

# 알루미늄 압출재의 차음 구조 설계

## Design of Aluminium Extruded Panel for Sound Insulation

서태건\*                  김석현†                  김정태\*\*                  송달호\*\*\*  
Taegun Seo              Seockhyun Kim              Jeong-tae Kim              Dalho Song

---

### ABSTRACT

Aluminium extruded panel is the most important element for sound insulation in a express train. However, comparing with the flat plate with the same weight, the extruded panel shows remarkably low sound transmission loss above the 1st local resonance frequency, which is determined by the dimension of the core structure. Preceding study showed the possibility of the improvement of sound insulation performance by properly designing the core dimension. By the proper core design, local resonance frequency shifts to higher frequency region without any reduction of bending or torsional strength and without any weight increase. Based upon this result, this study investigates in detail the design modification of the core structure of the aluminium extruded panel used in a express train under development, in aspect of sound insulation. Design result is compared with those of other developed models.

---

### 1. 서 론

알루미늄 압출재는 굽힘 강도의 증가와 중량 저감을 위하여 고속철도 차량에 널리 적용되고 있다. 이러한 압출재는 바닥 및 측면재의 가장 중요한 하중지지 요소임과 동시에 차음에 가장 크게 기여한다. 그러나 동일한 중량을 갖는 평판과 비교할 때, 알루미늄 압출재는 코어의 치수에 따라 결정되는 국부공진 주파수 부근에서 투과손실이 현저하게 떨어지는 것으로 알려져 있다<sup>(1,2)</sup>. 따라서 차음성능을 개선하기 위해서는 투과손실이 급락하는 국부공진 주파수 대역을 조절할 수 있는 방안이 필요하다. 선행 연구<sup>(3)</sup>에서 코어 구조를 변경시켜 국부공진 주파수 대역을 조절할 수 있음을 보였다. 본 연구에서는 현재 개발 중인 고속철도 차량의 알루미늄 압출재를 대상으로 코어 구조를 변경시켜 국부공진 주파수 대역을 높은 압출재 모델을 제시한다. 구조 변경은 차량의 중량을 증가시키지 않는 조건하에 진행되었으며, 동시에 압출재의 전체적인 굽힘 및 비틀림 강성을 훼손시키지 않도록 설계하였다. 코어의 두께, 경사각 및 스펠의 변화에 따른 국부공진주파수의 변화는 유한요소해석으로 예측하였다.

### 2. 압출재의 코어 구조

선행 연구에서 코어의 스펠을 감소시키면 국부 공진주파수가 상승하는 것으로 확인되었다. 이 결과를 근거로, 현재 개발 중인 고속철도 차량의 바닥 압출재의 초기 모델과 개선 모델을 대상으로 국부공진 주파수를 검토하여 기존 차량의 압출재 모델과 비교하였다. Fig.1 (a)는 개발 모델의 알루미늄 압출재의 초기 단면도이다. 코어 스펠을 감소시키기 위해서는 압출재의 한 가공 단위에 하나의 코어를

---

† 책임저자 : 정회원, 강원대학교 기계메카트로닉스공학과, 교수  
E-mail : seock@kangwon.ac.kr  
TEL : (033)252-2595 FAX : (033)257-4190

\* 정회원, 정회원, 강원대학교 대학원 기계메카트로닉스공학과

\*\* 정회원, 홍익대학교, 기계시스템디자인공학부, 교수

\*\*\* 정회원, 우송대학교, 철도대학 철도건설환경공학과, 교수

추가하는 방안이 현실적이다. 그 결과 (b)의 변경 모델을 얻었다. (c)와 (d)는 차음성능의 비교대상인 G7차량과 KTX-2(sancheon) 차량의 바닥재 압출재이다. 각 모델의 제원을 Table 1에 보인다. 개발모델의 초기 안에 비해 코어가 하나 추가된 변경안의 면밀도는 약 0.9% 정도 미세하게 증가한다. 이는 압출성형의 기술적 한계로 코어 두께를 2.2mm 이하로 줄일 수 없는 데에 기인한다.

