

제 9 장 교량 부대시설

9.1 받 침

9.1.1 일반사항

- (1) 받침은 상부구조에 작용하는 하중을 하부구조(교대 및 교각)로 전달하는 기능을 가진 장치로서 교량의 내구성, 안정성에 관련된 중요한 구조요소이다.
- (2) 받침은 지진 및 부반력 등에 의한 보의 이동, 낙하를 방지할 수 있어야 한다.
- (3) 받침은 고정하중, 활하중 등에 의해서 발생하는 변위 뿐만 아니라 일반적으로 상부구조의 온도변화, 건조수축, 크리프 및 지진시의 이동 등에 의한 신축을 방해하지 않고, 변위에 의해 발생하는 하중에 저항할 수 있는 구조로 설계되어야 한다.
- (4) 받침은 하중재하에 의한 보의 변형(보의 처짐각)에 의해 보 또는 하부구조가 유해한 영향을 받지 않도록 회전에 대하여 충분히 자유로워야한다.
- (5) 지진시 격리되는 받침은 설계요구에 상응하는 에너지소산(Damping) 능력과 추가적인 지진변위 허용 능력을 가져야한다.

9.1.2 종류 및 분류

교량 받침 주요 기능으로는 지지(支持), 회전(回轉), 미끄러짐(移動)의 3가지 기능이 있으며 이러한 기능에 따라 고정단과 가동단으로 분류되고 받침구조에 따라 강재받침과 탄성받침, 설계개념상의 분류에 따라 내진 및 면진받침으로 분류될 수 있고, 받침과 같이 사용되어 하중을 분배시키거나 소산시키는 역할을 하는 내진 및 면진장치 등이 있다.



(1) 기능상의 분류

교량받침의 기능에 따라 고정받침과 가동받침으로 구분하며, 가동형은 일방향과 전방향 가동 받침으로 구분하여 사용되고 있다.

① 고정받침

가. 일종의 힌지기능을 하며 수직수평 반력을 전달하고, 회전에 대해서는 자유롭다.

나. 고정받침은 기초지반이 좋고 교대의 높이가 낮은 곳에 설치하는 것이 좋다.

다. 연속보의 경우에는 상부반력이 큰 중간지점을 고정으로 하는 것이 보통이다.

② 가동받침

가. 일반적으로 수직반력을 전달하며 가동방향의 수평 및 회전에 대해서는 자유롭게 움직인다. 이때 수평이동시에 마찰 및 고무의 탄성에 의한 수평저항이 존재하며 설계의 중요한 인자중의 하나로 고려된다.

나. 상부구조가 판구조, 곡선교 및 사교의 경우에는 회전 및 신축방향 등을 충분히 고려하여 설계하여야 하며, 교폭이 특히 넓은 교량은 횡방향 신축에 대하여도 고려하여야 한다.

(2) 구조상의 분류

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

① 포트받침(pot bearing)

포트 받침은 용기속의 고무가 유체처럼 작용하여 수직반력을 골고루 분포시키고 받침의 높

이가 낮아 회전(0.01~0.02라디안)에 대한 안전성이 우수하며 회전에 따른 하중의 편심이 작아서 유리하다.

② 디스크받침 (disk bearing)

경도가 높고 탄성이 강한 폴리우레탄 지압판에 의해 수직하중지지 및 회전을 수용하며, 회전은 0.03라디안 정도까지 수용한다. 미끄럼, 하중지지 기능 등 일반적으로 포트받침과 같은 받침기능을 수행한다.

③ 탄성받침(elastomeric bearing)

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

나. 탄성받침은 주로 PSC I-Beam 교량에 사용되고 있으며, 내진설계 시 지진력 부담 기능으로 일반 강교에도 사용되고 있다.

다. 현재 사용중인 일반형 탄성받침은 온도보정이 불가능하며, 미끄럼 및 들뜸 현상의 발생으로 구조적 불안정을 야기하므로 이를 보완한 일체형 탄성받침(볼트체결식, 접착식)을 사용하도록 한다.¹⁾

④ 스페리칼 받침(spherical bearing)

가. 스페리칼 받침은 모든 방향으로의 회전이 가능하며 수직하중은 필요에 따라 설계 가능하다.

나. 수직하중은 하부교각에 충분히 분포되어 전달되며, 수평축에 대하여 0.035라디안 정도의 회전이 가능함으로 회전량이 크게 요구되는 교량에 주로 사용된다.

⑤ 교력항동 받침판 받침(bearing plate bearing)

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

나. 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.

⑥ 평면 받침(plane bearing)

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

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

다. 두 강판사이의 마찰력이 크고 회전에 대한 수용기능이 없어 현재에는 거의 사용하지 않고 있다.

⑦ 선받침 (linear bearing)

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

1) 탄성받침 개선방안 검토(설계처-2686, 2005.9.16)

나. 강재와의 선접촉에 의한 비교적 큰 마찰력, 접촉면의 마모 및 부식에 취약하여 신설교량에는 사용이 자제되고 있다.

⑧ 롤러받침 (roller bearing)

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

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

다. 큰 회전이 필요한 곳에 유리하며 보통 표준형의 설계시 지지하중은 1500톤까지, 이동량은 $\pm 200\text{mm}$ 까지 설계하고 있다.

⑨ 로커받침 (rocker bearing)

가. 로커 받침은 롤러를 변형시킨 것으로 작동원리는 롤러와 같으므로 롤러 받침의 일종이라 할 수 있다.

나. 롤러 받침에 비해 경제성이 좋으나 수평 변위량이 허용치를 초과하지 않도록 해야 한다.

⑩ 피봇 받침 (Pivot Bearing)

가. 피봇 받침은 상하 피봇면의 반지름비가 1.01 이상일 때 점 피봇 받침, 1.01 이하일 때 구면 피봇 받침이라 한다.

나. 점 피봇 받침은 회전성능이 뛰어나지만, 구면 피봇 받침에 비해 수직하중 재하능력이 작기 때문에 수직하중이 큰 곳에서는 통상의 재료를 사용하면 위험하다.

다. 모든 방향으로 회전이 가능한 이 받침의 지지하중은 보통 400톤까지, 적용지간은 25m까지의 범위에서 사용되고 있다.

⑪ 핀 받침 (pin bearing)

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

나. 지압형은 분리된 상하부판 사이에 끼워진 핀이 지압을 받는 형식으로 상향력은 단부의 캡(cap)에 의하여 지지되는 정도이므로 상향력이 큰 곳에는 사용하지 않는다.

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

라. 아치교에서는 주로 지압형 받침을 사용한다. 상하부판은 보통 탄소강주강을 사용한다.

(3) 설계개념상의 분류

설계개념상의 내진받침과 면진받침은 지진시 구조물의 상,하부 격리 및 댐핑기능 여부에 따라 분류될 수 있다. 일반교량받침을 내진받침으로 분류할 수 있고 댐핑 및 격리기능이 있는 면진받침은 다음과 같은 종류가 있다,

① 면진형 디스크받침 (디스크받침+스프링)

면진형 디스크받침은 마찰형 디스크 받침에 폴리우레탄 스프링이 장착된 받침으로 마찰에 의한 에너지소산과 스프링의 압축강성이 복원기능을 제공한다.

② 강재이력받침 (일반가동받침+steel damper)

가. 주로 포트, 디스크 및 스페리칼 받침을 본체로 하며, 인성이 강한 연강류의 강재를 사용하여 지진변위에 대하여 비선형 거동을 일으키면서 에너지를 소산하는 받침이다.

나. 강재 댐퍼는 금속으로 제작되어 항복에 의한 격리기능을 수행하므로 복원기능이 없고 2차 강성이 작아 지진변위가 비교적 크다.

③ 일반가동받침+점성댐퍼(viscous damping bearing)

가. 일반가동받침을 본체로 하여 점성댐퍼를 장착시킨 면진받침으로 점성댐퍼는 에너지를 소산하고자 하는 방향에 평행하게 장착하여야한다.

나. 일반적으로 별도의 복원장치는 없으며, 고정단 하부구조의 탄성에 의하여 복원을 유도한다.

④ 마찰포트받침 및 디스크받침(friction bearing + 복원장치)

가. 마찰에 의한 에너지소산기능을 가지고 있으며 지진시 상부구조를 원위치 복원시키는 탄성복원장치가 별도로 설치된다.

나. 주로 마찰에너지소산기능을 하는 일반가동 마찰받침과 복원기능을 수행하는 탄성받침을 혼용하여 사용한다.

⑤ 납탄성받침 (lead rubber bearing)

가. 일반 탄성받침의 내부에 납을 압착하여 삽입한 것이 탄성받침과 다른 점이다.

나. 납은 온도하중에 대하여 쉽게 항복하는 반면 지진시에는 비교적 큰 강성을 발휘하며 항복되어 지진력의 크기를 감소시키는 기능을 갖는다.

다. 납을 둘러싸고 있는 고무의 전단강성에 의해 2차강성을 발휘하며 복원력을 제공하게 된다.

⑥ 고감쇠 탄성받침 (high damping rubber bearing)

가. 탄성받침과 동일한 형상이나 고무원료 자체를 감쇠특성이 높은 원료를 배합하여 사용함으로써 에너지를 흡수하는 기능을 가진다.

⑦ 충격전달장치

가. 일반적으로 지진 시 다점고정 구조계로 유도하여 지진 수평력을 각각의 하부구조에 분배 저항하도록 하는데 주로 사용된다.

나. 실린더 내부 충전물로 실리콘 퍼티를 주로 사용하여 상시의 정적거동은 허용하며, 지진 등의 동적하중이 작용할 경우 내부충전물이 탄성고체로 변하면서 고정단 역할을 수행한다. 하중흡수 기능은 없으며 단지 다점고정에 의한 분배역할을 수행한다.

다. 충격전달장치가 설치된 나란한 방향으로 수평력이 작용해야 그 효력을 발휘할 수 있으나 그 직각방향으로 하중이 작용할 경우 저항하지 못하는 단점이 있다.

⑧ 점성댐퍼

가. 일반적으로 점성댐퍼는 구조물내의 받침과 함께 사용, 교축 및 교축직각 방향의 지진하중을 흡수소산 시키는 기능을 수행하는 면진장치이다.

나. 점성댐퍼의 일반구조 형태는 충격전달장치와 유사한 구조를 갖고 있으나 충전제의 점도가 작고 내구성이 좋은 불활성 실리콘 오일을 주로 사용한다.

다. 작동상 실린더에 피스톤이 왕복운동을 하는 형태로 설계가 되어있어 지진시 교량에 작용되는 하중의 방향을 점성댐퍼의 왕복운동과 일치하도록 유도하는 것이 매우중요하다.

라. 만일 하중의 방향이 직각방향으로 작용할 경우 작용하중에 대항하여 하중흡수를 하지 못하는 단점이 있다.

9.1.3 받침선정시 고려사항

- (1) 받침은 하중, 이동량 및 이동방향, 회전량 및 회전방향, 마찰계수 등을 고려하고, [표 9.1.1], [표 9.1.2]을 참고하여 구조적으로 안정하여야 하며 내구성 및 경제성의 확보, 교량형식의 조화, 유지보수의 용이성 등을 종합적으로 고려하여 선정하여야 한다.
- (2) [표 9.1.1], [표 9.1.2]에 나타난 선정구분은 일반적인 교량을 대상으로 한 것이고, 곡률반지름이 작은 교량, 사각 70° 이하의 사교, 교각이 매우 높은 교량, 기초지반이 연약하고 말뚝이 긴 경우는 특별한 고려가 필요하다.
- (3) 인가에서 가까운 강교에는 마찰계수가 작은 받침을 사용한다.
- (4) 받침의 유지관리 및 재해시 점검과 보수 등을 고려하여, 보 하부와 하부구조 상단의 공간은 400mm 이상을 확보할 수 있도록 받침부를 설계한다.
- (5) 특히 폭원이 넓은 경우, 혹은 사각이 작은 경우에 폭원 방향의 건조수축, 크리프를 무시할 수 없는 경우에는 폭원 방향의 이동을 구속하지 않도록 여유가 있는 구조로 할 필요가 있다. 폭원방향의 이동 및 회전을 고려할 필요가 있는 경우는 탄성받침 등의 사용을 권장한다.
- (6) 곡선교의 경우는 이동방향과 회전축이 직교하지 않으므로, 곡선반지름이 작은 경우에는 회전축과 이동방향의 각도를 바꾸어 배치하는 것이 바람직하며, 모든 이동방향으로 거동이 가능한 받침을 사용한다.
- (7) 교량의 상부구조형식에 따라 주로 사용되는 받침은 다음과 같다. 면진받침의 적용은 사용된 면진받침의 본체의 종류에 의해서 동일하게 선정될 수 있다.

[표 9.1.1] 강 교

교량형식	받 침
강박스거더교	포트받침, 디스크받침, 고력항동받침판 받침, 롤러받침, 탄성받침, 스페리칼 받침
플레이트거더교	포트받침, 디스크받침, 탄성받침, 롤러받침
프리플렉스 빔교	탄성받침, 고력항동판받침, 디스크받침
I-빔교	포트받침, 디스크받침

[표 9.1.2] RC교, PSC교

교량형식	받 침
PSC I -빔	탄성받침, 고력항동 받침판 받침, 포트받침, 디스크받침
PSC 박스거더교	포트받침, 디스크받침, 탄성받침
슬래브교	탄성받침, 포트받침, 디스크받침
T빔교	탄성받침, 롤러 및 로커받침
RC박스거더교	탄성받침, 포트받침, 디스크받침

9.1.4 설계

(1) 설계하중

- ① 받침의 설계하중은 원칙적으로 상부구조의 설계에 사용한 하중과 동일하게 한다. 교량 구조물에서 받침이 제기능을 충분히 발휘하도록 설계하려면 여러 가지 하중 조건하에서 받침에 발생하는 수직/수평하중과 이동량 산정이 정확히 이루어져야 한다. 교량의 이동량은 상부구조물에 사용되는 재료특성이나 교량구조물에 작용되는 다양한 외력들에 의해서 발생한다.
- ② 교량받침의 설계하중은 지점반력 및 그 조합하중에서 가장 불리하게 되는 값을 사용하며, 그 외에 특별히 유의할 사항은 다음과 같다.

가. 수직반력

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

나. 수평반력

수직반력과 같은 이유로 해서 지진시 최소 수평반력은 $\Sigma H/n$ (ΣH : 동일선상의 전수평반력) 이상으로 한다. 또 풍하중에 의한 수평반력에 대해서도 같은 식으로 배려하여야 한다.

- ③ 다음 각 경우에 대하여 부의 반력에 대한 안전을 확인한다.

가. 활하중(충격포함)의 2배와 고정하중과의 가장 불리한 조합

나. 수평력과 고정하중과의 조합

다. 연속보의 단부지점

부의 반력이 발생한 경우 '9.1.6 받침에 작용하는 부의 반력'에 따른다.

- ④ 외측보와 중간보에서는 받침반력이 다르지만 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 : 받침수)로 한다.

(2) 가동받침의 마찰계수 및 이동량

- ① 가동받침에 작용하는 수평력의 산정에는 [표 9.1.3]의 마찰계수를 사용하도록 한다.

[표 9.1.3] 가동받침의 마찰계수의 최소값

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

- ② 계산이동량은 '9.2 신축장치' [표 9.2.1]에 표시한 기본신축량에 따르기로 한다. 장대교량(지간 50m 이상 연속보), 높은 교각($h > 20m$)의 교량, 연약지반상의 교량 등 지진시에 교각상

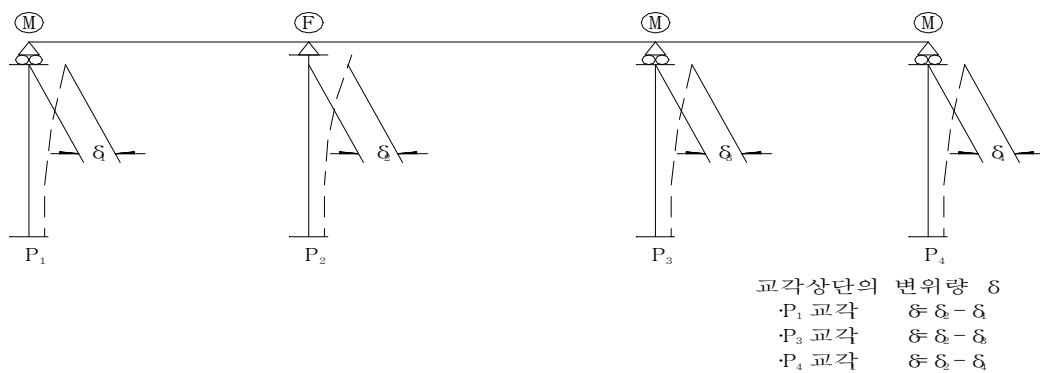
단의 변형량이 비교적 큰 교량에서는 교각상단의 변형량을 추가하여 조사하기로 한다. 가동 받침의 이동량은 계산이동량 외에 설계할 때의 오차와 하부구조의 예상 밖의 변위 등을 고려하여야 한다.

가. 도로교 설계기준에서는 일반중소지간의 교량의 경우, 합계 $\pm 30\text{mm}$ 로 보고 있다. 다만 받침의 구조계산시 설치여유량 10mm 는 반드시 고려해야 한다.

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

나. 지진시의 전 이동가능량의 조사는 (계산이동량 $\times 0.8$ + 설치여유량 + 교각상단의 이동량)으로 하기로 한다. 또 교각상단의 이동량의 계산은 일반적으로 <그림 9.1.1>에 나타난 방법으로 구해도 좋다.

다. 이동량이 큰 받침으로 (나)에 의해 구해진 유간을 확보할 수 없는 경우 지진시 이동량의 구속분에 의한 수평력을 써서 이동제한장치를 설계한다.



<그림 9.1.1>

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

9.1.6 받침에 작용하는 부의 반력

도로교 설계기준 제2장 설계일반2.4.1.2 받침에 작용하는 부의 반력에 따른다.

9.1.7 일반구조 세목

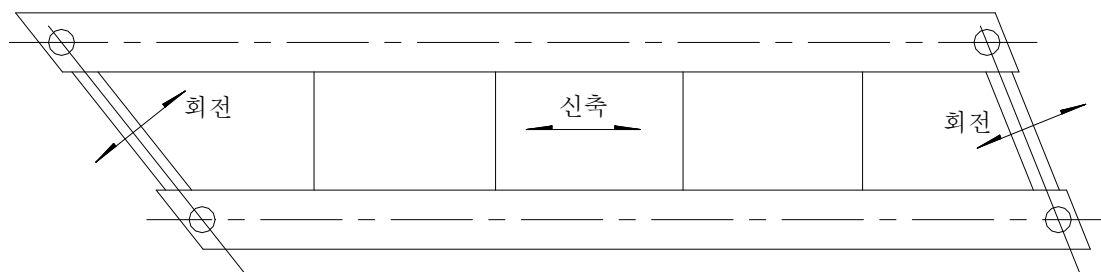
(1) 받침의 고정은 하부받침판을 수평으로 하여 고정하중 작용시에 상부받침판과 하부받침판이 수평이 되도록 하여야 한다.

