

곽동준 · 이유빈 · 김동환 | **조이룩** 팀

개구부 덮개-난간 일체형 장치

건설현장의 바닥 개구부는 자재 반입과 설비 작업 과정에서 반복적으로 열리고 닫히며, 덮개가 제거되는 순간 추락 방호가 사라지는 안전 공백이 발생한다. 본 작품은 개구부 덮개와 안전난간을 하나의 기구로 연동하여, 평상시에는 덮개로 개구부를 차단하고 작업 시 덮개를 여는 동작이 곧 난간 설치로 이어지도록 설계한 시공 안전 개선 장치이다. 센서 알림 중심의 대응이 아니라 각란 내장형 레일 및 기계식 잠금부를 활용하여 사고 원인을 물리적으로 차단하는 것을 목표로 한다.

CONSTRUCTION &
MANAGEMENT

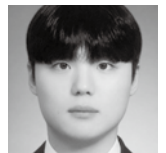
시공



곽동준 Kwak dong jun
학번 | 2101433
E-mail | kwack3446@naver.com
H.P | 010-7565-3446



이유빈 Lee yoo bin
학번 | 2201410
E-mail | dldbqls0100@naver.com
H.P | 010-4718-8281



김동환 Kim dong hwan
학번 | 2101437
E-mail | kimdonghwan456@naver.com
H.P | 010-6540-0732

INTEGRATED COVER
OPENING AND GUARDRAIL
SAFETY DEVICE



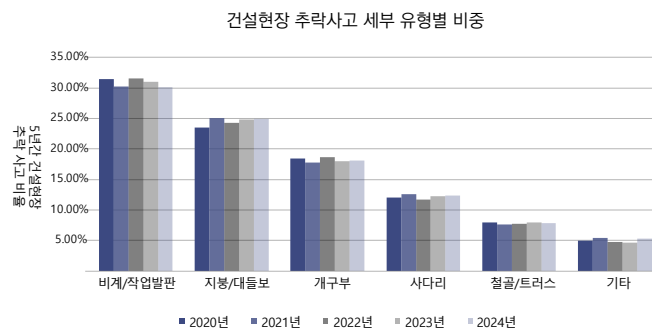
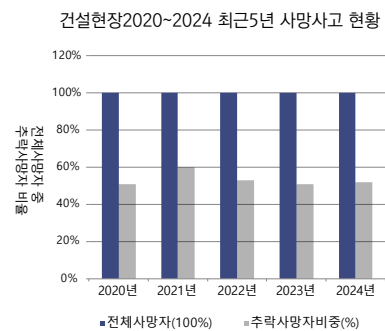
Integrated Opening Cover and Guardrail Safety Device

개구부 덮개-난간 일체형 장치

건설현장 추락사고는 중대재해로 이어질 가능성이 높으며, 특히 바닥 개구부는 작업자 동선과 자재 반입 경로에 직접 위치 개구부 덮개는 폐쇄 상태에서는 추락과 낙하물을 막는 기능을 하지만, 자재 인양이나 설비 작업을 위해 덮개를 제거하는 순간 방호 기능이 사라짐 이때 작업자가 “잠깐이면 괜찮다”는 관행으로 덮개를 열어두거나 원상복구를 누락하면 안전 공백이 사고로 이어짐.

또한 현장에서 임시로 사용하는 합판·철판 덮개는 규격화와 고정성이 부족하여 작업자의 발길질이나 장비 충격으로 밀리거나 이탈할 수 있음 본 프로젝트는 이러한 위험을 작업자의 주의나 경고음에 맡기지 않고, 덮개 개방 동작 자체가 난간 설치 동작으로 연결되도록 하여 개구부 주변의 안전 공백을 구조적으로 줄이는 것이 목표.

