

IMPROVEMENT OF SAFETY GUARDS FOR ROLLING SCAFFOLDING

남상국 · 조현주 · 김경민 | 패스넷 팀

이동식 비계의 안전난간 성능개선

최근 10년간 건설업 사고사망자 현황에서 건설업의 사고가 전반적으로 감소하였지만, 여전히 이동식 비계의 사고율은 유지되거나 증가하는 경향이 보인다. 특히 떨어짐에 관한 사고가 많았으며, 통계적으로 이동식 비계의 떨어진 사고 중 안전난간의 비율이 높았다. 따라서 이를 개선하고자 높이 조절식 안전난간을 제작하여 편리하게 난간을 설치, 해체하고 어떤 현장에서도 사용할 수 있는 대안을 제시하였다.

시공

CONSTRUCTION & MANAGEMENT



남상국 Nam Sang Guk
학번 : 2001650
e-mail : nsk115613@naver.com



조현주 Cho Hyeon Ju
학번 : 2303094
e-mail : gyulkka38@gmail.com



김경민 Kim Gyeong Min
학번 : 2303091
e-mail : rudals6313@naver.com

Improvement of Safety Guards Performance for Rolling Scaffolding

이동식 비계의 안전난간 성능 개선

배경

최근 10년간 건설업 사고사망자 현황에서 건설업의 사고가 전반적으로 감소하였지만, 여전히 이동식 비계의 사고율은 유지되거나 증가하는 경향이 보인다. 특히 떨어짐에 관한 사고가 많았으며, 통계적으로 이동식 비계의 떨어짐 사고 중 안전난간의 비율이 높았다. 따라서 이를 개선하고자 높이 조절식 안전난간을 제작하여 편리하게 난간을 설치, 해체하고 어떤 현장에서도 사용할 수 있는 대안을 제시하였다.

최근 10년간 건설업 사고사망자 현황

건설업 사고사망자는 줄어드는 반면, 이동식 비계에서의 사고율은 유지되거나 증가하는 추세이다.

(단위 : 명, %)

구분	합계	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
건설업전체	4,524	495	503	492	381	445	504	465	21	417	401
이동식비계 (점유율)	117 (2.6)	16 (3.2)	12 (2.4)	11 (2.2)	10 (2.6)	10 (2.2)	7 (1.4)	11 (2.4)	14 (2.4)	17 (4.1)	9 (2.2)

출처 : 건설현장 이동식 비계의 안전성과 현장적용성 개선연구

떨어짐 재해 원인별 현황

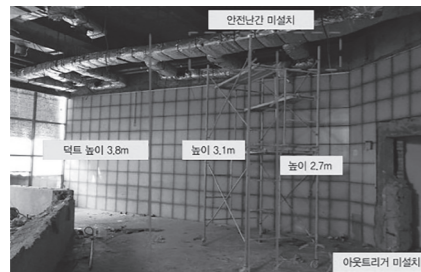
이동식 비계에서 발생하는 떨어짐 재해 중 안전난간의 비율이 가장 높다.

(단위 : 명, %)

구분	합계	안전난간(73.8%)		승강설비(23.3%)		작업발판(2.9%)	
		미설치	미흡	계단	사다리	미설치	미흡
사고사망자	103	62	14	0	24	1	2
점유율	100	60.2	13.6	0.0	23.3	1.0	1.9

출처 : 건설현장 이동식 비계의 안전성과 현장적용성 개선연구

사고사례



작업명 | 천장 설비배관 덕트 해체작업

재해현황 | 1명

재해개요 | 2015.12.23(수) 11:35분경 광주시 서구 OO 건물 1층 천장 및 계단 철거작업 현장에서 이동식 비계 2단 상부에서 기존 천장 설비 배관 덕트 해체작업 중 비계에서 타일 바닥으로 떨어져(h=2.7m~3.1m) 사망한 것으로 추정

