

631.4  
L293L

97 - 05 - 08

# 농업생산기반정비사업계획설계기준 개정연구

농지보전편, 해면간척편, 관수로(부분개정)

1997. 11

연 구 기 관  
한 국 농 공 학 회

농 림 부  
농 어 촌 진 흥 공 사

# 제 출 문

농어촌진흥공사 사장 귀하

본 보고서를 “농업생산기반정비사업계획설계기준 개정연구 [농지보전  
편, 해면간척편, 관수로편(부분개정)]” 보고서로 제출합니다.

1997년 11월 30일

연구기관명 : 한국농공학회

책임연구원 : 이근후 (경상대학교 농공학과 교수)

연구원 : 서승덕 (경북대학교 농업토목공학과 교수)  
윤오섭 (한국농지개발연구소 이사장)  
김범원 (한국농지개발연구소 연구위원)  
김종혁 (한국농지개발연구소 연구위원)  
강경흠 (농어촌진흥공사 대단위사업처장)  
최병욱 (농어촌진흥공사 농어촌용수사업처장)  
김주창 (농지개량조합연합회 연구위원)

보조연구원 : 이인영 (경상대학교 대학원)  
정운태 (경상대학교 대학원)

농어촌진흥공사 : 정일웅 (농어촌연구원 수석연구원)  
김주인 (농어촌연구원 책임연구원)

# 요약문

## 요 약 문

1. 연구과제명 : 농업생산기반정비사업 계획설계기준 개정연구  
농지보전편, 해면간척편, 관수로편(부분개정)

2. 연구기간 : 1997. 5. 2. ~ 11. 30.

### 3. 연구의 필요성 및 목적

기존의 농업생산기반정비사업 계획설계기준들은 그것이 제정된 이후 효율적인 생산기반의 계획, 설계, 시공을 위한 기준으로 적용됨으로서 우리나라 농업 발전에 크게 기여해왔다. 그러나 세월이 지남에 따라 농업을 둘러싼 환경이 크게 달라졌고 농업생산기반의 정비와 관련된 새로운 기술과 지식의 축적이 이루어져 왔음은 물론, 우리나라의 현실에 맞는 기술체계 연구가 이루어지기도 하였다. 이에 따라 현재의 실정과 새로운 변화에 부응하는 농업생산기반의 현대화, 첨단화의 필요성이 커졌다.

이에 본연구에서는 기존의 농업생산기반정비사업 계획설계기준을 우리나라의 현실정에 적합하게 보완, 개정하여 기술발전에 부응하고 관련 사업의 조사, 계획, 시공 및 유지관리 등을 효율적이고 합리적으로 수행하는데 기여하기 위하여 농지보전편, 해면간척편, 수로공편 중의 관수로부분에 대한 부분개정을 하고자 한다.

### 4. 연구내용 및 결론

#### (1) 농지보전편

현행 설계기준의 제정이후 20여년이 경과되는 동안 한번도 보완, 수정을 하지 못했던 것을 오자의 수정과 내용의 보완, 신설을 통하여 부분적이거나 개선토록 하였다. 빠른 시일내에 전면개정이 요구된다.

① 농지의 개발에 이어 농지보전의 시대적 의미와 필요성을 강조하였다.

② 토양침식의 개념을 명확히 정립하고 물에 의한 침식의 과학적 의미를 부여하였다.

③ 농지보전 조사에서 토지분류조사를 세분하여 상세히 보완하고, 농용지조성 종합판정과 적성의 기준을 소개하며, 개정된 농도와 최근의 기상도를 삽입하였다. 그리

고 새로운 환경보전조사를 신설하였다.

④ 새로운 감각에서의 농지보전농법을 보완하여 그 의의와 필요성을 강조하였다.

⑤ 농지보전공법에서 영구보전구조물에 대한 설계요령을 소개하고, 테라스에 대한 분류를 구체화 하였다.

## (2) 해면간척편

방대한 내용과 함께 보완, 개정을 요하는 부분이 많아 차후 전면개정이 꼭 필요하다. 이번에는 오자, 탈자의 수정과 함께 반드시 개선되어야 할 사항들에 대하여만 부분적으로 보완을 하였다.

### 1) 법령개정에 따른 사항

① 정부조직법 개편에 따라 해양수산부가 신설되어 해면간척 시행 근거법인 「공유수면 매립법」의 관장부처가 「건교부」에서 「해양수산부」로 이관되고 부처별 관련 업무가 조정됨에 따른 보완을 하였다.

② 정부조직 개편 및 업무조정에 따른 보완을 하였다.

### 2) 서술방식의 간결화

법령, 훈령, 지침 등에 명시된 한국산업규격(KS) 및 제반조사, 시행기준 등은 근거규정을 명시하고 상세한 서술내용을 간소화 하였다.

### 3) 조사설계 기준 및 최신 기술 보완

① 지형측량 및 지형도 제작 표고기준을 설정, 보완하였다.

② 경제적이며 안정된 방조제 단면 설계를 위한 해측 소단폭 설정기준을 보완하였다.

③ 최신 설계 방법 및 발표 공식을 수록하였다.

④ '90년대 이후 발전시킨 기술 및 공법 등을 수록하였다.

### 4) 기타

공사시행의 합리적 추진과 시설물의 효율적 관리를 위한 시공관리 분야는 현행 기준의 전면보완 개정이 필요한 실정이나 금번 부분 개정 추진 여건상 전면 개정 추진이 어려운 점을 고려하여 금회는 보완 대상 항목만 선정하여 차후 전면개정시 보완하도록하였다.

## (3) 관수로편

향후 계획설계기준 관수로편의 전면적인 개정에 대비하여 우선 현행 관수로 기준의 부적합한 용어, 오자, 오기, 공식의 오류를 수정하고, 단위를 수정하였으며, 필요한

내용의 추가 및 이에 따른 목차의 재편성을 하였다.

- ① 용어사용의 부적절, 오자, 공식의 오류 등을 수정하였다.
- ② “계량 및 측정에 관한 법률”에 따라 측정단위를 수정하였다.
- ③ 사용관의 종류 등의 내용을 변경 또는 추가하였다.
- ④ “4.11.3 구조설계”와 “4.11.5 시공”에 대한 목차를 재편성하고 보완하였다.

## 5. 연구결과 실용화방안

① 농업생산기반정비사업 계획설계기준을 우리 현실에 적합하게 보완, 발전시켜 관련 사업의 계획, 설계, 시공 및 관리에 활용한다.

② 기존 계획설계기준(농지보전편, 해면간척편, 관수로편)의 전면개정을 위한 기초 자료로 활용한다.

## 6. 건의사항

### (1) 농지보전편

본 설계기준은 제정된지 너무 많은 시간이 흘렀고, 그동안 부분 개정을 시도한 적도 없어 기준의 내용이 시대적으로 많이 뒤떨어진 상태이다. 또한 책의 장정이나 인쇄상태도 매우 불량하며, 특히 활자의 크기가 작아 참고하기에 불편한 점이 많다. 요즘 특히 강조 되고 있는 환경친화적, 지속적 개발의 이념 구현을 위하여 본 설계기준이 기여할 잠재력은 매우 크다고 사료되므로 빠른 시일안에 전면개정을 해야 할 것이다.

### (2) 해면간척편

본 설계기준은 내용이 매우 방대하여 제한된 부분개정으로는 완벽을 기할 수 없다. 따라서 차후 전면개정시에는 다음 사항들을 보완하여야 할 것이다.

- ① 배수의 항목과 내용을 추가 또는 보완하여야 한다.
  - 배수계획 기준 내수위 및 허용담수시간 개선
  - 전담겸용지 및 발전용지 조성에 따른 배수계획
  - 간척지의 특성을 고려한 배수로 구조 및 단면형상
  - 간척지 준설방법 및 기준
  - 토지이용계획 수립방법
  - 배수문 및 배수장에 대한 가물막이 기준

- 배수장, 배수문 등을 자동화하여 관리하는 방안
- 배수시설은 합리적으로 관리하기 위한 운용지침
- ③ 가설공사에 대한 보완이 필요하다.
- ③ 공사준비항목에 대한 보완이 필요하다.
- ④ 바닥다짐공 항목앞에 방조제와 배수(갑)문을 구분 삽입한다.
- ⑤ 품질관리항전에 다음 항목을 신설 삽입한다.
  - 공사자재의 수급 및 보관
  - 환경관리
  - 안전조치
  - 군부대 시설의 이전, 설치 협의
  - 토석장 마무리
- ⑥ 기념탑 및 조경, 기공 및 준공식에 대한 내용 추가 필요
- ⑥ 준설공사항을 신설한다. 항만 설계기준, 시공사례, 연구결과 등을 참고하고 우리나라 해상조건, 육상조건, 시공기계 등을 고려하여 기준을 정립하는 것이 바람직하다.
- ⑦ 방조제 시공에서 중요한 공종인 외측 피복공 시공시 현장 실무자가 고려해야 할 사항이나 또는 특히 주의를 요하는 부분등 피복석 시공에 관한 상세한 내용을 수록하여 현장에서 참고할 수 있도록 조치한다.

### (3) 관수로편

관수로편은 농지개량사업계획설계기준 수로공편(1988년 발간)에 수로공의 일부로 포함되어 있으며 부정확한 용어의 사용, 오자, 오기, 공식의 오류 등 많은 부분의 수정이 필요하여 전면적인 개정을 하여야 한다고 판단된다.

전면개정시에는 부분수정에서 다루기 어려운 다음 사항을 포함시킬 것을 건의한다.

- ① 현 관수로편의 적용범위는 간선 및 지선의 송수를 주로하고 있음으로 포장내 물의 배분을 목적으로 하는 포장내 배관을 추가하여 적용범위 확대
- ② 용수의 포장내 배분에 따라 필요하게 되는 관망형 관수로 설계를 추가
- ③ 적용범위의 확대로 관수로편의 내용이 많아지므로 수로공편에서 분리하여 독립적인 관수로편을 발간
- ④ 현재 수로공편에는 수로공 전체에 대한 유지관리가 기술되어 있음으로 관수로편을 독립시킬 경우 유지관리 부분을 추가
- ⑤ 현 관수로편이 국한문 혼용이므로 국문전용으로 개편

# 목 차



# 목 차

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| 요 약 문 .....                 | 1         |
| <b>제 1 장 서 론 .....</b>      | <b>7</b>  |
| 1.1 연구목적 .....              | 7         |
| 1.2 연구범위 .....              | 7         |
| 1.3 연구내용 및 방법 .....         | 7         |
| 1.4 연구기간 .....              | 8         |
| 1.5 연구진 .....               | 9         |
| <b>제 2 장 농지보전편 .....</b>    | <b>10</b> |
| 2.1 개정의 동기 .....            | 10        |
| 2.2 개정의 주안점 .....           | 10        |
| 2.3 개정사항 개요 .....           | 11        |
| 2.3.1 오자, 탈자, 오기의 수정 .....  | 11        |
| 2.3.2 내용의 수정, 삭제, 보완 .....  | 12        |
| 2.4 개정내용 .....              | 12        |
| 2.4.1 총론 .....              | 12        |
| 2.4.2 농지보전조사 .....          | 22        |
| 2.4.3 농지보전계획 .....          | 33        |
| 2.4.4 토양침식과 보전농법 .....      | 39        |
| 2.4.5 농지보전공법 .....          | 45        |
| <b>제 3 장 해면간척편 .....</b>    | <b>59</b> |
| 3.1 개정의 동기 .....            | 59        |
| 3.2 개정의 주안점 .....           | 59        |
| 3.3 개정사항 개요 .....           | 61        |
| 3.3.1 오자, 탈자, 오기의 수정 .....  | 61        |
| 3.3.2 내용의 수정, 삭제 및 보완 ..... | 63        |

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| 3.4 개정내용 .....              | 66         |
| 3.4.1 서론 .....              | 66         |
| 3.4.2 조사 .....              | 67         |
| 3.4.3 설계 .....              | 76         |
| <b>제 4 장 관수로 .....</b>      | <b>104</b> |
| 4.1 개정의 동기 .....            | 104        |
| 4.2 개정의 주안점 .....           | 104        |
| 4.3 개정사항 개요 .....           | 104        |
| 4.3.1 오자, 탈자, 오기의 수정 .....  | 104        |
| 4.3.2 측정단위의 수정 .....        | 105        |
| 4.3.3 내용의 수정, 삭제 및 보완 ..... | 105        |
| 4.3.4 목차의 재편성 .....         | 105        |
| 4.4 개정내용 .....              | 118        |
| 4.4.1 일반사항 .....            | 118        |
| 4.4.2 구조설계 .....            | 123        |
| 4.4.3 부대구조물 .....           | 135        |
| 4.4.4 시공 .....              | 140        |
| 4.4.5 유지관리 .....            | 160        |
| <b>제 5 장 건의사항 .....</b>     | <b>165</b> |
| <b>참 고 문 헌 .....</b>        | <b>167</b> |

# 제 1 장 서 론

# 제 1 장 서 론

## 1.1 연구목적

(1) 농업생산기반정비사업의 다양화, 고도화에 대응하고 개발유형에 따른 기법의 재정립으로 국토의 균형적이고 효율적인 사업시행에 기여한다.

(2) 기존의 계획설계기준을 우리나라의 현실정에 적합하게 보완, 개정하여 기술발전에 부응하고 사업의 조사, 계획, 시공 및 유지관리를 효율적이고 합리적으로 수행하는데 기여한다.

## 1.2 연구범위

① 기발간 기준과의 상충된 내용을 보완하여 통일을 기하고, 참고문헌을 명기한다.

② 농업생산기반정비사업 계획설계기준 중 「농지보전편, 해면간척편, 관수로부분」에 관한 기초자료(국내외의 문헌, 계획설계기준, 연구 및 기타자료 등)와 사례등을 수집분석하여 기존의 「농지보전편, 해면간척편, 관수로부분」에 관한 기준개정 원고를 작성하여 편집 발간한다.

③ 농진공 기술심의 위원회의 심의에 부의하고, 지적사항에 대하여 원고를 보완하여 편집하고 발간한다.

④ 1권의 연구보고서로 편집하여 발간한다.

## 1.3 연구내용 및 방법

### 1.3.1 공통사항

① 기발간된 내용중 보완, 추가 및 삭제할 부분을 개정한다.

② 농진공 기술심의위원회에 의하여 기준이 정립되고 관계기관 실무부서에서 사용하고 있는 관련내용 등을 수집하여 분석검토후 수록한다.

③ 국내외의 광범위한 관련자료를 수집, 분석하여 최신자료 등을 과감히 도입, 반영한다.

- ④ 개정경위 및 주요내용을 수록한다.

### 1.3.2 농지보전편

- ① 농지보전의 조사에 대하여 검토한다.
- ② 농지보전의 계획에 대하여 검토한다.
- ③ 토양침식과 보전농법에 대하여 검토한다.
- ④ 농지보전공법에 대하여 검토한다.
- ⑤ 사업의 효과에 대하여 검토한다.
- ⑥ 기타 농지보전 전반에 관한 사항에 대하여 검토한다.

### 1.3.3 해면간척편

- ① 끝막이공에 대하여 검토한다.
- ② 제염 및 제염시설에 대하여 검토한다.
- ③ 담수호의 수위 및 수질관리에 대하여 검토한다.
- ④ 기타 해면간척의 조사, 설계, 시공 및 관리에 관한 사항을 검토한다

### 1.3.4 관수로

- ① 관수로에 사용하는 관의 재질에 대하여 검토한다.
- ② 수리시설에 대하여 검토한다.
- ③ 구조설계에 대하여 검토한다.
- ④ 부대구조물에 대하여 검토한다.
- ⑤ 시공에 대하여 검토한다.
- ⑥ 기타 관수로에 관한 사항에 대하여 검토한다.

## 1.4 연구기간

1997년 5월 2일 ~ 1997년 11월 30일

## 1.5 연구진

| 구 분   | 성 명   | 소 속               |
|-------|-------|-------------------|
| 책임연구원 | 이 근 후 | 경상대학교 농공학과 교수     |
| 연구원   | 서 승 덕 | 경북대학교 농업토목공학과 교수  |
|       | 윤 오 섭 | 한국농지개발연구소 이사장     |
|       | 김 범 원 | 한국농지개발연구소 연구위원    |
|       | 김 종 혁 | 한국농지개발연구소 연구위원    |
|       | 강 경 흠 | 농어촌진흥공사 대단위사업처장   |
|       | 최 병 욱 | 농어촌진흥공사 농어촌용수사업처장 |
|       | 김 주 창 | 농지개량조합연합회 연구위원    |
| 보조연구원 | 이 인 영 | 경상대학교 농공학과 대학원    |
|       | 정 운 태 | 경상대학교 농공학과 대학원    |
| 자문위원  | 권 태 응 | 극동건설 감리단 단장       |
|       | 정 두 희 | 노아엔지니어링(주) 부사장    |
|       | 최 예 환 | 강원대학교 농공학과 교수     |
|       | 홍 중 진 | 한국농지개발연구소 연구위원    |

## 제 2 장 농 지 보 전 편

## 제 2 장 농지보전편

### 2.1 개정의 동기

현행 농지개발사업 계획설계기준 (농지보전편)은 1975년도에 제정되어 현재까지 사용되고있는 것으로 20여년이 경과되었다. 그동안 학술과 기술의 진전과 더불어 시대경과에 따르는 일부 통계치의 변동과 또 제작 당시에 비하여 농지보전에 대한 필요성의 제고가 한층 더 심화 되어있는 현실에 와있다. 따라서 농지보전의 기술적 원리 자체가 급변한것은 아니지만, 시대변화와 주위여건의 변동에 순응하여 현행 기준서의 부분적 보완이 필요하기에 이른 것이다. 특히 농지보전사업의 의의와 필요성의 강조, 농지보전조사의 구체화, 토양침식의 의의, 원인 그리고 재해저감, 침식방지의 농법과 공법에서의 대책의 구체화등이 보완의 필요성을 담고있다 하겠다.

### 2.2 개정의 주안점

- (1) 농지의 개발에 이어 농지보전의 시대적 의미와 필요성을 강조한다.
- (2) 토양침식의 개념정립을 명확히 하고 물에 의한 침식을 과학적으로 의미를 부여한다.
- (3) 농지보전 조사에서 토지분류조사를 세분하여 상세히 보완하고, 농용지조성 종합판정과 적성의 기준을 소개하며, 개정된 농도와 최근의 기상도를 삽입한다. 그리고 새로운 환경보전조사를 신설한다.
- (4) 새로운 감각에서의 농지보전농법을 보완하여 그 의의와 필요성을 강조한다.
- (5) 농지보전 공법에서 영구보전구조물에 대한 설계요령을 소개하고, 테라스에 대한 분류를 구체화 한다.



## 2.3 개정사항 개요

### 2.3.1 오자, 탈자, 오기의 수정

| 현행기준<br>목차 | 현행기준 내용          | 수정된 내용                | 현행기준<br>페이지 | 줄   |
|------------|------------------|-----------------------|-------------|-----|
| 1.1        | 보상할것이다           | 보상받게될 것이다             | 1           | 상16 |
| 1.1        | 용수보존             | 용수보전                  | 1           | 상19 |
| 2.5.3      | 관상대              | 기상대                   | 11          | 상23 |
| 2.6.2      | 일년강수량의 70%가      | 일년강수량의 60-70%가        | 27          | 상2  |
| 2.7        | 소류토사량조사          | 유송토사량조사               | 30          | 상23 |
| 2.7        | 부유토사량조사로<br>충분하다 | 부유유사량으로 구분한다          | 30          | 상25 |
| 3.1.1      | 두텁고              | 두겹고                   | 41          | 하15 |
| 3.2        | 우열(雨裂)을          | 빗물줄기를                 | 49          | 상2  |
| 3.2.1      | 강우강도             | 빈도의 강우강도              | 49          | 하10 |
| 3.3.4      | 용토               | 객토                    | 54          | 상12 |
| 4.1.1      | 우열침식             | 세류침식                  | 63          | 하15 |
| 4.1.1      | 함침지(陷浸地)         | 함몰지(陷沒地)              | 63          | 하4  |
| 4.1.2      | 지대(地質)           | 지질(地質)                | 67          | 상7  |
| 4.1.2      | 대목후(代木後)         | 벌목후(伐木後)              | 68          | 하17 |
| 4.4.2      | 주연(周緣)관개         | 월류(越流)관개              | 108         | 상12 |
| 4.4.2      | 스프링클러관개          | 스프린클러 관개              | 108         | 하8  |
| 4.4.4      | 농지개량설계기준         | 농업생산기반정비<br>사업 계획설계기준 | 109         | 하11 |
| 5.1.2      | 크럼브공식            | 쿨롱공식(Coulomb)         | 111         | 하14 |
| 5.2.4      | 계상(溪床)           | 하상(河床)                | 113         | 상7  |
| 5.6.2      | 농기기(機基)          | 농기구(農機具)              | 165         | 하5  |
| 5.6.9      | dack furrow      | back furrow           | 179         | 상6  |
| 5.6.11     | 승구(承溝)           | 승수구(承水溝)              | 184         | 그림5 |
|            |                  |                       |             | -68 |

### 2.3.2 내용의 수정, 삭제, 보완

| 목차<br>번호    | 보완해야할 부분의<br>현행내용 | 쪽   | 줄   | 보완의 방향   |
|-------------|-------------------|-----|-----|--|
| 1.1         | 농지보전사업의 의의        | 1   | 2   | 필요한 내용 추가삽입, 목차변경                              |
| 4.1.1       | 토양침식의 종류          | 63  | 3   | 정의와 종류로 항을 만들고<br>필요한 내용을 추가삽입하고<br>1장으로 앞 당겨움 |
| 2.2         | 조사방법              | 5   | -   | 표 2-3, 2-6을 세분화하고<br>보완 및 추가함                  |
| 2.6.2       | 강우량               | 27  | -   | 그림 2-4를 보완하고 1개 추가함                            |
| 3.1.1.<br>가 | 토지능력구분            | 41  | 상12 | 내용을 보완및 추가하고 환경영향<br>평가부분을 신설하고 부표 1-2삭제       |
| 4.2         | 농지보전농법            | 76  | 상13 | 4.2.1 운작에 앞서 방지농법의<br>개요와 필요성을 강조함             |
| 5.1         | 토사의 유출            | 110 | 상2  | 토사의 유출에 앞서 억제공법의<br>의의 항을 신설하여 기본을 강조함         |
| 5.3         | 절리 방지공            | 119 | 상8  | 이해를 돕기위하여 영구구조물을 설명                            |
| 5.6.2       | 테라스의 형식           | 165 | 상5  | 테라스의 기능과 종류신설하고 목차변<br>경                       |
| 5.6.5       | 테라스의 기준           | 168 | 하21 | 테라스의 설계항을 신설하고 목차변경                            |

## 2.4 개정 내용

### 2.4.1 총론

⇒ 현행 제1장 총론 중 「1.1 농지보전사업의 의의」(p.1)를 「1.1 농지보전의 의의와 필요성」으로 바꾸고 농지보전의 시대적 의미와 필요성을 강조한다.

### 1.1 농지보전의 의의와 필요성

우리나라의 국토면적은 1996년말 현재 993.1만 ha 이며, 이 가운데 64.9%에 해당되는 644.8만 ha 가 산지이고, 농경지는 19.6%에 해당되는 194.5만 ha 이다. 이것을 표 1-1에서 경사도별로 살펴보면, 경사도 2%이하의 평야지는 총 면적의 19.1%인 1,900천

ha이며, 농업적 가치가 적은 60% 이상의 급경사지가 38.8%에 달한다. 특히 밭으로 이용되고있는 77만 ha 중에서 토양침식 억제에 주 대상이 되는 7% 이상의 경사지가 469천 ha 로 61.0%나 되는데, 농지보전 시설이 미비한 상태이어서 토양침식의 위험도가 높은 상황에서 영농이 계속되고 있다.

표 1-1 지목별 경사지 면적 (단위 : 천 ha)

| 경사(%) | < 2   | 2~7 | 7~15 | 15~30 | 30~60 | > 60  | 계     |
|-------|-------|-----|------|-------|-------|-------|-------|
| 지 목   |       |     |      |       |       |       |       |
| 논     | 492   | 443 | 199  | 42    | -     | -     | 1,176 |
| 밭     | 70    | 230 | 300  | 149   | 18    | 2     | 769   |
| 과수.상전 | -     | -   | -    | -     | -     | -     | -     |
| 초 지   | -     | -   | -    | -     | -     | -     | -     |
| 임 지   | -     | 43  | 201  | 526   | 1,828 | 3,839 | 6,448 |
| 기 타   | 1,306 | -   | -    | -     | -     | 13    | 1,319 |
| 계     | 1,900 | 769 | 782  | 760   | 1,865 | 3,855 | 9,931 |
| 비율(%) | 19.1  | 7.7 | 7.9  | 7.7   | 18.8  | 38.8  | 100   |

더욱이, 하작 재배기간인 6~9월에 연강수량의 60% 이상되는 강우가 집중하고있으며, 호우도 많아서 토양유실과 비료성분의 유실로 지력이 떨어질 뿐만 아니라 하천 및 수로의 퇴사로 내용적이 감소되고, 환경보전 문제까지 야기되는 부작용을 낳고 있다.

건설부 자료에 의하면 표고별 토지면적은 표 1-2 와 같으며 표고 200~600m의 산지면적이 약 34%인 2,691.8천 ha로 계산된다. 산림청에서 발표한 경사급별 산림면적을 볼때 15~30% 까지의 면적이 약 1957천 ha(34.8%)나 되며, 준보전임지 (농용지, 초지, 타용도이용지)로 1,132천 ha(산지면적의 20%)를 제시하고있다.

표 1-2 표고별 토지면적 구성

| 구 분         | 면 적 (천ha) | 비 율 (%) |
|-------------|-----------|---------|
| 전체 조사면적     | 7,972.1   | 100     |
| 0~100 m     | 2,775.4   | 34.8    |
| 100~200 m   | 1,656.5   | 20.8    |
| 200~400 m   | 1,879.5   | 23.6    |
| 400~600 m   | 812.3     | 10.2    |
| 600~800 m   | 334.5     | 4.2     |
| 800~1,000 m | 151.3     | 1.9     |
| 1,000m 이상 m | 71.7      | 0.9     |
| 하천, 호소      | 119.5     | 1.5     |
| 시가지         | 171.5     | 2.2     |

자료 : 건설부 토지분류조사보고서 (1972-1980)

한편, 농촌진흥청에서는 그림 1-1에서 보는바와 같이 농경지 개발가능면적 856천 ha 중에서 607천 ha(71%)를 초지조성면적으로 추산하고, 856천 ha를 산지자원의 개발 잠재량으로 삼고있다. 그런데 연평균 약 9,000 ha의 감소면적을 보충하고 새로운 농경지를 확대해 나가자면 적어도 연평균 100,000 ha씩은 개간 등 농지조성이 이루어져야한다. 그러므로 앞으로는 크고 작음을 가릴 것 없이 경제적인 토지로 판단되면 전지, 수원지, 초지를 망라하여 하나로 묶어서 단지화할 수 있으면 모두 개간하도록 방향전환을 하여야 한다.

즉, 경사도 30° 까지로 토심이 20cm 이상 되는 산지는 초지조성을 원칙으로 하고, 경사가 완만하고 토심이 40cm 이상 깊은 곳은 전지나 수원지로 개발 해야한다. 그 뒤에 보다 집약적인 방향으로 산지자원이 다각적으로 개발되어야 조사료는 물론 과실이나 채소 등도 더 많이 생산되어 농지, 초지, 임지가 상호 보완적으로 농업소득을 올리는 데 기여함으로써 산지의 종합개발이 지역개발에 연계되어 산촌이 활기를 띌 수 있도록 되어야 하겠다.

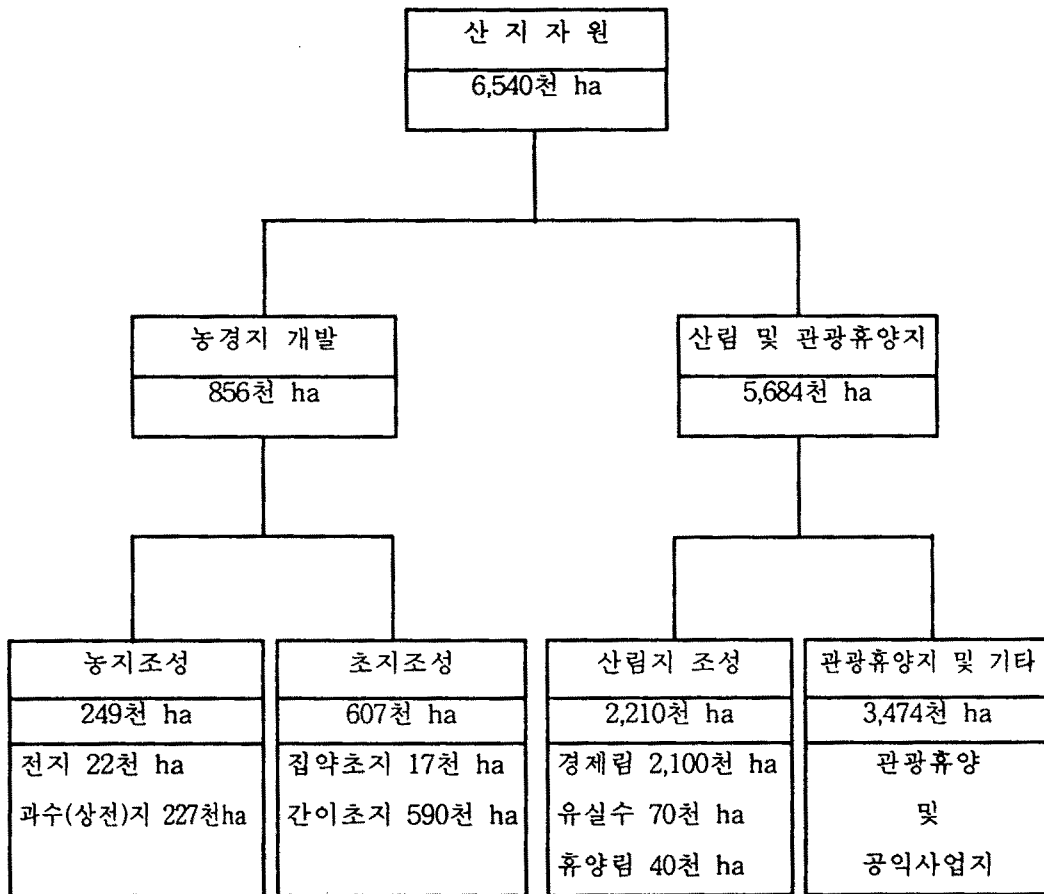


그림 1-1 산지자원의 개발 잠재량 추정도 (1993, 농촌진흥청)

한편, 농지구성의 원천인 토양은 지각을 구성 하고있는 암석이 오랫동안 기후와 식생의 작용을 받으면서 서서히 풍화생성된 것으로, 지구상에는 대단히 많은 종류의 토양이 존재한다. 풍화된 露頭의 성분중에서 고품의 소립자는 강우 때마다 낮은 곳으로 흘러내려가 그 곳에 퇴적되고, 가용성 물질은 빗물에 녹아서 흘러내려가는데, 이와 같은 가용성 비료성분은 하류지역에서 다시 보급되기도 하지만, 여기서 농칠 수 없는 중요한 점은 되돌릴 수 없는 손실로 토양물질의 손실이다.

흙은 물과 더불어 생물의 성장을 돕고 그들이 거주하는 기반의 형성까지도 마련하고있다. 따라서 흙과 물을 잘 보전하여야 토지이용의 가능성을 필요도에 맞추면서 한층 더 향상시킬 수 있는 것이다. 그러므로 토지조사를 신중히 실시하여 토지유형에 알맞는 보전대책과 보전공작물을 설치할 필요가 있다. 그리고 보전방법이 다양하기 때문에 비교적 안정된 토지는 단독적 방법을 사용하기도 하나 일반적으로는 복합적인 보전방법을 이용하여 상호 보완책을 강구함으로써 지력의 증진과 영속적인 생산성의 증대까지도 꾀하고 있다.

토지보전을 실시할 때에는 유출수의 대부분을 땅속에 보류시켜 작물의 생육을 돕게 하는 것도 또한 바람직하다. 이렇게 함으로써 유출을 억제하고 홍수도 경감시킬수 있다.

농지보전(soil conservation of farm land) 이란 토양보전(soil conservation) 의 일환으로서 경작의 목적에 사용되는 토지를 토양침식(soil erosion) 으로부터 방지,보호하는 것을 의미한다.

오늘날 흙과 물의 보전기술이 세계각국에서 널리 보급됨에 따라 토지의 황폐화를 방지할수 있게 되고, 또한 보전적 공법과 농법을 개발, 응용하여 영농을 합리적으로 이끌어 나갈 수 있게 되었으며 오늘날 세계의 농학 및 농공학자들은 모두 농지보전의 효과라고 말하고 있다.

한편, 나라에 따라서는 토양보전의 국가적 사업목표를 위해서 국가기구를 설립하여 운영하고 있는 것을 볼 수 있는데, 미국은 농무부(Department of Agriculture)에 토양보전국(Soil Conservation Service)을 두고 있으며, 호주는 토지부(Department of Lands)가 있고 토양보전국을 두고 있으며 6개주에 주단위 토양보전국을, 그리고 각 지역별로 지역사무소(Soil Conservation District Office)를 두어 토지 및 농지보전 사업을 국가적 사업으로 대단히 규모있게 운영하고 있다.

흙과 물 보전의 첫째 목적은, 토양침식을 방지하기 위한 적절한 방안을 써서 침식

으로 인한 오랜 상흔을 치료하는데 있다. 그렇게 하기 위해서 보전공법과 보전농법을 서로 조화롭게 활용하여 수식의 억제보전은 물론 바람의 침식작용까지도 방지하고 있다.

이와 같이 토양은, 침식을 방지하여야 유기질, 질소 및 광물질 등의 양분을 원활히 보급해 줄 수 있으며, 또 관개계획 등 실행가능한 방법을 취하고 합리적인 보전대책을 세움으로써 식물생육에 적합한 수분의 보전까지도 확보할 수 있다고 하겠다. 그뿐 아니라 또 보전법을 필요에 따라서 적절히 사용함으로써 토지의 이용도 제고는 물론 기계화능력의 개발에도 한층 더 박차를 가할 수 있게 되는 것이다.

근대 토양보전계획이 발달함에 따라 궁극적인 목적은, 토지이용을 원활히 하고 토지생산성의 저해를 방지하며 보전개량책을 실시함으로써 농작물의 다수확을 유지하는 영농방식을 확립할 수 있게 하는 것이다. 결론적으로 토양침식과 유출은 그 원인과 과정 그리고 결과를 설명함으로써 토양보전이 결국 물보전의 하나의 주요한 요체임을 인식시키고 있으며 이와 더불어 토양침식의 억제, 토지의 비옥도 유지, 수확량증대 등에 귀결시키게 되는 것이다. 따라서, 토지보전의 국제적 관심사가 그렇듯이 수식과 풍식을 방지하고 초지의 비옥도를 유지하며, 빗물과 관개용수의 이용과 개선 등에 그 초점을 맞추어야 한다.

⇒ **현행 제4장 토양침식과 보전농법 중 「4.1.1 토양침식의 종류」 (p.63)를 제1장 총론 중의 「1.2 토양침식의 정의와 종류」로 항목을 바꾸고 내용을 보완한다.**

## 1.2 토양침식의 정의와 종류

인간은 경작 등을 시작함으로써 토양의 자연적 균형을 깨뜨려 토양구조를 파괴하기 시작하였고 야생의 식물주거를 방해하는 등의 행위로 토양침식의 주범은 인간이라고 해도 과언은 아니다.

토양침식에 의해서 얼마나 많은 토양의 유실이 정확하게 실측되었는가에 대해서는 아직까지 명확한 자료가 많지 않다. 그러나 농경지에서 표면침식에 의해서 비옥한 흙의 피해가 크다는 사실과 더불어 지금까지 밝혀진 바에 의하면 1 ha의 토지에서 매주 1 m<sup>3</sup>의 유실이 발생한다고 하였으며 이런 상태가 10년이나 20년을 지나게 되면 깊이 5 cm 또는 10 cm 의 표토가 유실되는 결과를 초래하게 된다. 토양침식은 표토를 파

피하여 토지자원에 막대한 피해를 주고 유출과 더불어 많은 토사를 유송시켜 농토를 황폐화시키고 있는데 토양침식의 원인이 되는 종류와 이들에 주는 큰 영향요인인 강우와의 관계 등을 살펴본다.

#### 1) 지질침식과 가속침식

토양의 침식과정은 정상침식(normal erosion) 또는 지질침식(geological erosion)과 가속침식(accelerated erosion) 또는 조성침식(man-made erosion)으로 크게 구분한다.

##### (1) 정상침식

정상침식을 일명 지질침식 또는 자연침식(natural erosion) 이라고 하여 토양의 생성과정에서 자연적으로 일어나는 모암의 풍화과정의 일부로서, 그 손실은 토양의 풍화생성과 균형을 이루는 정도라고 볼 수 있기 때문에 토양의 표토층의 두께에는 그다지 영향을 주지 않으며, 늘 일정하다고 볼 수 있다. 따라서 이 지질침식은 대부분의 식물생장에 알맞고 적절한 균형에서 토양의 생성과 유지에 공헌하고 있어서 그것의 장기적인 침식과정에서 생긴 현상이 지구상에 존재하고 있는 협곡, 계곡, 하천 등과 같은 지형적 특징을 이루고 있는 것이라고 볼 수 있다.

##### (2) 가속침식

토양침식은 화산과 사태 등 자연적 가세에 의한 토양입자의 파괴 등과 인간의 알맞지 못한 농경행위 및 개간 등과 같이 자연적 식생의 이동 등으로 토양의 유기질 및 광물입자들이 제거되는 현상, 즉 인간에 의한 침식 등으로 토양의 생성과 유실 사이에 자연적 균형이 깨져 토양이동이 가속적으로 증가할 경우를 말하며, 이를 통털어 가속침식 또는 조성침식 이라고 한다.

그리고 토양침식 즉 가속침식의 원인을 기본적으로 볼때 물에 의한 것(水蝕,water erosion) 과 바람에 의한 것(風蝕,wind erosion)으로 구분하며, 수식은 강우나 융설에 의한 침식을 말하며, 풍식은 바람에 의한 토양의 비산과 이동에 의한 것으로, 우리나라의 경우에는 풍식은 대단치 않게 취급되고 있다. 따라서 가속침식에서 중점적으로 취급되는것은 역시 수식이며, 수식의 피해는 주로 강수로 인한 결과를 말한다. 고로 통상적으로 “침식” 은 수식을 의미 한다고 본다.

#### 2) 토양침식의 종류

일반적으로 우리나라의 토양침식은 수식에 의한 것으로 보고 있으며, 수식은 강수의 낙하타격과 유출로 나타나는 침식현상이다. 토양침식은 풍, 수, 한해처럼 갑자기 일어나는 것이 아니고 서서히 진행되는 현상이다. 예를 들면, 1 ha의 농지에서 매주 1



m<sup>3</sup>의 표토가 유실된다고 할 때 일반적으로 그것을 대단한 피해로 인식하지 않기 때문에 방치하기 쉽다. 그러는 가운데 어느덧 10년이 그리고 20년을 지나게 되면 깊이 5 cm, 10 cm의 표토가 유실되어 회복이 불가능한 상태로 빠지게 되어 마침내 농토는 휴경이나 폐경을 면치 못할 정도로 심각하게 된다. 한편, 수식은 지표면에 나타나는 외관적 형태에 따라서 다음과 같은 몇가지 침식형태로 구분한다.

(1) 우적침식(雨滴浸蝕, rain drop erosion)

빗방울이 땅에 떨어지면서 지표에 있는 토양을 파헤치며 타격 분산시키는 과정을 우적침식 이라고 말하며, 한편 공중으로 튀어오르는 흙도 상당한 양이어서 나지의 경우에는 폭우에 의해서 공중분산되는 토양은 224 ton/ha로 추산하고 있으며, 침식과 강우의 운동에너지 사이의 관계는 빗방울의 양과 크기, 입자 크기의 분포도, 형상, 속도 및 방향 등과 밀접한 관계가 있다고 하여 Wischmeier 와 Smith(1958) 는 식 (1-1) 을 제시하였다.

$$E = 12.1 + 8.9 \log I \dots\dots\dots (1-1)$$

식에서,  $E$  : 운동에너지 ( $m \cdot Mg/ha \cdot mm$ )

$I$  : 강우강도 (mm/hr)

한편 경사토지에서 빗방울이 낙하하는 현상은 그림 1-2 에서 보는바와 같고, 빗방울의 분화형성과정은 그림 1-3 과 같다.

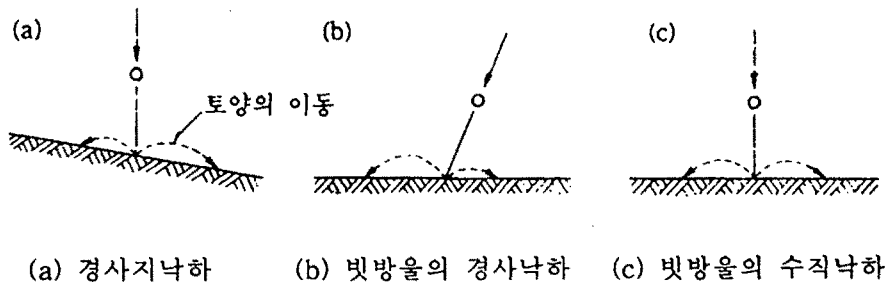


그림 1-2 빗방울에 의한 토양의 이동

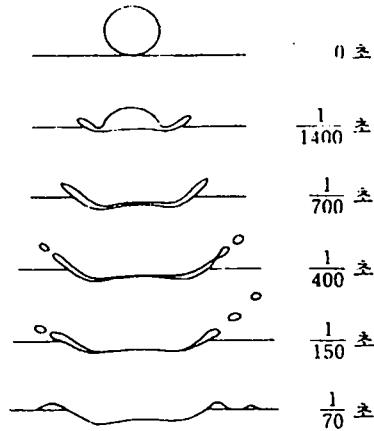


그림 1-3 함수토양에 낙하할 때 우적의 분화형성 과정

(2) 면상침식(面狀浸蝕, sheet erosion)

강우로 말미암아 토층이 포화상태에 들어가면서 경사지 전면에 걸쳐 얇은 층으로 토양이 이동하는 평면적 침식을 말하며, 이 침식은 눈에 크게 나타나지는 않으나 여름철에 오랜 가뭄 끝에 비가 내리면 평지나 도로 등지에서 얇은 층의 먼지가 씻겨 내려감에 따라 깨끗하게 보이는 현상이 면상침식의 결과인 것이다. 또, 빗방울의 타격작용에 의해서 미시적인 얇은 층으로 표면의 흐름을 유발시키게 되며, 이때 토양속에 함유되어 있던 소량의 비료성분도 함께 유실되어 토지생산성을 크게 감퇴시킬 수 있는 대단히 경계해야 할 침식이기도 하다. 이 침식은 수식의 초기단계에 속하면서 산지, 구릉지 및 전지 등에서 많이 발생하는데 초목으로 피복된 곳은 잘 나타나지 않는다. 그러나 때로는 그 식생이 침식을 방지하는 경우가 많다. 한편, 단단한 지반위에 얇고 영성한 표토층을 구성하고 있는 지역은 침식이 아주 민감하게 나타나기도 한다. 면상의 흐름에 의한 침식력과 유송력은 토양입자 또는 흙덩이의 주어진 크기, 모양 그리고 밀도에 따른 유출의 깊이와 속도의 함수가 되는것이다.

(3) 세류침식(細流浸蝕, rill erosion)

지표면유출의 집중현상이 일어날때 소규모 이지만 잘 정리된 물줄기에 의한 흐름 때문에 생기는 토양의 이동을 세류침식 이라고 한다. 이것은 면상침식이 발전해서 물이 표토를 씻어 손금과 같은 물줄기를 이루면서 흩을 이동 시키는 작용을 하기 때문에 면상침식처럼 평면적으로 광범위하게 토양이 제거되는 것이 아니고, 작은 물줄기

를 형성하여 침식하는 것이다. 특히 강도가 큰 강우를 만난 곳에서 그 물을 유하시킬 면적이 협소하거나 또는 표토가 연약할 경우에 잘 일어난다. 또, 세류침식은 규모가 작아서 통상의 경운작업 등으로 쉽게 제거될 수도 있기 때문에 침식을 소홀하게 지나쳐 버리기 쉽다. 그러나 대부분의 침식을 유발시키는 분명한 침식형태를 형성하므로 토양의 분리와 이동은 높은 유출속도를 내포하고 있어서 중요하게 취급되어야 한다.

(4) 걸리침식(溝浸蝕, gully erosion)

세류의 흐름보다 큰 개울을 형성하면서 침식을 일으키는 현상을 말하며, 이것은 강수가 진행되는 동안이나 강수 즉시 유거를 일으키며, 특히 세류침식과 다른점은 걸리침식은 경운작업등으로 침식된 지역을 회복시킬 수 없는 점이다. 세류침식이 면상 침식의 발전단계로 볼수 있는 것과 마찬가지로 걸리침식 또한 세류침식의 발전단계로 볼수있으며, 걸리침식의 크기는 일차적으로는 유출을 발생시키는 유역의 특성, 유역면적, 토양특성, 걸리의 배열의 크기와 형상 그리고 수로의 경사등에 따라 다르다. 한편 걸리의 발전에 대한 명확한 평가와 예측은 그 발생요인들이 불분명하고 걸리현상에 대한 현장기록들이 불충분하기 때문에 어려우나 항공사진이나 현지 지형측량 등을 통해서 특히 토양손실이 많은 곳을 기준으로 예측 하고 있는데, 몇가지 분류체계 가운데 걸리의 크기와 유역면적에 대한 분류를 하면 다음 표 1-3 과 같다.

표 1-3 유역면적과 걸리의 크기

| 걸리구분 | 걸리의 깊이(m) | 유역의 크기(ha) |
|------|-----------|------------|
| 소    | 1 미만      | 2 이하       |
| 중    | 1~5       | 2~20       |
| 대    | 5 이상      | 20 이상      |

또다른 체계의 분류방법으로는 걸리를 단면에 근거를 두기도 하는데, 대개 걸리는 그 단면이 토양과 기상조건, 걸리의 시간 및 침식의 형태에 따라서 V 자형이나 U 자형을 이루게 된다. 여기서 U 자형 걸리는 대개 표토나 심토가 쉽게 침식되는 황토지대나 충적지대에서 많이 발생하는 경우를 볼수 있는데, 이러한 조건에서 걸리는 개울의 독을 서서히 붕괴 시키면서 측벽을 수직으로 침식 시킨다. 한편, V 자형 걸리는 보전관리가 잘 안된 침강부분 또는 요부(凹部)에 유출이 집중 되면서 세굴이 발생하여 일어나며, 이 경우에는 또한 표토가 침식에 대한 저항력이 약화되어 잘 발달된다.

그러나 양자 모두가 대개는 동일수로에서 함께 발생하는 것이 통상적이다. 결리작용은 대개 하천의 상류부에서 일어나기 때문에 결리의 활성지점은 대부분 하천의 상류부 말단이거나 결리의 두부가 된다. 그리고 결리의 안전지점은 대개 하류단에 있게 된다.

#### (5) 하천침식(河川浸蝕, stream channel erosion)

하천침식은 하천제방이나 수로로 부터 토양이 유실되거나 이동하는 현상을 말하며, 대소의 하천이나 하구의 조수에 의하여 하천에 인접한 농지를 침식 또는 붕괴시켜 유실되게 하는바 하천변이나 해안지대에서 많이 볼수있다.

일반적으로 수식은 이상과 같이 (1) 우적침식, (2) 면상침식, (3) 세류침식, (4) 결리침식, (5) 하천침식 으로 분류한다. 이상에서 (1)과 (2)는 경토면을 피복(초생, 멀칭) 하거나 토양침식방지농법으로 억제할 수 있는 것으로 경작자가 항상 재배관리때 노력 해야 하는 것이다. 따라서 (3), (4), (5)가 토양침식방지의 주 대상이 되는 것이다.

### 2.4.2 농지보전조사

⇒ **현행 제2장 농지보전조사, 「2.2 조사방법」 중 설명을 보완하고 「표 2-3」(p.5)을 세분화하여 표를 추가한다.**

## 2.2 조사방법

토지분류조사는 농용지개발의 적부를 판단하고 토지 보전대책의 요체가되는 사항이므로 (1) 경사, (2) 토층의 두께, (3) 토성, (4) 자갈함량, (5) 침식도의 5개항목을 중심으로 하고, 토지분류조사 플로우 차트와 위 5개항에 따르는 급수분류 기준표는 그림 2-1과 표 2-100, 2-101, 2-102, 2-103, 2-104, 2-105, 2-106, 2-107과 같다.

