

제 14 장 암 거

14.1 적 용

- (1) 본 편은 철근 콘크리트 암거(박스형 암거, 아치형 암거 및 문형 암거)를 설계함에 있어서 필요로 하는 기본 사항 및 본선용 암거의 설계에 적용한다.
- (2) 본선용 암거란 본선, 연결로 등을 통과시키기 위해 만드는 것을 말한다.
- (3) 본선에 만드는 U형 용벽에 대해서도 해당 장소에 따라 본선용 암거를 준용한다.
- (4) 박스형 암거, 아치형 암거 및 문형 암거의 공통사항은 박스형 암거의 항에 표시하므로, 아치형 암거 및 문형 암거 항에 표시되어 있지 않는 사항은 박스형 암거 항을 준용한다.
- (5) 이 지침에 규정되어 있지 않는 사항에 대해서는 아래의 시방서 및 지침에 따른다.
 - ① 콘크리트구조설계기준(한국콘크리트학회, 2007)
 - ② 도로교설계기준(한국도로교통협회, 2005)
 - ③ 도로설계편람(국토해양부)
 - ④ 토목공사 일반 표준시방서, 국토해양부
 - ⑤ 도로암거표준도(국토해양부, 2009)

14.2 암거의 계획

14.2.1 평면 형상

- (1) 암거의 계획은 도로 또는 수로의 상황에 적합하고, 또 본선과 평면 교차각이 큰(90° 에 가깝게) 형상을 선택한다.
- (2) 사각을 이루는 박스형 암거, 아치형 암거 및 문형 암거는 한쪽면만 토압의 영향을 받아 부재에 생기는 응력이 직각 암거보다 크다.
- (3) 이 영향은 연약지반에 설치하는 암거의 경우가 더 현저하다. 따라서 평면 형상을 직각으로 하는 것이 바람직하다.
- (4) 수로의 기점과 종점에서 기존 수로의 유속 및 수심이 바뀌면 하상의 세굴 또는 토사의 퇴적에 의한 하상의 상승이 생겨 호안파괴의 원인이 되므로 계획에 있어서 주의해야 한다.

14.2.2 내공단면

- (1) 암거의 내공단면 결정에 있어서는 다음 조건을 만족시켜야 한다.
 - ① 도로암거
 - 가. 도로의 건축한계 이상일 것
 - 나. 매설관 등의 설치 공간을 확보할 것
 - ② 수로암거
 - 가. 계획유량을 통과시킬 수 있는 단면일 것

나. 내공 높이는 $HWL + \text{여유고}$ 이상일 것

③ 본선용 암거

가. 소정의 건축한계 이상일 것

나. 조명등 기타 제시설을 설치할 수 있는 공간을 확보할 것

- (2) 연약지반 위에 암거를 시공할 경우에, 시공 후 침하에 의한 장애(도로 건축한계의 부족, 수로 단면의 부족 등)가 예측되고 또한 더울림만으로 대처할 수 없을 때는 암거의 내공 높이에 여유를 둔다.
- (3) 암거의 내공단면은 보통 설계 협의과정에서 결정되나 이때 표준설계 단면을 채택하도록 각별히 유의한다.
- (4) 연약지반 위에 시공되는 암거는 침하에 의해 각종 지장을 받으므로, 선재하(preloading) 처리하여 시공 후의 침하를 적게 하는 것이 원칙이다.
- (5) 그러나 침하가 공용 후에도 장기간 계속되어 암거의 기능에 지장을 주는 일이 많으며, 시공후의 침하를 더울림만으로 처리할 수 없을 때에는 내공단면에 여유를 두어야 한다.
- (6) (5)와 같이 함으로써 침하량만큼 암거 바닥을 덧쳐 올리고, 노면을 덧씌우기해도 암거의 기능을 유지할 수 있게 한다.

14.2.3 암거의 형식 선정

- (1) 암거의 형식 선정시에는 내공단면의 크기, 기초지반의 상태, 시공성, 공사비를 고려한다.
- (2) 암거의 형식 선정에는 여러 가지 조건이 고려되어야 하므로 일률적으로 정할 수는 없으나 일반적인 선정 기준을 [표 14.2.1]에 표시한다.

[표 14.2.1] 암거의 형식선정

형 식	기 초 형 식	순경간 또는 내경	토피두께	비 고
관 형 암 거	직접기초	$\phi 1.0 \sim 4.5\text{m}$	0.6~30m	
박스형암거	직접기초	2~14m	0.5~15m	
문 형 암 거	직접기초	8~17m		
	말뚝기초	12~17m		각도가 직각인 경우
아치형암거	직접기초	2~14m	15m 이상	

14.3 박스형 암거

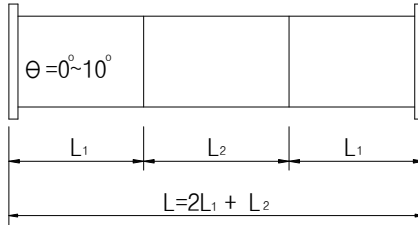
14.3.1 형 상

(1) 평면형상

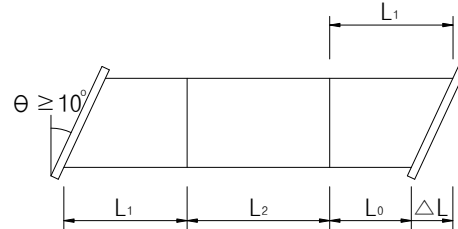
- ① 박스형 암거의 평면형상은 사각이 클 때는 <그림 14.3.1>, 사각이 작을 때는 <그림 14.3.2>와 같다.
- ② 신축줄눈간격 L1, L2는 15~20m로 하고, 직각일 때 L1은 공장생산 철근의 규격품으로 겹이

음 없이 배근할 수 있는 길이를 기준으로 한다.

- ③ 또한 경사각의 각도 및 긴 변과 짧은 변 비의 제한치를 [표 14.3.1]에 표시한다.



<그림 14.3.1>



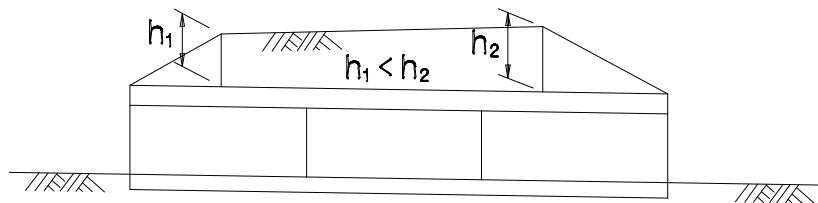
<그림 14.3.2>

[표 14.3.1]

지 반 조 건	L_0/L_1	θ
연 약 지 반	0.5 이상	20 이하
보 통 지 반	0.5 이상	30 이하

(2) 토피두께와 부재단면

- ① 최소 토피두께는 원칙적으로 포장두께(일반적으로 500mm 정도)로 하지만 건축한계의 제한 등 부득이할 경우에는 150mm까지 한다.
- ② 암거 위의 토피두께가 변할 때는 최대 토피두께(h_2)로 계산하고 이것으로 정해진 단면을 전체에 적용한다. (<그림 14.3.3>)
- ③ 단, 차선 분리 등의 영향으로 토피 두께의 변화폭이 매우 클 때는 각각의 토피두께로 부재 단면을 정한다.



<그림 14.3.3>

14.3.2 하 중

(1) 고정하중 및 토압

① 상부슬래브의 하중

가. 암거 윗면에 작용하는 연직하중은 [식 14.3.1]로 계산한다.

(<그림 14.3.4>)

$$P_v = \alpha \cdot \gamma \cdot D$$

[식 14.3.1]

여기서,

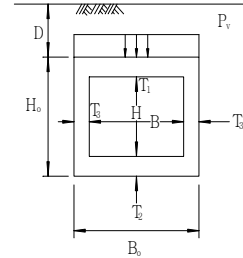
P_v : 암거 윗면에 작용하는 연직토압 (kN/m^2)

γ : 암거 상부의 흙의 단위체적중량 (kN/m^3)

D : 암거의 토피두께 (m)

B_o : 암거의 외측 폭 (m)

α : 암거의 지지조건에 따른 계수(기초지반이 양호하고, 양질의 토사인 경우 $\alpha = 1.0$)



<그림 14.3.4>

② 상부슬래브 자중은 [식 14.3.2]로 계산한다.

$$W_d = \gamma_c \cdot T_1$$

[식 14.3.2]

여기서, W_d = 상부슬래브 자중 (kN/m^2)

γ_c = 철근콘크리트의 단위체적중량 (kN/m^3)

T_1 = 상부슬래브 두께

③ 지반반력

암거의 지반반력(Q)은 다음식으로 구한다.

$$Q = P_v + P_{vl} + \frac{W_D}{B_o} + W_l \quad (\text{kN/m}^2)$$

[식 14.3.3]

여기서, W_D : 암거의 종방향 단위길이당 중량 (kN/m)

B_o : 암거의 외측폭(m)

P_v : 상부슬래브에 작용하는 연직하중(kN/m^2)

P_{vl} : 노면활하중(kN/m^2)

W_l : 암거내의 물 또는 활하중(kN/m^2)

④ 수평토압

가. 암거에 작용하는 수평토압은 암거의 강성을 고려하여 정지토압을 적용한다.

