

제 8-5 편 교량 부대 시설물



목 차

1. 적 용	727
2. 교 량 받 침	728
2.1 일반사항	728
2.2 종류 및 분류	729
2.3 교량받침의 선정	734
2.4 교량받침 설계 시 고려사항	735
2.5 설 계	735
2.6 받침에 작용하는 부의 반력	739
2.7 일반구조 세목	739
2.8 교량받침장치 하면의 보강철근	750
2.9 방 청	754
2.10 고력항동 받침판 받침	755
2.11 포트받침	758
2.12 탄성받침	762
2.13 지진격리받침	767
3. 신축이음장치	771
3.1 일반사항	771
3.2 종류 및 형식 선정 시 고려사항	773
3.3 설계일반	774
3.4 단부거푸집	777
3.5 사교에서의 형식 및 규격 선정	778
4. 교량점검시설	780
4.1 일반사항	780
4.2 교량점검시설의 종류	780
4.3 설치범위	780

4.4 설치장소	781
4.5 설계하중	784
4.6 구조세목	785
4.7 재 질	785
5. 낙교방지장치	786
5.1 적 용	786
5.2 종 류	786
5.3 설치교량	787
5.4 최소받침 지지길이	789
5.5 받침부의 이동제한장치 설계	789
5.6 거더 간 연결장치	790
5.7 교대 또는 교각과 거더의 연결	793
5.8 교대, 교각 또는 거더의 돌기 설치	794
6. 연 석	796
7. 교면배수장치	797
7.1 일반사항	797
7.2 재 료	797
7.3 배수구의 배치	797
7.4 배수구의 설치위치	798
7.5 배수관의 형상 및 치수	799
7.6 배수관의 설치방법	800
8. 방호 울타리	803
8.1 종 류	803
8.2 일반사항	803
8.3 철근콘크리트 방호 울타리	807
8.4 강재 방호울타리	807

8.5 가드레일	808
8.6 육교의 방호울타리	808
9. 낙하물 방지책	810
9.1 종 류	810
9.2 설계하중	810
10. 중앙분리대 추락 방지망	812
10.1 일반사항	812
10.2 설계하중	812
10.3 구조세목	813
11. 교명판 및 설명판	815
11.1 일반사항	815
11.2 치수 및 기재사항	815
11.3 설치위치	816
11.4 설치방법	816
참 고 자 료	817



1. 적 용

이 편은 교량 구조물 설계에 필요한 부대시설에 관한 기본적인 사항과 고려하여야 할 여러 조건을 나타낸 것이다.

부대시설물은 상·하부 구조물의 형식선정, 설치장소, 자연환경 등 각종 요인을 종합적으로 충분히 검토한 후 준용하여야 한다. 따라서 교량계획 단계부터 충분한 협의를 통하여 결정하여야 하며, 이 편에서는 설계상의 기본적인 사항에 대하여 기술한 것으로서 구체적인 설계는 각종 시방서를 기준으로 하며 현지조건을 충분히 고려한 후 합리적이고 경제적인 설계를 하여야 한다.

부대시설물 계획 시 고려하여야 할 사항은 다음과 같다.

- (1) 상부 및 하부 구조물의 구조적 안정성에 대하여 만족할 것
- (2) 구조물에 대한 내·외부적 요인에 대하여 만족할 것
- (3) 경제적이면서 시공성이 양호할 것
- (4) 주행상의 안전성, 쾌적성을 고려할 것
- (5) 유지관리가 용이할 것



2. 교량 받침

2.1 일반사항

- (1) 교량받침은 상부구조에 작용하는 하중을 확실하게 하부구조(교대 및 교각)로 전달하여야 한다. 또 지진 및 부반력 등에 의한 보의 이동, 낙하를 방지할 수 있는 것이어야 한다.
- (2) 교량받침은 일반적으로 하부구조의 온도변화, 건조수축, 크리프 및 지진 시의 이동 등에 의한 신축을 방해하지 않는 것이어야 한다.
- (3) 교량받침은 하중재하에 의한 보의 변형(보의 처짐각)에 의하여 보 또는 하부구조가 유해한 영향을 받지 않는 구조이어야 한다.

교량받침은 상부구조에 작용하는 하중을 하부구조에 전달하는 기능을 가진 장치로서 교량의 내구성, 안정성에 관련된 중요한 구조요소이다. 또한 고정하중, 활하중 등에 의해서 발생하는 변위뿐만 아니라 온도변화 및 크리프에 의해서도 교량의 변위, 변형이 발생하므로 상·하부 구조를 별개로 한 경우 이들의 접점에 있는 교량받침은 그 변위를 흡수하는 구조로 하거나 변위에 의하여 발생하는 하중에 저항할 수 있는 구조로 설계되어야 한다.

(가) 고정받침의 위치

고정받침은 기초지반이 좋고 교대(교각)의 높이가 낮은 곳에 설치하는 것이 좋다. 또한 연속보의 경우에는 상부반력이 큰 중간지점을 고정으로 하는 것이 보통이다.

(나) 가동받침

가동받침은 이동량의 크기, 회전방향 및 반력의 크기에 따라서 받침종류가 결정된다. 선받침은 변위계수가 크므로 이동량이나 반력이 큰 경우에는 사용하지 않는 편이 좋다. 로울러 받침의 저판이 불필요하게 커지는 경우에는 로커(rocker) 받침으로 하는 것이 좋다.

- (다) 상부구조가 판구조, 곡선교 및 사교의 경우에는 회전방향 및 회전량 등을 충분히 고려해서 지지조건이 만족되는 받침판이어야 한다.

(라) 교폭이 특히 넓은 교량은 횡방향 신축에 대해서도 고려하여야 한다.

2.2 종류 및 분류

교량 받침에 요구되는 3대 기능으로는 지지(支持) · 굴림(回轉) · 미끄러짐(移動) 기능이 있는데, 크게 기능상과 구조상으로 두 가지로 분류한다.

(1) 기능상의 분류

교량받침의 기능에 따라 고정받침과 가동받침으로 구분하여, 차량진행방향인 교축방향에 따라 교량지간양단에 각기 배열하였으나, 최근에는 교폭이 점차 넓어짐에 따라 가동형은 일방향 · 양방향 가동받침으로 다시 구분하여 사용되고 있다.

(가) 고정받침

(나) 가동받침

(2) 구조상의 분류

제작에 사용된 원자재의 재질에 따라 강재를 주로 사용하는 강재받침과 고무를 주요 자재로 사용한 탄성받침으로 대별할 수 있으며, 현재 널리 쓰이는 교량받침은 다음과 같다.

(가) 포트받침(pot bearing)

(나) 탄성받침(elastomeric bearing)

(다) 스페리칼 받침(spherical bearing)

(라) 고력황동 받침판 받침(bearing plate bearing)

(마) 평면 받침(plane bearing)

(바) 선받침 (liner bearing)

(사) 롤러받침 (roller bearing)

(아) 로커받침 (rocker bearing)

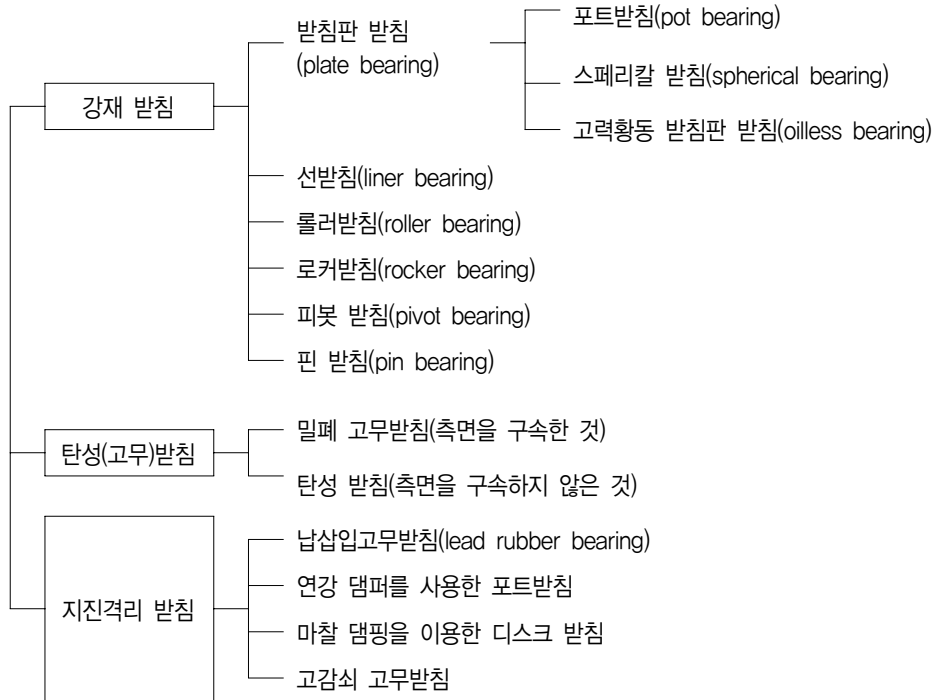
(자) 피봇 받침 (pivot bearing)

(차) 핀 받침 (pin bearing)

(카) 지진격리받침

(1) 교량 받침의 종류

〈표 2.1〉 교량 받침의 종류



(가) 포트받침

현재 가장 널리 사용되어지는 교량받침의 형식인 포트 받침은 원형의 밀폐용기에 고무를 넣고 그 위에 받침판을 얹어 고무의 탄성변형에 의하여 회전기능을 가지며, 미끄럼 기능은 고무판 위에 설치된 피스톤 상단에 부착된 불소수지(polytetrafluorethylene, PTFE)판과 포트받침 바닥판의 하단에 부착된 스테인레스 스틸판 사이에 윤활유를 주입하여 이동변위에 대하여 적은 마찰계수로 미끄럼 기능이 이루어진다. 이때 미끄럼판으로 사용되는 불소수지판은 내마모성, 내크리프성이 우수한 순수한 불소수지(dimpled virgin PTFE)판을 사용한다.

포트 받침은 용기속의 고무가 유체처럼 작용하여 수직반력을 골고루 분포시키고 받침의 높이가 낮아 회전(0.01~0.02라디안)에 대한 안전성이 우수하며 회전에 따른 하중의 편심이 작아서 유리하다. 포트받침은 한국산업규격 KS F 4424에 따라 품질규격에 적합하도록 제작되어야 한다.

지지하중은 15,000kN 정도, 이동량은 ±50mm 정도까지 사용되는데, 포트받침은 하중이 커질수록 다른 종류의 받침보다 경제성이 증가되기 때문에 장대교량에 적합한 형식 중의 하나이다.

(나) 탄성받침

고무를 주재로 사용한 탄성받침은 고무만을 사용재료로 한 순수탄성받침(rubber bearing) 과 내부에 1개 이상의 강판을 보강하여 하중 재하 시 받침 측면의 팽출현상을 억제하여 내하력을 증가시킨 적층탄성받침(laminated rubber bearing)이 있으며 적층탄성받침이 교량받침으로 주로 사용된다.

천연고무 또는 합성고무를 재질로 하는 탄성 받침은 별도의 다른 부품이 필요 없이 설치할 수 있는 매우 간단한 형식으로, 설치 높이가 낮고 임의의 형상으로 제작이 가능하며 특히 설계가 매우 간단하다.

사용되는 고무는 장기에 걸쳐 확실한 하중지지와 이동 및 회전 변형의 정확한 추정이 요구되므로 내하능력과 탄성적 특성을 가지는 동시에 노화 안정성이 보증되어야 한다. 즉, KS F 4420 "교량지 지용 탄성받침"의 규격을 만족하는 것이어야 하며, 크로로프론게 합성고무(CR) 및 천연고무(NR)가 사용되고 있다.

탄성받침은 현재 거의 모든 PSC I-거더 교량에 사용되고 있으며, 내진설계 시 지진력 부담 기능으로 최근에는 일반 강교에의 적용도 점차적으로 증가되는 추세이다.

(다) 스페리칼 받침

스페리칼 받침은 모든 방향으로의 회전이 가능하며 수직하중은 필요에 따라 설계가능하다.

스페리칼 받침은 고정, 일방향 가동 및 전 방향 가동 받침으로 분류한다.

(라) 고력활동 받침판 받침

받침판의 한쪽을 평면, 다른 면은 곡면으로 하여 상·하부판과 각각 면접촉을 시켜서 미끄럼에 의하여 평면 접촉부에서 신축을, 곡면 접촉부에서 회전을 가능하게 한 받침이다.

이 받침형식은 받침판 받침 또는 Oilless Bearing이라는 이름으로 사용되어 왔다. 받침판은 기능에 따라 차이는 있지만 회전성능(0.04 라디안)이 우수하고, 이 회전이 모든 방향으로 가능하기 때문에 회전이 큰 곳, 회전방향이 이동방향과 일치하지 않는 사교나 곡선교 등에도 사용하기 편리하다. 또, 지진 시 수평저항력이 크고 회전성능이 우수하므로 현재 단경간 철도교에 많이 사용되고 있으며, 내진설계 시 그 용도가 다양하기는 하지만, 대용량의 경우 받침이 대형화되는 단점이 있다. 또한, 미끄럼 면에 이물질이 존재하거나 접촉면이 녹슬면 마찰계수가 증가하므로 썰링과 접촉부의 방청을 고려하여야 한다.

이 받침은 평면 접촉부, 곡면접촉부의 양면에서 미끄럼이 발생하는 구조로 하면 가동받침이 되고, 평면접촉부의 미끄러짐을 구속하고 곡면접촉만 미끄러짐이 발생하는 구조로 하면 고정받침이 된다.

(마) 평면받침

평면 받침은 두 장의 강판을 겹쳐 놓은 형태의 간단한 구조로서, 앵커볼트의 조절에 따라 고정 또는 가동받침으로 사용할 수 있다.

반력의 불균형이 생기기 쉬우며, 강판사이의 마찰저항이 크므로 가동받침으로 사용하는 경우에는 주의를 요한다. 단시간 교량을 제외하고는 평면받침을 사용하는 것은 바람직하지 않다.

(바) 선받침

선 받침은 접합부의 한쪽은 평면, 다른 한쪽은 원주면으로 하여 선접촉을 시켜서 마찰저항의 감소와 회전변위를 흡수할 수 있도록 한 간단한 형식의 받침이다.

(사) 롤러 받침(roller bearing)

롤러 받침은 가동단에 사용하는 것으로서, 1개 롤러의 경우 자체만으로 회전이 가능하나, 복수 롤러의 경우에는 핀 등과 조합하여 사용된다.

이 받침의 롤러의 수가 2개 이내에서는 반력의 분포가 분명하나 그 이상일 때에는 반력의 분포가 균등하지 않다.

큰 회전이 필요한 곳에 유리하며 보통 표준형의 설계 시 지지하중은 15,000kN까지, 이동량은 $\pm 200\text{mm}$ 까지 설계하고 있다.

(아) 로커 받침(rocker bearing)

로커 받침은 롤러를 변형시킨 것으로 작동원리는 롤러와 같으므로 롤러 받침의 일종이라 할 수 있다. 롤러 받침에 비하여 경제성이 좋으나 수평 변위량이 허용치를 초과하지 않도록 하여야 한다.

(자) 피벗 받침(pivot bearing)

피벗 받침은 상·하 피벗면의 반지름비가 1.01 이상일 때 점 피벗 받침, 1.01 이하일 때 구면 피벗 받침이라 한다. 점 피벗 받침은 회전성능이 뛰어나지만 구면 피벗 받침에 비하여 수직하중 재하능력이 작기 때문에 수직하중이 큰 곳에서는 통상의 재료를 사용하면 위험하다. 모든 방향으로 회전이 가능한 이 받침의 지지하중은 보통 4,000kN까지, 적용지간은 25m까지의 범위에서 사용되고 있다.

(차) 핀 받침(pin bearing)

핀 받침은 플레이트거더·박스거더 등에 고정받침으로 사용되며, 이동지점에서는 복수 롤러받침과 조합해서 사용한다.

지압형은 분리된 상·하부판 사이에 끼워진 핀이 지압을 받는 형식으로 상양력은 단부의 캡(cap)에 의하여 지지되는 정도이므로 상양력이 큰 곳에는 사용하지 않는다.

전단형은 상양력이 작용하는 곳에 사용하는데 상부판과 하부판에 맞물려진 리브 사이를 핀이 관통하는 형식으로, 이때 핀의 직경은 전단과 휨에 저항할 수 있도록 설계되어야 한다.

아치교에서는 주로 지압형 받침을 사용한다. 상·하부판은 보통 탄소강주강을 사용한다.

(카) 납삽입고무받침(lead rubber bearing)

일체성형 형식의 고무받침의 내부에 코어 형태의 납플러그를 삽입하여 금속의 비선형성을 이용한 고무받침으로서 고무받침의 탄성 복원력에 의하여 납플러그가 복원되므로 잔류 변형이 발생하더라도 자연적으로 원위치에 복귀하게 된다. 고무받침의 장점과 수평력에 의하여 발생하는 변위를 억제할 수 있으며, 온도하중과 같이 서서히 발생하는 하중에 대해서는 납의 크리프 특성으로 쉽게 항복하여 온도하중을 하부구조에 전달하지 않는다. 또한, 납의 재결정 온도가 상온이므로 지진 발생 후에도, 납플러그를 교체할 필요가 없다. 다만 납의 사용으로 인한 환경오염 문제로 인하여 선진국에서는 사용이 감소하고 있는 추세이다.

(타) 연강 댐퍼를 사용한 포트받침

수직하중에 대해서는 포트받침의 기능과 같고, 지진 시 고정받침의 수평하중에 대해서는 포트받침 상·하판에 고정된 연강 댐퍼가 저항하고, 가동받침은 충격전달장치를 사용하여 상시에는 가동의 역할을 지진 시에는 연강의 변형을 통하여 지진 에너지 흡수하는 받침이다. 지진 발생 후, 연강 댐퍼가 영구변형으로 교량 상부구조를 원위치에 이동시키기 위한 별도의 대책이 필요하며, 댐퍼가 연강이므로 정기적인 도장이 필요하며, 지진 시에 작동하여야 하는 충격전달장치의 유지보수 및 성능 점검이 필수적으로 요구된다.

(파) 마찰 댐핑을 이용한 디스크 받침

하부 강판 위에 회전기능 및 지지기능을 갖는 테프론 디스크를 설치하고, 상부 강판을 덮는 형태로 되어 있으며, 마찰판의 마찰댐핑을 이용하여 지진에너지를 소산하는 장치이다. 비교적 받침의 높이가 낮고 중량이 가벼워 시공 성능이 우수하나, 상대적으로 회전각이 적어 장대교량이나 경사진 교량에 사용하는 데는 어려움이 있다. 또한 디스크의 변형 또는 마모로 인한 유지관리 및 점검이 필수적이다. 지진 시에 작동하여야 하는 충격전달장치의 유지보수 및 성능 점검이 필수적으로 요구된다.

(하) 고감쇠 고무받침

지진에너지를 고무 자체의 감쇠능을 이용하여 열에너지로 소산시키는 받침으로서 별도의 댐퍼가 필요하지 않는 것이 장점일 수 있다. 그러나 저온 시에 고감쇠 고무자체의 전단강성의 변화가 크므로 설계 시에 이를 반영하여 설계하여야 한다. 납삽입고무받침의 대체로 사용되는 지진격리받침이다.

2.3 교량받침의 선정

- (1) 교량받침은 하중·이동량 및 이동방향·회전량 및 회전방향·마찰계수 등을 고려하고, <표 2.2>, <표 2.3>을 참고하여 구조적으로 안정하여야 하며, 내구성 및 경제성의 확보·교량형식의 조화·유지보수의 용이성 등을 종합적으로 고려하여 선정하여야 한다.
- (2) 특히 폭원이 넓은 경우, 혹은 사각이 적은 경우에 폭원 방향의 건조수축·크리프를 무시할 수 없는 경우에는 폭원 방향의 이동을 구속하지 않도록 여유가 있는 구조로 할 필요가 있다.
- (3) 교량의 상부구조형식에 따라 받침 형식이 일률적으로 적용되는 것은 아니지만 주로 사용되는 받침은 다음과 같다.

<표 2.2> 강 교

교량형식	받 침
강박스거더교	포트받침, 고력황동받침판받침, 롤러받침, 탄성받침, 스페리칼받침
플레이트거더교	포트받침, 탄성받침, 롤러받침
프리플렉스 거더교	탄성받침
I-거더교	포트받침

<표 2.3> RC교, PSC교

교량형식	받 침
PSC I-거더	탄성받침, 고력황동 받침판 받침, 스페리칼받침
PSC 박스거더교	포트받침, 탄성받침
슬래브교	탄성받침
T-거더교	탄성받침, 롤러 및 로커받침
RC박스거더교	탄성받침

- (1) 표에 나타난 선정구분은 일반적인 교량을 대상으로 한 것이고, 곡률반지름이 작은 교량·사각 20° 이상의 사교·교각이 매우 높은 교량, 기초지반이 연약하고 말뚝이 긴 경우는 특별한 고려가 필요하다. 또 인가에서 가까운 강교에는 마찰계수가 작은 받침을 쓰기로 한다. 받침의 유지관리 및 재해 시 점검과 보수 등을 고려하여, 보하부와 하부구조 상단의 공간을 400mm 확보할 수 있도록 받침부를 설계한다.

(2) 폭원 방향의 이동 및 회전을 고려할 필요가 있는 경우는 피봇로올러받침, 받침판받침, 탄성받침 등의 사용을 검토하기로 한다.

또 곡선교의 경우는 이동방향과 회전축이 직교하지 않으므로, 곡선반지름이 작은 경우에는 회전축과 이동방향의 각도를 바꾸어 배치하는 것이 바람직하다.

(3) 메나제 힌지는 사각 15° 이상의 교량에 이용해서는 안 된다.

2.4 교량받침 설계 시 고려사항

교량받침의 선정에 있어서 다음 항목들을 고려하여 가장 적합한 것을 선정하여야 한다.

- 수직 하중
- 수평 하중
- 이동량 및 방향
- 회전량 및 방향
- 마찰 계수
- 상·하부 구조의 형식과 치수
- 지점에서의 소요 받침 수
- 지반 조건 및 침하 가능성(하부구조)
- 교량의 총 연장
- 받침의 상·하부 구조의 접속부의 보강
- 유지 관리
- 미관

2.5 설 계

(1) 설계하중

(가) 받침의 설계하중은 원칙적으로 상부구조의 설계에 사용한 하중과 동일하게 한다.

(나) 활하중(충격 포함)의 2배와 고정하중과의 가장 불리한 조합에 의하여 받침에 작용하는 부의 반력에 대한 안전을 확인하여야 한다. 수평력과 고정하중과의 조합에 의하여 부의 반력이 생길 우려가 있는 경우에도 안전을 확인하여야 한다.

(2) 가동받침의 마찰계수 및 이동량

(가) 가동받침에 작용하는 수평력의 산정에는 <표 2.4>의 마찰계수를 사용하도록 한다.

<표 2.4> 가동받침의 마찰계수의 최소값

마찰기구	받침의 종류	마찰계수
회전마찰	로울러(roller) 및 로커(rocker) 받침	0.05
활동마찰	볼소수지 받침판 받침	0.05 [*]
	고력황동주물 받침판 받침	0.15
	주철의 선받침	0.20
	강재의 선받침	0.25

(나) 계산이동량은 ‘3 신축장치’ <표 3.2>에 표시한 기본신축량에 따르기로 한다. 장대교량(지간 50m 이상 연속보), 높은 교각(h>20m)의 교량, 연약지반상의 교량 등 지진시에 교각상단의 변형량이 비교적 큰 교량에서는 교각상단의 변형량을 추가하여 조사하기로 한다.

(다) 현장타설 PSC교의 경우에는 프리스트레스에 의한 탄성변형을 고려하여야 한다.

(1)에 대하여

교량 구조물에서 받침이 제 기능을 충분히 발휘하도록 설계하려면 여러 가지 하중조건 하에서 받침에 발생하는 수직·수평하중과 이동량 산정이 정확히 이루어져야 한다. 교량의 이동량은 상부구조물에 사용되는 재료적 성질이나 교량구조물에 작용되는 다양한 외력들에 의해서 발생한다.

- 온도·습도의 변화
- 콘크리트의 크리프 및 건조수축
- 프리스트레싱
- 고정하중 또는 활하중에 의한 휨 변형
- 재료의 피로현상
- 침하 또는 지반의 이동
- 차량의 가속 또는 제동 하중
- 교량의 선형 곡률에 의한 원심력
- 지진
- 풍하중

- 가설하중

교량받침의 설계하중은 지점반력 및 그 조합 중에서 가장 불리하게 되는 값을 사용하며, 그 외에 특별히 유의할 사항은 다음과 같다.

① 수직반력

동일 선상에 배치된 각 받침의 수직반력은 시공오차와 철근콘크리트 바닥판의 강성평가 등 해석상의 오차 등을 고려해서 최소 수직반력은 $\Sigma R/n$ (ΣR : 동일선상의 각 받침의 수직반력의 합계, n : 받침의 수)이상으로 한다.

② 수평반력

수직반력과 같은 이유로 인하여 지진 시 최소 수평반력은 $\Sigma H/n$ (ΣH : 동일선상의 전 수평반력)이상으로 한다. 또 풍하중에 의한 수평반력에 대해서도 같은 식으로 배려하여야 한다.

③ 연속보로서 중앙경간과 측경간의 경간분할에 의하여 단부지점에 부의 반력이 생기는 경우에는 '6.1.6 받침에 작용하는 부의 반력'에 따르기로 한다.

외측보와 중간보에서는 받침반력이 다르지만 쓸데없이 받침의 종류를 많게 하는 것이 구조 및 시공상 바람직하지 않으므로, 사교의 경우를 제외하고 통일하기로 한다. 또 사각이 심하고 동일 받침선상의 반력차가 현저히 큰 경우에도 최소반력은 $\Sigma R / n$ (ΣR : 동일받침선상의 전반력, n : 받침 수)로 한다.

(2)에 대하여

가동받침의 이동량은 계산이동량 외에 설계할 때의 오차와 하부구조의 예상 밖의 변위 등에 대처할 수 있도록 고려하여야 한다.

