

MANPOWER-BASED IMPROVEMENT OF SCAFFOLD UNLOADING

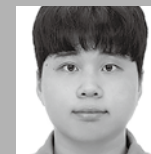
정형종 · 윤성준 · 김예찬 | 일석이조 팀

시스템 비계 부재 하역 작업의 개선

본 프로젝트는 시스템 비계 부재 해체 작업 개선을 제안하려고 한다.
기존의 비계 해체 작업은 작업자 간 소통의 미흡, 인력의 과도한 투입, 그리고 받아치기 과정에서 발생하는
안전사고 위험이 크다. 이에 따라 본 연구는 효율적인 부재 하역 장치와 작업 방식 개선 방안을 마련하여,
현장의 안전성과 효율성을 동시에 향상시키는 것을 목표로 한다.

시공

CONSTRUCTION &
MANAGEMENT



정형종 Jeong Hyeong Jon
학번 : 2403075
e-mail : wjdgdwhd7531@naver.com



윤성준 Yoon Sung Jun
학번 : 2403074
e-mail : joon980727@naver.com



김예찬 Kim Ye Chan
학번 : 2001637
e-mail : kycmyjjang@naver.com



Manpower-Based Improvement of Scaffold Unloading 시스템 비계 부재 하역 작업의 개선

건설 현장에서 비계 해체 작업은 필수적으로 이루어지는 과정이지만, 여전히 안전사고 위험이 높은 공정 중 하나이다. 특히 시스템 비계의 해체 과정에서는 해체된 부재를 지상까지 옮기는 하역 작업이 동반되며, 이 과정에서 많은 문제점이 발생한다.

개요

대규모 현장의 경우 호이스트나 스카이라와 같은 장비를 사용하여 자재를 하역하기도 하지만, 이는 비용이 높고 설치 공간이 제한적이라는 단점이 있다. 반대로 소규모 현장에서는 이러한 장비 도입이 어렵기 때문에 대부분 인력 의존적 방식으로 진행된다. 실제로 현장에서는 부재를 달포대나 손에서 손으로 전달하는 이른바 “받아치기” 작업이 널리 사용되고 있으며, 이는 효율성 저하와 더불어 안전상의 위험이 높은 상황이다.



스카이라 작업



받아치기 작업

기존 방식 분석

■ 장비 활용 방식

규모가 있는 건설 현장에서는 주로 스카이라, 고소작업차와 같은 장비를 이용한다. 이러한 장비들은 고중량 부재를 안정적으로 지상까지 운반할 수 있어 작업 속도가 빠르고, 인력 의존도를 낮출 수 있다는 장점이 있다. 특히 고층 건물이나 넓은 부지에서 비계 해체 작업을 진행할 때는 장비 활용이 필수적이다. 그러나 이 방식은 몇 가지 한계를 지닌다. 첫째, 장비 설치를 위해 넓은 공간이 확보되어야 하는데, 도심지 협소 현장에서는 배치 자체가 어렵다. 둘째, 장비 운영에는 높은 비용이 발생하므로 소규모 공사에서는 경제성이 떨어진다. 셋째, 장비 운용 인력이 별도로 필요해 전체 공정이 복잡해지고, 장비 고장 시에는 작업이 지연될 수 있다는 위험도 따른다. 따라서 장비 활용 방식은 일정 규모 이상의 대형 현장에서는 적합하지만, 소규모 현장에서는 현실적으로 적용이 어렵다.

■ 인력 의존 방식

협소한 공간에서 진행되는 소규모 현장에서는 장비 투입이 제한되므로 대부분 인력에 의존하게 된다. 이때 대표적인 방법은 달포대나 달줄을 사용하는 방식, 그리고 작업자가 층별로 직접 자재를 주고받는 “받아치기” 방식이다.

달포대·달줄 방식 : 해체된 부재를 로프(달줄)에 매달아 지상으로 내리는 방법이다. 간단히 적용할 수 있다는 장점이 있으나, 부재가 흔들리거나 비계에 걸려 낙하 위험이 크고, 하중이 크면 작업자가 직접 제어하기 어려워진다.

받아치기 방식 : 작업자가 층마다 대기하며 해체된 부재를 손에서 손으로 전달하여 지상까지 옮기는 방식이다. 장비 없이 바로 진행할 수 있고 초기 비용이 들지 않는다는 점이 장점이다. 그러나 안전성이 매우 낮고 작업 효율이 떨어진다. 실제로 작업자 간 신호가 맞지 않아 부재가 낙하하거나 충격을 주는 사고가 자주 발생하며, 최근 2년간 받아치기 관련 사고만 19건 보고되었다. 이는 현장에서 빈번히 발생하는 심각한 위험 요소임을 보여준다.