나. 정지토압 산출방법은 다음 식과 같다.

$$P = K_o \times \gamma \times Z + K_o \times q$$

[식 14.3.4]

여기서, P : 깊이 Z 에 대한 정지토압(kN/m^2)

γ : 흙의 단위질량(kg/m^3)

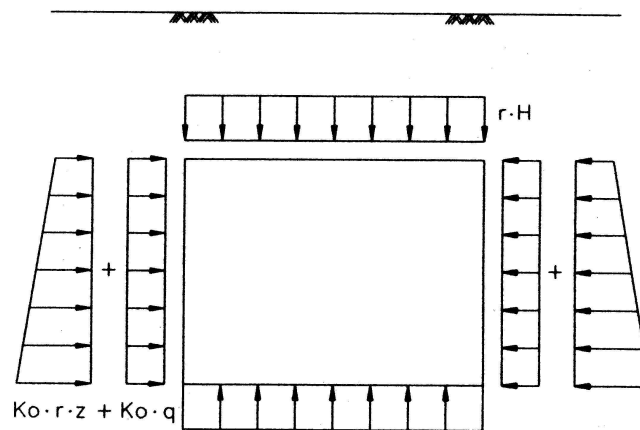
Z : P_o 가 벽면에 작용하는 깊이 (m)

K_0 : 정지토압계수($K_0=1-\sin\phi$)

q : 상재하중($q=10\text{kN/m}^2$)

ϕ : 흙의 내부마찰각($^\circ$)

- 다. 암거의 설계시 수평토압은 최대 수평토압뿐만 아니라 수평토압이 실제보다 작게 작용하여 구조물에 불리하게 작용하는 경우에도 검토하여야 한다.
- 라. 이때 감소되는 토압은 실제 감소된 토압과 하중계수가 1이하인 값(0.65)을 사용하여 검토한다.



<그림 14.3.5> 암거구조물에서의 토압작용

⑤ 내부마찰각

- 가. 일반토사인 경우에는 내부마찰각 $\phi = 30^\circ$ 를 적용한다.
- 나. 단, 특별히 시험을 하였을 경우에는 시험값을 적용한다.

⑥ 수 압

- 가. 암거의 성토재는 배수가 용이한(SB-1 이상)재료를 적용하여 수압에 의한 영향을 배제하고 접속날개벽에서 배수처리토록 할 경우 수압에 의한 영향은 미미하므로 수압작용을 무시한다.
- 나. 단, 수압의 영향을 배제할 수 없을 경우에는 수압의 영향을 고려하여 별도 검토한다.

(2) 노면활하중

- ① 토피두께가 1.0m 미만인 경우는 차륜 집중하중이 암거의 상부슬래브에 분포하중으로 작용하기에는 토피두께가 너무 작으므로 차륜하중을 직접 재하하여 별도검토를 수행하여야 한다.
- ② 암거에 적용할 노면활하중 값의 기준은 DB-24를 기준으로 한다.
- ③ 토피두께 $1.0\text{m} \leq D < 4.0\text{m}$ 인 경우
- 가. $B_0 \leq W$ 인 경우

$$P_{vl} = \frac{2P_r(1+i)}{B \cdot W_l} = \frac{P_r(1+i)}{1.5(0.2+2D)} \quad (\text{kN/m}^2) \quad [\text{식 14.3.5}]$$

여기서, P_{vl} : 압거 상면에 작용하는 활하중에 의한 연직하중(kN/m^2)

W_1 : 활하중의 종방향 분포폭($W_1=2D+0.2\text{m}$)

B : 차량의 점유폭($B=3.0\text{m}$)

D : 토피두께(m)

P_r : 차륜하중(DB-24: $P_r=96\text{kN}$)

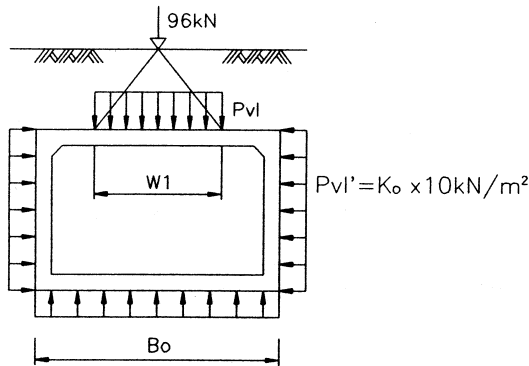
I : 충격계수[표 14.3.2]

[표 14.3.2] 토피두께와 충격계수 관계

토피두께(D)	$0.15\text{m} \leq D \leq 1.0\text{m}$	$1.0\text{m} < D \leq 2.0\text{m}$	$2.0\text{m} < D \leq 3.0\text{m}$	$3.0\text{m} < D$
충격계수(i)	0.3	0.2	0.1	-

나. $B_0 > W_1$ 인 경우

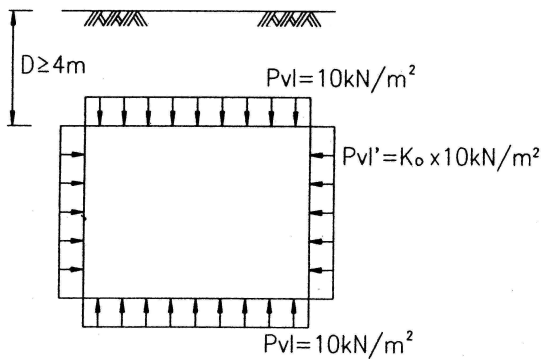
$$P_{vl} = \frac{2P_r (1+i) (B_0 - D - 0.1)}{B_0^2} \quad (\text{kN/m}^2) \quad [\text{식 14.3.6}]$$



<그림 14.3.6> $B_0 > W_1$ 인 경우

④ 토피두께 4.0m 이상인 경우

가. 노면활하중의 최소크기는 10kN/m^2 의 하중을 고려한다.



<그림 14.3.7> 토피두께 4.0m 이상인 경우의 활하중

⑤ 활하중 영향에 의한 수평토압

활하중의 영향에 의한 수평토압의 산출은 토피두께에 관계없이 일정하게 상재하중(q)을 10kN/m^2 으로 재하하여 산출한다.

(3) 온도변화 및 건조수축의 영향

- ① 암거를 설계할 때는 일반적으로 온도변화 및 건조수축의 영향은 생각치 않아도 된다.
- ② 즉, 온도변화와 건조수축의 영향을 고려하는 경우와 고려하지 않는 경우의 휨모멘트비를 구하면 [표 14.3.3]와 같이 되어 무시할 수 있는 값이므로 이들 영향은 생각치 않아도 된다.

[표 14.3.3]

B × H (m)	$\frac{M_n + M_t + M_s}{M_n}$	$\frac{M_n + M_s}{M_n}$	비 고
6 × 4	1.16	1.10	허용응력의 활중 1.15
8 × 4	1.17	1.10	
10 × 4.5	1.19	1.12	

여기서, M_t : 온도변화 (-10°C)의 영향에 따른 휨모멘트

M_s : 건조수축 (-15°C)의 영향에 따른 휨모멘트

M_n : 온도변화 및 건조수축을 고려하지 않을 경우의 휨모멘트

(4) 지진의 영향

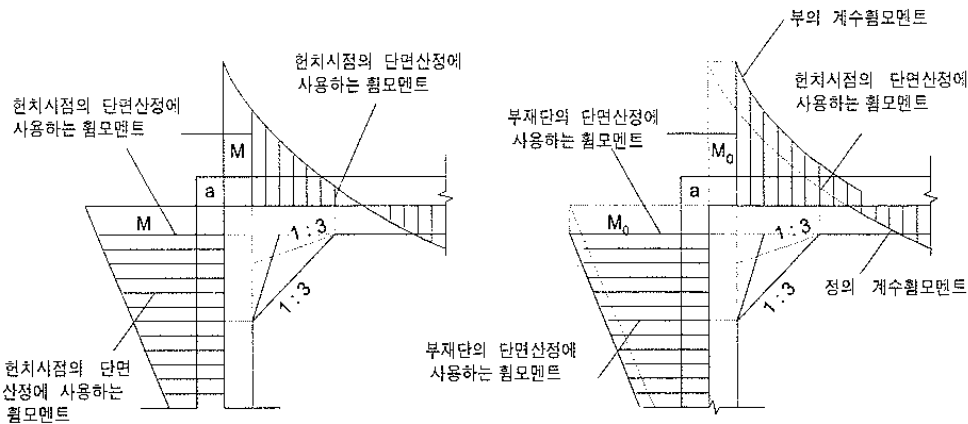
- ① 박스형 암거의 설계는 원칙적으로 지진의 영향을 고려하지 않는다.
- ② 일반적으로 박스형 암거는 폭 속에 설치되며 다소 변위(구조물 전체로서의 변위)가 허용되기 때문에 지진의 영향은 고려하지 않아도 된다.
- ③ 암거구조물의 내진영향은 구조물의 중요도 등을 고려하여 책임기술자의 판단하에 내진해석을 수행할 수 있다.

