

추락조심 25 (추락조심이오)

사고사망자 160명 감소! 함께하면 할 수 있습니다





안전은 권리입니다

4대 악(惡)성 사고

떨어짐(추락) 재해 예방



Contents

-  1. 떨어짐(추락) 재해 개요
-  2. 발생 유형 및 재해예방 원리
-  3. 주요 기인물별 위험요인 및 안전대책
-  4. 떨어짐 재해예방 보호구



01

떨어짐(추락) 재해 개요





떨어짐(추락)이란?

- ❖ 사람이 중력에 의해 건축물, 구조물, 가설물, 수목, 사다리 등의 높은 곳에서 떨어지면서 다른 물체의 방해를 받지 않고 자유 낙하하는 것을 말한다.
- ❖ 떨어짐은 중력과 사물의 위치 고·저 차에 따라 발생하고, 역학적인 의미에서 위치에너지의 존재와 특별한 관계가 있으며, 떨어짐 결과 사람이 부상하거나 사망하는 것을 떨어짐(추락) 재해라 한다.





떨어짐의 구분

- ❖ 일반적으로 미끄러짐(Slip), 걸려 넘어짐(Trip), 계단에서의 추락(Fall on stairs), 고소에서의 추락(Fall from elevation) 4가지로 분류된다.
- 「미끄러짐이나 걸려 넘어짐」은 같은 높이에서 발생하여 상해의 정도가 일반적으로 작으나 작업조건에 따라 이와 같은 현상이 고소 작업장소에서 발생하게 되면 고소에서의 추락으로 전개되어 중대재해로 이어질 수도 있으므로 추락재해를 근본적으로 예방하기 위해서는 이와 같은 현상을 일으키는 요인을 제거하여야 한다는 의미에서 추락으로 분류하고 있다.





떨어짐의 구분

- ❖ ○ 「계단이나 고소에서의 추락」은 서로 다른 높이에서의 추락을 의미하며 일반적으로 상해 정도가 커지게 된다. 계단에서의 추락 현상은 일상적인 걷기에서 바닥면의 높이 차이가 1~2인치(2.54~5cm) 정도만 생겨도 발생할 수 있으므로 건설현장에서의 바닥면을 고르게 하고 계단 경우 단 높이 차이가 일정하도록 설치하여야 한다.



1

떨어짐(추락) 재해 개요



떨어짐(추락) 발생 시 물리적 현상

① 떨어진 높이와 경과시간

❖ ○ 떨어질 경우 떨어진 높이에 따른 **경과시간**은 떨어진 **높이**의 제곱근에 비례

※ 높이가 h 인 물체가 낙하하고 지면에 닿을 때의 속도를 v 라고 하면,

* 시각 t 일 때 속도(V)와 거리(S)는 각각 $V(t) = g \cdot t$ $S(t) = \frac{1}{2}(g \cdot t^2)$

* t 가 지면에 닿는 순간의 시각이라면 $S(t) = h$ 이므로 $h = \frac{1}{2}(gt^2)$

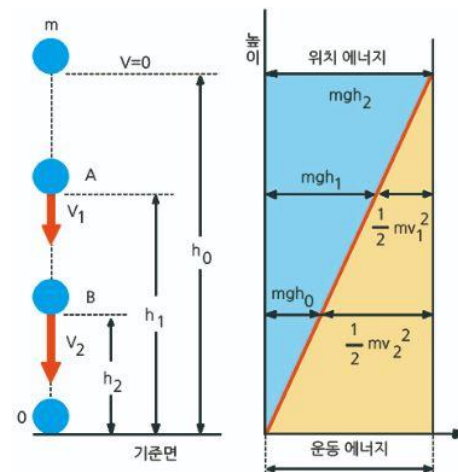
$$\therefore \text{추락 경과시간 } T(s) = \sqrt{(2h/g)}$$

Where, g : 중력가속도(9.8m/s^2)

【에너지 보존의 법칙】

○ 위치에너지와 운동에너지의 총합은 일정하게 보존
 $- mgh = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v^2 = 2gh$

$$\therefore \text{추락 속도 } v = \sqrt{(2gh)}$$





떨어짐(추락) 발생 시 물리적 현상

- 떨어질 때의 **속력**은 **경과시간에 비례**하여 증가하게 되므로 떨어질 때의 속력은 아래 표에서 보는 바와 같이 빠른 속력으로 증가하며 떨어짐

■ 떨어진 높이에 따른 떨어짐 경과시간과 속력

떨어진 높이(m)	0.3	1.2	1.8	2.7	4.9	7.6	11.0	14.9
떨어짐 경과 시간(초)	0.25	0.49	0.61	0.74	1.00	1.25	1.50	1.74
속도(m/s)	2.42	4.85	5.94	7.27	9.80	12.20	14.68	17.09
속력(km/h)	8.73	17.46	21.38	26.19	35.28	43.94	52.86	61.52

(Question)

👉 1sec 동안 떨어지는 높이는? **4.9 m**

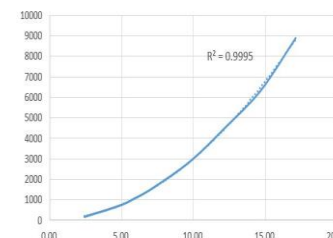
👉 30.5m 추락하는데 걸리는 시간은? **2.49 sec**



떨어짐(추락) 발생 시 물리적 현상

② 떨어진 높이와 충격력

- ❖ ○ 떨어짐에 의해 받은 충격력은 떨어진 속도의 제곱에 비례하여 증가하므로 5.0m 정도 높이에서 떨어질 경우 자기 체중의 약 10배의 충격력을 받아 치명적 부상 또는 사망



용어 정리

- 충격량(I =impulse) : 물체가 받은 충격의 정도를 나타내는 물리량으로 크기와 방향을 가지며, 물체에 작용하는 힘과 힘이 작용하는 시간의 곱
- 충격력 : 물체에 충격이 가해지는 동안의 평균적인 힘

$$\begin{aligned} \text{충격량(kg}\cdot\text{m/s)} &= \text{운동량의 변화} = \text{힘} \times \text{시간}, I = f \Delta t = mg \Delta t \\ &= m \Delta v = m \sqrt{2gh} \quad \left[\text{where, } f = mg, v = gt = \sqrt{2gh} \right] \end{aligned}$$



떨어짐(추락) 발생 시 물리적 현상

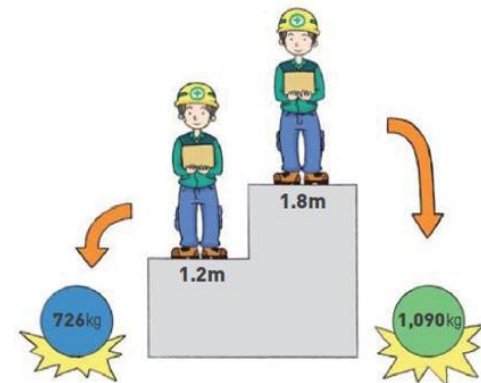
■ 떨어진 높이에 따른 속도와 충격력

떨어진 높이(m)	0.3	1.2	1.8	2.7	4.9	7.6	11.0	14.9
속도(m/s)	2.42	4.85	5.94	7.27	9.80	12.20	14.68	17.09
충격량(kg·m/s)	198	396	485	594	801	997	1,200	1,396
충격력(N)	182	726	1,090	1,634	2,906	4,540	6,356	8,898

※ 상기 속도 및 충격량 계산은 순수 이론값으로 81.7kg(180 파운드)의 근로자를 기준으로 했으며, **충격력**은 미국 산업교육원에서 발표한 충격시간에 대한 **실험값**을 가지고 계산된 것으로 추정

【 떨어짐 재해의 상해 정도 】

떨어진 높이가 **높을수록**, 떨어진 장소가 콘크리트 등과 같이 **딱딱할수록**, 신체 충격 부위가 **머리 부위**이고 **고령자**일수록 상해의 정도가 크게 나타난다.