실태조사



■ 현장 위치

전라북도 군산시 ○○주상복합 신축공사 (HC건설, 공사팀 부장님과 인터뷰)
3/31 - 현장 방문, 이동식 비계 문제점 파악

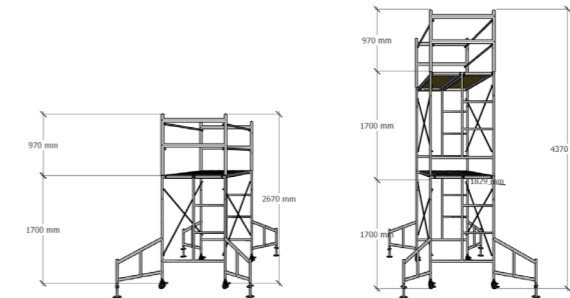
■ 문제점 분석

- 천장 시설물로 인하여 일부 작업 공간에서는 난간 설치 불가

■ 개선 방향

- 기존의 난간 설치가 불가한 특수 현장에서도 떨어짐 방지 조치 필요

기존 제품의 기능적 한계점



■ 안전난간 설치가 불가한 작업장의 높이

- 1단의 경우 : 천장 높이 ≤ 2.67m(층고)
- 2단의 경우 : 천장 높이 ≤ 4.37m(층고)

설명 : 규격화된 난간으로 천장 공간 미확보 시 안전난간 설치가 불가

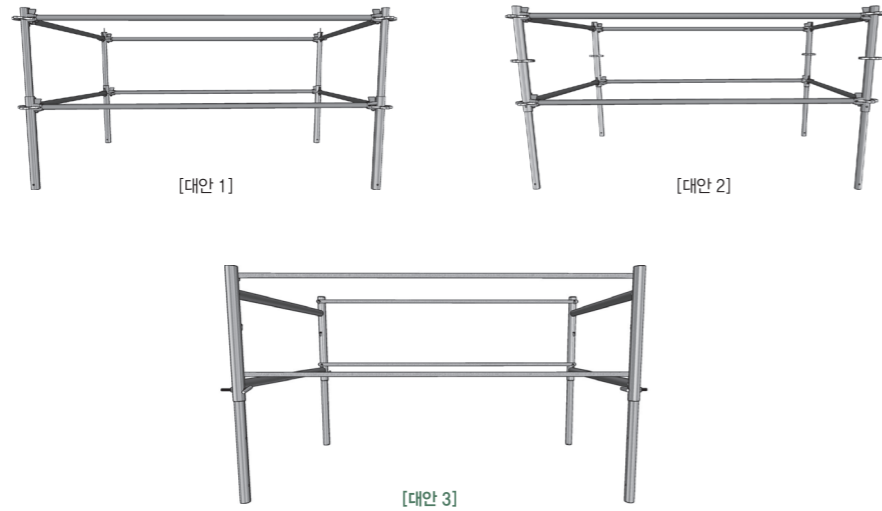
산업안전보건 기준에 관한 규칙의 요구 조건

항목		시험 성능 기준
난간대	상부	90cm 이상
	중간	60cm 이하
난간대 지름		2.7cm 이상의 금속제 파이프
최대하중		100kg 이상

설계 요구조건

- | 범용성 | 여러 현장에 대응할 수 있도록 부분적으로 높이 조절 가능
- | 편의성 | 기존 방식과 비교하여 조립, 해체 시간이 동등 이하일 것
- | 호환성 | 기존의 주틀, 소켓, 난간대를 그대로 사용할 수 있어야 할 것
- | 이동성 | 기존의 제품 대비 크기를 줄여 보다 나은 이동성을 가질 것

