

KR C-10060

Rev.0, 5. December 2012

# 슬래브교

2012. 12. 5



한국철도시설공단



## 경 과 조 치

이 “철도설계지침 및 편람” 이전에 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여는 발주기관의 장이 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 우리공단 “철도설계지침 및 편람”을 그대로 사용할 수 있습니다.

## 일 러 두 기

- 사용자의 이용 편의를 위하여 책 단위로 구성된 “철도설계지침” 및 “편람”을 국제적인 방식에 맞게 체계를 코드별로 변경하였습니다.  
또한, 코드에 대한 해설 및 목차역할을 하는 KR CODE 2012, 각 코드별로 기준 변경사항을 파악할 수 있도록 Review Chart 및 Record History를 제정하였습니다.
- 이번 개정된 “철도설계지침 및 편람”은 개정 소요가 발생할 때마다 각 항목별로 수정되어 공단 EPMS, CPMS에 게시될 것이니 설계적용 시 최신판을 확인 바랍니다.
- “철도설계지침 및 편람”에서 지침에 해당하는 본문은 설계 시 준수해야 하는 부분이고, 해설(이전 편람) 부분은 설계용역 업무수행의 편의를 제공하기 위해 작성한 참고용 기술도서입니다. 여기서, 제목 부분의 편람은 각 코드에서의 해설을 총칭한 것입니다.



# 목 차

1. 용어의 정의 .....	1
2. 일반사항 .....	2
3. 슬래브교의 설계일반 .....	2
4. 구조해석 .....	3
4.1 일반내용 .....	3
4.2 슬래브판의 지간 및 설계휨모멘트 .....	4
5. 구조상세 .....	4
해설 1. 슬래브교 .....	10
1. 설계일반 .....	10
1.1 단면 계획시 고려사항 .....	10
1.2 슬래브 두께의 결정 .....	10
1.3 현치크기의 결정 .....	11
1.4 구조해석 .....	11
2. 캔틸레버판을 가지는 슬래브교 .....	12
3. 경사 슬래브교 .....	13
4. 구조세목 .....	16
5. 설계흐름도 .....	18
5.1 설계흐름도의 구성 .....	19
5.2 주설계단계 .....	20
5.3 [단계 1] 설계조건 .....	21
5.4 [단계 2] 설계단면가정 .....	21
5.5 [단계 3] 하중계산 .....	22
5.6 [단계 4] 모델링 .....	22
5.7 [단계 5] 단면력산정 .....	23
5.8 [단계 6] 철근량계산 및 단면검토 .....	23
5.9 [단계 7] 지점부 횡방향 검토 .....	24
5.10 [단계 8] 사용성검토 .....	24
5.11 설계단계별 고려사항 .....	25
RECORD HISTORY .....	32

## 1. 용어의 정의

- (1) 가외철근 : 콘크리트의 건조수축, 온도변화, 기타의 원인에 의하여 콘크리트에 일어나는 인장응력에 대비하여 가외로 더 넣는 보조적인 철근.
- (2) 격벽 : 단면 형상을 유지시키기 위하여 거더에 배치하는 횡방향 보강재, 다이아프램, 또는 단일 박스 또는 다중 박스거더의 받침점부나 경간 내에 비틀림 등에 저항하기 위하여 설치하는 칸막이 벽.
- (3) 바닥판 : 도상이나 침목, 레일 등을 통해 열차하중을 지지하고 다른 부재들에 의해 지지되는 판 부재.
- (4) 배력철근(distributing bar) : 집중하중을 분포시키거나 균열을 제어할 목적으로 주철근과 직각에 가까운 방향으로 배치한 보조철근.
- (5) 부모멘트 : 바닥판 및 부재 상측에 인장응력을 생기게 하는 휨모멘트.
- (6) 사용하중 : 하중계수를 곱하지 않는 하중, 작용하중.
- (7) 설계단면력 : 하중작용에 의해 부재단면에 생기는 휨모멘트, 전단력, 축방향력 및 비틀림모멘트. 강도설계법에서는 계수하중작용에 의해 생기는 부재의 단면력. 소요강도.
- (8) 설계하중 : 부재를 설계할 때 사용되는 적용가능한 모든 하중과 힘, 또는 이와 관련된 내적 모멘트와 힘으로서, 허용응력설계법에 의한 설계에서는 하중계수가 없는 하중(사용하중)이고, 강도설계법에 의한 설계에서는 적절한 하중계수를 곱한 하중(계수하중).
- (9) 정모멘트 : 바닥판 및 부재 하측에 인장응력을 생기게 하는 휨모멘트.
- (10) 정착길이 : 위험단면에서 철근의 설계강도를 발휘하기 위해 필요한 철근의 묻힘길이.
- (11) 정철근 : 정모멘트에 의하여 생긴 인장응력에 대하여 배근하는 철근.
- (12) 주철근 : 철근콘크리트 부재의 설계에서 하중작용에 의해 생긴 단면력에 대하여 소요단면적을 산출한 철근.
- (13) 콘크리트의 건조수축 : 콘크리트의 건조 또는 수화반응에 의해 시간 경과에 따라 발생하는 수축 변형.
- (14) 콘크리트 피복두께 단면(concrete covering area of section) : 단면외곽선과 PS강재에서 PS강재의 최소 피복두께(c) 만큼 떨어진 휨 축에 평행한 두 직선으로 이루어진 단면.
- (15) 프리스트레스 : 외력의 작용에 의한 인장응력을 상쇄할 목적으로 미리 계획적으로 콘크리트에 준 응력.
- (16) 프리스트레스 힘 : 프리스트레싱에 의하여 부재의 단면에 작용하고 있는 힘.
- (17) 프리스트레싱 : 프리스트레스를 주는 일.
- (18) 프리텐션 방식: 콘크리트를 치기 전에 거푸집내의 소정의 위치에 PS강재를 긴장시켜놓고, 그 주위에 콘크리트를 치며, 콘크리트가 굳은 다음에 긴장력을 풀어주어



- PS강재와 콘크리트의 부착력에 의하여 콘크리트에 프리스트레스를 주는 방식.  
 (19) 피복두께 : 철근, PS강재 또는 쉬스의 표면에서 콘크리트 표면까지의 최단거리.

## 2. 일반사항

- (1) 이 지침은 마주보는 2변이 자유단이고, 다른 2변이 지지된 판구조, 캔틸레버판이 있는 슬래브, 직각 및 경사 슬래브교, 속빈 슬래브교 및 여러 가지 지지조건을 갖는 슬래브형태의 판구조 철도교 설계에 적용된다.

- (2) 기호

$A_s$  = 지간중앙의 경사단위폭(1m)당의 정철근단면적(mm<sup>2</sup>)

$B$  = 슬래브의 전폭(m)

$b$  = 환산복부폭(mm)

$d_1$  = 속빈 부분과 슬래브측면의 최소폭(mm)

$d_2$  = 속빈 부분간의 최소폭(mm)

$h_0$  = 슬래브의 두께(mm)

$h_1$  = 속빈부분상의 최소두께(mm)

$K \cdot A_s$  = 받침부의 둔각부에 배치하는 경사단위폭(1m)당의 철근량으로, K의 값은 <그림 10.11.9>에서 구해야 한다(mm<sup>2</sup>).

$l$  = 슬래브교의 지간(m)

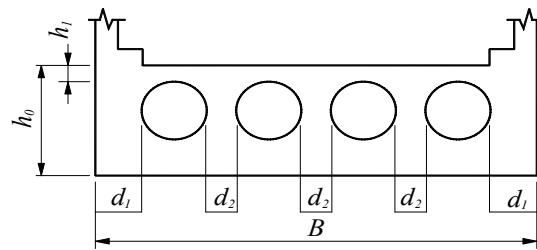
$l_n$  = 받침의 중심간격(m)

$l_s$  = 사각지간(m)

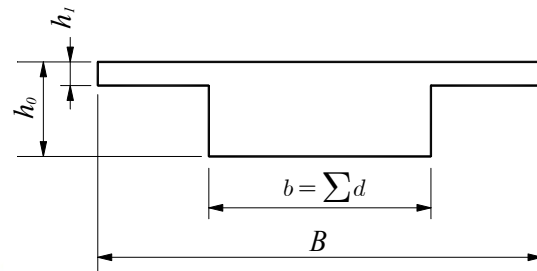
$\phi$  = 사각

## 3. 슬래브교의 설계일반

- (1) 슬래브교의 단면력을 계산할 때에는 궤도상의 열차하중을 고려하여, 이 중 최대의 단면력으로 설계해야 한다.
- (2) 슬래브교를 설계할 때에는 난간에 작용하는 축방향력 등을 고려해야 한다.
- (3) 선형 또는 그와 근사한 모양으로 지지된 속 빈 슬래브교를 제외한 슬래브교는 반력이 받침선상에 분포되어 작용하므로 일반적으로 전단력에 대해 안전하기 때문에 전단력에 대한 검토를 생략할 수 있다.
- (4) 속 빈 슬래브교의 전단력을 검토할 때에는 비어있지 않은 부분의 폭의 총합과 같은 복부 폭을 갖는 <그림 1>의 가상 T형보의 단면으로 보아도 좋다. <그림 1>의 가상 T형 단면은 전단응력검토에만 사용할 수 있고, 이 단면에 발생하는 전단력의 크기는 4항에서 제시하는 해석방법에 의하여 결정한다.



(a) 속빈 슬래브교의 단면형상



(b) 가상 T형단면

그림 1. 속 빈 슬래브교의 가상 T형단면

## 4. 구조해석

### 4.1 일반내용

- (1) 슬래브교의 해석은 받침부의 조건 및 사각 등을 고려하여 판 이론에 따라 수행해야 하며, 보 이론에 의한 해석은 할 수 없다. 그러나 연속 슬래브교, 라멘 슬래브교 등과 같이 지지조건이 복잡한 경우 혹은 곡선교와 사교와 같은 경우에는 격자이론과 유한요소법 등에 의하여 해석하여도 좋다.
- (2) 속 빈 슬래브교의 경우 이방성판으로 단면력을 계산하는 것이 바람직하지만, 「5 (1) 항」에 규정된 최소치수 규정을 만족하는 속 빈 슬래브교의 경우에는 등방성판으로 보고 단면력을 계산하여도 좋다. 또, 프리캐스트보를 나란히 놓은 슬래브교에서 보의 직각방향으로 프리스트레스를 도입하여 필요한 강성을 갖도록 설계한 경우에는 등방성판으로 보고 단면력을 계산하여도 좋다.
- (3) 마주보는 2변이 선형 또는 선형과 근사한 형태로 단순지지되고, 등방성판으로 생각할 수 있으며 캔틸레버 부분이 없는 슬래브교는 「4.2항」의 규정에 따라 휨모멘트를 계산하여도 좋다.
- (4) 캔틸레버판이 있는 슬래브교의 구조해석은 캔틸레버 슬래브에 작용하는 하중 및 강성의 영향을 고려하여 수행해야 한다. 단, 캔틸레버 부분의 설계는 「KR C-10050 6 항」의 규정에 따라 설계해야 한다.





- (5) 지점반력 및 받침선 방향의 단면력은 받침의 배치 및 사각의 영향을 고려하여 계산해야 한다.

#### 4.2 슬래브판의 지간 및 설계휨모멘트

- (1) 슬래브교의 설계휨모멘트의 계산은 「KR C-10050 6.5항」 규정에 따라야 한다.
- (2) 고정하중에 의한 휨모멘트는 하중이 슬래브의 전면적에 고르게 분포되어 있는 것으로 보고 계산하여도 된다. 단, 피복두께, 난간 등 편재하중의 영향을 무시할 수 없는 경우에는 재하위치의 영향을 고려하여 휨모멘트를 계산해야 한다. 고정하중에 의한 지간 직각방향의 휨모멘트는 근사적으로 지간방향의 휨모멘트에 <식 (1)>의  $\beta$ 값을 곱하여 계산해도 좋다.

$$\begin{aligned} l/B < 0.7 : \beta &= 1/6 \\ 0.7 \leq l/B < 2.0 : \beta &= -0.074(l/B) + 0.22 \end{aligned} \quad (1)$$

사각이 60°이상인 경우  $\beta = 1/6$ 로 하는 것이 좋다.