떨어짐(추락) 발생 시 물리적 현상

- ❖ (재해 사례 예시) 안전모를 착용하지 않은 근로자(체중 72kg)가 높이 3m의 말비계에서 떨어져 머리가 먼저 바닥에 닿는 경우



- 추락속도 = $\sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 3} \approx 7.7[\text{m/s}]$
- 충격량 = $72\text{kg} \times 7.7\text{m/s} = 554[\text{kg} \cdot \text{m/s}]$
 $\Rightarrow 554 > 500$ (인간 두개골의 내 충격력)

- 추락속도 = $\sqrt{2gh} \leftarrow mgh = \frac{1}{2} mv^2$
 추락시간 = $\sqrt{2h/g} \leftarrow h = \frac{1}{2} gt^2$
- 충격량 : 운동량의 변화량, 운동량(P)= mv
- 충격력 : 물리적 손상을 입히는 요인
 - 충격력(N)= $P/\Delta t$ (충돌시간 \uparrow , 충격력 \downarrow)

02

발생유형 및 재해예방 원리





떨어짐 재해 발생유형

- ❖ 인적·물적 요인에 의한 안전시설물 미설치, 설치된 안전시설물 미활용, 개인보호구 미착용 등 안전기준 및 안전수칙 미준수, 작업방법 및 작업순서 불량 등의 원인으로 유사·동종형태의 떨어짐 재해가 지속적으로 발생
- 이동통로로 사용되어야 할 사다리를 작업발판으로 사용 작업 중 떨어짐
- 떨어짐의 위험이 있는 잘못된 방법 및 작업 순서로 인한 작업 중 떨어짐
- 설비 등을 이용한 고소작업 시 장비 결함 및 안전수칙 미준수로 떨어짐



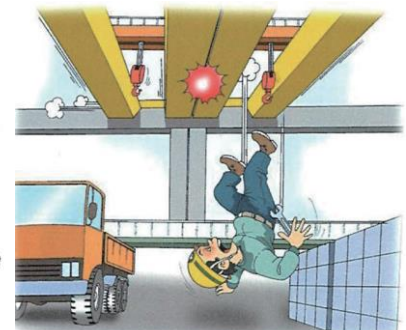
사다리에서 떨어짐



지붕에서 떨어짐



화물자동차에서 떨어짐

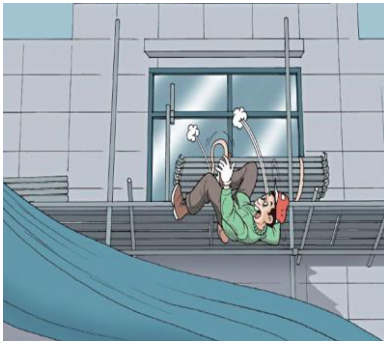


크레인 점검 중 떨어짐



떨어짐 재해 발생유형

- ❖ ● 작업발판 미설치 또는 불량한 작업발판의 설치에 의한 떨어짐
- 이동을 위한 통로의 미설치 또는 불량한 통로 설치로 이동 중 떨어짐
- 안전시설물 미설치 상태로 작업 중 떨어짐
- 설치된 안전시설물이 불량하거나 해체한 후 작업 중 떨어짐
- 보행 중 실족, 미끄러짐 또는 점검 등의 작업 중 개구부에 떨어짐
- 개인보호구를 착용하지 않고 작업 중 떨어짐



강관비계 해체 시 떨어짐



이동식 비계에서 떨어짐



맨홀, 개구부에서 떨어짐



지게차 포크에서 떨어짐



떨어짐 재해 예방의 기본

【 떨어짐 재해 예방조치 우선 순위 】

① 근원적인 떨어짐 재해 예방 ② 방지 또는 방호설비 등에 의한 떨어짐 재해 예방 ③ 개인방호 설비에 의한 떨어짐 재해 예방 순으로 조치

① 근원적인 떨어짐 재해 예방

- ✚ ○ 설계단계에서 부터 안전 확보를 위한 작업방법을 고려하고, 방호시설 설치계획 수립 등 떨어짐 재해 방지 대책 반영
- 작업계획 수립단계에서 위험성 평가 실시를 통해 떨어짐 재해 위험요인 사전 제거 등 떨어짐 재해 방지를 위한 작업환경 조성

※ 고소작업을 지상에서 수행할 수 있도록 하는 등 고소작업 제거 또는 고소작업이 불가피 시 기계화, 무인 자동화 등 근원적인 떨어짐 재해 방지대책 수립



떨어짐 재해 예방의 기본

② 방지 또는 방호설비 등에 의한 떨어짐 재해 예방대책

- ✚ ○ 악천후 시 작업금지, 떨어짐 재해 위험이 없는 상태로 작업방법 변경, 작업 장소 개선 등 떨어짐 재해 방지조치
- 개구부 덮개 설치, 안전기준에 적합한 구조의 안전난간 설치, 방호벽의 설치, 경고 라인, 사다리 등받이 울 등 떨어짐 방지설비 설치





떨어짐 재해 예방의 기본

- ❖ ○ 떨어짐 방지망 설치, Air bag 설치 등 떨어짐 방호설비 설치

※ 떨어짐 방지조치 또는 떨어짐 방지설비의 설치가 합리적으로 적용 가능하다면
떨어짐 방호설비 선정 전에 적용

③ 개인방호설비에 의한 떨어짐 재해 예방대책

- ❖ ○ 떨어짐 방지설비 설치로 떨어짐 위험에 노출되는 것을 예방할 수 없거나,
작업상 적합하지 않을 때에는 떨어짐에 의한 영향을 감소시키기 위해
안전대 등 개인용 떨어짐 방호설비를 사용하여야 한다.

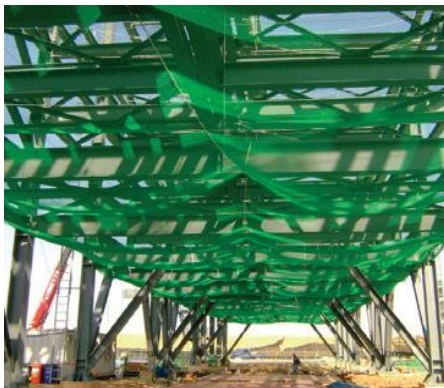
※ 개인용 떨어짐 방호설비는 사고의 결과로 오는 상해의 정도를 최소화하기
위한 안전대책이므로 부득이한 경우에 한하여 제한적으로 사용



떨어짐 재해 예방의 기본

※ 추락 방지(Fall Protection) 시스템 형태

- 떨어짐 방지망 : 별도의 훈련이 필요 없는 수동적인 떨어짐 방지 시스템으로 고소에서 작업자, 자재 또는 장비 등이 떨어지는 것을 방지하는 역할



수평 떨어짐 방지망



수직 떨어짐 방지망



떨어짐 방지용 그네식 안전대

- 안전대 : 떨어짐 방지망 설치 보다 더 복잡하고, 작업자가 적절하게 사용하도록 하기 위해 교육 및 훈련이 요구되는 수동적인 개인 추락저지 시스템



떨어짐 재해 예방계획 수립 8단계

- ❖ ❶ 떨어질 위험성이 있는 작업이나 지역에 대한 **위험요인 분석**을 실시한다.
- ❷ **안전한 공법**이나 **작업방법의 선정**을 통한 위험요인을 제거한다.
- ❸ 가능한 안전난간 접근 금지조치와 같은 추락 자체가 일어날 수 없는 **추락 방호시스템 적용**을 계획한다.
- ❹ 사업장의 떨어짐 위험장소에 **떨어짐 방지망 설치** 또는 작업자의 **안전대 착용** 등 적합한 추락방지시스템 적용을 계획한다. .
- ❺ 떨어짐 위험장소에 필요한 수평·수직 추락 방지조치에 따른 적합한 **고정점(Anchorages)**을 **확보**하기 위해 전문적인 분석을 실시한다.
- ❻ 떨어진 근로자를 **구조(Rescue)**하기 위한 **설비나 장비** 등을 계획한다.
- ❼ 떨어짐 방지와 구조 등 모든 상황을 대비한 **훈련 프로그램**을 **수립**한다.
- ❽ 위의 모든 사항이 포함된 **떨어짐 방지계획**을 **문서화**한다.

03

주요 기인물별 위험요인 및 안전대책

① 사다리



② 개구부



③ 지붕



④ 화물자동차



⑤ 이동식 비계



⑥ 강관 비계



⑦ 달비계





① 사다리 이용 이동 중 떨어짐

- ❖ 사다리는 이동통로이므로 작업발판으로 사용을 지양하고, 고소 작업 시 안전성이 확보된 비계 또는 고소작업대 등을 사용

사고발생 선행요인

- 사다리 하단 미끄럼 방지조치 및 넘어짐 방지조치 미실시
- 견고치 않은 구조의 사다리 이용
- 사다리 설치각도 무리하게 확장 사용
- 물건을 손에 들고 사다리 승강
- 강도 불량, 변형된 사다리 사용
- 안전모 등 개인 보호구 미착용

재해예방 대책

- 미끄럼 방지장치 설치 및 넘어짐 방지조치(썰기·결속 등) 철저
- 사다리 상·하부 전도방지조치 실시
- 사다리 설치 각도는 75° 이내로 유지
- 맨손 상태에서 사다리 승강
- 별도 자재 운반계획 수립
- 파손 없는 견고한 금속제 사다리 사용
- 안전모, 안전대 등 보호구 착용 철저



① 사다리 이용 이동 중 떨어짐

■ (재해사례) 사다리 이용 보안등 교체작업 중 떨어짐



발생개요

- 빌딩 비상계단에서 A형 이동식 사다리를 사용하여 약 2.95m 높이의 보안등 교체 작업 중 사다리가 측면으로 넘어지면서 계단으로 떨어져 사망

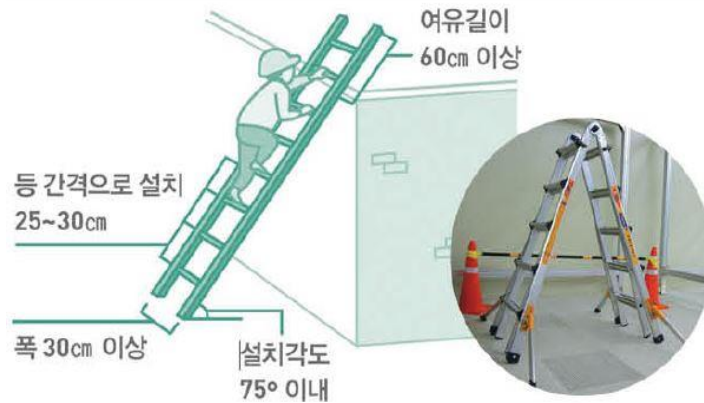


예방대책 준수사항

- 비계 조립을 통한 작업발판 설치 또는 안전성이 확보된 작업 발판형 사다리 등을 사용
- 높이 2m 이상 고소작업 시 안전모, 안전대 등 보호구 착용
- 버팀대 설치 및 2인 1조 작업