(2) 사교 및 곡선교의 받침배치는 원칙적으로 고정받침과 가동받침을 연결한 현방향으로 한다.

① 사교의 경우 사각 70° 정도를 기준으로 하여 사각을 고려하는 해석과 고려하지 않는 해석으로 구분한다.

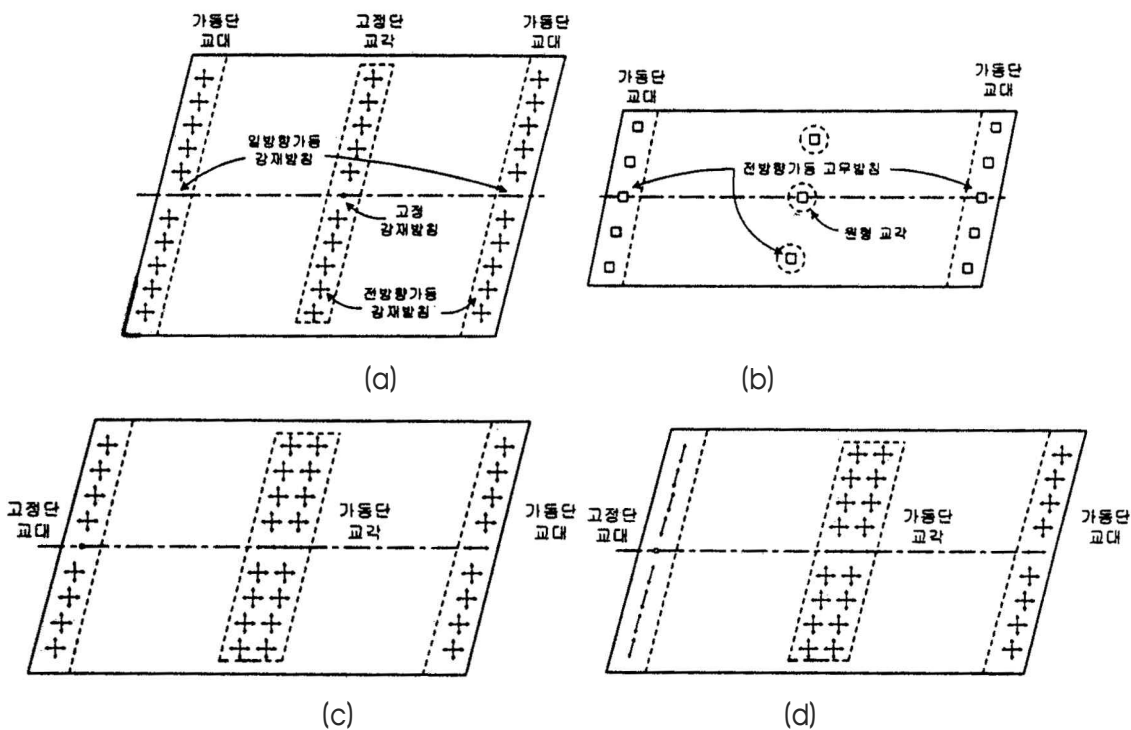
② 둔각부에 하중이 집중되므로 적절한 단부보강이 이루어져야 한다.

③ 횡방향의 강성이 큰 사교의 가동받침은 <그림 9.1.2>와 같이 신축방향과 회전방향을 일치시키지 않아 거동이 복잡하게 된다. 이러한 경우 전방향 회전받침을 선정함으로써 구속력이 생기지 않도록 할 필요가 있다.



<그림 9.1.2> 사교의 신축과 회전방향

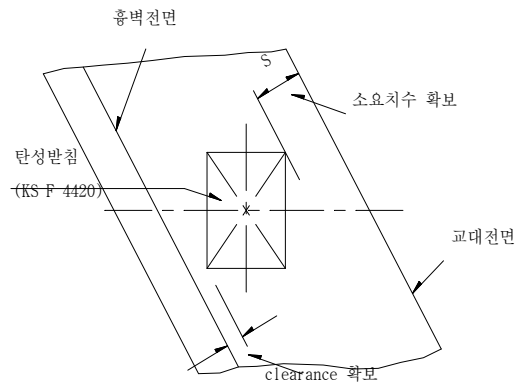
- ④ 받침의 이동방향은 교량의 중앙선에 평행하게 설치되어야 한다. 사각의 교대나 교각에 대해 직각방향이어서는 안된다. 널리 적용되는 배치방식은 <그림 9.1.3>(a) (b)와 같다.



<그림 9.1.3> 사교에서의 받침 배치법

- ⑤ <그림 9.1.3>(c)는 단순거더를 지점부에서 연결하여 연속교로 한 거더교의 받침 배치방법이며, 고정단에서 일방향가동단 받침을 사용하는 슬래브교는 <그림 9.1.3>(d)와 같이 배치함으로서 신축에 의해 발생하는 수평력을 완화시켜 주는 것이 바람직하다.²⁾
- ⑥ 교대위 받침의 설치에 대해서는 시공성을 고려하여 <그림 9.1.4>에 나타난 것과 같이 흉벽(parapet) 전면에서 여유(clearance) 및 받침에서 교대 전면까지 필요한 거리를 확보하여야 한다.

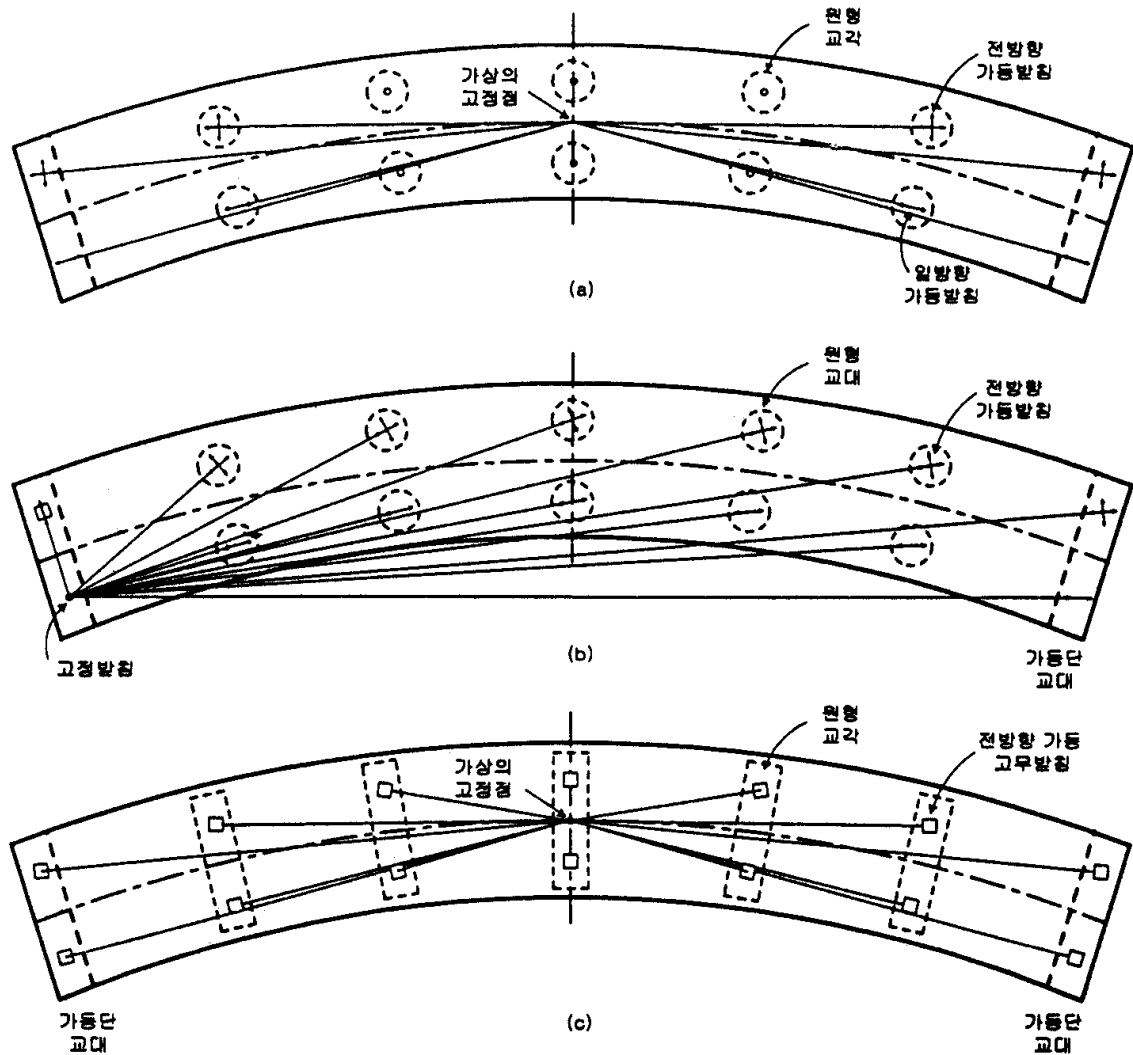
2) 사교에서 교량받침 배치방법 검토(설계이 13201-284, 1999.3.25)



- ‘도로교 설계기준 제5장 하부구조편 5.4.2 교좌의 설계’에 의해
1. 보의 지간길이 100m 이하일 때 $S(\text{mm}) = 200 + 5\ell$
 2. 보의 지간길이 100m 이상일 때 $S(\text{mm}) = 300 + 4\ell$
- 단, ℓ : 지간길이 (m)

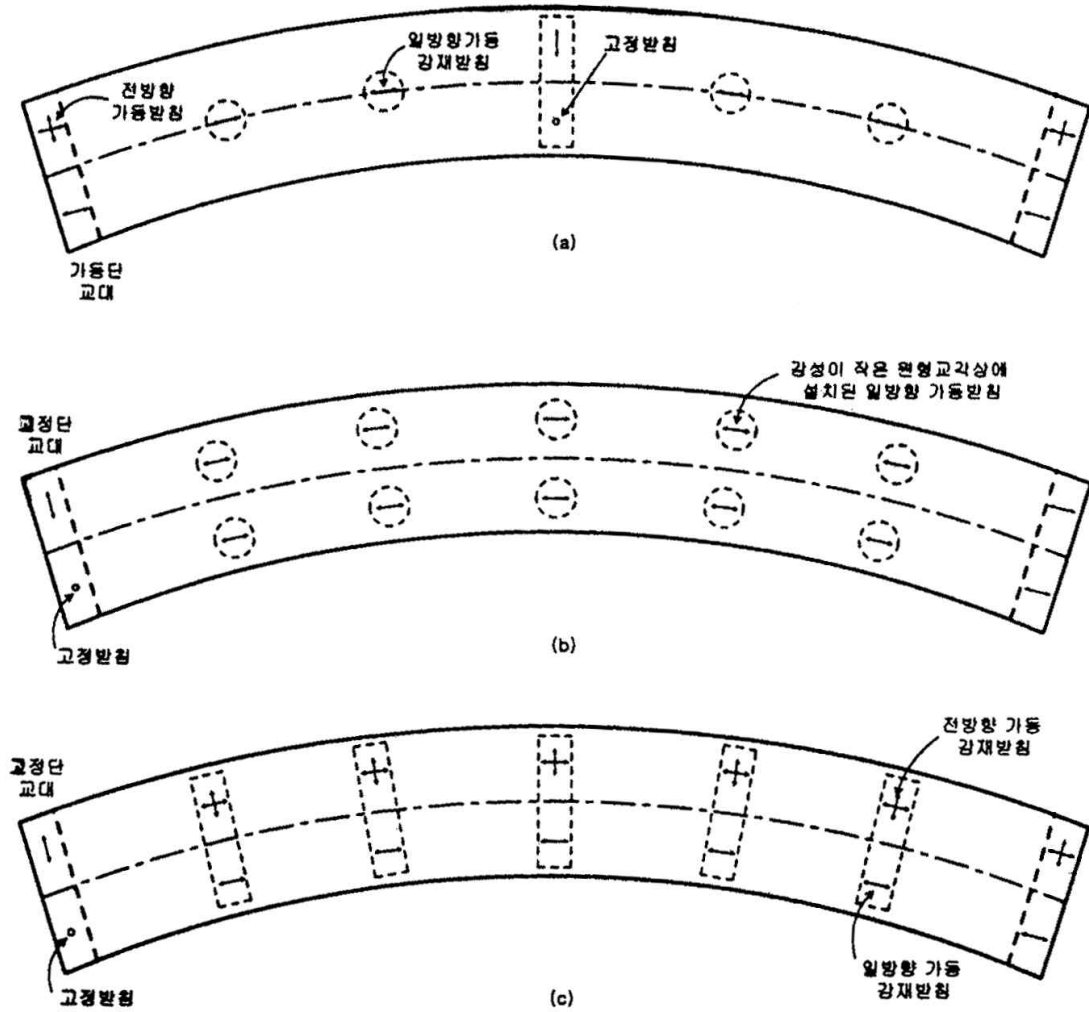
<그림 9.1.4> 사교의 교대위의 받침

- (3) 곡선교의 경우, 특히 램프교와 같이 곡률반지름(R)이 매우 작은 경우 (약 $R=100\text{m}$ 이하)에는 단부의 받침에 부반력이 발생할 가능성이 있다.
- ① 임의의 받침에 부반력이 발생할 경우 받침간격을 조정한다거나 받침부 높이를 조정하는 방법 등으로 부반력을 제한한다.
 - ② 또한, 큰 효과를 기대하기는 어렵지만 탄성받침 및 디스크받침의 경우에는 받침반력을 다소 분배시킬 수 있어 다소 유리한 측면이 있는 등 받침의 종류에 따라라도 반력의 분배양상이 달라질 수도 있다.
 - ③ 곡선교에서 가동받침의 설치방향의 설정에는 <그림 9.1.6, 9.1.7>에 표시한대로 현방향과 접선방향에 있으나, 주로 현방향을 사용한다.
 - ④ 일반적으로 접선방향의 이동방향은 곡률이 일정한 교량에 가장 적합하며, 현방향설치는 곡률이 일정하거나 변화하는 교량 모두에 적용된다.
 - ⑤ 현방향의 설치시 온도변화에 의한 반력이 생기지 않고 이동량이 적다.
 - ⑥ 접선방향 설치시 온도변화에 의해 발생하는 수평반력이 상·하부 구조에 미치는 영향을 검사하는 것과 받침자체의 측면 마찰력을 줄이기 위해서 불소수지(PTFE)판을 설치하는 등의 대책을 생각할 필요가 있다.
 - ⑦ <그림 9.1.5>(a)는 곡선교 받침 배치의 한 예로써 구조물은 휨강성이 작은 원형교각에 지지되어 있고 내부 6개의 교각에 고정받침이 설치되어 있다. 이론적인 고정점은 중앙의 2개 교각사이에 있으며, 모든 일방향 가동받침은 이점을 향해 설치된다.
 - ⑧ <그림 9.1.5>(b)는 교대에 고정점을 배치한 형태로서 교대의 휨강성이 크므로 하나의 받침만을 고정으로 하고 나머지는 전방향 가동받침으로 한다.
 - ⑨ <그림 9.1.5>(c)는 구조물을 고무받침으로 지지하는 경우로서 고정점은 중앙교각의 중앙에 있는 고정판 받침이 된다.



<그림 9.1.5> 곡선교에서의 현방향 배치법

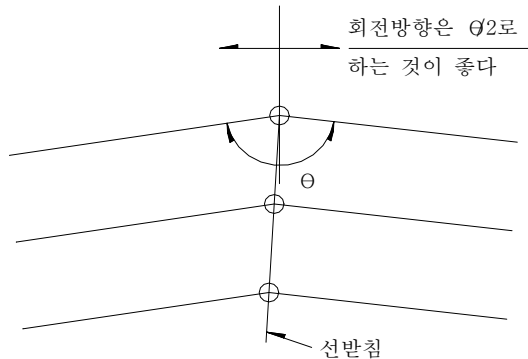
- ⑩ 이들 배치형태와는 대조적으로 <그림 9.1.6>은 접선방향으로 이동방향을 정한 것이다. <그림 9.1.6>(a),(b)는 강성이 강한 중앙교각을 가진 구조물 받침배치를 나타낸 것이다. 중앙 교각과 교대사이의 휨강성이 작은 교각에는 외력에 대해 안정성을 갖도록 일방향 가동 받침들을 설치한다.
- ⑪ <그림 9.1.6>(c)에서는 상부구조가 강성이 강한 교각에 의해 지지되어 있으며, 접선방향의 이동과 외력이 모든 교각위에 균일하게 설치된 일방향 가동받침에 의해 조절된다.
- ⑫ 곡선교의 해석은 휨-비틀 이론에 의하는 것이 일반적이지만, 곡선반지름 200m 정도 이상, 한경간의 곡선 원호각이 30° 이하인 곡선 박스거더교인 경우에는 곡선장을 경간으로 하는 직교로 치환해서, 그 전쪽에 활하중의 주하중을 재하시켜 설계해도 좋다.[도·설 15.1절].
- ⑬ 폐단면 상부구조의 경우 중심각 12° 이하, 개단면 상부구조의 경우 중심각이 $2^\circ \sim 5^\circ$ 보다 작은 지간에서는 곡률의 영향을 무시할 수 있다.



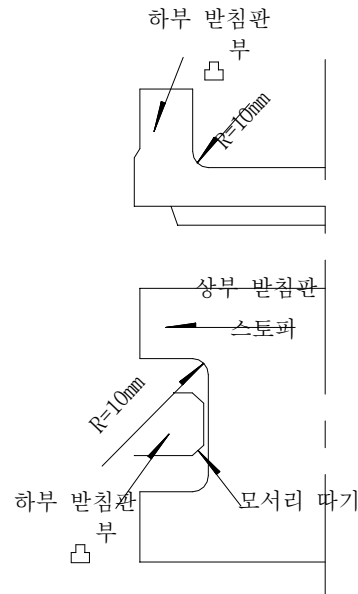
<그림 9.1.6> 곡선교에서의 접선방향 배치법

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

받침의 회전방향은 <그림 9.1.7>에 나타난 것과 같이 구부러진 각의 2등분 방향으로 나누어 좌우거더의 회전에 의한 구속력을 줄일 수 있다. 받침판받침 및 피보트 로울러받침을 사용함으로써 이러한 문제는 해결된다.



