

콘크리트 교량용 가설 동바리 설치지침

글 | 배민혁 | 토목기술부 대리 | 전화 : 02-3433-7763 E-mail : widedream@ssyenc.com

시스템동바리의 안정성과 관련한 설계규정이 명확히 설정되어 있지 않은 상황에서 경사재 생략 및 연결부 시공 오류로 예기치 않은 불상사가 발생되고 있다. 이로 인하여 건설교통부에서는 2008년 1월 1일부로 “콘크리트 교량 가설용 동바리 설치지침”을 제정하여 경사재 없는 시스템동바리는 사용을 금지하고 설치 높이는 시공성과 안전성을 고려하여 10m 이내로 하고, 15m 이내의 지간을 갖는 교량의 가설공사시에 적용하도록 제한하고 있다. 본문의 내용은 콘크리트 교량 가설용 동바리 설치지침의 주요 내용을 소개하였다.

1. 머리말

콘크리트 구조물에서 필수 불가결한 요소가 거푸집 및 동바리 구조물이다. 시공 후에는 그 중요함이 사라지지만, 콘크리트 구조물의 시공 중 구조물의 사용성 및 성능에 관여하는 중요한 요소인 것을 간과해서는 안 될 것이다.

이렇게 콘크리트 타설 작업시 타설 하중을 지지하여 지반에 전달하는 동바리 중 시스템동바리는 부재 크기가 작아 손쉽게 설치 및 해체가 가능하며 다양한 형태에 적용할 수 있어 건축 및 토목현장에서 많이 사용하고 있다. 특히, 건축현장에서는 층고가 4m를 초과하거나 슬래브 두께가 두꺼운 콘크리트 골조의 슬래브 콘크리트 시공시에 많이 사용되고 있고, 토목현장에서는 콘크리트 교량 가설공법 중 동바리 공법(FSM : Full Staging Method)에서 많이 사용되고 있다.

시스템동바리의 경우는 재료비 면에서 파이프서포트보다 20~30% 정도 비용이 더 소요되나, 공기의 단축, 소요 인력의 감소, 시공의 정확성 등의 이점이 있어 더 경제적이라 할 수 있다.

그러나 시스템동바리의 안정성과 관련한 설계규정이 명확히 설정되어 있지 않은 상황에서 경사재 생략 및 연결부 시공 오류로 예기치 않은 불상사가 발생되고 있다. 이로 인하여 건설교통부에서는 2008년 1월 1일부로 “콘크리트 교량 가설용 동바리 설치지침”을 제정하여 경사재 없는 시스템동바리는 사용을 금지하고 설치 높이

는 시공성과 안전성을 고려하여 10m 이내로 하고, 15m 이내의 지간을 갖는 교량의 가설공사시에 적용하도록 제한하고 있다. 이제부터 콘크리트 교량 가설용 동바리 설치지침의 주요 내용을 소개하도록 하겠다.

2. 콘크리트 교량 가설용 동바리 설치지침

2-1. 개요

콘크리트 교량 가설용 가시설구조물인 동바리의 설치는 현장 시공 조건에 종속적이고, 대부분의 시공이 인력에 의해 이루어지므로 안전성을 충분히 보장할 수 있는 구조물이어 한다.

이에, 대한토목학회의 연구용역('07. 7~10)과 전문가 회의(4회), 한국건설가설협회 등 관계기관 협의를 거쳐 제정되어 건설교통부는 콘크리트 교량 가설공사 중 붕괴사고 재발 방지를 위해 “교량 가설용 동바리 설치지침”을 제정하여 08년 1월 1일부터 시행하고 있다.

주요 내용은 콘크리트 교량가설용 동바리의 규격, 설계, 시공/감리 및 계약관리의 영역별 수행 지침이 있다. 여기서는 설계에 대한 내용을 소개한다.

2-2. 동바리의 종류

콘크리트 교량용 가설 동바리는 구조형식 및 가설방식에 따라 아래와 같이 분류된다.

