

## 제 6 장 제방 및 호안



## 제 6 장 제방 및 호안

### 제 1 절 조 사

#### 1.1 조사일반

1.1.1 이 조사는 하천구조물의 하나인 제방 및 호안계획(설계)을 수립함에 필요한 기초조사로서 예비조사 및 현지답사, 본조사, 보완조사 등의 순서에 의해 실시한다.

#### 1.1.2 예비조사 및 현지답사

1. 이 조사는 하천구조물의 하나인 제방 및 호안계획을 수립함에 있어 수행하여야 할 1차조사(개략조사)로서 대략 다음사항을 포함하여야 한다.

- 1) 진입로 및 공사용도로 현황(토취장, 석산 등 포함)
- 2) 기존 하천구조물 현황
- 3) 하천연안의 토지이용현황
- 4) 하상구성물질의 현황
- 5) 도시계획 관련사항
- 6) 제방 및 호안재료원 현황
- 7) 지질 및 토질현황

#### 1.1.3 본조사

1. 이 조사는 예비조사 및 현지답사를 통해 개략적으로 결정한 제방법선, 제방 및 호안형식을 확정시키기 위한 제2차조사(정밀조사)로서 다음사항을 포함하여야 한다.

- 1) 지반조사(지형, 지질 및 토질조사)
- 2) 재료원조사(지질 및 토질조사, 제방축조 재료원조사)
- 3) 시설제방 및 호안조사

#### 1.1.4 보완조사

1. 이 조사는 정밀조사를 통해 수립된 계획을 확정시키는 과정에서 보완할 필요가 있을 경우 수행한다.

## 1.2 기초지반조사

- 1.2.1 이 조사는 제방법선(호안법선)에 따라 수행될 기초지반조사로서 “1.1 조사일반”에서 설명한 예비조사 및 현지답사, 본조사, 보완조사를 통해 제방 및 호안구조물의 기초지반에 대한 지층구조, 지층별 토성 및 역학적 특성, 기반암깊이 등을 규명하여야 한다.
- 1.2.2 기초지반조사에 있어 본조사는 예비조사 및 현지답사를 통해 얻어진 기초지반에 대한 자료가 제방의 계획 및 설계를 수행함에 지장이 없거나 제방의 중요성이 낮은 경우 생략할 수 있다.
- 1.2.3 정밀조사를 수행할 필요가 있는 기초지반(연약지반, 투수성이 높은 지반)은 시추조사, 사운딩시험 및 토질조사를 통해 기초지반의 특성을 확인하여야 하며, 이들 조사의 구체적 내용은 「하천시설기준」(1993.12, 건교부)에 상세히 수록되어 있다.

## 1.3 재료원 조사

- 1.3.1 이 조사는 제방 및 호안재료에 대한 조사로서 “1.1 조사일반”에서 설명한 예비조사 및 현지답사, 본조사, 보완조사를 통해 제방 및 호안재료에 대한 제방재료원별 토질특성 및 축제이용가능량, 호안재료원별 특성 및 이용가능량 등을 포함하여야 한다.
- 1.3.2 재료원조사에 있어 본조사는 토취장 및 석산선정에 필요한 토질시험, 골재시험, 석질시험 등을 통한 축제토 및 호안재료의 적합성 여부를 판단하게 될 중요한 조사이다. 이들 시험에 대한 구체적인 내용은 「하천시설기준」(1993.12, 건설부)에 상세히 수록되어 있다.

## 1.4 시설제방 및 호안조사

- 1.4.1 이 조사는 시설제방 및 호안의 안전성을 검증함과 더불어 제방 및 호안계획(설계)을 수행함에 기초자료로 이용하기 위한 조사로서 시설제방 및 호안의 단면조사, 제체 및 기초지반의 누수조사, 제체 및 기초지반의 침하조사 등을 포함하여야 한다.

1.4.2 기설제방 및 호안조사에 있어 본조사는 예비조사 및 현지답사를 통해 얻어진 기설제방 및 호안조사자료가 기설 제방 및 호안의 안전성 검증을 수행함에 지장이 없거나 조사할 필요성이 없을 경우 생략할 수 있다. 단 본조사를 수행할 필요가 있을 경우 이등조사는 「하천시설기준」(1993. 12, 건설부)에 준하여 실시하여야 한다.

## 제 2 절 제 방

### 2.1 제방계획

#### 2.1.1 정 의

1. 제방은 유수로 인한 제내지 침수를 방지하고 유수의 소통을 원활하게 하기 위해 하도의 양안 또는 좌, 우 하안에 설치하는 방수 구조물이다.
2. 본 제방기준은 소하천제방에만 적용하며 제방은 평균높이가 0.6m 이상일 때 성립된다.

#### 2.1.2 구 조

1. 제방의 일반구조와 명칭은 다음 그림 6.1과 같으나 소하천의 경우 제방 형태는 소하천의 특성에 따라 대체적으로 제형단면이 될 것이다.

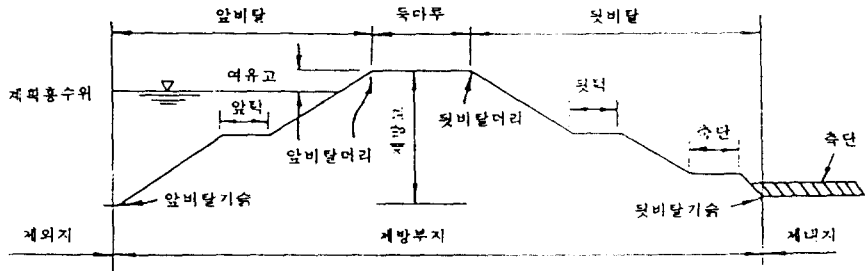


그림 6.1 제방단면의 구조와 명칭

#### 2.1.3 종 류

1. 일적으로 제방의 종류는 그 기능, 규모, 형상에 따라 본제, 부제, 늘둑, 운중제(둘레둑), 횡제(가로둑), 분류제(가름둑), 율류제, 역류제, 도류제

등으로 분류되며 그 종류별 기능은 다음과 같다.(그림 6.2 참조)

- 1) 본제는 제방 원래의 목적에 따라 하도의 양안 또는 좌, 우 한쪽 하안에 축조하는 연속체로서 가장 일반형태의 제방이다.
- 2) 부제는 본제가 파괴되었을 때를 대비하여 설치하는 제방으로서 본제보다 제방높이를 약간 낮게 설치한다.
- 3) 놀둑은 홍수지속시간이 짧은 급류하천에 있어 단기간의 침수에 큰 피해를 받지 않거나 양호한 임상상태를 갖고 있는 산지지역에 있어 제내지로 유수를 끌어들이어 잠정적 홍수조절 및 토양의 개선기능을 부여하기 위해 설치하는 불연속 제방이다.
- 4) 윤증제는 특정한 지역을 홍수로부터 보호하기 위하여 그 주변을 둘러싸서 설치하는 제방이다.
- 5) 횡제는 큰 하천에 있어 제외지에 형성된 유수지 및 경작지를 보호하거나 유로를 고정시킬 필요가 있을 경우 하심측으로 돌출시킨 제방이다.
- 6) 분류제는 홍수지속시간, 하상경사, 홍수규모 등이 다른 두 하천을 바로 합류시키면 합류점에 토사가 퇴적하여 홍수소통에 지장을 주므로 이를 방지하기 위해 설치하는 제방이다.
- 7) 월류제는 하천수위가 일정수위 이상이 되면 제내지로 월류시키는 제방으로 제내지의 홍수조절에 따라 하천수위를 낮추는 기능을 하고있다.
- 8) 역류제는 본류의 배수영향을 받는 지류하류부의 제방을 본류제방의 두마루고와 동일하게 축조하는 제방이다.
- 9) 도류제는 하천의 합류점, 분류점, 놀둑의 끝부분, 하구 등에서 수류방향을 조정 또는 파의 영향에 의한 하구 폐쇄를 방지하기 위해서 축조하는 제방이다.

