건설현장 비계작업안전 실무 안내서



고용노동부
산업재해예방 안전보건공단 산업안전보건연구원
BMC 부산도시공사

건설현장 비계작업안전 실무 안내서



이 안내서는 건설현장 비계작업의 안전을 위해 안전보건공단과 부산도시공사가 협력하여 비계작업 안전점검 및 안전보건교육 등에 활용할 수 있도록 개발하였으며, 양 기관의 홈페이지를 통해 동 안내서를 무료로 제공하고 있습니다.

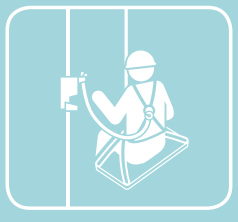
Contents >>

건설현장 비계작업안전 실무 안내서_ 목차









01 비계작업의 개요

1. 비계 개요 ---- 07
2. 비계작업의 위험요인과 안전요건 ---- 08
3. 비계작업 사망재해 현황 ---- 11

02 비계의 종류와 용어

1. 비계의 종류 ---- 15
2. 비계관련 용어 ---- 18
3. 비계 종류별 개요 ---- 27

03 비계작업 검토사항과 설계기준 및 안전인증

1. 비계작업 검토·확인사항 ---- 55
2. 비계 설계기준 ---- 61
3. 비계 및 안전가시설의 안전인증 ---- 68

04 비계종류별 유해위험 요인과 안전기준

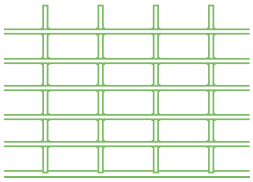
1. 비계작업 안전기준 일반사항 ---- 85
2. 강관비계 ---- 97
3. 강관틀비계 ---- 115
4. 시스템비계 ---- 123
5. 이동식비계 ---- 133
6. 말비계 ---- 145
7. 달비계 ---- 156
8. 달대비계 ---- 172
9. 작업발판 일체형 비계 ---- 182
10. 가설통로 ---- 216

01
비계작업의 개요

1. 비계 개요 ---------- 07
2. 비계작업의 위험요인과 안전요건 ---------- 08
3. 비계작업 사망재해 현황 ---------- 11



1 비계 개요



비계(Scaffold, Scaffolding)란

- 작업장소가 높아서 작업자가 손이 닿지 않는 높은 곳을 작업할 수 있도록 공사용 통로나 작업용 발판 설치를 위하여 구조물의 주위에 조립, 설치되는 가설구조물을 말한다.
- 또한 비계는 부재의 설치·해체작업, 구조물작업, 조적작업, 미장작업, 도장작업, 볼팅작업, 용접 또는 용단작업 등을 할 때 노동자가 작업장소에 접근하여 작업할 수 있도록 설치하는 가설작업대를 지지하는 구조물을 의미한다.

비계의 종류는

재료, 기능, 사용 목적에 따라 다양하고, 국가마다 다소 차이가 있으나, 일반적으로

❶ 통나무비계 ❷ 강관비계 ❸ 강관틀비계 ❹ 시스템비계 ❺ 이동식비계 ❻ 말비계 ❼ 달비계 ❽ 달대비계 ❾ 작업발판 일체형 비계 등으로 분류하고 있으며,

국내에서는 통나무비계를 거의 사용하고 있지 않다.

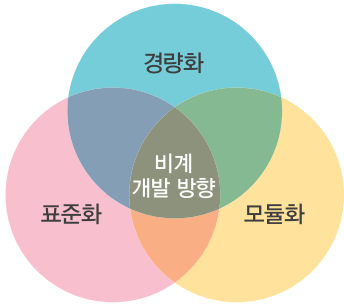
비계의 작업은

- 고소작업이 있는 건설현장에서 반드시 필요하나, 가설공사라는 이유로 설계도서 또는 안전기준에 의하여 작업하기 보다는 시공자가 현장에서 공사에 맞게 임의로 설치하거나, 작업의 편의를 위해 주요부재 누락 또는 안전시설을 생략하여 추락(떨어짐) 및 붕괴(무너짐) 등의 재해가 지속적으로 발생하고 있다.
- 특히, 비계의 설치높이가 31m 이상이 되는 경우 비계의 **자중**에 의해 **좌굴(Buckling)** 위험성이 높다. 그러나, 작업의 편의를 위해 구조검토 결과와 안전기준을 준수하지 않아 비계 전체가 무너지거나 넘어지는 사고가 발생하고 있다.
- 따라서, 비계작업은 공사의 성패를 결정하는 가장 중요한 작업으로 설계단계부터 철저하게 관리되어야 한다.
- 설계단계에서는 안전한 비계공법 선정 후 설계도서를 작성하고, 시공단계에서는 현장여건을 고려하여 시공계획서 작성 및 작업 전 안전교육을 실시하여야 하며, 설계도서 및 시공계획서에 따라 안전하게 작업될 수 있도록 관리감독을 철저히 하여야 한다.



- 또한, 비계공법 선정 시 시공성, 경제성, 안전성을 모두 고려하여야 하며, 비계작업의 안전을 위해서는 **작업발판, 가설계단, 벽이음, 가새(Bracing), 안전난간 선행 설치, 안전대 착용 등 안전기준에 따라 작업**하여야 하고, 선진국 수준의 비계작업을 위해 시스템비계 등 안전한 비계가 널리 보급 및 적용되어야 할 것이다.

- 향후 건설현장 비계 작업의 안전을 위해 비계의 경량화, 모듈화, 표준화가 될 수 있도록 정부, 발주자, 설계자, 제작사 및 시공자 모두 연구·개발 및 실용화에 노력해야 할 것이다.



비계 작업안전을 위한 개발 방향

2 비계작업의 위험요인과 안전요건



☑ 비계작업의 위험요인

- 연결재가 적은 구조로 되기 쉽다.
- 부재 결합이 간략하여 불완전 결합이 많다.
- 구조물이라는 통상의 개념이 확고하지 않으며, 조립의 정밀도가 낮다.
- 임시로 설치하는 가시설물로 작업의 편의를 위해 부재를 설치하지 않거나, 임의 해체하기 쉽다.
- 부재는 과소 단면이거나 결함이 있는 재료를 사용하기 쉽다.
- 작업의 편의를 위해 작업발판에 마감자재를 과적하기 쉬워 무너짐위험이 있다.
- 불안정한 구조로 작업할 경우 무너짐사고의 원인이 될 수 있다.
- 작업발판, 안전난간대 등 안전시설 미설치 시 떨어짐 위험성이 높다.
- 마감작업 등 타작업과 간섭으로 벽이음재를 임의 해체하여 무너짐 등 사고의 원인이 될 수 있다.
- 작업발판 설치 이후 작업발판 위에서 안전난간대 설치 시 떨어짐위험이 있다.

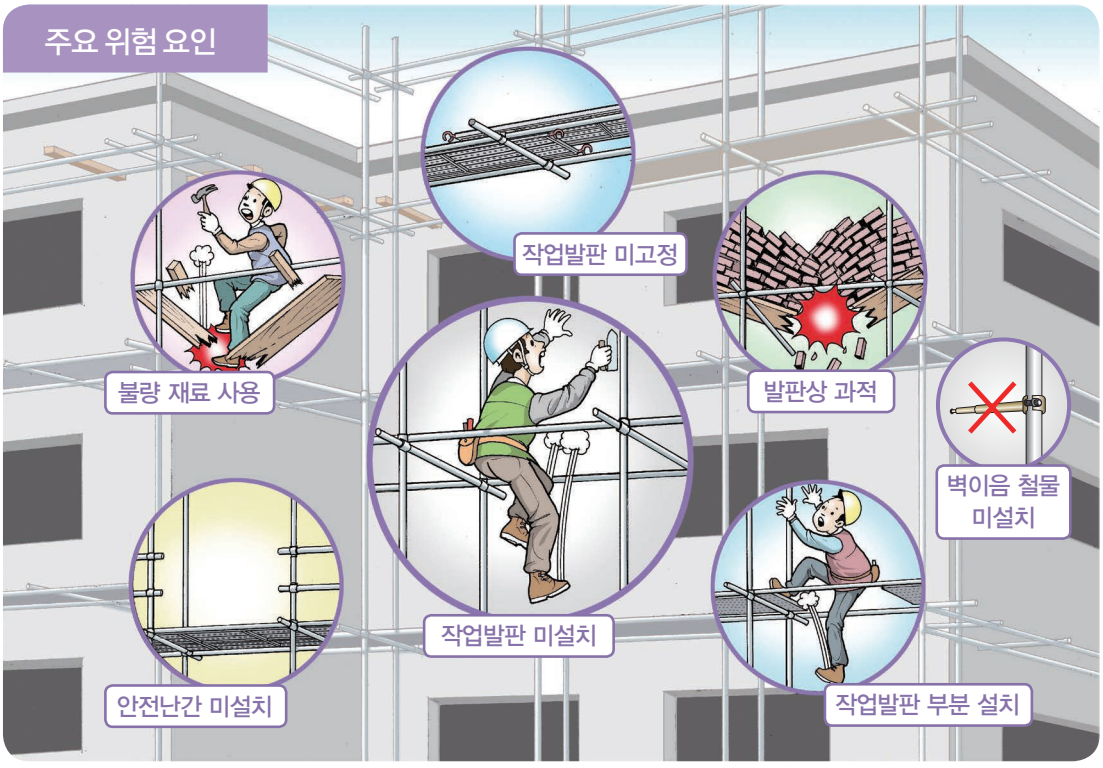
불량(나쁜) 비계



불량(나쁜) 비계의 정의

비계상에 작업발판 및 안전난간 등이 미설치되어 떨어짐 재해에 취약한 비계로 소중한 노동자의 생명과 안전을 지키기 위해 건설현장에서 퇴출되어야 하는 가설구조물

주요 위험 요인

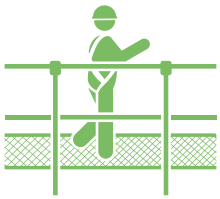


비계작업 안전요건

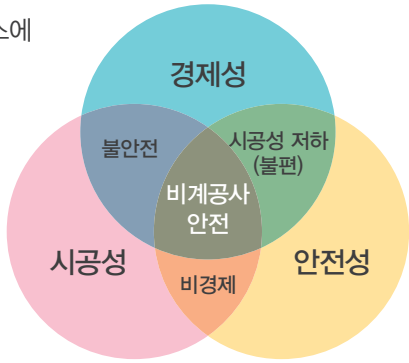
1 안전성 확보

- **무너짐에 대한 안전성** : 구조안전성 확보
  ➔ 구조검토, 침하방지 조치, 가새, 벽이음 철물 설치 등
- **흔들림에 대한 안전성** : 가새, 벽이음 철물 등 보강
- **떨어짐에 의한 안전성** : 작업발판, 안전난간대, 가설계단, 추락방호망 설치 및 안전대 착용 등
- **자재의 낙하에 대한 안전성** : 발끝막이판, 수직보호망, 낙하물방지망 등 낙하방지시설 설치 및 출입금지조치 등

2 시공성(작업성) 확보



- 구조안전성이 확보된 범위내에서 경량화된 구조
- 작업대의 넓이, 작업 및 통행을 방해하지 않는 구조
- 무리한 자세가 되지 않도록 적정 장소에 작업대 설치

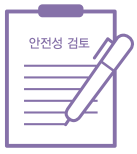


비계공사 안전의 3요소

3 경제성 확보

- 가설 및 철거의 신속과 용이
- 현장 가공의 불필요
- 내용 연수가 높은 재료 사용, 다양한 현장조건에 적용 가능

가설구조물의 안전성 확보





안전을 고려한 VE (SVE : Safety Value Engineering)

○ 기존 VE(가치공학)의 개념

전 작업과정에서 기능(F)을 유지하면서 비용(C)을 최소화하여 가치(V)를 극대화 시키는 기법으로 경제성과 시공성을 추구하는 기법임.

$$VE = \frac{F}{C}$$

VE(Value Engineering) : 가치, **F**(Function) : 기능, **C**(Cost) : 비용

➔ **기존 VE의 문제점** : 경제성과 시공성에 대한 검토는 충분히 이루어지나, 안전성에 대한 검토가 미흡할 수 있음

○ SVE(안전을 고려한 VE)의 개념

전 작업과정에서 기능(F)을 유지하면서 안전(S) 고려, 비용(C) 최소화를 통해 가치(V)를 극대화시키는 기법으로 안전성, 경제성과 시공성을 추구하는 기법임.

$$SVE = (S) \cdot \frac{F}{C}$$

Ju Dong Park (KOSHA, 2018)

SVE(Safety Value Engineering) : 안전가치공학,

(S) : 안전상수, **F**(Function) : 기능, **C**(Cost) : 비용

여기서, S.F(안전율)가 소요안전율 이상이면 S=1이고, S.F(안전율)가 소요안전율 미만이면 S=0임.

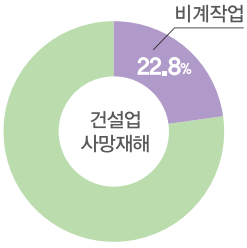
➔ 가설공사의 안전을 위해서 소요안전율을 만족하지 못하는 VE는 재해 및 대형 사고와 직결되므로 SVE 개념을 적용하여 설계·발주 단계에 반영 필요

3 비계작업 사망재해 현황

비계작업 사망재해 전체 현황 (최근 5년간 중대재해 기준)

(단위 : 명)

구분	건설업	비계작업
합계	2,134	488
점유율	100%	22.8%



○ 최근 5년간 비계관련작업 중 발생한 사망자는 488명으로 전체(2,134명) 대비 22.8%를 점유함.

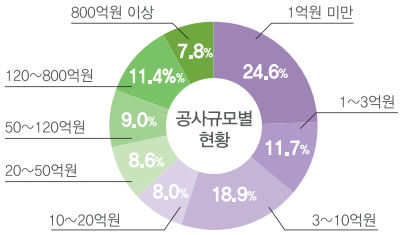
공사규모별 현황

(단위 : 명)

총합계	1억원 미만	1~3억원	3~10억원	10~20억원	20~50억원	50~120억원	120~800억원	800억원 이상
488 (100%)	120 (24.6%)	57 (11.7%)	92 (18.9%)	39 (8.0%)	42 (8.6%)	44 (9.0%)	56 (11.4%)	38 (7.8%)

*( )은 점유율

- 1억 원 미만이 24.6%(120명)로 가장 많고, 이어 3~10억 원 미만, 1~3억 원 미만, 120~800억 원 미만 등의 순으로 나타났다. 특히 20억 원 미만의 소규모 현장에서 전체 사망자의 약 63%를 점유함.

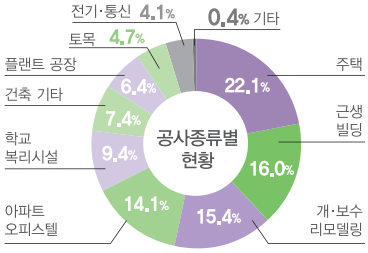


공사종류별 현황

(단위 : 명)

총합계	주택 (단독, 다세대)	근생 빌딩	개·보수 리모델링	아파트 오피스텔	학교, 복리시설	건축기타	플랜트 공장	토목	전기·통신 소방설비	기타
488 (100%)	108 (22.1%)	78 (16.0%)	75 (15.4%)	69 (14.1%)	46 (9.4%)	36 (7.4%)	31 (6.4%)	23 (4.7%)	20 (4.1%)	2 (0.4%)

- 주택에서 22.1%(108명)를 차지해 가장 많이 발생하였고, 다음으로 근생·빌딩, 개·보수(리모델링), 아파트(오피스텔) 등의 순으로 발생함.



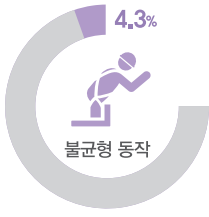
발생형태별 현황

(단위 : 명)

총합계	떨어짐	불균형 동작	깔림	감전	무너짐	맞음	부딪힘	끼임	넘어짐	기타
488 (100%)	417 (85.5%)	21 (4.3%)	13 (2.7%)	9 (1.8%)	8 (1.7%)	7 (1.4%)	6 (1.2%)	4 (0.8%)	1 (0.2 %)	2 (0.4%)

- 떨어짐에서 85.6%(422명)를 차지해 가장 많이 발생하였고, 다음으로 불균형 동작, 깔림, 감전, 무너짐, 맞음 등의 순으로 발생함.





비계종류별 현황

(단위 : 명)

총합계	강관비계	사다리*	달비계	이동식 비계	작업발판 일체형 비계**	말비계	시스템 비계	달대비계	강관틀 비계	기타
488 (100%)	213 (43.7%)	97 (19.9%)	63 (12.9%)	45 (9.2%)	37 (7.6%)	17 (3.5%)	9 (1.8%)	3 (0.6%)	2 (0.4%)	2 (0.4%)

- 강관비계에서 43.7%(213명)를 차지해 가장 많이 발생되었고, 다음으로 사다리*, 달비계, 이동식비계, 작업발판 일체형 비계** 등의 순으로 발생함.

* 사다리는 이동통로이나 현황파악을 위해 작업발판으로 사용 중 발생한 재해를 포함함.

※ 사다리를 작업발판 용도로 사용 금지

** 작업발판 일체형 비계 : 작업발판 또는 거푸집을 일체형으로 제작한 비계로 갱폼, 클라이밍 시스템(ACS, RCS 등) 등

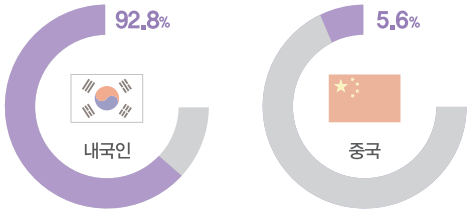


국적별 현황

(단위 : 명)

총합계	내국인 (대한민국)	외국인					
		소계	중국	몽골	베트남	우즈베키스탄	기타
488 (100%)	453 (92.8%)	35 (7.2%)	27 (5.6%)	3 (0.6%)	3 (0.6%)	1 (0.2%)	1 (0.2%)

- 내국인이 92.8%(453명), 외국인이 7.2%(35명)를 점유하였다. 외국인은 중국 5.6%(27명), 몽골 0.6%(3명), 베트남 0.6%(3명), 우즈베키스탄 0.2%(1명), 기타 0.2%(1명) 순으로 발생함.

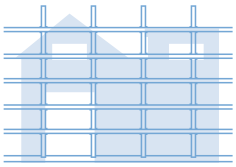


02
비계의 종류와 용어

1. 비계의 종류 ---------- 15
2. 비계관련 용어 ---------- 18
3. 비계 종류별 개요 ---------- 27



1 비계의 종류



1 재료에 의한 분류

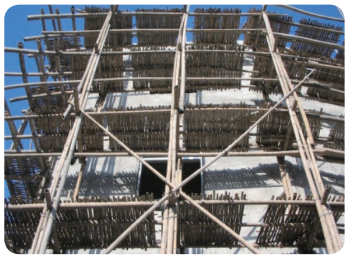
- 강재비계
- 알루미늄비계
- 목재(통나무, 대나무) 비계 등



강재비계



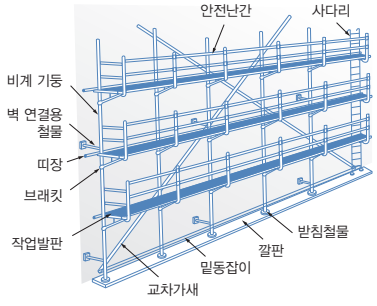
통나무 비계



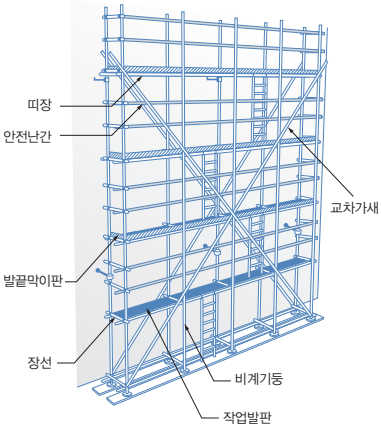
대나무 비계

2 설치형식에 의한 분류

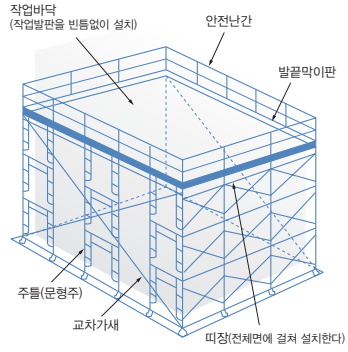
- **쌍줄비계** : 비계 기둥이 2열인 비계
- **외줄비계** : 비계 기둥이 1열인 비계
- **선반비계** : 작업구간 전체면에 설치한 비계



외줄비계



쌍줄비계



선반비계

3 설치구조에 의한 분류

○ 지주형

» 강관비계(단관비계)
» 강관틀비계
» 시스템비계
» 통나무비계

○ 이동형

» **바퀴 이동형** : 이동식비계 등
» **인력 운반형** : 말비계 등

○ 매달기형

» **달비계** : 외줄(간이)달비계, 쌍줄달비계(곤돌라 형식 등)
» **달대비계** : 전면형 달대비계, 통로형 달대비계, 상자형 달대비계(보용, 기둥용, 접이식), 이동식 천장 달대비계

○ 작업발판 일체형

» **거푸집·작업발판 일체형 비계(=작업발판 일체형 거푸집)** : 갱폼(Gang Form), 클라이밍 폼(Climbing Form), 슬라이딩 폼(Sliding Form), 슬립폼(Slip Form), 라이닝폼(Lining Form), 클라이밍 시스템폼*(Climbing System Form) : ACS, RCS, PCS, GCS 등)

*ACS(Automatic Climbing System), RCS(Rail Climbing System), PCS(Portable Climbing System), GCS(Guide-Rail Climbing System) 등

작업발판 일체형 거푸집

출처 : 산업안전보건기준에 관한 규칙 제337조

정의	거푸집의 설치·해체, 철근조립, 콘크리트 타설, 콘크리트 면처리 작업 등을 위하여 거푸집을 작업발판과 일체로 제작하여 사용하는 거푸집
종류	갱폼, 슬립폼, 클라이밍 폼, 터널 라이닝 폼, 그 밖에 거푸집과 작업발판이 일체로 제작된 거푸집

대형 거푸집 공법

벽전용 거푸집	▸ **Gang Form** : 대형 Panel Form + 발판 ▸ **Climbing Form** : Gang Form + 비계(작업대)
연속 공법	▸ **수직이동** : ① Slip Form - 단면 형상 변화 가능 ② Sliding Form – 단면 형상 변화 불가능 ▸ **수평이동** : Travelling Form



갱폼



클라이밍 시스템폼



슬립폼



터널 라이닝폼



교각 코핑폼



교각 피어폼

작업발판 일체형 비계

정의

커튼월 등 마감작업용 클라이밍 시스템[PCS-C(Portable Climbing System-Curtain Wall), SWC(Safety Working Cage) 등], 교량 공사용 특수작업대, 터널 공사용 작업대, 구조물 공사용 작업발판 일체형 작업대 등

○ 기계형

» 고소작업대
» 곤돌라
» 기계구동형 비계

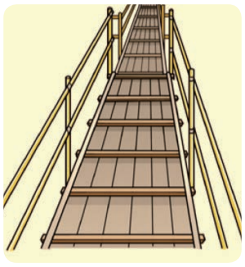
○ 가설통로형

» 가설경사로
» 가설계단
» 사다리형 통로 등

2 비계관련 용어

가설통로

» 공사기간 중에 노동자의 안전한 이동경로와 재료의 운반을 위해 임시로 설치하는 통로로서 경사로, 계단, 사다리, 승강용 트랩 등이 있음.
※ 사다리를 작업발판 용도로 사용 금지


가설 경사로


가설계단


수직 사다리


승강용 트랩

강관틀비계

» 강관 등으로 미리 제작한 틀을 현장에서 조립하여 세우는 형태의 비계

강관비계

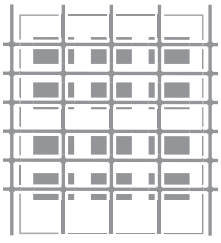
» 강관을 이음철물이나 연결철물(클램프)을 이용하여 조립한 비계

강도(Strength)

» 재료에 하중을 주었을 경우 재료가 파단에 이르기까지의 변형저항

강성(Stiffness)

» 물체가 외부의 압력에 대하여 그 모양이나 부피가 변하지 않고 견디는 성질로서 재료가 변형되기 쉬운지 여부의 정도를 나타내는 것



갱폼(Gang Form)

» 주로 고층 아파트에서와 같이 평면상 상·하부 동일 단면 구조물에서 외부 벽체 거푸집과 거푸집 설치·해체작업 및 미장·치장(견출) 작업발판용 케이지(Cage)를 일체로 제작하여 사용하는 대형 거푸집(작업발판 일체형 거푸집 중 하나임.)

구조해석

» 구조물의 기하학적 형상, 재료의 성질, 지점 조건 등을 고려한 해석모델에 외력에 의한 구조물의 반력, 부재력, 처짐 등을 구하는 과정

강관조인트

» 단관비계용 강관 2개를 서로 이어서 비계의 길이를 늘이기 위하여 사용하는 이음 부재

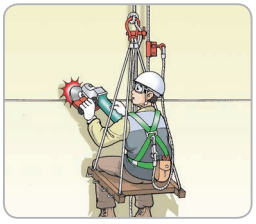




낙하물방지망

낙하물방지망

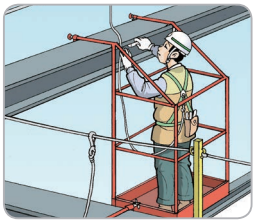
» 작업도중 자재, 공구 등의 낙하로 인한 피해를 방지하기 위하여 벽체 및 비계 외부에 설치하는 망



외줄 달비계

달비계

» 상부의 가설 또는 본 구조물에 와이어로프, 섬유로프 등으로 작업대를 매단 형태로 작업대의 수직 이동이 가능한 비계로 건물의 도장, 견출 및 청소 작업 등에 주로 사용됨.



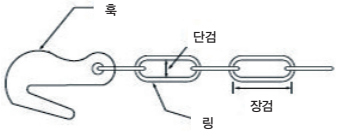
달대비계

달대비계

» 상부의 가설 또는 본 구조물에 강관비계, 철골 등으로 작업대를 직접 매달거나, 지지하는 형태로 작업대의 수직 이동이 어려운 비계로 주로 철골공사 시에 사용됨.

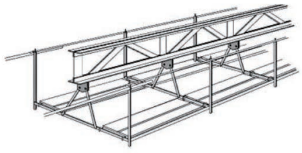
달기체인

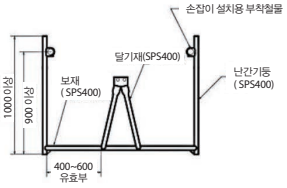
» 바닥에서부터 외부비계 설치가 곤란한 높은 곳에 작업공간 확보를 위한 달비계 설치 시 사용하는 체인형식의 금속제 인장부재



달기틀

» 달비계의 작업발판을 지지하는 부재





용어의 정의



말비계

○ 도괴(倒壞, collapse)

» 비계가 넘어지거나 무너지는 현상

○ 말비계

» 주로 건축물의 천장과 벽면의 실내 내장 마무리 등을 위해 바닥에서 일정높이의 발판을 설치하여 사용하는 비계



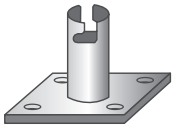
벽연결용 철물

○ 벽연결용 철물(벽이음 철물)

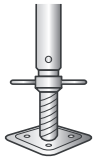
» 비계를 건물의 벽체나 기둥 등의 구조체에 연결함으로써 풍하중, 충격 등의 수평 및 수직하중에 의한 인장 및 압축하중을 지지하는 부재

○ 받침철물

» 비계 기둥의 상하부에 설치하여 미끄러짐이나 침하를 방지하고 항상 수평 및 수직을 유지하도록 하는데 사용하는 철물



고정형 받침철물



조절형 받침철물



발바퀴

○ 발바퀴(caster)

» 이동식비계의 기둥재 밑동에 조립하여 수평으로 이동이 가능하도록 하기 위하여 사용하는 바퀴

○ 발끝막이판(폭목, toeboard)

» 노동자의 발이 미끄러짐이나, 작업 시 발생하는 잔재, 공구 등이 떨어지는 것을 방지하기 위하여 작업발판이나 통로의 가장자리에 설치하는 판재

○ 비계

» **표준시방서 정의**

공사용 통로나 작업용 발판 설치를 위하여 구조물의 주위에 조립, 설치되는 가설구조물

» **KOSHA GUIDE 정의**

구조물의 외부작업을 위해 노동자와 자재를 받쳐주기 위해 임시적으로 설치된 작업대와 그 지지구조물

용어의 정의

○ 비계다리

» 작업자의 이동과 자재운반을 위해 비계에 설치하는 가설경사로



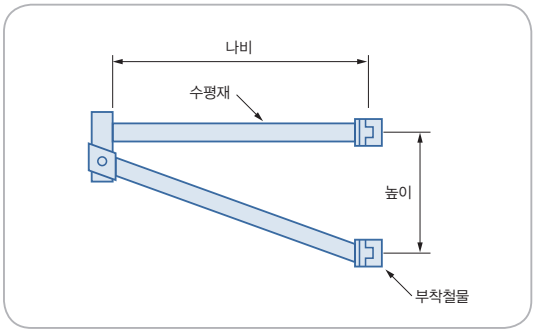
수직보호망

○ 수직보호망

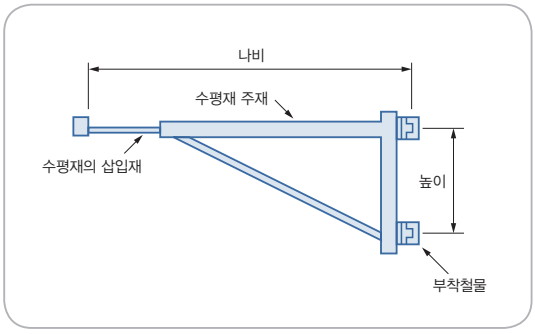
» 가설 구조물의 바깥면 등에 설치하여 낙하물의 비산 등을 방지하기 위하여 수직으로 설치하는 보호망

○ 선반 지주

» 구조물의 돌출부위 등으로 인해 작업공간을 별도로 설치하여야 할 필요가 있을 때 또는 외줄비계의 경우 비계기둥에 부착하여 작업발판을 설치할 목적으로 사용되는 브래킷 형식의 부재



고정형 선반지주



조절형 선반지주

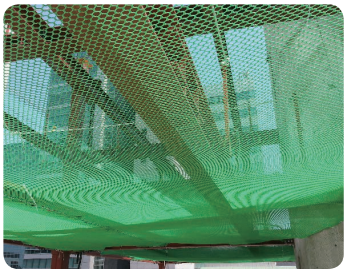
○ 시스템비계

» 수직재, 수평재, 가새재 등 각각의 부재를 공장에서 제작하고 현장에서 조립하여 사용하는 조립형 비계로 고소작업에서 작업자가 작업장소에 접근하여 작업할 수 있도록 설치하는 작업대를 지지하는 가설 구조물

○ 안전가시설(안전시설물)

» 노동자의 떨어짐이나 자재·공구 등 물건의 떨어짐, 부딪힘 등으로 발생할 수 있는 재해를 예방하고 안전을 확보하기 위한 목적으로 임시로 설치하는 시설로 추락방호망, 낙하물방지망, 방호선반, 안전난간, 수직형 추락방망, 수직보호망, 개구부 보호덮개 등이 있음.

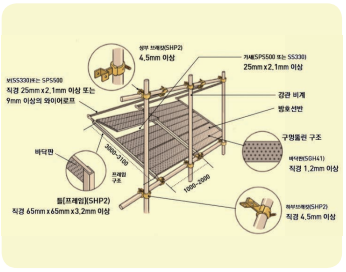
용어의 정의



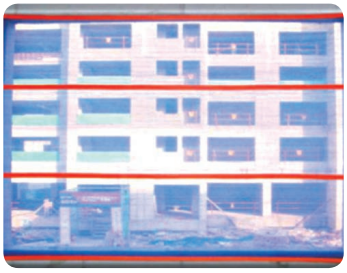
추락방호망



낙하물 방지망과 수직보호망



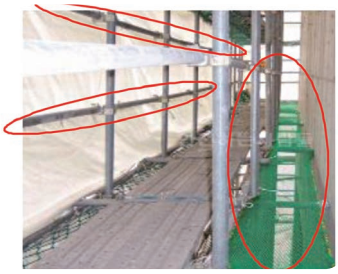
방호선반



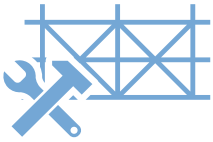
수직형 추락방망



개구부 보호덮개



안전난간과 추락방호망



ㅇ 안전난간 우선 설치법

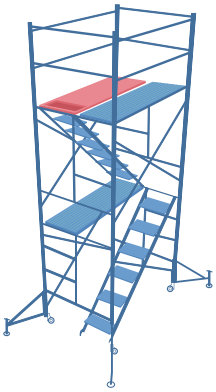
» 상부의 작업발판 설치 전 하부의 작업발판에서 상부 작업발판 예정 위치의 단부에 안전난간대를 미리 설치하는 방법으로 순차적 안전난간 설치법, 상승식 안전난간 설치법, 선행 안전난간 설치법 등이 있음.

ㅇ 이동식비계

» 타워형태로 조립한 틀조립 구조의 최상층에 작업발판과 안전난간을 설치하고 각주 밑 부분에 바퀴를 부착한 구조의 비계

ㅇ 작업발판

» 높은 곳에서 떨어지거나 발이 빠질 위험이 있는 장소에 노동자가 안전하게 작업하거나, 자재 운반 등을 안전하게 할 수 있는 공간을 확보하기 위해 설치해 놓은 발판

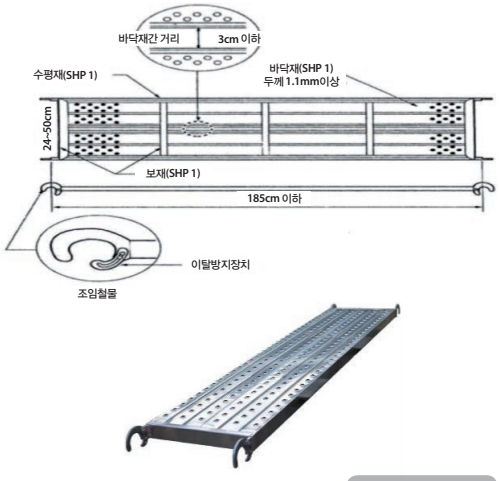


이동식비계

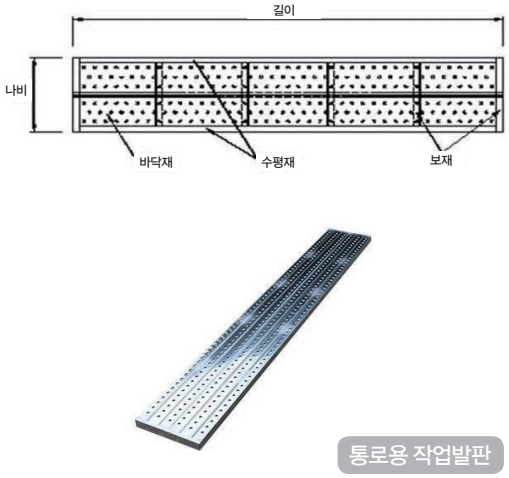
용어의 정의

① **작업대** : 비계용 강관 등에 설치할 수 있는 걸침고리가 용접 또는 리벳 등에 의하여 발판에 일체화되어 제작된 작업발판

② **통로용 작업발판** : 작업대와 달리 걸침고리가 없는 작업발판



작업대



통로용 작업발판

작업발판

○ 작업발판 일체형 비계

» 고소의 작업을 위해 작업발판과 비계를 일체형으로 제작한 비계로 구조물 마감작업 등을 위한 작업발판 일체형 비계(작업대)와 콘크리트 타설 등 구조물 공사를 위해 거푸집과 비계 및 작업발판을 일체로 제작한 거푸집·작업발판 일체형 비계(작업발판 일체형 거푸집) 등이 있음.

○ 주틀

» 틀형 비계를 구성하는 부재 중 하나로서 기둥재, 횡가재 및 보강재가 일체화되어 틀비계에 작용하는 수직하중을 지지하기 위한 부재

○ 조립식 안전난간

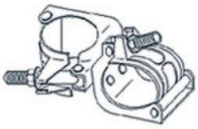
» 떨어질 우려가 있는 장소에 기둥재와 수평난간대가 현장에서 조립되어 설치되는 난간

용어의 정의

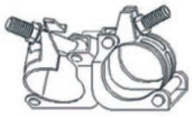
○ 조임철물

» 비계용 강관 등을 조립·설치하기 위하여 강관과 강관, 강관과 형강의 체결에 사용되는 철물

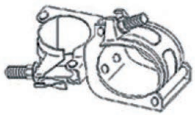
① **클램프** : 강관과 강관을 연결하는 조임 철물



고정 클램프

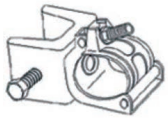


회전 클램프



이형 클램프

② **철골용 클램프** : 강관과 형강을 체결하는 조임 철물



철골용 클램프

○ 절연용 방호구

» 충전전로를 취급하는 작업 또는 그 인접한 곳에서 작업하는 경우, 감전 또는 선로손상의 위험 등을 방지하기 위하여 충전부분을 덮는 절연덮개, 선로호스 등과 같은 기구



절연방호관 (도체덮개)



선로 호스



애자 덮개



완금 덮개

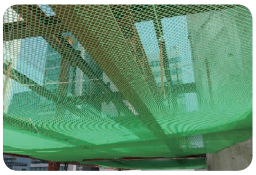
절연용 방호구의 종류

○ 절연 방호덮개

» 접촉사고를 방지하기 위하여 충전(또는 충전되지 않은)부분을 덮는데 사용하는 절연재료로 만들어진 덮개로 딱딱 하거나 유연한 형체를 갖춘 상태 또는 시트 형태 등으로 제조된 것

○ 좌굴(挫屈, buckling)

» 기둥의 길이가 그 횡단면의 치수에 비해 클 때, 기둥의 양단에 압축하중이 가해졌을 경우 하중이 어느 크기에 이르면 기둥이 갑자기 휘는 현상



추락방호망



수직보호망



수직형 추락방망

ㅇ 떨어짐 또는 낙하 방지망

» 작업자의 떨어짐 또는 낙하물 등에 의한 위험을 방호하기 위하여 설치하는 방망

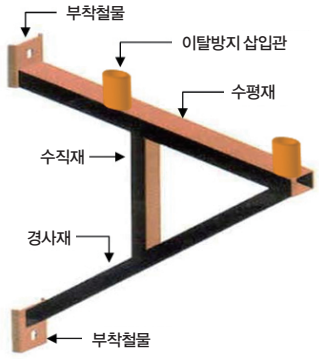
① **추락방호망** :
고소작업 중 작업자의 떨어짐 및 물체의 낙하를 방지하기 위하여 수평으로 설치하는 보호망으로 낙하물방지용 방망은 그물코가 20㎜ 이하이어야 함.

② **수직보호망** :
작업장에서 가설구조물의 바깥면에 설치하여 낙하물 등의 비산 방지를 위하여 수직으로 설치하는 보호망

③ **수직형 추락방망** :
건설현장에서 작업자가 위험장소에 접근하지 못하도록 수직으로 설치하여 떨어질 위험을 방지하는 방망

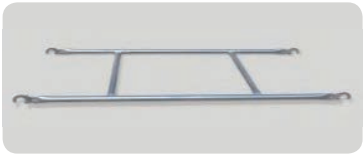
ㅇ 측벽용 브래킷

» 구조물 벽체 외부에 쌍줄비계를 설치할 목적으로 측벽에 설치하는 브래킷 형식의 부재



ㅇ 띠장틀

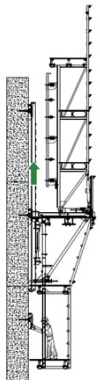
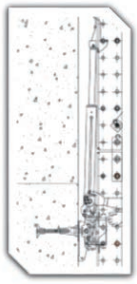
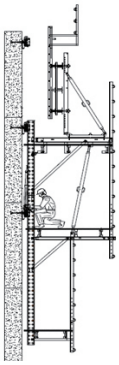
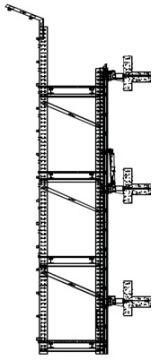
» 틀형 비계를 구성하는 부재 중 하나로서 수직으로 조립되는 주틀의 5단 이내마다 주틀의 횡가재에 결합되어 틀형 비계를 지지하기 위한 부재



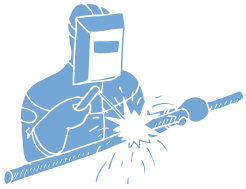
ㅇ 클라이밍 시스템

» 작업대가 클라이밍 콘·앵커, 레일 및 슈에 의해 지지되고, 유압장치 또는 크레인에 의해 슈와 레일에 따라 인상되는 시스템으로 구조물 공사용인 클라이밍 시스템폼과 외벽 마감용인 클라이밍 시스템 작업대로 구분되며, 클라이밍 시스템 작업대에는 마감재의 설치 공간을 확보하기 위해 브래킷이 추가 설치됨

용어의 정의

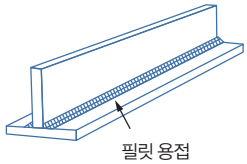
구조물 공사용			외벽 마감용	
ACS, SCS 등	유압실린더	RCS, PCS, JCS 등	SWC, PCS-C 등	브래킷
				

클라이밍 시스템

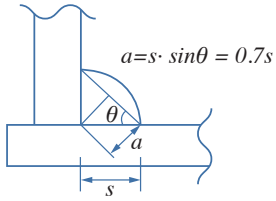


○ 필릿 용접(fillet Welding, 모살용접)

» 2장의 판을 T자 형으로 맞붙이기도 하고, 겹쳐 붙이기도 할 때 생기는 코너 부분을 용접하는 것



필릿(모살) 용접 개념도



유효목두께(a)와 용접치수(S, 각장)

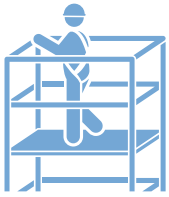
○ 허용응력설계법

» 탄성이론에 따라 외력에 의한 구조물의 최대응력이 주어진 부재의 허용응력 이하가 되도록 구조부재를 설계하는 방법

○ 허용지지력

» 지반에 하중을 가한 경우 지반의 전단 파괴에 대하여 안전하고 지반의 전단 변형에 의한 침하량이 허용값 이하인 지반의 지지 내력을 말하며, 극한 지지력을 안전율로 나누어 산정함.

3 비계 종류별 개요



비계작업은

용도에 따라 구조물 공사, 마감공사, 보수공사 등으로 크게 나눌 수 있으며, 재료·구조·형식에 따라 통나무비계, 강관비계, 강관틀비계, 시스템비계, 말비계, 달비계, 달대비계, 이동식비계, 특수비계 등으로 분류할 수 있다. 따라서, 모든 비계작업에 대해 기술하기에는 한계가 있으므로 이번 안내서에서는 국내 건설현장에서 거의 사용되지 않는 통나무비계를 제외하고, 강관비계, 시스템비계 등 건설현장에서 주로 사용하고 있는 비계에 대한 안전기준과 사고사례 등에 대해 이해하도록 한다.

1 강관비계

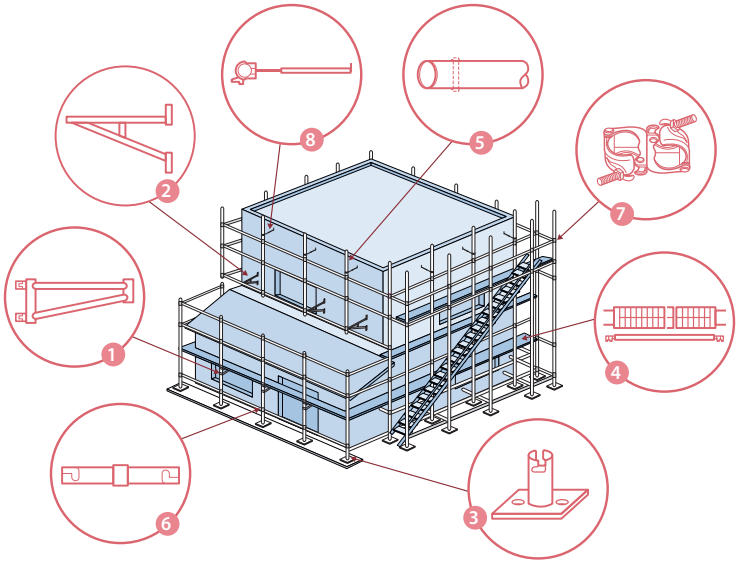
- **강관비계(Steel pipe scaffold)란** 강관을 이음철물이나 연결철물(클램프)을 이용하여 조립한 비계로 단관비계라고도하며, 일반적으로 건설현장에서 주로 설치하여 사용되고 있는 비계이다.
- **강관비계는** 크게 쌍줄비계(본비계)와 외줄비계(외쪽비계)로 나뉘며, 쌍줄비계는 비계기둥·띠장·장선·가새·작업발판·벽이음 철물(벽연결용 철물)·강관조인트·클램프 및 받침 철물 등으로 구성되며, 강관비계의 연직하중(고정하중, 작업하중), 수평하중, 풍하중 및 특수하중 등에 의한 좌굴 및 변형 방지를 위해 최대높이는 45m 이하로 설치하는 것을 원칙으로 한다.

강관비계의 개념도

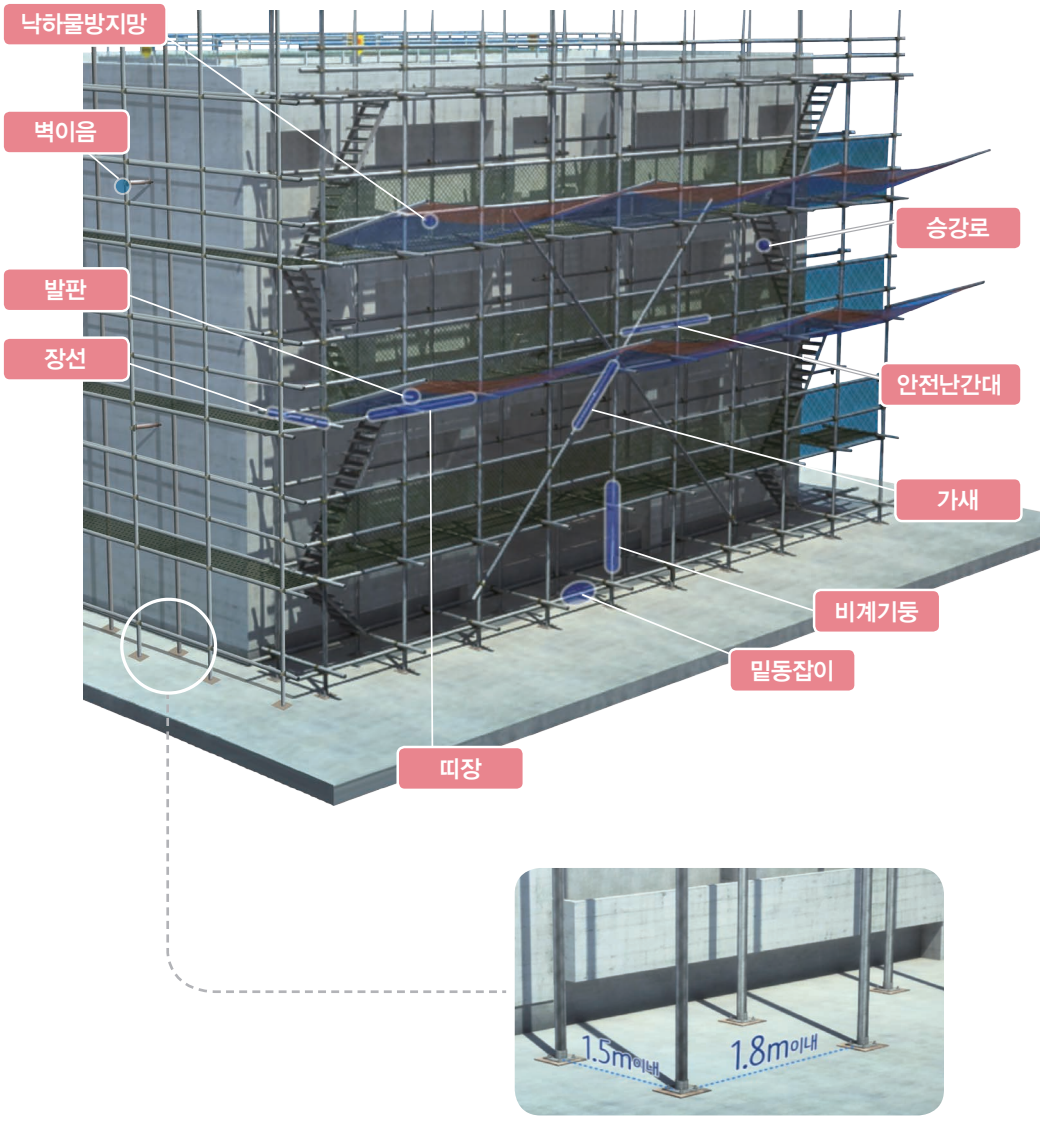
관련기준

안전인증기준,
KS F 8002

① 선박지주
② 측벽용 브래킷
③ 고정형 받침철물
④ 작업발판
⑤ 단관비계용 강관
⑥ 강관 조인트
⑦ 클램프
⑧ 벽 연결용 철물



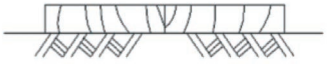
강관비계의 개념도



강관비계 설치도와 부위별 명칭

강관비계의 구성요소별_상세도/상세사진

❶ 침하방지 조치



깔판 설치

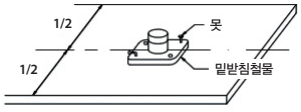


연약지반 보강



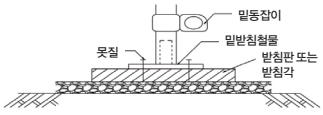
버림 콘크리트 타설

❷ 밑받침 철물



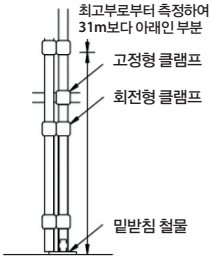
밑받침 철물의 고정

❸ 밑동잡이



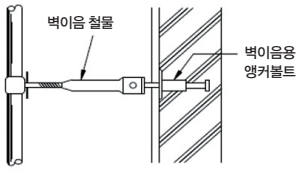
밑동잡이 설치

❹ 기둥 2본으로 보강

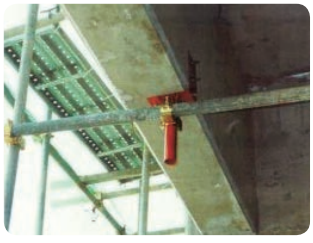


기둥 2본으로 보강

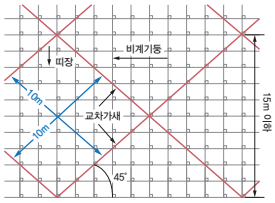
❺ 벽이음 철물



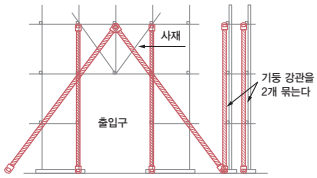




❻ 가새

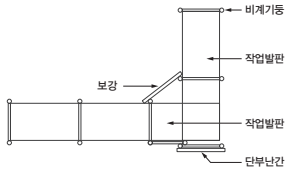


외부 교차가새(X브레이싱) 보강



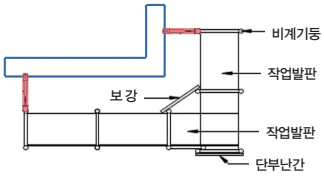
주출입구 가새 보강

❼ 우각부 보강



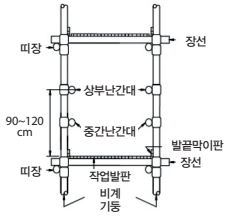
우각부 보강

❽ 비폐합구조 벽이음 보강



비폐합구조 벽이음 보강
(최외측, 매층)

❾ 떨어짐(추락) 방지



작업발판 및
안전난간 설치

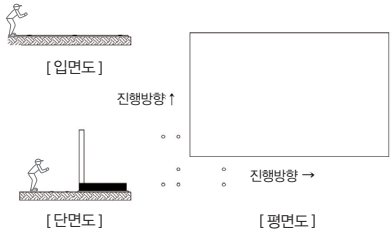


작업발판과 벽체사이
추락방호망

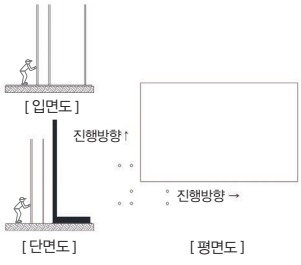
강관비계 설치 순서(참고용)

☞ 동 작업순서는 참고용이며, 현장의 여건에 맞는 안전한 방법으로 작업하여야 하고, 강관비계 설치·해체 작업 시 떨어짐위험이 있을 경우 안전대 부착 후 작업하여야 함.

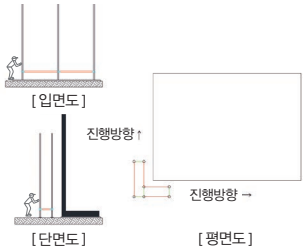
❶ 밑받침 철물(깔판) 설치



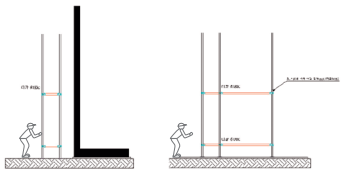
❷ 기둥 설치



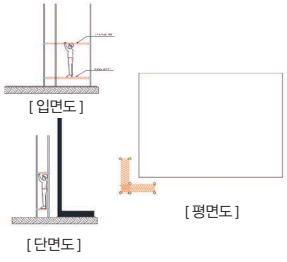
❸ 밑동잡이 설치



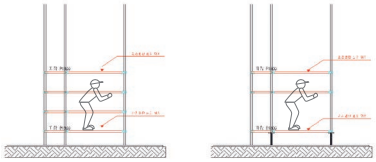
❹ 띠장 및 장선 설치



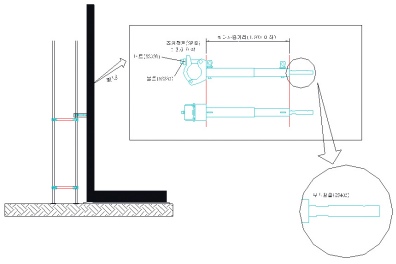
❺ 작업발판 설치



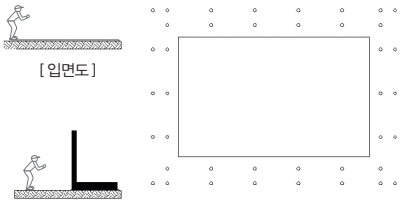
❻ 안전난간대 설치



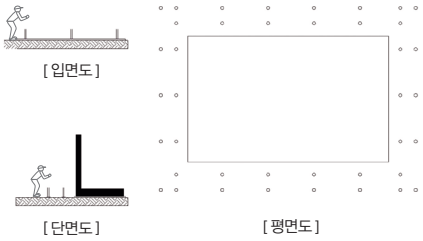
❼ 벽이음 설치



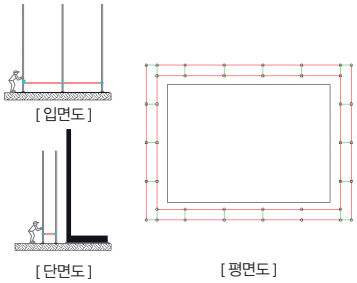
❽ 밑받침 철물 설치(반복)



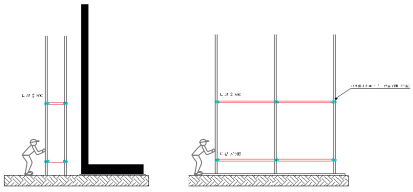
❾ 기둥 설치(반복)



❿ 밑동잡이 설치(반복)

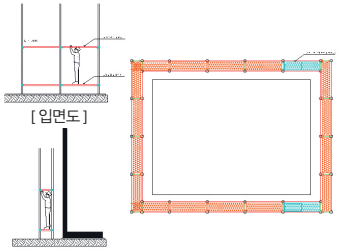


⓫ 띠장 및 장선 설치(반복)



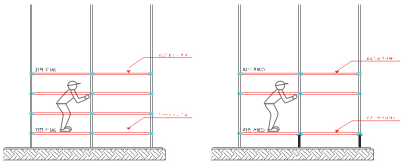
[단면도] [입면도]

⓬ 작업발판 설치(반복)



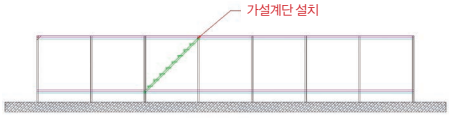
[입면도] [단면도] [평면도]

⓭ 안전난간대와 띠장 설치(반복)



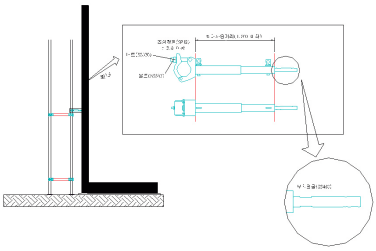
[외측 입면도] [내측 입면도]

⓮ 가설계단 설치(반복)

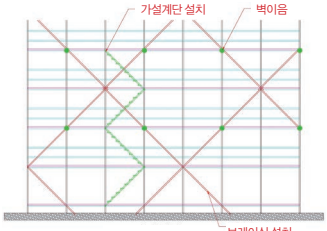


[외측 입면도]

⓯ 벽이음 설치(5m×5m이내)

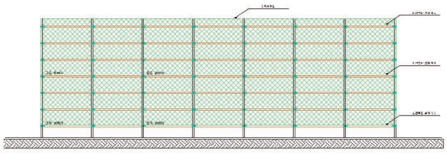


⓰ 브레이싱 설치(10m 이내마다)

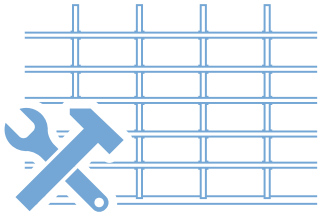


[외측 입면도]

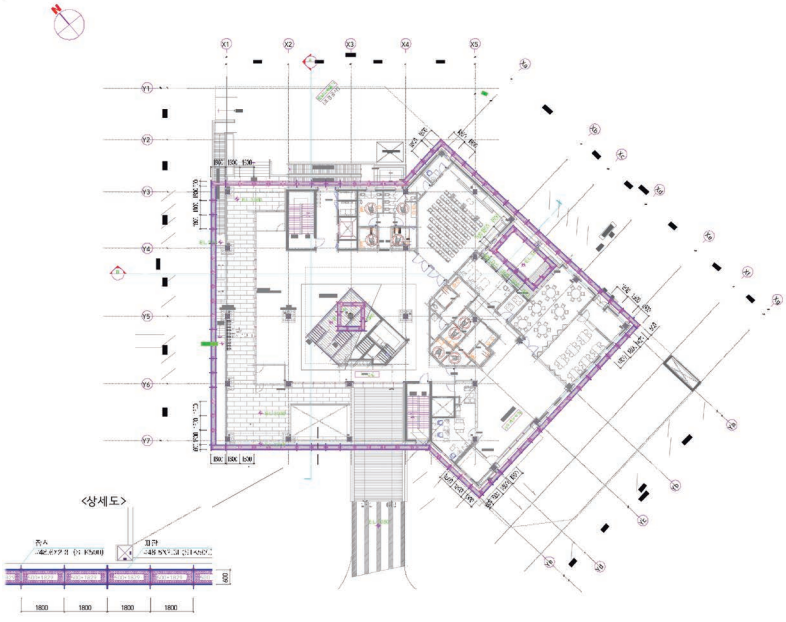
⓱ 수직보호망 설치



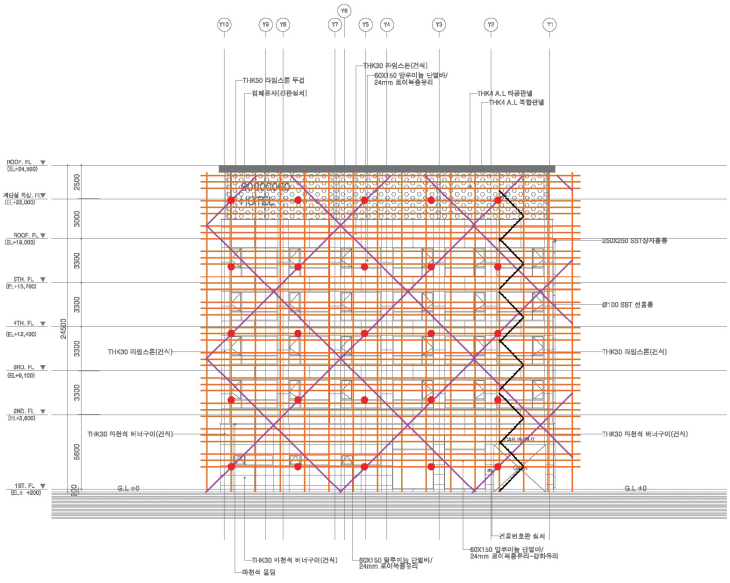
[외측 입면도]



강관비계 도면(참고용)



강관비계 평면도

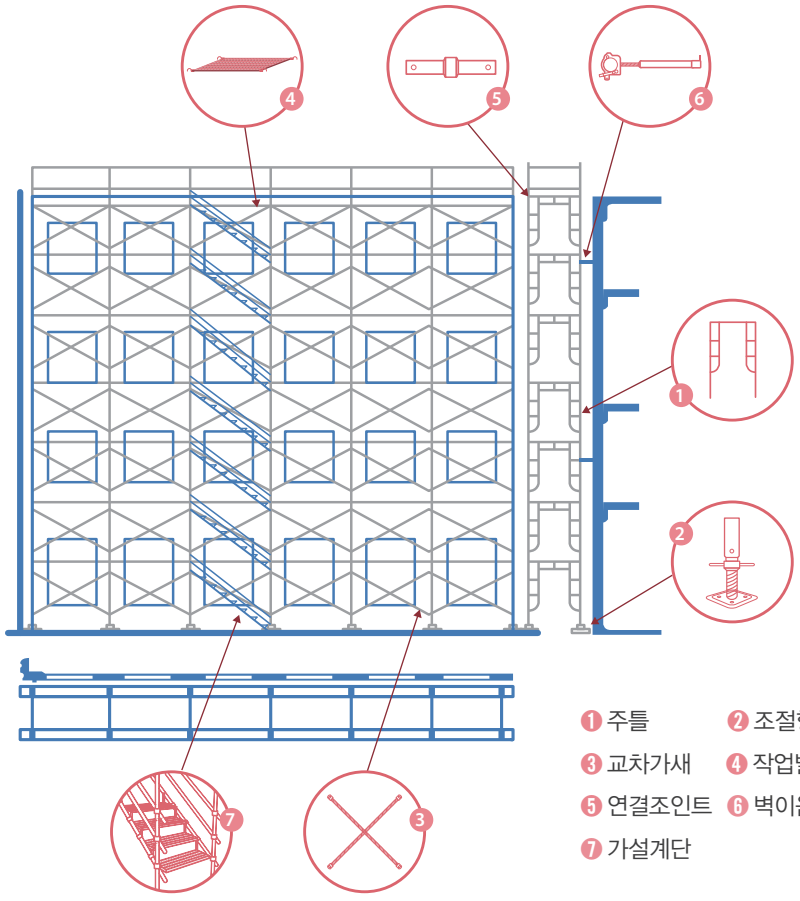


강관비계 입면도

2 강관틀비계

- **강관 틀비계란** 공장에서 미리 강관을 일정한 틀로 가공한 유닛(unit)을 현장에서 상하를 끼우거나, 결속하여 조립하는 비계를 말한다. 강관틀비계는 쌍줄비계와 유사한 형태로 현장에서 사용되고 있다. 강관틀비계는 좌굴에 대한 저항성이 크고, 조립과 해체가 신속·용이하며, 안전성·경제성 및 작업성이 우수하다.
- **강관 틀비계는** 주틀·교차가새·띠장틀·연결조인트·받침철물·벽이음 철물 등으로 구성된다. 강관틀비계의 연직하중(고정하중, 작업하중), 수평하중, 풍하중 및 특수하중 등에 의한 좌굴 및 변형 방지를 위해 최대높이는 45m 이하로 설치하는 것을 권장한다.