- (3) 「4.1 (4), (5)항」의 규정에 따라 단면력을 계산하는 경우, 슬래브교의 지간은 직슬래브교에 있어서는 받침중심간격인  $l_n$ 으로, 사각 45° 이하의 경사슬래브교에 있어서는 <식 (2)>에 따라 각각 결정하도록 한다.

$$\begin{aligned} l &= l_s & (l_s/B \geq 1.5) \\ l &= (l_s + l_n)/2 & (l_s/B < 1.5) \end{aligned} \quad (2)$$

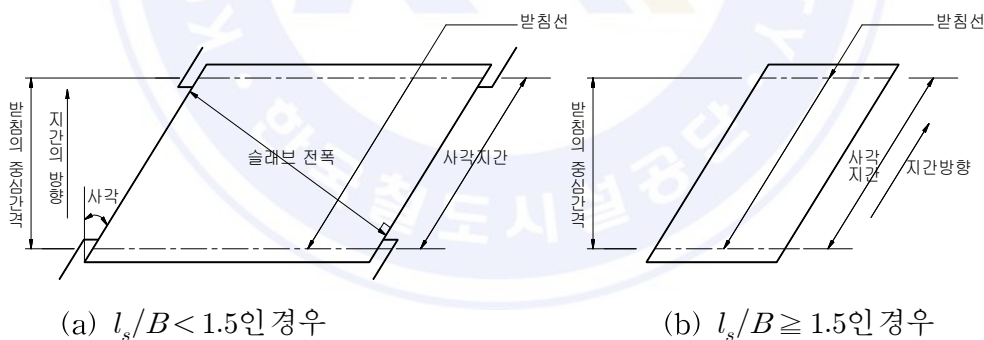


그림 2. 사각슬래브교의 지간방향

#### 5. 구조상세

- (1) 슬래브교의 판두께의 최소치수는 250mm로 해야 한다.
- (2) 현치 부분에서의 슬래브의 유효높이  
슬래브의 단면을 계산할 때 현치부분에서의 유효높이  $d$ 는 현치의 1 : 3보다 완만한 경사부분만을 유효한 것으로 가정해야 한다.(<그림 3> 참조)



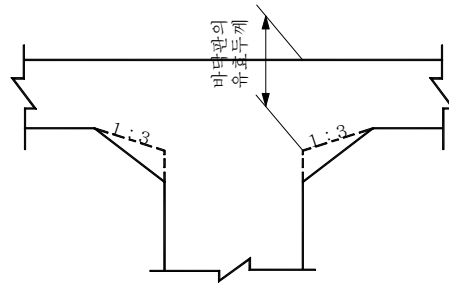


그림 3. 현치부분의 슬래브의 유효높이

- (3) 현장치기 콘크리트로 시공되는 속 빈 슬래브교의 최소치수는 <그림 4>에 따른다. 프리캐스트보를 나란히 놓은 속빈 슬래브교의 경우에는 시공성 등을 고려하여 별도의 최소치수를 정하는 것이 좋다. 또한, 원형구멍의 지름이 1,200mm를 넘는 경우에도 별도의 최소치수를 정하는 것이 좋다. 그 외에도 속빈 슬래브교에서 빈 부분의 형상이 원형이 아니면 「KR C-10070 및 KR C-10090」을 참고하여 단면의 최소치수를 별도로 정하는 것이 바람직하다. 지점부 중복단면의 범위는 교좌장치끝단으로부터  $H \cot 45^\circ$  이상 확보해야 한다.

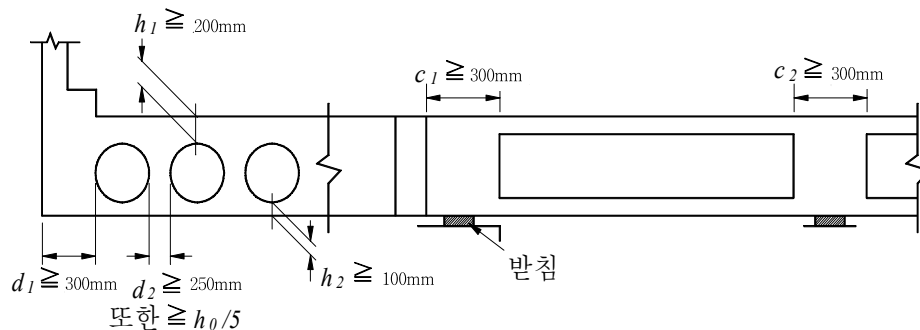
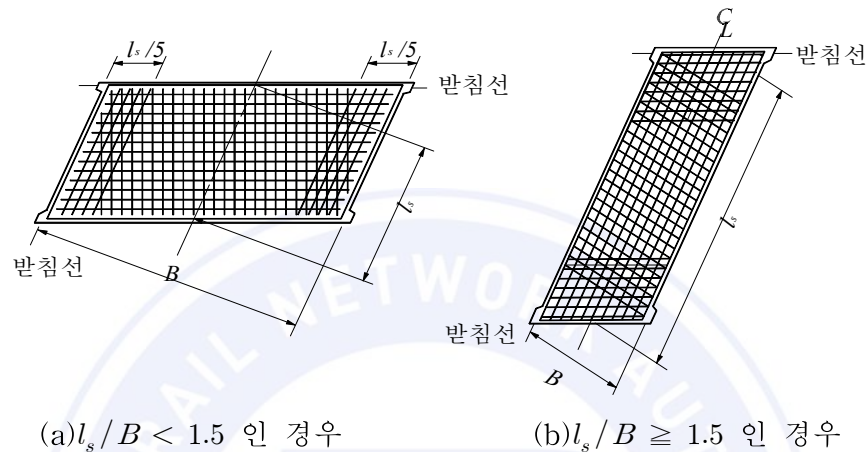


그림 4. 속 빈 슬래브교 단면의 최소치수

- (4) 철근의 배근은 다음의 규정에 따라야 한다.
- ① 지간방향으로 배치되는 인장 주철근은 D13이상, 철근의 중심간격은 200mm 이하로 해야 한다.
  - ② 슬래브 위쪽 및 아래쪽에는 지간방향 및 지간 직각방향으로 D13이상의 철근을 각각 300mm 이하의 중심간격으로 배치해야 한다. 특히, 속빈 슬래브교의 경우에는 슬래브 아래쪽에 균열발생의 가능성이 크고, 콘크리트치기의 작업성 등이 좋지 않으므로 지름이 가는 철근으로 배근하고, 균열억제를 위한 가외의 철근을 고려해야 한다. 한편, 속빈 슬래브교의 지간방향의 철근은 격벽부의 하부에 집중배근 하는 것이 구조적으로 유리하므로 시공성 등을 감안하여 적절히 배근해야 한다.



- ③ 경사슬래브교에 대하여는 <그림 5(a)> 및 <그림 5(b)>에 보인 것과 같이 배근하는 것을 원칙으로 한다. 그림에서 경사지간 방향에 철근을 배치하는 범위는 받침선 직각방향보다 경사지간 방향으로 인장응력이 더 큰 범위로 하면 된다. 이 범위는 사각지간  $l_s$ 를 슬래브의 전폭으로 나눈 값  $l_s/B$ 가 1.5 이상인 경우에는 슬래브 전폭,  $l_s/B$ 가 1.5 미만인 경우에는 자유단에서  $l_s/5$ 만큼 떨어진 위치까지를 범위로 한다.



여기서,  $l_s$  : 사각지간(mm),  $B$  : 슬래브 전폭(mm)

그림 5. 사각슬래브교의 철근 배치

- ④ 캔틸레버 슬래브 부분은 온도차 혹은 건조수축에 대비하여 캔틸레버 슬래브의 위쪽 및 아래쪽에 가외철근을 배치하는 것으로 한다. 단, 연속슬래브교의 중간 받침점부에는 캔틸레버 슬래브 부분이 어느 정도 본 슬래브와 일체가 되어 부모멘트에 저항하기 때문에 캔틸레버 슬래브의 위쪽에 단위폭(1m)당 환산 인장 주철근의 1/2이상의 철근을 배치하는 것이 좋다.
- (5) PS강재의 배치는 다음 규정에 따르는 것으로 한다.
- ① 경간방향의 PS강재는 단면의 단위폭(1m)당 프리스트레스 및 편심량이 같도록 배치하는 것이 바람직하다. 만일 프리스트레스 힘과 편심량이 단면내의 위치에 따라 다르게 되는 경우에는 단면력의 계산에 있어서 그 영향을 고려해야 한다.
  - ② 지간 직각방향으로 PS강재를 배치할 때에 프리스트레스 힘의 합력이 작용하는 위치와 단면의 도심이 일치하도록 배치하는 것이 바람직하다. 만일 이들이 일치하지 않으면 슬래브에 변형이 생기고 받침반력이 불균일하게 되고 2차적인 휨모멘트 및 전단력이 생기기 때문에 주의해야 한다.
  - ③ 경사슬래브교에 있어서 경사지간 방향에 PS강재를 배치하면, <그림 6>에 보인 것과 같이 슬래브의 연단을 따라 프리스트레스 힘이 작용하고 평면 내에 전단력이 생기기 때문에 주의를 할 필요가 있다. 그런데, 사각이  $0^\circ$ 부터  $25^\circ$ 까지는 그 영향이

작기 때문에 사각을 따라 프리스트레스를 도입하여도 좋다.

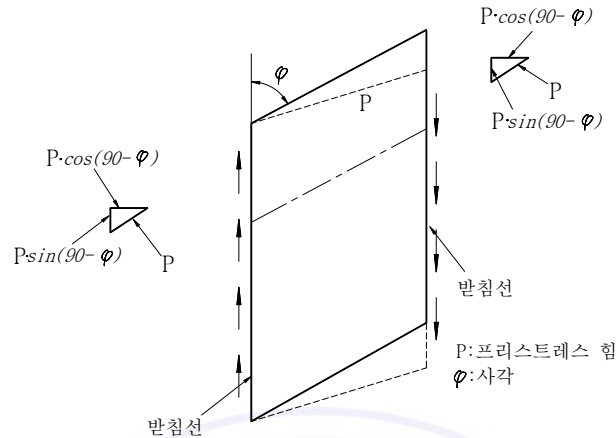
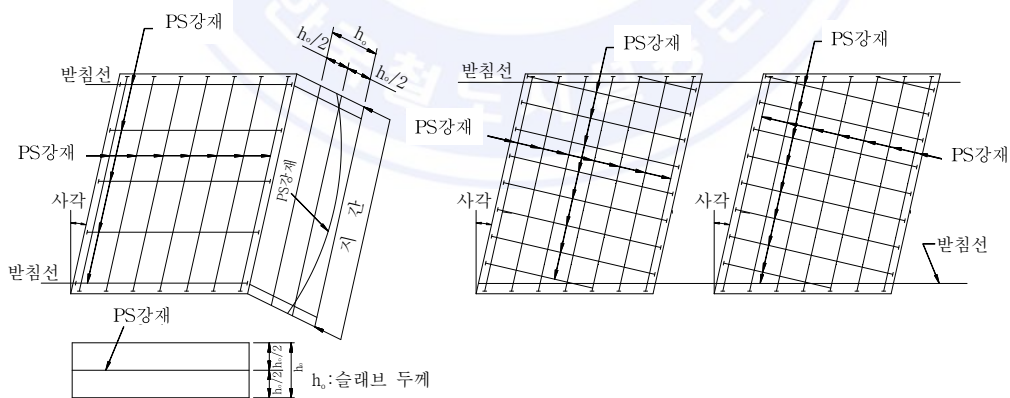


그림 6. 프리스트레스 힘의 분포에 따른 슬래브의 변형

(6) 받침점 부근의 보강

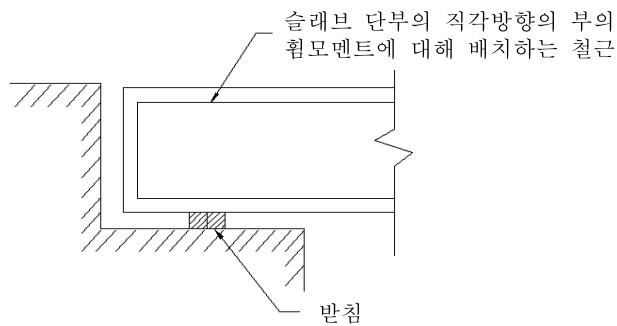
- ① 슬래브 단부 등의 받침부에 받침선 방향으로 온도변화 및 콘크리트 건조수축에 의하여 생기는 인장응력에 대하여 가외철근을 배치하거나 PS강재를 배치하고 프리스트레스를 도입해야 한다.(<그림 6>, <그림 7> 참조) 이 경우 가외철근은 D13이상, 중심간격 200mm 이하로 배치하는 것이 좋다.
- ② 받침선보다 뒤에 있는 슬래브의 단부는 캔틸레버 슬래브이기 때문에 그 부분에 활하중이 재하된 경우에 생기는 휨모멘트에 저항하는데 필요한 철근을 지름 13mm 이상, 중심간격 200mm 이하로 배치하는 것으로 해야 한다.