① 사다리 이용 이동 중 떨어짐



사다리 안전설치 방법



사다리형 작업발판(예시)





② 지붕 위에서 작업 중 떨어짐

- ❖ 지붕 작업 시 떨어짐에 의한 사망재해는 ① 경사 지붕 단부 안전난간 미설치, ② 안전대 미착용, ③ 지붕 파손으로 인해 주로 발생

사고발생 선행요인

- 개·보수 작업 중 슬레이트 및 채광용 지붕 (Sun-Light) 파손
- 슬라브 단부 등 지붕의 위험지역 및 구조 등을 인지 못한 상태로 작업
- 안전모, 안전대 등 개인 보호구 미착용
- 안전대 걸이시설 없이 작업
- 지붕에서 이동 중 돌출물에 걸려 넘어짐

재해예방 대책

- 작업 시 폭 30cm 이상의 안전한 작업발판 또는 추락방호망 설치
- 작업 전 위험성평가 및 교육 실시
- 안전난간 설치 등 위험요인 제거 후 작업
- 개인보호구 착용하고 작업토록 관리
- 안전대 걸이시설을 설치하고 안전대 착용 후 작업 실시
- 돌출물 제거, 자재 정리 등 실시 후 작업



② 지붕 위에서 작업 중 떨어짐

■ (재해사례) 경사 지붕 위에서 작업 중 떨어짐



발생개요

- 건축물 보관창고 지붕에 올라 비닐천막을 씌우고 이동하던 중 잘못 밟은 채광창(PVC 골판)이 깨지면서 약 5.4m 바닥으로 떨어져 사망



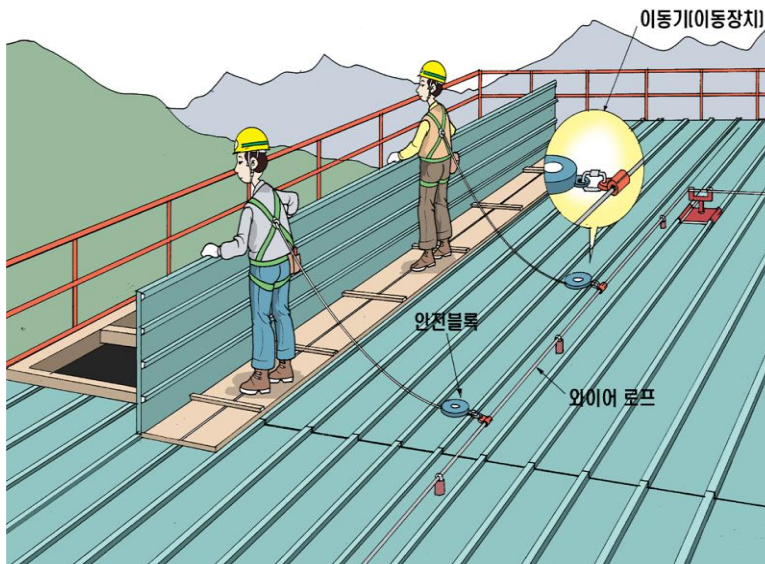
예방대책 준수사항

- 폭 30cm 이상의 발판 혹은 안전방망 설치 등 지붕 위에서 떨어짐 위험방지 조치 실시
- 안전대 부착설비 설치 및 안전대, 안전모 등 보호구 착용

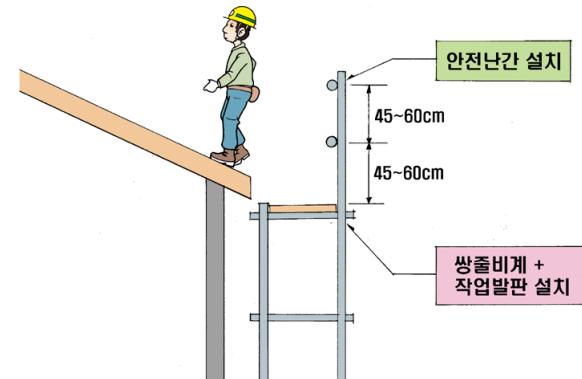


② 지붕 위에서 작업 중 떨어짐

※ 지붕 작업 시 안전 작업방법



트롤리 시스템 (예)



지붕 단부 작업발판 겸용 안전난간



경사진 지붕 안전시설 설치(예)



③ 화물자동차 상·하차 작업 중 떨어짐

- ❖ 화물 상·하차 작업 중 ① 화물 적재 및 하역 중에 적재함이나 차량 상부, 화물 위에서 떨어짐, ② 적재함에 탑승하여 주행 중 떨어짐, ③ 손상된 짐걸이 로프 작업 중 떨어짐 등으로 인해 사망재해 발생

사고발생 선행요인

- 화물자동차 전용 승강설비 없이 승강
- 불안정한 적재물 위로 승강
- 화물 위에서 이동 및 중량물 취급
- 적재함에 탑승하여 차량 이동
- 안전모, 안전대 등 보호구 미착용

재해예방 대책

- 전용 승강설비 사용
- 적재물 승강 철거
- 고소작업에서 중량물 이동 작업 금지
- 적재함 탑승 제한, 부득이한 경우 방호울 등 떨어짐 방지 조치 후 작업
- 개인보호구 착용 및 관리 감독 철저



③ 화물자동차 상·하차 작업 중 떨어짐

■ (재해사례) 중량물을 싣던 중 적재함에서 떨어짐



발생개요

- 화물 적재로 적재함 측면이 발 디딜 공간이 협소하여 적재함 이동 중 균형을 잃고 약 1m 높이에서 떨어져 사망



예방대책
준수사항

- 적재함 이동통로가 없는 경우 별도 작업발판 등으로 안전한 작업공간 확보
- 떨어짐 위험장소에서 작업 시 안전모 지급 및 착용토록 관리 감독 철저



③ 화물자동차 상·하차 작업 중 떨어짐

※ 기타 상·하차 작업 시 안전수칙

- 화물 상·하차 지역에는 관계자 외 출입제한 조치 등 유도자를 배치 후 작업
- 2m 이상 높이에서 작업 시 안전한 승강설비 설치,
떨어짐 위험장소에서 작업 시 안전모 착용
- 화물의 짐걸이용 섬유로프·용구 등은 사전 점검





④ 개구부로 떨어짐

- ❖ 개구부는 ① 작업 및 보행 중 실족이나 미끄러짐, 헛디딤에 의한 떨어짐,
② 점검·보수·청소 등의 작업 중 떨어짐 등으로 인해 사망재해 발생

사고발생 선행요인

- 바닥 개구부 덮개 미설치, 미고정 및 개구부 표시 미실시
- 개구부 단부에서 불안정한 작업
- 방호울, 안전난간 미설치
- 안전시설 해체하고 작업 또는 미복구
- 주변 조명 미설치로 적정 조도 미확보
- 개구부 주위에서 안전대 미착용

재해예방 대책

- 개구부는 상시 덮개를 설치하고 이동되지 않도록 고정하며 경고표지 설치
- 추락할 위험이 있는 장소에는 안전난간, 울타리 등의 설치로 접근 제한
- 안전시설 해체 사유 소멸 시 원상회복
- 최소 75럭스 이상 조도 확보
- 조명등 설치 및 휴대용 조명기구 사용
- 개인보호구 착용 및 관리 감독 철저



④ 개구부로 떨어짐

■ (재해사례) 아파트 기계실 집수정 개구부에서 떨어짐



발생개요

- 아파트 기계실 내의 집수정 개구부 안에 빠진 수공구(스패너)를 꺼내려는 과정에서 신체의 중심을 잃고 하수 집수정 아래로 떨어짐



예방대책
준수사항

- 떨어질 위험이 있는 개구부에는 안전난간, 덮개 등의 방호 조치 실시
- ✓ 덮개 설치 시 뒤집히거나 개구부 내부로 떨어지지 않도록 설치하며, 어두운 장소에서도 알아볼 수 있도록 개부임을 표시



떨어짐 재해 예방의 기본

※ 개구부 덮개 설치 등에 관한 사항

- 덮개 재료는 손상, 변형 및 부식이 없는 것으로 설치
- 덮개의 크기는 개구부보다 10cm 정도 크게 설치
- "추락 주의", "개구부 주의" 등의 안전표지 조치
- 덮개는 바닥면에 밀착시키고 움직이지 않게 고정
- 임의 제거 금지(작업상 부득이 해체한 경우 작업 종료 후 즉시 원상 복구조치)





