

셀룰로오스 흡음재의 배합비별 흡음특성 연구

Sound Absorption Characteristics of Cellulose Absorbers according to Mixing Ratios

이준희† · 양관섭* · 연준오** · 김경우*** · 최현중****

Joonhee Lee, Kwan-seop Yang, Joon-oh Yeon, Kyung-woo Kim and Hyung-joong Choi

기 호 설 명

Z_c : 특성 임피던스 k_c : 복소파수
 ρ_o : 공기 밀도 σ : 흐름저항
 ϵ : 다공율 a : 섬유직경

경험모델(Empirical Model)에 의해 예측할 수 있으며 관계식은 식 (1)과 같다.

$$\begin{aligned} z_c &= \rho_o c \left(1 + 0.0571 \left(\frac{\rho_o f}{\sigma} \right)^{-0.754} - j0.087 \left(\frac{\rho_o f}{\sigma} \right)^{-0.732} \right) \\ k_c &= w/c \left(1 + 0.0978 \left(\frac{\rho_o f}{\sigma} \right)^{-0.7} - j0.189 \left(\frac{\rho_o f}{\sigma} \right)^{-0.595} \right) \end{aligned} \quad (1)$$

1. 서 론

미국의 LEED(Leadership in Energy and Environmental Design)나 우리나라의 친환경 건축물 인증제도와 같은 친환경 기준들에서 친환경적인 자재의 사용을 필수적으로 요구하고 있어 원자재의 사용량이 적고 환경영향을 극소화한 친환경 건축자재의 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 본 연구에서는 폐지를 활용한 셀룰로오스 흡음재 개발을 통하여 자재 사용에 따른 에너지 비용 및 온실가스 배출량을 저감하고자 한다. 재료의 물성비에 따른 다공성 흡음재의 흡음성능의 이론 고찰과 흡음률 측정을 통한 비교, 분석을 통하여 폐지를 활용한 셀룰로오스 흡음재 개발에 필요한 데이터베이스를 확보하고자 한다.

Delany-Bazley 모델은 섬유 직경(fibre diameter)이 1~10 μ m인 섬유조직에 적합한 모델이며 직경이 20~50 μ m인 섬유질 재료의 경우에는 Garai and Pompoli⁽²⁾에 의해 제안된 수정 모델식 (2)를 통해 흡음률을 예측할 수 있다.

$$\begin{aligned} z_c &= \rho_o c \left(1 + 0.078 \left(\frac{\rho_o f}{\sigma} \right)^{-0.623} - j0.074 \left(\frac{\rho_o f}{\sigma} \right)^{-0.660} \right) \\ k_c &= w/c \left(1 + 0.121 \left(\frac{\rho_o f}{\sigma} \right)^{-0.53} - j0.159 \left(\frac{\rho_o f}{\sigma} \right)^{-0.571} \right) \end{aligned} \quad (2)$$

흐름저항의 예측은 Mechel⁽³⁾에 의해 제안된 식 (3)을 사용하였다.

$$\sigma = \frac{6.8(1-\epsilon)^{1.296}}{a^2 \epsilon^3} \quad (3)$$

2. 셀룰로오스 흡음재의 흡음특성

2.1 흡음 이론

섬유질 재료의 흡음특성은 Delany-Bazley⁽¹⁾의

2.2 배합비별 흡음률의 측정

폐지와 발포수지의 비율을 1:1로 유지한 채 발포수지의 특성 및 핵제첨가량에 따른 배합비별 시료를 제조하였다. PP1은 결합구조가 한 방향으로 일정하여 결정화도가 높은 PP, PP2는 충격강도를 개선한 PP를 사용하였다. 결정화 속도 및 결정의 크기에 영향을 미치는 핵제는 무기물 첨가제인 Talc를 사용하였다. PP1와 PP2의 비율을 7:3과 8:2의 비율로 배합하였으며 또한 핵제인 Talc의 사용량을 조절하여 총 4가지 배합비의 샘플을 제조하였다. 실험한 흡음

† 교신저자; 한국건설기술연구원

E-mail : leejh23@kict.re.kr

Tel : 031-9100-381, Fax : 031-9100-354

,* 한국건설기술연구원

이 연구는 2012년도 환경부 환경기술개발사업의 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호:E211-40002-0006-1

재의 배합비별 물적 특성은 Table 1과 같다.

