

## 1. 제체누수

일반적으로 제체의 누수는 모래, 자갈 등과 같은 투수성 재료를 제체재료로 사용함으로써 인한 제체재료 불량, 규정된 다짐 기준을 지키지 않아서 생긴 제체 다짐 불량 및 근본적으로 제체단면의 부족으로 인하여 발생할 수 있다.

이러한 제체의 누수를 방지할 수 있는 공법으로는 다음과 같은 공법들이 있다.

### (1) 제체단면의 보강

제방의 저쪽을 확대하여 침윤선이 제내 비탈면에 누출되지 않도록 하는 공법으로, 제내측에 제체의 안정에 필요한 단면을 보강하는 방법으로 시공은 용이하나 별도의 제내지 보상이 필요하다는 단점이 있다.

### (2) 지수벽의 시공

제체 중간에 침윤선을 차단할 수 있는 지수벽을 시공하는 것으로 지수벽 공법으로는 점토코아형, Sheet pile, Grouting공법 등이 있으나 시공이 복잡하다.

### (3) 제외측 비탈면의 복공시공

제외측 비탈면에 침투를 억제할 수 있는 콘크리트블럭이나 차수매트 등을 설치하는 공법으로 차수매트 설치 시 특히 손상이 생기지 않도록 시공에 주의를 요한다.

### (4) 제내 비탈선단의 보강

누수제방의 제내비탈면에 돌쌓기 등 투수성이 강한 재료를 시공하여 침윤선을 강하시키고, 제체 내 간극수를 신속히 제체외로 배출시켜 비탈면을 보호하는 공법이다.

## 2. 지반누수

지반누수는 제방의 기초저면이 모래, 자갈과 같은 투수성 재료로 이루어져 있을 경우 발생하며, 침투압에 의해 제방의 저면을 통과한 후 제내지에 piping현상을 발생시키게 된다.

이러한 지반의 누수를 방지할 수 있는 공법으로는 다음과 같은 공법들이 있다.

### (1) 침투수 차단을 위한 지수벽공

침투수로를 차단 또는 침투로장을 길게 하므로써 동수경사를 완만하게 하는 방법으로서 기초부에 지수벽을 설치하는 공법이다. 지수벽의 심도는 불투수층이 있을 경우에는 불투수층에 닿도록 하나 심도가 깊을 경우에는 침투수의 동수경사가 허용

안전율을 확보할 수 있는 깊이로 한다.

### (2) 압성토 공법

침투압에 대하여 안전하도록 제내지층 제방 비탈끝지점에 압성토를 설치하여 침투류를 억제하는 공법으로 압성토의 폭 및 두께는 침투류 해석을 통하여 정할 수 있다.

### (3) Drain 공법

제내지반의 투수층 상부가 전 또는 답 등으로 피복되어 있을 경우 Drain공을 설치하여 침투압을 소산시키는 공법으로 압성토 공법과 병행 시 효과를 극대화 할 수 있다. 지반누수를 방지하기위한 상기의 공법 중 적용공법 채택 시 특히 유의하여야 할 사항들은 다음과 같다

- 채택된 공법이 확실한 지수효과를 발휘해야 한다.
- 현장에서 시공이 용이하여야 한다.
- 현지여건을 충분히 검토하여 경제성 있는 시공이 되어야 한다.
- 지하수위, 토지이용 등 주변여건을 충분히 고려하여 시공 후 여건 변동에 따른 문제점이 발생하지 않도록 해야한다.

## 3. 구조물 주변 누수

제방과 배수구조물과의 접하는 면은 불연속면으로 수리역학적으로 항상 불안정하게 되고 이로 인하여 배수문, 통문 등의 구조물 주변 누수현상이 발생하게 되어 구조물 주변의 제방이 항상 약점이 되고 있다.

일반적으로 구조물 주변 누수의 원인으론 구조물 주변의 다짐 불량, 구조물의 부등침하에 따른 신축이음부 파손 등에 기인한다.

이러한 구조물 누수에 대한 대책으로는 구조물 주변의 다짐 관리 철저, 구조물의 부등침하를 방지하기 위한 기초지반 처리(기초치환, 쉬트파일, 약액주입 등) 등을 들 수 있다.

또한, 제방단면 확대에 따른 구조물 주변 누수에 대한 보강대책으로는 지수벽을 설치하는 방법 등이 있으며, 신설구조물의 경우 차수벽(Sheet Pile)을 추가 보강하여 침투수류를 억제하는 방법 등이 있다.

