

기공율이 세라믹 소재의 흡음성능에 미치는 효과

Effect of the Porosity on the Absorption Performance of Ceramic Materials

서은성† · 이동훈* · 양윤상** · 이주원*** · 김명중****

Eun-Seong Seo, Dong-Hoon Lee, Yoon-Sang Yang, Joo-Weon Lee and Myoung-Joong Kim

1. 서 론

실내용 흡음재로는 발포성보드, 목화솜보드, 질석보드 등 국외 기술과 결합한 다양한 형태의 흡음재들이 연구, 개발, 시판되고 있다. 그러나 이러한 흡음재는 흡음성능 위주의 소재로 개발되어 제품생산에서 사용, 폐기까지의 친환경성을 고려하지 못하였다. 이에 경제적이고 친환경적인 실내용 세라믹 흡음소재 개발 추진중에 있으며⁽¹⁾, 본 연구에서는 세라믹 소재의 기공율에 따른 흡음성능을 고찰하고자 한다.

2. 실험

Fig.1은 시료의 표면임피던스를 측정하기 위한 실험 장치의 개략도를 도시한 것이다.

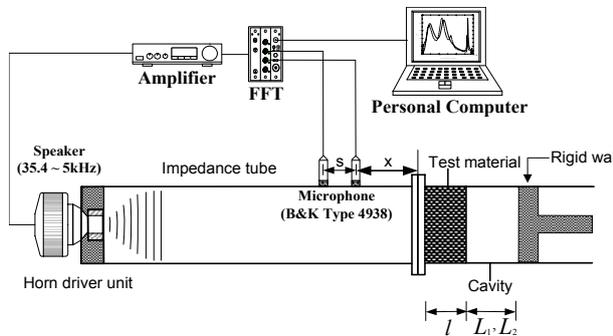


Fig.1 Experimental apparatus for the impedance measurement of ceramic sound absorbing materials.

임피던스관의 길이는 1m이고, 지름은 0.07m이다. 관 입구측에는 스피커가 부착되어 있으며, 스피커를 통해 주파수분석기의 신호발생기에서 발생한 광대역음

이 관내로 공급된다. 그리고 하류측 관단에는 이송이 가능한 강제피스톤이 설치되어 있다. 강제피스톤 전방부에 흡음시료를 설치한 후, 공동깊이를 변화시키면서 흡음시료의 표면임피던스를 측정하였다. 두께 l 인 흡음시료를 관출구에 장착하고 시료배후면의 공동 깊이를 L_1 과 L_2 로 바꾸면서 측정된 전달함수로부터 시료의 표면임피던스 Z_{s1} 과 Z_{s2} 를 구한다. 공동깊이는 $L_1 = 0.02m$ 그리고 $L_2 = 0.06m$ 로 하였다.

표면임피던스는 Fig. 1에서 보듯이 흡음시료의 상류 측에 고정된 두 마이크로폰간의 전달함수 H 를 측정하여 구한다. 전달함수와 표면임피던스의 관계식은 다음과 같다.

$$Z_{s1}, Z_{s2} = jZ_{air} \frac{\sin[k(x-s)] - H\sin(kx)}{H\cos(kx) - \cos[k(x+s)]}$$

식에서 x 는 시료로부터 첫번째 마이크로폰까지의 거리 그리고 s 는 마이크로폰 간격이다.

Table 1은 본 연구에 이용된 세라믹 흡음재의 제원을 나타낸 것이다.

Table 1 Specification of ceramic absorbing materials.

시료명	입자사이즈 (mm)	조성(wt%)			기공율 (%)
		점토 (%)	Frit (%)	폐벽돌 (%)	
No.1	1~2	10	15	75	32.42
No.2			10	80	40
No.3			5	85	47

세라믹 흡음재는 일반 사업장 건설폐기물로 분류되어 재활용이 권장되는 폐벽돌 중에서 입자 크기가 0.6~2mm인 입자들만 정제하여 소결과정을 거쳐 제조하였으며 각 입자의 조성은 Table 1과 같다. 세라믹 흡음재의 두께는 모두 0.025m이며 지름은 0.07m로 제작하였다. 기공율의 측정방법은 KSL 3114에 의하였다⁽²⁾.

