

발 간 등 록 번 호
11-1543000-001125-01

범용농지 배수암거 조사·설계 실무요령

Investigation and Design Guidelines of Subsurface drainage
for Multipurpose Utilization of Paddy-Field

2015. 12.



농림축산식품부



한국농어촌공사

실무요령 개요

실무요령의 개요

농산물의 부가가치 상승, 농산업화를 통한 농업소득수준 상승을 위해서는 기존 농경지의 고도이용이 절대적으로 필요하고 이에 대한 안정적인 생산기반 확보가 필요한 시점이며, 이를 위해서는 지역여건에 부합한 관개배수 기술 개발과 포장정비 기술 확보가 필수적이다. 본 요령은 범용농지 조성을 위한 연구결과의 일부로서 지하배수를 위한 암거설계에 대한 조사, 설계, 시공 및 유지관리에 관한 실무적인 내용을 담는다.

실무요령의 목적

범용농지 조성을 위한 지하암거배수의 설계는 [농업생산기반정비사업계획설계기준-배수편]을 이용하여 수행할 수 있으나, 설계기준이 광범위한 내용을 총괄하고 있어 설계자가 설계에 어려움이 있는 경우 활용할 수 있도록 구성하였다. 지하 암거배수 설계를 위한 조사, 설계, 시공 및 유지관리의 기본적인 절차 및 방법을 수록하였고, 설계에 활용할 수 있는 예제와 설계 지원틀의 내용 및 활용방법을 수록하였다.

실무요령의 적용범위

- 설계 대상지구 중 필지단위의 주암거(흡수거)의 설계(심도, 간격, 관경 등), 시공 및 유지관리에 한정한다.
- 실무요령의 내용은 [농업생산기반정비사업계획설계기준-배수편]의 내용을 준용하며, 필요한 경우 최신의 설계 및 시공기법을 적용할 수 있다.
- 설계 지원틀은 명기된 방법론의 내용만 수록하고 있으므로 다른 설계기법을 사용하는 경우 활용할 수 없다.
- 설계에 사용된 방법은 두더지 암거, 두꺼운 소수재 충전, 심토과쇄 및 소수재 매설암거 등을 병용하는 복합지하배수조직계획에는 적용할 수 없다.

용어의 정의

- 암거(Culvert, 暗渠) : 암거는 기능에 따라 흡수거, 집수거, 승수거, 보조암거로 구분하지만 본 실무요령에서 통칭하여 암거라 함은 흡수거, 집수거를 의미한다.
- 흡수거(Drainage laterals, 吸水渠) : 일정한 깊이의 지면하에 매설하여 지표잔류수나 토양중의 중력수(과잉토양수분)를 직접 포착 흡수하여 집수거에 유도하는 주 암거이다.
- 집수거(Drainage collectors, 集水渠) : 흡수거에 의해 모인 물을 모아서 배수구까지 유도하는 암거이다.
- 소형펌프장(Sump) : 집수거 말단과 배수로 사이에서 배수된 물을 모아 배수로로 보내기 위한 시설이다. 맨홀 형태로 설치되며 일반적으로 소형펌프장(Sump)을 설치하여 배수한다.
- 소수재(Drain envelopes, 疏水材) : 흡수거의 주변에 포설하여 유공관 내로 토사유입을 방지하고 물의 포집을 원활하게 하기 위한 천연골재, 인공골재(구운 흙), 재생골재, 왕겨 등의 재료를 말한다.
- 필터(Filter) : 흡수거인 유공관 내로 토사가 유입되는 것을 방지하기 위한 부직포 등의 재료를 말한다.
- 수갑(Shut-off valve, 水閘, 배수조절 개폐기) : 수갑은 주로 암거로부터의 배수량을 조절하는 장치를 말한다.
- 설계인자(Design parameter, 設計因子) : 흡수거의 간격 및 관경을 설계하기 위하여 필요한 토질 및 관의 배치 등을 나타내는 특성을 말한다.
 - 투수계수(Hydraulic conductivity, 透水係數) : 단위동수경사에서 다공성 재료의 단위면적을 직각으로 단위시간에 통과하는 정상류 상태의 수량(LT^{-1} 차원)
 - 유효간극률(Drainable porosity, 有效間隙率) : 흙의 특성을 나타내는 간극률과는 다른 의미로 쓰이며, 토층에서 배수되는 수량으로 인해 저하되는 지하수위와 관련된다. 유효간극률 10%는 단위면적당 지하수위를 10cm 낮추면 토층 단위면적당 1cm의 물이 배수된다는 것을 의미한다.
 - 유효반경(Effective radius, 有效半徑) : 유공관으로 유량이 집중되면서 나타나는 유입저항을 고려하기 위한 변수로 관의 크기와 관계있는 변수이다.
- 기타 본 실무요령에서 사용되는 용어의 정의는 [배수편]과 동일하다.

목 차

제1장 배수암거의 설계	1
1.1 설계 실무요령의 개요	1
1.1.1 설계 흐름	1
1.1.2 설계 실무요령의 구성	2
1.2 지반조사	3
1.2.1 투수계수	3
1.2.2 지하수위	5
1.2.3 지층의 구성	6
1.3 흡수거의 간격 설계	7
1.3.1 흡수거의 심도	7
1.3.2 흡수거의 간격	7
1.4. 흡수거의 환경 검토	17
1.4.1 흡수거의 기울기	17
1.4.2 흡수거의 환경	17
1.5. 배수방식 검토	20
1.5.1 자연배수 방식	20
1.5.2 기계배수 방식	21
제2장 배수암거의 시공	25
2.1 배수암거 시공의 표준공정	25
2.1.1 표준공정	25
2.1.2 가설 및 자재배치	25
2.2 토 공 사	26
2.2.1 공사준비	26
2.2.2 터파기	27
2.2.3 되메우기	30
2.3 관매설	36
2.3.1 일반사항	36
2.3.2 재료	36
2.3.3 시공	40
2.3.4 품질관리	41
2.4 배수조절개폐기	42

2.4.1 일반사항	42
2.4.2 재료	42
2.4.3 시공	42
2.4.4 품질관리	43
2.5 소형펌프장(Sump)	44
2.5.1 일반사항	44
2.5.2 제품	45
2.5.3 시공	45
2.5.4 품질관리	46
제3장 배수암거의 유지관리	49
3.1 유지관리의 개요	49
3.1.1 적용범위	49
3.2 배수기능 유지를 위한 관리	50
3.3 암거(흡수거, 집수거)의 관리	54
제4장 배수암거 설계 사례	59
4.1 대상지구 조사 및 분석	59
4.1.1 위치 및 주변 조사	59
4.1.2 범용농지조성 사업계획	60
4.1.3 시험설계 대상 구역(H구역)에 대한 계획	61
4.2 배수암거 설계	62
4.2.1 설계 흐름	62
4.2.2 지반조사	62
4.2.3 관의 계산	63
4.2.4 흡수거 관경의 결정	65
4.2.5 관의 설계 결과	65
4.3 배수시설	67
4.3.1 설계 주안 점	67
4.3.2 H구역 시험설계	73
4.3.3 지하 암거의 배치 방향	77
4.3.4 범용농지 조성 현황과 지하 관거의 배치 관계	79
4.3.5 시험설계 도면(대상지구-H구역)	82
4.3.6 수량 산출	83
4.3.7 결론	86
4.4 시공 상세	86

4.4.1 개요	86
4.4.2 시공전 사전 확인 사항	86
4.4.3 흡수거 시공	87
4.4.4 집수거 시공	97
4.4.5 소형펌프장(Sump) 시공	101
4.4.6 부지정지	103
4.4.7 부대공	103
4.4.8 현장정리	103
참고문헌	105
첨부 1. 지하암거 설계 프로그램	115
첨부 2. 배수암거의 설계 예제	123
첨부 3. 배수암거 방정식 선정 배경	133
첨부 4. 시험설계 도면 및 수량산출서	139

표 목차

[표 1.1] 흙의 종류별 대표적인 투수계수의 범위	11
[표 1.2] 지하수위 및 저하일수(배수편)	12
[표 1.3] 토양특성에 따른 유효간극률	14
[표 1.4] 흡수거의 유효반경	15
[표 1.5] 흡수거의 일반적인 매설깊이와 간격	16
[표 1.6] 흡수거의 유량, 유속계산표	18
[표 1.7] 흡수거의 조도계수	19
[표 2.1] 자갈의 종류별 특성	31
[표 2.2] 부직포 필터의 품질기준	33
[표 2.3] 필터 설치 위치 검토	35
[표 2.4] 관의 종류	37
[표 2.5] 흡수거 품질기준	38
[표 2.6] 집수거 품질기준	40
[표 4.1] 대상지구 H구역 개략 규모	61
[표 4.2] 소형펌프장(Sump) 규격	72
[표 4.3] 대상지구 H구역 수량 집계표	83
[표 4.4] 대상지구 H구역 공사비 산출결과	84

그림 목차

[그림 1.1] 배수암거의 설계 흐름	1
[그림 1.2] 현장투수시험과 암거배수의 물의 흐름의 유사성	3
[그림 1.3] Auger-Hole method	5
[그림 1.4] 흡수거 설계(van Schilfgaard)를 위한 단면 개요	8
[그림 1.5] 흡수거 설계(Kirkham)를 위한 단면 개요	10
[그림 1.6] 지하수위 저하에 따른 유효간극률의 이해	13
[그림 1.7] 투수계수와 유효간극률의 관계	15
[그림 1.8] 소수재 포설단면(예)	16
[그림 1.9] 배수구와 배수로 수위의 높이 차	21
[그림 1.10] 배수로 법면 보호 사례	21
[그림 1.11] 기계배수 사례	22
[그림 2.1] 배수암거의 시공순서	25
[그림 2.2] 터파기 후 물고임	28
[그림 2.3] 터파기 후 자재 포설	28
[그림 2.4] 터파기 심도 유지 방안	29
[그림 2.5] 흡수공 설치 규격	39
[그림 2.6] 공기변(주입관) 설치	41
[그림 2.7] 배수조절개폐기 설치위치	43
[그림 4.1] 대상지구 H구역 계획도	61
[그림 4.2] 흡수거 장·단방향 검토	67
[그림 4.3] 집수거의 심도	69
[그림 4.4] 집수거 배치 형식	70
[그림 4.5] 범용농지시설 배치 예, 일반적인 경우	77
[그림 4.6] 범용농지시설 배치 예, 폭이 넓은 농지일 경우	78
[그림 4.7] 범용농지시설 제외 대상 농지 예	79
[그림 4.8] 흡수거 공유 농지 예	80
[그림 4.9] 집수거 트렌치의 공유 예	81
[그림 4.10] 집수거 공유 시 집수거 배치 개요	81
[그림 4.11] 집수거 공유 시 소형펌프장(Sump)의 집수거 접속 개요	81
[그림 4.12] 대상지구 H구역 소형펌프장1(Sump 1) 배관 상세	82

[그림 4.13] 흡수거 시공순서	87
[그림 4.14] 발판 설치 개요	88
[그림 4.15] 터파기 개요도(수평굴착)	91
[그림 4.16] 터파기 시 임시 배수	91
[그림 4.17] 유공블럭 설치	92
[그림 4.18] 소수재 시공 방법	94
[그림 4.19] 소수재 시공시 배수경사 측량 방법	96
[그림 4.20] 집수거 굴착 단면	97
[그림 4.21] 집수거 터파기 심도 유지 방안	98
[그림 4.22] 소형펌프장(Sump)의 터파기	101



1. 배수암거의 설계



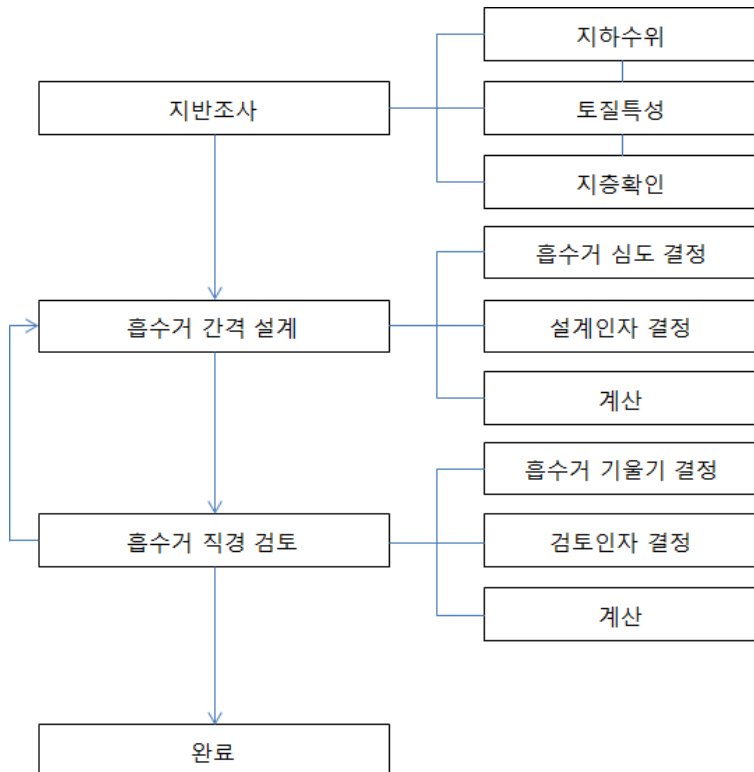
제1장 배수암거의 설계

1.1 설계 실무요령의 개요

1.1.1 설계 흐름

범용농지의 설계는 조사, 계획, 지표·지하배수계획 및 유지관리와 운영 계획을 총괄하는 과업이다. 본 요령에서는 지하배수계획 중에서 배수암거의 설계, 시공 및 유지관리를 다룬다. 지하배수암거를 설계하는 일반적인 흐름은 [그림 1.1]과 같다.

배수암거의 설계는 대상작물에 허용되는 시간동안 허용지하수위까지 지하수위를 낮추는데 필요한 흡수거의 심도, 간격, 기울기, 관경을 결정하는 문제로 대상농지의 토질특성이 중요한 설계인자이다.



[그림 1.1] 배수암거의 설계 흐름

1.1.2 설계 실무요령의 구성

본 설계 실무요령은 범용농지 설계 중 지하배수암거(흡수거)의 설계에 필요한 제반사항에 대한 내용이며, 관련 내용은 「농업생산기반정비사업 계획설계기준(배수편)」(이하 [배수편])의 “지하배수계획”을 기반으로 설명한다. 기본적으로 본 실무요령의 순서는 설계의 일반적인 순서를 따른다. [그림 1.1]의 흐름을 따라 설계에 필요한 기본적인 사항과 조사·설계·검토에 필요한 제반사항을 [배수편]과 연계하여 설명하고 [배수편]에서 제시되지 않은 사항은 참조할 수 있는 국·내외의 연구결과를 제시하도록 한다.

설계 실무요령의 마지막에는 설계예제와 설계에 참조할 수 있도록 구성된 엑셀기반 설계지원프로그램에 대한 설명서로 구성된다.

- [1] 지반조사의 내용 및 해석
- [2] 흡수거 설계인자결정 및 설계방법
- [3] 배수암거 설계예제(첨부2)
- [4] 배수암거 설계프로그램 사용설명서(첨부1)

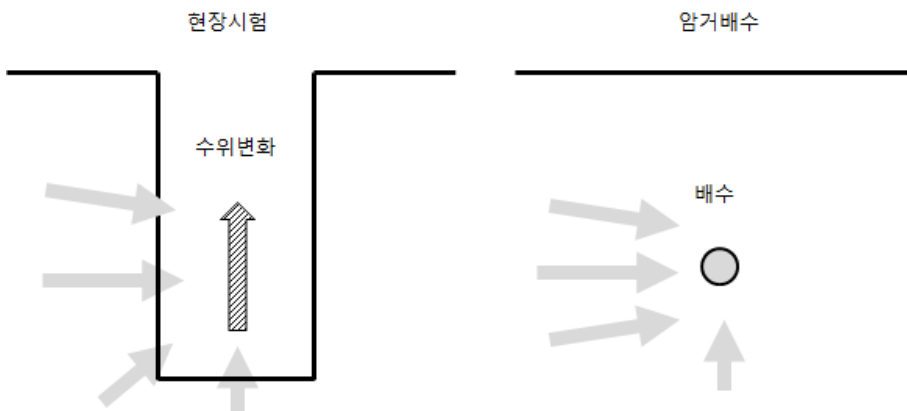
1.2 지반조사

1.2.1 투수계수

설계 대상농지에 대한 지반조사의 주된 목적은 투수계수를 측정하는 것이다. 투수계수는 흡수거 설계에 가장 큰 영향을 미치는 인자이다. 본 실무요령에서는 설계에 직접적으로 필요한 투수계수의 측정에 대하여 설명한다. 현장에서 시료를 채취하여 실내에서 실험하는 경우에는 토질특성에 적합한 실내실험방법(KSF 2322)을 수행할 수 있다. 투수계수의 값은 흙의 입경에 따라 변화되는 범위가 대단히 넓다. 거친 모래나 자갈은 1 cm/s 이상이 되는 반면, 점토는 10^{-8} cm/s 이하가 되기도 한다.

투수계수는 현장 및 실내실험을 통하여 구할 수 있으며, 어떠한 실험을 통해서 구하여도 무방하다. 하지만, 실내실험의 경우 흙의 교란 및 현장에서의 실제 물의 흐름방향의 차이 등이 발생할 수 있어 가능하면 현장실험을 수행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

실내실험의 경우 일반적으로 적용되는 변수두, 정수두 실험을 수행하도록 한다. 현장실험의 경우 시추공을 이용한 양수, 주수시험 등을 수행할 수 있으나 본 실무요령이 적용되는 구간은 심도 1m 인근의 비교적 지표면에서의 흡수거에 대한 내용이므로 지표면에서 수행할 수 있는 오거홀방법(Auger-hole method)이 물의 흐름방향의 유사성과 적용성 등을 고려했을 때 적합할 것으로 판단된다.



[그림 1.2] 현장투수시험과 암거배수의 물의 흐름의 유사성

많은 현장시험에 의한 투수시험에 대한 비교는 ASTM D5126-90에 제시되어 있으며, 오거홀방법(Auger-hole method)은 많은 문헌에서 간단하게 적용할 수 있는 신뢰할 수 있는 방법으로 제시되고 있다.¹⁾

오거홀방법(Auger-hole method)은 다음의 [그림 1.3]과 같이 공 내의 물의 흐름방향에 따라 두 가지 방식으로 적용할 수 있다. 시험 시 지하수위가 높은 경우에는 천공 및 양수 후 공 내로 지하수가 유입되어 수위가 상향으로 이동할 때 시간과 수위를 측정한다[그림 1.3 (a)]. 지하수위가 낮은 경우에는 반대로 천공 및 주수 후 시간경과에 따라 낮아지는 지하수위를 측정한다[그림 1.3 (b)]. [그림 1.3]에서 (a)와 (b)의 경우에 투수계수는 식1-1 및 식1-2로 구할 수 있다.

$$(a)의\ 경우 : K(m/s) = \left(\frac{r \cdot n}{0.19}\right) \left(\frac{2n}{r} + 1\right)^{-1} \left(\frac{1}{t_2 - t_1}\right) \ln\left(\frac{y_2}{y_1}\right) \dots\dots\dots \text{식1-1}$$

$$(b)의\ 경우 : K(m/s) = \frac{r}{2} (t_2 - t_1)^{-1} \left[\ln \frac{y_1 + \frac{r}{2}}{y_2 + \frac{r}{2}} \right] \dots\dots\dots \text{식1-2}$$

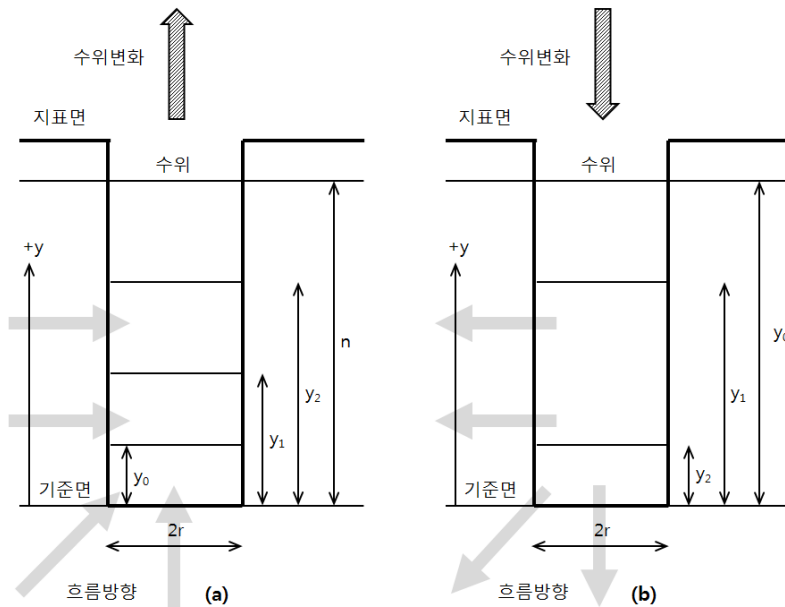
- r : 오거홀의 반경(m)
- n : 오거홀 천공 후 기준면에서 안정화된 지하수위(m)
- y_1 : 시간 t_1 일 때의 초기수위(m)
- y_2 : 시간 t_2 일 때의 수위(m)
- t_1 : 초기시간(Second)
- t_2 : 수위 y_2 일 때 시간(Second)

여기에서, r , n , y_1 , y_2 는 m단위, t_1 , t_2 는 second단위를 사용한다.

실내 또는 현장에서 투수계수를 측정하는 경우 시료를 채취하여 흙의 기본물성 중 비중(KSF 2308), 함수비(KSF 2306), 입도분포(KSF 2302)를 조사하도록 한다. 또한 샘플링 킷 등을 이용하여 현장의 단위중

1) FAO, 2007, Guidelines and computer programs for the planning and design of land drainage systems; Jakub Stibinger, 2014, Examples of Determining the Hydraulic Conductivity of Soils

량을 결정한다. 입도분포는 소수재 및 부직포 필터의 적정성을 검토할 수 있고, 점토 함량은 [그림 1.7]에서와 같이 투수계수를 이용하여 유효간극률을 계산하는데 사용될 수 있다. 비중, 단위중량 및 함수비는 시공 시에 터파기 공법의 적정성 및 필요한 경우 매설 구조물에 미치는 토압을 계산할 수 있다.



[그림 1.3] Auger-Hole method

1.2.2 지하수위

대상농지의 지하수위는 설계뿐만 아니라 시공과정에서도 중요한 인자이다. 상시 지하수위가 높은 경우는 흡수거 설계에서 흡수거 내로 유입되는 수량이 설계에 의한 수량보다 클 수 있으므로 추가적인 검토가 필요하다. 시공과정에서는 흡수거 매설을 위한 터파기 시에 지하수가 지속적으로 유입되는 경우에는 터파기 면을 유지하기 어려운 경우가 있으므로 현장조사 시에는 대상농지 내의 지하수위의 대략적인 분포를 조사할 필요가 있다.

지하수위는 대상농지 내에 대략 수평적으로 분포한다고 가정하면 지형

적으로 가장 높은 곳과 가장 낮은 곳을 위주로 조사하고 대상농지가 매우 넓은 경우에는 중앙부에 추가적으로 조사하면 충분하다. 계절적인 변동이 있을 수 있으므로 조사 시에 참조하여 설계 및 시공에 반영하도록 한다.

1.2.3 지층의 구성

지층의 구성은 [그림 1.4]의 l' 또는 [그림 1.5]의 d_e 를 확인하기 위하여 수행하지만 흡수거의 설계에서 불투수층은 최대 3.0m로 보는 것이 일반적이므로²⁾, 지층조사 시 3.0m 이내에서 불투수층이 검출되지 않는 경우 조사를 종료하여도 무방하다.

2) Engineering Field Handbook chap.19, NRCS USDA

1.3 흡수거의 간격 설계

1.3.1 흡수거의 심도

흡수거의 간격을 결정하기 위해서는 먼저 흡수거의 심도를 결정해야 한다. 흡수거 심도의 결정은 [배수편]을 따른다.

흡수거의 매설깊이는 『지표면에서 계획지하수위까지의 깊이 + 여유심』으로 하며, 일반적으로 흡수거의 상류단에서 0.6m~1.0m, 하류단에서 0.8m~1.2m로 한다. 다만, 주흡수거의 상단부 매설깊이를 최소한 0.6m 이상으로 해야 한다.

흡수거의 간격은 지형, 토양조건 및 토지이용형태 등에 따라서 결정한다.

흡수거의 심도가 깊어지면 배수로 또는 집수거의 심도가 깊어지고, 소형펌프장(Sump)의 매설깊이도 함께 깊어지면서 토공량이 과다해질 우려가 있다. 경지정리가 시행된 지구에서 흡수거 심도(말단부)를 답면하 1.0m로 하고, 관에서 배수로 바닥까지의 최소 깊이를 0.4m로 하면 배수지거의 깊이는 1.4m가 된다. 따라서 특수한 경우를 제외하고 주암거의 깊이를 논바닥 아래 1.0m이내로 하는 것이 바람직하다.

1.3.2 흡수거의 간격

가. 흡수거의 간격 계산

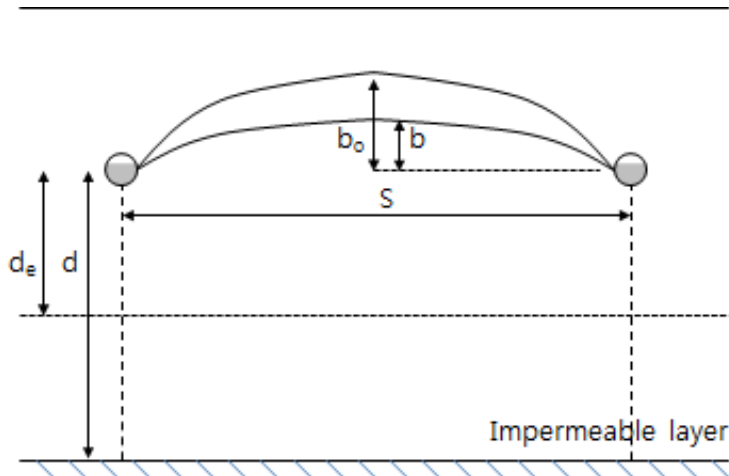
흡수거의 간격은 원하는 시간동안 지하수위의 하강속도가 만족되도록 결정하여야 한다. 흡수거의 간격에 따른 지하수위 하강속도를 이론 방정식에 의해 계산하는 방법은 여러 가지 공식이 있으나 이것은 모두 균질토양일 때 적용될 수 있는 것으로 지하수면의 모관수대의 토양수분 분포까지는 고려치 않는다. 이론방정식은 정류 방정식과 부정류 방정식으로 대별할 수 있다. 본 실무요령에서는 부정류 방정식 중 van Schilfgaard(1963)의 방정식을 소개하였고,³⁾ 제4장 예제에서는 [배수편]에서 다루고 있는 부정류 방정식인 Kirkham의 방법을 함께 소개한다.

3) 선정사유 첨부 4 수록

1) van Schilfgaarde 계산식[참고문헌 4]

부정류방정식으로 알려진 van Schilfgaarde의 계산식은 다음과 같다.

$$S = \left[\frac{9Ktd_e}{f \log_e \left(\frac{b_0[2d_e + b]}{b[2d_e + b_0]} \right)} \right]^{1/2} \dots\dots\dots \text{식1-3}$$



[그림 1.4] 흡수거 설계(van Schilfgaarde)를 위한 단면 개요

위 식의 설계인자는 다음과 같다.

- K : 투수계수(m/day)
- t : 목표지하수위까지 낮추기 위한 시간(day)
- d_e : 불투수층까지의 유효깊이(m)
- f : 유효간극률(drainable porosity)

[그림 1.4]에서 b_0 , b 는 토층의 두께와 흡수거의 매설깊이에 따라 결정한다. 전체 토층의 두께가 3.0m 이고 흡수거의 매설깊이가 0.7m, 강우 후 토층 전체가 포화된 상태에서 1일 후 지하수위를 지표아래 0.3m까지 낮추는 경우라면, $b_0=0.7\text{m}$, $b=0.4\text{m}$, $t=1$, $d_e=2.1\text{m}(\because 0.7 \times 3 = 2.1\text{m})$ 가 된다.

위 식을 이용하기 위한 절차는 다음과 같다.

가) 초기값을 식1-3에 입력하여 흡수거의 간격(S)를 구한다.

나) 가)에서 구한 S 와 r_e 를 식1-4, 식1-5, 식1-6에 대입하여 d_e 를 다시 계산한다.

$$x = \frac{2\pi d}{S} \dots\dots\dots \text{식1-4}$$

$$F(x) = 2 \sum_{n=1}^{\infty} \log_e [\coth(nx)], \quad (x < 0.5 \text{이면, } F(x) = \frac{\pi^2}{4x} + \log_e \left(\frac{x}{2\pi} \right) \text{ 사용}) \dots \text{식1-5}$$

$$d_e = \frac{\pi S}{8 \left[\log_e \left(\frac{S}{\pi r_e} \right) + F(x) \right]} \dots\dots\dots \text{식1-6}$$

여기에서 r_e 는 흡수거의 유효반경이다.

다) 나)에서 계산된 d_e 와 초기값 d_e 를 비교한다.

라) 나)에서 계산된 d_e 로 S 를 구하는 과정을 반복하여 d_e 가 같아질 때 계산된 S 가 흡수거의 설치간격이 된다.

2) Kirkham 계산식[참고문헌 1]

부정류 흐름에 대한 Kirkham의 식은 다음과 같다.

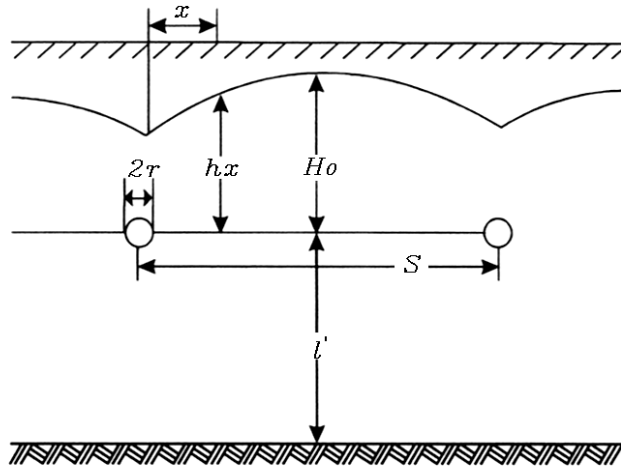
$$h_{s/2} = H_o e^{-(K/f) \cdot t/SF} \dots\dots\dots \text{식1-7}$$

$$F = \frac{1}{\pi} \left[\ln \frac{S}{\pi r} + \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{m} \left(\cos \frac{2m\pi r}{S} - \cos m\pi \right) \left(\coth \frac{2m\pi l'}{S} - 1 \right) \right] \dots\dots\dots \text{식1-8}$$

위 식의 설계인자는 다음과 같다.

- H_o : 초기 지하수위(m)
- $h_{s/2}$: 암거간 중앙의 시간 t 에 있어서의 수위(m)
- r : 암거의 반경(m)

- S : 암거간격(m)
- K : 투수계수(m/day)
- t : 기간(day)
- l' : 흡수거 부터 불투수층까지의 깊이(m)
- f : 유효간극률(drainable porosity)



[그림 1.5] 흡수거 설계(Kirkham)를 위한 단면 개요

위 식1-7을 이용하기 위한 절차는 다음과 같다.

가) 식1-7을 변형하여 다음의 식1-9로 $S \cdot F$ 를 계산한다.

$$S \cdot F = \frac{K}{f} \times t \times \frac{1}{\ln\left(\frac{H_o}{h_s/2}\right)} \dots\dots\dots \text{식1-9}$$

나) 흡수거의 간격(S)를 가정하고 식1-8에서 F 를 계산하여 가)에서 구한 값과 비교한다.

다) 나)의 과정을 반복하여 만족하는 S 를 결정한다.

나. 설계인자

1) 투수계수(K)

흡수거의 설계에 필요한 설계인자 중 가장 중요한 인자는 투수계수이다. 투수계수의 값은 흙의 입경에 따라 변화되는 범위가 대단히 넓다. 거친 모래나 자갈은 1 cm/s 이상이 되는 반면, 점토는 10^{-8} cm/s 이하가 되기도 한다. 흙의 입경에 따른 투수계수의 변화는 [표 1.1]과 같이 요약될 수 있다.

[표 1.1] 흙의 종류별 대표적인 투수계수의 범위

k (cm/s)	흙의 종류		투수 특성
1000	굵은 자갈, 옥석, 호박돌		투수 매우 양호
100	깨끗한 자갈		
10			
1	깨끗한 모래 깨끗한 모래-자갈 혼합층	깨끗한 자갈	투수 양호
10^{-1}			
10^{-2}			
10^{-3}	가는 모래 실트질 모래 실트 층상 점토/실트층	균열, 건조, 풍화의 영향을 받은 불투수 흙	투수 불량
10^{-4}			
10^{-5}			
10^{-6}			
10^{-7}			
	비포화, 비균열 및 균질 점토(점토함유량>20%)		실질적으로 불투수

2) 목표 지하수위 및 시간

배수편에서는 경지정리 목표의 기본적인 지표가 되는 계획지하수위 및 그 저하속도는 토지이용구분에 따라서 다음의 값을 표준으로 제시한다. 『전답윤환의 경우를 고려하면 평상시 지하수위는 50~60cm를 유지하며, 강우 2일 후에 지하수위는 40~50cm로 저하시켜야 한다.』

따라서 강우직후 지하수위가 최대 지표면까지 도달했다고 가정하면, van Schilfgaard식인 [그림 1.4]에서 b_0 =흡수거의 매설심도이고, $t=2$ 일 후 목표지하수위는 50cm($b_0 - b=50$ cm)가 되도록 흡수거의 간격을 설계하

는 문제가 된다.

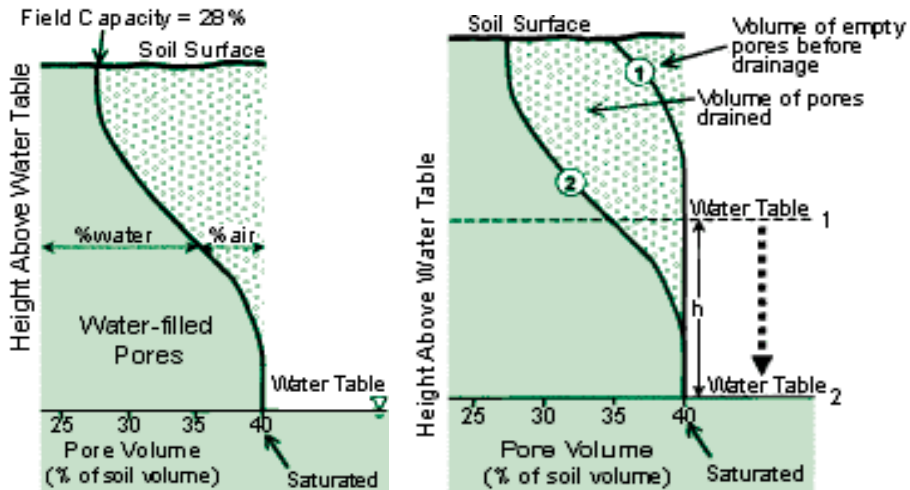
[표 1.2] 지하수위 및 지하일수(배수면)

토 지 이 용 구 분	강우후 2~3일의 지하수위	평상시지하수위 (강우후 7일 이내)
벼 1 모 작	지표면하 30~40cm	지표면하 40~50cm
┌ 목 초		
└ 전 답 윤 환	" 40~50cm	" 50~60cm
┌ 일반 전 작 물		
└ 영 년 생 작 물	" 50~60cm	" 60~100cm

기타 특용작물을 계획하는 경우에 목표로하는 지하일수와 목표수위가 있는 경우 해당 값을 이용하여 설계한다.

3) 유효간극률(f)

유효간극률은 부정류방정식으로 지하배수를 설계할 때 필요한 변수로 지하배수에 의해 토층에서 배수되는 수량으로 인해 저하되는 지하수위에 영향을 미치는 변수이다. 이에 대한 이해를 위해서는 [그림 1.6] 같이 지하수위 저하에 따른 토층에서의 수량 및 공기량의 변화에 대하여 이해하여야 한다. 지하수위 상부의 토층은 일정량의 물과 공기를 함유하고 있으며 심도에 따라 [그림 1.6]에서와 같은 분포를 형성하고 있으며, 지하배수에 의해 지하수위가 Water table 1에서 Water table 2로 감소하면 공극곡선 ①에서 공극곡선 ②로 변하게 되어 두 곡선의 차이만큼 배수공극이 생기게 된다. 따라서 지하수위의 변화와 토층에서 배수되는 수량의 관계는 흙의 종류와 흙의 특성에 영향을 받는 변수이다. 하지만 유효간극률을 결정하는 시험법에 대해서는 명확하게 제시된 바가 없는 것으로 알려져 있다. 따라서 일반적으로 제시되는 값을 사용할 수 있고, 투수계수에 따른 값을 사용할 수도 있다. 유효간극률 10%는 지하수위를 10cm 낮추면 토층에서 1cm의 물이 배수된다는 것을 의미한다. 일반적으로 사용할 수 있는 토양특성에 따른 유효간극률의 범위는 [표 1.3]과 같다.



[그림 1.6] 지하수위 저하에 따른 유효간극률의 이해

유효간극률의 정의에 따르면 토양의 투수계수에 영향을 받는 변수임을 알 수 있다. [그림 1.7]은 Chossat and Saugnac(1985)이 제시한 투수계수와 유효간극률의 관계를 나타낸 것이다. 점토로 판단할 수 없는 경우에는 상기한 [표 1.3]에서와 같이 0.02(20%)내외의 값을 사용해도 무방하다. 범용농지조성을 위한 설계의 경우 현재 논으로 사용되는 농지에 대한 설계이므로 대부분 점토함량이 많으므로 [그림 1.7]의 관계를 사용해도 무방하다.

점토: $f = 0.025 + 0.006 \times K(\text{m/day}) - \dots\dots\dots$ 식1-10(a)

점토함량 < 15%: $f = 0.0153 + 0.0176 \sqrt{K(\text{m/day})} - \dots\dots\dots$ 식1-10(b)

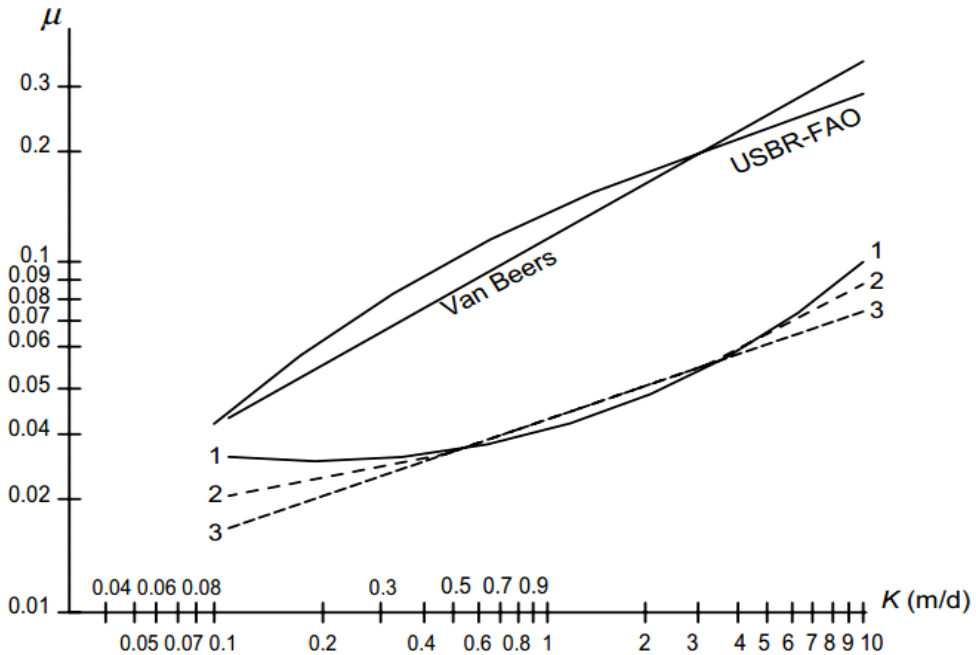
15% < 점토함량 < 30%: $f = \exp(-3.411 + 0.289 \ln(K(\text{m/day}))) - \dots\dots$ 식1-10(c)

상기한 식에서 점토는 미국 농무성 기준으로 입경이 0.002mm이하인 것을 의미하며 흙의 입도분포곡선을 구하면(KSF 2302) 알 수 있다.

