

건설기계용 핸드레일의 랜덤 진동 해석

Random Vibration Analysis of Handrail for Construction Equipment

강현석† · 강종민* · 정안균** · 이재옥**

Hyunseok Kang, Jongmin Kang, Ahnkyun Jung and Jaek Lee

1. 서론

전세계에는 아직도 개발되지 않은 다양한 개발 현상이 있고 개발 현장에 따라 다른 작업환경에서 사용되는 건설중장비는 작업 현장 조건에서 발생하는 많은 종류의 작업하중을 받는다. 실제로 건설장비들은 작업 특성상 비교적 높은 부하를 받기 때문에 건설장비를 개발할 때 가장 우선 시 고려해야 될 설계인자로는 과도한 작업하중에서도 견딜 수 있는 충분한 내구성능을 확보하는 것이다.

건설중장비에는 장비의 정비 등 유지 보수 시 작업자를 보호하는 핸드레일 및 핸드홀드가 설치되어 있다. 이러한 핸드레일 및 홀드의 설계는 ISO 2867 (Earth-moving machinery-Access systems)에 의한 요구사항들을 만족해야 된다. 또한 다양한 작업현장의 요구조건을 만족하는 설계가 중요하다.

이 연구는 대표적인 건설중장비 중의 하나인 굴삭기 핸드레일 설계에 관한 것이다. 다양한 작업조건을 가정한 시험을 통해 해석 및 설계 입력 데이터를 확보한 후, 이 입력데이터를 근거로 한 랜덤 진동 해석을 수행하여 설계의 신뢰성을 높일 수 있다.

2. 본론

2.1 제품개발 프로세스

일반적인 제품개발 프로세스는 가장 먼저 해당 제품의 시장 요구 사항을 반영하는 것이다.



Fig. 1 Global product development process

개념설계, 상세설계, 시작품 제작 그리고 검증시험

† 교신저자; Noise Vib. & Cooling, VPD, Volvo CE
E-mail : hyunseok.kang@volvo.com

Tel : (055) 260-7853, Fax : (055) 260-7080

* VPD, Volvo CE

** Structure & Durability, VPD, Volvo CE

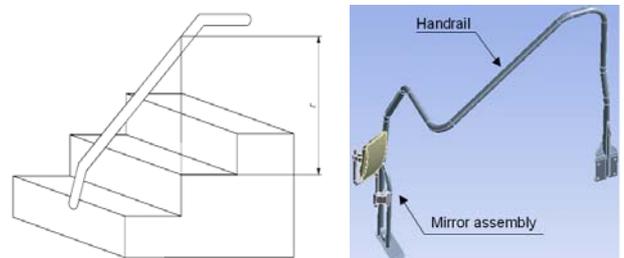
의 제품 개발 프로세스를 따른다. Fig. 1 에 제품 개발 프로세스를 나타내었다.

(1) 연구의 목적

이 연구의 배경은 일정 시간(1450hrs) 사용한 휠 굴삭기 핸드레일의 양단 부 파단으로부터 시작되었다. 최초의 기본설계는 통상적인 설계 목표를 만족하는 수준이었지만, 특정 작업장에서 작업 도중에 파손 되어 소재적인 원인 분석 및 근본원인을 찾아 새로운 설계 프로세스를 재정립하기 위한 일련의 과정을 만드는 것이 이 연구의 목적이다.

(2) 기본 설계 모델

Fig. 2 는 이 연구에서 적용하고 있는 핸드레일의 설계개념인 ISO2867 의 기본 개념을 나타낸다.



Symbol	Description	Min	Max	Basic
E	Vertical distance of handrail continuation above step, platform, atairway or ramp	850	960	900

Fig. 2 Handrail criteria by ISO2867

Fig. 2 에서 알 수 있듯이 핸드레일의 설계범위는 작업자를 보호하기 위한 높이 규제, 최소하중(1000N)이 핸드레일에 작용할 때의 가시적인 영구변형 유무 등이다. 그리고 굴삭기용 핸드레일의 기본 모델은 그림과 같이 파이프 등으로 구성된 핸드레일 바디와 운전자의 시계성 확보를 위해 미러가 설치되는 구조이다.

3. 3장 핸드레일 설계

3.1 해석 프로세스

핸드레일 설계를 위해서 도입한 해석 프로세스를 Fig. 3 에 나타내었다. 이 연구에서는 굴삭기의 대표작업에 대한 시험 입력을 기초로 하여 구조해석 및 진동해석의 연성해석을 통해서 설계를 검증하는 프로세스를 만들었다.