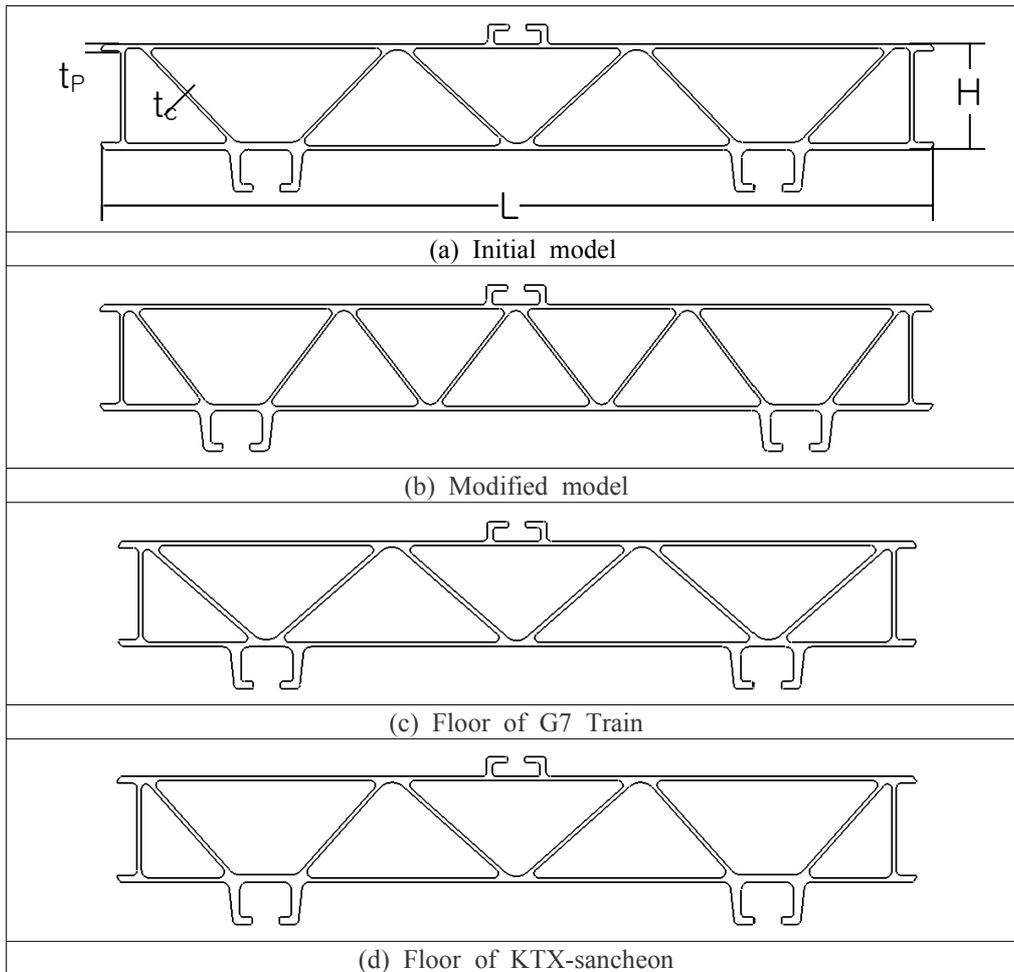


Fig. 1 Aluminium extruded panel models.

Table 1 Specification of the models

Model Parameter	G7	KTX- sancheon	Initial model	modified model
높이, h(mm)	70	70	70	70
길이, Lx(mm)	527	528	550	550
두께, $t_p$ (mm)	3	2.8	2.8	2.8
두께, $t_c$ (mm)	3	2.6	2.2	2.2
질량, m(kg)	27.15	26.15	26.234	26.471
면밀도, $m_A$ (kg/m <sup>2</sup> )	34.345	33.017	31.798	32.086