1) 구조형식에 따른 동바리 분류

- ① 조립형 동바리
- ② 강관틀 동바리
- ③ 강재 동바리
- ④ 혼합형 동바리

〈표 2.1〉 구조형식에 따른 동바리 분류



2) 가설방식에 따른 동바리 분류

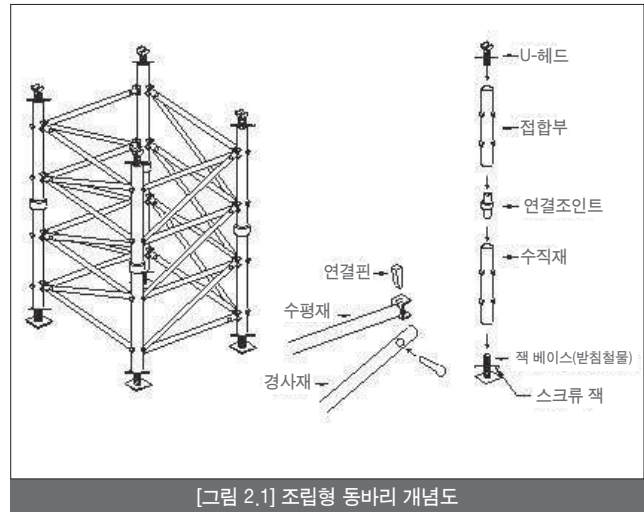
- ① 전체지지식 동바리
- ② 지주지지식 동바리
- ③ 거더지지식 동바리

〈표 2.2〉 가설방식에 따른 동바리 분류



1) 구조형식에 따른 동바리 분류

- ① 조립형 동바리
수직재, 수평재 및 경사재 등의 각각의 부재를 현장에서 조립하여 거푸집을 지지하는 동바리 형식이다.



[그림 2.1] 조립형 동바리 개념도

② 강관틀 동바리

수직재, 수평재 및 경사재 등을 용접으로 일체화시켜 생산한 주틀과 경사재 등을 현장에서 조립하여 거푸집을 지지하는 동바리 형식이다.



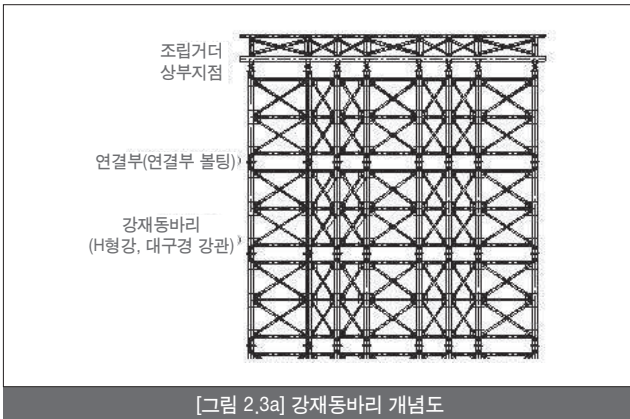
[그림 2.2a] 강관틀동바리 개념도



[그림 2.2b] 강관틀동바리 적용예

③ 강재 동바리

조립형 동바리와 강관틀 동바리에 규정되는 수직재의 규격에 포함되지 않는 대구경 강관이나 H 형강 등을 주부재로 사용하는 동바리 형식이다.



[그림 2.3a] 강재동바리 개념도



[그림 2.3b] 형강을 이용한 강재동바리 적용 예

④ 혼합형 동바리

조립형 동바리, 강관틀 동바리, 강재 동바리 공법을 현장조건이나 사용목적에 따라 적절하게 혼합하여 구성하는 지지구조 형식이다.



