

제 8 장 바닥판과 바닥틀

8.1 철근콘크리트 바닥판

8.1.1 설계일반

- (1) 이 절은 콘크리트 및 강재 거더로 지지되고, 지간과 한 변의 길이비(변장비)가 1:2를 넘는 철근콘크리트 바닥판, 프리스트레스트 콘크리트 바닥판 및 프리캐스트 콘크리트 바닥판의 설계에 적용한다.
- (2) 지간과 한 변의 길이비(변장비)가 1:2보다 작아 정사각형에 가까운 경우에는 설계휨모멘트를 계산할 때 변장비의 영향을 고려해야 한다.
- (3) 철근콘크리트 바닥판에 사용하는 콘크리트의 설계기준강도는 24MPa 이상으로 한다.
- (4) 이 절의 규정에 따라 바닥판을 설계하는 경우에는 바닥판의 전단력에 대한 검토를 생략할 수 있다.

8.1.2 바닥판의 최소두께

(1) 철근 콘크리트 바닥판

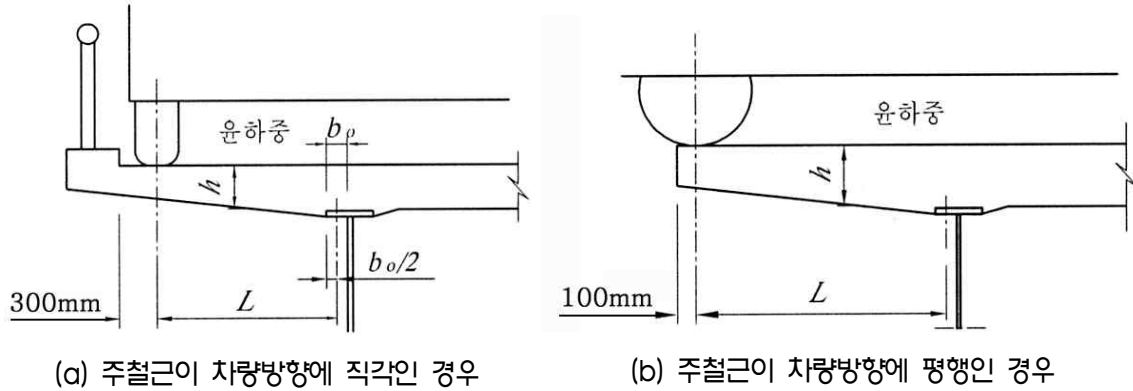
- ① 차도부분 바닥판의 최소두께는 220mm 또는 [표 8.1.1]에 있는 값 중에서 큰 값으로 한다.
- ② [표 8.1.1]에서 캔틸레버 바닥판의 최소 두께는 지지점에서의 두께를 말한다.
- ③ 이 때 지지점은 유효지간 산정시 기준이 되는 위치를 말한다.

[표 8.1.1] 차도부분의 바닥판의 최소 두께 (mm)

판 의 구 분		바닥판 지간의 방향	
		차량 진행방향에 직각	차량 진행방향에 평행
단	순 판	40L + 130	65L + 150
연	속 판	30L + 130	50L + 150
캔틸레버판	$0 < L \leq 0.25$	280L + 180	240L + 150
	$L > 0.25$	80L + 230	

여기서, L: 바닥판의 지간 (m)

- ④ 한편 캔틸레버판의 최소두께는 <그림 8.1.1>에 표시한 것과 같이 재는 것으로 한다.



<그림 8.1.1> 캔틸레버판의 최소 전두께

여기서, L : 트럭하중에 대한 캔틸레버판의 지간 (m)

h : 캔틸레버판의 최소두께

- ⑤ 바닥판의 지간이 길어져 ①의 규정을 따라 산정된 바닥판의 최소두께가 지나치게 두꺼워지는 경우 다음과 같이 균열과 처짐에 대한 사용성이 만족되도록 바닥판의 두께를 산정할 수 있다.

가. 바닥판의 설계휨모멘트 산정 시 활하중 휨모멘트의 크기는 차량바퀴의 접지면적을 고려한 정밀해석방법을 이용해 산정하는 것을 원칙으로 한다.

나. 충격을 포함한 사용활하중에 의한 처짐은 '도로교 설계기준 콘크리트교편 4.4.9.5'의 허용치 이하가 되어야 한다.

다. 처짐 계산 시 바닥판의 현치를 포함한 단면형상을 고려해 산정한다.

라. 캔틸레버 바닥판의 경우에도 바닥판과 일체로 거동하는 방호벽 또는 단부보강부 등을 고려한다.

마. 바닥판의 캔틸레버 끝단은 방호벽 또는 단부보강부 등과 연속시키는 것을 원칙으로 한다.

- ⑥ 보도부 바닥판의 최소 전두께는 140mm를 표준으로 한다.

- ⑦ 박스거더의 바닥판은 '제7장 철근콘크리트교의 박스거더교 7.5.6'을 따르도록 한다.

(2) 프리스트레스트 콘크리트 바닥판

- ① 차도부분 바닥판의 최소두께는 다음의 규정에 따른다.

가. 차도부분 바닥판의 최소두께는 어느 부분에서도 200mm보다 작아서는 안 된다.

나. 캔틸레버 바닥판의 끝부분의 두께는 가.항의 규정을 따르는 것 외에 [표 8.1.1]에 규정되어 있는 캔틸레버판의 최소두께의 50% 이상으로 하여야 한다.

다. 바닥판의 한 방향으로만 프리스트레스를 도입하는 경우, 차도부분 바닥판의 최소두께는 가.항 및 나.항의 규정에 따르는 것 외에 [표 8.1.2]의 값으로 한다.

라. 단, 캔틸레버판의 최소두께는 지지점에서의 두께를 말한다.

[표 8.1.2] 바닥판의 한 방향으로만 프리스트레스를 도입한 경우

바닥판 지간의 방향 프리스트레스를 도입하는 방향	차량진행에 직각인 방향	차량진행에 평행인 방향
바닥판 지간 방향에 평행	[표 8.1.1]에서 바닥판 지간의 방향이 차량진행 방향에 직각인 때의 90%	[표 8.1.1]에서 바닥판 지간의 방향이 차량진행 방향에 평행인 때의 65%
바닥판 지간 방향에 직각	[표 8.1.1]에서 바닥판 지간의 방향이 차량진행 방향에 직각인 때의 값	[표 8.1.1]에서 바닥판 지간의 방향이 차량진행 방향에 평행인 때의 값

차도부분 바닥판의 최소두께(mm)

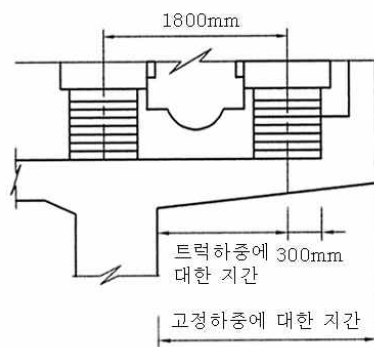
- ② 보도부분 바닥판의 최소두께는 140mm로 한다.
- ③ 바닥판의 지간이 길어져 ①의 규정을 따를 경우 바닥판의 최소두께가 지나치게 두꺼워지는 경우에는 다음과 같이 처짐에 대한 사용성이 만족되도록 바닥판의 두께를 결정할 수 있다.
 - 가. 바닥판의 설계휨모멘트 산정시 활하중 휨모멘트의 크기는 차량바퀴의 접지면적을 고려한 정밀해석방법을 이용해 산정하는 것을 원칙으로 한다.
 - 나. 충격을 포함한 사용활하중에 의한 처짐은 ‘도로교 설계기준 콘크리트교편 4.4.9.5’의 규정을 만족해야 한다.
 - 다. 처짐은 바닥판의 현치를 포함한 단면형상을 고려해 산정한다.
 - 라. 캔틸레버 바닥판의 경우에도 바닥판과 일체로 거동하는 방호벽 또는 단부보강부 등을 고려하여 계산한다.
 - 마. 처짐 검토시 전단면이 고려된 단면2차모멘트 I_g 를 이용하여 검토한다.
 - 바. 바닥판의 캔틸레버 끝단은 방호벽 또는 단부보강부 등과 연속시켜 강성을 높이는 것을 원칙으로 한다.
- ④ 박스거더의 바닥판은 제6장 프리스트레스트 콘크리트교의 박스거더교 6.10.5'을 따르도록 한다.

