

LONG-RANGE REBAR FALL PREVENTION DEVICE FOR FALL

최종훈 · 김진원 · 황인성 | 사범 팀

추락 방지를 위한 원거리 철근 결속 장치

안전이 강조되고 있는 지금 건설현장에서의 사고는 다른 산업재해에 비해 높게 발생되고 있다.
주로 떨어짐, 넘어짐, 물체에 맞음 사고 등이 많이 발생하고 있고, 우리는 벽체 철근 결속 작업 중 높은 작업
지점에서 작업을 진행하는 행동을 제거하여 보다 안전한 작업 환경을 제공하는 방안을 제시하려고 한다.

시공

CONSTRUCTION &
MANAGEMENT



최종훈 Choi Jong Hoon
학번 : 2201432
e-mail : choli6868@naver.com



김진원 Kim Jin Won
학번 : 2001645
e-mail : kimjw6051@naver.com



황인성 Hwang In Seong
학번 : 2001711
e-mail : dlstjd9416@naver.com

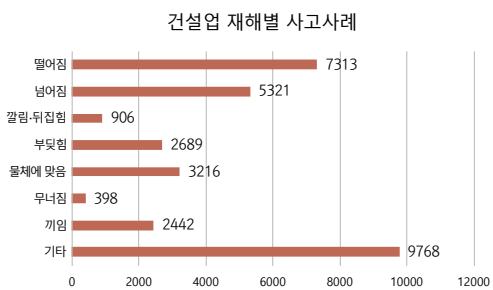


Long-range Rebar binding device for fall prevention

추락 방지를 위한 원거리 철근 결속 장치

안전이 강조되고 있는 지금 건설현장에서의 사고는 다른 산업재해에 비해 높게 발생되고 있다. 주로 떨어짐, 넘어짐, 물체에 맞음 사고 등이 많이 발생하고 있고, 우리는 벽체 철근 결속 작업 중 높은 작업 지점에서 작업을 진행하는 행동을 제거하여 보다 안전한 작업 환경을 제공하는 방안을 제시하려고 한다.

건설 현장의 현재 사고현황



2023년 산업안전 보건 공단에 건설업 재해별 사고사례 표는 현장의 위험성 나타내고 있다. 여러 가지의 사고 사례 중 떨어짐 사고는 다른 재해 유형에 비해 현저히 높은 비율을 차지하며 건설 현장에서 치명적인 요소임을 보여주고 있다. 이는 높이와 관련된 작업 환경이 얼마나 심각한 위험을 내포하고 있는지를 보여주고 있다.

벽체 철근 결속 작업

기존의 벽체 철근 결속 작업은 낮은 위치에서는 작업자가 서 있는 상태에서 손쉽게 진행할 수 있다. 그러나 벽체의 층고가 높아질수록 작업자의 손에 닿지 않는 구간이 필수적으로 발생하게 된다. 특히 2m 이상의 높이에 배근된 철근을 결속하기 위해서는 말비계, 이동식 작업발판, 혹은 시스템 비계 등을 설치하여 상부에 접근할 수 있도록 한 뒤 결속 작업을 수행한다. 이러한 보조 장비의 사용은 안전 확보와 동시에 철근 배근 품질을 유지하기 위해 필수적이다.

위험 요인



▲ A형 사다리를 인력 부족으로 인해 단독 사용하여 높은 위치에 있는 철근을 결속하는 행위, 안전대를 미착용 상태로 안전난간이 없는 이동식 비계에 올라가 철근을 결속하는 행위, 작업 발판이 설치가 불가능한 지점에서 임의로 작업발판을 만들어 불안정한 자세로 작업하는 행위들은 현재 건설현장에서 흔히 발생되고 있으며 벽체 철근 결속 작업에서 위험 요인으로 나타낼 수 있다.

사고 사례

■ 사고 사례 1



소 재 지 | 경상북도 경주시
공 사 명 | 교육시설 공사
피 재 자 | 철근공
사고유형 | 추락
피해정도 | 3일 이상 휴업이 필요한 부상
재해내용 | 철근공 2025년 04 월 08일 오전 11시경 2층 하층 놀이터 2 벽체 철근 결속 작업 중 추락하여 두피열상 및 허리 골절 사고가 발생함.



■ 사고 사례 2



소 재 지 | 인천광역시 서구
공 사 명 | 공동주택
피 재 자 | 철근공
사고유형 | 떨어짐
피해정도 | 3일 이상 휴업이 필요한 부상
재해내용 | 벽체 철근 결속 작업 중 재해자 무게를 버티지 못해 말비게 우측 지지대가 빠져 기울어지며 말비게 상부에서 작업중이던 재해자가 중심을 잃고 뒤로 떨어짐.