<그림 9.1.7> 절곡거더의 받침회전방향



<그림 9.1.8>

- (5) ST.BOX거더교 경우 안전성과 시공성을 고려하여 BOX당 2-받침을 일반적으로 적용하나 코핑 크기의 제약 등 여건에 따라 1-받침형식도 가능하다.

부반력이 발생하는 곡선교와 사교에서는 1-받침형식을 적용한다.³⁾

- (6) 지진시 수평력을 전달하는 상부받침판과 하부받침판이 맞물린 부분의 설계하중에 대해서 과거의 지진에 의한 피해 예(일본의 예)에 비추어 각 받침의 분담정도, 고정정도 등을 고려하여 본항과 같이 결정하였다.

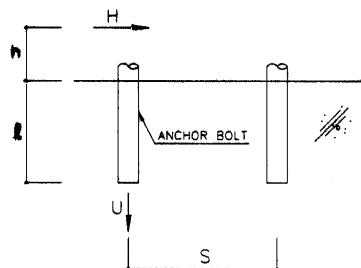
또 응력집중이 일어나는 우각부는 그림 9.1.8과 같은 장소이다.

- (7) 받침에는 필요시 부상방지책을 강구한다. 이 설계하중(Rv)은 받침에 작용하는 고정하중 반력(Rd)의 10%로 하고 작용방향은 상향으로 한다.

$$R_v = R_d \times 0.1$$

- (8) 앵커볼트 및 상부 앵커바는 수평력 및 상향력에 대해 충분히 저항하는 것으로 한다. 앵커볼트 및 상부 앵커바의 갯수는 2개 이상, 최소직경은 25mm로 한다. 또 받침 하면의 리브는 보조적으로 사용하는 것으로 한다.

앵커볼트는 설계수평력에 대해 전단저항을 기대할 수 있도록 충분한 길이로 매립하여야 한다.



$$U = \pi \cdot D \cdot 0.64 \sqrt{f_{ck}} \cdot \ell \cdot n \quad [\text{식 9.1.1}]$$

$$H \cdot h = U \cdot S \quad [\text{식 9.1.2}]$$

$$\ell = \frac{Hh}{\pi \cdot D \cdot 0.64 \sqrt{f_{ck}} \cdot S \cdot n} \quad [\text{식 9.1.3}]$$

<그림 9.1.9>

3) ST.BOX거더 받침배치 방법 검토(설계구 13201-649, 2002.11.26)

여기서, H: 작용수평력

h: 받침저면에서 수평력 작용위치까지의 거리

ℓ : ANCHOR BOLT 매입길이

U: ANCHOR BOLT의 부착저항력

n: ANCHOR BOLT 편측 개수

- (9) 교축방향의 지진시의 경우 상·하부공의 지압응력 및 앵커볼트, 세트볼트의 인장응력 조사는 고정하중이 작용하고 있는 상태에서 전이동 가능량의 편심과 지진시 수평력이 작용한 상태로 하는 것으로 한다.

<그림 9.1.10>과 같은 상태에서 응력조사를 한다. (로올러 받침인 경우)

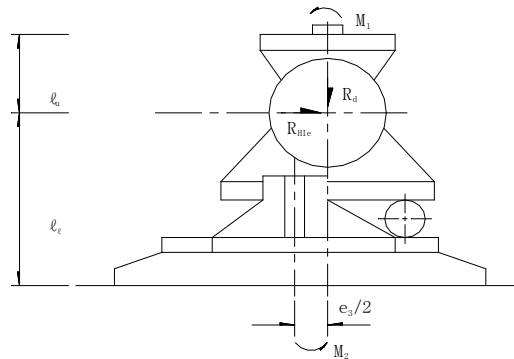
세트볼트 $M_1 = R_{Hle} \ell u$

앵커볼트 $m^2 = R_d e_3 / 2 + R_{Hle} \ell \ell$ [식 9.1.4]

여기서, R_d : 고정하중 반력

R_{Hle} : 교축방향 수평력 (지진시)

e_3 : 전이동가능량



<그림 9.1.10>

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

받침판은 <그림 9.1.11>과 같은 단면응력조사를 하여야 한다. 응력조사는 다음 계산식을 따른다.

- ① a-a 단면의 조사

$$\text{전단응력 } v = \frac{R_H}{2 \cdot \ell \cdot t} \quad [\text{식 9.1.5}]$$

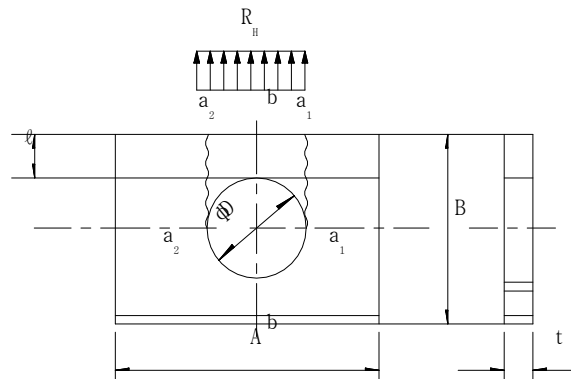
- ② b-b 단면의 휨응력(양단고정, 등분포하중)

$$f = D \cdot \frac{R_H}{4 \cdot t \cdot \ell^2} \quad [\text{식 9.1.6}]$$

- ③ 용접부의 전단응력

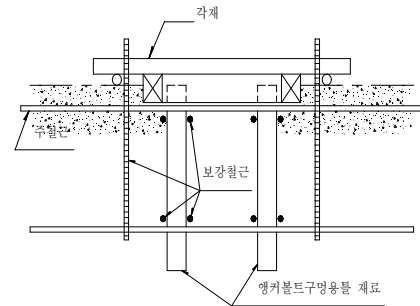
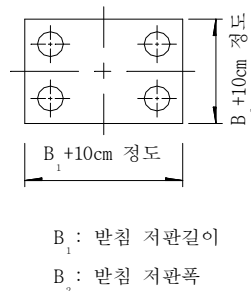
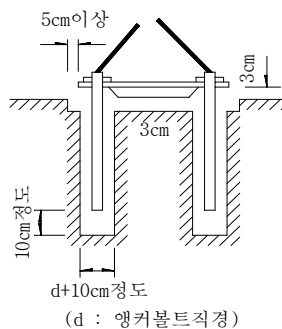
$$J = \frac{R_H}{2(A+B)} \cdot C \quad [\text{식 9.1.7}]$$

여기서, C: 용접부의 목두께



<그림 9.1.11> 소울플레이트(sole plate)의 조사단면

- (11) 소울플레이트(sole plate)는 지진시 수평력에 대해 휨 및 전단에 저항하는 것으로 하고 소울 플레이트와 강거더의 용접부는 수평력에 저항할 수 있는 것으로 한다. 단 소울 플레이트의 최소두께는 22mm로 한다.
- (12) 상자를 치수는 앵커볼트 위치와 하부구조 주철근의 관계 및 저면틀기, 철근덮개의 관계에 주 의하여 결정하여야 한다. 특히 앵커볼트 구멍의 상자를 표준도 작성시 하부구조 콘크리트 타 설중에 어긋남이 없도록 보조철근을 적절히 배치하는 등의 고려를 해야 한다.
- 받침의 상자들은 교대, 교각 상부의 배근완료 후에 행해지는 일이 많은데 주철근이 움직이거나 손상되는 등 작업도 번잡하므로 배근도 작성에 있어서 앵커볼트구멍 주변의 주철근을 미리 비껴 놓는 것이 좋다.



<그림 9.1.12> 상자틀 기준도

<그림 9.1.13>

- (13) 교좌받침 모르터는 무수축모르터를 사용하고 중심두께는 50mm를 표준으로 한다. 모르터의 폭 은 받침끝에서 50mm 이상으로 한다. 본 조항의 형하공간 확보는 유지관리 및 재해시 보수 등 을 고려하여 정한 것이며 교좌장치 하면에 필요한 설계기준은 9.1.8의 규정을 따른다.
- (14) 유지관리가 가능하도록 400mm 이상의 형하공간을 확보해야 한다.
- 단 1,000톤 이상 용량인 경우 교좌장치의 치수를 감안하여 별도의 형하공간을 확보해야 한 다. 또한, 교좌장치 하면에는 9.1.8에 따라 보강을 해야 한다.
- (15) 연속보의 지점단부에서 연직반력에 비해 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 안된다.

9.1.8 교좌장치 하면의 보강철근

- (1) 교좌면은 교좌받침을 통하여 상부구조로부터의 하중 등의 집중하중을 받는 곳이고 지진시에 큰 수평력이 작용하는 곳이므로 교좌장치하면에 연직하중과 수평하중에 대하여 교축방향과 교축직각방향으로 철근을 보강하여야 한다.

① 연직하중에 대한 철근량

교좌장치 하면에는 연직하중에 의한 인장력에 대하여 교축방향 및 교축직각 방향으로 아래의 철근량을 배근한다.

$$A_{sn} = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{b_1}{b_c} \right) \frac{p}{f_{sa}} \quad [\text{식 9.1.8}]$$

여기서, A_{sn} : 연직력에 대한 철근량 (mm^2)

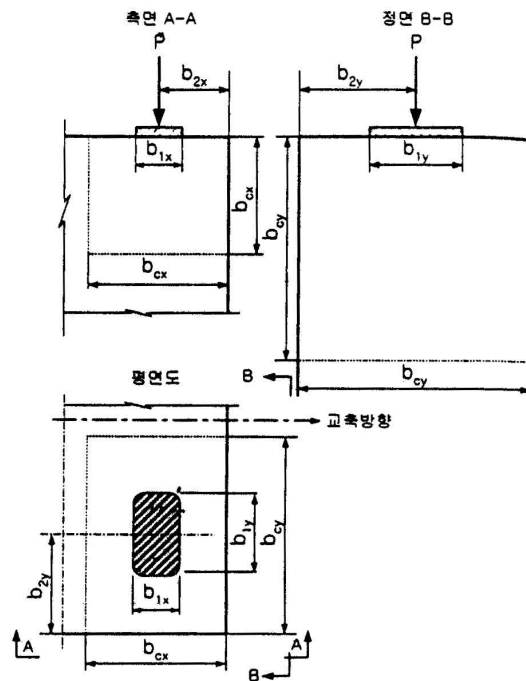
f_{sa} : 철근의 허용인장응력도 (MPa)

P : 연직하중 (kN)

b_1 : 연직하중의 작용폭

b_2 : P 의 작용점으로부터 교좌장치 외측까지의 거리 (mm)

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



<그림 9.1.14> 연직하중에 대한 보강철근

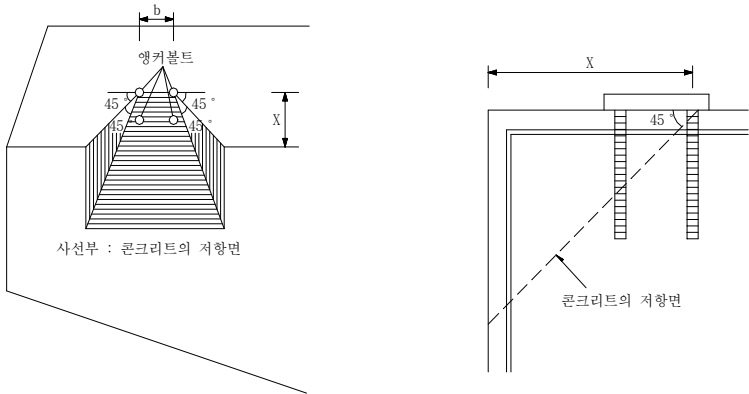
② 수평하중에 대한 보강철근량

교좌장치 하면에는 수평하중에 대한 보강철근으로서 아래의 식에서 구한 철량을 배근하여야 한다.

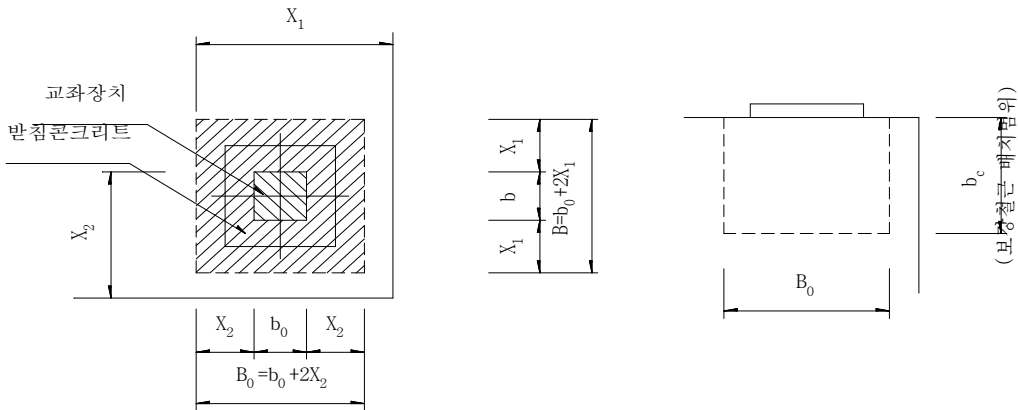
$$A_{sn} = \frac{H_s}{f_{sa}}$$

[식 9.1.9]

여기서, A_{sn} : 수평하중에 대한 수평철근량 (mm²)
 H_s : 교좌장치에 작용하는 수평하중(kN)
 f_{sa} : 철근의 허용인장응력(MPa)-수평하중 발생요인별 허용응력 할증 고려
보강철근 아래의 콘크리트 전단 파괴면에서 정착량 이상 연장하여 교축과 교축직각방향으로 배근한다.

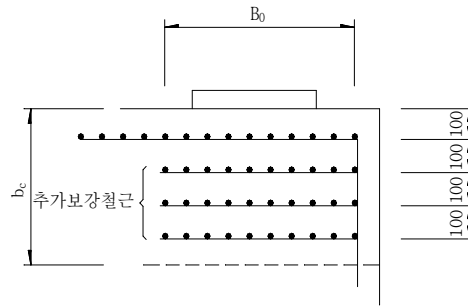


<그림 9.1.15> 콘크리트 저항면



<그림 9.1.16> 보강철근의 배치범위

- 가. 보강철근의 배근은 가급적 2단 이상으로 한다.
- 나. 하부구조 상부로부터 첫 번째단 철근은 100mm를 띄우고 이후는 100~150mm 간격 으로 배치한다. (표준 100mm)
- 다. 보강철근의 상단부는 교대 및 교각에 설치하는 배력근에서 100mm의 간격을 두고 배근



<그림 9.1.17> 보강철근 배치

③ 교좌받침부 보강철근

가. 수평하중에 의해 교좌받침과 하부구조 상면사이의 전단응력에 대하여 수직철근의 전단마찰로 저항

나. 수평력에 의한 45° 방향의 전단파괴는 고려하지 않아도 지장 없음. (교좌받침 콘크리트의 폭이 높이에 비해 100mm의 여유가 더 있으므로 45° 방향의 전단 파괴면은 발생치 않을 것으로 판단됨.)

다. 보강 철근량

$$A_s \geq H/f_{sa} \text{ (전단마찰 계산시의 마찰계수 } \mu \text{ 적용)} \quad [\text{식 9.1.10}]$$

여기서, A_s : 보강 철근량 (mm^2)

H : 수평력 (kN)

f_{sa} : 철근의 허용인장응력 (MPa)

라. 철근 배근방법

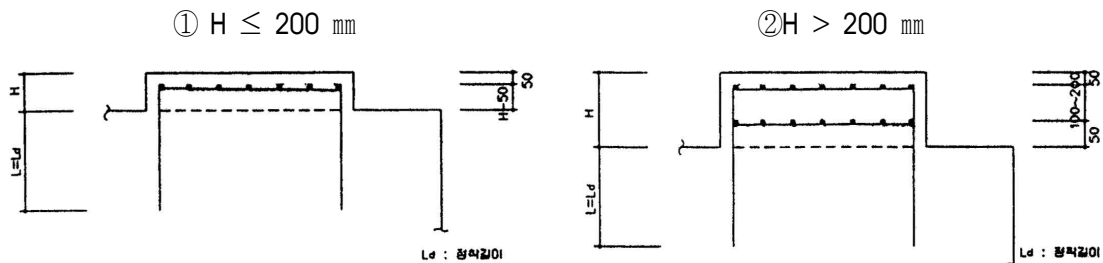
(가) 교좌받침 콘크리트 높이가 200mm 이하인 경우는 1단 배치하고, 200mm 이상 인 경우는 2단 배치토록 한다.

(나) 철근은 교좌받침 콘크리트 상면에서 구부려 필요정착길이 이상 매입한다.

(다) 상면의 철근배근 간격은 교좌장치 하면 보강철근의 간격과 일치시키도록한다.

(라) 앵커의 시공을 고려하여 C.T.C는 125를 기준으로 한다.

(마) 온도 및 건조수축에 대한 철근규정을 준수하여야 한다.



<그림 9.1.18> 보강철근 배치

(2) 교좌받침 끝의 연단거리가 작으면 고정단에서 전단면에 연하여 교좌장치가 파손되는 경우가 있으므로 파괴면에 대한 전단응력을 검토하여야 하고 필요시 철근을 보강하여야 한다.

(3) 교좌면 연단거리규정은 수평하중에 의한 하부구조의 정부연단의 파괴를 방지하기 위한 최소길

이로 연단길이가 미달되는 경우에는 주어진 연단거리의 전단파괴면의 콘크리트 용력을 검토하여 구조적 안전성을 확보하여야 한다.

(4) 교좌에서의 허용전단응력

$$v = \frac{H_s}{A_c} \quad [\text{식 9.1.11}]$$

$$A_c = \sqrt{2} \chi (2\chi + b) \quad [\text{식 9.1.12}]$$

여기서, v : 전단응력(MPa)

A_c : 수평력에 의해 생기는 전단파괴면의 면적(mm²)

H_s : 받침에 작용하는 수평력(kN)

χ , a , b : <그림 (6-13)>참조

[표 9.1.4] 허용 전단응력 v α

수평력에 의한 전단응력	설계 기준 강도 f_{ck} (MPa)			
	18	24	30	40
v α	0.2	0.23	0.27	0.3

9.1.9 방 청

- (1) 스테인레스 강재가 아닌 교량받침 강재(앵커볼트 포함)의 방청처리는 반영구적인 용융아연도금(부착량 550g/m² 이상)으로 한다.⁴⁾
- (2) 메나제인지에 사용하는 철근은 가공 후 용융아연도금(부착량 550g/m² 이상)으로 한다.
- (3) 청소 및 도장은 본 설계요령 '3.7 강교도장'을 참조한다.