⑤ 이동식 비계 사용 작업 중 떨어짐

- ✚ 이동식 비계에서 주로 떨어짐 사망재해는 ❶ 작업발판 설치불량, ❷ 작업 발판 단부 안전난간 미설치, ❸ 벽이음, 아웃트리거 등 넘어짐 방지 조치 미흡 등으로 인해 주로 발생

사고발생 선행요인

- 이동식 작업대 위에서 중량물 취급
작업 중 몸의 균형 상실
- 불량 조립·설치된 작업대 뒤틀림
- 목재, 벽돌 등을 기둥 고임재로 설치·사용
- 이동식 작업대 탑승한 채로 이동
- 승강설비가 미설된 이동식 작업대 승강

재해예방 대책

- 발판 단부에 추락방지용 안전난간
설치, 작업자는 안전대를 걸고 작업
- 전용 철물로 벽이음 견고히 설치
- 폭이 넓고 견고한 재료의 고임재 사용
- 작업대 이동 시 근로자 탑승 금지
- 승·하강 시 반드시 승강설비 사용



⑤ 이동식 비계 사용 작업 중 떨어짐

■ (재해사례) 이동식 비계 발판에서 전선 작업 중 떨어짐



발생개요

- 이동식비계(2단) 발판에서 창고내부 천장 전선관에 입선 작업을 하던 중 작업발판 단부에서 실족하여 약 3.5m 콘크리트 바닥으로 떨어짐



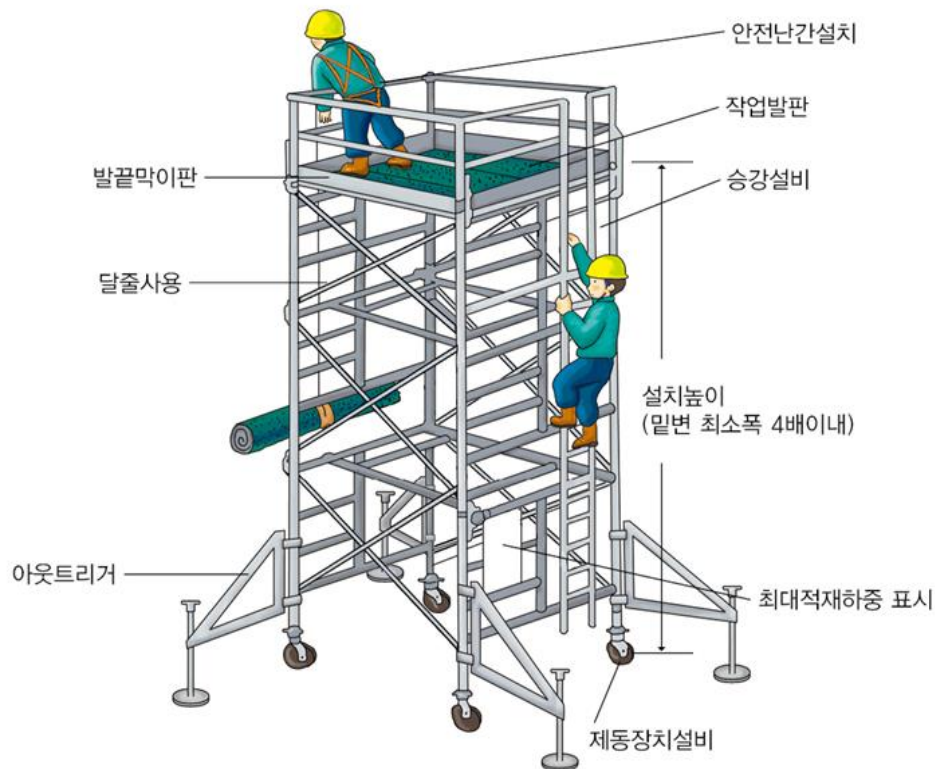
예방대책 준수사항

- 이동식 비계의 안전조치(안전난간 설치, 바퀴 고정, 넘어짐 방지조치) 철저
- 떨어짐 위험장소에서 작업 시 안전모 지급 및 착용토록 관리감독 철저



⑤ 이동식 비계 사용 작업 중 떨어짐

※ 이동식 비계 설치 표준도





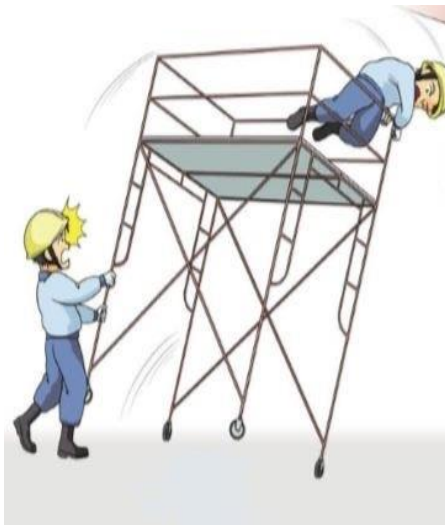
⑤ 이동식 비계 사용 작업 중 떨어짐

주요 재해 사례

- 이동식 비계가 뒤로 밀리면서 떨어짐



- 근로자 탑승 상태에서 이동 중 떨어짐



- 발판 끝부분에서 작업 중 떨어짐



예방 대책

- 바퀴 구름방지 조치 (브레이크 잠금 또는 썰기 설치)

- 근로자 탑승 상태에서 이동 금지

- 발판 끝부분 떨어짐 방지용 안전난간 설치



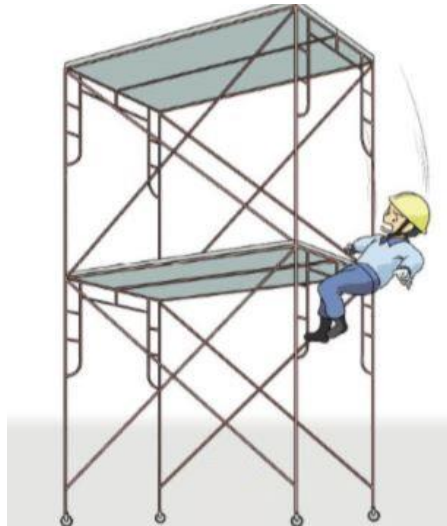
⑤ 이동식 비계 사용 작업 중 떨어짐

주요 재해 사례

- 작업 중 발판의 수평 개구부로 떨어짐



- 주틀을 밟고 내려 오던 중 떨어짐



- 외부로 몸을 내밀고 작업 중 떨어짐



예방 대책

- 작업 발판 밑실 설치

- 전용 승강설비 설치

- 적정 작업 위치에 이동식 비계 설치



⑤ 이동식 비계 사용 작업 중 떨어짐

※ 추락 사고 예방! 안전을 위한 당신의 선택은?

출처 : 세계노동기구(ILO)





⑥ 강관비계에서 떨어짐

- ❖ 강관비계에서 주로 떨어짐 사망재해는 ① 작업발판 미설치 및 미고정, ② 작업발판 단부 안전난간 미설치, ③ 안전모, 안전대 미착용 등으로 발생

사고발생 선행요인

- 비계의 작업발판 단부 안전난간 미설치
- 작업발판 미설치, 작업발판 미고정, 또는 불량한 작업발판 설치
- 안전난간 및 비계 기둥과 구조물 사이 연결통로 미설치
- 벽이음 미설치 또는 임의 해제
- 안전대를 착용하지 않고 작업

재해예방 대책

- 안전기준에 적합한 안전난간 설치
- 비계의 높이가 2m 이상인 장소에서 작업 시 견고한 구조의 작업발판 설치
- 외부 비계 이동 통로 확보
- 비계와 구조물 사이 추락방호망 설치
- 벽이음 설치 및 비계 해체 방법 개선
- 안전모, 안전대 등 개인보호구 착용



