

타공형태에 따른 다중 다공판 시스템의 흡음률 변화

Effect of the perforation shape on the absorption coefficient of multi-layer absorbing system

강준구† · 강현주* · 김상렬*

Jun-Goo Kang, Hyun-Ju Kang, and SangRyul Kim

Key Words : Absorption coefficient(흡음률), Perforated plates(타공판)

ABSTRACT

Various types of perforated sheets have been applied on the surface of porous absorptive materials in order to protect dust and to enhance interior design. This study examines experimentally influences on absorptive characteristics according to the shape of perforation which includes rectangular and resonator type as well as circular holes. The measured results shows that the resonance frequency can be changed by the shape of perforation as well as the eccentricity of holes.

1. 서론

일반적인 소음문제에서 많이 사용되고 있는 다공성 흡음재는 습기에 약하고 분진등과 같은 환경 문제를 야기 하기 때문에 이를 대신 할 수 있는 흡음시스템을 개발하려는 연구가 진행되어 왔다.⁽¹⁾ 그중 다층 타공판을 이용한 흡음시스템은 제품의 친환경성과 설치의 용이성, 또한 다양한 표면 디자인이 가능하다는 측면에서 현재까지도 이에 대한 연구가 계속되고 있다.⁽²⁾⁽³⁾

본 논문에서는 다층 타공판 시스템에서 타공형태에 따른 흡음률변화를 실험적으로 살펴보고자 한다. 이는 다층 타공판의 설계에 유용한 자료로 활용 할 수 있을 것이다.

2. 실험장치 및 시편

다층 타공판의 흡음성능계측은 Fig. 1과 같은 측정시스템을 이용하여 두개의 마이크로폰을 이용한 전달함수법⁽⁴⁾에 따라 수행하였다. 임피던스 튜브로는 45 mm × 45 mm 사각 단면을 가진 알루미늄 덕트가 사용되었으며, 관심 주파수영역(380 Hz ~ 3430 Hz)을 고려하여 두 마이크로폰

간의 간격은 45 mm, 시편 표면에서 첫 번째 마이크로폰까지의 거리는 50 mm로 설정하였다.

실험에 사용된 시편으로는 두개의 타공판과 두개의 공기층으로 이루어진 형태로 전체두께는 100 mm이다.(Fig. 2 참조) 여기서 타공판은 6가지 종류로 두께 5 mm의 알루미늄 판에 공극률은 7 %와 12 %를 가지도록 제작하였다.(Fig. 3 참조) 실험에 사용된 시편의 구성은 Table 1과 같다.

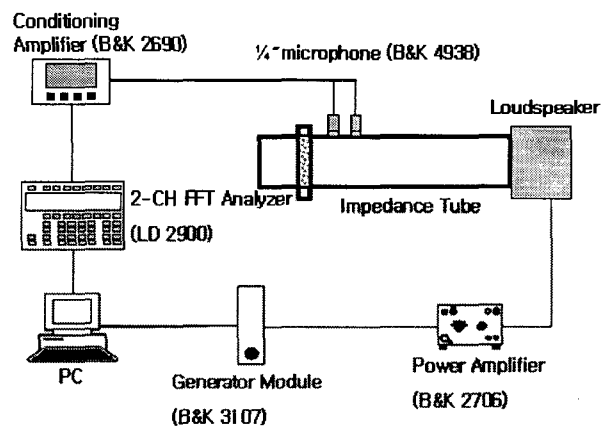


Fig.1 Measurement system.

† 충남대학교 항공우주공학과
E-mail : zzoong@kimm.re.kr
Tel : (042-868-7466)

* 한국기계연구원 음향/소음팀

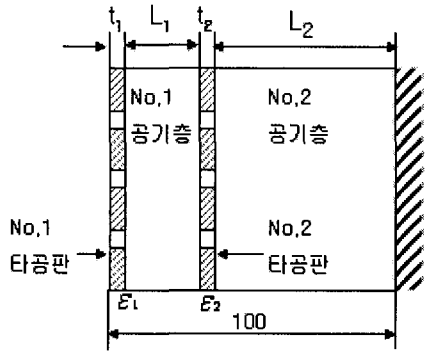


Fig. 2 Structure of specimen.
(E_1, E_2 is porosity of perforation plate. $t_1=t_2=5$ mm)