9.2 신축이음장치

9.2.1 일반사항

- (1) 신축이음장치는 교량의 온도변화, 콘크리트의 크리프, 건조수축 및 하중에 의한 거더 단부의 변위에 대해서 차량이 교면을 지장없이 주행할 수 있어야 한다.
- (2) 신축량은 기본신축량과 신축여유량의 합계이다.

$$\Delta l = \Delta l_{+t} + \Delta l_{-t} + \Delta l_s$$

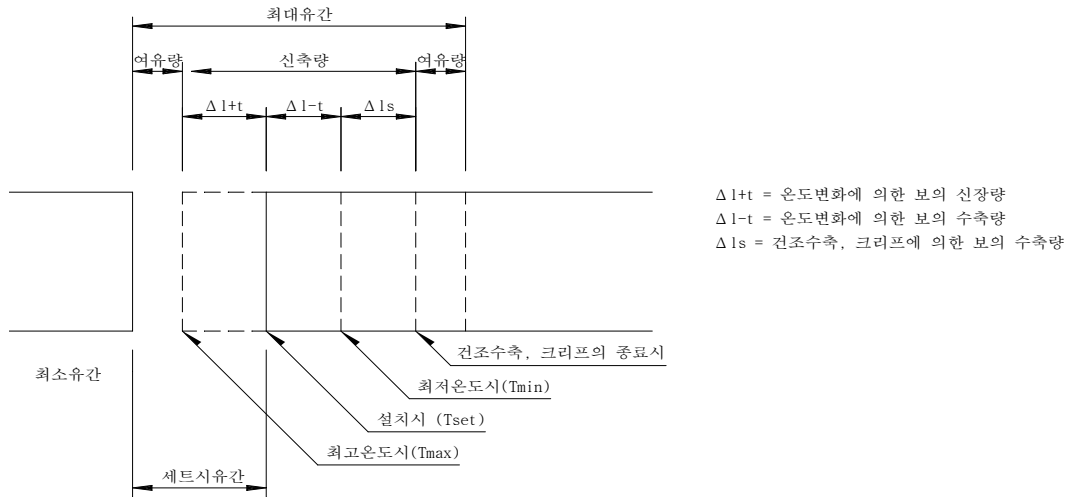
Δl_{+t} : 온도변화(+)에 의한 신장량

Δl_{-t} : 온도변화(-)에 의한 수축량

Δl_s : 건조수축, 크리프에 의한 보의 수축량

- (3) 유간량은 신축이음장치의 틈이 최소로 된 때를 0으로 하여 틈이 최대일 때를 최대유간량으로 한다.

4) 교량받침강재의 방청기준 검토(설계일 16201-407,1999,11.26)



<그림 9.2.1> 유 간

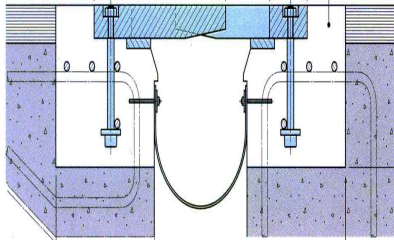
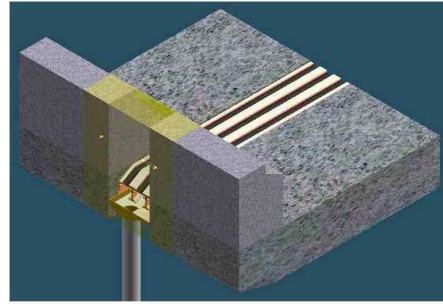
- (4) 표준온도는 신축장치 설치시의 연간 평균기온으로 15°C를 표준으로 한다.
- (5) 설치시 온도는 통상 신축이음장치 설치시의 월평균 기온으로 PSC교, RC교 등에서 이동량이 적은 경우 사계절별의 평균기온을 취하는 경우도 있다.
- (6) 신축이음장치 형식과 규격은 신축량, 사교여부, 적설지역여부, 슬래브유간등을 고려하여 선정한다.
- (7) 슬래브 타설시와 신축이음장치 설치시의 온도, 신축이음장치 형식, 규격등에 따라 슬래브와 신축이음장치 유간을 조정하여 시공한다.
- (8) 신축이음장치 설치시 슬래브 유간을 실측하여 유간에 맞는 규격을 설치한다.
- (9) 슬래브 타설시에는 신축이음장치 형식과 규격 및 타설시의 온도를 고려한 슬래브 유간 계산서를 작성하여 감독원이 확인한 후 거꾸집을 설치한다.
- (10) 신축이음 장치 교체나 보수공사 시에는 건조수축, 크리프량을 다시 계산하여 신축이음장치의 규격을 줄여야 한다.
- (11) 신축이음장치 형식을 고려하여 단부보강 콘크리트 두께를 확보한다.
단부보강두께=BLOCK OUT깊이 + 바닥판 최소두께(220mm)⁵⁾
- (12) 레일식 신축이음장치 설치시는 중앙차로 좌우에 지지대를 설치하여 장래 전면교체나 반쪽 보수시 교통처리의 편의를 도모한다.⁶⁾
- (13) 신축이음장치 누수방지를 위하여 다음 기준을 준수한다.
 - ① 고무판형식 신축이음장치는 방수효과가 우수한 일체 시공형을 사용한다.
 - ② 신축이음장치 단부는 일체식 제품으로 시공한다.
 - ③ 단부의 일체식 시공이 불가능한 사교의 경우 고무제품의 사용을 지양한다.
 - ④ 교량신축이음 장치와 연결되는 난간, 중분대부는 덮개를 설치한다.⁷⁾

5) 하자현황분석에 따른 교량신축이음장치적용 형식검토(구조계 11107-19, 2002.7.11)

6) 레일식 신축이음장치의 지지대 설치방안 검토(설계이 13201-952, 99.11.8)

7) 교량신축이음장치 누수방지방안 검토(설계삼 16210-522, 1997.10.18)

- ⑤ 강팽거형식의 제품 사용 시 아래와 같이 일체형구조의 고무재질 물받이를 설치하며, 이물 질 적체시 고압살수 또는 팽거 해체후 청소를 실시한다. 물받이 부위 주기적 청소로 이물 질에 의한 신축 저해 요인을 제거하여야 하며 청소 등을 위해 팽거판 볼트를 해체한 경우 볼트 재사용을 금지해야 한다.
- ⑥ 교량 바닥판 배수처리의 필요성이 크고 이물질 퇴적우려가 높으며 신축량이 큰 교량에는 배수형 교량신축이음장치를 사용한다.

<그림 9.2.2>일체형구조의 물받이 설치⁸⁾<그림 9.2.3>배수형 교량신축이음 장치⁹⁾

9.2.2 종류 및 형식 선정시 고려사항

(1) 신축이음장치의 종류는 [표 9.2.1]에 있는 것을 표준으로 한다.

[표 9.2.1] 신축장치의 종류¹⁰⁾

분 류	조인트 형식	신축범위 (mm)	특 징	비 고
포장 형식	맹조인트	0~5	방수성 불량	· 신축량이 작은 경우 사용
	쏘마조인트	0~30	방수성 우수	
맞댐 형식	모노셀	0~60	방수성 우수, 가격 저렴	· 신축량 60mm이하 많이 사용
	가이탑	0~100	방수성 불량	· 사용 감소 추세
고무판 형식	트랜스플렉스	0~330	내구성 불량 교체 용이	· 연약지반, 기존형식 교체 시 사용
	에이스	0~120	내구성 불량	· 연약지반, 기존형식 교체 시 사용
강재 가동판 형식	강팽거조인트	0~200	방수성 보완 사고 적용성 불량 청소 난이	· 주행성 양호, 직교에 사용 증가 추세 · 신축량100mm초과, 주거지역 인근, 교통량이 많아 보수작업이 어려운구간 강팽거형식 적용 · 레일식은 주거지역 인접한 곳에서 사용지양
	샌드위치조인트	0~100		
레일식 (스트립실 형식 포함)		0~800	내구성 우수 가격이 고가	· 스트립실 형식 신축량 80mm이하 많이 사용

8) 팽거조인트 설계기준 및 개선방안(설계설 10207-138, 2004.5.12)

9) 배수형 교량 신축이음 장치 개선검토(기술의 10410-183, 2002.11.29)

10) 하자현황분석에 따른 교량신축이음장치적용 형식검토(구조계 11107-19, 2002.7.11)

(2) 형식 선정시 고려사항

- ① 설계 신축량 : 가능한한 작은 규격을 사용한다.
- ② 상부구조의 형식 및 사각 : 사교에서는 전단 변형량을 고려할 필요가 있다.
- ③ 염화칼슘 사용 유무 : 고무판 형식은 제설장비에 의한 손상이 많다.
- ④ 내구성 : 레일형식이 우수하다.
- ⑤ 평탄성 및 충격 흡수 능력 : 고무형식이 평탄성, 충격흡수력이 양호하다.
- ⑥ 방수성 : 강재평거 형식은 방수성이 많이 보완되었다.
- ⑦ 보수 및 교체의 용이성 : 트랜스 플렉스 형식은 교체가 용이하다.

9.2.3 설계일반

(1) 신축량의 산정

신축이음장치의 신축량 산정은 교량의 규모에 따라 다르며 다음을 표준으로 한다.

[표 9.2.1] 신 축 량

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

① 신축장 100m 미만의 교량

신축량의 산정은 [표 9.2.2]을 표준으로 한다. 또 지진시 이동량은 고려하지 않아도 좋다.

[표 9.2.2] 신축장 100m 미만 교량의 신축량

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

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

② 신축장 100m 초과 교량

신축장 100m 초과 교량은 도로교 설계기준 제2장 설계일반사항 2.4.2.3으로 가동받침의 이동량의 기준에 따른다.

$$\Delta \ell = \Delta \ell_t + \Delta \ell_s + \Delta \ell_c + \Delta \ell_r + \text{여유량} \quad [\text{식 9.2.1}]$$

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

가. 온도변화에 의한 이동량

$$\Delta \ell_t = \Delta T \alpha \cdot \ell \quad [\text{식 9.2.2}]$$

여기서, ΔT : 온도변화

α : 재료의 선 팽창계수

- 콘크리트: 1.0×10^{-5}

- 강재: 1.2×10^{-5}

ℓ : 신축틀보 길이

나. 콘크리트의 건조수축과 크리프에 의한 이동량

$$\Delta \ell_s = -20\alpha \cdot \beta \cdot \ell \quad [\text{식 9.2.3}]$$

$$\Delta \ell_c = P_t \cdot \phi \cdot \beta \cdot \ell / E_c \cdot A_c \quad [\text{식 9.2.4}]$$

[표 9.2.3] 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 9.2.4] 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

다. 활하중에 의한 보의 처짐에 의한 이동량

$$\Delta \ell_r = \sum(h_i \theta_i) \quad [\text{식 9.2.5}]$$

여기서, h_i : 받침의 회전중심에서 보의 중립축 까지의 높이 (2h/3)

θ_i : 보의 회전각

- 콘크리트교: 1/300

- 강교: 1/150

※ 단순교에서는 보의 처짐에 의한 이동량을 2배로 계산

라. 여유량

(가) 설치 여유량: $\pm 10\text{mm}$

(나) 부가 여유량: $\pm 20\text{mm}^{11)}$

9.2.4 단부거푸집

(1) 신축량 100mm 이하는 맞담형식과 고무판 형식이 많이 사용되며 볼록아웃 깊이가 150mm 이내
이므로 무수축콘크리트에 의한 거푸집 변형이 적어 단부거푸집으로 신축이음 장치에 사용되는

11) 교량신축량 산출기준 검토(설계이 13201-591, 1999.6.24)

흡음재는 거꾸집으로 사용한다.

- (2) 신축량 100mm 초과시는 주로 레일식이 사용되며 유간이 크고 블록아웃 깊이가 비교적 깊어 흡음재나 스치로폴 사용시 변형이 우려되고 합판 거꾸집은 설치 및 제거가 곤란하므로 아연도금 철판 (T=2mm)을 거꾸집으로 사용한다.¹²⁾

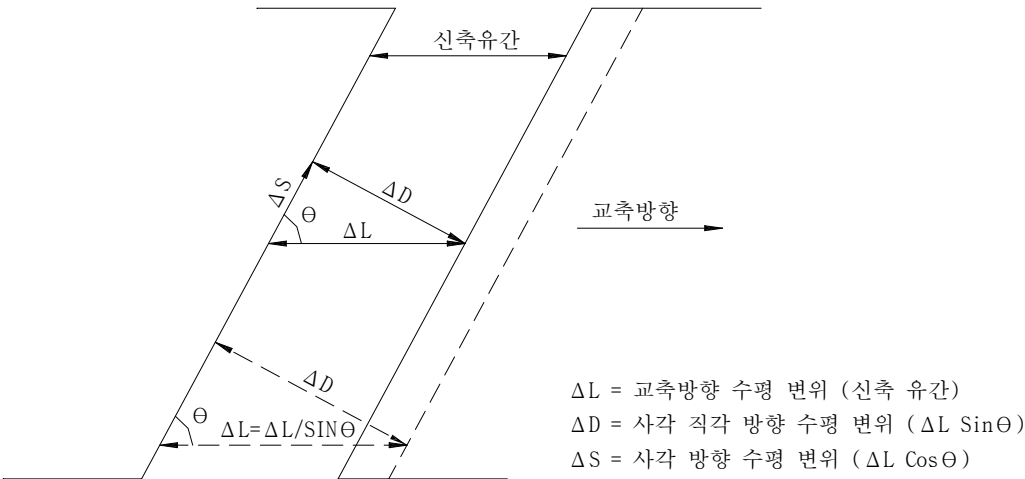
9.2.5 사교에서의 형식 및 규격 선정

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

[표 9.2.5] 전단변형량

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

- (2) 전단변형에 대한 적응성이 불량한 고무판형식(에이스, 트랜스 플렉스 형식)사용을 지양하고 모노셀 형식과 레일형식을 사용해야 한다. 맞댐형식과 고무판 형식 설치시는 슬래브 유간을 $\angle L \Rightarrow \angle L / \sin\theta$ 로 늘여서 시공한다.
- (3) 강뿔거 형식과 레일형식은 사각을 감안하여 주문제작 설치해야 한다. 사각을 보정한 레일형식과 강뿔거 형식 설치시는 신축이음 장치 규격을 $\angle L \Rightarrow \angle L \times \sin\theta$ 로 줄여서 설치한다.



<그림 9.2.4> 사교의 유간¹³⁾

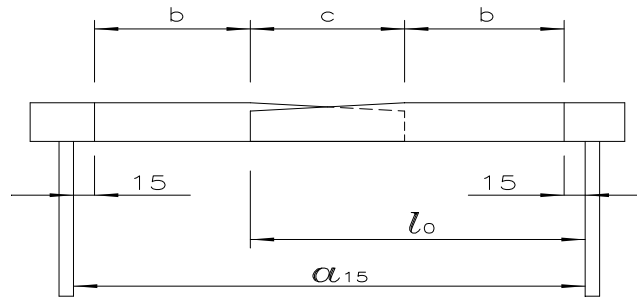
12) 교량 신축이음장치 시공 개선 검토(설계이 13201-757, 1999.8.9)
13) 교량 신축이음장치 시공 개선 검토(설계이 13201-757, 1999.8.9)

9.2.6 팽거조인트 설계

(1) 팽거 조인트는 다음 설계기준을 만족하는 형식과 규격을 사용하여야 한다.

구 분	설 계 기 준	비 고
설계하중	$P=9.6\text{tonf}$, $i=1.0$ 적용	‘92 도로설계요령 기준
팽거 플레이트 최소두께	$T_{\min} = \sqrt{\frac{6M}{bfa}}$ 에 따라 두께산정(최소32mm 이상)	‘92 도로설계요령 기준
팽거길이	$l_o = l + b_{\min} + c_{\min} + 15(mm)$	외팔보 형식 기준
복부유간	$a_{15} = l_o + b + 15(mm)$ 여기서, $b = \Delta l t (*) + b_{\min}$	"
응력검토	팽거길이 산출식과 연관해 응력검토 (허용응력 이하 확인)	알루미늄합금의 경우 $f_a = 140\text{MPa}$

※ 팽거길이 및 복부유간 산정



① 팽거의 길이

$$l_o = \Delta l + b_{\min} + c_{\min} + 15(mm)$$

[식 9.2.6]

여기서 Δl : 신축량

② 복부유간

$$a_{15} = l_o + b + 15(mm)$$

[식 9.2.7]

여기서 $b = \Delta l t (*) + b_{\min}$

$\Delta l t (*)$ = 표준온도(설치시 15℃)에서 최고온도까지 온도차에 의한 신축량

신축거더길이	$L \leq 50\text{m}$	$50\text{m} < L \leq 100\text{m}$	$100\text{m} < L \leq 150\text{m}$	$150\text{m} < L \leq 200\text{m}$
팽거의 최소유간 $b_{\min}$	20mm	25mm	30mm	35mm
팽거의 최소랩 $c_{\min}$	25mm	30mm	35mm	40mm

(2) 팽거 조인트 주요 부위 재질

구 분	개 선		비 고 ⁴⁾
	강 재	알루미늄 합금	
팽거플레이트	SM400B 이상 (두께 32mm 이상)	인장/압축 허용응력 140MPa 이상 ¹⁾ 의 알루미늄합금	도로설계요령 (1992)기준
고무부재	천연 혹은 합성고무 (KSM 6518)	천연 혹은 합성고무 (KSM 6518)	-
앵커볼트 (PSE타이볼트)	F10T 이상 (G10.9" 이상) ²⁾	HR8.8 등급 ³⁾ +카드늄도금	-
앵키플레이트	SS400 이상	동 알루미늄 합금	도로설계요령 (1992)기준

註) 1. 강재 항복강도 400MPa 이상에 상응

2. G는 Grade의 약자

3. HR8.8에서 HR은 경도(Rockwell Hardness)등급을 나타냄

4. 비교에 표기된 참고기준은 강재 팽거조인트 기준이며, 알루미늄합금 제품의 재질규정은 양화대교 성능 개선공사에 적용된 프랑스 시방기준에 준함.

※ 팽거 조인트의 재질 및 치수는 일반적인 기준을 나타낸 것이며, 사용되는 제품의 종류, 규격에 따라 재질, 두께 등이 변화되므로 구조계산에 의해 허용응력 만족여부를 반드시 확인해야 함.

(3) 팽거조인트 사용 시는 아래사항을 포함하는 구조검토를 실시하여야한다.

