

# 강체흡음재의 수직입사 흡음특성

## Normal Incidence Sound Absorption Characteristics of Steel Absorber

정정호†·전병기\*·김정욱\*\*·정재군\*\*

Jeong Ho Jeong, Byung Gi Jeo, Jeong Uk Kim and Jea Gun Jeong

**Key Words** : Normal incidence sound absorption coefficient(수직입사흡음률), Porous steel absorber(다공성 강체 흡음재)

### ABSTRACT

유리섬유 및 폴리에스테르와 같은 섬유질 흡음재의 단점을 보완하기 위하여 다공성 알루미늄과 같은 강체 흡음재가 개발되고 있다. 본 연구에서는 스테인리스 스틸을 이용한 다공성 강체에 대하여 수직입사 흡음성능을 조사하였다. 밀도, 두께, 세부 프로파일 등에 따른 성능비교를 위하여 서로 다른 9개의 시험편의 성능을 측정하였다. 측정결과 밀도가 낮고 두께가 두꺼운 다공성 강체의 흡음성능이 다소 높은 것으로 나타났으며, 두께의 증가에 따라 중저주파수 대역의 흡음특성이 증가되었다. 배후 공기층이 형성되는 경우 중저주파수 대역의 흡음성능이 매우 향상되는 것으로 나타났다. 또한 접착제가 사용된 실험편에 배후공기층이 형성되는 경우 전주파수 대역에서 매우 평탄한 수직입사 흡음특성을 갖는 것으로 나타났다. 향후 스테인리스 스틸 다공성 강체가 방음시설물, 흡음확산용 내장재 등으로 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

### 1. 서론

흡음재는 음에너지를 감쇠시키는 능력이 비교적 큰 물질로 일반적으로 다공성 재질로 정의<sup>1</sup>되며 일반적으로 유리 섬유, 폴리우레탄, 폴리에스테르 등이 사용된다. 이와 같이 일반적인 다공성 재질은 유연하고 쿠션성이 있어 시설 내외부 마감재로 직접 사용하기에는 제한점이 있다. 또한 대부분 섬유질 재료로 경년변화에 의해 분진으로 분해되어 흡음성능이 감소되는 특성이 있다. 이와 같은 문제에 대한 대안으로 다공성 알루미늄과 같은 강체 흡음재<sup>2</sup>가 연구, 개발되고 있다. 본 연구에서는 스테인리스 스틸을 이용한 다공성 강체에 대하여 수직입사 흡음성능을 조사하였다.

### 2. 다공성 강체 흡음재

본 연구에서는 스테인리스 스틸을 모재로 하여 가공한 다공성 강체의 수직입사 흡음계수 특성을 조사하였다. 스테인리스 스틸 강체 흡음재는 Fig. 1의 표면확대 사진에서와 같이 스테인리스 스틸 사이로 공극이 형성되어 있는 것을 확인할 수 있다. 다공성 강체의 수직입사 흡음계수 평가를

위한 실험편의 구성은 Table 1에서와 같이 총 9종을 대상으로 하였다. 실험편의 형태는 평판형태로 수직입사 흡음률 측정을 위해 Fig. 2와 같이 원형의 시험편으로 가공하였다. 9종의 실험편은 밀도, 두께, 프로파일 및 접착제 사용 유무를 고려하여 구성하였다. 수직입사 흡음계수 측정은 KS F 2814-2:20023의 전달함수법에 따라 측정하였다. Fig. 2는 수직입사 흡음계수 측정을 위한 임피던스 튜브의 실험을 도식화하여 나타낸 것이다. 수직입사 흡음계수는 실험편의 크기에 따라 직경 100 mm 크기의 대형 실험편(1 600 Hz 이하 범위)과 직경 29 mm 크기의 소형 실험편(800 ~ 6 000 Hz 범위)을 각각 측정하여 통합하였다. 흡음계수 측정은 2 Hz 또는 4Hz 간격으로 측정하였으며, 각 시험체의 특성을 비교하기 위해 1/3 옥타브 밴드로 환산하였다.