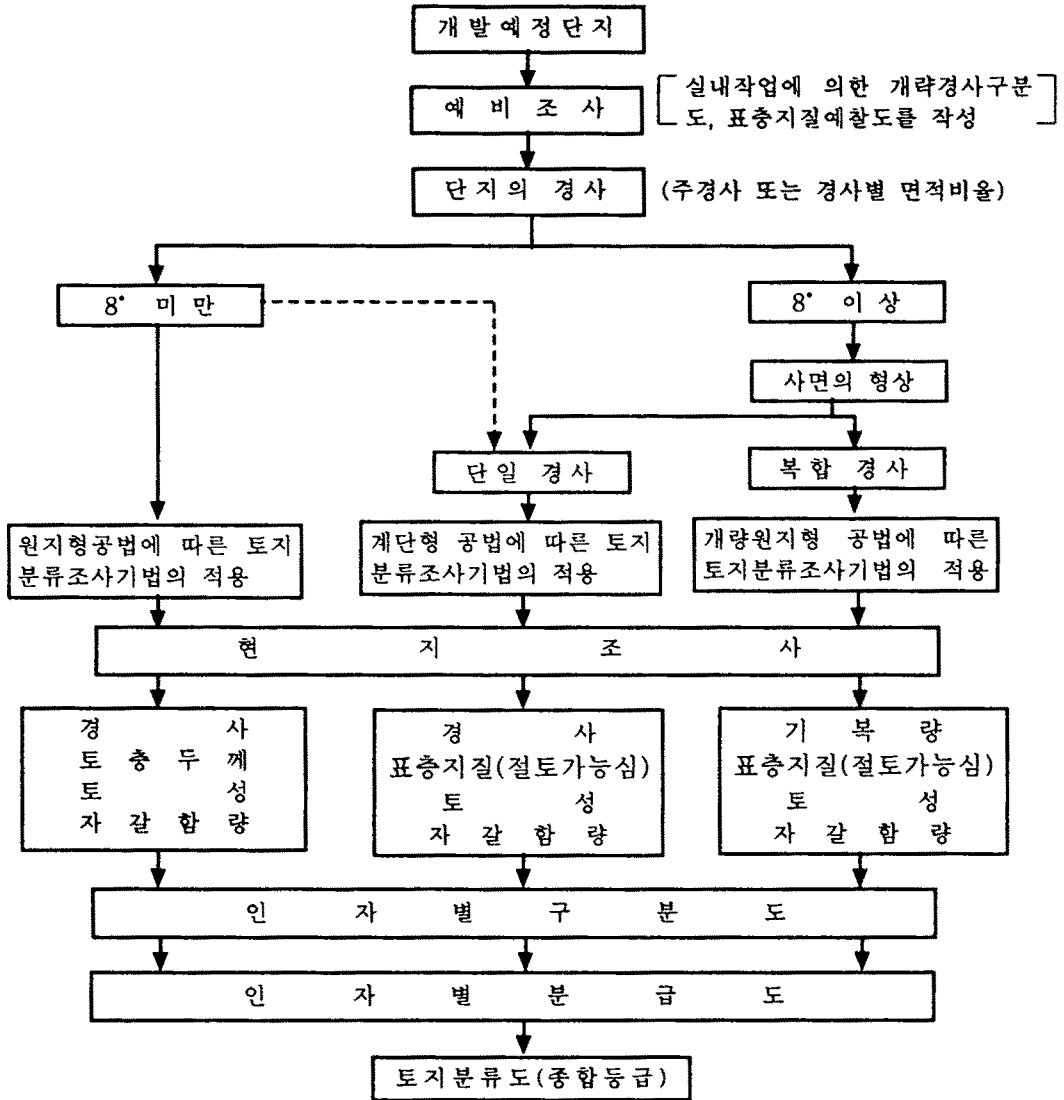


그림 2-1 토지분류조사 순서도

표 2-100 토지 경사 급수분류 기준

| 전 지 |                  |                            |  |                      | 초 지         |                  |   |
|-----|------------------|----------------------------|--|----------------------|-------------|------------------|---|
| 급위  | 구분               | 경 사                        | 적 성  | 도면의<br>채색            | 급위          | 경 사              | 적 성   |
| I   | 1                | 3° 이하                      | 침식의 위험성이<br>없음. 승용트랙터<br>에 의한 기계화<br>일관작업에 전혀<br>지장이 없음.                 | 녹                    | 1<br>a<br>b | 0~3°<br>3~8°     | 대형기계에 의한 기계<br>화 일관 작업이 쉽다.<br>원지형공. 침식의 위험<br>성이 적다고 보는 토지   |
| II  | 2<br>a<br>b<br>c | 3~8°<br>8~12°<br>12~15°    | 침식의 위험성<br>소~ 중. 승용트<br>랙터에 의한 기계<br>화 일관작업에 약<br>간 내지 어느 정<br>도 지장이 있음. | 황                    | 2<br>a<br>b | 8~12°<br>12~15°  | 대형기계에 의한 기계<br>화 일관 작업이 약간<br>내지 어느 정도 지장이<br>있다. 원지형공. 침식<br>의 위험성이 小~中 정<br>도. 채초·방목 등 어떤<br>초지 이용방법도 가능<br>하다고 보는 토지 |
| III | 3<br>a<br>b<br>c | 15~20°<br>20~25°<br>25~30° | 침식의 위험성 중<br>~대, 작업효율은<br>낮으나 기계의 부<br>분이용이 가능함.                         | 적                    | 3<br>a<br>b | 15~20°<br>20~25° | 대형기계에 의한 기계<br>화 일관 작업이 매우<br>곤란하다. 침식의 위험<br>성이 중~ 대 정도. 채<br>초이용은 곤란하나 방<br>목이용에 적합하여 불<br>경운법에 의한 초지조<br>성도 병용되는 토지  |
| IV  | 4<br>a<br>b      | 30~35°<br>35° 이상           | 침식의 위험성<br>대. 개전의 한계.<br>개전부적  | 자<br>(단, 4b는<br>무착색) | 4<br>a<br>b | 25~30°<br>30° 이상 | 대형기계에 의한 기계<br>화 작업은 부적당. 침식<br>의 위험성이 대. 불경운<br>법에 의한 초지조성 또<br>는 야초지이용이 적당<br>하다고 보는 토지                               |

표 2-101 토층의 두께 급수분류 기준

| 전 지 |              |  | 초 지          |   |  |
|-----|--------------|--|--------------|---|--|
| 급 위 | 유효토층의 두께(cm) | 적 성  | 유효토층의 두께(cm) | 적 성   | 비 고  |
| 1   | 100 이상       | 적정한 생산을 올리고, 적정한 관리작업 가능                         | 75 이상        | 초지의 고도이용이 가능하다고 보는 토지   | 개량원지형공으로 절토량이 많을 경우(절토심이 클 경우)는 본표의 적성관을 적용할수 없으므로 주의 해야 한다. |
| 2   | 100~70       | 계단공 경사에 따라 공법이 제한됨. 원지형개간에 적합                    | 75~40        | 경사에 따라 조성방식에 약간 제약되는 부분도 있으나 목초 생산 및 관리작업을 하는데 지장이 없는 토지      |  |
| 3   | 70~40        | 계단공은 경사에 따라 어느 정도 공법이 제한됨. 원지형 개간에는 대체로 적합       | 40~20        | 개량원지형공 등의 조성방법은 매우 곤란하며, 불경운법에 의한 초지조성도 병용되는 토지               |  |
| 4   | 40 이하        | 계단공은 조성곤란. 원지형개간은 가능하나, 적정한 생산을 올리고 적정한 관리작업은 곤란 | 20 이하        | 개량원지형공 등의 조성방법은 부적당하며, 불경운법에 의한 초지 조성 또는 야초지이용을 할 수 있다고 보는 토지 |  |

표 2-102 토성 급수분류 기준

| 급위 | 토 성                                  | 전 지   | 초 지  |
|----|--------------------------------------|---|--|
| 1  | 점토함량 15~45%<br>(사질양토~미사질식토)          | 적정한 생산을 올리고<br>적정한 관리작업을 하<br>는 데 거의 제한인자나<br>저해인자가 없다.   | 초지를 조성하는 데 특<br>별한 토성개량 대책이<br>불필요한 토지   |
| 2  | 점토함량 5 ~15%<br>(조사질양토~미사질양<br>토)     | 적정한 생산을 올리고<br>적정한 관리작업을 하<br>는 데 어느정도 제한인<br>자가 또는 저해인자가<br>있어서 토양에 따라서<br>는 토지개량대책이 필<br>요하다. | 초지를 조성하는 데 특<br>별한 토성개량대책이<br>불필요한 토지  |
| 3  | 점토함량 45% 이상<br>(중점토 또는 저위,<br>중간이탄토) | 적정한 생산을 올리고<br>적정한 관리작업을 하<br>는 데 매우 큰 제한인<br>자 또는 저해인자가 있<br>기 때문에 상당한 토지<br>개량대책이 필요하다.       | 초지를 조성하는 데<br>토성개량대책이 필요한<br>토지  |
| 4  | 점토함량 5% 이하<br>(사토 또는 고위이탄토)          | 적정한 생산을 올리고<br>적정한 관리작업을 하<br>는 데 각각 커다란 제<br>한인자 또는 저해인자<br>가 있기 때문에 개전에<br>적합하지 않다.           | 초지로 이용하자면 어<br>느 정도 토성개량을 하<br>여야 하며, 토성개량대<br>책을 세우지 않을 경우<br>에는 초지로써 이용하<br>기는 부적당한 토지 |

표 2-103 자갈제거의 목표와 조사할 깊이 (H)의 표준치

| 구분  | 자갈제거의 목표  |            | 조사할 깊이 (H)<br>(cm) |
|-----|-----------|------------|--------------------|
|     | 대상이 되는 것  | 작토의 두께(cm) |                    |
| 논   | 소력, 중력 이상 | 15 ~ 20    | 30 ~ 60            |
| 보통밭 | 소력, 중력 이상 | 20 ~ 25    | 60 ~ 90            |

Ⓜ 소력(小礫): 30 ~ 50 mm, 중력(中礫): 50 ~ 100 mm



표 2-104 자갈 함유량 급수분류 기준

| 구분               | 급위  | 자갈함유량  | 적 성   |
|------------------|-----|--------|---|
| 전 지              | 1   | 5% 이하  | 작목에 관계없이 적절한 생산을 올리고 적절한 관리작업을 쉽게 할 수 있다.                     |
|                  | 2   | 5~10%  | 작목에 따라서는 적당한 생산을 올리고 적당한 관리작업을 하는 데 약간의 지장은 있으나 자갈제거의 필요는 없다. |
|                  | 3   | 10~30% | 적절한 생산을 올리고 적절한 관리작업을 하자면 커다란 지장이 생기므로 자갈제거의 필요가 있다.          |
|                  | 4 a | 30% 이상 | 경지로서의 이용은 부적. 단, 작목에 따라서는 자갈제거로 이용가능                          |
| 노두(露頭)<br>전석(轉石) |     | 개선 부적지 |   |
| 초 지              |     | 5% 이하  | 초지의 관리작업에 지장이 없는 토지   |
|                  |     | 5~30%  | 채초지로 할 경우에 자갈제거가 필요한 토지                                       |
|                  |     | 30~50% | 방목 또는 야초지 이용이 적당하다고 보는 토지                                     |
|                  |     | 50% 이상 | 야초지이용이 적당하다고 보는 토지  |

표 2-105 석력(石礫)의 구분

| 구 분          | 크기의 범위                         | 적 요             |
|--------------|--------------------------------|-----------------|
| 미소력<br>(微小礫) | 30 mm 체를 통과하고 2 mm 체에 잔류하는 것   | 체 규격은 KSF에 준한다. |
| 소 력<br>(小 礫) | 50 mm 체를 통과하고 30 mm 체에 잔류하는 것  |                 |
| 중 력<br>(中 礫) | 100 mm 체를 통과하고 50 mm 체에 잔류하는 것 |                 |
| 대 력<br>(大 礫) | 지름 10 ~ 20 cm                  |                 |
| 거 력<br>(巨 礫) | 지름 20 ~ 30 cm                  |                 |
| 거 암<br>(巨 岩) | 지름 30 cm 이상                    |                 |

표 2-106 침식도 급수분류 기준(전지·초지 공용)

| 급 위 | 적 성   |
|-----|---|
| 1   | 표토의 유실이 지표면의 25 % 이하로서 잔여표토가 15 cm 이상인 것    |
| 2   | 표토의 유실이 지표면의 25 ~ 75 % 로서 잔여표토가 15 cm 이하인 것 |
| 3   | 표토의 유실이 지표면의 75 % 이상으로 심토 일부가 유실된 것         |
| 4   | 절리 침식지                                      |

※ 기본도상에 100~200m 방안을 짜서 그 교점마다 20m×20m크기의 표본구를 설치하여 표토유실의 정도와 심토노출, 절리발생을 위표에 따라 급수를 분류한다.

⇒ 현행 「2.4 기본계획 작성기준 중 표2-6」(p.7)을 보완한다.

표 2-107 개간적지 선정기준

| 인자<br>급위 | 경사         |            | 유효토층의<br>두께  |             | 토성  | 자갈함유도      |            | 침식도                                      |
|----------|------------|------------|--------------|-------------|---|------------|------------|--|
|          | 전지         | 초지         | 전지           | 초지          |   | 전지         | 초지         |  |
| I        | 0~<br>3°   | 8° 이하      | 100cm<br>이상  | 75 cm<br>이상 | 점토함량<br>15~45<br>%(사질양<br>토~미사<br>질식토)          | 5%<br>이하   | 5%<br>이하   | 지표유실<br>25%이하,<br>잔여표토<br>두께 15cm<br>이상  |
| II       | 3~<br>8°   | 8~<br>15°  | 100~<br>70cm | 75~<br>40cm | 점토함량<br>5~15%(<br>조사질양<br>토~미사<br>질양토)          | 5~<br>10%  | 5~<br>30%  | 지표유실<br>25~75%,<br>잔여표토<br>두께 15cm<br>이하 |
| III      | 8~<br>15°  | 15~<br>25° | 70~<br>40cm  | 40~<br>20cm | 점토함량<br>45% 이상<br>(중점토<br>또는 저<br>위, 중간<br>이탄토) | 10~<br>30% | 30~<br>50% | 지표유실<br>75%이상,<br>心土 일부<br>유실            |
| IV       | 15~<br>25° | 25°<br>이상  | 40 cm<br>이하  | 20cm<br>이하  | 점토함량<br>5% 이하(<br>사토<br>또는 고<br>위이탄토)           | 30%<br>이상  | 50%<br>이상  | 결리<br>浸蝕地                                |

종합정리한 개간적지 선정기준

⇒ 제2장 농지보전조사 중 「2.3 기본계획작성기준, 다), 표 2-8」(p.7)을 보  
완한다.

### 2.3 기본계획 작성기준

농도는 그 배치에서 지구내의 시설도로 배치와 포장계획과의 관계를 검토하고 현황

도로의 이용상황에 유의하여 합리적인 배치를 해야하며, 또한 일반적인 교통량, 특히 국도 및 도시의 도로는 농업용 간선도로로서의 기능을 기대하기는 어렵고, 계획시에 교통량조사를 충분히 하여 이용의 가부를 판단해야한다. 경지정리사업에서 기준으로 설정한 농도의 형상 및 구조는 표 2-8과 같다.

표 2-8 농도의 형상 및 구조

| 항목    |     | 간선농도  | 지선농도   | 경작도     |
|-------|-----|---|--|---------|
| 도로폭   | 차도  | 6.0m 이상   | 5.0m 이상  | 3.0m 이상 |
|       | 길어깨 | 0.5~1.0m  | 0.5~0.75m  | 0~0.5m  |
| 노면높이  |     | 0.5m 이상   | 0.4m 이상  | 0.3m 이상 |
| 비탈기울기 |     | 비탈기울기는 1:1~1:1.2 정도가 바람직하다. 단, 일반교통 주행빈도가 높은 간선농도, 노면이 높은 도로는 노상의 토질을 검토한 후 결정한다. 규모가 큰 포장을 전제로 할 때에는 1:1.5로 할 수도 있다. |  |         |
| 횡단기울기 |     | 아스팔트 및 콘크리트포장의 경우 : 1.5~2.0 %<br>흙 포장의 경우 : 3.0~6.0 %   |  |         |
| 종단기울기 |     | 간선농도의 최대 종단기울기는 일반적인 경우 8%, 특별한 경우 14%를 표준으로 한다.  | 지선농도에 대한 구획의 배치는 단차를 고려한 종단기울기로 하고, 최대종단기울기는 12%를 원칙으로 한다. 그러나 지형적으로 이와 같은 기울기로 시공할 수 없는 특수한 경우에도 20% 이하가 되도록 설계하고, 농도에서 경구로의 출입을 용이하게 한다. |         |

⇒ 제2장 농지보전조사, 2.6 기상조사, 2.6.2 강우량 중 「그림 2-4」 (p.27) 를 보완하고, 「그림 2-5」 를 추가한다.

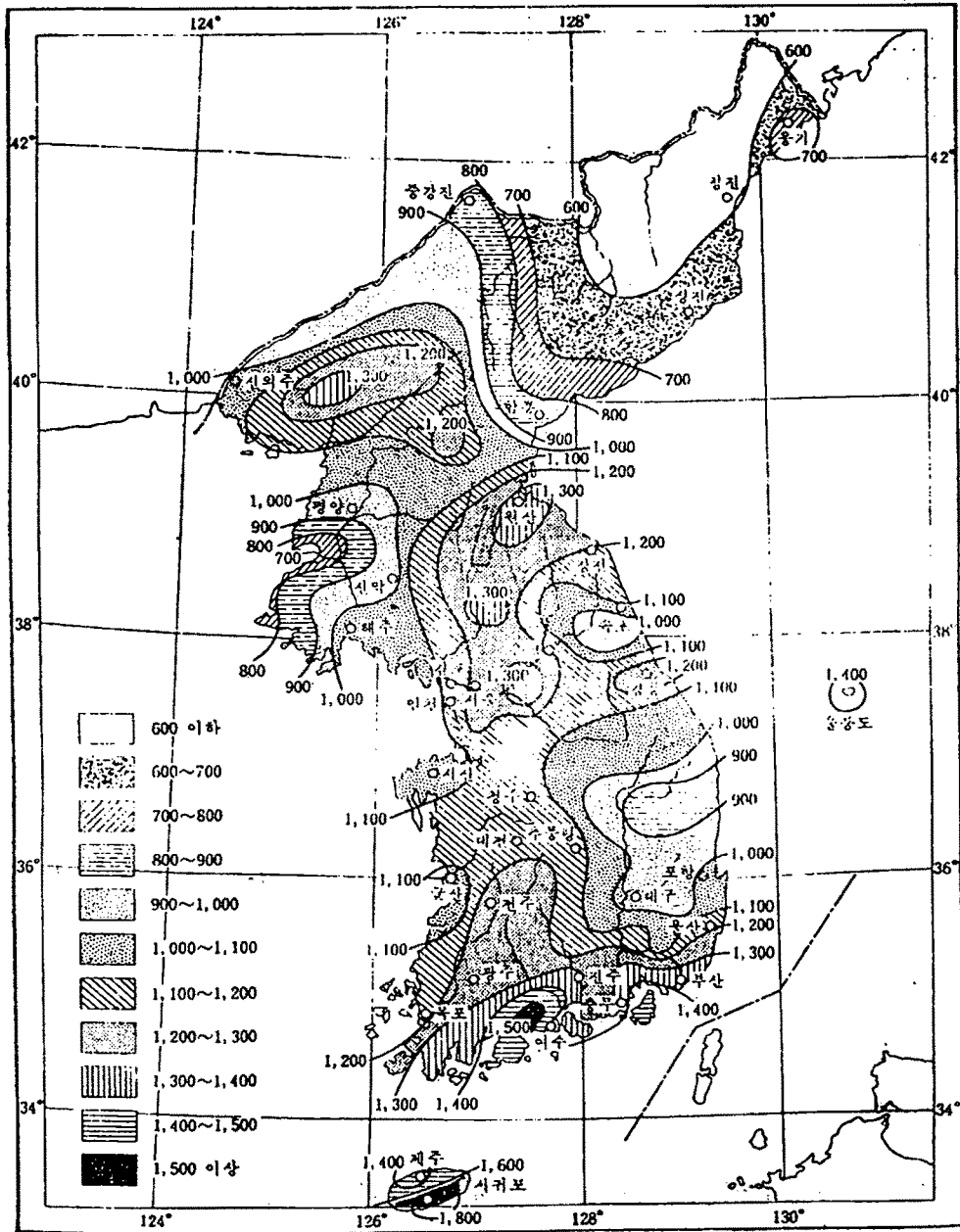


그림 2-4 우리나라 연강수량의 분포

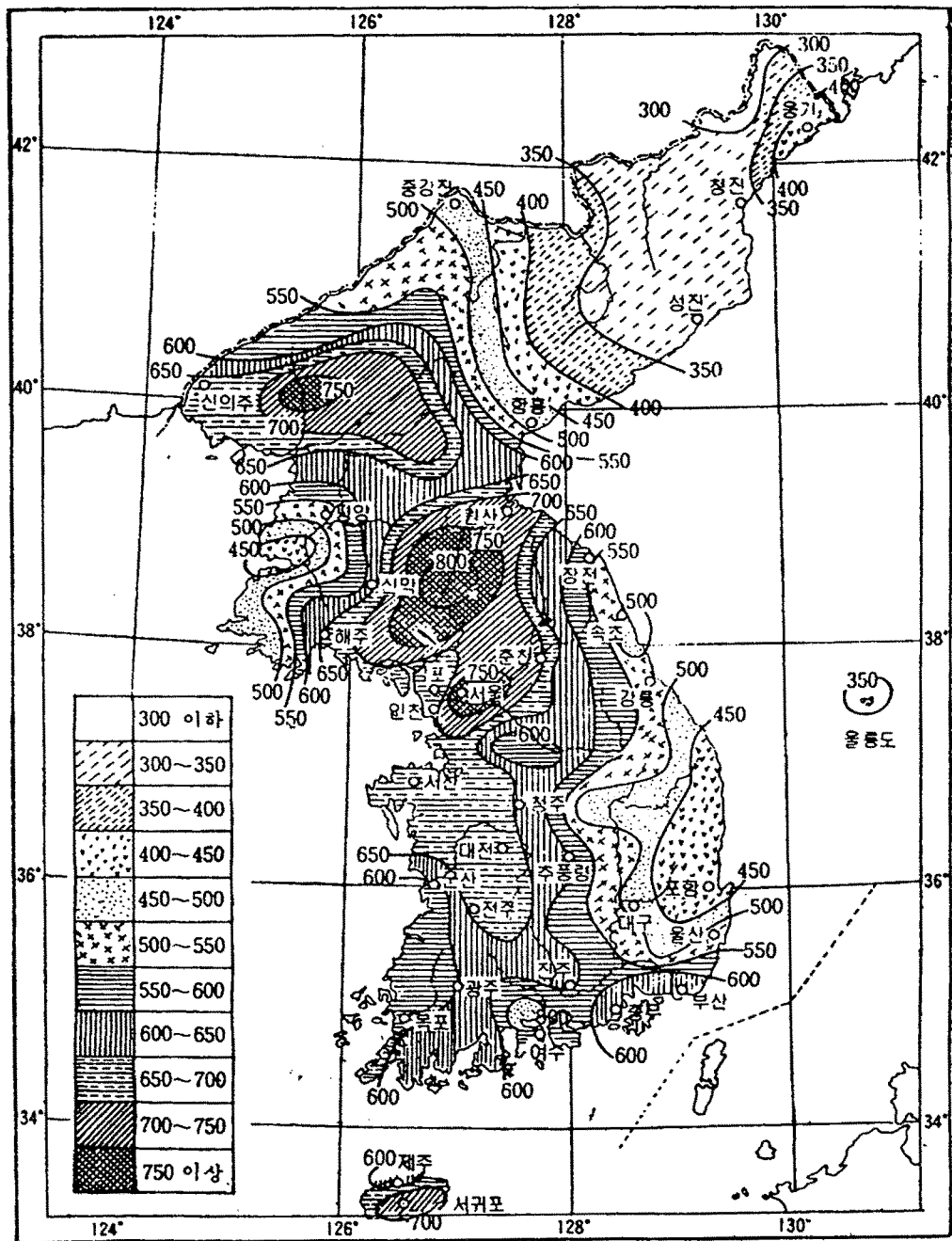


그림 2-5 여름철 강수량 (6 ~ 8월)

### 2.4.3 농지보전계획

→ 현행 제3장 농지보전계획, 3.1 계획 수립의 방향 중 「3.1.1 농지보전계획의 검토」, 「가. 토지능력구분」(p.41)의 내용을 보완하고, 환경영향평가부분을 추가하여 환경의 중요성을 강조한다. 그리고 「부표 1-2」(p.43)를 삭제한다.

### 3.1.1 농지보전계획의 검토

#### 1). 토지이용능력 급위의 판정

토지이용능력급위를 판정할 때에는 토지급수분류조사에서 언급한 5가지 제한인자를 표기하되 급위의 종합표시는 로마자로 표기한다.

**표 3-100 농용지조성 종합판정과 적성**

| 급위  | 전 지 적 성   | 초 지 적 성   |
|-----|---|---|
| I   | 농경지로 가장 적합한 토지로서 거의 제한인자가 따르지 않으며, 경사가 거의 수평(0~5.2%)이고, 침식위험이 적고, 토심이 깊고(100cm 이상), 자갈이 거의 없고(5%이하), 배수가 잘 되어 작업하기 쉬우며, 보수력이 좋아서 생산력이 보통 이상인 우수한 토지   | 목초지로서 적절한 수량을 올리는 데 토양학적으로 거의 또는 전혀 제한인자 또는 저해인자가 없으며, 대형기계를 도입해서 초지조성과 관리작업이 쉽게 이루어지며, 초지의 고도이용이 가능하다고 보는 토지   |
| II  | 조심스런 토양관리와 중위의 침식도로 농지보전이 요구되기는 하나 느린 경사(5.2~14%)로 기계화 경운이 가능하고, 깊은 토심(70~100cm)으로 일반적으로 등고선경작·대상재배 등으로 안전하게 경운작물과 목초재배를 할 수 있는 생산력이 보통인 토지   | 목초지로서 적절한 수량을 올리는 데 토양학적으로 약간 제한인자 또는 저해인자가 있으며, 또 대형기계를 도입해서 초지 조성과 관리작업을 하는데 제한인자 및 저해인자가 어느 정도 있으나, 채초·방목 등 어느 초지 이용방법도 가능하다고 보는 토지  |
| III | 중위의 경사(14~26.8%)와 자갈함유도(10~30%), 얇은 토심(40~70cm), 낮은 보수성, 저위의 비육도 등으로 II급지보다 더욱 엄격한 제한이 따르는 것으로 농지보전대책을 적극적으로 세워서 작물선택을 잘 해야 농경에 약간 적합한 토지로 생산력이 보통 이하이다. 그러나 경제적인 채산이 맞도록 영농할 수 있으므로 중단용지로 우선 분배되어야 하는 토지             | 목초지로서 적절한 수량을 올리는 데 약간 큰 제한인자 또는 저해인자가 있으며, 대형기계의 도입에 의한 목초지 조성과 관리작업이 매우 곤란하며, 또한 토양침식의 위험도 어느 정도 크므로 목초지 조성에 플라우를 사용하지 않는 공법이 필요하며, 채초이용은 곤란하기 때문에 방목이용에 적합하다고 보는 토지. 개량원형공의 적용이 곤란하고, 불경운법의 적용이 안전한 토지 |
| IV  | 매우 엄격한 제한이 따르므로 일반적으로는 농경에 부적합하다. 다만, 기후 또는 경제적 여건이 매우 좋고 엄격한 작물 선택과 매우 조심스런 관리를 한다면 무리하나마 경지로 이용할 수 있으나(IVsu), 일반적으로 입지·방목지로 적합하다. 급한 경사(26.8~46.6%), 심한 침식, 얇은 토심(40cm 이하), 많은 자갈(30% 이상), 낮은 보수력 등 많은 개선대책이 필요한 토지 | 목초지로서 적절한 수량을 올리는 데 토양적으로 매우 큰 제한인자 또는 저해인자가 있으며, 또한 초지의 조성상 매우 큰 제한인자 또는 저해인자를 가지고 있어서 개량원지형공의 적용이 매우 곤란하다. 그리고 토양침식의 위험이 매우 커서 전면경운에 의한 초지조성은 부적당하며, 불경운에 의한 초지조성 또는 야초지로 이용하는 것이 적당하다고 보는 토지           |

이때 다른 대책을 세우면 가능성이 있거나 또는 침식에 특별히 주의해야 하는 것은 급위 다음에 IVsu, IVes 와 같이 표기하여 주의를 환기 시킨다. 개간의 최종 목표는 농경지를 조성하는데 있음으로 토양특성에 근거를 두고, 생산능력, 기상조건, 토성등 토지 이용상의 제한조건을 중심으로 토지이용능력을 급위별로 판정하게 된다.

#### (1) 토지형태분류

토지형태분류 (land-type classification)란 토지의 3가지 성격 (자연적 성상, 위치적 성질, 현황이용형태) 에 대해서 각각 생산능력면에서 대체로 공통성을 가지는 몇가지 범주 (기후구분, 지형분류, 토양분류, 자연식생구분, 교통편의 분류, 현황토지이용분류 등) 로 토지형태를 분류하여 토지이용계획을 작성할때 이것을 비교 대조자료로 이용한다.

#### (2) 토지이용능력 구분

토지이용 능력급수구분(land-use-capability classification)은 토지형태분류에 의해서 토지취급 단위마다 크게 분류한 토지를 전지, 수원지, 초지로 개간 하는데 자연조건, 위치조건 및 농지개량기술조건 등의 측면에서 이용의 적성 또는 가능성을 질적, 양적으로 평가하여 몇가지 등급으로 구분하는것을 가리킨다. 이 경우에 자연적 조건으로 경운, 관리의 난이성, 침식방지의 난이성, 생육의 제한성등을 검토해야 하고, 위치적 조건에는 생산물 수송의 경제적 거리한계, 농지개량기술적 조건으로는 제단공, 관개공, 지력증진등의 농지개량 기술시공의 난이성을 검토해야한다. 자연적 조건을 그 전제조건이나 사용목적에 따라 간편하게 실용화시킨 것이 표 2-107 개간적지기준이며 위에서 언급한 토지이용능력을 종합판정한것이 표 3-100이다.

#### (3) 토지이용구분

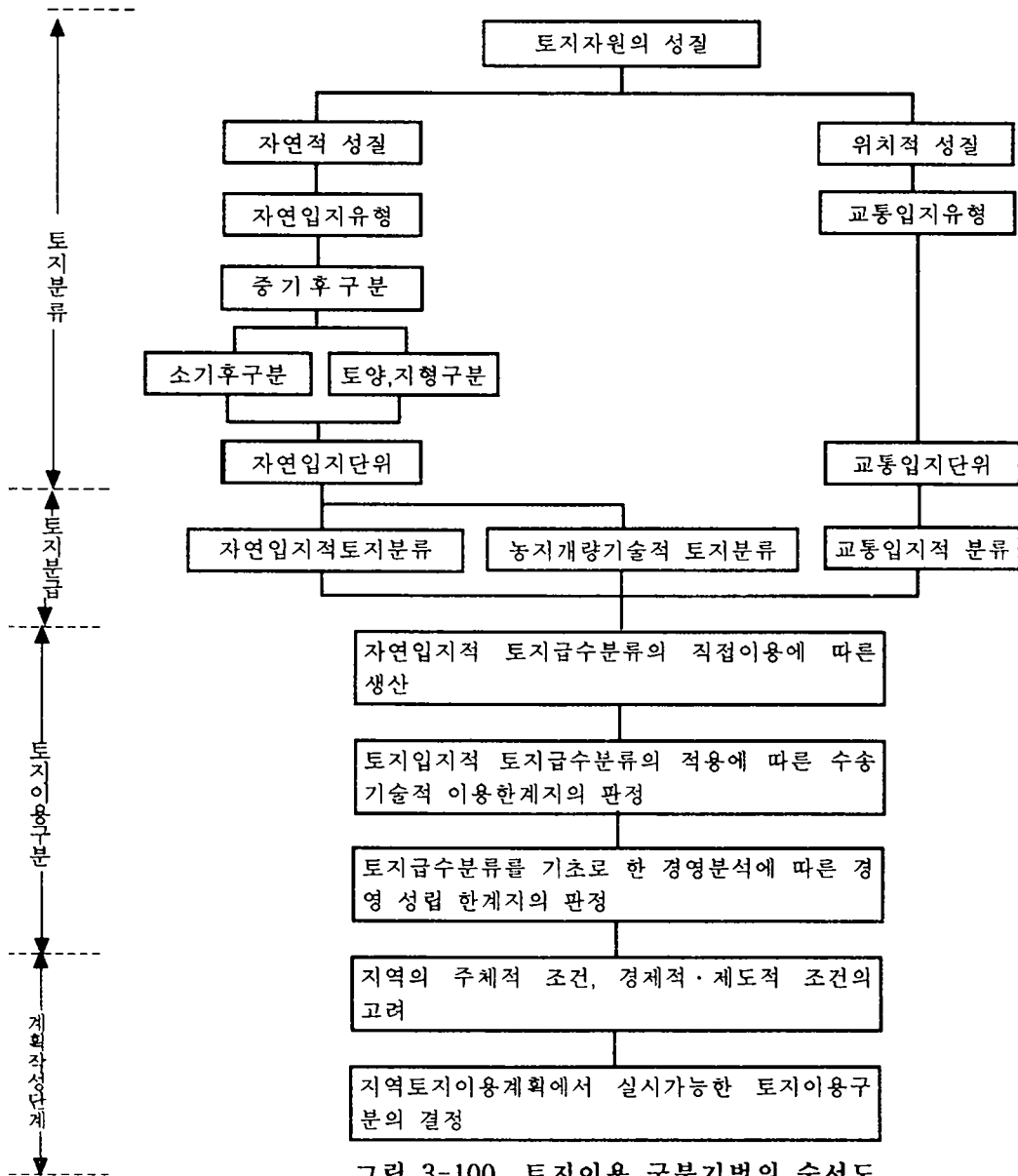
토지이용구분 (land-use classification)은 토지이용 계획작성기법의 최종단계로 장래에 목표로 하는 토지이용형태를 나타내는 매우 중요한 기법이다. 그 모식도는 그림 3-100과 같다. 토지이용 능력구분에 의해서 이용의 적응성 또는 가능성을 평가하여 등급을 매긴 토지를 다시 농업의 생산용지로서 경영론적 또는 지역경제적인 입장에서 각각 전지, 수원지, 초지, 임지등의 적정성과 유리성을 비교 및 판정하여 토지이용계획의 기초적인 방향을 정하는 일을 가리킨다. 따라서 이 구분작업에서는 국민경제적으로나 지역사회의 발전을 위하여 최대의 효과를 가지고 오도록 토지이용종류를 선택하고 있으며, 또한 그것들이 알맞는 규모로 잘 배치 되어야한다. 그렇기 때문에 생산용지에서는 토지순수의 또는 지역순생산을 최대한으로 높이는 관점에서 토지이용구분을



하고 있다. 경지, 초지등 농용지의 이용구분은 다음과 같은 방법으로 실시하고 있다.

가. 자연입지적 토지이용능력 급수분류(개간적지기준) 및 교통입지적 토지급수분류 기법을

각각 직접 적용해서 이용적지나 부적지를 구별하여 판정한다.



나. 토지이용능력급수분류를 기초로 한 경영분석에 의하여 적지나 부적지를 판정한다.

다. 어떠한 이용에도 적지로 판정되는 토지는 상대적인 유리성을 판정한다.

## 2) 환경보전조사

자연환경과 조화있는 개발을 하기 위하여 환경에 미치는 영향에 대하여 그 조사계획과 실시단계를 통해서 충분히 조사하여 환경보전을 배려하면서 사업을 실시해야한다. 그 순서도는 그림 3-101과 같다.

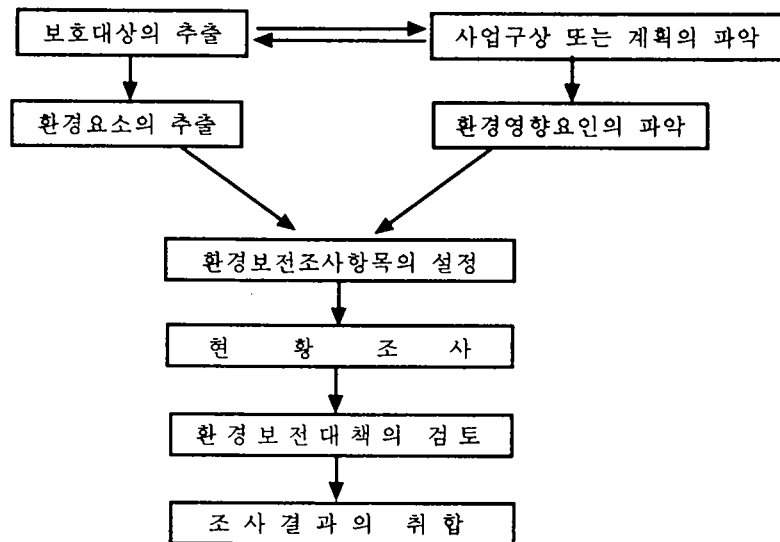


그림 3-101 환경 보전 조사의 순서도

### (1) 환경영향요인의 파악

농업개발이 주변의 환경에 미치는 영향요인으로, (1) 농용지조성에 관련된공사, (2) 공사완료후의 농용지, 도로, 수리시설 등의 존재, (3) 농용지에서 실시하는 영농, (4) 농용지외의 도로, 수리시설 등의 공용화와 인구증가에 의한 생활활동 등을 생각할 수 있다. 그리고 환경요소를 추출할 때에는 (1) 환경영향평가 항목을 설정할 때 누락되는 항목이 없도록 하기 위하여 환경을 구성하는 요소를 망라하여 추출한다. (2) 농용지 조성으로 개변되는 지역 및 그 주변지역, 그리고 수질의 영향이 예상되는 수역을 대상으로 범위의 설정에 유의한다.

### (2) 환경영향평가 항목의 설정

환경에 관련되는 영향을 되도록 넓게 추출하기 위하여 환경영향 요인에 의한 직접적인 영향뿐 아니라, 간접적 영향이나 요소간의 상호관계로 생기는 현상에 대해서도 취급한다. 계획을 책정할 때에는 그 공사진행과정 및 공사완료 후의 어느 때이건 환경보전, 공해방지 등에 관한 법령등에 저촉되지 않고 영속적, 안정적 생산을 보장하는 계획이어야 한다. 환경에 가장큰 영향을 끼치는 것은 공사중에 일어나는 것이 일반적이므로 공사계획의 검토결과 중대한 지장을 가져온다고 판단될 때에는 사업량, 공법, 공사기간 등을 재검토할 필요가 있다. 여기서 문제되는 항목은, 일반적으로 (1) 수질및 수량의 보전, (2) 붕괴 지반활동 등의 재해방지, (3) 자연보호(식생, 야생동물 기타), (4) 경관보전, (5) 악취방지, (6) 소음, 진동방지 등이다. 예를 들면, 조성지에서 유출수가 철분을 함유해서 붉게된 사례를 볼 수 있다. 그러나 이것은 중전에 산림지로서 물질순환계를 형성하던 것이 새로히 경지로서 순환계가 대체되기 때문에 생긴 것이다. 그러므로 새로운 순환계에서 불필요하게 된 물질이 다량으로 방출되기 때문이다. 또한 전지토양의 숙지화를 위하여 토양개량제나 거름 등을 다량 투입 함으로서 발생하는 수질변화도 고려해야 한다. 이와같이 농용지조성에 수반해서 각종변화가 생기는 경우가 있으므로 이들의 영향조사에 대해서 충분히 주의해야 한다. 환경요소에 따른 환경보전의 조사항목은 표 3-101과 같다.

표 3-101 환경보전 조사항목 (예)

| 환경요소                 | 조 사 항 목   |
|----------------------|---|
| I. 공해방지에 관련되는 것      |   |
| 1. 수질오탁              | 1. 생활환경의 보전에 관한 항목<br>(1) 수소이온농도(pH)<br>(2) 생물화학적 산소요구량(BOD) 또는 화학적 산소요구량(COD)<br>(3) 부유물질량(SS)<br>(4) 용존산소량(DO)<br>(5) 대장균군수<br>(6) 전질소<br>(7) 전 인   |
| II. 자연환경의 보전에 관련되는 것 |   |
| 1. 지형·지물             | 1. 지형상황 (지형분포 및 학술적 가치가 높은 것. 천연기념물 등 특수한 지형특성)<br>2. 지질상황 (표층 지질분포 및 학술적 가치가 높은 것. 천연기념물 등 특수한 지질특성)   |
| 2. 식물                | 1. 육생식물<br>(1) 군락분포상황 및 필요에 따른 대표적 군락구성종 등<br>(2) 희귀종 및 희귀군락에 대해서는 지정의 유무, 분포위치 또는 구역, 희귀의 내용 및 정도 등<br>2. 수생식물<br>(1) 생육종 및 주요 생육종의 분포상황<br>(2) 희귀종 및 희귀군락에 대해서는 지정의 유무, 분포위치 또는 구역, 희귀의 내용 및 정도 등 |
| 3. 동물                | 1. 육생동물 및 수생동물<br>(1) 서식종 및 주요서식종의 분포상황<br>(2) 희귀종의 분포위치 또는 구역, 희귀의 내용 및 정도 등<br>(3) 희귀종의 서식환경상황<br>(4) 이동구분 (어류에 한함.)  |
| 4. 경관                | 1. 특수한 경관<br>(1) 특수한 경관의 존재위치<br>(2) 특수한 내용 및 정도<br>2. 주요한 조망점에서의 조망<br>(1) 조망점의 위치<br>(2) 조망점에서의 조망범위와 그 경관내용  |
| 5. 야외 레크리에이션지        | 자연환경을 대상으로 하는 야외 레크리에이션에 이용되고 있는 지역, 시설 및 그 이용상황  |

#### 2.4.4 토양침식과 보전농법

⇒ **현행 제4장 토양침식과 보전농법, 4.2 농지보전농법 중 「4.2.1 윤작」(p.76)에 앞서 「4.2.1 토양침식 억제농법의 의의」를 신설하여 방지농법의 개요와 필요성을 강조한다. 또한 「4.2.2 수식억제 작부체계」를 신설하여 윤작과 고호적인 보전시행을 피하고 시대감각에 맞게 보완한다.**

#### 4.2.1 토양침식 억제농법의 의의

수식을 억제하는 인자중에서 강우의 성질은 인공적으로 바꿀수 없으나 토지의 경사, 토양의 성질, 지표의 상태 등은 어느 정도 바꿀 수 있다. 따라서, 이들 가변인자를 조정함으로써 (1) 위험한 강우계절에 빗방울의 타격으로부터 보호하고, (2) 흙 속으로 강우의 침투를 촉진시켜 되도록이면 지표유출수를 감소시키고, (3) 집중되는 지표유출수는 안전하게 흘러내릴 수 있도록 배수로를 정비하고 유속을 느리게 함으로써 하류에 피해를 주지 않도록 하는 것이 수식억제농법의 기본원리이다. 즉 토양침식억제에는 재배관리수단을 이용하여 식생인자를 조절하는 수식억제농법과 배수로, 승수로, 계단의 조성등의 토목적 방법에 의한 수식억제공법이 있는데 전자를 실시하여도 불충분한 경우에는 후자를 적용하는것이 가장 효과적이고 또 경제적이다.

수식억제농법에는 여러가지 방법이 있으나, 위의 (1)항은 수식억제 작부체계의 적용, (2)항은 심경, 심토경, 유기물의 시용등, (3)항은 등고선경작 대상재배, 멀칭, 초생대 설정등의 각종 영농방법을 도입하여 해결할 수 있다. 식생에 의하여 토양침식을 억제하는주요 효과는 우적침식을 억제하는 것이다. 즉, 직접 빗방울이 지면을 타격하지 않도록 식생으로 지면을 피복하는 것이다. 식생이 토양의 유실및 유출수의 억제에 끼치는 역할은 매우 큰 것으로 그 효과는 다음과 같다.

- (1) 지엽(枝葉)에 의한 빗방울의 분산, 차단, 및 증발
- (2) 토양수분이 식물체를 거쳐 나가는 증산작용
- (3) 밀생초목 및 작물에 의한 빗방울의 타격작용의 차단
- (4) 뿌리에 의한 표토층의 팽창연화
- (5) 뿌리가 흙속에 뻗어 무수한 관로를 만들어서 빗방울의 침투증대
- (6) 토양속에 유기물을 증대시켜 토양을 단립화(團粒化)하며 보수력을 증대시키고 지력을 유지
- (7) 지표면의 조도를 증가시켜 유출량과 유속의 감소
- (8) 동일한 흐름의 유출수를 분산시켜 배수로에 유입하는 시간을 지연

(9) 토양간극율의 증대로 통기작용을 좋게 하여 박테리아의 활동을 왕성하게 하는 일 등이다.

일반적으로 작물은 성장함에 따라 토양보전력이 개선되어 개화기에 최대가 되며, 그후 약간 저하하여 수확기로 접어들게된다. 또 생육일수가 긴 작물은 짧은 작물에 비하여 수식억제력이 크다.

#### 4.2.2 수식억제 작부체계

경사경지의 토양침식을 억제하기 위해서는 강우의 계절적 분포를 조사하여 위험강우기에 지표면의 방식효과가 큰 작물로 피복하는 작부체계나 지력을 증진시키는 윤작방식을 취해야 하며, 지면을 노출시키는 작부체계나 지력을 저하시키는 윤작방식이 되지 않도록 주의 해야한다. 실험에 의하면 맥류와 고구마 사이에 풋베기콩을 삽입하여 수식억제효과를 조절하고 있으며, 밀, 고구마의 수량도 풋베기콩을 삽입하는 쪽이 오히려 증가하였다. 이 밖에도 조-밀-콩, 콩-밀-콩-밀과 같이 조합시키면 토양침식이 감소된다. 이와 반대로 최근에 작부면적이 증가하고 있는 옥수수를 연작할 경우에는 토양유실이 크게 나타나고 있으며, 밀생작물인 목초지는 유실량이 옥수수의 1/11 정도로 억제된다.

⇒ **현행 제4장 토양침식과 보전농법, 4.2 농지보전농법 중 「4.2.3 대상재배」 (p.84)의 항목을 「4.2.5 대상재배로」 바꾸고 내용을 보완한다.**

#### 4.2.5 대상재배

대상재배는 지형이나 토질에 관계없이 토양침식억제의 효과가 큰 농법으로 알려져 있다. 특히, 불규칙한 경사도나 또는 지형적인 특성으로 말미암아 테라스를 설치할 수 없는 경우에도 윤작과 함께 대상재배를 하면 토양유실 억제효과가 매우 크다. 대상재배는 유럽에서부터 미국으로 전하여 성행되고 있으며, 일반적으로 대상재배 유형을 다음 네 가지로 분류하고 있다.

(1) 전지별 대상재배 : 기복은 고려하지 않고 전체적으로 일정한 대상폭을 유지하면서 경사지를 수평방향으로 횡단하여 재배하는 농법이다. 그러므로 띠(strip)는 반드시 등고선과 일치되지는 않는다. 전지별대상재배는 지형이 매우 불규칙하거나 기복이 심하여 등고선대상재배를 실시하기 곤란할 경우에 적용한다. 그러므로 배수로와 같은 요부(凹部)가 있어도 띠는 굽히지 않는다.

(2) 대풍대상재배 : 띠를 일정한 대상폭으로 곧게 되도록 최다풍향에 직각이 되게

설치한다. 평탄하거나 평탄에 가까운 농지에서 수식은 그다지 문제되지 않으나 풍식이 심한 지역에서 적용한다.

(3) 완충대상재배 : 작업기의 폭에 맞추어서 작물을 규칙적으로 운작하는 띠사이에 있는 목초(화본과 또는 두과목초를 단작이나 혼작)를 대상재배하는 농법으로서 급한 사면으로 침식이 심한 부분에 설치한다. 완충대의 폭은 일정하지 않다. 그러나 완충대의 폭이 넓은 경우에는 경사지에 어느정도 규칙적인 간격으로 설정할 수도 있다.

(4) 등고선대상재배 : 등고선에 따라서 작물대와 초생대를 서로 번갈아 띠 모양으로 배열하여 재배하는 방법이다. 즉, 토양보전효과가 큰 초생대와 비교적 보전력이 작은 작물대를 번갈아 설치 함으로서 물 유출량과 유실토량을 초생대에서 거르게 하는 재배방법이다. 긴 경사전의 사면 상하에 걸쳐 수식성(水蝕性)작물을 재배하면 등고선 경작을 하여도 침식을 방지할수 있으나, 이것에 대상재배를 함께 적용하면 더욱 효과가 크다.

작부대는 등고선에 맞추는 것이 원칙이지만 사면에 불규칙한 기복이 있는 경우에는 등고선에 맞추면 띠의 폭이 부정확해져 경작에 불편을 주게 되기때문에 침식이 심한 경우에는 다소 등고선에서 벗어날 수도있다.

일본 홋카이도 홉茂別村(Kimobetu Mura)에 폭 2m, 사면장 25m및 50m의 시험구를 설치하여 춘과소맥(5~10월)을 세로이랑재배(縱畦栽培), 등고선재배, 대상재배별로 물 유출량과 토양침식량을 측정한 결과는 표 4-100과 같다.