[표 1.3] 토양특성에 따른 유효간극률(Water and Power Resources Services USBR Drainage Manual)*

Texture	Structure	Drainable porosity(%)
Clay Heavy clay loam	Massive, very fine or fine columnar	1-2
Clay, Clay loam Silty clay, Sandy clay loam	Very fine or fine prismatic angular blocky or platy	1-3
Clay, Silty clay Sandy clay, Silty clay loam Clay loam, Silty loam Silt	Fine and medium prismatic, angular blocky and platy	3-8
Sandy clay loam Light clay loam, Silt Silty loam Very fine sandy loam, Loam	Medium prismatic and sub-angular blocky	6-12
Fine sandy loam Sandy loam	Coarse sub-angular blocky and granular, fine crumb	12-18
Loamy sand, Fine sand	Medium crumb, single grain	15-22
Medium sand	Single grain	22-26
Coarse sand gravel	Single grain	26-35

*Tile drainage manual(Pakistan Council of Research in Water Resources, 2004)에서 재인용



[그림 1.7] 투수계수와 유효간극률의 관계 1. 점토 2. 점토함량<15%
3. 15%<점토함량<30% [참고문헌 12]

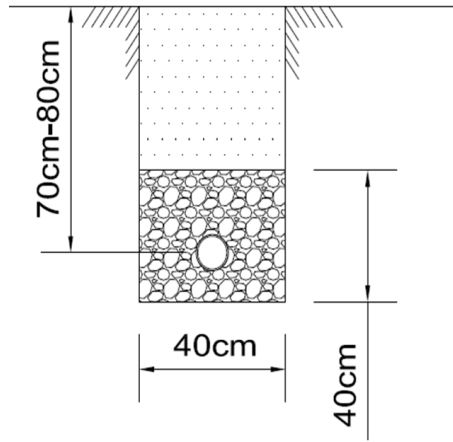
4) 흡수거의 유효반경(r_e)

[표 1.4]는 일반적인 흡수거에 대한 유효반경으로 국외의 사례를 바탕으로 국내 적용이 가능하도록 수정하였다[참고문헌 3]. 단지 특수하게 주문한 제품 등에 대한 유효반경에 대해서는 추가로 검토할 필요가 있을 것이다.

[표 1.4] 흡수거의 유효반경

종 류	외경(mm)	r_e (mm)
플라스틱 유공관	~50	3.5
플라스틱 유공관	100	5.1
필터를 감싼 플라스틱 유공관	100	40.0
플라스틱 유공관	140	10.3
플라스틱 유공관	150	14.7
자갈 소수재를 포설한 플라스틱 유공관*	2a	1.175a

* 포설한 소수재의 단면이 정사각형이라고 할 때 한변의 길이가 2a



[그림 1.8] 소수재 포설단면(예)

대부분의 흡수거 시공의 경우 소수재를 사용하게 되므로 가장 일반적인 경우는 소수재 단면이 $2a$ 인 경우 r_e 로 $1.175a$ 를 적용하는 경우이다.

[그림 1.8]과 같은 단면이라면 $r_e=1.175 \times 0.2m=0.235m$ 가 된다.

다. 흡수거의 일반적인 매설깊이와 간격

다음의 표는 해외에서 일반적으로 토양특성과 장비의 능력을 고려하여 제시하고 있는(Madramootoo, 1999) 암거의 매설깊이와 간격이다.

[표 1.5] 흡수거의 일반적인 매설깊이와 간격

Soil	Hydraulic Class	Conductivity (mm/hr)	Spacing (m)	Depth (m)
Clay	Very slow	0.5-1	3-6	0.9-1.1
Clay Loam	Slow	1-5	5-10	0.9-1.1
Loam	Mod.slow	5-20	10-25	1.1-1.2
Fine, sandy Loam	Moderate	20-65	25-50	1.2-1.4
Sandy loam	Mod.rapid	65-130	50-70	1.2-1.5
Peat and muck	Rapid	130-250	70-100	1.2-1.5

1.4. 흡수거의 관경 검토

1.4.1 흡수거의 기울기

흡수거의 관경은 흡수거의 간격설계에서 저하된 지하수위에 의한 배수량을 원활하게 배수할 수 있는 흡수거의 용량을 결정하는 것이다. 이를 위해서는 먼저 흡수거의 기울기를 결정해야한다. 흡수거 기울기의 결정은 [배수편]의 실무요령을 따른다.

흡수거의 기울기는 평탄지에서 인력매설시는 1/300~1/600, 기계매설시는 1/500~1/1,000로 하면 적당하다. 그런데 침하로 균일한 기울기의 유지가 곤란하므로 가급적 기울기가 급한 쪽이 바람직하다. 관내유속은 최대유속시에 0.3m/s 이상~1.0m/s 범위에 있는 것이 바람직하다.

전문장비를 활용할 수 없는 경우라면 1/400의 경사가 적합하다.

1.4.2 흡수거의 관경

흡수거의 관경은 [배수편]의 실무요령을 따른다.

흡수거의 관경은 계획배수량이 만류가 되지 않고 충분히 유하 할 수 있는 크기로 한다. 그러나 특별한 경우를 제외하고 최소관경은 50mm(A=19.6cm²)로 하며 경지정리답의 배미구 장변(100m인 경우)에 맞추어 흡수거 길이를 95m, 흡수거경을 50mm로 하면 충분하다.

흡수거의 관경을 결정하기 위해서는 먼저 흡수거 내로 유입되어 배수되는 계획배수량을 결정해야한다. 정류방정식을 사용하거나 [배수편]의 “단위계획배수량”을 이용한 기타 설계기법으로 설계된 경우 흡수거 내로 유입되는 암거배수량은 단위계획배수량과 집수면적(흡수거의 길이×흡수거의 간격)의 곱으로 구할 수 있으나, 본 실무요령과 같이 부정류 방정식으로 설계되는 경우 암거의 계획배수량은 다음과 같다.

$$\text{계획암거배수량} = (\text{지하수위 저하량} \times \text{유효간극률}) \times \text{집수면적} \dots\dots\dots \text{식1-11}$$

흡수거 내의 유량은 앞서 결정된 관의 기울기와 [표 1.6], [표 1.7]과 같

은 조도계수 및 관내 유량에 따른 계수를 이용하여 다음과 같이 구할 수 있다.

$$Q = \frac{1}{n} \times r^{8/3} \times I^{1/2} \times \alpha \dots\dots\dots \text{식1-12}$$

여기에서 n 은 흡수거의 조도계수, r 은 반경, I 는 기울기, α 는 관내 유량에 따른 계수이다.

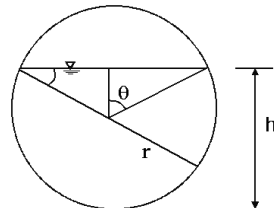
따라서 관경은 다음 식1-13에서 얻어진 값 이상을 가지면 충분하다.

$$D = \left(\frac{nQ}{\alpha I^{0.5}} \right)^{3/8} \times 2 \dots\dots\dots \text{식1-13}$$

다만, 계산식에 의해 구해진 관경은 최소값으로, 현장여건, 시공성, 유지관리, 자재수급, 경제성, 내구성 등과 관련한 제반사항이 검토되어 최종적으로 결정되어야 한다.

[표 1.6] 흡수거의 유량, 유속계산표

h/2r	α	β	비 고
0.50	0.9895	0.62996	$Q = \text{유량}(\text{m}^3/\text{s})$ $r = \text{관의 반경}(\text{m})$ $n = \text{조도계수}$ $I = \text{기울기}$ $V = \text{유속}(\text{m/s})$ $V = \frac{1}{n} \times r^{2/3} \times I^{1/2} \times \beta$
0.55	1.15917	0.65473	
0.60	1.32962	0.67558	
0.65	1.49699	0.69251	
0.70	1.65696	0.70541	
0.75	1.80486	0.71404	
0.80	1.93448	0.71799	
0.85	2.03932	0.71653	
0.90	2.10929	0.70827	
0.95	2.12655	0.68980	
1.00	1.97907	0.62996	



흡수거의 관내에서 토사의 침전, 물양금의 부착 등으로 관단면이 축소되는 것을 고려해서 계획유량을 관경의 70% 정도의 수심으로 유지할 수 있도록 결정하는 것이 바람직하다($\alpha=1.66$). 관경 50mm 이하의 흡수거는 특수한 경우를 제외하고 사용하지 않는다. 계산에 사용되는 조도계수는 [표 1.7]을 참조한다.

[표 1.7] 흡수거의 조도계수

관 의 종 류	조도계수 n	비 고
흡 관	0.013	} 연결상태가 불량하면 n치 증가
도 관	0.014	
소 소(素燒) 토 관	0.013	
경 질 염 화 비 닐 관	0.012	
PVC 유 공 주 름 관	0.016	

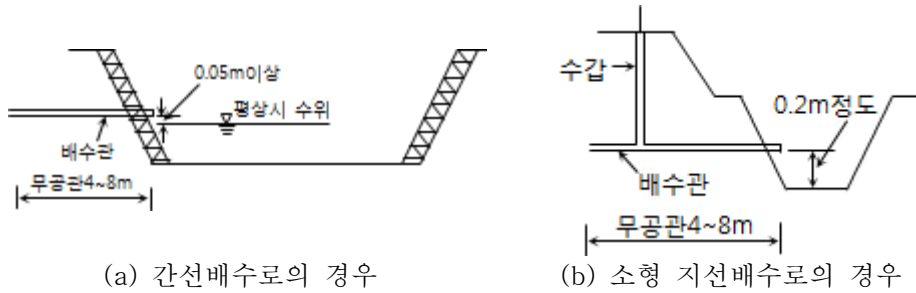
1.5. 배수방식 검토

범용농지 조성 사업 지구내 지하암거 배수방식은 크게 자연배수 방식과 기계배수 방식으로 구분하는데 배수로와 경작지의 표고차에 의해 결정된다. 지표배수를 위한 배수로 정비를 포함한 범용농지 조성사업의 경우 배수방식에 대한 검토도 병행해야 한다. 자연배수의 경우 배수구와 배수로 수위간 여유고가 확보되어야 하며, 기계배수의 경우 소형펌프장이 설치되어야 한다.

1.5.1 자연배수 방식

자연배수 방식은 흡수거의 말단부가 직접 배수로로 연결되어 배수될 수 있도록 설치되거나 병렬로 배열된 흡수거가 집수거에 연결되어 집수거의 말단부가 배수로로 이어져 배수될 수 있도록 설치되는 방식으로 구분된다. 이 때 배수로의 규모가 간선급 배수로의 경우 [그림 1.9](a)와 같이 평상시의 수위로부터 배수구의 위치까지 0.05m이상의 높이가 확보되어야 할 것이며, 암거(흡수거 또는 집수거)는 무공관(無孔管)으로 4~8m의 구간이 확보되어야 한다. 또한 홍수시 물의 흐름으로 인한 배수구의 손상이나 퇴사에 의해 배수장애가 발생되지 않을 것을 확인하여야 한다. 흡수거 말단, 무공관 경계부에 지수관을 설치해도 좋다. 반면 배수로의 규모가 소형지선급 배수로의 경우 [그림 1.9](b)와 같이 배수로의 바닥으로부터 배수구의 위치까지 0.2m정도의 높이가 확보되어야 한다. 또한, 수압을 설치해야 할 경우 포장 밖으로 드러나는 부분이 경작에 방해가 되지 않도록 경작지 법면 혹은 논두렁에 위치되도록 해야 한다. 벨브나 노출되는 관의 재질은 자외선 저항성, 내구성을 고려하여 선정하여야 한다[참고문헌2].

배수구에서 간·지선 배수로로 유입되는 유입수에 의해 배수로의 법면이 붕괴되지 않도록 [그림 1.10]과 같은 보조장치를 설치하거나 법면보호 구조물 또는 사석재료의 설치 등 호안공사를 실시한다. 배수로가 콘크리트 구조물로서 벽에 구멍을 설치해야 할 경우 지수에 충분히 신경을 써야 한다.



(a) 간선배수로의 경우

(b) 소형 지선배수로의 경우

[그림 1.9] 배수구와 배수로 수위의 높이 차



(a) 법면 보호공 사례

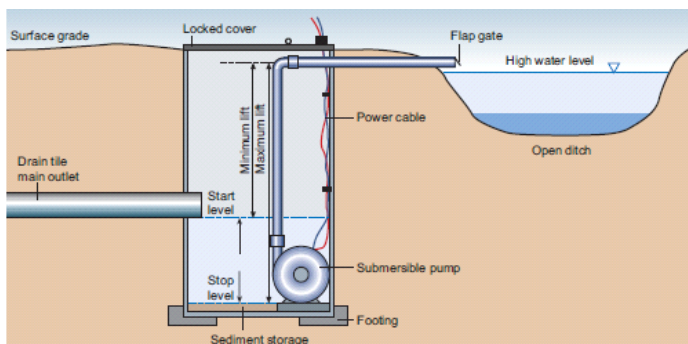


(b) 배수구 단부 보조장치 사례

[그림 1.10] 배수로 법면 보호 사례

1.5.2 기계배수 방식

습한 논·밭의 지하배수를 통한 경작지의 범용화를 목적으로 하는 범용농지 조성사업의 대상지구는 대체로 농경지의 높이가 주변하천수위에 비해 상대적으로 높지 않은 경우가 많을 것이다. 이 때 지하배수암거를 통해 배수된 물은 [그림 1.11]과 같이 소형펌프장을 통해 배수로로 펌핑된다. 소형펌프장을 가동하기 위해서는 맨홀, 전기배선, 펌프, 배수관 등을 설치해야 한다. 맨홀은 프리캐스트 제품을 사용하거나 현장타설방식으로 제작할 수 있을 것이다. 제작 시에는 배선 및 배관을 위한 검토와 내부침사지를 두어 유지관리의 효율성을 검토해야 한다. 맨홀 내부의 매립형 사다리와 동절기 동파 및 안전에 대비한 뚜껑설치를 고려해야 한다. 제2장 배수암거의 시공편에서는 주로 기계배수방식의 시공에 대한 설명이 이루어진다.



[그림 1.11] 기계배수 사례



2. 배수암거의 시공



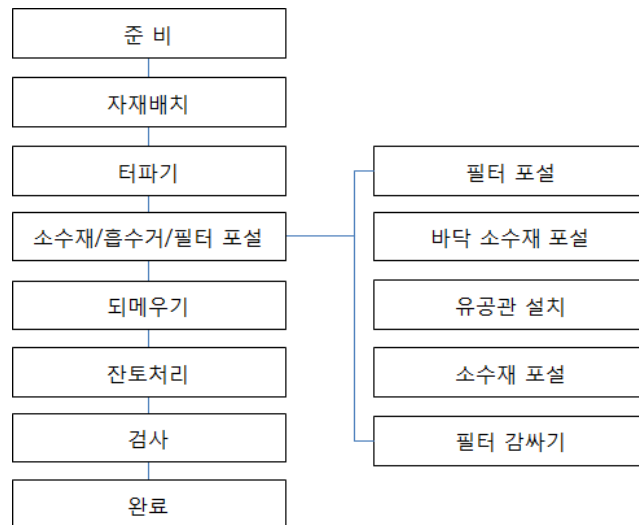
제2장 배수암거의 시공

2.1 배수암거 시공의 표준공정

2.1.1 표준공정

암거의 시공은 원칙적으로 암거선의 설정 → 자재의 배치 → 터파기 → 관의 부설 → 피복재 투입 → 1차 되메움 → 2차 되메움 → 수압설치 → 배수구 및 소형펌프장 설치의 순서로 진행하나, 시공방법에 따라 적절한 순서로 진행한다.

배수암거(흡수거)의 기본적인 시공순서는 [그림 2.1]과 같다.



[그림 2.1] 배수암거의 시공순서

2.1.2 가설 및 자재배치

- 1) 대상 농지가 연약하면 터파기한 곳이 붕괴되기도 하고, 굴삭기계에도 영향을 미치기 때문에 미리 논의 물을 배제할 필요가 있다. 특히 이탄 토양이나 기타 과습토양에서는 암거선을 따라 배수구를 설치하여 미리 논의 물을 배제시킨다.
- 2) 소수재, 관재 등은 소정의 사용량을 공사현장에 미리 배치하고 조건에 따른 시공기계를 준비한다.

2.2 토 공사

2.2.1 공사준비

가. 일반사항

- 1) 이 실무요령은 터파기 작업 등을 위한 발판 등 설치와 준비, 사전조사 등에 적용하고, 기재되지 않은 사항은 토목공사 표준일반시방서 「제2장 토공사의 준비공사」부분을 따라 시행한다.

나. 발판 재료

1) 발판 설치

- 가) 대상 농지가 연약하여 시공기계의 작업이 원활하지 않은 경우 터파기 중심을 기준으로 발판을 설치한다.
- 나) 발판의 크기는 길이 4.0m × 폭 1.0m 를 표준으로 하며, 길이 방향으로 터파기 양측면을 따라 설치한다.
- 다) 발판 간 이격 거리는 공사 차륜의 폭원을 감안하여 설치한다.
- 라) 발판은 운행 공사 차량의 하중을 지면으로 고르게 분포시킬수 있어야 한다.
- 마) 발판은 운행 공사 차량의 하중에 의해 변형이 되지 않을 정도의 강성을 확보하여야 한다.
- 바) 발판은 운반, 설치가 용이하고, 내구성이 우수하여야 한다.

2) 강판

- 가) 보통 강재의 강판을 적용한다.
- 나) 공사차량의 하중에 의해 변형이 되지 않을 정도의 두께를 확보하여야 한다.
- 다) 운반 설치가 용이하도록 손잡이, 갈고리 등을 설치하여야 한다.
- 라) 운행 차량의 미끄러짐을 방지할 수 있는 표면이 되어야 한다.

3) 공장 제작 강재 발판

- 가) 공장에서 가공 조립된 강재 또는 내구성과 내구력을 확보한 재료의 발판을 적용한다.
- 나) 공사차량의 하중에 의해 변형이 되지 않을 정도의 두께를 확보하여야 한다.
- 다) 운반 설치가 용이하도록 손잡이, 갈고리 등을 설치하여야 한다.
- 라) 운행 차량의 미끄러짐을 방지할 수 있는 구조이어야 한다.

2.2.2 터파기

가. 일반사항

1) 터파기 공사는 백호우 터파기를 원칙으로 한다.

2) 작업계획

- 가) 터파기 작업 전 시공방법, 장비 투입, 유용, 작업 착수시기, 타 공사와의 관계 등을 검토하여 원활하게 터파기 공사를 수행할 수 있는 작업계획을 수립한다.
- 나) 터파기공사는 바판 설치, 외부 유입수 차단, 등의 준비공사가 완전히 이루어진 후에 시행해야 한다.

3) 배수

- 가) 터파기 하는 장소에는 유입 또는 침출하는 지표수와 지하수가 고이지 않도록 적절한 배수시설로 배수시켜야 하며, 터파기 면의 마무리 작업 시 지하수와 강수 등이 조성공사부에 침투할 가능성이 많으므로 배수가 잘되고 양호한 상태의 터파기 마무리 면을 유지할 수 있도록 한다.
- 나) 터파기 장소에 물이 고이지 않도록 하여 흙의 함수비를 낮출 수 있도록 해야 한다.
- 다) 터파기 내에 지하수 등이 침투하더라도 시공에 문제가 없는 정도의 수위라면 별도의 배수시설을 설치하지 않을 수 있다.



[그림 2.2] 터파기 후 물고임



[그림 2.3] 터파기 후 자재 포설

나. 시공

1) 터파기 시공일반

- 가) 터파기를 수행할 때 설계도서에 명시된 바에 따라 정확히 시행해야 한다.
- 나) 터파기 한 흙을 되메우기 재료로 유용해야 한다.
- 다) 터파기 한 흙을 사토할 경우 반드시 감독자의 승인을 얻은 후 사토해야 한다.

2) 터파기면 기울기

- 가) 터파기작업 시 터파기면의 기울기를 설계도서에 따라 형성해야 하지만 작업이 진행되는 과정에서 설계 시 예상하지 못한 지층, 지하수의 침출 등이 확인되어 비탈면이 불안정할 경우에는 감독자의 승인을 얻은 후 일반공사 기준에 따라 비탈면의 기울기를 적의 변경 시행할 수 있다.

3) 잔토 및 사토 처리

- 가) 잔토는 발생 농지에 포설하여야 한다. 특별히 사토가 필요한 경우에는 승인된 장소에 버리거나 감독자의 승인 후 처리하여야 한다.
- 나) 터파기에서 발생한 재료는 되메우기 활용되도록 해야 한다.
- 다) 터파기에서 발생한 재료는 공사의 방해가 없는 최근 거리에 적치하여 되메우기 시 운반비용이 최소화가 되도록 해야 한다.

4) 품질관리

가) 터파기에서 허용되는 시공오차의 범위는 다음과 같다.

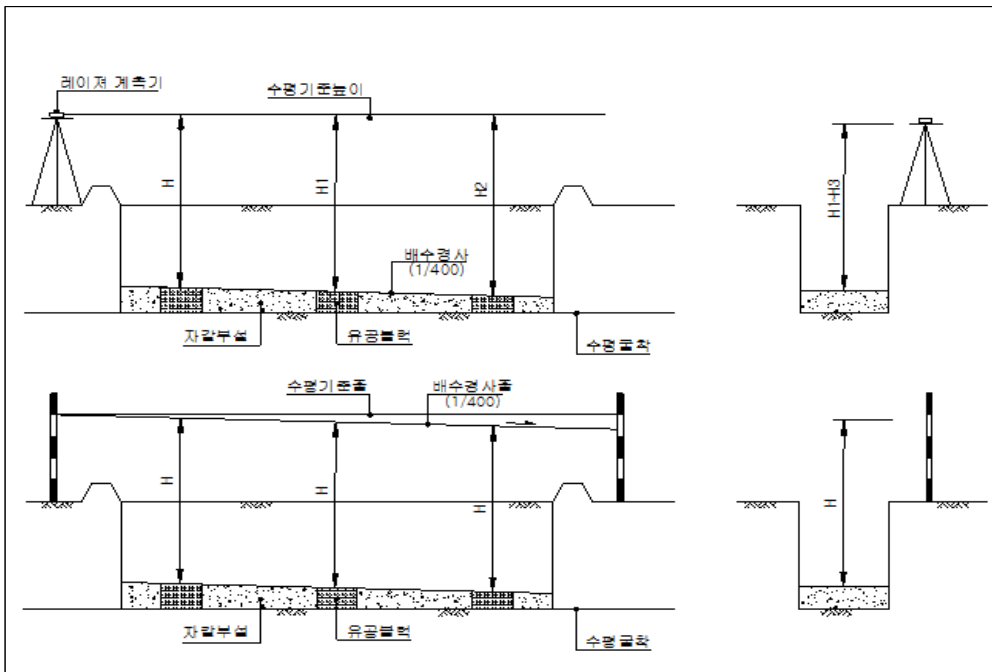
- (1) 높이의 경우 $\pm 50\text{mm}$
- (2) 폭의 경우 $\pm 100\text{mm}$

나) 터파기 시 터파기의 기울기는 현장여건상 가능한 경우 설계도서에 제시된 기울기보다 가파르게 시공하여도 된다. 단, 터파기 깊이가 1.5m 이상일 경우 설계도서에 제시된 기울기보다 가파르게 시공하여서는 안 된다.

다) 터파기 심도 확인은 기준사 측정법 또는 레이저 측정법을 적용할 것을 제시하며, 현장여건에 따라 방법을 적의 변경 적용하도록 하여야 한다.

라) 기준사 또는 레이저 계측기 거치대는 작업에 방해되지 않는 위치에 설치하여야 하며, 공사 중 변위가 발생하지 않아야 한다.

마) 기준사 또는 레이저 계측기 거치대가 변형 또는 훼손되었을 경우 측량에 의해 재 설치하여야 한다.



[그림 2.4] 터파기 심도 유지 방안

바) 터파기 후 유공블럭(또는 일반벽돌) 등으로 터파기 심도의 기울기 적정성을 확인하며, 유공블럭은 10m 마다 1개 이상 거치하여 확인하는 것을 원칙으로 하며 감독자의 승인을 얻어 조정할 수 있다.

5) 현장관리

가) 터파기공사 기간 중에는 항상 배수가 원활하게 이루어지도록 노면을 현장관리 해야 한다.

나) 터파기공사가 완성된 후 강수 등의 영향이 우려될 경우에는 비닐 덮개 등으로 우수 유입을 방지하거나 배수 조치해야 한다.

2.2.3 되메우기

가. 일반사항

1) 흡수거의 토사, 집수거, 소형펌프장은 터파기 발생 토사를 유용하여 되메우기 하는 것을 원칙으로 한다.

2) 흡수거의 경우는 터파기시 작토심 내의 토사는 별도로 모아 되메우기시 최상부에 되메우는 것을 원칙으로 한다.

나. 재료

1) 되메우기 재료

가) 되메우기 재료 중 토사 되메우기는 터파기로 발생된 원지반토의 사용을 원칙으로 한다.

나) 소수재 등 기타 되메우기 재료는 감독자가 승인한 재료를 사용한다.

2) 소수재

가) 소수재 재료는 압축성이 작고 입도 분포가 양호한 재료를 사용하며, 견고하고 내구성을 가진 재료 및 감독자가 승인한 규정에 적합한 재료로 한다.




나) 소수재의 종류

소수재는 흡수거 주위에 부설하여 지하수 침투면적을 넓혀 주어 지하수의 배수를 보다 촉진시키기 위하여 설치를 한다.

범용농지시설은 항구적인 내구성을 확보하여 유지·보수의 최소화가 최우선 목표이므로 적용 소수재도 항구적인 내구성을 보유한 재료로 선정하여야 한다. 따라서 흙속에서 부식하기 쉬운 왕겨, 벧짚, 나뭇가지, 대나무 등과 같은 유기물 재료는 선정하지 않는 것을 원칙으로 한다.

유기물질을 제외하면, 소수재로 적용 가능한 재료로 선정하기 가장 쉬운 재료는 자갈이 되겠으며, [표 2.1]과 같이 자갈의 종류를 알아보고 가장 적합한 것으로 선택을 하도록 한다.

[표 2.1] 자갈의 종류별 특성

쇄석	천연자갈	인공골재
		
<p>채취한 암석을 분쇄기로 가공하여 필요규격으로 만든 천연재료의 인공자갈로, 현재 대부분의 자갈골재는 쇄석을 사용하고 있다.</p> <p>입자가 각형이고 거칠어 작업성 불량하다.</p> <p>가격이 저렴하다.</p> <p>제작 과정에 골재에 피로가 쌓여 내구성이 천연자갈에 비해 떨어진다.</p>	<p>보통 강자갈을 의미하며, 자원고갈과 환경 파괴로 현재는 거의 사용하지 않고 있다.</p> <p>입자가 둥글고 표면이 매끄러워 작업성이 좋다.</p> <p>가격이 고가이다.</p> <p>천연가공으로 골재 피로가 없어 내구성이 뛰어나다.</p>	<p>황토, 백토, 석탄회 등을 반죽하여 적당한 크기로 가공한 후, 고열에 구워 만든 인공 골재이다.</p> <p>골재자체에 공극이 많아 배수촉진에 유리하다.</p> <p>무게가 가볍고 입상이 둥글어 작업성이 우수하다.</p> <p>강도가 비교적 약하여 외부하중이 직접 작용하는 곳에는 적용이 곤란하다.</p> <p>가격이 매우 고가이다.</p>

자같은 재료 선택의 다양성이 적고, 재질 간 배수 성능이 크게 차이를 보이지 않는 것으로 고찰 되었다. 따라서 작업성이 다소 미흡하지만 경제적이고 내구성이 우수한 쇠석의 적용이 가장 타당할 것으로 판단되므로, 현장의 자재수급 현황을 감안하여 적의 결정하여야 한다.

다) 소수재 선정

- (1) 소수재 재료는 부순골재(쇠석)의 적용을 원칙으로 한다.
- (2) 골재의 최대 입경은 작업성을 감안하여 20mm 이하의 것을 사용한다.
- (3) 천연골재, 인공골재(구운 흙), 재생골재 등은 현장의 수급현황을 감안하여 감독자의 승인 후 사용한다.

라) 위의 재료와 다른 종류의 재료를 이용하는 경우는 지지력, 내구성 등을 검토하여 상기의 조성공사재료와 동등이상의 성능을 가지는 것으로 해야 한다.

마) 소수재 재료로 산업부산물을 이용하는 경우, 재료로서 적합함과 지하수 오염 등 환경에 미치는 영향이 안전하다는 것을 입증하는 자료와 골재입경, 자재조달 시공방법 등 작업계획을 작성하여 감독자의 승인을 얻은 후 사용해야 한다.

마) 소수재 재료로서 고로슬래그, 탄광 또는 광산에서의 선광 작업 후 잔류분 및 기타 산업부산물 등이 사용될 수 있다. 이 경우 유해물질 함유여부, 환경오염물질 포함 여부 등을 확인하고, 안정성이 입증 될 경우 적용할 수 있다.

3) 부직포 필터

가) 부직포 필터의 재료는 [표 2.2]의 조건을 만족하거나 동등 이상의 성능을 확보하는 재료이어야 한다.

[표 2.2] 부직포 필터의 품질기준

구분	시험항목	단위	시험방법	품질 기준	비고
부직포	재질		KS K 0210	P.P P.E.T 30% 이상	
	내후도	%	KS K 0706 (250hr 노출)	기존인장강도의 90% 이상	필요시
	형성		-	부 직 포	
	질량	g/m ²	KS F 2123	400 이상	
	두께	mm	-	2.0 이상	
	인장강도 (그레브)	N	KS K 0520	500 이상	
	인장신도 (그레브)	%	KS K 0520	50 이상	
	봉합강도	N	KS K 0530	500 이상	
	투수계수	cm/s	KS K ISO 11058	$\alpha \times (10E-2 \sim 10E-4)$ 단, $\alpha-1 \sim 9.9$	

나) 부직포는 농지의 토사가 지하수와 함께 유실되는 것을 방지하기 위한 것이므로 부직포의 조직은 세립자의 통과를 방지할 수 있는 적당한 치밀도를 유지하여야 하며, 흡입자에 의한 막힘(clogging)이 없어야 한다.

다) 부직포의 유효구멍크기(effective opening size, O_{90})는 $300\mu\text{m} \sim 1,100\mu\text{m}$ 의 범위가 적당하며(Geotextiles and Geomembranes in Civil Engineering, pp 478), 토양의 입도와 관계에서 $1 \leq O_{90}/d_{90} \leq 3.0$ 의 범위가 적정하다.

다. 시공

1) 되메우기의 시공

가) 되메우기 시공 시에는 지지지반의 상태, 되메우기 재료의 종류, 기상조건 등을 고려하여 안정, 침하 등의 문제가 발생하지 않도록 시공해야 한다.

나) 반드시 승인된 재료를 이용해야 하며 이 때 다지기는 원지반 밀도 상태와 유사하도록 시공해야 한다.

다) 되메우기 최종면은 기존 농지면보다 다소 높게 마무리하여, 시공

후 지반 안정에 따른 함몰에 대비를 할 수 있도록 하여야 한다.

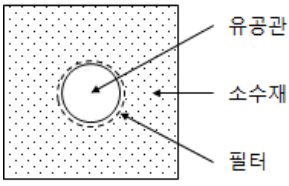
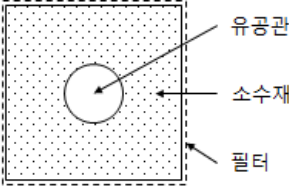
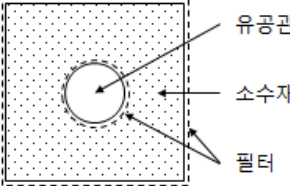
2) 소수재 시공

- 가) 소수재 시공에 있어서 재료의 균질성, 다짐 정도를 고려하여 시공해야 한다.
- 나) 소수재 단면은 설계도면에 따른다. 일반적으로 유공관을 10cm두께로 감싸는 정도면 충분하지만 터파기 장비의 폭, 포설작업의 용이성 등을 고려하여 적용할 수 있다.
- 다) 흡수거 설치 전 포설하는 소수재의 심도는 흡수거의 심도를 배수가 원활하도록 유지하는 것이 중요하며, 소수재 포설 시 배수기 울기에 맞도록 정밀 시공을 하여야 한다.
- 라) 시공 정밀도는 $\pm 0.05\text{m}$ 또는 관 내경의 0.25배 이내가 되도록 한다.
- 마) 소수재 시공심도 확인은 기준사 측정법 또는 레이저 측정법을 적용할 것을 제시하며, 현장여건에 따라 방법을 적의 변경 적용하도록 하여야 한다.
- 바) 기준사 또는 레이저 계측기 거치대는 작업에 방해되지 않는 위치에 설치하여야 하며, 공사 중 변위가 발생하지 않아야 한다.
- 사) 기준사 또는 레이저 계측기 거치대가 변형 또는 훼손되었을 경우 측량에 의해 재 설치하여야 한다.

3) 부직포 시공

- 가) 부직포는 [표2.3]과 같이 유공관 외부, 소수재 외부, 유공관과 소수재 외부에 시공하는 경우 모두 가능하나, 경제성, 시공성, 내구성 등을 고려하여 선정하여야 한다.

[표 2.3] 필터 설치 위치 검토

구분	관	소수재	관 및 소수재
개요도			
시공방법	유공관 둘레 감싸기	소수재 둘레 감싸기	유공관 및 소수재 감싸기

- 나) 소수재 외부에 시공하는 경우 흡수거의 터파기가 완료 후 원지반과 유사한 강도로 다짐을 시행한 후 부직포를 시공하여야 한다.
- 다) 소수재 외부에 시공하는 경우 부직포는 바닥과 벽면에 밀착이 되도록 시공하여야 하며, 특히 굴착 직각부에서 부직포와 굴착 직각부간 공간이 생기지 않도록 주의 하여야 한다.
- 라) 소수재 외부에 시공하는 경우 부직포는 고정핀을 이용하여 굴착사면에 고정시킨다.
- 마) 부직포는 소수재를 300mm이상 겹치게 감쌀 수 있도록 충분한 여유폭으로 시공한다.
- 바) 소수재 외부에 시공하는 경우 시공된 부직포 위로 유공블럭과 흡수거바닥면의 자갈을 신속하게 설치하여야 한다.
- 사) 시공된 부직포는 훼손이 되지 않도록 주의하여야 하며, 시공상 부득이한 경우를 제외하고 오염이 발생되지 않도록 주의하여야 한다.
- 아) 부직포 위에서 인력 또는 장비를 운용할 때에는 발바닥, 장비 바닥 등 부직포 접촉면을 청결하게 유지하여야 한다.
- 자) 부직포에 뿌려진 오염물질은 빗자루 등을 이용하여 제거하여야 하며, 부착된 오염물질은 토사 이외의 경우에는 제거하는 것을 원칙으로 한다.
- 차) 흡수거, 소수재의 시공이 완료되면 소수재 표면을 편평하게 마무리한 후 부직포로 소수재를 감싼다. 이 때 부직포 고정핀 제거는 조심스럽게 하여야 한다.

- 카) 부직포의 겹침길이는 300mm 이상이 되도록 하여야 한다. 겹침길이가 부족한 경우에는 별도의 부직포로 보강하여 덮는다. 이 때 보강 부직포와 기존 부직포의 겹침길이는 300mm 이상이 되도록 한다.

2.3 관매설

2.3.1 일반사항

가. 관의 구분

- 1) 본 사업에서의 관매설 작업은 흡수거, 집수거 등으로 구분한다.

나. 관매설 공사 준비

- 1) 관, 관연결부, 캡(cap) 등 관 및 그 부자재는 사전 품질검사를 완료하고 감독자의 승인을 얻어야 한다.
- 2) 설계도면대로 시공하기 위한 수량의 흡수거, 집수거, 연결관(L형, T형 등)을 사전에 준비하고 시공할 위치에 배치한다.
- 3) 설계도면상 흡수거와 집수거의 직경이 다른 경우 두 관을 연결할 수 있는 부속품 또는 장비를 확보하여야 한다. 특히, 흡수거의 입구쪽 L형 연결관은 써징 노즐의 진출입을 고려하여 곡률반경이 큰 것을 확보하여야 한다.

2.3.2 재료

가. 관의 종류

- 1) 지하배수시설의 가장 핵심적인 부분으로 농지에서 직접적으로 배수를 수행하는 재료이므로 모든 재료와 가공성, 시공성 등을 고려하여 분석하여야 한다.

흡수거는 관내부로 지하수가 잘 스며들 수 있도록 타공을 한 유공관으로 하여야 하며, 아래 표와 같이 재질별로 관의 종류를 알아보고 가장 적합한 것으로 선택을 하도록 한다.

[표 2.4] 관의 종류

종류	강관(아연도금)	스테인레스	알루미늄관
형상			
특징	강관을 가공하여 관으로 제작 내구성 보통(아연도금) 타 관과 연결 시공성 우수 중량이 커서 시공시 불리 유공관은 별도 제작 필요	스테인레스 강관을 가공하여 관으로 제작 내구성 보통 (충격, 외력에 강함) 타 관과 연결 시공성 우수 무게 비교적 가벼움 유공관은 별도 제작 필요	알루미늄을 사출 가공하여 관으로 제작 내구성 보통 (충격, 부식에 약함) 타 관과 연결 시공성 우수 무게 가벼움 유공관은 별도 제작 필요
종류	PVC관	PE관	HDPE관
형상			
특징	PVC를 사출하여 관으로 제작 내구성 보통 타 관과 연결 시공성 우수 무게 가벼움 유공관은 별도 제작 필요	폴리에틸렌을 사출성형하여 관으로 제작 내구성 우수 (충격, 외력에 강함) 타 관과 연결 시공성 우수 무게 가벼움 일반 및 유공관 생산	고밀도 폴리에틸렌을 사출성형하여 관으로 제작 내구성 우수 (충격, 외력에 강함) 타 관과 연결 시공성 우수 무게 가벼움 일반 및 유공관 생산

관은 타공을 위한 가공성 및 무게에 의한 시공성 등을 고려하면 금속성 재료 중에서 비철금속인 알루미늄관 적용에 대해 분석이 요구되고 유공관 용도에 적합하게 추가가공이 필요하다. 합성수지관은 유공관 제품이 있는 PE관 또는 HDPE관에 대한 적용성 분석이 필요하다. 단순히 관에 대한 경제성 뿐만 아니라 시공방법 등을 복합적으로 검토하여 결정하여야 한다.