[그림 2.4] 혼합형동바리 적용 예

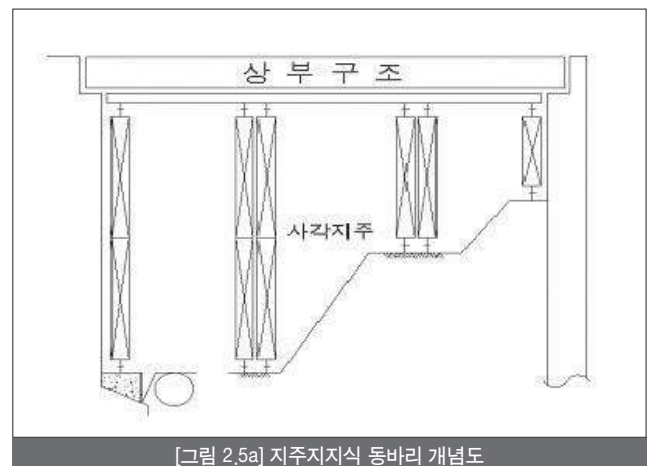
2) 가설방식에 따른 종류

① 전체지지식 동바리

전체지지식 동바리 가설 방법은 상부에서 전해지는 콘크리트 타설 하중을 전체 구역에 균등하게 설치된 동바리 구조체계를 통해 기초에 전달하는 동바리 구조 형식이다. 강관으로 된 조립형 동바리와 강관틀 동바리는 구성 부재의 내하력이 작기 때문에 주로 중소 규모의 교량가설이나 낮은 교하공간을 갖는 교량 가설에 적용된다.

② 지주지지식 동바리

이 방식은 상부에서 전해지는 콘크리트 타설 하중을 지지하는 상부구조 바로 밑에 설치된 수직지주를 통해 지반에 전달시키는 동바리 구조 형식이다. 이 방식에 적용되는 지주는 대구경 원형 강관이나 형강과 같은 대형 지주이며, 교하 높이가 큰 경우에 주로 적용한다.



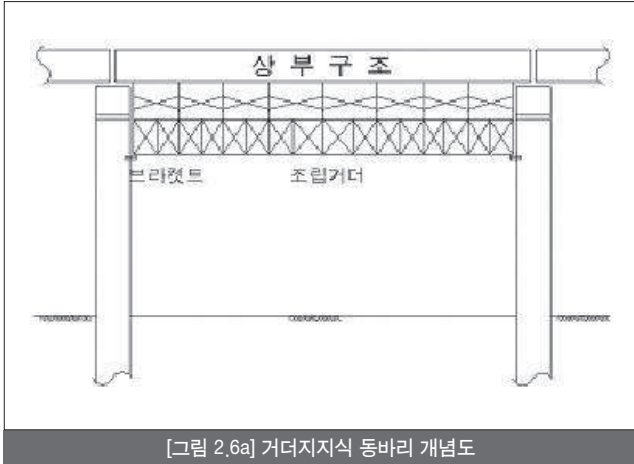
[그림 2.5a] 지주지지식 동바리 개념도



[그림 2.5b] 지주지지식 동바리 적용 예

③ 거더지지식 동바리

이 방식은 상부의 콘크리트 타설 하중을 경간 사이에 설치된 조립 거더를 통해서 교각에 설치된 브라켓이나 교각 기초에 설치된 지주를 통해 전달하는 방식이다. 이 방식은 지반상태가 불량하거나, 교각고가 비교적 높은 경우에 적용하는 동바리 구조 형식이다.



[그림 2.6a] 거더지지식 동바리 개념도



[그림 2.6b] 거더지지식 동바리 적용 예

2-3. 설계하중 및 하중조합

동바리 설계시 수직하중, 수평하중, 풍하중 및 특수하중 등을 고려해야 하며 콘크리트 표준시방서(2003, 건설교통부) 제5장 1.7의 규정에 따라서 적용한다.

