

# 소형 트랙터 소음 저감을 위한 시험적 방법

## Experimental Methods for Noise Reduction of The Agricultural Tractor

박현우† · 사정환\* · 박진성\* · 김병진\* · 조성근\*

Park Hyun-Woo, Sa, Jung-Hwan, Park, Jin-Sung, Kim Byeong-Jin, Cho, Seong-keon

### 1. 서 론

농업용 트랙터 제조사는 다변화된 영농 환경에 맞추어 사용 목적에 따라 고객의 요구 조건에 맞춘 다양한 제품군으로 성능과 사양에 다변화를 주고 있으며 동일 성능군에서도 보급형 모델에서부터 프리미엄급 모델까지 다양한 사양으로 나누어 판매되고 있다. 하지만 다양한 제품군을 지니고 있는 한편으로 트랙터에 부여되는 편의성이나 운전실의 안락성에 영향을 미치는 차체의 형상, 기타 내부 부품 및 소재의 변화가 수반되어야 하는 이유로 소음원로부터 운전자에게 전달되는 소음의 양상 또한 변화하게 되는 문제가 있다.

특히 국내의 경우 트랙터 운전자 지각소음에 관한 규제를 적용하고 있으며, 개발된 트랙터의 판매를 위해서는 소음에 관한 형식승인 기준을 만족하여야하므로 사양 변화에 따른 소음 변화의 폭이 승인을 위한 기준을 초과하지 않도록 소음제어 기술이 요구된다.

본 논문에서는 소음제어를 위한 접근방법의 일환으로 차체의 소음원으로부터 운전자에게 전달되는 소음의 저감을 위한 시험적 방법에 대하여 다루고자 한다.

### 2. 본 론

#### 2.1 트랙터 주요 소음원 초기 평가

일반적으로 소음원의 전달 경로에 따른 분류로서 구조전달소음과 공기전달소음으로 나눌 수 있다.

구조전달소음은 운전실 외부 가진력이 차체 구조나 부품들을 경로로하여 진동이 전달이 되고, 이러한 진동이 운전실 내부 부품의 진동을 유발하여 발생하는 소음이다. 대표적으로 엔진의 진동 및 주행시 차축을 통해 전달되는 진동이 운전실 내부 부품의 진동을 유발하여 발생하는 소음의 종류를 들 수 있다. 공기전달소음은 소음원으로부터 발생한 소음이 공간을 통해 직접적으로 운전자에게 전달되거나 소음원과 운전자 사이의 부품을 투과하여 전달되는 경로를 지닌 소음을 말한다.

이러한 구조전달음이나 공기전달음은 소음 양상에 대하여 단편적으로 규정짓기 어려운 부분이 있으며, 다양한 시험 및 분석을 통하여 규명할 수 있다. 또한, 규명된 소음원의 소음 저감 또는 경로 상의 저감안을 적용한 소음저감이 가능해진다.

본 논문에서 소음저감을 위한 시험법을 적용한 트랙터의 경우 3기통 엔진의 차실(Cabin)이 없는 개방형 프레임 타입의 소형 트랙터이며, 기본적으로 트랙터에서 발생하는 소음 양상의 파악을 위해 진행되는 초기 평가시험으로 차량 정차 시에 발생하는 진동 및 소음을 주요 부품별로 측정하였다.

예상되는 소음원으로는 엔진의 가진력에 의한 소음과 엔진 자체의 폭발음, 흡기와 배기소음 및 냉각팬의 회전의 의한 기류소음을 주요 소음원으로 설정하였으며 예상되는 소음원과 전달경로를 중심으로 센서 위치를 선정하였다.