건설현장의 사고현황



위험요인

- 덮개 밀림, 이탈 위험
- 반복 사용에 따른 체결부 풀림 위험
- 우천, 분진 시 미끄럼
- 규격 불일치 시 틈 발생
- 개구부 개방 순간 안전공백 발생

사고 사례 1



사 고 명 | 추락(떨어짐)

발생일시 | 2023년 6월 23일

장 소 | 충청남도 아산시 아산탕정 2-A8BL 공동주택

피 해 | 외국인 근로자 1명 부상, 3일 이상 휴업 필요사고

사고원인 | 자재 반입 · 인양 작업 과정에서 개구부 덮개가 제거되면서 일시적인 안전공백이 발생했고, 이 안전공백이 추락사고로 이어진 사례

사고 사례 2



사 고 명 | 개구부 덮개 제거 중 추락

발생일시 | 2023년 9월 25일

장 소 | 경기도 구리시 사노동 건설현장

피 해 | 작업자 1명 사망

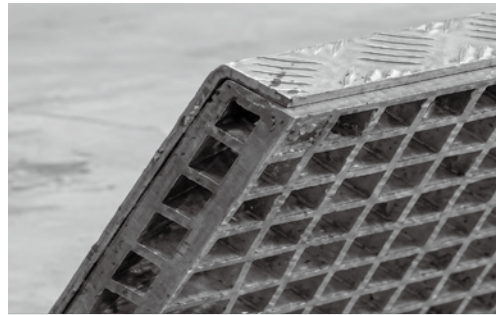
사고원인 | 지하 개구부 덮개를 치우는 과정에 추락 방호가 사라졌고, 개구부 주변에 대체될 난간, 방호조치가 부족하여 내부로 추락.

설계목표

- 덮개 상태에서는 개구부를 완전히 차단하고, 작업 시에는 난간이 전개되어 추락방호를 유지
- 센서 알림이 아니라 기계식 링크, 힌지, 가스 쇼바 잠금장치를 활용하여 물리적으로 위험을 차단
- 현장 규격 변화에 대응할 수 있도록 핵심 메커니즘은 유지하고 프레임 치수를 조정하는 맞춤 제작 가능성을 확보
- 시제품 검증 단계에서는 난간 높이, 수평하중, 전개속도 덮개 지지하중을 정량 지표로 확인

덮개 대안 모색

■ 대안1 이종재질결합형 개구부 덮개

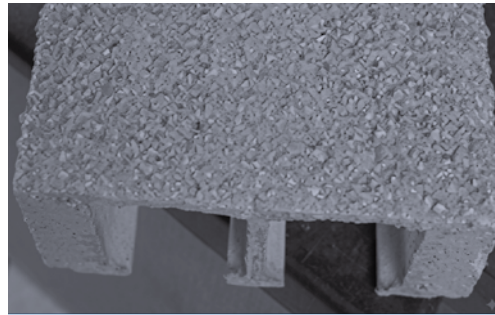


대안1

개요 | 개구부 상부를 금속 프레임과 합판 또는 플라스틱 등 이종 재질을 결합한 덮개로 구성하여 개구부를 폐쇄하는 방식

특징 | 금속 프레임으로 기본 구조 강성 확보
상부는 합판 또는 플라스틱 재질로 경량화
기존 현장에서 비교적 쉽게 적용 가능

■ 대안2 커버드 그레이팅 개구부 덮개



대안2

개요 | 그레이팅 구조에 덮개와 난간 기능을 일체화하여, 개구부를 개방하는 순간에도 추락을 방지할 수 있도록 설계된 시스템

특징 | 고강도 그레이팅 구조로 작업자 하중 안정적 지지 덮개 개방 시에도 난간이 유지되어 추락 방지개구부 작업 중에도 지속적인 안전 확보 가능

대안의 선택과정

| 대안 1 | 덮개 제거 시 난간 등 별도의 추락 방호시설이 동시에 확보되지 않으면 안전공백 발생 가능성이 큼
상부 합판 또는 플라스틱 재질의 경우 파손 및 변형 위험이 존재하여 하중 지지에 한계가 있음
반복 작업 시 덮개 탈착 과정에서 관리 미흡 및 임의 해체 위험이 발생할 수 있음
개구부 개방 상태에서 작업 시 추락 방호 기능을 제공하지 못함