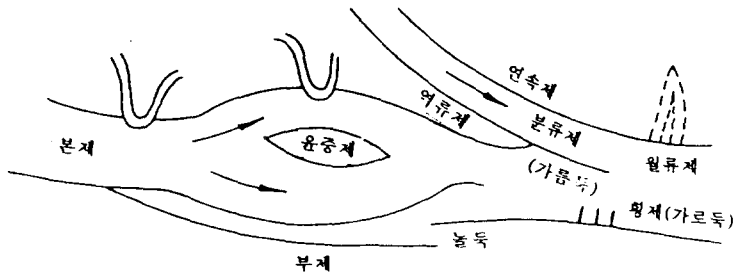


그림 6.2 제방의 종류

### 2.1.4 축제재료

1. 제방은 흙으로 축조하는 것을 원칙으로 한다. 단 연안의 토지이용상태, 하천규모, 경제적 여건, 중요도 등에 따라 부득이 한 경우 축제재료는 제방안전에 지장을 주지않는 대체재료로 축조할 수 있다.
  - 1) 일반적으로 제방을 흙으로 축조하는 주요 이유는 다른재료에 비하여 다음과 같은 이점을 갖고 있기 때문이다.
    - (1) 재료확보가 용이하다.
    - (2) 노화현상이 일어나지 않는다.
    - (3) 부등침하가 일어나기 쉽지만 흙의 특성인 성형의 용이성 때문에 복구가 용이하다.
    - (4) 기초지반과의 일체성 유지가 용이하다.
    - (5) 경제적이다.
  - 2) 양질의 축제토는 다음과 같다.
    - (1) 포화시 흙의 토성 및 역학적 성질의 변화가 적어야 한다.
    - (2) 투수계수가 작을 것.
    - (3) 굴착, 운반 및 다짐 등의 시공이 용이할 것
    - (4) 포화시 물에 용해되는 성분을 포함하지 않을 것.
    - (5) 내부마찰각이 클 것.
    - (6) 습윤이나 건조에 의한 팽창, 수축이 적을 것.
    - (7) 풀이나 나무뿌리 등의 유기물을 포함하지 않을 것.

### 2.1.5 제방법선

1. 제방법선은 하천연안의 토지이용 현황, 홍수규모 및 수리특성, 현재의 하도특성, 공사비 등을 검토하여 가급적 완만한 곡선형태가 되도록 하여야 한다.
2. 제방법선은 제방의 앞비탈머리 선을, 저수로법선은 저수로와 고수부지(또는 둔치, 홍수터 표기되기도함)가 만나는 선을 의미한다(그림6.3 참조)
  - 1) 제방법선계획은 다음사항을 고려하여 수립하여야 한다.
    - ① 제방법선은 가급적 유수방향에 맞추는 것이 원칙이나 심한 만곡은 피하여야 하고 저수로법선과는 별개로 홍수의 직진성을 고려하여 곡률이 작은 곡선으로 결정하여야 한다.
    - ② 완류하천의 법선은 직선으로 개수하르로서 발생하는 하안의 변형(세굴에 의한 포락)을 최소화하도록 현재의 하도만곡을 고려하여 결정하여야 한다.
    - ③ 급류하천의 법선은 홍수류의 직진성을 고려하여 가급적 직선으로 하르로서 심한 수충에 의한 호안의 파괴와 하상변화를 극소화 시켜야 한다.

- ④ 좌우법선은 가급적 평행하게하여 하폭이 급변하지 않도록 하여야 한다.
  - ⑤ 지형상 불가피한 만곡부의 하폭은 직선법선구역의 하폭보다 확폭하여 유세를 완화시켜야 한다.
  - ⑥ 제방법선은 기존 제방의 법선을 가급적 크게 변형시키지 않는 선에서 결정하여야 한다.
  - ⑦ 연약지반상의 제방법선 설정은 공사비와 유지관리측면을 고려하여 가급적 피하여야 한다.
  - ⑧ 지천은 가능하면 예각으로 합류시키고 원활한 홍수소통을 도모하기 위해 하천특성에 적합한 길이의 도류제를 설치하는 것이 좋다.
- 2) 저수로법선 계획은 다음사항을 유의하여 수립하여야 한다.
- ① 일반하도의 저수로법선은 유속의 변화에 따른 불규칙한 하상변동을 억제시키기 위해 가급적 저수로폭의 변화를 주지 않도록 결정하여야 한다.
  - ② 소하천은 하폭이 좁고 또한 홍수류의 흐름이 급류이므로 단면형은 둔치(또는 홍수터)가 없는 단단면으로 계획하는 것을 원칙으로 한다.
  - ③ 둔치(또는 홍수터)를 설치할 필요가 있는 소하천의 저수로법선은 홍수류의 직진성을 고려하여 가급적 직선에 가깝게 하여야 하며 완류하천의 법선은 현상의 저수로법선형태를 가급적 살려 결정하는 것이 바람직하다.

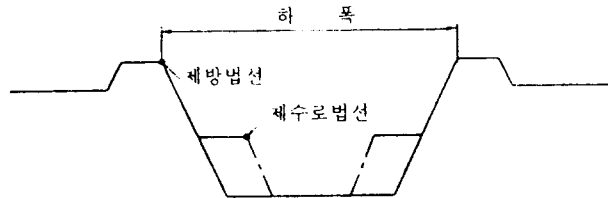


그림 6.3 제방의 법선

## 2.2 제방설계

### 2.2.1 설계 일반

1. 제방의 모든 제원은 계획홍수량, 제내지 토지이용현황, 사회 및 경제적 여건, 하천환경, 기초지반 상태 등과 제방의 안정성을 고려하여 결정하여야 한다.(그림 6.4 참조)



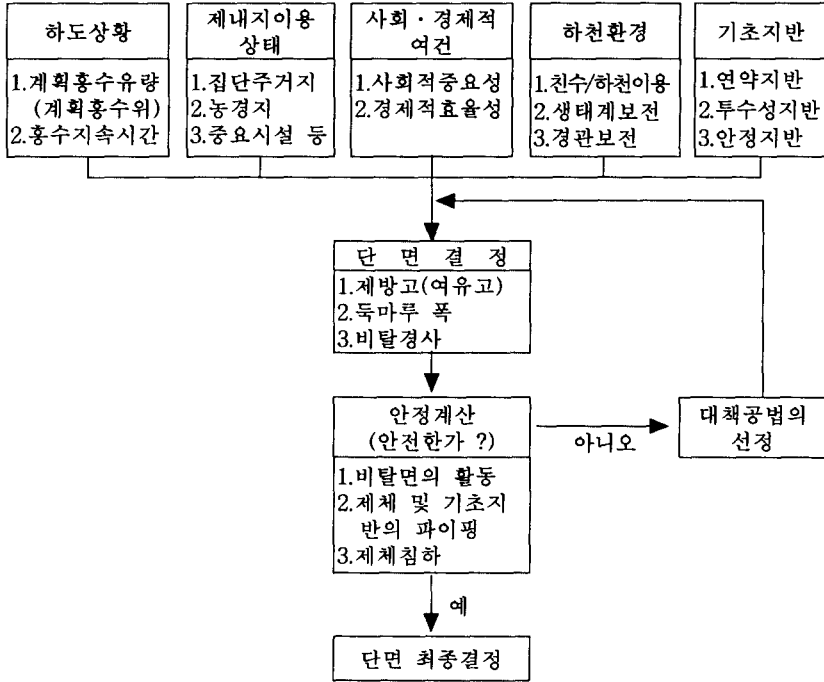


그림 6.4 제방단면의 결정과정

### 2.2.2 제방단면

1. 제방의 독마루고는 계획홍수위에 여유고를 더한 높이 이상으로 한다. 단, 계획홍수위가 제내지 지반고보다 낮고 지형상황으로 보아 치수상 지장이 없다고 판단되는 구간에서의 제방 독마루고는 예외로 한다.
2. 제방의 여유고는 하천에서 발생할 수 있는 불확실성 자연요소에 대한 여분의 제방고로서 계획홍수유량 크기별 여유고는 다음 표.6.1과 같다.

