

제 7 장 소하천시설

제 7 장 소하천 시설

제 1 절 낙차공

1.1 낙차공 일반사항

- 1.1.1 낙차공은 하천경사가 급하여 하상의 안정에 문제가 있을 때 하상경사를 완화하여 하상의 세굴을 방지 또는 억제하고 하상의 안정을 유지하기 위해서 하천을 횡단하여 설치하는 하천 관리 시설물이다.

1.1.2 낙차공의 설치 목적

1. 낙차공의 설치목적은 다음과 같다.
 - 1) 하천의 경사를 완화하고 유속을 감소시킴으로써 흐름에 의한 세굴을 방지하여 하상의 안정을 꾀한다.
 - 2) 하상의 세굴 또는 저하를 방지하여, 계획하상고 이하로 되지 않도록 한다.
 - 3) 제방의 세굴 또는 침식을 방지한다.
 - 4) 저수로의 난류를 방지하고, 흐름의 방향을 조절해서 흐름의 집중을 막는다.

1.1.3 낙차공의 높이

1. 낙차공의 높이는 유수의 저항, 하상의 변화, 하상고 등을 고려하여 다음 사항에 유의하여 결정한다.
 - 1) 낙차공의 높이를 너무 높게 하면, 상류의 수위를 상승시켜 범람의 위험이 따르고, 하상의 안정에도 문제가 있다.
 - 2) 낙차공의 높이가 너무 낮으면, 적은 유량에서는 완전월류 상태가 되지 만, 홍수시에는 수중웨어가 되는 경우가 많아서 낙차공의 효과를 기대할 수 없다.

1.2 낙차공 설계

- 1.2.1 낙차공은 소하천의 계획홍수량에 대하여 안전한 구조물이어야 하며 부근의 하안 및 하천관리 시설물에 현저한 지장을 주지 않는 구조가 되어야

한다. 낙차공은 본체 구조에 대하여 안전한 기초공을 하여야 하고 일반적으로 콘크리트 구조로 시공하여 본체, 물받이(Apron), 바닥보호공, 불임호안 및 옹벽으로 구성된다.

1.2.2 낙차공의 각 부분 명칭

1. 낙차공은 그림 7.1과 같이 여러 부분으로 구성될 수 있다.

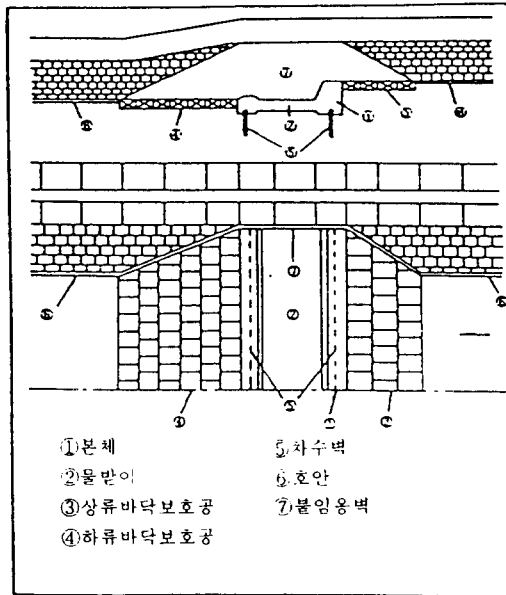


그림 7.1 낙차공의 각 부분 명칭

1.2.3 본체

1. 본체의 구조 : 낙차공의 본체는 일반적으로 강도, 내구성, 시공성 등이 이 점으로 일반적으로 콘크리트 구조로 시공한다.
2. 본체의 단면형 : 단면형은 하폭, 하상의 경사, 수위, 유량, 유속, 지질 등을 감안하고, 낙차공의 안정조건 등을 고려하여 결정한다.
 - 1) 본체의 낙차는 2m 이내를 표준으로 한다.
 - 2) 본체 기초의 깊이는 하류측 낙차공의 독마루 높이와 거의 일치시키거나 중복이 되도록 해야 한다.
 - 3) 본체의 독마루의 폭은 대체로 1m이내로 한다.

- 4) 본체의 하류측 비탈면의 경사는 1:0 ~ 1:0.5 로 하며, 물의 낙하 등에 의해 생길 수 있는 소음을 방지할 목적으로 1:1이하의 완만한 경사로 하는 경우도 있다.
- 5) 본체의 상류측에도 적당한 경사를 둘 수 있으나, 거리가 수직으로 한다.

1.2.4 물받이(Apron)

1. 물받이의 기능 : 흐름의 과도한 운동에너지를 소멸시키므로써 구조물 자체나 하류의 하상에 피해를 주지 않도록 하는 구조로써 감세공(energy dissipator)의 일종이다.
2. 물받이의 필요성 : 낙차가 큰 낙차공의 경우에는 일반적으로 물받이가 필요하며, 특히 낙차공이 영구구조이면 물받이는 반드시 고려해야 한다.
3. 물받이의 규모
 - 1) 물받이의 길이는 낙차의 2~3배로 하고, 물받이의 두께는 0.5m 전후로 하며 최소두께는 35cm로 해야 한다.
 - 2) 물받이의 경사는 원칙으로 수평으로 하여 본체와 일체로 한다.

1.2.5 바닥보호공

1. 바닥보호공의 설치
 - 1) 바닥보호공은 공중, 상하류의 하상경사, 낙차, 유속, 하상의 지질 등을 고려하여 결정한다.
 - 2) 하류 바닥보호공의 시공범위는 낙차공에 의한 유수의 영향이 없어진다고 추정되는 범위까지로 하고, 경험식 등에 의해 결정된다.
 - 3) 상류 바닥보호공의 범위는 보통 하류 바닥보호공 범위의 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 정도로 한다.

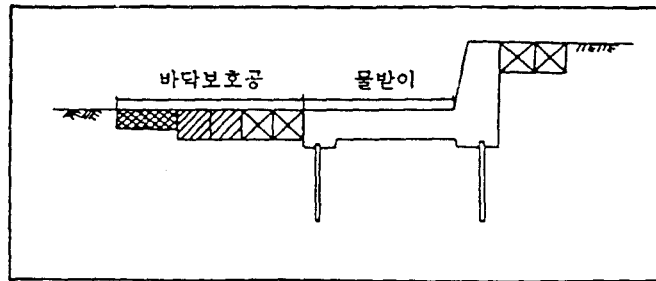


그림 7.2 바닥보호공

1.2.6 불임호안 및 옹벽

1. 불임호안의 설치 : 불임호안은 흐름의 작용에 대해 하안 또는 제방의 세굴을 방지할 수 있는 구조로 설치해야 한다. 단, 지질의 상황 등에 의해 세굴의 염려가 없거나, 기타 치수상의 지장이 없으면 설치하지 않아도 된다.
2. 제방 또는 하안의 보호 : 낙차공에 접하는 제방 또는 하안의 보호는, 그림 7.3과 같다. 그림 7.2에서 소하천의 경우 일반적으로 둔치가 없으므로 홍수터 보호공을 생략할 수 있다.

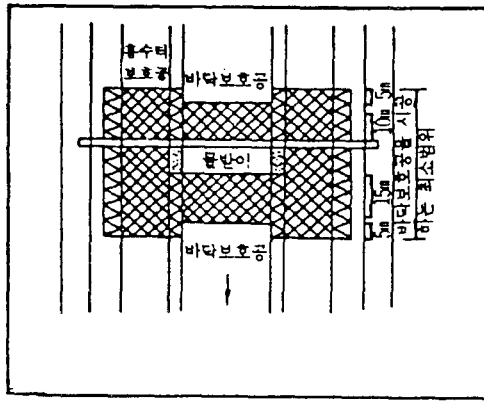


그림 7.3 바닥보호공의 불임호안의 범위

- 1) 상류측은 본체의 상류 끝에서 10m 지점 또는 바닥보호공의 상류 끝에서 5m 지점 중 어느 쪽이든 상류가 되는 지점
- 2) 하류측은 물받이의 하류끝 15m 지점 또는 바닥보호공 하류끝 5m지점 중 어느 쪽이든 하류가 되는 지점
3. 옹벽 설치 : 낙차공의 단단면에 설치되는 경우 물받이의 범위에서는 호안을 옹벽구조로 하는 것이 원칙이다.
4. 불임옹벽의 평면 : 불임옹벽은 어떠한 경우라도 제방의 기능을 손상하지 않는 구조가 되도록, 낙차공의 본체 및 물받이와 옹벽과의 접합부는 그림 7.4와 같이 절연되도록 한다. 또한 불임호안에서는 국부세굴에 대처하기 위해 밀다짐공을 설치해야 한다. 그림 7.3에서 소하천의 경우 일반적으로 홍수터가 없으므로 홍수터 보호공을 생략할 수 있다

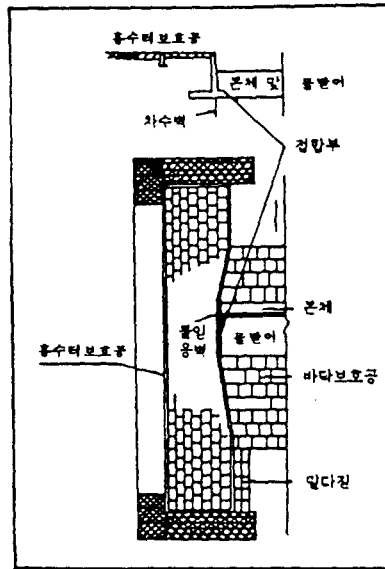


그림 7.4 불임응벽의 예

1.2.7 보의 기초형식

1. 보의 기초 형식은 기초암반의 위치, 완전차수의 필요여부, 세굴상태 등을 고려하여 고정형(fixed type)이나 부상형(floating type)으로 한다.
2. 기초암반이 하상에서 깊지 않은 곳에서 직접 암반위에 보를 설치하는 형식을 고정형이라 하고, 암반이 하상에서 너무 깊거나 전혀 없어서 모래, 자갈 등의 하상 위에 직접 설치하는 것을 부상형이라 한다. 따라서 보의 기초형식은 역학적 안정성, 공사비의 경제적 타당성, 완전차수의 필요여부 및 세굴 상태 등을 충분히 검토한 다음 최적의 형식을 선정해야 한다.

1.2.8. 차수벽

1. 보를 투수성 지반에 설치할 때는 파이핑(piping)현상이 일어나지 않도록 충분한 투수로 길이를 확보해야 하고 투수량이 많을 때는 이를 방지할 수 있도록 차수벽을 설치한다.
2. 투수로의 길이는 일반적으로 다음의 블라이(Bligh) 공식을 사용하여 결정한다.

$$L \geq C \cdot \Delta H \quad (7.1)$$

여기서 L은 투수로 길이, C는 블라이 계수(표 7.1 참조), 그리고 ΔH 는 상

하류의 수위차(m)이다.

표 7.1 블라이 계수 C의 값

하상토의 상태	블라이(Bligh) 계수 C
극미립사 또는 이토(0.1 ~ 0.005m)	18
가는 모래 (0.25 ~ 0.1m)	15
굵은 모래 (1.00 ~ 0.5m)	12
자갈과 모래의 혼합	9
호박돌, 자갈, 모래	4 ~ 6

차수벽은 그림 7.5에서와 같이 원칙적으로 콘크리트, 강철 널말뚝, 케이슨 등을 사용하여 설치하고 상하류의 수위차에 의해 생기는 침투수의 동수경사를 감소시켜 토사의 유동과 흡출을 방지하는 구조로 설계해야 한다.

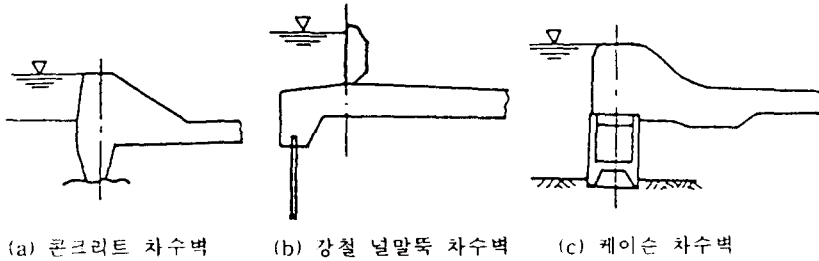


그림 7.5 차수벽의 종류

차수벽은 일반적으로 그림 7.6과 같이 상판, 물받이 하부, 제방에 보가 연결되는 부분 및 상하류 접속옹벽의 저판하부 등에 설치한다.