Fig. 1 Enlarged surface of porous steel absorber

수직입사 흡음계수 측정은 실험편 자체의 흡음특성을 조사하기 위하여 배후공기층을 형성하지 않고 측정하였

† 정정호; 방재시험연구원  
E-mail : jhjeong92@hanmail.net  
Tel : (031) 881-6010, Fax : (031) 884-8102

\* (주)미래소재

\*\* 방재시험연구원

다. 일반적으로 흡음재가 사용되는 경우 배후 공기층이 형성되는 것을 고려하여 100 mm의 배후 공기층을 형성하여 측정하였다. 또한 100 mm 배후 공기층 내부에 섬유질 흡음재가 사용되는 경우의 특성을 비교하기 위하여 폴리에스터 섬유질 흡음재(두께 10 mm)를 적용하여 각각의 시험편 별로 3가지 조건에 대하여 측정하였다.

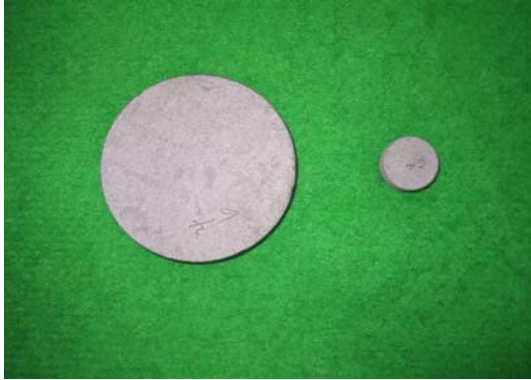


Fig. 2 Normal incidence sound absorption coefficient test specimens

Table. 1 Physical properties of test specimens

구분	규격(두께)	밀도	기타
1	150 (1.5 mm)	2.2	
2	150 (3.0 mm)	1.3	
3	150 (1.5 mm)	2.2	접착제
4	150 (3.0 mm)	1.3	접착제
5	50 (1.5 mm)	3.6	
6	50 (3.0 mm)	1.6	
7	50 (1.5 mm)	3.6	접착제
8	50 (3.0 mm)	1.6	접착제
9	150 (10 mm)	1.7	

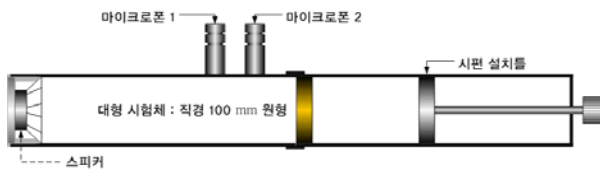


Fig. 3 Normal incidence sound absorption coefficient test setup (KS F 2814-2)

### 3. 다공성 강체의 수직입사 흡음특성

다공성 강체 자체가 갖고 있는 흡음성능을 비교하기 위하여 배후공기층을 형성하지 않은 조건에서 측정하였다. Fig. 4 ~ 7는 밀도는 낮아지고 시험편의 두께는 증가하는 경우를 비교한 것이다. Fig. 4는 Table 1의 1, 2 시험편의 특성을 비교하여 나타낸 것이다. 시험편의 두께가 증가하고 밀도가 낮은 시험편의 경우 800 Hz 이상 고주파 대역의 흡음계수가 높은 것으로 나타났다. Fig.

5는 Table. 1의 시험편 3과 4를 비교한 것으로 시험편 1, 2에 접착제가 적용된 경우이다. Fig. 5의 경우에서도 두께가 크고 밀도가 낮은 시험편의 800 Hz 이상 대역의 흡음성능이 높게 나타났다.

