성을 가질 것.
- 방전 후 이상전류 통전 시의 단자전압이 어느 일정값 이상으로 올라가면 전압상승을 억제하여야 한다.
- 이상전압이 없어져서 단자전압이 일정값 이하가 되면 즉시 방전을 정지하고 자동 회복하는 능력을 가져야 한다.
- 반복동작에 대하여 특성이 변화하지 않아야 한다.

가) 피뢰기의 선정 시 유의 사항

- (1) 피뢰기의 설치장소에서의 최대상용 주파수, 대지전압
- (2) 가장 심한 피뢰기의 방전전류의 크기 및 파형
- (3) 피보호 기기의 충격절연내력 결정
- (4) LA의 정격전압 및 공칭 방전 전류
- (5) 피뢰기의 보호레벨 결정
- (6) 이격거리 및 기타 관계요소를 고려하여 피뢰기로 제한된 피 보호 기기에서의 전압 결정 등을 유의하여 선정 하여야 한다.

나) 종류

- (1) 밸브형, 밸브 저항형, 갭레스형
- (2) 갭(저항): 직렬 갭 + 특성요소(Sic)
- (3) 갭레스형(Gapless) 비직선 저항특성의 산화아연소자(ZnO)를 적용한 피뢰기(산화 아연형 피뢰기)

다) 정격전압

피뢰기의 선로단자와 접지단자간에 인가할 수 있는 상용주파 최대허용 전압(실효치)이며 정격전압은 표 5.1.4와 같다.

표 5.1.4 피뢰기의 정격전압

전 력 계 통		피뢰기의 정격전압(kV)	
전압(kV)	중성점접지방식	변 전 소	배전선로
345	유효접지	288	
154	유효접지	138	
66	PC접지 또는 비접지	75	
22	PC접지 또는 비접지	24	
22.9	3상4선 다중접지	21	18
6.6	비접지	7.5	7.5
3.3	비접지	7.5	7.5(4.2)

[주] 전압 22.9kV 이하의 배전전선로에서 수전하는 설비의 피뢰기 정격전압(kV)은 배전선로 용을 적용한다.

라) 공칭방전전류

표 5.1.5 설치장소별 피뢰기 공칭 방전 전류

공칭 방전전류	설치장소	적 용 조 건
10,000A	변전소	1. 154kV 이상 계통 2. 66kV 및 그 이하계통에서 Bank 용량이 3,000kVA를 초과하거나 특히 중요한 것 3. 장거리 송전선 케이블 (배전 “피더” 인출용 단거리 케이블은 제외) 및 정전 (靜電)축전기 Bank를 개폐(開閉)하는 곳
5,000A	변전소	66kV 및 그 이하 계통에서 Bank 용량이 3,000kVA이하인 곳
2,500A	선 로 변전소	배전선로 배전선 “피더(Feeder)” 인출측

[주] 전압 22.9kV 이하(22kV 비접지 제외)의 배전선로에서 수전하는 설비의 피뢰기 공칭방전 전류는 일반적으로 2,500A의 것을 적용한다.

마) Surge Absorber의 설치

주로 진공차단기(VCB)의 개폐 서지 보호용으로 설치되는 Surge Absorber는 다음과 같이 고압 Motor 및 몰드식(건식) 변압기 등에 설치해야 하나, 내선규정 730-1절에 의하면, 구내선로에서 발생할 수 있는 개폐 서지, 순간 과도 전압 등으로 이상전압이 2차 기기에 악영향을 주는 것을 막기 위해 서지흡수기를 시설하는 것이 바람직하다.”라고 규정하고 있다.

표 5.1.6 전기 기기별 Surge Absorber 설치 “예”

구 분		3.3kV	6.6kV	11kV	22kV
전동기		○	○	○	-
변압기	유입식	△	△	△	△
	몰드식	○	○	○	○
	건식	○	○	○	○

○ 서지 흡수기 설치, △ 서지 흡수기 설치 불필요

(단, 반도체 장비가 변압기 2차 측에 설치될 때는 유입식이라도 서지 흡수기를 설치하는 것이 바람직하다)

### 3) 변압기(Transformer)

동력용 변압기로서는 기기의 신뢰성 및 경제성 등을 고려하여 단상 및 삼상 변압기가 사용 된다. 사용되는 변압기의 형식은 유입자냉식, 및 몰드식을 많이 사용되고 있다 몰드식 변압기는 기름을 사용하지 않으므로 불연성이며 소형, 경량의 이점은 있지만 유입식에 비하여 비싸다. 대용량 변압기는 소음을 발생하므로 설치조건에 따라 소음대책도 필요하다.

#### 가) 변압기의 종류

- (1) 상수에 의한 분류: 단상, 3상
- (2) 권선수에 의한 분류: 단권, 2권선, 다권선
- (3) 탭절환방식에 의한 분류: 무전압 탭변환방식, 부하시 탭변환방식
- (4) 냉각방식에 의한 분류: 건식자냉식, 건식풍냉식, 유입자냉식, 유입풍냉식, 유입수냉식, 송유자냉식, 송유수냉식
- (5) 절연방식에 의한 분류: 유입, 건식, 가스절연, 몰드변압기 등으로 분류할 수 있으며 옥내설치는 몰드변압기, 옥외설치는 유입식변압기 및 몰드 변압기를 사용 하는 것이 바람직하다.

나) 변압기의 표준용량은 표 5.1.7 과 같다.

표 5.1.7 변압기의 표준용량(KS C 4302 및 JEC204)

구 분	표 준 용 량 (kVA)
소형변압기	3. 5. 7.5 10. 15. 20. 30. 50. 75. 100.
중형변압기	150. 200. (250). 300. (400). 500. 750. 1,000. 2,000.
대형변압기	3,000. 5,000. 7,500. 10,000. 15,000. 20,000

[주] ( )내는 가급적 사용하지 않는 것이 좋다

#### 다) 수전용 변압기 역률개선용 콘덴서 설치

수전용 변압기의 무효전력으로 인한 평균역률 미달(경부하 또는 무부하상태)하는 경우가 있어 변압기 여자전류에 상당하는 콘덴서를 변압기의 1차 혹은 2차(개폐기 1차측)에 부설토록 하여 역률을 개선해야 하며 변압기 용량에 따른 부설기준은 다음과 같다.

- 변압기용량 500kVA 이하: 변압기용량의 5%
- 변압기용량 550kVA 이상 600kVA 이하: 25kVA
- 변압기용량 650kVA 이상 2,000kVA 이하: 변압기용량의 4%
- 변압기용량 2,050kVA 이상 2,650kVA 이하: 80kVA
- 변압기용량 2,700kVA 이상: 변압기용량의 : 3%

라) 변압기 용량 계산

동력용 변압기(주 변압기)의 용량은 일반적으로 다음과 같이 구한다.

$$\text{변압기용량 [kVA]} = \sum_{K=1}^n (P_{ik}) * \beta$$

여기서  $P_{ik}$ : 부하의 입력 [kVA]

$$P_{ik} = \frac{P_o}{\eta \cos \theta}$$

$P_o$  : 전동기출력 [kW]

$\eta$ : 전동기 효율

$\cos\theta$ : 전동기 역률

$\beta$ : 여유율(보통 1.1~1.2 )

변압기의 용량의 결정은 위 식에서 구한 다음 각 제작회사별로 정해진 표준 규격이 있으므로 가급적 이 규격에 맞추어 주는 것이 유지관리 호환성이 좋다. 그러나 정격부하입력(kVA)보다 너무 커지면 전기요금의 부담이 과중되므로 용량 결정시 전기요금, 과부하율의 검토 후 결정하는 것이 바람직하다.

4) 진상콘덴서(Static Condenser)

역률 개선은 에너지절감과 전력요금과 관련되므로 한전과 수급계약시 수용가의 기기 역률을 90%를 초과하는 경우 95%까지는 1% 초과하는데 매 1%당 기본요금을 1% 감액하고, 또 90%에 미달할 때는 매1%에 대하여 추가 징수하고 있다(한전전기약관 제43조).

가) 콘덴서의 종류

콘덴서의 종류는 그것의 소자, 구조 등에 따라 표 5.1.8 같이 분류된다.

나) 콘덴서의 정격용량

(1) 고압 콘덴서

고압 콘덴서는 3kV 또는 6kV의 고압회로에 사용되어지는 것으로, 용량이 10kVA에서 500KVA 정도까지 여러 종류가 있다.

(2) 저압 콘덴서

저압 콘덴서는 220V, 380V, 440V의 동력 회로에 사용되는 것으로 용량은 10kVA에서 600kVA 정도까지 여러 종류가 있다. 일반적으로 수·변전설비에는 고압 콘덴서(특고압 및 고압콘덴서)를 사용하고, 저압 콘덴서는 동력 제어반에 붙이는 일이 많다.

표 5.1.8 콘덴서의 소자 및 구조(KS C 4802)

소자종별	구 조	박전극 콘덴서	중착전극 콘덴서
	기 호	NH	SH
구조종별	단기형 · 집합형	단기형 콘덴서 · 집합형 콘덴서	
	유압식 · 건 식	유입식 콘덴서 · 건식 콘덴서	
상수의구별		단상콘덴서 · 3상 콘덴서	
보안장치 · 보호접점		보안장치내장 · 보호접점내장	

다) 분류

- (1) 병렬콘덴서: 역률개선, 선로전압강하경감, 설비용량 증가를 위해 설치
- (2) 직렬콘덴서: 전압강하 보상, 전압변동 경감, 송전용량 증대, 선로 안정도 향상 및 전력조류를 제어할 수 있다.
- (3) 결합콘덴서: 전력선 반송전화에 이용(Carrier-Coupling 콘덴서)
- (4) 필터용 콘덴서: 직류변환 회로의 필터용
- (5) 고조파 방지용 콘덴서: 발진회로, 유도회로 등으로 이용
- (6) 기타 콘덴서: ACB 분압용, 방전가공 장치용

라) 콘덴서 용량결정

콘덴서 용량은 다음과 같이 계산한다. 변압기의 부하를  $P_1$  [kW], 역률을  $\cos\theta_1$ 이라고 하면, 이때의 무효전력  $\theta_1$  [kVAR]은

$$Q = P_1[\text{kW}](\tan\theta_1 - \tan\theta_0)$$

$$Q_1 = P_1 \tan\theta_1 = P_1 \frac{\sin\theta_1}{\cos\theta_1} = P_1 \sqrt{\frac{1}{\cos^2\theta_1} - 1}$$

목표의 역률이  $\cos\theta_0$ 일 때의 무효전력  $Q_0$  [kVAR]라 하면

$$Q_1 = P_1 \tan\theta_0 = P_1 \sqrt{\frac{1}{\cos^2\theta_0} - 1}$$

따라서 소요 콘덴서 용량 Q [kVAR]는

$$Q = Q_1 - Q_0 = P_1 \left( \sqrt{\frac{1}{\cos^2\theta_1} - 1} - \sqrt{\frac{1}{\cos^2\theta_0} - 1} \right)$$

로 計算된다. 또

$$Q = 2\pi f C V^2 \times 10^{-6} \text{이므로}$$

$$C = \frac{Q}{2\pi f V^2} \times 10^6$$

여기서, f : 60 [Hz], V: 선간전압 [V], C: 정전용량 [ $\mu$ F]

표 5 참고 1 저압전동기에 설치하는 콘덴서의 용량

정격출력		역률	무효 전력	설치하는 콘덴서 용량 (90% 까지)					
				220V		380V		440V	
kW	HP	%	kVAR	$\mu$ F	kVA	$\mu$ F	kVA	$\mu$ F	kVA
1.5	2.0	77.0	1.230	50	0.754	10	0.544	10	0.729
2.2	3.0	79.0	1.699	75	1.131	15	0.816	15	1.095
3.7	5.0	80.0	2.767	100	1.508	20	1.088	20	1.459
5.5	7.5	78.5	4.330	175	2.639	50	2.720	40	2.919
7.5	10.0	79.5	5.716	200	3.016	75	4.080	40	2.919
11.0	15.0	80.5	8.099	300	4.524	100	5.441	75	5.474
15.0	20.0	81.0	10.845	400	6.032	100	5.441	75	5.474
22.0	30.0	82.0	15.340	500	7.540	150	8.161	100	7.229
30.0	40.0	82.5	20.544	800	12.064	200	10.882	175	12.744
37.0	50.0	83.5	24.380	900	13.572	250	13.802	200	14.598

[주] 1. 200V용과 380V용은 전기 공급약관 시행세칙에 의함.

2. 440V용은 계산하여 제시하는 값으로 참고용임.

3. 콘덴서가 일부 설치되어 있는 경우에는 무효전력(kVAR) 또는 용량(kVA 또는  $\mu$ F) 합계에서 설치되어 있는 콘덴서의 용량(Kva 또는  $\mu$ F) 합계를 뺀 값을 설치하면 된다.

표 5 참고 2 고압전동기에 설치하는 콘덴서의 용량

정격출력		역률 $\cos\theta$ (%) ①	무효전력 kVAR ②	설치하는 콘덴서 용량						
kVA	HP			한 전 [kVA]	90%까지개선 [kVA]		95%까지개선 [kVA]		98%까지개선 [kVA]	
37	50	80.0	27.705	15	9.842	(10)	15.577	(15)	20.239	(20)
40	-	80.5	29.464	-	10.120	(10)	16.320	(15)	21.360	(20)
50	-	81.5	35.533	-	11.350	(15)	19.100	(20)	25.400	(25)
55	75	82.0	38.385	25	11.770	(15)	20.295	(20)	27.225	(25)
60	80	82.5	41.088	-	12.060	(15)	21.360	(20)	28.920	(30)
75	100	83.0	50.398	30	14.100	(15)	25.725	(25)	35.175	(30)
100	-	84.0	63.280	-	16.200	(20)	31.700	(30)	44.300	(40)
110	150	84.5	69.600	50	16.390	(20)	33.440	(30)	47.300	(50)
125	-	85.0	77.451	-	17.000	(20)	36.375	(50)	52.125	(50)
150	200	85.5	90.971	75	18.370	(20)	41.625	(50)	60.525	(50)
200	-	86.0	118.657	-	21.800	(20)	52.800	(50)	78.000	(75)
220	300	90.0	110.040	-	-	-	34.100	(50)	61.820	(50)

[주] 1. ① 및 ② 는 전기 공급약관 시행세칙에 의함.

2. ( )내의 숫자는 시판 중인 표준용량을 표시한 것 이다

3. 콘덴서가 일부 설치되어 있는 경우에는 무효전력(kVAR) 또는 용량(kVA 또는  $\mu F$ ) 합계에서 설치되어 있는 콘덴서의 용량(kVA 또는  $\mu F$ ) 합계를 뺀 값을 설치하면 된다.

4. 고압 전동기의 역률은 전동기의 중별에 따라 다 다르므로 실제설치하는 전동기의 제반특성(무효전력 또는 역률 등)에 따라 산출하여 역률이 90% 이상 되도록 설치하는 것이 바람직하다.

표 5 참고 3은 계산법과 계산 예를 표시한 것이다.



표 5 참고 3 콘덴서 용량 산출표

(가) kW부하를 기준으로 하는 경우, kW부하×표의 %=콘덴서 용량(kVA)					(나) kVA부하를 기준으로 하는 경우, kVA부하×표의 %=콘덴서 용량(kVA)				
최초의 역률(%)	개선 후의 역률(%)				최초의 역률(%)	개선 후의 역률(%)			
	100	95	90	85		100	95	90	85
40	230	197	181	167	40	92	79	72	67
42	211	183	168	154	42	91	77	71	65
46	182	160	144	131	46	88	74	67	60
50	173	140	125	111	50	87	70	62	56
52	164	131	116	102	52	85	68	60	53
56	148	115	99	86	56	83	64	56	48
60	133	110	85	71	60	80	60	51	43
62	127	94	78	65	62	79	58	49	40
64	120	87	72	58	64	77	56	46	37
66	114	81	65	52	66	76	54	43	34
68	108	75	59	46	68	74	51	40	31
69	105	72	57	43	69	72	50	39	30
70	102	69	54	40	70	71	49	38	29
72	96	64	48	34	72	69	46	35	25
74	91	58	42	29	74	67	43	32	22
76	86	53	37	24	76	65	40	28	18
78	80	47	32	18	78	63	37	25	14
80	75	42	27	13	80	60	34	21	10
82	70	37	21	8	82	57	30	18	7
84	65	32	16	3	84	55	27	14	3
86	59	27	11	-	86	51	23	10	-
88	54	21	6	-	88	48	19	5	-
90	48	16	-	-	90	44	14	-	-
94	36	3	-	-	94	35	3	-	-

아. 계약전력

계약의 종류, 요금 등 전력공급은 “한전”의 전기 공급약관에 의하여 정하여지는데 관련사항은 다음과 같다.

1) 계약전력 산정

사용설비에 의한 계약전력은 사용설비 개별 입력의 합계에 다음 표의 계약 전력 환산율을 곱한 것으로 한다. 이때 사용설비 용량이 입력과 출력으로 함께 표시된 경우에는 표시된 입력을 적용하고, 출력만 표시된 경우에는 세칙에서 정하는 바에 따라 입력으로 환산하여 적용한다.

구 분	계약전력 환산율	비 고
처음 75kW에 대하여	100%	계산의 합계치 단수가 1kW 미만일 경우에는 소수점 이하 첫째자리에서 반올림
다음 75kW에 대하여	85%	
다음 75kW에 대하여	75%	
다음 75kW에 대하여	65%	
300kW초과분에 대하여	60%	

다만, 사용설비 1개의 입력이 75kW를 초과하는 것이 있을 경우에는 초과 사용설비의 개별 입력이 제일 큰 것부터 하나씩 계약전력환산율을 100%부터 60%까지 차례로 적용하고, 나머지 사용설비의 입력합계에는 하나씩 적용한 계약전력환산율이 끝나는 다음 계약전력환산율부터 차례로 적용한다. 변압기설비에 의한 계약전력은 한전에서 전기를 공급받는 1차변압기 표시용량의 합계(1kVA를 1kW로 봅니다)로 하는 것을 원칙으로 한다(전기공급약관 제20조).

가) 계약종별(농사용 전력)

(1) 농사용 전력(갑)

양곡생산을 위한 양수, 배수(排水)펌프 및 수문조작에 사용하는 전력

(2) 농사용 전력(을)

농사용 육묘(育苗) 또는 전조(電照)재배에 사용하는 전력

(3) 농사용 전력(병)

(가) 농작물재배·축산·양잠·수산물양식업에 전력을 사용하는 고객으로서 농사용 전력(갑) 및 농사용 전력(을) 이외의 고객

(나) 농수산물 생산자의 농수산물 건조시설, 농작물 저온보관시설, 수산업협동조합 또는 어촌계가 단독 소유하여 운영하는 수산물 제빙·냉동시설 (전기 공급약관 제60조)

나) 전력요금: 기본요금과 전력량으로 나눈다.

표 5 참고 4 계약전력에 따른 계기용 변류기의 선정표 (한전기준)

계약전력						CT용량 (1차측) A
단상 2선	3상 3선			3상 4선		
6,600V	6,600V	22,000V	154,000V	22,900V	345,000V	
30	51	171	1,200	178	2,689	5
59	103	343	2,401	357	5,376	10
89	154	514	3,601	535	8,067	15
119	206	686	4,801	714	10,756	20
178	309	1,029	7,202	1,017	16,134	30
238	412	1,372	9,602	1,428	21,512	40
297	514	1,715	12,003	1,785	26,890	50
446	772	2,572	18,005	2,700	40,335	75
594	1,029	3,429	24,006	3,570	53,780	100
891	1,543	5,144	36,009	5,355	80,670	150
1,188	2,058	6,859	48,012	7,140	107,560	200
1,485	2,572	8,574	60,016	8,924	134,450	250
1,782	3,087	10,288	72,019	10,709	161,341	300
2,376	4,115	13,178	96,025	14,279	215,121	400
2,970	5,144	17,147	120,031	17,849	268,901	500
3,564	6,173	20,577	144,037	21,419	322,681	600
4,455	7,716	25,721	180,047	26,773	403,351	750
4,752	8,231	27,436	192,050	28,558	430,241	800
5,940	10,288	34,295	240,062	35,698	537,802	1,000
7,128	12,346	41,154	288,075	42,837	645,362	1,200
8,910	15,433	51,442	360,093	53,546	806,703	1,500
11,880	20,577	68,589	480,124	71,395	1,075,604	2,000
17,820	30,865	102,864	720,187	107,093	1,613,405	3,000
23,760	41,154	137,178	960,249	142,790	2,151,207	4,000

- [주] 1. 3,300V는 6,600V의 1/2배, 5,700V는 22,900V 1/4배 계약전력을 적용함  
 2. 154kV 3상 4선식 공급시에는 3상 3선식 공급시와 동일치를 적용함.  
 3. 본 용량표는 역률 90%를 기준으로 산정한 것임.

표 5 참고 5 전기계기의 정밀등급

계약 전력별	계량 방식별	전기 계기	조합 변성기
계약전력 500kW 미만	전력량계	2.0급(보통 전력량계)	0.5급
	최대수요전력계부 전력량계	1.급(정밀 전력량계)	0.5급
계약전력 500kW 이상 10,000kW 미만		1.급(정밀 전력량계)	0.5급
계약전력 10,000kW 이상		0.5급(특별 정밀 전력량계)	0.3급

[주] 300kW 이상 산업용 전력 수용가에는 시간대 구분계기, 무효전력량계를 부착한다.

## 5.2.2 배전설비

배전설비는 채택된 배전전압을 변전소(변압기 2차)로부터 공급받아 양·배수장내 동력(주 전동기) 및 전등설비 등에 배전하는 것으로 양·배수장의 규모 주 전동기의 종류, 보조동력(진공펌프, 제수밸브, 장내배수펌프, 전동크레인, 제진기)등의 수량에 따라 운전조작·제어방식 등을 검토하고 배전반의 구성을 하여야 한다.

### 가. 수·배전반구성

#### 1) 운전조작·제어방식

양·배수장의 운전조작·제어방식은 표 5.2.1과 같으나 경제성과 공간을 고려하여 운전조작·제어방식의 배전반을 선택하는 등 특수한 경우에는 별도 고려할 필요가 있다.

#### 2) 펌프설비에 관한 조작방식 과 구성기기의 형식

펌프설비의 조작은 펌프설비의 규모에 적합한 모드(mode)를 선정하며 구성기기의 모드는 제어와 표시를 보조릴레이나 프로그램 컨트롤러 가운데 하나로 하고, 그 조합은 표 5.2.2과 같다.

### 나. 배전반

내선규정 제715절 고압전동기(715-1 조작용 배전반) 편의 규정에 의하여 고압전동기에 사용하는 조작용배전반은 각 전동기마다 설치하는 것이 바람직하다.

#### 1) 배전반의 형 및 구성

배전반은 설치규모, 주전동기의 종류, 운전조작·제어방식 등을 검토하여 조작기능을 우선으로 하되 필요한 최소의 시설로 한다.

#### 가) 배전반의 형

폐쇄배전반의 형과 구비해야 할 조건(JEM 1153)에 표 5.2.3 및 표 5.2.4와 같이 규정되어 있다. 이 가운데 일반적으로 A에서 D까지를 큐비클, E에서 G까지를 메탈 크래드(metal clad)라고 한다.

#### [표를 보는 방법과 사용방법]

표는 2개의 조건기호의 조합으로 표시되어 있으며, 예컨대 A형은 조건1과 X를, G형은 조건4와 Z를 구비할 것을 표시하고 있다, 그리고 인입반, 보조반 등 차단기가 없는 폐쇄배전반에 있어서는 원칙적으로 내장하는 주요기기(계기용변압기 등)의 구조를 차단기와 구조 혹은 취급조건으로 바꿔놓고 사용하게 되어 있지만, 이들 반의 차단기가 있는 반과 열반이 되는 때나 차단기반 등에

수납되는 보조기기 등의 경우에는 다른 반 또는 기기와 동일 형으로 통일하는 것이 구조적으로나 경제적으로 득이 아닌 경우가 있으므로 조건기호 X~Z는 열반중에서 통일하지 않는 수가 있다.

표 5.2.1 운전조작과 제어방식의 분류

NO	형 식	전기실 또는 기측	조작실	원 방	전기실 상호관계
1	A	-	수 동 조 작	-	
2		a	수 동 조 작 1 인 제 어	-	
3	B	-	수 동 조 작 1 인 제 어	=	
4		a	수 동 조 작 1 인 제 어 on·off 제 어	-	
5		ab	수 동 조 작 1 인 제 어 on·off 제 어 feed back 제 어	-	
6	C	-	수 동 조 작 1 인 제 어	1 인 제 어	
7		a	수 동 조 작 1 인 제 어 on·off 제 어	1 인 제 어 on·off 제 어	
8		ab	수 동 조 작 1 인 제 어 on·off 제 어 feed back 제 어	1 인 제 어 on·off 제 어 feedback 제 어	
9	D	-	수 동 조 작	1 인 제 어	
10		a	수 동 조 작	1 인 제 어 on off 제 어	
11		ab	수 동 조 작	1 인 제 어 on·off 제 어 feedback제 어	
12	E	-	수 동 조 작	1 인 제 어	
13		a	수 동 조 작	1 인 제 어 on·off 제 어	
14		ab	수 동 조 작	1 인 제 어 on·off 제 어 feedback 제 어	

[註] 1. 유형 A,B,C,D,E는 대분류. a, ab는 소분류를 말한다  
a; on, off제어가 있는 경우  
b: on, off, feedback 제어가 있는 경우  
2. 각 조작, 제어방식은 운전요령 참조

표 5.2.2 펌프 설비에 관한 구성 기기의 모드 관계

구 분	모드(1) 모 든 제 어·表 시 를 보조릴레이로 한다.	모드(2) 펌프의 제어는 보조 릴레이로, 표시관계는 PC로 한다.	모드(3) 펌프의 연동제어 표시관 계는 PC로, 단독조작관 계는 보조릴레이가 한다.
모드 1* <sup>1</sup> ·기측 또는 기실에서 연동조작, 단독조작 ·소, 중모 설비로 펌 프 수와 보조기기가 적은 경우 관리실은 설치하지 않음			
모드 2* <sup>2</sup> ·관리실 또는 관리 소의 벤치보드에서 집중감시·제어기측 반이 단독조작 ·중규모설비로 보조 기기가 비교적 적은 겨우			
모드 3* <sup>2</sup> ·관리실 또는 관리 소에 그래픽패널을 설치하며 컨트롤 데 스크에서 집중감시· 제어기측반이 단독조 작 ·대규모설비로 보조기 가 비교적 많은 경우 ·복잡한 계통을 그래픽패널로 표시			
모드 4* <sup>2</sup> ·관리실 또는 관리소 에 그래픽패널과 CRT 를 두어 집중감시·제 어기측반이 단독조작 ·대규모로 보조기 가 비교적 많은 경우 ·관리실 또는 관리 소의 소요면적을 축 소화 할 경우			

[주] 1. \*<sup>1</sup>은 표 5.8의 모드 대분류 A, B에 해당됨.

2. \*<sup>2</sup>은 표 5.8의 모드 대분류 B, C, D, E에 해당됨.

표 5.2.3 특고압 및 고압폐쇄배전반의 형과 구비해야 할 조건(JEM 1153)

폐쇄배전반의 형								조건 기호	구비하여야할 조건	
A	B	C	D	E	F1(4)	F2	G			
○	-	-	-	-	-	-	-	칸 막 이 와 절 연 의 정 도	1	장치가 일괄로 접지금속관내에 수납되어있고 또한 단위화로 구분마다 접지금속칸막이 또는 절연칸막이에 의해 격리되어 있을 것
-	○ <sup>(1)</sup>	○ <sup>(1)</sup>	○ <sup>(1)</sup>	○ <sup>(1)</sup>	-	-	-		2	또한 감시제어반을 열었을 때 주회로충전부에 잘못하여 접속될 위험이 없도록 고려되고 또한 감시제어반 뒷면 및 인입단자대 등 평상시의유지관리로 접근하는 부분은 안전하게 점검할 수 있을 것.
-	-	-	-	-	○ <sup>(1)</sup>	○ <sup>(1)</sup>	-		3	또한 주회로의 주요부분, 적어도 차단기 및 모선(모선접속 계전기도 포함)은 접지금속칸막이 또는 절연칸막이로 타부분과격리할것. 또한 감시제어반은 접지금속칸막이로 격리할 것.
-	-	-	-	-	-	-	○ <sup>(1)</sup>		4	그리고 주 회로의 모선, 접속도체 및 접속부는 절연피복을 할 것.
○	○	○		-	-	-	-	차 단 기 의	X	고정설치식의 구조일 것
	-	-	○	-	○	-	-		Y	반출이 가능한 구조일 것
-	-	-	-	○	-	○	○	구 조	Z	주회로에는 자동연결식차단기가, 제어회로에는 수동연결식차단기 <sup>(3)</sup> 가 있는 인출형 일 것

(주) 1. C형에서 G형까지 폐쇄배전반에 있어서는 차단기와 직렬로 접속된 단로기의 개폐능력 이상의 전류를 단로기로 개폐하지 않도록 인터록을 갖출 것.

2. 단로기의 자동 연결식 단로부와 동등한 기능이 있는 회전형단로기 플레이트 이동식 단로기 등, 그 단로기를 개방함으로써 주회로도전부에 손을 대지않고 차단기를 쉽게 꺼낼 수 있는 것에 있어서는 이것을 자동 연결식 단로부와 동등하게 간주한다.

3. E 형 및 F2 형의 폐쇄배전반에서는 수동연결식 단로부 대신에 자동연결식 단로부를 설치해도 된다. G형 폐쇄배전반에서는 차단기의 제어회로에 자동연결식 단로부를 설치한다.

4, F1 형의 폐쇄배전반은 주로 11kV이상의 33kV이하의 특별고압전로용으로서 차단기에 있어서 주회로에 자동연결식 단로부를 설치하지 않을 경우에 적용 한다.

표 5.2.4 저압폐쇄배전반의 형과 구비해야 할 조건(JEM 1153)

저압폐쇄배전반의 형							조건 기호	구비해야 할 조건	비 고	
A	B	C	D	E	F	G				
○	○	-	-	-	-	-	칸 막 이 와 절 연 의 정 도	1	장치가 일괄로 접지금속관내에 수납되어	
-	-	○	○	○	-	-		2	또한 감시제어반을 열었을 때 주회로충전부에 잘못하여 접속될 위험이 없도록 고려되고 또한 감시제어반 뒷면 및 인입단자대 등 평상시의유지관리로 접근하는 부분은 안전하게 점검할 수 있을 것.	
-	-	-	-	-	○	-		3	또한 차단기실 상호간 및 차단기실과 다른 실과는 접지금속 칸막이로 또는절연칸막이로 격리 할 것.	
-	-	-	-	-	-	○		4	주회로의 모선, 접속도체 및 접속부 에는 절연피복을 할 것.	
○	-	○	-	-	-	-	차 단 기 의 구 조	X	고정설치식의 구조일 것	
-	○	-	○	-	-	-		Y	반출이 가능한 구조일 것	
-	-	-	-	○	○	○		Z	주회로에는 자동연결식차단기부가, 제어회로에는 수동연결식차단부 가 있는 인출형일 것.	

[비고] 저압폐쇄배전반에 있어서는 차단기와 직렬로 접속된 단로기 혹은 개폐기의 개폐능력 이상의 전류를 개폐하지 않도록 주의명板이나 인토록을 갖추는 것이 좋다.

- [주] 1. 접속부에도 절연피복을 하기로 되어 있으나 저압폐쇄배전반의 특성 즉 접속도체 기기의 단자 등의 형상을 감안하여 사용자와 제조회사와의 협의로 생략할 수 있다.  
 2. 수동연결식 단로부 대신에 자동연결식 단로부를 설치하여도 된다.



나) 배전반의 구성

(1) 전동기 구동만의 경우

저압수전으로 부하설비는 저압의 경우의 반 구성 표 5.2.5 과 같다

(가) 저압수전-저압부하

표 5.2.5 배전반의 구성 (저압수전-저압부하)

No	형식	전 기 실 또 는 기 측															조 작 실			원 방						
		① 특 고 수 전 반	② 인 입 전 반	③ 수 전 반	④ 변 압 기 차 반	⑤ 변 압 기 차 반	⑥ 고 압 전 동 기 반	⑦ 저 압 동 력 용 변 압 기 반	⑧ 고 압 동 력 용 변 압 기 반	⑨ 콘 트 롤 센 터	⑩ 보 조 릴 레이 반	⑪ 기 측 조 작 반	⑬ 원 방 제 어 장 치	⑭ 직 류 도 제 어 장 치	⑮ 속 도 제 어 장 치	⑯ 자 동 제 어 장 치	⑫ 중 앙 감 시 반	⑬ 중 앙 조 작 반	⑭ 원 방 제 어 반	⑮ 자 동 제 어 반	⑫ 중 앙 감 시 반	⑬ 중 앙 조 작 반	⑭ 원 방 제 어 반	⑮ 직 류 전 원 장 치		
1	A	-	-	-	-	-	-	-	m	m	n	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Aa	-	-	-	-	-	-	-	m	m	n	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	B	-	-	-	-	-	-	-	m	m	n	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Ba	-	-	-	-	-	-	-	m	m	n	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Bab	-	-	-	-	-	-	-	m	m	n	-	-	n	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	C	-	-	-	-	-	-	-	m	m	n	1	1	-	-	-	-	-	-	m	m	1	1	1	1	1
7	Ca	-	-	-	-	-	-	-	m	m	n	1	1	-	-	-	-	-	-	m	m	1	1	1	1	1
8	Cab	-	-	-	-	-	-	-	m	m	n	1	1	n	m	-	-	-	-	m	m	1	1	1	1	1
9	D	-	-	-	-	-	-	-	m	m	n	-	-	-	-	m	m	1	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Da	-	-	-	-	-	-	-	m	m	n	-	-	-	-	m	m	1	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Dab	-	-	-	-	-	-	-	m	m	n	-	-	n	-	m	m	1	m	-	-	-	-	-	-	-
12	E	-	-	-	-	-	-	-	m	m	n	-	1	-	-	m	m	1	-	m	m	1	1	1	1	1
13	Ea	-	-	-	-	-	-	-	m	m	n	-	1	-	-	m	m	1	-	m	m	1	1	1	1	1
14	Eab	-	-	-	-	-	-	-	m	m	n	-	1	n	-	m	m	1	m	m	m	1	1	1	1	1

[註} 1. 각반의 외형치수는 表 5.17 수·배전반의 치수를 참조 한다.

2. n 은 대수에 의하여 결정함.

3. m 은 전동기(주기 및 보조기) 용량과 대수에 의하여 결정됨. 단, 중앙감시반 및 조작반은 1 을 나타냄.

4. 설 비 의 규모에 따르며, 저압배전반, 분전반 등에 ⑨콘트롤센터는 MCCB 등을 설치 하여 생략되는 수도 있다.

5. ⑫중앙감시반, ⑬중앙조작반은 설비의 규모가 작아서 전기계통이 간단한 경우는 한개의 벤치형으로 할 수도 있다.

6. ⑮직류전원 장치는 일반적으로 전기실과 원방조작실의 설치를 공용할 경우가 많다.

7. ⑯속도제어장치는 셀비우스제어의 경우이다, 밸브개도제어와 이차저항제어의 경우에는 ⑩보조 릴레이반에 제어기가 수납된다.

(나) 고압수전-저압부하

고압수전으로 부하설비는 저압의 경우의 반 구성 표 5.2.6 과 같다

표 5.2.6 배전반의 구성 (고압수전-저압부하)

No	형식	전 기 실 또는 기 측															조 작 실				원 방					
		① 특 고 수 전 반	② 인 입 전 반	③ 수 전 반	④ 변 압 기 이 차 반	⑤ 변 압 기 동 기 반	⑥ 고 압 전 동 기 반	⑦ 저압동력용변압기반	⑧ 고압동력용변압기반	⑨ 콘 트 롤 센 터	⑩ 보 조 릴 레 이 반	⑪ 기 측 조 작 어 반	⑭ 원 방 제 어 반	⑮ 직 류 전 원 장 치 반	⑯ 속 도 제 어 반	⑰ 자 동 제 어 반	⑫ 중 앙 감 시 반	⑬ 중 앙 조 작 반	⑭ 원 방 제 어 반	⑰ 자 동 제 어 반	⑫ 중 앙 감 시 반	⑬ 중 앙 조 작 반	⑭ 원 방 제 어 반	⑮ 직 류 전 원 장 치		
1	A	-	1	1	1	-	-	-	1	m	m	n	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Aa	-	1	1	1	-	-	-	1	m	m	n	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	B	-	1	1	1	-	-	-	1	m	m	n	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Ba	-	1	1	1	-	-	-	1	m	m	n	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Bab	-	1	1	1	-	-	-	1	m	m	n	-	1	n	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	C	-	1	1	1	-	-	-	1	m	m	n	1	1	-	-	-	-	-	-	m	m	1	1	1	1
7	Ca	-	1	1	1	-	-	-	1	m	m	n	1	1	-	-	-	-	-	-	m	m	1	1	1	1
8	Cab	-	1	1	1	-	-	-	1	m	m	n	1	1	n	m	-	-	-	-	m	m	1	1	1	1
9	D	-	1	1	1	-	-	-	1	m	m	n	-	1	-	-	m	m	m	-	-	-	-	1	-	-
10	Da	-	1	1	1	-	-	-	1	m	m	n	-	1	-	-	m	m	m	-	-	-	-	1	-	-
11	Dab	-	1	1	1	-	-	-	1	m	m	n	-	1	n	-	m	m	m	-	-	-	-	1	-	-
12	E	-	1	1	1	-	-	-	1	m	m	n	-	1	-	-	m	m	m	1	m	m	1	1	1	1
13	Ea	-	1	1	1	-	-	-	1	m	m	n	-	1	-	-	m	m	m	1	m	m	1	1	1	1
14	Eab	-	1	1	1	-	-	-	1	m	m	n	-	1	n	-	m	m	m	1	m	m	1	1	1	1

- [주} 1. 각반의 외형치수는 표 5.17 수·배전반의 치수를 참조 한다.  
 2. n 은 대수에 의하여 결정함.  
 3. m 은 전동기(주기 및 보조기)용량과 대수에 의하여 결정됨. 단, 중앙감시반 및 조작반은 1식을 나타냄.  
 4. ⑨ 콘트롤센터는 설비의 규모에 따르며 저압 배전반, 분전반 등에 MCCB 등을 설치하여 생략되는 수도 있다.  
 5. ② 인입반, ③ 수전반은 공통반(수전반)으로 할 경우도 있다.  
 6. 변압기를 옥외로 설치하는 경우에는 ④ 변압기반을 설치할 필요 없다.  
 7. ⑧ 저압조명용변압기반은 설비의 규모에 따라 설치하지 않는 경우도 있다.  
 8. ⑫ 중앙감시반, ⑬ 중앙조작반은 설비의 규모가 작아서 전기계통이 간단한 경우는 한개의 벤치형으로 할 수도 있다.  
 9. ⑮ 직류전원 장치는 통년조작을 하지 않는 설비의 경우 또는 설비의 주요도에

따라 생략 될 수도 있다. 일반적으로 전기실과 원방조작실의 설치를 공용할 경우가 많다.  
 10 ⑩속도제어장치는 셀비우스제어의 경우이다, 벨부개도제어와 이차저항제어의 경우에는  
 ⑩보조릴레이반에 제어가 수납된다.

(다) 고압수전-고압부하(1회선 수전)

고압수전으로 부하설비는 고압의 경우의 반 구성 표 5.2.7 과 같다

표 5.2.7 배전반의 구성 (고압수전-고압부하)

No	형식	전 기 실 또는 기 측															조 작 실				원 방							
		① 특 고 수 전 반	② 인 입 전 반	③ 수 전 반	④ 변 압 기 이 차 반	⑤ 변 압 전 동 기 반	⑥ 고 압 전 동 기 반	⑦ 저 압 동 력 용 변 압 기 반	⑧ 저 압 동 력 용 변 압 기 반	⑨ 콘 트 롤 센 터	⑩ 보 조 릴 레 이 반	⑪ 기 측 조 작 반	⑭ 원 방 제 어 반	⑮ 직 류 전 원 장 치 반	⑯ 속 도 동 제 어 반	⑰ 자 동 감 시 반	⑱ 중 앙 조 작 반	⑳ 원 방 제 어 반	㉑ 중 앙 감 시 반	㉒ 중 앙 조 작 반	㉓ 원 방 제 어 반	㉔ 직 류 전 원 장 치						
1	A					2	n	1	1	m	m	n		1														
2	Aa					2	n	1	1	m	m	n		1														
3	B					2	n	1	1	m	m	n		1														
4	Ba					2	n	1	1	m	m	n		1														
5	Bab					2	n	1	1	m	m	n		1	m													
6	C					2	n	1	1	m	m	n	1	1							m	m	1	1				
7	Ca					2	n	1	1	m	m	n	1	1						m	m	1	1					
8	Cab					2	n	1	1	m	m	n	1	1	m					m	m	1	1					
9	D					2	n	1	1	m	m	n		1		m	m											
10	Da					2	n	1	1	m	m	n		1		m	m											
11	Dab					2	n	1	1	m	m	n		1		m	m		m	m								
12	E					2	n	1	1	m	m	n		1		m	m	1			m	m	1	1				
13	Ea					2	n	1	1	m	m	n		1		m	m	1			m	m	1	1				
14	Eab					2	n	1	1	m	m	n		1		m	m	1	m	m			1	1				

- [註] 1. 각반의 외형치수는 표 5.17 수배전반의 치수를 참조 한다.  
 2. n은 대수에 의하여 결정함.  
 3. m은 전동기(주기 및 보조기)용량과 대수에 의하여 결정됨. 단. 중앙감시반 및 조작반은 1식을 나타냄.  
 4. ⑨콘트롤센터는 설비의 규모에 따르며 저압조명변압기 등에 MCCB 등을 설치하여 생략 되는 수도 있다.  
 5. ②인입반, ③수전반은 공통반(수전반)으로 할 경우도 있다.  
 6. 변압기를 옥외로 설치하는 경우에는 ④ 변압기반을 설치 할 필요 없다.  
 7. ⑤변압기이차반은 설비의 중요도에 따라 설치한다.  
 8. ⑧저압 조명용 변압기반은 설비의 규모에 따라 설치하지 않는 경우도 있다.  
 9. ⑱ 중앙감시반, ⑳ 중앙 조작반은 설비의 규모가 작아서 전기계통이 간단한 경우는 한개의 벤치형으로 할 수도 있다.

- 10. ⑮직류전원 장치는 통년조작을 하지 않는 설비의 경우 또는 설비의 주요도에 따라 생략 될 수도 있다 일반적으로 전기실과 원방조작실의 설치를 공용할 경우가 많다.
- 11. 전동기의 단자 전압이 6kV 의 경우에는 ④변압기반, ⑤변압기이차반을 설치할 필요 없다.
- 12. ⑯속도제어장치는 셀비우스제어의 경우이다. 밸브개도제어와 이차 저항제어의 경우에는 ⑩보조 릴레이반에 제어기가 수납 된다.