■ 사고 사례 3



소 재 지 | 구리시 인창동
공 사 명 | 예코멕스 빌딩 건설공사
피 재 자 | 철근공
사고유형 | 추락
피해정도 | 사망
재해내용 | 빌딩 신축 현장의 지하 5층에서 피재자가 슬라브 단부에 설치된 이동식 틀비계 위에서 기동 철근 결속 작업 중 무게중심을 잃고 슬라브 단부로 추락.

설계 목표

산업안전보건기준에 관한 규칙 제 56조 (작업발판의 구조)

4. 추락의 위험이 있는 장소에는 안전난간을 설치할 것

앞서 말한 벽체 철근 결속 작업을 하기 위해서는 작업발판을 설치해야한다. 작업발판을 사용하는 것은 산업안전보건기준 제 56조 4항에 따라 추락, 넘어짐 위험이 있다는 것을 알 수 있다. 그러므로 작업발판의 사용으로 인한 추락, 넘어짐의 위험을 제거하고 작업을 할 수 있는 방안을 생각하였다.

문제점	개선방안
작업발판의 사용으로 인한 추락, 넘어짐 사고 발생 작업발판 사용으로 인한 비용과 시간 소요	손이 닿지 않는 부분을 결속할 수 있는 기계 설계 작업발판 사용으로 인한 추락 사고와 비용, 시간 소요를 제거

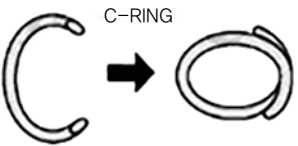
대안 모색

■ 대안 1 Boat mooring hook



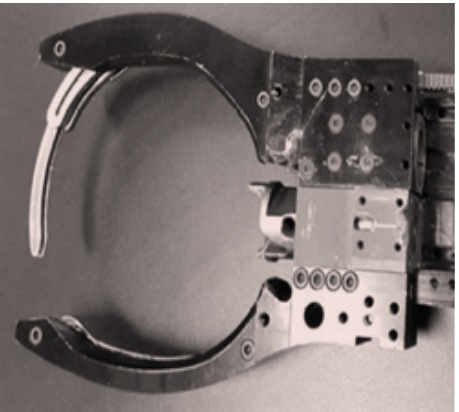
Boat mooring hook 이라는 보트를 정박시키거나 계류 할 때 먼 곳에 있는 난간이나, 부표에 로프를 걸기 위한 기술을 가져와 사용하는 것으로 로프가 아닌 결속 선을 걸어준 다음, 철근이 교차된 곳에 집어 넣어 결속 선이 안쪽에 걸면서 다시 잡아당기게 되면 철근을 감싸게 되고 버튼을 눌러 기계 앞 부분이 회전하면서 결속,

■ 대안 2 압착 호그링 방식



기존의 결속선 철사를 사용하는 것이 아닌, 새로운 자재인 호그링을 이용하여 철근을 고정하는 방식으로 C 자형으로 생긴 기계 앞부분을 교차된 철근에 집어 넣은 뒤 버튼을 누르게 되면 호그링이 철근에 걸리면서 압착되어 철근을 결속하는 방식.

■ 대안 3 건(gun) 타입



기존에 판매되고 있는 건 타입 자동 철근 결속기의 원리를 이용하여 전용 결속선을 결속기에 장착하여 철근이 배근된 교차점에 가져 간 뒤 버튼을 누르게 되면 내장된 결속선이 유도를 따라 철근 뒤쪽으로 돌아 그리드가 잡아준 뒤 그리드를 돌려 결속하는 방식.