14.3.3 단면력의 산정

(1) 부재접합부 및 현치단면의 단면계산

현치의 영향을 고려할 경우 받침부 면에서 부재의 단면을 산정하기 위한 휨모멘트의 값은, 보에 있어서 기둥 전면의 휨모멘트, 기둥의 경우 보의 상하면 위치의 휨모멘트를 사용할 수 있다. (<그림 14.3.8>(a) 참조)

- (2) 현치의 영향을 무시하고 구조해석을 할 경우는 절점 모멘트를 기둥 내측 또는 보의 단부까지 이동시켜 구한 값을 사용할 수 있다. (<그림 14.3.8>(b) 참조)



- (a) 현치 및 단면변화의 영향을 고려해서 구조 해석을 하는 경우 (b) 현치 및 단면변화의 영향을 무시하고 구조 해석을 하는 경우

<그림 14.3.8> 라멘부재 절점부의 설계휨모멘트

(3) 수평부재가 받는 축방향력

연직하중을 받는 경우 수평부재의 응력계산에 수평부재에 생기는 축방향력은 무시하고 휨모멘트만이 작용하는 것으로 해서 계산해도 좋다.

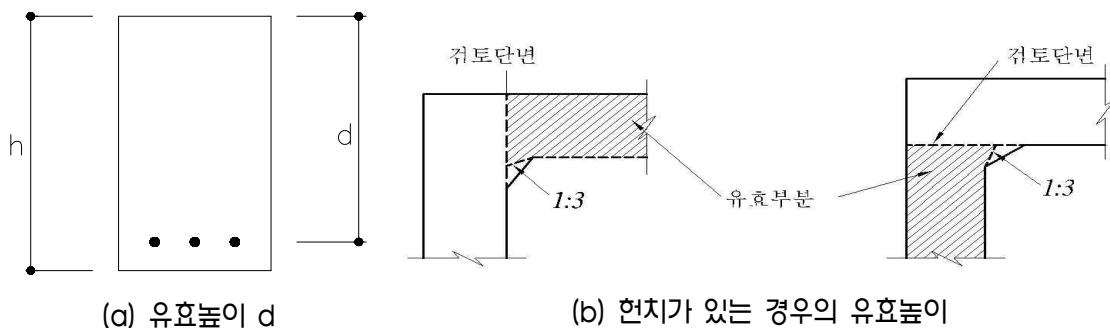
(4) 토압이 작용하는 라멘교 벽식교각의 라멘교 등에서는 교각에 토압이 작용할 때 이를 고려하여야 한다.

(5) 부재의 최소두께

- ① 부재단면의 최소두께는 피복두께, 굽은골재최대치수, 시공성 등을 감안하여 300mm 이상이어야 한다.
- ② 설계(계수)전단력을 콘크리트의 전단강도로 부담할 수 있는 두께 이상으로 한다.

(6) 부재의 유효높이

- ① 부재단면의 유효높이는 인장 주철근 중심으로부터 압축부 연단까지의 거리이다.
- ② 현치가 있을 경우에는 1:3이내의 현치 단면까지는 유효한 단면으로 설계한다.



<그림 14.3.9> 부재의 유효높이

(7) 통로암거의 규격은 지역개발계획 및 지역의 도로망계획, 계획교통량, 대형차량통행을 충분히 고려하여 결정한다.

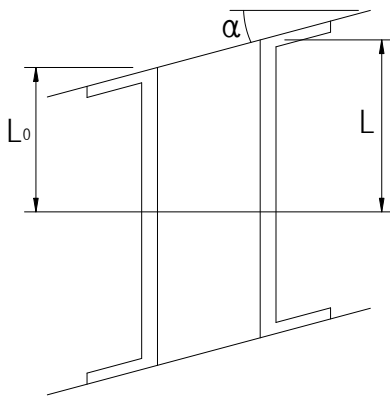
14.4 사각을 이루는 암거

14.4.1 형 상

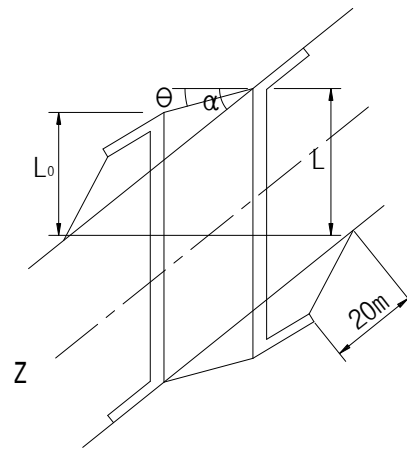
- (1) 사각 α 가 [표 14.4.1]에 표시한 값 이하일 때는 날개벽(wing)의 방향을 본선에 평행하게 한다. (<그림 14.4.1>)
- (2) 사각 α 및 L_0/L 가 [표 14.4.1]에 표시한 값 이상일 때는 연약지반의 경우 $\theta = 20^\circ$, $L_0/L = 0.5$, 보통지반의 경우 $\theta = 30^\circ$, $L_0/L = 0.5$ 가 되도록 암거를 연장한다.(<그림 14.4.2>)

[표 14.4.1]

지 반	α	L_0/L
연 약 지 반	20°	0.5
보 통 지 반	30°	0.5



<그림 14.4.1>



<그림 14.4.2>

14.4.2 설계계산

- (1) 사각을 이루는 암거는 보통의 토압 외에 한쪽면만 토압을 받는 경우도 고려한다.
- (2) 저판의 수평반력은 기초지반의 전단저항과 측면의 수평반력의 비를 고려해서 계산한다.
- (3) 부재응력은 단위폭당 라멘으로서가 아니라 암거 전체의 강성을 고려해서 구한다.
- (4) 사각을 이루는 암거에 작용하는 편토압의 크기는 기초지반의 상태, 사각, 형상(치수)크기 및 흩쌓기 방법에 따라 다르다.

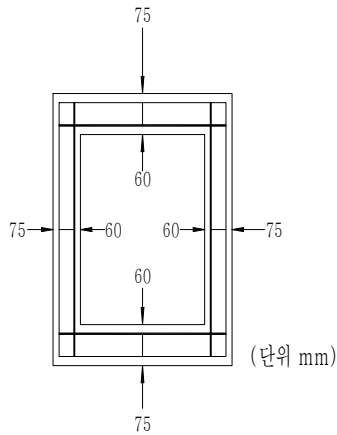
14.4.3 구조세목

(1) 배 근

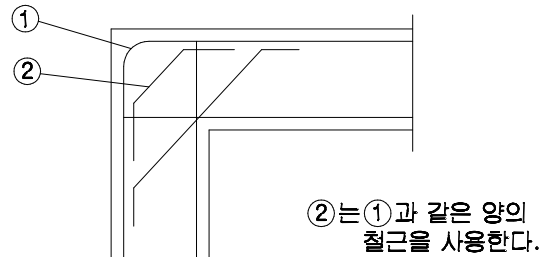
- ① 주철근의 배근은 철근의 덮개를 도로교암거표준도(국토해양부, 2009)에 따른 값으로 한다.
- ② 우각부의 배근은 <그림 14.4.4>를 표준으로 한다.
- ③ 휨 직각방향 수평철근은 주철근량의 20% 이상 배근한다.