8.1.3 바닥판의 지간

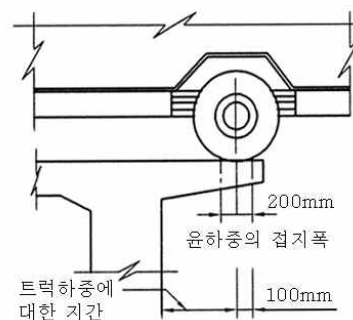
- (1) 단순지지의 경우 바닥판의 지간은 지지보의 중심 간격으로 설정한다. 이 때 지간은 바닥판의 순지간에 바닥판의 두께를 더한 길이를 초과할 필요는 없다.
- (2) 세 개 이상의 지지보 위에 연속인 바닥판의 경우 하중분배와 휨모멘트의 계산에 사용되는 유효지간의 길이는 아래와 같이 산정한다.
 - ① 현치가 없이 보 또는 벽체와 일체이며 두께가 일정한 바닥판의 경우, 바닥판의 지간은 순지간으로 산정한다.
 - ② ①의 경우에서 현치가 있는 경우, 현치를 고려한 두께가 바닥판의 두께의 1.5배가 되는 위치로부터 유효지간을 산정한다.
 - ③ 프리스트레스트 콘크리트 보의 두꺼운 상부플랜지 위에 지지되고 바닥판 두께에 대한 상부

플랜지 폭 비가 4보다 작은 경우, 바닥판의 유효지간은 인접한 상부 플랜지 끝단 사이의 순지간으로 산정한다.

- ④ 프리스트레스트 콘크리트 보의 얇은 상부플랜지 위에 지지되고 바닥판의 두께에 대한 상부 플랜지 폭비가 4 이상인 경우, 바닥판의 유효지간은 인접한 상부 플랜지 돌출폭 중앙점 사이의 거리로 산정한다.
 - ⑤ 강교의 경우는 인접한 상부 플랜지 돌출폭 중앙점 사이의 거리로 산정한다.
- (3) 캔틸레버 바닥판의 경우, 하중분배와 휨모멘트의 계산에 사용되는 유효지간은 아래와 같이 산정할 수 있다.
- ① 보 또는 벽체와 일체이며 바닥판의 두께가 일정한 바닥판의 경우, 바닥판의 지간은 보 또는 벽체의 외측단에서 캔틸레버 끝단까지의 거리로 산정한다.
 - ② ①의 경우에서 헌치가 있는 경우, 바닥판과 헌치를 함께 고려한 두께가 바닥판의 두께의 1.5배가 되는 위치로부터 캔틸레버 끝단까지의 거리를 유효지간으로 산정한다.
 - ③ 프리스트레스트 콘크리트 보의 두꺼운 상부플랜지 위에 지지되고 바닥판 두께에 대한 상부 플랜지 폭 비가 4보다 작은 경우, 유효지간은 상부 플랜지 끝단에서 캔틸레버 끝단까지의 순지간으로 산정한다.
 - ④ 프리스트레스트 콘크리트 보의 얇은 상부플랜지 위에 지지되고 바닥판 두께에 대한 상부 플랜지 폭 비가 4 이상인 경우, 유효지간은 상부플랜지 돌출폭 중앙점에서 캔틸레버 끝단까지의 거리로 산정한다.
 - ⑤ 차량진행방향에 직각으로 캔틸레버판이 있을 때에 트럭하중의 교축방향에 대한 외측 차륜 중심의 재하위치는 차도 끝에서 300mm 떨어진 곳으로 한다.
 - ⑥ 차량진행방향과 평행으로 캔틸레버판이 있을 때의 트럭하중에 대한 지간은 윤하중의 접지폭을 고려하여 캔틸레버 끝단에서 100mm 떨어진 곳으로 한다.
 - ⑦ 강교의 경우 지점이 되는 거더의 상부플랜지 돌출폭의 중앙점으로부터 각각 <그림 8.1.3>에 표시한 것과 같이 재는 것으로 한다.

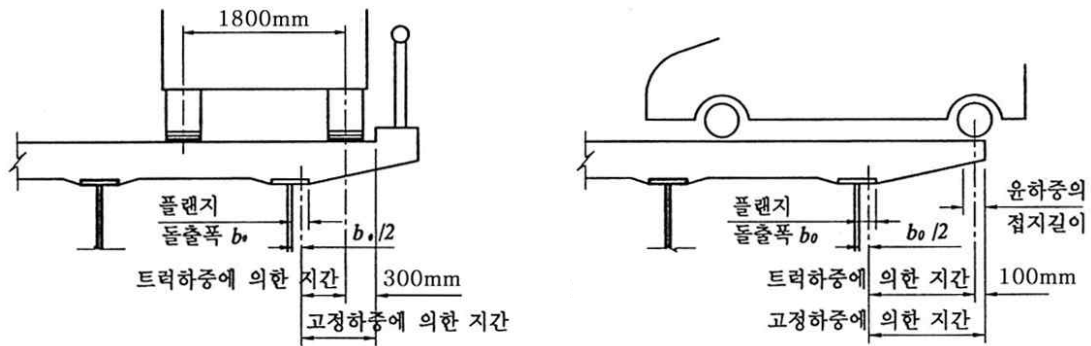


(a) 주철근이 차량진행 방향에 직각인 경우



(b) 주철근이 차량진행 방향에 평행인 경우

<그림 8.1.2> 콘크리트교 캔틸레버판의 지간



(a) 주철근이 차량진행 방향에 직각인 경우

(b) 주철근이 차량진행 방향에 평행인 경우

<그림 8.1.3> 강교 캔틸레버판의 지간

(4) 사교의 지간은 주철근 방향으로 재는 것으로 한다.

8.1.4 바닥판의 설계 휨모멘트

(1) 단순판 및 연속판

- ① 바닥판의 단위폭(1m)에 대한 활하중 휨모멘트의 크기는 주철근의 방향과 차량의 진행방향에 따라 두 가지의 방법으로 간략식을 이용하여 산정할 수 있다.
- ② 단 차량바퀴의 접지면적을 고려한 정밀해석방법으로 산정한 경우는 예외로 한다.
- ③ 주철근이 차량진행방향에 직각인 경우 및 차량진행방향에 평행인 경우에 대한 상세공식은 ‘도로교 설계기준 3.6.1.4 및 4.7.5.1’의 규정에 따른다.

(2) 캔틸레버 바닥판

- ① 캔틸레버 바닥판에 작용하는 윤하중의 분포를 고려해서 바닥판에 작용하는 휨모멘트의 크기는 주철근의 방향과 차량의 진행방향에 따라 두 가지의 방법으로 간략식을 이용하여 산정할 수 있다.
- ② 단 차량바퀴의 접지면적을 고려한 정밀해석방법으로 산정한 경우는 예외로 한다.
- ③ 주철근이 차량진행방향에 직각인 경우 및 차량진행방향에 평행인 경우에 대한 상세공식은 ‘도로교 설계기준 3.6.1.4 및 4.7.5.2’의 규정에 따른다.

(3) 사변이 지지된 바닥판

- ① 사변이 지지되어 양방향으로 철근을 보강하는 교량바닥판의 경우, 짧은 지간 방향으로 전달되는 하중비율은 다음과 같은 식으로 표현된다.

