

IMPROVEMENT OF SAFETY EQUIPMENT FOR FALL PREVENTION

김은성 · 박윤성 | 과부하 팀

추락방지를 위한 안전대 부착설비 개선

건설 현장은 다양한 위험이 내재 된 산업 분야 중 하나로, 특히 추락 사고는 가장 빈번하고 치명적인 재해로 꼽힌다.
현행 안전대 부착설비는 법규에 따라 일정한 안전성을 보장하고 있으나, 실제 현장에서는 장비 사용의 번거로움,
작업 효율성 저하 등의 문제로 인해 충분한 예방 효과를 발휘하지 못하는 경우가 많다. 따라서 본 설계는 기존의 안전대
부착설비의 한계를 분석하고, 추락사고 방지를 위한 개선 방향을 제시하고자 한다.

시공

CONSTRUCTION &
MANAGEMENT



김은성 Kim Eun Sung
학번 : 2001640
e-mail : rladms0613@naver.com



박윤성 Park Yun Seong
학번 : 1901677
e-mail : sccc1079a@naver.com

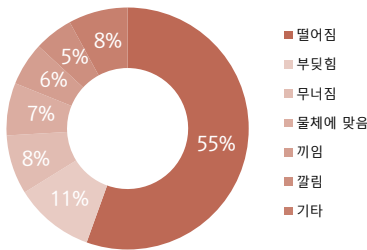


Improvement of safety belt attachment equipment for fall prevention 추락방지를 위한 안전대 부착설비 개선

건설 현장은 다양한 위험이 내재 된 산업 분야 중 하나로, 특히 추락 사고는 가장 빈번하고 치명적인 재해로 꼽힌다. 현행 안전대 부착설비는 법규에 따라 일정한 안전성을 보장하고 있으나, 실제 현장에서는 장비 사용의 번거로움, 작업 효율성 저하 등의 문제로 인해 충분한 예방 효과를 발휘하지 못하는 경우가 많다. 따라서 본 설계는 기존의 안전대 부착설비의 한계를 분석하고, 추락사고 방지를 위한 개선 방향을 제시하고자 한다.

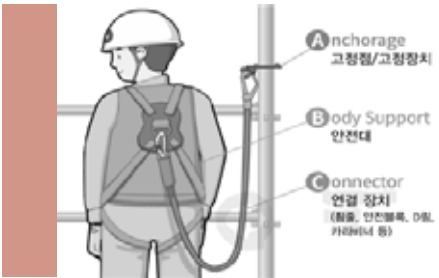
연구 배경

2024년 건설업 사망사고



철골 공사 및 고소작업 현장에서 추락사고는 건설업 전체 사망사고 중 55%로 가장 큰 비율을 차지하고 있다. 전년 통계인 23년과 비교해도 여전히 가장 치명적인 사고 유형이다. 이를 해결하기 위해 현재 가장 안정적이라 평가받는 쌍고리 안전대를 분석하고 개선하고자 한다.

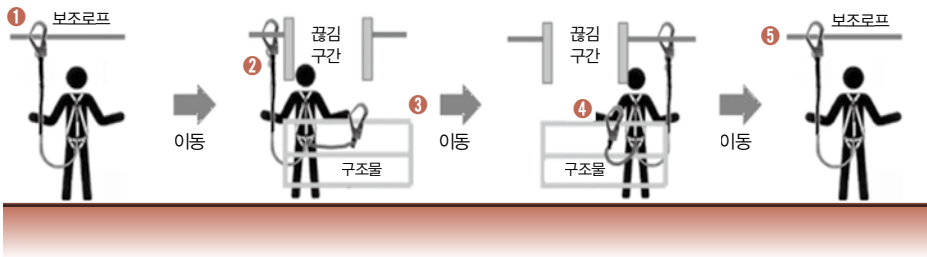
구분	계	떨어짐	부딪힘	무너짐	물체에 맞음	끼임	깔림	기타
2024년	328	182	35	26	23	19	17	26
2023년	356	192	35	27	28	19	24	25



■ 쌍고리 시스템

쌍고리 시스템은 한 개의 안전 로프에 두 개의 후크를 달아, 작업자가 항상 최소 한 지점에 체결된 상태를 유지하도록 설계된 추락 방지 장치

■ 쌍고리 시스템 사용법



① 초기 체결

작업자가 보조 로프(라이프라인)에 한쪽 고리를 체결한 상태로 출발합니다. 항상 최소 한쪽 고리가 걸려 있어야 합니다.