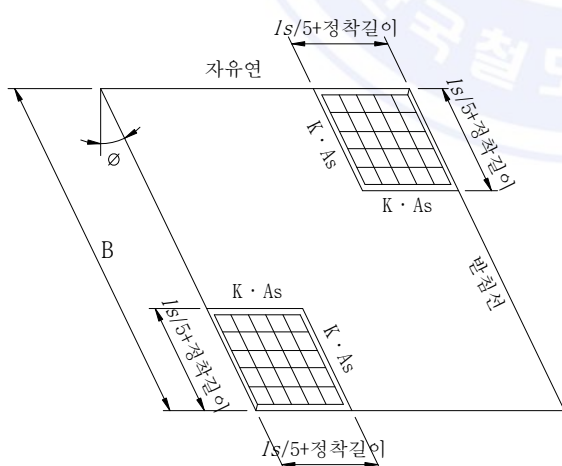
(a) 사각  $\phi$ 가  $0^\circ \sim 25^\circ$ 인 경우

(b) 사각  $\phi$ 가  $25^\circ \sim 45^\circ$ 인 경우

그림 7. 사각슬래브교 PS강재의 배치



③ 경사슬래브교의 둔각부 슬래브 위쪽에는 부모멘트에 대하여 <그림 9>에 보인 것과 같이 경사지간 방향 및 받침선 방향으로 가외철근을 배치해야 한다. 따라서, 프리스트레스트 콘크리트 슬래브교에 있어서는 그 부분에 작용하는 프리스트레스의 효과를 고려하여 철근량을 감소시킬 수 있다. 사각이  $45^\circ$  이하이고, 선형 또는 선형과 근사한 형상으로 지지된 경사슬래브교에 가외철근을 경사슬래브교의 변, 받침부 또는 받침에 평행하게 2방향으로 배치하는 경우의 각 방향의 단위 폭(1m)당 가외철근량은 지간중앙부의 경사단위 폭(1m)당의 정철근량에 사각의 크기에 따른 계수 K(<그림 10> 참조)를 곱하여 계산하는 것으로 한다. 이러한 경우 둔각부 슬래브의 위쪽에 배치되는 철근은 가외철근의 일부로 보아도 좋다. 가외철근의 배치 범위는 경사지간의 1/5되는 지점에 정착길이를 더한 범위로 하는 것이 좋다. 또, 프리텐션부재에서는 받침선 방향으로 PSC부재를 배치하는 것보다 부모멘트에 대하여 저항할 수 있도록 하는 것이 좋다.



$A_S$  : 지간 중앙의 경사단위폭(1m)당의 정철  
근 단면적(mm<sup>2</sup>)

 $\phi$  : 사각

8

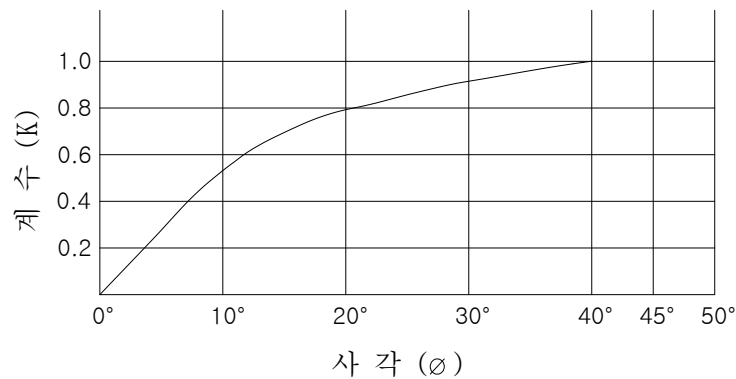


그림 10. 계수  $K$  값

- ④ 경사슬래브교의 둔각부 슬래브 아래쪽에는 받침부 반력에 대하여 D13 이상의 가외철근을 200mm 이하의 중심간격으로 배치해야 한다. 둔각부 받침 부근에 생기는 지압응력은 받침부의 평균 지압력(전체반력을 전체받침 면적으로 나눈 것)보다 크게 된다. 이 지압응력에 대하여 <그림 11>에 보인 범위의 슬래브 아래쪽에 가외철근을 배치해야 한다.

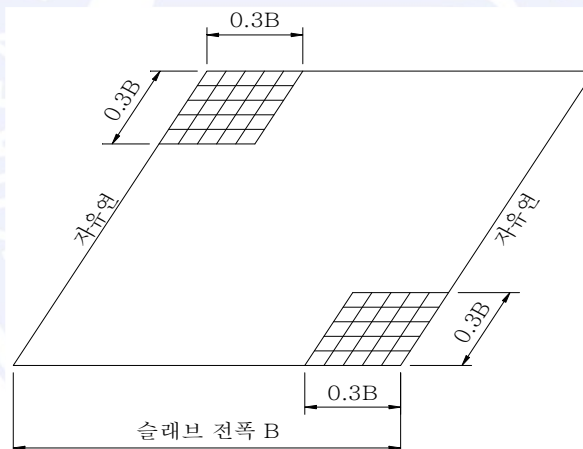


그림 11. 둔각부 슬래브 아래 쪽의 가외철근



## 해설 1. 슬래브교

### 1. 설계일반

슬래브교는 상대되는 2변이 자유스런 직사각형 판을 주구조로 한 교량으로 일반적인 교량의 상판슬래브가 종·횡방향으로 주부재에 의해 지지된다는 점에서 구별된다. 이와 같은 슬래브교의 특징으로는 단면특성상 균열안전율이 비교적 크며, 장경간에서는 고정하중이 증가하여 불리하므로 단순경간의 경우 10m이하에서 널리 사용된다. 또한 보 높이를 줄일 수 있으므로 형고의 제약을 받는 곳에서 유리하며, 거푸집이 비교적 간단하고 콘크리트 타설시 수평이음을 두지 않고 마무리할 수 있으므로 시공이 비교적 용이하고 확실하다.

슬래브 교량의 형식은 3.0~7.5m 정도의 짧은 지간에 대해서는 1방향 슬래브교가 경제적이며 10m정도까지도 사용되고 있다. 속빈 슬래브교는 10~15m 정도까지의 지간에 사용되며, 경우에 따라 직사각형 모양의 속빈 슬래브교를 사용하기도 한다. 연속 슬래브교에서는 지간의 길이를 20~30m 정도까지 가설할 수 있다.

#### 1.1 단면 계획시 고려사항

- (1) 경제성을 높이기 위해 캔틸레버 부분을 길게 할 수 있으나, 상판 가장자리의 단면력이 커지므로 이에 대한 구조해석이 필요하고 교량받침 배치에 신중하여야 한다.
- (2) 연속슬래브 구조에서는 지점부에 현치를 두거나 이에 상응하는 철근 보강이 필요하나 일반적으로 적절한 현치를 두는 것이 구조적으로 유리한다.
- (3) 교량 계획시 사각이 없도록 교량을 직교로 설계하는 것이 좋으나 불가피하게 사각이 요구될 때에는 가급적 영향이 적은 75°이상으로 계획하는 것이 구조적으로 유리하다.
- (4) 적용지간의 범위는 단지간은 5~10m, 연속교는 1지간 5~10m로 교장 10~30m정도이다.

#### 1.2 슬래브 두께의 결정

형고는 구조형식, 지간, 사각에 따라 다르며 「KR C-08050」의 규정과 같이 처짐을 제한할 수 있는 최소두께 이상이어야 한다.

표 1. 높이가 일정한 부재의 최소두께

상부구조의 형식	최소두께(m)	
	단순경간	연속경간
주철근이 차량 진행방향에 평행한 교량 슬래브	$1.2(S+3)/30$	$(S+3)/30$

\*) 변단면 부재가 사용되는 경우, <표 1>은 정모멘트 단면과 부모멘트 단면에서의 상대강성의 변화를 고려하기 위해 수정될 수 있다.

\*) S는 지간의 길이를 나타낸다(m).



또한 교량 계획 시 고려되어야 할  $h/L$ (슬래브 두께/경간장)의 비는 기존에 설계된 슬래브 교량에 대하여 조사한 결과  $1/16 \sim 1/20$  정도가 적당한 것으로 알려져 있다.

### 1.3 현치크기의 결정

교각부는 일반구간보다 단면력이 커서 교량 전체에 걸쳐 슬래브 두께를 증가시킬 경우 경제적 손실이 커지므로 경제적인 설계를 위해서 일반적으로 교각부에는 현치를 설치한다.

현치의 크기는 단면적의 크기에 의해 결정되므로 일괄적으로 그 크기를 결정할 수는 없으며, 현치구간도 설치구간을 길게 할 경우 교각부의 강성이 커져 정모멘트의 감소효과가 나타난다. 설계자가 어느 정도의 구간에 걸쳐 현치를 둘 것인가를 각 구조물에 따라서 적절하게 결정하여야 하나 <그림 12>과 같이 일반적으로 현치의 크기는 일반 구간보다  $0.3 \sim 0.5\text{m}$  더 크게 하고 현치 기울기는 일반구간의  $1/3 \sim 1/6$  정도가 적당하다.