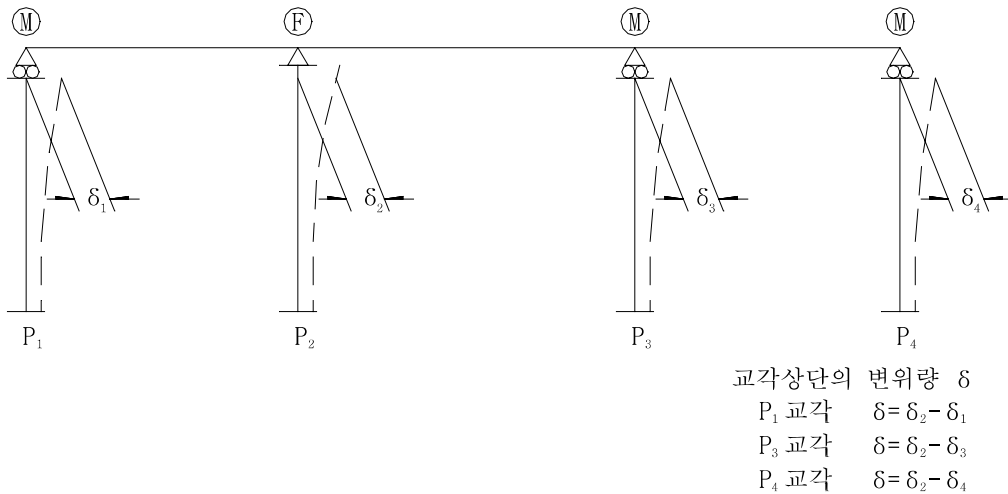
도로교 설계기준에서는 일반 중소지간의 교량의 경우, 합계 $\pm 30\text{mm}$ 로 보고 있다.

다만 받침의 구조계산 시 설치여유량 10mm 는 반드시 고려하여야 한다.

설치여유량은 $\pm 10\text{mm}$, 부가여유량은 $\pm 20\text{mm}$

① 지진 시의 전 이동가능량의 조사는 (계산이동량 $\times 0.8$ + 설치여유량 + 교각상단의 이동량)으로 하기로 한다. 또 교각상단의 이동량의 계산은 일반적으로 <그림 2.1>에 나타낸 방법으로 구하여도 좋다.

② 이동량이 큰 받침으로 (나)에 의하여 구하여진 유간을 확보할 수 없는 경우 지진 시 이동량의 구속분에 의한 수평력을 써서 이동제한장치를 설계한다.



〈그림 2.1〉

가동받침은 설계이동량과 최대회전각에 대하여 설계되는 것이므로, 설치 시 온도·콘크리트 재령·가설상황 등에 의하여 상·하부받침의 위치를 결정하여야 한다. 즉, 일반적으로 설계에 나타난 표준온도하의 활하중이 재하되지 않은 상태에서 콘크리트의 건조수축, 크리프가 완료되었을 때 상·하부받침 중심이 일치하도록 설치한다. 또한 현장타설 PSC교 등은 프리스트레싱에 의한 탄성 변형도 고려하여야 하므로 가동받침 상·하부판의 중심 간 간격은 설치 시의 상태에 따라 다음과 같이 수정된다.

$$l_m = l + \Delta l_d + \Delta l'_t + \Delta l_s + \Delta l_c + \Delta l_p$$

$$\delta = l_m - l = l + \Delta l_d + \Delta l'_t + \Delta l_s + \Delta l_c + \Delta l_p$$

l : 받침 설치 완료 시의 신축 거더 길이

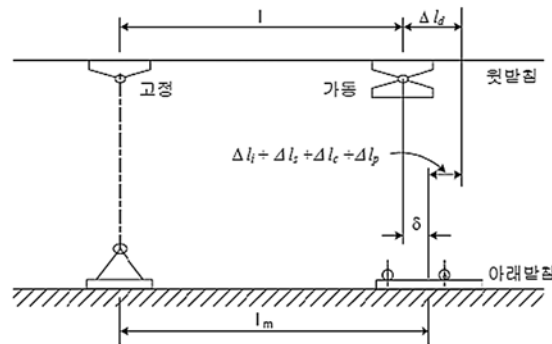
l_m : 가동받침의 하부받침 중심과 고정받침의 하부받침 중심 간 거리

δ : 가동받침에서 상·하부받침 중심 간 간격

Δl_d : 받침 설치완료 후 작용하는 고정하중에 의한 이동량

$\Delta l'_t$: 표준온도를 기준으로 한 온도변화에 의한 이동량

이때, 〈그림 2-1 a〉에 나타낸 바와 같이 보가 신장되는 방향을 정(+)으로 한다.



〈그림2-1 a〉 받침 위치의 산정

2.6 받침에 작용하는 부의 반력

‘도로교 설계기준 제2장 설계일반 2.4.1.2 받침에 작용하는 부의 반력’에 따른다.

- (1) 교량 폭에 비하여 곡선의 중심각이 크거나, 사각이 작은 교량에서는 부반력 발생이 예상되기 때문에 계획 시에 충분히 고려하여야 한다.

부반력 발생 시에는 받침에 부반력에 저항할 수 있는 대책을 세워야 하며, 부반력의 영향으로 상부구조계에 예기치 않은 응력이 발생할 수 있으므로 지진 등 예외적인 경우를 제외하면 사용 시에 부반력이 발생하지 않도록 구조계를 계획하여야 한다.

다거더 박스거더교의 경우 한 개의 박스거더에 한 개의 받침을 사용하도록 설계하거나, 아웃리거(out rigger)를 이용하여 지점위치를 변경시켜서 받침을 배치하거나, 카운터 웨이트(counter weight)를 사용하는 방법을 이용하여 부반력을 최소화 할 수 있다.

2.7 일반구조 세목

- (1) 받침의 고정은 하부받침판을 수평으로 하여 고정하중 작용 시에 상부받침판과 하부받침판이 수평이 되도록 하여야 한다.
- (2) 사교 및 곡선교의 받침배치는 원칙적으로 고정받침과 가동받침을 연결한 방향으로 한다.
- (3) 내진설계를 시행한 경우라도 필요 시 만일의 사태에 대비하여 상부구조의 낙교 및 인접

상부구조와 충돌이 없도록 스톱퍼, 사이드블럭 등 이동제한장치를 설치할 수 있다. 이때 강도계산에 이용하는 수평하중은 다음과 같이 한다. 또 이동제한 장치의 우각부는 응력집중이 일어나므로 적당하게 모따기를 하도록 한다.

(가) 이동제한장치부분 (교축방향)

(a) 가동받침의 설계하중(H)은 받침에 작용하는 고정하중반력(R_d)에 지진 시 설계 수평진도(K_H)의 1.5배 할증한 것을 곱한 수평력 또는 하부구조물 상단 이동량의 구속분에 의한 수평력의 1.5배 할증한 것을 고려하는 것으로 한다.

* $H = R_d \times K_H \times 1.5$ R_d : 고정하중 반력

* $H = F \times 1.5$ F : 하부구조물 상단 이동량의 구속분에 의한 수평력

(b) 고정받침의 설계하중(H)은 다음 식에 의하여 구한다.

$H = F_F \times \gamma$ F_F : 고정단 하부구조에 작용하는 수평력

γ : 설계하중의 할증계수로 휨 및 전단의 검토 시

$\gamma = 2.0$, 지압의 검토 시 $\gamma = 1.0$ 으로 한다.

(나) 이동제한장치부분 (교축직각방향)

고정받침 및 가동받침의 설계하중(H)은 다음 식으로 구한다.

고정받침 : $H = F \times \gamma$ F : 지진 시 교축직각방향 수평력

가동받침 : $H = F \times \gamma$ γ : 설계하중의 할증계수로 휨 및 전단의 검토 시

$\gamma = 2.0$, 지압의 검토 시 $\gamma = 1.0$ 으로 한다.

(4) 받침에는 부상방지책을 강구하는 것을 원칙으로 한다. 이 설계하중(R_v)은 받침에 작용하는 고정하중 반력(R_d)의 10%로 하고 작용방향은 상향으로 한다.

$$R_v = R_d \times 0.1$$

(5) 앵커볼트 및 상부앵커바는 수평력 및 상향력에 대하여 저항하는 것으로 한다. 단 상부 앵커바의 설계수평력은 지진 시 수평력의 1.5배로 한다. 앵커볼트 및 상부앵커바의 개수는 2개 이상으로 하고 앵커볼트는 직경의 10배 이상을 하부구조에 또 상부앵커바는 직경의 10배 이상의 길이를 상부구조에 매립시킨다. 앵커볼트 및 상부앵커바의 최소직경은 25mm로 한다. 또 받침 하면의 리브는 보조적으로 사용하는 것으로 한다.

(6) 교축방향의 지진 시의 경우 상·하부공의 지압응력 및 앵커볼트, 세트볼트의 인장응력 조사는 고정하중이 작용하고 있는 상태에 전 이동가능량의 편심과 지진 시 수평력이 작용한 상태로 하는 것으로 한다.

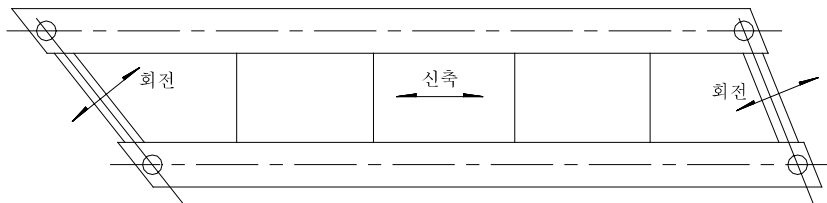
(7) 강교 상부구조물과 상부받침 설치부에서 수평력은 원칙적으로 돌기(cleat)로 저항하는 것으로 하며 부반력 및 수평력에 의한 휨모멘트는 세트볼트의 장력으로 저항하는 것으로 한다.

(8) 소울플레이트(sole plate)는 지진 시 수평력에 대하여 휨 및 전단에 저항하는 것으로 하고 소울플레이트와 강거더의 용접부는 수평력에 저항할 수 있는 것으로 한다. 단 소울플레이트의 최소두께는 22mm로 한다.

- (9) 상자를 치수는 앵커볼트 위치와 하부구조 주철근의 관계 및 저면돌기, 철근덮개의 관계에 주의하여 결정하여야 한다. 특히 앵커볼트 구멍의 상자를 표준도 작성 시 하부구조 콘크리트 타설중에 어긋남이 없도록 보조철근을 적절히 배치하는 등의 고려를 하여야 한다.
- (10) 교량받침 모르타르는 무수축모르타르를 사용하고, 중심두께는 50mm를 표준으로 한다. 모르타르의 폭은 받침끝에서 50mm 이상으로 한다.
- (11) 인체의 일부분(머리 및 어깨)이 들어가서 작업을 하거나 세밀하게 관찰할 수 있고 유지 보수 시 Jack 설치가 가능한 공간인 400mm 다리밑공간을 확보하여야 한다.
단 10,000kN 이상 용량인 경우에서 교량받침장치의 치수를 감안하여 별도의 다리밑 공간을 확보하여야 한다. 또한, 교량받침장치 하면에는 연직하중에 의한 인장응력 및 수평하중에 의한 전단력 발생에 대한 보강을 하여야 한다.
- (12) 연속보의 지점단부에서 연직반력에 비하여 수평반력이 극단적으로 커져 앵커볼트로 저항할 수 없는 경우는 앵커플레이트 또는 앵커프레임을 사용할 필요가 있다. 이 경우 앵커플레이트나 앵커프레임의 지압면 응력 및 콘크리트의 전단응력을 조사하여야 하며 앵커볼트의 부착력을 가산해서는 안 된다.
- (13) 받침콘크리트 폭원은 유지관리 편의를 위하여 받침 하부판 폭+{(받침콘크리트 높이+무수축몰탈 높이)+여유량(50mm)}×2로 한다.

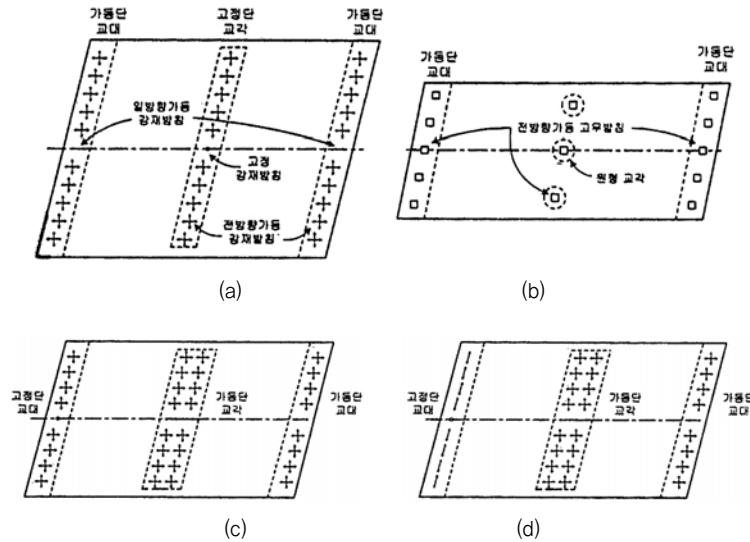
(1) 사교의 경우 사각 20° 정도를 기준으로 하여 사각을 고려하는 해석과 고려하지 않는 해석으로 구분한다. 또한 사각의 정도가 매우 심한 경우를 제외하고는 대부분 부반력이 발생하지는 않는다. 그러나 둔각부에 상대적으로 하중(고정하중·활하중)이 집중되는 현상이 발생하게 되므로 적절한 단부보강이 이루어져야 하며, 받침규격 선정 시에도 최대 받침반력의 산정에 주의를 기울여야 한다.

횡방향의 강성이 큰 사교의 가동받침은 <그림 2.2>와 같이 신축방향과 회전방향을 일치시키지 않아 거동이 복잡하게 된다. 이러한 경우 전 방향 회전이 양자를 만족시킬 수 있는 받침을 선정함으로써 구속력이 생기지 않도록 할 필요가 있다.



<그림 2.2> 사교의 신축과 회전방향

받침의 이동방향은 교량의 중앙선에 평행하게 설치되어야 한다. 사각의 교대나 교각에 대하여 직각방향이어서는 안 된다. 널리 적용되는 배치방식은 <그림 2.3>(a), (b)와 같다.

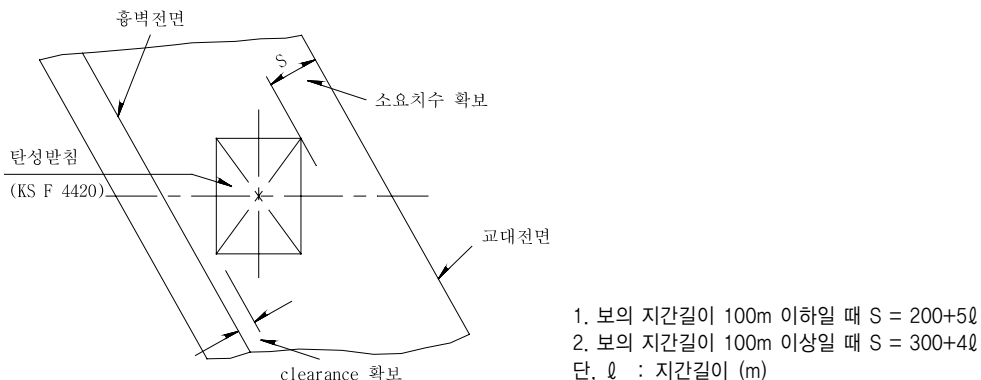


<그림 2.3> 사교에서의 받침 배치법

<그림 2.3>(c)는 단순거더를 지점부에서 연결하여 연속교로 한 거더교의 받침 배치방법인데, 교량의 바닥판이 고정점에 대하여 방사상으로 신축이 발생하므로 교각이나 교대에서 큰 수평력이 발생할 우려가 있다. 따라서, 사각이 있고 폭이 넓은 교량에서는 <그림 2.3>(a)와 같이 설치하거나 고정단에서 이러한 받침을 사용하는 경우에는 <그림 2.3>(d)와 같이 배치함으로써 신축에 의하여 발생하는 수평력을 완화시켜 주는 것이 바람직하다.

교대 위 받침의 설치에 대해서는 시공성을 고려하여 <그림 2.4>에 나타난 것과 같이 홍벽(parapet) 전면에서 여유(clearance) 및 받침에서 교대전면까지 필요한 거리를 확보하여야 한다.

도로교 설계기준 제5장 하부구조 편 5.4.2 교량받침의 설계'에 의하여



<그림 2.4> 사교의 교대 위의 받침

(2) 곡선교의 경우, 특히 램프교와 같이 곡률반지름(R)이 매우 작은 경우 (약 $R=100m$ 이하)에는 단부의 받침에 부반력이 발생할 가능성이 있다.

임의의 받침에 부반력이 발생할 경우 받침간격을 조정한다거나 받침부 높이를 조정하는 방법 등으로 부반력을 제한한다.

또한, 큰 효과를 기대하기는 어렵지만 탄성받침의 경우에는 받침반력을 다소 분배시킬 수 있어 다소 유리한 측면이 있는 등 받침의 종류에 따라서도 반력의 분배양상이 달라질 수도 있다.

(3) 곡선교에서 가동받침의 설치방향의 설정에는 <그림 2.5, 2.6>에 표시한대로 현방향과 접선방향에 있으나, 주로 현방향을 사용한다.

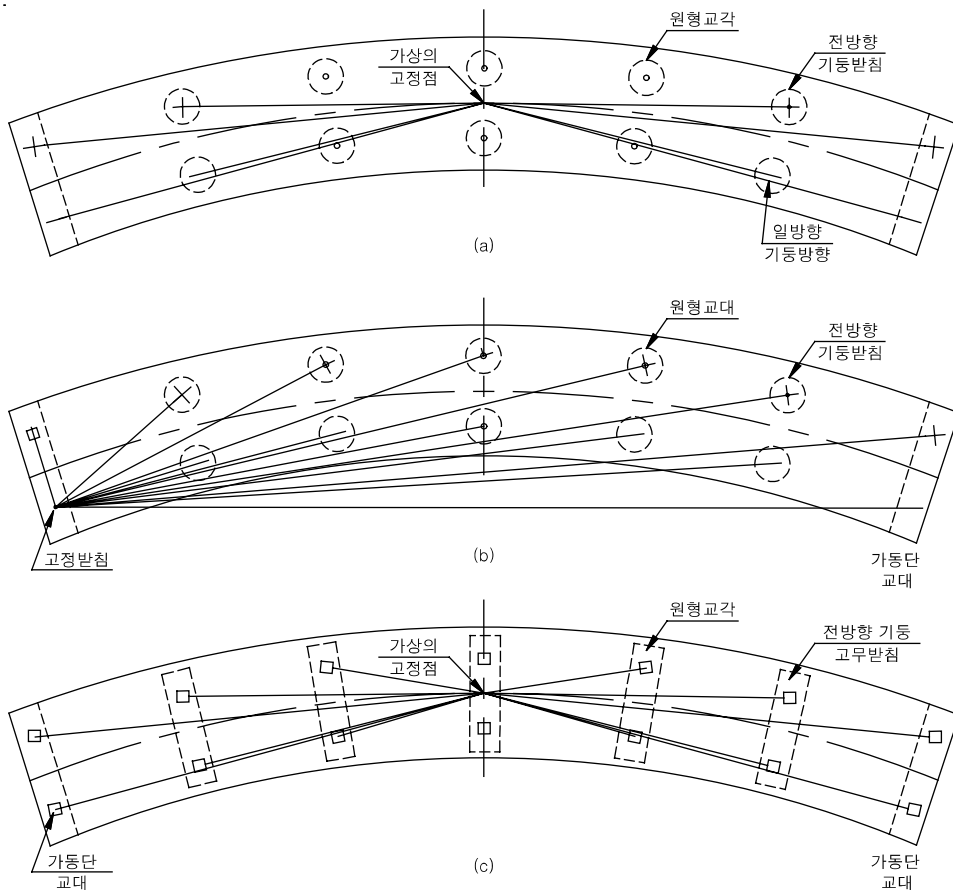
일반적으로 접선방향의 이동방향은 곡률이 일정한 교량에 가장 적합하며, 현방향설치는 곡률이 일정하거나 변화하는 교량 모두에 적용된다.

현방향의 설치에 온도변화에 의한 반력이 생기지 않고 이동량이 적다. 접선방향으로 설치하는 경우는 온도변화에 의한 거더의 이동에 의하여 발생하는 수평반력이 상·하부 구조에 미치는 영향을 검사하는 것과 받침자체의 측면 마찰력을 줄이기 위해서 불소수지(PTFE)판을 설치하는 등의 대책을 생각할 필요가 있다.

<그림 2.5>(a)는 곡선교 받침 배치의 한 예로서, 구조물은 휨강성이 작은 원형교각에 지지되어 있고 내부 6개의 교각에 고정받침이 설치되어 있다. 이론적인 고정점은 중앙의 2개 교각사이에 있으며, 모든 일방향 가동받침은 이점을 향해 설치된다.

<그림 2.5>(b)는 교대에 고정점을 배치한 형태로서 교대의 휨강성이 크므로 하나의 받침만을 고정으로 하고 나머지는 전 방향 가동받침으로 한다.

<그림 2.5>(c)는 구조물을 고무받침으로 지지하는 경우로서 고정점은 중앙교각의 중앙에 있는 고정핀 받침이 된다.

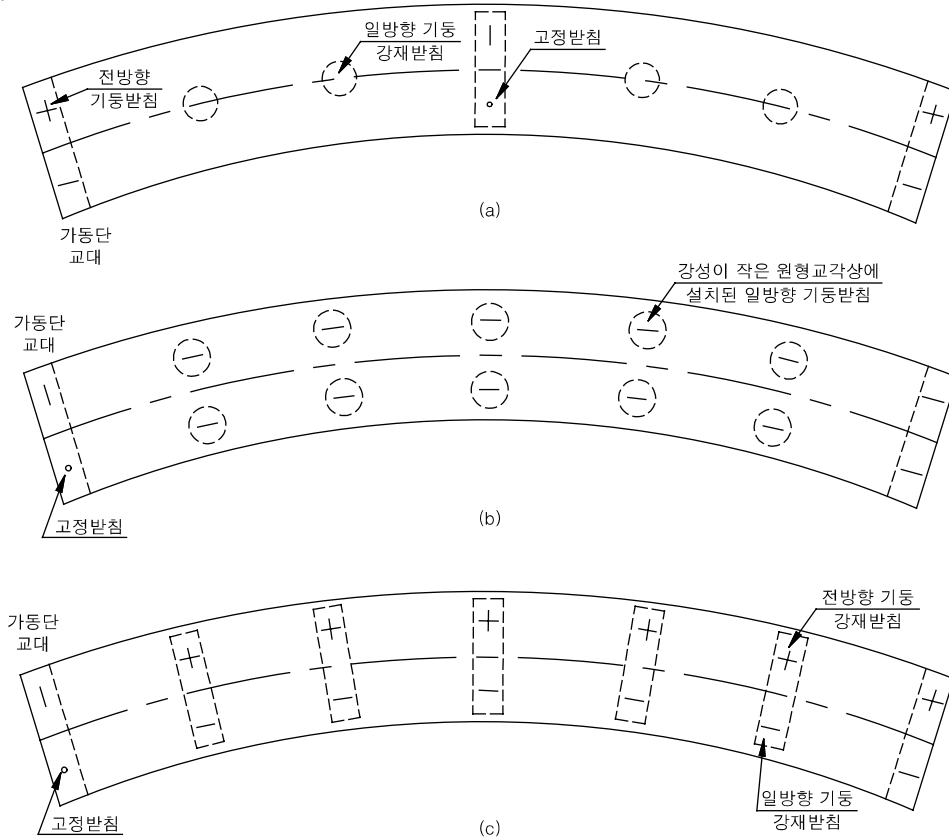


〈그림 2.5〉 곡선교에서의 현방향 배치법

이들 배치형태와는 대조적으로 〈그림 2.6〉은 접선방향으로 이동방향을 정한 것이다. 〈그림 2.6〉(a),(b)는 강성이 강한 중앙교각을 가진 구조물 받침배치를 나타낸 것이다. 중앙 교각과 교대사이의 휨강성이 작은 교각에는 외력에 대하여 안정성을 갖도록 일방향 가동받침들을 설치한다.

〈그림 2.6〉(c)에서는 상부구조가 강성이 강한 교각에 의하여 지지되어 있으며, 접선방향의 이동과 외력이 모든 교각위에 균일하게 설치된 일방향 가동받침에 의하여 조절된다.

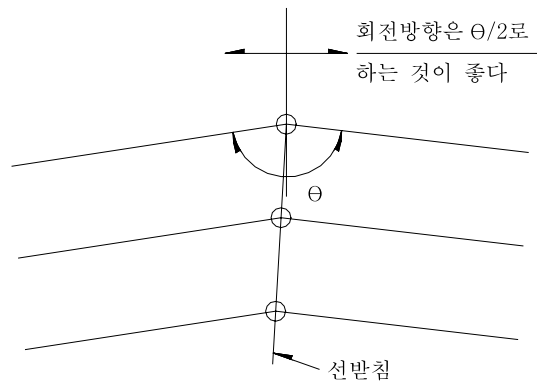
한편, 곡선교의 해석은 휨-비틀 이론에 의하는 것이 일반적이지만, 설계계산이 매우 복잡하다. 따라서 곡선반지름 200m 정도 이상, 한경간의 곡선 원호각이 39° 이하인 곡선 박스거더교인 경우에는 곡선장을 경간으로 하는 직교로 치환해서, 그 전폭에 활하중의 주하중을 재하시켜 설계하여도 좋다.[도·설 15.1절] 또, 폐단면 상부구조의 경우 중심각 12° 이하일 때, 개단면 상부구조일 때는 중심각이 $2^\circ \sim 5^\circ$ 보다 작은 지간에서는 곡률의 영향을 무시할 수 있다고 명시하였다.



〈그림 2.6〉 곡선교에서의 접선방향 배치법

- (4) 절곡거더의 경우 중간지점부에서 주거더가 구부러진 연속거더형식의 받침배치는 곡선교 및 사교에 따르지만 이동방향의 설정은 일반적으로 현방향으로 한다.

