

산재예방 연구브리프

OSH Research Brief

2020년 제10호

발행일 2020년 9월 2일
발행인 고재철
주 소 44429 울산광역시 중구 종가로 400
산업안전보건연구원
자료문의 연구기획부 052-703-0813
발간번호 2020-산업안전보건연구원-526

제10호

추락재해 예방을 위한 비계 안전난간 선행(先行)공법 도입 방안

건설현장에서 임시 가설 통로 및 작업 공간으로 사용하는 비계구조물은 구성 부재를 하부에서 상부로 단계적으로 조립하여 설치한다. 그런데 아래에서부터 조립해 올라가는 조립의 순서상 작업발판이 먼저 설치 된 후에 안전난간이 설치된다. 따라서 비계 시공 방법 상 안전난간이 설치되지 않은 상태의 작업발판 위에서 작업이 이루어지게 된다. 이 때문에 비계 구조물을 설치하는 작업자들은 추락의 위험이 있다는 문제가 있다.

추락 위험을 막을 수 있는 해결방안으로 비계의 설치 및 해체작업을 포함한 비계 위에서 행해지는 모든 작업 시에 항상 안전난간이 있는 상태에서 작업이 가능하도록 하는 안전난간 선행공법을 제안하였다. 안전난간의 선행공법은 비계 설치 시 작업자가 윗 단의 작업발판에 오르기 전에 안전난간을 선행하여 설치하기 때문에 추락 예방이 가능하다. 안전난간 선행공법의 국내 도입을 위해 국내외 사례를 조사하였으며, 법과 안전인증기준 등 제도의 보안 방안에 대해서도 제안하였다.

보고서 제목 추락재해예방을 위한 비계 안전난간 선행공법 도입 연구(2019)

연구책임자 한국비계기술원 문성오 팀장

연구담당자 산업안전보건연구원 박주동 차장



I. 서론

건설현장에서 임시 가설 통로 및 작업 공간으로 사용하는 비계는 높은 곳에서 작업을 하기 때문에 추락의 위험성이 높아 추락 방지용 안전 시설물을 설치해야 한다. 이는 비계 구조물 위에서 일하는 노동자의 추락사고를 예방하기 위함이다. 그런데 현재 비계의 설치 방식은 아래에서부터 단계적으로 설치되어 올라가는 방법을 사용하여 조립 순서상 작업발판을 먼저 설치하고, 그 작업발판 위에서 안전난간을 설치하는 후행형(後行形) 방법을 사용한다. 비계의 해체는 설치 방법의 역순으로 안전난간을 먼저 해체하고 작업발판을 해체하는 방법을 사용해 안전난간이 없는 상태에서 조립·해체 작업이 이루어지고 있다[그림 1~2 참조].

또한 완성된 비계구조물에서 이동하거나 작업 중에 안전난간이 방해가 되는 경우, 수직재와 수직재 간에 설치한 안전 난간대를 쉽게 제거할 수 있어 안전난간이 없는 상태에서 작업이 진행되는 경우가 많다. 이와 같은 국내의 시공방법은 현재 강관비계와 시스템비계 모두가 가지고 있는 동일한 문제이다.

해결방안으로 비계의 설치 및 해체작업을 포함한 비계 위에서 행해지는 모든 작업 시 항상 안전난간이 있는 상태에서 작업하도록 하는 **안전난간 선행형(先行形) 공법**을 제안하였다. 안전난간 선행공법은 비계설치 시 작업자가 윗단의 작업발판에 오르기 전에 안전난간을 먼저(선행) 설치하고, 해체 시 하부 작업발판으로 내려온 후 안전난간을 해체하여 비계 설치, 해체 및 작업 중에 항상

안전난간이 있는 상태에서 작업이 이루어진다. 비계에서 작업, 이동 중에도 안전난간을 임의로 제거하기 어렵기 때문에 추락 사고를 예방할 수 있다. 또한, 선행형 안전난간 구조는 비계구조물의 무너짐 방지를 위한 가새재의 기능도 할 수 있어 비계 구조체의 안전성 강화에도 도움이 된다.