표 4-100 사면장 및 경작방법과 토양침식과의 관계

| 구 분        |        | 완경사 (12.3~14.1%) |           |       |       |         |           |       |       |
|------------|--------|------------------|-----------|-------|-------|---------|-----------|-------|-------|
|            |        | 유출률 (%)          | 토양침식량(kg) |       |       | 유출률 (%) | 토양침식량(kg) |       |       |
|            |        |                  | 생육중       | 수확후   | 합계    |         | 생육중       | 수확후   | 합계    |
| 사면장<br>25m | 세로이랑재배 | 2.3              | 43        | 2,889 | 2,932 | 1.5     | 29        | 5,336 | 5,365 |
|            | 등고선재배  | 0.9              | 34        | 78    | 112   | 1.2     | 20        | 170   | 190   |
|            | 대상 재배  | 0.9              | 26        | 13    | 39    | 1.0     | 23        | 18    | 41    |
| 사면장<br>50m | 세로이랑재배 | 1.9              | 54        | 62    | 116   | 3.4     | 607       | 3,380 | 3,987 |
|            | 등고선재배  | 1.9              | 82        | 55    | 137   | 3.0     | 704       | 165   | 867   |
|            | 대상 재배  | 1.7              | 56        | 96    | 152   | 3.0     | 730       | 38    | 768   |

(西 瀉)

㉠ 1) 생육과정 파종 : 5월 10일, 발아 : 5월 19일

성숙 : 8월 4일, 수확 : 8월 10일 이후 나지

2) 대상재배는 사면의 중앙에 사면장의 10%에 해당하는 폭의 초생대를 둠.

3) 사면장 25m구에서의 급경사구는 28° 이며, 50m구에서 급경사구는 중앙이 변곡되어 있음.

이상의 표를 요약하면 다음과 같다.

(1) 사면장 50m의 완경사에서 세로이랑재배구의 토양침식상태는 등고선재배나 대상재배에 비하여 그 차이가 거의 없으나, 사면장 25m에서는 그 차이가 뚜렷하게 나타났다. 사면장 25m 및 50m에서 어느것이나 세로이랑재배구의 토양침식이 매우 많았다.

(2) 등고선재배와 대상재배는 모두 우수한 침식 억제효과를 인정할수 있으므로 농업상 우려할 정도의 침식이 일어나지 않는다. 따라서 양 재배법의 실용적 우열은 판정할 수 없다.

(3) 토양침식의 대부분은 춘파소맥을 수확한 후의 강우로 발생하고 있는데, 그루터기의 배열이 등고선상으로 남아있는 경우에 그 효과가 매우 뚜렷 하였다.

미국의 경우, 띠의 폭은 경사도 및 사면장 토양의 침식성, 강우량과 강우강도, 윤작작물의 종류와 재배방법, 농기구의 종류등에 따라 달랐는데, 농업기계 사용의 편의면에서 최소한계를 15m로 보고 있으며, 침식억제 측면에서의 최대한계는 60m로 보고 있다. 다만, 대형 농기계를 사용하지 않는 경우에는 더 좁게 할수있다.



미국 중부지방의 경우, 띠의 폭결정은 식(4-100)을 적용하고 있는데, S=0~4% 에서는 30~45m, 일반적으로는 24m를 취하며, 4~16% 에서는 작부띠를 등고선에 나란히 만들고 있다.

$$\overline{W} = 98-7(S-10) \dots\dots\dots (4-100)$$

식에서  $\overline{W}$  : 밀생작물띠의 폭 (m)

S : 경사도 (%)

대상재배에서 각 띠에 재배하는 작물의 순서는 2개의 수식성 작물대 또는 동일 과종기나 수확기를 가지는 2개의 띠를 인접시키는 것은 피하며, 띠를 순화시켜 목초나 중간작물을 경작한뒤에 중경작물을 재배하도록 한다. 초생대의 폭은 최소 6~10m가 필요하며, 이보다 좁으면 물 유출량과 토양유실량이 급격히 증가한다.

사면에 띠 모양으로 경지를 구획하여 인접하는 띠에 다른 작물을 재배함으로써 얻을 수 있는 효과는 다음과 같다.

(1) 밀생작물대를 삼입함으로써 유하하는 토사를 이 띠로 저지하는 동시에 지표유출수의 유속을 완화시키고 혼탁수가 정화되며, 땅속으로 침투되는 양이 많아서 물의 손실이 줄어든다.

(2) 인접하는 띠에 다른 작물을 재배함으로써 수확기를 달리하여 경지면을 일시에 나지로 만들지 않으므로 토양침식이 크게 억제되고, 다른 작물을 교호로 대상재배하는 것은 물론이고 수확기를 달리하는 작물을 선정하므로 풍년과 흉년을 평준화 할수 있다.

1958년, 우리나라에 소개된 초생대와 작물대의 폭은 경사도 5.2~8.7% 일때 3 m, 9 m, 8.7~14.1% 일때 3 m, 6 m, 14.1~26.8% 일때 3 m, 3 m 이며, 26.8% 이상은 계단형 테라스를 만들도록 권장한 바 있다. 초생대 대신 보전작물대로 대체할 경우에는 각각 6m폭으로 만들기도 한다. 초생대에 적합한 목초에는 싸리풀, 라디노클로버, 헤어리베치, 오쳐드그래스 등이 있으며, 때로는 토양보전력이 비교적 큰 작물인 박하, 딸기, 콩, 동부, 녹두, 밀, 보리, 고구마 등의 작물로 초생대를 대체하기도 한다. 작물대는 보전력이 작은 감자, 담배, 목화, 채소, 옥수수, 과수, 기장등 경제작물을 재배하고 있다.

경사지대(sloping field)의 이랑은 등고선방향이 토양보전상 가장 효과적이며, 부득이한 경우에는 세로이랑재배를 하는 경우도 있다. 세로이랑재배에서 토양유실을 억제하기 위하여 이랑의 길이를 되도록이면 단축하는 것이 좋으며, 이에는 그림 2-9 같이 베개 모양의 짙막한 교호이랑방법이 있다.

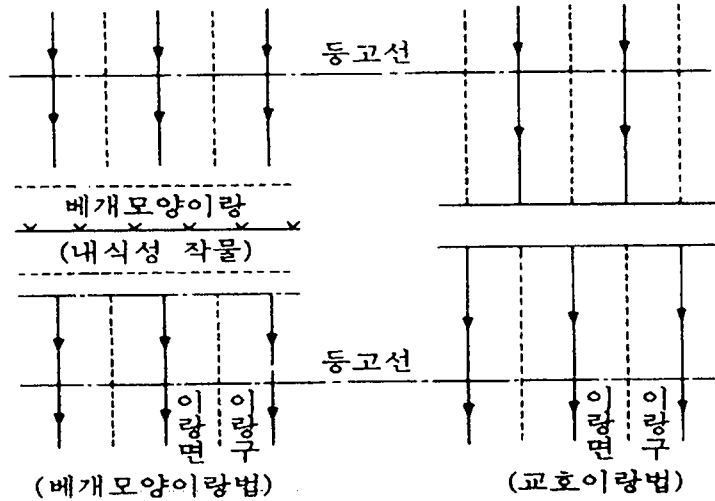


그림 4-100 세로이랑의 토양유실대책(一戶)

우리나라는 관행적으로 세로이랑으로 경작하는 농가가 많은데 그 방법에는 다음 세 가지가 있다.

(1) 그림 4-101과 같이 긴 세로이랑을 일정한 간격으로 구획하고 상단에 가로이랑을 삽입하는 것으로, 이 곳에 밀생작물을 재배하면 더욱 효과적이다. 이때 가로이랑은 위쪽의 세로이랑에서 흘러들어오는 물이 침입 하는것을 방지하는 역할을 함으로 폭우에 대비하여 등고선에 평행하게 이랑을 만든다.

(2) 상기 가로이랑 대신에 등고선에 평행하게 송수구를 둔다.

(3) 그림 4-102와 같이 세로이랑을 일정한 간격으로 구획하고 상하의 이랑이 서로 엇갈리게 한다.

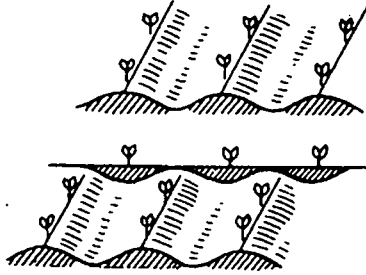


그림 4-101 가로이랑을  
삼입한 세로이랑

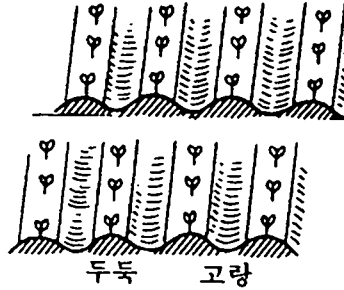


그림 4-102 교호세로이랑

#### 2.4.5 농지보전공법

⇒ **현행 제5장 농지보전공법 중 「5.1 토사의 유출」에 앞서 「5.1 토양침식 억제공법의 의의」를 신설하여 억제공법의 기본 의의를 강조한다.**

#### 5.1 토양침식 억제공법의 의의

토양침식억제공법은 주로 지표유출수의 운반작용에 의한 토양침식을 경감시킬 목적으로 (1) 물의 침투를 촉진시켜 지표유출수를 감소시키기 위한 토층개량공, 계단전공 등을 마련하거나, (2) 유출수의 유속을 느리게 하여 안전하게 하천에 도수하는 테라스공 등을 강구하는 공학적 작업을 뜻한다. 그러므로 절리의 발생과 그것에 의한 침식을 방지하려면 사면장이 짧아야 하며, 그렇게 하기 위해서 계단전은 토양침식을 방지하고 경사지의 경운작업을 쉽게 하기 위하여 옛날부터 만들어 졌다. 사면장을 짧게 하는 방법으로 사면의 등고선에 따라서 승수로를 만들어 유출수를 도중에서 포착하여 배수로를 거쳐 재빨리 하천에 유하시키는 방법이 있다. 이와같이, 승수로의 설정은 사면장을 짧게 만든것과 같은 효과를 얻을수 있어서 현재 농지보전공사에는 주로 이 방법을 많이 사용하고 있다.

⇒ **현행 제5장 농지보전공법, 「5.3 절리방지공」(p.119)의 이해를 돕기 위하여 영구구조물을 중심으로 간단히 소개한다.**

### 5.3.1 농지보전구조물

#### (1) 농지보전 구조물의 기능과 종류

안전한 수로를 준비하는것은 때때로 유속을 침식선 아래에서 유지할수 있도록 수로의 경사를 낮추는 일을 뜻하기도 한다. 수로내에서 많은 낙차구조물을 설치해서 낙수의 에너지를 분산시키는 일과 구조물 사이의 수로구간 (channel reaches)의 경사를 침식과 세굴을 일으키지 않는 범위안에서 유속을 유지시키는 일들이 모두 보전구조물의 기능에 속한다. 여기에는 일시적 구조물과 영구적 구조물로 대별할수 있는데 일시적 구조물은 값싸고 일시적인 재료를 이용해서 만드는 것으로 암석, 통나무, 관목류, 철망, 잔디, 흙 등을 들수있으며, 토사방지에서 많이 쓰이는 산복공사의 짚단, 쇠붙임공, 선폐공, 석축공, 편책공 그리고 새조공 등을 들수있으며, 미국 토양보전국(S.C.S) 시험농장에서 사용한바로는 약 50종이 있는데 이중 5% 정도만이 소기의 목적을 달성했을뿐이라고 보고되고 있다. 영구적 구조물은 영구적 재료로 축조한 것으로 여기서는 큰 걸리의 두부에서 월류수를 조절하고 식생수로에서 배수구에 물을 안전하게 낙수시키고, 각종 수로에서 수위를 조절하는 일 등의 기능이 만족스러워야 한다. 결론적으로 보전구조물은 설계배제량을 처리하는데 충분한 용적을 갖추어야 하고 각종 구조물과 하류부 수로에 피해를 주지않게 유량의 운동에너지를 안전하게 분산시킬 수 있어야 한다. 그림 5-100은 거리에 몇개의 영구보전 구조물을 시공해서 효과를 얻은 개선된 모습을 나타낸 것이다.

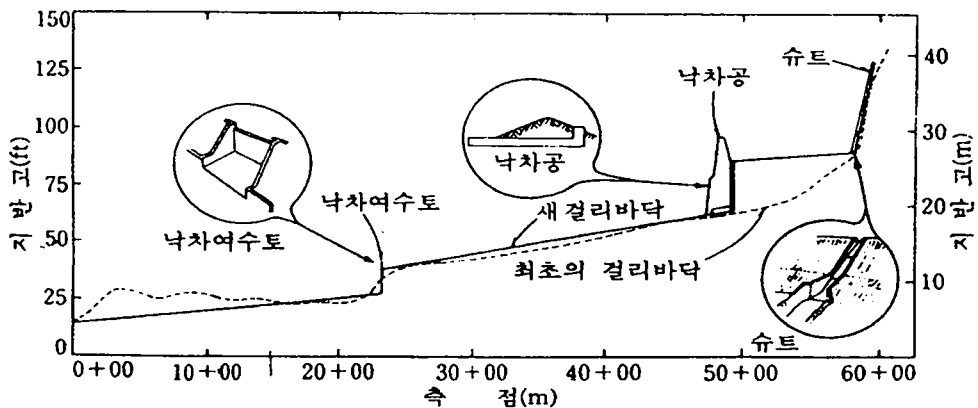


그림 5-100 영구 보전 구조물과 걸리방지의 효과

(2) 낙차공

낙차공(drop spillway)은 수로 노선상에서 급경사로 인하여 흐름이 수로바닥을 침식하는 것을 방지하기 위하여 표고를 조절해 주는 영구적 구조물이며 통상적으로 높이는 3m미만으로 제한한다. 그 모양은 일반적으로 그림 5-101에서 보는바와 같으며, 형에는 직선형, 아치형 또는 상자형의 것들이 있고 에너지 분산장치로서 직선 물받이(apron) 또는 몇가지 형태의 정수지를 들수있다.

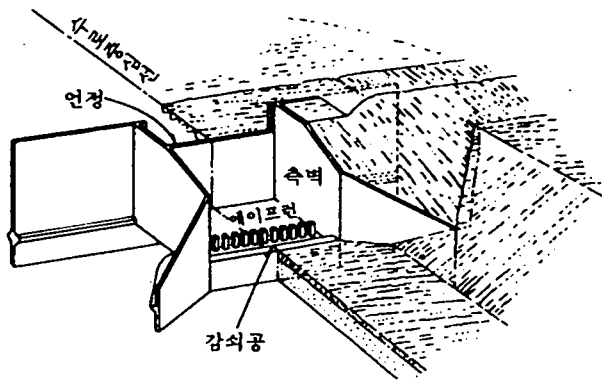


그림 5-101 직선형 낙차공

설계유량의 계산은 식 (5-101)에 따른다.

$$Q = 0.552CL h^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots (5-101)$$

여기서  $Q$  : 유량 ( $m^3/s$ )

$C$  : 웨어계수로서 입구에 따라 변하는데 직선형 입구의 경우 대략 3.2를 취한다.

$L$  : 웨어의 길이( $m$ )로서 상자형의 경우 3변의 총합을 말한다.

$h$  : 자유수면의 수심( $m$ )

한편, 낙차공에서 흐름의 모습과 상자형 단면도는 그림 5-102, 5-103과 같다.

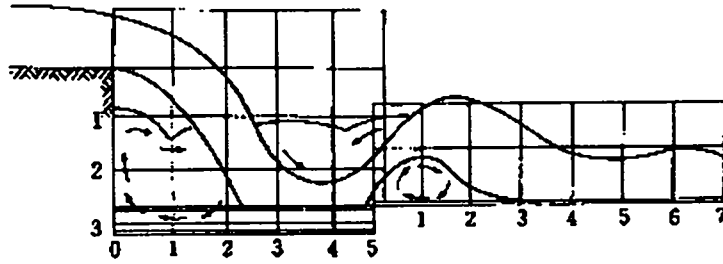


그림 5-102 낙차공 흐름의 모습

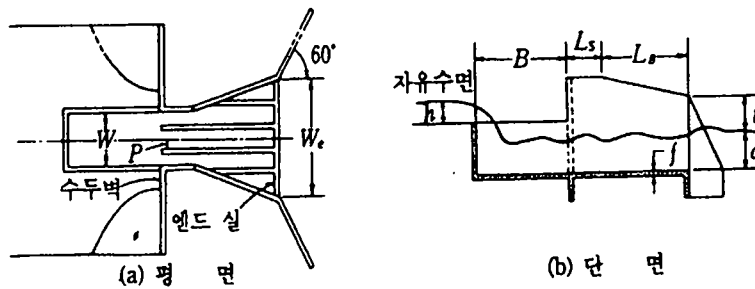


그림 5-103 상자형 단면

### (3) 슈트

사수로(射水路, chutes)라 칭하기도 하는 이 구조물은 급한 경사지에 낙차를 주는 대신 콘크리트 개수로를 만들어 물을 유하시킴으로서 경사지의 침식피해를 막아주는 역할을 한다. 이 구조물은 높이 6m 까지의 수두를 조절할수 있는 장점도 있고, 같은 용적의 낙차공보다 콘크리트양이 적게 든다. 그러나 미물동물(微生物)에 의한 피해가 커서 배수불량지는 불리하다. 그러나 슈트의 용적이 출구의 침전토사 때문에 감소되거나 하는 일은 없다. 슈트의 용적은 슈트 내부단면적에 의해서 좌우되며, 내부는 직선형 또는 함형의 낙차공과 유사하다. 또 외부의 보호장치로는 일반적으로 직선형 에이프런 출구를 사용하는데, 소형의 슈트구조물에 많이 사용된다. 그림 5-104는 슈트 정수지의 단면이다.

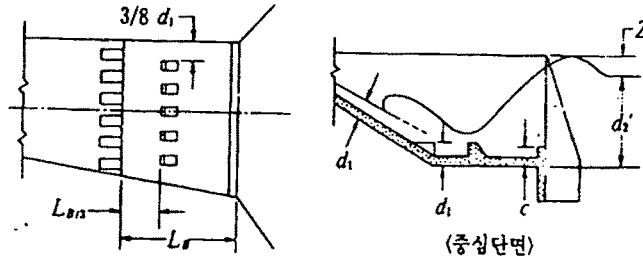


그림 5-104 슈트정수지

(4) 무정형 플룸

무정형 플룸(formless flume)은 낙차가 2m를 초과하지 않고 notch의 폭이 7m이상 이 되지 않는곳에서 낙차공 대응으로 많이 이용된다. 지형에 맞추어 프름을 시설하는 데 13cm 두께의 철사망을 사용한 콘크리트공사로 시공한다.특히 어떤 특정한 형태를 갖출 필요가 없기 때문에 시공이 단순하고 비용이 저렴한 장점이 있다.

그러나 물이 상류로 역류하는 곳이나 어름두께가 너무 두꺼운 곳은 시설함이 좋지 않다.

설계유량 공식은 식 (5-102)와 같다.

$$Q = 2.13 Lh^{3/2} \dots\dots\dots (5-102)$$

식에서  $Q$  : 유량 ( $m^3/s$ )

$L$  : notch의 폭 (m)

$h$  : 유심 -- notch의 깊이는 수심(h)에 0.15m의 여유고를 더한다.

(5) 관형 여수토

관형여수토(管形餘水吐, pipe spillway)는 흙둑에 간단한 도관(導管,conduit)을 시설 하거나 또는 도관입구 끝에 수직관을 붙이기도 하고, 어떤것은 출구에 보호구조물을 시설 하기도 한다. 몇가지 형태의 관형여수토는 그림 5-105와 같다.

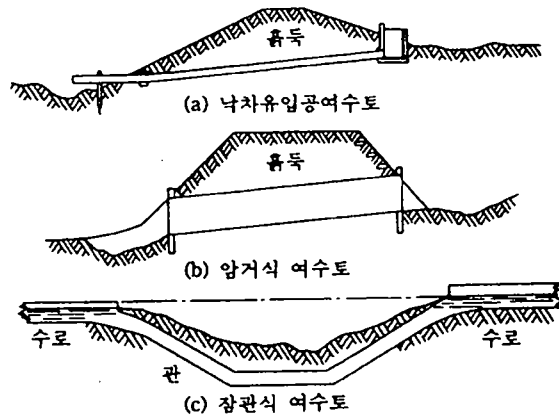


그림 5-105 관형여수토

특히, (c)의 잠관(潛管, inverted siphon)은 때때로 관개수로에서 자연적으로나 인위적으로 만든 배수로 아래로 물을 유통 시켜야할때 사용되기 때문에 설계와 시공상 특별한 주의가 요망된다. 일반적으로 관형여수토는 축제 아래에서 간단히 물을 통과시켜주는 역할을 하기 위해서 사용되며, 때로는 수직관과 낙차유입공 등과 조합해서 시공할때 상당한 낙차로 물을 낮춰 주는 역할을 하고, 또 낙차에 의한 에너지를 분산시키는 역할을 하기 때문에 낙차유입공부 관형여수토는 때때로 걸리 조절구조물로도 잘 쓰인다. 관의 수리학적 용적은 수두의 평방근에 관계가 있기 때문에 이것은 상당히 저용량의 구조물이기도 하다. 그리하여 유량이 구조물로 부터 제한을 받게 되는곳에 유리하다.

⇒ 현행 제5장 농지보전공법, [5.6 테라스공, 5.6.2 테라스 형식] (p.165)을 삭제하고 새 내용으로 대체한다.

## 5.8 테라스공법

### 5.6.2 테라스의 기능과 종류

#### (1) 기능

테라스는 농경지의 사면장을 단축시켜 강수를 당장 필요로 하지않는 지역에서 유출을 억제, 지연시켜 걸리형성을 막아주는 역할을 한다. 또한, 건조지대는 이러한 수



분보전법이 풍식방지에도 도움을 주고있다. 대부분의 지역에서 경사형 테라스는 유출보다 침식을 감소시키는 효과가 크고, 이와 반대로 수평형 테라스는 침식을 조절하면서 유출도 감소시키는 역할을 한다. 한편 작물조열(作物條列, crop rows)은 항상 테라스 수로에 평행하게 만드는 것이 좋다. 또한 테라스공법은 하나의 보전공법으로서 등고선법을 포함한다. 그런데 테라스공법은 부가적인 투자가 필요하고, 또 영농상 약간의 불편이 뒤따르기 때문에 이 공법은 영농관리와 토양관리를 단일로 하거나, 또는 조합해서 시행해야만 적절한 침식조절을 이룩할 수있다.

## (2) 종류

테라스는 먼저 크게 두가지 형태로 나눌 수있다. 하나는 토지경사를 감소시켜 보전효과를 얻는 계단형 테라스(bench terrace)이고, 다른 하나는 경사진 토지에서 물을 제거 또는 억류시켜 보전효과를 얻는 광폭테라스(broad base terrace) 로 나눌수 있다. 최초의 계단형테라스는 25~30%의 경사지에서 채용되었는데, 공사비가 비싸고 현재의 작업기로는 알맞지 못하다. 오늘날의 보전벤치테라스는 6~8% 경사까지 채용되며, 새로운 작업기의 변환이 필요하다. 광폭테라스는 유출과 침식의 조절 및 토양수분의 보전등에 널리 사용되고 있으며, 이것을 다시 세분하여 도랑형 또는 기울기형 테라스와 이랑형 또는 수평테라스로 분류하며, 이랑형 테라스는 일명 보전벤치 테라스로 분류 하기도 한다.

### (가) 도랑형 또는 기울기형 테라스(channel type or graded terrace)

이 테라스의 일차적 목적은 침식을 최소화 하면서 과잉수를 제거하는데 있고, 사면장을 감소시켜 침식을 조절하면서 침식이 발생하지 않는 범위내의 유속으로 유출을 출구에 안전하게 도수, 배제하는 역할을 한다. 수로를 낮게 파고 여기서 나온 절토만으로 이랑을 만들며, 도랑과 이랑 양쪽의 측면경사는 영농에 지장이 없게 되도록 평평하게 만드는 것이 좋다. 초지의 경우, 토지경사 8% 이상에서 이랑의 배면경사를 2 : 1로 취한다. 도랑을 만족스럽게 축조하고 또 관리하는 일이 중요하기 때문에 이 형태의 테라스는 깊은 모래땅이나 자갈이 많은 땅, 경사가 급한땅 또는 두께가 너무 얇은 땅은 시행이 불가능 하다.

### (나) 이랑형 또는 수평테라스 (ridge type or level terrace)

이 테라스의 일차적인 목적은 수분보전이고, 제 이차적 목적이 침식 조절이다. 강우가 처음에는 서서히 적은 양으로 강하하다가 차츰 적절한 양으로 바뀌는 지역에서 이 테라스는 강우를 받아 땅속으로 침투시키는 역할을 한다. 따라서 투수성 토양은

다우지역에서도 이와같은 역할을 할수 있다. 이 테라스는 이랑의 양쪽에서 흙을 파서 축조하는데 주의할 일은 채수되는 유입수에 의해서 이랑이 파괴되거나 넘치지 않도록 충분히 높게 둑을 만들어야 한다. 도랑을 수평하게 만드는데, 때로는 물을 최대한으로 억류시킬 수 있도록 양쪽 끝을 폐쇄시키기도 한다. 2% 이상의 경사지에서는 도랑의 물이 상대적으로 좁은 지역에 분산되어 이것이 영농상 수확량제고에 저해요인이 되기도 한다. 이러한 결점을 보정하기 위해서 그림 5-106 (b)와 같이 보전벤치 테라스를 설계하고 있다.

(다) 계단형 테라스 (bench terrace)

재래식 벤치 테라스는 20~30%의 급경사지를 일련의 수평한 형태나 수평에 가까운 상태의 벤치로 전환시키는 과정인데 (그림 5-106 (c)), 이러한 테라스의 사용은 한때 극도로 거친 땅에서 관개용수의 원활한 공급효과를 가져올 수 있는 곳으로 제한하기도 한다. 한편, 보전 테라스는 최대한으로 토양수분의 보전이 필요한 반건조지대용으로 설계되고 있다. 이것은 흙으로 둑을 쌓고 이랑형 테라스와 같이 넓고 평평한 수로로 구성된다. 그리고 계단과 다음 테라스 이랑에 이르는 위쪽의 넓은경사지역은 하나의 계단구역으로서 유출에 도움이 되는 지대가 되기도 한다. 재래식 계단으로 만들어진 보전벤치에서 그 단면과 토양수분 저류상태는 그림 5-107 (a), (b) 와 같다.

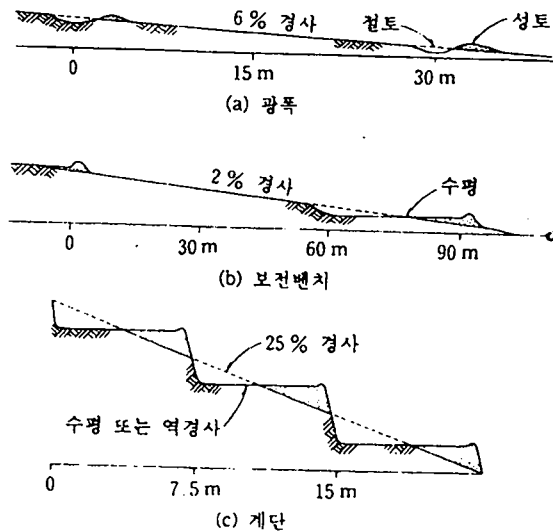


그림 5-106 테라스의 분류

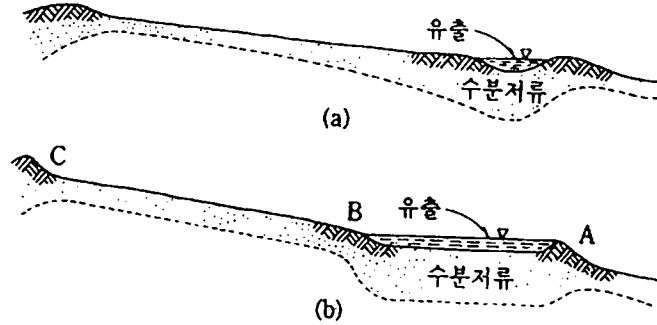


그림 5 -107 재래식 테라스와 보전벤치의  
수분저류 비교도

⇒ 현행 제5장 농지보전공법, 「5.6 테라스공, 5.6.5 테라스의 기준」(p.168)을 삭제하고 새 내용으로 대체한다.

### 5.6.5 테라스의 설계

테라스조직의 설계에는 적절한 간격, 테라스의 위치, 알맞는 용적을 가지는 수로의 설계, 그리고 영농에 알맞는 단면의 개발 등이 포함된다. 도랑형 테라스는 유출이 수로와 출구의 두 곳에서 모두 침식을 일으키지 않는 범위의 유속에서 배제 되도록 해야한다. 한편, 토양의 특성, 경운, 토양관리작업, 그리고 기상조건 등이 테라스설계 때에 고려해야 할 중요한 유의 사항이다.

#### (1) 테라스의 간격

경사도, 토질, 작휴법(作畦法) 등에 따라 다르나 일반적으로 세류침식이 시작되는 사면장을 추정하여 그 간격을 테라스간격으로 하는데 조립자 토양으로 구성된 나지에 서의 허용사면장은 표 5 -100과 같다.

표 5-100 침식허용사면장

| 경사도 (°) | 5이하   | 5     | 8     | 10    | 15   | 20  | 25-30 |
|---------|-------|-------|-------|-------|------|-----|-------|
| 사면장 (m) | 30~40 | 20~30 | 15~20 | 10~15 | 7~10 | 5~7 | 2~5   |

\* 日本 四國 농업시험장

위 표에서 추정할때 수식방지 작부체계를 취하는 농경지는 경사도 21.3% 부근에서 테라스간격을 20~40m 정도 취할수 있다. 또, 테라스간격을 정하는 공식은 식 (5-103) 과 같으며, 미국에서 지대별 한계경사를 나타내는 것은 표 5-101과 같다.

$$VI = 0.305(a + \frac{S}{b}) \dots\dots\dots (5-103)$$

식에서, VI : 수직간격 (m)      S : 토지경사 (%)  
 a, b : 계수

표 5-101 지대별 한계경사

| 지대별           | 한계경사 (%) | a   | b |
|---------------|----------|-----|---|
| 미시시피강<br>상류지대 | 2 ~ 14   | 2   | 2 |
| 동북지대<br>대 평 원 | 2 ~ 14   | 2   | 3 |
| 남부지대<br>서 부   | 2 ~ 14   | 1.5 | 2 |
| 남부지대<br>동 부   | 2 ~ 14   | 1   | 2 |
| 동남지대          | 0 ~ 6    | 1   | 2 |
|               | 6 ~ 12   | 2   | 3 |

그밖에

$$\text{서남지대 } VI = 0.61\sqrt{S} + 0.21 \dots\dots\dots (5-104)$$

$$\text{중부지대 } VI = 0.305aS + b \dots\dots\dots (5-105)$$

$$\text{대 만 } HI = (S + b)/10 \dots\dots\dots (5-106)$$

$$\text{요 르 단 } HI = \frac{k}{\sqrt{S}} \dots\dots\dots (5-107)$$

$$\text{호 주 } HI = \frac{\text{송수구단면적}}{20\text{년간최대강우량(mm)}} \times 5 \dots\dots\dots (5-108)$$

식에서 a : 지역계수로서 0.6, 0.5, 0.4, 0.3 을 취함

$b$  : 침식이 잘 안되는곳과 피복이 잘 된곳 : 0.61

침식이 쉽게 되는곳과 피복이 부족한곳 : 0.305

$HI$  : 수평간격

$k$  : 기상, 토지의 모양, 토양의 투수성 등에 따른 계수로서

최대 25, 최소 5를 취함

(예제) 식 (5-105)에서  $S = 10\%$ ,  $a = 0.6$ ,  $b = 0.6$  이라고 하면,

$$VI = 0.305 \times 0.6 \times 10 + 0.6 = 2.4 \text{ (m)}$$

$$\therefore S = \frac{VI}{HI} \text{ 식을 이용하면 } HI = \frac{VI}{S} = \frac{2.4}{10} \times 100 = 24 \text{ (m)}$$

이 값을 중심으로 15% 내외를 허용범위로 한다. 테라스를 설치할 지역이 우수한 조 직적인 재배계획을 가지고 있고, 토양이 비침식성이고 강우강도가 약한곳은 식 (5-105)의 간격을 15% 정도 넓히더라도 안전하다. 그러나 윤작중에 청경작물이나 조 파작물이 비교적 많고, 토양이 침식되기 쉬운 곳과 강우강도가 강한곳은 오히려 테라 스 간격을 15% 정도 줄여야 한다. 그리하여 등고선 경작지나 완경사지에서 보전작물 을 재배할 경우에는 최대한 30~35m 까지 허용하나, 그 밖에는 토양유실을 막기 위하 여 25m 이하가 효과적이다.

### (2) 테라스의 기울기

도랑형 테라스는 물을 충분히 흐르게 하는 범위내에서 되도록이면 기울기를 느리 게 하는것이 좋다. 또 길이 100m 이상되는 테라스는 일률적으로 기울기를 붙이는것 보다는 순차로 변화시켜 유출을 늦추는 것이 토양유실이 적어지므로 이 방법이 좋다. 즉, 기울기를 결정할때 테라스의 전장을 구한 다음 그 종단경사를 일정한 비율로 하 류로 갈수록 급하게 만들어 나간다. 기울기의 변화는 100~150m 마다 변화시키는것이 보통이며, 편의상 걸리나 성토된곳 또는 꺼진곳을 기울기의 변화점으로 하는것이 좋 다. 테라스가 너무 급경사가 되면 테라스 승수로에서 씻겨 나가는 토량이 많아지기 때문에 보통 1/500~1/300 정도의 기울기를 취하고 있다. 이랑형 테라스는 수평으로 만드는 것이 원칙이며, 유출수를 어느정도 배수할 필요가 있으면 테라스의 일단 또는 양단에 배수구를 설치한다.

### (3) 테라스의 길이

일반적으로, 동일방향으로 물을 흐르게 하는 테라스의 최대길이는 400~500m 이지

만, 보통은 150~200m의 짧은 것이 좋다. 이랑형 테라스에서 특별히 그 끝에 배수구를 둔 것이다. 배수로 쪽에 약간의 기울기를 붙인것은 도랑형 테라스에 적용되는 길이의 한도를 넘을수는 없다. 그리고 중앙을 분수계로 하여 양방향으로 수평으로 판 이랑형 테라스는 길이를 800~1,000m까지 잡을 수 있다. 또, 양단이 폐쇄되어 있는 이랑형 테라스는 테라스 수로중의 몇 개소를 차단하여 막으면 과잉수가 집중하지 않게 되어 테라스가 파괴되는 위험이 적어지므로 이 방법을 잘 이용하면 테라스의 연장을 제한할 필요가 없다.

(4) 테라스의 단면 및 최대유출량 계산

테라스단면을 결정하는 데 중요한 3 요소는, (1) 수로의 능력이 충분할 것, (2) 수로와 이랑의 측면경사가 경운작업에 장애를 주지않고 농업기계에 의해서 테라스가 손상을 입지않을 정도의 완경사이어야 하며, (3) 테라스 공사비가 경제적 이어야 한다는 것 등이다.

도랑형 테라스의 능력은 주로 굴착수로의 단면에 의해서 결정되고, 이랑형 테라스는 이랑 배후의 넓은 면적에 담수하는 담수량에 의해서 결정된다. 어떤 형이건 수심은 30~40cm 로 하며 수로 부분의 최소통수단면적은 홍수도달시간인 10분~1시간을 고려한 5~10년 빈도의 5~10분간의 최대우량에 따른 유출량을 배제하는데 충분한 크기로 0.7~0.9m<sup>2</sup> 정도로 설계한다. 일반적으로, 이랑형 테라스는 저수단면적(貯水斷面積)이 커야 하며, 또한 연장이 긴 테라스 일수록 단면을 크게 만들어야 한다. 도랑형 테라스 및 이랑형 테라스의 측면경사는 되도록 느린 것이 농사철에 통행상 좋으며, 테라스의 전폭은 4~12m 정도인데 그 토지의 경사에 많이 좌우된다. 테라스의 단면을 표시하면 표 2-18 과 같다. 강우가 있으면 테라스는 그 상부의 유역에서 모이는 물을 받아 배수시키는 수로 역할을 하는 것으로, 이때 최대유출량 계산은 합리식을 이용하며, 다만 유역이 작기 때문에 강우강도에 대해서 집수량과 그 도달시간이 매우 예민하게 작용한다. 단위배수량 공식은 식 (5-109)과 같다.

$$q = \frac{10 \times C \times i}{60 \times 60 \times t} \dots\dots\dots (5-109)$$

- 식에서  $q$  : 단위배수량 (m<sup>3</sup>/s/ha)
- $C$  : 유출계수 (합리식 기준)
- $i$  : 10년 빈도 일우량 (mm/d)

t : 배제시간 (hr)

(예제) 일우량 53.4mm 이고 유출률이 0.6인 개간지 안에서 단위배제량(q)은 경사진 산림지의 경우에 배제시간을 1 시간으로 하면 다음과 같다.

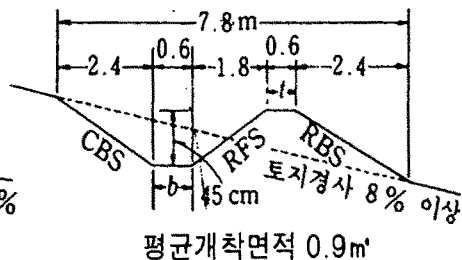
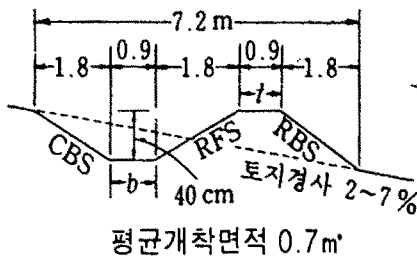
$$q = \frac{10 \times 0.6 \times 0.0534}{60 \times 60 \times 1} = 0.089 \text{ m}^3/\text{s/ha}$$

표 5-102 테라스의 단면

| 지붕 경사 S(%) | 수직 간격 VI(m) | 수평거리 HI(m) | 휴폭 (m) | 휴 고 (m) | 수로폭 b(m) | 휴정폭 t(m) | 테라스 폭 (m) | 테라스 면적을 (%) |
|------------|-------------|------------|--------|---------|----------|----------|-----------|-------------|
| 2          | 0.75        | 37.5       | 6      | 0.37    | 2.4      | 0.9      | 11.0      | 30          |
| 4          | 1.0         | 26.4       | 6      | 0.37    | 2.1      | 0.9      | 10.8      | 41          |
| 6          | 1.3         | 22.0       | 6      | 0.40    | 1.8      | 0.9      | 10.5      | 48          |
| 8          | 1.5         | 19.5       | 5.4    | 0.40    | 1.5      | 0.9      | 9.6       | 49          |
| 10         | 1.7         | 17.1       | 4.8    | 0.45    | 1.2      | 0.9      | 9.0       | 53          |
| 12         | 1.8         | 15.0       | 3.9    | 0.45    | 1.2      | 0.9      | 8.4       | 56          |

| 지형 경사 (%) | 도랑형 테라스의 단면 |     |     |     | 이랑형 테라스의 단면       |     |     |     |     |           |      |      |
|-----------|-------------|-----|-----|-----|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----------|------|------|
|           | 깊이 d(cm)    | CBS | RFS | RBS | 테라스의 길이(m)별 d(cm) |     |     |     |     | 이랑의 측면기울기 |      |      |
|           |             |     |     |     | 60                | 120 | 180 | 240 | 300 | CBS       | RFS  | RBS  |
| 2         | 36          | 6:1 | 6:1 | 6:1 | 24                | 27  | 30  | 30  | 36  | 10:1      | 10:1 | 10:1 |
| 4         | 36          | 5:1 | 6:1 | 6:1 | 21                | 27  | 30  | 33  | 33  | 6:1       | 8:1  | 8:1  |
| 6         | 39          | 5:1 | 6:1 | 5:1 | 21                | 24  | 27  | 30  | 30  | 6:1       | 8:1  | 8:1  |
| 8         | 36          | 5:1 | 6:1 | 5:1 | 21                | 24  | 27  | 30  | 30  | 4:1       | 6:1  | 6:1  |
| 10        | 36          | 5:1 | 5:1 | 4:1 | 18                | 24  | 27  | 30  | 30  | 4:1       | 6:1  | 6:1  |
| 12        | 39          | 4:1 | 4:1 | 4:1 | 18                | 24  | 27  | 30  | 30  | 4:1       | 4:1  | 4:1  |



(5) 테라스 노선설정

최초의 테라스의 위치를 정하는 기준은 분수계로서, 이 분수계에서 말뚝을 박아 아래로 내려간다. 그러나 다른 조건 때문에 변경될 수도 있다. 예를 들어, 테라스와 이 유출수를 받는 배수로 사이의 연결이 잘 되도록 말뚝을 박으려면 배수로 쪽부터 시작하는 것이 좋으므로, 이 곳에서 상류단을 향해 정해진 기울기에 따라서 각 점의 말뚝을 박기도 한다. 그러나 테라스 배수호가 한쪽만의 테라스물을 받을 경우에는 반드시 배수로 쪽에서 말뚝을 박지 않아도 된다. 말뚝은 굴곡부를 제외하고는 15m 간격으로 박아 나가고, 굴곡부나 요부는 7.5m 간격으로 박는다. 말뚝의 위치는 테라스 이랑의 중심선을 지나도록 하는것이 보통이다. 테라스노선의 노선말뚝을 모두 박은 다음에는 급한 굴곡부를 고치거나 공사상의 편의, 경작상의 지장 등을 고려하여 계획 테라스의 위치를 다소 수정하게 된다. 수정의 정도는 토지의 기복상태에 따라 다르다. 수직간격의 15-20%를 넘지 않게 한다. 급굴곡인 곳은 몇 개의 말뚝을 사면상에 상하로 적당히 이동 시키면서 조절하여 가장 알맞는 노선을 선정한다 (그림 2-20 참조). 최종적으로 테라스 배수호의 위치가 완전하다고 생각되면 테라스 노선을 쟁기로 갈아 지상에 표시한다.

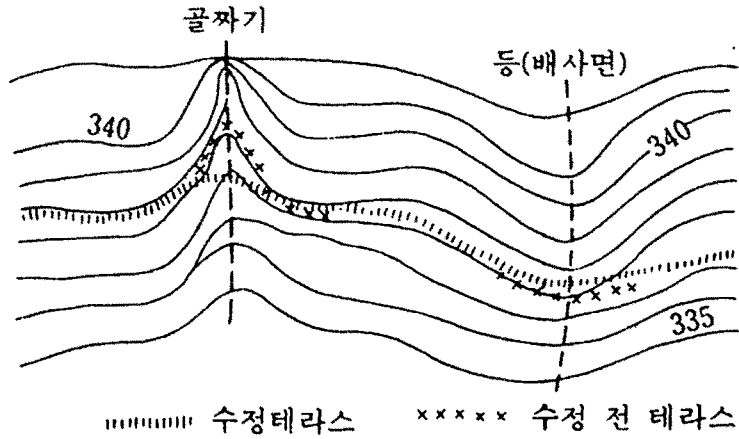


그림 5-106 테라스의 수정



# 제 3 장 해 면 간 척 편

## 제 3 장 해 면 간 척 편

### 3.1 개정의 동기

현행 농지개량사업 계획 설계기준 해면간척편은 1971년 처음으로 제정된 후 1991년에 제1차 전면개정되어 현재까지 활용되고 있으나, 1990년대 들어서 시행된 석문, 영암(영산강 III-1지구), 금호(영산강 III-2지구), 남포, 부사, 고흥, 시화방조제의 완공과 홍보지구, 화용지구 등 간척사업이 활발히 추진되어 계획설계기준의 활용에 대한 필요성이 크게 높아 졌다.

특히 간척 역사상 유출입 조석량이 가장 많은 새만금 방조제의 성공적인 시공을 위하여, 방조제 단면과 끝막이공법의 수리 모형시험은 물론 기술연구를 병행하고 있는 등 간척사업분야의 계획, 조사, 설계, 시공 및 관리분야에 많은 변화와 기술발전이 이루어지고 있어 이에 부응하는 기준이 필요하다.

사회적으로도 환경보전과 환경친화적 대책 등의 요구가 대두되어 환경을 고려한 재료의 선택 및 공법의 선택이 필요하게 되었다.

따라서, 1990년대 이후의 발전된 기법과 사회발전에 따른 환경영향대책과 사업시행의 근거가 되는 법령의 개정 및 보완내용에 따라 조사설계의 시행기준의 보완이 필요하게 되었다.