1) 연직하중

① 고정하중(DL)

- 타설되는 콘크리트 중량 및 거푸집 하중
 - 콘크리트 단위질량 : 24 kN/m³
 - 거푸집 하중 : 최소 0.4 kN/m²
- 특수 거푸집은 실제 중량 적용

② 활하중(LL)

- 구조물의 연직 방향으로 투영시킨 단위 수평 면적당 : 최소 2.5 kN/m² 이상
- 진동식 타설 장비를 이용하여 콘크리트를 타설할 경우 : 3.75 kN/m²
- 슬래브 두께가 0.5m 이상인 경우 : 3.5kN/m²
- 슬래브 두께가 1.0m 이상인 경우 : 5.0kN/m²

③ 상기의 고정하중과 활하중을 합한 연직하중은 슬래브 두께에 관계없이 최소 5.0 kN/m² 이상, 진동식 타설 장비를 이용한 경우에는 최소 6.25 kN/m² 이상을 고려하여야 한다.

④ 조립형 동바리와 강관틀 동바리의 경우에 ①, ②, ③항의 각 연직하중을 고려한 연직설계하중은 슬래브 콘크리트 바닥 단위면적당 30 kN/m² 이내를 원칙으로 하며, 이를 초과하는 경우에 대한 적용은 발주처의 승인을 받아야 한다.

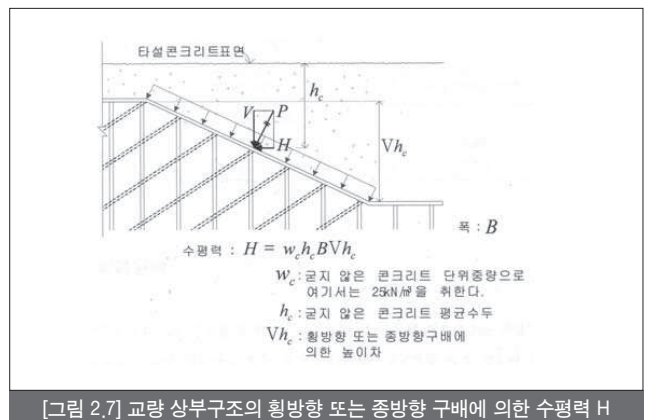
2) 수평하중

① 수평하중(HL)

- 설계 연직하중의 2퍼센트에 해당하는 값
- 동바리 상단의 수평방향 단위 길이당 1.5 kN/m 둘 중 큰 값으로 적용

② 횡경사에 의한 수평하중

한 번에 타설하는 상부 바닥판의 종단경사 또는 횡경사에 의해 균지 않은 콘크리트의 유체 압력이 발생하는 경우에는 [그림 2-7]에 주어진 식에 따라 수평력을 계산하고 ①의 수평하중에 추가하여 고려한다.



[그림 2.7] 교량 상부구조의 횡방향 또는 종방향 구배에 의한 수평력 H

③ 풍하중(WL), 유수압(FL), 콘크리트 비대칭 타설시의 편심하중, 경사진 거푸집의 수직 및 수평분력, 콘크리트 내부 매설물의 양

압력, 크레인 등의 장비하중, 외부진동다짐에 의한 영향 하중 등과 같이 가설 작업 중 특수하게 발생하는 수평하중(HL)의 영향은 별도로 고려하여야 한다.

3) 하중조합

설계하중조합은 <표 2-3>과 같고, 하중조합에 따른 허용응력증가계수를 고려하여야 한다.

일반적으로 하중조합 3의 경우는 고려할 필요가 없으나, 대형 교량으로서 동바리의 존치기간이 길고, 그 지역에 특별히 지진에 대한 영향이 예상되는 경우에는 토목구조기술사의 판단에 따라 적용할 수 있다.

<표 2.3> 하중조합과 허용응력 증가계수

구분	하중조합	허용응력증가계수
1	DL+LL+HL	1.00
2	DL+LL+HL+WL+FL	1.25
3	DL+LL+HL+EQ+FL	1.50

2-4. 구조해석 방법

1) 합판, 장선, 멩에

설계하중에 대한 합판, 장선, 멩에는 응력 및 처짐을 허용치 이내로 하여 간격을 산정한다. 변경된 사항이 없으므로 설계에 큰 어려움이 없을 것으로 판단된다.

2) 동바리

동바리 설계시 주의할 사항은 다음과 같다.

