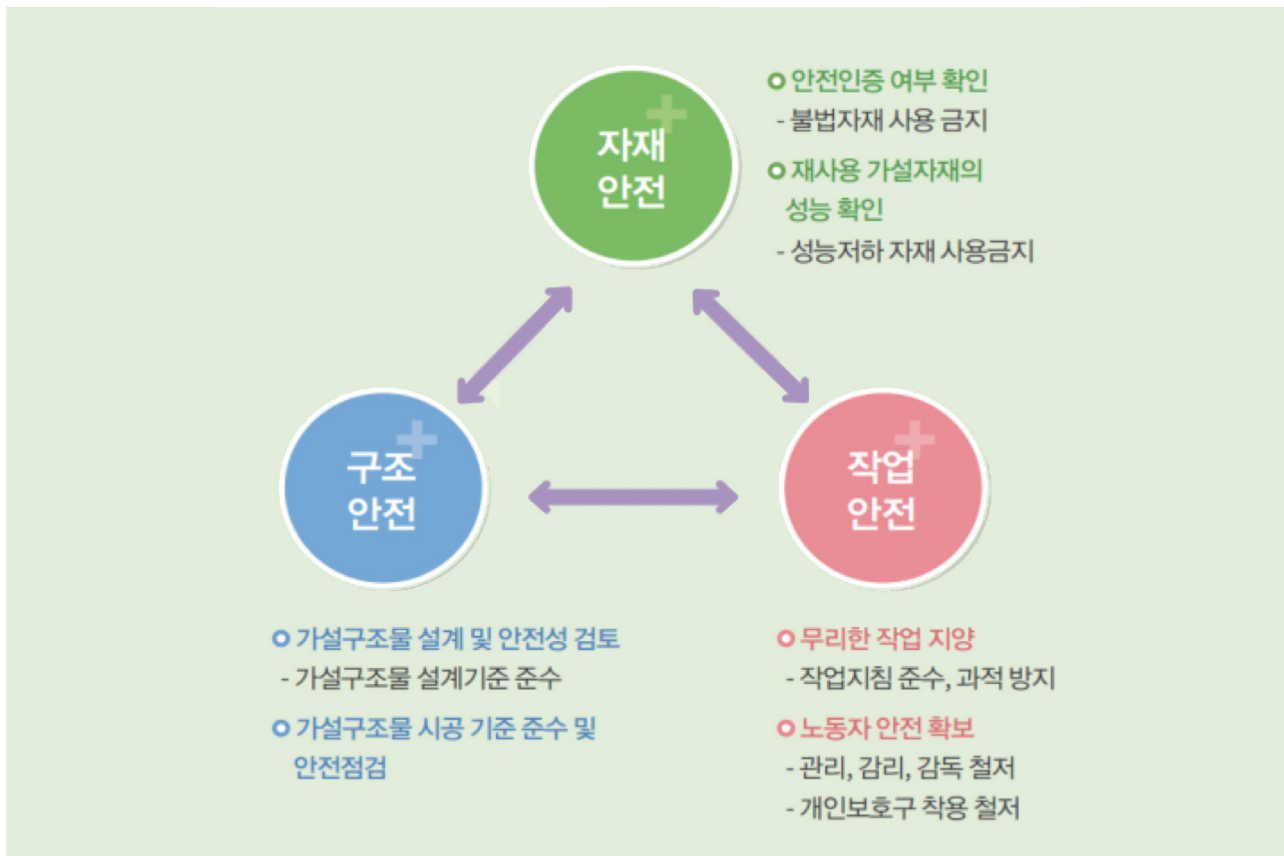


비계작업란?

비계(飛階, Scaffolding, 족장) 작업이란 선체 외판, 선박 거주구역 외부 등에서 작업을 효과적으로 수행할 수 있도록 설치하는 임시 가설물로, 부재운반이나 작업통로 및 작업발판으로 사용된다. 비계공법 선정 시 시공성, 경제성, 안전성을 모두 고려하여야 하며, 선박건조 현장에서는 곡면 설치가 용이한 강관비계가 주로 사용된다.

