

고성능 복합차음패널 개발

강 현주^{**}, 김 봉기^{*}, 신 삼호⁺, 김 정훈⁺

^{*}한국기계연구원 음향연구그룹, ⁺(주) LG 화학 산업재 연구소소속(국문)

Development of multiple panels with high sound insulation

^{**}Hyun-Ju Kang, ^{*}Bon-Ki Kim, ⁺Sang-Ho Shin, ⁺Jung-Hoon Kim

^{*}Acoustics Lab., Korea Institute of Machinery & Materials, ⁺Industrial Materials R&D, LG Chem, Ltd.

^{**}kanghj@kimm.re.kr

요약

고성능 복합 차음패널 개발을 위해 다양한 복합패널의 차음 성능을 측정하고 이를 토대로 최적의 설계변수를 도출하여, 설계제한조건 내에서 최대의 차음성능을 갖는 복합차음패널을 개발하였다. 특히, 본 연구에서는 Mini-chamber를 이용함으로써, 차음측정을 위해 사용되는 10m² 이상의 시편 대신 0.6m²의 시편을 사용함으로써, 시편 제작비 및 개발기간을 대폭 줄일 수 있었다. 주요 설계안으로서 stud를 최적화 한 결과, Mini-Chamber에서는 약 5dB의 차음 성능을 향상시킬 수 있었으며, 잔향실 측정의 경우 약 2~3dB의 차음 성능이 향상되었다.

1. 개요

건축물에서 주로 사용되는 것으로서 복합 패널의 차음성능 향상을 위한 설계변수를 도출할 목적으로 Mini-Chamber 및 잔향실을 이용하여 패널의 차음 성능을 측정하였다. 비교 대상 패널인 Dry Wall의 차음성능을 처음에 잔향실 및 Mini-Chamber에서 측정하고 평가하였다. 또한, 석고보드 대체소재로 CRC Board와 Fire Master를 이용한 복합패널의 차음 성능을 Dry Wall과 비교 분석하였다. 이로부터, 개발하고자 하는 복합패널의 차음 성능향상을 위해 다양한 소재 및 구조를 갖는 패널을 제작하고 Mini-Chamber를 이용해 차음 성능을 분석/평가하였다. 측정결과로부터 최적의 차음성능을 갖는 복합패널을 제작한 후 잔향실 시험을 통해 확인하였다.

2. Dry wall의 차음 특성

2.1 Dry wall의 차음특성

비교 대상 기준시편으로서 Dry Wall의 차음 성능을 실제 잔향실(시편 크기 10m²)에서 측정 결과가 그림 1에 나타나고 있다. Dry Wall은 표면재는 석고보드(9.5t) 2장 혹은 1장으로, 중심재는 공룡으로 글래스울(24k, 50t)로 구성되어있으며 샌드위치판으로 분류될 수 있다. 주요 음향학적 현상은 mass-spring-mass 공진 주파수($f_c = \sqrt{E_s/m} / 2\pi$, E_s : 중심재의 탄성계수, $m \approx m_{s,1} + m_{s,2} / 3$; 면밀도)이다. 석고보드 2장에서 1장으로 줄이면 표면재의 면밀도가 감소하므로 그림 1에서 보면 Dry wall (IEA: 석고보드 1장 사용)의 경우 160Hz에서 발생한 공진주파수가 석고보드 2장인 경우 100Hz이하의 주파수로 이동하는 것을 알 수 있다. 따라서 현재 Dry Wall은 Mass-spring-mass 공진주파수를 100Hz 이하의 저주파수로 이동시켜 차음 성능을 높인 적절한 설계가 이루어졌음을 알 수 있다.

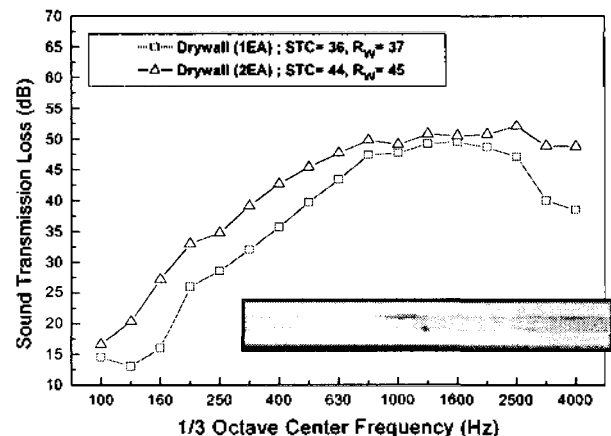


그림 1 Dry Wall의 차음 성능.

2.2 초기 차음 실험

표면재로 사용된 석고보드에 대한 대체소재로서 CRC 보드와 F/M(Fire master)으로 구성된 시편과 Dry wall에 대하여 mini-chamber에서 차음실험 및 비교결과가 그림 2에 나타나 있다. 표 1에서와 같이 Type 1의 경우 못지않게 등을 고려하여 표면재 안쪽에 강판 0.25t를 추가 하였으며 중심재는 우레탄을 사용하였다. Type 2와 Type 3는 강판을 제거하고 중심재로 Glass Wool을 사용하였으며, Type3는 Type2에 비해 중심재의 공기층을 크게 하였다. (15t→30t) 그림 2를 보면 세 종류 모두 Dry Wall에 비해 면밀도가 46% 이상 증가하였으나 400Hz 이상의 중고주파수 영역에서 4~10dB 작게 나타나고 있다. 따라서 대체소재를 이용한 복합판넬의 차음 성능을 Dry Wall에 보다 개선하기 위해서는 면밀도 증가 이외에 다른 차음 성능 향상방안이 요구된다.