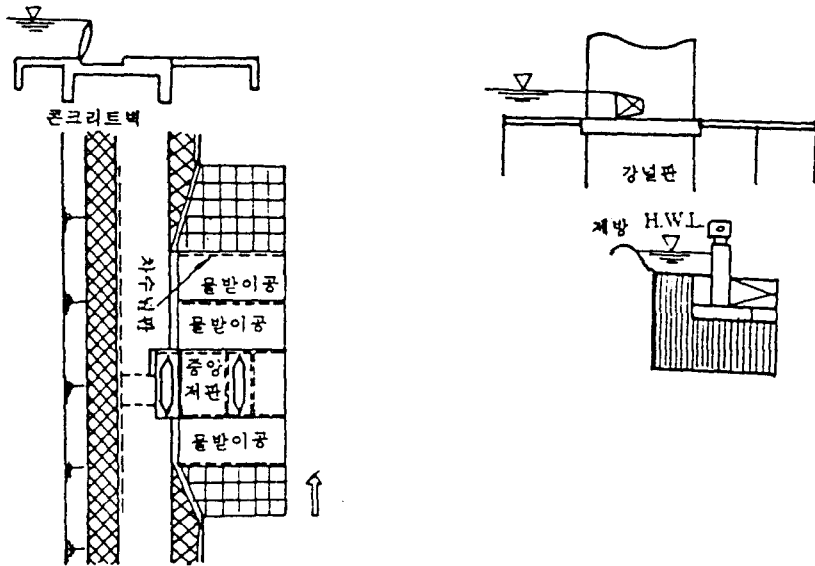


그림 7.6 물받이

1.3 낙차공 시공

1.3.1 소하천에 낙차공을 설치하는 경우, 건천이 대부분이므로 육상시공을 하게 되나, 유수가 흐르거나 하천에 둔치가 있을 때, 저수로에 설치하는 콘크리트 낙차공의 경우는 가물막이공에 의한 육상시공이 불가피하다. 가물막이는 수중에 설치되므로 외부에서 주로 수압이 작용하게 된다. 가물막이공은 이 수압에 견딜 수 있는 충분한 강도를 갖는 동시에 낙차공의 육상시공을 용이하게 하여야 하므로 지수공으로서의 수밀성을 가진 구조이어야 한다. 낙차공의 시공계획시 가물막이공의 설치와 작업조건이 특히 곤란하지 않다면 다소 공사비가 증가하여도 육상시공을 하는 것이 좋다.

1.3.2 시공계획

1. 낙차공은 하천을 횡단하여 축조하는 구조물로서 건천이 아닌 특별한 경우에만 그 주요부분의 작업이 수면 하에서 이루어진다. 따라서 이 때에는 시공계획을 수립할 때 하천 유량의 변화에 대한 대책 수립과 시공 마무리 단계에 대한 작업계획을 면밀히 짜야 한다.
2. 낙차공의 공사가 제방의 오픈 컷을 수반하는 경우에는 우기를 피하여 시

공할 필요가 있으며, 시공마무리의 좋고 나쁨이 공사의 성패를 좌우하기 때문에 시공마무리 작업과정을 면밀히 검토한다.

1.3.3 콘크리트 낙차공의 시공

1. 콘크리트 낙차공의 구조 예는 그림 7.7과 같으며 시공상 유의할 사항은 다음과 같다.

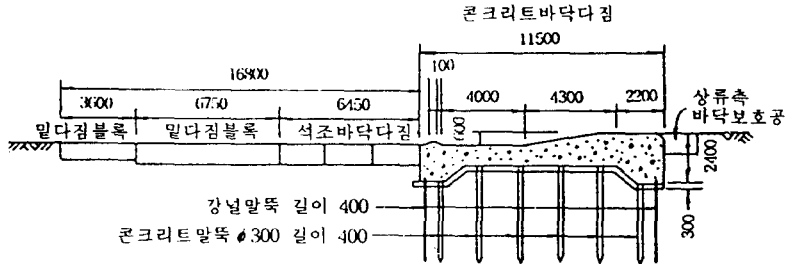


그림 7.7 콘크리트 낙차공 및 상하류 보호공

- 1) 육상시공으로 한다.
- 2) 침투류에 의한 기초 밑면 아래의 관공작용을 방지하기 위하여 다른 하천구조물과 같이 기초처리에서 자갈과 울석 등 투수성이 큰 재료를 사용하지 않도록 하며, 차수널말뚝을 정확히 타입하는 것이 중요하다.
- 3) 기초지반이 충분한 지내력이 있다고 하여도 터파기를 할 때 주위의 지반이 이완되고, 용출수를 배수할 경우 지반이 이완되어 부등침하가 발생할 수 있으므로, 이를 방지하기 위한 기초처리가 충분히 이루어져야 한다.
- 4) 기초지반에 널말뚝을 타입하기 곤란할 경우에는 콘크리트 차수벽을 설치하여야 한다. 이 때 굴착에 의해 주위지반이 이완되므로 다시 메울 때 부등침하가 일어나지 않도록 한다.
- 5) 본체는 일반적으로 기초말뚝으로 지지되기 때문에 침하는 일어나지 않지만, 상하류에 위치한 호안은 성토시공의 경우는 물론 일반적인 시공 후에도 지반이 압밀침하가 일어나기 때문에 본체와의 붙임부분에 단차 또는 균열이 생기고 뒷채움 토사가 유출되어 파손되기 쉽기 때문에 접합부를 완전하게 하여야 한다.
- 6) 일반적으로 본체는 콘크리트로 하고 본체 상하류의 물받이 및 바닥보호공은 대형 콘크리트 블록 등이 이용된다.

제 2 절 보

2.1 보 일반사항

2.1.1 보란 용수를 하천 등에서 취수하고 홍수의 분류, 조류방지 등을 위하여 하천을 횡단하여 설치되는 댐 이외의 시설로서 제방의 기능을 갖지 않는 것을 말하며 용수 취수의 경우에는 취수구와 취수보로 이루어지는데 소하천은 일반적으로 건천이기 때문에 보를 설치할 수 있는 지점은 극히 제한된다. 취수구는 필요한 수량을 안전하고 용이하게 취수할 수 있고, 토사의 유입이나 퇴사가 적은 곳으로서 가능한 한 유심에 직각방향으로 설치하며 취수보는 보의 언체를 말한다.

2.1.2 보의 용도별 구분

1. 취수보 - 하천의 수위를 조절하여 농업용수, 공업용수, 생활용수 등을 취수하기 위한 보
2. 분류보 - 하천의 분류점 부근에 설치하여 수위를 조절 또는 제어하여 홍수 또는 저수를 계획적으로 분류시키는 보
3. 조류방지보 - 감조 구간에 설치하여 염분의 역상을 방지하고 유수의 정상적인 기능을 유지하기 위한 보

2.1.3 취수방식

1. 취수구의 위치와 보와의 관계 : 취수구는 원칙적으로 보에 가까이 바로 상류 측에 설치하여 배사구로 유지되는 물길에서 취수한다.
2. 양안취수 : 양안취수는 가급적 피한다.

2.1.4 위치선정

1. 보의 위치를 결정함에 있어 다음 사항을 신중히 검토하여야 한다.
 - 1) 필요한 취수위를 확보할 수 있으며 공사비가 싸고, 유지관리에 편한 동시에 수역지에서 가장 가까운 지점일 것
 - 2) 물길이 취수하려는 하안에 가까우며 항상 안정되어 있으며 홍수에 의한 하상의 변화가 적고 갈수량이 풍부한 곳
 - 3) 구조상 안정성을 얻을 수 있으며 공사비가 경제적일 것.
 - 4) 보로 막아 올리는데 따른 상하류의 영향이 적은 지점일 것
 - 5) 공사가 용이한 지점일 것

2.2 보 설계

2.2.1 보 시설에 필요한 수문자료, 측량자료, 하상, 지질자료, 기타자료 등의 기본 조사를 실시한다. 보의 형식은 가능한 한 고정형을 선정하고 보마루 표고와 하류와 상류측의 물받이를 설계한다.

2.2.2 형식 및 물막이 방식의 선정

1. 보의 형식은 기초압반의 위치, 완전차수의 필요 여부 및 폐임 상태를 고려하여 고정형(fixed type) 또는 부상형(floating type)을 선정한다. 그리고 보는 원칙적으로 하천에 직각이 되게 일직선으로 설치하며, 그 물막이 방식은 치수 및 이수상의 여러 조건을 충분히 고려하여 선정한다.

2.2.3 고정보 설계

1. 고정보 설계를 위하여 보마루 표고, 정폭, 저폭, 마루폭 및 물받이의 단면을 결정한다. 보의 각 부분의 명칭은 다음 그림 7.8과 같다.

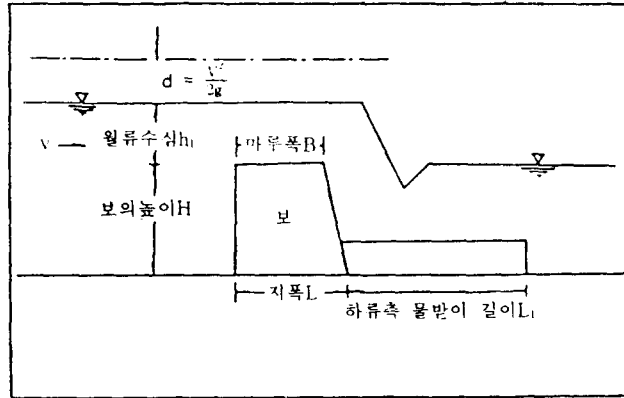


그림 7.8 보의 단면

2. 보마루 표고의 결정 : 보마루 표고는 관개기간 중에 소요수량을 지장 없이 취수 도수할 수 있는 취수구의 수위에 따라 결정되는데 다음 식으로 결정한다.

$$\text{보마루 표고} = \text{계획취수위} + \text{여유고} \quad (7.2)$$

윗 식에서 여유고란 마모, 물결 등을 고려하기 위한 것으로 보통 10~15cm로 한다.

3. 고정보의 단면 계산 : 마루폭(B)과 저폭(L)은 다음 블라이(Bligh)공식을 이용하여 계산한다.

$$\text{마루폭} : B = \frac{h_1}{\sqrt{r}} \quad (7.3)$$

$$\text{저 폭} : L = \frac{(H + h_1 + d)}{\sqrt{r}} \quad (7.4)$$

여기서, r = 콘크리트의 비중(2.3)
 H = 보의 높이(m)

h_1 = 보 정상의 최대월류 수심(m)

d = 접근 유속수두

4. 하류측 물받이 설계 : 월류수에 의한 보하류의 세굴을 막기 위해 하류측에 물받이를 두어야 하는데 그 두께는 양압력에 충분히 견딜 수 있도록 하는데 무근콘크리트의 경우 보통 50cm이상으로 한다. 길이의 결정은 다음 식에 의한다.

$$\text{하류측 물받이의 길이} : L_1 = 0.6C \cdot \sqrt{H_a} \quad (7.5)$$

여기서 H_a : 하류측 물받이 상판에서 보정상까지의 높이

C : 계수([표 7.1] 참조)

5. 상류측 물받이 설계 : 길이는 일반적으로 3-5m 정도이며 두께는 하류측 물받이 두께의 60%를 취한다.

2.3 보 시공

2.3.1 보 시설은 그 규모, 종류 및 현장의 특수한 상황 등을 고려하여 가장 경제적인 시공 계획을 세워야 한다. 본 공사는 안전하고 효과적인 굴착과 콘크리트의 배합, 시공, 품질 관리 등을 「콘크리트 표준시방서」(1996. 건교부)에 따라 실시하여야 한다

2.3.2 보를 설치할 경우 제방 양안에 접속되는 부분은 홍수시 세굴 및 제방유실을 방지하기 위하여 접속진 후에 날개벽 또는 호안을 제방비탈면에 맞게 설치하여야 한다.

2.3.3 보 시공

1. 보 설치용 콘크리트 재료는 설계배합기준에 맞게 배합 시공
2. 적당한 입도와 내구성을 가지고 있는 골재 사용

3. 콘크리트 타설 후 충분히 양생
4. 콘크리트가 거푸집의 구석까지 채워져야 함.

2.3.4 기초공

1. 기초공법은 시공장소에 따라서 말뚝(pier)의 기초공, 몸체의 기초공, 물받이의 기초공, 취수구의 기초공으로 분류하고, 각 시공장소의 상부구조의 기능을 충분히 고려하여 경제적이고도 내구적인 공법을 선정한다.

2.3.5 유지관리

1. 구조물의 유지관리
 - 1) 고정부, 가동부, 바닥보호공, 호안공 등의 유입장해, 마모, 문짝의 관리, 관리조작 등을 항상 점검 관측하여, 이상이 있으면 즉시 필요한 조치를 취하여야 한다.
 - 2) 콘크리트 구체의 균열상태를 수시 점검하고 양안호안(돌붙임 등)이 유실되지 않도록 한다.
 - 3) 상류에서 내려오는 부유물이나 퇴적물을 수시로 제거하여 계속 필요한 취입수량을 유지한다.
 - 4) 소하천의 경우 보에서 150m이내의 토석채취를 금지시킨다.

제 3 절 암거

3.1 일반사항

3.1.1 암거는 배수 및 각종 용수의 취수를 위해 제방에 설치하는 구조물로서 내수배제용일 경우에는 제방의 기능을 가지고 있는 것을 말한다.