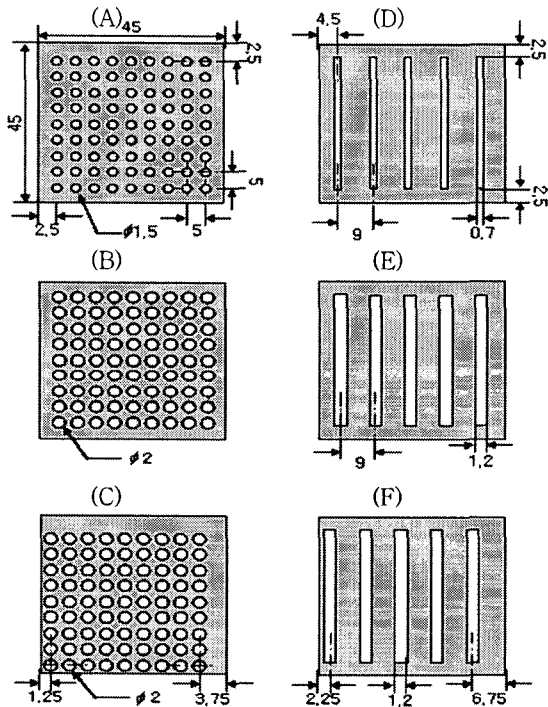


Fig. 3 Design for perforation shape of perforation plates

Table 1 Composition of specimen.

구분	시편의 구성
a	타공판 A + 공기층(L_1) + 타공판 B + 공기층(L_2)
b	타공판 A + 공기층(L_1) + 타공판 C + 공기층(L_2)
c	타공판 D + 공기층(L_1) + 타공판 E + 공기층(L_2)
d	타공판 D + 공기층(L_1) + 타공판 F + 공기층(L_2)
e	타공판 D + 공기층(L_1) + 타공판 E + 공기층(L_2)

여기서 e시편은 No.2 타공판을 90° 회전하여 설치하였다. 즉 슬릿 배열이 + 형태가 되도록 설치하였다.

Table 2 Changed of resonance frequency by the shape of perforation. (Unit : Hz)

시편 공명주파수	a	b	c	d	e
$L_1=80$ mm, $L_2=10$ mm					
첫번째	550	543.75	531.25	537.5	525
두번째	1843.75	1843.75	1806.25	1793.75	1781.25
세번째	2868.75	2881.25	2800	2787.5	2768.75
$L_1=50$ mm, $L_2=40$ mm					
첫번째	537.5	518.75	506.25	512.5	518.75
두번째	1431.25	1450	1387.5	1393.75	1387.5
$L_1=10$ mm, $L_2=80$ mm					
첫번째	475	475	443.75	456.25	456.25
두번째	2037.5	2050	2031.25	2056.25	2031.25
세번째	3025	3118.75	2993.75	3081.25	2993.75

3. 실험 결과

Fig. 4~6은 계측된 실험결과들을 보여주고 있다. 그림에서 측정된 흡음률들은 특정 주파수들에서 피크 형태를 보이고 있는데 각각의 특정 주파수는 타공판과 공기층간의 상호작용에 의한 공명주파수에 해당된다.⁽²⁾⁽³⁾⁽⁵⁾ $L_1=80$ mm, $L_2=10$ mm으로 설정하여 실험을 수행한 결과인 Fig. 4에서 타공형태에 따라 첫 번째 공명주파수의 변화는 없지만 두 번째와 세 번째 공명주파수는 변화함을 발견 할 수 있다. 특히 원형 타공판의 경우에 비하여 슬릿형 타공판의 경우 두 번째와 세 번째 공명주파수가 저주파로 이동하는 현상을 관찰 할 수 있다. 이러한 현상은 공기층의 두께가 다른 경우인 그림 5($L_1=50$ mm, $L_2=40$ mm)와 그림 6($L_1=10$ mm, $L_2=80$ mm)에서도 확인 할 수 있다.

Table 2는 타공형태에 다른 피크주파수(공명주파수)를 정리한 것이다. Table 2에서 볼 수 있듯이 동일한 공극률과 공기층 두께를 가진 시스템이라 할지라도 타공의 형태에 따라 공명주파수가 최대 4 %까지 변화한다. 이러한 현상은 타공형태에 따른 타공판 구멍주위에서의 보정길이⁽⁶⁾의 변화에 기인한 것으로 판단된다.⁽⁵⁾ 한편 다층 타공판 시스템의 설계 시 이러한 주파수이동에 대한 고려는 보다 정확한 예측결과를 가져 올 수 있을 것이다.