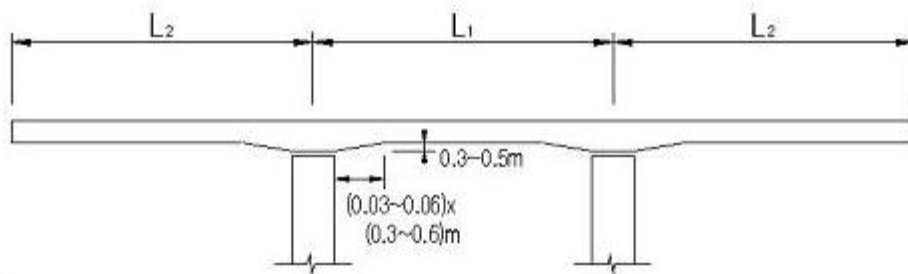


그림 12. 현치 크기의 결정

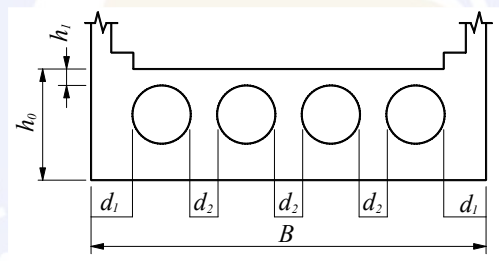
### 1.4 구조해석

- (1) 슬래브교의 해석은 받침부의 조건 및 사각 등을 고려하여 판이론에 따라 수행해야 하며, 보이론에 의한 해석은 할 수 없다. 그러나, 연속 슬래브교, 라멘 슬래브교 등과 같이 지지조건이 복잡한 경우 혹은 곡선교와 사교와 같은 경우에는 격자이론과 유한요소법 등에 의하여 해석하여도 좋다. 속 빈 슬래브교의 경우 엄밀하게 볼 때 이방성판으로 단면력을 계산하는 것이 바람직하지만 최소치수 규정을 만족하는 속 빈 슬래브교의 경우에는 등방성판으로 보고 단면력을 계산하여도 좋다. 또, 프리캐스트보를 나란히 놓은 슬래브교에서 보의 직각방향으로 프리스트레스를 도입하여 필요한 강성을 갖도록 설계한 경우에는 등방성판으로 보고 단면력을 계산하여도 좋다.
- (2) 마주보는 2변이 선형 또는 선형과 근사한 형태로 단순지지되고, 등방성판으로 생각할 수 있으며 캔틸레버 부분이 없는 슬래브교는 「KR C-08070의 4.1항」의 규정에 따라 휨모멘트를 계산하여도 좋다.

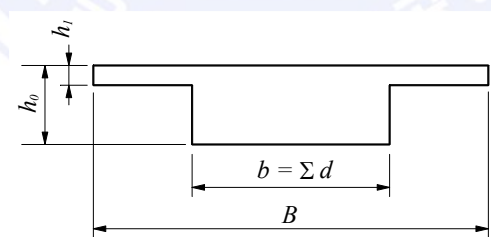




- (3) 캔틸레버판이 있는 슬래브교의 구조해석은 캔틸레버 슬래브에 작용하는 하중 및 강성의 영향을 고려하여 수행하여야 한다. 단, 캔틸레버 부분의 설계는 「KR C-10050의 3.16항」의 규정에 따라 설계하여야 한다.
- (4) 지점반력 및 받침선 방향의 단면력은 받침의 배치 및 사각의 영향을 고려하여 계산하여야 한다.
- (5) 슬래브교의 단면력을 계산할 때에는 설계하중편에서 제시된 궤도상의 열차하중을 고려하여, 이 중 최대의 단면력으로 설계하여야 한다.
- (6) 슬래브교를 설계할 때에는 난간에 작용하는 축방향력등을 고려해야 한다.
- (7) 속 빈 슬래브교를 제외한 슬래브교에서 선형 또는 그와 근사한 형상으로 지지되는 철도교의 경우 전단력에 대한 검토를 생략할 수 있다. 이는 선형 또는 이와 근사한 형상으로 지지된 속 빈 슬래브교를 제외한 슬래브교는 반력이 받침선상에 분포되어 작용하므로 일반적으로 전단력에 대하여 안전하기 때문이다.
- (7) 속 빈 슬래브교의 전단력을 검토할 때에는 비지 않은 부분의 폭의 총합과 같은 복부 폭을 갖는 T형보의 단면으로 보아도 좋다. <그림 13>의 속 빈 슬래브교 가상 T형단면은 전단응력 검토시에만 사용한다.



(a) 속 빈 슬래브교의 단면형상



(b) 가상 T형단면

그림 13. 속 빈 슬래브교의 가상 T형 단면

## 2. 캔틸레버판을 가지는 슬래브교

- (1) 단면계획시 캔틸레버 부분을 길게 하면 다소의 경제성을 높일 수 있으나, 캔틸레버 영향을 감안한 구조계산시 주판의 가장자리가 불리해지므로 이에 대한 구조해석이 필요하며, 교좌장치 배치에 신중하여야 한다.

- (2) 캔틸레버 슬래브 부분의 철근 배근은 온도차 혹은 건조수축에 대비하여 캔틸레버 슬래브의 위쪽 및 아래쪽에 가외철근을 배치하는 것으로 한다. 단, 연속슬래브교의 중간 받침점부에는 캔틸레버 슬래브 부분이 어느 정도 본 슬래브와 일체가 되어 부모멘트에 저항하기 때문에 캔틸레버 슬래브의 위쪽에 단위폭(1m)당 환산 인장 주철근의 1/2 이상의 철근을 배치하는 것이 좋다.

### 3. 경사 슬래브교

#### (1) 슬래브판의 지간 및 설계휨모멘트

고정하중에 의한 지간 직각방향의 휨모멘트는 근사적으로 지간방향의 휨모멘트에 다음 식의  $\beta$ 값을 곱하여 계산해도 좋다.

$$l/B < 0.7 : \beta = 1/6$$

$$0.7 \leq l/B < 2.0 : \beta = -0.074(l/B) + 0.22$$

사각이 60°이상인 경우  $\beta=1/6$ 로 하는 것이 좋다.

- (2) 슬래브교의 지간은 직슬래브교에 있어서는 받침중심간격인  $l_n$ 으로, 사각 45°이상의 경사슬래브교에 있어서는 다음 식에 따라 각각 결정하도록 한다.

$$l = l_s \quad (l_s/B \geq 1.5)$$

$$l = (l_s + l_n)/2 \quad (l_s/B < 1.5)$$

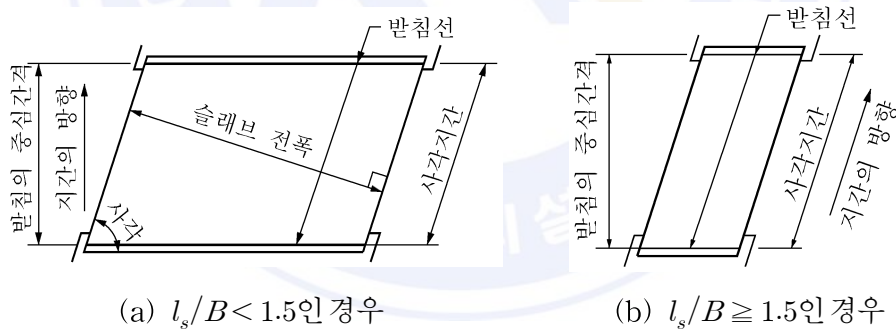


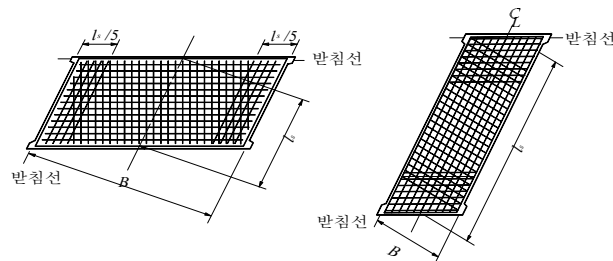
그림 14. 사각슬래브교의 지간방향

그러나 사각이 75°이상인 경우에는 사각의 영향이 작으므로 사각(경사)지간  $l_s$ 를 슬래브의 전체폭으로 나눈 값( $l_s/B$ )에 관계없이 지간  $l$ 은 경사지간  $l_s$ 로 하여도 좋으며  $l_s/B$ 가 작아짐에 따라 본문에 규정된 지간에 따라 설계하면 과대 휨모멘트에 대하여 설계할 수 있기 때문에  $l_s/B$ 가 0.5이하가 될 때에는 판 이론에 따라 해석하는 것이 좋다.

- (3) 경사슬래브교에 대하여 철근의 배근은 <그림 15>(a) 및 <그림 15>(b)에 보인 것과 같이 배근하는 것을 원칙으로 한다. 그림에서 경사지간 방향에 철근을 배치하는 범위는 받침선 직각방향보다 경사지간 방향으로 인장응력이 더 큰 범위로 하면 된다.



이 범위는 사각지간  $l_s$  를 슬래브의 전폭으로 나눈 값  $l_s/B$ 가 1.5 이상인 경우에는 슬래브 전폭,  $l_s/B$ 가 1.5 미만인 경우에는 자유단에서  $l_s/5$ 만큼 떨어진 위치까지를 범위로 한다.



(a)  $l_s/B < 1.5$  인 경우      (b)  $l_s/B \geq 1.5$  인 경우

그림 15. 사각슬래브교의 철근 배치

여기서,  $l_s$  : 사각지간(mm),  $B$  : 슬래브 전폭(mm)

- (4) 경사슬래브교에 있어서 PS강재의 배치는 경사지간 방향에 PS강재를 배치하면, <그림 16>에 보인 것과 같이 슬래브의 연단을 따라 프리스트레스 힘이 작용하고 평면 내에 전단력이 생기기 때문에 주의를 할 필요가 있다. 그런데, 사각이  $90^\circ$ 부터  $75^\circ$ 까지는 그 영향이 작기 때문에 사각을 따라 프리스트레스를 도입하여도 좋다.

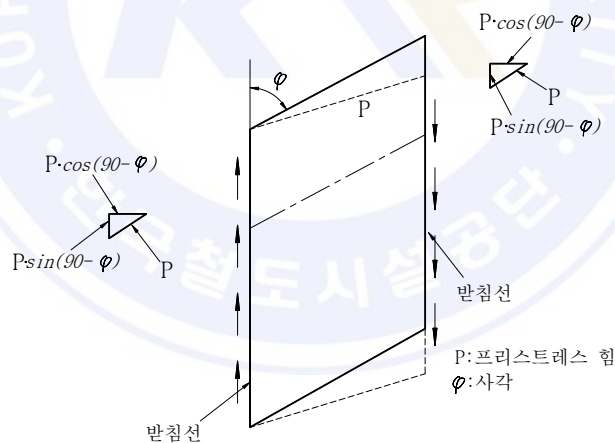
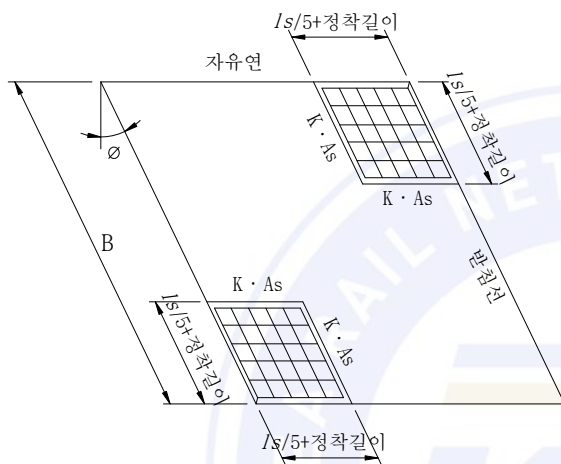


그림 16. 프리스트레스 힘의 분포에 따른 슬래브의 변형

- (5) 받침점 부근의 보강

- ① 경사슬래브교의 둔각부 슬래브 위쪽에는 부모멘트에 대하여 <그림 17>에 보인 것과 같이 경사지간 방향 및 받침선 방향으로 가외철근을 배치하여야 한다. 따라서, 프리스트레스 콘크리트 슬래브교에 있어서는 그 부분에 작용하는 프리스트레스의 효과를 고려하여 철근량을 감소시킬 수 있다. 사각이  $45^\circ$ 이상이고, 선형 또는 선형과 근사한 형상으로 지지된 경사슬래브교에 가외철근을 경사슬래브교의 변, 받침부

또는 받침에 평행하게 2방향으로 배치하는 경우의 각 방향의 단위폭(1m)당 가외철근량은 지간중앙부의 경사단위폭(1m)당의 정철근량에 사각의 크기에 따른 계수  $K$ (<그림 18> 참조)를 곱하여 계산하는 것으로 한다. 이러한 경우 둔각부 슬래브의 위쪽에 배치되는 철근은 가외철근의 일부로 보아도 좋다. 가외철근의 배치 범위는 경사지간의 1/5되는 지점에 정착길이를 더한 범위로 하는 것이 좋다. 또, 프리텐션 부재에서는 받침선 방향으로 PSC부재를 배치하는 것보다 부모멘트에 대하여 저항할 수 있도록 하는 것이 좋다.



