

# 모달 특성을 고려한 알루미늄 압출재의 차음 성능에 관한 연구

## Study of Sound Transmission loss of extruded Aluminum panel considering the Modal characteristics

이준헌\* · 김대용\* · 김관주†

Lee Jun-heon, Kim Daeyong and Kim Kwnaju

### 1. 서 론

알루미늄 압출재의 차음성능은 현재 고속화, 경량화되는 고속철도에서 매우 중요하다. 한재현 등은<sup>(1)</sup> 철도차량이 고속화 되면서 발생하는 소음이 증가되었다고 하였다. 그래서 객실 쾌적성을 유지하기 위해서는 알루미늄 압출재의 차음 성능을 높이면서, 무게와 강도는 비슷하게 유지 하여야 한다.

차음성능은 면밀도와 공진의 영향을 받는다. 특히 공진은 경계조건, 재질의 강성과 내부손실계수, 형상에 따라 발생하는 주파수 대역과 크기가 달라진다. 김석현 등은<sup>(2)</sup> 알루미늄 압출재는 매우 많은 국부 공진 모드들이 있어 차음성능이 열악하다고 하였다.

알루미늄 압출재의 차음성능을 최적화 하기 위해 시편을 만들어 실험하기는 비용이 매우 많이 든다. 그러므로 FEM 방법을 이용하여 알루미늄 압출재의 차음성능을 예측하고자 한다.

### 2. 압출재 시편의 차음성능 실험

대상 알루미늄 압출재는 ktx2 의 바닥에 사용되는 것이다. 실험에 사용된 시편의 특징은 Fig.1 과 Table 1 과 같다.

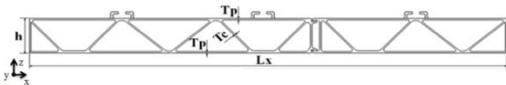


Fig. 1 The cross section shape of the extruded aluminum panel

† 김관주; 정회원, 홍익대학교 기계시스템디자인공학과  
E-mail : kwanju@hongik.ac.kr

Tel : 02-320-1643

\* 홍익대학교 일반대학원 기계공학과

Table 1 Specifications of the extruded aluminum panel

Young's modulus (E)	$71.5 \times 10^9 \text{ N/m}^2$
Mass density ( $\rho$ )	$2800 \text{ kg/m}^3$
Poisson's ratio ( $\nu$ )	0.33
Panel height (h)	70 mm
Plate thickness (Tp)	2.8 mm
Core thickness (Tc)	2.6 mm
Panel dimensions (Lx, Ly)	0.84 m, 0.84 m

차음성능은 잔향실과 무향실 사이에 시험편을 설치 하여 측정된다.<sup>(3)</sup> 이따 시험편은 사이 공간에 12 개의 클램프를 이용하여 지지된다. ASTM E2249-02 에 근거한 인텐시티 투과손실 방법으로 측정되었다.

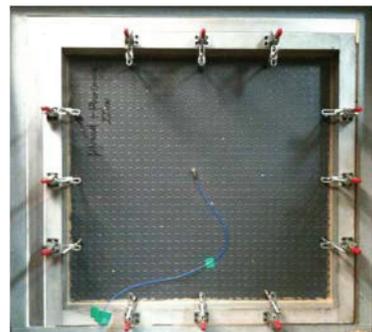


Fig. 2 Installation of the specimen

### 3. 모달 실험을 이용한 내부손실계수 계산

내부 손실계수는 공진시 진폭을 계산하는데 많은 영향을 준다. 그러므로 많은 공진 모드들이 있어서, 차음성능이 낮아지는 알루미늄 압출재에서는 매우 중요한 특성이다. 알루미늄 압출재 재질의 내부손실계수를 측정하기 위해 모달 실험을 수행 하였다. 그리고 모달 실험에서 나온 주파수별 진폭의 크기를

이용하여 압출재 재질의 내부 손실계수를 측정하였다.

