

정밀이송 천정 구동 시스템의 정·동적 구조해석 연구

A study on static&dynamic Structure Analysis of accurate transport system at ceiling

*안창우¹, 이홍석¹, 장홍석¹, #박종규(chong@changwon.ac.kr)¹, 정원지², 정명화³, 유상하³

*C. W. Ahn¹, H. S. Lee¹, H. S. Jang¹, #J. K. Park¹, W. J. Jeong², M. H. Jeong³, S. H. Yoo³

¹창원대학교 기계공학과, ²창원대학교 기계설계공학과, ³(주)동성산기

Key words : accurate transport, structure analysis, transport system

1. 서론

일반적인 산업현장에서 주로 쓰는 천정 구동 시스템은 작업자가 무선 리모컨이나 펜던트 스위치를 사용하여 모터의 위치를 조작하는 방식이다.

이러한 구동 방식은 고중량물을 이송 시에 여러 명이 제품을 이송해야하는 번거로움이 있고 정지 시 관성에 의한 움직임 때문에 작업자의 안전상에 문제가 발생할 가능성이 있다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 본 구동 시스템은 작업자가 중량물을 밀어주어 케이블이 이동하면 센서가 변위 변화와 속도 변화를 감지하여 모터에 신호를 주어 모터가 자율 구동하게 하였고, 정지 시 진동을 방지하기 위하여 호이스트에 무진동 시스템을 적용하였다.

본 연구에서는 정밀이송 천정구동 시스템의 기본 구성요소들을 3-D 모델링 후 유한요소해석으로 구조 안정성을 확보하는 것을 목적으로 한다.

2. 정밀이송 천정 구동 시스템의 구성

본 시스템은 2개의 주행레일과 1개의 횡행레일을 기반으로 하여 각 레일에는 구동모터가 설치되어 있고 모터가 구동함에 따라 정밀롤러피니언시스템으로 주행하는 방식이다. 중앙 구동모터의 아래에는 케이블의 변화량을 감지하는 센서가 부착되어 있다. Fig.1은 본 시스템의 전체 Layout 형상도이다.

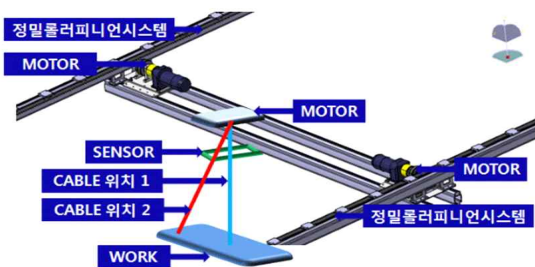


Fig 1. Overall Layout shape

3. 천정 구동 시스템의 정적 구조해석

구조안정성 평가를 위해 3-D 모델링프로그램인 SolidWorks를 이용하여 시스템을 모델링하여 유한요소해석 프로그램인 Cosmosworks를 사용하여 정적해석을 수행하였다. 주요 부품 재료의 물리적 성질은 아래의 Table.1과 같다. 경계조건으로는 크기를 50mm로 설정한 곡물 기반 메시로 수행하였고, 실제 환경과 유사한 구조해석을 위하여 전체형상에 중력과 주행부에 Fixed조건을 부여하고 중앙의 모터부에 19800N의 최대하중을 적용하였다. 아래의 Fig.2는 정적구조해석 결과 형상을 나타낸 것이다. 최대 von-Mises 응력은 83.4 MPa으로 측정되었고, 최소 안전계수는 4.1로 측정되었다. 중앙 구동부의 주행모터와 연결된 베이스의 체결 핀에서 응력이 가장 크게 나타났으며, 중앙 주행부의 모터를 지지하는 베이스에서 최대 0.25mm의 변위가 발생하였다.

Table. 1 Material properties

	ss400	s45c	6061-T6	1.7030(28Cr4)
Density [kg/m3]	7870	2700	2700	7800
Modulus of elasticity [GPa]	205	69	69	210
Poisson's ratio	0.29	0.33	0.33	0.28
Tensile strength [MPa]	420	625	310	850
Yield strength [MPa]	350	530	275	650

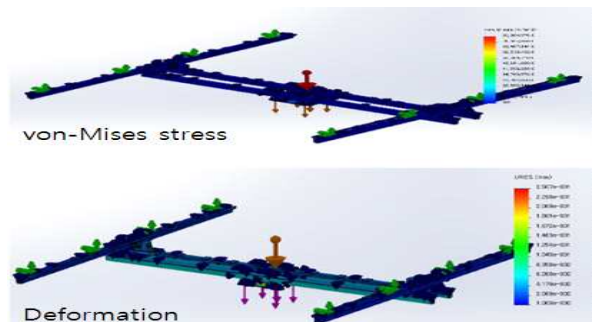


Fig. 2 Stress and Deformation Result of Static Structure Analysis

3. 천정 구동 시스템의 고유진동수 해석

대형구조물은 고유진동수에 인한 공진현상에 따른 위험에 노출되기 때문에 고유진동 해석은 반드시 필요하다. 이에 따라 본 시스템의 고유진동수 해석에서는 다양한 고유모드 해석 분석을 통해 위험도를 낮추었다. 그리고 총 6개의 고유진동모드가 확인되었고, 결과형상으로는 두 개의 모드로 표현되어 졌다. 아래의 Fig. 3은 고유진동수 해석결과 형상을 나타낸 것이다.