가. 등분포하중의 경우, $p = b^4 / (a^4 + b^4)$

나. 중앙에 집중하중이 작용하는 경우, $p = b^3 / (a^3 + b^3)$ <식 8.1.1>

여기서, p = 짧은 지간 방향으로 전달되는 하중의 비율

a = 짧은 지간의 길이

b = 긴 지간의 길이

- ② 바닥판의 길이가 바닥판의 폭에 1.5배 이상일 경우, 전체 하중을 횡방향 철근이 받는다고 산정할 수도 있다.

- ③ 어느 한 방향에 대해 구한 하중 분포폭을 다른 방향의 하중분포폭으로도 사용할 수 있다.
- ④ 해석을 통해 얻어진 휨모멘트는 설계시 바닥판 지간의 중앙부 1/2 구간에 적용한다.
- ⑤ 나머지 구간에 대해서는 중앙부에 소요되는 철근량의 50% 이상을 배근하면 된다.
- ⑥ 지지보의 설계시 지지보에 전달되는 하중의 크기가 지지보를 따라서 일정하지 않다는 사실을 고려할 수 있다.

(4) 등분포 고정하중에 의한 휨모멘트

- ① 등분포 고정하중에 의한 바닥판의 단위폭(1m)당의 설계휨모멘트는 [표 8.1.3]에 의해 계산한다.

[표 8.1.3] 등분포 고정하중에 의한 바닥판의 단위폭(1m)당 설계휨모멘트(kN · m/m)

판의 구분	휨모멘트의 종류	바닥판 지간방향의 휨모멘트
단순판	지간 휨모멘트	$+ w l_d^2 / 8$
캔틸레버판	지점 휨모멘트	$- w l_d^2 / 2$
연속판	지간 휨모멘트	$+ w l_d^2 / 10$
	지점 휨모멘트	$- w l_d^2 / 10$

여기서, w : 등분포 고정하중(kN/m²)

l_d : 고정하중에 대한 바닥판의 지간(m)

(5) 종방향 단부보

- ① 주철근의 방향이 차량진행방향에 평행할 때에는 종방향으로 단부보가 있어야 한다.
- ② 단부보는 바닥판과 함께 거동하는 다양한 형식이 사용될 수 있다.
- ③ ②의 경우 바닥판의 두께나 철근 배근량을 늘리거나 또는 바닥판과 방호벽이 일체로 함께 거동하는 형식 등으로 구성될 수 있다.
- ④ 단부보의 설계에 사용되는 활하중 휨모멘트의 크기는 다음과 같다.

단순판: $0.10PL$ (kN · m/m)

연속판: $0.08PL$ (kN · m/m)

<식 8.1.2>

여기서, P : 윤하중

L : 종방향 단부보의 지간(m)

- ⑤ 연속지간의 경우, 좀 더 정확한 해석을 통하여 활하중에 의한 휨모멘트의 크기를 줄일 수 있다.

(6) 진입부 바닥판

- ① 이 장에 나타낸 설계식들은 지지되지 않은 단부 바닥판의 효과를 포함하고 있지 않다.
- ② 따라서 교량의 진입부 또는 경간 내부의 바닥판의 연속성이 단절되는 곳의 바닥판은 격벽이나 다른 적절한 방법으로 지지시키는 것이 좋다.
- ③ 이 때 격벽은 트럭 윤하중에 의해 발생하는 휨모멘트와 전단력을 지지할 수 있을 정도로 설계되어야 한다.

(7) 배력철근

- ① 집중하중으로 작용하는 활하중을 수평방향으로 분산시키기 위해 정모멘트가 발생하는 바닥판 하부에는 주철근의 직각방향으로 배력철근을 배치해야 한다.
- ② 배력철근은 정모멘트에 의해 요구되는 주철근량에 대해 다음과 같은 백분율을 적용한 철근량으로 한다.
- ③ 주철근이 차량진행방향에 직각인 경우

$$\text{백분율} = \frac{120}{\sqrt{L}} \text{과 } 67\% \text{ 중 작은 값 이상} \quad <\text{식 8.1.3}>$$

여기서, L = 바닥판의 지간(m)

- ④ 주철근이 차량진행방향에 평행할 때

$$\text{백분율} = \frac{55}{\sqrt{L}} \text{과 } 50\% \text{ 중 작은 값 이상} \quad <\text{식 8.1.4}>$$

- ⑤ 주철근이 차량진행방향에 직각인 경우, 캔틸레버부를 제외한 구간에서는 위에서 산정된 배력철근을 바닥판 지간 중앙부의 1/2 구간에 배근하며, 나머지 구간에는 산정된 배력철근량의 50% 이상 배근하도록 한다.
- ⑥ 배근되는 배력철근량은 온도 및 건조수축에 대한 철근량 이상이어야 한다. 이 때 바닥판 단면에 대한 온도 및 건조수축 철근의 비는 0.2%이다.

(8) 프리스트레스에 의한 부정정 휨모멘트

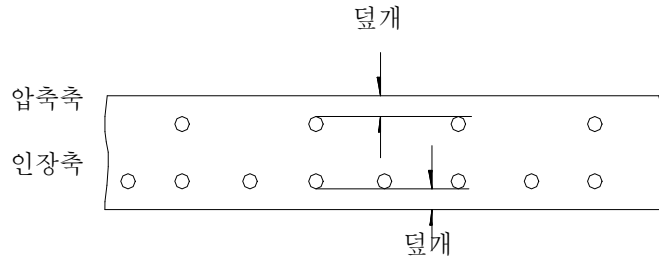
- ① 연속바닥판에 프리스트레스를 도입하는 경우에는 프리스트레싱에 의해 생기는 부정정 휨모멘트를 고려해야 한다.
- ② 부정정 휨모멘트가 작게 일어나도록 PS강재를 배치하는 경우에는 이 부정정 휨모멘트를 무시할 수 있다.

(9) 바닥판의 용력 검사

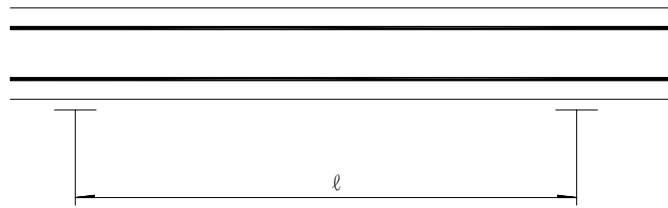
- ① 바닥판의 용력은 '도로교 설계기준 4.7.5.1'에서 '도로교 설계기준 4.7.5.8'까지의 규정에 따라 계산된 설계휨모멘트를 이용하여 산정한다.
- ② 설계휨모멘트의 방향과 강재의 배치 방향이 다른 경우에는 그 영향을 고려하여야 한다.
- ③ 설계휨모멘트의 방향과 강재의 배치방향이 다를 때에는 설계휨모멘트 방향에 대한 강재의 유효단면적을 사용하거나 또는 프리스트레스 힘의 분력을 이용하여 설계를 수행하여야 한다.

8.1.5 철근의 배근

- (1) 철근은 이형 철근을 쓰며 13mm, 16mm, 19mm 및 22mm를 표준으로 한다.
- (2) 인장 주철근의 중심간격은 100mm이상, 바닥판 두께 이하로 하고, 배력철근의 최대 중심간격은 300mm 이하로 한다.
- (3) 바닥판 주철근은 주형의 직각방향으로 배치하는 것을 원칙으로 하나 사교 및 곡선교에서는 역학적 형상 외에 시공의 난이 등을 고려하여 주철근의 방향을 결정한다.
- (4) 1방향 연속판의 주철근은 압축측에도 인장측의 1/2 이상을 배치하는 것을 원칙으로 한다.