3.1.2 우리나라 소하천 연안의 내수배제 지구는 농경지 및 주택지로서 대부분이 하상과 1m~2m의 표고차가 있어 홍수시 역류방지를 위하여 암거에 중·대(中·大)하천에서와 같은 수문(水門)형식을 설치할 지구는 거의없다. 그러나 홍수시 하상과 표고차가 없거나 우리나라 서해안과 같이 만조시 역류 방지용 문짝을 설치할 필요가 있는 암거는 제방과 일체로서 유지 및 관리가 필요하므로 문짝을 설치한 내수 배제용 암거는 제방의 기능을 가지고 있다.

3.1.3 암거의 분류

1. 구조형식에 의한 분류 : 소하천 유역에 설치 가능한 암거를 구조형식 별로 분류하면 ①구형암거, ②원형암거 ③문형암거 ④아치형암거 등이 있다.
2. 사용목적에 의한 분류
 - 1) 배수암거 : 제내지의 우수및 하수배제와 홍수시나 만조시 외수의 역류를 방지할 목적으로 설치하며 주로 구형및 원형암거가 일반적이다.
 - 2) 취수암거 : 농업용수, 생공용수 및 기타용수를 취수하기위해 주로 취수보 직상 좌우안 제방에 설치한다.
 - 3) 통로암거 : 사람의 통행을 위해서 도로 혹은 철도 아래에 설치하는 암거로서 소하천 종단과 연하여 설치한 경우도 있다(예; 창원시 역전천). 이상 3가지 이외에 전기, 전화, 가스, 상하수도용 공동구 등이 있다.

3.1.4 암거의 설치 위치

1. 암거의 설치위치는 목적과 하천관리상 지장이 없는 지점에 설치해야 하며 가능한 만곡부, 협착부, 하상이 불안정한 장소는 피하는 것이 좋다.
2. 암거의 설치위치는 취수, 배수 등 목적에 따라 다르며 특히, 배수 및 취수 암거의 설치위치는 다음의 사항을 원칙으로 한다.
 - 1) 수충부나 연약지반은 가급적 피하고 하상이 안정된 곳을 택한다.
 - 2) 하폭이 급변하지 않고 세굴과 퇴적등 하상이 안정되어 있다고 판단되는 지점을 선정한다.
 - 3) 배수암거는 교량 및 보상류지점등 구조물이 있는 지점은 가급적 피한다.
 - 4) 배수암거일 경우 지형이 허용하는한 가장 낮은 지점을 택한다.

3.2 암거 설계

3.2.1 단면결정

1. 배수암거는 배수대상면적의 유출해석을 통하여 결정된 계획배수량을 배제할수 있는 단면으로 하고 취수가 목적일 경우는 계획취수량 이상을 취수하지 않는 범위내로 한다.
2. 배수암거의 단면결정시 유출해석은 합리식에 의한 유출해석을 원칙으로 한다.
3. 배수 암거의 통수능력 계산은 Manning식을 원칙으로 한다.
4. 배수암거를 작은 규모로 설치할 경우 토석이나 유해물로 인하여 배수를 원활하게 소통시킬 수 없을 뿐더러 내수배제 장애로 인하여 제내지의 홍

수피해를 초래할수 있으므로 다음의 사항을 참고하여 단면을 결정한다.

- 1) 고지배수 및 주택지 지역은 소하천 치수대상 규모의 채택빈도(예: 소하천 치수대상 규모가 강우 강도 공식에 의한 20년 빈도이면 내수배제암거 규모도 동등한 20년 빈도) 와 동일한 규모의 빈도를 대상으로 함을 원칙으로 한다.
- 2) 농경지 배수지역은 우리나라에서는 현재 중·대(中·大)하천에서는 일반적으로 대상 하천치수 규모 이하의 빈도 지속시간 6시간~12시간 강우량을 동일 시간내에 배제하는 것으로 계획하고 있으나 소하천 유역의 내수배제 대상 농경지 지역은 집수면적이 과소하므로 중·대 하천과 동일한 시간의 강우량을 배제 대상으로 하면 암거의 단면이 과소하게 되므로 채택빈도의 지속시간 1시간 강우량을 대상으로 하되 최소규격은 구형 암거로 설계할 시 W 및 H는 100cm 이상, 원형암거는 $\phi 60$ cm 이상을 원칙으로 한다.
5. 동일한 통수단면일때 암거규격을 2련 이상으로 늘리면 암거의 폭이 작아지기 때문에 1련에 비해 유목등 유하물에 의해 막힘의 가능성이 커져 홍수소통에 지장을 초래할 뿐만아니라 문짝이 설치되는 경우는 문짝의 개폐에도 지장을 주게되므로 가급적 연수를 적게한다.
6. 구형암거(배수암거)의 규격 범위는 최소한 1.0m×1.0m 이상의 단면으로 함이 바람직하다.
7. 취수 암거의 경우는 토사등의 퇴적을 고려하여 단면을 크게하면 과대취수로 인하여 하류부의 영향을 초래할 수 있으므로 필요 이상의 취수를 하지 않도록 조절시설을 설치한다.
8. 기타 암거는 사용목적에 따라 규모를 결정하되 하천의 유지 관리에 지장이 없도록 설치 한다.
9. 배수암거의 관내유속은 토사침전을 방지하기 위하여 1.5~2.0m/sec내외를 표준으로 함이 좋다.
10. 배수암거의 설계단면은 토석및 유목등 유하물로 인한 소통단면의 감소를 고려 최대통수량을 소통시킬수 있는 단면적의 120%를 취함을 원칙으로 한다.

3.2.2 바닥높이

1. 배수암거는 배수되는 소하천의 계획하상고를 고려하여 결정하고 취수암거의 경우에는 장래의 하상 변동도 고려하여 결정한다.
2. 배수암거의 바닥높이가 낮으면 토석이 퇴적하여 유효통수단면적이 감소되고 반대로 높으면 배수능력이 감소되어 내수배제의 능력저하를 초래하게 되므로, 당해 「소하천의 소하천정비종합계획」 및 「하천개수계획」에서 계획한 본류 소하천의 계획 하상고 및 저수위를 검토하여 개수후 그기능이

유지될수 있도록 바닥높이를 결정한다.

특히, 소하천에 유입되고 있는 지천 및 내수배제지역은 대부분 급경사로서 토석류의 퇴적 및 유하물의 침전이 많으므로 배수암거 유출구에 자동문비 설치시 홍수시 자동문비의 개폐가 불완전하여 본류 홍수의 역류로 인한 제내지의 홍수피해를 야기하지 않도록 암거본체와 물받이 표고차를 충분히 두도록 한다.

3. 취수암거는 장래의 하상저하로 인한 취수곤란의 가능성에 대하여도 충분히 검토하고 취수암거의 바닥 높이는 제내지반고, 수로의 바닥표고, 본천의 갈수위 및 저수위, 하상고, 보의 표고 등을 고려하여 결정한다.
4. 우리나라 소하천의 대부분은 갈수시 건천화 되어 갈수시의 취수는 거의 불가능 하므로 갈수시를 대비 바닥높이를 너무 낮게 계획하면 과대 취수 가능성이 높으므로 이 점에 대하여도 주의 하여야 한다.

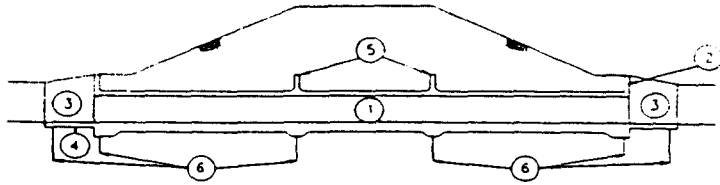
3.2.3 암거 구조

1. 일반적으로 배수암거 및 취수암거의 본체는 문짝을 제외하고 철근콘크리트 구조로 하는 것을 원칙으로 한다.
2. 암거의 길이는 제방단면의 제외지 비탈끝에서 제내지 비탈끝까지를 원칙으로 한다.
3. 소하천에서는 암거의 길이가 대부분 10m내외 정도로서 이음매가 필요없으나 만약 중·대 하천과 연결된 하구부에서 30m 이상이 되는 경우와 연약지반에서 지반침하가 우려되는 경우는 20m정도를 기준으로 이음매를 설치하도록 하되 이음매는 종방향 구조계산을 실시하여 설치한다.
4. 소하천에서 설치되는 암거의 표준도는 그림 3.1과 같다.
그러나 소하천중 중·대(中·大)하천에 합류되어 중·대 하천규모의 배수문의 설치가 요하는 지구는 「하천시설기준」(1993. 12. 건설부) 제6장 수문편에 근거하여 설계하여야 한다.
5. 특히 배수암거는 시공의 일관성 및 경제성을 고려하여 적정화된 규모의 범위는 표준화된 구형암거를 활용하므로써 제품의 규격화를 기할수 있고 품질을 향상시킬수 있는바 1994. 12. 건설부에서는 「하천구조물 표준도」를 작성 하였다.
소하천 배수암거 설계시 참고가될 「하천구조물 표준도」(1994. 12. 건설부)에서 작성된 암거 표준도 규격범위는 다음 표 7.2과 같다.

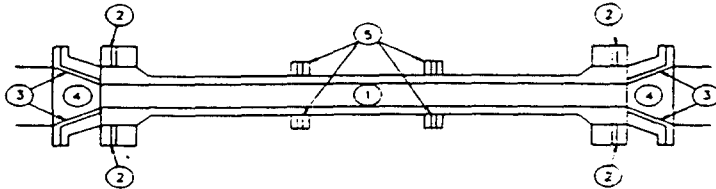
표 7.2 압거의 표준도 범위

종 류	1련 압거(m) W×H	2련 압거(m) W×H	비고
규 격	1.0×1.0	-	3련 이상의 압거는 「하 천구조물」 표준도 참고
	1.2×1.2	1.2×1.2	
	1.5×1.0	-	
	1.5×1.5	1.5×1.5	
	1.5×2.0	-	
	1.8×1.5	1.8×1.5	
	1.8×1.8	1.8×1.8	
	2.0×1.0	-	
	2.0×1.5	2.0×1.5	
	2.0×2.0	2.0×2.0	
	2.0×2.5	2.0×2.5	
	2.2×2.2	2.2×2.2	
	2.5×1.5	2.5×1.5	
	2.5×2.0	2.5×2.0	
	2.5×2.5	2.5×2.5	
	2.5×3.0	-	
	3.0×2.0	3.0×2.0	
	3.0×2.5	3.0×2.5	
	3.0×3.0	3.0×3.0	
	3.5×3.5	3.5×3.5	
계	20종	15종	

6. 배수암거의 기본구조 : 암거의 기본구조는 그림 7.9과 같고 소하천 암거설
 계시 참고할 사항은 다음과 같다.



(측면도)



(평면도)

- | | |
|-------|-------|
| ① 암 거 | ④ 물받이 |
| ② 흙 벽 | ⑤ 차수벽 |
| ③ 날개벽 | ⑥ 차수판 |

그림 7.9 암거의 기본구조

- 1) 암 거 : 연약지반, 특별한 하중조건, 지형여건을 고려할시를 제외하고
 는 「하천시설물 표준도」(1994. 12. 건설부)를 이용한다.
 - 2) 흙 벽 : 직립식 호안(옹벽, 석축)이 설치된 곳은 불필요하다.
 - 3) 날개벽 : 직립식 호안(옹벽, 석축)이 설치된 곳은 필요성이 있을때에만
 설치한다.
 - 4) 물받이 :
 - 문짝(특히 자동문짝)이 설치되는 암거는 문짝의 불완전 개폐가 발생
 하지 않도록 암거본체와 물받이와는 충분한 표고차를 둔다.
 - 분류하상 세굴방지를 위해서 유출구 쪽은 필히 설치한다.
 - 5) 차수벽
 - 6) 차수판
- } : 토질 및 지질 조사 결과에 의하여 필요하다고 판단되면 설치한다.

3.2.4 홍벽 및 날개벽

1. 홍벽은 암거의 본체와 제방내 토립자의 이동 및 유출을 방지함과 동시에 날개벽의 파손 등에 의한 제방의 붕괴를 방지할수 있는 구조로 설계해야 하며 날개벽은 자립구조로 해야한다
2. 홍벽의 구조형식은 그림 7.10와 같이 중력식, 역T형식, 부벽식등이 있으나 역T형식이 일반적 이다.
3. 날개벽은 암거 본체와 분리된 철근콘크리트 구조로 한다.

