흡/차음성이 높은 자동차트렁크 매트 개발

김성룡*, 이병찬**, 장인수**, 조병렬**, 연익준**, 연정흠***, 이장호****
*충주대학교 나노고분자공학과
**충주대학교 환경공학부
***충주대학교 환경공학과 대학원
****(주)고경씨앤피
e-mail:bclee@cjnu.ac.kr

Development of a Trunk Mat for High Acoustic Absorption and Insulation

Sung-Ryong Kim* , Byung-Chan Lee**, In-Soo, Chang** , Byung-Yeol Cho**
Ik-Jun Yeon** , Jung-Hum Yeon*** , Jang-Ho Lee****
*Dept of Polymer Science & Engineering, ChungJu National University
**Dept of Environmental Engineering, ChungJu National University
***Dept of Environmental Engineering, ChungJu National University Graduate School
****Go Gyung C&P Inc.

요 약

국산자동차의 품질이 비약적으로 발전하였으나, 주행시나 정차시의 정숙성은 세계최고의 자동차에 비해서는 여전히 취약한 실정이며, 특히 자동차 트렁크에서 발생한 소음과 자동차 하체에서 발생한 소음이 트렁크를 타고 내부에 전달되는 문제가 발생되어 그 해결책이 요구되고 있다. 본 연구에서는 흡·차음이 높은 자동차 트렁크 매트를 개발하는데 목적이 있다. 연구방법으로는 공동연구기업에서 제공한 완제품 형식의 자동차 트렁크 시트와 성형하기 전에 플라스틱판(Board)과 부직포를 이용하여 트렁크 매트의 흡음 및 차음성능을 테스트하였으며, 부직포와 시트의 면밀도를 증가시켜 흡음률과 투과손실의 변화를 살펴보았다. 흡·차음 성능이 높은 자동차트렁크 매트를 개발하기 위하여 부직포와 시트 사이에 다공층을 형성하는 설계를 통하여 매트를 제작하였으며, 개발된 매트의 흡/차음성의 변화를 살펴본 결과 흡음률과 차음도가 기존 제품보다 우수한 것을 확인하였다.

1. 서론

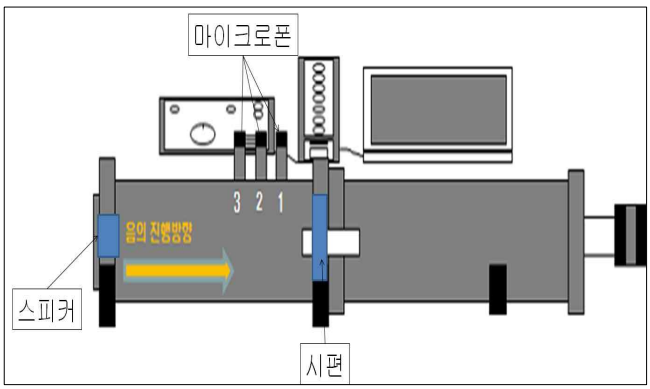
경제성장과 함께 인간의 삶이 윤택해졌으나, 환경오염 문제가 크게 대두되었다. 지금까지의 환경오염문제는 크게 수질 및 대기오염 등으로 구분되어졌으나, 현대사회에서는 소음공해에 대한 인식이 증가하기 시작하였다. 이를 통하여 인간은 정온한 환경에 생활하고자 하는 환경기본권이 강화되었다. 자동차에도 보다 조용한 자동차를 원하는 수요자의 욕구가 증가하고 있는 실정이다. 자동차의 고급화 추세에 따라 저소음용 자동차 소재에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 자동차의 고급화를 이루기 위해서는 자동차의 정숙성이 요구되는데, 특히 자동차 트렁크에서 발생한 소음이나 트렁크를 타고 들어오는 소음이 문제가 되어 해결책이 요구되고 있다. 국내의 경우 트렁크 매트 제조사는 대부분 경험적인 생산에 의존하고 있다. 본 연구에서는 필러기술과 고분자재료기술을 응용하여 다양한 재질의 트렁크매트 중 흡·차음 성능이 높은 자동차 트렁크 매트를 개발하는데 목적이 있다.

2. 연구방법

공동연구기업에서 제공한 완제품 형식의 자동차 트렁크 시트와 성형하기 전의 플라스틱판과 부직포를 이용하여 트렁크매트의 흡음 및 차음성능을 테스트하였다. 흡음 및 차음성이 높은 자동차 트렁크 매트를 개발을 위하여 실험시편을 제작하였으며, 모든 시편의 직경은 45mm이며, 흡음과 차음성능의 TEST 방법[1]은 다음 그림1과 같이 관내법을 이용하여 실험하였다.