⑥ 강관비계에서 떨어짐

■ (재해사례) 작업발판 단부에서 떨어짐



발생개요

- 외부비계 작업발판 위에서 드라이비트 작업 중 중간 난간대가 미설치된 작업발판 단부로 떨어져(H≒12.8m) 사망



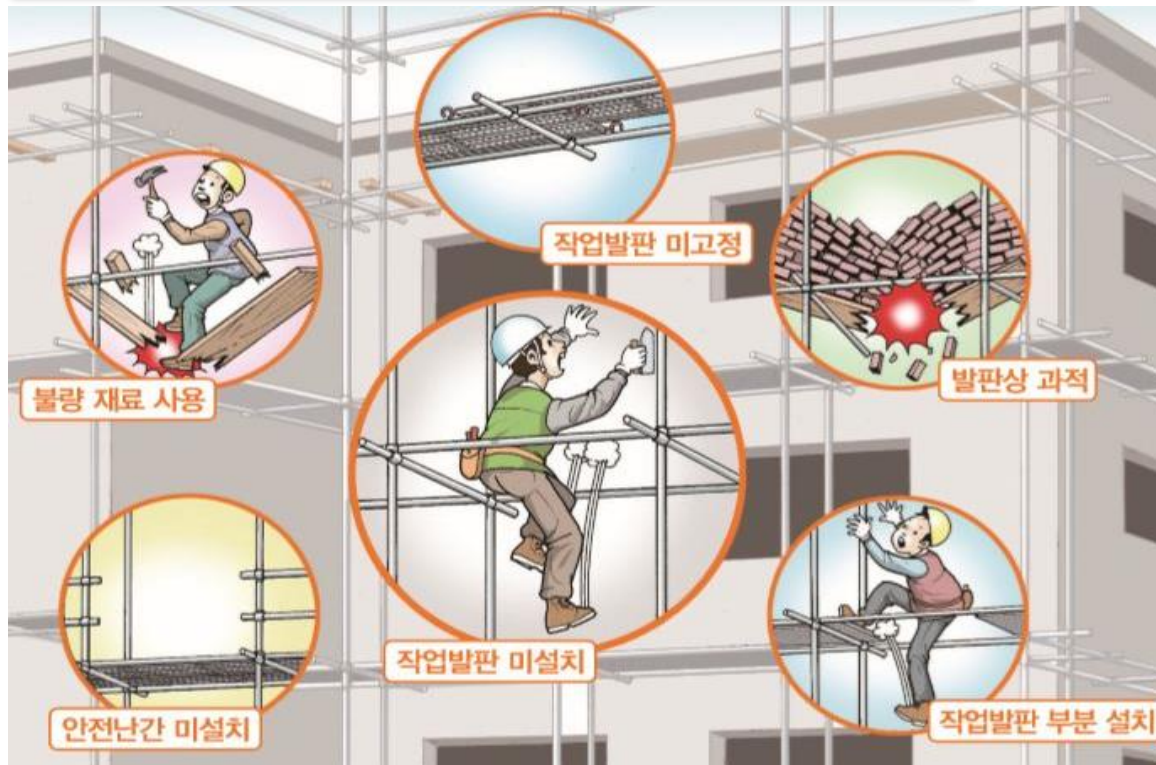
예방대책 준수사항

- 외부비계 작업발판에는 떨어짐 방지를 위해 견고한 구조의 상부난간대(작업발판에서 90 ~ 120cm)와 중간난간대(상부 난간대와 작업발판 중간위치) 모두 설치



⑥ 강관비계에서 떨어짐

■ 비계 작업 시 주요 위험요인



강관비계

강관(Steel Pipe)을
① 이음철물이나
② 연결철물
(클램프)을 이용해
조립한 비계

1



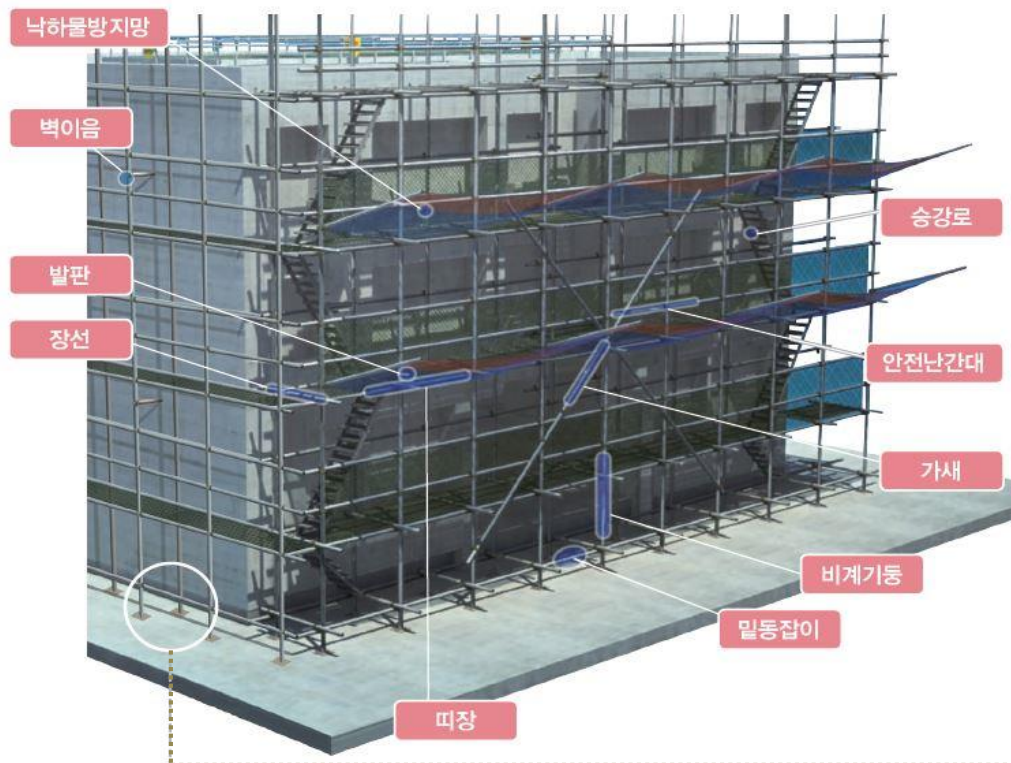
2



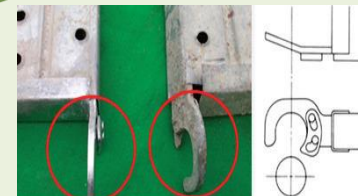


⑥ 강관비계에서 떨어짐

■ 강관비계 설치도 및 각 부 명칭



안전 Tip 작업발판



걸침고리 탈락 여부



보강재 탈락 여부





⑥ 강관비계에서 떨어짐

■ 외부 강관비계 설치·해체 작업 시 준수사항

하단부

- 밀받침 철물 또는 깔판·깔목 등을 사용하여 밀둥잡이 설치 ①

기둥

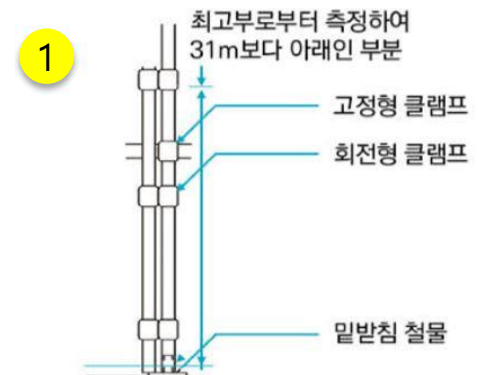
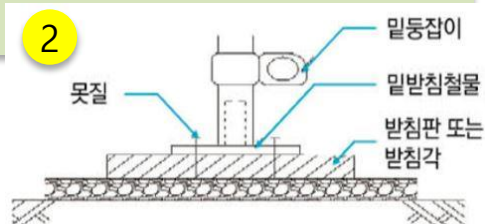
- 비계기둥 간격은 띠장방향 1.85m, 장선방향 1.5m 이하로 설치
- 기둥 제일 윗부분으로부터 아래방향으로 31m를 넘는 비계기둥은 2본의 강관으로 묶어 세움 ②

띠장

- 띠장 간격은 2.0m 이하로 설치(쌍기둥틀 등 보강한 경우 제외)