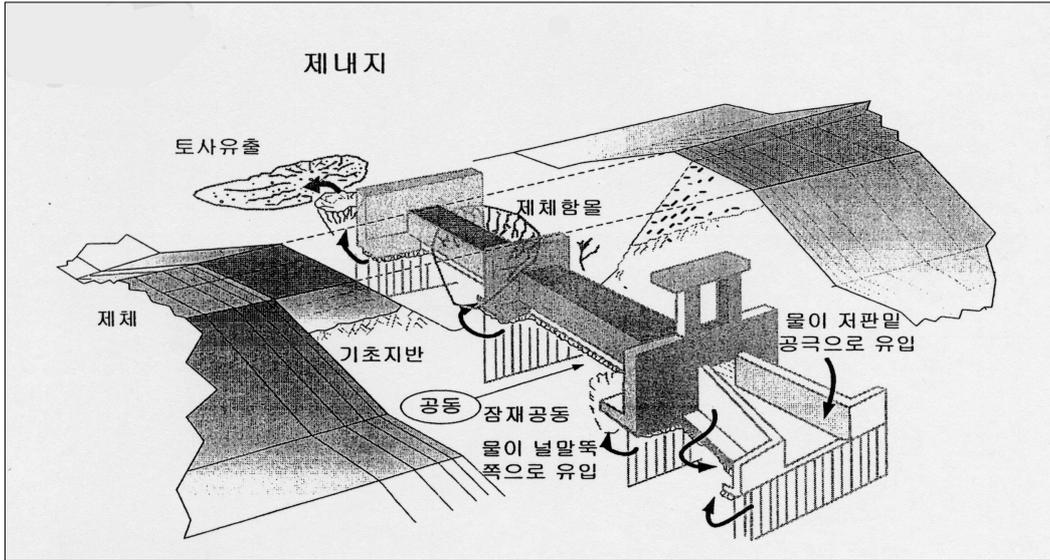
## 참고자료) 구조물 주변에서 차수공 설계

### 1) 구조물 주변에서 제방 붕괴원인

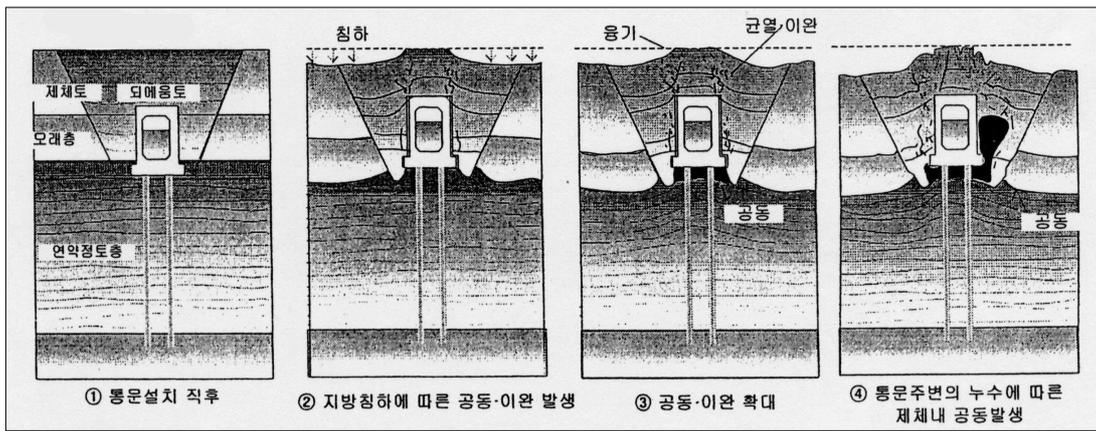
- 가) 제방에 설치하는 구조물은 대부분 암거 구조물이며 암거 설치시 암거 내공단면만큼 흙의 중량이 감소함으로써 유효응력이 감소된다. 이때 구조물 기초 부분에서는 연직 응력이 감소한 만큼 흙의 전단강도가 저하되어 지반이 연약한 상태로 된다. 연약지반의 경우 유효응력을 변화시키면 지반의 변형을 일으키게 되며 흙의 압축, 신장, 뒤틀림 현상이 발생되고 이들은 독립적 혹은 상호간에 복잡하게 작용하여 변형정도를 정량적으로 나타내기는 어렵다.
- 나) 또한 굴착 후 암거를 설치하는 경우 암거상부의 되메움 흙이 침하하고 인접부에서 상부로의 마찰저항이 발생하여 암거 상부에 작용하는 하중은 토사의 중량보다 감소되어 기초지반의 연직 유효응력은 더욱 작아지게 된다.
- 다) 강우시에 구조물 하단부 이상까지 수위가 상승하여 일정기간 제방을 포화시킨 후 수위 하강시에 유효응력이 현저히 감소하면서 흙의 전단강도가 감소된다.

### 2) 구조물 하부 세굴

- 가) 구조물 기초지반의 전단강도가 감소된 상태에서 제방수위 하강시 토사 세립분의 유출로 인하여 구조물 기초지반에 작은 공간이 발생하고 계속된 수위상승, 하강시 진행성으로 침투가 되어 점점 큰 공간이 발생한다.
- 나) 특히 구조물을 Pile 기초로 하였을 시는 Pile은 강성으로 구조물을 지지하고 있는 반면 주변 흙은 잔류 침하 및 유효응력 감소로 인한 전단강도가 저하되어 유수침투에 의해 쉽게 세굴되어지며 또한, 연약지반상에서 말뚝기초 적용시 말뚝 주변지반이 침하시 말뚝으로 지지하는 암거만 침하가 발생하지 않게 되어 말뚝에 불필요한 하중이 추가되어 구조적으로 불리하다.
- 다) 암거구조물 측벽도 다짐이 쉽지 않아 전단강도가 저하되어 세굴되기 쉬운 상태가 된다.