### 3.2 개정의 주안점

#### 1) 법령개정에 따른 사항

(1) 정부조직법 개편에 따라 해양수산부가 신설되어 해면간척 시행 근거법인 「공유수면 매립법」의 관장부처가 「전교부」에서 「해양수산부」로 이관 및 부처별 업무조정

(2) 정부조직 개편 및 업무조정

- 해양수산부 신설
- 건설부 : 건설교통부
- 농림수산부 : 농림부
- 환경처 : 환경부
- 기타

#### 2) 서술방식의 간결화

법령, 훈령, 지침 등에 명시된 한국산업규격(KS) 및 제반조사, 시행기준등은 근거 규정을 명시하고 상세한 서술내용을 줄임

### 3) 조사설계 기준 및 최신 기술 보완

- (1) 지형측량 및 지형도 제작 표고기준 설정 보완
- (2) 경제적이며 안정된 방조제 단면 설계를 위한 해측 소단폭 설정기준 보완
- (3) 최신 설계 방법 및 발표 공식 수록
- (4) '90년 이후 발전시킨 기술 및 공법 등의 수록

### 4) 기 타

공사시행의 합리적 추진과 시설물의 효율적 관리를 위한 시공관리 분야는 현행 기준의 전면보완 개정이 필요한 실정이나 금번 부분 개정 추진 여건상 전면 개정 추진이 어려운 점을 고려하여 금회는 보완 대상 항목만 선정하여 차후 전면개정시 보완 하도록 함

### 3.3 개정사항 개요

#### 3.3.1 오자, 탈자, 오기의 수정

| 현행<br>목차 | 현행 기준 내용                           | 수정된 내용                              | 현행<br>페이지 | 줄               |
|----------|------------------------------------|-------------------------------------|-----------|-----------------|
| 1.1      | 農村近代化 促進法                          | 농어촌정비법                              | 1         | 7               |
|          | 先陽地區                               | 광양지구                                | 3         | 하 7             |
| 1.4      | 農村近代化促進法                           | 농어촌정비법                              | 5         | 4,13,18,20,21,2 |
|          | ① 事前 計劃上                           | ① 사업 계획상                            | 6         | 12              |
| 1.6      | 西南海洋土地利用計劃                         | 국토이용계획                              | 8         | 3               |
|          | 國土綜合開發計劃                           | 국토 건설 종합계획                          | 8         | 2               |
| 2.1      | 農近法                                | 농어촌정비법 제6조                          | 8         | 8               |
|          | 農近法 제92條                           | 농어촌정비법 제7조,                         | 8         | 20              |
|          | 農近法                                | 농어촌정비법 제8조, 제10                     | 8         | 29              |
|          | ② 河川狀況, 潮汐                         | ② 하천상황                              | 9         | 17              |
|          | ② 河川 및 潮汐狀況                        | ② 하천상황                              | 9         | 25              |
|          | 1:1000, 1:3000, 1:5000,<br>1:10000 | 1:500, 1:1,000, 1:2,500,<br>1:5,000 | 11        | 16              |
|          | 0.20~0.5m                          |                                     | 12        | 6               |
|          | 다. 物理探查                            | 0.25~0.5m                           | 17        | 7               |
|          | 強度定數                               | 나. 물리 탐사                            | 19        | 6               |
|          | 國土建設綜合計劃法 第22,<br>第22면에 . . . . .  | 토질 정수                               | 26        | 16, 17          |
| 2.2      | . . . . . 準則과                      | 토양환경 보전과                            |           |                 |
|          | 土質調査 및 試驗                          | 토질조사                                | 30        | 1               |
|          | KSF 2307                           | KS 2318                             | 31        | 9               |
|          | 가) 調査網의 構成                         | 가) 광역조사                             | 33        | 하2              |
|          | 防潮堤 및 필댐                           | 방 조 제                               |           |                 |

| 현행<br>목차 | 현행 기준 내용  | 수정된 내용   | 현행<br>페이지 | 줄   |
|----------|---|--|-----------|-----|
| 2.7      | 排出物の種類와 規模  | 구조물의 형식과 규모  |           | 1   |
|          | KS  | 한국산업규격(KS)   |           | 9   |
|          | 地盤의 動的性質 調査   | 지진조사   | 44        | 하7  |
|          | 環境政策基本法 第26條 및  | 환경영향 평가법 제4조   | 52        | 하6  |
|          | 同法 施行令 第7條의   | 제5조의   |           | 7   |
|          | 錫質汚染公定 試驗法을   | 수질오염공정시험법을   | 55        | 하12 |
|          | 李 節 的   | 계절적  | 60        | 하7  |
|          | 氣象台   | 기상청  | 78        | 하10 |
|          | 바람장이  | 바람장미 (Wind Rose)   | 92        | 5   |
|          | 2) 調査의 基本   | 2) 조류의 측정  | 93        | 1   |
| 濁越方向     | 탁월방향(卓越方向)  | 95   | 10        |     |
| 輸入       | 투입  | 106  | 13        |     |
| 3.4      | $W = \frac{\pi \gamma_r V^6}{48g^3 y^3 (S_{r-1})^3 (\cos \alpha - \sin \alpha)^3}$ $\Rightarrow W = \frac{\pi \gamma_r V^6}{48g^3 y^6 (S_{r-1})^3 (\cos \alpha - \sin \alpha)^3}$ |  | 369       | 상4  |
| 3.2      | $\frac{R}{H_o} = [\dots] \left( \frac{\cot \theta_c}{\cot \theta} \right)^3$  | $\frac{R}{H_o} = [\dots] \left( \frac{\cot \theta_c}{\cot \theta} \right)^{3/2}$ | 210       | 상2  |
| 3.2      | $I_{(a)} \frac{D_{15} \cdot F(\text{상층})}{D_{85} \cdot B(\text{하층})} \leq 5$  | $I_{(a)} : \frac{D_{15} \cdot F(\text{상층})}{D_{85} \cdot B(\text{하층})} \leq 5$   | 256       | 상1  |
|          | $I_{(b)} \frac{D_{50} \cdot F(\text{상층})}{D_{50} \cdot B(\text{하층})} = \alpha$  | $I_{(b)} : \frac{D_{50} \cdot F(\text{상층})}{D_{50} \cdot B(\text{하층})} = \alpha$ |           |     |
| 3.2      | 유효상재하중  | 초기상재하중 (tf)  | 325       | 상3  |
| 3.3      | 두려워서  | 두꺼워서   | 331       | 하8  |
| 3.3      | 安定處理上   | 안전처리상(安定處理床)   | 347       | 하5  |

### 3.3.2 내용의 수정, 삭제 및 보완

| 목차<br>번호 | 보완해야할 부분의<br>현행내용 | 쪽     | 줄         | 보완의 방향          |
|----------|-------------------|-------|-----------|-----------------|
| 제1장      | 서 론               | 2     | 하9,상13    | 보완              |
| 1.4      | 간척기술의 발달 과정       | 3     | 상13       | 수정보완            |
| 1.5      | 간척사업의 필요성         | 4     | 상5<br>하 9 | 해설삽입보완<br>상동    |
| 제2장      | 조사                | 10    |           | 박스내 변경보완        |
| 2.1      | 조사계획              | 10~11 |           | 해설내용변경          |
| 2.2      | 지형조사              | 11    |           | 해설내용 수정, 보완     |
|          | 지형측량              | 14    | 하11       | 박스 내용보완         |
| 2.3, 가   | 지질조사              | 19    | 상6        | 내용삽입, 추가        |
|          |                   | 20    | 하9        | 보완              |
| 2.4      | 지하수조사             | 26    | 하9        | 보완              |
| 2.5      | 토양조사              | 30    |           | 박스 내용보완         |
| 2.6      | 토질조사 및 시험         | 33    | 하9~하5     | 보완              |
|          |                   | 34    | 하10~35    | 전문삭제후 보완        |
|          |                   | 39    | 상12~하8    | 전문삭제            |
|          |                   | 42    | 상1 ~      | 해설 및 표 2-9 전문삭제 |
|          |                   | 44    | 하8        | 해설내용수정          |
|          |                   | 45    |           | 표 2-10 삭제       |
|          |                   | 52    | 상6        | 수정              |
| 2.7      | 수질 조사             | 61    |           | 박스 내용보완         |
| 2.8      | 수문조사              | 67    |           | 상동              |
| 2.9      | 환경조사              | 71    |           | 상동              |
|          |                   | 71    |           | 수정보완            |
|          |                   | 78    | 하1        | 내용추가(표 2.18)    |
| 2.11     | 기상 조사             | 80    | 상10       | 내용추가(표 2.19)    |
|          |                   | 81    | 하9        | 삭제, 수정          |
|          |                   | 101   |           | 박스 내용보완         |
| 2.13     | 재료 조사             |       |           |                 |

| 목차<br>번호 | 보완해야할 부분의<br>현행내용 | 쪽         | 줄       | 보완의 방향   |
|----------|-------------------|-----------|---------|--|
| 제3장      | 설계                |           |         |  |
| 3.1.2    | 방조제노선선정           | 122       | 상3      | 내용추가   |
| 사) ①     |                   | 204       |         | 수정보완<br>②반다미어(van der Meer)<br>)공식(최근 발표공식 )추<br>가삽입, 표의 보완<br>③ Shield공식<br>*투하사석중량 공식으로<br>국내 수리모형시험 결과<br>사용 권장된 공식 |
| 3.2.1    | 안쪽 및 바깥쪽 소단       | 237       |         | 해설내용 보완  |
| 라.       |                   |           |         |  |
| 2)       | 도로표고              |           | 상10     | 보완   |
|          | 그림 3.70, 그림 3.71  | 244       |         | 그림 3.71 삭제, 번호 변경  |
|          |                   | 261       |         | 신설 삽입  |
|          | 그림 3.85, 3.86     | 262       | 상12     | 번호 및 명칭 변경   |
|          |                   | 351,352,3 | 상8~11   | 내용수정, 추가, 보완   |
|          |                   | 59        | 상14,상18 |  |
|          | 표 3.41            | 361       | 하10     | 보완   |
|          |                   | 364       | 상12     | 추가, 수정,보완  |
|          |                   |           |         | 상동   |
|          |                   |           |         | 상동   |
|          | 마) 기설지구의 사례       | 366       |         | (3)항 신설  |
|          | 나) 조류속과 바닥다짐공     | 368       |         | 해설내용보완   |
|          | 표 3.47            | 370       |         | 보완   |
|          | 표 3.44            | 385       |         | 상동   |
|          | 배수                | 432       |         | 보완   |

| 목차<br>번호 | 보완해야할 부분의<br>현행내용   | 쪽          | 줄 | 보완의 방향                 |
|----------|---|------------|---|------------------------|
| 제4장      | 시공<br>피복공<br>4.7 품질관리<br>가. 기념탑 및 조경<br>나. 기공 및 준공식<br>준설공사 | 687<br>698 |   | 상동<br>신설보완<br>상동<br>상동 |



### 3.4 개정 내용

#### 3.4.1 서론

⇒ **현행 「4 우리나라 간척기술의 발달과정」의 해설내용(p.2)을 보완한다.**

1980년대 : 영산강 II단계, 대호 서산 A, B, 낙동강 및 금강 하구언, 해남

1990년대 : 고흥, 석문, 영산강 III-1, 영산강 III-2, 남포, 부사, 시화지구 등이며 현재 시행중 지구로는 화옹과 세계적인 관심속에 공사가 추진되고 있는 새만금 간척 사업을 들 수 있다.

사업목적도 1960년대까지는 단순한 농지 조성목적에서 1970년대에는 각종 용수 수요에 대비한 수자원 확보 등이 추가되었고, 1980년대에는 각종 산업용지의 조성 등 다목적사업으로 변천되었다.

사업의 규모도 1950년대에는 500ha 규모에서 1990년대에는 40,000ha로 확대되었고 방조제 노선으로의 유출입 조석량도 14만  $m^3$ 에서 18억  $m^3$ 로 증가되었으며 방조제 노선의 최저 지반고도 대조평균간조위 부근에서 대조 평균 간조위하 25m까지로 낮아져 대규모화 되어가고 있어 간척기술도 향상되었음을 알 수 있다.

⇒ **현행 (p.3)의 해설내용을 다음과 같이 수정보완한다.**

1980년대 : 장기 끝막이 방식으로 대형 덤프트럭에 의한 「점축식공법」

1990년대 : 80년대와 같이 장기 끝막이 방식을 사석제축제공사에 작업효율이 가장 높은 15 t 덤프트럭에 의한 「점축식공법」으로 축제재료의 개당 중량의 증대와 시공능력의 극대화를 기할 수 있는 공법 등이 개발되었다.

⇒ **현행 (p.4)에 다음 해설내용을 삽입보완한다.**

1990년대 : '80년대까지는 유출입 조석량이 약 3억  $m^3$ 이었으나 '90년대에는 시화 방조제가 9억  $m^3$ , 새만금 방조제가 18억  $m^3$ 로서 '80년대 끝막이 工法으로는 끝막이가 불가능한 조건으로 복주머니식 돌망태에 의한 축제재료의 개당 중량의 증대, 시공능력의 극대화 공법 및 끝막이 구간의 확대 등 획기적인 기술개발을 이룩하였다.

⇒ **현행 (p.4)의 해설내용을 다음과 같이 삽입보완한다.**

“에 있어서도 水産業 및 他産業과의 利害上衝에서 오는 競爭”이 시작되었고 1990년  
대 이후에는 漁業權등 各

### 3.4.2 조사

⇒ **현행 「2.2 지형조사」 (p.10)의 □내 기본조항을 다음과 같이 변경보완한다.**

가. 조사범위는 . . . . . 〓 . . . . . 한다.

나. 간척계획에 . . . . . 〓 . . . . . 한다.

단, 필요한 경우에는 해당지역의 기본수준면 표고(Datum Level)를 사용할 수  
있다.

다. 지형측량은 . . . . . 〓 . . . . . 실시해야 하며

라. 지형도는 . . . . . 〓 . . . . . 작성되어야 한다.

⇒ **현행 「2.2 나. 표고의 기준 및 수준표의 설치」 (p. 10~11)의 해설내용을  
다음과 같이 변경한다**

나. 표고의 기준 및 기준점 측량

우리나라 표고의 기준은 . . . . .  
. . . . .  
. . . . . 조회할 필요가 있다.

기준점 측량은 기본조사시 2등 수준점(석조, B.M)을 주공종과 수해구역에 각 2  
점이상 설치하되 사업특성에 따라 필요시 증감 설치한다. 한편 세부설계를 위한 실시  
설계시는 기본 조사시 설치한 수준점을 검측하고 필요시 추가 설치한다.

⇒ **현행 「라. 지형측량」 (p.11)의 해설내용을 다음과 같이 수정보완한다.**

이때, 지형도의 축적은 1:500, 1:1,000, 1:2,500, 1:5,000의 4종을 표준으로 하고 조사

단계에 따라 적절한 축적을 택하되 등고선은 원칙적으로 「표 2-1」을 기준으로 하되 기본조사시는 축적을 1:1,000~1:5,000으로 등고선 간격은 1.0m하고 실시설계시는 기본조사에서 작성된 지형도를 검측하여 활용하되 검토 결과 지형변경 또는 주변여건 변동이 있을 때는 이를 보완하여 세부설계에 반영토록 「농림수산보고서 1996-7호, 농업생산기반정비사업의 측량설계에 관한 업무기준」에 정해주고 있다. 한편 중요한 공종과 시설에 대하여는 축적 1:500~1:1,000, 등고선 간격은 1.0m의 지형도를 기초평면도로 사용하되 필요시는 그 정밀도를 「표 2-1」 기준으로 높인다.

표 2.1 등고선간격의 기준

단위 : m

| 구분<br>축적  | 주 곡 선 | 계 곡 선 | 간 곡 선 | 조 곡 선 | 비 고 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 1 : 5,000 | 5     | 25    | 2.5   | 1.25  |     |
| 1 : 2,500 | 2     | 10    | 1.0   | 0.5   |     |
| 1 : 1,000 | 1     | 5     | 0.5   | 0.25  |     |
| 1 : 500   | 1     | 5     | 0.5   | 0.25  |     |

⇒ 현행 「2.3 지질조사」(p.14)의 □내의 기본조항과 해설내용을 다음과 같이 보완한다.

- 가. 방조제 노선의 지질조사는 기초지반 지층의 구성, 두께, 지내력, 흙의 물리적 성질 및 역학적 성질 등을 조사한다
- 나. 배수(갑)문, 통선문, 어도, 제염시설 등의 구조물 기초지반의 지질구조, 암석의 분포와 암질상태 등을 조사한다.
- 다. 구조물의 안전설계를 위한 지진상황을 조사한다.
- 라. 지질조사 및 시험방법은 관련 「농지개량사업계획 설계기준」 및 한국산업규격(KS)에 따른다.

지질조사는 해면간척 시설물의 설치목적, 규모, 특성과 조사설계 기간 등에 따라 차이가 있겠으나, 일반적으로 「자료수집 및 현장조사」, 「기본조사」, 「실시조사」 등 3단계로 구분하여 시행함을 원칙으로 하고 있다. 한편 현장조사 및 시험방법은 본 규정에 특별히 규정되지 않은 사항은 「구조물 기초 설계기준, 건설부」, 외국의 기준, 또는 참고문헌을 준용할 수 있다.

#### 가. 자료수집 및 현장조사

##### 1) 자료수집

자료수집은 구조물 설계를 위한 지질조사 계획과 현장상황 등을 파악하기 위한 모든 기존자료를 수집하는데 목적을 두며 그 자료 내용은 다음과 같다.

- ① 지형도, 연안해역도, 해도
- ② 일반 지질도, 용융 지질도, 토목 지질도
- ③ 토양도
- ④ 과거 인근의 공사 제반기록
- ⑤ 관련자료 및 문헌, 기타

##### 2) 현장답사

현장답사는 기초 수집자료를 확인하고 기본 조사계획을 수립하는데 필요한 사항을 조사하며 답사시 주요내용을 기술하면 다음과 같다

- ① 조사 대상지역의 지형확인 및 지표지질 조사
- ② 산림, 경작지, 하천 간석지와 갯고랑 상태
- ③ 지질구조, 퇴적상태, 노두관찰, 시료채취 및 암질판단
- ④ 해안과 하구(河口), 조석과 조류상황
- ⑤ 시설물 현황과 관리상황
- ⑥ 현지 주민으로부터 역사적재해와 환경변화 상황 청문조사
- ⑦ 과거 공사에 대한 상황 청취

#### 나. 물리탐사

⇒ **현행 「2.3 지질조사」 (p.19)에 다음내용을 삽입추가한다.**

시추조사 지점은 기본조사 계획시는 방조제 시점, 종점 및 중앙부에 각 1공의 시추는 기본으로 하고 방조제 연장이 1,000m이상시 500m마다 1공씩 추가한다. 배수(갑)문의 경우는 총횡 100~200m 격자로 시추 조사토록 한다.

한편, 세부설계를 위한 실시조사는 방조제의 경우, 기본조사 결과 지층의 변화 등 추가조사를 필요시 시행하며 배수(갑)문, 취부 배수로, 임시 물막이, 구체바닥 보호공, 옹벽 등에 필요시 추가 시추토록하며 기타 중요시설물에는 시종점, 중앙부에 각 1공 이상(필요시) 실시한다.

⇒ **현행 2.4 「지하수 조사」 (p.20) 상 6열~8열까지 내용은 전문 삭제한다.**

⇒ **현행 「2.5 토양조사」 (p.26) 하 9열~하 8열의 해설내용은 다음과 같이 보완한다.**

일반적인 토양조사 방법은 농촌진흥청 농업기술연구소 간행 「토양조사편람」 제1편에 따른다.

⇒ **현행 「2.6 土質調査 및 試驗」 (p.30)의 □내의 기본조항 내용을 보완한다.**

가. 설계에 필요한 토질조건은 원칙으로 현장조사와 현장에서 채취한 시료의 시험결과에 의거 결정한다.

나. 현장조사의 범위, 방법 및 정도는 구조물의 성격과 특성, 규모, 형식, 지형 및 기초지반의 토질 등을 고려하여 결정한다.

다. 현장조사 방법과 시험은 「한국산업규격(KS)」에 따른다.

⇒ **현행 「2.6 토질조사 및 시험」 (p.30)의 해설내용 중 「하 1열」 이하에 다음 내용을 추가보완한다.**

본 설계기준에 언급되지 않은 사항의 조사시험 기준은 국내외 기준 또는 참고문헌과 자료를 준용한다.

⇒ **현행 p.33의 「하 9열~하 8열」의 해설내용을 다음과 같이 보완한다.**

한 토질상태를 파악하는 조사로서 사운드링 조사를 주 조사수단으로 하고 필요시 시추 및 현장 원위치시험 등을 보완 실시하여 확인한다.

⇒ **현행 p.33 의 「하 5~하 2」의 해설내용을 다음과 같이 보완한다.**

기타 구조물 위치의 적합성을 판단하는 평면 또는 입체적 조사등 간척사업 계획 수립과 구조물 설계에 필요한 자료를 완벽하게 제공할 수 있도록 조사하여야 한다.

#### 가) 광역조사

⇒ **현행 p.34의 「하 10열~35.P 상 9열」까지 전문 삭제후 다음 내용으로 보완한다.**

기본조사단계에서는 사운드링 조사를 주 조사수단으로 하고 사운드링 조사 결과에 따라 대표지점을 선정하여 시추 조사와 표준관입시험 및 시료를 채취 실내시험하므로 사운드링 결과의 정밀도를 높인다. 이때, 수심이 깊어 사운드링 조사가 어려울 때는 해상에 대선(Deck Barge)을 활용한 해상시추에 의한 방법으로 조사한다.

기본조사시 관입시험은 토층 2.0m 마다, 불교란시료는 3.0m 마다 채취하는 것을 표준으로 하되 토층변화가 심할시는 연속시료를 채취한다.

#### 나) 구조물 위치 조사

구조물 위치는 조사지점과 조사간격은 구조물 특성과 기초지반 성질에 따라 다르나 일반적인 적용기준은 다음과 같다.

① 방조제 노선과 같이 긴 길이의 기초지반 지층은 토층 상태조사는 방조제 시점, 종점 및 중앙부위의 3개 지점을 우선 조사하되 1,000m가 넘는 방조제의 경우는 500m마다 1공씩 추가하되 토층변화가 큰 곳은 토층변화를 대표할 수 있는 지점을 선정해야 하며 그 간격이 1,000m를 넘지 않도록 해야 한다. 한편 조사지점의 횡단방향의 토층구성 변화도 확인 할 수 있도록 조사해야 한다. 횡단조사 범위는 방조제 단면

내외측의 방조제 기초지반 활동 안전면을 고려하여 결정한다.

사운딩 조사의 관입시험 및 시료채취 심도는 각각 1.5m, 2m를 표준으로 하되 지층변화 상태를 고려하여 그 깊이를 가감조정할 수 있다.

② 배수(갑)문 통선문 제염설비, 어도 등의 구조물 조사는 일반적으로 종단방향은 3개소 이상, 필요시는 100~200m 격자로 조사한다.

③ 취부배수로, 임시물막이, 구체 바닥 보호공, 옹벽 등에 필요시 조사를 한다.

⇒ 현행 「p.39의 상 12열~표 2.8~하 8열」 까지 전문 삭제한다. 또한 하 6열의 「 $\theta$ 」 을 삭제한다.

⇒ 현행 「p.42의 상 1열~44.P의 하 8열」 까지의 해설과 표 2-9 전문을 삭제한다.

⇒ 현행 「p.45의 표 2-10」 전문을 삭제한다.

⇒ 현행 「마. 지반의 등적 성질 조사」 (p.44) 해설내용을 수정한다.

#### 마. 지진조사

##### 1) 내진설계

⇒ 현행 「2.7 수질조사」 (p.52)의 해설내용 중 「상 6열~상 8열」 을 수정 보완한다.

간척사업은 사업시행 전후의 환경변화가 크므로 환경영향 평가법 제5조 및 제6조, 수질환경보전법 및 환경정책 기본법 시행령 제2조의 환경기준 등을 고려하여 조사를 실시하여야 한다.

⇒ **현행 「2.8 수문조사」 (p.61) □내의 기본조항을 보완한다.**

가. 수문조사는 간척사업 계획지구의 수원공 계획, 용배수 계획, 방조제 끝막이 계획, 배수(갑)문 통수능력 및 각종 수리 구조물의 설계와 유지관리 조작성에 필요한 수문량을 결정한다.

나. 수문자료의 수집 및 관측은 가능한 장기간의 자료를 조사한다.

다. 수문조사는 계획대상 구역의 유역조사, 하천의 수위, 유량 및 유사량 관측, 배수 및 침수 상황조사, 이수상황 조사 등 수문관측 및 자료 분석정리가 주요 조사사항이다.

⇒ **현행 「2.9 환경조사」 (p.67) □내의 기본조항을 보완한다.**

가. 간척, 매립사업의 환경영향평가 시행은 환경영향 평가법 제4조에 의한다.

나. 환경영향평가조사 분야는 자연환경, 생활환경, 사회경제 환경분야로서 이에 대한 세부항목과 평가기준은 환경영향 평가법 제4조 및 제5조에 따른다.

다. 본 기준에 규정되지 않은 사항은 외국의 기준 또는 참고문헌 등을 준용한다.

⇒ **현행 「나」 측정항목과 분석방법」 (p.71)의 해설내용을 수정보완한다.**

측정항목과 환경기준은 환경정책 기본법 제10조 동법시행령 제2조 별표 2에 따른다. 대기환경기준 6개 항목인 아황산가스( $SO_2$ ), 일산화탄소(CO), 이산화질소( $NO_2$ ), 먼지(TSP), 오존( $O_3$ ), 납(Pb)이며 각 항목별 시료채취와 분석방법은 대기오염 공정 시험법에 준한다.

⇒ **현행 「2.11 기상조사」 (p.78)의 해설내용 중 「하 1열」의 끝단부에 다음 내용을 추가한다.**

기상자료 수집 대상기관과 관측자료 보유현황을 보면 다음과 같다.



표 2.18 자료수집 대상기관 및 관측현황

| 기관명             | 관측요소  | 관측목적                | 관측소(수)           | 관측회수                     | 자료수집                         | 비고                 |
|-----------------|---|---------------------|------------------|--------------------------|------------------------------|--------------------|
| 1. 기상청          | 일강수량, 평균기온, 최고기온, 최저기온, 최심적설, 증발량, 평균풍속, 최대풍향, 최대풍속, 평균습도, 최저습도, 해면기압, 전운량, 일사량, 일조시간 | 재해예방, 산업진흥, 교통안전확보  | 기상: 71           | 매시, 지정시간자기기록             | 전산통신망, 우편, 전화, 팩시밀리          | 전국                 |
| 2. 건교부          | 강수량, 수위   | 홍수예경보, 수문조사, 하천유역조사 | 기상:278<br>수위: 2  | 매시, 자기기록                 | 무선 T/M망, 전산통신망, 우편, 전화, 팩시밀리 | 하천유역               |
| 3. 공군           | 항공기상, 상층풍, 고층   | 군작전지원               | 31               | 매시, 지정시간, 자기기록           | 유선텔레타이프, 전화, 팩시밀리            | 비행장주변              |
| 4. 해양수산부<br>수로국 | 해류, 유속, 조석, 수온, 파랑  | 해상교통안전확보, 조석, 조류예보  | 250              | 매시, 자기기록(조석), 1-4회/년(해양) | 우편, 전화, 인편                   | 주요항만, 연근해상         |
| 5. 내무부          | 강수량   | 민방위재해예방             | 1,506            | 매시                       | 전화, 팩시밀리                     | 전국                 |
| 6. 농촌진흥청        | 온습도, 바람, 일조, 강수량 적설량  | 병충해발생예측, 농작물재해예방    | 102              | 1회/일(10시)매시(강우시)         | 전산통신망, 우편전화, 팩시밀리            | 전국                 |
| 7. 한국수자원공사      | 강수량, 운량, 기압, 습도, 풍향, 풍속, 최고기온, 최저기온, 증발량, 저수위, 유입량, 방류량, 발전수량                         | 댐수문관리               | 기상: 93<br>수위: 48 | 매시, 자기기록                 | 무선 T/M망, 전산통신망, 우편           | 다목적댐상류             |
| 8. 한국전력공사       | 강수량, 저수위(평균, 최고, 최저), 방수위(평균, 최고, 최저), 유입량(평균, 최대, 최소), 발전수량, 총방류량                    | 전력계통운영, 대기오염감시      | 25               | 매시, 자기기록                 | 무선 T/M망, 전산통신망               | 주요발전소 주변           |
| 9. 농어촌진흥공사      | 강수량, 수위, 바람, 온도   | 간척사업, 유지관리          | 수위: 3<br>기상: 3   | 보통 및 자기기록<br>매시, 지정시간기록  |                              | 새만금지구, 영산강, 금강 하구둑 |
| 10. 농지개량조합      | 강수량, 수위   | 저수지 물관리             | 수위: 17<br>기상: 9  | 보통<br>보통                 |                              | 관리사무소 및 해당농조       |

⇒ 현행 p.80, 「상 10열」 이하에 다음내용을 추가 삽입 보완한다.

6) 태풍의 영향

조사구역에 현저한 영향을 미치는 태풍과 강우전선에 대해 발생지점부터 소멸시 까지의 태풍경로, 변화, 태풍의 명칭, 관측시각, 지점, 진행속도, 중심시도를 천기도에 기입한다. 특히 조사지역에 태풍이 접근했을 때는 관측소의 최저기압이 일어나는 시각의 전후 24시간 동안 풍향, 풍속(10분간 평균, 시간평균), 기압, 우량을 조사지역 및 관련수역의 수개소에 대해 조사, 도시한다. 동시에 인근 관측소와 풍향풍속과 기압의 상관관계를 구한다.

우리나라에 영향을 미친 태풍의 발생회수와 우리나라에 최대영향과 피해를 준 사라(SARA)호 태풍기록을 보면 아래와 같다.

표 2-19 우리나라에 영향을 미친 태풍의 월별 발생 현황

| 년    | 도      | 5 월 | 6 월 | 7 월 | 8 월 | 9 월 | 10 월 | 계   |
|------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
| 1904 | ~ 1910 | 0   | 0   | 4   | 7   | 3   | 1    | 15  |
| 1911 | ~ 1920 | 0   | 1   | 8   | 10  | 8   | 1    | 28  |
| 1921 | ~ 1930 | 0   | 1   | 10  | 11  | 8   | 1    | 31  |
| 1931 | ~ 1940 | 0   | 0   | 9   | 12  | 10  | 0    | 31  |
| 1941 | ~ 1950 | 0   | 3   | 11  | 16  | 5   | 0    | 35  |
| 1951 | ~ 1960 | 0   | 3   | 7   | 9   | 13  | 1    | 33  |
| 1961 | ~ 1970 | 1   | 1   | 11  | 12  | 5   | 1    | 31  |
| 1971 | ~ 1980 | 0   | 1   | 11  | 14  | 7   | 0    | 33  |
| 1981 | ~ 1983 | 0   | 2   | 1   | 3   | 4   | 0    | 10  |
| 계    |        | 1   | 12  | 72  | 94  | 63  | 5    | 247 |

⇒ 현행 P.81의 「하 9열~하 5열」의 전문을 삭제하고 「하 4열」의 다)→나)로, 「하 3열」의 라)→다)로 수정한다.

⇒ 현행 「2.13 재료조사」(p.101)중 항목명칭과 □내의 기본조항을 보완한다.

### 2. 13 축조재료 조사

가. 축조재료 조사는 해면간척 공사의 주공정인 방조제 축조에 필요한 석재, 성토재, 필터재, 매트리스 종류, 돌망태 등 재질과 매장량, 조달 및 공급가능량과 운송여건을 조사한다.

나. 배수(갑)문, 통선문, 어도 등의 구조물에 대한 콘크리트, 문비 및 권양자재, 전기 및 조작 기자재 등에 대한 조달 및 공급 가능량에 대한 조사를 한다.

다. 일반적인 조사기준과 조사방법은 「농업생산기반정비사업」의 측량설계에 관한 업무기준에 따른다. 다만, 본 기준에 언급되지 않은 사항은 관련 참고문헌 및 자료를 준용한다.

라. 매장량 및 공급량 조사는 방조제 시설의 특성과 규모, 매장량과 운반여건 등을 고려하여 결정하되 어떠한 경우라도 충분한 양이 확보되도록 하여야 한다.

### 3.4.3 설 계

⇒ 현행 「3.1.2 방조제 노선 선정시 고려사항」(p.121)중 「122.P 상 3열」에 다음 내용을 추가 삽입한다.

㉠ 담수화, 용수이용 및 환경보전에 유리한 위치이어야 한다.

⇒ 현행 설계기준 「사」 ① 「경사면에서의 사석 및 콘크리트 블록의 안정중량」(p.204)의 항목명칭과 내용을 수정보완 한다.

#### ① 허드슨 (Hudson) 공식

$$W = \frac{W_r H^3}{K_D (Sr - 1)^3 \text{Cot} \theta} \dots\dots\dots (3-77)$$

여기서,

W : 사석 또는 블록의 안정에 필요한 최소 중량 (t)

$W_s$  : 해수의 단위중량 ( $t/m^3$ )

$W_r$  : 사석 또는 블록의 공기 중 단위체적 중량 ( $t/m^3$ )

$S_r$  : 사석 또는 블록의 해수(海水)에 대한 비중 ( $W_r/W_s$ )

$\theta$  : 제체의 비탈 경사각

$H$  : 제체전면의 설계 유의 파고 (m)

$K_D$  : 피복공 재료 및 피해율 등에 의해 결정되는 안정계수

(1) 허드슨 공식은 비파괴, 비월파에 대한 산출식이며 이 식에서 산정한 피복사석 중량은 타당한 것으로 인정되고 있다.

(2)  $K_D$ 값은 사석 또는 인공블록의 형상 및 짜기(積載)방법에 따라서 결정되는 안정계수이다. 참고로 Shore Protection Manual에서 제시한  $K_D$ 값은 아래와 같으며 이는 피해율 5%일 때 기준이다. 아래의 표 3.12(a)는 비파괴에 대한 값이나 보다 큰 파고의 파가 작용하면 파괴될 수도 있다.

(3) 비파괴에 대한 파고를  $H_D=0$  이라 하고 이 파고보다 높은 파고  $H$ 가 작용하였을때의  $H/H_D$ 와 피해율의 관계는 표 3.12(b)와 같다.

표 3.12 (a) 피복석 량 결정을 위한 K<sub>D</sub> 값<sup>1)</sup>

| 피복재                                       |                      | n <sup>3)</sup> | 설치                 | 제체부                          |            | 제체 선단부                  |                   |                   |
|---|----------------------|-----------------|--------------------|------------------------------|------------|-------------------------|-------------------|-------------------|
|   |                      |                 |                    | K <sub>D</sub> <sup>2)</sup> |            | K <sub>D</sub>          |                   | 경사                |
|   |                      |                 |                    | 쇄파                           | 비쇄파        | 쇄파                      | 비쇄파               | Cot θ             |
| 사   | 매끈하고 둥근돌             | 2               | 난적 <sup>10)</sup>  | * 1.2                        | 2.4        | * 1.1                   | 1.9               | 1.5부터 3.0         |
|   | 매끈하고 둥근돌             | > 3             | 난적                 | * 1.6                        | * 3.2      | * 1.4                   | * 2.3             | 5)                |
|   | 거칠고 모난돌              | 1               | 3)                 | 4)                           | * 2.9      | 4)                      | * 2.3             | 5)                |
|   | 거칠고 모난돌              | 2               | 난적                 | 2.0                          | 4.0        | * 1.9<br>* 1.6<br>1.3   | 3.2<br>2.8<br>2.3 | 1.5<br>2.0<br>3.0 |
| 석   | 거칠고 모난돌              | > 3             | 난적 <sup>5)</sup>   | * 2.2                        | 4.5        | * 2.1                   | 4.2               |                   |
|   | 거칠고 모난돌              | 2               | 특별한것 <sup>6)</sup> | 5.8                          | 7.0        | * 5.3                   | 6.4               |                   |
|   | 평행육면체들 <sup>7)</sup> | 2               | 특별한것 <sup>6)</sup> | 7.0-20.0                     | 8.5-24.0   | -                       | -                 |                   |
| 테트라포드(Tetrapod)<br>또는<br>쿼드리포드(Quadripod) |                      | 2               | 난적                 | 7.0                          | 8.0        | * 5.0<br>* 4.5<br>* 3.5 | 6.0<br>5.5<br>4.0 | 1.5<br>2.0<br>3.0 |
| 트라이바(Tribar)                              |                      | 2               | 난적                 | * 9.0                        | 10.0       | * 8.3<br>* 7.8<br>6.0   | 9.0<br>8.5<br>6.5 | 1.5<br>2.0<br>3.0 |
| 돌로스(Dolos)                                |                      | 2               | 난적                 | 8)<br>15.8                   | 8)<br>31.8 | * 8.0<br>7.0            | * 16.0<br>* 14.0  | 2.0<br>3.0        |
| 변형큐브(Modified cube)                       |                      | 2               | 난적                 | * 6.5                        | 7.5        | -                       | * 5.0             | 5)                |
| 헥사포드(Hexapod)                             |                      | 2               | 난적                 | * 8.0                        | 9.5        | * 5.0                   | * 7.0             | 5)                |
| 토스케인(Toskane)                             |                      | 2               | 난적                 | * 11.0                       | 22.0       | -                       | -                 | 5)                |
| 트라이바(Tribar)                              |                      | 1               | 정적 <sup>11)</sup>  | 12.0                         | 15.0       | * 7.5                   | * 9.5             | 5)                |

【 적용상 유의사항】

1) \* 표시의 K<sub>D</sub>값들은 실험에 의해 뒷받침된 것이 아니며 임시로 설계목적에 위하여 제시된것으로 이 값을 적용시는 신중을 기하여야 한다.

- 2) 1:1.5 ~ 1:5 까지 경사에 적용한다.
- 3) n 는 피복층을 이루는 층수
- 4) 사석피복재의 1층 사용은 쇄파에 있어서는 구조물 안정을 위하여 권장하고 싶지 않으며 단지 비쇄파지역의 구조물을 위하여 특별한 상태에서 사용되며 사석은 아주 주의하여 거치(据置)하여야 한다.
- 5) 경사에 따라  $K_D$ 값의 변화에 이용할 수 있는 보다 많은 지식이 얻어질때 까지  $K_D$  값의 사용은 경사율 1:1.5~1:3.0까지로 제한되어야 한다.
- 6) 특별한 거치는 사석을 긴 축으로 구조물 표면에 수직으로 거치한 것이다.
- 7) 평행육면체(平行六面体)들 : 긴 길이가 가장 짧은 길이의 약 3배 정도되는 긴 슬래브 같은 들
- 8) 전혀 피해가 없는 조건(5% 이하의 흔들림이나 이동율)을 참조하고 흔들림이 없으려면(2% 이하)  $K_D$ 값을 50% 감소시킨다.
- 9) 1:2 보다 더 급한 Dolos의 안정성은 현장조건에 적합한지 실험에 의해 확인되어야 한다.
- 10) 난적(亂積) : 막쌓기
- 11) 정적(定積) : 짜맞추어 쌓기

표 3.12 (b)  $H/H_D = 0$  와 피해율과의 관계<sup>1)</sup>

| 피해율 (%) | 방 피 석       |                    | T. T. P            | Tribar             |
|---------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|         | 등근들         | 모난들                | $H/H_D = 0$        | $H/H_D = 1$        |
|         | $H/H_D = 0$ | $H/H_D = 1$        |                    |                    |
| 0 ~ 5   | 1.0         | 1.0                | 1.0                | 1.00               |
| 5 ~ 10  | 1.08        | 1.08               | 1.09               | 1.11               |
| 10 ~ 15 | 1.14        | 1.19               | 1.17 <sup>3)</sup> | 1.25 <sup>3)</sup> |
| 15 ~ 20 | 1.20        | 1.27               | 1.24 <sup>3)</sup> | 1.36 <sup>3)</sup> |
| 20 ~ 30 | 1.29        | 1.37               | 1.32 <sup>3)</sup> | 1.50 <sup>3)</sup> |
| 30 ~ 40 | 1.41        | 1.47               | 1.41 <sup>3)</sup> | 1.59 <sup>3)</sup> |
| 40 ~ 50 | 1.54        | 1.56 <sup>2)</sup> | 1.50 <sup>3)</sup> | 1.64 <sup>3)</sup> |

1) 방파제의 제체부, 2층으로 난적, 비쇄파, 약간의 월류를 허용하는 조건

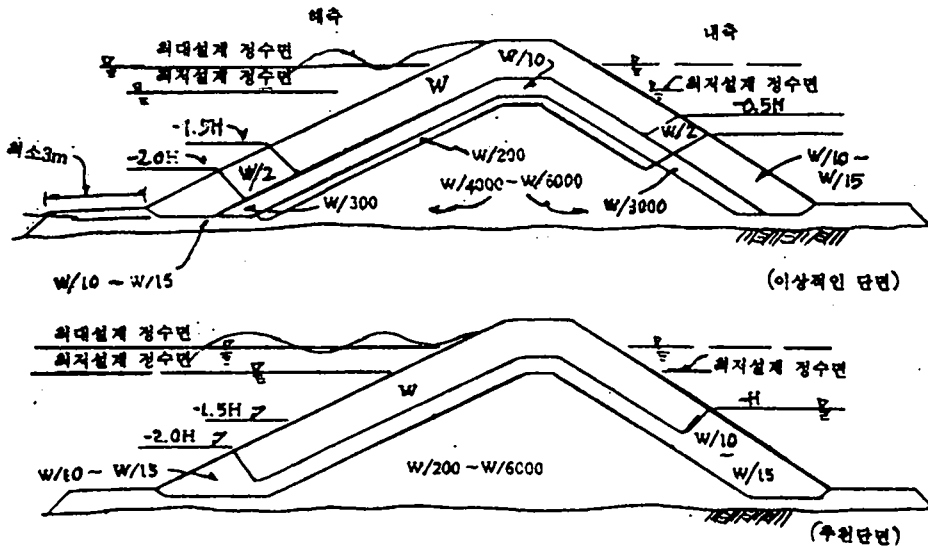
2) 이태리체로 쓰인 값은 내. 외삼으로 계산된 것임.

3) 실험은 개개의 효과를 고려하지 않았으므로 설계파 보다 10%이상 큰파에 대해서는 제시된 값보다 더 큰 피해를 입을 수가 있다.

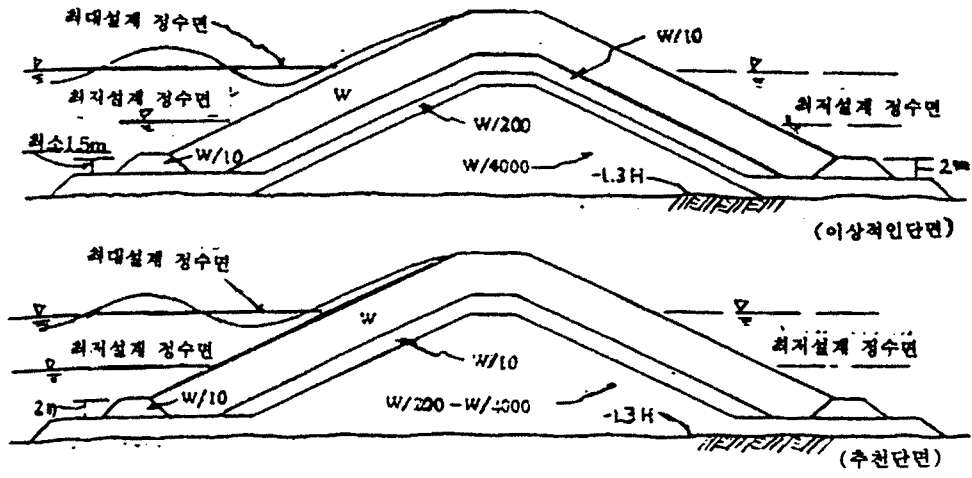
(4) 여기서 피해율은 파랑에 의해서 이동된 돌의 전체 개수에 대한 백분율로 나타낸 것이다. Hudson 공식에서 파랑조건으로는 파고만이 고려되어 있고 주기 또는 파장은 고려하지 않고 있다. 그러나 실제 파고가 동일할 때는 주기가 긴 파랑의 파괴력이 큰 경향이 있으므로 수리모형 실험을 실시하여 그 안전성을 확인하는 것이 바람직하다.

(5) 방조제의 선단에는 파랑이 여러방향으로 부터 내습하여 동시에 사석이 전면보다 후면으로 굴러 떨어지는 경우가 있으므로 피복재는 전면보다 후면에 큰 사석을 사용해야 한다. 안정을 기하기 위해서는 식(3-77)의 계산치보다 1.5배의 사석 또는 블록을 사용하는 것이 바람직하다.

(6) 방파제 단면의 설계 및 수중부분의 사석 중량 식 (3-77)은 강력한 파력이 작용하는 수면부근의 사석중량을 산출하는데 사용하는 것이다. 수중부분은 파력이 감소되므로 사석중량에 대해서는 그림 3-51-1의 단면을 참조하여 정하는 것이 바람직하다.



(a) 월파가 거의 없거나 약간 있을 때



(b) 월파가 양쪽에 어느 정도 있을때

그림 3-51-1 경사제 표준단면도

여기서, H : 파고, W : 피복석중량, r : 층의 평균 두께, W/n은 사석 크기이며, 상세한 것은 Shore Protection Manual의 Fig 7-116~117을 참고 바람.

주)

① 방파제 마루폭 :  $B = nK_d \left[ \frac{W}{W_r} \right]^{1/2}$

B : 마루나비, n = 돌의 수 (n=3이 최소)  
 $K_d$  : 층의 상수, W = 피복재의 개당 중량 (kg)  
 $W_r$  : 피복재의 단위 중량 ( kg/m<sup>3</sup> )

② 반다미어 (van der Meer) 공식

㉞ 파랑매개변수 (wave parameters)

파랑조건들은 주로 구조물의 전단하부에서의 입사파고,  $H_{1/10}$ 와 평균파주기 ( $T_m$ ) 혹은 피크주기(peak period,  $T_p$ )와 입사각( $\beta$ ) 및 수심(h) 이다. 파랑은 불규칙하기 때문에 파고 및 주기가 다르게 분포하는 것이 일반적인 현상이다. 심해에서의 파고분포는 Rayleigh 분포로 표현할 수 있으며, 이런 경우 예를 들면 유의파고로 전



체적인 분포를 나타낸다. 천해역이나 수심이 제한된 수역에 있어서 최대파는 먼저 쇄파되어 대부분의 경우, 파고분포는 Rayleigh 분포를 따르지 않기 때문에 이런 경우에 실제 파고분포는 고려해 볼 중요사항이며 유의파고 외의 다른 특성치를 고려할 수도 있다. 이런 경우 사용되는 주된 특성치는 종종 2% 최대파고( $H_{2\%}$ )와 1/10 최대파고( $H_{1/10}$ )로 표현한다.

Rayleigh 분포에서는  $H_{2\%} = 1.4H_{1/3}$ 와  $H_{1/10} = 1.27H_{1/3}$ 로 나타난다.

파랑의 주기에 대한 영향은 종종 파장 및 파고와 관련된 파형경사로 나타낸다. 파형경사,  $S$ 는 심해파의 파장 ( $L_0 = gT^2/2\pi$ )을 사용하여 식(3-78-(1))로 표현할 수 있다.

$$S = \frac{H}{L} = \frac{2\pi H}{gT^2} \dots\dots\dots (3.78-(1))$$

그러되는 수역의 대부분이 심해가 아니기 때문에 심해에서의 파장은 천해역으로 들어서면서 변화하고, 이를 토대로 파형경사를 계산한다. 사면경사상에서 파랑의 작용을 묘사하는 가장 유용한 매개변수로는 쇄파 매개변수(breaker parameter)인  $\xi$ 가 있으며 식(3.78(2))으로 표현한다.

$$\xi = \tan \alpha / \sqrt{s} \dots\dots\dots (3.78-(2))$$

쇄파상사성 매개변수는 그림 3.52(c)와 같이 종종 해안이나 구조물에서의 쇄파의 형태를 표현하는데 사용된다.

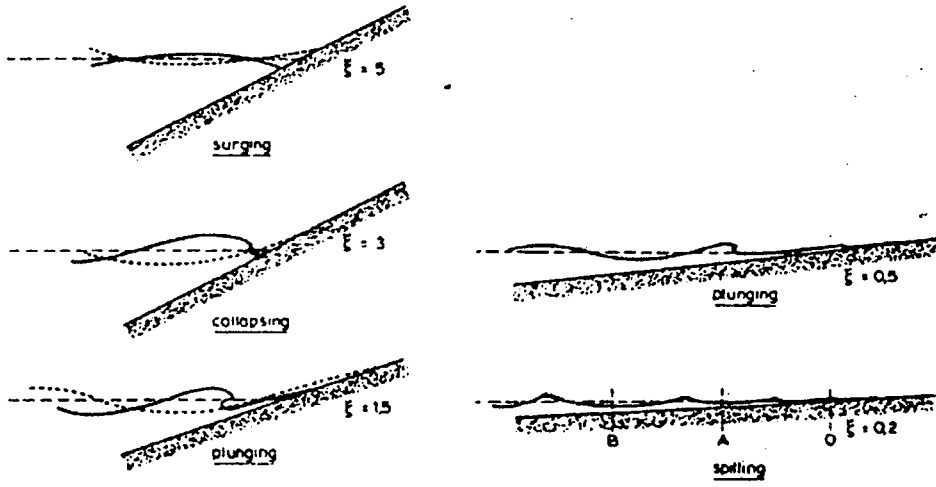
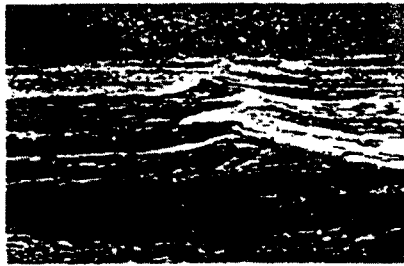
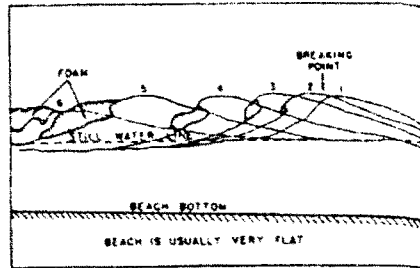


그림 3.52 (c)  $\xi$  함수에 따른 쇄파형태, Battjes(1974)

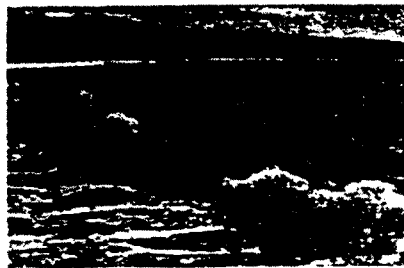
여기서 권붕파(Collapsing breaker)는 권파(Plungings breaker)에서 붕파(Surging breaker)까지 진행되는 과정에서 나타나는 중간 형태의 파형을 말하며 붕권파를 제외하고 분류하는 학자도 있다.



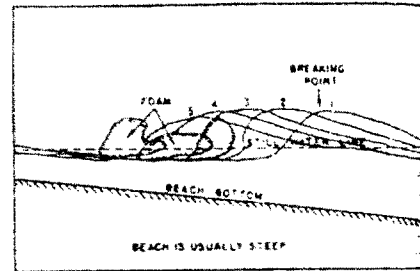
난파 (Spilling breaker)



General character of spilling breakers



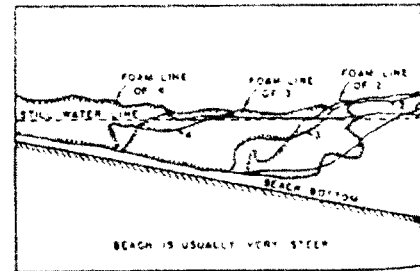
권파 (Plunging breaker)



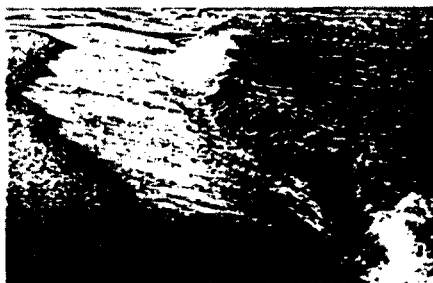
General character of plunging breakers



붕파 (Surging breaker)



General character of surging breakers



붕권파 (Collapsing breaking wave)

그림 3.52 (d) 쇄파의 형태

㉔ 구조적 매개변수(structural parameters)

구조적 매개변수들은 주로 4개의 범주로 나눌 수 있으며 파랑, 사석, 단면 및 구조물의 대응과 관련이 있다. 구조물과 파랑조건과의 관계성을 가장 잘 나타내는 중요한 매개변수는  $H/\Delta D$ 이다. 여기서  $D$ 는 구조물 및 피복단위 등의 특성직경을 나타낸다. 사용되는 직경은 사석의 평균질량과 관계가 있고 공칭직경으로 불리며 식 3.78(3)으로 표현된다.

$$D_{r50} = \left[ \frac{M_{50}}{\rho_r} \right]^{1/3} \dots\dots\dots (3-78-3)$$

여기서,  $D_{r50}$  : 공칭직경

$M_{50}$  : 질량분포 50%에 의해 주어진 질량의 중간값

구조물의 투수성은 피복층의 안정에 영향을 미친다. 이것은 필터층과 코아의 크기에 좌우되며 명목투수인자,  $P$ 로 나타낸다. 투수인자의 예는 van der Meer의 연구에 의하면 그림 3.52(e)와 같이 보여진다.