Table 1 Mixing ratios of the samples

Sample	PP Mixing Ratio	Agent	Density
1	PP1(70%) +PP2(30%)	1	0.23
2		2	0.27
3	PP1(80%) +PP2(20%)	1	0.31
4		2	0.36

또한, 전자현미경을 사용하여 샘플의 섬유조직을 관찰하여 섬유직경(fibre diameter)의 평균과 표준편차를 구하고 Mechel식에 따라 흐름저항을 산출하였다.

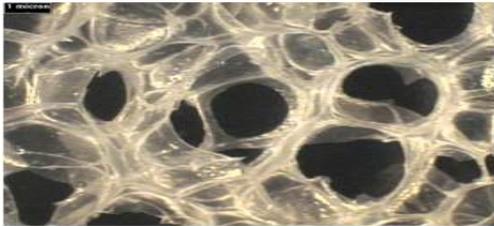


Figure 1 Microphotographic image of the cellulose absorber

임피던스 튜브를 이용하여 각 Sample의 흡음률 측정 후 이를 예측값과 비교하였으며 그 결과는 Figure 2과 같다.

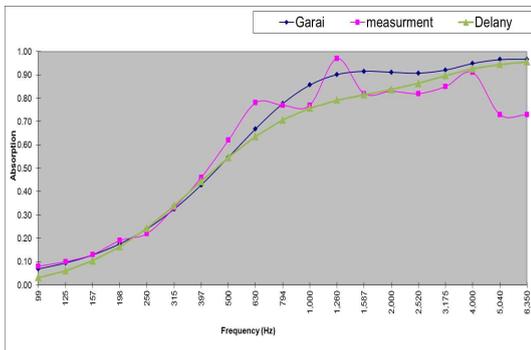


Figure 2 Predicted and measured absorption coefficients of the sample 4

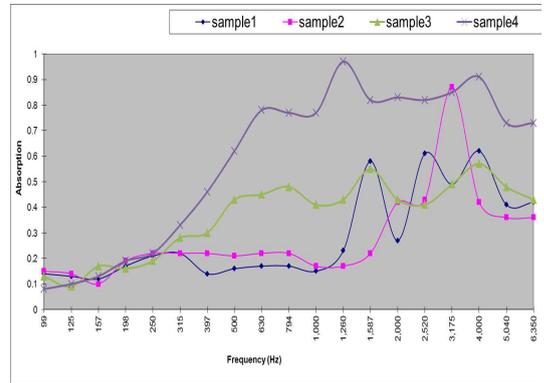


Figure 3 Measured absorption coefficients of the samples

3. 결 론

폐지 흡음재의 흡음률 측정 결과 폐지를 활용한 셀룰로오스 흡음재의 섬유직경이 평균 32 μ m 로 상대적으로 커 Garai-Pompoli식이 Delany-Bazley식보다 실험값과 더 근사한 것으로 나타났다. 하지만 500Hz이상에서는 두가지 모델 모두 실측값과 편차가 나타났으며 더 정확한 예측을 위해서는 이론적 모델링 기법의 도입과 흡음률 특성인자의 측정이 요구된다. 또한 네가지 배합비에 따른 흡음률 실험 결과 밀도가 커질수록 흡음성능이 향상되는 것으로 나타났는데 이는 밀도가 커질수록 흐름저항 값이 비례하여 커지는 영향으로 분석된다. 향후, PP와 폐지 사용량에 따른 배합비 및 난연제 첨가 등에 따른 흡음률 측정과 더 다양한 흡음재 샘플의 측정 데이터 실험을 통한 추가연구 및 보완이 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- (1) Delany ME, Bazley EN. Acoustical properties of fibrous absorbent materials. Appl Acoust 1970;3:105-16.
- (2) Garai M, Pompoli F. A simple empirical model of polyester fibre materials for acoustical applications. Appl Acoust 2005;66(12):1383-98.
- (3) Mechel FP. Formulas of acoustics. Springer; 2002.