

KDS 67 45 10 : 2018

농지배수 계획

2018년 04월 24일 제정

<http://www.kcsc.re.kr>



건설기준 코드 제·개정에 따른 경과 조치

이 코드는 발간 시점부터 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 코드 제 · 개정 연혁

- 이 기준은 KDS 67 45 10 : 2018 으로 2018년 04월에 제정하였다.
- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준 간 중복 · 상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준의 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요사항	제 · 개정 (년. 월)
농지개량사업 계획설계기준 배수편	• 농지개량사업 계획설계기준 배수편 제정	제정 (1970. 12)
농지개량사업 계획설계기준 배수편	• 농지개량사업 계획설계기준 배수편 개정	개정 (1983. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편 개정	개정 (2001. 12)
농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편	• 농업생산기반정비사업 계획설계기준 배수편 개정 • 전문용어를 통일하고, 오자 및 문맥상의 오류 등 수정하고, 관련 법령을 현행 법령체계와 일치 • 이상 기후로 인한 국지성 호우에 대응할 수 있도록 설계강수량 결정방법 강화 • 논밭 혼용지대에서의 배수대책 내용 추가 • 배수장의 양정결정시 계획외수위를 하천등급별 계획기준홍수위로 수정 • 유수지 설계기준 및 하천제방 횡단구조물 설치에 대한 기준 내용 추가 • 배수장 제진기, 비상전원 확보, 펌프형식, 대피시설, 제어시스템에 대한 기준 추가	개정 (2012. 12)
KDS 67 45 10 : 2018	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비 • 건설기술진흥법 제44조 및 제44조의 2에 의거하여 중앙건설심의위원회 심의 · 의결	제정 (2018. 04)

제 정 : 2018년 04월 24일
 심 의 : 중앙건설기술심의위원회
 소관부서 : 농림축산식품부 농업기반과
 관련단체(작성기관) : 한국농어촌공사(한국농공학회)

개 정 : 년 월 일
 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항	1
1.1 목적	1
1.2 적용 범위	1
1.3 참고기준	1
1.4 용어의 정의	1
1.5 기호의 정의	1
1.6 시설물의 구성	1
1.7 해석과 설계원칙	1
1.8 설계 고려사항	1
1.9 신규기술적용	1
1.10 구조설계도서	2
2. 조사 및 계획	2
2.1 조사 및 계획 일반	2
2.2 조사	2
2.3 계획	2
3. 재료	2
3.1 재료 일반	2
3.2 재료 특성	2
3.3 품질 및 성능시험	2
4. 설계	2
4.1 계획의 방침	2
4.2 농지배수 방식	4
4.3 홍수시 배수와 평상시 배수	5
4.4 자연배수와 기계배수	7
4.5 지표배수와 지하배수	26
4.6 논밭혼용 지구에서의 배수대책	29

농지배수 계획

1. 일반사항

1.1 목적

농지배수계획은 농지배수시설이 갖추어야할 기본적인 조건과 제원을 결정하는 일이다. 따라서 계획의 목적에 따라 홍수시 배수, 평상시 배수 또는 두 가지를 연계하는 계획을 세울 것인지를 결정한다. 침수 원인에 따라 침수분석 방향을 결정한 후 시행전 침수분석을 실행하여 배수불량 원인을 도출한다.

1.2 적용 범위

· 내용 없음

1.3 참고기준

· 내용 없음

1.4 용어의 정의

· 내용 없음

1.5 기호의 정의

· 내용 없음

1.6 시설물의 구성

· 내용 없음

1.7 해석과 설계원칙

· 내용 없음

1.8 설계 고려사항

· 내용 없음

1.9 신규기술적용

· 내용 없음



농지배수 계획

1.10 구조설계도서

· 내용 없음

2. 조사 및 계획

2.1 조사 및 계획 일반

· 내용 없음

2.2 조사

· 내용 없음

2.3 계획

· 내용 없음

3. 재료

3.1 재료 일반

· 내용 없음

3.2 재료 특성

· 내용 없음

3.3 품질 및 성능시험

· 내용 없음

4. 설계

4.1 계획의 방침

- (1) 농지배수계획은 농지배수시설이 갖추어야할 기본적인 조건과 재원을 결정하는 일이다. 따라서 계획의 목적에 따라 홍수시 배수, 평상시 배수 또는 두 가지를 연계하는 계획을 세울 것인지를 결정한다. 다음에는 침수 원인에 따라 침수분석 방향을 결정한 후 시행전 침수분석을 실행하여 배수불량 원인을 도출한다.

- (2) 시행전 침수분석결과 및 내·외수위 관계에 따라 자연배수, 기계배수, 양자를 혼합한 배수 등의 배수방식에 대한 시행후 침수분석을 실시하여 최종적으로 배수방식을 결정한다.

4.1.1 수해구역의 결정

- (1) 계획의 대상범위를 결정하는 일은 배수개선 기술적 방법, 즉 배수시설의 신설 및 개수 등의 구체적인 수단과 관련되어 있을 뿐 아니라, 그것에 따라 일어나는 결과가 배수계획의 경제적 사회적인 효과에 영향을 크게 미치므로 몇 개의 비교안을 준비하여 신중하게 검토해야 한다.
- (2) 일반적으로 배수가 불량한 구역은 그 대상구역 내에 내리는 경우뿐만 아니라, 그 구역의 외부로부터 유입하는 유입수의 영향을 받는 경우도 많다. 그러므로 외수유입을 방지하는 방어선을 어디에 설정하는가에 따라 수해구역의 경계선이 대략 결정된다.
- (3) 수해구역의 경계선은 보통 외부로부터 유입수가 이 선을 넘어서 유입하지 못하게 하는 위치를 선택한다. 만약 유입할 우려가 있을 경우에는 그 선에 제방이나 승수로 등을 설치하여 유입을 방지하는 조치를 취한다.
- (4) 대책을 강구하는 것이 곤란하거나 유입해 오는 외수의 발생구역이 지형상으로나 토지이용상 대상구역과 연속되는 하나의 단지를 구성하고 있는 경우에는 이 둘을 합하여 하나의 단지로써 수해구역을 정하는 것이 타당하다.
- (5) 또한, 지역의 배수개량에 따라 하류부 배수상황에 미치는 영향을 고려하여 판정하되 만약 배수상황이 악화되는 경우에는 대책을 강구해야 한다. 또, 이 같은 조치로 하류부에 배수개량에 따른 어떤 이익이 발생할 경우에는 이 부분도 수해구역으로 포함하는 것이 타당하다.
- (6) 이와 같이 지역전체의 배수효과가 높아지도록 구역을 설정하는 것이 계획구역의 범위를 결정하는 원칙이지만 배수에 관해서는 과거부터 관행이 성립되어 있는 것이 많아서 탁상에서의 생각대로 배수계획을 세울 수 없는 경우가 많다. 종래의 관행을 변경할 경우에는 대상지에서 조정을 충분히 하고 부과금(賦課金)이 있을 경우 그 부담방법, 사업완료 후 지구의 운영방법 등도 충분히 고려하여 수해지역을 결정하는 것이 중요하다.

4.1.2 수해구역 안에서의 배수계통의 결정

- (1) 수해구역은 내부의 배수계통에 따라 여러 개의 블록(block)으로 나뉜다.
- (2) 현재의 배수계통은 대부분의 경우, 그 지역의 자연적, 사회적인 조건에 따라 조직화되어 왔기 때문에 그 배수계통에 맞게 내부의 블록을 분할할 수 있다.
- (3) 그러나 조건에 따라서는 유역변경 또는 배수관행의 변경 등을 실시하여 배수계통을 변경하는 것이 더 좋은 효과를 가져오는 경우도 있으므로 내부의 블록 분할이나 배수계통 결정 시에는 충분한 검토가 필요하다.

4.1.3 배수구 위치결정

- (1) 수해구역의 배수가 잘 되고 안 되는 것은 배수구가 그 기능을 다하고 있는가에 달려있는 경우

농지배수 계획

가 많다. 배수구의 기능은 무엇보다도 그 위치의 조건에 좌우된다. 그러므로 배수구 위치는 주의 깊게 결정하여야 한다.

- (2) 배수구는 보통 지구내의 가장 낮은 장소나 그 부근을 선택하게 된다. 한편 외부에 대해서는 배수본천에 가급적 가깝고 배수본천의 수위가 낮은 곳이라야 한다. 이 경우에 배수본천의 계획 외수위가 배수구의 위치를 결정하기 위한 기준으로 사용된다.
- (3) 배수구의 위치가 부적당하여서 외수위가 높아 담수가 생기는 경우에는 배수구의 위치를 하류 쪽으로 옮겨서 외수위를 낮추는 방법을 검토해 본다. 이때는 수로의 신설에 필요한 공사비 및 용지배수문제를 병행하여 고려해야 한다.
- (4) 배수구 위치의 이전이 어려울 경우는 수문의 설치나 기계배수 채택 여부를 검토한다. 배수구의 수문은 반드시 하나가 좋다고 말할 수 없다.
- (5) 평상시와 홍수시의 내외수위차는 여러 가지 양상을 나타나므로 몇 개의 안을 세워서 검토해 보도록 한다.
- (6) 자연 배수구의 위치와 구조를 결정할 경우에 생각해 두어야 할 다른 한 가지 요건은 배수구나 그 방수로에 토사의 퇴적이 발생하여 통수(通水)를 저해하는 현상이다.
- (7) 기계배수의 경우는 배수구 근처에 유수지를 설치할 수 있으면 시설의 규모를 축소할 수도 있고 배수관리를 쉽게 하는데 도움도 된다. 그러므로 배수구의 위치를 결정할 때는 유수지의 설치 가능성을 검토하여 만약 유수지 설치가 가능하다면 이것과 관련하여 배수구의 위치와 규모를 정한다.
- (8) 또한, 배수구의 위치는 기초지반이 연약한 곳을 피하고 침투수에 대하여 안전한 곳을 택할 것이며, 외부 하천에서 풍파(風波)나 조석류(潮汐流) 등의 충격을 적게 받는 곳을 선정해야 한다. 특히 태풍에 주의해야 한다.

4.1.4 배수로의 배치

- (1) 배수로의 배치는 계획구역 내외의 지형, 배수의 목적 및 배수방법 등에 따라 다르게 되므로 이들 사항을 충분히 고려한 후 수혜구역의 실정에 맞게 결정한다.
- (2) 간선배수로의 노선은 집수(集水)를 좋게 하기 위하여 가급적 저위부(低位部)를 통과하도록 하면서 집수된 물을 짧은 거리로 배수구에 보내도록 배치하는 것이 유리하다. 그러나 지구내의 블록 분할, 배수계통, 배수구의 위치 등과 밀접한 관계를 가지고 있기 때문에 이것들과 연관시켜서 결정해야 한다.
- (3) 현재 배수계통의 배수노선은 보통 계획구역의 자연적, 사회적 조건에 따라 만들어진 것이므로 계획노선을 선정할 때는 먼저 현 노선의 이용을 고려하여 보는 것이 좋다.

4.2 농지배수 방식

- (1) 일반적으로 농지의 배수는 먼저 홍수시 발생한 지표의 과잉수를 지표배수 시키고, 다음에 지표의 잔류수와 토양 중에 있는 과잉수를 지하배수 시킨다.
- (2) 자연배수와 기계배수방식을 결정할 때는 지표배수와 지하배수를 서로 연관해서 계획해야 한다. 또한, 현황조사 결과 및 침수분석에 의하여 판명된 배수불량의 원인과 그 상황을 기초로

하여 먼저 자연배수의 가능성을 검토하고, 그것이 곤란한 경우에는 수해지역의 전부 또는 일부에 대하여 기계배수방식을 선정한다.