(라) 특별고압수전-고압부하 (2회선 수전)

특별고압수전으로 부하설비는 고압의 경우의 반 구성 표 5.2.8 과 같다

표 5.2.8 배전반의 구성 (특별고압수전-고압부하)

No	형식	전기실 또는 기측															조작실			원 방				
		① 특 고 수 전 반	② 인 입 전 선 반	③ 수 전 반	④ 변 압 기 이 차 반	⑤ 변 압 기 동 기 반	⑥ 고 압 전 동 기 반	⑦ 저 압 동 력 용 변 압 기 반	⑧ 고 압 동 력 용 변 압 기 반	⑨ 콘 트 롤 레 이 터	⑩ 보 조 릴 레 이 반	⑪ 기 측 조 작 어 반	⑬ 원 방 제 어 장 치	⑭ 직 류 전 원 장 치	⑮ 속 도 동 제 어 반	⑯ 자 동 감 조 제 어 반	⑫ 중 앙 방 동 감 조 제 어 반	⑬ 중 앙 방 동 감 조 제 어 반	⑭ 원 방 제 어 반	⑮ 직 류 전 원 장 치				
1	A	1	-	-	-	2	n	1	1	m	m	n	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-		
2	Aa	1	-	-	-	2	n	1	1	m	m	n	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-		
3	B	1	-	-	-	2	n	1	1	m	m	n	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-		
4	Ba	1	-	-	-	2	n	1	1	m	m	n	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-		
5	Bab	1	-	-	-	2	n	1	1	m	m	n	-	1	n	m	-	-	-	-	-	-		
6	C	1	-	-	-	2	n	1	1	m	m	n	1	1	-	-	-	-	-	m	m	1	1	
7	Ca	1	-	-	-	2	n	1	1	m	m	n	1	1	-	-	-	-	-	m	m	1	1	
8	Cab	1	-	-	-	2	n	1	1	m	m	n	1	1	n	m	-	-	-	m	m	1	1	
9	D	1	-	-	-	2	n	1	1	m	m	n	-	1	-	-	m	-	-	-	-	-	-	
10	Da	1	-	-	-	2	n	1	1	m	m	n	-	1	-	-	m	-	-	-	-	-	-	
11	Dab	1	-	-	-	2	n	1	1	m	m	n	-	1	-	-	m	m	m	-	-	-	-	
12	E	1	-	-	-	2	n	1	1	m	m	n	-	1	-	-	m	1	-	-	m	m	1	1
13	Ea	1	-	-	-	2	n	1	1	m	m	n	-	1	-	-	m	1	-	-	m	m	1	1
14	Eab	1	-	-	-	2	n	1	1	m	m	n	-	1	-	-	m	1	m	m	m	m	1	1

[주] 1. 각반의 외형치수는 표 5.2.9 수·배전반의 치수를 참조한다.  
 2. n은 대수에 의하여 결정함.  
 3. m은 전동기(주기 및 보조기)용량과 대수에 의하여 결정됨. 단, 중앙감시반 및 조작반은 1식을 나타냄.

4. ⑤변압기이차반으로 모선연결반이 필요한 경우에는 3면이 된다.
5. ⑧저압조명용 변압기반은 설비의 규모에 따라 필요치 않을 경우가 있다.
6. ⑫중앙감시반, ⑬중앙 조작반은 설비의 규모가 작아서 전기계통이 간단한 경우는 한개의 벤치형으로 하는 것이 일반적이다.
7. ⑯속도제어장치는 셀비우스제어의 경우이다. 밸브개도제어와 이차저항제어의 경우에는 ⑩보조 릴레이반에 제어기가 수납된다.

(2) 내연기관(엔진)의 경우

- 저압수전 - 저압부하

주기가 엔진 구동의 경우, 보조기용으로 저압 수전할 때의 반 구성은 (1)의(전동기 구동의 경우) (가)에 준함. 단, 직류전원장치(1면)는 필요함.

(3) 전동기 구동과 엔진 구동의 양방이 있는 경우.

- 고압수전 - 고압부하

주기가 고압전동기 구동과 엔진 구동 양방이 있어 고압수전을 할 경우 반구성은 (1)의 (다)에 준함.

- 특고압 수전 - 고압부하

주기가 고압전동기 구동과 엔진 구동 양방이 있을 때, 특별고압수전을 하는 경우 반 구성은 (1)의 (라)에 준함.

2) 수전반의 크기

수전반의 외형 치수는 수전설비용량에 따라 그림 5.2.1(KS C 4507 및 JIS- C 4620)에 나타내는 값 이하로 되어 있다. 그러나 설치면적, 점검, 변압기의교환 통풍환기 등에 대하여 치수를 고려할 필요가 있다.

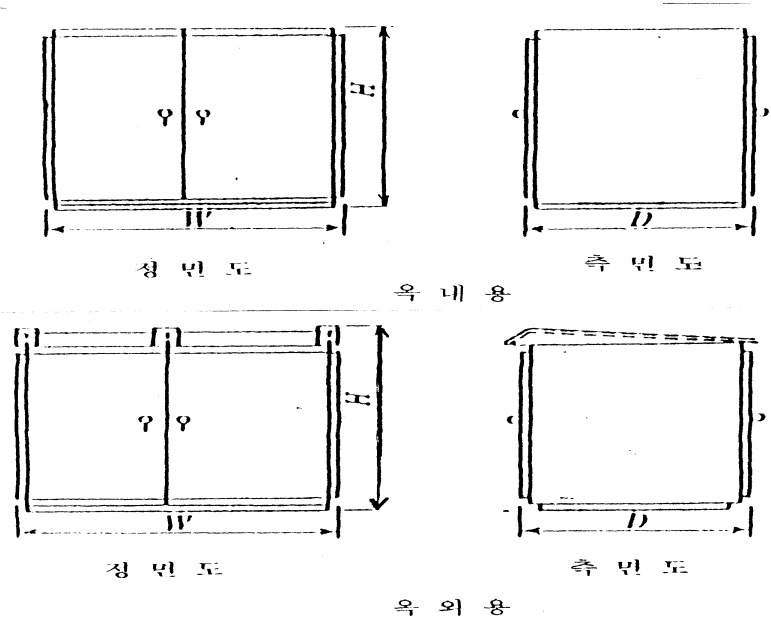


그림 5.2.1 수전반의 외형도

표 5.2.9 수·배전반외형도 치수

구 분	옥내·옥외용의 구 별	W	D	H
특별고압반	옥 내 용	1,500 이하	2,500 이하	2,400 이하
	옥 외 용	1,500 이하	3,300 이하	3,000 이하
저압종합반	옥 내 용	800 이하	2,000 이하	2,400 이하
고압종합반	옥 내 용	800 이하	2,000 이하	2,400 이하
고압기동반	옥 내 용	800 이하	2,000 이하	2,400 이하

수전설비 용량 (kVA)	옥내·옥외용의 구별	W	D	H
150 이하	옥 내 용	2,000 이하	2,500 이하	2,400 이하
	옥 외 용	2,000 이하	3,300 이하	3,000 이하
150 초과 300 이하	옥 내 용	2,000 이하	2,500 이하	2,400 이하
	옥 외 용	2,000 이하	3,300 이하	3,000 이하
300 초과 1,000 이하	옥 내 용	2,500 이하	2,500 이하	2,400 이하
	옥 외 용	2,500 이하	3,300 이하	3,000 이하

{농업기반공사 수전설비표준도(산업자원부 인정)}에서 발췌한 것임.

[비고] 1. H(변압기반)는 자연환기 구멍 및 기계 환기장치도 포함 한다.

표 5.2.10 큐비클 외형 치수 (KS C 4507 및 JIS C4620)

수전설비 용량 (kVA)	옥내·옥외용의 구별	W	D	H
150 이하	옥 내 용	2,500 이하	2,000 이하	2,400 이하
	옥 외 용	2,500 이하	2,000 이하	2,600 이하
150 초과 300 이하	옥 내 용	4,400 이하	2,200 이하	2,400 이하
	옥 외 용	4,400 이하	2,200 이하	2,800 이하
300 초과 500 이하	옥 내 용	6,000 이하	2,400 이하	2,400 이하
	옥 외 용	6,000 이하	2,400 이하	2,800 이하
500 초과 1,000 이하	옥 내 용	8,400 이하	2,600 이하	2,400 이하
	옥 외 용	8,400 이하	2,600 이하	2,800 이하

[비고] 1. 부도는 권장하는 치수를 나타낸다.

2. H는 자연환기 구멍 및 기계 환기장치도 포함한다.

## 나. 배선

전기설비에서 배선 설비는 수용가의 자가용 변압기 2차측 고, 저압 배전반 부터 각 부하의 분전반까지 선로를 말하며 케이블, 개폐기, 배·분전반 및 조명기구 등으로 구성되어 있다. 전선 및 케이블의 종류와 주요 용도는 표 5.2.11 및 표 5.2.12와 같다.

### 1) 전선의 종류와 용도

전선에는 절연전선, 코드, 캡타이어 케이블, 케이블(저압, 고압, 특별고압, 제어용) 등 대단히 많은 종류가 있으며, 이들은 각각 특성상의 특징을 가지고 있으므로 사용할 때는 목적에 가장 적합한 것을 선정하여야 한다.

표 5.2.11 절연전선의 종류와 주요 용도

명 칭	약 칭	주 요 용 도	비 고
옥외용 비닐절연전선 [단심 전선으로 경동선 또는 경동 연선 위에 내후성(내후성) 비닐을 피복해서 절연한 것]	OW 전선	저압가공(가공)배전선로에 사용함. 피복이 얇아 손상되기 쉬워 취급주의, 흑색을 표준으로 함	KSC 3313
인입용 비닐 절연전선 [경동선 또는 경동 연선 위에 비닐 절연 피복을 한 다심(다심)전선]	DV 전선	600V 이하 저압 가공 인입선에 사용함. 일괄배선가능, 색상다양	KSC 3315
50/750V 비닐절연전선 [단선 또는 연선으로 된 경동선이나 연동선 위에 비닐을 피복한 것]	IV 전선	450/750V 이하의 옥내배선에 사용함. 내연성, 내수성, 내약품성, 내노화성 양호 색상 다양, 취급 용이	KSC 3302
450/750V 내열 비닐절연전선 [경동선 또는 연동선에 내열성이 있는 비닐을 피복한 것]	HIV전선	450/750V 이하의 옥내배선 중 내열성을 요구하는 경우에 사용한다.	KSC 3328

표 5.2.12 전력용 케이블 종류와 주요 용도

명 칭	약 칭	주 요 용 도	비 고
0.6/1.0KV가교 폴리에틸렌 케이블 [도체 위에 가교 폴리에틸렌으로 절연하고 염화비닐을 주체로 한 콤파운드 또는 폴리에틸렌으로 시스를 한 가교폴리에틸렌 케이블]	CV 케이블	이 규격은 0.6/1.0KV 이하의 전력용 회로에 사용가능 전기특성이 우수하므로 저압에 까지 널리 사용됨.	KSC 3611
600V 정전차폐부 제어용 비닐절연 비닐 스위치 케이블	CVV-S 케이블	600V 이하의 정전차폐가 요구되는 제어용회로에 사용됨	KSC 3330
6/10KV 가교폴리에틸렌 케이블 [폴리에틸렌의 결점인 열적인 특성을 가교 반응에 의해서 개선한 것]	CV 케이블	6/10KV이하인 전력 케이블의 대표적이고, 저압에서 고압에 이르기까지 널리 사용됨.	KSC 3131
동심중성선 수밀형 전력케이블	CN/CV-W 케이블	22.9KV-y 중성점 다중접지 방식에 널리 사용됨.	KSC 3004

2) 저압배선의 전압강하

가) 저압배선 중의 전압강하는 간선 및 분기회로에서 각각 표준전압의 2 % 이하로 하는 것을 원칙으로 한다.

다만, 전기 사용 장소 안에 시설한 변압기에 의하여 공급되는 경우 간선의 전압강하는 3% 이하로 할 수 있다.

다음에 선로의 전압강하의 한도에 대하여 각국에서 행하여지고 있는 예를 들었다.

표 5.2.13 허용전압 강하

규 정	전 등 회 로		전 동 기 회 로	
	간 선	분 기 회 로	간 선	분 기 회 로
일본	2%	2%	2%	2%
미국 NEC	3%	3%	3%	3%
영국 규격	1V + 2%		7.5%	

[주] 1. NEC: National Electric Code (1965)

간선 및 분기 회로의 합계는 5%이하

2. 영국 규격: Regulations for the electrical equipment of building (1964)





3) 허용 전류

허용전류는 각종 절연물에 허용온도와 사용 장소에 따른 주위조건, 주위 온도 등을 고려한 계산식에 의하여 구할 수 있지만, 실제로는 허용전류표 등을 사용하여, 이것을 사용조건에 따른 전류감소계수로 보정하여 사용 하여야 한다.

표 5.2.15 600V 가교폴리에틸렌 절연 비닐 외장 케이블 허용 전류치(CV)  
(내선규정 부록 표 1-3)

포설 조건	공중암거포설			직접매설포설			관로인입포설			
	단심	2심	3심	단심	2심	3심	단심	2심	3심	단심
공칭 단면적	3조포설 S=2d	1조 포설	1조 포설	3조포설 S=2d	1조 포설	1조 포설	4공 3조 포설	4공 4조 포설	4공 4조 포설	6공 6조 포설
2.0mm <sup>2</sup>	31	28	23	38	39	32	-	25	21	-
3.5	44	39	33	52	54	45	-	35	29	-
5.5	58	52	44	66	69	58	-	45	37	-
8	72	65	54	81	85	71	-	55	46	-
14	100	91	76	110	115	97	-	75	63	-
22	130	120	100	140	150	125	-	98	81	-
38	190	170	140	190	205	170	-	130	110	-
60	255	225	190	245	260	215	-	170	140	-
100	355	310	260	325	345	285	310	225	185	270
150	455	400	340	405	435	360	390	285	235	340
200	545	485	410	470	505	420	460	330	275	395
250	620	560	470	525	570	470	520	370	305	445
325	725	660	555	605	650	540	600	425	350	510
400	815	-	-	670	-	-	670	-	-	570
기전 온도	40℃			25℃			25℃			
도체 온도	90℃			90℃			90℃			

- [주] 1. S는 케이블의 중심 간격 또는 관로간격을 표시  
2. d는 케이블의 바깥지름 또는 파이프의 바깥지름을 표시

표 5.2.16 6,600V 가교폴리에틸렌 절연 비닐 외장 케이블 허용 전류치(CV)

(내선규정부록 표 1-3)

포설 조건  공칭 단면적	공중암거포설			직접매설포설			관로인입포설			
	단심	3심	트리플 레 스	단심	2심	트리플 레 스	단심	2심	단심	트리플 레 스
	3조포설 S=2d	1조 포설	1조 포설	3조포설 S=2d	1조 포설	1조 포설	4공 3조 포설	4공 4조 포설	6공 6조 포설	4공 1조 포설
8mm <sup>2</sup>	78	61	-	82	70	-	76	49	68	-
14	105	83	-	110	90	-	100	66	90	-
22	140	105	120	140	120	135	130	84	115	92
38	195	145	170	190	160	180	180	110	160	120
60	260	195	225	250	210	235	235	140	205	160
100	355	265	310	330	280	310	310	190	270	210
150	455	345	405	415	350	390	390	235	335	260
200	540	410	485	485	405	450	455	275	395	305
250	615	470	560	545	455	510	515	310	440	345
325	720	550	600	630	525	585	595	350	510	400
400	810	-	750	705	-	650	645	-	565	445
500	930	-	855	790	-	725	754	-	635	495
기전 온도	40℃			25℃			25℃			
도체 온도	90℃			90℃			90℃			

[주] 1. S는 케이블의 중심 간격 또는 관로간격을 표시

2. d는 케이블의 바깥지름 또는 파이프의 바깥지름을 표시

표 5.2.17 전류감소계수 (내선규정 표 1-6)

동일관내의 전선 수	전류 감소 계수
3	0.70
4	0.63
5 또는 6 이하	0.56
7 이상 15 이하	0.49
16 이상 40 이하	0.43
41 이상 60 이하	0.39
61 이상	0.34

표 5.2.18 절연 전선의 보정계수 (내선규정 표 1-7)

절연전선의 종류 및 시설장소의 구분	절연물의 최고 허용온도[℃]	허용전류 보정계수
IV전선(600V 2중 비닐 절연전선을 제외한다.) RB(절연물이 천연고무 혼합물에 한한다.)	60	1.00
600V 2중 비닐 절연전선(HIV) 600V 폴리에틸렌 절연전선(절연물이 가교폴리에틸렌 혼합물인 것을 제외한다) 스틸렌 부타디엔 고무전선	75	1.22
에틸렌 푸로필렌 고무전선	80	1.29
600V 가교폴리에틸렌 절연전선(CV)	90	1.41

[참고 3] 케이블 화재확대 예방기준

1. 적용기준

이 기준에 명시하지 아니한 사항은 다음의 법규, 규격 및 표준의 최신판에 따른다.

- 가. 전기설비기술기준 제213조의 2 (케이블트레이 공사)
- 나. 전기설비기술기준 제229조 (고압 옥내배선 등의 시설)
- 다. 내선규정 820-12 (케이블 방재)
- 라. KSC 3341(저독성 난연 폴리올레핀 전력제어용 케이블 및 절연전선)
- 마. KSC 3304 (22.9kV 동심 중성선 전력케이블)
- 바. KSC 3305 (154kV 고압가교 폴리에틸렌 절연 전력케이블)
- 사. 케이블트레이 시설지침 (전기안전시험연구원, 1997)
- 아. 연소방지도료등의도포및성능에관한기술기준 (행정자치부 고시 제2002-9호, 2002. 3)

2. 용어의 정의

가. 난연성 케이블

불꽃 아크 또는 고열에 의하여 착화하지 아니하거나 또는 착화하여도 잘 연소되지 않는 성질의 케이블.

나. 연소방지장치

불꽃 아크 또는 고열에 의하여 착화하지 아니하거나 또는 착화하여도 잘 연소되지 아니하는 성질의 난연도료, 난연케이블, 난연보드, 내열방화판, 모래 등을 이용하여 화재 확대를 방지하는 조치.

다. 난연도료

케이블·전선 등에 칠하여 가열할 경우 칠한 막의 부분이 발포하거나 단열 효과가 있어 케이블·전선 등이 연소하는 것을 지연시키는 도료.

라. 난연 테이프

케이블·전선 등에 감아 케이블·전선 등이 연소하는 것을 지연시키는 테이프.

3. 케이블 화재확대 예방기준

가. 난연성 케이블 적용기준

케이블 화재 발생시 화재의 확산을 최소화 또는 막을 수 있도록 다음 공사에서는 난연성 케이블 사용을 원칙으로 한다. 다만, 현장 여건 및 사업특성상 난연성 케이블 적용이 어려울 경우는 연소방지장치를 해야 한다.

1) 전기설비기술기준 제213조 2(케이블 트레이공사) 규정에 의한 케이블 트레이 케이블공사

2) 전기설비기술기준 제229조(고압 옥내배선 등의 시설) 규정에 의한 케이블 트레이.

3). 내선규정 820-12(케이블 방재) 규정에 의한 케이블 트레이 케이블공사

4) 다수의 케이블을 군집 시설하는 옥내 케이블공사.

[다수 케이블 군집시설]

다수의 케이블을 군집 시설하는 옥내 케이블공사라 함은 금속덕트, 콘크리트 피트, 트라프, 대형관로 등에 케이블을 포설하는 경우로, 4회선 이상 케이블을 시설하는 공사. 단, 금속관 혹은 합성수지관에 넣는 케이블공사는 제외한다.

5) 구내 고압(3.3kV)이상의 케이블공사 (가공은 제외)

6) 전체 케이블공사 구간 중 케이블 트레이 구간이 아무리 짧다 하더라도 전기설비기술기준에 의거 난연성 케이블을 사용하여야 한다.

나 연소방지장치 적용기준

케이블 트레이공사 또는 다수의 케이블이 군집시설되어 있는 공사중 사업특성상 난연성 케이블 사용이 어려울 경우 다음 장소에 설치하는 케이블에 대해서는 연소방지장치를 하여야 한다. 단, 금속관 혹은 합성수지관 등에 넣은 케이블 공사는 제외한다.

1) 전기설비기술기준 제213조2 (케이블 트레이공사) 규정에 의한 케이블 트

레이 화재가 발생할 우려가 있는 장소 부근 케이블

- 2) 지하 통로(전력구, 덕트, 맨홀 등)내 시설되는 케이블
- 3) 수평 케이블 트레이에서 케이블이 교차하는 부분의 케이블
- 4) 전기실, 제어실, 컴퓨터실과 이로부터 출입되는 케이블
- 5) 케이블 트레이가 천정·벽을 통하여 실내에 인입되는 부분의 케이블
- 6) 연소방지장치에 대한 세부적인 사항은 「케이블 트레이 시설지침, 전기안전시험연구원1997」(제7장 케이블의 화재확대 예방시설), 「내선규정 820-12」(케이블방재) 및 「연소방지도료 등의 도포 및 성능에 관한 기술기준, 행정자치부 고시 제2002-9호」를 따라야 한다.

다만, 도포장소 및 두께는 「케이블 트레이 시설지침, 전기안전시험연구원, 1997」에 따라야 한다.

#### 4. 난연성 케이블 종류

가 난연성 케이블

난연성 케이블이란 전기설비기술기준 별표1 제2항의 시험방법에 의한 시험에 합격한 케이블을 말하며, 세부시험 기준은 아래와 같다.

- 1) 사용전압 6.6kV 이하의 저압 및 고압케이블: KS C 3341(1998)의 6.12
- 2) 사용전압 66kV 이하의 특별고압케이블: KS C 3404(2000)의 부속서 2.
- 3) 사용전압 154kV 이하의 케이블: KS C 3405(2000)의 부속서 2.

나. 저독성 난연 폴리올레핀 전력제어용 케이블 및 절연전선 [KSC 3341]

- 1) 600V, 6.6kV HFCCO(가교 폴리에틸렌 절연 저독성 난연 폴리올레핀 시스 전력용 케이블.
- 2) 600V HFCCO(저독성 난연 가교 폴리에틸렌 절연 저독성 폴리올레핀 시스 전력 케이블.
- 3) 600V HFCCO(가교 폴리에틸렌 절연 저독성 난연 폴리올레핀 시스 제어용 케이블.
- 4) 600V HFCXO(저독성 난연 가교 폴리올레핀 절연 저독성 난연 폴리올레핀 시스 제어용 케이블.
- 5) 600V HFIO, HFIX(저독성 난연 폴리올레핀 절연전선).

다. 22.9kV 동심 중성선 전력케이블 [KSC 3404]

- 1) FR CV/CN(난연성 가교 폴리에틸렌 절연 비닐 시스 동심 중성선 전력케이블.
- 2) FR CN/CE(난연성 가교 폴리에틸렌 절연 폴리올레핀 시스 동심 중성선 전력케이블.

3) FR CN/CO-W(수밀 난연성 가교 폴리에틸렌 절연 폴리올레핀 시스동심 중성선 전력케이블.

라. 154kV 고압가교 폴리에틸렌 절연 전력케이블 [KSC 3405]

1) 154kV CAZV(154kV 가교 폴리에틸렌 절연 압출 파부형 알루미늄 시스 비닐방식 전력케이블.

2) 154kV CAZE(154kV 가교 폴리에틸렌 절연 압출 파부형 알루미늄 시스 폴리에틸렌 전력케이블.

3) 154kV XCZV(154kV 가교 폴리에틸렌 절연 파부형 동 시스 비닐방식 전력케이블.

4) 154kV XCZE(154kV 가교 폴리에틸렌 절연 파부형 동 시스 폴리에틸렌 방식 전력케이블.

마. 기타 난연성 케이블 (제작사별로 규격이 다를 수 있음)

- 1) 600V F-CV
- 2) 600V FR-CV
- 3) 600V FR-CVV
- 4) 600V FR-CVVS
- 5) 600V TFR-CV
- 6) 600V NFR

5. 전선관의 굵기의 선정

동일한 굵기의 절연전선을 동일관내에 넣을 경우의 전선관의 굵기는 전선의 피복절연물을 포함한 단면적의 총합계가 관면적의 48% 이하가 되도록 하고, 굵기가 다른 절연전선을 동일관내에 넣는 경우의 전선관의 굵기는 전선의 피복절연물을 포함한 단면적의 총 합계가 관면적의 32% 이하가 되도록 선정하여야 한다.

표 5.2.19 후강전선관 내단면적의 32% 및 48% (내선규정 표 4-15)

관 굵기(mm)	32%(mm <sup>2</sup> )	48%(mm <sup>2</sup> )	관 굵기(mm)	32%(mm <sup>2</sup> )	48%(mm <sup>2</sup> )
16	67	101	54	732	1,098
22	120	180	70	1,216	1,825
28	201	301	82	1,701	2,552
36	342	513	92	2,205	3,308
42	460	690	104	2,843	4,265

표 5.2.20 합성수지관 내단면적의 32% 및 48%(내선규정 표 4-23)

관 굵기(mm)	32%(mm <sup>2</sup> )	48%(mm <sup>2</sup> )	관 굵기(mm)	32%(mm <sup>2</sup> )	48%(mm <sup>2</sup> )
14	49	73	42	401	602
16	81	122	54	653	680
22	121	182	70	1,127	1,691
28	196	295	82	1,497	2,245
36	307	461	-	-	-

표 5.2.21 과상형 경질폴리에틸렌 전선관(FEP)의 32% 및 48%

관 굵기(mm)	32%(mm <sup>2</sup> )	48%(mm <sup>2</sup> )	관 굵기(mm)	32%(mm <sup>2</sup> )	48%(mm <sup>2</sup> )
30	226	339	80	1,608	2,413
40	402	603	100	2,513	3,770
50	628	942	125	3,927	5,890
65	1,062	1,593	150	5,655	8,482

표 5.2.22 600V 가교폴리에틸절연 비닐 쉬스 케이블(CV)(K 사의 경우)

단 심					3 심				
도 체			완 성 품 바깥지름 mm	개 산 무 게 kg/km	도 체			완 성 품 바깥지름 mm	개 산 무 게 kg/km
공 칭 단면적 mm <sup>2</sup>	구 성 소선지름 mm	바 깥 지 림 mm			공 칭 단면적 mm <sup>2</sup>	구 성 소선지름 mm	바 깥 지 림 mm		
2.0	7/0.6	1.8	6.4	60	2.0	7/0.6	1.8	11	155
3.5	7/0.8	2.4	7.0	80	3.5	7/0.8	2.4	12.5	215
5.5	7/1.0	3.0	8.0	110	5.5	7/1.0	3.0	14.5	295
8	7/1.2	3.6	8.6	140	8	7/1.2	3.6	16	385
14	7/1.6	4.8	9.8	210	14	7/1.6	4.8	18.5	595
22	7/2.0	6.0	11.5	305	22	7/2.0	6.0	22	880
38	7/2.6	7.8	13.5	465	38	7/2.6	7.8	26	1,400
60	19/2.0	10.0	16	710	60	19/2.0	10.0	33	2,170
100	19/2.6	163.0	20	1,160	100	19/2.6	163.0	42	3,640
150	37/2.3	16.1	24	1,690	150	37/2.3	16.1	49	5,340
200	37/2.6	18.2	27	2,160	200	37/2.6	19.2	57	6,860
250	61/2.3	20.7	30	2,760	250	61/2.3	20.7	62	8,760
325	61/2.6	23.4	33	3,480	325	61/2.6	23.4	69	10,980
400	61/2.9	26.1	36	4,270	400	61/2.9	-	-	-
500	61/3.2	28.8	40	5,210	500	61/3.2	-	-	-



표 5.2.23 3,300V 가교폴리에틸절연 비닐 쉬스 케이블(CV)

단 심					3 심				
도 체			완 성 품 바깥지름 mm	개 산 무 게 kg/km	도 체			완 성 품 바깥지름 mm	개 산 무 게 kg/km
공 칭 단면적 mm <sup>2</sup>	구 쇠 소선지름 mm	바깥 지름 mm			공 칭 단면적 mm <sup>2</sup>	구 쇠 소선지름 mm	바깥 지름 mm		
8	7/1.2	3.6	13.5	265	8	7/1.2	3.6	26	740
14	7/1.6	4.8	14.5	345	14	7/1.6	4.8	28	1,020
22	7/2.0	6.0	16.0	450	22	7/2.0	6.0	31	1,280
38	7/2.6	7.8	18.0	660	38	7/2.6	7.8	35	2,000
60	19/2.0	10.0	22	915	60	19/2.0	10.0	43	2,860
100	19/2.6	13.0	25	1,410	100	19/2.6	13.0	50	4,370
150	37/2.3	16.1	28	1,980	150	37/2.3	16.1	57	6,250
200	37/2.6	18.2	32	2,490	200	37/2.6	19.2	64	7,970
250	61/2.3	20.7	34	3,100	250	61/2.3	20.7	70	10,090
325	61/2.6	23.4	37	3,870	325	61/2.6	23.4	76	12,300

## 6. 접지공사

### 1) 접지공사의 종류

접지공사의 종별은 전기설비기술기준에 정해져 있으며 제1종, 제2종, 제3종 접지공사 및 특별 제3종 접지공사로 대별되어 있다. 접지저항 값은 상한 값으로 그 이하로 유지하여야 한다. 접지공사의 종류는 표 5.2.24 와 같다.

### 2) 접지선의 굵기 (내선규정부록 1-6 )

#### 가) 접지선의 온도상승

보통 접지선의 굵기를 결정하는 경우는 ① 기계적 강도, ② 내식성 및 ③ 전류용량의 3개 요소로 생각하나 주로 ③에 중점을 두고 정하고 있다.

#### 접지선의 온도상승

동선에 단시간전류가 흘렀을 경우의 온도상승은 보통 다음 식으로 주어진다.

$$\theta = 0.008 \left( \frac{I}{A} \right)^2 t$$

여기서  $\theta$ : 동선의 온도상승 (°C)

I: 전 류 (A)

A: 동선의 단면적 (mm<sup>2</sup>)

t: 통전시간 (초)

#### 나). 계산조건

접지선의 굵기를 결정하기 위한 계산조건은 다음과 같다.

(1) 접지선에 흐르는 고장전류의 값은 전원측과 전류계전기, 정격전류의 20배로 한다.

표 5.2.24 접지공사의 종류

접지공사의 종류	접지 저항값
제1종 접지공사	10 Ω
제 2 종 접지 공사	변압기 고압측 또는 특별고압 측전로의 1선 지락전류의 암페어수로 150(변압기 고압 측의 전로 또는 사용전압이 35,000V 이하인 특별고압 측의 전로와 저압 측전로의 대지전압이 150V를 넘은 경우에 1초를 초과하고 2초 이내에 자동적으로 고압전로 또는 사용전압이 35,000V 이하인 특별고압전로를 차단하는 장치를 설치할 때는 300, 1초 이내에 자동적으로 고압전로 또는 사용전압이 35,000V 이하의 특별고압전로를 차단하는 장치를 설치할 때는 600)을 나눈 값과 같은 Ω수.
제 3 종 접지 공사	100Ω(저압전로에서 해당전로에 지기를 일으킨 경우 0.5초 이내에 자동적으로 전로를 차단하는 장치를 시설할 때는 500Ω)
특별제3종 접지 공사	10Ω(저압전로에서 해당 전로에 지기를 일으킨 경우 0.5초 이내에 자동적으로 전로를 차단하는 장치를 시설할 때는 500Ω)

- (2) 과전류계전기는 정격전류 20배의 전류에서는 0.1초 이하에서 끊어지는 것으로 한다.
- (3) 고장전류가 흐르기 접지선 온도는 30℃로 한다.
- (4) 고장전류가 흘렀을 때의 접지선의 허용온도는 150℃로 하다. (따라서 허용온도상승은 120℃가 된다).

다) 계산식

먼저 계산식은 상기의 조건을 넣으면 다음과 같다.

$$120 = 0.008 \times \left( \frac{I_n}{A} \right)^2 \times 0.1$$

즉 A = 0.052 In, 여기서 In : 과전류차단기의 정격전류 (A)

5.2.3. 조명설비

가. 조명설계의 순서

조명설계시 사용자의 입장에서 다음과 같이 설계되어야 한다.

1) 소요조도의 결정

조명기구를 설치하는 장소(구조)의 용도, 사용목적, 작업의 내용 등 조명의 목적을 명확히 하고, 사용자의 필요사항 등을 고려하고, 조도기준은 표 5.2.25

를 참고하여 각 구조물에 적합한 조도를 결정한다.

2) 조명방식의 선정

조명목적에 맞추어 전반조명, 직접조명, 반간접조명 등 조명방식을 결정한다.

3) 광원의 선정

조명의 목적, 조명방식에 맞추어 백열등, 형광등, 수은등, 메탈할라이드, 고압나트륨등 등 표 5.2.27을 참고하여 광원의 종류를 선정 한다.

4) 조명기구의 선정

조명의 방식, 광원, 시설규모(건물)와 조화 등을 검토하여 조명기구의 형식 등을 선정한다.

5) 조명계산에 의하여 기구 대수를 산출한다.

나. 조도기준

조도기준은 KS A 3011에 의거 표 5.2.25와 같다.

표 5.2.25 조도기준 (KS A 3011)

활 동 유 형	조도 분류	조도범위(Lx)	작 업 면 조명방법
어두운 분위기 중의 시식별 작업장	A	3-4-6	공간이 전반조명
어두운 분위기의 이용이 빈번하지 않은 장소	B	6-10-15	
어두운 분위기의 공공장소	C	15-20-30	
잠시 동안의 단순작업장	D	30-40-60	
시작업이 빈번하지 않은 작업장	E	60-100-150	
고휘도 대비 혹은 큰 물체 대상의 시작업 수행	F	150-200-300	작업면 조명
일반휘도 대비 혹은 작은 물체 대상의 시작업 수행	G	300-400-600	
저휘도 대비 혹은 매우 작은 물체 대상의 시작업 수행	H	600-1000-1500	
비교적 장시간 동안 저휘도 대비 혹은 매우 작은 물체대사의 시작업 수행	I	1500-2000-3000	전반조명과 국부조명을 병행한 작업면 조명
장시간 동안 힘드는 시작업 수행	J	3000-4000-6000	
휘도대비가 거의 안되며 작은 물체의 매우 특별한 시작업 수행	K	6000-10000-15000	

[주] 1. 조도범위에서 왼쪽은 최저, 중간은 표준, 오른쪽은 최고조도 이다.

2. 장소 및 작업의 명칭은 가나다순으로 배열하고 동일 행에 배열된 것은 상호 연관 정도를 고려하여 배열하였음.

표 5.2.26 펌프장내의 표준 소요조도

장 소	소요조도(Lx)	비 고
조작실 바닥	300	JIS Z9110-1979(일본법령)에 따른다.
전기실 바닥	150	
펌프실 바닥	150	이상식의 바닥(지하펌프실)은 75Lx
펌프구동용 내연기관 설치바닥	150	
보조기 설치바닥	150	
제진기설치바닥	50	
흡입조 수면	30	여과기 부근
게이트 설치바닥	30	

표 5.2.27 광원의 특징과 적용분야

광원의 종류	용량 (W)	효율 (Lm/W)	수명 (h)	특 성	적용 분야	
백열전구	일반전구	10 ~ 1000	7 ~ 16	1000	저가, 취급용이, 소형	보안용, 국부조명 용
	반사형 투광전구	50 ~ 500	9 ~ 12	1000 ~ 2000	취급용이, 오염에 강함	투광조명, 보조용 (소용량)
	할로겐램프	100 ~ 500	10 ~ 19	1500 ~ 2000	소형, 경량	투광 조명
	백색(구전구)	40 ~ 100	10 ~ 14	2000	눈부심이 적다	보안용, 국부조명용
형광등	일반램프	4 ~ 40	28 ~ 85	7500 ~ 10000	경제적, 글레어가 작다/열방사 적다.	낮은 천장 전반 조명, 양질 조명
	고출력램프	60 ~ 110	69 ~ 83	10000	고광도	높은 천장의 전반 조명
	반사형램프	20 ~ 40	49 ~ 64	7500 ~ 10000	고광속, 오염에 강함	전반조명, 국부조명
수은등	일반램프	40 ~ 1000	35 ~ 63	6000 ~ 12000	고광속	옥외작업장, 전 반조명
	형광램프	40 ~ 1000	32 ~ 59	6000 ~ 12000	개선된 광속	높은 천장의 전반 조명 (5m 이상)
	반사형램프	40 ~ 1000		6000 ~ 12000	오염에 강함	먼지가 많은 장소
	초크레스램프	250 ~ 500	16 ~ 27	6000	광색이 좋다. 시동시간이 짧다	
메탈 할라이드	고연색형	125 ~ 400	40 ~ 50	6000	자연광에 근접	높은 천장의 전반 조명, 투광조명, 검사조명
	투명형 형광형	250 ~ 1000	66 ~ 83	6000	광색이 좋다	전반조명
고압나트륨등	250 ~ 700	100 ~ 120	9000	고광도	옥외작업장, 투광조명	

다. 조명기구의 설치

옥내 조명용의 광원에는 백열등, 형광등, 메탈할라이드등, 수은등을 설치하고 조작실 및 관리실의 조명에는 효율이 좋은 형광등을 설치, 천장이 높은 펌프실은 메탈할라이드등 및 수은등을 정전시의 보안등에는 백열등을 설치한다.

라. 조도계산은 다음에 의한다.

1) 조도계산은 평균조도로 한다.

$$\text{소요평균조도}(E) = \frac{N \times F \times U}{A \times D} \quad (1x)$$

N: 램프수 (개)

F: 1개당의 광속 (Lm)

U: 조명률

A: 면적 (m<sup>2</sup>)

D: 감광보상률

2) 조명률 산정시 실지수는 다음에 의한다.

$$\text{실지수} = \frac{X \times Y}{H (X + Y)}$$

X: 방의 가로길이 (m)

Y: 방의 세로길이 (m)

H: 피조면에서 조명기구까지의 높이 (m)

5.2.4 소방 설비

가. 일반사항

1) 전기소방설비의 시설항목에 대하여는 소방법령(소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률) 및 건축법시행령 등에서 정한 기준을 우선 적용하여야 한다.

2) 전기소방설비설계는 소방용 비상전원, 유도등, 비상조명등, 비상콘센트 및 전원배선(내화배선)에 이르는 전력부분과 자동화재탐지, 누전경보, 비상경보와 같은 약전류 회로 및 무선통신 보조설비 등의 소방용 구내통신설비를 말한다.

나. 비상전원 및 배선

1) 평상시 사용하는 전원(상용전원)의 공급이 끊겼을 경우 공급하는 전원을 비상전원(또는 예비전원)이라 한다.

2) 비상전원은 일반전기사업자가 설치한 2개의 서로 다른 변전소에서 수전하는 2계통수전방식(본선 및 예비전원수전), 자가용발전기 및 축전지에 의한 전원으로서 설비별 적용 비상전원은 다음 표를 참조한다. 또한 비상전원에서 공급하거나 비상회로에 연결되는 외부전원 수전은 다른 부하의 사고에 의해 회로가 차단되는 등의 우려가 없는 비상전원 수전설비방식에 의한다.

3) 소방설비의 전원회로 배선은 내화배선에 의하고 제어회로의 배선은 내화배선 또는 내열배선에 의한다. 내화 및 내열배선의 공사방법 선정은 다음 표를 참조한다.

4) 감지기 사이의 회로배선은 송배선식으로 하고 회로의 끝 부분에는 종단저항을 설치한다. 다만 아날로그 감지기를 사용하는 경우에는 제외.

소 방 설 비	비상전원 구분			공급시간	비 고
	2계통수전	발전설비	축전지		
옥내소화전설비 스프링클러설비 포소화설비	○	○	○	20분 이상	
물분무소화설비 (이산화탄소소화설비) (할로겐 소화설비) (분말소화설비)	○	○	○	20분 이상	
유도등			○	20분 이상	
비상조명등	○	○	○	20분 이상	
자동화재탐지설비 비상경보설비			○	감시60분 후 경보10분 이상	
제연설비	○	○	○	20분 이상	
비상콘센트설비	○	○		20분 이상	
무선통신보조설비			○	30분 이상	

#### 다. 자동화재 탐지설비

##### 1) 개요

가) 자동화재탐지설비는 화재의 사실을 감지하여 수신기로 연락하는 설비를 총칭하는 것으로서 화재의 조기발견을 목적으로 하는 설비이다.

나) 자동화재탐지설비의 구성요소는 수신기, 발신기, 음향장치, 감지기, 중계기 등으로 한다.

구분	사 용 전 선	공 사 방 법
내 화 배 선	600V HIV전선 CV케이블 클로로플렌 외장 케이블 강대외장 케이블 버스 덕트 기타 (고시하는 전선)	1) 제1방법 금속관, 금속가요전선관 또는 합성수지관에 수납하여 내화구조의 벽 또는 바닥에 표면에서 25[mm]이상 깊이로 매설 2) 제2방법 내화성능의 배선전용실 또는 배선용샤프트(ES), 피트, 덕트에 설치 단, 다른설비 배선과 공용시 150[mm]이상 이격하거나, 최대 배선지름의 1.5배 이상 높이의 불연성 격벽을 설치
	내화전선(FR케이블) MI 케이블	케이블공사 방법에 의한다.
내 열 배 선	600V HIV 전선 CV 케이블 클로로플렌 외장 케이블강대외장 케이블 버스 덕트 기타 (고시하는 전선)	1) 제1방법 금속관, 금속가요전선관, 금속덕트 또는 불연성 덕트내 설치하는 케이블공사에 의함. 2) 제2방법 내화성능의 배선전용실 또는 배선용샤프트(ES), 피트, 덕트에 설치 단, 다른설비 배선과 공용시 150[mm]이상 이격하거나 최대배선지름의 1.5배 이상 높이의 불연성 격벽을 설치
	내화전선(FR케이블) 내열전선(HVV케이블) MI 케이블	케이블공사 방법

## 2) 수신기

가) 수신기는 P형(1급, 2급), R형과 가스누설경보설비가 시설되는 경우는 GP형,GR형을 사용하거나 가스누설경보기용 수신기는 별도로 설치한다.

나) 소방대상물이 지하층, 무창층으로 환기가 잘되지 않는 경우 실내 부피가 작은 경우, 층고가 낮은 경우로서 비화재 경보의 우려가 있을 때는 축적식 수신기를 설치한다.

다) 수신기는 상시 사람이 근무하는 장소(수위실 등)에 설치하며, 방재센터가 설치된 경우 방재센터에 설치하고, 소방대상물내 2개이상 수신기가 설치된 경우에는 상호 동시통화설비를 시설한다.

라) 수신기는 조작 및 점검에 용이한 면적을 갖도록 하고, 전도방지 대책

을 수립 한다.

