

## 철도차량용 알루미늄 압출재의 차음성능 평가

### Estimation of The Sound Insulation Performance of Aluminium Extruded panel for a Railway Vehicle

서태건\* · 김석현† · 김정태\*\*

Taegun Seo, Seockhyun Kim and Jeong-tae Kim

#### 1. 서 론

최근 철도차량의 고속화/경량화 에 따라 기존의 주름강판은 알루미늄 압출재로 대체되는 상황이다. 이 경우 차음 성능이 어떻게 달라지는가는 실내의 정숙성 측면에서 중요한 사안이다. 알루미늄 압출재는 횡강성을 높이기 위하여 Fig. 1과 같이 트리스형 단면이 반복되는 구조를 갖는다. 선행연구를 통하여 이러한 구조는 특정 주파수 대역에서 국부적 공진에 의하여 투과손실을 크게 저하되는 것으로 밝혀졌다<sup>(1,2)</sup>. 본 연구에서는 현재 운행 중인 고속철도 차량에 사용하는 알루미늄 압출재를 대상으로 차음성능을 실험적으로 평가하여 경량화에 따른 문제점을 검토하고, 향후 유사 차량의 차음 대책 수립에 유용한 정보를 제공하고자 한다.

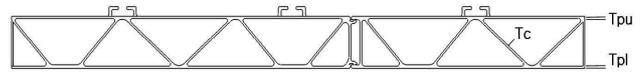


Fig.1 Test specimen.

Table 1 Specification of the specimen

$T_{pu}$ (mm)	3mm
$T_{pl}$ (mm)	2.2mm
$T_c$ (mm)	2.2mm
Mass	18.89kg
Surface density	27.03kg/m <sup>2</sup>

#### 2. 판재의 투과손실

알루미늄 압출재의 투과손실은 국부공진 효과에 의하여 급락하는 현상 때문에 해석적으로 예측하기가 어렵다. 본 연구에서는 다음 식(1)의 필드 입사음 질량법칙<sup>(3)</sup>을 사용하여 실험결과를 평가하였다.

$$TL(dB) = 20 \log_{10} \left( \frac{m\omega}{2\rho c} \right) - 5 \quad (1)$$

여기서,  $m$ 은 패널의 면밀도,  $\omega$ 는 주파수,  $\rho$ ,  $c$ 는 공기의 밀도 및 음속이다.

#### 3. 투과손실 측정결과

Fig. 1과 Table 1의 고속철도 차량 바닥에 사용되는 알루미늄 압출재 시편을 대상으로, ASTM E2249-02 에 따라 인텐시티 투과손실을 측정된 결과를 Fig.2에 보인다.

전반적으로 질량법칙 결과와는 큰 차이를 보인다. 저주파수 대역에서의 큰 투과손실은 작은 시편의 (836mm x 836mm) 강성 증가 효과를 반영하며, 시편 크기가 커지면 그 효과는 감소한다. 300Hz 이후 투과손실은 감소하여 800Hz를 전후하여 질량 법칙대비 10dB 이상의 하락을 보인다. 이와 같은 하락은 주파수대역의 차이가 있을 뿐, 이전의 압출재<sup>(1)</sup>나 주름강판<sup>(2)</sup>에서도 매우 유사하게 발생하였고, 국부 공진 모드가 다수 출현하는 주파수대역에서 특히 큰 하락을 보였다. Fig.3은 투과손실 측정과 동시에 측정된 가속도 응답인데, 300Hz 이후 투과손실이 크게 하락하는 대역에서 다수의 높은 가속도 피크를 볼 수 있다. 이러한 피크들은 Fig.4의 유한 요소해석 결과처럼 압출재의 단위 구조상에서 굽힘 변형을 보이는 국부공진 모드들로 밝혀졌다. 주름강판에 대한 선행연구에서 국부 공진의 피크 주파수를 문제의 소음원 주파수 대역위로 올림으로써 차음성능 개선효과를 기대할 수 있었다<sup>(2)</sup>. 알루미늄 압출재의 경우도 이러한 국부공진 모드의 주파수대역을 가능한 위로 올리는 설계 방안이 필요하다. 동시에 폼재를 충전하는 방식의 효과적인 댐핑 처리로 피크레벨을 낮추어 투과손실을 향상시키는 방안을 강구할 필요가 있다.

