동바리 작업안전

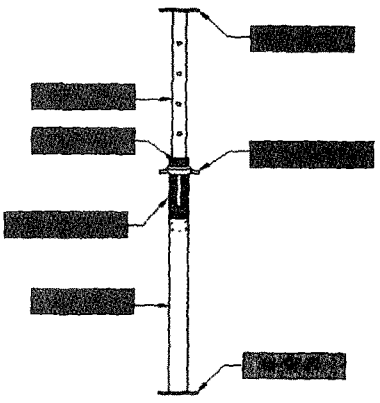
이정길 건설안전본부 재해예방팀

1. 개요

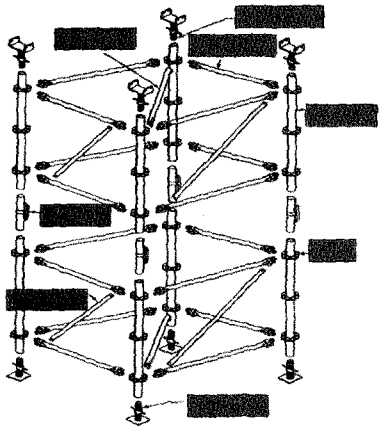
건설현장에서 콘크리트 구조물을 설치하기 위해서 반드시 필요한 것은 거푸집과 철근 그리고 동바리이다. 하지만 반드시 필요한 동바리 임에도 불구하고 동바리의 구조검토가 이루어 지지 않고 작업자의 경험에 의존한다든지 구조검토는 실시 하였지만, 현장 시공상태가 구조검토와 일치되지 않는 등 구조검토 측면에서 여러 가지 오류가 발생하고 있으며, 동바리 설치 작업 중에도 크고 작은 재해가 빌생하고 있다. 따라서 동바리의 구조검토부터 시공에 이르기까지 전 과정에 대한 재해 방지 대책에 대해서 알아본다.

2. 동바리 구조검토

동바리 구조검토는 슬라브의 하중 및 층고에 따른 동바리의 규격 및 동바리 설치 간격 등을 결정하는 중요한 부분이며 시공 전에 반드시 실시하여야하고 그 결과에 대한 검토 후 조립도를 작성하여 당해 작업근로자에게 교육을 실시하고 실제 현장 시공 시 구조검토대로 실시되었는지 확인 점검 등 계획단계부터 시공 완료까지 지속적으로 관리되어야 하는 부분이다.



〈그림 1〉 파이프 써포트의 구조 및 명칭



〈그림 2〉 시스템동바리의 구조 및 명칭

(1) 동바리 구조검토시 기본 가정

① 모든 동바리는 연직하게 설치된다.

② 동바리의 상부 받이판 및 하부 바닥판은 완전히 고정 되어 있다.

③ 동바리 재료의 변형 및 손상이 없어 허용하중이 정확히 발현된다.

※ 동바리 허용하중은 동바리의 최대 좌굴하중을 3으로 나눈값을 사용한다.

④ 동바리 하부 설치지반은 침하가 발생하지 않는다.

⑤ 동바리 설치 길이가 3.5m 이상되는 구간은 수직 및 수평 방향으로 2m 이내마다 수평연결재를 설치한다.(강관 동바리)

⑥ 수직 · 수평 가새 설치(시스템 동바리)

(2) 동바리 구조검토시 확인해야할 조건

① 구조물의 층고

② 슬라브 또는 보의 하중(규격)

③ 합판, 멍에, 장선의 규격(실제 현장 사용하는 부재와 동일한 규격으로 구조검토 실시해야함)

④ 안전율

※ 동바리 구조검토시 안전율은 통상 기준으로 정해진 값은 없으나, 통상 허용하중의 30%정도의 안전율을 둔다.

(3) 동바리 구조계산시 안전율을 적용해야 하는 이유

① 현장 동바리 시공시 동바리의 수직도가 정확히 맞지 않는다.

② 동바리 상 · 하부 고정상태가 완벽하지 못하다.