3) 발신기

가) 발신기는 소방대상물의 각 부분에서 수평거리가 25m 이내가 되도록 설치한다.

나) 발신기는 일반적으로 지구경중, 위치표시등과 일체화한 패널형태의 단독형 또는 소화전함과 일체형으로 설치되며 스위치까지의 높이를 바닥에서 0.8m이상 1.5m이하에 설치한다.

4) 음향장치

가) 주음향장치는 수신기에 내장하고 지구음향장치는 소방대상물의 각 부분에서 수평거리 25m이내가 되도록 설치한다.

나) 하나의 소방대상물내 수신기가 2개이상 설치된 경우 어떤 수신기에서도 지구음향장치를 동작시킬 수 있도록 회로를 구성하고, 일정규모(5층 이상으로 연면적 3000m<sup>2</sup>)이상인 경우는 우선 경보회로로서 구성한다.

다) 지구음향장치는 일반적으로 발신기, 위치표시등과 일체화한 패널형태의 단독형 또는 소화전함과 일체형으로 설치한다.

5) 감지기

가) 감지기는 화재시 발생하는 열, 연기, 불꽃을 감지하여 그 신호를 수신기로 보내는 것이다.

나) 차동식, 정온식, 보상식, 열복합식의 스폿형 감지기는 면적에 의한 것 이외에 설치면에서 400mm이상 돌출된 보로서 구획된 부분별로 설치하고, 감지기 하단은 설치면에서 300mm이내가 되도록 한다.

다) 차동식 분포형(공기관식)감지기의 공기관은 감지구역(벽이나 600mm이상의 보로 구획된 부분)마다 20m이상 100m이하로 하고 설치 면에서 300mm이내가 되도록 하며, 검출부는 5°이상 기울이지 않는다.

라) 정온식 감지기는 주위온도가 공칭 동작온도보다 20℃이상 낮은 장소에 설치한다.

마) 스폿형 연기감지기는 천장이 낮거나(2.3m미만), 작은(40m<sup>3</sup>미만) 거실의 경우 입구부분, 천정에 흡기구가 있는 거실은 흡기구 부근에 설치하고, 감지기 하단은 설치면에서 600mm이내로 벽이나 보로부터 600mm 이상 떨어져 설치한다. 또한 복도 및 통로에서는 보행거리 30m(3층은 20m)마다 1개씩, 계단 및 경사로에서는 수직거리 15m(3층은 10m)마다 1개 이상 설치한다.

바) 열연기복합식 스폿형감지기는 열감지기와 연기식 스폿형감지기의 설



치사항을 모두 준수한다.

사) 광전식 분리형감지기는 직접 일광이 수광되지 않도록 하고, 벽에서 1m이내가 되도록 하며, 광축이 벽과 평행한 경우는 600mm이상 이격한다.

아) 감지기는 부착높이에 따라 선정하고 환기가 잘되지 않거나, 실내용적이 적거나 실의 높이가 낮아서 화재 이외의 열기, 연기, 먼지에 의해 화재신호가 발생할 우려가 있는 경우에는 복합형감지기 또는 축적형감지기를 설치한다.

#### 6) 중계기

가) 중계기는 수신기와 감지기 사이에 설치하며 조작 및 점검이 편리한 장소에 설치 한다.

나) 수신반 이외에 별도로 전력을 공급받는 경우는 전원입력측 배선에 과전류차단기를 설치하고, 전원 정전시 수신기에 표시되며 상용 및 예비전원의 시험이 가능해야 한다.

### 라. 비상경보설비 및 비상방송 설비

#### 1) 개요

가) 비상경보설비(비상벨, 자동식사이렌, 단독형화재경보기) 및 비상방송설비는 화재시 이 사실을 소방대상물내 거주인원에게 알려주는 설비로서 대피 또는 소화활동에 이르도록 하는 것을 목적으로 한다.

나) 비상방송설비가 일반방송과 겸용하는 경우는 비상방송설비 기준이상으로 하여야 한다.

#### 2) 비상벨 또는 자동식 사이렌

가) 소방대상물 각 부분에서 수평거리가 25m이내가 되도록 설치한다.

나) 비상벨, 자동식사이렌은 가스, 습기에 의해 부식의 우려가 없는 장소에 설치하여야 하며 조작장치는 바닥으로부터 0.8m이상 1.5m이하에 설치한다.

#### 3) 단독형 화재경보기

가) 소방대상물의 각 실마다 설치하고 각 실의 바닥면적이 150m<sup>2</sup>를 초과하는 경우 150m<sup>2</sup>마다 1개 이상 설치한다. 이때 벽체의 상부가 개방되어 공기가 유통되고 각각 30m<sup>2</sup>이내가 되는 실은 전체를 1개의 실로 본다.

나) 대상물의 최상층 계단실 천장에 설치하며, 이때 외기가 통하는 계단은 설치하지 않는다.

#### 4) 비상방송설비

- 가) 스피커는 각층마다 각층의 각 부분에서 수평거리가 25m이내가 되도록 설치하여 스피커의 음성입력은 3W(실내설치시 1W)이상으로 한다.
- 나) 일반방송과 겸용으로서 음량조절기(ATT)를 설치하는 경우 3선식 배선으로 하여 비상방송에 문제가 없도록 하여야 한다.
- 다) 하나의 소방대상물내 비상방송 조작장치가 2개 이상 설치된 경우, 각 조작 장치사이에 상호 동시통화설비를 설치하고, 각각의 조작부에서 전체를 방송할 수 있도록 회로를 경보회로로서 구성하여야 한다.
- 라) 비상방송 조작장치의 스위치는 바닥에서 0.8m이상 1.5m이하의 높이에 설치하고, 증폭기(AMP) 및 조작장치의 설치하는 사람이 상시근무하는 장소(수위실 등)에 설치하며, 방재센터가 설치된 경우는 방재센터에 설치한다.

#### 마. 유도등

##### 1) 개요

- 가) 유도등은 화재 등 재난시 소방대상물내 거주 인원을 신속하고 안전하게 대피할 수 있도록 피난구의 위치, 피난방향을 표시토록 하는 것을 목적으로 한다.
- 나) 피난구의 위치를 표시하는 것을 피난구유도등, 피난구까지의 경로를 표시하는 통로유도등, 객석의 통로에 설치하는 객석유도등으로 구분된다.

##### 2) 피난구 유도 등

- 가) 피난구유도등은 옥내에서 직접 지상으로 통하는 출입구 및 그 부속실 출입구, 직통계단, 직통계단의 계단실 및 그 부속실의 출입구에 설치한다.
- 나) 피난구유도등은 (1)이외에 (1)에서 열거한 출입구로 통하는 복도(또는 통로)로 통하는 출입구와 안전구획된 거실로 통하는 출입구에 설치한다.
- 다) 피난구 유도등은 피난구의 바닥으로부터 1.5m이상의 높이에 설치한다.

##### 3) 통로유도등

- 가) 복도 통로유도등은 복도부분, 거실 통로유도등은 거실내의 통로부분, 계단 통로유도등은 각 층의 계단참(또는 경사로 참)부분에 설치한다. 또한 거실내에서 통로부분에 벽체 등이 있는 경우는 복도 통로유도등을 설치한다.
- 나) 복도 통로유도등 및 거실 통로유도등은 피난로상 유효한 구부러진 모퉁이에 설치하고, 또한 보행거리 20m이내가 되도록 설치하며, 통행에 지장이 없도록 하여야 한다.

다) 복도 통로유도등의 경우는 바닥으로부터 1m이하의 높이에 설치한다.

#### 4) 객석유도등

가) 객석유도등은 객석의 통로, 바닥 또는 벽에 설치한다.

나) 객석내 통로가 경사로, 수평로로 된 경우 다음 식에 의한 산출수량 이상을 설치한다.

#### 바. 비상조명등

1) 비상조명등은 화재 등 재난시 정전에 대비하여 소방대상물내 거주인원의 피난에 필요한 최소한의 밝기를 정한 것이므로 참조한다.

2) 비상조명등은 소방대상물의 거실, 거실에서 지상에 이르는 복도, 계단과 통로에 설치한다.

#### 사. 비상콘센트설비

$$E_n \geq \frac{\text{객석통로의 직선부분거리[m]}}{4} - 1$$

여기서,  $E_n$  : 설치수량 [개]

1) 비상콘센트는 소화활동 장비의 전원공급을 목적으로 설치한다.

2) 비상콘센트용 상용전원회로 배선

가) 저압수전시는 인입개폐기 직후에서 전용배선하여야 한다.

나) 특고압, 고압수전시는 변압기 2차측의 주차단기 1차측에 분기하여 전용배선으로 한다.

3) 비상콘센트용 전원회로

가) 3상교류는 380V로 3kVA, 단상교류는 220V로 1.5kVA 이상을 공급한다.

나) 회로수는 각층에서 2계통(1층에1개 설치시는 1계통가능)이상이 되도록 하며, 이때 1회로당 10개 이내를 설치하고, 전선의 공급용량은 비상콘센트 수량합계(3개 이상일 경우 3개)에 해당하는 용량이상으로 하여야 한다.

다) 전원회로는 주배전반에서 전용회로로 해야 하며 다른 설비사고에 의해 회로의 차단우려가 없는 경우는 예외로 한다.

4) 비상콘센트의 접지극에는 3중 접지공사를 시행한다.

5) 비상콘센트 설치기준

가) 소방대상물의 지하층과 지상11층 이상의 각층에 설치한다.

나) 아파트인 경우는 각층 1개씩을 계단으로부터 5m이내, 층별 면적이 1,000m<sup>2</sup> 미만인 경우 각층 1개씩을 계단으로부터 5m이내, 아파트를 제외한 층별 면적이 1,000m<sup>2</sup>이상인 경우 각 계단마다(계단이 3개 이상인 경우 2개 계단) 5m이내에 설치한다. 또한 비상콘센트와 각층의 각 부분까지의 수평거리가 지하가 또는 지하층 바닥연면적이 3,000m<sup>2</sup> 이상인 경우는 25m이내, 기타의 경우는 50m이내가 되도록 추가 설치한다.

#### 아. 무선통신보조설비

1) 무선통신보조설비는 일정규모 이상의 지하가와 지하층을 대상으로 하며 화재발생시 소방대가 이곳으로 진입할 경우 소방대간 무선통신을 목적으로 하는 설비이다.

#### 2) 무선장비 접속단자

가) 지상에서 유효한 소방활동을 할 수 있는 장소(지하가) 출입구, 지하층 출입구 등)나 상시 사람이 근무하는 장소(수위실 등)에 설치하고 방재센터 (소방제어실)가 있는 경우 방재센터에 설치한다.

나) 접속단자는 바닥으로부터 0.8m이상 1.5m이하의 높이에 설치하며, 지상에 설치하는 경우는 보행거리 300m마다 다른 용도의 접속단자와 구분 하여 시설한다.

3) 선로용 기기(분배기, 분파기, 혼합기)는 50Ω의 임피던스를 갖는 것으로 하고, 먼지, 습기, 부식 등에 의해 기능에 이상이 생기지 않아야 한다.

#### 4) 누설동축케이블

가) 소방전용 주파수대역에서 전파의 전송, 복사에 적합한 전용설비로 해야하고(소방대 상호간 무선연락에 지장이 없는 경우는 겸용설비가능), 불연 또는 난연성으로 습기에 의한 전기적 특성변화가 없어야 한다.

나) 누설동축케이블과 기기와의 연결이나 배관을 사용하여 매입하는 경우는 동축케이블을 사용하고 케이블의 임피던스는 50Ω으로 한다. 또한 누설 동축케이블의 말단에는 무반사 종단저항을 설치한다.

#### 자. 케이블 연소방지

1) 지하구(공동구, 동도 등)에 설치하는 케이블, 전선은 연소방지도료를 도포하여야 한다. 단, 내화배선 방법으로 한 경우와 동등이상의 내화성능이 있는 경우는 연소방지도료를 도포할 필요가 없다.

2) 전선관, 케이블, 버스덕트, 배선덕트가 방화구획을 관통하는 경우에는 관통 부로 화재의 화염, 열, 연기가 이동하지 않도록 설계한다.

### 5.3 게이트(Gate)

게이트는 확실하게 개폐가 되고 필요한 수밀성 및 내구성을 가지며 언제나 예상되는 하중에 대하여 안전한 구조이어야 한다.

양·배수장에 설치되는 롤러게이트, 슬라이드게이트 및 빈지(Stop log)가 있고 그 사용목적에 따라 취수구용, 수로차단용, 배출통관용, 펌프점검·수리용 등이 있다. 게이트 설계는 사용목적에 적당한 형식을 선정하고 확실한 개폐, 수밀성 및 내구성을 가지고 언제나 예상되는 하중에 대하여 안전한 구조로 해야 한다. 표 5.3.1 은 각 게이트의 특징을 표시한 것이다.

표 5.3.1 양·배수장에 설치되는 게이트

형식	구조	특징	용도
롤러 게이트	·수밀고무를 비체양측에 붙이고 수개의 롤러를 부착해서 가이드의 접동면을 상하로 이동한다.	·조작수심이 커도 비교적 작은 조작력으로 원활히 개폐된다.	·대형배수펌프의 배출측 차단 ·배수통문의 출구 ·자연배수로의 체절 ·양·배수장 전후의 수로 차단
슬라이드 게이트	·접동면은 금속사용	·조작시의 마찰력이 크고 비교적 큰 조작력을 요한다.	·양·배수장 전후의 수로 차단 ·수로 체절
빈지	·비체에 철판을 사용하고 수밀고무를 붙인 것과 단순히 목재(각재)를 사용하는 것이 있다.	·전후수위를 같게 하여 착탈장치를 사용하여 빈지를 오르내리게 한다. ·수로폭이 동일하면 빈지는 각 수로에 공통으로 사용이 가능	·양·배수장의 펌프, 제진기, 플랩밸브 등의 점검·보수 ·흡수조 등의 청소

#### 5.3.1 롤러 게이트와 슬라이드 게이트의 비교

롤러게이트(Roller Gate) 및 슬라이드게이트(Slide Gate)는 그림 5.3.1과 그림 5.3.2 와 같이 양 게이트를 비교하면 다음과 같이 다르다.

① 비체에 따라 크게 다른 점은 롤러게이트는 롤러에 의하여 수압하중을 호구에 전달하는데 반하여 슬라이드게이트는 지압판에 의하여 전달된다.

② 호구의 철재는 롤러게이트의 경우는 롤러레일과 수밀판으로 구성됨에 반하여 슬라이드게이트는 지압판과 수밀판에 의해서 구성된다.

③ 게이트 규모는 소형게이트(비체면적이 개략 10m<sup>2</sup> 이하)에서는 슬라이드 게이트가 많이 사용되고 그 이상에서는 롤러게이트가 사용된다.

④ 개폐장치로서는 수동, 전동, 유압의 형식이 있다. 슬라이드게이트에서는 스프링식 또는 래크식, 롤러게이트는 와이어로프식이 일반적이나 양·배수장 기기에 유압을 사용할 때는 유압식을 많이 사용된다.

개폐 속도는 일반적으로 매분 0.3m 정도로 한다.

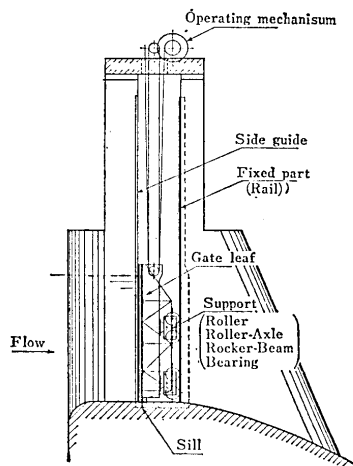


그림 5.3.1 롤러게이트

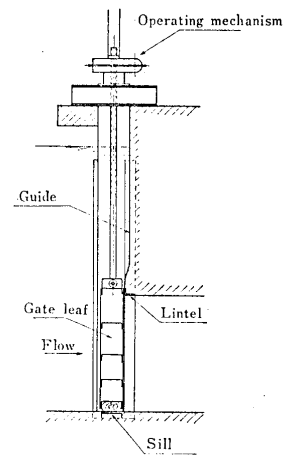


그림 5.3.2 슬라이드게이트

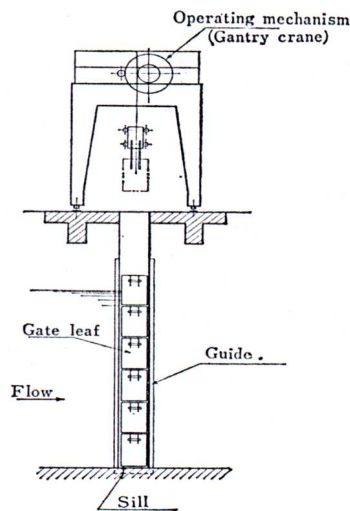


그림 5.3.3 빈지

### 5.3.2 설계계산

#### 가. 하중계산

비체의 설계는 자중, 정수압, 니압, 파압, 부력, 개폐력, 빙압, 지진시 동수압, 지진시 관성력, 풍하중, 설하중, 온도변화에 의한 영향, 유수에 의한 수압의 변화 및 이에 기인한 진동에 의한 하중증가 등을 고려할 필요가 있다.

일반적으로 각 하중은 다음에 표시하는 경우에 대하여 고려한다.

- 1) 자중: 경간에 대하여 비고가 약 1/10 이하의 수문비
- 2) 니압: 퇴적니토가 있을 경우에 설치되는 문비
- 3) 개폐력: 개폐력의 전달부분에 대하여 검토한다.
- 4) 빙압: 극한지에 있어 결빙방지장치가 없는 경우
- 5) 파압: 파랑의 충돌에 의한 압력을 특히 고려할 필요가 있는 경우
- 6) 유수에 의한 수압변화 및 이에 기인한 진동으로 인한 하중증가: 큰 수심에서 조작하는 수문비, 비교적 수심이 큰 대형 문비의 저부부근, 장경간의 문비, 배면에 물이 있는 상태로 방류하는 문비, 단, 진동억제를 고려한 고압게이트는 여기에서 제외한다.
- 7) 온도변화에 의한 영향: 특히 장경간 게이트 등의 경우
- 8) 풍하중: 수면상에 달아 올리는 비체의 경우
- 9) 설하중: 눈이 많은 지역에 있어서 수문비의 수평 주빔 및 각주 등에 적설하중을 고려할 필요가 있는 경우

하중의 조합은 용도, 종류, 설치장소에 따라 정할 필요가 있으나 일반적으로 다음의 조합, 합계로 한다.

- 1) 상사: 자중, 정수압, 니압, 파압, 부력, 풍하중, 설하중, 온도변화에 의한 영향, 유수에 의한 수압변화 및 이에 기인한 진동에 의한 하중증가, 개폐력 및 빙압
- 2) 지진시: 자중, 정수압, 니압, 파압, 부력, 빙압, 설하중, 지진시 동수압, 지진시 관성력

주된 하중의 계산식을 다음에 표시한다.

#### 가) 정수압

$$P = w_0 \cdot H_0 \dots\dots\dots (5.3.1)$$

P: 접촉면상 임의의 점에서의 정수압 (tf/m<sup>2</sup>)

$w_0$ : 물의 단위체적중량 (tf/m<sup>3</sup>)

$H_0$ : 비체의 직상류의 수위에 파랑고를 가산한 것으로부터 접촉  
면상 임의의 점까지의 수심 (m)

나) 니압

$$P_e = C_e \cdot w_1 \cdot d \dots\dots\dots$$

(5.3.2)

$P_e$ : 접촉면상 임의의 점에 있어서 니압의 수평력 (tf/m<sup>2</sup>)

$C_e$ : 니압계수 (일반적으로 0.4 ~ 0.6을 사용한다)

$w_1$ : 퇴적니토의 수중에 있어서의 단위체적중량 (tf/m<sup>3</sup>)

$d$ : 퇴적니토면부터 접촉면상의 임의의 점까지의 깊이 (m)

다) 지진시 동수압

$$P_d = \frac{7}{8} \cdot w_0 \cdot k \cdot \sqrt{H \cdot h} \dots\dots\dots(5.3.3)$$

$P_d$ : 지진시동수압 (tf/m<sup>2</sup>)

$w_0$ : 물의 단위체적중량 (tf/m<sup>3</sup>)

$k$  : 설계수평진도

$H$ : 수심(m) 저수면부터 기초지반까지의 높이  
(바람 및 지진에 의한 파랑고는 포함하지 않음)

$h$  : 저수면부터 임의의 점까지의 수심 (m)

### 5.3.3 허용응력

비체, 호구, 고정부 및 스크린에 사용하는 재료의 허용응력은 표 5.3.2에 표  
시한 값을 사용한다.

표 5.3.2(a) 주·단강품 및 기계구조용 탄소강의 허용응력도 (단위: kgf/cm<sup>2</sup>)



강종 종류	단강품	주 강 품			기계구조용탄소강		
	SFB4	SC450	SC480	SCW410	SM25C	SM35C	SM45C
축방향인장응력도	1,150	1,150	1,250	1,200	1,350	1,550	1,750
축방향압축응력도	1,150	1,150	1,250	1,200	1,350	1,550	1,750
만곡응력도	1,150	1,150	1,250	1,200	1,350	1,550	1,750
전단응력도	650	650	700	700	800	900	1,000
지압응력도	1,750	1,750	1,900	1,800	2,050	2,350	2,650

표 5.3.2(b) 구조용 강재

(단위 kgf/cm<sup>2</sup>)

강 종류 구 분	SS400, SM400(A), SMA41A	SM490A	SMA50A
	두께 ≤ 40mm	두께 ≤ 40mm	두께 ≤ 40mm
1. 축방향 인장응력도 (순단면적에 대하여)	1,200	1,600	1,800
2. 축방향 압축응력도 (총단면적에 대하여) 압축부재 l: 부재의좌굴길이 (cm) r: 부재의 총단면의 단면2차반경(cm) 압축침접재	$\frac{l}{r} \leq 20 : 1,200$ $20 < \frac{l}{r} \leq 93 :$ $1,200 - 7.5(\frac{l}{r} - 20)$ $93 < \frac{l}{r} : \frac{10,000,000}{6,700 + (\frac{l}{r})}$	$\frac{l}{r} \leq 15 : 1,600$ $15 < \frac{l}{r} \leq 80 :$ $1,600 - 11.2(\frac{l}{r} - 15)$ $80 < \frac{l}{r} : \frac{10,000,000}{5,000 + (\frac{l}{r})}$	$\frac{l}{r} \leq 14 : 1,800$ $14 < \frac{l}{r} \leq 76 :$ $1,800 - 13.3(\frac{l}{r} - 14)$ $76 < \frac{l}{r} : \frac{10,000,000}{4,500 + (\frac{l}{r})}$
3. 굽힘응력 -Beam의 인장단 (순단면적에 대하여)  -Beam의 압축단 (총단면적에 대하여) A <sub>w</sub> : 복판의 총단면 적 (cm <sup>2</sup> ) A <sub>c</sub> : 압축 Flange의 총단면적(cm <sup>2</sup> ) l: 압축 Flange의 고정점간 거리(cm) b: 압축 Flange폭 (cm)  $K = \sqrt{3 + \frac{A_w}{2A_c}}$  Skin Plate등으로 직접 고정된 Beam 경우	1,200  $\frac{l}{b} \leq \frac{9}{K} : 1,200$ $\frac{9}{K} \leq \frac{l}{b} \leq 30 :$ $1,200 - 11(K\frac{l}{b} - 9)$ 단, $\frac{A_w}{A_c} < 2$ 의 경우는 K=2로 한다.	1,600  $\frac{l}{b} \leq \frac{8}{K} : 1,600$ $\frac{8}{K} \leq \frac{l}{b} \leq 30 :$ $1,600 - 16(K\frac{l}{b} - 8)$ 단, $\frac{A_w}{A_c} < 2$ 의 경우는 K=2로 한다.	1,800  $\frac{l}{b} \leq \frac{7}{K} : 1,800$ $\frac{7}{K} \leq \frac{l}{b} \leq 27 :$ $1,800 - 19(K\frac{l}{b} - 7)$ 단, $\frac{A_w}{A_c} < 2$ 의 경우는 K=2로 한다.
4. 전단응력 (총 단면적에 대하여)	700	900	1,050

(주) 각 강종에서 두께가 40mm를 초과하는 경우에는

SS400, SM400(A), SMA41A: 두께 ≤ 40mm 인 경우의 0.92배

SM490A : 두께 ≤ 40mm 인 경우의 0.94배

SMA50A : 두께 ≤ 40mm 인 경우의 0.95배

### 5.3.4 여유두께

비체에 사용하는 부재의 철판두께는 계산된 철판두께에 표 5.3.3에 표시한 부식두께를 가산한 두께 이상으로 한다. 단, 내식성이 양호한 재료 및 표면처리를 하는 경우는 이것에 준하지 않는 것으로 한다.

표 5.3.3 여유두께 (단위: mm)

접수조건 수질조건	항상 물에 닿고 있는 상태		항상 물에 닿고 있지 않은 상태	
	편면접수부재	양면접수부재	편면접수부재	양면접수부재
담수	1.0	2.0	0.5	1.0
해수	1.5	3.0	1.0	2.0

(주) 1. 모래 등에 의해 마모가 우려되는 부재는 필요한 마모두께를 가산할 필요가 있다.

2. 만조시 일시적으로 해수에 접하는 문비는 해수구역에 준한다.
3. 하천에 설치되는 언(堰)·수문 게이트는 일반적으로 양면접수로 간주한다.
4. 다음 조건하의 게이트는 「항상 물에 닿고 있지 않은 상태」로 간주한다.
  - 1) 수문이나 통문과 같이 증수되는 경우에 사용하는 게이트
  - 2) 수리용 게이트
5. 스테인리스강 등의 내식성이 양호한 재료를 사용하는 경우에는 부식 두께를 가산하지 않는다.

### 5.3.5 비체의 휨에 의한 처짐

비체의 휨에 의한 처짐은 경간의 1/800 이하로 한다. 또한, 수밀부가 금속접촉형의 문비는 수밀성을 확보하기 위하여 경간의 1/1,500 이하로 한다.

### 5.3.6 개폐장치의 안전율

사용하는 원동기의 정격 토크로부터 계산한 응력이 사용재료의 인장강도에 대하여 표 5.3.4 이상의 값으로 하고, 최대 토크로부터 산출한 응력이 사용재료의 항복점 응력의 90% 이하가 되도록 하여야 한다.

또한, 표 5.3.4 이외의 재료에 대해서는 이에 준한다.

### 5.3.7 개폐동력장치의 용량과 시간정격

가. 전동기용량은 계산된 개폐력에 대하여 100% 이상의 용량으로 하고 전

동기 정격토크에 대해 기동토크는 200% 이상, 최대토크가 300% 이하로 한다.

나. 전동기의 시간정격은 전양정을 운전하는데 필요한 시간 이상으로 한다. 다만 1회당의 운전계속시간 이상으로 한다.

다. 자동제어 등에서 기동, 정지를 빈번하게 되풀이하는 경우는 장시간의 반복운전을 해도 지장이 없는 것으로 하여야 한다.

라. 개폐장치에 직결해서 사용하는 내연기관의 용량은 계산개폐력의 150% 이상의 용량의 것이어야 한다.

표 5.3.4 사용재료의 안전율

강 종류	안 전 율		
	인장	압축	전단
일반 및 용접구조용 압연강재(SS, SM재)	5	5	8.7
탄소강 단강품 (SF재)	5	5	8.7
기계구조용탄소강강재 (S-C재)	5	5	8.7
탄소강 주강품 (SC재)	5	5	8.7
스테인리스강봉( STS재)	5	5	8.7
그레이 주철품(GC재)	10	3.5	17
구상흑연 주철품(GCD)	7	2.5	12
청동주물 (BS재)	8	8	10
와이어 로프 (Wire rope)	8 (개폐정하중에 대하여)		
관 링크 체인 (Link chain)	6.5 (개폐정하중에 대하여)		

표 5.3.5 각부의 기계효율

구 동 부	기계효율
시브(Sheave) 1개에 대해 (Plane bearing)	0.95
시브(Sheave) 1개에 대해 (Roller bearing)	0.98
드럼(Drum) (Plane bearing)	0.95
드럼(Drum) (Roller bearing)	0.98
평치차 1조에 대해 개방(Bearing을 포함)	0.95
베벨기어 1조에 대해 유욕(油浴)(Bearing을 포함)	0.97
사이클로(Cyclo)감속기(기동시, 주위온도 20℃)	
감속비 1/59 ~ 1/11	0.8 ~ 0.85
감속비 1/87	0.75 ~ 0.80
감속비 1/121 이상	0.65 ~ 0.70
체인구동 쇠차(鎖車) 1개에 대해	0.95
랙크, 치차, 랙크와 피니온	0.90

표 5.3.6 마찰계수

마찰의 종류	마찰계수
스핀들의 스크류면	0.2
웜의 스크류면	0.06 ~ 0.10 (기동시)
웜의 스크류면	0.03 ~ 0.06 (운전시)

### 5.3.8 제동기

개폐장치에는 제동기구를 설치하여야 한다. 브레이크 용량이 과대하면 정지시의 충격력이 크게 되므로 전동기의 경우에는 정격토크, 엔진인 경우는 최대토크에 대하여 각각 150% 정도로 합이 바람직하다.

### 5.3.9 개폐장치의 안전장치 및 부속설비

개폐장치에는 필요에 따라서 아래와 같은 장치를 설치한다.

- ① 제한개폐기
- ② 비상용 제한개폐기
- ③ 과부하방지장치
- ④ 비체휴지장치
- ⑤ 비체경사조정장치
- ⑥ 비체개도지시장치
- ⑦ 와이어로프 이완방지장치
- ⑧ 와이어로우프 이탈방지장치
- ⑨ 와이어로우프 단말조정장치
- ⑩ 인터록장치

### 5.3.10 유압장치

가. 유압펌프 및 원동기용량

설계압력 및 설계유량은 일반적으로 각각 유압펌프의 정격배출압력의 80%, 정격 배출량의 90% 이하로 한다.

한냉지처럼 저온 때문에 손실압력이 정격압력의 20%를 초과하여 실린더 작동압력이 부족한 경우도 있으므로 이러한 경우에는 식 (5.3.4)으로 산정한다.

$$P_d > \frac{1}{0.9} \cdot (P_0 + P_1 + P_2 + P_3) \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \dots\dots\dots(5.3.4)$$

$P_d$ : 정격압력 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$P_0$ : 개폐하중에 대한 유압실린더내의 압력 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$P_1$ : 유압실린더 무부하작동압력 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$P_2$ : 유압관손실압력 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$P_3$ : 유압유니트손실압력 (kgf/cm<sup>2</sup>)

유압펌프의 구동 원동기의 출력은 설정펌프의 성능에 대하여 충분한 것으로 할 필요가 있다.

#### 나. 유압실린더

유압실린더의 소요 내경은 개폐력과 정격압력에 따라서 결정한다. 또한 유압실린더의 튜브두께를 산정할 때의 허용응력은 인장강도의 1/5로서 부식대를 가산하여 결정한다.

#### 다. 유압배관

1) 유압배관은 KS D 3562 압력배관용탄소강관 또는 KS D 3564 고압배관용 탄소강관을 사용하고 접합부는 기름유출이 없도록 완전히 접합한다.

2) 토목구조물의 신축부나 온도변화에 따른 신축에 대해서는 신축이음을 사용하던가 또는 적절한 조치를 강구해야 한다.

3) 유압배관내의 유속이 과대하게 되지 않도록 그 내경을 결정한다.

관내유속은 유압배관의 계통내에서는 다음의 값이 일반적이다.

펌프의 흡입회로측 1.5m/s 이하

펌프의 압력회로측 4.0m/s 이하

한냉지에서는 압력측 관로내 유속은 1m/s ~ 2m/s 범위로 사용하는 예가 많다.

4) 유압배관을 시행한 후에는 플러싱오일(Flushing oil) 등으로 청소를 해야 한다.

5) 1문의 게이트에 복수의 유압실린더를 설치하는 경우는 각 유압실린더가 동조하도록 배려해야 한다.

#### 라. 작동유

작동유는 펌프, 사용압력, 사용온도 범위, 내구성 등을 고려하여 적당한 것을 선정한다. 한냉지에서는 저온유동성이 양호한 것으로서 사용최저온도 보다

적어도 10℃ 낮은 유동점의 작동유를 사용할 필요가 있다.

작동유의 사용온도 범위가 넓은 경우는 점도지수가 높은 것을 사용할 필요가 있지만 일반적으로 90~150 정도가 적당하다.

## 5.4 제진설비

제진설비는 용수원 또는 배수구역의 쓰레기량과 그 처리방법 등을 검토하여 적절한 형식과 규모를 가진 것으로 설치하여야 한다.

양·배수장에 적용되는 제진설비에는 스크린과 자동제진기가 있으나 그 사용목적이 펌프의 운전에 지장을 주지 않도록 하기 위한 것으로서 유착되는 쓰레기량과 질에 부합되는 시설로 결정할 필요가 있다.

또한 보수점검, 내구성, 조작의 난이성 등을 충분히 검토하고 발생된 쓰레기의 처리방법도 함께 고려할 필요가 있다.

### 5.4.1 스크린

가. 스크린은 일반적으로 양·배수장 흡입조 입구에 설치하고 쓰레기나 부유물의 유입에 의한 펌프의 폐쇄나 손상을 방지하는 것이다.

나. 스크린에 걸리는 쓰레기나 부유물을 인력 또는 기계에 의거 제거할 필요가 있다.

다. 스크린의 유효 목폭은 쓰레기의 량과 질에 따라 결정할 필요가 있으나 표준 유효 목폭을 표 5.4.1에 표시한다.

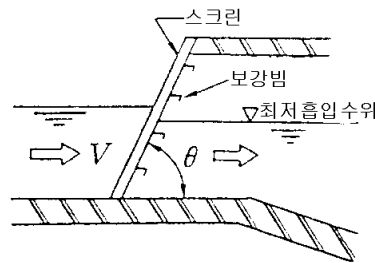
표 5.4.1 스크린 유효 목폭

펌프구경 (mm)	스크린 유효목폭 (mm)	펌프구경 (mm)	스크린 유효목폭 (mm)	펌프구경 (mm)	스크린 유효목폭 (mm)	펌프구경 (mm)	스크린 유효목폭 (mm)
200	20	600	30	1,350	50	2,400	75
250	20	700	30	1,500	60	2,600	80
300	20	800	30	1,650	60	2,800	90
350	25	900	40	1,800	70	3,000	100
400	25	1,000	40	2,000	70		
500	25	1,100	50	2,200	75		

(주) 1. 스크린의 목폭은 펌프구경의 1/10~1/30을 표준으로 한다.

2. 3,000mm 이상의 펌프에 대해서는 펌프구경의 1/35 ~ 1/40 정도를 표준으로 한다.
  3. 2,000mm 이하의 가동익 펌프의 경우에는 ①항과 ②항에 의거 취한 값보다 다소 적게 할 필요가 있다.
  4. 스크린을 2개소에 설치할 경우에는 상류측의 스크린의 목폭은 상기 ①, ②, ③항에 의한 것으로 하고, 제진기를 설치할 때에는 상류 측의 스크린에 설치한다.
- 또한 보안을 목적으로 하류측에 설치하는 스크린의 목폭은 150 ~ 200mm로 한다.

라. 스크린의 경사각도는 기계제진방식의 경우에는  $\theta=70^\circ$  전후, 수동식제진방식인 경우는  $\theta=45^\circ \sim 60^\circ$  전후를 표준으로 하지만 될수록 작게 하는 것이 바람직하다.



마. 스크린 전면의 수로내의 평균유속  $V$ 는 계획 유량내에서 운전가능최저수위의 상태로써

- 1) 수동식제진방식일 때  $V=0.3\text{m/s}$  이하
- 2) 기계식제진방식일 때  $V=0.5\text{m/s}$  이하

를 목표로 하고 계획이외의 과대 유량 시에도 최대 1m/s 이하로 한다.

바. 스크린 강도는 계획최고수위 상태에서 1m 정도의 수위차가 발생하여도 지장이 없어야하므로 필요에 따라서는 스크린 배후에 보강 빔을 설치한다.

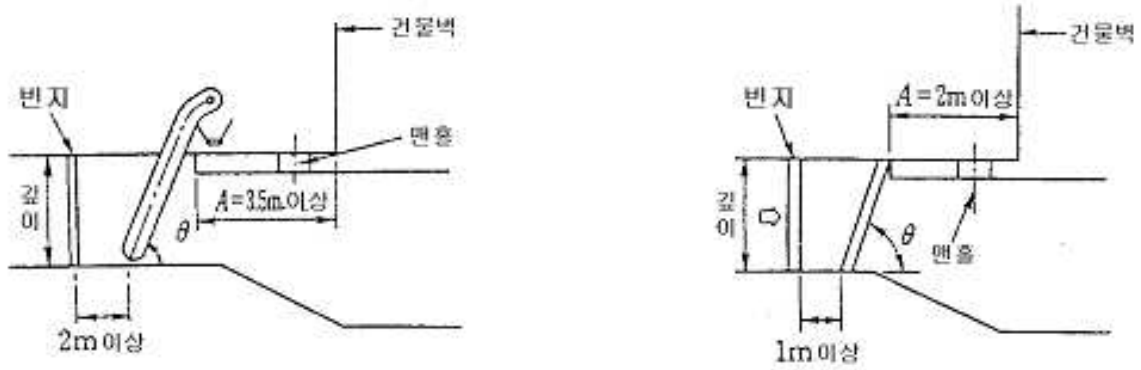
사. 펌프의 전양정을 정할 때의 스크린의 손실수두는 제진방식에 따라 아래와 같이 한다.

형 식	스크린 손실수두
정치식 기계제진기	0.1 m
이동식 기계제진기	0.15 m
수동식 제진기	0.3 m



2차 측에 보안용의 조목(粗目) 스크린이 있을 경우에는 스크린의 목폭, 쓰레기의 양에 따라서 수위차가 생기므로 주의를 요한다. 2차 측이란 유입로의 하류측(펌프흡입구 부근)을 말한다.

아. 쓰레기를 끌어올리는 작업과 제진기의 설치, 점검을 하기 위해서 그림 5.4.1에서 표시한 슬래브 공간과 빈지를 설치한다.



기계식 제진	수동식 제진
제진기 설치바닥면적은 기계식 제진기의 형식별로 필요한 공간 또는 점검공간 등을 확보할 필요가 있다. 더욱이 디젤기관의 소음기 등이 그 부근에 설치될 경우에는 3.5m보다도 크게 되는 경우도 있다.	스크린 설치각도 $\theta$ 가 작은 경우나 깊이가 큰 경우에는 A 치수를 크게 한다.

그림 5.4.1 제진설비의 설치위치

### 5.4.2 제진기

상시운전의 양·배수장이나 증수시에 운전하는 대용량의 양·배수장에서는 스크린에 유착되는 쓰레기를 제거하는데 각종의 제진기가 사용된다.

양·배수장으로 유하하는 쓰레기의 양은 취수하천의 상황과 배수구역의 산업구조 등에 따라 양 및 종류가 크게 변화하므로 부근의 실태를 조사해서 결정한다. 일반적으로 홍수시의 최대 쓰레기 양은 식 (5.4.1)으로 추정한다.

$$V = K \cdot Q \dots \dots \dots$$

(5.4.1)

V: 쓰레기 양 (m<sup>3</sup>/h)

Q: 배수량 (m<sup>3</sup>/s)

K: 계수 (0.2 ~ 0.3)

제진기의 용량은 유착된 쓰레기의 양을 끌어올려 처리할 필요가 있지만 기구는 쓰레기의 종류나 크기에 적합한 것으로 하여야 한다.

발관개에서 스프링클러에 직결할 경우는 로터리스크린, 스트레이너 등 설치에 대하여 검토할 필요가 있다. 제진기 종류는 표 5.4.2, 그림 5.4.2와 같다.

표 5.4.2-1 자동제진기의 형식

비교 항목	체 인 식	
	전면소상 배면 하강형	전면소상 전면 하강형
약 도	그림 5.4.2 의 A 참조	그림5.4.2 의 B 참조
구 조	레이크는 엔드레스체인에 부착되어 있고 체인은 스크린 양측면에 있는 가이드 레일에 따라 움직이면서 스크린면의 쓰레기를 연속적으로 제거한다. 레이크는 스크린 전면에서 권상하면서 쓰레기를 제거하고 난 후 후면으로 하강하는 형식이다. 하부 수중에는 전위스크린이 설치되어 있어 수중에서의 쓰레기 유입도 방지된다.	레이크는 엔드레스 체인에 부착되어 있고 체인은 스크린 양측면에 있는 가이드 레일에 따라 움직이면서 스크린면의 쓰레기를 연속적으로 제거한다. 레이크는 스크린 전면에서 권상하면서 쓰레기를 제거하고 난 후 전면으로 하강하는 형식이다. 하부 수중에 전위스크린은 없다.
용 도	배수장, 하수용 펌프장, 처리장에서 일반적으로 사용되고 있다.	배수장, 하수용 펌프장, 처리장에서 일반적으로 사용되고 있다.
처리가능한 쓰레기의 크기	상당한 크기의 쓰레기도 제거한다.	구조상 커다란 레이크를 취부하는 경우가 없으므로 작은 쓰레기 처리에 적합하다.
쓰레기 처리능력	연속조작이 가능하므로 처리능력이 크다.	연속조작이 가능하므로 처리능력 크다.
운전조작	원방제어, 무인운전가능	원방조작, 무인운전가능
보수점검 유지관리	·수중부에는 스프로켓이나 축수가 없기 때문에 유지관리가 필요 없음 ·구동부는 메커니즘이 간단하여 유지관리가 용이	·수중부에는 스프로켓이나 축수가 없기 때문에 유지관리가 필요 없음 ·구동부는 메커니즘이 간단하여 유지관리가 용이
기타 장점	·운전조작이 간단 ·케이싱으로 밀폐가 용이하여 청결	·운전조작이 간단 ·케이싱으로 밀폐가 용이하여 청결 ·스크린이 수로저부까지 설치되어 있어 쓰레기가 하류되지 않는다.
기타 단점	·주스크린 하부와 전위스크린의 간격이 스크린 폭폭 보다 큰 간격이 된다. ·체인의 이완에 따른 스트로크의 조정이 필요하다.	·체인의 이완에 따른 스트로크의 조정이 필요하다.