대안 2(선정) 커버드 그레이팅 방식은 덮개와 난간 기능이 일체화된 구조로, 덮개 개방 시에도 난간이 동시에 유지되어 작업 중 지속적인 추락 방호가 가능하다. 또한 고강도 그레이팅 구조를 적용하여 작업자 하중에 대한 구조적 안전성이 우수하며, 반복 사용이 가능해 경제성과 유지관리 측면에서도 효율적이다. 안전성, 시공성, 반복사용성, 유지관리 측면에서 종합적으로 우수한 대안으로 판단되어 대안 2를 선정하였다.

난간 구동 메커니즘 대안 도출

■ 현장 신뢰성 확보

X자, Y자 구조 대비 회전축(Pivot) 최소화로 고장 요인 차단 • 건설 현장의 시멘트 가루, 모래 등 분진 유입에 따른 작동 불량 방지

■ 수납 및 운반 효율성

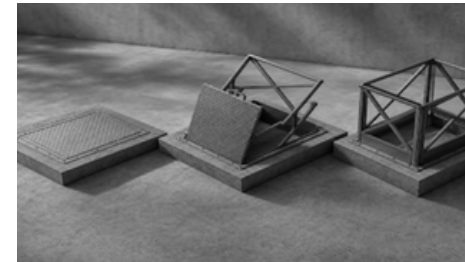
접었을 때 모든 부품이 한 평면 (180도)으로 밀착되어 적재 부피 최소화 • 슬림한구조로 기존 개구부 프레임과의 간섭 최소화