4. 요약 및 결론

본 논문에서는 동일한 공극률을 가진 다층 타공판에서 타공형태에 따른 흡음률 변화를 실험적으로 살펴보았다. 실험 결과로부터 슬릿형 타공판의 공명주파수가 원형 타공판의 공명주파수에 비해 저주파로 이동하는 현상을 발견하였으며 최대 5 %의 공명주파수 변화를 관찰 할 수 있었다.

이를 통하여 흡음률 예측시 공극률과 공기층의 두께뿐만 아니라 타공판의 타공형태도 같이 고려되어야 함을 알 수 있었다.

후 기

본 논문은 산업자원부의 신기술실용화 기술개발사업으로 지원되어 수행하였습니다.

참 고 문 헌

- (1) Douglas D. Reynolds, Engineering Principle of Acoustics; Noise and Vibration control (Allyn and Bacon, Inc.,1981), Appendix IV.
- (2) 이동훈, 2004, 다중 다공판 시스템을 이용한 흡음설계, 춘계학술대회논문집, 한국소음진동공학회, pp. 65~70
- (3) F.-C. Lee and W.-H. Chen, 2001, Acoustic Transmission Analysis of Multi-layer Absorbers, Journal of Sound and Vibration, pp. 621~634. 본 논문에 타공판 시스템의 흡음률 관련 연구들이 정리되어 있다.
- (4) ISO 10534-2 : 1998 Acoustics - Determination of Sound Absorption Coefficient and Impedance in Impedance Tubes - Part 2: Transfer-Function Method First Edition.
- (5) 김상렬, 2006, 저주파수 흡음을 위한 헬름홀쯔 공명기 배열형 패널의 설계 방법론, KAIST 박사학위논문
- (6) U. Ingard, 1953, On the theory and design of acoustic resonators, J. Acoust. Soc. Am. 25, pp. 1037-1061

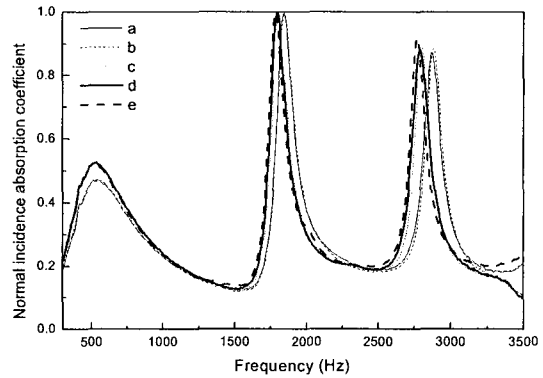


Fig. 4 Comparison absorption coefficient multi-layer absorbing system ($L_1=80$ mm, $L_2=10$ mm, a, b, c, d, e는 Table 1 참조)

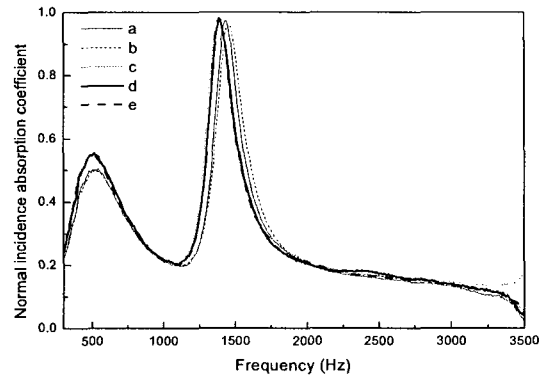


Fig. 5 Comparison absorption coefficient multi-layer absorbing system ($L_1=50$ mm, $L_2=40$ mm, a, b, c, d, e는 Table 1 참조)

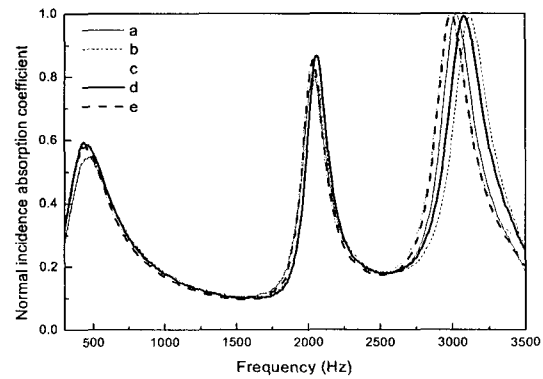


Fig. 5 Comparison absorption coefficient multi-layer absorbing system ($L_1=10$ mm, $L_2=80$ mm, a, b, c, d, e는 Table 1 참조)