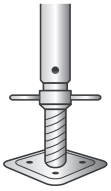
강관틀비계의 개념도



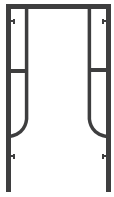
강관틀비계 설치도와 부위별 명칭

강관틀비계의 구성요소별_상세도/상세사진

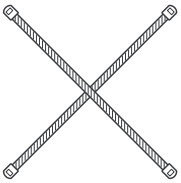
❶ 조절형 받침철물



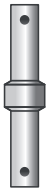
❷ 주틀



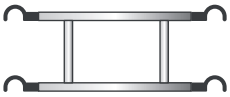
❸ 교차가새



❹ 연결조인트



❺ 띠장틀



※ 작업발판 설치 시 사용하지 않음.

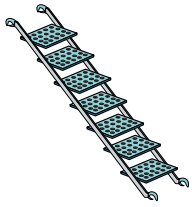
❻ 벽이음 철물



❼ 작업발판



❽ 가설계단



강관틀비계 설치 순서(참고용)

☞ 동 작업순서는 참고용이며, 현장의 여건에 맞는 안전한 방법으로 작업하여야 하고, 강관틀비계 설치·해체 작업 시 떨어짐위험이 있을 경우 안전대 부착 후 작업하여야 함.

❶ 평탄 및 침하방지조치



❷ 조절형 받침철물 설치



❸ 주틀 및 교차가새 설치



❹ 가설계단 및 작업발판 설치



❺ 연결조인트 설치



❻ 2단 주틀, 가새 및 중간난간대 설치



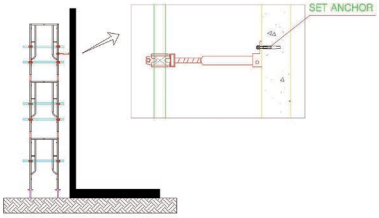
❼ 상부난간대 설치



❽ 2단 가설계단 및 3단 작업발판 등 설치(반복)

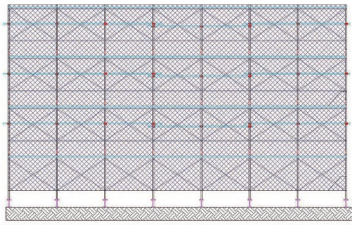


❾ 벽이음 철물 설치

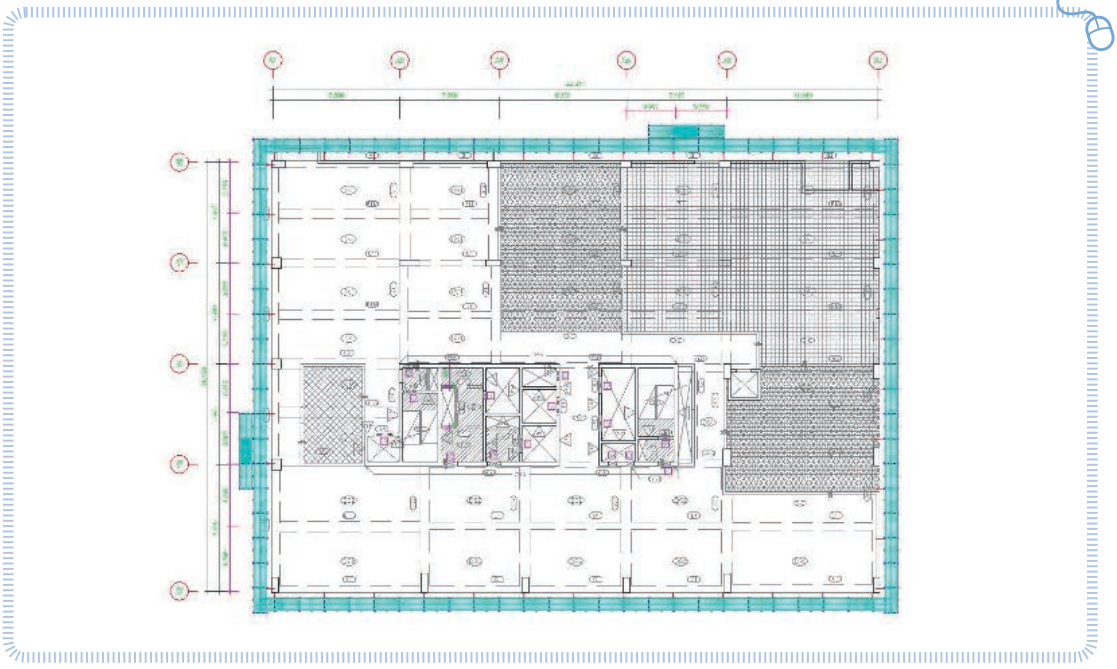


※ 수평방향 8m이내, 수직방향 6m 이내

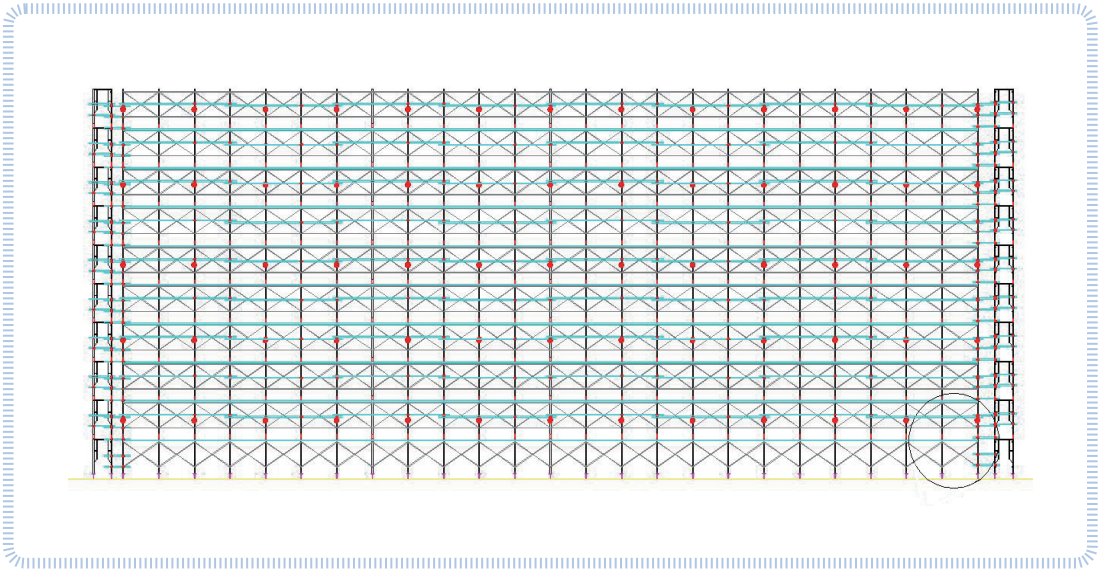
❿ 수직보호망 설치



강관틀비계 도면(참고용)

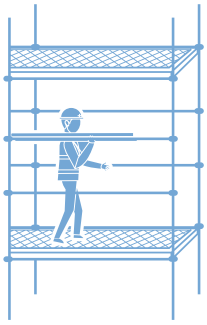


강관틀비계 평면도



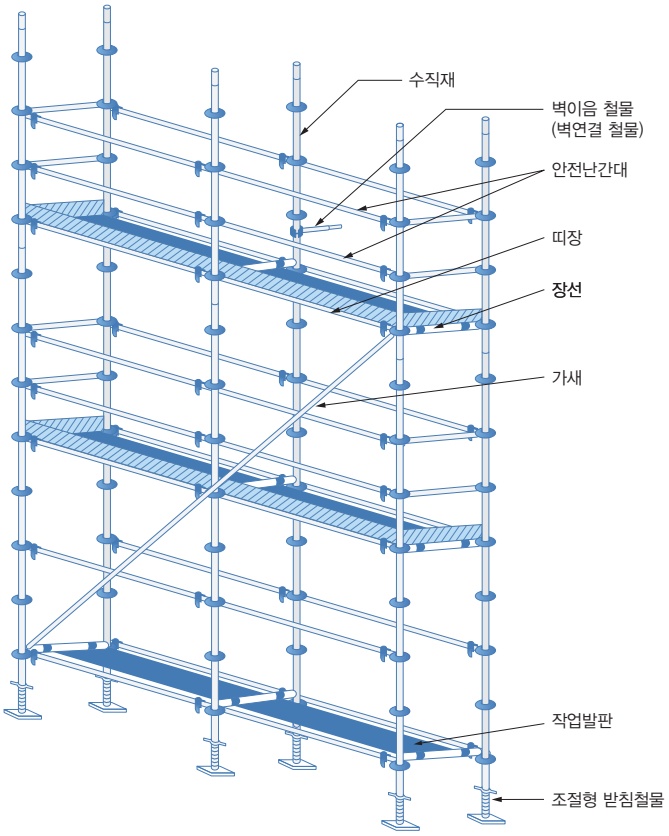
강관틀비계 입면도

3 시스템비계



- **시스템비계란** 수직재, 수평재, 가새재 등 각각의 부재를 공장에서 제작하고 현장에서 조립하여 사용하는 조립형 비계로 강관비계에 비해 설치·해체가 용이하고, 강도가 높으며, 안전성이 우수하여 최근에는 시스템비계를 설치하는 건설현장이 꾸준히 늘어나고 있는 추세이다.
- **시스템비계는** 강관비계에 비해 좌굴에 대한 저항성이 크고, 조립과 해체가 신속·용이하며, 안전성·경제성 및 작업성이 우수하다. 시스템비계는 수직재·수평재·연결조인트·받침철물·가새·벽연결철물 등으로 구성된다. 시스템비계의 연직하중(고정하중, 작업하중), 수평하중, 풍하중 및 특수하중 등에 의한 좌굴 및 변형 방지를 위해 가새재와 벽이음 설치를 철저히 하고, 구조안전성 검토 후 조립도에 따라 설치하여야 한다.

시스템비계의 설치 개념도



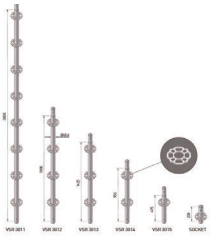
시스템비계의 설치도와 부위별 명칭

시스템비계의 구성요소별_상세도/상세사진

❶ 조절형 받침철물



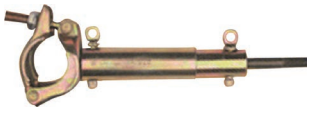
❷ 수직재



❸ 수평재



❹ 벽이음 철물







❺ 작업발판





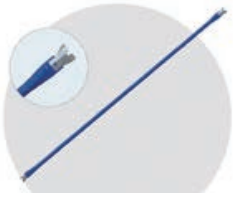


❻ 주출입구 트러스





❼ 가새(브레이싱)





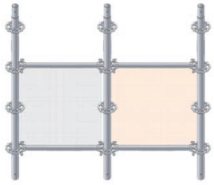


⑧ 승강설비(가설계단 등)





⑩ 수직보호망, 추락방호망(벽체와 비계사이)

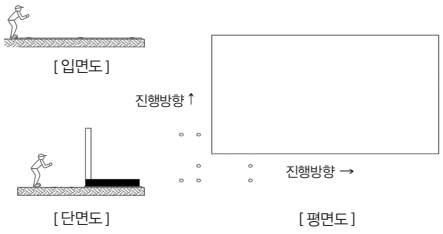




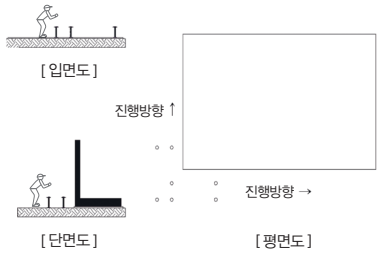
시스템비계 설치 순서(참고용)

☞ 동 작업순서는 참고용이며, 현장의 여건에 맞는 안전한 방법으로 작업하여야 하고, 시스템비계 설치·해체 작업 시 떨어짐위험이 있을 경우 안전대 부착 후 작업하여야 함.

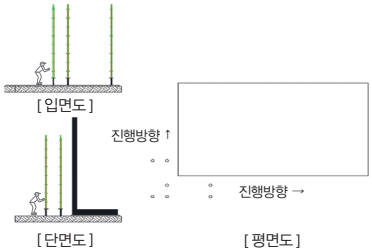
❶ 평탄 및 침하방지조치



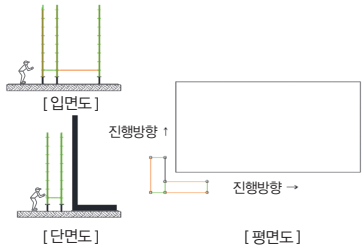
❷ 조절형 받침철물 설치



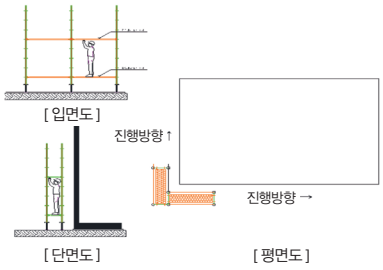
❸ 수직재 설치



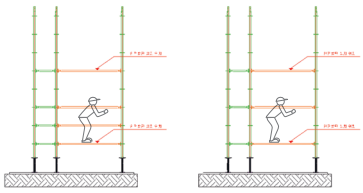
❹ 하부 수평재 설치



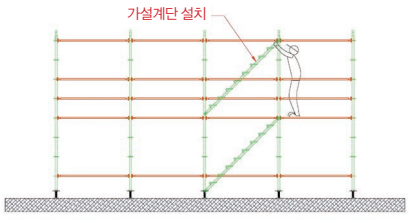
❺ 작업발판 및 상부 수평재 설치



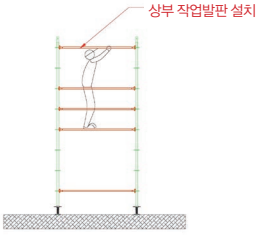
❻ 안전난간대 설치



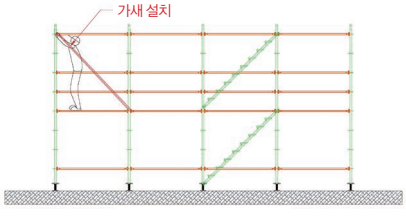
❼ 가설계단 설치



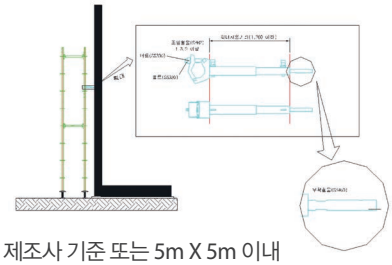
❽ 상부 작업발판 설치



❾ 가새설치

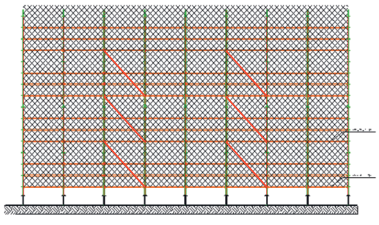


❿ 벽이음 철물 설치

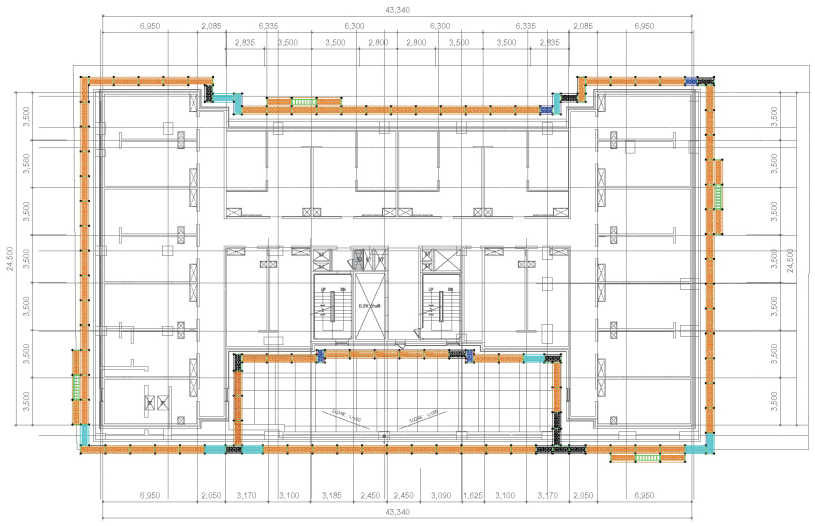


※ 제조사 기준 또는 5m X 5m 이내

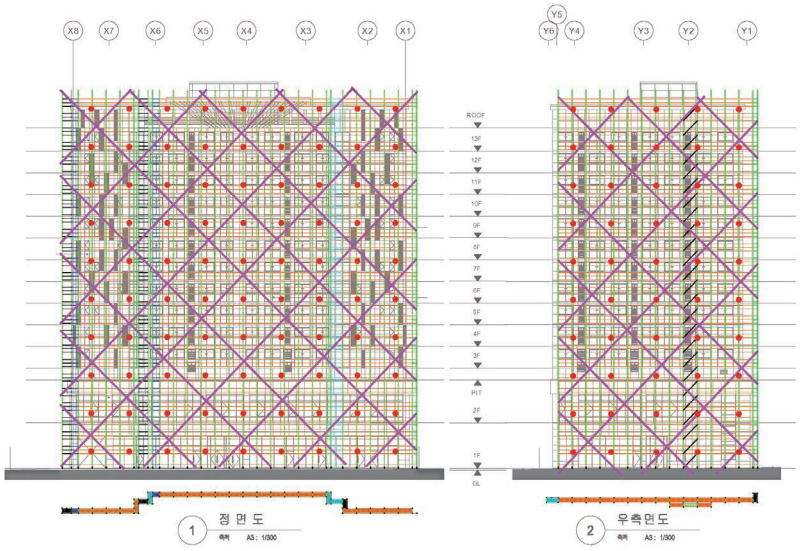
⓫ 수직보호망 설치



시스템비계 도면(참고용)



시스템비계 평면도

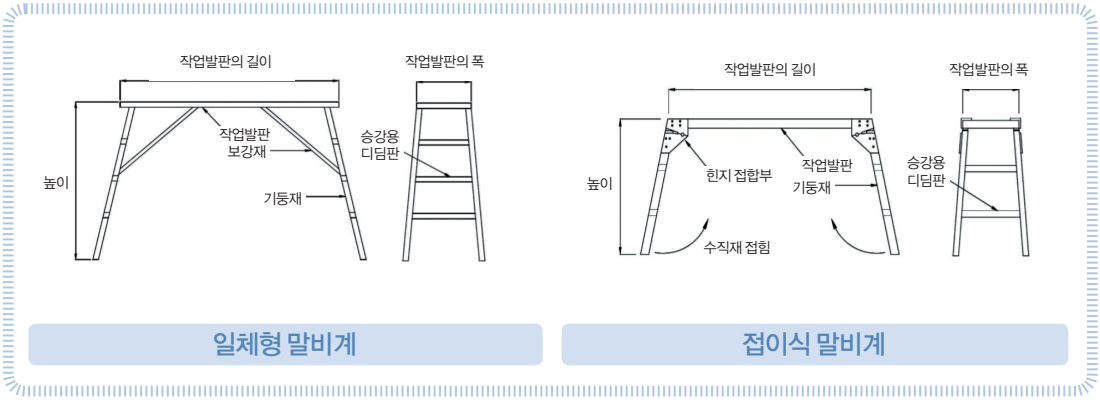


시스템비계 입면도

4 말비계

- **말비계란** 접이식 사다리 또는 우마(Saw horse, 지주부재)를 지주(支柱)로 이용하여 작업발판을 지지하도록 조립하여 사용하는 비계로 설치와 이동이 용이하여 주로 건축물의 천장과 벽면 등 높이가 낮은 작업에 주로 사용되고 있다.
- **사용재료에 따라** 강재, 알루미늄재, 목재 등으로 구분되며, 이 중 강재와 알루미늄재 말비계는 기둥재와 작업발판이 용접 등으로 일체화된 구조의 일체형과 기둥재와 작업발판과의 접합부위가 힌지로 제작되어 기둥재를 작업발판 길이 방향으로 접을 수 있는 접이식으로 구분된다. 최대 설치높이 1.5m를 원칙으로 하고 있으나, KOSHA GUIDE에서는 안전을 위해 1.2m 미만으로 규정하고 있다.
- 다만, 부득이하게 1.5m를 초과하여 설치 시 안전한 승강을 위해 손잡이와 전도방지 장치(아웃트리거)를 설치하고, 작업발판 단부에 안전난간 설치 등 충분한 안전조치 후 사용하여야 한다.

말비계의 개념도



일체형 말비계 | 접이식 말비계

일반 말비계 설치 순서

❶ 우마(지주부재) 설치



❷ 우마(지주부재) 상부에 작업발판 설치



접이식 말비계 설치순서

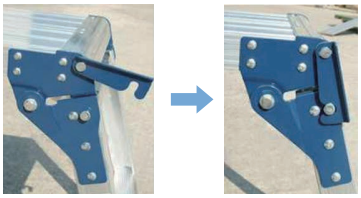
❶ 현장반입



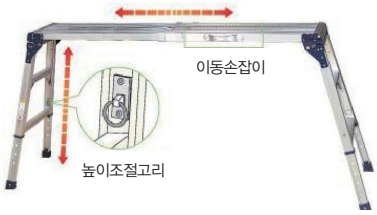
❷ 수직재(다리) 펼침



❸ 수직재 접힘 방지용 잠금장치 고정



❹ 작업대 높이와 길이 조절



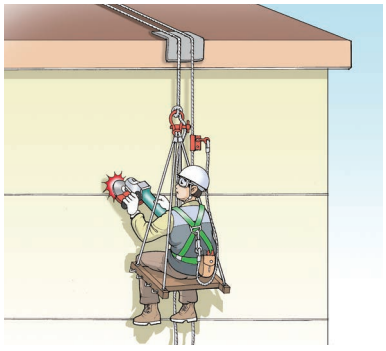
- 작업대 다리에 있는 조절 고리를 잡아당겨 높이 조절 후 고리를 눌러 고정
- 상판 옆에 있는 조절 고리를 잡아당겨 상판 길이를 조절 후 고리를 눌러 고정

5 달비계

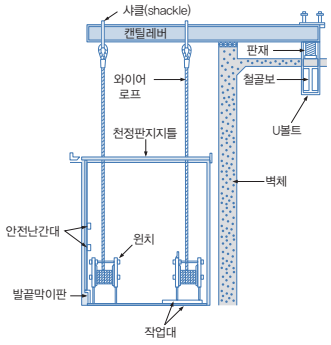
- **달비계(hanging scaffold)란** 고소작업을 할 때 작업발판을 와이어로프, 달기체인 등의 재료로 상부지점을 매다는 형식의 비계로 하부로 이동이 가능하며, 건물의 마감작업이나, 청소작업 등의 용도로 사용되고, 외줄(간이) 달비계와 쌍줄 달비계(곤돌라 형식)로 크게 나뉜다.
- 건설현장에서 건물의 도장 작업 등을 위해 설치하는 **달비계는 대부분 외줄(간이) 달비계**이다.
- **달비계의 로프를 고정하는 곳은** 달비계 로프 고정 전용 고리(일명 청소용 고리)를 설치하고, 8자 매듭 등 견고히 결속한 후 풀리지 않도록 관리하여야 하며, 달비계 탑승 전 별도의 안전대 부착설비(수직구명줄, 보조로프)를 설치하고 안전대를 부착 후 작업토록 관리하는 등 떨어짐(떨어짐) 재해예방에 집중하여 관리하여야 한다.

달비계의 개념도

외줄(간이) 달비계



쌍줄 달비계



달비계의 설치도와 부위별 명칭

달비계의 구성요소별_상세도/상세사진

❶ 달비계 탑승작업 시 부위별 명칭



그네식안전대

주로프 : 20mm 이상
보조로프 : 16mm 이상

추락방지대
- 상 : 청색
- 하 : 적색 CD관 체결
(정방향식별 용이)

주의사항

- 보조로프는 추락방지대가 유효하게 작동될 수 있는 직경인지 반드시 확인한다.
- 부득이하게 로프 직경을 변경하고자 할 경우 검토사항
  - 소요강도 확보(2,340kgf 이상)
  - 추락방지대의 사용설명서 기준에 적합한 로프 직경인지 확인
- 보조로프에 추락방지대 설치 시 추락방지대가 정상 작동되는 방향인지 확인한다.
- 하강기 사용 시 안전성이 확보된 산업용 하강기를 사용하도록 한다.

※ 레포츠용 하강기 등 안전 성능이 미흡한 하강기를 사용하지 않도록 한다.

❷ 달비계 작업 시 안전관리


특별안전교육실시


작업대 안전성 검토


로프 2점지지 고정


표지판 및 시건장치


관리감독자 점검


로프 구조물 걸침


이동 시 말비계 사용


이동 시 보조고리 사용

달비계 설치 순서(참고용)

- 작업대용 로프 : 주로프
- 안전대용 로프 : 보조로프

❶ 로프 고정점 견고한 구조여부 확인



❷ 주·보조로프 지상으로 내린후 지면에 닿았는지 확인



❸ 주·보조로프 고정점에 묶기



❹ 로프 풀림방지 시건조치



❺ 주로프에 샤클 걸기



❻ 샤클에 작업대를 걸고 샤클 고정



❼ 로프에 부착된 작업대를 외부로 거치



❽ 로프와 벽체 접속부 보호대 설치



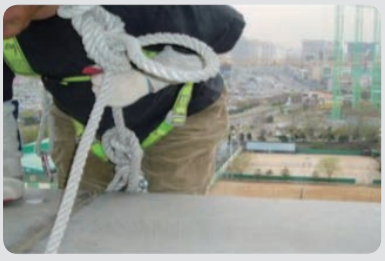
❾ 작업대 탑승전 안전대를 보조로프(구명줄)에 부착



❿ 로프가 지면에 닿았는지 재확인



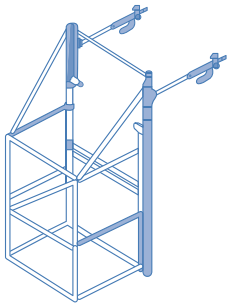
⓫ 작업대에 탑승



⓬ 달비계에 탑승하여 작업

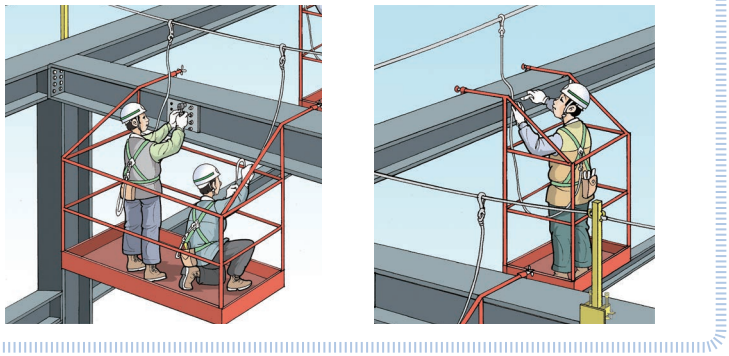


6 달대비계



- **달대비계란** 주로 철골 작업 등 고소작업을 할 때 작업대를 구조물에 직접 매다는 형식의 비계로 작업대의 하부 이동이 불가능하며, 철골의 리벳 치기, 볼트 체결 등의 용도로 많이 사용된다.
- **건설현장 중** 철골 조립작업, 강교 조립 작업 등을 위한 달대비계는 현장에서 직접 제작 또는 기성품을 사용하고 있다. 달대비계 사용 전 작업대 적재하중 등을 고려한 구조안전성 검토 후 설계도면에 따라 제작하여야 하며, 현장 반입 시 달대비계의 주요구조부(지지대, 연결부 등)에 대해 점검을 철저히 하여야 하고, 달대비계를 이용한 작업 시 안전대 착용 및 작업대에 최대적재 하중을 준수하여야 한다.

달대비계의 개념도

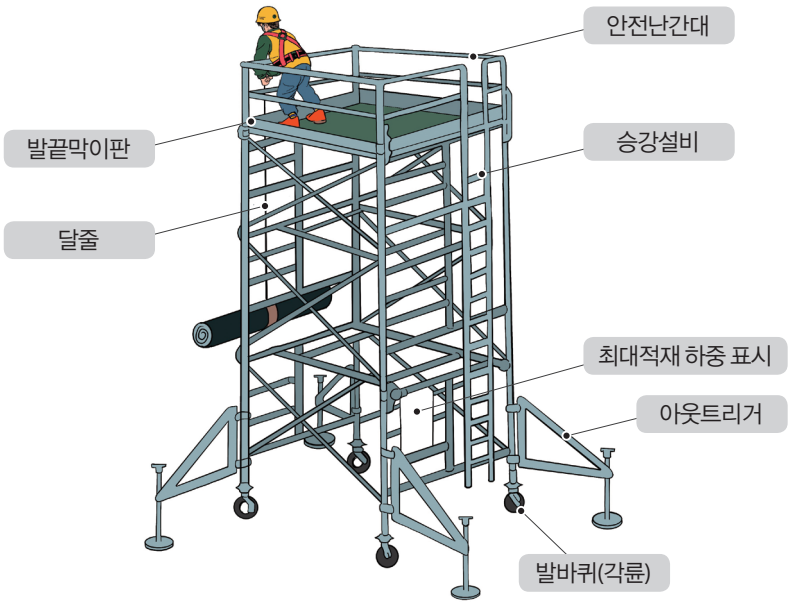


달대비계의 설치 개념도

7 이동식비계

- **이동식비계(Rolling tower, Mobile Scaffold)란** 타워형태로 조립한 틀조립 구조의 최상층에 작업발판과 안전난간을 설치하고 주틀 밑 부분에 발바퀴를 부착한 구조의 비계를 말한다. 이러한 이동식비계는 높이를 용이하게 변경시킬 수 있을 뿐만 아니라 적은 인원으로도 이동이 가능하며, 주로 실내의 천장, 벽 등의 마무리 작업에서 사용된다.
- **이동식비계는** 발바퀴, 주틀, 교차가새, 작업발판, 안전난간대 등으로 구성되며, 이동식비계의 전도 방지를 위해 비계의 최대 높이는 밑변 최소 폭의 4배 이내로 설치하여야 하며, 노동자의 탑승상태로 이동하지 않도록 하고, 불시 이동 방지를 위해 바퀴구름방지장치(제동장치)를 설치하고 잠금상태를 확인하여야 한다.
- 또한, 노동자의 안전한 승강을 위해 가설계단이나, 승강용 사다리를 설치하고, 작업발판 단부에는 안전난간을 설치하여야 하며, 최대 적재하중(250kgf)은 노동자가 잘 보이는 곳에 표시하여야 한다.

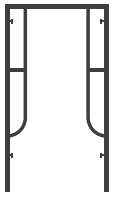
이동식비계의 개념도



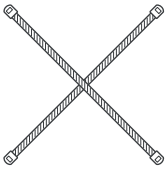
이동식비계의 설치도와 부위별 명칭

이동식비계의 구성요소별_상세도/상세사진

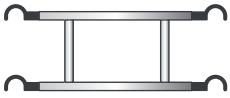
❶ 주틀



❷ 교차가새



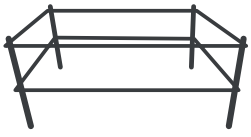
❸ 띠장틀



❹ 작업발판



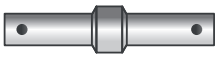
❺ 안전난간대(난간틀)



❻ 발바퀴(각륜)



❼ 연결조인트



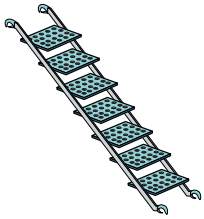
❽ 전도방지대(아웃트리거)



❾ 발끝막이판



❿ 가설계단



⓫ 여닫이 방식 개폐형 발판



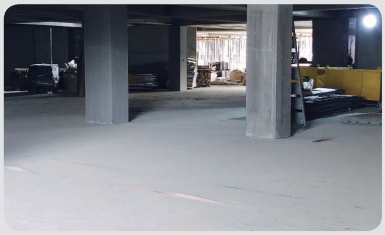
⓬ 미닫이방식 개폐형 발판



이동식비계 설치 순서(참고용)

☞ 동 작업순서는 참고용이며, 현장의 여건에 맞는 안전한 방법으로 작업하여야 하고, 이동식비계 설치·해체 작업 시 떨어짐위험이 있을 경우 안전대 부착 후 작업하여야 함.

❶ 설치 위치 확인 및 정리정돈



❷ 1단 주틀 세우기



❸ 1단 교차 가새 설치



❹ 1단 작업발판 설치



❺ 발바퀴 설치후 잠금상태 유지



❻ 아웃트리거 설치



❼ 연결조인트 설치



❽ 2단 주틀 설치



❾ 2단 교차가새 설치



❿ 2단 작업발판 설치



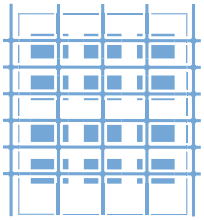
⓫ 안전난간대 설치



⓬ 발끝막이판 설치

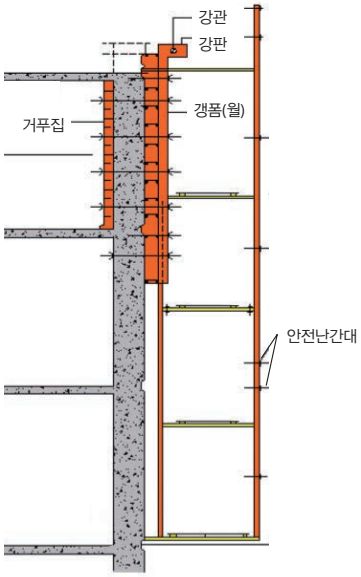


8 작업발판 일체형 비계

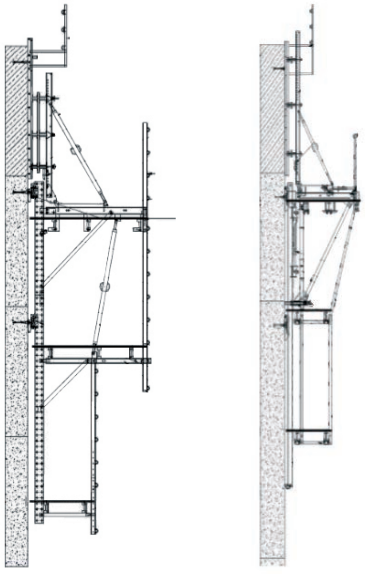


- **작업발판 일체형 비계란** 고소의 작업을 위해 작업발판과 비계를 일체형으로 제작한 비계로 구조물 마감작업 등을 위한 작업발판 일체형 비계(작업대)와 콘크리트 타설 등 구조물 공사를 위해 거푸집과 비계 및 작업발판을 일체로 제작한 거푸집·작업발판 일체형 비계가 있다.
- **거푸집·작업발판 일체형 비계(작업발판 일체형 거푸집)에는** 갱폼(Gang Form), 클라이밍 폼(Climbing Form), 슬라이딩 폼(Sliding Form), 슬립폼(Slip Form), 클라이밍 시스템폼(ACS폼, RCS폼 등), 터널 라이닝폼(lining Form) 등이 있으며, 작업발판 일체형 비계에는 마감작업용 클라이밍 시스템 작업대(SWC, PCS-C 등), 교량 공사용 특수작업대, 터널공사용 작업대 등이 있다.
- **일정기간 구조물에 고정 설치되는 작업발판 일체형 비계는** 고정되는 부위에 하중이 집중되어 안전상 중요하므로 구조검토 결과에 따른 설계도서에 따라 폼타이볼트(전단볼트) 또는 클라이밍 콘·앵커(콘, 타이로드 및 앵커플레이트)의 정위치 및 볼트의 체결길이 확보, 콘크리트 강도 확보, 연결부 정밀시공 등 품질확인을 철저히 하여야 하며, 교량상부 등 이동하여 설치되는 작업발판 일체형 비계는 구조안전성 검토 결과에 따른 설계도서와 매뉴얼에 따라 연결부 정밀 작업, 전도방지 조치 및 올바른 작업순서 준수 등 검측, 안전점검 및 관리감독을 철저히 하여야 한다.

거푸집·작업발판 일체형 비계(작업발판 일체형 거푸집)

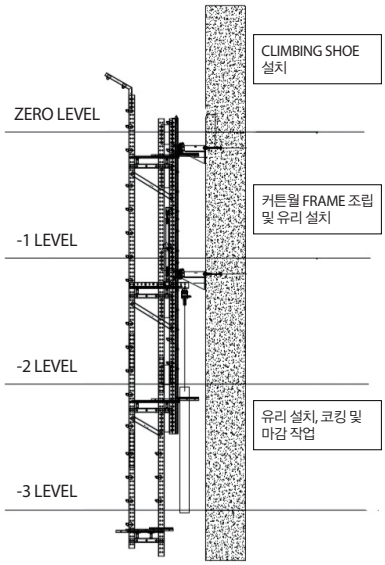


갱폼 개념도



클라이밍 시스템(RCS, ACS)폼(예시)

작업발판 일체형 비계



[마감용] 클라이밍 시스템 작업대 (예시)



터널 방수·철근 작업대 (예시)



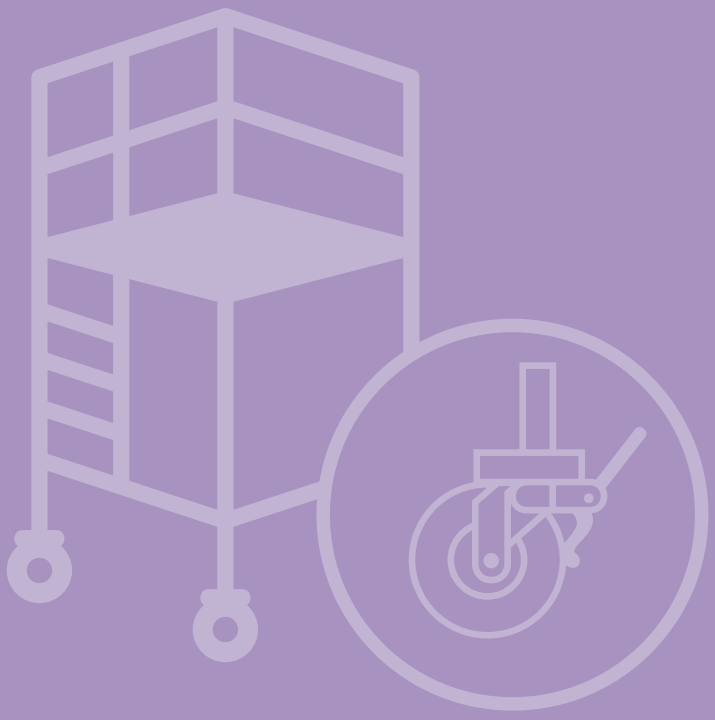
03

비계작업 검토사항과 설계기준 및 안전인증

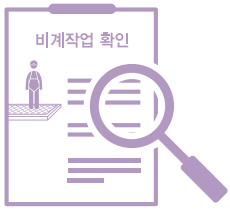
1. 비계작업 검토·확인사항 55

2. 비계 설계기준 61

3. 비계 및 안전가시설의 안전인증 68



1 비계작업 검토·확인 사항



☑ 공사 조건의 확인

해당 공사에 주어지는 조건이 매우 다양하기 때문에 요구 조건을 확인하고 제 조건에 대해서 신중히 검토하여 조건에 맞는 시공계획을 세워야 한다.

- 작업의 규모 및 특수성
- 공기, 공정의 제약
- 반입해야 할 재료, 자재의 종류 및 수량
- 공사비 등
- 요구 품질 및 정도의 수준
- 안전, 공해 대책
- 인력 확보, 공사용 기계설비의 능력

작업현장 및 주변의 상황조사

- **부지 내 공지 상황** : 자재 적재 장소 등
- **재료반입 여건** : 자재반입로의 위치, 넓이 등
- **부지의 평면상 항목** : 건물위치, 가설건물, 인접건물(구조물)
  - ▶ 안전한 비계 설치를 위해 인접건물과 최소 1.5m 이상 확보(권장)
- **지반항목** : 비계 설치 지반의 지내력, 고저차, 지중 장애 등
- **주변 교통상황** : 사람, 차, 교통규제, 버스정거장, 간선도로 등
- **주변 시설물(지장물)** : 고압선, 통신선, 담, 수목 등
  - ▶ 고압선과 최소안전거리 3m 이상 확보(최소안전거리 확보가 어려운 경우 이설, 절연방호구 설치 등)
- **주변환경** : 학교, 병원, 철도, 작업시간 제한, 주변건물 등
- **작업장소의 안전** : 환기 불충분 등 질식위험, 인화성·가연성 물질로 인한 화재 위험 등

예시

- ▶ 지하층 외벽 아스팔트프라이머 작업 시 질식 위험이 있으므로 환기계획 수립, 산소농도 측정, 감시인 배치, 안전교육 등
- ▶ 비계 위 작업발판에서 용접·용단 작업 시 인화성·가연성 물질 격리, 불연재로 방호, 안전교육, 소화기 비치, 화재감시인 배치 등

설계도서의 검토

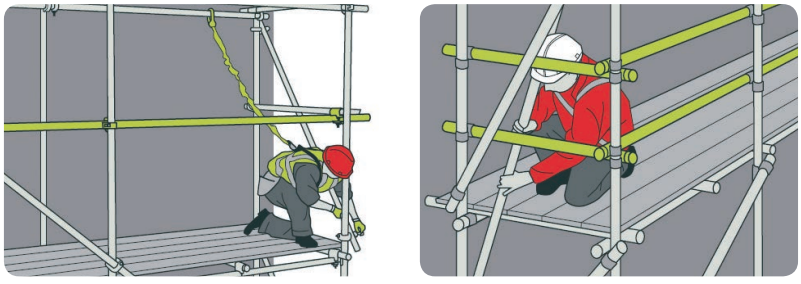
- 비계공법 선정
- 비계의 안전인증 및 안전기준(성능) 검토
- 비계의 소요량과 반입시기
- 관련공사의 동시작업 : 공정확인 및 작업의 안전성 확보

시공계획서

- 비계의 조립·해체 계획
- 적재 하중에 대한 안전대책
- 로프의 결속방법, 별도의 구명줄 설치 계획
- 질식위험장소 환기, 산소·유해가스 농도 측정 및 감시인 배치 등 질식재해예방 계획(필요시)
- 안전난간 설치 계획
- 지반의 침하방지 조치 계획
- 안전시설 설치계획

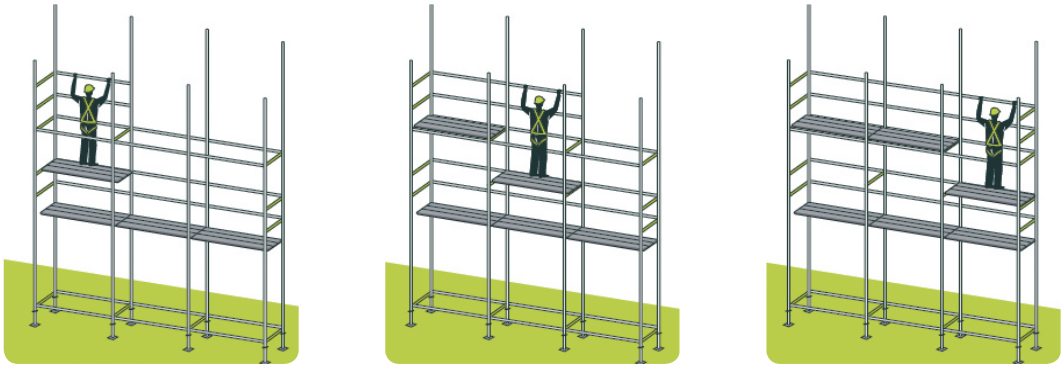
1 강관비계 후행 안전난간 설치 방법

출처 : Scaffolding in New Zealand



강관비계 후행 안전난간 설치 방법(예시) : 강관비계용

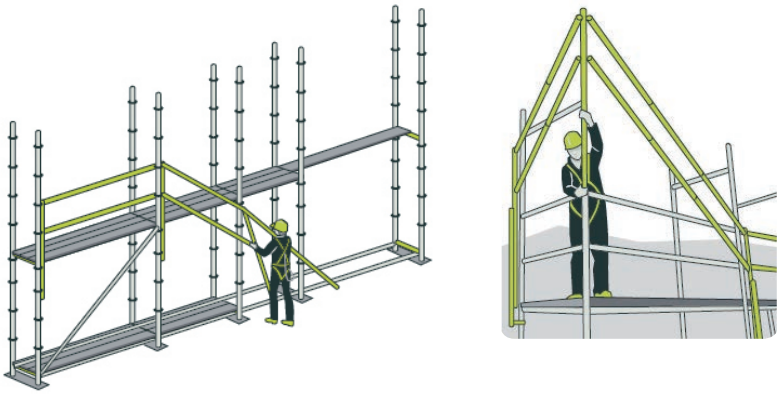
2 순차적 안전 난간 설치 방법



순차적 안전난간 설치 방법

출처 : Scaffolding in New Zealand

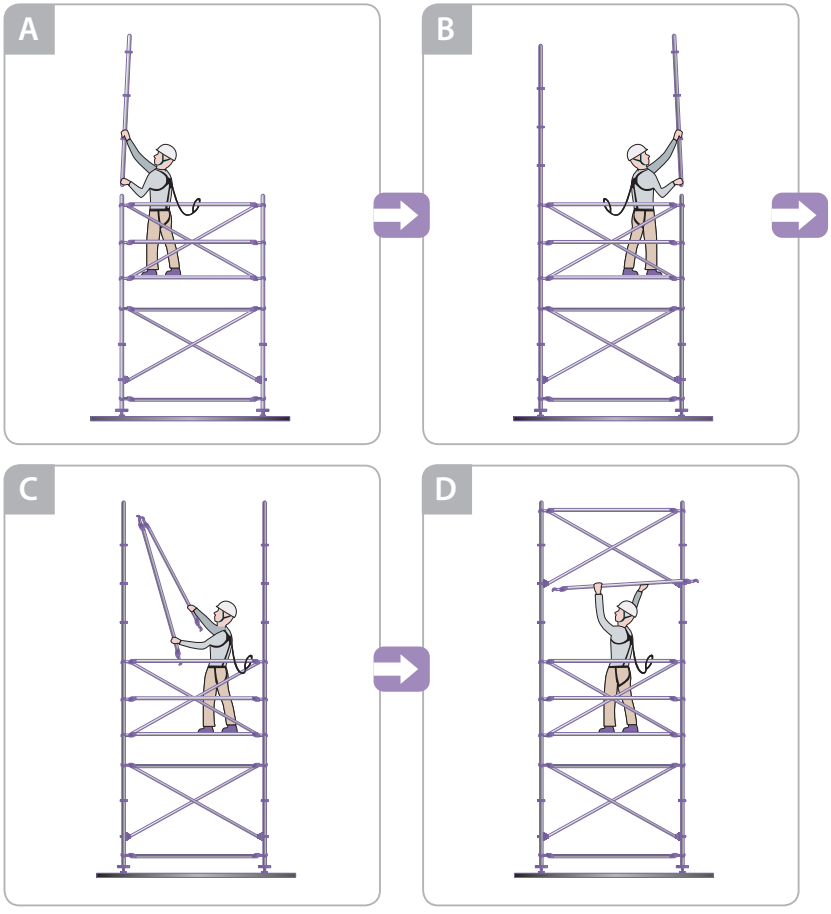
3 상승식 안전 난간 설치 방법



출처 : Scaffolding in New Zealand

상승식 안전난간 설치 방법

4 선행 안전난간 설치 방법



출처 : 일본의 시스템비계

선행 안전난간 설치 방법 : 시스템비계용

비계작업 안전 시공도서



- 비계설치도(평면도, 입면도 등)
- 비계설치방법이 포함된 시방서(도면에 포함하여 작성 가능)
- 비계, 결속재료, 안전난간 설치 등의 시공상세도(도면에 포함하여 작성 가능)
- 안전인증서나 공인시험기관 시험성적서 등 관련 서류
- 구조계산서

공사감독자가 인정하는 구조분야 전문자격을 갖춘 기술자의 구조계산서를 제출해야하는 경우

1. 높이가 31m 이상인 비계
2. 중량물(활하중 3.5KN/m^2 이상)을 취급하는 비계
3. 양중설비, 콘크리트 타설장비 및 낙하물방지망 등의 안전시설을 설치하는 비계

비계의 품질관리



1 정기검사

- 비계기둥의 좌굴 여부, 비계기둥 설치 위치의 지반상태 및 수직도 확인
- 비계 각 부분의 접속부, 교차부 결합 상태 및 클램프의 조임 상태 확인
- 비계에 설치된 각종 망의 결합 상태 확인
- 작업발판에 최대 적재하중을 초과하는지 여부 확인
- 최대 적재하중 표지판 부착 여부 확인
- 안전난간 및 작업발판의 탈락 여부 확인

2 조립 전·후의 검사

- 재료가 규격에 적합한지 확인
- 재료에 녹, 변형 또는 손상 등에 의한 결점이 없는지 확인
- 비계의 설치가 시공상세도에 따라 적합하게 되었는지를 검사
- 비계의 기초는 침하를 일으키지 않도록 조치하였는지 확인
- 비계 재료의 결합 상태 및 조임 상태 확인
- 비계는 구조물 등에 벽이음으로 연결되어 시공되었는지 확인

3 악천후 전의 검사

- 강풍 주의보가 예보된 경우는 즉시 벽 이음재나 버팀목 등의 상황을 점검하고, 필요에 따라 비계의 경사, 무너짐이나 재료의 흩어짐 방지조치 확인
- 비계에 설치된 추락방호망, 수직 보호망 및 작업발판 등은 해체하거나, 풍하중에 대하여 안전하도록 보강했는지 확인
- 벽 이음재나 비계의 구성부재가 소정의 위치에 확실하게 설치되어 있는지를 확인하고, 대형거푸집 또는 갱폼의 경우 버팀대나 당김줄 등으로 보강했는지 확인

4 악천후 후의 검사

- 비계 위에 떨어져 있는 자재나 공구 등의 유무 확인
- 전선 등이 걸려 있는지 확인
- 작업발판 등이 날리거나, 어긋나 있는지 확인
- 비계기둥이 놓여진 밑면에 미끄러짐 우려가 있는지 확인
- 벽 이음재나 클램프 등이 이완되거나 어긋남이 없는지 확인
- 안전 난간 등의 탈락 유무 확인
- 비계기둥이 침하되었는지 확인
- 각 부재들의 손상, 설치 및 결함 상태 확인

작업자의 자격, 경험 및 건강 관리사항

- 작업자의 자격, 경험 등 유자격 여부

□ 비계의 조립 및 해체작업의 자격·면허·경험 또는 기능

→ **관련근거 : 「유해·위험작업의 취업 제한에 관한 규칙」의 별표1**

1. 「국가기술자격법」에 따른 비계기능사보 이상의 자격
2. 「노동자직업능력 개발법」에 따른 해당 분야 직업능력개발훈련 이수자
3. 유해위험작업의 취업 제한에 관한 규칙에서 정하는 교육기관에서 교육을 이수한 사람
4. 3개월 이상 해당 작업에 경험이 있는 사람(층높이가 10미터 미만인 작업에 한함.)

- 고혈압·저혈압, 약시 등 건강 이상 여부
- 음주 여부 등

비계의 설계기준과 구조설계 순서도

1 설계기준

- KDS 21 60 00 : 2016「비계 및 안전시설물 설계기준」
- KOSHA GUIDE(C-20-2015)「비계 안전설계 지침」

2 비계의 구조 설계 순서도



01 하중계산(설계하중)

비계에 작용하는 하중 및 외력의 종류, 크기 산정
- 수직방향 하중, 수평방향 하중, 특수하중 등

02 응력계산

하중·외력에 의하여 각 부재에 발생되는 응력을 산출
- 휨모멘트, 전단력, 최대 처짐량, 좌굴, 비틀림의 영향 검토

03 단면배치 간격계산

각 부재에 발생되는 응력에 대하여 안전한 단면 및 배치간격 결정
- 작업발판, 수평재(장선, 띠장), 수직재(비계기둥), 가새재, 벽이음재, 브래킷 등의 배치

비계의 구조검토

비계 및 작업발판을 설치함에 있어 다음 사항을 준수하여 구조검토를 실시하고 조립도를 작성한다.



- 비계 및 작업발판의 설계는 허용응력 설계법을 적용 한다.
- 수직하중(고정하중, 활하중), 풍하중, 수평하중 및 특수하중(낙하물 방지망 등 안전시설 포함)등을 포함하여 검토 한다.
- 구조검토 시 비계 및 작업발판 부재의 안전인증기준 또는 성능시험 성적서 중 작은값을 기초로 한 허용하중 값을 적용 한다.
- 비계는 조립·해체가 편리한 구조로서, 이음부나 교차부에서 하중을 안전하게 전달할 수 있는 구조로 한다.
- 자세한 사항은 비계 설계기준(KDS 21 60 00 비계 및 안전시설물 설계기준)을 따른다.

2 비계 설계기준

출처 : KDS 21 60 00 비계 및 안전시설물 설계기준



일반사항

✡ 설계하중

1 일반사항

비계 및 안전시설물의 설계 시에는 연직하중, 풍하중, 수평하중 및 특수하중 등에 대해 검토하여야 한다.

2 연직하중



- 비계의 연직하중에는 비계 및 작업발판의 고정하중(D)과 작업하중(L_i)이 있다.
- 작업발판의 중량은 실제 중량을 반영하여야 하며, 0.2kN/m² 이상이어야 한다.
- 작업하중에는 노동자와 노동자가 사용하는 자재, 공구 등을 포함하며 다음과 같이 구분하여 적용한다.

❶ 통로의 역할을 하는 비계와 가벼운 공구만을 필요로 하는 경작업에 대해서는 바닥면적에 대해 1.25kN/m² 이상이어야 한다.

❷ 공사용 자재의 적재를 필요로 하는 중작업에 대해서는 바닥면적에 대해 2.5kN/m² 이상이어야 한다.

❸ 돌 붙임 공사 등과 같이 자재가 무거운 작업인 경우에는 자재의 중량을 참고로 하여 단위면적 당 작용하는 작업하중을 적용하여야 하며 최소 3.5kN/m² 이상이어야 한다.

3 수평하중

- 비계의 수평연결재나 가새, 벽 연결재의 안전성 검토는 풍하중과 연직하중의 5%에 해당하는 수평하중 가운데 큰 값의 하중이 부재에 작용하는 것으로 한다.
- 수평하중은 비계설치 면에 대하여 X방향 및 Y방향에 대하여 각각 적용한다.

4 풍하중

- 이 기준에서 규정한 사항 이외의 경우에는 KDS 41 10 15에 따른다.
- 가시설물의 재현기간에 따른 중요도계수(I_w)는 KDS 21 50 00(1.3.4)에 따른다.
- 세장한 부재들로 이루어져 충실률이 낮고 보호망이나 패널 등을 붙여서 사용하는 안전시설물의 풍력계수(C_f)는 충실률에 따라 다음과 같이 산정한다.

$$C_f = (0.11 + 0.09\gamma + 0.945C_0 \cdot R) \cdot F \quad (1\text{-}1)$$

여기서,

- C_f 안전시설물의 풍력계수
- γ 보호망, 네트 등의 풍력저감계수
- C_0 안전시설물의 기본풍력계수
- R 안전시설물의 형상보정계수
- F 비계 위치에 대한 보정계수

- 보호망 등이 설치된 경우에 적용하는 풍력저감계수(γ)는 보호망 등으로 인한 충실률(ϕ)에 따라 다음의 식을 적용한다.

❶ 쌍줄비계에서 후면비계에 적용하는 풍력저감계수	$\gamma = 1 - \phi$
❷ 쌍줄비계의 전면이나, 외줄비계에 적용하는 풍력저감계수	$\gamma = 0$

- 안전시설물의 기본풍력계수(C_0)는 충실률(ϕ)에 따라 다음 표를 적용한다.

[표 1-1] 안전시설물의 기본풍력계수(C_0)

ϕ	C_0
0.1 미만	0.1
0.3	0.5
0.5	1.2
0.7	1.6
1.0	2.0

주)
1) ϕ : 충실률
(유효수압면적 / 외곽 전면적)
2) 사이 값은 직선보간값을 적용한다.

- 안전시설물의 형상보정계수(R)는 망 또는 시트, 패널의 길이(l), 패널의 높이(h), 지면에서 패널상부까지의 높이(H)에 따른 형상보정계수(R)는 다음과 같이 구분하여 적용한다. 다만, (l/h) 또는 ($2H/l$)가 1.5 이하인 경우에는 $R = 0.6$을 적용하며, (l/h) 또는 ($2H/l$)가 59 이상인 경우에는 $R = 1.0$을 적용한다.

❶ 망이나 패널이 지면과 공간을 두고 설치되는 경우

$$R_{sh} = 0.5813 + 0.013(l/h) - 0.0001(l/h)^2 \quad (1\text{-}2)$$

여기서,

l 망 또는 패널의 길이 h 망 또는 패널의 높이

❷ 망이나 패널이 지면에 붙어서 설치되는 경우

$$R_{sh} = 0.5813 + 0.013(2H/l) - 0.0001(2H/l)^2 \quad (1\text{-}3)$$

여기서,

H 망 또는 패널의 지면에서 상부까지의 높이 l 망 또는 패널의 길이

- 비계의 지지방법에 의한 보정계수(F)는 비계의 설치방법과 충실률에 따라 다음 표를 적용한다.

[표 1-2] 비계 위치에 대한 보정계수(F)

비계의 종류	풍력방향	적용부분	보정계수(F)
독립적으로 지지되는 비계	정압, 부압	전 부분	$F = 1.0$
구조물에 지지되는 비계	정압	상부 2개층	$F = 1.0$
		기타 부분	$F = 1 + 0.31\phi$
	부압	개구부 인접부 및 돌출부	$F = -1.0$
		우각부에서 2스팬 이내	$F = -1 + 0.23\phi$
		기타 부분	$F = -1 + 0.38\phi$

주) ϕ : 충실률

5 특수하중

- 비계에 선반 브래킷, 양중설비, 콘크리트 타설장비 및 낙하물 방지망 등 안전시설에 특수한 설비를 설치한 경우에는 그 영향을 고려하여야 한다.
- 낙하물의 충격하중은 낙하물의 중량과 낙하 시 충격 등의 영향을 고려하여야 한다.

하중조합

- 하중조합은 연직하중(자중 및 작업하중)과 수평하중을 동시에 고려하여야 한다. 수평하중은 각 방향에 대하여 서로 독립적으로 작용하며, 중첩하여 적용하지 않는다.
- 풍하중의 적용은 작업하중의 영향을 고려하지 않는다.
- 비계 및 안전시설물에 적용하는 하중조합과 허용응력 증가계수는 아래 표에 따른다.

[표 1-3] 하중조합과 허용응력 증가계수

CASE	하중조합	허용응력증가계수	비고
1	$D+L_i+M$	1.00	D 고정하중 / L_i 작업하중 / M 수평하중 / W 풍하중 / S 특수하중
2	$D+L_i+(M+W)$	1.25	
3	$D+L_i+M+S$	1.50	

주) 비계의 경우 CASE2에서 Li을 적용하지 않는다.