### 3. 국부공진 해석

Table 2는 유한요소해석 결과를 보인다. 초기 모델 대비 변경 모델에서 1차 전체 굽힘 및 비틀림 교 유진동수는 약간 상승한다. 이는 조금이나마 강성의 증가를 의미하므로 정적 강성의 훼손이 생기지 않음을 알 수 있다. 1차 국부 공진 주파수는 350Hz에서 650Hz 대역으로 상승하였다. 이로써 압출 성형이 가능한 범위에서 중량을 비슷한 수준으로 유지하면서, 국부공진 주파수 대역을 크게 상승시킬 수 있었다. 이는 약간 높은 면밀도(중량)를 갖는 G7 모델이나 KTX-2 모델에 비해서도 나쁘지 않은 결과여서 흥미롭다.

Table 2 Frequency analysis results

Model Parameter	G7	KTX-2	Initial	Modified
1st overall bending mode	242.14Hz	244.36Hz	243.9Hz	247.99Hz
1st overall torsion mode	279.37Hz	271.6Hz	263.9Hz	270.54Hz
1st local mode	442.55Hz	379.05Hz	357.08Hz	654.37Hz

### 4. 차음성능 평가

예측된 국부 공진주파수를 사용하여 선행 연구에서 제시된 투과손실을 예측 모델<sup>(4)</sup>을 이용하여 4가지 모델의 투과손실을 예측한 결과를 Fig. 2에 보인다. 한 것 이다. 4개의 모델이 비슷한 면밀도를 가지므로, 저주파수대역에서는 모두 질량법칙 예측치 근사한 투과손실을 보인다. 그러나 주파수가 올라가면서, 1차 국부공진 주파수가 가장 낮은 개발 초기 모델과 KTX-2 모델에서 먼저 투과손실이 떨어진다. 다음으로 G7모델이 떨어지고, 가장 국부공진 주파수가 높은 개발 변경모델은 가장 나중에 투과손실이 떨어지게 된다. 변경모델은 300Hz ~700Hz 범위에서 초기모델 대비 높은 투과손실을 보인다. 고주파수 대역에서의 투과손실 하락은 폼과 같은 댐핑재를 충전하여 효과적으로 방어할 수 있다.

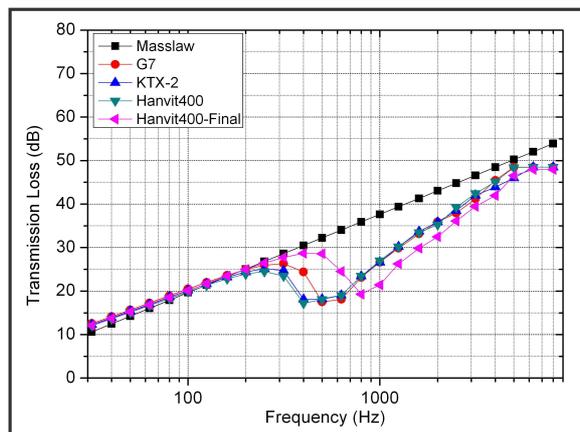


Fig. 2 TL of Aluminium extruded panel models

### 감사의 글

본 연구는 건설교통평가원이 지원하는 “분산형 차량성능 및 운용 기반기술 개발연구”의 세부과제인 “실내외 소음저감 기술”의 연구비 지원으로 수행되었으며, 건설교통평가원의 지원에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. R. M. Windle, and Y. W. Lam (1993), "Prediction of the Sound Reduction of Profiled Metal Caldding. Inter-Noise'93", Vol. 2, pp.999-1002.
2. S.H.Kim, H.Jang, and 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.
3. T. Seo, S.H. Kim, J.T. Kim, and D.H.Song, (2009), "Core Structure Modification for the Control of Local Resonance Frequency band in an Aluminium Extruded Panel", Proceedings of the Autumn Conference of Korean Society for Railway.
4. S.H.,Kim, I.S., Paek, H.W. LEE, and J.T. Kim, (2008), "Prediction Model of the Sound Transmission Loss of Honeycomb Panels for Railway Vehicles", Journal of the Korean Society for Railway, Vol.11(5), pp.465-470.