- (3) 홍수시 배수는 호우(豪雨)나 융설(融雪)에 의한 하천범람이나, 포장(圃場)의 담수를 배제하여 농작물의 담수피해를 적게 하고, 농지의 생산력을 안정시킴과 함께, 주민의 생활환경을 좋게 하여, 토지이용의 고도화를 도모한다. 이 때문에 홍수시 배수에서는 호우시(豪雨時)와 같은 비상시의 배수를 대상으로 계획을 세운다.
- (4) 농지배수는 도시배수와 달리 지표부근의 지하수를 제어해야하는 특징이 있다. 평상시 배수에서는 포장의 지하수위를 제어함으로써, 토양의 물리적, 화학적 성질을 개량하고, 농작물 뿌리의 생육환경을 좋게하고, 토지생산력을 증대시킴과 함께 농작업(農作業)의 노동환경을 좋게 하여 노동 생산성을 향상시킨다. 이 때문에 평상시 배수에서는 일상적으로 흔히 내리는 강우나 지하유출, 관개용수나 택지 등으로부터의 유출수 등을 대상으로 계획을 세운다.
- (5) 자연배수는 기계배수에 비하여 시설 설치비와 유지관리비가 적어도 되므로 자연배수를 우선적으로 계획한다. 배수방식을 결정할 때는 지구내·외의 여러 가지 조건들을 고려하여 지역적으로나 시간적으로 최대한 자연배수를 할 수 있도록 잘 검토해야 한다. 이것은 평상시 배수나 홍수시 배수나 동일하다.
- (6) 자연배수의 가능성을 검토한 결과 자연배수가 불가능하거나 또는 현저하게 불리한 부분이 있을 경우에는 이것을 분할하여 그 부분에 대하여 기계배수를 실시한다. 또 어떤 기간에 걸쳐 자연배수가 불가능할 경우에는 자연배수와 기계배수를 병용(併用)할 수 있도록 계획하는 것이 좋다.
- (7) 대상지역내의 과잉수의 집적은 그 지역의 강우특성과 지역특성에 관계되므로 단순하지 않다. 일반적으로 지표수는 유출과 정체에 따른 시간이 지하 정체수에 비하여 빠르고, 지표잔류수는 작물에 주는 피해가 지하 정체수에 비하여 크다. 그러므로 배수계획에서 배수량과 배수위가 중요한 요소가 된다.
- (8) 과잉수의 배제는 지표배수와 지하배수로 분류되는데, 지표수와 지하 정체수는 서로 관련이 있으므로 엄밀하게 양자를 구별한다는 것은 어렵다.

4.3 홍수시 배수와 평상시 배수

4.3.1 홍수시 배수와 평상시 배수의 개념

- (1) 홍수시는 평상시에 비하여 유량이 크고 배수의 비율이나 양상이 전혀 다르므로 농지배수에서는 기본방침 뿐만이 아니고, 계획의 기준도 평상시와 홍수시에는 서로 다르게 해야 한다.
- (2) 우리나라의 배수사업은 이제까지는 배수가 나쁜 저지대(低地帶)의 논지대가 대상이었기 때문에 홍수시의 배수를 주 대상으로 하였다.
- (3) 요즈음에 들어서는 밭 전환 등 농지의 범용화(汎用化)가 증가하였으므로, 앞으로의 농지배수는 토지의 고도이용, 생산성의 향상, 물의 합리적 이용 등을 도모하기 위하여 홍수시 배수와 평상시배수를 함께 검토할 필요가 있다.
- (4) 일반적으로 홍수시와 평상시의 배수계획은 각각 다른 계획기준치에 의하지만, 배수계통이 같기 때문에 양자의 계획은 배수시설물을 공용(共用)으로 하는 일이 많으므로, 양자가 잘 만족

할 수 있는 계획을 수립해야 한다.

4.3.2 홍수시 배수

- (1) 홍수시 배수는 계획기준 강우에 의해 내부유역에서 발생하는 유출수를 계획기준 외수위 조건 하에서 가능한 한 수해구역 내에 담수하지 않고 빨리 배수할 수 있도록 계획한다. 다만, 수해구역 내에 재배되는 작물이 담수를 허용하는 작물인 경우에는 피해정도를 감안하여 어느 정도는 담수하게 할 수 있다.
- (2) 과거에는 수해지역 내에 재배되고 있는 작물이 논벼 등과 같이 담수를 어느 정도 허용함으로써 허용담수위(許容湛水位)까지 지구 내 담수를 하여 배수시설규모를 작게 계획하려고 하였지만, 앞으로는 논외 범용경지화(汎用耕地化)가 필요함으로 침수시간이 최소화되도록 하는 배수계획이 필요한 경우가 생기게 된다.
- (3) 홍수시 수해구역 내에 담수가 일어나는 원인으로서는 과잉수(過剩水)와 배수불량을 생각할 수 있다. 과잉수는 호우에 의한 것과 지표수로서 유입하는 외수 등이 있다. 외수로서는 인접 고지대(高地帶), 택지로부터의 유출수, 관개용수, 배수본천으로부터의 역류수(逆流水), 배수본천 제방으로부터의 침투, 누수(漏水) 등이 있다. 또 현재 상황에서 과잉수를 배제하지 못하는 이유로서는 내·외수위차의 부족, 배수구의 협소, 배수펌프의 배수능력부족, 배수관행에 의한 배수량 억제에 따른 배수구의 배수능력 및 통수능력 부족, 취입보(取入洩) 및 제수문에 의한 인위적 통수 장애(障害) 등이 있다.
- (4) 배수계획에서는 외수의 유입방지와 내수의 배수촉진 및 구역내의 유수 억제에 의하여 과잉수가 국소적(局所的)으로 집중하지 않도록 한다.
- (5) 따라서, 배수계획을 세울 때는 위와 같은 배수불량 원인에 유의하여 지구 사정에 합치되는 계획이 되도록 하여야 하며, 다음과 같은 방법으로 홍수배제계획을 수립한다.
- (6) 먼저 계획 대상 내부유역에서 수해구역으로 유입하는 유량은 설계기준강우량을 사용하여 홍수유출량계산 방법에 의해 계산한다. 수해지역 내부에서 물의 저류현상(貯溜現象)을 고려하지 않을 경우, 예를 들면 승수로를 설계할 때는 첨두유량(尖頭流量)을 구하고, 이것을 사용하여 배수(背水)해석 또는 수로단면설계를 한다.
- (7) 수해구역 내부에서 물의 저류현상을 고려해야 하는 경우, 예를 들면 배수구나 배수펌프계획을 할 때는 유입수문곡선(流入水文曲線)을 구해야 한다. 이 경우에 유입수문곡선과 배수구의 배출량에 따르는 유출입과 저류(貯溜)를 고려하여 담수해석을 하든지 내수위의 변동 추이(趨勢)를 계산한다. 그리고 이렇게 계산된 내수위가 계획내수위를 초과하는지 어떤지를 검사하여 배수계획의 결과를 판정한다.
- (8) 담수해석에서 설계강우량, 계획기준 외수위 및 계획기준 내수위는 모두 배수시설의 규모를 결정하는 데 영향을 크게 끼치는 중요한 인자들이다.
- (9) 홍수시 배수에서는 특히 계획기준 내수위를 결정하는 방법이 배수사업의 소요경비와 담수피해액(즉, 배수개량으로 얻는 편익(便益))을 결정하는 중요한 인자가 된다. 계획기준 내수위를 어떻게 결정하는가는 지구내의 토지이용상황에 따라 달라지므로 홍수시 배수계획의 규모도 토지이용상황에 따라 달라지게 된다. 이와 같이 토지이용과 배수는 서로 밀접한 관계가 있으

므로 토지이용계획(논의 밭 이용을 포함한다)과 배수계획(하위의 배수계획과의 적합성을 포함한다)을 서로 연관시켜 계획하여야 한다.

4.3.3 평상시 배수

- (1) 평상시 배수는 지하수 유출, 농지로부터의 배수, 주택지로부터의 배수 등을 포함한 배수량을 계획기준 외수위 내에서 정상적으로 수해구역 밖으로 배제할 때 배수로 수위가 계획기준 내 수위를 유지하도록 계획해야 한다.
- (2) 평상시에는 수해구역 안에 있는 배수로의 수위를 필요에 따라 여러 가지 수위로 조절한다. 그러므로 조절 수위를 어디까지 내릴 것인가를 주안점으로 하여 배수계획을 작성해야 한다.
- (3) 평상시에는 배수로의 수위나 유량이 계절에 따라 변동하는데, 평상시 배수계획을 수립할 때에는 지구내의 지하수위를 가장 낮게 유지하고 싶은 시기(예를 들면 논에서는 비관개기)의 평균적인 상황을 고려하여 계획기준치를 선정한다.
- (4) 평상시 배수량은 원칙적으로 실측에 의해 구하고, 논 지대에서는 관개기와 비관개기로 나누어 검토한다. 비관개기의 평상시 배수량은 주로 지하배수에 적합한 배수로 바닥높이를 설계하기 위하여 사용하며, 관개기의 평상시 배수량은 주로 펌프의 대수(臺數)를 산정 하는데 이용한다.
- (5) 일반적으로 평상시 배수량은 일평균 배수량을 실측하여 그 도수분포도를 작성하고, 일정기간 내에 가장 많은 빈도(頻度)로 출현하는 배수량을 찾아서 이를 평상시 배수량으로 한다. 그러나 계획초기나 자료가 적은 경우에는 관개기 $0.2 \sim 0.5 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$, 비관개기 $0.05 \sim 0.1 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ 의 범위에서 적당하다고 생각되는 값을 선정하여도 좋다.
- (6) 평상시 배수계획에서는 수해구역 내의 전지역에 걸쳐서 배수로의 수위를 요구되는 높이로 유지할 것을 목표로 정하여 배수로 내의 정상류에 대해서 수리계산을 하고, 배수로의 단면과 수로의 바닥높이를 결정한다.
- (7) 평상시 배수의 계획내수위는 지구내의 암거배수와 밀접한 관계를 가지고 있으므로 평상시 배수계획을 수립할 때는 지구내의 지하배수계획과 연계가 잘 되게 하는 것이 중요하다.

4.4 자연배수와 기계배수

4.4.1 내수위와 외수위의 관계

농지배수계획을 수립할 때 내수위와 외수위의 조건에 따라 자연배수와 기계배수방식이 결정된다고 할 수 있으므로 이에 대하여 신중히 검토하여야 한다.

평상시의 배수에서 발생하는 내수위는 외수위에다 지구 내로부터 물이 배수될 때, 수로나 수문 등에 의하여 생기는 흐름의 손실수두(損失水頭)를 합한 것이다. 그러나 홍수시 배수의 내수위는 앞의 내수위에 지구내의 저류에 의해 일어나는 담수심을 가산한 것이 된다. 이 담수심은 시간에 따라 변화하므로 내수위가 어디까지 상승하는 가를 알기 위해서는 담수가 시작되기 전부터 내외수위가 어떻게 변해 가는가를 추적해야 한다.

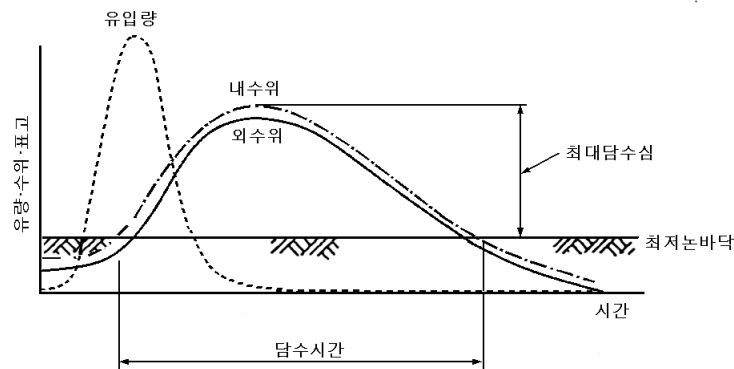
내외수위 관계는 배수의 조건에 따라 여러 가지 형상으로 나누어진다.

농지배수 계획

지구내의 최저답고를 기준으로 하여 최고 외수위를 H_o , 최고 내수위를 H , 허용 담수심을 H_a , 담수시간을 T , 허용담수시간을 T_a 로 하면

$H_o \leq H, H \leq H_a, T \leq T_a$ 인 경우

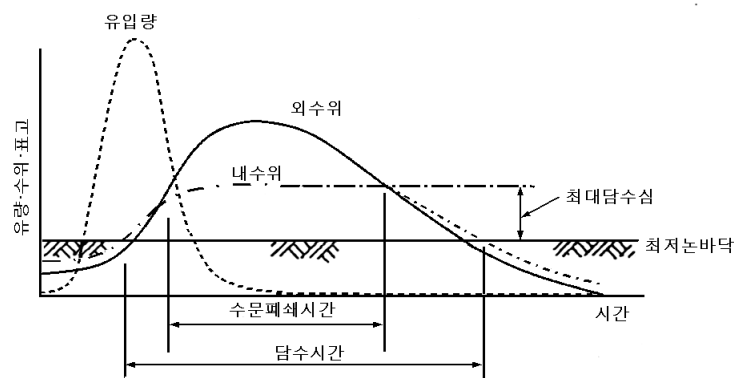
- (1) 이 경우는 최고내수위가 최고외수위 보다는 높고, 허용담수심 보다 낮으며, 담수시간이 허용 담수시간보다 짧을 경우이다.
- (2) 이 경우에는 배수문이나 배수펌프가 불필요한 자연배수가 가능하다.