구조설계

1. 일반적으로 비계는 현장조건에 부합하는 각 부재의 연결조건과 받침조건을 고려한 2차원 혹은 3차원 구조해석을 수행하여야 하나, 구조물의 형상, 평면선형 및 종단선형의 변화가 심하고 편재하의 영향을 고려할 경우에는 반드시 3차원 해석을 수행하여 안전성을 검증하여야 한다.
2. 구조설계 순서는 KDS 21 50 00(1.7)에 따르며, 아래의 순서도와 같다.

구조설계 순서도



01 하중계산

비계에 작용하는 하중 및 외력의 종류, 크기 산정
- 수직방향 하중, 수평방향 하중, 특수하중 등

02 응력계산

하중·외력에 의하여 각 부재에 발생되는 응력을 산출
- 휨모멘트, 전단력, 최대 처짐량, 좌굴, 비틀림의 영향 검토

03 단면배치 간격계산

각 부재에 발생되는 응력에 대하여 안전한 단면 및 배치간격 결정
- 수직재, 수평재, 가새재, 벽이음재 등의 배치

3 강관비계 및 시스템비계 각 부재의 연결조건을 다음과 같이 적용한다.

- 수직재와 수직재의 연결부 : 연속 부재
- 수직재와 수평재의 연결부 : 힌지 연결(수평재 단부)
- 수직재와 경사재의 연결부 : 힌지 연결(경사재 단부)
- 수평재와 경사재의 연결부 : 힌지 연결

4 강관틀 비계 및 이동식비계의 경우에는 각 부재의 연결조건을 다음과 같이 적용한다.

- 수직재와 수직재의 연결부 : 연속 부재
- 수직재와 수평재의 연결부 : 연속 부재
- 주틀과 교차가새의 연결부 : 힌지 연결(경사재 단부)

5 비계를 구성하는 수직재, 수평재 및 가새재 등 각 부재의 연결상세가 강성의 저하없이 용접 연결되는 경우에는 연결조건을 다음과 같이 적용할 수 있다.

- 수직재와 수평재의 연결부 : 연속 부재
- 수직재와 경사재의 연결부 : 연속 부재
- 수평재와 경사재의 연결부 : 연속 부재

6 비계 받침부의 경계조건은 원칙적으로 힌지로 간주한다.



재 료

1 일반사항



- 비계 및 안전시설물의 재료는 일반적으로 단관비계용 강관, 클램프, 작업발판 등으로 구분하며, 안전인증기준 등 관련 규정에 적합하여야 한다.
- 비계 및 안전시설물의 재료는 주로 국내에서 생산 및 사용되는 것으로 적용하고, 각 재료에 대한 단면성능은 한국산업표준 또는 공인시험기관에서 시험한 결과를 적용한다.
- 비계 및 안전시설물의 재료는 과도한 부식 또는 손상이 있는 것은 사용하지 않는다.

설 계

1 일반사항



- 비계 및 안전시설물의 설계는 KDS 14 30 00에 따른다.
- 강제 또는 알루미늄제 등과 같이 비교적 재사용이 많은 부재에 대해서는 장기허용응력을 적용하여야 한다. 다만, 풍하중, 충격하중과 조합되는 경우에는 KDS 21 10 00(3.3.1)에 따른다.
- 규격품이나 성능이 확인된 제품을 제외한 비계 및 안전시설물은 공인시험기관의 성능시험 값을 기초로 한 허용하중 값을 적용한다.

[표 1-4] 성능시험 값을 기초로 한 허용하중 값에 대한 안전율

구분	안전율
인장	2
휨	2
전단	3
압축	2

- 비계에 사용되는 와이어로프 및 강선의 안전율은 10 이상이어야 한다.
- 안전시설물에 사용되는 와이어로프 및 강선의 안전율은 5 이상이어야 한다.
- 전도에 대한 안전성 검토 시의 안전율은 2 이상이어야 한다.
- 비계 및 안전시설물의 설계는 시공 시의 연직하중, 풍하중, 수평하중 및 특수하중 등의 하중에 대하여 검토하여야 한다.
- 비계 및 안전시설물의 설계는 시공 등을 고려하여 적정한 형식과 재료를 선택하고, 작용되는 하중을 안전하게 기초에 전달하도록 하여야 한다.
- 비계 및 안전시설물은 조립·해체가 편리한 구조로서 이음부나 교차부에서 하중을 안전하게 전달할 수 있는 것이어야 한다.

2 비계

- 비계의 설계는 KDS 14 30 00에 따른다.
- 비계 부재의 안전성 검토 시 작업발판에 작용하는 작업하중은 할증계수 2를 적용한다.
- 재사용 비계 부재의 허용압축응력은 재사용 가설기자재의 성능저하에 따른 안전율(RF_2) 1.3으로 나눈 값을 사용한다.

- 좌굴길이가 부재 전체길이와 같은 비계 부재의 경우에는 비계의 종류별 안전인증기준 성능을 비계의 안전율 2와 재사용 가설기자재 성능저하에 따른 안전율로 나눈 허용 압축하중에 근거한 안전성 검토식을 사용하여 안전성을 검토할 수 있다. 다만, 안전인증대상 제품이 아닌 비계 부재의 경우에는 공인시험기관의 시험값을 안전인증기준 성능으로 대신 사용할 수 있다.

1 $$S.F = \frac{f_a}{f_d + f_i} > 1.0$$

2 $$S.F = \frac{f_a}{f_d + f_i} = \frac{P_a / A}{(P_d + \alpha P_i)/A} = \frac{P_a}{P_d + \alpha P_i} > 1.0$$

3 $$P_a = \frac{P_{SCR}}{RF_1 + RF_2}$$

여기서,

- $S.F$ 안전율(safety factor)로 부재의 허용응력에 대한 설계하중으로 인한 응력의 비를 말함.
- f_a 허용압축응력
- f_d 고정하중에 의한 압축응력
- f_i 작업하중에 의한 압축응력
- P_a 허용압축하중
- P_d 고정하중에 의한 압축력
- P_i 작업하중에 의한 압축력
- α 작업하중에 대한 할증계수(2.0)
- P_{SCR} 안전인증기준
- RF_1 비계의 안전율(2.0)
- RF_2 재사용 가설기자재의 성능저하에 따른 안전율



- 비계에 간이 크레인, 콘크리트 타설장비 등을 설치하는 경우는 운반하중으로 인한 전도 모멘트에 대하여 안전하도록 하여야 한다.
- 달비계 고정을 위해 건물에 설치하는 타이백(tie－back)의 강도는 달기로프와 동등 이상의 강도를 가진 것이어야 하며, 직접적인 고정수단이 아닌 2차적인 고정수단으로 사용되어야 한다.
- 중량물을 작업발판 등에 놓아두는 경우와 같이 특수한 용도일 때는 각각의 경우에 따라 강도 계산을 하여 안전하도록 하여야 한다.
- 비계용 앵커의 구조설계에 관한 사항은 KDS 14 20 54에 따른다.
- 비계가 설치되는 하부 기초설계는 KDS 21 50 00(3.3)에 따른다.

3 비계 및 안전가시설의 안전인증

☑ 안전인증 및 자율안전확인 대상 품목(비계 및 안전가시설 관련)

1 안전인증 대상 품목

- **강관비계용 부재** : 강관조인트, 벽연결용 철물
- **틀형 비계용 부재** : 주틀, 교차가새, 띠장틀, 연결조인트
- **시스템비계용 부재** : 수직재, 수평재, 가새재, 연결조인트
- **이동식비계용 부재** : 주틀, 발바퀴, 난간틀, 아웃트리거
- **작업발판** : 작업대, 통로용 작업발판
- **조임철물** : 클램프(고정형/회전형), 철골용 클램프(직교형/평행형/겸용형)
- **받침철물** : 조절형 받침철물, 피벗형 받침철물
- **조립식 안전난간**

※ 추락방호망, 낙하물방지망 및 수직보호망은 「산업표준화법」에 따른 한국산업표준에서 정하는 성능기준에 적합한 것을 사용한다.

2 자율안전확인 대상 품목

- 선반지주, 단관비계용 강관, 고정형 받침철물, 달기체인, 달기틀, 방호선반, 엘리베이터 개구부용 난간틀, 측벽용 브래킷

☑ 주요 가설기자재 종류별 구조와 성능

가설기자재의 재료 기준은 방호장치 안전인증 고시 및 방호장치 자율안전기준 고시에 따르며, 성능시험방법 등 자세한 사항은 관련 고시를 참조한다.

1 단관비계용 강관

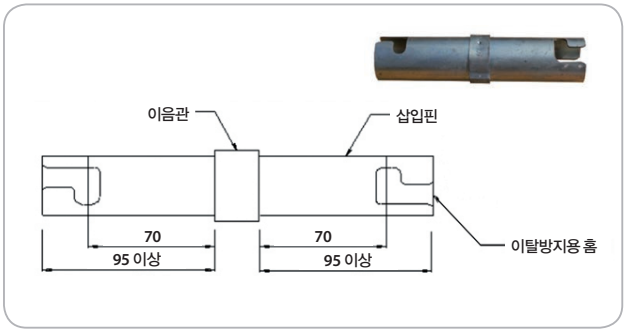
- 구조 : 바깥지름은 48.3mm 이상이고 두께가 2.2mm 이상(특수구조 예외)
- 성능 : 인장하중 180 kN 이상 (KS F 8002 기준)

2 클램프

- 구조 : 본체 및 덮개의 판두께 3.0mm 이상, 볼트의 지름 9.0mm 이상(나사산 포함)
- 성능 : 변화량 10mm 이하(최초 볼트조임 35kN·mm, 재사용 시 볼트조임 45kN·mm) 인장강도 고정형 15.7kN 이상, 회전형 10.8kN 이상

3 강관조인트

- 구조 : 삽입관의 길이는 95㎜ 이상, 삽입관에는 조립용 핀과 이탈방지 홈이 있어야 하며 이탈방지 홈과 이음관의 간격은 70±1.0㎜이어야 한다.



강관조인트 구조

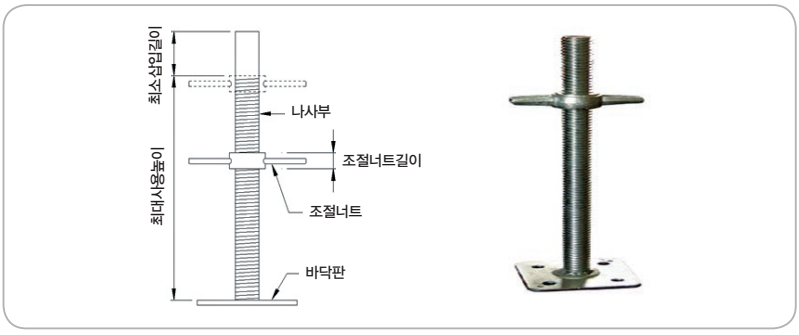
성능

[표 1-5] 강관조인트의 성능시험기준

항 목	성 능
휨강도	2.94kN 이상
수직처짐량	19㎜ 이하
변위량	1.0㎜ 이하
인장강도	16.2kN 이상
압축강도	41.2kN 이상

4 조절형 받침철물

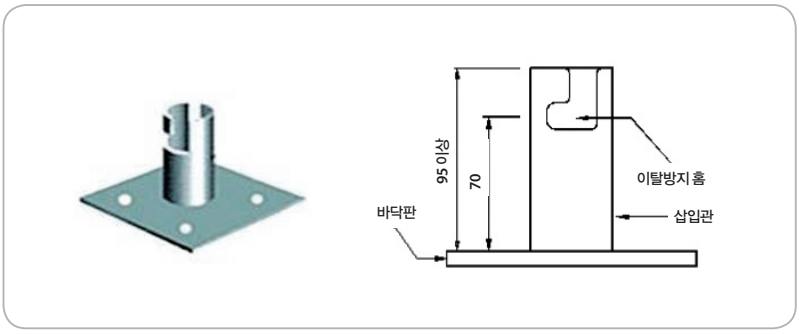
- 구조 : 최소 삽입길이는 95㎜ 이상, 조절너트의 길이는 30㎜ 이상
- 성능 : 압축하중 40kN 이상



조절형 받침철물

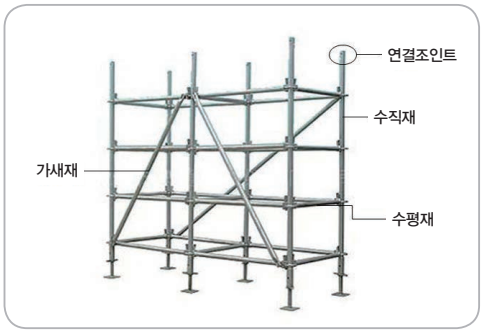
5 고정형 받침철물

- 구조 : 비계 기둥에 삽입되는 길이 95mm 이상, 물빼기 구멍과 2개 이상의 못 구멍이 있을 것
- 성능 : 고정형 받침철물은 성능 기준 없음



고정형 받침철물

6 시스템비계용 부재



시스템비계 구조

길이 및 종류별 성능

[표 1-6] 시스템비계용 수직재의 성능기준

항목	길이(㎜)	성능(kN)	
		1종	2종
압축하중	900 미만	160 이상	90 이상
	900 이상 ~ 1200 미만	140 이상	70 이상
	1200 이상 ~ 1500 미만	120 이상	55 이상
	1500 이상 ~ 1800 미만	90 이상	40 이상
	1800 이상 ~ 2100 미만	70 이상	30 이상
	2100 이상 ~ 2400 미만	60 이상	25 이상
	2400 이상 ~ 2700 미만	50 이상	20 이상
	2700 이상 ~ 3000 미만	40 이상	17 이상
	3000 이상 ~ 3300 미만	35 이상	14 이상
	3300 이상 ~ 3600 미만	30 이상	12 이상
	3600 이상	25 이상	10 이상
접합부 인장 하중	-	30 이상	

[표 1-7] 시스템비계용 수평재의 성능기준

항목	길이(㎜)	성능(kN)
수직 휨 하중	600 미만	10 이상
	600 이상 ~ 900 미만	8 이상
	900 이상 ~ 1200 미만	6 이상
	1200 이상 ~ 1500 미만	5 이상
	1500 이상 ~ 1800 미만	4 이상
	1800 이상	3 이상
접합부 전단하중	-	6 이상

[표 1-8] 시스템비계용 가새재의 성능기준

항목	길이(㎜)	성능(kN)
압축 하중	1500 미만	15 이상
	1500 이상 ~ 2400 미만	12 이상
	2400 이상	8 이상
인장 하중	-	15 이상

[표 1-9] 시스템비계용 연결조인트의 성능기준

항 목	성 능 (kN)	
	1종 수직재 용	2종 수직재 용
압축 하중	160 이상	90 이상
인장 하중	20 이상	20 이상
휨 하중	25 이상	20 이상



시스템비계 연결조인트 종류

7 조립식 안전난간

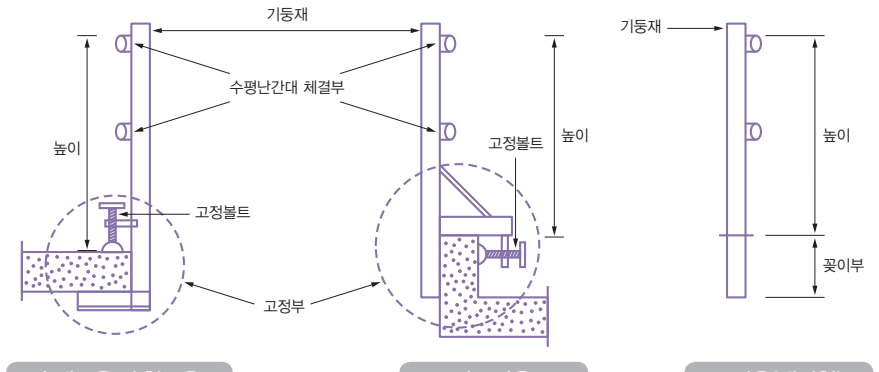
○ 구조 : 기둥재, 기둥을 구조물에 고정하기 위한 고정부, 수평 난간대 체결부 등이 있는 안전난간 기둥과 수평난간대로 구성
단, 꽂이용 안전난간 기둥은 고정부를 생략하는 대신 고정되는 부위에서 핀 또는 볼트 등을 이용하여 이탈되지 않는 구조

» 안전난간 기둥의 높이는 90cm 이상

» 안전난간 기둥의 수평난간대 체결부는 클램프, U볼트, 쐐기 등을 사용하여 난간대를 견고하게 고정할 수 있는 구조

» 수평난간대 간의 간격과 중간난간대와 상판 윗면 사이의 간격은 각각 60cm 이하

» 안전난간 기둥의 고정부는 볼트 등을 사용하여 견고하게 고정 시킬 수 있는 구조



조립식 안전난간

성능

[표 1-10] 안전난간 성능기준

부 재	항 목	성 능
안전난간기둥 (스텐션)	휨강도	160kg에서 파괴되지 않을 것
	수직처짐량	85kg에서 100㎜ 이하
수평 난간대체결부	휨강도	160kg에서 파괴되지 않을 것
	회전 방지 성능	회전되지 않을 것
고정부	미끄러짐 시험	160kg에서 미끄럼이 발생하지 않을 것
		하중을 제거한 후에도 체결부의 탈락이나 헐거움 등의 이상이 발생하지 않을 것
수평 난간대 (핸드레일)	휨강도	160kg에서 파괴되지 않을 것
	수직처짐량	120kg에서 50㎜ 이하

8 작업발판

작업대

구조 : 작업대는 바닥재, 수평재, 보재 및 걸침고리로 구성

» 바닥재, 수평재 및 보재는 용접 또는 절곡가공 등 기계적 접합에 의한 일체형 구조

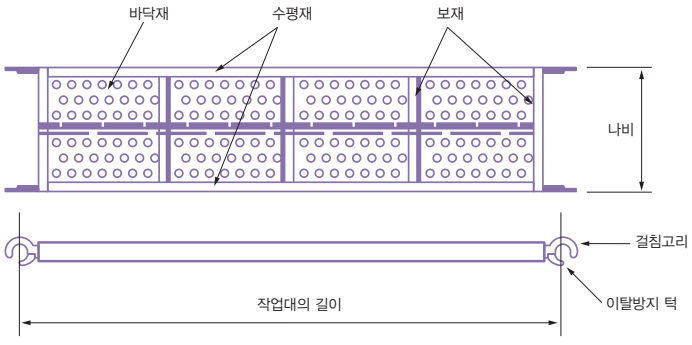
» 2개 이상의 바닥재가 있는 경우 바닥재 간의 틈새가 30㎜ 이하

» 바닥재의 나비(2개 이상의 바닥재가 있는 것에서는 바닥재의 나비 및 바닥재간의 간격을 합한 길이)는 240㎜ 이상

» 걸침고리는 수평재 또는 보재에 용접 또는 리벳 등에 의해 접합

» 걸침고리는 주틀의 횡가재로부터 솟아오름을 방지하기 위한 이탈 방지 기능이 있는 구조

» 바닥재는 미끄럼방지 조치



작업대

성능

[표 1-11] 작업대 성능기준

부 재	항 목	시험성능기준
작업대	휨강도	나비(㎜)×11N이상
	수직처짐량	L/100 ㎜ 이하(최대 20㎜ 이하) L : 작업대의 길이
걸침고리	본체 및 부착부 전단강도	나비(㎜)×39N 이상
	이탈방지 전단강도	3,240N 이상
바닥재	수직처짐량	10.0㎜ 이하

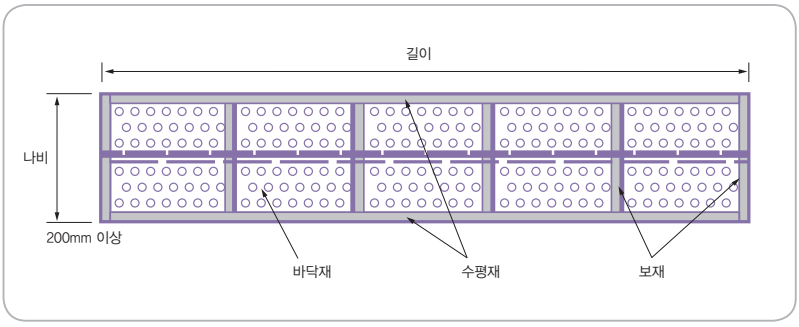
통로용 작업발판

- **구조** : 통로용 작업발판은 설치조건에 따라 다음과 같이 1종과 2종으로 구분하며, 제조자는 제품에 1종 또는 2종임을 확인할 수 있는 추가 표시를 하여야 한다.

» 지점거리를 1,800±50㎜로 설치하는 제품을 1종이라 한다.

» 지점거리를 1종과 다르게 설치하는 제품을 2종이라 한다.

» 바닥재가 2개 이상으로 구성된 것은 바닥재 사이의 틈 간격이 30㎜ 이하로 한다.



통로용 작업발판

성능

[표 1-12] 통로용 작업발판 성능기준

항 목		성 능
수직처짐량	1종	18㎜ 이하
	2종	L/100 ㎜ 이하(최대 20㎜ 이하) L : 통로용 작업발판의 지점거리
휨강도		나비(㎜)×11N 이상
바닥재	수직처짐량	10.0㎜ 이하

9 벽연결용 철물

○ 구조 : 주재, 조임철물 및 부착철물로 구성

» 최대사용길이 1,200㎜ 이하

» 주재의 길이를 조절할 수 있는 경우에는 이탈방지 기능이 있어야 함

» 조임철물의 판두께가 3.0㎜ 이상

» 주재와 부착철물의 사이는 독립구조여야 함

» 선단에 나사가 있는 부착철물에 있어서는 나사의 지름이 나사산까지 포함하여 9.0㎜ 이상

○ 성능

[표 1-13] 벽연결용 철물의 시험성능기준

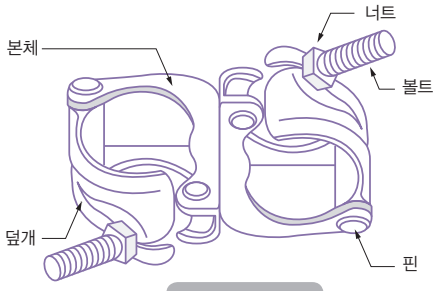
구 분	시험성능기준	
인장재	인장강도	9.81kN 이상
인장·압축재	인장강도	9.81kN 이상
	압축강도	9.81kN 이상
압축재	압축강도	9.81kN 이상

10 클램프

○ 구조 : 본체 및 덮개와 볼트, 너트 및 핀으로 구성

» 본체 및 덮개의 판두께는 3.0㎜ 이상

» 볼트의 지름은 나사산까지 포함하여 9.0㎜ 이상



클램프

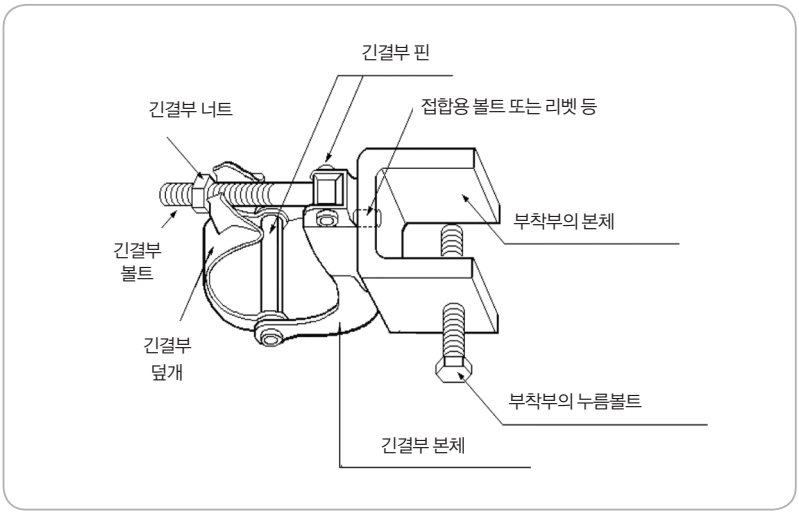
○ 성능

[표 1-14] 클램프의 시험성능기준

부 재	항 목		성 능
미끄러짐에 의한 변화량 시험	고정형	변화량	10㎜ 이하
	회전형		
인장시험	고정형	인장강도	15.7kN 이상
	회전형		10.8kN 이상

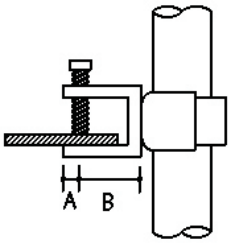
11 철골용 클램프

○ 구조 : 부착부, 긴결부 및 접합부 볼트 또는 리벳 등으로 구성



철골용 클램프의 각 부 명칭

» 부착부 : 사용 중 이탈되지 않는 구조이며, 누름 볼트 나사의 지름은 나사산을 포함하여 11㎜ 이상이고, 나사의 설치 위치는 아래 그림(누름나사 위치)과 같이 A는 11㎜ 이상, B는 18㎜ 이상일 것



누름나사 위치

○ 성능

[표 1-15] 철골용 클램프의 시험성능기준

항 목			시험성능기준	비 고
부착부 미끄러짐 시험	직교형	인장강도	7kN 이상	겸용형은 직교형 및 평행형의 사용 조건에 따라 최대 하중을 적용할 것
	평행형			
부착부 인장시험	직교형	인장강도	10kN 이상	
	평행형		15kN 이상	

12 선반지주

○ 구조 : 수평재, 수직재 및 경사재와 부착철물로 구성

» 선반지주의 나비는 300mm 이상 1,150mm 이하일 것

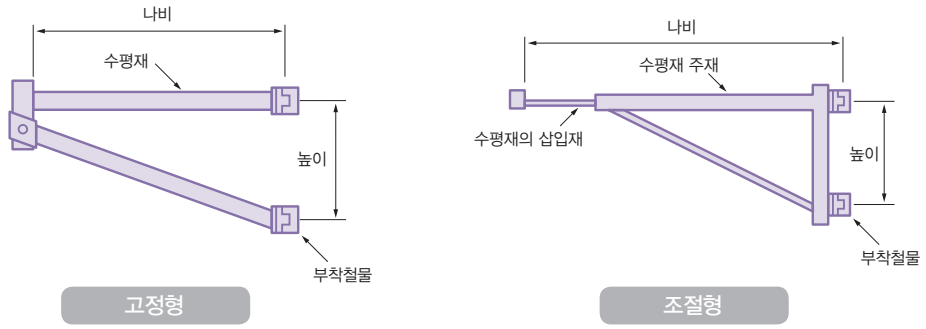
» 선반지주의 높이는 200mm 이상이고 또한 나비의 30% 이상일 것

» 부착철물의 강판 두께는 3mm 이상이어야 하며 볼트 지름은 나사산을 포함하여 9mm 이상일 것

» 부착철물은 바깥지름이 48.3mm 이상의 강관을 체결할 수 있을 것

» 수평재의 끝단에는 비계판의 탈락을 방지하기 위하여 수평재 윗면에서 높이가 30mm 이상의 탈락방지판 또는 난간기둥 받침이 있을 것

» 조절형 선반지주는 수평재의 길이를 조절하였을 때 최소 또는 최대길이는 위의 기준에 적합하여야 하며, 수평재의 탈락 방지 기능과 수평재의 삽입재가 주재에 고정할 수 있는 기능이 있어야 하고, 수평재의 주재와 삽입재가 50mm 이상 중첩될 수 있는 구조



선반지주의 구조

성능

[표 1-16] 선반지주의 시험성능기준

항 목		시험성능기준	비 고
선반지주	압축강도	36kN 이상	돌출형 선반지주의 압축강도는 고정형의 선반지주로서 수평재 중 경사재에서 돌출한 부분의 길이가 수평재 전체길이의 30퍼센트 이상인 것으로 조절형의 선반지주를 말함
	부착철물의 미끄러짐량	10mm 이하	
돌출형 선반지주	압축강도	23.2kN 이상	

13 측벽용 브래킷

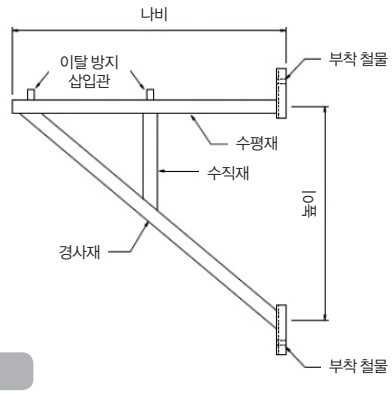
구조 : 수평재, 수직재 및 경사재와 부착철물로 구성

» 측벽용 브래킷의 수평재 나비 및 높이는 900mm이상, 1,200mm 이하

» 부착철물의 강판 두께는 6.0mm 이상

» 부착철물의 볼트지름은 나사산을 포함하여 16mm 이상

» 수평재에는 강관비계 기둥재의 탈락을 방지하기 위한 이탈방지 삽입관이 있어야 하며, 삽입관의 높이는 30mm 이상



측벽용 브래킷

성능

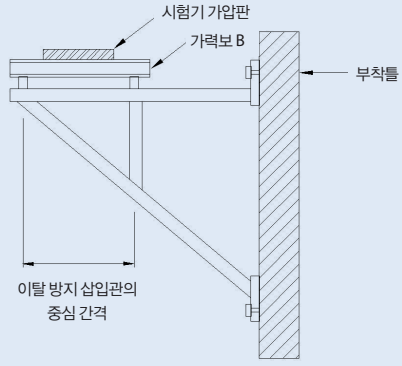
[표 1-17] 측벽용 브래킷의 시험성능기준

항 목	시험성능기준	비 고
수직처짐량	10mm 이하	측벽용 브래킷의 처짐 및 강도시험 참조
최대하중	52.8 kN 이상	

측벽용 브래킷의 처짐 및 강도시험



측벽용 브래킷의 처짐 및 강도시험은 아래 그림과 같이 부착틀에 측벽용 브래킷을 부착시켜 두 점의 이탈방지 삽입관 위치를 지점으로 하여 가력보 B의 중앙을 가력하여 하중(P)이 15kN 뉴턴일 때 수평재 끝단 하부에서 수직 처짐량을 측정한 후 계속 가력하여 하중의 최대값을 측정하여야 한다.
(이 경우 재하 속도는 8mm 이하이어야 함.)



측벽용 브래킷의 처짐 및 강도시험

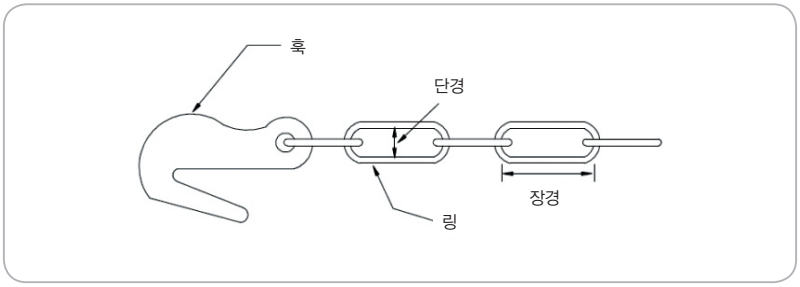
14 달기체인

○ 구조 : 링에 의하여 구성된 체인의 일단 또는 양단에 훅이 있는 구조

» 링은 단경이 9mm 이상이고, 장경이 36mm 이상 42mm 이하

» 훅은 이탈방지 기능이 있는 구조

» 체인의 링 평행부 중앙에 용접하여야 하고, 용접 후 적절한 열처리 실시



달기체인의 구조

○ 성능 : 달기체인의 인장강도 : 16kN 이상

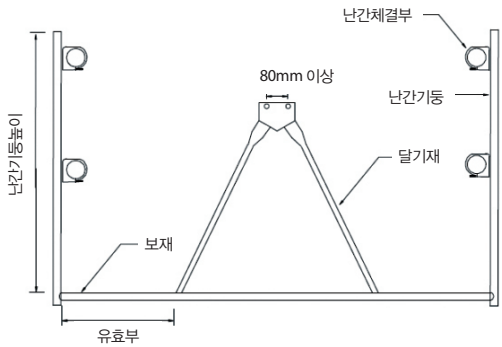
15 달기틀

○ 구조 : 달대, 보 및 난간기둥이 용접 등에 의하여 일체화된 구조

» 보에서 작업발판을 설치할 수 있는 부분의 길이는 400mm 이상 600mm 이하

» 난간기둥의 높이는 작업바닥면의 윗면에서 난간 기둥의 끝단까지로 하며, 1,000mm 이상

» 난간 기둥에는 보의 윗면에서 중심간격 450mm 이내마다 난간 체결부가 있어야 하며, 최상단의 난간 체결부는 보의 윗면에서 900mm 이상의 높이에 있어야 함.



달기틀의 구조

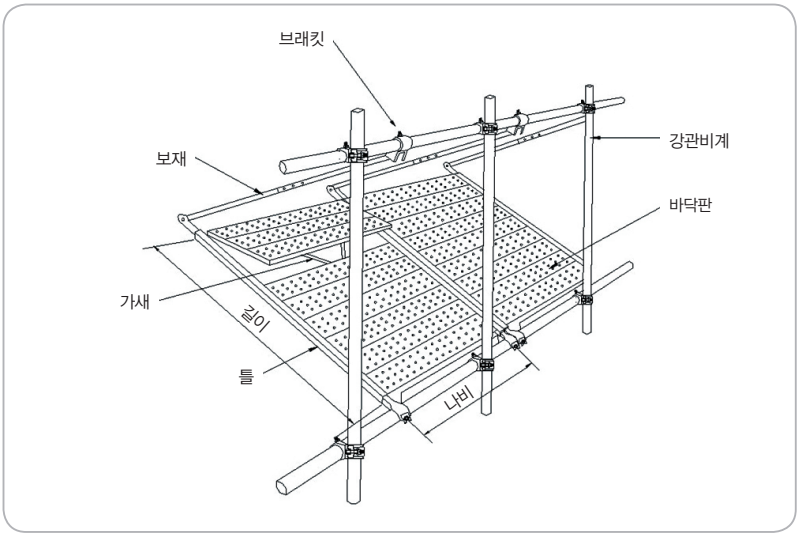
○ 성능

[표 1-18] 달기틀의 시험성능기준

항 목	시험성능기준
처짐량	30mm 이하
휨강도	10kN 이상
수평이동량	100mm 이하

16 방호선반

○ 구조 : 틀에 가새를 조립한 상태에서 바닥판을 끼워 만든 것으로 아래 그림과 같은 구조



방호선반의 구조

» 틀은 "ㄷ"형이어야 하며 단변 중 1변은 바닥판을 끼울 수 있도록 열린 것 이거나, 이와 유사한 구조로 바닥판을 견고하게 고정시킬 수 있는 구조

» 바닥판은 부식에 견딜 수 있는 아연도금 강판으로서 강풍, 돌풍에 안전하도록 구멍(유공강판 구멍의 지름이 12mm 이하일 것)이 뚫린 구조

» 각 부재의 구조는 조립식

» 조립, 해체 시 방호선반 위에서 작업이 가능한 구조

» 가새는 방호선반에 대각선으로 설치되는 구조

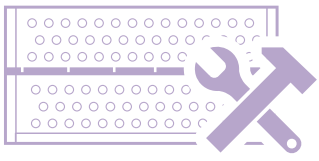
○ 성능

[표 1-19] 방호선반 부재의 치수

구성 부분		치 수
틀	외형	길이 : 3,000mm 이상, 3,100mm 이하 나비 : 1,000mm 이상, 2,000mm 이하
	ㄷ 형강	65×65, 두께 3.2mm 이상
보재		지름 25mm, 두께 2.1mm 이상 또는 와이어로프 지름 9mm 이상
가새		지름 25mm, 두께 2.1mm 이상
바닥판		길이 : 1,000mm 이상, 2,000mm 이하 나비 : 250mm 이상, 500mm 이하
상·하 브래킷		철판 두께 4.5mm 이상

[표 1-20] 방호선반의 시험성능기준

항 목		시험성능기준
바닥판	수직처짐량	11mm 이하
	휨강도	나비(mm)×7N 이상



17 엘리베이터 개구부용 난간틀

○ 구조 : 수직재, 난간재 등의 구성 부분이 용접 또는 절곡 가공 등에 의하여 일체화된 구조

» 외부 수직재는 L형강 형태로 모서리부에 밀착 가능한 구조

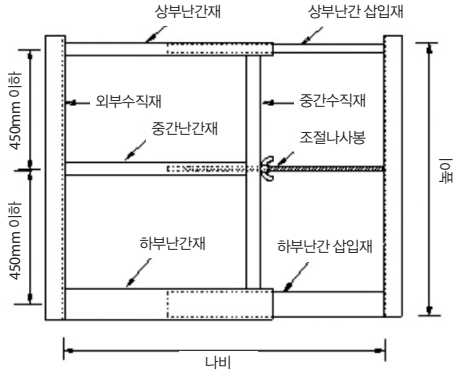
» 난간틀의 높이는 900mm 이상 1,500mm 이하, 나비는 최소 900mm 이상으로 하되, 조절 가능범위는 500mm 이하가 되어야 함.

» 난간재 사이의 중심 간격은 450mm 이내

» 조절나사봉의 바깥지름은 16mm 이상이어야 하며, 중간 난간재에서 이탈되지 않는 구조

» 상부 난간재와 하부 난간재의 길이는 750mm 이상

» 난간틀의 나비를 최대로 하였을 때 난간재와 난간 삽입관의 겹침길이는 100mm 이상

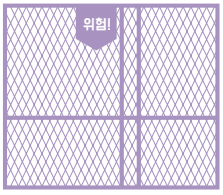


난간틀의 구조

[표 1-21] 난간틀의 치수

구성 부분	치 수
외부수직재	L - 50×50㎜
중간수직재	□- 25×25㎜ 또는 L - 30×30㎜
상부난간재	□- 25×25㎜
상부난간 삽입재	□- 20×20㎜
중간난간재	Ø 34㎜ 또는 □- 30×30㎜
하부난간재	⬚- 110×25×20㎜
하부난간 삽입재	⊏- 100×20㎜ 또는 ⬚- 100×20×20㎜

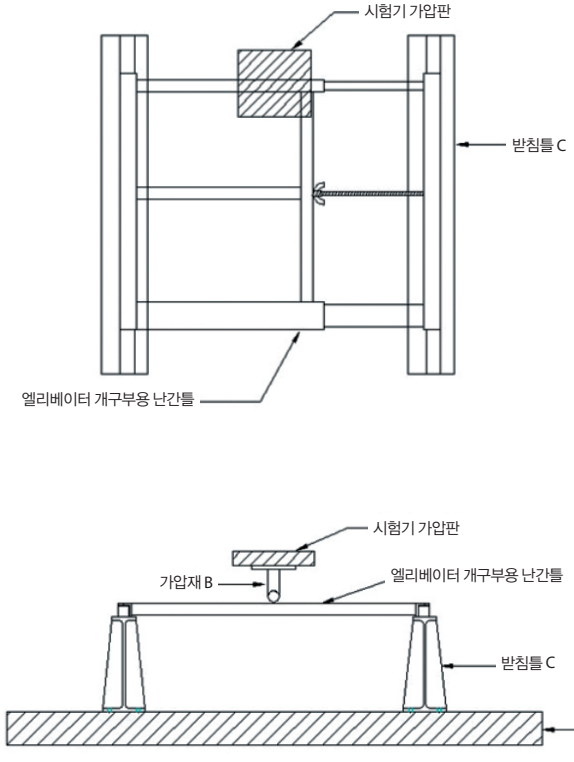
※ 난간틀을 구성하는 부분은 위 표에 적합하거나 동등 이상의 단면성능을 가진것을 사용한다.



성능

[표 1-22] 난간틀의 시험성능기준

항 목	시험성능기준	비 고
처짐량	50mm 이하	난간틀을 최대나비로 조절한 후 받침틀 C위에 설치한 상태에서 상부난간재 중앙부에 1kN의 집중하중을 가했을 때의 수직처짐량을 구하고, 1.6KN의 집중하중을 가하였을 때 파괴유무 조사 (재하속도 : 8mm 이하)
휨강도	파괴되지 않을 것	



난간틀의 처짐 및 휨시험

☑ 비계의 현장반입 시 점검사항

공통사항 안전인증 대상품인 경우 안전인증을 받은 제품인지 반드시 확인

KCs

안전인증마크

2017 상 가나다산업

제조일자 (연도 4자리 또는 2자리 표기)
상하반기 표기방법 : 상하, ↑ ↓, 제조연도 위아래 가로줄

제조자명 (약호 또는 회사 마크로도 표기)

안전인증표시

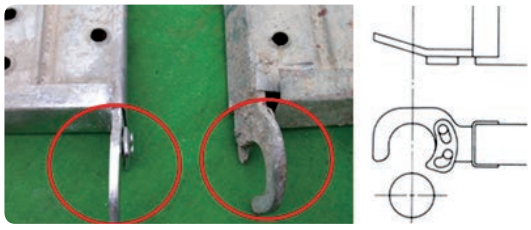
1 단관비계용 강관

서류확인	점검포인트
제품 • 성능검정합격증 또는 안전인증서 • "안" 또는 "KCs" 마크 표시 확인	  단관비계용 강관

2 클램프

서류확인	점검포인트
제품 • 성능검정합격증 또는 안전인증서 • "안" 또는 "KCs" 마크 표시 확인	 "안" 또는 "KCs" 마크 누락 [안전인증 추가 표시] • 형식 또는 모델명 • 규격 또는 등급 등 • 제조자명 • 제조번호 및 제조년월 • 안전인증번호 • 기타(해당 시)

3 작업대

서류확인	점검포인트
제품 • 성능검정합격증 또는 안전인증서 • “안” 또는 “ ” 마크 표시 확인	 걸침고리(이탈방지) 탈락 여부  보강재 탈락 여부

4 시스템비계

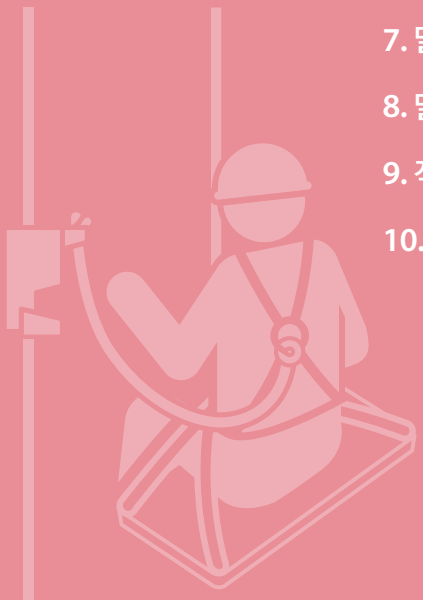
서류확인	점검포인트
제품 • 안전인증서 • 마크 표시 확인	 시스템비계 수평재

※ 시스템비계의 경우 2010.12.24(안전인증대상품목으로 추가) 이전에 생산되어 사용되는 제품은 반드시 성능인증서 또는 시험성적서 확인

04

비계종류별 유해위험요인과 안전기준

1. 비계작업 안전기준 일반사항 85
2. 강관비계 97
3. 강관틀비계 115
4. 시스템비계 123
5. 이동식비계 133
6. 말비계 145
7. 달비계 156
8. 달대비계 172
9. 작업발판 일체형 비계 182
10. 가설통로 216



1 비계작업 안전기준 일반사항

1 떨어짐재해예방

작업구간 작업발판 밀실하고, 견고히 설치

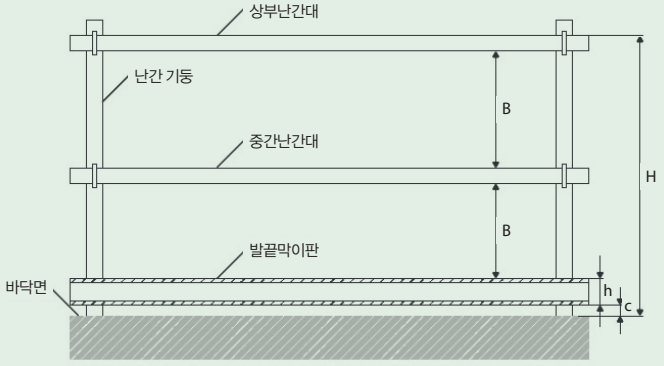
- 일반 작업구간 폭 40cm 이상 확보
- 비계 설치·해체 시 폭 20cm 이상 확보

작업발판, 가설경사로, 가설계단 등 단부 안전난간대 (상부난간대, 중간난간대) 설치

- 작업발판 단부의 경우 작업발판 설치 전 안전난간 선행 설치 방법 권장

안전난간의 일반 요건 및 구조

작업자가 떨어질 위험이 있는 지역에는 떨어짐 방지조치로서 계단참, 작업면, 가설계단, 통로 등에 안전난간이 설치되며, 안전난간의 전형적인 구성요소는 상부 난간대, 중간 난간대, 난간기둥, 발끝막이판 등으로 구성된다.



안전난간의 구조

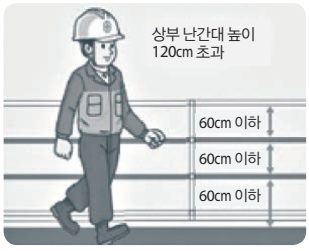
- 상부 난간대는 몸을 지지하기 위해 손으로 잡는 난간의 윗부분의 요소를 말한다.
- 중간 난간대는 상부 난간대와 함께 몸을 지지하고, 손잡이의 파이프 등과 평행하게 위치되는 난간의 요소 중 일부이다.
- 난간 기둥은 계단이나 작업면 등의 난간에 고정된 수직 구조요소로 난간의 다른 요소들(상부 난간대, 중간 난간대, 발끝막이판)이 난간 기둥에 연결되어 있어야 한다.
- 발끝막이판은 난간 바닥의 물체가 떨어지는 것을 예방하기 위하여 난간 바닥면으로부터 10cm 이상의 높이(h)를 유지하며, 발끝막이판의 틈새 'C'는 1cm 이하로 한다.

※ 수직보호망 등 낙하위험을 방지할 수 있는 망을 설치한 경우 발끝막이판을 설치하지 않을 수 있음.

▸ 상부 난간대 설치 높이(H)는 바닥면 등으로부터 90cm 이상 지점이며, 상부 난간대를 120cm 이하에 설치하는 경우 중간 난간대는 상부 난간대와 바닥면 등의 중간에 설치하며, 120cm 초과 상 지점에 설치하는 경우에는 중간 난간대를 2단 이상으로 균등하게 설치하고 난간의 상하 간격(B)은 60cm 이하가 되도록 한다. 다만, 계단의 개방된 측면에 설치된 난간 기둥 간의 간격이 25cm 이하인 경우에는 중간 난간대를 설치하지 아니할 수 있다.





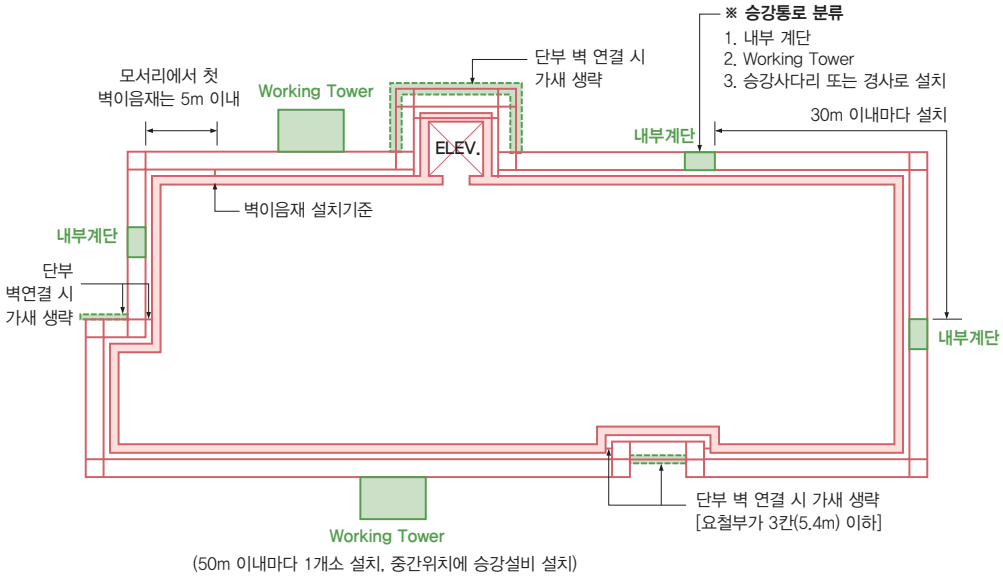


▸ 중간 난간대는 상부 난간대와 바닥면의 중간 지점에 설치하며, 난간 기둥은 상부 난간대와 중간 난간대를 견고하게 떠받칠 수 있도록 적정한 간격을 유지하여야 한다.

○ 구조물과 비계사이 간격 30cm 이내 유지

- 부득이한 경우 작업발판 내측 안전난간대 설치, 구조물과 작업발판 사이 추락방호망 설치, 안전대 착용 후 작업

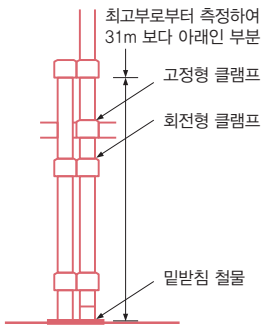
○ 상하 작업발판 간 이동을 위한 가설계단 설치(또는 수직사다리 및 개폐형 작업발판 설치)



비계작업 시 승강설비 및 벽이음 계획(참고)

○ 고소작업 시 안전대, 안전모 등 개인보호구 착용 및 안전대 부착 상태로 작업

2 비계전도 및 무너짐 예방



기둥 2본으로 보강

- **설계기준에 따른 구조분야 전문 기술자의 구조검토 결과**에 따른 조립도를 작성하여 정밀 시공
- **비계의 좌굴 방지를 위해 아래 사항 준수요함.**
  - 강관비계 설치 높이가 31m 초과 시 비계기둥을 2본으로 보강(강관비계의 최대 설치 높이 45m 이내 권장)
  - 비계의 흔들림, 좌굴, 전도 방지를 위해 벽이음(전용철물 사용 원칙) 설치
    - **강관비계** : 가로 5m 이내, 세로 5m 이내 마다
    - **강관틀비계** : 가로 8m 이내, 세로 6m 이내 마다
    - **시스템비계** : 제조사 기준(기준이 없을 경우 가로 5m 이내, 세로 5m 이내 마다)

☞자세한 내용은 참고자료 「벽이음재의 종류와 설치 시 준수사항」 참조

벽이음재의 역할

- 강관, 클램프, 앵커 및 벽연결용 철물 등의 부재를 사용하여 비계와 영구 구조체 사이를 연결함으로써 풍하중, 충격 등의 수평 및 수직하중에 대하여 안전하도록 설치하는 버팀대

❶ 비계의 흔들림 방지 ❷ 비계의 전도 방지 ❸ 비계의 변형 및 좌굴 방지

벽이음재의 시험성능 기준

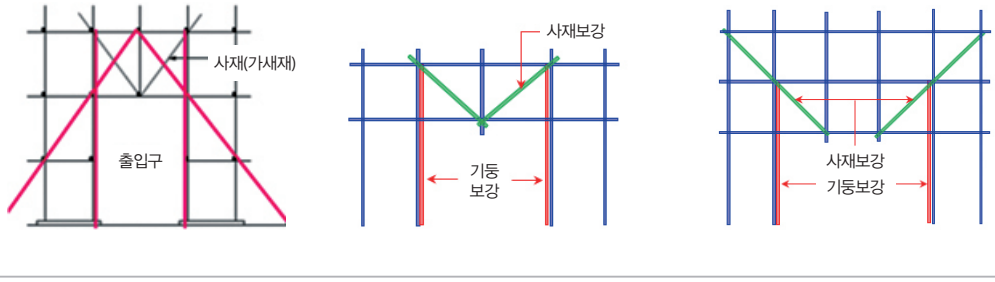
- 인장강도 : 9.8kN 이상
- 압축강도 : 9.8kN 이상

- 작업의 편의를 위해 기 설치된 벽이음을 임의 해체하지 않도록 관리
  - 마감 작업과의 간섭 최소화를 위해 Block Out 방법 사용(벽이음 설치 구간을 제외하고 마감작업 수행 후 벽이음 설치 구간은 비계 해체 단계별 마감 실시)



석재 마감 벽이음 설치 구간 Block Out 적용

- 비계 작업발판 상부에 자재 과적 금지
- 비계의 수직재, 수평재, 가새재(브레이싱) 설치 간격 준수
- 최대 적재하중 표지 부착
- 주출입구 수직재 단절 구간 브레이싱 등으로 보강



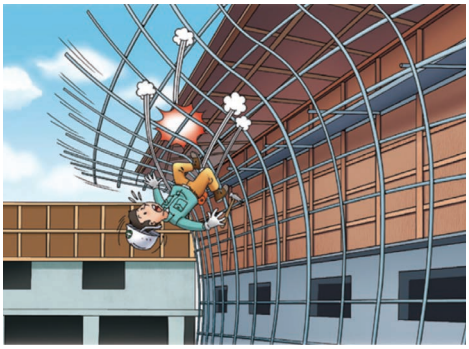
수직재 단절 구간 가새 및 수직재 보강 방법

- 비폐합 구조인 경우 양측 단부 벽이음이나, 전도방지 지지대 반드시 설치

○ 거푸집의 강풍 및 수직도 미흡 등으로 거푸집 전도 및 비계 무너짐 방지를 위해 아래사항 준수 요함.

- 거푸집의 풍하중 등에 대한 전도 안전성 검토결과에 따라 당김줄과 버팀대 견고히 설치
  - **당김줄** : 앵커(매립형 권장), 턴버클+와이어로프 등 길이조절이 가능한 구조
  - **버팀대** : 견고한 구조의 지지대로 미끄러지지 않는 구조

  단, 버팀대가 압축하중과 인장하중을 견딜 수 있도록 설계·시공된 경우 버팀대만으로 설치 가능함.



거푸집전도에 따른 비계 무너짐 사례

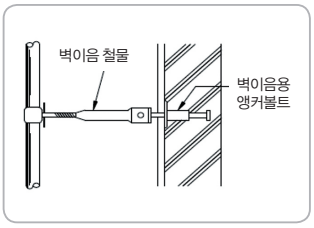


당김줄과 버팀대 설치 사례

참고자료/ 벽이음재의 종류와 설치 시 준수사항

1 벽이음재의 종류

- **앵커형 벽 이음재(Anchor ties)** : 전용철물의 벽 이음재를 건물 벽체 등에 앵커로 고정한 후 조임철물을 비계 구조물에 결속하는 방식



앵커형 벽이음재 개념도


앵커형 벽이음재(1)


앵커형 벽이음재(2)

- **브래킷형 벽 이음재(bracket ties)** : 건물 구조물에 브래킷을 설치하여 클램프로 비계 구조물에 결속하는 방식
- **관통형 벽 이음재(through ties)** : 건물 개구부 내부의 바닥 및 천정에 지지되도록 설치된 파이프 서포트에 개구부로 가로지르는 강관을 클램프로 결속하는 방식
  단, 파이프서포트의 미끄럼방지를 위해 받이판에 앵커 설치


브래킷형 벽이음재


관통형 벽 이음재

- **창틀용 벽 이음재(reveal ties)** : 건물 전면에 앵커를 설치할 수 없는 경우, 건물 구조물의 성능을 확인 할 수 없는 경우 또는 창틀 등의 개구부에 강관과 클램프로 벽 이음을 할 수 없는 경우에 사용하는 방식으로 마주보는 창틀면에 강관, 쐐기 또는 잭 등을 사용하여 지지한 후에 비계 구조물에 결속하는 방식
- **박스형 벽 이음재(box ties)** : 건물의 기둥과 같은 부재에 강관과 클램프를 사용하여 사각형 형태로 결속하는 방식
- **립형 벽 이음재(lip ties)** : 박스형 벽 이음재 설치가 불가능한 경우 건물 전면의 형상과 조건에 따라 강관과 클램프를 갈고리 형태로 조립하여 건물에 결속하는 방식



창틀용 벽 이음재



박스형 벽 이음재



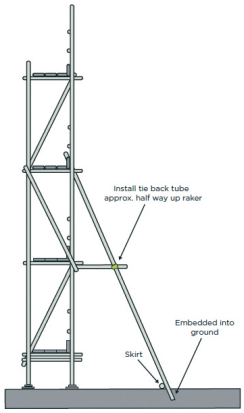
립형 벽 이음재

2 벽이음재 배치·설치 시 준수사항

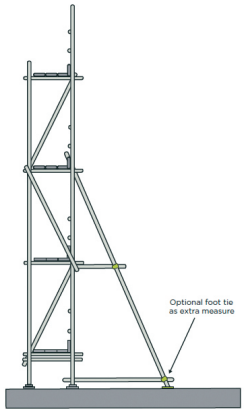
- 벽 이음재의 설치간격은 수평방향 5m 이내, 수직방향 5m 이내 마다 설치하되, 벽 이음재의 성능과 작용하중에 따라 필요 시 간격을 줄여 설치한다.
- 벽 이음재는 수직재와 수평재의 교차부에서 비계면에 대하여 가능한 직각(최대 15° 이내)이 되도록 하여 수직재에 설치한다.
- 띠장에 부착된 벽 이음재는 비계기둥으로부터 가능한 30 cm 이내에 부착하여야 한다.
- 벽 이음재는 전체를 한 번에 해체하지 않고, 부분적으로 순서에 맞게 해체하여야 하며, 작업을 위해 1개 층씩 필요한 부분만 풀고, 작업을 완료한 후에 즉시 재설치한다.
- 벽 이음재로 사용되는 앵커는 비계 구조체가 해체될 때까지 남겨두어야 하며, 앵커를 설치하는 노동자는 제조사의 지침에 따라 시공하여야 한다.
- 벽 이음재의 배치는 풍하중의 영향을 많이 받는 보호망의 설치 유무와 벽 이음재의 종류를 고려하여야 한다.

○ 비계의 전도 방지를 위해 아래 사항 준수요함.

- 비폐합 구조의 강관비계 등 단계적 비계 설치 시 전도방지를 위해 전도방지 지지대(Raker)를 설치한다.



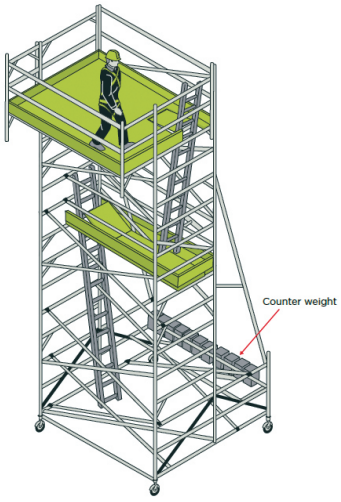
지중 매립 전도방지 지지대(Raker)



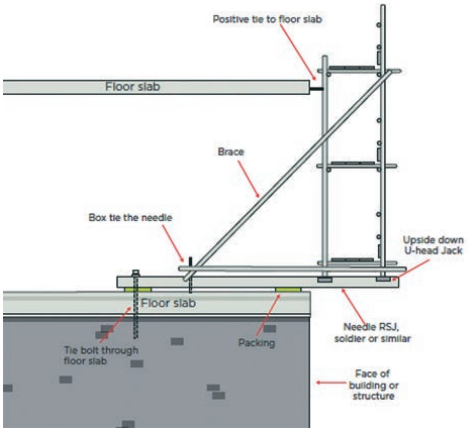
밑동잡이 보강 지면 지지 전도방지 지지대(Raker)

출처 : Scaffolding in New Zealand(2016)

- 내민 작업발판이 있는 이동식비계의 경우 균형추(Counter Weight)를 설치한다.
- 내민 철골 지지형 비계의 경우 철골 고정용 볼트, 브레이싱 등을 설치한다.



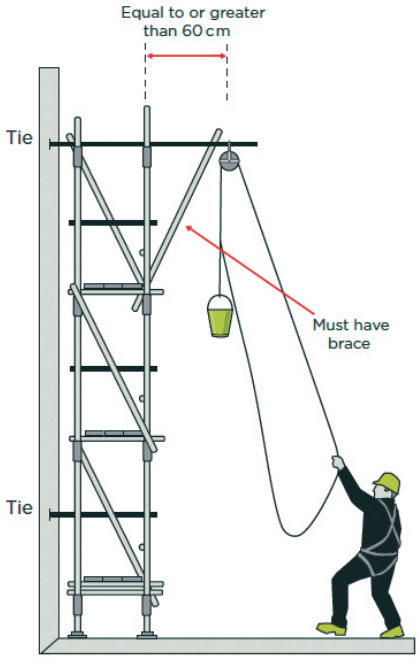
내민 작업발판이 있는 이동식비계 균형추 설치사례



내민 철골 지지형 비계의 보강 사례

출처 : Scaffolding in New Zealand(2016)

- 도르래 등을 이용한 자재 인양 시 도르래 등의 지지부 변형 또는 비계 전체의 전도가 예상될 경우 브레이싱 및 벽이음으로 보강하여야 하고, 도르래 등의 이탈을 방지하기 위해 클램프 등을 별도 체결하여야 한다.