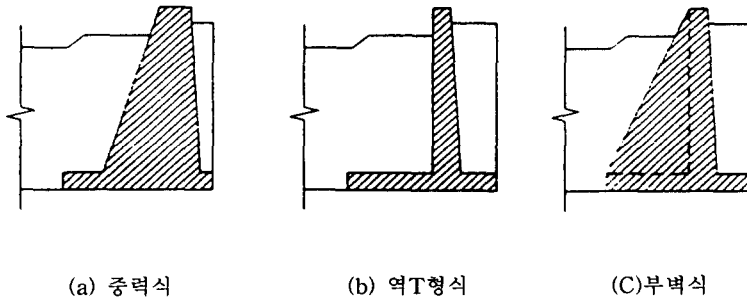


그림 7.10 홍벽의 구조형식

3.2.5 암거의 기초

1. 암거의 기초는 직접기초를 원칙으로 한다. 연약지반에 암거를 설치할 경우는 연약층의 두께가 얇을 때에는 연약층을 제거하고 양질의 재료로 치환한다
2. 연약지반의 암거기초를 말뚝기초로 하기도 하지만 연약층이 깊으면 부마찰력이 작용하여 암거 균열의 원인이 될 수 있으므로 이에 대한 세심한 설계상의 주의를 하여야 하며, 여러 가지 연약지반처리 공법에 대하여 시공성, 경제성 등을 고려하여 기초공법을 선정한다.
3. 연약층이 깊지 않을 경우 연약지반을 제거하고 기초는 양질의 토사(모래 등)로 받침콘크리트 저면에 치환하되 관공(piping)현상을 유발하지 않는 재료로 하여야 한다.

3.3 암거 시공

3.3.1 기초공

1. 구형암거의 기초에 있어서 중요한 것은 설계상 요구되는 지지력을 균등하게 얻는 것으로 시공시 지형 또는 지반조건의 변화가 있는 경우 그것에 대응하는 설계변경 및 시공을 하여야 한다.

3.3.2 암거 본체공

1. 암거 본체의 콘크리트 타설시 타설이음위치는 설계자료를 참고하여 응력 분포를 고려하여야 한다.
2. 암거본체의 콘크리트 타설 순서로는 저판과 측벽의 밑부분을 동시에 시공하여 저판과 측벽의 연결부가 취약부가 되지 않도록 하여야 하나 실제시공시 거푸집 설치의 어려움으로 콘크리트 타설이 곤란하므로 저판을 먼저 타설하고 충분한 양생기간을 거쳐 측벽에서 상판으로 타설하는 순서로 한다.

3.3.3 뒤택움공

1. 뒤택움에 사용하는 재료는 성토재와 동일한 재료를 쓰는 것으로 하고 초목, 암석 등과 같이 압축성이 크거나 누수의 원인이 되는 재료를 사용하지 않아야 하며 뒤택움이 불균일하게 시공되지 않도록 전압기로 잘다져야 한다.
2. 뒤택움부의 침하 원인은 시공불량인 경우가 많으므로 뒤택움재의 부설 및 시공방법은 역사다리꼴을 원칙으로하고 1층시공 두께는 20cm~30cm정도로 한다.
3. 암거본체와 토공과의 접속부위는 부등침하에 의한 단차가 발생하여 홍수시 누수의 원인이 될 경우가 많으므로 이것은 좁고 한정된 범위내에서 다짐 부족이 큰 요인이 될 때가 많으므로 시공부위를 가능한 넓게 잡아 다짐을 충분히 하되 다짐도는 상대밀도 95%이상이 되도록 한다.

제 4 절 옹벽

4.1 일반사항

- 4.1.1 옹벽은 자연상태의 원지반을 절토하거나 성토함으로써 생기는 배후의 토사붕괴 및 변형을 방지하여 배면토사의 안정을 유지하는 경우와 하폭을 확장하기 곤란한 경우 등에 설치하는 구조물이다.
- 4.1.2 옹벽공은 벽체공(구체)과 기초공으로 대별되며 벽체공은 하도의 홍수소통

중대를 위해 굴착, 절토한 하안의 절토부와 제방축조를 위한 성토부전면에 호안 겸용으로 설치하는 구조 물로서 홍수시 수리특성과 하상세굴에 충분히 대응할 수 있는 구조로 한다. 특히 우리나라 소하천 대부분 하폭이 10m이내이고 제방의 높이는 3~5m 이내로서 하도의 소통능력 중대를 위해 제방축조시와 하도굴착시 용지매수, 주택철거 등으로 공사비 증대와 민원발생으로 인하여 중·대 하천과 같이 제내의 비탈경사를 1:1.5~1:2.0로 하도계획 및 개수공사가 곤란한 점에 유의해야 한다.

4.1.3 옹벽은 ①전도에 대한 안정, ②활동에 대한 안정, ③허용응력에 대한 검토, ④기초지반의 지지력과 침하에 대한 안정을 만족해야 한다.

4.1.4 옹벽은 기초지반 상태와 외력조건에 의하여 기초처리가 필요한 경우가 많았으므로 지지력에 대한 충분한 검토를 하여야 한다.

4.2 옹벽의 형식

4.2.1 옹벽의 형식은 석축 및 콘크리트블럭 쌓기, 중력식 옹벽, 반중력식 옹벽, 역T형식옹벽(캔틸레버식옹벽), L형식옹벽, 지지식옹벽, 부벽식옹벽으로 분류하며 하도계획 단면, 설치장소의지형, 주변구조물의 영향에 따른 옹벽높이 등을 고려 목적에 합당한 형식을 선정해야 한다.

4.2.2 옹벽형식의 분류 및 특성

1. 석축 및 콘크리트블록 쌓기옹벽

- 1) 비탈경사가 급한 비탈면 보호에 설치하며 배면의 원지반이 안정되어 있거나 또는 성토부가 잘다져져 있고 토압이 작은 경우에 적용한다.
- 2) 쌓기옹벽에는 메쌓기와 찰쌓기가 있고 메쌓기는 토압이 작은 지점에 설치하며 벽높이 2.0m~3.0m 이하에서 좋으며 찰쌓기는 메쌓기에 비하여 신뢰성이 높고 뒤채움 콘크리트로 보강할 경우에는 5.0m정도의 높이까지 쌓을 수 있다.
- 3) 현재까지 우리나라 소하천의 개수공사는 하도 확폭시 비탈면 및 성토부 제외지에 중대 하천과 같은 개수방식과 다르게 석축이 널리 이용되어 왔으나 근년에 들어 전문 기능공의 부족, 석축재료의 구득난 때문에 콘크리트 옹벽을 설치하는 경향이 많으나 콘크리트 옹벽설치가 불가피한 개수지구를 제외하고는 석축으로 설치함이 좋다.
- 4) 석축 및 콘크리트 블록쌓기 옹벽의 높이 및 비탈경사는 다음 표 7.3을 표준으로 한다.

표 7.3 석축 및 콘크리트블록쌓기 옹벽표준

구 분		연직 높이(m)	비탈경사
돌쌓기 콘크리트블록쌓기	잘 쌓 기	3~5	1:0.5
		3 미만	1:0.3
	메 쌓 기	3 미만	1:1.0

2. 중력식 옹벽

- 1) 중력식 옹벽은 자중에 의하여 토압을 지지하는 형식이기 때문에 벽높이가 높아지면 옹벽의 규모도 비약적으로 커지므로 높이 5.0m이하의 경우에 적합하다.
- 2) 옹벽의 자중이 크기 때문에 기초지반이 견고한 장소에 쓰이며 지지력 부족에 의하여 부동침하가 예상되는 경우에는 특별한 기초처리를 해야 한다.

3. 반중력식 옹벽

- 1) 중력식 옹벽과 마찬가지로 자중에 의하여 안정시키지만 단면에 생기는 인장 응력을 철근으로 보강하는 형식이다.
- 2) 4.0m이하의 높이에 적당하다.

4. 지지식 옹벽

- 1) 지지식 옹벽은 원지반, 뒤채움흙 등에 의해 지지되면서 토압에 저항하는 형식이기 때문에 원지반 뒤채움흙의 변형이 없는 경우에 사용된다.
- 2) 높이 2.0-8.0m 정도에 많이 사용된다.

5. 역 T형식 옹벽 (캔틸레버식 옹벽)

- 1) 철근콘크리트 구조로서 자중뿐만 아니라 뒤채움 토사의 중량을 포함하여 토압에 저항하는 형식으로 중력식이나 반중력식에 비하여 콘크리트 재료가 절감된다.
- 2) 높이 3.0-9.0m에서 많이 사용되고 있으며 벽높이가 변화하는 경우에는 연직벽 및 바닥슬라브 치수의 증감을 간단히 할 수 있다.

6. 부벽식 옹벽

- 1) 바닥판상의 흙 중량을 포함하여 토압에 저항하는 것은 역T형식과 동일하나 구조적으로 부벽을 설치함에 의하여 연직벽 및 바닥판에 가해지는 응력을 경감하고 부재를 얇게 할 수 있다는 장점이 있다.
- 2) 벽높이는 6.0-11.0m 정도에 많이 사용된다.

7. L형 옹벽

- 1) 앞굽판이 없으므로 옹벽의 안정조건에 불리하므로 높이 2.5m이하에서 사용함이 적당하다. 이상의 옹벽형식은 그림 7.11과 같다.

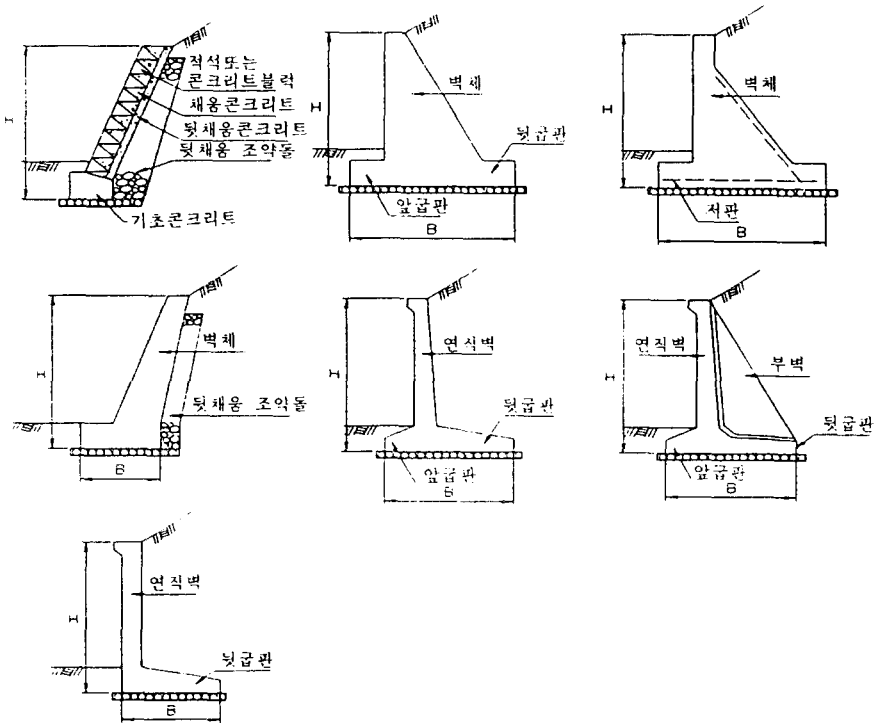


그림 7.11 옹벽의 형식

4.2.3. 옹벽형식 선정

1. 하도개수시 옹벽 선정은 다음과 같은 제반 조건을 충분히 고려하여 옹벽 형식을 선정한다
 - 1) 하상의 변동 상황 및 장래추이
 - 2) 토질 및 지질조건
 - 3) 시공성

- 4) 경제성
 2. 옹벽의 선정 기준은 표 7.4, 사용범위는 표 7.5과 같다.

표 7.4 옹벽 선정기준

옹벽형식	구 분	지반에의 적용성			경 제 성		시 공 성
		직접기초 지 반	절토면	성토면	5m이하	5m~9m	
석축 및 콘크리트 블록쌓기		△	○	○	○	-	○
중 력 식		△	○	○	○	-	○
지 지 식		○	○	×	○	○	△
역T형식		○	×	○	○	○	△
부 벽 식		○	×	○	×	△	△

○적당, △보통, ×부적당

표 7.5 옹벽 사용범위

옹벽형식	H(m)	2	4	6	8	10	12
		석축 및 콘크리트 블록쌓기	찰쌓기	—	—	—	
	매쌓기	—					
중 력 식		—	—	—			
지 지 식		—	—	—	—		
역 T 형식			—	—	—	—	
부 벽 식					—	—	

3. 우리나라 소하천은 하상과 제방고의 표고차가 대부분 3m이내로서 여러 가지 옹벽형식 중 소하천 개수에 적합한 형식은 ·석축쌓기, ·중력식, ·반중력식·역T형 옹벽이며 지지식 옹벽은 성토면에서는 부적당하며, 부벽식

옹벽은 옹벽높이가 높은 경우에 적합하므로 소하천에는 적용하기 곤란하다.

4. 기존옹벽의 쌓기 옹벽의 변형으로 최근 개발되고 소하천 개수공사에 적용성이 있다고 판단되는 “블록식 보강토 옹벽”과 “돌바구니 옹벽”을 약술하면 다음과 같다.

	블록식 보강토 옹벽	돌바구니 옹벽
공법개요도		
특징	<ul style="list-style-type: none"> • 구조물의 평면선형에 따라 자유자재로 시공 가능하다. • 필요시 무늬 및 색깔을 조절할 수 있다. • 외력에 의한 블록 파손시 구체가 유지됨. • 시공이 간편하며, 사용자재가 공장 제품으로 품질관리가 용이하며 작업이 신속하다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 옹벽복구시 항구복구와 겸할 수 있다. • 진천후 시공이 가능하다. • 고도의 기술이 필요치 않다. • 주자재(쇄석 및 호박돌)의 확보가 용이한 지구는 적용성이 크다.