표 6.1 계획홍수유량 크기별 여유고

| 계 획 홍 수 유 량(m <sup>3</sup> /sec) | 여 유 고(m) |
|----------------------------------|----------|
| 200 미만                           | 0.6 이상   |
| 200 이상 ~ 500                     | 0.8 이상   |

3. 소하천의 경우 계획홍수유량의 크기는 대체적으로 500m<sup>3</sup>/sec 이하가 될 것인바 여유고는 최대 0.8m, 최소 0.6m가 될 것이다.
  - 1) 여유고는 하천에서 발생할 수 있는 여러 가지 불확실한 자연요소들에 대한 여분의 제방고(안전값)이다. 표7.1의 여유고는 일반하도에 대한 값이며 급류하천을 이루고 있는 소하천의 만곡부에 있어 좌, 우안 여유고는 수류의 원심력작용을 고려하여 달리 취하여야 한다.
  - 2) 여유고의 예외규정  
일반적으로 소하천과 같이 계획홍수위가 제내지반고보다 낮은 굴입도를 형성하고 있는 경우 여유고는 제내지 지반고에 따라 상이하나 0.3m 이상이면 적당하다.
4. 일반적으로 둑마루폭은 제방의 안전, 홍수시의 방재활동, 제방의 이용성 등에 따라 결정되나 소하천의 경우 둑마루폭은 최소 3.0m 내외로 하고 상황에 따라 적절히 조정한다.
  - 1) 제방의 둑마루폭은 다음 목적을 달성 할 수 있도록 결정해야 한다.
    - ① 침투수에 대한 안전단면 확보
    - ② 평상시의 하천순시
    - ③ 홍수시의 방재활동
 이와같은 목적을 달성하기 위한 최소폭은 1차선인 3.0m이나 제방고가 0.60m 이하일때는 조정할 수 있으며 제방의 길이가 긴 경우 다시 말해서 원활한 순시 및 수방활동이 불가능한 경우 순시자동차의 회전을 위해 필요한 곳은 확폭한다.
  - 2) 둑마루폭의 예외규정 : 일반적으로 소하천에서 많이 나타나고 있는 현상이지만 제내지반고가 계획홍수위보다 높은 굴입도를 형성하고 있는 경우 둑마루폭은 3.0m 이하로 할 수 있다.
5. 제방의 비탈면경사는 홍수특성, 제방단면, 축제토의 토성 및 역학적 성질에 따라 다르나 일반적으로 제내외 모두 1:2 이상으로 완만하게 하는 것을 원칙으로 한다. 단 하폭이 좁은 소하천의 경우 제방의 비탈면 경사는 호안구조물설계와 병행하여 결정하여야 한다.

### 2.2.3 제방의 안전

1. 하천제방의 역학적인 안정성은 외력과 저항력의 균형, 한계상태의 파괴조건을 근거로하여 평가된다. 일반적으로 제방은 구조물 파괴유무에 관련된 안정성(stability)과 제방파괴에 따른 인명과 물적자산에 미치는 영향을 고려한 안전성(safety)도 함께 고려하여 설계되어야 한다.
  - 1) 역학적인 안정성 평가는 외력과 저항력의 균형, 한계상태의 파괴조건에 근거하여 평가된다. 그러나 제방의 파괴는 주로 월류, 세굴 및 누수 등에 의해 발생하며 이러한 현상들은 역학적으로 서로 다른 특성을

지니고 있다. 표 7.2는 제방의 안전과 관련된 파괴 원인별 개념적 평가기준을, 그림 7.6은 하천제방 피해의 발생과정을 보여주고 있다. 인명, 자산에 관계되는 안전성은 제방의 안정성을 나타내는 안전율, 제방의 파괴시에 인명과 자산에 미치는 영향 등을 고려하여 평가한다.

- 2) 일반적으로 제방은 다음 조건들을 만족해야 한다.
  - ① 홍수시 물이 제방을 월류해서는 안된다.
  - ② 유속에 의해 체체가 세굴되지 않아야 한다.
  - ③ 하천수위가 급강하할 때 비탈면의 활동에 대해 안전해야 한다.
  - ④ 연약지반에 축재할 경우에 파괴와 침하에 대해 안전해야 한다.
  - ⑤ 체체 및 기초지반이 투수성일 경우에 누수 및 관공작용(piping action)에 대해 안전해야 한다.
  - ⑥ 강우가 제방표면에 침투하여 체체의 함수비가 상승했을 경우에 비탈면 붕괴에 대해 안전해야 한다.

표 6.2 하천제방의 외력과 저항력 평가

| 외력 | 파괴 형태     | 외력 평가                                  | 저항력                         | 저항력평가  | 평가 포인트  |
|----|-----------|--|-----------------------------|--|---|
| 강우 | 월류        | 1)수문곡선(홍수위, 만곡부 수위상승)<br>2)소류력         | 1)제방고<br>2)토질<br>3)제내지 비탈경사 | 1)제방고<br>2)토질강도                                  | 1)제방고와 홍수와의 관계<br>2)제방비탈머리와 제내지비탈면의 침식진행<br>3)월류파괴부의 확대과정 |
|    | 세굴        | 1)유속,유향<br>2)국부류                       | 1)호안<br>2)수제<br>3)고수부지      | 1)호안불연속<br>2)중횡단경사                               | 1)하안침식<br>2)하상국부세굴  |
| 바람 | 누수(침투 파괴) | 1)수문곡선<br>2)우량주상도<br>3)침투류에 의한 간극수압투수력 | 1)토질<br>2)제방단면<br>3)호안      | 1)투수성<br>2)배수성<br>3)토질강도<br>4)토질단면구성<br>5)홍수지속시간 | 1)제내지 비탈면의 국부세굴<br>2)지반붕괴<br>3)파이핑 현상<br>4)체체변형 등의 안전해석   |
|    | 지진        | 체체 변형                                  | 1)지진력 평가                    | 1)기초지반 강도<br>2)지지력<br>3)제방주변지형                   | 1)동적해석에 의한 침하와 변형<br>2)액상화<br>3)지반의 내진성                   |

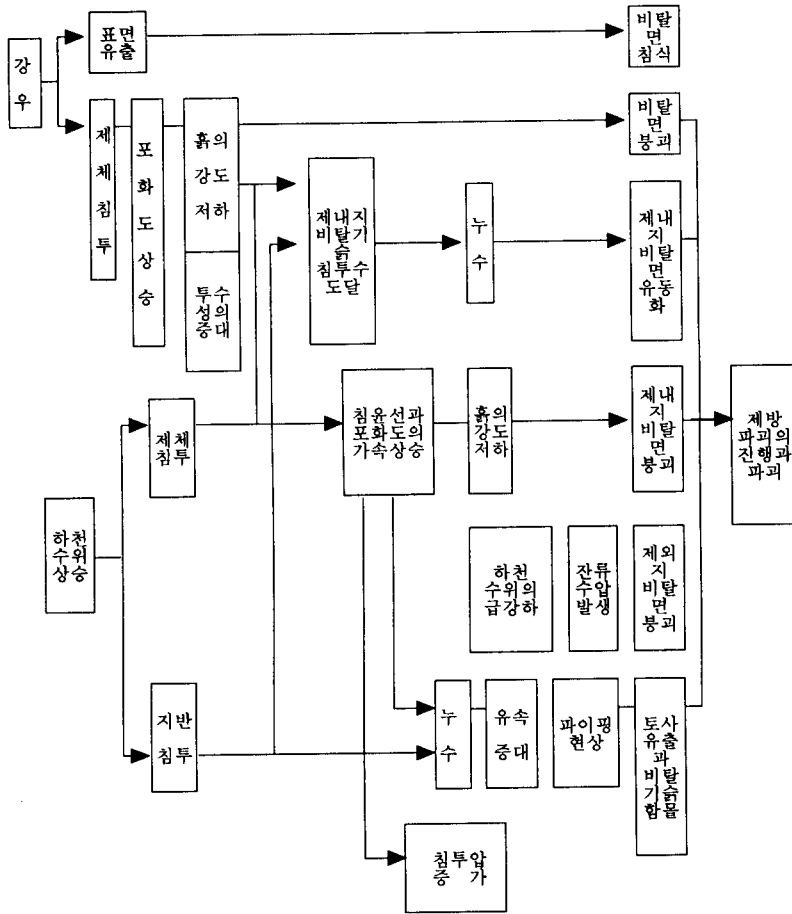


그림 6.5 강우와 하천수의 침투에 의한 하천제방 피해 발생과정

2. 제방활동에 대한 안전 : 원호활동을 고려한 제방비탈면의 안전율은 다음 표 6.3에 제시된 값 이상이 되도록 해야 하며 불투수성의 재료로 축제한 제방은 간극수압과 제체의 연직붕괴를 고려하여 안전성을 검토하여야 하며 상세한 분석방법은 「하천시설기준」(1993.12, 건설부)에 수록되어 있다.

