

천연자원을 이용한 자동차 내장용 흡음재의 음향 특성 평가

An Evaluation on the Acoustic Properties of Sound Absorbing Material for Vehicles using Renewable Biomass

이수남†·이원구*·조병철*·전형진*·한주권*

Sunam Lee†, Wonku Lee*, Byungcheol Cho*, Hyoungjin Jon*, Jookwon Han*

1. 서 론

지금까지 자동차 산업계에서는 내외장 부품으로 주로 석유화학 원료로부터 제조되는 고분자수지를 사용한 것이 일반적이었다. 그러나 CO₂ 가스 저감에 따른 탄소세 제도의 효과적 대응, 제품의 경쟁력 향상, 석유자원의 원가상승 및 고갈 등에 따른 대체 소재 개발을 필요로 하고 있으며, 이러한 필요조건에 의해 최근에는 옥수수, 사탕수수, 콩, 피마자, 유채씨 등의 천연자원에서 추출한 원료를 기반으로 하는 바이오소재(renewable biomass)에 대한 시장이 점차적으로 확대되고 있는 실정이다.

본 논문은 상기의 자동차 부품 개발 동향에 따라 천연자원으로부터 제조되는 고분자수지를 사용하여 제조된 자동차 내장용 흡음재의 소재 물성 및 흡차음 성능을 측정 후 기존 제품과의 비교 평가를 통해 제품화 가능성에 대해서 논하고자 한다.

2. 실 험

2.1 Renewable Biomass

(1) Bio-polyol

Bio-polyol은 대두, 야자열매, 피마자열매, 해바라기씨 등의 식물성 오일을 기반으로 하여 생산되며, 해외의 경우 이미 풍부한 식물자원을 기반으로 다양한 bio-polyol이 양산화되어있다. 그러나 식물자원 기반으로 생산된 bio-polyol의 경우 기존의 petro-polyol에 비해 분자량이 적기 때문에 흡음재로 적용하기 위해서는 추가적인 개질공정 및 중합공정이 필요하며, 이러한 추가적인 공정을 통해 흡음재의 특성에 맞는 최적의 bio-polyol이 제작된다.

본 실험에서는 파마자유 기반의 bio-polyol을 사용하였다.

(2) Bio-PTT(poly trimethylene terephthalate)

Bio-PTT는 Dupont에서 옥수수 알갱이에 함유된 글루코스를 분해하여 액체 상태의 1,3-PDO(propandiol)을 추출한 후, 이 bio-PDO와 원유의 증류과정을 통해 추출한 TPA(terephthalic acid)와의 축합중합을 통해 제조된다. 이렇게

제조된 bio-PTT는 세미-크리스탈 분자구조에서 발생하는 킹크(kink)라 불리는 꼬임이 고분자 체인상에 존재하게 되며, 방사하여 섬유상으로 제조할 경우 이러한 꼬임에 의해 반발 탄성 및 형태 안정성이 우수하게 된다.

본 실험에서는 6 de, 64 mm의 bio-PTT 섬유를 사용하였다.

(3) PLA(poly lactic acid)

PLA는 일반적으로 옥수수 및 감자 등에서 전분을 추출한 후 추출된 전분을 발효시켜 글루코스 단계를 거쳐 유산(lactic acid)으로 합성된다. 이렇게 합성된 유산은 축합중합을 통해 합성이 이루어지는데, 최근에는 유산의 축합반응을 통하여 고리형 중간체인 락티드(lactide) 단량체를 제조한 후 개환중합을 통해 합성이 이루어지고 있다. 또한 락티드는 D-락티드, L-락티드, meso-락티드로 3가지의 이성질체 존재하는데, 이성질체 함량과 연결도를 제어함으로써 다양한 열적, 기계적 물성을 갖는 폴리유산을 생산할 수 있다.

본 실험에서는 시스(sheath) 성분의 용융온도는 115℃이고, 코어(core) 성분으로는 용융온도는 170℃인 6 de, 64 mm의 시스-코어형의 저융점 PLA 섬유를 사용하였다.

2.2 대시 아이솔레이션 패드 제조 및 성능 평가

(1) 개발 대상 개요

일반적으로 대시 아이솔레이션 패드는 흡차음 소재로 구성되어 있으며, 자동차 내로 유입되는 주 소음원인 엔진소음을 저감하기 위하여 차량실내측의 대쉬 판넬에 장착되는 자동차 내장부품으로 장착위치 및 제품형상은 그림 1과 같다.



그림 1. Dash isolation pad 장착위치 및 제품형상

(2) 시제품 제조

천연자원을 이용한 대시 아이솔레이션 패드의 제품화 가능성을 평가하기 위하여 기존 제품의 경우, 석유화학소재인 PET(poly ethylene terephthalate) 섬유와 저융점 PET 섬유를 일정 배합비로 혼섬하여 카딩과 니들펀칭을 공정을 거쳐 면밀도 1,000 g/m²의 펠트를 제조하고, 나일론 필름을 접착시켜 하드층을 제조한 후 예열과 냉각성형 공정을 거쳐 5 mm 두께로 하드층을 성형하였다. 이후 petro-polyol 혼합물에 isocyanate 및 촉매를 넣어 PU(polyurethane) 원액을 만든 후 성형된 하드층에 20 mm 두께로 85 kg/cm³를

† 이수남, 엔브이에이치코리아
E-mail : leesunam77@nvhkorea.co.kr
Tel : (031) 359-3167, Fax : (031) 359-3110

* 엔브이에이치코리아

발포시켜 평가용 기존 제품을 제조하였다.

