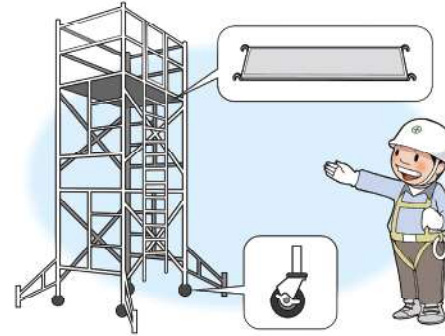


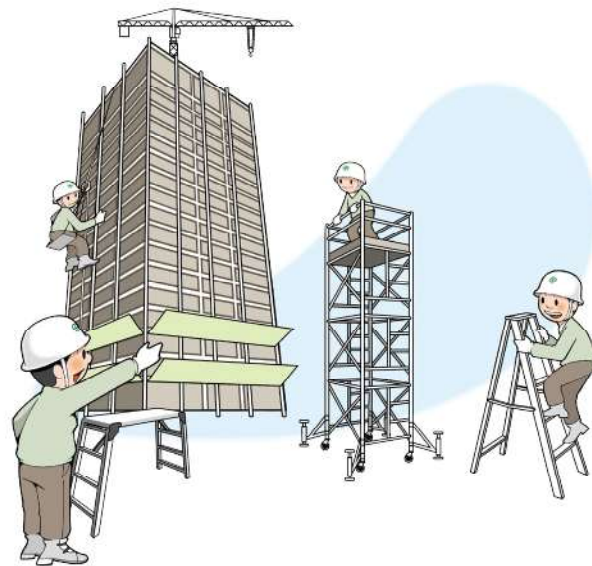
01

비계작업의 개요 Summary of scaffolding work



1 비계작업의 개요

- ▶ 비계(Scaffold)란 작업장소가 높아서 손이 닿지 않는 높은 곳의 작업을 할 수 있도록 공사용 통로나 작업용 발판을 설치하기 위하여 구조물의 주위에 조립, 설치되는 가설구조물을 말한다. 또한 비계는 부재의 설치·해체 작업, 구조물 작업, 조적작업, 미장작업, 도장작업, 볼팅작업, 용접 또는 용단 작업 등을 할 때 근로자가 작업장소에 접근할 수 있도록 설치하는 가설작업대를 지지하는 구조물을 의미한다.
- ▶ 비계의 종류는 재료, 기능, 사용 목적에 따라 다양하고, 국가마다 다소 차이가 있다. 일반적으로 통나무비계, 강관비계, 강관틀비계, 이동식 비계, 시스템비계, 달비계, 달대비계, 말비계, 기타 비계(기계식 비계, 작업발판 일체형 비계 등)로 분류하고 있으며, 국내에서는 통나무비계를 거의 사용하지 않는다.
- ▶ 비계작업은 고소작업이 있는 건설 현장에 반드시 필요하다. 하지만, 가설공사라는 이유로 설계도서, 시방서 또는 안전기준에 의하여 작업하기보다는 시공자가 현장에서 공사에 맞게 임의로 설치하거나, 작업의 편의를 위해 주요 부재를 누락하거나 안전시설을 생략하여 떨어짐 및 무너짐 등의 재해가 지속적으로 발생하고 있다.



06

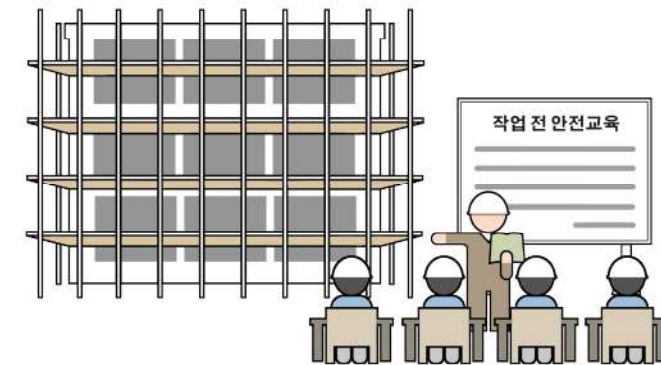
비계작업의 개요

- 01 비계작업의 개요
- 02 비계작업의 특성
- 03 산업재해 발생 형태



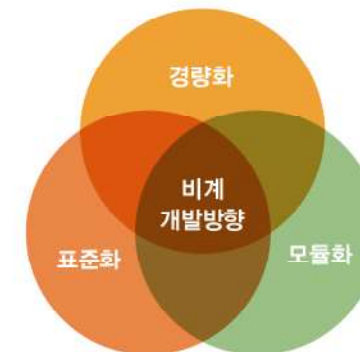
1 비계작업의 개요

- ▶ 비계의 설치 높이가 31m 이상인 경우 비계의 자중에 의한 좌굴(Buckling) 위험성이 높다. 그러나, 작업의 편의를 위해 구조 검토 결과와 안전기준을 준수하지 않아 비계 전체가 무너지거나 넘어지는 사고가 발생하곤 한다.
- ▶ 따라서, 설계단계에서는 안전한 비계공법을 선정하여 시공계획서를 작성하고, 시공단계에서는 작업 전 안전교육을 실시하고 시공계획서 및 설계도서에 따라 안전하게 작업할 수 있도록 관리감독을 철저히 하여야 한다.
- ▶ 또한, 비계공법 선정 시 시공성, 경제성, 안전성을 모두 고려하여야 한다. 선진국 수준의 비계공사 안전을 위해서는 작업발판, 안전난간대 및 가설계단 등 안전 기준에 적합한 시스템비계 등 안전한 비계가 널리 보급 및 적용되어야 한다.



- ▶ 향후 건설현장의 비계작업 안전을 위해 경량화, 모듈화, 표준화할 수 있도록 정부, 발주자, 설계자, 제작사 및 시공자 모두 연구·개발 및 실용화에 노력해야 할 것이다.

비계 작업안전을
위한 개발 방향



07

비계작업의 개요



02

비계작업의 특성

Characteristics of
scaffolding work



1 가설구조물의 특징과 문제점

가설구조물의 특징

- ▶ 연결재가 적은 구조로 되기 쉽다.
- ▶ 부재 결합이 간략하며 불완전 결합이 많다.
- ▶ 구조물이라는 통상의 개념이 확고하지 않으며, 조립의 정밀도가 낮다.
- ▶ 부재는 과소 단면이거나 결합이 있는 재료를 사용하기 쉽다.

가설구조물의 문제점

- ▶ 넘어짐 및 무너짐 사고의 원인이 될 수 있다.
- ▶ 떨어짐 및 낙하물에 맞음 재해의 원인이 될 수 있다.
- ▶ 불안정한 구조가 많다.
- ▶ 조립의 정밀도가 낮다

2 비계공사 안전의 요건

안전성

- ▶ 무너짐에 대한 안전성
- ▶ 흔들림에 대한 안전성
- ▶ 떨어짐에 대한 안전성
- ▶ 자재의 낙하에 대한 안전성

시공성(작업성)

- ▶ 구조 안전성이 확보된 범위 내에서 경량화된 구조
- ▶ 적절한 작업대의 넓이, 작업 및 통행을 방해하지 않는 구조
- ▶ 무리한 자세가 되지 않도록 적정 장소에 작업대를 설치



2 비계공사 안전의 요건

경제성

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

안전을 고려한 VE(SVE: Safety Value Engineering)

- 기존 VE(가치공학)의 개념 : 전 작업 과정에서 기능(F)을 유지하면서 비용(C)을 최소화하여 가치(V)를 극대화시키는 기법으로 경제성과 시공성을 추구하는 기법

$$VE = \frac{F}{C} \quad \text{VE(Value Engineering) : 가치, F(Function) : 기능, C(Cost) : 비용}$$

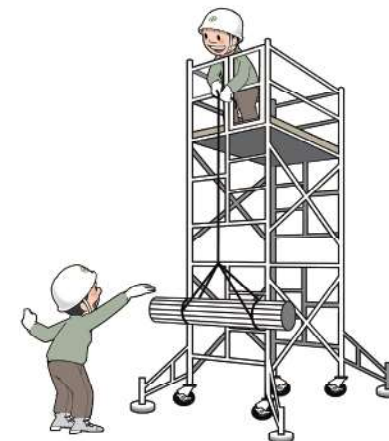
- ▶ 기존 VE의 문제점 : 경제성과 시공성에 대한 검토는 충분히 이루어지나, 안전성에 대한 검토가 미흡할 수 있음

- SVE(안전을 고려한 VE)의 개념 : 전 작업 과정에서 기능(F)을 유지하면서 안전 고려, 비용(C) 최소화를 통해 가치(V)를 극대화시키는 기법으로 안전성, 경제성과 시공성을 추구하는 기법

$$SVE = (S) \cdot \frac{F}{C} \quad \text{SVE(Safety Value Engineering) : 안전가치공학, (S) : 안전상수, F(Function) : 기능, C(Cost) : 비용}$$

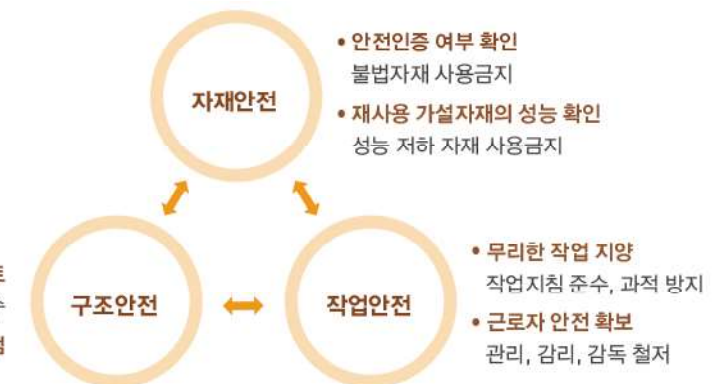
여기서, S, F(안전율)가 소요안전율 이상이면 S=1이고,
S, F(안전율)가 소요안전율 미만이면 S=0

- ▶ 가설공사의 안전을 위해서 소요안전율을 만족하지 못하는 VE는 재해 및 대형사고와 직결되므로 SVE 개념을 적용하여 설계·발주 단계에 반영 필요



가설구조물의 안전성 확보

- 가설구조물 설계 및 안전성 검토
가설구조물 설계기준 준수
- 가설구조물 시공 및 점검



08

비계작업의 개요

09

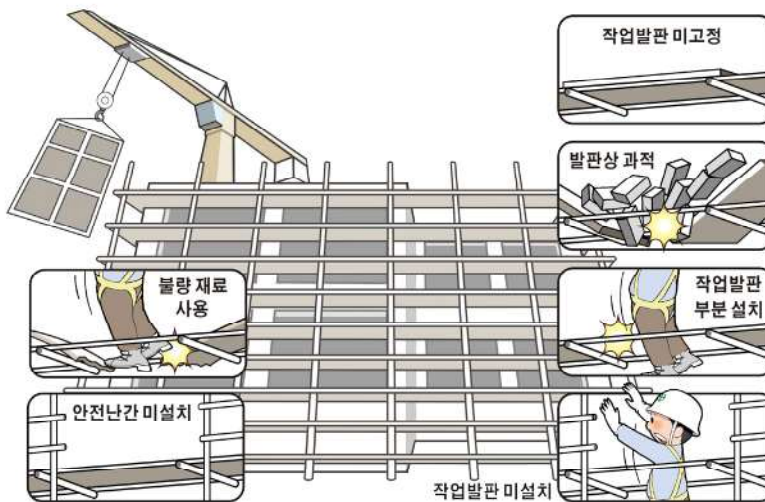
비계작업의 특성

2 비계공사 안전의 요건

불량(나쁜) 비계

- **불량(나쁜) 비계의 정의** : 비계상에 작업발판 및 안전난간 등이 미설치되어 떨어진 재해에 취약한 비계로 소중한 근로자의 생명과 안전을 지키기 위해선 건설현장에서 퇴출되어야 하는 가설구조물

• 주요 위험요인



• 안전한 비계 설치 사례



쌍줄비계 설치 사례



계단실 내 작업발판 설치 사례



시스템비계 설치 사례 01



시스템비계 설치 사례 02

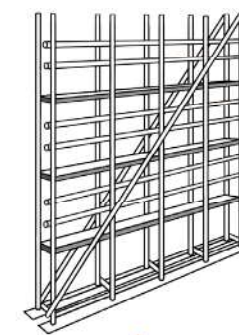
3 비계의 종류

재료에 의한 분류

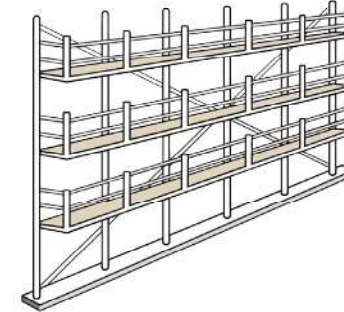
- ① 강재 ② 알루미늄 ③ 목재 등

설치 형식에 의한 분류

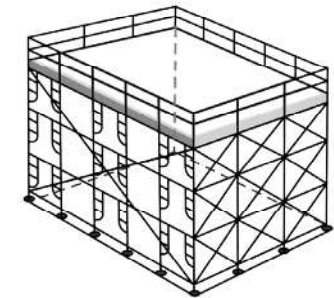
- ① 쌍줄비계 : 비계 기둥이 2열인 비계
② 외줄비계 : 비계 기둥이 1열인 비계
③ 선반비계 : 작업구간 전체면에 설치한 비계



쌍줄비계



외줄비계



선반비계

설치구조에 의한 분류

① 지주식

- 강관비계(단관비계) • 강관틀비계
- 시스템비계 • 통나무비계

② 이동식

- 바퀴 이동식 : 이동식 비계 • 인력 운반식 : 말비계

③ 매달기식

- 달비계 : 외줄(간이)달비계, 쌍줄달비계(곤돌라 형식 등)
- 달대비계 : 전면형 달대비계, 통로형 달대비계, 상자형 달대비계(보용, 기동용, 접이식, 이동식 천장 달대비계)



3 비계의 종류

설치구조에 의한 분류

④ 작업발판 일체식 비계

- 거푸집·작업발판 일체식 비계(=작업발판 일체형 거푸집) : 갱 폼(Gang Form), 클라이밍 폼(Climbing Form), 슬라이딩 폼(Sliding Form), 슬립 폼(Slip Form), 라이닝폼(Lining Form), 클라이밍 시스템 폼*(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

- 정의 : 거푸집의 설치·해체, 철근 조립, 콘크리트 타설, 콘크리트 면처리 작업 등을 위하여 거푸집을 작업발판과 일체로 제작하여 사용하는 거푸집
- 종류 : 갱 폼, 슬립 폼, 클라이밍 폼, 터널 라이닝 폼, 그 밖에 거푸집과 작업발판이 일체로 제작된 거푸집

대형 거푸집 공법

- 벽 전용 거푸집
 - 갱 폼 : 대형 판넬 폼(Panel Form) + 발판
 - 클라이밍 폼 : 갱 폼 + 비계(작업대)
- 연속 공법
 - 수직 이동 : ① 슬립 폼 - 단면 형상 변화 가능
② 슬라이딩 폼 - 단면 형상 변화 불가능
 - 수평 이동 : 트래블링 폼(Travelling Form)



갱 폼



클라이밍 시스템 폼



슬립 폼



터널 라이닝 폼



교각 코핑 폼



교각 피어 폼

출처 :
산업안전보건기준에 관한
규칙 제337조



12

비계작업의 개요

3 비계의 종류

설치구조에 의한 분류

⑤ 기계식

- 고소작업대 • 곤돌라 • 기계구동식 비계

⑥ 가설통로식

- 가설경사로 • 가설계단 • 사다리식 통로 등

4 비계작업 시 주의사항

공사 조건의 확인

▶ 해당 공사에 주어지는 조건이 매우 다양하기 때문에 요구 조건을 확인하고 모든 조건에 대해 신중히 검토하여 조건에 맞는 시공계획을 세워야 한다.