(기성제품 사용의 안전성 확인)

- ① 설계하중 $P=96\text{kN}$, 충격계수 $i=1.000$
- ② 재질, 판두께, 기본치수 최소기준 만족
- ③ 팽거 길이 및 복부유간거리 검토
- ④ 팽거 플레이트 두께 검토
- ⑤ 주요부위에 대한 응력 검토

(4) 사교와 곡선교 적용

- ① 사교에서 팽거조인트는 일반적으로 사각 60° 이상에 사용하되 그 이하 사각에 대해서는 상세 검토후 적용여부 판단.
- ② 곡선교는 받침의 배치방법에 따라 적용 여부 판단.
(받침이 현방향 배치시는 상세 검토 필요)¹⁴⁾

14) 팽거조인트 설계기준 및 개선방안 검토(설계설 10207-138, 2004.5.12)

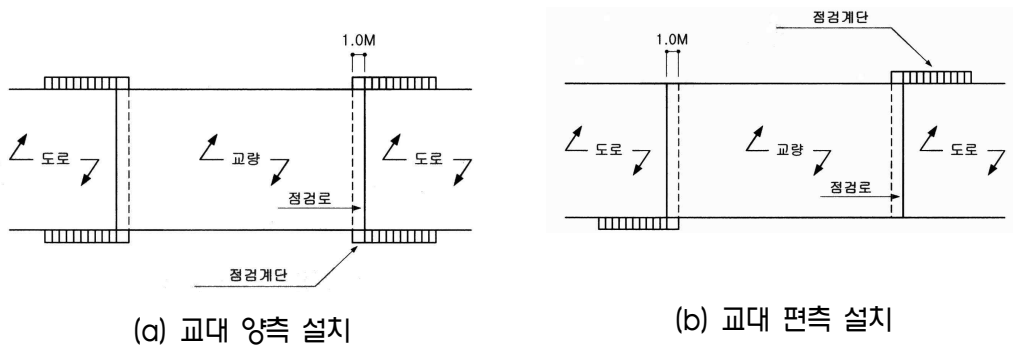
9.3 교량점검시설

9.3.1 설치기준

(1) 교대 점검시설

① 점검계단 설치기준

지형 특정상 별도의 시설물 없이 교량의 상부 또는 하부에서 교대로 접근이 가능한 경우를 제외한 교대의 양측에 설치하는 것을 원칙으로 하고, 하부이동이 용이하고 비교적 짧은 교량의 경우 편측설치한다.



<그림 9.3.1> 점검계단

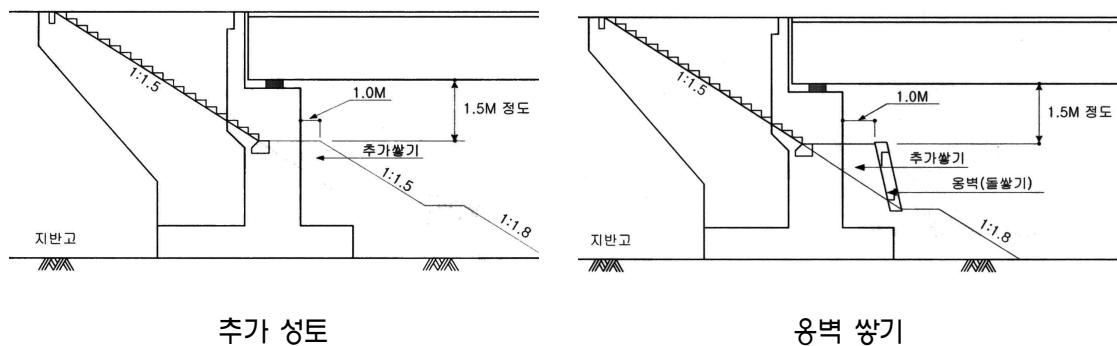
② 교대 점검시설 형식

가. 앞성토가 있는 구간

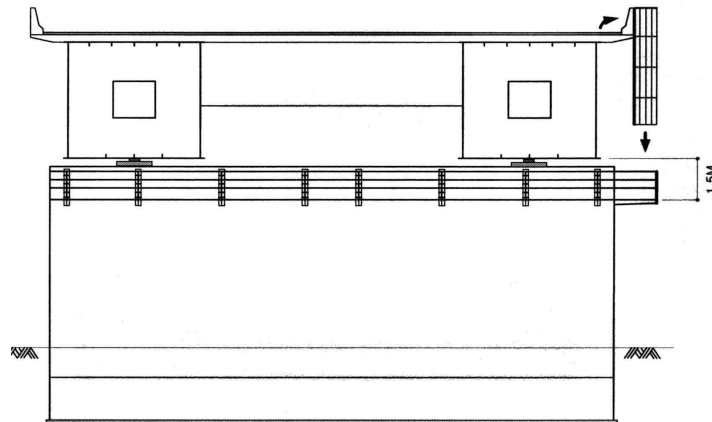
교대하부 점검 공간이 확보될 수 있도록 교량 앞채움을 계획하여야 하며 거더 하부의 여유공간은 1.5m 정도로 하되 현장여건, 편경사 등을 고려하여 점검자가 별도의 장비없이 교좌부 점검이 가능하도록 한다.

나. 앞성토가 없는 구간

사다리를 제외한 이동식 접근장비에 의한 점검이 곤란한 경우로 교대벽체의 노출 높이가 5.0m 이상인 경우 고정식 점검시설을 설치한다.



(a) 앞성토가 있는 교대



(b) 앞성토가 없는 교대

<그림 9.3.2> 교대 점검시설¹⁵⁾

(2) 교각부 점검시설

① 설치대상

가. 형하공간이 6.5m 이상 경우 상부에서의 점검이 곤란한 경우 교량점검시설을 설치한다.

(가) 상부형식이 사장교, 아치교, 트러스교 등 접근이 어려운 교량

(나) 철도과선교로서 이동식 접근장비를 사용할 때 고압선 또는 철도 차량의 통과 영향을 받는 교각 또는 교대

(다) 교량점검차의 제원을 초과하는 교량

점검차 제원	· 규격(장×폭×고) : 12.1×2.5×4.0
	· 최대 점검폭 : 20m
	· 최대난간 통과높이 : 2m
	· 중방향 등판능력 : 3%

· 상부에 방음벽, 가로등, 울타리, 고압선, 방풍벽 등과 같은 부속시설이 노면에서 2m 이상 높이로 설치된 교량

· 교량폭원이 일방향 기준 20m이상인 교량

· 종단경사가 3%이상인 교량

(라) 이동식 접근장비 사용시 교통혼잡이 예상되는 교량

· 공용 후 교통량이 급격히 증가하는 도시지역에 위치하는 교량(신설 및 확장교량 대상)

· 이동식 접근장비 사용시 교통 지정체로 서비스 수준이 E급이하로 저하되는 구간에 위치하는 교량(공용중 교량대상)

(마) 이동식 접근장비에 의한 점검시 안전사고가 우려되는 구간의 교량

· 강풍지역에 위치한 교량(15.0m/s 이상, 일년에 6회 이상 발생)

· 안개가 잦은 지역에 위치한 교량(30일/년 이상 안개 발생지역)

· 인터체인지, 분기점, 휴게소 등의 가·감속차로에 설치되는 교량

15) 교량점검시설 설치기준 개선(설계구 10201-153, 2003.6.3)

- 터널 출입부와 근접(800m 이내)하에 있는 교량
- 나. 형하공간이 6.5m 미만인 경우 상부 및 하부에서 점검이 곤란한 경우 교량점검시설을 설치한다.
 - (가) 상부에서 점검이 곤란한 경우는 “형하공간 6.5m이상인 교량” 과 동일
 - (나) 하부에서 점검이 곤란한 경우
 - 교량하부로 이동식 접근장비의 진입이 곤란한 교량
 - 교량하부 지반상태가 불량하여 점검장비의 전도가 우려되는 구간
 - 점검시 안전에 이상이 없는 경우를 제외하고는 사다리를 이용한 점검은 가급적 지양한다.
- 다. 형하공간 제한없이 점검시설 설치교량
 - (가) 신축이음장치가 있는 교대 및 교각
 - (나) 교량점검시설이 있는 기존 교량 확장 시 확장부의 교대 및 교각
 - (다) 해당교량의 형하공간 변화등에 따라 교각 또는 교대 일부구간에만 점검시설이 미설치되는 경우 점검의 효율성을 감안하여 전체구간에 점검시설을 설치한다.¹⁶⁾

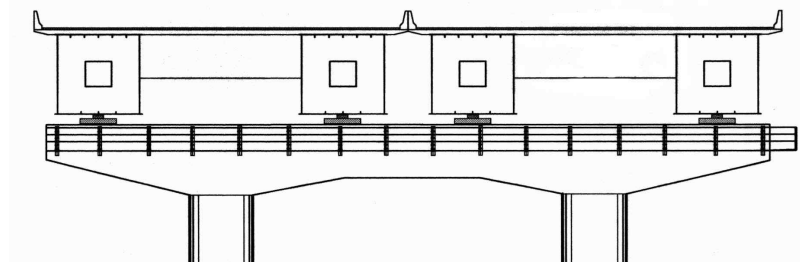
② 설치 예외교량

- 가. 하부통행을 제한하거나 계획홍수위를 저촉하는 경우
- 나. 점검시설 설치시 미관을 현저히 저해하는 경우

③ 설치방법

가. 점검통로

- (가) 양방향 교량의 교대 및 교각 위치가 동일하고 이격되지 않는 교량에서 양방향 모두 점검통로를 설치할 경우 양방향을 연결설치하고 출입사다리는 한 방향에만 설치한다.
- (나) 2열받침의 경우 점검통로는 출입사다리가 설치되는 면을 포함한 코핑의 4면에 설치하고, 1열받침의 경우 출입사다리가 설치된 면을 포함한 코핑의 3면에 설치한다.¹⁷⁾
- (다) 철도, 도로 등과 교차하는 일부 교각에만 점검통로가 설치될 경우 철도, 도로 등이 통과하는 경간측 코핑면과 출입사다리가 설치되는 면에만 점검통로를 설치한다.
- (라) 코핑이 없는 원형교각 등 필요하다고 판단되는 경우 4방향 모두 설치할 수 있다.¹⁸⁾

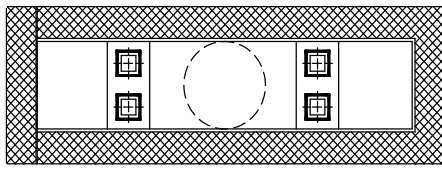


(a) 정 면 도

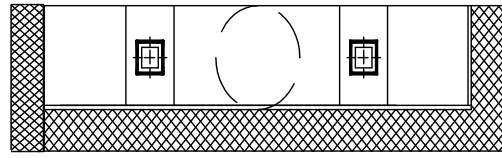
16) 고정식 교량점검시설 설치대상 기준개선(구조물처-1774, 2008.8.13)

17) 안전사고 예방을 위한 교량점검시설 설치기준 개선(구조물처-3024, 2009.12.2)

18) 교량점검시설 사용증대방안(구조물처-783, 2007.4.5)



(b) 2열 받침

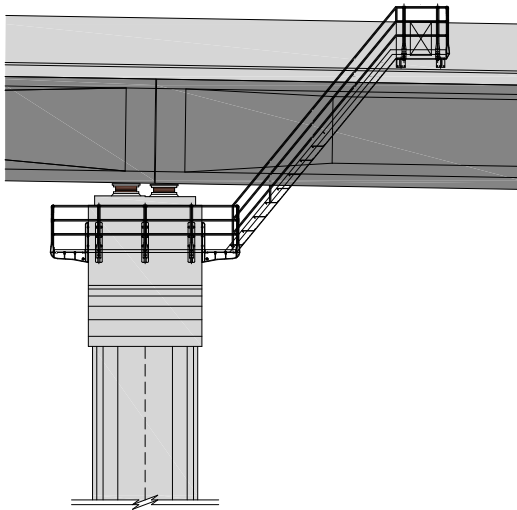


(c) 1열 받침

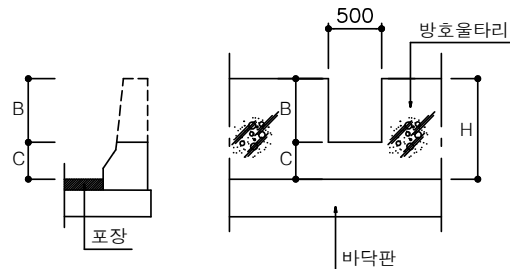
<그림 9.3.3>교각 점검시설

나. 출입사다리

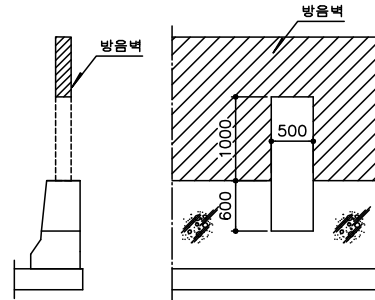
- (가) 점검자 이동시의 안전을 고려하여 출입사다리 설치위치의 방호난간을 일부 절개
- (나) 방음벽 설치구간은 기초부분 외에 방음판 높이 1m를 추가로 절개하고 별도의 출입문 설치한다.
- (다) 교량하부에서 점검통로에 출입하는 것이 유리하도록 판단되는 경우 지상에서 점검통로까지 출입사다리를 설치할 수 있으며, 이 경우 일반인이 접근할 수 없는 높이로 계획한다.



(a) 출입사다리 설치도



① 방음벽 없는 경우



② 방음벽이 있는 경우

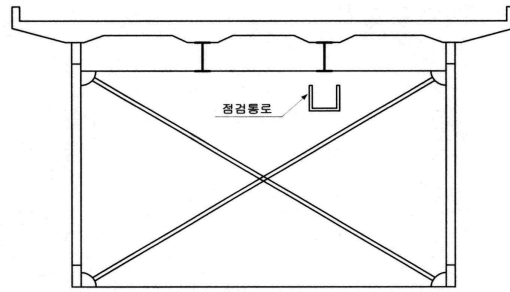
(b) 방호울타리 절개도

<그림 9.3.4>출입사다리

(3) 상부구조 점검시설

① 설치대상

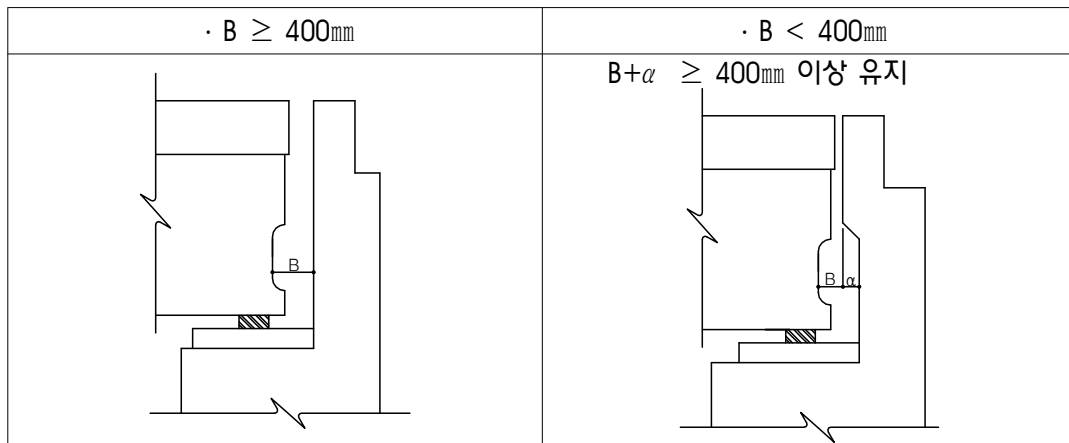
- 가. 현수교, 사장교, 강아치교, 트러스교 등과 같은 특수교량 중에서 교량상부 또는 하부에서 이동식 접근장비로는 상부구조의 주요부재를 점검할 수 없는 교량에 설치한다.
- 나. 수시로 점검이 필요한 교량중에서 이동식 접근장비 사용시 교통혼잡 등으로 상부구조 점검통로의 설치가 필요하다고 판단되는 교량에 설치한다.



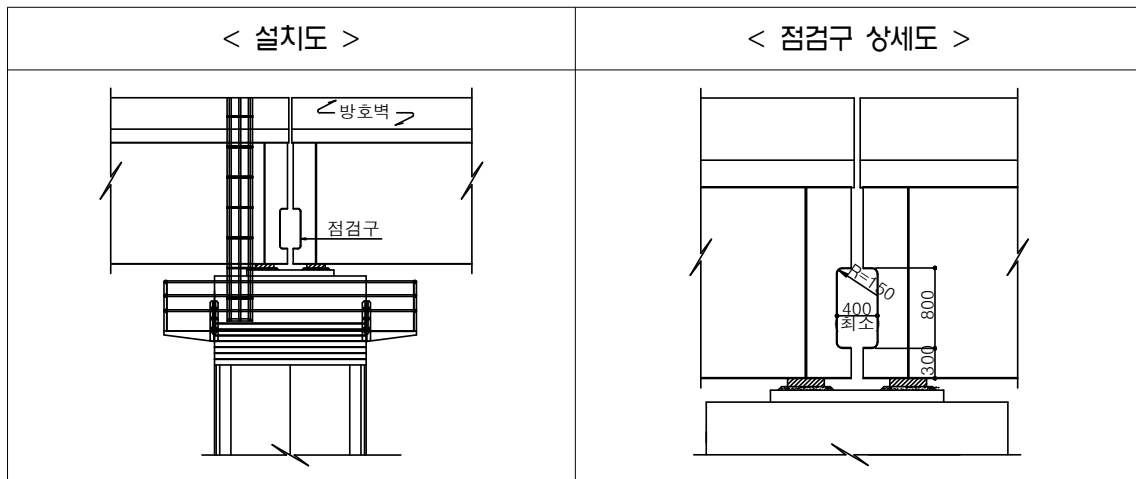
<그림 9.3.5> 상부구조점검통로 설치개념도

② ST.BOX 거더교 내부 출입시설

- 가. 점검계단에 의한 접근이 불가능한 교대와 신축이음기 설치되는 교각에는 출입사다리 및 점검통로를 설치한다.
- 나. 거더단부의 블록아웃만으로 진입공간의 확보가 곤란할 경우 교대옹벽부를 추가로 블록아웃한다.