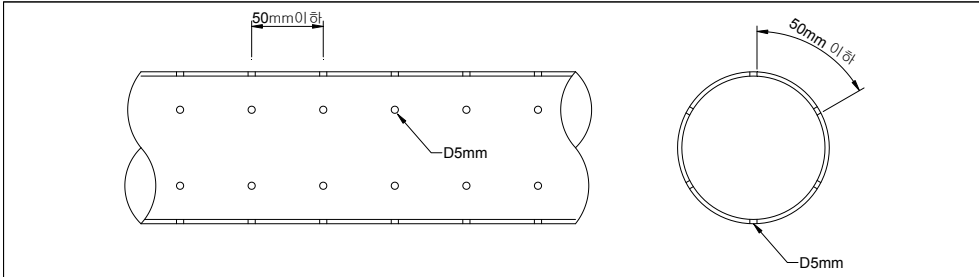
나. 흡수거

- 1) 흡수거는 지하수를 배출할 수 있는 설계도면에 명시된 유공관을 가지고 있어야 한다.
- 2) 관 매설 작업 중이나 준공 후 공사 장비 및 농기계 운행으로 작용되는 하중에 저항할 수 있어야 한다.
- 3) 내식성, 내구성이 우수하고, 온도변화에 강해야 한다.
- 4) 가공성이 우수하고, 운반, 매설에 용이한 재질이어야 한다.
- 5) 각종 물질의 흡·부착에 대한 저항성이 우수하여야 한다.
- 6) 흡수거의 재질에 대한 규정은 [표 2.5]와 같으며, 재질 변경 시에는 동등 이상의 품질이 확보되어야 한다.

[표 2.5] 흡수거 품질기준

구분	시험항목	단위	시험방법	품질 기준	비고	
흡수거	재질	-	-	고밀도, 폴리에틸렌 (H.D.P.E)		
	규격	-	-	두께의 허용오차 ±10% 외경의 허용오차 ±5%		
	밀도	kg/cm ³	KS M 3407	0.942 이상		
	인장강도	MPa	KS M 3407	20 이상		
	내경5% 변경시 pipe강성	MPa	ASTM D 2412	34.3 이상		
	구멍크기	mm	-	5mm		
	허용 변형량	%	-	내경의 5% 이하		
	침지시험		g/m ²	KS M 3407	± 0.5이내	황산(30%)
			g/m ²	KS M 3407	± 0.5이내	수산화나트륨 (40%)
			g/m ²	KS M 3407	± 0.5이내	염화나트륨 (10%)
		g/m ²	KS M 3407	± 1.0이내	질산(40%)	
		g/m ²	KS M 3407	± 4.0이내	에틸알코올 (95%, 부피)	

- 7) 흡수거 내로 유입되는 구멍의 규격 지름 5mm 이상이 되어야 하며, 각 구멍 사이의 거리는 50mm이하가 되도록 한다.



[그림 2.5] 흡수공 설치 규격

나. 집수거

- 1) 집수거는 흡수거로 배수된 물을 소형펌프장까지 유도하는 관으로 설계 도면에 명시된 규격을 가지고 있어야 한다.
- 2) 관 매설 작업 중이나 준공 후 공사 장비 및 농기계 운행으로 작용되는 하중에 저항할 수 있어야 한다.
- 3) 내식성, 내구성이 우수하고, 온도변화에 강해야 한다.
- 4) 가공성이 우수하고, 운반, 매설에 용이한 재질이어야 한다.
- 5) 각종 물질의 흡·부착에 대한 저항성이 우수하여야 한다.
- 6) 집수거의 재질에 대한 규정은 [표 2.6]과 같으며, 재질 변경 시에는 동등 이상의 품질이 확보되어야 한다.

[표 2.6] 집수거 품질기준

구분	시험항목	단위	시험방법	품질 기준	비고
집수거	재질	-	-	고밀도, 폴리에틸렌 (H.D.P.E)	
	규격	-	-	두께의 허용오차 ±10% 외경의 허용오차 ±5%	
	밀도	kg/cm ³	KS M 3407	0.942 이상	
	인장강도	MPa	KS M 3407	20 이상	
	내경5% 변경시 pipe강성	MPa	ASTM D 2412	34.3 이상	
	허용 변형량	%	-	내경의 5% 이하	
	침지시험	g/m ²	KS M 3407	± 0.5이내	황산(30%)
		g/m ²	KS M 3407	± 0.5이내	수산화나트륨 (40%)
		g/m ²	KS M 3407	± 0.5이내	염화나트륨 (10%)
		g/m ²	KS M 3407	± 1.0이내	질산(40%)
g/m ²		KS M 3407	± 4.0이내	에틸알코올 (95%, 부피)	

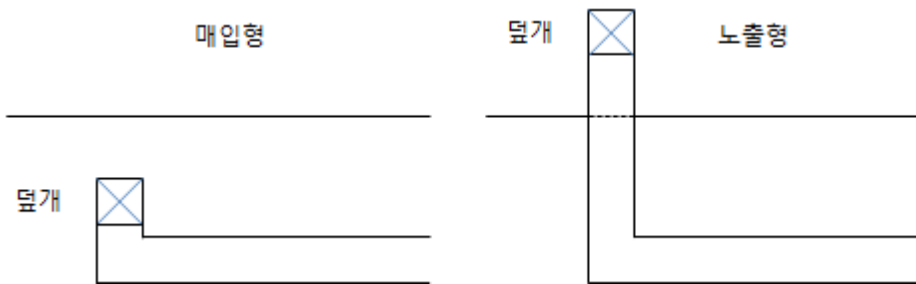
다. 이음관(엘보 등)

- 1) 이음관은 본 관과 동등 또는 이상의 품질을 가지고 있어야 한다.
- 2) 이음구조가 간단하고 작업성이 우수하여야 한다.

2.3.3 시공

- 1) 관은 터파기 중앙에 위치하도록 주의해서 시공하여야 한다.
- 2) 소수재 또는 토사로 되메우기 할 때에는 반드시 채움재를 관 양쪽으로 균등하게 채워 넣어 시공 중 관의 위치가 움직이지 않도록 하여야 한다.

- 3) 관의 이음은 시공의 용이성, 변형에 의한 파손 방지 등을 위하여 다소 느슨하게 하여도 무방하다. 다만, 관이 이탈하지 않도록 이음재(엘보 등)의 중간 이상 되게 매입을 하여야 한다.
- 4) 관 이음 부위는 품질관리 부족, 이완 등에 의한 틈사이로 토사의 유출입을 방지하기 위하여 반드시 부직포로 둘러싸야 한다.
- 5) 부직포는 이음 경계선 양측으로 200mm 이상 중첩되게 2회 이상 둘러싸도록 하여야 한다.
- 6) 흡수거의 시점부에는 배수의 흐름을 원활하게 하고 향후 유지관리를 위한 공기변/유지관리용 주입관을 설치하고, 종점부에는 배수조절을 위한 개폐시설(水閘)을 설치한다.
- 7) 시점부의 주입관은 경작 시 파손 등을 고려하여 L형으로 상향으로 설치하고 덮개를 씌운 상태로 경작심도 이하로 매설하는 것을 원칙으로 한다.
- 8) [그림 2.6]의 노출형과 같이 필요시 지상으로 설치가 필요한 경우 자외선 및 내화성에 유리한 재질로 검토하여야 한다.



[그림 2.6] 공기변(주입관) 설치

2.3.4 품질관리

- 1) 관의 품질관리를 위해서는 사용되는 재료가 규정된 재료를 만족하는지를 확인하여야 한다.
- 2) 관의 이음부는 되메우기 전 이음 상태가 규정대로 시공이 되었는지 확인하여야 한다.
- 3) 흡수거에서 집수거를 통해 소형펌프장으로 연결되는 관의 기울기가 원

활한 배수에 적합하고 설계도면과 동일한지 확인하여야 한다.

- 4) 수급인은 이를 위해 감독자의 입회하에 현장 확인을 수행하고 감독자의 승인을 얻은 후 다음 단계의 되메우기 작업을 수행해야 한다.
- 5) 농한기인 동절기에 관 공사를 할 경우 플라스틱 재질의 취성이 커지고 연성이 떨어지는 점을 고려하여 연결부 등의 균열발생여부를 반드시 확인하여야 한다.

2.4 배수조절개폐기

2.4.1 일반사항

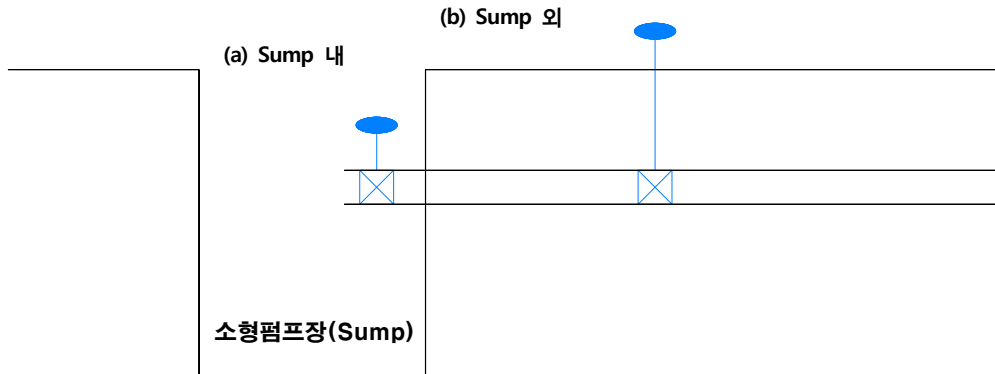
- 1) 본 사업에서의 배수조절개폐기(수갑)는 볼밸브 적용을 원칙으로 한다.
- 2) 개폐기, 관연결부, 등 개폐기 및 그 부자재는 사전 품질검사를 완료하고 감독자의 승인을 얻어야 한다.

2.4.2 재료

- 1) 볼밸브는 지하수를 완전히 차단하거나, 통수 시킬 수 있어야 한다.
- 2) 볼밸브의 개폐 작동은 부드럽고 원활하여야 하며, 개폐 성능이 확실하여야 한다.
- 3) 내식성, 내구성이 우수하고, 동결융해에 대한 저항성이 우수해야 한다.
- 4) 설치가 용이하고, 이음부의 기밀성이 좋아야 한다.
- 5) 각종 물질의 흡·부착에 대한 저항성이 우수하여야 한다.

2.4.3 시공

- 1) 개폐기는 유지관리가 용이한 위치에 설치하고, 향후 유지관리를 위하여 교체 및 수리가 가능한 구조로 설치하여야 한다.
- 2) 1개의 소형펌프장에서 모든 필지의 개폐가 조절가능한 설계인 경우 감독관의 승인을 받아 소형펌프장 내에 개폐기를 설치할 수 있다.



[그림 2.7] 배수조절개폐기 설치위치

- 3) 개폐기는 관에 확실하게 고정하여 배수조절을 위한 힘이 작용해도 견고하게 버틸 수 있도록 하여야 한다.
- 4) 관과 개폐기의 이음부는 수밀성이 확실하여야 한다.
- 5) 밸브의 조절 노브는 반드시 하늘방향으로 위치하도록 하고, 수평이 되도록 설치하여야 한다.
- 6) [그림 2.7]과 같이 노브를 작동할 수 있는 충분한 공간이 확보되도록 밸브의 위치를 설정하여야 한다.

2.4.4 품질관리

- 1) 볼밸브의 품질관리를 위해서는 사용되는 제품이 규정된 규격과 내구성을 만족하는지를 확인하여야 하며, 품질확인서를 제작업체로부터 제공받아야 한다.
- 2) 이음부의 연결과 밸브의 위치, 노브조작 공간 확보 등과 관련한 시공이 되었는지 확인하여야 한다.
- 3) 수급인은 이를 위해 감독자의 입회하에 현장 확인을 수행하고 감독자의 승인을 얻은 후 다음 단계의 작업을 수행해야 한다.

2.5 소형펌프장(Sump)

2.5.1 일반사항

가. 소형펌프장의 구분

- 1) 본 사업에서의 소형펌프장은 사전제작형과 현장타설형으로 구분한다.
- 2) 사전제작형은 콘크리트제품과 FRP제품으로 구분한다.

나. 소형펌프장 공사 준비

반입된 공장제품은 외관상태, 규격, 품질보증서 등과 관련한 제품검사를 완료하고 감독자의 승인을 얻어야 한다.

다. 소형펌프장 규격

- 1) 소형펌프장의 최대 내공 깊이는 1.7m로 적용하였다. 깊이가 낮으면 집수거의 배수기울기 확보가 곤란하고, 너무 깊으면 익사 등의 사고를 유발할 수 있으므로 1.7m로 적용하였다. 또한 안전사고 예방을 위하여 반드시 소형펌프장 뚜껑을 설치하도록 하여야 하며, 견고하게 설치하여 쉽게 훼손이 되지 않도록 하여야 한다.
- 2) 소형펌프장은 기본적으로 집수거를 설치할 수 있는 구멍과, 유지관리를 위한 접근을 위한 홀 및 사다리, 배수펌프를 설치할 수 있는 공간 등이 마련되어야 한다.
- 3) 소형펌프장의 내공 폭은 최소 1.0m×1.0m가 되도록 한다. 폭이 너무 크면 경제성이 저감되고, 너무 작으면 유지 보수에 애로가 있다.
- 4) 소형펌프장의 깊이는 지표면에서 1.7m가 되도록 한다. 소형펌프장의 깊이는 집수거의 길이와 배수기울기에 의해 정해진다. 따라서 소형펌프장의 깊이가 낮으면 배수기울기 확보가 곤란하다. 그러나, 소형펌프장의 깊이가 너무 깊으면 경제성 저감 뿐만 아니라, 운영 중 사고의 우려가 있다. 따라서 소형펌프장의 깊이는 키 정도인 1.7m가 되도록 정한다.
- 5) 소형펌프장의 상단은 유지관리를 위한 통행이 가능하도록 하여야 하며, 평소 이물질 낙하, 농민 실족 등의 방지를 위하여 뚜껑을 설치하여

야 한다. 또한 뚜껑은 유지보수 중 단힐 경우를 감안하여 소형펌프장 내부에서 충분히 열 수 있을 정도의 무게가 되도록 하여야 한다. 홍수 시 또는 경작 시 외부로 부터의 지표수 침투를 일부분 차단하기 위해 소형펌프장 상단은 지표로부터 30cm~50cm 정도 돌출되게 계획한다.

- 6) 집수거 설치 구멍의 크기는 설치할 집수거의 규격을 감안하여 설치한다. 집수거 설치 구멍의 위치는 소형펌프장 내부 바닥에서 20cm 이격한 곳이 집수거 외경 하단이 되도록 한다.
- 7) 소형펌프장 내부 접근 사다리는 매입형으로 하여야 하며, 부식이 되지 않는 재료를 사용하여야 한다.

2.5.2 제품

가. 콘크리트 소형펌프장

- 1) 콘크리트에 균열이 발생하였는지 확인 하여야 하며, 방수가 곤란할 정도의 균열일 경우 매입하기 전 보수를 시행하거나, 제품을 교환하여야 한다.
- 2) 표면에 레이턴스가 많이 발생하였거나, 골재분리 현상이 뚜렷한 제품은 내구성에 문제가 있으므로 불량제품으로 반품처리 하여야 한다.
- 3) 관을 연결할 구멍의 표면은 매끈하게 잘 정돈하여야 하며, 제품의 모서리면에 불규칙하게 돌출된 콘크리트 조각들은 깔끔하게 제거를 하여야 한다.

나. FRP 소형펌프장

- 1) 운송 중 부주의에 의한 제품의 파손 등이 없는지 세심하게 검사하여야 한다.
- 2) 관을 연결할 구멍의 규격과 위치는 정확한지 최종확인 하여야 한다.

2.5.3 시공

- 1) 소형펌프장의 집수거 설치 구멍의 위치는 집수거의 시공 상태와 같이 확인하여야 하며, 집수거에 변형이 발생하지 않도록 집수거 연결 구멍이 집수거와 잘 일치하도록 설치하여야 한다.

- 2) 집수거의 위치에 맞도록 하기 위해서 터파기면의 높낮이를 조정할 수 있다.
- 3) 매입된 소형펌프장은 침하 또는 부상 등의 변위가 발생되지 않도록 하여야 한다.
- 4) 소형펌프장을 설치할 터파기 면은 다짐기로 충분히 다져야 하며, 소형펌프장 하면에 300mm 이상의 쇄석으로 채움 및 다짐하여야 한다.
- 5) 소형펌프장이 부력의 영향을 받아 부양이 우려되는 개소는 부력에 저항할 수 있도록 감독자와 협의 조치하여야 한다.
- 6) 집수거는 소형펌프장 벽체 내측면 이상 매입될 수 있도록 시공한다.
- 7) 집수거와 소형펌프장 연결 구멍사이의 공간은 소형펌프장의 변위로 인한 집수거의 파손을 방지할 수 있도록 신축성이 있는 소재(부직포 등)로 채움을 하여야 한다.
- 8) 채움재는 밀실하게 채움을 하여야 하며, 이탈하지 않도록 마무리 하여야 한다.
- 9) 관과 연결된 소형펌프장 외측부는 부직포로 잘 감싸주어, 지하수 유출에 의한 토사의 유실을 방지하여야 한다.
- 10) 소형펌프장 내부에는 유지관리를 위한 사다리가 설치되어야하며, 추락사고, 빗물 또는 이물질 유입 등을 방지할 수 있는 덮개가 시공되어야한다.
- 11) 되메우기는 관의 되메우기와 동일한 방법으로 시행한다.
- 12) 펌프요량, 전기설비, 기타 부속시설에 대해서는 관련 분야의 상세설계에 따른다.

2.5.4 품질관리

- 1) 소형펌프장의 품질관리를 위해서는 사용되는 재료와 제작 규격은 적합한지를 확인하여야 한다.
- 2) 소형펌프장과 관의 이음부는 되메우기 전 이음 상태가 규정대로 시공이 되었는지 확인하여야 한다.



3. 배수암거의 유지관리



제3장 배수암거의 유지 관리

3.1 유지관리의 개요

3.1.1 적용범위

범용농지 배수암거의 유지관리는 암거의 배수기능을 유지하기 위한 경작자의 선량한 전반적인 시설관리 및 운영관리를 통틀어 말한다. 흡수거, 집수거, 수갑, 씬프, 펌프의 유지관리 및 범용농지의 영농기, 비영농기 지표 및 지하배수를 위한 배수도랑 관리, 펌프의 가동을 포괄한다.

경우에 따라서는 개별필지단위가 아닌 구역단위의 배수관리가 효율적인 경우도 있다. 특히, 필지별 동계작물의 재배유무에 따라 동파에 대비하기 위한 씬프의 덮개관리가 중요하다.

본 유지관리 실무요령은 [배수편]의 일반적인 사항을 따르며, 범용농지의 설계 및 시공 시 고려하여야 할 사항을 제시하고자 [배수편]과 연구결과를 토대로 작성된 것이다.

3.1.2 개요

범용농지시설은 항구적인 사용을 전제로 품질관리를 철저히 하여 시공할 것을 전제로 한다. 그러나, 장기 사용에 따른 토양미립자의 퇴적에 의한 배수불량, 농기계 및 장비의 경작활동에 따른 시설물 파손, 계절변화에 의한 풍화 및 동결융해 피해 등 여러 요인에 의해 범용농지시설의 기능이 저하되거나 상실할 경우가 발생할 가능성이 있다. 이럴 경우 수확량 감소에 따른 경제적 손실이 우려되므로 지속적인 유지관리를 통한 범용농지시설의 통상적인 기능 유지가 필요하며, 이를 위해 적절한 유지관리 지침을 마련하고자 한다.

지하배수시설 시공 후 암거가 적절한 배수기능을 발휘하기 위해서는 암거가 설치되어 있는 농지의 관리주체인 경작자가 주의 깊게 유지관리 하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 농가에 대하여 암거배수의 올바른 목적과, 암거시설의 기능을 어떻게 올바르게 발휘시킬 것인가를 잘 이해시키고, 관리에 대한 설명이 필요하다. 지하배수시설을 조성했다하여도 이것이 계

속 적절한 배수기능을 발휘한다고는 말할 수 없다. 시공이 정확히 되었다 하여도 이후의 유지관리가 부적절하면 암거의 효과는 급속히 감소해 버리고 때에 따라서 완전히 시공 전의 과습상태로 되돌아가는 경우도 생길 것이다. 암거도 역시 다른 시설과 같이 제대로 유지관리하면, 그 기능을 양호한 상태로 유지하여 내용연한을 연장할 수 있다.

암거의 유지관리를 고려할 때 지하배수 시설의 시공 후 관리 주체는 시설물 유지에 대한 모럴해저드를 방지하기 위하여 경작자가 하는 것이 타당하며, 부득이한 유지보수에 대해서는 국가와 경작자간 협의에 반영하여야 한다.

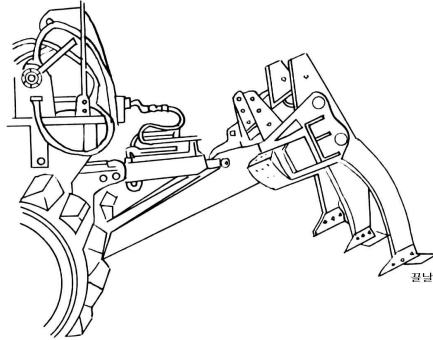
시설물의 항구적인 기능수행을 위해서는 경작자가 주의 깊게 유지 관리 하는 것이 최선의 방법이다. 이 때문에 농가에 대하여 지하배수의 올바른 목적과, 암거시설의 기능을 어떻게 올바르게 발휘시킬 것인가를 잘 이해시키는 것이 우선 필요하며, 관리에 대한 요령을 잘 주지시켜야 한다. 따라서 경작자에 의한 유지관리를 더욱 철저히 하기 위해서는 관할 행정기관과 한국농어촌공사, 지역농민단체 등에 대한 유지관리 지도체계를 확립하여 정기적인 순회 점검정비를 실시하여, 수해지구 전체로서도 효과가 발휘되도록 관리조직을 확립하는 것이 대단히 중요하다.

3.2 배수기능 유지를 위한 관리

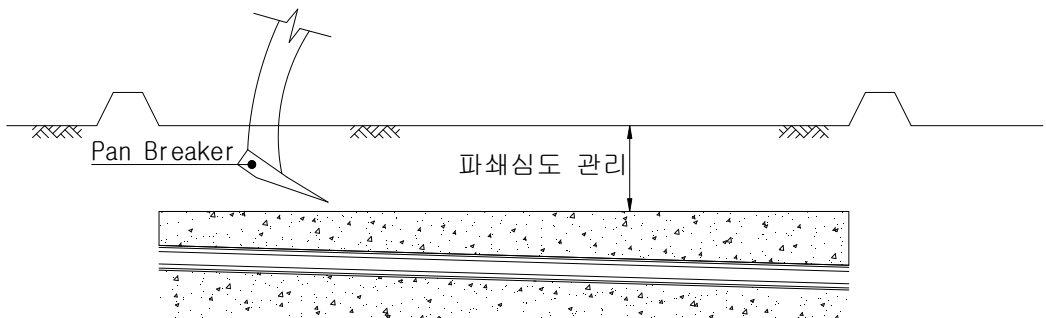
범용 농지를 위한 지하배수 기능을 유지하기 위해서는 흡수거 주변의 농지 상태가 중요한 관리 요소로 판단되므로 이에 대한 주기적인 관리가 이루어져야 한다. 농지 경작에 의해 농지가 단단해지고 난투성 형태가 지속되면 배수효과를 볼 수 없기 때문에 심토파쇄, 두더지 암거 천공기와 같은 굴착장비를 이용하여 토양을 부드럽게 하고 투수성을 증가시켜 배수 기능을 유지하도록 하여야 한다.

3.2.1 주기적 심토파쇄 및 격자 배수 관리

지속적인 경작에 의해 농지가 단단해 지고 투수기능이 저하되어 지하배



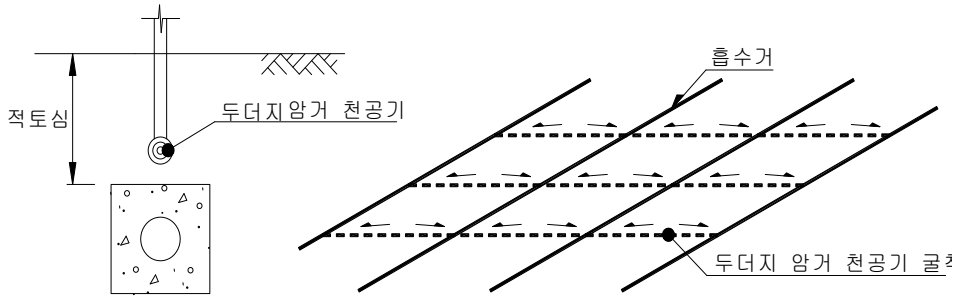
[그림 3.1] Pan-Breaker



[그림 3.2] 농지 파쇄 심도 관리

수기능이 저하 또는 상실되는 우려가 있으므로 흡수거 상단 적심토에 대한 유지관리가 주기적으로 이루어져야 된다.

적심토를 팬 브레이커(Pan-Breaker, [그림 3.1])로 갈아주어 단단해진 적심토를 부드럽게 함으로써 적심토의 통수성을 증대시켜 흡수거의 기능을 유지하도록 한다. 다만 [그림 3.2]와 같이 시공 시 최저 암거 높이를 확인하여 관리 대상인 해당 경작자에게 주지시켜 팬 브레이커에 의해 배수암거의 소수재가 손상이 되지 않도록 해야 한다. 특히, 소수재를 감싸고 있는 부직포가 날에 걸리는 사고가 발생하지 않도록 주의해야 한다.



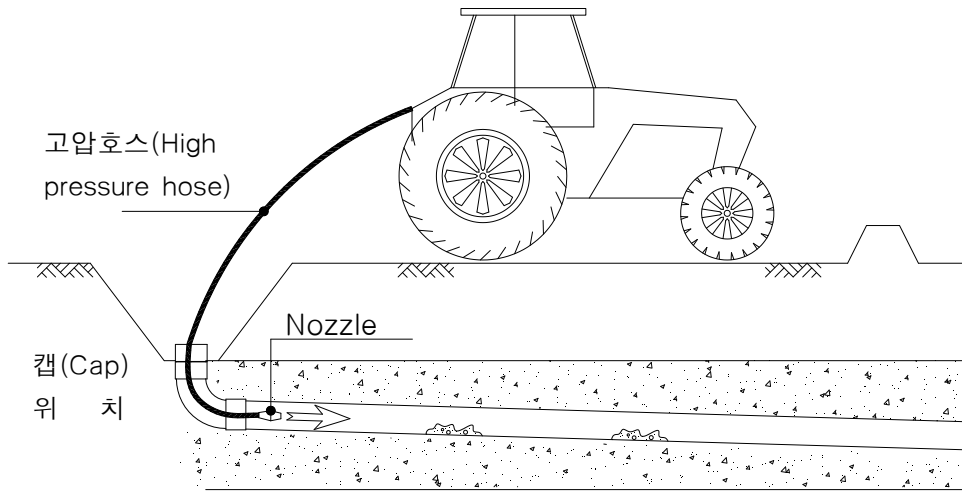
[그림 3.3] 농지 격자 배수 관리

[그림 2.3]과 같이 두더지 암거 천공기와 같은 장비로 흡수거 직각 방향으로 배수암거 상단을 굴착하여 격자 배수 시스템을 형성시켜 배수기능을 유지할 수도 있다.

3.2.2 흡수거 수압 세척

[그림 3.4]와 같이 배수 암거내 흡수거에 이물질 또는 퇴적물이 생성되어 누적되면 배수기능이 떨어지므로 수압 세척을 실시하여야 한다. 유지관리를 하기 위해 배수암거 시공시 흡수거 끝 L형 관 연결구 및 캡(cap)을 설치하고 있으므로 수압세척 시 캡 상단까지 농지를 개착하여 캡을 열어 수압세척을 실시한다. 이 때 지중에 매설된 캡의 위치는 필지의 양쪽 끝 흡수거의 시점부에 각각 설치된 노출형 캡을 잇는 선이 기준선이 될 것이다.

캡까지 굴착 시 기계굴착을 선행하고 마지막으로 인력 굴착을 실시하여 신속성과 굴착 시 시설물 손상을 방지하는 것이 바람직하다.



[그림 3.4] 암거 세척용 장치

암거세척용 장비는 트랙터에 장착하여 사용하며 저압 2,000kPa, 보통압 2,000kPa ~ 5,000kPa, 고압의 경우 5,000kpa~10,000kPa까지 분류하여 사용한다[참고문헌 11]. 관내마찰손실로 노즐에서는 펌프압의 50%정도 발휘된다.

3.3 암거(흡수거, 집수거)의 관리

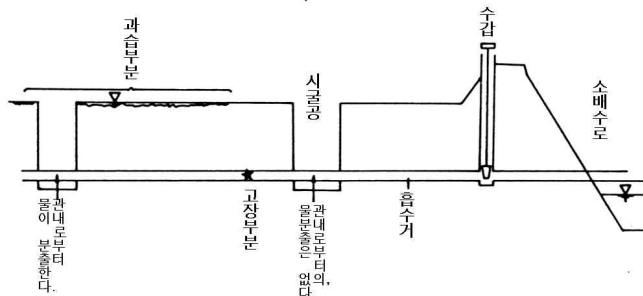
3.3.1 암거 파손부위의 확인

암거는 지하에 매설되어 있으므로, 이의 기능이 제대로 발휘되고 있는지의 여부를 확인하기는 어렵다. 그 때문에 관리 불량이 되어 내용연수를 단축시키는 경우가 많다. 다음의 암거에 생기기 쉬운 고장원인에 대해 설명한다.

암거의 어느 부분에서 고장이 발생하고 있는가를 확인하기 위해서는 다음과 같이 한다. 우선 배수구가 메워졌는지 여부를, 수압조작에 의해 조사한다. 다음에 담면 담수를 배제시킨 후 강우에 의한 담면 요철부의 잔류수의 소실상태를 잘 관찰한다. 만약 암거에 고장이 있으면 고장지점부터 상류부분의 담수 소실상태에 차이가 생겨 부분적으로 과습한 부분이 보이게 된다.

이럴 때 암거 배수구의 배수상태를 조사해보면 고장이 없는 건전한 상태의 암거와 차이가 보이므로, 고장의 진단이 한층 정확하게 된다. 또한 암거의 어느 부분에서 고장이 발생하고 있는가를 다시 상세히 조사하는데는 다음과 같이 한다.

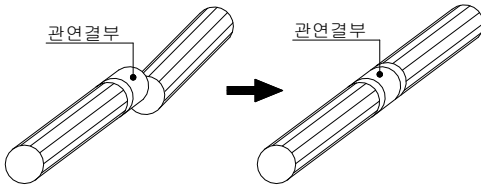
우선 과습상태로 되어 있는 부분의 약간 하류부에서 [그림 3.5]와 같이 암거를 노출시켜 관의 매설심보다 약간 깊이 시험공을 판다. 암거를 관찰 가능한 상태로 해서 만약 여기서 물이 흘러나오면 고장위치는 여기보다 하류측에 있는 것이므로 다시 하류측을 시굴한다. 만약 물이 흘러나오지 않으면 여기부터 상류측에 고장위치가 있는 것이므로 상류측으로 시굴을 진행해간다. 이와 같이 해서 최종적으로 고장위치를 발견하게 되는 것이다[참고문헌 1].



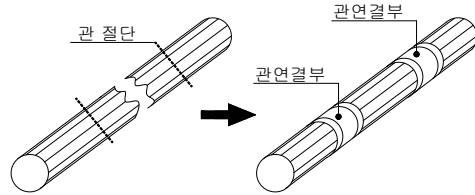
[그림 3.5] 암거의 고장부분 발견방법

3.3.2 관의 파손 보수

암거의 파손부 위치에 따라 보수 방법을 결정하여야 한다. 관을 길게 시공할 경우 관 연결부가 다수 발생한다. 따라서 [그림 3.6] 및 [그림 3.7]과 같이 관 연결부의 탈락 또는 손상에 의해 배수 역할을 할 수 없는 손상에 대해서는 관이음부의 부품을 교체하여 관을 재 연결하여 보수한다.

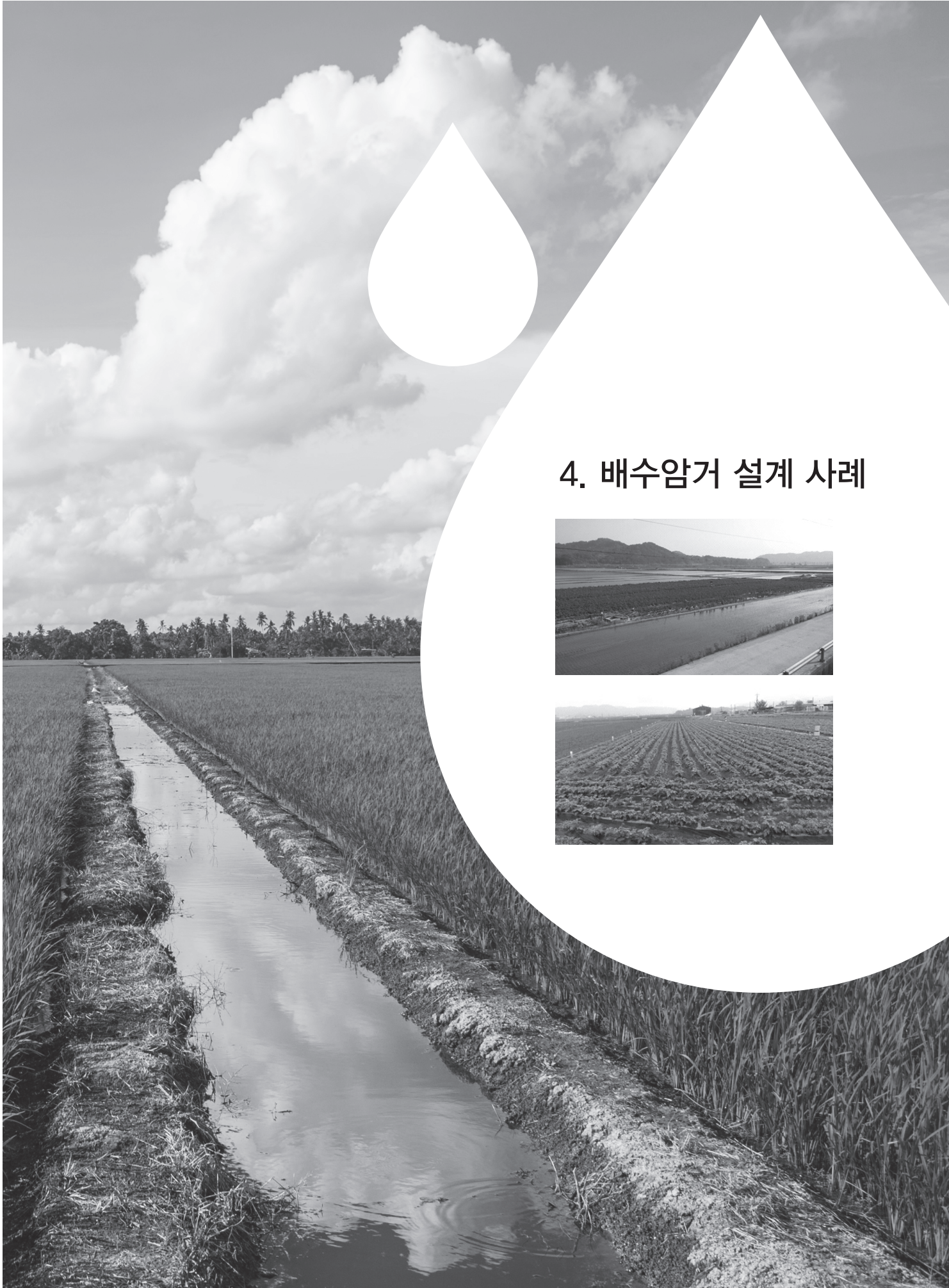


[그림 3.6] 관연결부 보수



[그림 3.7] 관 파손시 보수

암거의 파손이 관의 본체에 발생된 경우 파손부의 전·후 부분을 충분히 절단하고 관 연결부품으로 재 연결 하여야 한다. 흡수거 파손을 발견한 경우 흡수거 보수를 위해서는 소수재 및 부직포를 임시 제거하여야 하므로 보수 시 소수재와 부직포 손상을 최소화 하고 부직포의 경우 절개된 부분이 많을 경우 보수부위를 더 감싸면서 마감을 하여 소수재 이탈을 방지하여야 한다.



4. 배수암거 설계 사례



제4장 배수암거 설계 사례

4.1 대상지구 조사 및 분석

4.1.1 위치 및 주변 조사

가. 계획범위

범용화 사업 대상지구의 기본계획은 크게 세 부분으로 나눌 수 있는데 첫째, 암거조직설계, 둘째, 배수계획설계, 셋째 단지운영계획이다. 암거조직설계는 흡수거의 매설심도와 간격의 결정이 중요하며, 배수계획설계는 지하배수를 자연식 배수로 할 것인지 기계식 배수로 할 것인지를 결정하는 것이다. 끝으로 단지운영계획은 좁게는 시설물의 유지관리요, 넓게는 영농조직의 지원까지를 포함한 계획이다. 설계자는 지구의 특성을 고려하여 그 설계범위를 정하여야 한다.

나. 위치 및 주변조사

지구의 주변 지형과 수계에 따른 용수, 배수 체계 및 기존 시설물의 설치현황을 조사하고, 과거 침수 등 수해이력을 조사한다. 대상지구의 외부로부터 유입되는 외수차단에 대해 지표 및 지하에 대해서도 조사한다. 배수조건이 양호한 조건의 논에서 재배되고 있는 밭작물의 작부체계 및 해당지역의 기후와 토양환경에 적합한 재배가능 작목에 대해서도 탐문 혹은 흙토람 등을 통해 조사한다. 물론 주민들이 선호하는 작목이 있는지도 설문 등을 통해 조사할 필요가 있으며, 주변에 주산지가 있는지도 조사한다. 밭작물의 경우 기계화율, 육묘, 종묘에 대한 보급률도 파악하면 주민의 호응도를 예측하는데 도움이 된다.

다. 사례지구 현황

본 요령의 적용 예를 소개하기 위해 임의 지구를 가정하여 설계, 시공, 유지관리에 대한 적용을 순서대로 설명한다. 높이 300여 미터의 산악 아래 계곡이 위치하며, 계곡주변에 농지가 경지정리지구인데 하천의 바닥고

와 차이가 크지 않다. 그 규모는 약50여 만평이지만 소 구역에 따라 다소 높은 지형이 있는가 하면 하천바닥과 거의 일치하는 높이의 구역도 있다. 따라서 비교적 습윤한 상태의 농지가 많으며 일부 높은 필지는 대상에서 제외하여도 무방할 것으로 보인다. 벼농사를 주로 하고 있으며, 타 작물 재배나 하우스 시설은 찾아보기 어렵다. 축산시설이 1개소 정도 있는 것으로 조사된 우량 농지로 사업계획 수립 대상지구로 선정하기에 적합하다.

4.1.2 범용농지조성 사업 계획

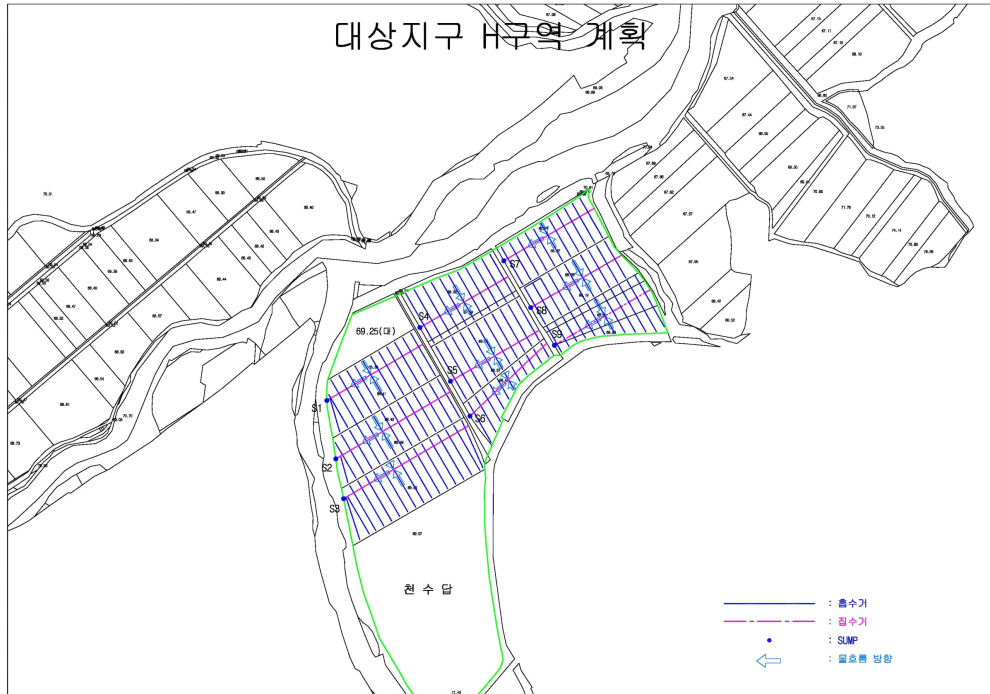
본 지구의 사업 계획에 포함되는 농지는 우량 농지로 300여 개의 필지로 구성되어 있으며, 벼농사를 주로 하는 우량 농지이다.