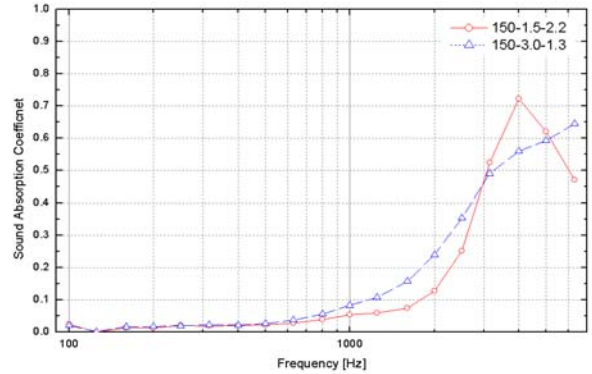


Fig. 4 Normal incidence sound absorption characteristics of specimen 1 and 2 (Thickness and density varied)

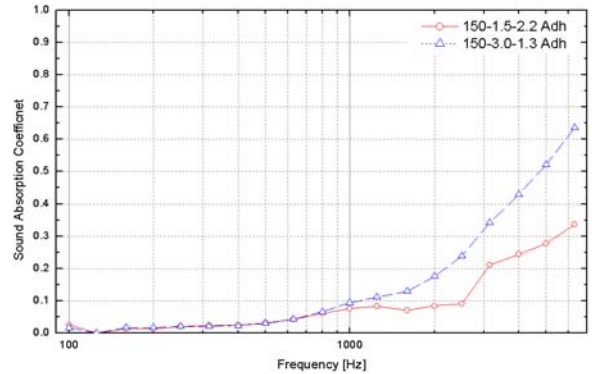


Fig. 5 Normal incidence sound absorption characteristics of specimen 3 and 4 (Thickness and density varied)

Fig. 6은 시험편 5와 6의 특성을 비교한 것이다. Fig. 7은 시험편 7과 8의 특성을 비교한 것으로 다공성 강체가 밀도가 낮고 두께가 큰 경우 800 Hz 이상 고주파 대역에서 수직입사 흡음계수가 높은 것으로 나타났다.

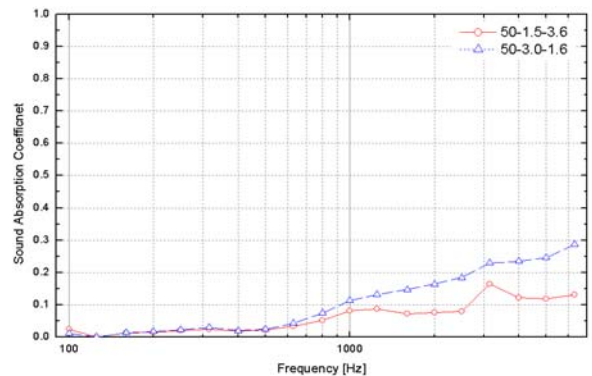


Fig. 6 Normal incidence sound absorption characteristics of specimen 5 and 6 (Thickness and density varied)

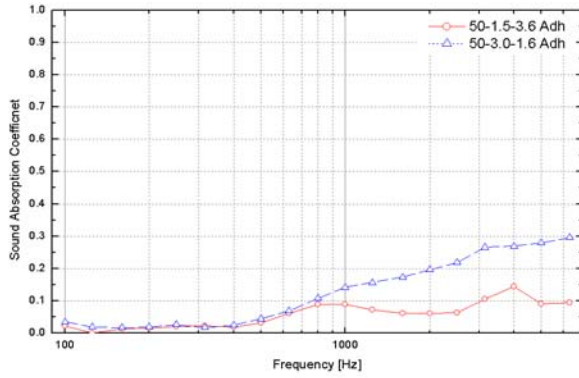


Fig. 7 Normal incidence sound absorption characteristics of specimen 7 and 8 (Thickness and density varied)

Fig. 8 ~ 10은 실험편 배후에 공기층을 형성할 경우의 흡음특성 변화를 나타낸 것이다. Fig. 8에서와 같이 실험편 1의 배후에 공기층을 형성함에 따라 중저주파수 대역의 흡음계수는 급격히 증가되었으나 2500 Hz 이상 대역의 흡음계수는 감소되는 것으로 나타났다. 이는 배후 공기층의 형성으로 인해 공명흡음의 영향으로 판단된다. 또한 배후 공기층 내부에 섬유질 흡음재를 배치하는 경우 오히려 수직입사 흡음계수는 다소 감소되는 것으로 나타났다. 향후 이에 대한 추가적인 실험 및 연구가 필요할 것으로 사료된다.