흡음재의 흡음률 측정은 관내에서 음에너지의 손실을 최소화 할 수 있는 관내법(KS F 2814 관내법에 의한 건축 재료의 수직입사흡음률 측정방법)으로 하였으며 실험장치는 그림 1 과 같다. 관의 내경은 45mm이고 길이가 1000mm, 두께가 3mm인 임피던스관 내부의 한쪽 벽에 스피커를 설치하고 그 반대편에 시료를 설치하였다. 또한 실험의 정확성을 높이기 위해 매회 마이크로폰의 보정을 실시하여 실험하였으며, 입력과 출력의 기여도함수(Coherence Function)를 확인하며 측정하였다.

투과손실 실험방법의 경우 음향센서의 위치결정 및 무반사단에 대한 검증결과를 기반으로 하여 최종적으로 설계 제작된 시트형 차음재의 음향투과손실 측정장치를 사용하였으며, 그림 1과 같이 시료는 관의 중앙에 설치하였고, 마이크로폰 1,2의 음압과 마이크로폰 3,4의 음압의 차로 투과손실을 측정하였다. 마이크로폰 1,2와 마이크로폰 3,4의 간격은 각각 10mm이며, 시료와 1번과 3번의 마이크로폰과의 거리는 30mm로 하여 음향투과손실을 측정하였다.



[그림 1] 흡음률 실험 장치

3. 연구결과

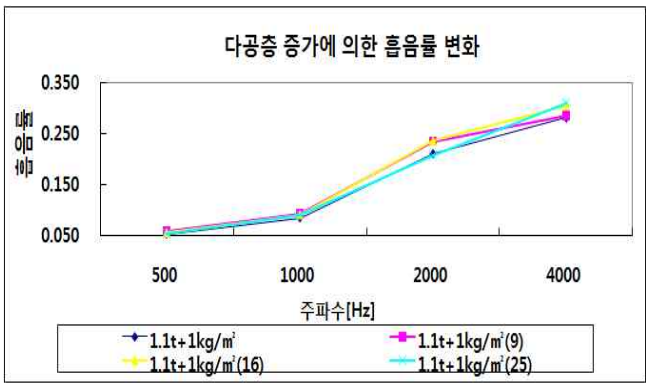
3.1 흡음성능이 높은 트렁크 매트 개발

흡음성능을 높이기 위한 방법으로 부직포의 구조 변경 및 부직포 사이에 다공층이 형성되었을 때 흡음률 실험을 진행하였다. 또한 공동연구기업에서 생산된 고흡음재의 실험을 통한 흡음률의 결과는 다음 표 1과 같다.

[표 1] 고흡음재의 흡음률 실험결과

모델	면밀도 (kg/m^2)	주파수[Hz]				흡음률 평균
		500	1000	2000	4000	
A	0.64	0.05	0.08	0.16	0.26	0.14
B		0.05	0.08	0.15	0.24	0.13
C		0.05	0.08	0.18	0.26	0.15
평균		0.05	0.08	0.16	0.26	0.14

면밀도를 유지하고 1.1mm의 시편에 인위적으로 다공층의 변화를 준 시편에 면밀도가 1kg/m^{2}의 부직포를 붙인 후 시편과 부직포 사이에 공기층이 생겼을 때의 흡음률의 변화를 살펴본 결과 그림 3과 같았으며, 다공층의 개수는 9개 16개 25개로 변화를 주었다.



[그림 2] 다공층 증가에 따른 흡음률 ( ) : 다공층 개수

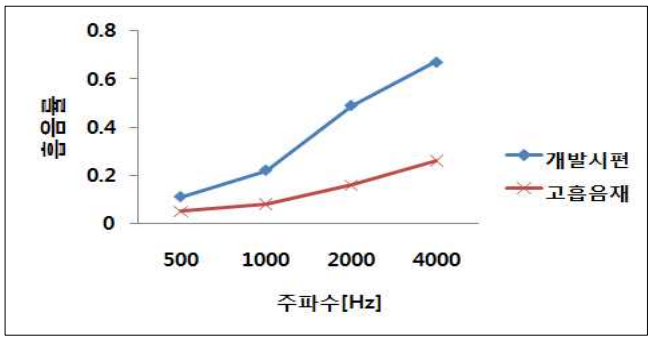
다공층을 형성시켜 주파수가 2000Hz 영역에서 4000Hz 까지의 흡음률이 증가하였다.

흡음성능을 높이기 위한 방법으로 부직포의 구조 변경 및 부직포 사이의 다공층을 형성시켜 흡음률을 실험하였으며, 개발 시편의 흡음률은 다음 표 2와 같다.