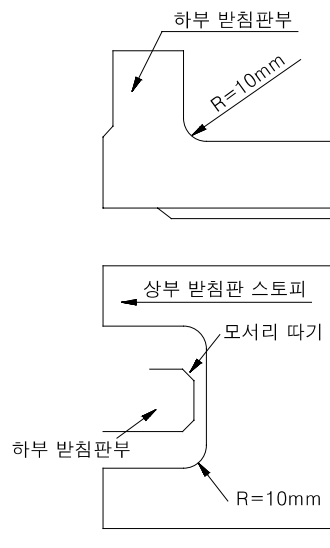
받침의 회전방향은 〈그림 2.7〉에 나타난 것과 같이 구부러진 각의 2등분 방향으로 나누어 좌우 거더의 회전에 의한 구속력을 줄일 수 있다. 받침판받침 및 피보트 로울러받침을 사용함으로써 이러한 문제는 해결된다.



〈그림 2.7〉 절곡 거더의 받침회전방향

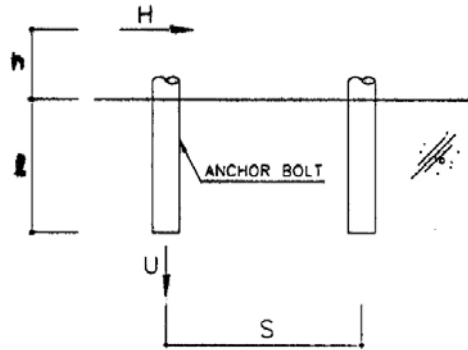
- (5) 지진 시 수평력을 전달하는 상부받침판과 하부받침판이 맞물린 부분의 설계하중에 대해서 과거의 지진에 의한 피해 예(일본의 예)에 비추어 각 받침의 분담정도, 고정정도 등을 고려하여 이 항과 같이 결정하였다.

또 응력집중이 일어나는 우각부는 다음과 같은 장소이다.



〈그림 2.8〉

- (6) 앵커볼트는 설계수평력에 대하여 전단저항을 기대할 수 있도록 충분한 길이로 매립하여야 한다.



〈그림 2.9〉

$$U = \pi \cdot D \cdot 0.64 \sqrt{f_{ck}} \cdot \ell \cdot n \quad (\text{식 2.1})$$

$$H \cdot h = U \cdot S \quad (\text{식 2.2})$$

$$\ell = \frac{H \cdot h}{\pi \cdot D \cdot 0.64 \sqrt{f_{ck}} \cdot S \cdot n} \text{ 이어야 함.}$$

여기서, H : 작용수평력

h : 받침저면에서 수평력 작용위치까지의 거리

ℓ : ANCHOR BOLT 매입길이

U : ANCHOR BOLT의 부착저항력

n : ANCHOR BOLT 편측 개수

- (7) 〈그림 2.10〉과 같은 상태에서 응력조사를 한다. (로올러 받침인 경우)

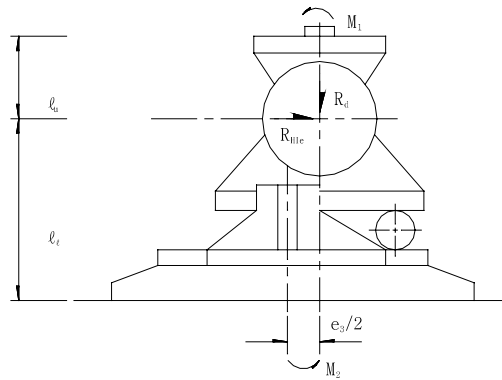
$$\text{세트볼트} \quad M_1 = R_{Hle} \cdot \ell_u \quad (\text{식 2.3})$$

$$\text{앵커볼트} \quad M_2 = R_d \cdot e_3 / 2 + R_{Hle} \cdot \ell_\ell \quad (\text{식 2.4})$$

R_d : 고정하중 반력

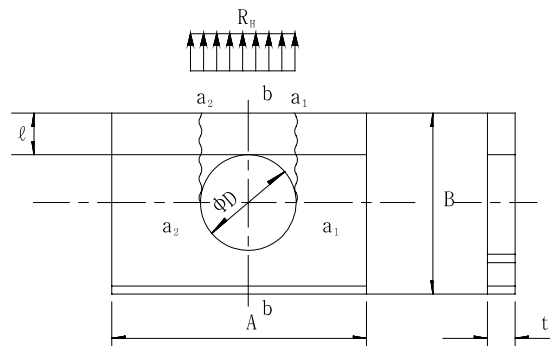
R_{Hle} : 교축방향 수평력 (지진 시)

e_3 : 전 이동가능량



〈그림 2.10〉

(8) 받침판은 〈그림 2.11〉과 같은 단면응력조사를 하여야 한다. 응력조사는 다음 계산식을 따른다.



〈그림 2.11〉 소울플레이트(sole plate)의 조사단면

(가) a-a 단면의 조사

$$\text{전단응력 } \nu = \frac{R_H}{2 \cdot \ell \cdot t} \quad (\text{식 2.5})$$

(나) b-b 단면의 휨응력

(양단고정, 등분포하중)

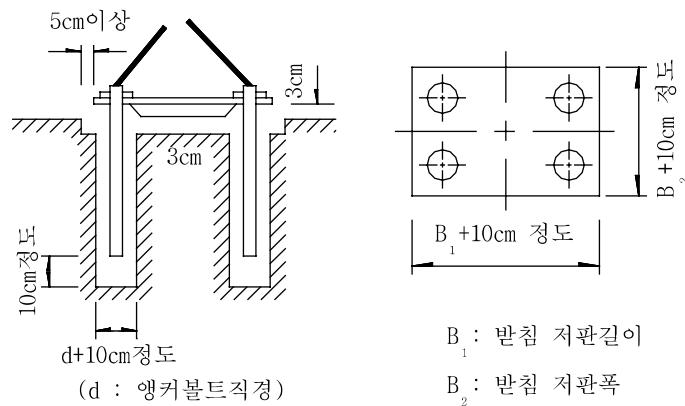
$$f = \frac{D \cdot R_H}{4 \cdot t \cdot \ell^2} \quad (\text{식 2.6})$$

(다) 용접부의 전단응력

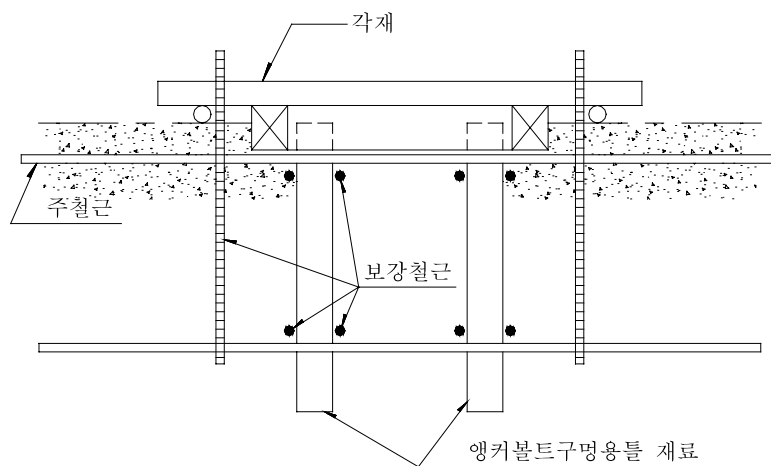
$$J = \frac{R_H}{2(A+B) \cdot C} \quad (\text{식 2.7})$$

C : 용접부의 목두께

- (9) 받침의 상자들은 교대, 교각 상부의 배근완료 후에 행하여지는 일이 많은데 주철근이 움직이거나 손상되는 등 작업도 번잡하므로 배근도 작성에 있어서 앵커볼트구멍 주변의 주철근을 미리 비껴 놓는 것이 좋다.



〈그림 2.12〉 상자틀 기준도



〈그림 2.13〉

- (10) 이 조항의 폭원과 다리밑공간 확보는 유지관리 및 재해 시 보수 등을 고려하여 정한 것이며 교량받침장치 하면에 필요한 설계기준은 2.8의 규정을 따른다. Jack-up 보강재 설치 시 상·하부 조건을 종합적으로 고려하지 않음으로써 잣이 받침 콘크리트를 침범하거나 잣 위치와 보강재 위치가 맞지 않거나 Jack 설치공간 부족으로 Jack-up 브라켓 설치가 필요한 경우가 발생하므로 설계 시 충분한 검토가 필요하다.

2.8 교량받침장치 하면의 보강철근

- (1) 교량받침면은 교량받침을 통하여 상부구조로부터의 하중 등의 집중하중을 받는 곳이고 지진 시에 큰 수평력이 작용하는 곳이므로 교량받침장치 하면에 연직하중과 수평하중에 대하여 교축방향과 교축직각방향으로 철근을 보강하여야 한다.
- (2) 교량받침 끝의 연단거리가 작으면 고정단에서 전단면에 연하여 교량받침장치가 파손되는 경우가 있으므로 파괴면에 대한 전단응력을 검토하여야 하고 필요 시 철근을 보강하여야 한다.

(1) 에 대하여

(가) 연직하중에 대한 철근량

교량받침장치 하면에는 연직하중에 의하여 인장응력이 발생하므로 교축방향 및 교축직각방향으로 아래의 식에서 구한 철근량을 배근하여야 한다.

$$A_{sn} = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{b_1}{b_c} \right) \frac{P}{f_{sa}} \quad (\text{식 2.8})$$

A_{sn} : 연직력에 대한 철근량 (mm^2)

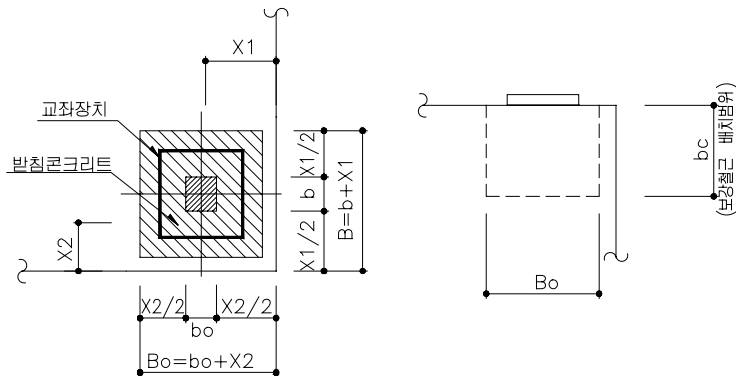
f_{sa} : 철근의 허용인장응력도 (MPa)

P : 연직하중 (N)

b_1 : 연직하중의 작용 폭

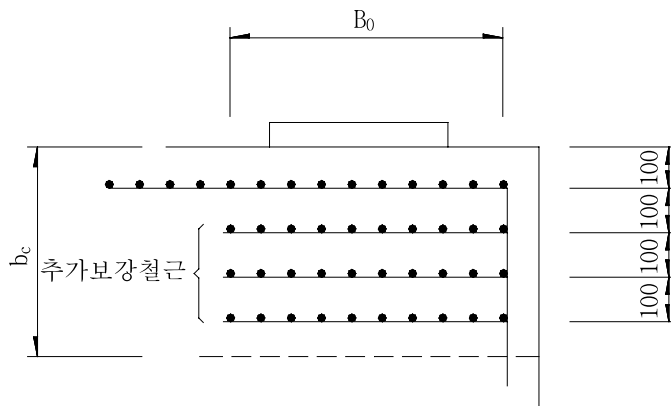
b_2 : P 의 작용점으로부터 교량받침장치 외측까지의 거리 (mm)

b_c : 연직하중의 분포폭 ($b_c = 2b_2 \leq 5b_1$)



〈그림 2.16〉 보강철근의 배치범위

- 보강철근의 배근은 가급적 2단 이상으로 한다.
- 하부구조 상부로부터 첫 번째단 철근은 100mm를 이격시키고, 이후는 100~150mm 간격으로 배치한다. (표준 100mm)
- 보강철근의 상단부는 교대 및 교각에 설치하는 배력근에서 100mm의 간격을 두고 배근한다.



〈그림 2.17〉 보강철근 배치

(2) 교량받침면의 허용전단응력 검토

교량받침이면 연단거리규정은 수평하중에 의한 하부구조의 정부연단의 파괴를 방지하기 위한 최소길 이로 연단길이가 미달되는 경우에는 주어진 연단거리의 전단파괴면의 콘크리트 응력을 검토하여 구조적 안전성을 확보하여야 한다.

- 교량받침에서의 허용전단응력

$$v = \frac{H_s}{A_c} \quad (\text{식 2.10})$$

$$A_c = \sqrt{2} \chi (2\chi + b) \quad (\text{식 2.11})$$

여기서, ν : 전단응력(MPa)

A_c : 수평력에 의하여 생기는 전단파괴면의 면적(mm²)

H_s : 받침에 작용하는 수평력(N)

χ , b : <그림 2.15>참조

<표 2.5> 허용 전단응력 ν_a

수평력에 의한 전단응력	설계 기준 강도 f_{ck} (MPa)			
	18	24	30	40
ν_a	0.20	0.23	0.27	0.30

- 수평하중에 의하여 교량받침과 하부구조 상면사이의 전단응력에 대하여 수직철근의 전단마찰로 저항
- 수평력에 의한 45°방향의 전단파괴는 고려하지 않아도 지장 없음. (교량받침 콘크리트의 폭이 높이에 비하여 100mm의 여유가 더 있으므로 45°방향의 전단 파괴면은 발생치 않을 것으로 판단됨.)
- 보강 철근량

$$A_s \geq H/f_{sa} \quad (\text{전단마찰 계산 시의 마찰계수 } \mu \text{ 적용}) \quad (\text{식 2.12})$$

A_s : 보강 철근량 (mm²)

H : 수평력 (N)

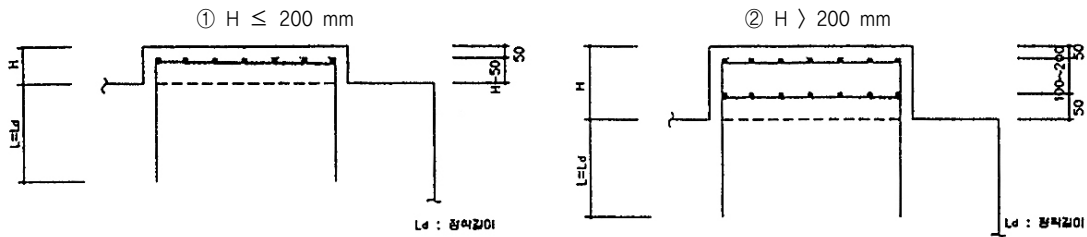
f_{sa} : 철근의 허용인장응력 (MPa)

- 철근 배근방법

교량받침 콘크리트 높이가 200mm 이하인 경우는 1단 배치하고, 200mm 이상인 경우는 2단 배치토록 한다.

철근은 교량받침 콘크리트 상면에서 구부려 하부구조 구체에 필요 정착길이 이상 매입시켜야 한다. 상면의 철근배근 간격은 교량받침장치 하면 보강철근의 간격과 일치시키도록 한다. 앵커의 시공을 고려하여 C.T.C는 125를 기준으로 한다.

온도 및 건조수축에 대한 철근규정을 준수하여야 한다.



〈그림 2.18〉 보강철근 배치

2.9 방 청

- (1) PSC · RC교의 받침 및 신축이음 설치장소의 받침, 부식환경이 나쁜 곳의 받침은 용융아연도금(부착량 5.5 Pa 이상)을 하는 것이 좋다.
- (2) 메나제히지에 사용하는 철근은 가공 후 용융아연도금(부착량 5.5 Pa 이상)을 하는 것이 좋다.
- (3) (1) 이외의 받침은 특수 스텐레스강 또는 내식성용접 합금강이 아닌 한 원칙적으로 도장을 한다.
- (4) 받침의 도장은 하도에서 상도까지 공장도장으로 하며 설치 후 보수도장을 하는 것으로 한다.

(1) PSC · RC교의 받침은 강교의 받침과 비교하여 유지관리상 곤란한 점이 있으므로 초기의 유지보수를 경감시키려는 목적으로 용융아연도금으로 한다. 신축이음 설치의 장소는 우수의 영향 또는 한랭지에서 동결방지를 위하여 살포하는 염화칼슘량의 영향으로 부식이 촉진되는 환경에 놓인다. 부식환경이 나쁜 장소로는 해상이나 해변의 소금입자의 영향을 강하게 받는 환경을 생각할 수 있다.

(2) 청소 및 도장은 이 설계요령 '3.7 강교도장'을 참조한다.

2.10 고력황동 받침판 받침

- (1) 상부구조로부터의 반력은 상·하부 받침의 휨강성으로 전달시키며, 상·하부 받침의 접촉부에 균등한 지압분포를 시키기 위해서 식(2.13) 이상의 두께가 필요하다.
단 상·하부 받침의 두께는 22mm 이상으로 한다.

$$t \geq \frac{1}{5}b \quad (\text{식 2.13})$$

여기서 t : 부재의 두께

b : 유효지압 폭

- (2) 상·하부 받침의 단면형태는 상시, 최대이동 시, 지진 시에 대하여 상·하부 구조물의 지압응력으로 설계한다.
단 상부 및 하부받침판의 두께는 22mm이상으로 한다.
- (3) 받침판은 원형,凸형으로 하향을 표준으로 한다. (<그림 2.20> 왼쪽 그림의 사선 친 부분 참조)
구면과 원통면 반지름의 크기는 회전저항모멘트로 설계하며 두께는 20mm 이상으로 한다. 받침판의 지압응력은 식(2.14)으로 구한다.

$$f_b = \frac{\text{설계반력}(N)}{\text{접촉면의투영면적}(mm^2)} \leq f_{ba} \quad (\text{식 2.14})$$

여기서, f_b : 지압응력(MPa)

f_{ba} : 허용지압응력(30MPa)

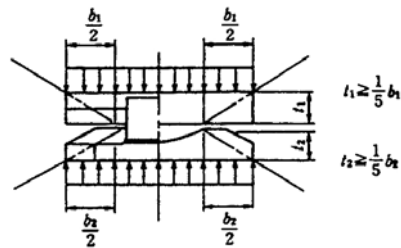
- (4) 상부 받침의 스토퍼, 하부 받침의凸부에 있어서의 휨응력 및 전단응력이 모두 허용응력의 45%를 넘을 때에는 합성응력을 조사하여야 한다.
- (5) 상·하부 받침 사이의 교축직각방향의 여유는 4~6mm, 교축방향의 여유는 고정받침일 때 2~4mm로 한다. 또 스토퍼 및 하부받침 돌기의 우각부의 둥근부분은 반지름 10mm 이상으로 한다.
- (6) 상·하 받침의 받침판과의 접촉면은 부식을 방지하고 마찰을 감소시키기 위해서 방청고체 윤활재로 표면 처리를 실시하기로 한다.
- (7) 용융아연도금을 하는 경우 상부받침 하면에 스테인레스 받침판을 설치하기로 한다.

(1)~(5)에 대하여

가동받침의 이동량 (50mm)을 초과하는 경우 상부받침판의 응력을 조사한 후 허용응력 이내이면 사용하고 허용응력을 초과하는 것은 별도 설계한다.

(2) 부재의 두께

(가) 부재의 두께는 <그림 2.19>와 같이 결정하여도 좋다.



<그림 2.19> 하중의 전달

(나) 상·하부 받침의 경사가 있는 단면의 휨응력은 <그림 2.20>의 단면 a-a에서 행하여 다음 식(2.15)을 만족하여야 한다.

$$f_t = \frac{M}{Z_t} \leq f_{ta} \quad (\text{식 2.15})$$

$$f_c = \frac{M}{Z_c} \leq f_{ca} \cos \theta \quad (\text{식 2.16})$$

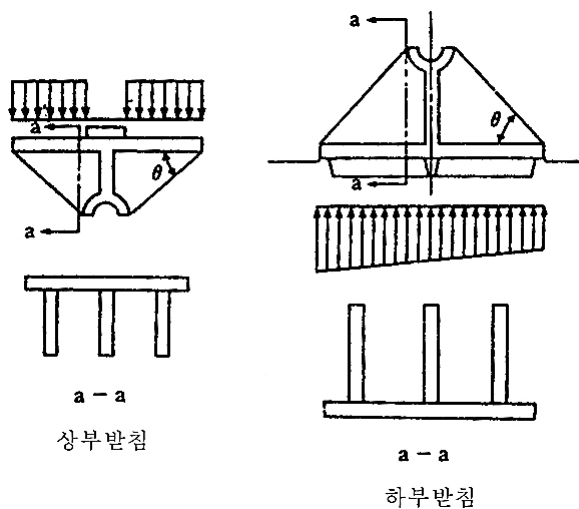
여기서, M : 단면 a-a의 휨모멘트

Z_t, Z_c : 인장 및 압축단의 단면계수

θ : 버트리스의 경사각

f_t, f_c : 인장응력 및 압축응력

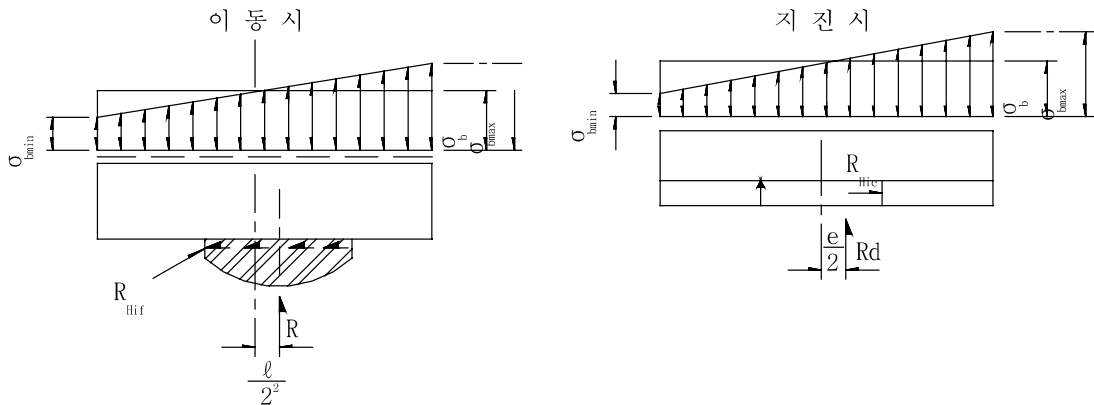
f_{ta}, f_{ca} : 허용인장응력 및 허용압축응력



<그림 2.20> 경사단면의 조사

상부받침과 하부받침의 설계방법은 교축방향의 경우에 대하여 나타낸다.

(다) 상부받침판 (〈그림 2.21〉 참조)



〈그림 2.21〉

상시

$$f_b = R/A$$

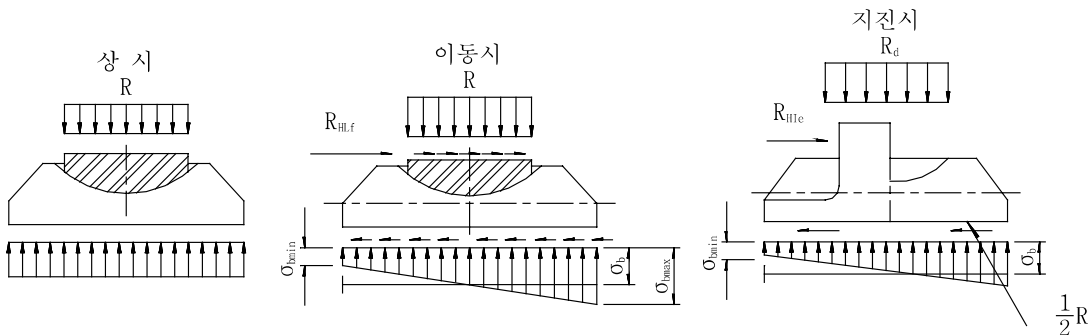
R : 전체반력

A : 상하구조물과의 지압면적, 단 강교의 경우 상부받침 상면의 돌기부를 제외한 면적으로 한다.

(라) 하부받침 (〈그림 2.22〉 참조)

이동 시 수평력의 반작용은 하부받침판 저면이 균등하게 저항할 것으로 본다.

지진 시 수평력의 반작용력은 앵커볼트가 균등하게 저항하는 것으로 본다.



〈그림 2.22〉

- (3) 각 응력이 허용응력 내에 들어도 합성응력이 허용응력을 넘어 위험하게 될 수 있으므로 이와 같이 규정하였다. 합성응력의 조사는 전단변형 에너지 설에 따라 아래 식으로 한다.

$$\left[\frac{f}{f_a} \right]^2 + \left[\frac{v}{v_a} \right]^2 \leq 1.2$$

- (4) 작용력에 의한 응력집중을 일으키기 쉬운 받침부는 원형으로 처리한다.

조합된 재질이 동일 강도레벨의 경우는 앵커볼트홀부의 하부받침 두께를 앵커볼트 외경의 0.7배 이상으로 설정하면, 볼트공 중심으로부터 필요 연단거리는 앵커볼트 외경의 1.5배로 설계하면 된다.

2.11 포트받침

- (1) 하부 받침의 단면 형태는 <그림 2.23>과 같이 고무판 및 하부구조로부터 균등분포하중을 받는 것으로 설계하되 고무판에 원형일 경우 식(2.17)(2.18)과 같이 측벽에 대하여 내압을 받는 원통의 응력을 조사한다.