<그림 1> 배수문 주변 연약지반 침하에 의한 접합부의 균열 및 공동발생



<그림 2> 배수문 주변 연약지반 침하에 의한 접합부의 균열 및 공동발생 개념도

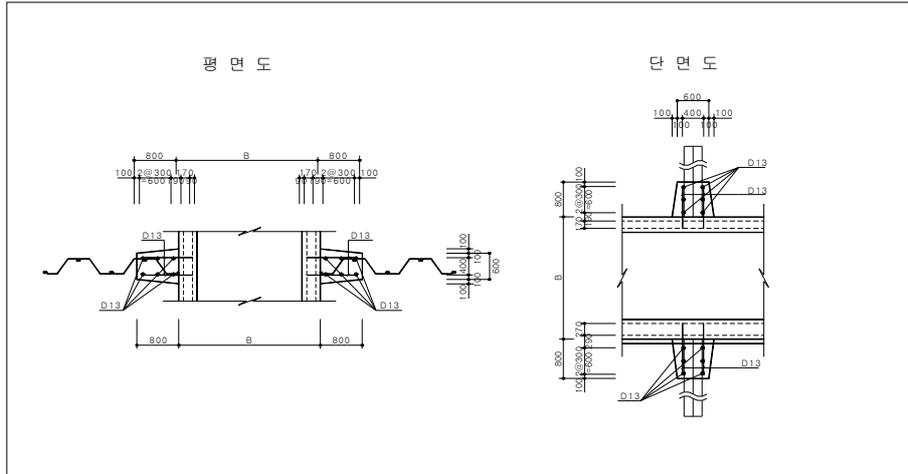
### 3) 구조물 보강대책

제방을 횡단하는 구조물과 토사의 접촉부는 누수의 원인을 제공하기 때문에 제내지 지반이 제외측 계획홍수위 보다 높은 굴입하도, 불투성 지반 위에 콘크리트로 설치한 제방 등 침투우려가 없다고 확인된 경우를 제외한 모든 제방 횡단 구조물은 중앙차수벽을 설치하여야 한다.

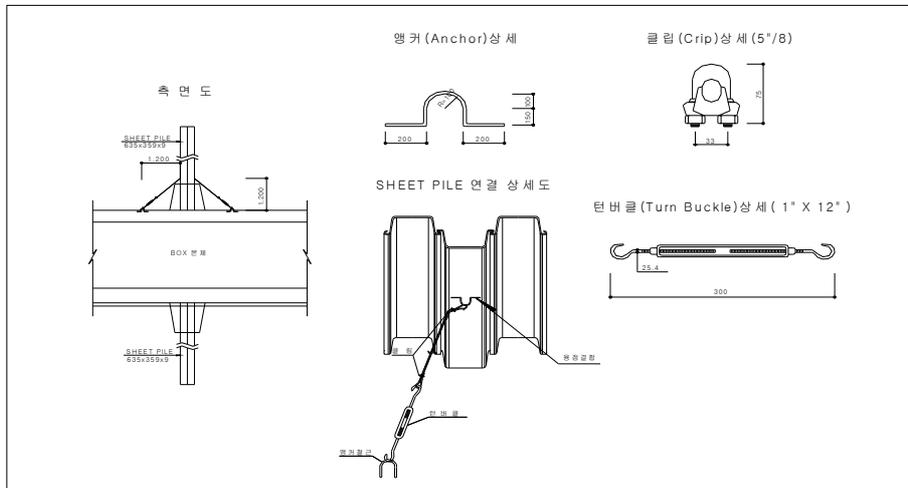
#### 가) 신설구조물

##### ① 중앙 차수공

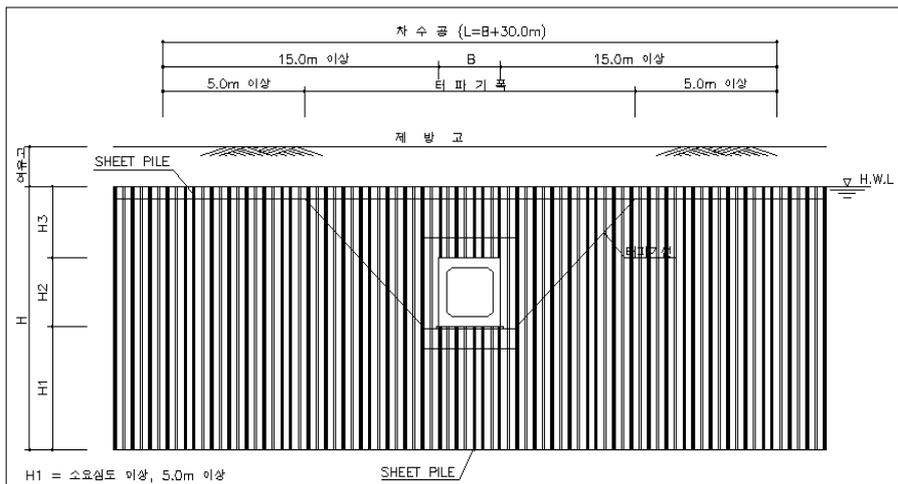
- 중앙차수벽은 Steel Sheet Pile을 원칙으로 하되 현지 여건을 감안하여 공법을 조정할 수 있다.
- 차수벽 설치폭은 구조물 설치폭에 외벽에서 좌·우측으로 각 각 15m이상 또는 터과기폭에 좌·우측 여유폭 각 각 5m을 합한 길이 중 큰 값에 대해 Steel Sheet Pile로 차수벽을 설치해야 한다.
- 차수벽 상단은 계획홍수위까지 설치하고, 차수벽 설치깊이는 제방에서 차수공이 설치될 경우 그 깊이보다 짧게 설치하여서는 안 된다. 제방에서 차수공을 설치하지 않을 경우에도 침투류 계산을 실시하여 차수벽 소요깊이를 산정하여 설치하고, 차수벽 최소 설치깊이는 구조물 바닥판 하부에서 5m이상 설치하는 것을 원칙으로 하고, 5m이내에서 기반암이 나타날 경우는 조정하여 설치할 수 있다.
- Sheet-Pile과 구조물 외벽의 연결부는 아래 그림과 같이 콘크리트를 타설하여 누수를 방지하여야 하며, 연결콘크리트를 설치하지 않을 경우에는 기존구조물 보강방법과 같이 주입공법(Grout)으로 연장 3m이상 2렬 보강하고, 벽체를 따라 Sheet pile 중심에서 양측으로 각 3m이상씩 보강 설치하는 것으로 한다.