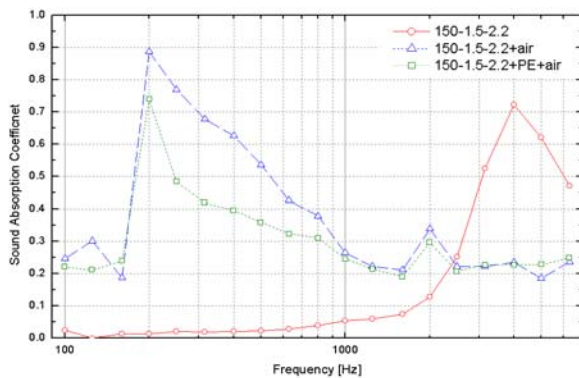


Fig. 8 Normal incidence sound absorption characteristics of specimen 1 (Effect of air space behind the test specimen)

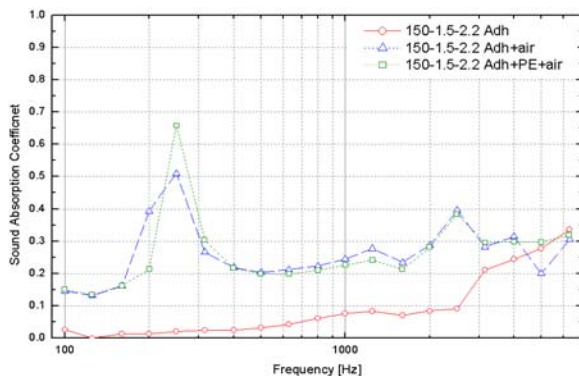


Fig. 9 Normal incidence sound absorption characteristics of specimen 3 (Effect of air space behind the test specimen)

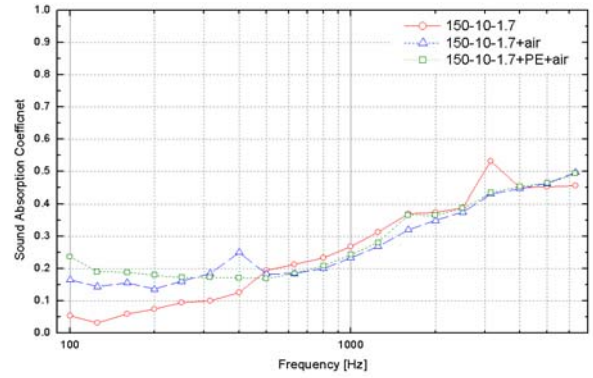


Fig. 10 Normal incidence sound absorption characteristics of specimen 9 (Effect of air space behind the test specimen)

Fig. 9는 실험편 3을 대상으로 배후 공기층의 영향을 조사한 것이다. 실험편 3의 경우 배후 공기층 형성에 따라 대부분의 주파수 대역에서 흡음능력이 증가하였으며 전주파수 대역에 걸쳐 평탄한 특성을 갖는 것으로 나타났다. 실험편에 접촉제가 적용된 경우 실험체 표면에 형성된 공극에 영향을 받기 때문으로 사료된다. Fig. 10은 실험편(9)의 두께가 10 mm로 가장 두꺼운 경우의 배후 공기층 영향을 조사한 것이다. 실험편의 두께가 두꺼울 경우 400 Hz 이하 일부대역에서만 흡음능력이 다소 증가되는 것으로 나타났다.