여기서,

$A_s$  : 지간 중앙의 경사단위폭(1m)당의 정철근 단면적( $\text{mm}^2$ )

$K \cdot A_s$  : 받침부의 둔각부에 배치하는 경사 단위폭(1m)당의 철근량으로,  $K$ 의 값을 <그림 10.11.7>에서 구한다.( $\text{mm}^2$ )

$B$  : 슬래브 전폭(m)

$l_s$  : 사각 지간(m)

$\phi$  : 사각

그림 17. 받침부 둔각부의 부모멘트에 대한 가외철근 및 배치 범위

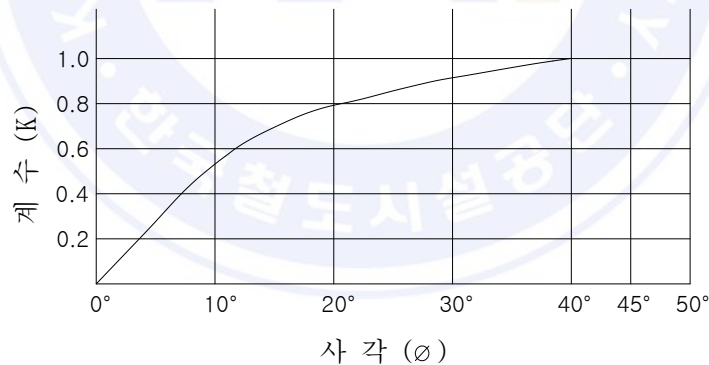


그림 18. 계수  $K$  값

- ② 경사슬래브교의 둔각부 슬래브 아래쪽에는 받침부 반력에 대하여 D13 이상의 가외철근을 200mm 이하의 중심간격으로 배치하여야 한다. 둔각부 받침 부근에 생기는 지압응력은 받침부의 평균 지압력(전체반력을 전체받침 면적으로 나눈것)보다 크게 된다. 이 지압응력에 대하여 <그림 19>에 보인 범위의 슬래브 아래쪽에 가외철근을 배치하여야 한다.

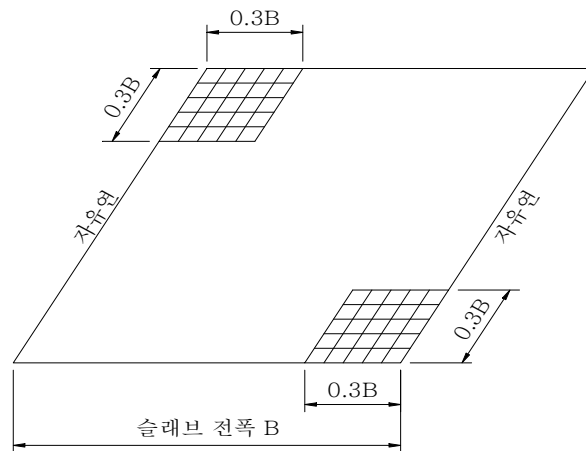


그림 19. 둔각부 슬래브 아래 쪽의 가외철근

#### 4. 구조세목

(1) 슬래브교의 판두께의 최소치수는 25cm로 한다.

(2) 현치 부분에서의 슬래브의 유효높이

슬래브의 단면을 계산할 때 현치부분에서의 유효높이  $d$ 는 현치의 1 : 3보다 완만한 경사부분만을 유효한 것으로 가정한다.(<그림 20> 참조)

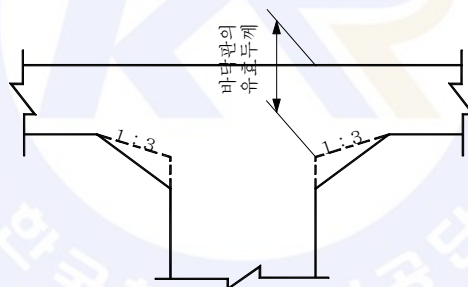


그림 20. 현치부분의 슬래브의 유효높이

(3) 현장치기 콘크리트로 시공되는 속 빈 슬래브교의 최소치수는 <그림 21>에 따른다. 프리캐스트 보를 나란히 놓은 속빈 슬래브교의 경우에는 시공성 등을 고려하여 별도의 최소치수를 정하는 것이 좋다. 또한, 원형구멍의 지름이 1,200mm를 넘는 경우에도 별도의 최소치수를 정하는 것이 좋다. 그 외에도 속빈 슬래브교에서는 빈 부분의 형상이 원형이 아니면 T형교와 박스교의 규정의 참고하여 단면의 최소치수를 별도로 정하는 것이 바람직하다. 그리고, 캔틸레버판이 있고 혹은 다양한 지지조건을 갖는 슬래브교를 감안하여 지점부 중복단면의 범위는 교좌장치끝단으로부터  $H \cot 45^\circ$  이상 확보해야 한다.

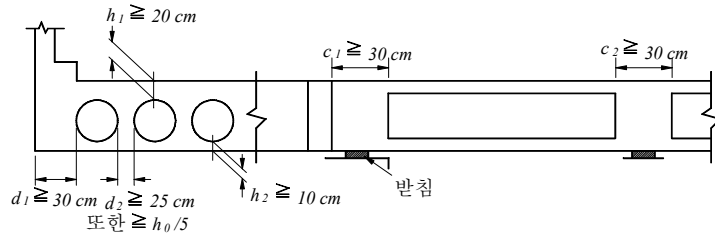


그림 21. 속 빈 슬래브교 단면의 최소치수

(4) 철근의 배근은 다음의 규정에 따르는 것으로 한다.

- ① 지간방향으로 배치되는 인장주철근은 D13이상, 철근의 중심간격은 200mm이하로 한다.
- ② 슬래브 윗쪽 및 아래쪽에는 지간방향 및 지간 직각방향으로 D13이상의 철근을 각각 300mm이하의 중심간격으로 배치하여야 한다. 특히, 속빈 슬래브교의 경우에는 슬래브 아래쪽에 균열발생의 가능성이 크고, 콘크리트치기의 작업성등이 좋지 않으므로 지름이 가는 철근으로 배근하고, 균열억제를 위한 가외의 철근을 고려해야 한다. 한편, 속빈 슬래브교의 지간방향의 철근은 격벽부의 하부에 집중배근하는 것이 구조적으로 유리함으로 시공성등을 감안하여 적절히 배근해야 한다.

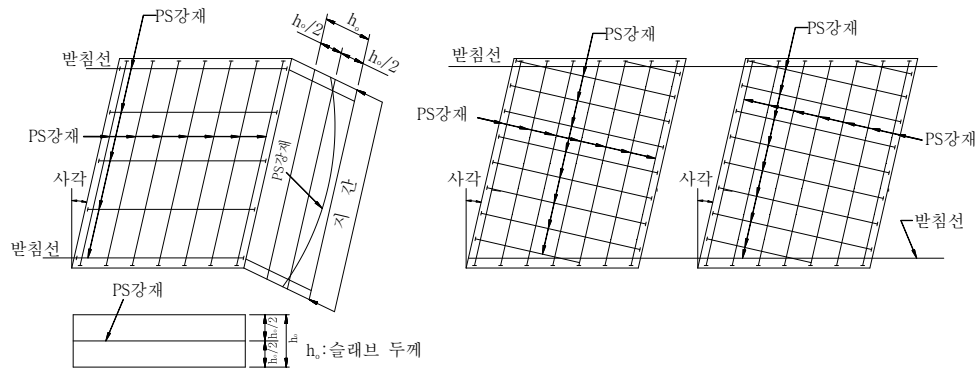
(5) PS강재의 배치는 다음 규정에 따르는 것으로 한다.

- ① 지간방향으로 PS강재를 배치할 때에 받침선에 평행하게 자른 각 단면의 단위폭 (1m)당 프리스트레스힘 및 PS강재의 편심량이 같도록 배치하는 것이 바람직하다. 만일 프리스트레스 힘과 편심량이 단면내 위치에 따라 다르게 되는 경우에는 프리스트레스의 영향에 의하여 슬래브 각 부분의 변형에 차이가 생기고 2차적인 휨모멘트와 전단력이 발생한다. 따라서 프리스트레스힘과 편심량이 단면내의 위치에 따라 다르게 되는 경우에는 단면력의 계산에 있어서 그 영향을 고려하여야 한다.
- ② 지간 직각방향으로 PS강재를 배치할 때에 프리스트레스힘의 합력이 작용하는 위치와 단면의 도심이 일치하도록 배치하는 것이 바람직하다. 만일 이들이 일치하지 않으면 슬래브에 변형이 생기고 받침반력이 불균일하게 되고 2차적인 휨모멘트 및 전단력이 생기기 때문에 주의하여야 한다.

(6) 지점 부근의 보강

- ① 슬래브 단부 등의 받침부에 받침선 방향으로 온도변화 및 콘크리트 건조수축에 의하여 생기는 인장응력에 대하여 가외철근을 배치하든가 PS강재를 배치하고 프리스트레스를 도입하여야 한다(<그림 22>참조).





(a) 사각  $\varphi$ 가  $90^\circ \sim 75^\circ$ 인 경우

(b) 사각  $\varphi$ 가  $75^\circ \sim 45^\circ$ 인 경우

그림 22. 사각슬래브교 PS강재의 배치

- ② 받침선보다 뒤에 있는 슬래브의 단부는 캔틸레버 슬래브이기 때문에 그 부분에 활하중이 재하된 경우에 생기는 휨모멘트에 저항하는데 필요한 철근을 지름 13mm 이상, 중심간격 20cm 이하로 배치하는 것으로 한다.

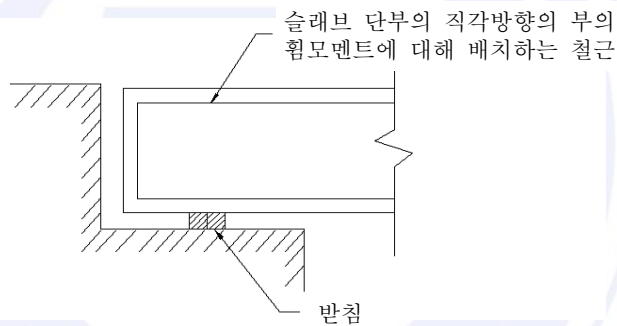


그림 23. 슬래브 단부에서의 지간방향의 철근 배치

## 5. 설계흐름도

철근콘크리트교에 대한 설계단면력은 슬래브교의 경우 판이론으로 빔교의 경우 격자이론에 의해 단면력을 계산하는 것이 일반적이며, 슬래브교의 구조해석은 「KR C-1006 0」에 따라 수행한다. 판구조 해석(frame)을 고려한 슬래브교의 일반적인 설계흐름도를 도식화하면 <그림 24>와 같다.