Mode1인 32.442Hz의 주파수에서는 전체적인 형상에서 뒤틀림이 있는 현상을 확인 할 수 있었고, Mode2인 42.296Hz에서는 상부레일에서의 작은 휨 현상이 발생하는 것으로 나타났고, Mode3,4,5,6은 Mode2와 휘는 위치가 다르고 비슷한 모습으로 휘는 현상을 볼 수 있었다.

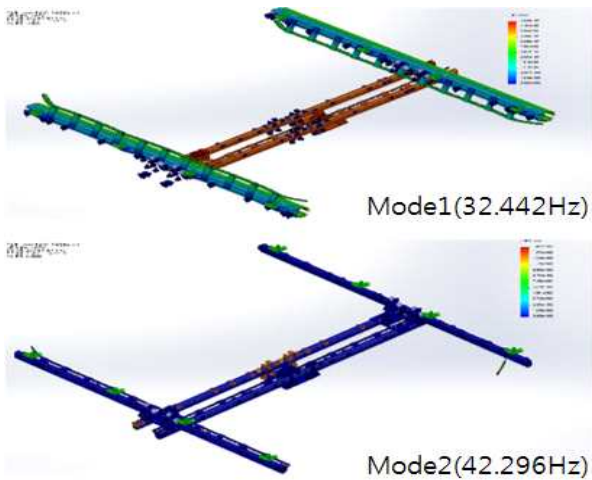


Fig. 3 Result of Natural Frequency Analysis

4. 천정 구동 시스템의 동적 구조해석

본 시스템은 구동 후 정지 시에 관성이 일어나지 않는 것이 중요하다. 이에 따른 동적 구조해석에서는 경계 조건을 실제 구동조건과 동일하게 설정하였고, 시스템과 중량물의 속도 해석을 위해 동적 해석 프로그램인 Recurdyn V7 을 이용하였다. 아래의 Fig. 4는 동적해석 시의 구동화면과 본 시스템의 속도 그래프와 중량물의 속도그래프이다. 작업자가 중량물을 밀었을 시 시스템의 속도는 최대 9mm/s 까지 증가한 후, 등속운동을 유지하고 작업자가 원하는 위치까지 중량물 이송을 완료했을 때 속도가 점점 줄어들게 된다. 중량물의 속도는 약 19.2mm/s 까지 상승 하였다가 본 구조물의 모터에 의해서 천정구동 크레인과 같은 속도로 구동하게 되는 것을 보았다.

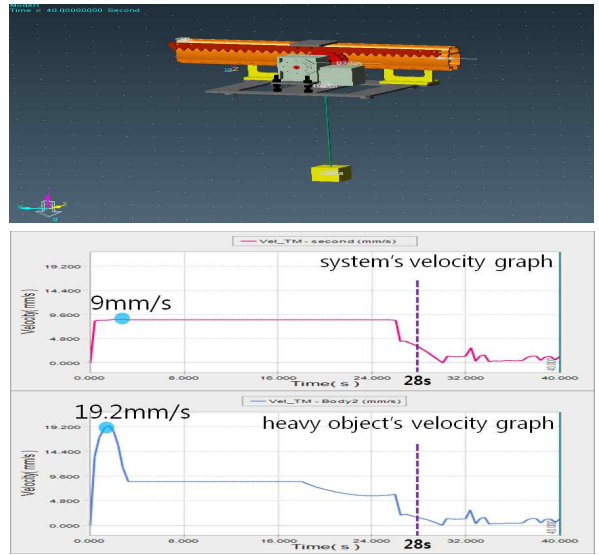


Fig. 4 Driving Image of Recurdyn V7 & Velocity Graph

5. 결론

본 정밀이송 천정구동시스템 개발 연구에서는 정·동적 해석을 통해 안정성을 확보하고 이를 통해 내구성 및 신뢰성을 검증하였다.

정적해석에서는 최대 von-Mises 응력이 사용된 재료의 최소 항복 강도인 275 MPa 보다 작은 값을 가지고, 안전계수가 4.1로 측정되어 시스템이 구조적으로 안정되었다는 것을 판단하였다. 고유진동수 해석에서는 Mode1에서 공진이 일어나는 것을 확인했고, 공진을 방지하기 위해 구조의 강성을 높이거나 제진장치를 설치해야 할 것이다. 동적해석을 통해서 작업자가 원하는 위치에 도달하기 전 속도가 감소하여 정지 시에 관성에 의한 중량물 슬립현상이 일어나지 않고 모터 구동이 원활한 것을 확인 할 수 있었다.

결론적으로 본 연구를 통하여 케이블 앵글센서를 이용한 중량물 정밀이송 천정구동시스템은 고중량물을 이송할 시에도 충분히 구조적 안정성을 가지고 있다고 판단된다.

후기

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2011년도 창업성장 기술개발사업(SM122160)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고문헌

1. 이동훈 외, SolidWorks2010 완전정복, 북미디어
2. 오범규 외, 설계 시뮬레이션 프로그램 공학설계를 위한 CosmosWorks, 대영사