

제 5 장 강 교

5.1 일반사항

5.1.1 강재의 선정

- (1) 강판은 KS D3503(일반구조용 압연 강재), KS D 3515 (용접구조용 압연 강재), KS D 3529 (용접구조용 내후성 열간 압연 강재) 및 KS D 3868(교량구조용 압연강재)의 규격에 적합한 것을 표준으로 하다. 단, 기온이 현저하게 낮은 지방에서는 강재 선정에 특별한 배려를 기울여야 한다.
- (2) 판의 두께에 따른 강재의 선정 기준은 다음 [표 5.1.1]에 따른다. 단, HSB500과 HSB600은 100mm 이하의 강판에 적용가능하다.

[표 5.1.1] 판두께에 따른 강재의 선정기준

종류		판두께(mm)		6	8	16	25	32	40	50	100
일반 구조용강	SS400										
용 접 구 조 용 강	SM400A										
	SM400B										
	SM400C										
	SM490A										
	SM490B										
	SM490C(TMC)										
	SM490YA										
	SM490YB										
	SM520B										
	SM520C(TMC)										
	SM570(TMC)										
	SMA400A										
	SMA400B										
	SMA400C										
	SMA490A										
	SMA490B										
	SMA490C										
	SMA570										

- (주) 1. 판두께가 8mm 미만의 강재에 대해서는 [도로교설계기준 3.6.2.7 구조세목]에 따른다.
 2. 판두께 40mm를 초과하는 강재에 대해서는 허용응력 감소를 고려해야 한다.
 3. 판두께 25mm로부터 32mm 사이의 SM 490YB 진정 강괴로 제조되어야 한다.
 4. TMC강재의 판두께 선정기준은 SM490C, SM520C 및 SM570에 준한다.
 5. 한냉지에 있어서는 강판의 두께에 관계없이 C재를 사용한다.

- (3) 강종의 선정시 용력수준과 부재기능을 중요도에 따라 다음 표5.1.2를 참조하고 SM520, SM570, HSB500, HSB600 등을 비교 검토하여 경제성 있는 강종을 적용한다. 여기서, 주요부재는 주구조와 바닥틀을 말하며, 2차부재는 주요부재 이외의 2차적인 기능을 가진 부재를 말한다.¹⁾

[표 5.1.2] 용력수준과 부재의 중요도에 따른 강종의 선정

구 분	대 상
주요부재 (주부재) SM490	상·하플랜지, 복부, 종리브, 수평보강재, 주부재 연결판, 지점부 다이아프램, Sole Plate, 교좌장치가 설치되는 횡빔 및 보강재, 지점부 수직보강재, 유지보수 Jack-up 수직보강재 등 용력수준이 높은 부재
2차 부재 (부부재) SM400	횡리브, 수직보강재, 스트랑거, 횡빔, 지점부 이외 다이아프램, 부부재 연결판, 횡빔 및 스트랑거의 보강재, 주부재와 횡빔 연결부, 브라켓, Plate Girder교의 브레이싱 등 2차적 기능을 가진 보강 부재

- (4) 무도장 내후성 강재는 상수원 보호구역, 재도장이 곤란한 위치 등에 우선 적용하고 그 이외의 지역은 설계시 현장여건 등을 감안하여 기존 도장강교와 병행 적용한다.²⁾

[표 5.1.3] 무도장 내후성 강재 적용 기준

구 분	현 장 조 건	적 용 기 준
일반 도장용 강재	· 무도장 내후성강재 적용이 부적절한 현장 조건 · 미관 고려지역	· 내후성강 적용이 부적절한 환경 조건일 경우(해안지역 등) · 도시지역, 관광지등 주변경관에 따른 색채 고려 필요시
무도장 내후성 강재 (블라스팅 미 실시)	-	· 초기 외관(쪽피 탈리 정도 상이)과 제작상의 용이성 등을 고려하여 블라스팅 실시를 원칙으로 함.
무도장 내후성 강재 (블라스팅 실시)	· 초기 미관 고려 지역	· 산악, 촌락, 전원 구간 · 하천, 상수도보호지역 등
무도장 내후성 강재 (녹 안정화 처리)	· 초기 미관이 중요한 지역	· 도심지, 본선횡단육교등 · 주요 간선도로에서 잘보이는 곳

- (5) 무도장 내후성강 교량의 강재 표면에 안정 녹 층의 형성이 용이하도록 설계시 다음 사항을 고려하여야 한다. ³⁾

- ① 누수 및 체수(滯水)를 방지할 수 있도록 설계한다.
- ② 통풍이 양호하도록 설계한다.
- ③ 습기를 내포할 우려가 있는 흙면지의 퇴적을 최소화 할 수 있도록 설계한다.

1) 강교 강종선정 기준 검토(설계이 15212-124, 1998.9.18)

2) 무도장 내후성 강교 적용검토(설계구 13201-760, 2001.12.29)

3) 무도장 내후성 강교 적용검토(설계구 13201-760, 2001.12.29)

- ④ 정상적인 녹 안정화를 기대할 수 없는 부위는 부분도장을 고려한다.
- ⑤ 설계시 부식 두께는 원칙적으로 고려하지 않는 것으로 한다.
- ⑥ 신축이음부는 무도장 내후성강 교량에서 가장 신중을 기해야 하는 부분으로 특별히 다음 사항에 주의를 기울여야 한다.
- 가. 신축이음장치는 비배수 형식을 사용하여야 한다.
- 나. 신축이음부에서 주형의 양쪽은 일정 거리만큼 도장을 실시하는 것을 원칙으로 한다.
- 다. 신축이음부의 양쪽 주형 사이 또는 교대 벽면과 주형 사이는 양호한 통풍과 점검 및 보수를 위해 최소 400mm의 공간을 확보하여야 한다.

5.1.2 강재의 허용응력

(1) 구조용 강재의 허용응력

- ① 구조용 강재의 허용축방향인장응력 및 허용휨인장응력은 [표 5.1.4]에 표시된 값으로 한다.

[표 5.1.4] 허용축방향인장응력 및 허용휨인장응력 (MPa)

강재 판두께 (mm) \ 강 종	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	140	190	210	260
40 초과 75 이하	130	175 (190) ^{주)}	200 (210) ^{주)}	250 (260) ^{주)}
75 초과 100 이하			195 (210) ^{주)}	245 (260) ^{주)}

주) TMC 강재일 경우에는 () 값을 적용한다.

- ② 구조용 강재의 허용 전단응력은 [표 5.1.5]에 표시된 값으로 한다.

[표 5.1.5] 허용전단응력 (MPa)

강재 판두께 (mm) \ 강 종	SS400 SM400 SMA400	SM490	SM490Y SM520 SMA490	SM570 SMA570
40 이하	80	110	120	150
40 초과 75 이하	75	100 (110) ^{주)}	115 (120) ^{주)}	145 (145) ^{주)}
75 초과 100 이하			110 (120) ^{주)}	140 (145) ^{주)}

주) TMC 강재일 경우에는 ()의 값을 적용한다.

- ③ 국부좌굴을 고려하지 않는 허용축방향 압축응력 등 각종 구조용 강재의 허용응력은 도로교 설계기준 3.3.2.1의 구조용 강재에 대한 허용응력을 참조한다.

(2) 주단조품의 허용응력

도로교 설계기준 3.3.2.2의 주단조품의 허용응력을 참조한다.

(3) 용접부 및 이음용 강재의 허용응력

① 용접부의 허용응력은 도로교 설계기준 3.3.2.3의 [표3.3.7]과 같다. 강도가 서로 다른 강재를 이을 때는 강도가 작은 편이 강재에 대한 값을 취한다.

② 고장력 볼트의 허용력 및 허용응력

가. 마찰이음용 고장력 6각볼트 및 T/S볼트의 허용응력은 [표 5.1.6]에 표시한 값과 같다.

[표 5.1.6] 마찰이음용 고장력볼트의 허용력 (kN) (1볼트 1마찰면마다)

나사호칭 \ 볼트의 등급	F 8 T	F 10 T	S 10 T
M 20	31	39	39
M 22	39	48	48
M 24	45	56	56

주) S10T: T/S볼트의 기계적 성질에 따른 등급을 나타내는 기호임

나. 지압이음용 고장력 볼트의 허용전단응력 및 모재의 허용지압응력은 도로교설계기준 3.3.2.3의 [표 3.3.9] 및 [표 3.3.10]에 표시한 값으로 한다.

③ 앵커볼트, 핀, 다듬 볼트의 허용응력은 도로교설계기준 3.3.2.3의 [표 3.3.11]에 표시한 값으로 한다.

(4) 반복하중 및 인성에 대한 고려

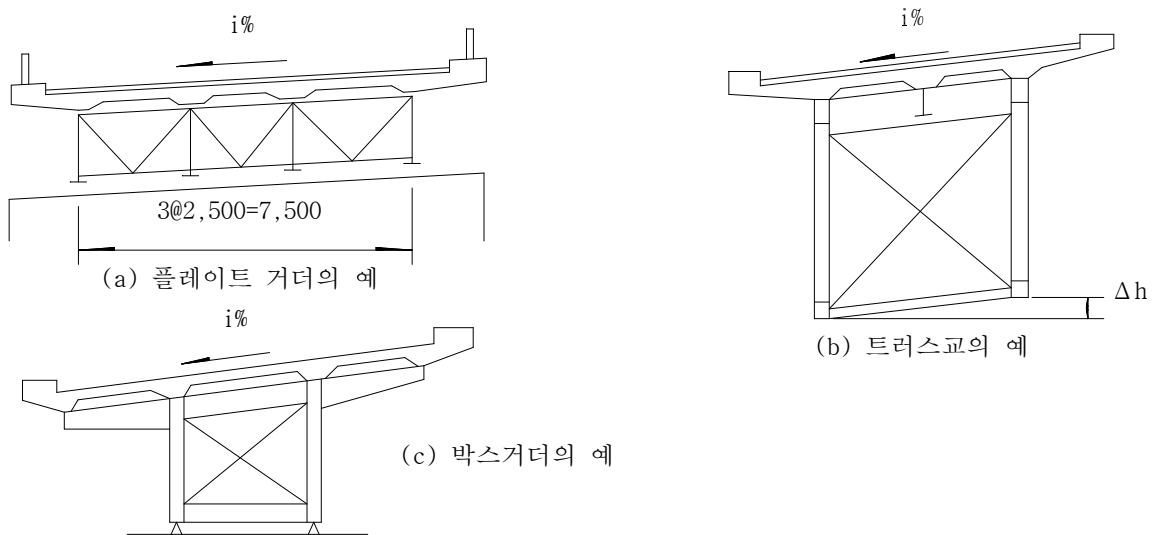
① 반복응력을 받는 부재와 이음부의 설계시 응력범위는 도로교설계기준 3.3.4.1의 허용피로응력범위를 참조한다.

② 강재의 인성에 대한 고려가 필요시 도로교설계기준 3.3.4.3의 인성요구조건을 참조한다.

5.2 주형 구조 계획

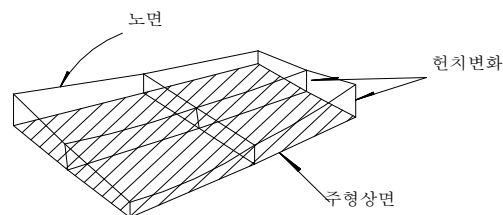
5.2.1 중형단 경사에 따른 주형의 배치

- (1) 교량구간에 종단경사(곡선 포함)가 있는 경우에는, 바닥판 현치 높이가 가능한 한 균등하게 되도록 주형의 종단경사를 결정한다.
- (2) 횡단경사에 따라 주형(또는 주구) 좌우의 기준 높이가 현저히 다른 경우에는 각 주형 상호의 기준높이를 소정의 경사에 맞추는 것을 표준으로 한다.



<그림 5.2.1> 주형의 횡단골조

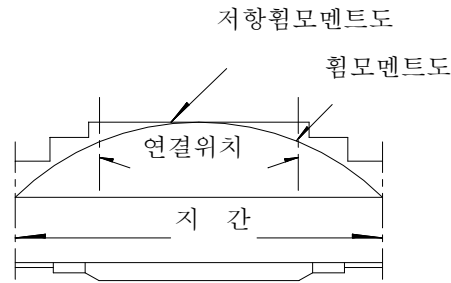
- (3) 곡선구간 등에서 노면이 곡면으로 되는 경우에 대해서는 주형 상면은 동일 평면에 있도록 배치하는 것을 표준으로 한다.



<그림 5.2.2> 주형상면과 현치변화

5.2.2 부재의 분할 및 운반

- (1) 공장에서 현장까지의 수송수단은 현장조사를 통하여 반입로의 차량통행제한과 관련규정을 확인하여 결정한다.
- (2) 연결위치는 기본적으로 <그림 5.2.3>에 표시된 위치가 바람직하며, 천공에 의한 단면보강을 하지 않아도 좋을 위치를 선정하여야 한다. 수직브레이싱 간격, 수평 브레이싱의 배치, 중간보강재 배치 등과의 중첩을 피하도록 한다.

