

건설 중장비 선루프의 진동 시험 및 해석에 관한 연구

A Study on the Vibration Test and Analysis for the Sun Shield Roof of Heavy Construction Equipment

*황재덕¹, 조성진¹, 김재실², 강승희³

*J. D. Hwang¹, S. J. Cho¹, #C. S. Kim²(kimcs@changwon.ac.kr), S. H. Kang³

¹창원대학교 진동내구성연구센터, ²창원대학교 기계공학과, ³창원대학교 기계공학전공

Key words : Vibration test, Sun Shield Roof, Modal Analysis, Random vibration analysis

1. 서론

최근 개인용 차량에 장착된 선루프와 같이 굴삭기 또는 대형 중장비에서도 채광 효과나 실내 환기를 위해 선루프를 장착하는 장비가 증가하고 있다. 하지만 건설기계인 중장비의 작업 성격상 일반 차량과는 다른 특수한 구조 및 동역학적 운전조건을 가지고 있으며 적재 차량이나 험한 도로 주행, 굴삭 등의 상태에서 불규칙한 동적하중으로 인한 과도한 진동이 발생하여 장비에 심한 충격이 가해질 수 있기 때문에 외부 가진 요소들과 충격에 안전할 수 있는 설계가 필요하다.

본 논문에서는 단축 진동 시험기를 이용하여 진동 시험을 실시하고, 그 결과를 바탕으로 유한요소 해석 프로그램을 이용하여 Modal 해석을 실시한 후 결과 값을 비교하여 실제 시험과 시뮬레이션의 신뢰성을 확보한 후 Random vibration 해석을 실시하여 구조물의 안정성을 판단하고자 한다.

2. 단축 진동 시험기를 이용한 진동 시험

단축 진동 시험기는 기계 구성 부품 또는 자동차 부품 시험 측정을 위해 사용되며 Table 1과 같은 제원을 가지고 있다. Fig. 1은 선루프의 진동을 측정하기 위해 사용된 진동 시험기를 나타내며 진동 시험을 하기위해 선루프에 1개, 진동 테이블에 1개의 가속도 센서를 부착하였다.

Table 1 Specifications of vibration machine

Table size(Vertical)	1200mm X 1200mm(1EA)
Table size(Horizontal)	1200mm X 1200mm
Mass payload	300kg
Frequency range(Vertical)	1 ~ 100Hz
Frequency range(Horizontal)	1 ~ 75Hz

실제 현장에서 건설 중장비가 받는 가진 범위는 50Hz를 초과하지 않으므로 최대 주파수를 50Hz로 설정하였으며 장비와 제품의 안정성을 고려하여 0.3G의 가속도를 적용하여 시험을 실시하였다.



Fig. 1 2ch vibration Machine

시험결과 Fig. 2와 같이 약 25Hz에서 파형이 크게 변화하는 것을 확인할 수 있으며 그 때 선루프의 고유진동수가 발생한다는 것을 알 수 있다.