## 5.1 설계흐름도의 구성

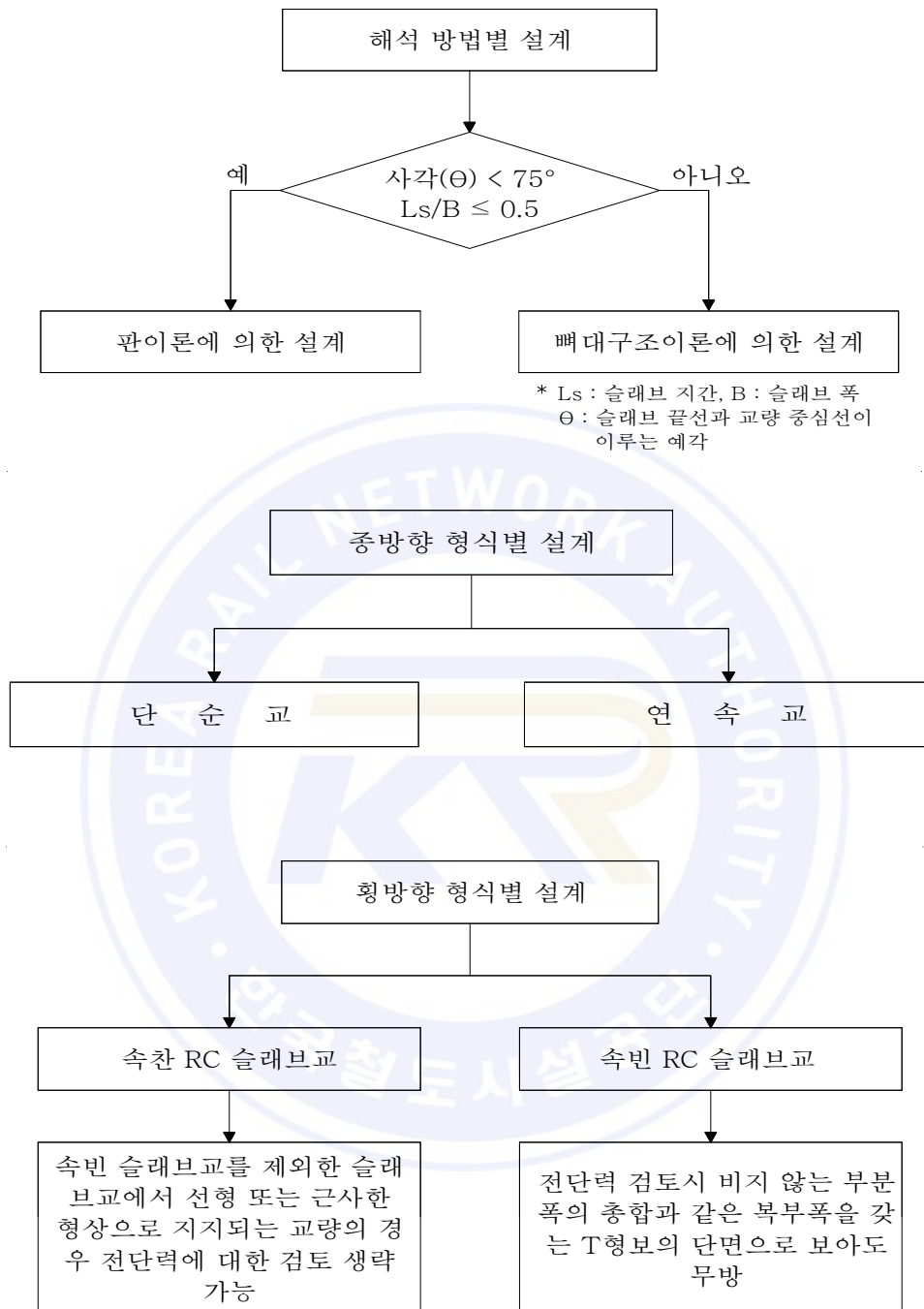


그림 24. 설계흐름도



## 5.2 주설계단계

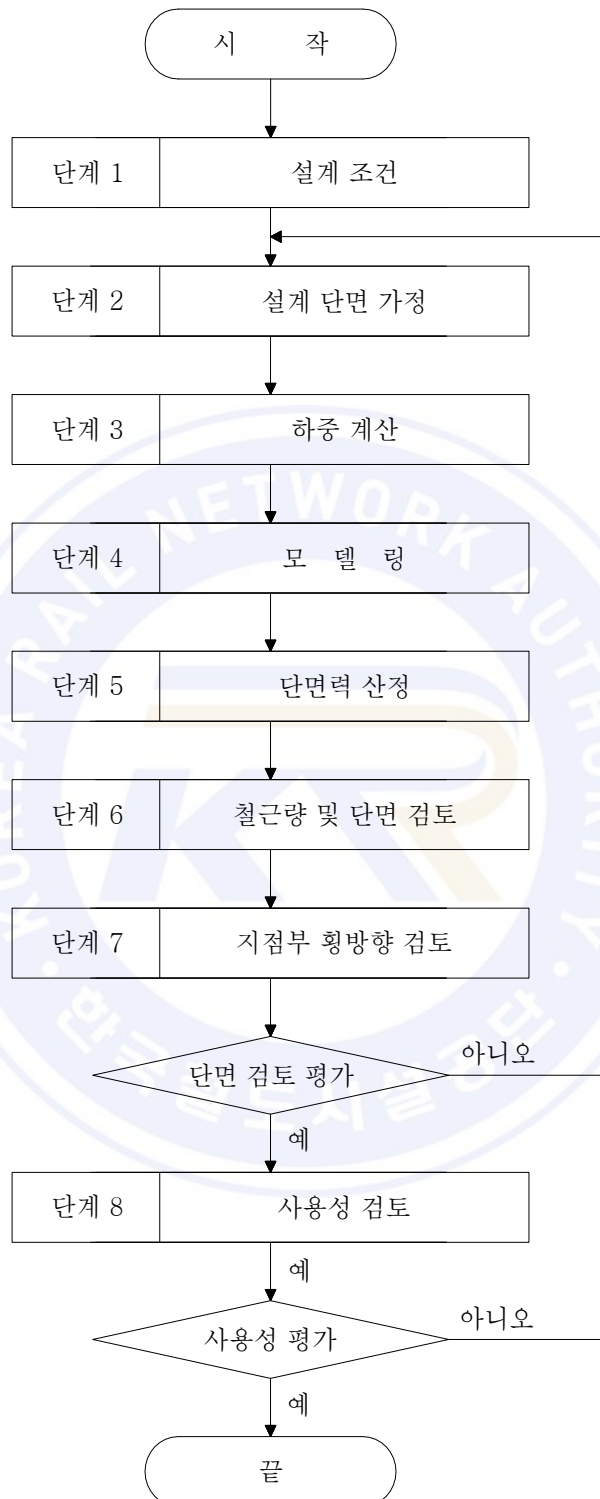


그림 25. 주설계단계

### 5.3 [단계 1] 설계조건

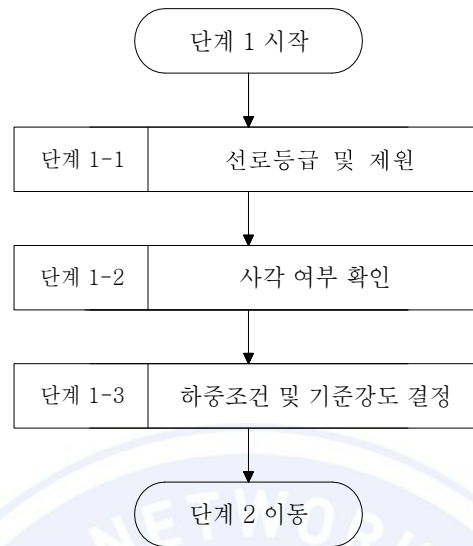


그림 26. 설계조건

### 5.4 [단계 2] 설계단면가정

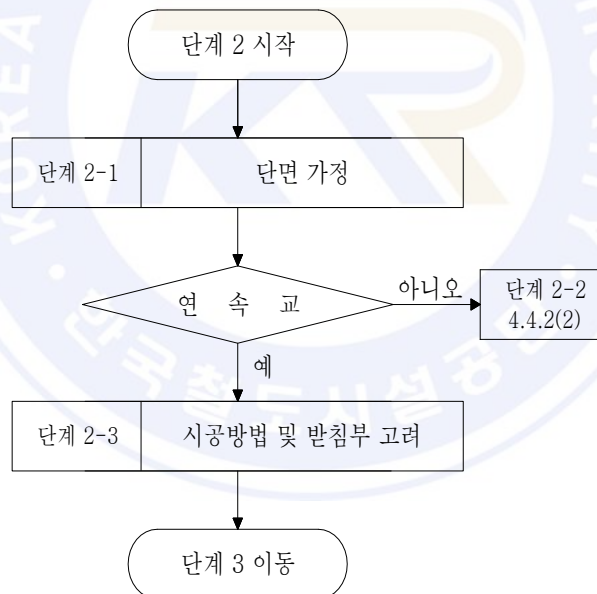


그림 27. 설계단면가정



## 5.5 [단계 3] 하중계산

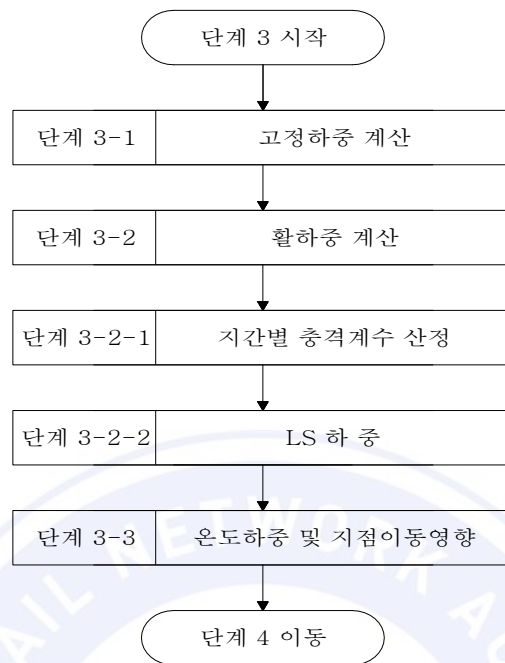


그림 28. 하중계산

## 5.6 [단계 4] 모델링

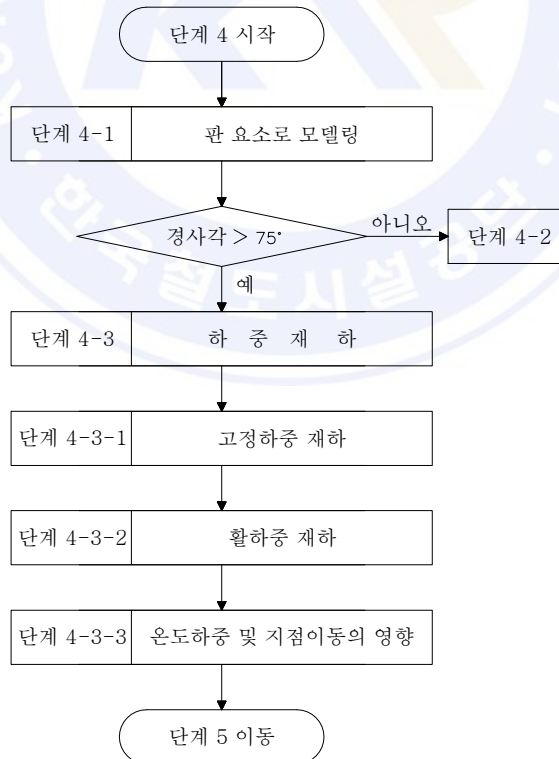


그림 29. 모델링

## 5.7 [단계 5] 단면력산정

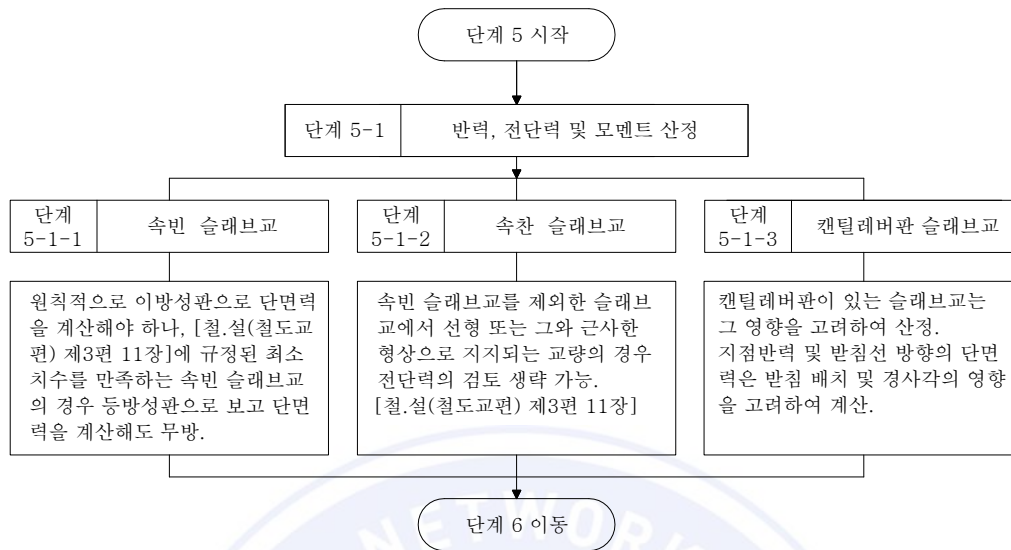


그림 30. 단면력산정

## 5.8 [단계 6] 철근량계산 및 단면검토

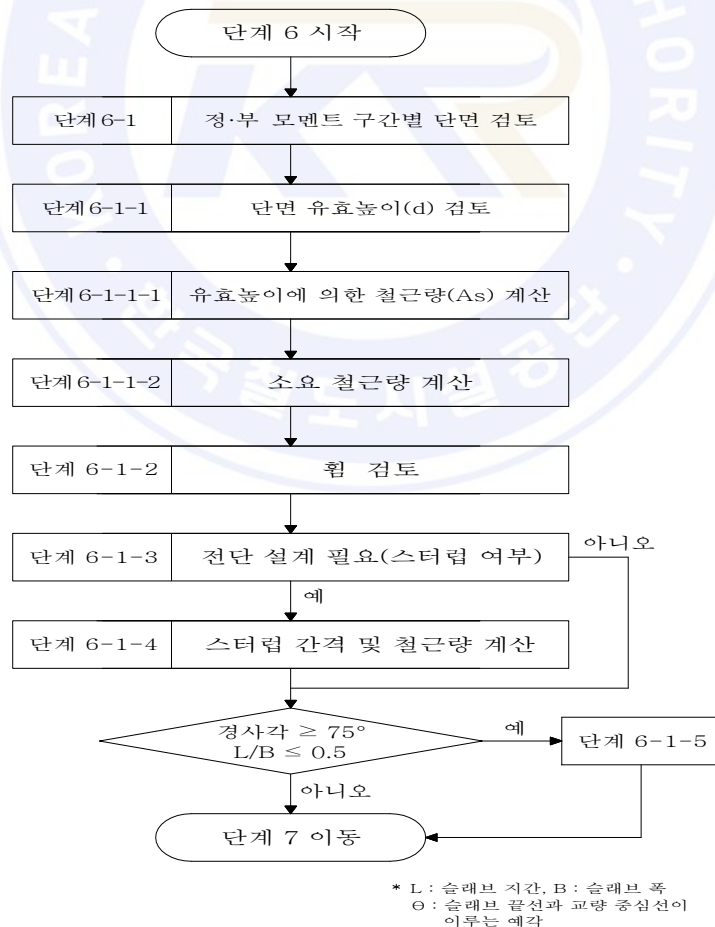


그림 31. 철근량계산 및 단면검토



## 5.9 [단계 7] 지점부 횡방향 검토

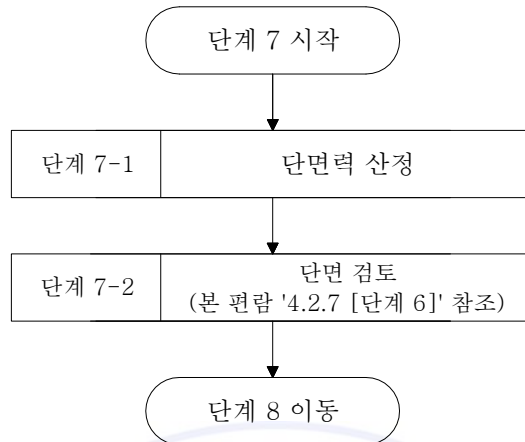


그림 32. 지점부 횡방향 검토

## 5.10 [단계 8] 사용성검토

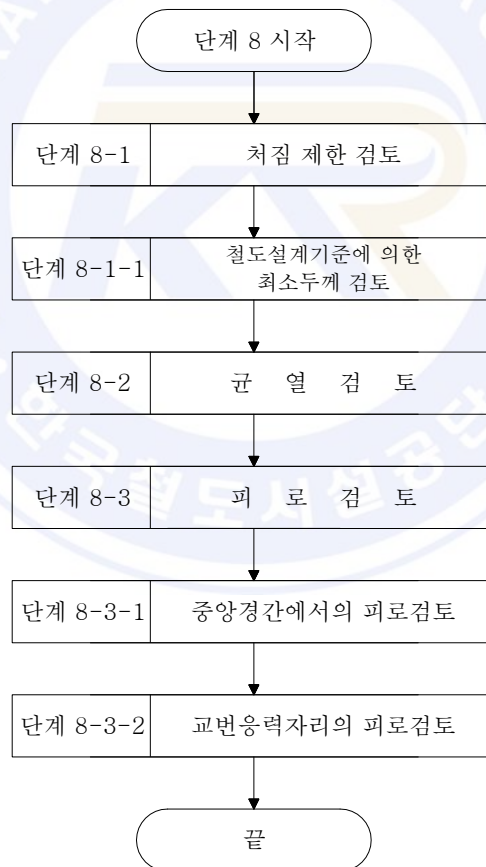


그림 33. 사용성검토

## 5.11 설계단계별 고려사항

### 5.11.1 [단계 1] 설계조건

#### (1) [단계 1-1] 선로 등급 및 제원

- ① 선로의 등급은 열차속도, 곡선 및 기울기 등에 따라 정하고 [철도건설규칙 제5조], 그 선로의 등급에 해당하는 선로구조로 시설하여 건설비와 운영비를 최소화하도록 한다.
- ② 교량의 폭원 구성, 건축한계, 선형 등은 선로의 구조·시설기준에 관한 규정에 따른다.
- ③ 연속슬래브 구조에서는 지점부에 현치를 두거나 이에 상응하는 철근보강이 필요하나, 일반적으로 적절한 현치를 두는 것이 구조적으로 유리하다.

#### (2) [단계 1-2] 사각 여부

교량 계획시 사각이 없도록 교량을 직교로 설계하는 것이 좋으나 불가피하게 사각이 요구될 때에는 가급적 영향이 적은  $75^\circ$  이상으로 계획함이 구조적으로 유리하다.

#### (3) [단계 1-3] 하중조건 및 기준강도 결정

교량설계에 적용하는 하중은 교량의 형식이나 교량 가설지점의 조건에 따라 하중의 종류 및 하중조건이 적절히 결정되어야 한다.

### 5.11.2 [단계 2] 설계단면가정

#### (1) [단계 2-1] 단면 가정

- ① 철근 콘크리트 궤도부분 바닥판의 최소 두께는 250 mm 또는 <표 2>에 있는 값 중 큰 값으로 한다 「KR C-10050의 6.4항」 <표 2>에 나타난 캔틸레버 바닥판의 최소 두께는 지지점에서의 두께를 의미한다. 여기서,  $L$ 은 바닥판의 경간(m)을 의미한다.

표 2. 캔틸레버부분 바닥판의 최소두께 (m)

바닥판 지간의 방향*		궤도 진행 방향에 직각	궤도 진행 방향에 평행
바닥판의 구분			
단 순 판		$40l + 110$	$65l + 130$
연 속 판		$30l + 110$	$50l + 130$
캔틸레버판	$l \leq 0.25$	$280l + 160$	$240l + 130$