[그림 1] 강관비계 해체작업 중 추락위험



※ 강관비계 해체작업 중 추락위험(1번 작업자)

[그림 2] 시스템비계 설치작업 중 추락위험



※ 시스템비계 설치작업 중 추락위험(1, 2번 작업자)

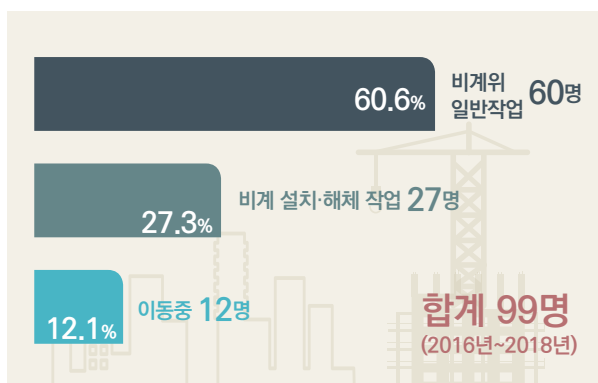
II. 연구내용

1. 건설업 비계관련 사망재해 분석

최근 3년간(2016년~2018년) 건설업의 중대 재해 중 비계작업관련 추락사망자 226명에 대한 분석결과 재해를 일으킨 기인물로 강관비계 94명(41.6%), 달비계 34명(15.0%), 이동식비계 30명(13.3%), 작업발판 일체형 비계 28명(12.4%),

말비계 12명(5.3%), 시스템비계 5명(2.2%) 등의 순으로 나타났다. 강관비계와 시스템비계의 추락 사망자 총 99명을 작업종류별로 분석한 결과 비계 위에서의 일반작업 60.6%(60명), 비계 설치·해체작업 27.3%(27명), 이동중 12.1%(12명) 순으로 나타났다[그림 3 참조]. 강관비계와 시스템비계의 작업종류별 추락 사망재해 주요원인을 분석한 결과, 비계 위에서의 일반작업 또는 이동중 발생한 사고의 원인은 작업발판 미설치 또는 설치불량(미고정 등), 작업발판 단부 안전난간 미설치 또는 설치불량(중간난간대 미설치, 난간사이 간격 60cm 초과), 이동통로 미설치로 분석되었다. 비계 설치·해체 작업 시의 추락 사망재해 주요 원인은 작업발판 미설치 또는 설치불량(미고정 등), 작업발판 단부 안전난간 미설치 등으로 안전난간이 없어 발생한 사례가 많아 안전난간 후행 공법의 문제점을 드러내고 있었다. 비계 설치·해체 중 추락재해예방을 위해서는 안전난간이 설치된 하부 작업발판에서 상부의 작업예정 위치에 안전난간을 미리 설치하는 새로운 공법이 도입되어야 함을 보여주는 것이다.