<그림 4.4-1> 자연 배수시의 내외수위 관계

$H_o \geq H, H \leq H_a, T \leq T_a$ 인 경우

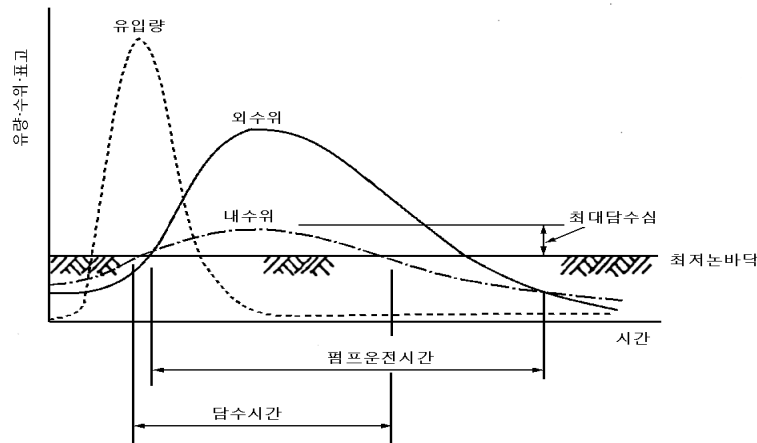
- (3) 외수위가 내수위보다 높아 제방을 설치하여 외수위의 유입을 막고 배수구에 역수문(逆水門)을 설치하여 외수의 역류를 방지하면서 자연배수를 한다.
- (4) 이 경우 외수위가 내수위보다 높은 기간 동안은 수문이 닫혀 있으므로 내수위를 저하시킬 수가 없다. 만약 최대담수심이 허용담수심(범용경지화의 경우 최저 경지면 표고)을 초과할 경우에는 자연배수가 불가능하다고 판정되므로 기계배수를 고려한다.



<그림 4.4-2> 배수문 배수시의 내외수위 관계

$H_o \geq H, H > H_a, T > T_a$ 인 경우

- (5) 기계배수를 채택하면 수문이 닫혀 있는 동안에도 배수펌프로 지구내의 물을 배출시키므로 내수위를 내릴 수가 있다.



〈그림 4.4-3〉 기계배수시의 내외수위 관계

- (6) 이와같이 내·외수위 관계는 지구에 유입하는 유입량과 외수위, 그리고 그 외의 지구로부터 유출되는 배수량에 따라 영향을 받는다. 결국 배수계획은 이 배출을 어떻게 할 것인가를 결정하는 것이 주된 일이라 할 수 있다.
- (7) 그리고 내수위의 변동은 담수를 일으키는 지구내의 지형에 따라 좌우되므로, 내외수위관계를 추적하자면 앞에서 언급한 인자 외에 지구내의 담수위와 담수면적관계를 파악해 두어야 한다.

4.4.2 자연배수

- (1) 자연배수는 배수문 신설 및 확장, 문비설치 및 개량(전동화), 승수로 설치, 매립복토 등에 의해 과잉수를 배제하는 방식이다. 자연배수방식을 선택할 경우는 안전성에 대하여 신중히 검토해야 한다. 따라서 자연배수에서 계획외수위의 결정은 확실한 자료에 기본을 두고 해야 한다.
- (2) 일반적으로 자연배수는 경제성은 우수하지만 배수를 자연기울기에 의존하여 실행해야하기 때문에 안전하게 대처할 수 있는 배수조건의 폭이 비교적 좁다. 따라서 계획을 작성할 때 미리 예상하여 결정한 배수조건이 크게 바뀔 염려가 있을 경우, 예를 들면 배수구가 퇴사(堆砂)로 막히기 쉬운 경우에는, 이것에 대응할 수 있는 확실한 대책을 강구해 두어야한다. 만약 안일하게 자연배수를 채택하면 오히려 결과가 불리하게 되는 수가 있다. 자연배수의 효과에 대해 불안감이 남아있을 때는 그 안전성에 관하여 신중하게 검토해야한다.
- (3) 자연배수의 안정성을 좌우하는 가장 중요한 요소는 외수조건(外水條件)과 배수구이다. 자연배수의 배수량은 개수로 흐름의 경우 내·외수위 차의 평방근에 비례하며, 자연배수 시에는 내외수위차가 작아도 배수량에는 큰 변화를 주는 일이 많다. 그리고 외수위의 상승은 거의 그대로 내수위의 상승으로 연결된다. 따라서 자연배수에서 계획외수위는 확실한 자료에 기초를 두어 결정하는 것이 중요하다.
- (4) 배수구의 크기와 구조도 배수량에 직접 영향을 미치므로 중요하다. 특히 담수해석에 의하여

농지배수 계획

내수위를 설정하는 경우에는 배수구의 수리특성, 예를 들면 수문의 유량계수(流量係數)와 개폐도 등이 최고 내수위를 좌우하는 중요한 인자가 된다.

(5) 자연배수에서 담수해석에는 다음 4종류의 자료가 필요하다.

- ① 유입량(Q) 수문곡선 (이것은 보통 내부유역의 강우량에 대하여 수문학적 유출해석을 하여 얻는다.)
- ② 담수위(h)와 담수면적(A)의 관계 즉 $A = f(h)$ (담수면을 수평으로 간주하고, 수해지역의 등고선 분포를 분석하여 얻는다.)
- ③ 외수위(h_1) 수문곡선 (이것은 배수본천의 수문조사로 얻을 수 있다.)
- ④ 배출구에서의 내외 수위차($h - h_1$)와 배수량(q)과의 관계 (이것은 배수구의 수리특성 $a_t = f_1(h - h_1)$ 에 의해서 얻는다.)

(6) 이상의 Q, h, h_1 은 모두 시간 t 의 함수이므로 다음 연속방정식이 성립한다.

$$\frac{dh}{dt} = \frac{Q_{(t)} - q_{(t)}}{f(h)}$$

- (7) $t=0$ 일 때 Q, h, h_1 의 값을 주어서 이 방정식을 풀면 담수위(h)를 구할 수 있다. 방정식의 해법에는 도식해법 또는 수치해법(Runge-Kutta법, Runge-Kutta-Gill법, Milne법 등) 등이 있다.
- (8) 자연배수 계획은 결국 배수구의 규모와 구조를 결정하는 것이 주 목표가 될 경우가 많다. 따라서 설계강우량과 계획기준 외수위 하에서 여러 가지 크기의 배수구를 가정하여 앞에서 언급한 담수해석을 하여, 그 결과로 얻은 최대 담수위가 허용 내수위를 초과하지 않도록 배수구의 규모를 결정한다.
- (9) 자연배수방식은 사업비 및 유지관리사업비가 저렴한 반면 이상 강우에 의한 홍수량 증가시 피해발생 우려가 높기 때문에 무리하게 자연배수계획으로 유도해서는 안된다.
- (10) 자연배수로 계획수립하는데 필요한 기본 인자는 ①내용적 ②홍수량 ③외수위 ④배수구 지점의 제원 등이며 배수갑문 능력검토를 위한 전산프로그램(예를 들어 농어촌공사의 'GATE')를 이용하여 문비가 있는 경우 및 없는 경우 등의 해석이 가능하다. 특히 분석에 적용할 외수위는 자연배수방식의 채택으로 인하여 예상되는 문제점 등을 고려했을 때 배수에 최대의 악조건이 되는 시기의 외수위를 선정하여 초기 외수위로 해야 한다.

4.4.3 기계배수

- (1) 기계배수는 자연배수에 비해 설치비와 유지관리비용이 과다하고 유역이 큰 경우에는 초기투자비가 너무 커진다. 그러므로 자연배수가 불가능할 경우의 대안으로 이 방식을 선택하며, 이러한 경우 경제성과 유효성을 비교하여 결정해야 한다.
- (2) 기계배수는 동력을 이용하여 과잉수를 배제하는 것이므로 이론적으로는 이것으로 광범위한 배수개선을 수행할 수 있을 것이다. 그러나 실제로는 비용과 편익의 균형 문제 때문에 사용할 수 있는 배수펌프용량은 제한되고, 배수효과도 그것에 따라 한정된다. 기계배수는 자연배수에 비하여 많은 시설비와 유지관리비를 필요로 하므로 그 비용과 그것으로 얻어지는 편익과의 균형에 대하여 깊은 주의를 기울여야 한다. 이 균형은 일반적으로 배수펌프의 용량을 어떻

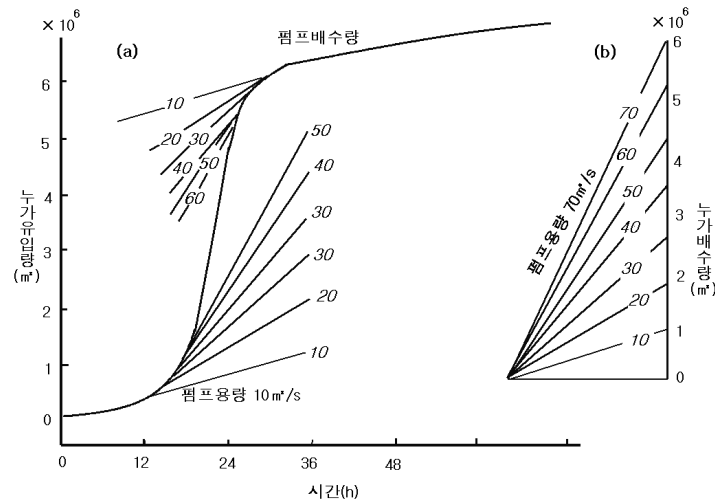
게 정하는 가에 따라 좌우된다. 따라서 기계배수를 계획할 때 배수펌프용량의 결정은 기계배수의 채택에 대한 가부와 함께 가장 중요한 작업이다.

- (3) 기계배수를 적용코자 할 때는 우선 이것이 없을 경우에 생기는 담수피해를 추정하고, 기계배수로 그 피해를 제거할 수 있다는 것을 증명하고, 이 밖에는 더 효과적인 방법이 없다는 것을 명시해야 한다.
- (4) 그리고, 피해를 제거하는데 필요한 배수펌프 용량을 명시한다. 이와 같이 하여 기계배수의 유효성과 규모를 나타낸 다음에 배수계획을 작성하는 세부작업을 진행한다.
- (5) 기계배수는 그 시설의 성질상 배수능력의 상한(上限)이 뚜렷이 나와 있고 여유가 없다. 그러므로 계획기준을 초과하는 큰 강우가 있을 경우에 그 시설이 어떻게 자신의 역할을 달성할 것인가에 관하여서도 생각해 두어야 한다. 또 예기치 않은 사고로 동력원이 절단되는 경우의 취급에 대해서도 계획단계에서 고려해 두어야 한다.
- (6) 기계배수는 자연배수와 달라서 동력으로 내수를 배제하기 때문에 수혜구역의 과잉수가 배수펌프장으로 집수되는 유량과 배수펌프에 의해 지구 밖으로 배제되는 배출량 사이에 정확한 균형이 이루어지기 힘들고, 구역내의 상류부와 중류부에 상당한 담수가 남아있는 데도 불구하고 배수펌프 흡수조(吸水槽)의 수위가 저하하여 배수펌프의 운전을 계속할 수 없게 되는 일이 있다. 이와 같은 현상을 일으키지 않고 배수펌프의 배수능력을 최대한으로 발휘케 하려면 구역내의 물이 지체 없이 흡수조에 모일 수 있도록 충분한 통수능력을 가진 배수로로 배치해야 한다. 간선배수로에 어떤 통수능(설계수위와 설계유량)을 부여할 것인가는 배수펌프용량의 결정과 더불어 기계배수 계획에서 중요한 사항이다.
- (7) 그밖에 배수펌프의 운전조작을 원활하게 하기 위하여 흡수조와 가까운 곳에 유수지를 설치하여 될 수 있는 대로 충분한 저류수면(貯溜水面)을 확보해 두어야 한다. 특히 이단(二段)배수를 계획하는 경우는 상류와 하류의 배수펌프를 연결하는 수로의 손실수두를 고려함과 동시에 그 사이의 저수용량을 충분히 확보해 두어야 한다.
- (8) 배수펌프 용량을 결정하려면 자연배수에서와 같이 담수해석을 해야 한다. 다만 이 경우에는 자연배수 시에 이용했던 내·외수위차($h-h_1$)와 배수량(q)의 관계 대신 배수펌프의 전양정(全揚程)과 배출량(排出量)의 관계를 나타내는 배수펌프 특성곡선(特性曲線)을 이용하게 된다. 그런데 계획 당초에는 배수펌프의 특성곡선을 예측하기가 곤란하기 때문에, 처음에는 배수펌프의 특성을 무시하고 내외수위차의 변화를 고려하지 않은 채 계획을 진행해도 좋다. 즉, 실제 내외수위차의 변화에도 불구하고 배수펌프는 일정량의 표준 배출량을 계속 배출하는 것으로 가정하여 담수해석을 하는 것이다. 이 경우에는 외수위(h_1)는 관계가 없고, 배수량(q)이 일정하기 때문에 연속방정식의 해법은 간단하게 된다. 또 배수펌프의 용량을 구하려면 직접 방정식을 풀어서 담수위(h)의 변동을 구할 필요 없이 다음과 같은 약산에 따르는 것이 더 좋다.
- (9) 유입량의 누가곡선(a)의 상부와 하부에서 배수펌프의 배출량에 대응하는 누가배출량곡선(累加排出量曲線)(b)에 평행한 접선을 그으면 각각의 배출량에 대응하는 두 접선간의 연직거리가 최대담수량을 나타낸다. 이와 같이 하여 배출량과 최대담수량의 관계를 구한 후 이들을 <그림 4.4-4(b)>의 점선과 같이 나타낸다. 한편 수혜구역의 지형에서 담수량과 담수위($V \sim H$

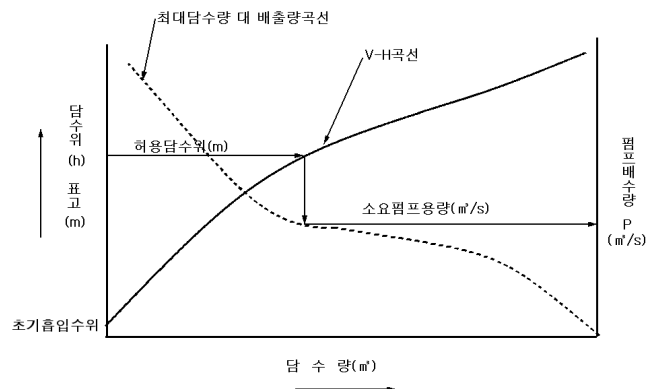
농지배수 계획

곡선)관계를 구할 수 있다.