[표 2] 흡음성능을 개선한 개발시편의 흡음률

모델	주파수[Hz]				흡음률 평균
	500	1000	2000	4000	
A	0.09	0.17	0.41	0.57	0.31
B	0.10	0.21	0.48	0.68	0.37
C	0.13	0.27	0.57	0.75	0.43
평균	0.11	0.22	0.49	0.67	0.37

시편의 흡음성능을 높인 개발시편과 기존의 고흡음재를 비교한 실험결과는 그림 3에 도시하였다.



[그림 3] 개발시편과 고흡음재의 비교

흡음성능을 개선한 개발시편의 경우 고흡음재 보다 높은 흡음률을 보였다. 이는 개발 시편에 있는 부직포 사이의 공기층 영향이 흡음률을 높이는데 영향이 있는 것으로 판단된다.

3.2 차음성능이 높은 트렁크 매트 개발

차음의 성능을 개선하기 위해 부직포를 변경하여 투과손실을 측정하였으며, 개발된 시편의 제원은 표 3과 같으며 개발된 시편의 투과손실은 표 3와 같다.

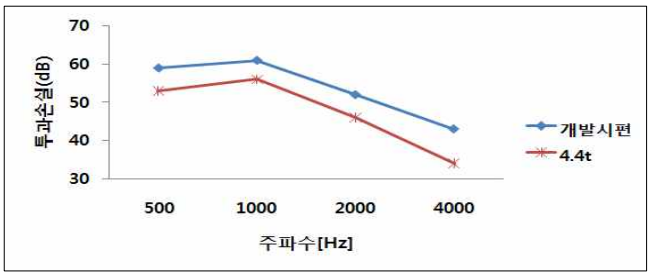
[표 3] 개발된 시편의 제원

	A	B	C
시편			
직경(mm)	45		
면밀도 (kg/m^2)	5.76	6.00	6.10

[표 4] 개발된 시편에 따른 투과손실

모델	면밀도 (kg/m^2)	주파수[Hz]				평균
		500	1000	2000	4000	
A	5.76	62	59	51	42	54
B	6.00	56	63	52	43	55
C	6.10	57	60	52	44	59
평균	5.95	59	61	52	43	56

다음 그림 4의 개발 시트는 공동연구기업에서 개발된 4.4mm 시트에다 부직포를 붙인 후 부직포 사이에다 공기층을 두었을 때 차음실험을 실시한 것이다. 실시한 결과 일반적인 두께가 4.4mm 보다 개발된 시트의 차음도가 더 우수함을 나타냈다.



[그림 4] 개발된 시편과 두께가 4.4mm 시편의 비교

4. 결론

흡음률 실험 결과 참여기업에서 생산되는 시트중 고흡음률 시트가 가장 흡음률이 높게 나타났다. 시트의 흡음률은 부직포의 면밀도의 증가가 흡음률에 다른 조건보다 지대한 영향을 주며, 부직포에 임의적인 공기층을 어느 정도 두었을 때 흡음률이 증가하는 것을 알 수 있었다. 그러나 시트의 두께가 1mm 이하의 경우 공기층을 두어도 흡음률이 증가를 기대하기 어려웠으나, 두께가 2.5mm 이상일 때 흡음의 효과가 나타남을 확인하였다. 투과손실의 경우 두께가 2.5mm 직경이 45mm인 판에 공기층을 9개, 16개, 25개을 만든 후 1.2mm 판을 공기층이 있는 2.5mm 판에다 결합하여 실험한 결과 다공층이 없는 시편보다는 높은 차음성능을 나타냄을 알 수 있었다. 특히 투과손실은 시트의 두께 즉 면밀도가 증가 할수록 차음성능이 향상되는 것을 확인하였다.

향후 고가사양의 저소음 외제 자동차 트렁크 매트 시장을 국산 자동차 트렁크 매트 소재로 대체 할 수 있으며, 자동차 트렁크 매트 소재뿐만 아닌 자동차 실내 내장재 및 건축자재로 이용 되어질수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] 이주민, “재생자원을 이용한 흡음재의 흡음특성에 관한 연구”, 선문대학교 환경공학과 졸업논문 pp. 4-10, 2001

[2] 강 문, “음향 전달 함수를 이용한 차음 시트의 음향투과 손실 측정”, 서울산업대학교 기계공학과 졸업논문, pp. 16-18, 2000

[3] 정환익, “흡·차음재 음향 성능의 예측과 수치해석 모델 개발에 관한 연구”, 홍익대학교 기계공학과 졸업논문 pp. 7-24, 2004

[4] 정성수, 황철호, “두개의 마이크로폰을 이용한 흡음재의 음향특성 조사”, 한국소음진동공학회지, 제6권, 제2호, pp. 225-232, 1996

[5] 이장명, 김동률, “관내법을 이용한 흡・차음성능 측정법”, 한국소음진동공학회, 춘계학술대회 논문집, pp. 659-663, 1998