표 6.3 원호활동을 고려한 제방비탈면의 안전율

| 제 체 상태              | 간극수압상태           | 안 전 율  |
|---------------------|------------------|--------|
| 연직붕괴<br>(crack 불고려) | 간극수압을 고려하지 않는 경우 | 2.0 이상 |
|                     | 간극수압을 고려하는 경우    | 1.4 이상 |
| 연직붕괴<br>(crack 고려)  | 간극수압을 고려하지 않는 경우 | 1.8 이상 |
|                     | 간극수압을 고려하는 경우    | 1.3 이상 |

3. 제방 누수에 대한 안전 : 제방의 누수는 외수위가 상승하여 제체 또는 지반을 통해 제내측으로 침투수가 유출하는 현상을 말하고 제체를 침투해오는 제체누수와 지반을 침투해 오는 지반누수가 있다. 제체누수는 제체의 침윤선이 결정적인 요인이 되므로 침윤선이 제방 비탈면에 나타나지 않도록 해야 하며, 지반누수는 지반누수를 차단할 수 있는 적절한 대책을 수립하여야 한다. 상세한 내용은 「하천시설기준」(1993.12, 건설부)에 수록되어 있다.
4. 제방 침하에 대한 안전 : 제방침하의 원인은 지반의 탄성침하, 압밀, 흩이 축방으로 부풀어 오르는 현상(heaving 현상)에 의해 일어나며 이와 같은 제방침하는 주로 연약지반에 제방을 축조하였을 경우에 나타난다. 이 경우 제방설제는 제방안전 분석에 필요한 지질 및 토질조사를 통해 얻어지는 기초지반의 압밀침하량을 고려하여 수행하여야 한다. 상세한 내용은 「하천시설기준」(1993.12, 건설부)에 수록되어 있다.

## 제 3 절 호 안

### 3.1 호안의 계획

#### 3.1.1 정 의

1. 호안은 제방 또는 하안을 유수에 의한 파괴 및 침식작용으로부터 직접 보호하기 위해 제외지측 제방 비탈면에 설치하는 하천구조물이다.
2. 제방은 재료확보와 시공의 용이성, 공사비의 저렴성 등을 이유로 주로 토사로 축조되며 따라서 제방 비탈면은 유수에 의한 파괴와 침식작용을 받게된다. 호안은 이와 같은 유수작용으로부터 제방을 보호하는 하천구조물의 하나이다.

### 3.1.2 치수호안

1. 치수호안은 환경호안과는 달리 치수적 안전성만을 고려한 호안이다.
2. 호안구조 : 호안구조는 다음 네부분 비탈덮기, 기초, 비탈멈춤, 밀다짐 등으로 구성된다.
  - 1) 일반적으로 호안구조는 유수에 대한 안전성을 극대화하기 위해 네부분으로 구성되며 이들 네부분의 기능은 다음과 같다.(그림 6.6 참조)
    - (1) 비탈덮기 : 제방 또는 하안의 비탈면 보호기능
    - (2) 기 초 : 비탈덮기를 지지하는 기초기능
    - (3) 비탈멈춤 : 비탈덮기의 활동과 비탈덮기 이면의 토사유출을 방지하는 기능(기초와 겸용)
    - (4) 밀 다 짐 : 비탈멈춤 앞쪽 하상에 설치하여 하상세굴 방지와 더불어 기초 및 비탈덮기 구조물의 안전성 제고 기능
  - 2) 호안 구조는 필요에 따라 다음과 같은 부분을 추가하여야 하며 그 기능은 다음과 같다.
    - (1) 소구멈춤공 : 비탈덮기의 상하류 끝부분에 설치하며 호안보호기능
    - (2) 호안머리보호공 : 유수에 의한 저수호안 머리보호기능
  - 3) 급류특성을 갖고있는 소하천의 호안구조는 하폭이 10m 이하일 경우 비탈덮기와 밀다짐부분이 연속적 일체성을 갖도록 하여야 한다.
  - 4) 상세한 내용은 「하천시설기준」(1993. 12, 건설부)에 수록되어 있다.

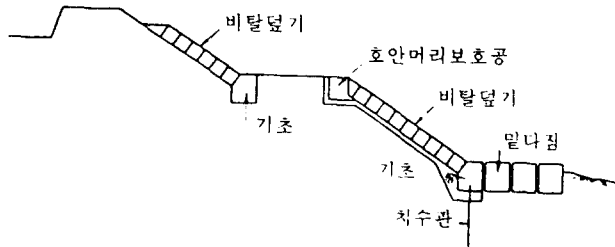


그림 6.6 호안의 구조

3. 종류 : 호안은 하천단면형에 따라 3종류(고수(高水)호안, 저수(低水)호안, 제방호안)로 분류된다.
  - 1) 호안의 종류는 하천단면형이 복단면일 경우 설치위치별로 다음과 같이 분류된다.(그림 7.8 참조)
    - (1) 고수호안 : 홍수시 제방의 앞비탈을 보호하기 위해 설치하는 호안

- (2) 저수호안 : 저수로에 발생하는 난류를 방지하고 고수부지의 세굴(포락)을 방지하기 위해 저수로의 하안에 설치하는 호안
- (3) 제방호안 : 하도의 유심부에 설치되는 제방의 앞비탈면을 보호하기 위해 설치하는 호안
- 2) 급류특성을 갖고 있는 소하천의 자연적 하천단면형은 단단면으로 이루어지므로 소하천의 호안은 주로 고수호안이 될 것이다.

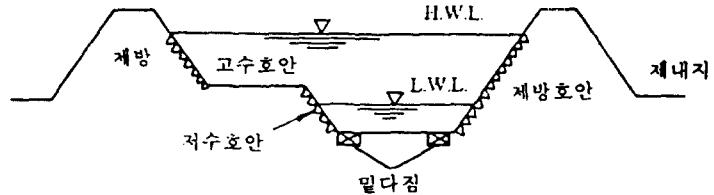


그림 6.7 호안의 종류

4. 설치위치와 길이 : 호안의 설치위치와 길이는 하도의 수리특성(유속, 소류력 등)과 평면적 특성에 따른 세굴, 퇴적의 변화 등을 고려하여 결정하여야 한다.
- 1) 급류하천이나 준급류 하천을 형성하고 있는 소하천은 전구간에 걸쳐서 호안을 설치하고 완류하천은 수충부에만 중점적으로 호안을 설치한다
  - 2) 호안의 필요성 여부는 편의상 하상의 세굴과 퇴적을 일으키는 수류특성의 하나인 유속(소류력)의 크기에 따라 정하고 있으며 유속이 2.0m/sec 이하인 하천은 수충부를 제외하고는 호안이 필요없는 것으로 되어 있다.
  - 3) 교량, 보, 낙차공 등의 구조물 상하류는 구조물 보호를 위해 반드시 호안을 설치하여야 하며 하천중단적 설치길이는 대략 다음과 같다.
    - (1) 대하천 : 약 20~30m
    - (2) 소하천 : 10m 이상
  - 4) 둔치폭이 너무 좁아 둔치 포락으로 인해 제방붕괴의 우려가 있는 곳 또는 포락방지의 필요성이 있는 곳은 저수호안을 설치하여야 한다.

### 3.1.3 환경호안

1. 종류 : 환경호안은 치수적 요건뿐만 아니라 환경적 요건도 고려한 호안을 말하며 친수/하천이용 호안, 생태계 보전 호안, 경관 보전 호안 등으로 분류될 수 있다.(그림 6.8 참조)

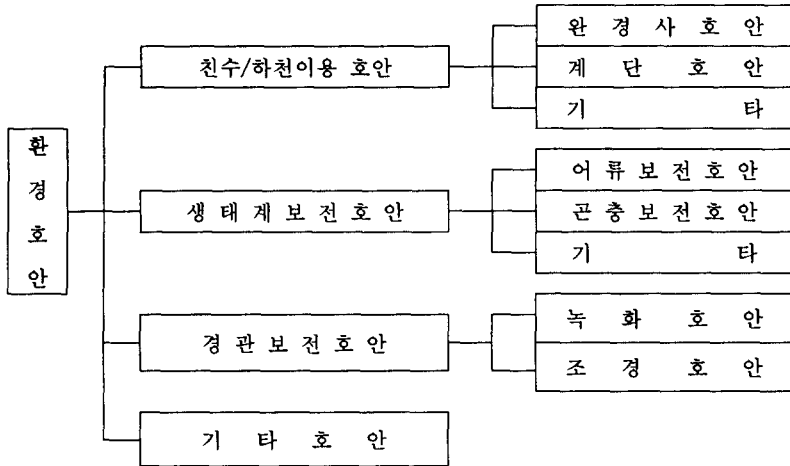


그림 6.8 환경호안의 종류

2. 친수/하천이용 호안 : 친수/하천이용 호안은 수변 및 수상이용을 쉽게 할 수 있는 형태의 호안을 의미하고 대체적으로 소하천이 아닌 중규모이상의 하천에 적용될 것이며 다음과 같은 종류로 구분된다.(그림 6.9 참조)
- 1) 관람식호안 : 이 호안은 고수부지를 운동장이나 구기장 등의 체육시설로 이용할 경우 고수호안의 일부를 관람식으로 사용하거나 고수부지로 쉽게 접근할 수 있도록 하기위해 계단형상으로 한 것이다.
  - 2) 저수계단호안 : 이 호안은 복단면 또는 복복단면 하도에 있어 수변 및 수중 레크리에이션을 위해 쉽게 접근할 수 있는 계단호안(친수호안)이다.
  - 3) 경관보전을 겸한 계단호안 : 이 호안은 계단호안의 특수한 형태로서 호박돌, 바위, 콘크리트, 내수성식물(耐水性植物) 등의 조합으로 주위경관의 보전을 위해 설치하는 호안이다.
  - 4) 완경사 호안 : 완경사 호안은 저수호안의 경사를 완만하게하여 저수로 접근을 용이하게 함으로써 친수성을 향상시키는 호안이다. 완경사 호안의 비탈면 경사는 설치장소와 사용재료에 따라 결정하며 1:3~1:5 정도로 시공한 경우도 있다.