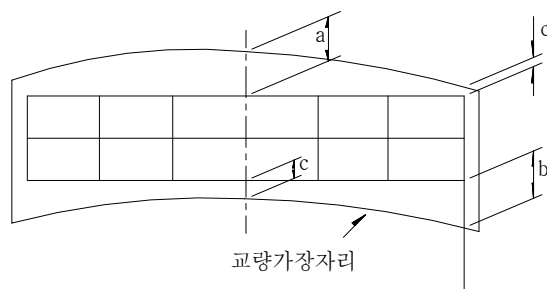


<그림 5.2.3> 연결 위치

- (3) 연결부에서 천공에 의한 단면 손실을 보강하기 위하여 판두께의 증가를 검토하여야 한다.
- (4) 주형의 크기는 차량의 운반을 고려하여 주형의 폭과 높이는 가급적 3.0m 이내, 제작길이는 14.0m이내, 제작중량은 20ton 이내로 하는 것이 바람직하다.

5.2.3 곡선교의 구조계획

- (1) 곡선거더는 직선거더에 비해 비틀림 모멘트가 크게 되므로, 주형을 비틀림 강성이 큰 박스 거더로 하는 것이 좋다. 그러나 지간이 작고 곡선반경이 큰 곡선거더에 대해서는 주형에 작용하는 비틀림 모멘트도 작으므로 경제성을 고려해서 병렬 I 판형교를 사용할 수 있다.
- (2) 주형의 선택은 폭원의 크기에도 관계가 있으나 중심각이 5~15°에서는 병렬 I 판형교가 유리하고, 15~20°에서는 2주 상자형교, 20~25°에서는 단일상자형교 유리하다.

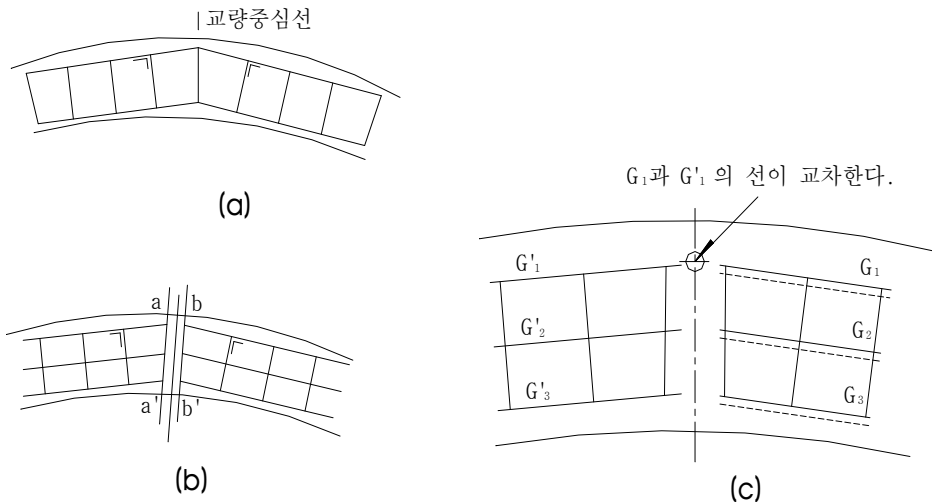


<그림 5.2.4> 곡선구간의 거더배치

- (3) 중심각이 25°를 초과하면 설계에 상당히 무리가 있고, 중심부 5°이하에서는 직선교에 가까운 성질을 나타낸다.
- (4) 곡선구간의 거더배치
 - ① 곡선반경이 비교적 큰 구간의 주형은 될 수 있는 한 직선거더로 검토함이 바람직하다. 또,

직선거더의 경우에는 아래 수평 브레이싱을 설치하는 것을 원칙으로 한다.

- ② 곡선구간에서 교량이 연속하는 경우 가능한 한 직선거더로 검토하고, 교각상에서 절선이 되도록 배치하는 것이 바람직하다. <그림 5.2.5>(a) 그 경우 수직 브레이싱의 배치는 주형에 직각방향으로 한다.
- ③ 곡선반경이 비교적 작은 구간에서 단순형식이 되는 경우, <그림 5.2.5>(b)처럼 단부 가로보를 평행($aa'//bb'$)으로 배치하는 것이 가능하나, 사교에서와 같이 교각 및 교대위의 공간이 충분한 경우 단부 가로보를 주형에 대하여 직각방향으로 배치하는 것이 좋다.
- ④ 연속트러스 등에서 교각 위만을 절선으로 곡선 형태를 처리할 수 없는 경우, 지간 중앙에서 절선으로 한 예도 있지만, 이 경우는 충분히 설계단계에서 해석방법을 확인하고 진행해야 한다. 인접거더와의 배치는 원칙적으로 교각선에서 외측거더의 연장선이 교차하도록 하는 것이 좋다. (<그림 5.2.5>(c))



<그림 5.2.5> 거더의 절곡

(5) 가로보의 설계

- ① 가로보의 강도는 통상의 직선거더 보다 큰 것으로 하는 것이 바람직하고, 가로보의 변형이 주형의 하중분배에 미치는 영향을 적게 하는 강성이 큰 단면설계를 하는 것이 좋다.
- ② 곡선교의 가로보는 비틀림 전달기구 중 가장 중요한 역할을 하기 때문에 중복단면을 사용하여 충분한 강성을 갖도록 하고, 주형의 단면을 개략적으로 계산하여 가정하고자 하는 경우에는 다음식을 이용한다.

$$M = M_o \times \frac{\lambda}{R} \quad [\text{식 5.2.1}]$$

여기서, M : 가로보에 작용하는 휨모멘트

M_o : 가로보 설치위치에서의 주형의 휨모멘트

λ : 가로보의 간격

R : 곡률반경

- ③ 가로보의 간격은 특히 I 거더 병렬교의 경우 직선교의 경우보다 좁게 설정하여 4~5m로 하는 것이 바람직하다.

(6) 수평브레이싱의 설계

- ① I 형 병렬의 곡선거더교는 상부와 하부에 수평브레이싱을 두는 것을 원칙으로 한다.
- ② 수평브레이싱의 설계에 있어서는 통상의 횡하중 외에 주형의 휨에 의해서 생기는 상·하플랜지의 법선방향 수평력과 수평브레이싱을 설치함으로써 생기는 비틀림 모멘트로 인한 전단력을 고려하고 1차부재로서 설계하여야 한다.
- ③ 수평브레이싱의 단면은 박스거더작용을 한다는 점을 고려해서 비틀림 모멘트에 의한 전단력을 가산하는 것으로 한다.

(7) 부반력 및 받침배치

- ① 곡선거더는 재하상태에 따라 내측거더 지점에 부반력이 생기는 경우가 있지만 가능한한 내·외측 거더에 응력차가 생기지 않도록 주의해야 한다.
- ② 받침의 배치 및 구조에 대해서는 온도 변화 및 지진이나 바람 등에 의한 수평력이 임의의 단면 또는 받침에 집중적으로 작용하지 않도록 계획하는 것이 바람직하다.

5.3 부재의 연결 및 이음

5.3.1 부재의 연결

- (1) 부재의 연결은 작용응력에 대하여 설계하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 주요 부재의 연결은 (1)의 규정을 따르는 외에 적어도 모재의 전 강도의 75% 이상의 강도를 갖도록 설계하여야 한다. 다만, 전단력에 대해서는 작용응력을 사용하여 설계해도 좋다.
- (3) 연결부에서 단면이 변하는 경우, 작은 단면을 기준으로 연결의 제 규정을 적용하여야 한다.
- (4) 부재의 연결에 용접과 고장력 볼트를 병용하는 경우에는 다음 규정을 따라야 한다.
 - ① 홈용접을 사용한 맞대기이음과 고장력볼트 마찰이음의 병용 또는 응력방향에 평행한 필렛용접과 고장력볼트 마찰이음을 병용하는 경우에는 이들이 각각 응력을 분담하는 것으로 본다. 다만, 이들의 분담 상태에 대해서는 충분히 검토를 하여야 한다.
 - ② 응력방향과 직각을 이루는 필렛용접과 고장력볼트 마찰이음을 병용해서는 안 된다.
 - ③ 용접과 고장력볼트 지압이음을 병용해서는 안 된다.

5.3.2 용접 이음

(1) 용접의 종류와 적용

- ① 응력을 전달하는 용접이음에는 전단면 용입홈용접, 부분 용입홈용접 또는 연속 필렛용접을 쓰도록 한다.
- ② 용접선에 대해 직각 방향으로 인장응력을 받는 이음에는 전단면 용입홈용접을 사용함을 원칙으로 하며, 부분 용입홈용접을 써서는 안 된다.
- ③ 플러그용접과 슬롯용접은 주요 부재에 사용해서는 안 된다. 부득이 쓸 경우에는 응력의 전달을 고려하여야 한다.

(2) 용접부의 유효길이

- ① 용접부의 유효길이는 이론상의 목두께를 가지는 용접부의 길이로 한다. 다만, 전단면 용입홈

용접에서 용접선이 용력방향에 직각이 아닌 경우에는 실제적인 유효길이를 용력에 직각인 방향에 투영시킨 길이로 할 수 있다.

- ② 필렛용접에서 끝돌림 용접을 실시할 경우에는 끝돌림 용접부분은 유효길이에 포함시키지 않는다.

(3) 필렛용접의 치수

- ① 필렛용접은 등치수로 하는 것을 원칙으로 한다.
 ② 주요부재의 용력을 전달하는 필렛용접의 치수는 다음의 제한 내에 있는 것을 표준으로 한다. 다만, 최소 모재두께가 8mm 이상인 경우에는 필렛용접 치수를 6mm 이상으로 한다.

$$t_1 > S \geq \sqrt{2t_2} \quad [\text{식 5.3.1}]$$

여기서, t_1 : 얇은 쪽의 모재의 두께 (mm)

t_2 : 두꺼운 쪽의 모재의 두께 (mm)

S : 치수 (mm)

(4) 필렛용접의 최소 유효길이

주요 부재의 필렛용접의 유효길이는 치수의 10배 이상, 80mm 이상으로 하여야 한다.

(5) 맞대기 이음

단면이 서로 다른 주요부재의 맞대기 이음에 있어서, 두께 및 폭을 서서히 변화시킨 길이 방향의 경사는 1:2.5 이하를 표준으로 한다.

(6) T이음

- ① T이음에 쓰이는 필렛용접 또는 부분 용입홈용접은 이음의 양쪽에 배치하여야 한다. 다만, 횡 방향의 변형에 대해서 저항할 수 있는 구조일 때는 한 쪽만으로도 좋다.
 ② 재편의 교각(교각)이 60°미만이거나 또는 120°를 초과하는 T이음에서는 전단면 용입홈용접을 쓰는 것을 원칙으로 한다. 필렛용접 또는 부분용입홈용접을 사용하는 경우에는 용력의 전달을 기대할 수 없다.

5.3.3 고장력볼트 이음

(1) 일 반

- ① 고장력볼트 이음은 마찰이음, 지압이음 및 인장이음으로 하며 주요부재의 연결은 마찰이음을 원칙으로 한다.
 ② 고장력볼트 지압이음을 채용하는 경우에는 그 적용할 곳 시공성 등에 대한 충분한 검토를 하여야 하며 압축부재 및 2차부재연결 등 부득이한 경우에 한한다.
 ③ 고장력볼트 인장이음을 채용하는 경우에는 볼트의 허용용력, 체결력 이음부의 강성 및 용력상태 등에 대한 충분한 검토를 하여야 한다.

(2) 볼트, 너트 및 와셔

- ① 마찰이음에 쓰이는 볼트, 너트 및 와셔는, KS B 1010에 규정된 제 1종 및 제 2종의 M20, M22 및 M24를 사용하는 것을 표준으로 한다.
 ② 지압이음에는 마찰이음용 제 1종, 제 2종의 고장력볼트 세트를 사용하거나, 다른 KS규격에 따르고 강도가 ①의 고장력볼트와 같은 볼트세트를 사용할 수 있다.

(3) 볼트 간격

- ① 볼트의 최소 중심간격은 [표 5.3.1]에 표시한 값을 표준으로 한다. 다만, 부득이한 경우에는 볼트지름의 3배까지 작게 할 수 있다.

[표 5.3.1] 볼트의 최소 중심간격 (mm)

볼트의 호칭	최소중심간격
M24	85
M22	75
M20	65

- ② 볼트의 최대 중심간격은 [표 5.3.2]에 표시한 값 중에서 작은 것을 택하여야 한다.

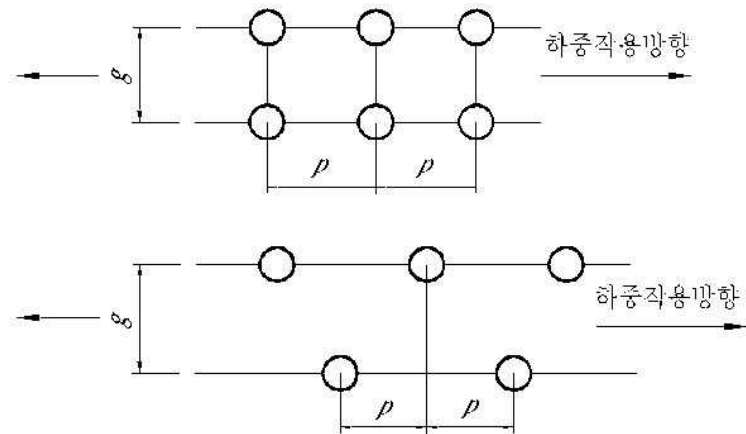
[표 5.3.2] 볼트의 최대 중심간격 (mm)

볼트의 호칭	최대중심간격		
	p		g
M24	170	$12t$ 지그재그인 경우 : $15t - \frac{3}{8}g$ 다만, $12t$ 이하	$24t$ 다만, 300이하
M22	150		
M20	130		

여기서, t : 외측의 판 또는 형강의 두께 (mm)

p : 볼트의 응력방향의 간격 (mm)

g : 볼트의 응력에 직각방향의 간격 (mm)



<그림 5.3.1> 볼트의 피치와 간격

- ③ 인장부재의 누빔볼트의 응력방향의 최대 중심간격은 $24t$ 로 한다. 그러나 300mm를 초과해서는 안 된다.
- ④ 볼트구멍 중심으로부터 판의 연단까지의 최소거리는, [표 5.3.3]에 표시한 값으로 한다.