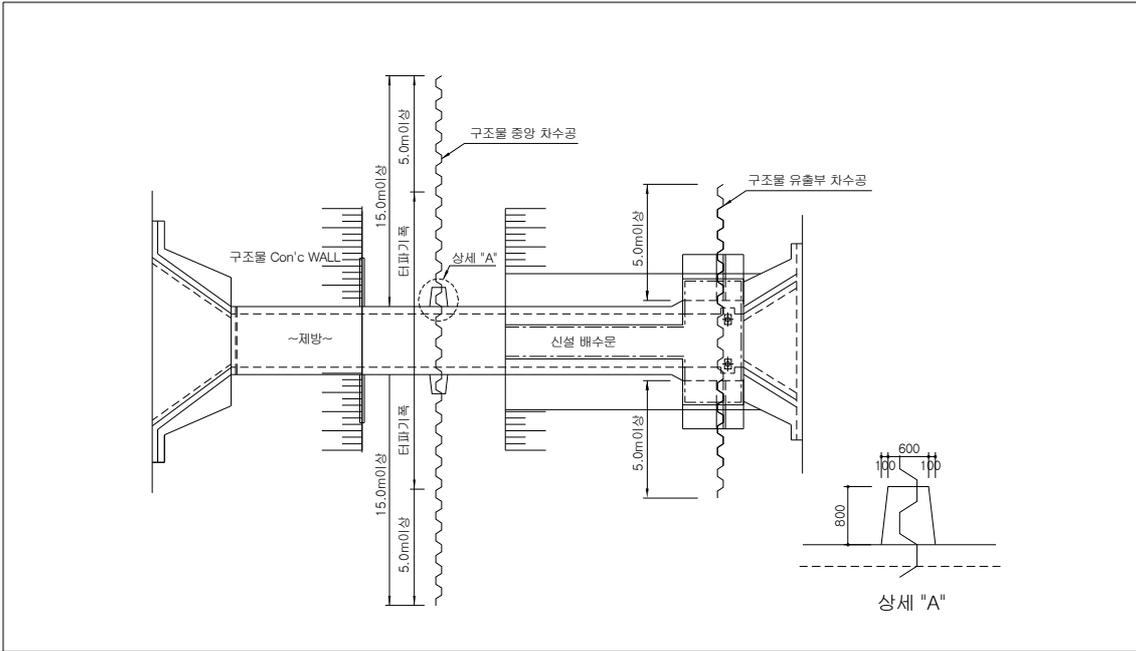
<그림 3> Sheet pile 차수벽 설치 접합부 상세도-1



<그림 4> Sheet pile 차수벽 설치 접합부 상세도-2



<그림 5> Sheet pile 차수벽 설치 단면도



<그림 6> 신설 구조물 차수 보강 평면도

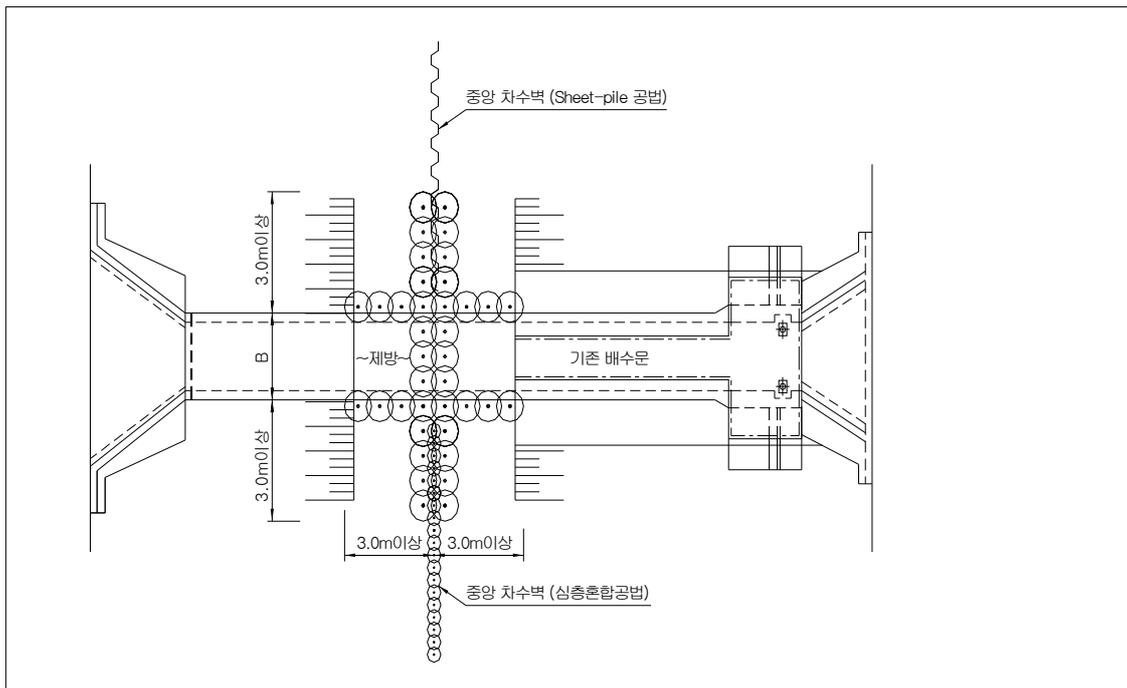
② 유출부 차수공

- 유출부 차수벽은 Steel Sheet Pile을 원칙으로 하되 현지 여건을 감안하여 공법을 조정할 수 있다.
- 차수벽 설치폭은 구조물 설치폭에 권양대 외벽에서 좌·우측으로 5.0m이상, 설치심도는 권양대 바닥 콘크리트 하단으로부터 5.0m를 원칙으로 하되 5m 이내에 기반암이 분포할 경우 현장 여건을 감안하여 조정한다.

나) 기존구조물 차수공

① 제방과 구조물에 차수시설을 함께 설치하는 경우