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



작업현장 및 주변의 상황 조사

- 부지 내 공지 상황 : 자재 적재 장소 등
- 재료 반입 여건 : 자재 반입로의 위치, 넓이 등
- 부지의 평면상 항목 : 건물 위치, 가설건물, 인접건물(구조물)
* 안전한 비계 설치를 위해 인접건물과 최소 1.5m 이상 확보(권장)
- 지반 항목 : 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)
- 주변 환경 : 학교, 병원, 철도, 작업시간 제한, 주변 건물 등

13

비계작업의 특성

4 비계작업 시 주의사항

작업현장 및 주변의 상황 조사

- 작업장소의 안전 : 환기 불충분 등 질식위험, 인화성·가연성 물질로 인한 화재 위험 등
* (예시) ① 지하층 외벽 아스팔트프라이머 작업 시 질식 위험이 있으므로 환기계획 수립, 산소농도 측정, 감시인 배치, 안전교육 등
② 비계위 작업발판에서 용접·용단 작업 시 인화성·가연성 물질 격리, 방호, 안전 교육, 소화기 비치, 화재감시자 배치

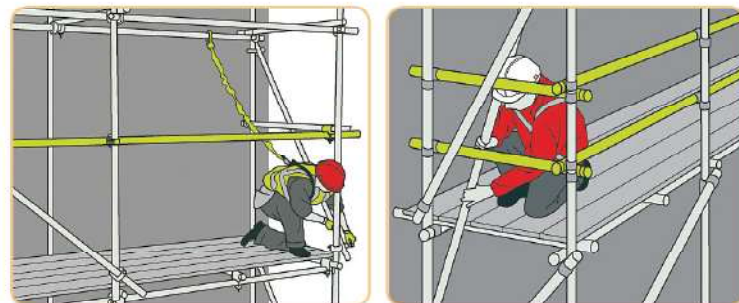
설계도서의 검토

- 비계공법 선정 • 비계의 소요량과 반입 시기
- 비계의 안전인증 및 안전기준(성능) 검토
- 관련 공사의 동시작업 : 공정 확인 및 작업의 안전성 확보

시공계획서

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

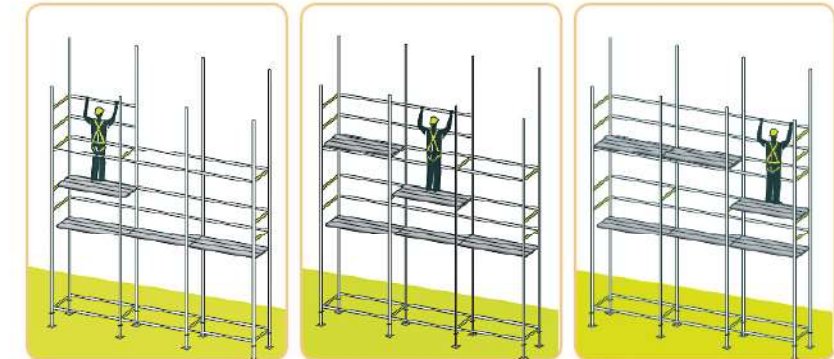
① 강관비계 후행 안전난간 설치 방법



출처 : Scaffolding in New Zealand

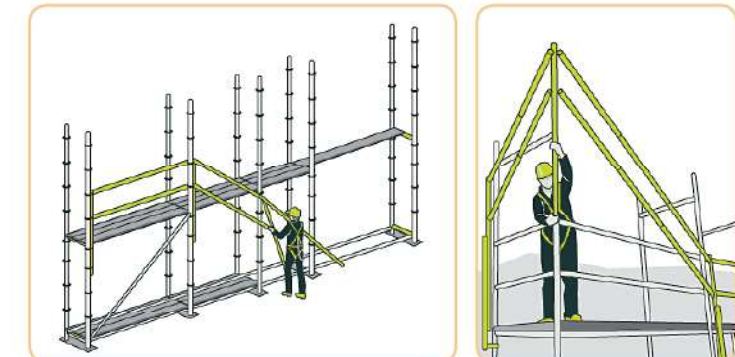
4 비계작업 시 주의사항

② 순차적 안전난간 설치 방법



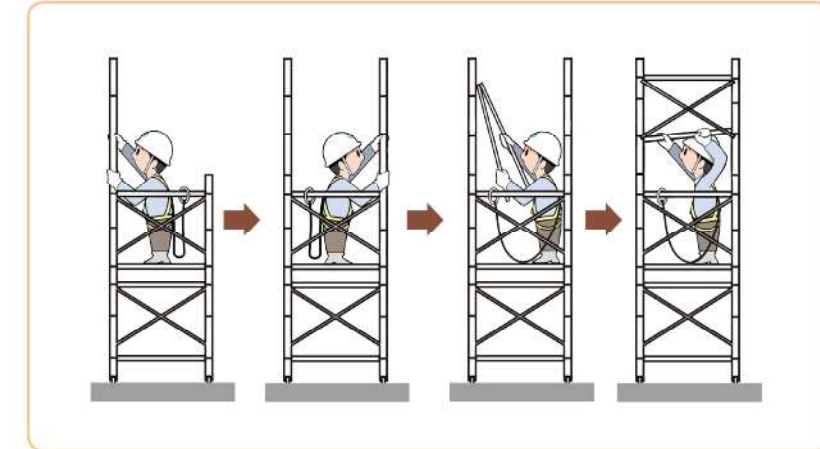
출처 : Scaffolding in New Zealand

③ 상승식 안전난간 설치 방법



출처 : Scaffolding in New Zealand

④ 선행 안전난간 설치 방법





4 비계작업 시 주의사항

비계작업안전 시공도서

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

- 공사 감독자가 인정하는 구조분야 전문자격을 갖춘 기술자의 구조계산서를 제출해야 하는 경우
 - 높이가 31m를 초과하는 비계
 - 중량물(활하중 3.5kN/m² 이상)을 취급하는 비계
 - 양중설비, 콘크리트 타설장비 및 낙하물방지망 등의 안전시설을 설치하는 비계

비계의 품질관리

> 정기검사

- 비계 기둥의 좌굴 여부 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 작업 발판의 탈락 여부 확인

> 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

4 비계작업 시 주의사항

비계의 품질관리

> 약천후 전의 검사

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

> 약천후 후의 검사

- 비계 위에 떨어져 있는 자재나 공구 등이 있는지 확인
- 전선 등이 걸려 있는지 확인
- 작업발판 등이 날리거나, 어긋나 있는지 확인
- 비계 기둥이 놓인 밑면에 미끄러짐 우려가 있는지 확인
- 벽 이음재나 클램프 등이 이완되거나 어긋남이 없는지 확인
- 안전난간 등의 탈락 여부 확인
- 비계 기둥이 침하되었는지 확인
- 각 부재들의 손상, 설치 및 결합 상태 확인

비계 설치·해체 작업자의 자격 요건

> 관련 근거

『산업안전보건법』 제47조 및 『유해·위험작업의 취업 제한에 관한 규칙』의 별표1

> 비계의 조립 및 해체 작업의 자격·면허·경험 또는 기능

- 『국가기술자격법』에 따른 비계기능사보 이상의 자격
- 3개월 이상 해당 작업의 경험이 있는 사람(총 높이가 10m 미만인 작업에 한함)
- 『근로자직업능력개발법』에 따른 해당 분야 직업능력개발훈련 이수자
- 『유해·위험작업의 취업 제한에 관한 규칙』에서 정하는 교육기관에서 교육을 이수한 사람





4 비계작업 시 주의사항

작업자의 자격, 경험 및 건강 관리사항

- 작업자의 자격, 경험 등의 여부
- 고혈압·저혈압, 약시 등 건강 이상 여부
- 음주 여부 등

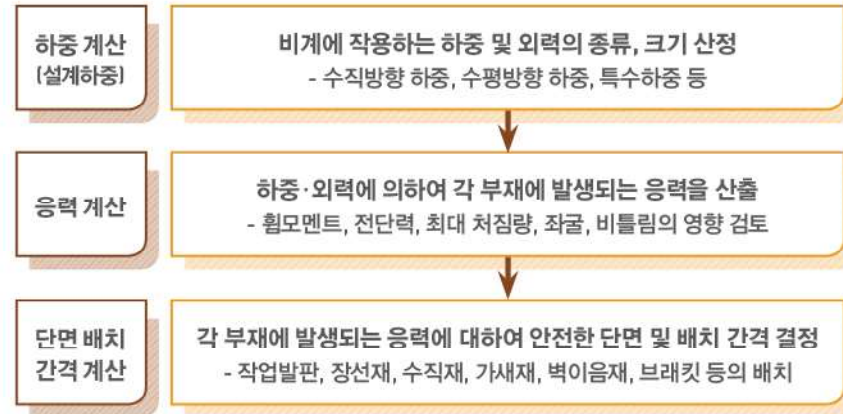
비계의 설계기준과 구조설계 순서도

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

비계의 구조설계 순서도



비계의 구조 설계 순서도



비계의 구조 검토

▶ 일반 사항

비계 및 작업발판을 설치함에 있어 다음 사항을 준수하여 구조 검토를 실시하고 조립도를 작성

- 비계 및 작업발판의 설계는 허용응력 설계법을 적용한다.
- 수직하중(고정하중, 활하중), 풍하중, 수평하중 및 특수하중(낙하물방지망 등 안전시설 포함) 등을 포함하여 검토한다.
- 구조 검토 시 비계 및 작업발판 부재의 안전인증기준 또는 성능시험 성적서 중 작은 값을 기초로 한 허용하중 값을 적용한다.
- 비계는 조립·해체가 편리하도록, 이음부나 교차부에서 하중을 안전하게 전달할 수 있는 구조로 한다.

4 비계작업 시 주의사항

▶ 설계하중

가) 연직하중

- 고정하중
 - 비계 및 작업발판의 자체 중량
 - 작업발판의 중량은 실제 중량으로서 최소 0.2kN/m² 이상

• 작업하중

- 경작업 : 통로의 역할을 하는 비계와 가벼운 공구만을 필요로 하는 작업으로 1.25kN/m² 이상
- 중작업 : 공사용 자재의 적재를 필요로 하는 작업으로 2.5kN/m² 이상
- 무거운 작업 : 돌 붓임 공사 등으로 3.5kN/m² 이상

나) 수평하중 및 풍하중

- 수평하중
 - 풍하중과 연직하중의 5%에 해당하는 수평하중 중에서 큰 값
 - 비계의 설치면에 대하여 X방향 및 Y방향에 대하여 각각 적용

• 풍하중

- 건축구조기준 설계하중(KDS 41 10 15 : 2016)
- 보호망, 패널 등에 따른 충실률* 등을 고려하여 산정

* 충실률 : $\frac{\text{유효수압면적}}{\text{외곽면적}}$

다) 특수하중

양중설비, 낙하물방지망 등 안전시설을 설치하는 경우 그 영향 고려

▶ 구조 검토

가) 일반 사항

- 각 부재의 연결조건과 받침조건을 고려한 2차원 또는 3차원 구조 해석
- 구조물의 형상, 평면선형 및 종단선형의 변화가 심하고 편재하의 영향을 고려할 경우 3차원 해석을 통해 안전성 검증

나) 강관비계 및 시스템비계 각 부재의 연결조건

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

※ 비계 받침부의 경계조건은 원칙적으로 힌지로 간주



18

비계작업의 개요

19

비계작업의 특성

5 비계 및 안전 가시설의 안전 인증 제도

※ 추락 또는 낙하물 방지망은 '18.12.28.까지 방호장치 안전인증 고시에 따르고, '18.12.29 이후 「산업표준법」에 따른 한국산업표준에 정하는 성능기준에 적합한 것을 사용하여야 함

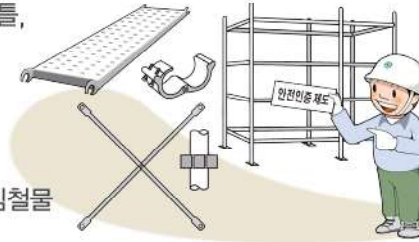
참고
 KS F 8081 수직 보호망
 KS F 8082 추락 방호망
 KS F 8083 낙하물 방지망

안전인증 및 자율안전확인 대상 품목(비계 및 안전가시설 관련)

▶ 안전인증 대상 품목

- 강관비계용 부재 : 강관조인트, 벽 연결용 철물
- 틀형 비계용 부재 : 주틀, 교차가새, 띠장틀
- 시스템비계용 부재 : 수직재, 수평재, 가새재, 연결조인트
- 이동식 비계용 부재 : 주틀, 발바퀴, 난간틀, 아웃트리거
- 작업발판 : 작업대, 통로용 작업발판
- 조임철물 : 클램프, 철골용 클램프
- 받침철물 : 조절형 받침철물, 피벗형 받침철물
- 조립식 안전난간

- 추락 또는 낙하물 방지망 : 추락방호망, 수직형 추락방망, 낙하물 방지망, 수직보호망



▶ 자율안전확인 대상 품목

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

주요 가설기자재 종류 및 성능

▶ 비계용 강관(단관비계용 강관)

- 비계용 강관의 재료는 아래 표 기준에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

구성 부분	재 질
비계용 강관	KS D 3566(일반구조용 탄소강관)의 STK500 또는 KS D 3506(용융아연 도금 강관 및 강대의 SGH490

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

▶ 클램프

클램프의 재료는 다음 표의 규정에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.