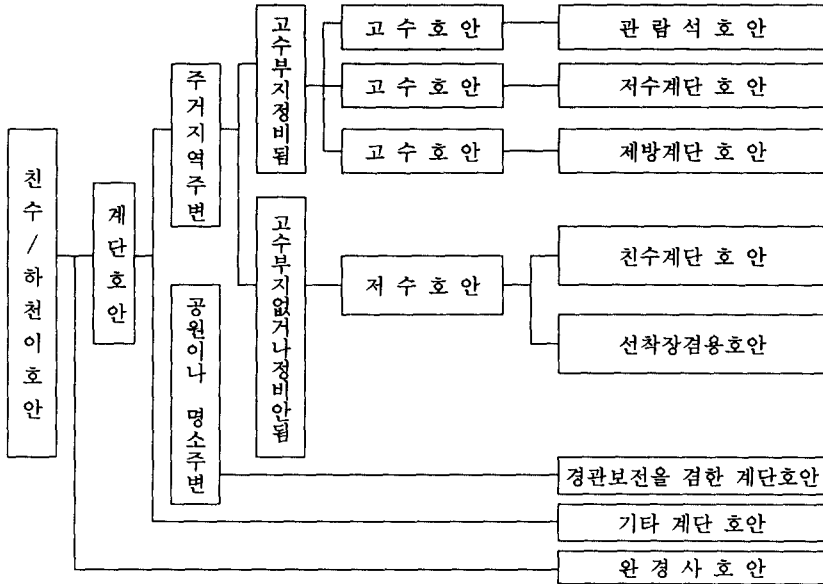


그림 6.9 천수/하천이용 호안의 종류

3. 생태계 보전호안 : 생태계 보전 호안은 수중생물의 산란과 생육, 홍수시 수중생물의 대피장소 제공 등을 고려하여 설치하는 호안을 말하며 생태계 보전호안은 소하천과 같이 건천하천이 아닌 중규모 이상의 하천에 적용될 것이나 소하천이라 하여도 상시유수가 있을 경우 다음과 같은 사항을 고려하여 그 형태를 계획하여야 한다.
  - 1) 어류와 수중생물의 서식공간 제공
  - 2) 홍수시 어류 및 수중생물의 대피장소 제공
  - 3) 물의 흐름에 따른 수중생물의 이동 및 먹이 유입
  - 4) 채광
  - 5) 수중생물의 산란장소 확보
  - 6) 어류보전
4. 경관보전 호안 : 경관보전 호안은 주변환경과의 조화, 외견상의 아름다움을 고려한 호안을 말하고 일반적으로 소하천과 같이 비교적 하폭이 좁고 또한 급류하천을 형성하는 곳에 치수적 안전성과 더불어 이용하여야 하며 대체적으로 다음과 같이 분류된다.(그림 6.10 참조)

- 1) 녹화(綠化) 호안 : 녹화호안은 콘크리트 호안이 지닌 무미건조함을 배제하기 위해 호안의 일부에 식물을 심는 호안이며 주로 이용되는 식물은 잔디, 버드나무, 억새풀, 갈대, 다년생관목(多年性灌木) 등이다.
- 2) 조경호안 : 조경호안은 식물을 심지는 않지만 조경을 목적으로 형과 소재 등을 고려한 호안이다.

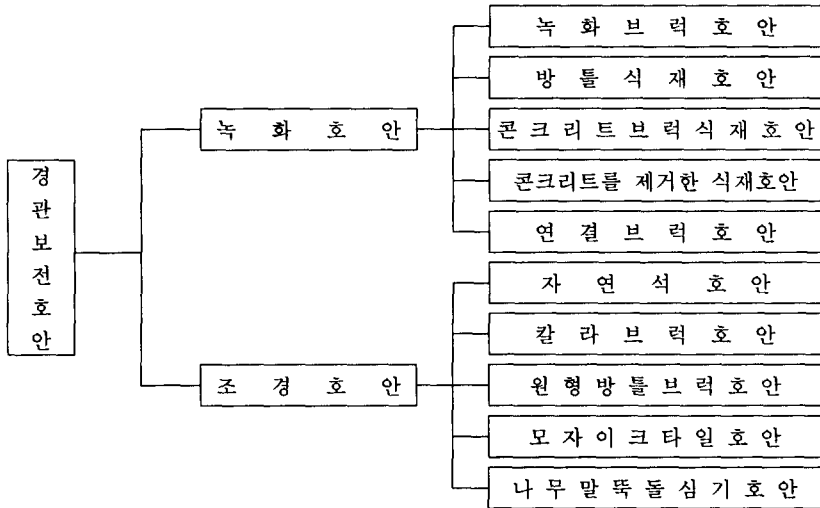


그림 6.10 경관보전 호안의 종류

## 3.2 호안의 설계

### 3.2.1 설계일반

1. 호안의 모든 설계는 이론적 계산과 경험(실적)을 토대로하여 이루어진다. 이론적 계산에 의한 호안 설계는 설계상 불확실한 자연인자가 많기 때문에 위험성을 내포하고 있다. 따라서 호안의 설계는 일반적으로 이론적 바탕위에 경험(실적)을 최대한 살려 수행하여야 한다.
2. 호안의 모든 설계는 다음과 같은 측면을 고려해서 수행하여야 한다.
  - 1) 사용재료의 확보 용이성
  - 2) 공사비의 절감
  - 3) 시공상의 용이성
  - 4) 공사기간의 단축

- 5) 유수에 대한 조도(roughness)
  - 6) 세굴에 대한 굴요성(掘撓性, flexibility)
  - 7) 내마모성
  - 8) 내구성
3. 일반적으로 수리특성별 하도구분은 다음 표 6.4와 같다.

표 6.4 하도구분별 수리특성

| 수리특성별<br>하도구분 | 수 리 특 성   |                        |                 | 하 상 재 료          |
|---------------|-----------|------------------------|-----------------|------------------|
|               | 유속(m/sec) | 소류력(t/m <sup>2</sup> ) | 하상경사            |                  |
| 급류부           | 3.0 이상    | 1/150 이상               | 1/200 이상        | 굵은 자갈이 대부분       |
| 준급류부          | 3.0~2.0   | 1/150~1/200            | 1/200~1/1,000   | 모래자갈과 잔자갈이 소량 존재 |
| 준완류부          | 2.0~1.0   | 1/200~1/300            | 1/1,000~1/2,000 | 자갈과 모래 혼합        |
| 완류부           | 1.0 이하    | 1/300 이하               | 1/2000이하        | 주로 모래            |

주) 일반적으로 소하천의 수리특성은 급류 또는 준급류에 해당하고 있다.