사업계획은 선정된 지구를 계획의 편의를 위해 관개수로와 농로 및 인접농경지간 현황을 감안하여 총 8개 구역(A~H구역)으로 나눈다.

지구 중앙을 관통하는 하천 제방은 도로가 형성되어 있으며, 각 구역경계에는 농로와 마을 진입로 등이 위치하고 있어 공사차량의 접근 및 자재공급이 용이한 현황이다. 전체 구역 중 D, E구역은 가옥 밀집지역에 인접하고 있으며, 특히, 공공시설이 경계를 같이하고 있어 승수거 계획이 용이치 않다.

시험설계는 계획 구역 중 H구역을 대상으로 수행한다.

4.1.3 시험설계 대상 구역(H구역)에 대한 계획



[그림 4.1] 대상지구 H구역 계획

[그림 4.1]과 같이 계획 대상지구 H구역은 하천의 남측에 위치하며, 전체 약 9.16ha 면적이 29여개의 필지로 구성되어 있다. 평균 고도는 68.47m(최고 68.99m, 최저 67.96m)로 남고 북저의 ㄴ자형 형태의 지형이다. 북서측의 1개 필지는 대지로 되어 있고, 서남측에 위치한 1개 농지(천수답 표기)는 8개 필지를 통합하여 경작하는 농지로 주변 농지 보다 지형이 높은 천수답 지대로 본 사업의 목적에 부합하지 않아 범용농지조성 대상에서 제외한다. 범용농지시설의 개략적인 계획은 [표 4.1]과 같다.

[표 4.1] 대상지구 H구역 개략 규모

구분	단위	수량	비고
면적	ha	9.16	
필지	필지	29	
소형펌프장	개	9	
흡수거	m	5,572	
집수거	m	1,100	

4.2 배수암거 설계

4.2.1 설계 흐름

배수암거 조직설계는 [그림 1.1]과 같은 설계흐름에 따라 지반조사, 흡수거 간격설계, 흡수거 직경 설계 순으로 이루어진다. 지반조사 시 지하수위, 토질 및 토양특성, 포장의 지하 불투수층 깊이에 대한 조사가 이루어진다. 흡수거 간격 설계에서 설계인자로는 본 요령의 첫 페이지에 언급한 용어의 정의에서와 같이 포장의 투수계수, 흙의 분류, 유효간극률, 유효반경, 계획암거 배수량 등인데 흡수거의 관 재질 및 관경의 가정과 함께 결정되어야 한다. 가정한 값이 계획한 바와 일치할 때까지 다양한 분석이 이루어진다.

즉, 배수암거의 설계는 대상작물에 허용되는 시간 동안 허용지하수위까지 지하수위를 낮추는데 필요한 흡수거의 심도, 간격, 기울기, 관경을 결정하는 문제로 대상농지의 토질특성이 중요한 설계인자인 셈이다.

대상지구 H구역을 대상으로 다음과 같은 설계 인자를 가정하여 설계예제를 진행한다.

4.2.2 지반조사

설계 대상지구에 대한 지반조사에서 지하수위를 확인한 결과 전반적으로 지하수위는 1.5m 이하에 형성되어 있어 배수암거의 설계 및 시공에 큰 영향이 없을 것으로 판단되며, 시료를 채취하여 시험한 결과 실트질을 함유한 점토(silty clay)로 나타났다. 대상지구 내에 불투수층으로 볼 수 있는 암반은 3.0m 이내에는 나타나지 않는다.

현장에서 투수시험을 위하여 직경이 12cm이고 깊이가 30cm인 공내에 바닥에서 25cm 수위까지 물을 채웠다. 정확하게 10시간 25분이 경과 후 공내 수위가 5cm까지 낮아졌다.([그림 1.3](b)의 경우로 식1-2에 따라 현장투수계수를 계산한다.)

※ 투수계수

$$K = \frac{0.06}{2} (37500 - 0)^{-1} \left[\ln \frac{0.25 + \frac{0.06}{2}}{0.05 + \frac{0.06}{2}} \right] = 1.00 \times 10^{-6} \text{ m/s} = 1.00 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$

4.2.3 관의 계산

가. 흡수거 간격의 결정

설계 대상지구는 경지정리답으로 필지당 50m×100m이다. 단변 방향으로 흡수거를 50m로 시공하고 장변 방향으로 집수거를 시공하고자 흡수거의 길이는 50m로 계획한다. 흡수거의 심도는 평균 1.0m로 하고 강우 후 토층이 포화된 상태에서 1일 후 지하수위를 지표에서 0.3m까지 낮추기 위한 흡수거의 간격을 설계한다.

1) 흡수거 간격 설계(van Schilfgaard 식)

가) 설계조건 : 강우 후 토층이 포화된 상태에서 1일 후 지하수위를 지표에서 0.3m까지 낮추기 위한 흡수거의 간격을 설계(흡수거의 유효반경 $r_e=0.0051\text{m}$)

나) 설계인자

- (1) 토층의 심도 : 3.0m(불투수층이 흡수거 매설심도 3배 이내에서 나타나지 않으므로 총 심도는 3.0m로 가정)
- (2) 흡수거의 매설깊이 : 1.0m
- (3) 토층의 투수계수(K) : 0.0866m/day (:: 단위환산)
- (4) 토층의 유효간극률(f) : 0.0255
 - [표 1.3]에 의해 흙의 종류로 판단하면 0.01~0.08의 범위
 - 식1-10(a)에 의하면 $f = 0.025 + 0.006 \times 0.0866 = 0.0255$
 - 0.0255으로 결정
- (5) 흡수거의 유효반경(r_e) : 0.0051

- 1차적으로 내경 100mm관을 가정하여 [표 1.4]에서 0.0051 선택

다) 계산

(1) 흡수거의 설치간격 계산

$$d_e = 3.0 - 1.0 = 2.0\text{m} \quad b_o = 1.0\text{m} \quad b = 0.7\text{m}$$

$$S = \left[\frac{9Ktd_e}{f \log_e \left(\frac{b_o [2d_e + b]}{b [2d_e + b_o]} \right)} \right]^{1/2} = \left[\frac{9(0.0866)(1)(2.0)}{0.0255 \log_e \left(\frac{1[2(2.0) + 0.7]}{0.7[2(2.0) + 1]} \right)} \right]^{1/2} = 14.4\text{m}$$

(2) d_e 의 재계산

$$x = \frac{2\pi d}{S} = \frac{2\pi(2.0)}{14.4} = 0.87 \quad F(x) = 2 \sum_{n=1}^{\infty} \log_e [\coth(nx)] = 0.86$$

$$d_e = \frac{\pi S}{8 \left[\log_e \left(\frac{S}{\pi r_e} \right) + F(x) \right]} = \frac{\pi 14.4}{8 \left[\log_e \left(\frac{14.4}{\pi(0.0051)} \right) + 0.86 \right]} = 0.74\text{m}$$

(3) 계산된 $d_e = 0.74\text{m}$ 로 흡수거의 설치간격 재계산

$$S = \left[\frac{9(0.0866)(1)(0.74)}{0.0255 \log_e \left(\frac{1[2(0.74) + 0.7]}{0.7[2(0.74) + 1]} \right)} \right]^{1/2} = 9.96\text{m}$$

(4) (3)에서 계산된 S 를 이용하여 (2)의 과정을 반복하면 S 는 9.0m에 수렴한다.

따라서 흡수거의 간격은 9.0m로 결정할 수 있으나 [배수편]에서 제안하는 최소 간격은 10.0m이므로 본 설계에서는 흡수거의 간격은 10.0m로 결정한다. 따라서 흡수거는 매설깊이 1.0m, 첫 흡수거는 단변에서 5m 거리에 배치하고 10m간격으로 배치하면 95m 거리에 마지막 흡수거가 배치된다.

4.2.4 흡수거 관경의 결정

개별 흡수거가 지하배수를 담당하는 면적은 흡수거의 길이와 간격으로 결정된다. 흡수거로 유입되는 배수량을 적절하게 배수할 수 있는 관경을 결정하였다. 다음의 계산결과에서 보듯이 관경 30mm면 충분히 배수할 수 있는 것으로 나타났으나, [배수편]의 최소관경을 적용하여 50mm로 결정하였다.

※ 흡수거의 관경 설계

○ 검토조건 : 흡수거의 간격은 10m, 흡수거의 길이(L)는 50m, 흡수거의 경사는 1/400, 흡수거의 조도계수는 0.016(PVC 유공주름관)를 적용한다.

1) 계획암거배수량의 결정

계획암거배수량(Q)는 흡수거 내로 유입되는 배수량이다. 설계에서 1일 저하되는 지하수위는 0.3m이다. 지하수위가 0.3m 저하되면 이중 배수되는 수량은 지하수위 저하량에 유효간극률을 곱하면 된다. 그리고 흡수거로 유입되는 총량은 하나의 흡수거로 유입되는 집수면적($S \times L$)을 곱하면 된다. 따라서 다음과 같다(\because 지하수위 저하일수는 1일).

$$Q = (b_0 - b) \times f \times (S \times L) = (0.3 \times 0.0255) / 24 / 3600 \times (10 \times 50) = 0.0000443 \text{ m}^3/\text{s}$$

2) 관경의 계산

흡수거 내의 유량공식을 관경에 대하여 정리하고 계산하면 다음과 같다.

$$D = \left[\frac{nQ}{\alpha I^{0.5}} \right]^{3/8} \times 2 \times 100 = \left[\frac{0.016 \times 0.0000443}{1.66 \times 0.0025^{0.5}} \right]^{3/8} \times 2 \times 100 = 2.51 \text{ cm}$$

4.2.5 관의 설계 결과

흡수거의 간격 결정에서 흡수거의 유효반경(r_e)을 관경 100mm로 보아 0.0051를 적용하였으나 관경이 50mm로 결정되어 유효반경을 변경하여 (0.0051→0.0035) 재검토한 결과 설계값의 변동이 없어 상기한 설계값으로

최종 결정하였다. 따라서 흡수거 간격은 10m로 배치하고 흡수거 관경은 배수량을 배제하는데는 50mm면 충분한 것으로 계산되었으나, 동절기 시공성, 관내 수압세척 등 유지관리성, 소켓 등 자재수급성 등을 고려하여 100mm로 적용한다.

4.3 배수시설

4.3.1 설계 주안 점

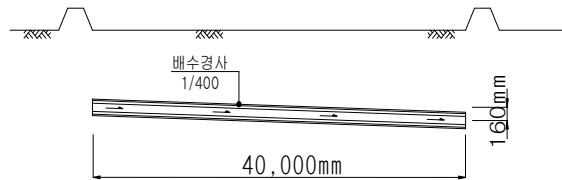
1) 범용농지시설 설치 농지 선정

H구역 중 지목이 대지인 1개 필지와 주변 농지보다 높은(1m 이상) 남측의 1개 필지는 사업 대상에서 제외한다.

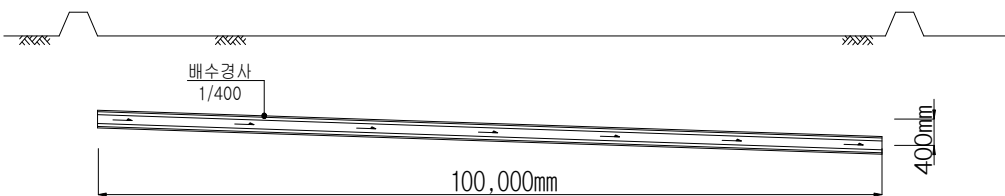
2) 흡수거 설치 방향 검토

흡수거의 간격은 10m로 한다. 흡수거의 끝단은 농지 경계로부터 2m에 위치한다. 인접 흡수거와 최대한 나란하게 배치를 하여야 하며, 지형 여건상 부득이한 경우에는 지하수 배수를 고려하여 설계자의 판단에 따라 적의 조정한다. 좁은 농지의 흡수거는 인근 농지의 흡수거를 연장해서 설치한다.

효과적인 흡수거 설치 방향을 검토하기 위해 [그림 4.2]와 같이 길이 100m, 폭40m 농지에 대해 단방향과 장방향에 대해 각각 설치의 장·단점을 검토하였다.



(a) 단방향에 대한 흡수거 계획 시 단차 검토



(b) 장방향에 대한 흡수거 계획 시 단차 검토

[그림 4.2] 흡수거 장·단방향 검토

흡수거를 1:400 배수경사로 가정하고 단방향과 장방향으로 검토한 결과 장방향으로 계획할 경우 흡수거를 240mm 더 깊게 배치하여야 하는 것으로 계산 되었다.

흡수거를 장방향으로 계획할 경우에는 흡수거의 굴착 깊이가 깊어지고 또한 집수거 및 Sump도 깊게 시공되어야 한다. 시공 깊이가 깊어지면 터파기 깊이 및 터파기 굴착면의 기울기가 더 완만하게 되어야 하므로 터파기 양이 증가하고, 굴착 깊이 과다에 따른 시공성이 저하된다. 흡수거는 배수기울기를 정밀하게 유지해야 하는데, 흡수거를 장방향으로 배치하여 흡수거의 연장이 길어지면 시공품질 관리가 어려워져 하자 발생 가능성이 높다. 흡수거의 손상 발생 시 지하배수 장애 범위가 단방향일 경우 보다 장방향일 경우가 훨씬 더 크므로 단방향으로 계획을 하는 것을 우선으로 해야 된다. 또한 흡수거 장방향 배치일 경우 유지관리를 위한 관 세척 시 고압호수의 길이도 상당히 길어야 하고 고압분사 압력도 그만큼 용량이 커져야 하므로 유지관리 비용도 증가 할 수 있다.

상기 검토결과에 따라, 시공성, 경제성, 유지관리성 등을 고려하여 농지 현황 여건상 부득이한 경우를 제외하고 단방향으로 흡수거를 배치하는 것으로 계획하여야 한다.

3) 집수거 설치

집수거는 흡수거 1열당 1개 관로 매설을 기준으로 한다. 집수거의 설치는 2필지 당 1개 설치를 원칙으로 하며, 한 개 트렌치 내 집수거는 1열 또는 2열을 설치 할 수 있다. 다만 해당 필지의 폭이 과소하거나, 소유주가 동일하여 경작 작물의 구분이 필요치 않을 경우에는 복수의 필지를 1개의 집수거로 관리하도록 계획한다.

범용농지시설 설치 시 민원에 대한 고려가 필요한데, 각 농지를 경작하는 농민들의 경작 예상 작물에 대한 의견을 조사하여 인접 농지 간 분쟁이 일어나지 않도록 집수거를 계획하도록 하여야 한다.

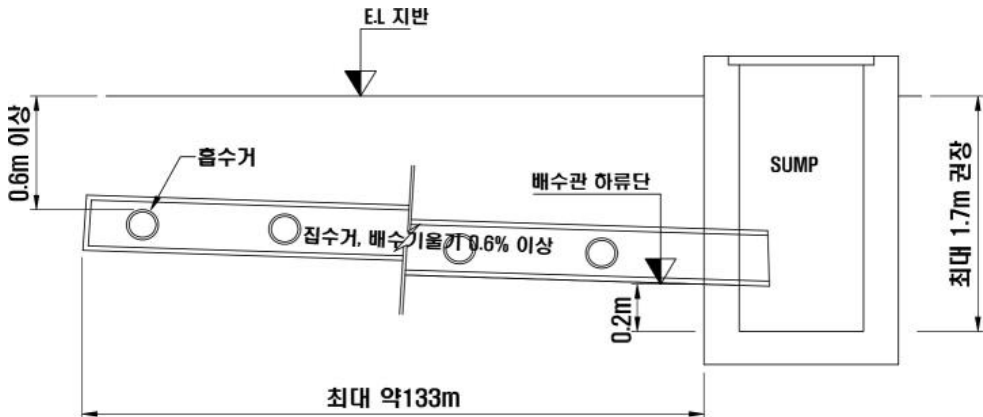
넓은 필지의 농지는 한 가운데에 집수거를 설치하여 흡수거의 배수기울기를 확보할 수 있도록 하여야 한다.

집수거는 흡수거와 소형펌프장을 연결하는 역할을 수행한다. 따라서 집수거의 심도는 흡수거의 매설깊이와 소형펌프장의 매설깊이를 감안하여 집수건의 심도를 결정한다.

[그림 4.3]과 같이 흡수거 상단의 최소심도를 0.6m 규정하고, 소형펌프장의 권장 내공 깊이(1.7m)를 고려하면 집수거의 심도는 대개 0.7m(0.6m + 흡수거의 관경 0.10m + 0.05m =0.75m)에서 1.5m(1.7m - 0.2m = 1.5m) 내외를 이루게 됨을 알 수 있다

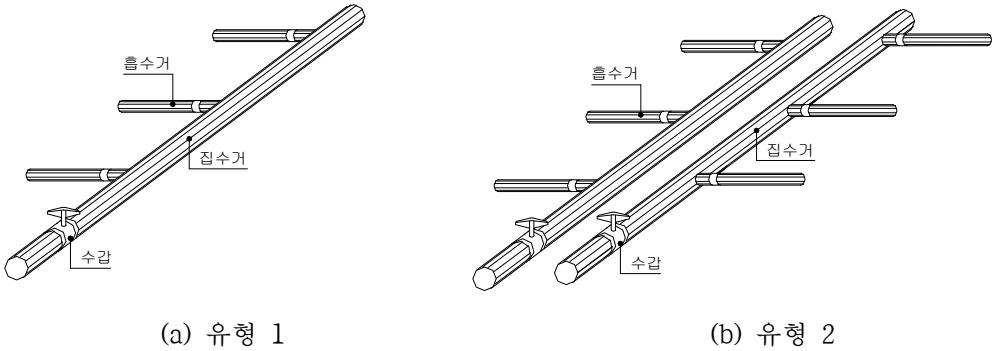
집수거의 연장이 길어지면 집수거의 배수를 위한 기울기가 완만해 지는 것을 알 수 있다. 물이 미세입자를 떠내려 갈수 있게 하는 배수기울기의 최소값은 0.3%이다. 이 수치를 참조할 때 범용농지시설의 집수거의 배수기울기는 미세입자를 제거할 수 있는 충분한 기울기 확보를 위하여 0.6% 내외의 기울기가 될 것을 권장한다.

이 경우 집수거의 최대 연장은(1.5 - 0.7) / 0.007 = 133m까지 가능함을 알 수 있다.



[그림 4.3] 집수거 심도

[그림 4.4]와 같이 흡수거의 배열에 따라 집수거의 매설 방법은 2가지 유형으로 구분할 수 있다. 1개의 집수거 트랜치에 집수거 2개를 매설함으로써 집수거 트랜치 굴착 및 소형펌프장의 설치비용을 절감할 수 있다.



[그림 4.4] 집수거 배치 형식

4) 소형펌프장의 설치

소형펌프장은 집수거로 배출된 지하수를 최종적으로 집수하여 펌프를 통해 배수로로 토출하기 위한 범용농지시설의 최종 시설물이다.

소형펌프장은 콘크리트 또는 FRP등의 재료를 이용하여 공장에서 제작한 사전제작형과 현장에서 콘크리트를 타설하여 만든 현장제작형으로 구분할 수 있다. 시공의 편의성, 품질관리, 경제성 등과 내구성을 감안하여 콘크리트재질을 적용한 사전제작형의 선정을 권장한다.

소형펌프장은 집수거 1개당 1개를 설치하는 것으로 한다. 다만, [그림 4.4] (b) 집수거 유형 2의 경우에는 소형펌프장의 집수거 연결 구멍을 2개소로 설치하여야 한다. 소형펌프장은 집수로가 있는 쪽으로 설치하고, 펌프 탈부착, 전기공급 등을 감안하여 위치 선정을 하여야 한다.

[표 4.2]와 같이 소형펌프장의 최대 내공 깊이는 1.7m로 적용하였다. 깊이가 낮으면 집수거의 배수기울기 확보가 곤란하고, 너무 깊으면 익사 등의 사고를 유발할 수 있으므로 1.7m로 적용하였다. 또한 안전사고 예방을 위하여 반드시 소형펌프장 뚜껑을 설치하도록 하여야 하며, 견고하게 설치하여 쉽게 훼손이 되지 않도록 하여야 한다. 소형펌프장은 기본적으로 집수거를 설치할 수 있는 구멍과, 유지관리를 위한 접근을 위한 홀 및 사다리, 배수펌프를 설치할 수 있는 공간 등이 마련되어야 한다.

소형펌프장의 내공 폭은 최소 1.0m×1.0m가 되도록 한다. 폭이 너무 커면 경제성이 저감되고, 너무 작으면 유지 보수에 애로가 있다. 소형펌프장의 깊이는 지표면에서 1.7m가 되도록 한다. 소형펌프장의 깊이는 집수거의 깊이와 배수기울기에 의해 정해진다. 따라서 소형펌프장의 깊이가 낮

으면 배수기울기 확보가 곤란하다. 그러나, 소형펌프장의 깊이가 너무 깊으면 경제성 저감 뿐만 아니라, 운영 중 익사 사고 등의 우려가 있다. 따라서 소형펌프장의 깊이는 키 정도인 1.7m가 되도록 정하였다.

소형펌프장의 상단은 유지관리를 위한 통행이 가능하도록 소형펌프장을 설치하여야 하며, 소형펌프장의 상단은 평소 이물질 낙하, 농민 실족 등의 방지를 위하여 뚜껑을 설치하여야 한다. 또한 뚜껑은 유지보수 중 닫힐 경우를 감안하여 소형펌프장 내부에서 충분히 열 수 있을 정도의 무게가 되도록 하여야 한다. 홍수 시 또는 경작 시 외부로부터의 지표수 침투를 일부분 차단하기 위해 소형펌프장 상단은 지표로부터 30cm~50cm 정도 돌출되게 계획한다. 집수거 설치 구멍의 크기는 설치할 집수거의 규격을 감안하여 설치한다. 집수거 설치 구멍의 위치는 소형펌프장 내부 바닥에서 20cm 이격한 곳이 집수거 외경 하단이 되도록 한다. 소형펌프장 내부 접근 사다리는 매입형으로 하여야 하며, 부식이 되지 않는 재료를 사용하여야 한다. 펌프를 위한 전기시설 등 관련 부대 시설은 해당 분야의 관련 설계를 참조하여 설치하여야 한다. 소형펌프장은 집수거와 최대한 근접되게 설치 할 수 있도록 한다. 펌프의 토출 거리를 최소화 하여 운영, 유지관리가 용이 하도록 하기 위함이다. 소형펌프장에 설치되는 펌프는 고장 시, 농한기 시 철수 등을 위한 이송이 필요하므로 소형펌프장은 차량의 접근이 가능한 곳에 설치할 것을 권장한다. 소형펌프장 설치 위치는 경작 장비(농기계 등), 이동 차량 등에 대해 영향을 받지 않도록 위치를 선정하여야 하며, 불가피할 경우에는 외부에서 식별이 가능하도록 위치 식별 장치를 하도록 하여야 한다. 경고 식별 장치는 페인트 또는 목재 안전 울타리의 설치를 권장한다.

[표 4.2] 소형펌프장(Sump) 규격

The diagram illustrates the dimensions of a small pump station (Sump). The top view shows an outer square with side length B1 and an inner square with side length B2. The wall thickness is denoted as t1. The side view shows a U-shaped structure with a total height H and a bottom thickness t2.

B1(mm)	B2(mm)	H(mm)	t1(mm)	t2(mm)
800	800	1000	150	150
1000	1000	1200	200	200
1200	1200	1200	200	200
1500	1500	1200	200	200

4.3.2 H구역 시험설계

1) 시험설계 주안점

대상지구 H구역을 시험설계를 실시함에 있어 현장 주변을 고려한 결과 총 9개 소형펌프장을 설치하여 배수하는 것으로 계획하였다. 소형펌프장 위치는 관개 현황을 감안하여 집수거가 있는 방향으로 설치를 하였다. 필지현황, 소유주 현황 등을 감안하여 집수거를 계획하였다.

전체 29필지 중 957-1답 필지는 지목이 대지로 되어 있어 제외하였고, 또한 8개 필지는 인접 필지를 1개 농지로 합하여 경작하고 있는데 주변 농지보다 1.0m 이상 높게 위치하고 있고 관개여부에 따라 지하수위를 조절할 수 있는 지형이므로 시험설계 대상에서 제외하였다. 따라서 29필지 중 9개 필지를 제외한 20개 필지에 대해 설계를 하였으며, 2개 농지당 1개의 집수거와 소형펌프장을 배치하고 나머지 1개 농지는 개별 집수거와 소형펌프장을 배치하여 전체 9개의 소형펌프장으로 계획하게 되었다.

흡수거의 매설심도 지반고는 관의 시작점과 끝점에 대해서 제시하였다. 집수거의 매설심도 지반고는 시작점과 끝점 그리고 중간의 흡수거 연결지점에 대해 제시하였다.

대상지구 사업계획의 개략 수량과 시험설계의 수량은 현장 상황으로 고려한 흡수거 및 집수거의 배치에 따라 증감이 가능하다.

2) 구역별 상세 설계

가) 소형펌프장1

소형펌프장1의 대상 농지는 지번 957-2답, 957-3답 등 2개의 필지로 구성되어 있으며 각각의 면적은 각각 2,180㎡, 4,888㎡이며, 지반고는 각각 68.30m, 68.41m 이다. 따라서 관저고 계획은 낮은 지반고인 68.30m를 기준으로 계획하였다.

농지의 구성은 2개의 필지에 2개의 농지로 구성이 되어 있고 폭원을 감안하여 2개의 흡수거군(群)으로 계획하였다. 전체적인 시설은 1개 소형펌프장, 1개 집수거용 트렌치, 2개 집수거, 2개 흡수거군으로 계획하였다. 흡수거 연장은 16.9m와 35.9m로 계획하였으며, 집수거의 연장은 120.3m가 되게 하였다. 집수거의 배수기울기는 0.6%가 되도록 계획하였다.

나) 소형펌프장2

소형펌프장2의 대상 농지는 지번 957-4답, 957-5답, 957-6답 등 3개의 필지로 구성되어 있으며 각각의 면적은 각각 2,933㎡, 4,594㎡, 1,632㎡이며, 지반고는 각각 68.42m, 68.48m, 68.48m 이다. 따라서 관저고 계획은 낮은 지반고인 68.42m를 기준으로 계획하였다.

농지의 구성은 3개의 필지에 2개의 농지로 구성이 되어 있으며, 957-5답과 957-6답이 1개의 농지로 조성되어 있다. 농지의 폭원을 감안하여 2개의 흡수거군(群)으로 계획하였다. 전체적인 시설은 1개 소형펌프장, 1개 집수거용 트렌치, 2개 집수거, 2개 흡수거군으로 계획하였다. 흡수거 연장은 18.8m와 39.3m로 계획하였으며, 집수거의 연장은 143.1m가 되게 하였다. 집수거의 배수기울기는 0.5%가 되도록 계획하였다.

다) 소형펌프장3

소형펌프장3의 대상 농지는 지번 957-7답 1개의 필지로 구성되어 있으며 면적은 7,979㎡ 이며, 지반고는 각각 68.59m 이다. 따라서 관저고 계획은 68.42m를 기준으로 계획하였다.

농지의 구성은 1개의 필지에 1개의 농지로 구성이 되어 농지의 폭원을 감안하여 1개의 흡수거군(群)으로 계획하였다. 전체적인 시설은 1개 소형펌프장, 1개 집수거용 트렌치, 1개 집수거, 1개 흡수거군으로 계획하였다. 흡수거 연장은 45.5m로 계획하였으며, 집수거의 연장은 156.8m가 되게 하였다. 집수거의 배수기울기는 0.5%가 되도록 계획하였다.

라) 소형펌프장4

소형펌프장4의 대상 농지는 지번 956-1답, 956-2답, 956-3답 등 3개의 필지로 구성되어 있으며 각각의 면적은 각각 3,963㎡, 1,943㎡, 725㎡이며, 지반고는 각각 68.09m, 67.96m, 67.96m 이다. 따라서 관저고 계획은 낮은 지반고인 67.96m를 기준으로 계획하였다.

농지의 구성은 3개의 필지에 2개의 농지로 구성이 되어 있으며, 956-2

답과 956-3답이 1개의 농지로 구성되어 있다. 농지의 폭원을 감안하여 2개의 흡수거군(群)으로 계획하였다. 전체적인 시설은 1개 소형펌프장, 1개 집수거용 트렌치, 2개 집수거, 2개 흡수거군으로 계획하였다. 흡수거 연장은 30.7m와 22.0m로 계획하였으며, 집수거의 연장은 110.0m가 되게 하였다. 집수거의 배수기울기는 0.7%가 되도록 계획하였다.

마) 소형펌프장5

소형펌프장5의 대상 농지는 지번 956-4답, 956-5답 등 2개의 필지로 구성되어 있으며 각각의 면적은 각각 4,722㎡, 2,111㎡이며, 지반고는 각각 68.03m, 68.37m 이다. 따라서 관저고 계획은 낮은 지반고인 68.03m를 기준으로 계획하였다.

농지의 구성은 2개의 필지에 2개의 농지로 구성이 되어 있고 폭원을 감안하여 2개의 흡수거군(群)으로 계획하였다. 전체적인 시설은 1개 소형펌프장, 1개 집수거용 트렌치, 2개 집수거, 2개 흡수거군으로 계획하였다. 흡수거 연장은 40.5m와 8.8~24.7m로 계획하였으며, 집수거의 연장은 110.0m가 되게 하였다. 집수거의 배수기울기는 0.7%가 되도록 계획하였다.

바) 소형펌프장6

소형펌프장6의 대상 농지는 지번 956-6답, 956-7답 등 2개의 필지로 구성되어 있으며 각각의 면적은 각각 1,175㎡, 2,215㎡이며, 지반고는 각각 68.41m, 68.41m 이다. 따라서 관저고 계획은 68.41m를 기준으로 계획하였다.

농지의 구성은 2개의 필지에 1개의 농지로 구성이 되어 있고 폭원을 감안하여 2개의 흡수거군(群)으로 계획하였다. 전체적인 시설은 1개 소형펌프장, 1개 집수거용 트렌치, 2개 집수거, 2개 흡수거군으로 계획하였다. 흡수거 연장은 12.2~13.8m와 4.5~36.0m로 계획하였으며, 집수거의 연장은 111.3m가 되게 하였다. 집수거의 배수기울기는 0.7%가 되도록 계획하였다.

사) 소형펌프장7

소형펌프장7의 대상 농지는 지번 955-1답, 955-2답 등 2개의 필지로 구성되어 있으며 각각의 면적은 각각 1,976㎡, 3,838㎡이며, 지반고는 각각 68.24m, 68.22m 이다. 따라서 관저고 계획은 낮은 지반고인 68.22m를 기준으로 계획하였다.

농지의 구성은 2개의 필지에 2개의 농지로 구성이 되어 있고 폭원을 감안하여 2개의 흡수거군(群)으로 계획하였다. 전체적인 시설은 1개 소형펌프장, 1개 집수거용 트렌치, 2개 집수거, 2개 흡수거군으로 계획하였다. 흡수거 연장은 13.2~17.2m와 31.9m로 계획하였으며, 집수거의 연장은 113.0m가 되게 하였다. 집수거의 배수기울기는 0.7%가 되도록 계획하였다.

아) 소형펌프장8

소형펌프장8의 대상 농지는 지번 955-3답, 955-4답 등 2개의 필지로 구성되어 있으며 각각의 면적은 각각 2,715㎡, 2,982㎡이며, 지반고는 각각 68.28m, 68.19m 이다. 따라서 관저고 계획은 낮은 지반고인 68.19m를 기준으로 계획하였다.

농지의 구성은 2개의 필지에 2개의 농지로 구성이 되어 있고 폭원을 감안하여 2개의 흡수거군(群)으로 계획하였다. 전체적인 시설은 1개 소형펌프장, 1개 집수거용 트렌치, 2개 집수거, 2개 흡수거군으로 계획하였다. 흡수거 연장은 22.2m와 23.3m로 계획하였으며, 집수거의 연장은 113.5m가 되게 하였다. 집수거의 배수기울기는 0.7%가 되도록 계획하였다.

자) 소형펌프장9

소형펌프장9의 대상 농지는 지번 955-5답, 955-6답, 955-7답 등 3개의 필지로 구성되어 있으며 각각의 면적은 각각 1,005㎡, 2,787㎡, 1,795㎡이며, 지반고는 각각 68.99m, 68.99m, 68.99m 이다. 따라서 관저고 계획은 68.99m를 기준으로 계획하였다.

농지의 구성은 3개의 필지에 2개의 농지로 구성이 되어 있으며, 955-5

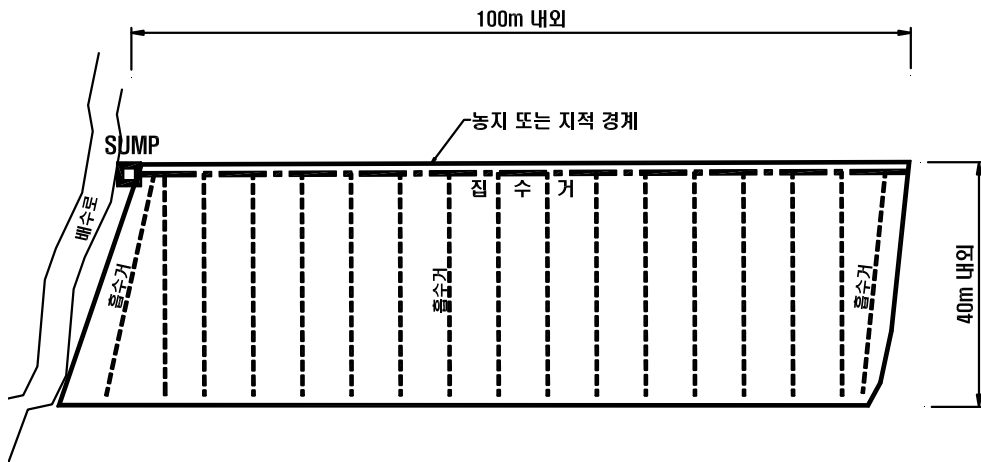
답과 955-6답이 1개의 농지로 조성되어 있다. 농지의 폭원을 감안하여 2개의 흡수거군(群)으로 계획하였다. 전체적인 시설은 1개 소형펌프장, 1개 집수거용 트렌치, 2개 집수거, 2개 흡수거군으로 계획하였다. 흡수거 연장은 20.3~38.6m와 10.0~23.4m로 계획하였으며, 집수거의 연장은 118.3m가 되게 하였다. 집수거의 배수기울기는 0.6%가 되도록 계획하였다.

4.3.3 지하 암거의 배치 방향

흡수거의 배치방향은 경작지의 형상, 관개 시스템 등을 종합적으로 판단하여 설계한다. 흡수거의 배치방향은 소형펌프장위치, 집수거 배치, 흡수거 배치의 순으로 하는 것이 일반적이다.

흡수거의 연장이 과다하면 배수를 위한 관기울기 거리가 길어져 흡수거 하류단의 심도가 깊어져 집수거와 소형펌프장의 매설 심도가 깊어지는 불합리한 점이 있다. 따라서 농경지의 좁은 폭 쪽으로 흡수거를 배치하도록 하여야 한다. 배수기울기를 감안하여 흡수거의 연장은 40m 내외가 되도록 하고, 집수거의 연장은 100m 내외가 되도록 한다.

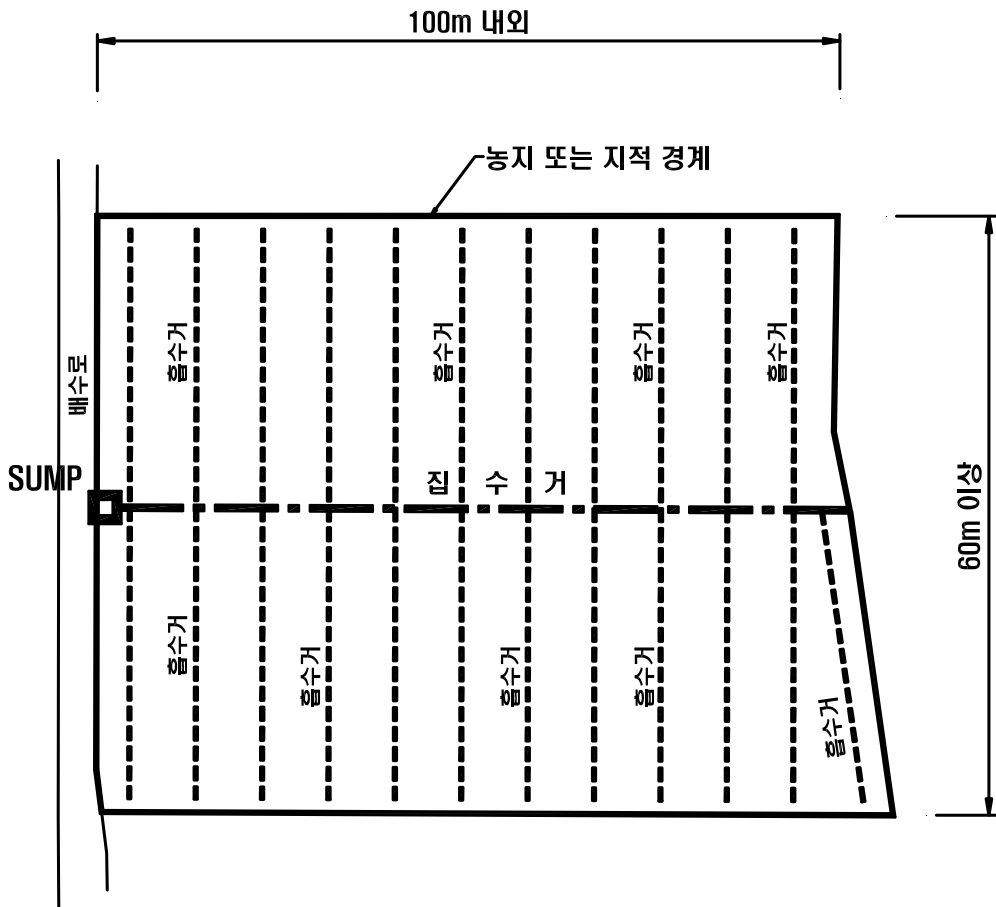
일반적인 경우에 대한 범용농지시설의 배치 방법은 [그림 4.5]와 같이 제시할 수 있다.



[그림 4.5] 범용농지시설 배치 예, 일반적인 경우

[그림 4.6]과 같이 농경지의 폭이 넓은 경우 집수거를 농경지 한 가운데 들 수밖에 없는 부득이한 경우가 발생 하는데, 이때는 흡수거의 연장을 적당히(60m 내외) 할 수 있도록 집수거의 위치를 결정하여야 한다.

