

사내벤처 운영을 통한 연구 실용화 사례

[집필자]

박주동 차장/ 산업안전보건연구원 산업안전연구실

실용화 요약

사내벤처 운영을 통해 연구원에서 취득한 특허 기술 3종을 현장에 적용하여
시제품을 개발해 사업장에 보급하는 등 실용화 추진

2018년 정부는 공공기관 혁신성장 추진계획을 통해 공공기관의 사회적 가치 창출을 위한 방안을 발표하였다. 미래 성장동력 확보와 민간 일자리 창출 등 혁신성장 정책을 추진할 필요가 있으며, 이를 위해 공공기관이 보유한 자원을 공유하고 R&D를 활성화하도록 혁신 계획을 수립했다. 공공기관의 보유 자원을 시장에 개방하여 민, 관의 시너지 효과를 극대화 하는 것이 혁신성장 추진계획의 목표이다.

안전보건공단은 공공기관의 사회적 가치 창출 요구에 따라 지난 2019년 사내 벤처 운영에 관한 아이디어를 공모하였고, 접수된 12건의 아이디어 중 연구원에서 제출한 「건설안전 신기술 아이디어 실용화 사업」이 최종 선발되었다. 연구원의 아이디어는 그동안 연구 및 사업 수행과정에서 개발한 특허 기술 3종의 시제품을 현장에 시범 적용하는 것으로, 건설재해 예방은 물론 안전 시장 활성화와 일자리 창출 등 사회적 가치 실현에 기여할 것으로 기대된다.

* 연락처: TEL. 052-703-0844 / likeaceo99@kosha.or.kr

개요



지난 10년간(2008년~2018년) 우리나라 건설업 사고사망자는 535명에서 506명으로 5.4%가 감소하였으며, 같은 시기 일본은 430명에서 323명으로 24.9%가 감소하였다. 일본에서 건설업 사망자 수가 큰 폭으로 감소한 것은 편리성과 경제성이 향상된 「안전난간 선행 공법」과 같은 신기술을 적극 도입했기 때문이다. 우리나라도 기존의 안전점검과 기술지도만으로 건설업 사망재해를 감소하는 것에는 한계가 있다. 즉, 안전난간 선행공법 등 새로운 안전기술의 발굴, 개발 및 보급 시스템 등을 구축할 필요가 있다.

이러한 문제의식을 바탕으로 건설안전 신기술을 연구하였다. 특히 민간의 신기술 아이디어를 적극 발굴하고, 아이디어를 심화하여 시제품 생산 및 현장에서의 시범적용 등 연구를 수행하였다. 그 결과 특허를 취득하는 성과를 이루었다. 앞으로 연구를 통한 신기술의 특허 취득 및 현장 실용화를 통해 건설재해예방은 물론 안전보건 시장 활성화로 신규 일자리 창출 등 사회적 가치 실현에 기여할 것으로 기대된다.

실용화 내용

사내벤처를 통해 현장에 실용화 하고자 하는 기술은 연구원에서 출원한 [표 1]의 특허 3종이다. 각 기술이 현장에 적용될 수 있도록 시제품을 제작하고 건설현장에 직접 시범 적용하여 효과성을 검증 중에 있다. 향후 개발 제품을 사업장에 보급하고, 산업재산권 허여를 통해 공단의 기술을 민간 기업에 이전할 수 있도록 추진할 계획이다.

[표 1] 사내벤처를 통해 실용화를 추진하고 있는 기술 3종

연번	기술명	특허출원 (등록)일	특허현황	비고
1	가새형 선행 안전난간대의 수직 보강장치	2019.11.12.	국내 특허 출원	비계작업의 편리성, 경제성 향상 및 추락재해예방
2	휴먼에러 예방을 위한 클라이밍 콘 앵커 장치	2019.12.09.	국내 특허 등록	클라이밍시스템 관리감독 편리
		2018.11.21.	독일 특허 출원	
3	띠장 국부좌굴 방지용 멀티스티프너	2018.05.24.	국내 특허 등록	흙막이가시설 안전성 확보 편리성, 경제성 향상
		2018.11.20.	미국 특허 등록	