### 3.2.2 비탈댐기

1. 종 류 : 비탈댐기는 사용재료 및 구조형식에 따라 떼붙임, 돌망대공, 돌붙임공, 돌쌓기공, 돌채움 비탈방틀공, 사석공, 콘크리트 붙임공 및 콘크리트 블록공, 어소(魚巢) 콘크리트 블록공, 콘크리트 셀 블록공, 파일(pile)공, 아스팔트 붙임공, 섬유대(fabric form)호안 등으로 분류된다. 상세한 내용은 「하천시설기준」(1993. 12. 건설부)에 수록되어 있다. 단, 소하천의 비탈댐기공은 치수적 안전성과 경제성이 보장된다면 자연환경과 잘 조화를 이루는 자연석 붙임공을 이용하는 것이 바람직하다.
2. 비탈댐기 호안머리높이 : 비탈댐기 호안머리높이는 설치공법, 설치장소의 수리특성, 하도의 평면적 특성 등을 고려하여 결정한다.
  - 1) 일반적으로 비탈댐기 호안머리고는 계획홍수위로 하는 것을 원칙으로 하되 다음과 같은 경우 비탈댐기 호안머리고는 제방 둑마루까지로 한다.
    - ① 특수 제방
    - ② 파랑이 발생하는 장소
    - ③ 급류하천(소하천)
    - ④ 고조(해일)의 영향을 받는 하구부 구간
    - ⑤ 굴곡이 심한 만곡부의 외측안

표 6.5 수면경사(에너지경사)에 따른 비탈덮기 높이 기준

| 수 면 경 사  | 비 탈 덮 기 의 연 직 높 이 |       |
|----------|-------------------|-------|
|          | 비 수 충 부           | 수 충 부 |
| 1/400 이상 | 계획홍수위             | 계획홍수위 |
| 1/200 이상 | 독마루높이             | 독마루높이 |

3. 경 사 : 비탈덮기의 비탈경사는 대체적으로 제방 및 저수로의 비탈경사에 준하지만 비탈덮기의 구조와 높이에 따른 비탈덮기 경사의 대체적 경향은 다음 표 6.6를 표준으로 하고 있다. 일반적으로 소하천은 하폭이 좁고 급류하천을 형성하므로 제방의 비탈경사는 급한 경사로 할 수밖에 없는 경우가 대부분일 것인 바 이에 따라 호안경사는 제방비탈면 경사에 맞추어 설계하되 호안구조체의 구조적 안전성에 매우 신중을 기하여야 한다.

표 6.6 구조 및 높이별 비탈경사의 표준

| 비탈덮기의 구조             |       | 비탈덮기의 연직높이(m) | 비 탈 경 사 |
|----------------------|-------|---------------|---------|
| 돌 쌓 기<br>콘크리트블록쌓기    | 찰 쌓 기 | 3 이상<br>5 미만  | 1 : 0.5 |
|                      | 매 쌓 기 | 3 미만          | 1 : 0.3 |
| 돌 불 임<br>콘크리트블록쌓기    | 찰 쌓 기 |               |         |
|                      | 매 쌓 기 | 3 미만          | 1 : 1.0 |
| 콘 크 리 트 방 틀          |       |               | 1 : 1.5 |
| 돌 망 태 불 임<br>콘크리트 불임 |       | 3 이상          | 1 : 2.0 |
|                      |       | 3 미만          | 1 : 1.5 |

### 3.2.3 기초(비탈멈춤)

1. 기초는 비탈덮기를 지지할 수 있는 구조로 설계하여야 하며 소하천과 같이 평상시 유수가 없는 하천의 기초깊이(하상으로부터의 깊이)는 기초를 밀다짐과 병행하여 설치할 경우 그지역의 동결깊이 이상으로 하여야 한다.

2. 기초는 비탈댐의 종류, 하상경사, 홍수류의 수층여부 및 하상세굴 등을 고려하여 결정한다. 일반적으로 기초는 지반이 양호할 때 직접기초로 하고 연약지반일 때 말뚝기초나 널말뚝(sheet pile)을 사용한다.
3. 기초와 밀다짐은 세굴에 의해 발생할 수 있는 기초파괴의 안전성을 제고하기 위해 완전히 분리하여 설치하여야 한다.
4. 소하천의 기초 깊이는 하상세굴과 관련하여 결정하여야 하나 기초를 밀다짐과 병행하여 설치할 경우 해빙기 기초지반 이완에 따른 기초의 이완을 방지하기 위해 그 지역의 동결깊이 보다 깊게 하여야 한다.

### 3.2.4 밀다짐

1. 설계조건 : 밀다짐은 호안 구조물의 안전성을 확보하는데 있어 매우 중요한 역할을 하므로 다음의 조건을 만족할 수 있도록 설계되어야 한다.
  - 1) 소류력에 견딜 것.
  - 2) 하상변화에 대해 순응성(굴요성)을 가질 것
  - 3) 시공이 용이할 것
  - 4) 내구성이 클 것
 호안의 파괴는 호안의 뿌리가 되는 기초부분에서 발생하는 경우가 많으므로 밀다짐은 위의 조건들을 만족할 수 있도록 설계되어야 한다. 단, 하폭이 좁을 경우 밀다짐은 제방비탈면 호안과 일체가 되어야 하므로 하상 바닥공의 기능을 갖게 될 것이다.
2. 종류 : 밀다짐의 종류는 콘크리트 블록공, 돌붙임공, 사석공, 돌망태공 등이 있다. 상세한 사항은 「하천시설기준」(1993.12, 건설부)에 수록되어 있다.
3. 폭 : 급류하천을 형성하고 있는 소하천의 밀다짐폭은 4.0m 이상으로 하여야 한다. 상세한 사항은 「하천시설기준」(1993.12, 건설부)에 수록되어 있다.
4. 두께 : 밀다짐의 두께는 공법의 종류, 하폭, 하상의 세굴 및 퇴적상태 등을 고려해서 결정하여야 하나, 지금까지 관행적으로 이루어지고 있는 돌망태의 크기를 고려하여 결정하는 것도 바람직하다. 단, 사용재료와 토목섬유를 함께 사용하는 밀다짐은 그 두께를 줄일 수 있다.

### 3.2.5 호안의 안전

1. 호안은 주로 기초의 세굴에 의해 파괴되지만 그외에도 여러 가지 원인에 의해 파괴될 수 있으므로 파괴원인을 정확히 파악하여 설계해야 하며 호안의 대체적인 파괴원인과 대책은 다음과 같다.
2. 기초세굴 : 호안은 세굴에 의해 기초부분이 파괴되고 점차 호안전체로 확대되는 경우가 많다. 그러므로 호안 설계는 설치장소의 하상변동을 조사

해서 기초부분이 세굴에 안전하도록 기초밀집이, 밀다짐 공법 등을 결정하여야 한다.

3. 뒤채움 토사의 흡출 : 소하천과 같이 홍수시 감수속도가 빠른 하천, 조수간만의 차가 큰 감조 하천, 선박이나 바람에 의해 큰 파랑이 발생하는 하천 등에 설치한 호안은 수위강하시의 잔류간극수압에 의해 뒤채움 토사(배면토사)가 유출되므로서 공동이 발생하여 파괴되는 사례가 많다. 그러므로 호안설계는 배면토의 누출을 방지하기 위한 적절한 조치(geotextile의 이용)를 강구하여야 한다.
4. 토압이나 수압에 의한 붕괴 : 경사가 급한 호안에서 많이 발생하는 파괴형태이다. 특히 감수속도가 빠르거나 간만의 차가 큰 감조부에 설치하는 호안의 설계는 토압이나 수압에 의해 사용재료(블럭, 사석)가 붕괴할 위험이 높으므로 적절한 조치(배수공 등)가 강구되어야 한다. 이에 대해 충분히 고려해야 한다.
5. 유수에 의한 비탈덮기의 파괴 : 급류하천에서 많이 발생하는 파괴형태로서 돌붙임이나 콘크리트 블럭 붙임공에 사용하는 사석 및 브릭의 크기는 유속에 의해 운반되는 토석류의 충격에도 견딜 수 있는 크기로 하여야 한다.
6. 상하류 마감부에 대한 안전 : 보통 호안 양단부는 세굴이 발생할 우려가 많고 이로 인해 비탈덮기 배면토사가 누출되어 파괴된다. 이것은 호안 길이가 적당하지 않은 것도 원인이 될 수 있지만 주로 호안부분과 비호안부분의 구조적 이질성 때문이다.
7. 호안 머리부분의 세굴 : 저수(低水)호안의 범선이 심하게 만곡되어 있거나 보와 같은 구조물이 설치되어 있는 경우 저수호안의 호안머리부분은 유수의 직진성으로 인해 크게 세굴되는 경우가 많다. 이러한 세굴을 방지하기 위해서 호안머리보호공을 설치하여 세굴방지와 더불어 비탈덮개를 보호하여야 한다.
8. 호안구조 변화점 부근의 파괴 : 연속된 호안의 중간에 급격히 비탈경사를 변화시키거나 밀다짐을 하지 않으면 그 변화점 부근은 수류의 횡단적 흐름특성에 의해 위험하게 되므로 이를 피하여야 한다. 부득이 도중에 구조를 변화시킬 때에는 완만하게 변화시켜야 한다.