■ 안전상의 한계

장비 활용 방식과 인력 의존 방식 모두 안전상의 한계를 가지고 있다. 장비 활용 시에는 장비 고장, 설치·운용 부주의가 사고로 이어질 수 있으며, 인력 의존 방식에서는 낙하·충돌·의사소통 오류로 인한 사고가 반복된다. 한국산업안전보건공단 통계에 따르면, 최근 3년간 건설업 사망재해자 중 비계 작업 관련 사망자가 약 20%에 달해 비계 해체 공정이 여전히 위험한 작업임을 보여준다.

사고사례

재해형태 | 받아치기 작업 중 발판 낙하 충격

재해개요 | 2024년 7월 1일, ○○현장(석공사)에서 시스템 비계 해체작업 중 상·하부 근로자 간 신호 불일치로 발판이 낙하, 하부 작업자(남, 49세)가 왼쪽 팔꿈치와 옆구리 부위 충격을 입음

재해정도 | 작업자 1명 사망

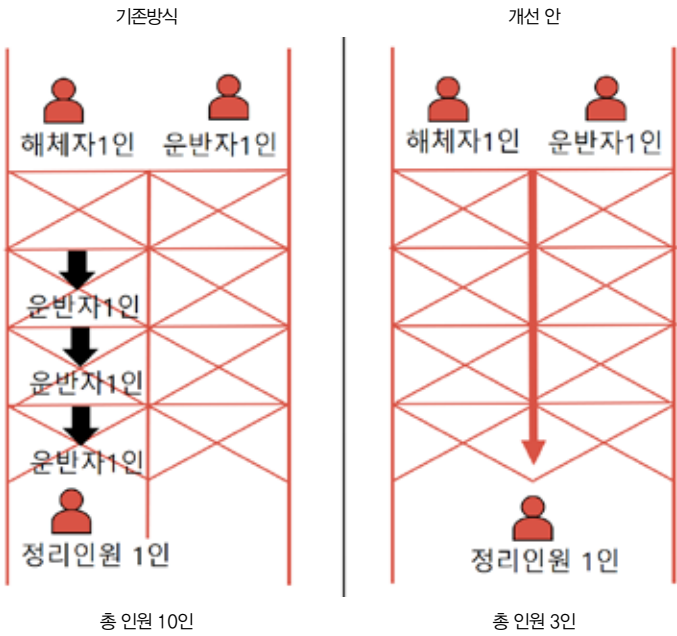
사고빈도 | 최근 2년간 받아치기 관련 사고 19건 발생



위험분석 한국산업안전보건공단 사망재해현황을 분석해 본 결과, 건설업에서 발생된 1083명 중 비계작업중 발생한 사망자가 204명으로 높은 비중을 차지함.

구분	계	비계					지붕	단부 개구부	트럭	굴착기	고소 작업대	사다리	기타
		소계	비계작업발판	달비계	이동식비계	말비계							
'20	252	52	27	15	10	0	47	35	15	17	21	13	52
'21	284	55	22	15	12	6	47	30	28	24	25	20	55
'22	251	45	21	11	8	5	31	51	23	22	16	18	45
'23	296	52	26	11	10	5	49	52	26	24	22	19	52
계	1083	204	96	52	40	16	174	168	92	87	84	70	204
비율 (%)	100	18.8	8.8	4.8	3.6	1.4	16	15.5	8.4	8.0	7.7	6.4	18.8

〈표1〉 사망자 수 및 재해 유형 인력 투입 구조상의 위험



기존의 문제점 : 5층 건물 기준 시스템 비계 해체 시 총 10명 인력 투입 필요
상층부 해체 인원 : 2명 (해체 · 운반)
각 층 운반 인원 : 7명
지상 정리 인원 : 1명

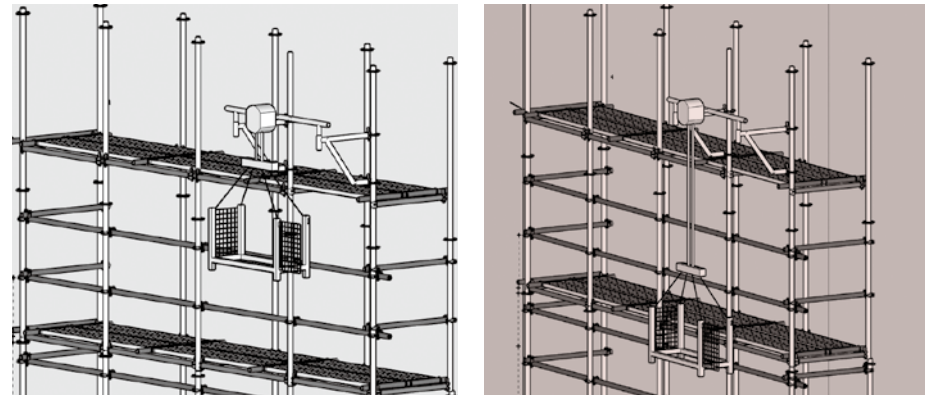
인력이 과도하게 필요 → 인건비 부담
작업자 수가 많을수록 의사소통 혼선 가능성 ↑
해체 과정이 복잡해지고 안전사고 위험 ↑