표 5.4.2-2 자동제진기의 형식

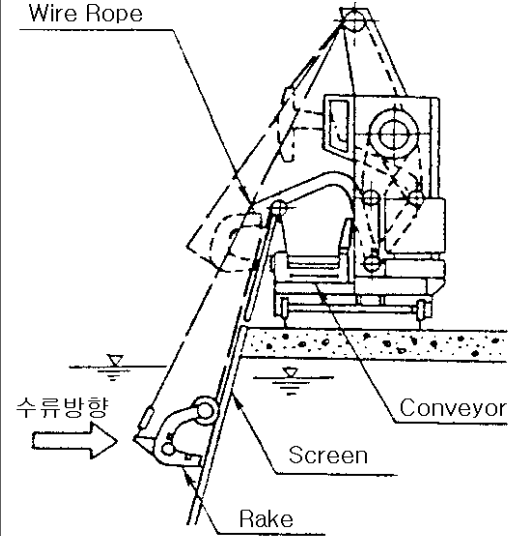
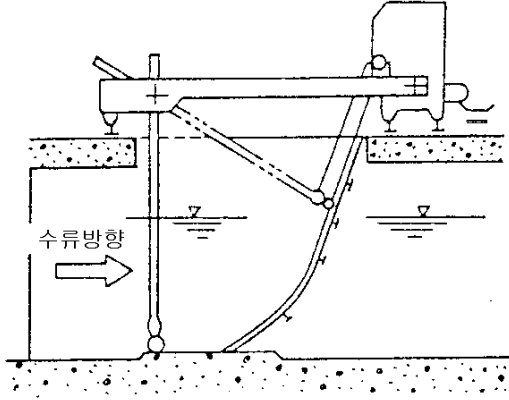
형식 비교 항목	현수선(Catenary)식 제진기	네트(Net)식 자동제진기
약 도	그림 5.4.2 의 C 참조	그림 5.4.2 의 D 참조
구 조	스크린 양측면의 사이드 프레임의 상단에 스프로켓을 지니고 (하부에는 스프로켓이 없다) 엔드레스 체인을 각각 매달아서 이것에 일정 간격으로 카운터웨이트를 붙인 레이크를 설비하여 스크린면의 쓰레기를 연속적으로 제거한다. 수중으로 하강한 레이크는 저부 및 주 스크린 하부에서 체인의 자중에 의한 현수선에서 쓰레기를 누르면서 반전하여 주 스크린 앞에 저지된 쓰레기를 제거한다.	가는 눈의 네트를 프레임에 붙여 체인 등에 고정하고 엔드레스를 회전시켜 쓰레기를 걷어 올리는 역할을 한다. 네트에 붙은 쓰레기는 망 이면에서 분사수로 역세척하여 청소한다. 세정수, 세정장치가 필요하다. 수중부에서 가이드레일을 사용하여 하부 스프로켓이 없는 형식도 있다.
용 도	하수용펌프장, 처리장, 배수장	화력발전소나 공장냉각수 취수구, 2차 스크린용 일반산업, 소규모하수, 공장 배수 처리 등
처리가능 한 쓰레기 의 크기	구조상 커다란 레이크를 취부하는 경우가 없으므로 작은 쓰레기 처리에 적합하다.	레이크가 없거나 있어도 작기 때문에 작은 쓰레기만 제거할 수 있다.
쓰레기 처리능력	연속조작이 가능하므로 처리 능력이 크다.	연속운전으로 작은 쓰레기에 대해서는 처리능력이 크다.
운전조작	원방조작, 무인운전가능	원방제어, 무인운전이 가능
보수점검 유지관리	·수중부에 스프로켓, 베어링이 없다. ·하부에 있어 이물의 유무점검이 번거롭다.	·세정장치가 필요 ·세목의 쓰레기가 가득차기 쉽다. ·수중부에 스프로켓이 있는 형식에서는 유지관리에 인력이 필요하다.
기타 장점	·운전조작이 간단 ·케이싱으로 밀폐가 용이하여 청결 ·스크린이 수로저부까지 설치되어 있어 쓰레기가 하류되지 않는다. ·체인이 신축조정 불요	·작은 쓰레기, 점착성인 쓰레기의 제거가 용이 ·연속운전에 의한 쓰레기 제거가 가능 ·구조가 간단 ·전체 커버가 용이, 청결하다.
기타 단점	·하부에 이물이 끼었을 때 체인이 후리하기 위해 레이크가 풀어진다. 끼여진 이물이 서서히 퇴적하여 있으면 운전 불능이 된다. ·하부에 있어 스크린에 대한 레이크의 침투력이 약하다.	·배출에 세정장치, 세정수가 필요

표 5.4.2-3 자동제진기의 형식

형식 비교 항목	트래시카(Trash Car) (주행형 로프식 자동제진기)	스윙암식 자동제진기
약 도	그림 5.4.2 의 E 참조	그림 5.4.2 의 F 참조
구 조	레이크에 가이드롤러를 붙여 이것을 와이어로프로 인양하는 왕복동형식으로 스크린면의 쓰레기를 제거한다. 레이크는 전동식이동차에 설치하여 여러면의 수로 스크린간에 레일로 이동하면서 운전대에서 원격제진을 행한다. 운전대를 설치할 면적이 필요하다. 정지형도 가능	레이크가 수로양측의 암에 부착되고 암을 상하로 이동하는 구동부를 수면상 부의 프레임에 부착해서 쓰레기를 퍼 올린다. 구조상 수로높이의 배이상의 높이가 필요해서 상면상에 높은 장소가 필요하게 된다. 주행형도 가능하다.
용 도	취수구, 배수장, 하수용의 1차조목(粗目) 스크린 등	오수의 침사지의 2차 스크린 등
처리가능 한 쓰레기 의 크기	레이크가 와이어로프에 의해 인양되므로 레이크의 크기 이상의 쓰레기에 대하여는 레이크가 풀어져 쓰레기 인양이 불가능하게 된다.	레이크의 규모보다 큰 쓰레기는 처리가 어렵다.
쓰레기 처리능력	왕복동형식이므로 연속적인 운전은 불가능하고 더욱이 한 개의 레이크로 수면의 수로스크린을 감당하므로 시간당 처리능력이 작다.	반복 퍼올림 형식에서 연속적인 운전을 할 수가 없기 때문에 처리능력이 작다.
운전조작	기측조작이 원칙	기측 조작이 원칙
보수점검 유지관리	메커니즘이 복잡하여 보수점검에 인력과 시간이 많이 든다.	·구동부가 수면상에 있기 때문에 점검은 용이하지만 메커니즘이 정교해서 유지관리가 어렵다. ·동력케이블의 유지관리가 어렵다.
기타 장점	·1대로 수개의 스크린의 제진이 가능하다 ·깃씽힘의 위험이 적다.	·피니온이 락크에 합치하므로 확실한 퍼올림이 가능하다. ·구동부가 물위에 있기 때문에 점검이 용이하다.
기타 단점	·레이크의 강제하강이 불가능하다. ·레이크의 깃 씽히는 힘이 작다. ·메커니즘이 복잡해서 점검에 인력과 시간이 많이 걸린다.	·수로가 깊게 되면 레이크가 길게 되어 지상의 높이가 대단히 높게 된다. ·동력케이블이 레이크 이동에 따라 상하로 움직이기 때문에 파손이 빠르다. ·전체 커버가 곤란하다.

그림 5.4.2 자동제진기의 형식

형식	체 인 식	
	전면소상 배면 하강형	전면소상 전면 하강형
약도	<p>A</p>	<p>B</p>
형식	현수선(Catenary)식 제진기	네트(Net)식 자동제진기
약도	<p>C</p>	<p>D</p>

형식	트레시카(Trash Car) (주행형 로프식 자동제진기)	스윙암식 자동제진기
약도	<p data-bbox="288 271 312 297">E</p> 	<p data-bbox="828 271 852 297">F</p> 

### 5.4.3 반출장치

제진기에서 수거된 각종의 쓰레기는 펌프장 외로 트럭 등에 의해서 반출될 수 있는 장치가 필요하게 된다.

또한 수거된 쓰레기의 반출처리방법도 처음부터 충분한 대책을 수립하여야 한다. 반출장치를 구성하고 있는 시설에는 다음과 같은 것이 있다.

#### 가. 벨트 컨베이어(Belt Conveyor)

여러 개의 스크린에서 수거된 쓰레기를 받아서 연속적으로 반출하는 장치를 말하며 일반적으로 가장 많이 사용되고 있다.

수평측 방향으로 반출하는 것을 수평 벨트 컨베이어라고 하고 경사지게 설치하여 자동차에 적재하거나 홉퍼(Hopper)에 담게 하는 것을 경사 벨트 컨베이어라고 칭한다. 특히 경사벨트 컨베이어를 설치하는 경우에는 경사각을 수평으로부터 30° 이내로 하여야 한다. 또한 경사벨트 컨베이어에는 미끄럼방지 시설이 되어있는 벨트를 사용하지만 수평벨트 컨베이어에도 미끄럼방지 시설

을 갖춘 벨트를 사용하는 것이 좋다.

나. 에이프론 컨베이어(Apron Conveyer)

양측에 엔드레스체인을 설치한 강판제 패널 위에 반출하는 것으로서 대형에 적합하고 체인의 가이드레일에 의해서 곡선운전도 가능하다.

다. 스킵 호이스트(Skip Hoist)

벨트 컨베이어나 트래쉬카로서 운반되어 오는 쓰레기를 대형의 버킷으로 받아 프레임을 따라 거의 수직으로 올려 호퍼에 투입하거나 트럭에 적재시키는 것으로서 경사컨베이어에 비하여 큰 부지를 필요로 하지 않으나 장대물의 처리에는 적당치 않다.

라. 호퍼(Hopper)

컨베이어로 운반된 쓰레기를 모아서 트럭 등으로 장외로 반출하기 위한 것으로 용량은 3m<sup>3</sup>로부터 15m<sup>3</sup> 정도가 사용된다. 보통 하부에는 트럭적재에 필요한 높이가 약 2.6m 이상의 공간이 얻어지도록 가대상에 설치한다.

호퍼에 달린 게이트의 개폐는 공기압이나 유압 또는 전동식으로 한다.

마. 반출장치

각종의 반출장치 도면과 대형배수장에 설치되는 자동 바-스크린 형식의 자동제진기와 쓰레기 반출장치의 설치도를 그림 5.4.3과 그림 5.4.4에 표시한다.

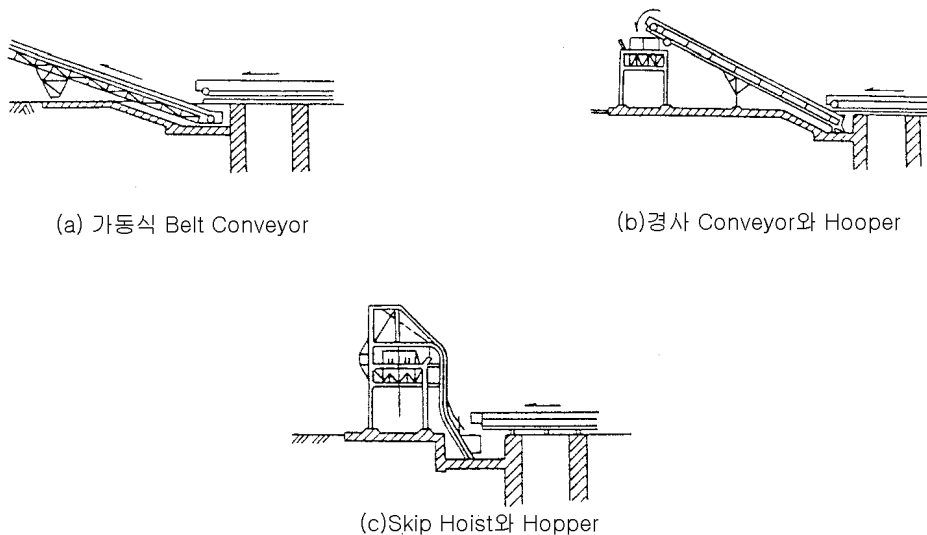


그림 5.4.3 각종 반출장치

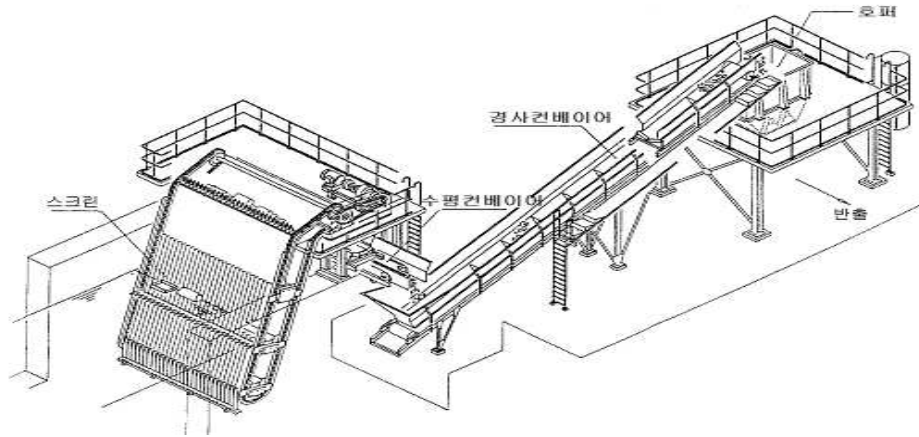


그림 5.4.4 제진설비

## 5.5 천장크레인

천장크레인은 펌프설비의 형식과 규모, 그 유지관리 등의 사용빈도를 검토해서 적절한 형식과 용량을 결정하여야 한다.

천장크레인의 선정은 정격하중을 기초로 하여 크레인형식을 선정할 필요가 있다. 그러나 펌프설비에 따라서는 건물의 보에 후크 등을 설치하여 천장크레인을 필요로 하지 않는 경우나 건물에 I-빔을 설치해서 여기에 체인블록 등을 설치하는 형식도 있다.

펌프실 위에 조작실 등을 설치하지 않을 경우에는 교형(橋形)크레인을 설치하는 경우도 있다. 따라서 천장크레인의 필요여부는 펌프설비의 형식과 규모, 이에 따른 유지관리 등의 사용빈도를 검토해서 적절히 결정할 필요가 있다.

### 5.5.1 천장크레인의 형식

천장크레인의 형식은 특수한 경우를 제외하고는 다음의 4종류로 분류된다.

- 가. 수동식 체인블록(Chain Block)형
- 나. 수동식 트롤리(Trolley)형
- 다. 전동식 더블레일호이스트(Double Rail Hoist)형
- 라. 전동식 트롤리형

### 5.5.2 천장크레인의 선정

가. 천장크레인은 사용빈도가 많은 경우나 고장시 긴급하게 수리를 요하는 경우 등에는 전동식을 표준으로 하고 대수, 기타 사용빈도가 적다고 판단되는



경우에는 수동식으로 한다.

수동식으로 하는 경우 권상에 시간이 걸리므로(정격하중 10tf 이상으로 양정1m당 10~20분이 요하고 끌어올리는데 2~4인이 필요) 권상시에는 전동으로 하는 것도 검토한다(이 경우 A치수는 전동크레인과 동일하게 한다).

나. 천장크레인은 평면적 작업을 고려해서 횡행으로 하는 크레인을 표준으로 하고 있지만 작업이 직선인 경우는 주행 없는 전동호이스트 또는 전동체인블록으로 하는 것도 가능하다.

전동호이스트는 양정이 4~12m, 전동체인블록은 3~5m의 범위로 사용한다.

다. 전동식트롤리형의 종류는 JIS B 8801(천정크레인) 및 JIS B 8820(크레인의 정격하중, 정격속도 및 선회반경)에 의거 고속형, 보통형, 저속형으로 분류되고 있지만 펌프의 조립, 설치에 사용되는 천장크레인에 대해서 용량이 큰 경우(특히 입축펌프)는 저속형을 사용하는 것이 바람직하다.

고속형은 스피드가 빨라 작업성이 나쁜 수 있고 전동기 용량이 크게 되는 이유로 사용하지 않을 수도 있다. 또한 작업 조건을 충분히 검토하여 보통형을 사용하는 경우도 종종 있다. 천장크레인의 선정표는 표 5.5.1와 같다.

표 5.5.1 천장크레인의 선정표

정격하중	천장크레인 형식	
	수동식	전동식
5tf 이하	수동식 체인블록형	-
7.5tf, 10tf	수동식 트롤리형	전동식(저속형)더블레일호이스트형
13tf, 15tf, 20tf	-	전동식(저속형)더블레일호이스트형
25tf	-	전동식(저속형)트롤리형

### 5.5.3 천장크레인의 정격하중 (크레인 후크에 걸 수 있는 최대하중)

#### 가. 고양정펌프

1) 양흡입단단원심펌프, 양흡입다단원심펌프 (C존 펌프, D존 펌프)의 경우는 펌프의 자체분해가 가능하므로 전동기중량은 그림 4.2.12(b)~그림4.2.16(b)로 정해진다.

2) 입축편흡입원심펌프 (C존)의 경우는 펌프의 자체분해가 가능하므로 전동기 중량은 그림 4.2.17(b)~그림 4.2.19(b)로 정해진다.

3) 입축사류펌프의 경우는 펌프구경 및 펌프 길이는 그림 5.5.1에 따라 정해진다.

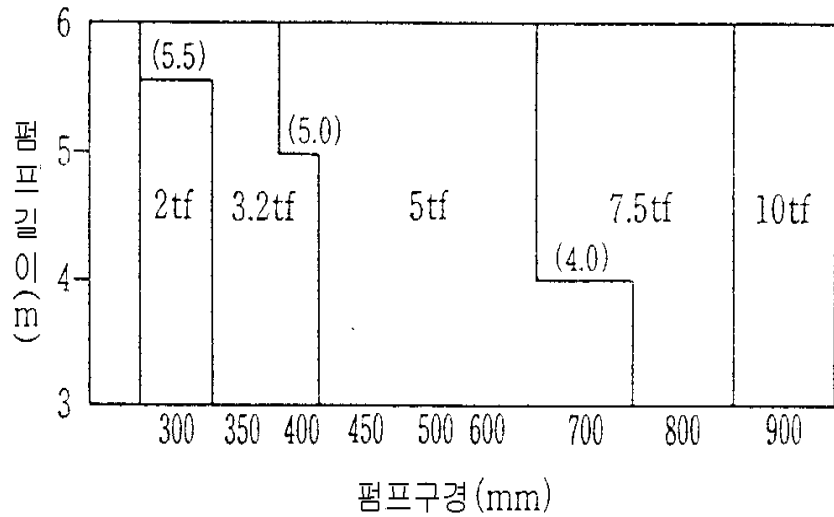


그림 5.5.1 고양정 입축사류 펌프용 천장크레인 용량 선정도

나. 저양정 펌프

- 1) 횡축축류펌프 및 횡축사류펌프용 천장크레인용량은 표 5.5.2에 의함
- 2) 입축축류펌프용 천장크레인용량은 그림 5.5.2에 의함
- 3) 입축사류펌프용 천장크레인용량은 그림 5.5.3에 의함
- 4) 대구경입축사류펌프용 천장크레인용량은 표 5.5.3에 의함

표 5.5.2 횡축축류펌프 및 횡축사류펌프용 천장크레인용량 선정표

구경 (mm)	횡축축류펌프 (mm)	횡축사류펌프 (mm)	비 고
400	1	1	주 1) 900mm 이하는 일체로 달아 올림 2) 1,000mm 이상의 펌프는 분해해서 하부 케이싱을 달아 올림. 따라서 분해중량은 주축, 임펠러, 베어링 등의 중량은 포함되지 않는다. 3) 펌프중량은 전양정이 사류펌프의 경우는 5m, 축류펌프에서는 2.5m, 주요재료는 GC를 사용했을 때의 중량으로 산출한 것임
500	1	2	
600	2	2	
700	2	3.2	
800	3.2	5	
900	5	5	
1,000	3.2	3.2	
1,200	3.2	5	
1,350	5	7.5	
1,500	5	7.5	
1,650	7.5	10	
1,800	10	13	
2,000	10	15	

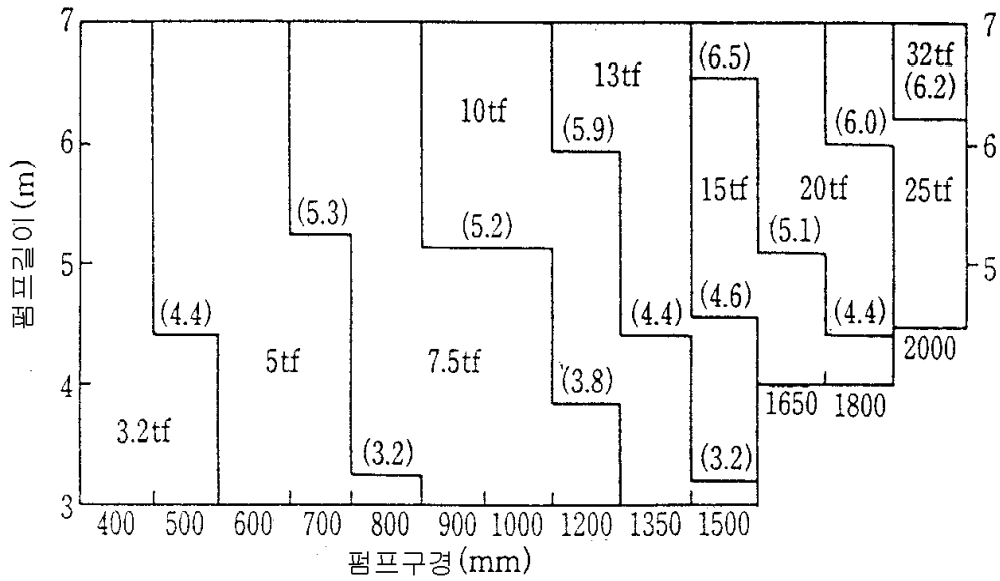


그림 5.5.2 입축 축류 펌프용 천장크레인용량 선정도

- (주) 1. 이 그림은 펌프구경이 900mm 이하의 것은 일체로 달아 올리고, 1,000mm이상의 것은 배출케이싱을 제외하고 달아 올리는 것으로 작성한 것임  
 2. 펌프길이(m)는 설치바닥에서 벨 마우스 끝까지를 말한다.

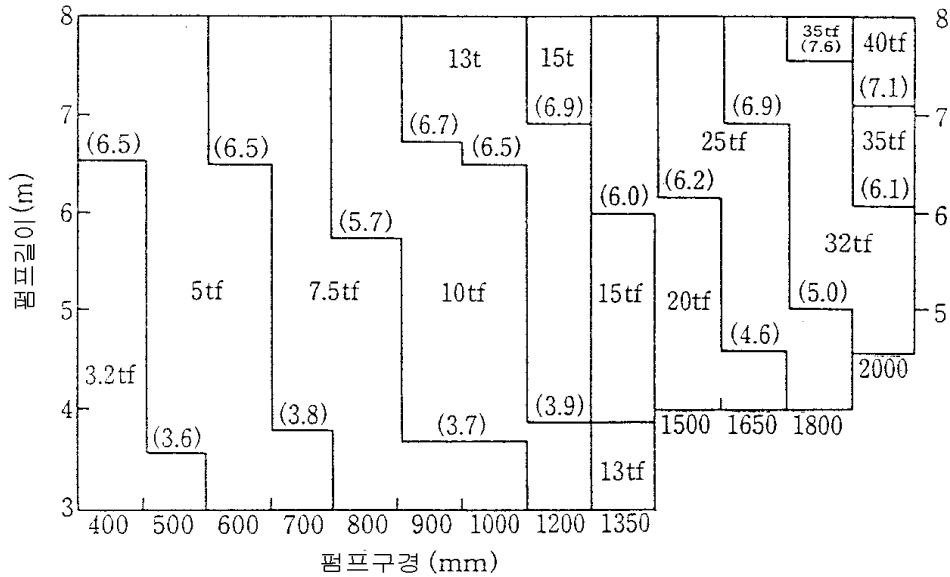


그림 5.5.3 입축 사류 펌프용 천장 크레인 용량 선정도

- (주) 1. 위 그림은 펌프구경 900mm 이하는 일체로 달아 올리고, 1,000mm 이상은 배출케이싱을 제외하고 달아 올리는 것으로 작성한 것임.  
 2. 펌프길이(m)는 설치바닥에서 벨 마우스 끝까지를 말한다.

표 5.5.3 대구경 입축·사류펌프용 천장크레인용량 선정표

구경(mm) \ 펌프형식	축류펌프(tf)	사류펌프(tf)
2,200	20	25
2,400	25	32
2,600	32	35
2,800	35	40

### 5.5.4 천장크레인의 주요제원, 주요치수

가. 수동식 체인블록형 천장크레인

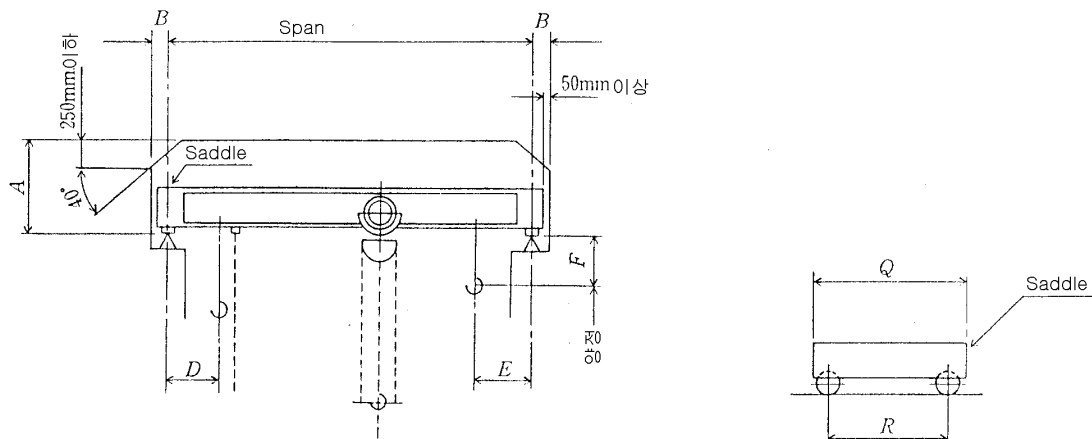


표 5.5.4 수동식 체인블록형 천장크레인 주요제원, 주요치수

정격 하중 (tf)	스팬 (m)	조작력(kgf)			주행 레일 (kgf/m)	주요치수(mm)							최대차륜하중(tf)	
		권 상 기	횡 행	주 행		A	B	D	E	F	Q	R	스팬(m)	
													6	10
1	6 ~ 10	30	20	15	15	700	200	500	500	400	1,650	1,400	0.7	0.8
2	6 ~ 10	30	20	15	15	750	200	500	500	400	1,650	1,400	1.2	1.3
3.2	6 ~ 10	30	20	15	15	800	200	500	500	400	1,650	1,400	1.7	1.9
5	6 ~ 10	35	20	15	15	800	200	650	650	600	1,700	1,400	2.7	3.0

(주) 1. 새들의 차륜총수량은 4개이다.

2. 이 표에서의 주요치수 A ~ R 은 각각 위 그림에 표시된 A ~ R의 개소의 치수를 나타낸다.

나. 수동식 트롤리형 천장크레인

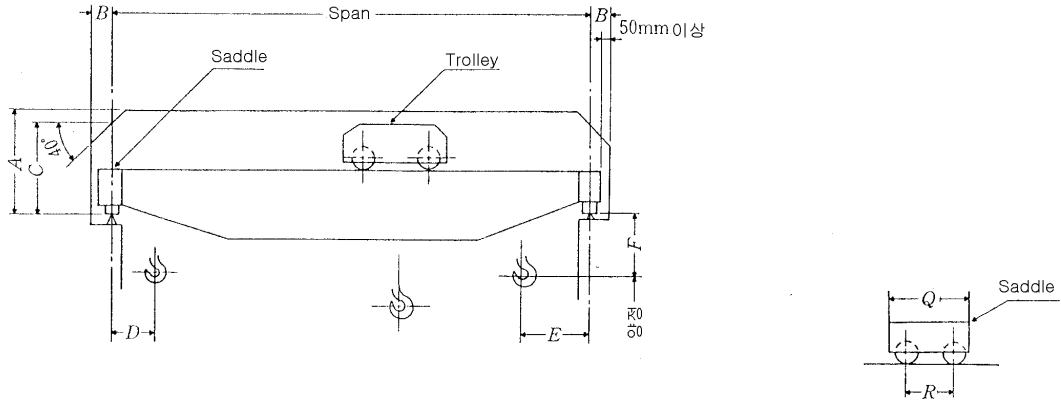


표 5.5.5 수동식 체인 블록형 천장크레인 주요제원, 주요치수

정격 하중 (tf)	스팬 (m)	조작력(kgf)			주행 레일 (kgf/m)	주요치수(mm)								최대차륜 하중(tf)			
		권 상 기	횡 행	주 행		A	B	C	D	E	F	Q	R	스팬(m)			
														6	10	15	20
7.5	6~20	35	20	22	15	1,400	220	1,150	950	900	300	2,550	2,000	4.5	4.8	5.4	6.1
10	6~20	35	20	27	15	1,400	220	1,150	950	900	400	2,550	2,000	5.8	6.2	6.8	7.5

(주) 1. 새들의 차륜총수량은 4개이다.

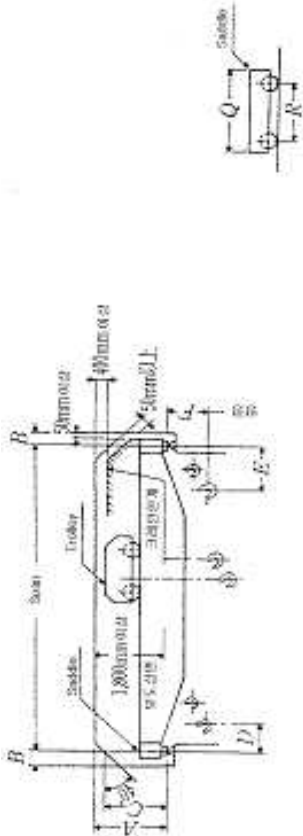
2. 이 표에서 주요치수 A ~ R 은 각각 위 그림에 표시된 A ~ R의 개소의 치수를 나타낸다.

3. 수동식 천장크레인의 재대 차륜하중은 스패인이 6m, 10m, 15m 및 20m의 것을 나타낸 것으로 이 이외의 스패인에 대해서는 이 표에서 정한 값을 이용하여 추정하는 것이 좋다. 권상기, 횡행 및 주행에 대해서는 조작력을 규정하고 주요치수에 대해서는 천장크레인 제작회사의 평균값을 기준으로 하였다.

트롤리 상면(크레인한계)과 건축한계와의 극간은 100mm 이상으로 한다.



라. 전동식트롤리형 천장크레인(저속형)



(표 5.5.7) 전동식(저속형) 트롤리형 천장크레인 주요제원, 주요치수

정격 용량	스 타 판 (m)	주요성기		보조성기	형식		주요성기		주요치수 (mm)	최대적용하중 (t)													
		권속성도 ( $\text{m}^2/\text{min}$ )	권속성도 ( $\text{kW}$ )		권속성도 ( $\text{m}^2/\text{min}$ )	권속성도 ( $\text{kW}$ )	속도 ( $\text{m}/\text{min}$ )	출력 ( $\text{kW}$ )		속도 ( $\text{m}/\text{min}$ )	출력 ( $\text{kW}$ )	진동기 ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )	A	B	C	D	E	F	Q	R			
25	5	6.3~25	2	13	12.5	13	10	1.5	20	1.6×2	30	2,600	320	1,900	1,300	1,600	900	4,200	17.2	18.4	19.5	20.5	22.0
32	8	6.3~25	1.6	13	10	17	10	1.5	20	2.2×2	30	2,700	320	2,000	1,400	1,700	1,000	5,700	20.2	22.0	23.1	24.2	26.0
35	8	6.3~25	1.6	17	10	17	10	1.5	20	2.2×2	30	2,800	340	2,100	1,500	1,700	1,100	5,700	24.0	24.0	25.5	27.0	29.0
40	8	6.3~25	1.6	17	10	17	10	1.5	20	2.2×2	30	2,900	340	2,150	1,600	1,800	1,100	5,800	25.0	27.0	28.1	30.0	32.0
50	10	8~25	1.6	25	8	17	10	1.5	20	3.1×2	37	3,300	340	2,450	1,700	1,900	1,100	6,300	31.0	32.5	34.0	37.0	40.0

※ 1) 정격, 부하량, 전동기는 정격하중, 권속성기, 출력, 수평형은 동형의 일그러뜨림.  
 2) Shackle의 사용용량은 10t이다.  
 3) 이 표에서의 주요치수 A~R은 각각 하중(크레인)에 표시된 A~R의 치수를 나타낸다.  
 4) 전동식 트롤리형 천장크레인의 크레인모터의 용량은 10t 이하의 용량에 표시된 용량보다 작아도 되지만, 크레인모터의 용량은 크레인모터의 용량보다 작아도 되지만, 크레인모터의 용량은 크레인모터의 용량보다 작아도 된다.  
 5) 전동식 트롤리형 천장크레인의 크레인모터의 용량은 크레인모터의 용량보다 작아도 되지만, 크레인모터의 용량은 크레인모터의 용량보다 작아도 된다.  
 6) 전동식 트롤리형 천장크레인의 크레인모터의 용량은 크레인모터의 용량보다 작아도 되지만, 크레인모터의 용량은 크레인모터의 용량보다 작아도 된다.  
 7) 전동식 트롤리형 천장크레인의 크레인모터의 용량은 크레인모터의 용량보다 작아도 되지만, 크레인모터의 용량은 크레인모터의 용량보다 작아도 된다.

## 제 6 장 운전관리 설비

### 6.1 운전방식

펌프의 운전방식은 펌프장을 설치한 목적과 해야 할 기능 등에 대해 충분히 파악하는 외에 물 관리 시스템, 펌프장의 모든 설비의 성능 특성, 운전조건 등을 종합적으로 검토하여 안전하고도 경제적으로 설계를 하고, 그 적절한 운용을 위해 설비설계를 하여야 한다.

용배수계에 있어서 운전방식은 그 계의 물 관리방식을 결정하는 중요한 요소이다. 또한 반대로 계 전체의 물 관리방식이 펌프 운전방식을 제약하는 경우도 있다.

양배수장의 설계에 대해서는 미리 양배수장 완성 후에 해야 할 운전관리와 보수 관리 개요를 파악하고, 운전조작의 용이성 등을 위해 필요로 하는 설비계획의 조건에 맞게 설비설계를 할 필요가 있다.

#### 6.1.1. 운전방식의 검토

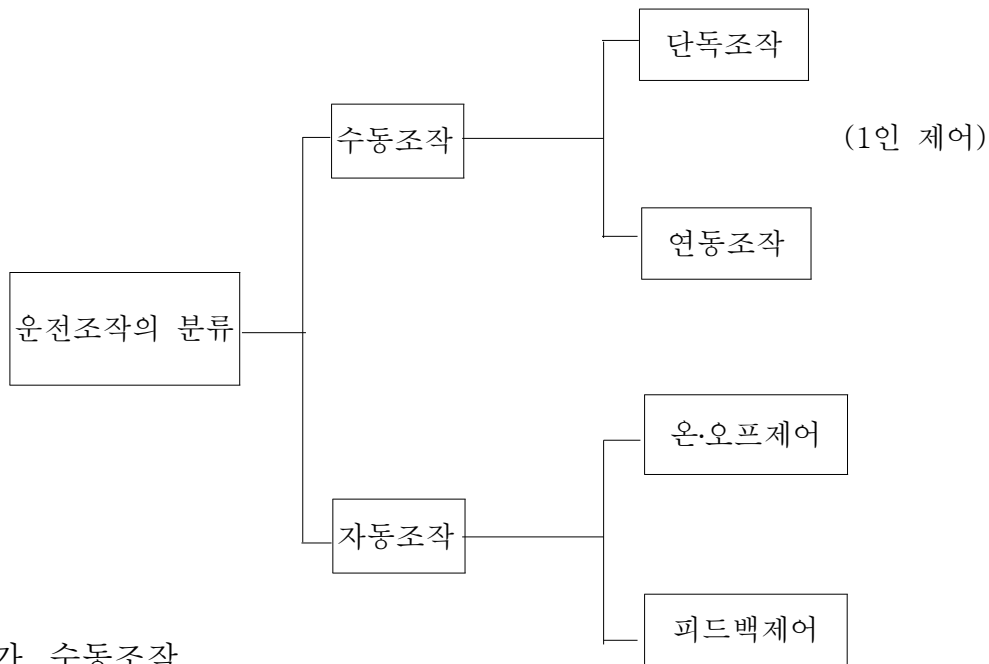
- 가. 펌프설비, 게이트, 제진기 등 설비 규모의 검토
- 나. 용수 또는 배수펌프 등 사용목적에 따른 검토
- 다. 유량의 변동범위 등 사용조건에 따른 검토
- 라. 고장에 대비한 보호, 조치의 필요성 여부, 오 조작에 따른 위험도 등 확실성 검토
- 마. 현장(기측)조작, 원방조작 등 조작 장소의 검토
- 바. 설비비, 유지관리비 등 경제성 검토
- 사. 초보자, 단순한 운전자, 기술자 등 운전자의 기능정도의 검토

#### 6.1.2 조작방식에 따른 운전방식

평상시 펌프를 운전하는 경우에는, 시동조작 개시부터 시동조작 완료까지 주 펌프와 별도의 부속기기를 순차적으로 조작하게 되는데, 각 기기의 일련의 조작을 단독으로 조작하는 것, 각 기기의 일련의 조작을 연동으로 조작하는 수동조작, 필요에 따라 계측기기로부터 지령에 의해 자동적으로 시동이나 정지를 하는 자동운전조작이 있는데, 어느 운전조작을 채택하는 것은 수로계 전



체의 물 관리방식의 관점이 중요하고 각 시설규모, 목적, 관리체제 등을 고려하여 결정한다.



가. 수동조작

1) 단독조작

단독조작은 주 펌프 운전에 필요한 보조기계와 밸브 등의 조작을 주 펌프 조작과 연동하지 않고, 각각 단독으로 조작하면서 각 기기의 동작을 운전조작원이 확인하면서 운전하는 방법으로, 보통 시설규모가 작고 펌프 수가 적은 곳에서, 부속기계가 적은 시설이나 기측 조작반에서 조작한다. 또한, 이 단독조작은 원격조작을 하는 경우에도 시운전 조정 등을 기측으로 하는 경우에도 채택되는 일이 있다.

2) 연동조작(1인 제어)

연동조작은 주 펌프, 밸브, 부속기계 등의 조작을 한 번의 조작으로 각 기기의 조작단계가 연속으로 이루어지며, 각 기기의 동작 사이에는 필요에 따라서 차단하는 보호회로를 갖추고 있다. 또한, 연동하는 기기의 수가 많으면 배출밸브와 수문 등을 연동으로 하지 않고 개별적으로 수동조작하는 반연동조작이 쓰이기도 한다.

나. 자동조작

보통 시동조작이 끝나고, 자동조작회로에 개폐기가 투입되어, 운전상태의 변화에 따라 계측기로부터 명령을 받아 시동과 정지동작을 하는 것으로 밸브 조작과 대수제어 등의 조작이 자동으로 이루어진다.

### 1) 온오프(On-off) 제어

계측기에 검출된 계측치가 앞서 설정한 값을 넘을 경우에 펌프의 시동과 정지명령을 보내 자동으로 운전대수를 조절하고 밸브를 모두 열거나 닫는 조작을 하는 제어방식이다.

### 2) 피드백(feed back) 제어

유량, 압력, 수위 등의 제어대상이 제어장치 자체에 있는 범위로 설정된 목표치를 벗어나면 자동으로 수정하는 기능을 한다. 이와 같이 제어결과를 도출하여 목표치와 비교하여 차이가 나면 자동으로 수정하여 목표치와 제어결과를 일정한 관계로 유지한다.

## 6.1.3 조작 장소에 따른 운전방식

### 가. 기측조작

펌프, 원동기, 보조기계, 게이트, 제진기 등을 직접 감시할 수 있는 장소에서 조작감시가 가능하고 일반적으로 중소규모의 펌프 설비로 펌프를 조작하는 배전반이 펌프본체 가까이 설치되어 있는 경우에 채택된다. 그리고 이 기측조작 방식의 경우 각 기기의 조작순서가 각각 단독조작에 의해 이루어지는 경우가 많으며, 예를 들면 펌프본체의 조작, 밸브의 조작, 유허유펌프와 냉각수펌프의 조작 등을 할 때 운전조작원이 각 기기의 정상동작을 확인하면서 각각의 기기를 단독으로 조작할 수 있다.

### 나. 원격조작

원격조작은 펌프시설의 운전조작의 주체를 감시실 등에서 원격조작하는 방식으로, 감시조작반이 펌프 본체의 설치 장소에서 떨어진 조작실에 설치된 경우에 채택된다. 이 조작방식은 펌프의 운전상태가 감시조작반에 표시되고 이들 감시계기를 보면서 펌프의 운전을 연동조작(또 반연동조작)으로 하는 것이다.

또한 이 조작방식도 초기 시운전조정을 쉽게 하기위해 기측조작반을 설치하여 각 기기의 조작을 단독으로 할 필요가 있다. 이 기측조작반 안에는 조작위치의 선택개폐기가 설치되어 있을 뿐만 아니라, 긴급조작을 위한 개폐기도 설치되어 비상사고가 생기면 펌프를 긴급 정지시킬 수 있다.

### 다. 원방조작

원방조작은 펌프장에서 떨어진 중앙관리소에서 유선 또는 무선의 텔레미터링(Tele-Metering, TM)과 텔레콘(Tele-Control, TC)을 이용하여 펌프시설을

운전 관리하는 것이다. 이 방법은 여러 장소의 펌프장을 집중관리하여 원방에서 운전조작을 하는 경우에 적합하다. 이 경우 중앙관리소에 필요한 운전상태의 표시, 데이터를 저장하는 기기 등이 설비되어 있다. 다만, 시설전체의 설비비가 많이 들기 때문에 시설규모, 목적, 운영관리 등의 검토와 더불어 운용관리자의 의견 등을 고려하여 채택 여부를 결정할 필요가 있다. 물 관리 System을 효율적으로 운영하기 위하여 TM/TC 설비를 할 필요가 있다.

**[參考]**

펌프의 시동, 정지조작의 예로서 1인 제어의 경우를 표시한다.

1. 펌프의 시동조건

펌프의 시동조건은 표 6.1.1과 같다.

표 6.1.1 펌프의 시동조건

시동조건	펌프구동용원동기	내연기관		전동기		비 고
	펌프 형식	횡축	입축	횡축	입축	
흡입수조 수위 규정 이상		○	○	○	○	
냉각수, 윤활유, 봉수용수조 수위 규정 이상		○	○	○	○	
공기조 압력 규정 이상		○	○			펌프구동용, 내연기관 시동용
연료소출조 유면 규정 이상		○	○			
시동장치가 시동위치				○	○	
배출밸브 규정개도		○	○	○	○	
진공펌프보급수조 수위 규정 이상		○		○		
보호계전기가 동작하지 않는다		○	○	○	○	
다른 펌프가 시동중이 아니다.		○	○	○	○	
전원이 들어와 있지 않다		○	○	○	○	

(주) ○은 충족시켜야 할 시동조건이다.

2. 펌프의 시동조작

펌프의 시동조작은 표 6.1.2와 같다.