② 이동 준비

작업자가 이동할 때, 앞쪽에 구조물이나 장애물이 있으면 기존에 걸려 있던 훅을 풀고 다른 고리를 먼저 걸어야 합니다. 이때 반드시 다른 고리를 체결한 뒤 기존 고리를 해제해야 합니다.

③ 중간 지점 이동

구조물이나 지지대를 통과하면서 한쪽 고리는 보조 로프에 계속 연결된 상태를 유지합니다. 다른 한쪽 고리를 사용해 계속 이동 경로를 확보합니다.

④ 후 전환

두 번째 고리를 구조물이나 보조 로프에 체결한 후, 처음 고리를 해제합니다. 다시 '끊김 구간'을 넘어서 새로운 구역으로 이동할 수 있게 됩니다.

⑤ 최종 이동

최종적으로 작업자는 새로운 보조 로프(다음 구역)에 안전하게 체결된 상태가 됩니다. 이 과정을 반복하면서 작업 구간을 이동합니다.

■ 쌍고리 시스템의 문제점

기존의 쌍고리 안전대 시스템은 '한쪽이 항상 체결되어 있어야 한다.'라는 원칙으로 안전성을 확보하지만, 위와 같이 복잡한 과정을 거쳐야 하며, 추가적인 설비를 설치해야 한다는 문제점이 있다. 그로 인해 실제 현장에서는 다음과 같은 문제점이 발생한다.

시설 의존성

- 중간 지지대 등 별도의 가이드가 있어야 원활히 운용 가능
- 여건에 따라 추가 구조물 설치가 어려운 경우 적용 불가

무게 및 피로도

- 쌍고리는 단일 고리보다 약 1kg 이상 무거움
- 장시간 착용 시 근골격계 부담 증가

작업 효율 저하

- 후 전환 시 양손을 사용해야 하므로 작업 흐름이 끊김
- 반복적인 체결 · 해제 과정에서 시간 지연 발생

엄밀 문제

- 두 개의 로프와 카라비너가 꼬여 이동 경로 방해

■ 쌍고리 시스템 사용법

기존의 쌍고리 시스템은 앞에 살펴본 것 같이 4가지 문제점이 있게 된다. 이중 엄밀 문제의 경우 현재 시장에 나와 있는 제품이 이를 해결할 수 있다는 것을 확인하였고, 무게를 더 줄이게 되면 하중을 못 버티거나 경제성이 너무 떨어진다는 결론에 도달하였다. 그리하여 시설 의존성과 작업 효율 저하 문제를 해결하기 위해 개선 방안을 찾아보았다.

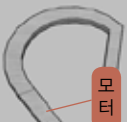
대안 1	아두이노 회로와 모터를 사용하여 고리의 열림과 잠금을 조절할 수 있는 방식 목표 : 작업자가 버튼을 누르면 안전대 고리가 자동으로 열리도록 제어 원리 : 1. 아두이노가 버튼 입력을 감지 2. 모터 작동 3. 고리 개방
대안 2	기계적인 방법을 이용하여 안전대의 고리를 열고, 닫는 방식 목표 : 외부 전기 제어나 센서 없이, 사람이 직접 힘을 주거나 간단한 기계 구조로 안전대 고리를 열 수 있게 만들기 원리 : 1. 버튼/레버 → 기계적 힘 전달 2. 스프링 또는 힌지 → 고리 잠금 유지 3. 레버 작동 → 잠금 해제 → 고리 열림 사람의 힘을 레버와 연결부를 통해 고리 잠금장치로 전달해 고리를 열게 하는 구조

■ 쌍고리 시스템 개선 방안 선택

➡ 최종 선택으로 대안 1이 선택됨.

- 정밀 제어 가능
 - 아두이노를 사용하면 각도와 속도를 정확히 제어 가능
- 자동화 및 편의성
 - 버튼만 누르면 자동으로 손쉽게 열리므로 작업 효율 향상
- 향후 확장성
 - 향후 여러 가지 기능들을 다채롭게 확장할 수 있는 가능성이 있음