③ 동바리가 재사용되어 허용응력에 대한 신뢰가 떨어진다.

④ 변형 · 손상된 동바리가 포함 될 수 있다.

(4) 강관 동바리의 허용하중표 단위 : KG

규격	최고높이	최저높이	허용하중	안전율	사용가능하중
V1	3,300	1,800	1,800	1.3	1,384
V2	3,500	2,000	1,500	1.3	1,153
V3	3,900	2,400	1,200	1.3	923
V4	4,200	2,700	1,050	1.3	807

※ V1~V4 의 강광 동바리는 검정품이며, 재사용하는 동바리의 경우 재사용가설재 등록업체의 동바리를 사용하여야함.

(5) 동바리 구조검토 순서(거푸집 동바리 구조검토 및 설치 안전작업지침)

① 하중계산 : 거푸집 동바리에 작용하는 하중 및 외력의 종류 및 크기를 산정한다.

② 응력계산 : 하중 · 외력에 의하여 각 부재에 발생되는 응력을 구한다.

③ 단면 · 배치간격 계산 : 각 부재에 발생되는 응력에 대하여 안전한 단면 및 배치간격을 결정한다.

(6) 거푸집 동바리의 축하중(고정하중, 활하중)

① 고정하중은 철근콘크리트와 거푸집의 중량을 합한 하중이며, 콘크리트의 단위 중량은 철근의 중량을 포함하여 보통 콘크리트는 2,400kgf/㎥, 제1종 경량콘크리트는 2,000kgf/㎥ 그리고 제2종 경량콘크리트는 1,700kgf/㎥를 적용한다. 거푸집의 하중은 최소 40kgf/㎡ 이상을 적용하며, 특수 거푸집의 경우에는 그 실제의 중량을 적용하여 설계한다.

② 활하중은 작업원, 경량의 장비하중, 기타 콘크리트 타설에 필요한 자재 및 공구 등의 시공(작업)하중, 그리고 충격하중을 포함한다. 활하중은 구조물의 수평 투영면적(연직방향으로 투영시킨 수평면적)당 최소 250kgf/㎡ 이상으로 한다. 단, 슬래브 두께가 50cm 이상인 경우 350kgf/㎡, 1m 이상인 경우 500kgf/㎡ 를 적용한다.

③ 상기의 고정하중과 활하중을 합한 연직하중은 슬래브 두께에 관계 없이 500kgf/㎡ 이상으로 적용하여 거푸집 및 동바리를 설계한다.

(7) 조립도의 작성

① 거푸집 동바리 조립도에는 자주, 이음매, 마디 등 부재의 종류, 규격, 배치 및 치수가 명확하게 기록되어야한다.

② 그 외에 수직 및 수평 이동통로 설치 계획 및 추락방지망 설치계획, 작업발판 설치 계획, 보와 슬라브 접합구간 동바리 폐합 방법 등이 표시되어 당해 작업 근로자에게 교육 하여야 한다.

3. 동바리 안전작업 방법

동바리의 구조검토가 완료되고 조립도가 작성되었으면 그 결과를 현장에 적용하여 철저한 시공관리가 이루어져야한다.

동바리의 설치간격 뿐만 아니라 멍에, 장선재의 간격 및 규격, 부재의 상태(손상, 변형 여부 등), 수평연결재 설치 상태 등 전반적인 사항이 동바리 설치 종료시까지 확인 되어야 한다.

(1) 강관동바리(Pipe Support)