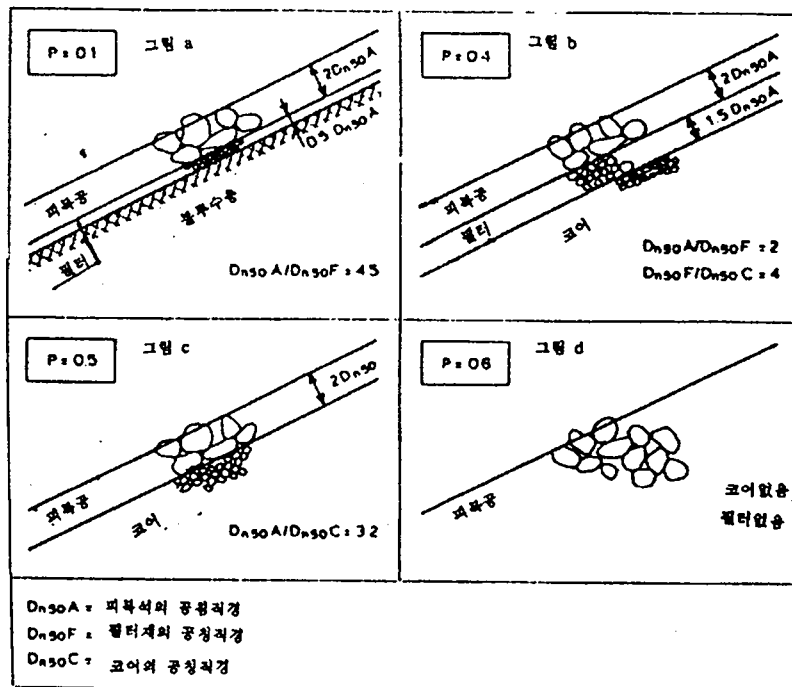


그림 3-52(e) van der Meer의 구조 형태별 명목 투수인자 P

㊤ 심해조건에서의 van der Meer 공식

Thompson과 Shuttler(1975)의 초기작업에 근거하여 광범위한 모형실험이 연속적으로 van der Meer(1988a, 1987, 1986)에 의해 행해졌다. 이 실험들은 다양한 범위의 코아부 및 하층부의 투수성 및 광범위한 파랑조건을 포함하고 있다. 실험을 통하여 권파(plunging wave)와 붕파(surging wave)에 대한 2개의 공식이 유도되었는데 van der Meer 공식이라 한다.

권파일 때(plunging wave)

$$\frac{H_s}{\Delta D_{\pi 50}} = 6.2P^{0.18} \left( \frac{S}{\sqrt{n}} \right)^{0.2} \xi_m^{-0.5} \dots\dots\dots (3-78-4)$$

붕파일 때(surging wave)

$$\frac{H_s}{\Delta D_{\pi 50}} = 1.0P^{-0.13} \left( \frac{S}{\sqrt{n}} \right)^{0.2} \sqrt{\cot \alpha} \xi_m^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (3-78-5)$$

여기서,  $N$  : 파랑수(number of waves)

권파(plunging wave)에서 붕파(surging wave)로의 변이과정에서는  $\xi_{mc}$ 의 한계값을 사용하여 계산될 수 있다.

$$\xi_{mc} = [6.2P^{0.31} \sqrt{\tan \alpha}]^{\frac{1}{P+0.5}} \dots\dots\dots (3-78-6)$$

$\cot \alpha \geq 4.0$  (기울기 1:4 이상)에서는 변이과정(transition)이 존재하지 않기 때문에 오직 식 (3-78-4)만이 사용되어야 한다.

명목투수인자,  $P$ 는 0.1과 0.6사이에 있어야만 한다. 위와 같이 방조제 및 방파제의 사석 안정은 내부 투수인자에 의해 영향을 받을 수 있음을 보여주고 있다.

피해수준(Damage level),  $S$ 에 대한 설계치가 표 3-12(d)에 있다.

표 3-12 (a) 2층두께의 피복층에 대한 피해수준 S의 설계값

| 사명경사    | 초기피해 | 중기피해   | 붕괴 |
|---------|------|--------|----|
| 1 : 1.5 | 2    | 3 ~ 5  | 8  |
| 1 : 2   | 2    | 4 ~ 6  | 8  |
| 1 : 3   | 2    | 6 ~ 9  | 12 |
| 1 : 4   | 3    | 8 ~ 12 | 17 |
| 1 : 6   | 3    | 8 ~ 12 | 17 |

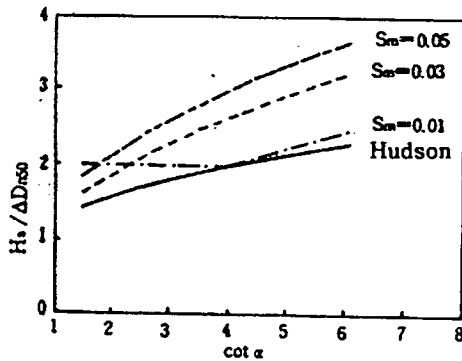


그림 3.52 (f) 1,000개파를 격은 투수층 코어층에 대한 Hudson공식과 van der Meer공식의 비교

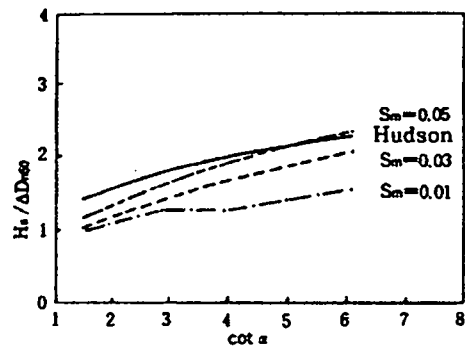


그림 3.52 (g) 5,000개파를 격은 불투수층 코어층에 대한 Hudson공식과 van der Meer공식의 비교

㉔ 천해조건에서의 van der Meer 공식

지금까지 유의 파고  $H_s$ 는 사면 파복단위의 안정 공식에 사용되어 왔다. 천해조건에서 파고분포는 쇄파로 인하여 Rayleigh 분포로 부터 벗어난다. van der Meer(1988)에 의해 시행된 1:30의 사면경사와 수심이 한정된 전빈(foreshore)에서의 실험은  $H_s$ 보다  $H_{2\%}$ 가 한정수심전빈(depth limited foreshore)에서의 설계에 더 좋은 결과를 보여 주었다. 즉, 수심이 한정된 상황에서의 파복층의 안정은  $H_s$ 보다는 파고분포  $H_{2\%}$ 이 특정치로서 더욱 좋은 결과를 나타낸다.

식{(3.78-(4))}~{(3.78-(6))}들은 Rayleigh 분포에 대한  $H_{2\%}/H_s$ 의 차에 의해 재조

정될 수 있다.

권파일 때(plunging wave)

$$\frac{H_{2\%}}{\Delta D_{\#50}} = 8.7P^{0.18} \left( \frac{S}{\sqrt{n}} \right)^{0.2} \xi_m^p \dots\dots\dots (3.78-(7))$$

붕파일 때(surging wave)

$$\frac{H_{2\%}}{\Delta D_{\#50}} = 1.4P^{0.13} \left( \frac{S}{\sqrt{n}} \right)^{0.2} \sqrt{\cot \alpha} \xi_m^p \dots\dots\dots (3.78-(8))$$

식(3.78-(7)) 및 식(3.78-(8))은 수심이 한정된 상황을 설명한다. 그러나 안전한 접근방법(safe approach)는 유의파고  $H_s$ 와 함께 식(3.78-(4))과 (3.78-(5))을 사용하는 것이다. 그경우에 쇄파에 의한 파고 초과곡선의 절단(the truncation of wave height exceedance curve)은 안전 접근방법으로 여겨질 수 없다. 만약 파고가 Rayleigh 분포를 따른다면, 식(3.78-(7))와 (3.78-(8))은  $H_{2\%}/H_s$ 의 비가 1.4인 것과 같이 식(3.78-(4)) 및 (3.78-(5))과 같은 결과를 준다. 한정된 수심조건에 대해서는  $H_{2\%}/H_s$ 의 차가 더 작아질 것이며, 이 차의 실제값에 대한 정보를 얻어야만 한다. 실제로 이 같은 값을 얻기 위하여는 현장관측자료를 토대로 분석하면 쉽게 구할 수 있다.

표 3-12(e) van der Meer 공식에서 부정형 피복공의 보정계수

| 피복석형상     | C = 6.2에 대비<br>권파시의 값 | C = 1.0에 대비<br>붕파시의 값 | 비 고 |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-----|
| 일반사석      | 6.32                  | 0.81                  |     |
| 모난형 피복석   | 6.24                  | 1.09                  |     |
| 약간등근형 피복석 | 5.96                  | 0.99                  |     |
| 완전등근형 피복석 | 5.88                  | 0.81                  |     |
| 평평한 돌 피복석 | 6.72                  | 1.30                  |     |

㉔ 콘크리트 블록(concrete units)의 피복층

Hudson 공식인 3-77 및 표 3.12(a)를 이용하여 각종 사석에 대한  $K_D$ 값을 구한다. SPM(1984)은 여러 가지 종류의 콘크리트 피복블록에 대한  $K_D$ 값을 표로 작성하여 제공하였다.

콘크리트 피복블록으로 된 방파제에 대한 van der Meer(1988c)의 연구는 사석안정에 대해 알려진 지배변수(governing variables)에 근거를 두고 있다. 이 연구는 각각의 피복블록에 대한 한 개의 단면 즉, 한 개의 사면경사 및 투수도에 국한하였다. 그러므로 사면경사,  $\cot \alpha$ 와 쇄파상사성 매개변수(surf similarity parameter),  $\xi_m$ 은 연구결과에 의해 개발된 안정공식에 나타나 있지 않다. 공식은 명목투수인자(notional permeability factor), P를 포함하고 있는데  $P = 0.4$  였다.

상호결속하는 블록으로된 피복층의 방파제는 일반적으로 1:1.5 정도의 가파른 경사로 축조되었다. 그러므로 이 경사각은 직육면체와 Tetrapod 방파제 실험에 채택되었다. Accropode는 일반적으로 1:1.33 의 경사로 축조하였고, 이 경사각 역시 Accropode의 방파제 실험에 사용되었다. 직육면체(cubes)들은 충격파압(impact forces)에 대해 저항력이 좋은 거대한 블록들이다. Tetrapod는 전세계적으로 널리 사용되고 있으며 상당한 상호결속(inter locking)을 가지고 있다. Accropode는 가장 최근에 개발된 것으로 커다란 상호 결속, 강력한 블록 및 한층의 피복 시스템을 지니고 있다. 일정한 1:30 경사의 전빈이 모든 실험에 적용되었다. 발생된 최대파고에 대해서만 약간의 파들이 제한된 수심에 따라 부서졌다.

콘크리트 블록에 대한 피해는 피해수(damage number),  $N_{od}$  에 의해 표시되는데, 한 개의 명목직경,  $D_n$ 을 가진 폭(방파제의 세로축을 따라) 내에서 연관된 변위된 블록의 실제 수량을 나타낸다.  $N_{od}$ 과  $N_{omov}$ 는 각기 흔들린 블록의 수량과 움직인(displaced + rocking)블록의 수량이다.

van der Meer의 실험은 오직 한 개의 사면, 경사만이 조사되었기 때문에 파랑주기의 영향은 파형경사  $S_{om}$ 에 의해 주어진다. 콘크리트 블록의 안정에 대한 마지막 공식은 상대적 피해정도  $N_{od}$ , 파랑의 수  $N$  및 파형경사,  $S_{om}$ 를 포함한다.

육면체에 대한 공식은 다음과 같다.

$$\frac{H_s}{AD_n} = \left[ 6.7 \frac{N_{od}^{0.4}}{N^{0.3}} + 1.0 \right] S_{om}^{-0.1} \dots\dots\dots (3-78-9)$$



tetrapod에 대한 공식은

$$\frac{H_s}{\Delta D_n} = \left[ 3.75 \frac{N_{od}^{0.5}}{N^{0.25}} + 0.85 \right] S_{om}^{-0.2} \dots\dots\dots (3-78-10)$$

피해없음(no damage)에서의  $N_{od}$ 는 0이므로, 식(3-78-9) 및 식(3-78-10)는 식(3-78-11) 및 식(3-78-12)과 같이 고쳐 쓸 수 있다.

$$\frac{H_s}{\Delta D_n} = S_{om}^{-0.1} \dots\dots\dots (3-78-11)$$

$$\frac{H_s}{\Delta D_n} = 0.85 S_{om}^{-0.2} \dots\dots\dots (3-78-12)$$

폭풍기간(storm duration)과 파의 주기는 accropode의 안정에 영향을 주지 않으며, “피해없음”(no damage)와 “붕괴”(failure)는 매우 가깝다. 그러므로 안정은 두 개의 간단한 공식에 대해 표시될 수 있다.

초기피해(start of damage)에서는  $N_{od}=0$

$$\frac{H_s}{\Delta D_n} = 3.7 \dots\dots\dots (3-78-13)$$

붕괴에서는  $N_{od} > 0.5$

$$\frac{H_s}{\Delta D_n} = 4.1 \dots\dots\dots (3-78-14)$$

상기 두 식을 비교해보면 Accropode에 대한 초기피해와 붕괴는  $H_s/\Delta D_n$  수가 매우 큼에도 불구하고 매우 가까움을 보여준다. 이것은 매우 높은 파고까지 Accropode가 확실히 안정하나, 바로 이 높은 파고에서의 초기파괴 후에 구조물은 서서히 파괴

될 것이다. 그러므로 설계를 위한 안정계수(safety coefficient)는  $H_s/\Delta D_n$ 의 값에서 약 1.5가 사용되어야함을 권고한다. 이것은 Accropode의 설계를 위하여 다음 공식을 사용하여야 함을 의미하는데, 이 공식은 육면체와 Tetrapod의 설계값에 가깝다.

$$\frac{H_s}{\Delta D_n} = 2.5 \dots\dots\dots (3-78-15)$$

기존의 Tetrapod 보다 안정성이 높은 프랑스의 Sogreah에서 개발된 Accropode와 미공병단에서 개발된 Core-Loc 등은 다음 그림 3.200 과 같다.

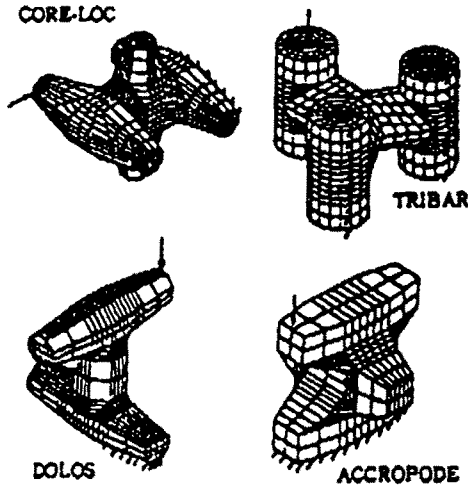


그림 3.200 몇가지 종류의 콘크리트 피복 블록

⇒ 현행 「3.2.1 라. 안쪽 및 바깥쪽 소단」 (p.237) ②의 해설내용을 보완한다.

바깥쪽 상부소단은 시공 중 운반로 역할과 단면완성 후 파랑을 효율적으로 감쇄할 수 있도록 적정한 나비를 택하여야 하며 나비폭의 추산은 다음과 같다.

- 강한 쇄파시  $B = 4H_s$      $H/L_o > 0.03$

- 약한 쇄파시  $B = 0.25L_0$

여기서,  $H_s$  : 유의파고  $L_0$  : 심해파장

⇒ 현행 「2) 도로표고」 (p.237)의 해설내용을 보완한다.

도로의 표고는 방조제의 내측에 설치하는 경우 고조위나 홍수위에 침수되지 않고 침윤선이 노상층이하 이어야 하고 그 지역의 동결심도를 고려하여야 하며 제체 침하에 따른 상기조건을 영향을 받지 않도록 하기 위하여 충분히 안정된 후에 여유고를 고려하여 표고를 결정한다. 또한, 금강하구둑과 같이 방조제 둑마루부에 설치하는 경우에는 월파, 비말과 도로면의 빙설에 따른 안전성을 최우선으로 고려, 계획하여야 한다. 한편, 배수갑문의 도로표고는 방조제도로 표고를 일반적인 기준으로 하며 도로폭은 향후 동 지역의 발전계획을 고려하여 도로폭을 확보하는 방안이 충분히 검토 결정되어야 하겠다.

⇒ 현행 「그림 3.70 과 그림 3.71」 (p.244)의 그림번호를 수정하고 현행 그림 3.71은 전체를 삭제한다.

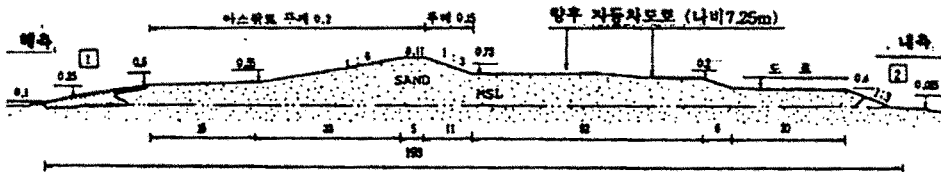


그림 3.70 아스팔트 피복

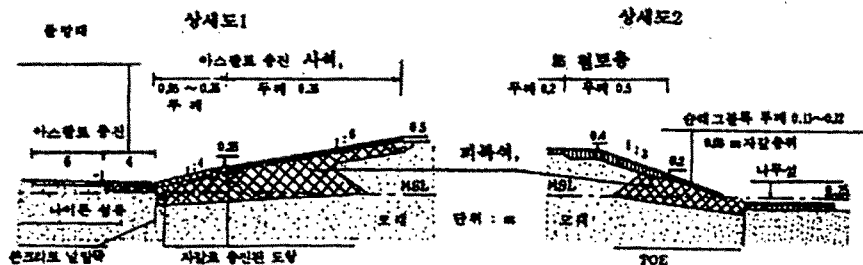


그림 3.71 아스팔트 피복 상세도

⇒ **현행 p.261 「상 10열」** 다음에 다음내용을 신설 삽입한다.

다) 제체활동에 안전한 연장

바닥다짐공의 적절한 연장의 산출은 수심유속, 시공조건, 유향, 기초지반의 지질 및 토질 심도등 복잡한 제반인자로 인하여 모형실험을 통하여 결정하는 것이 가장 이상적이나 기초설계를 위해서는 풍화대 층까지 세굴된다는 가정하에 제체의 활동에 대한 안전이 확보될 수 있는 충분한 연장이 되어야 하며 바닥다짐공 연장은 세굴추정 심도의 6배정도를 택한다.

⇒ **현행 「그림 3.85와 그림 3.86」 (p.262)의 그림번호와 명칭을 보완 한다.**

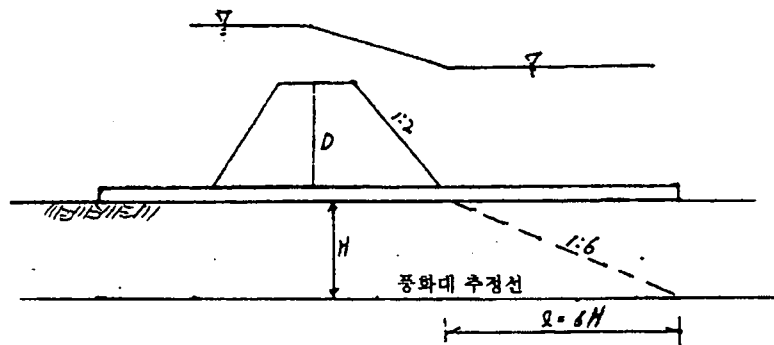


그림 3.85 세굴심도를 고려한 바닥다짐공 연장

⇒ **현행 3.42 끝막이 구간」**의 「가. 위치선정」 해설내용 중 “방조제 노선에 서 끝막이 구간은”(p.351)의 내용을 다음과 같이 보완한다.

방조제 노선에서 끝막이 구간은 다음사항을 고려하여 선정하여야 한다.

⇒ **현행 p.352의 상 2열의 ㉠항의 내용을 다음과 같이 보완한다.**

끝막이 구간을 유출입하는 조류속은 대조기와 소조기의 최대 유속을 고려하여 기초지반의 세굴이 최소화할 수 있는 구간을 선정해야 한다.

⇒ 현행 「표 3.40」 (p.359) 내용을 추가 및 보완한다.

표 3.40 끝물막이공 실예

| 방조제명             | 끝물막이<br>위치 | 끝물막이 연장 |          | 조석량   | 최대 유속    |      | 끝물막이<br>시기 |
|------------------|------------|---------|----------|-------|----------|------|------------|
|                  |            | 연장      | Sill 표고  |       | 표고       | 유속   |            |
| 동진강<br>아산남양      | 중앙부        | m       | m        | 백만 m' | EL.m     | m/s  | '73. 2     |
|                  | 중점부        | 1,000   | (-) 8.80 | 150   | (-) 3.0  | 5.66 |            |
|                  | 중앙부        | 900     | (-) 20.0 | 115   | (-) 4.0  | 5.70 |            |
| 삼교천<br>영산강<br>대호 | 시점 1/3     | 1,000   | (-) 18.0 | 120   | (-) 2.0  | 5.28 | '78. 3     |
|                  | 중앙부        | 500     | (-) 13.7 | 200   | (-) 1.0  | 3.82 | '84. 2     |
|                  | 중앙부        | 1,000   | (-) 21.8 | 230   | (-) 3.0  | 5.95 | '83. 1     |
| 금강<br>영암<br>금호   | 중앙부        | 400     | (-) 10.9 | 100   | (-) 5.0  | 4.23 | '88. 1     |
|                  | 중앙부        | 300     | (-) 17.0 | 306   | (-) 20.0 | 4.72 | '91. 4     |
|                  | 중앙부        | 300     | (-) 16.0 | 160   | (-) 16.0 | 4.44 | '94. 3     |
| 석문<br>시화         | 중앙부        | 300     | (-) 41.6 | 966   | (-) 35.0 | 7.4  | '91. 11    |
|                  | 중앙부        | 1,200   |          |       |          |      | '94. 1     |

⇒ 현행 「상 12열의 표 3.41」 (p.361)을 보완한다.

다) 기설지구에 대한 분석

표 3.41 기시공지구의 바닥다짐표고에 대한 분석

| 구 분           | 단위                | 남양    | 아산    | 삼교천   | 대호    | 영산강    | 금강    | 시 화    | 영산강<br>Ⅲ-1 | 영산강<br>Ⅲ-2 |
|---------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|------------|------------|
| 1. 규 모        |                   |       |       |       |       |        |       |        |            |            |
| ○ 방조제 연장      | m                 | 2,060 | 2,564 | 3,360 | 7,807 | 4,350  | 1,541 | 12,676 | 2,219      | 2,112      |
| ○ 평균조위담수면적    | ha                | 2,530 | 3,500 | 2,830 | 7,648 | 10,800 | 3,650 | 16,000 | 4,286      | 2,330      |
| ○ 유출입조석량(최대)  |                   |       |       |       |       |        |       |        |            |            |
| - 대 조         | 백만 <sup>3</sup> m | 115   | 150   | 120   | 230   | 200    | 100   | 966    | 306        | 160        |
| - 소 조         | 백만 <sup>3</sup> m | 56    | 70    | 55    | 95    | 100    | 46    | 344    | 172        | 90         |
| ○ 최저 지반고      |                   |       |       |       |       |        |       |        |            |            |
| - 원 지 반       | EL.m              | -8.0  | -8.8  | -9.5  | -21.8 | -13.7  | -3.0  | -18.1  | -26.2      | -22.6      |
| - 끝막이 시       | EL.m              | -20.0 | -8.8  | -18.0 | -21.8 | -13.7  | -10.9 | -41.6  | -17.0      | -16.0      |
| 2. 끝막이바닥다짐    |                   |       |       |       |       |        |       |        |            |            |
| - 계획표고        | EL.m              | 0.0   | -3.0  | -1.0  | -10.0 | -2.0   | -7.0  | -6.0   | -20.0      | -16.0      |
| - 시공표고        | EL.m              | -10.0 | -4.0  | -18.0 | -10.0 | -6.0   | -7.0  | -41.6  | -17.0      | -16.0      |
| 3. 계획한끝막이 연장  | m                 | 900   | 1,000 | 1,000 | 600   | 500    | 400   | 1,700  | 300        | 300        |
| 4. 계획한 연장지    |                   |       |       |       |       |        |       |        |            |            |
| - 최대유속발생시바닥   | EL.m              | -4.0  | -3.0  | -2.0  | -3.0  | -1.0   | -5.0  | -35.0  | -20.0      | -16.0      |
| 다짐공 표고        | m/s               | 5.70  | 5.66  | 5.28  | 5.95  | 3.82   | 4.23  | 7.4    | 4.72       | 4.44       |
| -최대유속         |                   |       |       |       |       |        |       |        |            |            |
| 5. 계획바닥다짐공표고에 | m/s               | 4.40  | 5.66  | 5.08  | 2.94  | 3.41   | 4.60  | 6.2    | -          | -          |
| 서의 최대유속       |                   |       |       |       |       |        |       |        |            |            |
| 6. 최대유속발생시바닥다 | m                 | -4.0  | -     | -1.0  | 7.0   | 1.0    | 2.0   | -29.0  |            |            |
| 짐공 표고와계획다짐공의  |                   |       |       |       |       |        |       |        |            |            |
| 표고차           |                   |       |       |       |       |        |       |        |            |            |
| 7. 최대유속발생표고 이 |                   |       |       |       |       |        |       |        |            |            |
| 하 유속상태        |                   |       |       |       |       |        |       |        |            |            |
| - 1.0m 아래     | m/s               | 5.55  | 5.61  | 5.01  | 2.90  | 3.41   | -     | -      | -          | -          |
| - 2.0m 아래     | m/s               | 5.40  | 4.50  | 4.51  | 2.78  | 3.04   | -     | -      | -          | -          |
| - 3.0m 아래     | m/s               | 3.94  | 3.94  | 3.18  | 2.64  | 2.80   | -     | -      | -          | -          |
| 8. 평균 간조위     | EL.m              | -3.07 | 3.18  | -3.18 | -2.63 | -1.43  | -1.93 | -2.83  | -1.50      | -1.50      |
| 9. 대조평균간조위    | EL.m              | -4.53 | -4.46 | -4.46 | -3.65 | -1.79  | -2.63 | -3.94  | -1.90      | -1.90      |
| 10. 최대유속발생표고  | EL.m              | 0.53  | 1.46  | 1.46  | 0.65  | 0.79   |       |        |            |            |

⇒ 현행 p.364의 상 8열에서 11열까지의 내용을 다음과 같이 보완한다.

“끝막이 기간중의 마지막 대조기간이 가장 수리상황이 불리하다. 이 기간중의 수리 조건은 통수단면적이 클수록 안전하며 작을수록 유속이 크게 발생된다.

그러므로 큰 통수단면적으로 대조기를 무난히 넘기고 소조기간 중 시공능력을 극대화 시켜 가장 유리한 상황에서 끝막이를 완수하게 하기 위하여는 다음 사항을 검토하여야 한다.

⇒ 현행 p.364의 「상 14열 이하에」, 「상 18열 이하에」 다음과 같은 내용을 추가 삽입한다.

**<상 14열 이하>**

이외에도 인근주민의 민원에 의한 속도제한, 적재량 통제 등 운반능력에 제한을 주는 요소가 있다.

**<상 18열 이하>**

끝막이 기간은 유속이 빠르고 수위차가 크며 흠수심이 얕기 때문에 해상시공능력은 급속도로 감소되며 어업권 등의 민원으로 선박운항에 제한요소가 있다.

(3) 끝막이 기간중 시공능력 판단

끝막이 기간중 시공능력을 극대화하기 위하여는 육상, 해상운반능력을 적정하게 계획하여야 한다. 끝막이 기간중의 최대시공능력은 시행지구의 특성에 따라 큰 차이가 있으나 기 시행지구의 실적을 검토하여 시행지구 실정에 부합되도록 계획함이 좋다.

⇒ 현행 p.364 「하 10열 이하」는 다음 내용으로 보완한다.

나) 끝막이 기간의 검토

끝막이 연장과 Sill표고가 결정되면 끝막이 시행계획의 검토와 끝막이 시공기간이 결정된다. 끝막이 기간의 결정요소는 끝막이 유속과 시공재료의 적정성, 끝막이 계획물량에 대한 계획, 유속기간내 시공능력이 가장 중요하고 준공계획, 담수화계획, 보상계획등도 끝막이 기간 설정에 중요한 역할을 한다. 일반적으로 끝막이 기간은 단기 끝막이인 경우에는 조차가 큰 서해안에서는 「7일」, 비교적 조차가 적은 남해안에서는 「7~9일」이 적합하고, 장기 끝막이인 경우에는 소조기와 중조기에 끝막이를 하고 대조기에는 시공단면과 기초지반의 유실과 세굴부분을 보강하여 다음 중조, 소조기를 대비하면서 최종단계에는 단기 끝막이와 같이 끝막이를 완료하는 것으로 계획한다.

⇒ 현행 「마」 기설지구의 사례」 V(p.366)의 (1), (2) 이하에 (3)항을 신설한다.

(3) 기설지구의 사례

① 육상운반 차량규격현황

| 지구별    | 구분 | 단 위   | 성 토   | 사 석   |       | 부기 |
|--------|----|-------|-------|-------|-------|----|
|        |    |       |       | 일 반   | 끝 막 이 |    |
| 삼 교 천  | t  | 8     | 8     | 8     |       |    |
| 영 산 강  | t  | 8     | 8     | 8     |       |    |
| 대 호    | t  | 15    | 15    | 15    |       |    |
| 석 문    | t  | 15    | 15    |       |       |    |
| 금 강    | t  | 20    | 15~20 | 20    |       |    |
| 시 화    | t  | 15~23 | 15~23 |       |       |    |
| 서 산(A) | t  | 15~30 | 15~30 | 15~30 |       |    |

② 기시공지구 끝막이 시공실적

| 구 분          | 방조제    | 단위           | 아 산 방조제    | 삼교천 방조제    | 영산강 방조제      | 대 호 방조제      | 영 암 방조제  | 금 호 방조제    | 시화 1 방조제 |
|--------------|--------|--------------|------------|------------|--------------|--------------|----------|------------|----------|
| 하루 평균 투입물량   | m'     | 1,742        | 8,238      | 7,974      | 34,670       | 28,000       | 16,370   | 26,578     |          |
| 하루 최대 투입물량   | m'     | 3,200        | 11,040     | 13,929     | 38,309       | 28,000       | 16,370   | 40,055     |          |
| 비측 여유 물량     | m'     | -            | 34,800     | 38,000     | 312,000      | 22,000       | 13,500   | 18,136     |          |
| 하루 장비 투입(덤프) | 대 (용량) | 42 (6t)      | 124 (6~8t) | 45 (8~10t) | 132 (10~16t) | 75 (15t)     | 37 (15t) | 142 (15t)  |          |
| 하루 장비 투입(바지) | 대      | 3 (150~200t) | 7 (300t)   | 2 (700t)   | 5 (500~800t) | 4 (500~800t) | 2 (500t) | 1 (1,000t) |          |



⇒ 현행 「나) 조류속과 바닥다짐공 재료의 크기」 (p.368)해설내용을 보완한다.

나) 조류속과 사석직경 및 중량

① Netherlands식

○ 바닥다짐공 재료의 크기

$$\Delta \cdot D_m > \alpha \cdot V^2 / 2g \dots\dots\dots (3-163)$$

$$D_m = (W / \rho_s)^{1/3} \dots\dots\dots (3-164)$$

여기서,  $\Delta$  :  $(\rho_s - \rho_w) / \rho_w$

$V$  : 유속 (m/s)

$g$  : 중력가속도 (9.8m/ s<sup>2</sup>)

$D_m$  : 사석의 가상직경(m)

$\rho_s$  : 사석의 단위중량 (kg/m<sup>3</sup>)

$\rho_w$  : 물의 단위중량 (kg/m<sup>3</sup>)

$\alpha$  : 접근유속 계수(0.2~1.4)

- 난류현상이 적을 때 : 0.2

- 난류현상일 때 : 0.5

- 난류현상이 클 때 : 1.4

$W$  : 사석의 중량 (kg/개)

○ 끝막이 축조재료의 중량

$$W = \frac{\gamma_r}{\gamma_r - 1} \cdot V^6 \cdot A \dots\dots\dots (3-165)$$

여기서,  $W$  : 축조재료의 평균 중량(kg/개)

$\gamma_r$  : 재료의 비중

$A$  : 계수(0.04~0.05)

$V$  : 유속(m/sec)

② Isbash식

$$W = \frac{\pi \gamma_r V^6}{48g^3 y^6 (S_{r-1})^3 (\cos \theta - \sin \theta)^3} \dots\dots\dots (3-166-1)$$

여기서,  $V$  : 유속 (m/sec)

- y : 피복석의 시공상태에 따른 계수  
(노출된 경우 0.86, 흙에 묻힌 경우 1.2)
- W : 사석의 단위중량(ton)
- g : 중량가속도 (9.8m/ sec<sup>2</sup>)
- S<sub>y</sub> : 사석의 비중
- θ : 수평에 대한 비탈기울기(°)

③ Shield 식

$$\Delta D_n = \frac{\gamma (ku)^2}{(C\phi K_s^2)} \dots\dots\dots (3-166-2)$$

- 여기서, γ : 안정계수(1.2)
- k : 난류계수(1.1)
- u : 유속(m/sec)
- D<sub>n</sub> : 사석의 가상직경
- C : Chezy의 조도계수

φ : 사석의 안식각(40°)

$$K_s = [ \cos \theta (1 - (\tan \theta / \tan \phi)^2)^{\frac{1}{2}} ]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (3-166-3)$$

θ : 방조제 선단부의 비탈경사

$$C = 18 \log(6h/D_n) \dots\dots\dots \text{Chezy} \dots\dots\dots (3-166-4)$$

$$C = 25(h/2D_n)^{0.166} \dots\dots\dots \text{Strickler} \dots\dots\dots (3-166-5)$$

h : 수심

④ 공식의 적용시 유의사항

- 화란의 간이공식의 값이 점측식인 경우 가장 적게 산정된다.
- 최대유속이 5.0.m/sec를 초과할 시는 Isbash 공식으로 산출된 값을 신중히 검토하여 사용하여야 한다.
- 수심과 조도계수의 영향을 고려한 Shields 공식 사용이 바람직함.

표 3.41(b) 유속-사석직경-중량(점고 및 상고응) 비교

| 공식<br>유속 | 화란                 |        | Isbash             |        | Shields            |        |
|----------|--------------------|--------|--------------------|--------|--------------------|--------|
|          | D <sub>m</sub> (m) | T(ton) | D <sub>m</sub> (m) | T(ton) | D <sub>m</sub> (m) | T(ton) |
| 1.0m/s   | 0.04               | 0.0002 | 0.03               | 0.0001 | 0.034              | 0.0001 |
| 2.0      | 0.14               | 0.0073 | 0.14               | 0.0073 | 0.135              | 0.0066 |
| 3.0      | 0.32               | 0.0868 | 0.32               | 0.083  | 0.305              | 0.075  |
| 4.0      | 0.57               | 0.491  | 0.56               | 0.47   | 0.541              | 0.421  |
| 5.0      | 0.89               | 1.868  | 0.88               | 1.79   | 0.846              | 1.605  |
| 6.0      | 1.27               | 5.428  | 1.26               | 5.33   | 1.218              | 4.791  |
| 7.0      | 1.74               | 13.96  | 1.72               | 13.45  | 1.658              | 12.08  |
| 8.0      | 2.27               | 31.00  | 2.25               | 29.97  | 2.166              | 26.92  |
| 9.0      | 2.87               | 62.65  | 2.84               | 60.75  | 2.741              | 54.58  |
| 10.0     | 3.54               | 117.6  | 3.50               | 114.4  | 3.384              | 102.7  |

표 3.41 (c) 유속-사석직경-중량(점축식) 비교

| 공식<br>유속 | 화란                 |        | Isbash             |        | Shields            |        |
|----------|--------------------|--------|--------------------|--------|--------------------|--------|
|          | D <sub>m</sub> (m) | T(ton) | D <sub>m</sub> (m) | T(ton) | D <sub>m</sub> (m) | T(ton) |
| 1.0m/s   | 0.05               | 0.0003 | 0.07               | 0.0004 | 0.050              | 0.0004 |
| 2.0      | 0.18               | 0.015  | 0.28               | 0.029  | 0.208              | 0.024  |
| 3.0      | 0.41               | 0.183  | 0.62               | 0.33   | 0.469              | 0.273  |
| 4.0      | 0.72               | 0.989  | 1.11               | 1.89   | 0.834              | 1.536  |
| 5.0      | 1.13               | 3.824  | 1.73               | 7.21   | 1.303              | 5.861  |
| 6.0      | 1.62               | 11.27  | 2.49               | 21.48  | 1.876              | 17.50  |
| 7.0      | 2.21               | 28.60  | 3.39               | 54.19  | 2.554              | 44.13  |
| 8.0      | 2.88               | 63.30  | 4.43               | 120.76 | 3.335              | 98.33  |
| 9.0      | 3.65               | 128.9  | 5.61               | 244.77 | 4.221              | 199.4  |
| 10.0     | 4.51               | 242.10 | 6.92               | 460.54 | 5.212              | 375.1  |

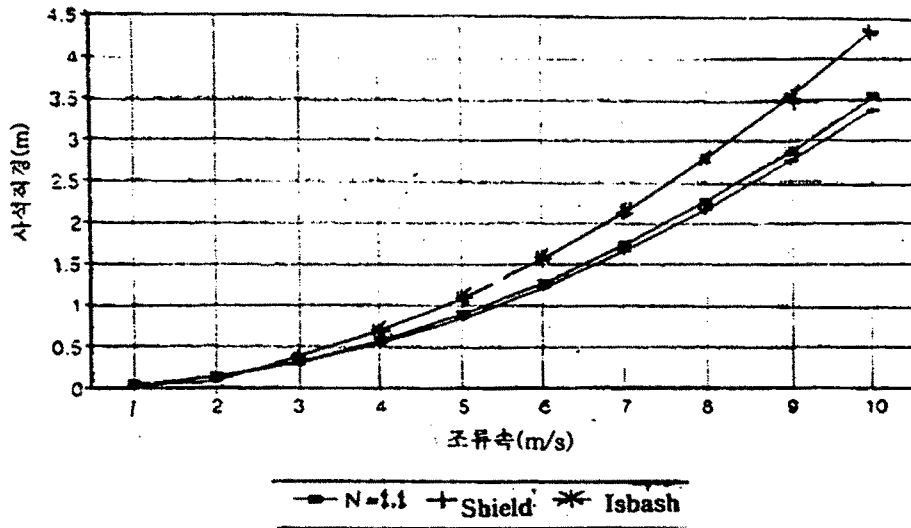


그림 3.153.1 유속-사석 직경 관계도 (점고 및 상고용)

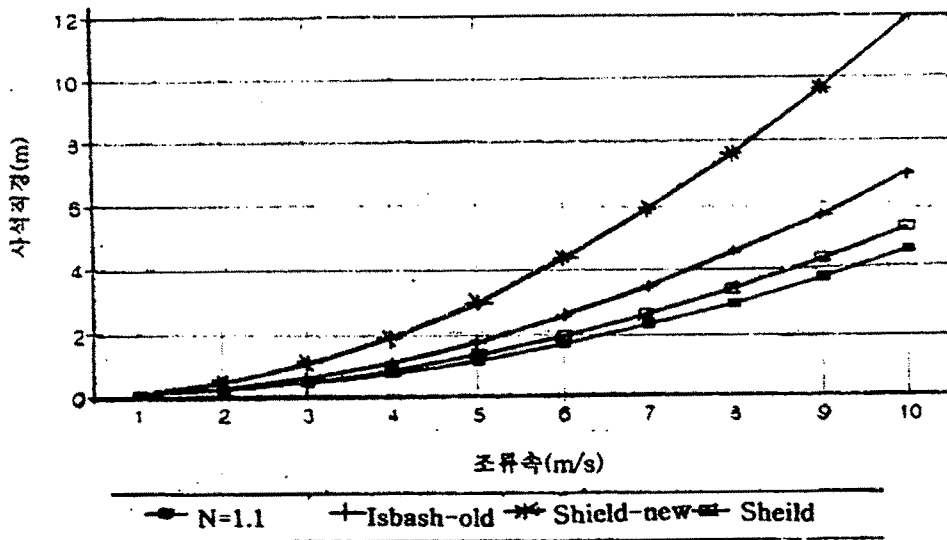


그림 3.153.2 유속-사석 직경 관계도 (점축용)

⇒ 현행 「표 3.47」 (p.370)의 내용을 보완한다.

표 3.47 기설지구 끝막이구간 바닥다짐공 시공사례

| 지구명 | 물막이공법 | 바닥다짐공    |                   | 물받이연장   |         | 끝막이시기 |
|-----|-------|----------|-------------------|---------|---------|-------|
|     |       | 두께       | 축조재료              | 내측      | 외측      |       |
| 아산  | 점축식   | m<br>1.0 | 돌망태 70%<br>사석 30% | m<br>25 | m<br>25 | 73.2  |
| 삼교천 | 점축식   | 2.0      | 사석 30%            | 26      | 22      | 78.3  |
| 영산강 | 점고후점축 | 1.5      | 돌망태 30%<br>사석 70% | 43      | 37      | 84.2  |
| 대호  | 점축식   | 2.0      | 돌망태 50%<br>사석 50% | 32      | 32      | 83.1  |
| 금강  | 점축식   | -        | -                 | -       | -       | 88.1  |
| 시화1 | 점축식   | 2.0      | 돌망태 25%<br>사석 75% | 88      | 88      | 93.2  |
| 시화2 | 점축식   | 2.0      | 돌망태 25%<br>사석 75% | 55      | 55      | 94.1  |
| 영암  | 점축식   | 2.0      |                   | 43      | 53      | 91.4  |
| 금호  | 점축식   |          |                   |         |         | 94.3  |

⇒ 현행 「사. 대형 철푸레임 사석채우기 공법」 (p.384) 다음에 「아)항」 을 신설 보완한다.

아) 투하재료 개당중량 증대와 시공능력 극대화

끝막이 개방구간의 조류속이 6m/s 이상 발생되는 5ton 규모의 돌망태와 대석을 혼합하여 사용하되 돌망태는 4~5개를 와이어 로프로 묶어 유속을 크게 받는 지점에 투입하고 유속을 작게 받는 지점에는 대석을 투입하면서 해상부에는 개폐식 바지와 평바지로 시공침단부와 깊은 구간에 정조매를 이용하여 점고 시공하고 육상에서는 덩

프트력으로 사석 및 돌망태를 점착시공하는 공법을 말하며 이는 「시화지구」 끝막이에서 처음시도되어 성공적인 성과를 거둘 수 있었다. 이 공법에서 사용한 돌망태는 지금까지 사용된 원통형 철선 돌망태와는 달리 사각형으로 제작된 철선 돌망태에 채움사석을 놓고 설날 복주머니 끈과 같이 wire rope를 엮어서 잡아당겨 돌망태를 쉽게 다량 제작할 수 있는 특성을 가진 돌망태 즉, 「복주머니」 형식으로 형태와 규격을 새롭게 하였고 제작도 90%이상 장비를 사용할 수 있으며 여러개를 엮는 방법도 종전에는 철근을 사용하였으나 이제는 유연성있는 와이어 로프로 연결하므로써 작업이 용이하고 돌망태들이 일체가 되도록 할 수 있는 장점을 가지고 있다.

⇒ 현행 「그림 3.162」 는 삭제한다.

⇒ 현행 「표 3.44 기시공 방조제의 사석독마루 표고분석」 (p.385)내용을 보완한다.

표 3.44 기시공방조제의 사석 독마루 표고 분석

| 번호 | 구 분     | 단위 | 남 양  | 아 산  | 삼교천  | 영산강  | 대 호  | 금강   | 시화   |
|----|---------|----|------|------|------|------|------|------|------|
| 1  | 설계 고조위  |    | 5.20 | 5.42 | 5.36 | 4.84 | 4.64 | 4.20 | 5.20 |
| 2  | 과 고     |    | 1.47 | 1.67 | 1.42 | 1.96 | 2.30 | 1.33 | 2.32 |
| 3  | ① + ②   |    | 6.67 | 7.09 | 6.78 | 6.80 | 6.94 | 5.53 | 7.52 |
| 4  | 약최고만조위  |    | 5.20 | 5.20 | 5.20 | 4.30 | 4.41 | 3.36 | 4.66 |
| 5  | 대조평균만조위 |    | 4.28 | 4.46 | 4.46 | 3.74 | 3.72 | 2.82 | 3.97 |
| 6  | 사석독마루표고 |    | 5.0  | 5.0  | 5.0  | 4.0  | 4.5  | 4.0  | 5.0  |
| 7  | ① - ⑥   |    | 0.20 | 0.42 | 0.36 | 0.84 | 0.14 | 0.20 | 0.20 |
| 8  | ③ - ⑥   |    | 1.67 | 2.09 | 1.78 | 2.80 | 2.44 | 1.53 | 2.52 |
| 9  | ④ - ⑥   |    | -    | 0.20 | 0.20 | 0.30 | 0.09 | 0.64 | 0.34 |
| 10 | ⑥ - ⑤   |    | 0.72 | 0.54 | 0.54 | 0.26 | 0.78 | 1.18 | 1.03 |

# 제 4 장 관 수 로 편

## 제 4 장 관 수 로

### 4.1 개정의 동기

관수로 부분은 현행 농지개량사업계획설계기준 「수로공 편」의 일부로 포함되어 1988년에 제정되었다.

관수로는 토지가격의 상승에 따른 용지절약 측면에서, 또 용수가치의 상승에 따른 용수손실방지의 측면에서, 그리고 유지관리의 편리라는 측면에서 그 이용이 크게 증가하고 있고, 앞으로 우리나라 흙수로의 개량이라는 관점에서 많은 수로가 관수로의 대상으로 남아있다.

또, 재료와 기계의 발전에 따라 이용할 수 있는 관의 종류도 다양화되었고 대구경 관의 이용도 증가하고 있다.

이와같은 상황에 맞추어 관수로 기술의 발전이 이루어졌고 이에 부응하여 설계기준의 보완이 필요하게 된 것이다.

### 4.2 개정의 주안점

향후 계획설계기준 관수로편의 전면적인 개정에 대비하여 우선 현행 관수로 기준의 부적합한 용어, 오자, 오기, 공식의 오류를 수정하고, 단위를 수정하였으며, 필요한 내용의 추가 및 이에 따른 목차의 재편성을 하였다.