농경지의 폭이 경제적으로 가장 적당한 폭은 80m 내외일 경우이다. 그러나 대부분의 경작지가 이러한 요건을 충족시키지 않으므로 60m 이상일 경우에 적용하도록 하며, 60m 보다 작은 경우에는 흡수거의 배수기울기가 다소 본 요령에서 추천하는 기울기(0.6%)보다 완만하더라도 일반적인 경우에 해당되는 조건으로 배치를 할 것을 권장한다.



[그림 4.6] 범용농지시설 배치 예, 폭이 넓은 농지일 경우

4.3.4 범용농지 조성 현황과 지하 관거의 배치 관계

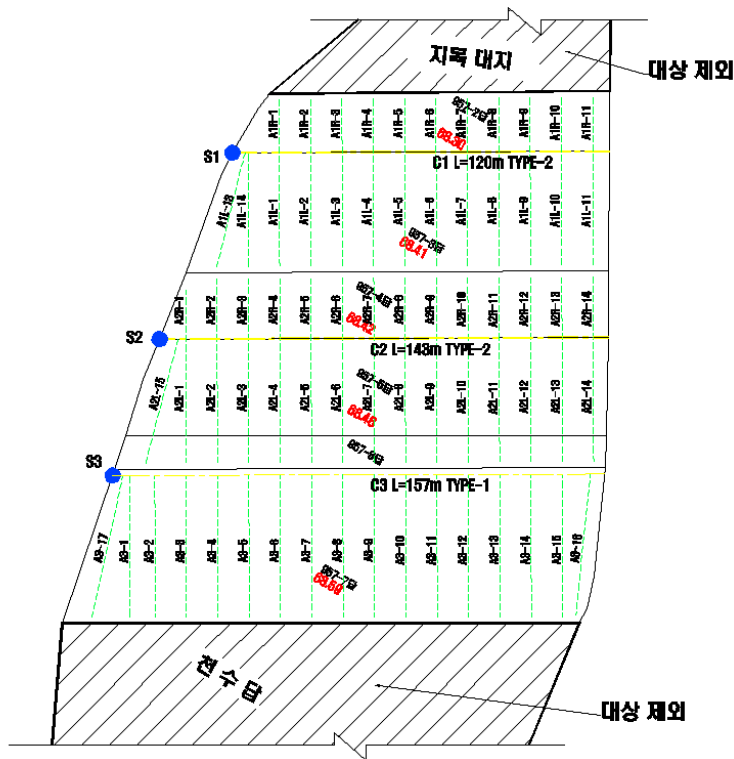
1) 범용농지시설 최적화

농지의 조성은 지적의 크기에 따라 다양하게 이루어져 있다. 좁고 긴 형상, 장방형의 형상, 마름모 형상 등 다양한 형태가 존재하므로 설계시 농지조성 형상을 잘 파악하여 범용농지시설을 배치하여야 한다.

범용농지시설의 배치는 집수거와 소형펌프장의 설치 개소를 최적화하여 경제적인 계획이 되도록 하여야 한다.

2) 범용농지시설 제외 농지의 선정

범용농지 설계 전 측량 또는 현장 조사를 시행하여 [그림 4.7]과 같이 범용농지시설에 의존하지 않고도 작물의 변경재배가 가능한 주변보다 높은 지형에 위치한 농지와 지목이 농지 이외의 다른 용도로 바뀐 경우에는 범용농지시설을 설치하지 않도록 하여야 한다.

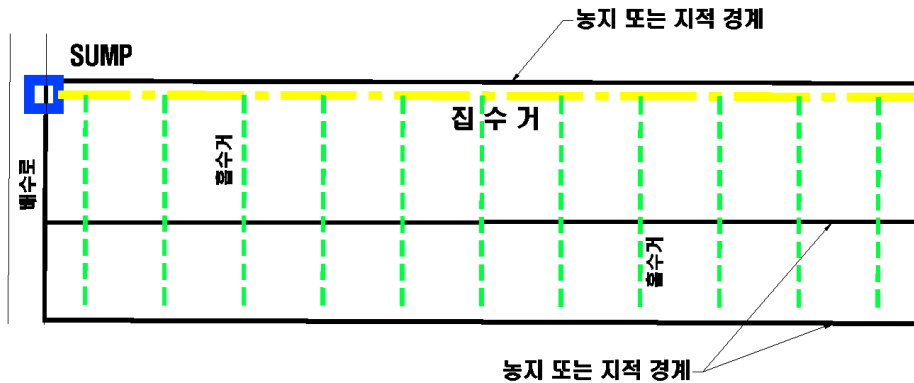


[그림 4.7] 범용농지시설 제외 대상 농지 예

3) 농지간 흡수거 공유

인접한 농지의 폭이 좁거나, 폭이 좁은 농지가 연속할 경우에는 흡수거를 공유하도록 계획을 하도록 한다. [그림 4.8]과 같이 폭이 좁은 경우 별도의 범용농지시설을 설치할 경우 사업비가 과다하게 되며, 지하수관리에 효율이 저하되므로 인접 농지와 흡수거를 공유하는 것이 유리할 것으로 판단된다. 흡수거 공유를 위한 농지 폭원은 약 20m 내외를 기준으로 할 것을 권장한다.

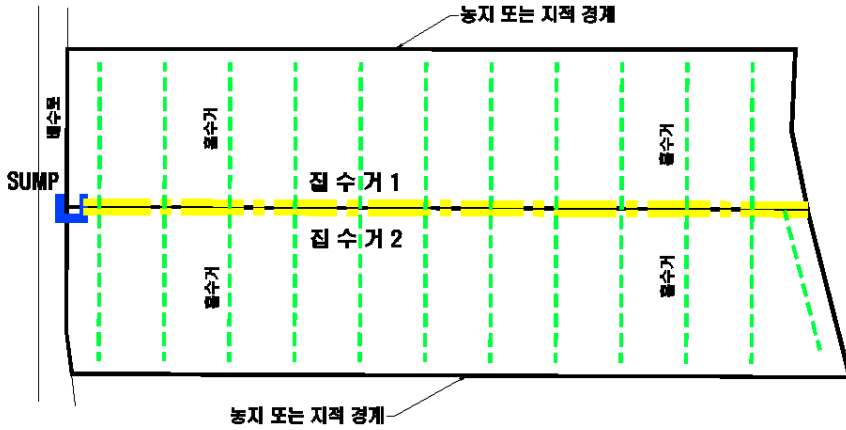
흡수거를 공유할 경우에는 지하수의 관리가 별도로 되지 않으므로 공유한 농지의 경작주들은 재배 작물을 관리할 때 항상 상호 협의 하여야 한다. 따라서 범용농지시설 계획 전 해당 지주들과 반드시 협의 과정을 거쳐야 할 필요가 있다.



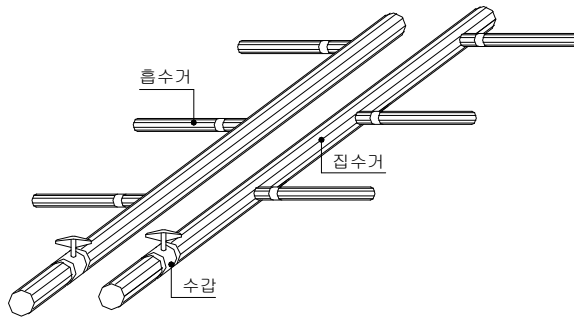
[그림 4.8] 흡수거 공유 농지 예

4) 집수거 트렌치의 공유

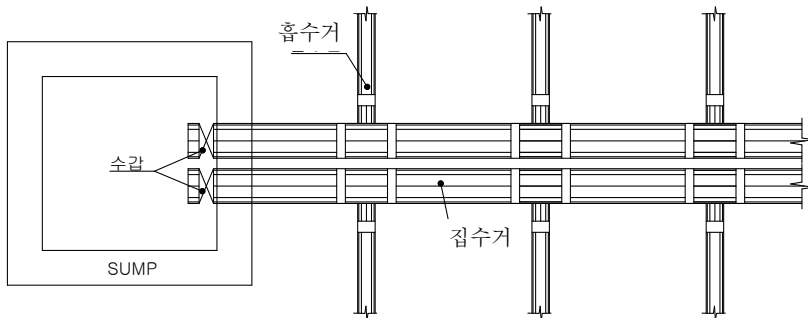
집수거 트렌치의 굴착폭은 1.0m를 기준으로 한다. 이것은 굴착깊이를 고려할 때 작업이 가능한 최소의 폭원으로 한 것이다. 그러나 집수거 트렌치에 매설되는 집수거의 관경은 최대 30cm 이내이며 보통 20cm로 집수거 트렌치 1개당 1개의 집수거 설치하는 공간이 많이 남는다. 따라서 집수거 트렌치 1개당 2개의 집수거를 설치하면 집수거 시공비용 절감으로 경제적 이점이 많이 확보된다. 따라서 [그림 4.9, 4.10, 4.11]과 같이 집수거 트렌치를 공유할 수 있도록 집수거를 배치하도록 한다.



[그림 4.9] 집수거 트렌치의 공유 예

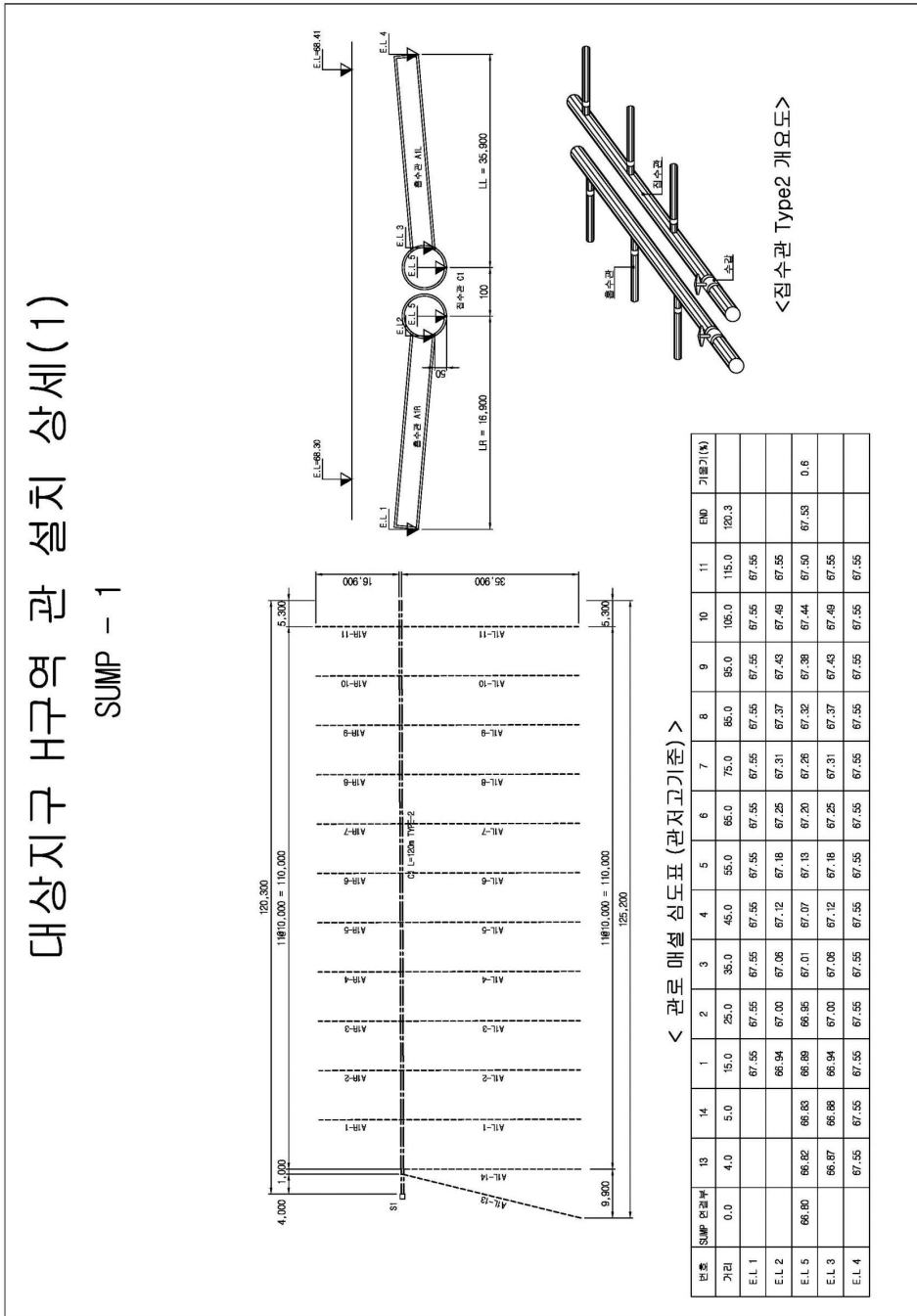


[그림 4.10] 집수거 공유 시 집수거 배치 개요



[그림 4.11] 집수거 공유 시 소형펌프장(Sump)의 집수거 접속 개요

4.3.5 시험설계 도면(대상지구-H구역)4)



[그림 4.12] 대상지구 H구역 소형펌프장1(Sump 1) 배관 상세

4) 첨부 4 참고

4.3.6 수량 산출⁵⁾

1) H구역의 시험설계 수량집계

[표 4.3] 대상지구 H구역 수량 집계표

공종	규격	단위	수량									합계	비고	
			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9			
1.01 흡수거														
토사터파기	굴삭기, 0.2m ³	m ³	345	360	468	314	325	165	264	253	294	2788		
되메우기	토사	m ³	172	180	234	157	162	83	132	127	147	1393		
자갈부설	쇄석, φ20mm	m ³	163	170	221	148	153	78	125	119	139	1316		
유공블럭재적설치	0.5×0.2×0.5	개	86	90	117	78	81	41	66	63	74	696	제작 설치	
흡수관설치	PE유공관, D100mm	m	689	720	935	627	649	330	528	506	588	5572		
부직포설치	250g/m ²	m ²	1516	1584	2057	1379	1428	726	1162	1113	1294	12259		
고정철근설치	φ3×500mm	개	57	50	104	57	59	30	48	46	49	500		
깔판설치	1000×4000×10mm	개	14	12	26	14	15	8	12	12	12	125	설치 제거	
깔판해체	1000×4000×10mm	회	24	29	18	22	22	22	22	22	24	205		
직관설치	PE직관, D100mm-1.5m	개소	4	4	2	4	4	4	4	4	4	34		
연결관설치	PE L관, D100mm	개	24	29	18	22	22	22	22	22	24	205		
CAP설치	PE, D100mm	개	24	29	18	22	22	22	22	22	24	205		
1.02 짐수거														
토사터파기	굴삭기, 0.2m ³	m ³	252	300	235	231	231	241	235	239	252	2216		
되메우기	토사	m ³	244	291	231	224	224	234	228	232	244	2152		
PE PIPE설치	PE φ200MM	m	240	286	157	220	220	230	224	228	240	2045		
레류사연결부	φ200MM-100MM	EA												
연결관설치	PE 이관L관, φ200-100MM	개	24	29	18	22	22	22	22	22	24	205		
CAP설치	PE, D200mm	개	2	2	1	2	2	2	2	2	2	17		
PE 블랍브	φ200MM	개	2	2	1	2	2	2	2	2	2	17		
1.03 Sump														
토사터파기	굴삭기, 0.2m ³	m ³	21	21	21	21	21	21	21	21	21	189		
되메우기	토사	m ³	18	18	18	18	18	18	18	18	18	161		
다짐	토사	m ³	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18		
콘크리트맨홀설치	내경 1000×1000×	개소	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		
맨홀덮개설치	1400×1400×3mm	개	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		
양수기(펌프)	500L/min	개	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		
배수호수설치	PE, D100mm	m	50	50	50	50	50	50	50	50	50	450		
1.04 부대공														
토사터파기	굴삭기, 0.2m ³	m ³	66	76	76	62	62	56	61	60	63	582		
농지정지	4000m ² x 100mm	정	707	916	768	662	683	339	582	570	559	5785		
측량	현황및수준	m ²	7069	9160	7979	6616	6834	3390	5815	5698	5590	58151		
지반조사	NX, 모래층	m	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18		
지반조사	NX, 풍화토	m												
지반조사	NX, 풍화암	m												
현장시험	투수시험	회	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		

5) 첨부 4 참고

2) H구역의 시험설계 공사비 산출결과

[표 4.4] 대상지구 H구역 공사비 산출결과

Page : 1/3

공종명	규격	수량	단위	재료비		노무비		경비		합계		비고
				단가	금액	단가	금액	단가	금액	단가	금액	
☐ 공사비	제집비포함				115,364,726	73,600,242	104,335,032		293,300,000			
A. 순공사비		1 식			115,364,726	73,600,242	44,047,745		233,012,713			%
가. 공사비		1 식			115,364,726	65,950,038	18,697,970		200,012,734			%
1. 지하배수		1 식			115,364,726	65,950,038	18,697,970		200,012,734			
나. 간경노무비	직노 × 11.0%	1 식				7,650,204			7,650,204			
다. 산재보행료	(직노+간노) × 3.8%	1 식					2,796,809		2,796,809			
라. 간강보행료	직노 × 1.70%	1 식					1,121,150		1,121,150			
마. 현공보행료	직노 × 2.40%	1 식					1,642,155		1,642,155			
바. 노인장기요양보호료	간노 × 6.55%	1 식					73,435		73,435			
사. 간설근로자퇴직공제부금비	직노 × 2.30%	1 식					1,516,850		1,516,850			
아. 간설기계대여대금지급보증서발급액	공사비 × 0.41%	1 식					820,052		820,052			
자. 산업안전보건관리비	(재+직노) × 2.98%	1 식					5,312,522		5,312,522			
차. 기타경비	(재+직노+간노) × 6.3%	1 식					11,904,792		11,904,792			
카. 간설허도금	공사비 × 0.081%	1 식					162,010		162,010			
B. 일반관리비	(재+노+경) × 6.0%	1 식					13,980,762		13,980,762			
C. 이윤	(노+경비+일반) × 15.0%	1 식					19,683,052		19,683,052			
D. 공급가액	(A ~ C)	1 식			115,364,726	73,600,242	77,721,559		266,686,527			
E. 부가가치세		1 식					26,613,473		26,613,473			
F. 도급금액		1 식			115,364,726	73,600,242	104,335,032		293,300,000			

3) 시험설계 공사비 분석

설계사례 대상지구 H구역의 소형펌프장1(Sump1)의 시험설계 도면을 [그림 4.12]와 같이 나타내었으며, H구역의 수량집계는 [표 4.3]과 같이 산출되었다. [표 4.4]에는 공사비 산출결과를 요약하였다.

표준농지에 의한 단위 공사비는 약 5,400원/m²이 소요되는 것으로 검토되었으나, 대상지구 H구역의 시험설계 결과 공사비는 약 5,050원/m²으로 나타났다. 이러한 공사비의 차이는 집수거와 소형펌프장의 배치 형식에 따른 것으로 판단된다. 즉, 필지 또는 경작 농지간 흡수거와 집수거 및 소형펌프장의 배치를 효과적으로 하여 시설 수량을 최소화 하는 것이 중요한 설계 주안점이 되겠다. 따라서 경제적인 설계를 위해서는 집수거와 소형펌프장의 위치선정에 대한 계획이 비중 있게 검토되어야 하겠다.

4) 승수거

설계기준에 따르면 범용농지개발 구역은 경계를 따라 승수거를 설치하도록 명기되어 있으며, 이것은 승수거를 설치하여 외부 지표수의 범용농지로 유입을 차단하여 범용농지의 기능을 유지하기 위한 조치이다.

경지정리가 된 농지 쪽으로는 외부의 지표수가 유입이 불가능하도록 시설이 되어 있으며, 장마, 집중호우 등으로 홍수 발생 시에는 많은 양의 지표수가 일시에 범람하는 양상이나 지하배수는 유동이 지표수와 같이 빠르게 유동하지 않는다.

대상지구의 경우 농지 둘레로 도로, 농로, 관개수로, 학교, 민가, 제방 등과 같은 지장물이 설치되어 있어 승수거를 설치할 공간을 별도로 확보하여야 하고, 승수거 설치시 저축이 되는 관개수로 등을 이설하여야 되므로 추가 비용이 발생된다.

따라서, 승수거 설치의 상세 설계시 현장의 주변 현황을 충분히 고려하여 승수거의 설치 여부를 판단하고 그에 따른 설계성과를 작성하여야 할 것으로 판단된다.

4.3.7 결론

필지단위 설계검토와 대상지구 H구역의 시험설계를 수행한 결과 10% 내외의 단위면적당 공사비 차이가 발생되나 이는 소형펌프장과 집수거 등의 계획에 의해 발생하는 것으로 판단된다. 이는 단지 계획 및 설계 시 기능성, 경제성, 시공성 등 여러 요소를 종합적으로 고려하여 시설을 결정하여야 한다.

4.4 시공 상세

4.4.1 개요

범용농지시설은 기존 농지에 경작 작물을 대체 가능하도록 하기 위한 지하배수관리 시설물로서, 이를 시공하기 위한 주요 공정들에 관련 사항들을 분석하여 문제점에 대한 대책과 시공성 증대되는 대책을 제시하고자 한다.

4.4.2 시공전 사전 확인 사항

가. 현장 조사 및 시공 계획

1) 공사 착수 전 현장 조건에 적절한 계획을 수립하여야 한다.

가) 공사용 진입도로 위치 및 설치계획

나) 시공측량계획

다) 주민의 의견 및 요구사항 민원등에 대해 사전에 조사

2) 현장조사는 다음 사항을 조사해야 한다.

가) 지반 및 지질상태

나) 각종 지하 매설물

다) 골재원 위치 및 운반통로

나. 시공측량

1) 설계단계에서 설치한 기준점, 실측 및 설계도면 등의 성과품과 현장과

의 이상 유무를 확인하기 위하여 확인측량을 실시해야 한다.

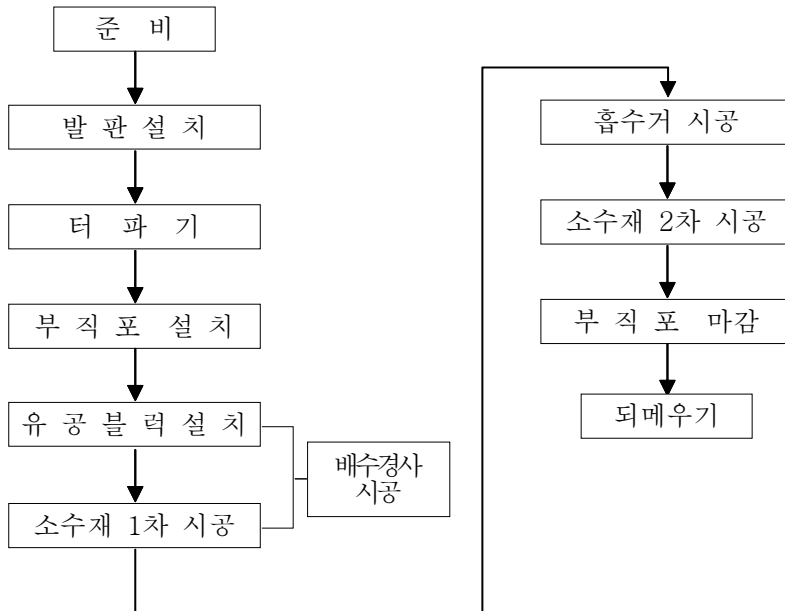
- 2) 시공 시 시공위치 및 시공심도를 확인하기 위한 기준점을 설치하여야 한다. 기준점의 설치 양은 많을수록 좋으나 경제성을 감안하여 소형펌프장 1개당 1개소 이상이 되도록 한다. 기준점은 망실, 훼손의 우려가 없는 장소로 선정하여 설치하도록 한다.
- 3) 설계성과물의 현황도가 실제 현황과 일치하는지 확인 측량을 실시한다.

다. 시공준비

- 1) 공사계획 수립 시 조사 확인 하였던 바에 따라 현장사무소를 개설 하여야 한다.
- 2) 공사진입로를 개설하여야 한다.
- 3) 자재적치장을 조성하여야 한다.
- 4) 공사 시행 전 농지 소유주 및 경작자와 시공 사항에 대해 협의를 하여야 하며, 민원 발생시 해결을 하여야 한다.

4.4.3 흡수거 시공

1) 시공순서

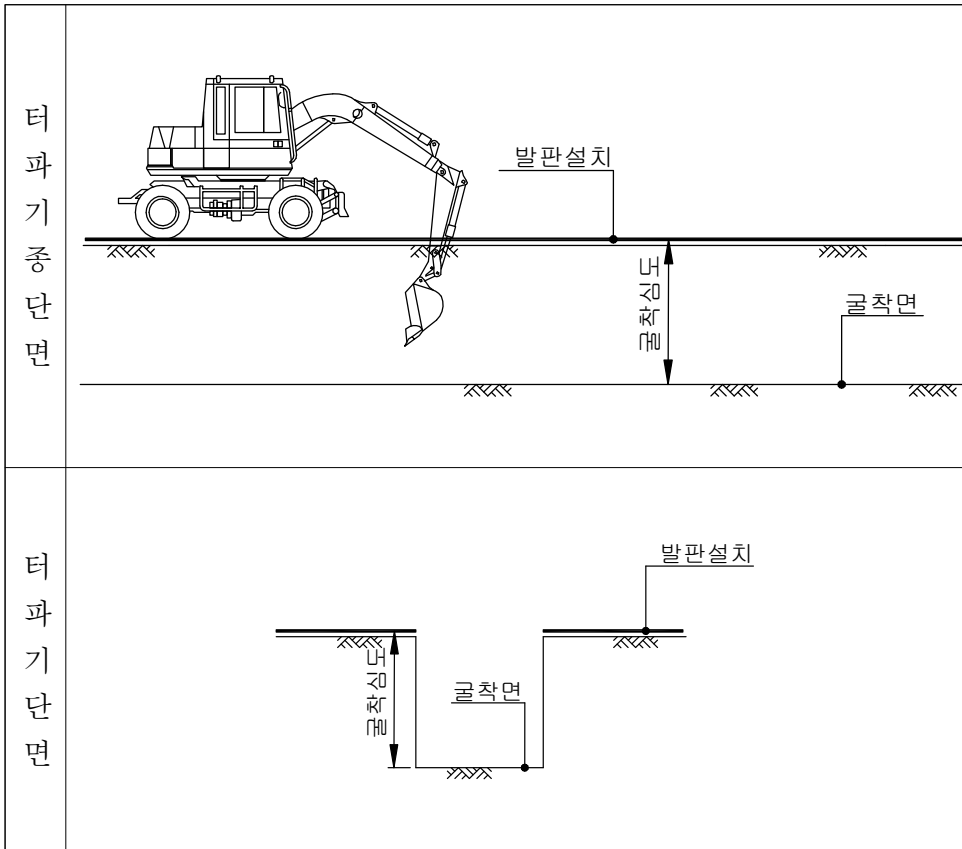


[그림 4.13] 흡수거 시공순서

2) 발판 시공

- 가) 발판은 터파기 중심을 기준으로 발판을 정확하고 견고하게 설치해야 한다.
- 나) 발판의 크기는 길이 4.0m × 폭 1.0m 를 표준으로 하며, 길이 방향으로 터파기 양측면을 따라 설치한다.
- 다) 발판 설치 제거 시 농지 교란이 최소화 되도록 관리 시공 한다.
- 라) 현장 여건과 공기단축 검토 후 발판 운영을 2조 또는 3조 이상 투입하는 계획을 검토할 필요가 있다.
- 마) 발판 시공

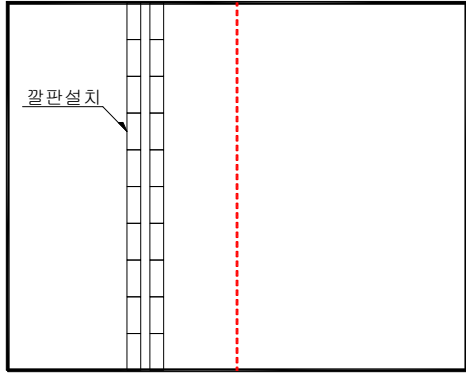
[그림 4.14]와 같이 발판은 굴착 전 강판을 배치하여 배수암거 시공을 위한 터파기를 한다.

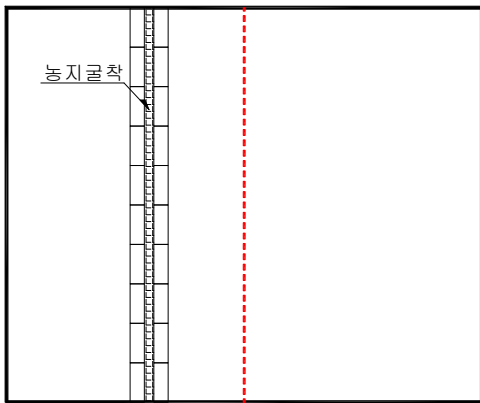


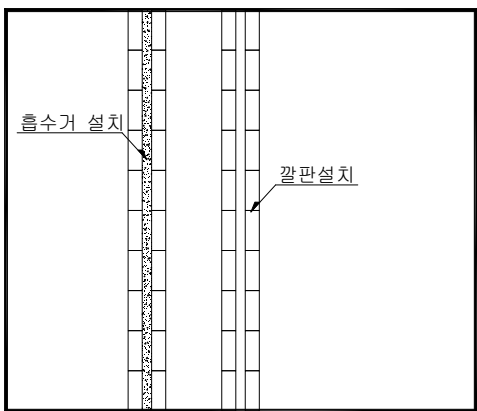
[그림 4.14] 발판 설치 개요

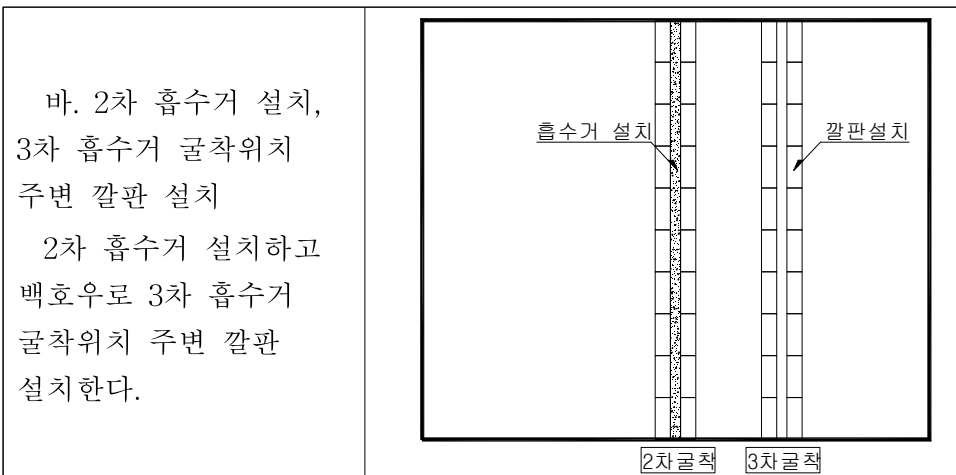
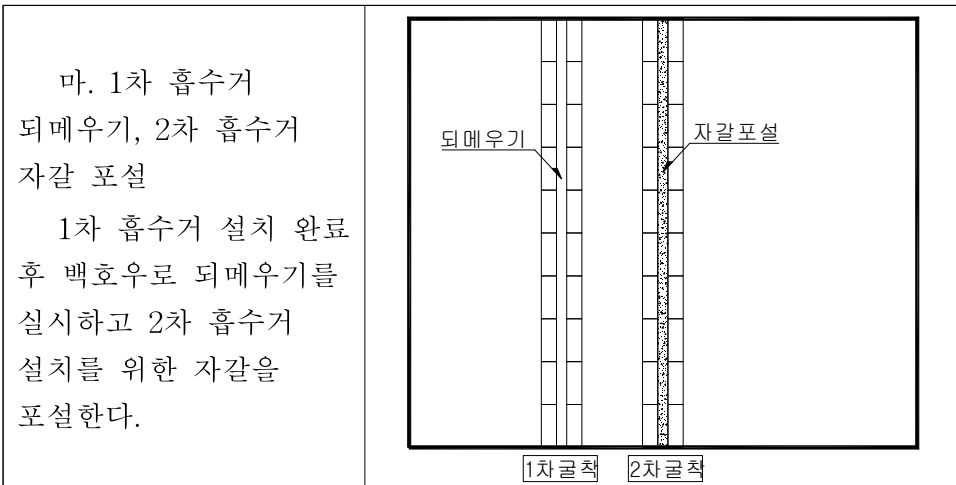
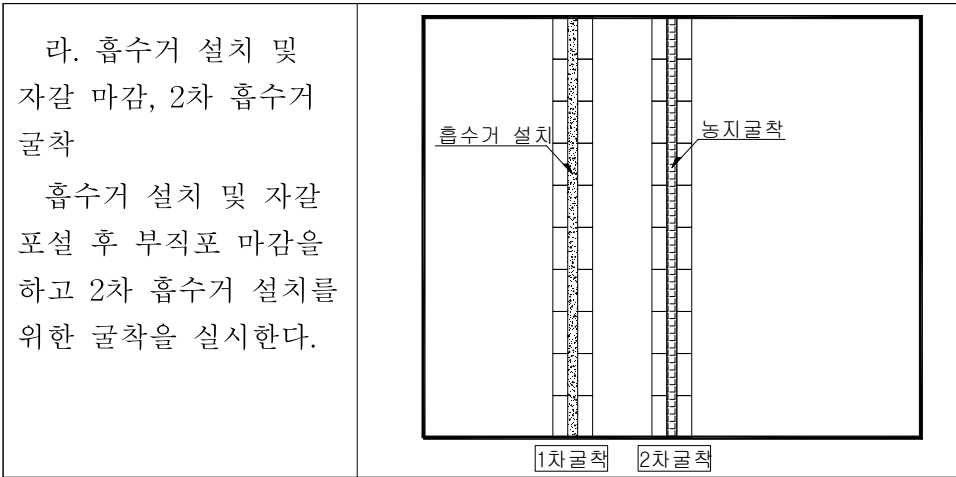
바) 발판 시공 순서

흡수거 대비 발판 2조, 굴착장비 1대, 덤프 1대 설치 및 제거 예시

<p>가. 1차 흡수거 굴착위치 주변 깔판 설치</p> <p>백호우로 깔판을 1차 흡수거 굴착 자리에 맞게 설치한다</p>	
--	--

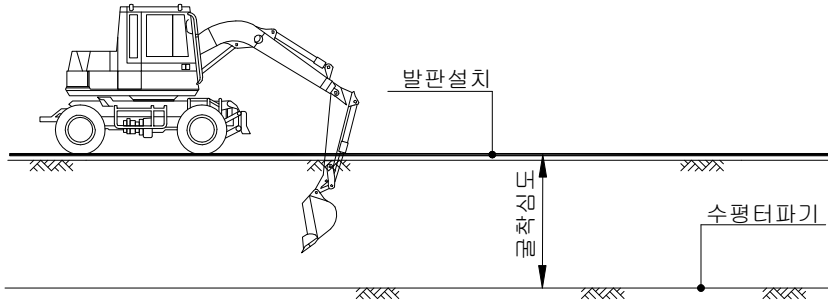
<p>나. 1차 흡수거 굴착</p> <p>백호우로 흡수거 설치를 위한 굴착을 실시하고 이때 수평기준줄에 맞게 일정 깊이로 굴착 한다.</p>	
--	---

<p>다. 1차 굴착 후 부직포 및 자갈 포설, 2차 흡수거 굴착위치 주변 깔판 설치</p> <p>1차 흡수거는 부직포 및 유공블럭을 설치한 후 덤프트럭을 이용하여 자갈을 포설 및 배수경사 정리를 한다.</p>	
---	--



3) 터파기

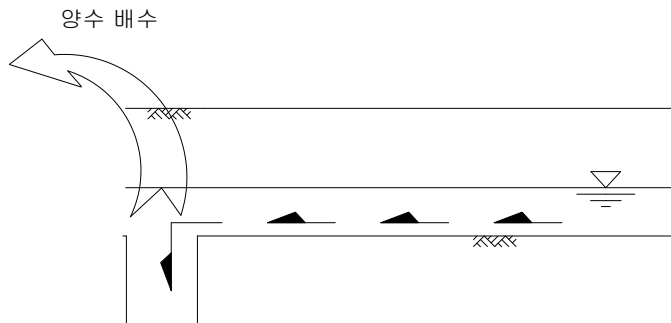
가) 터파기는 [그림 4.15]와 같이 수평굴착을 원칙으로 한다.



[그림 4.15] 터파기 개요도(수평굴착)

나) 현장 여건에 따라 터파기 면에 경사를 적용할 때는 흡수거 및 집수거의 배수경사 계획과 부합되어야 한다.

다) 터파기 시 지하수가 많이 발생될 때는 [그림 4.16]과 같이 임시로 터파기 양쪽끝단에 깊이 파고 물이 유도되게 한 후 양수하도록 한다.

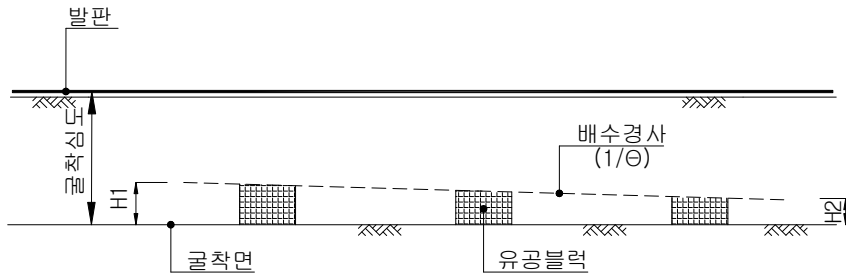


[그림 4.16] 터파기 시 임시 배수

4) 유공블럭 설치

가) [그림 4.17]과 같이 유공블럭은 집수거를 임시로 고정할 수 있는 지시대 및 배수경사 시공을 유도하는 기준재로서 소수재 시공 전에 설치 한다.

- 나) 유공블럭은 시멘트와 자갈을 섞어 제작하고 투수가 원활히 되는 구조이어야 한다.
- 다) 흡수거 계획 시 배수경사가 결정되면 유공블럭 설치 위치를 정하고 유공블럭의 치수를 결정한 후 이에 따른 유공블럭을 사전에 제작하여야 한다.



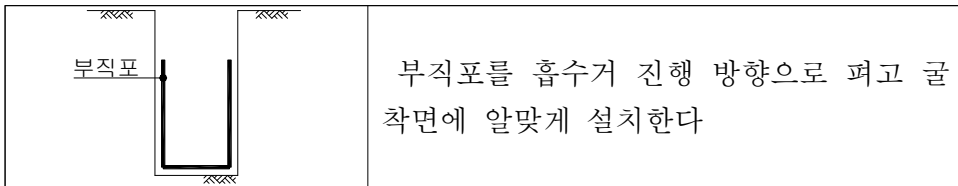
[그림 4.17] 유공블럭 설치

5) 부직포 시공

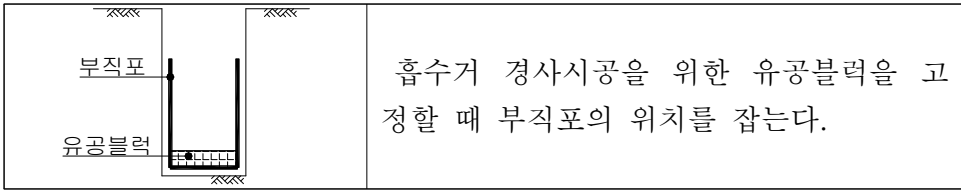
- 가) 부직포의 재료는 제2장 2.2.3 되메우기를 참고한다([표 2.1]).
- 나) 부직포 시공 방법은 터파기 굴착된 굴착면에 자갈을 포설하기 전 부직포를 설치한다. 설치된 부직포 위로 다음 공정 진행시 부직포의 설치된 형상이 변형 되지 않도록 고정못으로 부직포를 단단하게 고정시킨다. 다음 소수재와 흡수거를 모두 시공 후 부직포로 감싼다.