† 교신저자; 강원대학교 기계메카트로닉스공학과  
E-mail : seock@snu.ac.kr  
Tel : (033) 250-6372, Fax : (033) 2570-4190

\* 강원대학교 기계메카트로닉스공학과 석사과정

\*\* 홍익대학교 기계시스템디자인 공학과

## 후 기

본 연구는 국토해양부 미래철도기술개발사업의 연구비지원(과제번호 07차세대고속철도A01)사업의 지원으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

- (1) S.H.Kim, H.Jang, J. Kim, 2001, "Characteristics of Local Vibration Modes of the Aluminum Extruded Panels for Rail Road Vehicles", Journal of the Korean Society for Railway, Vol.4(3), pp87-93.
- (2) S.H. Kim, H.Y. Lee, J.T. Kim, J.C. Kim (2010) Sound Insulation Design of the Corrugated Steel Panel Considering Local Resonance, Transactions of KSNVE, Vol.20 (7), pp.672~676.
- (3) L.L. Beranek and I.L. Ver, 1992, Noise and Vibration Control Engineering, John Wiley and Sons, INC., pp.281~291.

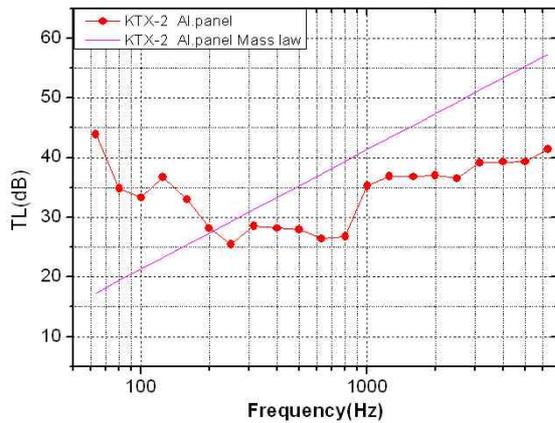


Fig. 2 Transmission loss

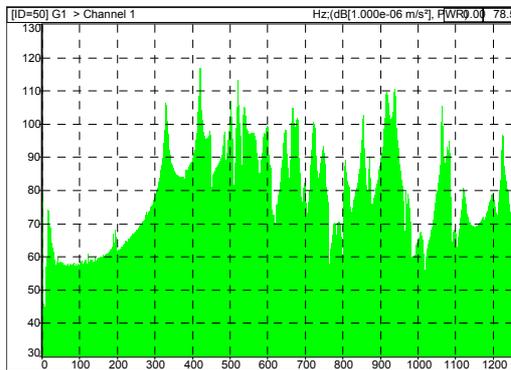


Fig. 3 Acceleration response

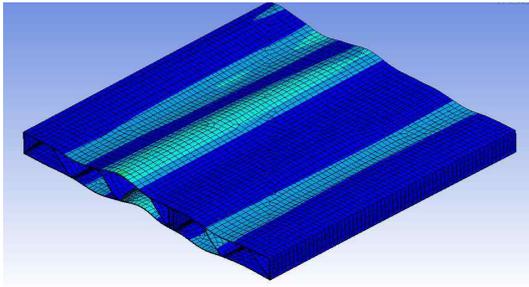


Fig. 4 Local resonance mode (539Hz).

## 4. 결론

현재 운행 중인 고속철도차량 바닥재용 알루미늄 압출재의 음 투과손실을 평가한 결과, 압출재가 중요 주파수대역에서 차음성능이 크게 하락하는 것으로 나타났다. 이 대역에서 발생하는 다수의 국부 공진 피크들이 그 원인으로 측정 및 해석을 통하여 확인되었다. 압출재 구조를 국부공진 주파수 대역을 소음원 주파수 위로 높이는 방향으로 변경하고, 효과적인 댐핑 처리를 통하여 국부공진 피크레벨을 최대한 낮추는 것이 투과손실 향상을 위하여 필요하다.