- 제방 차수벽(Sheet Pile, 심층혼합처리공법, 주입공법 등)은 구조물에서 약 1.0m 떨어진 지점까지 설치한다.
- 차수벽 상단은 계획홍수위까지 설치하고, 차수벽 설치깊이는 제방에서 차수공이 설치될 경우 그 깊이보다 짧게 설치하여서는 안 된다. 차수벽 최소 설치깊이는 구조물 바닥판 하부에서 5m이상 설치하는 것을 원칙으로 하고, 5m이내에서 기반암이 나타날 경우는 조정하여 설치할 수 있다.
- 제방 차수벽을 설치 후 구조물 외벽에서 주입공법(Grout)으로 연장 3m이상 2렬 보강하고, 벽체를 따라 차수벽 중심에서 양측으로 각 3m이상씩 보강 설치하는 것으로 한다.

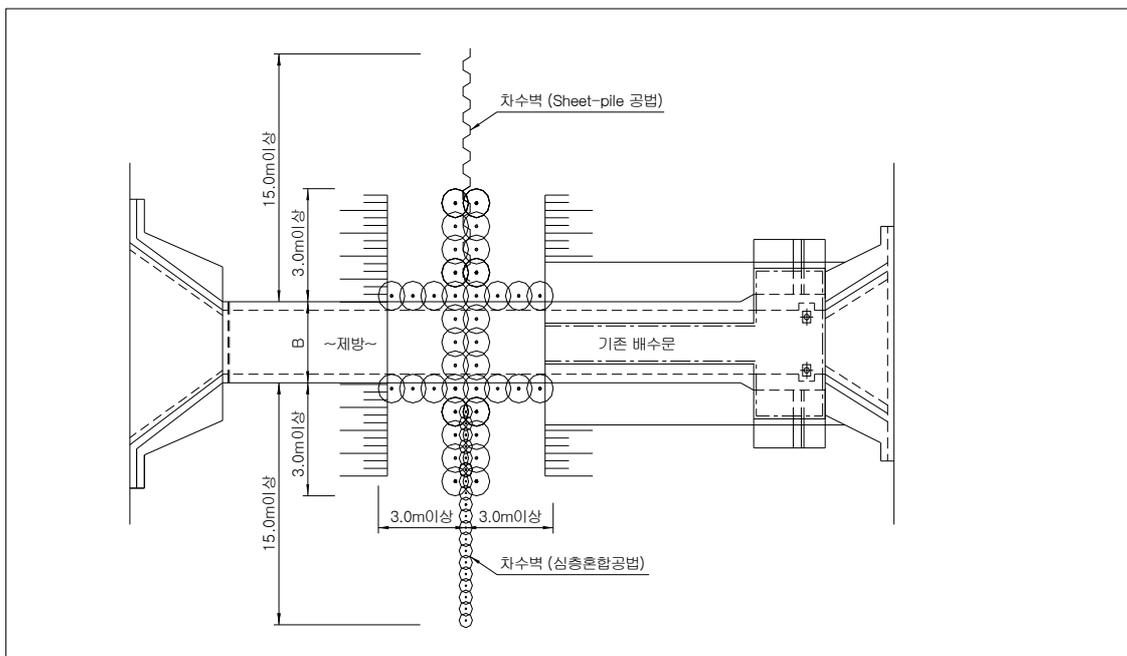


<그림 7> 제방과 구조물에 차수시설을 함께 설치하는 경우

② 제방에는 차수시설이 없으나 구조물에는 차수가 필요한 경우

- 차수벽 설치폭은 구조물 설치폭에 외벽에서 좌·우측으로 15m이상 차수벽을 설치해야 한다.