비계용 강관의
재질



클램프의
재질

구성 부분	재 질
본체 및 덮개	KS D 3501(열간압연강판 및 강대의 SPHD
볼트, 너트 및 핀	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330

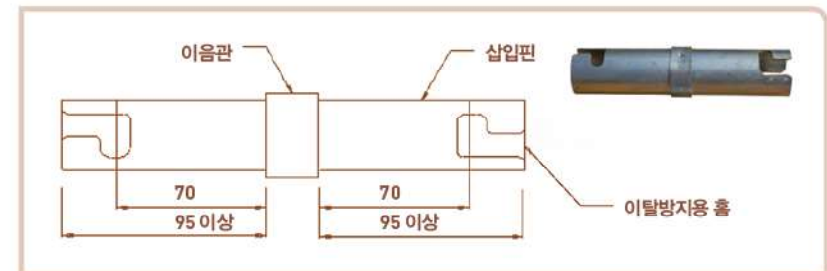
- 구조 : 본체 및 덮개의 판두께 3.0mm 이상, 볼트의 지름 9.0mm 이상(나사산 포함)
- 성능 : 변화량 10mm 이하(최소 볼트 조임 35,000N·mm, 재사용 시 볼트 조임 45,000N·mm) 인장강도 고정형 15.7kN 이상, 회전형 10.8kN 이상

▶ 강관조인트

- 강관조인트의 재료는 아래 표의 규정에 적합하거나 또는 그 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

구성 부분	재 질
강관조인트	KS D 3566(일반구조용 탄소강관)의 STK400 또는 KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS400

- 구조 : 삽입관의 길이는 95mm 이상이고, 삽입관에는 조립용 핀과 이탈 방지 홈이 있어야 하며 이탈 방지 홈과 이음관의 간격은 70±1.0mm여야 한다.



항 목	성 능
휨강도	2,940N 이상
수직처짐량	19mm 이하
변위량	1.0mm 이하
인장강도	16,200N 이상
압축강도	41,200N 이상

▶ 조절형 받침철물

조절형 받침철물의 재료는 다음 표의 규정에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.



강관조인트의
재질



강관조인트
구조

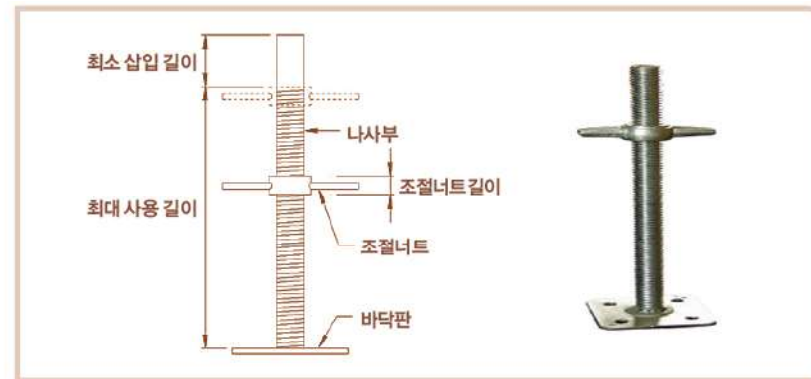


강관조인트의
성능시험기준

조절형 받침철물의 재료

구성 부분	재 질
나사부	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330
바닥판, 받이부	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330
조절너트	KS D 4302(구상 특연 주철품)의 GCD450-10

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

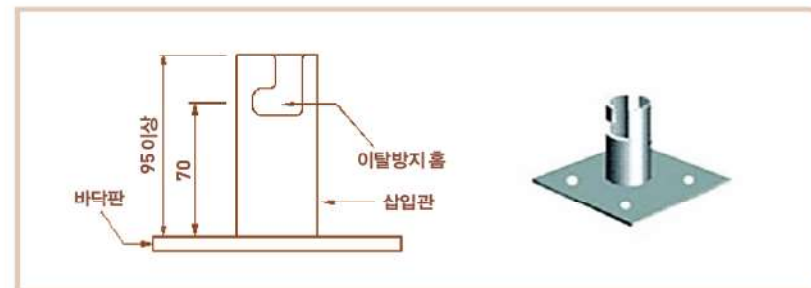


고정형 받침철물

고정형 받침철물의 재료는 아래 표의 사항에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

구성 부분	재 질
삽입관	KS D 3501(열간압연강판 및 강대)의 SPHD
바닥판	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330

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



고정형 받침철물의 재료

고정형 받침철물

5 비계 및 안전
가시설의 안전
인증 제도

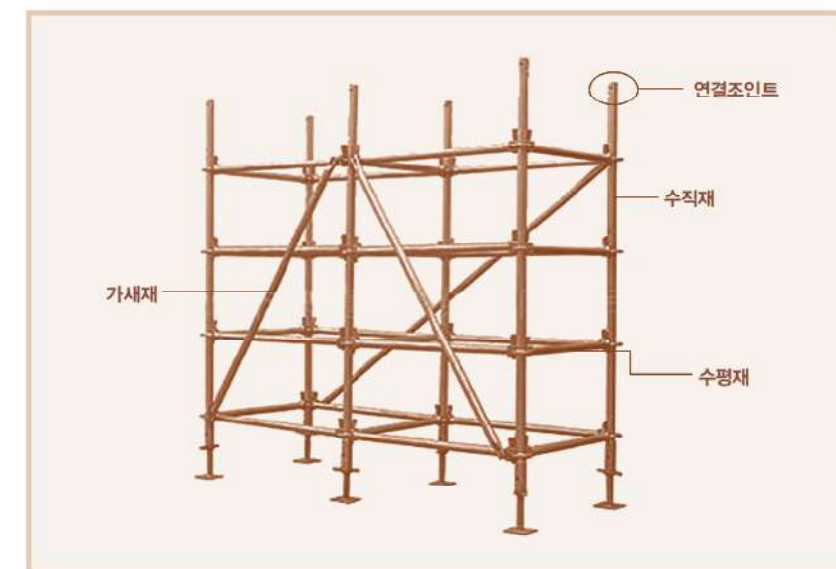
시스템비계용 부재의 재료

시스템비계용 부재

시스템비계용 부재의 재료는 아래 표에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

부 재	구성 부분	재 질	
		강재	알루미늄합금재
수직재	수직재 본체 및 삽입관	KS D 3566의 STK400 또는 KS D 3568의 SPSR400 또는 KS D 3503의 SS400	
	접합부	KS D 3503의 SS400 또는 KS D 3501의 SPHC	
수평재	수평재 본체	KS D 3566의 STK400 또는 KS D 3568의 SPSR400 또는 KS D 3503의 SS400	
	결합부, 결합핀	KS D 3503의 SS400 또는 KS D 3501의 SPHC 또는 KS D 4302의 GCD450-10	KS D 6759에 규정하는 A 6061S
가새재	가새재 본체	KS D 3566의 STK400 또는 KS D 3568의 SPSR400 또는 KS D 3503의 SS400	
	결합부, 결합핀	KS D 3503의 SS400 또는 KS D 3501의 SPHC 또는 KS D 4302의 GCD450-10	
연결 조인트	이음관, 이음판 및 삽입관	KS D 3566의 STK400 또는 KS D 3501의 SPHC 또는 KS D 3568의 SPSR400	
	이탈 방지용 핀	KS D 3503의 SS400 또는 KS D 3501의 SPHC	

시스템비계 구조



시스템비계용
수직재의 성능기준

• 길이 및 종류별 성능

항 목	길이(mm)	성 능(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 인장하중	-	30 이상	

시스템비계용
수평재의 성능기준

항 목	길이(mm)	성 능(kN)
수직 휨하중	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
결합부 전단하중		6 이상

시스템비계용
가새재의 성능기준

항 목	길이(mm)	성 능(kN)
압축하중	1500 미만	15 이상
	1500 이상 2400 미만	12 이상
	2400 이상	8 이상
인장하중		15 이상

시스템비계용
연결조인트의
성능기준

항 목	성 능(kN)	
	1종 수직재용	2종 수직재용
압축하중	160 이상	90 이상
인장하중	20 이상	
휨하중	25 이상	20 이상

시스템비계
연결조인트 종류



안전난간의
재료

안전난간
성능기준

▶ 안전난간

조립식 안전난간의 재료는 아래 표에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

구성 부분		재 질
기둥재 및 수평난간대	강관	KS D 3566(일반구조용 탄소강관)의 STK400
	각형 강관	KS D 3568(일반구조용 각형강관)의 SPSR400
	형강	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330
설치용 철물		KS D 3501(열간압연 연강판 및 강대)의 SPHC 또는 KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330

• 성능

부 재	항 목	성 능
안전난간 기둥 (스텐션)	휨 강도	160kg에서 파괴되지 않을 것
	수직처짐양	85kg에서 100mm 이하
수평난간대 체결부	휨 강도	160kg에서 파괴되지 않을 것
	회전 방지 성능	회전되지 않을 것
고정부	미끄러짐 시험	160kg에서 미끄러짐이 발생하지 않을 것 하중을 제거한 후에도 체결부의 탈락이나 헐거움 등의 이상이 발생하지 않을 것
수평난간대 (핸드레일)	휨 강도	160kg에서 파괴되지 않을 것
	수직처짐양	120kg에서 50mm 이하

▶ 작업발판

작업대

작업대의 재료는 다음 표에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

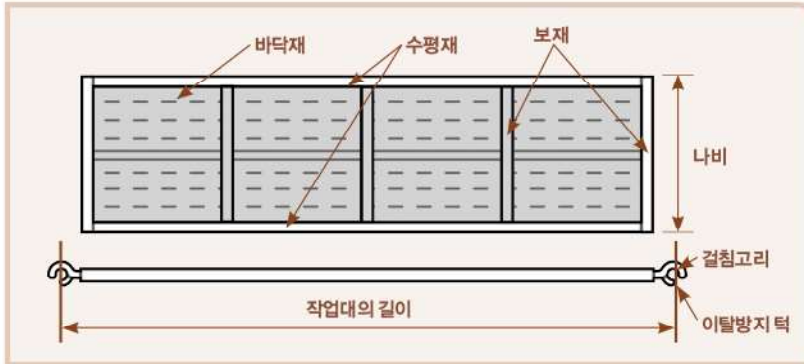


작업대의 재료

구성 부분			재 질
강재	바닥재		KS D 3501(열간압연 연강판 및 강대)의 SPHC 또는 KS D 3601(익스텐디드 메탈)의 XS42
	수평재 및 보재		KS D 3501(열간압연 연강판 및 강대)의 SPHC
	걸침 고리	단판형	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS400
		상자형	KS D 3501(열간압연 연강판 및 강대)의 SPHC
알루 미늄 합금재	바닥재, 수평재, 보재		KS D 6759(알루미늄 및 알루미늄합금 압출형재)의 A 6063S
	걸침 고리	단판형	KS D 6701(알루미늄 및 알루미늄 합금의 판 및 조)의 A 5052P
		상자형	또는 KS D 6759(알루미늄 및 알루미늄합금 압출형재)의 A 6063S

- 구조 : 작업대는 바닥재, 수평재, 보재 및 걸침고리로 구성
 - 바닥재, 수평재 및 보재는 용접 또는 절곡가공 등 기계적 접합에 의한 일체식 구조
 - 2개 이상의 바닥재가 있는 경우 바닥재 간의 틈새는 30mm 이하
 - 바닥재의 나비(2개 이상의 바닥재가 있는 것에서는 바닥재의 나비 및 바닥재 간의 간격을 합한 길이)는 240mm 이상
 - 걸침고리는 수평재 또는 보재에 용접 또는 리벳 등에 의해 접합
 - 걸침고리는 주철의 황가재료로부터 솟아오름을 방지하기 위한 이탈 방지 기능이 있는 구조
 - 바닥재에는 미끄러짐 방지조치

작업대 구조



• 성능

부 재	항 목	시험 성능기준
작업대	휨 강도	나비(mm)×11N 이상
	수직처짐량	L/100mm 이하(최대 20mm 이하) L : 작업대의 길이
걸침고리	본체 및 부착부 전단강도	나비(mm)×39N 이상
	이탈 방지 전단강도	3,240N 이상
바닥재	수직처짐량	10.0mm 이하

작업대 성능기준

통로용 작업발판의 재료

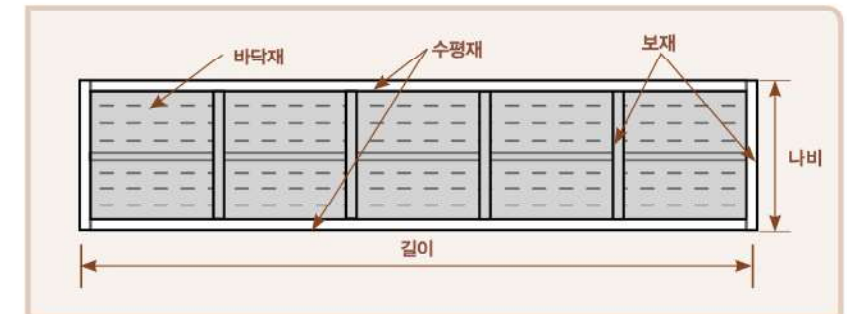
통로용 작업발판

통로용 작업발판의 재료는 아래 표에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

구성 부분		재 질
강재	바닥재	KS D 3501(열간압연 강판 및 강대)의 SPHC 또는 KS D 3601(익스텐디드 메탈)의 XS42
	수평재, 보재	KS D 3501(열간압연 연강판 및 강대)의 SPHC
알루미늄 합금재	바닥재, 수평재, 보재	KS D 6759(알루미늄 및 알루미늄 합금 압출형재)의 A 6063S

- 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±50mm로 설치하는 제품을 1종이라 한다.
 - 지점거리를 1종과 다르게 설치하는 제품을 2종이라 한다.

통로용 작업발판 구조



통로용 작업발판 성능기준

• 성능

항 목	성능
수직처짐량	1종 18mm 이하
	2종 L/100mm 이하(최대 20mm 이하) L : 통로용 작업발판의 지점거리
휨강도	나비(mm)×39N 이상
바닥재 수직처짐량	10.0mm 이하

▶ 벽 연결용 철물

벽 연결용 철물 각 부분의 재료는 다음 표에 적합하거나 이와 동등 이상의 기계적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.