① 허용하중

동바리의 허용하중은 공인 시험기관의 성능시험 측정강도에 안전율 2.5를 고려한 값과 2005년 도로교 설계기준 3.13.3항에 제시된 규정에 따라 산정된 값 중 작은 값으로 하여야 한다.

② 수직하중에 의한 지반기초의 설계

동바리를 지반에 설치할 때에는 침하를 방지하기 위하여 최소 100mm 이상 콘크리트를 타설하고, 두께 45mm 이상의 받침목이나 전용받침철물 혹은 받침판 등을 설치하여 침하가 없게 하고, 허용지지력 이내로 설계한다.

③ 수직재 간격

조립형 동바리의 수직재 간격은 0.9m 이상 1.2m 이하이어야 하며, 0.9m 이하의 경우에는 공사감독자의 승인을 받아야 한다. 강관틀 동바리의 수직재 간격은 KS규정을 따른다.

④ 수평재 간격

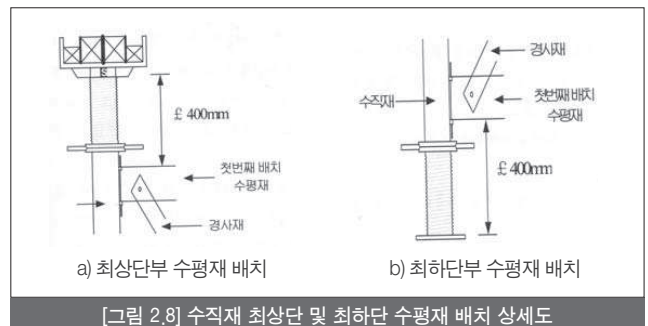
조립형 동바리 및 강관틀 동바리의 상하 수평재간 설치간격에 대

한 수직재간 설치간격의 비는 0.5/1~1/1의 범위 이내이어야 한다.

⑤ 설계하중에 의한 수직 · 수평재, 경사재 설계

현장조건과 부합하는 경계조건으로 2차원 혹은 3차원 구조해석을 하여 나온 부재력으로 허용응력과 비교 검토하여 설계를 한다. 단, 설치높이가 5.0m 이하인 조립형 및 강관틀 동바리의 경우에는 2차원 혹은 3차원 구조해석을 생략할 수 있으나 이 지침 3.6의 구조설계순서도를 따르도록 설계가 수행되어야 한다.

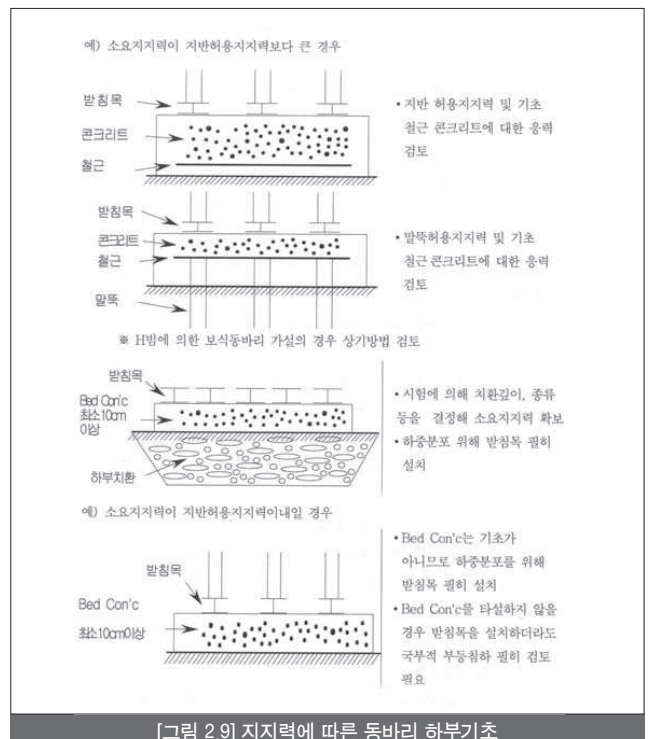
⑥ 동바리 본체의 상단과 하단의 경계조건에 의한 수직재 좌굴하중의 감소를 방지하기 위하여 수직재 최상단 및 최하단으로부터 400mm 이내에 첫 번째 수평재가 설치되어야 한다[그림 2-8].



