

비계의 롤링 메커니즘에 대한 해석 및 설계에 관한 연구

A Study on the Analysis and Design for Folding Mechanism of the Scaffold

*#김동은¹(007606@hanmail.net), 김재실¹, 조현민¹

*#D.E. Kim¹, C.S.Kim¹, H.M.Jo¹

¹ 창원대학교 기계공학과

Key words : Scaffold, Construction, Heavy Industries, Analysis

1. 서론

비계는 산업현장에 주로 쓰이는 가설구조 물로써 건축, 토목, 중공업 등의 고소 작업이나 외관공사에 주로 사용되는 가설구조물을 말하며, 현재 산업현장에서 설치 및 철거의 편의성으로 가장 널리 사용되고 있으며, 그에 따른 중대재해도 지속적으로 발생되고 있어 이에 따른 안전장비 및 설비가 지속적으로 보강되고 있지만 아직은 미비한 수준이다. 그 이유는 비계의 특성상 사용의 편의성이 강조되어 근본적인 구조보강이 이루어지지 않으며, 비계설치 자재의 낮은 단가와 단순한 구조로 지속적인 연구투자가 이루어지지 않는 문제가 있다. 그런 이유로 현재는 사용되고 있는 단순 비계의 노후 자재를 유지 보수하는 수준으로 큰 변화 없이 사용하고 있다. 이런 사유로 공사현장의 추락사고가 빈번하게 발생하고 있으며, 이에 따라 지속적인 관리감독과 안전교육이 시행되고 있지만 결과는 미비한 수준이다. 현재 한국산업안전보건 공단의 건설업 현황의 최근 5년간 5대 다발 재해발생형태를 보면 5대 다발 재해인 추락, 전도, 낙하·비래, 감김·끼임, 충돌에서 추락의 빈도가 2배 이상 높은걸 알 수 있다.



Fig.2 Scaffolding on construction site installation form

본 논문에서는 연구 방법으로 기존의 비계설치 방법을 분석하고 비계설치에 필요한 자재를 분석하여 비계 설치시 필요한 요소와 안전을 위해 꼭 있어야 하는 사항을 고려하여 단일 모듈의 비계를 설계하고 비계의 설치 방법에 따른 단일 모듈의 비계의 효율성과 설치 및 비계고정방법에 따른 구조를 반영하여 설계하였고, 이에 따른 구조적 안전성과 설치 효율성을 검증하기 위하여 Analysis의 Static Structural를 사용하여 단일 모듈 비계의 구조적 안전성을 분석하였다.

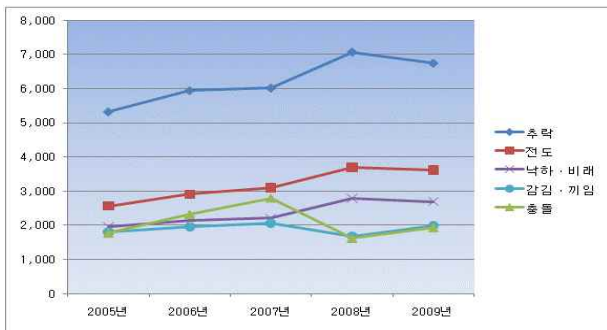


Fig.1 5 years of late 5 Multiple forms of disaster

본 논문은 기존에 사용되고 있는 비계의 자재를 하나로 통합하여 단일 구조의 모듈로 만들어 기존의 비계의 단점인 많은 부속 자재를 통합하여 하나의 구조물로 만들어 기존에 비해 구조적 강도를 보강하며, 비계 설치시 작업자의 안전을 위해 추가적으로 비계 설치 자재로 설치하였던 안전 난간도 설치시 한번에 전개되어 기존 방식에 비해 설치 작업에 들어가는 공수와 인원이 절감되며, 설치와 철거시 빈번하게 발생하는 안전사고를 건설현장에 있는 타워 크레인을 활용하여 기존의 비계 설치 및 철거시 많은 인원과 공수에 따른 많은 자본이 소용되었지만, 본 논문의 방식은 타워크레인을 활용하여 별도의 인원 소모 없이 설치 및 철거가 가능하다는 장점이 있다. 이에 본 논문에서는 비계의 제작을 위해서 사용되는 자재와 이 자재로 구성되는 기존의 비계의 효율성과 안전성을 보강하여 작업자의 편의성과 사용자의 필요성을 충족할 수 있는 단일 모듈의 비계를 설계하여 기존 비계의 구조적 강도와 편의성을 극대화하여 작업자 중심의 안전과 편의성을 구현 하는 데 목적이 있으며, 나아가 산업재해를 방지하기 위하여 본 연구가 필요하다.