강관비계(Steel pipe scaffold)란 강관을 이음철물이나 연결철물(클램프)을 이용하여 조립한 비계로 단관비계라고도 하며, 조선업에서는 족장이라고 표현하기도 한다.



[비계 가설구조물 안전성 확보]



작업순서 및 주요 위험요인(예시)

비계(족장) 설치
· 해체작업
안전작업 가이드



- ① 작업계획 수립 및 자재반입 → ② 작업장 통제 및 작업 전 점검 →
- ③ 비계 설치작업 → ④ 비계에서 이동 및 작업 →
- ⑤ 비계 해체작업(설치의 역순) → ⑥ 자재정리 및 반출

① 작업계획 수립(구조검토·조립도 작성) 및 자재반입

유해·위험요인	개선대책	관련근거
<ul style="list-style-type: none"> • 작업발판 걸이설비 설계 검토 및 강도 미확인에 따른 위험 	<ul style="list-style-type: none"> • 설계 검토, 강도 시험 등 안전성이 확보된 것을 사용 	<p>산업안전보건기준에 관한 규칙 제54조 (비계의 재료)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 미인증품 등 불량자재 반입, 설치 시 부재성능 부족으로 추락, 붕괴 등 사고 위험 	<ul style="list-style-type: none"> • 안전인증 여부 확인: 강관조인트, 벽연결용 철물, 작업(통로)발판, 클램프 등 • 자율안전확인 여부 확인: 강관, 측벽용 브래킷, 선반지주, 고정형 받침철물 등 	<p>산업안전보건법 제84조(안전인증), 제89조(자율안전확인의 신고) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제54조 (비계의 재료)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 자재 적재방법 불량 등 무너짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> • 화물의 편하중 적재, 적재단 중간에서 화물 빠기 및 과도한 적재 금지 • 중량물 취급 작업계획서 작성 및 준수 	<p>산업안전보건기준에 관한 규칙 제38조 제1항제11호(중량물 취급 작업계획서), 제39조(작업지휘자), 제40조(신호)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 지게차 후진 중 이동하는 근로자 충돌 	<ul style="list-style-type: none"> • 하역 등 위험장소에 근로자 접근 금지 표지판 설치 및 유도자 배치 	<p>산업안전보건기준에 관한 규칙 제20조 (출입의 금지), 제38조제1항제2호 (차량계 하역운반기계 작업계획서), 제39조(작업지휘자), 제40조(신호)</p>



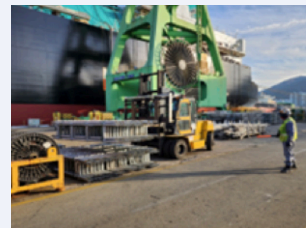
비계 자재(가설재)



화물차 적재



지게차 하역



지게차 유도



② 작업장 통제 및 작업 전 점검

유해·위험요인	개선대책	관련근거
<ul style="list-style-type: none"> 비계 설치 작업장 내 근로자 통행 중 낙하물에 맞을 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 작업장 주변 통제로프 설치하여 출입통제 	산업안전보건기준에 관한 규칙 제57조 (비계 등의 조립·해체 및 변경)
<ul style="list-style-type: none"> 작업 내용, 유해위험요인 등 작업에 대한 설명 미흡으로 근로자가 작업내용 및 위험요인을 알지 못함 	<ul style="list-style-type: none"> 작업시작 전 TBM을 실시하는 등 작업 계획서 상의 작업내용(절차, 이동경로, 주의사항) 및 안전사항(보호구 착용, 위험요인 확인)을 근로자에게 교육 	
<ul style="list-style-type: none"> 비, 눈 등 악천후 시 비계 설치·해체 및 비계 상 작업 강행으로 미끄러지거나 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 기상상태 확인 후 비, 눈 등 날씨가 몹시 나쁜 경우에는 작업 중지 <ul style="list-style-type: none"> - 작업 재개 전 발판재료의 손상 여부, 비계 연결부 또는 접속부의 풀림상태, 연결재료의 손상 또는 부식상태, 기둥의 침하 및 흔들림, 로프의 부착 상태 및 매단 장치의 흔들림 상태 등을 점검·보수한 후 작업 재개 	산업안전보건기준에 관한 규칙 제58조 (비계의 점검 및 보수)
<ul style="list-style-type: none"> 안전모, 안전대 등 개인보호구 미착용 상태로 작업 중 부딪히거나 떨어짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 안전모, 안전대 등 개인보호구 착용상태 점검 및 관리감독 <ul style="list-style-type: none"> - 안전대 짐줄 및 혹 등의 파손여부 점검 	산업안전보건기준에 관한 규칙 제32조~제33조(보호구 지급~관리)



