

SEA 를 이용한 굴삭기 방사소음해석 Exterior noise analysis of excavator using SEA

이주형† · 강정환* · 강귀현* · 곽형택*

Joohyung Lee, Junghwan Kang, Kwihyun Kang and Hyungtaek Kwak

1. 서 론

자동차의 감성품질이 높아짐에 따라 건설기계 이용자의 소음진동에 대한 요구도 날로 높아지고 있다. 특히 건설기계의 경우 작업 특성상 정차 상태에서 운전하는 경우가 많으며 이 때 많은 방사소음을 유발하여 장비주변 작업자의 불만이 발생되고 있는 실정이다. 이에 방사소음저감에 대한 필요성이 대두되고 있으며, 저비용 개발을 위해 설계단계에서 적용할 수 있는 방법이 시급하다 하겠다.

본 논문에서는 SEA를 이용하여 22톤 굴삭기의 방사소음을 예측하고 설계 단계에서 이를 활용할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

2. 해석 모델 구성 및 결과

2.1 해석 방법 및 범위 선정

(1) 기여도 분석

방사소음해석을 위해 먼저 구조기인소음과 공기기인소음의 기여도를 확인해야 한다.

구조기인소음해석은 virtual.lab⁽¹⁾을 이용하였는데 이때 굴삭기 모든 panel에서의 velocity 값이 필요하다. 이를 위해 Figure 1과 같이 먼저 굴삭기 full vehicle FE model을 구성하였고, High Idle과 dynamic 운전상태에서의 엔진 가진력을 구하여 forced response analysis를 통해 각 panel에서 발생하는 velocity 값을 구하였다.

공기기인소음해석은 SEA를 이용하여 Figure 2와 같이 모델을 만들고^{(2) (3)(4)(5)} 시험과 계산으로 동일

운전 상태에서 얻은 소음원을 입력하여 소음해석을 실시하였다.

그 결과 Figure 3과 같이 구조기인소음의 기여도가 공기기인소음 대비 10dB 이상 낮음을 확인하여 본 논문에서는 방사소음해석으로서 공기기인소음만을 고려한 SEA로 진행하였다.

2.2 방사소음해석 준비

(1) SEA 모델 구성

SEA에서 정확한 모델 구성을 위해 시험을 통하여 modes in band를 만족하는 주파수의 범위를 확인하고 subsystem 크기를 도출하였으며, 이를 바탕으로 전체 모델을 구성하였다.

흡음재는 각 panel에 사용된 흡음재의 두께에 맞게 흡음률을 입력하여 표현하였다.

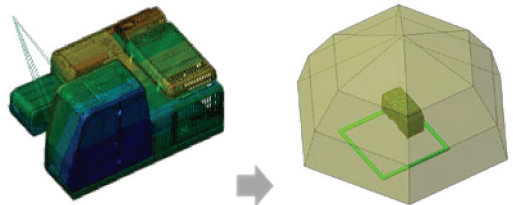


figure 1 Analysis model of excavator full vehicle FE model for panel velocity and BEM analysis model

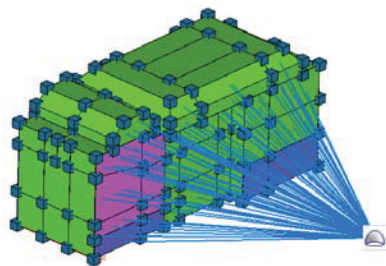


figure 2 SEA analysis model

† 교신저자: 정희원, 두산인프라코어 PI NVH 팀
E-mail : joohyung1.lee@doosan.com
Tel : 032-211-3933, Fax : 032-211-3731
* 두산인프라코어 PI NVH 팀

굴삭기의 양 옆과 엔진 hood에 위치하고 있는 hole은 VA-one 내부 equation을 이용하여 모델링 하였다.

