

건축내장재의 흡음 특성

Sound Absorption Characteristics of Building Interior Decoration Materials

강 대 준† · 이 재 원* · 구 진 회* · 박 형 규*

Daejoon Kang, J. W. Lee, J. H. Gu and H. K. Park

(2006년 8월 30일 접수 ; 2007년 2월 16일 심사완료)

Key Words : Sound Absorption Characteristics(흡음 특성), Building Interior Decoration Materials(건축내장재)

ABSTRACT

It is important to consider the sound absorption characteristics of building interior decoration materials when we design a building and simulate acoustics in a room. The purpose of this study is to accumulate acoustic data on building interior decoration materials and give a basic data for improving the sound absorption performance by testing the sound absorption coefficients of 9 types of ceiling materials, 14 types of wall papers and 20 types of floor papers.

1. 서 론

도시화가 가속되면서 실내에서 생활하는 시간이 길어지고 있어서 정온한 생활환경을 위해 건물 실내의 설계나 음향 모사를 할 때 건축내장재의 음향 특성을 고려할 필요가 있다⁽¹⁾. 그러나 이에 대한 자료가 부족하여 외국의 자료를 인용하거나 경험에 의해 설계하는 경우가 많다. 따라서 이 연구에서는 국내에서 사용되는 건축내장재 중 천장재 9종, 벽지 14종, 바닥재 20종에 대한 흡음 특성을 조사하여 실내의 음환경 개선 및 흡음성능 개선을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

2. 시험방법

이 연구에서 시험한 건축내장재는 천장재 10종, 벽마감재 14종, 바닥재 20종이며, 먼저 각 건축내장

재의 재질별 흡음 특성을 비교하였고, 두께, 밀도, 배후공기층 등의 시험조건 변화가 흡음 특성에 어떠한 변화를 나타내는지 시험해 보았다.⁽²⁾

2.1 잔향실법

먼저 잔향실에서 잔향실내의 흡음을 측정 방법(KS F 2805, 2004)⁽³⁾으로 주파수별(1/3 옥타브) 흡음계수를 구하였다. 측정 구성도는 Fig. 1과 같이 체적 250 m³, 시료부 면적 12 m²(3 × 4 m)인 잔향실에 음원(B&K Type 4224)을 설치하였고, 음원은 Fig. 1의 두 지점에서 각각 차례로 음을 발생시켜 음원과 벽면으로부터 1.5 m 이상 떨어진 6지점에서 마이크로폰(B&K Type 2671)으로 이를 수음하여 B&K PULSE system으로 잔향시간을 측정하여 흡음계수를 구하였다.

또한, 흡음계수와 함께 각 시험 조건에 대하여 가중흡음계수(α_w)⁽⁴⁾를 산정하여 흡음성능을 단일수치로 평가·비교하였다.

2.2 관내법

관내법을 이용한 측정방법은 임피던스관에 의한 흡음계수와 임피던스의 결정방법 제 2부: 전달함수

* 교신저자: 정회원 국립환경연구원 교통환경연구소

E-mail : djkang@me.go.kr

Tel : (032)560-7676, Fax : (032) 560-7678

* 국립환경연구원 교통환경연구소

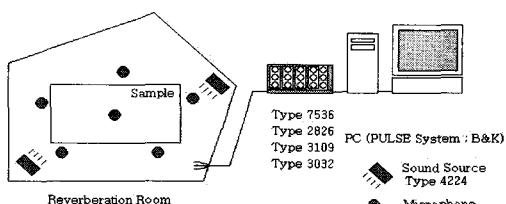


Fig. 1 Schematic diagram of measuring instruments in a reverberation room

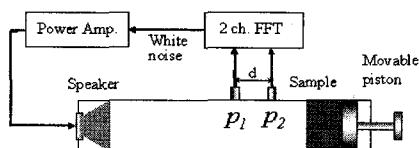


Fig. 2 Schematic diagram of measuring instruments for impedance tube method

법(KS F 2814-2, 2002)⁽⁵⁾으로 측정하였다.