$t \leq a/10$ 일 때

$$f_t = \frac{f_b \cdot a}{t} \leq f_{ta}, \quad f = \frac{3h^2 \cdot f_b}{t^2} \leq f_a \quad (\text{식 2.17})$$

$t > a/10$ 일 때

$$f_t = \frac{R^2+1}{R^2-1} f_b \leq f_{ta}, \quad f = \frac{3h^2 \cdot f_b}{t^2} \leq f_a \quad (\text{식 2.18})$$

여기서, f_t : 측벽에 작용하는 원주응력 (MPa)

f : 측벽에 작용하는 휨 응력 (MPa)

f_b : 고무판에 작용하는 지압응력 (MPa)

a : 고무판의 반지름(mm)

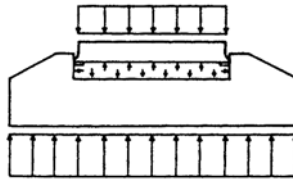
t : 측벽의 최소두께(mm)

R : $\frac{(a+t)}{a}$

h : 고무판의 두께 (mm)

f_{ta} : 허용인장응력 (MPa)

f_a : 허용휨응력 (MPa)



〈그림 2.23〉 포트받침의 지압분포

- (2) 고무판의 소요지압면적은 식(2.19)으로 구하며 상부구조의 회전을 풀어주기 위하여 식(2.20)으로 구한다.

$$A = \frac{R}{f_{ba}} \quad (\text{식 2.19})$$

여기서, A : 고무판의 소요지압면적(mm²)

R : 설계반력

f_{ba} : 고무판의 허용지압응력도

$$h > \frac{d}{15} \geq 10\text{mm} \quad (\text{식 2.20})$$

- (3) 압축링은 받침판과 용기 내주와의 틈이 최대상태에서 〈그림 2.24〉의 a부와 같이 내압을 견디는 것으로 설계한다.

여기서 h : 고무판의 두께

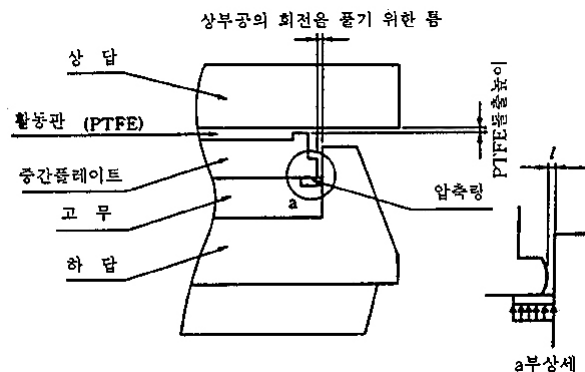
d : 고무판의 직경

고무판의 외주와 용기의 틈은 1mm 이하로 하는 것이 바람직하다.

$$f = \frac{3f_b \ell^2}{n \cdot t^2} \leq f_a \quad (\text{식 2.21})$$

여기서, f : 압축링 재료의 휨응력 (MPa)

f_a : 압축링 재료의 허용휨응력 (MPa)



〈그림 2.24〉 포트받침의 부분도

- (4) 활동판은 불소수지판이 사용되며, 소요지압면적은 식(2.22)에 의하여 계산한다.

$$A = \frac{R}{f_{ba}} \quad (\text{식 2.22})$$

여기서, A : 활동판의 소요지압면적(mm²)

R : 설계반력 (N)

f_{ba} : 활동판의 허용지압응력 (MPa)

- (5) 포트받침은 고력황동받침판 받침과 거의 동일하므로 상기항외에는 고력황동 받침판 받침에 따른다.

- (1) 포트받침은 정확한 기능에 영향을 줄 만한 손상이 일어나지 않아야 하며, 그 사용기간 동안 지나친 유지비가 들지 않도록 설계되어야 한다.(사용성 상태)
- (2) 포트받침의 강도와 안정은 계수하중과 교량의 변위를 견딜 수 있도록 적절하여야 한다.(극한상태)
- (3) 포트받침의 상하부에 있는 외곽지압판(outer bearing plate)은 집중반력을 적절하게 분포 시켜서 인접구조의 응력이 허용응력을 초과하지 않도록 충분한 유효면적을 가져야 한다.
- (4) 고무판의 설계 : 포트받침에서 설계하중으로 인한 고무판의 응력은 원주를 통합한 링을 파손하지 않은 값이라야 하며, 설계하중에서 40 MPa 이어야 한다.
- (5) 포트받침의 회전 : 수평축에 관한 포트받침의 회전은 설계하중 하에서 고무판의 원주면에 발생하는 수직변형률이 0.15를 초과하지 않도록 제한되어야 한다. 수평축에 관해서 적어도 0.01라디안 이상 회전할 수 있어야 한다. 고무판의 응력, 두께, 강도가 주어졌을 때 포트받침의 회전에 대한 저항능력을 산정하기 위해서 충분한 시험결과가 있어야 한다.
- (6) 봉합(sealing) : 고무판이 피스톤과 포트벽의 사이로부터 돌출되어 나오는 것을 방지하기 위하여 금속링 등의 적절한 봉합장치로 고무판의 원주를 봉합시켜야 한다.
- (7) 불소수지판

(가) 가동받침에 대한 마찰계수

계속적으로 윤활상태인 순수 불소수지판과 그 위에 맞물려서 활동하는 스테인레스 강판과의 마찰 계수는 다음 값으로 한다. 이 마찰계수는 공기온도가 -24℃까지의 저온에서도 적용될 수 있다.

〈표 2.6〉 지압응력 (MPa)

지 압 응 력	마 찰 계 수
5	0.08
10	0.06
20	0.04
30 이상	0.03

(나) 불소수지판의 최대 접촉압력

홈에 끼워 넣은 불소수지판에서 평균접촉 압력과 연단의 최대접촉압력은 〈표 2.7〉의 값을 초과하여서는 안 된다.

접촉압력 계산 시 지압면적은 윤활구멍을 포함한 불소수지판의 전 평면적으로 한다.

〈표 2.7〉

설계하중	중심축 반력에 의한 최대평균 접촉압력 (MPa)	편심축 반력에 의한 최대연단압력 (MPa)
영구 설계하중	30	37.5
전 설계하중	45	55

(다) 불소수지판의 최소두께 및 최대 돌출높이

불소수지판은 피스톤 강판 위의 오목한 원형 홈에 그 두께의 반 이상을 끼워야 한다. 이 경우에 불소수지판의 최소 두께와 홈위로 돌출높이는 〈표 2.8〉과 같다.

〈표 2.8〉

불소수지의 평면치수 D (지름 또는 대각선 길이)	불소수지수의 최소두께 (mm)	최대 돌출높이 (mm)
$D \leq 600$	45	20
$600 < D \leq 1200$	50	25
$1200 < D \leq 1500$	60	30

(8) 스테인레스 강판

(가) 스테인레스 강판의 두께

가동받침에서 불소수지판과 맞물리는 스테인레스 강판은 그 두께가 <표 2.9>의 값 이상이어야 한다.

<표 2.9>

스테인레스 강판과 불소수지판 과의 직경의 차이 ΔD (mm)	스테인레스 강판의 최소두께 (mm)
$D \leq 600$	1.5
$600 < D \leq 1200$	2.0
$1200 < D \leq 1500$	3.0

(나) 스테인레스 강판의 부착

스테인레스 강판은 그 주위를 필릿용접을 함으로써 상부 강판의 아랫면에 부착시킨다. 이 용접을 수용하기 위해서 상부 강판의 평면은 스테인레스 강판의 평면보다 더 커야 한다.

2.12 탄성받침

(1) 수직하중에 대해서는 최대, 최소압축응력이 식(2.23)에 만족하도록 하여야 한다.

$$f_{\max, \min} = \frac{R_{\max, \min}}{A} \leq f_{\max, a, \min, a} \quad (\text{식 2.23})$$

여기서, $R_{\max, \min}$: 최대 · 최소 받침반력(N)

A : 탄성받침의 지압면적(mm^2)

$f_{\max, \min}$: 최대 · 최소 압축응력

$f_{\max, a, \min, a}$: 최대 · 최소 허용압축응력도

소요의 지압면적 A 는 식(2.24)으로 구한다.

$$\frac{R_{\max}(N)}{f_{\max, a}} \leq A \leq \frac{R_{\min}(N)}{f_{\min, a}} \quad (\text{식 2.24})$$

(2) 상시 교축방향 전체 이동량과 탄성받침을 경사지게 설치한 경우 탄성고무의 전단변형량에 의하여 지압면적이 감소하는데 이를 고려한 압축응력이 허용압축응력보다 작아야 한다.

(3) 탄성고무의 소요두께(Σt_e)는 식(2.25)과 그림 (2.25)에 의하여 구한다.

$$\Sigma t_e \geq \frac{(\Delta \ell_1 + \Delta \alpha)}{\gamma_a} \quad (\text{식 2.25})$$

여기서, $\Delta \ell_1$: 수평방향 이동량

$\Delta \alpha$: 탄성받침을 경사로 설치하는 경우 고무의 전단변형에 의한 이동량(mm)

$$\Delta \alpha = \frac{H \Sigma t_e}{G_t \cdot A} = \frac{R d_{\max} \cdot \sin \alpha \cdot \Sigma t_e}{G_t \cdot A}$$

G_t : 고무의 크리프에 의하여 저감된 전단탄성계수(N/mm²)

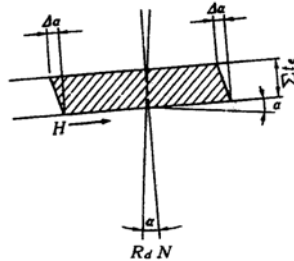
α : 종단방향 거더의 경사각

γ_a : 고무의 허용전단 변형

H : 수평력(N)

A : 탄성받침의 지압면적(mm²)

$R_{\max}$: 최대 고정하중 받침 반력



〈그림 2.25〉 고무받침을 경사지게 설치할 경우의 고무전단변형에 의한 이동량

〈표 2.10〉 고무의 크리프 계수 및 G_0 , G_t 의 관계

종 류	정적 전단탄성계수 G_0 (N/mm ²)	크리프	$e-\phi$	저감된 전단 탄성계수 G_t (N/mm ²)
1종($H_s = 50$)	0.8	0.25	0.78	0.6
2종($H_s = 60$)	1.0	0.35	0.70	0.7
3종($H_s = 70$)	1.2	0.67	0.67	0.8

(4) 평면길이에 대하여 높이가 지나치게 높아지면 좌굴 현상이 생기게 되므로 식(2.26)을 사용하여 충분한 안전성을 확보하여야 한다.

$$a, b, D \geq 5 \cdot \Sigma t_e \text{ 및 } a, b, D \geq 100 \text{ mm} \quad (\text{식 2.26})$$

여기서, a : 사각형 탄성받침의 교축방향의 유효길이(mm)

b : 사각형 탄성받침의 교축직각방향의 유효길이(mm)

D : 원형 탄성 받침의 유효 직경(mm)

- (5) 회전이 생긴 경우 탄성받침의 전체면적으로 압축응력을 받는 상태가 되기 위하여 탄성 받침의 회전변형량보다 압축변형량이 커야 한다.
- (6) 탄성받침은 수평하게 고정시킨다.
- (7) 일단의 받침은 고정으로 하고 타단은 가동으로 한다. 또 지진 시 수평력은 앵커바로 저항시키는 것을 원칙으로 한다.
- (8) 곡선교, 사교, 연결거더교 등 탄성받침에 의하여 수평반력의 분산화를 기대할 수 있다.

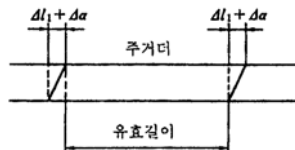
(1) 최대 변형한 상태에서의 면적 A_o 에 의하여 압축응력을 계산하고, (식 2.27)에 의하여 허용응력과 비교 검토하여야 한다.

$$\frac{R_{\max}}{A_o} = f_{\max, o} \leq f_{\max, a} \quad (\text{식 2.27})$$

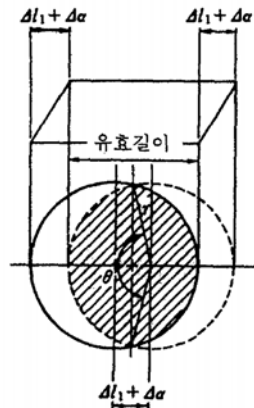
여기서, A_o : 탄성받침의 유효지압면적(mm^2)

$$\text{사각형 : } A_o = (a - \Delta \ell_1 - \Delta \alpha) \cdot b \quad \text{원 형 : } A_o = \frac{D^2}{4} \left(\frac{\theta \cdot \pi}{180} \sin \theta \right)$$

$$\text{단, } \theta = 2 \cos^{-1} \left(\frac{\Delta \ell_1 + \Delta \alpha}{D} \right)$$



〈그림 2.26〉 사각형의 경우 유효지압길이



〈그림 2.27〉 원형의 경우 유효지압길이

(2) 연직 하중에 의한 압축변형량은 (식 2.28)에 의하여 구한다.

$$\delta = \frac{R_{\max}}{E \cdot A} \cdot \Sigma t_e \quad (\text{식 2.28})$$

(a) 사각형

$0.5 \leq b/a \leq 2$ 일 때

$$E = (3 + 6.58S^2)G \text{ (적층타입)}$$

$$E = \frac{1.6(3 + 6.58 \cdot S^2)G}{S^{\frac{1}{1.8}}} \text{ (링플레이트 타입)}$$

$0.5 \geq b/a > 2$ 일 때

$$E = (4 + 3.29S'^2)G \text{ (적층타입)}$$

$$E = \frac{1.6(4 + 3.29S'^2)G}{S'^{\frac{1}{1.8}}} \text{ (링플레이트 타입)}$$

(b) 원형

$$E = (3 + 4.935S'^2)G \text{ (적층타입)}$$

$$E = \frac{1.6(3 + 4.935 \cdot S'^2)G}{S'^{\frac{1}{1.8}}} \text{ (링플레이트 타입)}$$

$$\text{여기서, 사각형 : } S = \frac{ab}{2(a+b)t_e}$$

$$S' = \frac{a}{2t_e} = \left(1 + \frac{a}{b}\right)S$$

$$\text{원형 : } S = \frac{P}{4t_e}$$

(3) 회전변형량 < 압축변형량

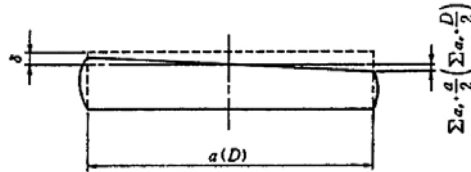
$$(a) \text{ 사각형 : } \Sigma \alpha_e \cdot \frac{a}{2} < \delta \quad (\text{식 2.29})$$

$$(b) \text{ 원형 : } \Sigma \alpha_e \cdot \frac{b}{2} < \delta \quad (\text{식 2.30})$$

여기서 $\Sigma \alpha_e$: 콘크리트교 1/300

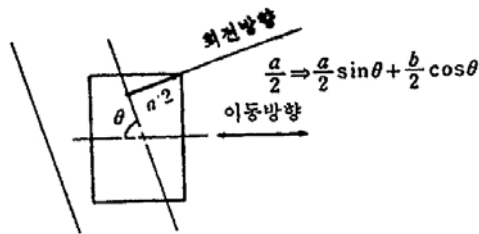
강교 1/150

단, 가설오차에 동반하는 회전이 작다고 판단되는 경우에는 계산으로 구하여진 회전각(활하중 + 고정하중)을 이용하여도 좋다.



〈그림 2.28〉 거더의 회전에 의한 고무받침의 회전변형

(다) 사교, 곡선교에서 이동방향에 고정된 경우, 회전변형의 $\frac{a}{L}$ 는 회전방향의 최대 길이를 잡아야 한다.



〈그림 2.29〉 사교인 경우의 회전

(4) 앵커바의 설계 하중은 다음과 같이 구한다. 가동측은 지진 시에는 반고정으로 한다.

교축방향 수평력

$$H_{AL} = A(R_{AD} + R_{BD}) \quad (\text{식 2.31})$$

$$H_{BL} = A R_{AD}$$

교축직각 방향 수평력

$$H_{AT} = A \cdot R_{AD} \quad (\text{식 2.32})$$

$$H_{BT} = A R_{BD}$$

여기서, A : 가속도계수

R_{AD} : A 지점의 고정하중 반력

R_{BD} : B 지점의 고정하중 반력

(5) 압축스프링 정수 K_c 는 아래식에 의하여 구한다.

$$K_c = \frac{R_{\max}}{\delta} \quad (\text{식 2.33})$$

$$\delta = \frac{R_{\max}}{E \cdot A} \Sigma t_e$$

$$K_c = \frac{E \cdot A'}{\Sigma t_e}$$

여기서 E의 값은 (5)와 같다.

(나) 전단 스프링은 아래식에 의하여 구한다.

$$K_s = \frac{G \cdot A}{\Sigma t_e} \text{ (적층 타입)} \quad (\text{식 2.34})$$

$$K_s = \frac{G \cdot A'}{\Sigma t_e + (n-1)t_s} \text{ (링플레이트 타입)}$$

2.13 지진격리받침

- (1) 면진의 기본 원리는 교량의 상부구조와 기초 사이에 수평방향으로 유연한 재료를 설치하여 구조물의 고유진동수를 지진에너지가 우세한 대역 밖으로 이동시켜 상부 구조물에 전달되는 가속도의 저감을 통하여 지진에너지를 흡수, 분산시키는 개념이다. 즉, 면진장치와 기본적인 역할은 구조물의 진동주기를 늘려서 구조물로 전달되는 지진력을 줄이는 것이다.
- (2) 면진장치 및 면진시스템의 요구기능
 - (가) 절연기능 : 지진에 의한 진동이 교량에 전달되지 않도록 절연 장주기화
 - (나) 감쇠기능 : 에너지를 소산함으로써 지진의 응답을 감소시킴 (변위진폭을 작게 함)
 - (다) 복원기능 : 지진 후 교량이 원래의 위치로 돌아오게 한다.
 - (라) 지지기능 : 상시 고정하중과 활하중을 하부교각으로 원활히 전달하는 기능뿐만 아니라 지진 시 수평변위를 동반한 동적하중 하에서도 안정되게 상부교량을 지지한다.
- (3) 지진격리설계는 수평지진력에 의한 지진 시 교량의 응답을 줄일 목적으로 주로 상부구조와 하부구조 사이에 지진격리받침을 적용하여 설계기준에 요구하는 내진성을 확보하는 방법이다. 이때, 지진격리받침을 적용하여 설계기준에서 요구하는 내진성을 확보하는 방법이다. 이때, 지진격리받침은 교량의 고유주기를 길게 함으로써 교량에 작용하는 지진력을 줄여주고, 지진에너지흡수 성능 향상을 통하여 지진이 응답을 감소시키는 역할을 한다. 그 적용에 있어서 다음 사항을 충분히 검토하여야 한다.
 - (가) 지진격리설계의 적용은 교량의 장주기화 혹은 지진에너지 흡수성능 향상 효과를 상시와 지진 시의 양측 면에서 검토한 후에 판단하여야 한다.
특히, 다음의 조건에 해당되는 경우에는 지진격리설계를 적용하지 않는 것으로 한다.

- ① 하부구조가 유연하고 고유주기가 긴 교량
- ② 기초주변의 지반이 연약하고 지진격리설계의 적용에 따른 교량 고유주기의 증가로 지반과 교량의 공진가능성이 있는 경우
- ③ 받침에 부반력이 발생하는 경우

(나) 교량의 장주기화로 인한 지진 시 상부구조의 변위가 교량의 기능에 악영향을 주지 않도록 하여야 한다.

(다) 지진격리받침은 역학적 거동이 명확한 범위에서 사용하여야 한다. 또한 지진 시의 반복적인 횡변위와 상하진동에 대하여 안정적으로 거동하여야 한다.

(라) 이 절에서 규정하고 있는 지진격리받침 이외에도 그 특성의 안정성이 확인된 각종 감쇠기, 낙교방지장치, 지진보호장치 등에 의하여 보다 발전된 설계를 할 경우에는 이를 인정한다.

(4) 면진교량의 가속도계수

(도로교설계기준) 6.3.1.2의 일반교량의 내진설계에 사용되는 가속도계수가 면진교량의 내진설계에도 동일하게 사용된다.

(5) 면진 교량의 내진등급과 설계지진수준

면진교량의 내진등급과 설계지진수준은 (도로교설계기준) 6.3.2에서 규정된 일반교량의 규정과 동일하다.

(6) 면진교량의 지반계수

면진교량의 지진하중을 결정하는데 사용되는 면진교량의 지반계수 S_i 는 <표 2.11>과 같으며, 지반종류는 (도로교설계기준, 표 6.3.6)에서 정의된 일반교량의 지반종류를 동일하게 사용한다.

<표 2.11> 면진교량의 지반계수 S_i

면진교량의 지반계수	지반종류			
	I	II	III	IV
S_i	1.0	1.5	2.0	2.7

(7) 면진교량의 응답수정계수

(가) (도로교설계기준) 6.6, 6.7, 6.8에서 내진설계를 위하여 추가로 규정된 설계요건을 모두 충족시키는 경우 면진교량의 각 부재와 연결부분에 대한 설계지진력은 (8)에서 규정된 등가지진력을 <표 2.12>의 면진교량의 응답수정계수로 나눈 값으로 한다. 다만 하부구조의 경우, 축방향력과 전단력은 응답수정계수로 나누지 않는다.

(나) (도로교설계기준) 6.6, 6.7, 6.8에서 내진설계를 위하여 추가로 규정한 설계요건을 충족시키지 못하는 경우, 하부구조와 연결부분에 대한 응답수정계수는 각각 1.0과

0.8을 넘지 못한다. 이때, 지진응답해석을 통하여 설계지진 시에 하부구조가 탄성 범위 내에서 거동함을 확인하여야 하고, 철근콘크리트 기둥의 철근상세는 (도로교 설계기준)6.9를 만족시켜야 한다.

〈표 2.12〉 면진교량의 응답수정계수 R_i

하 부 구 조	R_i	연 결 부 분	R_i
벽식 교각	1.5	상부구조와 교대	0.8
철근콘크리트 말뚝 가구 (Bent)			
1. 수직말뚝만 사용한 경우	1.5	상부구조의 한 지간 내의 신축 이음	0.8
2. 한 개 이상의 경사말뚝을 사용한 경우	1.5		
단일 기둥	1.5	기둥, 교각 또는 말뚝 가구와 캡빔 또는 상부구조	1.0
강재 또는 합성강재와 콘크리트 말뚝가구			
1. 수직말뚝만 사용한 경우		기둥 또는 교각과 기초	1.0
2. 한 개 이상의 경사말뚝을 사용한 경우	1.5		
다주 가구	2.5		

(8) 해석방법은 도로교설계기준을 따르도록 한다. (도로교설계기준 6.10.7)

(3)에 대하여

지진격리설계는 장주기화와 고감쇠화의 두 가지 기능을 동시에 확보할 수 있도록 하여야 한다. 이때, 장주기화는 구조물의 가속도응답 감소에 주로 기여하며, 고감쇠화는 지진격리받침의 변위응답 감소에 주로 기여하게 된다. 특히, 지나친 장주기화는 변위응답을 크게 증가시킬 수 있어 감쇠성능의 확보가 병행되어야 하며, 정밀해석을 통한 응답변위의 확인과 이에 대한 구조상세의 검토가 필요하다.

(가) 공진에 의한 교량응답의 증폭으로 인한 지진피해의 확대를 예방하기 위한 규정이다. 지진격리설계에 의하여 길어진 교량의 고유주기가 하부구조의 주기와 근접하거나 기초지반의 주기와 근접하여 응답의 증폭이 발생할 가능성이 있는 경우에는 상세한 해석과 세밀한 검토에 의하여 지진격리설계 주기를 변화시키거나 감쇠비를 증가시키는 방법 혹은 다른 장치의 추가적 도입이나 구조의 개선 등의 방법으로 내진성의 향상을 도모하여야 한다. 또한 주된 복원력제공 장치인 고무받침의 경우, 그 특성상 인장력에 대단히 취약하므로 부반력이 발생하는 경우에는 안정성의 검토가 필요하다.

- (나) 지진격리설계에 의하여 증가할 수 있는 상부구조의 변위응답은 교량 손상의 원인이 될 수 있으므로 증가한 변위에 대한 검토와 대책이 필요하다. (도로교설계기준)6.4.8에 지진 시에 여러 변위에 대한 검토항목이 기술되어 있다.
- (다) 지진격리받침이 반복되는 변위에 안정적으로 거동하는 것이 확인된 범위 내에서 설계되고 적용되어야 함을 명시하고 있다. 설계에서 이용할 수 있는 변위기준은 국가와 제품에 따라 다르나 (도로교설계기준 6.10.8)에서 전단변형률로 최대 200%를 제시하고 있으며, 성능확인 시험 등을 통하여 안정성이 확인된 범위 내에서 사용하여야 한다.
- (라) 설계자의 독창적 아이디어에 의한 설계기술의 발전을 도모하기 위하여 각종 지진보호장치들을 적용하여 창의적이고 진보된 지진격리설계가 가능하도록 하였다.



3. 신축이음장치

3.1 일반사항

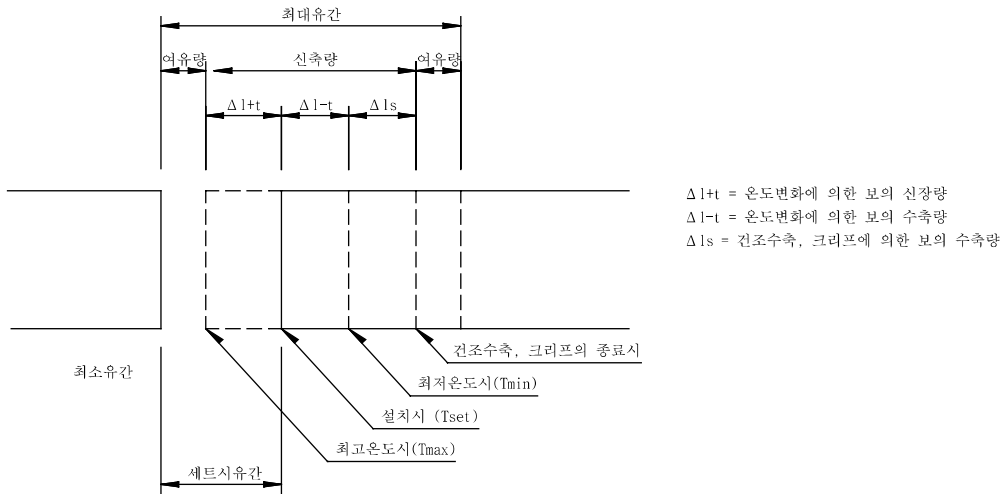
- (1) 신축이음장치는 교량의 온도변화, 콘크리트의 크리프, 건조수축 및 하중에 의한 거더 단부의 변위에 대해서 차량이 교면을 지장 없이 주행할 수 있어야 한다.
- (2) 신축량은 기본신축량과 신축여유량의 합계를 말한다.
- (3) 표준온도는 신축장치 설치 시의 연간 평균기온을 말하고, 15℃를 표준으로 한다.
- (4) 신축이음장치는 적정형식과 적정유간확보가 가장 중요하므로 신축량 · 사교여부 · 적설 지역 여부 · 슬래브 유간 등을 감안하여 형식과 규격을 선정하고, 슬래브 타설 시와 신축이음장치 설치 시의 온도 · 신축이음장치 형식 · 규격 등에 따라 슬래브와 신축이음장치 유간을 조정하여 시공한다.