천연자원을 이용한 대시 아이솔레이션 패드의 경우, bio-PTT 섬유와 저융점 PLA 섬유를 동일한 배합비로 혼합한 후 기존 제품과 동일한 방법으로 하드층을 성형하였다. 이후 petro-polyol 90%와 bio-polyol 10%를 혼합한 bio-polyol 혼합물에 isocyanate 및 촉매를 넣어 bio-PU 원액을 만든 후 성형된 하드층에 20 mm 두께로 85 kg/cm³를 발포시켜 평가용 시제품을 제조하였다.

(3) 성능 평가

제조한 석유화학 기반의 제품과 천연자원 기반의 제품의 성능 비교를 위해 소재 물성 및 흡차음 성능을 평가하였다. 하드층의 물성 비교는 MS 341-18의 방법으로 진행하였으며, 소프트층인 PU foam은 MS 256-31의 방법으로 진행하였다. 또한 흡음 성능 비교는 ISO R 354에 따라 간이간향실 장비를 이용하여 평가하였으며, 차음 성능은 간이 음향 투과 손실계수 평가용인 측정 장비를 이용하여 평가하였다.

3. 시험 결과

3.1 물성 시험 결과

(1) 하드층 시험 결과

제조된 하드층의 물성 비교는 상태, 내열, 내습 상태에서의 인장 강도, 수축율, 압축탄성을 및 흡수율을 비교하여 표 1에 나타내었으며, 석유화학 기반의 제품과 천연자원 기반의 제품의 물성은 거의 동등한 수준을 보임을 알 수 있었다.

표 1. 하드층 시험 결과

평가 항목		단위	기존 제품	개발 제품
인장 강도	상태	MD	35.77	34.68
		AMD	51.85	50.23
	내열	MD	33.63	32.75
		AMD	49.83	47.92
	내습	MD	29.36	35.12
		AMD	49.78	50.56
수축율	내열	MD	0.23	0.16
		AMD	0.18	0.15
	내습	MD	0.24	0.20
		AMD	0.19	0.14
압축 탄성율	내열	%	97.67	98.33
	내습	%	98.75	98.84
흡수율		%	0.09	0.08

(2) 소프트층 시험 결과

제조된 소프트층의 물성 비교는 인장 강도, 인열 강도, 신율을 비교하여 표 2에 나타내었으며, 석유화학 기반의 제품 대비 천연자원 기반의 제품의 물성이 다소 저하된 것으로 측정되었으나, 제품화하기에 문제가 될 정도의 저하는 아닌 것으로 여겨진다.

표 2. 소프트층 시험 결과

평가 항목	단위	기존 제품	개발 제품
인장 강도	kgf/cm ²	1.03	0.90
인열 강도	kgf/cm	0.44	0.39
신율	%	116.9	113

3.2 흡차음 시험 결과

(1) 흡음 시험 결과

제조된 하드층, 소프트층 및 하드층과 소프트층이 결합된 assembly에 대한 흡음율을 비교한 결과를 그림 2에 나타내었다. 그림 2에서 알 수 있듯이 하드층의 경우 석유화학 기반의 제품 대비 천연자원 기반의 제품이 다소 유리하게 측정되었고, 소프트층의 경우 다소 불리하게 측정되었으나 assembly에 대한 측정 결과는 거의 동등한 수준으로 측정되었다.

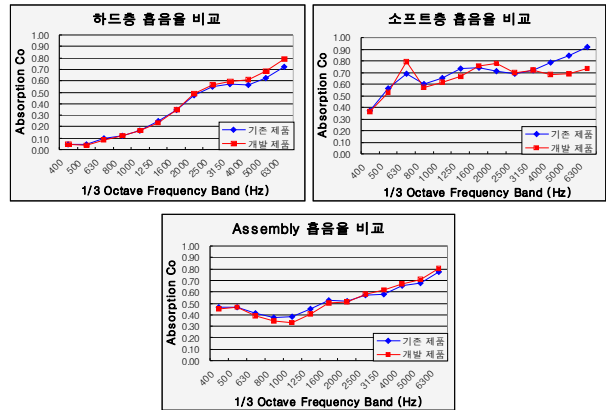


그림 2. 흡음 시험 결과 비교

(2) 차음 시험 결과

제조된 assembly에 대한 투과 손실을 비교한 결과를 그림 3에 나타내었다. 그림 3에서 알 수 있듯이 석유화학 기반의 제품 대비 천연자원 기반의 제품이 5,000 Hz 이상에서는 저하된 것으로 측정되었으나, 5,000 Hz 이하에서는 거의 동등한 수준으로 측정되었다.

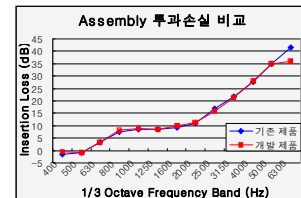


그림 3. 투과 손실 결과 비교

4. 결론

본 연구에서는 재생 가능한 천연자원으로부터 제조되는 고분자수지를 사용하여 대시 아이솔레이션 패드 시제품을 제조하였다. 또한 기존 석유화학 기반의 제품과의 물성 및 흡차음 성능 비교를 통해 기존 제품과 동등 수준의 물성 및 흡차음 성능을 확인할 수 있었으며, 제품화하기에 충분한 가능성을 확인하였다. 향후 천연자원의 적용비율을 높이는 연구 및 소재 구성의 최적화를 통한 양산성 검토를 진행할 계획이다.

후 기

본 연구는 지식경제부의 우수제조기술연구센터사업으로 수행된 연구결과로 관련기관에 감사드립니다.