[표 5.3.3] 볼트구멍의 중심에서 판의 연단까지의 거리

볼트의 호칭	최소연단거리 (mm)	
	전단연, 수동개스절단연	압연연, 다듬질연, 자동개스 절단연
M24	42	37
M22	37	32
M20	32	28

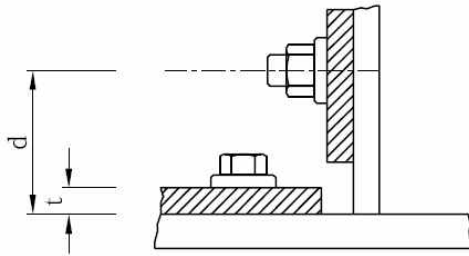
⑤ 볼트구멍 중심으로부터 연단까지의 최대거리는 표면의 판두께의 8배로 한다. 다만 150mm를 넘어서는 안 된다.

(4) 고장력 볼트 체결을 위한 최소 이격거리

① 고장력 육각볼트의 경우

복부판의 상하면으로부터 첫 번째 볼트까지의 거리는 아래 값 이상을 표준으로 한다.

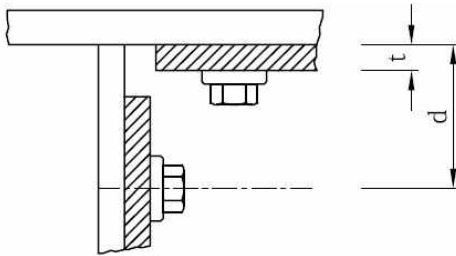
가. 한 쪽이 볼트 두부측 다른 쪽이 너트측인 경우



호칭	d(mm)
M20	48+t
M22	54+t
M24	60+t

<그림 5.3.2> 고장력 육각볼트 체결을 위한 최소 이격거리(1)

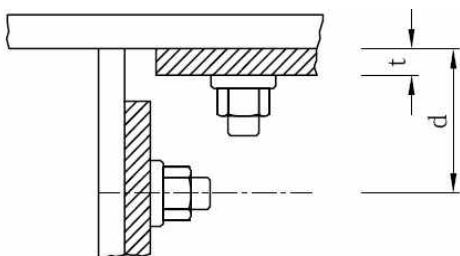
나. 양 쪽이 모두 볼트 두부측인 경우



호칭	d(mm)
M20	41+t
M22	46+t
M24	49+t

<그림 5.3.3> 고장력 육각볼트 체결을 위한 최소 이격거리(2)

다. 양 쪽이 모두 너트측인 경우

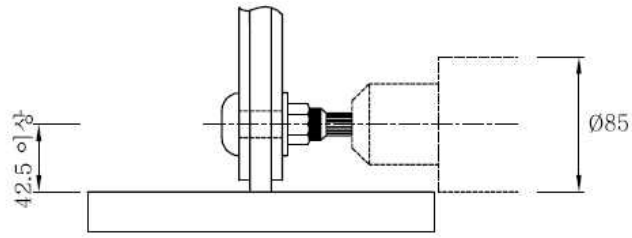


호칭	d(mm)
M20	62+t
M22	69+t
M24	79+t

<그림 5.3.4> 고장력 육각볼트 체결을 위한 최소 이격거리(3)

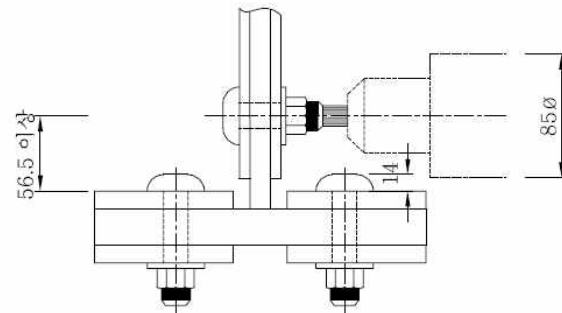
② T/S 볼트의 경우

가. 단독 사용의 경우



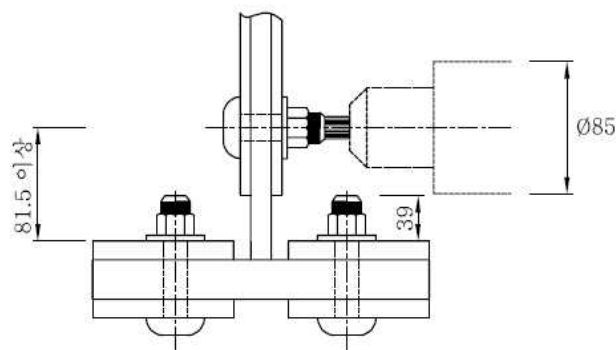
<그림 5.3.5> T/S 볼트체결을 위한 최소이격거리(1)

나. 한 쪽이 볼트 두부측 다른 쪽이 너트측인 경우



<그림 5.3.6> T/S 볼트체결을 위한 최소이격거리(2)

다. 양 쪽이 모두 너트측인 경우

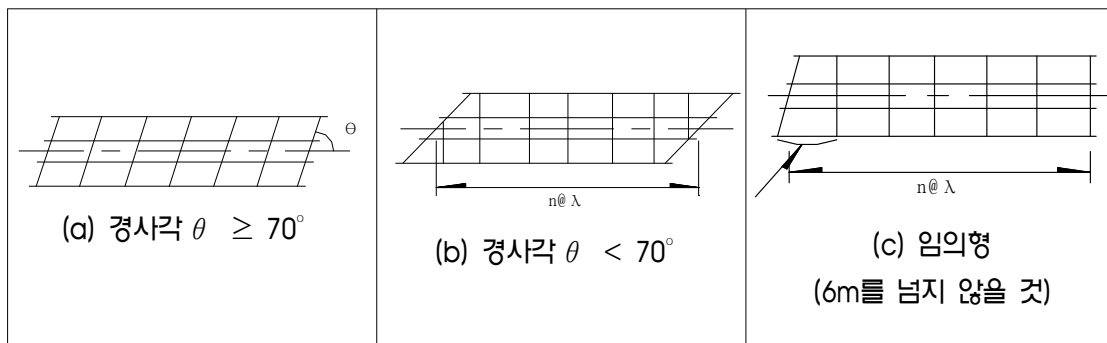


<그림 5.3.7> T/S 볼트체결을 위한 최소이격거리(3)

5.4 플레이트 거더

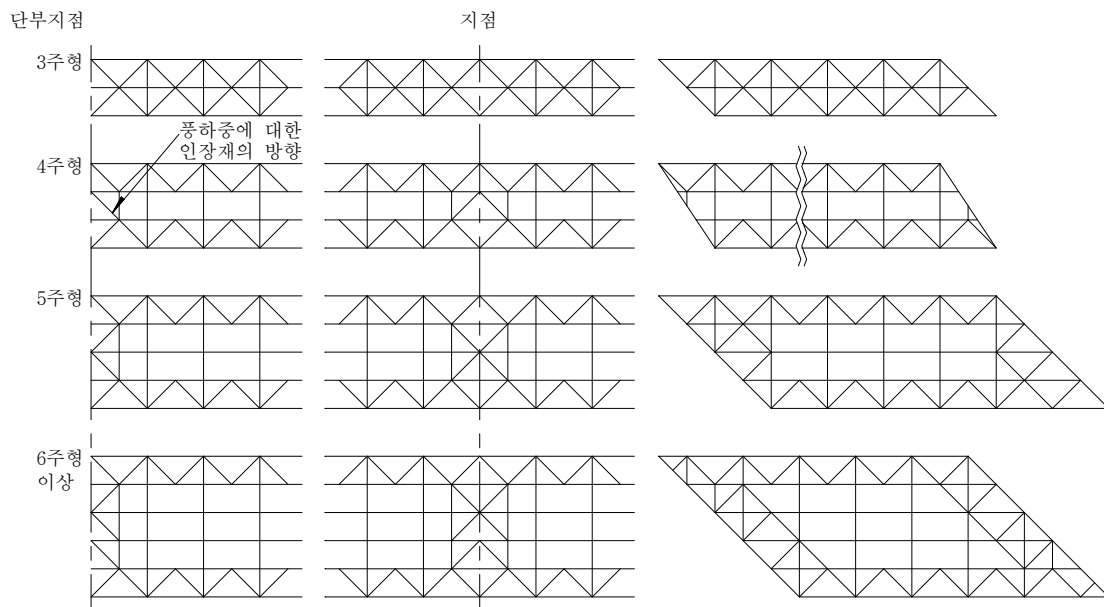
5.4.1 플레이트 거더의 평면배치

- (1) 경사각이 70° 이상인 교량에 대해서는 분배수직브레이싱(또는 분배가로보)배치는 경사각방향으로 하고 경사각 70° 미만의 교량에 대해서는 주형의 직각방향으로 배치한다.
- (2) 폭원이 일정하고 교량받침선이 사다리꼴로 되는 경우에 분배 수직브레이싱(또는 분배가로보)은 주형의 직각방향으로 한다.



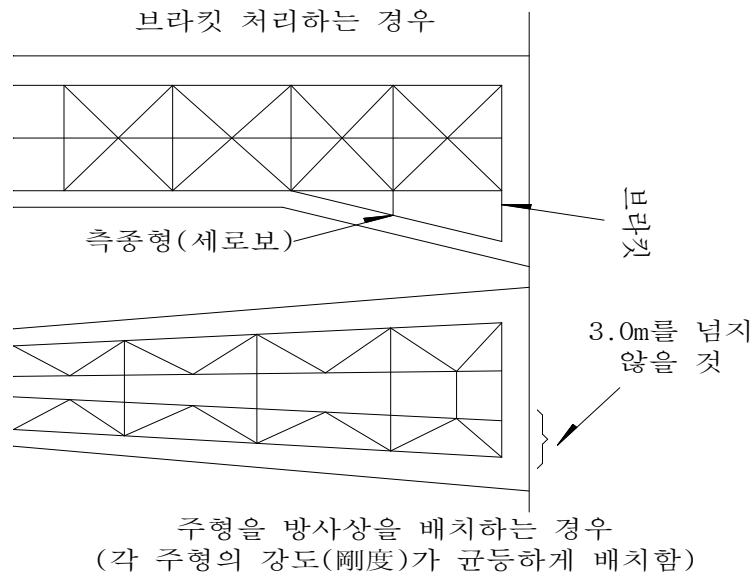
<그림 5.4.1> 분배 수직브레이싱의 배치

- (3) <그림 5.4.2>는 수평브레이싱의 배치 예이다.



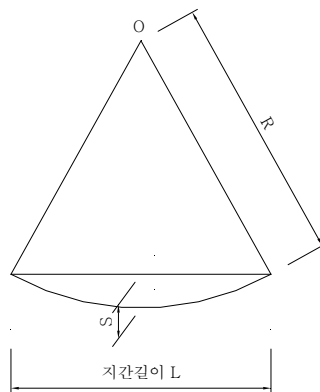
<그림 5.4.2> 수평브레이싱의 배치

- (4) 폭원이 변화하는 경우에는 그 상황에 따라서 주형을 방사상으로 할 것인지 세로보(브라킷을 포함함)를 추가할 것인지를 검토해야 한다. 단 I 형인 경우 비틀림 강성이 적고 브라킷을 설치하기 어려운 구조이므로 가능한 한 구조를 방사상으로 배치하는 것을 원칙으로 한다.



<그림 5.4.3> 폭원이 변하는 경우

- (5) 도로선형이 곡선인 경우 <그림 5.4.4>와 같이 S 가 300mm 이하인 경우 바닥판의 캔틸레버부의 길이를 조정하여(+100~-200mm) 처리할 수 있으므로 직교로 설계하여도 좋다. S 가 300mm를 초과하는 경우 곡선거더로 설계하여도 좋다. 그러나 곡률의 크기에 따라서 양단의 주거더만 곡선으로 하고 중간 주거더는 직선으로 하는 경우도 있다.