안전시설물 설치



표지판 설치



TBM 현장교육



안전대 착용상태 점검





작업순서 및 주요 위험요인(예시)

비계(족장) 설치
· 해체작업
안전작업 가이드



③ 비계 설치·해체작업 - 1

유해·위험요인	개선대책	관련근거
<ul style="list-style-type: none"> 무자격자 설치 중 기능미숙으로 사고발생 	<ul style="list-style-type: none"> 작업자의 유자격 여부 확인 후 작업투입 <ul style="list-style-type: none"> 「국가기술자격법」에 따른 비계기능사보 이상의 자격 3개월 이상 해당 작업에 경험이 있는 사람 (층높이가 10미터 미만인 작업에 한함.) 「국민 평생 직업능력 개발법」에 따른 해당분야 직업능력개발훈련 이수자 「유해위험작업의 취업제한에 관한 규칙」에서 정하는 교육기관에서 교육을 이수한 사람 	<p>유해·위험작업의 취업제한에 관한 규칙 제3조 및 [별표1]</p>
<ul style="list-style-type: none"> 강관비계의 기둥을 연결하는 작업 중 강관파이프가 자중에 의해 옆으로 쓰러지며 강관의 단부에 얼굴을 맞아 바닥으로 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 강관비계 설치작업 시 강관을 가조립하는 등 임시로 연결할 경우 전도방지조치 실시 안전모, 안전대 등 개인보호구 착용에 대한 관리 감독 철저 	
<ul style="list-style-type: none"> 작업발판 설치작업 중 작업발판 지지용 강관 파이프(수평부재)가 순간적으로 탈락하여 작업발판과 함께 지상바닥으로 떨어지고, 아래 주변에서 함께 작업하고 있던 작업자가 떨어지는 강관파이프에 목 부위를 맞음 	<ul style="list-style-type: none"> 비계 높이가 2미터 이상인 장소에 작업 발판 설치 시 발판재료의 전도 및 이탈 방지를 위해 2개 이상의 지지물에 연결 하거나 고정하여 작업 비계 및 작업발판 설치 시 하부 출입통제 하여 떨어지는 자재로 인한 맞음 예방 	<p>산업안전보건기준에 관한 규칙 제32조 (보호구 지급), 제33조 (보호구 관리), 제56조 (작업발판의 구조), 제57조(비계 조립·해체 및 변경)</p>
<ul style="list-style-type: none"> 안전대를 착용하지 않고 비계 작업발판 설치 작업 중 몸의 중심을 잃고 작업발판 단부로 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 작업발판의 단부와 같이 근로자가 떨어질 위험이 있는 장소에는 안전난간 및 안전방망 설치 안전난간 및 안전방망의 설치가 곤란한 경우 안전대 부착설비 설치 근로자에게 안전대를 착용하고 이동 및 작업하도록 하는 등 떨어짐 방지조치 실시 	



작업순서 및 주요 위험요인(예시)