(2)에 대하여

신축량이라 함은 보의 가동단에서 움직임을 나타내는 용어로서, 신축이음장치의 설계 시를 기준으로 해서 보의 온도변화(+)에 의한 신장량(Δl_{+})과 온도변화(-)에 의한 수축량(Δl_{-})과 건조수축, 크리프에 의한 보의 수축량(Δl_{s})과의 합계이다.

$$\text{즉 } \Delta l = \Delta l_{+} + \Delta l_{-} + \Delta l_{s}$$

이에 대해서 유간량이라 함은 신축이음장치 자체의 상태를 나타내는 용어로서, 신축이음장치의 틈이 최소로 된 때의 유간량을 0으로 하여 틈이 최대로 산정될 때를 최대유간량으로 본다.



〈그림 3.1〉 유 간

- (3) 설치 시 온도는 통상 신축이음장치 설치 시의 월평균 기온으로 하는데 PSC교, RC교 등에서 이동량이 적은 것에 대해서는 사계절별의 평균기온을 취하는 경우도 있다.
- (4) 신축이음장치 설치 시에는 슬래브 유간을 실측하여 슬래브 유간에 맞는 규격을 설치하여야 한다.

슬래브 유간 과다 시 신축이음 장치를 큰 규격으로 설치하거나 슬래브 단부에 콘크리트를 타설하여 슬래브 유간을 좁혀서 신축이음장치를 설치한다.

슬래브 유간 부족 시 단부를 깨어내어 적정 유간을 확보한 후 신축이음 장치를 설치한다.

슬래브 타설 시에는 신축이음장치 형식과 규격 및 타설 시의 온도를 고려한 슬래브 유간 계산서를 작성하여 감독원이 확인한 후 거푸집을 설치하여야 한다.

신축이음 장치 교체나 보수공사 시에는 건조수축 크리프량을 다시 계산하여 신축이음장치의 규격을 줄여야 한다.

3.2 종류 및 형식 선정 시 고려사항

(1) 종 류

신축이음장치의 종류는 <표 3.1>을 참조로 하며 교량형식, 지형여건, 사용성, 유지관리를 고려하여 선정하여야 하며, 신축이음의 종류로는 크게 맞댐식과 지지식으로 분류할 수 있으나 여기서는 현재 가장 일반적으로 적용되고 있는 모노셀, NB, 강핑거, 레일조인트를 중심으로 표기하였다.

<표 3.1> 신축장치의 종류

형식	고무형식		강재형식	
종류	T,F NB	모노셀	레일식 (스트립셀)	레일식 강핑거
규격 (mm)	—	60 이하	100 이하	100 초과
특징	연약지반 및 기존 형식 교체 시 사용	누수방지 및 내구성우수	누수방지 및 내구성우수	레일식은 주거지역 등 인접하여 민원 발생이 예상되는 곳에서는 사용 지양

(2) 형식 선정 시 고려사항

- 설계 신축량 : 가능한 한 작은 규격을 사용한다.
- 상부구조의 형식 및 사각 : 사교에서는 전단 변형량을 고려할 필요가 있다.
- 염화칼슘 사용 유무 : 고무판 형식은 제설장비에 의한 손상이 많다.
- 내구성 : 레일형식이 우수하다.
- 평탄성 및 충격 흡수 능력 : 고무형식이 평탄성, 충격흡수력이 양호하다.
- 방수성 : 강재핑거 형식은 방수성이 불량하다.
- 보수 및 교체의 용이성 : 트랜스 플렉스 형식은 교체가 용이하다.

3.3 설계일반

(1) 신축량의 산정

〈표 3.2〉 신축량

구 분	신축장 100m 미만의 교량	신축장 100m 이상 초과 교량
기본신축량	• 온도신축 + 건조수축 + 크리프	• 온도신축 + 건조수축 + 크리프 + 거더의 회전
여유량	• 기본신축량의 20% + 10mm	• 설치 여유량 : $\pm 10\text{mm}$ 부가 여유량 : $\pm 20\text{mm}$
특 징	• 여유량이 정률(20%)과 정량(10mm)로 구성 • 보통지방 기준	• 여유량이 정량 ($\pm 30\text{mm}$) • 거더의 회전 고려

(가) 신축장 100m 미만의 교량

신축량의 산정은 〈표 3.3〉을 표준으로 한다. 또 지진 시 이동량은 고려하지 않아도 좋다.

〈표 3.3〉 신축장 100m 미만 교량의 신축량

종 류 항 목		강 교		PSC 교	RC 교
		상 로 교	하로, 강상판교		
온 도 변 화		(-20~+40℃) -10~+40℃	(-20~+40℃) -10~+50℃	(-15~+35℃) -5~+35℃	(-15~+35℃) -5~+35℃
신	온도변화	(0.6×1.2ℓ) 0.5×1.2ℓ	(0.7×1.2ℓ) 0.6×1.2ℓ	(0.5ℓ) 0.4ℓ	(0.5ℓ) 0.4ℓ
	건조수축	—	—	0.1ℓ	0.1ℓ
	크 리 프	—	—	0.2ℓ	—
축	(기본신축량) 소 계	(0.72ℓ) 0.6ℓ	(0.84ℓ) 0.72ℓ	(0.8ℓ) 0.7ℓ	(0.6ℓ) 0.5ℓ
량	신축여유량	(0.14ℓ +10) 0.12ℓ +10	(0.17ℓ +10) 0.14ℓ +10	(0.16ℓ +10) 0.14ℓ +10	(0.12ℓ +10) 0.10ℓ +10
	합 계	(0.86ℓ +10) 0.72ℓ +10	(1.01ℓ +10) 0.86ℓ +10	(0.96ℓ +10) 0.84ℓ +10	(0.72ℓ +10) 0.60ℓ +10

주1) 표에서 ()는 한랭지방에 적용한다.

주2) 표에서 ℓ은 신축하는 거더의 길이(m)를 나타낸다.

주3) 강거더의 선팽창계수는 1.2×10^{-5} , 콘크리트 거더는 1.0×10^{-5} 으로 한다.

주4) 건조수축은 온도로 환산하여 20℃로 하고, 콘크리트 타설 후 신축장치 설치까지의 재령은 2~3개월로 생각하여 저감계수는 0.5로 한다.

주5) 일반적인 PSC교에서 크리프는 프리스트레스에 의한 축응력 $f_p=6\text{MPa}$, 콘크리트 탄성계수 $E_c=30,000\text{MPa}$, 크리프계수 $\phi=2$ 로 하고 저감계수는 프리스트레스 도입 후 2~3개월로 생각하여 $\alpha=0.5$ 로 했다.

주6) 포장 및 활하중에 의한 거더단부의 회전 및 시공오차로 인한 신축변화량은 여유량을 예상하여 기본 신축량의 20%에 일률적으로 10mm를 더하는 것으로 한다.

주7) 특히 연약지반상의 구조물에 수평이동이 예측되는 경우는 이 이동량을 신축량으로 예상하여도 좋다.

(나) 신축장 100m 초과 교량

신축장 100m 초과 교량은 도로교 설계기준 제2장 설계일반 2.4.1.3으로 가동받침의 이동량의 기준에 따른다.

$$\Delta \ell = \Delta \ell_t + \Delta \ell_s + \Delta \ell_c + \Delta \ell_r + \text{여유량}$$

여기서, $\Delta \ell$: 계산 이동량

$\Delta \ell_t$: 온도변화에 의한 신축량

$\Delta \ell_s$: 콘크리트의 건조수축에 의한 수축량

$\Delta \ell_c$: 콘크리트의 크리프에 의한 수축량

$\Delta \ell_r$: 활하중에 의한 보의 처짐에 의한 이동량

① 온도변화에 의한 이동량

$$\Delta \ell_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot \ell$$

여기서, ΔT : 온도변화

α : 재료의 선 팽창계수

- 콘크리트 : 1.0×10^{-5}

- 강재 : 1.2×10^{-5}

ℓ : 신축들보 길이

② 콘크리트의 건조수축과 크리프에 의한 이동량

$$\Delta \ell_s = -\Delta T \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \ell$$

$$\Delta \ell_c = P_t \cdot \phi \cdot \beta \cdot \ell / E_c \cdot A_c$$

〈표 3.4〉 콘크리트의 크리프 계수와 건조수축량

콘크리트의 크리프 계수	$\phi = 2.0$
콘크리트의 건조수축	20°C 하강 상당

여기서, β : 건조수축, 크리프에 대한 저감계수

P_t : 프리스트레싱 직후의 PC강재에 작용하는 인장력

A_c : 콘크리트의 단면적

E_c : 콘크리트의 탄성계수

ϕ : 콘크리트의 크리프 계수 (2.0)

20 : 건조수축에 해당하는 온도변화

〈표 3.5〉 건조수축, 크리프의 저감계수, β

콘크리트의 재령(월)	0.25	0.5	9	3	6	12	24
건조수축, 크리프의 저감계수(β)	0.8	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2	0.1

③ 활하중에 의한 보의 처짐에 의한 이동량

$$\Delta \ell_r = \sum (h_i \cdot \theta_i)$$

여기서, h_i : 받침의 회전중심에서 보의 중립축까지의 높이 ($2h/3$)

θ_i : 보의 회전각

– 콘크리트교 : $1/300$

– 강 교 : $1/150$

※ 단순교에서는 보의 처짐에 의한 이동량을 2배로 계산

④ 여유량

• 설치 여유량 : $\pm 10\text{mm}$

• 부가 여유량 : $\pm 20\text{mm}$

(가)에 대하여

- 도로교 설계기준은 여유량이 $60\text{mm}(\pm 30\text{mm})$ 로서, 신축장치 제작 및 시공기술 발전을 감안할 때 전체 신축량에 비하여 여유량이 과다한 것으로 판단되고,
- 활하중에 의한 이동량은 일본의 경우 단순교에 대하여 고려한 경우가 있으나 전체 신축량에 비하여 이동량이 작고, 실제 계산에 의한 이동량도 도로교 설계기준의 $1/3$ 수준(지간장 50m 강교 7.9mm, 지간장 30m, PSC 거더교 : 3.12mm)이며,
- 유지관리 시 신축장치 유간부족으로 인한 문제보다는 신축유간 과다로 인한 내구성 저하 등 문제점이 많이 발생하고 있는 실정임을 감안하여 <표 3.3>의 식으로 신축량을 산정토록 하였다. 또한 온도변화의 범위는 보통지방 기준을 적용토록 한다.(나)에 대하여 신축장 100m 초과 교량에서는 도로교 설계기준에 따르되 신축이음장치 제작 및 시공기술의 발전을 감안하여 여유량은 30mm 이내에서 신축이음장치 사용규격 등을 고려하여 적용한다.

▶ 신축량 계산 예

○ 신축장(ℓ) 100m 이하일 경우

– 교량형식 및 연장 : PC BEAM교 ($30+3 \times 30+2 \times 30 = 180\text{m}$)

– 계산식 $\Delta \ell = 0.84\ell + 10$

• J_1 : $\Delta \ell_1 = 0.84 \times 30 + 10 = 35.2 \text{ (mm)}$

• J_2 : $\Delta \ell_2 = 0.84 \times 90 + 10 = 85.6 \text{ (mm)}$

• J_3 : $\Delta \ell_3 = 0.84 \times 60 + 10 = 60.4 \text{ (mm)}$

– 신축장치 사용

• J_1 : NO 50

• J_2 : NO 100

• J_3 : NO 80

○ 신축장(ℓ) 100m 초과일 경우

－ 교량형식 및 신축장 : 강교 (50+50+55 = 155m : 고정단으로부터의 거리임)

－ 거더 높이 : 3m

－ 도로교 설계기준에 의하여 계산

1) 온도 변화에 의한 이동량

$$\bullet \Delta \ell_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot \ell$$

· ΔT : 온도변화 : 50 ($-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$)

· α : 선팽창계수 : 1.2×10^{-5}

· ℓ : 신축 거더의 길이 (m)

$$\bullet \Delta \ell_t = 50 \times 1.2 \times 10^{-5} \times 155 \times 10^3 = 93.0 \text{ (mm)}$$

2) 보의 처짐에 의한 이동량

$$\bullet \Delta \ell_r = \sum(h_i \times \theta_i)$$

$$\bullet h = \frac{2}{3} \cdot H = \frac{2}{3} \times 3.0 = 2.00 \text{ (m)}$$

· θ : 강교(연속교) $\rightarrow 1/150$

$$\bullet \Delta \ell_r = \sum(h_i \times \theta_i)$$

$$= 2.000 \times 10^3 \times \frac{1}{150}$$

$$= 13.333 \text{ (mm)}$$

3) 설치 및 부가 여유량 : 30 mm

4) 전체 신축량

$$\text{－ 신축량 계 : } J_1 = 93.0 + 13.333 + 30.0 = 136.333 \text{ mm}$$

－ 신축이음장치 사용 : NO160

3.4 단부거푸집

(1) 신축량 100mm 이하는 맞댐형식과 고무판 형식이 많이 사용되며, 블록아웃 깊이가 150mm 이내이므로 단부거푸집으로 신축이음 장치에 사용되는 흡음재는 거푸집으로 사용한다.

(2) 신축량 100mm 초과 시는 주로 레일식이 사용되며, 유간이 크고 블록아웃 깊이가 비교적 깊으므로 아연도금 철판 ($T=2\text{mm}$)을 거푸집으로 사용한다.

(1), (2) 에 대하여

블록아웃 길이가 얇은 경우 무수축콘크리트에 의한 거푸집 변형이 적으므로 흡음재를 거푸집으로 사용하나, 유간이 크고 블록아웃깊이가 비교적 깊은 경우 흡음재나 스티로폼 사용 시 변형이 우려되고 합판 거푸집은 설치 및 제거가 곤란하므로 아연도금합판(T=2mm)을 거푸집으로 사용한다.

3.5 사교에서의 형식 및 규격 선정

(1) 사교에서는 다음 식에 의한 전단변형량과 교축방향 신축량을 동시에 만족하는 신축이음 장치 형식과 규격을 사용하여야 한다.

〈표 3.6〉 전단별 형량

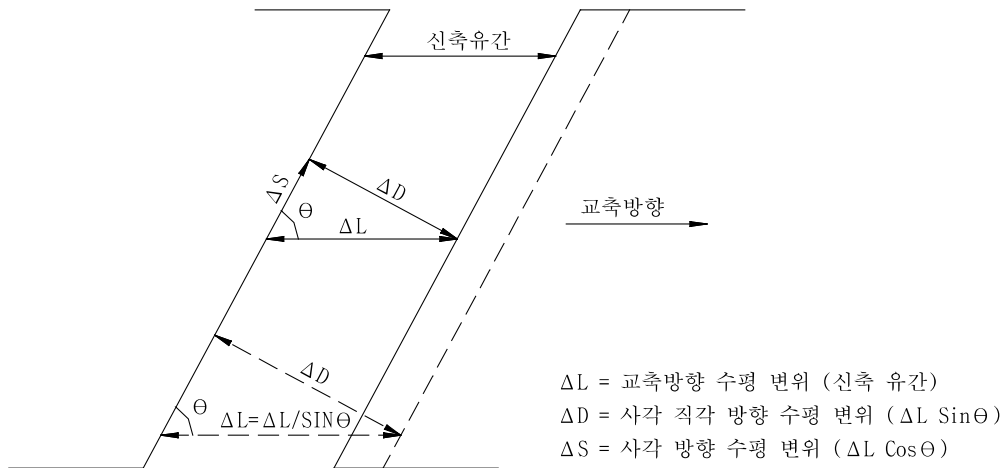
조 건	전 단 변 형 량(mm)			비 고
	맞댐, 고무판, 레일형식		강핑거 형식	
	PSC 교	RC 교		
고정단에서 가동받침의 이동 방향을 교축 직각 방향 설치 시	$0.7L \times \cos\theta + 0.8B$	$0.5L \times \cos\theta + 0.8B$	0.8B	L : 신축장(m) B : 폭원(m)
고정단에서 가동받침의 이동 방향을 사각방향 설치 시	$0.7L \times \cos\theta + 0.4B$	$0.5L \times \cos\theta + 0.4B$	0.4B	

(2) 전단변형에 대한 적응성이 불량한 고무판형식(에이스, 트랜스 플렉스 형식)사용을 지양하고 모노셀 형식과 레일형식을 사용하여야 한다.

(3) 강핑거 형식과 레일형식은 사각을 감안하여 주문제작 설치하여야 한다.

(1) 맞댐 형식과 고무판 형식 설치 시는 슬래브 유간을 $\Delta L \Rightarrow \Delta L / \sin\theta$ 로 늘여서 시공하고

(2) 사각을 보정한 레일형식과 강핑거 형식 설치 시는 신축이음 장치 규격을 $\Delta L \Rightarrow \Delta L \times \sin\theta$ 로 줄여서 설치한다.



〈그림 3.2〉 사교의 유간

▶ 사교의 신축량 계산 및 형식선정 예

- 교량 형식 : PSC BEAM교(가동받침의 이동방향을 교축직각 방향 설치)

연장 : 35m

폭원 : 12.14m

사각 : 45°

- 계산 신축량(ΔL) = $0.84 \times 35 + 10 = 39.4\text{mm} \Rightarrow$ H사의 4G 모노셀 사용
(신축장 100m 미만)
- 전단변형량계산 = $0.7L \times \cos 45 + 0.8B = 0.7 \times 35 \times \cos 45 + 0.8 \times 12.14 = 28.52\text{mm} \Rightarrow$ 4G 허용 전단 변형량 30mm 보다 작으므로 모노셀 4G 사용 가능함.



4. 교량점검시설

4.1 일반사항

교량 본체, 슬래브, 도장, 받침, 배수장치 등의 점검 및 유지관리를 위하여 설치하는 교량점검시설은 교량점검시설 설치지침에 따라 책임기술자의 판단에 의하여 결정하도록 한다. 교량점검시설이 필요하다고 판단되는 경우에는 이 절을 적용하여 설치하는 것으로 한다.

4.2 교량점검시설의 종류

교량점검시설은 점검계단, 점검통로, 출입사다리, 이동식 접근장비, 점검용 조명설비로 구분한다. 점검시설은 서로 연결되게 배치하고 상부(노면) 또는 하부(지상)에서 통행 가능한 구조로 하여야 한다.

4.3 설치범위

교량점검시설은 원칙적으로 설치하여야 한다. 상부구조점검통로는 강교량 상부구조의 주요 부재에 근접하여 점검 및 유지 보수할 수 있도록 접근시설을 설치하여야 하며, 하부구조 점검통로는 교량하부 구조·받침·신축이음에 근접하여 점검 및 유지보수 할 수 있는 접근시설을 설치하여야 한다.

다음과 같은 경우는 설치 예외로 할 수 있다.

- (1) 교량 미관이 현저히 저해하는 경우
- (2) 점검통로 설치 시 차량 등의 원활한 통행을 저해할 우려가 있는 경우
- (3) 홍수 시 통수를 저해할 우려가 있거나 유송잡물 등이 걸려 교량안전에 위해를 끼칠 우려가 있는 경우

RC·PSC교에서는 강재받침부의 점검 및 유지관리가 용이하지 않으므로 횡단방향의 점검시설을 설치한다. 또 보방향 점검시설에 대해서는 일반적으로 RC·PSC교의 지간이 20~30m로 짧고, 바닥판 등의 점검은 횡단방향 점검시설에서도 가능하다고 생각되므로 설치하지 않는다.

4.4 설치장소

- (1) 점검시설의 설치장소는 <표 4.1>의 위치를 표준으로 한다.
- (2) 트러스교, 박스거더교 등 장대교량의 경우와 <표 4.1>의 설치기준에 따른 교각에는 교각 점검시설을 설치하는 것이 좋다.
- (3) 교대의 점검시설은 상하행선의 교대가 병행 또는 근접하여 있는 경우에 상하행선을 횡단할 수 있도록 연결하여야 하며, <표 4.1>의 기준에 따라 설치하는 것이 좋다.

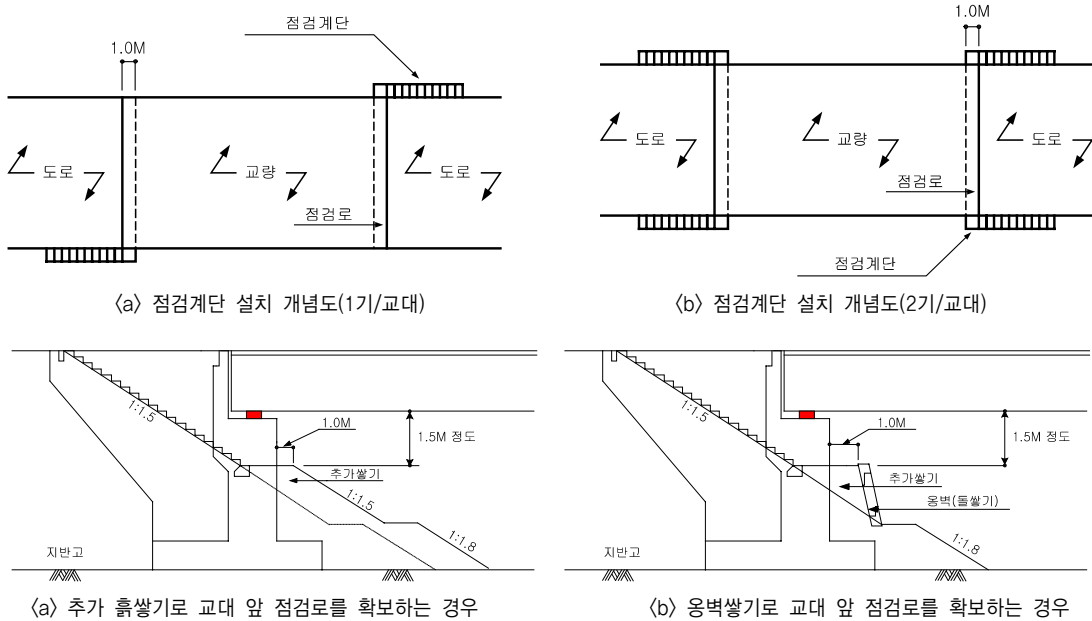
<표 4.1> 점검시설 표준설치 위치

구분		교 량 점 검 시 설
점검계단	설치요건	• 교량의 상부(노면) 또는 하부(지상)에서 점검계단 없이는 교대로 접근이 어려운 교량
	설치방법	• 원칙적으로 교량 상부(노면)에서 교대 앞까지 접근할 수 있도록 설치. 단, 교량 하부(지상)에서 접근이 용이한 경우 교량하부에서 교대 앞까지 접근할 수 있도록 설치. • 원칙적으로 교대 1개소 당 점검계단 1기 설치.(엇갈리는 방향으로 설치). 단, 도로구조, 지형적인 여건 등을 고려하여 필요하다고 판단되는 경우, 점검계단 2기를 설치.
상부구조 점검통로	설치요건	• 상하부에서 이동식 접근장비로 상부구조의 주요부재를 점검할 수 없는 교량
	설치방법	• 교축방향으로 상부구조 당 1열로 하되, 상하행선이 분리된 교량은 각 1열씩 설치.
하부구조 점검통로	설치요건	• 다리밑공간이 6.5m 이상인 교량(교각, 교대) - 상하부에서 이동식 접근장비로 접근이 불가능한 교량 - 철도과선교로 장비로 인한 영향을 받는 교량 • 다리밑공간이 6.5m 미만인 교량(교각, 교대) - 설치하지 않는 것을 원칙. - 다른 방법으로 점검이 불가능한 교량
	설치예외 교량	- 교량 미관, 차량의 원활한 통행, 홍수 시 유송잡물 등에 교량안전에 위해를 끼치는 우려가 경우

플레이트 거더교에서 상부구조 점검통로는 1열 설치하는 것을 표준으로 하고 설치위치는 주행차로로 상판의 손상(상판하면의 균열)이 초기에 발행할 수 있으므로 주행차로를 대표로 1열로 설치하는 것으로 한다.

(1) 점검시설의 일반적인 설치위치는 다음과 같다.

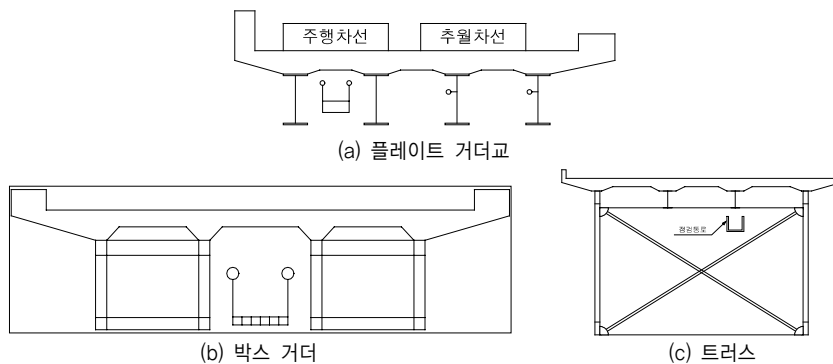
(가) 점검계단



〈그림 4.1〉

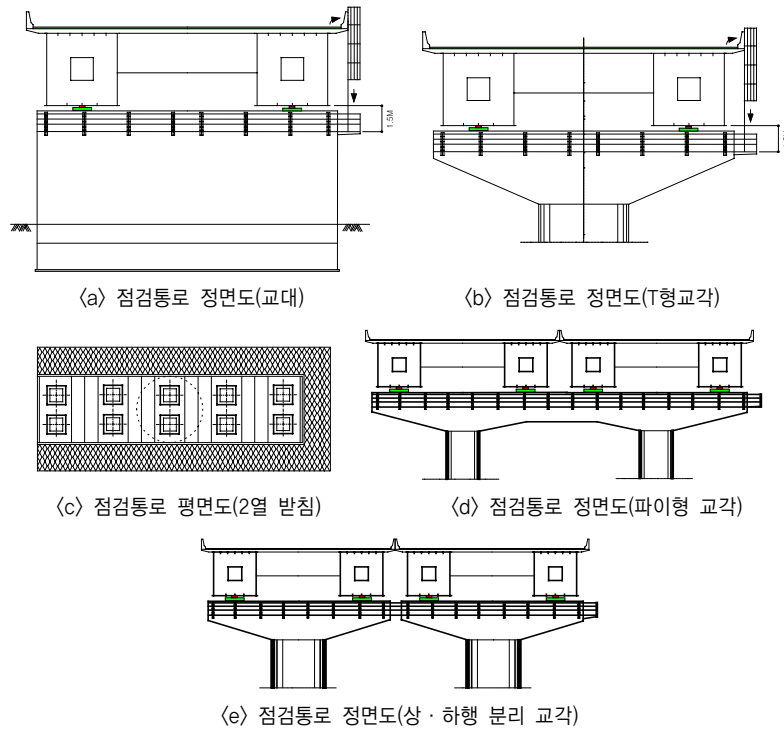
(나) 상부구조 점검통로

점검통로 하면을 하부플랜지 하면 보다 밑으로 돌출시켜서는 안 된다.