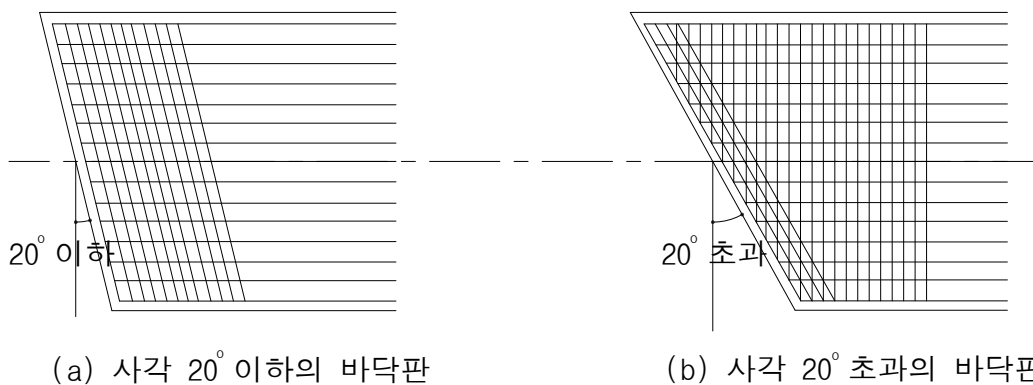


<그림 8.1.4> 바닥판의 배근예



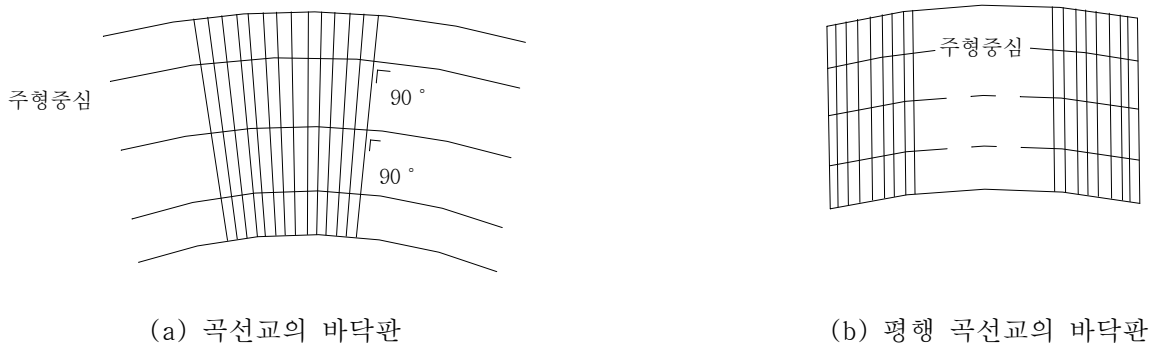
<그림 8.1.5> 연속판의 주철근 배근

- (5) 모든 철근은 직선으로 배근하며 겹침이음만 사용할 수 있다.
- (6) 사각 20° 정도까지는 <그림 8.1.6>(a)와 같이 주철근을 배치해도 좋으나 이 경우 응력계산은 사각방향의 지간에 대하여 계산할 필요가 있다.
- (7) 그러나 교량폭에 비하여 지간이 대단히 큰 경우에는 주형에 직각으로 배치하는 것이 좋다.
- (8) 사각이 20° 초과인 거더교량의 사보강 철근은 단부 끝단에서 바닥판의 유효지간까지 경험적 설계법과 강도설계법으로 구한 큰 철근량의 2배를 <그림 8.1.6>(b)와 같이 배치한다.¹⁾
- (9) 곡선교에서는 <그림 8.1.7>(a)와 같이 주형 직각방향으로 배치하는 것을 원칙으로 하나 짧은 지간의 교량에서 교량의 바닥판 단부가 평행인 경우 <그림 8.1.7>(b)와 같이 바닥판 단부에 평행하게 배치하는 것이 좋다.



<그림 8.1.6>

1) 거더교 사보강 철근설치방안, 설계처-3585, 2007. 12.14



<그림 8.1.7>

8.1.6 PS강재의 배치

- (1) 프리스트레스트 콘크리트 바닥판의 PS강재는 바닥판에 프리스트레스가 균일하게 도입될 수 있도록 배치하여야 한다.
- (2) PS강재의 배치간격은 정착장치의 크기, 프리스트레스 힘의 분포폭 등을 고려하여 결정하여야 한다.
- (3) 사교 단부의 받침부 부근에서 바닥판 지간방향의 PS강재는 받침선 방향으로 배치하는 것으로 한다.

8.1.7 콘크리트의 설계기준강도

강재 주거더와의 합성작용을 생각하지 않는 콘크리트의 설계기준강도 f_{ck} 는 24 MPa 이상으로 한다.

8.1.8 콘크리트의 허용응력

강재 주거더와의 합성작용을 생각하지 않는 바닥판의 현장타설 된 콘크리트의 허용 휨압축력은 $0.40f_{ck}$ 로 한다. 그러나 이 값은 11 MPa를 넘어서는 안 된다.

8.1.9 바닥판의 현치

- (1) 바닥판에는 지지보 위에 현치를 설치하는 것이 좋다.
- (2) 바닥판의 현치의 경사는 1:3 보다 완만한 것이 좋다.
- (3) 높이가 80mm 이상의 현치에는 현치 아래면을 따라 주거더의 직각방향으로 가외 철근을 배치하는 것이 좋다. 이 경우 가외철근은 D13 이상으로 한다.

8.1.10 주거더 단부의 바닥판

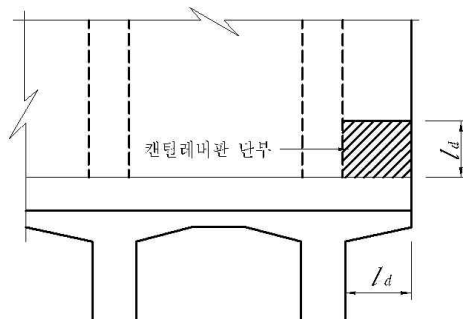
(1) 강교 바닥판

- ① 주거더 단부의 차도부분 바닥판은 단부 바닥판 거더(가로보) 및 단부 브라킷 등으로 지지시키는 것이 좋다.
- ② 이 경우 단부 바닥판 거더 및 단부 브라킷 등은 단독으로 차륜하중에 저항하여야 한다.
- ③ 단면중가 범위의 바닥판 배근간격은 변하지 않는 것으로 한다.

- ④ 주형 단부의 캔틸레버부 바닥판을 단부 브라킷 등으로 지지하지 않는 경우는 주형 단부 이외의 캔틸레버부 바닥판의 필요 주철근량의 2배의 주철근을 배치하여야 한다.
 - ⑤ 또 이 부분에는 주형 단부 이외의 캔틸레버부 바닥판의 상부의 배력철근량의 2배의 배력철근을 상부에 배치한다.
- (2) PSC교, RC교의 RC 바닥판
- ① (1)의 강교 바닥판에 준하여 설계한다. 단 주형 사이의 바닥판 단면증가는 고려하지 않아도 좋다.
- (3) PSC교의 PSC 바닥판
- ① 휨모멘트는(활하중 모멘트) $\times 2 +$ (고정하중 휨모멘트)로서 설계한다.
 - ② 단, 주형 사이의 바닥판 단면증가는 고려하지 않아도 좋다.
- (4) 주거더 단부의 차도부분의 바닥판은 단가로보 및 단브레킷 등으로 지지시키는 것이 좋다. 이 경우 단가로보 단독으로 윤하중에 저항하여야 한다.
- (5) 주거더 단부의 중간지간의 바닥판을 단가로보 등으로 지지하지 않는 경우, 주거더 단부로부터 바닥판 지간의 1/2 사이에 있는 바닥판에 대해서는 주거더 단부 이외의 중간지간에 있는 바닥판에서 필요한 주철근량의 2배를 주철근으로 배치하여야 한다.
- (6) 주거더 단부의 캔틸레버부 바닥판을 단브레킷 등으로 지지하지 않는 경우, 주거더 단부 이외의 캔틸레버부 바닥판에서 필요한 주철근량의 2배를 주철근으로 배치하여야 한다. 그러나 이 부분에는 주거더 단부 이외의 캔틸레버부 바닥판의 상측에 배력철근량의 2배의 배력철근을 배치하여야 한다.
- (7) 주거더 단부의 차도부분 바닥판은 바닥판 두께를 현치높이만큼 증가시켜야 한다.