## 제 4 절 시 공

### 4.1 제방의 시공

#### 4.1.1 제방단면의 정의

1. 계획단면(설계단면) : 계획단면은 계획홍수위에 여유고(餘裕高)를 추가한 높이의 단면이다.
2. 시공단면 : 시공단면은 그림 6.11과 같이 계획(설계)단면에 더듬기를 추가한 단면으로서 제방쌓기 후 제체 및 기초지반의 압밀을 고려한 충분한 단면을 갖어야 한다. 상세한 사항은 「하천공사 표준시방서」(1994.12, 건교부)에 수록되어 있다.

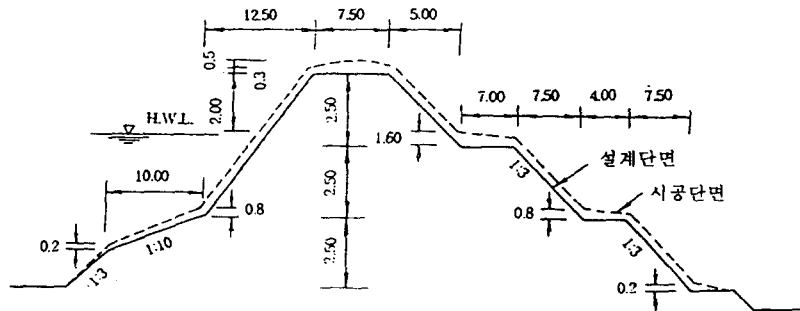


그림 6.11 더듬기의 예

#### 4.1.2 하천바닥파기(河床掘鑿)

1. 하천바닥파기의 목적 : 일반적으로 하천바닥파기의 목적은 다음과 같으며 상세한 사항은 「하천공사 표준시방서」(1994.12, 건교부)에 수록되어 있다.
  - 1) 계획홍수유량의 안전한 소통을 위한 통수단면의 확대
  - 2) 하천바닥의 세굴 및 퇴적을 저수로로 국한 시키기 위한 저수로정비
  - 3) 분수로, 방수로 등 새로운 하천조성
  - 4) 제방쌓기용 토사파기(土砂掘鑿)
  - 5) 하천 골재파기(骨材掘鑿)
  - 6) 하천바닥의 퇴적오니토(汚泥土)제거
2. 하천바닥파기 시공계획
  - 1) 제방쌓기용 하천바닥 파기는 자연적으로 형성된 기존유로의 하천공학적특성변화를 최소화하므로써 자연하천환경 보호와 더불어 치수 및 이수시설물의 안전성 등에 지장을 주지 않도록 시공계획을 수립하여 시행하여야 한다.
  - 2) 제방쌓기용 하천바닥 파기는 가능한 제방쌓기의 다짐에 적합한 함수비(최적함수비)를 갖고 있는 흙을 먼저 시행하고 함수비가 높은 흙은 최적함수비를 유지할 수 있는 함수비 저하방법을 강구하여 시행하여야

한다. 상세한 사항은 「하천공사 표준시방서」(1994.12, 건교부)에 수록되어 있다.

#### 4.1.3 흙운반과 흙의 배분

1. 흙운반 : 제방쌓기(築堤)는 하천바닥을 판 토사나 하천공사 이외의 목적지로부터 제방쌓기지점에 흙을 운반하여 펴 깔기, 다짐등의 과정을 거쳐 이루어진다. 제방쌓기에 이용되는 육상흙파기 장비는 쇼벨계 굴착기, 크랩셀계 굴착기와 같이 흙파기 및 적재만하는 장비와 흙파기 및 운반을 겸하는 도저계 굴착장비가 있다. 그러나 도저계 굴착장비는 경제적 운반거리의 한계가 있기 때문에 덤프트럭과 같은 운반전용장비와 조합하여 흙파기, 운반할 필요가 있다. 특히 도저계 굴착장비는 정비된 운반로를 주행하는 경우가 적고 하천부지등의 나지(裸地)에 직접주행하는 경우가 많기 때문에 장비의 함몰 및 전도의 우려가 있어 사전에 이들 주행로의 주행작업성(Trafficability)을 조사하여 기종을 선정할 필요가 있다.

1) 장비의 주행작업성(Trafficability) : 흙파기운반 및 운반장비는 토질에 따라 다소 다르지만 현지조건에 따른 작업성을 고려하여 선정해야 한다. 육상불도저는 콘지수가 5~7이상, 습지용 불도저는 2~4이상, 덤프트럭은 콘지수가 15정도 이상이어야 주행가능하다.

2) 운반로 : 기존도로를 공사용도로(운반로)로 이용하는 경우 운반로 이용계획은 미리 기존 도로의 교통량, 안전, 환경, 유지보수 등에 관한 대책을 도로관리자와 협의하고, 특히 일반 교통에 지장을 주지 않도록 하며 제반 도로 조건을 조사하여 수립하여야 한다. 제방쌓기 공사는 보통 다량의 흙을 운반하게 되므로 공사용 도로를 별도로 만들어 시공하는 경우가 많으며, 이때 공사용 도로개설 계획은 전체공정과 경제성에 크게 영향을 주므로 매우 신중히 검토하여 수립하여야 한다.

3) 상세한 사항은 「하천공사 표준시방서」(1994.12, 건교부)에 수록되어 있다.

#### 2. 흙 배분

1) 배분계획 : 제방쌓기용 하천바닥흙파기량과 제방쌓기토량의 배분계획은 시행개수구역 전반에 걸쳐 수립해야 하며, 특히 운반거리가 공사비에 큰 영향을 주므로 토공배분계획이나 모든 장비조합에서 거리는 가급적 최단거리가 되도록 하여야 한다. 실제 공사집행은 예산, 시공시기, 시공순서, 공기 등에 따라 분할하여 이루어지나 각 분할단위공정은 시행개수구역 전반에 걸친 전체 공사비가 최소가 되도록 계획하여야 한다.

2) 배분계획기법 : 토공배분계획은 흙파기와 흙쌓기에 대한 흙의 이동에



있어서 출발지점(Source)과 도착지점(Destination)을 최적으로 조합하는 기법인 선형계획기법(Linear Programming)등에 의한 전산 프로그램을 이용하여 수립하는 것이 바람직하며, 만일 이의 활용이 곤란할 경우에는 토량곡선도를 작성하여 공사비가 최소가 되도록 수립하여야 한다.

- 3) 토량의 조정 : 흙파기토량과 제방쌓기토량의 토공배분계획은 토량환산계수를 적용하여 수립하여야 한다.
- 4) 상세한사항은 「하천공사 표준시방서」(1994.12, 건교부)에 수록되어 있다.

#### 4.1.4 제방쌓기(築堤)

1. 제방쌓기의 시공 구분 : 제방쌓기는 제방기능에 따른 구조체의 확실한 시공(특히 다짐시공)을 도모하기 위해 본체 흙쌓기와 비탈면 만들기(成形) 흙쌓기로 구분하여 시행할 수도 있다.
2. 제방쌓기재료 : 제방쌓기 흙은 경제성 때문에 대부분 현장부근의 하천바닥을 파서 이용하는 경우가 많다. 그러나 제방쌓기흙의 재질은 제방의 안전성에 큰 영향을 주므로 사전에 토질시험을 실시하여 제방쌓기용으로 적합한지 여부를 검토하여야 한다  
일반적으로 제방쌓기 흙의 양호한 토질조건은 다음과 같다.
  - 1) 침투수의 관공작용(Piping action)을 최소화하기 위해 흙의 투수성이 비교적 낮아야 한다.
  - 2) 제방비탈면의 붕괴를 방지하기 위해 흙의 저항성(내부마찰각, 응집력)이 비교적 높아야 하며, 침투수에 의한 흙의 토성 및 역학적 성질 변화가 적어야 한다.
  - 3) 제방의 균열을 방지하기 위해 포화도에 따른 흙의 수축 및 팽창성 변화가 적어야 한다.
  - 4) 제방쌓기 흙의 균질성 유지와 제방의 안전성을 도모하기 위해 제체내에는 잡초, 나무뿌리 및 유기물을 포함해서는 안된다.
  - 5) 파기, 운반, 퍼갈기, 다짐등의 시공이 용이하여야 한다. 그러나 현실적으로 이 제방쌓기에 적합한 흙은 얻기가 매우 어려우며, 다소 제방쌓기에 적합치 않은 흙은 여러가지 제체구조적 안전에 필요한 조치를 강구하여 이용하여야 한다.
  - 6) 상세한 사항은 「하천공사 표준시방서」(1994.12, 건교부)에 수록되어 있다.
3. 기초지반 처리
  - 1) 제방의 기초지반은 흙쌓기 부위와 치밀하게 밀착되도록 잡초, 나무뿌리,

콘크리트덩어리 및 유기물(표토)등을 제거한 후 다짐을 하여야 한다.