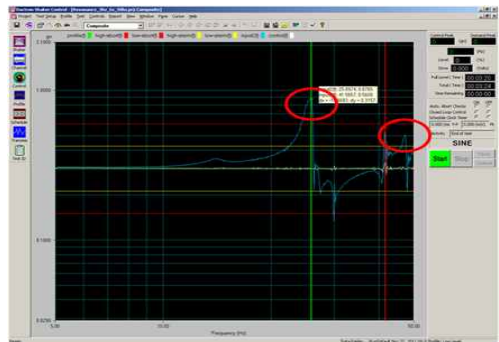


Fig. 2 Result of sine sweep test

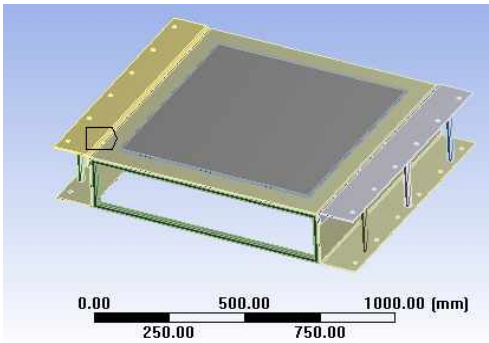


Fig. 3 Modeling of sun shield roof

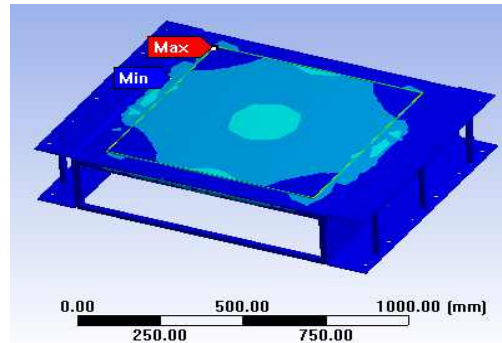


Fig. 4 Maximum stress of sun shield roof

3. 선루프의 모델 구성 및 해석

진동 시험을 바탕으로 선루프를 Fig. 3과 같이 3D 모델링한 후 Modal 해석을 실시하여 고유진동수를 파악하였다. 이 때 선루프를 고정하는 외부 지그는 Steel을 적용하였고, 선루프의 재질은 Polycarbonate을 사용하였으며 물성치는 Table 2와 같다. 해석 결과를 통해 Table 3과 같이 1차 모드에서 약 27.2Hz의 고유진동수가 발생하였으며 진동 시험에서 발생한 고유진동수인 약 25Hz와 비슷하게 나타나므로 이 해석의 신뢰성을 확보하였다. 이후 실제 진동 시험에서 사용되는 PSD G 그래프를 적용하여 Random vibration 해석을 실시하였다. 그 결과 선루프에 발생하는 가속도는 43279mm/s², 최대 응력 1.75MPa가 Fig. 4와 같이 선루프와 고정 지그의 접합 부분에서 발생하였음을 확인하였다. Polycarbonate의 항복강도는 62MPa이므로 최대 응력은 항복강도 범위 내에서 발생하였으므로 구조적으로 안정하다고 판단된다.

Table 2 Properties of polycarbonate

Density	1220kg/m ³
Young's modulus	2.34GPa
Tensile strength	65MPa
Compressive strength	80MPa
Yield strength	62MPa
Poisson ratio	0.37

Table 3 Mode results in sun shield roof

Mode	Frequency(Hz)
1	27.2
2	55.4

4. 결론

본 논문에서는 단축 진동 시험 장비와 유한요소 해석 프로그램을 이용하여 건설 중장비 선루프의 진동 특성을 알아보고 비교하여 신뢰성을 확보한 후 Random vibration 해석을 통하여 구조물의 안정성 여부를 확인해 보았다. 해석 결과 선루프에 발생하는 최대 응력이 재질의 항복강도 이하에서 나타나므로 구조적으로 안정하다고 판단된다. 따라서 향후 진동 시험을 통한 구조물 안정성 평가뿐만 아니라 프로그램을 이용한 해석을 통해 수치적으로 구조물 안정성 평가가 가능하다고 판단된다.

후기

본 연구는 창원대학교 진동내구성연구센터 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. 김규호, “폴리카보네이트(PC)의 가속 피로수면 시험을 위한 시간-온도 호환성”, 대한기계학회 논문집 A권, 제 30권, 제 8호, 976-984, 2006.
2. 황재덕, 신민재, 최지환, 김재실, “EC 460 CAC 보조 지그의 진동특성에 관한 연구”, 한국정밀공학회 춘계학술대회 논문집, 1305-1306, 2011.
3. 김지용, “ANSYS Workbench Training Manual v12.0 Workbench 진동”, (주)태성에스엔이, 2009.
4. 권용수, 홍도관, 최재기, 허윤, 안찬우, “자동차용 Seat Adjust DC Motor의 NVH 저감에 관한 연구”, 대한기계학회 추계학술대회 논문집, 105-111, 2010.