- (10) 여기서 주의하여야 할 것은 담수위~담수량곡선의 기준표고이다. 양자의 관계는 이 기준표고에 따라 변화한다. 기계배수계획의 경우는 배수펌프의 초기 흡수위를 기준표고로 해야 한다.



〈그림 4.4-4(a)〉 유입량, 배출량, 담수량의 관계



〈그림 4.4-4(b)〉 유입량, 배출량, 담수량의 관계

- (11) 두 개의 곡선이 그려진 후 왼쪽의 허용담수위에서 출발한 화살표를 따라가면 오른쪽에서 허용담수위에 상응하는 배수펌프용량을 개략적으로 구할 수 있다.
- (12) 앞에서 언급한 바와 같이 배수펌프의 초기흡수위는 배수펌프의 용량에 영향을 줄 뿐 아니라, 평상시배수에서 배수위를 좌우하는 중요한 항목이다. 따라서 기계배수계획을 세울 때는 여러 가지 흡수위에 대하여 비교·검토해야 한다.
- (13) 기계배수에서 또 하나 중요한 사항은 과잉수의 배제에 소요되는 시간이다. 이것은 배수펌프의 운전조작과 배출량의 변동에 따라 좌우되므로 배제시간을 구할 때는 배수펌프의 대수비율(臺數比率)과 배수펌프의 특성을 고려한 담수해석이 필요하다. 다만 계획의 당초부터 정밀한

- 담수해석을 실시할 필요는 없고, 초기에 누가유입량을 배수펌프용량으로 나눈 값을 가지고 대략의 배제시간을 추정하여 계획을 진행하고, 어느 정도 계획이 고정된 단계에서 컴퓨터 등을 이용하여 담수해석을 하고, 담수위의 변동을 명백히 하여 배제시간을 추정하는 것이 좋다.
- (14) 컴퓨터를 이용하는 담수현상의 시뮬레이션은 배수펌프의 운전조작계획을 수립하는데도 도움이 된다. 이 목적을 위해서는 단지 설계강우량과 외수위 뿐만이 아니고 그 밖의 광범위한 환경조건에 대해서도 어떻게 대응하는가를 검토하고 운전방법을 결정한다.
- (15) 기상정보에 의해 큰 비가 올 것이 예상되는 경우에는 사전에 배수펌프의 운전을 시작하여 미리 내수위를 내려놓는 예비운전을 하는 경우가 있다. 배수계획의 초기단계에서 예비운전을 고려하는 것이 반드시 필요하지는 않지만 그 가능성을 검토해 보는 것도 좋다. 예비운전의 효과를 높이는 데는 배수펌프의 흡수조 부근에 높은 저류수면이 있어야 한다.
- (16) 기계배수를 결정하는데 있어 배수갑문 능력검토를 위한 전산프로그램을 이용할 수 있다. 이 프로그램을 이용하는데 필요한 기본자료는 ① 내용적(표고별 내용적), ② 시간별 홍수량(FAS, HEC-1), ③ 외수위(하천등급별 계획홍수위 및 조위), ④ 기설배수구의 시설제원 및 sill 표고 등이다.)

4.4.4 자연배수와 기계배수의 조합

한 수해구역 내에서 자연배수와 기계배수를 구역별 또는 시간별로 조합해서 계획을 수립할 경우는 각각의 구역과 시간에 대하여 자연배수와 기계배수를 별도로 검토하고 이들을 정리하여 조합해 보아서 가장 유효하며 경제적인 조합을 채택한다.

- (1) 지구 내를 고위부와 저위부로 분할하여 고위부는 자연배수로 하고 저위부는 기계배수로 하는 경우
- ① 이때는 분할된 구역에 각기 자연배수와 기계배수의 계획방법을 적용하여 어느 정도 그 내용을 고정시킨 후에, 필요하다면 양자를 연결하는 시설과 그 사용방법을 검토한다.
 - ② 이 경우 수해지역 전체로서 가장 유리한 계획을 고려해야 하지만, 이와 동시에 자연배수 구역과 기계배수 구역의 배수효과가 크게 불균형하게 되지 않도록 하는 일도 명심해야 한다. 이 점은 시설계획보다 오히려 관리방법에 기대하는 바가 크다.
- (2) 평상시는 자연배수를 하고, 홍수시에 외수위가 상승하는 기간만 기계배수를 하는 경우
- ① 이때는 시설계획으로 기계배수방법을 적용한다.
 - ② 배수펌프와 더불어 자연배수를 위해 설치되는 수문은 보조적인 역할을 하는 것이므로, 수문의 구조와 규모는 기계배수계획의 내용에 따라 결정된다.
 - ③ 또한, 배수펌프의 용량뿐만 아니라, 배수펌프의 조작방법에 따라서 수문의 역할도 달라지게 되므로, 이 계획에서는 배수펌프와 수문의 조작계획도 중요한 의미를 가진다.

4.4.5 배수방식별 특성비교

자연배수, 기계배수, 자연배수 및 기계배수의 조합 방식 등 각 배수방식별 특성을 비교하면 표 4.4-1과 같다.

농지배수 계획

〈표 4.4-1〉 배수방식별 특성 비교

구 분	자연배수	기계배수	자연배수+기계배수
□ 대상지구	○중소하천 주변 또는 하천 상류에 위치한 지구 ○서해 중부, 남해동부 연안에 위치한 지구	○대하천 주변 또는 하천하류부에 위치한 지구 ○서해중부, 남해서부 연안에 위치한 지구	○기계배수 대상지역 중산지유역이 큰 지구 ○산지유역의 홍수량을 직접 하천 또는 해안으로 제 가능한 지구
□ 검토방향	○배수로 단면이 협소하여침수 피해 발생 ○배수로확장개수 또는 산지유역 홍수량을 직접배제하기 위한 승수로 설치	○배수장에 의한 강제배수 ○외수의 역류방지를 위한 배수문 설치 ○지구내 홍수량을 배수장으로 유도하기 위해 배수로 확장개수	○저위부는배수장에 의한 강제배수 ○저위부에 외수의 역류방지를 위한 배수문 설치 ○지구내 홍수량을 배수장으로 유도하기 위한 배수로 설치 ○산지유역 및 고위부 홍수량은 승수로를 설치 직접 하천 또는 해안으로 배제
□ 주 요 배수시설	○배수로 ○배수문 ○승수로	○배수장 ○배수문 ○배수로	○배수장 ○배수로 ○배수문 ○승수로
□ 장 · 단점			
장 점	○사업비 및 유지관리비 저렴 ○경제성이 가장 양호	○배수관리에 안정성이 높음 ○소량 강우시 완전배수	○배수관리에 안정성이 높음 ○유지관리비 저렴
단 점	○계획적 배수관리 곤란 ○이상 홍수 발생시 외수의 범람으로 피해 발생	○사업비가 자연배수에 비해 과다 ○유지관리비 과다	○승수로가 길어질 경우사업비 과다 ○수해지역과 승수로의 위치가 상이하여 용지배수 곤란

4.4.6 침수분석 방법

배수계획 수립은 구역내 내수위의 변동상황, 배수불량원인 규명, 배수시설규모 결정 등을 실시하는 일련의 과정이다. 침수분석은 이 같은 결정과정을 총칭하는 것이다

(1) 침수분석의 목적과 순서

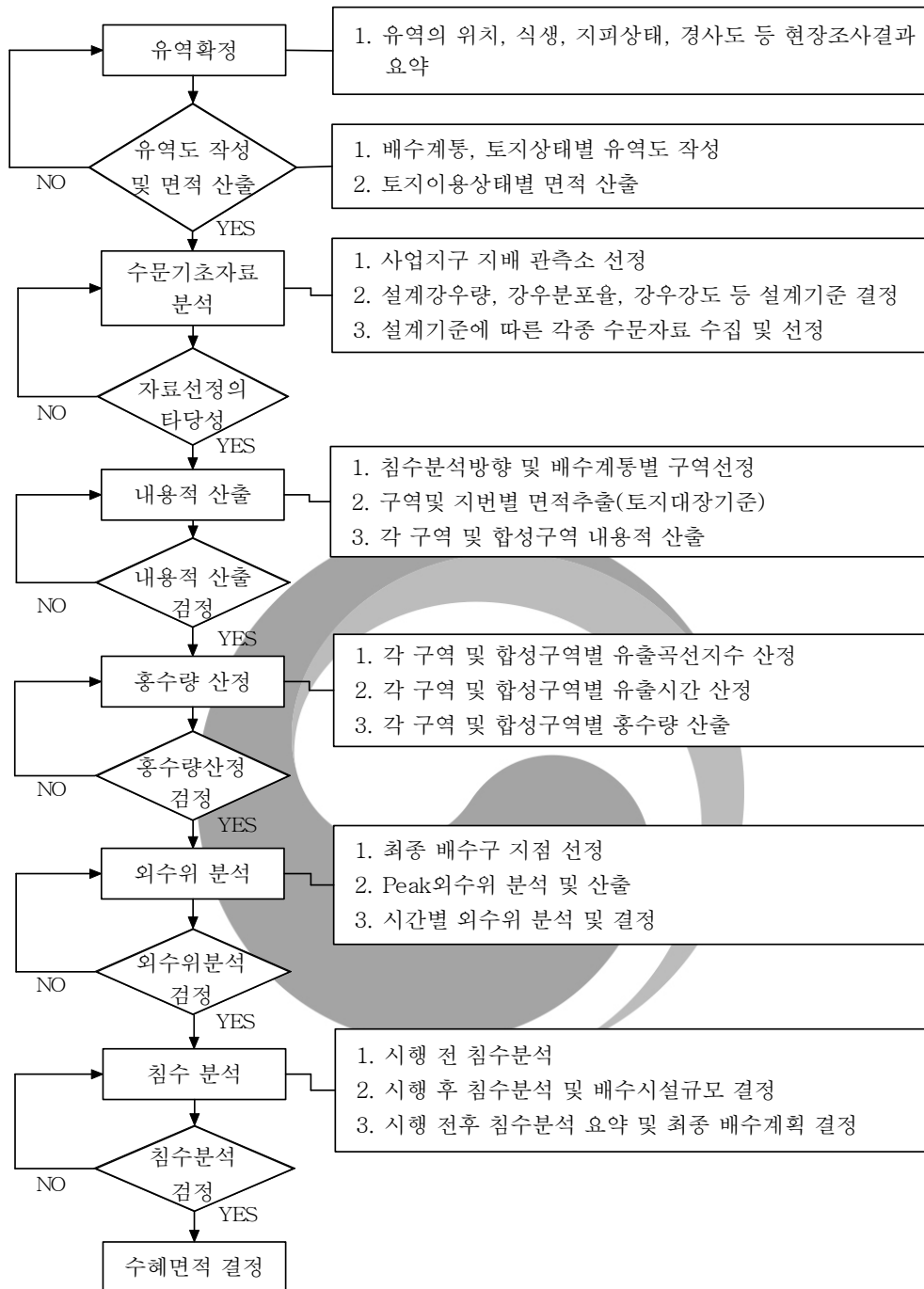
① 침수분석의 목적

배수구역에 관한 각종 자료 및 계획기준치를 기초로하여 구역내 내수위의 변동상황을 분석함으로서 배수불량의 원인을 밝히고, 이를 토대로 배수시설규모를 결정하여 최종 배수계획을 수립하는데 도움을 주기 위한 것이다.