다) 부직포 시공순서

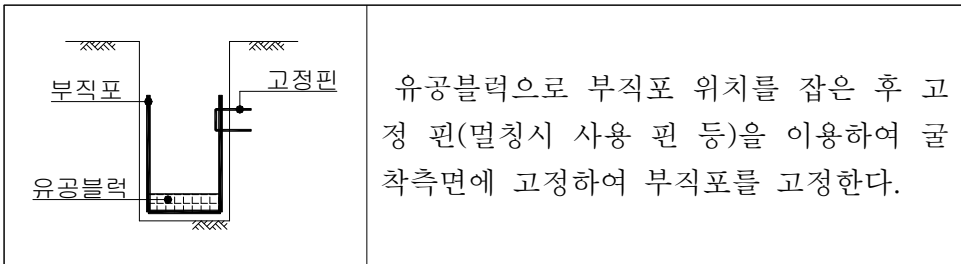
(1) 부직포 설치



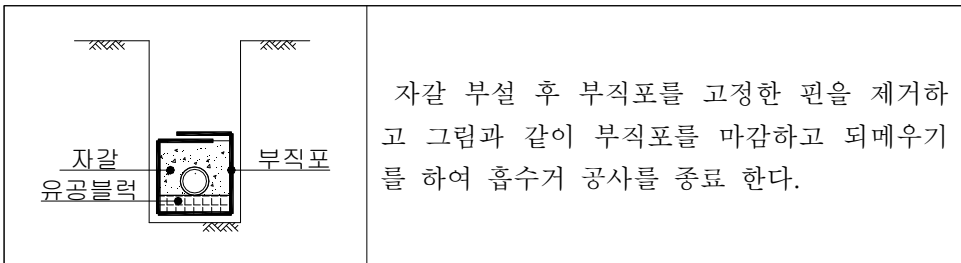
(2) 유공블럭을 이용하여 고정



(3) 고정핀을 이용하여 굴착측면 고정



(4) 자갈 부설 후 부직포 마감



라) 부직포를 감싸기 전 소수재에 굴착된 토사 나 이물질 등이 침입하지 않도록 주의하여야 한다.

6) 소수재 시공

가) 소수재 재료

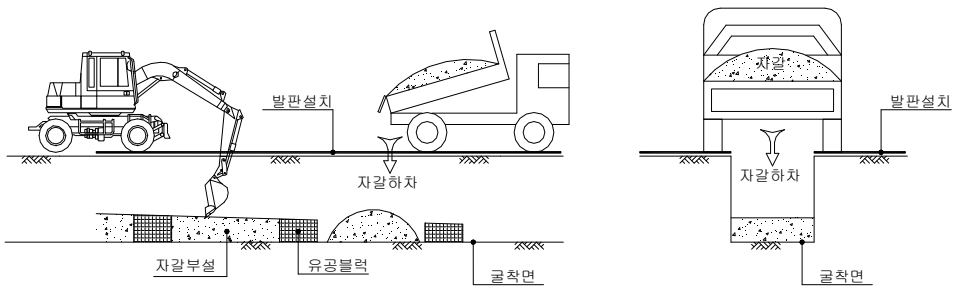
(1) 소수재 재료는 부순골재(쇄석)의 적용하는 것을 기준으로 하나 그 기능에 적합한 다른 자재를 적용할 수 있다.

(2) 골재의 최대 입경은 작업성을 감안하여 20mm 이하의 것을 사용한다.

나) 소수재 시공 시 고려사항은 다음과 같다.

- (1) 자갈 부설시 농지 훼손을 최소화
- (2) 배수경사를 유지하고 흡수거 설치를 위한 자갈 부설
- (3) 배수기울기를 시공하기 위해 유공블럭을 사전에 설치

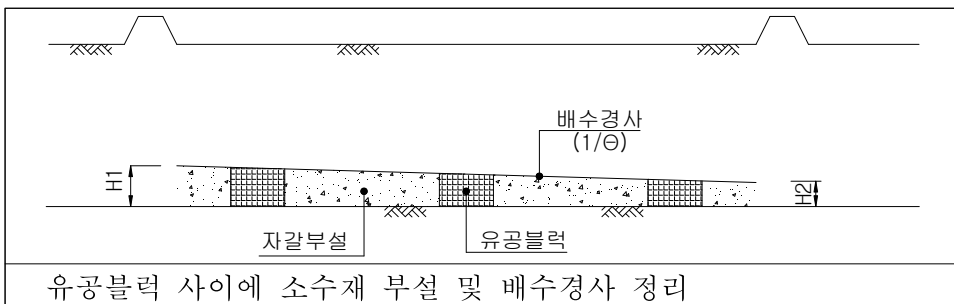
다) 소수재 시공은 [그림 4.18]과 같이 트럭으로 운반한 소수재를 유공블럭사이 부설하고 터파기에 사용된 소형 굴착장비로 계획된 배수경사에 맞게 정리한다.



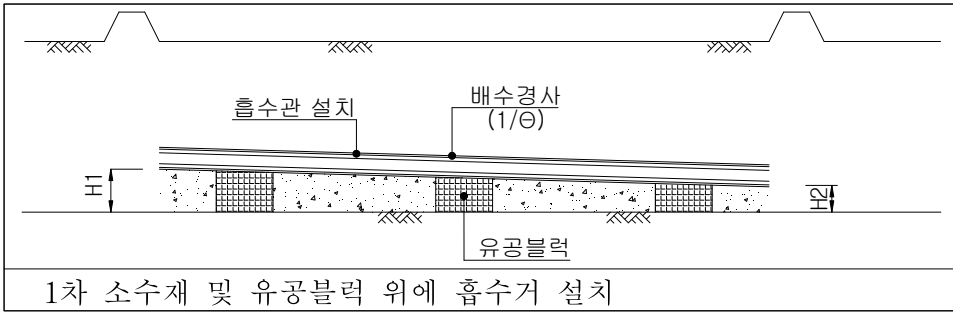
[그림 4.18] 소수재 시공 방법

라) 소수재 하차시 터파기 폭에 소수재가 잘 들어갈 수 있도록 덤프 트럭 적재함 개폐문에 가이드 철관을 사용할 수 있다.

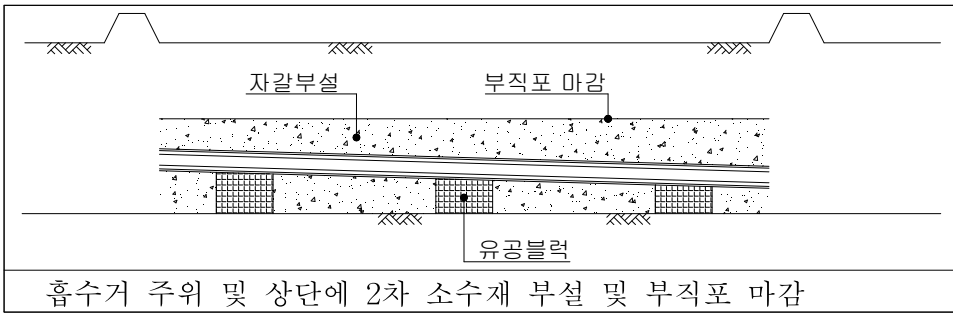
- 마) 소수재 시공 순서
 - (1) 소수재 1차 부설



(2) 흡수거 설치

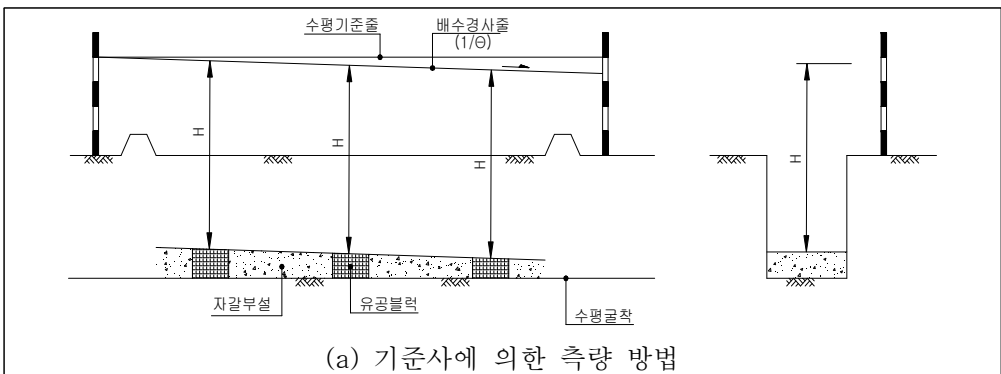


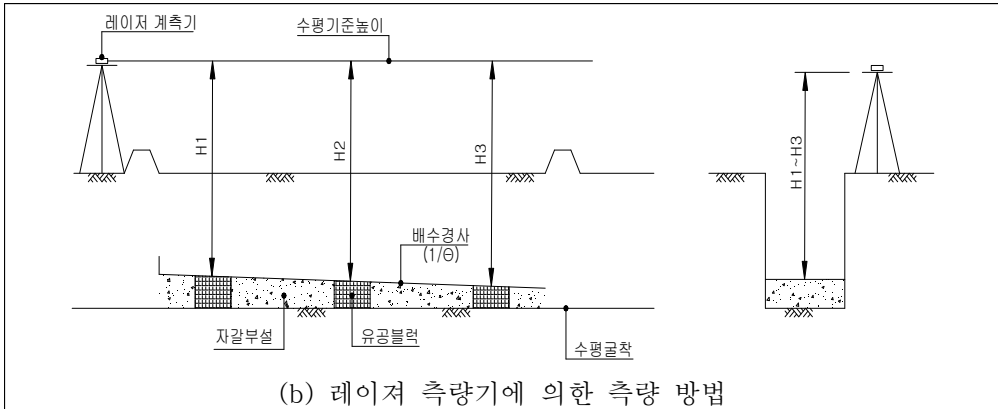
(3) 소수재 2차 부설 및 부직포 마감



(4) 소수재 시공시 배수 경사 확보를 위한 측량 방법

소수재 시공심도 확인은 [그림 4.19]와 같이 기준사 측정법 또는 레이저 측정법을 제시하며, 현장여건에 따라 방법을 적의 변경 적용하도록 하여야 한다.





[그림 4.19] 소수재 시공시 배수경사 측량 방법

- (5) 흡수거 설치가 완료 되면 소수재를 소정의 높이까지 채움하여야 한다.
- (6) 소수재를 채울 때에는 설치된 흡수거에 변위가 발생되지 않도록 주의 하여야 한다. 소량의 소수재를 흡수거 중심으로 양쪽을 동일한 높이가 되도록 조심스럽게 채움을 시행하도록 한다. 흡수거이 소수재에 완전히 묻히면, 채움 양과 채움 속도를 높여 준다.
- (7) 소수재 살포시 장비에 의해 관의 파손이 일어나지 않도록 주의하여야 한다.

7) 흡수거 시공

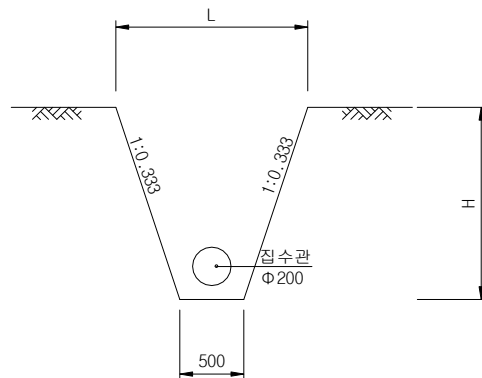
- (1) 흡수거는 중공관이므로 기성제품과 현장가공을 현장 여건에 맞게 선택적으로 적용할 필요가 있다.
- (2) 기성제품을 선택할 때 엘보, 소켓 등 관이음 부속이 충분한지 사전에 확인하여야 한다.
- (3) 현장 가공 시 제2장 2.3.2 [그림 2.5]와 같이 관 천공을 하며 별도 검토를 통하여 천공의 크기와 간격 등은 별도로 결정 할 수 있다.
- (4) 흡수거 연결시 본드로 접합하여 강결하는 것을 기준으로 하나 현장 여건 또는 시공시 관의 유연성이 필요한 특별한 조건이 요구 될 때는 적절한 연결 방법을 검토할 필요가 있다.

8) 되메우기

- (1) 되메우기 재료 중 토사 되메우기는 터파기로 발생된 원지반토의 사용을 원칙으로 한다.
- (2) 농지 터파기에 의해 발생된 풍화토 등 적심토 내의 흙과 상이한 경우 별도 관리 하여야 하며 흡수거 또는 소형펌프장 되메우기시 사용하도록 한다.
- (3) 되메우기 시공 시에는 지지지반의 상태, 되메우기 재료의 종류, 기상조건 등을 고려하여 안정, 침하 등의 문제가 발생하지 않도록 시공해야 한다.
- (4) 되메우기는 반드시 승인된 재료를 이용해야 하며 이 때 다짐이 필요한 경우에는 원지반과 유사한 상태로 다짐을 하여야 한다.
- (5) 되메우기 최종면은 기존 농지면보다 다소 높게 마무리하여, 시공 후 지반 안정에 따른 함몰에 대비를 할 수 있도록 하여야 한다.

4.4.4 집수거 시공

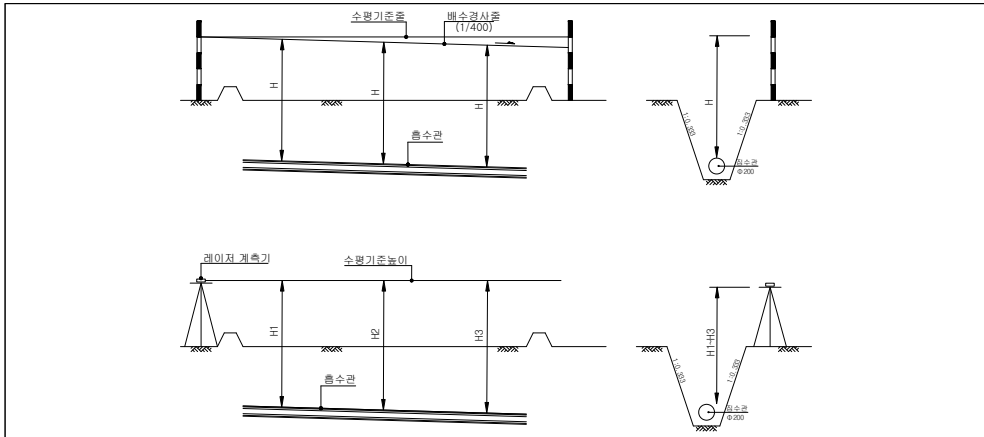
- 1) 집수거의 터파기는 관의 크기가 크고 흡수거에서 배출되는 물을 유도해야 하므로 굴착심도가 상대적으로 깊어 [그림 4.20]과 같이 경사면을 가지는 터파기를 실시한다.



[그림 4.20] 집수거 굴착 단면

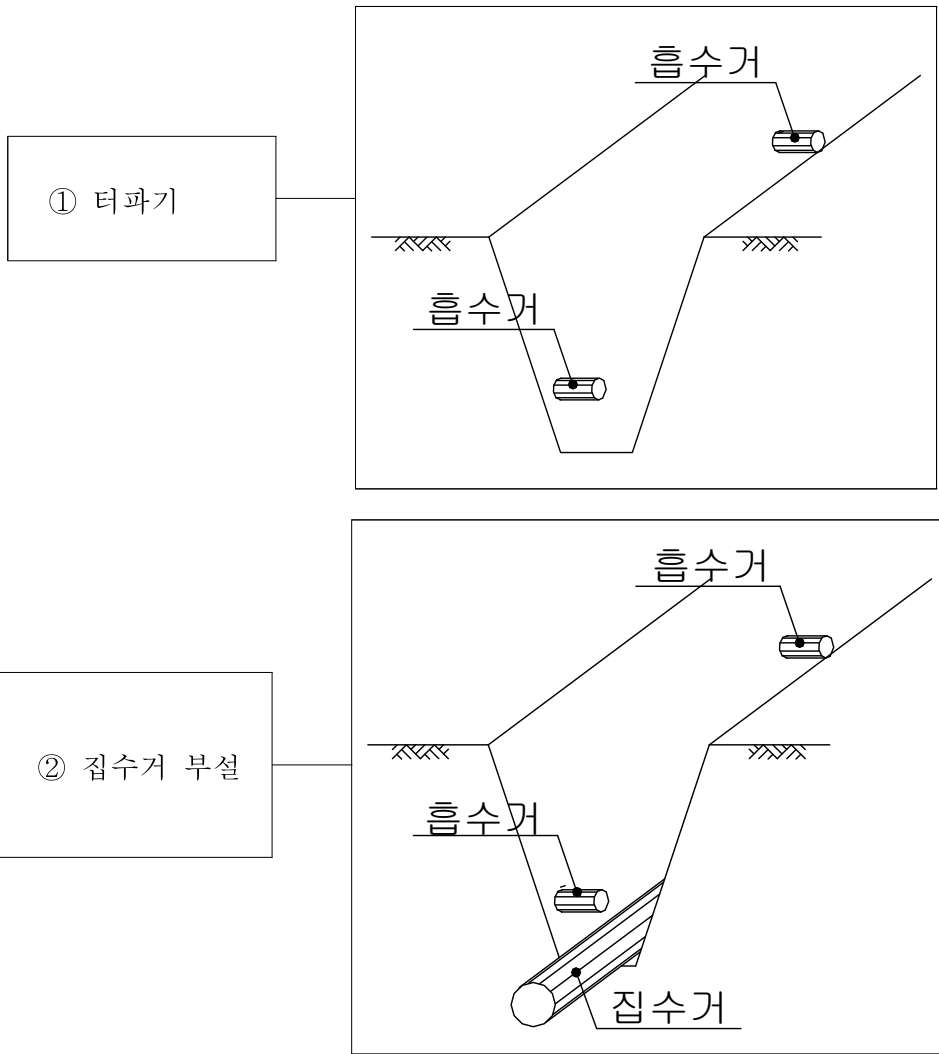
- 2) 집수거의 터파기 심도 확인 역시 [그림 4.21]과 같이 기준사 측정법 또는 레이저 측정법을 적용할 것을 제시하며, 현장여건에 따라 방법을

적의 변경 적용하도록 하여야 한다.

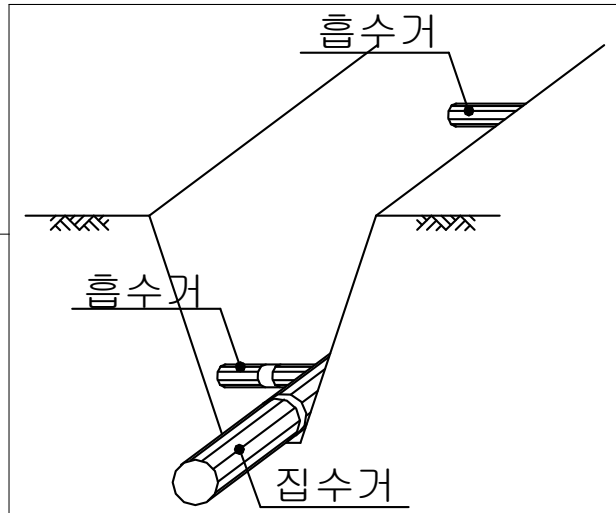


[그림 4.21] 집수거 터파기 심도 유지 방안

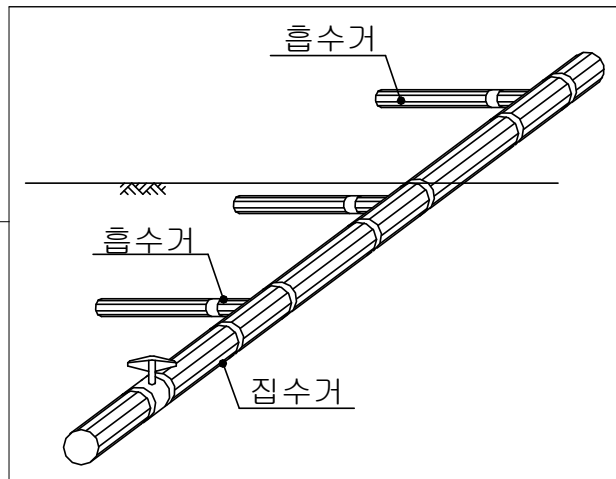
- 3) 집수거의 이음은 본드 등으로 고정하여 시공하는 것을 원칙으로 하나, 시공의 용이성, 변형에 의한 파손 방지 등을 위하여 다소 느슨하게 하여도 무방하다. 다만, 관이 이탈하지 않도록 이음재(소켓, T형관 등)의 중간 이상 되게 매입을 하여야 한다.
- 4) 흡수거 연결 시 이형 T형 연결부를 사용하여야 하며 흡수거와 집수거의 높이가 상이할 때 흡수거를 일정부분을 휘어서 집수거에 연결한다.
- 5) 돌을 이용하거나 일부 고정할 수 있는 방법을 사용하여 되메우기시 관이 이동하지 않도록 한다.
- 6) 집수거 시공 순서



③ 흡수거와 집수거 연결

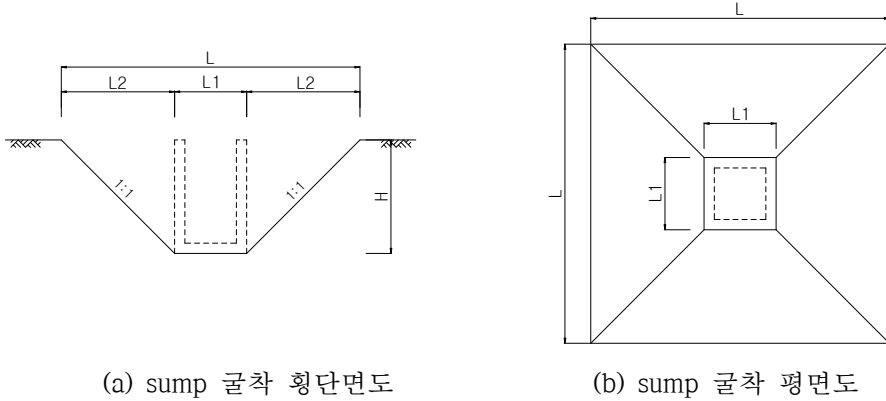


④ 되메우기



4.4.5 소형펌프장(Sump) 시공

1) 터파기를 수행할 때는 [그림 4.22]와 같이 설계도서에 명시된 바에 따라 정확히 시행해야 한다.



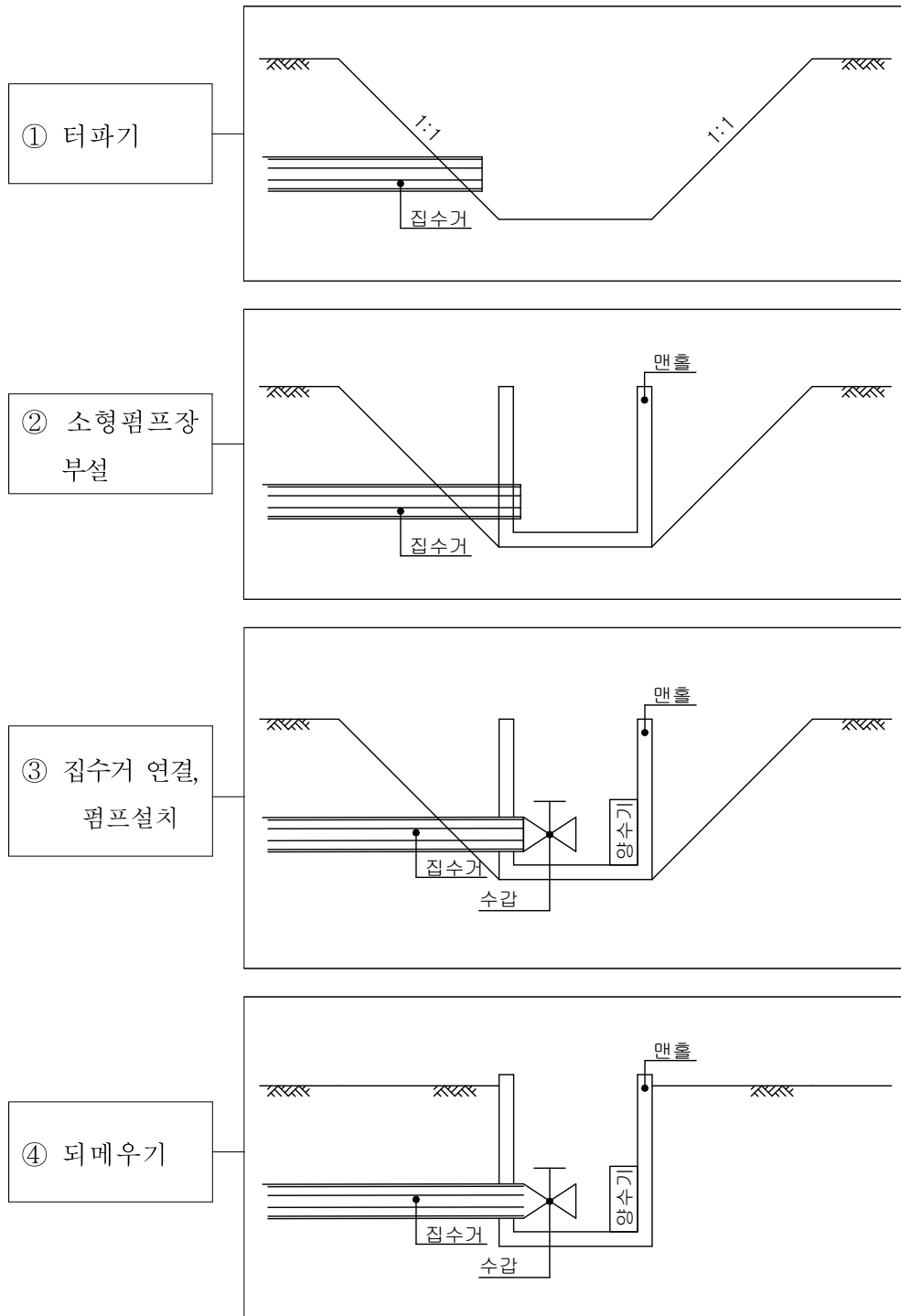
(a) sump 굴착 횡단면도

(b) sump 굴착 평면도

[그림 4.26] 소형펌프장(Sump)의 터파기

- 2) 소형펌프장은 공장에서 제작한 기성제품의 사용을 원칙으로 한다.
- 3) 제품의 취급, 저장, 운반, 조립 및 접합 등의 과정에서 공장 제품의 품질과 성능이 손상되지 않아야 한다
- 4) 관을 연결할 구멍의 표면은 매끈하게 잘 정돈하여야 하며, 제품의 모서리면에 불규칙하게 돌출된 콘크리트 조각들은 깔끔하게 제거를 하여야 한다.
- 5) 소형펌프장의 집수거 설치 구멍의 위치는 집수거의 시공 상태와 같이 확인하여야 하며, 집수거에 변형이 발생하지 않도록 집수거 연결 구멍이 집수거와 잘 일치하도록 설치하여야 한다.
- 6) 소형펌프장은 침하가 되지 않도록 터파기 면은 다짐기로 충분히 다져야 하며, 소형펌프장 하면에 300mm 이상의 쇄석으로 채움 및 다짐하여야 한다.

7) 소형펌프장 시공순서



4.4.6 부지정지

1) 농지면 복구

- (1) 공사에 의해 훼손된 농지는 원상복구 하여야 한다.
- (2) 표토의 훼손이 심각하여 작물의 생육에 지장이 있을 경우에는 객토를 하여야 한다.

2) 논두렁 복구

- (1) 집수거 설치 등으로 제거된 논두렁은 원상 복구하여야 한다.
- (2) 논두렁 복구 전 필요할 경우 측량을 실시하여 정확한 위치에 논두렁을 복구하여 토지 소유권 분쟁이 발생하지 않도록 하여야 한다.

3) 공사용도로 제거 복구

- (1) 공사용 차량 접근을 위해 설치한 공사용 도로는 완전히 제거하고, 원 지형으로 복구하여야 한다.
- (2) 농지 소유주 등의 요청으로 공사용 도로를 존치할 경우에는 농지 내의 공사용 차량으로 훼손된 부분을 원상 복구하여야 한다.

4.4.7 부대공

부대공의 설치에 관련분야의 계획에 의거하여 관련분야에서 시행하도록 한다.

4.4.8 현장정리

1) 자재적치장 원상 복구

공사기간 중 운용하였던 자재 적치장을 원상 복구하여야 한다.

2) 공사용도로 원상복구

공사기간 중 운용하였던 공사용 도로를 제거하고 원 지형으로 복구한다.

3) 파손 농로 복구

공사 중 파손된 농로는 원상 복구 하여야 한다.

4) 건설계기물 및 폐자재 정리

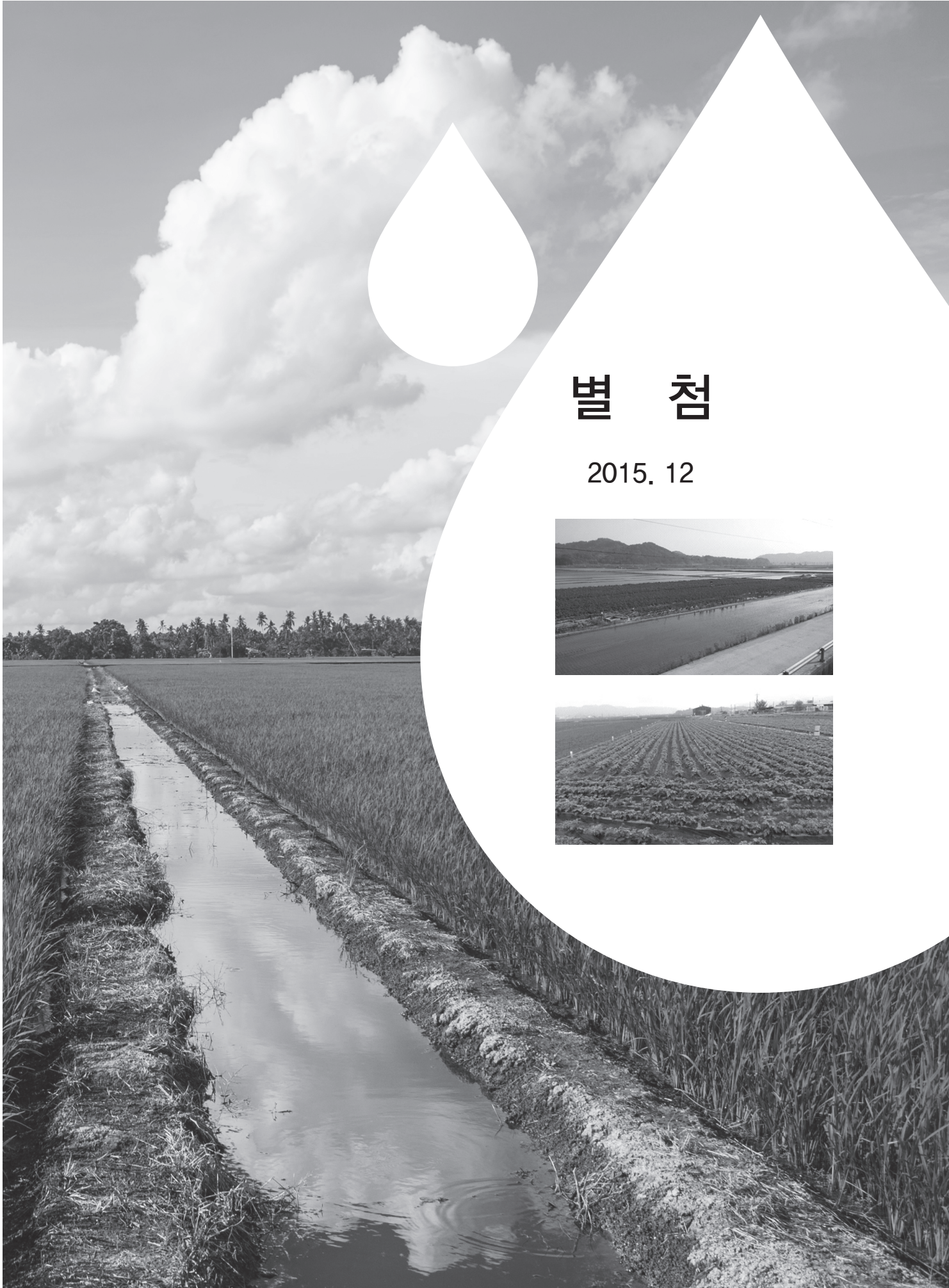
공사 발생 된 건설폐기물 및 폐자재는 산업폐기물 또는 일반 쓰레기로 분류하여 깨끗이 치우도록 하여야 한다. 환경오염을 방지하기 위해 어떠한 경우에도 현지의 지중에 매설하여서는 아니된다.

5) 현장사무소 철거 및 정리

공사기간 중 가설 현장사무소를 운용하였을 경우에는 현장사무소를 철거 정리하여야 한다.

참고문헌

1. 농업생산기반정비사업계획설계기준 배수편 2012, 농림수산식품부
2. 暗きょ排水設計指針, 北海道農政部, 平成22年(2010年)6月
3. Delmar D. Fangmeier et. al., Soil and Water conservation Engineering, 5th Edition, Thomson DELMAR LEARNING
4. Delmar D. Fangmeier et. al., Soil and Water conservation Engineering, 5th Edition, Thomson DELMAR LEARNING p.315~316
5. American Society of Agricultural Engineers(ASAE), 1998a, Design of subsurface drains in humid areas, EP480 MAR98. St. Joseph, MI:Author
6. American Society of Agricultural Engineers(ASAE), 1998b, Construction of subsurface drains in humid areas, EP481 MAR98. St. Joseph, MI:Author
7. American Society of Agricultural Engineers(ASAE), 1999a, Design of agricultural drainage pumping plants, EP369.1 DEC99. St. Joseph, MI:Author
8. American Society of Agricultural Engineers(ASAE), 1999b, Design, installation and operation of water table management systems for subirrigation/controlled drainage in humid regions, EP479 DEC99. St. Joseph, MI:Author
9. American Society of Agricultural Engineers(ASAE), 2001, Design, construction and maintenance of subsurface drains in arid and semi-arid areas, EP463.1 DEC01. St. Joseph, MI:Author
10. Boonstra, J. and De Ridder, N.A., 1994, Single-well and aquifer tests. In H.P. Ritzema, ed. Drainage principles and applications, pp.341 - 375. 2nd edition. ILRI Publication 16. Wageningen, The Netherlands, ILRI.
11. Bons, A. and T. van Zeijts 1991. Jet flushing, a method for cleaning subsurface drainage systems. Govt. Service for Land and Water Use, Information Paper 28, Utrecht.
12. Chossat, J.C. and Saugnac, A.M., 1985, Relation entre conductivite hydraulique et porosite de drainage mesurees par la methode du puits et des piezometres, Sci. du Sol, 1985/3



별 침

2015. 12



목 차

첨부 1. 지하암거 설계 프로그램	115
1.1 설계틀의 구성	115
1.2 부정류방정식에 의한 흡수거의 간격 설계	118
1.3 흡수거 관경의 설계	119
1.4 과정의 최종 검토	120
첨부 2. 배수암거의 설계 예제	123
2.1 지반조사	123
2.2 흡수거 간격의 결정	123
2.3 흡수거 관경의 결정	126
2.4 최종검토	127
2.5 설계틀에 의한 설계	128
2.5.1 투수계수의 결정	128
2.5.2 흡수거의 간격 설계	128
2.5.3 흡수거의 관경 결정	129
첨부 3. 배수암거 방정식 선정 배경	133
3.1 배수암거 간격결정 방정식의 종류	133
3.1.1 정류방정식	133
3.1.2 부정류방정식	134
3.2 배수암거 간격결정 방정식 선정	134
첨부 4. 시험설계 도면 및 수량산출서	139
4.1 시험설계 도면	139
4.2 시험설계 수량 산출	148
4.2.1 H구역의 시험설계 수량집계	148
4.2.2 H구역수량산출서(S1)에 대해서만 수록	149
4.2.3 H구역의 시험설계 공사비 산출결과	155

표 목 차

[표 4.1] H구역 수량산출 집계표	148
[표 4.2] H구역 공사비 산출결과	155

그 림 목 차

[그림 1.1] 투수계수 현장실험 시트	115
[그림 1.2] 흡수거의 간격설계 시트	116
[그림 1.3] 흡수거의 관경설계 시트	117
[그림 1.4] 흡수거의 간격설계	118
[그림 1.5] 흡수거 관경설계	119
[그림 2.1] 현장 투수시험 결과 해석	128
[그림 2.2] 흡수거의 간격 해석	129
[그림 2.3] 흡수거의 관경 해석	130



첨부 1.
지하암거 설계 프로그램

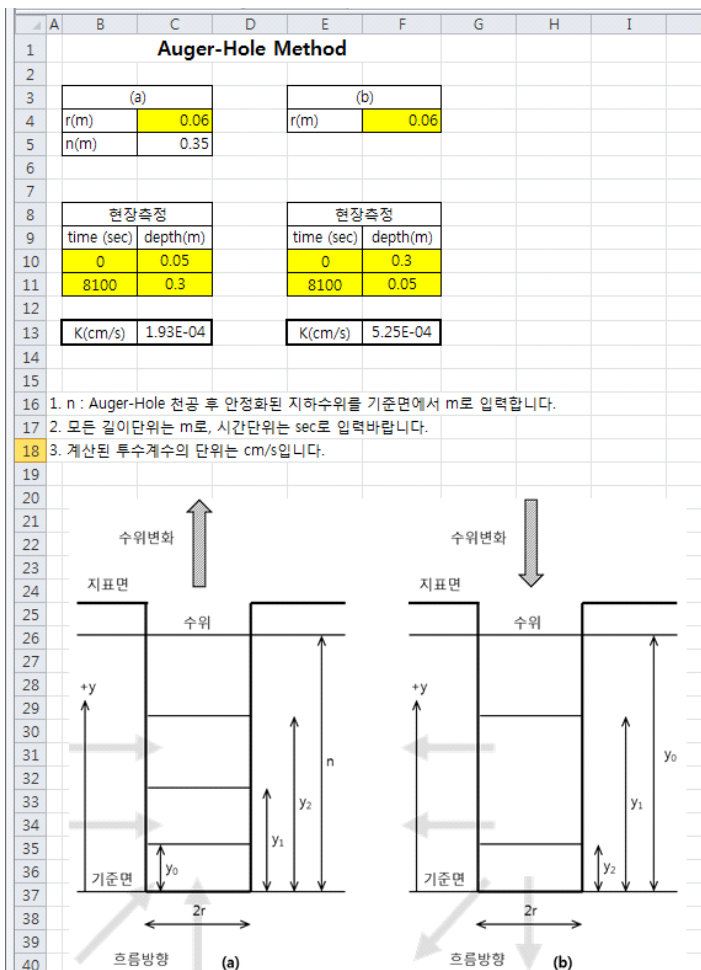


첨부 1. 지하암거 설계 프로그램

1.1 설계틀의 구성

설계틀은 Microsoft excel기반으로 투수계수의 현장조사, 부정류 방정식에 의한 흡수거의 간격의 설계, 흡수거 환경의 설계시트로 구성되어 있다.

투수계수의 현장실험은 Ring Infiltration 실험을 수행하는 것으로 시트를 구성하였다. 투수계수는 틀에서 제시하는 현장실험방법 이외의 방법으



[그림 1.1] 투수계수 현장실험 시트

로 구한 값이면 다음의 부정류 방정식에 의한 흡수거의 간격설계에서 값을 직접 입력할 수 있다.