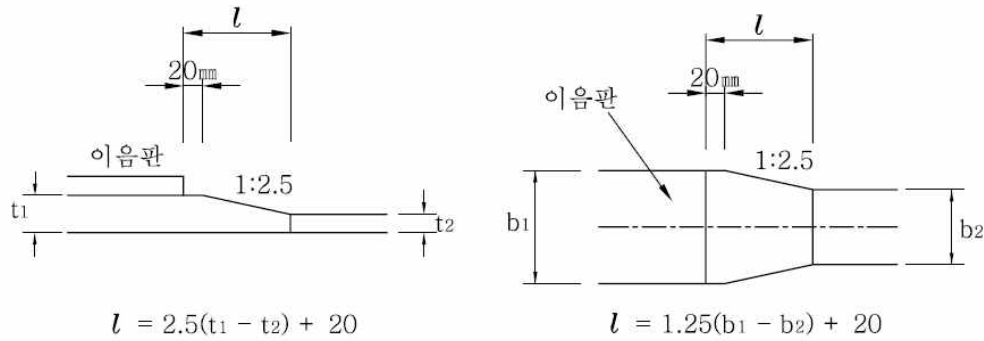


<그림 5.4.4> 주거더 형상결정에 영향을 주는 도로선형(S)

5.4.2 주형단면 계획

- (1) 플랜지에는 용접 커버플레이트를 쓰지 않는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 복부판 두께는 9mm를 최소로 하는 범위에서 가능한 한 얇게 한다. 단 수평보강재를 2단 사용하는 경우는 10mm를 최소로 한다.
- (3) 플랜지의 최대폭은 보 높이의 1/3~1/4을 표준으로 한다.
- (4) 플랜지의 최소폭은 200mm 또는 복부판 높이의 1/8 이상으로 한다.
- (5) 압축응력 및 인장응력을 받는 플랜지의 자유돌출부 판두께는 강재의 종류에 관계없이 플랜지 자유돌출부 폭의 1/16 이상으로 한다.
- (6) 전단연결재를 설치하는 플랜지의 판두께는 10mm 이상으로 하여야 한다.

- (7) 플랜지의 단면 변화시 플랜지 폭보다 판두께를 변화시키는 것을 표준으로 한다.
- (8) 플랜지의 맞댐 용접부에서 부재의 판 두께의 차이는 두꺼운 쪽 판두께의 1/2이하로 한다.
- (9) 단면변화부에서는 응력의 흐름을 원활하게 하기 위해 판폭, 판두께가 1:2.5보다 완만하게 단면 변화(taper)를 시켜야 한다. 또한, 테이퍼 단부와 이음판은 20mm 이상 띄우는 것을 표준으로 한다.

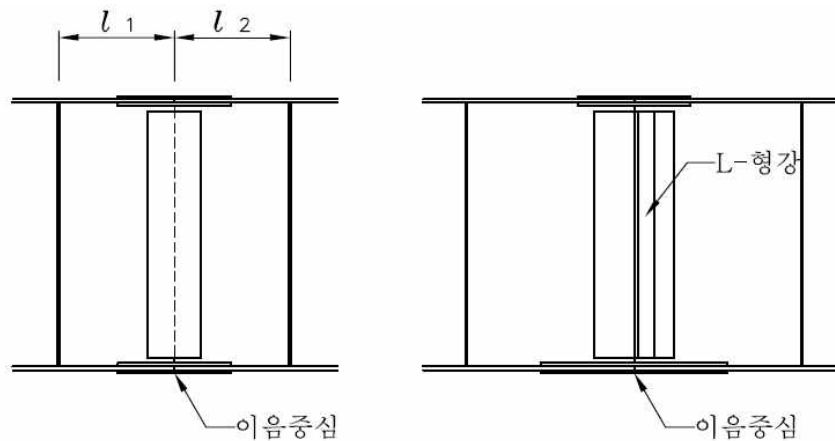


<그림 5.4.5> 플랜지 단면변화부와 이음판의 최소거리

- (10) 플랜지 두께가 변화하는 경우 복부판과 접하는 면을 일치시키는 것을 원칙으로 한다. 또한 복부판 두께가 변화하는 경우에는 판두께의 중심선을 일치시키는 것으로 한다.

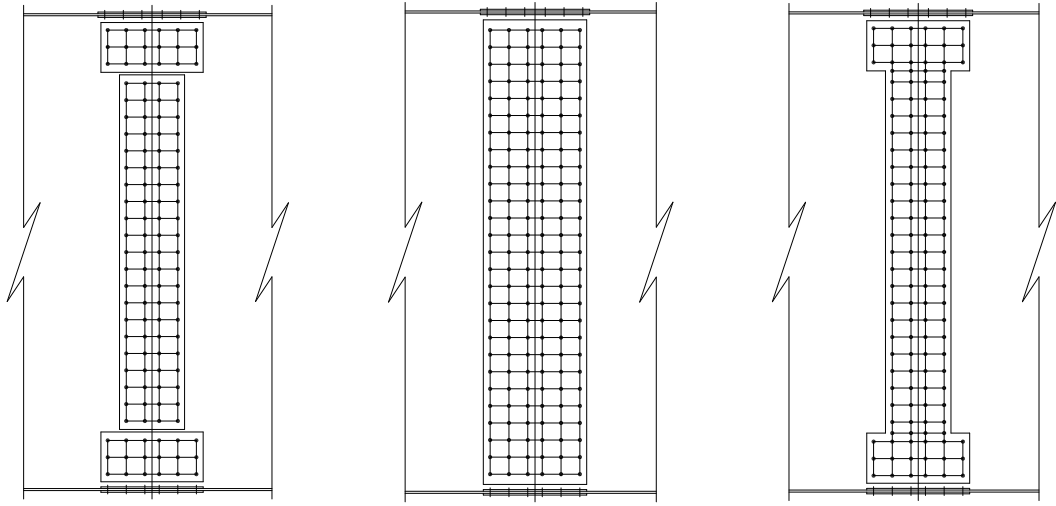
5.4.3 주형의 현장이음

- (1) 주형의 현장이음 위치는 중간수직보강재 사이에 배치하는 것을 원칙으로 한다. 다만, 플랜지 이음판이 커서 수직보강재 위치에 이음을 설치하는 경우 <그림 5.4.6>과 같이 L-형강을 사용하여 복부판 이음판과 같은 길이로 보강한다.



<그림 5.4.6> 현장이음 위치 및 이음판의 보강

- (2) 복부판의 이음은 <그림 5.4.7>와 같으며 <그림 5.4.7>(c)를 표준으로 한다. 부득이 <그림 5.4.7>(a)의 방법을 사용할 경우 모멘트 이음판과 전단 이음판의 두께는 같은 두께로 한다.



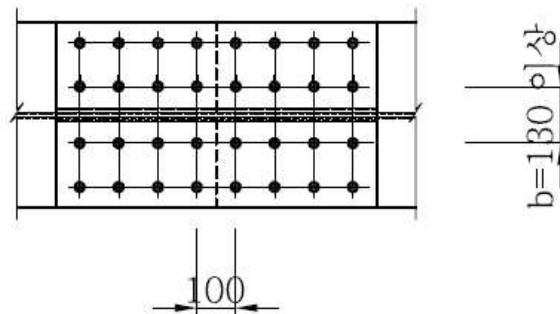
(a) 분리형 휨 및 전단이음판

(b)통판 전단이음판

(c) 일체형 휨 및 전단이음판

<그림 5.4.7> 복부판의 이음

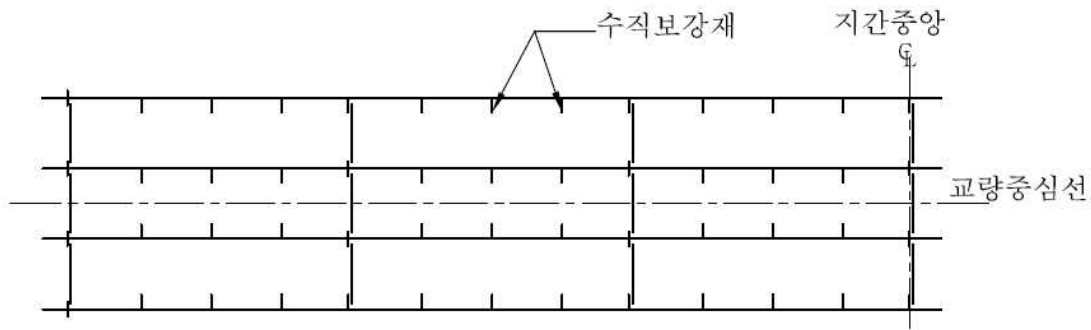
- (3) 주형 이음 중심을 사이에 둔 볼트의 간격은 100mm를 표준으로 한다. 플랜지의 복부판 양측의 볼트 간격은 130mm를 표준으로 한다.



<그림 5.4.8> 이음 중심의 볼트 간격

5.4.4 수직보강재

- (1) 단부 수직보강재 및 수직브레이싱 설치부의 보강재 판두께는 9mm 이상으로 하고, 그 외는 8mm 이상으로 한다.
- (2) 수직보강재의 돌출다리길이는 주로 보의 높이에 따라 결정되는데 복부판 높이의 1/30에 50mm를 가산한 것보다 크게 잡는 것을 표준으로 한다. 판두께는 돌출부의 1/13 이상일 경우 최소 두께를 쓰는 것으로 한다.
- (3) 수직 보강재는 특별히 필요한 경우를 제외하고 거더의 내면(교량의 중심선방향)에 설치하는 것을 표준으로 한다.



<그림 5.4.9> 수직보강재의 배치

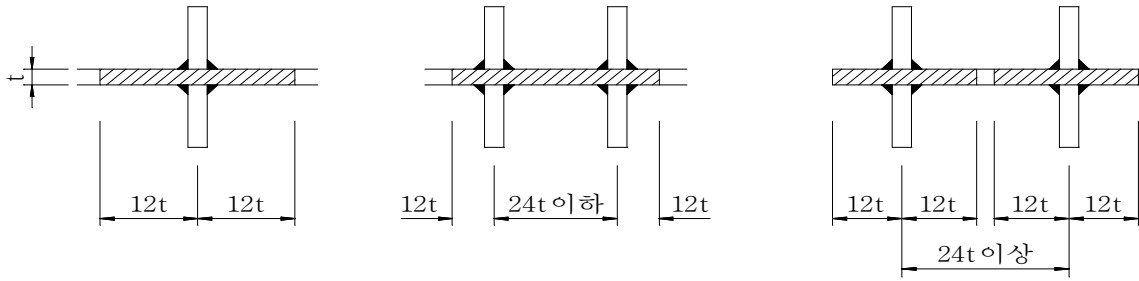
- (4) 수직브레이싱이 사각이 되는 경우, 그 설치부의 보강재는 경사방향으로 설치하고 브레이싱 연결판은 절곡하지 않는 것을 표준으로 한다.
- (5) 플레이트거더의 지점 및 가로보, 세로보, 수직브레이싱 등의 연결부와 같은 하중 집중점은 반드시 보강재를 설치하여야 한다.
- (6) 수직보강재와 상·하부 플랜지의 연결
 상·하부 플랜지와 수직보강재 사이의 연결은 [표 5.4.1]을 원칙으로 한다. 교변용력을 받는 부분의 수직보강재와 상·하부플랜지의 접합부는 필릿용접하는 것을 원칙으로 한다.

[표 5.4.1] 상·하부 플랜지와 수직보강재 사이의 연결

위 치	지 점 부	수직브레이싱(bracing) 및 가로보가 설치되는 부분		기 타	
휨모멘트부호	부	정	부, 교변부	정	부, 교변부
개념도					

(7) 지점 보강재

- ① 지점상의 보강재는 양쪽에 대칭으로 설치되도록 하고, 상하연 플랜지까지 연장시키는 것을 원칙으로 한다.
- ② 지점반력이 큰 단부보강재는 가능한 한 좌굴에 강한 형태(예를 들어 일반 압축재에 준한 박스단면)로 하는 것이 좋다.
- ③ 수직보강재는 압축력을 받는 기둥이라보고 보강재 전단면과 복부판 가운데 보강재 양쪽으로 각각 복부판 두께의 12배까지 유효한 단면으로 생각할 수 있으며 전체 유효단면은 보강재 단면의 1.7배를 넘어서는 안된다.



<그림 5.4.10> 하중 집중점 보강재의 유효단면적

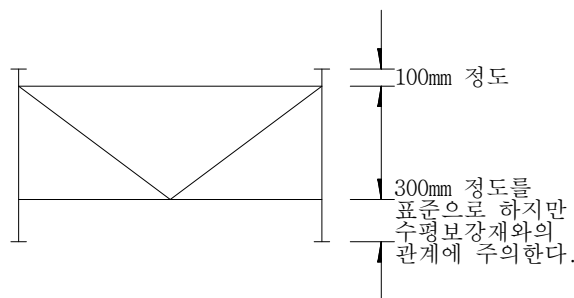
- ④ 단면의 회전반경은 복부판의 중심선에 대하여 구하고 유효좌굴길이는 플레이트 거더 높이의 1/2로 한다.

5.4.5 수평보강재

- (1) 수평보강재 1단을 사용할 경우에는 $0.2b$ 부근, 2단을 사용할 경우에는 $0.14b$ 와 $0.36b$ 부근으로 정하는 것을 원칙으로 한다. 단, b :상하플랜지의 순간격(mm)
- (2) 수직보강재와 수평보강재가 만나는 곳은 자동용접을 고려하여 수평보강재 끝단이 수직보강재에서 35mm정도 떨어져 있게 한다.