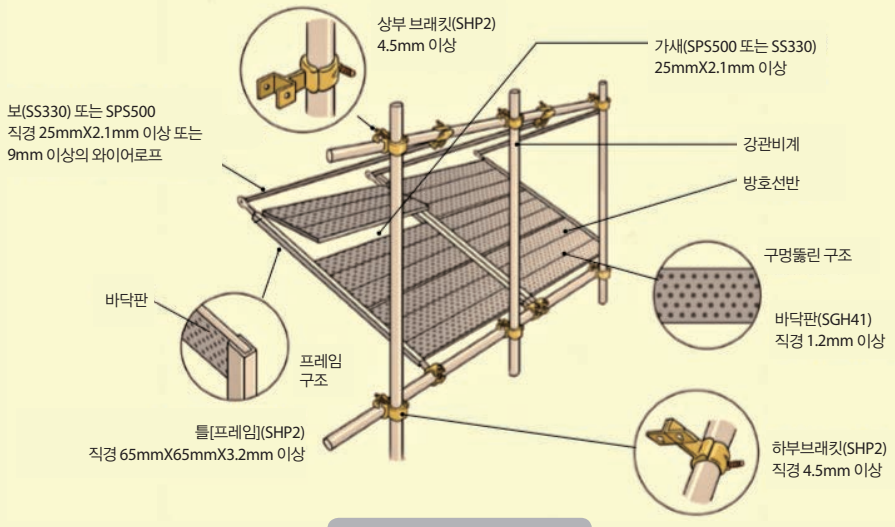
내민 길이가 60cm 이상인 경우 브레싱으로 반드시 보강

출처 : Scaffolding in New Zealand(2016)

3 낙하재해예방

○ 주출입구 상부 방호선반 설치

- 비계 외측으로부터 내민길이 최소 2m 이상 설치



방호선반 설치

- 구조물과 비계사이에도 합판 등 견고한 구조의 방호선반 설치

○ 비계 작업발판 단부 수직보호망, 발끝막이판 설치



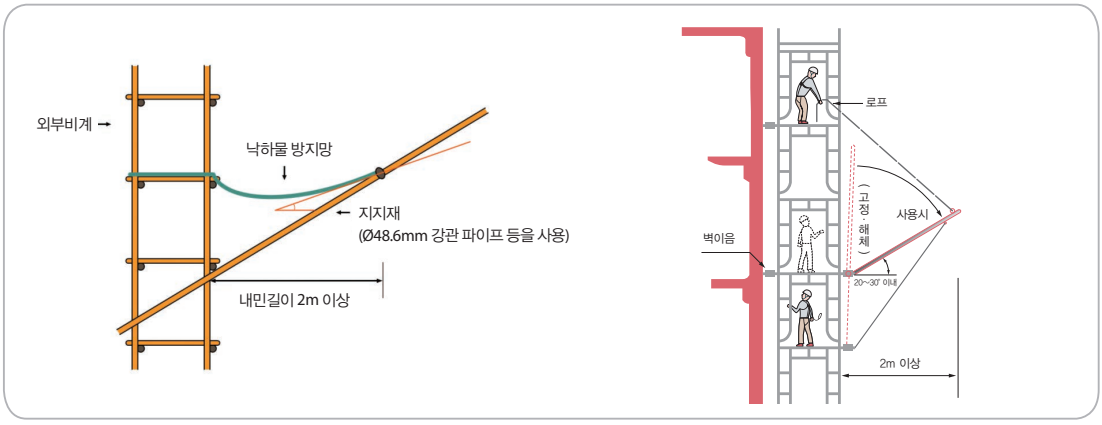
수직보호망 설치



발끝막이판 설치

○ 비계 외측 낙하 위험구역에는 출입금지구역 설정

○ 비계 외측 낙하물 방지망 설치



낙하물 방지망 설치 개념도

낙하물 방지망 설치 및 관리기준

01 첫 단은 보행 및 차량이동에 간섭이 없는 한 가능한 낮게 설치하고, 상부 매 10m 이내마다 추가 설치

02 방망이 수평면과 이루는 설치각도 : 20°~ 30°

03 내민 길이 : 비계 외측으로부터 수평거리 2m 이상

04 방망 그물코 : 가로, 세로 2cm 이하

05 방망사의 인장강도는 성능기준(KSF8083)에 적합한 것을 사용

06 방망의 가장자리는 테두리 로프를 그물코마다 엮어 긴결

07 방지망 겹침폭이 30cm 이상 되도록 테두리 로프로 결속하여 틈이 없게 설치



낙하물방지망과 수직보호망 설치

08 방망지지 긴결재의 강도 : 15,000N 이상

09 최하단의 방지망은 크기가 작은 못, 볼트, 콘크리트 덩어리 등의 낙하물이 떨어지지 못하도록 방지망 위에 그물코 크기가 0.3cm 이하인 망을 추가 설치
(단, 낙하물 방호선반을 설치하였을 경우에는 제외)

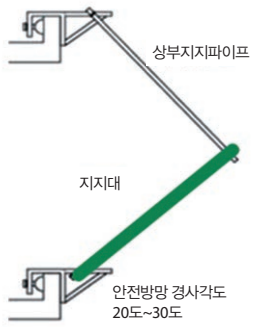
10 설치 후 3 개월 이내마다 정기점검 실시하되, 방망이 손상된 경우에는 즉시 교체 또는 보수

11 방망에 적치되어 있는 낙하물 등은 즉시 제거

낙하물 방지망 설치 방법 개선 사례

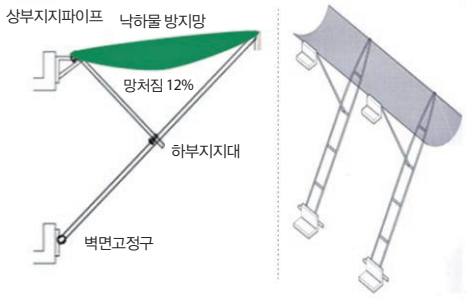
출처 : http://www.sbsafe.co.kr/index.php

개선전



개선전 낙하물 방지망 설치 개념도

개선후



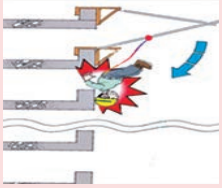
개선된 낙하물방지망 설치 개념도

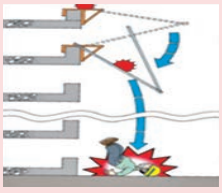
건물 외부작업 필요

- 설치작업자가 건물 외부로 나가서 설치·해체 작업이 필요하여 떨어짐위험이 있음.

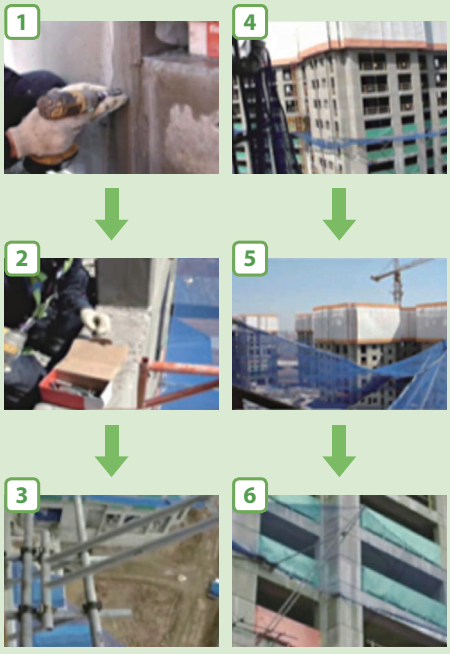








건물 내부 작업만으로도 설치가 가능하여 떨어짐위험 감소



사례 1

낙하물방지망 설치 작업 중 떨어짐



아파트 신축공사현장에서 재해자가 낙하물방지망 설치작업을 진행하던 중 발코니 턱에 매입된 낙하물방지망 지지용 앵커가 탈락하면서, 약 21.5m아래 지상 바닥으로 떨어져 사망한 재해임.

재해 발생 원인

- 낙하물 방지망 지지용 앵커 설치 미흡
- 낙하물 방지망 설치 작업 시 안전대 미착용

재해 예방대책

- 낙하물 방지망 지지용 앵커의 구조안전성 확보

» 낙하물방지망 지지용 앵커는 발코니 턱의 수평철근 안쪽 깊이까지 매입하는 등 구조안전성을 확보하여야 함.

- 낙하물 방지망 설치 작업 시 안전대 착용 철저

» 낙하물방지망 등 안전가시설 설치작업 시 안전대 부착설비(구명줄)를 설치하고 작업자는 안전대 착용 후 안전대 부착설비에 부착한 상태에서 작업하도록 하여야 함.

4 감전재해예방

가공전로(架空電路)에 근접하여 비계를 설치·해체하는 경우 감전재해예방을 위해 아래사항 준수 요함.

- 작업자와 충전전로 간 최소이격거리(300cm 이상) 확보 및 유지
- 가공전로 이설(移設)
- 가공전로에 절연용 방호구 설치
- 출입·접촉 방책 설치
- 절연용 보호구 착용
- 작업자 대상 안전교육 실시

※ 자세한 사항은 『**충전전로 인근 작업 시 안전**』 참조

참고자료/ 충전전로 인근 작업 시 안전

1 일반노동자의 충전전로 인근 작업 시 최소이격거리

구 분	기 준
충전전로에서 대지전압이 50KV 이하	• 충전전로와 최소이격거리 300cm 이상 유지 • 최소이격거리 유지가 어려운 경우 절연용 방호구 설치, 출입·접촉 방책 설치, 절연용 보호구 착용 등 안전조치
충전전로에서 대지전압이 50KV 초과	• 충전전로와 최소이격거리 300cm에 50KV기준 10KV 마다 10cm 이상 추가 거리 유지 • 최소이격거리 유지가 어려운 경우 절연용 방호구 설치, 출입·접촉 방책 설치, 절연용 보호구 착용 등 안전조치

※ **최소이격거리** : 작업자의 최대동작범위(사용재료, 공구 등의 크기, 재질 등을 충분히 반영)를 고려하여 작업자 및 사용자재와 충전부 사이 안전이 확보되는 최소거리

2 절연용 방호구

▸ 절연 방호 덮개



절연방호관(도체 덮개)



내장애자연 덮개



애자 덮개(중성선 애자)



애자 덮개(특고압 핀애자)



전주 덮개



완금 덮개

▸ 선로 호스



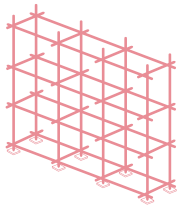
▸ 절연 매트



▸ 절연 담요



2 강관비계

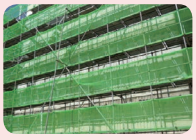


1 위험요인과 예방대책

☑ 주요 위험요인

- 비계 벽이음 미설치 또는 마감 작업을 위해 벽이음 임의 해체로 비계 무너짐 위험
- 비계 조립 시 작업발판 없이 비계 위에서 작업 중 떨어짐
- 비계의 작업발판 단부 안전난간대 미설치 상태로 이동 또는 작업 중 떨어짐 위험
- 비계 조립·해체 작업 시 비계가 고압선에 근접·접촉되며 감전 위험
- 비계 기둥재 하부 침하 방지 조치 미실시로 지반 침하에 따른 비계 변형 위험
- 비계 조립·해체 작업 시 안전대 등 개인보호구 미착용으로 떨어짐 위험
- 비계 작업발판 상부에 자재 과적으로 비계 무너짐 위험
- 비계 외부 교차가새(X-브레이싱), 주출입구 브레이싱 미설치로 비계 변형 또는 무너짐 위험

☑ 주요 위험요인

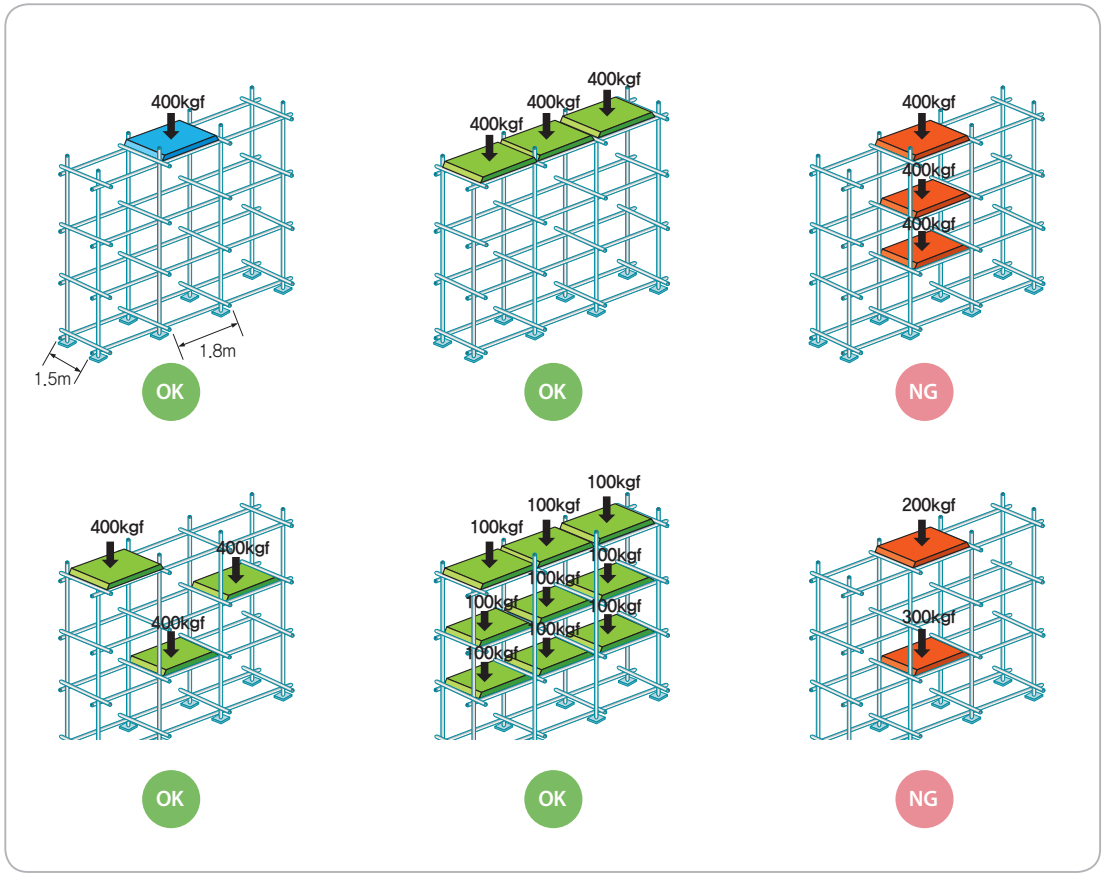
공정·작업별 내용	유해·위험요인	예방대책
 강관비계 설치 전경	• 비계 기둥 하부 지내력 미확보로 지반이 침하되며 비계 무너짐 위험	• 비계 기둥 하부에는 버림콘크리트 타설, 잡석다짐, 침하방지목 설치 등 침하방지조치
	• 비계 작업발판 상부 석재 등 자재 과적으로 무너짐 위험	• 비계 작업발판에는 최대 적재하중 표지 설치 후 과적하지 않도록 관리 (기둥 간 최대 400kgf 이내)
 강관비계 벽이음	• 비계 설치 중 인근 고압전선에 접촉되며 감전 위험 • 작업구간 하부에 노동자 작업 중 낙하물에 맞을 위험 • 승강 설비 미설치 상태에서 비계 위로 무리하게 올라가던 중 떨어짐 • 비계에 벽이음 미설치 또는 철선 등 비규격품의 벽이음 설치로 비계 무너짐 • 마감작업의 편의를 위해 벽이음 선 해체로 비계 무너짐	• 비계 설치 작업 시 인근 고압전로를 이설하거나, 절연용 방호구를 설치하여, 고압선에 접촉되지 않도록 관리감독 • 작업발판 단부 발끝막이판 설치, 낙하물 방지망 설치, 하부 노동자 통제 실시 • 비계에는 가설계단 또는 승강사다리(개폐형 작업발판 포함) 설치 • 비계의 좌굴 방지를 위해 전용철물을 사용하여 가로 5m 이내, 세로 5m 이내마다 벽이음 설치 • 벽이음 해체 전 동등 이상 강도의 벽이음을 보강하고, 벽이음을 임의 해체하지 않도록 관리
 가설계단	• 비계 결속부에 전용 클램프를 사용하지 않아 비계 무너짐 • 비계 설치·해체 시 작업지휘자 미배치 상태로 노동자 단독 작업 중 떨어짐 • 노동자가 안전작업 수칙을 미숙지하고 무리하게 작업 중 떨어짐	• 비계 결속부는 클램프 등 전용철물 사용하여 체결 • 비계 설치·해체 작업 시 관리감독자를 배치하여 지휘 감독 실시 • 작업 시작 전 안전작업 수칙 교육
 가새재 설치	• 안전모, 안전대 등 개인보호구 미착용하고 비계상에서 작업 중 부딪히거나 떨어짐	• 비계 설치 및 비계상에서 작업 시 안전모, 안전대 등 개인보호구 착용 철저

2 안전기준



- 비계의 높이가 2m 이상인 작업장소에서 작업 시 견고한 구조의 작업발판을 설치한다.
- 강관비계는 쌍줄로 설치하는 것을 원칙으로 하며, 쌍줄로 설치가 불가한 경우에 한하여 외줄로 설치할 수 있으며, 이 경우에도 브래킷 등으로 작업발판을 설치하고, 단부에는 안전난간을 설치한다.
- 작업발판 단부 등 떨어짐의 위험이 있는 곳에는 안전난간을 설치한다.
- 강관비계 설치·해체 시 20cm 이상의 발판을 설치하고, 노동자는 안전대 등 개인보호구를 착용하도록 한다.
- 강관비계 비계기둥 간 작업발판의 적재하중은 400kgf을 초과하지 않도록 최대 적재하중을 정하여 표지판을 부착하고, 노동자에게 알려야 한다.

하중기준 : 기둥간 최대적재하중 400kgf



비계에 작용하는 하중 관리 기준

- 비계 기둥의 간격은 띠장 방향에서는 1.5m이상 1.8m이하, 장선방향에서는 1.5m 이하로 한다.
- 띠장 간격은 1.5m 이하로 하되, 첫 번째 띠장은 지상으로부터 2m이하에 설치한다. 단, 작업발판 단부에 안전난간대를 설치하고, 구조검토 후 안전성이 확보되는 범위 내에서 띠장간격을 조정·설치할 수 있다.
- 비계 기둥의 제일 윗부분으로부터 31m 되는 지점 밑부분의 비계기둥은 2개의 강관으로 묶어 세운다. 단, 브래킷 등으로 보강하여 2개의 강관으로 묶는 경우와 동등 이상 강도를 유지하는 경우는 제외
- 비계기둥에는 미끄러지거나 침하하는 것을 방지하기 위하여 밑받침철물을 사용하거나 깔판·깔목 등을 사용하여 밑동잡이를 설치하는 등의 조치를 한다.
- 비계의 횡력에 대한 저항과 좌굴방지를 위해 교차 가새(X-브레이싱) 등으로 보강한다.
- 비계의 좌굴 방지를 위해 전용철물의 벽이음(가로 5m 이내, 세로 5m 이내)을 설치하고, 마감작업 등 작업의 편의를 위해 벽이음을 임의 해체하지 않도록 하며, 부득이하게 임의 해체할 경우 별도 동등 이상의 강도를 확보토록 보강조치를 하여야 한다.
- 비계기둥 1개에 작용하는 하중은 700kgf이내이어야 한다.
- 비계의 기둥과 구조물 사이의 틈 간격은 떨어짐방지를 위해 가급적 30cm 이하로 조립한다. 단, 작업발판 내측 단부에 안전난간대를 설치한 경우는 제외
- 비계의 기둥과 구조물 사이의 틈 간격에는 노동자의 떨어짐을 방지하기 위해 추락방호망을 설치한다.



비계와 구조물 사이 추락방호망 설치 모습(하부)

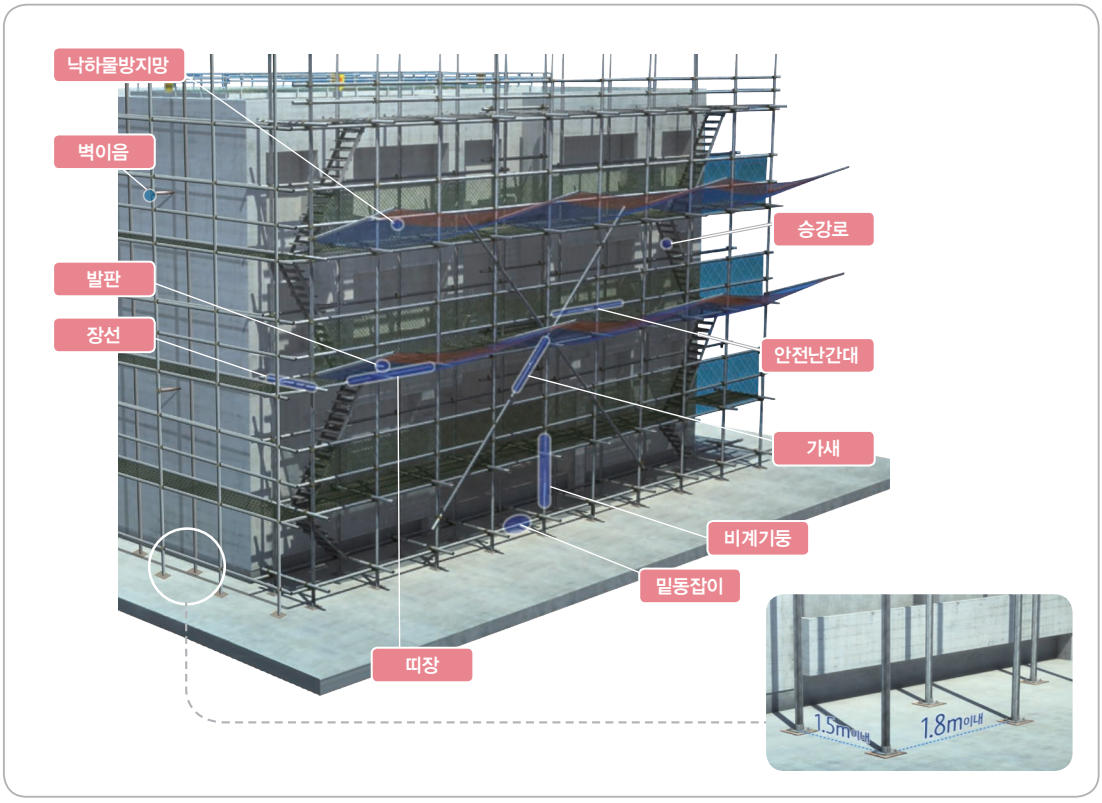


비계와 구조물 사이 추락방호망 설치 모습(상부)

- 가공전로(架空電路)에 근접하여 비계를 설치·해체하는 경우 가공전로를 이설하거나, 가공전로에 절연용 방호구를 설치하는 등 가공전로와의 접촉을 방지하기 위한 조치를 하여야 한다.

Check Box/ 강관비계의 조립기준

구 분	준수 사항	비 고
지반	• 침하방지 조치 (다짐, 두께 4.5cm 이상의 깔목, 밑받침철물, 버림 콘크리트 타설 등) • 밑동잡이 설치(비계 기둥 3개 이상 연결)	
기둥	• 띠장방향 : 1.5~1.8m 이하 • 장선방향 : 1.5m 이하	간격
	• 설치 높이가 31m 초과 시 기둥 최상부에서 31m지점 아래 부분은 강관기둥을 2본으로 결속하여 보강 ※ 단, 강관기둥 2본의 결속 강도를 확보하는 브래킷(Bracket) 등으로 보강 가능 • 주출입구 통행을 위해 기둥 미설치 구간 인접 기둥에 2본으로 보강 및 상부 가새재 보강	보강
	• 비계기둥 1개에 작용하는 하중 700kgf 이내	작용하중
	• 비계기둥간 적재하중* 400kgf 이내 (* 최상단에서 최하단까지의 누계 적재하중)	적재하중
띠장	• 첫 번째 띠장 : 2m 이하 • 그 외 띠장 : 1.5m 이하 단, 작업발판 단부에 안전난간대를 설치하고, 구조검토 후 안전성이 확보되는 범위 내에서 띠장간격 조정가능	간격
장선	• 비계의 내·외측 모두 기둥에 결속 • 띠장으로부터 50mm 이상 돌출	
벽이음	• 수평 5m 이내 마다, 수직 5m 이내 마다 • 비계의 최상단과 가장자리 끝에도 벽이음 설치(비폐합 구조는 필수)	전용철물 원칙
가새	• 기둥 간격 10m 이내 마다 45° 각도로 비계 기둥 및 띠장에 결속 • 모든 비계기둥은 가새에 결속	
작업발판	• 한국산업표준 또는 안전인증 규격에 적합하거나 이와 동등 이상의 제품 사용 - 폭 40cm 이상(비계 설치·해체 시 폭 20cm 이상) * 목재 : 두께 3.5cm 이상, 폭 40cm 이상, 길이 3.6m 이내(허용 응력 이내로 설계)	
승강설비	• 작업발판 간 이동을 위해 승강설비 설치 - 가설계단 또는 수직사다리와 개폐형 작업발판 구조로 설치	
안전난간대	• 작업발판 등 단부에 안전난간대 설치(100kgf 이상의 하중에 견딜 수 있는 구조) - 상부난간대 : 90~120cm - 중간난간대 : 상부난간대와 작업발판 중간위치 - 발끝막이판 : 10cm 이상	
구조물 사이 간격	• 비계기둥과 구조물 사이의 간격은 떨어짐방지를 위해 300mm 이내 * 부득이한 경우 작업발판 내측 단부에 안전난간대 설치 또는 벽체와 내측비계 사이 추락방호망 설치	
높이제한	• 최대 45m이하(권장)	



강관비계 설치 개념도

안전 TIP

강관비계의 주요 용어

- **비계기둥** : 비계를 조립할 때 수직으로 세우는 부재
- **띠장** : 비계기둥에 수평으로 설치되어 장선을 지지하는 부재
- **장선** : 쌍줄비계에서 띠장 사이에 수평으로 걸쳐 작업발판을 지지하는 가로재
- **교차가새** : 강관비계 조립 시 비계기둥과 띠장을 일체화하고 비계의 도괴에 대한 저항력을 증대시키기 위해 비계 전면에 X자형태로 설치하는 부재
- **벽연결용 철물(벽이음 철물)** : 비계를 건물의 벽체나 기둥 등의 구조체에 연결함으로써 풍하중, 충격하중 등의 수평 및 수직하중에 의한 인장 및 압축하중을 지지하는 부재

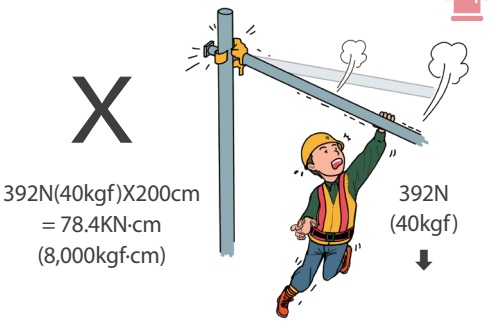
☑ Check Box/ 클램프

□ 클램프 사용 전 확인해야 할 사항

- 각 부에 큰 변형, 휨, 손상, 마모 및 두드러진 녹은 없는가?
- 콘크리트, 도료 등의 부착물은 없는가?
- 고정형의 경우 접합 리벳에 흔들거림은 없는가?
- 회전형의 경우 본체는 원활히 회전하는가?
- 볼트, 너트는 원활히 작동하는가?

※ 위에 사항에 대해 이상이 있을 경우 사용 금지

□ 클램프 사용 시 관리감독자의 지시에 따라 아래의 사항에 대해 주의하여 사용



클램프 고정위치로부터 2m 떨어진 위치에서 392N (40kgf)의 무게가 걸려도 클램프는 파괴됩니다. 클램프는 필히 2개 세트로 사용해야 합니다.

고정형에는 한쪽 하중을 걸지 말 것



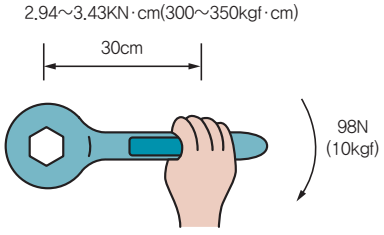
클램프 파손이나 고정강도 부족의 원인이 될 위험이 있습니다.

던지거나 떨어뜨리지 말 것



사진과 같이 ⏃ 부가 중심으로부터 벗어났을 경우 클램프 접속리벳이 파단되어 다시 사용이 되지 않기 때문에 폐기해야 합니다.

사진과 같이 되면 사용하지 말 것



그림은 참고예시이므로 정확한 토크 확보를 위해서는 토크렌치를 사용해야 합니다.

클램프에 걸리는 하중은 아래의 표시 이하로 사용합니다.
- 고정형 : 500kgf/개 - 회전형 : 350kgf/개

필히 지정된 고정토크로 고정할 것

비계 무너짐 사례

주요원인

❶ 작업발판에 석재 등 자재 과적
❷ 비계 외부 및 주출입구 상부 가새재 미설치
❸ 벽이음 미설치 또는 기 설치된 벽이음 임의 해체
❹ 벽이음 설치 불량(전용철물 미사용/설치간격 과다)
❺ 비계 비폐합 구조로 전도위험이 높으나, 최외측 단부 벽이음 미설치 등 전도방지 미흡
❻ 비계 침하방지 조치 미흡 ❼ 강풍에 대한 대형거푸집 전도방지 조치 미흡



원인 : ❶, ❷, ❹



원인 : ❷, ❸



원인 : ❶, ❷, ❹



원인 : ❸



원인 : ❶, ❷, ❹, ❻



원인 : ❷, ❹



원인 : ❹, ❺



원인 : ❼

주요원인 내용은 아래의 번호를 참고하세요!

❶ 작업발판에 석재 등 자재 과적
❷ 비계 외부 및 주출입구 상부 가새재 미설치
❸ 벽이음 미설치 또는 기 설치된 벽이음 임의 해체
❹ 벽이음 설치 불량(전용철물 미사용/설치간격 과다)
❺ 비계 비폐합 구조로 전도위험이 높으나, 최외측 단부 벽이음 미설치 등 전도방지 미흡
❻ 비계 침하방지 조치 미흡
❼ 강풍에 대한 대형거푸집 전도방지 조치 미흡

Check Box/ 강관비계 안전점검 사항

부적합 사항



▸ 비계기둥 침하방지 조치 미흡



▸ 벽이음 철선+Flat Tie 설치



▸ 작업발판 단부 안전난간대 미설치



▸ 작업발판간 승강설비 미설치



▸ 비계 교차가새(브레이싱) 미설치

안전한 상태



▸ 비계기둥 하부 침하방지 조치



▸ 벽이음 전용 철물 사용



▸ 작업발판 단부 안전난간대(2단) 설치

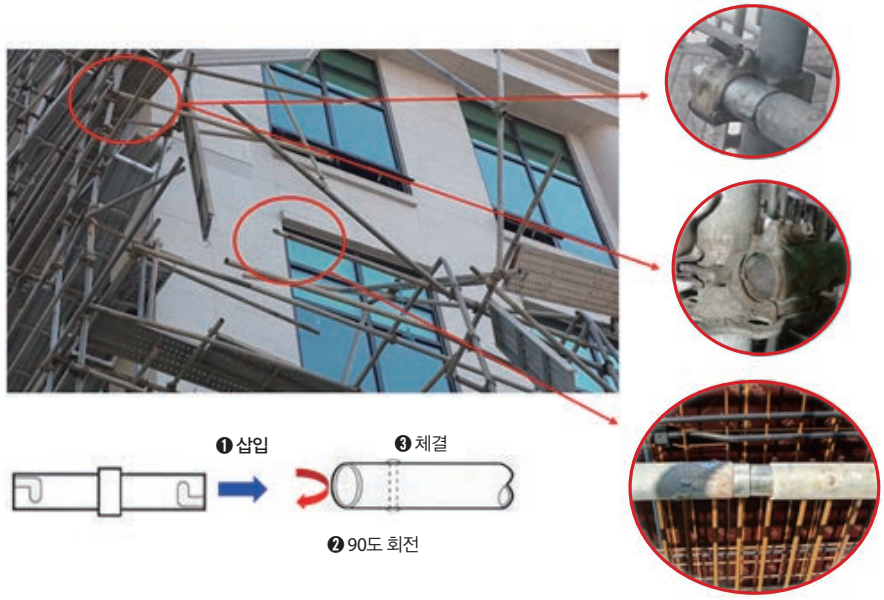


▸ 가설계단 설치

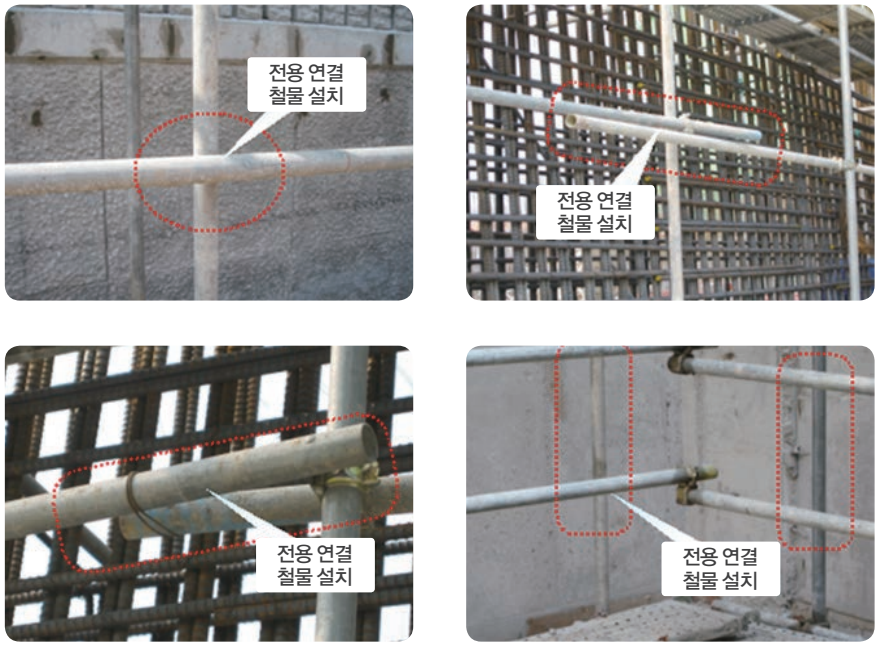


▸ 비계 교차가새(브레이싱) 설치

☑ Check Box/ 강관비계 설치 부적합 사례

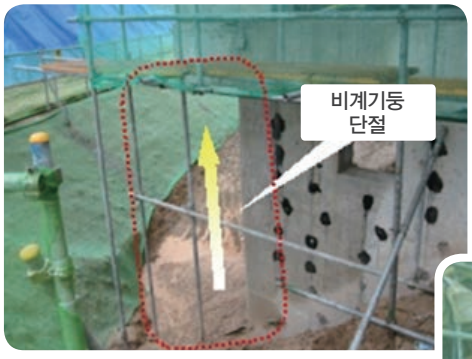


강관비계 교차부 및 연결부 연결철물 설치 부적합 사례



강관비계 교차부 및 연결부 설치 부적합 사례

☑ Check Box/ 강관비계 설치 부적합 사례





강관비계 비계기둥 미설치 사례





강관비계 지반상태 부적합 사례

3 재해사례

사례 1

벽이음이 일부 선해체된 상태로 강관비계 해체 작업 중 비계 무너짐



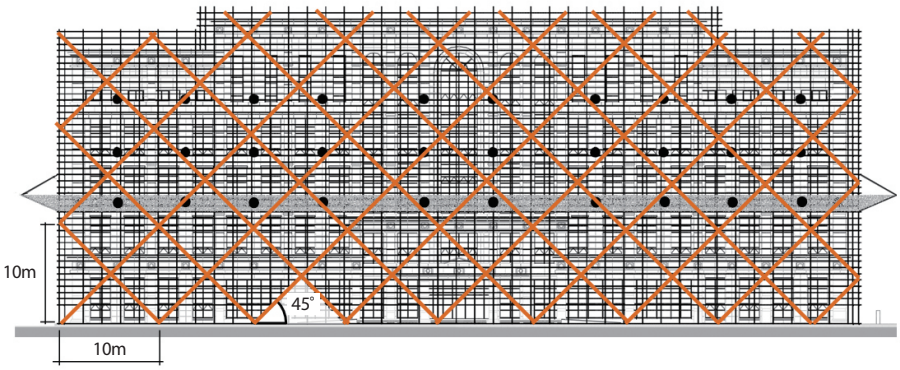
지상 5층 건물 정면 외부 비계 해체작업 중 벽이음 철물이 선해체되어 지지력이 부족한 비계가 무너지면서 노동자가 약 20m 아래 지상으로 떨어져 3명이 사망하고, 4명이 부상을 당한 재해임.

재해 발생 원인

- **강관비계 조립 시의 안전기준 미준수**
  - » 벽이음 철물 설치 간격 과다, 벽이음 철물 선해체 및 비계 좌굴방지를 위한 교차가새 미설치
- **비계 해체작업 방법 불량**
  - » 기 설치된 벽이음 철물을 조기 해체한 상태에서 비계 해체 작업을 위해 수직 일직선상에 노동자가 배치되어 비계기둥 간 집중하중(400kgf 초과) 발생으로 비계 좌굴
- **관리감독자의 유해·위험방지업무 소홀**

☑ 재해 예방대책

- **강관비계 조립 시의 안전기준 준수**
  - » 비계 해체작업 시 무너짐 방지를 위하여
  - ① 수직 및 수평방향으로 5m 이내마다 벽이음 철물 설치
  - ② 수평 및 수직 10m 간격, 45° 각도로 교차가새 보강



○ 비계 해체작업 방법 개선

» 비계 해체작업 중 무너짐 방지를 위하여 벽이음 철물은 해체순서에 맞도록 단계적으로 해체하여야 하고,

» 건물 한쪽 면에 노동자들이 밀집되어 작업하는 등 비계기둥 간 400kgf을 초과하여 집중하중이 발생하지 않도록 작업간격과 구획을 나누는 등 작업방법 개선

○ 관리감독자의 유해·위험방지업무 등 철저

» 비계 해체작업 시 관리감독자는 작업방법 및 노동자 배치를 결정하고 작업 진행 상태를 감시하여야 하며, 노동자가 안전대 부착설비에 안전대를 체결하고 작업을 실시하도록 감시하는 등 관리감독 철저

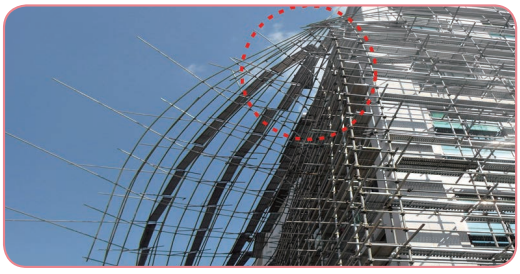
» 또한, 비계 해체시기, 범위 및 절차를 그 작업에 종사하는 노동자에게 충분히 주지시킨 후 해체작업 실시



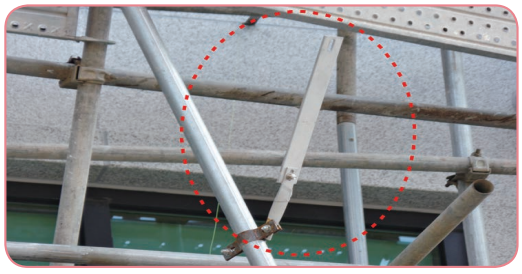
현장 전경



건물 좌측 비계 무너짐 전경(띠장 7단 변형)



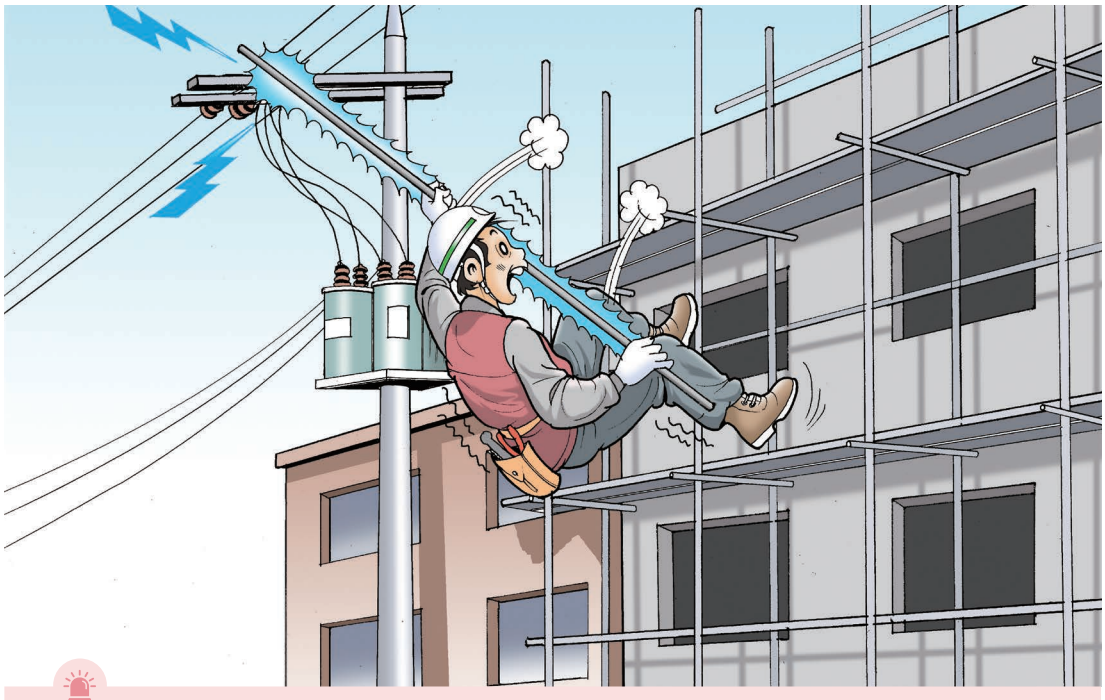
건물 우측 비계무너짐 전경(띠장 13단 변형)



건물 정면 비계 벽이음이 해체된 모습

사례 2

외부비계 해체 작업 중 고압선(22.9KV)에 접촉되며 감전되어 떨어짐



지상 6층 규모의 건물 증축 및 리모델링 공사 현장에서 비계공이 외부 비계에서 비계 해체 작업 중 인근 고압선(22.9 kV)에 강관비계가 접촉되면서 감전되어 지상 4층 높이에서 지하 1층 콘크리트 바닥으로 떨어져(H≒12.8m) 사망한 재해임.

재해 발생 원인

○ 가공전로 근접작업 시 감전방지 조치 미실시

» 가공전로(22.9KV)에 근접하여 비계 설치·해체 작업 시 충전전로에 접촉하거나 접근하여 감전의 위험이 있는 경우 최소이격거리 유지, 절연용 방호구 설치 등 감전방지 조치를 하여야 하나 미실시

재해 예방대책

○ 가공전로 근접작업 시 감전방지 조치 철저

» 가공전로(22.9KV)에 근접하여 비계 설치·해체 작업 시 충전전로에 접촉하거나 접근하여 감전의 위험이 있는 경우

① 충전전로에서 대지전압이 50KV이하인 경우 최소이격거리 300cm 이상 유지

② 충전전로 이설

③ 충전전로에 절연용 방호구 설치 등 감전방지 조치를 철저히 하여야 함.

[현장 전경]





지하1층 떨어진 지점



재해자와 함께 떨어진 강관비계



고압선에 접촉된 강관비계 상세 사진

사례 3

외부비계에서 드라이비트 작업 중 발판단부에서 떨어짐



외벽 마블 스톤공사 및 옥상방수 공사현장에서 미장공이 외부비계 작업발판 위에서 드라이비트 작업 중 중간난간대가 미설치된 작업발판 단부로 떨어져(H≒12.8m) 사망한 재해임.

재해 발생 원인

○ 외부비계 작업발판 단부 떨어짐방지 조치 미흡

» 외부비계 작업발판 단부에서 작업 시 떨어짐방지를 위해 안전난간은 중간난간대, 상부난간대 모두를 설치하여야 하나 상부난간대만을 설치하여 작업발판과 상부난간대 사이 수직 개구부(약 1m)로 떨어짐.

재해 예방대책

○ 외부비계 작업발판 단부 떨어짐방지 조치 철저

» 외부비계 작업발판에는 떨어짐방지를 위해 견고한 구조의 상부난간대와 중간난간대 모두 설치하여야 함.

- **상부난간대** : 작업발판에서 90~120cm, **중간난간대** : 상부난간대와 작업발판 중간위치

[현장 전경]

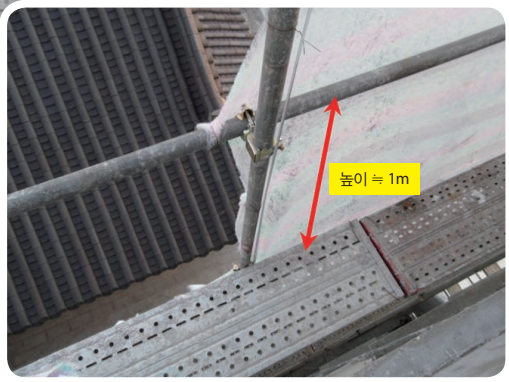




떨어짐 위치의 상부난간대만 설치된 모습



재해자가 떨어진 위치



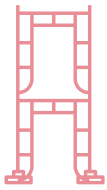
상부난간대와 작업발판 사이 간격(약1m)

4 안전점검 체크리스트



순번	평가 문항	평가 결과			비고
		개선 필요	보통	우수	
1	• 구조안전성 검토 후 작성한 조립도에 따라 설치하였는가? - 비계 기둥, 띠장, 장선 등의 간격 확인				
2	• 비계 벽이음은 전용철물로 수평 5m, 수직 5m 이내로 설치하였는가?				
3	• 비계 작업발판 상부의 적재하중은 비계기둥간 400kgf 이내로 적재하였는가?				
4	• 비계 작업발판 상·하간 이동을 위한 승강설비는 설치하였는가?				
5	• 높이 31m 초과 시 비계기둥을 2본으로 보강 (또는 브래킷으로 보강) 하였는가?				
6	• 비계 기둥 하부에 침하방지(다짐, 버림 콘크리트 타설 등) 조치를 하였는가?				
7	• 작업발판 단부에는 안전난간대(2단)를 설치하였는가?				
8	• 작업발판의 폭은 40cm 이상 확보하고, 2곳 이상 고정하였는가?				
9	• 비계 주변에 고압선이 있는 경우 최소이격거리(3m 이상) 유지 또는 절연방호구를 설치하였는가?				
10	• 비계 설치·해체 작업 시 작업발판을 설치하고, 안전대를 착용하고 있는가?				

3 강관틀비계

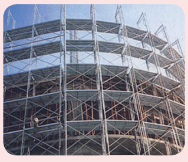


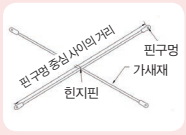
1 위험요인과 예방대책

☑ 주요 위험요인

- 강관틀비계 벽이음 철물 미설치 또는 마감 작업을 위해 벽이음 철물 임의 해체로 비계 무너짐 위험
- 강관틀비계 조립 시 작업발판 없이 비계 위에서 작업 중 떨어짐
- 강관틀비계의 작업발판 단부 안전난간대 미설치로 이동 또는 작업 중 떨어짐 위험
- 강관틀비계 조립·해체 작업 시 비계가 고압선에 근접·접촉되며 감전 위험
- 강관틀비계 주틀 수직재 하부 침하 방지 조치 미실시에 의한 지반 침하로 비계 변형 위험
- 강관틀비계 조립·해체 작업 시 안전대 등 개인보호구 미착용으로 떨어짐 위험
- 강관틀비계 작업발판 상부에 석재 등 자재 과적으로 비계 무너짐 위험
- 강관틀비계 교차가새(X-브레이싱), 주출입구 브레이싱 등 보강미흡으로 비계 변형 또는 무너짐 위험

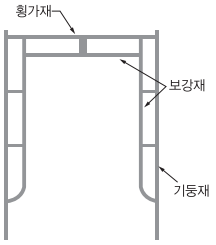
☑ 작업별 위험요인과 예방대책

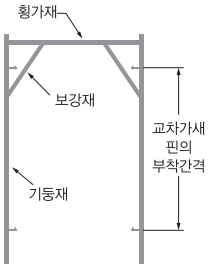
공정·작업별 내용	유해·위험요인	예방대책
	• 강관틀비계 주틀 수직재 하부 지내력 미확보로 지반이 침하되며 무너짐 위험	• 강관틀비계 주틀 수직재 하부에는 버림콘크리트 타설, 잡석다짐, 침하방지목 설치 등의 침하방지 조치를 하고, 밑받침에 고저차가 있는 경우 조절용 받침철물을 사용하여 항상 수평 및 수직유지
	• 강관틀비계 작업발판 상부 석재 등 자재 과적으로 무너짐 위험	• 강관틀비계 작업발판에는 최대 적재하중 표지 설치 후 과적하지 않도록 관리
  강관틀비계	• 강관틀비계 설치 중 인근 고압선에 접촉되며 감전 위험 • 작업구간 하부에서 노동자가 작업 중 낙하물에 맞을 위험 • 승강 설비 미설치 상태에서 강관틀비계 위로 무리하게 올라가던 중 떨어짐 • 강관틀비계에 벽이음 철물 미설치 또는 철선 등 비규격품의 벽이음 설치로 비계 무너짐 • 마감작업의 편의를 위해 벽이음 철물 선해체로 비계 무너짐 • 주틀간 교차가새 미설치 및 수평재 미설치로 흔들림 또는 좌굴 위험 • 강관틀비계의 띠장 방향 길이 대비 높이가 높을 경우 경사버팀대 미설치로 전도위험	• 강관틀비계 설치 작업 시 인근 고압전로를 이설하거나, 절연용 방호구를 설치하고, 고압선에 접촉되지 않도록 관리 • 작업발판 단부 발끝막이판 설치, 낙하물 방지망 설치, 하부 노동자 출입 통제 실시 • 강관틀비계에는 가설계단 또는 승강사다리 설치 • 강관틀비계의 좌굴 방지를 위해 수평 8m 이내, 수직 6m 이내마다 벽이음 철물 설치 • 벽이음 해체 전 동등 이상의 강도를 확보한 벽이음 철물을 보강하고, 작업자 안전교육 실시 • 주틀간 교차가새 설치 및 최상층과 5층 이내마다 수평재 설치 • 강관틀비계의 띠장 방향 길이 대비 높이가 높아 전도 위험이 있을 경우 경사버팀대 설치

공정·작업별 내용	유해·위험요인	예방대책
 교차가새	• 작업지휘자를 미선임하고 노동자 단독으로 작업 중 떨어짐 • 노동자가 안전작업 수칙을 미숙지하고, 무리하게 작업 중 떨어짐 • 안전모, 안전대 등 개인보호구 미착용하고 비계상에서 작업 중 부딪히거나 떨어짐	• 비계 설치·해체 작업 시 작업지휘자를 배치하여 관리 감독 실시 • 작업 시작 전 안전작업 수칙 교육 • 비계 설치 및 비계상에서 작업 시 안전모, 안전대 등 개인보호구 착용 철저

2 안전기준







틀형 비계용 주틀

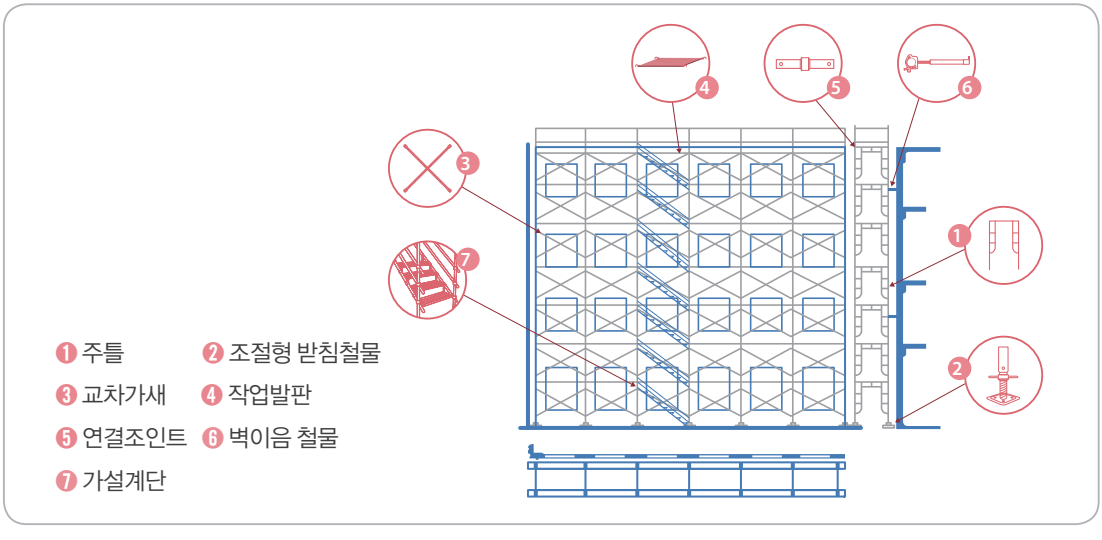
▶ 주틀의 시험성능기준

부재	항 목	시험성능기준
주틀	압축강도	78.5KN 이상
	수직처짐량	10.0㎜ 이하
교차가새 핀	인장강도	6.38KN 이상

- 강관틀비계의 높이가 2미터 이상인 작업장소에서 작업 시 견고한 구조의 작업발판을 설치하고, 상·하부 작업발판 간 안전하게 이동할 수 있도록 가설계단 등 승강설비를 설치한다.
- 작업발판 단부 등 떨어짐 위험이 있는 곳에는 안전난간을 설치한다.
  - 선행 안전난간 설치 방법 등으로 안전난간을 미리 설치하여 노동자의 떨어짐위험을 최소화 한다.
  - **상부난간대** : 90~120cm, **중간난간대** : 상부난간대와 작업발판 중간 위치
- 강관틀비계 설치·해체 시 작업발판을 설치하고, 노동자는 안전대 등 개인보호구를 착용하도록 한다.
- 강관틀비계 작업발판 상부에는 비계기둥 간의 적재하중은 400kgf을 초과하지 않도록 한다.
- 강관틀비계 밑동에는 밑받침 철물을 사용하여야 하며, 밑받침에 고저차가 있는 경우에는 조절형 밑받침철물을 사용하여 각각의 강관틀비계가 항상 수평 및 수직을 유지하도록 한다.
- 주틀 간에 교차가새를 설치하고 최상층 및 5층 이내마다 수평재를 설치한다.
- 길이가 띠장 방향으로 4m 이하이고, 높이가 10m 초과 시 전도방지를 위해 10m 이내마다 띠장 방향으로 버팀기둥을 설치한다.
- 강관틀비계의 횡력에 대한 저항과 좌굴방지를 위해 교차 가새(X-브레이싱)로 보강한다.
- 비계의 모서리 부분에는 바깥 모서리, 안 모서리 부분의 기본틀끼리 비계용 강관과 클램프로 견고히 결속한다.
- 강관틀비계의 좌굴 방지를 위해 전용철물의 벽이음(가로 8m 이내, 세로 6m 이내)을 설치하고, 마감작업 등 작업의 편의를 위해 벽이음을 임의 해체하지 않도록 하며, 부득이하게 임의 해체할 경우 별도 보강조치를 하여야 한다.
- 가공전로(架空電路)에 근접하여 강관틀비계를 설치하는 경우 가공전로를 이설(移設)하거나 가공전로에 절연용 방호구를 설치한다.

☑ Check Box/ 강관틀비계의 조립기준

구 분	준수 사항	비 고
지반	• 침하방지 조치 (다짐, 두께 4.5cm 이상의 깔목, 밑받침철물, 버림 콘크리트 타설 등) - 바닥에 고저차가 있는 경우 조절형 받침철물을 사용하여 각 주틀을 수평과 수직으로 유지	
주틀	• 간격 : 1.8m 이하(전체높이 20m 초과 또는 중량작업 시) - 연결용 통로, 출입구 및 개구부 등에서 내력상 충분히 안전한 경우 간격을 조정하여 설치할 수 있음.	간격
	• 주틀 간격이 1.8m인 경우 주틀 사이 하중한도 : 4KN • 주틀 간격이 1.8m이내인 경우 그 역비율로 하중한도 증가	하중한도
띠장틀 또는 수평재	• 주틀의 최상부 • 주틀의 다섯단 이내마다	간격
벽이음	• 수평 8m 이내마다, 수직 6m 이내마다 • 강관틀비계의 최상단과 가장자리에도 벽이음 설치	전용철물 원칙
가새	• 주틀과 주틀 사이에 X형 가새	
작업발판	• 한국산업규격 또는 안전인증 규격에 적합하거나 이와 동등 이상의 제품 사용 - 폭 40cm 이상(비계 설치·해체 시 폭 20cm 이상)	
승강설비	• 작업발판 간 이동을 위해 승강설비 설치 - 가설계단 또는 수직사다리와 개폐형 작업발판 구조로 설치	
안전난간대	• 작업발판 등 단부에 안전난간대 설치(100kgf 이상의 하중에 견딜 수 있는 구조) - 상부난간대 : 90~120cm - 중간난간대 : 상부난간대와 작업발판 중간위치 - 발끝막이판 : 10cm 이상	
구조물 사이 간격	• 주틀과 구조물 사이의 간격은 떨어짐방지를 위해 300mm 이내	
높이제한	• 최대 45m이하(권장)	



강관틀비계 설치 개념도

3 재해사례

사례 1

지상에서 대리석 운반 중 강관틀비계에 적재되어 있던 대리석 낙하로 맞음



외부 석공사를 위해 재해자가 틀비계하부에서 석공사용 대리석을 운반하던 중 틀비계 2단 위에 적재되어 있던 대리석(무게≒35kgf)이 낙하(H≒3.6m)하여 재해자를 강타, 사망한 재해임.

재해 발생 원인

- 대리석 인양방법 불량
- 낙하물에 의한 위험방호 조치 미실시

» 틀비계 2단(H≒3.6m)과 같은 수직 개구부가 상존하는 장소 상부에서 줄걸이 방법으로 대리석을 인상, 운반 할 때에는 대리석이 지면으로 낙하 할 위험에 대비하여 낙하물방지망을 설치하거나, 인상 운반되는 작업구간으로 작업자가 들어가지 못하도록 출입금지구역을 설정한 상태에서 작업을 실시하여야 하나 미실시

☑ 재해 예방대책

- 대리석 인양 방법 개선

» 대리석을 윈치 와이어로프 1줄 걸이로 인양 시 탈락위험이 있으므로 석재전용 인양함을 제작하여 2줄걸이로 인양 하는 등 안전한 작업방법으로 개선



ㅇ 낙하물에 의한 위험방호 조치 및 관리감독 철저

» 틀비계 2단(H≒3.6m)과 같은 수직 개구부가 상존하는 장소 상부에서 줄걸이 방법으로 대리석을 인상, 운반 할 때에는 대리석이 지면으로 낙하 할 위험에 대비하여 ① 대리석 임시 보관 시 비스듬하게 기대어 놓지 않도록 하고, ② 출입금지구역을 설정한 상태에서 작업을 실시하여야 하며 ③ 대리석을 윈치 와이어로프에 감아 인상, 운반 전에는 지면에 있는 모든 노동자는 출입금지구역 밖으로 이동하도록 관리감독을 철저히 하여야 함.

대리석 인양 순서 및 사고상황 추정



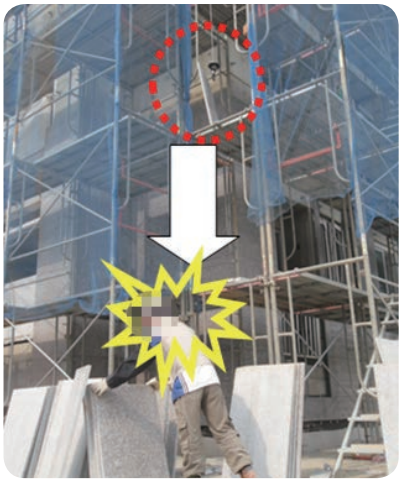
❶ 하부 노동자 석재 인양



❷ 상부 노동자 석재 운반 전



❸ 상부 노동자 석재 2장 중 한 장 운반



❹ 운반 후 나머지 한 장 낙하

사례 2

강관틀비계 작업발판에서 벽체 철근 조립 중 단부로 떨어짐



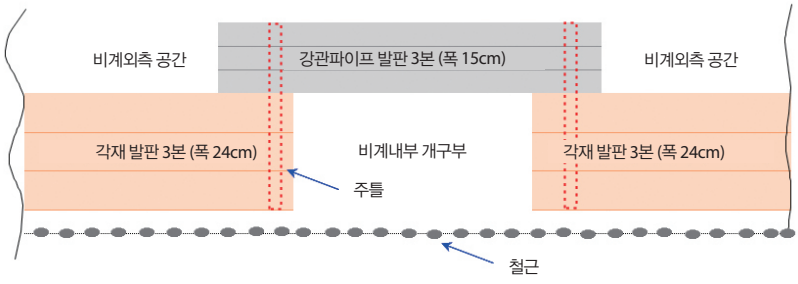
수로암거 중앙부 벽체 철근조립을 위해 불안전한 강관틀비계 2단 작업발판 상부에 올라가 철근 조립 작업 중 작업발판 단부에서 지상 콘크리트 바닥으로 떨어져(H≒3.4m) 사망함.