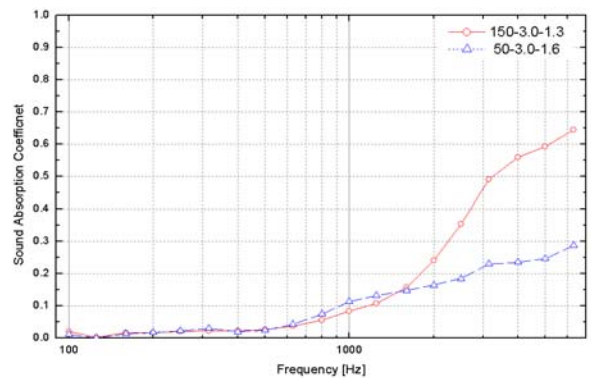


Fig. 11 Normal incidence sound absorption characteristics of specimen 2-6 (Comparison of test specimens' profile)

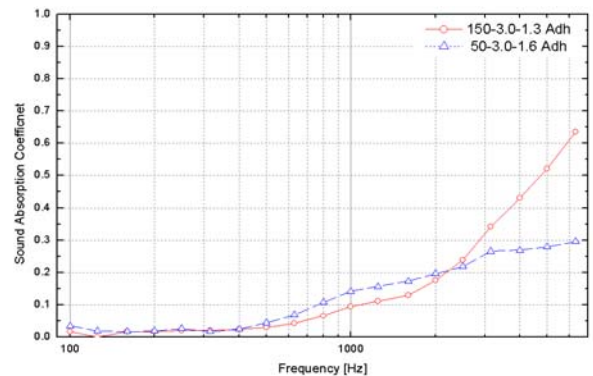


Fig. 12 Normal incidence sound absorption characteristics of specimen 2-6 (Comparison of test specimens' profile)



Fig. 11과 12는 실험편을 구성하는 다공성 강체의 프로파일 차이에 따른 흡음성능 차이를 비교한 것이다. 동일한 두께와 밀도를 갖는 조건으로 비교하여야 하지만 동일한 밀도로 실험체를 제작하는 데 제한점이 있어 가장 유사한 밀도를 갖는 두 실험편의 특성을 비교하였다. 프로파일 차이에 따라 400 Hz 이하의 대역의 차이는 없지만 500 Hz 이상의 대역에서는 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 이러한 프로파일 차이에 의한 특성은 배후 공기층이 형성되는 경우 전주파수 대역에서 150 프로파일의 다공성 강체의 흡음률이 더 높은 것으로 나타났다.

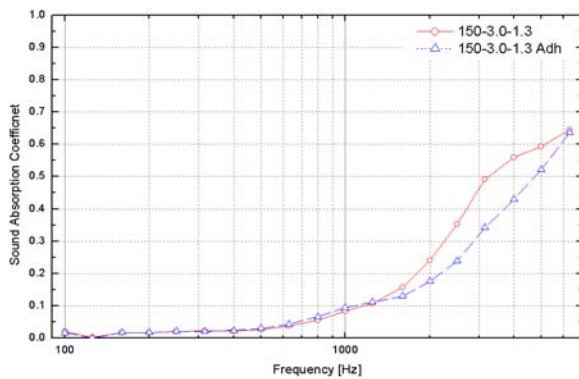


Fig. 13 Normal incidence sound absorption characteristics of specimen 2-4 (Effect of adhesive)

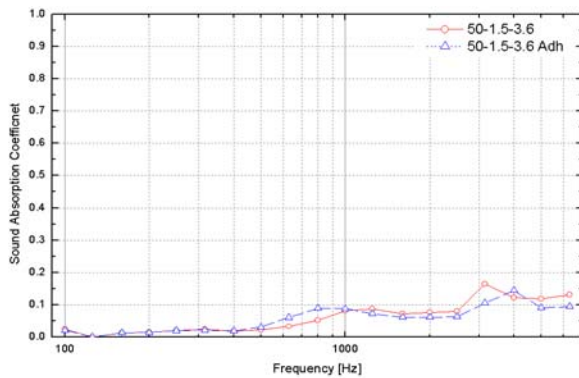


Fig. 14 Normal incidence sound absorption characteristics of specimen 5-7 (Effect of adhesive)