5.4.6 수직브레이싱

- (1) I형 단면 및 π 형 단면의 플레이트 거더교에서는 수직 브레이싱 간격을 6m 이내로 설계하되, 플랜지폭의 30배를 넘지 않는 간격으로 중간 수직브레이싱을 설계해야 한다. 상자형 단면의 플레이트 거더교에서도 이에 준하는 것이 좋다.
- (2) 바닥판이 3개 이상의 주거더로 지지되고 주거더의 지간이 10m를 넘을 경우에는 강성이 큰 하중 분배 가로보를 설치하여야 한다. 하중 분배 가로보의 설치간격은 20m를 넘지 않아야 한다.
- (3) 중간 수직브레이싱의 구조 형식은 <그림 5.4.11>에 나타낸 트러스 구조로 하고 사재의 골조는 V형식을 표준으로 한다.



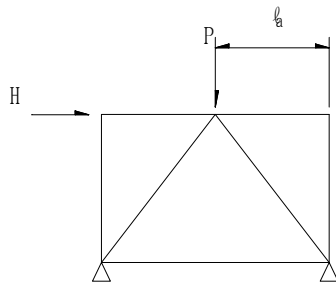
<그림 5.4.11> 수직브레이싱 구조

- (4) 현재 및 사재는 주요부재(1차부재)로서 설계하여야 한다.
- (5) 단부 수직 브레이싱

- ① 단부 수직 브레이싱은 <그림 5.4.12>에 나타낸 트러스형태로 하고 그 상현재에 바닥판을

놓아 고정하는 것을 표준으로 한다.

- ② 단부 수직 브레이싱은 횡하중에 저항할 수 있는 단면으로 하고 연직하중에 단독으로 저항하는 것으로 한다.
- ③ 연직하중은 DB24 후륜하중으로 하며 충격도 고려한다.
- ④ 활하중(충격을 포함하지 않음)에 의한 단부 수직브레이싱 상현재 최대처짐은 $\ell_a / 4000$ 이하로 한다.



<그림 5.4.12>

ℓ_a : 지간

P : 활하중 (DB24 후륜하중)

H : 지진하중 또는 수평하중

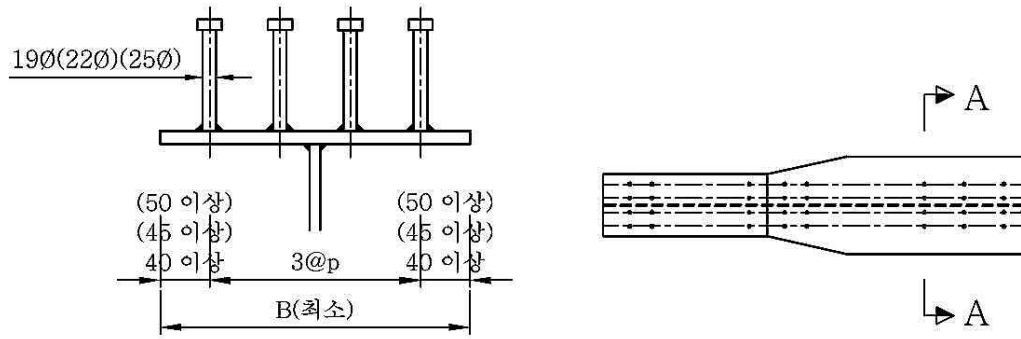
5.4.7 수평브레이싱

- (1) 풍하중, 지진하중 등의 수평하중에 대해서는 바닥판과 수평브레이싱이 1/2씩 부담하는 것으로 한다.
- (2) 수평브레이싱의 각 부재는 횡하중에 대해서 수평브레이싱을 트러스로 보고 해석한 부재력에 대해 설계한다.
- (3) 지점상의 수평브레이싱의 연결판은 응력집중을 고려해 용접부의 응력조사를 행한다.
- (4) 교축 직각방향 지진력은 단부 및 중간지점에 집중해서 작용한다.

5.4.8 전단연결재⁴⁾

- (1) 전단연결재는 스타드를 표준으로 하고, 가능한 큰 직경을 사용하는 것이 바람직하다. 단, 스타드의 용접은 공장작업으로 한다.
- (2) 스타드의 재질 및 규격은 ‘도로교 설계기준 제3장 강교 3.9.5.11 스타드’에 따른다.
- (3) 전단연결재의 최대 간격은 바닥판 콘크리트의 두께의 3배로 하고 600mm를 넘지 않도록 한다. 또한 경간 중앙부의 배치간격은 600mm를 표준으로 한다. 다만, 연속교의 내부지점부의 경우 높은 인장응력이 발생하는 곳의 전단연결재 설치를 피하기 위해 이 간격을 넓힐 수도 있다.
- (4) 교축방향의 최소 중심 간격은 5d 또는 100mm로 하고 교축 직각방향의 최소 중심 간격은 $d+30\text{mm}$ 로 한다. 여기서 d는 스타드 줄기의 지름이다.
- (5) 플랜지 연단과 최외측 스타드 중심사이의 거리는 도로교 설계기준 3.9.5.5의 규정(최소 순간격 25mm)에도 불구하고 $\phi 19$ 의 경우 40mm, $\phi 22$ 의 경우 45mm, $\phi 25$ 의 경우 50mm로 하는 것으로 한다.

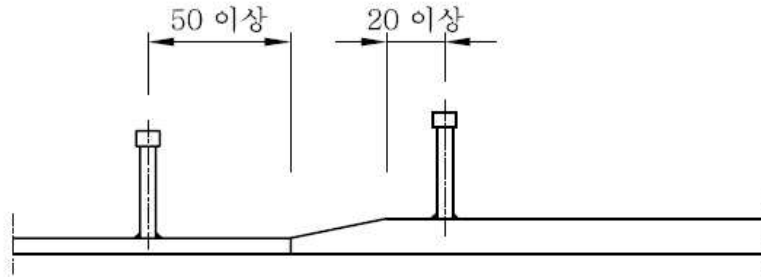
4) 전단연결재(스타드) 설계 최적화방안 검토(기술심사실-1579, 2008. 7.29)



단면 A-A

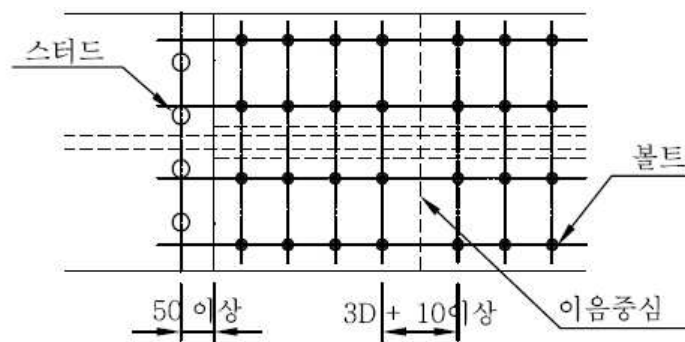
<그림 5.4.13> 스터드의 가로 배치

- (6) 스터드와 플랜지 용접이음위치의 간격에 대하여 용접이음에서 50mm 이상, 플랜지의 판두께 변
화부 단부에서 20mm 이상 이격시켜 스터드를 설치하는 것을 원칙으로 한다.



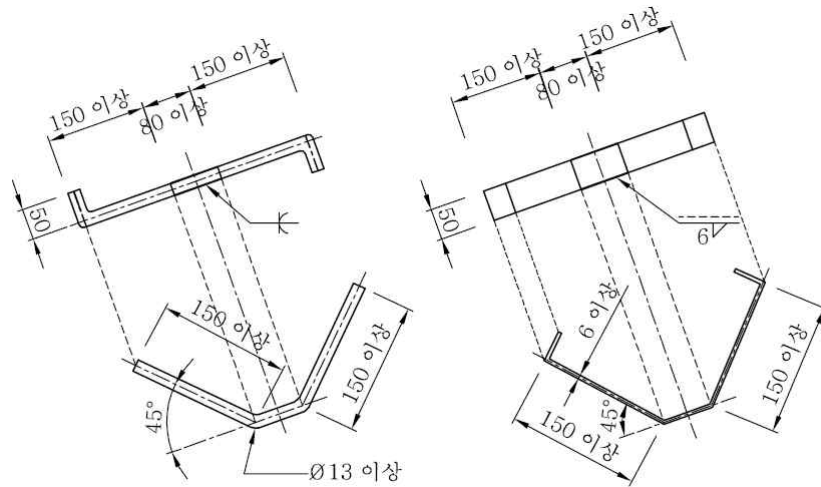
<그림 5.4.14> 용접이음부의 스터드 세로 배치

- (7) 현장이음부근에 설치되는 스터드는 이음판으로부터 교축방향으로 50mm 이상 이격시켜 설치하
고 이음판 위에는 스터드를 설치하지 않는다.



<그림 5.4.15> 이음판 부근의 스터드 배치

- (8) 콘크리트 바닥판과 접하는 플랜지에 전단연결재가 없을 경우에는 <그림 5.4.16>과 같은 바닥
판 앵커를 1.0m 간격 이내로 붙여야 한다.



<그림 5.4.16> 바닥판 앵커

3.4.9 브레이싱 연결부 상세

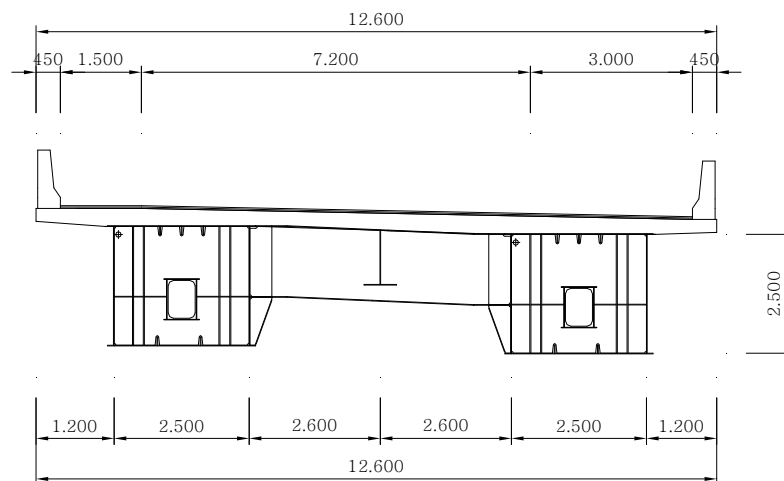
주형과 수평 및 수직브레이싱의 연결부는 다음을 고려하여 설계한다.

- (1) 부재는 가능한 한 축선의 교점 가까이까지 연결하여 연결판의 강성을 크게 한다.
- (2) 부재축의 편심은 가능한 한 작게 한다.
- (3) 브레이싱 연결판의 최소 판두께는 8mm로 한다. 단, 분배수직브레이싱, 지점 위 수직브레이싱은 1차 부재로 취급하므로 이 부분의 연결판의 최소 두께는 9mm로 한다.

5.5 박스거더⁵⁾

5.5.1 박스거더 단면계획

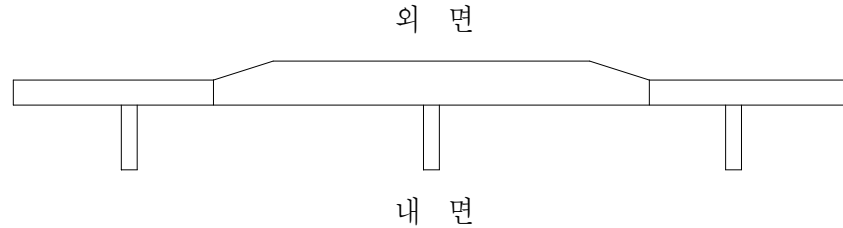
- (1) 50m 경간의 2차로 고속도로의 박스거더 배치는 다음 <그림 5.5.1>을 표준으로 한다.



<그림 5.5.1> 고속도로 표준형단 구성

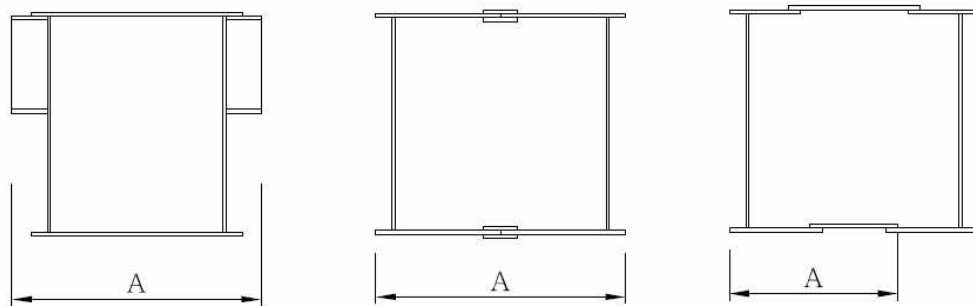
5) 강도로교 설계 합리화 방안(설계설10207-30683, 2004.10.29)

- (2) 일반적으로 도로폭원(연석간의 거리) 8m 를 기준으로 하여 그 이하는 단일 박스거더교로 한다.
- (3) 박스거더의 인장플랜지 두께는 복부판 중심간격의 1/80 이상으로 한다. 그러나 충분한 강성을 가진 보강재가 있는 경우에는 복부판 중심 간격 대신 보강재 중심 간격을 사용해도 좋다.
- (4) 플랜지와 복부의 판두께를 변화시키는 경우는 제작상의 편이를 고려하여 <그림 5.5.2>와 같이 박스 내면은 동일면으로 일치시키고 박스 외면을 변화시킨다.