벽 연결용 철물의 재료

구성부분		재질
주 재		KS D 3507(배관용 탄소강관)의 SPP 또는 KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330
조임 철물	볼트, 너트 및 핀	KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS330
	기타 부분	KS D 3501(열간압연 연강판 및 강대)의 SPHD
부착철물		KS D 3503(일반구조용 압연강재)의 SS400

- 구조 : 주재, 조임철물 및 부착철물로 구성
 - 최대사용길이 1,200mm 이하
 - 주재의 길이를 조절할 수 있는 경우에는 이탈 방지 기능이 있어야 함
 - 조임철물의 판두께는 3.0mm 이상
 - 주재와 부착철물의 사이는 독립구조여야 함
 - 선단에 나사가 있는 부착철물은 나사의 지름이 나사산까지 포함하여 9.0mm 이상

• 성능

구분	시험 성능기준
인장재	인장강도 9,810N 이상
인장·압축재	인장강도 9,810N 이상
	압축강도 9,810N 이상
압축재	압축강도 9,810N 이상

▶ 추락 및 낙하방지망

안전 Tip

추락 및 낙하방지망 관련 개정 법령 적용 시기

추락 및 낙하방지망은 2018년 12월 28일까지 고용노동부 방호장치 안전인증 고시에 따르고, 이후 「산업표준화법」에 따른 산업표준에 따라 적격품을 사용하여야 함

- 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 제42조(추락의 방지) 제3항
 - ③ 사업주는 추락방호망을 설치하는 경우에는 「산업표준화법」에 따른 한국산업표준에서 정하는 성능기준에 적합한 것을 사용하여야 한다.(2018.12.29. 시행)
- 고용노동부 고시 제2018-53호에 따라 방호장치 안전인증 고시 일부 개정(2018.12.29. 시행)
 - 내용 : 추락 또는 낙하방지망을 안전인증 대상 적용범위에서 제외(별표23 삭제)

안전 Tip

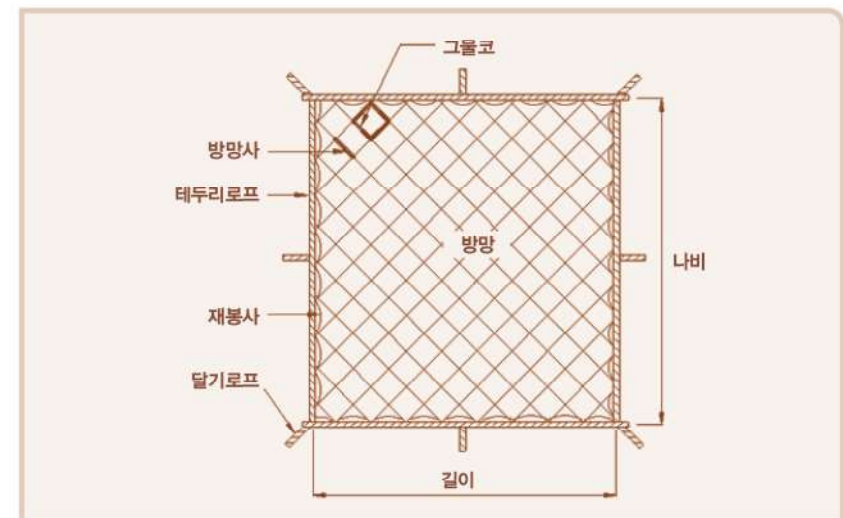
추락 및 낙하방지망 관련 개정 법령 적용 시기

- 사유 : 미국, 유럽, 일본 등에서 강제인증 규제가 없는 추락 또는 낙하방지망의 안전 인증기준을 제외함으로써 해당 업계의 부담 완화 및 신제품 개발에 대한 유연성을 향상시키기 위함
- 「산업표준화법」에 따른 한국 산업표준
 - KS F 8081 수직보호망 - KS F 8082 추락방호망
 - KS F 8083 낙하물방지망

- 안전방망의 재료는 아래 표에 적합하거나 이와 동등 이상의 물리적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

구성부분	재질
방망사, 로프 및 재봉사	KS K 0104(인조섬유의 일반 명칭)에서 정하는 나일론, 폴리에틸렌, 폴리에스테르 및 폴리프로필렌 등의 인조섬유

- 구성 : 방망사, 테두리로프, 달기로프 및 재봉사로 구성
단, 재봉사의 경우 필요에 따라 생략할 수 있음



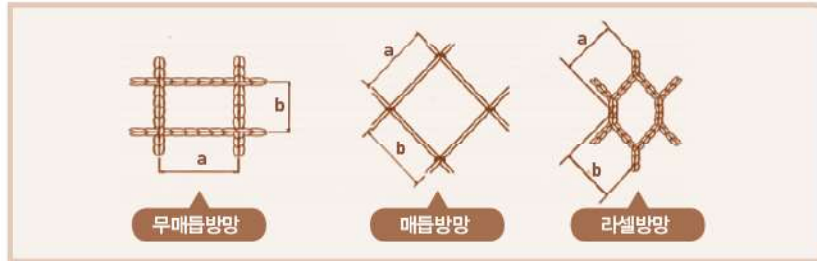
- 구조 : 그물코의 편성방법에 따라 구분한다. 다음 그림과 같이 사각 또는 마름모 형상으로서 그물코 한 변의 길이(매듭의 중심 간 거리)는 100mm 이하여야 하며, a와 b가 다른 경우에는 큰 값을 적용할 것



벽 연결용 철물의 시험성능기준



안전방망의 종류



- 달기로프는 방망의 모서리에 설치해야 하며, 방망의 길이 및 나비가 3,000mm를 넘는 것은 3,000mm 이내마다 같은 간격으로 달기로프를 설치할 것
- 달기로프 길이는 2,000mm 이상으로 한다. 다만, 1개의 지지점에 2개의 달기로프를 체결하는 경우 각각의 길이를 1,000mm 이상으로 할 수 있을 것
- 방망의 처짐은 방망의 단변 길이의 12% 이상 18% 이하일 것

• 성능

방망의 종류 그물코 한 변의 길이	무매듭방망	라셀방망	매듭방망	비고
100mm	2,400N 이상	2,100N 이상	2,000N 이상	1. 그물코 한 변의 길이에 따른 인장강도는 직선보간값 이상으로 할 것
50mm	1,310N 이상	1,150N 이상	1,100N 이상	
30mm	860N 이상	750N 이상	710N 이상	2. 그물코 한 변의 길이가 15mm 이하인 경우 15mm의 규정에 따를 것
15mm	460N 이상	400N 이상	380N 이상	

- 테두리로프 및 달기로프 인장강도는 15,000N 이상이어야 한다.
- 안전방망의 낙추에 의한 시험성능은 아래 표의 규정에 적합해야 한다.

항 목	시험 성능기준
감속도	15.0% 이하
상 태	현저한 손상 및 관통이 없을 것

▶ 수직보호망

수직보호망의 재료는 아래 표에 적합하거나 이와 동등 이상의 물리적 성질을 가진 것을 사용해야 한다.

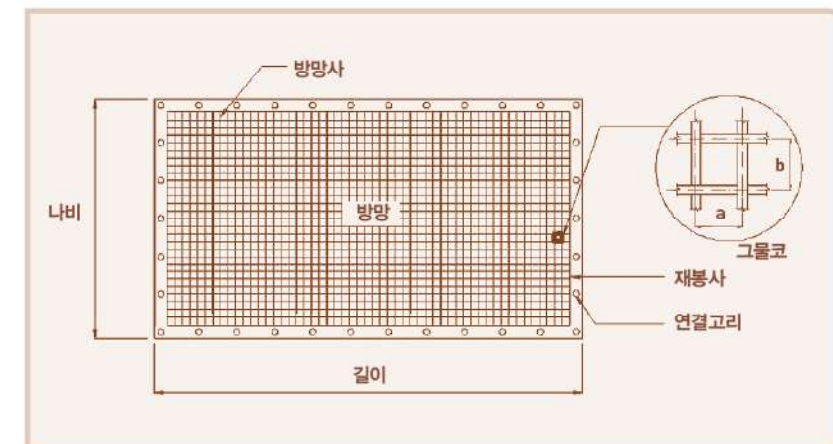
구성 부분	재 질
방망, 로프	KS K 0104(인조섬유의 일반 명칭)에서 정하는 나일론, 폴리에틸렌, 폴리에스테르 및 폴리프로필렌 등의 인조섬유
연결고리	내식성 재료 또는 도금 처리된 재료

수직보호망의 재료

5 비계 및 안전 가시설의 안전 인증 제도

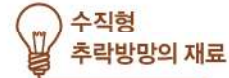
메시 시트형의 구조

- 구조 : - 수직보호망은 끊어짐, 풀림, 뒤틀림, 얼룩, 벗겨짐, 변형 등이 없어야 한다.
- 방망은 그물코 한 변의 길이가 12mm 이하여야 하고, 아래 그림에서 a와 b가 다른 경우에는 큰 값을 적용할 것
- 방망의 나비는 1,850mm 이하일 것
- 방망의 가장자리는 방망을 두 겹으로 겹친 구조로서 재봉사로 전 길이에 걸쳐서 충분히 봉합시킬 것



• 성능

항 목		시험 성능기준	비 고	
방망의 인장강도	인장강도	1,500N 이상	1. 얇은 포는 450g/m ² 이하인 것 2. 두꺼운 포는 450g/m ² 초과하는 것	
	인장강도x 늘어난 길이	70,000N·mm 이상		
연결부의 인장강도		500N일 때까지 탈락, 파괴 등의 이상이 없을 것		
		최대인장강도는 1,000N 이상		
낙하시험		낙하물인 강관이 방망을 관통하지 않을 것		
방 망 점 진	잔여 시간	얇은 포		3초
		두꺼운 포		5초
	잔진 시간	얇은 포		5초
		두꺼운 포		20초
	탄화 거리	얇은 포		200mm
		두꺼운 포	200mm	



수직형
추락방망의 재료

수직형 추락방망

수직형 추락방망의 재료는 아래 표에 적합한 것을 사용해야 한다.

구성부분	재질
방망, 테두리로프	KS K 0104(인조섬유의 일반 명칭)에서 정하는 나일론, 폴리에틸렌, 폴리에스테르 및 폴리프로필렌 등의 인조섬유 또는 내식성 금속
연결부	내식성 재료 또는 도금 처리된 재료

- 종류 : 메시시트형, 그물망형 또는 밴드형
- 구조 : - 수직형 추락방망의 전 테두리에 걸쳐 테두리로프가 있어야 한다.
 다만, 밴드 구조의 경우와 같이 별도의 테두리로프가 없는 구조는 외곽 밴드를 테두리로프로 본다.
 - 방망의 규격은 나비(수직 설치 시 높이는 1,500mm 이상, 길이는 5,000mm 이하일 것
 다만, 300mm를 초과하는 발코니 등의 치켜올림부에 설치하는 방망의 나비는 1,200mm 이상으로 할 수 있으며, 안전인증표시 외에 "발코니 등 치켜올림부 300mm 초과 전용"이 문구를 표시해야 함
 - 달기로프는 방망의 끝단에 설치해야 하며 750mm 이내마다 고정할 수 있는 구조일 것(다만, 바닥면에는 3,000mm 이내)
 - 그물코 한변의 길이는 교차지점의 중심에서 중심간 거리로서 370mm 이내로 할 것
 - 수직형 추락방망의 연결부는 2,400N의 힘으로 양끝을 당겨 견고하게 고정 할 수 있는 구조이고, 연결부의 장력 설치하중을 제품에 명시할 것



방망의
인장강도

성능

그물코 형상 등	시험성능기준
메시시트형	1,500N 이상
그물망형	안전방망의 방망사 인장강도 기준에 따름
밴드형	10,000N 이상 (다만, 그물코 한 변의 길이가 370mm보다 작은 경우의 인장강도는 최소 5,000N 이상으로서 길이 감소율의 50%를 감함)

- 수직형 추락방망의 테두리부 및 연결부(연결부품 포함), 그리고 연결부와 테두리부의 접속부 인장강도는 15,000N 이상이어야 한다.



안전인증
표시

비계의 현장 반입 시 점검사항

공통사항 : 안전인증 대상품인 경우 안전인증을 받은 제품인지 반드시 확인



단관비계용 강관

서류 확인	점검 포인트
<ul style="list-style-type: none"> • 제품 <ul style="list-style-type: none"> - 성능검정합격증 또는 안전인증서 - "안" 또는 "KCs" 마크 표시 확인 	<p>단관비계용 강관</p>

클램프

서류 확인	점검 포인트
<ul style="list-style-type: none"> • 제품 <ul style="list-style-type: none"> - 성능검정합격증 또는 안전인증서 - "안" 또는 "KCs" 마크 표시 확인 	<p>"안" 또는 "KCs" 마크 누락</p> <ul style="list-style-type: none"> • 안전인증 추가 표시 <ul style="list-style-type: none"> - 형식 또는 모델명 - 규격 또는 등급 등 - 제조자명 - 제조번호 및 제조 연월 - 안전인증번호 - 기타해당 시

5 비계 및 안전 가시설의 안전 인증 제도

> 작업대

서류 확인	점검 포인트
<ul style="list-style-type: none"> • 제품 <ul style="list-style-type: none"> - 성능검정합격증 또는 안전인증서 - “안” 또는 “KCs” 마크 표시 확인 	 <div>  <p>걸침고리(이탈 방지) 탈락 여부</p>  <p>보강재 탈락 여부</p> </div>

> 시스템비계

서류 확인	점검 포인트
<ul style="list-style-type: none"> • 제품 <ul style="list-style-type: none"> - 안전인증서 - KCs 마크 표시 확인 ※ 시스템비계의 경우 2010.12.24(안전인증대상 품목으로 추가) 이전에 생산 되어 사용되는 제품은 반드시 성능인증서 또는 시험성적서 확인 	 <p>시스템비계 수평재</p>

6 비계 관련 용어

용어의 정의

> 가설통로

공사 기간 중에 근로자의 안전한 이동과 재료의 운반을 위해 임시로 설치하는 통로로서 경사로, 계단, 사다리, 승강용 트랩 등이 있음

> 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

> 갱 폼(Gang Form)