1. 교차가새형 선행 안전난간대

우리나라에서 사용하고 있는 강관과 시스템비계 설치·해체 작업의 가장 큰 문제는 안전난간이 없이 작업하는 작업방식에 있다. 즉, 비계 설치 시에는 작업발판 설치 후 안전난간을 설치하고, 비계 해체 시에는 안전난간 해체 후 작업발판 해체의 방식을 사용하기 때문이다. 안전난간 없이 작업하게 되어 늘 추락의 위험이 존재할 수밖에 없다. 이러한 문제를 해결하고자 비계에서 행하는 모든 작업에는 항상 안전난간이 있는 상태에서 작업할 수 있도록 하는 「안전난간 선행(先行)공법」을 제안하였다. 안전난간 선행공법을 사용하기 위해서는 작업 순서를 바꿀 선행 안전난간대가 필요하며, 연구를 통해 교차가새형 선행 안전난간대의 수직보강장치를 개발하였다. 안전난간 선행공법은 [그림 1]과 같이 안전난간과 작업발판이 설치된 하부 작업발판에서 상부의 안전난간을 미리 설치한 후 상부 작업발판을 설치하는 공법이다. 따라서 비계 위 모든 작업 시 항상 안전난간이 있는 상태에서 작업이 가능해 안전성이 높다.



선행안전난간 설치



상부 작업발판 설치



상부 작업발판으로 이동

[그림 1] 선행 안전난간대 설치 및 작업 방법

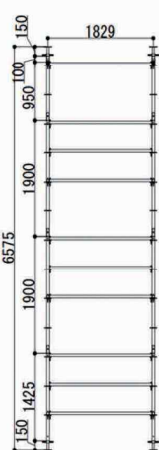
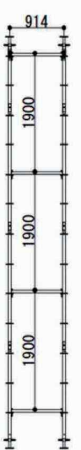
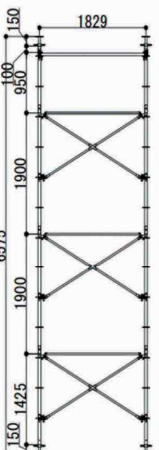
선행 안전난간대의 경제성에 대한 분석 결과 [표 2]와 같이 국내 기준 시스템비계 적용 시 안전난간 선행공법은 현행공법(후행공법) 대비 약 6.9%의 비용이 절감되는 것으로 분석되었다. 또한 안전난간 선행공법과 현행공법(후행공법)의 구조성능에 대해 비교분석을 실시했다. 조립체(높이 6.6m, 3단)에 대한 실물실험을 실시한 결과, [표 3]과 같이 안전난간 선행공법의 구조성능(최대압축하중)이 현행공법 대비 9.8% 더 우수한 것으로 평가되었다.

[표 2] 현행공법(후행공법)과 선행공법의 경제성 비교

(단위: 천원)

구분	현행공법(후행공법) (수평 안전난간 2단 설치)	교차가새형 선행공법	비고
기본료	1,905	1,662	※ 국내 제작사 2개사의 임대료 평균 - 설치규모: 가로 20m, 세로 20m, 높이 31m - 임대기간: 5개월
사용료	14,301	13,186	
인건비	20,063	18,990	
운반비	1,135	970	
합계	37,403	34,807	6.9% 비용 절감

[표 3] 현행공법(후행공법)과 선행공법의 조립체 실물 실험 결과

구분		현행 공법(후행 공법)	선행 공법
최대 압축하중	3회 평균	91.93kN	100.84kN
	증감	기준	9.7% 증가
설치도		 	 
실험전			
실험후		 	 

연구원에서 개발한 가새형 선행안전난간대는 일본의 선행안전난간대가 가진 단점인 삼각형 개구부로의 추락 방지를 위해 수직재 보강형 및 중간난간대를 추가하여 개발하였다. 시제품을 제작하여 실험실에서 설치 후 평가한 결과, 최종적으로는 [그림 2]의 (나)와 같이 가새형 선행 안전난간대에 중간난간대를 추가한 방식을 시제품으로 개발하게 되었다.



(가) 선행안전난간대+수직보강장치



(나) 선행안전난간대+중간난간대(최종선정)

[그림 2] 선행안전난간대 시제품

이상의 개발 내용은 2020년 한국안전학회 춘계 학술대회에 참여하여 교차가새형 선행안전 난간 설치 공법의 국내 건설현장 도입 방안에 대해 발표하였으며, 개발한 선행 안전난간대의 보급을 위해 관련 고시 개정을 추진하고 있다. 고시개정이 이루어지면, 선행 안전난간대에 대한 안전인증 및 제품심사를 추진하여 개발한 기술의 시장 보급 활성화를 위해 노력할 계획이다.