표 6.1.2 펌프의 시동조작

구분	조작 단위	보조기계 등의 조작내용	검출요소	펌프의 형식				비 고
				내연기관		전동기		
				횡축	입축	횡축	입축	
시 동 준 비	냉각수, 유회수, 봉수공급조작	각종 펌프의 시 동·각종 밸브 의 열림	단수 또는 통수, 수조의 수위	○	○	○	○	냉각수펌프· 냉각수밸브 등
	만수조작	진공펌프시동· 흡기밸브 열림	만수	○		○		만수검지기
	유회유공급조작	유회유펌프시동	압력 또는 흐름	○	○	○	○	압력계진기· 흐름계진기
시 동	내연기관시동 조작	시동밸브의개폐	지체·저속도· 규정속도	○	○			공기시동 방식일 때
	전동기 시동 조작	차단기 투입				○	○	
	만수 정지조작	진공펌프정지 ·흡기밸브	만수	○		○		
	유회유 공급 정지 조작	유회유 펌프 정지	압력 또는 회전수	○	○	○	○	초기유회유 펌프

(주) 1. ○표는 해당조작단위이다.

2. 표에서 냉각수 펌프는 가스터빈의 경우에는 필요 없다.

3. 펌프의 정지조작

펌프의 정지조작은 표 6.1.3과 같다.

표 6.1.3 펌프의 정지조작

구분	조작단위	보조기계 등의 조작내용	검출요소	펌프의 형식				비 고
				내연기관		전동기		
				횡축	입축	횡축	입축	
정 지	내연기관 정지 조작	정지밸브 개폐		○	○			공기시동방식의 경우
	전동기 정지 조작	차단기 개방				○	○	
정 지 후	냉각수·유회 수·봉수공급 정지 조작	각종 펌프의 정지, 각종밸브 의 폐쇄	펌프정지	○	○	○	○	

(주) 1. ○표는 해당조작단위이다.

2. 표에서 냉각수정지조작은 가스터빈의 경우에는 필요 없다.

#### 4. 보호 장치

펌프운전 중 기기 등에 이상이 발생할 경우는 그것을 검출해서 상태에 따라 정지, 경보가 표시되고 동작을 하게 하는 보호 장치를 설치해야 한다. 펌프 운전 중에 생길 것이 예상되는 각 기기의 이상상태 및 중고장, 경고장의 구분은 표 6.1.4 에 표시하였다. 중고장은 이상상태를 표시하고 경보를 냄과 동시에 펌프는 자동적으로 정지하는 것으로 한다. 경고장은 이상상태를 표시하고 경보를 내는 것으로 하는데 펌프는 자동적으로 정지하지 않는 것으로 한다.

표 6.1.4 펌프의중고장 및 경고장

구분	이상상태	펌프구동용 원동기		전동기		비 고	
		펌프의 형식	회축	입축	회축		입축
중고장	내연기관 과속도		○	○			
	내연기관 윤활유압 이상저하		○	○		가스터빈의 경우	
	내연기관 배기온도 이상상승		○	○			
	냉각수 온도상승		○	○			
	냉각수량 부족		○	○		직접냉각방식인 때	
	전동기 과부하				○	○	
	전동기 과전류				○	○	
	치차감속기 윤활유압 또는 유량 이상저하	○	○	○	○	○	
	베어링온도 이상상승				○	○	스러스트베어링
	윤활 수량 부족				○	○	윤활수펌프
	흡수조 수위 이상저하	○	○	○	○	○	
전기계통 중고장				○	○	저전압접지	
기타 필요한 것	○	○	○	○	○		
경고장	시동지체		○	○	○	○	2계통으로 한다.
	내연기관 윤활유 온도 이상상승		○	○			
	냉각수, 윤활수, 봉수용수조 수위이상저하	○	○	○	○	○	
	공기조 압력 이상저하	○	○	○			펌프구동용 내연기관시동용
	연료소출조 유면저하	○	○	○			
	치차감속기 윤활유 온도 이상상승	○	○	○	○	○	
	유체커플링 윤활유 온도 이상상승	○	○	○	○	○	필요한 경우
	배출밸브 리미토크 작동	○	○	○	○	○	전동밸브인 경우
	진공펌프 보급수조 수위 이상저하	○			○		
	보조기계 펌프고장	○	○	○	○	○	
	전기계통 경고장				○	○	
기타 필요한 것	○	○	○	○	○		

(주) 1. ○표는 해당항목의 이상상태임

2. 중고장이란 중요부분의 고장으로써 곧 펌프운전을 정지시킬 필요가 있는 고장

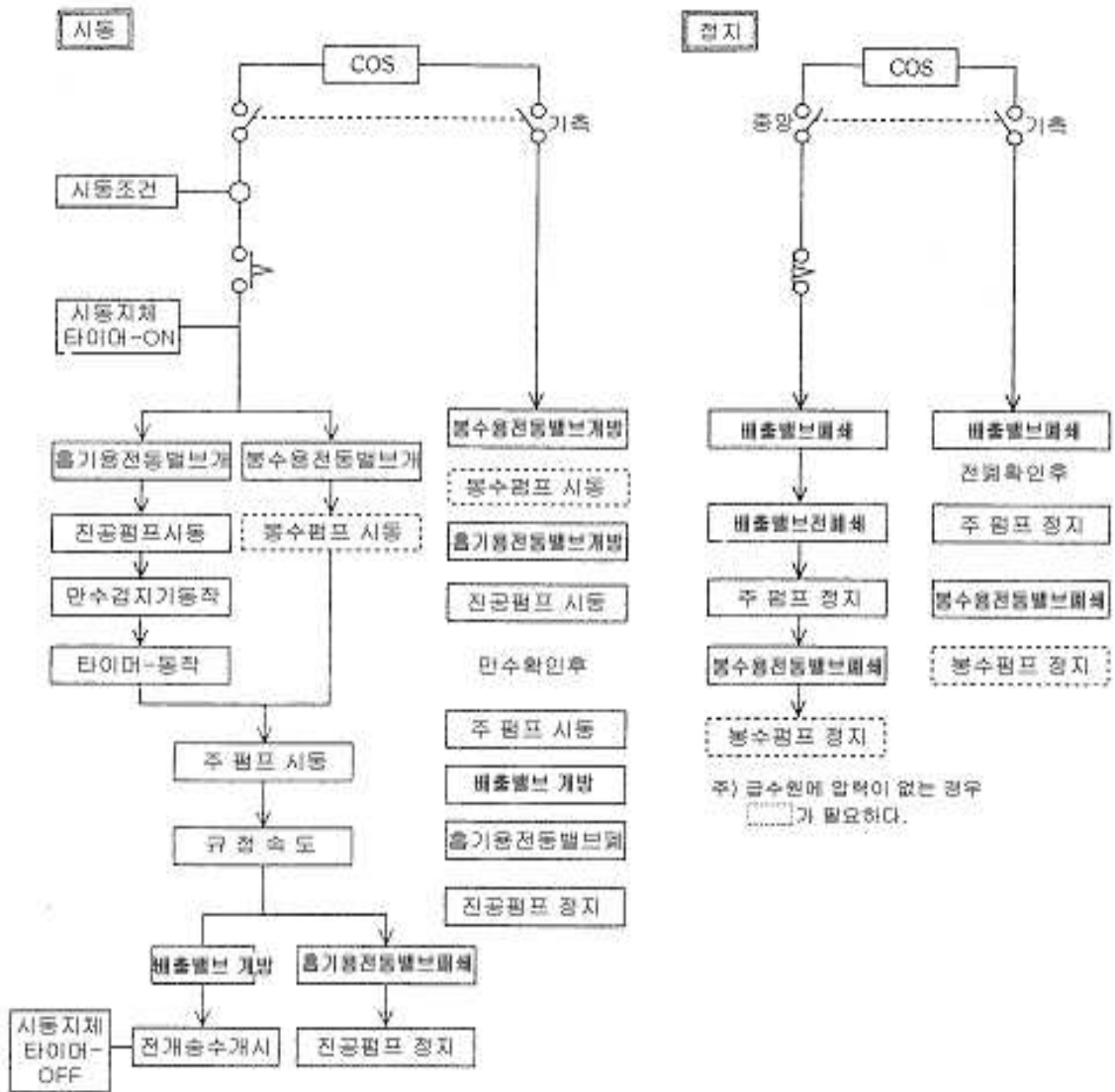
3. 경고장이란 잠간동안 펌프운전을 속행해도 지장이 없는 부분의 고장이며 경보가 나면 운전자는 점검 및 조정을 해야 한다.



6. 펌프시동, 정지 시퀀스 블록도

가. 횡축양흡입원심펌프 : 전동기 구동(압입)

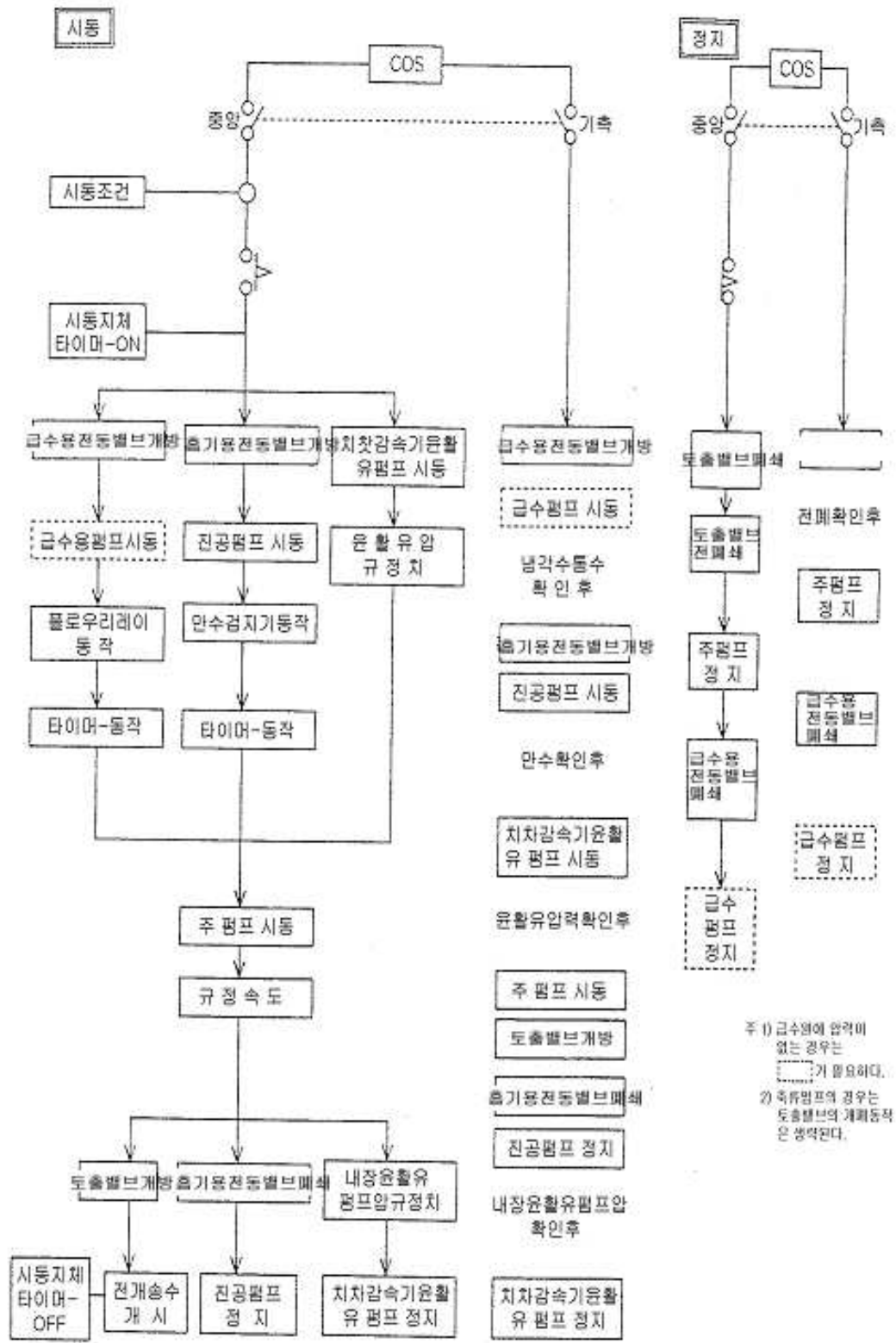
나. 횡축양흡입원심펌프 : 전동기 구동 (흡상)



다. 횡축사류(축류)펌프: 전동기 구동 (직결)

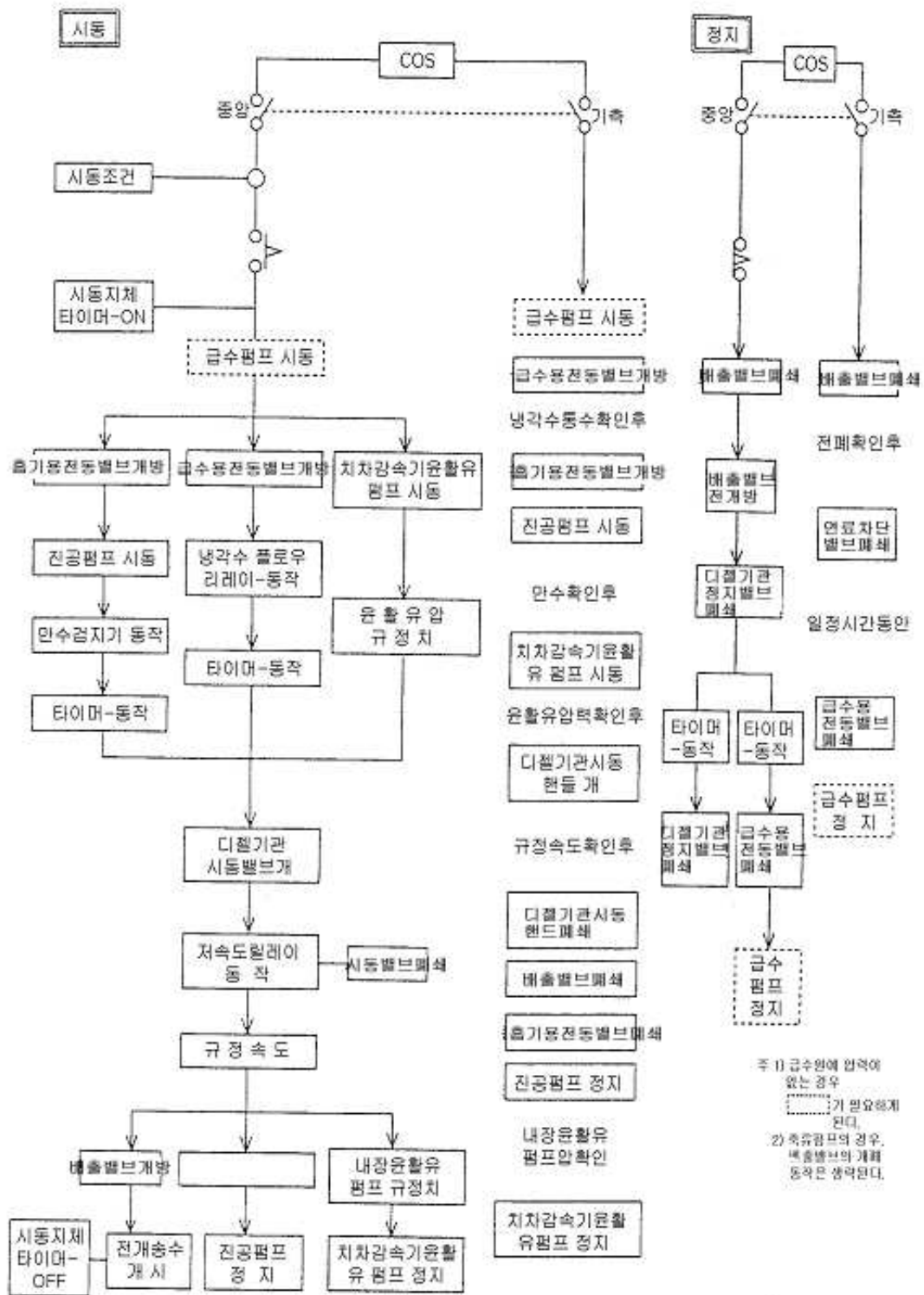
“나 향” 횡축양흡입원심펌프 전동기구동 (흡입)과 동일함.  
 축류펌프의 경우 토출밸브의 개폐동작은 생략된다.

라. 횡축사류 (축류) 펌프: 전동기 구동 (치차감속기 부착)

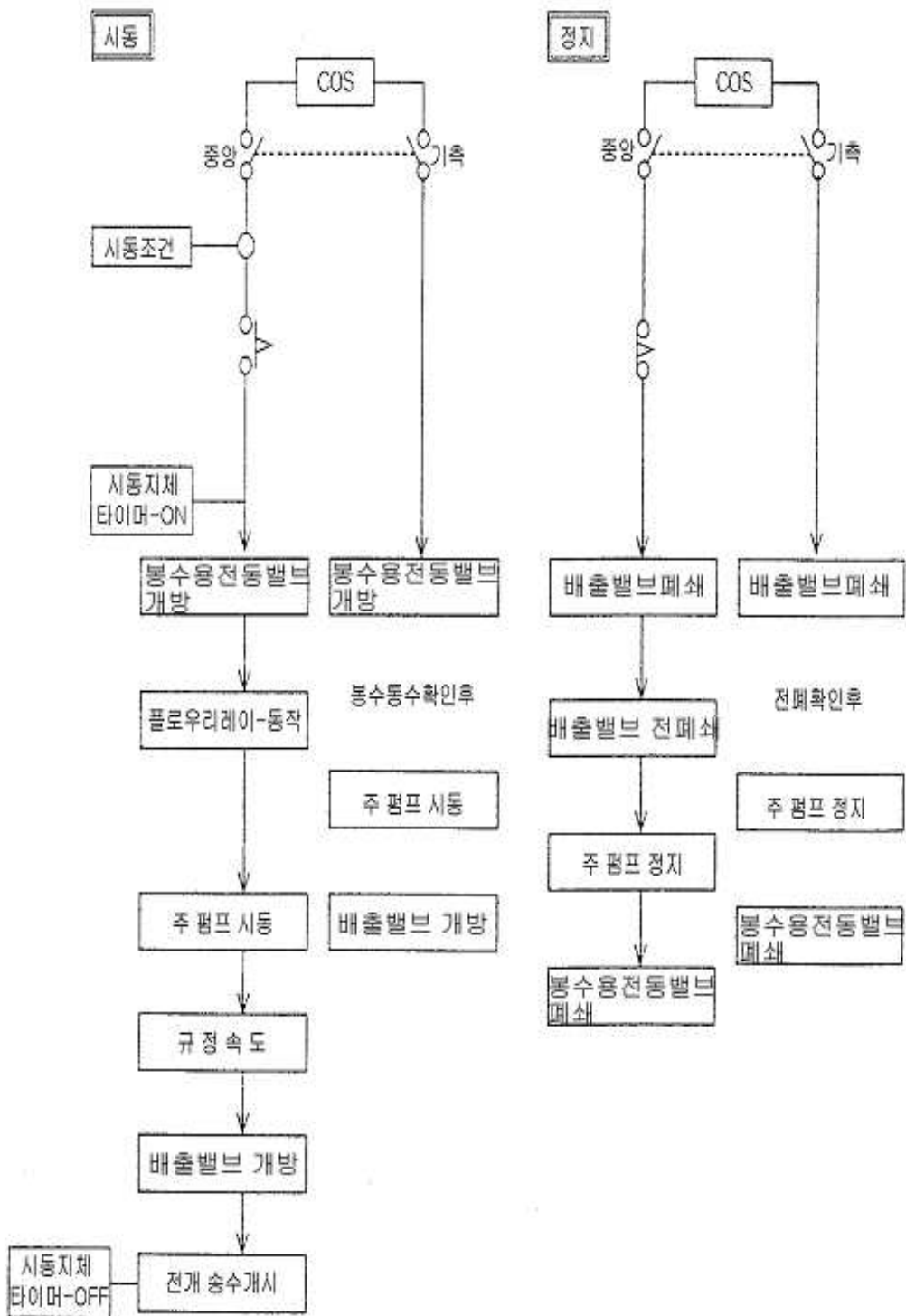




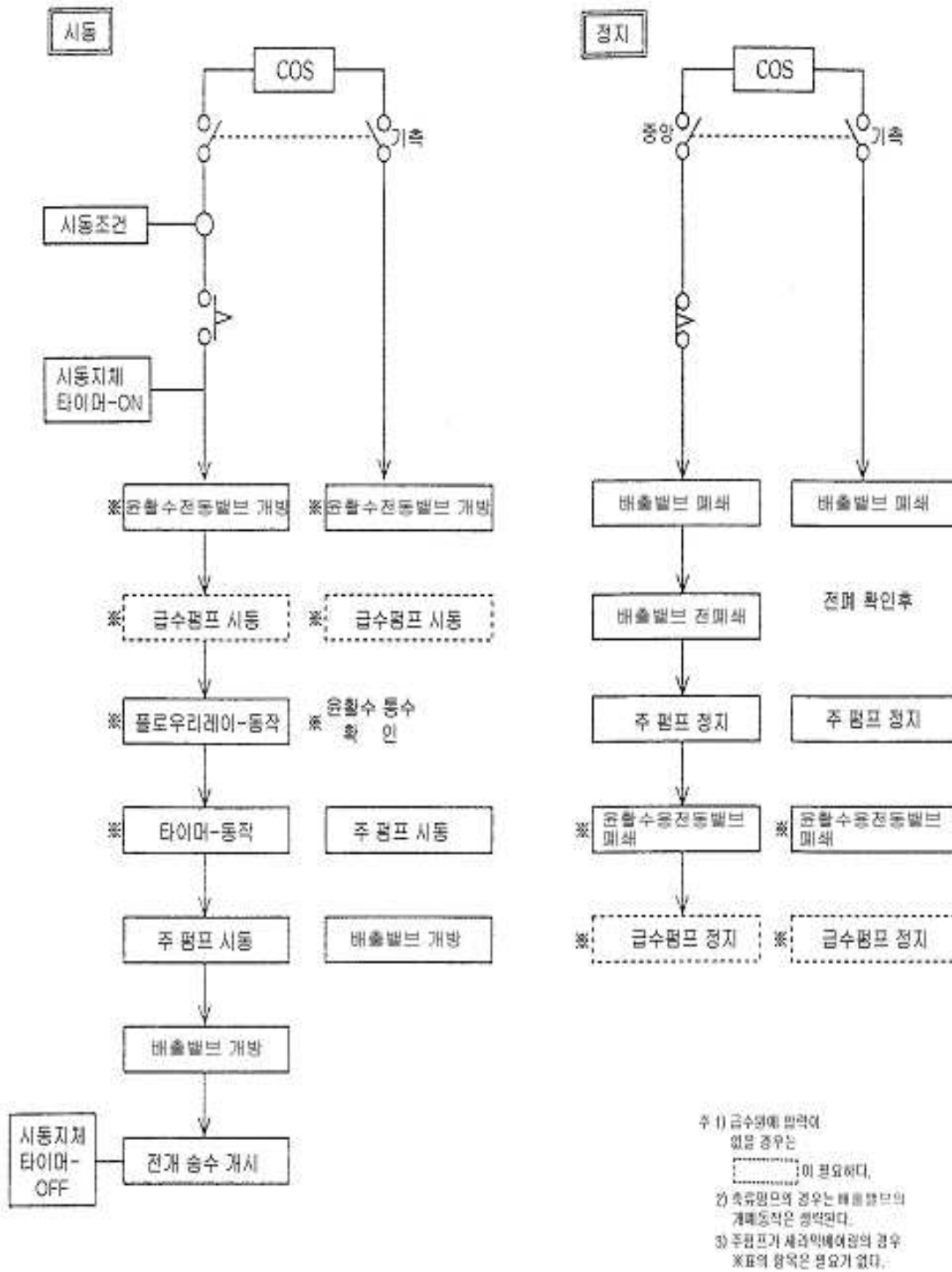
마. 횡축사류(축류)펌프: 디젤기관 구동



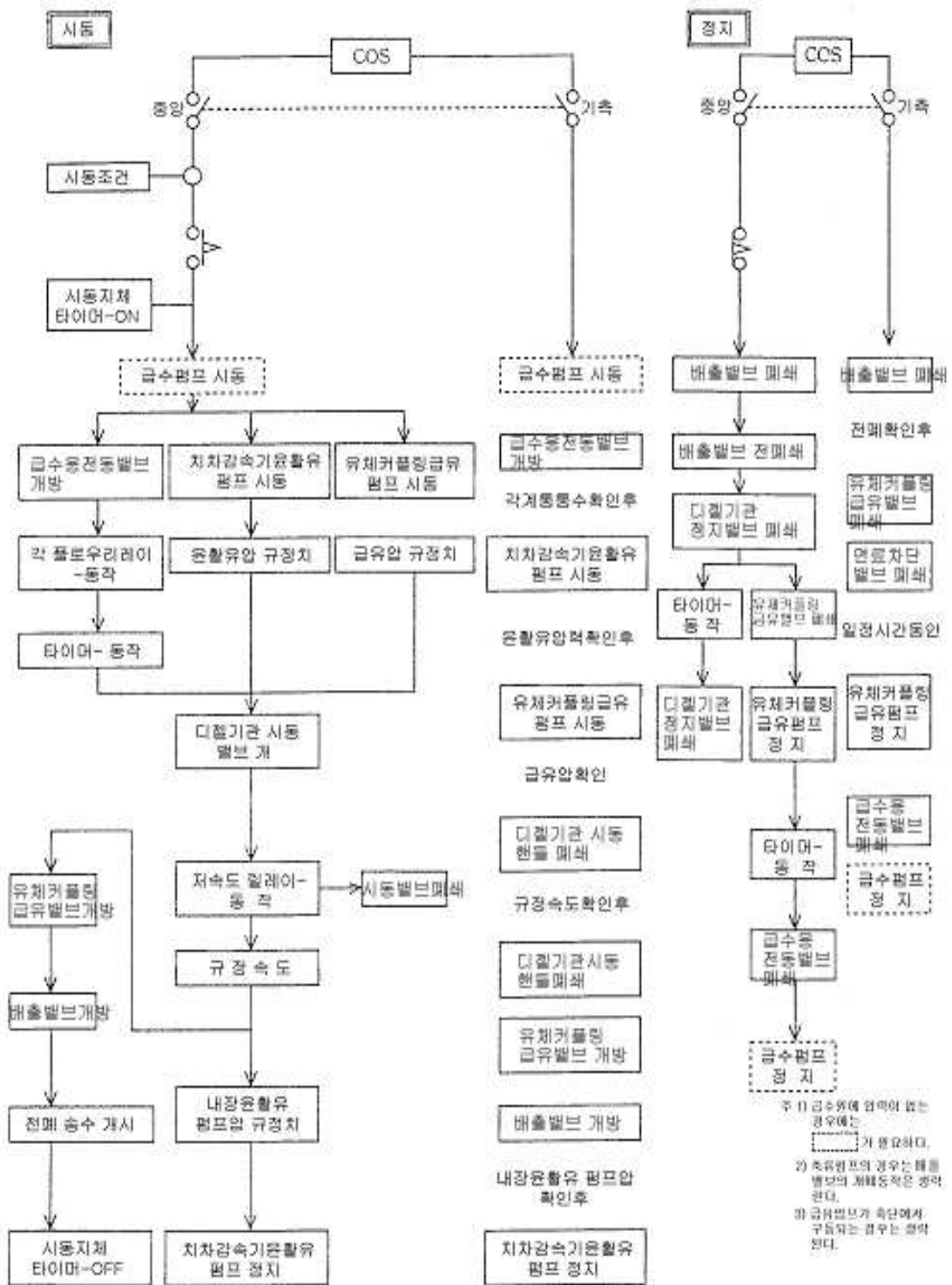
바. 입측편흡입원심펌프: 전동기 구동



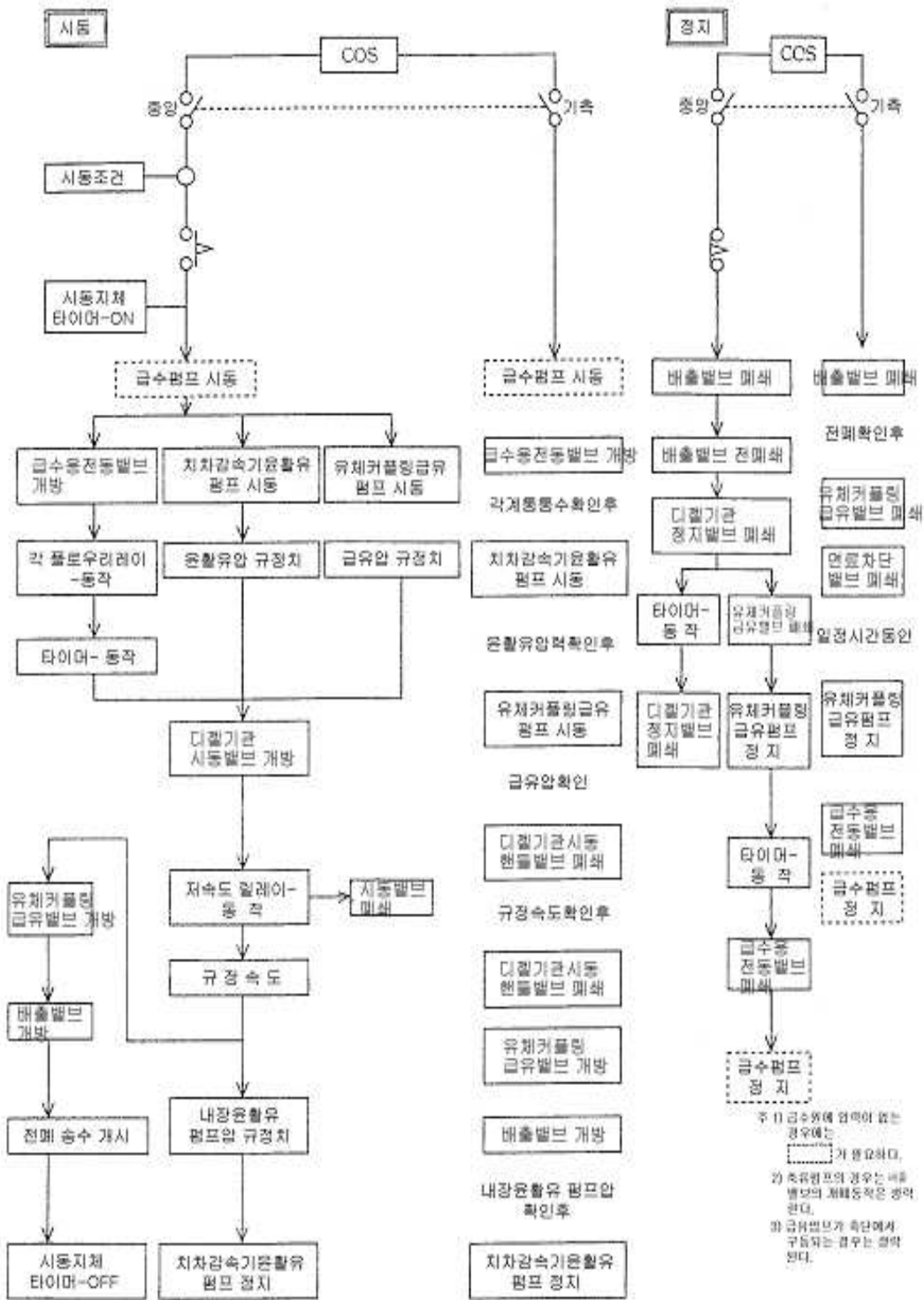
사. 입축사류(축류) 펌프: 전동기 구동(직결)



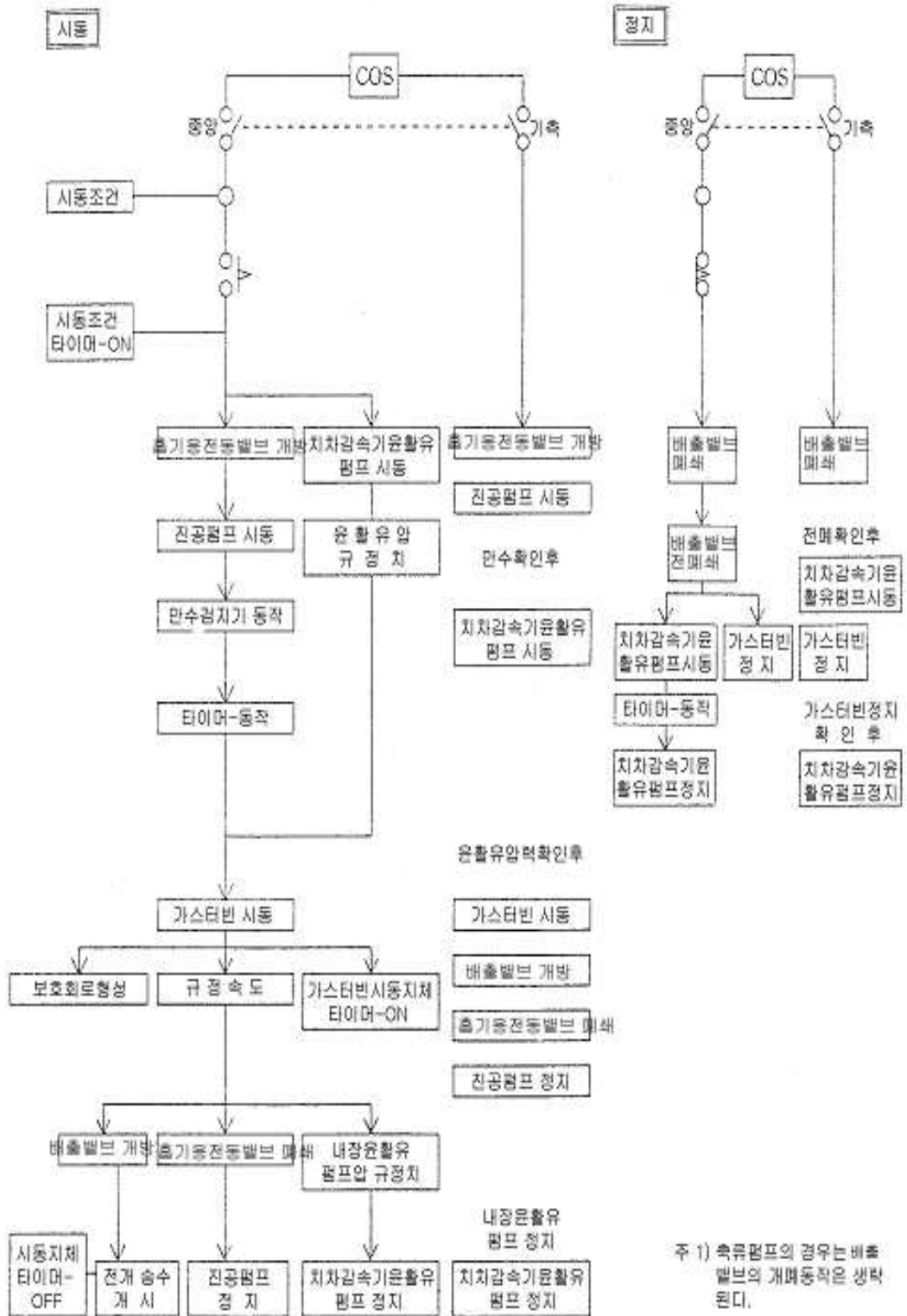
아. 입축사류(축류) 펌프 : 전동기 구동 (치차감속기부착)



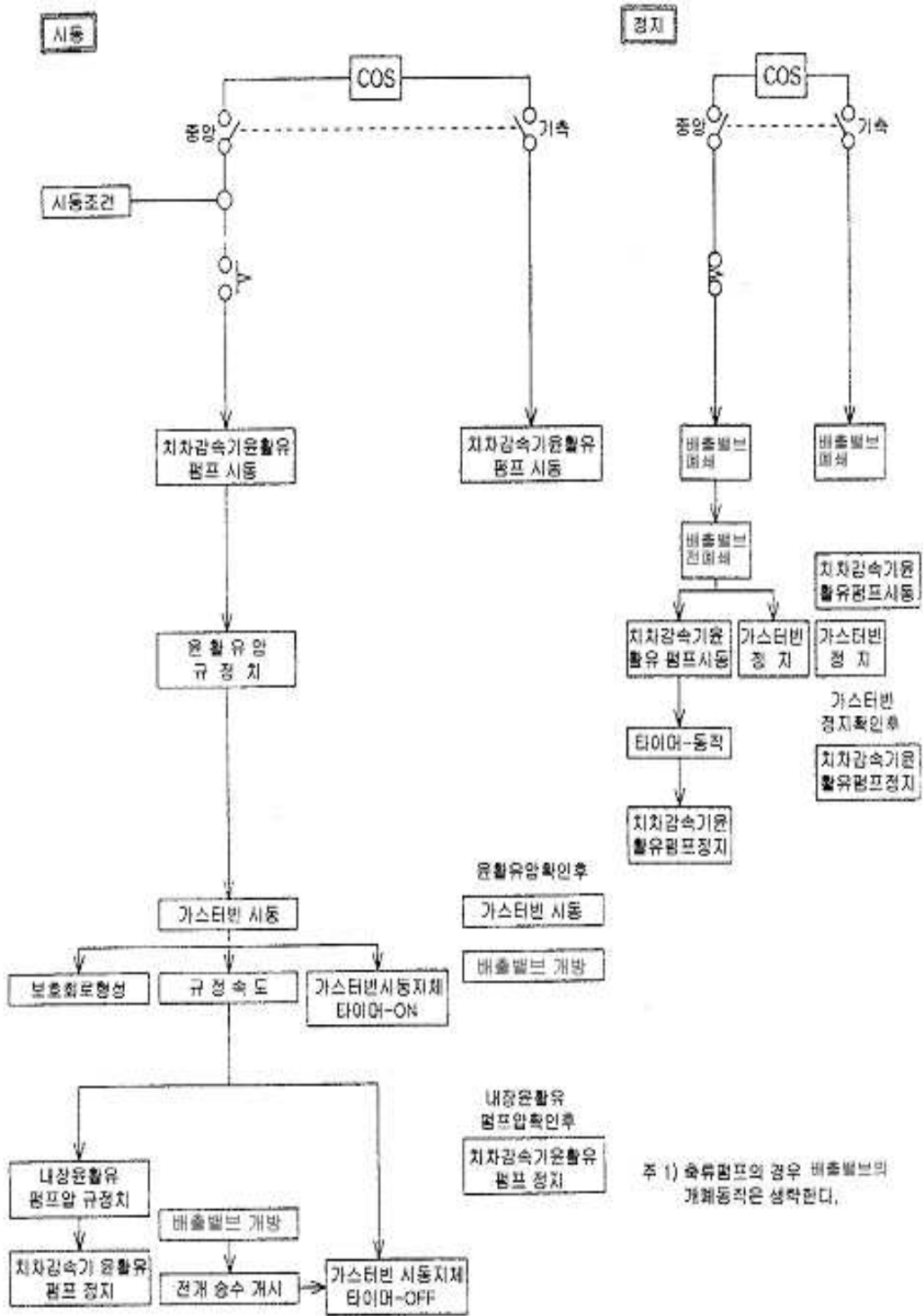
자. 입축사류(축류)펌프: 디젤기관 구동(치차감속기·유체커플링부착)



차. 횡축사류(축류)펌프: 가스터빈 구동(공냉치차감속기 부착)



카. 입축사류(축류)펌프 : 가스터빈 구동(공냉치차감속기 부착)



## 6.2 운전관리 설비

운전관리 설비는 양·배수장의 운전조작과 보수 관리를 적절하고 안전하게 하기 위해, 펌프설비규모, 운전방식, 입지조건 등을 검토하는 외에도 필요한 운전감시 제어설비와 유지관리 설비 등을 말한다.

또, 펌프설비 외 지역전체의 용 배수로 계통이나 다른 지역에 주는 영향을 충분히 배려하여 검토하고 특히 홍수시에 대해서 충분한 안전대책을 강구하는 설계가 되어야 한다.

운전관리 설비는 용·배수계 전체의 각 수리시설에 걸친 종합적인 물 관리 자동화 시스템을 검토해서 이 시스템에 있어서 양·배수장이 해야 할 기능을 만족 시키고 적절하고 안전한 운전관리를 할 수 있도록 펌프설비규모, 운전방식, 관리방식에 대해 검토하여 필요에 따라 계장 기기를 갖추는 것으로 한다.

특히 홍수시의 체제에 대해서는 충분한 안전대책을 세우도록 설계하고, 향후 물 관리 자동화시설(TM/TC)를 설치하기 위하여 RTU(Remote Terminal Unit 이하 “원격제어장치”라 함) 설치 공간 확보 하는 것이 바람직하다. 운전관리 설비(계장기기)에는 다음 항목이 있다.

- ① 펌프의 적정한 운전·감시·제어를 위한 감시제어장치, 기측(현장)조작반 등의 운전감시제어설비
- ② 운전·감시·제어에 필요한 수위, 유량, 우량 등을 계측하기 위한 계측설비
- ③ 펌프의 원방감시제어에 필요한 계측 데이터와 펌프 조작신호를 전송하는 원격감시(Tele-Metering, TM), 원격제어(Tele-Control, TC)설비와 전송로
- ④ 펌프장 보안 관리를 안전하고 적절하게 하기 위한 관리소, 관리용 도로, 보안설비 등의 유지관리 설비가 있다.

### 6.2.1 운전감시제어설비

운전감시제어설비는 펌프의 안전하고도 효율적인 운전과 유지관리의 합리화를 위하여 보통 다음 조건 등을 고려하여 설계할 필요가 있다.

- ① 구조가 단순하고 동작의 신뢰성이 높을 것.
- ② 제어가 간단하고 잘못 조작할 위험이 없을 것.
- ③ 일부의 고장이 전체 제어에 뚜렷한 영향을 주지 않을 것.
- ④ 설치된 환경을 충분히 고려할 것.
- ⑤ 유지관리가 쉽고 관리비가 적게 들것.
- ⑥ 제어 내용 등의 간단한 변경에도 대응할 수 있을 것.



#### 가. 물 관리 자동화시설

중앙관리소에 설치하여 펌프설비, 전기설비, 게이트, 제진기 등을 감시제어하는 장치이다. 물 관리 자동화시설은 전력량, 전류, 전압, 주파수, 개도, 온도, 수위, 우량, 압력 등의 계측 데이터 등을 표시하는 중앙감시반, 펌프설비, 전기설비 등의 기기상태의 표시와 원격(원방)조작을 하는 중앙조작반(탁자), 펌프설비의 자동운전에 필요한 시퀀스회로, 보조릴레이, 각종 설정기 등을 모두 포함한 원방제어 릴레이반, 자동제어반 등이 있다. 반의 형식과 구성은 [5.2 전기설비]를 참조한다.

#### 나. 기측(현장)조작반

기기 동작을 직접 보면서 운전하는 설비로서, 주로 펌프 가까이에 설치한다. 반의 형식은 자립형, 포스트형, 벽걸이형 등이 있고.[5.2 전기설비]를 참조한다.