8.1.11 캔틸레버 바닥판의 단부

- (1) 단부 가로보 등으로 지지되지 않은 캔틸레버 바닥판 단부에 작용하는 설계 휨모멘트는 $(M_d + 2M_l)$ 로 한다.
- (2) M_d 및 M_l 은 고정하중과 충격울 포함한 캔틸레버 바닥판의 트럭 하중에 의한 설계휨모멘트이다.
- (3) 단, 철근콘크리트 바닥판의 경우 일반적으로 거더의 단부외의 캔틸레버 바닥판에서 필요한 철근량의 2배를 배치하는 것이 좋다.

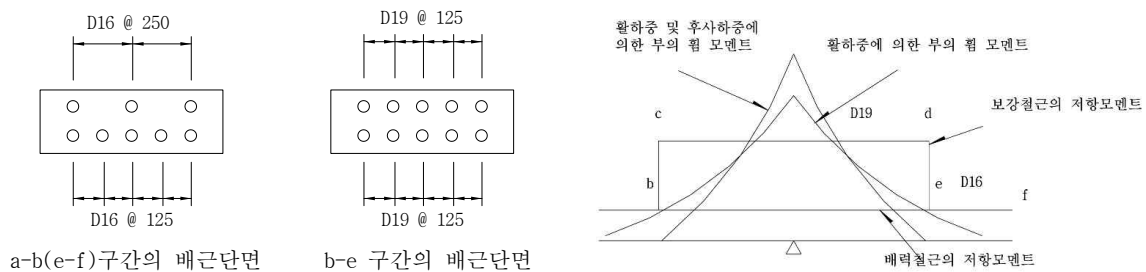


<그림 8.1.8> 캔틸레버 바닥판의 단부

여기서, l_d : 캔틸레버의 고정하중에 대한 지간

8.1.12 연속거더의 바닥판 배근

- (1) 연속거더의 중간지점 부근의 바닥판에는 교축방향의 인장력에 대응하는 철근을 배치한다.
- (2) 이 철근은 활하중 및 콘크리트 타설 후의 고정하중 또는 활하중만에 의해서 생기는 부의 휨모멘트중 가장 큰 값을 나타내는 쪽에 근거해 배근한다.
- (3) 실제의 배근량은 상기 계산에 의한 필요 철근량에서 바닥판의 배력철근량을 차감한 철근량으로 한다.
- (4) 인장력을 받는 바닥판에서 콘크리트단면을 유효로 설계하는 경우 바닥판에 작용하는 전인장력을 철근이 받도록 하여야 한다.
- (5) 인장력을 받는 바닥판에서 콘크리트단면을 무시하는 경우 바닥판 콘크리트 단면적의 2%이상의 교축방향철근을 배근하여야 한다. 이 경우 주장률은 $0.0045\text{mm}/\text{mm}^2$ 이상으로 하면 좋다.
- (6) 일반적인 판형교에서는 보강철근 간격을 125mm 로 해도 좋다. (<그림 8.1.9> 참조)



<그림 8.1.9>

8.1.13 경험적 설계법

(1) 적용범위

- ① 경험적 설계법은 이 절 이외의 어떤 항에도 적용할 수 없다.
- ② 이 설계법은 3개 이상의 강재 주거더 또는 콘크리트 지지보와 합성으로 거동하고, 바닥판의 지간 방향이 차량진행방향에 직각인 경우의 철근콘크리트 바닥판에만 적용할 수 있다.
- ③ ②의 경우 이외에 '(3) 설계조건'에 규정된 조건을 만족시키는 경우에 한하여 경험적 설계법을 적용할 수 있다.
- ④ 이 절의 조항들은 캔틸레버 바닥판에 적용할 수 없다.
- ⑤ 연속구조물의 내부지점부, 사교, 단부뺨기부는 경험적 설계법을 적용할 수 없다.

(2) 유효지간

경험적설계법을 사용하여 바닥판을 설계할 때, 바닥판의 유효지간은 8.1.3의 규정을 따른다.

(3) 설계 조건

- ① 바닥판의 설계두께는 바닥판의 흙집, 마모면 그리고 보호덮개를 제외한 수치로 하며 다음의 조건들을 만족시킬 경우에만 경험적 설계법을 적용할 수 있다.
가. 지지부재들이 강재 주거더 또는 콘크리트로 된 경우.

나. 콘크리트가 현장 타설되고 습윤 양생되어야 함.

다. 나.항 이외에도 실험결과 아치작용의 효과가 검증된 프리캐스트 패널.²⁾

라. 주거더 플랜지부의 현치와 같이 국부적으로 두껍게한 곳을 제외한 상태에서 전체적으로 바닥판의 두께가 일정해야 함.

마. 바닥판의 두께에 대한 유효지간의 비가 6이상 15 이하인 경우.

바. 바닥판의 상부와 하부에 배근된 철근의 외측면 사이의 두께가 150mm 이상인 경우.

사. 유효지간이 표준차로폭 3.6m 이하인 경우.

아. 바닥판의 흠집, 마모면, 그리고 보호덮개층을 제외한 바닥판의 최소두께가 240mm 이상인 경우.

자. 캔틸레버부의 길이가 내측바닥판 두께의 5배 이상이거나, 캔틸레버부의 길이가 내측바닥판 두께에 3배 이상이고 구조적으로 연속적인 콘크리트 방호책과 합성이 된 경우.

차. 콘크리트의 28일 압축강도는 27MPa 이상인 경우.

카. 철근콘크리트 바닥판은 바닥판을 지지하는 구조부재들과 완전합성거동을 하여야 함.

② 강합성구조로된 연속거더의 부모멘트부에는 전단연결재를 600 mm이하의 간격으로 설치하여야 한다.

③ 콘크리트 거더교인 경우, 위 조항을 만족시키기 위하여 바닥판과 콘크리트 주거더를 합성시키는 전단연결재가 충분히 배치되어야 한다.

(4) 철근 배근량

① 현장타설 되는 콘크리트 바닥판에는 4개층의 철근을 배근한다.

② 철근은 콘크리트 피복 두께 요구조건에 의해 허용되는 한도에서 바깥 표면에 가까이 배근하며, 유효지간 방향으로 배근되는 철근을 가장 바깥쪽 층에 배근한다.

③ 배근해야 되는 4개층의 최소철근량은 아래와 같다.

지간방향: 하부 철근량 = 콘크리트 바닥판 단면의 0.4% 이상

상부 철근량 = 콘크리트 바닥판 단면의 0.3% 이상

지간방향에 직각방향: 하부 철근량 = 콘크리트 바닥판 단면의 0.3% 이상

상부 철근량 = 콘크리트 바닥판 단면의 0.3% 이상

(5) 철근의 종류 및 배치

① 배근되는 철근은 SD40 이거나 그 이상의 인장강도를 확보하여야 한다.

② 모든 철근은 직선으로 배근하며 겹침이음만 사용할 수 있다.

③ 철근의 중심 간격은 100mm 이상 또 300mm 이하로 한다. 다만, 바닥판 지간 방향의 하부 인장 주철근의 중심 간격은 바닥판의 두께를 넘어서는 안 된다.

④ 사교의 경사각이 20° 를 넘는 경우, 단부 바닥판의 철근은 단부 끝단에서 바닥판의 유효지간에 해당하는 위치까지 (4)에 정의한 철근량의 2배를 배근한다.