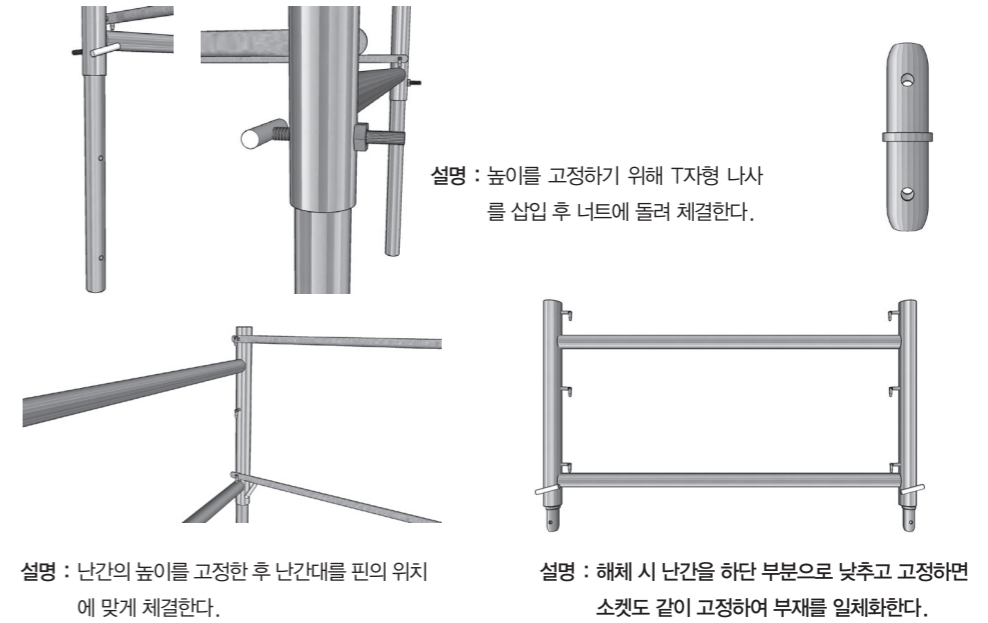
대안 비교



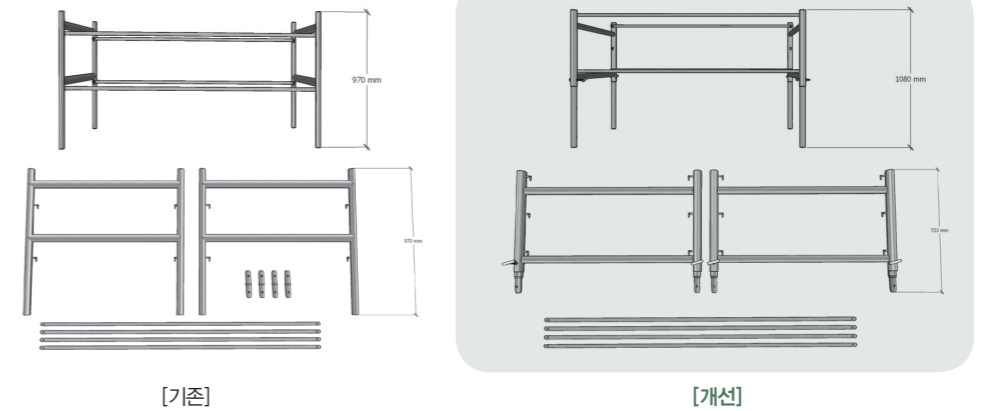
대안 1	장점	시스템 비계의 체결방식으로 조립 간편화
	단점	<ul style="list-style-type: none"> 모든 구간의 난간을 분리하여 부재의 수가 많아서 설치성 불리 개별적으로 난간 높이 조절 불가
대안 2	장점	대안 1의 문제점을 개선하여 기존 난간의 방식에 난간 기둥 중간에 시스템 비계의 플랜지(결속부)를 추가로 설치하여 양쪽 난간의 높이를 개별적으로 조절 가능
	단점	<ul style="list-style-type: none"> 결속 방식에 있어 뺄기를 사용할 경우, 부재의 수가 많아져 조립성 저하 만약 고리 방식으로 체결시 작업 중 진동 또는 충격으로 인하여 난간대가 빠질 우려
대안 3	장점	<ul style="list-style-type: none"> 높이를 고정하는 핀을 전산 볼트로 하고 난간 기둥의 끝부분에 너트를 용접하여 핀의 분리를 방지하여 안전성 제고. 기존의 부속을 그대로 사용할 수 있도록 난간 기둥의 지름 및 난간대의 체결방식을 동일하게 하여 호환성 제고. 해체 또는 운반 시 부재의 수를 줄이기 위하여 높이 조절이 가능한 난간 부분을 소켓과 일체화.

→ 설계 요구 조건에 가장 부합하는 대안 3으로 결정.