④ 사각부의 배근

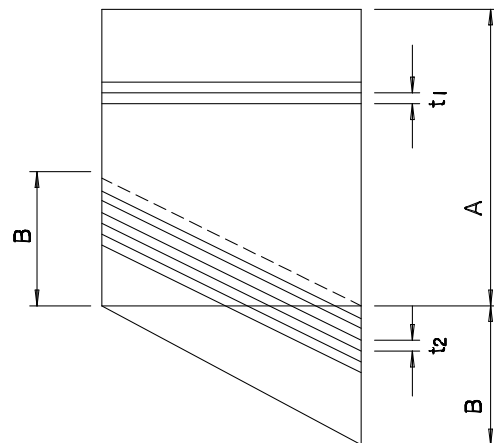
가. 사각부의 배근은 측벽의 길이 방향으로 사각부 이외의 단면과 같은 간격으로 배근한다.



<그림 14.4.3>



<그림 14.4.4>



($t_1 = t_2$ 로 한다)

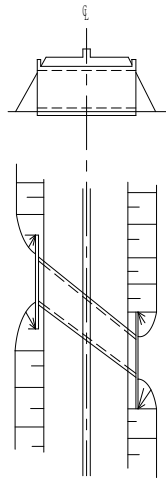
A : 끝단면부 배근의 범위

B : 사각부 배근의 범위

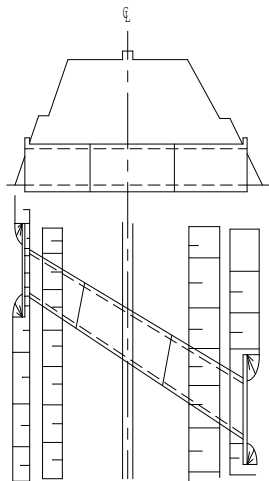
<그림 14.4.5>

(2) 신축이음

- ① 신축이음의 간격은 15~20m 정도로 한다.
- ② 신축이음의 방향은 원칙적으로 측벽에 직각으로 하나 토피두께가 작을 때는 중앙분리대의 위치 또는 차선표시 방향으로 하는 것이 좋다.
- ③ 도로성토 중앙부에 지반응력이 크므로 제반조건이 불량한 경우에 신축이음의 위치는 도로 중앙부를 피해야 한다.



(a) 토피두께가 얇을 때 중앙분리대 또는 차선 표시에 맞춘다.



(b) 토피두께가 두꺼울 때 측벽에 직각으로 한다.

<그림 14.4.6> 암거의 이음위치 및 방향

④ 신축이음의 형식 및 적용

가. 신축줄눈은 구조상 안전함과 동시에 충분한 방수처리를 하여야 한다.

나. 신축이음의 간격을 15~20m 정도로 하는 것이 측벽의 건조수축에 의한 균열발생을 완전히 배제하는 것은 아니지만 영향을 줄일 수 있는 방법은 된다.

(3) 현 치

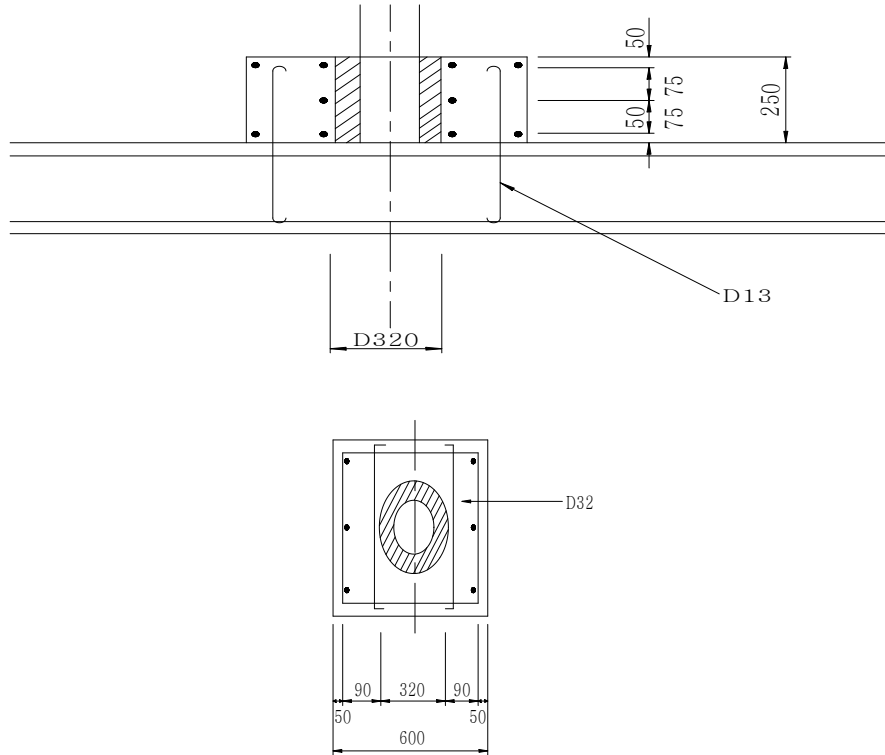
① 암거의 우각부에는 현치를 두는 것이 좋다.

② 암거의 우각부에는 응력 집중이 생기기 쉬우므로 현치를 만드는 것이 좋으나 시공성을 고려해서 현치를 두지 않을 수도 있다.

(4) 가드레일용 지주의 구조

① 토피가 얇은 암거의 경우 가드레일용 지주를 2m 간격으로 상부슬래브에 만든다.

② 이 구조의 참고도는 <그림 14.4.7>와 같다.