4.3 옹벽 설계 : 옹벽설계에 대한 상세한 사항은 「도로교 시방서」(1996. 건교부)를 참조하도록 하며 옹벽설계시 고려되는 일반적인 사항은 다음과 같다.

4.3.1 하중

1. 옹벽에 작용하는 하중은 자중, 과재하중 및 토압의 조합으로 한다.
2. 자중은 옹벽구체의 중량 및 저판위의 흙의 중량을 포함하며 자중계산에

쓰이는 재료의 단위 중량은 별도 시험성파에 의한 것을 제외하고는 다음 표의 값을 써도 좋다.

표 7.6 자중계산에 쓰이는 재료의 단위 중량

재료명	단위중량(t/m ³)	재료명	단위중량(t/m ³)
철근콘크리트	2.5	메 쌓 기	2.0
무근콘크리트	2.35	자 갈	2.0
모 르 터	2.1	모래, 사질토	1.9
찰 쌓 기	2.3	실트, 점성토	1.8

- 과재하중(상재하중) q 는 소하천 제방이 도로 겸용일 경우는 「한국도로공사」 편 「옹벽의 설계 기준」에 따르고 단순제방일 경우의 과재하중 조건은 책임기술자의 판단에 의하되 어떤 경우이든 옹벽의 안정이 전제가 되어야 한다.
- 토압은 랭킹(Rankine)의 토압공식을 사용함을 원칙으로 하며 필요시 Coulomb, Terzaghi 등 타공식과 비교할 수 있되 이경우는 토질시험을 하여 설계토질정수를 정하고 그 결과에 기초하여야 한다. 랭킹의 토압공식은 다음과 같다.

$$P_a = \frac{1}{2} rH^2 \quad K_a = \frac{1}{2} rH^2 (\tan^2 45^\circ - \frac{\theta}{2}) \quad (7.6)$$

$$P_p = \frac{1}{2} rH^2 \quad K_p = \frac{1}{2} rH^2 (\tan^2 45^\circ + \frac{\theta}{2}) \quad (7.7)$$

여기서 r : 흙의 단위중량(t/m³) K_a : 주동토압계수
 H : 지표면에서 하중을 K_p : 수동토압계수
 고려하는 지점까지 높이(m) P_a : 주동토압(t/m²)
 θ : 뒤채움 흙의 내부마찰각 P_p : 수동토압(t/m²)

- 지진의 영향은 고려하지 않아도 된다. 만약 옹벽의 높이가 높아(8m이상) 지진을 고려하고자 하면 책임기술자의 판단에 따른다.
- 홍수위의 급강하시 필요하다고 판단되는 경우는 수압을 고려할수 있다.

4.3.2 안정성 검토

- 옹벽의 안정성은 활동에 대한 안정, 전도에 대한 안정, 허용응력에 대한 검토, 기초지반의 지지력에 대한 안정을 검토하여야 하며 현지실정 및 규모에 따라 필요시는 배면성토 및 기초지반을 포함하여 전체적인 안정에 대하여도 검토하여야 한다.
- 활동에 대한 안정 : 활동에 대한 저항력은 옹벽에 작용하는 수평력의 2배

이상이 되어야 한다. 즉 활동에 대한 안전율(Fs)이 2.0 이상이 되어야 하는데 이는 다음 식에 의하여 구한다.

$$F_s = \frac{\text{활동에 저항하려는 힘}}{\text{활동하려는 힘}} = \frac{(W + P_v)\tan \delta + C \cdot B}{P_H} \quad (7.8)$$

여기서, W : 자중 및 재하량

P_v : 토압합력의 연직분력

P_H : 토압합력의 수평분력

$\tan \delta$: 옹벽저판과 기초지반사이 마찰계수(0.4~0.7)

c : 옹벽저판과 기초지반사이 점착력

B : 옹벽의 저판폭

옹벽은 활동에 의하여 밀려나는 수가 많으므로 활동에 대한 안전율을 크게 취하고 있다.

그러나 계산된 안전율이 2.0보다 작은 경우 일반적으로 옹벽의 폭을 늘리거나 활동방지벽(key)를 두는데 활동방지벽을 설치하는 경우 벽체의 주철근이 활동방지벽에 배근되도록 하는 것이 좋다. 그러나 활동방지벽(key)은 기초지반이 암반 등의 견고한 지반인 경우, 활동방지벽의 시공에 있어서 그 지반을 교란시키지 않음과 동시에 주변 지반과 활동방지벽의 밀착성이 충분히 확보되어야 그 효과를 기대할 수 있다.

따라서, 자갈, 모래, 점성토 등의 지반에 있어서는 활동 방지벽을 설치하는 설계를 하지 않는 것이 좋다.

3. 전도에 대한 안정 : 전도에 대한 저항모멘트는 횡방향토압에 의한 전도모멘트의 2배 이상이어야 한다. 즉 전도가 일어나지 않게 하기 위해서는 안전율(Fs)이 2.0이상이 되어야 하는데 안전율은

$$F_s = \frac{\text{저항모멘트}}{\text{전도모멘트}} = \frac{W \cdot a + P_v \cdot b}{P_H \cdot h} \quad (7.9)$$

a : 옹벽선단과 W의 중심과의 거리

b : 옹벽선단과 P_v 작용점과의 수평거리

h : 옹벽선단과 P_H 의 작용점과의 연직거리

4. 기초지반의 지지력에 대한 안정 : 옹벽저면에 작용하는 합력의 작용점이 중앙의 1/3이내에 있을 때 저면 양끝의 지지력은 다음과 같다.

$$q_1 = \frac{P_v + W}{B} \left(1 + \frac{6e}{B}\right) \quad (7.10)$$

$$q_2 = \frac{P_v + W}{B} \left(1 - \frac{6e}{B}\right) \quad (7.11)$$

지반지지력 q_1 및 q_2 는 허용지지력 q_a 를 넘지 않아야 한다. 즉

$$q_1 \text{ 및 } q_2 < q_a = \frac{q_{ult}}{F_s} \tag{7.12}$$

여기서, q_a : 지반의 허용지지력

q_{ult} : 지반의 극한지지력

FS : 극한지지력의 대한 안전율(3.0)

기초지반의 지지력은 재하시험, 토질시험의 결과로 계산에 의해 구하는 것이 좋지만, 구조물의 중요도 등을 고려하여 높이 8m이하의 옹벽에 있어서는 추정에 의하여 구해도 좋다. 추정에 의하여 지반의 지지력을 구하는 경우에는 다음 표 7.7에 의한다.

표 7.7 지반의 허용지지력

기초지반의 종류	상 시 (t/m ²)	지진시 (t/m ²)	목표로 하는 값		비 고	
			N치	일축압축 강도 (kg/cm ²)		
압 반	균열이 적은 균일한 사암	100	150	-	100 이상	표준관입시험 의 N치가 15 이하인 경우 에는, 기초지 반으로서 부 적당
	균열이 많은 경암	60	90	-	100 이상	
	연암, 풍화암	30	45	-	10이상	
자 갈 층	밀 실 한 것	60	90	-	-	
	밀실하지 않은 것	30	45	-	-	
사 질 지 반	밀 실 한 것	30	45	30~50	-	
	보 통 의 것	20	30	15~30	-	
점 성 토 지 반	몹시 단단한 것	20	30	15~30	2.0~4.0	
	단 단 한 것	10	15	8~15	1.0~2.0	
	보 통 의 것	5	7.5	4~ 8	0.5~1.0	

- 전체적인 안정 : 연약층을 포함한 지반의 옹벽은 옹벽 배면의 흩쌓기 증량에 의해 그림 7.12에 나타나 있는 지반 내에서 파괴가 생기거나, 압밀침하나 연약층의 측방향 유동이 생겨 옹벽의 변위 경사가 일어나는 일이 있으

므로 지반을 포함하여 전체적인 안정에 대하여 검토하여야 한다.

- 1) 연약지반을 포함하여 지반 전체의 안정을 검토할 때는 일반적으로 원호활동의 계산을한다.
- 2) 옹벽 시공 후의 전면과 배면과의 침하량의 차이에 대하여 검토한다.
- 3) 필요시 측방향 유동에 대하여도 고려한다.

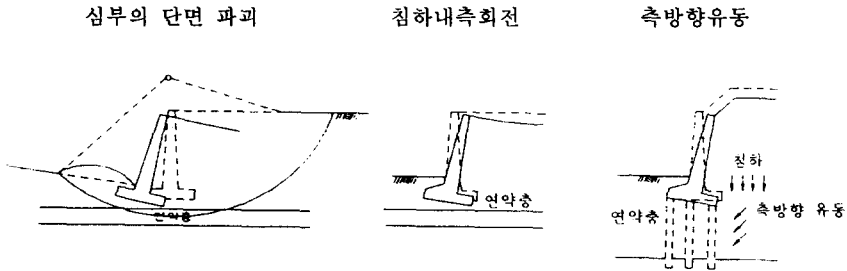


그림 7.12 연약층이 있는 지반에 대한 옹벽의 안정

4.3.3 옹벽 구체 설계

1. 옹벽구체는 토압을 지지함에 충분히 안정해야하며 토압과 자중의 합력에 의해 구체의 파괴 및 붕괴가 발생하지 않도록 설계하여야 한다.
2. 석축 및 콘크리트 블록쌓기 옹벽
 - 1) 석축 및 블록쌓기 옹벽의 안정은 콘크리트조 옹벽과 달라서 쌓기재의 상호호물림에 의하여 유지되는 것이므로 쌓기옹벽 전체로서의 전도 또는 활동이 생기지 않도록 하기 위하여 옹벽의 중량과 토압의 합력이 옹벽단면의 중앙 1/3 이내에 들어오도록 한다.
 - 2) 쌓기옹벽은 벽두께가 얇기 때문에 이에 대응할 수 있는 토압의 범위가 좁은 단점이 있지만 다른 흙막이 구조물에 비해 재료구하기와 시공이 용이하다는 장점이 있다.
 - 3) 쌓기옹벽의 파괴원인으로는 기초의 침하, 배수불량에 따른 토압의 증가, 뒷채움재의 침하등으로 인한 벽면의 균열 등이 발생할 수 있으므로 특히 배수시설을 충분히 고려해야 한다.
 - ① 쌓기법과 구조 : 쌓기의 방법에는 커쌓기와 골쌓기가 있으나 골쌓기를 원칙으로 한다. 또 구조적인 면에서 찰쌓기와 메쌓기로 구분 되는데 하도내는 필히 찰쌓기를 원칙으로 해야한다.
 - ② 뒤채움 : 뒤채움 콘크리트의 두께는 10cm 내지 20cm로 한다. 뒷채움재의 마루(천단)는 지표수의 침입을 방지하기 위하여 지표하 30cm정

도로 뒷채움을 하고, 마루의 수평폭은 30cm 정도로 합이 좋다.

- ③ 마루(천단) 및 기초콘크리트 : 마루 및 기초콘크리트의 일반구조는 그림 7.13과 같고 표 7.8은 마루 및 기초콘크리트의 일반적 규격예를 제시하였는바 마루 콘크리트의 경우 벽의 높이가 변화하는 경우 이를 적당히 증감하고 기초재료에 대해서도 기초부가 압반이거나 연약지반인 경우 등은 충분한 검토후 그 채택 여부를 결정해야 한다.

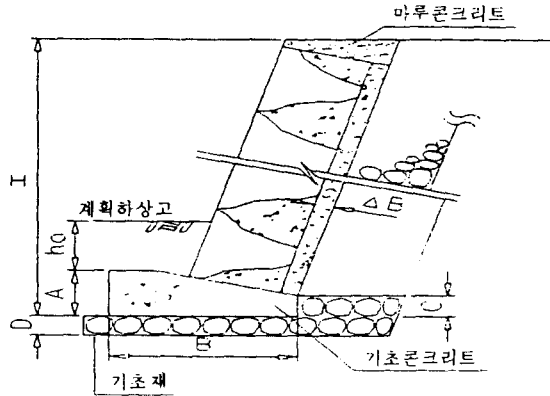


그림 7.13 마루 및 기초콘크리트 단면

표 7.8 마루 및 기초 콘크리트 규격 예

기호 H	A	C	D	B		
				$\Delta B=0$	$\Delta B=10$	$\Delta B=20$
1.0~1.5m	25cm	15cm	10cm	45cm	55cm	65cm
1.5~3.0m	30cm	15cm	15cm	45cm	55cm	65cm
3.0~5.0m	40cm	25cm	20cm	45cm	55cm	65cm

다음 그림 7.14는 쌓기옹벽 각 부분의 명칭을 표시하였고, 표 7.9에 쌓기옹벽의 높이 따른 절토시의 법면구배와 뒷채움 두께에 관한 예이다.