	$l > 0.25$	$80l + 210$	

- ② 처짐계산을 생략할 수 있는 경우의 휨부재의 최소높이 및 두께는 <표 3>의 규정에 의거한다. [콘·설 4.3.1]

<표 3>의 값은 일반콘크리트( $W_c = 23 \text{ kN/m}^3$ )와 항복강도 400 MPa 철근을 사용한 부재에 대한 값이며 다른 조건에 대해서는 그 값을 수정하여야 한다.  $15 \sim 20 \text{ kN/m}^3$  범위의 단위체적질량을 갖는 구조용 경량콘크리트에 대해서는 계산된  $h$ 값에





( $1.65 - 0.031 W_c$ )를 곱해야 하나 1.09보다 작지 않아야 한다.  $f_y$ 가 400 MPa 이외인 경우에는 계산된  $h$ 값에 ( $0.43 + f_y / 700$ )를 곱하여야 한다.

표 3. 처짐을 계산하지 않는 경우의 보 또는 1방향 슬래브의 최소 두께

부재	최소두께, h			
	단순지지	1단 연속	양단 연속	캔틸레버
	큰 처짐에 의해 손상되기 쉬운 칸막이벽이나 기타 구조물을 지지 또는 부착하지 않은 부재			
· 1방향 슬래브	L/20	L/24	L/28	L/10
· 보 · 리브가 있는 1방향 슬래브	L/16	L/18.5	L/21	L/8

- ③ 캔틸레버 부분을 길게하면 다소 경제성을 높일 수 있으나 캔틸레버 영향을 감안한 구조계산시 주판의 가장자리가 불리해지므로 이에 대한 구조해석이 필요하고 교좌 장치 배치에 신중하여야 한다.
- ④ RC슬래브교에서 장경간은 고정하중의 증가로 불리해지므로 단순경간의 경우 15 m 이하에서 널리 사용하는데 보통 적용지간의 범위는 단지간에서 5~12 m, 연속교에서 10~18 m 정도이다.
- ⑤ 형고는 구조형식, 지간, 사각의 각도에 따라 다르며 KR C-10050의 3.13항에 규정된 처짐의 제한 최소 두께 이상이어야 한다.
- ⑥ 연속교의 경우, 교각부와 연속지점부는 일반구간보다 단면력이 커서 전교량에서 슬래브 두께를 키울 경우 비경제적인 설계가 되므로 경제적인 설계를 위하여 일반적으로 교각에 현치를 설계한다. 현치의 크기는 단면적의 크기에 의해 결정되므로 일률적으로 그 크기를 정할 수는 없으나, 현치의 설치구간을 길게 할 경우 교각부의 강성이 커져 정 모멘트의 감소효과가 나타나므로, 설계자가 어느 구간만큼 현치를 두는 것이 적당한지는 각 구조물에 따라 설계자가 결정할 사항이다. 그러나, 일반적으로 현치의 두께는 일반 구간보다 0.3~0.5m정도 더 크게 하고 현치길이는 현치두께의 1/3~1/6정도로 하는 것이 적당하다.

## (2) [단계 2-2] 단순교

일반 단순교는 「KR C-10060」을 참조한다.

## (3) [단계 2-3] 시공방법 및 받침부 고려

연속슬래브 구조에서는 온도변화, 건조수축, 프리스트레스 힘 등에 의하여 변형이 구속되어 부정정력이 발생하므로 이에 대한 고려와 시공방법 및 받침부 조건을 고려한 구조 해석을 해야 한다 [KR C-10080].

### 5.11.3 [단계 3] 하중계산

#### (1) [단계 3-1] 고정하중 계산

슬래브 자중은 범용해석프로그램의 쉘요소로 모델링하여 요소 자중으로 계산한다. 궤도 및 자갈도상 하중은 단위면적 당 하중으로 계산하여 등분포 하중으로 재하하도록 한다. 난간의 하중은 각 단면별로 나누어 절점에 작용할 수 있도록 계산한다[KR C-08020 의 3항].

#### (2) [단계 3-2] 활하중 계산

바닥판과 바닥틀을 설계하는 경우의 활하중으로 [KR C-08020의 4항]에 의거하여 활하중을 재하한다.