비계(족장) 설치
· 해체작업
안전작업 가이드



③ 비계 설치·해체작업 - 2

유해·위험요인	개선대책	관련근거
<ul style="list-style-type: none"> 비계 작업발판 단부에 안전난간을 설치하려던 중 몸의 중심을 잃고 바닥으로 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 작업발판의 단부와 같이 근로자가 떨어질 위험이 있는 장소에는 안전난간 및 안전방망 설치 안전난간 및 안전방망의 설치가 곤란한 경우 안전대 부착설비 설치 작업 전 안전대 지급 및 근로자에게 안전대를 부착설비에 체결하고 이동 및 작업하도록 하는 등 떨어짐 방지조치 실시 	
<ul style="list-style-type: none"> 강관비계 작업발판 위 비계 넘어짐 방지용 사재 설치 중 몸의 중심을 잃고 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 작업 전 안전모 지급 및 턱끈 체결 등 착용상태 관리 강관비계보강 시 5m 마다 벽이음 및 버팀 설치를 해야 하며, 작업의 필요상 부득이한 경우 비계기둥 또는 띠장에 사재를 설치하여야 함 떨어짐 위험이 있는 작업 시 작업발판, 안전난간 설치를 통한 추락방지조치 실시 부득이한 경우 안전대 부착설비 설치 등 추락방지조치 실시 	<p>*강관비계의 경우 산업안전보건 기준에 관한 규칙 제59조 (강관비계 조립 시의 준수사항), 제60조 (강관비계의 구조)</p>
<ul style="list-style-type: none"> 안전대를 착용하지 않고 비계 해체 작업 중 몸의 중심을 잃고 작업발판 단부로 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 작업발판의 단부와 같이 근로자가 떨어질 위험이 있는 장소에는 안전난간 및 안전방망 설치 안전난간 및 안전방망의 설치가 곤란한 경우 안전대 부착설비 설치 작업 전 안전대 지급 및 근로자에게 안전대를 착용하고 이동 및 작업하도록 하는 등 떨어짐 방지조치 실시 	
<ul style="list-style-type: none"> 바닥개구부 위에 얹혀 있는 작업발판을 들어올리다 몸의 중심을 잃고 개구부를 통해 바닥으로 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 바닥개구부 등 추락의 위험이 있는 장소에 철재 덮개, 웨빙띠, 안전난간 설치, 적정 조도 확보 등을 통해 작업자의 떨어짐 및 접근을 방지 바닥개구부 등의 입구를 임시로 작업발판, 합판 등으로 덮을 경우, 흔들리지 않도록 단단히 고정하고 개구부 표시 조치를 하며, 이후에는 임시 조치한 자재를 제거하고 철재 덮개 및 안전난간 설치 등의 안전방호조치 실시 개구부 덮개 설치·해체 시 작업 전 안전대 지급 및 근로자에게 안전대를 부착설비에 체결하고 이동 및 작업하도록 하는 등 떨어짐 방지조치 실시 	<p>산업안전보건 기준에 관한 규칙 제43조 (개구부 등의 방호조치)</p>

*산업안전보건기준에 관한 규칙 제13조(안전난간의 구조 및 설치요건), 제32조(보호구 지급), 제33조(보호구 관리), 제56조 (작업발판의 구조), 제57조(비계 등의 조립·해체 및 변경)는 전체 해당

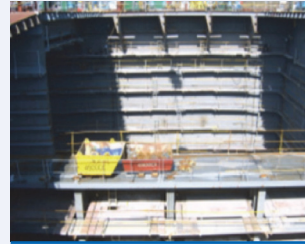
③ 비계 설치·해체작업 - 3



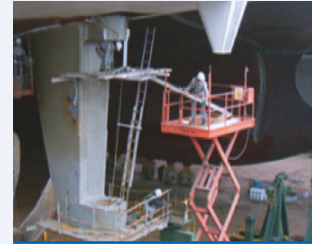
안전대부착설비 설치
및 안전대 착용



데크하우스 족장
설치모습



PC선 중앙부 족장
설치모습



선수 블록 족장
해체 작업모습

[참고] 작업발판 설치 시 유의사항

- ✓ 발판재료는 작업할 때의 하중을 견딜 수 있도록 견고한 것으로 할 것
- ✓ 작업발판의 폭은 40cm 이상으로, 발판재료간의 틈은 3cm 이하로 할 것
 - 선박블록 또는 엔진실 등의 좁은 작업공간은 필요 시 폭을 30cm 이상으로 할 수 있고, 걸침비계의 경우 강관기둥 때문에 발판재료 간의 틈을 3cm 이하로 유지하기 곤란하면 5cm 이하로 할 수 있음(단, 그 틈 사이로 물체 등이 떨어질 우려가 있는 경우 출입금지 등의 조치를 하여야 함)
- ✓ 추락의 위험성이 있는 장소에는 안전난간을 설치할 것. 다만, 작업의 성질상 안전난간을 설치하는 것이 곤란하거나 임시로 안전난간을 해체하는 때에는 안전방망을 설치하거나 근로자로 하여금 안전대를 사용토록 할 것