- (1) 오자, 탈자, 오기의 수정 : 용어사용의 부적절, 오자, 공식의 오류 등을 수정
- (2) 측정단위의 수정 : “계량 및 측정에 관한 법률”에 따라 수정
- (3) 내용의 변경 및 보충 : 사용관의 종류 등의 내용을 변경 또는 추가
- (4) 목차의 재편성 : “4.11.3 구조설계”와 “4.11.5 시공”에 대한 목차 재편성

### 4.3 개정사항 개요

#### 4.3.1 오자, 탈자, 오기의 수정

당초 발간의 인쇄 오자와 누락, 외국어의 부실 번역 또는 발음에 따른 오기, 내용의 잘못 등을 수정하였다. 예로, 관수로 형식에서 오픈형, 크로스형, 반크로스형 등은 잘못된 표현이며 더크타일은 틀린 발음으로 기록되어 있다. 공식에서도 오자와 탈자가



많이 있어 수정하였다. (표 4.1 참조)

#### 4.3.2 측정단위의 수정

측정단위는 법률 제4528호(1992.12.8 “계량 및 측정에 관한 법률”)에 맞추어 수정하였다. 첫째는 단위를 표시하는데 있어서의 오류로 시간의 단위인 sec를 법률에 맞도록 s로 바꾸었고, 둘째는 하중을 나타내는 단위로 종래의 kg 또는 t에서 kgf 또는 tf로 바꾸었다. (표 4.2 참조)

#### 4.3.3 내용의 수정, 삭제 및 보완

일부 중복되거나 다른 부분에서 다룰 부분을 삭제하였고 추가적인 내용의 보충을 하였다. 특히, 사용관의 종류 등을 수정 보충하였다. 그리고 항목의 제목도 일부 수정하였다. (표 4.3 참조)

#### 4.3.4 목차의 재편성

일부 수정에 따라 목차의 재편성을 하였다. 종래에 일반사항, 수리시설, 구조설계, 부대구조물, 시공의 5개 주 항목은 그대로 두고 구조설계의 일부 목차와 시공의 전체 세부 목차를 수정 하였다. (표 4.4 참조)

표 4.1 오자, 탈자, 오기 수정표(1)

| 현행기준<br>목차 | 현행기준내용              | 수정된 내용            | 현행기준<br>페이지 | 줄                               |
|------------|---------------------|-------------------|-------------|---------------------------------|
| 4.11.1     |                     |                   |             |                                 |
| 가.         | 것이이                 | 것이                | 516         | 하11                             |
|            | 水送                  | 輸送                | "           | 하 2                             |
| 다.         | 流体水送                | 流體輸送              | 517         | 하10                             |
|            | 오픈형, 크로스형,<br>半크로스형 | 개방형, 폐쇄형,<br>반폐쇄형 | 518         | 하2, 하1                          |
|            | "                   | "                 | 519         | 1, 2, 10, 11,<br>15, 16, 18, 19 |
|            | "                   | "                 | 520, 521    | 표4.69                           |
|            | "                   | "                 | 521         | 하1                              |
|            | "                   | "                 | 522         | 그림4.164                         |
|            | "                   | "                 | 523         | 하10                             |
|            | "                   | "                 | 524         | 하7                              |
|            | "                   | "                 | 526         | 표, 하7, 하4, 하1                   |
|            | "                   | "                 | 527         | 2, 4, 11, 13, 17, 21            |
|            | "                   | "                 | 530         | 그림4.166                         |
|            | "                   | "                 | 531         | 8, 9, 10, 12                    |
| 라.         | 오픈형                 | 개방형               | 533         | 표4.70                           |
|            | 撓性管                 | 가요성관              | "           | "                               |
|            | 덕타일                 | 덕타일               | 534, 535    | "                               |
|            | 모르타르                | 모르터               | 534         | "                               |
|            | ducktile            | 덕타일               | 535         | "                               |
|            | PR형                 | RR형               | 536         | 하7                              |
| 4.11.2     |                     |                   |             |                                 |
| 나.         | 水利設計                | 水理設計              | 539         | 1                               |
|            | 水平衡力                | 不平衡力              | 541         | 3                               |
|            | 오픈형, 크로스형,<br>半크로스형 | 개방형, 폐쇄형,<br>반폐쇄형 | "           | 5, 9, 15, 17                    |
|            | 모르타르라이닝             | 모르터 라이닝           | 545         | 표 4.74                          |
|            | h.절대조도              | k, 절대조도           | 548         | 그림 4.169                        |
|            | 還移領域                | 遷移領域              | "           | "                               |
|            | 無觀                  | 無關                | "           | 하8                              |
|            | K/D                 | k/D               | "           | 하8, 하6, 하1                      |

표 4.1 오자, 탈자, 오기 수정표(2)

| 현행 기준 목차 | 현행 기준 내용  | 수정된 내용  | 현행 기준 페이지                                 | 줄                                    |
|----------|---|---|---|--------------------------------------|
| 나.       | $\frac{1}{\sqrt{f}} = 2.03 \log \left( \frac{D}{2K} \right) + 1.74$<br>$2K/D$<br>(공식 4.154)에서<br>$Re = \frac{VD}{V}$  | $\frac{1}{\sqrt{f}} = 2.03 \log \left( \frac{D}{k} \right) + 1.138$<br>$2k/D$<br>공식중에서 $\nu$ 는 $V$ 로 수정<br>$Re = \frac{VD}{\nu}$  | 549<br>"<br>"<br>550                      | 표 4.75<br>"<br>하2, 하1<br>그림 4.170    |
|          | 매닝 공식 $\pi D^{-1/6}$<br>$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2.03 \log_{10}(Re \cdot \sqrt{f}) - 0.8$<br>$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2.03 \log_{10} \left( \frac{D}{2k} \right) + 1.74$<br>$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1.74 - 2 \log_{10} \left( \frac{2h}{D} + \frac{18.7}{Re\sqrt{f}} \right) + \frac{18.7}{Re\sqrt{f}}$ | 매닝 공식 $nD^{-1/6}$<br>$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2.03 \log(Re \cdot \sqrt{f}) - 0.8$<br>$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2.03 \log \left( \frac{D}{k} \right) + 1.138$<br>$\frac{1}{\sqrt{f}} = 1.74 - 2 \log \left( \frac{2k}{D} + \frac{18.7}{Re\sqrt{f}} \right)$ | "<br>"<br>"<br>"                          | "<br>"<br>"<br>"                     |
|          | $h/D$<br>$f = \frac{64i}{Re}$<br>$Re\sqrt{f} \frac{K}{D} = 200$   | $k/D$<br>$f = \frac{64}{Re}$<br>$Re\sqrt{f} \frac{k}{D} = 200$  | "<br>"<br>"                               | "<br>"<br>"                          |
|          | 그림 4.170 왼쪽 0.015가 0.014의 위치에 있음<br>K와 같은 상대조도 모르타르 라이닝관<br>c<br>계산한다<br>팜펀드<br>W<br>더크타일   | 그림 4.170 왼쪽 0.015를 한칸 위로 이동<br>k와 같은 절대조도 모르터 라이닝관<br>C<br>계산한 것이다<br>팜폰드<br>w<br>덕타일   | "<br>551<br>552<br>"<br>553<br>554<br>555 | "<br>하12<br>표 4.76<br>하 7<br>4<br>하2 |
| 다.       | $H_{max} = \frac{aV_0}{g}$<br>比 $\frac{(H)_{max}}{H_0}$<br>$\frac{(H')_{max}}{H_0}$<br>좌측 눈금 수자 위치 오기 (0.2, 0.3, 0.4, 0.5)<br>$K = \frac{gH_{max}}{aV_0}$   | $\frac{(H)_{max}}{H_0}$<br>삭제<br>$\frac{H_{max}}{H_0}$<br>좌측 눈금 수자를 한칸씩 위로 이동<br>$K = \frac{gH_{max}}{aV_0}$  | 556<br>559<br>560<br>"<br>562             | 식 4.157<br>그림 4.173<br>"<br>"        |

표 4.1 오자, 탈자, 오기 수정표(3)

| 현행기준<br>목차 | 현행기준내용   | 수정된 내용  | 현행기준<br>페이지 | 줄                  |
|------------|--|---|-------------|--------------------|
| 다.         | 식(4.160)   | 식(4.159)  | 563         | 10                 |
|            | $g \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial t} = 0$  | $g \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial t} = 0$   | "           | 12                 |
|            | 公役方程式  | 共軛方程式   | "           | 식 4.161            |
|            | 오픈형, 크로스형,   | 개방형, 폐쇄형,   | 564         | 15                 |
|            | 半크로스형  | 반폐쇄형  | 575         | 7, 9               |
|            | t  | T   | 564         | 2                  |
|            | (KW)   | (kW)  | 565         | 14, 15, 16, 17, 18 |
|            | (GD <sup>2</sup> )   | (GD <sup>2</sup> ) <sub>1</sub>   | "           | 하6, 하4             |
|            | 비중   | 단위중량  | 566         | 하3                 |
|            | 관로규정유량   | 관로규정유속  | 573         | 6                  |
| 4.11.3     |  |   |             |                    |
| 가.         | $H \geq \frac{\pi D_c}{4} \cdot \dots$   | $H \geq \frac{\pi D_c^2}{4} \cdot \dots$  | 576         | 12                 |
|            |  |   |             |                    |
| 다.         | 허무러지지<br>$P_H = R \cdot w \cdot h$   | 허물어지지<br>$P_h = K \cdot w \cdot h$  | 584         | 하7                 |
|            |  |   | 587         | 8                  |
| 라.         | H<br>D <sub>c</sub><br>스판글러<br><br>더크타일<br>Boussinesco<br>카타필라<br>오픈형, 크로스형,<br>半크로스형<br>許用<br>撓性管<br>$\sigma = \dots$<br>$\Delta X = \sigma \times 2R/100$<br>(%)<br>더크타일<br>"<br>요성관 | $\frac{H}{D_c}$<br>스팽글러<br><br>덕타일<br>Boussinesco<br>캐터필러<br>개방형, 폐쇄형,<br>반폐쇄형<br>許容<br>가요성관<br>$\sigma = \dots$<br>$\Delta X = \sigma \times 2R/100$<br>덕타일<br>"<br>가요성관 | 590         | 그림 4.193 b         |
|            |  |   | 592         | 5                  |
|            |  |   | 599         | 하3                 |
|            |  |   | 601         | 하9                 |
|            |  |   | 593         | 하3                 |
|            |  |   | 598         | 그림 4.198 a         |
|            |  |   | 601         | 5                  |
|            |  |   | 602         | 7, 8, 12, 13       |
|            |  |   | 610         | 3                  |
|            |  |   |             | 11, 13, 18, 24     |
|            |  |   | "           | 하10                |
|            |  |   | "           | 하6                 |
|            |  |   | 611         | 3, 4, 하10, 하8, 하4  |
|            |  |   | 612         | 7                  |
|            |  |   | 614         | 8                  |



표 4.1 오자, 탈자, 오기 수정표(5)

| 현행기준<br>목차 | 현행기준내용       | 수정된 내용    | 현행기준<br>페이지 | 줄                    |
|------------|--------------|-----------|-------------|----------------------|
| 마.         | 오픈형, 半크로스형,  | 개방형, 반폐쇄형 | 662         | 1, 3, 4              |
|            | "            | "         | 664         | 4, 하13, 하4, 하1       |
|            | "            | "         | 665         | 1, 3, 하9             |
| 바.         | 재급수전의 예      | 급수전의 예    | 666         | 6                    |
|            | 스프링 쿨러       | 스프린클러     | "           | 하1                   |
|            | 알팔과 후아밸브     | 알팔과 밸브    | "           | 그림 4.224             |
|            | 檢水器          | 檢出器       | 667         | 7, 8, 9              |
|            | 오픈형, 크로스형    | 개방형, 폐쇄형  | 668         | 하11, 하10, 하2, 하1     |
|            | 오픈불입부        | 개방불입부     | 669         | 그림 4.227             |
|            | 오픈형          | 개방형       | "           | 하1                   |
|            | 오픈형, 크로스형, 半 | 개방형, 폐쇄형, | 670         | 1, 6, 11, 12, 15, 16 |
|            | 크로스형         | 반폐쇄형      | "           |                      |
|            | 分水케이트        | 分水門       | "           | 그림 4.228             |
| 솔라노이드      | 솔레노이드        | 671       | 2           |                      |
| 半크로스형      | 반폐쇄형         | 673       | 5           |                      |
| 사.         | 크로스형, 半크로스형  | 폐쇄형, 반폐쇄형 | 674         | 9                    |
|            | 靜植位          | 靜水位       | "           | 9                    |
| 자.         | 오픈           | 개방        | 679         | 4, 5                 |
|            | 인펠러          | 임펠러       | 680         | 4                    |
|            | 임펠러          | "         | 682         | 2, 4                 |
|            | Oriffice     | Orifice   | 682         | 3                    |
|            | rcale        | scale     | "           | 하4                   |
|            | 鍊瓦           | 煉瓦        | 683         | 하4                   |
|            | 후랜지          | 플랜지       |             | 표 4.103              |
|            | 오픈형, 반오픈형    | 개방형, 반폐쇄형 | 686         | 하10                  |
|            | 오픈형          | 개방형       | 687         | 1                    |
|            | 크로스형, 반크로스형  | 폐쇄형, 반폐쇄형 | 687         | 하11                  |
|            | 스프링쿨러        | 스프린클러     | 687         | 하7, 하6               |
|            | 오픈형, 크로스형, 반 | 개방형, 폐쇄형, | 688         | 6, 7                 |
|            | 크로스형         | 반폐쇄형      |             |                      |
| 임페라        | 임펠러          |           | 하1          |                      |

표 4.2 측정단위의 수정(1)

| 현행기준<br>목차            | 현행기준내용              | 수정된 내용            | 현행기준<br>페이지 | 줄              |     |
|-----------------------|---------------------|-------------------|-------------|----------------|-----|
| 4.11.2 나.<br><br>다.   | m/sec               | m/s               | 541         | 하1             |     |
|                       |                     |                   | 542         | 표4.72, 표4.73   |     |
|                       |                     |                   | 543         | 하4             |     |
|                       |                     |                   | 555         | 8              |     |
|                       |                     |                   | 559         | 하9, 하7         |     |
|                       |                     |                   | 560         | 5              |     |
|                       |                     |                   | 562         | 하11            |     |
|                       |                     |                   | 573         | 1, 2           |     |
| 4.11.3 마.             |                     |                   |             | 630            | 9   |
|                       |                     |                   |             | 636            | 12  |
| 4.11.4 나.<br><br>다.   | cm/sec              | cm/s              | 648         | 표 4.99         |     |
|                       |                     |                   | 650         | 15, 16, 하5, 하4 |     |
|                       |                     |                   | 651         | 하5, 하1         |     |
| 4.11.3 마.             |                     |                   | 630         | 9              |     |
| 4.11.2 나.<br><br>다.   | m/sec <sup>2</sup>  | m/s <sup>2</sup>  | 543         | 1              |     |
|                       |                     |                   | 555         | 7              |     |
|                       |                     |                   | 559         | 하8             |     |
|                       |                     |                   | 560         | 6              |     |
|                       |                     |                   | 562         | 하4             |     |
|                       |                     |                   | 630         | 10             |     |
|                       |                     |                   | 636         | 13             |     |
| 4.11.2 나.<br><br>다.   | m <sup>3</sup> /sec | m <sup>3</sup> /s | 544         | 5              |     |
|                       |                     |                   | 553         | 4              |     |
|                       |                     |                   | 557         | 하10            |     |
|                       |                     |                   | 563         | 6              |     |
|                       |                     |                   | 565         | 하8             |     |
|                       |                     |                   | 573         | 2              |     |
| 4.11.4 나.<br>자.<br>차. |                     |                   |             |                | 650 |
|                       |                     |                   | 682         | 표 4.102        |     |
|                       |                     |                   | 691         | 하12            |     |
| 4.11.2 다.             | sec                 | s                 | 559         | 하6             |     |
|                       |                     |                   | 560         | 7              |     |
|                       |                     |                   | 562         | 하7, 하6         |     |
|                       |                     |                   | 573         | 4              |     |

표 4.2 측정단위의 수정(2)

| 현행기준<br>목차 | 현행기준내용             | 수정된 내용              | 현행기준<br>페이지 | 줄                 |
|------------|--------------------|---------------------|-------------|-------------------|
| 4.11.2 다.  |                    |                     | 556         | 표 4.78            |
|            |                    |                     | 557         | 표 4.79            |
|            |                    |                     | 564         | 10, 11            |
|            |                    |                     | 574         | 하8, 하7            |
| 4.11.3 나.  |                    |                     | 578         | 2, 8, 9           |
| 다.         |                    |                     | 587         | 10, 12, 16        |
|            |                    |                     | 594         | 11, 하4            |
|            |                    |                     | 600         | 3, 14, 19         |
|            |                    |                     | 601         | 1, 3              |
| 라.         |                    |                     | 604         | 하3, 하1            |
|            |                    |                     | 606         | 하3, 하2, 하1        |
|            |                    |                     | 607         | 1                 |
|            |                    |                     | 611         | 14, 15            |
|            |                    |                     | 613         | 1, 2, 9, 하12, 하11 |
|            | kg/cm <sup>2</sup> | kgf/cm <sup>2</sup> |             | 하3, 하2, 하1        |
|            |                    |                     | 614         | 하4, 하3            |
|            |                    |                     | 615         | 5, 8              |
|            |                    |                     | 616         | 표 4.90            |
|            |                    |                     | 618         | 1                 |
| 마.         |                    |                     | 619         | 5, 9              |
|            |                    |                     | 622         | 하5                |
|            |                    |                     | 624         | 표 4.95            |
|            |                    |                     | 625         | 9                 |
|            |                    |                     | 626         | 2, 4, 9, 12       |
|            |                    |                     | 627         | 5, 6              |
|            |                    |                     | 630         | 2, 4              |
|            |                    |                     | 635         | 5                 |
|            |                    |                     | 641         | 표 4.97            |
|            |                    |                     | 642         | 하8                |
| 4.11.4 마.  |                    |                     | 666         | 7, 하5, 하4         |
| 바          |                    |                     | 668         | 2                 |
|            | kg/cm <sup>2</sup> | kgf/cm <sup>2</sup> | 671         | 표 4.101           |
|            |                    |                     | 672         | 하8, 하6, 하5        |
| 사.         |                    |                     | 673         | 7, 10             |
| 4.11.5 나.  |                    |                     | 698         | 하1                |



표 4.2 측정단위의 수정(3)

| 현행기준<br>목차                   | 현행기준내용                   | 수정된 내용                    | 현행기준<br>페이지                                   | 줄  |
|------------------------------|--------------------------|---------------------------|---|--|
| 4.11.2 다.<br>4.11.4 바.       | kg/m <sup>2</sup>        | kgf/cm <sup>2</sup>       | 555<br>671                                    | 하4, 하3, 하2<br>표 101                                  |
| 4.11.3 라.<br><br>마.          | kg/cm                    | kgf/cm                    | 608<br>609<br>629<br>635                      | 하8<br>9<br>하1<br>3                                   |
| 4.11.3 라.                    | kg                       | kgf                       | 622<br>626<br>634<br>635<br>642               | 12<br>하11, 하9, 하8<br>하2<br>2<br>하12, 하11, 하10        |
| 4.11.3 마.                    | kg · cm                  | kgf · cm                  | 622<br>624                                    | 14<br>1  |
| 4.11.3 라.<br><br>마.          | kg/cm <sup>3</sup>       | kgf/cm <sup>3</sup>       | 604<br>614<br>615<br>622<br>623<br>635<br>642 | 하3<br>하2<br>1<br>하8<br>4<br>2<br>하6, 하4              |
| 4.11.3 라.                    | kg · cm/cm               | kgf · cm/cm               | 609<br>611<br>613                             | 11<br>16<br>4, 6                                     |
| 4.11.3 라.                    | kg · cm <sup>2</sup> /cm | kgf · cm <sup>2</sup> /cm | 617   | 표 4.92   |
| 4.11.3 마                     | t                        | tf                        | 635<br>636<br>637<br><br>639<br>641           | 하1<br>1<br>6, 하9, 하8, 하7,<br>하5, 하3, 하1<br>2, 7<br>1 |
| 4.11.2 다.<br>4.11.3 가.<br>마. | t/m <sup>2</sup>         | tf/m <sup>2</sup>         | 563<br>576<br>636<br>641                      | 3<br>하11, 하10<br>2, 3, 9<br>2, 8                     |

표 4.2 측정단위의 수정(4)

| 현행기준<br>목차                | 현행기준내용               | 수정된 내용               | 현행기준<br>페이지                            | 줄   |
|---------------------------|----------------------|----------------------|--|---|
| 4.11.2 다.<br>4.11.3 마.    | t/m <sup>3</sup>     | tf/m <sup>3</sup>    | 563<br>636<br>637<br>638<br>639<br>641 | 9<br>11<br>3, 4<br>4<br>8, 하5<br>3                |
| 4.11.2 다<br><br>4.11.4 다. | KW<br>KW<br>KW<br>kw | kW<br>kW<br>kW<br>kW | 565<br>571<br>572<br>656               | 하6, 하4<br>그림 4.176 a<br>그림 4.176 b<br>하10, 하9, 하8 |

표 4.3 수정 및 보완 요약

| 목 차<br>번호    | 보완해야할 부분의 현<br>행내용                                     | 쪽       | 줄             | 보완의 방향  |
|--------------|--|---------|---------------|---|
| 4.11.1 나.    | 나. 관수로의 정의 - 박스밀<br>에 설명이 없음                           | 517     | 3과 4<br>사이    | 관수로 정의에 대한 설<br>명 추가  |
| 4.11.1 다.    | 1) 농업용 관수로의 의의와<br>역할에 내용 보충                           | 517     | 11            | 내용 보충<br><br>④ ⑤ ⑥의 3개항 추가  |
|              | 2) 농업용 관수로의 특색이<br>① ② ③의 3개항으로 설명<br>됨                | 518     | 24            |   |
| 4.11.1 라.    | 표 4.70   | 533~537 | 표 4.70        | 표 4.70의 내용을 KS에<br>맞추어 수정<br>표 4.70의 내용과 중복으<br>로 삭제<br><br>7)항을 추가<br><br>KS 변경에 따른 수정 |
|              | 不撓性管: ---석면시멘트管  | 537     | 1~4           |   |
|              | 撓性管: ---- 强化플라ستيك<br>複合管<br>사용관의 종류 설명이 1)~<br>6)으로 됨 | 537     | 하1            |   |
|              | [참고] ① ② 및 표 4.71                                      | 538     | 1~18          |   |
| 4.11.3<br>마. | 2) 지진에 대한 검토   | 627~631 | 16<br>(P 627) | 4.11.3 바로 항목 수정후<br>추가보충  |
| 4.11.3 마     | 3) 이음매와 이형관  | 632     | 1~28          | 내용의 수정 및 보충   |
|              | 가) 관의 이음매  | 633     | 1~19          |   |
| 4.11.4<br>사. | 1) 일반사항  | 673     | 11            | 내용의 수정 및 보충   |
|              | 2) 통기시설의 배치  | 673     | 24            |   |
|              | 3) 통기시설의 구조  | 674 ~   | 7 ~           |   |
|              |  | 677     | 12            |   |
| 4.11.5       | 가. 관체의 매설  | 692     | 15            | 내용의 수정, 보충 및 목<br>차 변경<br>가. 시공계획<br>나. 시공법<br>다. 통수시험과 거동계측                            |
|              | 나. 통수시험  | 696     | 7             |   |
| 4.11.6       | 추가   |         |               | 4.11.6 유지관리 추가  |

표 4.4 목차의 재편성(1)

| 당 초 내 용  | 변 경 내 용  |
|--|--|
| 4.11.1 일반사항  | 변경 없음  |
| 4.11.2 수리시설  | 변경 없음  |
| 4.11.3 구조설계  |  |
| 가. 일반사항~라. 관체의 횡단방향의 설계  | 변경 없음  |
| 마. 관체의 종단방향의 설계<br>1) 관체의 종단방향에 생기는 휨모멘트<br>2) 지진에 대한 검토<br>가) 계획설계상의 유의사항<br>나) 지진재해의 원인<br>3) 이음매와 이형관<br>가) 관의 이음매<br>나) 관의 굴곡과 분기<br>4) 스러스트 블록의 설계<br>가) 굴곡부의 스러스트 블록의 설계방법<br>나) 분기부의 스러스트 블록의 설계방법<br>5) 횡단공<br>가) 도로횡단<br>나) 철도횡단<br>다) 하천, 수로횡단 | 마. 관체의 종단방향의 설계<br>1) 관체의 종단방향에 생기는 휨모멘트<br>2) 이음매와 이형관<br>가) 관의 이음매<br>나) 관의 굴곡과 분기<br>3) 드러스트 블록의 설계<br>가) 굴곡부의 드러스트 블록의 설계방법<br>나) 분기부의 드러스트 블록의 설계방법<br>4) 횡단공<br>가) 도로횡단<br>나) 철도횡단<br>다) 하천, 수로횡단<br>바. 내진설계<br>1) 지진에 대한 검토<br>가) 계획설계상의 유의사항<br>나) 지진재해의 원인<br>다) 지진파동과 관의 설계<br>2) 지반의 액상화의 검토<br>가) 일반사항<br>나) 액상화의 검토 |
| 바. 방식  | 변경 없음  |
| 4.11.4 부대구조물   | 변경 없음  |
| 4.11.5 시공  | 4.11.5 시공  |
| 가. 관체의 매설  | 가 시공계획   |
| 1) 되메움 재료  | 1) 시공순서  |
| 2) 매설도랑의 굴착  | 2) 시공상 주요검토사항  |
| 가) 굴착폭   | 나. 시공법   |
| 나) 굴착깊이  | 1) 굴착  |

표 4.4 목차의 재편성(2)

| 당 초 내 용              | 변 경 내 용                        |
|----------------------|--------------------------------|
|                      | 가) 굴착폭<br>나) 굴착깊이<br>다) 이음매 굴착 |
| 다) 이음매 굴착            | 2) 관의 포설                       |
| 라) 널말뚝을 시공하는 경우      | 가) 반입                          |
| 3) 되메움 시공방법          | 나) 관의 저장 및 배열                  |
| 가) 관저부근의 되메움         | 다) 기초공                         |
| 나) 관측부근의 되메움         | 라) 포설                          |
| 다) 관정부근의 되메움         | 3) 되메움                         |
| 라) 구조물부근의 되메움        | 가) 되메움 재료                      |
| 마) 편압을 받을 염려가 있는 경우의 | 나) 관저부근의 되메움                   |
| 되메움                  | 다) 관측부근의 되메움                   |
|                      | 라) 관정부근의 되메움                   |
|                      | 마) 구조물 연결부의 되메움                |
|                      | 4) 특수한 경우의 시공                  |
|                      | 다. 통수시험과 거동계측                  |
|                      | 1). 누수시험                       |
|                      | 가) 임시되메움                       |
| 나. 통수시험              | 나) 물채우기                        |
| 1) 누수시험              | 다) 시험수압                        |
| 가) 임시 되메움            | 라) 허용 감수량                      |
| 나) 주수                | 마) Test Band                   |
| 다) 누수시험              | 2) 수압시험                        |
| 2) 수압시험              | 가) 시험준비                        |
|                      | 나) 시험수압                        |
|                      | 다) 시험상 유의사항                    |
|                      | 3) 거동계측                        |
|                      | 4.11.6 유지관리                    |
|                      | 가. 관리제어시스템                     |
|                      | 1) 계획의 순서                      |
|                      | 2) 감시제어의 기본                    |
|                      | 3) 최적관리제어 시스템                  |
|                      | 나. 관리제어 시스템의 점검정비              |

## 4.4 개정 내용

### 4.4.1 일반사항

⇒ **현행 4.11.1. 일반사항 중 「나. 관수로의 정의」(p.517)박스 밑에 설명을 추가한다.**

#### 나. 관수로의 정의

관수로는 압력관로에 의하여 송배수를 하는 수로형식이고 송배수관로와 각종 부대구조물로 구성된다.

관수로는 관로를 설치하고 물을 보내는 수로라고 일반적으로 말할 수 있지만 흐르는 물이 관 내부를 완전히 채우지 못하여 압력관 상태가 아닌 경우는 관수로라 할 수 없다. 관체를 통해서 물이 흘러도 압력관 상태가 아니고 자유수면을 가지게 되면 개수로가 된다. 이는 자유수면을 갖느냐 없느냐에 따라 물의 흐름을 지배하는 주 요인이 달라지고 관수로와 개수로가 구별되기 때문이다.

⇒ **현행 4.11.1 일반사항, 다. 설계 및 시공의 기본사항 중 「1) 농업용 관수로의 의의와 역할」(p.517), 「농업용 관수로의 특색」(p.518)에 설명을 추가한다.**

#### 1) 농업용 관수로의 의의와 역할

농업용수로로서 관수로방식을 채용하는 동기는 수로부지의 절약, 용수손실의 절감, 대형 경작기계의 주행편리, 지형의 기복에 관계없는 용수공급 및 수질오염 방지 등 농업을 위한 환경조건변화도 생각되지만, 관수로의 이용에 따라, 종래의 용수로 방식에 비해서 용·배수의 제어가 합리화되어 물이용을 주축으로 하는 농업의 근대화에 이바지하는데 큰 특색이 있다. 즉, 유체수송의 수단으로 효율적인 관수로방식을 사용함으로써 필요한 시기에 필요한 지점까지 요구되는 압력으로 소정의 수량을 안전하고 확실하게 송수하는 수로조직을 실현하는 것이 중요하고 이것에 의하여 농업생산체계의 일환으로서의 물이용 시스템화를 진행할 수 있도록 배려하여야 한다.

단, 관수로에 의한 경우 개수로에 비해서 일반적으로 직접공사비는 높아지는 경향이 있고, 또한 계획통수량 이상의 유량에 대한 허용능력이 제약받는 등 불리한 점도 있다. 따라서 관수로의 특성을 잘 이해하여 수원조건, 토지이용상황 및 사회적 조건을 포함한 종합적인 판단이 필요하다.

## 2) 농업용 관수로의 특색

농업용 관수로의 설계시공 기술은 역사적으로 오래된 상수도와 본질적으로 다른 것은 아니지만 그 사용조건은 상수도와 다른 경우가 많고, 따라서 설계에서 주의가 필요하다.

① 상하수도에서는 일단 통수가 개시되면 예기치 않은 사고발생의 경우를 제외하고는 항상 만류상태를 유지하는 것이 보통이나 농업용 관수로에서는 수로형식 및 물의 사용방법에 따라서 유수의 단수상태가 반복되어 이 때문에 관내에 공기가 체류되어 통수의 어려움이 발생하기 쉬우므로 통수의 초기에 관내의 공기를 빨리 배출시킬 수 있는 시설에 대하여 고려하여야 한다.

② 농업용수에는 특수한 용도의 경우를 제외하고 미세한 모래, 먼지, 진흙이 포함되어 이것이 관내에 부착침전하여 통수를 방해하고 유량계나 제어밸브 등의 고장의 원인이 된다. 근본적으로 효율적인 침전지나 먼지제거장치의 이용이 필요하지만 농업용 실정에 맞는 시설설계를 해야한다.

③ 농업용수분야에는 수원에서 말단까지 전문기술자에 의하여 일관된 관리체제를 정비하는 것이 곤란한 경우가 많고 면밀한 용수계획과 시설설계를 하여도 실제의 물이용에 있어서 혼란을 일으키는 수가 있다. 시설설계에 대해서는 허용해야 할 물이용의 범위를 충분히 검토하는 것과 함께 시설관리의 책임분담을 명확하게 해야 할 필요가 있다. 특히 설계에 있어서 전제한 모든 조건과 관리상 행하는 각종 조건과의 대응관계를 명확하게 해야한다.

④ 농업용 관수로는 저지대나 계곡, 습지 등을 통과해야 하는 경우가 많으므로 특별히 기초지반처리에 유의하고 지반침하가 우려되는 경우는 침하와 변형에 견딜 수 있는 가동 이음을 고려해야한다. 그러나 간척지와 같은 연약지반에서는 간척후 침하가 상당기간 진행하기 때문에 지반침하가 거의 완료된 후에 관수로를 설치하는 것이 필요하다. 그리고 이를 위해서는 관수로 통과 예정 지점에 대한 침하량 측정시험을 계속하여 그 결과를 파악한 후 관수로의 안전이 확인 될 때에 시공하여야 한다. 침하 촉진공법이나 기초치환 등의 공법으로 관수로 설치 노선의 기초를 개량하는 것도 하나의 방법이지만 이것은 비용상 문제가 된다.

⑤ 농업용 관수로는 용수이용면에서 개수로에 비해 침투손실방지, 토사 및 오염물질 유입방지, 자동화 용이, 신속한 급수 등 여러 장점이 있으나 통수되는 물의 수온 저하가 문제이다. 관개기에는 지온이 외기온도보다 낮기 때문에 취수된 물이 관내를

통과할 때 관벽에서 열이 손실된다. 이론상의 수온저하대책으로 관체를 흙으로부터 절연시키는 방법이 있으나 비용 때문에 실행하기 어렵다. 따라서 수온저하에 대한 대책은 별도로 고려하여야 한다.

⑥ 농업용 관수로는 농업경영의 편의를 위하여 시비, 약제살포 등 다목적으로 이용할 필요성이 있다. 따라서, 관수로의 설계시에 다목적 이용을 고려하고 그 것이 필요한 경우에는 다목적 이용에 맞도록 관종, 규격, 배치, 부대시설 등을 결정하여야 한다.

→ **현행 4.11.1 일반사항, 「라. 사용관의 종류」(pp. 533~538)의 내용을 보완, 개정한다.**

#### 라. 사용관의 종류

관수로에 사용되는 기성관은 농업용수의 유송조직임으로 필요한 수리조건, 구조조건 및 시공조건을 만족시키고 그의 특성이 충분히 발휘될 수 있는 관이어야 한다.

1) 관수로에 쓰이는 관은 하중에 대하여 충분한 안전강도와 양호한 수밀성을 가지고 물의 흐름에 대한 저항이 적고 내구성, 내식성이 좋으며 시공도 용이하고 가격이 저렴한 것이 바람직하다.

일반적으로 시판되는 규격품을 사용하면 일정한 품질의 관을 쉽게 구할 수 있고 경제적이므로 시판되는 규격품을 사용한다. 그러나 특수한 설계조건을 만족시키는 주문관을 사용하면 보다 경제적으로 되는 수도 있기 때문에 검토할 필요가 있다.

일반적으로 관수로에 사용하는 관의 종류와 특성을 나타내면 표 4.70와 같다.

2) 매설 관수로의 관체에는 정수압, 수격압 등의 내압 외에 토압, 노면하중 등의 외압이 동시에 작용한다. 따라서, 관체는 하중에 대하여 충분하고 안전한 내압강도를 갖지 않으면 안된다. 이 때문에 보통 철근콘크리관이나 토관은 농업용 관수로에 원칙적으로 사용하지 않아야 한다.

설계시 사용하는 관의 종류는 관의 내외에 동시에 작용하는 하중에 충분히 견디는 관을 사용해야 한다.

3) 관은 불요성관과 가요성관으로 나누어지는데 이것은 관체에 허용되는 요도량에 따라 구분된다. 이 요성률(4.11.3 구조설계)이 3% 이상이면 가요성관, 3% 미만이면



불요성관으로 취급한다.

4) 관의 종류선정에서 불요성관은 원칙적으로 관 고유의 외압 및 내압의 저항강도를 기준으로 한다. 가요성관은 외압저항강도가 나타나 있지 않기 때문에 관 고유의 재료강도를 쓴 응력계산과 설계요도량에 대하여 검토하고 어느 경우에도 설계조건에 만족하는 관을 선정해야 한다.

또한 관선정에 있어서 필히 적절한 안전율을 고려해야 한다. 안전율과 설계요도량에 관하여는 4.11.3에서 설명한다.

표 4.70 관종 일람표

| 관                               |                                 | 종                                    | 규격                 | 호칭(㎜)  | 특징   |
|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------|--|--|
| 불<br>요<br>성<br>관                | 콘<br>크<br>리<br>트<br>관           | 진동 및 전압철근콘크리트관                       | KSF4402            | 250~1,800  | 1) 내구성, 내식성이 크고 전식 위험이 없다.<br>2) 내면조도의 변화가 거의 없다.<br>3) 저압관로에 적합하다.<br>4) 급수관과의 접합이 어렵다.   |
|                                 |                                 | 원심력철근콘크리트관                           | KSF4403            | 150~3,000  |  |
|                                 |                                 | 소켓철근콘크리트관                            | KSF4408            | 150~600  |  |
|                                 |                                 | 코어식프리스트레스트 콘크리트관<br>프리스트레스트콘크리트실린더   | KSF4405<br>KSF4406 | 500~2,000<br>500~4,000   |  |
| 가<br>요<br>성<br>관                | 주<br>철<br>관                     | 수도용원심력덕타일주철관                         | KSD4311            | 80~1,200   | 1) 강도와 내구성이 큼.<br>2) 중량이 비교적 크다.<br>3) 전식의 위험이 작다.<br>4) 관 내면과 외면의 도장이 필요하다.   |
|                                 |                                 | 수도용덕타일주철이형관                          | KSD4308            | 80~1,200   |  |
|                                 |                                 | 수도용주철이형관                             | KSD4309            | 80~1,000   |  |
|                                 | 강<br>관                          | 수도용도복장강관                             | KSD3565            | 80~3,000   | 1) 강도와 내구성이 크고 내충격성이 우수함<br>2) 중량이 비교적 가볍다.<br>3) 전식의 위험이 있어 방지대책이 필요하다.<br>4) 관 내외면의 도장이 필요하다.<br>5) 내진성이 크다.<br>6) 내압 또는 외압이 큰 관로와 연약지반의 관로에 적합하다. |
|                                 |                                 | 수도용도복장강관이형관                          | KSD3578            | 80~3,000   |  |
|                                 |                                 | 수도용아연도강관                             | KSD3537            | 6~600  |  |
|                                 |                                 | 배관용탄소강관                              | KSD3507            | 6~600  |  |
|                                 |                                 | 압력배관용탄소강관                            | KSD3562            | 6~650  |  |
|                                 |                                 | 배관용아크용접탄소강관                          | KSD3583            | 350~2,000  |  |
|                                 |                                 | 수도용에폭시수지분체내외면코팅강관<br>수도용폴리에틸렌분체라이닝강관 | KSD6082<br>KSD3619 | 15~600<br>15~100   |  |
| 염<br>화<br>비<br>닐<br>관           | 일반용경질염화비닐관                      | KSM3404                              | 10~1,000           | 1) 내식성이 크며 전식의 위험이 없다.<br>2) 중량이 경량이다.<br>3) 내면이 평활하여 마찰저항이 작다.<br>4) 시공이 용이하고 저압관로에 적합하다. |  |
|                                 | 수도용경질염화비닐관                      | KSM3401                              | 13~300             |  |  |
|                                 | 수도용경질염화비닐관이음관                   | KSM3402                              | 13~300             |  |  |
|                                 | 새마을간이상수도용경질염화비닐관                | KSM3403                              | 13~100             |  |  |
| 폴<br>리<br>에<br>틸<br>렌<br>관      | 일반용폴리에틸렌관(2종관)                  | KSM3407                              | 10~1,000           | 1) 내충격성, 내식성이 크고 전식의 위험이 없다.<br>2) 중량이 경량이다.<br>3) 내면이 평활하여 마찰저항이 작다.<br>4) 저압관로에 적합하다.    |  |
|                                 | 일반용폴리에틸렌관(7kg/cm <sup>2</sup> ) | -                                    | 65~600             |  |  |
|                                 | 일반용폴리에틸렌관(8kg/cm <sup>2</sup> ) | -                                    | 65~600             |  |  |
|                                 | 수도용폴리에틸렌관                       | KSM3408                              | 13~600             |  |  |
|                                 | 수도용폴리에틸렌관이음관                    | KSM3411                              | 13~600             |  |  |
| 대<br>구<br>경<br>이<br>중<br>벽<br>관 | 이중벽폴리에틸렌관<br>(P.E.M-S관)         | -                                    | 200~1,000          | 1) KSM 3500과 유사한 관종.<br>2) 경제적인 관종이나, 부속이 음관과 접합의 일반성이 미흡함.                                |  |
|                                 | 공장도폴리에틸렌파이프<br>(P.C.F관)         | -                                    | 250~1,000          |  |  |
|                                 | 철판매입관<br>(P.C.F관, P.S.,P관)      | -                                    | 150~1,000          |  |  |

5) 관은 장기간 물의 흐름을 양호하게 유지해야 한다. 관의 유속계수 C값은 표 4.74를 기준으로 한다.

수리적으로는 유속계수가 큰 관일수록 유리하지만 강도, 가격 및 안전성 등 종합적으로 검토해야 한다.

6) 강산성지반에 있는 콘크리트 관류의 부식이나 강관, 주철관류의 녹 및 전식에 대한 고려도 필요하다.

7) 관체는 직관과 이음관으로 분류되며 관종 선정시 유의할 사항은 관체와 부합하는 이음관의 생산현황과 이음방법 등을 고려하여 경제성, 수밀성, 내구성, 시공성 등을 검토하여야 한다.

이음관의 종류 및 특징은 다음과 같다.

○ + 자관 : 흐름을 3 방향으로 분배하는 분기관이며 접속은 소켓형과 플랜지형이 일반적이다. (KS D 4309)

○ T 자관 : 흐름을 2 방향으로 분배하는 분기관이며, 공기밸브 등에도 사용된다. (KS D 4308)

○ Y 자관 : 흐름을 일정각도(°)의 2 방향으로 분배하는 분기관 (KS D 4307)

○ 곡 관 : 관수로의 굴곡부 접속을 연결시키는 이음관

( $\theta = 90^\circ, 45^\circ, 22\frac{1}{2}^\circ, 11\frac{1}{4}^\circ, 5^\circ$  등 KS D 3578)

○ 이경관 : 관경 변화부에 사용하는 이음관 (관경확대 및 축소)

○ 드레인관 : 본관의 이물질을 배제하기 위해 이음관 하부에 이물질 배출관이 부착된 이음관 (KS D 3578)

○ 소켓관 : 플랜지 구조의 이음관으로 직관과 직관, 직관과 구조물의 접속부 등에 설치하여 부등침하에 대응하는 가동성 이음관

○ 마개류 : 관수로의 설치작업중이나 용급조치 등을 위해 관수로를 폐쇄시킬 목적으로 사용한다.

○ 나팔관 (벨마우스관) : 관의 입구나 출구에 설치하여 유출입손실을 작게 한 이음관

[참고] 시판관(표 4.70) 일부의 시험수압 및 균열발생시의 외압선하중 등은 다음과 같다.

① 원심력철근콘크리트관 (KS F4403)

원심력철근콘크리트관은 보통관과 압력관으로 구별되지만 관수로에 사용되는 관은 압력관이고 보통관은 사용하지 않는다. 압력관에는 칼라 이음매의 A형과 소켓이음매의 B형이 있다. 압

력관의 이음매로는 A형은 사용하지 않는다. 원심력 철근콘크리트관에는 표4.71과 같이 3종류가 있다. 표4.71의 시험수압은 누수할 때의 내수압이다. 관중선정에 있어서 내압(Hc)의 값은 표 4.71의 시험수압의 값을 사용한다.

**표 4.71 원심력철근콘크리트관의 종류**

| 종 류<br>시험수압(kgf/cm <sup>2</sup> ) | 관의 호칭경 (mm) |           |             |
|-----------------------------------|-------------|-----------|-------------|
|                                   | A 형         | B형        | NC형         |
| 2                                 | 150~1,800   | 150~1,350 | 1,500~3,000 |
| 4                                 | 150~1,800   | 150~1,350 | 1,500~3,000 |
| 6                                 | 150~ 800    | 150~ 800  | -           |

② 코어식 프리스트레스트 콘크리트관 (KS F 4405)

코어식 프리스트레스트 콘크리트관의 시험수압은 프리스트레스트가 0으로 될 때의 내수압이다 (KS규정). 관중선정에 사용하는 내압(Hc), 외압(Pc)의 값에 대해서는 각각 KS 규격의 균열, 내압강도 및 균열하중의 값을 사용한다.

4.4.2 구조설계

⇒ 현행 4.11.3 구조설계, 마. 관체의 종단방향의 설계 중 「3) 이음매와 이형관, 가) 관의 이음매」 (pp. 632~633)의 내용을 보완, 개정한다.

2) 이음매와 이형관

관이음매는 내외압에 대하여 충분하고 안전한 강도가 있고 누수가 없어 시공이 용이하고 경제적이어야 한다. 이음매는 일반적으로 가동성이나 신축성이 있는 것이 바람직하다. 관수로에 신축, 기타의 변이 및 진동 등이 예상되는 장소에는 가동이음매나 신축이음매를 사용해야 한다.

이형관은 관수로의 굴곡분기지점이 있는 고정장소에 원칙적으로 설치해야 한다.

가) 관의 이음매

관의 이음매는 강도, 수밀성, 경제성이 우수하고 동시에 시공기술의 차이에 의하여 강도나 수밀성이 크게 달라지는 것이 되어서는 안된다. 예를 들면, 원심력 철근콘크리트관의 A형관에서는 칼라이음매 등을 피하고 시공이 용이하고 확실성이 높은 이음매

를 사용할 필요가 있다. 이 밖에 관수로가 예측 못할 외력이나 변위에 대해서 안전하게 기능을 다할 수 있는 이음매는 가동성, 신축성이 있는 것이 바람직하다.

그러나 가동성, 신축성을 증가시키면 관중에 따라 다르지만 강도, 수밀성에 문제가 생기고 단가가 높아질 수 있으므로 그 특성을 충분히 검토하여 채용할 필요가 있다. 일반적으로 가동이음매는 신축성도 있기 때문에 가동이음매를 사용할 경우에는 새로 신축이음매를 하지 않아도 된다.

### (1) 이음매의 종류

#### (가) 가동 이음매

성토부나 느슨해지기 쉬운 기초지반내에 부설한 관이 부동침하를 일으킬 우려가 있을 때에는 부동침하로 인한 신축과 축심변위 등을 흡수할 목적으로 가동이음매를 설치한다.

① 소켓 이음매 : 본관의 한 쪽에 수구, 즉 소켓이 있으며 여기에 관의 다른 쪽을 삽입하여 접속하는 것으로 고무 또는 기타 재료의 링을 사용하여 소켓과 관 사이의 틈을 메우고 수밀성과 가동성의 기능을 갖게 한 것이다.

② 칼라 이음매 : 본관을 칼라내로 삽입하여 접속하는 것으로 3개의 고무 또는 기타 재료의 링을 사용하여 수밀성과 가동성을 갖게 한 것이다.

③ 메카니칼 이음매 : 본관의 한 쪽을 플랜지를 붙인 소켓관으로 만들고 여기에 관의 다른 쪽을 삽입하여 접속하고 소켓과 관 사이의 틈에 고무 또는 기타 재료의 링을 넣고 외측에 압륜(押輪)을 넣어 플랜지와 볼트조임을 하는 것이다. 지진 등으로 관로가 약간 굴곡되어도 누수하지 않고 이음 작업이 간단하며 물속 작업이 가능한 장점이 있다.

#### (나) 고정 이음매

① 플랜지 이음매 : 플랜지가 달린 주철관 또는 용접 등의 방법으로 강관의 양 끝에 플랜지를 붙이고 플랜지 끼리 볼트조임으로 접속하는 것으로 플랜지 사이에는 고무 또는 기타 재료의 링을 삽입하여 수밀성을 확보한다. 볼트조임은 여러개를 조금씩 단계적으로 해야 하고 어느 한 볼트를 한꺼번에 꽉 조이는 것은 좋지 않다.

② 용접 이음매 : 강관의 끝을 30° 로 경사지게 깎아내고 서로 맞대어 전기 용접 또는 가스용접으로 접합하는 것이다. 연결부 내외부가 비교적 평활하고 이음부의 강도가 큰 것이 장점이다. 공장용접이음과 현장용접이음이 있다.

③ 용착 이음매 : 폴리에틸렌관의 이음에 주로 사용하며 관끝의 내면을 모

따기한 관의 끝부분과 이음관의 내면을 동시에 가열기구로 가열한 후 관의 끝 부분을 이음관에 밀어넣어 접합하는 것이다. 용착가능온도는 180~240℃이며 240℃ 이상으로 과도하게 가열하지 않아야 한다.

④ 접착 이음매 : 소켓트관에 접착제를 사용하여 접합하는 것이다.

(다) 신축이음매

온도변화에 의해 관이 신축하는 경우, 또는 밸브류나 계기류를 장치하거나 수리를 위해 떼어내는데 조작간극이 필요한 경우, 그리고 구조물, 드러스트 블록, 스탠드 등의 설치장소에는 신축이음을 설치해서 신축기능을 갖게 한다.

또, 관의 이음매가 신축성이 없는 경우에 관로의 길이가 길면, 신축이음매의 삽입이 필요하다. 단, 용접강관의 경우의 온도응력에 의한 신축이음매는 계산에 의하여 그 필요성에 대해서 검토한다.

(2) 이음매의 조건

(가) 수밀성

이음은 수압에 대해 충분한 수밀성을 가져야 한다. 지하매설관의 경우는 토압 등에 의하여 하중이 작용하므로 수밀성외에 강도도 필요하고 또한 내압작용에 대해서도 견딜수 있는 구조이어야 한다. 수밀성은 이음의 구조, 이음부의 관경공차, 현장시공조건 등을 고려하여 결정하는데 원칙적으로 다음식에 의해 결정한다.

$$H_{sc} \geq S \cdot H$$

여기서,  $H_{sc}$  : 관이음의 수밀성 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$H$  : 설계내수압(정수압+수격압) (kgf/cm<sup>2</sup>)

$S$  : 안전율(부설상황에 따라 다르나 일반적으로 2.0이상)

(나) 내구성 및 시공성

일반적으로 이음은 장기간의 통수에 사용되는 것이므로 이음재료는 내구성이 있어야 한다. 또한 시공이 용이하고 시공기술의 차이에 따라 강도나 수밀성이 크게 달라지지 않아야 한다. 특히, 이음매의 시공은 제품마다 특성이 다르므로 제품생산자의 지침을 따라야 한다.

(다) 경제성

예측할 수 없는 외력이나 변위에 대해 이음의 안전하게 기능을 발휘하려면 가동성과 신축성을 부여해야 하지만 이 경우 이음비용이 비싸게 드는 것이 일반적이므로 경제성과 안전성을 확보할 수 있는 범위내에서 적절한 위치에 이음을 설치하는 것이 좋다.

⇒ **현행 4.11.3 구조설계, 마. 관체의 종단방향의 설계 중 「2) 지진에 대한 검토」** (pp. 627-631)를 「4.11.3 구조설계, 바. 내진설계, 1) 지진에 대한 검토」로 항목 수정후 추가 보충한다.

## 바. 내진설계

### 1) 지진에 대한 검토

사면이나 연약지반지대 등을 통과하는 관수로는 필요에 따라 지진에 대한 검토를 하는 것이 바람직하다.

#### 가) 계획설계상의 유의사항

매설 관수로와 같이 길고 각종 지반에 걸쳐 있어 지진력이 장소에 따라 달라지는 구조물에서는 전반적으로 균일한 내진성을 확보하는 것은 용이하지 않으므로 다음과 같은 방침에 따라 피해를 경감시키는 공법을 채용하는 것을 기본으로 하여 계획설계를 한다.

① 노선선정에서 연약한 지반, 높은 절성토부, 지형, 지질의 급변부 등을 되도록 통과하지 않도록 한다.

② 가동성 이음매를 많이 두어 전체적으로 신축성이 많은 구조(유연구조)로 한다. 특히 조절지, 스탠드, 배수구(배수문), 드러스트 블록(양카블록), 제수밸브 및 펌프실 등 고유주기가 다른 구조물과의 접속부에는 가동성 이음매를 설치하는 것이 바람직하다.

③ 긴 관수로에 곡관부가 있으면 지진시에 응력집중이 생기기 쉬우므로 곡관부 반경을 크게하고 중심각도 크게 한다. 특히 중심각은 60° 이상이 되도록 배려한다.

④ 위험분산, 보안대책, 복구공사 등을 대비해서 대구경 관수로에서 관내부의 점검이 가능하도록 적당한 간격으로 맨홀을 설치하고, 소구경 관수로에는 누수량을 파악할 수 있도록 분수공 및 이형관의 설치장소에 제수밸브의 설치를 고려한다.

#### 나) 지진재해의 원인

매설 관수로는 과거의 지진재해의 예로부터 그 원인을 다음과 같이 대별할 수 있

다.

- ① 지진파동전파에 의한 것
- ② 지반의 액상화에 의한 것
- ③ 압축침하에 의한 것
- ④ 사면의 활동, 다른 구조물의 영향에 의한 것
- ⑤ 단층에 의한 것

**다) 내진 계산법**

관수로와 같이 선상의 구조물로서 주변의 지반보다 가볍거나 또는 같은 정도의 단위체적중량을 가지고 있는 지중구조물은 지진시의 변형이 주변지반의 변형에 지배된다는 이론을 바탕으로 계산을 한다.