<그림 5.5.2> 플랜지의 판두께 변화

- (5) 박스거더 단면의 결정에 있어서 수송상의 제한을 고려하여야 한다. 특히 육상수송의 경우 다음 <그림 5.5.3>과 같이 일체로 수송하는 한계를 초과하는 경우 박스단면을 적당한 블록으로 분할하여 수송하고 현장 이음할 수 있다.



(a) A가 통행가능한도 내에 있을때 (b) A가 통행가능한도를 초과할 때 (c) A가 통행가능한도를 초과할 때

<그림 5.5.3> 운송을 위한 단면분할 예

5.5.2 플레이트 거더교 규정 적용

- (1) 5.4 플레이트 거더교 5.4.3 주형의 현장이음의 관련 규정을 준수해야 한다.
- (2) 5.4 플레이트 거더교 5.4.8 전단연결재의 관련 규정을 준수해야 한다.

5.5.3 종리브 및 횡리브

(1) 종리브

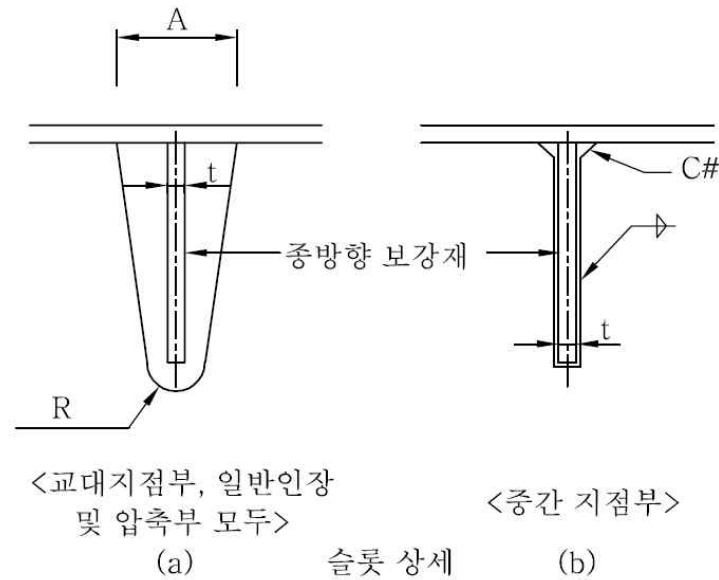
- ① 종방향 보강재는 플랜지와 같은 재료로 하고 주형의 단면성능 계산시 포함한다.
- ② 종방향 보강재의 최소간격은 330mm로 한다.
- ③ 압축부 종리브 수는 5개 이상 설치하는 것이 바람직하며, 종리브 소용용력비를 만족시키는 범위에서 가능한 간격을 넓게 하고, 단면제원을 적게 하는 것이 유리하다.

(2) 횡리브

- ① 제작 기설시 단면변화를 방지하기 위하여 인장측 플랜지에 적당한 간격으로 횡리브를 설치

해야 한다.

- ② 횡리브는 종리브의 재원을 증가시키지 않는 범위내에서 최소단면을 선택하고, 횡리브 간격을 증가시키는 것이 강중 감소에 유리하다.
- (3) 종리브와 횡리브의 교차부는 다음 <그림 5.5.4>와 같은 구조로 한다.



<그림 5.5.4> 종리브와 횡리브의 교차부

[표 5.5.1] 교차부 치수표

t	A	C#	R
$t \leq 12$	$t + 70$	10	25
$12 < t \leq 22$	$t + 70$	10	
$22 < t \leq 32$	$t + 70$	15	

5.5.4 다이어프램

(1) 중간 다이어프램 형식 및 설치 간격

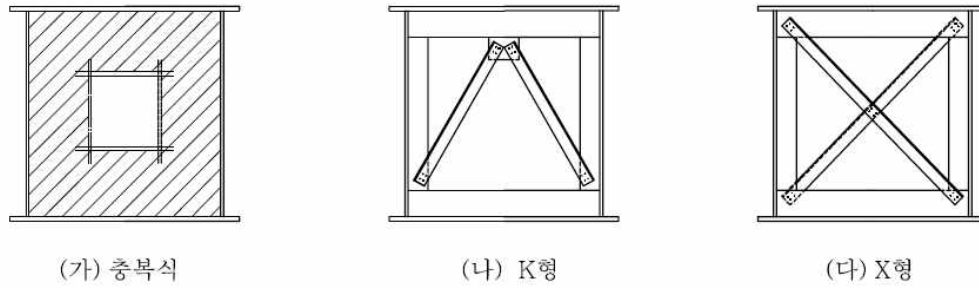
- ① <그림 5.5.5>에 주어진 형식을 갖는 중간 다이어프램의 간격은 다음 식으로 구한다.

$$L_D < 6.0m \quad (L \leq 50m)$$

$$L_D \leq (0.14L - 1.0)m \quad (L > 50m) \quad \text{[식 5.5.1]}$$

단, $L_D \leq 20m$

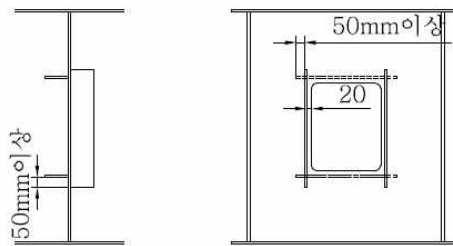
여기서, L_D : 중간다이어프램의 간격 (m), L : 교량의 지간 길이 (m)



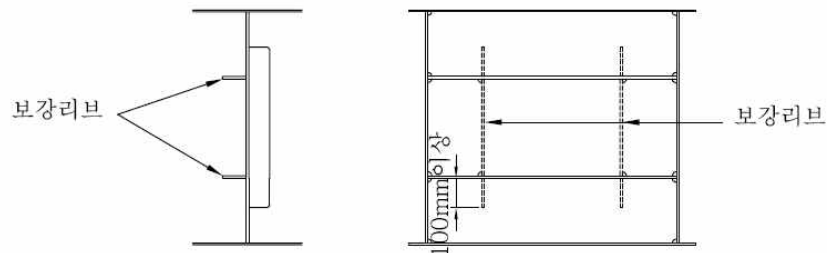
<그림 5.5.5> 중간 다이아프램의 형식

(2) 중간 다이아프램의 보강구조

- ① 중간 다이아프램의 치수가 통판방식($\rho \leq 0.4$)(여기서 ρ 는 개구율) 이거나, 통판방식과 라멘 방식의 중간($0.4 < \rho < 0.8$) 정도에서 결정되는 경우에는 다음 <그림 5.5.6>의 (a) 구조를 적용하되 상,하 및 좌,우 플랜지들을 서로 배면에 배치하는 것을 표준으로 한다.
- ② 중간 다이아프램의 치수가 라멘방식($\rho \geq 0.8$)에서 결정되는 경우에는 <그림 5.5.6 (b)>의 구조를 표준으로 한다.



(a) 통판방식 (개구율 $\rho < 0.8$)

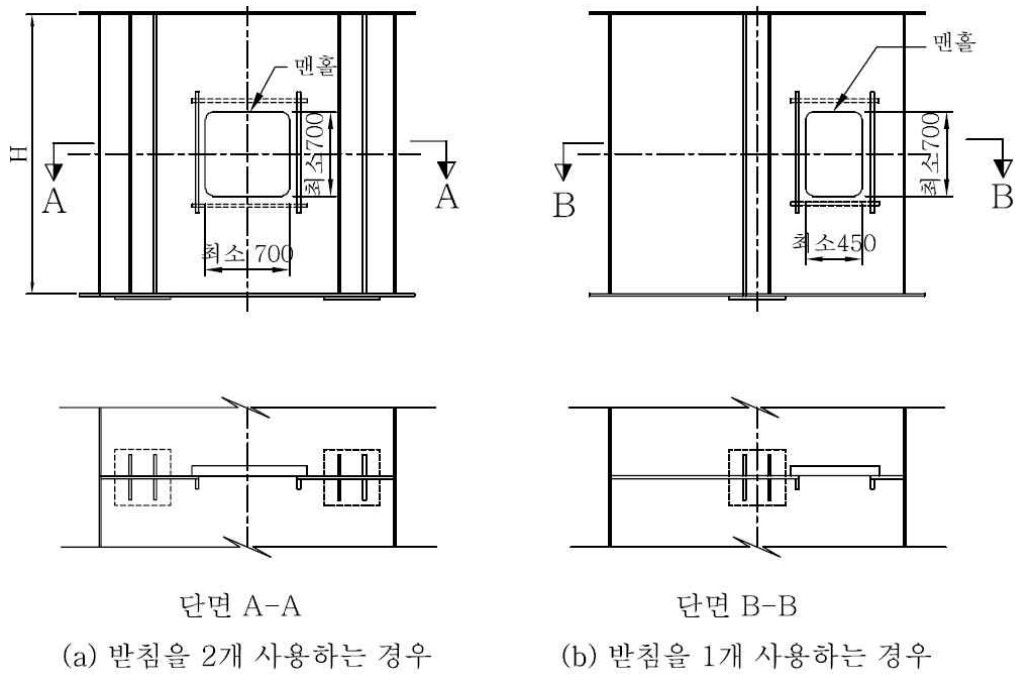


(b) 라멘방식 (개구율 $\rho \geq 0.8$)

<그림 5.5.6> 다이아프램 맨홀 보강부 처리

(3) 지점부 다이아프램

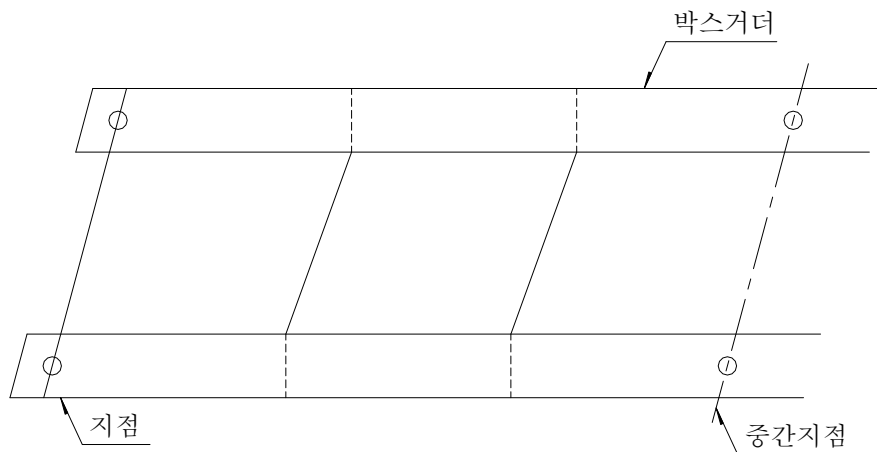
- ① 지점부 다이아프램은 받침 바로 위에 반드시 보강재를 설치하여야 한다.
- ② 지점부 다이아프램의 형식은 단면을 폐합시키는 것을 원칙으로 하고, <그림 5.5.7>과 같이 맨홀을 설치하여 유지보수와 현장이음을 위한 출입이 가능토록 조치한다.



<그림 5.5.7> 지점부 다이아프램 맨홀 배치

(4) 다이아프램의 배치

- ① 사교의 경우 다이아프램은 지점을 제외하고 박스거더 직각으로 설치하는 것이 다이아프램의 강성을 높이고 제작도 용이하다.



<그림 5.5.8> 박스거더 다이아프램의 방향

5.5.5 분배가로보 및 중간 수직브레이싱

- (1) 다주형 박스거더교의 경우는 20m 이하의 간격으로 강성이 큰 하중분배 가로보를 설치하는 것 외에 6m 이하의 간격으로 중간 수직브레이싱을 설치하여야 한다.

5.5.6 받침의 배치

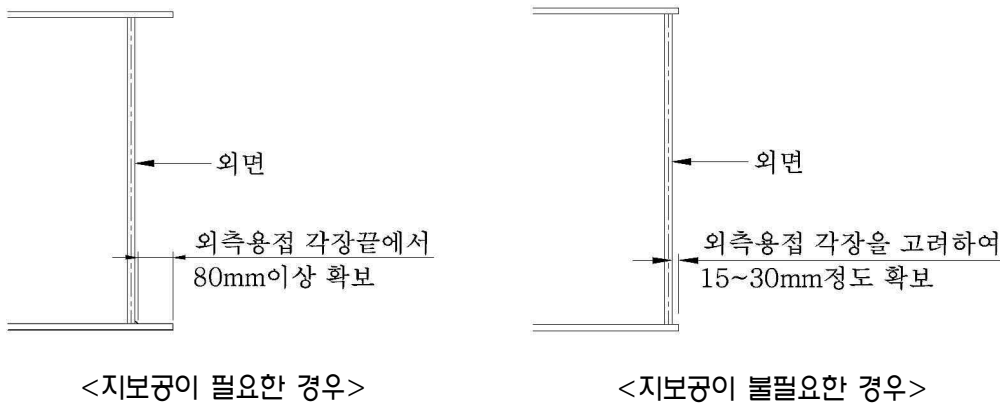
- (1) 직교의 경우 가설시의 안정성과 시공성 등을 고려하여 2 받침형식을 표준으로 하고, 코팅 크

기 제약 등 여건에 따라 1 받침 형식도 적용 가능하다.