진동 측정은 3축 가속도계를 이용하여 10개소를 측정하였으며, 측정 위치로는 엔진 및 엔진룸 후드상부와 좌우측부 중양과 냉각팬 하우징 상부 계기판이 장착되는 인스트루먼트 패널 상하부, 좌우측부 그리고 운전자가 바라보는 측의 전면부에 장착하여 측정하였으며, 소음 측정은 7개소를 측정하였으며, 측정위치는 운전자 귀위치와 인스트루먼트 패널 전면부, 흡기측 전면부와 배기측 후면 그리고 엔진룸

† 교신저자; 비회원, (재)전북자동차기술원  
E-mail : hwpark@jiat.re.kr  
Tel :063)472-2390, Fax :063)472-2397

\* 공동저자, (재)전북자동차기술원

상부와 좌우측부를 측정하였다.

그 결과는 대표적으로 Figure 1의 운전자 귀 위치의 소음을 보면 상대적으로 차실이 없으므로 인하여 엔진에서 발생하는 소음이 Oder 성분에 따라 나타나는 현상을 볼 수 있으며 중-고주파 영역의 소음도 기여하고 있는 것을 확인 할 수 있다.

이러한 초기평가단계를 통하여 각 소음 성분에 대한 주요 부위별 소음 및 진동 측정 데이터 비교를 통하여 소음발생 양상에 대해 접근 방향을 설정 할 수 있다.

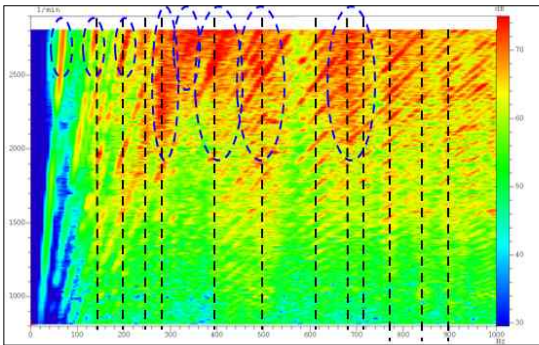


Figure 1 The measured noise from the driver ear

## 2.2 시스템 분석 시험

### (1) 구조진달소음 분석을 위한 모달 시험

트랙터를 엔진 가진력과 기타 외부 가진력에 의한 구조진달음을 파악하기 위하여 차체 모달 시험을 진행하였다. 구조 전달음의 경우 특정 가진력과 전달 경로 상에서 부품 공진에 의한 소음으로 증폭되어 발생하는 경우를 평가하기 위함이다. 차체 가진 방법으로 MB-Dynamics electro shaker를 이용하여 차체에 다양한 모드가 발생할 수 있도록 차체 프레임 하단의 전면부 좌측과 후면부 우측부에서 동시 가진을 통한 공진 모드를 분석하였다. 또한, Geometry는 차체(Body) 및 각 부품에 가속도계를 약 300여 개소를 측정하여 충분히 차체 형상을 재현 할 수 있도록 하였다. 그 결과 각 진동 모드에 따른 차체의 형상이 변화하는 양상을 확인 할 수 있었으며, 엔진 및 외부 가진력에 의해 발생하는 주파수에 따른 부품이나 패널의 공진영역을 확인함으로써 소음에 영향을 미치는 진동의 제어를 위한 접근

경로를 파악할 수 있었다. 시험 트랙터의 경우 1, 2차 주파수에서는 프레임의 Bending과 Torsion 모드가 발생하였으며, 3차 이후부터는 각 부품 및 판넬 부분의 모드가 발생하였다.