① 목재(멍에, 장선 등)의 경우 옹이, 부식, 균역, 단면부족 등 결함이 있는 재료 사용 금지

② 강재의 휨, 찌그러짐, 부식, 단면감소 등 발생한 부재 사용 금지

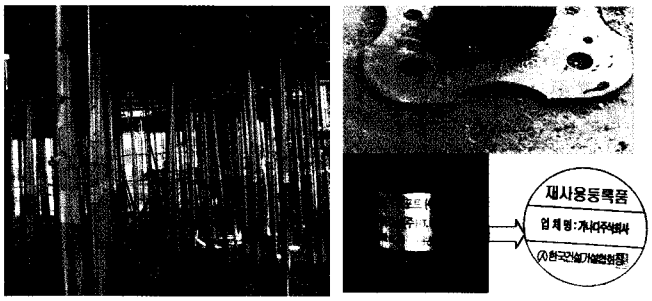
〈그림 3〉 단면이 부족한 멍에재 사용, 변형된 동바리 사용

③ 강관 동바리의 수직도 확보 철저

④ 미검정 강관동바리 사용 금지(동바리 임대 업체가 재사용 가설재 등록업체인지 확인 필요)

※ 재사용 가설기자재 자율등록제

- 2003년 3월 10일 부터 (V5, V6 포함)
- 가설기자재는 추락, 낙하, 붕괴 등의 재해를 예방하는데 필수적 시설물로, 검증된 제품을 사용하는 것이 중요하나, 수리 · 선별이 제대로 되지않은 재사용품 및 미검정 가설기자재가 다량사용되고 있는 실정이므로,
- 한국건설가설협회에서 성능유지 필요조건을 갖춘 업체를 등록시켜 품질관리, 안전성심사 등을 통해 일정기준에 도달한 제품은 사용을 허용하는 제도

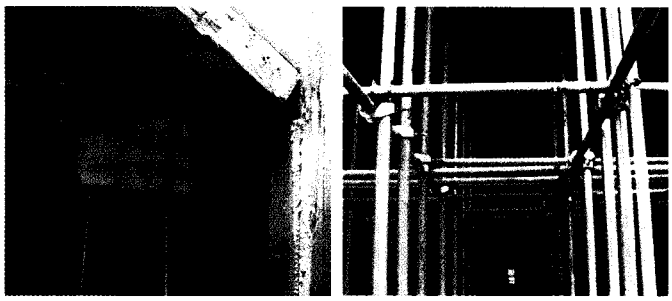


〈그림 4〉 동바리 수직도 미흡, 재사용가설재 등폭필

⑤ 경사로 설치되는 동바리 상 · 하부 쐐기 설치

⑥ 3.5m 이상 설치되는 동바리 매 2m 이내마다 수평연결재 양방향 설치

- 설치 위치는 가능한 내 · 외관 이음부에서 20~30cm 떨어 진 내관에 직각이 되는 2개 방향으로 설치
- 수평연결재 폐합 철저
- 강재와 강재와의 접속부 및 교차부는 클램프 등 전용철물을 사용하여 연결(철선으로 체결시 수평 연결재가 밀려 콘크리트 타설시 발생되는 수평력을 제대로 지지 할 수 없다)



〈그림 5〉 경사부 동바리 쐐기 설치, 수평연결재 양방향 설치

※ 수평연결재는 좌굴장을 줄여주기 위해 설치한다.

⑦ 거푸집 상 · 하단부 고정 철저

⑧ 동바리 하부 지반 다짐 철저

- 지반 다짐철저
- 단상으로 깔목 설치시 2단이상 설치 금지
- 지반침하 방지를 위한 콘크리트타설
- 지반위에 동바리를 설치한 경우 우수에 의한 세굴방지, 배수로 설치, 비온뒤 점검 철저

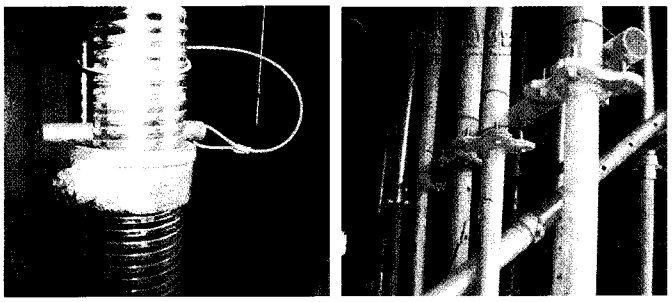
⑨ 동바리 지지핀 전용철물 사용 철저

⑩ 동바리와 멍에, 장선의 축선 일치

⑪ 이질재료의 사용(단관 Pipe + 강관동바리 등)금지

⑫ 강관동바리를 이어서 사용할 경우 3본 이상 사용을 금하며, 4개 이상의 볼트 또는 전용철물을 사용하여 이을 것

- 4.2m 이상 동바리 설치시 시스템 동바리 사용 또는 가설자재 성능검정에 합격한 동바리 (V5, V6) 사용
- 강관 사용의 경우 단일동바리를 설치 권장