재해 발생 원인

○ 강관틀비계 및 작업발판 구조 불량

» 강관틀비계에 가새재, 수평재가 미설치 되어 비계의 유동이 있는 불안전 구조

» 각재 및 강관비계(파이프)로 작업발판을 설치하여 주틀에 견고하게 고정하기 어려운 구조이며, 폭이 40cm 미만으로 작업 중 떨어지기 쉬운 구조



작업발판 설치 상태 추정도

○ 작업발판 단부 안전난간대 미설치 및 안전모 턱끈 미체결

☑ 재해 예방대책

○ 안전한 구조의 작업발판 및 강관틀비계 설치

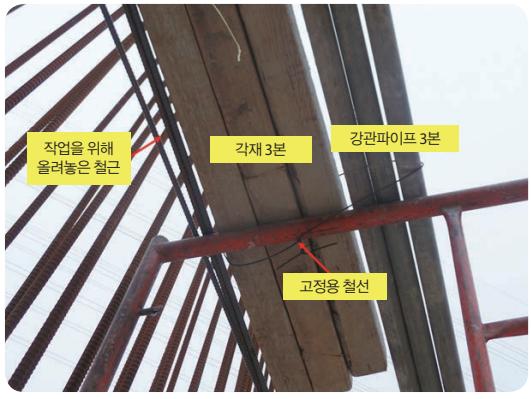
» 강관틀비계의 주틀은 1.8m 이하로 설치하고, 비계의 흔들림이 최소화되도록 가새재와 수평재를 견고히 설치하여야 하며,

» 작업발판은 안전인증 제품(또는 동등 이상의 강도를 확보한 제품)으로 폭은 40cm 이상 확보, 2개 이상의 지지물에 견고히 고정 설치

○ 작업발판 단부 안전난간대(2단) 설치 및 안전모 턱끈 체결 철저



수로암거 철근작업 전경 및 강관틀비계 설치 상태



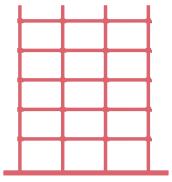
작업발판 설치 상태

4 안전점검 체크리스트



순번	평가 문항	평가 결과			비고
		개선필요	보통	우수	
1	• 구조안전성 검토 후 작성한 조립도에 따라 설치하였는가? - 주틀, 띠장틀(수평재), 가새 등의 설치간격 등 확인				
2	• 비계 벽이음은 전용철물로 가로 8m 이내, 세로 6m 이내로 설치하였는가?				
3	• 전체 높이가 20m 초과 또는 중량작업인 경우 주틀 간격을 1.8m 이내로 설치하였는가?				
4	• 강관틀비계 작업발판 상·하간 이동을 위한 승강설비는 설치하였는가?				
5	• 주틀의 최상부와 5단 이내마다 띠장틀(수평재)을 설치하였는가?				
6	• 주틀의 기둥재 하부에 침하방지(다짐, 버림 콘크리트 등) 조치를 하였는가?				
7	• 작업발판 단부에는 안전난간대(2단)를 설치하였는가?				
8	• 비계의 모서리 부분에는 주틀 상호간을 비계용 강관과 클램프로 견고히 결속하였는가?				
9	• 강관틀비계 주변에 고압선이 있는 경우 최소안전거리(3m 이상) 유지 또는 절연방호구를 설치하였는가?				
10	• 비계 설치·해체 작업 시 작업발판을 설치하고, 안전대는 착용하고 있는가?				

4 시스템비계



1 위험요인과 예방대책

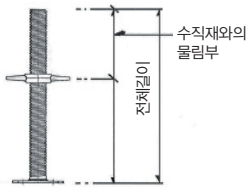
☑ 주요 위험요인

- 시스템비계 벽이음 철물 미설치 또는 마감 작업을 위해 벽이음 철물 임의 해체로 시스템비계 무너짐 위험
- 시스템비계 조립 시 작업발판 없이 비계 위에서 작업 중 떨어짐
- 시스템비계의 작업발판 단부 안전난간대 미설치로 이동 또는 작업 중 떨어짐 위험
- 시스템비계 조립·해체 작업 시 비계가 고압선에 접촉되며 감전 위험
- 시스템비계 수직재 하부 침하 방지 조치 미실시로 지반 침하에 비계 변형 위험
- 시스템비계 조립·해체 작업 시 안전대 등 개인보호구 미착용으로 떨어짐 위험
- 시스템비계 작업발판 상부에 석재 등 자재 과적으로 비계 무너짐 위험
- 시스템비계 브레이싱 미설치로 비계 변형 또는 무너짐 위험
- 구조물과 시스템비계 간격 과다로 개구부 사이로 떨어질 위험

☑ 작업별 위험요인과 예방대책

공정·작업별 내용	유해·위험요인	예방대책
 시스템비계 설치 전경	• 시스템비계 수직재 하부 지내력 미확보로 지반이 침하되며 무너짐 위험	• 시스템비계 수직재 하부에는 버림콘크리트 타설, 잡석다짐, 침하방지목 설치 등 침하방지 조치하고, 밑받침에 고저차가 있는 경우 조절용 받침철물을 사용하여 항상 수평 및 수직유지
	• 시스템비계 작업발판 상부 석재 등 자재 과적으로 무너짐 위험	• 시스템비계 작업발판에는 최대 적재하중 표지 설치 후 과적하지 않도록 관리
 시스템비계 수직보호망	• 시스템비계 설치·해체 중 인근 고압선로에 접촉하며 감전 위험 • 작업구간 하부에서 노동자가 작업 중 낙하물에 맞을 위험 • 승강 설비 미설치 상태에서 시스템비계를 타고 무리하게 이동 중 떨어짐 • 시스템비계에 벽이음 미설치 또는 비규격품의 벽이음 설치로 시스템비계 무너짐 • 마감작업의 편의를 위해 벽이음 선해체로 비계 무너짐	• 시스템비계 설치·해체 작업 시 고압선과의 최소 3m 이상 이격거리를 유지하거나, 고압선로 이설 또는 절연용 방호구를 설치 • 작업발판 단부 발끝막이판 설치, 낙하물 방지망 설치, 하부 노동자 통제 실시 • 시스템비계에는 가설계단 등 승강설비 설치 • 시스템비계의 좌굴 방지를 위해 전용철물을 사용하여 제조사가 정하는 기준으로 벽이음 설치 - 제조사의 기준이 없는 경우 가로 5m이내, 세로 5m 이내로 설치 • 마감작업과 간섭 시 벽이음 해체 전 동등 이상의 강도를 확보한 벽이음 철물로 보강하고, 작업자 안전교육 실시
 석공사용 벽이음	• 작업지휘자 미배치 상태로 노동자 단독 작업 중 떨어짐 • 노동자가 안전작업 수칙을 미숙지 한 상태로 무리하게 작업중 떨어짐 • 안전모, 안전대 등 개인보호구를 미착용하고 시스템비계상에서 작업 중 부딪히거나 떨어짐	• 비계 설치·해체 작업 시 작업지휘자 배치하여 관리감독 실시 • 작업 시작 전 안전작업 수칙 교육 • 시스템비계 설치·해체 등 작업 시 안전모, 안전대 등 개인보호구 착용 철저

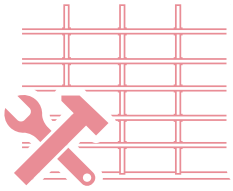
2 안전기준



받침철물의 겹침길이

- 시스템비계의 수직재·수평재·가새재를 견고하게 연결하여야 한다.
- 수평재는 수직재와 직각으로 설치하여야 하며, 체결 후 흔들림이 없도록 견고하게 설치한다.
- 벽 연결 철물의 설치간격은 제조사가 정한 기준 또는 구조설계 기준에 따라 설치한다.

  *** 제조사가 정한 기준이 없는 경우 수직방향 5m 이내, 수평방향 5m 이내로 설치**
- 비계 기둥의 밑동에는 밑받침 철물을 사용하여야 하며, 밑받침에 고저차가 있는 경우에는 조절형 밑받침 철물을 사용하여 시스템비계가 항상 수평 및 수직을 유지하도록 한다.
- 비계 밑단의 수직재와 받침철물은 밀착되도록 설치하고, 수직재와 받침철물의 연결부의 겹침길이는 받침철물 전체길이의 3분의 1 이상이 되도록 한다.
- 경사진 바닥에 설치하는 경우에는 피벗형 받침 철물 또는 쐐기 등을 사용하여 밑받침 철물의 바닥면이 수평을 유지하도록 한다.
- 가공전로에 근접하여 비계를 설치하는 경우에는 가공전로를 이설하거나 가공전로에 절연용 방호구를 설치하는 등 가공전로와의 접촉을 방지하기 위한 조치를 한다.
- 비계 내에서 노동자가 상하 또는 좌우로 이동하는 경우에는 반드시 지정된 통로를 이용하도록 주지하여야 한다.
- 비계 작업 노동자는 같은 수직면상의 위와 아래 동시 작업을 금지한다.
- 작업발판에는 제조사가 정한 최대적재하중을 초과하여 적재해서는 아니 되며, 최대적재하중이 표기된 표지판을 부착하고 노동자에게 주지하도록 한다.
- 대각으로 설치하는 가새는 비계의 외면으로 수평면에 대해 40~60° 방향으로 설치하며, 수평재 및 수직재에 결속한다.
- 가새의 설치간격은 시공 여건을 고려하여 구조검토를 실시한 후에 설치한다.
- 작업발판 단부 등 떨어짐의 위험이 있는 곳에는 안전난간을 설치한다.

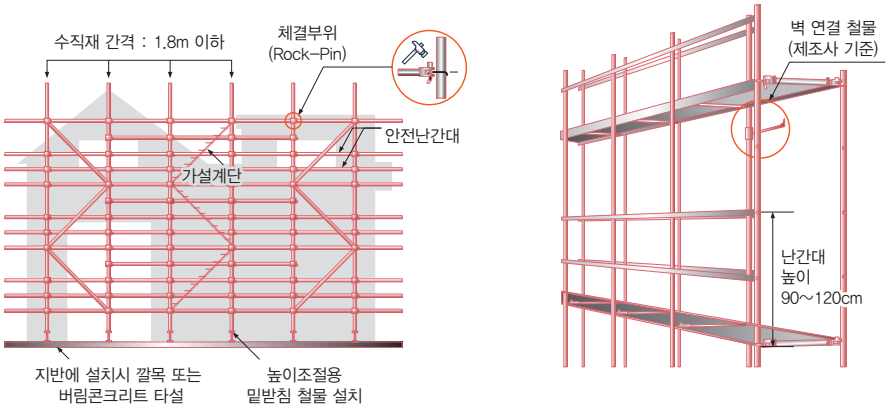


- 선행 안전난간 설치 방법, 상승식 안전난간 설치방법 등으로 안전난간을 미리 설치하여 노동자의 떨어짐위험을 최소화 한다.
- **상부난간대** : 90~120cm, **중간난간대** : 상부난간대와 작업발판 중간 위치

- 시스템비계를 해체할 경우에는 가새 또는 벽 연결 철물을 한번에 제거하지 않도록 상부에서 하부로 단계적으로 해체한다.

Check Box/ 시스템비계의 조립기준

구 분	준수 사항	비 고
지반	• 침하방지 조치 (다짐, 두께 4.5cm 이상의 깔목, 버림 콘크리트 타설 등)	
수직재	• 띠장방향 : 1.8m 이하 • 장선방향 : 1.5m 이하	간격
	• 수직재와 받침철물의 겹침길이는 받침철물 전체길이의 1/3 이상	겹침길이
	• 주출입구 통행을 위한 기둥 미설치 구간 트러스 등으로 보강	보강
	• 비계기둥 간 적재하중* 400kgf 이내 (* 최상단에서 최하단까지의 누계 적재하중)	적재하중
띠장	• 첫 번째 띠장 : 2m 이하 • 그 외 띠장 : 제조사 기준으로 하되 2m 이하	간격
장선	• 비계의 내·외측 기둥에 모두 결속	
벽이음	• 제조사가 정한 기준으로 설치 - 제조사가 정한 기준이 없는 경우 수직방향 5m 이내, 수평방향 5m 이내 • 비계의 최상단과 가장자리 끝에도 벽이음 설치	전용철물 원칙
가새	• 비계의 외면으로 수평면에 대해 40~60° 방향으로 설치 • 수직재 및 수평재에 결속	
작업발판	• 한국산업표준 또는 안전인증 규격에 적합하거나 이와 동등 이상의 제품 사용 - 폭 40cm 이상	
승강설비	• 작업발판 간 이동을 위해 승강설비 설치 - 가설계단 또는 수직사다리와 개폐형 작업발판 구조로 설치	
안전난간대	• 작업발판 등 단부에 안전난간대 설치(100kgf 이상의 하중에 견딜 수 있는 구조) - 상부난간대 : 90~120cm - 중간난간대 : 상부난간대와 작업발판 중간위치 - 발끝막이판 : 10cm 이상	
구조물 사이 간격	• 비계기둥과 구조물 사이의 간격은 떨어짐방지를 위해 300mm 이내	
높이제한	• 구조검토 결과 안전성이 확보된 높이	



시스템비계 설치 개념도

안전 TIP

시스템비계의 주요 용어

- **수직재** : 비계의 상부하중을 하부로 전달하는 부재로 비계를 조립 할 때 수직으로 세우는 부재
- **수평재** : 수직재의 좌굴을 방지하기 위하여 수평으로 연결하는 부재
- **가새재** : 비계에 작용하는 비틀림 하중이나 수평하중에 견딜 수 있도록 수평재와 수평재, 수직재와 수직재를 연결하여 고정하는 부재
- **접합부** : 수직재에 용접으로 고정하여 수직재와 수평재 및 가새재를 연결하여 고정할 수 있게 만든 부재
- **연결조인트** : 수직재와 수직재를 연결하여 고정할 수 있게 한 부재
- **받침철물** : 수직재의 하부에 설치하여 비계의 수직 및 수평을 유지하게 하는 조절형 받침대
- **벽연결재** : 강관, 클램프, 앵커 및 벽 연결용 철물 등의 부재를 사용하여 비계와 구조체 사이를 연결함으로써 풍하중, 충격 등의 수평 및 수직하중에 대하여 안전하도록 설치하는 버팀대

시스템비계 무너짐 사례

주요원인

❶ 작업발판에 석재 등 자재 과적(최대 적재하중 미준수)
❷ 벽이음 미설치 또는 설치 불량(전용철물 미사용/설치간격 과다)
❸ 시스템비계 모서리(코너)부 폐합 불량 등

시스템비계 무너짐 사례 1 (원인 : ❶, ❷)





시스템비계 무너짐 사례 2 (원인 : ❶, ❷, ❸)









시스템비계 무너짐 사례 3 (원인 : ❶, ❷, ❸)

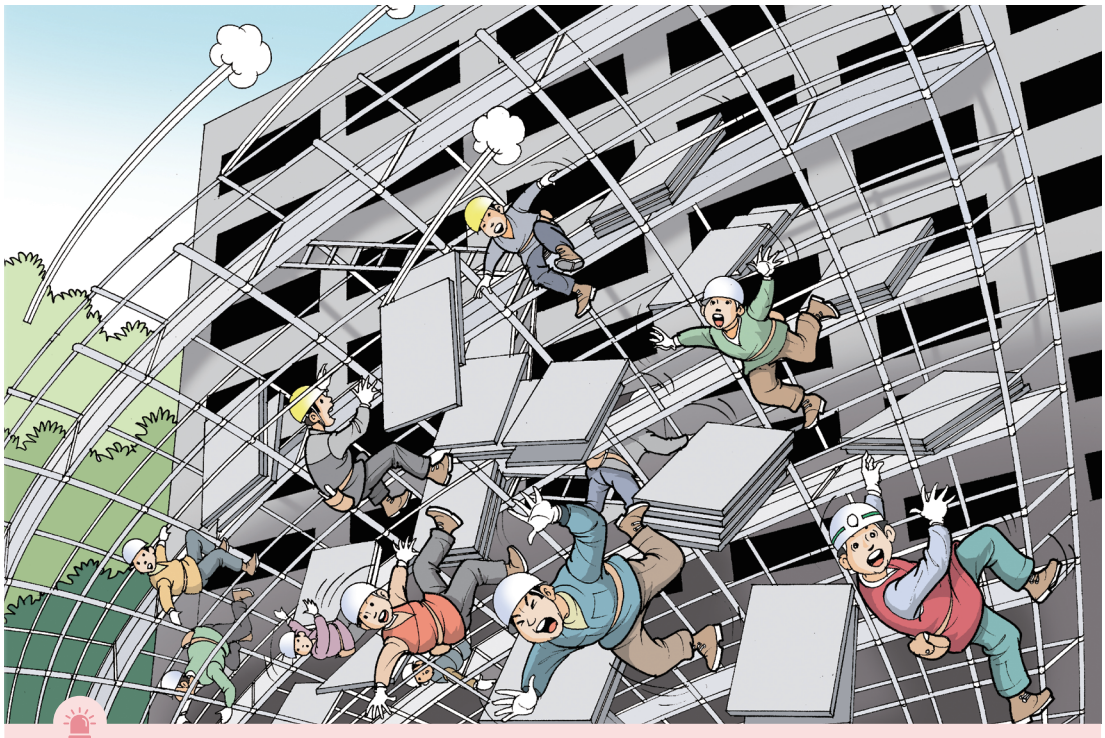




3 재해사례

사례 1

외부 시스템비계 위에서 외벽 석재 철거 작업 중 비계 무너짐



OO연구소 증축공사 현장에서 숙소동 5층 외부 시스템비계 위에서 외벽 석재(화강석, 780×520×30mm) 철거작업 중 시스템비계가 무너지며, 1명이 사망하고, 10명이 부상한 재해임.

재해 발생 원인

- 외부비계 작업발판 위에 해체된 석재 과다 적재
- 시스템비계 설치상태 불량 및 시스템비계 조립기준 미준수
  - » 건물 후면부에만 시스템비계를 설치한 비폐합 구조로 구조적으로 취약
  - » 건물 굴곡부 비계 수직재 사이 수평재 일부 누락
  - » 시스템비계의 좌굴 방지를 위한 벽이음 철물 일부 누락(일부만 설치)

재해 예방대책

- 외부비계 작업발판 위에 해체된 석재를 과적하지 않도록 비계 수직재 간 최대 적재하중을 정하여 최대적재하중 표지를 부착하고, 최대적재하중 준수 철저



ㅇ 시스템비계 조립 시 안전기준 준수

» 건물 외부에 시스템비계 설치 시 가능한 폐합 구조(4면 모두 설치하여 일체화)가 원칙이나, 작업 상 부득이 한 경우 구조안전성 검토 결과에 따라 벽이음 철물 및 가새설치 등 충분히 보강

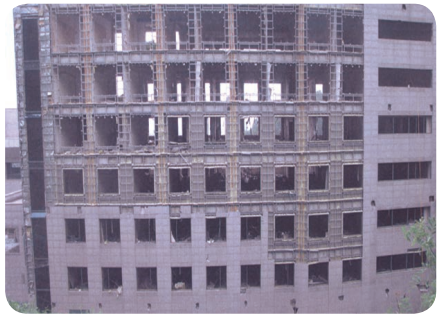
» 시스템비계는 구조검토된 조립도에 따라 수평재, 가새재 및 벽이음 철물이 누락되지 않도록 정밀시공 하여야 함.

[현장 전경]





사고전 시스템비계 설치 모습



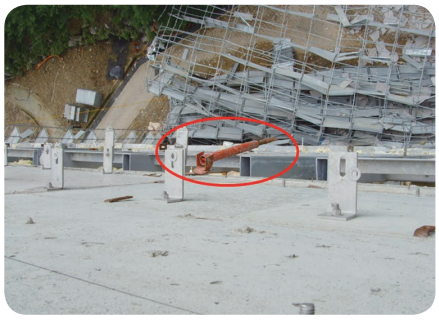
사고구간 석재가 해체된 모습



건물 굴곡부 시스템비계 수평재 미설치



사고구간 우측비계와 단절된 모습

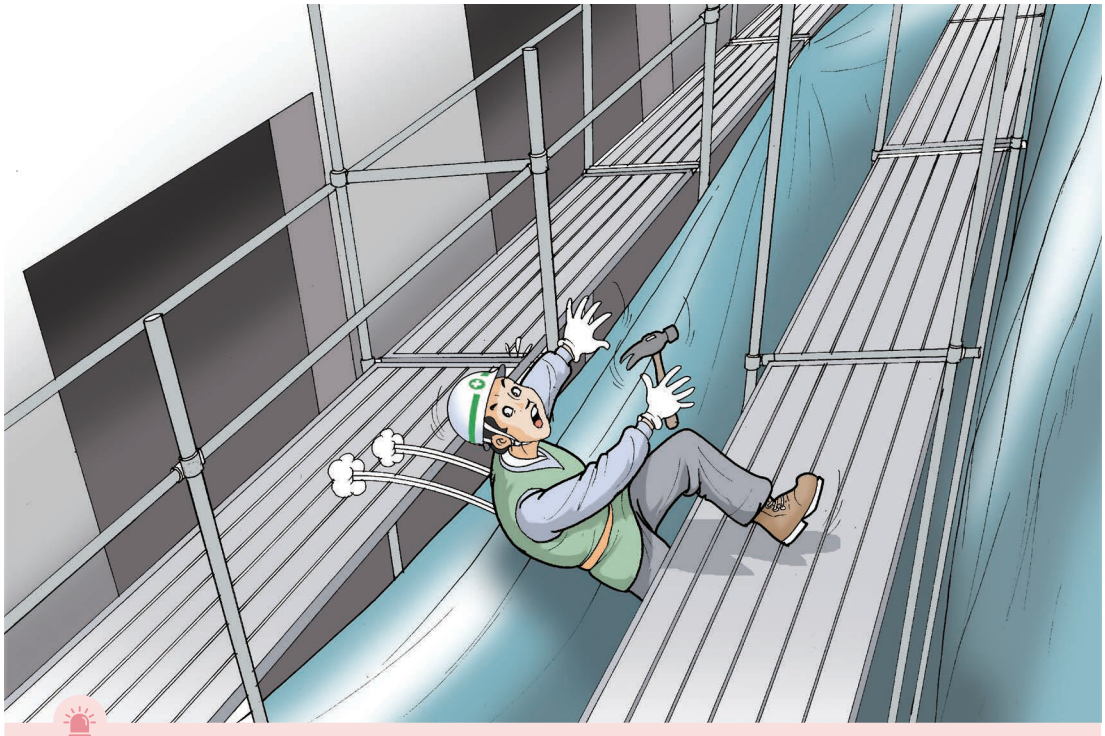


벽이음 철물이 파손된 모습

* 수평재 미설치

사례 2

외부 시스템비계에서 인접 시스템비계로 건너가던 중 떨어짐



A동 외부 시스템비계를 통해 약 1.2m 건너편에 설치된 B동 외부 시스템비계로 건너가던 중 몸의 중심을 잃고 약 14.3m아래 지상으로 떨어져 사망한 재해임.

재해 발생 원인

○ 외부 시스템비계 간 이동통로 미확보

» A동 6층 형틀작업구간에서 B동 6층 철근작업구간으로 이동해야 되는 경우 수평통로를 설치하여야 하나, 이동통로를 미설치한 상태에서 시스템비계 사이를 이동 중 실족하여 떨어짐.

재해 예방대책

○ 작업장 간 이동통로 설치

» 여러 개의 동으로 구성된 건축물 공사 시 작업여건상 각 동 간 수시로 이동하여야 하는 경우에는 노동자가 안전하게 이동할 수 있도록 외부비계 사이에 수평 연결통로를 설치하여야 함.

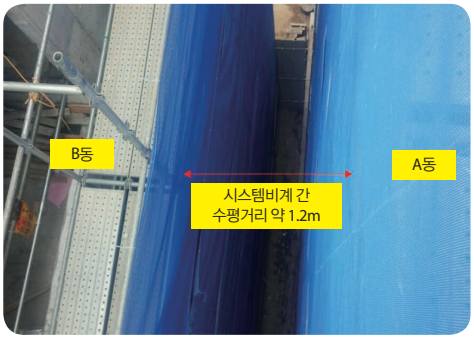


ㅇ 시스템비계 외부 수직보호망 설치

» 여러 동이 있는 건축물 공사 시 동 간 거리가 짧아 작업자가 시스템비계 사이를 이동할 우려가 있는 경우에는 시스템비계 외부에 수직보호망을 설치하여 임의로 시스템비계 사이로 이동하지 않도록 하여야 함.

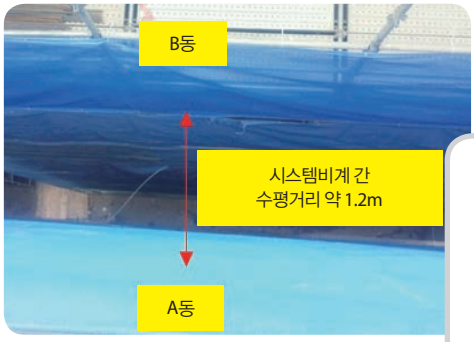
[현장 전경]





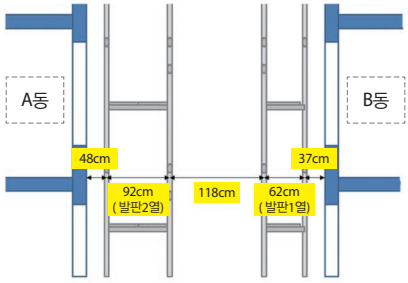
A동과 B동 사이 시스템비계 설치 상태

* 사고당시 수직보호망 미설치 상태



A동과 B동 사이 시스템비계 설치 상태

* 사고당시 수직보호망 미설치 상태



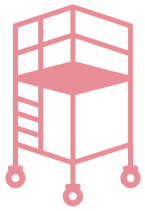
외부 시스템비계 설치 상태도

4 안전점검 체크리스트



순번	평가 문항	평가 결과			비고
		개선필요	보통	우수	
1	• 구조안전성 검토 후 작성한 조립도에 따라 설치하였는가? - 시스템비계의 수직재, 수평재, 가새의 간격 등 확인				
2	• 벽이음은 전용철물로 제조사 기준에 따라 설치하였는가? - 제조사 기준이 없는 경우 수평방향 5m이내, 수직방향 5m 이내로 설치				
3	• 작업발판 상부에 자재는 최대적재하중 이내로 적재하였는가?				
4	• 작업발판 상·하간 이동을 위한 승강설비는 설치하였는가?				
5	• 시스템비계의 벽이음 철물과 마감작업 간섭 시 Block out 공법 등 안전한 방법으로 작업하는가?				
6	• 수직재 기둥 하부에 침하방지(다짐, 버림 콘크리트 등) 조치를 하였는가?				
7	• 작업발판 단부에는 안전난간대(2단)를 설치하였는가?				
8	• 작업발판의 폭은 40cm 이상 확보하고, 2곳 이상 고정하였는가?				
9	• 시스템비계 주변에 고압선이 있는 경우 최소안전거리(3m 이상) 유지또는 절연방호구를 설치하였는가?				
10	• 시스템비계 설치·해체 작업 시 작업발판 설치 및 안전대를 착용하고 있는가?				

5 이동식비계

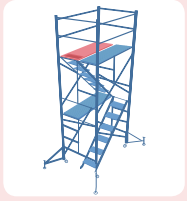


1 위험요인과 예방대책

☑ 주요 위험요인

- 이동식비계 작업발판 단부에 안전난간대 미설치 상태로 작업 중 떨어짐 위험
- 공구 등을 손에 쥐고 이동식비계에 오르다가 바닥으로 떨어짐 위험
- 안전모를 미착용하거나, 턱끈을 조이지 않은 상태로 이동식비계 승강 또는 작업발판 위에서 작업 중 떨어짐 위험
- 이동식비계 작업발판 위에 말비계를 설치하여 작업 중 안전난간을 넘어 떨어짐 위험
- 이동식비계 위에서 몸을 밖으로 내민 상태에서 작업 중 떨어짐 위험
- 단차가 있는 바닥에서 이동식비계 이동 중 넘어짐 위험
- 이동식비계에 아웃트리거 미설치로 넘어짐 위험
- 이동식비계 바퀴에 구름방지장치 미설치로 불시 이동 시 떨어짐 위험
- 이동식비계 상부에 자재 과적으로 무너짐 위험

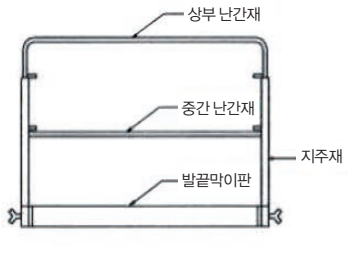
☑ 작업별 위험요인과 예방대책

공정·작업별 내용	유해·위험요인	예방대책
 이동식비계(1단)	• 노동자가 탄 채로 이동 중 이동식비계 전도 위험 • 안전모, 안전대 등 개인보호구 미착용하고 작업 중 떨어짐	• 노동자가 탑승한 상태로 이동식비계 이동 금지 • 이동식비계 상에서 작업 시 안전모, 안전대 등 개인보호구 착용 철저
	• 이동식비계 기둥의 연결부에 전용 철물을 사용하지 않아 탈락 위험	• 이동식비계의 연결부는 전용 철물 사용하여 체결
 이동식비계(2단)	• 작업발판 고정 미비로 작업 중 발판 탈락 • 경사지에서 이동식비계 재료를 각재 등과 불안전하게 연결 설치하여 작업 중 전도 • 재료 공구를 작업발판상에 올리던 중 낙하 • 이동식비계를 과하게 높이 조립하여 사용 중 전도 • 이동식비계에 승강 설비 미설치로 비계 가새를 밟고 승강 중 떨어짐 • 상부 작업발판 단부에 안전난간대 미설치로 작업 중 단부로 떨어짐 • 이동식비계에 전도방지 조치 미설치로 작업 중 전도	• 작업발판은 2 개소 이상 견고하게 고정하여 탈락 방지 • 이동식비계 재료로 이질 재료 사용금지, 경사지에는 받침철물 등으로 수평 유지하도록 이동식비계 설치 • 재료 공구 등을 올리거나 내릴때는 달포대 등 사용 • 이동식비계는 밑면 최소 폭의 4 배 이하로 조립, 전도방지 조치 실시 • 이동식비계에 가설계단, 사다리 등 승강설비 설치 • 상부 작업발판 단부에 안전난간대 설치 • 이동식비계는 아웃트리거 등 전도방지 조치 실시
 전도방지 강화 이동식비계		

2 안전기준



- 이동식비계의 작업발판 단부에는 견고한 구조의 난간틀 등 안전난간대를 설치한다.

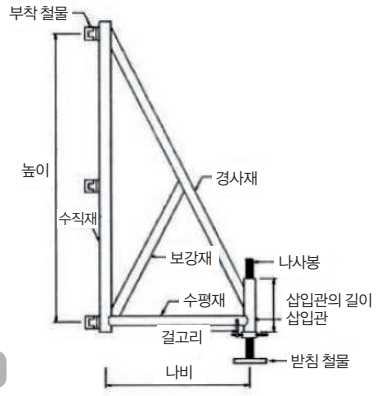


[중간 난간재가 있는 경우] [가새재가 있는 경우]

난간틀

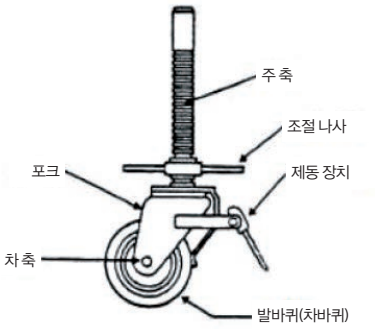
- 이동식비계에 승강하는 경우 안전모를 착용하고, 두 손을 이용하여 안전하게 승강한다.
- 이동식비계 작업발판 위에 말비계를 설치하여 작업하지 않도록 한다.
- 이동식비계 위에서 몸을 밖으로 내민 상태에서 작업하지 않도록 하며, 노동자가 탑승한 상태로 이동식비계를 이동시키기 않도록 한다.
- 이동식비계의 이동경로에 단차, 요철 등 평탄하지 않은 경우 전도의 위험성이 있으므로 이동경로에 대해 사전확인 후 평탄화 등 필요한 조치를 한다.
- 이동식비계의 전도 방지를 위해 이동식비계의 높이에 적합한 아웃트리거를 설치한다.

  - 아웃트리거는 그림과 같이 수평재, 수직재, 경사재, 보강재, 삽입관, 받침 철물 및 2개 이상의 부착 철물로 구성되며 안전인증고시 또는 한국산업표준(KS F 8011)에서 정하는 기준에 따른다.

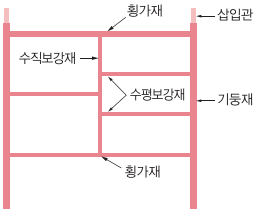


아웃트리거

- 이동식비계 발바퀴(차바퀴, 각륜)에는 불시 구름방지를 위해 구름방지장치(제동장치)를 설치하고 잠금상태 확인을 철저히 한다.
- 이동식비계 상부에는 최대적재하중(250kgf) 이내 적재토록 안전표지 부착 및 안전교육을 실시한다.



이동식비계 설치 및 조립 시 준수사항



이동식 비계용 주틀

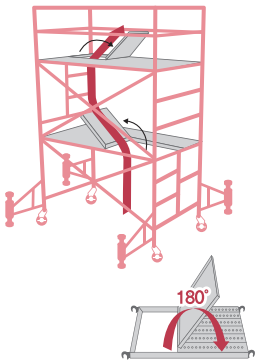
▶ 이동식 비계용 주틀의 시험성능기준

항목	시험성능기준
압축강도	44KN 이상
수직 처짐량	10.0㎜ 이하

- 이동식비계는 작업발판, 주틀 구조부, 승강 설비, 안전 난간 등으로 구성되어야 한다.
- 작업발판은 안전 인증 시험에 합격된 강재 발판으로 전면에 깔아 주틀의 횡가재에 고정하여야 한다.
- 발판과 발판 사이의 틈 간격은 3cm 이하로 설치하여야 한다.
- 작업발판의 끝단 둘레에는 안전 난간을 설치하여야 한다.
- 주틀 구조부는 주틀, 교차 가새, 각주 조인트, 수평 교차 가새 등으로 구성되어야 한다 .
- 주틀 구조부의 최하단의 층에는 교차 가새를 설치하여야 한다.
- 주틀 구조부의 최하단에는 브레이크가 장착된 발바퀴를 설치하여야 한다.
- 주틀 구조부에는 발판 간격이 동일한 사다리(폭 : 30cm 이상, 발판 간격 : 40cm 이하)를 설치하거나, 계단(경사 50°이하, 폭 40cm 이상)을 설치하여야 한다.

이동식비계 사용상 준수사항

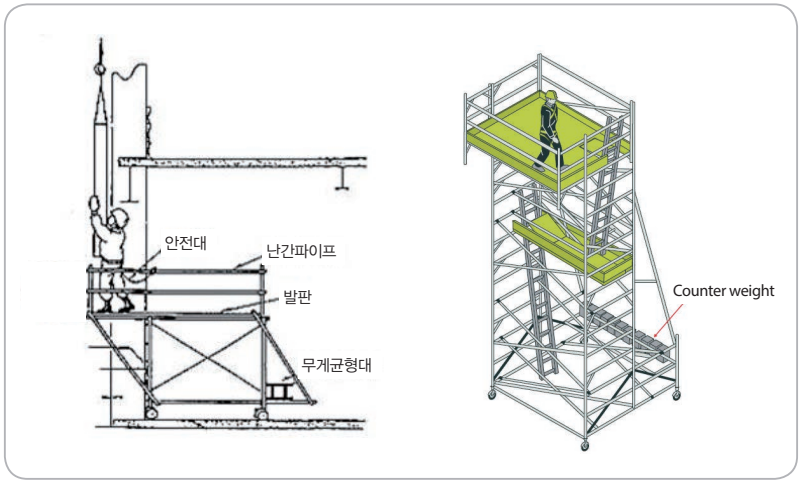
- 조립 순서는 주틀 1단을 조립하고, 발바퀴를 부착한 다음 상부주틀을 조립하여야 한다.
- 주틀 1단만 사용하는 경우 작업발판을 설치하고, 주위에는 안전 난간을 설치하여야 한다 .
- 작업발판은 항상 수평을 유지하여야 한다.
- 작업발판에는 3인 이상이 탑승하여 작업하지 않도록 하여야 한다.



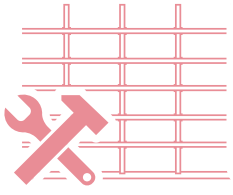
이동식비계의 승·하강로 개선사례

※승·하강 사다리를 비계 내부에서 이용하도록 개폐형 작업발판 설치(개폐형 작업발판 인증 필요)

- 발바퀴의 제동 장치는 이동 시를 제외하고 잠금 상태에 있어야 한다.
- 작업장에서 이동, 조립하는 경우에는 부재를 점검하고, 불량품은 즉시 교환하여야 한다 .
- 작업발판, 틀구조부, 발바퀴, 안전 난간 등의 접속부는 사용 중 쉽게 탈락하지 않도록 확실히 결합하여야 한다.
- 이동식비계는 가능한 작업 장소 가까이에 설치하여야 한다.
- 요철 또는 경사가 심한 경우 잭 등을 사용하여 작업발판의 수평 상태를 유지하여야 한다 .
- 이동식비계의 작업발판 상부에서 사다리, 간이 비계 등을 사용하지 않는다.
- 최대 적재하중 등의 안전표지를 부착하여야 한다.
- 작업자를 태운 상태로 이동을 금지하며, 작업발판은 항상 수평상태를 유지한다.
- 작업 전 위험반경 내 고압선이 있을 경우 이설, 절연방호구 설치 등 감전예방 조치를 실시한다.
- 내민 작업발판이 있는 이동식비계 사용 시 구조물에 견고히 고정 후 무게 균형대 설치 등을 통해 전도되지 않도록 하여야 한다.



내민 작업발판이 있는 경우 무게 균형대 설치 사례



- 틀 외부에 승강로가 설치된 이동식비계에서는 전도를 방지하기 위하여 같은 면으로 동시에 2인 이상이 승강하지 않아야 한다.

안전 TIP

설치기준

비계의 높이는 밑면 최소 폭의 4배 이하

» 설치높이 제한 기준

$$H \leq 7.7L - 5.0$$

여기서,

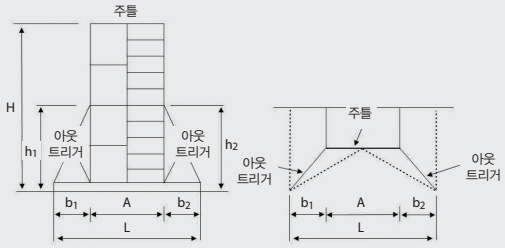
H = 발바퀴 하단부터 작업발판까지의 높이(m) L = 발바퀴의 주축(단변) 간격(m)

❶ 아웃트리거의 높이가 폭의 3배 이상으로 아웃트리거가 회전하지 않는 경우

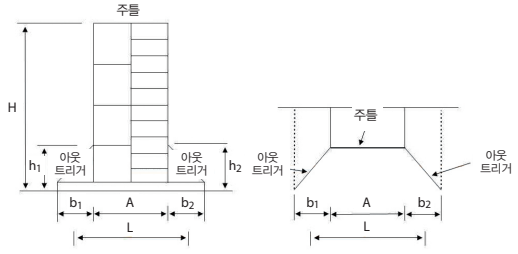
$L = A + b_1 + b_2$

❷ ❶의 조건 이외의 경우

$$L = A + \frac{(b_1 + b_2)}{2}$$



❶의 경우 발바퀴 주축간격



❷의 경우 발바퀴 주축간격

2단 이상 설치 시 흔들림 및 전도방지를 위해 충분한 길이의 전도방지 지지대(아웃트리거)를 견고히 설치 또는 구조물에 견고히 고정

이동식비계의 안정성 검토

작업 중 안정성 검토

» 이동식비계의 중심위치에 자중 및 자중의 단변길이 0.11배의 수평하중이 작용하는 것으로 본다.

» 작업상의 중심에서 작업상의 단변길이 1/4 편심위치에 연직하중 및 연직하중의 0.11배의 수평하중이 작용하는 것으로 본다.

☞ 전도모멘트 < 안정모멘트 이면 작업 중 이동식비계의 전도 안정성 확보 (안전율 : 2)

승강 중 안정성 검토

» 중심 위치에 자중 및 자중의 0.11배의 수평하중이 작용하는 것으로 본다.

» 작업상의 연장 상 틀조립 구조 외측 50cm 떨어진 위치에 노동자 무게(약 70kgf)의 연직하중 및 노동자 무게(약 70kgf)의 0.11배의 수평하중이 작용하는 것으로 본다.

☞ 전도모멘트 < 안정모멘트 이면 승강 중 이동식비계의 전도 안정성 확보 (안전율 : 2)

※ 전도에 대한 안정성이 검토된 경우에도 흔들림이 있을 경우 충분한 길이의 아웃트리거(전도방지 지지대) 설치 또는 구조물에 고정하여야 함.

최대 적재하중

작업 바닥면적	최대 적재하중
$2m^2$ 이상	250kgf 이하
$2m^2$ 미만	[50+작업 바닥면적(㎡)×100] kgf 이하

우수사례

계단형 이동식비계

» 이동의 편리성과 승강 및 상부작업 시 안전성을 고려하여 제작되었으며, 낮은 높이의 경작업에 적합함.

1



2



출처 :
1. 독일 건설현장
2. http://www.freiheitskytech.com

이동식비계 전도방지장치

» 이동식비계를 높게 설치할 경우 전도위험성이 높으므로 전도방지장치를 이동식비계의 설치 높이에 맞도록 제작하여 설치한 사례임.



출처 : http://www.freiheitskytech.com

이동식비계 작업 안전 포인트



- 노동자가 탑승한 채로 이동하고 있지는 않는가
- 작업발판 위에는 허용 적재하중을 준수하고 있는가
- 재료, 공구의 오르내리기는 포대나 로프를 사용하고 있는가
- 노동자가 안전모 등 개인 보호구를 착용하고 있는가
- 설치 높이는 적정한가
- 비계상부에는 안전난간이 적정하게 설치되어 있는가
- 승강설비는 설치되어 있는가
- 비계의 연결부에 전용핀 사용 등 비계재료는 적정한가
- 전도방지 조치를 위한 아웃트리거가 설치되어 있는가
- 불시 이동방지를 위한 바퀴구름방지 장치가 설치 되어 있는가
- 작업발판은 안전하게 설치되어 있는가
- 표지판은 설치되어 있는가(최대 적재하중, 사용 책임자)

3 재해사례

사례 1

이동식비계 외측에 설치한 작업발판에서 해체 작업 중 이동식비계가 전도되며 떨어짐



이동식비계 해체과정 중 내민 작업발판(일명 까치발)에 과하중(W≒120kgf)이 발생되어 이동식비계가 전도되며 재해자가 높이 7m에서 떨어져 사망한 재해임.

재해 발생 원인

- 이동식비계 안전기준 미준수 및 전도방지 조치 미실시
  - » 이동식비계 조립 시 높이가 밑변 최소폭의 4배를 초과하였고, 내민 작업발판을 설치하여 전도 위험성이 높았으나, 무게 균형대 미설치, 견고한 시설물에 고정 또는 아웃트리거를 설치하지 않아 전도

재해 예방대책

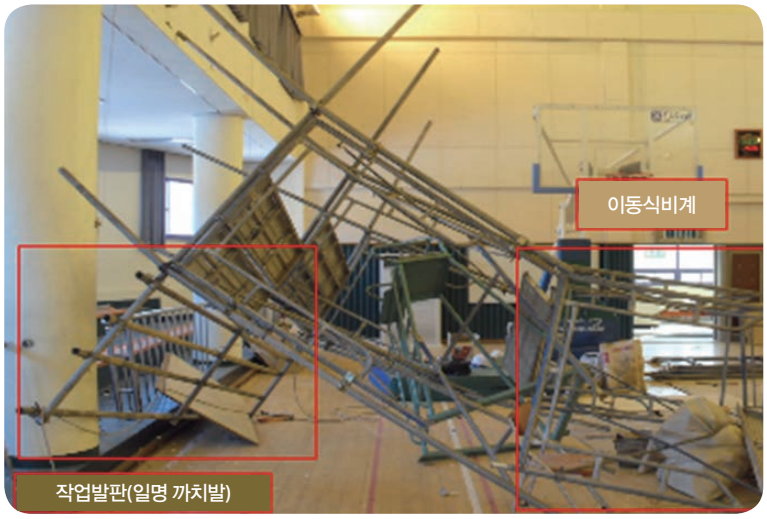
- 이동식비계 설치 안전기준 준수 및 전도방지 조치 철저
  - » 이동식비계 조립 시 최대높이는 밑변 최소폭의 4배 이하로 설치
  - » 이동식비계가 전도되지 않도록 무게 균형대 설치, 견고한 시설물에 고정하거나 아웃트리거를 견고히 설치하여야 함.

ㅇ 이동식비계 해체 시 안전교육 및 관리감독 철저

» 비계의 해체 시기·범위 및 절차를 그 작업에 종사하는 노동자에게 교육 실시 및 비계 해체 시 관리감독자의 지휘 하에 작업하는 등 관리감독 철저



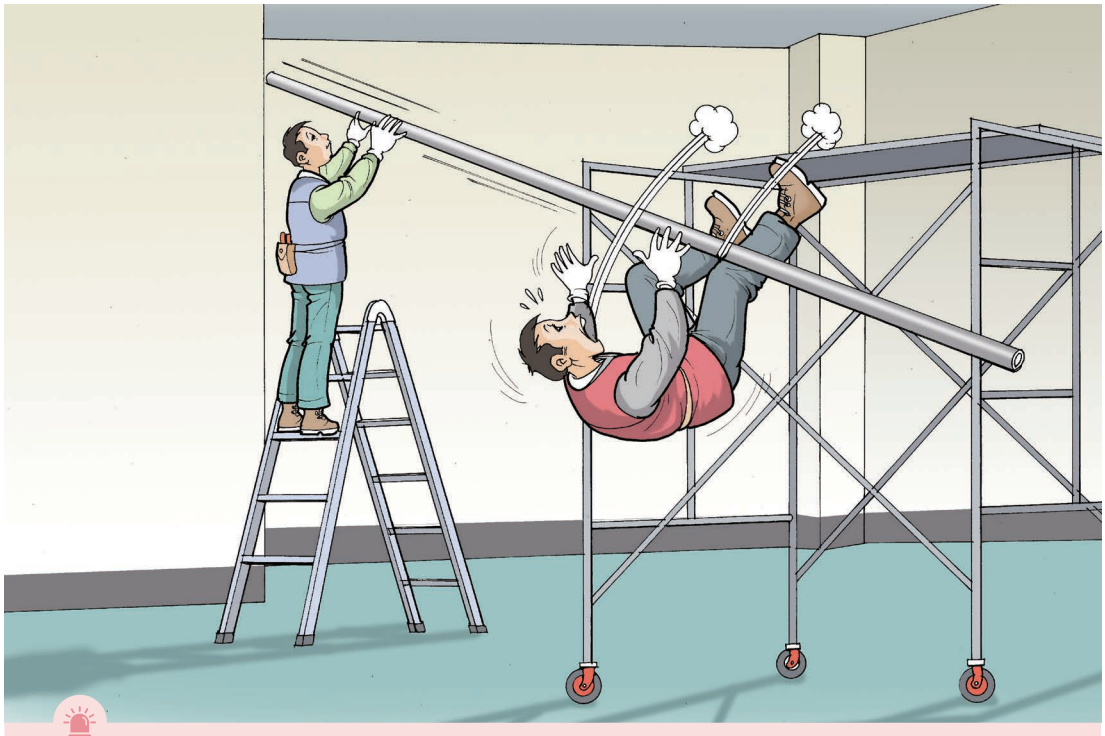
재해현장 전경



전도된 이동식비계

사례 2

이동식비계 위에서 강구조물 설치 작업 중 단부로 떨어짐



이동식비계 위에서 실내골프망 설치작업을 하던 재해자가 실내벽 골프망 고정용 강구조물 (Ø60.5X2.4t, L=4.5m) 설치작업 중 약 1.8m 하부 바닥면으로 떨어져 사망한 재해임.

재해 발생 원인

○ 이동식비계 떨어짐방지 조치 미실시

» 이동식비계 조립 후 상부에 폭 40cm 작업발판 1개만 설치하여 개구부가 발생하였으며, 작업발판 단부 떨어짐방지를 위한 안전난간을 미설치 함.

○ 개인보호구(안전대 및 안전모) 미착용

» 떨어짐위험 장소에서는 개인보호구를 착용해야하나, 안전대 및 안전모 등의 개인보호구 미착용

재해 예방대책

○ 이동식비계 떨어짐방지 조치 철저

» 이동식비계 상부에는 견고한 구조의 작업발판을 밀실하게 설치(전면에 걸쳐 설치)하고, 작업발판 단부에는 안전난간대(2단)를 설치하여야 함.

※ A형 사다리를 작업발판 용도로 사용 금지

ㅇ 개인보호구 착용 및 관리감독 철저

» 노동자가 떨어질 위험이 있는 장소에서 작업 시 안전모 등 개인보호구 착용 및 떨어짐방호 조치 후 작업토록 관리감독 철저

[현장 전경]

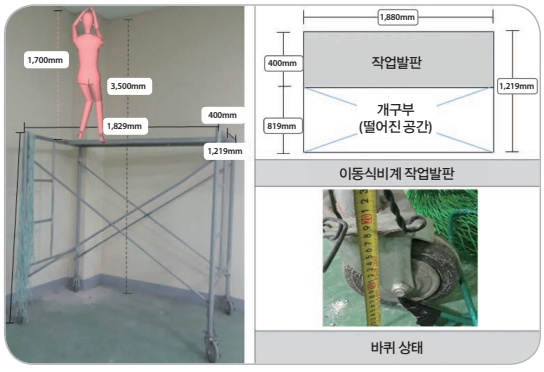




이동식비계



A형 사다리



기인물 현황

4 안전점검 체크리스트



순번	평가 문항	평가 결과			비고
		개선 필요	보통	우수	
1	• 이동식비계의 높이는 밑면 최소 폭의 4배 이하인가?				
2	• 이동식비계의 전도방지를 위한 아웃트리거는 적절히 설치하였는가?				
3	• 바퀴(각륜)의 제동장치(구름방지장치)는 잠금상태로 되어있는가?				
4	• 이동식비계 상부에는 견고한 구조의 작업발판을 밀실하게 설치 하였는가?				
5	• 작업발판 단부에는 안전난간대(2단)를 설치하였는가?				
6	• 작업발판에 자재적재 등 최대적재하중(250kgf이내)을 준수하고 있는가?				
7	• 이동식비계에는 승강설비를 견고히 설치하였는가?				
8	• 이동식비계에는 안전표지판(최대적재하중 등)이 부착되어 있는가?				
9	• 이동식비계 이동 시 간섭(전선, 설비)과 전도(요철 등)의 위험은 없는가?				
10	• 노동자가 승강 또는 작업 시 개인보호구를 착용하고 있는가?				

※ 상기 체크리스트에는 사업장의 현황, 기계 특성, 법령사항 등이 모두 반영된 사항이 아니므로, 사업장 특성에 맞는 내용을 추가하여 사용하여야 함

6 말비계



1 위험요인과 예방대책

☑ 주요 위험요인

- 말비계 위에서 작업 중 몸의 중심을 잃고 넘어지면서 바닥으로 떨어짐 위험
- 공구 등을 손에 쥐고 말비계에 오르다가 바닥으로 떨어짐 위험
- 개구부(창틀 등) 주변 말비계 위에서 작업 중 실족하여 개구부를 통해 건물 외부로 떨어짐 위험
- 안전모를 미착용하거나, 턱끈을 조이지 않은 상태로 말비계 위에서 작업 중 떨어지며 머리 손상 위험
- 고소작업대 또는 이동식비계 작업발판 위에 말비계를 설치하여 작업 중 떨어짐 위험
- 말비계 위에서 콘크리트 파쇄 작업 중 몸의 중심이 말비계 외측으로 이동하며 떨어짐 위험
- 현장에서 제작된 작업발판 폭이 좁은 목재 말비계 위에서 작업 중 말비계가 부러지며 떨어짐 위험
- 말비계 위에서 한쪽 발을 다른 구조물에 지지한 상태로 작업 중 몸의 중심을 잃고 떨어짐 위험
- 변형 또는 파손된 말비계 위에서 작업 중 말비계가 파손될 위험

☑ 작업별 위험요인과 예방대책

공정·작업별 내용	유해·위험요인	예방대책
 강재 말비계	• 말비계를 현장에서 목재로 제작하여 사용 중 부러질 위험	• 말비계는 견고한 구조(알루미늄 또는 철재 등)의 기성품 사용 - KC인증 기준 또는 동등 이상의 기준에 적합한 제품 사용
	• 말비계의 양측 끝단에서 작업 중 전도 위험	• 말비계의 양측 끝단에서 작업하지 않도록 교육 및 관리(끝단에서 약 20cm 이격)
 알루미늄 말비계	• 말비계의 부재, 연결부 등의 점검 미흡으로 작업 중 파손 위험	• 말비계의 부재 및 연결부 손상여부 등 점검실시 후 이상 시 보강 또는 교체 사용
	• 말비계의 기둥재를 바닥면과 수직으로 설치하여 전도 위험	• 말비계의 기둥재와 수평면의 기울기는 75° 이하가 되도록 관리
	• 말비계 설치 높이가 1.5m를 초과하나 안전난간 및 전도방지장치 미설치로 떨어짐 및 전도위험	• 말비계의 설치 높이는 1.5m 이하를 원칙으로 하고, - 1.5m 초과 시 손잡이 및 전도방지 장치 설치 - 안전난간대 설치

공정·작업별 내용	유해·위험요인	예방대책
	• 말비계의 작업발판 폭이 협소하여 떨어짐 위험	• 말비계의 작업발판 폭은 40cm 이상, 길이는 60cm 이상 확보
	• 말비계 위에서 작업 시 안전모 미착용 또는 턱끈 체결 불량으로 떨어질 경우 머리 상해 위험	• 말비계 위에서 작업 시 안전모를 착용하고, 턱끈 체결 철저
	• 창틀 등 수직개구부 주변에서 말비계 사용 작업 시 안전대 미착용으로 떨어짐 위험	• 수직개구부 주변에서 말비계 사용 작업 시 - 말비계 작업발판 높이 기준으로 안전난간대 설치 - 안전대 부착설비에 안전대를 걸고 작업
	• 말비계 위에 자재 과적으로 말비계 무너짐 위험	• 말비계에는 최대 적재하중 준수토록 안전하중 표지 부착
	• 고소작업대 또는 이동식비계 작업발판 위에 말비계 설치 사용 중 떨어짐 위험	• 고소작업대 또는 이동식비계 위에 말비계를 사용하지 않도록 하며, 해당 높이에 맞게 안전기준 준수
	• 말비계 벌어짐 방지조치 미실시로 작업 중 무너짐	• 말비계의 지주부재 사이에는 보조부재를 설치하는 등 벌어짐 방지조치

2 안전기준



- 작업 전 말비계가 안전기준에 적합한지 점검하고, 노동자에게 안전수칙에 대한 교육을 실시한다.
- 말비계 위에서 작업 시 몸을 작업발판 외측으로 빼면서 작업하지 않도록 한다.
- 말비계 사용 작업자는 안전모의 턱끈을 조여매고 작업하며, 떨어질 위험이 있을 경우 안전대 부착 후 작업토록 한다.
- 개구부 주변 말비계 위에서 작업 시 말비계의 작업발판 기준으로 안전난간대를 설치하거나, 안전대 부착설비에 안전대 부착 후 작업하여야 한다.
- 고소작업대 또는 이동식비계 작업발판 위에 말비계를 설치하여 사용하지 않도록 한다.
- 말비계 위에서 콘크리트 파쇄 작업 등 몸의 중심이 말비계 외측으로 이동될 위험이 있는 경우 안전대를 착용하고 작업하거나, 안전난간대가 있는 이동식 비계 등을 이용한다.
- 현장에서 제작된 목재 말비계는 구조적 취약 또는 작업발판 폭 미확보 등의 위험성이 높으므로 안전성이 높은 기성제품을 사용토록 한다.
- 말비계의 최대사용하중을 준수하여야 하며, 전도 위험이 있는 경우 아웃트리거를 설치하여야 한다.

말비계 사용 시 준수사항

- 말비계의 설치높이는 1.5m 이하를 원칙(권장 사용높이 1.2m)으로 하며, 1.5m 초과 시 안전한 승강을 위한 60cm 이상 돌출된 손잡이와 전도방지 장치를 반드시 설치한다. 다만, 작업발판 끝에 안전난간을 설치하고 지주부재에 아웃트리거 설치 등 충분한 안전조치를 한 경우에 한하여 1.5m 이상 설치하여 사용할 수 있다.



- 말비계는 수평을 유지하여 한쪽으로 기울지 않도록 한다.
- 지주부재(支柱部材)의 하단에는 미끄럼 방지장치를 하고, 노동자가 작업발판의 양측 끝부분에 올라서서 작업하지 않도록 한다.
- 말비계는 벌어짐을 방지할 수 있는 구조로 제작하여야 하며, 사용 전 정상 작동되는지 확인한다.
- 말비계용 사다리는 기둥재와 수평면과의 각도는 75° 이하, 기둥재와 받침대와의 각도는 85° 이하가 되도록 설치한다.
- 말비계에 사용되는 작업발판의 전체 폭은 40cm 이상, 길이는 60cm이상으로 한다.
- 사다리 또는 우마위에 작업발판을 설치하는 경우 작업발판의 돌출길이는 100~200㎜ 정도로 하며, 돌출된 장소에서는 작업을 하지 않아야 한다.
- 말비계는 안전·품질표시가 부착된 제품 또는 동등 이상의 기준에 적합한 제품을 사용하고, 최대사용하중 준수 및 손상 또는 파손된 경우 해당 규격(강도)의 부품으로 수리하여야 한다.
- 말비계에서 작업 시 안전모, 안전화, 안전대 등 개인보호구를 착용하여야 한다.

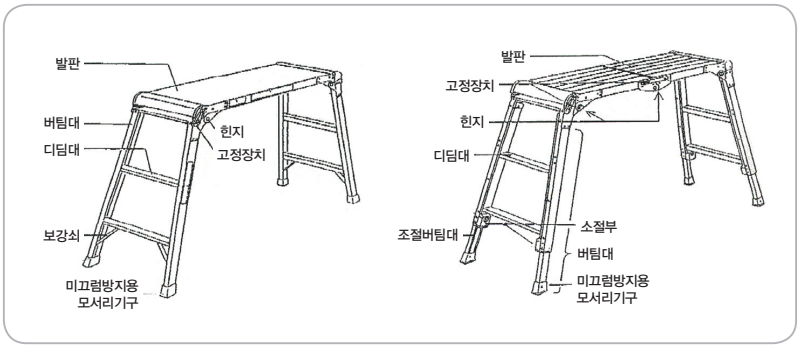
안전 TIP

출처 : 국가기술표준원고시 제2017-253호(2017.07.21.)『공급자적합성확인대상생활용품의 안전기준』부속서 46(휴대용사다리) 제2부 도배용사다리(Scaffolding Ladders)

말비계(도배용 사다리)의 공급자 적합성 확인 표시사항

❶ 모델명	❷ 제조자명
❸ 제조연월	❹ 최대사용 하중
❺ 발판까지의 높이	❻「감전에 주의 할 것」이라는 내용의 표시
❼「발판 위에서 손을 펴는 것 금지」라는 내용의 표시	❽「잠금 장치가 잠겼는지 반드시 확인할 것」이라는 내용의 표시
❾「가동부위에 손이 끼지 않도록 주의할 것」이라는 내용의 표시	❿「신축부가 잠겼는지 확인할 것」이라는 내용의 표시
⓫「신축부의 조작 방법」의 표시	

말비계(도배용 사다리)의 각부 명칭

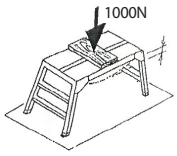
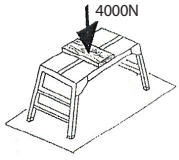
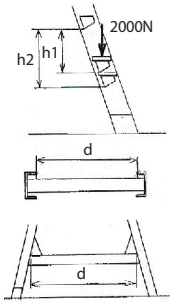
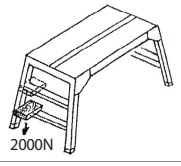
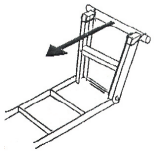
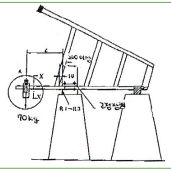
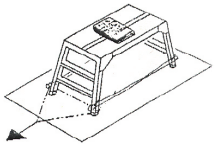
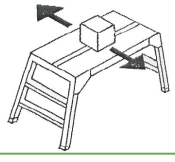


말비계(도배용 사다리)의 각부 명칭

말비계(도배용 사다리)의 취급상 주의사항

- 승강면의 좌우 방향으로 넘어지기 쉬운 구조이므로 주의할 것
- 사용할 때는 발판대가 안정된 상태인지 확인할 것
- 발판대 용도 이외의 사용은 피할 것
- 본체 표시의 사용하중 범위 내에서 사용할 것
- 붙어있는 라벨(표시)이 흐려지거나 읽기 힘든 제품은 사용하지 말 것
- 변형된 제품은 사용하지 말 것
- 발판이 안정되지 못한 장소에서는 사용을 피할 것
- 미끄러짐 방지 금속을 확실하게 고정할 것
- 신축각이 확실하게 잠겨 있는지 확인할 것
- 사다리를 판이나 상자 위에 올려서 사용하지 말 것
- 발판에서 신체를 옆으로 몸을 빼면서 작업하지 말 것
- 동시에 두 사람 이상 올라가지 말 것

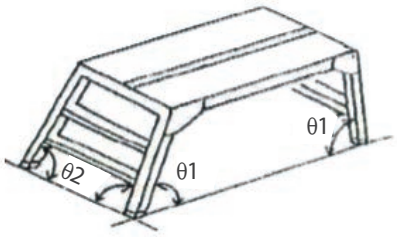
말비계(도배용 사다리)의 시험항목과 방법

항 목		성 능	시험방법
발판의 강도 (1,000N)		$\frac{1}{100}$ × L 이하	
사다리강도 (4,000N)		파손, 비틀림 및 사용상 지장이 있는 변형 등이 없을 것	
디딤대 강도 (2,000N)	최대휨량	$\frac{3}{100}$ × d 이하	
	최대 잔류휨량	$\frac{0.5}{100}$ × d 이하	
디딤대연결부분의 강도(2,000N)		파손, 비틀림 및 사용상 지장이 있을 만한 변형이 없을 것	
버팀대 강도(50N)		사용상 지장이 있을만한 변형이 없어야 한다.	
버팀대 끝부분 강도 (700N)	최대 잔류휨량	$\frac{1}{100}$ × L	
마찰저항(0.3)		사다리가 이동하지 않아야 한다. f ≥ w × μ × 9.8 여기서, f = 발판대를 당기는 힘(N) w = 무게 추(20kgf), 발판대, 연결봉, 로프 등의 총 중량(kgf) μ = 마찰계수=0.3	
버팀대 안정성(50N)		접지면에 떨어지지 않아야 한다. ※ 추의 무게 : 75kgf	

말비계의 사용재료별 분류

재 료	주요 용도	제작형태	사용사례
강재	거푸집 및 철근 작업 등	현장제작	
알루미늄재	마감작업 (조적, 미장, 도장 작업 등)	기성품 (도배용 사다리)	
목재 (사용지양)	마감작업 (조적, 미장, 도장 작업 등)	현장제작	

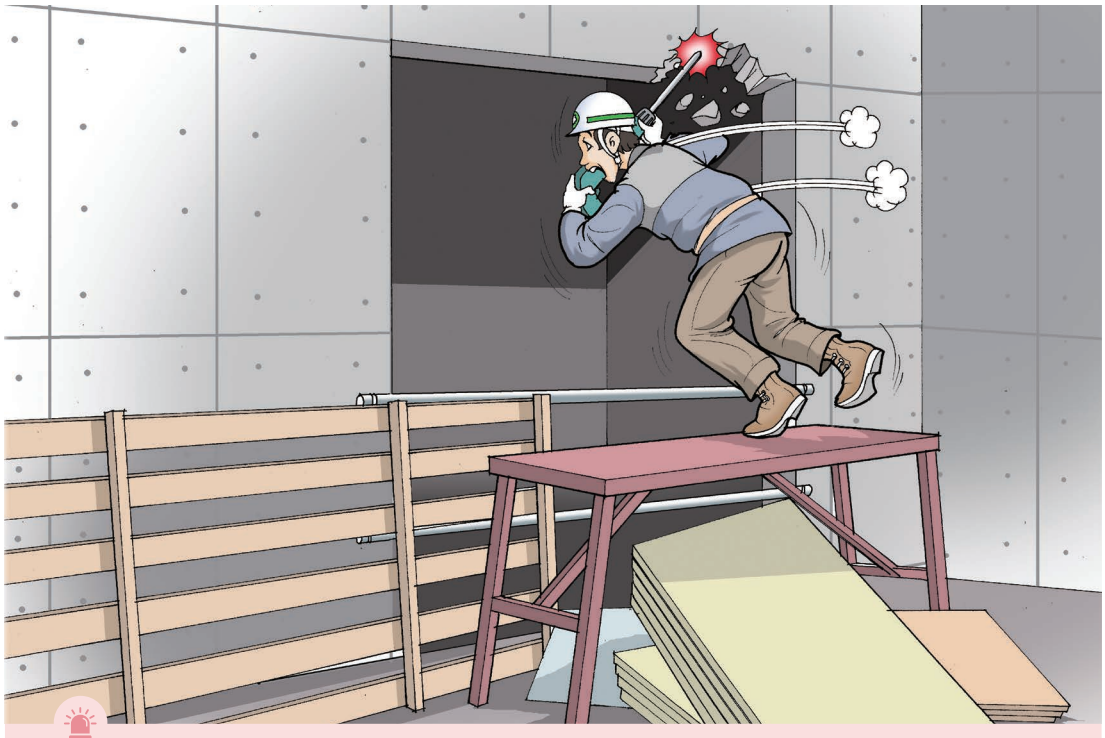
말비계의 용어와 설치 기준 비교

구 분	산업안전보건 기준에 관한 규칙	KOSHA GUIDE	공급자적합성 확인기준	국가건설기준 표준시방서
용어	말비계	말비계형 발판	도배용사다리 (우마형사다리)	말비계
기둥재와 수평면의 기울기	θ1: 75° 이하	θ1: 75° 이하	θ1: 75° 이하 θ2: 87° 이하	θ1: 75° 이하 θ2: 85° 이하
발판규격	폭: 40cm 이상 (높이 2m 초과 시)	폭 : 충분한 넓이	폭: 25cm 이상 길이: 50cm 이상	폭: 40cm 이상 길이: 60cm 이상 돌출길이: 10~20cm
설치높이	2m 이상 사용가능 - 전도방지조치 - 안전난간대 설치	1.2m 미만	1.5m 이하	2m 이하
비고				

3 재해사례

사례 1

말비계 위에서 콘크리트 할석 작업 중 E/V 피트 내부로 떨어짐



말비계위에서 해머드릴을 사용하여 12층 엘리베이터 출입구 상단 콘크리트 할석작업 중 몸의 중심을 잃고 엘리베이터 피트를 통해 지하 1층 바닥(H≒38m)으로 떨어져 사망한 재해임.