작업순서 및 주요 위험요인(예시)

비계(족장) 설치
· 해체작업
안전작업 가이드



④ 비계에서 이동 및 작업 - 1

유해·위험요인	개선대책	관련근거
<ul style="list-style-type: none"> 비계 작업발판 상부 자재 과적으로 무너짐 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 비계 작업발판에는 최대 적재하중 표시 설치 후 과적하지 않도록 관리(강관비계 기둥간 최대 400kg 이내) 비계 조립 시 비계기둥 및 띠장 간격, 벽이음 간격, 교차 가새 설치 등 설치기준을 준수하여 설치 	<p>* 강관비계의 경우</p> <p>산업안전보건기준에 관한 규칙 제60조 (강관비계의 구조)</p>
<ul style="list-style-type: none"> 비계 작업발판 단부 안전난간 미설치(또는 임의해체)로 떨어질 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 근로자 작업투입 전 작업발판 단부 안전난간 설치 여부 점검 및 미설치 시 설치 후 작업개시 	
<ul style="list-style-type: none"> 작업발판 브라켓 고정볼트 풀림에 따른 추락 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 작업투입 전 안전점검 실시, 볼트 조임 등 수리·보수 후 작업개시 	<p>산업안전보건 기준에 관한 규칙 제58조(비계의 점검 및 보수)</p>
<ul style="list-style-type: none"> 작업발판 하중 지지부분 고정시 철선 사용에 따른 추락 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 작업발판 등 하중지지 부분은 전용 철물 사용하여 작업발판 탈락에 의한 떨어짐 예방 	
<ul style="list-style-type: none"> 작업발판 설치시 블록 벽체와의 거리가 넓어 추락 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 작업발판과 벽체와의 이격거리는 최소로 하여 근로자 떨어짐 예방 (20cm 이내 권장) 	
<ul style="list-style-type: none"> 안전난간이 미설치된 비계 작업발판, 가설계단 위에서 이동 또는 작업 중 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 작업발판의 단부와 같이 근로자가 떨어질 위험이 있는 장소에는 안전난간 및 안전방망 설치 안전난간 및 안전방망의 설치가 곤란한 경우 안전대 부착설비 설치 작업 전 안전대 지급 및 근로자에게 안전대를 착용하고 이동 및 작업하도록 하는 등 떨어짐 방지조치 실시 작업발판 단부에 안전난간이 설치된 상태에서 자재를 작업발판으로 인양하기 위해 여건상 임시로 안전난간 해체 시 해당작업완료 후 즉시 안전난간 재설치 	
<ul style="list-style-type: none"> 비계 안전난간 밖으로 과도하게 몸을 내밀어서 비계 보수 등 작업 중 몸의 중심을 잃고 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 비계의 안전난간 보수, 설치 등 안전시설물의 보수 작업을 하는 경우 작업 전 안전대 지급 및 근로자에게 안전대를 착용하고 이동 및 작업하도록 하는 등 떨어짐 방지조치 실시 	

④ 비계에서 이동 및 작업 - 2

유해·위험요인	개선대책	관련근거
<ul style="list-style-type: none"> 비계 바깥면으로 설치된 수직 사다리를 이용하여 승하강 이동 중 몸의 균형을 잃고 떨어짐 	<ul style="list-style-type: none"> 비계 작업발판 상·하단을 이동하는 승하강 통로는 비계 내부에 설치하는 등 안전한 구조로 설치 비계 외부로 승하강 사다리를 설치하는 경우 수직 안전대 부착설비를 설치하고 안전대(로립)를 반드시 체결한 후 이동 	
<ul style="list-style-type: none"> 블럭위 출입용 사다리 미고정에 의한 전도 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 수직 사다리 고정 등 넘어지거나 미끄러지는 것 방지 조치 실시 - 높이가 7m 이상인 경우에는 바닥으로부터 높이가 2.5m 되는 지점부터 등받이울을 설치 	<p>산업안전보건 기준에 관한 규칙 제24(사다리식 통로 등의 구조)</p>
<ul style="list-style-type: none"> 고소장소의 작업발판 설치 높이 부적절로 추락 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 고소장소 작업발판 설치높이 간격은 2m 이내로 설치 	
<ul style="list-style-type: none"> 블록 정반 승강설비 고정 미흡에 따른 전도 위험 	<ul style="list-style-type: none"> 승강설비 블록 구조물과의 고정 	