② 시행 전 침수분석과 시행 후 침수분석

시행 전 침수분석은 배수개선대책을 시행하기 이전의 침수 원인을 밝히고 침수분석의 방향을 결정하기 위한 것이며, 시행 후 침수분석은 몇 가지 침수방지 계획안을 적용하였을 때 어느 계획안이 가장 적정한지를 규명하여 최종 배수개선계획을 결정하는데 도움을 주기 위한 것이다.

③ 침수분석 순서

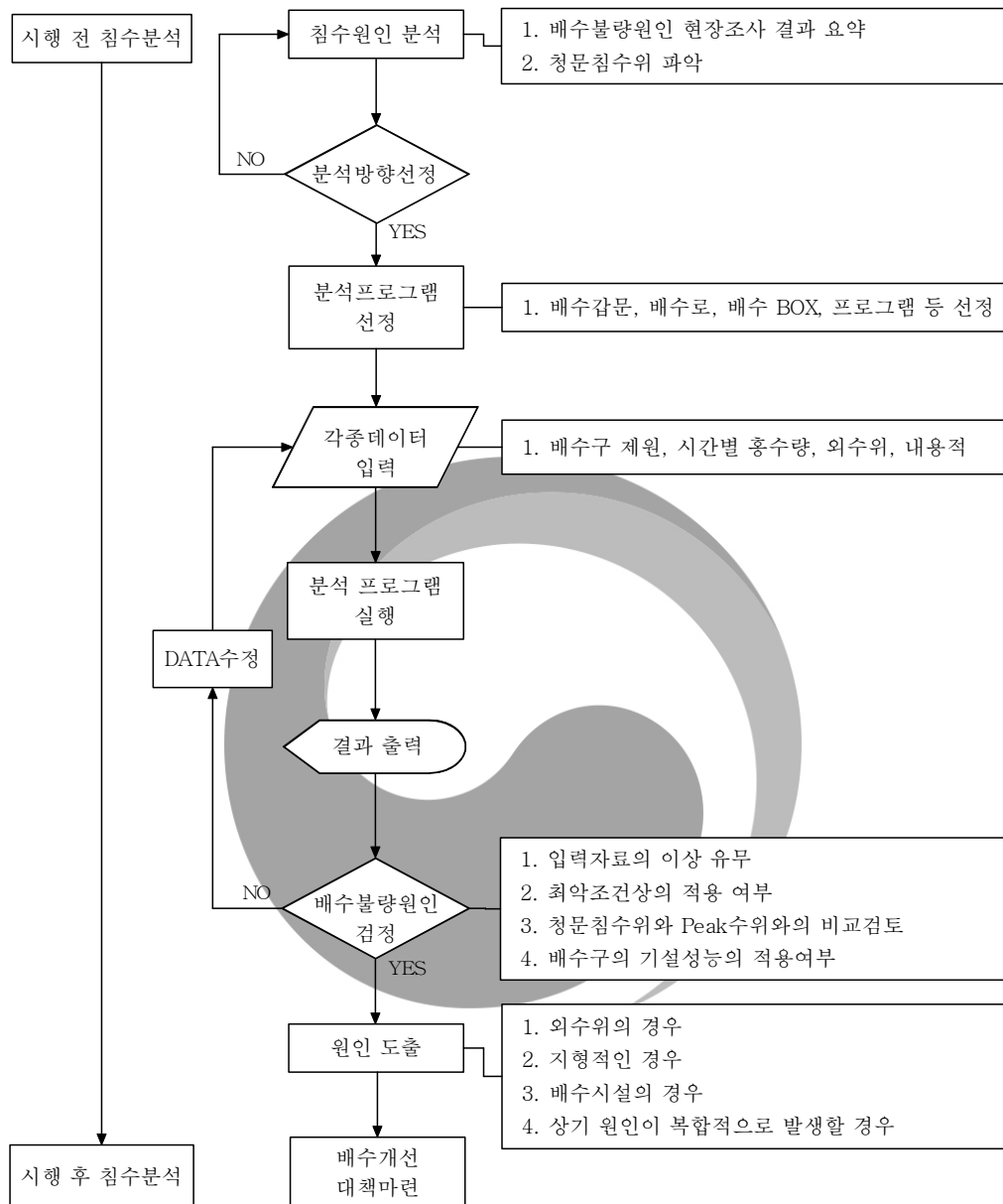


〈그림 4.4-5〉 침수분석 흐름도

농지배수 계획

(2) 시행 전 침수분석

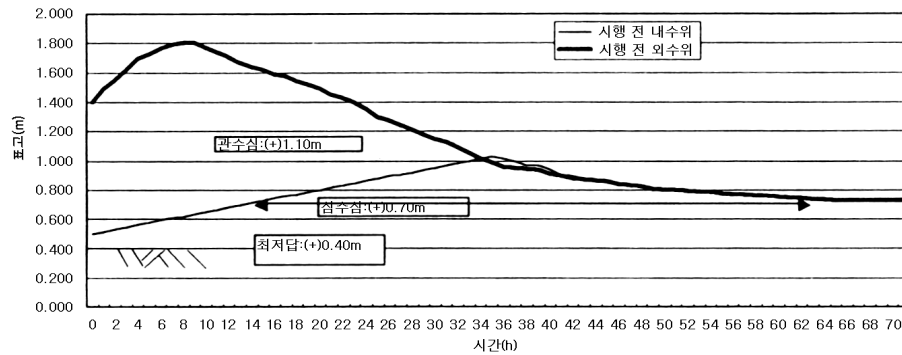
① 시행 전 침수분석 순서



〈그림 4.4-6〉 시행 전 침수분석 흐름도

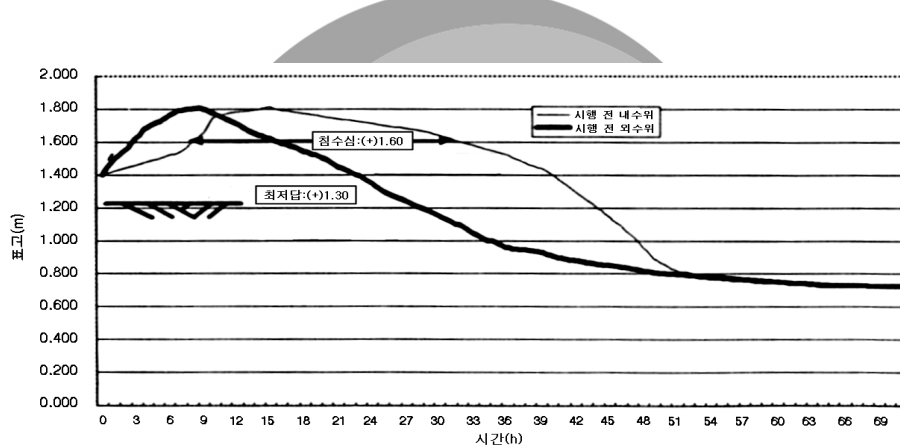
② 침수원인 분석

가. 하천수위 또는 해면이 농경지보다 높고 지구내 자연배수가 불가능한 경우: 이런 경우에는 외수위가 내수위보다 높으므로 하천이나 바다로부터 경지로 물이 역류하는 현상이 발생한다.



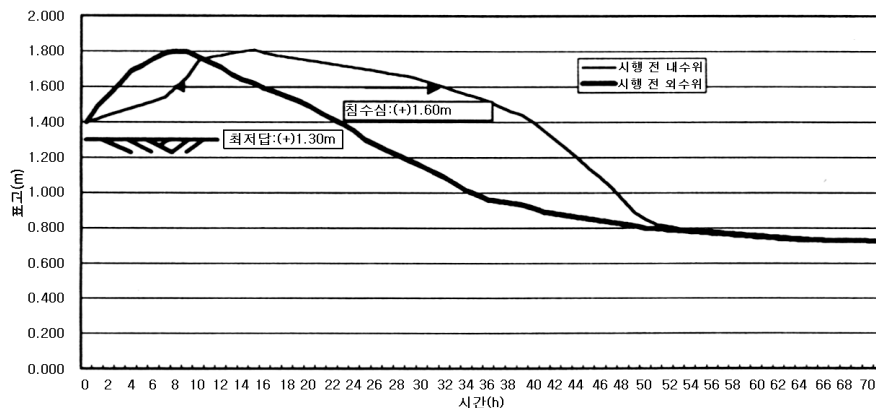
〈그림 4.4-7〉 외수위가 높아 자연배제가 불가능한 경우 내외수위 곡선(예)

나. 인접지구로부터 지표수나 지하수의 유입이 있는 경우: 유역경계와 상관없이 관로나 수로가 연결되어 있어 홍수시 지표수가 유입되거나 차단 가능한 유역에서 지표수가 유입되어 상류로부터 침수가 시작되는 경우이다.



〈그림 4.4-8〉 지표수나 지하수 유입이 발생하는 경우 내외수위 곡선(예)

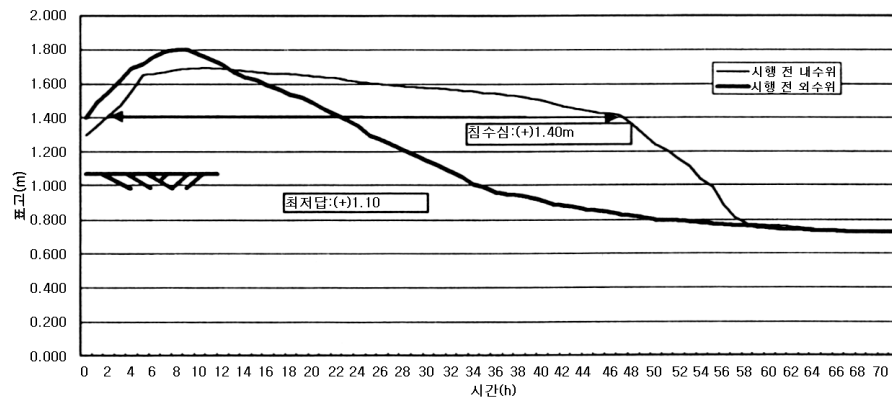
다. 지형이 오목한 분지 모양으로 된 경우: 강우가 발생하면 낮은 곳으로 강우가 모여 침수가 되는 경우로 침수가 지구의 낮은 곳으로부터 시간에 따라 침수구역이 커진다.



〈그림 4.4-9〉 지형이 오목한 분지형인 경우 내외수위 곡선(예)

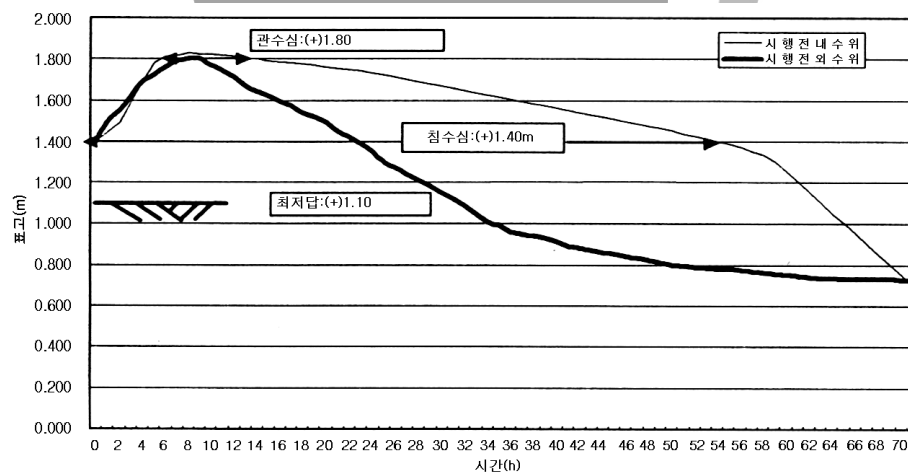
농지배수 계획

라. 지형이 평탄하여 배수를 위하여 충분한 기울기를 확보할 수 없는 경우: 이는 평지의 논지대나 간척지 또는 대하천의 말단부에서 보이는 침수현상이다.