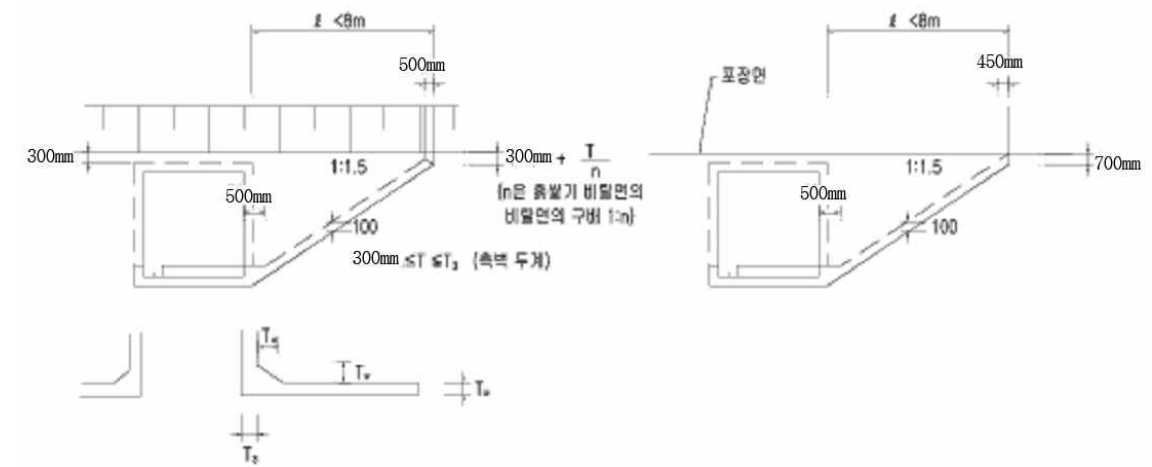


<그림 14.4.7>

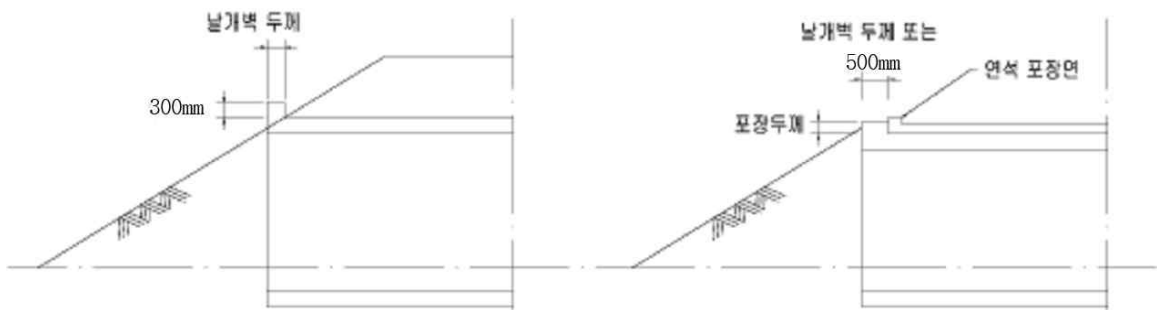
14.4.4 날개벽의 설계

(1) 날개벽의 설계

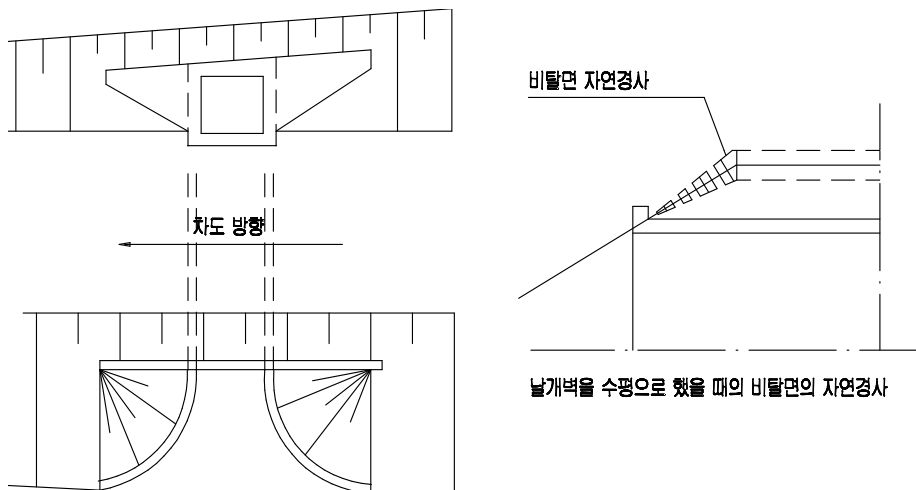
- ① 암거의 날개벽은 원칙적으로서 평행 날개벽으로 한다.
- ② 날개벽의 흩쌓기 경사는 1:1.5를 표준으로 하고, 근입 깊이는 1m로 한다.
- ③ 날개벽의 최대길이는 8m로 하고, 두께는 50mm 단위, 최소 300mm 두께로 하며, 최대라도 측벽 두께 이상이 되지 않게 한다. (<그림 14.4.8(a)>)
- ④ 흩쌓기시 암거가 흩쌓기면 밖으로 노출되는 경우 날개벽 위의 흩막이부는 높이 300mm, 폭은 날개벽의 두께로 한다.
- ⑤ 토피두께가 얇을 때 원칙적으로 높이는 포장두께, 폭은 날개벽의 두께로 하고, 날개벽의 두께가 500mm 이하일 때는 500mm로 한다. (<그림 14.4.8(b)>)
- ⑥ 날개벽은 본선의 종단경사에 평행하게 한다.
- ⑦ 단, 토피가 3m 이상일 때는 수평으로 해도 된다. (<그림 14.4.8(c)>)



(a)



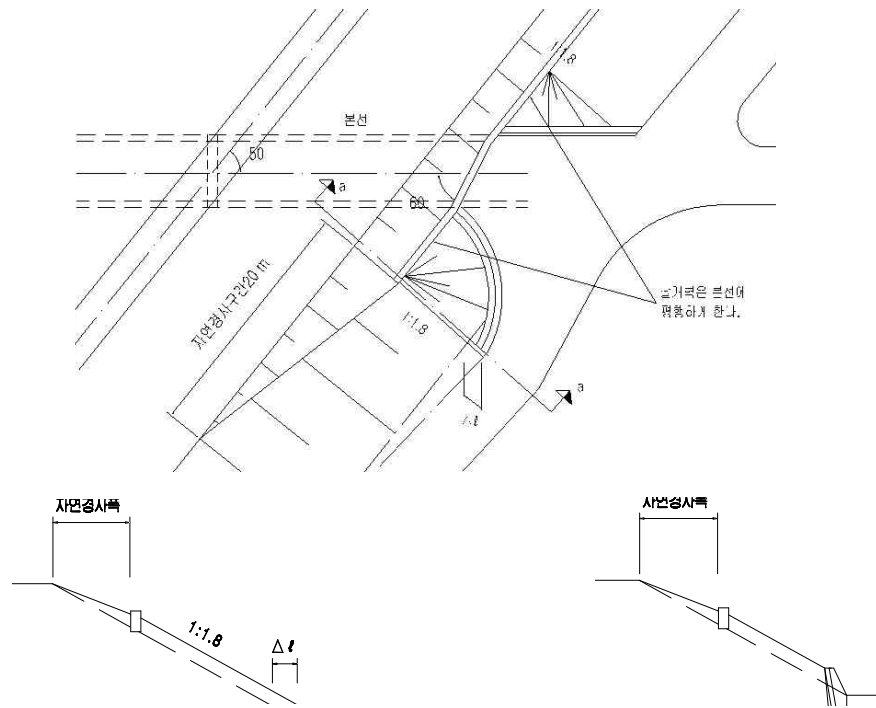
(b)



(c)

<그림 14.4.8>

- ⑧ 사각을 이루는 암거에서 끝부분을 연장했을 때 날개벽 및 흙쌓기부의 처리는 <그림 14.4.9(a)>를 표준으로 하고, 이와 같이 할 수 없을 때에는 <그림 14.4.9(b)>로 해도 된다.

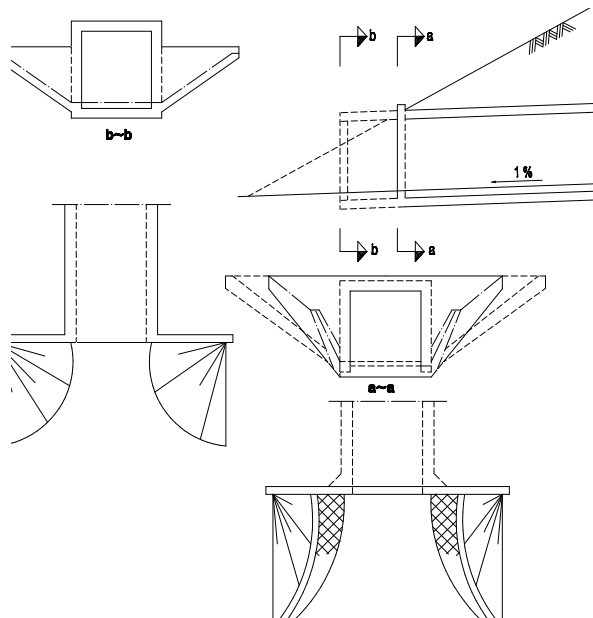


(a) 흙쌓기를 용지폭을 넓혀 처리하는 경우

(b) 흙쌓기를 용벽으로 처리하는 경우

<그림 14.4.9>

- ⑨ 높은 흙쌓기의 암거 날개벽은 암거를 연장하는 것과 용벽을 쳐서 날개벽을 짧게 하는 것을 비교 검토한 후 경제적인 것으로 결정한다. (<그림 14.4.10>)



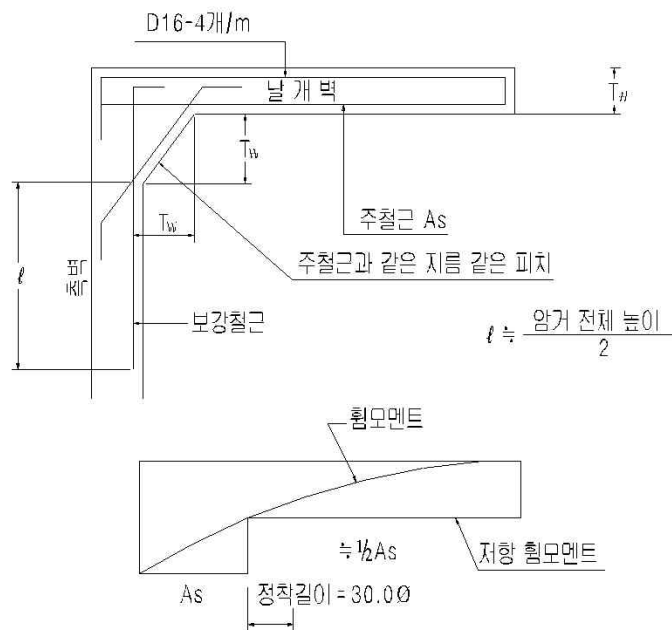
<그림 14.4.10>

(2) 평행날개벽의 계산

- ① 평행날개벽은 암거 본체를 고정단으로 하는 캔틸레버로 설계하며, 암거 본체의 접합부 전폭을 폭으로 계산한다.
- ② 날개벽이 근입되는 전면에서 1m 이상 떨어진 곳의 수중토압은 생각하지 않는다.
- ③ 방호책이나 방음벽을 설치하는 날개벽은 그 영향을 고려해서 계산한다.
- ④ 시공시의 검토는 특별히 필요할 때 이외는 하지 않아도 된다.
- ⑥ 방음벽과 같이 법면측에서 하중을 받으면 날개벽의 전면에 인장응력이 생길 때가 있으므로 검토가 필요하다.