흡수거의 간격설계 시트는 Schilfgaarde(1963)의 방정식을 기반으로 하며 설계에 필요한 입력값과 설명을 포함한다. 앞서의 예제에서 보듯이 설계과정에는 반복계산이 필요하므로 [실행]버튼을 삽입하여 반복계산과정을 수행하도록 하였다.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	입력값	K(cm/s)	2.51E-04						
2		d _s (m)	2						
3		b _o (m)	1						
4		b(m)	0.7						
5		t(day)	1						
6		f	0.026						
7		r _e (m)	0.0051						
8	결과	S(m)	15.79673						
9									
10		$S = \left[\frac{9Ktd_s}{f \log_s \left(\frac{b_o [2d_s + b]}{b [2d_s + b_o]} \right)} \right]^{0.5}$							
11									
12									
13									
14									
15		실행							
16									
17		1. K: 투수계수는 현장 및 실내실험 값을 사용하며, 단위를 확인하여 입력하시기 바랍니다.							
18		2. de: 그림에서 보듯이 총 토층의 두께에서 암거의 심도를 뺀 값을 m단위로 입력합니다.							
19		(토층의 두께가 확인되지 않는 경우 (암거의 심도+de)의 최대값은 3.0m입니다.)							
20		3. bo: 배수를 시작하는 시점의 지하수위(표층)에서 암거까지의 심도입니다. (암거의 심도)							
21		4. b: 강수 이후 일정 시간 경과후, 목표로하는 지하수위 심도를 입력합니다.							
22		(표층에서 0.3m 지하수위를 감소시키는 경우, 암거의 심도가 1.0m라면 0.7을 입력)							
23		5. t: 목표로하는 지하수위에 도달하기 위한 시간을 일단위로 입력합니다.							
24		6. f: 유효간극률로 투수계수를 입력하면 자동계산됩니다.							
25		7. re: 사용하는 유공관의 유효반경으로 다음을 참조합니다.							
26									
27									
28			종류	유효반경					
29			1 플라스틱 주름관(외부직경=50mm)	0.0035					
30			2 플라스틱 주름관(외부직경=100mm)	0.0051					
31			3 플라스틱 주름관(외부직경=140mm)	0.0103					
32			4 플라스틱 주름관(외부직경=150mm)	0.0147					
33			5 플라스틱 주름관(외부직경=100mm)+부?	0.04					
34			6 자갈소수재(한변의 길이=a)	0.587a					
35		8. 입력값을 입력 후 "실행"버튼을 클릭합니다.							

[그림 1.2] 흡수거의 간격설계 시트

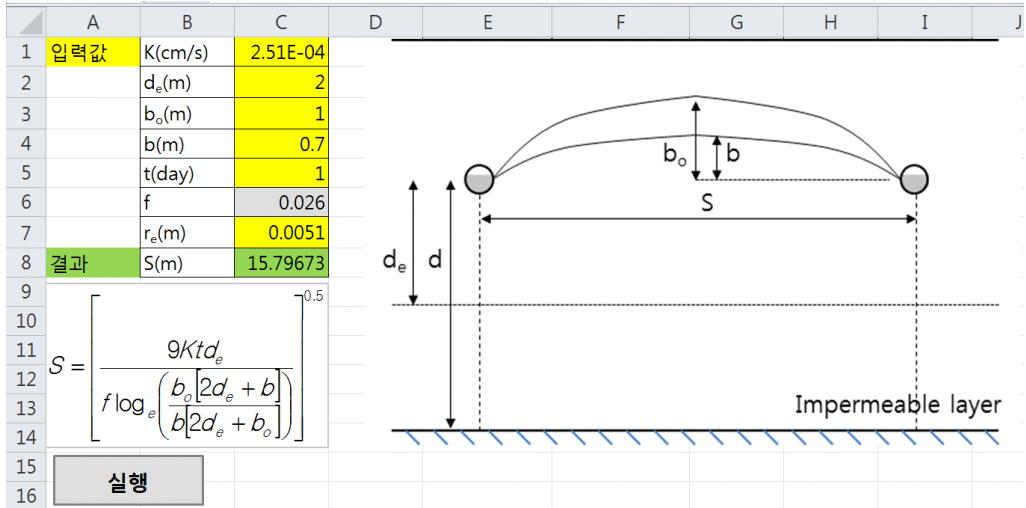
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K																				
1	입력값	S(m)	8.995460353																												
2		L(m)	50																												
3		R(m/s)	8.86056E-08																												
4		n	0.016																												
5		I	0.0025																												
6		α	1.66																												
7		Q(m ³ /s)	3.98524E-05																												
8	결과	D(cm)	2.415967491																												
9																															
10	$D = \left[\frac{nQ}{\alpha I^{0.5}} \right]^{3/8} \times 2 \times 100$																														
11																															
12																															
13																															
14																															
15	1. S : 암거설계에서 가져 옵니다.																														
16	2. L : 설계 대상경지의 길이(암거의 길이)를 입력합니다.																														
17	3. R : 배수계수 또는 계획암거배수량으로 암거설계 입력값에서 계산됩니다.																														
18	4. n : 암거의 조도계수로 관의 종류에 따라 아래의 표를 참조하여 입력합니다.																														
19	<table border="1"> <thead> <tr> <th>관의 종류</th> <th>조도계수 n</th> <th>비 고</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>흙 관</td> <td>0.013</td> <td rowspan="4"> ↕ 연결상태가 불량하면 n치 증가 ↕ </td> </tr> <tr> <td>도 관</td> <td>0.014</td> </tr> <tr> <td>소 소 토 관</td> <td>0.013</td> </tr> <tr> <td>경질 점화 비닐관</td> <td>0.012</td> </tr> <tr> <td>PVC 유공 주름관</td> <td>0.016</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>											관의 종류	조도계수 n	비 고	흙 관	0.013	↕ 연결상태가 불량하면 n치 증가 ↕	도 관	0.014	소 소 토 관	0.013	경질 점화 비닐관	0.012	PVC 유공 주름관	0.016						
관의 종류	조도계수 n	비 고																													
흙 관	0.013	↕ 연결상태가 불량하면 n치 증가 ↕																													
도 관	0.014																														
소 소 토 관	0.013																														
경질 점화 비닐관	0.012																														
PVC 유공 주름관	0.016																														
20																															
21																															
22																															
23																															
24																															
25																															
26	5. I : 암거의 기울기를 입력합니다.																														
27	(평탄지에서 인력매설시는 1/300-1/600, 기계매설시는 1/500-1/1000이 적함)																														
28	6. α : 암거 내의 수위에 따른 계수로 아래의 그림을 참조합니다.																														
29	(일반적으로 관경의 70%의 수심을 적용하며, 이때 α=1.65696)																														
30	<table border="1"> <thead> <tr> <th>h/2r</th> <th>α</th> <th>β</th> <th>비 고</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.50</td> <td>0.9895</td> <td>0.62996</td> <td>Q = 유량(m³/s)</td> </tr> <tr> <td>0.55</td> <td>1.15917</td> <td>0.65473</td> <td>r = 관의 반경(m)</td> </tr> <tr> <td>0.60</td> <td>1.32962</td> <td>0.67558</td> <td>n = 조도계수</td> </tr> <tr> <td>0.65</td> <td>1.49699</td> <td>0.69251</td> <td>I = 기울기</td> </tr> </tbody> </table>											h/2r	α	β	비 고	0.50	0.9895	0.62996	Q = 유량(m ³ /s)	0.55	1.15917	0.65473	r = 관의 반경(m)	0.60	1.32962	0.67558	n = 조도계수	0.65	1.49699	0.69251	I = 기울기
h/2r	α	β	비 고																												
0.50	0.9895	0.62996	Q = 유량(m ³ /s)																												
0.55	1.15917	0.65473	r = 관의 반경(m)																												
0.60	1.32962	0.67558	n = 조도계수																												
0.65	1.49699	0.69251	I = 기울기																												
31																															
32																															
33																															
34																															

[그림 1.3] 흡수거의 관경설계 시트

흡수거 관경의 설계는 흡수거 간격설계의 결과와 설계대상 농지의 규모 및 흡수거의 기울기 등을 이용하여 결정되며 설계에 필요한 입력값과 설명을 포함한다.

이외의 “F(x)”시트는 계산에 필요한 임시 시트로 사용자와 무관하며 “Ref”시트는 향후 사용자가 참조할 값을 지속적으로 업데이트 할 예정이다.

1.2 부정류방정식에 의한 흡수거의 간격 설계



[그림 1.4] 흡수거의 간격설계

흡수거의 간격설계 과정은 다음과 같다.

- 1) K : 투수계수는 현장 및 실내실험 값을 사용하며, cm/s 단위로 입력
- 2) d_e : [그림 1.4]에서 보듯이 총 토층에서 흡수거의 심도를 뺀 값을 m 단위로 입력
 - 가) 토층의 두께가 확인되지 않거나, 흡수거 심도에 비하여 매우 두꺼운 경우는 흡수거 심도의 2배를 입력)
 - 나) 흡수거의 심도는 배수편을 참조하거나 앞서 제시한 바와 같이 1.0m 이내로 결정
- 3) b_o : 배수를 시작하는 시점의 지하수위를 흡수거의 심도 기준으로 입력
 - 가) 강우가 지속되고 지하수위가 최고로 상승하는 경우를 가정하면 b_o 는 흡수거의 심도가 됨
- 4) b : 목표하는 지하수위를 흡수거의 심도 기준으로 입력
 - 가) 표층에서 0.3m로 지하수위를 저하시키는 경우, 흡수거의 심도가 1.0m라면 b 는 0.7m가 됨
- 5) t : 목표하는 지하수위에 도달하기 위한 시간을 일단위로 입력

- 6) f : 유효간극률로 투수계수를 입력하면 자동으로 계산됨
- 7) r_e : 사용하는 유공관의 유효반경으로 시트에서 제시된 관의 종류별 값을 참조하여 입력
- 8) 모든 입력값을 입력하고 [실행]을 클릭하면 S 가 계산됨

1.3 흡수거 관경의 설계

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	입력값	S(m)	8.995460353							
2		L(m)	50							
3		R(m/s)	8.86056E-08							
4		n	0.016							
5		I	0.0025							
6		α	1.66							
7		Q(m ³ /s)	3.98524E-05							
8	결과	D(cm)	2.415967491							
9										
10	$D = \left[\frac{nQ}{\alpha I^{0.5}} \right]^{3/8} \times 2 \times 100$									
11										
12										
13										

[그림 1.5] 흡수거 관경설계

흡수거 관경의 설계과정은 다음과 같다.

- 1) S : 흡수거 간격설계에서 가져옴
- 2) L : 흡수거의 길이를 입력
- 3) R : 단위계획배수량으로 흡수거 간격설계에서 입력된 값(b_o, b, f)과 앞의 S, L 를 이용하여 자동으로 계산됨
- 4) n : 흡수거의 조도계수로 시트에서 제시된 관의 종류별 값을 참조하여 입력
- 5) I : 흡수거의 기울기로 배수편을 참조하여 입력
- 6) α : 흡수거 내의 수위에 따른 계수로 배수편에서는 70%수위를 제시하고 있으며 이때의 값은 1.66임
- 7) 이상의 값을 입력하면 흡수거 내의 유량 $Q(\text{m}^3/\text{s})$ 와 흡수거의 직경 $D(\text{cm})$ 가 계산됨

1.4 과정의 최종 검토

배수편에 따르면 흡수거의 간격은 최소 10m를 제안하고 있으며 설계자는 이를 검토하여 흡수거의 간격이 10m 이내로 설계되는 경우 관경설계에서 흡수거의 간격을 조정해야한다. 이 경우, 흡수거의 간격이 정한 기간에 목표하는 지하수위에 도달하지 못하게 되므로 배수편에서 제시하는 보조암거 등을 검토해야 한다. 흡수거의 직경은 최소 5cm가 바람직한 것으로 배수편에 제시되어 있으므로 설계자는 참조해야한다.

흡수거의 간격의 결정을 위하여 흡수거의 유효반경(r_e)을 흡수거의 직경에 따른 참조값을 사용하게 된다. 만약 흡수거의 직경을 검토한 결과가 흡수거 간격의 결정에 사용된 흡수거의 직경과 다른 경우에는 결정된 관경의 유효반경을 사용하여 간격 및 관경을 재검토할 필요가 있다.

첨부 2. 배수암거의 설계 예제



첨부 2. 배수암거의 설계 예제

2.1 지반조사

설계 대상지구에 대한 지반조사에서 지하수위를 확인한 결과 전반적으로 지하수위는 1.5m 이하에 형성되어 있어 배수암거의 설계 및 시공에 큰 영향이 없을 것으로 판단되며, 시료를 채취하여 시험한 결과 실트질을 함유한 점토(silty clay)로 나타났다. 대상지구 내에 불투수층으로 볼 수 있는 암반은 3.0m 이내에는 나타나지 않는다.

현장에서 투수시험을 위하여 직경이 12cm이고 깊이가 30cm인 공내에 바닥에서 25cm 수위까지 물을 채웠다. 정확하게 4시간 10분이 경과 후 공내 수위가 5cm까지 낮아졌다.

※ 투수계수

$$K = \frac{0.06}{2} (15000 - 0)^{-1} \left[\ln \frac{0.25 + \frac{0.06}{2}}{0.05 + \frac{0.06}{2}} \right] = 2.51 \times 10^{-6} \text{m/s} = 2.51 \times 10^{-4} \text{cm/s}$$

2.2 흡수거 간격의 결정

설계 대상 지구는 경지정리답으로 필지당 50m×100m이다. 단변 방향으로 흡수거를 50m로 시공하고 장변 방향으로 집수거를 시공하고자 흡수거의 길이는 50m로 계획한다. 흡수거의 심도는 평균 1.0m로 하고 강우 후 토층이 포화된 상태에서 1일 후 지하수위를 지표에서 0.3m까지 낮추기 위한 흡수거의 간격을 설계하였다.

※ 흡수거 간격 설계(van Schilfgaarde 식)

- 설계조건 : 강우 후 토층이 포화된 상태에서 1일 후 지하수위를 지표에서 0.3m까지 낮추기 위한 흡수거의 간격을 설계(흡수거의 유효반경 $r_e = 0.0051\text{m}$)

○ 설계인자

- 토층의 심도 : 3.0m
 - 불투수층이 흡수거 매설심도 3배 이내에서 나타나지 않으므로 총 심도는 3.0m로 가정
- 흡수거의 매설깊이 : 1.0m
- 토층의 투수계수(K) : 0.2165m/day
- 토층의 유효간극률(f) : 0.0263
 - [표 1.3]에 의해 흙의 종류로 판단하면 0.01~0.08의 범위
 - 식1-10(a)에 의하면 $f = 0.025 + 0.006 \times 0.2165 = 0.0263$
 - 0.0263으로 결정
- 흡수거의 유효반경(r_e) : 0.0051
 - 1차적으로 내경 100mm관을 가정하여 [표 1.4]에서 0.0051 선택

○ 계산

1) 흡수거의 설치간격 계산

$$d_e = 3.0 - 1.0 = 2.0\text{m}$$

$$b_o = 1.0\text{m}$$

$$b = 0.7\text{m}$$

$$S = \left[\frac{9Ktd_e}{f \log_e \left(\frac{b_o [2d_e + b]}{b [2d_e + b_o]} \right)} \right]^{1/2} = \left[\frac{9(0.2165)(1)(2.0)}{0.0263 \log_e \left(\frac{1[2(2.0) + 0.7]}{0.7[2(2.0) + 1]} \right)} \right]^{1/2} = 22.4\text{m}$$

2) d_e 의 재계산

$$x = \frac{2\pi d}{S} = \frac{2\pi(2.0)}{22.4} = 0.56$$

$$F(x) = \frac{\pi^2}{4x} + \log_e \left(\frac{x}{2\pi} \right) = \frac{\pi^2}{4(0.56)} + \log_e \left(\frac{0.56}{2\pi} \right) = 1.99$$

$$d_e = \frac{\pi S}{8 \left[\log_e \left(\frac{S}{\pi r_e} \right) + F(x) \right]} = \frac{\pi 22.4}{8 \left[\log_e \left(\frac{22.4}{\pi(0.0051)} \right) + 1.99 \right]} = 0.95\text{m}$$

3) 계산된 $d_e=0.95\text{m}$ 로 흡수거의 설치간격 재계산

$$S = \left[\frac{9(1)(1)(0.95)}{0.0263 \log_e \left(\frac{1[2(0.95)+0.7]}{0.7[2(0.95)+1]} \right)} \right]^{1/2} = 16.9\text{m}$$

4) 3)에서 계산된 S 를 이용하여 2)의 과정을 반복하면 S 는 15.8m에 수렴한다. 따라서 흡수거의 간격은 15.0m로 결정한다.

※참조) 흡수거 간격 설계(Kirkham 식)

- van Schilfgaarde 식에 의한 설계와 설계조건은 동일
- 설계인자
 - 초기지하수위(H_o) : 1.0m
 - 암거간 중앙의 시간 t 에 있어서의 수위($h_{s/2}$) : 0.7m
 - 암거의 반경(r) : 0.05m
 - 투수계수(K) : 0.2165m/day
 - 기간(t) : 1day
 - 흡수거 부터 불투수층까지의 깊이(l') : 2.0m
 - 유효간극률(f) : 0.0263
- 계산

1) 식1-9의 계산

$$S \cdot F = \frac{K}{f} \times t \times \frac{1}{\ln\left(\frac{H_o}{h_{s/2}}\right)} = \frac{0.2165}{0.0263} \times 1 \times \frac{1}{\ln\left(\frac{1.0}{0.7}\right)} = 23.08$$

2) S 를 10m로 가정하고 식1-8의 계산

$$F = \frac{1}{\pi} \left[\ln \frac{S}{\pi r} + \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{m} (\cos \frac{2m \pi r}{S} - \cos m \pi) (\coth \frac{2m \pi l'}{S} - 1) \right] = 1.435$$

$$S \cdot F = 10 \times 1.435 = 14.35$$

3) S 를 13m로 가정하면

$$F = \frac{1}{\pi} \left[\ln \frac{S}{\pi r} + \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{m} (\cos \frac{2m \pi r}{S} - \cos m \pi) (\coth \frac{2m \pi l'}{S} - 1) \right] = 1.622$$

$$S \cdot F = 13 \times 1.622 = 21.09$$

4) S를 14m로 가정하면

$$F = \frac{1}{\pi} \left[\ln \frac{S}{\pi r} + \sum_{m=1}^{\infty} \frac{1}{m} (\cos \frac{2m \pi r}{S} - \cos m \pi) (\coth \frac{2m \pi l'}{S} - 1) \right] = 1.685$$

$$S \cdot F = 14 \times 1.685 = 23.59$$

5) 흡수거의 간격은 14m로 결정한다.

따라서 흡수거는 매설깊이 1.0m(흡수거 시점부 심도 0.87m, 종점부 1.0m)로, 첫 흡수거는 단변에서 5m 거리에 배치하고 15m간격으로 배치하면 95m 거리에 마지막 흡수거가 배치된다.

2.3 흡수거 관경의 결정

개별 흡수거가 지하배수를 담당하는 면적은 흡수거의 길이와 간격으로 결정된다. 흡수거로 유입되는 배수량을 적절하게 배수할 수 있는 관경을 결정하였다. 다음과 같이 계산결과 관경 30mm면 충분히 배수할 수 있는 것으로 나타났으나, [배수편]의 최소관경을 적용하여 50mm로 결정하였다.

※ 흡수거의 관경 설계

- 검토조건 : 흡수거의 간격은 15m, 흡수거의 길이(L)는 50m, 흡수거의 경사는 1/400, 흡수거의 조도계수는 0.016(PVC 유공주름관)를 적용한다.

1) 계획암거배수량의 결정

계획암거배수량(Q)는 흡수거 내로 유입되는 배수량이다. 설계에서 1일 지하되는 지하수위는 0.3m이다. 지하수위가 0.3m 지하되면 이중 배수되는 수량은 지하수위 지하량에 유효간극률을 곱하면 된다. 그리고 흡수거로 유입되는 총량은 하나의 흡수거로 유입되는 집수면적(S×L)을 곱하면 된다. 따라서 다음과 같다(지하수위 지하일수는 1일 이므로).

$$Q = (b_0 - b) \times f \times (S \times L) = (0.3 \times 0.0263) / 24 / 3600 \times (15 \times 50) = 0.0000685 \text{m}^3/\text{s}$$

2) 관경의 계산

흡수거 내의 유량공식을 관경에 대하여 정리하고 계산하면 다음과 같다.

$$D = \left[\frac{nQ}{\alpha I^{0.5}} \right]^{3/8} \times 2 \times 100 = \left[\frac{0.016 \times 0.0000685}{1.66 \times 0.0025^{0.5}} \right]^{3/8} \times 2 \times 100 = 3.0 \text{cm}$$

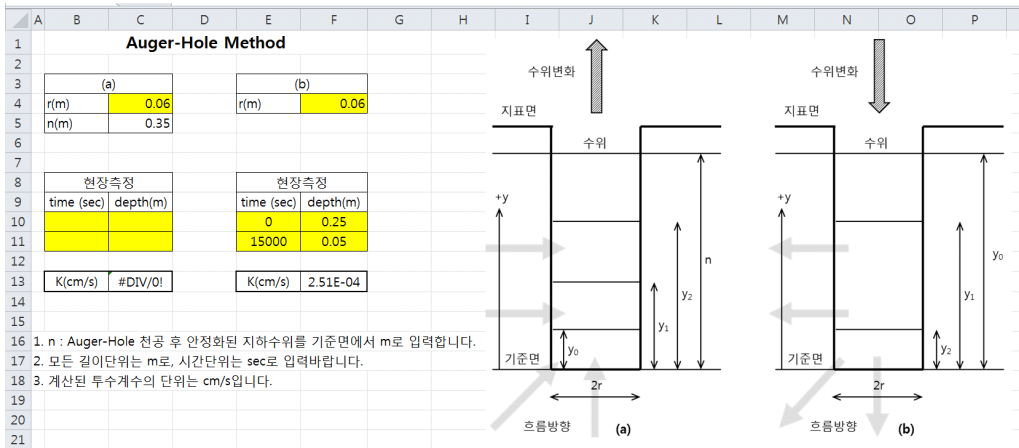
2.4 최종검토

흡수거의 간격 결정에서 흡수거의 유효반경(r_e)을 관경 100mm로 보아 0.0051를 적용하였으나 관경이 50mm로 결정되어 유효반경을 변경하여 (0.0051→0.0035) 재검토한 결과 설계값의 변동이 없어 상기한 설계값으로 최종 결정하였다.

2.5 설계틀에 의한 설계

2.5.1 투수계수의 결정

[암거의 설계]파일을 열고 [투수계수 현장조사] sheet를 열면 현장 투수 시험의 결과를 입력할 수 있다.



[그림 2.1] 현장 투수시험 결과 해석

[그림 2.1]과 같이 (b)의 경우이므로(Inverse auger-hole method) 다음과 같이 입력한다.

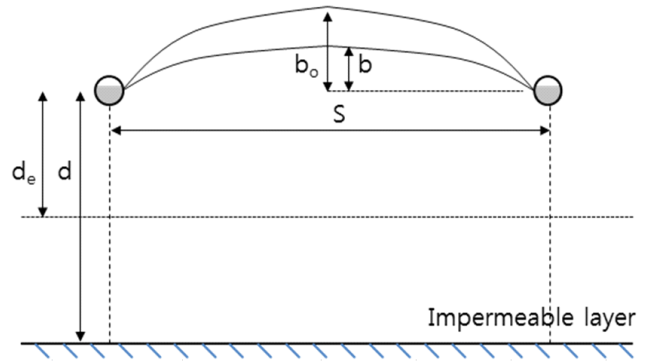
- r : 0.06m
- t_1 : 0sec
- t_2 : 15000sec(4시간 10분)
- y_1 : 0.25m
- y_2 : 0.05m

투수계수는 $2.51e-4$ cm/s가 계산된다.

2.5.2 흡수거의 간격 설계

[암거의 설계]파일의 [암거의 간격] sheet를 열면 현장 투수시험의 결과와 설계조건을 입력하여 흡수거의 간격을 결정할 수 있다.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	입력값	K(cm/s)	2.51E-04						
2		d_e (m)	2						
3		b_o (m)	1						
4		b (m)	0.7						
5		t (day)	1						
6		f	0.026						
7		r_e (m)	0.0051						
8	결과	S (m)	15.79673						
9	$S = \left[\frac{9Ktd_e}{f \log_e \left(\frac{b_o[2d_e + b]}{b[2d_e + b_o]} \right)} \right]^{0.5}$								
10									
11									
12									
13									
14									
15	실행								
16									



[그림 2.2] 흡수거의 간격 해석

- K : 2.51e-04cm/s
- d_e : 2.0m
- b_o : 1.0m
- b : 0.7m
- t : 1day
- f : 0.026(투수계수에 의한 자동계산)
- r_e : 0.0051m

이상과 같이 입력 후 [실행]을 클릭하면 흡수거의 간격은 15.8m로 계산된다.

2.5.3 흡수거의 관경 결정

[암거의 설계]파일의 [암거의 직경] sheet를 열면 암거의 간격 설계결과와 설계조건을 입력하여 흡수거의 관경을 결정할 수 있다

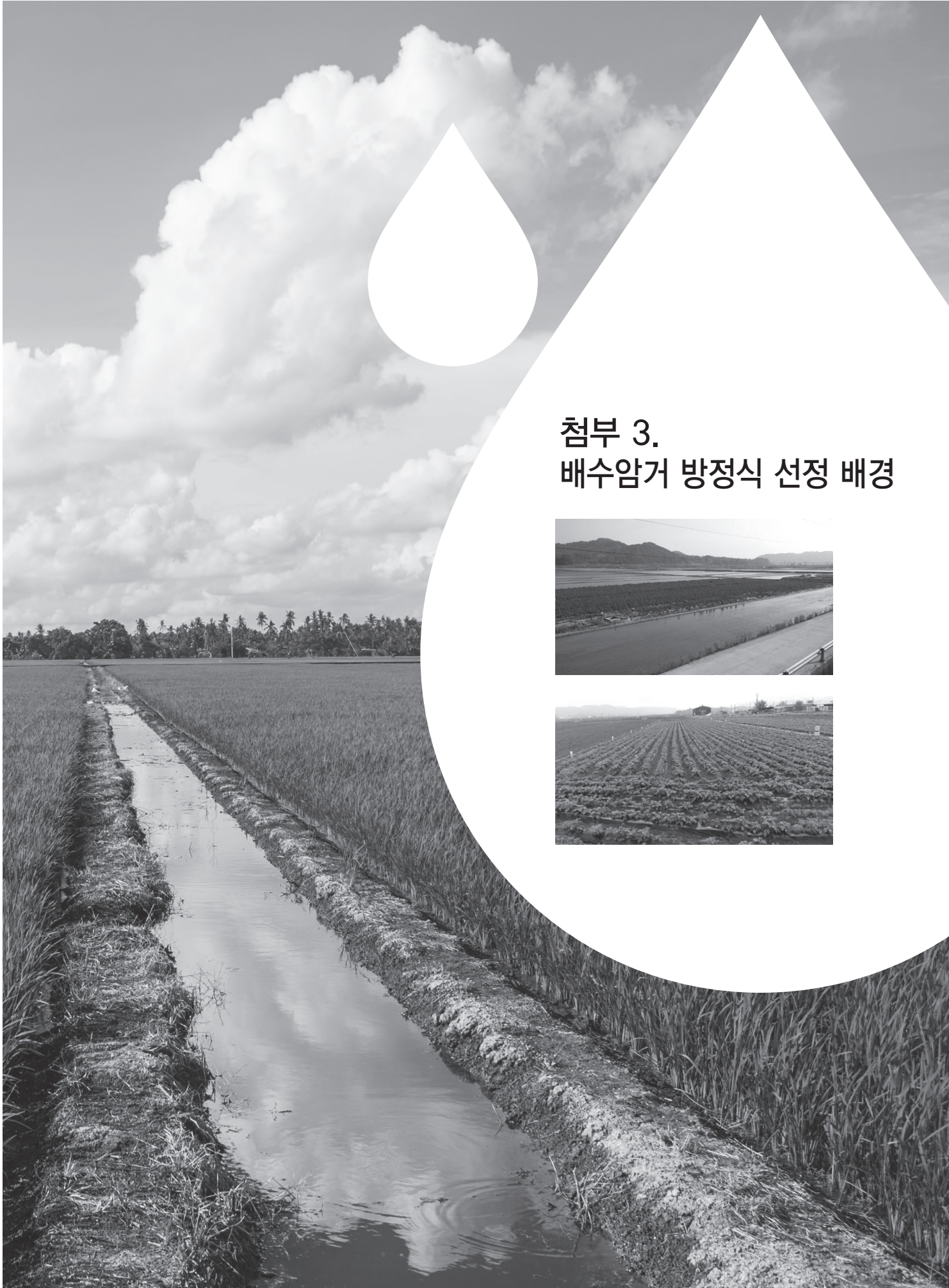
- L : 50m
- n : 0.016
- I : 0.025
- α : 1.66

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	입력값	S(m)	15.79673184							
2		L(m)	50							
3		R(m/s)	9.13155E-08							
4		n	0.016							
5		I	0.0025							
6		α	1.66							
7		Q(m ³ /s)	7.21243E-05							
8	결과	D(cm)	3.01787582							
9										
10										
11										
12										
13										

$$D = \left[\frac{nQ}{\alpha I^{0.5}} \right]^{3/8} \times 2 \times 100$$

[그림 2.3] 흡수거의 관경 해석

흡수거의 관경은 3.0cm로 결정되었으며, [암거의 간격] sheet에서 $r_e = 0.0035$ 로 변경하여 재검토한 결과 설계값에 변동이 없음을 확인한 후 설계를 종료한다. 본 예제의 경우 흡수거의 간격은 15m, 관경은 최소관경을 적용하여 50mm로 결정하였다.



첨부 3.
배수암거 방정식 선정 배경



첨부 3. 배수암거 방정식 선정 배경

3.1 배수암거 간격결정 방정식의 종류

배수암거의 간격 결정하는 방법은 정류(Steady-state method) 방정식과 부정류(Transient method) 방정식으로 구분할 수 있다. 정류 방정식은 Ellipse, Hooghoudt 방정식 등이 있고 부정류 방정식에는 Kirkham, van Schilfgaard 방정식 등이 있다.

3.1.1 정류방정식

가. Ellipse equation

강우 또는 관개에 의해 일정한 속도로 물이 차는 것을 일정한 속도로 배수되는 것으로 가정하는 정류 방정식이다.

Ellipse 방정식의 특징은 다음과 같다.

- 균질한 토양, 일정한 간격의 평행한 배수구, 불투수층 존재, 강우의 일정한 비율을 가정
- 투수계수가 $K_h > K_v$ 인 토양에서는 적용 불가
- 비균질 토양 적용 불가
- 배수 시간 고려 불가
- 지표수에 적용할 불가

나. Hooghoudt equation

정류 방정식으로 다음과 같은 특징을 갖는다.

- 투수계수 K 는 각 토층에 대해 계산됨
- 불투수층의 깊이를 “유효 깊이”- d_e 로 고려함
- ※ d_e 를 물의 흐름 배수구로 수렴하는 것을 고려하여 결과의 정확도를 높인다.

Hooghoudt 방정식의 가정 사항은 다음과 같다.

- 균질한 토양, 일정한 간격의 평행한 배수구, 불투수층 존재, 강우의

일정한 비율을 가정

- 비균질 토양 적용 불가
- 배수 시간 고려 불가
- 지표수나 지하수위보다 높은 물의 흐름은 적용할 수 없음

3.1.2 부정류방정식

가. Kirkham's equation

부정류 방정식에 적용되는 식으로 에너지 이론에 기초를 둔다. Kirkham's equation은 다음과 같은 특징을 갖는다.

- 고인물의 처리에 사용됨
- Ellipse, Hooghoudt, or van Schilfgaarde의 방정식과 결합하여 사용됨
- 고인물을 지하수 배수시스템을 통하여 제거하고 표면수의 유입은 없다고 가정함
- 고인물의 깊이에 영향이 크며 ET(증발산)의 고려가 필요
- 시간계수를 고려하고 있음

나. Van Schilfgaarde Equation

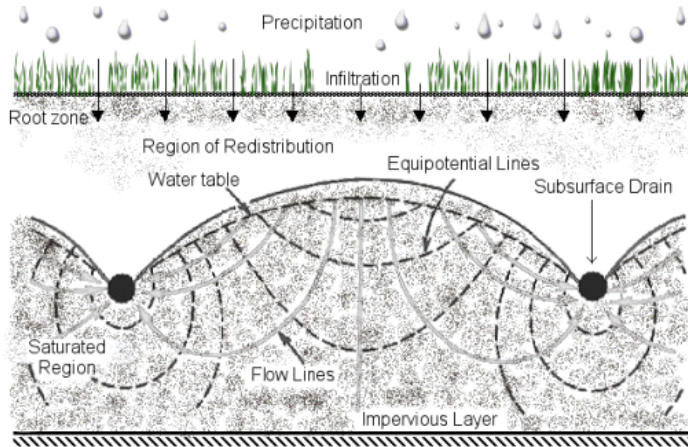
부정류 상태의 방정식으로 다음과 같은 특징을 갖는다.

- 변수로 유효간극률(Drainable porosity)가 필요함
- 시간계수를 고려하고 있음
- 불투수층에서 배수는 발생하지 않음
- 불투수층의 깊이를 “유효 깊이”-de로 고려함
- ※ Hooghoudt 방법과 동일함
- 표면의 물은 반드시 제거됨
- 습지를 통과하는 배수구, 배수관, 도랑 등에 사용되는 식이다.

3.2 배수암거 간격결정 방정식 선정

배수암거의 배수시 유선은 배수구에 집중이 된다. 이는 흐름에 대한 에

너지 손실이 발생하게 되고 이에 대한 고려가 필요하다. 또한 배수암거 부근에 있어서 유속이 최대가 되므로 층류로부터 난류로의 변이 가능성이 있다. 이에 따라 부정류 방정식으로 배수암거의 간격을 결정하는 것이 타당하다고 사료된다. 또한 정류방정식의 경우 지하수위를 저하시키고자 하는 시간을 고려할 수 없다는 것이 단점이다. 지하배수 암거에 의한 지하수위를 목표하는 시간동안 저하시키기 위한 설계를 위해서는 부정류 방정식을 사용하는 것이 타당할 것이다. 또한 Hooghoudt 방정식의 경우 완전한 연직방향 흐름만을 고려하며, 계획암거배수량은 강우량과 같이 고려하게 되어 합리적이지 못하다. 따라서 아래의 표과 같이 각 방정식을 비교한 결과 van Schilfgaard 방정식을 선정하였다.