장선

- 띠장 비계기둥과 띠장의 교차부에서는 비계기둥에 결속, 그 중간 부분에서는 띠장에 결속





⑥ 강관비계에서 떨어짐

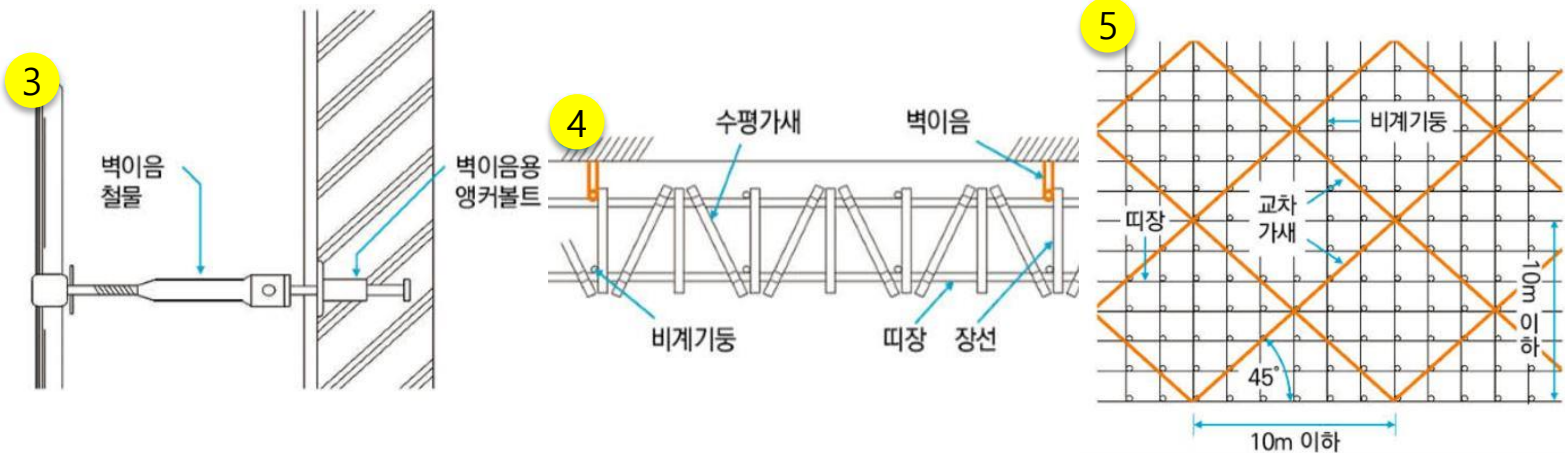
■ 외부 강관비계 설치·해체 작업 시 준수사항

벽연결

○ 수직 × 수평으로 5m × 5m 이내마다 설치 ③ ④

가새

○ 기둥간격 10m 마다 45도 각도의 처마방향으로 6칸 이내마다 교차 가새 설치, 모든 비계기둥은 가새에 결속 ⑤



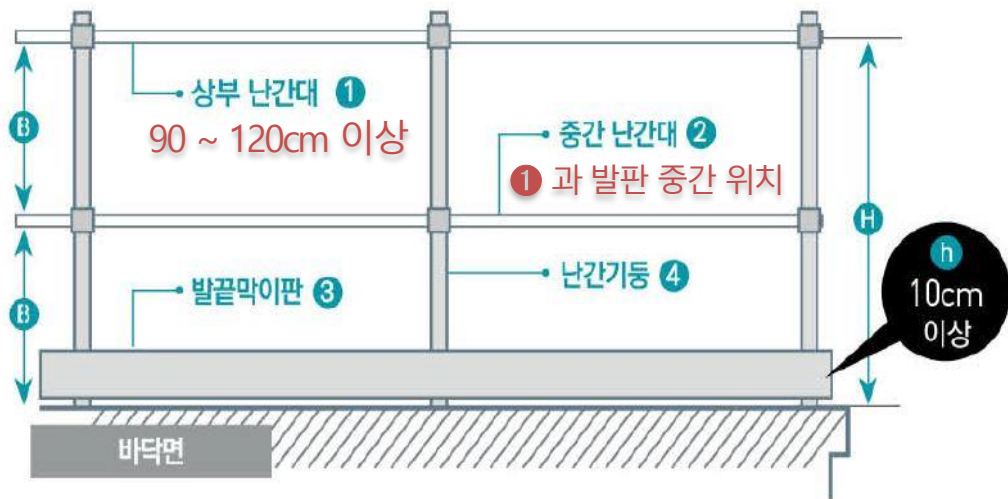


⑥ 강관비계에서 떨어짐

■ 외부 강관비계 설치·해체 작업 시 준수사항

난간

○ 작업발판 단부에 안전난간 설치(100kgf 이상의 하중을 견딜 수 있는 구조)



안전
난간
설치



발
끝
막
이
판
설치

◇ 안전난간은 상부 난간대, 중간 난간대, 발끝막이판 및 난간 기둥으로 구성(②, ③, ④는 이와 비슷한 구조와 성능을 가진 것으로 대체 가능)



⑥ 강관비계에서 떨어짐

■ 외부 강관비계 설치·해체 작업 시 준수사항

기타

- 관리감독자의 지휘에 따라 작업 실시(사전 특별안전보건교육 실시)
- 작업구역 내 당해 근로자의 출입금지 조치
- 추락 및 낙하물 방지조치 설치 연결 및 이음철물은 가설기자재 성능검정 규격에 규정된 것을 사용 ⑥
- 안전난간 설치외 기타 추락 및 낙하물 방지조치 설치 ⑦



⑥ 안전인증 표시 및 예시

⑦ 비계와 구조물 사이 추락방호망 설치(상·하부)



⑥ 강관비계에서 떨어짐

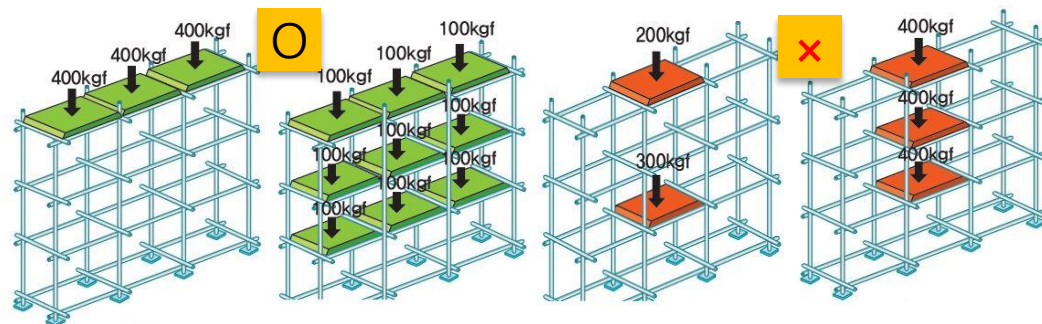
■ 외부 강관비계 설치·해체 작업 시 준수사항

기타

- 비계 재료의 연결·해체 작업 시 폭 20cm 이상의 작업발판 설치
- 비계기둥 간 적재하중은 400kg이하로 할 것
- 재료 또는 공구 등의 수직 운반 시 달줄 또는 달포대를 사용
- 작업자로 하여금 안전대를 사용하는 등의 떨어짐 방지조치 할 것



달줄 또는 달포대 사용

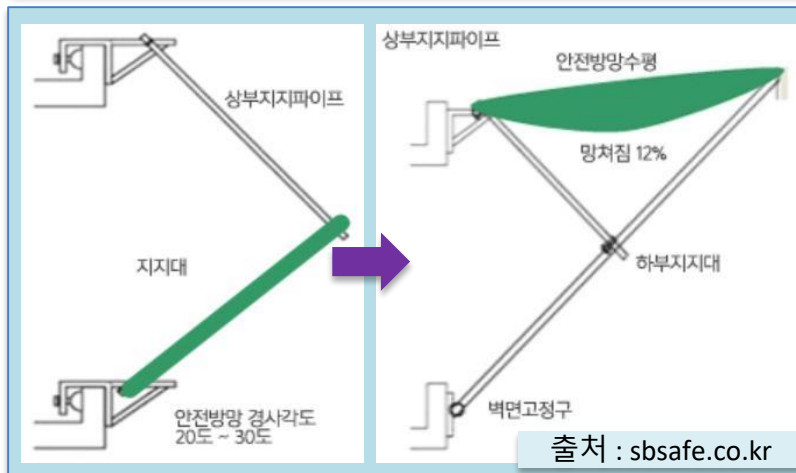


비계에 작용하는 하중 관리 기준



⑥ 강관비계에서 떨어짐

■ 낙하물 방지망 설치 방법 개선 사례



- 건물 외부로 나가 설치·해체작업하던 방식을 건물 내부작업으로 설치 가능하도록 개선



■ 비계 설치 사례



쌍줄 비계 설치



계단실내 작업발판 설치



시스템 비계 설치





⑥ 강관비계에서 떨어짐

■ 강관비계 설치 시 주요 위험사례 및 개선사례



작업발판 미설치



작업발판 설치

벽이음 철사 및
Flat Tie 설치

벽이음 전용철물 사용

작업발판 단부
안전난간대 미설치안전난간대
2단 설치작업발판간
승강설비 미설치

가설계단 설치





⑦ 달비계에서 떨어짐

- ❖ 달비계에서 주로 떨어짐 사망재해는 ① 지지로프 끊어짐 또는 결속부 풀림, ② 수직구명줄 미설치, ③ 안전대 미착용 등의 원인으로 발생

사고발생 선행요인

- 손상, 부식된 달비계 지지로프 사용
- 작업용 지지로프의 고정 구정물 부서짐
- 안전대를 구명줄에 미체결
- 작업용 지지로프의 결속부 풀림
- 안전모, 안전대 등 보호구 미착용

재해예방 대책

- 견고한 지지로프 사용 및 사전 점검
- 지지로프는 견고한 구조물에 체결하고, 모서리에는 보호용 받침 설치
- 수직 구명줄 설치 후 안전대 체결
- 로프는 2개소 이상 견고한 구조물에 체결 후 클립 등으로 풀리지 않게 고정
- 안전모, 안전대 등 개인보호구 착용



⑦ 달비계에서 떨어짐

■ (재해사례) 달비계 지지로프 파단으로 떨어짐



발생개요

- 달비계에 탑승하여 외부 간판 및 철구조물을 해체하던 중 섬유로프가 파단되면서 지면으로 떨어져(H≈22m) 사망



예방대책 준수사항

- 작업 전 달비계 및 지지로프의 손상, 마모상태 등을 확인하여 상태가 양호한 로프 사용
- 주로프 외에 안전대 걸이용 로프(수직구멍줄)을 설치 및 안전대에 부착하여 작업



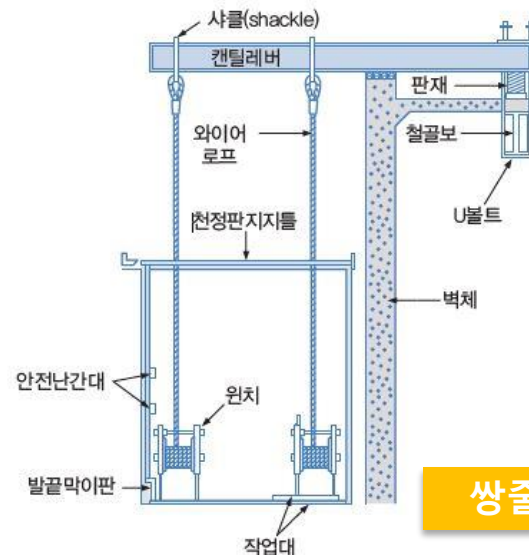
⑦ 달비계에서 떨어짐

■ 달비계(Hanging Scaffold) 개용 및 종류

- 달비계는 고소 작업 시 작업발판을 와이어로프, 달기 체인 등의 재료로 상부 지점을 매다는 형식의 비계로 건물 외벽 청소작업, 마감작업 등의 용도로 사용되고, 외줄(간이) 달비계와 쌍줄 달비계(곤돌라 형식)로 크게 구분