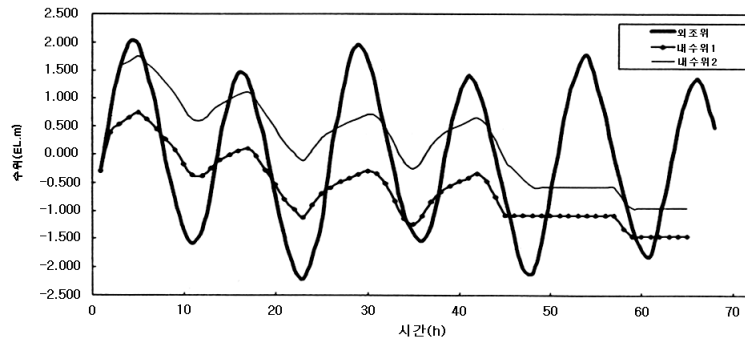
<그림 4.4-10> 지형이 평탄한 경우 내외수위 곡선(예)

마. 지구내의 하천, 배수로 또는 배수시설물의 규모가 부족한 경우: 하천의 경우 제방을 넘어 지구내로 물이 들어오므로 제방이 유실되는 경우가 생기고, 지구의 말단부에서부터 침수가 생기는 것이 아니라 해당되는 배수시설 근처로부터 침수가 되는 현상이 발생한다.



<그림 4.4-11> 배수시설규모 부족한 경우 내외수위 곡선(예)

바. 외조위의 영향을 받으면서 배수시설물 규모가 부족한 경우: 배수갑문의 폭이 충분하면 간조시 조위곡선을 따라 움직이나 규모가 부족하면 간조시 조위곡선 보다 매우 높게 움직인다.



〈그림 4.4-12〉 외조위 배수시설물 규모에 따른 내외수위 곡선도

③ 침수분석의 실제

가. 최종배수구의 배수시설이 배수문이거나 배수갑문인 경우

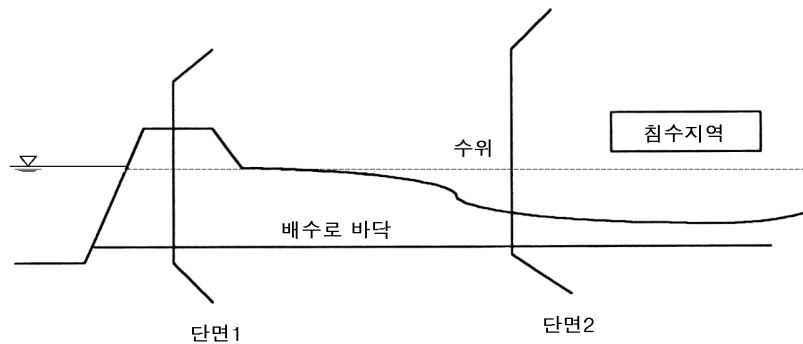
- (가) 침수분석에 사용 가능한 프로그램을 이용하여 적용하되, 내용적, 외수위, 홍수량, 배수시설물 규모를 자료로서 준비하고 자료의 정확성을 검토한 후 입력을 하여 결과를 산출한다.
- (나) 배수시설의 규모는 대장상의 자료를 입력하는 것이 아니라 현재의 성능을 입력하여 결과를 도출하여야 한다.
- (다) 배수로 퇴적, 기설의 노후화, 작동시기 등을 종합적으로 검토하여 적용한다.
- (라) 외수위의 영향으로 지구내 역류를 방지하기 위한 자동문비가 설치되어 있는 경우는 자동문비를 고려하여 분석 하여야 한다.

나. 최종배수구의 배수시설이 문비가 달리지 않은 배수암거인 경우

- (가) 관련 프로그램을 이용하여 적용하되, 내용적, 외수위, 홍수량, 배수시설물 규모를 자료로서 준비하고 자료의 정확성을 검토한 후 입력을 하여 결과를 산출한다.
- (나) 배수시설의 규모는 현상태 구조물의 전후의 퇴적상태를 고려하여 규모를 입력하여 결과를 유도하여야 한다.
- (다) 결과물의 유속, 유입량, 배제량 등을 검토하여 이상유무를 확인하고 이상치는 입력인자의 이상으로 보고 프로그램을 재 가동 하여야 한다.

다. 최종배수구의 배수시설이 없고 배수로로 개방되어 있을 경우

- (가) 관련 프로그램을 이용하여 적용하되, 외수위, 내용적, 홍수량, 배수시설물 규모를 자료로서 준비하고 자료의 정확성을 검토한 후 입력을 하여 결과를 산출한다.
- (나) 배수로의 규모는 실제 측량한 종·횡단측량 결과를 자료로 입력해야 하며 퇴적 및 단면부족 등도 입력인자에 반영을 하여야 한다.



〈그림 4.4-13〉 배수로 저류분석 모식도

라. 배수문이 있으나 배수분천이 소규모 하천인 경우

(가) 시간별 외수위를 알고 있는 하천으로부터 배수위 계산을 하여 원하는 지점의 시간별 수위를 추정한다.

(나) 배수분천의 유역은 간접유역으로 유역산정을 하고 부등류 계산을 하여 수위를 검토하여야 한다.

④ 침수분석결과와의 해석

가. 침수분석의 결과는 현재의 대상지구의 내수위의 변화를 나타내고 있으므로 시간별 수위를 면밀히 파악하여 결과치가 의심이 갈 때에는 입력자료로부터 다시 검토하여야 한다.

나. 1차 침수분석을 한 후 청문조사 및 예상침수면적과 비교하여 분석을 재 실시한다.

다. 몇 번에 걸쳐 분석을 하여 현장조사에 프로그램 결과 값이 근소하게 근접하면 기타 조사결과와 비교 후 침수분석 결과 선정한다.

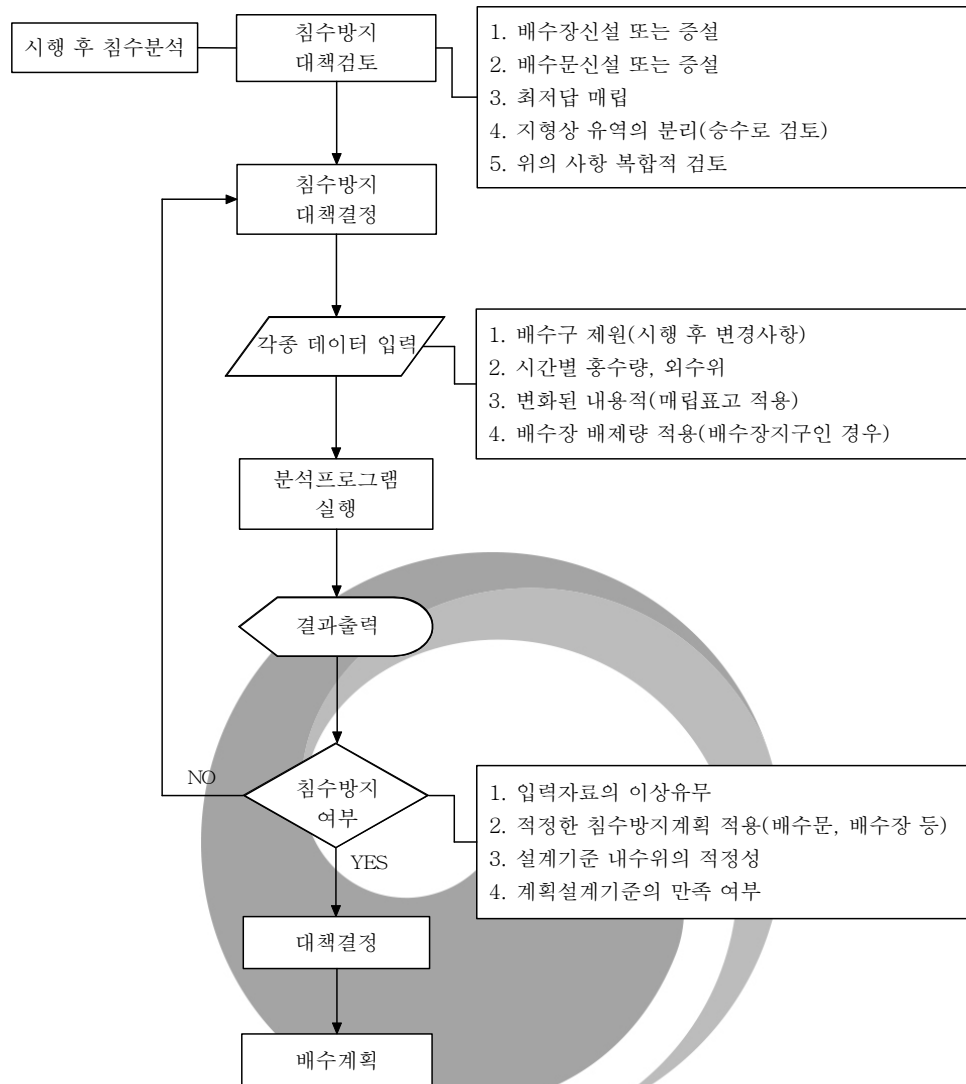
⑤ 침수원인 도출

가. 최종 침수분석 결과 값을 검토하여 침수가 되는 주요 원인을 도출한다.

나. 외수위가 원인인 경우에는, 지형적인 여건의 경우, 배수시설물의 경우, 복합적인 경우 등으로 나누어 명확하게 원인을 분석한다.

(3) 시행 후 침수분석 및 시설규모 결정

① 시행 후 침수분석 순서



〈그림 4.4-14〉 시행 후 침수분석 및 시설규모 결정 흐름도

② 시행전 침수분석 결과에 따른 침수분석의 방향

가. 결과값이 침수시간이 많고 관수시간이 상대적으로 적을 경우

- (가) 침수가 되는 표고의 면적이 많은 경우 이와 같은 결과가 나오는 것이 일반적이다.
- (나) 자연배제가 가능한 경우는 외수위가 내수위보다 낮을 때 일시에 배제량이 많아지도록 배수문과 같은 배수시설의 규모를 크게 하여야 한다.
- (다) 자연배제가 불가능할 경우는 배수장을 검토하되 배수시설규모를 적합하게 하여 ‘자연+기계’ 배제시설이 되도록 비교, 검토한다.
- (라) 분석 결과 값에 따라 규모를 설정하되 기준에 준하여 계획한다.

나. 결과값이 침수시간이 적고 관수시간이 상대적으로 많은 경우

- (가) 최저답이 지구전체에 대하여 상대적으로 표고차가 크고 면적이 작은 경우 이와 같은 현상이 일반적으로 발생한다.

농지배수 계획

(나) 이 경우 매립을 먼저 검토하여 계획기준답의 표고를 높이고 그 결과에 따라 자연 배제가 가능한 경우 배수시설규모를 크게 하고 자연배제가 불가능한 경우 ‘기계+자연’배제로 분석을 하여야 한다.

(다) 적정규모의 시설이 결과값으로 도출되면 그것으로 규모를 결정하고 기준에 따라 배수계획을 한다.

③ 내 외수위 관계에 따른 침수분석의 방향

지구내의 최저답고를 기준으로 하여 최고외수위를 H_o , 최고내수위를 H , 허용담수심을 H_a , 담수시간을 T , 허용담수시간을 T_a 로 하면

$H_o \leq H, H \leq H_a, T \leq T_a$ 인 경우: 배수문, 배수펌프가 불필요한 자연배수

$H_o \geq H, H \leq H_a, T \leq T_a$ 인 경우: 배수문만 필요한 배수문 배수

$H_o \geq H, H > H_a, T > T_a$ 인 경우: 배수문과 배수펌프가 필요한 기계배수

④ 침수분석시 유의사항

가. 유역을 구분할 수 있는 승수로로 가장 먼저 검토하여야 한다.

나. 자연배제는 배수문확장, 매립, ‘배수문확장+매립’을 검토한다.

다. 자연배제가 불가능 할 경우 기계배제를 검토하되 ‘매립+기계’ 배제, 전량기계배제, ‘배수문확장+기계’ 배제, ‘배수문확장+매립+기계’ 배제를 검토하여 가장 타당한 방법을 채택하여 침수분석과 함께 배수시설 규모를 결정한다.