〈그림 4.2〉

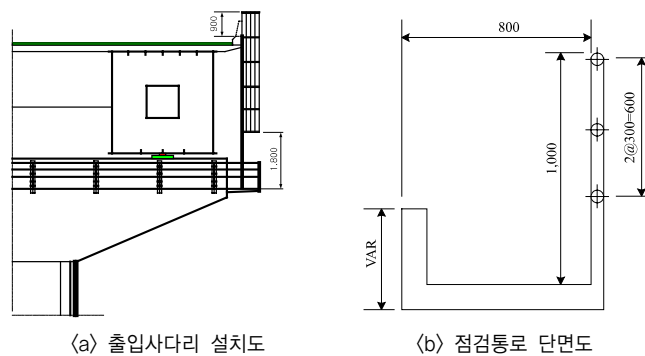
(다) 하부구조 점검통로

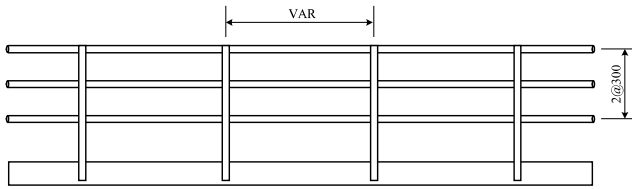


〈그림 4.3〉

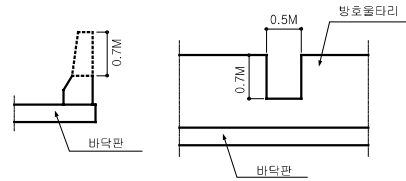
※ 상·하행 분리 교각이 교축직각방향으로 동일 선상에 있는 경우, 각 교각의 점검통로는 연결하여 출입사다리는 1기를 설치할 수 있음.

(라) 출입사다리

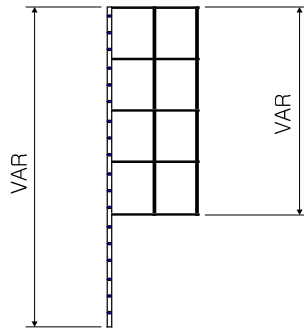




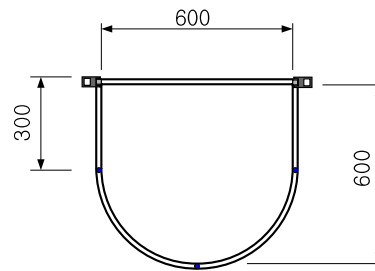
〈c〉 점검통로 난간 및 핸드레일 포스트



〈d〉 출입사다리 설치용 방호울타리 절개도



〈e〉 출입사다리 측면도



〈f〉 출입사다리 상세도

〈그림 4.4〉

4.5 설계하중

- (1) 점검통로에 작용시키는 하중은 3.5kN/m^2 으로 한다.
- (2) 점검통로 난간설계 시 난간에 작용하는 수직하중은 600N/m , 수평하중은 400N/m 로 가정한다.
- (3) 출입사다리에는 점검자 하중(집중하중)으로 1kN/인 이 2.1m 간격으로 작용하는 것으로 가정한다.

4.6 구조세목

- (1) 점검통로는 지지대, 통로, 난간, 출입사다리로 구성한다.
- (2) 난간은 원형 또는 구형 파이트 구조로 하고, 출입사다리는 추락방지 원형 지지대가 있는 구조로 한다.
- (3) 점검계단 및 점검통로의 기본적인 구조는 <표 4.2>와 같이 한다.

<표 4.2> 점검계단 및 점검통로의 규격

구 분		규 격
점검계단		- 유효 폭 : 600mm 정도
점 검 통 로	통 로	- 유효 폭 : 800mm ※ 유효 폭은 구조체(교각 및 교대) 벽면으로부터 난간 내측까지 거리임
	난 간	- 유효높이 : 1m - 난간 레일 : 3단 - 레일 수직간격 : 300mm
	출입사다리	- 발 판 폭 : 500mm - 원형지지대 내경 : 600mm

4.7 재 질

- (1) 점검통로 및 부속물은 강도, 내식성, 내구성이 우수한 재질(스텐레스, 알루미늄 등)로 제작한다.
- (2) 염해 우려지역에 가설된 교량에 설치된 점검통로는 염해에 문제가 없는 재질로 제작한다.



5. 낙교방지장치

5.1 적 용

여기서 규정하는 사항은 지진 시에 상부구조가 교각 또는 교대에서 낙하하지 않도록 받침부 또는 거더 단부 등에 설치하는 구조에 적용하며, 낙교방지장치 채택여부는 책임기술자의 판단에 따른다.

이 규정은 일반적인 신설 교량을 대상으로 하며 기존 교량, 지간 200m 이상의 장대교 및 특별한 교량에서는 이 조항에 따르기 어려운 경우가 많으므로 별도로 검토하는 것으로 한다.

교량설계 시 교량전체 구조계로 연속형식을 채용하여 내진성을 높이며, 하부구조를 견고한 지반에 지지시키고 설계하중의 크기를 충분히 고려하여 왔지만, 교량의 지진 시 동적거동, 상·하부 구조의 접점과 단면 급변부의 응력집중 등을 명확히 파악할 수 없고 시공상의 품질·강도의 차이가 있으므로 구조세목으로 낙교방지를 특별히 고려한다.

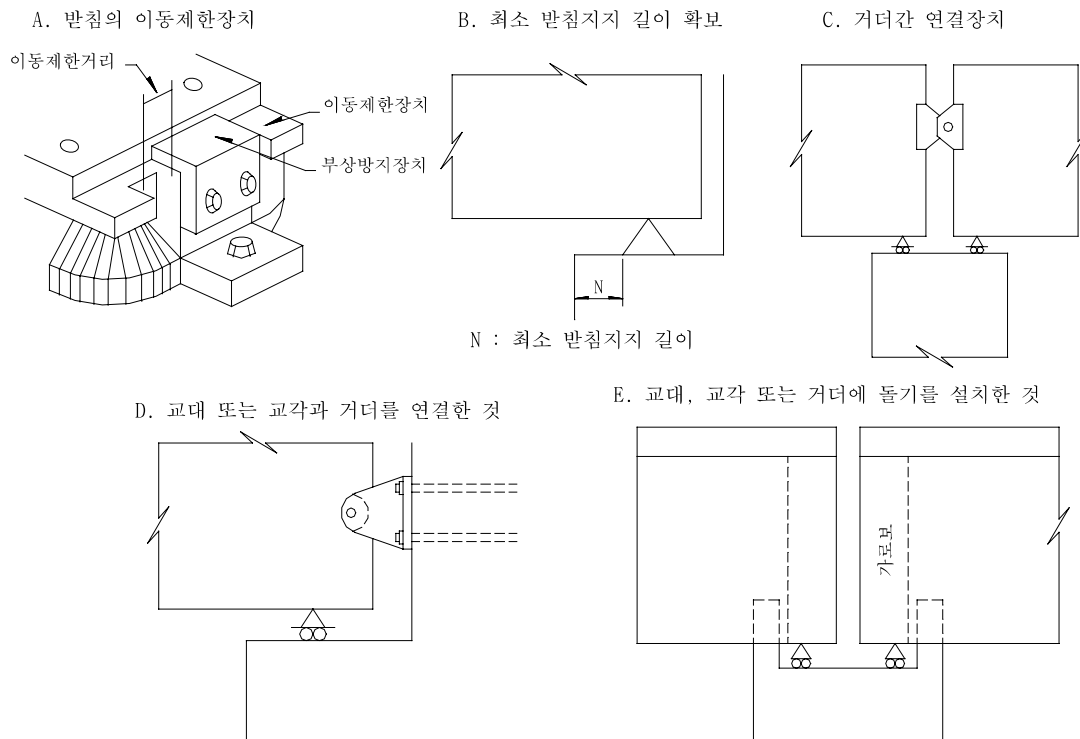
낙교 방지장치가 설치되더라도 접촉면이 설계지진이나 온도신장에 의하여 발생하는 변위 이상으로 이격되어야 한다.

5.2 종 류

낙교방지구조는 다음과 같이 구분한다.

- (1) 받침부 상부가 하부에서 이탈되지 않게 이동제한장치(부상방지장치 포함)를 설치한다.
(이하 받침의 이동제한장치라 한다.)
- (2) 최소 받침지지 길이를 확보한다.
- (3) 거더와 거더를 연결한다.
- (4) 교대 또는 교각과 거더를 연결한다.
- (5) 교대나 교각 또는 거더에 돌기를 설치한다.

낙교방지 구조의 각 종류를 <그림 5.1>에 나타낸다.



〈그림 5.1〉 낙교 방지구조

5.3 설치교량

낙하방지 구조는 다음의 교량에 설치하는 것을 원칙으로 한다.

- (1) 받침의 이동제한장치 및 최소받침 지지길이 확보는 모든 교량에 설치하는 것으로 한다.
단, 강재교각인 경우 받침의 최소받침지지길이 확보는 거더 간 연결장치, 교대 또는 교각과 거더를 연결한 것 및 교대, 교각 또는 거더에 돌기를 설치하는 것 중 1개를 설치하면 다음 항목 ‘도로교 설계기준 6.4.8 설계변위’에 규정하는 값을 만족시키지 않아도 좋다.
- (2) 거더 간 연결장치, 교대 또는 교각과 거더를 연결한 것 및 교대, 교각 또는 거더에 돌기를 설치한 것은 다음 교량에 해당되면 그들 중 1개를 가동단부에 설치하는 것으로 한다.
 - (가) 구조상 비교적 낙교하기 쉽다고 생각되는 교량
 - (나) 낙교할 경우 피해 및 영향이 큰 교량

(1) 가동 받침부에 지진 등에 의한 변위를 억제하는 이동제한장치를 설치하고, 고정, 가동 받침부에서 최소받침 지지길이를 충분히 취하는 것은 ‘도로교 설계기준 제6장 내진설계’에 규정되어 있으므로 모든 교량에 적용하는 것을 원칙으로 하였다.

(2)에 대하여

(가) 구조상 비교적 낙교하기 쉬운 교량 및 (나) 낙교할 경우 피해 및 영향이 큰 교량은 2중 방지구조를 고려하는 것이 바람직하다.

낙교방지구조의 설치위치는 가동단부에 한정하고 고정부는 설치하지 않아도 된다. 고정받침은 가동 받침에 비하여 구조가 간단하고 하중전달도 비교적 명확하며 과거 지진피해 예에서도 가동받침의 피해가 많으므로 고정단부는 일반적으로 설치하지 않아도 된다.

(가) (나) 각각에 대하여 구체적으로 서술한다.

(가) 구조상 비교적 낙교하기 쉽다고 생각되는 교량

- (a) 단순 거더가 연속되는 경우
- (b) 받침의 이동량이 큰 가동단부 (이동 거더 길이 60m 이상)
- (c) 30m 이상의 깊은 기초, 25m 이상의 높은 교각 및 강재교각이 있는 교량 등 변위가 큰 교량
- (d) 단층이 있어 인접하는 하부구조의 지지지반이 다른 교량, 일련의 구조계중 인접하는 기초형식이 다른 교량
- (e) 현저한 곡선교, 사교와 같이 동적거동이 복잡한 교량

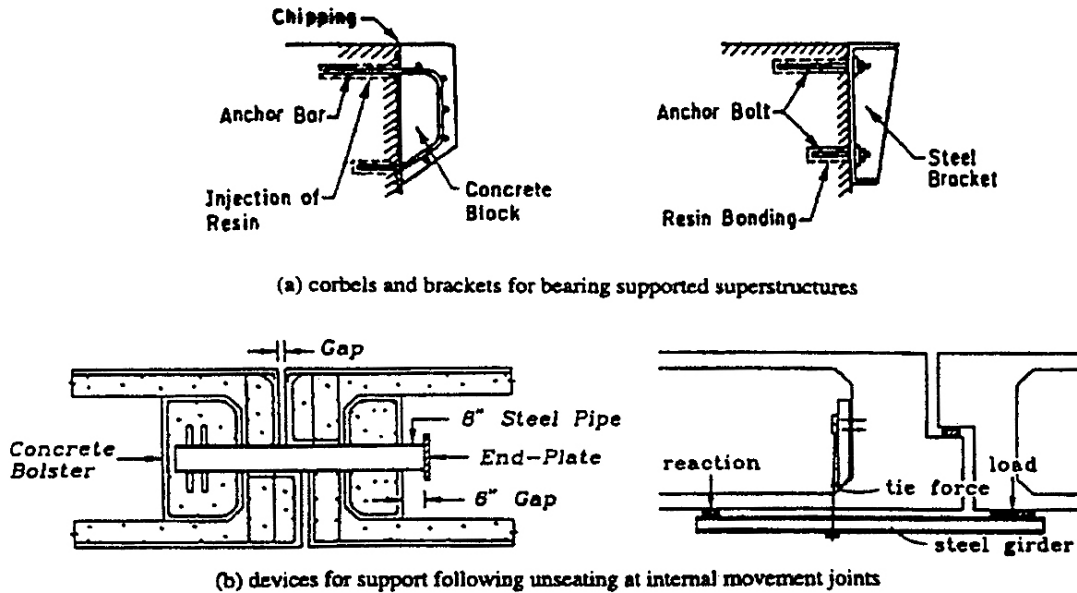
단, 연속철근콘크리트 속빈슬래브교는 지간이 15~20m로 짧고 교각높이도 10m 전후로 낮으며 2교각(또는 3교각) 고정인 것은 일반적으로 설치하지 않아도 된다.

또 라멘교, 사재가 있는 π 형라멘 등 상·하부구조가 일체인 구조는 설치할 필요가 없다.

(나) 낙교할 경우 피해 및 영향이 큰 철도, 고속도로, 일반도로와 교차하는 교량 및 횡단고속도로 교량에 설치하는 것으로 한다. 주요 지방도, 항로 및 하천과 교차하는 경우에도 중요도가 같다고 볼 수 있는 경우에는 이중방지구조로 한다.

5.4 최소받침 지지길이

‘제6장 내진설계 6.4.8 설계변위’에 따르되 최소받침지지길이가 부족할 경우에는 <그림 5.2>와 같은 방법으로 이를 확보할 수 있도록 한다.



<그림 5.2> 최소받침지지길이 확보방안

- (1) 기존 교량에 대하여 최소받침 지지길이를 확보 목적으로 설계하는 경우 구 콘크리트에 매입되는 Anchor Bar 혹은 Anchor Bolt는 작용 단면력에 대하여 충분히 안전하도록 설계되어야 하며, 특히 매입길이 산정 시에는 인발전단응력에 안전하도록 설계되어야 한다.

(기존 교량의 내진성 평가 및 보강방안 참조 1999.12 시설안전 기술공단)

5.5 받침부의 이동제한장치 설계

‘2.7 일반구조세목’에 따른다.

5.6 거더 간 연결장치

- (1) 동일 교각정상부에서 지지되고 인접 거더의 받침 한쪽, 또는 양쪽이 가동인 경우, 원칙적으로 낙교방지 구조로 인접하는 거더를 연결시킨다.
- (2) 거더 간 연결장치는 다음 식으로 수평력을 계산한다.

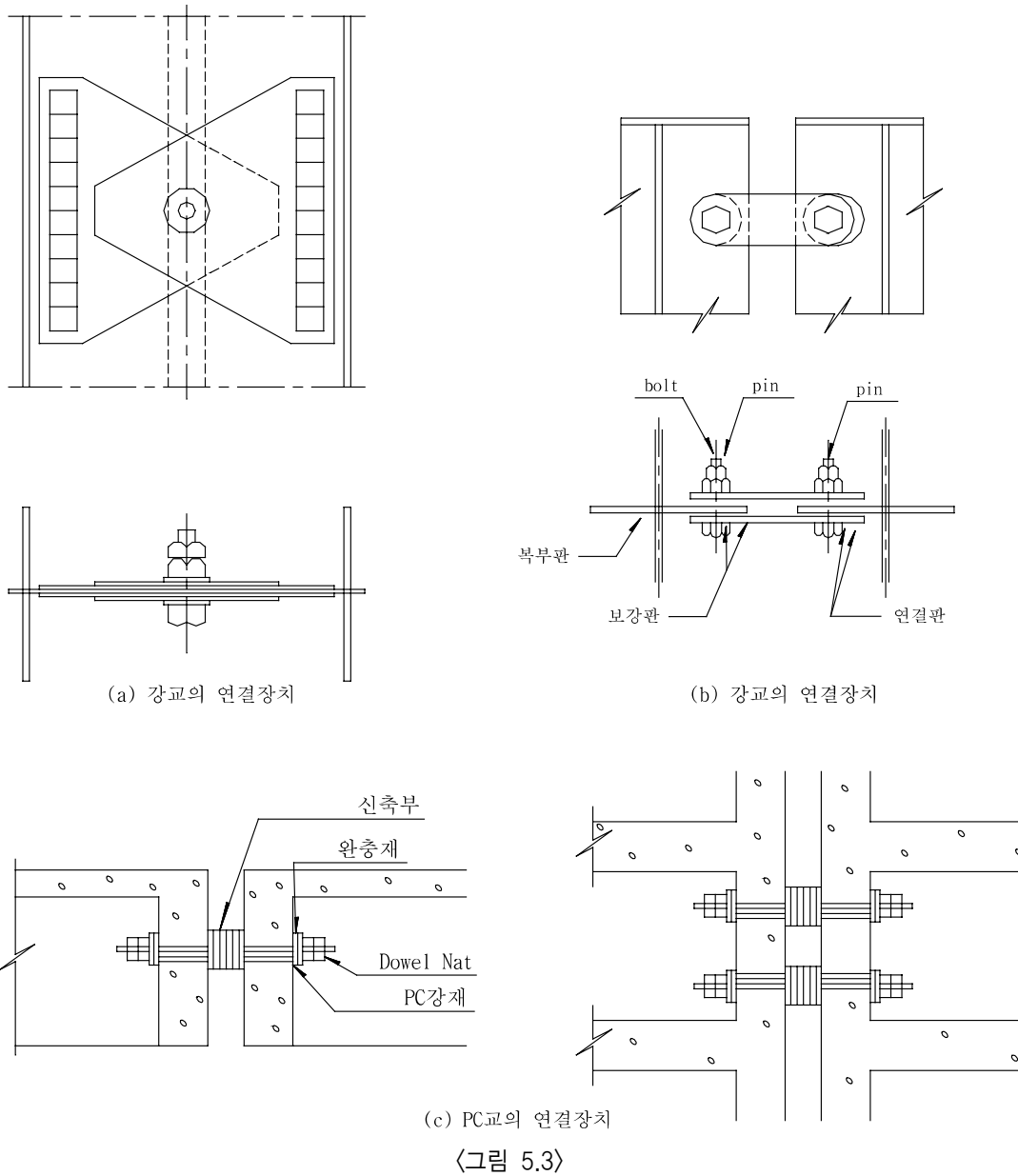
$$H = 2R_d \times K_h \times \gamma$$

$$H = 2R_d \times K_{hm} \times \gamma$$

H : 교축방향 수평력
 R_d : 거더 간 연결장치 좌우 거더의 고정하중반력 중 큰 쪽의 반력
 K_h : 설계수평진도
 K_{hm} : 응답을 고려한 수정진도법에서의 설계수평진도
 γ : 할증계수 (1.5를 표준으로 함)
- (3) 거더 간 연결장치는 통상 필요한 회전량을 확보할 수 있는 구조로 하여야 한다.
- (4) 거더 간 연결장치의 설계 시 허용응력은 강재에 대하여 70%, 콘크리트에 대하여 50%의 할증을 한다. 단, PSC강재는 항복응력까지로 한다.

- (1) 동일 교각 정상부에서 인접하는 거더가 서로 걸쳐 있는 경우 낙교방지 구조로는 원칙적으로 거더 간 연결장치를 사용하는 것으로 한다. 거더 간 연결장치는 <그림 5.3>과 같이 상시에는 거더에 필요한 가동거리 및 회전량을 구속하지 않는 구조로서 강교인 경우 핀구조, PSC교인 경우 인장력을 PS강재가 받는 구조로 한다.

단, 좌우 경간의 구조형식이 다른 경우(예를 들면 강재와 RC거더)나 RC속빈슬래브교 등에서 거더 간 연결장치의 설치가 적당하지 않는 경우는 「교대, 교각 또는 거더의 돌기 설치」 또는 「교대 또는 교각과 거더의 연결」에 따른다.



(2) 거더 간 연결장치는 다음과 같은 설계하중에 의해서 2가지로 설계한다.

(가) 한쪽 거더가 받침에서 이탈하여 거더 간 연결장치에 매달린 상태가 된다고 가정하여 고정하중의 반력을 취하는 경우

(나) 가동받침의 이동제한장치와 같이 거더 간 연결장치도 지진 시에 받침상부가 받침하부에서 이탈하지 않도록 이동을 제한하는 것으로 지진 시의 수평하중을 취하는 경우

(가)는 강교의 거더 간 연결장치에 채용되고 있는데 RC 및 PSC교의 경우 연직하중에 의하여 거더 간 연결장치를 설계하는 것은 시공 상 곤란하므로 일반적으로 (나)에 의하여 설계한다.

이 설계요령에서는 모든 교량에서 가동받침에 이동제한장치를 설치하고, 충분히 최소받침 지지길이를 확보하면 그 위에 거더 간 연결장치를 추가하여 가동받침 이동제한장치의 2중 안전장치로서 설계하며 설계하중은 지진 시의 수평하중으로 한다.

이 경우 수평하중은 충격 등의 영향을 고려하여 할증하였다. 또 연속거더의 거더단부에 대해서도 거더 간 연결장치의 설계하중은 같은 식으로 계산한다. 이 경우 표준할증계수 γ 를 1.5로 한 것은 동식으로 구한 설계수평력이 한쪽 거더가 매달린 상태의 하중에 상당하는 인장력보다 훨씬 작게 되는 경우를 방지하기 위함이며, 수평력 H 는 $0.6R_d$ 이상으로 하는 것을 원칙으로 한다.

(3) 양쪽 받침이 가동인 경우 거더 간 연결장치의 이동량은 각각 가동받침의 이동제한 거리의 합을 취하여야 한다.

거더 간 연결장치의 설계위치, 구조의 종류를 형식별로 구체적인 표준을 나타낸다.

〈표 5.1〉

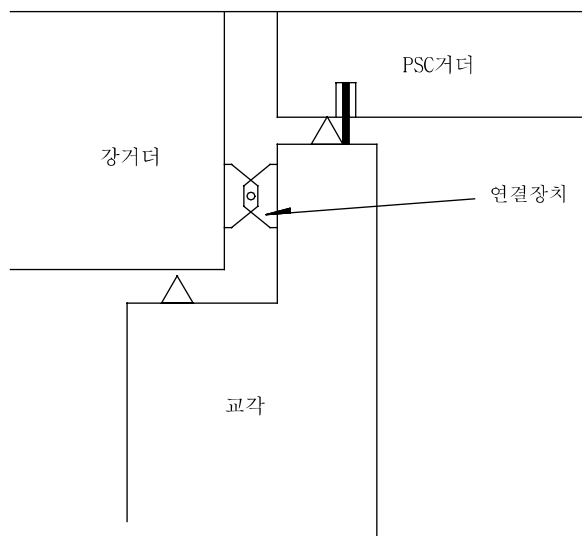
상부구조 형식	설 치 위 치
플레이트 거더교 (강 H형교 포함)	단순거더, 연속거더의 가동단부에 설치한다. 연결장치는 각 주거더에 설치한다. 또 평면골조가 상이한 경우에도 설치한다.
강박스 거더	전 복부판에 설치한다. 그 외는 플레이트 거더교에 준한다.
강트러스	상로, 하로식에서 받침부근에 설치한다.
강 아 치	주구조에 대해서는 필요 없지만 상로식인 경우는 보강거더, 측경간거더는 플레이트 거더교에 준한다.
강로제 (랭거)	하로식은 플레이트 거더교에 준하고 상로는 아치에 준한다.
PSC I 형 거더 (T형 포함)	설치장소는 플레이트 거더교에 준하나 연결장치는 단부가로보에 설치
PSC박스 거더	상 동

거더 간 연결장치는 장기간의 사용에 견딜 수 있도록 부식방지의 조치를 취하는 것이 바람직하다.