#### 다. 프로그래머 컨트롤(Programmer Control: PC)

조작제어설비의 조작·제어계에 릴레이회로를 사용하나 프로그래머 컨트롤(PC)을 사용할 수도 있다. 다만 PC를 사용하면 고온다습하지 않은 설치환경이 필요하고, 그 기준치는 다음과 같다.

반내 온도 55℃ 이하, 반내 습도 90% 이하

#### 라. 기타

이외에도 대규모 펌프장 등에 있어서는 제어대상범위의 규모, 운전감시제어설비의기능, 경제성을 고려하여 데이터로거, 제어용 컴퓨터, 및 CCTV SYSTEM 등을 사용한 제어시스템을 채택하는 경우도 있다

### 6.2.2 계측설비

계측설비는 펌프의 운전, 감시 제어에 필요한 수위, 유량, 우량 등을 계측하는 것으로서, 흡수위 제어, 배출수위제어, 배출수량제어 등 펌프의 제어방식 등에 따라 적당한 기기를 골라 사용목적, 사용조건, 경제성 등을 검토하여 설치하여야 한다.

#### 가) 수위계

수위계의 설치위치, 계측정밀도 등에 있어서는 다음 사항을 유의하여 설치한다.

1) 설치위치는 펌프운전방식 등에 따라 흡입수측 또는 배출측의 운전목표수위, 제어수위 및 감시수위 등의 측정에 적합한 위치로 하고 하천 및 수로 등

에서는 안정하게 흐르는 장소로 설치한다. 또 수위계 설치 장소에는 참값을 확인하기 위해 필요에 따라 양수표를 병설 한다.

2) 계측정밀도는 펌프의 운전, 감시, 제어에 적합한 것으로 하고 평상시에는 물론 이상 시에 있어서도 안정된 작동이 유지되고 유수, 쓰레기 등의 피해나 영향을 방지할 수 있는 기구 또는 방식을 채택하는 것으로 한다.

나) 우량계

우량계는 조사 시점에 설치된 것을 최대한으로 이용하는 것으로 하는데 펌프 운전관리상 필요한 경우에는 설치장소를 충분히 검토해서 추가 설치한다.

다) 유량계 등

펌프의 제어방식, 계측기기의 사용목적, 또는 사용조건에 의해 필요한 경우에는 유량계, 압력계 및 개도계 등 계측 설비를 하는 것으로 한다.

6.2.3 텔레미터링(Tele-Metering) 텔레콘트롤(Tele-Control) 설비 및 전송로

TM/ TC 설비 및 전송로는 펌프의 운전제어에 필요한 수위, 우량 등의 계측 데이터의 전송 및 펌프의 원방감시제어에 필요한 계측데이터, 펌프조작 신호 등의 전송을 위해 필요한 설비이다.

전송방식 등의 선정에 있어서는 데이터량 및 전송거리를 고려해서 결정하는 것으로 하고 또 설비설계에 대해서는 신뢰성 및 경제성 등을 유의하여야한다. 전송로에는 유선방식(전용선, 전화선)과 무선방식(VHF, UHF 및 무선 LAN 등)이 있고 전송방식에는 직송방식과 반송방식이 있는데 전송로와 전송방식의 일반적인 짜임새는 그림 6.2.1과 같다.

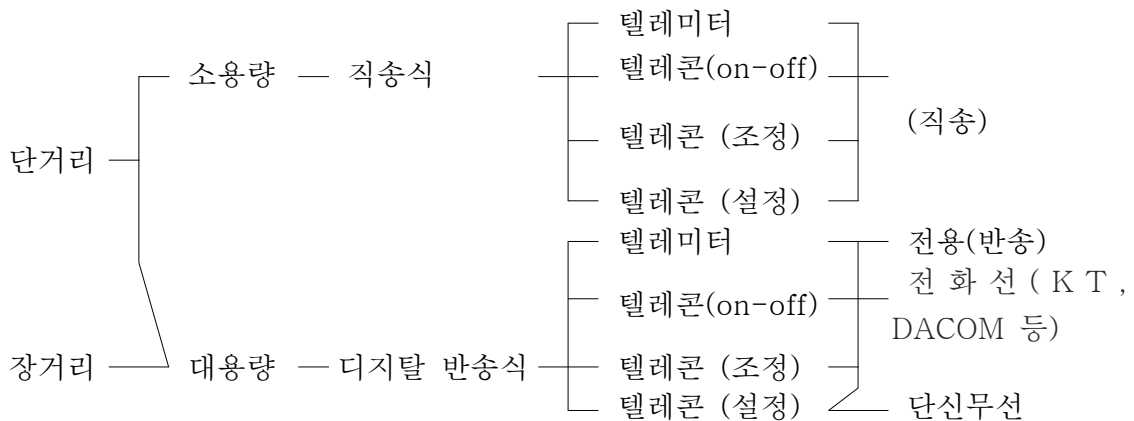


그림 6.2.1 전송로와 전송방식의 조합

가. 계장기기

1) 검출부

검출부란 양·배수장시설의 각 주요개소에 설치하여 측정하고자 하는 변량(유량, 수위, 수압, 온도 및 P-H치)을 지시, 기록 및 조정하기 쉬운 물리량으로 변환되는 부분으로 일차 트랜스듀서(transducer 또는 센서)라고 불리나, 이것을 시설의 일부로서 설치하는 경우가 있으며 이 경우는 전송기 즉 2차 센서(sensor)에 상당하는 부분만을 발신기라고 부르는 일이 많다. 그림 6.2.2는 검출부의 예로서 유량이 먼저 벤투리관(1차 변환관)에 의하여 차압의 형식으로 된 후 차압발신기(2차변환기)에는 전자역학적인 기기를 통하여 전류 또는 공기압으로 변환시키는 것이다. 이때에 1차변환기와 2차변환기의 조합이 검출부가 된다.

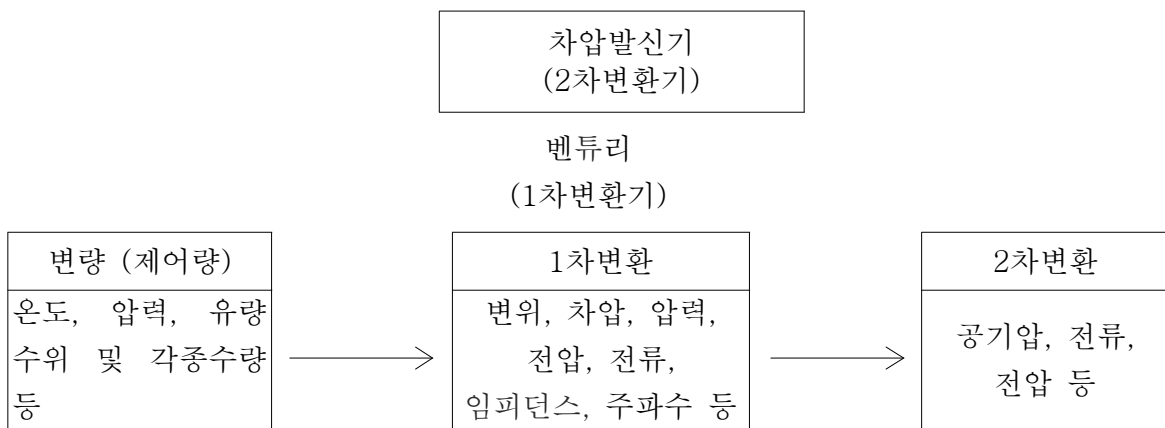


그림 6.2.2 검출부의 구성

2) 표현부

표현부는 검출한 유량, 수위 및 수압 등 측정치를 각종 변환기(converter)를 거쳐 전기신호 및 유압신호등으로 변환시키거나 직접전송하고 또 변량을 재현시켜 시설의 계측치 또는 운전 상태를 표시하는 부분을 말한다. 표현부는 지시계와 기록계를 주체로 하고 감시반 또는 조작반 등에 설치된다. 또 이들 지시계와 기록계는 수동설정기, 경보설정기, 프로그램 설정기, 적산기 또는 평방근연산기 등의 보조적인 기기와 조합시켜 각종의 용도에 사용되는 경우가 많다. 또한 조절기에는 지시조절계와 기록조절계 등이 있다. 또 표현부에는 스캐닝모니터(scanning monitor), 데이터로거(Data Logger), 컴퓨터의 부속의 표시장치 키보드, 프린터 및 CRT(Cathode Ray

Tube) 디스플레이 등도 포함된다.

일반적으로 표시반은 감시와 조작 두개의 기능을 가지고 있으며 그중 어느 것에 중점을 두는가에 따라 감시반과 조작반 으로 분류되는 경우가 있다.

### 3) 조절부

조절부란 유량 수위 등 제어량을 일정한 목표치로 유지하거나 미리 정해진 프로그램에 따라서 변환시키는 목적으로 설정치와 측정치와의 편차를 도출하고 이 편차가 자동적으로 허용오차 범위내에 들어가도록 신호를 조작부에 보내는 부분을 말한다.

그림 6.2.3의 a)는 수조의 수위제어를 자동화 시킨 구성도이고 b) 그림은 수조의 수위 제어의 피드백 제어계를 블록도로 표시한 것이다.

### 4) 조작부

조작부는 조절부 등으로부터의 신호를 조작량으로 바꾸고 제어대상에 작동하는 부분을 말하며 각종 밸브, 제수 밸브류나 펌프 및 부속장치 등이다. 조작부는 에너지원에 따라 자력식과 타력식으로 구분한다. 자력식은 검출부와 일체가 되어 피제어유체 등의 에너지의 일부를 이용하여 동작하는 것이며 타력식은 보조 에너지를 사용하고 별도로 조정부로부터 신호를 입력으로 하여 조작부를 동작시키는 것이다.

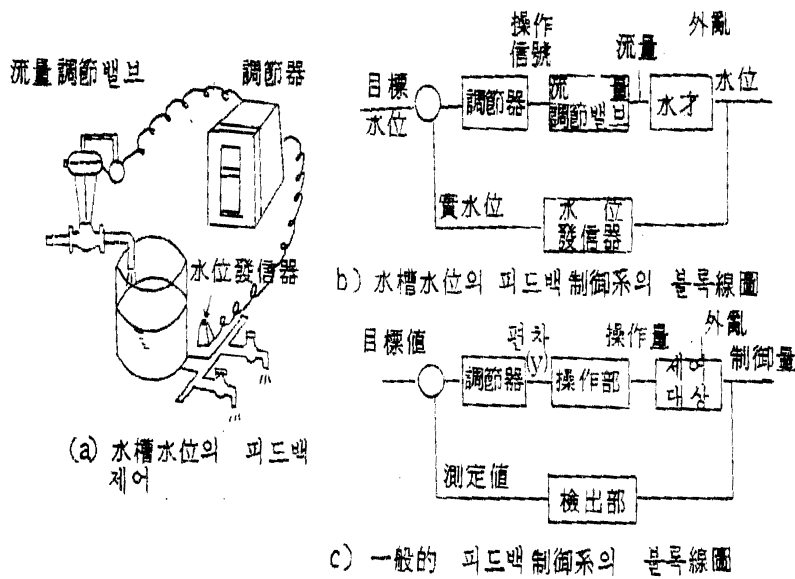


그림 6.2.3 수조의 수위제어 구성도

타력식의 보조에너지에는 공기압식, 유압식 및 전기식이 있다. 조작부중 가장 널리 사용하는 것은 유량조정밸브이다. 조절밸브는 on-off 밸브나 전환밸브와 함께 광범위의 제어밸브에 포함된다. 조절밸브는 단지 유체를 통과하는 배관과 다르며 구경 설정을 잘못하면 양호한 제어를 할 수 없으므로 그 특성(밸브개도와 유량의 관계)과 구경에 대하여도 신중하게 결정하여야 한다. 조작부는 지나친 조건에도 견디어야 하므로 양호한 특성을 갖추기 위하여 다음 사항을 유의할 필요가 있다.

가) 마찰 기타 외부로부터 조작부에 가해지는 반력에 대하여 충분한 조작력이 있어야 한다.

나) 동작속도가 안정성을 잃지 않고 충분히 빨라야 한다.

다) 동작이 확실 하여야한다.

라) 동작범위나 특성이 적당 하여야 한다.

다) 설치조건, 사용조건 및 환경조건에 대한 내구성이 충분 하여야 한다.

자동제어를 원칙으로 하는 조작부에 있어서도 운전개시나 조정시에는 수동으로 임의 제어를 행할 필요가 있다.

#### 5) 전송부

전송부는 검출부, 표현부, 조절부 및 조작부 등의 계장이 각 요소간에 신호를 전달하는 부분을 말하고 또 텔러미터, 텔러콘 등이 데이터전송(7)항 데이터 전송기기에서 기술하며 여기서는 협의 것을 대상으로 한다. 전송부의 종류에는 공기압신호, 유압신호, 때에 따라서 수압신호를 위해서 도압배관과 전류, 전압, 및 전기저항 등의 전기통신을 위한 전선로가 있다.

#### 6) 컴퓨터(Computer)

컴퓨터(전자계산기)를 사용하는 것은 시설의 감시, 제어 및 정보처리중 감시만을 행하거나 또는 감시 외에 어느 정도의 정보처리를 행 하는가 등 각기 사용목적에 따라서 기억장치의 종류, 용량 및 계산 시간 등 소위 컴퓨터에 능력에 적합하지 않으면 그 목적을 달성할 수 없게 된다.

사용목적에 대응하는 기억용량, 종류 및 계산시간 등의 범위를 결정하기 위해서는 체네 날 플로 차트 등을 미리 작성하고 그 내용이 의도한 바에 적합한지의 여부를 검토하여 그 결과에 따라서 컴퓨터의 능력의 컴퓨터를 결정하는 것이 바람직하다. 그림 6.2.4은 감시제어시스템의 기본구성이다.

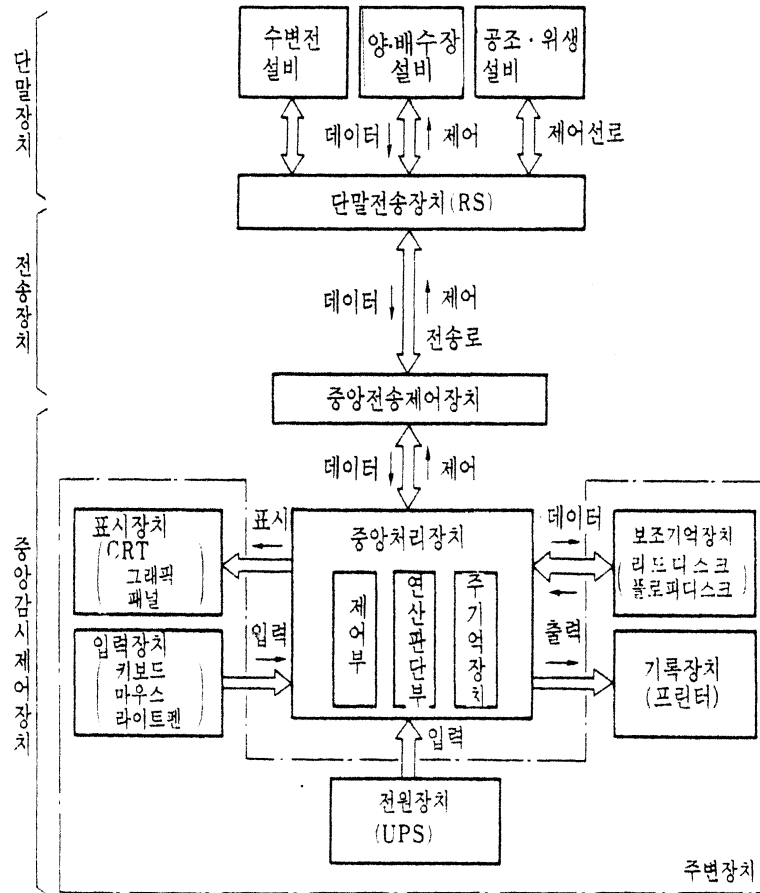


그림 6.2.4 감시제어시스템의 기본구성

가) 관리제어시스템의 주요 기능

배수장의 관리제어 시스템의 시설의 목표가 정하여지면 시스템의 주요기능을 설정하여야 한다.

- ① 여러 개의 시설을 통합 관리할 것인지,
- ② 시설을 자동 관리할 것인지,
- ③ ①,② 두 가지 목적을 동시에 갖는 기능을 가질 것인지를 정하여야한다.

관리제어 자동화시스템의 주요기능을 보면 원격감시, 원격측정, 원격 제어가 기본이며 이들을 수행하기 위하여 수집 기록처리 관리가 필요하며 이들을 요약하면 다음과 같다.

- (1) 원격 감시
  - 변전소의 각종 기기 및 차단기 켜짐/꺼짐 상태 감시
  - 전기 수배전반의 전압, 전류, 전력, 역율 및 각종 스위치 상태 감시
  - 펌프 및 전동기의 상태 감시
  - 밸브, 수문의 정상작동 여부 감시
  - 수문의 개폐 상태 감시
  - 수위, 압력, 유량, 강우량 감시
  - SOE(Sequence Of Event) 정보
  - 기타 점접상태로 원격제어장치(RTU)가 감시 대상으로 수용한 상태정보
- (2) 원격 측정
  - 밸브, 수문 개도율 측정
  - 강우량, 기온 등의 기상관측요소 측정
  - 수위, 압력, 유량의 측정
  - 전동기, 펌프 등의 설비 온도 측정
  - 전압, 전류, 전력량, 역률 등
  - 기타 전압 및 전류 계측
  - 기타 가변요소로 원격제어장치에 수용된 아날로그 정보
- (3) 원격 제어
  - 밸브, 수문의 수동제어 및 자동제어
  - 수위 또는 유량에 의한 수문, 밸브, 펌프 등의 제어
  - 2원상태 조작(Status Control : 모터)
- (4) 기록기능
  - 정기적 자료 통계 기록 (시간별, 일별, 주간별, 월별, 연도별)
  - 경보발생시 실시간 관련 내용 기록
  - 기기 조작시 내용 및 실시간 기록
- (5) 정보 발생
  - 밸브, 수문 등의 상태 변화 및 아날로그 값 상, 하한 초과, 미달 시
  - 장치 이상 및 감시 요소의 상태 이상 시
- (6) 계산 데이터
  - 유량, 수위, 압력, 유량
  - 전압(V), 전류(A), 전력, 역율
- (7) 데이터베이스 관리기능
  - 데이터베이스 생성 및 변경

- 리포트/로그 생성 및 변경
  - 디스플레이 생성 및 변경
- (8) 계산 데이터
- 우량, 수위, 압력, 유량
  - 전압(V), 전류(A), 전력, 역율
- (9) 데이터베이스 관리기능
- 데이터베이스 생성 및 변경
  - 리포트/로그 생성 및 변경
  - 디스플레이 생성 및 변경
- (10) 데이터링크
- 데이터링크 사무소에서 요구하는 감시, 측정 포인트 정보의 전송
- 나) 배수펌프장의 자동제어시설
- 배수펌프장의 자동화 시설의 기능, 제어방식, 측정항목 및 관리수준은 다음과 같이 한다.
- (1) 제어대상 설비의 기능
- 배수펌프는 기계배수에 이용되며 배수로에서 흡수조로 도수된 물을 양수하여 배출수조를 통하여 하천으로 배수한다. 배수문은 배수로에 설치되어 자연배수에 이용하고 배수하천의 수위상승으로 인하여 펌프로 배수를 할 경우에는 닫는다.
- (2) 감시제어 방식
- 홍수시 배수펌프는 계획기준 내수위를 설정하여 홍수량에 의한 내수위 상승에 따라 가동하는 펌프대수를 제어한다. 배수문은 내외수위차에 의해 개폐를 감시 제어한다.
- (3) 측정 및 감시제어 항목
- 배수관리에는 내수위, 하천수위 등의 항목과 운전조작과 시설 관리에 필요한 수전량(전압, 전류, 전력량 등) 등의 항목을 측정, 감시제어 한다.
- (4) 관리수준
- 평상시는 내수위에 따라 배수문 개폐를 제어하고 홍수시 배수펌프는 현장 수동 또는 원격자동조작하며 기본기능을 다음과 같다.
- 평상시 배수문의 원격자동조작, 홍수시 배수펌프 및 배수문의 원격 자동조작이 바람직하다.



표 6.2.1 배수장의 측정감시제어 항목

항목	종별	계측자료	감시	조작·제어방식		비고
				기측	원격	
내수위		수위	이상상승, 이상저하			
배수문			전개·전폐, 고장	수동조작	자동조작, 설정수위제어	
배수펌프(홍수시)			운전·정지, 고장	수동조작	자동조작	
하천수위		수위	이상상승			
제수문		개도		수동조작	자동조작	
수정설비			연결·절단	수동조작	자동조작	

7) 데이터전송기기

데이터 전송에는 다음 두 가지 경우가 있다.

가) 전력량, 전류, 전압, 개도, 온도 수위 및 유량 등 계측치 전송을 주로 하는 TM/TC.

나) 수압, 수위 및 유량 등의 각종 데이터를 베이스로 하는 데이터전송이 있다.

8) 전원장치

감시제어시스템은 CPU 등 고도화된 장치로 구성되어 있으며 이들이 안전한 기능을 유지하려면 공급전원의 질 향상과 안정화대책은 불가결하다. 일반 전력계통에는 낙뢰 등에 의한 정전이나 순간전압강하, 나아가서는 고조파 등에 의한 전원 교란이 있기 때문에 각종 대책이 필요해진다.

가) 전용변압기 : 일반부하에 의한 전압변동의 영향을 받기 어렵게 하기 위하여 감시제어용에 전용변압기를 설치하는 방식이다. 고조파 등의 잡음차단에는 효과가 있으나 정전이나 전원전압의 변동에 대한 보상기능은 없다.

나) AVR : AVR(Automatic Voltage Regulator)는 자동전압조정장치의 약칭으로, 전압의 안정화에 중점을 둔 장치이다. 잡음 차단에도 효과가 있으며 정전에 의한 영향이 적은 시스템에서는 안정화전원으로 적합하다.

다) UPS : UPS(Uninterruptible Power Supply system)는 무정전전원장치의 약칭인데, 통상 CVCF(Constant Voltage Constant Frequency)라고도 한다.

UPS는 전원 안정화에 필요한 기능을 만족시키고 안정화 전원으로도 가장 우수하다. 축전의 용량은 통상 5~30분간 정도인데 장시간의 정전에 대비할 경우에는 자가용발전설비에서 전원을 공급한다.

(가) 전원

계장용 전원으로서 요구되는 조건은 다음과 같다.

- ① 전압의 변화가 적을 것.
- ② 주파수의 변화가 적을 것.
- ③ 전압과형은 정현파로서 변조가 적을 것.
- ④ 전원 임피던스가 적을 것.
- ⑤ 공급이 중지되지 않을 것.
- ⑥ 계장용 전원회로는 일반의 전등 및 동력 등의 회로와 분리할 것.

(나) 공기원

계장용 공기원의 조건으로는 모든 경우에 수증기가 응축하지 않는 얇은 노점의 것이 요구되는 외에

- ① 쓰레기나 녹 등의 고형물을 함유하지 않을 것.
- ② 유분을 함유하지 않을 것.
- ③ 부식성 가스를 함유하지 않을 것.
- ④ 수분을 함유하지 않을 것.

(다) 유압원

- ① 적합한 점성을 갖고 또 너무 변화하지 않을 것.
- ② 방청력이 강할 것
- ③ 진분 등을 포함하지 않을 것.
- ④ 화학적으로 안전할 것.
- ⑤ 기포가 일어나는 일이 적을 것.
- ⑥ 인화성이 되도록 적을 것.

### 6.2.4 유지관리 설비

관리소, 관리용도로, 보안설비 등의 유지관리 설비는 펌프장 규모, 운전방식, 관리방식, 지형, 및 환경 등의 입지 조건 등을 고려해서, 평상시는 물론 이상 시에도 양·배수장의 운전관리 및 보수 관리 업무가 원활하고도 안전하게 수행할 수 있도록 종합적으로 정비하여야 한다.

가. 관리소

관리소는 용 배수계 전체 물 관리 또는 양·배수장의 운전관리의 중추로서의 기능을 해야 하는 중대한 역할을 지니고 있다. 그 설치형식으로서 물 관리 시스템에 따라 용배수계 전체의 물 관리를 지배하는 중앙관리소와 각각의 양·배수장 운전관리를 지배하는 현장관리소가 있고 또 설치방식도 기기 설치 장소에서 떨어 관리사무소로서 건설되는 경우와 기기가 설치된 건물내에 설치되는 경우가 있다(건물의 설계참조). 관리소의 규모, 구조, 제반설비에 있어서는 다음 점에 유의해서 정비해야 한다.

1) 관리소의 건물과 부지면적은 펌프설비의 규모 등에 맞추어 운전관리에 필요한 공간을 확보하고 그 배치는 관리업무가 기능적으로 수행 될 수 있도록 검토한다.

2) 관리업무를 수행하기 위한 조작실, 사무실 등의 각 실의 규모는 설치하는 기기의 조작성 및 서비스면적 등을 충분히 검토해서 결정한다.

3) 건물의 구조는 관리업무기능을 확보함과 동시에 방범 및 재해 예방 대책에 대해서도 충분히 고려한다.

4) 급수설비, 공조설비, 조명설비, 우수처리 설비 등의 모든 설비는 관리직원의 환경유지, 각종 기기의 기능유지 등을 충분히 고려한다.

#### 나. 관리용 도로

양·배수장의 운전관리를 위해 기설도로에서 양·배수장까지의 연락도로가 필요한 경우에는 관리용 도로를 만든다. 관리용 도로의 폭 및 구조는 펌프장으로 반입하는 기기 등의 크기나 중량에 의한 교통차량의 종류, 관리업무를 위한 교통량 등을 검토해서 결정한다.

그리고 낮은 평지나 하천변 등 양·배수장에서 홍수시에 연락도로가 침수할 염려가 있는 경우에는 노면높이 등에 대해 대책을 검토함과 동시에 비상시 연락방법도 고려해 두어야 한다.

#### 다. 양·배수장의 구내정비

양·배수장의 부지면적을 양·배수장 제설비의 규모와 배치, 각종 기기 및 자재의 반입, 쓰레기의 집적처리, 반출, 비상시의 방재용 자재의 반입 등에 대해 검토하고 양·배수장의 운전, 관리 및 보수 관리에 필요한 공간을 확보한다. 펌프나 원동기는 침수되는 일이 없도록 배수시설을 갖추어야 하고 충분한 조명이 주어져야 한다. 또 필요시에는 쇠격자를 설치하고 계단이나 움직이는 기계주위에는 손잡이를 설치하는 등 특히 안전에 유의하여 설계되어야 한다.

또 구내의 주요한 통로 및 작업장 등에 대해서는 그 이용 상황에 따라 포장을 함과 동시에 구내배수구나 울타리 등의 정비를 해야 한다. 또한 구내 정비에 있어서는 양·배수장 주변의 환경보전 및 관리직원 등의 환경유지, 각종 기기의 기능유지에 대해서도 충분히 고려할 필요가 있다.

#### 라. 보안설비 등

##### 1) 보안설비

흡입수조, 배출수조, 부대수로 및 전기설비 등의 주변에는 사람의 침입, 추락, 넘어지는 등 사고를 방지하기 위해 필요한 펜스, 가드레일 등을 설치한다.

또한 각종 기기의 노출 회전부분 등에는 사고방지를 위해 커버 등을 씌운다.

##### 2) 옥외조명

펌프장의 옥외조명은 펌프장의 각 설비의 운전 및 보수관리를 위한 야간조명을 주로 하는 것으로 게이트, 제진기 등 특히 필요한 부분의 조명에는 투광조명을 해야 한다.

##### 3) 통신설비

양·배수장에는 적절한 통신수단이 갖추도록 설계되어야 한다. 양·배수장에서는 국선전화 및 휴대폰만으로도 충분하다. 통신설비에는 유선통신과 무선통신이 있으며 양·배수장의 운영을 위하여 없어서는 안 될 시설이다.

무선설비에서는 개국으로부터 운용까지 상세한 것은 전파법 및 동법, 관계법령에 의하여 규제되어 있으므로 운용에 있어서는 특히 주의해야 한다.

무선기는 복잡한 것으로 발신 주파수의 편차 폭이 커지면 자국뿐 아니라 타국에도 영향을 주고 또 출력의 저하는 자국의 운용에 지장을 준다. 따라서 유지관리는 전문업자에 의뢰하는 것이 바람직하다. 무선설비를 운용하는 사람은 반드시 자격을 가져야 한다.

# 제 7 장 시 공

## 7.1 시공도면 및 시공관리

### 7.1.1 시공계획

시공계획은 펌프장의 구성, 규모에 따라 토목공사, 건축공사, 기계설비제작 설치공사, 전기설비 등의 각 공사의 공정조정을 충분히 검토함과 동시에 공사 현장의 시공여건 등을 고려한 공사의 시공계획을 입안하여, 안전하고 경제적인 것으로 할 필요가 있다.

#### 가. 공정계획

공정계획을 수립하는 경우에는 각 공사의 공정을 면밀히 검토할 수 있는 네트워크에 의하는 것이 바람직하다. 네트워크 작성에서 각 작업(Activity or job)의 결정은 합리적이고 실태에 맞는 적절한 방법으로 한다.

#### 나. 노무계획

펌프장공사는 일반적으로 공기가 장기간이 되는 수가 많고, 공사가 많을 때와 적을 때에 따라서 노무자를 극히 많이 필요로 하는 경우와 역으로 적은 경우가 있으므로 공정계획에 맞춰진 노무계획을 세울 필요가 있다. 또한 대규모의 펌프장의 경우에는, 전공 등의 직종 노무에 의한 특수 작업이 많아지므로 작업기간의 계속성 등을 고려하면서 노무배치계획을 세우는 것이 필요하다.

#### 다. 자재계획

공정계획에 따라서 공사에 필요한 자재가 신속하게 확보될 수 있도록 자재계획을 작성할 필요가 있다. 동절기 적설에 의한 교통두절 등의 기상조건, 또는 지리적 조건에 의해 자재가 모자라서 작업의 중단을 방지하기 위한 자재의 보유량은 과거의 실적을 조사하여 충분히 여유를 두고 결정할 필요가 있다.

#### 라. 기계계획

일반적인 토목공사에서 시공기계는 가설에 관계되는 말뚝·강판 타설기계, 굴착기계 등 기타 여러 종류를 고려할 수 있으나, 공정계획에 맞는 효율적인 배치로 한다.

#### 마. 펌프설치계획

일반적으로 작업현장이 좁고 더욱이 토목공사, 건축공사 등의 관련공사와 동일 작업장에서 여러 공종의 작업원이 혼합하여 작업하는 경우가 많으므로 공정상의 협조가 중요하다. 또 중량물이고 회전체인 것을 충분히 인식하여 안전공법에 적합한 설치작업순서를 검토하는 것이 중요하며, 방호시설, 기타 보완시설대책을 충분히 시행하는 것이 필요하다.

#### 바. 전기설비계획

전기설비의 시공계획은 「전기설비기술기준」 및 「고압수전설비의 시설지도요령」에 의하는 것이 전제이나 수전 및 배전 설비의 계획에 따라 필히 전기에 관한 유자격자의 감독 하에 지식 경험을 가진 전공이 시행한다. 또 전선과 가설물, 통행차량 등과의 간격의 적정한 확보, 위험개소의 울타리 설치, 표지의 설치 등에 의한 감전, 누전 등의 방지에 충분한 배려를 할 필요가 있다.

#### 사. 운전관리시설계획

펌프 기능이 충분히 발휘되어 원활한 조작에 지장이 없도록 기기배치를 하여야 할 필요가 있다. 또한, 운전제어는 대개, 감시장치, 계측기기, 조작반, 운전반 등으로 시스템 기능의 효율을 고려하여 시공하는 것이 필요하다.

### 7.1.2 시공관리

시공관리는 정해져있는 설계사양에 의해 공사를 안전하게 시공하여, 소정의 공기 내에 소정의 기성고 및 품질을 확보할 수 있도록 적절한 관리수법을 기준으로 할 필요가 있다.

#### 가. 시공관리

펌프의 건설공사는, 당초의 시공계획 및 시공 중에 있어서 정해진 적절한 시공관리 및 시공관리체제에 의해 정해져 있는 품질의 펌프장을 소정의 공기 내에 확실하게, 그리고 경제적이고 또한 안전하게 시공할 필요가 있다. 시공관리는 일반적으로, 공정관리, 품질관리, 기성고 관리 및 기타의 관리로 성립되어있다.

##### 1) 공정관리

공정관리는 단순한 시간의 관리뿐만 아니라, 노무배치, 자재의 조달, 기계의 배치 등을 계획의 단계, 실시하는 단계를 거쳐서 종합적으로 관리하는 것이다.

공정관리의 수법으로는 일반적으로 간이차트, 바차트, 공정곡선, 네트워크수법 등이 있으나, 중복작업으로 되는 펌프장공사에서는 네트워크에 의하는 것이 바람직하다.

특히 펌프장공사는 토목·건축공사와 기계시설공사로 분할하여 발주하는 것이 통례인바, 조정에 충분히 배려할 필요가 있다.

### 2) 품질관리

품질관리는 주어진 규격을 충분히 만족하는 제품을 경제적으로 만들 수 있도록, 통계의 이론과 기술을 가지고 제품의 품질을 체크하고, 제품 가치의 감소를 안정한 상태로 확보하려는 것이다.

또 관리에 대하여는, 공정능력도, 히스토그램, 관리도 등에 의해 행하는 것이 일반적이다.

### 3) 기성관리

기성관리는 구조물 등의 기성과 설계사양에 의해 일정규격치내에 들어갈 수 있도록 하는 것으로, 직접측정에 의한 방법과 사진촬영에 의한 방법이 있다. 그러기 위하여, 관리기준치, 규격치 및 합격 판정치를 각 공종마다 정해서 관리하는 것이 필요하다.

## 나. 안전위생관리

공사는 가장 안전한 방법으로 시공하며, 또한 위생 면에의 고려를 할 필요가 있다. 그러기 위하여, 시공은 관계법규를 준수함과 동시에 적절한 안전위생 관리하에서 시행할 필요가 있다.

## 다. 시공에 관한 관련법규

펌프장공사는 여러 가지 내용의 공사가 시행되나, 시공에 있어서는 관계법규를 준수해야한다.

또한, 관계하는 주된 법규 등에 대하여는, 기준 및 운용 「4. 관계법령의 준수」의 해설을 참조한다.

## 7.2 가설공사

가설공사는, 시공계획에 따라서 본 공사가 소정의 공기 내에 소정의 성과물 및 품질을 확보하고, 안전하게 시공될 수 있도록, 가체절이나 물푸기 등에 대해 현장의 시공조건을 충분히 검토하여 실시할 필요가 있다.

## 7.2.1 준비공사

펌프 기종은 양정, 양수량에 따라서 횡축, 입축, 사축, 축류, 사류, 와권펌프 등 기계형식이 달라지는 것으로, 가설공사는 당해 펌프장공사에 적합한 것을 계획한다. 따라서 가설공사를 결정함에는, 합리적으로 작성된 시공계획에 따르며, 공사용지, 공사자재운반설비, 전기설비 등을 충분히 검토할 필요가 있다.

### 가. 공사용지

공사용지는 구조물건설에 필요한 용지는 물론이고, 건설자재의 적치장, 굴착한 토사장 및 하치장, 펌프기기의 임시 보관 장소, 또는 조립용 부지, 자재운반도로용지 등 가설비 공사에 필요한 용지는, 미리 충분한 조사를 한 다음에 확보하여 들 필요가 있다. 특히 펌프기기의 임시 보관 장소, 조립용 부지는 건설공사의 도중부터 필요로 하는 용지이므로 토목건축공사와 경합하는 경우가 있으므로 충분히 검토하여 빠트리는 일이 없도록 한다.

### 나. 공사자재운반

펌프장공사에 필요한 운반기자재로는, 건설기계, 철강재, 콘크리트용 자재 등의 일반적인 공사자재 외에 펌프기기 등의 반입이 있다.

이들 기자재 운반은 트럭, 트레일러 등이 가장 간편하고 경제적인 도로를 선정하는 것이 좋으나, 불가능한 경우는 케이블, 선박 등의 설비를 검토할 필요가 있다. 도로를 고려하는 경우는 운반하는 자재의 질, 양에 따라서 시설 도로의 이용, 개량, 보수, 또는 신설할 필요가 있으나 기타로 일반교통에의 영향, 특히 소음, 진동 등 공해에 대한 조치도 고려한다.

### 다. 가설전기설비

가설전기설비는 공사용 기계, 조명설비 등에서 매달의 사용전력계획을 작성하고, 그에 따라 전력회사와 미리 협의하여 결정한다. 송전비용이 너무 다액인 경우나, 일시적으로 사용 전력량이 많은 경우에는 자가발전 또는 기타의 전기설비도 고려하여 이들을 비교 검토할 필요가 있다. 또한 정전시의 대책도 고려할 필요가 있다. 공중에 따라서는 법령상 예비전원을 상설할 필요가 있는 것도 있다.



## 7.2.2 가체절

가체절의 계획고, 공법 등은 농업생산기반정비사업계획설계기준·설계「수원공」을 참고하지만 펌프장 가체절에는 다음에 유의하여야 한다.

가. 가체절제의 높이를 결정하는 경우, 해안부근의 공사현장에서는 풍향, 풍속에 따라 예상 이상의 파랑이 내습하여 물이 넘을 위험이 있으므로, 현장에서 청취 등 조사를 충분히 시행하여 여유고를 가산하는 것이 바람직하다.

나. 일반 토목공사와 달라서, 펌프기기설치공사 중의 월류, 또는 다량의 침투수에 의한 체절제내의 침수는 중대사고로 이어지므로, 공법의 결정 및 공사기간중의 유지관리를 충분히 한다.

## 7.2.3 집수정

펌프장 공사의 기초저면은 대부분 지하수면이하로 되는 것이 많으므로, 시공에 있어서는 지하수를 배제할 필요가 있다. 지하수위저하공법의 대표적인 것을 분류하면, 중력배수방식과 강제배수방식이 있으나 어떠한 방식을 채용해도, 공사기간 중 안전하게 배수하여 농지 아니하면 콘크리트구조물의 축조 및 펌프기자재 설치 등에 지장을 초래할 수 있다.

특히 펌프기기의 반입설치 중에 범람하면, 중대한 피해를 입게 되므로 집수정의 유지관리에는 충분한 주의를 하여야 한다.

### 가. 중력배수공법

중력배수의 수량은 당해 공사현장의 지질, 지하수량, 체절 방법, 투수계수 등으로 추정한다. 우물의 위치는 지하수가 가장 잘 모이고 공사에 지장이 없는 위치로 하는 것이 좋다. 구조는 공사기간이 장기로 되는 경우, 우물주변의 붕괴를 방지함과 동시에, 토사의 세굴, 유실을 방지할 필요가 있다. 또한 물푸기에 의하여 배수한 흙탕물, 또는 시멘트 혼입수에 의해 음용수, 농작물 등에 영향을 끼치는 일이 있으므로, 사전조사를 충분히 하여, 그러한 위험이 있는 경우에는 적절한 대책을 강구하여 두는 것이 필요하다.

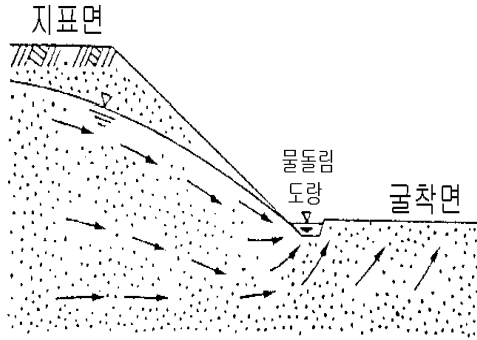


그림 7.2.1 물돌림 배수공

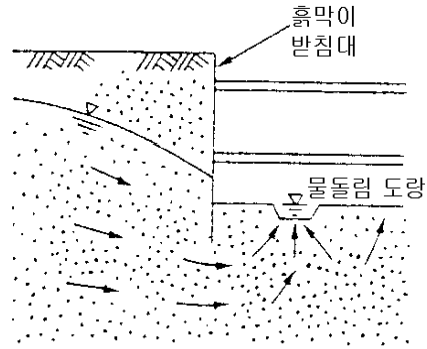


그림 7.2.2 널말뚝 병용일 때의 물돌림 배수공

#### 나. Deep well point 공법

심정공법은 종래의 심정을 공사용에 개량한 공법으로 지하수위저하, 피압수의 감압, 연약지반의 개량 등에 널리 보급되어있는 공법이다. 일반의 우물공법과 비교하여 공법적으로 유리한 조건으로서 다음의 사항을 생각할 수 있다.

- 시공이 넓은 범위에 걸쳐있고 지하수위 저하를 크게 필요로 할 때
- 투수성이 큰 지반에서 양수량이 매우 클 경우
- 히빙을 방지하기 위해 심층지하수대의 감압을 도모할 필요가 있는 경우
- 양수한 물을 대량으로 필요로 하는 경우 또는 공사의 성격에 의해 대상지에 어느 정도 근접할 수 없는 경우

#### 다. Well point 공법

펌프장 기초저면이 지하수면보다 어느 정도 깊게 되면, 직접배수로는 물푸기를 할 수 없게 되나 토질의 조건 및 투수계수의 값에 의해 우물통 배수에 의하면, 완전한 배수가 가능하게 되므로 이 공법에 의한 예가 많다.

##### 1) Well point 공법의 개요

Well point 공법이란 그림 7.2.3~4와 같은 기구로 지중에 진공압을 생기게 하여서 강제적으로 배수하는 공법이다. 스트레이너, 철망이 붙은 집수파이프를 지중에 매설하여 지표에 설치한 진공펌프에 연결하여 지하수를 강제적으로 흡상하는 것으로서 지중의 물은 well point의 주위에 강제적으로 압송되어 라이저 파이프의 속을 상승하여 헤드파이프에 모이고, 펌프에 모인다.

물과 동시에 들어있는 공기는 분리탱크에서 물과 공기로 분리되어, 물은 와

권 펌프를 거쳐 배수된다.

2) Well point의 설계

가) Well point의 적용범위와 지하수위 저하

Well point는 진공배수이므로 적용범위가 넓고, 용수량이 큰 모래층으로부터, 약간 투수성이 적은 지반( $k=10^{-4} \sim 10^{-5} \text{cm/s}$ )에서도 강제적으로 흡수하여 배수할 수 있다. 또 지하수위 저하의 한계는 각종의 손실에 따라 6.6m 정도지만 일반적으로는 5~5.5m 정도로 하는 편이 안전하며 그 이상의 지하 수위저하를 시키고 싶을 때에는 다단으로 설치하거나, 심정토 공법을 채용해야 한다.

