



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.

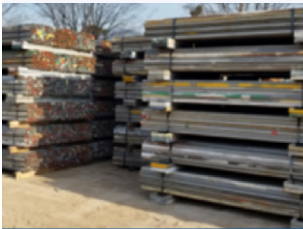


[비계 가설구조물 안전성 확보]

- 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, 벽연 결용 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 빼기 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

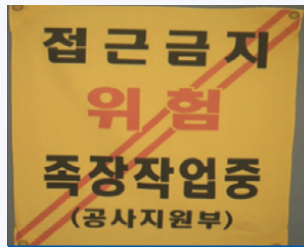


② 작업장 통제 및 작업 전 점검

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 침줄 및 혹 등의 파손여부 점검 	산업안전보건기준에 관한 규칙 제32조~제33조(보호구 지급~관리)



안전시설물 설치



표지판 설치



TBM 현장교육



안전대 착용상태 점검



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 해당작업에 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 	<p>산업안전보건기준에 관한 규칙 제32조 (보호구지급), 제33조 (보호구관리), 제56조 (작업발판의 구조), 제57조(비계 조립·해체 및 변경)</p>
<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 	
<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 	

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

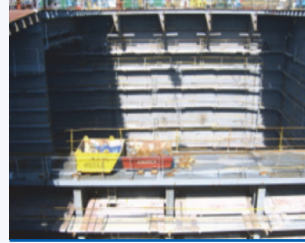
③ 비계 설치·해체작업 - 3



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



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 표지 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 해당작업 완료 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 수직안전대 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 높이가 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

✓ 떨어짐 위험

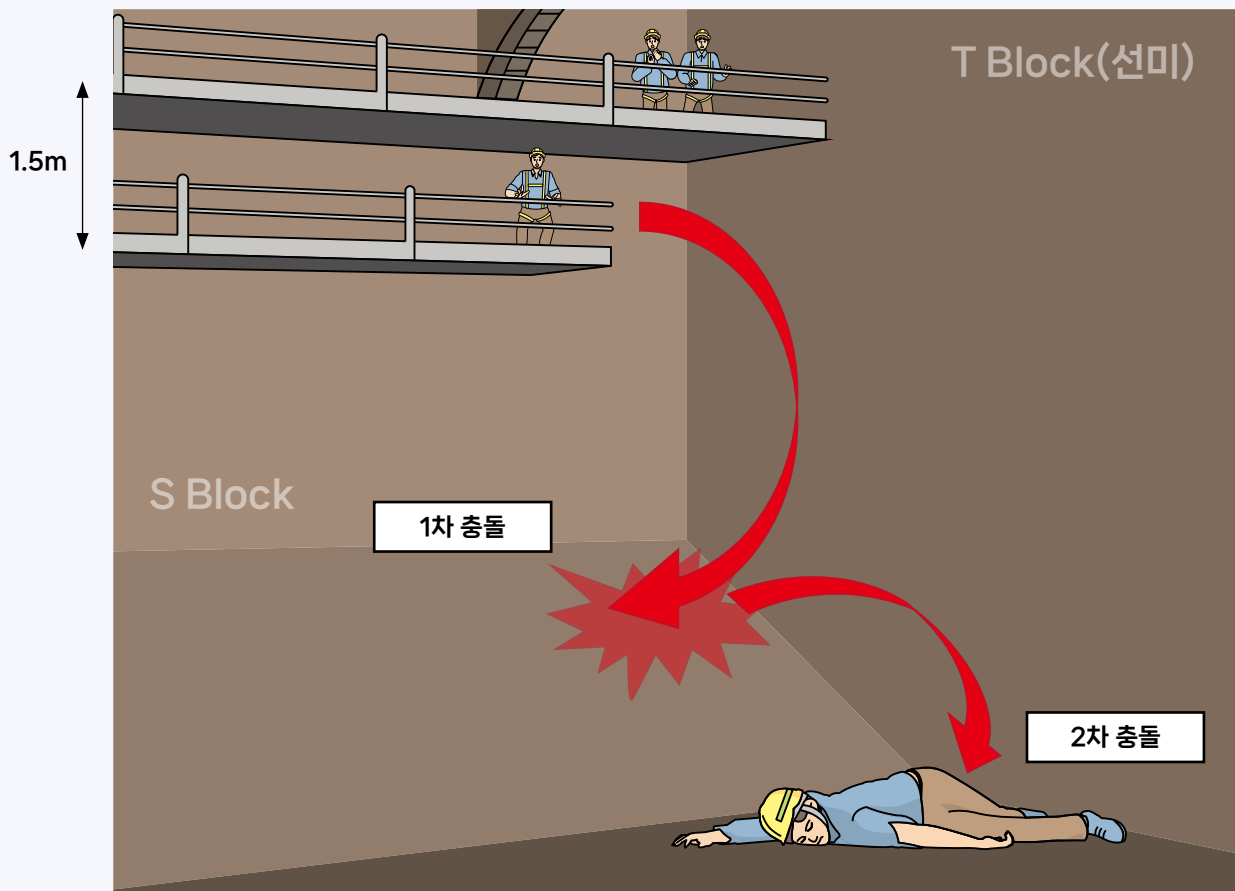
- 비계 조립·해체작업 중 안전대를 걸지 않고 작업하다가 떨어질 위험
- 비계발판에 올라가기 위하여 불안정하게 설치된 사다리 사용 중 떨어질 위험
- 비계발판 이동 중 미고정된 발판의 탈락으로 떨어질 위험
- 비계발판 위에 엮드려 심(Seam: 이음매) 용접작업 중 떨어질 위험
- 발판 사이 간격이 넓어 이동 중 발이 빠지면서 떨어질 위험

✓ 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

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