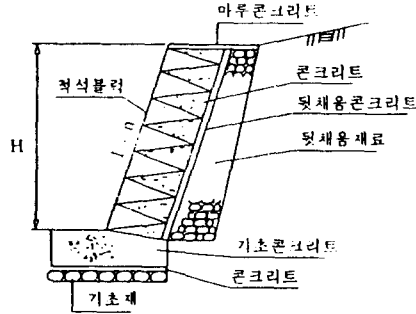


그림 7.14 쌓기 옹벽의 각 부분 명칭

표 7.9 비탈경사와 옹벽의 높이

옹벽의 높이(m)		1.0-1.5	1.5-3.0	3.0-5.0
비탈 경사	성토	1:0.3	1:0.4	1:0.5
	절토	1:0.3	1:0.3	1:0.4
뒤채움두께(하부) (cm)		30-60	45-75	60-100

④ 기초의 깊이 : 특히 소하천에서 쌓기옹벽 형식으로 축제 및 호안을 설치할 때 쌓기 옹벽의 파괴는 기초 세굴에 의한 것이 많으므로 충분한 기초 및 깊이로 설계하여야 한다. 우리나라 중소하천인 경우 호안의 기초 깊이는 계획 하상에서(현 하상이 계획하상 보다 깊은 경우에는 현하상에서) 0.5m이상 유지 되도록 하고 있는 바 다음과 같은 곳에서는 더 깊게 하는 것이 좋다.

- 수층부로서 하상세굴이 진행되고 있거나 예상되는 곳
- 보 및 낙차공의 상하류
- 첩수로등 하상저하가 예상되는 소하천

일반적인 기초깊이의 결정방법은 하도계획에 의해 미리 정하여진 계획하상에 홍수시의 일시적인 세굴을 고려하여 결정하고 있으나 계획하상이 정해져 있지 않을 때나 이미 계획하상보다 현재의 하상이 낮을 때에는 현재의 최심하상에 일시적 세굴을 고려하여 결정할 수 있다. 이 경우 홍수시의 일시적 세굴깊이는 다음 표 7.10를 참고로 하되 동결심도도 고려 당해 하천의 수리특성에 의해 홍수시 세굴깊이와 동결심 중에서 큰값을 취함이 좋다.

표 7.10 홍수시 일시적 세굴깊이

(단위: m)

하 상 재 료	홍수시 하안의 유속		
	3m/sec 이상	3~2m/sec	2m/sec 미만
조약돌 이상의 입경	1.0	0.5	-
자갈 정도의 입경	1.5	1.0	0.5
잔 자갈 정도의 입경	1.5이상	1.5	1.0

3. 중력식 옹벽

- 1) 자중에 의해서 토압을 지지하는 형식으로서 토압과 자중의 합력이 구체의 수평단면에 인 장용력이 일어나지 않도록 설계하는 것이 원칙이다.
- 2) 구체형상을 결정하는데 저판폭B는 옹벽높이의 0.5~0.7배 정도가 일반적이며 부재마루의 두께, 시공성 등을 고려하여 35cm이상으로 하는 것이 바람직 하다.

4. 반중력식 옹벽

- 1) 토압과 자중의 합력에 의해 옹벽구체단면 내에 생기는 인장력은 모두 철근으로 받게 한다.
- 2) 중력식 옹벽과 같이 자중에 의해 토압을 지지하는 형식의 것으로 중력식 옹벽의 경우보다 벽체 두께를 얇게 할 경우에 적용한다.

5. 지지식 옹벽

- 1) 지지식 옹벽은 중력식 옹벽, 반중력식 옹벽과 같이 자중에 의해 토압을 저항하는 형식이므로 설계법은 중력식, 반중력식에 준한다.
- 2) 중력식, 반중력식은 그 자체로 자립할 수 있는 구조이지만, 지지식 옹벽은 원지반 또는 뒤채움재 등에 의해 지탱하면서 토압에 저항하는 형식으로 원지반, 뒤채움 등의 변형에 대해 약하므로 충분한 검토를 요한다.
- 3) 지지식 옹벽을 채택하는 경우에는 굴착 등에 의해 원지반이 느슨해질 우려가 없고, 지반이 경암 등과 같이 견고한 것이 바람직하다.
- 4) 작용 토압은 뒤채움재의 두께가 얇을수록 적지만 강우나 침투수에 의해 토압이 증대 되므로 뒤채움재는 시공성을 고려하여 두께를 결정할 필요가 있으며, 배수에 충분히 주의할 필요가 있다.
- 5) 지지식 옹벽은 산간도로 등에서 도로를 확폭하는 경우에 설치하는 경우가 많으므로 소하천에는 적합하지 않으므로 불가피하게 설치할 경우에는 사전 충분한 지반조건에 대하여 검토하여야 한다.

6. 역 T형식 (캔틸레버식)옹벽

- 1) 벽과 저판으로 외력에 대하여 각각 캔틸레버로 저항하는 옹벽이다. 역 T형은 구체에 작용하는 토압에 대해서 구체의 중량과 판상 뒤채움재의 중량에 저항하도록 각 부재를 설계한다. 이 경우 저판폭 B는 $0.5H \sim 0.8H$ 가 많고, 부재 단의 두께는 시공성을 고려하여 30cm 이상으로 하는 것이 바람직하다. (그림 7.15 참조)
- 2) 캔틸레버 옹벽의 벽체와 기초는 접합부를 고정단으로 하는 캔틸레버로 설계한다.
- 3) 벽체는 벽체의 자중을 무시하고, 토압의 수평 분력을 고려해서 설계한다.
- 4) 앞판은 상향의 지반 반력과 하향의 앞판 자중을 고려하여 설계한다.
- 5) 뒤판은 뒤판 상부의 흙의 중량, 토압의 연직 분력, 지표면의 상재하중, 뒤판 자중 및 지반 반력을 고려하여 설계한다.
- 6) 앞판 상측과 뒤판의 하측은 균열방지 등을 위해, 반대측 주철근량의 1/2을 배해야 한다.
- 7) 벽체 설계에 사용하는 토압은 옹벽 배면이 경사진 경우 안정 계산을 할 때와 같은 위치의 토압을 취하면 몹시 크게 되므로 일반적으로 전벽 배면 위치에서의 토압으로 설계하도록 한다. (그림 7.16 참조)

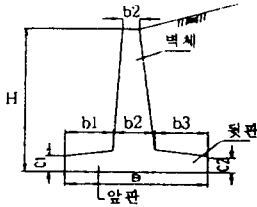


그림 7.15 역 T형 옹벽의 형태

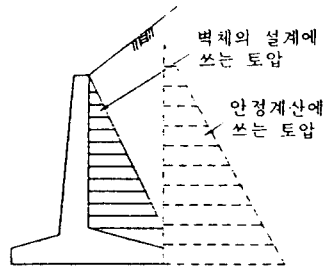


그림 7.16 벽체의 설계에 쓰는 토압

7. 부벽식 옹벽

- 1) 벽 및 저판은 3면으로 지지된 판으로서 설계하는 것이 합리적이나 부벽으로 지지되는 연속판으로 설계하는 것이 좋다.
- 2) 구체는 저판폭이 $0.5H \sim 0.7H$ 가 많고 부재단의 두께는 시공성을 고려하여 30cm 이상, 부벽의 간격은 일반적으로 $H/3 \sim 2H/3$ 정도로 한다.
- 3) 뒷부벽은 저판에 고정된 변단면 T형 캔틸레버보로 보고, 벽체에 작용하는 전토압의 수평분력에 저항할 수 있도록 설계한다.
- 4) 벽체 및 후팅의 양쪽 단부는 부벽에 지지된 캔틸레버보로 설계한다.

4.3.4 옹벽 기초 설계

1. 옹벽기초는 홍수시 유속 및 소류력에 의한 하상세굴 및 저하를 고려할뿐만 아니라 하상의 동결등 기상변화에도 대응할 수 있게 충분히 안정하게 설계 해야하며 직접기초, 치환, 말뚝기초로 하되 당해 소화천의 토질 및 지질상태에 적합한 공법을 택한다.
2. 직접기초 : 지반이 양호하여 부동침하의 우려가 없는 곳에서는 직접 기초보다 좋은 공법이 없다 따라서 직접기초는 양질인 지반에 한다.
 - 1) 연직 하중은 직접기초 아래의 지반만으로 지지시킨다.
 - 2) 수평 하중은 기초저면의 활동저항 만으로 지지 시키는 것을 원칙으로 한다.
 - 3) 하천의 수리특성(유속,소류력), 동결심, 지하수위 등에 대하여도 충분히 검토한다.
3. 치환
 - 1) 옹벽의 저면에 접해 있는 지반이 연약하고, 그 아래의 비교적 얇은 곳에 지지층이있는 경우에는 치환한다.
 - 2) 치환을 하는 재료 및 시공은 뒤채움재와 동등 이상으로 하고, 지하수가 있는 경우에는 쇄석 등 양질의 것을 쓴다.
 - 3) 치환의 형상은 다음 그림을 표준으로 한다.(그림 7.17 참조)

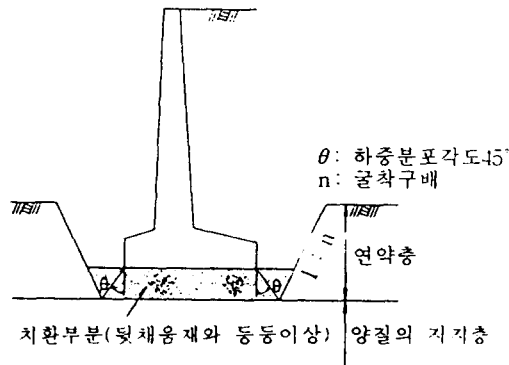


그림 7.17 옹벽기초 치환

- 4) 일반적으로 연약층이 얇은 경우는 양질의 재료로 치환하면 경제적이지만, 치환재를 구하기가 곤란한 경우나 수동토압을 기대할 수 있는 옹벽에 있어서는 그림 7.18와 같이 후팅의 저면을 양질의 지지층까지 내리

는 것이 경제적인 수가 있으므로 치환 여부는 현지의 조건을 감안하여 결정한다.

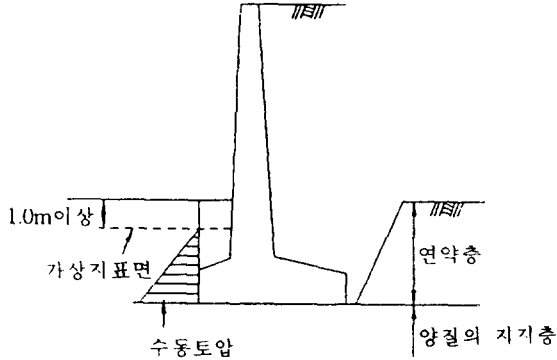


그림 7.18 옹벽 기초를 양질의 지지층까지 내리는 형태

4. 말뚝기초 : 말뚝기초는 나무말뚝, 현장 타설 말뚝, RC말뚝, PC말뚝, PHC 말뚝, 강말뚝으로 분류되며 우리나라 소하천에서는 중·대(中·大)하천 합류부 및 서남해안등 연약지반 외에는 옹벽의 기초로는 말뚝기초가 아닌 직접기초로도 옹벽지지에는 충분 할 것이다. 말뚝기초로 옹벽을 설치할 때 다음의 사항을 고려하여 설계한다.

1) 지지층 선정

- ① 말뚝의 기초는 양질의 지지층에 지지시키는 지지말뚝을 원칙으로 한다.
 - ② 지지층이 매우 깊은 경우는 옹벽구조의 규모 및 형식에 따라 마찰말뚝으로 해도 좋으나 침하에 대한 검토를하여 상부 구조에 지장이 없도록 한다.
- 2) 하중 분담시 연직하중, 수평하중은 모두 말뚝만으로 지지하는 것으로 한다.
- 3) 말뚝의 최소중심 간격은 원칙적으로 직경의 2.5배로 한다.
- 4) 압밀침하가 우려되는 지반에서는 주변 마찰력에 대하여도 검토한다.
- 5) 말뚝의 허용지지력을 구하는 정역학적 공식은 Terzaghi 공식 혹은 Meyerhof 공식을 사용한다.

4.4. 옹벽 시공

4.4.1 옹벽파괴는 대부분 기초지반의 부등침하, 기초지반의 지지력 부족, 뒤채움부의 배수불량등의 원인으로 일어 나므로 시공시 이 점에 주의 하여야 한다.

4.4.2 시공시 옹벽지반의 확인은 물론 옹벽배면에 수압을 발생시키지 않게 하기 위하여 시공중 배수공이 매워져 배수가 잘되지 않는 경우가 있으므로 충분히 주의를 기울여야 한다. 콘크리트옹벽시공시 기초공 및 구체공에 대하여 주의할 사항은 다음과 같다.