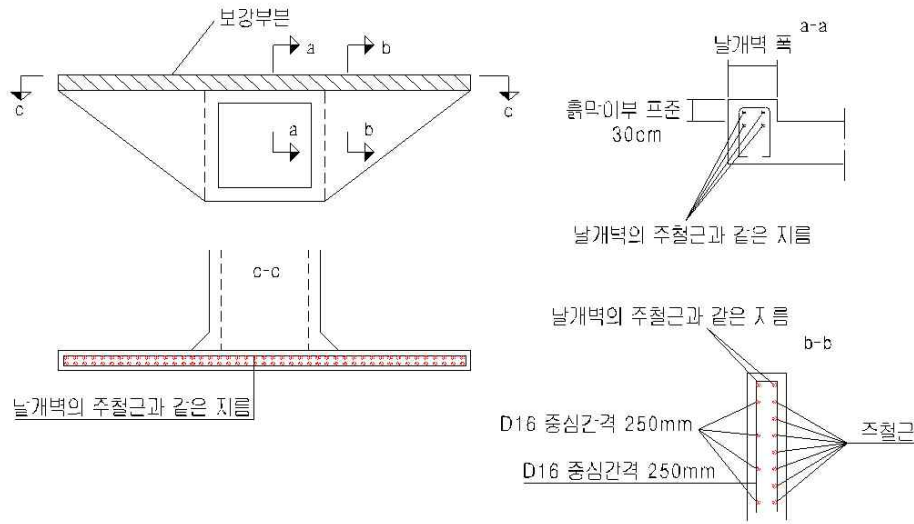
(3) 배근 및 단면응력 검토

- ① 날개벽 부근은 원칙적으로 <그림 14.4.11>와 같이 배근한다.



<그림 14.4.11>

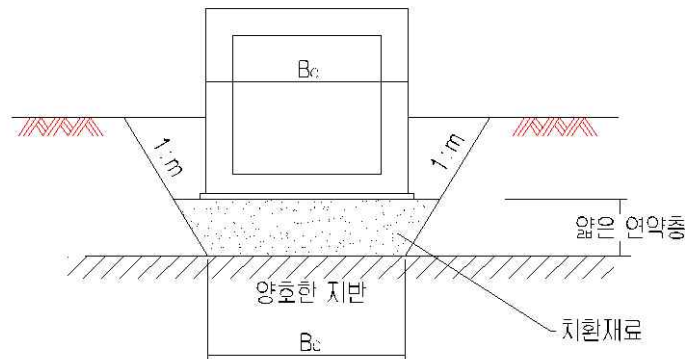
- ② 날개벽 전면의 철근은 일반적으로 D16-4개/m로 해도 좋으나 전면에 인장응력을 받을 때는 그 필요 철근량 이상으로 한다.
- ③ 날개벽의 흙막이 부분의 배근은 날개벽 상부와 같이 하고, 좌우 날개벽 및 암거 상부를 지나도록 배근한다. (<그림 14.4.12>)
- ④ 암거 본체의 측벽에 배근하는 보강 철근은 휨 및 인장을 받는 부재로 검토한다.



<그림 14.4.12>

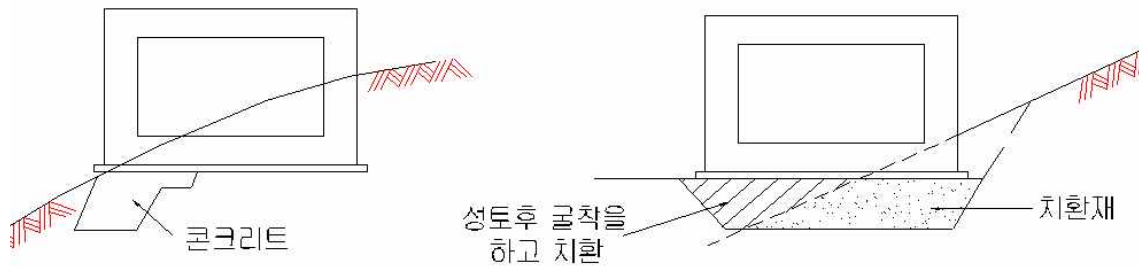
14.4.5 기초

- (1) 암거의 기초는 직접기초를 원칙으로 한다.
- (2) 연약지반에 암거를 설치할 경우는 원칙적으로 암거 시공 전에 선채하, 배수 공법 등에 의해 지반 개량을 한다.



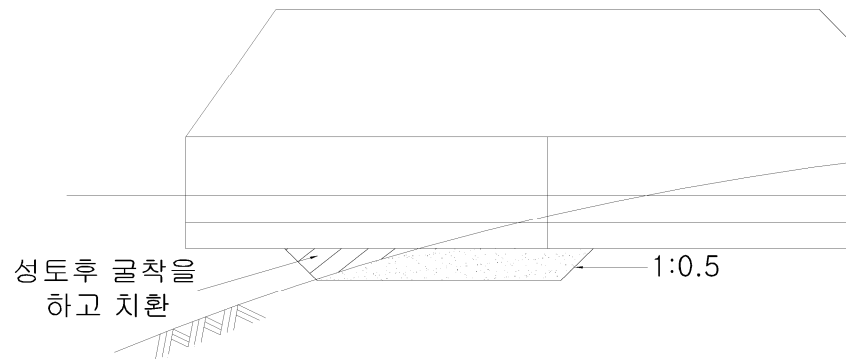
<그림 14.4.13> 치환재의 형상

- (3) 연약층의 두께가 얇을 때는 연약층을 제거하고 양질의 재료로 치환한다.
- (4) 또한, 치환 재료는 뒷채움재 이상으로 하고, 지하수위가 있는 경우는 알맞게 섞은 채석 등 양질의 것을 사용한다.
- (5) 그 형상은 <그림 14.4.13>을 표준으로 한다.
- (6) 지지층이 암반으로 경사져 있어 부등침하의 염려가 있을 때는 이를 방지하기 위해 <그림 14.4.14>과 같이 버림 콘크리트, 치환 기초 등을 고려해야 한다.



<그림 14.4.14> 횡방향으로 지반이 경사진 경우의 예

(7) 지반이 종방향으로 경사진 경우에는 <그림 14.4.15>에 표시한 치환기초 등을 고려하여 부등 침하를 방지한다.



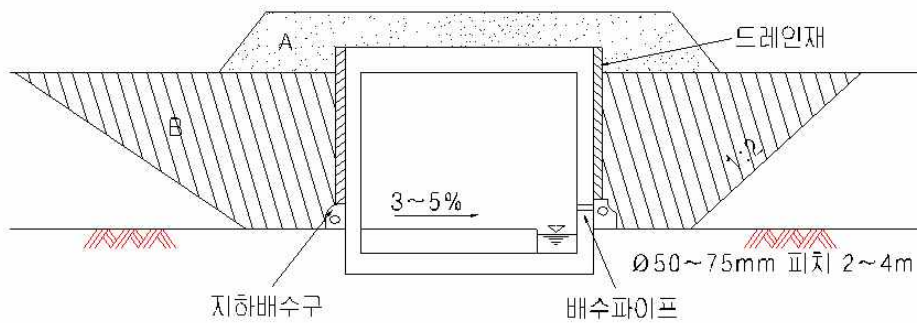
<그림 14.4.15> 종방향으로 지반이 경사진 경우의 예

14.4.6 기타 암거 설계에 관한 주의사항

(1) 암거의 뒷채움 및 배수

- ① 암거의 뒷채움 재료 및 형상은 「토공」에 따른다.
- ② 암거 측벽에는 뒷채움부의 배수를 위해 배수용 파이프를 설치한다.
- ③ 구조물의 뒷채움은 재료를 포설하기전 구조물의 벽면에 200㎜마다 층두께를 뒷채움 전에 표시하여 층다짐상태를 확인할 수 있도록 하여야 한다.
- ④ 뒷채움은 대형 로울러에 의한 다짐을 하여야하며 구조물에 손상이 되거나 변위가 발생해서는 안된다.
- ⑤ 다만, 대형 다짐장비에 의한 다짐작업이 곤란한 경우에는 마이티팩 또는 소형 램머 (Rammer)등을 사용하여 다짐하여야 한다.
- ⑥ 뒷채움은 양측을 동시에 하여야 하나, 현장 여건상 부득이한 경우에는 감독원의 승인을 받아야 한다.
- ⑦ 시공자는 상부 슬래브 콘크리트를 타설·양생하여 설계기준강도의 80%이상을 확보한 후 뒷채움을 하여야 한다.
- ⑧ 뒷채움의 1층 다짐 완료후 두께는 200㎜이하여야 하며, 각층은 KS F 2312의 E방법에 의해 구한 최대 건조밀도의 95%이상의 밀도로 균일하게 다짐해야 한다.