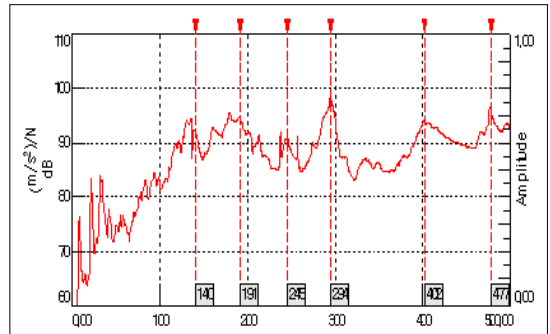


Figure 2 The modal test result of the tractor body

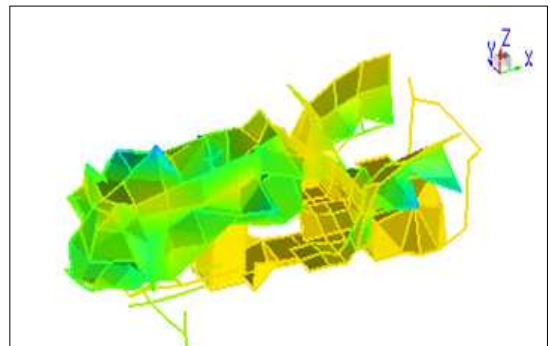


Figure 3 The example of the mode shape



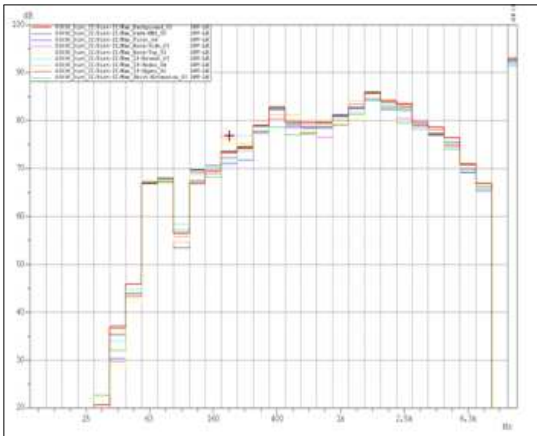
Figure 4 The electro shaker setup

(2) 공기전달소음 분석을 위한 흡/차음 적용 시험

트랙터에서 발생된 소음이 운전자에게 전달되는 경로상의 부품을 투과하여 방사되는 소음의 정도를 평가하는 시험을 진행하였다. 공기전달소음의 경우 구조전달소음과 달리 구조물의 매개체가 없이 경로상의 부품을 투과하여 방사되므로 흡음재와 차음재를 이용하여 각 부품별 적용을 통해 소음에 대한 기여도를 확인 할 수 있다.

흡/차음재를 적용한 부위는 엔진룸을 중심으로 인스트루먼트 패널에 이르기까지 적용하였으며 소음의 투과 정도를 1/3 Octave로 주파수 영역별 투과 정도를 확인하여, 각 부위별 흡/차음재 적용에 따른 소음의 Overall값을 산출하였다.

그 결과 공기전달소음의 기여가 높은 부위로 엔진룸 후드의 측면부와 상부 그리고 인스트루먼트 패널의 하부 순으로 나타났다.



### 3. 결 론

### 참 고 문 헌

본 논문에서는 트랙터에서 발생하는 다양한 소음원의 파악과 소음저감을 위한 시험적 방법에 대하여 고찰하였다. 트랙터 소음 저감을 위한 시험 절차를 논하기 위하여 3기통 엔진의 차실이 없는 개방형 프프임 타입 소형 트랙터의 개선 과정을 사례로 하였으며, 최종적으로 초기 트랙터 소음 대비 2.6 dB(A) 수준의 소음 저감 이루는 과정을 시험 절차와 관련하여 서술하였다.

트랙터의 소음 수준 및 양상 파악을 위한 초기 평가 시험과 시스템 분석을 통한 구조전달소음과 공기전달소음의 경로를 파악하고 이를 바탕으로 시험 대상 트랙터의 소음 개선안을 적용한 사례를 들어 다양한 시험 방법에 대하여 논하였다.

향후 개선 시험의 경우 다양한 상황에 맞는 시험 방법들이 제시될 필요가 있으며, 이에 대한 지속적인 연구를 하고자 한다.

(1) Shin, Y. H., Moon, N. S., Park, J. S., Ruy, D. H., 2010, Study for Transfer Path Analysis of Riding Mower, Proceedings of the KSNVE Annual Autumn Conference, pp. 413~414.

(2) Yoo, D. H., Kim, K. U., Kim, S. D., Kim, J. Y., 1995, A Case Study on Inside Noise Reduction of Agricultural Tractor Cab, Proceedings of The KSAE, Body Part, Lecture of Vehicle Dynamics, pp. 26~38.