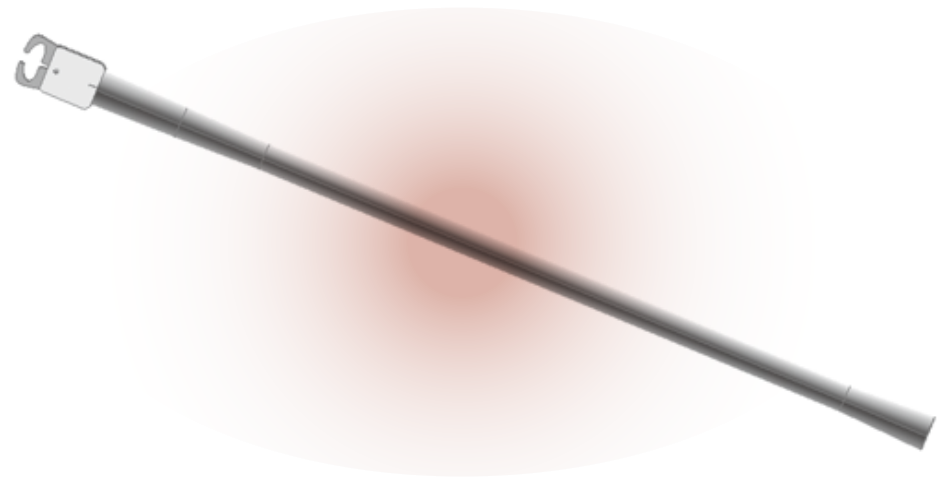
대안의
선택 과정

대안 1 - 결속선의 길이가 호환되지 않는다. 결속선을 한 번 접은 후 기계에 걸은 뒤 배근된 철근에 감싸 결속 작업을 하여야 하는데 이 과정에서 결속선의 길이가 짧아져 철근을 감싸지 못하는 문제가 발생한다. 또한 커팅, 회전작업을 하는 부품들로 인해 결속과정을 이루어주는 기계가 무겁고 커지게 되면서 배근된 철근 간격을 초과 하여 작업이 이루어지지 않는다고 판단.

대안 3 - 건(Gun) 형식의 경우 커팅, 결속선 공급, 결속을 진행하는 모터들이 늘어나게 되면서 장비가 무거워지는 문제가 발생한다. 벽체 철근 결속 작업을 진행하기 위해서는 기계를 들어야 하는데 이 과정에서 기계가 무거워지면 팔, 어깨, 등에 무리가 가게 된다고 판단, 또한 부속품의 증가로 가격이 비싸져 근로자들이 구매하기에 부담돼 현장에 도입하기 어렵다고 판단.

대안 2(선택) 호그링을 통한 압착 방식은 링을 압착해주는 모터만 필요하므로 들기에 부담이 없고 배터리가 하부에 위치하고 있어 무게 중심이 맞는 장점, 빠른 결속이 가능하며, 기존 결속선 사용 방식과 달리 철근에 결속선을 감싸고 빼내는 절차가 생략되고 강한 압착력을 통한 철근의 위치 고정으로 인한 장점이 있을 것으로 판단하여 호그링 압착 방식 선정.

최종 모델안
설명



장비의 길이는 약 120cm로, 대한민국 성인 남성 평균 키 171cm를 기준으로 작업자가 팔을 과도하게 뻗지 않더라도 약 2.8m 높이까지 결속이 가능하다. 또한 배터리를 하부에 위치하게 만들어 기계의 무게중심이 맞는 이점으로 장비를 사용하였을 때의 무게 부담이 크지 않다.

결속을 진행하기 위해 호그링이 나오는 부분은 C자형 구조로 설계되어 배근된 철근에 쉽게 삽입이 가능하며, 철근을 완전히 감싸준 상태에서 버튼을 누르면 호그링으로 철근을 강하게 압착하는 방식으로 작동한다. 또한 장비 내부에 다수의 호그링을 충전할 수 있도록 하여, 배근 작업 시 매번 제품을 내리지 않고도 연속적인 결속 작업이 가능하다.

기대 효과



1. 작업발판 사용을 하지 않으므로써 추락 위험 노출을 제거
2. 작업발판을 사용하지 않아 설치 및 해체에 소요되는 시간과 비용을 제거
3. 손을 머리 위로 하는 동작과 손목을 돌려주는 작업을 제거하여 근골격계 피로 제거
4. 초보자도 일정 수준의 품질 유지 가능하여 작업자 숙련도 의존도 감소
5. 결속 품질의 일관성으로 시공검사와 재작업 감소 기대

향후 개선점

- 철근 결속에 사용하는 C-호그링이 강도 확보 및 안정성에 문제가 없음을 증명하기 위해 한국 산업 표준 (KS)에서 제품의 품질, 성능, 안정성에 대한 국가 표준을 충족하는 KS인증마크를 확인 받아야 함.
- 벽체 철근만을 호환하는 것이 아닌 기둥, 슬라브의 철근 두께에 맞춰 기계의 결속 위치를 잡아주는 기계 부분이 유동적으로 폭을 변화할 수 있게 하여 결속 가능 작업의 폭을 넓힐 예정.
- 기계의 결속 버튼을 기계 몸통 어디에나 부착 할 수 있게 만들어 높이의 조절에도 작업 모션이 더욱 더 편리하게 만들 예정.