〈그림 6〉 전용 지지핀 사용, 동바리 이음시 볼트 사용

⑬ 콘크리트 타설순서 준수, 집중타설 금지, 타설장비 타설량 등 사전 계획 수립

⑭ 강관 동바리 설치.해체 작업시 안전사항

- 작업근로자 안전모, 안전대 착용 철저, 견고한 작업발판 확보 및 작업발판 고정 및 단부 안전난간 설치
- 작업구역내 관계자외 출입금지, 악천후시 작업금지
- 상 · 하 동시 작업 금지, 재료 · 공구 등을 올리거나 내릴 때에는 달줄, 달포대 사용
- 설치는 계획된 순서에 따라 설치, 해체는 설치의 역순으로 순차적으로 실시
- 해체 자재의 날카로운 못 또는 돌출물은 즉시 제거, 종류별 및 규격별 분리적치, 정리정돈 철저, 통로 확보
- 해체시 낙하, 충격에 의한 돌발적인 재해 방지를 위하여 버팀목을 설치하는 등 필요한 조치를 할 것
- 구조체에 무리한 충격을 주거나 큰 힘에 의한 지렛대 사용 금지

⑮ 동바리의 조립 및 해체 작업전 근로자 특별안전교육 실시 : 교육내용은 다음 사항을 포함한다.

- 동바리의 조립방법 및 작업절차에 관한 사항
- 조립재료의 취급방법 및 설치기준에 관한 사항
- 조립 해체시의 사고예방에 관한사항
- 보호구 착용 및 점검에 관한 사항
- 기타 안전보건관리에 필요한 사항

※ 동바리 구조검토 결과에 의한 조립도를 가지고 조립도에 관한 사항

을 반드시 교육하여 콘크리트 타설 작업시 구조적인 문제가 발생하지 않도록 유의하여야 한다. 작업 시작전 2시간 이상 실시한다.

(2) 시스템 동바리(System Support)

① 구조계산에 의한 조립도에 따라 정확하게 설치하여야 한다.

② 수직재와 수평재는 직교되게 설치 하여야 하며, 체결후 흔들림이 없어야 한다.

③ 시스템 동바리를 설치하는 높이는 단변길이의 3배를 초과하지 말아야 하며, 초과시에는 주변 구조물에 지지하는 등 붕괴방지조치를 하여야 한다.

④ 잭베이스의 전체 길이는 600mm 이내 이어야 하며, 수직재와 물림부의 겹침 길이는 150mm 이상 이어야 한다.

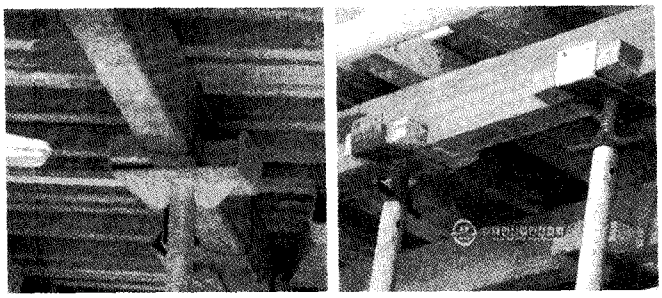
⑤ 수직재를 설치할 때에는 수평재와 수평재 사이에 수직재의 연결부위가 2개소 이상 되지 않도록 하여야 한다.

⑥ 초기 설치시 잭 스크류를 조절하여 수평을 확보함 으로써 수직재의 편심에 의한 구조적인 힘의 손실이 발생하지 않도록 하여야 한다.