외줄(간이) 달비계



쌍줄 달비계



⑦ 달비계에서 떨어짐

■ 달비계 탑승 작업 시 부위별 명칭



* 그네식 안전대

* 주로프 : 20mm 이상

* 보조로프 : 16mm 이상

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

주의 사항

- 보조로프는 추락방지대가 유효하게 작동될 수 있는 직경인지 확인
- 부득이하게 로프 직경 변경할 경우 검토 사항
 - ① 소요강도 확보 (2,340kgf 이상)
 - ② 추락방지대 사용 설명서 기준에 적합한 로프 직경 확인



⑦ 달비계에서 떨어짐

■ 달비계 작업 시 안전관리



특별안전교육 실시



작업대 안전성 검토



로프 2점 지지 고정



표지판 및 시건장치



관리감독자 점검



로프 구조물 걸침



이동 시 말비계 사용



이동 시 보조고리 사용



⑦ 달비계에서 떨어짐

■ 달비계 설치 순서

- 작업대용 로프 : 주로프
- 안전대용 로프 : 보조로프



① 로프 고정점 견고한
구고 여부 확인



② 주·보조 로프 지상
지면에 닿았는지 확인



③ 주·보조 로프
고정점에 묶기



④ 로프 풀림방지
시건조치



⑤ 주로프에 샤클 걸기



⑥ 샤클에 작업대를
걸고 샤클 고정



⑦ 로프에 부착된
작업대를 외부로 거치



⑧ 로프와 벽체 접속부
보호대 설치



⑦ 달비계에서 떨어짐

■ 달비계 설치 순서



⑨ 탑승 전 안전대를 보조로프에 부착



⑩ 로프가 지면에 닿았는지 재확인



⑪ 작업대에 탑승



⑫ 달비계에 탑승하여 작업

- 작업대용 로프 : 주로프
- 안전대용 로프 : 보조로프

※ 손상 방지를 위한 로프의 보호대



폴리에스테르 로프 보호대



가죽 로프 보호대



플라스틱 로프 보호대



금속 로프 보호대



⑦ 달비계에서 떨어짐

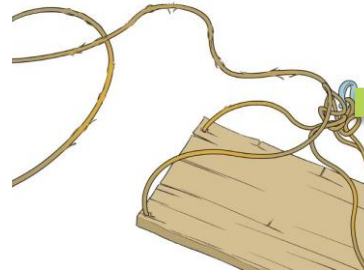
■ 달비계 작업 시 주요 위험요인 및 안전대책



수직구멍줄 미설치



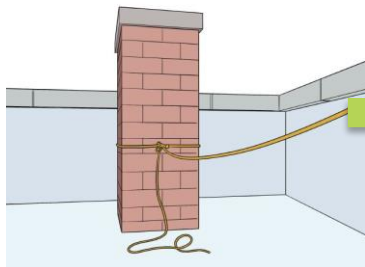
수직구멍줄 설치 및
안전대 체결



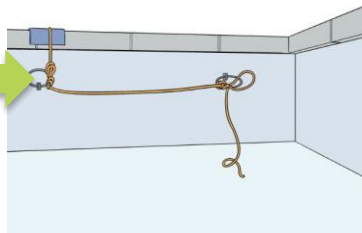
노후된 로드 사용



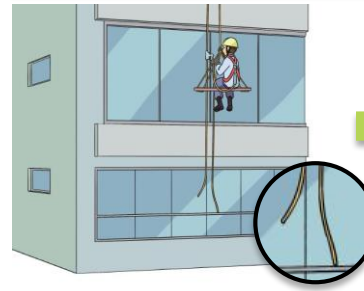
사전점검 후 양호한
로프 사용



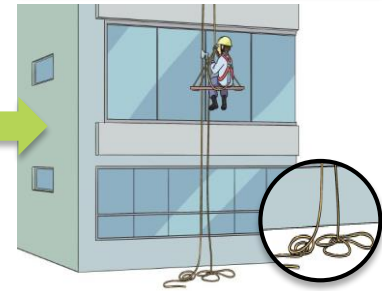
달비계 작업용
로프 고정 불량



지지로프는 2개 이상
지지점에 고정



짧은 길이의 로프 사용



충분한 길이의 로프
사용

04

떨어짐 재해예방 보호구



안전대 착용의 필요성



- ❖ 건축·구조물 등의 떨어짐 위험장소에는 떨어짐 방지 시설 등 적절한 필요 조치를 하지 못할 경우이거나 조치의 구조가 기준에 미달할 경우 또는 난간 으로부터 상체를 내밀 경우 등 작업자를 보호하기 위해 안전대 부착설비를 설치하고 안전대를 착용

떨어짐 위험장소에 대한 안전 시설 필요한 조치

장소	떨어짐 위험 지점	필요한 조치
건축·구조물, 작업장, 기계·설비, 작업발판, 통로, 계단, 건널다리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 떨어질 위험이 있는 <ul style="list-style-type: none"> - 바닥 개구부 - 가장자리 - 슬레이트 등의 재료로 덮은 지붕 위 - 비계 등의 조립·해체 및 변경 등 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 덮개 ○ 안전난간(손잡이 포함) ○ 울 또는 방책 ○ 안전방망



안전대의 종류

종류	성능	필요한 조치						
안전 그네식	○ 매달린 상태 약 30분 유지	<div>○ 신체를 지지하는 장비로 떨어짐 방지 하중을 어깨, 허벅지, 골반으로 분산</div> <div>○ 떨어진 후 신체를 똑바로 유지해 호흡 가능 및 부딪힐 경우 안전해 떨어짐 방지에 적합</div> <div></div>						
벨트식	<div>○ 매달린 상태 약 1분 38초 유지</div> <div></div>	<div>○ 허리에 착용하는 띠 모양의 벨트고 가능한 한 사용 지양</div> <table><tr><th>구분</th><th>문제점</th></tr><tr><td>떨어질 경우</td><td><div>* 충격으로 인한 허리 부상</div><div>* 안전대에서 빠져 나와 2차 떨어짐</div></td></tr><tr><td>떨어진 후</td><td><div>* 물체와 부딪힐 경우 치명적 위험</div><div>* 의식을 잃을 경우 질식사 우려</div></td></tr></table>	구분	문제점	떨어질 경우	<div>* 충격으로 인한 허리 부상</div> <div>* 안전대에서 빠져 나와 2차 떨어짐</div>	떨어진 후	<div>* 물체와 부딪힐 경우 치명적 위험</div> <div>* 의식을 잃을 경우 질식사 우려</div>
구분	문제점							
떨어질 경우	<div>* 충격으로 인한 허리 부상</div> <div>* 안전대에서 빠져 나와 2차 떨어짐</div>							
떨어진 후	<div>* 물체와 부딪힐 경우 치명적 위험</div> <div>* 의식을 잃을 경우 질식사 우려</div>							