재해 발생 원인

- **말비계 위에서 콘크리트 할석작업 시 떨어짐방호 조치 불량**
  - » 말비계(H≒88cm) 위에서 해머드릴을 이용한 콘크리트 할석작업은 콘크리트 파쇄진행 방향으로 해머드릴에 힘을 주어 작업하므로 떨어짐 위험이 있으나, 말비계 위 작업발판 기준으로 기 설치된 안전난간대(H≒28cm)가 떨어짐 방호에 적합하지 않음.
- **떨어짐위험작업 시 안전대 미지급 및 안전대 미착용**

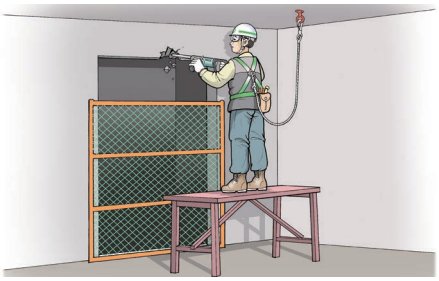
재해 예방대책

- **말비계 위에서 콘크리트 할석작업 시 떨어짐방호 조치 철저**
  - » 말비계 위에서 해머드릴을 이용한 콘크리트 할석작업 시 콘크리트 파쇄진행 방향으로 떨어질 위험성이 높으므로 엘리베이트 출입구 수직개구부에는 떨어짐 방호조치를 하여야 함.

❶ 말비계의 작업발판 기준으로 안전난간대를 추가로 설치하거나,

❷ 수직형 추락방망을 밀실히 설치(할석 부위에 간섭이 발생하지 않도록 설치)하고,

❸ 별도의 안전대 부착설비(앵커 구조 등) 설치 후 안전대를 부착한 상태에서 작업토록 하여야 함.



안전난간대 및 안전대 부착설비 설치

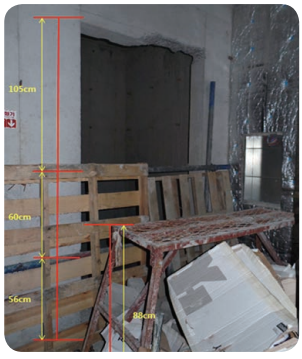


수직형 추락방망

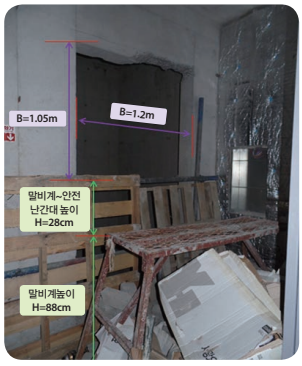
ㅇ 이동식비계 등 작업조건에 적합한 안전한 구조의 작업발판 사용

[현장 전경]

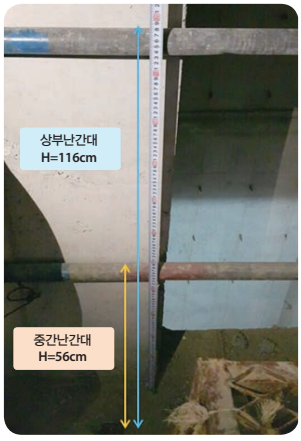




E/V 출입구와 말비계 설치 전경



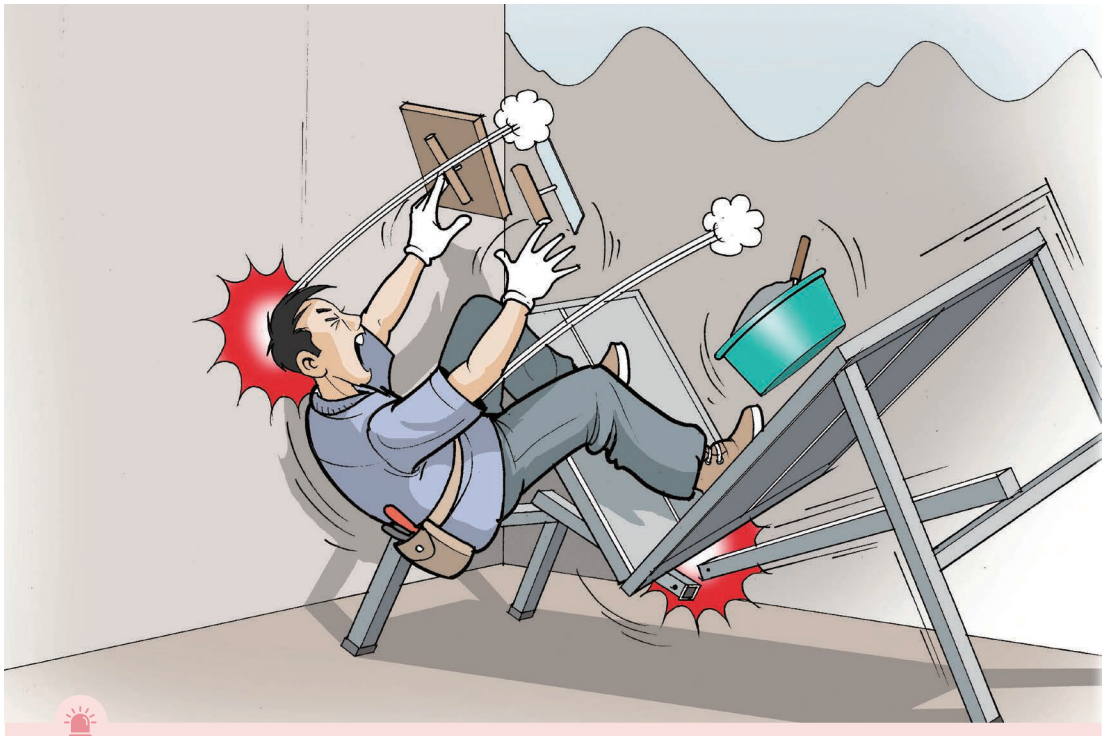
E/V 출입구 전경



E/V 출입구 안전난간 설치 모습

사례 2

말비계 위에서 내부 미장작업 중 말비계가 꺾이며 몸의 중심을 잃고 떨어짐



리모델링 공사현장에서 재해자가 말비계(발판높이 75cm)상부에서 내부미장 작업 중 말비계의 연결지지대 고정핀 설치 미흡 등으로 말비계 중앙부가 접히며 몸의 중심을 잃고 넘어지면서 콘크리트 벽에 머리를 부딪혀 사망함.

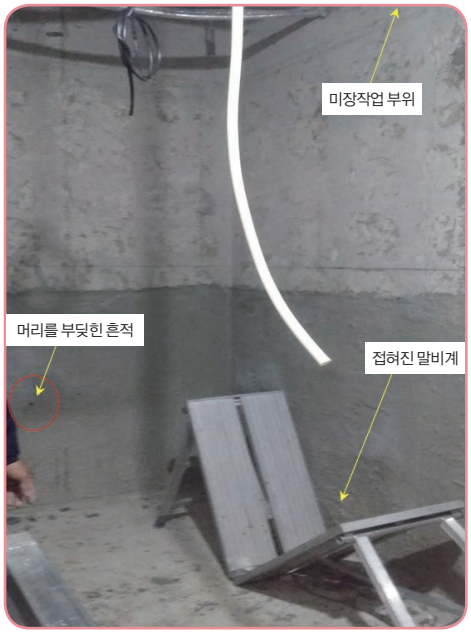
재해 발생 원인

- **접이식 말비계의 연결지지대 및 고정와이어 설치 미흡**
  - » 접이식 말비계의 연결지지대 고정핀 및 고정와이어 등 사용설명서에 따라 견고히 설치하여야 하나 연결지지대 고정핀 등의 설치 미흡으로 작업 중 말비계가 꺾이며 떨어짐.
- **말비계 상부 작업 시 안전모 미착용**

재해 예방대책

- **접이식 말비계의 연결지지대 등 견고히 설치 및 작업전 안전점검 실시**
  - » 접이식 말비계의 연결지지대 고정핀 및 고정와이어 등은 사용설명서에 따라 견고히 설치하고, 말비계에 올라가기전에 말비계의 설치상태와 연결부 이상유무를 반드시 점검하여야 함.
- **말비계 상부에서 작업 시 안전모 착용 및 턱끈 체결 철저**

[현장 전경]

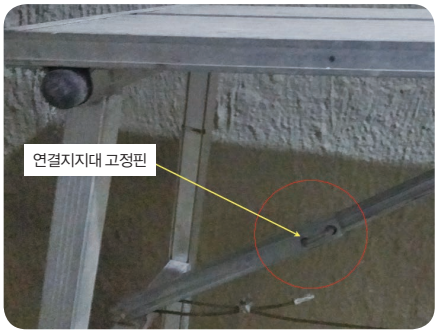




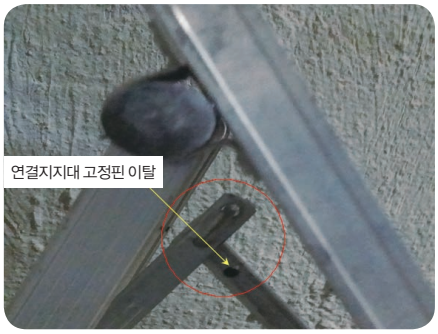
말비계가 접히기 전 모습



말비계가 접힌 후 모습



연결지지대 관절부 고정핀 체결 상태



연결지지대 관절부 고정핀 이탈 모습

4 안전점검 체크리스트

순번	평가 문항	평가 결과			비고
		개선 필요	보통	우수	
1	• 말비계는 기성품 등 견고한 구조로 설치하였는가?				
2	• 말비계의 지주부재, 연결부 등 안전점검 실시결과 변형 등 이상은 없는가?				
3	• 말비계의 기둥재와 수평면의 기울기는 75° 이하인가?				
4	• 말비계의 작업발판 폭은 40cm 이상, 길이는 60cm 이상 확보하고 있는가?				
5	• 말비계 위의 작업자는 안전모의 턱끈을 체결하고 작업하는가?				
6	• 말비계의 작업발판 기준으로 인접 수직개구부의 안전난간대 설치 기준은 적정한가?				
7	• 말비계에 접하여 수직개구부가 있는 경우 안전대 착용 후 안전대를 부착한 상태로 작업하는가?				
8	• 고소작업대 또는 이동식비계 작업발판 위에서 말비계 사용을 금지하고 있는가?				
9	• 말비계의 벌어짐 방지장치가 적절하게 설치되었는가?				
10	• 말비계 설치 높이는 1.5m 이하인가? - 1.5m 초과시 손잡이 및 전도방지조치, 2m 초과시 안전난간대 추가 설치				

※ 상기 체크리스트에는 사업장의 현황, 기계 특성, 법령사항 등이 모두 반영된 사항이 아니므로, 사업장 특성에 맞는 내용을 추가하여 사용하여야 함.

7 달비계



1 위험요인과 예방대책

☑ 주요 위험요인

- 달비계 고정용 로프 결속이 미흡하여 로프가 풀리면서 떨어짐 위험
- 달비계 로프를 조적 기둥, 배관 지지철물, 화분 등 구조적으로 취약한 구조에 결속하여 결속된 구조물이 파괴되며 떨어짐 위험
- 수직구명줄을 미설치하고 안전대를 미부착한 상태에서 작업 중 떨어짐 위험
- 안전대를 착용하지 않은 상태로 달비계에 탑승 중 떨어짐 위험
- 작업 방해 등의 이유로 안전대를 부착하지 않고 달비계에 탑승하여 작업 중 떨어짐 위험
- 달비계 주로프를 지면까지 내리지 않고 짧게 설치한 상태로 하강 중 떨어짐 위험
- 추락방지대를 수직구명줄에 반대방향으로 설치하여 사용 중 떨어짐 위험
- 달비계용 로프가 구조물의 예리한 모서리에 접촉 시 급격한 손상으로 로프가 절단될 위험

☑ 작업별 위험요인과 예방대책

공정·작업별 내용	유해·위험요인	예방대책
 달비계	• 작업용 지지로프의 결속부가 풀리면서 떨어짐	• 작업용 지지로프는 2개소 이상 견고한 구조물에 결속하고, 자물쇠 등을 설치하여 풀리지 않도록 관리
	• 작업용 지지로프를 구조적으로 취약한 구조물에 결속하여 고정구조물(배관 받침대 등)이 부러지거나 인발되면서 떨어짐	• 작업용 지지로프는 부러지거나 파단되지 않는 견고한 구조물에 체결
 로프 보호대	• 달비계 지지로프가 손상되거나 부식되어 작업 중 파단 위험	• 달비계 지지로프는 작업 중 파단되지 않도록 견고한 것 사용
	• 건물 옥상 단부에서 달비계의 작업대에 탑승 중 떨어짐	• 달비계 작업대에 탑승 전 안전대를 수직구명줄에 체결
	• 수직구명줄을 미설치하고, 안전대 미부착 상태에서 작업 중 떨어짐	• 달비계 작업 시 수직구명줄을 설치하고 안전대 부착 후 작업
 추락방지대	• 달비계 주로프를 지면까지 내리지 않고 짧게 설치하여 하강 중 떨어짐 위험	• 달비계 주로프를 지면까지 닿도록 내린 후 확인하고 견고한 구조물(청소용 고리 등)에 고정
	• 노동자가 안전 작업 절차를 무시하고 무리하게 작업 중 떨어짐	• 노동자가 안전작업 절차를 준수하도록 교육 및 관리감독 실시

공정·작업별 내용	유해·위험요인	예방대책
	• 안전대를 수직구명줄에 미체결하고 작업 중 떨어짐	• 안전대는 수직 구명줄에 체결하고 작업실시
	• 안전모, 안전대 등 개인보호구 미착용하고 작업 중 떨어짐	• 달비계 작업 시 안전모, 안전대 등 개인보호구를 착용하고 작업 실시
	• 안전모를 적정하게 착용하지 않아 벗겨지면서 벽체 등에 충돌	• 안전모는 턱끈을 체결하여 벗겨지지 않도록 올바르게 착용

2 안전기준



로프 풀림 방지용 자물쇠 설치

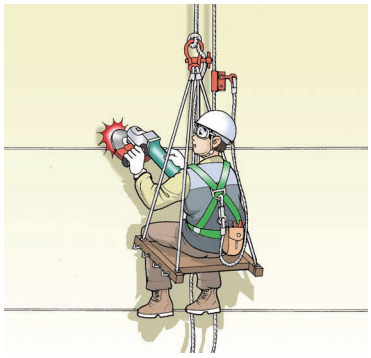
- 달비계 고정용 로프는 8자 매듭 등 견고히 결속 후 점검하고, 자물쇠 등으로 풀리지 않도록 관리하며, 로프 풀림 대비 반드시 2개의 고정점을 이용하여 2중으로 결속한다.
- 달비계 로프는 달비계 로프 고정용 고리(일명 청소용 고리)를 설치하거나, 철근 콘크리트 또는 철구조물 등 로프가 벗겨지지 않는 일정 높이 이상의 견고한 구조물에 결속한다.
- 달비계의 주로프 및 보조로프 설치 시 안전대를 착용한 상태에서 지상바닥에 충분히 닿도록 내리고(약 1m이상 여유있게 관리), 지상에 배치된 감시인 또는 관리감독자의 확인을 받고 작업한다. 단, 주로프와 보조로프의 꼬임 발생 시 관리감독자의 확인하에 보조로프는 지상에서 약 1m 이내 이격하여 설치할 수 있다.

  ※ 노동자가 달비계 탑승 시 로프가 늘어나는 길이 고려
- 달비계 설치, 탑승 및 작업 시 수직구명줄을 설치하고 안전대를 부착한 상태에서 탑승 및 작업을 한다.
- 수직구명줄에 설치하는 추락방지대는 안전인증품을 사용토록하고, 정상작동토록 사용설명서에 따라 설치될 수 있도록 한다.
- 달비계용 로프와 구조물의 접속부에는 가죽, 금속, 플라스틱 등 로프 보호대를 설치하여야 한다.
- 허용하중을 초과하여 탑승하거나, 자재를 적재하지 않도록 한다.
- 달비계 위에서 사다리나 디딤판 등 사용 시 떨어질 위험이 있으므로 사용하지 않는다.
- 달비계에 탑승하여 작업 시 작업의 간섭 등의 이유로 임의로 안전대를 해체하지 않도록 안전교육 및 관리감독을 철저히 한다.

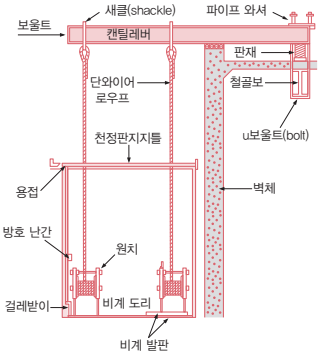
안전 TIP

달비계의 개념과 달비계의 종류

달비계는 고소작업을 할 때 작업발판을 와이어로프, 달기체인, 로프 등의 재료로 상부지점을 매다는 형식의 비계로 건물의 마감작업이나, 청소작업 등의 용도로 사용되며, 외줄(간이) 달비계와 쌍줄 달비계로 크게 나뉜다.



외줄(간이) 달비계



쌍줄 달비계

달비계의 구조 안전기준



01 달기와이어로프는 이음매가 있는 것, 와이어로프의 한 꼬임에서 끊어진 소선의 수가 10% 이상인 것, 지름의 감소가 공칭지름의 7%를 초과하는 것, 꼬인 것, 심하게 변형 또는 부식된 것은 사용하지 아니한다.

02 달기체인의 길이 증가가 제조당시보다 5%를 초과한 것, 고리의 단면직경이 제조 당시보다 10% 이상 감소된 것, 균열이 있거나 심하게 변형된 것은 사용하지 아니한다.

03 달기강선 및 달기강대는 심하게 손상·변형 또는 부식된 것을 사용하지 아니한다.

04 달기섬유로프는 꼬임이 끊어진 것, 심하게 손상 또는 부식된 것은 사용하지 아니 한다.

05 달기와이어로프, 달기체인, 달기강선, 달기강대 또는 달기섬유로프는 한쪽 끝을 비계의 보 등에, 다른쪽 끝을 내민보·앵커볼트 또는 건축물의 보 등에 각각 풀리지 아니하도록 설치한다.

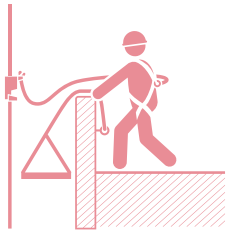
06 작업발판은 폭을 40cm 이상으로 하고, 틈새가 없도록 한다.

07 작업발판의 재료는 뒤집히거나 떨어지지 아니하도록 비계의 보 등에 연결하거나고정시킨다.

08 비계가 흔들리거나 뒤집히는 것을 방지하기 위하여 비계의 보·작업 발판 등에 버팀을 설치하는 등 필요한 조치를 한다.

09 떨어짐에 의한 노동자의 위험을 방지하기 위하여 달비계에 안전대 및 구명줄을 설치하고, 안전난간의 설치가 가능한 구조인 경우에는 안전난간을 설치한다.

작업용 로프 및 안전대 걸이용 로프 (수직구명줄) 안전조치 사항



- 달비계를 지지하는 모든 로프는 최소 22.9kN(2,340 kgf)의 강도를 가진 인조섬유(나일론이나 폴리프로필렌 등이 적합)이어야 하며, 허용하중을 초과해서 사용하여서는 아니 된다.

☞ 로프 현장 반입 시 시험성적서 확인

- 작업에 사용되는 작업대 및 작업용 기구 등은 떨어지지 않도록 부착하여야 한다.
- 작업용 로프와 안전대 걸이용 로프에는 다음 내용이 표시되거나 내용이 표시된 꼬리표가 부착되어 있어야 한다.

☞ 생산자의 상호, 길이/크기, 생산일, 작업 투입일, 안전하중

- 작업용 로프 및 지지설비의 구조에 대한 안전작업 하중은 안전율 10을 적용하여 사용하여야 한다.
- 작업용 로프, 안전대 걸이용 로프는 연결하여 사용하지 말아야 한다.
- 사용 전에 로프의 손상 유·무를 반드시 검사하여야 하며 검사결과 과도하게 닳거나 손상, 변형된 부분이 발견되면 즉시 폐기하여야 한다.
- 작업용 로프는 사용된 날부터 2년 이상이 되었거나 제조일로부터 3년 이상이 되었을 때에는 사용하지 않아야 한다.
- 건물 또는 구조물의 단부, 날카로운 물체에 설치되는 작업용 로프나 구명줄은 절단이나 마모로부터 보호될 수 있도록 보호대 등 별도의 조치를 하여야 한다.

☑ Check Box/ 외줄(간이) 달비계의 구성

□ 달비계의 고정물 : 간격 3m 이내

☞ 고리를 매입할 때 고리 앵커를 구조물의 철근에 용접하거나 고리 앵커 홀에 철근을 관통시키는 방법으로 고정하여 로프를 결속하였을 때 고리가 뽑히지 않는 구조로 시공하여야 함.

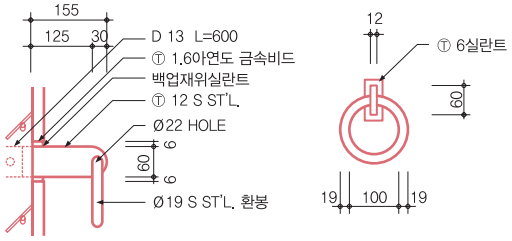
❶ **달비계 로프 고정용 고리** : 고리 매입 시 고리를 구조물의 철근과 일체형으로 설치



매립용



벽체용



달비계 로프 고정용 고리 측면 및 정면도

❷ **콘크리트 구조물** : 달비계 전용 고정점이 없는 경우에 한하여 사용하되, 철근콘크리트 등 견고한 구조물에 고정하여 사용

위험요인

- 수직 구조물로 높이가 낮은 경우 : 로프가 벗겨질 위험
- 구조적 취약 구조물 : 조적식 구조물 등 구조 안전성이 낮은 경우 탈락·파괴될 위험

❸ **금속 구조물** : 달비계 전용 고정점이 없는 경우에 한하여 사용하되, 철골구조물 등 견고한 구조물에 고정하여 사용

위험요인

- 수직 구조물로 높이가 낮은 경우 : 로프가 벗겨질 위험
- 구조적 취약 구조물 : 배관 지지대, 현장용접 강재구조물 등 구조 안전성이 낮은 경우 탈락·파괴 위험
- 모서리 등이 날카로운 구조물 : 날카로운 구조물과 결속된 로프가 맞닿은 구간에 응력이 집중되며 로프가 파단될 위험

□ 로프

❶ **작업대용 로프(주로프)** : 작업대를 지지하는 로프

❷ **안전대용 로프(보조로프)** : 안전대 부착설비로 사용되는 수직구명줄(인장력 : 2,340kgf 이상)

☑ Check Box/ 달비계의 구성

□ 로프 보호대 : 달비계 로프의 손상 방지를 위한 보호대



폴리에스테르 로프 보호대



금속 로프 보호대



가죽 로프 보호대



플라스틱 로프 보호대

□ 달비계 작업대 : 작업대, 작업대줄, 샤클로 구성

❶ **목재 달비계 작업대** : 각재와 합판을 이용하여 제작

❷ **금속 달비계 작업대** : 금속으로 제작



목재 달비계 작업대



금속 달비계 작업대

- 작업대는 로프 슬링에 의해 4개 모서리를 매달아야 하고 강도가 충분한 금속이나 나무 등 견고한 구조로 폭은 25cm, 길이 60cm 이상 확보
- 작업대 고정 로프는 작업대를 대각선으로 교차한 후 고정철물 등으로 고정하여 로프가 작업대에서 탈락되지 않는 구조
- 작업대로부터 상부 50cm 되는 지점까지는 로프를 보호하는 보호대(Guard) 설치
- 작업대는 미끄러짐이 없는 재질
- 작업대의 최대 적재량은 1.08kN(110kgf) 이하

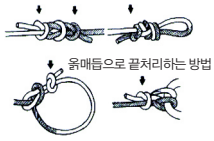
□ 추락방지대 : 수직구명줄(보조로프) 등에 설치하여 떨어짐 발생 시 자동 잠김 기능을 갖추고 있는 장치



추락방지대

안전 TIP

로프의 매듭 방법과 강도 상태

구 분	강도상태	매듭방법
무매듭 상태 (매듭을 하지 않은 상태)	100%	–
8자 매듭	75 ~ 80%	
보울라인 매듭	70 ~ 75%	 반듯이 옭매듭을 한다.
에반스 매듭	60 ~ 65%	 악 3회 이상 감는다.
옭 매듭	60 ~ 65%	 오버핸드 매듭  옭매듭으로 끝처리하는 방법  오버핸드 고리
까베스탕 매듭	60 ~ 65%	
피셔맨 매듭	60 ~ 65%	 반대줄을 똑같은 방법으로 매듭한다. (2중 피셔맨 매듭)

☑ Check Box/ 외줄(간이) 달비계 및 추락방지 설비의 단계별 사전 점검사항

구 분	점검대상	점검내용
1단계	로프 고정용 고리(Anchor), 안전대, 카라비너, 샤클 등 철물의 점검	• 손상되거나 부서지거나 휘어지면 안 된다. • 날카로운 모서리, 틈, 닳은 부분, 녹 등이 없어야 한다. • 카라비너의 후크는 자유롭게 움직이고 닫힐 때 자동으로 잠겨야 한다.
2단계	로프의 검사	• 로프는 헤지거나 소선의 절단, 마모 또는 불타거나 변색된 부분이 없어야 한다. • 로프는 과도한 흙, 도료(페인트), 녹이나 얼룩이 없어야 한다. • 그을리거나 변색되거나 물러진 부분 등 화학적 또는 열에 의한 손상 여부를 확인한다. • 로프 표면의 변색과 터짐 등 자외선에 의한 손상을 확인한다. • 이상의 모든 요소들은 강도가 줄어들었음을 나타내므로 손상되거나 의구심이 드는 로프를 사용하면 안 된다.
3단계	작업대의 검사	• 목재작업대 : 나무판을 검사하여 나무의 균열여부를 확인한다. 거친 모서리나 홈은 갈라짐을 야기할 수 있으므로 주의하여 검사한다. • 금속작업대 : 작업대의 변형, 균열 여부 등에 대해 검사한다.
4단계	검사 날짜와 결과를 기록	• 검사를 실시한 후 날짜와 결과를 기록하여 보관한다.

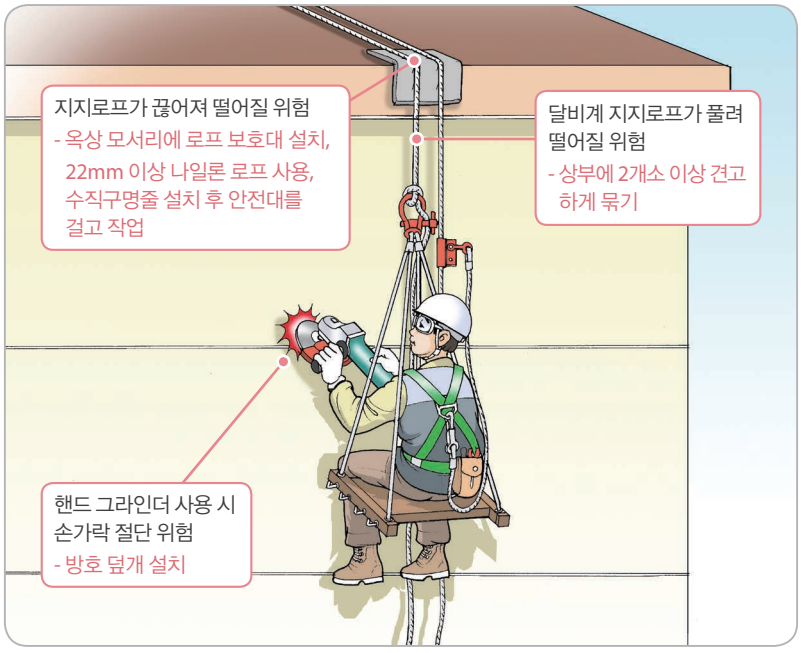
안전 TIP

달비계 관련 해외 기준 비교

구 분	OSHA	California Code	Canada OHS code
최대적재량	250파운드	250파운드(CDA)	250파운드(223.7kgf)
바닥판 (platform)	길이 36인치 이하 집성재가 아닐 경우 • 두께 1인치 이상 해수성 합판일 경우 • 5/8인치 이상 비교차 집성재일 경우에는 보강재로 아래쪽 보강	폭 10인치 이상 길이 24인치 이상 약한 나무 또는 그에 준하는 재료일 경우 • 두께 2인치 (참나무, 양몰푸레나무인 경우) • 1과 1/8인치	두께 3/4인치(19mm)의 합판

구분	OSHA	California Code	Canada OHS code
도르래	적합한 크기의 볼베어링 또는 안전후크를 포함한 금속 도르래	로프 지름에 적합한 것	
로프	최소지름 5/8인치(1.6cm) 1등급 마닐라로프나 같은 강도의 로프 1.72톤 (3,792 파운드)	5,400파운드 강도 5,000파운드(CDA)	6,000파운드 강도 지름 1/2인치(13mm)
시트 슬링 (seat sling)	가스나 아크용접에 사용되면 최소 3/8인치의 와이어로프		
검사 빈도		모든 안전장치와 장비는 최소 년 1회	
사용제한		매달린 높이가 75피트 초과 • 인력 달비계 사용 금지 (매달린 높이가 130피트 초과) • 자동 달비계 사용 금지 (CDA)	
죔줄 길이 (Lanyard)		4피트를 초과하지 않음	

외줄(간이) 달비계 작업 안전포인트

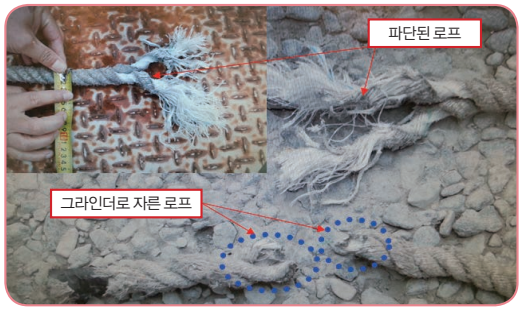


달비계 주요 재해사례

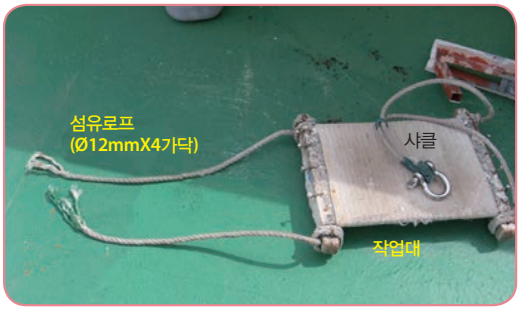
주요원인

1. 달비계 지지로프의 파단, 풀림
2. 달비계 로프를 지면(바닥면)에 닿지 않게 짧게 설치
3. 달비계 로프 결속 구조물(거치대) 구조적 취약
4. 달비계 탑승 시 안전대 미착용(미부착)





달비계 주로프 파단





달비계의 작업대 로프 파단



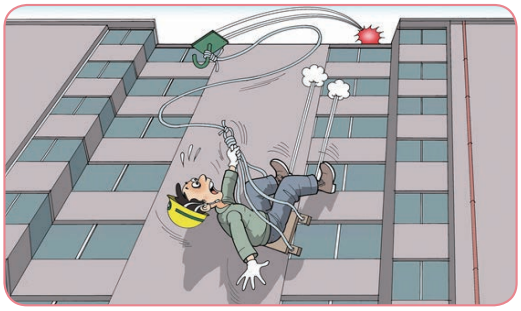


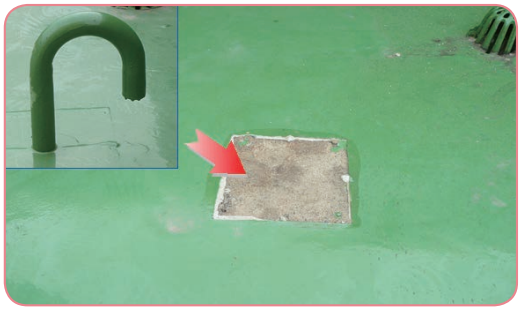
달비계 지지용 거치대 설치 불량(파라펫 외부 단열재가 파손되며 유격 발생)





달비계 로프 고정부(옥탑 철재 계단 지지용 수직재) 탈락



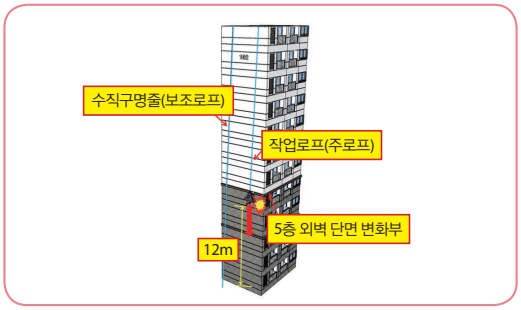


달비계 로프 고정부(탈기관) 탈락





달비계 로프 고정부(배관 받침용 철물) 탈락





달비계 로프를 짧게 설치(바닥에 닿지 않도록 설치)

3 재해사례

사례 1

빌딩 외벽 금속구조물 해체 작업 중 달비계의 지지로프가 파단되며 떨어짐



빌딩 외벽 금속구조물 해체공사 현장에서 재해자가 빌딩 좌측 외벽에서 달비계에 탑승하여 외부 간판 및 철구조물(6m×21m)을 해체하던 중 섬유로프가 파단되면서 지면으로 떨어져(H≒22m) 사망한 재해임.

재해 발생 원인

○ 손상 및 마모가 심한 섬유로프 사용

» 손상 및 심하게 마모되어 최초의 인장강도를 유지하지 못하는 섬유로프를 사용하여 노동자의 체중과 하강 시 가해지는 하중을 견디지 못하고 주로프가 파단 됨.

○ 안전대 걸이용 로프(구명줄) 미설치

» 떨어짐위험이 높은 달비계를 사용할 때에는 떨어짐방지를 위하여 작업을 위한 섬유로프(주로프) 외에 별도의 안전대 걸이용 로프(수직구명줄)를 설치하고 작업하여야 하나 이를 설치하지 않고 작업을 함.

☑ 재해 예방대책

○ 달비계의 점검 및 보수 등으로 손상과 마모가 없는 섬유로프 사용

» 달비계에 탑승하여 작업할 때에는 섬유로프의 손상 및 과도한 마모상태의 이상유무를 작업 전에 확인하여 상태가 양호한 섬유로프를 사용하여야 함.

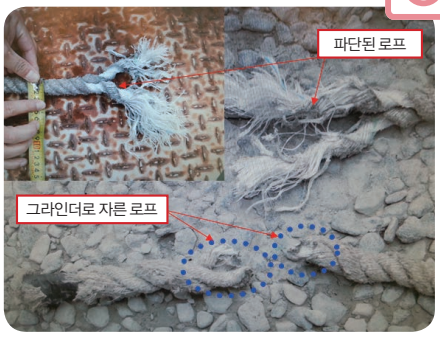
※ 달비계에 사용하는 섬유로프는 탑승자의 체중 및 사용 중 가해지는 충격하중에 대한 10배 이상의 인장강도를 유지할 수 있도록 정기적인 점검을 통해 부식 및 심하게 마모된 섬유로프는 사용하지 않아야 함.

○ 안전대 걸이용 로프(구명줄) 설치

» 떨어짐위험이 높은 달비계를 사용할 때에는 떨어짐방지를 위하여 주로프 외에 안전대 걸이용 로프(수직구명줄)를 설치하고 안전대를 부착한 후 작업하여야 함.

[현장 전경]





인장 파단된 로프와 그라인더로 자른 로프 비교 사진



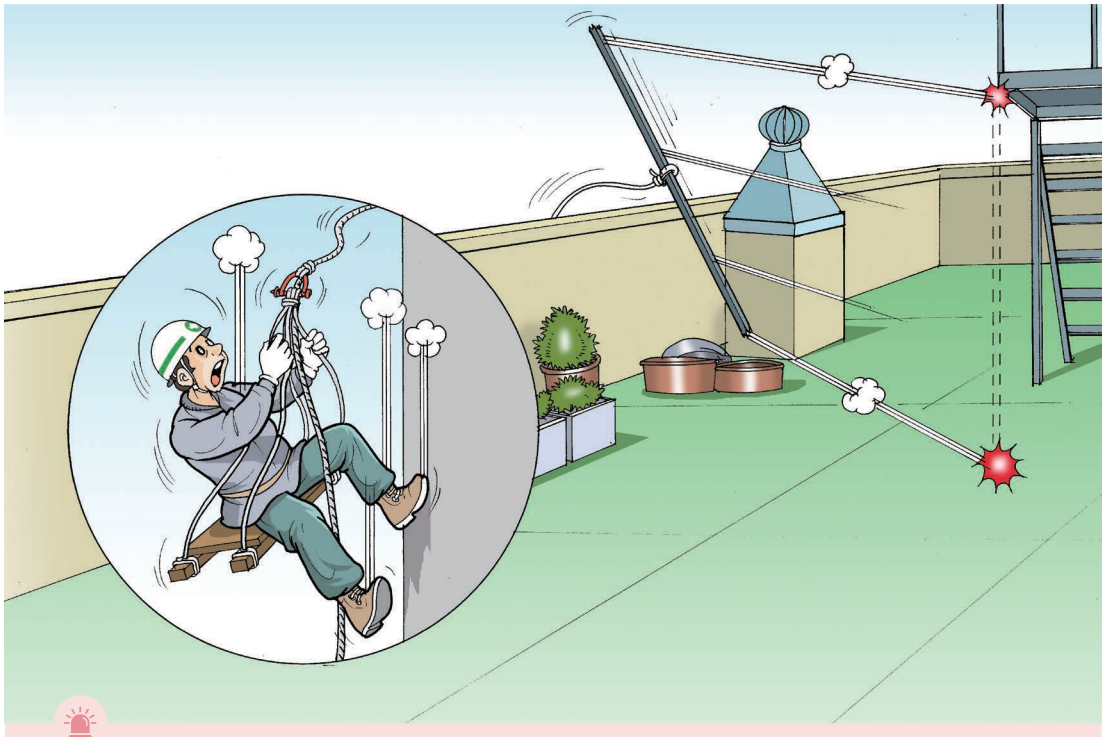
달비계 지지로프(주로프)가 파단된 모습



심하게 손상 및 마모된 달비계 주로프

사례 2

달비계 주로프를 결속한 철재 계단 수직재가 탈락되며 달비계와 함께 떨어짐



아파트 보수공사 현장에서 재해자가 건물 외부에서 달비계를 타고 7~8층부 화장실 창틀 누수 실리콘 보수작업 중 달비계 주로프를 결속한 옥상 철재 계단 수직재가 이탈되며 달비계 로프가 빠져나와 달비계와 함께 약 20m 아래 지상 바닥으로 떨어져 사망한 재해임.

재해 발생 원인

- **달비계 로프 결속부 구조적 취약**

» 옥상 바닥 우레탄방수재에 단순 접착·고정되어 있던 옥탑 철재계단 수직재에 달비계 로프를 결속하여, 달비계 작업 중 발생한 하중에 의해 수직재가 바닥 고정부에서 이탈되어 달비계 주로프가 빠지며, 달비계와 함께 떨어짐.

- **안전대 부착설비(수직구명줄) 미설치 및 안전대 미착용**

재해 예방대책

- **달비계 로프를 견고한 구조에 풀리지 않도록 결속**

» 달비계 로프는 청소용 고리, RC구조 등 구조적으로 안전한 위치를 선정하여 풀리지 않도록 결속하고, 자물쇠 등으로 잠금 조치하며, 로프 풀림 대비 반드시 2개의 고정점을 이용하여 2중으로 결속

○ 안전대 부착설비(수직구명줄) 설치 및 안전대 착용 철저

» 달비계를 사용하여 작업하는 경우에는 안전대 부착설비(구명줄)를 설치하고, 안전대 착용 후 안전대를 안전대 부착설비(수직구명줄)에 부착한 상태로 작업

[현장 전경]





옥상 철재계단 지지용 수직재 고정부 탈락 모습



달비계 로프 고정부가 탈락되며 로프 이탈

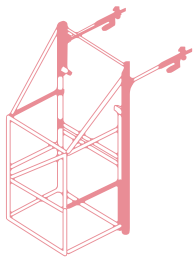
4 안전점검 체크리스트



순번	평가 문항	평가 결과			비고
		개선 필요	보통	우수	
1	• 달비계 반입 시 각종 부재 및 연결부의 안전점검을 하였는가?				
2	• 달비계 로프(주로프와 보조로프)의 시험성적서 등은 안전기준에 적합한가?				
3	• 지지로프의 고정위치는 충분한 구조내력을 갖는 고정점 (청소용 고리 등)인가?				
4	• 달비계의 로프 고정점의 높이가 낮아 작업 중 벗겨질 위험은 없는가?				
5	• 지지로프는 2개소의 고정점에 견고히 결속하고 풀림방지조치를 하였는가?				
6	• 주로프와 보조로프는 바닥까지 닿도록 설치하였는가?				
7	• 달비계의 작업대에 탑승하기 전 안전대를 부착하고 탑승하는가?				
8	• 로프와 구조물이 면하는 부분에는 보호대를 설치하였는가?				
9	• 달비계 사용 작업 시 안전대를 안전대 부착설비에 부착하고 있는가?				
10	• 달비계 작업자는 개인보호구를 착용하고 있는가?				

※ 상기 체크리스트에는 사업장의 현황, 기계 특성, 법령사항 등이 모두 반영된 사항이 아니므로, 사업장 특성에 맞는 내용을 추가하여 사용하여야 함.

8 달대비계

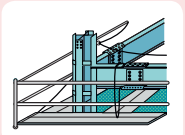
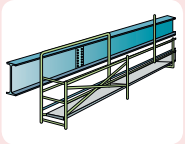
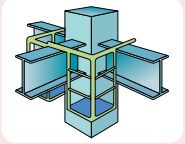


1 위험요인과 예방대책

☑ 주요 위험요인

- 달대비계의 작업발판 위에 자재 과적으로 지지구조가 파괴되며 떨어짐
- 달대비계 구조검토 미실시 또는 연결부 용접 불량 등 품질관리 미흡으로 무너짐
- 달대비계 지지부 설치 불량으로 탈락되며 떨어짐
- 달대비계의 작업발판 단부에 안전난간대 설치 미흡으로 떨어짐
- 달대비계 설치·해체 및 작업 중 안전대 미착용으로 떨어짐 위험
- 달대비계 작업발판 단부 수직보호망 미설치로 자재 등 낙하 위험

☑ 작업별 위험요인과 예방대책

공정·작업별 내용	유해·위험요인	예방대책
 전면형 달대비계	• 달대비계를 크레인으로 양중하던 중 용접부위 파손으로 낙하 위험	• 달대비계 부재의 용접 및 볼트체결 상태 점검 실시 후 필요 시 보강
	• 달대비계의 최대 적재하중 미표시로 과적에 따른 달대비계 무너짐·낙하위험	• 달대비계의 구조안전성 검토결과에 따른 최대 적재하중 표지 부착 및 자재 과적 금지
	• 달대비계 설치작업 중 철골과의 결속 불량으로 낙하 위험	• 달대비계 설치작업 시 철골과의 접합부를 견고하게 결속
 통로형 달대비계	• 달대비계 발판단부에 안전간간 미설치로 작업 중 떨어짐위험	• 달대비계의 발판 단부에 견고한 구조의 안전난간 설치
	• 달대비계 설치 작업 중 안전대 등 개인보호구 미착용으로 떨어짐 위험	• 달대비계 설치작업 시 안전모, 안전대 등 개인보호구 착용
	• 철골보 상부에서 달대비계를 설치·해체하던 중 추락방호망 미설치로 떨어짐	• 철골보 상부에서 달대비계 설치·해체 작업 시 떨어짐방호를 위해 추락방호망 설치
 상자형 달대비계	• 달대비계 해체작업 후 철골 기둥을 잡고 하강하던 중 떨어짐	• 철골기둥에는 승강용 트랩 설치 및 수직구명줄에 안전대 부착 후 승강
	• 달대비계 재료가 견고하지 못하여 작업 중 달대비계가 파손되며 떨어짐	• 달대비계의 재료는 알루미늄, 철재 등 견고한 재료를 사용하여 제작하고, 최대 적재하중 표시
	• 작업발판이 하중을 견디지 못하고 파괴되며 떨어짐 위험	• 작업발판 재료는 하중을 충분히 견딜수 있는 견고한 구조로 설치
 접이식 달대비계	• 달대비계의 작업발판 단부에 발끝막이판 등 미설치로 자재, 공구 등의 낙하 위험	• 달대비계 작업발판의 단부에는 발끝막이판 또는 수직보호망 설치
	• 작업공간이 부족하게 달대비계를 제작하여 작업 중 떨어짐 위험	• 달대비계 제작 시에는 작업이 용이하도록 충분한 공간 확보
	• 달대비계를 중량으로 제작하여 무리하게 이동시키려다가 떨어짐 위험	• 달대비계는 알루미늄,철재 등 견고한 재료로 운반이 용이하도록 경량으로 제작

2 안전기준



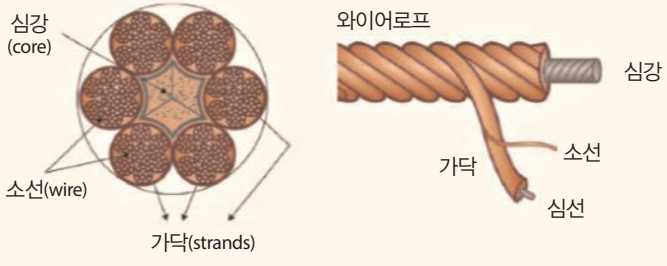
- 달대비계는 작업위치, 작업방법, 적재하중 등을 고려한 구조 검토 후 설계도면에 따라 제작한다.
- 달대비계 설치 전 설계도서에 따라 제작되었는지 점검을 실시한다.
- 달대비계 설치 시 설계도서에 따라 정밀시공 하되, 구조적으로 안전한 위치에 탈락되지 않도록 견고히 고정한다.
- 달대비계 설치 후 검측체크리스트에 따라 검측 후 그 결과를 기록하여 보관한다.
- 달대비계에는 최대적재하중 표시를 하고, 자재 등을 과적하지 않도록 교육 및 관리한다.
- 달대비계 작업발판 단부에는 안전난간대를 설치하고, 낙하물이 발생하지 않도록 수직보호망을 설치한다.
- 달대비계 설치·해체 및 작업 중에는 별도의 안전대 부착설비 설치 후 안전대를 부착하고 작업한다.
- 달대비계 위에서는 사다리나 디딤판 등을 사용하지 않는다.
- 달대비계를 체인 또는 와이어로프로 매다는 경우에는 성능시험을 통해 안전성이 확인된 달기체인/달기 와이어로프를 사용하며, 하중에 대한 안전계수는 달기체인 5 이상, 달기 와이어로프 10 이상 확보하여야 한다.

안전 TIP

달기 와이어로프 폐기기준

- 이음매가 있는 것
- 와이어로프의 한 꼬임에서 끊어진 소선의 수가 10% 이상인 것
- 지름의 감소가 공칭 지름의 7%를 초과하는 것
- 꼬이거나 심하게 변형 또는 부식된 것
- 열 및 전기 충격에 의해 손상된 것

▶ 와이어로프의 구성 및 측정방법



[와이어로프의 구성]



[버니어캘리퍼스 와이어로프 측정 방법]

▸ 와이어로프의 손상상태



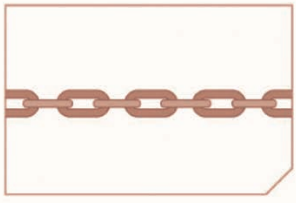
[소선의 이탈] [심강의 불거짐] [스트랜드의 함몰] [스트랜드의 이탈]



[국부적인 압착] [플러스 킹크] [마이너스 킹크] [바구니형 부풀림]

달기체인 폐기기준

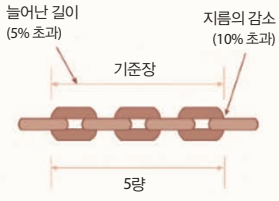
- 달기체인이 제조된 때의 길이의 5%를 초과한 것
- 링의 단면 지름의 감소가 제조된 때의 해당 링 지름의 10%를 초과한 것
- 균열이 있거나 심하게 변형된 것



호이스트 체인



SUS 체인 파단시험

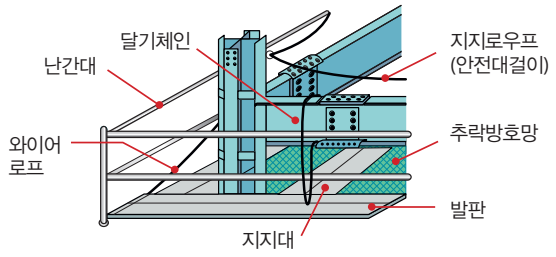


체인 폐기 기준

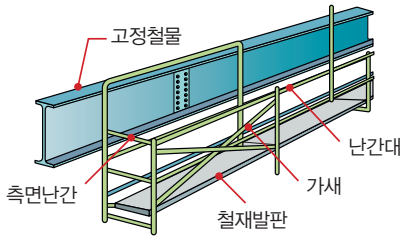
☑ Check Box/ 달대비계의 종류

- **전면형 달대비계 :** 철골작업 등을 위해 전면에 걸쳐 작업발판을 설치한 달대비계
- **통로형 달대비계 :** 통로 및 작업을 위해 철골보에 조립틀을 설치한 달대비계
- **상자형 달대비계 :** 기둥, 보에 상자형의 작업발판을 설치한 달대비계
  - ❶ **보용 달대비계 :** 보의 연결부 볼트 체결 등에 사용하는 달대비계
  - ❷ **기둥용 달대비계 :** 기둥의 연결부 및 기둥과 보 연결부 볼트 체결 등에 사용하는 달대비계
  - ❸ **접이식 달대비계 :** 접이식 구조로 철골 등의 부재에 고정하여 설치할 수 있는 달대비계
- **이동식 천장 달대비계 :** 천장에 매달린 레일을 따라 수평이동이 가능한 달대비계

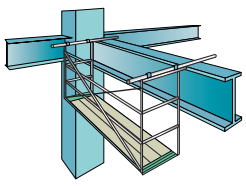
달대비계의 종류



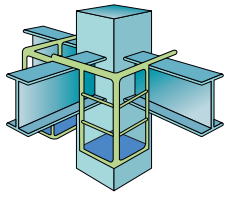
전면형 달대비계



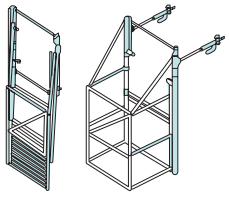
통로형 달대비계



보용



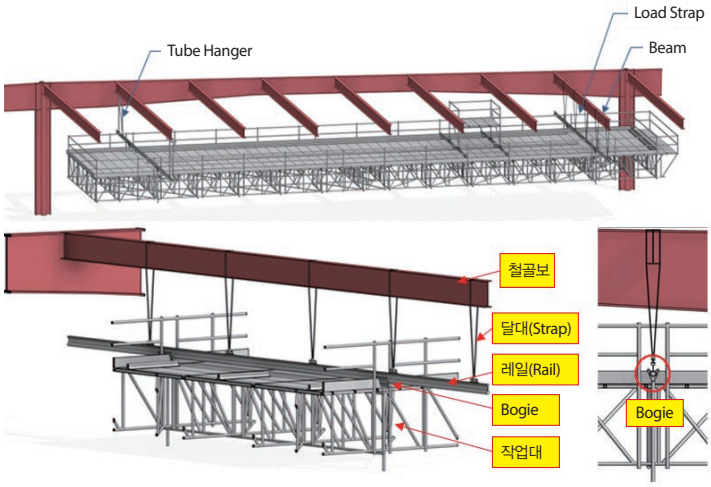
기둥용



접이식

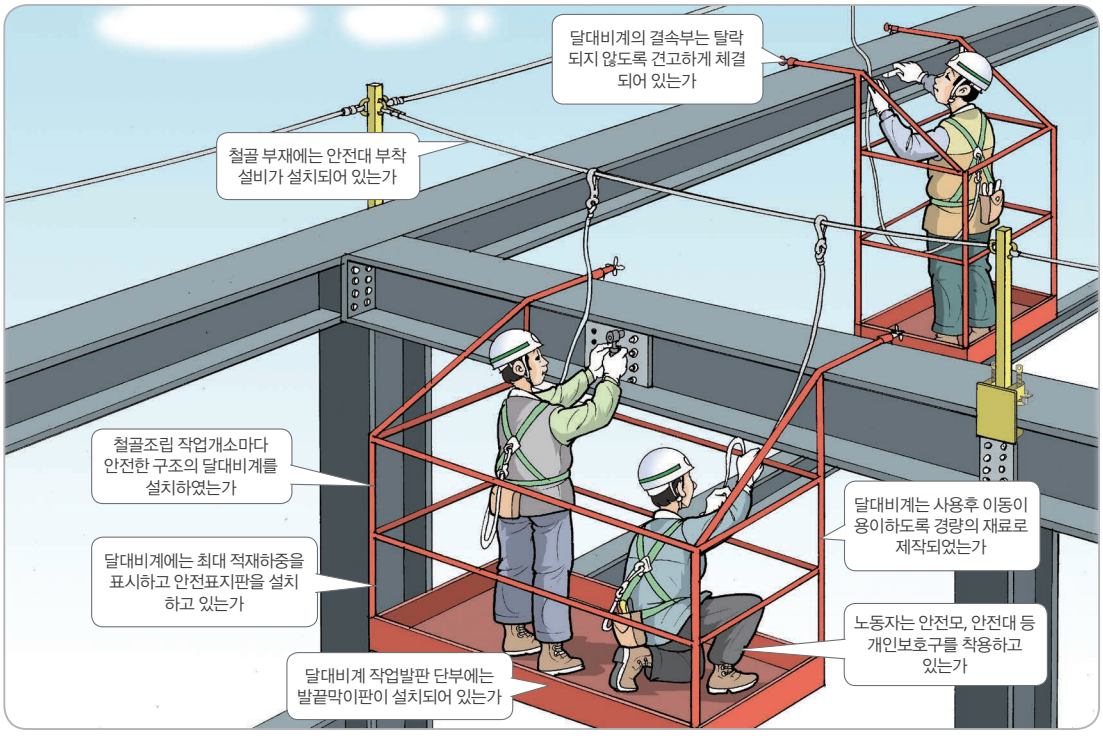
상자형 달대비계

이동식 천장 달대비계



안전 TIP

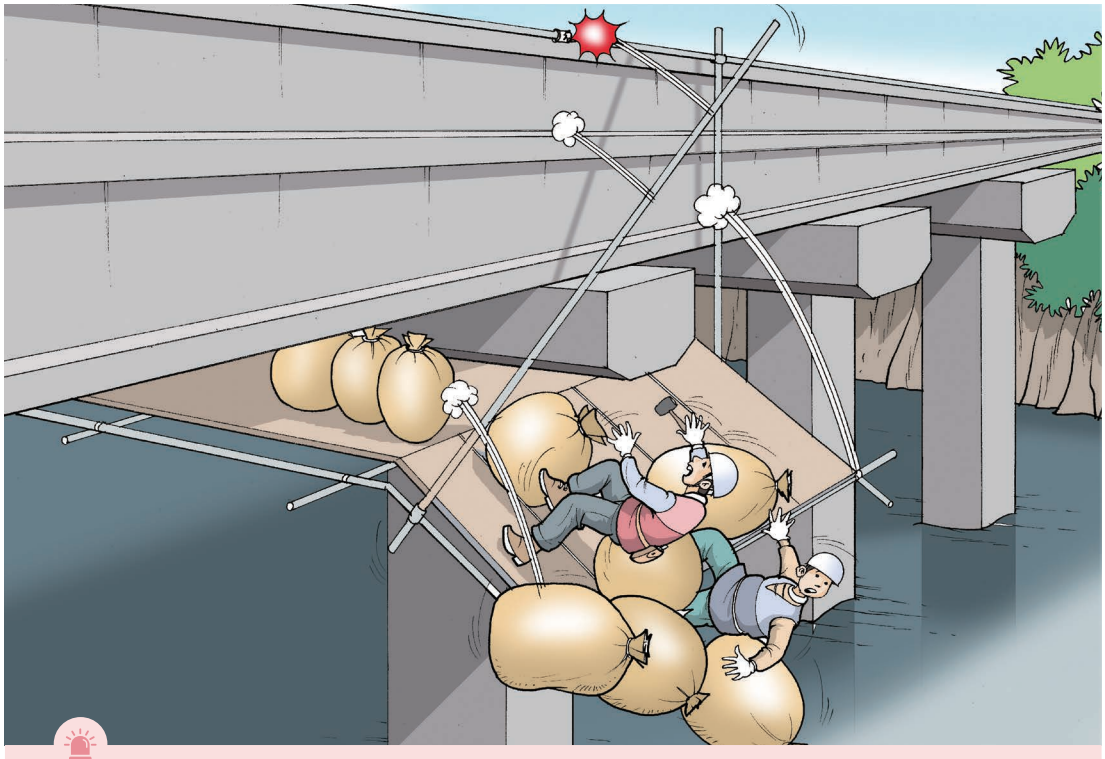
달대비계 작업 안전포인트



3 재해사례

사례 1

달대비계 작업발판에 폐콘크리트 과적으로 작업발판이 기울어지며 떨어짐



교량 보수공사 현장의 비계용 클램프로 지지한 달대비계 위 작업발판에서 교각 상부의 파쇄한 폐콘크리트를 반출하기 위해 마대에 담던 중 발판을 매달고 있던 한쪽 클램프가 과도한 하중에 의해 파손되어 작업발판이 순간적으로 처지면서 재해자 2명이 약10m 하부의 수면으로 떨어져 익사한 재해임.