[그림 2.8] 수직재 최상단 및 최하단 수평재 배치 상세도

3) 동바리 하부기초

동바리 하부기초는 작용하중에 대한 허용지지력을 비교하여 [그림 2-9]과 같이 시공한다.



[그림 2.9] 지지력에 따른 동바리 하부기초

4) 동바리 검증사항 요약

가설용 동바리 설계 시 각 부재의 검토사항과 기준은 <표 2-3>와 같다.

<표 2.3> 하중조합과 허용응력 증가계수

검토 항목	검토 사항	검증 기준
허용응력 및 변형량 설정	휨모멘트	- 허용 휨응력 (f_{ba})
	전단력	- 허용 전단응력 (f_{va})
	최대처짐량	- 허용 처짐량 (δ_a)
하중의 산정	수직, 수평하중	- 콘크리트 자중과 거푸집중량 (0.4kN/m ² 이상)
	활하중	- 충격하중과 작업하중 : 2.5kN/m ² 이상
	기타하중 (풍하중, 특수하중)	
거푸집 널의 검토	합판두께	① 널재의 단면성능검토 ② 장선재 단면성능에 따른 배치간격 결정
	장선배치 간격 결정	③ 휨응력 검토 ($f_b \leq f_{ba}$) ④ 처짐 검토 ($\delta_{max} \leq \delta_a$)
장선의 검토	멍에배치 간격 결정	① 장선 배치간격에 대한 하중산정 ② 멍에재 단면성능에 따른 배치간격 결정 ③ 휨응력 검토 ($f_b \leq f_{ba}$) ④ 처짐 검토 ($\delta_{max} \leq \delta_a$) ⑤ 전단 검토 ($f_v \leq f_{va}$)
멍에의 검토	동바리 배치 간격 결정	① 멍에 배치간격에 대한 하중산정 ② 동바리 배치간격 결정 ③ 휨응력 검토 ($f_b \leq f_{ba}$) ④ 처짐 검토 ($\delta_{max} \leq \delta_a$) ⑤ 전단 검토 ($f_v \leq f_{va}$)
동바리의 검토		① 멍에 배치간격에 대한 연직방향 동바리 배치 결정 ② 수평방향 하중에 대한 수평재 및 수직경사재 배치간격 결정 ③ 소요 지반지지력 검토
종합검토		- 최적설계에 대한 검토 (거푸집널, 장선, 멍에, 동바리 배치간격, 동바리 기초형식)
표준조립 상세도	구조검토 결과에 의한 가설재 배치도 작성	

4. 결론

콘크리트를 타설하는 구조물에서 시스템동바리는 시공성 및 안정성을 확보하는데 용이하므로 많은 공사현장에서 적용하고 있다. 그러나 아직까지도 개정 전의 설계기준으로 검토하는 사례가 많고, 개정 된 가설공사 표준 시방서에서 제시한 수평하중에 대한 설계는 동바리에 의한 사고 예방에 반드시 필요한 것이다. 이러한 수평하중에 대한 동바리설계는 2차원 혹은 3차원 구조해석을 통하여 설계하여야 한다.

콘크리트 교량용 동바리 설치지침에서는 부록에 동바리 및 수평재, 경사재에 대해서는 2차원 구조해석을 하여 응력검토를 수행한 동바리의 구조계산 예가 수록되어 있다.

이외에도 시공 및 감리 계약관리에 대한 내용이 포함되어 있으므로 이에 대한 자세한 내용은 원문을 참조하기 바란다. **S**



참고문헌

1. 건교부, '콘크리트 교량용 동바리 설치지침', 2007
2. 한국건설기술학회, '가설공사표준시방서', 2006
3. 대한토목학회, '콘크리트 교량 가설용 시스템동바리 시공상 문제점 및 개선방안', 2007