Fig. 13과 14는 실험편의 접착제 사용 유무에 따른 흡음특성을 비교한 것이다. 다공질 강체의 프로파일에 따라 다소 차이는 있으나 접착제를 사용한 경우에 1 kHz 이상 고주파 대역에서 다소 낮은 흡음 특성을 갖는 것으로 나타났다. Fig. 15는 실험편의 두께 증가에 따른 흡음특성 변화를 비교한 것이다. 동일한 150 프로파일의 실험편을 대상으로 하였으나 밀도가 동일한 실험편 구성에 제한점이 있어 밀도의 차이가 가장 적으며 두께 차이를 확인할 수 있는 시험편 2와 9를 비교하였다. Fig. 15에서와 같이 다공성 강체의 두께 증가에 따라 2 kHz 이하 대역의 흡음성능은 증가되는 것으로 나타났다.

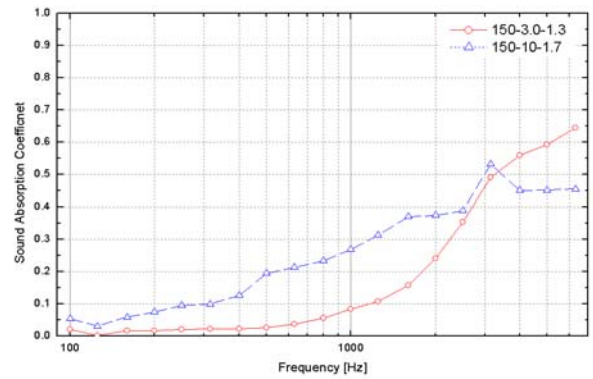


Fig. 15 Normal incidence sound absorption characteristics of specimen 2-9 (Effect of Thickness)

#### 4. 결 론

흡음재는 음에너지를 감쇠시키는 능력이 비교적 큰 물질로 일반적으로 다공성 재질로 정의되며 일반적으로 유리 섬유, 폴리우레탄, 폴리에스터 등이 사용된다. 이와 같이 일반적인 다공성 재질은 유연하고 쿠션성이 있어 시설 내외부 마감재로 직접 사용하기에는 제한점이 있다. 또한 대부분 섬유질 재료로 경년변화에 의해 분진으로 분해되어 흡음성능이 감소되는 특성이 있다. 이와 같은 문제에 대한 대안으로 다공성 강체 흡음재가 연구, 개발되고 있다. 본 연구에서는 스테인리스 스틸을 이용한 다공성 강체에 대하여 수직입사 흡음성능을 조사하였다. 밀도, 두께, 세부 프로파일 등에 따른 성능비교를 위하여 서로 다른 9개의 시험편의 성능을 측정하였다. 측정결과 밀도가 낮고 두께가 두꺼운 다공성 강체의 흡음성능이 다소 높은 것으로 나타났으며, 두께의 증가에 따라 중저주파수 대역의 흡음특성이 증가되었다. 배후 공기층이 형성되는 경우 중저주파수 대역의 흡음성능이 매우 향상되는 것으로 나타났다. 또한 접착제가 사용된 실험편에 배후공기층이 형성되는 경우 전주파수 대역에서 매우 평탄한 수직입사 흡음특성을 갖는 것으로 나타났다. 향후 스테인리스 스틸 다공성 강체가 방음시설물, 흡음·확산용 내장재 등으로 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

#### 참 고 문 헌

- (1) 한국음향학회, 2003, 음향 용어 사전, 교학사.
- (2) D. H. Rho, J. S. Kim, J. K. Yoon, H. J. Kang, J. C. Shin and W. Y. Kim, 2002, "Study of sound absorption characteristics using the sintered aluminum plate", Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, pp. 1071~1076.
- (3) KS F 2814-2:2002, Acoustics-determination of sound absorption coefficient and impedance in impedance tubes - Part 2 : Transfer-function method.