

굴삭기 방열 팬 소음특성 분석 Experimental Study on Cooling Fan Noise of Hydraulic Excavator

강귀현† · 이강재* · 곽형택* · 김주호**

Kang Kwihyun, Lee Kangjae, Kwak Hyungtaek and Kim Jooho

1. 서 론

정지 상태에서 주로 작업을 수행하는 건설장비에서 냉각은 중요한 성능지표 중 하나이다. 설계 단계에서 냉각 성능 향상을 위하여 Fan의 크기, 회전 속도 및 설치 조건 등이 조정되고 있으나 이는 외부로 방사되는 소음과 직결되고 있으며 실제로 이러한 문제는 제품 개발기간 중 중요한 문제로 부각되기도 한다. 건설장비 방사소음 평가는 ISO3744, ISO6395 및 2000/14/EC에 따라 수행되고 있다. 이 때 계산된 값은 건설장비의 전체 방사소음을 대표하고 있으나, 개별 부품(엔진, Fan 등)의 소음 특성을 나타내기에는 부족함이 있다.



Fig 1. Radiated Noise Measurement According to 2000/14/EC

에너지 보존법칙을 이용한 단품 소음특성 평가 법을 유압식 굴삭기에서 적용하면, 일반적으로 냉각 Fan 소음은 전체 방사소음에서 엔진 다음의 기여도를 차지하고 있음을 알 수 있다. 당사에서는 CFD를 이용한 해석적 접근법 및 단순모델을 이용한 시험표준 등을 이미 제정하여 소음특성 확보 및 개선 연구를 지속적으로 진행 중에 있으며, 이러한 프로

세스의 신뢰성 및 정확도 향상을 위하여 실제 운전 상태를 재현한 Fan만의 소음특성 확보가 필요한 실정이다.

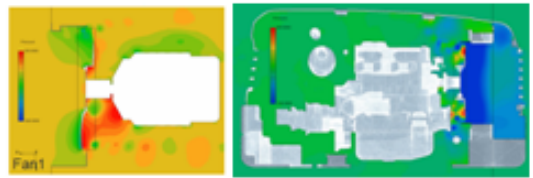


Fig 2. CFD Analysis for Fan Radiated Noise of Construction Equipment

이에 본 연구에서는 Fan 단품을 실제 상태와 매우 흡사한 조건에서 운전 가능한 구동장치를 제작하여 소음 평가를 수행 하였으며 확보된 데이터를 바탕으로 현재 당사에서 활용 중인 단품 소음특성 평가법의 타당성 검증 지표로 활용 하고자 한다.

2. 시험장치 구성 및 결과

2.1 시험장치 구성

실제 장비에서 구동되는 조건 재현 및 실측 데이터와의 비교를 위하여 작동 가능한 장비를 선정 하였으며 굴삭기 Fan과 엔진이 연결된 부분을 분리한 후 외부 동력을 이용하여 Fan을 구동하는 장치를 제작 하였다. 굴삭기 외부에 설치된 제어기와 전동기를 통하여 모터 회전수와 부하량 제어가 가능하게 구성 하였다.

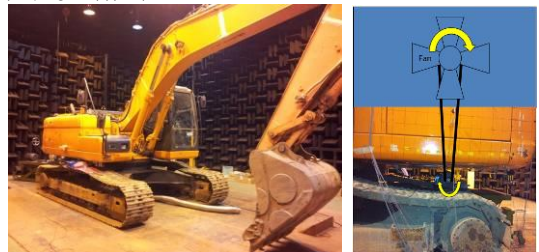


Fig 3. Hydraulic excavator and Fan Driving System

† 교신저자; 두산인프라코어 기술본부 기술원 CAE 팀

E-mail : kwihyun.kang@doosan.com

Tel : 031-270-1509, Fax : 031-270-1488

* 두산인프라코어 기술본부 기술원 CAE 팀

** 두산인프라코어 기술본부 기술원

모터 회전속도는 실제 방사소음 평가가 이루어 지는 Fan 회전속도를 측정하여 동일한 회전 속도로 운전 하였으며 이때 방사되는 Power를 구조물 표면에서 Sound Intensity법을 이용하여 측정 및 분석 하였다. 측정 시 넓은 관심 주파수 대역에서(16-10kHz, 1/3 Octave Band) 유효한 측정 값을 확보 하기 위하여 2종류의 Spacer를 교체하며 진행 하였다.



Fig 4. Sound Intensity Measurement

2.2 결 과

본 연구에서는 Fan만의 구동 조건을 기준으로 소음특성 평가법의 타당성 검증을 위한 데이터 비교를 수행 하였다. Sound Intensity를 이용하여 계산된 Fan만의 Sound Power Level과 당사 외부 방사소음 평가시험장에서 수행된 평가 결과가 대상이며, 두 경우 모두 구조물 표면에서 실측된 결과를 바탕으로 계산되었다.

두 가지 방법으로 확보된 냉각 Fan의 Sound Power Level을 1/3 Octave Band로 비교한 결과는 다음과 같다.

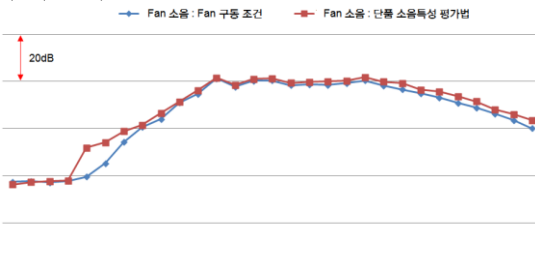


Fig 5. Result : Comparison of Two Different Method

단품 소음특성 평가법에서는 엔진을 이용하여 Fan을 구동하고, 이 때 발생하는 구조물 표면 방사소음을 측정하게 된다. 이러한 시험 조건은 엔진의 영향을 100% 제거하기 어려운 한계가 있으며, 결과적으로 추정된 Fan 소음에서 특정 구간 Level에 영향을 미치게 된다. 두 결과 비교 시 Fan만의 구

동 조건에 비하여 특정 구간에서 다소 높게 추정되는 주요 원인이 된다.

저 주파수 대역의 3개 Band를 제외한 나머지 구간에서는 매우 유사한 경향을 보이고 있으며 Total Level 기준으로 약 1.2dB 차이를 나타내고 있다.

3. 결 론

본 연구에서 도출된 결과와 운전 중 전체 시스템에서 추정되는 Fan 소음특성간 비교를 통하여 현재 당사에서 사용 중인 평가 프로세스와 확보된 단품 데이터가 타당함을 확인 하였다.

소음특성 평가법 적용 시 엔진의 영향을 완전히 제거할 수 없는 한계점 또한 본 연구 결과를 바탕으로 보정계수 등의 적용을 통하여 보완 가능하게 되었다. 다만 본 접근 방법은 다양한 대상 군에 대한 평가 결과를 바탕으로 적용 될 예정이다.

마지막으로 본 구동 장치는 다양한 장비에 적용 및 응용 가능하므로 현재 설비를 활용하여 실제 상태의 다양한 Fan에 대한 소음특성 데이터 확보가 가능하게 되었다.