⑦ U헤드 잭에 얹히는 장선,멍에재는 편심이 생기지 않도록 중심선에 놓아야 하며, 못 등으로 고정 하여야 한다.

⑧ 시스템 동바리 최하부에 설치하는 수직재는 잭베이스의 너트와 밀착되게 설치 하여야 한다.

⑨ 시스템 동바리 상부의 U헤드 폭은 멍에재 2개가 들어갈 수 있는 넓이 이상이 되어야 하며, 쐐기 등을 사용하여 멍에재와 U헤드를 밀착시켜 멍에재와 U헤드의 유격을 없애야 한다.

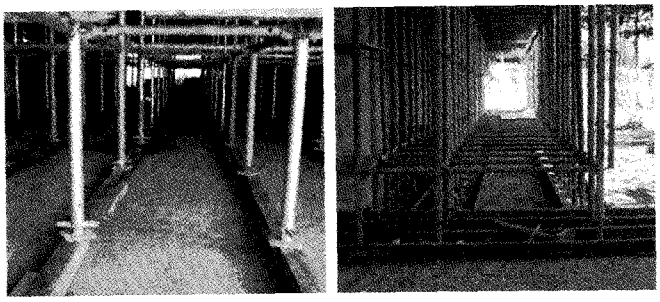


〈그림 7〉 시스템 동바리 U헤드 설치

⑩ 연결핀을 사용하여 수직재를 견고하게 조립하고, 연결부 위에 꺾어짐이 발생하지 않도록 하여야 한다.

⑪ 동바리 자재의 반복 사용으로 인한 변형 및 부식 등 심하게 손상된 것은 사용하지 말아야 한다.

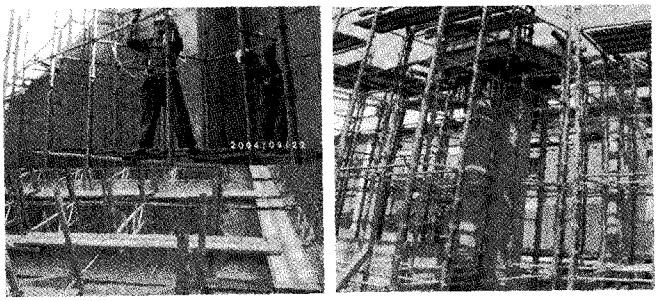
⑫ 동바리 하부 지반은 상부 하중에 견딜 수 있는 지지력을 확보 하여야 한다.



〈그림 8〉 시스템 동바리 잭베이스 하부 보강

⑬ 시스템 동바리 설치 해체 작업시 안전사항

- 작업전 조립할 부분의 지반 상태와 작업원의 복장, 보호구 등을 확인 한다.
- 작업순서는 잭베이스 → 하부 조정용 수직재 → 수평재 → 수직재 → 수평재, 수직가새 → 수직재 → 수평재, 수직가새 → U헤드 순으로 설치 하며, 해체 작업은 설치의 역순으로 실시 한다.
- 조립이 진행되면서 추락위험이 발생하면 안전대 사용 및 하부 추락방지망 설치, 작업 발판 설치 등 필요한 조치를 하여야 한다.
- 안전한 수직 이동통로를 설치한다.



〈그림 9〉 안전대 사용, 수직이동통로 설치

결론

동바리 관련된 재해는 대부분 타설중 붕괴 재해로서 동시에 다수의 근로자가 재해를 당하는 경우가 대부분 이며, 동바리 설치 중에는 작업중 추락 등 재해가 발생하고 있다. 따라서 동바리 직업계획시에는 반드시 구조검토서와 조립도 및 작업발판설치, 추락방지망 설치, 수직통로 설치, 안전대 부착설비 설치 등 계획이 포함 되어야 하며 구조검토 결과에 대한 확인 및 현장 시공상태가 구조검토서와 일치하는지 확인한 후에 콘크리트 타설작업을 진행 하여 붕괴사고 예방에 철저한 대비를 하여야 한다.