- 2가지 이상 차수공법을 적용할 경우 제방측 차수벽을 구조물에서 약1.0m 떨어진 지점까지 먼저 설치 후 구조물 외벽에서 주입공법(Grout)으로 연장 3m이상 2렬 보강하고, 벽체를 따라 차수벽 중심에서 양측으로 각 3m이상씩 보강 설치할 수도 있다.
- 차수벽 상단은 계획홍수위까지 설치하고, 차수벽 설치깊이는 침투류 계산을 실시하여 차수벽 소요깊이를 산정하여 설치한다. 차수벽 최소 설치깊이는 구조물 바닥판 하부에서 5m이상 설치하는 것을 원칙으로 하고, 5m이내에서 기반암이 나타날 경우는 조정하여 설치할 수 있다.
- 배수구조물의 하부는 철근이 손상되지 않도록 주의하여 친공한 후 주입공법 또는 고압분사교반공법으로 설치한다.

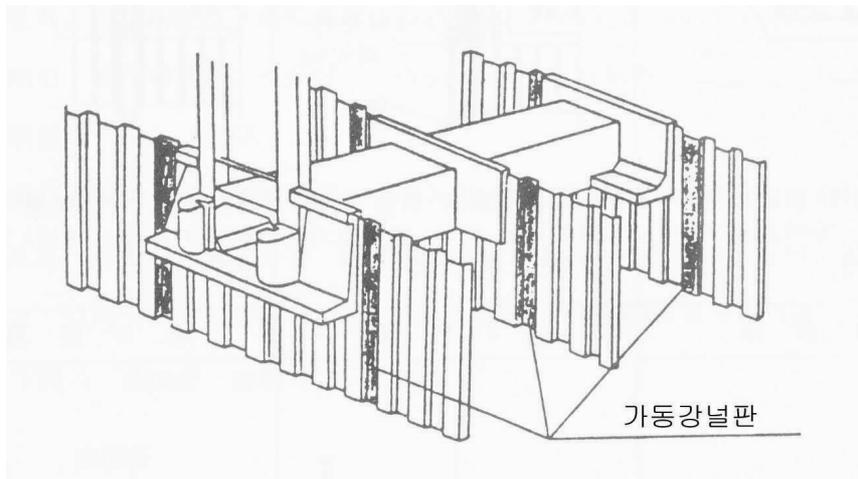


<그림 8> 제방에는 차수시설이 없으나 구조물에는 차수가 필요한 경우

#### 4) 가동강널판 설치

연약지반 등에 설치되는 구조물에 연결하여 차수용 강널판을 설치할 경우 부등침하나 배면토압 등에 의해 변위가 생기는 경우가 있다. 이 변위가 구조물에 손상을 주지 않도록 구조물과 차수강널말뚝의 접촉부근에 변위를 흡수하기 위한 가동강널판을 적용하는 경우도 있다.

가동강널판은 흡수할 수 있는 변위량의 크기에 따라 선정하여야 하며 강관Type은 고무Type보다 흡수변위량이 큰 곳에 사용한다.



<그림 9> 가동 강널판 설치도

고무Type 가동 강널판	강관Type 가동 강널판

<그림 10> 가동 강널판 상세도

## □ 하천제방의 누수탐사기법

하천제방의 누수현상은 제방 전면에 걸쳐 발생하는 것이 아니라 국부적으로 발생하는 경우가 대부분이며, 증상으로 존재하기보다는 일정한 유로를 따라 발생된다. 제체 내 유로는 평상시 제방의 안전성에 거의 영향을 미치지 않으나 호우나 장마철과 같이 제외지층의 수위가 급상승할 경우 수압에 의한 파이핑 현상을 발생시켜, 대규모 누수 및 제방파괴를 발생시킨다. 따라서 이러한 제방 파괴 방지를 위해서는 누수의 원인이 되는 유로를 찾아 적절한 누수방지대책을 세우는 것이 무엇보다도 중요하다.

제방누수대 확인방법은 현장답사에 의해 육안관측, 색소법에 의한 확인 방법 등과 같은 직접적인 방법과 전기 비저항 탐사법, 자연전위법, GPR 탐사법, 지온탐사법 등의 지구물리탐사 방법이 있다. 종래 제방 누수 확인방법으로 이용된 현지 답사에 의한 육안조사 방법은 전체적인 누수의 이동경로를 확인하기 힘들며, 근래 적용되고 있는 지구물리탐사방법은 지하매질의 물리적 성질 차이에 따라 발생하는 다양한 물리현상을 계측하고, 계측결과를 해석하여 지하 매질의 구조와 성질을 알아내는 비파괴 조사법의 일종으로 제방 내부의 침투수위 및 제체 구조 파악을 위한 계측방법으로 제방의 누수 탐지 및 안전진단에 있어서 가장 경제적이고 효과적인 계측방법을 제공한다. 그러나 이러한 물리탐사방법은 적용방법 및 현장 조건에 따라 한계점이 있어 분명한 이해 속에서 활용되는 것이 바람직하며, 보다 정확한 탐사를 위하여 현장 시추조사를 병행하여야 한다.