- ⑨ 시공자는 현장밀도에 의한 다짐관리가 부적합하다고 판단될 경우에는 KS F 2310에 따라 다짐관리를 하여야 한다.
- ⑩ 상부 포장형식에 관계없이 지지력계수(D30)는 침하량 2.5mm에서 30kgf/cm² 이상이어야 한다.
- ⑪ 피토고 3.5m 이하의 암거, 절토부와 같이 지하수가 용출되는 지역, 피압대수층이 하부에 존재하는 지역, 기초지반이 연약지반인 경우에는 암거 뒷채움 재료 SB-1을 사용하여야 한다.
- ⑫ 상기 이외의 피토고 3.5m 이상인 암거로 대체 재료(일반 노상토급 토사)를 사용할 경우 완충재와 보온재로서 토목공사용 EPS 패널과 같은 재료(최소 두께 100mm 이상)를 사용하여야 한다.



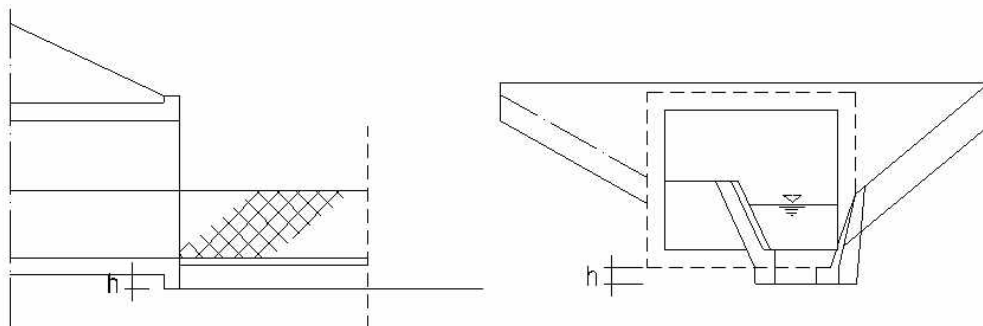
<그림 14.4.16> 암거의 배수용 파이프

(2) 암거 내 도로

- ① 암거 내 도로의 포장은 하지 않는 것이 원칙이다.
- ② 암거 앞뒤의 도로가 포장되어 있을 때는 그 포장의 종류에 따라 암거 내 도로를 포장한다.
- ③ 포장이 유리하다면 간단한 포장을 한다.
- ④ 암거 내 도로의 횡단경사는 3~5%의 편경사를 둔다.
- ⑤ 단, 포장할 때는 앞뒤에 맞는 경사로 한다.

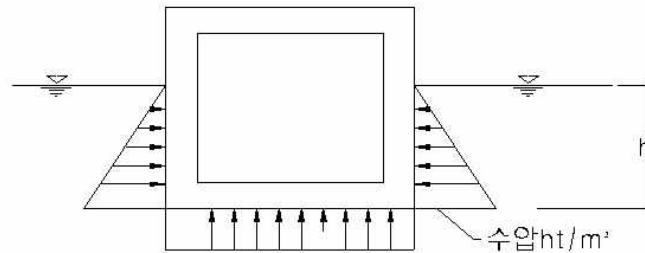
(3) 수로가 있는 암거

- ① 수로암거 및 수로를 병설하는 암거의 경우 하류측에 차수벽을 만든다.
- ② 차수벽의 깊이 h는 호안공의 밑까지로 한다.



<그림 14.4.17>

- ③ 호안의 근입 깊이는 세굴을 고려해 정하나, 유속이 빨라 세굴의 염려가 있을 때는 수로바닥에 버림 콘크리트를 치는 것이 좋다.
- ④ 호안의 기초콘크리트 및 버림 콘크리트는 기초재를 쓰지 않아도 된다.
- ⑤ 언더패스(under pass)형 암거, 저류형 암거를 설계할 때에는 측벽의 수압을 고려한다.
- ⑥ 세부설계기준은 「하천 설계기준, 건교부(2000. 5)」에 따른다.



<그림 14.4.18>

(4) 연약지반 위의 암거 설치 방법

- ① 시공장소가 연약지반이기 때문에 구축 후에 침하가 예상되는 경우에는 암거를 더올림해 설치한다.
- ② 더올림은 선재하 제거 후의 잔류침하량 S_r 을 침하 검토에 의해 구하고, 그 수치에 따라 하지만, 암거 전후의 도로 설치 상황, 수로의 통수 기능, 암거 이음부의 구조 등 조건이 허용하는 한 더올림을 많이 하는 것이 좋다.
- ③ 더올림은 암거 종단방향으로 일률적으로 하는 것을 원칙으로 한다.
- ④ 단, 연약층 두께가 암거 종단방향으로 크게 다를 때나, 선재하를 할 수 없고 암거를 흙쌓기에 앞서서 시공할 때에는 암거 각부의 잔류침하량을 추정하여 더올림을 정한다.
- ⑤ 암거의 침하는 공용 후에도 장기간에 걸쳐 계속되므로, 더올림으로 장기간의 침하에 대처하지 못하고 장래 암거의 기능에 장애를 끼칠 염려가 있을 때는 암거 내공높이에 여유를 두어야 한다.
- ⑥ 암거 이음부의 구조 때문에 과거에는 더올림 시공을 할 때의 기준이 박스형 암거는 300mm, 관형암거는 500mm가 더올림량의 최대로 되어 있었다.
- ⑦ 따라서, ⑥의 값 이상의 더올림을 하고자 할 때는 이음의 구조를 별도로 고려할 필요가 있다.
- ⑧ 암거내공 높이의 여유에 대한 검토에 대해서는, 잔류침하량을 식(14.4.1)에 의해 구하고, 더올림에 의해 대처할 수 없는 침하분을 내공높이의 여유로 한다.
- ⑨ 단, 식(14.4.1)은 장기침하의 발생원인, 발생조건 등 명확치 않는 점이 많이 있으므로, 시험 흙쌓기 또는 유사한 시공 조건에서의 침하 추적자료가 있을 경우 그 결과에 따라 정하는 것이 바람직하다.

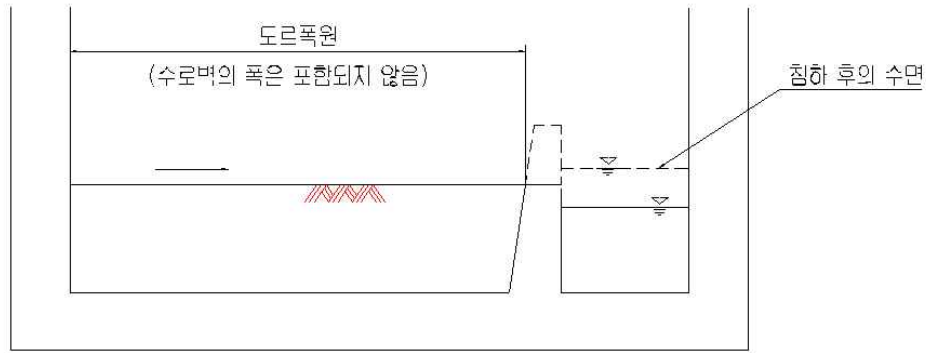
$$\text{잔류침하량 } S_r = S_{r1} + S_{r2} + S_{r3} \quad (14.4.1)$$

여기서, S_{r1} : 재하한 흙쌓기의 제거 시점으로부터 흙쌓기 완성 후 600일 까지의 침하량

S_{r2} : 재하한 흙쌓기의 제거시 지반 회복의 영향에 의한 침하량

S_{r3} : 충전층으로 된 연약지반에서의 흙쌓기 완성 후 600일 이후의 장기침하량

- ⑩ 침하에 의해 수로벽의 높이를 높일 경우가 예상될 때는 수로벽의 구조를 <그림 14.4.19> 과 같이 장래 보수하기 쉬운 구조로 한다.



<그림 14.4.19>

14.5 아치형 암거

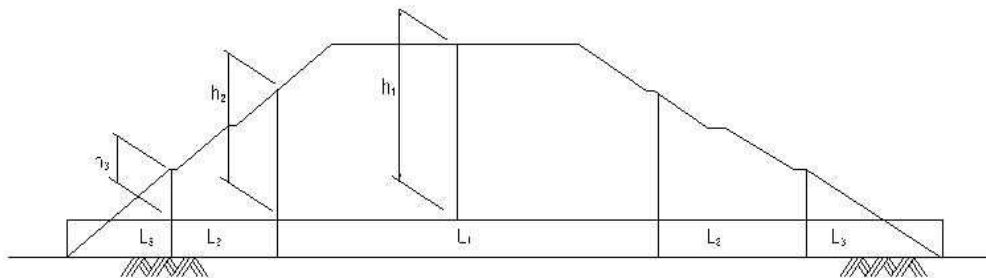
14.5.1 형 상

(1) 평면형상

- ① 아치형 암거의 평면형상은 직각으로 함을 원칙으로 한다. 신축줄눈 간격은 10m 정도로 한다.