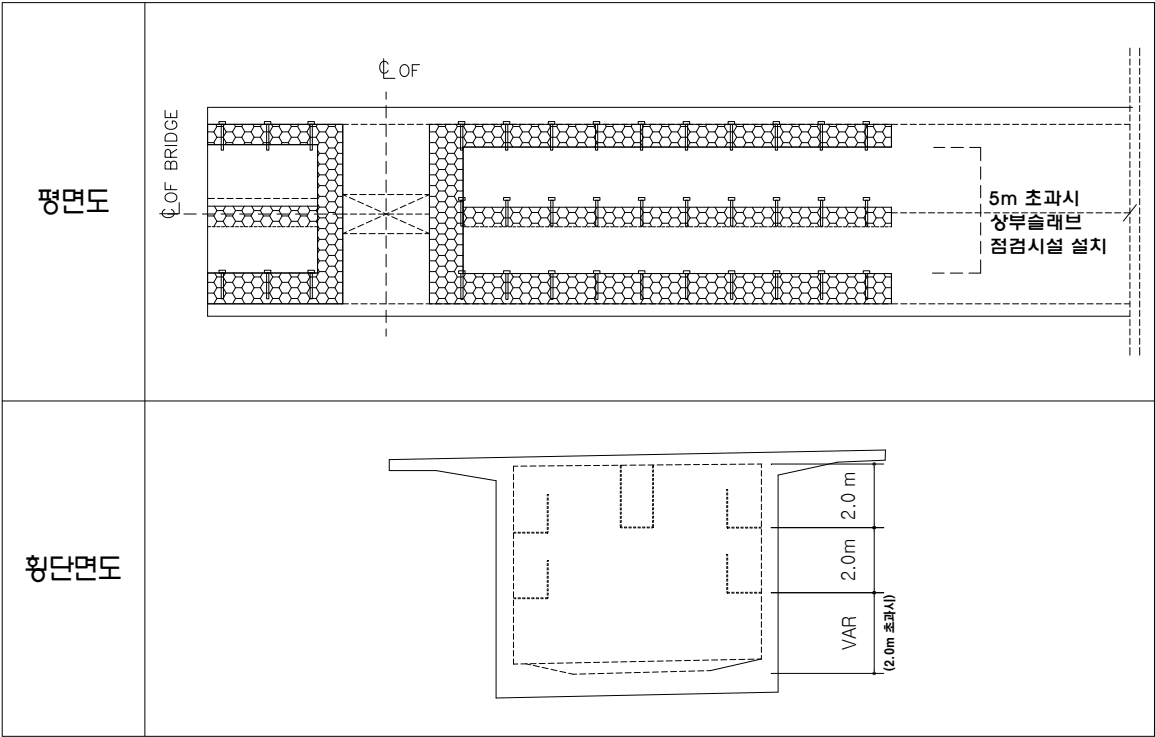
<그림 9.3.6> 교대부



<그림 9.3.7> 교각부(신축이음장치가 있는 교각)¹⁾

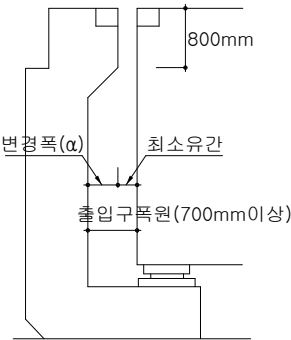
③ FCM 교량

- 가. H=4.0m 이상의 박스내부를 갖는 경우 내부점검시설을 설치하며 6.0m 이상인 지점부터 점검시설간 높이는 2.0m를 유지하며 2단 설치한다.
- 나. 좌우벽체 점검시설이 5m를 초과하는 경우 상부슬래브 점검시설을 설치한다.



<그림 9.3.8> FCM교량 내부 점검시설²⁰⁾

- ④ PSC BOX 교량의 유지관리를 점검통로는 교대옹벽 단면을 변경하여 옹벽전면으로 출입하도록 한다.(최소700mm)



<그림 9.3.9> PSC교량 내부 점검통로 출입구²¹⁾

⑤ 점검용 조명설비

- 가. 상자형 거더교의 박스내부에는 교량 연장, 점검용 조명설비의 필요선, 전원공급 여건 등

19) 교량점검시설 설치기준 개선(설계구 10201-153, 2003.6.3)
20) FCM 내부 점검시설 설치기준(설계구 10201-111, 2004.4.8)
21) PSC BOX거더교 유지관리를 점검통로 개선(건설술 10105-100, 2003.11.5)

을 종합적으로 검토하여 점검용 조명의 설치여유와 전원 공급방법을 판단한다.

- 나. 점검용 조명의 전원 공급 방법과 전기설비는 해당 교량의 전기설비(가로등, 안전표시 등) 상시계측, 박스내 환기설비 등의 전원공급 설비계획과 연계할 수 있도록 검토하여야 한다.
- 다. 점검 조명용으로만 전기설비를 설치하는 경우 유지관리 비용이 최소화 될 수 있도록 이 동식 발전기에 의하여 전원을 공급하는 것을 원칙으로 한다.
- 라. 조명설비는 박스 내부의 조도가 10~15 lx정도 확보되도록 한다.

9.3.2 설계하중

- (1) 점검통로에 작용하는 하중은 $3.5 \times 10^{-3} \text{MPa}$ 로 가정한다.
- (2) 점검통로 난간설계시, 난간에 작용하는 수직하중은 600N/m 수평하중은 400N/m으로 가정한다.
- (3) 출입 사다리에는 점검자 하중(집중하중)으로 1000N/인 이 2.1m 간격으로 작용하는 것으로 가 정한다.

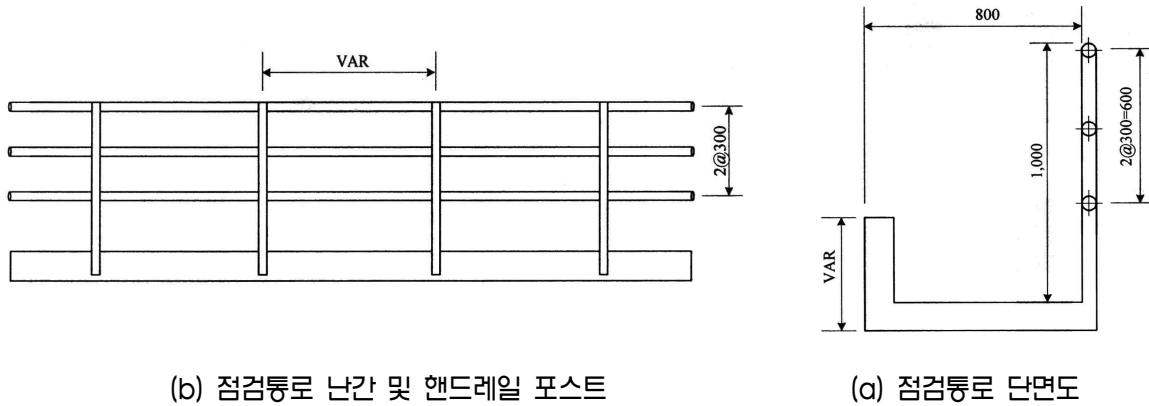
9.3.3 구조 및 규격

- (1) 점검통로 및 출입 사다리는 교량 부재에 고정시키는 구조로 한다.
- (2) 점검통로는 지지대 통로(바닥), 난간, 출입사다리로 구성한다.
- (3) 난간은 원형 또는 구형 파이프 구조로 하고, 핸드레일은 2단으로 한다.
- (4) 출입사다리는 추락방지 지지대가 있는 구조로 한다.
- (5) 점검통로 및 부속물은 강도, 내식성, 내구성이 우수한 재질을 사용하고 염해우려 지역에서는 내염해성 재질로 제작한다.
- (6) 점검계단 및 점검통로 규격은 다음표를 표준으로 한다.

구 분		규 격
점검계단		- 유효폭 : 600mm 정도
점검 통로	통 로	- 유효폭 : 800mm ※ 유효폭은 구조체(교각 및 교대) 벽면으로 부터 난간내측까지 거리임.
	난 간	- 유효높이 : 1000mm - 난간레일 : 3단 - 레일수직간격 : 300mm
	출입 사다리	- 발판폭 : 500mm - 원형지지대 내경 : 600mm

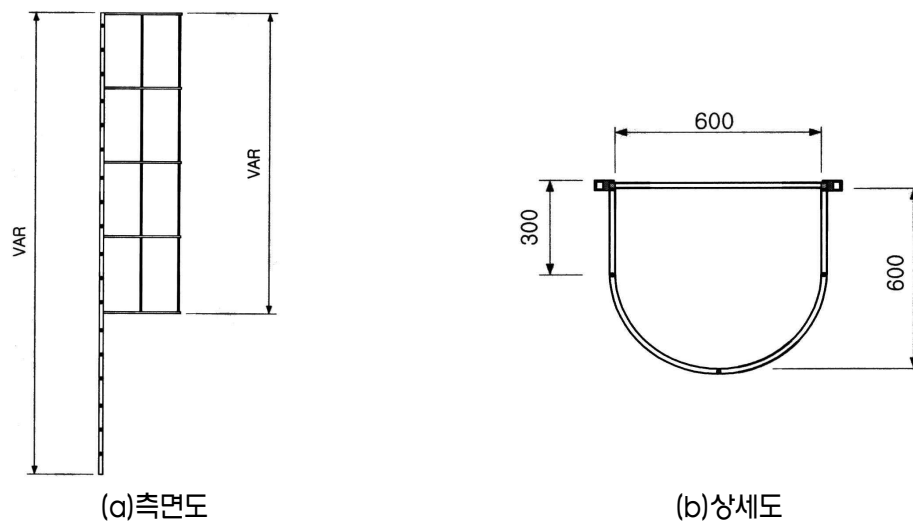
(7) 점검통로 및 출입사다리 상세

① 점검통로 상세도



<그림 9.3.10> 점검통로

② 출입사다리 측면도 및 상세도

<그림 9.3.11> 출입사다리²²⁾

9.4 교면배수장치

9.4.1 일반사항

- (1) 여기서 규정하는 사항은 일반적인 교량, 고가교에 적용하는 것으로 한다. 또 육교에서도 관련 사항에 대해서는 준용하도록 한다.
- (2) 다만, 특수한 교량, 고가교 등에서 이 요령에 준하기 어려운 경우 유지관리상의 문제를 충분히 고려하여 별도로 설계해도 좋다.

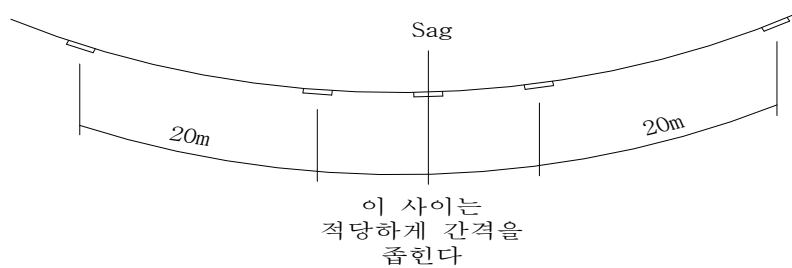
22) 교량점검시설 설치기준 개선(설계구 10201-153, 2003.6.3)

9.4.2 재 료

- (1) 배수구의 재질은 스텐레스 PLATE 및 알루미늄으로 한다.²³⁾
- (2) 배수관은 스텐리스관, 알루미늄 또는 경질염화 비닐관으로 한다.²⁴⁾

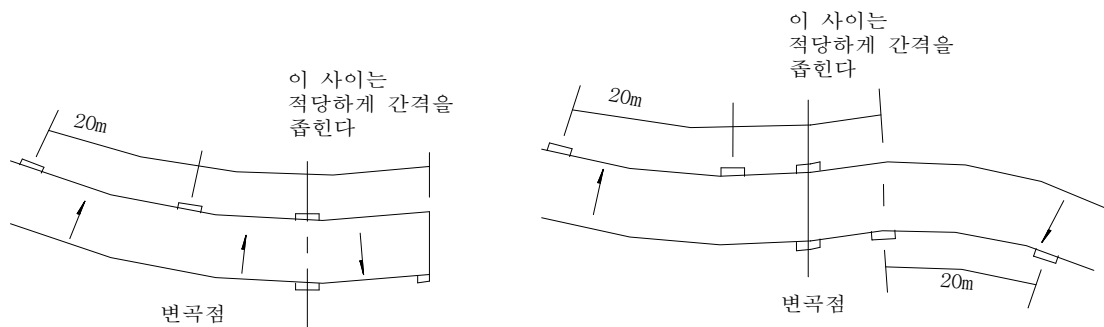
9.4.3 배수구의 배치

- (1) 배수구의 간격은 원칙적으로 3~20m로 적용하되, 배수계산결과 집수구 간격이 3m미만인 교량에 대해서는 수리검토 결과를 토대로 집수구 간격을 조정한다.²⁵⁾
- (2) 종단곡선이 오목하게 된 경우 중앙에 반드시 배수구를 설치하여야 한다.



<그림 9.4.1>

- (3) 완화곡선구간 및 S곡선구간의 변곡점 부근에 생기는 횡단경사가 수평 또는 수평에 가까운 곳에도 차도 양측에 배수구를 설치하여야 한다.



<그림 9.4.2>

- (4) 교량 신축장치의 상류측에는 반드시 배수구를 설치하여야 한다.

9.4.4 배수구의 설치위치

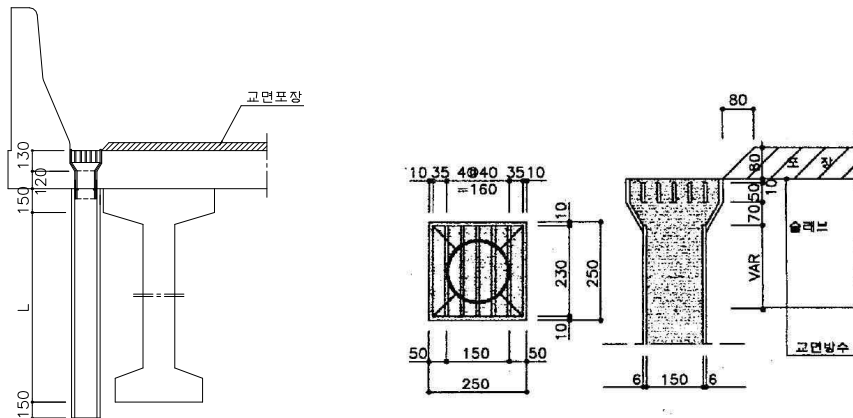
- (1) 배수구의 설치높이는 교면방수 시공면과 일치시켜 설치한다.
- (2) 배수구의 설치위치는 <그림 9.4.3>과 같은 위치에 설치한다.

23) 교면배수 집수구 재질개선(설계일 16210-602, 1997.11.6)

24) 교량배수관 재질검토(설계처-1355, 2006.5.30)

25) 교면배수구 설치기준 개선 검토(설계처-573, 2005.3.7)

- (3) 지복부내에 배수구를 설치하면 노면을 청소할 때 배수정에 토사등 먼지가 쌓이게 되어 오히려 배수구가 막히므로 배수구를 지복부 바깥쪽에 설치하는 것이 바람직하다.
- (4) 배수구 아래에 강거더 상부플랜지 또는 PSC 거더의 복부 등이 있는 경우에는 배수구를 지복부내에 설치해도 좋다. PSC거더의 플랜지에 닿는 경우에는 부득이 이 부분만 플랜지를 잘라 내거나 구멍을 뚫어 원래의 위치에 설치해도 좋다. 이 경우에는 단면 결손이 생기므로 응력의 검토를 해야 한다.



<그림 9.4.3> 집수구 상세도²⁶⁾

9.4.5 배수관의 형상 및 치수

- (1) 배수관의 단면은 원칙적으로 원형으로 하고, 내경은 계획된 중배수관의 종단경사에 따라 별도의 용량검토를 시행하여 결정하되 최소150mm 이상, 계획수량의 3배를 유하시킬 수 있는 단면으로 한다.²⁷⁾
- (2) 배수관의 굴곡부 갯수는 될 수 있는대로 적게 하고 굴곡부에는 유지관리를 위해 탈부착이 가능한 관을 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(가옥 2, 도시도로 6)이다.
 - ② 강우강도가 100mm/hr일 때 경사 3%, 직경 $\phi 150\text{mm}$ 의 염화비닐관은 약 800m²의 면적에 내린 빗물을 배수시킬 수 있고, 또 $\phi 150\text{mm}$ 관은 미국의 규격 표 6.39에 의하면 780m²의 면적을 배수시킬 수가 있다.
 - ③ 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 해도 무방하다. 또한 교면의 유출계수 C 는 0.9로 고려한다.
- (3) 분리대 구간을 차도와 동일 경사로 설계하고, 집수구 규격은 250mm × 500mm으로 확대 적용한다.
 - 집수구 주철근 절단율을 고려하여 집수구 장변을 교축직각방향으로 설치²⁸⁾

26) 교면배수 집수구 재질개선(설계일 16210-602, 1997.11.6)

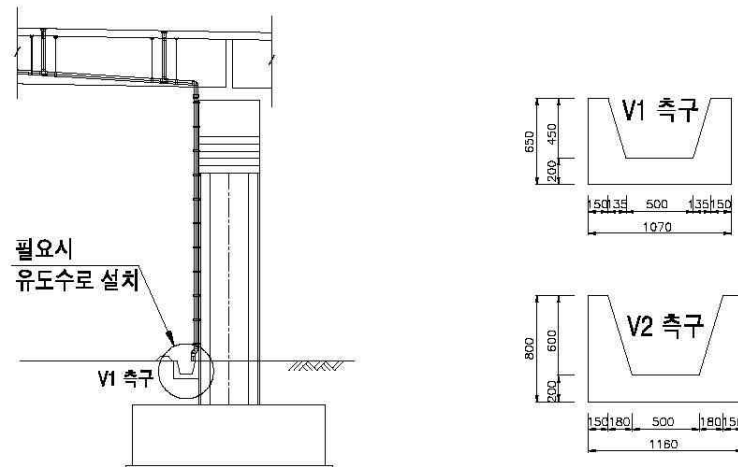
27) 교량배수시설 설치기준개선(설계구 10201-477, 2003.12.3)

(4) 하천용 배수관 설치로 피해가 예상되는 경우에는 가급적 육교용을 적용하며 대상은 다음과 같다.