- (2) 사교와 곡선교의 경우 경제적인 면과 구조적인 면에서 1 받침 형식을 표준으로 한다.⁶⁾

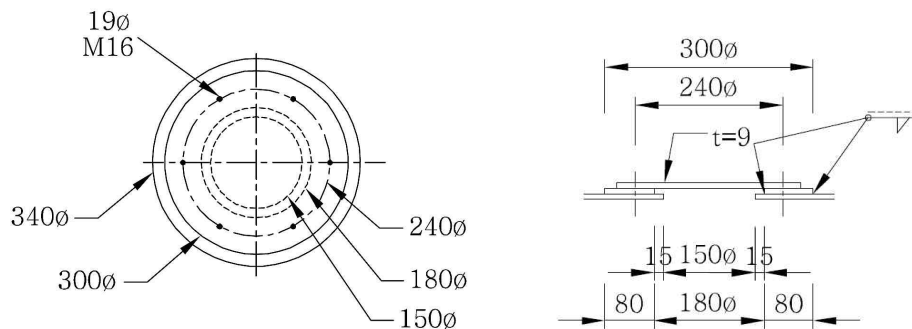
5.5.7 구조세목

- (1) 박스거더의 하부플랜지 돌출길이는 100~150mm 정도로 하는 것이 좋다. 이 경우 현장 이음부는 돌출부도 연결하여야 한다.



<그림 5.5.9> 하부 플랜지의 돌출길이

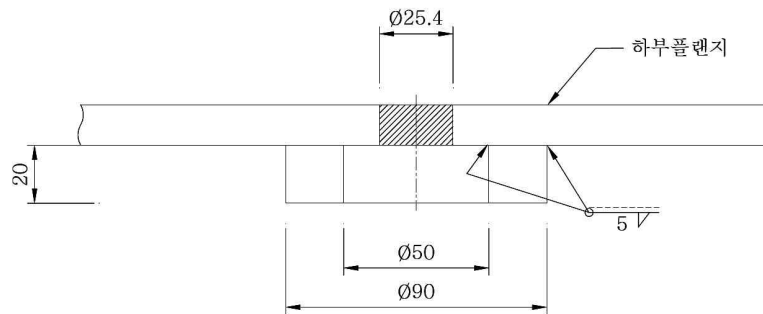
- (2) 가설치 박스 내외부에 부재와 공구들의 입출을 위해서 <그림 5.5.10>와 같이 작업구멍을 교대 전면 박스거더 하부에 설치한다.



<그림 5.5.10> 작업구멍 상세

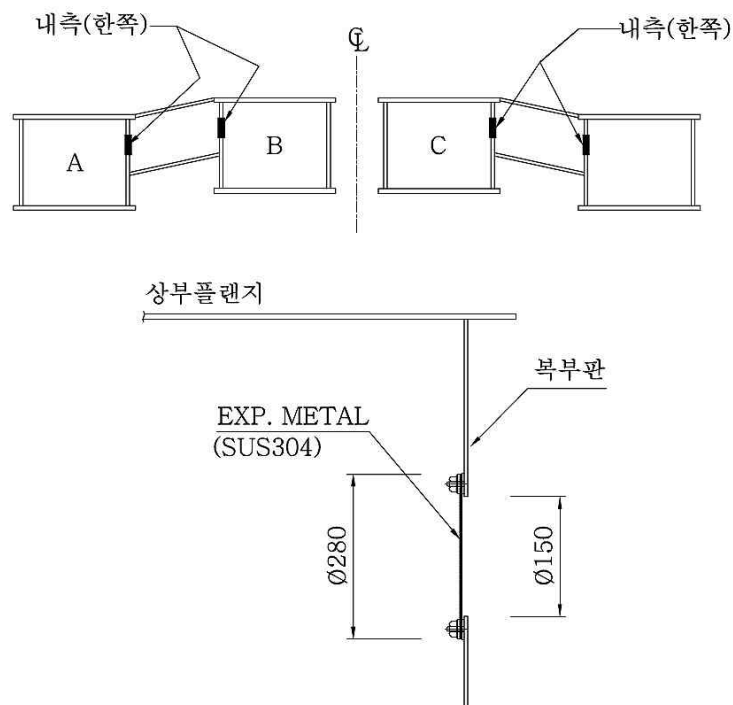
- (3) 박스거더 단부에 거더 내부 접근을 위한 출입시설(400mm 이상)을 9.3 교량점검시설 9.3.3 설치기준의 <그림 9.3.6-7>과 같이 확보해야 한다. 다만, 거더 블록아웃만으로 출입시설의 확보가 곤란한 경우 교대 홍벽부를 추가로 블록아웃 할 수 있다.
- (4) 우수 침투 및 결로 등에 의한 배수를 고려하여 거더 하면에 다음 <그림 5.5.11>와 같이 배수구멍을 설치한다.

6) Steel Box Girder교 받침 배치방법 검토(설계구 13201-649,,2002.11.26)



<그림 5.5.11> 배수구멍

- (5) 박스거더 내부의 결로 방지를 위하여 20m이하의 간격으로 내측 복부판에 다음 <그림 5.5.12>과 같이 환기구멍을 설치한다.



<그림 5.5.12> 환기구멍(20m 이하로 설치)

5.6 소수주거더교)

5.6.1 주거더 단면계획

- (1) 소수주거더교는 직선교(사각 15° 이하의 사교와 중심각 0.06 rad 이하의 곡선교 포함)에 적용

하는 것을 원칙으로 한다.

(2) 바닥판

- ① 소수주거터교에는 PSC(prestressed concrete) 바닥판 채용을 기본으로 한다.
- ② 바닥판의 두께와 설계 모멘트는 도로교설계기준을 따른다.
- ③ 현치의 경사는 1:5로 완만하게 하는 것이 좋으며, 현치는 상부 플랜지의 상면에서부터 시작한다.
- (3) 주거터의 최대 간격은 7.0m로 한다. 그리고, 사교 또는 곡선교일 경우에도 주거터는 가능한 한 직교로 배치한다.
- (4) 주거터의 거더 높이/경간비는 강중량 뿐만 아니라 운송 및 현장 가설을 고려해 1/17~1/18로 하는 것을 표준으로 한다.
- (5) 플랜지 폭은 거더 높이의 1/3~1/8로 하는 것을 표준으로 한다.
- (6) 상부 플랜지의 단면 변화 방향은 바닥판 시공성 및 현장 용접성을 고려하여 상부 플랜지 상면 높이를 일정하게 하고, 복부판 높이를 변화시키는 것을 표준으로 한다.
- (7) 복부판 두께는 도로교설계기준을 따른다.
- (8) 지점부를 제외한 일반부의 수직보강재는 가능한 한 형상비가 3이 되도록 배치하고, 지점부는 도로교설계기준의 규정을 따라서 형상비가 1.5이하가 되도록 설계하는 것을 표준으로 한다. 수직보강재의 간격 결정에 있어서 가로보의 배치를 고려해야 한다.
- (9) 수평보강재는 1단을 배치하거나, 생략하는 것을 표준으로 한다.

5.6.2 플레이트 거더교 규정 적용

- (1) 5.4 플레이트 거더교 5.4.3 주형의 현장이음의 관련 규정을 준수해야 한다.
- (2) 5.4 플레이트 거더교 5.4.8 전단연결재의 관련 규정을 준수해야 한다.

5.6.3 보강재

(1) 중간 수직보강재

- ① 용력 교변부와 부모멘트부에서 인장 플랜지와 용접되는 수직보강재의 용접부에 대한 피로조사를 해야 한다.
- ② 정모멘트부에서는 수직보강재와 인장 플랜지와의 복부판 두께의 4배 이상, 6배 이하의 간격을 띄운다.

(2) 일반 가로보와 연결되는 수직 보강재

- ① 중간 가로보 연결부의 수직보강재는 주거터 하부 플랜지의 고정점으로서의 강도가 확보 가능해야 한다.
- ② 상부 플랜지와 수직보강재의 용접부는 완전용입홈용접, 하부 플랜지와 수직보강재의 용접부는 필렛용접으로 한다.

(3) 지점 수직보강재

- ① 가로보와 주거터로 구성되는 라멘의 기둥으로서의 강도 확보 및 용력의 전달이 가능하도록 설계해야 한다.

- ② 완전용입 용접점으로 양쪽 플랜지에 연결시킨다.

5.6.4 현장연결부

- (1) 현장연결부는 현장 시공성, 경제성 및 경관을 고려하여 볼트연결이나 용접연결로 한다.
- (2) 부재의 두께가 50mm 이하일 경우에는 볼트 연결, 그 이상일 경우에는 용접 연결로 하는 것이 바람직하며, 가설공법 및 현장여건 등을 고려하여 적절한 연결방법을 선택해야 한다.

5.6.5 전단연결재

- (1) 전단연결재는 스테드를 표준으로 한다.
- (2) 전단연결재의 설계는 도로교설계기준해설 제3장 강교 3.9.5의 전단연결재 규정에 따른다.
- (3) 가로보와 연결되는 수직보강재 바로 위쪽에는 전단연결재를 배치하지 않고, 수직보강재로부터 교축방향으로 50mm 이상 거리를 두는 것을 표준으로 한다. 바닥판과 거더 상부플랜지 사이의 경계면 박리 방지를 위하여 외측 스테드는 가능한 플랜지 외측에 배치하고, 복부판 바로 위에 스테드를 배치(스테드가 짝수개일 경우에는 가운데 2개를 되도록 복부판에 가깝게)하는 것이 바람직하다.
- (4) 실험을 통하여 강도와 피로수명이 확인된 경우에는 25mm 보다 큰 줄기지름의 스테드를 사용할 수 있고, 고강도 재료를 사용할 수 있다.

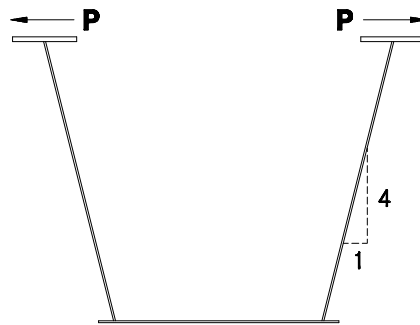
5.6.6 가로보

- (1) 지점 가로보의 설계에서는 교량의 전체적인 안정성뿐만 아니라 지진 하중, 풍하중 등의 수평력을 고려하여 중간 가로보 보다 강성을 크게 해야 한다.
- (2) 중간 가로보의 경우 일반적으로 공장제작의 간소화와 제작비 절감을 위해 용접이 필요 없는 H형강을 사용하는 것이 바람직하다. 그러나, 원하는 치수의 형강이 없는 경우에는 용접 거더를 사용할 수 있다.
- (3) 압축플랜지의 고정점간 거리를 확보하기 위해 가로보 간격은 최대 6m로 한다.
- (4) 바닥판 시공 중 직접 가로보에 하중이 재하될 수도 있으며, 가로보의 간격과 강성 및 강도를 고려하여 가로보의 가설 안정도에 대한 검토를 수행해야 한다.
- (5) 중간 가로보는 주거더의 중앙부에 배치한다.
- (6) 가로보 단면은 가로보와 수직보강재에 의해 구성되는 U형 프레임으로서 압축 플랜지의 좌굴 방지에 필요한 단면을 확보해야 한다.
- (7) 시공시에 바닥판을 가로보로서 지지하는 경우에는 바닥판 시공시 하중을 고려해야 한다.
- (8) 일반 가로보는 격자 해석에서의 하중분배 가로보로서의 단면력도 고려해야 한다.
- (9) 가로보와 주거더의 연결은 가로보에 발생하는 단면력을 수직보강재에 확실히 전달시킬 수 있는 구조로 한다. 또한, 가로보가 부착되는 부분은 피로강도가 낮으므로 주의가 필요하다.

5.7 개구제형 강거더교⁸⁾

5.7.1 주거더 단면계획

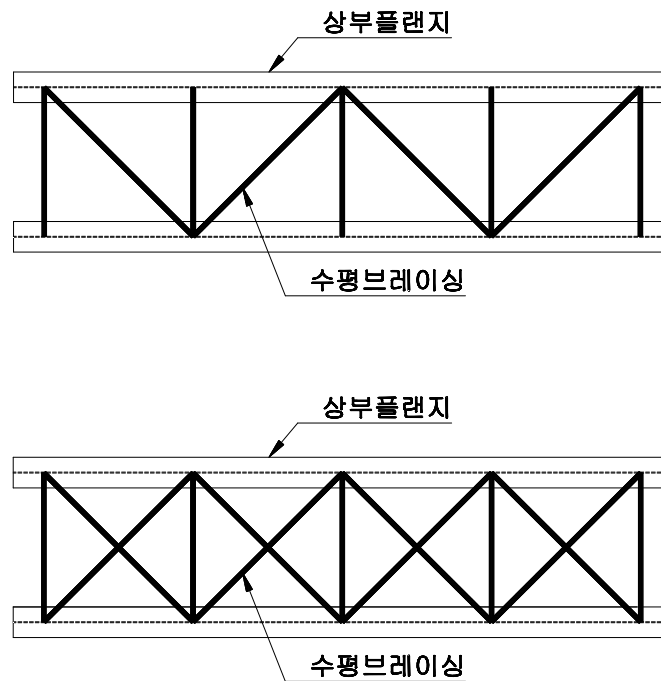
- (1) 개구제형 강거더의 복부판 기울기는 1/4 이하를 표준으로 한다.
- (2) 개구제형의 상부플랜지에는 반드시 적절한 간격으로 수평브레이싱을 설치해야 한다.
- (3) 수평브레이싱의 설치 간격은 강거더 내부에 설치하는 중간 다이아프램 간격의 1/2를 표준으로 한다.