*산업안전보건기준에 관한 규칙 제13조(안전난간의 구조 및 설치요건), 제32조(보호구 지급), 제33조(보호구 관리), 제56조(작업발판의 구조), 제57조(비계 등의 조립·해체 및 변경)는 전체 해당



블록 외부 비계



블록 외부 비계



블록 내부 비계



걸침비계



주요 위험요인

비계(족장) 설치
· 해체작업
안전작업 가이드



✓ 떨어짐 위험

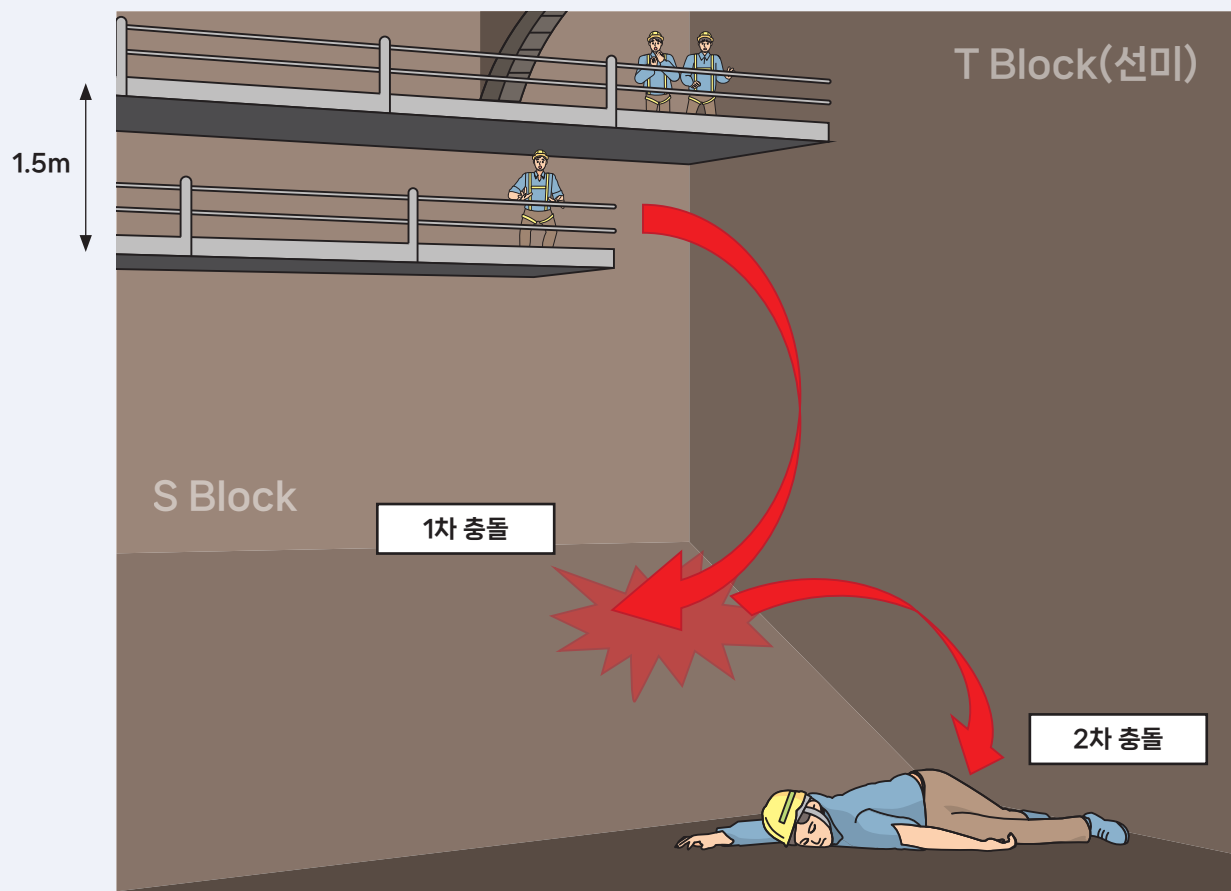
- 비계 조립·해체작업 중 안전대를 걸지 않고 작업하다가 떨어질 위험
- 비계발판에 올라가기 위하여 불안정하게 설치된 사다리 사용 중 떨어질 위험
- 비계발판 이동 중 미고정된 발판의 탈락으로 떨어질 위험
- 비계발판 위에 옆드려 심(Seam: 이음매) 용접작업 중 떨어질 위험
- 발판 사이 간격이 넓어 이동 중 발이 빠지면서 떨어질 위험