2. Analysis 비계(Scaffold) 해석

단일 모듈 비계의 시뮬레이션을 기존 비계의 특성을 파악한 자료를 바탕으로 접이가 가능한 단일 모듈 비계를 구상 및 설계하여, 기존 비계의 설치 및 철거 방식이 아닌 접이 방식을 통한 전개 방식으로 발판의 크기는 0.8m * 3m로 설정하고 비계의 기둥은 4ea로 2m로 설정하여 작업자의 이동 및 작업에 필요한 최소한의 공간을 확보하였고, Analysis 해석시 하중 부여방식은 작업자가 비계의 한 위치에서 작업한다고 가정하여, 발판 중심부에 집중하중을 주어 해석하였으며, 하중부여 방법은 작업자 1인의 하중을 100kg 으로 하고 여기에 중력하중 9.8N을 해석의 편의성을 위해 10N 환산하여 1000N 으로 설정하였고 작업의 필요한 장비 1sat의 무게도 앞의 작업자와 같이 100kg의 무게에 중력하중 10N 을 곱하여 1000N 으로 하여, 집중하중에 부여한 하중은 작업자 2인에 장비 1sat 를 가지고 작업자가 작업을 시행한다는 것을 가정하여 총 3000N 의 하중을 4ea 의 기둥이 발판의 각모서리를 지지하는 형상에서 제일 취약부인 발판의 중심에 집중하중을 부여하여 해석을 하였고 해석은 실제 설치시 층수를 고려하여 단층과 7단 구조에 각 층마다 3000N 의 하중을 주어 해석하였다. 해석이 작업자의 하중에 따른 단일 모듈 비계의 구조적 강도 위주로 해석을 하여 비계가 전개시 펼쳐지는 접이식 안전 바는 구조적 강도에 영향을 주지 못한다는 가정으로 배제하여 해석을 하였다.