주로 고층 아파트에서와 같이 평면상 상·하부 동일 단면 구조물에서 외부 벽체 거푸집과 거푸집 설치·해체 작업 및 미장·치장(건축) 작업발판용 케이지(Cage)를 일체로 제작하여 사용하는 대형 거푸집(작업발판 일체형 거푸집 중 하나)

> 구조해석

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

> 강관조인트

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

> 낙하물방지망

작업 도중 자재, 공구 등의 낙하로 인한 피해를 방지하기 위하여 벽체 및 비계 외부에 설치하는 망



낙하물방지망

> 달비계

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



강관조인트

6 비계 관련 용어

용어의 정의

> 달대비계

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

> 달기체인

바닥에서부터 외부 비계 설치가 곤란한 높은 곳에 작업공간 확보를 위한 달비계 설치 시 사용하는 체인 형식의 금속제 인장 부재

> 달기틀

달비계의 작업발판을 지지하는 부재

> 도괴(倒壊, collapse)

비계가 넘어지거나 무너지는 현상

> 말비계

주로 건축물의 천장과 벽면의 실내 내장 마무리 등을 위해 바닥에서 일정 높이의 발판을 설치하여 사용하는 비계

> 벽 연결용 철물(벽 이음 철물)

비계를 건물의 벽체나 기둥 등의 구조체에 연결함으로써 풍하중, 충격 등의 수평 및 수직 하중에 의한 인장 및 압축 하중을 지지하는 부재

> 받침철물

비계 기둥의 상하부에 설치하여 미끄러짐이나 침하를 방지하고 항상 수평 및 수직을 유지하도록 하는 데 사용하는 철물



고정형 받침철물



조절형 받침철물

> 발바퀴(caster)

이동식 비계의 기둥재 밑동에 조립하여 수평으로 이동이 가능하도록 하기 위하여 사용하는 바퀴



달기체인



달기틀



벽 연결용 철물



발바퀴

6 비계 관련 용어

> 발끝막이판(toeboard)

근로자의 발이 미끄러지거나, 작업 시 발생하는 잔재, 공구 등이 떨어지는 것을 방지하기 위하여 작업발판이나 통로의 가장자리에 설치하는 판재

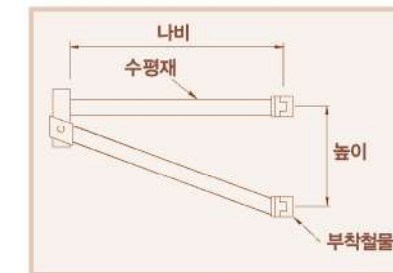
> 비계

① 표준시방서 정의 : 공사용 통로나 작업용 발판 설치를 위하여 구조물의 주위에 조립, 설치하는 가설구조물

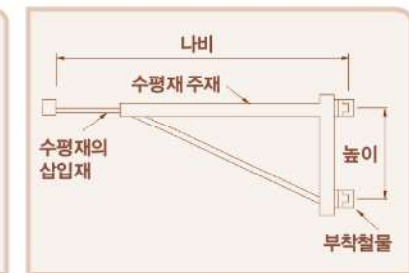
② KOSHA GUIDE 정의 : 구조물의 외부작업에서 근로자와 자재를 받쳐주기 위해 임시적으로 설치하는 작업대와 그 지지구조물

> 선반지주

구조물의 돌출 부위 등으로 인해 작업공간을 별도로 설치하여야 할 필요가 있을 때 또는 외출비계의 경우 비계 기둥에 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 비계. 고소작업에서 작업자가 작업장소에 접근하여 작업할 수 있도록 설치하는 작업대를 지지하는 가설구조물

> 안전가시설

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

> 이동식 비계

타워 형태로 조립한 틀 조립 구조의 최상층에 작업발판과 안전난간을 설치하고 각주 밑부분에 바퀴를 부착한 구조의 비계



이동식 비계

6 비계 관련 용어

용어의 정의

> 작업발판

높은 곳에서 떨어지거나 발이 빠질 위험이 있는 장소에 근로자가 안전하게 작업하고 자재 운반 등을 안전하게 할 수 있는 공간을 확보하기 위해 설치해 놓은 발판

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

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



작업발판



작업대

통로용 작업발판

> 작업발판 일체식 비계

고소의 작업을 위해 작업발판과 비계를 일체식으로 제작한 비계. 구조물 마감작업 등을 위한 작업발판 일체식 비계(작업대와 콘크리트 타설 등 구조물 공사를 위해 거푸집과 비계 및 작업발판을 일체로 제작한 거푸집·작업발판 일체식 비계가 있음)

> 주들

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

> 조립식 안전난간

떨어짐의 우려가 있는 장소에 기둥재와 수평난간대를 현장에서 조립하여 설치하는 난간

6 비계 관련 용어

> 조임철물

비계용 강관 또는 동바리 등을 조립·설치하기 위하여 강관과 강관, 강관과 형강의 체결에 사용하는 철물

• **클램프** : 강관과 강관을 연결하는 조임철물



고정 클램프

회전 클램프

이형 클램프

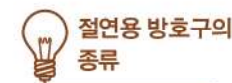
• **철골용 클램프** : 강관과 형강을 체결하는 조임철물



철골용 클램프

> 절연용 방호구

충전전로를 취급하는 작업 또는 그 인접한 곳에서 작업하는 경우, 감전 또는 선로 손상의 위험 등을 방지하기 위하여 충전 부분을 덮는 절연덮개, 선로 호스 등과 같은 기구



절연용 방호구의 종류



절연방호관(도체덮개)

선로 호스

애자 덮개

완급 덮개

> 절연 방호덮개

접촉사고를 방지하기 위하여 충전(또는 충전되지 않은) 부분을 덮는 데 사용하는 절연 재료로 만들어진 덮개로, 딱딱하거나 유연한 형체를 갖춘 상태 또는 시트 형태 등으로 제조한 것

6 비계 관련 용어

용어의 정의

> 좌굴(좌屈, buckling)

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

> 떨어짐 또는 낙하 방지망

작업자의 떨어짐 또는 낙하물 등에 의한 위험을 방호하기 위하여 설치하는 방망

- **추락방호망** : 고소작업 중 작업자의 떨어짐 및 물체의 낙하를 방지하기 위하여 수평으로 설치하는 보호망으로 낙하물방지용 방망은 그물코가 20mm 이하여야 함
- **수직보호망** : 작업장에서 가설구조물의 바깥면에 설치하여 낙하물 등의 날림을 방지하기 위하여 수직으로 설치하는 보호망
- **수직형 추락방망** : 건설현장에서 작업자가 위험장소에 접근하지 못하도록 수직으로 설치하여 떨어짐의 위험을 방지하는 방망

> 측벽용 브래킷

구조물 벽체 외부에 쌍줄비계를 설치할 목적으로 측벽에 설치하는 브래킷 형식의 부재

> 띠장들

틀형 비계를 구성하는 부재 중 하나로서 수직으로 조립되는 주들의 5단 이내마다 주들의 횡가재에 결합하여 틀형 비계를 지지하기 위한 부재

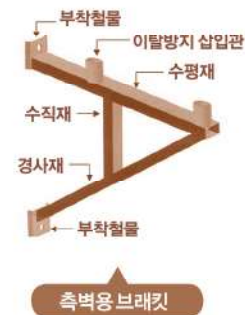


> 클라이밍 시스템

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

> 허용응력설계법

탄성이론에 따라 외력에 의한 구조물의 최대 응력이 주어진 부재의 허용응력 이하가 되도록 구조 부재를 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



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



03

산업재해 발생 형태 Types of occupational accident

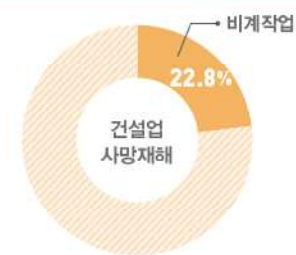


1 비계공사 사망 재해 현황

최근 5년간
중대재해조사 기준

▶ 최근 5년간 비계공사 중 발생한 사망자는 488명으로 건설업 전체(2,134명)의 22.8%를 점유하였다.

구분	건설업	비계작업
합 계	2,134	488
점유율	100%	22.8%



1 공사 규모별 현황

▶ 1억원 미만이 24.6%(120명)로 가장 많고, 이어 3억~10억원 미만, 1억~3억원 미만, 120억~800억원 미만 등의 순으로 나타났다. 특히 20억원 미만의 소규모 현장에서 발생한 사망자가 전체의 약 63%를 차지하였다.

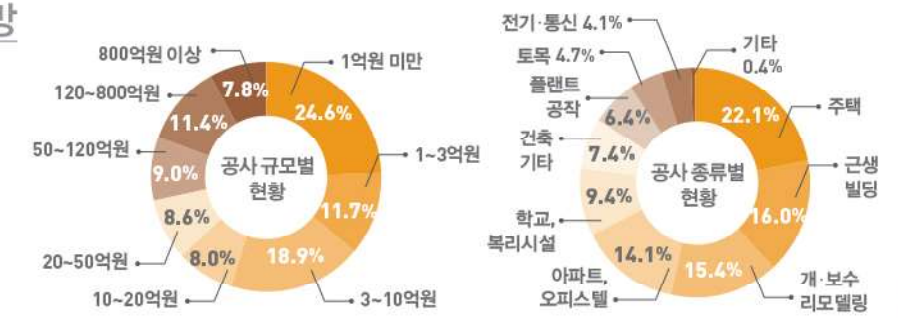
총합계	1억원 미만	1~3억원 미만	3~10억원 미만	10~20억원 미만	20~50억원 미만	50~120억원 미만	120~800억원 미만	800억원 이상
488 (100%)	120 (24.6%)	57 (11.7%)	92 (18.9%)	39 (8.0%)	42 (8.6%)	44 (9.0%)	56 (11.4%)	38 (7.8%)

2 공사 종류별 현황

▶ 주택 공사가 22.1%(108명)로 가장 많고, 다음으로 근생 빌딩, 개·보수(리모델링), 아파트(오피스텔) 등의 순이다.

총합계	주택 (단독, 다세대)	근생 빌딩	개·보수 리모델링	아파트, 오피스텔	학교, 복지 시설	건축 기타	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%)

1 비계공사 사망 재해 현황



3 발생 형태별 현황

▶ 떨어짐이 85.5%(417명)로 가장 많고, 다음으로 불균형 동작, 깔림, 감전, 무너짐, 맞음 등의 순이다.

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%)



4 비계 종류별 현황

▶ 강관비계에서 43.7%(213명)로 가장 많이 발생하였고, 다음으로 사다리, 달비계, 이동식 비계, 발판 일체형 비계 등의 순이다.

총합계	강관비계	사다리	달비계	이동식 비계	발판 일체형 비계	말비계	시스템 비계	달대 비계	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%)

* 사다리는 이동통로이나, 현황 파악을 위해 작업발판으로 사용중 재해 발생분을 포함함
 ** 발판 일체형 비계 : 작업발판 또는 거푸집을 일체형으로 제작한 비계로 강 폼, 클라이밍 시스템(ACS, RCS 등) 등



비계 종류별 현황



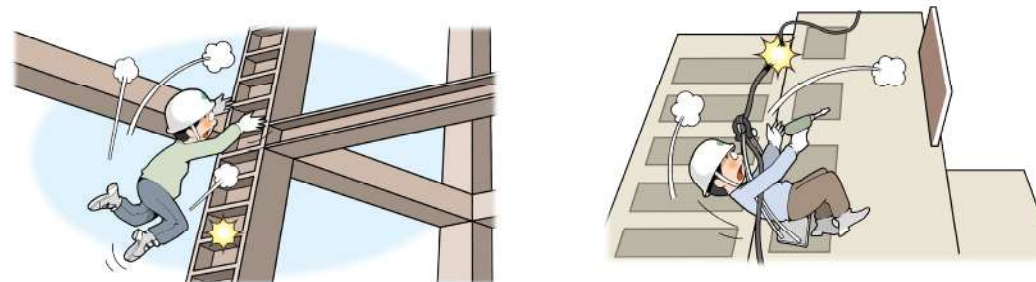
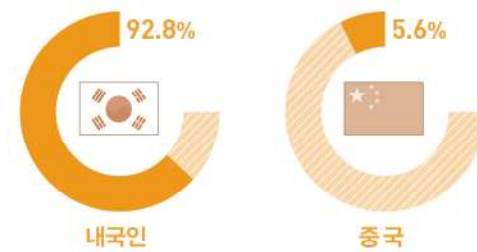
국적별 현황

▶ 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) 순이다.

단위:명

총합계	내국인 (대한민국)	외국인					
		소 계	중 국	몽 골	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%)

국적별 현황



1 비계공사 사망 재해 현황

비계작업에서 주로 발생하는 유형

- 01 작업발판 단부에 안전난간을 설치하지 않아 작업 또는 이동 중 떨어짐
- 02 외부 비계 좌굴 방지를 위한 벽 이음을 철선으로 설치하거나, 벽 이음을 설치하지 않아 비계 무너짐
- 03 외부 마감작업의 편의를 위해 이미 시공된 벽 이음 임의해체로 비계 무너짐
- 04 이동식 비계 상부에 안전난간대를 설치하지 않은 상태에서 작업하던 중 단부로 떨어짐
- 05 이동식 비계 상부에 근로자가 탑승한 상태로 이동하던 중 넘어짐
- 06 이동식 비계에 승강설비를 미설치한 상태로 승강 중 떨어짐
- 07 시스템비계의 작업발판 위에 석재 등 자재를 과적하여 시스템비계 무너짐
- 08 강관비계 수직재(기둥) 하부 침하 방지조치 미실시로 수직재가 침하되며 변형·무너짐
- 09 외부 쌍줄비계를 비폐합 구조로 설치하여 작업 중 강풍 등의 횡력에 의해 넘어짐
- 10 말비계 가장 바깥쪽 단부에서 작업 중 넘어지며 떨어짐
- 11 현장에서 목재로 제작된 말비계 위에서 작업 중 말비계가 무너지며 떨어짐
- 12 구조적으로 취약한 설비 지지대 등에 달비계 주로프를 결속하여 사용하던 중 지지대가 파괴되며 떨어짐
- 13 안전대를 미부착한 상태로 달비계 탑승 중 떨어짐
- 14 달비계 주로프를 지면에 닿지 않게 설치하여 작업 후 하강하던 중 떨어짐
- 15 달대비계의 연결부 용접 불량으로 달대비계 안에서 작업 중 떨어짐
- 16 특수비계 제작 시 용접 등의 불량으로 작업 중 무너짐
- 17 특수비계의 최대적재하중 미준수로 무너짐
- 18 비계 설치·해체 작업 중 고압선에 접촉되며 감전

2

공정·작업별 현황

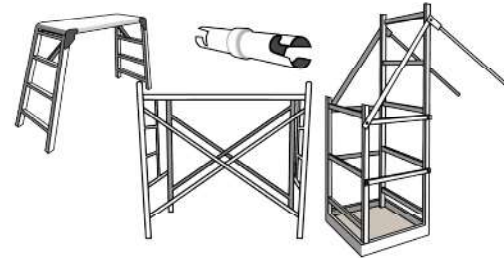
비계 종류별 개요 · 48
주요 유해·위험 요인 · 59



01

비계 종류별 개요

Summary of
scaffolds



1 비계 종류별 개요

비계작업은 용도에 따라 구조물 공사, 마감공사, 보수공사 등으로 크게 나눌 수 있으며, 구조·형식에 따라 통나무비계, 강관비계, 강관틀비계, 시스템비계, 말비계, 달비계, 달대비계, 이동식 비계, 특수비계 등으로 분류할 수 있다. 따라서, 모든 비계작업에 대해 기술하기에는 한계가 있으므로 이 '안전보건 실무길잡이'에서는 강관비계, 시스템비계 등 건설현장에서 주로 사용하고 있는 비계에 대하여 이해하도록 한다.