현재 해체 작업은 장비 도입이 제한된 소규모 현장에서 인력에 의존하는 경우가 많으며, 이로 인해 과도한 인력 투입 · 작업자 간 소통 오류 · 안전사고 위험 증가라는 구조적 한계를 지니고 있다. 설치 및 해체 과정의 편리성 확보, 인력 투입의 최소화, 가설 자재의 손상 방지, 적용 대상 현장의 특성 고려를 목표로 설정하였고, 제한하는 장치는 저비용 · 고효율을 지향하면서, 다양한 현장 여건에 맞게 쉽게 적용될 수 있도록 설계 목표를 수립하였다.

대상 공사 : 도심지 소규모 공동주택 및 상가 건축현장
대안 제시 : 조정 브라켓(bracket) : 적용성 · 호환성 높고, 안전한 하강 가능함. 설치 · 해체가 용이하여 작업 효율이 높고 하중 지지와 부재 고정 효과 또한 우수함.
완강기 활용 장치: 고중량 자재 하역 기능 작업 → 하중별 강하속도는 다음범위를 엄격히 준수해야함

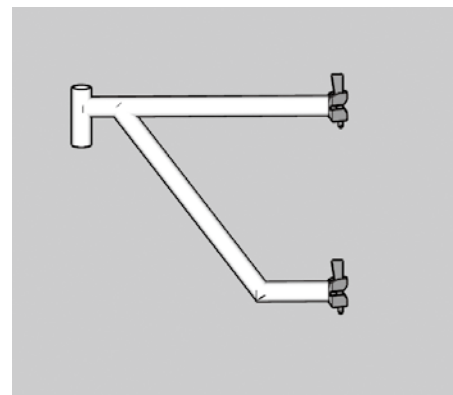
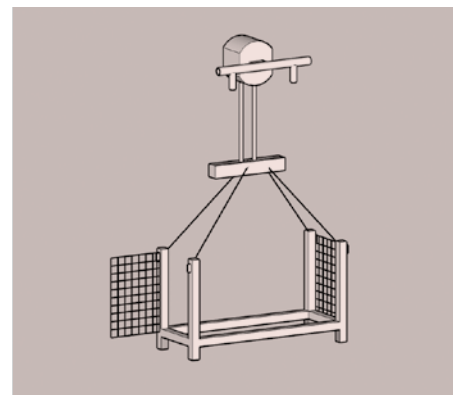
최소 : 25 cm/s (0.25 m/s) 최대 : 150 cm/s (1.5 m/s)

이 기준은 250N, 750N, 1500N의 다양한 하중조건에서도 동일하게 적용됨



대안사용

1. 조속기와 브라켓을 결합한 장치를 비계 난간이나 구조물에 안정적으로 고정한다.
2. 해체된 비계 부재를 조속기에 연결하고 이때 브라켓 결합 방식을 활용하여 부재가 흔들림 없이 고정되도록 한다.
3. 조속기를 이용해 부재를 일정한 속도로 지상까지 안전하게 내리고 후크 방식과 달리 비계에 걸리는 현상이 적어 원활한 운반이 가능하다.
4. 부재가 지상에 안전하게 내려오면 해체 인원이 이를 정리 및 적재하고 조속기와 브라켓은 분리하여 다음 부재 운반에 재사용할 수 있다.



작품 모델링

기대 효과

안전성 강화, 작업 효율 향상, 인력 절감, 경제성 확보의 효과가 있다. 낙하·충돌 사고를 줄여 안전을 높이고, 부재를 신속·안정적으로 운반해 효율성을 증대한다. 또한 인력을 줄여 인간비와 사고 위험을 낮추며, 자재 손상 감소로 재사용률과 경제성을 높일 것으로 예상된다.

향후 개선점

본 장치는 기존 해체 방식의 안전 문제를 개선할 가능성을 보였으나, 경량화·접이식 구조로 휴대성을 높이고, 다양한 하중 조건 실험을 통해 신뢰성을 확보할 필요가 있다. 또한 조절형 브라켓 개발로 범용성을 확대하고, 센서 기반 자동화 기술을 접목해 안전성을 강화하며, 경제성·현장 적용성을 검증해야 함.