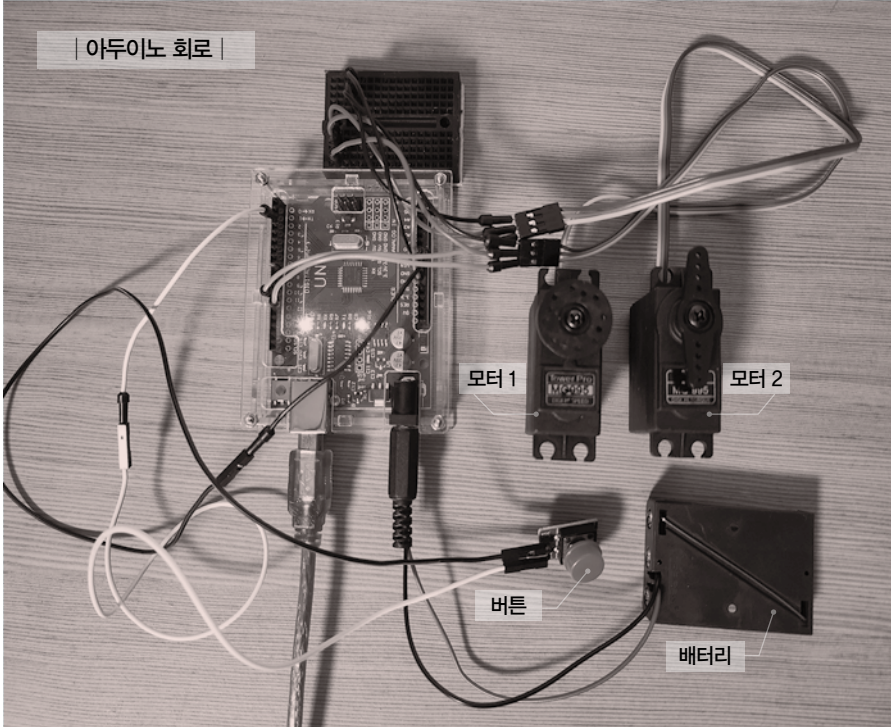
■ 아두이노 시스템 설계

	주요 장치 입력 장치 : 버튼 제어 장치 : 아두이노 보드 구동 장치 : 서보모터 전원 : 모터, 구동용 외부 전원 동작 원리 1. 아두이노가 버튼 입력을 감지 2. 버튼이 눌리면 모터 회전 명령 전송. 3. 서보모터는 일정 각도로 회전 → 안전대 고리 개방 4. 버튼이 눌리면 서보모터를 원위치 → 고리 닫힘
---	--

■ 아두이노 코드

<pre>const int buttonPin = 2; int lastButtonState = HIGH; void setup() { motor360.attach(12); motor180.attach(11); pinMode(buttonPin, INPUT_PULLUP); motor360.write(90); motor180.write(10); } void loop() { int buttonState = digitalRead(buttonPin); if (lastButtonState == HIGH && buttonState == LOW) { motor360.write(180);</pre>	<pre>delay(5000); motor360.write(90); motor180.write(100); delay(500); motor360.write(0); delay(5000); motor360.write(90); motor180.write(10); } lastButtonState = buttonState; }</pre>
---	---

최종 모델



기대효과

- 추락사고 예방 효과 강화
작업자가 버튼 조작만으로 안전대 고리를 쉽게 해제할 수 있어, 기존 쌍고리 시스템의 불편함을 해소하고 실제 현장에서의 안전대 사용률을 높일 수 있음.
- 작업 효율성 향상
혹 전환 시 양손을 모두 사용할 필요가 없어 작업 흐름이 매끄러워지고, 불필요한 시간 지연을 줄여 작업 효율을 극대화함.
- 근골격계 부담 경감
복잡한 체결 · 해제 과정의 반복이 줄어 장시간 작업 시 피로도를 완화할 수 있음.
- 시설 의존성 최소화
전기 · 기계식 자동 고리 시스템을 적용하여 별도의 지지대나 구조물 설치가 어려운 현장에서도 활용 가능.
- 향후 확장 가능성
아두이노 기반 설계는 센서, 무선 제어, IoT 연계 등으로 발전 가능해, 스마트 안전 관리 체계로 확장될 수 있음.

결론

본 설계는 기존 쌍고리 안전대 시스템이 가진 시설 의존성, 작업 효율 저하, 무게와 피로도, 위험 문제를 종합적으로 검토하고, 그중 현장 적용성이 높은 개선 방안으로 아두이노 기반 자동 고리 시스템을 제시하였다. 버튼 조작만으로 고리의 개폐가 가능해져 사용 편의성이 높아지고, 작업 효율과 안전성이 동시에 향상된다.