- ① 도로 및 철도 횡단 구간
- ② 농경지 통과구간
- ③ 강풍시 비산으로 인해 인접가옥에 피해가 우려되는 경우
- ④ 하천제방 등에 직접 낙수되어 세굴이 우려되는 경우
- ⑤ 하천구간중 수질보호를 위해 직접낙수하는 것이 바람직하지 않다고 판단되는 경우
- ⑥ 기타 설계자가 필요하다고 판단하는 구간²⁹⁾

9.4.6 배수관의 설치방법

- (1) 배수관의 경사는 거더의 높이를 고려하여 가급적 큰 경사를 적용하며 4차로 3% 이상, 6차로 4% 이상, 8차로 6% 이상으로 한다.
- (2) 육교용 배수관의 하단부에는 필요한 경우 유도수로(토사 또는 콘크리트 측구)를 설치하여 배수관을 인접수로에 연결토록하고, 지형여건상 유도수로가 불필요한 경우 또는 설치가 곤란한 경우에는 콘크리트 물받이를 설치하여 배수관 하부지반의 세굴을 막는다.³⁰⁾



<그림 9.4.5>

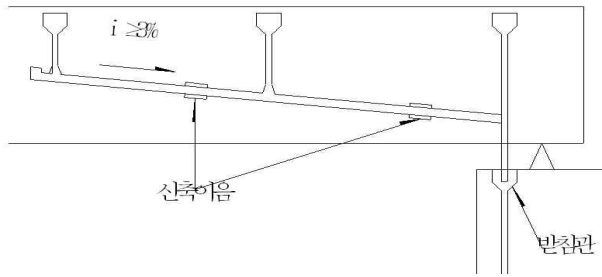
- (3) 한랭지에서 <그림 9.4.7>에 나타난 바와 같이 배수관 끝단의 설치높이는 지표면에서 500mm 이상 떨어지도록 한다.

이때, 배수된 물이 튀지 않도록 만드는것이 바람직 하다.

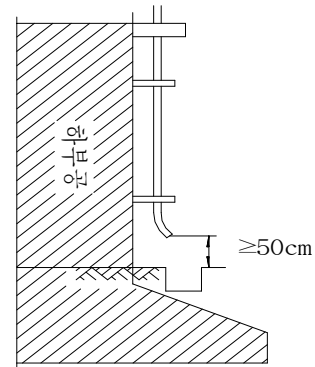
28) 교면배수구 설치기준 개선 검토(설계처-573, 2005.3.7)

29) 교량배수시설 설치기준개선(설계구 10201-477, 2003.12.3)

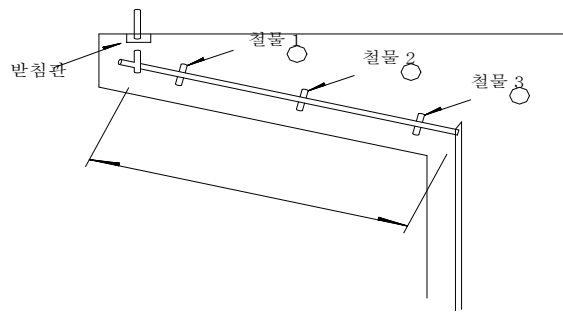
30) 교면배수구 설치기준 개선 검토(설계처-573, 2005.3.7)



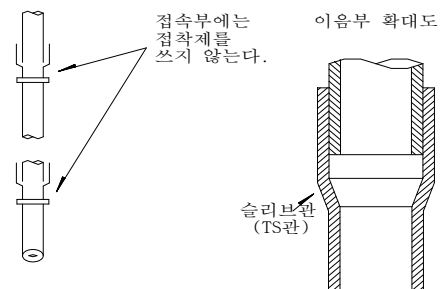
<그림 9.4.6>



<그림 9.4.7>



<그림 9.4.8>



<그림 9.4.9>

9.5 방호 울타리

9.5.1 일반사항

- (1) 교량, 고가교에 이용되는 방호울타리는 난간, 차량방호울타리 난간겸용 차량방호 울타리 등을 적용한다.
- (2) 교면상 보도와 차도의 구별이 있는 경우에는 연석을 설치하고, 구별이 없는 경우에는 차량 방호 울타리 또는 난간 겸용 방호울타리를 설치하도록 한다.
- (3) 방호 울타리는 차량 충돌시 탑승자를 보호하고 차량이 방호울타리 밖으로 떨어지는 것을 막아 2차 사고 발생을 방지하는 두가지 기능을 만족하여야 한다.
- (4) 난간의 높이는 보도 등의 노면으로부터 1100mm 이상을 원칙으로 한다.
- (5) 난간은 측면이 상단에 직각으로 도심교량은 3.75kN/m, 일반도로상 교량은 2.50kN/m의 수평력이 작용하는 것으로 설계한다.
- (6) 난간은 수평력 및 보도의 등분포 하중의 조합에 대하여 안전성을 검토하여야 한다. 허용응력은 증가시키지 않는다.
- (7) 차량 방호 울타리는 고속도로의 설계속도가 높은 점을 감안 “도로 안전시설 설치 및 관리지침 (차량방호 안전시설편, 2001.7)”에서 규정하고 있는 종별 SB5, SB6을 [표 9.5.1]과 같이 선별 적용한다.

[표 9.5.1] 중별 충격도 및 설치지역³¹⁾

종 별	충격도(KJ)	설치대상지역	비 고
SB5 (S2)	230 이상	중앙분리대, 교량구간 및 노측 위험도가 큰 구간	· 차량질량 : 140kN · 충돌속도 : 80km/hr · 충돌각도 : 15° · 충격도 : 230이상
SB6 (S3)	420 이상	도로가 타도로와 교차되는 등 특수구간 특수중차량 통행이 많은 구간	· 차량질량 : 250kN · 충돌속도 : 80km/hr이상 · 충돌각도 : 15° · 충격도 : 420이상

차량 방호울타리 높이는 원칙적으로 1000mm 이하로 한다.

단 설계 충격강도가 큰 상위 중별의 방호울타리에서 대형차의 유도성을 향상시킬 필요가 있을 경우에는 1000mm 이상의 높이로 설치할 수 있다.

(8) 방호벽이 설치되는 교대 날개벽의 두께가 500mm를 초과하는 경우 난간방호벽 철근의 위치확보를 위한 철근간격조정을 피하고 날개벽 철근사이에 조립용 철근을 추가로 설치하여 처리한다.³²⁾

(9) 기타 난간 및 차량 방호벽에 관한 것은 ‘도로교 설계기준 제2장 설계일반 2.4.3 방호울타리’에 따른다.

9.5.2 방호울타리 형식 및 설치기준

[표 9.5.2] 방호울타리 설치기준³³⁾³⁴⁾³⁵⁾

구분	콘크리트 방호울타리		조합형(콘크리트+핸드레일)		철재 방호울타리	
	H=1.0m	H=1.27m	H=(1.0+0.27)m	H=(0.81+0.46)m	H=1.1m	
	Type1	Type2	Type3	Type4		
적용 구간	일반구간 (SB5)	특수구간 (SB6)			일반구간 (SB5)	특수구간 (SB6)
적용 기준	대부분 적용	· 조망이 필요치 않은 지역 · 적설·한냉지역아닌 곳 · 100m이하 소교량 · 터널과 터널사이 골짜기에 위치한 교량	· 조망이 필요한 지역 · 적설·한냉지역 교량 · 500M이상 장대교 · 토공-교량-토공이 연속		· 조망이 필요한 지역 · 적설 한랭지역으로 노면결빙이 우려되는 구간 · 상징성, 조형미등이 특히 강조되는 경우 적용	

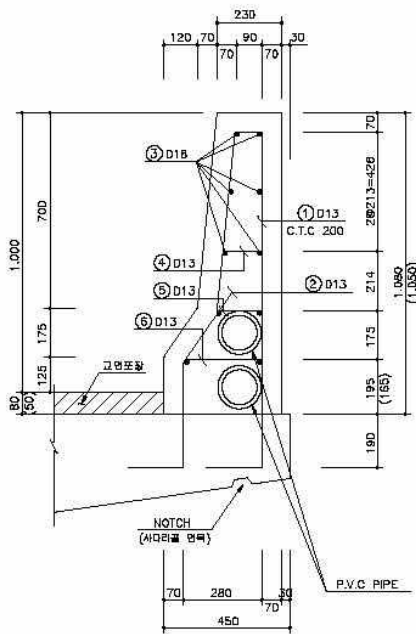
31) 교량용 콘크리트 방호울타리 설계방법(설계구13202-352, 2002.7.22)

32) 교대날개벽 두께 및 날개 방호벽 철근 시공성 검토(설계이15212-1379,1998.9.30)

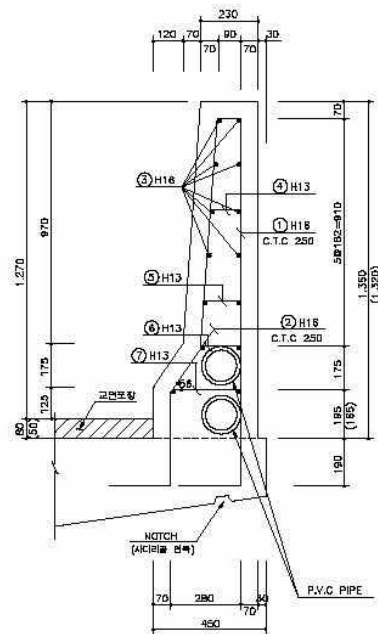
33) 교량용 방호울타리 설치기준 검토(설계이13202-1132, 1999.12.27)

34) 교량용 방호울타리 적용방안 검토(건설원10105-62, 2003.8.13)

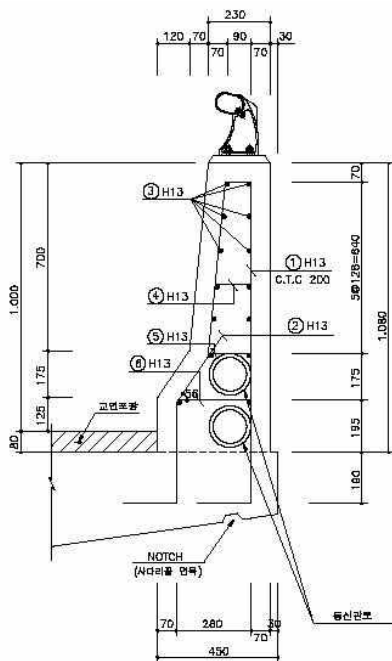
35) 철재 방호울타리 설계적용 검토(설계처-1286, 2008.5.7)



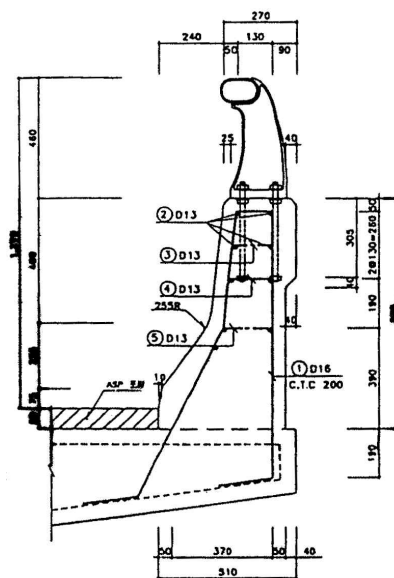
(a) F-shape 콘크리트 방호울타리(TYPE-I)



(b) F-shape 콘크리트 방호 울타리(TYPE-II)



(c) F-shape
조합형 방호울타리(TYPE-III)



(d) Texas Type HT 조합형방호울타리(TYPE-IV)

<그림 9.5.1> 차량 방호 울타리³⁶⁾

36) 교량방호울타리 철근피복두께 조정(설계구10201-405,2003.10.6)

9.5.3 철근콘크리트 벽식 방호 오타리

- (1) 여기서 규정하는 사항은 일반적인 교량, 고가교의 철근콘크리트 벽식 방호 오타리를 대상으로 하는 것으로 9.5.1 일반사항을 따르며, <그림 9.5.1>의 차량방호오타리와 같다.
- (2) 벽식 방호오타리에서는 연속보 중간지점 위치 부근에 <그림 9.5.2>와 같이 신축줄눈을 설치하고 또 지간 중간부에서는 10m 정도의 간격으로 줄눈을 설치하여야 한다.



<그림 9.5.2>

9.5.4 강제 방호오타리

- (1) 강제 교량용 방호오타리는 성능은 우수하나 콘크리트 방호오타리에 비해 고가이므로 향후 방음벽이 설치될 계획이 없는 곳으로서 다음과 같은 교량에 적용한다.
 - ① 강상판 교량
 - ② 주변경관이 수려하여 조망권 확보가 필요한 교량
 - ③ 강풍이나 돌풍이 우려되지 않는 적설, 한랭지역으로서 제설과 용설을 위하여 필요한 교량
 - ④ 평야나 깊은 계곡에 가설된 장대교량(교량길이 약 200m 이상)으로서 철도, 그리고 교통량이 많은 도로와 교차 또는 병행하지 않는 교량,
 - ⑤ 인가에 근접해 있지 않고 장래 차음벽이 설치될 예정이 없는 교량
- (2) 매입깊이는 300mm를 표준으로 한다.
- (3) 콘크리트층의 설치 구멍은 콘크리트 타설 전에 거꾸집을 이용하여 설계도에 나타나 있는 위치에 배치해 두어야 한다.
- (4) 설치구멍의 거꾸집은 나선형덕트($\phi 250\text{mm}$, $t=0.5\text{mm}$ 이상)를 사용한다.
- (5) 구멍 주위에는 보강철근(D22)을 상하 2단으로 배치하고 주위에는 모르터(1:2)를 충전하여야 한다.
- (6) 강제 방호오타리는 실제 차량충돌시험을 통해 충분한 안전성이 확보된 경우에 사용하도록 한다.
- (7) 콘크리트 중앙분리대 사용을 원칙으로 하고 선형분리 교량의 경우 철재방호오타리가 필요한 교량은 난간 방호벽과 동일한 높이 등급의 난간방호벽을 적용하고 방현망 별도 설치한다.(단 7m 이상 분리되는 경우 방현망을 설치하지 아니함)
- (8) 광통신, 전기배선을 위한 전선관은 설치방안 별도 검토한다.
- (9) 교량의 신축이음장치와 동일한 위치에 철재방호오타리 신축이음부를 설치하되 신축량이 큰 경우 별도검토 적용한다.
- (10) 철재방호오타리 단부는 차량충돌시 안전성 향상을 위하여 교량접속부 콘크리트방호벽과 연속화 실시 및 신축이음장치가 위치하는 동일 개소에 신축이음부를 설치한다.
- (11) 강제방호오타리 형상 및 규격은 강도 및 등급기준에 만족하는 제품 중 교량형식에 조화되도

록 미관, 경제성 등을 고려하여 선정한다.³⁷⁾³⁸⁾

9.5.5 가드레일

- (1) 가드레일을 설치할 때 매입 깊이는 250mm 이상 되게 한다.
- (2) 설치구멍은 콘크리트 타설 전에 거푸집을 이용하여 설계도에 나타나 있는 위치에 배치해 두어야 한다.
- (3) 설치구멍의 거푸집은 나선형 덕트($t=0.5\text{mm}$ 이상)를 사용한다.
- (4) 구멍 주위에는 보강철근(D16)을 상하2단으로 배치하고 주위에는 모르터(1:2)를 충전하여야 한다.

9.5.6 육교의 방호울타리

- (1) 고속도로를 횡단하는 일반도로 또는 본선램프Ⅱ 등을 위한 육교의 방호울타리는 본선교량의 설치요령을 참고로 하지만 [표 9.5.3]에 있는 형식 A, B를 도로의 규모에 따라 적절히 사용하는 것으로 한다.

[표 9.5.3]

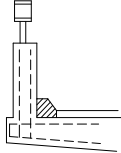
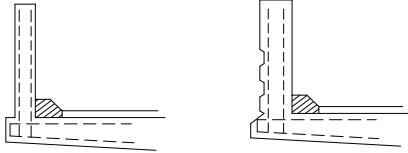
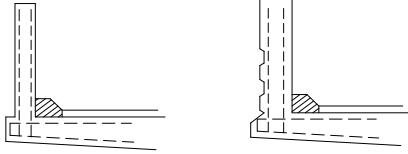
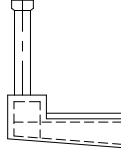
구 분		적 용 범 위
벽식 방호 울타리 방식	(형식A,A') 레일 병용 벽식방호울타리 및 벽식방호울타리	(1) 도로법령으로 정해진 도로 또는 이에 준하는 도로로 폭원이 크고, 자동차의 교통이 많은 보도가 없는 경우 (2) (1)의 도로로서 보도가 있어도 폭원이 좁고 육교에서 차량이 이탈할 우려가 있는 경우
	(형식A') 난간, 방호울타리 병용방식	(3) (1), (2)에 해당하는 도로로 교량첨가물 등이 있고 특히 본 형식을 쓰는 것이 유리한 경우 또는 특히 미관을 중시하는 경우
난간 방식	(형식B) 난간만의 방식	(4) (1),(2)에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

- (2) 교통량이 많고 이탈, 추락의 위험이 많은 육교는 경제성을 고려하여 원칙적으로 레일병용 벽식방호울타리 및 벽식방호울타리(형식 A, A')를 설치하고, 교통량이 없든지 또는 적은 육교에는 난간(형식 B)만을 사용하는 것으로 하였다.