- 2) 침투수 및 빗물등으로 물웅덩이가 생기기 쉬운 기초지반은 제방안전상 배수를 신속히 하기 위한 배수시설을 설치하여야 한다.
- 3) 신설제방의 기초지반이 급하거나 또는 기설제방을 더돋기 및 단면확대를 할 경우 기초지반(기설제방비탈면)은 폭 0.5~1.0m의 계단을 만들어 기초지반과 흙쌓기부위를 치밀하게 밀착시켜야 한다. 상세한 사항은 「하천공사 표준시방서」(1994.12, 건교부)에 수록되어 있다.

#### 4. 흙쌓기(盛土)

- 1) 제방쌓기흙의 퍼갈기 : 퍼갈기는 다짐효과 및 공사의 편익성을 도모하기 위해 30~50cm 완성두께로 제방의 종단면을 따라 균등하게 시행하여야 한다.
- 2) 함수비조정 및 잡물제거 : 함수비가 높은 흙은 다짐장비의 주행이 불가능함과 더불어 다짐효과를 얻을 수 없으므로 함수비를 조정하여야 한다.
- 3) 상세한사항은 「하천공사 표준시방서」(1994.12, 건교부)에 수록되어 있다.

#### 5. 다 짐

- 1) 다짐은 제방설치 목적에 부합한 구조체를 만들기 위해 반드시 실시해야 한다. 다짐에 필요한 최적함수비 및 퍼갈기 두께등 제방사항은 설계시에 명시되지만 상대다짐은 일반적으로 80%(현장건조밀도와 최적함수비 상태의 최대건조 밀도와의 비)이상이어야 한다.(댐의 경우 90%이상 채택)
- 2) 다짐규정은 다짐 방법마다 상이하므로 토질 및 시공 조건등을 고려하여 선택해야 한다.
- 3) 다짐장비의 선정, 다짐회수 및 퍼갈기 두께등의 다짐규정은 토질 및 함수비변화가 많지 않은 경우 사전에 정할 수 있으나, 이러한 현장조건은 사실상 기대하기 어려우며, 따라서 다짐규정은 현장여건을 고려하여 정하여야 한다.
- 4) 다짐 규정은 토질시험 결과와 다짐에 관련된 다짐장비특성에 따라 정하여지지만 소규모공사의 다짐규정은 제방의 기능과 현장조건에 따라 경험적으로 정할 수 있다.
- 5) 상세한 사항은 「하천공사 표준시방서」(1994.12, 건교부)에 수록되어 있다.

#### 6. 토량의 변화

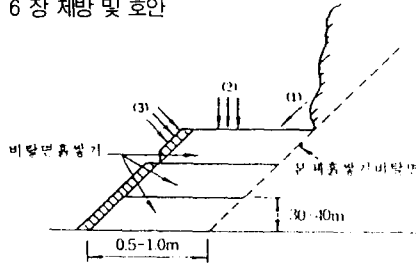
- 1) 토량의 변화율 : 흙의 밀도 및 부피는 흙파기, 운반, 흙쌓기등 흙을 다루는 과정에서 변화된다. 이와같은 변화는 자연상태, 호트러진 상태 및 다짐상태로 구분되는데 이들간 변화율의 파악은 정확한 시공계획

을 수립함에 매우 필요하며, 이 변화율은 대규모공사의 경우 현장시험을 거쳐 결정하고, 그렇지 못한 소규모공사의 경우 건설표준품셈표에 제시된 토량환산계수를 이용한다.

- 2) 제방기초지반의 침하 : 제방기초지반은 흙쌓기 작업과 더불어 침하되며, 연약지반의 경우 이 침하량은 제방쌓기량의 크기에 상당한 영향을 주고 있다. 따라서 제방기초지반의 침하량은 토질시험과 더불어 침하계산을 통해 파악하고 이 값을 흙쌓기량에 반영하여야 한다. 상세한사항은 「하천공사 표준시방서」(1994.12, 건교부)에 수록되어 있다.

#### 4.1.5 제방비탈면만들기(成形)

1. 제방비탈면만들기(成形) 및 다짐 : 제방비탈면 경사는 각종 침하를 감안한 시공단면의 비탈경사가 되도록 해야 하며, 비탈면 흙쌓기재료는 가급적 제방 본체재료와 일치시키고, 비탈면만들기 및 다짐은 제방본체의 압밀침하가 상당히 진행된 후 행하여야 한다.
  - 1) 제방비탈면은 제방단면의 더듬기 및 각종 침하에 대비한 시공단면을 갖도록 만들어야 한다. 이때 비탈에 따른 더듬기 폭은 높이별로 달리 해야 한다.
  - 2) 비탈면의 활동붕괴는 비탈면 재료와 본체 재료가 다른 경우에 발생한다. 따라서 이들 제방쌓기재료는 가급적 동질이어야 하며, 이질재료를 사용할 경우 제채내에 뚜렷한 계층이 생기지 않도록 두중류의 재료를 혼합하여 행하여야 한다.
  - 3) 불도저 다짐은 비탈경사가 1 : 2정도보다 완만할 경우에 적합하며, 비탈면을 따라 중,횡으로 주행하면서 행하고, 마지막 마무리는 인력으로 다진다.
  - 4) 진동 콤팩터 또는 소형 진동로울러 다짐은 본체흙쌓기와 비탈면흙쌓기를 구분하여 시행할 때 비탈면 흙쌓기에 적합하며, 본체 비탈기슭부터 다짐 폭 30cm이상, 다짐 두께 30~50cm로하여 다져올라 간다. 특히 제방 본체의 비탈면은 느슨한 상태이므로 비탈면을 다질 때 이 경계부분의 다짐은 확실하게 하여야 한다.
  - 5) 인력다짐은 그림 6.12와 같이 다짐두께 30~40cm, 다짐폭 0.5~1.0m로 퍼갈기 하여 행한다.



작업순서

- ① 흙을 긁어내어 평편하게 함
- ② 다짐판으로 다짐
- ③ 다짐봉으로 두드림

그림 6.12 인력다짐공법의 순서

2. 비탈면의 다짐공법 : 비탈면 다짐은 기계다짐과 인력 다짐으로 나누어지며, 기계다짐은 보통 불도저나 진동컴팩터 등을 사용한다. 제방 비탈면의 다짐은 비탈면 흙쌓기 재료와 제방 본체 재료와 밀착되지 않으므로 인해 발생될 비탈면의 활동붕괴를 방지하기 위해 확실하게 실시해야 한다.

4.1.6 제방비탈면 마감

- 1. 제방비탈면 마감은 제방 종단 간격 약 20m마다 비탈규준틀을 설치하여 시공해야 한다.
- 2. 제방비탈면은 떼붙임이나 여러가지 호안공등으로 덮어서 보호해야 한다. 이들 떼붙임 및 호안공설치는 제방비탈면의 마감과 더불어 시행하여야 한다.
- 3. 상세한 사항은 「하천공사 표준시방서」(1994.12, 건교부)에 수록되어 있다.

4.1.7 시공준비 및 뒷정리

- 1. 준비공은 본 공사를 수행하기 전에 실시하는 준비작업으로서 현장조사 및 측량, 규준틀 설치, 제초벌개 및 가설물설치 등이며 이는 본 공사에 차질이 없도록 시행하여야 한다.
- 2. 뒷정리공은 본 공사가 완료된 후에 이루어져야 할 뒷정리작업으로서 가설물 및 규준틀 철거, 공사 중 변경된 형질의 원상복구, 공사 중 파괴된 기존 구조물의 보수, 공사주변의 청소등이며 이는 본 공사가 끝난 후 깨끗히 정리되어야 한다.
- 3. 상세한 사항은 「하천공사 표준시방서」(1994.12, 건교부)에 수록되어 있다.

4.2 호안시공 : 호안시공은 「하천공사 표준시방서」(1994. 12. 건교부)에 상세히 수록되어 있다.