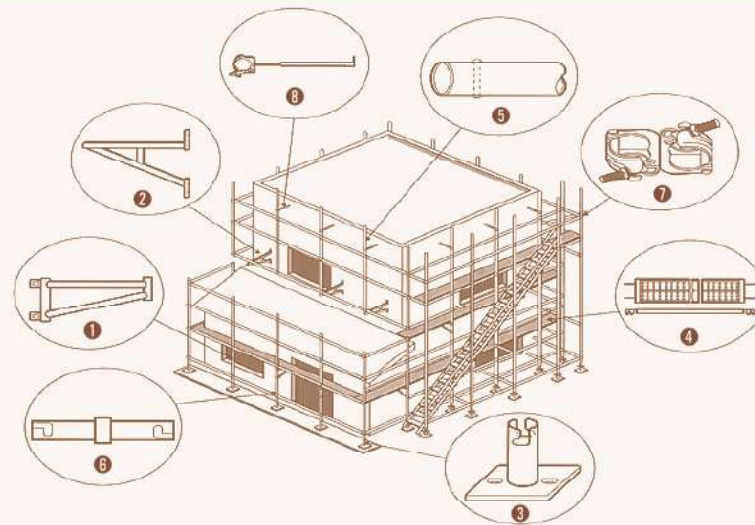
강관비계

강관비계(Steel pipe scaffold)란 강관을 이음철물이나 연결철물(클램프)을 이용하여 조립한 비계로 단관비계라고도 하며, 건설현장에서 주로 사용되고 있는 비계이다. 강관비계는 크게 쌍줄비계(본비계)와 외줄비계(외쪽비계)로 나뉜다. 쌍줄비계는 비계 기둥·띠장·장선·가새·작업발판·벽 이음철물(벽 연결용 철물)·강관조인트·클램프 및 받침철물 등으로 구성되며, 강관비계의 자중, 풍하중 및 작업하중에 의한 좌굴 및 변형 방지를 위해 최대 높이는 45m 이하로 설치하는 것을 원칙으로 한다.

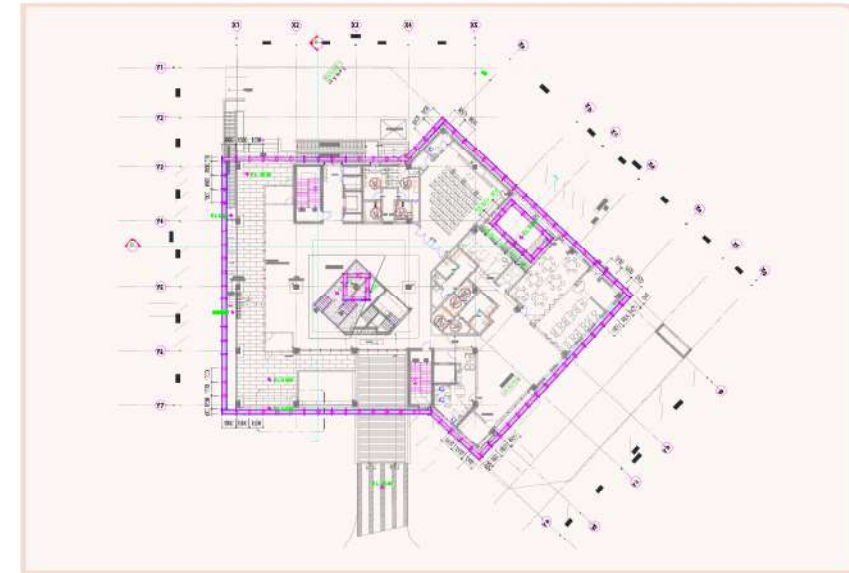
강관비계의 개념도

• 관련기준
안전인증기준,
KS F 8002

- ① 선반지주
- ② 축벽용 브래킷
- ③ 고정형 받침철물
- ④ 선외줄비계용 작업대 및 그 지지철물
- ⑤ 단관비계용 강관
- ⑥ 강관 조인트
- ⑦ 클램프
- ⑧ 벽 연결용 철물



강관 비계의 평면도

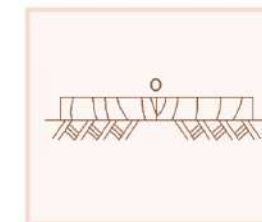


강관 비계의 단면도

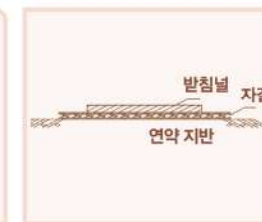


강관비계의 구성요소별 상세도와 상세 사진

침하 방지조치



깔판 설치



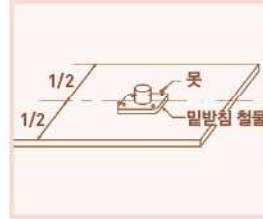
연약 지반 보강



버림 콘크리트 타설

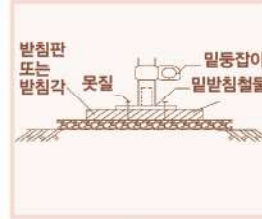
1 비계 종류별 개요

▶ 밀반침철물



밀반침철물의 고정

▶ 밀둥잡이



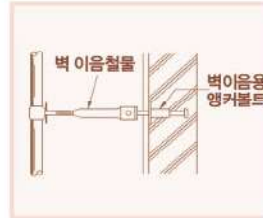
밀둥잡이 설치

▶ 기둥 2분으로 보강

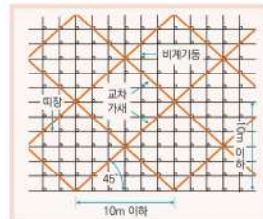


기둥 2분으로 보강

▶ 벽 이음철물



▶ 가새

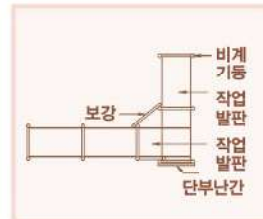


외부 교차가새 X브레이싱 보강



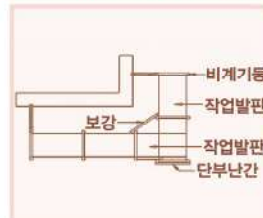
주출입구 가새 보강

▶ 우각부 보강



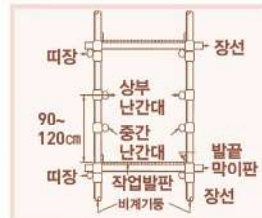
우각부 보강

▶ 비폐합구조 벽 이음 보강



비폐합구조 벽 이음 보강(최외측, 매층)

▶ 작업발판 및 안전난간



작업발판 및 안전난간 설치

▶ 추락방호망



작업발판과 벽체 사이 추락방호망

강관비계 설치 순서



01 평탄작업



02 침하방지



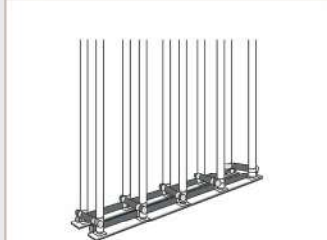
03 밀반침 철물 설치



04 기둥설치



05 밀둥잡이 설치



06 띠장 및 장선 설치



07 작업발판설치



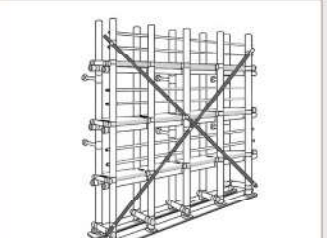
08 안전난간설치



09 벽이음설치



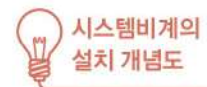
10 가새설치(10M 마다)



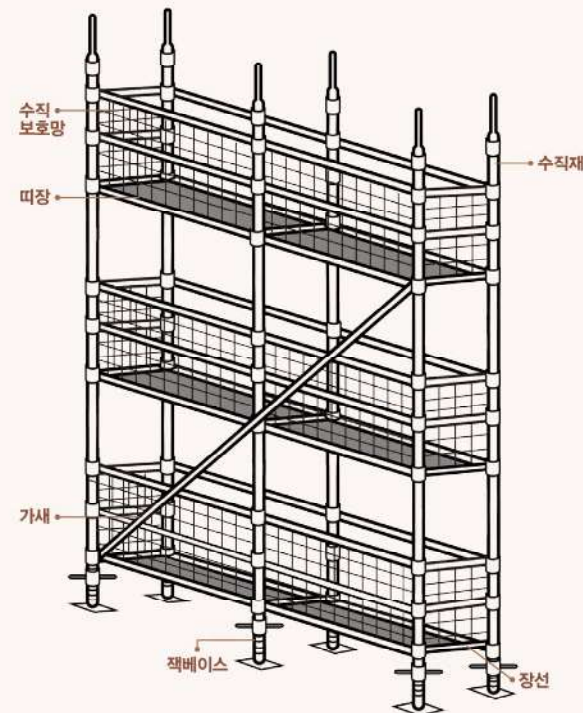
1 비계 종류별 개요

시스템비계

- ▶ 시스템비계란 수직재, 수평재, 가새재 등 각각의 부재를 공장에서 제작하고 현장에서 조립하여 사용하는 조립형 비계이다. 강관비계에 비해 설치·해체가 용이하고, 강도가 높으며, 안전성이 우수하여 최근에는 시스템비계를 설치하는 건설현장이 꾸준히 늘고 있다.
- ▶ 시스템비계는 강관비계에 비해 좌굴에 대한 저항성이 크고, 조립과 해체가 신속·용이하며, 안전성·경제성 및 작업성이 우수하다. 시스템비계는 수직재·수평재·연결조인트·받침철물·가새·벽 연결철물 등으로 구성된다. 시스템비계의 수직하중(자중, 작업하중 등), 활하중, 풍하중, 수평하중 및 특수하중 등에 의한 좌굴 및 변형 방지를 위해 가새재와 벽 이음 설치를 철저히 하고, 구조안전성 검토 후 조립도에 따라 설치하여야 한다.



시스템비계의
설치 개념도



시스템비계의 설치도와 부위별 명칭

1 비계 종류별 개요

시스템비계의 구성요소별 상세도와 상세 사진

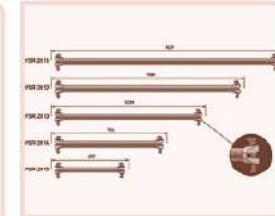
▶ 잣베이스



▶ 수직재



▶ 수평재



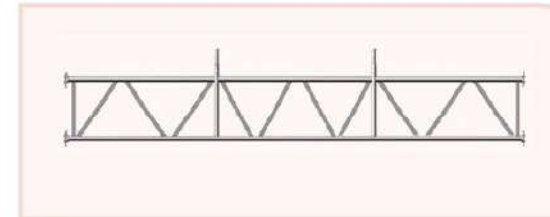
▶ 벽이음 철물



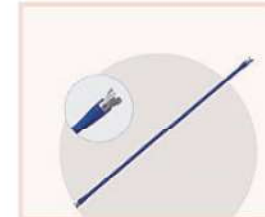
▶ 안전 발판



▶ 주출입구 트러스



▶ 가새



▶ 승강 설비

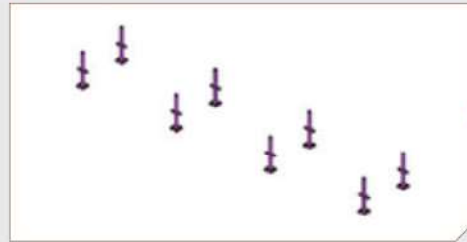


▶ 수직보호망, 추락방지망(벽체와 비계사이)

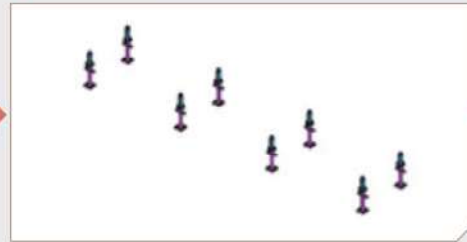


시스템비계 설치 순서(출처 : <http://www.visersystem.com>)