1. 기초공

- 1) 지지지반이 암반의 경우는 시공에 필요한 깊이까지 암반을 파서 기초면을 깨끗이 청소한 후 직접기초로 한다.
- 2) 지지지반이 토사, 자갈 등의 경우 호박돌, 율석 등을 깔고 충분히 균등 다짐을 하여 콘크리트를 타설한 후 그 위에 직접기초로 한다.
- 3) 연약지반상에 옹벽을 세울 경우 일반적으로 말뚝기초로 하나 연약토가 얇은 경우 양질의 토사로 치환하여 균일한 지지상태로 한후 직접 시공한다.

2. 구체공

- 1) 기초부와 상부는 일체로 하여 콘크리트를 타설하는 것이 바람직 하나 부득이한 경우는 타설이음을 단상 혹은 시공이음 등 대책을 세워야 한다.
- 2) 옹벽에는 하천종단으로 증력식은 10m간격으로 판지등으로 신축이음을 설치함을 원칙으로한다.
- 3) 부벽식옹벽과 같이 배향성토의 다짐이 곤란한 뒷채움시 특히 양질재료를 사용하고 다짐층 두께를 적게 하여 램머등으로 충분히 다져야 한다.

제 5 절 침사지

5.1 침사지 일반사항

5.1.1 정의

1. 침사지는 개발사업으로 인해 가속화 된 토양 침식이 농경지나 주거지역의 매몰 등 직접적인 재해를 일으키거나 하류 하천, 호소 등에 환경적으로 부정적인 영향을 주는 것을 최소화하기 위하여 개발 지역에서 침식되어

- 유송되는 토사를 자연적, 강제적으로 침전·퇴적시킬 목적으로 만든 일종의 저류 시설물이다.
2. 한 지역을 개발할 목적으로 지형을 인위적으로 바꾸거나 식생 등을 제거하는 경우 토양침식은 가속화되어 개발 전보다 토양 침식량이 크게는 100배 이상 증가하게 된다. 이렇게 가속화된 토양침식은 하류에 대규모 토사 매몰을 유발하여 농경지, 가옥, 기타 시설에 직접 피해를 주거나 침식된 토사로 탁류가 형성되어 주변 하천, 호소 등에 환경문제를 야기시킬 수 있다.
 3. 이러한 가속화된 토양침식으로 인한 피해를 줄이기 위해서는 1) 지푸라기, 비닐 등으로 노출된 지표면을 덮어서 빗방울 및 유수에 의한 침식으로부터 토양을 보호하거나, 2) 도랑, 하천 등에서의 침식 방지를 위해 라이닝, 낙차공 등을 설치하거나, 3) 등고선을 따른 개발·시공을 함으로써 토양침식을 조절하는 방안을 생각할 수 있다. 그러나 이러한 방법으로도 계속 침식되어 하류로 유송되는 토사를 자연적, 강제적으로 침전·퇴적시켜 하류 지역의 피해를 최소화시키기 위해서는 침사지를 설치하는 것을 검토하여야 한다.

5.1.2 침사지 형태

1. 침사지는 다음 세 종류로 구분한다.
 - 1) 응급 침사지
 - 2) 임시 침사지
 - 3) 영구 침사지
2. 응급 침사지(expedient basins) : 현장에서 임시방편으로 축조한(push up) 침사지로서 주로 1일 이내 사용함. 도자로 간편하게 축조할 수 있음
3. 임시 침사지(temporary basins) : 공사 전기간에 걸쳐 사용하여야 하며, 필요시 준설하여 기능을 유지함. 일반적으로 계획단계에 명시하며, 응급 침사지보다 높은 설계기준을 요함
4. 영구 침사지(permanent basins) : 공사기간 중에는 침사지 역할을 하며 공사 후에는 위락, 경관, 저류, 지하수 함양 역할을 수행함. 임시 침사지와 설계기준이 유사함

5.1.3 침사지 설치 위치

1. 침사지의 설치 위치는 개발지역을 포함하는 유역의 침식 및 토사 유송, 퇴적 특성과 재해 및 환경 피해 예상 지역 등을 종합적으로 고려하여 정한다.
2. 침사지는 보통 다음과 같은 점을 고려하여 그 위치를 정한다.

- 개발지역 직 하류에 위치하는 것이 좋음
- 인접 하천 본류에 설치하지 않음
- 공사용 기계 이동에 장애가 없는 위치가 좋음
- 준설 활동이 용이한 위치(준설도 투기 용이)가 좋음

5.2 침사지 설계

5.2.1 설계 개념

1. 침사지는 '완전저류'와 '흐름저류' 등 두 가지 개념으로 구분하여 유역 여건에 맞는 개념을 선택한다.
2. 완전저류(complete retention) : 비교적 소규모 호우에 의해서는 월류하지 않으나, 대규모 호우시 월류함
 - 홍수총량 저감
 - 대규모 호우에 대비한 비상 여수로 설치
 - 포착률은 중요하지 않음(통상의 호우에 대해서 100 % 포착)
 - 호우 종료후 준설
 - 소규모 유역에 적합
3. 흐름저류(flow detention)
 - 침두홍수량 저감
 - 천천히 흐르는 상태에서 대부분의 유사(流砂)가 침전됨
 - 상류에서의 유입유사량 예측이 필요함
 - 포착률 고려

5.2.2 침사지 설계 절차

1. 침사지 설계는 다음 그림 7.19와 같은 절차에 준하여 수행할 수 있다.

5.2.3 침전·퇴적 유사량의 결정

1. 계획된 침사지 내로 유입하여 침전·퇴적하는 유사량(혹은 토사량)은 상류 유역에서의 토양침식량, 유역과 침사지 간의 유사전달률, 침사지 내에서의 유사 포착률, 퇴적도의 단위중량 등을 적절한 방법으로 추정하여 다음과 같이 결정한다.

$$\begin{aligned} \text{침전·퇴적 유사량(부피)} &= \text{유역의 토양침식량(무게)} \times \text{유사전달률} \\ &\quad \times \text{침사지 포착률} / \text{침사지 내 퇴적도 단위중량} \end{aligned}$$

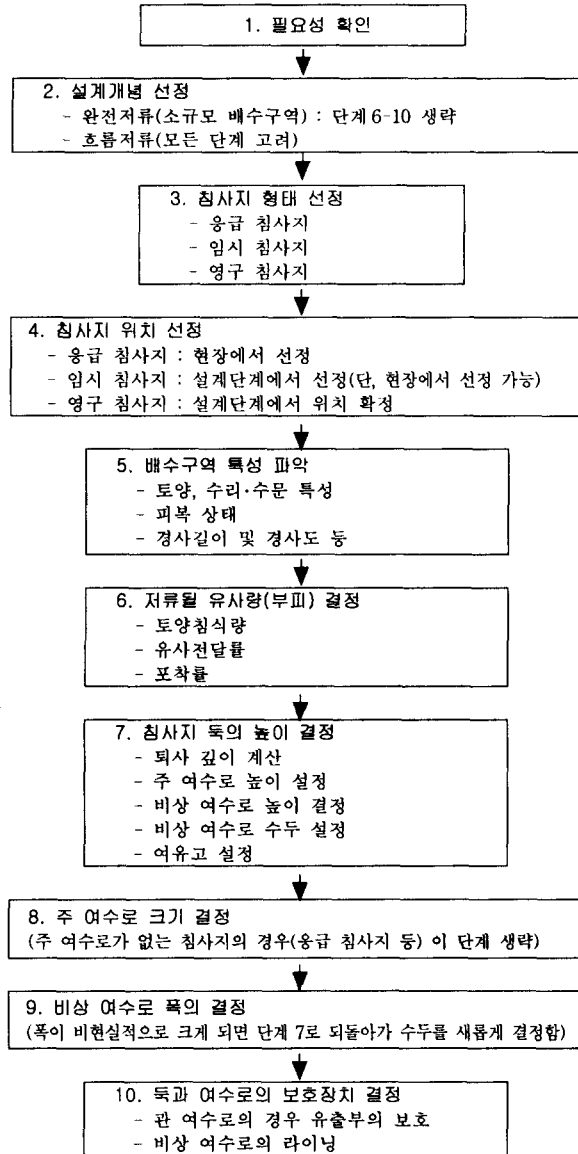


그림 7.19 침사지 설계 절차

2. 토양손실량(soil loss)

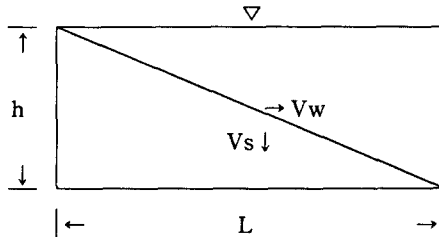
유역의 토양 침식량을 정확하게 추정하는 방법은 아직 없으며 현재로서 가장 바람직한 방법은 유사한 지역의 침식량 실측 자료를 이용하는 것이다. 이러한 실측 자료가 없는 경우에는 미국에서 개발된 범용토양손실공식(Universal Soil Loss Equation)과 같이 토양손실을 추정하는 방법 등을 이용할 수 있다. 이러한 공식 적용이 어려운 경우에는 개략적인 방법으로 원단위 방법을 이용하여 추정 할 수 있다.

3. 유사전달률(sediment delivery ratio)

유사전달률은 상류에서 침식된 토사 중에서 중간에 퇴적하지 않고 하류 침사지 내로 유입하는 토사의 무게 비이다. 이 비율은 토사 입자의 크기, 조직은 물론 토지이용, 지형 등에 따라 적게는 0에서 크게는 1까지 변하나, 개략적으로 유역면적에 반비례하고 입자가 적을수록 커진다.

4. 포착률(sediment trap efficiency)

포착률은 총 유입유사량 중에서 침사지에 침전·퇴적하는 유사량의 비율로서, 저류시간(=저류용량/유입량)과 유사입경에 따라 변한다. 해석적인 방법에 의한 포착률 추정은 다음과 같이 할 수 있다. 아래 그림에서 L은 침사지 길이, V_w 는 침사지 내 평균 유속, V_s 는 토립자의 침강속도이다.



- 침전시간 $t = L/V_w \geq h/V_s$

유 량 $Q = hB V_w$; B = 침사지 폭

- 침사지 수심 $h = LV_s/V_w$

$\therefore Q = BLV_s = AV_s$; A = 침사지 수면적

$\therefore A(=BL) = Q/V_s$

이러한 공식의 적용 방법은 다음과 같다.

- 침사지 유량(평균) $Q = \frac{\text{설계강우에 의한 총유출량(부피) } V}{\text{유출지속시간 } T}$

- 침사지내 평균유속 $V_w = Q / (h \cdot B)$

위와 같은 침사지(h, B, L) 규모에서의 포착률 계산은 다음과 같다.

- 토립자 침강속도 $V_s = \text{Stokes 법칙이나 기타 실험도표 이용}$
- 침사지 수면적 (최소) $A^* = Q / V_s$
- 포착률 = 해당 입경의 토립자를 침사지 내에서 침강시키기 위해 필요로 하는 최소한의 수면적 A^* 와 실제 수면적 A (또는 100% 포착 대상의 최소입경에 대한 수면적)의 비율

$$= 100 \frac{A}{A^*} \quad (\text{단, } A/A^* > 1.0 \text{인 경우 포착률은 } 100\% \text{임})$$

- 전체 입경에 대한 포착률은 해당 입경에 대한 포착률에 무게 비를 곱해서 합산한 값임

- 방류수의 유사농도 $C = \frac{(1-\text{포착률}) \cdot \text{유입유사량}}{\text{총유출량}(V)} \times 10^6 (\text{mg}/\ell)$

< 방류수 허용 유사농도

5. 응집촉진제의 사용

필요한 경우 침사지에서의 침전을 가속시키기 위해 응집촉진제 사용을 검토할 수 있다. 응집제로서는 명반 $[A \ell_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O]$ 등을 고려할 수 있으며, 이 방법은 경우에 따라 침사지 규모를 확대하여 자연 침전시키는 것보다 경제적이 될 수 있다. 이 방법은 침사지 하류의 물환경 보전이 필수적이기 때문에 점토와 같은 미세 입자의 침전이 반드시 필요한 경우 적극 검토할 수 있다.

6. 침사지 바닥세굴 검토

마지막으로 침사지 바닥에 침전·퇴적한 토립자의 재부유나 세굴 가능성에 대한 검토가 필요하며, 이를 위해서는 Camp(1946)가 제안한 다음과 같은 세굴 유속공식을 이용하여 침사지 내 유속과 비교하여 검토할 수 있다.

$$V_c = \sqrt{8\beta g(S-1) D/f} \quad (7.13)$$

- 여기서 $f = \text{Darcy-Weisbach 마찰계수}$
 $\beta = \text{Shields 무차원계수 } (\approx 0.04)$
 $g = \text{중력가속도 } (= 980 \text{ cm/s}^2)$
 $S = \text{토립자의 비중 } (\approx 2.65)$
 $D = \text{토립자 직경(cm)}$

$$\therefore V_c = 23\sqrt{D/f} \quad (\text{cm/s})$$

여기서 침사지내 평균유속 V_w 이 세굴유속 V_c 보다 작은 경우 일단 침전된 토사입자는 재부유되지 않는 것으로 볼 수 있다.