제품설명

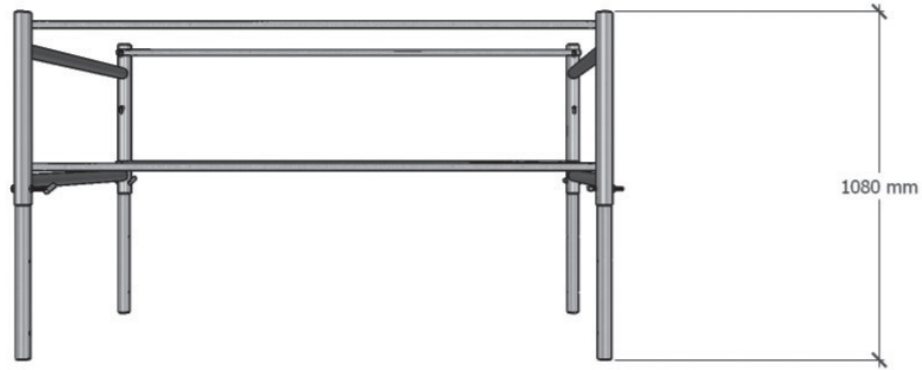


이동성 향상



- 기존보다 설치 시의 난간 높이는 높아졌으나 높이 조절이 가능하므로 이동 시에 부재의 크기가 줄었다.
- 이동 시에 소켓도 난간과 일체화하여 부재의 수를 줄였다.

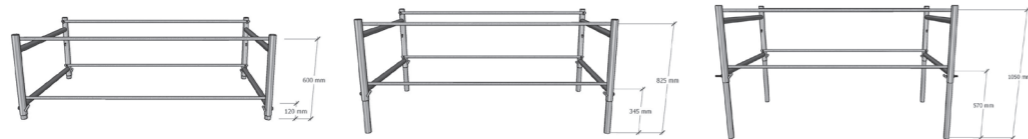
상세 스펙



설계 스펙

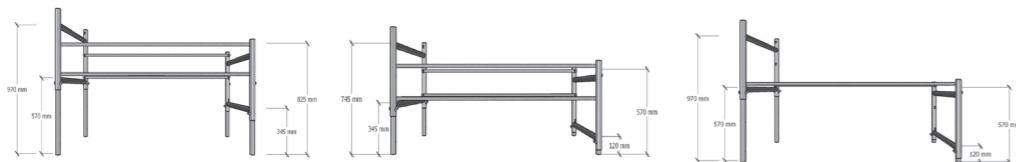
- 최대 높이 : 600+600-120= 1080mm(겹친 길이:120mm)
- 상부 난간대 높이 : 600(1단), 825(2단), 1050mm(3단)
- 중간 난간대 높이 : 120(1단), 345(2단), 570mm(3단)
- 상부 난간기둥 지름 : Ø 48.6
- 하부 난간기둥 지름 : Ø 42.1(기준과 동일)
- 높이 조절 : 3단계
- 높이 고정 : 홀에 핀을 삽입하고 끝부분을 돌려 고정

높이별 난간 높이



설명 : 난간을 3단계로 높이 조절이 가능하다.

개별 조절한 난간의 모습



설명 : 양쪽 난간의 높이가 달라도 수평 난간대의 설치가 가능하다.

경제성 비교

- 기존 제품

부재	재질	규격	단위	단가	수량	금액	
주틀	일반구조용 탄소강관 (SGT 275)	900×1200	mm	19,750	2	39,500	
횡대		1829	mm	8,000	4	32,000	
연결재	소켓	철재	36.5×36.5×21	mm	2,000	4	8,000
합계						79,500	

-개선 제품

부재	재질	규격	단위	단가	수량	금액	
수직재	상부기둥	일반구조용 탄소강관 (SGT 355)	600×2.3T, Ø 48.6	mm	3,080	4	12,320
	하부기둥	일반구조용 탄소강관 (SGT 275)	600×2.3T, Ø 42.1	mm	3,080	4	12,320
수평재	구조용 강관	1829	mm	8,000	4	32,000	
연결재	T자형 나사	철재	Ø 7	mm	780	4	3,120
	너트	철재	Ø 7	mm	20	4	80
	소켓	철재	36.5×36.5×21	mm	2,000	4	8,000
	로크핀	철재	40	mm	500	12	6,000
합계						73,840	

➔ 결론 : 기존의 제품과 비교하여 경제성과 안전성을 향상

종합평가

안전난간의 역할이 작업자의 추락을 방지하는 역할을 하는데, 건설업의 특성상 모든 현장이 표준화되어 있지 않기 때문에 특정 현장에서는 안전난간을 설치하지 못하는 상황이 발생한다. 이러한 상황에서도 대처가 가능한 높이 조절식 안전난간을 제작하여 작업자의 추락을 방지할 수 있는 제품을 개발하였다.

추가로, 높이 조절이 가능하며 작업자가 승, 하차 시에 발생할 수 있는 추락 재해를 난간의 높이를 낮춤으로써 예방할 수 있게 되었다.