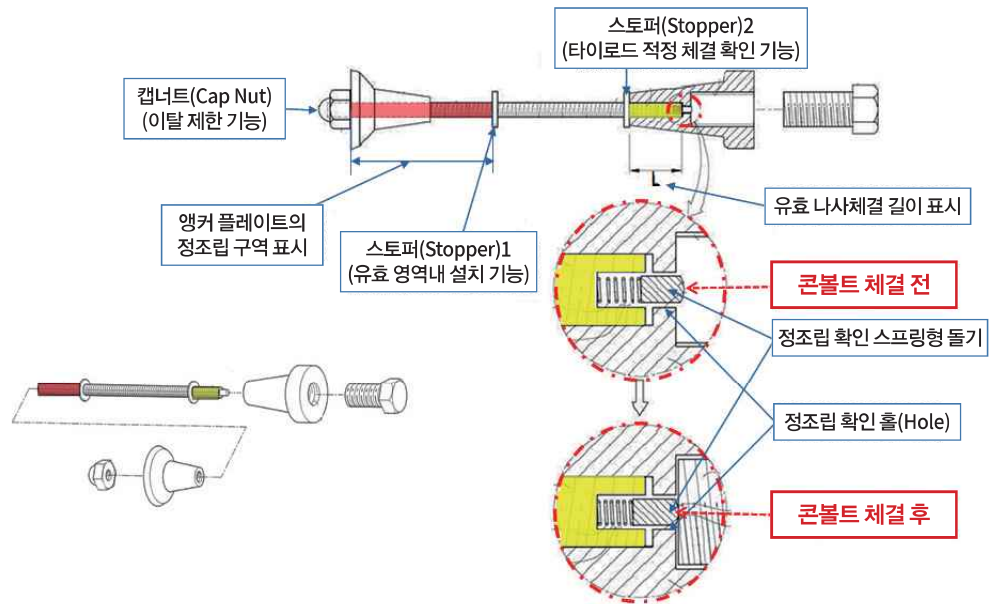
2. 휴먼에러 예방을 위한 클라이밍 콘 앵커 장치



2018년 3월 부산 해운대 초고층 아파트 건설현장에서 클라이밍 시스템 작업대가 낙하하는 대형사고가 발생해 4명이 사망하고 4명이 부상을 입는 재해가 발생했다. 재해조사 결과, 사고의 원인은 작업자가 탑승하는 시스템 작업대를 건물 외벽에 고정하는 장치인 클라이밍 콘과 타이로드가 제대로 고정되지 않아 발생한 것으로 드러났다. 클라이밍 콘과 타이로드의 결합 깊이가 당초 설계대로라면 최소 55 mm 이상 되어야 하지만, 실제로는 20mm 이하의 길이로 체결 되어 작업대와 작업대에 타고 있는 근로자들의 무게를 지탱하지 못하고 55층 높이에서 추락한 것이다.

연구원은 위와 같은 휴먼에러에 의한 재해를 예방할 수 있는 안전장치를 개발하게 되었다 ([그림 3~4] 참조). 개발한 장치는 클라이밍 콘과 타이로드의 정상 체결 여부를 확인하기 쉽게 설계하였다. 즉, 타이로드를 클라이밍 콘에 정상 체결 시 타이로드의 스프링 돌기를 육안으로 확인할 수 있어 편리하며, 콘크리트 타설 이후에도 타이로드와 클라이밍 콘 정상 체결 여부 확인이 가능해 보다 안전한 장치이다.

Inventors : Ju Dong Park, Hyun Sub Lee et al.
(KOSHA, 2018)



휴먼에러 예방을 위한 클라이밍 콘앵커 장치 개념도

[그림 3] 휴먼에러 예방을 위한 클라이밍 콘앵커 장치 개념도



[그림 4] 휴먼에러 예방을 위한 클라이밍 콘앵커 장치 시제품

본 장치는 시제품 개발과 안전성 확인의 과제가 남아 있다. 향후 클라이밍 시스템 제조사에 개발한 장치에 대한 안내를 실시하고, 제조사 관계자 간담회 및 시제품의 실증시험을 통해 안전성을 확인한 후 건설현장에 시범 적용할 계획이다.