† 서은성; 서울산업대학교에너지환경대학원
E-mail :seswkdd@hanmail.net
Tel: (02) 979-7331, Fax: (02) 979-7331

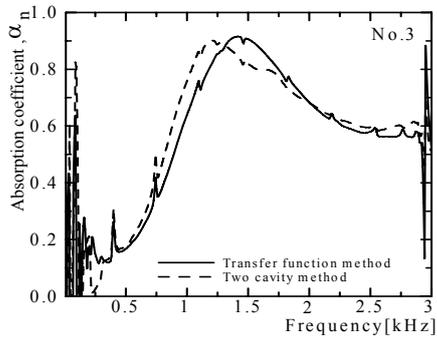
* 서울산업대학교 기계공학과

** 서울산업대학교 기계공학과(학부생)

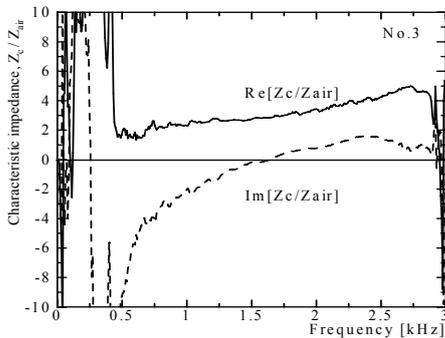
*** 서울산업대학교 소음진동연구센터

**** (주)공간세라믹 기술연구소

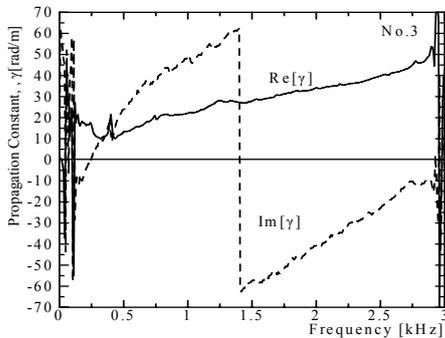
3. 결과 및 고찰



(a) absorption coefficient



(b) characteristic impedance



(c) propagation constants

Fig.2 Acoustical properties of ceramic sound absorbing material(No.3)

Fig.2의 (a)는 Two-cavity method로 얻은 흡음계수 값의 신뢰성을 확인하기 위해 음향전달함수법으로 구한 흡음계수값을 함께 도시하였다. 결과를 비교해 보면 흡음계수값이 잘 일치하는 것을 확인할 수 있다. 그림 (b)는 특성임피던스 측정결과를 공기의 특성임피던스 Z_{air} 로 무차원화하여 도시한 것이다. 또 그림상에 도시된 Re 는 임피던스의 실수부 그리고 Im 은 허수부를 나타낸다. 특성 임피던스는 음파가 시료에 입사하여 느끼는 저항정도를 나타내는 흡음시료의 특성값이다. 그림 (c)는 전파상수 측정값이다. 전파상수는 $radian/m$ 의 단위를 가지며, 실수부는 흡음시

료의 단위길이 당 감쇠비를 그리고 허수부는 흡음시료 내를 전파하는 음파의 위상변화를 나타낸다. 허수값의 위상이 양(+)에서 음(-)으로 또는 음(-)에서 양(+)으로 바뀌는 경계는 입사음의 입사속도가 최대가 되는 경계를 의미한다. 그림 (a)와 그림 (c)의 결과값을 서로 비교해 보면 흡음계수의 경향이 전파상수의 위상경향과 잘 부합하는 것을 알 수 있다. 즉, 전파상수의 위상이 반전되는 1408Hz부근에서 흡음계수가 최대가 되는 것을 알 수 있다.

Fig.3은 흡음재 구성에 따른 흡음계수 시험결과이다. No.1에서 No.3로 갈수록 즉, Frit량이 적게 첨가될수록 기공율이 높아져 흡음계수의 피크치가 고주파 대역으로 이동하며 흡음률이 좋아짐을 확인할 수 있다.

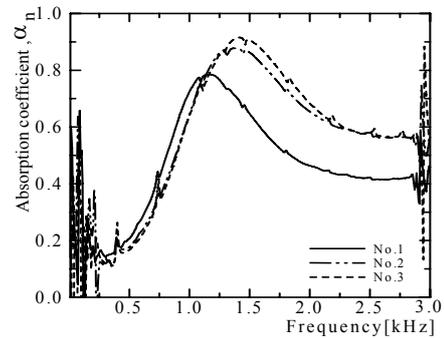


Fig.3 Comparison of the measured absorption coefficients for each ceramic sound absorbing material.

4. 결론

세라믹 흡음재는 공명형 흡음재와 유사한 흡음특성을 가지며, 세라믹 흡음재의 흡음률은 기공율과 밀접한 관련이 있다. 즉, Frit 양을 감소시켜 기공을 확보할수록 흡음성능이 향상되며, 흡음계수의 피크대역이 고주파수 대역으로 이동하는 특성을 갖는다.

후 기

본 연구는 차세대 핵심 환경기술 개발사업의 일환으로 (주)공간세라믹의 연구비 지원으로 수행되었다

참고문헌

- (1) 송화영, 서은성, 김형태, 이성민, 이동훈, “세라믹 소재의 흡음성능에 관한 실험적 연구”, 한국소음진동공학회 2009년도 춘계학술대회논문집. pp163-167
- (2) 내화 벽돌의 겉보기, 기공률, 흡수율 및 비중 측정방법, KS L 3114:2010