마지막으로 시험과 계산으로부터 얻은 굴삭기의 소음원을 입력하고 해석을 실시하여 굴삭기 방사소음을 예측하였다.

2.3 방사소음해석 결과

소음 해석 결과 Figure 4와 같이 overall 기준으로 시험 값 대비 +0.44dB의 매우 비슷한 예측 결과를 나타내었다.

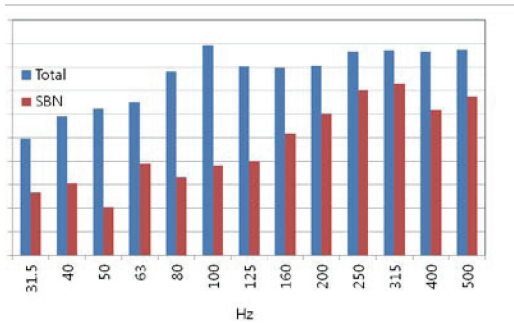


Figure3 Contribution analysis with regard to the structure borne and air borne noise

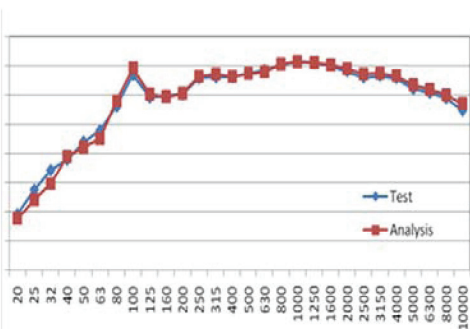


figure 4 Comparison analysis and test results at the dynamic operating condition

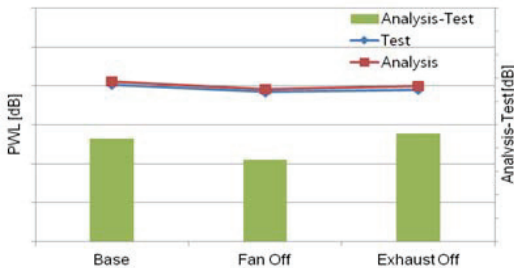


figure 5 Comparison analysis and test results at the variable dynamic operating condition

과를 나타내었다. 또한, 운전 조건 별 상태에 따른 시험 비교 결과에서도 Figure5와 같이 세 가지 경우 모두 0.4~0.5dB 이내의 매우 양호한 수준을 나타내었다.

3. 결론

굴삭기 방사소음해석결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 기여도 분석을 실시하여 구조기인소음의 영향이 매우 낮음을 확인하였다.
2. SEA를 이용하여 공기기인소음해석을 하였으며, 신뢰할 수준의 subsystem 구성을 위해 시험으로부터 기준 크기 및 주파수 범위를 확인하였다.
3. 소음해석결과 시험과 근접한 수준의 결과를 얻었으며, 다양한 작동 조건에서도 0.5dB 이내의 양호한 결과를 얻었다.
4. 굴삭기 panel 위치에 따른 소음 기여도 분석이 가능하다.
5. 흡음재의 두께나 면적, hole의 크기나 위치 변경 등 다양한 조건에서의 소음예측이 가능하여 설계단계에서의 소음예측을 위한 가이드 제시가 가능함을 확인하였다.

4. 참고문헌

- (1) LMS Virtual.Lab REV8A Acoustic analysis manual, 2010, LMS
- (2) SEA Theory & VA-one SEA overview, 2011, ESI Korea
- (3) Francis Poradek and Mohan D. Rao, 2007, "Analytical Simulation of the Effects of Noise Control Treatments on an Excavator Cab using Statistical Energy Analysis", *SAE*.
- (4) L. Zhou, A.E. Carter, 2011, "Airborne path attenuation of partial enclosures: Simulation and sensitivity study", *Applied Acoustics*.
- (5) David C. Copley, Harvind Raman, 2010, "Vibro-acoustic model of an enclosed electric power generator", *NOISE-CON2010*