구분	정류		부정류	
	Ellipse	Hooghoudt	Kirkham	van Schilfgaard
특징사항	<ul style="list-style-type: none"> · $K_h > K_v$인 토양 적용 불가 · 시간 고려 부족 · 지표수 고려 부족 	<ul style="list-style-type: none"> · 시간 고려 부족 · 지하수위보다 높은 물의 흐름 적용 불가 	<ul style="list-style-type: none"> · 고인물 배수에 사용 · 표면수 유입 불가 · ET(증발산량) 고려 	<ul style="list-style-type: none"> · 유효 간극율이 필요함 · 배수시간 고려 · 유효 깊이 고려
선정 사유	<ul style="list-style-type: none"> · van Schilfgaard 방정식 - 흡수거 부근에 있어서 유속이 최대가 되므로 층류로부터 난류로의 변이 가능성 있음 - 흐름에 대해 에너지 손실이 발생하게 되고 이에 대한 고려가 필요함 - 시간에 대한 고려가 가능하고 증발산에 대한 고려가 필요 없음 - 널리 쓰이고 있는 방정식 			

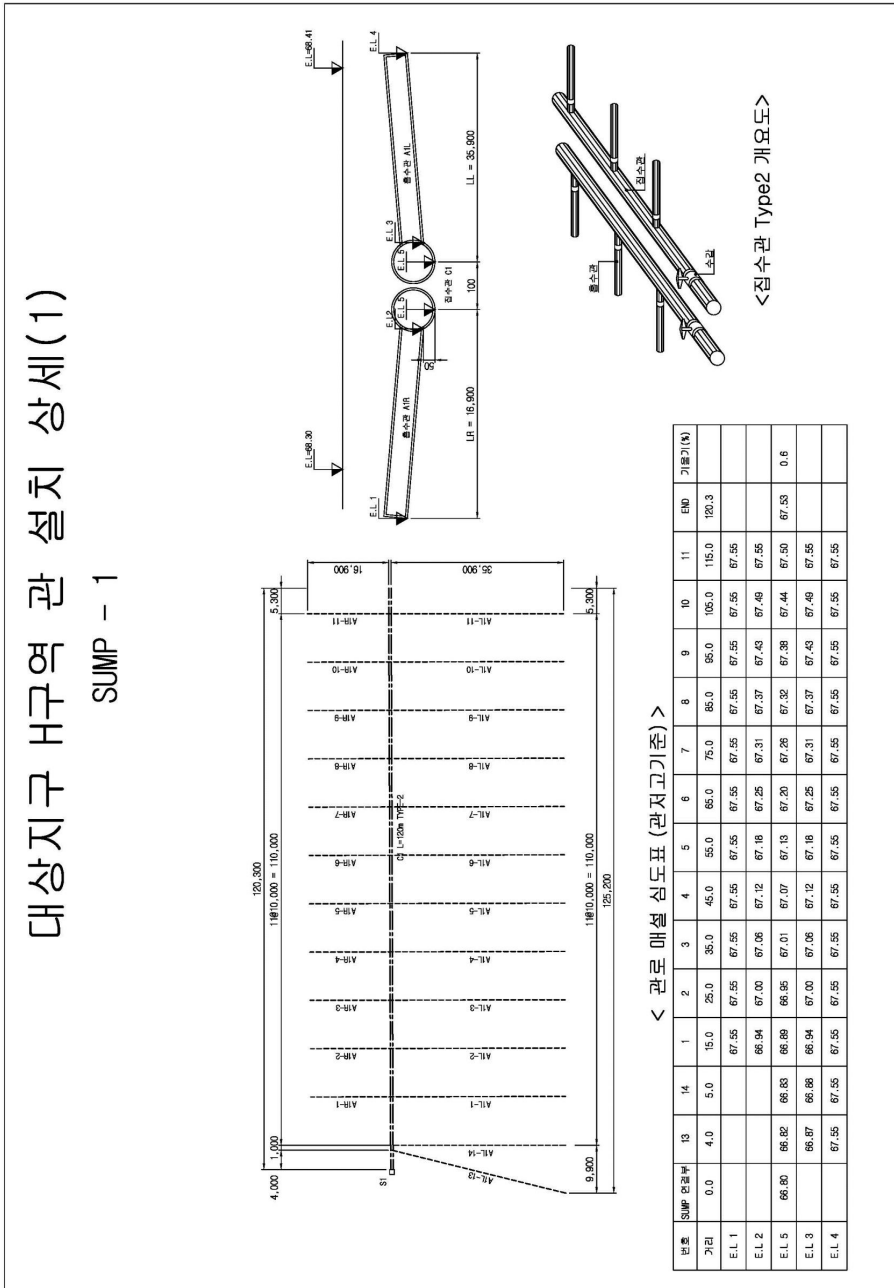


첨부 4. 시험설계 도면 및 수량산출서

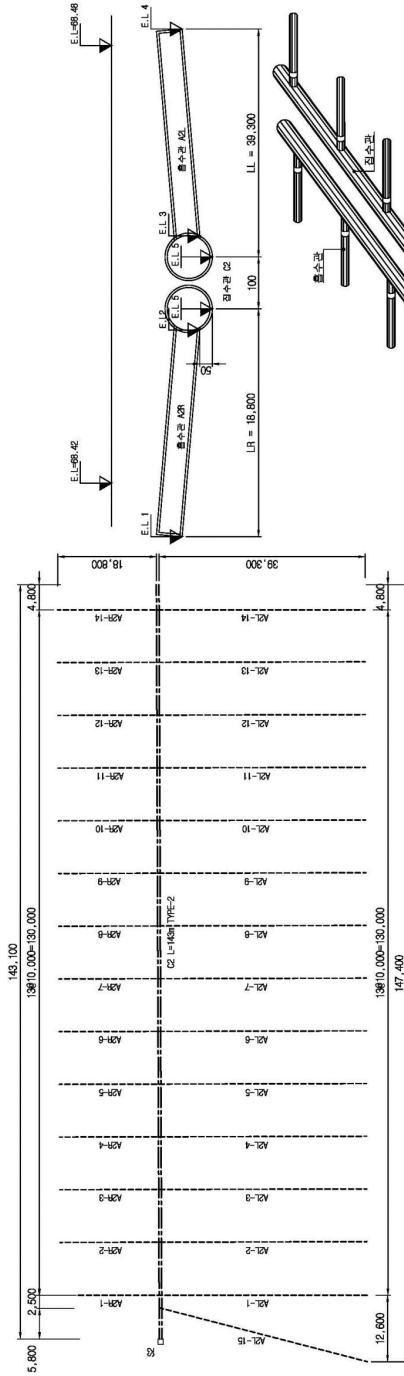


첨부 4. 시험설계 도면 및 수량산출서

4.1 시험설계 도면



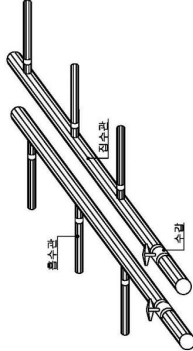
대상지구 H구역 관 설치 상세(2) SUMP - 2



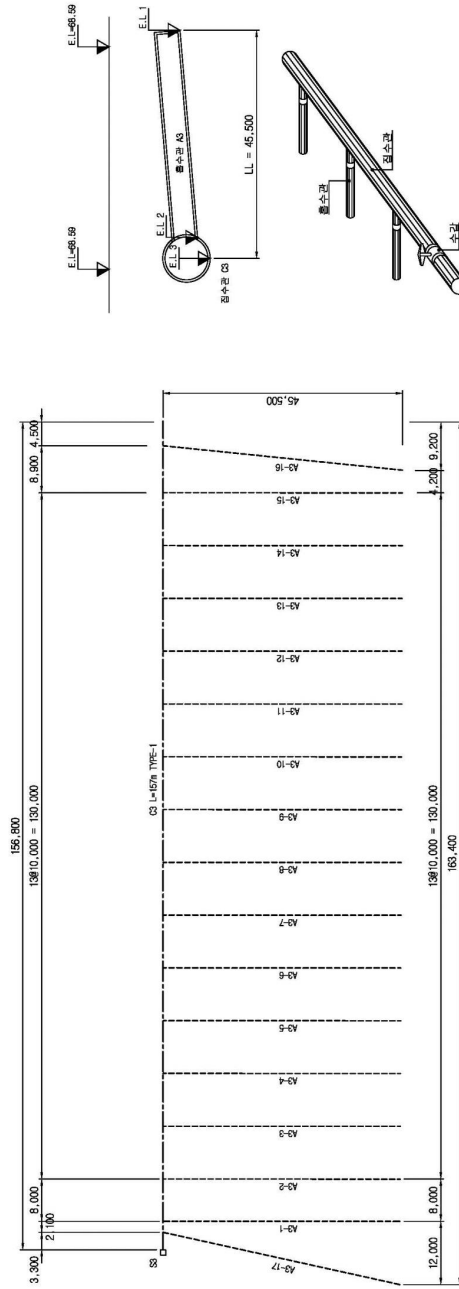
< 관로 매설 심도표 (관저고기준) >

번호	SUMP 안쪽	15	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	END	기타 (%)
거리	0.0	5.8	8.3	18.3	28.3	38.3	48.3	58.3	68.3	78.3	88.3	98.3	108.3	118.3	128.3	138.3	143.6	
E.L. 1		67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	
E.L. 2		67.01	67.06	67.11	67.16	67.21	67.27	67.32	67.37	67.42	67.47	67.52	67.57	67.62	67.67	67.72	67.77	
E.L. 5	66.92	66.96	67.01	67.06	67.11	67.16	67.22	67.27	67.32	67.37	67.42	67.47	67.52	67.57	67.62	67.67	67.72	0.5
E.L. 3		67.00	67.01	67.06	67.11	67.16	67.21	67.27	67.32	67.37	67.42	67.47	67.52	67.57	67.62	67.67	67.72	
E.L. 4		67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	67.67	

< 집수관 Type2 개요도 >



대상지구 H구역 관 설치 상세(3) SUMP - 3



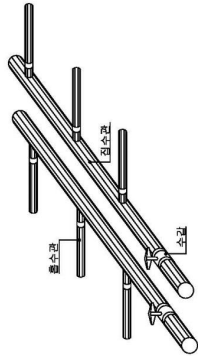
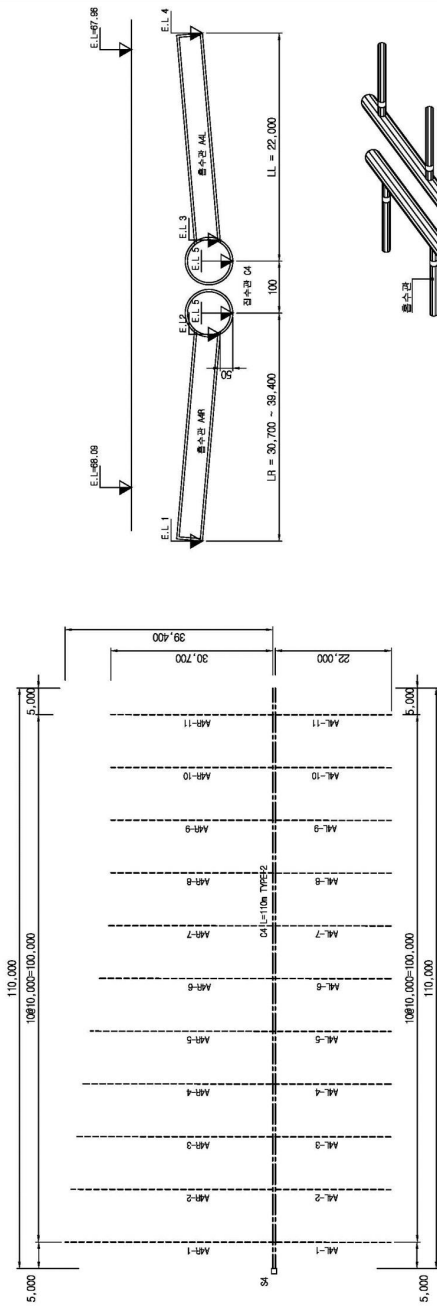
< 집수관 Type1 개요도 >

< 관로 매설 심도표 (관저고기준) >

번호	SUMP	관저부	17	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	16	17	END	기울기(%)
거리	0.0	3.3	22.4	32.4	43.4	53.4	63.4	73.4	83.4	93.4	103.4	113.4	123.4	133.4	143.4	152.3	156.8				
E.L. 1			67.84	67.84	67.84	67.84	67.84	67.84	67.84	67.84	67.84	67.84	67.84	67.84	67.84	67.84	67.84	67.84	67.84	67.84	67.84
E.L. 2			67.16	67.20	67.25	67.29	67.34	67.39	67.43	67.48	67.52	67.57	67.62	67.66	67.71	67.75	67.80	67.84	67.84	67.84	67.84
E.L. 3	67.09	67.11	67.15	67.20	67.24	67.29	67.34	67.38	67.43	67.47	67.52	67.57	67.61	67.66	67.70	67.75	67.79	67.81	67.81	67.81	0.5

대상지구 H구역 관 설치 상세(4)

SUMP - 4

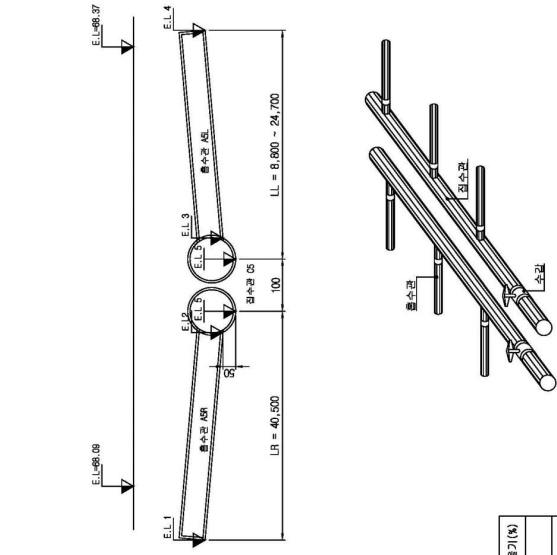


<침수관 Type2 개요도>

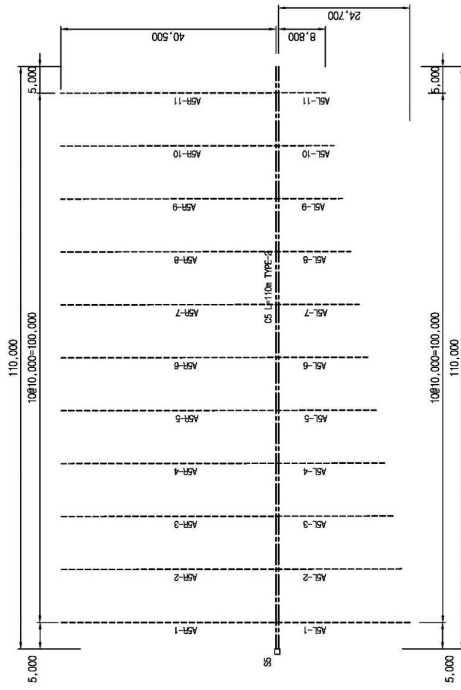
번호	SUMP 단면부	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	단면	기울기(%)
거리	0.0	5.0	15.0	25.0	35.0	45.0	55.0	65.0	75.0	85.0	95.0	105.0	110.0	
E.L. 1		67.21	67.21	67.21	67.21	67.21	67.21	67.21	67.21	67.21	67.21	67.21	67.21	
E.L. 2		66.54	66.61	66.68	66.74	66.81	66.88	66.94	67.01	67.08	67.14	67.21		
E.L. 5		66.46	66.56	66.63	66.69	66.76	66.83	66.89	66.96	67.03	67.09	67.16		0.7
E.L. 3		66.54	66.61	66.68	66.74	66.81	66.88	66.94	67.01	67.08	67.14	67.21		
E.L. 4		67.21	67.21	67.21	67.21	67.21	67.21	67.21	67.21	67.21	67.21	67.21		

대상지구 H구역 관 설치 상세(5)

SUMP - 5

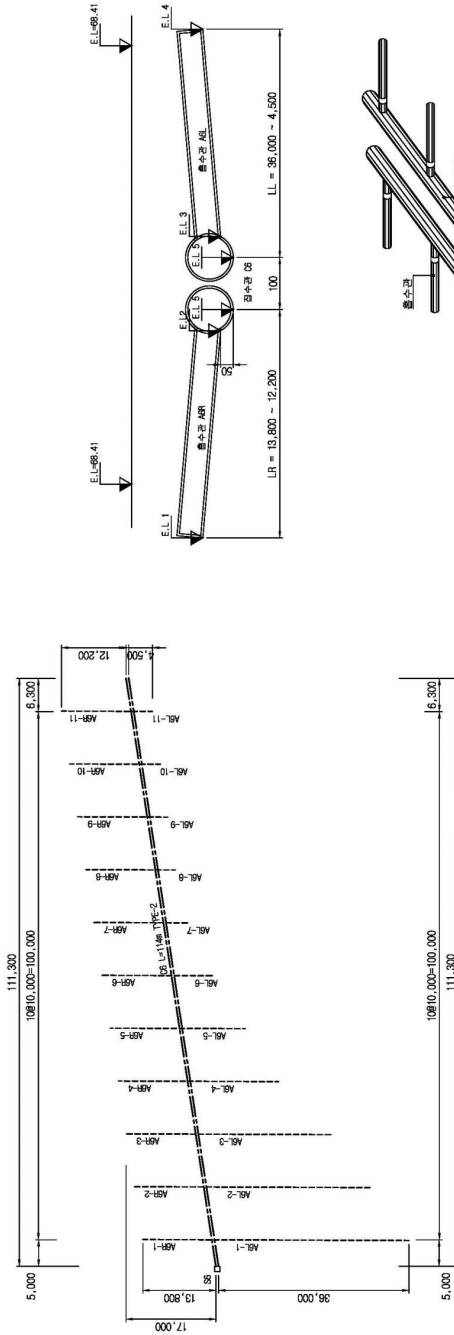


<집수관 Type2 개요도>



번호	SUMP 연결부	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	END	기울기(%)
거리	0.0	5.0	15.0	25.0	35.0	45.0	55.0	65.0	75.0	85.0	95.0	105.0	110.0	
E.L.L 1		67.34	67.34	67.34	67.34	67.34	67.34	67.34	67.34	67.34	67.34	67.34	67.34	
E.L.L 2		66.67	66.74	66.81	66.87	66.94	67.01	67.07	67.14	67.21	67.27	67.34	67.34	
E.L.L 3		66.59	66.62	66.69	66.76	66.82	66.89	66.96	67.02	67.09	67.16	67.22	67.28	0.7
E.L.L 4		66.67	66.74	66.81	66.87	66.94	67.01	67.07	67.14	67.21	67.27	67.34	67.34	
E.L.L 5		67.34	67.34	67.34	67.34	67.34	67.34	67.34	67.34	67.34	67.34	67.34	67.34	

대상지구 H구역 관 설치 상세(6) SUMP - 6

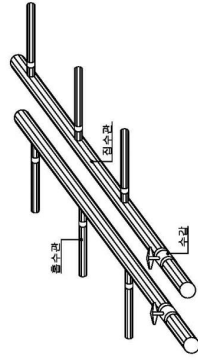
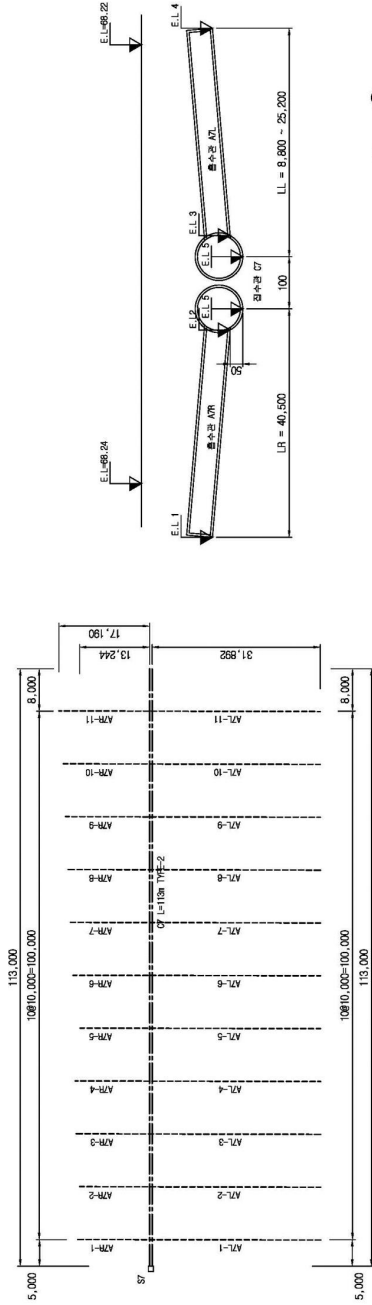


번호	SUMP 연립번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	END	기타(%)
거리	0.0	5.0	15.0	25.0	35.0	45.0	55.0	65.0	75.0	85.0	95.0	105.0	111.3	
E.L.1		67.66	67.66	67.66	67.66	67.66	67.66	67.66	67.66	67.66	67.66	67.66		
E.L.2		66.59	67.06	67.13	67.19	67.26	67.33	67.39	67.46	67.53	67.59	67.66		
E.L.5	66.51	66.94	67.01	67.08	67.14	67.21	67.28	67.34	67.41	67.48	67.54	67.61	67.65	0.7
E.L.3		66.59	67.06	67.13	67.19	67.26	67.33	67.39	67.46	67.53	67.59	67.66		
E.L.4		67.66	67.66	67.66	67.66	67.66	67.66	67.66	67.66	67.66	67.66	67.66		

<침수관 Type2 개요도>

대상지구 H구역 관 설치 상세(7)

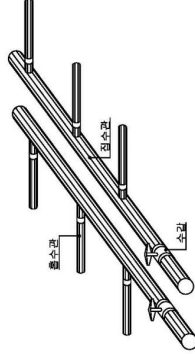
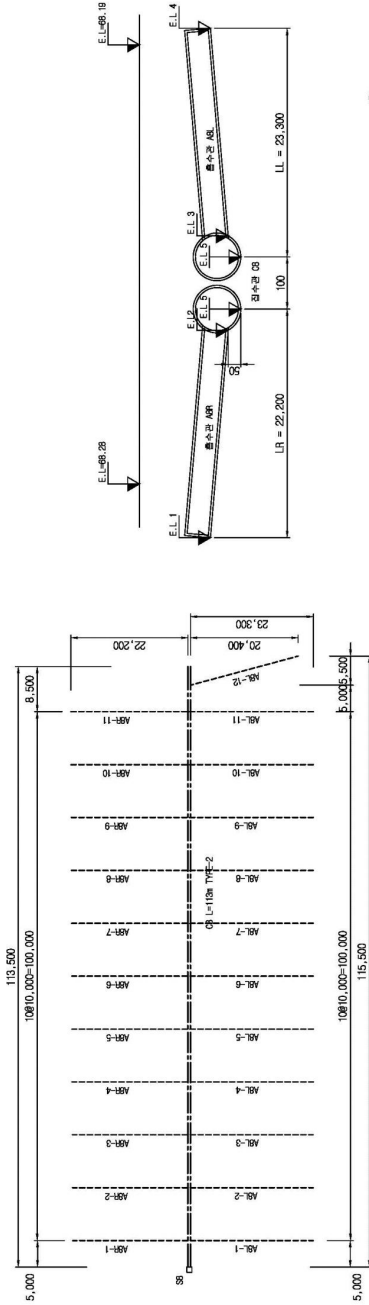
SUMP - 7



<집수관 Type2 개요도>

번호	SUMP 연결부	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	END	기울기(%)
거리	0.0	5.0	15.0	25.0	35.0	45.0	55.0	65.0	75.0	85.0	95.0	105.0	113.0	
E.L. 1		67.48	67.48	67.48	67.48	67.48	67.48	67.48	67.48	67.48	67.48	67.48	67.48	
E.L. 2		66.82	66.89	66.96	67.02	67.09	67.16	67.22	67.28	67.36	67.42	67.48		
E.L. 3	66.74	66.77	66.84	66.91	66.97	67.04	67.11	67.17	67.24	67.31	67.37	67.44	67.48	0.7
E.L. 4		66.82	66.89	66.96	67.02	67.09	67.16	67.22	67.28	67.36	67.42	67.48		
E.L. 5		67.48	67.48	67.48	67.48	67.48	67.48	67.48	67.48	67.48	67.48	67.48	67.48	

대상지구 H구역 관 설치 상세(8) SUMP - 8

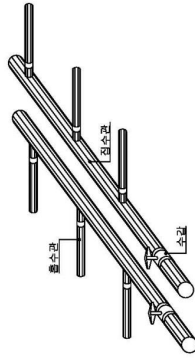
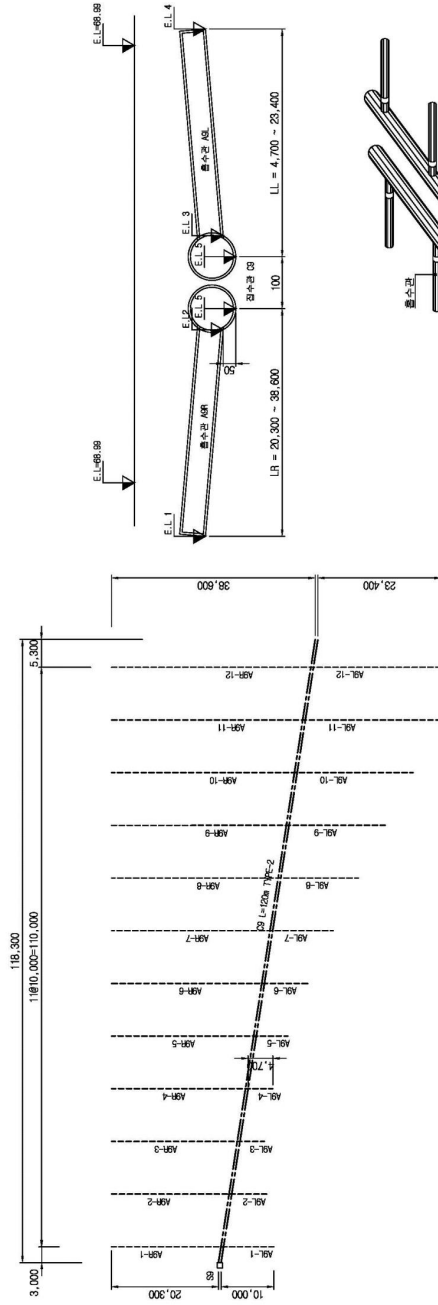


<침수관 Type2 개요>

번호	SUMP 연면적(㎡)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	END	기울기(%)
거리	0.0	5.0	15.0	25.0	35.0	45.0	55.0	65.0	75.0	85.0	95.0	105.0	110.0	113.5	
E.L. 1		67.44	67.44	67.44	67.44	67.44	67.44	67.44	67.44	67.44	67.44	67.44	67.44	67.44	0.00
E.L. 2		66.77	66.84	66.91	66.97	67.04	67.11	67.17	67.24	67.31	67.37	67.44	67.44	67.44	
E.L. 5	66.69	66.72	66.79	66.86	66.92	66.99	67.06	67.12	67.19	67.26	67.32	67.39	67.42	67.45	0.7
E.L. 3		66.77	66.84	66.91	66.97	67.04	67.11	67.17	67.24	67.31	67.37	67.44	67.47	67.47	
E.L. 4		67.44	67.44	67.44	67.44	67.44	67.44	67.44	67.44	67.44	67.44	67.44	67.44	67.44	

대상지구 H구역 관 설치 상세(9)

SUMP - 9



<집수관 Type2 개요도>

번호	SUMP	구분	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	END	기타(%)
거리	0.0	3.0	13.0	23.0	23.0	43.0	53.0	53.0	63.0	73.0	83.0	93.0	103.0	113.0	118.3	
E.L. 1		88.24	88.24	88.24	88.24	88.24	88.24	88.24	88.24	88.24	88.24	88.24	88.24	88.24	88.24	
E.L. 2		87.56	87.62	87.68	87.74	87.81	87.87	87.93	87.99	88.05	88.11	88.17	88.22	88.24	88.24	
E.L. 3		87.48	87.51	87.57	87.63	87.69	87.75	87.82	87.88	87.94	88.00	88.07	88.13	88.19	88.22	0.6
E.L. 4		87.56	87.62	87.68	87.74	87.81	87.87	87.93	87.99	88.05	88.11	88.17	88.22	88.24	88.24	
E.L. 5		88.24	88.24	88.24	88.24	88.24	88.24	88.24	88.24	88.24	88.24	88.24	88.24	88.24	88.24	

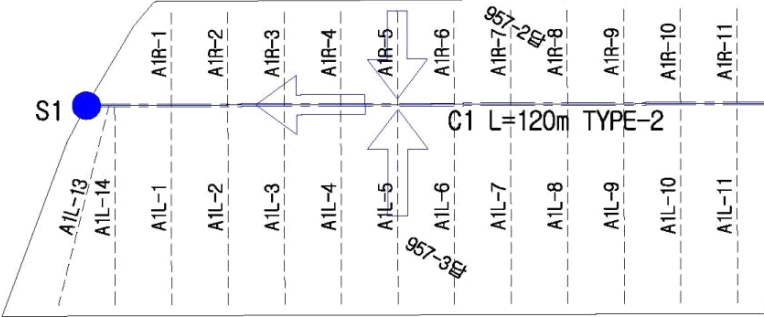
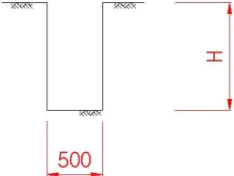
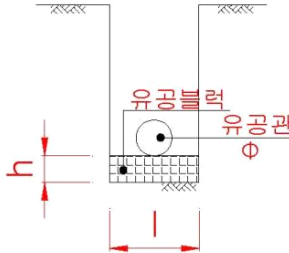
4.2 시험설계 수량 산출

4.2.1 H구역의 시험설계 수량집계

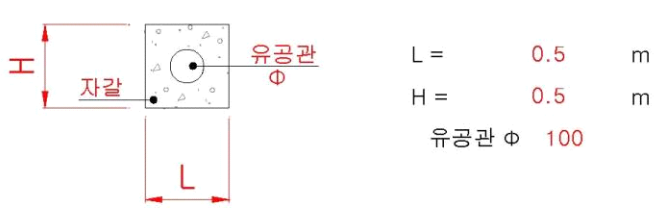
[표 4.1] H구역 수량산출 집계표

공종	규격	단위	수량									합계	비고	
			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9			
1.01 흡수거														
토사터파기	굴삭기, 0.2m³	m³	345	360	468	314	325	165	264	253	294	2788		
되메우기	토사	m³	172	180	234	157	162	83	132	127	147	1393		
자갈부설	쇄석, φ20mm	m³	163	170	221	148	153	78	125	119	139	1316		
유공블록제적설치	0.5×0.2×0.5	개	86	90	117	78	81	41	66	63	74	696	제작 설치	
흡수관설치	PE유공관, D100mm	m	689	720	935	627	649	330	528	506	588	5572		
부직포설치	250g/m²	m²	1516	1584	2057	1379	1428	726	1162	1113	1294	12259		
고정철근설치	φ3×500mm	개	57	50	104	57	59	30	48	46	49	500		
깔판설치	1000×4000×10mm	개	14	12	26	14	15	8	12	12	12	125	설치 제거	
깔판해체	1000×4000×10mm	회	24	29	18	22	22	22	22	22	24	205		
직관설치	PE직관, D100mm-1.5m	개소	4	4	2	4	4	4	4	4	4	34		
연결관설치	PE L관, D100mm	개	24	29	18	22	22	22	22	22	24	205		
CAP설치	PE, D100mm	개	24	29	18	22	22	22	22	22	24	205		
1.02 짐수거														
토사터파기	굴삭기, 0.2m³	m³	252	300	235	231	231	241	235	239	252	2216		
되메우기	토사	m³	244	291	231	224	224	234	228	232	244	2152		
PE PIPE설치	PE φ200MM	m	240	286	157	220	220	230	224	228	240	2045		
레듀사연결부	φ200MM-100MM	EA												
연결관설치	PE 이경T관, φ200-100MM	개	24	29	18	22	22	22	22	22	24	205		
CAP설치	PE, D200mm	개	2	2	1	2	2	2	2	2	2	17		
PE 볼밸브	φ200MM	개	2	2	1	2	2	2	2	2	2	17		
1.03 Sump														
토사터파기	굴삭기, 0.2m³	m³	21	21	21	21	21	21	21	21	21	189		
되메우기	토사	m³	18	18	18	18	18	18	18	18	18	161		
다짐	토사	m³	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18		
콘크리트맨홀설치	내경 1000×1000×	개소	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		
맨홀덮개설치	1400×1400×3mm	개	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		
양수기(펌프)	500L/min	개	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		
배수호수설치	PE, D100mm	m	50	50	50	50	50	50	50	50	50	450		
1.04 부대공														
토사터파기	굴삭기, 0.2m³	m³	66	76	76	62	62	56	61	60	63	582		
농지정지	4000m² x 100mm 정	m²	707	916	768	662	683	339	582	570	559	5785		
측량	현황및수준	m²	7069	9160	7979	6616	6834	3390	5815	5698	5590	58151		
지반조사	NX, 모래층	m	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18		
지반조사	NX, 풍화토	m												
지반조사	NX, 풍화암	m												
현장시험	투수시험	회	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		

4.2.2 H구역수량산출서(S1)에 대해서만 수록

공정	산출근거		계																																	
	  <table border="0" data-bbox="628 755 1061 865"> <tr> <td>흡수관 개수</td> <td>24.0</td> <td>EA</td> </tr> <tr> <td>흡수관 총길이</td> <td>689</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>흡수거 평균굴착깊이(H)</td> <td>1.0</td> <td>m</td> </tr> </table>		흡수관 개수	24.0	EA	흡수관 총길이	689	m	흡수거 평균굴착깊이(H)	1.0	m																									
흡수관 개수	24.0	EA																																		
흡수관 총길이	689	m																																		
흡수거 평균굴착깊이(H)	1.0	m																																		
<p>1. 흡수거</p> <p>(1) 터파기 토사</p> <p>(2) 유공블럭</p>	<table border="0" data-bbox="385 948 1012 1141"> <tr> <td>면적 A1</td> <td>=</td> <td>0.5</td> <td>×</td> <td>1.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>=</td> <td>0.5</td> <td>m²</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>연장 L</td> <td>=</td> <td>689</td> <td>m</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>터파기량</td> <td>=</td> <td>0.5</td> <td>×</td> <td>689</td> <td>= 344.5 m³</td> </tr> </table>  <table border="0" data-bbox="694 1271 916 1421"> <tr> <td>l =</td> <td>0.5</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>h =</td> <td>0.2</td> <td>m</td> </tr> <tr> <td>유공블럭 길이</td> <td>0.5</td> <td>m</td> </tr> </table>		면적 A1	=	0.5	×	1.0			=	0.5	m ²			연장 L	=	689	m			터파기량	=	0.5	×	689	= 344.5 m ³	l =	0.5	m	h =	0.2	m	유공블럭 길이	0.5	m	<p>344.5</p>
면적 A1	=	0.5	×	1.0																																
	=	0.5	m ²																																	
연장 L	=	689	m																																	
터파기량	=	0.5	×	689	= 344.5 m ³																															
l =	0.5	m																																		
h =	0.2	m																																		
유공블럭 길이	0.5	m																																		

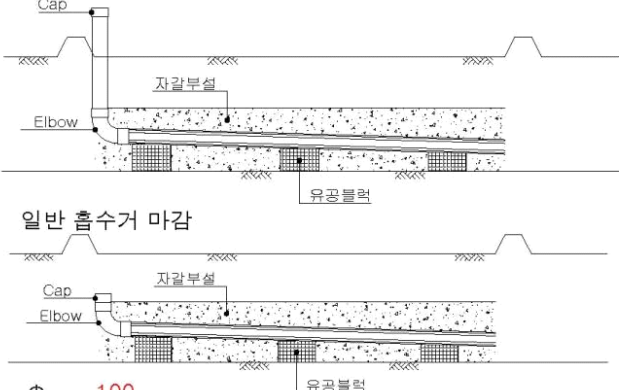
범용농지 배수암거 조사·설계 실무요령

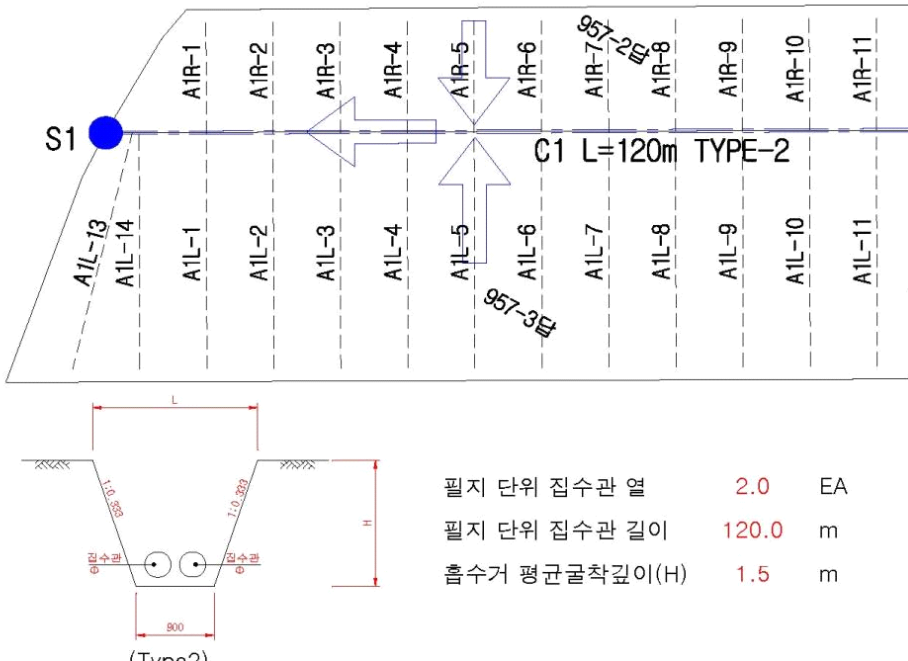
공정	산출근거	계
(3)자갈부설 (Φ20mm)	유공블럭 제작 (0.5×0.2×0.5) $689 \text{ m} \div 8.0 \text{ m당/1개} =$	86
	유공블럭 체적 (시멘트 섞인 자갈) $0.5 \times 0.2 \times 0.5 \times 86$ $= 4.3 \text{ m}^3$	4.3
	 $L = 0.5 \text{ m}$ $H = 0.5 \text{ m}$ 유공관 Φ 100	
	자갈 면적 $A = 0.5 \times 0.5 - 100.0^2 \times \pi / 4$ $= 0.242 \text{ m}^2$	
	자갈부설량 $= 0.242 \times 689 - 4.3$ $= 162.532 \text{ m}^3$	162.532
(4)되메우기 토사	되메우기 $= 344.5 - 172.25$ $= 172.25 \text{ m}^3$	172.25
(5)흡수관 PE유공관 (Φ100)	PE 유공관 (Φ100) $L = 689 \text{ m}$	689

첨부 4. 시험설계 도면 및 수량산출서

공정	산출근거	계
(6)부직포 t=3mm	A1 = 2.00 × 689.0 = 1378 m ² 부직포 설치 1.10 × 1378.00 = 1516 m ²	1516
(7)부직포 고정핀	(2m 당 좌우측 1개씩 설치) 29 / 2 × 2 = 29 EA 29 EA × 2 = 57 EA	57
(8)갈판 설치 및 제거	(철판 고재 PL= 1000 × 4000 × 10t 사용) 철판 개당 중량 0.04 × 7.85 = 0.314 ton 흡수거 1열 시공시 필요 철판 갯수 및 중량 철판갯수 = 29 / 4 m × 2 = 14 EA 철판중량 = 0.314 × 14.4 = 4.5 ton	14 5
	총 24 열 흡수거 시공시 필요 설치 철거를 위한 철판 갯수 및 중량 철판갯수 = 14 × 24.0 열 = 345 EA 철판중량 = 0.314 × 345 = 108 ton	345 108.173

범용농지 배수암거 조사·설계 실무요령

공정	산출근거	계
(9)유지보수 및 주입관 (PE 관)	<p>공기변 설치 4 개소 설치 (농지 최외측 모서리부 설치)</p>  <p>일반 흡수거 마감</p> <p>Φ 100</p> <p>엘보 = 개소당 1개 설치 = 24.0 EA</p> <p>캡 = 개소당 1개 설치 = 24.0 EA</p> <p>직관 = 개소당 1.5m 설치 = 4.0 EA</p> <p>= 1.5 × 4.0 = 6 m</p>	<p>24.0</p> <p>24.0</p> <p>4.0</p> <p>6</p>

공정	산출근거	계
	 <p style="text-align: right;"> 필지 단위 집수관 열 2.0 EA 필지 단위 집수관 길이 120.0 m 흡수거 평균굴착깊이(H) 1.5 m </p>	
2. 집수거	면적 A = $1/2 (0.9 + 1.9) \times 1.5$ = 2.1 m ²	
(1) 터파기	연장 L = 120.0 m =	
토사	터파기량 = 2.1 × 120 = 252 m ³	252
(2) 되메우기	집수관 직경 (φ 200) A = $\pi \times 0.2^2 / 4 \times 2.0$ = 0.063 m ²	
토사	되메우기 = 252 - 0.063 × 120 = 244 m ³	244

범용농지 배수암거 조사·설계 실무요령

공정	산출근거	계
(3)집수관		
① PE 직관 (흡수거 열	24 EA)	
직관	= 240 m	
레듀사 연결	= 1.0 m × 0 EA	
	= 0 m	
	= 240 m	240
② 레듀사(Φ100→Φ200)	= EA	0
③ T형연결구 (Φ200xΦ100)	= 24 EA	24
④ 수갑 (PE 볼밸브)	= 2 EA	2
⑤ 캡 (Φ200)	= 2 EA	2

4.2.3 H구역의 시험설계 공사비 산출결과

[표 4.2] H구역 공사비 산출결과

Page : 1/3

공종명	규격	수량	단위	재료비		노무비		경비		합계		비고
				단가	금액	단가	금액	단가	금액	단가	금액	
☐ 공사비	제점비포함				115,364,726	73,600,242		104,335,032		293,300,000		
A. 손 공사비		1	식		115,364,726	73,600,242		44,047,745		233,012,713	/%	
가. 공사비		1	식		115,364,726	65,950,038		18,697,970		200,012,734	/%	
1. 지하배수		1	식	115,364,726	115,364,726	65,950,038	65,950,038	18,697,970	18,697,970	200,012,734		
나. 간절 노무비	직노×11.0%	1	식			7,650,204				7,650,204		
다. 산재 보행료	(직노+간노)×3.8%	1	식					2,796,809	2,796,809			
라. 건강 보행료	직노×1.70%	1	식					1,121,150	1,121,150			
마. 연금 보행료	직노×2.49%	1	식					1,642,155	1,642,155			
바. 노안장기요양보행료	건노×6.55%	1	식					73,435	73,435			
사. 건설근로자퇴직공제 부담비	직노×2.30%	1	식					1,516,850	1,516,850			
아. 건설기계대여대금지 급보충서발급금액	공사비×0.41%	1	식					820,052	820,052			
자. 산업안전보건관리비	(재+직노)×2.93%	1	식					5,312,522	5,312,522			
차. 기타 경비	(재+직노+간노)×6.3%	1	식					11,904,792	11,904,792			
카. 건설 하도급 대금	공사비×0.081%	1	식					162,010	162,010			
B. 일 반 관 리 비	(재+노+경)×6.0%	1	식					13,980,762	13,980,762			
C. 이 료	(노+경비+일반)×15.0%	1	식					19,693,052	19,693,052			
D. 공 급 가 액	(A ~ C)	1	식	115,364,726	115,364,726	73,600,242		77,721,559		266,686,527		
E. 부 가 가 치 세		1	식					26,613,473		26,613,473		
F. 도 급 금 액		1	식	115,364,726	115,364,726	73,600,242		104,335,032		293,300,000		

참여자 명단

구 분	명 단
집 필 자	내 부 이준구, 김영화, 서동욱, 최원우, 김진환, 허지선
	외 부 김성필, 황용재
자문위원	대 내 박해정, 임동휘, 이창환, 우동호, 허 건, 강병윤
	대 외 배승종, 송재도

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부로부터 연구비를 지원받아 한국농어촌공사 농어촌연구원에서 수행한 연구보고서입니다.
2. 이 보고서의 내용은 연구원의 공식견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.

■ 발 행 처

연구과제명 : 범용농지조성 기반기술개발 - 범용농지 배수암거 조사·설계 실무요령 -	
발 행 일	2015. 12
발 행 인	이 용 직
발 행 처	한국농어촌공사 농어촌연구원
주 소	경기도 안산시 상록구 사동 해안로 870 전 화 031 - 400 - 1700 FAX 031 - 409 - 6055
■ 이 책의 내용을 무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다. 단, 이 책의 출처를 명시하면 인용이 가능합니다.	