이 방법에서 설계에 이용하는 구조물의 역학계는 균일한 지중에 매설된 구조물을 지반에 따라 의사탄성적으로 지지된 기둥이나 보로 취급한다. 이 방법을 관수로에 적용할 때는 내진 특성상 아래와 같이 분류하여 내진설계를 한다.

| 구 분         | 내진 특성  |
|-------------|--|
| 이음구조<br>관수로 | 관체의 변형에 대하여 이음의 변위가 대응하는 관수로로서, 관체에 발생하는 응력이 작으며 이음신축량의 검토를 주로 한다. |
| 일체구조<br>관수로 | 관체 자체의 강도 및 신장 특성에 따라 대응하는 관수로로서, 축방향 응력의 검토를 주로 한다.               |

**(1) 지진력의 산정**

지진에 의한 지반의 응답변위량은 다음 식으로부터 구한다.

$$U = \frac{2}{\pi^2} \cdot K_{hg} \cdot S_v \cdot T_s \cdot \cos\left(\pi \cdot \frac{h}{2H}\right) \dots\dots\dots(4.175.19)$$

여기서,  $U$  : 지반깊이  $h$ 에서의 수평변위 진폭 (cm)

$h$  : 지표면에서 관중심까지의 깊이 (cm)

$H$  : 지표면에서 설계기반까지의 깊이 (cm)

$K_{hg}$  : 설계기반면의 설계수평진도 (설계수평진도에 대한 자세한 내용은  
 농지개발사업계획설계기준 「콘크리트댐면」의 지진시 관성력"항을  
 참고한다)

$S_o$  : 속도응답스펙트럼의 기준치 (cm/s)

$T_s$  : 표층지반의 기본고유주기 (s)

$$T_s = C \cdot \frac{H}{V_s}$$

$C$  : 상수(점성토 : 4.0, 사질토 : 5.2)

$V_s$  : 표층지반의 전단탄성파의 전파속도 (cm/s)

## (2) 이음구조 관로의 설계

### ① 이음신축량의 계산

지진시 이음에 생기는 신축량은 다음 식으로부터 구한다.

$$\delta = \epsilon \cdot \ell \dots\dots\dots (4.179.20)$$

여기서,  $\delta$  : 이음의 신축량 (cm)

$\epsilon$  : 지진시 지반의 신축변형도(지반의 변형도가 그대로 관로에 전달되  
 는 것으로 본다)

$\ell$  : 관 길이(cm)

지표면부근의 변형도는 다음 식으로부터 구한다.

$$\epsilon = \pm \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{T_s \cdot A}{V_s} \dots\dots\dots (4.179.21)$$

여기서,  $\epsilon$  : 표층지반의 변형도

$T_s$  : 표층지반의 기본고유주기 (s)

$V_s$  : 표층지반의 전단탄성파의 전파속도 (cm/s)

$A$  : 표층지반의 응답가속도 (cm/s<sup>2</sup>)



$$A = \frac{4\pi^2}{T_s^2} U$$

$U$  : 식 4.175.19에 의함

흙과 관체와의 사이에 활동없이 지반의 변형도가 그대로 관체에 전달된다면 관체의 축방향 변형도는 토지의 변형도와 같아진다. 그리고 기초지반까지의 깊이가 깊을수록  $H$ 가 크고, 또 지반이 연약할수록 전단탄성파의 전파속도  $V_s$ 는 작아지므로 관체에 생기는 축방향 변형도는 크게 된다. 결국 관에는 큰 응력이 발생한다. 과거에 연약지반 층에 매설한 관수로에 지진재해가 많은 것은 이와 같은 것도 중요한 원인의 하나가 되고 있다.

식(4.175.21)에서 구한 관체에 생긴 변형도  $\epsilon$ 가 관체의 허용변형도  $\epsilon_{ar}$ (허용응력  $\sigma_a$ 를 탄성계수  $E$ 로 나눈 값)를 초과할 경우에는 다음 간격  $l$ (cm)마다 신축성 이음매를 설치하면 된다.

$$l = \frac{\epsilon_a l \cdot E \cdot F_0}{C_0} \dots\dots\dots (4.175.22)$$

여기서,  $C_0$  : 흙과 관체간에서 관의 단위연장당에 작용하는 마찰력 =  $\pi D_c J_0$   
(kgf/cm)

$D_c$  : 관의 외경

$J_0$  : 흙과 관체사이에 작용하는 마찰응력 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$F_0$  : 관벽의 단면적 (cm<sup>2</sup>)

$E$  : 관체의 탄성계수 (kgf/cm<sup>2</sup>)

또, 관 1개의 길이가 결정되어 있는 경우에는, 식(4.175.21)에서 구해지는 변형도  $\epsilon$ 에 관 길이를 곱하면 이음매에서 흡수할 변위량을 구할 수 있다.

예컨대,

$$H = 20\text{m} = 2,000\text{cm}$$

$$V_s = 100\text{m/s} = 10,000\text{cm/s}$$

$$A = 400\text{cm/s}^2$$

$$T_s = C \cdot \frac{H}{V_s} \text{에서 } C = 4 \text{ (점성토)이면 } T_s = 0.4$$

일 때 식(4.175.21)에 이들의 값을 대입하면 변형도는,

$$\epsilon = \pm \frac{1}{2 \times 3.14} \times \frac{2 \times 0.4 \times 400}{10,000} = \pm 5 \times 10^{-3}$$

이므로, 관 1개의 길이를 6m= 600cm라 하면 관 1개당의 변형량  $\delta$  는,

$$\delta = 600 \times 5 \times 10^{-3} = 3\text{cm}$$

가 된다. 즉, 이음매는 이 만큼의 변위를 흡수하는 것이 아니면 안된다. 실제로는 관체와 흙과의 사이에는 변형도가 어느 값 이상이 되면 활동이 생기므로 실제로 흡수할 변위량은 이 것보다 작아진다.

② 축방향력의 계산

이음구조 관수로는 지반의 변형이 이음에서 흡수되므로 관체에 생기는 응력이 매우 작다. 따라서 축방향력은 고려하지 않는다.

③ 이음굴곡각도의 계산

지진시 이음에 생기는 굴곡각도는 다음 식으로부터 구한다.

$$\theta = \pm \frac{\ell \cdot A}{V_s^2} \dots\dots\dots (4.175.23)$$

여기서,  $\theta$  : 이음의 굴곡각도(라디안)

$\ell$  : 관의 길이

$V_s$  : 전단탄성파의 전파속도

$A$  : 전단탄성파의 가속도

위의 예제와 같은 조건인 경우,

$$\theta = \pm \frac{600 \times 400}{10,000^2} = 2.4 \times 10^3 \text{ radian} = \pm 8'15''$$

이다. 즉, 이음매부는 적어도 이 이상의 휨 여유량을 갖는 것이 아니면 안된다. 실제로는 표층의 연약지반이 반드시 균일하지 않고(따라서 전단파의 속도도 다름) 그 두께도 장소마다 다르므로 반드시 계산대로는 되지 않지만 위와 같은 계산으로 우선 짐작을 할 수 있다.

(3) 일체구조 관로의 설계

① 축방향력의 계산

$$\left. \begin{aligned} \sigma &= \sqrt{3.12\sigma_l^2 + \sigma_b^2} \\ \sigma_l &= \alpha_1 \cdot \frac{\pi \cdot U}{L} \cdot E \\ \sigma_b &= \alpha_2 \cdot \frac{2\pi^2 \cdot D \cdot U}{L^2} \cdot E \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4.175.24)$$

여기서,  $\sigma$  : 지하매설관에 생기는 관측방향 합성응력(kgf/cm<sup>2</sup>)  
 $\sigma_l$  : 전단탄성파에 의한 축방향력 응력(kgf/cm<sup>2</sup>)  
 $\sigma_b$  : 전단탄성파에 의한 휨응력(kgf/cm<sup>2</sup>)  
 $L$  : 표층지반의 전단파의 파장(cm)  
 $D$  : 관의 외경(cm)  
 $E$  : 관체의 탄성계수(kgf/cm<sup>2</sup>)  
 $\alpha_1$  : 관측방향의 변위진폭에 대한 보정계수로 지반의 변형이 관에 전파되는 비율을 나타낸다.  
 $\alpha_2$  : 관측직각방향의 변위진폭에 대한 보정계수

$$\alpha_1 = \frac{1}{1 + \left(\frac{2\pi}{\lambda_1 \cdot L'}\right)^2}, \quad \alpha_2 = \frac{1}{1 + \left(\frac{2\pi}{\lambda_2 \cdot L}\right)^4}$$

$$\lambda_1 = \sqrt{\frac{K_1}{E \cdot A_0}} (cm^{-1}), \quad \lambda_2 = \sqrt[4]{\frac{K_2}{E \cdot I}} (cm^{-1})$$

여기서,  $A_0$  : 관의 단면적(cm<sup>2</sup>)  
 $I$  : 관의 단면 2차모멘트(cm<sup>4</sup>)  
 $L'$  : 걸보기 파장  $\sqrt{2L}$ (cm)  
 $K_1$  : 관측방향 변위에 대한 지반반력계수(kgf/cm<sup>2</sup>)  
 $K_2$  : 관측직각방향 변위에 대한 지반반력계수(kgf/cm<sup>2</sup>)

② 가동이음을 설치한 경우의 축방향 응력의 계산  
 위의 식 4.175.24에 의하여 계산된 응력에 평시의 응력 값을 가산한 응력이 허용

응력을 초과할 경우, 관두께를 증가시키는 방법이 있으나 이 방법은 비경제적이므로 보통 가동이음을 삽입하는 방법이 유효하다.

$$\left. \begin{aligned} \sigma' &= \sqrt{3.12\sigma_i'^2 + \sigma_b'^2} \\ \sigma_i' &= \xi_1(X) \cdot \sigma_i \\ \sigma_b' &= \xi_2(X) \cdot \sigma_b \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4.175.25)$$

여기서,  $\xi_1(X)$ ,  $\xi_2(X)$  : 이음으로부터의 거리 X(cm)되는 점의 관축방향  
응력에 대한 보정계수

한편, 인체에는 다소 강하게 느껴지지만 일반구조물에는 전혀 피해가 없는 정도의 비파괴적 지진이래도 매설 관수로가 파손되는 경우가 있는데 이와 같은 것은 주로 연약지반에서 생긴다. 연약지반은 전단탄성파의 전파속도가 작아 변형도가 커지고, 또한 연약지반 지대에서는 배수구, 스탠드, 앵카블록 등의 사이에 가동성 이음매를 설치하지 않을 경우 부동침하에 의하여 휨이나 인장 등의 정적 응력만으로 이미 파괴응력에 가까운 응력이 작용하거나 이음매가 뿔혀져 있어 약간의 충격으로 파괴나 이음매가 빠져 나가는 일이 생긴다. 따라서 연약지반 지대에서는 부동침하에 대한 대책이 동시에 지진대책도 된다는 것에 주의할 필요가 있다.

## 2) 지반액상화의 검토

### 가) 일반사항

액상화의 메커니즘(mechanism)은 기초지반을 구성하는 흙, 특히 사질토가 느슨하게 채워지고 포화된 상태에서 지진력이 가해지면 체적이 수축하려고 하기 때문에 그것에 따른 간극수압이 상승하고 간극수가 배수되기 까지의 사이, 토립자가 간극수 중에 일시적으로 떠있는 상태로 되어 토립자간의 전단강도가 상실되는 것으로 해석되고 있다.

액상화에 관계되는 인자는

- 토질조건 : 토질, 다짐도
- 정적 응력조건 : 지진전의 유효 구속압 크기, 이방성

○ 동적 응력조건 : 지진력(가속도의 크기, 계속시간, 방향)

등이고 되메움토가 사질토라도 잘 다져 밀도를 크게 하면 완전 액상화의 발생은 피할 수 있다. 그러나 관수로가 느슨한 모래질 지반을 통과하는 경우에는 액상화의 가능성에 대해서 검토하고 필요에 따라서는 적절한 대책을 강구해야 한다.

#### 나) 액상화의 검토

지반 액상화의 검토를 하려면 토질조사, 시험(흙의 입도, 밀도, 지지력(N값), 지하수위 등)과 과거 지진에 관한 조사(해당지점에서의 지표면의 최대가속도 등)를 한 후에 표4.95-1 및 표4.95-2에서 액상화의 가능성을 추정함에 따라 대책을 수립한다. 판정순서는 먼저 간편법에 의한 검토를 해야 한다.

표 4.95-1 액상화의 가능성 추정 방법

| 지형, 지반 등에 의한 개략검토방법   |                | N값, 조도시험결과 등을 사용하는 간이검토방법  | 실내 액상화 시험 및 지진응답법 해석 등에 의한 세밀한 검토 방법  | 원위치시험 또는 진동대를 사용한 시험에 의한 검토방법                             |
|---|----------------|--|---|---|
| (지형과 액상화 발생 가능성)  |                | ① N값, 입경 분포 등에 의해 직접 추정하는 방법<br>② 반복 전단 저항률 F1을 사용하는 방법<br>②의 방법은 액상화의 메커니즘을 고려하고 있고 또 그 정도를 반복 전단저항률이라고 하는 연속량으로 표시하고 있는 점에서 ①의 방법보다 우수하다. 현재 일본의 규준에서 주된 것은 ①, ②의 방법으로 액상화를 검토하도록 하고 있다. | L: 반복 전단 강도 응력비를 실내 액상화 시험(통상은 반복 3축 시험)으로 구한다.<br>R: 반복 전단응력비를 지진 응답 해석으로 구한다. 전응력해석법과 유효응력 해석법이 있다. | 원위치 시험<br>○ 발파(發破)에 의한 방법<br>○ 진동항타에 의한 방법<br>진동대를 사용한 시험 |
| 액상화가 쉬운 지형  | 충적저지, 구하도, 매립지 |  |   |   |
| 액상화가 힘든 지형  | 충적대지, 구릉지, 선상지 |  |   |   |
| 매그니튜드(Magnitude) M과 액상화가 발생하는 지점까지의 진앙거리의 최대치 r(km)와의 관계<br>$\log_{10} r = 0.77M - 3.6$ (M>6) |                |  |   |   |

표 4.95-2 역상화 주정을 위한 각 규정

| 규준<br>항목                      | 도로시방<br>서동해설<br>(일본도로<br>협회)                               | 항만시<br>설기술,<br>상기준<br>동해설<br>(일본항<br>만협회) | 건축기초구<br>조설계기준<br>동해설<br>(일본건축<br>학회)               | 大崎<br>(Osaki)              | 岸田<br>(Kisita)  | 吉見<br>(Yosime)             | Seed   |
|-------------------------------|--|---|---|----------------------------|---|----------------------------|--|
| 토 질                           | 충적층  | -   | 균일한<br>중립사  | 중사                         | 느슨한<br>세사 및<br>실트                                       | 사질토                        | 중사, 세사   |
| 심도 및<br>지하수위                  | 심도 20m<br>이내의 포<br>화사층,<br>지하수위<br>면은 현지<br>반면에서<br>10m 이내 | -   | 심도 15~<br>20m 지하<br>수위하에서<br>포화<br>(지표면하<br>2~3m정도) | 지하수<br>위<br>아래에<br>서 포화    | 지표부근  | 알음                         | 포화   |
| 평균입경<br>D <sub>50</sub> (mm)  | 0.02~2.0   | -   | 0.075~2.0<br>특히 0.15~<br>1.0                        | 0.15~<br>1.0               | 0.075~<br>2.0   | 0.01~2.0                   | 0.075~2.0  |
| 20%입경<br>D <sub>20</sub> (mm) | 0.04~0.5<br>(S47.4)  | -   | -   | -                          | -   | -                          | -  |
| 균등계수<br>U <sub>c</sub>        | ≤6   | -   | ≤10 : 위험<br>성이 높다<br><5 : 극히<br>높다                  | ≤5                         | ≤10   | -                          | 균일한 입<br>경   |
| 상대밀도<br>D <sub>r</sub> (%)    | -  | -   | -   | -                          | ≤75   | ≤50<br>하기 쉽다<br>≥70<br>어렵다 | ≤70  |
| N값                            | ≤10  | -   | 심도와의<br>관계 대략<br>≤10                                | -                          | -   | -                          | -  |
| 유효상재<br>압 기타                  |  | 입도분<br>포와 한<br>계 N치<br>의 관계               | -   | 실트점<br>토의 함<br>유율<br>≤1 0% | 유효상재<br>압 ≤2kgf<br>/cm <sup>2</sup><br>진도(JM<br>A) ≤5~6 | 작은<br>유효응력                 | 작은구속압<br>지표최대가<br>속도 ≥0.13<br>g, 응력반<br>복횟수 ≥10<br>~20 |

## [참고]

1965년의 일본 니이가타(新潟) 지진, 1978년의 미야기(宮城)현의 지진, 1983년의 동해바다 중부에서의 지진에 의한 관수로의 피해 특징은 당시의 기술수준 및 설계, 시공조건 등에 의해 일률적으로 말할 수는 없으나 기본적으로는 다음과 같은 것이었다.

- 고무링의 이탈, 관체 이음부의 이동, 빠져나가기 등에 의해 수밀성이 손상을 받게된 피해
- 관체의 이동, 파손, 절손, 소실 등의 피해
- 부대시설의 피해
- 맨홀, 드러스트 블록 등 부대시설의 접속부에 있어서의 부등침하, 변형에 의한 피해(특히 굴곡부에서 심했음)
- 지반의 액상화 현상에 의한 피해
- 기초모래, 치환모래의 분출, 유동에 의한 피해
- 사면붕괴, 지반의 용기 등에 의한 피해, 가요성 이음과의 접속부에 있어서의 피해
- 가요성 이음과의 접속부 피해
- 연약지반, 지형(도로, 절토, 성토 등), 지질의 변화에 많은 피해
- 시공년도가 새로운 구간에서의 피해가 상대적으로 많았음
- 이음의 이탈에 수반되는 관내로의 토사유입 및 수로경사의 불균형에 의한 관수로의 기능장애
- 관체에 피해가 없는 장소에서도 관수로 매설부 지표면에서는 침하, 균열 등에 의한 농지 및 농작물 피해

### 4.4.3 부대구조물

⇒ 4.11.4 부대구조물, 사. 통기시설 중 「1) 일반사항」, (p. 673), 「2) 통기시설의 배치」 (p.674), 「3) 통기시설의 구조」 (p.677)의 내용을 보완, 개정한다.

#### 1) 일반사항

통기시설의 목적은 관내에 공기를 공급함과 동시에 공기를 배제하는데 있다.

즉, 취입구에서 연행한 공기 또는 수중에 용해되어 있던 공기가 유리하여 관내의 일부에 모이면 흐름이 불규칙하게 되고 통수능력을 저하시키므로 자동적으로 배제하지 않으면 안된다. 또 관내의 물을 고속으로 배제할때는 부분적으로 관내가 진공상태에 가까워져 외압에 의하여 관이 파손될 위험성이 있다. 이와 같은 경우에는 자동적

으로 관내에 공기를 흡수시켜야 한다.

이와 같이 통기시설은 공기의 배출 또는 흡입이란 두가지 목적이 있으므로 설치장소에 따라 어느기능에 중점을 둘것인지 충분히 검토하여 적합한 것을 선정해야 한다. 특히, 농업용 관수로에서는 관내에 공기가 있을 경우가 많고 또 복잡한 지형의 경우는 공기가 모이기 쉬운 노선의 정부(頂部) 및 국부적으로 저압부분이 많아진다. 따라서 통기시설의 배치 및 그 기능에 대하여는 충분한 고려가 필요하다.

통기시설의 설치는 관로의 배치와 함께 검토하여야 한다. 관로의 배치시에 공기가 정체하거나 부압이 생기는 곳이 없도록 하고 불가피한 곳에는 적절한 통기시설을 계획하여야 한다.

## 2) 통기시설의 배치

가) 노선내의 고위부(凸部), 평탄부에서 하향경사가 심한 지형 등 공기가 모이기 쉬운 장소, 또는 공기가 흡입되기 용이한 장소에 설치한다.

특히 관수로가 하향경사인 경우 통기시설의 설치 여부를 검토해야 한다. 즉, 변화점 하류측 경사에 따라서 공기를 연행할 수 없게 되므로 공기 덩어리가 발생하기 때문이다.

이를 검토하는데는 보통 켄트(J. C. Kent)의 공식을 사용해서 공기거동의 최소한계 유속을 산출하고 관내의 유속이 공기거동의 최소한계 유속보다 느릴 경우에는 그 지점에 통기 시설을 설치해야 하는 것이다.

$$V_{min} = 1.4 (g \cdot D \cdot \sin \theta)^{1/2}$$

여기서,

$V_{min}$  : 공기연행의 최소한계 유속(m/s) (보통 0.4~0.5m/s정도로 함)

$D$  : 관수로의 내경 (m)

$\theta$  : 관수로의 변화지점에서 하류측 관수로가 수평선과 이루는 각도(°)

$g$  : 중력가속도 (9.8m/s<sup>2</sup>)

나) 수조에서 관수로로 유입하는 유입구의 직하류부 및 제수밸브의 직하류부 등에서 압력저하를 일으키기 쉽고, 공기의 공급을 필요로 하는 장소에 설치한다.

다) 제수밸브의 중간에 철부(凸部)가 없을 때에는 높은 쪽의 제수밸브의 직하에



설치하여 통수작업을 할 때에 공기를 빼기 쉽게 한다.

라) 노선의 기복이 없는 직선구간에서도 연장이 길 때는 대략 400m 정도의 간격에 통기시설을 하는 것이 바람직하다.

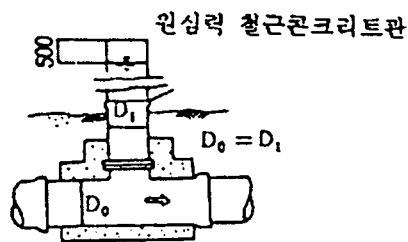
### 3) 통기시설의 구조

통기시설에는 통기스탠드와 공기밸브의 두가지 종류가 있다. 통기시설설치지점의 동수위(폐쇄형 또는 반폐쇄형 관수로에서는 정수위)가 지상 5m이하의 경우는 통기스탠드 구조로 하고 5m이상인 경우에는 공기밸브구조로 한다. 그리고 경우에 따라 급수 전에 통기기능을 겸용하여 별도의 통기시설을 생략 할 수도 있다.

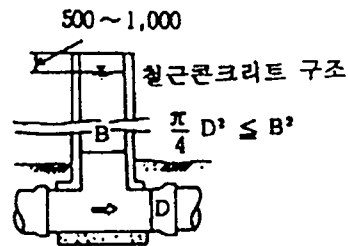
#### 가) 통기 스탠드

##### (1) 스트레이트밴드 및 박스밴드형 통기스탠드

이 형의 통기스탠드는 수격압 완화의 역할도 겸용시키기 위해 대용량의 흡배기능력을 갖는 경우에 쓰이는 것으로 그림 4.232와 같이 관로의 직경과 같은 직관을 세운 스트레이트밴드형과 관로의 통수단면적과 동등 이하의 내부치수를 갖는 철근콘크리트제를 박스스탠드로 만든 구조가 있다. 후자는 주로 대구경의 경우 또는 검사공 겸용의 경우에 채용된다. 스탠드의 높이는 지상에서 1~5m로 하고 스탠드내의 최고수면상의 여유고는 0.5~1.0m로 한다. 스탠드의 높이가 낮은 경우에는 보호 울타리 등의 위험방지시설을 설치한다.



㉑ 스트레이트밴드형 (단위 : mm)



㉒ 박스밴드형 (단위 : mm)

그림 4.232 통기스탠드의 예

##### (2) 압축형 통기스탠드

이 구조의 것은 가장 일반적으로 쓰이는 전형적인 통기스탠드이다. 정수두선 또는 동수두선 중의 큰 수두선에서 지표까지의 높이가 5m 이하의 경우에 통기시설을 할

때는 이 형식의 것을 사용한다. 입상관 입경은 일반적으로  $\phi 100\sim 250\text{mm}$ 의 가스관을 쓰고 선단부는 그림 4.233에서와 같이  $180^\circ$  곡관 등을 부착하여 작은 돌과 같은 불순물의 투입을 방지하여야 한다. 스탠드내의 최고수면에서의 여유고는  $0.5\sim 1.0\text{m}$ 로 한다.

나) 공기밸브

공기밸브의 구경을 계산하는 방법은 다음과 같다.

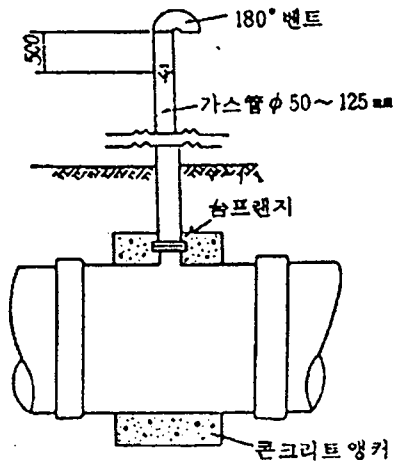


그림 4.233 압축형 통기스탠드의 예

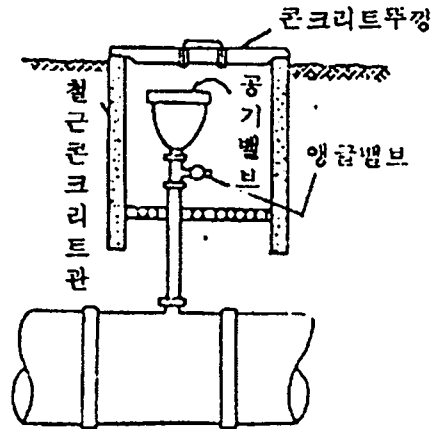


그림 4.234 공기밸브의 예

① 흡기량에서 구하는 경우

$$d = A \cdot (1.273)^{1/2}$$

여기서,

$d$  : 공기밸브의 구경 (m)

$A$  : 최대유입 단면적 (m<sup>2</sup>)

$$A = Q / [C \cdot \{2g \cdot (\Delta P / r_a)\}^{1/2}]$$

$Q$  : 최대 관내유량 (m<sup>3</sup>/s)

$\Delta P$  : 허용 압력차 (tf/m<sup>2</sup>)

$r_a$  : 공기의 밀도 (tf/m<sup>3</sup>)

$g$  : 중력의 가속도 (9.8m/s<sup>2</sup>)

C : 유입계수(=0.6) (대용량의 공기 밸브에서는 0.4)

② 배기량에서 구하는 경우

$$d = D \cdot (V_0 / (C_a \cdot V_a))^{1/2}$$

여기서,

D : 송수관로의 구경 (m)

V<sub>0</sub> : 송수관수로에 물채우기할 때의 유속 (m/s)

V<sub>a</sub> : 공기밸브에서 유출하는 공기의 유속 (m/s) 단, V<sub>a</sub> ≤ 45m/s

C<sub>a</sub> : 정수(=0.9)

(1) 공기밸브에는 구멍이 한 개와 두 개인 두 종류가 있다. 관경 400mm이상의 관수로에는 원칙적으로 쌍구공기밸브를 설치한다. 쌍구공기밸브는 밸브자체가 크기 때문에 최근에 와서는 밸브자체가 작고, 또 흡배능력이 큰 급배공기밸브를 일반적으로 쓰고 있다.

(2) 공기밸브는 관수로의 철부(凸部)에 모여 있는 공기가 밸브실내에 들어오게 되면 부구(浮球)가 밸브실내에 낙하하여 물이 다시 상승할 때까지 밸브는 열려진다. 공기가 빠져 나가면 부구는 수압에 의하여 밀어올려지고 밸브는 닫혀진다. 그리고, 또 관내가 감압상태로 되면 외기압에 의하여 부구는 내려와서 밸브는 열려지고 공기는 자동적으로 흡입되어 수압을 경감시키는 역할을 한다.

(3) 공기밸브의 설치에 있어서는 부구가 원활히 작동하도록 연직으로 설치하는 것이 좋고 입상관의 경사각은 2° 이하로 한다.

공기밸브의 구조는 간단하지만 수격을 일으키기 쉽고 또 부구나 패킹고무가 파손되기 쉬우므로 수리하는 경우를 고려하여 하부에 밸브를 붙이는 것이 보통이다. 또 공기밸브는 통수 당초에 관내에서 다량의 공기를 급속히 배제하기에는 용량이 부족하기 때문에 그림 4.234와 같이 본관과 공기 밸브간에 T자관을 붙여 이것에 앵글밸브를 설치하고 수동조작에 의하여 배기를 도울 수 있게 하는 것이 좋다.

(4) 공기밸브는 관수로교와 같이 사람이 접근하지 않는 장소에서는 노출한 상태로 좋으나 매설관에 연결시킨 것은 밸브관을 설치하여 그 속에 있게 한다.

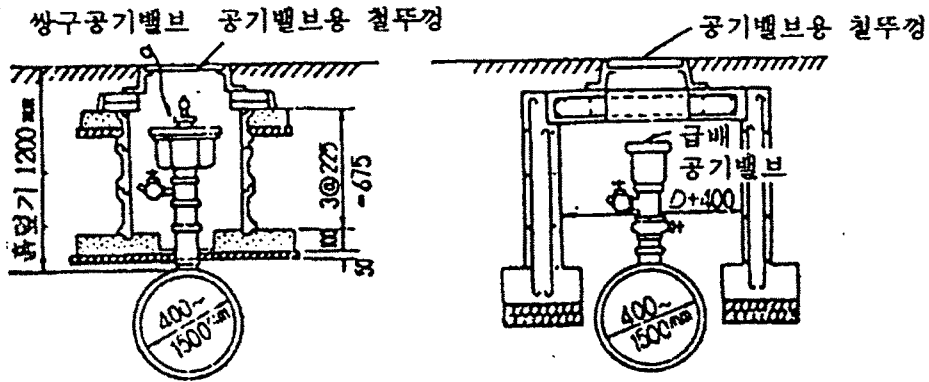
밸브관의 구조는 철근콘크리트 또는 철근콘크리트 블록제로 그림 4.235와 같은 규

격으로 만들고, 밸브를 수리할 때 사람들이 출입하는데 편리하게 작업할 수 있을 규모의 크기로 한다.

상부에는 계수밸브실과 함께 철근콘크리트 블록을 놓고 사람이 통행할 수 있을 규모의 쇠뚜껑을 설치하여 실내의 한쪽을 열고 작업에 편리하도록 한다. 또, 기초는 직접 본관 위에 놓이지 않는 구조로 하는 것이 바람직하다.

공기 밸브실에는 우수나 지하수의 급수를 방지하도록 고려해야 할 뿐만 아니라 배수장소를 충분히 고려하여 밸브실로부터 배수관을 배관하여 두는 것이 필요하다.

더욱이 한냉지에서 공기밸브의 동결을 방지하기 위하여 밸브실의 뚜껑을 이중구조로 하거나 밸브실내에 적당한 방한재를 충전하는 등의 동해방지시설을 하는 것이 좋다.



㉠ 콘크리트블록제 공기밸브실

㉡ 철근콘크리트제 공기밸브실

그림 4.235 공기밸브실의 예 (쌍구 및 급배기밸브)

#### 4.4.4 시공

⇒ 현행 4.11.5 시공 중 「가. 관체의 매설」(p.692), 「나. 통수시험」(p.696)을 4.11.5 시공 중 「가. 시공계획」, 「나. 시공법」, 「다. 통수시험과 거동계측」으로 수정하고 목차를 변경한다.

##### 가. 시공계획

관수로의 시공시는 설계조건, 시공조건 등을 고려한 상세한 시공계획을 수립하고 이에 근거하여 시공하여야 한다.

매설 관수로는 흙으로 보호되는 특성과 흙에 의한 하중 등으로 파괴되는 특성을 동시에 가지고 있어 지상의 구조물과 다르다. 흙의 저항력을 높임으로써 더 안전하고 경제적인 구조물을 만들 수 있으므로 흙의 특성과 관체의 역학적 특성을 충분히 이해하여 기초 및 매설재료의 설계조건을 만족시키도록 시공해야 한다.

매설관의 내하력은 관체 주위의 되메움 흙의 상태에 따라 크게 달라지므로 매설재료, 다짐 등에 주의하여 소홀함이 없어야 한다. 불량토로 메우거나 다짐이 불충분하면 관체의 이동, 부등침하, 파괴 등이 발생하게 된다.

특히 매장문화재에 대해 유의하여 시공전에 이에 대한 충분한 조사를 할 뿐 아니라 공사 시행중에도 특별한 지층, 출토물 등이 발견되면 즉시 공사를 중지하고 관계기관과 협의하여 처리하여야 한다.

#### 1) 시공순서

일반적으로 시공의 순서는 굴착→관의 반입→기초처리→관의 포설→되메움 이라는 도식으로 표시된다. 이 중에서 관의 반입과 기초 처리는 병행하여 이루어지는 때가 많다. 관수로는 한 곳에서라도 시공불량이 있으면 전체의 기능을 상실하게 되는 것이므로 어느 한 곳이라도 시공 불량이 있어서는 안된다. 보통 관수로의 노선은 인가가 밀집된 곳, 슬라이딩 지대, 연약지반 등 지질조건이 나쁜 곳은 피해가며 계획하는 것이 바람직하나 어쩔 수 없이 악조건하에서 시공하지 않으면 안되는 경우는 충분한 사전조사, 여유있는 공정, 신중한 시공이 필요하다.

특히, 공정계획 수립에 있어서 관수로의 시공은 노선 폭의 여유공간을 갖고 있어야 한다. 그러나 경우에 따라서는 극히 협소한 장소에서 난공사에 직면할 가능성이 있다는 것을 충분히 이해할 필요가 있다.

#### 2) 시공계획시 검토사항

시공계획의 수립에 있어서는 다음사항에 대하여 충분히 검토하여 여유있고 합리적인 계획을 수립하여야 한다.

- 공사용 도로
- 시공기계의 선정과 공사현장으로의 반입방법
- 굴착토의 되메움 재료 사용 가능성

- 굴착토의 임시 적치장소 및 적치 방법
- 굴착토의 반출과 토사장
- 관의 반입과 적치장
- 관의 포설
- 되메움
- 특수공사(인가 밀집지, 연약지반 등의 시공).

상기 항목중에서 전체공정에 특히 큰 영향을 주는 것이 공사용 도로의 배치와 특수공사이다.

#### 가) 공사용 도로의 배치

공사용 도로는 재료, 기계 등의 반출입, 기계의 가동 등 전체공정에 큰 영향을 준다. 그러므로 공사용 도로 배치의 적부가 궁극적으로 공사의 경제성을 좌우한다. 관수로의 노선은 재래 도로만을 따라 가는 것이 아니기 때문에 공사용 도로의 노선배치가 중요한 의미를 갖게 된다. 공사용 도로의 배치계획에서 유의할 점은 여유를 갖는 배치, 노폭 그리고 구조라고 할 수 있다. 공사용 도로는 가설도로인 관계로 가능하면 경비를 절감하려는 경향이 있으나 좋은 성과품을 얻기 위해서 이것은 바람직하지 않다.

공사후의 유지관리를 위하여 도로가 필요한 경우는 공사용 도로를 가설도로로 하지 않고 유지관리 도로로 처음부터 계획하여 공사시에도 이용할 수 있다.

#### 나) 특수공사

노선이 인가 밀집지, 연약한 지반 등을 통과하는 경우 충분한 대책을 강구하여 계획하여야 한다. 인가 밀집지에서는 기술적인 문제 외에 사회적인 제한이 가해질 때가 있다. 특히 공사에 의한 일상생활의 불편 및 안전이 가장 중요한 항목이 된다.

연약지반에서의 시공은 공사 발판을 충분한 것으로 하는 것과 공사 완료후 지진에 의한 피해를 받지 않도록 기초 및 이음매의 시공에 주의하는 것 외에 부등침하를 방지하기 위한 지반개량을 하는 것 등이 필요하다.

철도를 횡단하는 경우 혹은 도로에 연해서 관수로를 매설하는 경우 등 여러종류의 특수공사가 있으나 어느 경우에도 전체공정 중에서 Critical path가 되는 것이 통례이다. 따라서 관수로의 공사 시공에 있어서는 쉬운 공사를 제외하고 이 특수 공사를 어떻게 효율적으로 마무리 하느냐가 중요하다고 할 수 있다.

#### 나. 시공법

관수로 설치노선의 굴착, 관의 반입, 기초처리, 관의 포설, 되메움 등의 시공은 치밀하게 하여야 하고 특히 기초처리, 관의 포설, 되메움 등은 시공후의 안전성을 좌우하므로 설계 및 시공계획에 따라 주의하여 시공하여야 한다..

1) 굴착

지반상태나 관수로의 노선 위치에 따라 굴착 방법이 다르나 보통 널말뚝시공 굴착과 일반 굴착으로 대별된다. 전자는 연약지반이나 인가 밀집지에서 주로 사용되고 있다. 굴착은 기계굴착과 인력굴착으로 구분되며 (표 4.104-1 참조), 각각의 시공성, 경제성, 안전성 등이 다르다. 인력 굴착인 경우 경사면의 기울기는 표 4.104-2와 같다.

굴착에 수반되는 문제점은 굴착 직후보다는 얼마간의 시간이 지나서 생기는 것이 많다. 비교적 자주 발생하는 문제점은 일반굴착의 비탈 끝 부분 붕괴나 비탈면 붕괴이다. 공정상으로는 관을 포설할 때 붕괴가 잘 일어나며 그 원인은 배면에서의 지하수나 용출수의 침출이 대부분을 차지한다. 다만 이 때 비탈끝 붕괴를 사소한 일로 생각하고 신속히 대응하지 않으면 후에 큰 사고를 당할 수 있으므로 주의하여야 한다. 굴착면의 토질과 지하수, 용출수에 충분한 주의를 하는 것이 중요하다.

표 4.104-1 기계 및 인력 굴착의 제원

| 항 목     | 시공방법          | 기 계 굴 착                            |          | 인 력 굴 착                 |
|---------|---------------|------------------------------------|----------|-------------------------|
|         |               | 백 호                                | 트 렌 처    |                         |
| 적 용 조건  | 지형 및 토질       | 대부분의 지형 및 토질에 적용가능                 |          | 대부분의 지형 및 토질에 적용가능.     |
|         | 시공길이          | 긴 경우 경제적                           | 긴 경우 경제적 | 짧은경우경제적                 |
|         | 기계의 시장성       | 크다                                 |          | -                       |
| 굴 착     | 최소굴착 저폭       | 50 cm                              |          | 30 cm                   |
|         | 비탈면 경사        | 자립가능                               | 자립불가능    | 수직으로 한다                 |
| 수직으로 한다 |               | 붕괴가 안생길 정도의 경사                     |          |                         |
| 기 타     | 극히 표준적인 굴착 기계 | 굴착폭이 좁아 래머, 임팩트 롤러등에 의한 각층 다짐은 불가능 |          | 기계굴착 불능 또는 비경제적인 장소에 적용 |

표 4.104-2 인력굴착시의 비탈 경사의 표준

| 지 질 \ 비탈 높이 | 2m 미만     | 2m ~ 5m   | 5m 이상 |
|-------------|-----------|-----------|-------|
| 암 또는 경점토    | 0 ~ 0.1   | 0 ~ 0.3   | 0.3 ~ |
| 점성토         | 0 ~ 0.3   | 0.2 ~ 0.5 | 0.6 ~ |
| 썰 트         | 0.2 ~ 0.4 | 0.3 ~ 0.6 | 1.0 ~ |
| 사질토         | 0.4 ~ 0.6 | 0.5 ~ 1.2 | 1.2 ~ |
| 모 래         | 1.5       | 1.5 ~     |       |
| 자갈 및 력질토    | 0.3 ~ 0.8 | 0.6 ~ 1.5 |       |
| 느슨한 산토      | 1.0       |           |       |

주) 굴착면에 안쪽으로 2m 이상의 수평 소단이 있을 경우는 해당 단에서 잘라지는 각각의 굴착면의 비탈고로 한다.

#### 가) 굴착폭

관의 접합, 되메움 흙의 다짐, 작업의 안전 등을 고려하여 굴착폭을 결정하여야 한다. 굴착폭을 좁게 할수록 토공비가 적게 드는 것은 물론이지만 마야스톤 공식에서 명확하게 나타난 바와 같이 매설 깊이가 일정하면 관정부의 도랑폭이 좁을수록 관에 가해지는 토압은 작아지기 때문에 관체비용의 경감 및 관의 안전성을 높이게 된다.

한편, 관체의 설치, 접합, 되메움 작업을 완전하게 할 수 있을만한 도랑폭을 확보할 필요가 있으므로 도랑폭은 관종, 관경, 매설 깊이 등과 지반의 상황이나 공법 등을 검토하여 필요최소량의 폭으로 하지 않으면 안된다.

#### (1) 일반굴착

관종에 따라 작업공정이 다르므로 표준적인 굴착폭을 관종별로 정리한 것이 표 4.104-3 및 표 4.104-4이다. 표 4.104-3은 직굴의 경우 관정부에 있어서의 굴착폭의 표준을 표시한 것이다. 그리고 표 4.104-4는 굴착 비탈면이 붕괴하기 쉬운 토질 및 대구경관의 경우와 인력 굴착의 경우에 적용하는 값이다. 어느 경우에도 현지조건에 의하여 증감이 가능하다.



표 4.104-3 표준 굴착폭 (관정부에서) 표 4.104-4 표준 굴착폭 (관저부에서)  
(단위mm) (단위mm)

| 관재<br>관경 (mm) | 콘크리트관 | 금속관<br>및<br>플라스틱관 | 관재<br>관경 (mm) | 콘크리트관 | 금속관<br>및<br>플라스틱관 |
|---------------|-------|-------------------|---------------|-------|-------------------|
| 100 이하        | 750   | 500               | 100 이하        | 400   | 300               |
| 150           | 790   | 600               | 150           | 500   | 400               |
| 200           | 840   | 650               | 200           | 550   | 400               |
| 250           | 900   | 700               | 250           | 650   | 450               |
| 300           | 960   | 750               | 300           | 700   | 500               |
| 350           | 1,020 | 800               | 350           | 800   | 600               |
| 400           | 1,080 | 850               | 400           | 850   | 650               |
| 450           | 1,150 | 900               | 450           | 950   | 750               |
| 500           | 1,200 | 1,000             | 500           | 1,000 | 800               |
| 600           | 1,330 | 1,100             | 600           | 1,100 | 850               |
| 700           | 1,470 | 1,300             | 700           | 1,200 | 1,000             |
| 800           | 1,600 | 1,500             | 800           | 1,300 | 1,100             |
| 900           | 1,730 | 1,600             | 900           | 1,500 | 1,300             |
| 1,000         | 1,870 | 1,700             | 1,000         | 1,600 | 1,500             |
| 1,100         | 1,990 | 1,800             | 1,100         | 1,700 | 1,600             |
| 1,200         | 2,120 | 1,900             | 1,200         | 1,800 | 1,700             |
| 1,350         | 2,300 | 2,050             | 1,350         | 1,900 | 1,800             |
| 1,500         | 2,500 | 2,200             | 1,500         | 2,100 | 1,900             |
| 1,650         | 2,700 | 2,400             | 1,650         | 2,300 | 2,200             |
| 1,800         | 3,000 | 2,700             | 1,800         | 2,400 | 2,300             |
| 2,000         | 3,400 | 3,000             | 2,000         | 2,600 | 2,500             |
| 2,200         | 3,600 | 3,200             | 2,200         | 2,800 | 2,700             |
|               |       |                   | 2,400         | 3,000 | 2,900             |
|               |       |                   | 2,600         | 3,200 | 3,100             |
|               |       |                   | 2,800         | 3,400 | 3,300             |
|               |       |                   | 3,000         | 3,600 | 3,500             |

(2) 널말뚝 시공

표 4.104-5는 널말뚝의 종류에 따른 표준적인 굴착폭을 나타낸 것이다. 단 굴착폭은 관체의 구조 설계조건과 밀접한 관련이 있으므로 단순히 시공상의 조건만으로 판단해서는 안된다.

표 4.104-5 널말뚝을 시공한 경우의 표준 굴착폭 (단위 : cm)

| 관 경<br>(mm) | 표준 굴착폭 (b)        |                   |             | 이음부 굴착 |           |
|-------------|-------------------|-------------------|-------------|--------|-----------|
|             | H형강 또는<br>I형강의 경우 | 경량<br>강널말뚝의<br>경우 | 강널말뚝의<br>경우 | 굴착 심도  | 길 이       |
| 300         | 150               | 150               | 170         | 20(60) | 100 (100) |
| 350         | 155               | 155               | 175         | 20(60) | 100 (100) |
| 400         | 160               | 160               | 180         | 20(60) | 100 (100) |
| 450         | 165               | 165               | 185         | 20(60) | 100 (100) |
| 500         | 170               | 170               | 190         | 20(60) | 100 (100) |
| 600         | 180               | 180               | 200         | 20(60) | 100 (100) |
| 700         | 190               | 190               | 210         | 20(60) | 100 (100) |
| 800         | 200               | 200               | 220         | 20(60) | 100 (100) |
| 900         | 210               | 210               | 230         | 20(60) | 120 (100) |
| 1,000       | 220               | 220               | 240         | 25(60) | 120 (100) |
| 1,100       | 230               | 230               | 250         | 25(60) | 120 (100) |
| 1,200       | 240               | 240               | 260         | 25(60) | 120 (100) |
| 1,350       | 255               | 255               | 275         | 25(60) | 120 (100) |
| 1,500       | 270               | 270               | 290         | 30(80) | 130 (100) |
| 1,650       | 280               | 280               | 310         | 30(80) | 130 (100) |
| 1,800       | 310               | 310               | 350         | 30(80) | 130 (100) |
| 2,000       | 330               | 330               | 370         | 30(80) | 130 (100) |
| 2,200       | 350               | 350               | 390         | 30(80) | 130 (100) |
| 2,400       | 370               | 370               | 410         | 30(80) | 130 (100) |

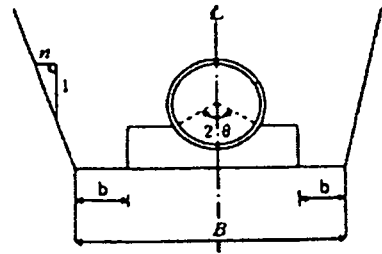
- 주) 1. ( ) 내 수자는 강관의 용접 이음시의 이음 굴착을 표시함.  
 2. 널말뚝을 사용할 경우 이음굴착의 필요폭을 가지고 전길이의 굴착폭으로 한다.  
 3. 널말뚝의 종류는 다음 그림과 같다.

**(3) 콘크리트 기초(일반굴착)**

콘크리트기초(일반굴착)의 굴착폭은 표 4.104-6과 같다.

표 4.104-6 굴착폭(B) (지승각 120° 의 경우)

| 관 경 (mm) | 굴 착 폭 (mm) |
|----------|------------|
| 400      | 1,420      |
| 600      | 1,680      |
| 800      | 1,930      |
| 1,000    | 2,190      |
| 1,200    | 2,430      |
| 1,350    | 2,710      |
| 1,650    | 3,070      |
| 1,800    | 3,240      |
| 2,000    | 3,500      |
| 2,200    | 3,800      |
| 2,400    | 4,100      |



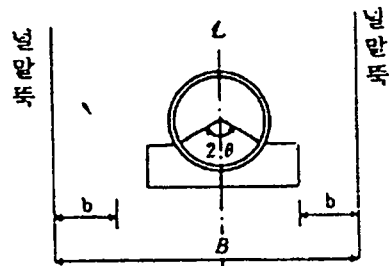
- 주) 1. 인력굴착, 백호굴착의 경우  
2. 붙임 그림과 같다.

(4) 콘크리트 기초 (널말뚝 시공)

콘크리트 기초 (널말뚝 시공)의 경우 굴착폭(B)는 표 4.104-7에 표시한다.

표 4.104-7 굴착폭(B) (지승각(支承角) 120° 의 경우)

| 관 경 (mm) | 굴 착 폭 (mm) |
|----------|------------|
| 400      | 1,520      |
| 600      | 1,780      |
| 800      | 2,030      |
| 1,000    | 2,290      |
| 1,200    | 2,530      |
| 1,350    | 2,910      |
| 1,650    | 3,270      |
| 1,800    | 3,440      |
| 2,000    | 3,700      |
| 2,200    | 4,000      |
| 2,400    | 4,300      |



- 주) 1. 인력굴착, 백호굴착의 경우  
2. 붙임 그림과 같다.

## 나) 굴착깊이

굴착깊이는 관수로 매설깊이와 기초의 구조에 따라 결정된다. 그리고 겨울에도 관수로 내부가 물로 차있는 경우는 동결심도 이하에 매설되도록 매설깊이를 정해야 한다.

## 다) 이음부 굴착

관체의 접합장소의 굴착을 이음 굴착 (그림 4.241-1참조) 이라 하며 그 표준은 표 4.104-8, 표 4.104-9, 표 4.104-10에 나타나 있다.