8.1.14 프리캐스트 바닥판

(1) 일반 사항

2) 교량 바닥판 프리캐스트 패널공법의 경험적 설계법 적용방안 검토(안), 설계처-2963, 2006. 11.16

- ① 이 절은 철근이 배근된 프리캐스트 콘크리트 바닥판에 대해 적용할 수 있으며 이 장의 규정 이외에 8.1에 있는 규정을 따르는 것으로 한다.
 - ② (2)와 (3)의 경우, 마모, 흠집, 보호덮개층을 제외한 프리스트레싱되지 않는 프리캐스트 바닥판의 최소두께는 220mm 이상이어야 하며, 횡방향 또는 종방향으로 프리스트레싱되는 프리캐스트 바닥판의 경우, 바닥판의 최소두께는 200mm 이상이어야 한다.
 - ③ (4)에 규정된 현장타설 되는 콘크리트와 합성되는 프리캐스트 콘크리트 패널의 두께는 합성된 최종 바닥판 두께의 55%를 초과할 수 없으며, 90mm 보다 커야 한다.
 - ④ 이 절에 규정되어 있지 않은 다른 형태의 프리캐스트 바닥판을 사용하는 경우에는 정밀한 해석이나 또는 실험 등에 의해 사용성과 안전성을 확인하여야 한다.
- (2) 횡방향으로 연결된 프리캐스트 바닥판
- ① 프리캐스트 바닥판의 횡방향 연결부는 전단키 또는 철근(겹침이음 또는 루프철근) 등에 의해 연결될 수 있다.
 - ② 전단키만을 이용하여 연결되는 바닥판의 경우 휨모멘트에 대해 불연속이라고 가정하여 해석한다.
 - ③ 이 때 전단키의 형상과 횡방향 연결부에 그라우팅되는 무수축 모르타르는 연결에 적합한 구조로 설계되어야 한다.
 - ④ 겹침이음 철근 또는 루프철근 등에 의해 연결되는 경우에는 휨모멘트에 대해 연속으로 가정하여 해석한다.
- (3) 교축방향으로 포스트텐션된 프리캐스트 바닥판
- ① 프리캐스트 부재들은 거더 위에 설치될 때, 교축방향 포스트텐션에 의하여 서로 연결된다.
 - ② 프리캐스트 바닥판의 횡방향 연결부에 도입되는 종방향 긴장력의 크기는 손실을 고려한 후의 유효긴장력만으로도 횡방향 연결부에 발생할 수 있는 균열을 억제할 수 있어야 한다.
 - ③ 프리캐스트 부재 사이의 횡방향 연결부와 쉬스관의 공간들은 24시간에 최소 압축강도가 35 MPa를 가지는 무수축 모르타르를 이용하여 채우며, 쉬스관의 공간을 채우지 않는 경우에는 긴장재의 부식을 억제할 수 있는 방안을 마련해야 한다.
 - ④ 전단 연결부의 공간은 전단 연결재 주위의 바닥판에 설치되어야 하고, 긴장력 도입 후에 무수축 모르타르를 이용하여 채워야 한다.
- (4) 프리캐스트 콘크리트 패널
- ① 주거더 사이의 지간 사이에 영구 거푸집의 역할을 하는 프리캐스트 프리스트레스트 콘크리트 패널은 추가 고정하중과 활하중을 지지하기 위해 현장타설 되는 부분과 합성으로 설계되어야 한다.
 - ② 프리캐스트 패널은 자중, 시공하중 그리고 현장타설 콘크리트의 무게를 지지하는 것으로 가정하여 해석한다.
 - ③ ②의 경우 현장타설 콘크리트와 합성으로 작용하여 추가 고정하중과 활하중에 의한 모멘트를 지지하는 것으로 가정하여 해석한다.
 - ④ 프리캐스트 프리스트레스트 콘크리트 패널의 두께는 자중과 시공하중 그리고 현장타설 되는 콘크리트의 고정하중에 대해 안전성을 확보할 수 있을 정도의 강성을 지닐 수 있는 두께이어야 한다.
 - ⑤ 지지거더 부위의 부모멘트에 의해 발생하는 바닥판의 응력을 계산할 때에는 프리스트레싱에 의한 압축력이 작용하지 않는다고 가정한다.

8.2 강바닥판

8.2.1 적용범위

- (1) 이 절은 포장이 되고 바닥강판에 세로리브 및 가로리브로 보강된 바닥판인 강바닥판의 설계에 적용한다.

8.2.2 일반

- (1) 강바닥판이 주거터의 일부로 작용하는 경우에는 다음 규정에 의해 설계한다.

- ① 강바닥판은 다음의 두 작용에 대하여 각각 안전하도록 설계되어야 한다.

가. 주거터의 일부로서의 작용

나. 바닥판 및 바닥틀로서의 작용

- ② 강바닥판은 ①에 표시한 두 작용을 동시에 고려한 경우에 대하여 안전하도록 설계되어야 한다.
 ③ 이 경우 각각의 작용에 대하여 강바닥판이 가장 불리하게 되는 재하상태에 대하여 용력을 계산하고, 그 합계가 허용용력 이내이어야 한다.

- (2) 바닥판 및 바닥틀로서의 작용

- ① 이 경우의 활하중으로는 ‘도로교설계기준 2.1.3(1)’에 표시한 트럭하중을 사용한다.
 ② 1등급로 설계하는 교량에서 가로리브의 설계에 쓰이는 단면력은 다음의 식에 의해 계산된 활중계수를 곱한 값을 설계단면력으로 한다.

$$k = k_0 \quad (L \leq 4)$$

$$k = k_0 - (k_0 - 1) \times \frac{(L - 4)}{6} \quad (4 < L \leq 10)$$

$$k = 1.0 \quad (L > 10)$$

다만,

$$k_0 = 1.0 \quad (B \leq 2)$$

$$k_0 = 1.0 + 0.2 \times (B - 2) \quad (2 < B \leq 3)$$

$$k_0 = 1.2 \quad (B > 3)$$

여기서,

L : 가로리브의 지간 (m), B : 가로리브의 간격 (m)

- ③ 설계는 각각의 작용에 대해 강바닥판의 각 부분이 최대의 영향을 받는 재하상태에 대하여 실시한다.
 ④ 또한 이 경우의 용력의 합계에 대해서는 ‘도로교설계기준 3.6.2.6’에 대해 검산하여야 한다.

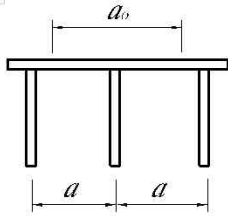
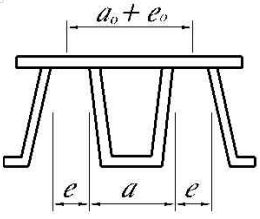
8.2.3 포장에 의한 하중분포

- (1) 바닥 강판위에 재하하는 윤하중에 대해서는 여름철 포장의 연화를 감안하여 포장에 의한 하중의 분포를 고려하지 않는다.

8.2.4 바닥틀에 대한 바닥강판의 유효폭

- (1) 중방향 보강재 혹은 중방향 리브의 상부플랜지 역할을 하는 바닥판의 유효폭은 [표 8.2.1]의 규정을 따른다.

[표 8.2.1] 리브가 있는 바닥판의 유효폭

구 분		
바닥판의 강성 계산과 고정하중에 의한 휨 효과 계산을 위한 리브의 단면값	$a_0 = a$	$a_0 + e_0 = a + e$
윤하중에 의한 휨 효과계산시 사용하는 리브의 단면값	$a_0 = 1.1 a$	$a_0 + e_0 = 1.3 (a + e)$

- ① 상부구조의 중방향 주부재 또는 가로보의 상부플랜지 역할을 하는 바닥판의 유효폭은 인정된 해석방법을 사용하거나 '도로교 설계기준 P.119'에 따른다.

