

발포 알루미늄 샌드위치 패널의 차음성능

Sound Insulation Performance of the Foamed Aluminum Sandwich Panel

이중혁* · 안용찬* · 김석현†

Joong Hyeok Lee, Yong Chan Ann and Seockhyun Kim

2. 시편 제원

1. 서 론

철도 차량의 고속화에 따른 차체 경량화는 필연적으로 실내 소음의 증가를 가져온다. 이에 따라 다양한 흡차음재를 효율적으로 사용하여 실내소음의 저감을 도모하여야 한다. 발포 알루미늄은 다공성 구조로, 기존의 유·무기 방음 소재 대비 단열성 및 내열성, 경량성 측면에서 경쟁력을 가지므로⁽¹⁾ 산업 현장이나 건축 현장에서 다양하게 사용되고 있다. 본 연구에서는 샌드위치 구조의 발포 알루미늄재의 차음성능을 다른 철도차량용 차체 요소와 비교 분석한다. ASTM E2249-02⁽²⁾에 근거하여, 다공성 발포 알루미늄재 및 이를 적용한 경량 바닥 적층재의 투과손실을 평가한다. 중량대비 차음성능인 질량법칙 편차(Mass law deviation, MLD)를 사용하여 기존의 철도차량용 적층요소와 비교함으로써, 적층 차음재로서의 적용 가능성을 진단하고자 한다.

시편은 발포 알루미늄 층을 중간에 두고, 양면에 1.25mm 두께의 알루미늄 박판을 접착시킨 샌드위치 구조로 제작하였다. 이후 이를 샌드위치 시편으로 약칭한다. 샌드위치 시편과 철도차량 내장재로 사용되는 18mm 합판 및 10mm 노멕스 허니콤재의 제원을 Table 1에서 비교한다.

3. MLD 비교

각 시편을 대상으로 ASTM E2249-02⁽²⁾에 따라 투과손실을 측정 후, 중량대비 차음성능을 표시하는 MLD (Mass Law Deviation)을 다음과 같이 구하였다. 평가에는 필드입사음 질량법칙을 사용한다.

$$MLD = TL_{measured} - TL_{mass\ law\ predicted} \quad [dB] \quad (1)$$

Fig. 1에서 22mm 시편은 12mm 시편과 합판에 비해서 500Hz 이후 MLD가 우세하다. 합판은 두 샌드위치 시편보다 500Hz 이후 낮은 중량대비 차음성능을 보인다. 흥미롭게도 노멕스 허니콤은 전 구간에서 다른 시편들에 비해 일정한 중량대비 차음성능을 보인다. 굽힘 강성은 샌드위치 시편이 합판과 대등하거나 더 높으므로 바닥재로의 적용이 가능하다. 반면, 노멕스 허니콤은 굽힘 강성이 매우 낮기 때문에 바닥재보다는 측면재나 천정재로의 적용이 가능할 것이다.

4. 적층 효과

Fig. 2는 현재 사용되는 고속 철도차량의 바닥 적층 구조이며, Table 2에 적층재의 제원을 보인다.

Table 1 Specification of panels[839mm x 839mm]

Model	Parameter	Mass (kg)	Surface Density (kg/m ²)	Bending Stiffness (N·m ²)
Sandwich 12mm		7.9	11.14	1689
Sandwich 22mm		10.2	14.50	3055
Plywood 18mm		9.0	12.71	x-direction : 1224 y-direction : 1759
Nomex honeycomb 10mm		2.4	3.43	x-direction : 181 y-direction : 216

† 교신저자; 정희원, 강원대학교 융합시스템공학과, 교수
E-mail : seock@kangwon.ac.kr
Tel : 033-250-6372, Fax : 033-257-4190