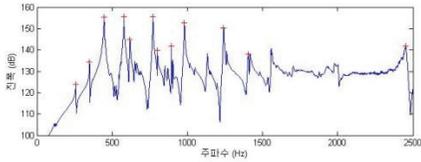


Fig. 3 Amplitude result of modal testing

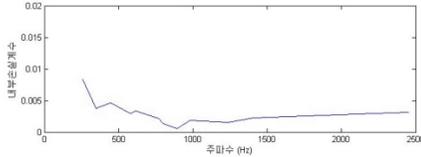


Fig. 4 Damping loss factor of the specimen

#### 4. FEM 을 이용한 차음성능 예측

차음성능을 예측하기 위하여 다음과 같은 알루미늄 압출판 FEM 모델을 만들었다. FEM 모델은 4,114 개의 solid element 로 이루어진 압출판넬과 11,283 개의 요소로 이루어진 방사 음장이 존재한다. 압출재 하부에는 잔향 음장 조건을 주었으며, 압출재의 특성에는 측정된 내부손실계수를 적용하였다.

실험시 적용된 경계조건을 모델링하기 위하여 압출판 상면과 하면에 총 24 개의 node 에 spring 경계 조건을 주었다. 그리고 이 spring 의 강성과 알루미늄 압출판의 예측 차음성능의 차이를 보았다.

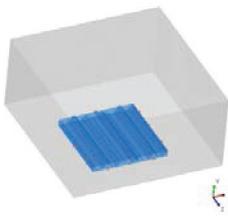


Fig. 5 FEM model of the extruded aluminum panel and radiation cavity

차음성능은 경계조건에 따라 공진 주파수가 변화 하였다. Spring 조건의 강성이 5MN/m 일 때 1<sup>st</sup> 공진 주파수가 가장 유사하게 나타났다. 하지만 차음성능의 크기를 정확히 맞추기

위해서는 좀더 정확한 경계 조건 모델이 필요하다.

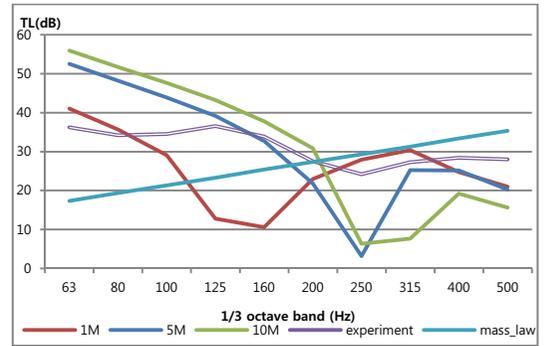


Fig. 6 FEM analysis result of the extruded aluminum panel

### 3. 결 론

해석적 방법을 이용하여 알루미늄 압출재의 차음성능과 경계조건에 영향을 알수있었다.

1. 알루미늄 압출재의 차음성능은 경계 조건에 영향을 받는다. 특히 저 주파수에서는 영향이 크다.
2. 차음성능은 공진 주파수영역에서 매우 낮아진다.
3. 실제 시험시 경계 조건에 따라 차음성능 측정 결과가 달라질 수 있다.

### 후 기

이 논문은 2011 년도 교육과학기술부의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원(2012-0007320)으로 수행된 것임

### 참고문헌

- 1 한재현, 김태민, and 김정수. "생체모방공학을 적용한 고속철 차간 공간의 공력소음 연구." 한국소음진동공학회:학술대회논문집 2011.2 (2011): 711-716.
- 2 김석현, 백인수, 이현우, and 김정태. "철도차량용 허니콤재의 차음성능 예측모델." 한국철도학회 논문집 11.5 (2008): 465-470.
- 3 김관주, 이준현, 김대용, and 김석현. "철도차량용 알루미늄 압출재의 음향 투과손실 예측에 관한 연구." 한국철도학회 논문집 16.1 (2013): 20-25.