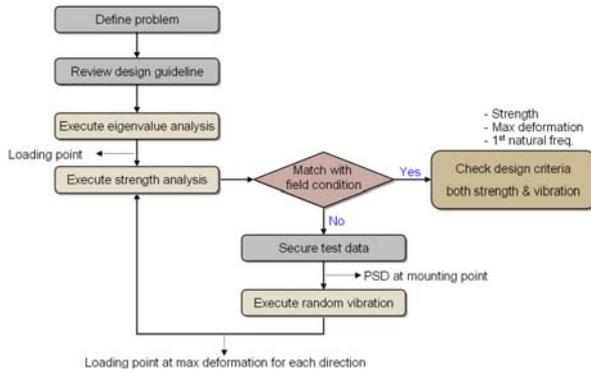


Fig. 3 Analysis process

이 해석 프로세스는 진동해석 결과를 구조해석의 입력으로 사용하는 프로세서이다. 이런 연성해석의 장점은 실제 최대변위가 발생한 지점에서 하중을 작용시킬 수 있기 때문에 실제 현상과 유사한 결과를 예측할 수 있다.

(1) 시험방법

핸드레일의 진동특성을 파악하기 위해서 굴삭기 작업을 대표할 수 있는 몇 개의 작업을 선정하여 현장 운전자에 의한 작업을 진행하는 동안 진동가속도를 계측하였다.

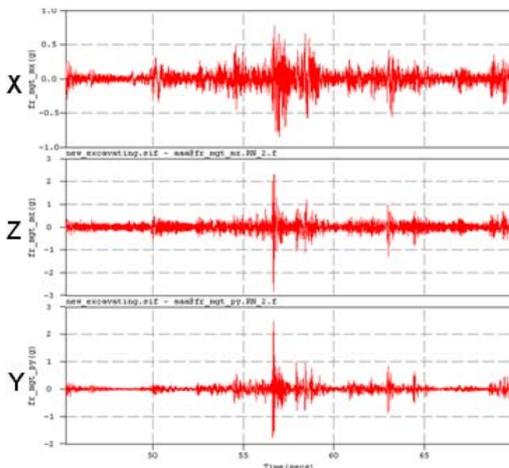


Fig. 4 Vibration test data at mounting point

Fig. 4 에 굴삭기의 대표적인 작업 중의 하나인 굴삭 및 상차 작업 시 핸드레일 하단 고정부에서 계측된 진동신호를 나타내었다.

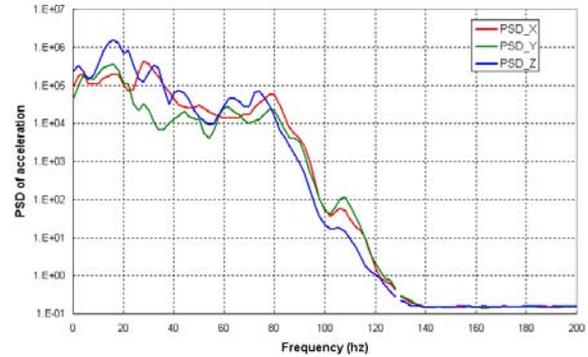


Fig. 5 PSD input data at mounting point

여기서 단위는 g 이고, X, Y, Z 의 의미는 굴삭기 작업자 기준으로 전후, 좌우 그리고 상하방향을 의미한다. 최대진동이 발생한 방향은 Z 방향으로 실효치 값은 0.172 였다. Fig. 5 에 Fig. 4 의 시간응답에 대한 PSD 를 나타낸다.

(2) 랜덤 진동 해석

Fig. 5 의 PSD 를 입력으로 해서 랜덤 진동 해석한 결과를 Fig. 6 에 나타내었다.

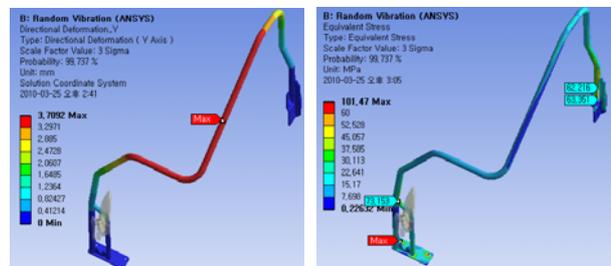


Fig. 6 Max displacement(Y axis) and eq. stress by random vibration analysis

4. 결론

이 연구는 건설기계용 핸드레일의 설계에 관한 것이다. 실제 시험 데이터에 근거로 한 랜덤 진동 해석의 결과를 이용해서 설계 기준을 검증하는 해석 프로세스를 제안하였다.

이 해석 프로세스를 적용하여 문제가 발생한 설계를 해석적으로 검증하였고, 설계 기준에 만족하는 새로운 설계안을 작성하여 해석 및 장비시험을 통하여 검증한 후, 현재 제품에 반영할 수 있었다.