8.2.5 바닥강판의 최소두께

- (1) 바닥강판의 최소두께 t (mm)는 다음 식으로 구한 값 이상이어야 한다.

$$\text{차도부분 } t = 0.043b \text{ 다만, } t \geq 14\text{mm}$$

주거터로서의 작용일부를 받는 보도부

$$t = 0.025b \text{ 다만, } t \geq 10\text{mm} \}$$

여기서, b : 세로리브의 간격 (mm)

8.2.6 허용응력의 증가

- (1) 주거터의 일부로서의 작용 및 바닥판과 바닥틀로서의 작용을 동시에 고려하여, 이들 응력의 합계에 대하여 검산하는 경우의 허용응력은 [표 8.2.2]에 표시한 값으로 한다.
(2) 그러나 [표 8.2.2]에 표시한 이외의 강재의 허용응력은 별도로 고려기로 한다.

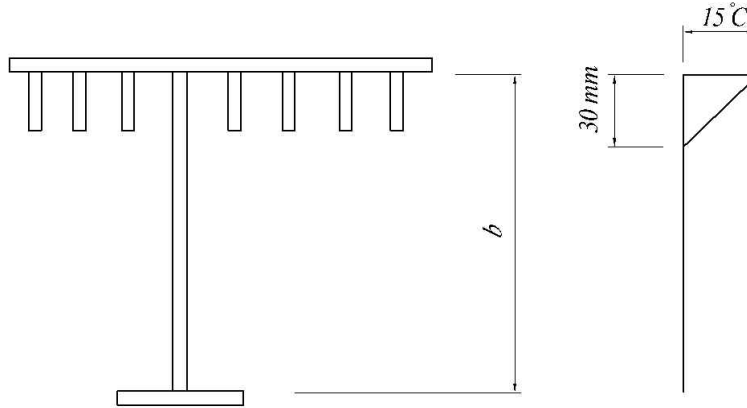
[표 8.2.2] 강재의 허용응력 (MPa)

강재판두께 (mm) \ 강 종	SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA520	SM570 SMA570
40 이하	200	270	300	370
40 초과 75 이하	180	245	280	350
75 초과 100이하			275	345

- (3) TMC 강재일 경우에는 판두께에 상관없이 40mm 이하인 값을 적용한다.

8.2.7 구조세목

- (1) 강바닥판은 용접에 의한 변형이 작은 구조로 하지 않으면 안 된다.
- (2) 세로리브는 특별한 경우를 제외하고 가로리브의 복부를 통하여 연속시키는 것이 좋다.
- (3) 또한 세로리브로부터의 전단력을 확실히 가로리브에 전달할 수가 있는 구조로 하여야 한다.
- (4) 강바닥판의 온도차에 의한 영향은 아래 그림과 같은 온도 분포를 고려하는 것으로 한다.



<그림 8.2.1> 강바닥판의 온도분포

- (5) 세로리브의 최소 두께는 개단면인 경우 6mm, 폐단면인 경우는 8mm로 한다.
- (6) 강바닥판의 세로리브는 폐단면 리브를 표준으로 한다.
- (7) 곡선교의 경우나 교량폭이 변하는 경우에 부분적으로 개단면 리브를 사용해도 좋다.
- (8) 가로리브는 바닥강판을 상부플랜지로 복부판과 하부플랜지로 구성된 I형 단면으로 한다.
- (9) 가로리브의 간격(세로리브의 지간)은 폐단면 세로리브를 사용하는 경우에는 2~3m, 개단면 세로리브를 사용하는 경우에는 1.3~2.0m를 표준으로 한다.
- (10) 강바닥판 단부는 단부 세로리브의 단면력 증가 등을 고려하여 충분한 보강이 이루어져야 한다.
- (11) 포장시공시 고온의 혼합물로 인한 강바닥판의 열변형, 받침의 이동 여유량 및 신축이음장치의 유간 등에 대하여 검토하여야 한다.

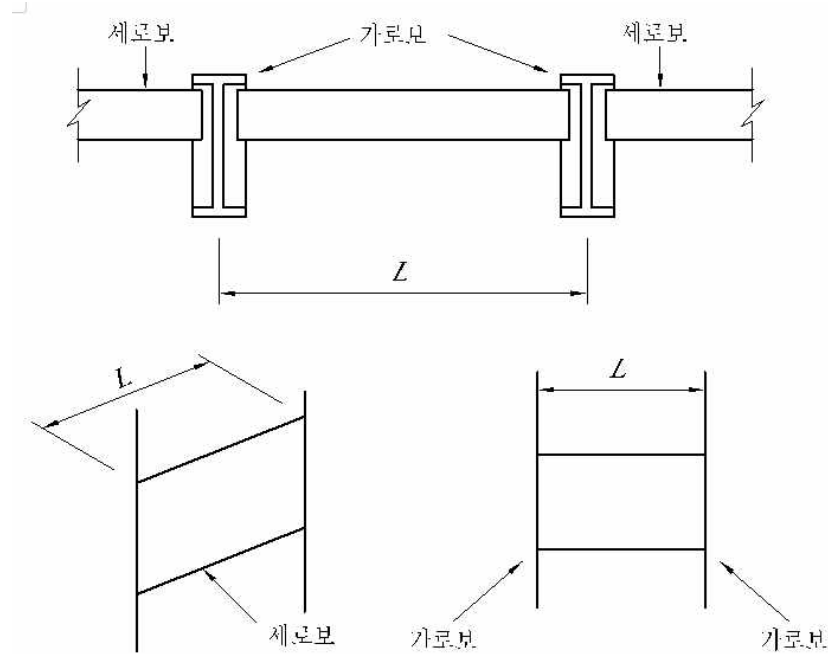
8.2.8 포장

- (1) 강바닥판의 아스팔트 포장의 두께는 50~80mm로 하는 것이 좋다.

8.3 바닥틀

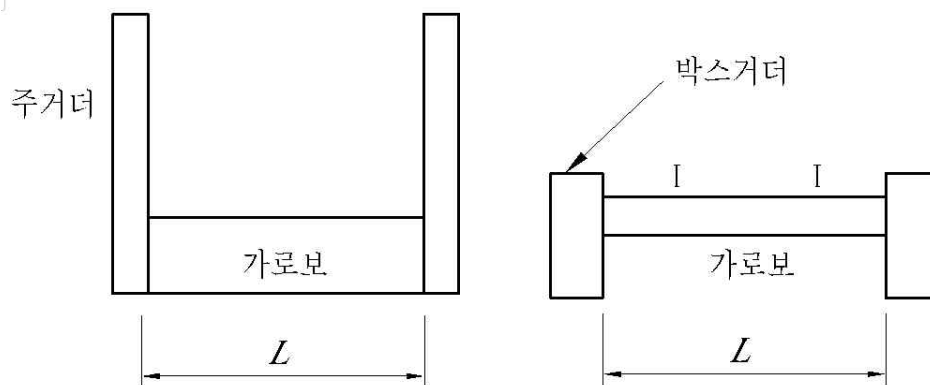
8.3.1 바닥틀 지간

- (1) 세로보의 지간은 세로보의 방향으로 잰 가로보의 중심 간격으로 한다.



<그림 8.3.1> 세로보의 지간

(2) 가로보의 지간은 가로보의 방향으로 켄 주거더에 붙은 복부판의 중심 간격으로 한다.



<그림 8.3.2> 가로보의 지간

8.3.2 세로보의 자동차 윤하중 분포

- (1) 세로보 설계시 자동차의 윤하중에 의해 발생하는 휨모멘트의 크기는 격자구조해석 또는 유한 요소해석 등 구조 설계에 적합한 정밀해석을 통하여 산정할 수 있다.
- (2) 정밀한 해석과정을 거치지 않고 세로보를 설계하는 경우에는 간략식을 사용하여 하중 크기를 산정할 수 있다.
- (3) 자동차의 윤하중이 철근콘크리트 바닥판을 거쳐 강도가 거의 같은 세로보에 작용하는 경우 세로보의 휨모멘트와 전단력 계산에 사용되는 하중은 다음과 같은 간략식을 이용할 수 있다. 이

때 윤하중의 세로방향 분포는 없다고 가정한다.