<그림 5.7.1> 개구제형 단면

5.7.2 수평브레이싱

- (1) 수평브레이싱의 배치는 SD형식 및 X형식을 표준으로 한다.

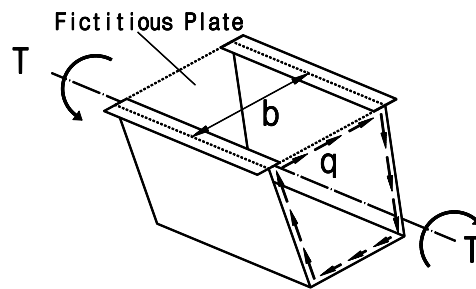


<그림 5.7.2> SD형식과 X형식 수평브레이싱

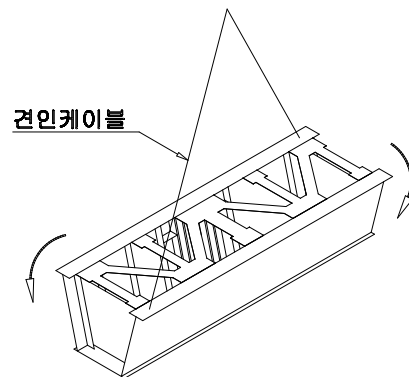
8) 개구제형 강합성교 적용 검토(설계구 10201-669, 2002.12.5)

(2) 설계시 고려해야 하는 하중

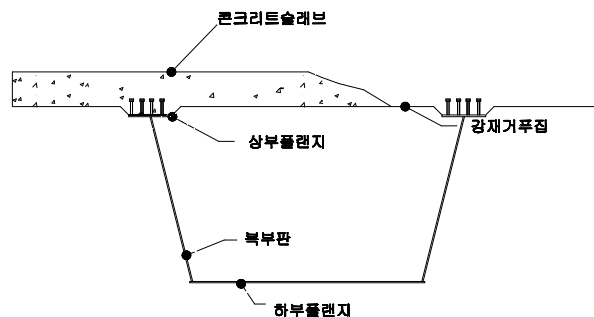
- ① 상부플랜지에 설치하는 수평브레이싱의 설계시에는 운반, 조립 및 콘크리트 바닥판의 타설 (또는 프리캐스트 바닥판의 설치) 중에 작용할 수 있는 하중조건을 모두 고려해야 한다.
- ② 순수비틀림(*St. venant*)모멘트에 의한 전단흐름 q 가 발생하며, 이로 인하여 수평브레이싱 사재(*diagonal member*)에 축력(인장 또는 압축)이 발생한다. <그림 5.7.3>
- ③ 시공 시 개구제형에 비틀림 모멘트가 작용하는 경우는 운반 또는 조립을 위하여 개구제형을 들어올리는 도중 <그림 5.7.4>처럼 로프가 끊어지는 경우 또는 사하중(콘크리트, 시공장 비)이 편심재하된 경우 <그림 5.7.5> 등이다.



<그림 5.7.3> 비틀림모멘트 작용



<그림 5.7.4> 견인케이블 절단시 비틀림모멘트 작용



<그림 5.7.5> 콘크리트의 편심타설

- ④ 시공 중 사하중(강거더, 콘크리트 바닥판, deck finisher 등의 시공장비)에 의하여 강거더에 발생하는 휨모멘트로 인해 수평브레이싱 부재에 축력(인장 또는 압축)이 발생한다.

- ⑤ 복부판이 보통 1/4 정도로 기울어져 있기 때문에 시공중 작용하는 사하중으로 인하여 상부 플랜지를 양쪽으로 벌어지게 하는 수평분력이 발생한다.(그림 5.7.1) 이 때문에 수평브레이싱 수직재에 인장력이 발생하게 된다. 단, 강거더의 자중은 고려할 필요가 없다. 그러나 일단 콘크리트 바닥판으로 폐합된 후에는 수평브레이싱 부재에 발생하는 응력이 작기 때문에 이를 고려하지 않아도 좋다.
- (3) 수평브레이싱 부재는 최소 L75×75이상의 부재를 사용해야 하며, 부재의 세장비(l/r)는 압축부재의 경우 150 이하, 인장부재의 경우 240 이하이어야 한다.
- (4) 상부플랜지와 수평브레이싱의 연결은 도로교설계기준 강교편“3.5 연결”을 따르는 것을 원칙으로 하며, 고장력 볼트이음을 사용하는 경우는 마찰이음을 사용해야 한다.

5.7.3 복부판

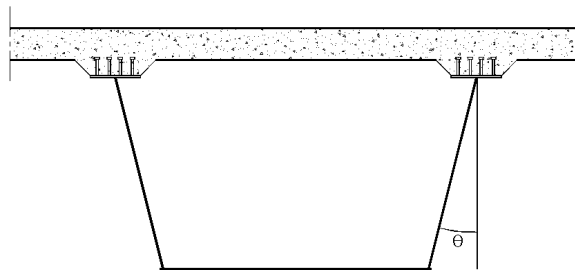
- (1) 복부판이 경사진 경우에는 복부판이 부담해야 하는 전단력이 다음 식과 같이 증가하므로 이를 고려하여야 한다.

$$V = V_o / \cos\theta \quad (5.7.1)$$

여기서, V : 실제로 각각의 복부판이 저항해야 하는 전단력

V_o : 고려하는 단면에 작용하는 전단력의 1/2

θ : 그림 5.7.6에서 표시된 복부판의 경사각



<그림 5.7.6> 개구제형 복부판의 경사

5.7.4 플랜지

- (1) 플랜지와 종리브 및 횡리브 설계는 5.5 박스거더의 해당 규정을 준수해야 한다.

5.7.5 중간 다이아프램

- (1) 시공 중 및 사용하중 하에서 발생하는 단면의 뒤틀림(cross-sectional distortion) 및 이 때 발생하는 응력(distortional warping stress)을 억제하기 위하여 개구제형 내부에 적절한 간격으로 중간 다이아프램을 설치해야 한다.
- (2) 중간 다이아프램 간격
중간 다이아프램의 간격은 다음 식으로 구한다.

$$L_D \leq 10.0m \quad (L_u < 60m) \quad (5.2.1)$$

$$L_D \leq (0.1L_u + 4.0)m \quad (60m \leq L_u \leq 160m)$$

$$L_D \leq 20.0m \quad (L_u > 160m)$$

여기서, L_D : 중간 다이아프램 설치 간격(m)

L_u : 교량의 지간 길이(m)

단, 운반 및 설치도중에 발생하는 단면의 뒤틀림변형을 최소화하기 위하여 시공이음 길이 내 최소 2개소에 중간 다이아프램을 설치해야 한다.

(3) 통상적인 제원(상부플랜지폭: 3m 이하)을 갖는 개구제형에 설치하는 K형 cross-frame 부재는 다음을 만족해야 한다.

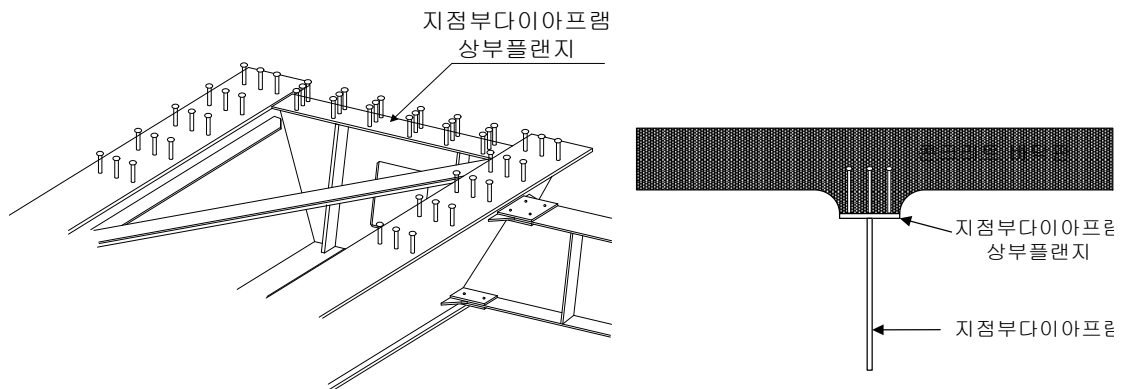
① 최소 L100×100×10 이상의 부재를 사용해야 한다. 단, 곡선교의 경우 최대 뒤틀림 용력을 허용 인장용력의 5% 이내가 되도록 중간 다이아프램을 설계한다.

② 부재의 세장비(l/r)는 150 이하라야 한다.

여기서, l = 부재의 길이(mm), r = 부재의 최소 단면2차반지름(mm)

5.7.6 지점부 다이아프램

(1) 지점부 다이아프램에는 상부플랜지를 설치한다. 이때, 지점부 다이아프램 상부플랜지의 두께는 개구제형 주거더 상부플랜지 두께의 1/2이상으로 하며, 지점부 다이아프램 상부플랜지와 콘크리트 바닥판과는 전단연결재를 사용하여 합성시킨다.



<그림 5.7.7> 지점부 다이아프램 상부플랜지 및 바닥판과의 합성

5.8 PF형식 거더교

5.8.1 일반사항

- (1) 강재와 콘크리트가 합성구조를 형성하는 거더의 설계에 적용한다.
- (2) 본 절에 규정되지 않은 제반사항은 본 지침서의 해당 규정을 준수해야 한다.

5.8.2 사용재료의 허용응력⁹⁾

- (1) 강재의 허용응력
 - ① 구조용 강재의 허용응력은 본 지침서 5.1.2절의 해당사항을 참조한다.
 - ② 프리플렉션을 도입할 경우 프리플렉션 직후 : $0.8 f_{sy}$ (강재 기준항복점)
- (2) 콘크리트의 허용응력
 - ① 사용하중 상태의 콘크리트의 허용응력은 표 5.8.1과 같다.

[표 5.8.1] 사용하중 상태의 콘크리트의 허용응력

구 분		허 용 응 력	비 고
하부플랜지 콘크리트	허용압축응력	$0.4 f_{ck}$	도설기 4.6.3.3
	허용인장응력	$0.63 \sqrt{f_{ck}}$	콘설기 9.9.2 (3)
바닥판 콘크리트	허용압축응력	$0.4 f_{ck}$	도설기 3.9.3.1
	허용인장응력	$0.07 f_{ck} < 2.5 MPa$	

- ② 프리스트레스를 도입한 하부플랜지 콘크리트는 사용하중 하에서 비균열등급 부재로 거동하는 것으로 가정한다.
- ③ 거더 제작 또는 가설 중 콘크리트의 허용응력은 시험 또는 정밀한 해석에 의하여 안전성을 확인하여야 한다.
- ④ 정착부의 지압응력은 도로교 설계기준 4.6.3.3.④항을 준수하여야 한다.
- (3) 긴장재의 허용응력
 - ① 긴장재의 허용응력은 콘크리트 구조설계기준 9.3.2절을 준수하여야 한다.

5.8.3 구조세목¹⁰⁾

- (1) 복부의 최소 두께는 300mm 이상으로 한다.
- (2) 하부플랜지의 균열방지를 위하여 와이어 매쉬를 설치하여야 한다.

9) Preflex beam 표준도 검토(설계삼 16210-883, 1997. 12. 13)

10) Preflex beam교 개선 검토(설계일 16201-168, 1994. 12. 29)

5.9 강교 도장

- (1) 강교의 도장 공법 선정시 구조물의 도장수명, 경제성, 주변경관과의 조화, 시공성, 유지관리의 편의성 등의 제반요인을 고려해야 한다.
- (2) 도장 적용 기준¹¹⁾

[표 5.9.1] 강교 도장 적용 기준

설치 위치	일반 환경		특수 환경	
	외부용	내부용	외부용	내부용
-일반교량 -본선헩단· 인터체인지 본선 육교 -교통량이 적은 간선 횡단교량	폴리 우레탄계	고고형분 에폭시계	자연건조 불소수지	고고형분 에폭시 2회
	세라믹계 우레탄 (160μm)	세라믹계 우레탄 (140μm)		고고형분 후막형 에폭시
				고고형분 후막형 에폭시 2회
-교통량이 많은 간선헩단교량 -상수원 보호구역 횡단 교량 -염화물 다량 살포 및 해양지역 교량 -특수교량	세라믹계 우레탄 (160μm)	세라믹계 우레탄 (140μm)	세라믹계 우레탄 (200μm)	세라믹계 우레탄 (180μm)
	메탈 라이징계		메탈 라이징계	

[표 5.9.2] 환경 구분

구 분	위 치
일반환경	전원, 산간계곡 및 도시
특수환경	해안지구, 공장지구, 대기오염지구, 해상지구, 해안공업지구

- (3) 플레이트 거더교의 경우 콘크리트와 접속하는 부분을 제외하고 기타 모든 부위를 외부용으로 선정해야 한다.
- (4) 연결판 및 볼트의 외부와 내부 도장계열은 본체의 외부 및 내부의 도장계열과 같은 도장계열을 사용한다.

11) 강구조물 도장공법 다양화방안 검토(설계처-1862, 2006. 7. 20)