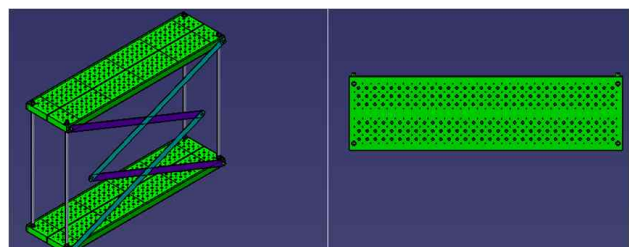


Fig.3 Scaffolding single module detail view 1

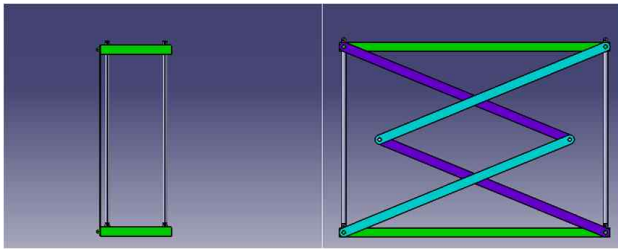


Fig.4 Scaffolding single module detail view 2

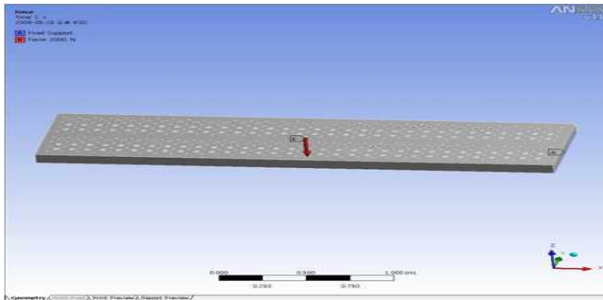


Fig.5 The direction of application of the foothold Load

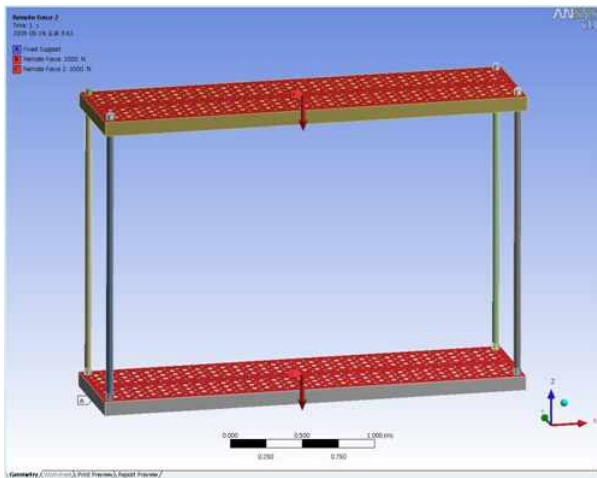


Fig.6 The direction of application of the 2-steps scaffolding Load

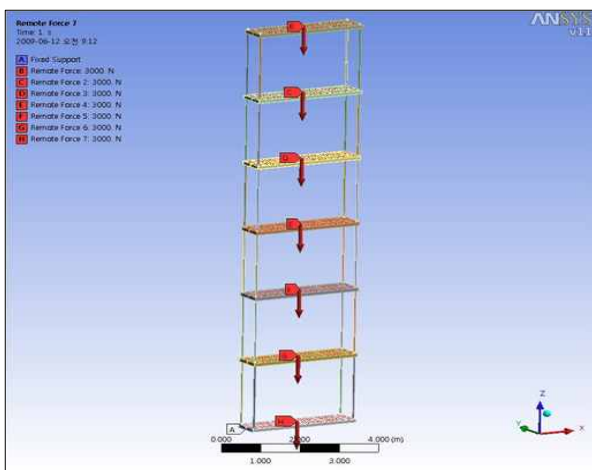


Fig.7 The direction of application of the 7-steps scaffolding Load

Fig.3과 Fig.4는 기본적인 접이식 비계의 구조이며, 이 구조를 연속적으로 연결하여 여러 층을 가지는 구조물로 만들어 가설구조 물이 필요한 작업자에 설치하여 사용한다. Fig.5 ~ Fig.7은 각각의 단계에 3000N의 하중을 주어 등가응력과 처짐량을 Analysis 통하여 시뮬레이션하여 결과를 도출하기 위하여 하중 부여 방법을 나타낸 것이며, 이를 통하여 실제 현장에서 작업자가 단일 모듈 비계를 사용할 때의 조건을 분석할 수 있다.

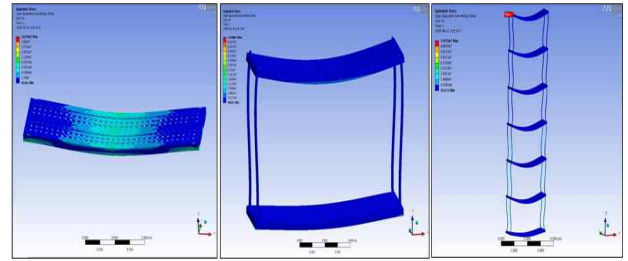


Fig.8 Equivalent Stress

Fig.8를 보면 등가응력 결과를 통하여 항복강도를 파악할 수 있다. 항복강도를 파악하기 위해 단일 모듈비계의 재질을 SS400으로 선정하여 시뮬레이션한 결과 SS400의 항복강도 한계치인 245MPa이며, 이에 따라 각 TYPE 1, TYPE 2, TYPE 3의 항복강도는 각각 20.297MPa, 76.288MPa, 74.732MPa로 이 재질이 가지는 항복강도에 10%~30%수준으로 소성변형이 일어나지 않는걸 알 수 있다.

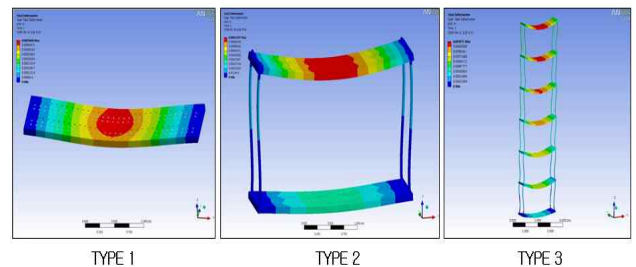


Fig.9 Total Deformation

처짐량을 분석한 Fig.9를 보면 TYPE 1은 0.5mm처짐이 발생하였고 TYPE 2는 0.6mm, TYPE 3는 1mm처짐이 발생하여 전체적으로 큰영향을 없는 것으로 판단되며, 구조적으로도 안정적인걸 알 수 있다.

3. 결론

현재 사용되고 있는 비계의 특징과 문제점을 파악해야 했고 그 문제점을 개선하기 위하여 단일 모듈비계를 구상 설계하여 Analysis 프로그램을 통하여 설계한 비계의 구조적 안정성을 시뮬레이션하여 결과를 검토하고, 체결구조와 접이 구조의 문제점을 개선하였다. 향후 단일 모듈비계의 효율성을 검토하기 위하여 보다 폭넓은 자료조사와 축소 모델을 제작하여 적합성을 검토하고, 실제 생산을 가정하여 생산시 문제점을 검토하여 기존의 비계보다 효율이 좋다는 것을 증명하는 것이 중요하다고 판단된다.

참고문헌

1. 한국산업안전보건공단 “업종별 안전보건자료 (건설업)” .
2. 양봉준, 유재명, 김진승, 이관찬, 고진철, “추락과 동반된 강광파이프에 의한 흉-복강 관통상 1례” .
3. 이영섭, “단관비계의 구조규격에 관한 연구” .