① 세로보의 휨모멘트 계산에 쓰이는 하중

가. 내측의 세로보 또는 주거더

$$1차선의 경우 \quad (L/2.10) \times P \quad L \leq 3.00 \quad <식 8.3.1>$$

$$2차선의 이상인 경우 \quad (L/1.65) \times P \quad L \leq 4.20$$

여기서, L: 세로보의 간격 (m)

P: 자동차의 후륜 또는 전륜하중

(가) 다만, 세로보의 간격이 1차로의 경우에 3.0m, 2차로의 경우에 4.2m를 초과할 때는 바닥판을 단순거더로 가정하여 산출한 세로보 위의 반력으로 한다.

나. 외측의 세로보 또는 주거더

(가) 바닥판을 단순거더로 가정하여 산출한 세로보 위의 반력으로 한다. 4개 이상의 세로보가 있을 경우의 외측세로보에 대한 윤하중의 반력은 다음의 값 이상이어야 한다.

$$(L/1.65) \times P \quad L < 1.80 \quad <식 8.3.2>$$

$$[L/(1.20 + 0.25L)] \times P \quad 1.80 \leq L < 4.20$$

여기서, L: 외측 세로보와 인접 내측 세로보 사이의 간격 (m)

(나) L이 4.2 m 이상일 때에는 세로보사이의 바닥판을 단순거더로 가정하여 산출한 세로보 위의 반력으로 한다.

② 세로보의 전단력 계산에 쓰이는 하중

전단력을 결정하려는 점에 놓이는 윤하중의 가로방향 분포는 없다고 가정한다. 다른 위치에 있는 윤하중의 분포는 휨모멘트 때와 같다.

③ 외측 세로보의 강성은 내측 세로보의 강성 이상이어야 한다.

④ 1격간 또는 인접하는 가로보 사이에 있는 모든 세로보 강도의 총계는 그 격간에 재하되는 활하중 및 고정하중을 지지하는데 충분한 강도 이상이어야 한다.

8.3.3 가로보의 자동차 윤하중 분포

(1) 세로보가 없고 철근콘크리트 바닥판이 직접 가로보에 지지되어 있는 경우, 가로보의 휨모멘트와 전단력의 계산에 사용되는 하중은 다음과 같은 간략식을 이용하여 산정할 수 있다. 이때 윤하중의 횡방향 분포는 없다고 가정한다.

① 가로보의 휨모멘트 계산에 쓰이는 하중

$$\frac{L}{1.80} \times P \quad L \leq 1.80 \quad <식 8.3.3>$$

여기서, L: 가로보의 중심 간격 (m)

P: 자동차의 후륜하중

그러나 가로보의 간격이 1.80m를 초과할 때에는 바닥판을 단순거더로 가정하여 산출한 가로보위의 반력으로 한다.

② 가로보의 전단력 계산에 쓰이는 하중

전단력을 결정하는 점에 놓이는 윤하중의 세로방향 분포는 없는 것으로 가정한다.

다른 위치에 있는 윤하중의 분포는 휨모멘트의 경우와 같다.

8.3.4 연속세로보의 휨모멘트 및 전단력

- (1) 지간 및 휨강성이 거의 같은 연속 세로보의 최대 휨모멘트 및 전단력은 정밀한 해석을 통하여 산정하며, 정밀해석을 수행하지 않는 경우에는 다음에 표시한 간략식을 이용하여 계산할 수 있다.

① 휨모멘트

활하중의 최대 휨모멘트는 [표 8.3.1]에 표시한 값을 사용할 수 있다.

[표 8.3.1] 연속세로보의 휨모멘트 (kN·m)

단 지 간		$0.9M_0$
중 간 지 간		$0.8M_0$
중간지점	$L < 12$	$-0.7M_0$
	$L \geq 12$	$-(0.22 + 0.04L)M_0$

여기서, M_0 : 단순거더로 본 지간중앙의 휨모멘트 (kN·m)

L : 세로보의 지간 (m)

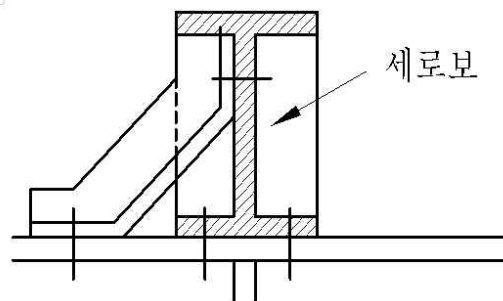
② 전단력

전단력은 단순거더로 가정하여 계산한다.

- (2) 연속세로보의 중앙지점의 휨모멘트를 위 (1)의 ①에 의해 계산하지 않을 경우, 그 전후에 트럭 하중을 재하하여야 한다. 이때 충격은 고려하지 않는다.

8.3.5 바닥틀의 연결

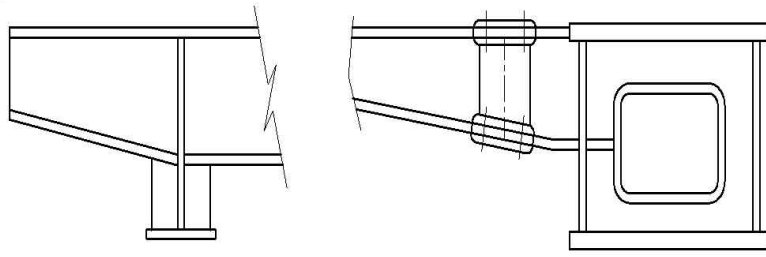
- (1) 연속거더로서 설계된 세로보와 가로보의 연결부는 계산 휨모멘트 및 전단력으로 설계하는 것으로 한다.
- (2) 그러나 연속세로보를 8.3.4의 (1)에 의해 설계하는 경우에는 8.3.4의 (1)로 구한 값을 쓰는 것으로 한다.
- (3) 세로보를 가로보의 플랜지위에 붙이는 경우에는 <그림 8.3.3>의 예와 같이 세로보의 가로방향에 대한 강성과 안정성을 확보할 수 있는 구조로 하여야 한다.



<그림 8.3.3> 세로보와 가로보의 연결방법의 예

- (4) 바닥틀 브레킷의 붙임부는 <그림 8.3.4>의 예와 같이 휨응력을 세로보, 가로보, 다이아프램

등에 원활히 전달할 수 있는 구조로 하여야 한다.



<그림 8.3.4> 바닥틀 브래킷의 연결방법의 예

- (5) 세로보 또는 가로보의 연결에 있어서는 휨모멘트 및 전단력을 받는 이음의 합성응력 계산 및 여러 방향의 응력을 받는 경우의 플랜지 합성응력의 계산은 ‘도로교 설계기준 3.8.2.4 및 3.8.2.5’에 따라야 한다.

8.3.6 수직브레이싱

- (1) 세로보 사이에는 ‘도로교 설계기준 3.8.8.1’에 의하여 수직브레이싱을 설치한다.

8.3.7 바닥틀 보

- (1) 바닥틀 보의 평면 배치

- ① 바닥틀 보는 주형에 직각이 되게 배치하는 것을 원칙으로 한다.
- ② 단, 경사각이 20° 이하인 사교의 경우에는 경사각 방향으로 배치해도 좋다.

- (2) 바닥틀 보의 설계에 쓰는 계산모델 및 바닥틀 보 단부의 주형(주구)과의 연결부분 구조는 [표 8.3.2]와 같다.

[표 8.3.2] 바닥틀 보의 설계모델 및 연결부의 구조

구 조 의 종 류	계 산 모 델	연 결 부 의 구 조
트러스의 주구에 설치하는 경우	양단 힌지의 단순보	전단력만을 전달하는 구조로 함
박스거더에 설치하는 경우	양단 고정보	휨모멘트 및 전단력을 전하는 구조로 함.

8.3.8 브래킷

- (1) 브래킷의 평면배치

브래킷은 주형에 직각으로 배치하는 것을 원칙으로 한다.

- (2) 브래킷의 처짐

브래킷의 처짐은 브래킷 지간의 $1/1200$ 이하이어야 한다.