일본은 고밀도 전기탐사법, 천층 반사법에 의한 탄성파 조사법, 연속파 레이더 탐사법, 지하레이더 탐사법 등 다양한 비파괴 검사를 이용하여 유로조사만이 아니라 제체 및 기초지반의 토질 구조, 지하공동 유무 등의 조사에도 이용하고 있는 실정에 있다. 각 탐사방법별 유효조사심도는 고밀도 전기탐사법 5~20m, 천층 반사법에 의한 탄성파 조사법 5~100m, 연속파 레이더 탐사법 10~20m, 지하레이더 탐사법 2m 정도 등으로 나타났다. 국내에서는 비파괴 검사방법들이 대부분 터널, 댐, 콘크리트 구조물 등에 적용되고 있으며, 전기비저항 탐사법, GPR 탐사법, 지온탐사법 등이 제방분야에 활용되고 있다. 각 탐사방법별 개략적인 원리와 그 적용 사례는 다음과 같다.

<표> 제방에 적용되고 있는 비파괴 조사법

조사법	주요 조사 대상	원리	조사·해석방법	제약조건	적용성
고밀도 전기 탐사	제방 및 기초 지반 표층의 토질 구조	지반을 구성하는 토 립자에 따라서 전기 적 성질이 다른 것 에 착안해, 인공적으 로 전류를 흘려, 지 반의 외관비율 저항 의 변화를 측정해, 지하의 상태나 구조 를 추정	적당한 간격으로 전극 을 설치 전극을 이동시켜서 측 정을 계속 해석은 유한 요소법에 따라 시물레이션을 행하는 것으로부터 지형을 보정하고, 그 후 모델을 설정, 반 사법 등을 이용해서 비율 저항 분포를 작 성	수중, 호우시의 조사는 피함 아스팔트나 콘크리트로 피복되어 있는 경우는 불가능, 삭공(削孔)이 가능하다면 할 수 있 음 고전압선, 강시판(鋼矢 板)의 근방에서의 조 사는 피하도록 함 45°이상의 사면에서는 피하도록 함	조사 가능한 깊이는 5~ 10cm 1일당 100~300m 의 조사가 가능 포화도가 높은 경우나 지하수면 밑에서는 기 록이 불명료
천층 반사법 탄성파 조사	제방 및 기초 지반 표층 의 토질구 조	지표에서 인공적으 로 지진파를 발생시 켜 지하의 지질 경 계에서의 반사파를 파악하는 것에 의해, 지하의 지질상황을 파악	2~5m 간격에서 지진 계를 설치하고, 같은 간격에서 진동을 일 으킴	평탄지에서의 조사가 바람직 진동을 일으키기 위한 바이브레이터 사용시 소음이 발생	조사 가능한 깊이는 5~ 100m(목표로서 60~ 70m)이고, 2~3cm 의 얇은 부위의 조사는 불가 분해능은 얇은 부위에서 1m 정도 1일당 100~300m 의 조사가 가능
연속파 레이더 탐사	제방 및 기초 지반 표층 의 토질구 조 호안, 구조물 아래의 공 동(空洞)	전자파의 반사현상 을 이용하고 있는 점에서는 지하레이 더 탐사와 같은 형 태이지만 조사깊이 를 개선하기 위해서 발신 파형을 펄스파 가 아닌 연속파로 한 것	송신용 안테나에서 땅 속을 향해 전자파를 송신하고, 반사파를 수신용 안테나에서 수신 해석은 반사법 지진탐 사를 위해 개발 된 파형 해석방법을 적 용	콘크리트의 두께가 1m 이상인 경우, 조사가 불가능 철근간격이 15cm 이하 인 경우는 조사가 어 려움 평탄면에서의 조사가 좋음	조사 가능한 깊이는 1 0~20m 정도 분해능은 50~100cm 정도(토질 지반) 1일당 수100m의 조사 가 가능 얇은 부위에 자갈질 흙 층이 있으면 반사파는 산란, 감쇄하고, 이 깊 이 정보에 영향
지하 레이더 탐사	호안, 구조물 아래의 공 동(空洞)	전자파의 반사현상 을 이용해, 전자파를 땅속을 향해서 발신 하고 음향 인피던스 의 다른 위치로 반 사한 반사파를 측정 해서 지하의 상태나 구조를 추정	측정은 프로파일링법 ·땅속의 전자파 속도를 구하기 위해 와이드 앵클법 해석은 반사법 지진탐 사와 같은 형태의 방 법	콘크리트 두께는 1m 정도까지는 조사가 가능 철근 간격이 15cm 이 하인 경우는 조사가 어려움 평탄면에서의 조사가 좋다. 노면고르기가 심하면 해석에 영향	조사 가능한 깊이는 2m 정도 1일당 수 km의 조사가 가능 ·베근간격이 15cm 미만 인 경우에서도 발신주 파수를 바꾸는 것으로 대응은 가능

## 4. 차수공 형식결정

### 1) 개요

- 가) 차수공을 설계할 때는 구조물의 중요도와 기초지반의 토질조건을 충분히 고려하여 공법을 결정해야 한다.
- 나) 기초지반이 점성토나 사질토층일 경우는 대부분의 차수공법이 시공가능하나 사력층, 호박돌이 섞인 토층, 전석층에서는 시공성이 낮거나 불가능할 경우가 있으므로 신중하게 검토한다.
- 다) 차수공법 선정은 경제성, 시공성, 환경성, 제방손상 등 제반조건을 고려하여야 한다.

### 2) 차수공의 종류

국내에서 하천제방공사에 사용되고 있는 차수공법은 널말뚝공법, 주입공법, 심층혼합처리공법, 고압분사교반공법, 지중연속공법 등이 사용되고 있으며 주요 공법을 소개하면 아래와 같다.