⑤ 시행후 침수분석 대안검토

〈표 4.4-2〉 홍수배제 방법에 따른 대안검토

구 분	1 안	2 안	3 안
배제방식	자연배수	기계배수	자연배수+기계배수
배수방법	- 배수문신설 및 확장 - 문비설치 - 승수로설치 - 매립복토에 의한 기준답 상승	배수장 설치	1안+2안→혼합방식
특 징	기계배수에 비해 시설의 설치비와 유지관리비가 적어지므로, 자연 배수를 우선적으로 검토해야 한다.	자연배수에 비해 설치비와 유지관리비용이 과다하고 유역이 큰 경우는 초기투자비가 너무 커진다.	지구형상이 고지대와 저지대로 분할되어 있는 경우는 자연배수와 기계배수의 혼용방식을 선택해야 한다.
고려할 사항	자연배수방식을 선택 할 경우는 안전성에대하여 신중히 검토해야 한다. 따라서 자연배수에서 계획외 수위의 결정은 확실한 자료에 기본을 두고 해야한다.	기계배수 방식을 선택할 경우는 경제성과 유효성을 적절히 비교하여 선택해야 한다.	자연배수가 가능한 구역은 자연배수를 유도해야 하며 가 급적 기계배수의 용량을 작게 하는 방법을 검토해야 한다.

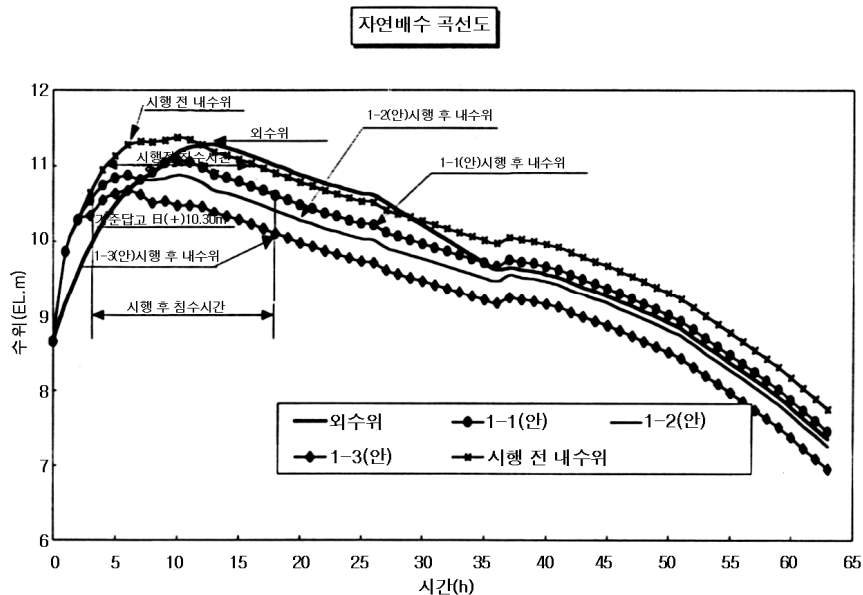
가. 제1안(자연배수방식)의 경우

(가) 배수문확장에 의한 자연배수(안)으로 침수문제가 해결되지 않으면 승수로설치(안)을 검토해야한다. 승수로를 검토한 경우는 승수로의 설치조건(유역의 유출수 처리가능 여부, 경제성, 용지 매수 등)을 만족하는 경우에 한해서 검토해야 한다.

- (나) 승수로 배치로 해결 불가능 하거나, 배치자체가 불가능한 경우 매립복토에 의한 기준답고 승상을 검토해야 한다.
- (다) 매립 복토로 해결되지 않을 경우 서로 조합하여 해결방법을 검토하고 그것이 불가능 할 경우 기계배수를 검토해야 한다.
- (라) 상기사항에 대한 대안검토를 순서에 입각하여 순리대로 상세하게 분석을 해야 하며, 본문에서는 배수문을 확장할 경우에 대하여 대안제시하는 방법을 검토해야 한다.

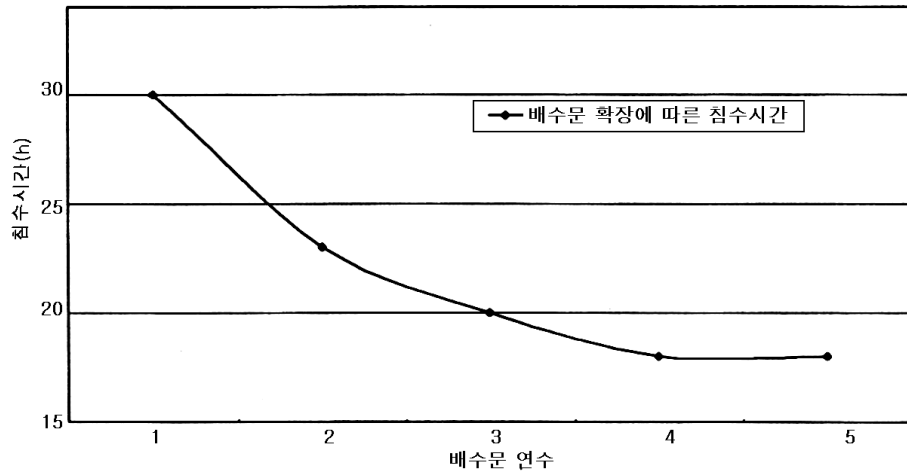
〈표 4.4-3〉 제1안(배수문을 확장할 경우의) 대안 예

구 분	1-1 안	1-2 안	1-3 안	1-4 안	1-5 안
배수방법	배수문 확장	배수문 확장	배수문 확장	배수문 확장	배수문 확장
배수(갑)문 (기설)	2.0×2.0×1련	2.0×2.0×2련	2.0×2.0×3련	2.0×2.0×4련	2.0×2.0×5련
침수시간 <관수시간>	30시간 < 0시간 >	23 < 0 >	20 < 0 >	18 < 0 >	18 < 0 >
채 택	자연배수에서는 배수문을 확장하는 경우와 매립 등을 고려하여 최적 안을 결정해야 하기 때문에 적절히 안을 결정해야 함.				



〈그림 4.4-15〉 제1안 (배수문을 확장할 경우의) 침수분석 예

농지배수 계획



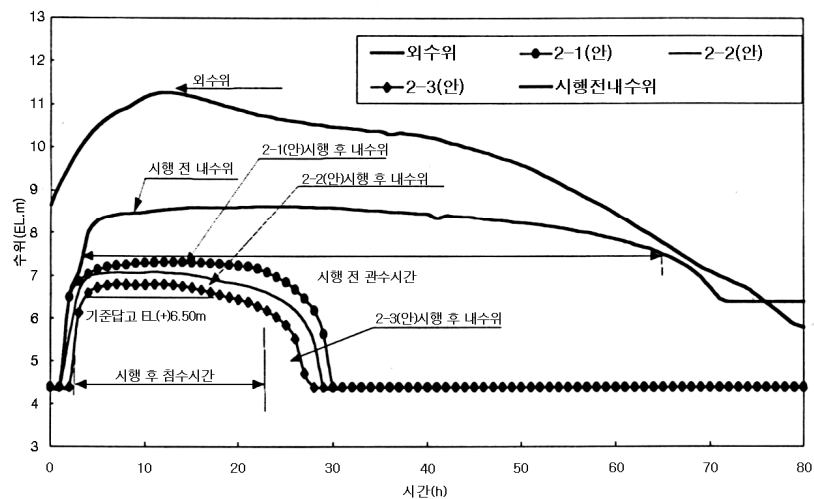
〈그림 4.4-16〉 제1안 배수문 확장에 따른 침수시간의 변화

나. 제2안(기계배수방식)의 경우

〈표 4.4-4〉 제2안 (배수장 규모를 증가시키는 경우) 대안 예

구 분	2-1 안	2-2 안	2-3 안
배수방법	배수량 증가	배수량 증가	배수량 확장
배수장규모	Q=10m ³ /s	Q=13m ³ /s	Q=15m ³ /s
침수시간 <관수시간>	24시간 < 0시간 >	20 < 0 >	17 < 0 >
채 택	기계배수에서는 배수장규모를 확장할 경우는 규모가 과대하지 않도록 경제성을 고려한 최적안을 따른다.		

기계배수 곡선도



〈그림 4.4-17〉 제2안(배수장 규모를 증가시키는 경우)의 침수분석 예

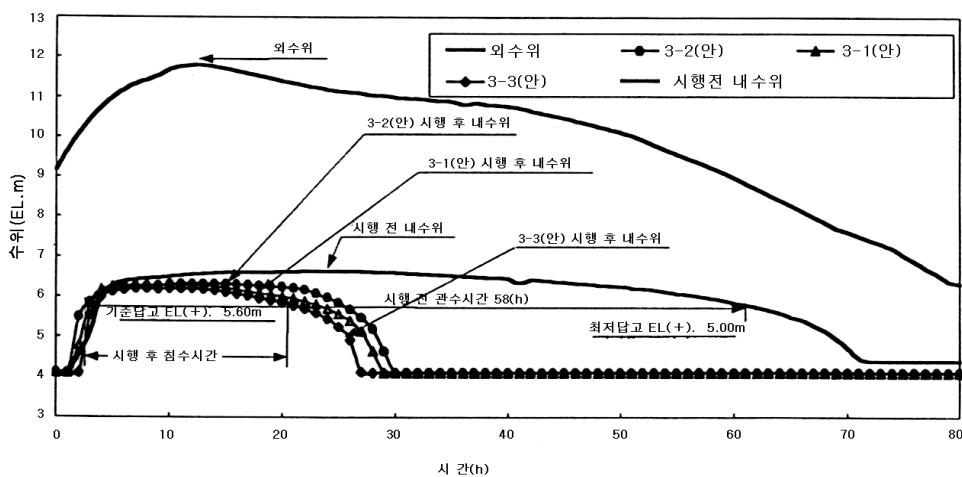
다. 제3안(자연배수+기계배수)방식의 경우

- (가) 1안에서 배수문 대안이 결정되었어도 여전히 침수가 발생하면 기계배수를 추가 하고
- (나) 승수로가 가능하면 승수로 유역을 제외하고 나머지 유역에 대한 배수구역에 대하여서는 자연배수 및 기계배수를 검토해야 한다.
- (다) 매립승상을 검토할 때는 용수공급체계에 이상이 없는 범위 내에서 매립고를 결정 하고 여전히 침수가 될 때에는 기계배수를 검토한다.
- (라) 배수문 또는 배수펌프장보다 상류지대에서 침수가 발생하여 배수로확장(안)이 유리할 경우에는 이를 홍수배제방식 조합과는 별개로 검토한다.
- (마) 상기 안들의 검토 결과 대안으로 선택되었다 해도 공사비 측면에서 최적공사비를 채택한다.

〈표 4.4-5〉 제3안 (배수문 확장 +매립복토+기계배수)의 예

구 분	3-1 안	3-2 안	3-3 안
배수방법	배수문 확장+기계배수	매립+기계배수	배수문 확장+매립+기계배수
배수장 규모	Q=12m ³ /s	Q=9m ³ /s	Q=6m ³ /s
배 수 문	기설:2.0×2.0×1런 확장:2.0×2.0×2런	기설:2.0×2.0×1런	기설:2.0×2.0×1런 확장:2.0×2.0×2런
매 립		최저답고 : 5.00m 기준답고 : 5.60m	기준답고 : 5.60m 답고승상(△h=0.6m)
침수시간 <관수시간>	24시간 < 0시간 >	20 < 0 >	17 < 0 >
채 택	혼합배수방식에서는 조합할 수 있는 여러 경우의 수를 비교 분석하여 각 안에 대한 사업성, 경제성, 지역적 여건 등을 고려하여 대안을 채택해야 한다.		

배수문 확장 +매립 +기계배수 곡선도

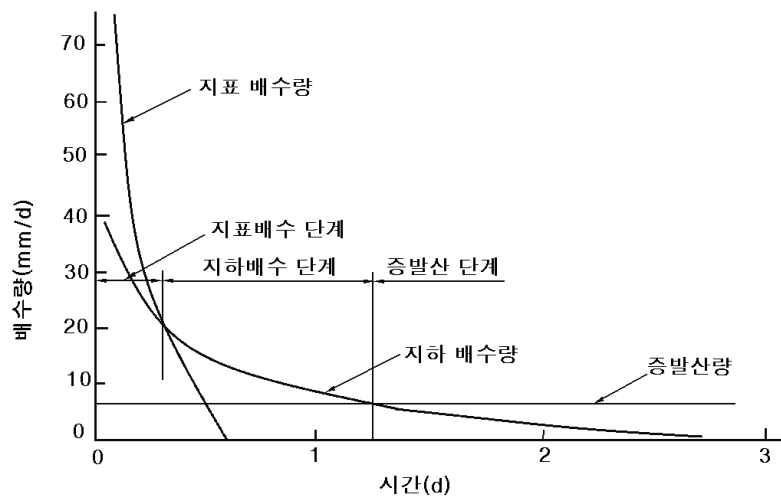


〈그림 4.4-18〉 제3안(자연배수+기계배수)방식의 경우의 침수분석 예

4.5 지표배수와 지하배수

4.5.1 배수방식의 선정

농지의 배수는 먼저 지표의 과잉수를 지표배수 시키고, 다음에 지표의 잔류수와 토양 중에 있는 과잉수를 지하배수 시킨다. 강우 후 지구내의 과잉수는 초기에 많은 양이 배수되는데 이를 지표 배수단계라 한다. 이러한 지표배수는 시간이 경과함에 따라 급속히 감소하고 이어서 지하배수가 많아진다. 이때를 지하배수단계라 하며 주로 암거를 통하여 배수된다. 여기서 다시 시간이 지나면 지하배수량이 감소하고 증발산량이 많아지는 증발산 단계로 접어들게 된다. 따라서 지표배수량과 지하배수량을 산정하여 각 배수단계의 시기를 결정해야 한다.