5.7 교대 또는 교각과 거더의 연결

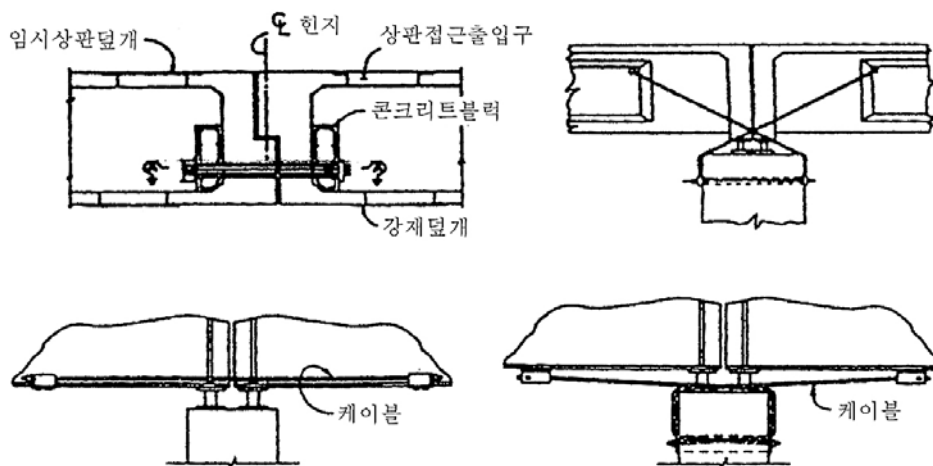
- (1) 교대 위가 가동인 경우 거더 간 연결장치와 같은 방법으로 교대 흥벽과 강거더 또는 PSC거더와 연결한다.
- (2) 동일교각에 서로 걸쳐 있고 좌우경간의 구조형식이 다른 경우 거더 간 연결장치와 같이 교각과 강거더를 연결하는 장치로 할 수 있다.
- (3) 상기 낙교방지 구조의 설계하중, 이동량, 허용응력의 증가는 ‘5.6 거더 간 연결장치’의 경우에 준하여도 좋다.

- (1) 교대와 상부구조를 연결하는 것은 내진 상 유효하나 지진 시 교대가 지반과 함께 변동하여 연결장치에 큰 힘이 작용하는 것도 예상할 수 있으므로 우선 교대의 거더받침부를 넓게 하는 것이 필요하다.
- (2) 동일 교각정상부에 서로 걸쳐 있고 좌우 경간의 구조형식이 다른 경우(예를 들면 강거더와 RC거더)에는 <그림 5.4>와 같이 강거더 정상부의 돌기부에 거더 간 연결장치의 한쪽을 설치하여 교각과 강거더를 연결할 수 있다.



<그림 5.4> 교각과 거더를 연결한 예

- (3) 교대의 흥벽설계는 연결장치로부터 전달되는 힘을 고려하여야 한다. 교대의 안정 계산에는 이 힘을 고려하지 않아도 좋다.



〈그림 5.5〉 거더와 하부구조를 연결하는 구속장치

5.8 교대, 교각 또는 거더의 돌기 설치

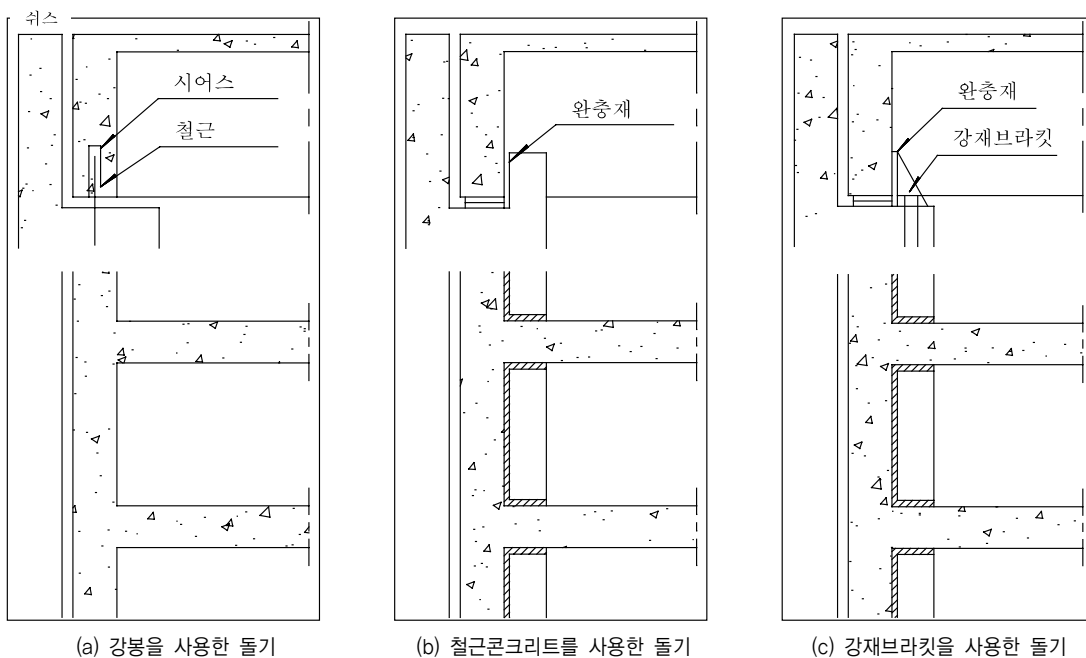
RC교 또는 PSC교의 경우 다음과 같이 사용한다.

- (1) 교대 가동부에서는 교대 또는 거더에 돌기를 설치할 수 있다.
- (2) 동일 교각 정상부에 서로 걸쳐 있고 거더 간 연결장치를 사용하는 것이 적당하지 않는 경우에는 교각 또는 거더에 돌기를 설치하여 사용한다.
- (3) 상기 낙교방지 구조의 설계하중, 이동량, 허용응력 등의 할증은 '5.6 거더 간 연결장치'의 경우에 준하여도 좋다.

- (1) RC 또는 PSC교의 경우 교대의 가동받침부에 〈그림 5.6〉(c)와 같이 거더 간 연결장치를 설치하는 것은 시공상 곤란한 경우가 있다. 교대 위의 가동받침부는 〈그림 5.6〉과 같이 교대에 돌기를 설치하여 상·하부구조의 상대변위를 제한하는 방법을 택하여도 좋다. 연결장치의 설치가 가능한 경우는 이에 따르지 않는다.

- (2) 동일 교각 정상부에 서로 걸쳐 있고 좌우경간의 구조형식이 다른 경우(예를 들면 RC교와 강거더) 거더 간 연결장치를 이용하기 어려운 경우에 교대의 경우와 같은 방법으로 교각 또는 거더에 돌기를 설치하여 상하부구조의 상대변위를 제한하는 방법을 택하여도 좋다.

또 RC, PSC 속빈슬래브교에서 서로 걸쳐 있지 않은 경우에는 거더 간 연결장치를 사용하는 것이 적당하지 않을 수도 있으므로 이 방식에 의할 수 있다.



〈그림 5.6〉

- (3) 미끄럼판이 없는 일반적인 탄성받침이 설계지진에 대하여 설계되므로 별도의 낙교방지장치가 필요 없으나 발생변위에 대한 안전측의 대처방안으로 낙교방지키를 설치하는 경우에는 접촉면이 설계지진이나 온도신축에 의하여 발생하는 변위보다 이격되어야 한다.



6. 연 석

교량의 양측에는 높이 250mm 이상의 연석을 설치하도록 한다.

연석은 보도와 차도의 경계부나 교량의 폭원방향 최단부에서 자동차의 시선유도를 위하여 또는 자동차가 차도부분 또는 교면 밖으로 이탈하는 것을 방지하기 위하여 설치하는 구조물로서 자동차가 타고 넘는 것을 방지하고 난간 또는 방호울타리에 대한 영향을 완화시키는 효과가 있는 것이다. 보도와 차도의 구분이 있는 교량에서는 보행자의 안전을 위해서 연석을 설치하여야 한다.



7. 교면배수장치

7.1 일반사항

여기서 규정하는 사항은 일반적인 교량, 고가교에 적용하는 것으로 한다. 또 육교에서도 관련사항에 대해서는 준용하도록 한다.

특수한 교량, 고가교 등에서 이 요령에 준하기 어려운 경우 유지관리상의 문제를 충분히 고려하여 별도로 설계하여도 좋다.

7.2 재 료

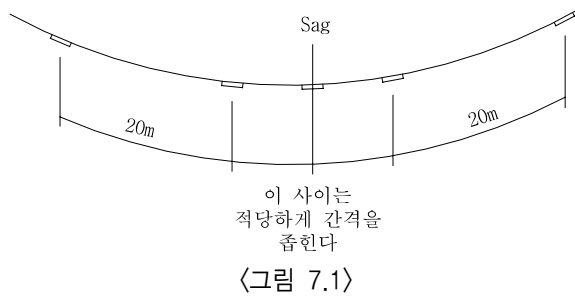
- (1) 배수구의 재질은 스텐레스, 알루미늄 등 적절한 Plate로 한다.
- (2) 배수관은 지지구로 고정된 지간에 있어서, 자중 및 통수에 대하여 충분한 내하력을 가지며, 심한 변형을 억제하고, 환경이나 노면으로부터의 배수에 대한 충분한 내구성을 가지며 유지관리에 용이한 것을 선택하여야 한다. (예 : 스텐레스, 알루미늄)

- (1) 내식성 때문에 배수관의 재질은 스텐레스 및 알루미늄 등 적절한 강판한다.

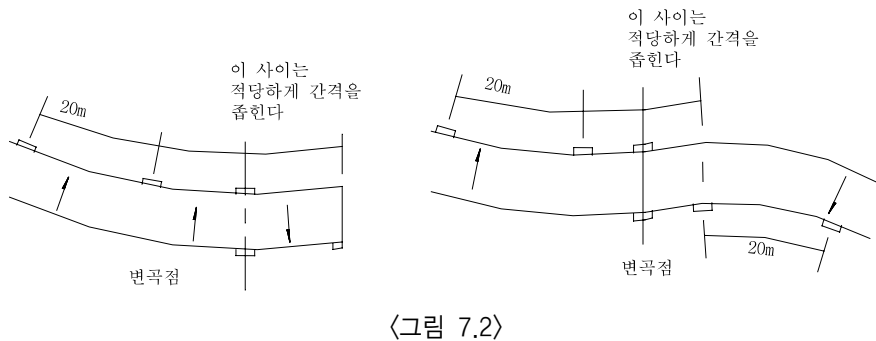
7.3 배수구의 배치

- (1) 배수구의 간격은 집수구 통수능력에 따른 수리검토를 실시하여 간격을 결정하여야 하며 원칙적으로 20m 이하로 한다.
- (2) 종단곡선이 오목하게 된 경우 중앙에 반드시 배수구를 설치하여야 한다.
- (3) 완화곡선구간 및 배향곡선구간의 변곡점 부근에 생기는 횡단경사가 수평 또는 수평에 가까운 곳에도 차도 양측에 배수구를 설치하여야 한다.
- (4) 교량 신축장치의 상류측에는 반드시 배수구를 설치하여야 한다.

(2)에 대하여

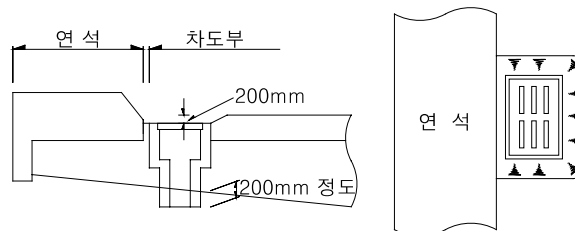


(3)에 대하여



7.4 배수구의 설치위치

- (1) 배수구의 설치높이는 교면방수 시공면과 일치시켜 설치한다.
- (2) 배수구의 설치위치는 〈그림 7.3〉과 같이 상부 거더 하단부에서 200mm 이상 돌출시켜 설치한다. 단, 필요한 경우에는 연석 내에 두어도 좋다.



〈그림 7.3〉

교량을 유지·관리하는 데 있어서 부식에 대한 고려는 가장 중요한 것 중 하나로, 교면으로부터의 누수나 부재 중의 체수는 부식의 원인이 되므로 구조물의 각 부분은 배수가 완전히 될 수 있는 구조로 하여야 한다. 교면의 횡단경사는 1.5~2.0%를 표준으로 하고 특히 교량 전·후의 종단경사 때문에 교

면의 최저부에 배수구를 설치하여야 한다. 또한 신축장치 부근에는 배수구를 설치하여 신축장치에의 유입량을 최대한 감소시키는 등의 배려를 하는 것이 바람직하다.

7.5 배수관의 형상 및 치수

- (1) 배수관의 단면은 원칙적으로 원형으로 하고, 내경은 150mm 이상, 계획유량의 3배를 유하시킬 수 있는 단면으로 한다.
- (2) 배수관의 굴곡부 개수는 될 수 있는 대로 적게 하고, 굴곡부에 뚜껑 붙인 청소공을 설치하도록 한다.

(1) 배수관의 크기는 유수와 이곳을 유하하는 이물질이나 토사의 퇴적에 의한 단면감소·유지보수상의 여유 등을 고려하여 적당한 안전율을 두어 결정하게 되는데, 통상 안전율은 2~6(가옥2, 도시도로 6)이다.

종배수관의 설치경사는 왕복4차로 3% 이상, 왕복6차로 4% 이상, 왕복8차로 6% 이상이 되도록 한다. 그리고 배수구를 20m 간격으로 하면 폭 10m 일 때 200m²이며, 어느 경우라도 약 4배의 안전율이 있다. 그리고 횡관의 유량계산은 매닝(Manning)의 식에 따라도 좋은데, 이때의 조도계수 n 은 염화비닐관의 경우 0.01, 배관용 탄소강관은 0.015로 하여도 무방하다.

또한 교면의 유출계수 C 는 0.9로 고려한다.

참고로 미국의 규격을 <표 7.1>에 나타낸다.

<표 7.1>

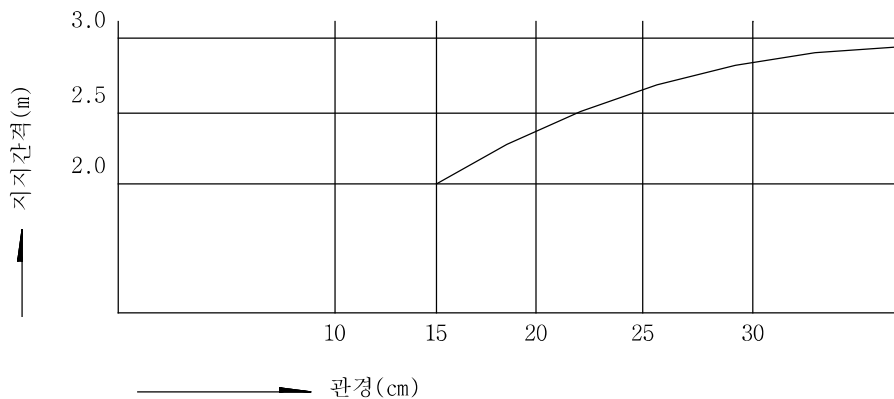
관 경 (mm)	허용최대수평투영면적 (m ²)			
	배 수 횡 관			배수종관
	경사 1:96	경사 1:48	경사 1:24	
75	69.7	97	139	139
100	144	200	288	288
125	251	334	502	502
150	390	557	780	780
200	808	1,106	1,616	1,616
250	1,412	1,821	2,824	—
300	2,295	2,954	4,589	—

- (2) 배수관 굴곡부는 이물질 등으로 막히기 쉽고 한랭지에서는 동결이 원인이 되어 경질염화비닐관에 균열이 생겨 배수기능이 저하될 수 있으므로 배수관 굴곡부의 개수는 가능한 한 적게 하는 것이 바람직하다.

또 굴곡부에는 특별한 장비없이 교량하부에서 접근이 가능한 위치에 청소구를 설치하여야하며, 청소구 설치위치는 청소방법에 따라 결정되어야 한다.

7.6 배수관의 설치방법

- (1) 배수관은 첨가방식으로 하고 장래 유지보수가 용이하도록 설치한다.
- (2) 경질염화비닐관을 수평방향으로 배치하는 경우 지지간격은 원칙적으로 <그림 7.4>에서 얻어진 값 이하로 한다.
- (3) 배수관 배치를 위한 철물은 부식방지 처리를 하여야 한다.
- (4) 경질염화비닐관을 사용하는 경우에는 관에 작용하는 온도응력의 영향을 충분히 고려하여, 이에 대하여 안전하도록 설계하여야 한다.
 - (가) 횡관이 2개 이상의 배수구와 직결되는 경우에는 그 중간에 1개의 신축이음을 설치한다.
 - (나) 종관으로는 슬리브관을 반드시 사용하고 접속부에 접착재를 사용하여서는 안 된다.

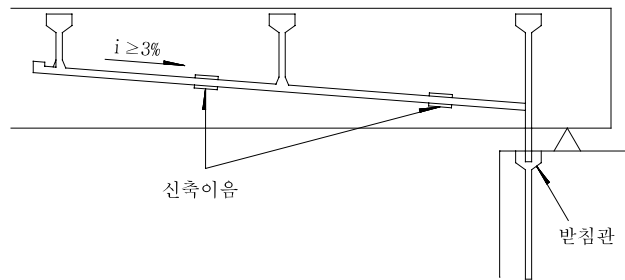


<그림 7.4>

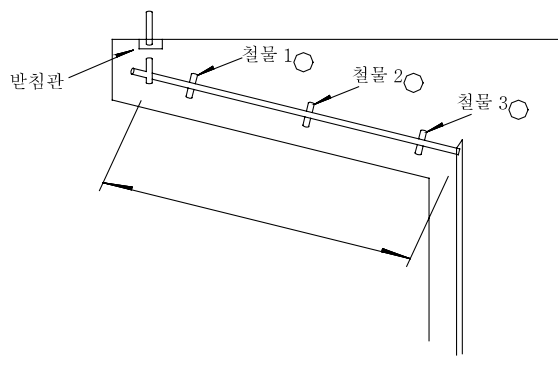
- (5) 배수관 경로에서 상부공과 하부공과의 접속부에는 받침관을 두어 상하부를 연결한다.
- (6) 배수관의 경사는 원칙적으로 3% 이상으로 한다.
- (7) 한랭지에서 <그림 7.8>에 나타난 바와 같이 배수관 끝단의 설치높이는 지표면에서 0.5m 이상 떨어지도록 한다.

- (8) 하천교량 중 아래의 경우에는 배수관을 육교형 배수관과 같이 교대 또는 교각 하부까지 설치한다.
- ① 도로 및 철도를 횡단하는 경우
 - ② 농경지 통과구간
 - ③ 강풍 시 비산으로 인하여 인접가옥에 피해가 우려되는 경우
 - ④ 하천제방 등에 직접 낙수되어 세굴이 우려되는 경우
 - ⑤ 하천구간 중 수질보호를 위하여 직접 낙수하는 것이 바람직하지 않다고 판단되는 경우
 - ⑥ 기타 설계자가 필요하다고 판단하는 구간
- (9) 교량용 배수관 하부지반의 세굴방지대책으로 육교용 배수관의 하단부에는 필요한 경우 유도수로(토사 또는 콘크리트 측구)를 설치하여 배수시키고, 지형여건상 유도수로가 불필요한 경우 또는 설치가 곤란한 경우에는 콘크리트 물받이를 설치한다.

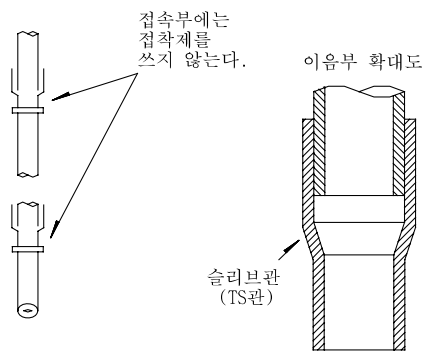
- (1) 배수관 설치방법은 유지보수가 용이한 첨가방식으로 한다. 배수관은 '7.5 배수관의 형상 및 치수'(2)의 이유에 의하여 가능한 한 연직으로 설치하도록 설계하는 것이 바람직하다.
- (2) 경질염화비닐의 선팅창계수는 강 또는 콘크리트의 약 7배가 되며 온도에 의한 영향이 크다. 배수관이 직선으로 배치되어 온도변화의 영향이 축방향력만을 일으키는 경우에는 통상의 온도변화의 범위에서는 큰 문제가 되지 않지만 관에 굴곡부가 있는 경우에는 온도변화에 의한 변형과 이로 인하여 생기는 휨응력이 매우 큰 문제가 된다. 따라서 이와 같은 경우에는 신축이음을 두어야 한다. 횡관의 경우는 <그림 7.5>, <그림 7.6>과 같이 한다. 또한 종관의 경우는 <그림 7.7>과 같이 한다.
- (3) 상부공의 온도변화에 의한 신축이나 회전 등의 영향이 배수관에 미치지 않도록 고려한 것이다. (<그림 7.5>, <그림 7.6> 참조)
- (4) 한랭지에서는 관의 끝단으로 배수된 물이 얼어붙어 배수기능이 저하되는 일이 많으므로 배수관 끝단의 설치높이는 지표면에서 최소 0.5m 떨어지도록 하고, 가능하면 1m 이상 떨어뜨리는 것이 바람직하다. (<그림 7.8>)
- 이때 배수된 물이 튀기지 않도록 하는 장치를 만드는 것이 바람직하다.



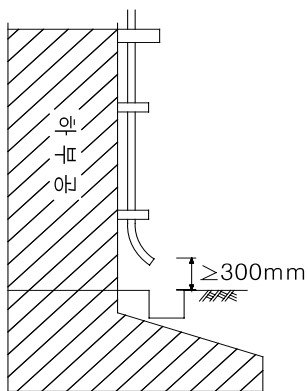
〈그림 7.5〉



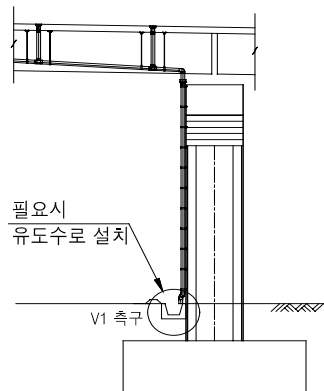
〈그림 7.6〉



〈그림 7.7〉



〈그림 7.8〉



〈그림 7.9〉



8. 방호 울타리

8.1 종 류

교량, 고가에 이용하는 방호울타리의 종류는 다음과 같다.
난간, 차량방호울타리, 난간 겸용 차량방호울타리

8.2 일반사항

- (1) 교면상 보도와 차도의 구별이 있는 경우에는 연석을 설치하고, 구별이 없는 경우에는 차량방호울타리 또는 난간 겸용 방호울타리를 설치하도록 한다.
- (2) 난간은 보도 등의 노면으로부터 1.1m 이상의 높이로 설치하는 것을 원칙으로 하고, 상단에 수직으로 980N/m, 그 측면에는 상단에 직각으로 도심교량은 3,700N/m, 일반도로상 교량은 2,500N/m의 수평력이 작용하는 것으로 설계한다.
이 경우 바닥판에 미치는 영향에 대하여 수평력 및 보도의 등분포 하중의 조합에 대하여 안전성을 검토하여야 한다. 이 경우 허용응력은 증가시키지 않는다.
- (3) 차량 방호 울타리는 “도로안전시설 설치 및 관리지침”에서 규정하고 있는 종별 SB1~SB7을 <표 8.1>과 같이 적용한다.
단, 특수구간에서 대형차의 통행비율이 20% 이상이거나 통행대수가 15,000대/일 이상인 구간에 대하여는 SB급을 적용할 수 있다.
- (4) 기타 난간 및 차량 방호벽에 관한 것은 ‘도로교 설계기준 제2장 설계일반 2.4.3 방호울타리’에 따른다.

〈표 8.1〉 등급별 기준

등 급			SB1	SB2	SB3	SB4	SB5	SB6	SB7
기준 충격도(KJ)			60	90	130	160	230	420	600
적 용 도 로 구 분	· 저속구간 (설계속도 60km/시 미만인 집산도로 국지도로)		◎	○					
	· 일반구간 (60km/시 이상 ~ 80km/시 주간선도로, 보조간선도로)	- 기본 등급		◎	○				
		- 중앙분리대, 교량구간 및 노측 위험도가 큰 구간				◎	○		
		- 도로가 타 도로와 교차되는 등 특수구간					◎	○	
		- 특수 중차량 통행이 많은 구간							
	· 고속구간 (100km/시 이상인 고속 도로 및 자동 차전용도로)	- 기본 등급			◎	○			
		- 중앙분리대, 교량구간 및 노측 위험도가 큰 구간					◎	○	
		- 도로가 타 도로와 교차되는 등 특수구간						◎	○
		- 특수 중차량 통행이 많은 구간							

주) 1. ◎표시는 일반적으로 추천하는 등급

2. ○표시는 도로여건이나 시설물 개발 수준에 따라 사용이 권장되는 등급

3. 도로의 구분에서 속도는 설계속도(km/h)로서 '도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙'제8조를 준용함

〈표 8.2〉 강도 성능 평가를 위한 시험조건

등 급	충돌 속도 (km/h)	차량 중량 (ton)	충돌 각도(°)	기준 충격도 (kJ)
SB1	55	80	15	60
SB2	65			90
SB3	80			130
SB4	65	140		160
SB5	80			230
SB6		250		420
SB7		360		600

차량 방호울타리의 높이는 차량이 방호울타리와 충돌했을 때, 탑승자의 머리가 방호울타리 부재와 직접 충돌하는 것을 방지할 필요가 있기 때문에, 원칙적으로 1.0m(포장 가장자리의 노면으로부터 방호울타리 상단까지, 보형 방호울타리는 보 상단까지의 높이를 말함) 이하로 한다.

(1)에 대하여

보도와 차도의 구별이 있는 도로에는 보행자의 안전을 위하여 연석을 설치한다.

도로와 차도의 구별이 없는 교량 및 자동차 전용 교량에는 주행차량의 이탈을 방지하기 위하여 차량 방호울타리를 설치하도록 한다. 보도와 차도의 구별이 없는 교량에 설치하는 난간 겸용 차량 방호 울타리는 난간 및 차량 방호울타리의 기능을 동시에 갖춘 방호울타리로서 난간 및 차량방호울타리의 설계조건을 각각 만족하도록 설계하여야 한다.