3. 띠장 국부좌굴 방지용 멀티스티프너

굴착공사 중 흙막이가시설 띠장(Wale)의 국부좌굴(local buckling, [그림 5]참조) 방지를 위해 기존 용접 방식 스티프너(Stiffener, 보강재)의 단점을 개선하고자 비용접방식의 길이조절이 가능한 멀티-스티프너(Multi-Stiffener)를 개발하였다. 이 기술은 굴착공사현장의 특성과 작업자의 편의성 및 경제성을 고려하여 기존 용접방식의 스티프너를 길이 조절이 가능한 비(非) 용접방식으로 개선하여 자중에 의한 탈락방지를 위해 양측면에 자석(각각 4개)을 부착한 것이다. 이 기술은 설치 시간이 짧고, 설치비용도 적게 들며, 재사용이 가능하다는 장점을 갖고 있다.

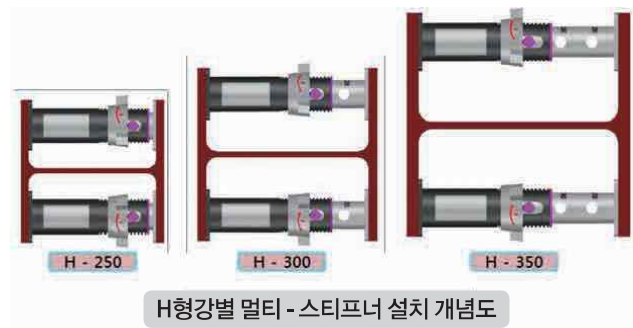


[그림 5] 띠장에 스티프너 미설치로 인한 띠장 좌굴 변형 사례

연구원에서 개발한 멀티스티프너([그림 6~7] 참조)는 기존 용접방식 스티프너(보강재) 대비 약 37%의 비용 절감 효과가 있는 것으로 분석되었다. 개발한 멀티스티프너의 현장 시범 적용 결과는 [그림 8]과 같다. 멀티스티프너를 적용한 건설현장 및 제조사 관계자들을 대상으로 의견 수렴을 거쳤으며, 시제품을 제작해 실물 실험을 실시하였다. 실험결과는 향후 제조사에 제공할 예정이며, 기술적 사항은 컨설팅도 실시할 계획이다.



[그림 6] 멀티스티프너 설치 개념도



[그림 7] 멀티스티프너 설치 상세도



Strut 공법의 띠장에 적용된 사례



Earth Anchor 공법의 띠장에 적용된 사례

[그림 8] 멀티스티프너 시범 적용 현장 사례

향후계획

연구원에서 개발한 선행안전난간대는 안전인증 고시 개정이 필요하여 전문가회의와 공청회를 거쳐 최종안을 고용노동부에 제출할 계획이다. 향후 개정된 안전인증고시가 공표되면 인증을 신청하여 건설현장에 적용하고, 필요시 안전보건공단의 클린사업과 연계하여 시장에 제공할 수 있도록 할 계획이다. 클라이밍 콘 앵커장치, 멀티스티프너는 실물실험 단계에 있으며, 이를 통해 시제품을 최종 제작하고, 건설현장에 적용할 수 있도록 할 계획이다.



참고문헌

1. 문성오 등, “추락재해예방을 위한 비계 안전난간 선행공법의 국내 건설현장 적용에 관한 연구”, 2019, 산업안전보건연구원
2. 박주동 등, “비계작업의 추락재해예방을 위한 선행 안전난간 공법의 도입 타당성 분석”, 한국안전학회, Vol. 35, No. 4, pp. 23-31, 2020.
3. 박주동 등, 특허등록 제10-1862655호, “띠장의 국부좌굴을 방지하기 위한 토건용 멀티 스티프너”, 2018.
4. 박주동 등, 특허등록 제10-2055604호, “휴먼 에러 예방을 위한 클라이밍 콘 앵커 장치”, 2019.
5. 박주동 등, 특허출원 제10-2019-0144214호, “가새형 선행 안전난간대의 수직 보강장치”, 2019.