〈그림 4.5-1〉 배수량의 시간적 변동

4.5.2 지표배수

지표배수는 홍수시를 주 대상으로 하여 그 계획배수량을 배제할 수 있도록 계획한다.

홍수시는 내부유역에서 유출하는 유량도 많고, 배수본천의 수위도 높으므로, 홍수시 배수량을 대상으로 지표배수계획을 수립한다.

포장의 계획배수량은 설계강우량을 대상으로 하여 며 단일작일 때는 「1일 강우량을 1일 배제」로 하고, 답리작이나 밭의 경우는 「4시간 강우량을 4시간 배제」하는 것을 기준으로 한다.

범용경지화에 따라 논밭이 상당히 혼합되어 밭작물에 대한 비중이 큰 지구에서는 밭작물의 담수에 대한 취약성을 감안하여 밭에 대한 계획배수량을 채택하고, 논·밭 겸용에 대한 단지구분이 명확한 경우나, 계획적인 논·밭 윤환이 이루어지는 단지에서는, 각각의 계획배수량을 적용하도록 한다.

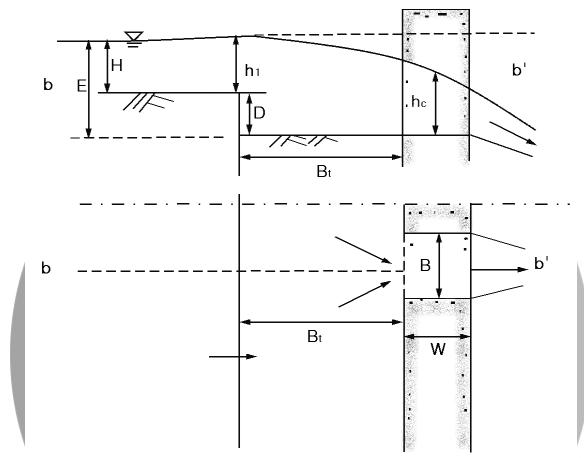
지표배수를 촉진하는 방법에는 경지면에 배수구를 설치하는 방법과 그밖에 경지면 경사법, 장변 단축법 등을 강구할 수 있다. 전자는 지면기복의 영향이 경사의 영향보다 크기 때문에 지면을 평탄하게 해야 그 효과가 크고, 후자는 장변을 20m 정도로 짧게 하여야 효과가 있으므로 논에서는

실제로 통용하기 어렵다. 그러나 단변 방향에도 경지면 배수구를 설치하면 그 효과를 기대할 수 있다.

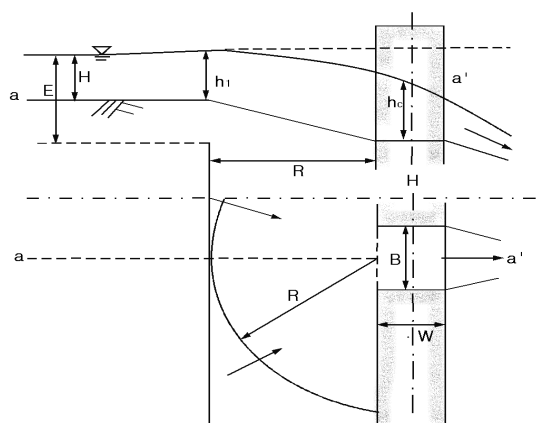
배수로의 계획수위는 경지면보다 낮게 하지만 저습답(低濕畓) 지대는 경우에 따라 피해정도를 감안하여 일시적인 담수를 허용한다.

배수로의 경사를 조절할 때는 표토(表土)의 유실이나 침식방지에 주안점을 두어야 한다. 배수로 는 초생(草生)과 콘크리트로 안쪽 사면을 피복하여 수로자체가 침식되지 않도록 해야 하며, 배수로 도중에는 낙차공이나 침사지(沈砂池)를 설치하여 유수(流水)의 파괴력을 흡수하도록 한다.

답의 구획면적이 큰 경우는 포장내의 담수를 전부 배제하는데 오랜 시간이 걸리므로 포장내의 앞 은 배수구 외에 논두렁(畦畔) 안쪽을 따라 가배수구를 설치하거나, 낙수구(落水口) 근방에 반원 형의 낙차부(落差部)를 설치하면 배수효과가 좋아진다.



〈그림 4.5-2〉 논의 낙수구 (가배수구)



〈그림 4.5-3〉 논의 낙수구 (반원형낙차부)

4.5.3 지하배수

지하배수는 평상시를 주 대상으로 하여 계획지하배수량을 배제하도록 하고, 지하배수의 효과를

농지배수 계획

충분히 기대할 수 있는지를 확인한다. 지하배수는 지표배수를 한 다음에 남아 있는 지표잔류수와 토양 속의 정체수를 명거(明渠)나 암거에 침출(浸出)시켜 경지 밖으로 배제하는 것이다.

암거배수는 지하배수 방법으로서 광범위한 조건 아래에서 그 효과를 기대할 수 있는 표준적인 방법이다. 그러나 조건에 따라서는 명거배수로 목적을 달성할 수도 있고, 때로는 보통의 암거배수로는 거의 그 기능을 나타낼 수 없는 경우도 있다. 따라서 암거배수를 실시할 때는 그 효과에 대하여 충분한 검토가 있어야 하고, 또 그 시행에 따른 배수개선과 경제적 이익에 대한 손익을 검토한 다음에 실시해야 한다.

지하배수는 흙의 투수도(透水度)와 경지 주변의 지하수면의 높이에 따라 좌우되는데 투수계수가 적거나 지하수위가 높을수록 배수가 곤란하다. 지구가 지표수의 일시적인 담수로 물이 고이거나 토양의 투수성이 충분히 클 경우에는 명거로 배수하는 계획이 유리하다. 암거배수계획을 수립할 때는 지표잔류수가 있을 때와 없을 때를 고려하는 것이 좋다.

(1) 지표잔류수가 있는 경우

- ① 배수일수가 논에서는 1~2일 정도이고, 밭에서는 재배되는 작물의 종류, 비관개기의 이모작 등에 따라 다르므로 이에 따른 배수량을 배제할 수 있는 단면을 충분히 갖추어야 한다.
- ② 다만, 습해 등을 해결할 경우는 영농의 측면에서도 경지의 정리(整地), 배수구, 심토파쇄(心土破碎), 보조암거 등을 시공하여 배수를 촉진하는 것이 중요하다.

(2) 지표잔류수가 없는 경우

- ① 강우 시에 투수성이 큰 토양은 암거에 충분한 조직 배수량을 주어서 허용시간 안에 잔류수가 배제되게 한다. 허용시간도 극단으로 단축할 필요가 없으므로 계획배수량은 30mm/day 정도면 된다.
- ② 계획초기에 암거배수의 효과를 예측하지 못할 경우는 본 암거와 보조암거를 이용하여 어떤 단계까지 효과를 얻을 수 있는 방법을 실시하여 그 실적을 본 다음에 그 기능을 보충하는 수단을 강구하는 단계적인 방법을 택하는 것이 좋다.
- ③ 배수로의 계획수위는 경지에서 요구되는 지하수위보다 낮게 취하는 것이 보통이다.

〈표 4.5-1〉 계획지하수위

토지이용구분	강우후 2~3일의 지 하 수 위	평상시 지하수위 (강우후 7일)	비 고
수 도 단 일 작	30~40cm	40~50cm	지하수면임
목 초			
밭 윤 환	40~50cm	50~60cm	
일 반 밭 작 물			
다 년 생 작 물	50~60cm	60~100cm	

4.5.4 지표배수와 지하배수의 조합

배수방식을 결정할 때는 지표배수와 지하배수를 서로 연관해서 계획해야 한다.

지표배수와 지하배수는 계획의 대상을 달리하고 있지만 어느 배수방식을 하건 항상 양자를 조합하여 계획하여야 한다. 왜냐하면 작물의 생육환경을 양호하게 하며 토지의 이용도를 높이고, 농

작업의 환경을 개선하고 농률을 향상시키기 위한 지구의 배수는 단일배수방식만으로 그 목적을 달성하기가 매우 어렵기 때문이다.

그러므로 명거(明渠)의 단면을 깊게 하면 배수효과를 높일 수 있어서 유리하다. 지구 외부로부터 침투해 들어오는 지하수가 있을 때는 차단시설을 설치해야 한다.

4.6 논발혼용 지구에서의 배수대책

논에서의 발작물 재배 및 논발 윤회경지 증가 등 영농여건 변화에 대응하여 수해구역내 발작물을 많이 재배하는 지구에 대하여는 홍수시 발작물 침수피해를 최소화하기 위한 배수대책을 수립한다.

수해면적내 발작물 재배면적이 큰 지역에 대해서는 전작 또는 특수작물 재배지역에 적합한 유출곡선지수(CN)를 적용하여 설계홍수량 및 배수로 단면을 결정한다.

논과 밭의 유출곡선지수(CN : Curve Number)는 논 78 ~ 80, 밭 78 ~ 80, 비닐하우스 지역 97 ~ 98로 한다.

평상시 배수를 고려하여 배수장내 소형펌프 설치를 검토하여 소량의 강우와 강우초기에 배수펌프를 조기 가동하여 발작물 침수피해에 사전 대비한다.

배수계획구역내 원예작물이 집단화된 지역을 구분하는 것이 유리한 지역은 별도로 구분하여 배수계획을 수립할 수 있다.

논에서 발작물 재배 및 논발 윤회경지를 조성하는 경우 홍수시 침수피해에 대비하여 밭 지역은 가급적 지구내 고위부에 설치토록 계획한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	관개배수	김선주	한국농공학회	교수
	농업환경	박종화	한국농공학회	교수
	토질공학	유 찬	한국농공학회	교수
	구조재료	박찬기	한국농공학회	교수
	수자원정보	권형중	한국농공학회	책임연구원



자문위원	분야	성명	소속
	농촌계획	손재권	전북대학교
	수자원공학	윤광식	전남대학교
	지역계획	김기성	강원대학교
	수자원공학	노재경	충남대학교
	농지공학	최경숙	경북대학교
	관개배수	최진용	서울대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	총괄	한준희	농림축산식품부
	농업용담	오수훈	한국농어촌공사
	농지관개	박재수	농림축산식품부
	농지배수	송창섭	충북대학교
	용배수로	정민철	한국농어촌공사
	농도	조재홍	한국농어촌공사 본사
	개간	백원진	전남대학교
	농지관개	이현우	경북대학교
	농지배수	남상운	충남대학교
	취입보	김선주	건국대학교
	양배수장	정상옥	경북대학교
	경지정리	유 찬	경상대학교
	농업용관수로	박대선	한국농어촌공사 본사
	농업용담	손재권	전북대학교
	농지배수	김정호	다산건설턴트
	농지보전	박중화	충북대학교
	농업용담	김성준	건국대학교
	해면간척	박찬기	공주대학교
	농업수질및환경	이희억	한국농어촌공사 본사
	취입보	박진현	한국농어촌공사 본사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이태욱	평화엔지니어링
	성배경	건설교통기술협회
	김영환	한국시설안전공단
	김영근	건화
	조의섭	동부엔지니어링
	김영숙	국민대학교
	이상덕	아주대학교

농림축산식품부	성명	소속	직책
	한준희	농업기반과	과장
	박재수	농업기반과	서기관

설계기준
KDS 67 45 10 : 2018

농지배수 계획

2018년 04월 24일 발행

농림축산식품부

관련단체 한국농어촌공사

58217 전라남도 나주시 그린로 20(빛가람동 358) 한국농어촌공사

☎ 061-338-5114 E-mail : webmaster@ekr.or.kr

<http://www.ekr.or.kr>

(작성기관) 한국농공학회

06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 365-4) 과학기술회관 본관 205호

☎ 02-562-3627 E-mail : j6348h@hanmail.net

<http://www.ksae.re.kr>

국가건설기준센터

10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)

☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr

<http://www.kcsc.re.kr>

※ 이 책의 내용을 무단전재하거나 복제할 경우 저작권법의 규제를 받게 됩니다.