재해 발생 원인

○ 달대비계 지지 구조 불량 및 작업발판 상부 자재 과적

» 달대비계 설치 시 작업하중 등 설계하중을 고려한 구조안전성 미검토

» 작업발판 상부에 자재 과적으로 강관지지대 고정 클램프가 파손되며 작업발판이 기울어짐.

○ 작업발판 단부 떨어짐방호조치 불량

» 작업발판 단부에 중간난간대 미설치 및 수직보호망 대신 분진망을 설치하여 떨어짐방호 역할을 하지 못함.

☑ 재해 예방대책

○ 구조안전성이 확보된 달대비계 설치 및 작업발판 상부 최대적재하중 준수

» 달대비계 설치 전 작업하중 등 설계하중을 고려한 구조안전성 검토 후 설계도면을 작성하고, 설계도면에 따라 달대비계를 설치(지지대 보강 등)하여야 하며, 작업 중 최대적재하중 준수토록 달대비계에는 최대적재하중 표지 부착 및 안전교육 실시

○ 작업발판 단부 떨어짐방호 조치 철저

» 작업발판 단부에는 상부난간대와 중간난간대를 각각 설치하거나, 상부난간대와 수직형 추락방호망을 설치하여야 함.

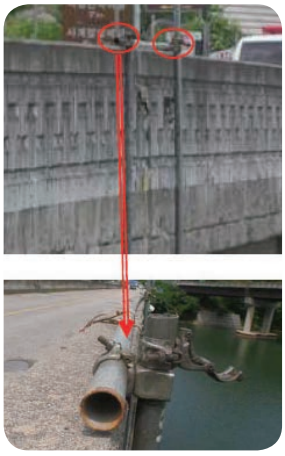
○ 노동자에게 구명장구 지급 후 착용 관리

[현장 전경]





달대비계 설치 전경(사고전)



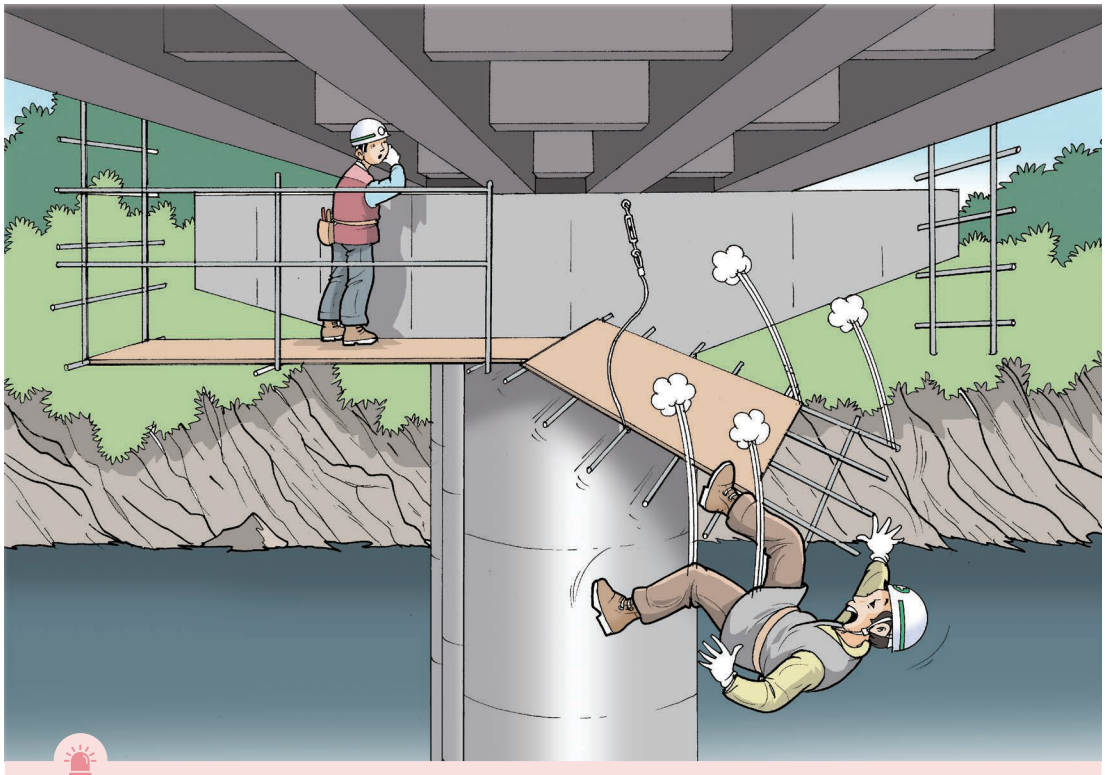
달대비계 지지용 비계와 클램프



작업발판 상부에 적재된 폐콘크리트 포대

사례 2

교각 코핑부 달대비계 해체 작업 중 작업발판이 기울어지며 떨어짐



교량 내진보강 공사용 교각 코핑부 달대비계 해체작업 중 달대비계 지지 수직 현수재(와이어로프)가 풀리면서 작업발판이 기울어져 재해자가 강으로 떨어져(H=13.6m) 사망한 재해임.

재해 발생 원인

○ 달대비계 지지부 구조적 취약 및 달대비계 해체작업방법 불량

» 달대비계 해체작업을 위하여 작업발판을 지지하고 있는 전방의 와이어로프(수직 현수재)를 해체하는 경우, 후방의 와이어로프에 하중이 집중되나, 해당 와이어로프(D=6mm)에는 클립 2개를 사용하여 2m 간격으로 넓게 설치되어 비계 자중과 작업하중 등에 의한 편하중으로 와이어로프(수직 현수재)가 풀리고 늘어지면서 달대비계가 바깥쪽으로 기울어져 떨어짐 재해가 발생

○ 안전대 미착용 및 특별교육 미실시 등 관리감독 소홀

☑ 재해 예방대책

○ 달대비계 지지 수직 현수재 보강 및 작업방법 개선

» 달대비계 설치 전 구조안전성 검토결과에 따라 수직 현수재(와이어로프) 설치 간격 축소, 가설재 보강 및 D=16mm 이하의 와이어로프에는 클립 4개 체결 등 해체작업 시 안정성을 확보하고, 가설재 등을 최대한 제거하여 하중을 경감시킨 후 지지 와이어로프(수직 현수재)를 해체하거나 교량점검 작업대차 사용 등으로 작업방법 개선

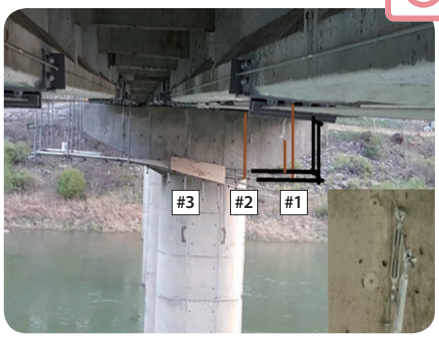


교량 점검 작업대차

○ 안전대 부착설비에 안전대 부착 후 작업, 특별교육 실시 및 관리감독 철저

[현장 전경]





비계 수직 현수재(W/R) #1~#2해체 후 #3이 풀리며 발판이 기울어짐



교량하부 달대비계 수직 현수재 설치 상세사진1



교량하부 달대비계 수직 현수재 설치 상세사진2

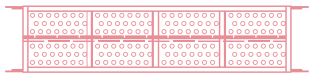
4 안전점검 체크리스트



순번	평가 문항	평가 결과			비고
		개선 필요	보통	우수	
1	• 구조안전성 검토 후 작성된 제작도면에 따라 제작하였는가?				
2	• 달대비계 현장 반입 시 연결부의 용접상태 등은 적정한가?				
3	• 달대비계의 작업발판은 견고한 구조로 되어있는가?				
4	• 달대비계의 작업발판 단부에는 안전난간대를 설치하였는가?				
5	• 달대비계의 작업발판 하부에는 발끝막이판(10cm 이상) 또는 수직 보호망을 설치하였는가?				
6	• 달대비계에는 최대적재하중 표지를 부착하였는가?				
7	• 달대비계 내부 자재 적재 시 등 최대적재하중을 준수하고 있는가?				
8	• 달대비계 고정부는 견고하게 고정되어 있는가?				
9	• 달대비계 탑승 전 안전대 부착설비는 설치하였는가?				
10	• 노동자는 안전대 등 개인보호구를 착용하고 있는가?				

※ 상기 체크리스트에는 사업장의 현황, 기계 특성, 법령사항 등이 모두 반영된 사항이 아니므로, 사업장 특성에 맞는 내용을 추가하여 사용하여야 함

9 작업발판 일체형 비계



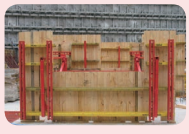
1 위험요인과 예방대책

☑ 주요 위험요인

- 갱폼 등 작업발판 일체형 비계(이하 갱폼 등이라 함)의 설계 미흡으로 구조적 취약
- 갱폼 등의 제작단계에서 품질관리가 미흡하여 용접부 탈락으로 떨어짐 위험
- 갱폼 등 구조물 고정부(전단볼트, 앵커 등) 설치 미흡으로 갱폼 등 떨어짐 위험
- 갱폼 등 인양 작업 시 줄걸이 불량 등으로 줄걸이 탈락 또는 파단 시 떨어짐 위험
- 갱폼 등 해체 작업 전 고정부(전단볼트, 앵커, 클라이밍 슈 등) 선해체로 떨어짐 위험
- 갱폼 등 인양·상승·해체 시 하부 위험구역 내 출입통제 미실시로 떨어짐 및 맞음 위험

☑ 작업별 위험요인과 예방대책

❶ 자재반입 및 조립

공정·작업별 내용	유해·위험요인	예방대책
 자재반입	• 안전모 등 개인 보호구를 미착용하고 작업 중 자재에 부딪히거나 찔림 • 관리감독자 지시 없이 무리하게 운반차량에 올라가 작업 중 떨어짐	• 자재 반입 작업 시 안전모, 안전화 등 개인 보호구 착용 후 작업 실시 • 자재 반입 작업 시 관리감독자 배치하여 작업 절차 준수, 노동자 작업지휘, 감독 실시
 자재 적재	• 운반차량으로 부터 자재인양, 하역 중 인양로프 파단에 의한 낙하 • 반입된 자재가 불안전하게 적재되어 외부 충격 또는 편심에 의해 무너지면서 노동자 협착	• 인양로프는 손상되거나 변형, 부식 되지 않은 견고한 것 사용 • 반입된 자재 적재 시 무너지거나 전도되지 않도록 안전하게 적재
  지상조립	• 반입된 자재가 평탄하지 않은 장소 또는 경사 지반에 적재되어 전도 발생 • 유도자 없이 운반차량을 후진 중 차량에 충돌 • 인양중인 자재가 결속된 로프에서 탈락하여 낙하	• 반입 자재 적재 장소는 평탄하고 견고한 지반 확보 후 깔목 등을 사용하여 수평 유지 • 운반차량을 현장 내에서 운행 시 유도자 배치하여 안전하게 유도 • 자재 인양 시 자재가 탈락되지 않도록 견고하게 자체 결속
	• 해지장치가 없는 후크에 로프를 걸어 자재 인양 중 로프가 탈락하면서 자재 낙하	• 인양용 후크에는 해지장치를 설치하여 인양 중 로프 탈락 방지

❷ 설치 및 인양(상승)

갱폼

공정·작업별 내용	유해·위험요인	예방대책
 갱폼 인양후 설치	• 안전모 등 개인보호구 미착용하고 작업 중 부딪히거나 떨어짐 • 갱폼 인양작업 시 인양고리 용접불량 등으로 낙하위험	• 설치, 인양 및 해체 노동자는 안전모, 안전대 등 개인보호구 착용 철저 • 갱폼 인양작업 시 인양고리는 설계도서에 따라 용접 또는 볼트 체결 상태 확인
 콘크리트 타설	• 갱폼 인양 시 인양용 로프가 끊어지면서 갱폼 낙하 • 갱폼 작업발판에 떨어진 기름을 밟아서 미끄러져 전도	• 인양용 로프는 손상, 부식되지 않은 견고한 것 사용 • 갱폼 작업발판에는 미끄러지거나 걸려 넘어질 기름, 돌출물 제거
 크레인에 매달기	• 갱폼 작업발판에 놓아둔 공구, 자재 등이 낙하 • 갱폼 작업발판에서 작업, 이동 중 작업발판 단부로 떨어짐 • 갱폼을 1 줄걸이로 체결하고 인양 중 갱폼의 요동에 의해 노동자 충돌 떨어짐	• 갱폼 작업발판상에는 공구, 자재 등 낙하 위험물 제거, 수직보호망 설치 • 갱폼 상에서 작업, 이동 시 떨어지지 않도록 안전대 착용 • 갱폼 인양시 2 줄걸이로 체결하여 수직으로 인양
 전단볼트 해체	• 콘크리트 타설 후 소요강도 미확보 상태로 갱폼 조기 인양을 위해 하부 전단볼트 등 해체로 갱폼 낙하위험 • 갱폼 인양 작업 시 인접 갱폼에 대기중 인양하던 갱폼과 탑승 중이던 갱폼 충돌로 갱폼 낙하 위험	• 설계도서에 따라 콘크리트 강도 확인 후 인양장비에 매단상태에서 전단볼트 해체 토록 교육 및 관리감독 철저 (갱폼낙하 방지장치 설치 권장) • 갱폼 인양 작업 시 인접 갱폼 탑승은 금지하고, 구조물 내부 등 안전한 장소에서 대기
 갱폼 인양후 설치	• 양중기에 후크 해지장치 없이 갱폼 인양 중 후크로부터 로프가 탈락하여 갱폼 낙하 • 갱폼을 타워크레인 등 크레인에 매달기 전 폼타이볼트(전단볼트) 선해체로 갱폼 낙하 • 갱폼을 지지하는 전단볼트(L형 앵커볼트+본체볼트) 체결길이 부족으로 갱폼 낙하 • 갱폼 상승 작업 하부에 통제 조치하지 않고 갱폼 인양 중 갱폼 및 자재 낙하	• 양중기의 후크에는 해지장치 부착하여 로프가 후크에서 탈락 방지 • 갱폼을 타워크레인 등 크레인에 매단상태에서 폼타이볼트(전단볼트) 해체토록 관리 - 갱폼낙하방지 장치(줄걸이 연동형, 슬래브 지지형) 설치 • 갱폼을 지지하는 전단볼트(L형 앵커볼트+본체볼트)는 설계도서에 따라 체결길이 확보 토록 관리 • 갱폼 상승 작업 하부위험구역내 출입통제 조치 실시
 전단볼트 고정		

클라이밍 시스템

공정·작업별 내용	유해·위험요인	예방대책
 인양	• 안전모 등 개인보호구 미착용하고 작업 중 부딪히거나 떨어짐 • 클라이밍 시스템 인양작업 시 인양고리 용접불량 등으로 낙하위험	• 설치, 상승 작업 노동자는 안전모, 안전대 등 개인보호구 착용 철저 • 클라이밍 시스템 인양작업 시 인양고리는 설계도서에 따라 용접 또는 볼트 체결 철저 및 작업 전 확인
 클라이밍 시스템 설치	• 클라이밍 시스템 인양 시 인양용 로프가 끊어지면서 낙하	• 인양용 로프는 손상, 부식되지 않은 제품을 사용하고, 각진 모서리 부분은 보호대 설치
 수직보호망 설치	• 클라이밍 시스템 발판에 놓아둔 공구, 자재 등이 낙하 • 클라이밍 시스템 발판에서 작업, 이동 중 발판단부로 떨어짐 • 콘크리트 타설 후 소요강도 미확보 상태로 클라이밍 시스템 조기 상승 시 클라이밍 시스템 낙하위험 • 클라이밍 시스템의 콘·앵커의 정위치 미시공, 체결길이 부족 등 부실시공으로 클라이밍 콘·앵커가 인발되며 낙하 • 슬래브 최소 두께가 확보되지 않은 위치에 슬래브 단부 매립형 클라이밍 콘·앵커 설치로 콘크리트가 파괴되며 클라이밍 시스템 낙하	• 클라이밍 시스템 발판 상에는 공구, 자재 등 낙하 위험물 제거 • 클라이밍 시스템 발판 등에서 작업, 이동 시 떨어지지 않도록 안전대 착용 • 설계도서에 따라 콘크리트 강도(최소100kgf/cm^2 이상) 확인 후 클라이밍 시스템을 상승토록 품질관리 및 관련 작업자 교육 철저 • 클라이밍 시스템의 클라이밍 콘·앵커는 설계도서에 따라 정위치 시공 및 연결부재의 체결길이 확보 등 품질관리 철저 - 휴먼에러 예방 클라이밍 콘·앵커 장치 등 안전한 제품 사용 • 슬래브 최소 두께가 확보되지 않은 위치에는 관통형 슬래브 앵커로 설치하거나, 하부에 잭서포트 등으로 보강 조치
 유압실린더 이용 상승 작업	• 양중기에 후크 해지장치 없이 클라이밍 시스템 인양 중 후크로부터 로프가 탈락하여 낙하 • 클라이밍 시스템 상승작업 전 인접 폼·작업대 및 구조물과 간섭 요인 미제거로 유압상승작업 중 과하중 작용으로 클라이밍 시스템 낙하위험 • 단면변화 구간 갱폼(거푸집)사이 틈이 있는 상태로 콘크리트 타설 중 새어나온 콘크리트가 하부로 낙하	• 양중기의 후크에는 해지장치 부착하여 로프가 후크에서 탈락되는 것 방지 • 클라이밍 시스템 상승작업 전 인접 폼·작업대 및 구조물과 간섭요인을 사전에 제거하고, 상승작업 시 관리감독 철저 • 거푸집 밀실히 설치하여 콘크리트가 새어나오지 않도록 하고, 단면변화 구간에는 사전에 충분히 검토하여 콘크리트 타설 전 수직보호망, 낙하물방지망 등을 견고히 설치

❸ 해체 및 반출

공정·작업별 내용	유해·위험요인	예방대책
 갱폼 해체	• 안전모 등 개인보호구를 미착용하고 작업 중 부딪히거나 떨어짐 • 안전대를 미착용하고 갱폼해체 작업 중 갱폼과 벽체 사이로 떨어짐 • 갱폼 해체 중 노동자가 안전대 미착용하고 갱폼 외부로 나와 작업하는 등 무리하게 작업 중 떨어짐	• 안전모, 안전대 등 개인보호구를 착용하고 작업 실시 • 갱폼 요동에 대비하여 안전대를 갱폼에 체결하고 작업 실시 • 갱폼 해체 중 노동자가 갱폼 외부로 나오는 등 불안전한 행동을 하지 않도록 관리감독 철저
 갱폼 반출	• 인양용 슬링로프가 파단되면서 갱폼 낙하 • 갱폼 해체 중 갱폼상의 볼트 등이 낙하	• 인양용 슬링의 손상, 부식되지 않은 견고한 것 사용 • 갱폼 해체 전 갱폼상의 낙하 위험물 사전 제거
	• 타워크레인으로 갱폼을 매달지 않고 전단 볼트 해체 중 갱폼과 함께 떨어짐 • 갱폼을 1 줄걸이로 체결하고 인양 중 갱폼이 요동치면서 노동자 떨어짐 • 관리감독자 미배치 상태에서 작업 중 갱폼 또는 자재 낙하 • 해체 작업 하부에 통제 조치하지 않고 갱폼 해체 중 자재 낙하 • 갱폼 등 해체 시 타워크레인 등 인양장비에 매달기 전 폼타이볼트 또는 클라이밍 슈 해체로 갱폼 등과 함께 떨어짐	• 갱폼 볼트 해체 시 타워크레인으로 매단 상태에서 해체 실시 • 갱폼 체결시 2 줄걸이로 견고하게 체결하고 갱폼 인양 실시 • 관리감독자 배치하여 노동자가 작업절차를 준수하도록 하고 하부 노동자 통제 • 해체 작업 중 갱폼 하부 지상에는 출입통제 조치 실시 • 갱폼 등 해체 시 타워크레인 등 인양장비에 매단 상태에서 폼타이볼트 또는 클라이밍 슈를 해체
	• 인양용 후크에 해지장치 없이 사용 중 로프가 후크에서 탈락하면서 갱폼 낙하 • 갱폼 해체 작업 시 해당 갱폼 또는 인접 갱폼에 탑승하여 작업·감시 중 충돌, 흔들림에 의한 떨어짐위험	• 인양용 후크에는 해지장치를 설치하여 로프가 후크에서 탈락하지 않도록 조치 • 갱폼 등을 인양장비에 매단 상태에서 폼타이볼트(전단볼트) 등을 해체하고 건물내부 등 안전한 장소로 이동 후, 갱폼 등을 인양하여 해체토록하며, 갱폼 인양 시 인접 갱폼 등에 탑승금지

2 안전기준



- 갱폼 등 작업발판 일체형 비계(또는 거푸집·작업발판 일체형 비계)의 구조안전성 검토 후 설계도면을 작성하고, 도면에 따라 제작 후 반입 전 점검(용접부, 볼트 체결 상태 등)을 실시하여야 한다.
- 갱폼 등 구조물 고정부(전단볼트, 앵커 등)는 설계도서에 따라 정밀하게 시공 후 검측 등 품질관리를 철저히 한다.
- 갱폼 등 인양 작업 전 줄걸이 용구에 대한 안전성 검토 후 안전성이 확보된 슬링을 사용하여 탈락·파단 되지 않도록 견고히 결속한 상태로 인양한다.
- 갱폼 등 해체 작업 전 고정부(전단볼트, 클라이밍 슈 등)를 타워크레인 등 인양장비에 매달기 전에 선해체하지 않도록 한다.
- 갱폼 등 인양·상승·해체 시 하부 위험구역 내 출입통제토록 감시인을 배치하고, 출입금지 휀스 등을 설치한다.

갱폼 작업 시 안전기준

01 갱폼의 조립·양중·해체의 범위 및 작업절차를 미리 그 작업에 종사하는 노동자에게 주지한다.

02 노동자가 안전하게 구조물 내부에서 갱폼의 작업발판으로 출입할 수 있는 이동통로를 설치한다.

03 갱폼의 지지 또는 고정철물의 이상 유무를 수시점검하고 이상이 발견된 경우에는 교체한다.

04 갱폼을 조립하거나 해체하는 경우에는 갱폼을 인양장비에 매단 후에 작업을 실시하도록 하고, 인양장비에 매달기 전에 지지 또는 고정철물을 미리 해체하지 않도록 할 것

05 갱폼 인양 시 작업발판용 케이지에 노동자가 탑승한 상태에서 갱폼의 인양작업을 하지 않는다.

06 갱폼 사용 시 거푸집 부재의 변형 여부와 연결 및 지지재의 이상 유무를 확인하여야 한다.

07 갱폼 조립 등의 작업과 관련한 이동·양중·운반 장비의 고장·오조작 등으로 인해 노동자에게 위험을 미칠 우려가 있는 장소에는 노동자의 출입을 금지하는 등 위험 방지 조치를 한다.

08 거푸집이 콘크리트면에 지지될 때에 콘크리트의 굳기정도와 거푸집의 무게, 풍압 등의 영향으로 거푸집의 갑작스런 이탈 또는 낙하로 인해 노동자가 위험해질 우려가 있는 경우에는 설계도서에서 정한 콘크리트의 양생기간을 준수(콘크리트 강도 확보)하고, 콘크리트면에 견고하게 지지하는 등 필요한 조치를 하여야 한다.

09 갱폼 인양 후 강풍 등에 의한 전도방지를 위해 전도방지용 당김줄과 버팀대를 설치하여야 한다.

☑ Check Box/ 갱폼(Gang Form) 사용 작업 시 안전대책

□ 갱폼(Gang Form)이란?



- 주로 고층 아파트에서와 같이 평면상 상·하부 동일 단면 구조물에서 외부벽체 거푸집과 거푸집 설치·해체작업 및 미장·견출 작업발판용 케이지(Cage)* 를 일체로 제작하여 사용하는 대형거푸집을 말함.

* 케이지(Cage) : 갱폼에서 외부벽체 거푸집 부분을 제외한 부분으로 작업발판, 안전난간 등으로 구성되어 갱폼 거푸집에 결합된 부분

□ 최근 5년간(2012~2016년) 갱폼 관련 사망재해 현황 (총21건, 사망 22명)

재해발생 형태	건 수	비율(%)
갱폼 탈락	13	61.9
작업발판 연결부 파단	4	19.0
작업발판 개구부 떨어짐	2	9.5
갱폼 맞음	1	4.8
기타	1	4.8
총 합계	**21**	**100**

재해발생 작업공정	건 수	비율(%)
갱폼 해체작업	8	38.1
갱폼 인양작업	7	33.3
이동 중 떨어짐	3	14.3
작업발판 설치 시	1	4.8
기타(견출작업 등)	2	9.5
총 합계	**21**	**100**

- 최근 5년 동안 갱폼 관련 사망사고 분석 결과, 재해 발생형태로는 갱폼 탈락(62%), 작업발판 연결부 파단(19%), 떨어짐(10%) 순의 빈도를 보이고 있으며, 재해발생 작업공정으로는 갱폼 해체·인양작업(71%), 이동 중 떨어짐(14%), 기타(15%) 순으로 나타남.

갱폼 조립·해체 및 인양 작업 시 인양장비 지지 후 작업실시, 인양장비 지지 전 지지 및 고정철물 해체금지(산업안전보건기준에 관한 규칙 제337조 제1항 제4호)

□ 갱폼 인양 및 조립·해체 시 안전대책



- 인양장비(타워크레인 등)에 매달기 전 체결볼트(하부 전단볼트 등) 해체금지
- 관리감독자로 하여금 타워크레인의 지지상태 확인 후 갱폼 체결볼트 해체여부 확인 시공
- 해체 및 인양작업계획 사전 수립
- 갱폼 해체 및 인양에 따른 갱폼 하중 검토 및 인양장비의 단계별 양중하중을 검토
- 작업장 주위에 관계자를 제외하고 출입금지
- 강풍, 폭우, 폭설 등의 악천 후 시에는 작업을 중지
- 고소 작업자는 안전대를 착용
- 인양 작업시 신호방법을 정한 후 신호수를 배치

☑ Check Box/ 갱폼(Gang Form)관련 재해 및 안전장치 설치 사례

□ 갱폼 탈락(해체작업 중 타워크레인 미지지) 재해사례



갱폼과 함께 78m 아래로 떨어져 1명 사망('16. 10.)

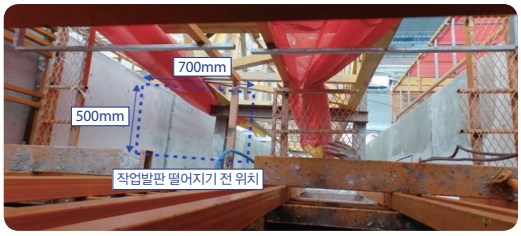


갱폼과 함께 49m 아래로 떨어져 1명 사망('15. 10.)

□ 작업발판 파단(고정 불량 및 용접부위 파단) 재해사례



작업발판 탈락으로 14m 떨어짐하여 1명 사망('16. 11.)



작업발판 탈락으로 25m 떨어짐하여 1명 사망('16. 11.)

□ 떨어짐(작업발판 상 개구부 발생) 재해사례



작업발판 개구부로 71m 떨어짐하여 1명 사망('16. 05.)



작업발판 개구부로 16m 떨어짐하여 1명 사망('16. 05.)

□ 갱폼 안전장치(낙하방지장치) 설치사례



갱폼 낙하방지(줄걸이 연동) 시스템 사례



갱폼 낙하방지(슬래브 지지) 시스템 사례

Check Box/ 갱폼(Gang Form) 재해예방을 위한 기술적 대책

1 문제점



○ 갱폼 해체·인양작업 불량

- 갱폼 해체·인양작업 시 인양장비(타워크레인 등)로 지지한 상태에서 갱폼 고정볼트(하부 전단 볼트 등)를 순차적으로 해체 및 인양 하여야 하나, 인양장비의 미지지 상태에서 고정볼트 해체 및 제거

○ 갱폼 조립작업 시 안전수칙 미준수

- 인양장비를 사용하여 갱폼 조립 시 고정용 볼트를 완전히 체결한 후 분리하여야 하나, 일부만 체결한 상태에서 분리시켜 갱폼의 자중에 의해 고정볼트 파단

○ 갱폼 인양고리 설치 불량

- 인양고리 용접불량, 소요 용접장 및 인양고리 개수 부족에 따른 인양고리 파단
- 인양고리와 수직재, 수직재와 수평재, 수평재와 면판간 용접불량

○ 갱폼 안전시설 미설치 및 설치불량

- 갱폼 작업발판 단부 안전난간대 미설치로 떨어짐(떨어짐방지조치 미설치)
- 갱폼 작업발판 불량 및 안전 이동통로 미확보

2 개선대책



○ 해체·인양작업 방법 및 작업순서 준수

- 갱폼 해체·인양작업 시에는 반드시 갱폼을 인양장비로 지지한 상태에서 갱폼의 고정볼트를 순차적으로 해체 후 인양하도록 하며, 미지지 상태에서는 고정볼트 임의해체 금지
- 관리감독자로 하여금 타워크레인의 지지상태 확인 후 갱폼 체결볼트 해체여부 확인 시공

○ 갱폼 조립작업 시 안전수칙 준수

- 인양장비를 사용하여 갱폼 조립 시 반드시 고정용 볼트를 완전히 체결한 후 분리

○ 갱폼 인양고리 안전성 확보

- 갱폼 하중에 대한 인양고리(용접장, 설치개수 등)의 구조검토를 통한 안전성 확보
- 인양고리와 수직재, 수직재와 수평재, 수평재와 면판간 용접품질관리 철저

○ 갱폼 안전 작업발판 설치

- 갱폼 작업발판 단부에 떨어짐방지를 위한 안전난간대 설치
- 갱폼의 안전한 작업발판 설치 및 안전 이동통로 확보

3 구조검토 항목





갱폼 최상단 안전난간대 보강 사례

○ 콘크리트 타설 측압에 대한 갱폼 부재의 안전성 검토

- 면판, 수평재, 수직재, 폼타이, 앵커볼트(인장, 전단), 앵커 뽑힘강도, 앵커부 콘크리트 파괴 등에 대한 안전성 검토

○ 인양고리(Lifting bar)에 대한 안전성 검토

- 갱폼 중량에 대한 인양고리, 인양고리와 갱폼 연결부(용접부)에 대한 안전성 검토
- 인양고리와 수직재, 수직재와 수평재, 수평재와 면판간의 구조안전성 검토

○ 최상층 작업발판 단부 안전난간대의 구조안전성 검토

- 최상층 작업발판 단부 안전난간대에 수직보호망 설치 시 풍하중에 대한 구조안전성 검토 후 경사재 등 보강재 설치

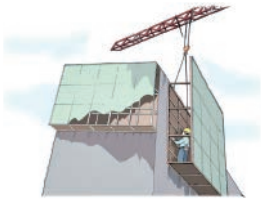
Check Box/ 갱폼(Gang Form) 주요 점검 항목(Check List)

1 갱폼 제작 시



- 작업발판 단부에 안전난간대 설치는 양호한가?
- 낙하물 방지를 위한 발끝막이판 설치는 양호한가?
- 승·하강 수직사다리 설치는 양호한가?
- 작업발판 간격은 제대로 설치하였는가?
- 철판은 굴곡이 없고 품질이 양호한가?
- 폼타이 구멍간격은 정확한가?
- 철판 연결부에 턱은 없는가?
- 각종 부재의 위치 및 용접상태는 양호한가?
- P.V.C 캡의 설치상태는 양호한가?
- 인양고리 설치상태는 양호한가?
- 각종 볼트 및 너트의 조임상태는 양호한가?
- 절단작업 시 용접기 사용금지 규칙을 준수하는가?
- 모든 부재의 도색은 양호한가?

2 갱폼 설치, 조립 시



- 갱폼 운반 중 변형은 없고 품질이 양호한가?
- 바닥조립 시 이음부에 턱은 발생하지 않았는가?
- 케이지 설치 시 도면간격은 유지하였는가?
- 케이지 설치 시 볼트·너트의 조임상태는 양호한가?
- 모든 부재의 수평, 수직은 양호한가?
- 발판 연결상태는 양호한가?
- 작업발판의 흔들림은 없는가?
- 거푸집지지용 웨일러(Waler) 설치 위치는 정확한가?
- 턴버클 위치 및 용접상태, 가공상태는 양호한가?
- 인양고리 설치상태는 양호한가?
- 낮은 발코니의 작업자 출입발판 공간을 확보하였는가?
- 절단작업 시 용접기 사용금지 규칙을 준수하였는가?
- 작업자의 안전장구 착용 및 안전수칙은 준수하는가?

3 갱폼 인양·해체 시

- 해체 및 인양작업 계획을 수립하였는가?
- 데릭 설치 시 제반 안전수칙을 준수하여 설치하였는가?
- 타워크레인 또는 데릭이 인양고리를 잡아주기 전 체결볼트를 미리 해체하지 않는가?
- 안전담당자를 지정하여 작업을 수행하는가?
- 작업장 주위에 관계자를 제외하고 출입을 금지 시키는가?
- 강풍, 폭우, 폭설 등의 악천후 시에는 작업을 중지 하는가?
- 고소작업자는 안전대를 착용하는가?
- 갱폼 해체 및 인양에 따른 갱폼하중 검토 및 인양장비의 단계별 양중하중을 검토하는가?
- 인양작업 시 신호방법을 정한 후 신호수를 배치하는가?
- 기타 각종 안전기준 및 규칙을 준수하는가?

☑ Check Box/ 갱폼(Gang Form) 앵커 및 타이 시스템

출처 : www.miretech21.com

□ 갱폼 앵커 시스템 (Gang Form Anchor System)



L형 앵커볼트



앵커 고정볼트(전단·본체볼트)

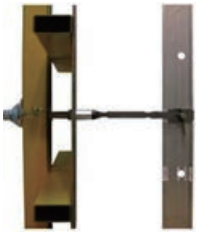


와셔



너트

□ 원터치 폼타이 시스템 (One Touch Form Tie System)



조립도



원터치 볼트(본체볼트)/ 일반형



원터치 볼트(본체볼트)/ 문양형



원터치 타이(알루미늄폼용)

원터치 타이(유로폼용)

원터치 볼트

□ 이노 폼타이 시스템 (Inno Form Tie System)



조립도



이노 볼트(본체 볼트)/ 일반형



이노 볼트(본체 볼트)/ 문양형



세파 타이(알루미늄폼용)

세파 타이(유로폼용)

□ 이지 폼타이 시스템 (Easy Form Tie System)



조립도



이지 볼트(본체 볼트)/ 전



이지 볼트(본체 볼트)/ 후

세파 볼트

클라이밍 시스템 작업 시 안전기준

01 클라이밍 시스템에 작용하는 하중을 고려하여 자중, 작업하중, 사용장비 하중 등을 고려하여 타워크레인의 양중능력 및 클라이밍 시스템의 안전성 여부를 검토하여야 한다.

02 사전에 제작사의 클라이밍 시스템 기술과 안전교육을 받은 작업자만이 작업을 할 수 있도록 하며, 설치 시에는 안전대를 착용하여야 한다.

03 구조물과 클라이밍 시스템, 클라이밍 시스템간의 작업발판 사이는 30mm이상 발생하지 않도록 하고 인양작업 시를 제외한 경우 항시 덮개(경첩형 등)로 막아져 있어야 하고 특히 모서리 부분이 벌어지지 않도록 반드시 입체적인 확인을 하여야 한다.

04 레일 등 중량물의 인양 작업 시 각진 모서리 부위의 슬링에는 응력집중이 발생하여 슬링의 파단 위험이 있으므로 반드시 보호대를 설치하여야 한다.



슬링 파단 보호대 설치 예시

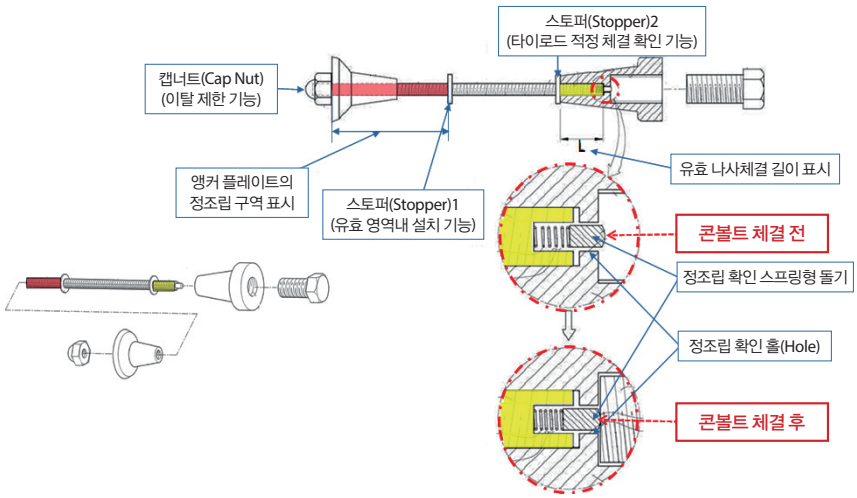
05 월 슈/브래킷은 구조물에 매립된 클라이밍 콘에 콘볼트를 이용하여 벽체에 밀착되도록 체결한다.

06 설치·상승작업 전에 구조검토서에서 제시한 콘크리트 강도(최소 100Kgf/㎠ 이상)가 충분히 나오는지 반드시 확인하고 콘크리트 강도 및 거푸집 존치기간은 표준시방서를 준수하여야 한다.

07 클라이밍 시스템은 클라이밍 콘·앵커, 월슈, 브래킷, 클라이밍 슈, 콘크리트 강도 등에 의하여 지지되므로 제작도와 부위별 볼트위치, 볼트규격, 핀, 체결길이 등이 정확한 위치에 설치되었는지 육안확인과 측량을 통해 불완전한 상태가 발생하지 않도록 하여야 한다.

☞ 클라이밍 콘과 타이로드의 유효체결길이 확인과 앵커플레이트의 정위치 확인이 용이하도록 안전보건공단에서 개발한 「**휴먼에러 예방을 위한 클라이밍 콘·앵커 장치**」사용을 권장한다.

휴먼에러 예방을 위한 클라이밍 콘·앵커 장치 개념도



08 유압 펌프를 가동하지 않을 때에 마스터 스위치는 항상 꺼져(OFF) 있도록 하여야 한다.

09 유압펌프의 오일양은 평균치를 일정하게 유지하고 수치 미만 시는 채워야하며, 유압호스나 커플러에 누유 상태는 확인 후 누유가 있을 시 즉시 교체 또는 수리 후 사용하여야 한다.

10 클라이밍 시스템 인양 시는 펌프공 1인과 발판상태 확인자 1인, 슈(Shoe) 진입확인자 1인, 감시인 1인 등 4인 이상 1조로 경험이 있는 숙련공이 인양작업을 하여야 한다.

11 타이로드와 체결용 볼트에 용접이나 불을 가한 것은 사용하여서는 안 되며, 앵커 플레이트는 설계도서에 따른 해당 위치와 방향으로 정확히 설치하여야 한다.

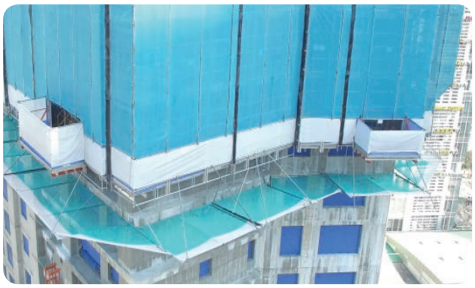
12 발판 위에 낙하할 수 있는 자재나 공구 등은 수시로 청소하여야 하며, 중량물이 한 곳에 집중하여 적재되지 않도록 하고, 최대적재하중을 준수토록 표지를 부착하여야 한다.

13 최상층 등 콘크리트 타설 작업이 완료된 상태와 건물 평면이 다른 상태에서 클라이밍 시스템 해체(탈형) 시에는 반드시 타워크레인 인양로프로 클라이밍 시스템의 인양고리에 안전하게 걸고 해체(탈형)작업을 하여야 한다.

14 해체 작업 시 모든 발판의 부산물과 기타 부착물은 제거 상태를 확인하고, 유도로프 2개소를 설치하여 작업반경내 안전거리를 유지하고 하부는 신호수를 배치하여 출입을 통제하여야 한다.

15 클라이밍 시스템 사용 시 자재 등의 낙하재해예방을 위해 수직보호망을 밀실히 설치하고, 하부에는 낙하물방지망을 설치한다.

- 낙하물방지망 설치·해체 시 노동자의 떨어짐 위험 감소와 낙하물의 낙하위험 감소를 위해 클라이밍 시스템 일체형 낙하물방지망 설치를 권장한다.





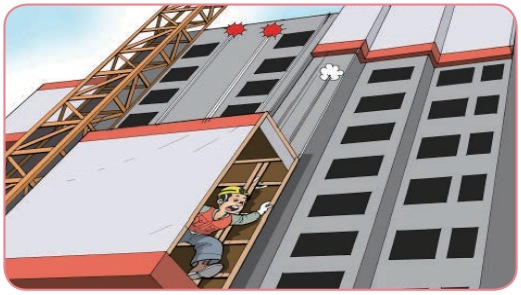
클라이밍 시스템 일체형 낙하물방지망 설치사례

거푸집·작업발판 일체형 비계(작업발판 일체형 거푸집) 사고 사례

주요원인

❶ **갱폼** : 인양 전 크레인에 매달지 않고 전단볼트 선해체, 전단볼트 미규격품 사용 또는 설치 불량, 작업발판 강도부족 또는 고정 미흡, 인양고리-수직재-수평재간 용접불량, 줄걸이 용구 안전성 미확보, 인양작업 시 인접갱폼 탑승 등

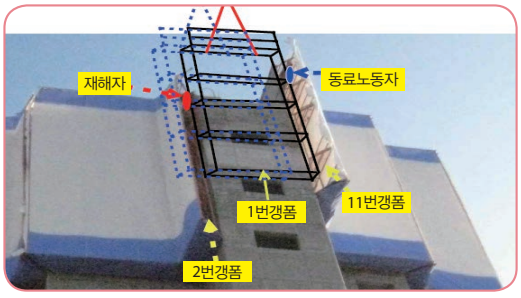
❷ **클라이밍 시스템** : 각진 부재 인양 시 슬링 보호대 미설치로 슬링 파단, 클라이밍 콘앵커 설치 불량(콘볼트-콘-타이로드간 체결길이 부족, 앵커 플레이트 미설치 등), 클라이밍 콘앵커 설치 위치의 콘크리트 강도부족, 상승 작업 시 인접 구조물 또는 작업대 간섭 등



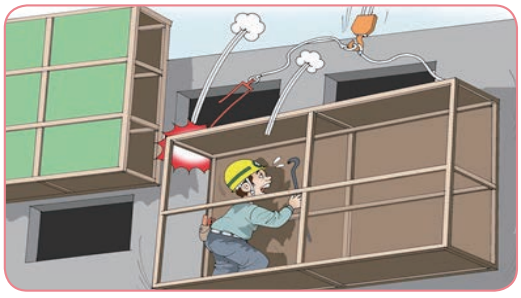
인양장비에 매달지 않고 전단볼트 선해체



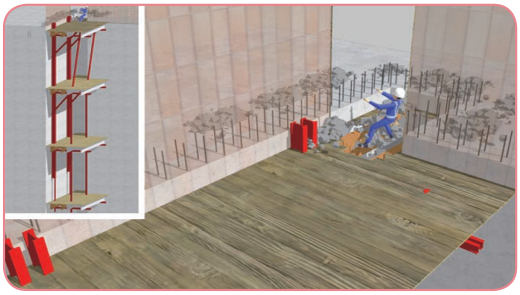
갱폼 작업발판 미고정



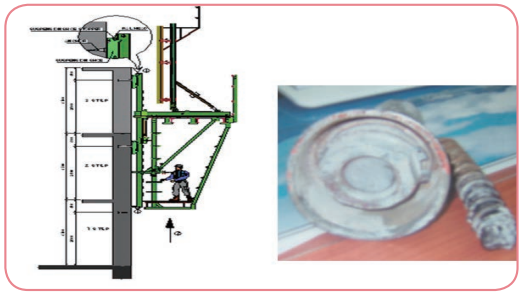
인양 작업 시 인접 갱폼 탑승 중 충격에 의해 갱폼 낙하



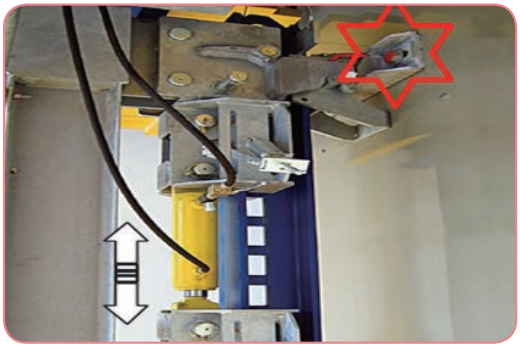
갱폼 인양고리 파단



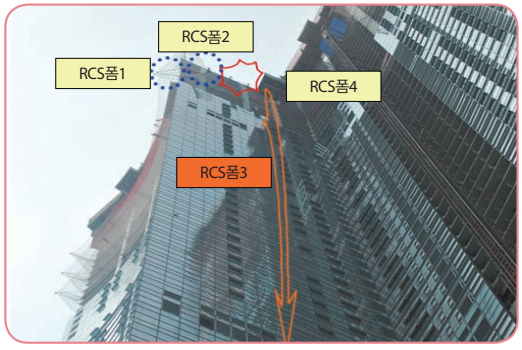
클라이밍 시스템 작업발판 상부에 자재 과적으로 발판 붕괴



앵커 플레이트 미설치로 클라이밍 시스템 낙하



클라이밍 콘과 콘볼트 간 체결길이 부족으로 클라이밍시스템 낙하

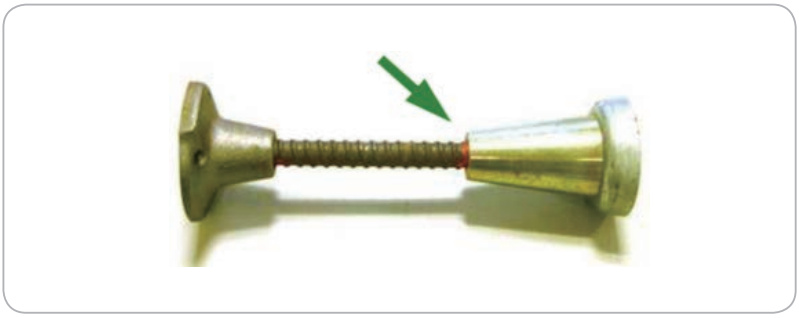


해체 시 클라이밍 슈 사전 해체로 클라이밍 시스템 낙하

안전 TIP

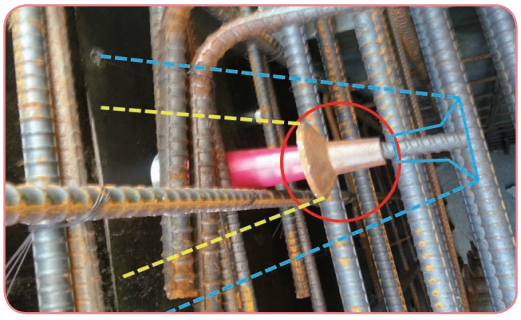
클라이밍 콘·앵커 시공 시 유의사항

- 클라이밍 콘 앵커 체결위치와 체결길이 확인 철저
  - » 붉은 색 칠이 보이지 않을 때까지 클라이밍 콘과 앵커 플레이트를 돌려서 체결한다.



클라이밍 콘앵커

» 일반적인 클라이밍 콘·앵커의 오시공 사례



클라이밍 콘앵커 오시공 사례 ❶



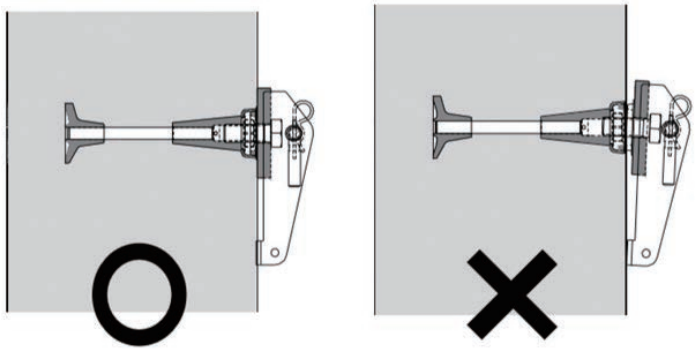
클라이밍 콘앵커 오시공 사례 ❷

- 모든 앵커 자재, 특히 타이로드는 용접 및 화기 사용 절대 금지



- 월 슈 등 슈 설치 시 구조체와 유격이 없도록 설치

» 월 슈 등을 클라이밍 콘(스크류온 콘)에 정확히 체결



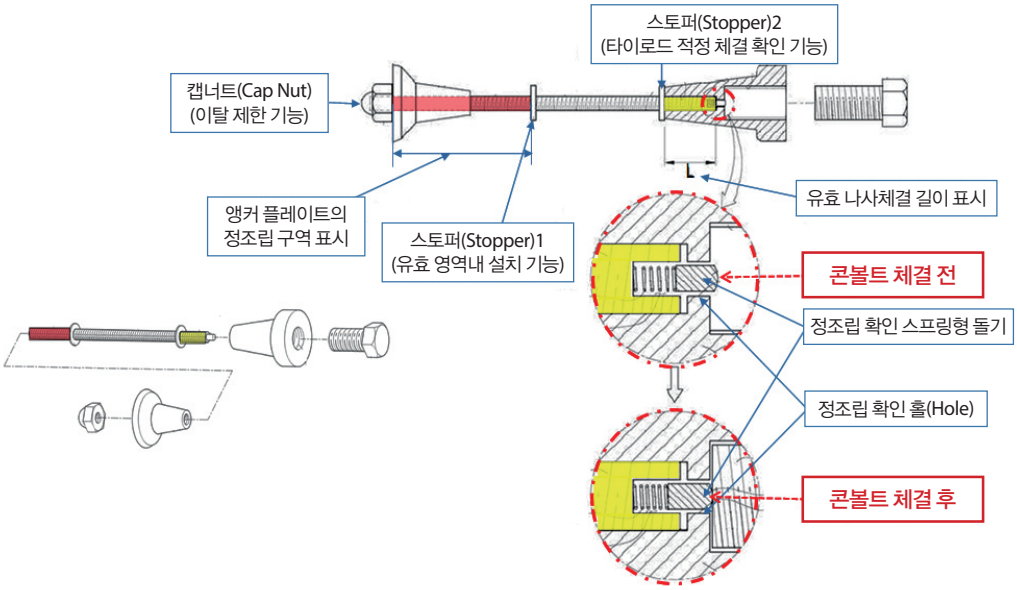
[이유] 클라이밍 시스템이 기울어져 상승시 간섭 발생 가능성이 있고, 콘볼트의 체결길이가 짧아질 수 있음.

참고자료

휴먼에러 예방을 위한 클라이밍 콘앵커 장치

(안전보건공단에서 개발한 장치)

Inventors : Ju Dong Park, Hyen Sub Lee et al.
(KOSHA, 2018)



- 클라이밍 시스템의 사고사례 분석 결과 사고의 근본원인(Root Cause)인 휴먼에러를 예방하기 위하여 안전보건공단에서 개발한 **'휴먼에러 예방을 위한 클라이밍 콘 앵커 장치'**임.

- **휴먼에러 예방을 위한 클라이밍 콘 앵커 장치**의 특징

  ❶ 클라이밍 콘과 타이로드의 체결길이 확보 육안 등으로 확인 용이
  - 콘크리트 타설 전 : 체결위치 확인부(스토퍼2)와 콘 밀착으로 쉽게 확인
  - 콘크리트 타설 후 : 콘 볼트 체결 전 스프링돌기 돌출 여부로 확인 가능

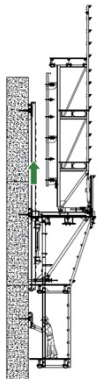
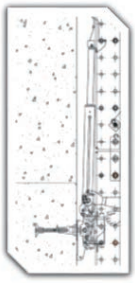
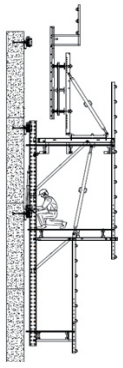
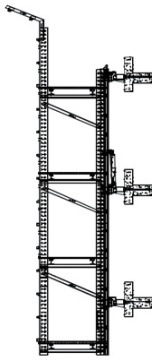
  ❷ 휴먼에러 예방을 위해 앵커플레이트의 유효 영역 설정

  * 유효영역 설정 이유 : 앵커 플레이트 설치 후 철근 등 간섭 발생 시 위치 일부 조정 필요

안전 TIP

클라이밍 시스템

- 작업대가 클라이밍 콘앵커, 브래킷, 레일 및 슈에 의해 지지되고, 유압장치 또는 크레인의 의해 슈와 레일에 따라 인상되는 시스템

구조물 공사용 클라이밍 시스템			외벽 마감용 클라이밍 시스템	
ACS	유압실린더	RCS	클라이밍 시스템	브래킷
				

1 구조물 공사용 클라이밍 시스템

- **작업대 레일 분리형, 유압실린더 고정**
  ACS : Auto Climbing System, SCS : Safety Climbing System 등
- **작업대 레일 일체형, 유압실린더 이동**
  RCS : Rail Climbing System, PCS : Portable Climbing System, JCS : Jack Climbing System 등
- **작업대 레일 일체형, 타워 인양**
  GCS : Guide-Rail Climbing System 등

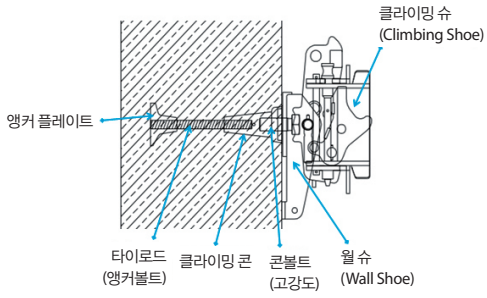
2 외벽 마감용 클라이밍 시스템

- **작업대 레일 일체형, 유압실린더 이동**
  SWC : Safety Working Cage, PCS-C : Portable Climbing System-Curtain Wall 등

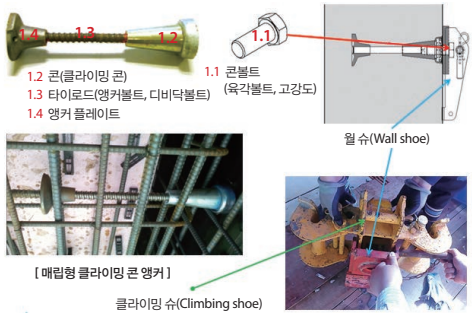
☑ Check Box/ 클라이밍 시스템폼 앵커와 슈

□ 클라이밍 시스템폼 앵커의 구성 요소

클라이밍 콘·앵커(콘볼트, 콘, 타이로드, 앵커플레이트), 월슈(Wall Shoe), 클라이밍 슈(Climbing Shoe)



클라이밍 시스템폼 앵커와 슈의 개념도



클라이밍 시스템폼 앵커와 슈의 부재별 명칭

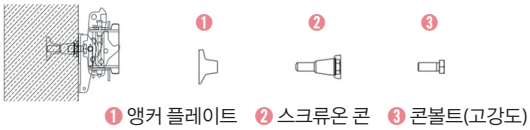
□ 클라이밍 시스템폼 앵커의 종류

❶ 매립형 : 클라이밍 콘 타입



월 또는 슬래브 단부 앵커

❷ 매립형 : 스크류온 콘 타입

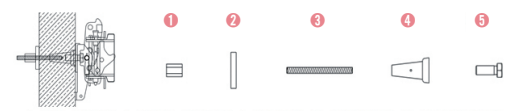


월 또는 슬래브 단부 앵커

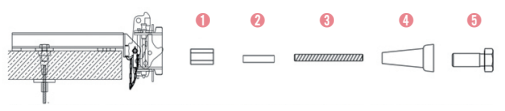


슬래브 앵커

❸ 관통형



월 앵커



슬래브 앵커

안전 TIP

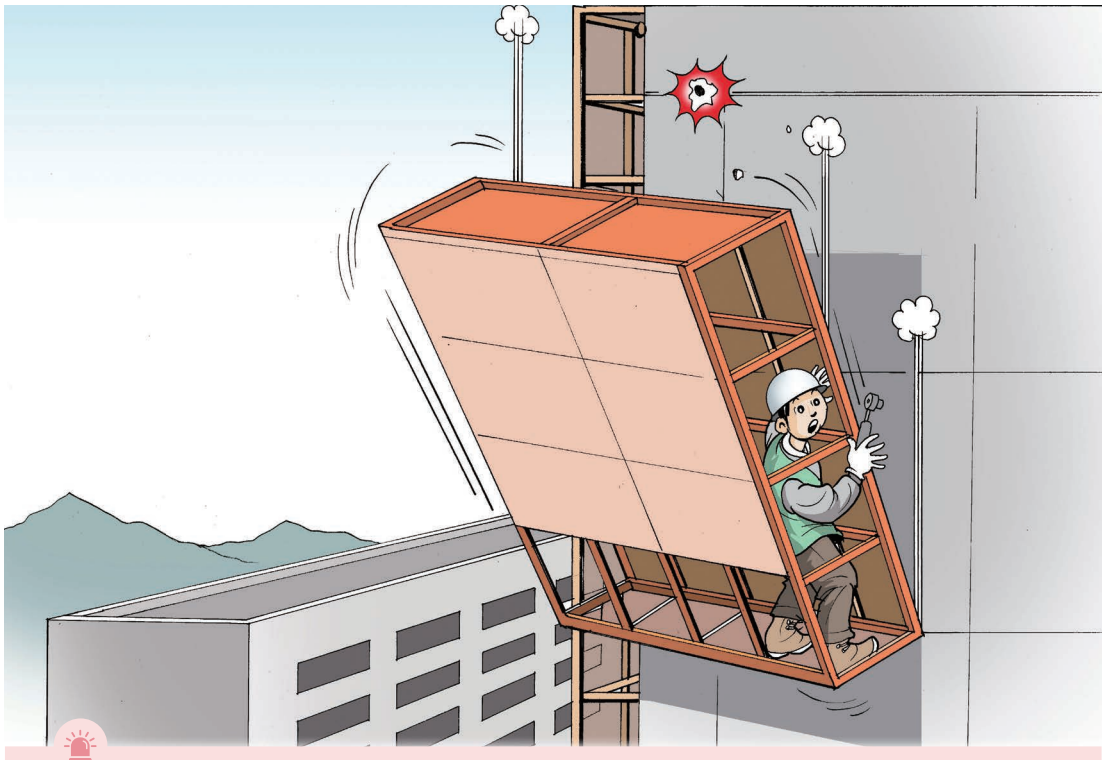
클라이밍 시스템의 주요 사고원인과 대책

형태	원인	상세원인	대책
떨어짐	클라이밍 시스템의 품질관리 미흡	콘과 타이로드 체결 불량	• 클라이밍 콘·앵커·콘볼트의 체결길이 확보 등 품질관리 철저(설계도서 준수)
		콘과 콘볼트 체결 불량	
		앵커 플레이트 시공 불량	
		클라이밍 콘·앵커부 콘크리트 강도 미확보	• 콘크리트 소요 강도 확보(최소 100kgf/cm^2 이상)
		상승 작업 중 간섭	• 상승 작업 전 간섭요인 제거 • 슈와 구조체 유격없도록 콘볼트 조임 철저
	자재 과적	최대 적재하중 미준수 브래킷 지지부 보강 미흡	• 최대 적재하중 준수 • 슬래브 지지 브래킷 구간 철근 및 서포트 보강 철저
		캔틸레버부 발판 자재 과적 캔틸레버부 발판 지지대 구조적 취약	• 최대 적재하중 준수 • 캔틸레버부 발판 지지대 보강
	개구부 관리 미흡	떨어짐방지조치 불량	• 출입금지 조치 • 안전난간대 설치
	해체작업 순서 미준수	타워크레인에 고정하지 않고, 클라이밍슈 해체 등	• 안전한 해체 작업순서 준수 • 숙련공에 의한 작업
낙하	줄걸이 작업 불량	각진 부재 보호대 미설치	• 각진 부재 모서리 보호대 설치
	개구부 관리 미흡	낙하방지조치 불량	• 개구부 낙하방지조치(낙하물방지망 밀실히 설치) • 단면변화구간 거푸집의 틈새가 생기지 않도록 하는 등 사전 검토 철저

3 재해사례

사례 1

갱폼을 인양장비에 매달기 전 전단볼트 사전 해체로 갱폼과 함께 떨어짐



아파트 28층 외벽에 설치되어 있던 갱폼 작업발판 위에서 갱폼을 상승시키기 위해 전단볼트를 사전에 해체한 상태에서 인접한 갱폼을 타워크레인에 매달고 사고 갱폼과 연결된 철물을 해체한 후 쇠지레로 벽면에서 이탈작업 중 재해자가 있던 갱폼(타워크레인에 매달지 않은 상태)이 구조물에서 탈락되어 낙하하면서 갱폼과 함께 약 78미터 아래의 지상 1층 콘크리트 바닥으로 떨어져 사망한 재해임.

재해 발생 원인

- **갱폼 인양 작업 시 인양장비(T/C)에 매달기 전 갱폼 하부 전단볼트(앵커볼트) 조기 해체**
- **갱폼 상부 고정볼트 적정 체결 상태 미확인 및 시공결함 발생**

» 본체볼트(원터치볼트)와 L형 앵커볼트 체결 불량으로 갱폼 낙하방지장치가 재기능을 할 수 없었음.

