

개폐형 작업발판의 안전성 개선

Opening and closing scaffolding improves safety.

건설 현장에서 많이 발생하는 사고 중 하나인 비계 위 떨어짐 사고를 예방하기 위해 상, 하층으로 이동할 때나 작업 중 발판의 역할을 하는 개폐형 작업발판을 개선하고자 한다. 설계 목표는 자동 개폐방식을 사용하여 개구부 덮개가 열려있는 것을 방지하고 기존 개폐형 작업발판을 사용함에 있어 발생하는 손 끼임, 사용의 불편함을 해소하여 비계 위에서 발생하는 떨어짐 사고를 예방하는 것이다.



1. 주제 선정 배경 및 목적

2022년 한 해 중대산업재해 발생 현황을 보면 건설업에서의 사고 비율이 다른 업종보다 많았고 그중에서도 떨어짐으로 인한 사고가 가장 높은 비율을 차지하고 있다. 이 통계를 토대로 최근 3년 동안 떨어짐으로 발생하는 사고가 어디에서 가장 많이 발생하는지를 찾아보았고 아래 19~22년 건설 현장 사고 사례를 보면 비계에서 가장 많은 사고가 발생하는 것을 알 수 있었다. 그래서 비계 위 떨어짐 사고를 예방하기 위해 비계 위 추락 사고에 대한 조사와 대학교 기숙사 건설 현장 답사, 건설 현장 관계자의 인터뷰를 통해 비계에서 사용하는 작업발판에 개선할 점들이 많다는 것을 알게 되었다. 이 중에서도 상, 하층으로 이동하며 작업할 때 사용하고 다른 작업발판과 달리 출입구 덮개가 있어 이로 인해 발생하는 사고가 존재하는 개폐형 작업발판을 주제로 선정하여 단점들을 개선해 보고자 한다.



2. 기존 개폐형 작업발판의 문제점

- 이동 후 닫지 않으면 개구부가 생겨 추락 사고 발생 가능성 증가.
- 상하 개폐식 작업발판의 경우 작업자 이동 시 발생하는 충격 또는 부주의로 인한 출입구 덮개의 닫힘으로 사고 발생.
- 슬라이드 개폐식 작업발판의 경우 출입구가 열려있는 경우 육안으로 확인 어려움.
- 강관비계, 시스템비계에서 뿐 아니라 이동식 비계에서는 사용이 불편하는 이유로 사용률이 적음.

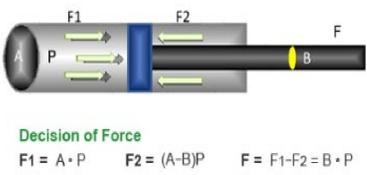


<상하 개폐식 작업발판>



<슬라이드 개폐식 작업발판>

3. 개선된 개폐형 작업발판에 적용한 원리



- 가스스프링의 특징
가스스프링은 비교적 무겁고 하중이 큰 물체의 덮개부분이나 개폐구의 반력을 상쇄시키는 가장 효과적인 방법으로 사용될 수 있다.

- 가스스프링 원리
로드가 원통의 내벽으로 밀려들어 갈 때, 내부압력이 소량증가하면서, 가스 체적의 일부가 대체된다. 이는 Stroke의 기능으로써의 반발력을 야기 시킨다. 실제로, 가스스프링의 반발력은 또한 마찰력 효과에 의해 영향을 받는다.

4. 대안비교

- 자동개폐 및 손끼임 방지 방법

	가격	내구성	사용성
기존 개폐형 작업발판의 개폐방식	상하개폐형 : 46000원~ 슬라이딩형 : 80000원대~		수동으로 여닫아 사용자가 문을 닫지 않으면 개구부 발생. 사용자의 부주의, 덮개의 불편함(무게)으로 인한 손끼임 발생.
용수철을 적용한 개폐방식	공업용 300mm 스프링 가격 8600원 추가	사용할수록 단성력이 저하되어 개폐 속도가 변화하고 오래 사용할 경우 자동개폐능력이 사라질 수 있음.	자동개폐는 가능하지만 사용자 요구 개폐속도 조절이 어려움.
기체의 압력차 적용 개폐방식	가스스프링의 경우 홀타입(10kg하중) 가격 70000원 추가	기구 내부 압력 변화를 이용한 방식으로 힘의 변화 최소화 가능. 시중에서 쉽게 구입 가능한 제품의 경우로도 최대 100kg의 하중 버티기 가능. 용수철보다 설치, 설비비용 절감 가능.	자동개폐 가능. 사용자 요구 개폐속도 조절 가능.