(3)에 대하여

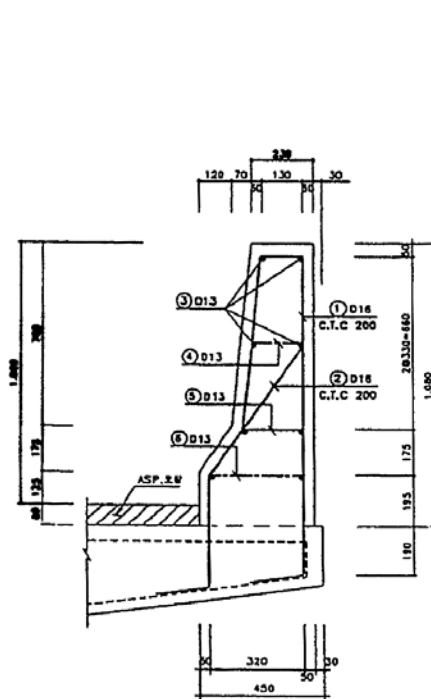
방호 울타리는 차량이 충돌했을 때 탑승자를 보호하여야 하며 차량이 방호울타리 밖으로 떨어지는 것을 막아 2차 사고의 발생을 방지하는 두 가지 기능을 동시에 만족시켜야 한다.

따라서 일반구간에는 방호울타리의 높이는 1.0m 이내로 하고 추락으로 인한 중대한 2차사고가 우려되는 특수구간에서는 방호울타리 형태에 따라 높이를 상향조정하는 것으로 한다.

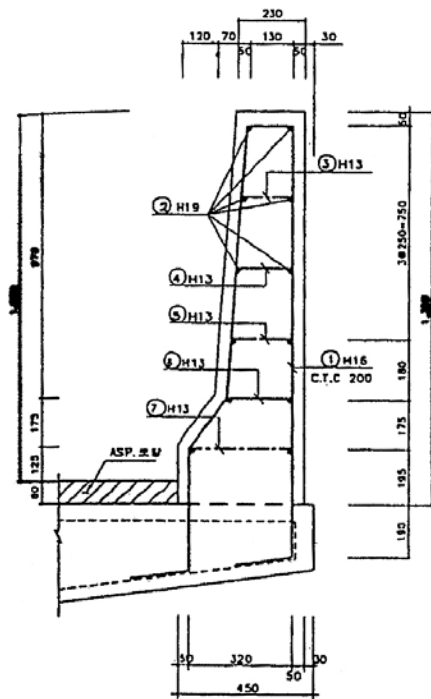
구성 부재별 설치높이 기준을 <표 8.3>과 같다.

<표 8.3> 구성부재별 설치높이 기준

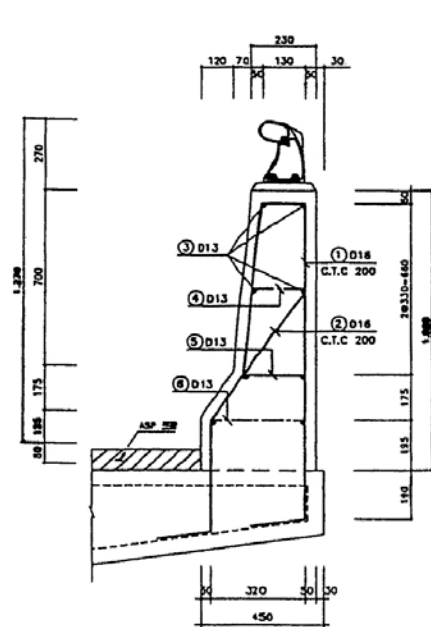
구 분		설치 높이 기준
강성 방호 울타리	일반 구간	- S2급 적용구간 : 설치높이 H=1.0m - F-shape 콘크리트 방호 울타리(TYPE-I) : 콘크리트 단일형(<그림 8.1>(a))
	특수 구간	- S3급 적용구간 : 설치높이 H=1.27m - 주변 경관의 조망이 필요치 않은 지역에 적용 F-shape 콘크리트 방호울타리 (TYPE-Ⅱ) : 콘크리트 단일형 (<그림 8.1>(b)) - 주변경관의 조망이 필요한 지역이나 설계속도가 낮고 폭원이 2차로 이하로 협소한 연결상의 교량 F-shape 조합형 방호 울타리(TYPE-Ⅲ) : 콘크리트(1m) + 핸드레일 (0.27m) 조합형(<그림 8.1>(c)) - Texas TYPE HT 조합형 방호울타리(TYPE-Ⅳ) : 콘크리트(0.81m) + 핸드레일(0.46m) (<그림 8.1>(d))
보형 방호 울타리	일반 구간	- S2급 적용구간 : 설치높이 H=1.0~1.1m - 교량 형태에 적합한 단면을 선정하여 “도로 안전시설 설치 및 관리지침”의 S2급 충격도 기준을 만족시키도록 별도 설계하거나 상기 기준에 의거 기 검증이 완료된 단면에 대해서는 별도의 검토 없이 적용 가능
	특수 구간	- S3급 적용구간 : 설치높이 H = 1.1m 이상 - 교량 형태에 적합한 단면을 선정하여 “도로 안전시설 설치 및 관리지침”의 S3급 충격도 기준을 만족시키도록 별도설계하거나 상기기준에 의거 검증이 완료된 단면에 대해서는 별도의 검토 없이 적용 가능



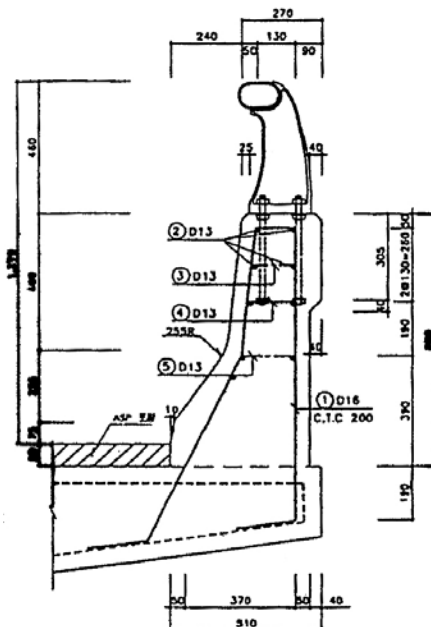
(a) F-shape 콘크리트 방호울타리(TYPE-I)



(b) F-shape 콘크리트 방호 울타리(TYPE-II)



(c) F-shape 조합형 방호울타리(TYPE-III)



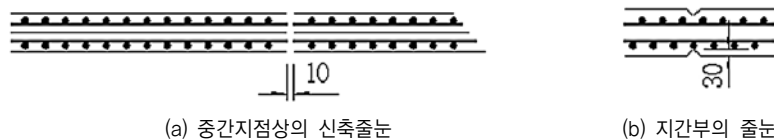
(d) Texas Type HT 조합형 방호울타리(TYPE-IV)

〈그림 8.1〉 차량 방호 울타리

8.3 철근콘크리트 방호 울타리

- (1) 여기서 규정하는 사항은 일반적인 교량, 고가교의 철근콘크리트 방호 울타리를 대상으로 하는 것으로 8.2 일반사항 (3)을 따르며, <그림 8.1>의 차량방호울타리와 같다.
- (2) 방호울타리에서는 연속보 중간지점 위치 부근에 신축줄눈을 설치하고, 또 지간 중간부에서는 10m 정도의 간격으로 줄눈을 설치하여야 한다.

- (1) <그림 8.2>와 같이 줄눈을 설치한다.



<그림 8.2>

8.4 강재 방호울타리

- (1) 콘크리트 방호울타리 적용을 원칙으로 한다.
- (2) 철재 교량용 방호울타리는 성능은 우수하나 콘크리트 방호울타리에 비하여 고가이므로 향후 방음벽이 설치될 계획이 없는 곳으로서 다음과 같은 교량에 적용
- 강상판 교량
 - 주변경관이 수려하여 조망권 확보가 필요한 교량
 - 강풍이나 돌풍이 우려되지 않는 적설·한냉지역으로서 제설과 융설때문에 필요한 교량
- (3) 콘크리트중의 설치 구멍은 콘크리트 타설 전에 거푸집을 이용하여 설계도에 나타나 있는 위치에 배치하여 두어야 한다.
- (4) 설치구멍의 거푸집은 나선형덕트($\phi 250\text{mm}$, $t=0.5\text{mm}$ 이상)를 사용한다.
- (5) 구멍 주위에는 보강철근(D22)을 상·하 2단으로 배치하고, 주위에는 모르타르(1:2)를 충전하여야 한다.

- (1) 강재 방호울타리는 실제 차량충돌시험을 통하여 충분한 안전성이 확보된 경우에 사용하도록 한다.

8.5 가드레일

- (1) 가드레일을 설치할 때 매입 깊이는 250mm 이상 되게 한다.
- (2) 설치구멍은 콘크리트 타설 전에 거푸집을 이용하여 설계도에 나타나 있는 위치에 배치하여 두어야 한다.
- (3) 설치구멍의 거푸집은 나선형덕트($t=0.5\text{mm}$ 이상)를 사용한다.
- (4) 구멍 주위에는 보강철근(D16)을 상하 2단으로 배치하고 주위에는 모르타르(1:2)를 충전하여야 한다.

8.6 육교의 방호울타리

- (1) 교량형식의 것으로서 고속도로를 횡단하는 이외의 일반도로 또는 본선램프 등을 위한 육교의 방호울타리는 본선교량의 설치요령을 참고로 하지만 추락방지와 미관을 중시하여 원칙적으로 <표 8.4>에 있는 형식 A, B를 도로의 규모에 따라 적절히 사용하는 것으로 한다.

<표 8.4>

구 분		적 용 범 위
방호 울타리 방식	(형식 A, A') 레일 병용 방호울타리 및 방호울타리	(1) 도로법령으로 정하여진 도로 또는 이에 준하는 도로로 폭원이 크고, 자동차의 교통이 많은 보도가 없는 경우 (2) (1)의 도로로서 보도가 있어도 폭원이 좁고 육교에서 차량이 이탈할 우려가 있는 경우
	(형식 A) 난간, 방호울타리 병용방식	(3) (1), (2)에 해당하는 도로로 교량첨가물 등이 있고, 특히 이 형식을 쓰는 것이 유리한 경우 또는 특히 미관을 중시하는 경우
난간 방식	(형식 B) 난간만의 방식	(4) (1), (2)에 해당하지 않는 도로 또는 소폭원이 농로 등으로 자동차의 교통이 적고 차량이 이탈할 우려가 없는 경우

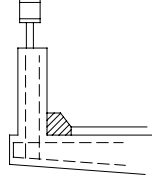
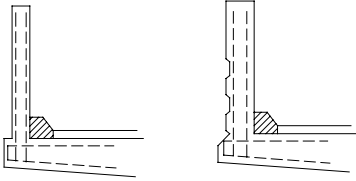
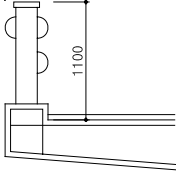
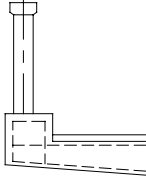
- <주> ① 형식 A에서 벽의 상부에 배치하는 레일은 미관, 경제성, 기능성, 벽면과의 균형을 감안하여 형식, 형상을 결정하여야 한다. 대표적인 형식은 파이프나 모가 난 레일이지만 시공성, 경제성은 일반적으로 파이프 쪽이 우수하다. 이에 대하여 역학적인 강도는 모가 난 레일 쪽이 우수하다.
- ② 강제 난간 및 레일부의 상단에는 2.5kN/m 의 설계하중, 방호울타리 본체 부분의 상단에는 20kN/m 의 설계하중을 고려한다. 그러나 형식 B에서 교통량에 따라 필요한 경우에는 난간 상단에 10kN/m 의 하중을 고려한 설계도 가능하다.

육교의 형상에 대해서는 과거부터 미관을 중요시 하였으며, 교량의 형식·구조재료·난간 등에 대하여 각별한 배려를 기울여 왔다. 특히 난간에 대해서는 이러한 관점에서 모든 검토를 거쳐 종래의 형식이 정하여져 사용되고 있다. 그런데 근년 고속도로를 횡단하는 일반도로에서 교통량의 비약적인 증대로 육교에서 고속도로 위로 이탈, 추락하는 위험도 높아지고 있다.

고속도로의 추락사고는 큰 사로로 파급할 우려가 있으므로 일반적으로 고속도로를 횡단하는 육교에서는 본선에 설치하는 방호울타리 이상으로 엄격한 추락방지 기능을 갖출 필요가 있다고 생각된다.

이러한 사정을 감안하여 육교의 규모를 2가지로 대별하여 교통량이 많고 이탈, 추락의 위험이 많은 육교는 경제성을 고려하여 원칙적으로 레일병용 방호울타리 및 방호울타리(형식 A, A')를 설치하고, 교통량이 없든지 또는 적은 육교에는 난간(형식 B)만을 사용하는 것으로 하였다. 또 그림에서 보는 바와 같이 교량첨가물이 있고 특히 형식 A'의 사용이 유리한 경우 또는 미관을 중시하는 경우에는 필요에 따라 난간, 방호울타리 병용방식(형식 A'')을 사용하는 것으로 하였다.

〈표 8.5〉 육교에 사용되는 방호울타리의 형상도

구 분		적 용 형 식
벽식 방호울타리 방식	(형식 A) 레일 병용 방호울타리	
	(형식 A') 방호울타리	
	(형식 B) 난간만의 방식	
난간 방식	(형식 B) 난간만의 방식	



9. 낙하물 방지책

9.1 종 류

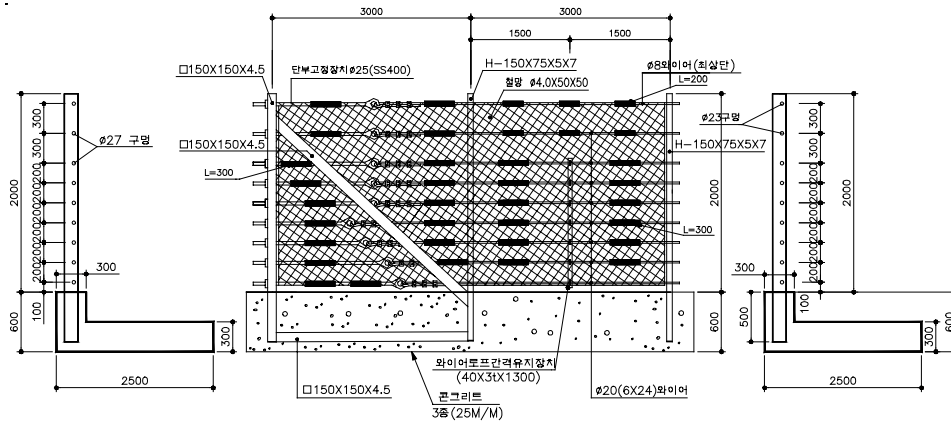
낙하물 방지책의 종류는 목적에 따라 다음 두 종류로 구분한다.

- (1) 육교 낙하물 방지책 : 육교에 설치하는 것.
- (2) 본선교 낙하물 방지책 : 본선부의 도로 옆에 설치하는 것.

9.2 설계하중

- (1) 육교 낙하물 방지책
하중은 풍하중만으로 하며 크기는 3.0kN/m^2 로 한다.
- (2) 본선교 낙하물 방지책
 - (가) 철도와 교차하는 장소
노면에서 3m 높이에 중량 3.0kN 의 하중이 속도 60km/h 로 방지책에 15° 의 각도로 수평하게 충돌하는 것으로 한다.
 - (나) 도로 및 민가
하중은 풍하중만으로 하며 크기는 3.0kN/m^2 로 한다.

본선교 낙하물 방지책의 표준도를 예시하면 <그림 9.1>과 같다.



<그림 9.1> 본선교 낙하물 방지책의 표준도



10. 중앙분리대 추락 방지망

10.1 일반사항

중앙분리대 추락방지망은 고속도로 및 자동차 전용도로상에 발생한 사고 시 대피하는 사람이 교량, 고가의 중앙분리대 사이로 추락하는 사고를 방지하기 위하여 설치한다.
또 분리 단면구간 및 본선 조명구간에서는 위험도에 따라 조치한다.

10.2 설계하중

- (1) 추락 방지망에 작용하는 하중은 체중 70kgf의 사람이 1m 높이에서 떨어지는 것으로 한다.
- (2) 로프 및 철망의 자중은 무시한다.
- (3) 와이어로프의 처짐은 100mm 정도로 한다.

- (1) 체중 70kgf인 사람이 로프 및 철망에 떨어진 경우 절단하중을 넘어서는 안 된다.
- (2) 와이어로프의 처짐을 작게 하면 앵커볼트의 전단력에 의하여 콘크리트의 파괴가 일어나므로 100mm로 규정한 것이다.

10.3 구조세목

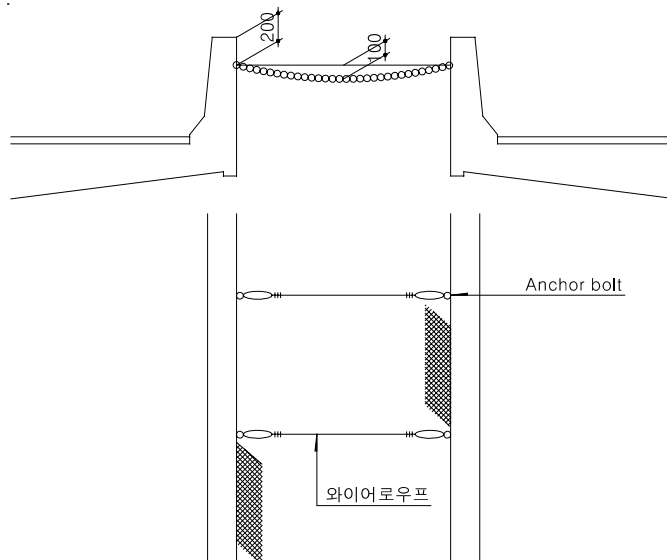
- (1) 추락 방지망의 평면형상은 <그림 10.1>를 표준으로 한다.
- (2) 추락 방지망에 사용하는 주요재료는 <표 10.1>과 같이 한다.

<표 10.1> 재 료

재 료	규 격	형 상 치 수
마름모꼴 철망	아연도금 철선 4중 (KS D 3552)	$\phi 3.2\text{mm} \times 56\text{mm}$
결 합 코 일	아연도금 철선 4중 (KS D 3552)	$\phi 3.2\text{mm} \times 50 \times 250\text{mm}$
와 이 어 로 프	보통 Z꼬임의 아연도금 4호 로프 (KS D 3512)	$\phi 8\text{mm}$
앵 커 볼 트	일반구조용 압연강재 제2종 (KS D 3503)	19mm

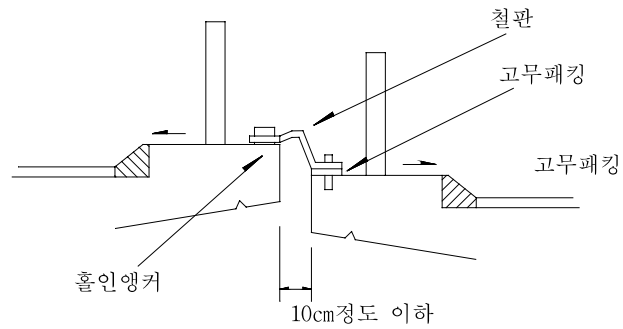
- (3) 적설지역에서 철망은 <표 10.1>의 규정에 관계없이 적설을 방지할 수 있는 망으로 한다.
- (4) 4차로 이상의 도로와 교차하는 곳에는 횡방향 와이어로프를 중앙에 1개 추가한다.
횡방향 와이어로프의 간격은 1m로 한다.
- (5) 와이어로프의 긴장은 어느 정도 느슨한 상태로 둔다.
- (6) 적설지역의 추락 방지망은 중앙분리대 쪽으로 제설한 눈이 쌓여 고드름이 생기므로 도로 및 철도와 교차하는 곳에서는 적절한 구조형상을 선정하여야 한다.

추락 방지망은 <그림 10.1>와 같다.



<그림 10.1>

(1) 도로 및 철도와 교차하는 곳의 참고 예를 <그림 10.2>에 나타낸다.



<그림 10.2>



11. 교명판 및 설명판

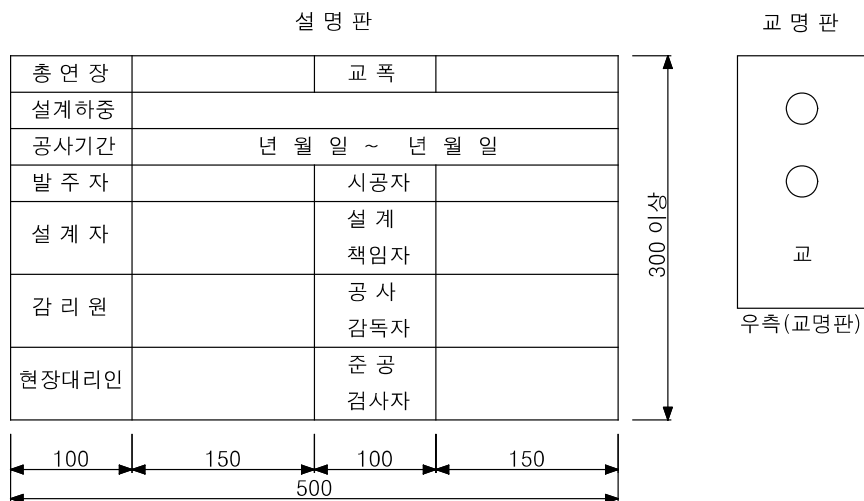
11.1 일반사항

장대교, 중소교, 고가교 및 육교에는 교명판 및 설명판을 설치하여야 한다.

부대공사 등에서 고속도로 이외의 교량에 교명판을 붙이는 경우는 관계 관청과 협의하여 결정한다.

11.2 치수 및 기재사항

설명판과 교명판의 치수와 기재사항은 <그림 11.1>를 표준으로 한다.



11.3 설치위치

- (1) 교명판
 - (가) 본선교인 경우
상하행선 각각에 대하여 진행방향 앞 우측에 설치한다.
 - (나) 육교인 경우
교량을 향하여 우측 난간부에 설치한다.
- (2) 설명판
교명판의 아래에 설치한다.

11.4 설치방법

- (1) 교명판
 - (가) 교명판에 앵커를 붙이고 벽면 보다 교명판이 표면으로 2~3mm 나오게 한다.
 - (나) 연석 위에 설치하는 경우에는 미리 연석에 앵커볼트를 설치하고 교명판에는 앵커를 붙여 콘크리트로 연석에 고정시킨다.
 - (다) 강재난간에 설치하는 경우에는 교명판을 난간에 용접하여 붙인다.
- (2) 설명판
원칙적으로 앵커를 붙이는 것으로 한다. (1)과 같이 설치하는 경우에는 벽면보다 설명판이 표면으로 2~3mm 나오게 하고, 또 구조물 연석의 시공이 이미 완료되어 있는 상태에서 설명판을 수평으로 설치하는 경우에는 설명판에 앵커를 붙이지 않고, 연석 콘크리트 면을 갈아서 설명판을 확실하게 고정시킨다.



참 고 자 료

1. 도로설계요령 제3권 교량, 한국도로공사, 2002
2. 고속도로건설공사 표준도, 한국도로공사, 2001
3. 강도로교 상세부 설계지침, 국토해양부, 2006
4. 도로설계기준, 국토해양부, 2005
5. 도로설계편람(Ⅲ), 국토해양부, 2000
6. 콘크리트 교량 가설 특수공법 설계 시공, 유지관리 지침, 국토해양부, 1994
7. 프리스트레스트 콘크리트 (제9판), 동명사, 신현묵, 2007
8. 철근콘크리트, 동명사, 신현묵, 문제길, 2005
9. 콘크리트 구조설계기준, 건설교통부, 2007
10. 강구조공학, 한국강구조학회, 2007
11. 고속도로 교량의 내진설계 편람, 한국도로공사, 2000
12. 교량 설계 실무편람-강교편, 도로설계 실무편람 제4편 구조물공, 한국도로공사, 1996
13. 설계실무 자료집, 한국도로공사
14. 경제적인 PS 콘크리트 교량 건설공법에 관한 연구, 한국건설기술연구원, 1986
15. 프리캐스트 PS 콘크리트 교량의 설계에 관한 연구, 한국건설기술연구원, 1992
16. 최신교량공학, 동명사, 황학주, 2005
17. 철도설계기준(철도교편), 국토해양부, 2004
18. 강교 설계편 I, II, 건설도서, 1997
19. 최신 PC교의 설계계산 예, 건설도서, 1988
20. 도로교 시방서·동해설 I, II, III, IV, V, 일본도로협회, 1978
21. 도로교 시방서·동해설 I, II, III, IV, V, 일본도로협회, 1990

22. 도로교 시방서 · 동해설 I, II, III, IV, V, 일본도로협회, 2002
23. 설계요령 제2집, 동 · 중 · 서일본고속도로주식회사, 2006
24. 교량설계 · 시공핸드북, 일본건설산업조사회, 1990
25. 콘크리트 도로교 설계 편람, 일본도로협회, 1985
26. 도로교 지승 편람, 일본도로협회, 1973
27. 도로교 신축장치 편람, 일본도로협회, 1980
28. 철도구조물 등 설계표준 · 동해설, 일본 철도 종합 기술연구소, 1992
29. Building Code Requirements for Reinforced Concrete(318-89), ACI, 1989
30. Standard Specifications for Highway Bridge, AASHTO, 2000 Interim Revisions
31. Wang & Salmon, Reinforced Concrete, Harper & Row, 1985
32. Prestressed Concrete, Prentice Hall, BAWY, 1989
33. Steel Designer's Manual, John Wiley & Sons, 1976
34. Post- Tensioning Institute, Post- Tensioning Manual, 1985
35. DIN1075, 1981
36. Hambly, E.C. Bridge Deck Behavior, E & FN Spon, 1991
37. Heins, C.P and Lawrie, R.A Design of Modern Concrete Highway Bridge, John Wiley & Sons, 1984
38. Taly, N, Design of Modern Highway Bridges, McGrow-Hill, 1998
39. Menn, C, Prestressed Concrete-A Fundamental Approach, 2000
40. Nowy, E.G. Prestressed Concrete-A Fundamental Approach, 2000
41. Podolny Jr. W. and Muller J.M, construction and Design Prestressed concrete Segmental Bridge, John Wily & Sons, 1982
42. Xanthakos, P.P "Theory and Design of Bridges, John Wiley & Sons, 1994