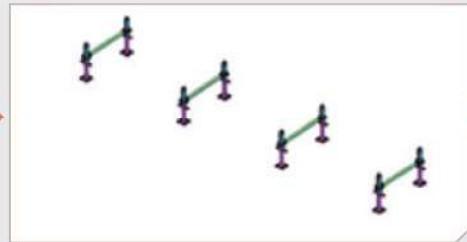
01 평탄작업



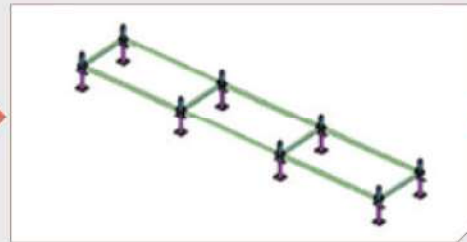
02 침하 방지



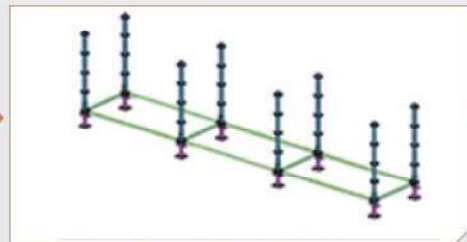
03 소켓에 장선재 설치



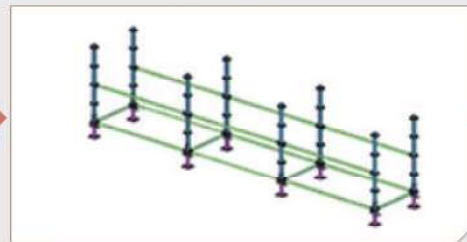
04 소켓에 띠장 설치



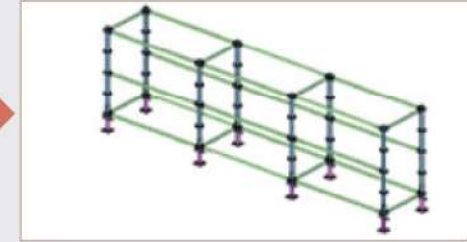
05 소켓에 수직재 설치



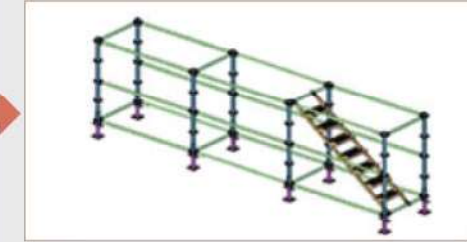
06 수직재에 안전난간대 설치



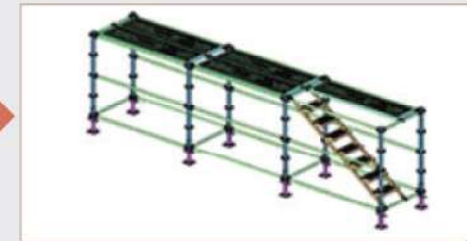
07 수직재 상단에 수평재 설치



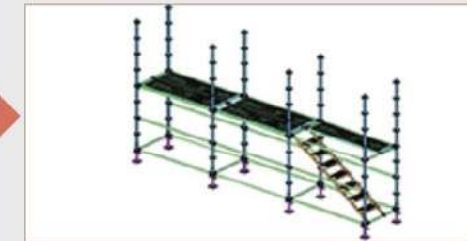
08 수평재에 가설계단 설치



09 작업발판 설치



10 2단 수직재 설치



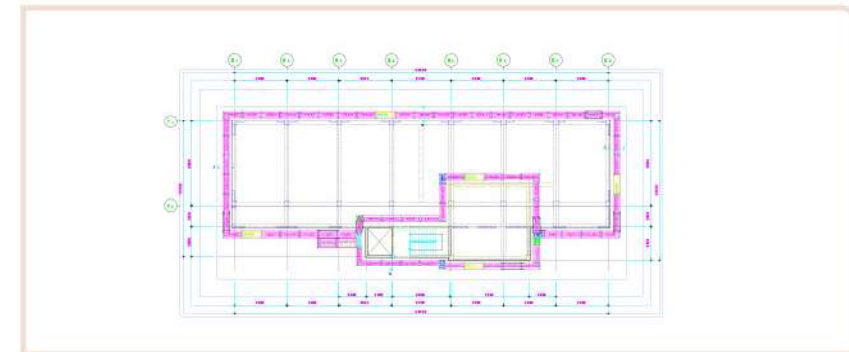
11 반복 설치



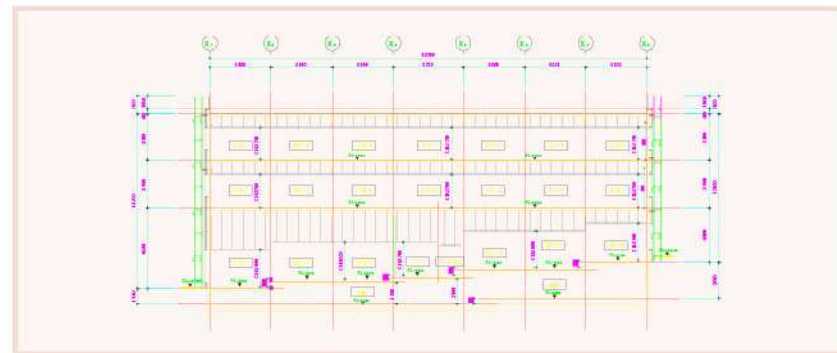
12 설치 완료



💡 시스템비계의
평면도



시스템비계의 단면도

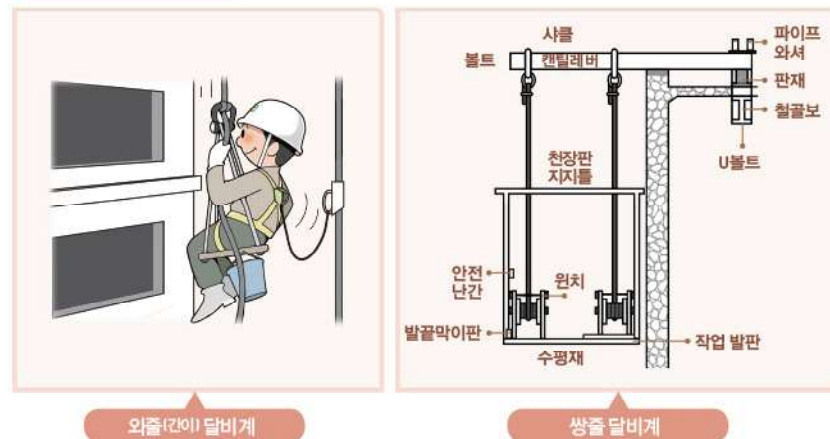


달비계

- ▶ 달비계(hanging scaffold)란 고소작업을 할 때 작업발판을 와이어로프, 달기체인 등의 재료로 상부 지점을 매다는 형식의 비계로 하부로의 이동이 가능하며, 건물의 마감 작업이나 청소작업 등의 용도로 사용된다. 달비계는 크게 외줄(간이) 달비계와 쌍줄 달비계(곤돌라 형식)로 나뉜다. 건설현장에서 건물의 도장작업 등을 위해 설치하는 달비계는 대부분 외줄(간이) 달비계이다.
- ▶ 달비계의 로프를 고정하는 곳에는 달비계 로프 고정용 전용 고리(일명 청소용 고리)를 설치하고, 8자 매듭 등으로 견고히 결속한 후 풀리지 않도록 관리하여야 한다. 또 달비계 탑승 전 별도의 안전대 부착설비(수직구명줄, 보조로프)를 설치하고 안전대를 부착하고 작업토록 관리하는 등 떨어짐 재해 예방을 철저히 하여야 한다.

달비계의 개념도

달비계의 설치도와 부위별 명칭



외줄(간이) 달비계

쌍줄 달비계

1 비계 종류별 개요

달비계의 구성요소별 상세도와 상세 사진

▶ 달비계 탑승 작업 시 부위별 명칭



• 주의사항 :

1. 보조로프는 추락방지대가 유효하게 작동될 수 있는 직경인지 반드시 확인할 것
2. 부득이하게 로프 직경을 변경하고자 할 경우 검토사항
 - 1) 소요강도 확보(2,340kgf 이상)
 - 2) 추락방지대의 사용설명서 기준에 적합한 로프 직경인지 확인

▶ 달비계 작업 시 안전관리



▶ 달비계 설치 순서

- 작업대용 로프 : 주로프, 안전대용 로프 : 보조로프



04 로프 풀림방지 시건조치



05 주로프에 샤클 걸기



06 샤클에 작업대를 걸고 샤클 고정



07 로프에 부착된 작업대를 외부로 거치



08 로프와 벽체 접촉부 보호대 설치



09 작업대 탑승전 안전대를 보조로프(구명줄)에 부착



10 로프가 지면에 닿았는지 재확인



11 작업대에 탑승



12 달비계에 탑승하여 작업



02

주요 유해·위험 요인

Major risk and hazard factors



1 강관비계

공정·작업별 내용	유해·위험요인	예방대책	산업안전보건기준에 관한 규칙
강관비계 설치 전경	<ul style="list-style-type: none"> 비계 기둥 하부 지내력 미확보로 지반 침하 시 비계 무너짐 위험 비계 작업발판 상부에 석재 등 자재 과적으로 인한 무너짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 비계 기둥 하부에는 버림콘크리트 타설, 잡석다짐, 침하방지목 설치 등 침하방지 조치 비계 작업발판에는 최대 적재하중 표지 설치 후 과적하지 않도록 관리(기둥 간 최대 400kgf 이내) 	<ul style="list-style-type: none"> 제22조(통로의 설치) 제23조(가설통로의 구조) 제24조(사다리식 통로 등의 구조) 제26조(계단의 강도) 제27조(계단의 폭) 제28조(계단참의 높이) 제30조(계단의 난간) 제32조(보호구의 지급 등) 제35조(관리감독자의 유해·위험 방지 업무 등)
강관비계 벽 이음	<ul style="list-style-type: none"> 비계 설치 중 인근 고압전선 접촉으로 인한 감전 위험 작업구간 하부에서 근로자 작업 중 낙하물에 맞음 위험 승강설비 미설치 상태에서 비계 위로 무리하게 이동 중 떨어짐 위험 비계에 벽 이음 미설치 또는 철선 등 비규격품의 벽 이음 설치로 인한 비계 무너짐 위험 마감작업의 편의를 위해 벽 이음 선 해체로 인한 비계 무너짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 비계 설치 작업 시 인근 고압전선을 아설하거나, 절연용 방호구를 설치하고, 접촉되지 않도록 관리감독 작업발판 단부에 발끝막이판 설치, 낙하물방지망 설치, 하부 근로자 통제 실시 비계에는 승강사다리 또는 가설계단을 설치 비계의 좌굴 방지를 위해 전용 철물을 사용하여 5m×5m 이내마다 벽 이음 설치 벽 이음 해체 전 동등 이상의 강도를 확보한 벽 이음을 보강하고, 벽 이음을 임의 해체하지 않도록 관리 	<ul style="list-style-type: none"> 제42조(추락의 방지) 제43조(개구부 등의 방호조치) 제44조(안전대의 부착설비 등) 제54조(비계의 재료) 제55조(작업발판의 최대적재 하중)
가설계단	<ul style="list-style-type: none"> 비계 결속부에 전용 클램프 미사용으로 인한 비계 무너짐 위험 비계 설치·해체 시 작업지휘자 미배치 상태로 근로자 단독 작업 중 떨어짐 위험 안전작업수칙 미숙지 및 무리한 작업으로 인한 떨어짐 위험 비계작업 시 안전대 미착용으로 인한 떨어짐 위험 안전모, 안전대 등 개인보호구 미착용으로 인한 부딪힘 및 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 비계 결속부는 클램프 등 전용 철물 사용하여 체결 비계 설치·해체 작업 시 작업지휘자 배치하여 지휘감독 실시 작업 시작 전 안전작업수칙 교육 비계상에서 작업 시 안전조치 없이 근로자가 임의로 올라가지 않도록 관리감독 비계 설치 및 비계상에서 작업 시 안전모, 안전대 등 개인보호구 착용 철저 	<ul style="list-style-type: none"> 제56조(작업발판의 구조) 제57조(비계 등의 조립·해체 및 변경) 제58조(비계의 점검 및 보수) 제59조(강관비계 조립 시의 준수 사항) 제60조(강관비계의 구조) 제321조(충전전로에서의 전기 작업)
가새재 설치	<ul style="list-style-type: none"> 비계 벽 이음과 가새 미설치, 비계 작업 발판에 석재 등 자재 과적으로 무너짐 작업발판 단부 안전난간대 미설치 상태로 작업 또는 이동 중 떨어짐 고압선 인근에서 비계 설치 중 고압선에 접촉되며 감전 작업발판 미설치 또는 안전대 미착용으로 비계 설치·해체 작업 중 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 강관비계 	<p>Part III. 안전보건 실무정보</p>

2 시스템비계

공정·작업별 내용	유해·위험요인	예방대책	산업안전보건기준에 관한 규칙
시스템비계 	<ul style="list-style-type: none"> 시스템비계 수직재 하부 지내력 미확보로 지반 침하 시 무너짐 위험 시스템비계 작업발판 상부 석재 등 자재 과적으로 인한 무너짐 위험 시스템비계 설치·해체 중 인근 고압선로 접촉으로 인한 감전 위험 작업구간 하부에서 작업 시 떨어지는 물체에 맞음 위험 승강설비 미설치 상태에서 시스템비계를 타고 무리하게 이동 중 떨어짐 위험 시스템비계에 벽 이음 미설치 또는 비규격품의 벽 이음 설치로 시스템비계 무너짐 위험 마감작업의 편의를 위해 벽 이음 선해체로 인한 비계 무너짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 시스템비계 수직재 하부에는 버림콘크리트 타설, 잡석다짐, 침하방지목 설치 등 침하 방지조치를 하고, 밑받침에 고저차가 있는 경우 조절용 받침철물을 사용하여 항상 수평 및 수직 유지 시스템비계 작업발판에는 최대 적재하중 표지를 설치하고 과적하지 않도록 관리 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 근로자 통제 실시 시스템비계에는 가설계단 등 승강설비 설치 시스템비계의 좌굴 방지를 위해 전용 철물을 사용하여 제조사가 정하는 기준으로 벽 이음 설치 - 제조사의 기준이 없는 경우 가로 5m 이내, 세로 5m 이내 마감작업과 간섭 시 벽 이음 해체 전 동등 이상의 강도를 확보한 벽 이음을 보강하고, 작업자 안전교육 실시 	<ul style="list-style-type: none"> 제22조(통로의 설치) 제23조(가설통로의 구조) 제24조(사다리꼴로 등의 구조) 제26조(계단의 강도) 제28조(계단함의 높이) 제30조(계단의 난간) 제32조(보호구의 지급 등) 제35조(관리감독자의 유해·위험 방지업무 등) 제42조(추락의 방지) 제43조(개구부 등의 방호조치) 제44조(안전대의 부착설비 등) 제54조(비계의 재료) 제55조(작업발판의 최대적재하중) 제56조(작업발판의 구조) 제57조(비계 등의 조립·해체 및 변경) 제58조(비계의 점검 및 보수) 제69조(시스템비계의 구조) 제70조(시스템비계의 조립 작업 시 준수사항) 제321조(총전선로에서의 전선 작업)
석공사용 벽 이음 	<ul style="list-style-type: none"> 작업지휘자 미배치 상태로 근로자 단독 작업 중 떨어짐 위험 안전작업 수칙 미숙지 및 무리한 작업으로 인한 떨어짐 위험 안전모, 안전대 등 개인보호구 미착용으로 인한 부딪힘 및 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 비계 설치·해체 작업 시 작업지휘자 배치하여 관리감독 실시 작업 시작 전 안전작업수칙 교육 시스템비계 설치 및 시스템비계상에서 작업 시 안전모, 안전대 등 개인보호구 착용 철저 	
재해 사례 <ul style="list-style-type: none"> 시스템비계 벽 이음 미설치 또는 마감작업을 위해 임의 해체로 시스템비계 무너짐 시스템비계 조립 시 작업발판 미설치 상태로 비계 위에서 작업 중 떨어짐 시스템비계의 작업발판 단부 안전난간대 미설치로 이동 또는 작업 중 떨어짐 시스템비계 조립·해체 작업 시 비계가 고압선에 접촉되며 감전 시스템비계 조립·해체 작업 시 안전대 미착용으로 떨어짐 시스템비계 작업발판 상부에 석재 등 자재 과적 및 가새재 미설치로 무너짐 			
Part III. 안전보건 실무정보 <ul style="list-style-type: none"> 시스템비계 			