37) 교량고강도 철재 방호울타리 설계지침(설계설10201-539, 2002.10.21)

38) 철재 방호울타리 설계적용 검토(설계처-1286, 2008.5.7)

[표 9.5.4] 육교에 사용되는 방호울타리의 형상도

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

9.6 중앙분리대

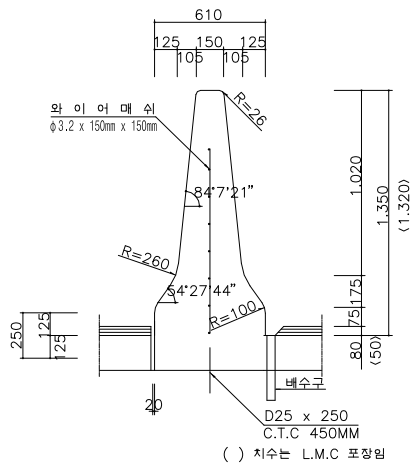
9.6.1 일반사항

- (1) 교량구간 중앙분리대는 슬래브 편측에 일체식으로 기계시공하는 것을 원칙으로 한다.(단, 특수교(사장교, 현수교, PSC BOX GIRDER교 등), 선형분리 구간 및 교량내 S-CURVE구간 제외)³⁹⁾
- (2) 중앙분리대의 높이는 일체형, 분리형 모두 H=1.27m를 원칙으로 한다.⁴⁰⁾
- (3) 중앙분리대는 차량 충격 시 비산발생을 최소화하기 위하여 와이어메쉬를 삽입보강한다.
(규격 : 3.2x150x150mm)⁴¹⁾
- (4) 신축줄눈은 3m간격으로 설치한다.
- (5) 철거 및 재설치가 용이하도록 상단에 3m당 2개의 인양 홀을 설치한다.
- (6) 인터체인지용 중앙분리대는 수목식재형 콘크리트 중앙분리대로 한다.
 - ① 방호벽 높이 : 500mm
 - ② 수목 : 직선부 - 관목류+상록성 지피식물
곡선부 - 상록성지피식물(높이 100mm 이하)⁴²⁾

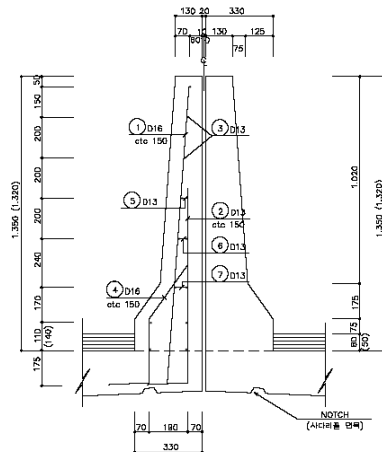
39) 교량중앙분리대 개선방안(설계기16210-348, 1995.4.20)

40) 콘크리트 중앙분리대 (H=1.27m) 확대시행(설심일13201-119, 2000.6.29)

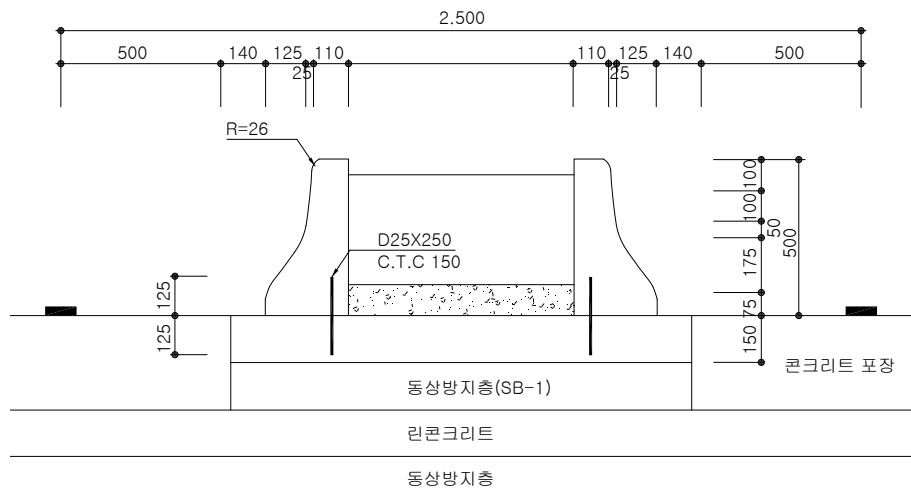
41) 콘크리트 중앙분리대 (H=1.27m) 보강(설계설10201-409, 2002.3.7)



(a) 일체형



(b) 분리형



(c) 수목식재형

<그림 9.6.1> 중앙분리대 표준도⁴³⁾

9.6.2 개구부⁴⁴⁾

(1) 설치간격

- ① 출입시설간격 5km 이내 : 개구부 미설치
- ② 출입시설간격 5 ~ 20km : 적정위치에 1개소 설치
- ③ 출입시설간격 20km 이상 : 적정위치에 2개소 설치

(2) 설치연장

- ① 4차로 : 81.14m
- ② 6차로 이상 : 120.205m

(3) 개구부 형식은 기계포설 및 신축줄눈을 설치하는 방법으로 적용한다.

42) 인터체인지용 중앙분리대 개선(안)(설계처-742, 2007.12.12)

43) ILM교량의 분리형 중앙분리대 개선(안)(설계처-1291, 2001.7.11)

44) 중앙분리대 개구부 처리방안(건설기10105-123, 2003.12.5)

9.6.3 구조계산

충분대 편측설치 교량의 경우 충분대 설치 행선과 미설치 행선의 구조계산범위는 다음과 같다

(1) 검토조건

- ① 본선2,3차로 고속도로 교량에 국한함(확폭부 제외)
- ② 방호울타리, 방음벽형식 및 교각높이와 지반조건 등은 형선별로 동일 또는 유사하다고 가정
- ③ 곡선반지름 R=690m 이상인 본선 PSC BEAM교량(설계속도 100km/h, 최대편경사 5% 경우의 최소 곡선반지름값 기준)
- ④ 설계자의 판단하에 적절한 설계여유율을 확보

(2) 구조계산범위

중앙분리대를 편측설치함에 따라 교량 상,하부 구조계산은 아래의 표와 같이 충분대가 설치되는 행선에 대하여만 수행하고 충분대 미설치 행선은 별도의 구조계산없이 충분대 설치행선의 구조계산결과를 준용한다.

[표 9.6.1] 충분대 편측설치 교량의 구조계산범위

교량형식	검토위치		해석여부		비고
			충분대 설치행선	충분대 미설치행선	
R.C 라멘교	상부구조		○	×	
	하부구조		○	×	
PSC BEAM교	상부 구조	바닥판	○	×	- ST.Plate교도 PSC BEAM교와 동일하게 적용 (단 Camber는 양방향 검토시행)
		BEAM	○	×	
		Camber	○	×	
	하부구조		○	×	
강합성형교	상부 구조	바닥판	○	×	
		BEAM	○	×	
		Camber	○	○	
	하부구조		○	×	

주1) 거더교의 받침용량 산정시 사각 70 미만의 경우 정밀해석 필요

주2) 1항의 검토조건과 상이한 경우 형선별로 별도의 구조계산 수행⁴⁵⁾

45) 교량용 중앙분리대 편측설치에 따른 구조계산 범위검토(기술의10201-46, 2002.3.29)

9.7 방음벽

9.7.1 일반사항

- (1) 예측소음도가 환경정책기본법상 소음환경기준치를 상회하는 지역에 방음벽을 설치한다.
- (2) 교량 및 구조물의 소음평가 및 방음벽 설계시 목표연도는 20년으로 한다.⁴⁶⁾
- (3) 교량의 난간 방음벽 기초는 전면을 교량 방호울타리와 같은 형상으로 기계타설(SLIP FORM PAVER)한다.⁴⁷⁾
- (4) 평행방음벽의 재질은 W/H 비에 따라 다음과 같이 적용한다.⁴⁸⁾

W/H 비	평행 방음벽의 적용	비 고
20:1 미만의 경우	흡음형 방음벽 적용	방음벽높이는 양측방음벽의 평균높이임
20:1 이상의 경우	반사형 방음벽 적용	

9.7.2 설치기준

- (1) 방음벽의 설계풍하중은 아래표와 같다.

지역	지명	토공부			교량부
		방음판 높이별 구분			
		H≤3.5m	H≤4.0~8.0m	H>8.0m	
내륙	서울, 대구, 대전, 춘천, 청주, 수원, 추풍령, 전주, 익산, 진주, 광주	70	90	100	110
서해안	서산, 인천	90	120	130	150
서남해안 남 해 안 동남해안	군산, 여수, 충무, 부산, 포항, 울산	120	150	150	200
동 해 안 제주지역 특수지역	속초, 강릉, 제주, 서귀포, 목포	150	150	150	250

※ 상기 풍하중은 토공부 지표조도Ⅱ, 교량부 지표조도Ⅱ의 고도 20m를 기준
※ 표준조건과 달라 표준설계풍하중을 초과하는 경우에는 사안별 검토가 필요

46) 방음벽 설계기준 개선(기술환10804-76, 2004.9.21)
47) 교량 방음벽 기초 기계화 시공방안 검토(건설관10105-57, 2002.4.8)
48) 평행방음벽 설치기준 검토(설계설10201-363, 2004.11.22)

(2) 방음판 높이에 따른 교량부 방음벽 지주의 규격은 다음과 같다.

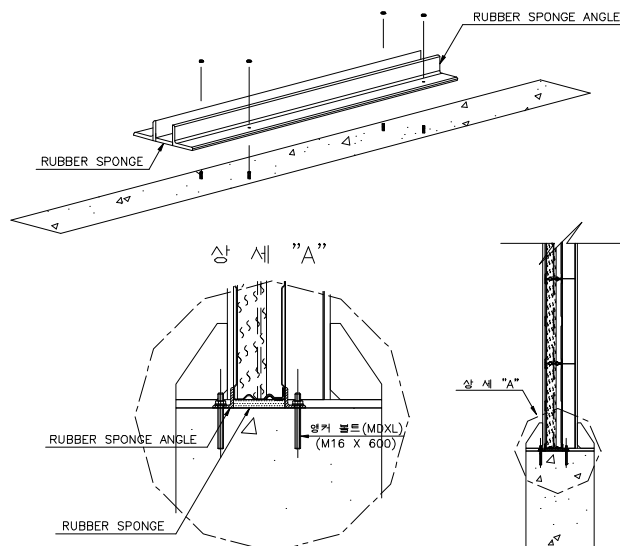
방음판 높이(m)	풍하중별 지주규격 (지주간격 4.0m~2.0m)			
	1100N/m ²	1500N/m ²	2000N/m ²	2500N/m ²
0.5~2.0	125×125×6.5×9	125×125×6.5×9	125×125×6.5×9	125×125×6.5×9
2.1~2.5	"	"	"	200×150×6×9
2.6~3.0	"	"	200×150×6×9	"
3.1~3.5	"	200×150×6×9	"	200×200×8×12
3.6~4.0	200×150×6×9	"	200×200×8×12	"
4.1~4.5	"	200×200×8×12	"	200×150×6×9
4.6~5.0	"	"	200×150×6×9	200×200×8×12

※지주간격 4m 기준이며, 풍하중 2000N/m²의 5.0m와 2500N/m²의 4.5 및 5.0m는 지주간격 2.0m임.⁴⁹⁾

9.7.3 방음벽 부속부재

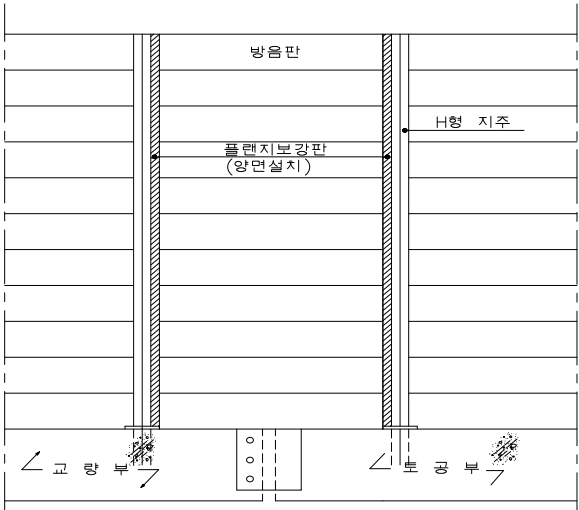
방음시설의 차음성능 유지를 위하여 부속부재에 다음을 적용한다.

- (1) 누음차단재 : L형강 + 앵커볼트 고정방식
- (2) 지주플렌지 확폭판 : 교량 신축경간장에 따라 이탈방지판 설치
- (3) 방음판 고정장치 : 일체형 ㄷ형강 볼트 접합방식

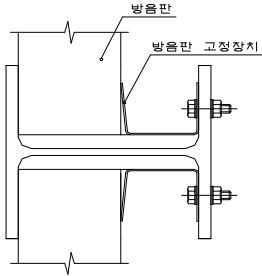


(a) 누음차단재

49) 방음벽 설치기준 개선검토(설계구10201-184, 2002.4.30)



(b)지주플렌지 확폭판



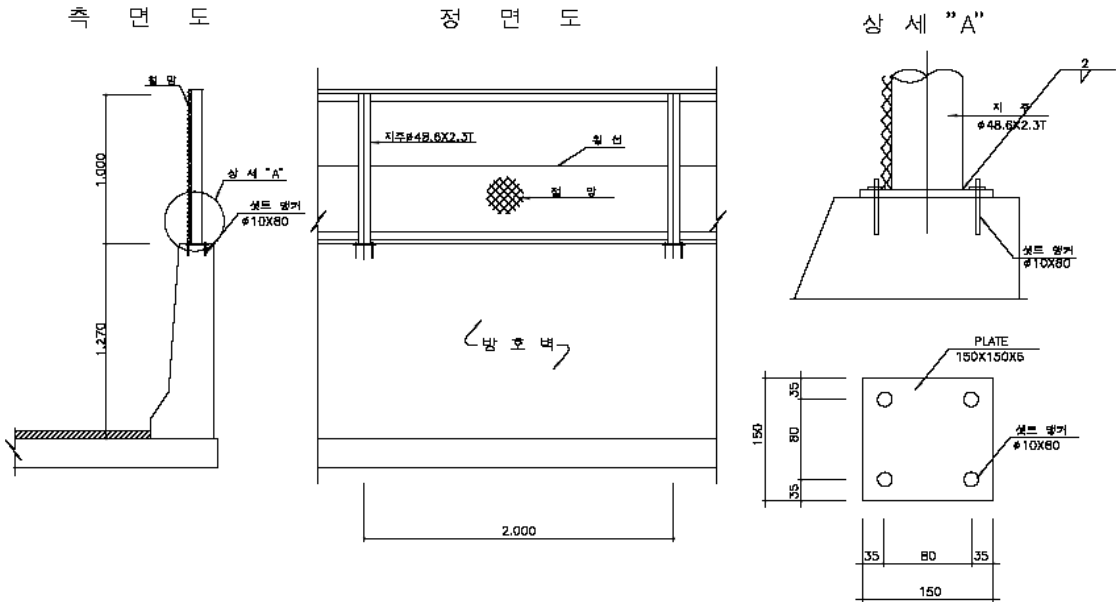
(c)방음판 고정장치

<그림 9.7.2> 방음벽 부속부재⁵⁰⁾

9.8 낙하물 방지책

9.8.1 일반사항

낙하물 방지시설은 하부통과시설의 안전을 위해 도로, 철도횡단교량 등에 설치하는 시설이며 규격 및 형상은 다음과 같다.



<그림 9.8.1> 본선교 낙하물 방지책의 표준도

50) 방음벽 부속자재 설치기준 개선(설계설10201-353, 2004.11.3)

9.9 교면포장⁵¹⁾

9.9.1 교면포장공법

- (1) 고성능(30MPa) 콘크리트 노출바닥판
 - ① 염화물 사용과 관계없이 전지역의 일반교량에 적용
- (2) 콘크리트 교면포장 적용대상 교량
 - ① 일반교량중 평탄성·시공성 및 내구성 확보가 불리한 교량
가. 신축이음장치 간격 150m이상 교량
나. 중단 터는 편경사가 3%이상 교량, 편도 3차로 이상 교량
 - ② PC박스교량 및 특수교량
 - ③ 프리캐스트콘크리트패널 적용교량
- (3) 아스팔트 교면포장 적용대상 교량
 - ① 특수교량중 강상판형교
 - ② 소음민원이 예상되는 교량
 - ③ 아스팔트포장이 연속되어 쾌적성 확보 및 안전고려시 필요한 교량

9.10 낙교방지장치

9.10.1 적 용

- (1) 본 지침은 상부구조가 교각 또는 교대에서 낙하하지 않도록 받침부 또는 거더단부 등에 설치하는 구조에 적용하며, 낙교방지장치 채택여부는 책임기술자의 판단에 따른다.
- (2) 교량의 지진시 동적거동, 상하부구조의 접점과 단면 급변부의 응력집중 등을 명확히 파악할 수 없고 시공상의 품질, 강도의 차이가 있으므로 구조세목으로 낙교방지를 고려하여 설계할 수 있다.
- (3) 낙교 방지장치가 설치되더라도 접촉면이 설계지진이나 온도신장에 의해 발생하는 변위 이상으로 이격되어야 한다.

9.11 기 타

- (1) 구조물 거푸집
 - ① 지형여건의 특수성, 특수교량, 장대교의 교각시공에 따른 비계, 거푸집의 선정은 공기 및 경제성을 감안하여 설계한다.
 - ② 일반적인 지형조건과 형식을 갖춘 교량은 다음과 같이 설계 시공한다.

51) 고성능 콘크리트 노출바닥판 및 교면포장 적용기준 검토(설계처-2452, 2009.4.30)

가. 거푸집 : 강재거푸집(인상 : 크레인)

나. 철근인상 : 장비사용(크레인)

다. 작업인원이동 : 안전계단

③ 사각단면의 교각은 합판거푸집으로 설계 시행한다.

④ 교각높이 30m를 넘는 경우는 다음과 같이 설계 시공한다.

가. 거푸집 : 슬립폼 또는 크라이밍폼 등 특수거푸집

나. 철근인상 : 장비사용(크레인)

다. 작업인원이동 : 승강기⁵²⁾⁵³⁾

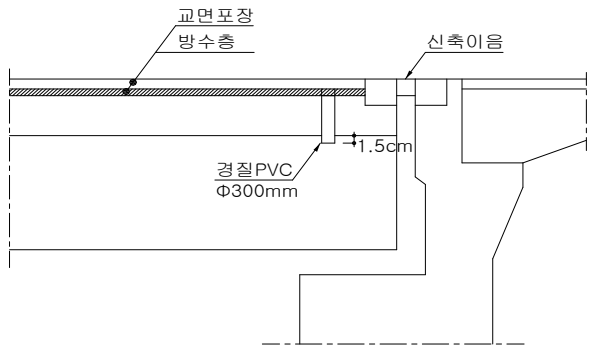
(2) 교면방수

① 교량형식별 적용기준

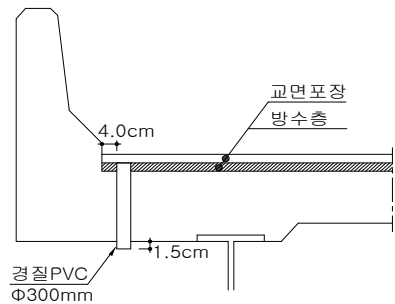
교량형식		방수공법		비고
		침투식	방수막형식	
			쉬트식 도막식	
라 멘		○		지중라멘교제외
슬래브	PSC.		○	
	RC.	○		
거 더	ST.		○	
	PSC.		○	

② 적설지역에 설치되는 교량은 제설작업에 따른 염해물에 의한 교량상판의 피해가 우려되므로 방수막 형식의 방수공법 적용

③ 방수막형식의 방수공법을 적용하는 교량에서 종단경사 및 편경사가 낮은 부분의 방수층 상단에 물고임 방지를 위한 배수파이프 설치⁵⁴⁾



<종단면도>



<횡단면도>

52) 구조물 거푸집 개선방안 검토(설계일16210-168, 1994.10.31)

53) 교각 비계, 거푸집 설계적용기준(설계이15212-1555, 1998.10.31)

54) 교량 교면 방수적용 개선(설계삼16210-616, 1997.11.8)