가) 널말뚝공법

나) 주입공법

- 일반주입(Cement Mortar Grouting)공법
- 약액주입공법
- 비약액주입공법

다) 심층혼합처리공법

라) 고압분사교반(Jet Grouting)공법

마) 지중연속공법

<표 1> 일반적인 차수공법 비교표

구분	널말뚝공법	주입공법	심층혼합처리공법	고압분사교반공법	지중연속공법
공법 개요	공장 제작된 널말뚝의 이음부를 물리개하여 Water jet, 진동해머 등을 이용하여 지중에 타입하여 연속벽을 형성하는 방법	지반을 천공한 후 케이싱이나 Rot을 이용하여 응결제와 첨가물을 주입하여 지반을 고결시키는 공법	Earth Auger로 지반을 천공한 후 개량재를 주입하여 강제적으로 원래 토사와 교반혼합하여 소일 시멘트 연속벽체를 형성하는 방법	공기를 동반한 초고압수를 지반 중에 회전 분사시켜 지반을 절삭해 그 슬라임을 지표에 배출시키고 경화제를 동시 충전시켜 원주상의 고결체를 조성하는 방법	벤토나이트 안정액으로 공벽의 안정을 유지하고 굴착 후 콘크리트 연속벽체를 조성하는 공법
신뢰성	벽체강성 및 내구성이 우수함. 이음매부에서 누수의 가능성이 있고, 길이가 긴 널말뚝 타설은 이음매부의 이탈 가능성 있음. 기설구조물과의 접합부 지수가 어렵다(주입공법의 병용)	지압주입으로 주입제의 침투가 용이하고 또 반복 주입에 의해 지반의 균일화가 가능함. 피압상태에서 시공은 외관주위의 실 주입 등에 의해 방지할 수 있음. 약액주입은 알카리 용탈 작용으로 영구구조물에서 신뢰도 낮음.	벽체강성 및 내구성이 양호함. 시공심도가 20m 이상으로 깊고 1열 시공이 되는 경우는 시공 정밀도 등 조성말뚝 연결부에 다소 불안함. 피압상태하에서 시공은 토사와 시멘트의 혼합재 비중이 크므로 시공은 가능함.	벽체강성 및 내구성이 양호함. 시공심도가 35m 이상으로 깊고 1열 시공이 되는 경우는 시공 정밀도 등 조성말뚝 연결부에 다소 불안함. 피압상태하에서 경화제가 피압수와 같이 배출되어서, 지반이 굳혀지지 않는 일이 있음.	벽체강성 및 내구성 우수함. 이음부의 차수가 취약할 수 있으나 차수성에 대한 신뢰도 가장 우수함.
	△	△	△	○	○
환경성	바이브로, 젯트 병용공법이므로 소음진동은 적음. 수질오염우려가 없음	소음, 진동이 적음. 수중시공시 지하수 유동으로 수질오염 가능성 있음.	슬라임 발생되며 모두 산업 폐기물임. 수중시공시 지하수 유동으로 수질오염 가능성 있음.	슬라임이 대량으로 배출되며 모두 산업 폐기물임. 수중시공의 경우는 지하수 유동으로 수질오염 가능성 있음.	무소음 무진동이나 안정액 등 폐기물 발생량이 많음.
	○	△	△	△	△
장비 사용성	작업공간이 작아 제방 위 또는 고수부지에서 시공 가능함. 작업폭:5m이상	작업공간이 작아 대부분 제방 위에서 시공 가능. 작업폭:3m이상	넓은 작업공간이 필요하며 기존제방 절취량이 많음. 작업폭:8~10.5m이상	넓은 작업공간이 필요하며 기존제방 절취량이 많음. 작업폭:7m이상	넓은 작업공간이 필요하며 기존제방 절취량이 많음. 작업폭:8~10.5m이상
	○	○	△	△	△
시공성	길이가 길고 N값은 50 이상의 모래층은 젯트수 병용에서의 타설이 되는데 시험시공에 의한 확인이 필요함. 자갈 및 호박돌층에서 시공이 곤란하며, T-4 등 보조장비 필요	장비가 소형으로 좁은 공간에서 작업 가능함. 플랜트 설비는 다른 공법에 비해서 소규모임. 대부분 토질에서 시공가능하며, 자갈, 호박돌층에서 시공성 높음	시공설비 및 플랜트 설비가 크고 장비의 작업공간이 크다. 자갈, 호박돌층에서 시공성 낮음.	선행사공과 조성공이 분리된 작업이 되므로 시공성은 좋다. 플랜트 설비는 비교적 크게 된다. 자갈, 호박돌층에서 시공 가능함.	장비가 대형으로 넓은 작업공간이 필요함. 어떤 지반이라도 시공가능하나 굴착 시 공벽 붕괴 가능성 있음. 고도의 기술력이 요구됨.
	△	○	△	○	△
시공 실적	N값이 높은 모래층에서의 장척 널말뚝의 실적은 적다.	시공실적은 많다.	시공실적은 많지만 30m를 넘는 심도에서는 비교적 적다.	제방 차수벽으로서 국내 실적은 적음.	제방 차수벽으로서 시공 실적은 적음.
	○	○	○	△	△