3 달비계

공정·작업별 내용	유해·위험요인	예방대책	산업안전보건기준에 관한 규칙
달비계 	<ul style="list-style-type: none"> 안전 작업 절차를 무시하고 무리한 작업 실시로 인한 떨어짐 위험 수직구멍줄에 안전대 미체결로 인한 떨어짐 위험 안전모, 안전대 등 개인보호구 미착용으로 인한 떨어짐 위험 안전모 부적정 착용으로 인한 벽체 등에 부딪힘 위험 달비계 지지로프의 손상 및 부식으로 인한 끊어짐 위험 작업용 지지로프를 구조적으로 취약한 구조물에 결속하여 고정구조물(배관 받침대 등)의 부러짐이나 인발로 인한 떨어짐 위험 건물 옥상 단부에서 달비계 작업대 탑승 시 구멍줄에 안전대 미체결로 인한 떨어짐 위험 작업용 지지로프의 결속부 플림으로 인한 떨어짐 위험 수직구멍줄 미설치와 안전대 미부착으로 인한 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 근로자가 안전작업 절차를 준수하도록 교육 및 관리감독 실시 안전대는 수직구멍줄에 체결하고 작업 실시 달비계 작업 시 안전모, 안전대 등 개인 보호구를 착용 안전모는 턱끈을 체결하여 벗겨지지 않도록 올바르게 착용 달비계 지지로프는 작업 중 파단되지 않도록 견고한 것 사용 작업용 지지로프는 부러지거나 파단되지 않는 견고한 구조물에 체결 달비계 작업대에 탑승하기 전 안전대를 구멍줄에 체결 작업용 지지로프는 2개소 이상 견고한 구조물에 결속하고, 자물쇠 등을 설치하여 풀리지 않도록 관리 달비계 작업 시 수직구멍줄을 설치하고 안전대 부착 	<ul style="list-style-type: none"> 제32조(보호구의 지급 등) 제42조(추락의 방지) 제43조(개구부 등의 방호조치) 제44조(안전대의 부착설비 등) 제54조(비계의 재료) 제55조(작업발판의 최대적재하중) 제56조(작업발판의 구조) 제57조(비계 등의 조립·해체 및 변경) 제58조(비계의 점검 및 보수) 제64조(달비계의 점검 및 보수) 제66조(높은 다짐판 등의 사용금지)
로프 보호대 	<ul style="list-style-type: none"> 안전모 부적정 착용으로 인한 벽체 등에 부딪힘 위험 달비계 지지로프의 손상 및 부식으로 인한 끊어짐 위험 작업용 지지로프를 구조적으로 취약한 구조물에 결속하여 고정구조물(배관 받침대 등)의 부러짐이나 인발로 인한 떨어짐 위험 건물 옥상 단부에서 달비계 작업대 탑승 시 구멍줄에 안전대 미체결로 인한 떨어짐 위험 작업용 지지로프의 결속부 플림으로 인한 떨어짐 위험 수직구멍줄 미설치와 안전대 미부착으로 인한 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 안전모는 턱끈을 체결하여 벗겨지지 않도록 올바르게 착용 달비계 지지로프는 작업 중 파단되지 않도록 견고한 것 사용 작업용 지지로프는 부러지거나 파단되지 않는 견고한 구조물에 체결 달비계 작업대에 탑승하기 전 안전대를 구멍줄에 체결 작업용 지지로프는 2개소 이상 견고한 구조물에 결속하고, 자물쇠 등을 설치하여 풀리지 않도록 관리 달비계 작업 시 수직구멍줄을 설치하고 안전대 부착 	
추락방지대 	<ul style="list-style-type: none"> 안전모 부적정 착용으로 인한 벽체 등에 부딪힘 위험 달비계 지지로프의 손상 및 부식으로 인한 끊어짐 위험 작업용 지지로프를 구조적으로 취약한 구조물에 결속하여 고정구조물(배관 받침대 등)의 부러짐이나 인발로 인한 떨어짐 위험 건물 옥상 단부에서 달비계 작업대 탑승 시 구멍줄에 안전대 미체결로 인한 떨어짐 위험 작업용 지지로프의 결속부 플림으로 인한 떨어짐 위험 수직구멍줄 미설치와 안전대 미부착으로 인한 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 안전모는 턱끈을 체결하여 벗겨지지 않도록 올바르게 착용 달비계 지지로프는 작업 중 파단되지 않도록 견고한 것 사용 작업용 지지로프는 부러지거나 파단되지 않는 견고한 구조물에 체결 달비계 작업대에 탑승하기 전 안전대를 구멍줄에 체결 작업용 지지로프는 2개소 이상 견고한 구조물에 결속하고, 자물쇠 등을 설치하여 풀리지 않도록 관리 달비계 작업 시 수직구멍줄을 설치하고 안전대 부착 	
재해 사례 <ul style="list-style-type: none"> 달비계 고정용 로프 결속이 미흡하여 로프가 풀리면서 떨어짐 달비계 로프를 조적 기둥, 배관 지지철물 등 구조적으로 취약한 구조에 결속하여 해당 지지점이 파괴되며 떨어짐 수직구멍줄을 미설치하고 안전대를 미착용한 상태로 작업 중 떨어짐 안전대를 착용하지 않은 상태로 달비계에 탑승 중 떨어짐 달비계 주로프를 지면까지 내리지 않고 짧게 설치한 상태로 하강 중 떨어짐 			
Part III. 안전보건 실무정보 <ul style="list-style-type: none"> 달비계 			

4 가설통로

공정·작업별 내용

가설경사로



가설계단



유해·위험요인	예방대책	산업안전보건기준에 관한 규칙
<ul style="list-style-type: none"> 안전모, 안전화 등 개인보호구 미착용으로 인해 통행 중 부딪힘 및 맞음 위험 안전한 가설통로를 이용하지 않고 가설통로가 아닌 장소로 이동 시 넘어짐 또는 떨어짐 위험 가설통로 바닥의 돌출물에 걸려 넘어짐 위험 가설통로의 지지물이 하중을 견디지 못할 경우 무너짐 위험 가설통로의 폭이 좁을 경우 자재 운반 중 걸려 넘어짐 위험 가설계단 통로 발판의 미고정으로 탈락 및 넘어짐 위험 가설통로 발판에 미끄러짐 방지조치 미실시로 이동 중 미끄러짐 위험 가설통로 단부에 안전난간대 미설치로 이동 중 떨어짐 위험 가설통로 상부에 방호선반 미설치로 통행 중 낙하물에 맞음 위험 가설통로 단부에 수직보호망 미설치로 자재, 공구 등의 떨어짐 위험 경사 법면 등 근로자 임시 이동통로에 가설통로 미설치로 넘어짐 위험 가설경사로의 각도가 너무 높아 이동 중 넘어짐 위험 가설경사로에 미끄러짐방지조치 미실시로 이동 중 미끄러짐 위험 가설 경사로 하부에서 작업 중 가설경사로 상부에서 떨어지는 자재에 맞음 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 가설통로 등 현장 내에서 통행 시 안전모 등 개인보호구 착용 철저 근로자가 안전하게 설치된 가설통로를 사용하도록 교육, 위험 예지훈련 실시 가설통로 바닥에는 걸려 넘어질 돌출물이 없도록 정리·정돈 실시 가설통로 지지물은 자중 등 설계하중에 견딜 수 있도록 견고하게 설치 가설통로의 폭은 이동, 자재 운반 시 용이하도록 적정하게 유지 가설계단 통로 발판의 탈락되지 않도록 고정 철저 가설통로 발판에 미끄러짐 방지조치 실시 가설통로 단부에 낙하물 방호선반 설치 가설통로 단부의 안전난간대에 수직 보호망 설치 경사 법면 등 근로자 임시 이동통로에 가설계단 등 안전통로 설치 가설경사로는 경사 각도 30° 이내로 설치 가설경사로 경사가 15° 이상인 경우 미끄러짐 방지조치 실시 가설경사로 단부에 수직보호망 설치, 하부 위험구역 내 근로자 출입 통제조치 	<ul style="list-style-type: none"> 제3조(전도의 방지) 제13조(안전난간의 구조 및 설치 요건) 제20조(출입의 금지 등) 제21조(통로의 조명) 제22조(통로의 설치) 제24조(사다리식 통로 등의 구조) 제26조(계단의 강도) 제27조(계단의 폭) 제28조(계단참의 높이) 제29조(천장의 높이) 제30조(계단의 난간) 제32조(보호구의 지급 등) 제35조(관리감독자의 유해·위험 방지업무 등) 제37조(작업후 및 강종 시 작업 중지) 제42조(추락의 방지) 제43조(개구부 등의 방호조치) 제44조(안전대의 부착설비 등) 제54조(비계의 재료) 제55조(작업발판의 최대적재하중) 제56조(작업발판의 구조) 제57조(비계 등의 조립·해체 및 변경) 제58조(비계의 점검 및 보수)
<p>재해 사례</p> <ul style="list-style-type: none"> 가설통로 단부 안전난간대 미설치로 떨어짐 급경사로 설치된 가설통로 이동 중 미끄러짐 가설통로 지지구조 취약으로 무너짐 	<p>Part III. 안전보건 실무정보</p> <ul style="list-style-type: none"> 가설통로 	

5 안전가시설

공정·작업별 내용

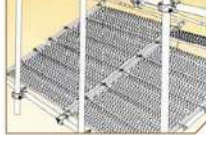
추락방호망



낙하물방지망



방호선반



안전난간대



수직형 추락방망



수직보호망



개구부 보호덮개



유해·위험요인	예방대책	산업안전보건기준에 관한 규칙
<ul style="list-style-type: none"> 추락방지망 임의해제로 인한 떨어짐 위험 추락방지망의 테두리 로프와 지지로프의 강도 부족으로 근로자 떨어질 때 파단 추락방지망의 인장 강도가 약하여 근로자가 떨어질 때 방호하지 못하고 파단 안전모, 안전대 등 개인보호구 미착용으로 인한 떨어짐 위험 낙하물방지망을 규정대로 설치하지 않아 낙하물을 방호하지 못해 재해 발생 낙하물방지망 등 안전시설을 설치 시 떨어지는 자재에 맞음 위험 안전시설을 조립·설치·해체 순서 등 작업절차 미준수로 인한 떨어짐 위험 방호선반 지지용 브래킷의 연결부 탈락으로 인한 떨어짐 위험 개구부 단부 안전난간대 설치 기준 미준수로 인한 떨어짐 위험 수직형 추락방망의 앵커 설치 미흡으로 인발되며 파손 위험 안전대 부착설비 지지점 구조적 취약 또는 구멍줄 결속 미흡으로 떨어짐 위험 수직보호망 설치 시 밀실하게 설치하지 않아 낙하물 발생 위험 개구부 보호덮개 구조적 취약으로 파손 위험 개구부 보호덮개 스톱퍼(Stopper) 미설치 등 고정 미흡으로 덮개가 밀리며 떨어짐 위험 낙하물방지망 등 안전가시설 설치 시 인근 고압선 접촉으로 인한 감전 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 추락방지망을 근로자가 임의로 해제하지 않도록 관리감독 철저 추락방지망의 테두리 로프, 지지로프는 인체의 충격 하중에 충분히 견딜 수 있는 견고한 것 사용 추락방지망은 성능시험기준에 적합한 제품 사용 안전가시설 설치·해체 작업 시 안전모·안전대 등 개인보호구 착용 철저 낙하물방지망은 10m 이내마다 벽체와 낙하물방지망 사이에 빈틈이 없도록 설치 안전시설을 설치 시 낙하물 재해 예방을 위해 하부 작업 금지 및 근로자 통제 안전시설을 조립·설치·해체 시에는 작업 순서 등 안전 작업절차를 준수하도록 관리감독 방호선반 지지용 브래킷, 클램프 등은 손상되거나 변형되지 않은 규격품 사용 안전난간대는 100kg에 견딜 수 있는 견고한 구조의 상부·중간난간대 및 발끝막이판 등을 갖춰 안전하게 설치 수직형 추락방망의 앵커는 설계도서에 따라 견고히 설치 안전대 부착설비 지지점은 구조적으로 안전한 위치에 풀리지 않도록 견고히 결속 수직보호망은 바닥면까지 연장하는 등 개구부가 발생하지 않도록 밀실하고 견고하게 설치 개구부 보호덮개는 견고한 구조로 설치 개구부 보호덮개는 스톱퍼 설치 등으로 고정하고, 상부에 “개구부 주의” 표시 부착 안전가시설 설치·해체 작업 시 최소 이격 거리 확보(3m 이상), 고압선로 이설 또는 절연용 방호구 설치 	<ul style="list-style-type: none"> 제3조(전도의 방지) 제20조(출입의 금지 등) 제21조(통로의 조명) 제22조(통로의 설치) 제24조(사다리식 통로 등의 구조) 제32조(보호구의 지급 등) 제44조(안전대의 부착설비 등) 제58조(비계의 점검 및 보수)
<p>재해 사례</p> <ul style="list-style-type: none"> 안전대 미착용으로 추락방호망·낙하물 방지망 설치·해체 중 떨어짐 덮개가 미설치된 개구부로 이동 중 떨어짐 낙하물방지망 등 안전가시설 설치·해체 중 가공전로에 감전 주출입구 방호선반 미설치로 상부에서 떨어지는 자재에 맞음 	<p>Part III. 안전보건 실무정보</p> <ul style="list-style-type: none"> 안전가시설 	