■ 수납 및 운반 효율성

뚜껑 개방 힘이 즉각적으로 난간에 전달되는 단순 구조 • 가스 쇼바와결합 시 최소한의 힘으로덮개 개방 및 난간 전개동시 구현

난간구동 대안 모색

■ 대안1 X자형 난간

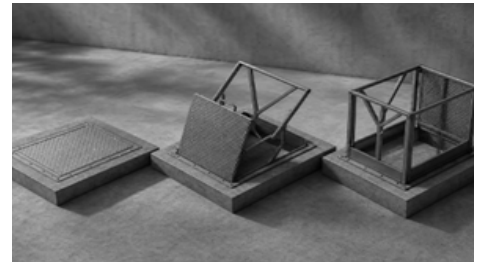


대안1

개요 | 두 개의 부재를 X자 형태로 연결한 난간하중을 분산시키는 구조

특징 | 부재 간 상호 지지로 하중을 분산시켜 안정성과 견고성이 우수

■ 대안2 Y자형 난간

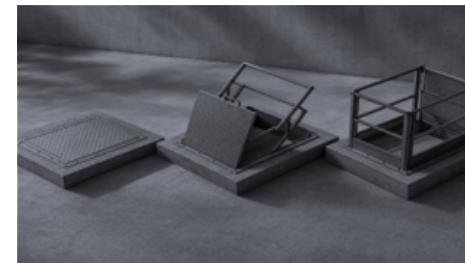


대안2

개요 | 하나의 지점에서 부재가 Y자 형태로 분기되는 구조

특징 | 구조적 안정성과 시공성을 동시에 확보

■ 대안3 일자형 난간



대안3

개요 | 수직 지주와 수평 부재를 일렬로 배치한 기본적인 난간

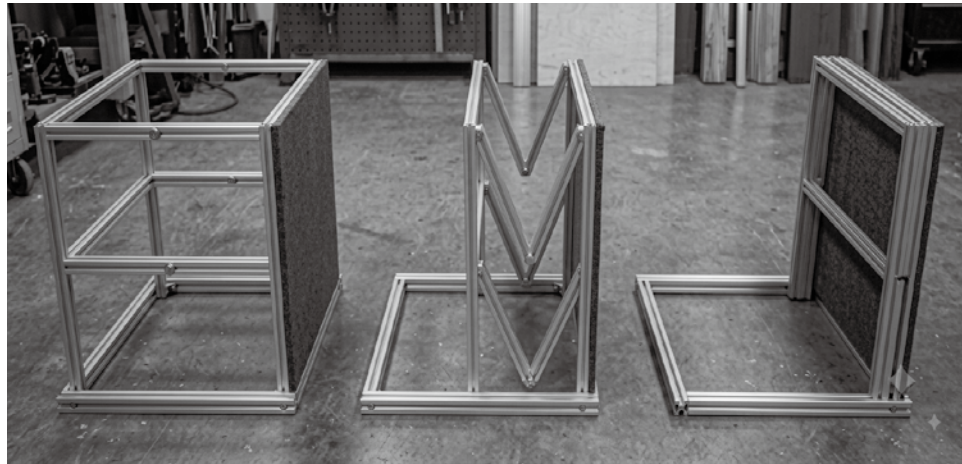
특징 | 구조가 단순하고 규격화가 용이하며, 제작 및 설치 · 해체가 간편

대안 비교 및 최종 선정

- | 대안 1 | 부재가 서로 교차하여 외부에서 발생하는 하중을 분산시키므로 안정성과 견고성이 우수하지만, 교차 구조로 인해 제작과 조립이 복잡하고 현장에서의 규격화 및 신속한 설치·해체에 한계가 있다.
- | 대안 2 | 부재가 여러 방향으로 연결되어 안정성과 견고성을 확보하면서도 비교적 간단한 구조로 시공이 가능하지만, 중심 접합부에 하중이 집중될 가능성이 있고 형태적 특성으로 인해 규격화와 반복적인 현장 적용에 한계가 있다.

대안 3 (선정) 구조가 단순하여 외부 하중에 대한 분산효과와 견고성은 상대적으로 낮지만, 부재의 규격화가 용이하고 제작 및 설치·해체가 간편하여 신속성이 우수하며, 건설현장의 다양한 작업환경에 유연하게 적용할 수 있다는 장점이 있다.

최종모델안



본 설계는 커버드 그레이팅 제품을 적용한 개구부 안전덮개로, 덮개와 난간 기능이 일체화된 구조를 특징으로 한다. 해당 제품은 고강도 그레이팅을 사용하여 작업자 하중을 충분히 지지할 수 있으며, 내구성과 반복 사용성이 우수한 장점을 가진다. 커버드 그레이팅 방식은 개구부 개방 시에도 난간 기능이 유지되어 작업 중 추락 방호가 지속적으로 확보된다는 장점이 있다. 이를 통해 기존 덮개 제거 시 발생하는 안전공백 문제를 효과적으로 해소할 수 있다. 또한 본 모델은 별도의 난간 설치가 필요 없는 일체형 구조로 시공성을 향상시키고, 관리 의존성을 줄여 현장 안전성을 높인 점에서 기존 분리형 덮개 방식과 차별성을 가진다.



기대효과

- 개구부 개방 시에도 난간이 자동 형성되어 추락 위험 지속 차단
- 덮개 제거 및 별도 난간 설치 과정 생략으로 작업 효율 향상
- 작업자 안전 인식에 의존하지 않고 구조적으로 사고 예방 가능
- 반복 설치·해체 과정 감소로 인한 시공 시간 및 비용 절감
- 표준화된 규격 적용으로 다양한 현장에 즉시 적용 가능

향후 개선점

- 다양한 하중 조건에 대한 구조 성능 검증 및 설계 고도화 필요
- 경량화와 강성 확보를 동시에 만족하는 재료 최적화 연구 필요
- 현장 작업자 사용성(개폐 편의성, 안전성) 개선을 위한 디테일 보완
- 비정형 및 대형 개구부 대응을 위한 확장형 모델 개발 필요
- 장기 사용 시 유지관리 및 내구성 평가 데이터 확보 필요