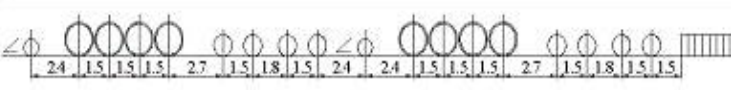
##### ① [단계 3-2-1] 시간별 충격계수 산정

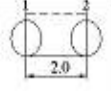
시간별 충격계수의 산정은 [KR C-08020의 4항]에 의거한다.

##### ② [단계 3-2-2] LS-22하중 산정 [KR C-08020의 4항]

LS-22하중은 [철도설계지침]을 따르며, LS-22하중의 크기는 <표 4>와 같다. L하중에 있어서 기관차 하중은 단기 또는 중련으로 하고, 등분포 하중은 임의 길이로 하되 부재에 최대응력이 발생하도록 재하하여야 한다. 다만, 하중을 단속시켜서는 안된다. 복선교에서는 활하중은 같은 방향과 반대 방향 중에서 부재에 큰 응력을 발생시키는 방향으로 재하시킨다. 지간이 3m미만과 교량의 상판구조에서는 S하중으로 응력을 계산한다.

표 4. LS-22하중

축 하 중																			등분포 하중
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
L-22	110	220	220	220	220	440/3	440/3	440/3	440/3	110	220	220	220	220	440/3	440/3	440/3	440/3	220/3
																			kgm

축 하 중		
	1	2
S-22	2420/9	2420/9

##### ③ [단계 3-2-3] 온도하중 및 지점이동의 영향

보통의 경우 온도의 승강은 각각 15℃로 하면 된다. 단면의 최소 치수가 0.7m이상인 경우에는 온도차를 10℃로 한다. 슬래브 상면과 하면의 온도차는 5℃로 한다. 부정정 구조물에서 지반의 압밀침하 등으로 인하여 장기간에 걸친 지점의 이동 및 회전의 영향을 고려해야 할 경우에는 최종 이동량을 추정하여 단면력을 산정하여야 한다. 단면력의 산정은 탄성계산에 따른다[KR C-08020의 3, 5항].

### 5.11.4 [단계 4] 모델링

#### (1) [단계 4-1] 판요소로 모델링

슬래브를 유한요소법을 이용하여 2차원 또는 3차원 삼각형, 사각형의 요소로 모델링



하면 불규칙적 기하형태, 이방성 거동, 비탄성 거동 등 복잡한 구조계를 지점조건 및 사각을 고려하여 정확하게 모델링할 수 있으며, 슬래브에 작용하는 모든 하중을 정확히 재하할 수 있어 정확한 단면력과 지점반력을 얻을 수 있다[KR C-10060의 4항].

## (2) [단계 4-2] 사고

경사지간( $l_s$ )과 슬래브 전체폭( $B$ )의 비( $l_s/B$ )가 0.5이하가 될 때에는 판이론에 따라 해석하는 것이 좋다. 지점부에 탄성받침을 사용하는 경우 스프링으로 모델링한다.

## (3) [단계 4-3] 하중재하

### ① [단계 4-3-1] 고정하중 재하

RC슬래브교의 슬래브 자중은 쉘요소의 자중으로 처리하고 궤도와 자갈도상하중은 등분포하중으로, 그리고 난간은 계산한 자중을 점하중으로 치환하여 재하한다.

### ② [단계 4-3-2] 활하중 재하

### ③ [단계 4-3-3] 온도하중 재하

### ④ [단계 4-3-3] 지점이동의 영향

## 5.11.5 [단계 5] 단면력 산정

### (1) [단계 5-1] 전단력 및 모멘트 산정

#### ① [단계 5-1-1] 속 빈 슬래브교

원칙적으로 이방성판으로 단면력을 계산해야 하나, [KR C-10060의 4항]에 규정된 최소치수 250 mm를 만족하는 속 빈 슬래브교의 경우 등방성판으로 보고 단면력을 계산해도 무방하다. 전단력을 검토할 경우 비지 않은 부분의 폭의 총합과 같은 복부폭을 갖는 T형보의 단면으로 보아도 좋다.[KR C-10060의 3항]

#### ② [단계 5-1-2] 속 찬 슬래브교

속빈 슬래브교를 제외한 슬래브교에서 선형 또는 선형과 근사한 모양으로 지지된 속 빈 슬래브교를 제외한 슬래브교의 경우에는 전단력에 대한 검토를 생략할 수 있다[KR C-10050의 3항].

#### ③ [단계 5-1-3] 캔틸레버판 슬래브교

캔틸레버 부분에 작용하는 하중과 강성의 영향을 고려한 해석을 한다. 또한 지점 반력 및 받침선 방향의 단면력은 받침 배치 및 경사각의 영향을 고려하여 계산한다 [KR C-10050의 4항].

## 5.11.6 [단계 6] 철근량 계산 및 단면 검토

### (1) [단계 6-1] 정.부 모멘트 구간별 단면 검토

강도설계법에 의하여 사용하중에 대한 하중계수와 하중조합을 「KR C-08020의 9항」 규정에 의거하여 정리하면 다음과 같다.

$$U=1.4D+2.0(L+I)$$

$$U=1.7D+1.7(L+I)$$

$$U=1.4D+1.4(L+I)+1.4G$$

여기서, D : 고정하중 또는 이에 따른 단면력

L : 활하중 또는 이에 따른 단면력

I : 충격 또는 이에 따른 단면력

G : 부등침하, 온도하중 또는 이에 따른 단면력

#### ① [단계 6-1-1] 단면 유효높이(d) 검토

가. [단계 6-1-1-1] 유효높이에 의한 철근량( $A_s$ ) 계산

나. [단계 6-1-1-2] 소요철근량 계산

- [단계 6-1-1-1]에서 계산된 철근량으로 소요 주철근량을 산정한다. 또, 바닥판에는 집중하중으로 작용하는 활하중을 수평방향으로 분산시키기 위해 주철근의 직각방향으로 배력철근을 배치하여야 한다. 배력철근량은 다음과 같다[KR C-10050의 6.5항]. 여기서  $L$ 은 바닥판의 지간장(m)를 의미한다.

다. 등분포하중을 받는 경우, 슬래브의 길이 1m당 일반적으로 슬래브 폭 1m당의 인장철근 단면적의 1/6 이상으로 한다.

- 부분분포하중을 받는 경우는 등분포하중의 배력철근에 부분분포하중에 대해 필요한 슬래브 폭 1m당의 인장철근 단면적의  $\alpha$ 배를 더한 것으로 한다. 이  $\alpha$ 는 다음에 따른다.

라. 슬래브 중앙부근 재하

$$\text{아래쪽 배력철근 } \alpha = \left(1 - 0.25 \frac{l}{b}\right) \left(1 - 0.8 \frac{v}{b}\right)$$

다만,  $\frac{l}{b} > 2.5$ 의 경우에는  $\frac{l}{b} = 2.5$ 일 때  $\alpha$ 값을 사용한다.

마. 슬래브 연단부근 재하

$$\text{위쪽 배력철근 } \alpha = \frac{1}{8} \left(1 - 2 \frac{v}{b}\right)$$

다만,  $v$ 는 하중폭(m) 이다.

바. 배근되는 배력철근량은 온도 및 건조수축에 대한 철근량 이상이어야 한다. 이때 바닥판 단면에 대한 온도 및 건조수축 철근량의 비는 0.2%이다. 배력철근의 간격은 슬래브 유효높이의 3배 이하로 한다.

#### ② [단계 6-1-2] 휨 검토

철근비( $\rho = A_s/bd$ ) 및 설계모멘트( $\phi M_n$ )를 계산하고 허용치와 비교·검토한다.

#### ③ [단계 6-1-3] 전단 설계 필요(스터립 여부) 검토 [KR C-10050의 3.12항]

전단력이 발생하는 지점부는 전단 검토에 의하여 전단철근 필요여부를 결정한다.

#### ④ [단계 6-1-4] 스터립 간격 및 철근량 계산



전단 철근이 필요한 경우, [KR C-10050의 3.12항]에 의거하여 전단설계를 실시한다.

#### ⑤ [단계 6-1-5] 둔각부 보강 철근량 계산

「KR C-10060의 5항」에 의거 경사슬래브교의 둔각부 슬래브 위쪽에는 부모멘트에 대하여 경사경간 방향 및 받침선 방향으로 가외철근을 배치하여야 한다. 가외철근량은 경간중앙부의 경사 단위폭당의 정철근량에 사각의 크기에 따른 계수  $K$ 를 곱하여 계산하는 것으로 한다. 이러한 경우 둔각부 슬래브의 위쪽에 배치되는 철근은 가외철근의 일부로 보아도 좋다.

#### 5.11.7 [단계 7] 지점부 횡방향 검토

##### (1) [단계 6-1] 단면력 산정

지점부의 교축 직각방향 단면력을 산정한다.

##### (2) [단계 4-2] 단면 검토

지점부를 보로 간주하여 본 편람 [단계 6]을 참조해서 철근량 계산 및 단면 검토를 한다.

#### 5.11.8 [단계 8] 사용성검토

강도설계법에 의해 설계된 휨부재는 그 강도이외에 사용성이 반드시 충족되어야 한다. 따라서 휨부재는 사용하중 작용시 처짐이 KR C-09050에 따라 조절되어야 할 뿐 아니라 하중의 반복작용에 따른 철근의 피로응력한계, 또 휨균열을 조절하기 위한 철근의 배근 조건도 충족되어야 한다.

##### (1) [단계 7-1] 처짐제한 검토

처짐계산에 의해 좀 더 작은 두께를 사용할 수 있는 경우를 제외하고는 상부 구조물의 최소 두께는 <표 3>에 나타난 값을 따라도 좋다. 변단면 부재가 사용되는 경우, <표 3>에 나타난 최소두께 값은 정의 모멘트와 부의 모멘트, 단면의 상대적 강성의 변화를 감안하여 조정될 수 있다. <표 3>은 권장 값이므로 필요하다면 처짐계산에 의해 확인하는 것이 바람직하다.

##### (2) [단계 7-2] 균열 검토

[콘·설 4.2], [KR C-08040]에 따라 설계한다.

##### (3) [단계 7-3] 피로 검토

콘크리트 슬래브의 피로검토는 활하중에 의한 콘크리트 슬래브 모멘트 변화가 큰 곳에서(주로 지간의 중앙점이 검토 대상이 됨) 최대 모멘트와 최소 모멘트에 의한 응력을 어느 한계 이내에 들도록 하여 검토하며 [AASHTO 8.16.8.3, KR C-08030],



주로 콘크리트 슬래브, 콘크리트 박스교 등의 주철근이 차량 진행방향에 평행한 슬래브에 대해 검토한다. 이것은 차량 진행방향으로의 모멘트 변화가 크기 때문이며 차량 진행방향의 직각 방향은 응력 차이가 크지 않아서 검토할 필요성이 적다. 사용 하중하에서 활하중과 충격에 의해 야기되는 직선철근의 최대 인장응력과 최소응력 사이의 범위는 다음 식 의 값을 초과할 수 없다.

$$f_f = 1,630 - 0.33f_{\min}$$

여기서,  $f_f$  : 응력범위(Mpa)

$f_{\min}$  : 최소응력 수준으로 인장은 정(+), 압축은 부(-)의 값(Mpa)

높은 응력범위의 구역에서는 주철근을 구부리는 일은 피해야 한다. 근사방법에 따라 설계되는 주철근의 방향이 차량 진행방향에 직각인 콘크리트 바닥판에 대해서는 피로응력 한계를 고려할 필요가 없다.





## RECORD HISTORY

Rev.0('12.12.5) 철도설계기준 철도설계지침, 철도설계편람으로 나누어져 있는 기준 체계를 국제적인 방법인 항목별(코드별)체계로 개정하여 사용자가 손쉽게 이용하는 데 목적을 둔.