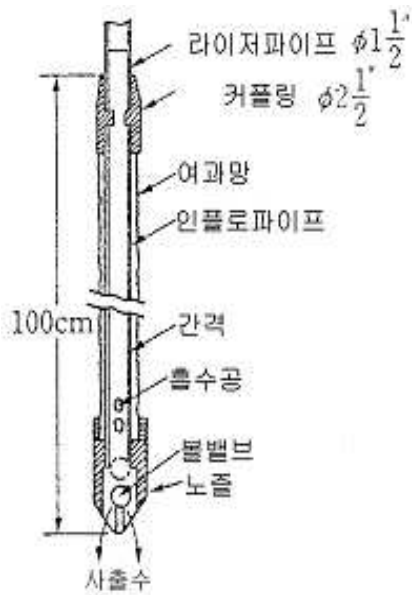


그림 7.2.3 웰 포인트 시스템

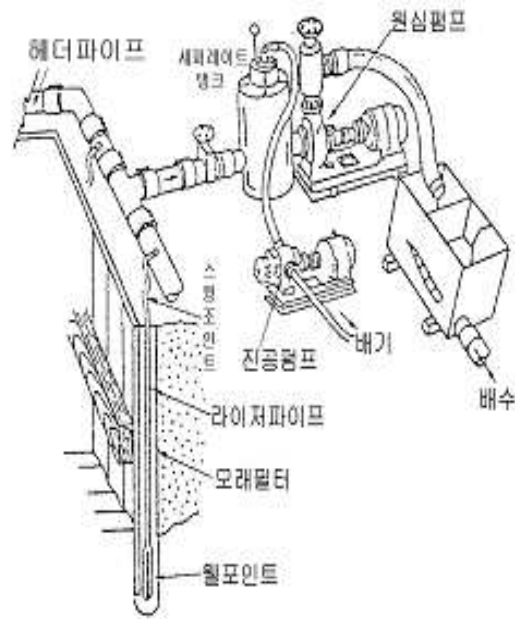


그림 7.2.4 웰 포인트

나) 지하수위 저하의 공식

우물의 지하수위 저하량과 양수량과의 관계는 다음 공식이 있으나 Well point 설계에서는 현장조건에 적합한 공식에 의해서 지하수위 저하량 및 양수량을 산출한다.

.자유지하수에서의 우물의 양수량

(1) 우물하부가 불투수층까지 도달한 경우 (그림7.2.5)

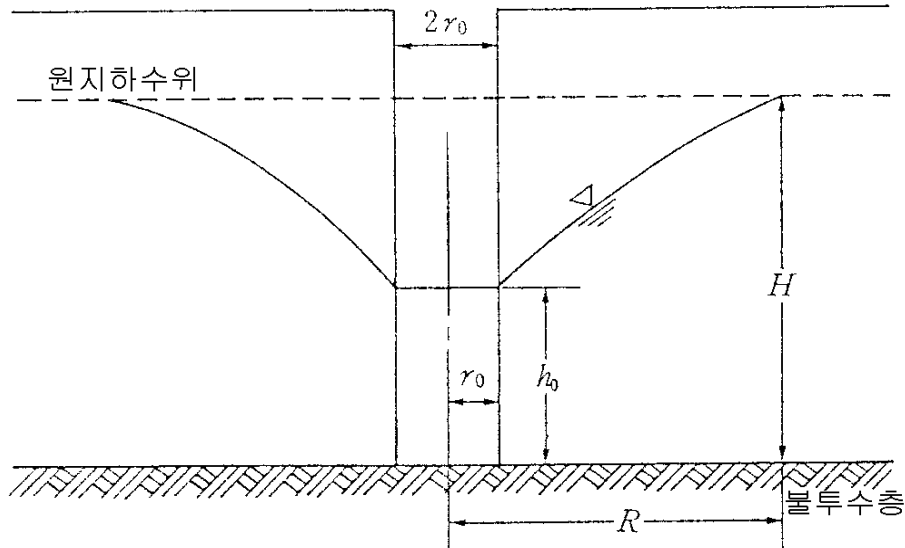


그림 7.2.5 불투수층에 도달한 경우

$$Q = \frac{\pi \cdot \kappa \cdot (H^2 - h_o^2)}{2.3 \log_{10}(R/r_o)} \dots\dots\dots(7.2.1)$$

여기서, Q: 양수량(m<sup>3</sup>/min)                      r<sub>o</sub>: 우물의 반경(m)  
 h<sub>o</sub>: 우물의 수심(m)                              H: 원지하수심(m)  
 κ: 투수계수(m/min)                              R: 영향반경(m)

(2) 우물이 불투수층에 도달하지 못한 경우(그림 7.2.6)  
 이때 우물하부와 측벽에서 유입하는 때의 산정식은 Forchheimer의 식  
 (7.2.2)에 의함.

$$Q = \frac{\pi \cdot \kappa \cdot (H^2 - h_o^2)}{2.3 \log_{10}(R/r_o) \cdot \left(\frac{h_o}{t + 0.5r_o}\right)^{0.5} \cdot \left(\frac{h_o}{2h_o - t}\right)^{0.25}} \dots\dots\dots(7.2.2)$$

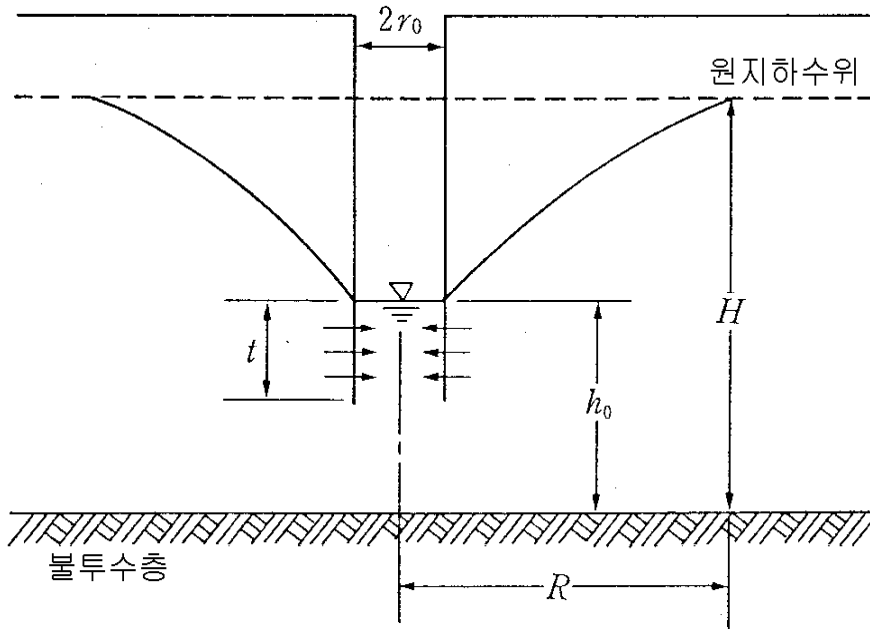


그림 7.2.6 불투수층에 도달하지 않은 경우

·피압지하수에서의 우물의 양수량

(1) 우물이 대수층을 관통하여 있는 경우(그림 7.2.7)

$$Q = \frac{2\pi \cdot \kappa \cdot b \cdot (H - h_o)}{2.3 \log_{10}(R/r_o)} \dots\dots\dots(7.2.3)$$

여기서, H: 원지하수심(m)

$r_o$ : 우물의 반경(m)

b: 피압대수층의 두께(m)

$h_o$ : 우물의 수심(m)

R: 영향반경(m)

$\kappa$ : 투수계수(m/min)

t: 우물 벽길이(m)

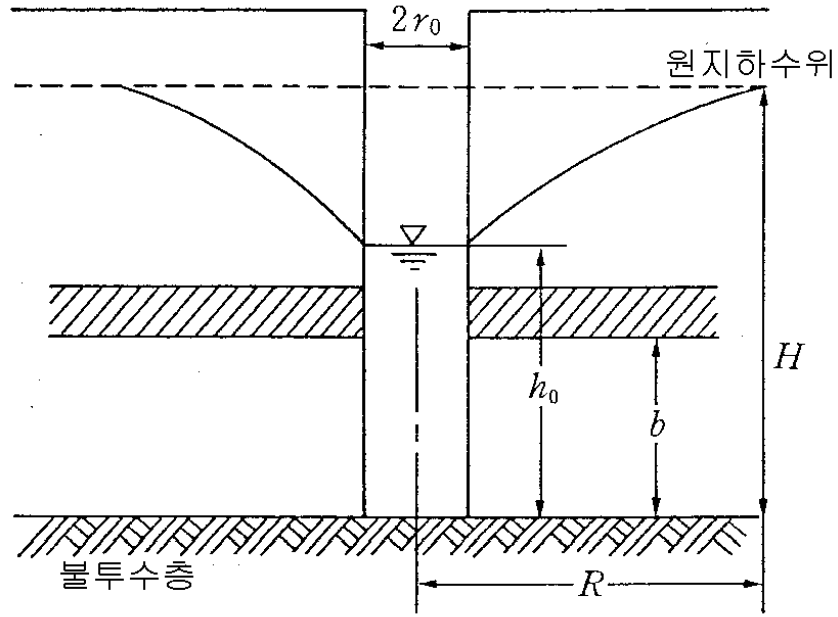


그림 7.2.7 대수층을 관통하여 있는 경우

· de Glee 공식

$$Q = \frac{2\pi \cdot \kappa \cdot (H - h_o)}{2.3/C \cdot \log_{10} \frac{\pi \cdot C}{2r_o} + \frac{0.1}{b} + \frac{2.3}{b} \cdot \log_{10} \frac{R}{2b}} \dots\dots\dots(7.2.4)$$

여기서, C 는 대수층중에 관입한 우물벽 길이로 적용범위는  
 $1.3 \leq b$ ,  $C/2 r_o \leq 5$ 로 한다.

· Kozeny 공식

$$Q = \frac{2\pi \cdot \kappa \cdot b \cdot (H - h_o)}{2.3 \log_{10} (R/r_o)} \cdot \left\{ 1 + 7 \left( \frac{r_o}{2b \cdot C'} \right)^{1/2} \cdot \cos \frac{\pi \cdot C'}{2} \right\}$$

.....(7.2.5)

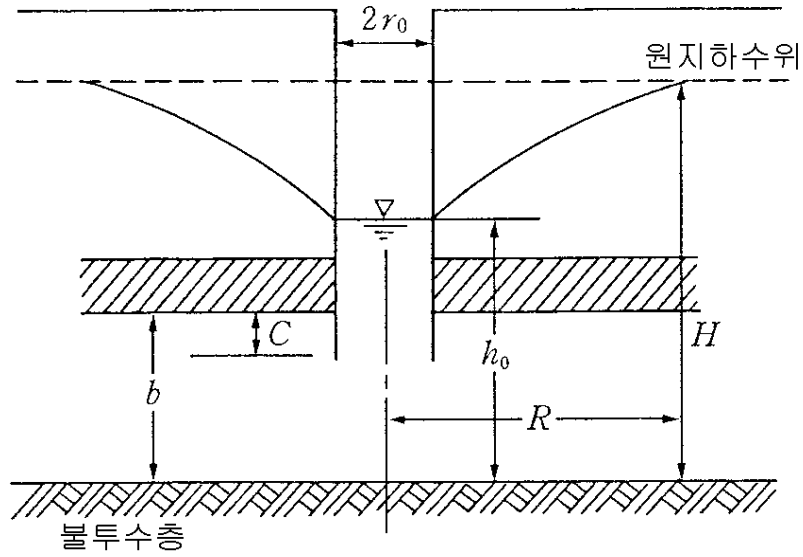


그림 7.2.8 대수층을 관통하지 않은 경우

여기서,  $C' = C/b$

R: 1초 후의 영향원 반경(m)

H: 원지하수심(m), k: 투수계수(m/min)

t: 경과시간(min), n: 유효간극률

**[참고] 영향원 반경 R의 추정식**

·Sichardt 제안식

$$R = 3000s \cdot \sqrt{k} \dots\dots\dots(7.2.6)$$

·Waber 제안식

영향원반경은 시간과 같이 증대하기 때문에 Waber는 실험식으로 식(7.2.7)을 제안하고 있다.

$$R = 3 \cdot \left( \frac{H \cdot k \cdot t}{n} \right)^{1/2} \dots\dots\dots(7.2.7)$$

여기서, R: 영향원반경(m), s: 수위저하량(m)

H: 원지하수심(m), k: 침투계수(m/s)

t: 경과시간(s)      n: 유효간극률 =  $\frac{e}{1+e}$  (e는 흙의 간극률)

다) 투수계수 k 값은 실내시험, 현장시험의 두 가지 방법이 있고, 많은 공식이 제시되어있으나 Well point 공법을 시행하는 경우는 k 값이 중요한 요소로 되므로 실측치를 구하는 것이 좋다. 또 실측치가 없는 경우에는 Hazen의 실험식을 참고한다.

$$k = C_s(0.7 + 0.3t)d_e^2 \text{ (cm/s)}$$

K: 투수계수

$d_e$ : 유효경(cm), 즉 粒徑加積곡선의 10%에 해당하는 입경

( $d_{10}$ )

t: 온도,       $c_s$ : 50 ~ 150, 일반적으로 116 (표 7.2.1참조)

라) Well point의 간격, 1분당의 양수량

Well point의 간격은 일반적으로 1.0 ~ 1.5m 정도로 하나, 토질 및 투수계수에 따라 간격을 좁게 하는 수가 있다.

1분당의 양수량은, 토질별로 모래 30 ~ 50ℓ/min, 사질점토 5 ~ 10ℓ/min, 실토질 점토 1 ~ 5ℓ/min가 일반적으로 되어있으나, 토질 및 Well point 주위의 휠터상태에 따라서 값은 변동한다. 배수펌프 능력은 흡입측에 진공도 600 ~ 650mmHg를 곱한 경우 공칭 능력의 65 ~ 70%로 능력이 저하되고, 또한 각종 손실에 대한 여유를 30% 정도로 할 필요에서 펌프 1대당의 Well point 지배 본수는 45분 정도를 표준으로 한다.

3) Well point의 시공

가) Well point의 유지관리

well point를 시공한 경우, 각 well point 양수량을 최대한으로 하지 않으면 계획한 지하 수위저하는 할 수 없으므로, 항상 현장을 관찰하여 진공도를 유지할 수 있도록, 코크, 조인트의 조정 등의 조치를 강구할 필요가 있다.

나) 초기배수량과 유지배수량

Well point의 양수량은, 시공의 초기에 있어서는, 양수량이 많으나, 시간이 경과됨과 동시에 감소하고, 어느 시간경과 후는 대개 일정한 양수량으로 된다.

그 비율은 일반적으로 30 ~ 40%로 되어 있으나, Well point의 시공시기가 장기로 되면 펌프대수를 줄일 수가 있다.



다) 기타주의사항

Well point 시공에 의한 지하수위의 저하는, 공사현장 내 뿐만 아니라 주변의 지구가 동시에 저하되기 때문에, 농지 및 민가가 있으면 이들의 보상 문제가 생기게 되는 수가 있으므로 미리 주변의 우물 등의 조사를 충분히 시행하여, 지수벽으로서 시트파일을 타설하던지, 함양공법에 의해 주변의 지하수위를 상승시키는 등의 대책을 강구할 필요가 있다 또 굴착비탈면을 보호하기 위하여, 비탈면에 배수구를 설치하여, 비탈면에 숯 콘크리트, 모르타르 뿔어 부치기 등을 시행하면 유리한 경우가 있다.

[참고] Well point 설계자료

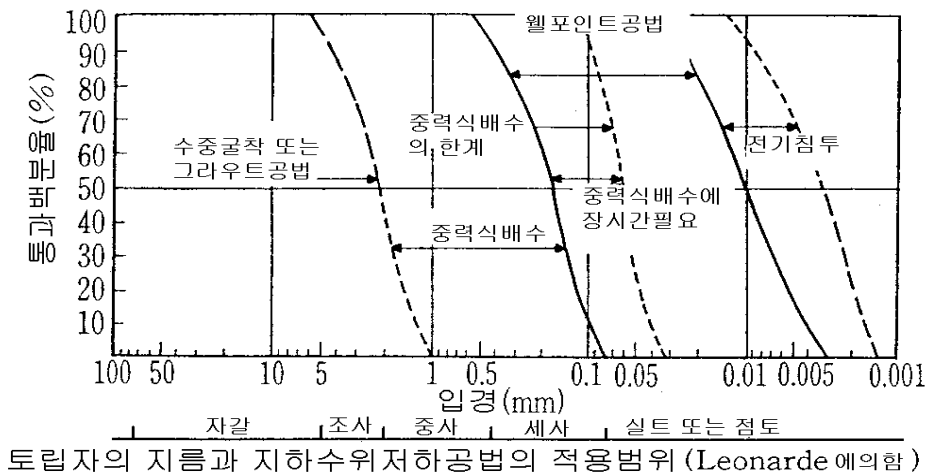


표 7.2.1 계수  $C_s$ 의 치

$C_s$	여과 모래의 상태
150	균등한 입자의 경우(극대치)
116	가는 모래의 느슨하게 다져진 상태
70	가는 모래의 잘 다져진 상태, 세정모래
60	대소입자혼합(극소치)

표 7.2.2 토립자의 지름과 투수계수

토 질	토립자의 지름(mm)	투수 계수(cm/s)
미 세 사	0.05 ~ 0.10	0.0035
세 사	0.10 ~ 0.25	0.015
중 사	0.25 ~ 0.50	0.085
조 사	0.50 ~ 1.00	0.35
소 사 력	1.00 ~ 5.00	3.0

표 7.2.3 양수우물의 영향범위

토 질		영 향 반 경
구 분	입경(mm)	R(m)
조 력	>10	>1,500
력	2 ~ 10	500 ~ 1,500
조 사	1 ~ 2	400 ~ 500
조 사	0.5 ~ 1	200 ~ 400
조 사	0.25 ~ 0.5	100 ~ 200
세 사	0.10 ~ 0.25	50 ~ 100
세 사	0.05 ~ 0.10	10 ~ 50
썰 트	0.025 ~ 0.05	5 ~ 10

## 7.2.4 안전시설

공사시공 중에 있어서는 작업의 안전 및 통행인 등 제삼자의 안전을 확보하기 위하여, 필요한 시설을 제 법령에 따라 설치함과 동시에, 공사현장의 상황에 따라서 안전표식, 안전시설을 설치할 필요가 있다.

### (1) 안전표식

출입금지, 공사예고 등의 게시판, 간판 등의 설치

### (2) 안전시설

공사현장주변의 울타리, 추락의 위험이 있는 작업장소의 난간, 안전띠, 방호시설, 감전방지책, 조명등 등을 상황에 따라 설치하는 것이 필요하다. 또 공사전용도로에서 일반도로에의 출입구 등에는 유도원, 신호수 등을 현장조건에 따라 배치하여 공사의 안전관리를 한다.

## 7.3 펌프장공사

### 7.3.1 터파기

터파기는 시공계획에 따라 터파기량을 고려하여 적절한 터파기 방법을 결정함과 동시에 기초지반의 강도확보를 위하여 과도한 터파기는 피해야 한다.

#### 가. 터파기를 위한 사전조사

펌프장공사를 위한 사전조사는, 수맥조사, 지형조사, 지반조사 등, 계획·설계에 있어서 꼭 시행되지만 터파기공사 등의 시공에 관한 조사는 자칫하면 이차적으로 취급되어 계획·설계를 위한 조사를 시공에 관한 조사로 간주하는 경우가 많다. 그러나 본래 계획·설계를 위한 조사와 시공을 위한 조사와는 꼭 일치하지 않는다. 즉 계획·설계를 위한 조사는 구조물 본체의 지지층의 역학적 성질을 중시하지만, 시공을 위한 조사는 지표 가까운 지지층의 역학적 성질이나 지하수의 상태를 중시할 필요가 있다. 터파기를 위한 사전조사 중 중요한 것은, 환경조사와 지반조사로서 이것을 세분하면 다음과 같다.

#### 1) 환경조사

- 가) 공사용지의 넓이
- 나) 주위의 구조물의 현황
- 다) 공사소음의 허용되는 한도
- 라) 기타

#### 2) 지반조사

- 가) 터파기 토사의 성질
- 나) 지하수위, 수량, 지하수압의 강도
- 다) 터파기 주변의 지반 성질(터파기에 의한 주변지반의 침하정도 등)
- 라) 기타

이들의 조사결과에 따라 터파기 방법을 Open cut 공법이나 기타의 특수 공법으로 할 것인가를 검토하여 결정한다.

#### 나. 터파기 방법

공사용지의 확보가 용이한 경우는, 안전한 비탈기울기를 갖는 Open cut 공법이 가장 안전하며 또한 경제적이거나, 주위의 지반상태나 주변에 악영향이 있을 경우 등은 널말뚝에 의한 토류벽공법이나 아일랜드공법 등 특수공법에 의할 필요가 있다. 터파기는 불도저, 쇼벨, 백호 등을 사용하여 시행함이 일반적

이나, 터파기 장소 및 터파기 양에 따라서는 펌프준설선에 의해 터파기를 시행하고, 인력으로 마감하는 방법이 시행되고 있다.

### 7.3.2 기초

기초는 상부구조물과 일체로 되어, 하중을 안전하게 지지하여 활동, 침하, 전도에 대한 안전이 확보될 수 있도록, 설계조건 및 시공조건 등을 검토하여 적절한 방법으로 시공할 필요가 있다. 펌프장의 기초지반까지 터파기한 경우, 조사·설계단계에서 확정된 기초지반의 지내력, 침하량 등과 현장이 서로 다르지 않는가를 확인하여, 다를 경우에는 즉시 설계변경 등을 하여 상부구조를 안전하게 지지하는 공법 등을 검토할 필요가 있다. 일반적으로 시행하고 있는 터파기 완료 후의 현장시험은 사운드시험, 향타시험 등이 있다.

기초공사의 시공개소는 펌프의 규모, 대수, 형식 등에 의해 달라지나 일반적으로는 도수로, 우수지, 흡수조, 펌프장본체구조물, 건물, 송수로, 배출수로, 기타의 부대시설의 기초부에 대해서 이다.

#### 가. 직접기초공법

기초지반이 암반, 또는 잘 다져진 지반의 경우 등에서, 지반의 지지력이 충분하면 터파기 지반상에 직접 상부구조를 구축하여도 좋은 것으로 된다. 단, 터파기시와 터파기된 부분의 되메움에는 콘크리트 등을 써서 충전하는 등 신중을 기하지 않으면 부등침하 원인이 되기 때문에 주의할 필요가 있다.

기초지반의 지내력이 부족한 때에, 지반을 개량하여 지지력을 증대시키는 방법에는 모래지반의 경우 롤러, 래머 등을 써서 다지는 공법, 물다짐에 의하는 공법, 다짐말뚝공법 및 시멘트 또는 약액 등을 주입하여 지반을 고결시키는 지반개량공법 등이 있다. 연이토나 이탄토 등의 연약점토를 양질의 토사로 치환하는 방법, 샌드드레인 공법 등에 의한 고결 공법 등이 시행되고 있다.

#### 나. 말뚝기초공법

말뚝박기 시공은 주변인가 등에 소음, 진동을 끼치는 일이 많으므로 소음규제법 및 지방자치단체조례, 규칙에 의한 소음이나 진동의 규제치 등을 미리 충분히 조사해서 영향을 끼친다고 판단될 때에는, 진동, 소음이 적은 공법으로 하는 것을 고려할 필요가 있다.

### 7.3.3 흡·배출 수조 및 건물

흡·배출 수조 및 건물은 펌프의 설치, 배관, 천장크레인의 설치 등과의 연관에 유의하여 콘크리트타설 등을 하며, 설계에서의 소정의 품질 및 시공량이 얻어질 수 있도록 적절한 방법으로 시공 할 필요가 있다.

건물공사와 타 공종의 공사와의 공정상의 관련에는 다음 사항 등이 있다.

#### 가. 흡·배출 수조 설치 및 건물공사와의 관계

건물기초부(지하실부분) 근처에 미리 배출구를 매설하지 아니하면 재시공되는 경우는 먼저 배출관을 포설하고 일부 되메우고, 지반상부의 건물시공의 경우에는 통행공간을 만드는 등 보호하여 시공을 진행한다.

#### 나. 흡수조공사와 기초공사의 관계

흡수조가 건물에 근접한 경우 또는 흡수조의 일부가 건물로 들어가는 경우에는, 흡수조 본체를 세워서 되메움이 끝난 후에 건물의 공사가 시작된다. 후자의 경우에는 건물기초와 흡수조 본체가 연결되어 있는 경우는 미리 기초보(지중보)의 철근에 연결철근을 넣어둔다. 건물의 기둥 및 벽을 수조위에 설치하는 경우도 마찬가지로 철근은 연결철근의 조치를 하여둔다. 흡수조위에 건물을 설치하는 경우 또는 콘크리트케이슨에 건물을 설치하는 경우에는 건물의 기둥 및 벽의 철근을 미리 연결철근을 넣어둔다.

#### 다. 천장크레인의 설치와 펌프실내의 마무리와의 관련

천장크레인의 설치의 시기는 펌프실내의 마무리(천장, 벽) 이전에 시행하던가 또는 마무리 후에 천장크레인을 시행하던가 하는 두가지방법이 있다. 먼저 실내마무리를 할 때에는, 건물 콘크리트 구체 타설에 필요한 동바리를 천장 및 벽의 마무리용 작업발판과 병용되도록 계획한다. 이때 벽, 천장은 마무리가 되어있으므로 천장크레인을 설치할 때 오손되지 않도록 주의가 필요하다.

공정관계로 내부벽 마무리 이전에 천장크레인을 설치할 필요가 있는 경우는, 천장 크레인 설치 후 다시 벽 마무리용 작업발판을 만들어서 마무리한다.

#### 라. 펌프실 바닥과 펌프설치와의 관계

펌프설치 후 바닥을 마무리하는 경우와 펌프설치 전에 바닥을 마무리하는 경우가 있다. 전자의 경우 바닥마무리를 남겨서 전체 건물공사가 완료되는 때는 펌프설치에 필요한 시기만큼 건물공사의 공정이 연장됨과 동시에 전체의 공기에도 연관되므로 시공순서 등을 충분히 검토한 후에 결정할 필요가 있다.

#### 마. 콘크리트의 시공

콘크리트 시공에서는 각 시공개소의 기능에 맞추어 필요한 강도, 수밀성 및 내구성을 갖고 경제적인 콘크리트가 될 수 있도록 시공할 필요가 있다.

특히 펌프장의 콘크리트구조물은 펌프운전에 따른 진동, 워터해머 등에 의하여 발생하는 외력에 견딜 수 있는 강도를 확보함과 동시에, 옹벽 등에 시공되는 매스 콘크리트에 대해서는 미세한 균열이 발생하지 않도록, 수화열에 의한 온도상승이 저감되도록 배려하는 외에, 불리한 온도변화가 생기지 않도록 타설과 양생에 주의할 필요가 있다.

미세한 균열을 방지하는 방법의 기본은 댐 콘크리트의 경우와 같다. 단, 그 규모, 운반, 타설, 다지기, 양생 등에 있어서 댐 콘크리트와 같게 되지 않는 경우가 많으므로 댐 콘크리트의 시공방법 등을 충분히 고려하고, 그 공사의 고유조건을 잘 검토하여 미세한 균열을 방지할 필요가 있다. 댐 콘크리트의 미세한 균열에 대하여는 별도로 규정되어있는 농지개량사업계획·설계 「댐 편」을 참고한다. 또 수면 하에 미치는 경우가 많으므로 수밀성이 요구되므로 시멘트 비를 작게 하는 것이 바람직하다.

펌프기기를 수면하에 설치하는 펌프장에 있어서는 바닥 및 벽면 등에서의 투수방지를 목적으로 한 방수 모르타르를 도포하는 등, 방수대책을 고려하는 것이 필요하다.

해수의 영향을 받는 펌프장의 콘크리트 시공에서는, 재료, 배합 및 타설 방법 등에 주의하여 해수에 대한 내구성이 있는 콘크리트를 시공할 필요가 있다. 또한 기기의 설치에 있어서는, 중심선, 축선 등에 충분히 주의하면서 적정하게 배치한 한 후에 2차 콘크리트의 시공을 할 필요가 있다.

## 7.4 펌프 및 부대설비의 설치

펌프설비 및 부대설비는 설계도서와 공통 사양서에 따라 공장에서 제작된 펌프본체를 시작으로 각 기기를 설치현장에 수송하여 설치하는 것으로 되나, 수송도중에 각 기기의 변형, 손상을 받지 않도록 신중하게 배려하는 것은 물론이고, 설치에 있어서는 가설치, 현장조립, 용접, 도장 등은 설계도서 및 하기의 사항에 합치되도록 정확하게 하며 설치완료 후에는 펌프기기의 성능을 충분하게 될 수 있도록 할 필요가 있다.

### 7.4.1 설치시설

펌프기기설치에 있어서는 들어올리는 최대하중으로 되는 것은, 일반적으로 펌프본체 또는 원동기(전동기 또는 내연기관) 이다. 따라서 설치용 크레인의 기종, 형식을 결정함에는, 이들의 최대하중, 현장조건, 설치공정 및 토목공사공정을 잘 검토하고 또한 경제성을 고려하여 정할 필요가 있다.

#### 7.4.2 펌프, 원동기(전동기 또는 내연기관)의 설치

펌프, 원동기의 설치의 양부는 펌프의 성능을 충분히 발휘되는지 안 되는지를 결정하는 중요한 요소이다. 펌프는 공장에서 설계대로 제작되어도, 설치 시에 펌프와 원동기의 축이 충분한 정밀도로 심출되게 설치가 되지 아니하면, 진동을 일으키든지, 축받침이 과열되든지, 경우에 따라서는 손상되는 원인이 되므로, 설치에 있어서는, 설계도서 등과 합치되도록 하고, 다음 사항에 주의하여 시공할 필요가 있다.

##### 가. 범용펌프

소형의 소위 범용펌프는, 공장에서 완전히 심출되어 있는 것도 설치에 있어서 상판에 무리한 힘이 가해지면 휘어지는 경우가 있으므로 충분히 주의한다. 또한 설치 후 기초볼트에 모르타르 등을 충전하여 설치가 완료하는 것으로 되나, 모르타르 등 경화 후에 재중심의 틀림이 생기지 아니한가를 확인할 필요가 있다.

##### 나. 횡축펌프의 설치

횡축펌프의 설치의 설치형식에 따라

- 1) 펌프와 원동기가 공통 벨트에 놓여 있는 것
- 2) 펌프와 원동기가 각각 하나의 콘크리트 기초 위에 설치하게 되는 것
- 3) 펌프와 원동기의 사이에 치차감속기가 있는 것
- 4) 펌프본체와 떨어진 외축수가 있는 것

으로 구분한 경우, 그 설치에 있어서의 주의사항에는 다음과 같은 것이 있다.

1)은 가의 범용펌프와 같고, 2), 3)은 각각의 다리 또는 대판의 밑에 라이너를 사용하여 기계의 수평과 직결 심출하여 조정을 한다. 4)와 같이, 1본의 축에 3개의 받침이 있는 경우에는 축이 일직선이 되도록 주의할 필요가 있다.

또, 축류, 사류펌프에서는 흡입관을 펌프에 붙인 상태로 설치하여, 모르타르로 고정하는 경우에는 관의 하중이 펌프에 영향을 미치는 일이 없도록 관의 아래에 가대를 짜서 모르타르 경화 후에 풀도록 한다.

#### 다. 입축펌프의 설치

입축펌프는 상판에 수직으로 설치하게 되나, 수직의 조정은 추 또는 축의 중심과 직각으로 시공된 기계의 단면을 보는 것에 의해 시행한다.

입축펌프를 형식에 의해 분류는 1) 전동기가 펌프동체의 위에 직접 고정되어 있는 것(일상식), 2) 펌프와 전동기를 격리하여, 각각의 상판상에 설치하고, 그 사이를 중간축으로 한 것(이상식), 3) 내연기관구동의 것(일상식, 이상식), 4) 대형펌프로 수차와 같은 형상인 것으로 구분된다. 설치 상 주의사항은 다음과 같다.

##### 가) 1) 형식의 설치

이 형의 펌프는 공장에서 펌프와 전동기의 축의 중심이 정확하게 맞춰져 있으므로, 설치할 때의 중심의 교정은 필요 없다. 따라서 펌프와 전동기를 수직으로 설치하면 된다.

##### 나) 2) 형식의 설치

이 형의 펌프는 우선 펌프의 상판에 수직으로 설치하고 다음으로 전동기를 펌프 축에 직결로 중심에 맞추어 설치하나, 중간이 길고, 중간축받침이 있는 경우는 설치가 어려우므로, 세심한 주의를 요한다.

##### 다) 3) 및 4) 형식의 설치

3)형식인 것은, 펌프 및 치차감속기까지는, 전기 각 호와 같게 하여 설치하나, 그 외로 치차감속기수평축과 내연기관의 설치가 더해지고, 이중심의 교정을 시행하여 설치한다. 4)형식의 것은 펌프와 전동기를 수평하게 설치하고, 축받침 취부부의 중심을 조정하여 회전축을 맞추어서 진동을 조정한다.

### 7.4.3 도장

펌프기기 및 배관의 도장은, 도료가 소방법에 의해 위험물로 지정되어 있으므로, 보관, 취급에 주의가 필요하다. 바탕처리(녹을 털음)에 있어서, 방진마스크의 착용 등 충분히 주의하여 시행할 필요가 있다. 또 도장에 있어서는 기온, 습도에 유의하여 충분한 양생기간을 두고, 내구성이 우수한 도료를 사용함과 동시에, 화기에 충분히 주의하여 시공한다. 또한 도장의 상세한 사항은 최신펌프설비공학 핸드북」의 소지조정 및 도장 요령을 참고로 한다.

### 7.4.4 부대설비의 설치

#### 가. 전기설비

전기설비는 전기사업법 및 관계법령에 따라서 설치하는 것으로, 조작, 보수



가 용이하고, 한편 사고방지를 충분히 고려하는 것이 필요하다. 시공 상 기수 기준으로는 전기설비에 관한 기술기준을 정한법령에 의한다.

또한 계약전력 50kW이상의 시설 및 자가용발전기를 갖는 시설은 자가용전기 공작물로서 법령에 따른 수속을 요하며, 공사계획에 있어서, 허가신청, 사전계출, 사용개시계출, 보고의 구분을 하는 것은 정해져있다. 보안체제에 있어서도, 사전에 설치자는 보안규정 및 전기주임기술자의 계출할 필요가 있다.

#### 나. 천장크레인

천장크레인의 형식은 수동식 체인블럭, 수동식 도르레형, 전동식 도르레형으로 분류되나, 시공은 설치대의 콘크리트가 소정의 강도에 달할 때 충분한 양생기간을 두고, 작업바닥으로서의 안전성을 충분히 확보한 후에, 수평하게 설치할 필요가 있다. 또한 크레인 등 안전규칙에 의한 정격하중을 명시하는 것이 규정되어 있으므로, 설치완료 후 명시한 정격하중의 확인을 요한다. 기타 설치 후에 있어서는, 다음 점에 대해 적의 점검을 하여 정비를 한다.

- 1) 청소, 급유가 충분한가.
- 2) 이상한 음향이나 진동이 없는가.
- 3) 조작기능은 정상인가.
- 4) 안전장치가 완비되어 있는가.
- 5) 달아 올리는 높이의 확보가 설계와 같은가.

또, 산업안전보건법, 크레인 등 안전규칙에 의한 달아 올림, 설치작업에 관한 유의할 점에는 다음과 같은 것이 있다.

1) 달아 올리는 하중 5tf 이상의 크레인을 사용하는 경우는 운전면허를 소지한 사람이 조작을 하며 5tf 미만의 경우는 지명된 사람 이외는 조작을 하지 않는다.

2) 각각 정해져있는 정격하중 또는 적재하중을 초과하는 하중을 실어서 사용하지 아니한다.

3) 횡력이나 급격한 조작은 피하고, 선회는 매달은 물체의 정지를 기다려서 한다.

- 4) 매달은 물체의 가동범위에는 출입을 금지한다.

#### 다. 제진설비

펌프장에서 제진 설비로는 스크린에 의한 방법과 제진기에 의한 방법 등이 있다. 스크린 설치는 설치개소의 콘크리트가 소정의 강도에 이르고 있는 가

확인한 후, 설치부의 저판, 측부의 잡물 등을 제거하고 설치각도에 주의하면서 설치한다. 제진기는 각종 형식이 개발되어 있으나 일반적으로 설치 시 주의할 것은, 폭원, 높이, 망목 등의 확인 외에 설치각도 및 회전축에 오차가 없도록 하는 것이 필요하다.

#### 라. 게이트

게이트는 일반적으로 문비, 문비가 닿는 곳, 고정부, 개폐장치들로 성립되어 있으나, 그 시공에 있어서는 수밀성을 요하며, 유수 등의 외력에 대해 안전하고, 개폐가 확실하고 더욱이 원활하게 될 수 있도록 할 필요가 있다.

또, 시공 상 특히 유의하여야할 점에는 다음과 같은 것이 있다.

- 1) 충분한 수밀성을 갖으며 개폐조작이 확실하고 또한 용이하다.
- 2) 시공에 있어서는 부재의 편심, 유해한 진동이 나지 않는다.
- 3) 용접법의 오차는 게이트 설치공사 시공관리지침에 적합한 것이다. 또, 현장용접은 비나 눈 또는 바람을 피하여 적절한 시기에 시공하며, 용접 후는 원칙적으로 X선 검사를 실시하여 확인하여야 할 필요가 있다.

4) 도장은 공사도장 및 완료 후에 현장 도장을 시행하나, 횡수, 도막두께는 특별 사양서에 따라서 시공할 필요가 있다.

#### 마. 시운전조정

펌프의 시운전에 우선하여 볼트류의 체결상태, 그리스, 오일 등의 유활유의 점검 확인을 함이 필요하다. 또 카플링 볼트를 넣기 전에 원동기의 회전방향의 체크와 무 부하 운전으로 이상이 없는지를 점검한다. 다음으로 펌프 배출부의 개폐에 이상이 없는지 확인하며, 후드가 있는 펌프는 보충수를 주입하여, 안전하게 펌프 내의 공기를 배출한다.

또, 봉수펌프가 부속되어 있는 경우에는 봉수를 한다. 전동기는 절연저항의 측정을 하여, 적정한 값인지 아닌지를 확인하고, 최후에 주 펌프 및 보조 기기류는 각각 단독운전으로 확인한 후, 연동운전을 하여, 그 데이터 및 상태를 정리하여야 할 필요가 있다.

## 제 8 장 운전관리 및 유지관리

### 8.1 일반사항

펌프의 운전목적을 달성할 수 있도록 각 설비기능을 정상으로 유지하고 운전관리를 안전하고도 경제적으로 하기 위해 모든 설비의 성능과 특성, 운전조건 등을 검토하여 적절하게 운전관리 계획과 유지관리 계획을 세워 운영 관리하여야 한다.

양배수장을 설계할 때는 미리 양배수장 완성 후에 해야 할 운전관리와 유지관리의 개요를 파악해 두었다가 운전조작 용이성과 유지관리 경제성 등을 고려하여 관리측면에서 필요하다고 생각되는 설비계획조건에 적합한 설비설계를 해야 한다. 또한 한편으로 양배수장의 시설 능력을 최대한으로 발휘시켜서 가장 효율적으로 펌프 운전의 목적을 달성시키자면 각 설비의 기능을 항상 양호한 상태로 유지하고 제설비의 성능 특성과 운전 조건 등에 부합된 적절한 운전관리를 하는 것이 매우 중요하다.

운전관리 및 유지관리에 관한 계획과 규정에 대해서는 사업의 실시 단계에 따라 ① 양배수장 건설사업의 계획단계에서 농업생산기반정비사업 계획서에 수록된 예정관리 방법 등, ② 완성후의 관리사업을 위하여 농업생산기반정비사업 계획서에 수록할 유지관리사업 계획서, ③ 또한 관리사업의 실시 제목을 규정하는 관리 규정, 조작 규정, 보안 규정 등을 정해서 적절하게 운영관리 하여야 한다.

#### 8.1.1 관리 규정

적정한 관리를 기하기 위하여 관리사업의 실시세목을 규정하는 관리규정 등은 용배수계통 전체의 물 관리에서 발휘되는 각 양·배수장의 기능·특성 등의 실정에 따라 다음과 같은 사항에 대하여 규정을 정한다.

##### 가. 관리규정

관리체제를 명확하게 하고 펌프장의 물 관리조직이 계획된 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 운전관리규정을 작성하여 규칙적인 운용을 해야 한다.

- ① 관리목적 및 대상시설
- ② 관리자 및 관리체제 (관리운영위원회 등)

- ③ 운전목표 및 운전제어방법
- ④ 정상시의 관리 (유지보완, 관측조사, 운전관리기록)
- ⑤ 이상시의 관리 (홍수 때, 한발 때 등의 체제와 조치)
- ⑥ 점검정리

#### 나. 조작규정

운전제어에 필요한 정보를 수집하고, 판단하여 기계를 조작하는 방법에 관한 규정을 작성하여서 원활하게 조작을 할 수 있게 하는 것이다.

- ① 조작목적 및 대상시설
- ② 제어목적 및 운전조작방법
- ③ 조작인의 배치
- ④ 정상시의 조작 (조작순서, 조작방법)
- ⑤ 이상시의 조작 (홍수 때, 한발 때 등의 경계체제와 조작)
- ⑥ 점검정비

#### 다. 보안규정

전기사업법의 규정에 따라서 양·배수장의 전기공작물의 공사, 유지 및 운용에 관한 보안에 대해서 필요한 사항을 정하는 것이다.

- ① 목적 및 적용범위 (책임분계점, 적용전기공작물)
- ② 보안관리조직 (관리자, 전기주임기술자, 종사자)
- ③ 보안교육 및 훈련
- ④ 공사 (계획, 공사의 실시)
- ⑤ 유지 (순찰, 점검, 측정, 재해대책)
- ⑥ 기록 및 정비 (기록 위험의 표시)

관리규정 등에 관한 기술적인 관리기준의 요점은 설치된 양·배수장의 제설비가 갖추어 있는 성능특성과 운전조건 등에 따라 적절한 운전관리계획 및 유지관리계획을 세워서 그것에 알맞은 운용을 기도하는데 있으며 이 경우에 유의할 사항은 다음과 같은 것이다.

#### 8.1.2 운전관리계획

양·배수장의 운전관리계획은 용·배수계통에서 펌프장을 설치하는 목적과 기능 등 대해서 충분히 이해한 다음 물 관리조직, 양·배수장내 제설비의 성능특성, 운전조건 등을 종합적으로 검토하여서 안전하면서 경제적인 계획을 세워 관리

해야 한다. 일반적으로 용수펌프의 경우는 물 수요에 대응하는 용수를 확실하게 또한 효율적으로 송수하며, 배수펌프의 경우는 배수를 빠르게 안전하게 경제적으로 배제해야 한다. 따라서 수리상황 등에 상응하는 운전조작 개시, 정지 시간 및 수위 설정과 소요 양수량의 변동에 대응한 펌프대수 제어 등을 골자로 하는 운전관리계획을 세워야 하는데 이때 다음 사항을 밝혀 두어야 한다.