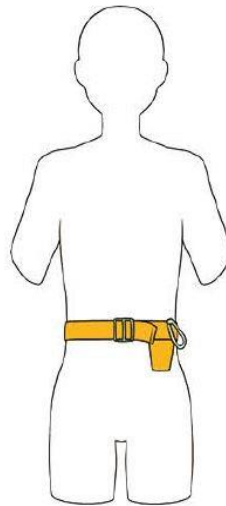
안전대 종류 및 부속장구



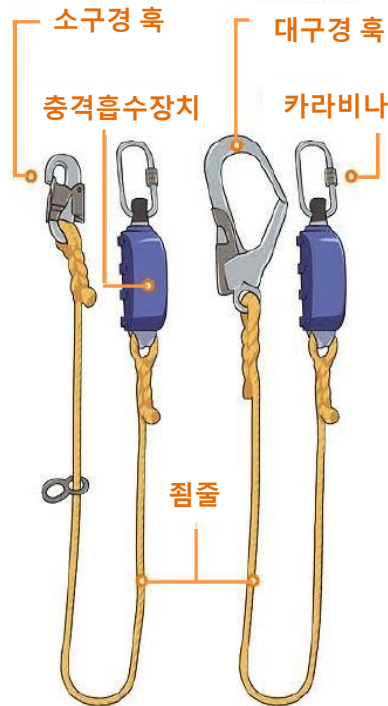
안전그네식 안전대



상체식 안전대



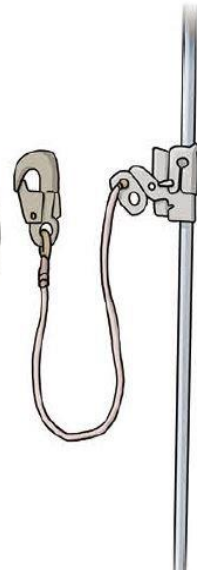
벨트식 안전대



침줄



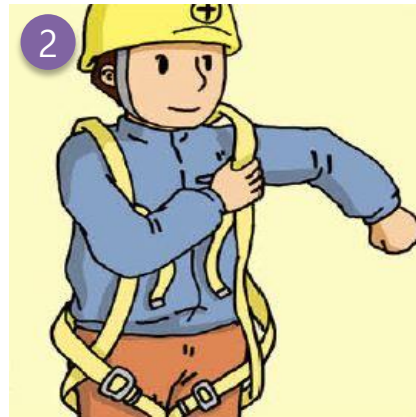
안전블록



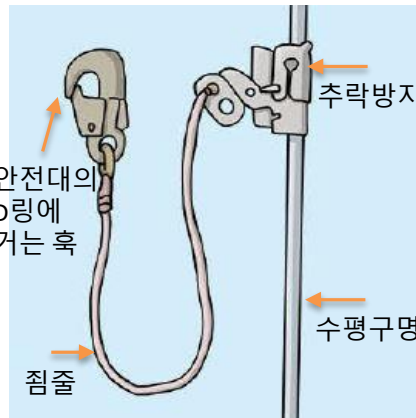
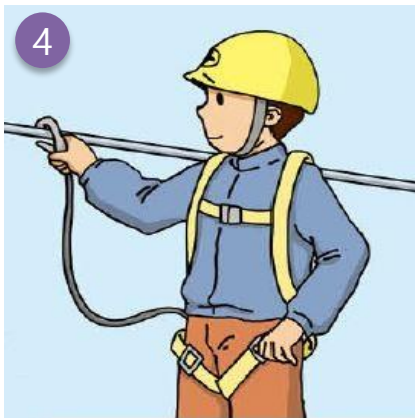
추락방지대



안전대 착용법



- ① 양다리에 그네식 안전대를 끼우고 들어 올린다.
- ② 양 어깨에 그네식 안전대를 끼운다.
- ③ 가슴 조임줄을 채운다.



- ④ 훅을 구멍줄에 건다.
- ⑤ 수평구멍줄인 경우 훅을 안전대의 D링에 건다.
- ⑥ 착용상태의 유무를 확인한다.



안전대 부착설비 및 안전대 착용 사례

구분	고정형	발판이 없는 설비 위	높낮이가 다른 작업장소
작업 모습			
형태	고정형 안전대 설치	안전블록 오버헤드	
특징 설명	○ 구조물에 고정설치된 안전대 부착설비에 안전대를 체결	○ 작업발판이 설치되지 않은 설비 위에서 작업 시 상부에 안전대 부착설비에 안전블록 안전대 사용	○ 수평으로 높낮이가 다른 설비 위를 이동하면서 작업 시 상부에 안전대 부착설비에 안전블록 안전대 착용



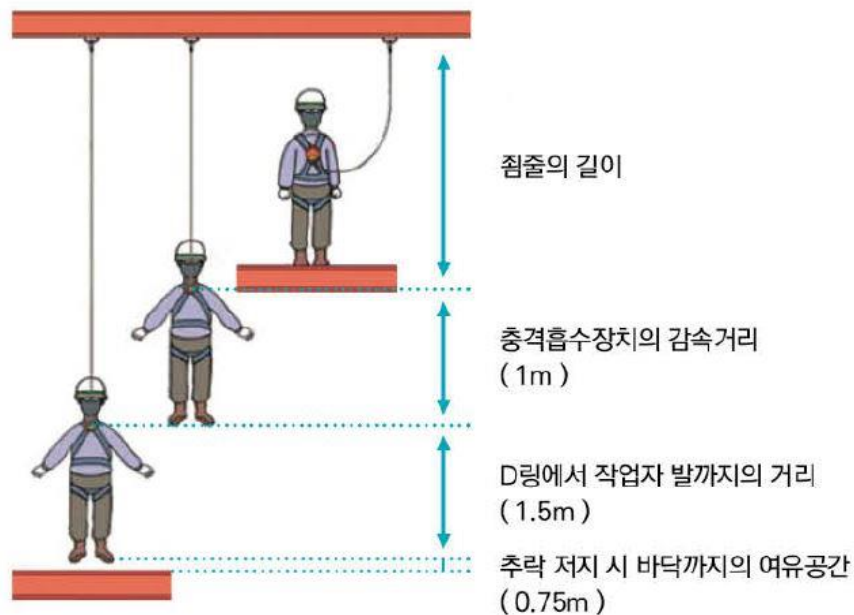
안전대 부착설비 및 안전대 착용 사례

구분	크레인 주행레일	설비 점검통로	철탑
작업 모습			
형태	1개걸이 수평시스템		추락방지대 수직시스템
특징 설명	○ 난간이 설치되어 있지 않은 크레인 주행레일 점검 시 고정 안전대 부착설비에 1개걸이 안전대를 걸고 작업		○ 철탑 구조물 통행 시 2점 접촉으로 추락 위험이 있어 철탑기둥에 설치된 와이어로프에 추락방지대 걸고 작업

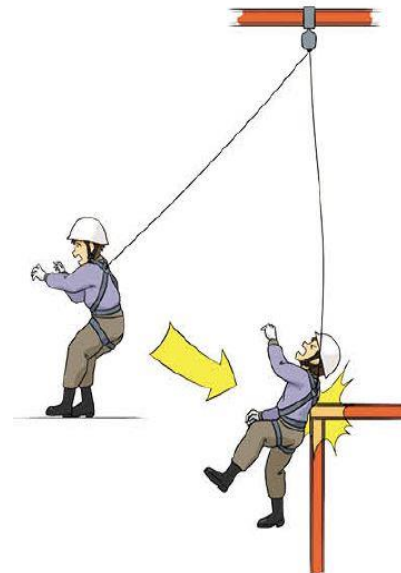


안전대 고정점 선정 시 고려사항

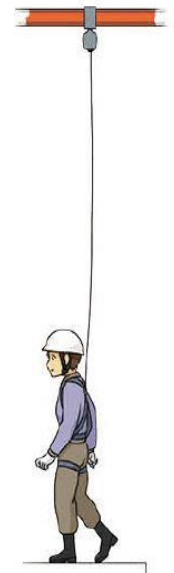
- ❖ ○ 안전대의 혹은 작업자의 가급적 어깨 높이 이상에 체결
※ 2.5m 줌줄 사용 시 지상 5.75m 높이 이상에 हु 고정



그네식 안전대 착용 시의 떨어짐 거리



나쁜 예



좋은 예



안전대 고정점 선정 시 고려사항

- ❖ ○ 추락 시 흔들리지 않아야 함(진자운동 형태의 떨어짐 방지)
- 추락 시 물체에 부딪히지 않도록 추락 예상 경로에 장애물 제거

고정점의 여러 가지 형태



안전대 고정설비 설치 예



안전대 고정설비

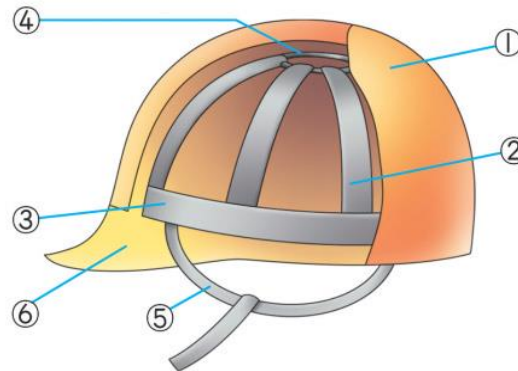
- ❖ ○ 안전난간, 울타리, 스텝 등의 견고한 구조물에 로프 손상이 없도록 체결
- 견고한 구체에 전용의 고정설비를 설치하여 안전대 체결



안전모의 주요 보호기능

- ❖ ○ 물체의 떨어짐, 날아옴, 부딪힘으로부터 머리 보호
- 외부로부터의 충격을 완화하여 머리 보호
- 전기 작업 시 감전 재해 예방

기호	종류
A	낙하방지용
AB	낙하추락방지용
AE	낙하감전방지용
ABE	다목적용



안전모의 종류 및 구조

NO	명칭	
①	모체	
②	착 장 체	머리받침끈
③		머리고정대
④		머리받침고리
⑤	턱끈	
⑥	챙(차양)	



안전모 사용방법 및 관리

- ❖ ○ 착장체(머리 받침끈·받침대·받침고리) 조절나사로 머리에 맞게 착용
- 안전모가 벗겨지지 않도록 턱끈을 조임
- 모체를 유기용제 등으로 닦거나 세척 금지
- 모체가 충격 받거나 변형 시 즉각 폐기



① 모체, 착장체 및 턱끈의 이상 유무 확인



② 착장체의 머리 고정대 조절



③ 귀 양쪽에 턱끈이 위치하도록 착용



④ 턱끈을 견고히 조여서 고정

추락재해 예방 – 이것만은 확인!!

안전은 권리입니다



① 작업발판 설치, ② 안전난간 설치, ③ 안전모·안전대 착용

※ 추락 사고 예방! 안전을 위한 당신의 선택은?

출처 : 세계노동기구(ILO)



사고사망자 160명 감소! 함께하면 할 수 있습니다.

안전은 권리입니다

감사합니다



산업재해예방
안전보건공단