* 강원대학교 대학원 융합시스템공학과

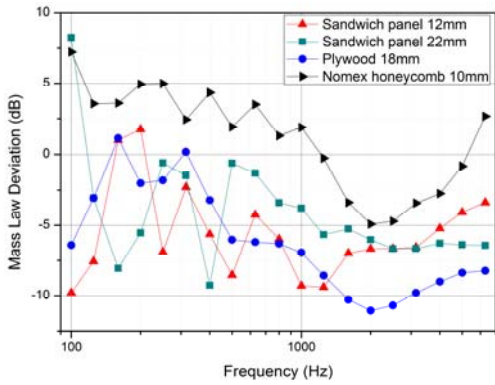


Fig. 1 MLD of single panels

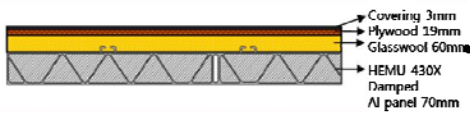


Fig. 2 HEMU-430X floor layered structure

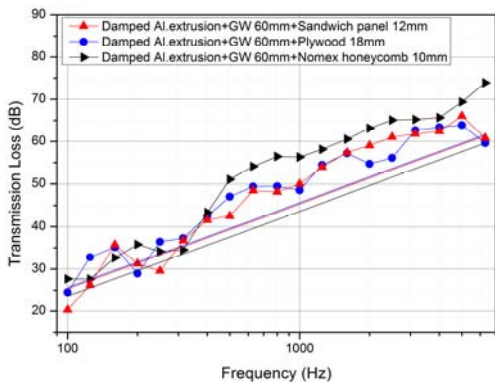


Fig. 3 TL of layered panels

Table 2 Specification of layered panels

Model	Parameter	Mass (kg)	Thickness (mm)	Surface Density (kg/m ²)
Damped Al extrusion		20.1	70.0	28.7
Damped Al extrusion + Glasswool 60mm + Plywood 18mm		31.7	148.0	45.3
Damped Al extrusion + Glasswool 60mm + Nomex honeycomb 10mm		25.1	140.0	35.9
Damped Al extrusion + Glasswool 60mm + Sandwich 12mm		30.6	142.3	43.8

Damped Al extrusion은 압출재 코어에 우레탄 폼을 압축 충전시켜 댐핑 처리한 알루미늄 압출재로 가장 중요한 구조 요소이자 차음 요소이다.⁽³⁾ 압출재에 앞서 언급한 세 가지 판재를 적층시켰을 때의 차음성능을 Fig. 3에서 비교한다. 직선은 적층재 총 질량을 사용하여 구한 필드 입사음 질량법칙치이다. 12mm 샌드위치 시편과 합판을 각각 적층한 경우를 비교하면, 면밀도가 비슷한 가운데 투과손실도 서로 대등함을 보인다. 흥미로운 점은 노맥스 허니콤은 훨씬 가벼움에도 불구하고 다른 시편들보다 적층 시 차음성능이 가장 우수하다.

5. 결 론

12mm 와 22mm 샌드위치 시편을 철도차량 바닥 내장재로 사용 중인 18mm 두께 합판과 비교할 때, 샌드위치 시편이 500Hz 이후 더 좋은 중량대비 차음성능을 보였다. 노맥스 허니콤은 가장 우수한 중량대비 차음성능을 보였다. 철도차량 바닥용 댐핑 처리된 알루미늄 압출재에 적층시켰을 때, 합판보다 약간 가벼운 12mm 샌드위치 시편과 합판의 차음성능은 서로 비슷하였고, 노맥스 허니콤은 두 시편보다 훨씬 가벼움에도 가장 우수한 차음성능을 보였다. 경량화 측면에서 바닥적층재에는 합판보다는 샌드위치 시편이 차음에 유리하며, 큰 굽힘 강성을 요하지 않는 측면재나 천정재의 경우에는 노맥스 허니콤재가 매우 유용함을 확인하였다.

참고문헌

- (1) Hur, B. Y., Eom, Y. S., et al., 1999, "Development of Fabrication Technology for Al Foam with Lightweight-Strength", Trends in metals & materials engineering, Vol. 17, No. 2, pp. 37~46.
- (2) ASTM E 2249 - 02 : 2003, American Standards for Testing and Materials.
- (3) Kim, S. H., Lee, J. H., 2011, "Improvement of Sound Insulation Performance by Foam Filling in an Express Train", Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, pp. 608~611.