(2) 토피두께와 부재단면

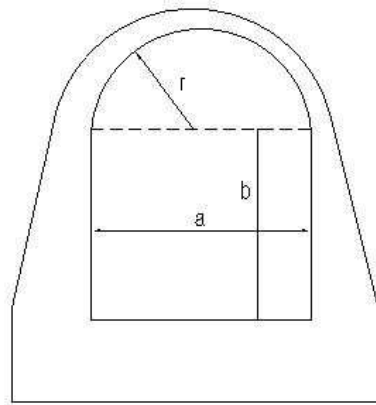
- ① 설계계산은 각 구간인 최대 토피두께(h_1 , h_2 , h_3)로 한다. 단, 부재두께는 최대 토피두께(h_1)로 구한 단면을 사용한다. (<그림 14.5.1>)



<그림 14.5.1>

(3) 단 면

- ① 아치형 암거의 단면은 소정의 내공단면 ($a \times b$)을 확보하고 위쪽에 반원을 그린 모양을 표준으로 한다.

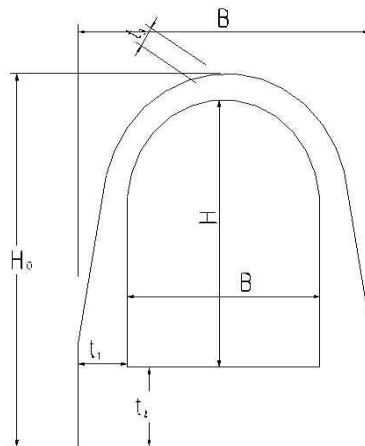


<그림 14.5.2>

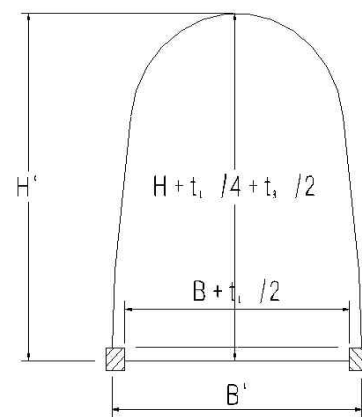
- (4) 아치형 암거의 설치는 가능한 주변의 지형, 흙쌓기가 좌우대칭이 되도록 하는 것이 바람직하다. 또, 사각을 이루면 한쪽면만 토압을 받게 되므로 직각으로 하는 것이 좋다.
- (5) 아치형 암거는 토피 두께변화가 각 단면마다 크게 다르므로 설계하고자 하는 단면 위의 토피로 부재 단면을 구한다. 단면 분할은 종단방향으로 동일 단면인 점을 고려해 토피두께의 차이를 7m 정도로 한다.
- (6) 단면은 종단방향을 동일하게 하며, 배근은 각각 토피두께에 대응해 증감시킨다.

14.5.2 단면력 계산

- (1) 하중 계산시에는 바깥쪽 치수선(B_o , h_o)를 사용하며, 이것에 의해 얻어진 하중을 응력 계산시에 강역을 고려해 골조선(B' , h')에 적용한다.



<그림 14.5.3>



<그림 14.5.4>

- (2) 우각부의 단면 응력은 각각의 강역 단면력을 사용해 구한다.
- (3) 우각부 안쪽은 응력집중의 영향을 고려해 콘크리트의 허용응력을 $60\text{MPa}(f_{ca}=24\text{MPa})$ 의 경우로 한다. 이때 철근의 허용응력은 변하지 않는다.
- (4) 단면 응력의 계산에 있어서 측벽 및 아치부는 축방향력을 고려하고, 저판은 축방향력을 고려하지 않아도 된다.

- (5) 토피가 두꺼운 장소에 설치되면 저판에 큰 전단력이 발생하므로 사인장 철근을 배근해 단면을 결정한다.
- (6) 아치부의 최소 부재 두께는 600mm 또는 $B(\text{내공폭}) \times 0.15$ 이상으로 한다.
- (7) 사인장철근을 배근할 경우 저판의 전단응력은 15MPa로 한다. 측벽과 아치부와 단면두께의 균형을 고려해 단면을 결정하는 것이 바람직하다.

14.6 문형암거

14.6.1 형 상

- (1) 문형 암거의 평면형상은 직각의 경우 박스형 암거에 준한다.
- (2) 직각일 때에 대해서는 박스형 암거에 준하지만 경사각이 작을 때나 연약지반에 설치할 때는 한쪽면만 토압을 받을 경우의 영향을 고려해서 형상을 결정하여야 한다.

14.6.2 하 중

- (1) 사하중, 활하중 및 토압에 대해서는 박스형 암거하중을 준용한다.
- (2) 일반적으로 온도변화 및 건조수축의 영향을 고려한다.
- (3) 지진의 영향
 - 양쪽에서 토압을 받을 경우에도 지진시에는 한쪽만 토압이 작용하는 것으로 검토한다.
- (4) 온도변화와 건조수축의 영향을 고려할 경우와 고려하지 않을 경우에 대해 측벽 하단의 모멘트 비를 구하면 표14.3.3과 같으며, 이 영향은 무시할 수 없는 값이므로 이 영향을 고려하도록 한다.
 - 단, 토피 500mm 정도에서는 온도변화의 영향이 적으므로 고려하지 않아도 된다.
- (5) 지진의 영향에 대해서는 박스형 암거와 달리 후탕이나 기초말뚝의 변위에 대해 차이가 있으므로 본 지침의 방법으로 검토한다.

14.6.3 기 초

- (1) 기초설계
 - ① 문형 암거의 기초는 직접기초로 한다.
 - ② 부득이 말뚝기초로 할 경우에는 충분한 검토를 할 필요가 있다.
 - ③ 박스형 암거에 준하여 직접기초로 함을 원칙으로 한다.
 - ④ 연약지반에 말뚝기초를 하면 흩쌓기에 의해 말뚝에 수평토압이 작용하게 된다.
 - ⑤ 사각이 작을 때에는 회전 영향을 고려해야 하기 때문에 충분한 검토를 할 필요가 있다.
- (2) 스트러트
 - ① 문형 암거에는 원칙적으로 스트러트를 설치한다.
 - ② 스트러트는 장방형의 보 구조로 하고 후탕의 복부에 설치한다.
 - ③ 스트러트의 설계는 기초지반의 종류([표 14.6.1])에 표시한 하중을 받는 양단편의 보로 보고 설계한다.

[표 14.6.1]

지반의 종류	적 용
A	암반제3기 이전의 지반
B	홍적기 이전의 지반 충적층대의 자연 제방 등 단단한 지반
C	말뚝기초를 사용하는 지반 A·B의 지반으로서 교란된 지반

- ④ 스트러트는 라멘의 수평 반력을 받게 하여 후탕의 활동에 의한 우각부의 모멘트에 의한 사고위험을 적게하고 말뚝의 수평력 부담을 줄이기 위해 설치한다.
- ⑤ 스트러트와 후탕은 강결구조이지만 계산상 안전측이 되도록 양단편으로 된 단순보로 가정한다. 철근의 배근은 스트러트의 전 길이에 걸쳐 대칭 복철근으로 하여 후탕에 정착시킨다.

14.7 U형 옹벽

- (1) U형 옹벽은 밑판을 탄성바닥 위의 보로서 구조계를 보고 설계를 하며, 하중에 대해서는 다음과 같이 적용한다.

① 토 압

옹벽 측면에 작용하는 토압은 [식 14.7.1]로 계산한다.

$$P_h = K_a \gamma \cdot Z \cdot \cos S$$

[식 14.7.1]

여기서, P_h : 옹벽 측면에 작용하는 수평토압 (kN/m^2)

K_a : 주동토압계수

γ : 흙의 단위체적중량(kN/m^3)

Z : 지표면에서 임의 점까지의 깊이 (m)

S : 벽 배면과 흙 사이의 벽면 마찰각(도)

② 지진의 영향

지진시에는 한쪽에 주동토압과 관성력이 작용하는 것으로 계산한다. 이때 측면은 수평 스프링, 저면은 연직 스프링 및 전단 스프링으로 지지한다.

- ③ 본선 안의 U형 옹벽은 폭원이 커 비교적 변형되기 쉬운 구조계이므로 일반 옹벽과 같이 Coulomb식에 의한 주동토압을 고려한다.