표 1 1차 시편의 구조(Mini-chamber Test)


시편명	구조		면밀도 (kg/m ²)	두께 (mm)
	상/하 판	중심재		
Type 1	CRC보드(3.2t), F/M(20t), 강판 (0.25t)	Air gap (15t) 우레탄 (20t) Stud: "ㄷ"	41.5	82
Type 2	CRC보드(3.2t), F/M(20t)	Air gap (15t) G/W (25t, 24K) Stud: "ㄷ"	40.0	87
Type 3	CRC보드(3.2t), F/M(20t)	Air gap (30t) G/W (25t, 24K) Stud: "ㄷ"	41.7	102

2.3 2차 차음 실험

1차 실험결과를 토대로 표 2처럼 2차시편을 설계/제작하였다. 실험결과가 그림 3에 보이고 있다.

표 2 2차 시편의 구조

시편명	구조		면밀도 (kg/m ²)	두께 (mm)
	상/하 판	중심재		
Type A	CRC보드(3.2t) F/M(20t) 강판 (0.25t)	미네랄울(60t, 80K) Stud: "ㄷ"	41.7	101.4
Type B	강판(0.5t) F/M(20t) 강판 (0.25t)	미네랄울(40t, 80K) Stud: "ㄷ"	40.7	81.0
Type C	CRC보드(3.2t) F/M(20t) 강판 (0.25t)	미네랄울(40t, 80K) Stud: "ㄷ" + *Resilient Frame	38.5	86.4

*Resilient frame: 

중간재로서 Mineral Wool 60t(80K)를 사용한 Type

A의 경우 차음 성능이 Dry Wall과 거의 유사한 것을 볼 수 있다. Type B는 표면재중 CRC Board 대신 강판 0.5t를 사용한 시편이다. 측정 결과로부터 Type B는 500Hz 아래에서는 Dry Wall과 동등한 수준의 차음성능이 나타나고 있으며 500Hz 이상의 주파수에서는 Dry Wall보다 5~12dB 높은 차음성능을 갖는다. Type C는 Stud에 의해 전달되는 소음 투과량을 줄이고 중심재의 강성을 줄이기 위해 탄성 Stud의 형상을 설치하여 제작하였다. 측정 결과 전 주파수 대역의 차음성능이 Dry Wall 대비 동등 또는 향상되었다. 차음 성능 향상의 원인으로 Type A는 중심재의 두께가 증가하였으며, B는 표면재의 두께가 줄고 면밀도가 증가하였다. Type C는 Stud의 강성을 감소시켜 차음 성능이 향상된 것으로 판단된다.

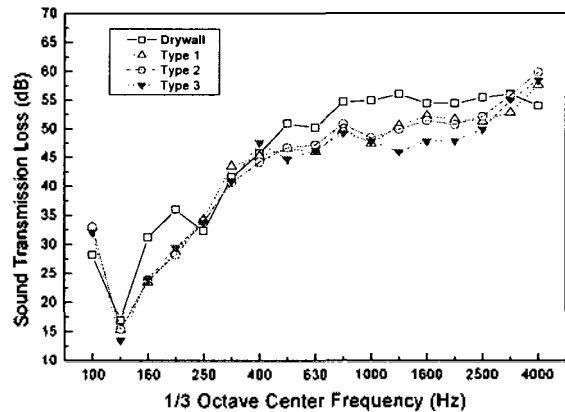


그림 2 1차 차음 성능시험 결과.

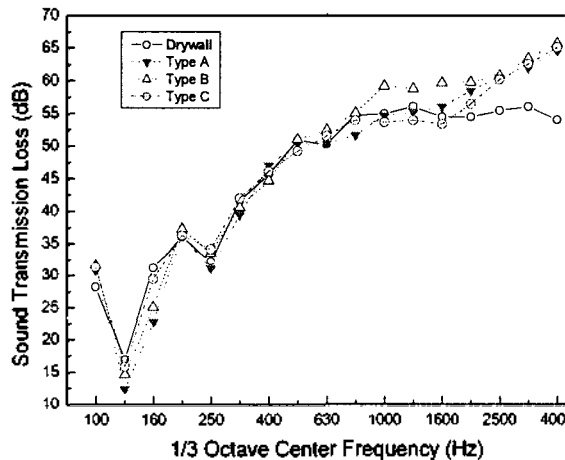


그림 3 2차 차음 성능시험 결과.

3. 결론

복합 패널의 차음성능을 향상시키기 위해서는 표면재의 두께를 줄이고 무겁게 하고, 중심재의 두께를 크게 하며, Stud의 강성을 감소시키는 것이 필요함을 알 수 있다.

후기

본 논문은 과학기술부가 지원하는 특정연구개발사업 중 엔지니어링 핵심공통기반기술사업으로 일부 지원되어 수행하였습니다.