✓ 물체에 맞을 위험

- 작업발판 단부에 발끝막이판 미설치로 공구나 자재 등이 낙하하며 맞을 위험
- 발판 간격이 넓어 공구 등이 낙하하며 근로자가 맞을 위험

재해개요

탱크 내에서 S블럭에 설치된 작업발판의 해체 작업을 위한 안전대 부착설비용 로프를 가지고 상체를 구부린 상태로 이동하던 중, T블럭작업발판 해체 시 겹침으로 인해 작업발판이 선해체되며 안전난간이 미설치된 개구부에서 약 23m 아래 탱크 바닥면으로 떨어짐



S블럭 작업발판 끝부분 개구부에서 떨어지는 재해자

- * T블럭: "T"자 형태로 S블럭의 형태를 유지하기 위한 지지와 탱크 간 칸막이 기능을 하는 블럭
- * S블럭: 배의 측면(Side) 블럭



중대재해사례

모듈 트랜스포터와 컨테이너
사이에 메인 신호수가 끼임

비계(족장) 설치
· 해체작업
안전작업 가이드



재해발생원인

■ 안전대 부착설비 설치 시기 부적절

- T블럭 작업발판 해체작업용 안전대 부착설비 설치 시 S블럭 작업발판 해체작업용 안전대 부착설비도 설치하였어야 하나 미설치하여 작업자가 안전대를 걸지 못하고 작업발판 단부에서 안전대 부착설비 설치 중 떨어짐

■ 안전난간 미설치

- T블럭 해체작업 시 해체한 S블럭의 작업발판 끝부분은 떨어짐 위험이 있으므로 S블럭 해체용 안전대 부착설비를 사전에 설치하지 않았을 경우에는 안전대 부착설비를 설치하기 전까지 떨어짐 방지를 위한 안전난간을 설치하였어야 하나 미설치함

■ 조명 유지 미흡에 따른 조도 부족

- 조명설비가 T블럭에 설치되어 있어 재해자가 이동한 S블럭 작업발판에서는 위치에 따라 조도 차이가 23~80럭스로 나타나고 있어 이동통로 또는 일반 작업장의 조도 기준보다 낮아 시야 확보가 어려운 상태에서 사고 발생

재해예방대책

■ 안전대 부착설비 사전 설치

- T블럭 작업발판 해체작업 시 S블럭 작업발판 해체작업용 안전대 부착설비도 사전에 설치하여 떨어짐 위험이 있는 작업발판 해체 작업자가 상시로 안전대를 걸고 이동 및 작업할 수 있도록 하여야 함

■ 안전난간 설치

- 작업발판 끝부분은 떨어짐 위험이 있으므로 S블럭 해체용 안전대 부착설비를 사전에 설치하지 않았을 경우에는 안전대 부착설비를 설치하기 전까지 떨어짐을 방지하기 위한 안전난간을 설치하여야 함

■ 조명 유지에 따른 조도 확보

- 작업발판은 이동통로이자 해체 작업 시에는 일반 작업장에 해당하므로 150럭스 이상 조도 기준을 충족하여 시야를 확보할 수 있도록 조명시설을 유지 또는 추가 설치하여야 함