[그림 3] 강관비계와 시스템비계의 작업종류별 추락사망자 현황



2. 비계 안전난간 설치 공법 분석

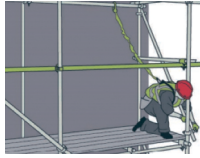
국내외에서 적용하고 있는 안전난간 후행공법과

선행공법에 대해 조사하였다. 안전난간 후행공법과 선행공법의 특징, 시공성, 경제성, 추락위험성 등을 분석하였다. 분석 결과 안전난간 선행공법이 시공 중은 물론 시공 후에도 추락의 위험성이 낮은 것으로 나타났다. 일본의 경우 2003년부터 후생노동성에서 「안전난간 선행공법에 관한 지침」을 제정하여 안전한 비계작업 방법을 제시하고 있다. 또한 후생노동성과 유관단체가 협력하여 안전난간 선행공법의 활성화를 위해 제도 개선 등의 노력으로 사고사망 재해가 지속적으로 감소하고 있다. 뉴질랜드와 영국, 독일 등 선진국에서도 안전난간 선행공법을 적용하고 있는 것으로 조사되었다[표1 참조]. 선행 안전난간 공법에 대해 일본 건설현장 기준으로 경제성을 검토한 결과 선행 안전난간(교차가새형, X형) 설치공법이 후행 안전난간 설치공법 대비 약 7%의 비용절감 효과가 있는 것으로 분석되었다. 또한 국내외에서 적용되고 있는 안전난간 선행공법에 대해 시공성, 경제성 및 안전성 측면을 분석한 결과, 교차가새형 안전난간 선행공법이 국내 건설 현장에서 수용성이 높을 것으로 판단하였다.

3. 안전난간 선행공법 도입을 위한 제도 검토

일본과 미국의 경우 교차가새재를 중간난간대로 인정하고 있으나, 국내의 경우 관련 근거가 없어 교차가새형(X형) 선행안전난간을 국내 건설현장에 적용할 수 없다. 따라서 산업안전보건기준에 관한 규칙 제13조의 단서조항인 중간 난간대 대체 범위에 상부 난간대가 설치된 경우 교차가새(X형)의 교차점이 바닥면에서 45~60cm 이내일 경우 중간난간대로 인정할 수 있도록 할 필요가 있다. 또 가새형 선행안전난간의 제품 기준 마련을 위해 방호장치 안전인증 고시의 시스템 비계용

[표 1] 비계안전난간 설치 공법 비교

구분	안전난간 후행공법 ¹⁾	안전난간 선행공법(Advanced Guard Rail)			
		순차식 난간 설치공법 ²⁾	상승형 난간 설치공법 ³⁾	틀형 난간 설치공법 ⁴⁾	교차가새형 선행난간 설치공법
개요도					
특징	작업발판 설치후 해당 발판에서 안전난간 설치	상부 안전난간 설치를 위해 작업발판을 추가로 설치	길이 조절이 가능한 상승형 임시 난간을 이용하여 하부에서 상부 안전난간 미리 설치	하부에서 2명이 틀형 안전난간을 상부에 설치	가새 역할을 하는 교차가새형 안전난간을 하부에서 미리 설치
시공성	보통	매우 낮음	낮음	낮음	매우 높음
경제성	보통	매우 낮음	낮음	낮음	높음
가새 설치 필요성	필요	필요	필요	필요	불필요
시공중 추락위험성	매우 높음	낮음	낮음	낮음	낮음
시공후 추락위험성	매우 낮음	매우 낮음	매우 낮음	매우 낮음	매우 낮음
비고	비계 설치·해체 중 추락 위험 상존	작업발판 추가 설치 필요 추가 설치된 작업발판 단부로 추락위험 잔존	상승형 난간은 임시 난간으로 안전난간 추가 설치 필요	2인 1조 작업으로 시공성이 낮음	교차가새형 안전난간이 가새와 안전난간 역할을 함

그림출처 1), 2) Scaffolding in New Zealand (WorkSafe New Zealand, 2016)

3) <https://www.layher.co.nz>4) www.haki.com

부재에 선행 안전난간을 포함한 안전인증 기준을 마련할 필요가 있다. 연구진들은 구조해석, 성능 평가 등을 통해 안전인증기준(안)을 제안하였다.

III. 결론 및 정책제언

강관비계와 시스템비계의 설치·해체 작업 중 발생한 사고를 분석한 결과 안전난간 미설치나

불량 등의 원인 때문인 것으로 나타났다. 추락재해의 근원적인 예방을 위해서는 안전난간 선행공법을 도입할 필요가 있다. 연구결과 교차가새형(X형) 안전난간 선행공법이 시공성, 경제성 및 안전성 측면에서 가장 적합한 것으로 분석되었다. 본 연구를 통해 제안한 안전난간 선행공법이 국내 건설현장에 도입되면 비계 설치·해체작업 중 추락재해 예방에 크게 기여할 것으로 기대된다.