표 4.104-8 칼라 이음  
(FRPM관)

| 관경 \ 치수      | d<br>(mm) | ℓ<br>(mm) |
|--------------|-----------|-----------|
| 900mm이하      | 200       | 1,000     |
| 1,000 -1,400 | 250       | 1,200     |
| 1,500mm이상    | 300       | 1,300     |

표 4.104-9 메카니칼 이음  
(Ductile 주철관, FRPM관)

| 관경 \ 치수    | d<br>(mm) | ℓ<br>(mm) |
|------------|-----------|-----------|
| 500mm이하    | 400       | 1,000     |
| 600 -1,200 | 600       | 1,200     |
| 1,500mm이상  | 800       | 1,300     |

표 4.104-10 응접이음 (강관)

| 관경 \ 치수    | d     | ℓ       |
|------------|-------|---------|
| 1,350mm 이하 | 600mm | 1,000mm |
| 1,500mm 이상 | 800   | 1,000   |

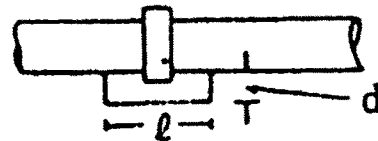


그림 4.241-1 이음부 굴착 형상

## 2) 관의 포설

### 가) 반입

관이 포설현장에 반입되는 경우 관의 상차, 하차 및 이동할 때에 가장 손상을 입기 쉽다. 하차는 와이어(wire)를 걸어서 작업을 하는 것이 원칙이며 그 방법은 그림 4.241-2 및 그림 4.241-3과 같다.

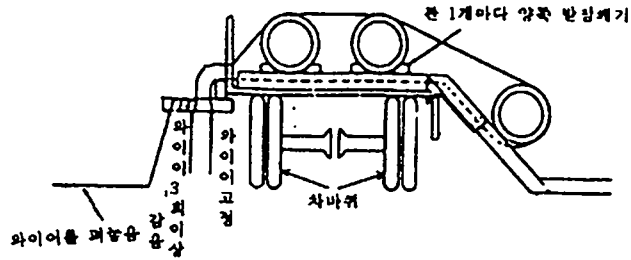


그림 4.241-2 대중구경관을 부리는 방법

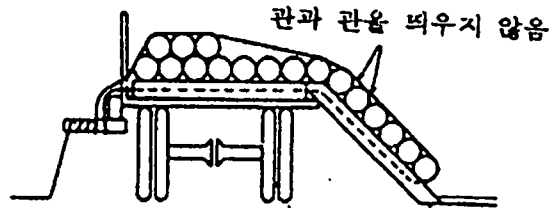


그림 4.241-3 소구경관을 부리는 방법

나) 관의 저장 및 배열

관을 저장하기 위하여 쌓아놓을 때는 침목을 사용하여 그림 4.241-4와 같이 저장하고, 관을 배열할 때는 그림 4.241-5와 같이 집합부를 같은 방향으로 하고 썸기를 넣어 굴러가지 않게 한다.

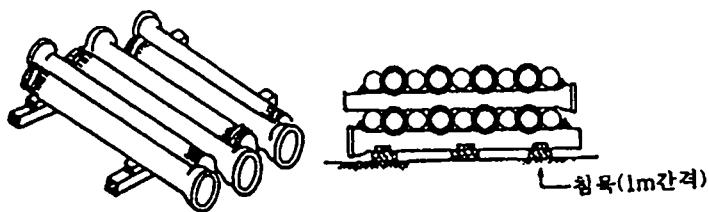


그림 4.241-4 관의 쌓기

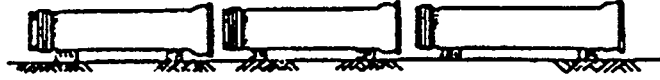


그림 4.241-5 관의 배열

## 다) 기초공

### (1) 보통 기초

관체가 기초와 접할 때는 기초에서의 반력이 넓고 균일하게 생기는 것이 바람직하다. 따라서 관체의 기초는 될 수록 균질성이 보호, 유지되도록 하여야 한다. 관체와 기초가 접촉하는 곳이 점과 선으로 되어 있으면 이 점 또는 선상에 응력이 집중되어 관체의 파괴 등의 원인이 된다. 기초지반이 보통상태인 경우 특수한 기초처리를 할 필요는 없으나 굴착면을 과굴없이 도면과 똑같이 정지하기는 매우 어렵다. 또 관의 이음작업의 효율화와 양호한 시공관리를 하기 위해서는 균질한 모래 또는 사질토를 재료로 모래기초를 하는 것이 좋다.

### (2) 연약지반

수분함유량에 따라 지반의 연약도는 다르다. 연약지반에서 시공할 경우, 공사시공중에 공사발판 확보의 어려움과 공사 완료후 부등침하의 가능성, 지진에 의한 관체의 거동과 이음의 안정성 등이 검토되어야 한다. 매설 후의 부등 침하 대책과 지진에 대한 검토는 설계분야의 과제로 보아 처리할 수 있으나, 공사의 발판이 확보된 것으로 만족하고 일어날 수 있는 장래의 변화를 전적으로 무시해서는 안된다. 연약 지반에서는 부등 침하를 피하기 어렵고 또 지진시에 관체에 큰 변위가 발생하기 쉽다. 연약 지반의 상태, 지하수위의 확인 등에 따라 설계를 기본부터 재검토하는 것이 필요한 경우도 있다. 따라서 연약 지반에서는 ① 양호한 발판을 확보하고, ② 이음부의 시공에 정성을 다해야 한다. 일반적으로 연약 지반에서는 보통굴착이 곤란한 경우가 많으며 널말뚝의 시공을 요하는 경우가 많다 (그림 4.241-6 참조)

### (3) 암이 돌출한 지반

관수로의 기초는 균질인 것이 가장 바람직하나 노선 도중에 그림 4.241-7과 같이 암반을 만나는 경우, 돌출한 암반위에 있는 관체가 상재하중이나 인근부위의 부등 침하에 의해 집중응력을 받지 않도록 주의하여야 한다. 이런 경우 관저와 암반 돌출부와의 사이를 될수록 크게 하고 여기에 사질토를 넣어서 조심스럽게 다져준다.

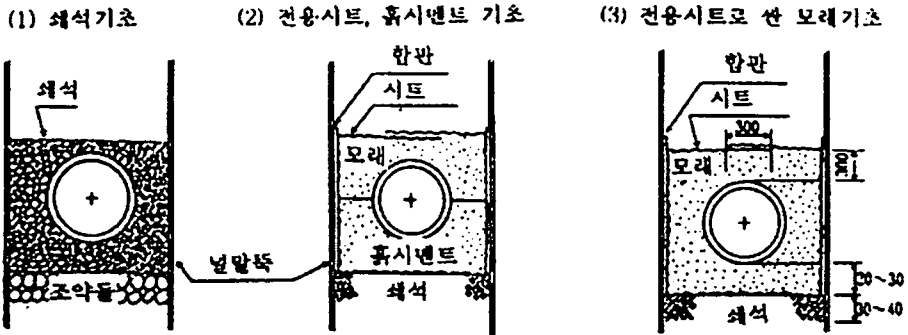


그림 4.241-6 연약지반의 널말뚝 기초공

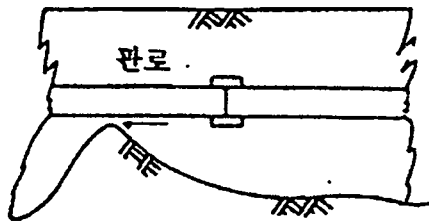


그림 4.241-7 돌출한 암반

라) 포설 및 이음

(1) 관 포설

관을 굴착 도랑에 포설할 경우 관체 및 이음부에 손상 또는 충격을 주지 않도록 하여야 한다. 관체가 충격을 받으면 균열이 생기고 누수가 발생한다. 또 필요 이상의 높이로 매달아 올리지 않는 것이 좋으며 작업중 안전면에서의 주의가 필요하다. 매달아 올린후 관을 기울어지게 할 경우는 2개 달리는 로프를 중심표시 부근에 오게하여 한다.

(2) 관의 이음

관의 이음공정은 포설하는 관의 종류에 따라 다르다. 고무링 이음관의 경우 완전 시공을 위해서는, ① 고무링 등 지수재의 관이음부에 대한 압축률을 평균화 시킨다. ② 고무링 등 지수재가 접하는 면 (관의 수구 내면 및 압입구 외면)을 매끄러운 면으로 하여준다. ③ 먼지, 흙 등이 끼지 않도록 한다. 이를 위하여 관체를 접합하기 전에

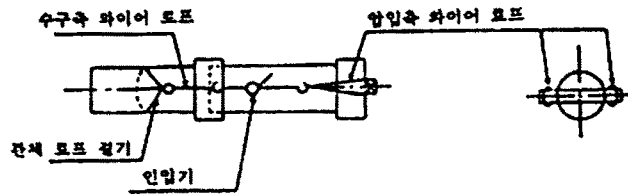
이음부를 깨끗이 청소하고 접합후의 시공상태의 관리(틈, 이음간격)를 관리기준에 따라 확실하게 시행해야 한다.

보통이음에 앞서 이음부에 활제를 바르고 그리스, 기름 등은 고무를 약하게 하므로 고무링 이음에는 사용하지 않아야 한다.

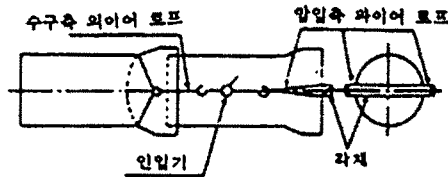
용접이음의 경우는 용접한 부분의 내외측을 반드시 도장하여 장차 녹이 생기지 않도록 한다. 도장재료는 관체를 도장한 것과 같은 것을 사용하며 도장 횟수 또는 두께는 관 제조회사의 자문을 받아서 시행한다.

일반적인 이음작업의 개요는 그림 4.241-8에서 보는 바와 같고, 관을 수평으로 밀어넣는 것이 무엇보다 중요하다.

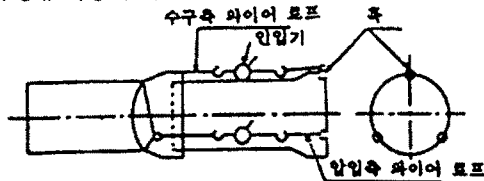
(1) 2대 사용의 경우 (φ600~φ700)



(2) 2대 사용의 경우 (φ800~φ1,650)



(3) 3대 사용의 경우 (φ1,800~φ3,000)



(4) 내면 접합의 경우

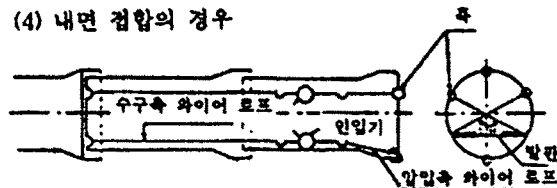


그림 4.241-8 관 이음 시공



### 3) 되메움

되메움에 있어서의 요점은 적절한 되메움 재료를 사용하고, 작업중 관체에 편압이 걸려 관이 이동하는 일이 없게 하고, 충분히 다져 침하가 일어나지 않게 하는 것이다.

#### 가) 되메움 재료

일반적으로 굴착토를 유용하여 되메움하는 경우가 많지만, 유기질을 다량 포함하거나 압축성이 크거나 되메움 재료로서 부적당한 경우, 별도로 재료를 준비한다. 되메움 재료에는 관체에 손상을 주는 돌이나 바위조각, 부등침하의 원인이 되는 점토 덩어리, 얼음 덩어리, 그리고 초목 등이 포함되지 않아야 한다. 굴착토를 되메움 재료로 사용할 수 있는지 없는지의 판단은 매설하는 관종에 따라 좌우된다. 가요성관의 경우는 관 두께가 되메움 후의 관측부의 저항토압을 예측해서 결정되므로 되메움 후의 다짐상태가 예상의 값보다 작아서는 안된다. 이로인해 대충의 판단기준은 표준적인 시공법에 따라 소요의 저항토압을 얻을 수 있도록 다짐을 하여 그 상태가 장기간에 걸쳐 유지되는지 어떤지의 판단에 의한다고 생각하여도 지장은 없다.

이 경우 굴착토를 대상으로 한 입도, 밀도 및 3축 또는 1축압축시험 등의 토질시험이나 현장에서의 다짐시험을 실시한다. 함수비가 많은 굴착토는 되메움 재료로서 사용가능한지 신중히 판단해야 한다. 일반적으로 자연건조가 현실성 있는 방법이지만 공정과의 관계를 검토하여 결정하면 좋다. 일부 양질토를 반입하여 관측부근을 매우고 나머지는 굴착토를 유용하는 방법도 쓰인다.

#### 나) 관저부근의 되메움

관저부근은 공동화되기 쉬우며 이를 방지하기 위하여 보통 사람의 발이나 막대기로 되메움 흙을 충전한 후 관저부를 따라서 막대기로 옆을 쑤서가며 다지기를 한다 (그림 4-9 참조). 되메움 재료로서 모래를 사용하는 경우 물다짐을 하는 것이 효과적인 때도 있다.

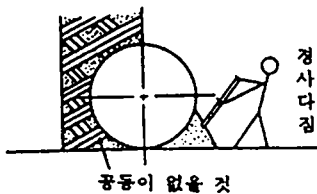


그림 4.241-9 관저부근의 되메움

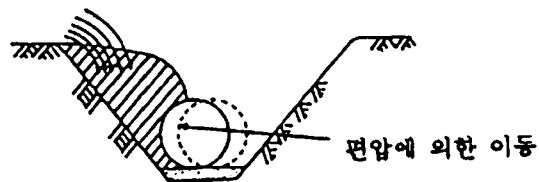


그림 4.241-10 편압에 의한 이동

#### 다) 관측벽부분의 되메움

관측벽부분의 되메움은 관체의 보호 및 설계조건을 만족시키기 위해서 대단히 중요한 작업이다. 되메움 작업중 관이 좌우로 이동하지 못하도록 좌우 균등하게 되메움하면서 작업을 진행시켜야 한다 (그림 4.241-10 참조). 또 관체가 떠오르지 않도록 주의하면서 시공하는 것이 중요하다.

되메움의 1회 두께는 보통 20~30cm이고 다짐은 다짐용 막대기, 나무망치, 또는 래머 등을 사용한다. 또한 진동 콤팩터를 사용할 경우에는 1회 시공두께를 작게하여 다짐 효과를 높일 필요가 있다.

가요성관의 경우 다짐이 충분하지 못하면 관이 쳐지며 관체에 설계 이상의 응력이 발생한다.

#### 라) 관정부근의 되메움

관정에서 적어도 60cm 정도는 관측벽부의 되메움 재료와 같은 것을 사용하여 같은 정도의 다짐을 한다. 롤러나 불도저 등 대형 기계를 사용하는 다짐작업은 관체에 대한 손상을 피하기 위하여 관정부터 60cm 정도 이상 되메움한 후부터 허용되고 있다.

#### 마) 구조물 연결부의 되메움

관수로와 구조물과의 연결부는 사고발생률이 높은 곳이다. 원인은 거의가 부등침하 때문이다. 일반적으로 구조물의 기초는 기초말뚝, 푸팅 등 기초처리를 하게 되므로 관수로와의 사이에 침하의 차가 생겨 그림 4.241-11에서 보는 바와 같이 화살표시(←)의 부분에서 관체 균열의 발생이 많다. 따라서 부등침하를 피하지 못한다고 판단되면 이 부분의 이음구조는 유연한 구조로 할 수 있도록 설계상에서 배려함은 물론이고 연결부분의 되메움 재료의 다짐을 완전하게 하는 것이 중요하다.

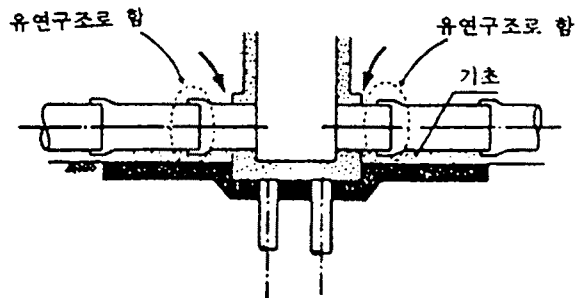


그림 4.241-11 구조물 연결부의 되메움

#### 4) 특수한 경우의 시공

##### 가) 편압을 받는 경우

심하게 편압을 받게 되는 위치는 피하던가 그림과 같이 대책을 세우지 않으면 안된다. 그림 4.241-12와 같이 사면에 성토한 부분을 통과하는 것은 위험하므로 기존 사면 내에 도랑을 파고 매설하는 것이 좋고, 그림 4.241-13과 같이 성토중에 매설하는 경우는 비탈쪽을 피하고 될 수록 중앙부에 설치하는 것이 좋다. 또, 그림 4.231-14와 같이 압성토를 하거나 원지반에 도랑을 파고 매설하는 것도 편압을 피하는 방법이다.

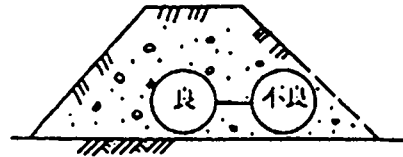
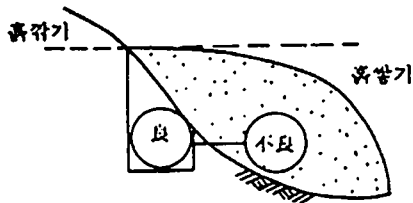


그림 4.241-12 기존 사면의 절취 매설

그림 4.241-13 성토중의 매설

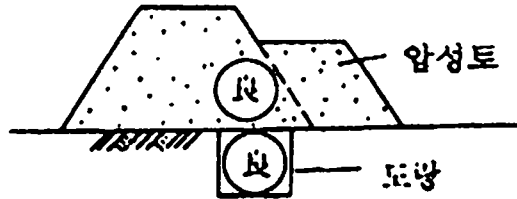


그림 4.241-14 압성토 또는 도랑에 매설

##### 나) 지하수위가 높은 경우

지하수위가 높은 곳에서는 시공후 상당기간 경과후의 상황을 고려하여 배수처리를 하는 것이 원칙이다. 그러나 배수 대책공이 미비할 경우 또는 어쩔 수 없는 경우는 되메움 작업중 배수 펌프를 사용하여 소위 드라이 워크 (dry work)를 확보할 수 있도록 작업을 진행시키고 작업 종료와 함께 펌프 가동을 멈추어 지하수위를 서서히 먼저의 수위로 회복시킨다. 이 과정에서 부력에 의해 관이 솟아 오를 경우 이를 방지

할 수 있는 최소 흙 채우기의 여유 두께를 확보해 두어야 한다.

#### 다) 널말뚝 시공의 경우

널말뚝 시공의 경우, 널말뚝을 빼낼 때에는 이미 되메움한 흙을 느슨하게 만들기 쉽기 때문에 충분한 주의가 필요하다. 따라서 널말뚝을 빼낼 때에는 1개 건너씩 하던가 또는 영향을 미치지 않는 곳에서 부터 하여 주변을 흐뜨리는 일이 없도록 하여야 한다.

#### 다. 통수시험과 거동계측

관을 포설하고 되메움을 하기전에 관수로의 수밀성을 확인하기 위하여 통수시험을 시행하고, 관수로 설치시에 계측시설을 함께 설치하여 설치후의 관수로 거동계측을 시행한다.

##### 1) 누수시험

통수시험은 누수시험과 수압시험으로 구분된다. 이중 누수 시험은 반드시 실시하여 관수로의 수밀성을 확인하지 않으면 안된다. 수압 시험은 누수 시험의 결과에서 안전성이 확실하게 판단되는 경우에는 생략하는 경우도 있다.

누수시험은 관내에 물을 주입하여 누수 유무를 조사하는 것으로 누수 장소의 발견과 누수량이 허용 한도내에 있는지 확인하기 위해서 행한다. 일정 수압하에 시험을 행하는 것으로 대구경 관수로의 경우는 수량의 확보, 관내작업의 불능 등으로 test band를 사용하여 누수시험을 행하는 경우가 많다.

##### 가) 임시되메움

물채우기, 가압 등의 누수시험도중 수압에 의해 관이 이동하지 않도록 일부 되메움을 한다. 되메움에서 이음매 부분은 제외하여 검사, 보수 등이 가능하도록 한다.

또, 콘크리트 기초의 경우는 충분한 강도가 발생한 후에 시험을 하여야 한다.

##### 나) 물 채우기 (주수)

관수로의 시험구간에 물을 채우는 것으로 다음 사항에 유의한다.

○물채우기전에 공기 밸브를 전개하고 공기의 배출을 완전히 한다.

○물채우기 속도는 공기의 배기속도에 맞추어 조정한다. 급격한 주수는 공기압을 높이거나 공기를 한 곳에 가두어 사고를 유발하므로 피하여야 한다. 공기가 머물기 쉬운 장소 예를 들면 상대적으로 높은 곳의 주수상황에 주의를 한다.

○주수중 시험구간내의 주요 구조물 설치장소, 관수로의 변화점을 중심으로

지표면 및 주변의 변화와 이상유무를 점검한다.

○ 주수중 역지밸브, 바이 패스 밸브 등의 기능을 점검한다.

#### 다) 시험수압

주수 완료후 펌프 등으로 가압하여 시험하며 시험수압은 다음과 같다.

$$\text{시험수압} = \text{설계수압} - \text{설계 수격압} = \text{정수압}$$

시험을 위한 가압시의 주의사항은 다음과 같다.

○ 관내의 공기가 완전히 배제되어 있는 것을 확인후 가압한다.

○ 가압시 관체가 좌우로 이동하지 않도록 되메움 또는 관의 고정여부를 확인한 후에 가압한다.

○ 시험은 주수후 적어도 1주일 경과 후부터 행한다.

○ 시험 수압은 24시간 일정하게 유지하고 이 사이의 감수량 (=보급수량)을 측정한다.

○ 가압중 시험 구간내의 주요구조물 설치장소, 관수로의 변화점을 중심으로 이상유무를 점검한다.

#### 라) 허용감수량

허용 감수량은 관종에 따라 다음의 값으로 한다. 또 단위는 관경 1cm, 길이 1km 당이다.

- 콘크리트 관류 : 100~150 ℓ/일

- 주철관, 강관 : 50~100 ℓ/일

- 플라스틱 관류 : 25 ℓ/일

단, 감수량이 시험 구간 전체에 대해서 허용한도 이내라고 하여도 집중적인 감수 장소에는 지수조치를 강구하지 않으면 안된다. 또 용접, 용착, 접착 이음부의 경우는 특별한 이유가 없는 한 허용 감수량을 적용하지 않는다.

그리고 정수압으로 시험해야 하지만 여러 형편상 정수압보다 낮은 시험수압으로 시험하는 경우는 다음 식으로 감수량을 수정한다.

$$Q = Q' \sqrt{H/H'}$$

여기서,

$Q$  : 수정 감수량 (ℓ)

$Q'$  : 측정 감수량 (ℓ)

$H$  : 정수두 (m)

$H'$  : 시험수두 (m)

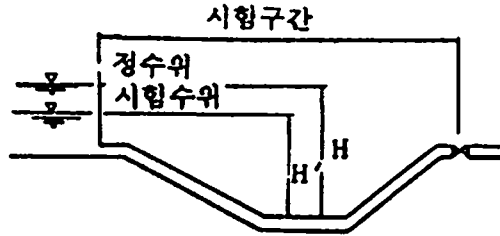


그림 4.241-15 시험수두를 취하는 방법

#### 마) Test Band

대형관은 물채우기 등 어려움이 많으므로 대략 900mm 이상 관의 이음부의 수밀성을 검사할 경우는 Test Band법을 이용한다. 이 시험에서는 보통  $5\text{kgf/cm}^2$  정도의 압력을 5분정도 가하여 수밀성을 조사하는 일이 많다.

Test Band 시험에서는 다음 사항에 유의하여야 한다.

- 관내 band 장착면을 충분히 청소하여 활면으로 한 후 band를 장착시킨다.
- 관저부는 물이 고이기 쉽고 또 티끌도 부착되기 쉬우므로 이 부분의 청소에는 충분한 주의가 필요하다.
- 종단방향으로 경사가 있는 관수로에서는 펌프차를 상류측에 설치한다.
- 작업원간의 역할을 확실하게 하기 위하여 사전에 의논하여 준비를 충분히 하여야 한다.
- 관내의 환기, 비계의 설치 및 추락방지 등 안전대책을 충분히 해야 한다.

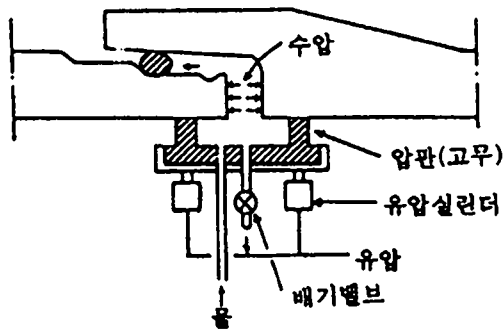


그림 4.241-16 Test Band의 구조

## 2) 수압 시험

### 가) 시험준비

수압시험은 관수로가 소요의 수압에 대해서 안전하게 견딜 수 있는가를 확인하기 위해서 행하는 것으로 보통 1~2시간 정도의 압력변화 및 노선중에 이상유무를 확인한다.

표 4.104-11 통수시험 실시 예

| 월일                | 구분             | 내 용  |
|-------------------|----------------|--|
| 9.1<br>까지         | 준비             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Joint Band Test 종료 (이상 무)</li> <li>• 가압용 뚜껑 설치               <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 기설 뚜껑 이설 및 토공 --- 형강 항타입 (H - 400 x 400)</li> <li>(2) 가압용 뚜껑 설치 --- 강제 뚜껑 및 관 설치</li> </ul> </li> <li>• 관로 점검               <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Joint 간격 및 처짐량 측정</li> <li>(2) 밸브 개폐를 점검 --- 공기밸브, 배니밸브, 제수밸브</li> <li>(3) 노선 지표면의 관측 점검</li> </ul> </li> <li>• 주수용 가배관 --- 수중 펌프 (φ 100mm 3대) 중계용 수조 1기</li> <li>• 가압장치 조립 --- 가압펌프, 압력계, 유량계 등</li> <li>• 통수시험 실시에 대하여 농지개량조합과 협의 (수원 이용시기)</li> <li>• 통수시험 실시 계획의 책정</li> </ul> |
| 9. 2              | 주수             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 전원 본부에 집합, 당일의 작업계획 협의(시험기간중 매일 실시)</li> <li>(1) 제수밸브, 배토밸브의 개폐, 공기밸브의 개방</li> <li>(2) 주수 개시 (오전 10 : 15 ), 주수 완료 ( 9.5 오전 7: 15)</li> </ul>  |
| 9. 5<br>~<br>9. 7 | 예비<br>가압       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 작업 실시전 인원 배치후 Transceiver 교신시험 실시(시험기간중 매일 실시)</li> <li>(1) 가압장치의 설치 --- 가압펌프 사양(압력:50kg/cm<sup>2</sup> 토출량: 50 l/min)</li> <li>(2) 가압 개시 --- 누수 시험의 압력 보다 낮음 (약 2kg/cm<sup>2</sup> 로 가압)</li> <li>(3) 관로 점검 --- 노선의 관측 및 밸브류의 이상을 확인, 그결과 배토밸브에서 누수가 확인 되어 지수 작업을 수행, 기타 이상무</li> </ul>  |
| 9. 8<br>~<br>9. 9 | 감수<br>시험       | <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 가압개시 --- 시험압력 P<sub>1</sub> = 2.58 kg/cm<sup>2</sup> (오전 10: 30)</li> <li>(2) 압력 및 재주수량 측정 --- 30분마다 측정으로 24시간 실시</li> <li>(3) 관로 점검 --- 이상유무 확인 (없음)</li> <li>(4) 물채우기 시험 완료 --- 24시간 누수량 집계 결과에 따라 합격으로 판정 (9.9 오전 10: 30)</li> </ul>   |
| 9. 9              | 수압<br>시험       | <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 가압개시 (오전 11: 09) --- 시험압력 P<sub>2</sub> = 5.17 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>(2) 관로점검 (오후 3: 38) --- 이상유무 확인 (없음)</li> <li>(3) 감압량 측정 (오후 3 : 38 - 4 : 38)</li> <li>(4) 수압시험 종료 --- 감압작업 실시 (9.9 오후 4: 38)</li> </ul>  |
| 9. 9              | 배수<br>완료<br>점검 | <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 감압 종료후, 배토밸브 및 공기밸브를 개방하고 배수 작업을 실시</li> <li>(2) 관내 환기 종료후 관로점검 --- 이음 간격, 처짐량을 측정</li> <li>(3) 마무리</li> </ul>  |

### 3) 되메움 후 관수로 거동계측

관수로는 매설물이므로 외부에서 관수로의 거동을 눈으로 볼 수는 없다. 그러나 당초의 설계, 시공 조건을 실제로 점검 또는 확인하고 현지자료를 얻을 수 있는 것은 중요한 것이다. 즉 처짐량, 침하량 등을 측정함에 따라 기술의 확립, 설계, 시공상 관리가 가능하도록 노력해야 한다. 특히 가요성관의 경우는 하중분포 형태, 설계에 적용되는 제정수의 판정 등 아직 명확히 밝혀지지 않은 사항도 많으므로 그 거동을 계측하는 것이 필요하다.

거동계측을 위해서는 관로 설치시에 필요한 계측기기를 계측하고자 하는 장소에 미리 설치하고 측정이 가능하도록 조치하여야 한다.

계측방법, 계측기기 등에 따라서는 신뢰성 있는 데이터를 얻을 수 없는 경우가 있다. 따라서 데이터의 신뢰도의 점검, 장기계측에 의한 확인 등을 반드시 행하여야 한다.

#### 4.4.5 유지관리

관수로의 유지관리는 사업목적에 따라 ① 물의 저류, 취수, 송배수, 분수, 방류 등을 하기 위하여 물 분배계획의 결정, 조작, 제어, 관측 등을 하는 물관리와, ② 제 시설의 보수 점검, 정비, 개량, 재해복구 등의 시설 관리로 대별 된다.

건설된 관수로는 항상 양호한 상태로 유지되어 목적에 합치되는 조작, 제어 등에 의하여 그의 효용을 발휘하며, 뛰어난 기능을 구비한 시설일지라도 적절한 관리를 하지 않으면 그 기능을 충분히 활용할 수 없게 되거나 혹은 관수로를 손상시키는 일도 있으므로 적절한 관리규정, 조작규정 및 보수 점검 규정 등을 정하여 적절히 유지관리하지 않으면 안된다.

##### 가. 관리제어 시스템

관리제어 시스템을 계획하는 경우, 농업용수의 특징을 충분히 이해할 필요가 있다. 이들의 특징은 다음과 같다.

- 필요수량이 기별로 변한다. 또 강우에 따라, 일단위의 필요수량이 변한다.
- 제어내용은 비교적 단순하나 대상지역이 분산되어 제어 대상지역이 넓다.
- 제어 시스템의 내용으로는 정밀도보다 확실성, 안전성이 요구된다.
- 야외의 자연조건에 대항하여 장기적으로 기능이 유지되어야 한다.

다만 상기 조건을 완전히 만족시키기 위해서는 시설의 고도화가 필요하게 되지만



이것이 도리어 실용성을 저해하지 않도록 해야 하고 농업의 생산성에 걸맞는 제어 수준을 구축하는 것이 현실적으로 필요하다.

관수로의 제어 시스템의 목표로서는 ① 조작의 용이성, ② 시설의 내구성, ③ 시설의 안전성에 중점을 둔 설계로 하는 것이 바람직하다. 또 해당 제어 시스템의 적합성을 확인하기 위하여 관수로에 생기는 각종의 수리현상을 모의발생하여 이들 현상중 어느 것에라도 충분히 대처할 수 있도록 검증을 행하는 것이 필요하다.

### 1) 계획의 순서

관리제어 시스템의 계획에 있어서는 ① 관리 제어의 내용, ② 관리 제어의 방식, ③ 관리 운영체제 등을 명확하게 하고 최종적인 관리 제어 시스템을 결정한다.

관리 제어의 내용은 수원조건, 필요수량 등을 토대로 작성되는 각 배수 블록마다의 물 이용 계획에 따라 실제로 관리 제어가 될 수 있는 것이 아니면 안된다.

다음에 관리 제어 방식을 어떻게 할 것인가 하는 점이나 이 선택에는 충분한 시간과 노력을 들여 행하여야 한다. 결국에 있어 이 방식의 선택이 관리 제어 시스템의 성패의 큰 요인이 되기 때문이다. 관리 제어 방식은 크게 집중감시제어 방식과 분산제어 방식으로 나눌 수 있다. 그리고 이들의 중간적인 것으로 집중감시분산제어 방식이 있다. 이들의 선택에는 후술하는 관리운영체제도 고려하면서 각각의 방식에 대해서 시설비용, 운영비 등의 경제요인 외에 기술자 등 기술적 요인, 증산효과에 의한 소득의 증가요인 등 종합적인 검토가 필요하다.

관리 운영은 시설의 규모나 타목적 사업과의 공동사업 등 사업내용에 따라서 지방자치단체나 농지개량조합 등에서 하게 되므로 이것을 전제로 하여 관리제어 시스템을 계획한다.

### 2) 감시제어의 기본

1일의 배수를 일정시간의 밸브개폐만으로 행하는 전통적 관리체제 방식도 있지만 일반적으로 관수로의 관리 제어는 감시가 기본으로 되어 있다. 각각의 control point에서의 유황을 파악하여 필요한 제어행동을 행하고, 제어행동은 중앙지령실에서의 지령에 의거하여 자동적으로 행하는 경우도 있으며 이 지령을 받아서 사람이 행하는 경우도 있다. 일반적인 감시제어에 대하여 그 방식을 분류하면 표 5.1과 같고, 그 기기의 구성을 표 5.2와 같다.

표 5.1 감시제어 방법의 분류

| 관리수준 |        |        |                  | 방법의 설명   |   |
|------|--------|--------|------------------|--|---|
| I    | 기<br>측 | 수<br>동 | 중<br>앙<br>감<br>시 | 무  | 현장에서 gate, 밸브의 개폐, 펌프 운전정지 등의 제어를 하고 상태를 현장에서만 표시한다.  |
| II   |        |        |                  | 유  | 현장에서 gate, 밸브의 개폐, 펌프 운전정지 등의 제어를 하고 상태를 중앙에서도 표시한다.  |
| III  |        | 자<br>동 |                  | 무  | 수위, 유량, 압력, 시간 등에 따라 현장에서 자동적으로 제어하고, 상태를 현장에서만 표시한다. |
| IV   |        |        |                  | 유  | 수위, 유량, 압력, 시간 등에 따라 현장에서 자동적으로 제어하고, 상태를 중앙에서도 표시한다. |
| V    | 원<br>격 | 수<br>동 |                  | 원격에서 전송로를 통해 조작 스위치에 의하여 gate, 밸브, 펌프 등을 제어한다.                               |   |
| VI   |        | 자<br>동 | A                | 수위, 압력, 유량, 개도 등의 목표치를 수동으로 설정하고, 이것과 일치하도록 중앙의 처리 장치를 개입시키지 않고 현장에서 제어하는 방식 |   |
| VII  |        |        | B                | 간단한 연산 장치에 의하여 외적 조건에 따라 목표치를 연산 처리하는 방식                                     |   |
| VIII |        |        | C                | 종합적인 정보를 수집하여 최적 제어를 하는 방식   |   |

표 5.2 기기구성

| 관 리 수 준 |        |        |        | 1<br>·<br>수<br>배<br>전<br>반 | 2<br>·<br>기<br>측<br>조<br>작<br>반<br>ON/OFF | 3<br>·<br>비<br>교<br>제<br>어<br>부 | 4<br>·<br>조<br>작<br>반 | 5<br>·<br>감<br>시<br>반 | 6<br>·<br>기<br>록<br>장<br>치 | 7<br>·<br>계<br>측<br>기 | 8<br>·<br>전<br>송<br>회<br>선 | 9<br>·<br>TELEMETERING | 10<br>·<br>TELECONTROL | 11<br>·<br>처<br>리<br>장<br>치 | 12<br>·<br>처<br>리<br>장<br>치<br>전<br>원 | 13<br>·<br>예<br>비<br>전<br>원 | 14<br>·<br>공<br>조 | 15<br>·<br>연<br>락<br>전<br>화 |   |   |   |
|---------|--------|--------|--------|----------------------------|---|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------------------|---|---|---|
| I       | 기<br>측 | 수<br>동 | 중앙감시 무 | ★                          | ○   | ×                               | ×                     | ×                     | ×                          | ×                     | ×                          | ×                      | ×                      | ×                           | ×                                     | ×                           | ★                 | ×                           | × |   |   |
| II      |        |        | 상동 유   | ★                          | ○   | ×                               | ×                     | ★                     | ★                          | ★                     | ★                          | ★                      | ×                      | ×                           | ×                                     | ×                           | ×                 | ★                           | × | ★ |   |
| III     |        | 자<br>동 | 상동 무   | ○                          | ○   | ○                               | ○                     | ○                     | ★                          | ○                     | ×                          | ×                      | ×                      | ×                           | ×                                     | ×                           | ×                 | ★                           | × | ★ |   |
| IV      |        |        | 상동 유   | ○                          | ○   | ○                               | ○                     | ○                     | ★                          | ○                     | ★                          | ★                      | ×                      | ×                           | ×                                     | ×                           | ×                 | ★                           | × | ★ |   |
| V       | 원<br>방 | 수<br>동 |        | ○                          | ○   | ×                               | ○                     | ○                     | ★                          | ○                     | ○                          | ○                      | ○                      | ○                           | ×                                     | ×                           | ×                 | ★                           | ★ | ★ |   |
| VI      |        |        | 자<br>동 | A                          | ○   | ○                               | ○                     | ○                     | ○                          | ★                     | ○                          | ○                      | ○                      | ○                           | ○                                     | ×                           | ×                 | ×                           | ★ | ★ | ★ |
| VII     |        |        |        | B                          | ○   | ○                               | ○                     | ○                     | ○                          | ○                     | ○                          | ○                      | ○                      | ○                           | ○                                     | ○                           | ○                 | ○                           | × | ★ | ★ |
| VIII    |        |        |        | C                          | ○   | ○                               | ○                     | ○                     | ○                          | ○                     | ○                          | ○                      | ○                      | ○                           | ○                                     | ○                           | ○                 | ○                           | ○ | ○ | ○ |

- 주) ○ 필요한 것  
 ★ 고려해야 할 것  
 × 불필요한 것

### 3) 최적 관리제어 시스템

관수로의 최적 관리제어 시스템을 일반화하여 모형화하는 것은 힘들다. 대상 수의지가 논과 밭인 경우에는 필요 용수량은 물론이고 필요압까지 다르며 관수로 노선에 따른 지형에 의해서도 관수로의 수리현상이 다르다. 또 펌프에 의한 양수나 가압을 필요로 하는 경우에는 전기료금의 비중이 커지므로 이것을 경감시키는데 중점이 두어야 할 것이다. 이와같이 파이프 라인의 관리 제어 시스템은 여러가지 요소에 대해서 검토하고 이들을 종합함으로써 최적 시스템을 계획할 수 있게 된다.

주요한 사항에 대한 관리 제어 시스템의 계획상 유의점은 다음과 같다.

- 수원 유량 : 수원유량에 여유가 없는 경우는 적정한 지구내 배수를 가능케 하는 시스템이어야 한다.
- 영농작물 : 논인 경우는 유량 제어에 중점을 두어야 하고 밭에 스프링클러 관개를 하는 경우는 압력 변화를 감시할 수 있는 시스템이어야 한다. 하나의 계에 논과 스프링클러 관개를 도입한 밭이 혼재하는 경우는 논과 밭을 구분한 시스템으로 하여야한다.
- 관리제어계의 분할 : 개방형이나 반폐쇄형과 같이 간선계와 그 이하의 계로 구분될 수 있는 계에서는 관리 제어의 계도 이것에 맞추어야 한다. 기본적으로 간선계의 대유량의 제어와 말단 포장에서의 배수제어를 연동해서 동시에 만족시키기 위해서는 초대규모의 시스템을 필요로 하기 때문이다.
- 관개시기 : 관개기간이 겨울을 포함하는 경우는 관개의 패턴이 여름과 다르므로 탄력성이 있는 관리제어 시스템이 되어야한다.
- 다목적 이용 : 관개외에 시비나 약제살포 등을 병행하는 계에서는 시비나 약제살포 등에 대한 전용 관리 제어 시스템을 계획한다.
- 관리체제 : 관리주체의 재정적 제약, 기술적 수준을 충분히 고려한 관리 제어 시스템이어야 한다.

#### 나. 관리제어시설의 점검 정비

조작, 제어 등의 관리용에 사용되는 시설(관리제어시설)에 대한 점검, 정비에 있어서는 특히 세목을 정하고 정기적으로 실시한다. 이 경우 시설의 중요도, 기능 및 주위의 기상조건 등에 따라서 점검, 정비의 장소, 방법 및 시기를 정한다. 관리제어 시설의 점검, 정비에 있어 가장 주요한 것은 세목에 정해진 대로 점검, 정비를 실행하는 것이다.

긴급시의 대응도 대단히 중요하다. 긴급사태는 빈번히 발생하지 아니하므로 의식하지 못하는 경향이 많다. 그러나 일단 사고 등 긴급사태가 발생하게 될 때 그것에

냉정, 또한 신속하게 대응하지 않으면 단지 관수로의 사고만으로 끝이지 않고, 2차 재해를 유발하게 된다. 이 때문에 긴급사태에 따라 운전정지, 기타 긴급시의 조작, 관계자에의 연락 등 필요한 사항에 대하여 매뉴얼을 작성하고 항상 훈련을 하여두는 것이 매우 중요하다.

일일 또는 연간의 관리에 있어서 생기는 자료는 귀중한 것이다. 그러나 모든 자료를 수집, 관리하는 것도 불경제적이라고 할 수 있다. 따라서 자료의 이용 목적을 확실하게 하여 자료 수집의 범위, 정리의 방법 등을 예상하고 정하여 두는것과 함께 자료의 처리와 분석에 따라 다음의 관리에 활용하는 자세가 중요하다.

# 제 5 장 건의 사항

## 제 5 장 건의 사항

### (1) 농지보전편

본 설계기준은 제정된지 너무 많은 시간이 흘렀고, 그동안 부분 개정을 시도한 적도 없어 기준의 내용이 시대적으로 많이 뒤떨어진 상태이다. 또한 책의 장정이나 인쇄상태도 매우 불량하며, 특히 활자의 크기가 작아 참고하기에 불편한 점이 많다. 요즘 특히 강조 되고 있는 환경친화적, 지속적 개발의 이념 구현을 위하여 본 설계기준이 기여할 잠재력은 매우 크다고 사료되므로 빠른 시일안에 전면개정을 해야 할 것이다.

### (2) 해면간척편

본 설계기준은 내용이 매우 방대하여 제한된 부분개정으로는 완벽을 기할 수 없다. 따라서 차후 전면개정시에는 다음 사항들을 보완하여야 할 것이다.

- ① 배수의 항목과 내용을 추가 또는 보완하여야 한다.
  - 배수계획 기준 내수위 및 허용담수시간 개선 필요
  - 전담점용지 및 발전용지 조성에 따른 배수계획
  - 간척지의 특성을 고려한 배수로 구조 및 단면형상을 개선할 필요가 있음
  - 간척지 준설방법 및 기준을 명시할 필요가 있음
  - 토지이용계획 수립방법의 제시가 필요함
  - 배수문 및 배수장에 대한 가물막이 기준을 개선할 필요가 있음
  - 배수장, 배수문 등을 자동화하여 관리하는 방안을 제시할 필요가 있음
  - 배수시설을 합리적으로 관리하기 위한 운용지침이 필요함
- ③ 가설공사에 대한 보완이 필요하다.
- ③ 공사준비항목에 대한 보완이 필요하다.
- ④ 바닥다짐공 항목앞에 방조제와 배수(갑)문을 구분하여 삽입한다.
- ⑤ 품질관리항전에 다음 항목을 신설 삽입한다.
  - 공사자재의 수급 및 보관
  - 환경관리
  - 안전조치
  - 군부대 시설의 이전, 설치 협의
  - 토석장 마무리

⑥ 기념탑 및 조경, 기공 및 준공식에 대한 내용 추가가 필요하다.

⑥ 준설공사항을 신설한다. 항만 설계기준, 시공사례, 연구결과 등을 참고하고 우리나라 해상조건, 육상조건, 시공기계 등을 고려하여 기준을 정립하는 것이 바람직하다.

⑦ 방조제 시공에서 중요한 공종인 외측 피복공 시공시 현장 실무자가 고려해야 할 사항이나 또는 특히 주의를 요하는 부분등 피복석 시공에 관한 상세한 내용을 수록하여 현장에서 참고할 수 있도록 조치한다.

### (3) 관수로편

관수로편은 농지개량사업계획설계기준 수로공편(1988년 발간)에 수로공의 일부로 포함되어 있으며 부정확한 용어의 사용, 오자, 오기, 공식의 오류 등 많은 부분의 수정이 필요하여 전면적인 개정을 하여야 한다고 판단된다.

전면개정시에는 부분수정에서 다루기 어려운 다음 사항을 포함시킬 것을 건의한다.

① 현 관수로편의 적용범위는 간선 및 지선의 송수를 주로하고 있음으로 포장내 물의 배분을 목적으로 하는 포장내 배관을 추가하여 적용범위 확대

② 용수의 포장내 배분에 따라 필요하게 되는 관망형 관수로 설계를 추가

③ 적용범위의 확대로 관수로편의 내용이 많아지므로 수로공편에서 분리하여 독립적인 관수로편을 발간

④ 현재 수로공편에는 수로공 전체에 대한 유지관리가 기술되어 있음으로 관수로편을 독립시킬 경우 유지관리 부분을 추가

⑤ 현 관수로편이 국한문 혼용이므로 국문전용으로 개편

## 참 고 문 헌



## 참 고 문 헌

1. 건설부(1993) : 하천 시설기준
2. 건설부(1993) : 항만 설계기준
3. 건설부(1993) : 구조물 기초설계기준
4. 김성윤역(1988) : 배관핸드북
5. 농림수산부, 농어촌진흥공사(1975) : 농지개량사업 계획설계기준(농지보전편)
6. 농림수산부, 농어촌진흥공사(1982) : 농지개량사업 계획설계기준(댐 편)
7. 농림수산부, 농어촌진흥공사(1983) : 농지개량사업 계획설계기준(관개편)
8. 농림수산부, 농어촌진흥공사(1983) : 농지개량사업 계획설계기준(배수편)
9. 농림수산부, 농어촌진흥공사(1984) : “방조제 기술연구”
10. 농림수산부, 농어촌진흥공사(1987) : 농지개량사업 계획설계기준(방제공편)
11. 농림수산부, 농어촌진흥공사(1988) : 농지개량사업 계획설계기준(수로공편)
12. 농림수산부, 농어촌진흥공사(1989, 1990) : 끝막이 공법연구
13. 농림수산부, 농어촌진흥공사(1990) : 농지개량사업 계획설계기준(해면간척편)
14. 농림수산부(1991) : 농지개량사업 계획설계기준(해면간척편)
15. 농림수산부, 농어촌진흥공사(1992) : 농업토목핸드북
16. 농어촌진흥공사(1994) : “방조제 축조시 침하유실에 관한 연구”
17. 농어촌진흥공사(1994) : “수문조사 실무편람”
18. 농림수산부, 농어촌진흥공사(1994) : “방조제 시공중 피해대책 수립 및 최적단면 구상에 관한 연구”
19. 농어촌진흥공사(1995) : 방조제 단면 설계시 유의사항에 관한 고찰, 농공기술 No. 49
20. 농림부, 농어촌진흥공사(1996) : 농업생산기반정비사업 계획설계기준(경지정리편)
21. 농림부, 농어촌진흥공사(1996) : 농업생산기반정비사업 계획설계기준(양수장편, 배수편, 수로공편, 부분연구)
22. 농업진흥공사(1986) : 관개배수 용어사전
23. 농업진흥공사 농업토목시험연구소(1989) : 농업용관수로 설계시공지침
24. 법제처(1997) : 대한민국 현행 법령집 권10집부처 권46집
25. 윤오섭(1995) 한·일 기술사 합동 심포지움 보고서 : “한국의 간척기술”
26. 윤오섭(1997) : “한국 간척사업의 주요문제점 발생사례”
27. 중앙기상대(1984) : “한국태풍 80년”

28. 한국지반공학회편(1988) : “진동 및 내진설계”
29. 한국표준협회(1995) : 한국산업규격(KS)
30. 황은 외(1993) : 농지공학, 향문사
31. 日本土木學會篇(1971) : “水理公式輯”
32. 日本基準連絡協會(1979) : 土質調査法
33. 日本基準連絡協會(1987) : “海岸保全施設 築造基準 解説”
34. 日本農林水産省 構造改善局(1989) : 土地改良事業計劃施設基準, 設計 水路工(2)
35. 福留 역(1994) : 水制의 理論과 計算, 信山社
36. 内藤克美(1988) : 파이프라인 - 設計, 施工, 管理 -
37. Australia : Soil Conservation Service Year Book
38. Department of Army, Corps of Engineers(1984) : “Shore Protection Manual”,  
Coastal Engineering Research Center
39. Krystian. W. Pilarczyk(1990) : “Coastal Protection”
40. Lal, R.(1994) : Soil Erosion, Soil and Water Conservation Society
41. Per Bruun(1985) : “Design and Construction of Mounds for Breakwaters and  
Coastal Protection”
42. Schwab. G.O. et al. (1990) : Soil and Water Conservation Engineering. Wiley
43. Seoul National University(1990) : Design of Irrigation Structures
44. USBR(1978) : Design of Small Canal Structures
45. van der Meer, J. W., Delft Hydraulic Lab (1988) : Deterministic and  
Probabilistic Design of Break Water Armor Layers, Waterway, Port,  
Coastal and Ocean Engineering, ASAE