- 출입구 움직임 개선

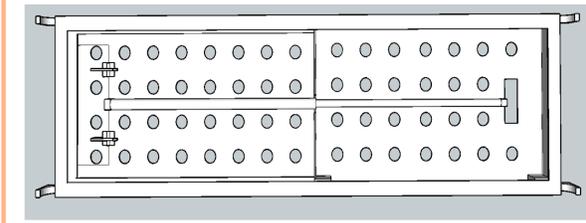
	가격	장점	단점
기존 개폐형 작업발판의 개폐방식	상하개폐형 : 46000원~ 슬라이딩형 : 80000원~	추가적인 비용이 발생하지 않음.	사용자가 문을 닫지 않으면 개구부 발생. 사용자의 부주의, 덮개의 불편함으로 인한 손끼임 발생.
이동부에 바퀴 부착	공업용 바퀴의 가격 2540원 추가	출입구를 열고 닫음에 있어 기존 개폐형 작업발판 보다 수월함.	기존 개폐형 방식보다 비용 증가. 바퀴의 이탈 발생 가능.
이동부 레일+바퀴 설치	레일+바퀴 작업 10000원대+2540원 추가	바퀴만을 부착했을 경우보다 바퀴 모양에 적합한 레일을 추가로 설치하면 열고 닫는 것이 더욱 수월 해지고 바퀴가 이탈하는 것을 방지할 수 있다.	비용이 증가함. 추가적인 작업이 발생함.

※ 기체의 압력차를 적용한 개폐방식, 이동부에 바퀴 부착 적용

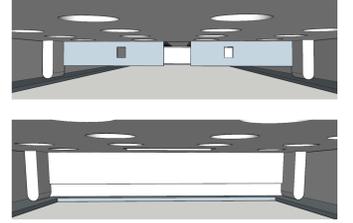
5. 개선된 개폐형 작업발판의 디자인

기존의 작업발판은 개폐구로 이동을 한 후 열려있어 작업자가 빠질 수 있다는 문제점이 있는데 개선된 제품의 경우 그림 1의 가스스프링의 장력으로 개폐구가 닫힐 수 있게 설계를 하였다. 그림 2를 보면 바퀴를 설치해 가스스프링으로 원활히 움직일 수 있게 하였고 작동방법은 작업자가 이동을 마친 후 발판을 자연스럽게 걸으면 버튼(그림 3)이 밟히고 가스스프링이 작동하여 개폐구가 차단되는 방식이다.

- 가스스프링 설치

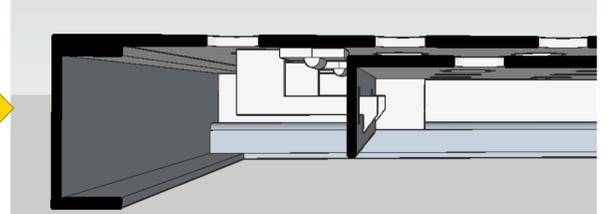
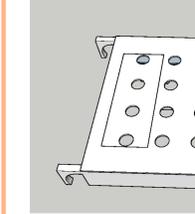


- 바퀴 설치

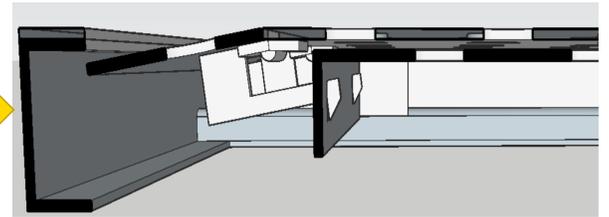
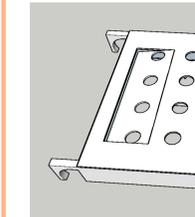


- 버튼 설치

[평상시 모습]

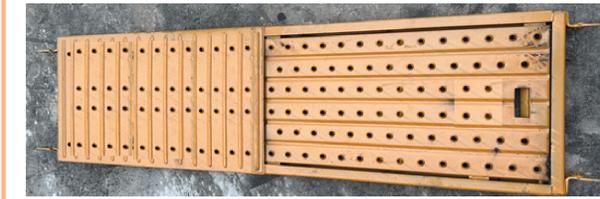


[버튼이 눌린 모습]



6. 개선된 개폐형 작업발판

- 위에서 본 모습



- 버튼 설치

[평상시 모습]



[버튼에 걸린 모습]



- 가스스프링 설치



- 바퀴 설치



6. 결론

본 연구에서는 건설 현장에서 발생하는 비계 위 떨어짐 사고를 예방할 수 있는 방법을 고민하던 중 개폐형 작업발판에서 작업자가 이동 후 출입구를 닫지 않아 개구부가 발생하는 문제점을 발견하였고 이를 개선하기 위해 주변에서 사용되고 있는 물건들을 관찰해 보면서 결과물에 적용시킬 수 있는 방법이 있을지 찾아본 뒤 실제로 사용해 보면서 나온 여러 대안들을 모아본 후 비교해 보며 더 나은 방법을 모색해 나아갔다. 현관문에 설치되어 있는 도어클로저를 보고 '우리가 생각한 개폐형 작업발판을 개선하는데 적용시킬 수 있지 않을까?' 하는 생각을 하게 되었고 계속해서 조사와 결과물을 디자인 끝에 가스 스프링을 적용하게 되었다. 기존 슬라이딩 개폐식 작업발판에 추가적으로 가스 스프링, 바퀴, 버튼을 설치하여 출입구 덮개를 자동으로 닫을 수 있게 되었고 개선한 개폐형 발판은 기존의 개폐형 발판보다 비용은 증가하였으나 열고 닫힘을 수월하게 하여 출입구로 물건이나 사람이 이동 후 부주의로 인한 닫힘 사고와 작업발판 위 개구부 발생을 예방하는 효과를 기대할 수 있다.