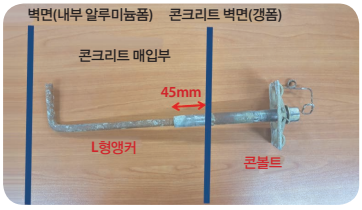
※ 본체볼트를 L형 앵커볼트에 정상 체결을 확인하지 않은 상태로 콘크리트를 타설하여 본체볼트 소켓에 콘크리트 채워져 있었음.



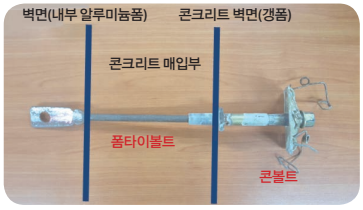


L형 앵커와 체결되는 본체볼트(원터치볼트)의 소켓에 콘크리트가 채워진 모습

갱폼 위치별 고정볼트 설치 예상 사진



▸ 상부 고정볼트(원터치볼트)

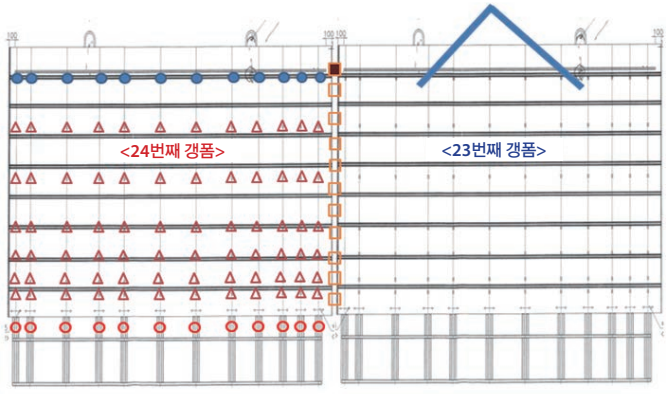


▸ 중간부 고정볼트(원터치볼트)



▸ 하부 고정볼트(전단볼트)

[낙하한 갱폼의 사고 전 작업 상황]



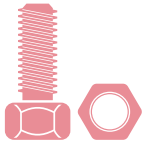
1. 갱폼 긴결재 72개소 고정볼트(원터치 볼트) 해체 완료 (△ 표시)
2. 갱폼간 접합부 연결핀 10개소 해체 완료 (□ 표시)
3. 갱폼 하부 전단볼트(폼타이볼트) 12개소 해체 완료 (○ 표시)
4. 인접갱폼 간 최상부 연결핀 1개소 해체 완료 (■ 표시)
   ⇒ 23번째 갱폼을 쇠지레로 벽면에서 이탈작업 중 24번째 갱폼 낙하
5. 상부 고정볼트(원터치볼트) 12개소 해체(예정) (● 표시)

☑ 재해 예방대책

ㅇ 갱폼 인양 작업 시 안전한 작업 순서 준수

» 갱폼 인양 작업 전 인양장비(T/C)에 매단상태에서 고정볼트(전단볼트) 해체 등 아래의 기준 등에 따라 안전하게 작업하여야 하며,

» 동 기준에 따라 작업토록 작업자 대상 안전교육 및 관리감독을 철저히 하여야 함.



1. 갱폼 인양을 위한 연결철물 가해체**(단, 상·하부 고정볼트(앵커볼트) 해체금지)**
2. 갱폼의 인양고리에 **타워크레인 양중로프 매달기**
3. 하부 고정볼트를 제외한 상부 고정볼트, 긴결재, 연결핀 등 해체
4. **하부 고정볼트 해체**
5. 건물내부 등 안전한 장소로 이동(인접 갱폼 탑승 금지)
6. 갱폼을 구조물 벽면으로부터 분리(거푸집 탈형)
7. 타워크레인을 사용하여 상부층으로 갱폼 양중
8. 하부 고정볼트(전단볼트) 조립
9. 갱폼 전도방지를 위한 와이어로프 설치(당김줄 설치)

ㅇ 갱폼 고정볼트(본체볼트 및 L형 앵커볼트) 체결 상태 확인 등 품질관리 철저

» 갱폼의 설계도서에 따라 고정볼트의 규격, 위치, 개수 및 체결길이 확인 등 품질관리를 철저히 하여야 한다.

ㅇ 갱폼 낙하방지장치의 내실있는 관리 또는 브래킷 타입의 낙하방지장치 설치

» 해당 현장에 시공된 갱폼 낙하방지 장치는 해당 위치의 앵커볼트가 정상적으로 시공할 경우에만 효과가 있으므로 갱폼 낙하방지장치가 정상 작동될 수 있도록 관리감독을 철저히 하여야 함.

» 또한, 갱폼의 고정볼트 탈락 시에도 낙하를 방지할 수 있는 브래킷 타입(슬래브 지지)의 낙하방지 장치 적용을 권장함.

갱폼 안전장치 (낙하방지장치) 설치 사례



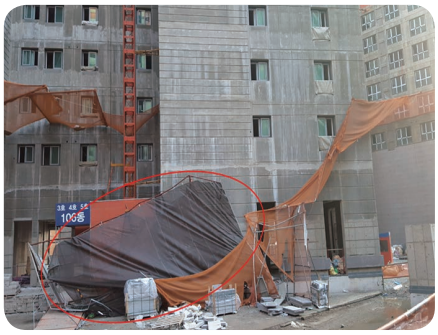
갱폼 낙하방지(줄걸이 연동) 시스템 사례



갱폼 낙하방지(슬래브 지지) 시스템 사례

[현장 전경]





지상으로 낙하한 갱폼



갱폼 탈락 위치



슬래브에서 본 사고위치 모습



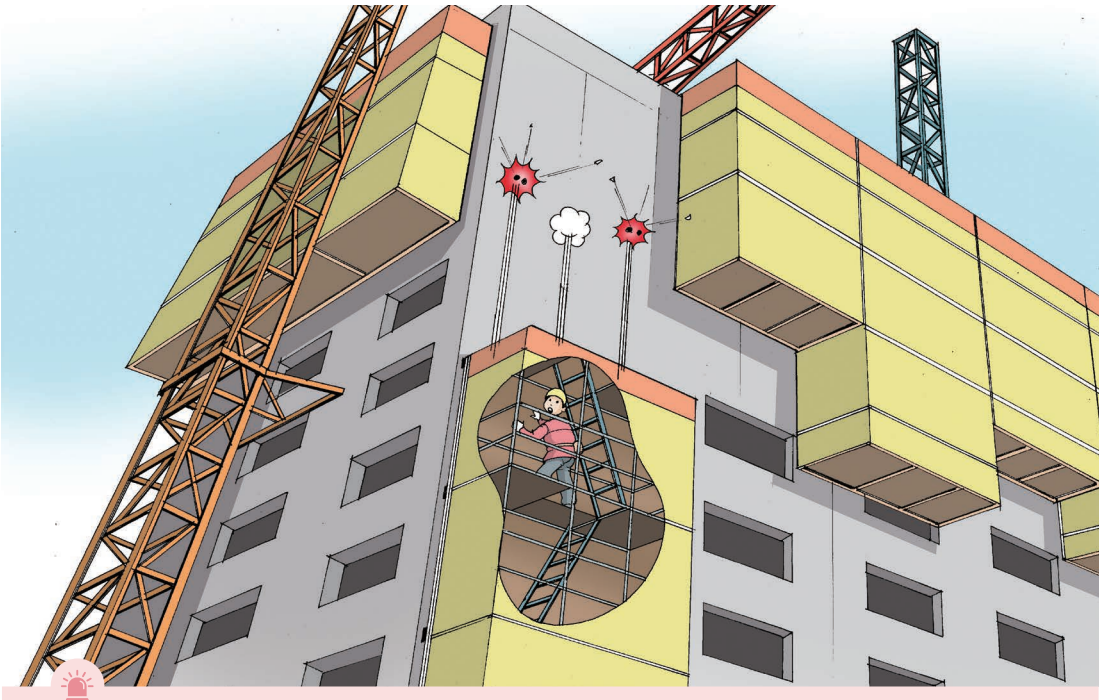
갱폼 하부 고정볼트를 수거한 모습(기해체)



갱폼 고정철물과 해체 시 사용한 공구

사례 2

클라이밍 시스템폼 상중 작업 중 콘볼트가 탈락되며 클라이밍 시스템폼과 함께 떨어짐



타워동 42층 코어(Core) 외측 클라이밍 시스템폼(ACS폼) 인상 작업 중 ACS폼의 하중을 지지하던 클라이밍 콘 볼트가 콘크리트 벽체에 매립된 앵커에서 빠져 ACS폼이 떨어지면서 ACS폼 내부에 있던 재해자가 ACS폼과 함께 24층 철골상부로 떨어져(H≒85m) 사망

재해 발생 원인

- ACS폼 벽체 지지부에 매립된 앵커의 정위치 시공 불량으로 콘볼트 체결길이 부족
- ACS 벽체 지지부 콘볼트 설치 전 앵커 상태 미확인
  - » ACS 폼의 하중을 지지하는 벽체 지지부 시공 시 반드시 작업 전 앵커의 이상 유무를 확인하고 부적합한 경우 보강 또는 수정방안을 강구하여야 하나 이를 미준수

재해 예방대책

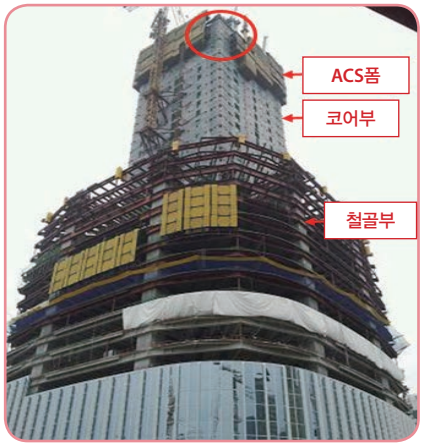
- ACS폼 벽체 지지부에 매립된 앵커의 변위 발생 방지 및 정위치 시공 등 정밀시공
  - » ACS 폼의 하중을 지지하는 벽체 지지부 시공 시 콘크리트 타설 전 매립하는 앵커가 움직이지 않도록 견고한 방법으로 설치하고,
  - » 설계도서에 따라 앵커는 정위치에 정밀시공하여 ACS폼 지지볼트(콘볼트)의 체결길이 확보 철저

○ ACS 벽체 지지부 볼트 설치 전 앵커 상태 확인

» ACS 폼의 하중을 지지하는 벽체 지지부 시공 시 반드시 작업 전 앵커의 이상 유무 확인 후 부적합한 경우 보강 또는 수정방안 강구

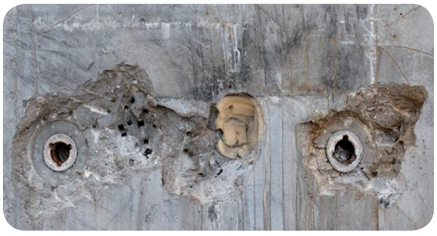
※ 사고가 발생한 폼의 경우 전체 하중을 하나의 지지점에서 지지하여 시공 시 발생 할 수 있는 오차 등으로 볼트 체결길이 미확보 시 떨어질 위험이 있으므로 길이가 긴 콘볼트를 사용하여 충분한 체결길이를 확보하거나, 추가적인 벽체 지지점 확보 필요

[현장 전경]





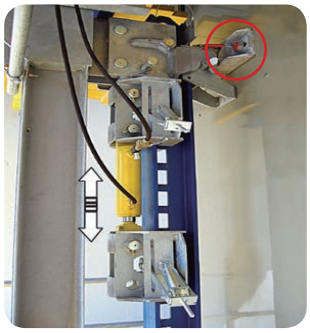
벽체 외측면과 앵커 이격거리



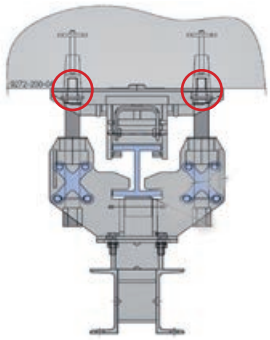
클라이밍 콘 볼트 탈락위치 벽체



콘볼트 나사산 마모(약 1.2cm)



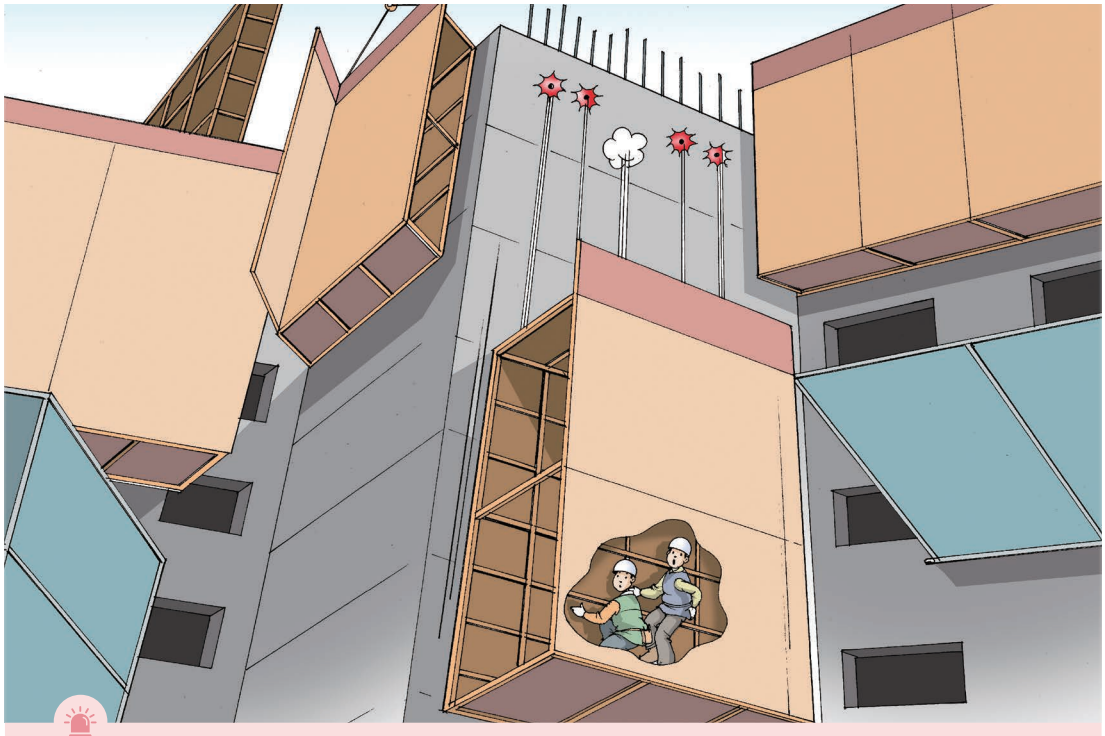
ACS폼 유압식 인상장치
* ○는 콘볼트



클라이밍 콘앵커, 슈와 레일 개념도
* ○는 콘볼트

사례 3

갱폼 전단 볼트 체결 불량으로 갱폼 떨어짐



아파트 지상 12층 계단실 갱폼 인양작업을 위해 옥탑층으로 기 인양하여 전단볼트 체결이 부족한 갱폼 케이지 작업발판으로 이동하여 대기 중 갱폼이 벽체로부터 이탈되며 지상 1층 바닥으로 떨어져 (높이≒35m) 2명이 사망하고, 1명이 부상 당한 재해임.

재해 발생 원인

○ 작업발판 일체형 거푸집(갱폼, Gang form) 안전조치 미실시

» 옥탑층 최하부 전단볼트 위치 등을 확인할 수 있는 갱폼 시공 조립도 미작성

» 갱폼의 전단볼트 체결 불량(일부 설치 누락 및 고정볼트 체결길이 부족)으로 전단에 대한 안전율 미확보

* 전단볼트 총 9개소 중 4개소만 설치되었으며, 설치된 4개소 중 일부는 볼트 체결길이가 부족하였음.

» 갱폼 전도 방지를 위한 당김줄(와이어로프)을 1개소만 설치하여 갱폼 편심 발생

» 갱폼 인양작업 시 인접 갱폼에 탑승하여 갱폼 탈락과 함께 떨어짐.

☑ 재해 예방대책

ㅇ 작업발판 일체형 거푸집(갱폼, Gang form) 안전조치 철저

» 옥탑층 최하부 전단볼트 위치 등을 확인할 수 있는 갱폼 시공 조립도를 작성하고, 조립도에 따라 갱폼 전단볼트의 해당 위치에 설치, 고정볼트 체결길이 확보 등 정밀 시공

» 갱폼 전도 방지를 위한 당김줄(와이어로프)은 2개소 이상 설치하여 편심이 발생하지 않도록 조치

» 갱폼 인양작업 시 인접 갱폼과 충돌, 전단볼트 체결길이 부족 등에 의해 갱폼이 탈락될 위험이 있으므로 구조물 내부 등 안전한 장소로 이동하여 대기

[현장 전경]





갱폼 낙하 당시 고정볼트 설치 현황



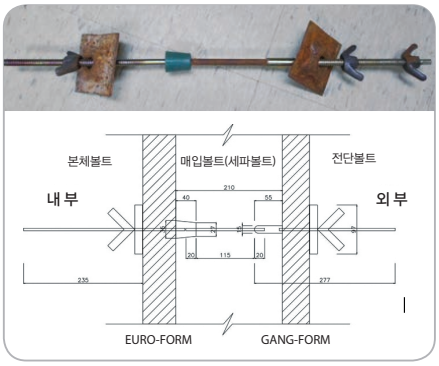
매입볼트(세파볼트)에 체결된 전단 볼트의 소켓이 파단된 모습



매입볼트(세파볼트)에 소켓이 없는 상태



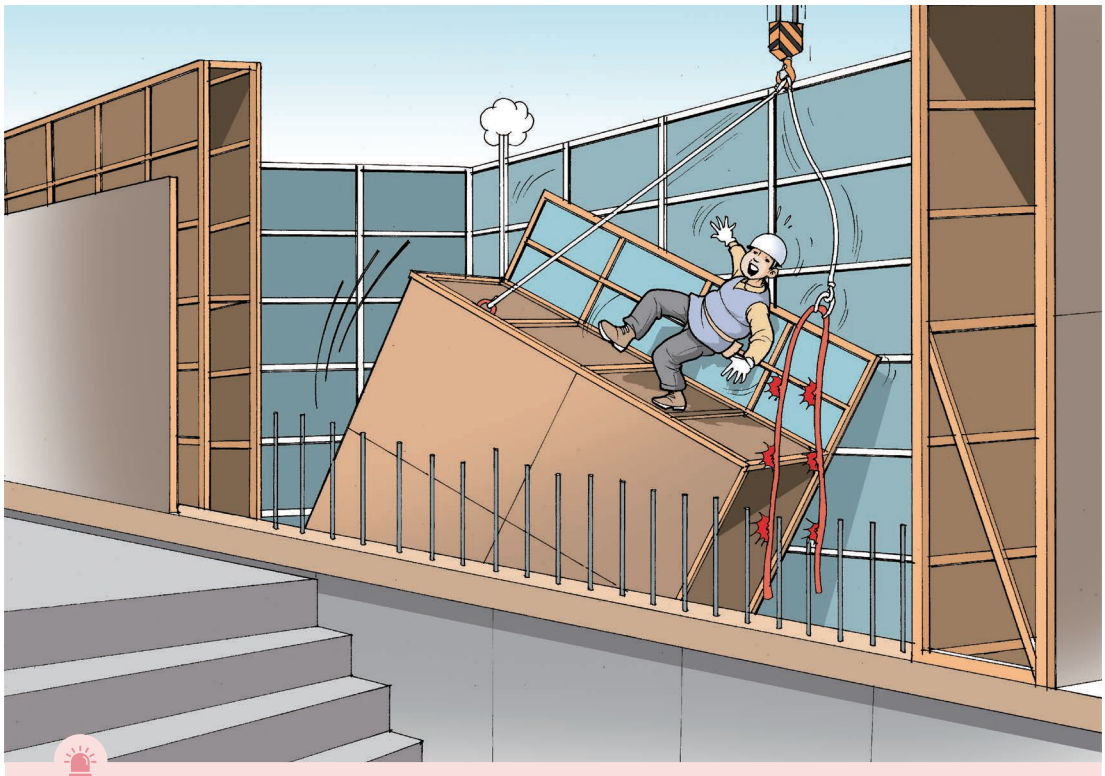
전단볼트 소켓 파단 전과 파단 후 비교 사진



고정볼트 구조

사례 4

갱폼 인양 작업 중 인양고리에 용접된 수직재와 수평재 사이 용접부가 파단되며 갱폼 떨어짐



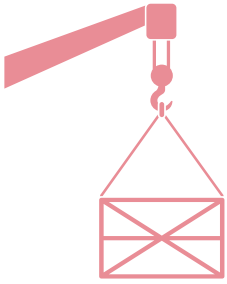
오피스텔의 타워파킹(Tower Parking) 내부 갱폼을 16층에서 17층으로 인양하는 과정에서 갱폼 하부 고정볼트 설치를 위해 재해자가 갱폼 최상부 작업발판위에서 체인블럭으로 미세 조정(인양) 작업 중 갱폼 인양고리에 용접된 수직재와 수평재 사이 용접부분이 파단되며, 갱폼과 함께 떨어져 (H≒63m) 사망한 재해임.

재해 발생 원인

○ 갱폼의 설계도서 작성 미흡 및 갱폼 부재 연결부 용접 불량

1) (설계적 원인) 갱폼 제작 전 구조안전성 검토 후 제작도면을 작성하고, 제작도면에 따라 제작하여야 하나,

» 갱폼 구조검토보고서 확인결과 갱폼의 하중 전달 경로상 부재(인양고리 → 수직재 → 수평재 → 면판) 중 ① 수직재와 수평재 ② 수평재와 면판 연결부에 대한 구조안전성 검토를 실시하지 않았으며, 제작도에도 해당 위치의 용접 상세도를 미작성함.



2) (제작 및 관리상 원인) 갱폼의 하중 전달 경로상 부재 중 ① 수직재와 수평재 ② 수평재와 면판 연결부의 설계도면이 작성되지 않아 갱폼 제작 시 임의로 용접을 실시하여 수직재와 수평재의 연결부 용접이 누락되거나, 소요용접 길이가 부족하는 등 용접이 불량하여 갱폼 인양 시 인양고리에 하중이 집중되며, 인양고리와 용접연결된 수직재와 수평재의 용접부가 파단되며 갱폼이 떨어짐.

○ 갱폼 턴버클 등 주요부재의 안전조치 미흡 및 인양작업방법 불량

1) 갱폼의 연결 및 지지재(인양고리, 수직재 및 턴버클 등)의 용접상태 및 정상 작동유무 등 이상유무를 수시로 점검하고, 이상이 발견된 경우에는 교체 또는 보강 등 안전관리를 철저히 하여야 하나, 갱폼 인양 시 하중이 전달되는 부재 중 수직재와 수평재의 용접이 미흡하였으나 보강하지 않았고, 턴버클의 용접부 탈락 등으로 조작이 불가하였으나 보강 등의 안전조치를 실시하지 않았음.

2) 갱폼 인양 시 인접 갱폼 등과의 간섭을 최소화하기 위해 턴버클을 조작하여 갱폼을 구조물 외측으로 벌린 상태에서 갱폼을 인상하는 것이 안전하나, 턴버클을 조작하지 않고, 무리하게 갱폼 인양 중 인접 갱폼 등과의 간섭으로 인양고리에 하중이 집중되며, 인양고리에 용접된 수직재와 수평재의 용접부가 탈락되며 갱폼이 떨어짐.

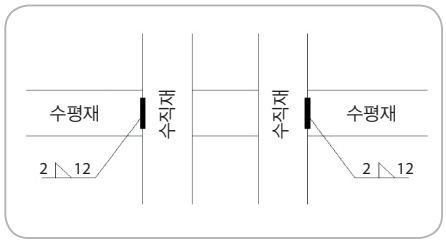
○ 갱폼 인양 작업 등 중량물 취급 작업계획서 미작성

☑ 재해 예방대책

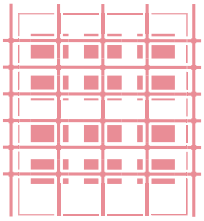
○ 갱폼의 설계도서 작성 철저 및 설계기준 준수 철저

1) 갱폼 제작 전 설계기준에 따라 부재별 구조안전성 검토를 철저히 하여 제작도면(부재별 연결부 용접상세도 포함)을 작성하고, 그 제작도면에 따라 정밀하게 제작 후 용접부 등 품질관리를 철저히 하여야 하며,

2) 현장 반입 시 설계도면에 따라 제작되었는지 검수를 철저히 하고, 사용 중에도 설계도서에 따라 변형되지 않고 제기능이 유지되고 있는지 반드시 확인하여야 함.



수직재-수평재 용접 상세도(예시)



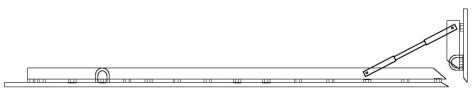


갱폼 부위별 용접 상세도(참고용)

ㅇ 갱폼 용접상태 확인 등 안전조치 철저 및 갱폼 인양 작업 등 중량물 취급작업 시 작업계획서 작성 후 안전한 작업방법 준수

1) 갱폼 인양 작업 전 연결부 용접상태 및 턴버클의 정상 작동상태 등에 대해 점검 후 용접이 불량한 부위는 보강하고, 턴버클이 탈락된 부위는 보강 또는 재설치 등의 안전조치를 철저히 하여야 하며,

2) 갱폼 인양 작업 전 중량물 취급작업 시 떨어짐, 낙하, 전도, 협착 및 무너짐 위험을 예방할 수 있도록 올바른 작업순서 등이 포함된 작업계획서를 작성하여야 하며, 작업계획에 따라 갱폼 인양 시 인접 갱폼 등과의 간섭을 최소화하기 위해 턴버클을 조정하여 갱폼을 구조물 외측으로 벌린 상태에서 갱폼 탈형 후 갱폼 상부층 설치 위치보다 약간 더 인양한 상태에서 체인블럭을 이용하여 미세하게 하부로 내리면서 정위치에 오면, 갱폼 하부 고정볼트를 설치하는 등 안전한 작업방법으로 작업할 수 있도록 해당 노동자에게 주지 후 안전하게 작업을 실시하여야 함.



턴버클 조정 전(구조물에 밀착된 상태)



턴버클 조정 후(구조물 외측으로 벌어진 상태)

[현장 전경]

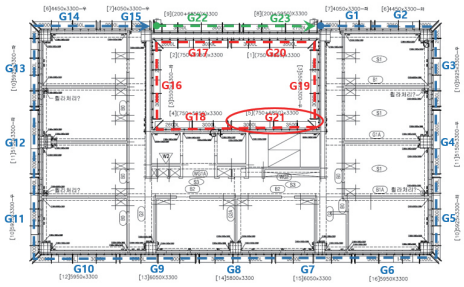




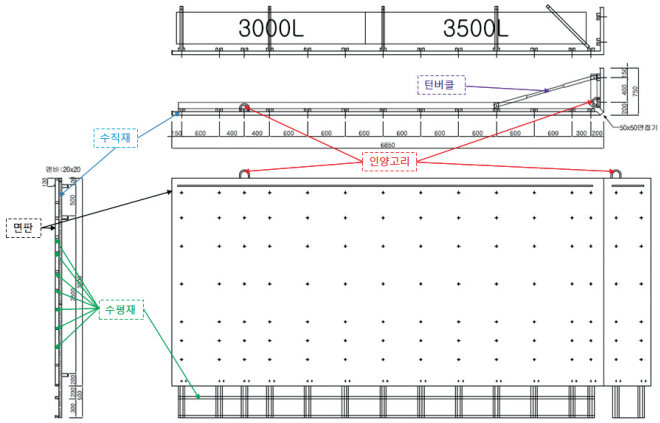
갱폼이 탈락된 모습(상부에서 본 모습)



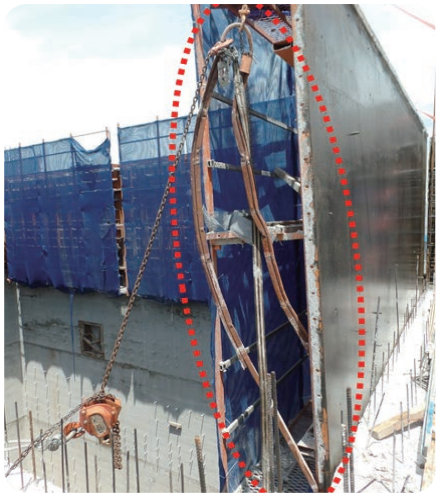
갱폼이 낙하된 위치
(타워파킹 내부에서 본 모습)



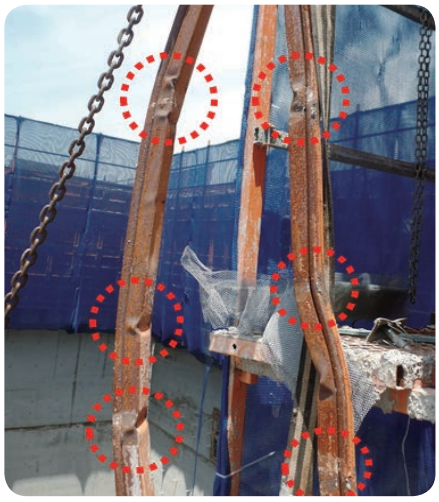
갱폼 평면도(사고 갱폼 G21)



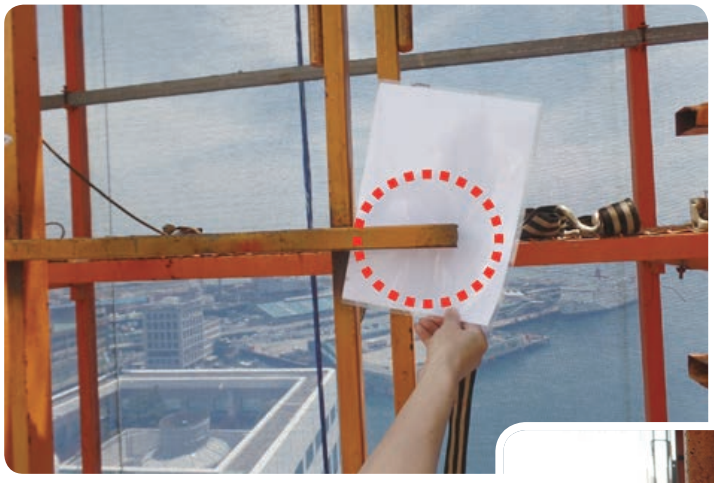
갱폼의 주요 부위별 명칭



용접부가 파단된 인양고리와 수직재



인양고리와 용접된 수직재와 수평재의
용접 상태(용접불량)



인양고리에 용접된 수직재와 수평재
용접부 종이 삽입 모습
(인접구간으로 용접불량)



수직재와 수평재사이 들뜬 모습
(용접불량)

4 안전점검 체크리스트



갱폼

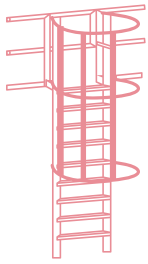
순번	평가 문항	평가 결과			비고
		개선필요	보통	우수	
1	• 갱폼의 구조안전성 검토결과에 따른 조립도를 작성하였는가? - 갱폼 낙하방지장치를 적용하였는가?				
2	• 갱폼의 인양고리 등 연결부의 용접상태와 볼트·너트의 조임상태는 적정한가?				
3	• 작업발판 단부에 안전난간대, 발끝막이판 및 수직보호망을 설치하였는가?				
4	• 갱폼의 전단볼트(L형 앵커볼트와 본체볼트)의 위치와 개수 및 체결 길이는 적정한가?				
5	• 상부케이지와 하부케이지의 연결볼트의 조임상태는 적정한가?				
6	• 갱폼 인양·해체 시 인접 갱폼 작업발판에 탑승하지 않았는가?				
7	• 갱폼 인양 전 크레인에 매단상태에서 전단볼트(폼타이볼트)를 해체 하는가?				
8	• 갱폼 작업발판에서 작업 또는 이동 시 안전대를 부착하고 있는가?				
9	• 갱폼 인양장비의 양중능력을 검토하였는가?				
10	• 갱폼 설치·인양·해체 작업 시 하부 위험구역 내 출입통제를 하였는가?				

클라이밍 시스템

순번	평가 문항	평가 결과			비고
		개선 필요	보통	우수	
1	• 클라이밍 시스템의 구조안전성 검토결과에 따른 조립도를 작성 하였는가?				
2	• 클라이밍 시스템 자재 양중 시 각진 부재 줄걸이 작업 시 보호대를 설치하고 있는가?				
3	• 클라이밍 시스템은 조립도에 따라 연결부 등을 견고히 설치하였는가?				
4	• 클라이밍 콘·앵커의 체결길이, 위치, 개수 등을 검측하고 그 결과를 기록하고 있는가? - 휴먼에러 예방을 위한 클라이밍 콘·앵커 장치 적용(권장)				
5	• 클라이밍 콘·앵커 자재에 용접 등 화기 사용을 금지하고 있는가?				
6	• 월 슈 등의 설치 시 구조체와 유격이 없도록 설치하였는가?				
7	• 클라이밍 시스템 작업발판에 최대적재하중 표지를 부착하였는가?				
8	• 클라이밍 시스템 상승 작업 시 소요 콘크리트 강도(구조검토서 기준 준수 원칙, 최소 100Kgf/㎠ 이상)를 확보하였는가?				
9	• 클라이밍 콘앵커 설치가 누락되었거나, 설치상태가 불량한 경우 케미컬 앵커 등 동등 이상의 품질이 확보되도록 보강하였는가?				
10	• 클라이밍 시스템 설치·상승·해체 시 하부 위험구역 내 출입통제를 하였는가?				

※ 상기 체크리스트에는 사업장의 현황, 기계 특성, 법령사항 등이 모두 반영된 사항이 아니므로, 사업장 특성에 맞는 내용을 추가하여 사용하여야 함.

10 가설통로



1 위험요인과 예방대책

☑ 주요 위험요인

- 가설경사로 또는 계단 등 가설통로 단부에 안전난간대 미설치 상태에서 이동 중 단부로 떨어짐 위험
- 가설경사로에 미끄럼 막이 미설치로 이동 중 넘어짐 위험
- 가설계단 상부에 자재 과적으로 계단 무너짐 위험
- 사다리 상·하부 고정 미흡으로 사다리가 넘어지면서 떨어짐 위험
- 고정식 사다리(높이 7m이상)에 등받이 울 미설치로 떨어짐 위험
- 철골 승강용 트랩으로 승강 시 안전대 미착용으로 떨어짐 위험
- 견고하지 않은 목재 사다리 사용으로 파손되며 떨어짐 위험

☑ 작업별 위험요인과 예방대책

❶ 가설경사로 및 가설계단 등

공정·작업별 내용	유해·위험요인	예방대책
 가설경사로	• 안전모, 안전화 등 개인보호구를 미착용하고 통행 중 부딪히거나 맞음 • 안전한 가설 통로를 이용하지 않고 가설 통로가 아닌 장소로 이동중 전도 또는 떨어짐	• 가설 통로 등 현장 내에서 통행 시 안전모 등 개인보호구 착용 철저 • 노동자가 안전하게 설치된 가설 통로를 사용하도록 교육, 위험 예지훈련 실시
	• 가설 통로로 이동 중 바닥의 돌출물에 걸려 넘어짐	• 가설 통로 바닥에는 걸려 넘어질 돌출물이 없도록 정리정돈 실시
 가설계단	• 가설통로의 지지물이 하중을 견디지 못하고 무너짐 • 가설 통로의 폭이 좁아서 자재 운반 중 걸려 넘어짐 • 가설 계단 통로 발판이 고정되지 않아 탈락하면서 전도	• 가설통로 지지물은 자중 등 설계하중에 견딜 수 있도록 견고하게 설치 • 가설 통로의 폭은 이동, 자재 운반 시 용이하도록 적정한 폭 유지 • 가설 계단 통로 발판은 탈락되지 않도록 고정 철저
	• 가설 통로 발판에 미끄럼 방지조치 미실시로 이동 중 미끄러짐	• 가설 통로 발판에 미끄럼 방지조치 실시
	• 가설 통로 단부에 안전난간대 미설치로 이동 중 떨어짐	• 가설통로 단부 떨어짐 위험 부위에 안전난간대 설치
	• 가설 통로 상부에 방호선반 미설치로 통행 중 낙하물에 맞음	• 가설 통로 상부에 낙하물 방호선반 설치

공정·작업별 내용	유해·위험요인	예방대책
	• 가설 통로 단부에 수직보호망 미설치로 자재, 공구 등 낙하	• 가설통로 단부의 안전난간대에 수직보호망 설치
	• 경사 법면 등 노동자 임시 이동통로에 가설통로 미설치로 통행 중 넘어짐	• 경사 법면 등 노동자 임시 이동통로에 가설계단 등 안전통로 설치
	• 가설 경사로의 경사로 각도가 너무 높아서 이동 중 전도	• 가설 경사로의 경사는 30° 이내로 설치
	• 가설 경사로에 미끄럼 방지 조치가 미설치되어 이동 중 미끄러짐	• 가설 경사로 경사는 15° 이상인 경우 미끄럼 방지 조치 실시
	• 가설 경사로 하부에서 작업 중 가설 경사로 상부에서 자재 낙하	• 가설 경사로 단부에 수직보호망 설치, 하부 위험구역내 노동자 출입통제조치

❷ (이동식) 사다리

공정·작업별 내용	유해·위험요인	예방대책
 이동식 사다리	• 물건을 들고 사다리 승강 중 떨어짐	• 물건을 들고 사다리 승강 금지, 물건은 달포대 등을 이용하여 인양하거나 가설계단 등 안전통로 설치 후 운반
	• 이동식 사다리를 목재 등으로 불안전하게 제작하여 사용 중 부러지면서 떨어짐	• 기성품의 AL사다리 등 견고한 구조의 사다리 사용
	• A형 사다리 하단에 미끄럼 방지조치가 없어 바닥에서 미끄러지면서 떨어짐	• A형 사다리 하단에는 미끄럼 방지 조치 실시
 고정식 사다리	• A형 사다리에 각도 조절 장치가 없어 A형 사다리가 벌어지면서 떨어짐	• A형 사다리에는 각도 조절 장치 설치
	• 이동식 사다리 상단을 지지물에 충분히 걸쳐 놓지 않고 상·하 고정 미흡으로 전도	• 사다리 상단의 걸쳐 놓는 높이는 60cm 이상 유지하고, 상부는 견고히 고정, 하부에는 전도 방지 조치
	• 사다리를 작업대로 사용하여 작업 중 떨어짐	• 사다리는 작업대로 사용을 금지하고, 승강용으로만 사용
	• 사다리에 2 인이상 올라가 작업 중 균형을 잃고 떨어짐	• 사다리에 2인 이상 올라가지 못하도록 하고 작업용으로 사용 금지
	• 사다리를 들고 이동 중 고압 전선에 감전	• 사다리 등 긴 자재 운반 시 주변 고압선 등 유무 사전 확인 후 감전위험이 있는 경우 절연 방호구 설치
	• 사다리 설치 각도를 너무 크게 설치하여 승강 중 전도	• 사다리 설치 각도는 75° 이내로 설치
	• 사다리 발판 간격이 일정하지 않아 승강 중 떨어짐	• 사다리 답단 간격은 일정하게 30cm 이내로 설치
	• 사다리 승강 시 사다리가 전도되면서 떨어짐	• 사다리 승강 시 전도되지 않도록 전도 방지대 설치

❸ 승강용 트랩

공정·작업별 내용	유해·위험요인	예방대책
 승강용 트랩	• 승강용 트랩으로 승강 시 안전대 미착용 등 안전작업수칙 미준수로 떨어짐	• 승강용 트랩으로 승강 시 수직구명줄에 안전대 체결
	• 승강용 트랩 용접 불량으로 승강 시 탈락되어 떨어짐	• 승강용 트랩은 탈락되지 않도록 용접부 품질관리 철저
	• 악천후 시에 승강용 트랩을 따라 승강 중 떨어짐	• 악천후 시에는 철골상에 승강 및 작업금지
	• 승강용 트랩이 미설치되어 사다리를 설치하고 철골 기둥에 올라가던 중 떨어짐	• 철골 기둥에는 답단 간격 30cm 이내의 승강용 트랩을 설치하고 사다리 설치 시 전도 방지 조치
	• 승강용 트랩 설치 간격이 일정하지 않아서 승강 중 실족하여 떨어짐	• 승강용 트랩의 설치 간격은 30cm 이내로 일정하게 설치
	• 철골 기둥을 세우고 승강용 트랩을 설치하려다가 떨어짐	• 철골 기둥에 승강용 트랩 설치는 지상 또는 공장에서 설치토록 관리

2 안전기준

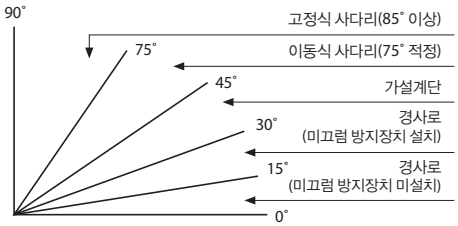
안전 TIP

1 가설통로의 정의

○ 가설통로는 공사기간 중에 노동자의 안전한 이동경로와 재료의 운반을 위해 임시로 설치하는 통로로서 경사로, 계단, 사다리, 승강용 트랩 등의 형식이 있다.

가설통로의 종류

❶ 가설 수평통로 ❷ 가설 경사로 ❸ 가설계단
❹ 사다리 ❺ 승강용 트랩



경사도	통로 형태	폭
30° 이내	경사로	90㎝ 이상
30°~60° 이내	가설계단	1m 이상
60° 이상	사다리	30㎝ 이상

경사에 따른 통로형태

2 가설 수평통로 (통로발판 등)

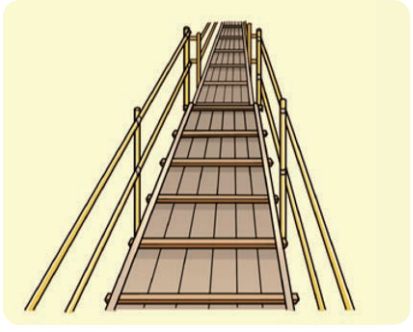
- 노동자가 작업 또는 이동하기에 충분한 넓이 확보
- 떨어짐의 위험이 있는 곳에는 안전난간대 설치
- 목재발판은 폭 40cm 이상, 두께 3.5cm 이상, 길이 3.6m 이내로 설치
- 발판을 겹쳐 이을 때는 장선 위에서 실시하고 겹침 길이는 20cm 이상 확보
- 작업발판 1개에 지지물은 2개 이상이어야 함
- 작업발판을 파손되기 쉬운 벽돌 등의 자재로 지지하는 것 금지
- 작업발판 위의 돌출된 못, 옹이, 철선 등 제거
- 비계 발판의 구조에 따라 최대 적재하중을 정하고 과다 적재 금지

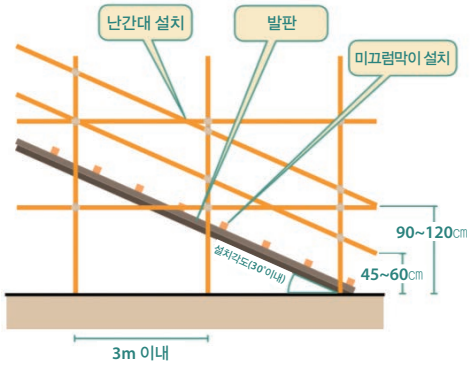
3 가설경사로

- 가설 경사로의 경사는 30° 이하로 설치
- 경사가 15°를 초과하는 경우에는 미끄럼방지 조치 실시
- 경사각에 따른 미끄럼막이 설치간격

경사각	미끄럼막이 간격	경사각	미끄럼막이 간격
30°	30cm	22°	40cm
29°	33cm	19° 20‘	43cm
27°	35cm	17°	45cm
24° 15‘	37cm	14°	47cm

가설경사로 설치 개념도





- 경사로의 폭 : 90cm 이상
- 난간대 : 통로 양측에 90~120cm의 상부난간대 및 상부난간대와 경사로 바닥의 중간 위치에 중간난간대 설치
- 계단참 : 높이 7m 이내마다 설치
- 지지기둥 : 수평거리 3m 이내마다 설치
- 목재는 미송, 육송 또는 동등 이상의 재질을 확보

4 (이동식) 사다리

- 수리하여 안전하게 사용할 수 없는 사다리(목재 사다리 등)는 작업장 외부로 반출
- 사다리는 설치하는 사다리 상부의 지지점으로부터 위로 60cm 이상 연장
- 상부와 하부가 움직이지 않도록 고정
- 상부 또는 하부가 움직일 염려가 있을 때는 작업자 이외의 보조업무 수행 감시자 배치
- 부서지기 쉬운 벽돌 등을 받침대로 사용 금지
- 미끄러운 신발 착용 금지
- 부피가 크거나 무거운 짐의 운반 작업금지
- 출입구 부근에 사다리를 설치할 경우에는 반드시 감시자 배치
- 전기 설비 등 감전위험이 있는 곳에서는 금속 사다리 사용 금지
- 사다리를 수평 가설통로로 사용 금지

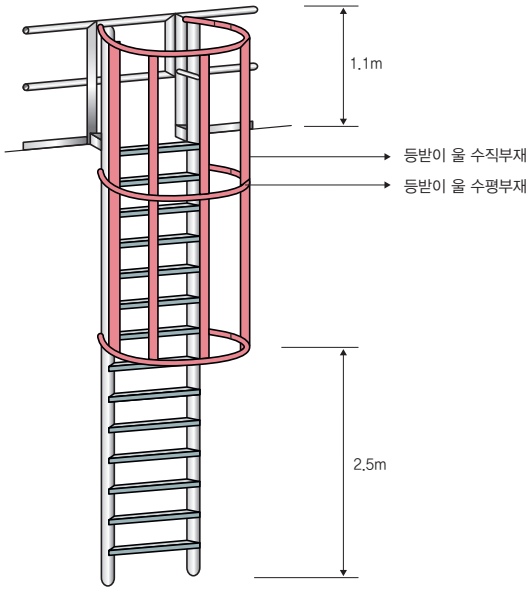
(이동식)사다리의 미끄럼 방지장치

1. 사다리 지주의 끝에 고무, 코르크, 가죽, 강 스파이크 등을 부착시켜 바닥과의 미끄럼 방지장치 설치
2. 쐐기형 강 스파이크는 지반이 평탄한 맨땅 위에 세울 때 사용
3. 미끄럼 방지 판자 및 미끄럼 방지 고정쇠는 돌마무리 또는 인조석 깔기로 마감한 바닥용으로 사용
4. 미끄럼 방지 발판은 인조고무 등으로 마감한 실내용을 사용

- 발 받침대의 간격은 25~35cm 이내 설치
- 벽면과의 이격거리는 20cm 이상 유지
- 사다리식 통로의 기울기는 75° 이내 설치

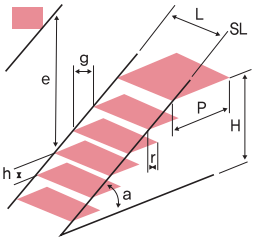
  단, 고정식 사다리식 통로의 기울기는 90°로 하고, 그 높이가 7m 이상인 경우 바닥으로부터 높이가 2.5m되는 지점으로부터 등받이울 설치

등받이 울 개념도



- 옥외용 사다리식 통로는 금속재를 원칙으로 하며, 길이가 10m 이상인 때에는 5m 이내의 간격으로 계단참 설치, 사다리 전면의 사방 75cm 이내에는 장애물이 없어야 함.

5 가설계단



SL : 경사선
H : 계단 높이
L : 발판 폭
P : 계단 참
g : 발판 너비
h : 발판 높이
r : 겹침
e : 발판위 머리공간
a : 경사각

가설계단의 구조

- **통로의 경사가 30° 이상 60° 미만**이면 가설통로는 가설계단으로 설치
- **가설 계단의 설치 기준**

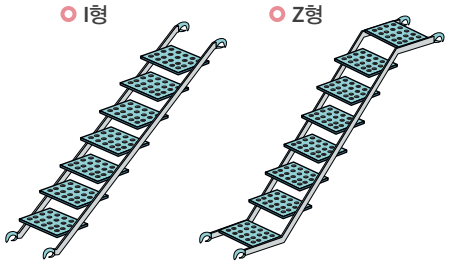
» **발판의 높이** : 24cm 이하, 동일한 계단은 같은 높이
» **발판의 폭** : 35cm 이상
» **발판의 너비** : 18cm 이상, 각각의 너비는 같은 크기
» **가설계단의 폭** : 1m 이상
» **난간의 기둥 간격** : 120~150cm
» **계단 경사** : 30° ~ 60°

- 높이 1m 이상인 계단의 개방된 측면에는 안전난간 설치
- **난간대** : 통로 양측에 90~120cm의 상부난간대 및 45~60cm의 중간난간대 설치 (난간대 사이 간격 60cm 이내, 임의의 방향으로 움직이는 100kgf 이상의 하중에 견딜 수 있도록 설치)
- 높이 3m를 초과하는 계단에는 높이 3m 이내마다 너비 1.2m 이상의 계단참 설치

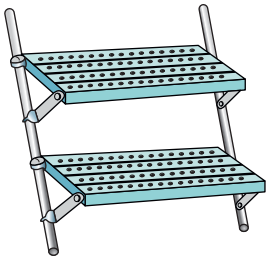
- 계단 및 계단참은 한국산업규격 "KSF8012 작업발판"에서 규정하고 있는 통로의 역할을 하는 비계에 관한 하중을 적용하여 125kgf/㎡ 이상으로 설계한다.

[표] 계단 발판과 지지대의 처짐량 및 휨 하중에 관한 성능 기준(KS F 8012 작업발판)

항목	규정
계단 발판의 처짐량 (cm)	계단 발판 1.5 이내
지지대의 처짐량 (cm)	전체 처짐(지지대 포함) 2.5 이하
지지대의 휨 하중 (N)	5,390 이상



일체형 가설계단(I형, Z형)



조립형 가설계단

- 발판 끝부분과 계단참의 표면은 미끄럼방지 조치
- 적절한 조명 설비 설치

6 철골승강용 트랩(Trap)

- 철골 기둥에 사다리 형태의 가설통로를 설치
- 본 공사용 계단을 조속히 설치하여 승강로를 통한 이동을 최소화 하여야 함
- 직경 16mm의 강봉 또는 직경 16mm의 철근으로 승강용 트랩 설치

※ 승강용 트랩은 공작도에 반영하여 공장에서 설치하는 것이 원칙임

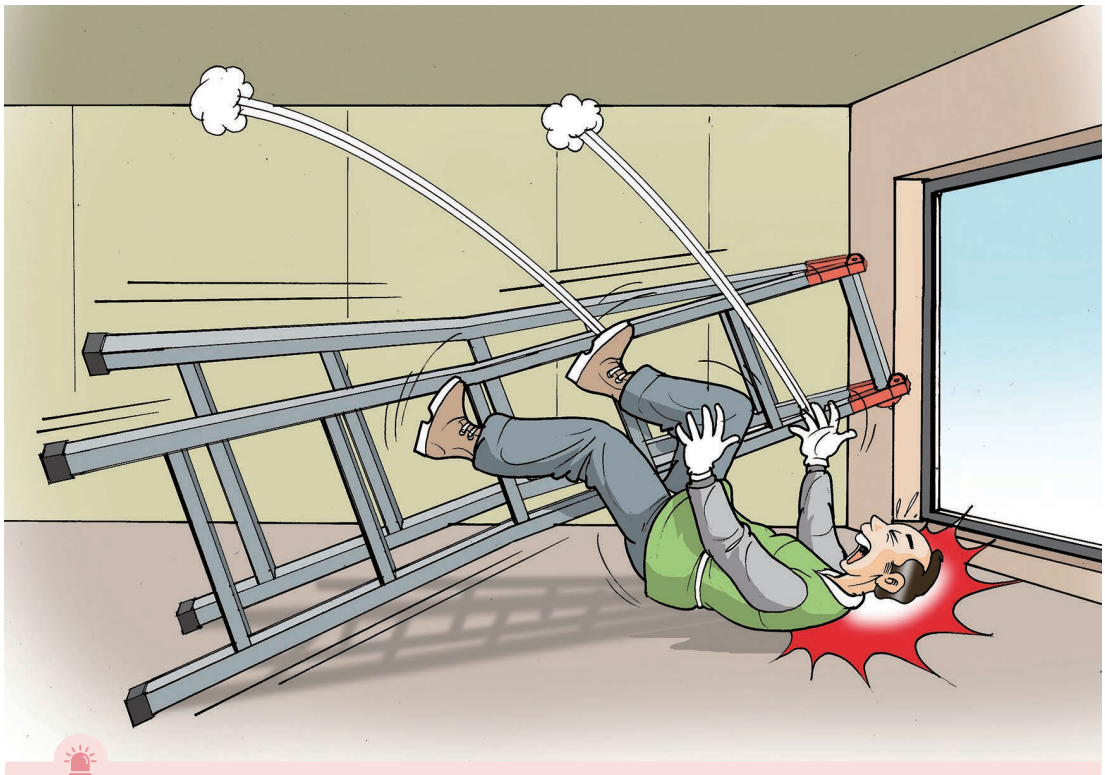
- 수직이동용 안전대 부착설비(수직구명줄) 설치
- 수직이동 시 안전대 부착설비에 안전대를 걸고 이동
- 수직이동용 트랩은 각 기둥마다 설치
- 트랩의 규격은 답단 간격 25~30cm, 폭 30cm 이상
- 승강트랩 및 안전대 부착설비는 지상에서 조립·설치
- 수직통로는 일정간격으로 참을 설치
- 설계에 철골계단이 있는 경우 선행 설치하여 통로로 이용



3 재해사례

사례 1

A형 사다리 위에서 냉난방 공조 작업 중 사다리가 전도되며 떨어짐



공기순환기 구매·설치공사 현장에서 재해자가 A형 사다리 위에서 지하1층 복도 냉난방 공조 작업 중 몸의 중심을 잃고 사다리가 측면 방향으로 전도되면서 콘크리트 바닥으로 떨어져(H≒1.7m) 사망한 재해임.

재해 발생 원인

ㅇ 외부 작업발판 설치 불량

» 냉난방 공조용 덕트를 설치하는 작업과 같이 노동자가 떨어지거나 넘어질 위험이 있는 장소에서 작업을 진행하는 경우, 비계를 조립하는 등의 방법으로 안전한 작업발판을 설치하여야 하나, 운반 및 작업은 편리하나 떨어짐 및 전도 위험성이 높은 A형 사다리 사용 중 재해 발생

※ 사다리는 이동(승·하강)에 따른 통로의 용도로만 사용하여야 하며 작업발판의 용도로 사용하는 것을 금지

재해 예방대책

안전한 작업발판 설치 철저

» 냉난방 공조용 덕트를 설치하는 작업과 같이 노동자가 떨어지거나 넘어질 위험이 있는 장소에서 작업을 진행하는 경우, 이동식비계 등 비계를 조립하여 안전한 작업발판을 설치하고 작업하여야 함.

안전한 작업발판 설치





이동식비계 설치 사례





계단형 이동식비계 설치 사례

사례 2

철골기둥 승강용 트랩으로 내려오던 중 떨어짐



철골 구조물 2층에서 추락방호망 설치를 위한 준비작업 과정에서 하부로 떨어진 자재를 가져오기 위해 철골기둥의 승강용 트랩으로 내려가던 중 약 9.0m 아래 바닥으로 떨어져 사망한 재해임.

재해 발생 원인

- 철골기둥 승강용 트랩에 안전대 부착설비(수직구명줄) 미설치 및 안전대 미부착

재해 예방대책

- 철골기둥 승강용 트랩에 수직구명줄 설치 후 안전대 부착

» 철골기둥 승강용 트랩으로 승강 시 안전대 부착설비(수직 구명줄) 설치 후 안전대를 착용하고 수직구명줄에 추락방지대를 부착한 상태로 이동하여야 함.

[현장 전경]





4 안전점검 체크리스트

순번	평가 문항	평가 결과			비고
		개선필요	보통	우수	
1	• 가설경사로 및 가설계단 등 가설통로 단부에 안전난간대를 설치하였는가?				
2	• 가설경사로(경사 15° 초과)에 미끄럼막이를 설치하였는가?				
3	• 이동식 사다리 상단의 걸쳐 놓은 높이는 60cm 이상 확보하였는가?				
4	• 사다리의 답단 간격은 일정하게 30cm 이내로 설치하였는가?				
5	• 사다리식 통로의 기울기는 75° 이내로 설치하였는가?				
6	• 고정식 사다리식 통로의 높이가 7m 이상인 경우 바닥에서 높이가 2.5m되는 지점으로부터 등받이울을 설치하였는가?				
7	• 통로의 경사가 30°~ 60°인 경우 가설통로는 계단으로 설치하였는가?				
8	• 통로의 역할을 하는 계단 및 계단참은 한국산업규격에서 정하는 기준 이상의 견고한 구조인가?				
9	• 가설계단의 지지구조가 앵커인 경우 구조검토된 설계도면에 따라 정밀시공 하였는가?				
10	• 철골 승강용 트랩에는 수직구명줄을 설치하고, 안전대를 부착한 상태로 이동하는가?				

※ 상기 체크리스트에는 사업장의 현황, 기계 특성, 법령사항 등이 모두 반영된 사항이 아니므로, 사업장 특성에 맞는 내용을 추가하여 사용하여야 함

참고자료

1 법·시행령·규칙

1) 산업안전보건법·시행령·시행규칙

2) 산업안전보건기준에 관한 규칙

3) 유해·위험작업의 취업 제한에 관한 규칙

2 고시, 지침, 시방서, GUIDE 및 설계기준 등

1) 고용노동부 고시

- 방호장치 안전인증 고시, 방호장치 자율안전기준 고시, 가설공사 표준안전 작업지침

2) KOSHA GUIDE

- 강관비계 설치 및 사용 안전지침, 비계 안전설계지침, 시스템비계 안전작업지침, 달비계 안전작업 지침 등

3) 가설공사표준시방서(2014, 한국가설협회)

4) 비계 및 안전시설물 설계기준(KDS 21 60 00 : 2016) 등 국가건설기준

3 도서, 연구논문, 자료 등

1) 가설공사안전(2002.2, 한국산업안전보건공단)

2) 떨어짐 사고사망재해예방 국제 컨퍼런스 자료(2018.7, 한국산업안전보건공단)

3) 초고층 건설공사 재해예방 세미나 자료(2018.5, 한국산업안전보건공단)

4) 건설업 공종별 위험성 평가 모델(2006.11, 한국산업안전보건공단)

5) (모듈형 교재) 가설공사 작업안전 (2008.6, 한국산업안전보건공단)

6) 말비계 안전기준 개정에 관한 연구(2014.11, 한국산업안전보건공단, 권준혁 등 3인)

7) 가설기자재 안전성 확보방안에 관한 연구(2015.11, 한국산업안전보건공단, 정성춘 등 2인)

8) 가시설 표준기준 OPS(102종) (2009, 한국산업안전보건공단·SK건설)

9) 「비계 등 가설공사」 안전보건 실무길잡이(2018.11, 한국산업안전보건공단, 박주동 등 2인)

10) 「설비 및 배관작업」 안전보건 실무길잡이(2018.11, 한국산업안전보건공단, 정효석 등 2인)

11) Scaffolding in New Zealand(2016.11)

12) 안전작업 표준지침(GS건설)

13) HSE기준집(현대건설)

이 안내서는 건설현장의 비계작업 안전을 위해 안전보건공단과 부산도시공사가 협력하여 비계작업 안전점검 및 안전보건교육 등에 활용할 수 있도록 개발하였으며, 양기관의 홈페이지를 통해 동 안내서를 무료로 제공하고 있으므로 건설현장 관계자, 노동자 및 예비산업인력(대학생 등)의 교육 등에 활용하시기 바랍니다.

- **산업안전보건연구원 홈페이지(http://oshri.kosha.or.kr)** ⇨ 발간물 ⇨ 연구실용화 REPORT ⇨ "건설현장 비계작업안전 실무안내서" 검색
- **부산도시공사 홈페이지(http://www.bmc.busan.kr)** ⇨ 알림마당 ⇨ 홍보자료 ⇨ 홍보책자 ⇨ "건설현장 비계 작업안전 실무안내서" 검색

다만, 안전보건공단의 동의 없이 무단으로 수정, 편집 또는 이를 활용하여 다른 저작물을 제작하거나, 영리 목적으로 복제하여 사용하는 것은 저작권법에 위반되는 것이므로 이를 금하며, 자료 내용은 안전관리 업무의 절대적인 기준이 아닌 참고자료이므로 업무상 이의제기 등 소명자료로서 효력이 없습니다.

본 안내서에 관한 문의, 의견 또는 상담이 필요한 경우 안전보건공단 산업안전보건연구원으로 연락주시기 바랍니다.

Tel : 052-703-0815 **Fax** : 052-703-0331 **E-mail** : likeaceo99@kosha.or.kr(박주동)
: 052-703-0766 : 052-703-0320 : hslee0503@kosha.or.kr(이현섭)

건설현장 비계작업안전 실무 안내서

2019-연구원-88

- **발 행 일** : 2019년 2월
- **발 행 인** : 산업안전보건연구원 원장(고재철) · 부산도시공사 사장(김종원)
- **총괄기획** : 산업안전보건연구원 연구기획부 · 부산도시공사 토목안전처
- **집 필 자** : 안전보건공단 박주동(건설안전기술사), 이현섭(토목구조기술사)
- **감 수** : 고재철, 안홍섭
- **도움을 주신분** : 오명환, 허효수, 김곤묵, 모승언, 서두원, 김재현, 허용진, 손창옥, 김영관, 박현수, 이성민, 김태수
- **기술자료 협조** : (사)한국가설협회, 한국비계기술원, (주)가설안전구조연구 GS건설(주), 현대건설(주), 페리코리아, DKS Global, ㈜의조스틸
- **촬영협조** : HDC현대산업개발/서면아이파크현장

< 비매품 >



비매품/무료
13540
9 791188 896110
ISBN 979-11-88896-11-0