- ① 계획년, 평년의 기별용수량과 송수방법 (송수시간 등)
- ② 평상시 및 홍수시 기별 또는 빈도별 배수량과 그 배수방법 (자연배수와의 병용 등)
- ③ 운전관리에서 목표로 하는 내수위 또는 우량 등의 기준점과 그 수위 또는 우량
- ④ 양수량 변동에 대응한 펌프대수제어, 회전수제어 등의 운전제어방법
- ⑤ 펌프, 원동기, 게이트, 밸브 등의 운전 순서와 각 기계의 조작요령
- ⑥ 한발 때, 홍수 때 등의 이상시의 대응과 배치

### 8.1.3 유지관리계획

펌프장의 유지관리계획은 펌프시설 등을 항상 양호한 상태로 유지하기 위한 것으로 적절한 관리체제와 보수점검계획을 세워 각각 적절하게 운영한다.

#### 가. 관리체제

관리체제는 펌프설비와 지역 전체의 용배수 계통과 다른 유역 등에 미치는 영향 등을 충분히 고려하여 검토한다. 특히 홍수 시의 체제에 대해 충분한 안전대책을 세울 필요가 있다. 보통 관리체제의 검토에는 다음 사항에 유의한다.

- 1) 지휘·명령 계통의 통일
- 2) 기동성 있는 체제
- 3) 관리기술자는 지역을 숙지하고 전문적 지식을 가진다.
- 4) 말단까지 물 정보를 신속하게 전달하기 위한 체제

#### 나. 유지·점검계획

펌프의 유지·점검이 불충분하여 고장이 발생하면 시설의 원활한 운영이 곤란하게 되고, 만일 재해 시에 이런 사태가 발생되면 시설뿐만 아니라 농지, 농작물 등에도 큰 피해를 줄 수도 있으므로 펌프 기기와 기타 시설에 대해 충분한 보수점검 계획을 세워 상시관리를 하는 동시에, 부유물·퇴사상황 등 주변 감시를 하고 펌프장 기능을 항상 양호한 상태로 유

지하며 그 보전에 노력할 필요가 있다. 유지·점검은 다음과 같이 분류한다.

1) 운전조작시의 점검

가) 운전 전 점검

펌프, 원동기, 수·변전설비, 배전설비 및 조명설비 등의 설비기기는 조작에 앞서 각 기기가 조작가능 상태에 있는지, 흡수위, 배출수위, 유입량 등 제어대상조건은 적합한지, 조작조건은 충분하게 되어있는지 등에 관해 상태를 확인하는 점검이다.

나) 조작 시 점검

조작개시와 동시에 각 설비기기가 정상적인 동작을 하고 있는지를 확인하는 점검이다. 수위, 유량 등의 변화상태, 각 계기류, 지시계 등의 지시 값 확인, 각 설비기기의 작동상황 등을 확인을 한다.

조작중 이상상태(수위, 유량의 이상변동, 각 계기류의 이상 지시값, 이상진동, 이상 음, 이상한 냄새, 각 기기의 이상변형, 주위 조건의 이변 등)가 발생한 경우에는 그 내용에 따라 정지·현상복구 등 최적의 대처를 취할 필요가 있으며 이에 더하여 안전사고에 각별히 유의하여야 한다.

다) 조작 후 점검

조작·정지 시 흡입수위, 배출수위 등이 목표 값으로 되어 있으나, 필요에 따라 다음번에 기기가 조작될 수 있도록 준비가 완료되어 있는가를 확인하는 점검이다.

2) 보수점검

시설 및 설비기기의 기능유지를 위해서 행하는 점검이다.

가) 일상점검

일상운전에 있어서 확인해야 할 점검을 말하고, 이상을 발견한 경우에는 즉시 원인을 조사하여 적절한 처치를 한다.

나) 월례점검

월 1회 날짜를 정하여 행하는 점검으로 기기의 청소, 주유, 기록지 등의 교체 및 보급, 기기의 작동부의 점검 등을 한다.

또한 필요에 따라 기기를 분해하여 점검 및 계측 등을 할 경우가 있다.

다) 정기점검

정기적으로 시설을 순찰하여 주로 외부로부터 이상의 유무를 감시하고, 간단한 청소와 유지 보급 등을 하며, 또한 운전에서 작동상태를 체크하여 이상을 발견한 경우 경미한 것은 즉시 수리하고 중요 부분에 대해서는 전문가에게 의뢰한다.

#### 라) 휴지점검

장기간 휴지를 하고 있는 상태로 있는 펌프에 대해서는 점검 또는 운전을 하고 안전을 확인하여 항상 운전 가능한 상태로 해 둘 필요가 있다. 특히 디젤기관은 보수 (녹 방지) 운전을 할 필요가 있다.

또한 보수운전이 불가능한 경우에는 기관을 몇 차례 돌려 피스톤의 위치를 바꾸어 주도록 한다.

#### 3) 긴급 점검

홍수, 지진, 및 낙뢰 후에 하는 점검이다. 홍수, 지진은 그 영향이 시설전반에 미치는 일이 많으므로 사후의 점검은 시설에 관계되는 전 항목에 걸쳐서 시행할 필요가 있다. 낙뢰의 피해는 직격뢰와 유도뢰가 있으며 이들의 영향은 주로 전기기기에 미치는 것으로 낙뢰 발생 후에는 신호의 잘 못, 계기류의 오동작 및 손상 등이 없는 가 충분히 점검 할 필요가 있다. 또 긴급사태가 발생에 대해서는 그 내용부터 판단해서 적절하고 신속하게 대응할 필요가 있으며, 특히 인명사고에 유의하여야 한다.

#### 4) 보수

각 점검에 있어 이상을 발견했을 때에는 즉시 긴급조치를 하고, 보수대책을 강구한다.

#### 5) 정비

정기점검 결과에 따라 행하여지는 정비이다. 일반적으로 많은 정비를 필요로 하는 경우가 많으므로 기기의 사용하는 상황에 적합하도록 계획적으로 실시한다.

#### 가) 정기정비

주로 분해하여 하는 정비로 저하된 기능을 복원시키는 것을 목적으로 한다. 이 정비는 전문가의 진단에 의해 하는 정비로 손상, 마모, 기타 이상 부분의 보수, 불량 부품과 경년열화 부품을 교환한다.

#### 나) 임시정비

정기정비 시기가 아직 안되었어도 일상점검, 정기점검으로 이상을 발견한 경우 사고를 미연에 방지하기 위해 필요한 임시정비를 할 필요가 있다.

#### 6) 기타

시설의 기능에 이상이 발생한 경우, 보급 또는 교환 수리 등에 대처하기 위해 연락처 등을 정리해 둘 필요가 있다.

이 보수점검 정비상황, 운전조작일지, 관리일지 등은 시설의 기능 파악, 다음 정비의 검토자료, 내구연수 등의 자료에 필요한 것으로, 이 기록은 활용이 가능하도록 정리하고 보존할 필요가 있다.

## 8.2 관리 조직

양배수장 관리에는 당해 양배수장의 관리를 위한 조직을 설치하고 양배수의 기본 방침, 펌프 운전계획, 홍수시의 조치 등을 정해야 한다.

농업생산기반정비사업에 의해 조성된 양배수장의 관리의 수탁자는 양배수장의 조작 운영에 있어서 관리 위탁 협정서 및 동 협정서에 첨부되는 관리방법에 정해진 사항, 전기사업법 등 관계 법령 및 하천법에 의한 협의시의 조건 등을 준수함은 물론이고 수혜지역에는 비 농지가 포함되는 경우도 있으므로 개개의 시설 마다 재해시의 대책 또는 환경에 대한 배려 등이 필요한 경우가 많다. 따라서 시설을 안전하고도 적정하게 유지관리하기 위해서는 개개의 양배수장의 실정에 합당한 구체적인 관리조직·관리방법 비상사태에 대한 조치 등을 정한 관리 규정 등을 정해두는 것이 바람직하다.

### 8.2.1 관리에 관한 위원회

양배수장을 포함해서 농업생산기반정비시설을 관리하는 농업기반공사는 관리에 관한 위원회, 예를 들어 관리운영위원회라든가 용·배수조정위원회 등을 설치해서 관리에 관한 기본 사항에 대해 이 위원회를 중심으로 심의를 하고 중요한 사항은 자문위원회를 구성하여 자문을 구하고 동시에 지역 주민에 대해서도 홍보를 해둘 필요가 있다.

### 8.2.2 관리 책임자

양배수장 등의 기간시설을 관리하는 농업기반공사는 규약에 정한 바에 따라 관리책임자를 배치하여 관리운영위원회 등의 지침을 바탕으로 관리체제를 확립하고 직원이 일체가 되어 관리할 수 있는 체제 정비를 도모할 필요가 있다.

### 8.2.3 관리운영 협의회

양배수장의 수혜지역에는 농지 이외의 지역도 포함되는 경우가 있어 재해시에는 양배수장의 조작 여하에 따라 지역에 미치는 영향도 크기 때문에 관계 자치단체 등을 포함하는 관리조직으로서 수혜지역 관계 시, 군, 면 경찰서, 소방서 및 관계 단체들로 구성하는 관리운영협의회와 같은 조직을 설치해서 비үүл부담의 조정, 펌프운전계획의 결정, 이상사태에 대한 대응책 등을 협의하는 등 관리자 이외의 협력 체제를 강화해두는 것도 중요한 일이다.



### 8.3 관리체제의 정비·확립

양배수장의 관리는 관리책임자를 배치해서 시설 규모에 합당한 관리요원을 확보함과 동시에 관리요원의 육성, 관리기술의 향상에 의해 관리체제의 정비를 도모하여 적절한 관리를 하도록 한다.

(1) 양배수장 관리는 시설규모의 기능 등에 맞는 관리요원을 확보하고 시설의 유지관리 운전조작 등에 필요한 관리체제를 정비 확립하지 않으면 안된다.

관리해야할 시설이 작은 경우에는 당해 양배수장의 관리는 규약에서 정한 관리책임자의 지휘하에 실시해도 되지만 댐, 취입보 등 대규모의 관리 시설이 있는 경우에는 관리책임자 외에 각 시설마다 담당책임자인 시설관리자를 정해서 관리규정 등에 따라 관리한다.

(2) 양배수장은 홍수시에는 평소 운전관리 이외에 피해방지를 위한 용배수로 순시, 스크린의 쓰레기처리, 관계기관의 연락조정 등의 요원이 필요하다.

홍수 시에는 요원을 신속하게 그리고 합리적으로 확보하려면 관리 책임자의 지휘 하에 복수 시설까지 포함한 종합적 관리체제의 검토나 기간적 업무 이외의 일부 업무를 외부에 위탁하는 등의 방법에 대해서도 검토할 필요가 있다. 또한 평소에 방재 훈련 등을 실시해서 홍수 시 등에 신속하게 대응할 수 있도록 항상 대비한다.

(3) 최근 관리시설 및 기기류가 고도화 복잡화해지므로 이것을 다루는 요원은 시설관리 인계시에 건설사업실시 주체 및 제작 관계자로부터 충분한 지도를 받는 동시에 시설 관리 인계 후에도 관리기술을 습득해야 한다.

### 8.4 운전관리

#### 8.4.1 양배수장의 조작 규정

양배수장을 설치하여 양·배수를 하는 경우에 원칙적으로 조작 규정을 정하고 이 규정에 의해 조작해야 한다.

양배수장의 조작규정은 평상시 및 홍수시 수계의 안전을 확보하고 동시에 여기에 맞도록 원활한 운전관리를 하는 것을 규정하는 것이다. 양배수장의 조작 규정의 구성 예를 들면 다음과 같다.

제1장 총칙

(가) 취지

(나) 목적

제2장 조작 방법 등

(가) 조작 방법 (평상시, 홍수시)

(나) 관계기관에 대한 통지

(다) 조작에 관한 기록

제3장 홍수 경계 체제

(가) 홍수경계 체제

(나) 홍수경계 체제의 조치

(다) 홍수경계 체제의 해제

제4장 기타 잡칙

(가) 점검 정비에 관한 사항

#### 8.4.2 평상시의 운전 관리

평상시의 양배수장의 운전관리는 조작규정을 근거로 양·배수에 의해 영농 등에 관계되는 지구내수위의 확보에 유의해서 시행한다.

양배수장은 평상시에는 다음 사항을 고려해서 적절하게 관리한다. 영농계획이나 반복이용수에 대한 영향을 고려해서 내수하천의 용·배수 관리를 한다.

가. 운전의 원칙

1) 운전 수위

관리운영위원회 등에서 정해놓은 운전개시 수위(관개기와 비관개기와는 다른 예가 많다)가 외수위보다 높은 경우에는 과대 유량에 의해 기계의 손상을 가져올 수 있으므로 주의를 요한다.

2) 운전조작

양·배수량에만 주어서 원칙적으로 대수 제어에 의해 운전을 하되 유입량에 따라 더욱 원활한 대응책이 필요한 경우에는 임펠러 각도제어 및 회전수 제어 등에 의해 경제 운전에 노력해야 한다. 또 펌프의 운전 시간이 평균화할 수 있도록 운전 방법도 검토할 필요가 있다.

나. 관리 운전

시설을 양호한 상태로 유지하기 위해 관리 운전을 한다.

관리 운전의 빈도의 표준치는 펌프는 1개월에 1회, 제진기는 1주일에 1회, 비

상용발전기는 2주일에 1회 등이다.

다. 홍수량의 산정

1) 지구내 수위, 홍수량 및 외수 하천수위 등의 산정에는 각종 현상우량에 대한 수문 데이터의 수집 결과를 참고해서 산정한다.

2) 양배수장에 설치되어 있는 관측 시설 및 기상청 등에서 수집한 기상수문 자료를 운전 관리에 활용하도록 정리해 둔다.

3) 양배수장 및 주변 그리고 용·배수로에 대해 감시를 해서 시설의 유지보전에 지장을 초래하는 행위를 배제함과 동시에 퇴사 및 부유물의 상황 조사를 하여 그 처리에 힘을 기울이고 시설을 양호한 상태로 보존해야 한다.

4) 운전 일지, 월보 및 연보를 작성해서 보존해야 한다.

5) 조직원, 작업원의 연수를 실시해서 홍수시 이상사태 발생시의 대응을 위해 충분한 훈련을 하도록 한다.

6) 쓰레기 투기방지에 대한 계몽을 한다. 계몽 방법으로는 요소에 입간판을 세우던가 주민들에게 팜플렛 등을 배포 한다.

7) 양배수장 기기의 점검 정비, 필요한 자재의 구입 등을 계획적으로 실시해서 기능 유지에 만전을 기하도록 한다.

### 8.4.3 홍수시의 운전 관리

가. 일반 사항

홍수시의 양배수장 운전관리는 조작규정에 의해 실시하는 외에 기상수문 상황을 파악해서 양배수장으로의 유입량, 배수 하천의 수위 등의 예측을 하면서 그 예측결과를 활용하도록 노력해야 한다.

홍수시의 양배수장 관리는 당해 양배수장의 조작 규정에 의해 실시하고, 상세한 것은 각 항목에서 설명하기로 하고 이것을 총괄하면 다음과 같다.

(1) 기상, 수문 상황의 파악

(2) 유하량 내외 수위의 예측

기존의 데이터와 유사한 기상 패턴을 근거로 강우량에 대한 지구내 유출량과 내외 수위의 변동을 예측하여 홍수의 도달에 대비하고 도달시간, 수량, 수위의 예측을 한다.

(3) 예비 운전의 실시

운전 초기의 원활한 양·배수를 위한 유로의 확보와 홍수 침투시의 운전완

화에 도움을 주기 위해 예비 운전을 실시한다.

(4) 기계설비의 점검, 정비, 조작 요원의 확보 등

기계 기구 등의 점검, 정비, 조작, 쓰레기 처리 작업 등에 관계하는 요원의 확보, 배치 및 관측, 통보, 경보 시설 등에 대해서는 항상 정상적으로 기능을 발휘할 수 있도록 체계를 정비해둘 필요가 있다.

(5) 운전시의 관계기관에 대한 통보

조작 규정에서 관계기관에 보고 의무가 정해져 있는 경우에 통지 보고한다.

(6) 기록 정리

양배수장의 조작에 관한 기록을 정리해서 양배수장의 원활한 관리운영 및 관계기관에 대한 보고에 활용한다.

(7) 운전시의 게이트 및 관계 시설의 조작 순서

기본적인 운전 조작 순서는 급격한 수위 변화를 발생시키지 않는 것이 필요하며 특히 흡수측이나 배출측의 수리현상 파악에 노력하여 변화의 정도를 확인 하면서 조작할 필요가 있다.

(8) 기타

양배수장 구내의 위험 방지에 유의해야 한다.

#### 나. 운전 제한 조치

홍수에 의해 배수 하천의 수위가 위험한 상황이 되어 펌프의 운전제한을 해야 할 필요성이 있다고 예측되는 경우에는 당해 제한조건을 조작 규정에서 정해 둔다.

배수장은 홍수시 배수하천수위가 위험한 상태에 있을 때는 펌프운전을 계속하면 하천 제방파괴 등의 재해를 초래할 가능성도 있으므로 운전정지를 포함한 제한조치가 필요한 경우가 있다. 하천수위에 따라 운전을 제한할 기준을 명확히 할 수 있는 경우에는 이것을 조작규정에 명기하여 확실하게 할 필요가 있다. 이때 하천관리자와의 협의에 의해 정할 수도 있다.

#### 다. 이상사태 발생시의 조치

사고에 의해 홍수 배제에 영향이 미친다고 인정될 경우에는 기능의 조속한 회복에 힘쓰는 한편 그 상황에 대해 관계기관에 통지한다. 또 피해가 따를 염려가 있는 지진이 발생했을 때는 기계설비의 운전을 중지하고 피해 상황을 조사해서 시설의 안전을 확인한 후에 운전을 재개해야 한다.

홍수시에는 낙뢰, 태풍 등에 의한 정전사고로 기계가동이 불가능하게 되어 지구내에 침수 우려가 발생할 경우에는 시급히 기능회복에 힘써야함은 물론이지만 침수가 예상되는 지역에 대해 적절한 조치를 취할 수 있도록 관계 기관에 통지한다. 피해가 우려되는 지진이 발생했을 때는 펌프운전을 일시 정지하고 피해상황을 조사함과 동시에 관계기관과의 연락을 긴밀히 해서 안전을 확인한 후에 운전을 재개 한다.

#### 라. 홍수경계시의 조치

홍수경계시에는 요원을 확보하고 관계기관에 연락함과 동시에 기상, 수리현상의 정보를 수집해서 유입량을 예측하고 예측결과를 활용해서 양배수 하도록 노력해야 한다.

호우 또는 홍수에 관한 정보가 발표되면 홍수경계체제에 들어가고 다음 조치를 취한다.

- (1) 조작요원 등을 확보한다.
- (2) 하천관리자 시설관리자 및 필요한 행정기관과 연락을 취한다.
- (3) 전기 설비 기계기구 등의 점검을 실시함과 동시에 필요용구 특히 야간 작업에 대비해서 조명기구 등의 작업용구 및 자재를 점검한다.
- (4) 기상, 수문 정보를 수집한다.
- (5) 기상, 수문 상황에 따라 내수위의 저하를 도모하는 등의 예비운전을 실시한다.
- (6) 쓰레기 부유물의 유하 상황에 대해 감시와 제거의 준비를 한다.

#### 마. 홍수시의 조치

양배수장의 정상 기능을 유지하기 위해 점검, 정비, 수선 등을 계획적으로 실시한다.

- (1) 홍수시에는 기상, 수문에 관한 정보, 데이터의 수집 및 유입량, 내·외수위의 측정을 해서 그 결과를 활용하면서 조작 규정에 따라 안전운전에 노력해

야 한다.

(2) 관계기관으로 연락을 적절하게 하고 조작 기록의 작성을 해두어야 한다.

(3) 홍수 초기에는 쓰레기 부유물이 대량으로 유입할 가능성이 크므로 그 대책을 수립해야 한다.

## 8.5 양배수장 및 연결수로의 관리

### 8.5.1 유지관리

가. 양배수장의 유지 보전

양배수장 및 접속수로는 순찰, 점검을 계획적으로 실시해서 필요에 따라 정비, 제초, 쓰레기 처리, 퇴적토사의 배제 등을 해서 항상 양호한 상태로 유지해야 한다.

관리설비의 유지 보전의 목표를 인체에 비유하면

- ① 설비가 고장이 나서 수리하는 것은 병에 걸린 후 치료하는 것과 같다.
- ② 고장나기 전에 점검 수리를 하는 것은 병을 예방하는 것에 해당한다.
- ③ 설비의 기능을 적절하게 유지하기 위해 개축, 추가하는 것은 건강유지를 도모하는 것에 해당된다.

관리목표는 ②의 고장 원인을 사전에 제거해서 정비하는 것으로 가장 중점적으로 실시하면서 장기적으로는 ③의 설비 불량한 곳의 개량, 갱신, 점검용 안전시설의 충실 등이나 현장에 적합한 보안 관리를 실시하는 것이 중요하다.

양배수장은 여러 가지 설비 기술을 결집한 종합 설비이다. 양배수장의 주변 및 부대 구조물에 있어서도 설비 기능을 양호하게 유지하기 위해 정기적으로 점검, 정비 수선을 해야 한다.

나. 양배수장 주변의 점검

1) 순찰 및 점검 정비

가) 순찰, 점검

건축물의 순찰, 점검은 양배수장 및 주변 수로, 제방, 수문관측시설 등의 설치위치를 고려하여 미리 순회도로를 정해서 파손시설의 오손, 이동, 매몰, 토지의 상황변화, 주변의 경계 등을 포함한 점검 항목을 정하고 이에 따라 정기적으로 실시한다.

순찰, 점검 시 이상 사태를 발견했을 경우에는 상황에 따라 긴급 조치를 취하고 정비, 보수를 한다.

#### 나) 점검의 기록 보존

점검기록상황, 운전조작일지, 관리일지 등은 시설능력 파악, 차기정비 검토, 내용연수 등의 자료로서 필요하기 때문에 기록을 정리 보존해 두어야 한다.

### 다. 구조물 관리

#### 1) 건물

양배수장 건물을 유지 보전하기 위해 실시되는 항목은 주로 다음과 같다

##### 가) 지붕

양배수장 건물의 구조 중에서 철근(철골 포함)콘크리트구조, 블록구조 등의 콘크리트계의 것을 유지 보존하기 위해 요구되는 것은 누수 대책이다.

누수는 아스팔트 방수공 등의 자연열화가 원인이 되는 외에 배수 기울기라든가, 배수 파이프가 작은 경우라든가, 지붕 물받이 둘레에 비산토사가 퇴적해서 여기에 풀이 나는 경우 등으로 말미암아 누수가 되는 경우도 있다.

이것은 점검, 청소회수 부족이 원인이 된 것으로서 인위적인 것이다.

또 양배수장 건물에는 각종 관측계기라던가 부대설비가 설치되어 있는데 이들이 설치됨에 따라 지붕의 형상도 복잡해져서 누수의 원인이 증대되는 경우가 있다.

##### 나) 내외벽

콘크리트 타설 이음매의 균열 발생, 철근의 피복두께의 부족, 모르타르의 들뜸 및 콘크리트의 수축, 균열 등의 주로 공사 시공의 부실로 생기는 결함과 시공후의 부등침하에 따른 벽면의 균열 등의 결함은 시설의 경과연수와 함께 진행하여 누수뿐 아니라 철근의 녹에 따른 콘크리트의 박리가 생겨서 시설의 내용연수 확보가 곤란하게 되는 동시에 설치되어 있는 기기류에도 악영향을 주게 된다.

이러한 경우의 보수 공사는 점진적으로 실시하는 것이 바람직 하지만 균열의 정도와 누수의 진행 상황을 일정한 기간 마다 점검, 측정해서 필요한 대책을 강구한다.

##### 다) 실내 설비물 기타

실내 설비물의 내장에 사용되고 있는 재료는 목재에서 스테인레스까지 여러 가지 재질이 사용되고 있는데 그 상태가 나빠지는 요인은 먼지의 부착과 고결, 녹, 사용빈도가 극단적으로 적은 것 등이 원인이 되고 있다. 따라서 정기

적으로 점검함은 물론 전체시설을 대상으로 계획적으로 청소하고, 잘못된 곳의 조기 발견과 적기에 정확한 보수를 해야 한다. 평소 보수용 도구나 재료를 상비해두어서 손쉽게 보수작업을 할 수 있는 작업환경을 정비해두어야 한다.

#### 2) 흡수조

망사실이나 스크린을 통과해서 흡수조에 흘러 들어온 쓰레기, 부유물을 그대로 방치해두면 수조내에 가라앉는다. 장기간 이러한 일이 되풀이되면 펌프의 흡수 장애나 고장의 요인이 될 뿐 아니라 제거 비용도 커지게 된다. 그러므로 관리인 또는 조직원 등은 그 때마다 부유물을 제거해야 한다.

#### 3) 펌프실

펌프실은 보통 지하에 설치되는데 구조상 주변의 콘크리트를 침투한 물에 의해 습도가 높아지므로 배수, 환기대책이 있느냐 없느냐에 따라 기기의 보전에 크게 영향을 미친다. 그러므로 펌프실은 배수 기울기를 크게 하고 사수가 생기지 않도록 항상 점검하는 동시에 콘크리트면의 곰팡이의 발생, 쇠붙이의 방청을 위해 평소의 환기 설비의 운전을 함과 아울러 개구부를 기상조건에 맞추어서 개방하고 자연 환기에 힘써서 기기류의 보전에 만전을 기해야 한다.

#### 4) 연료 저장조

연료 저장조의 형식은 지하탱크 저장조, 옥외탱크 저장조, 옥내탱크 저장조가 있다. 이들 저장조는 소방법 등에 준거해서 설치되는데 평상시 점검 중에서 가장 주의해야 할 점은 부등침하나 지진 등에 의해 탱크와의 결합부나 건물과의 접속부에서 손상을 받고 있는지 여부를 확인하는 일이다. 또 강철제관을 흙 속에 배관했을 경우 전식(電飾)을 받아 관에 구멍이 뚫리는 일이 있으므로 주의해야 한다. 잘 보이는 곳에 연료 저장조를 알리는 표지판 및 방화에 관해 필요한 사항을 적은 게시판을 설치해야 한다.

#### 5) 배출수조

배출관에서 누수에 의해 배출수조 주변의 토사가 씻겨 내려가서 부등침하를 일으키는 일이 있으므로 주변의 순찰을 게을리 하지 말아야 한다. 배출수조는 하천 공작물로서 통관, 통문 등과 함께 설치되는 경우가 많은데 그 관리는 하천법에 따라서 적절한 관리를 해야 한다.

#### 라. 제방 등의 제초

제방 등의 제초는 구조물의 파손, 이동, 매몰 토지의 변화현상, 누수 등의 유무를 파악함과 동시에 수로의 유수장애물을 제거하기 위해 실시한다. 적어도 물대기 전과 물대기 중에 한 번 정도씩은 제초를 해야 한다.



#### 마. 쓰레기 처리

최근 농촌지역의 혼주화가 진전함에 따라 수로에 상당량의 쓰레기가 유입하는 경향이 있다. 특히 비닐류, 플라스틱류, 목재 등 부당 투기된 것이 대량으로 부유하는 일이 있다.

양배수장에 유입한 쓰레기가 스크린에 쌓이면 스크린의 상·하류에 큰 수위차가 생기던가, 펌프의 임펠러를 손상시키던가, 휘감겨서 막혀버리거나, 게이트가 밀폐되지 않는 등 운전애 지장을 초래한다.

홍수초기에는 쓰레기가 일시적으로 대량으로 흡수조에 유입하여 쓰레기 처리가 곤란해지므로 평소에 수로를 포함해서 쓰레기 제거에 힘써야 한다. 집적된 쓰레기 처리는 소각 등 관계 법규에 따라 처리해야 한다. 소각시설이 없는 양배수장은 시, 군, 면의 쓰레기 소각장과 사전에 협의해서 처리하도록 한다.

#### 바. 안전관리시설의 보전

양배수장, 수로관리 요원 및 주변 주민 등의 안전을 도모하기 위해 안전관리시설의 보전에 힘써야 한다. 양배수장 주변 및 수로의 안전시설은 다음과 같이 분류 할 수 있다.

- ① 사람에 대한 안전시설 : 담장, 핸드레일 등
- ② 출입을 위한 안전시설 : 트랩, 사다리, 계단, 난간 등
- ③ 야간 운전이나 보수 관리를 위한 시설 : 조명 설비 등
- ④ 수난사고 등에 대비한 시설 : 구명(救命)도구, 구명 보트 등
- ⑤ 주의 환기를 위한 시설 : 표지판, 입간판 등
- ⑥ 양배수장내의 안전시설

모터 등 노출회전·통전(通電)부분에 대한 접촉 방지 커버나 누전설비의 방책(防柵) 등 이중에서 ①의 사람에 대한 안전시설은 주로 제3자의 침사지와 흡수로에 출입하는 것을 방지하거나 관리인의 추락방지를 도모하는 시설이다.

②의 각 시설로 출입하기 위한 안전시설은 관리 작업을 위해 출입하거나, 추락한 사람의 탈출보조를 위한 시설이다.

⑤의 주의환기를 위한 안전시설은 제 3자를 위험한 곳에 진입시키지 않기 위해 설치하는 것이며 특히 아이들도 이해할 수 있도록 그림 등을 이용해서 표시하는 것이 좋다.

### 8.5.2 사고 방지

양배수장 및 수로의 관리 요원 및 주변 주민 등의 안전을 도모하기 위해 안전시설의 설치 보존 등을 실시해서 사고의 방지에 힘써야 한다.

수로가 시가지를 통과하거나 수로축조 후에 시가지가 형성되어 수로에로의 추락사고, 통행 차량에 의한 안전시설과의 접촉사고 등이 발생해서 안전시설의 중요성이 늘어나고 있다. 수로에서 제3자의 수난사고나 교통사고를 막으려면 우선 수로시설에 일반인 출입을 금지시키는 일이다. 따라서 원칙적으로 율타리 통행을 막는 문짝 또는 제한 포스트 등의 설치와 아울러 표지판 설명 입간판 등을 필요한 위치에 설치한다.

수로관리요원의 추락사고 방지를 위해서는 관리상 출입이 많은 수로구조물 주변에는 핸드레일 등을 설치한다.

관리도로와 일반도로를 겸용하는 경우에는 도로관리자와 협의해서 차량제한 등의 표지에 의해 주의를 환기시킴과 동시에 도로관리의 책임 소재를 명확히 해 둘 필요가 있다.

물놀이, 낚시, 사이클링 등 물가를 찾아 일반인이 수로에 접근할 기회가 늘어나고 있으므로 사람이 접근해도 좋은 곳, 접근해서는 안될 곳을 명확히 구분해서 필요한 사고방지 시설을 설치하는 것이 좋다.

## 8.6 설비기기의 관리

### 8.6.1 일반사항

설비기기의 정상운행을 유지하기 위해 점검, 정비, 수선을 계획적으로 실시해야 한다.

설비기기의 관리는 양배수장의 기능 발휘 및 기능 유지에 크게 영향을 미치기 때문에 계획적으로 적절한 관리를 실시할 필요가 있다.

전기, 설비, 크레인 등은 설비에 따라서는 법령 등으로 점검실시를 규정해놓은 것도 있으므로 이런 것들에 대해서는 법령이나 규정에 따라 점검을 실시해야 한다.

#### 가. 점검 정비 등의 정의

점검, 정비 등은 다음과 같이 정의한다.

점검: 설비의 순찰, 계측, 작동시험 등에 의한 각 부분의 체크 및 그것에 의한 판단 및 기록하는 것.

정비: 설비의 청소, 조종, 급유, 경미한 부품의 교환, 재도장 등을 하는 것

수선: 파괴, 손모, 변형, 균열 및 기능적 결함 등을 복구시키는 것.

나. 점검 정비 등의 내용 구분

점검 정비 등은 표 8.6.1 과같이 그 내용이 구분된다.

표 8.6.1 점검 정비 등의 내용구분

명칭	조작시 점검	일상점검 (정시점검)	월례 점검	정기 정비		
				점검주기	점검내용	정기정비
점검주기	조작시	정시 1일1회 정도	월 1회 정도	1년에 1~2회	수년에 1회	10~15년에 1회
점검내용	이상 처리	이상 처리	정비	정기정비	분해점검 부품교체 급유 부분도장 또는 전면 재도장	오버홀 전면 재도장 개량

점검명칭	임시점검	기타	휴지기간 중 점검		
			점검주기	점검내용	휴지기간 중 점검
점검명칭	임시점검	기타	점검주기	점검내용	휴지기간 중 점검
점검주기	임시	설비의 내용연한	휴지기	휴지중 월 1회 정도	사용개시전
점검내용	월례점검에 준한다.	갱신	월례점검에 준한다.	월례점검에 준한다.	조작시 점검에 준한다.

다. 점검 정비 등의 내용

점검 정비 등의 내용은 다음과 같다.

1) 운전 조작시의 점검

운전조작에 관련되는 상황의 확인에는 다음과 같은 것이 있다. 이것은 주로 감시판, 조작판 등 계기류의 지시수치, 상태표시 램프 등에 의해 확인을 한다.

가) 조작전 점검: 펌프 등의 기기 조작에 앞서 각 기기가 조작 가능 상태에 있는지, 흡수위, 배출수위, 유입량 등 제어 대상 조건은 적합한지, 조작 조건은 충분한지 등에 대해 상태 확인을 하는 점검이다.

나) 조작시 점검: 조작 개시와 동시에 각 기기가 정상적인 동작을 하고 있는지를 확인하는 점검이다. 수위, 유량 등의 변화 상태, 각 계기류 지시계 등의 지시수치의 확인, 각 기기류의 작동상황 등의 확인을 한다.

다) 조작 후의 점검: 조작 정지 등에 흡수위, 배출수위 등이 목표치 등으로 되어 있는데 필요에 따라 다음 조작으로 기기가 이행할 준비가 완료되었는

지를 확인하기 위한 점검이다.

#### 2) 보수 점검

시설 및 설비기기의 기능 유지를 위해 실시하는 점검이다.

평상시 점검 : 운전기간 중 매일 시간을 정해서 실시하는 상황확인이며 기기 체크시트를 작성하여 순찰을 해서 눈으로 점검하기, 손으로 만져보기, 테스트해머로 각각의 기기를 점검한다. 작동 상황, 파손, 볼트, 너트의 헐거움 등의 점검이 주체가 된다.

월례 점검: 월 1회 날을 정해서 실시하는 점검으로서 기기의 청소, 주유, 기록지 등의 교체 및 보급, 기기 작동부의 점검 등을 실시한다.

필요에 따라 기기를 분해하여 점검, 계측 등을 실시하는 경우도 있다.

정기 점검: 사용기간이 많은 기기는 6개월 또는 1년 1회, 적은 경우는 4~5년에 1회 기기를 분해해서 실시하는 정밀한 검사로서 특수한 공구, 시험기기가 필요하며 고도의 기술이 필요하기 때문에 일반적으로 전문가에 위탁하는 경우가 많다.

정지기간 중 점검: 펌프 설비를 장기간 정지하는 경우에 운전개시를 할 때 문제없이 펌프 운전이 가능하도록 점검할 필요가 있다.

정지 기간 중에 실시하는 점검에는 정지 전의 점검, 정지 중의 점검 및 관리운전, 사용개시전의 점검이 있다.

#### 3) 임시 점검

홍수, 지진, 낙뢰 후에 실시하는 점검이다.

홍수, 지진은 그 영향이 시설 전체에 끼치는 일이 많으므로 사후의 점검은 시설에 관계되는 전체항목에 대해 실시해야 한다.

낙뢰의 피해는 직격뢰와 유도뢰가 있다. 이들의 영향은 주로 전기기기에 미치는 것으로서 낙뢰 후는 신호의 착오, 계기류의 오작동 및 손상 등이 없는지 충분히 점검할 필요가 있다. 긴급사태가 발생하면 그 내용에 따라 적절하고도 신속하게 대응할 필요가 있으며 특히 인명 존중에 대해 배려해야 한다.

#### 4) 정기 정비

정기 점검 결과에 의해 실시하는 정비이다. 일반적으로 다액의 경비가 필요한 경우가 많기 때문에 기기의 사용상황에 맞추어서 계획적으로 실시한다.

### 8.6.2 펌프 설비

펌프 설비는 조작시, 평상시(정시), 월례, 정기, 임시, 정지기간 등에 각각 점검 및 정비를 해서 정상적인 운전이 이루어지도록 관리해야 한다.

#### 가. 관리

펌프설비는 조작할 때 정상적 운전이 될 수 있도록 계획적으로 점검정비를 해야 한다. 점검정비의 내용은 각 설비 기기에 의해 각각 다르지만 주된 것으로서는 방청, 도장상황, 각종 볼트의 헐거움, 각 부재의 마모, 변형, 손상, 이상 진동, 이상 음, 베어링 온도, 윤활유의 양, 노후화 정도, 전압, 전류, 절연 저항, 릴레이 스위치(relay switch)의 작동 상황 등에 대해 눈으로 보거나 계기로 측정해서 정상인지 아닌지를 확인하고 이상이 있을 경우에는 정비 보수를 한다. 여기서 다루는 펌프설비는 다음과 같은 것이다.

##### 1) 주 펌프

양배수장에 설비된 펌프의 형식은 횡축축류, 횡축사류, 입축축류, 입축사류 등이 있다.

##### 2) 밸브류

펌프의 운전 정지에 사용되는 유량제어용 차단용, 역류 방지용 밸브이다.

##### 3) 원동기

주 펌프를 구동하는 원동기에는 디젤기관, 모터, 개스 터빈 등이 있다.

##### 4) 동력전달 장치

펌프와 원동기를 연결하기 위해 축 조인트가 사용된다. 배수펌프는 회전수가 낮기 때문에 원동기의 회전수를 감속하기 위한 기어 감속기가 일반적으로 사용되고 있다.

##### 5) 보조기계류

주 펌프의 운전에는 필요한 보조 기계류는 펌프형식, 규모, 운전조건에 의해 구성 등이 달라지는데 주된 것은 다음과 같다.

###### (가) 급수계통

펌프 베어링 윤활수용, 기어 감속기, 디젤 기관 등의 냉각수용 급수 펌프, 저수조 등

###### (나) 연료계통

디젤기관의 연료 이송 펌프, 저유조 등

###### (다) 시동 공기 계통

공기시동식의 디젤 기관의 경우에 필요한 공기 압축기, 시동 공기조 등

###### (라) 급유 계통

펌프 베어링 유효용, 기어 감속기나 디젤 기관의 유효유를 공급하는 유효유 펌프 등

(마) 펌프장내 배수펌프

각 기기로부터의 배출수, 드레인의 배수용으로서 자연배수가 되지 않는 경우에 사용하는 펌프

(바) 환기장치 기타.

#### 나. 점검정비

점검은 각각의 설비나 기기의 완성도서, 취급 설명서에 따라 적절하게 해야 한다. 펌프설비 점검시 및 조작시에 이상상태를 발견했을 경우에는 원인을 파악하고 상황에 따라 신속하게 긴급 조치를 취하고 정비보수를 해야 한다.

### 8.6.3 전기설비 및 부대설비

전기설비 및 부대설비는 각 기기가 항상 정상 작동이 될 수 있도록 관리해야 한다.

#### 가. 관리

전기설비 및 부대설비의 각 기기는 조작할 때 정상적인 운전이 될 수 있도록 계획적으로 점검정비를 실시해야 한다.

1) 점검정비의 내용은 다음과 같다.

가) 전기설비 관계

방청, 도장 상황, 외상(外狀)등의 손상, 변형, 기초볼트 등의 헐거움, 이상 진동, 이상 음, 악취, 유량, 누유(漏油), 온도터미널(terminal) 등의 헐거움, 전압, 전류, 절연저항, 접지저항 등에 대해 눈으로 보거나 계기에 의해 측정을 해서 정상적인지 아닌지를 확인한다.

나) 게이트 등 기계 설비 관계

방청, 도장상황, 각종 볼트의 헐거움, 각 부재의 마모, 변형, 손상, 이상 진동, 이상 음, 먼지, 스위치의 작동상황 등에 대해 눈으로 보거나 계기에 의한 측정을 해서 정상적인지 아닌지를 확인한다.

2) 부대설비는 펌프설비에 부대해서 설치되는 것으로서 여기서 다루는 부대설비에는 다음과 같은 것이 있다.

가) 전기설비

펌프설비, 부대설비, 운전관리 설비의 운전조작, 유지관리에 필요한 전력을 공

급하기 위한 수변전 설비 및 배전설비 등이 있다.

나) 게이트

취수구용, 수로 차단, 교체용, 펌프 점검, 보수용, 배출측 차수용 등으로 설치되는 게이트이다.

다) 제진 설비

펌프의 기능 저하, 고장의 원인이 되는 유입 쓰레기를 제거하기 위한 스크린이나 제진기가 있다.

라) 천장 크레인

펌프설비의 보수관리 등 때문에 필요한 경우에 설치되는 천장크레인 등의 달아 올림 장치가 있다.

나. 점검정비

점검은 각각의 설비나 기기의 사용 설명서 등에 따라 적절하게 해야 한다. 운전관리 설비의 점검시 및 조작 시에 이상상태를 발견했을 경우에는 원인을 파악함과 동시에 상황에 따라 신속하게 처리하여 정비보수를 해야 한다.

### 8.6.4 정기 정비

설비 기기의 정기 정비는 표준 내용연수를 유지하기 위해 적정한 주기로 계획적으로 실시해야 한다.

기계설비나 전기설비의 기기는 운전 중에 마모나 변형, 노후화가 진행되고, 또 먼지나 기름, 수분의 부착, 기상 상황이나 인위적 장애 등으로 인하여 성능 저하나 내용연수의 단축을 초래하고 이것이 고장 발생의 원인도 되므로 이들 고장, 피로, 노후화 등의 방지 및 저하된 기능을 회복시키기 위해 정기적으로 정비해야 한다.

정기 정비는 설비 기기의 종류, 사용상황, 중요도, 고장빈도, 먼지의 다소, 온도의 고저, 작업의 정도 등에 맞추어 계획적으로 실시하는 것이 바람직하며 주로 기기를 분해해서 손상, 마모, 기타 이상 부분의 보수, 부품 교환을 한다. 설비 기기는 정비가 충분하지 못하면 내용연수가 단축되므로 적정한 주기로 정기정비를 실시해야 한다. 정기정비는 정기점검 결과를 가지고 실시하는 것인데 일반적으로 비용이 많이 들기 때문에 정비 기기의 종류, 사용 상황, 중요도, 고장빈도 등에 맞추어서 적당한 주기로 실시하는 것이 중요하다.