수직 인체 모델을 이용한 건설 중장비 운전자의 전신진동 예측 Prediction of Whole Body Vibration for CE Operatorsusing the Vertical Human

Body Model

함정훈* · 김성환* · 박상규** · 강현석 †

Jeonghoon Ham, Sunghwan Kim, Hyunseok Kang and Sangkyu Park

ABSTRACT

Whole body vibration is very important for operators in construction equipment (CE) industry. There is ISO 2631 regulation to protect operators of CE. Recently WBV is one of critical performance parameters of CE to give operators much better comfortable working environment. And there are many kinds of numerically simplified human body model for the motor industry.

We applied one human body model in ISO 5982 for the CE development at early stage. And we've checked the validity of this model to consider WBV by the operator comfort point of view.

1. 서 론

건설중장비는 사용 목적에 따라 다양한 종류가 개발되어 있고, 주로 도로건설, 채석장 등의 건설현 장에서 큰 작업하중을 이용하여 작업을 수행하는 기계장치이다. 건설중장비는 각각의 사용 목적에 따 라 여러 종류의 작업장치가 있다. 특히 굴삭기의 경 우, 기본적으로 작업장치의 끝 부분에 굴삭과 상차 를 수행하기 위한 버켓(Bucket)이 달려있다. 또한 브레이커(Breaker)라는장치를 버켓 대신에 장착하 여 브레이커의 타격을 통해서 작업 대상 물질을 파 쇄할 수 도 있는 등 여러 종류의 작업장치를 연결할 수 있다.

이와 같이 다양한 작업장치로 구성되는 건설중장 비의 경우, 작업할 때 발생하는 큰 작업하중이 작업 장치를 통해 건설중장비 운전자에게 전달된다. 이러 한 건설중장비에서 발생하는 진동하중에 의해서 운 전자가 받는 진동 피폭량을 규제하기 위한 국제표 준이 ISO2631 으로 제정되었다. 이 국제표준에는 건설중장비 운전자의 하루 동안(8hrs)의 작업 시간 동안 받을 수 있는 진동피폭량에 대한 내용을 규정 하고 있다.

† 교신저자; 정회원, Volvo CE E-mail : hyunseok.kang@volvo.com Tel: 055) 260-7853, Fax: 055)260-7080

* Volvo CE, Noise, Vibration and Cooling

건설중장비 개발과정에서 우선적으로 고려해야 되는 부분은 건설중장비 작업장치로부터 전달되는 큰 작업하중으로부터 각종 부품의 내구성능을 확보 하는 것이다. 또한 최근에는 건설중장비 운전자에게 보다 편안하고 안락한 작업환경을 제공하기 위해 제품 개발 초기 단계에서부터 작업자의 전신진동 (WBV; Whole Body Vibration)의 최소화를 위해 건 설중장비 주요 부품의 설계 파라메터를 최적화하는 연구들이 진행되고 있다.

자동차 및 선박에 적용하기 위한 다양한 인체모델 들이 개발되어 사용되고 있다. 특히 겉보기 질량을 이용한 수직진동에 의한 인체모델은 ISO 5982(Mechanical vibration and shock)에도 잘 정 리되어 있다. 이 연구는 건설중장비 개발 초기 단계 에서 운전자의 WBV 을 예측하기 위한 적용가능한 인체 모델의 구성에 관한것이다. 특히 ISO5982 에 정의되어 있는 수직방향의 인체 진동 모델을 이용 하여 건설중장비 개발에 적합한 해석 모델을 개발 하고자 한다.

2. 연구 배경 및 방법

ISO5982에서 정의된 수직진동에 대한 인체 모델 을 Fig. 1에 나타내었다. ISO5982에는 세 종류 (55kg, 75kg and 90kg)의 몸무게에 대한 질량, 감 쇠 및 강성 계수의 값을 정의했는데, 몸무게의 변화 에 대한 부분은 Fig. 1의 m3의 값을 수정(30kg, 45kg and 56kg)하면 된다. 또한 머리에서의 진동은

^{**} 연세대학교 소음진동 연구실

m2를 이용할 수 있고, 이 진동데이터를 이용해서 운전자 안락성 평가에 적용이 가능하다.



Fig. 1 Biodynamic model of the seated human body(ISO5982)

Mass(75kg)			
m0	m1	m2	m3
2	6	2	45
Stiffness(N/m)			
	k1	k2	k3
	9.99E+03	3.44E+04	3.62E+04
Damping coefficient(Ns/m)			
	c1	c2	c3
	3.87E+02	2.6432	1.39E+03



Fig. 2 An example of application on ISO5982

Fig. 2는 이 인체 모델을 이용하여 건설중장비 중의 하나인 컴팩터의 동역학 모델에 적용한 그림 이다.





였다. 인체진동모델과 시트 및 시트서스펜션을 연결 한 모델을 Fig. 2에 나타내었다. 여기에서 적용한 강성 및 감쇠상수는 진동시험장치를 이용하여 저주 파영역에서의 시스템 동정시험을 통해서 선형 강성 및 감쇠 상수를 적용하였다.

이 진동모델의 유효성을 검토하기 위해서 굴삭기 표준 작업 모드 진동시험을 통해서 운전실 바닥에 서의 상대변위를 측정해서 시간응답 해석의 입력데 이터로 사용하였다. 이 연구에서는 직접적분법 중의 한 방법인 뉴마크(Newmark) 법을 이용하여 시간응 답을 계산하였다. 이 때 적용한 뉴마크 상수는 수치 적으로 안정할 조건의 값을 사용하여 수치해석을 수행하였다.



(A) Displacement at cab bottom from the test



Fig. 3 Numerical analysis results

3. 결 론

이 연구는 건설 중장비 개발 초기단계에서 WBV 을 예측하기 위한 동역학 해석 모델에 적용 가능한 인체모델의 유효성을 검토하였다. ISO5982의 인체 진동 모델을 기초로 하여 운전석 시트와 시트 서스 펜션을 결합한 모델을 이용하여 모델을 구성하였고, 간단한 수치해석을 통해서 그 유효성을 확인하였다.