5.2.4 침사지 설계

1. 침사지는 계곡이나 웅덩이 등 자연상태로 저류할 수 있는 지형에 독을 쌓아 만들거나(자연상태 침사지), 그러한 지형이 없는 경우 굴착기계로 땅을 파고 독을 쌓아 인공적으로 만든 침사지(pit)로 구분할 수 있다. 침사지 여수로는 관여수로와 사력여수로 등으로 구분할 수 있다.

2. 침사지의 조성

침사지는 그림 7.20, 7.21, 7.22과 같이 자연상태의 요철부분에 독을 쌓아 만들거나 그림 7.23, 7.24와 같이 인공적으로 굴착하여 독을 쌓아 만들 수 있다. 침사지의 여수로는 관을 이용하여 독 바깥으로 방류하는 관여수로(pipe spillway)와 독 위에 사력을 쌓아 그 위로 방류시키는 사력여수로(rockfill spillway)로 나눌 수 있다.

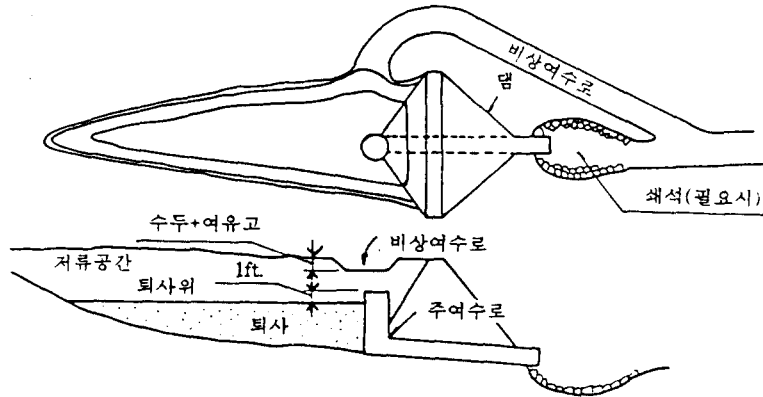


그림 7.20 관 주여수로 및 비상여수로를 갖춘 자연상태 침사지

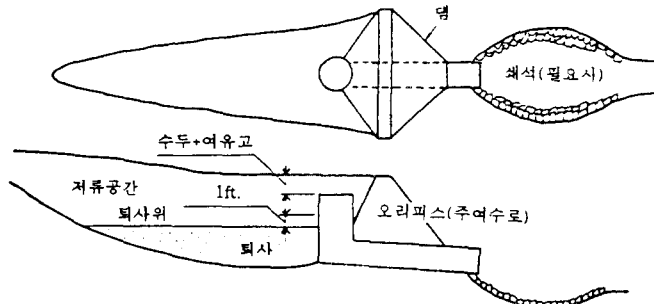


그림 7.21 주여수로 및 비상여수로를 겸하는 관을 갖춘 자연상태 침사지

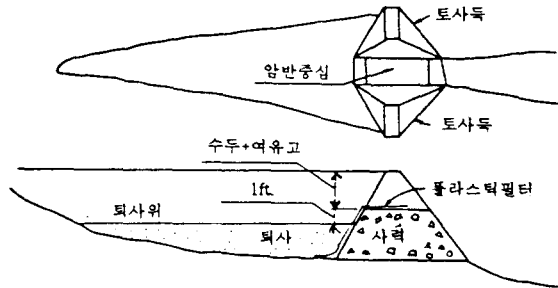


그림 7.22 침투성 사력дук으로 만든 자연 상태 침사지

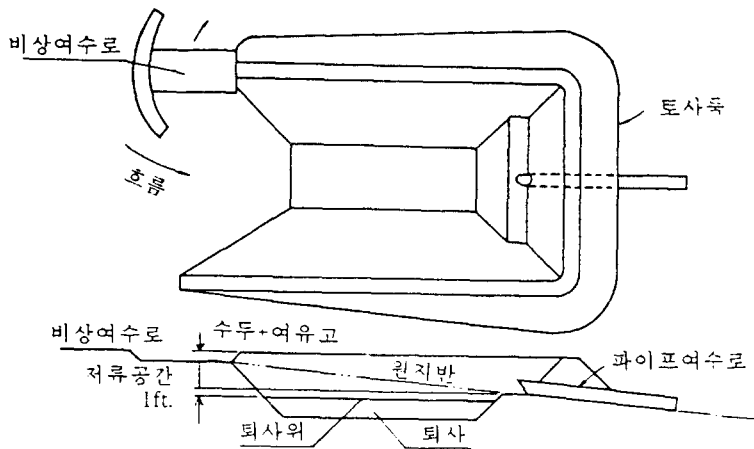


그림 7.23 관 주여수로 및 비상여수로를 갖춘 굴착 침사지

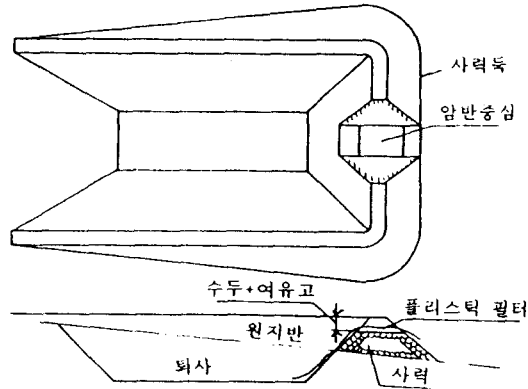


그림 7.24 침투성 사력둑으로 만든 굴착 침사지

3. 침사지 득높이

침사지의 득높이는 침사지 및 여수로 형태에 따라 결정되며, 관 여수로 침사지의 경우 다음 절차에 의해 결정할 수 있다.

- 1) 퇴사깊이의 결정
- 2) 주여수로(관) 턱 높이의 설정
- 3) 비상여수로 턱 높이의 설정
- 4) 비상여수로 수두의 결정
- 5) 여유고(freeboard)의 결정

단, 사력여수로의 경우 단계 2)와 3)은 결합될 수 있다.

4. 자연상태 침사지

자연상태의 침사지는 대부분의 경우 포물선 형태의 단면과 경사진 종단형을 가진 침사지로 모형화 할 수 있으며, 이 경우 어느 용량에 해당하는 깊이 Y 는 다음과 같다.

$$Y \text{ (m)} = 1.82 \left[\nabla_s \cdot S\sqrt{D} / W \right]^{0.4} \quad (7.14)$$

여기서 ∇_s = 침사지 용량 (m^3)

S = 침사지 종단 경사 (m/m)

D = 댐에서의 침사지 깊이 (m)

W = 댐 길이 (= 댐에서의 침사지 폭) (m)

관여수로 침사지의 경우 여수로의 턱은 퇴사위보다 30 cm 정도 높게 위치시킨다. 이 경우 관여수로 턱 높이와 비상여수로 턱 높이의 차에 해당하는 공간이 저류공간이 되며, 이 공간으로 높은 생기빈도 강우에 의한

총유출량을 저류시키는 것을 고려할 수 있다. 여기서 저류공간의 높이 Y 는 비상여수로 턱 높이가 되며, 그 위로 설계홍수량을 통과시킬 수 있는 여수로 수두와 여유고(freeboard) (30-50 cm 정도)를 각각 둔다. 사력 둑 침사지의 경우 사력둑 위를 침투성 포장으로 덮은 곳이 주여수로 역할을 하며, 이 경우 둑 높이는 다음과 같은 순서로 결정한다.

- 1) 홍수 저류량에다 퇴사량을 합산
 - 2) 합산한 값을 가지고 포물선 단면에서의 깊이 Y 계산
 - 3) 비상여수로 턱 높이 = 30 cm + Y
 - 4) 수두 및 여유고 설정
5. 굴착 침사지

굴착 침사지는 단순 단면으로 가정하여 전술한 그림 7.25에서와 같이 일정용량에 해당하는 깊이 Y 를 계산할 수 있다. 퇴사위는 관여수로 턱에서 30 cm 정도 낮게 설정한다. 그 밖에는 자연상태 침사지 경우와 같다.

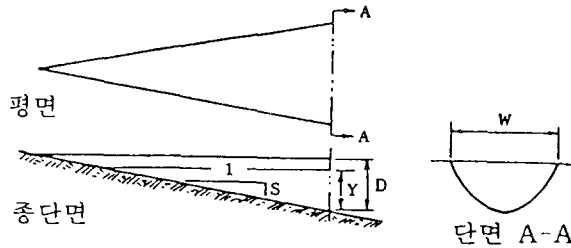


그림 7.25 포물선 형태의 단면과 경사진 종단형을 가진 침사지 모형

6. 수문설계

침사지 설계시 저류공간은 높은 생기빈도의 호우에 대비하고, 비상여수로 낮은 생기빈도의 호우에 대비하는 것을 원칙으로 한다. 여기서 홍수량은 SCS방법이나 기타 적절한 방법을 이용하여 추정할 수 있으며, 침두 홍수량은 합리식이나 기타 적절한 방법을 이용하여 추정할 수 있다. 단 수문 계산에서 나온 침두홍수량은 침사지의 저류 효과 때문에 침사지 내에서는 적어지나 통상 같게 보고 비상여수로를 설계할 수 있다.

7. 주여수로(관) 설계

주여수로는 침사지 저류공간에 저류된 홍수량을 천천히 배수시켜 토사입자의 침전효과를 기대하고, 다음 홍수에 대비하는 역할을 한다. 관 주여수로는 1) 연직으로 세운 수갱형 여수로, 2) 오리피스형 여수로, 3) 입구에

덮개가 있는 여수로 등으로 통상 24시간 이내에 완전 배수토록 설계된다. 이 경우 여수로 단면은 각 형태별로 수리계산을 통해 결정할 수 있다. 관여수로 하류단의 세굴방지를 위해서는 사석공(riprap), 감세공(stilling basin) 등의 설치를 고려한다.

8. 비상여수로 설계

비상 여수로는 설계 호우 이상의 호우에 대비하기 위한 것으로 보통 침사지 양옆에 설치된다. 사력으로 만든 비상여수로는 필요시 통수능 증대를 위해 흙, 시멘트 등으로 처리하여 조도계수($n=0.04$ 정도)를 감소시킨다. 비상 여수로의 단면은 보통 사다리꼴이며, 제원은 수리계산을 통해 결정할 수 있다.

5.3 침사지 시공 및 유지관리

5.3.1 시공

1. 침사지는 설계빈도 이하의 호우에는 충분히 견딜 수 있도록 건설되어야 하며, 침사지 독의 높이가 5 m를 넘는 경우 보통의 댐 설계 기준에 따라야 한다.
2. 독 건설 : 침사지의 독 높이가 5 m이하의 경우 독의 마루 폭은 다음과 같이 정할 수 있다.
 - 1) 독 폭 : 최소 2.5 m (독 높이가 3m까지)
 최소 3 m (독 높이가 3-5 m 경우)
 최소 4 m (독을 도로로 사용하는 경우)
 - 2) 독 사면
 - 상류면 : 2.5~3 : 1 - 하류면 : 2~3 : 1
 - 3) 독 바닥 시공 : 수목이나 유기물을 제거한 후 미끄러운 표면을 20 cm 이하로 느슨하게 한 후, 다음에 실제 독 공사시 압밀시킨다.
 - 4) 독 지수도랑(cutoff trench) 시공 : 3 m 이상 높이 독의 경우 중심선을 따라 깊이 60cm, 폭 120 cm 이내의 도랑을 굴착하고 다음에 흙을 압밀한다.
 - 5) 독 시공 : 나무뿌리와 같은 유기물이 없고 자갈, 모래가 없는 흙을 이용하여 한번에 15 cm 두께 정도로 쌓는다. 시공후 침하를 고려하여 설계 독 높이보다 5~10 % 더 높게 시공한다.
 - 6) 사면 보호 : 매트, 나무조각(mulches), 스프레이나 성장이 빠른 풀 등을 심어 사면을 보호한다.

5.3.2 유지관리 및 해체

1. 침사지는 대상 지역의 개발공사 중은 물론 개발 후에도 그 기능을 충분히 유지할 수 있도록 준설 등 유지관리에 세심한 배려를 하여야 한다. 특히 개발 공사가 끝난 후 침사지를 친수환경 구역으로 이용할 경우 수질, 수생 생태계, 경관 등 수변 환경관리에도 세심한 배려를 하여야 한다.
2. 유지관리
침사지의 유지관리는 독 검사와 준설 등으로 구분할 수 있다. 호우가 끝난 후 반드시 제체 이상 유무를 검사하며, 침사지 내 주여수로 턱에서 30cm 이내로 퇴사가 된 경우 준설한다. 준설토는 호우에 의해 침사지로 다시 들어오지 않을 장소에 버려야 한다.
3. 해체
침사지를 영구적으로 계획한 경우 공사가 끝나도 생태적 서식처, 조경, 위락 등 다른 용도로 사용할 수 있으나, 그 밖의 경우 원상 복원시켜야 한다. 복원된 지역은 풀과 나무를 심어 식생을 유지하여야 한다.