측정은 Fig. 2에서와 같이 임피던스관(B&K Type 4206)내 한쪽에 흡음재를 설치하고 그 반대쪽에서 음(B&K Power Amplifier Type 2706을 이용하여 백색잡음을 출력)을 흡음재로 입사시키면 관 내부에서 입사파와 흡음재를 통과한 후 다시 뒷면에서 반사되어 나오는 반사파의 중첩에 의해 관내에 정재파가 형성되는데,⁽⁶⁾ 관 벽에 설치된 두개의 마이크로폰(B&K Type 2670)으로 이를 수음하여 B&K Pulse System으로 음압의 주파수 성분을 측정하여 흡음계수를 구하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 천장재(텍스)의 흡음 특성

텍스의 흡음계수는 Fig. 3, 4에서 알 수 있듯이 저주파수 대역에서 중주파수 대역으로 갈수록 점점 높아지다가 고주파수 대역에서 완만한 형태를 보이고, Fig. 3에서 밀도가 같고 두께가 두꺼워지면 1,000 Hz를 제외하고 고르게 흡음계수가 증가하고 있으며, 가중흡음계수도 0.45(H)에서 0.55로 증가하고 있다. Fig. 4는 밀도와 두께가 둘 다 변할 경우 두께가 더 얇지만 밀도가 큰 것이 고주파수 대역(1 kHz 이상)에서 흡음계수가 더 높게 나타나는 것을 알 수 있다.

텍스 뒤에 공기층을 더할 경우 Fig. 5에서 알 수 있듯이 500 Hz 이하의 대역에서 흡음계수가 증가하

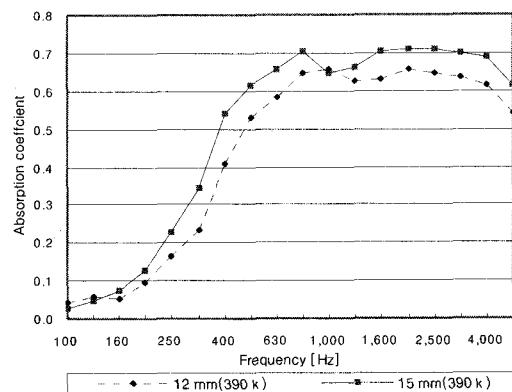


Fig. 3 Sound absorption coefficients according to thickness of texture(reverberation room method)

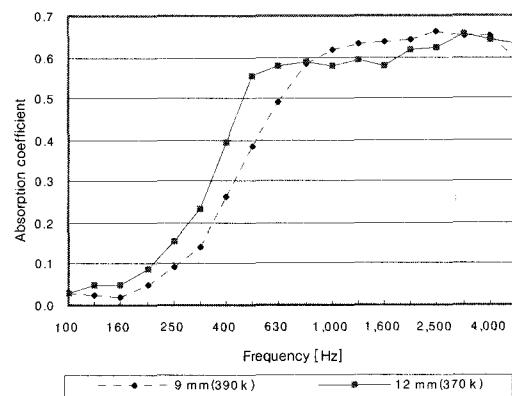


Fig. 4 Sound absorption coefficients according to thickness & density of texture(reverberation room method)

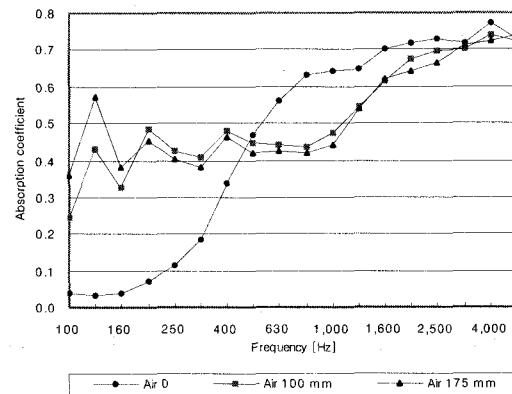


Fig. 5 Sound absorption coefficients according to air-gap thickness for texture(reverberation room method)

는 것을 알 수 있다. 그러나 630~1,600 Hz 대역에서는 오히려 흡음성능이 저하되거나 그 이상의 주파수 대역에서는 비슷함을 알 수 있다.

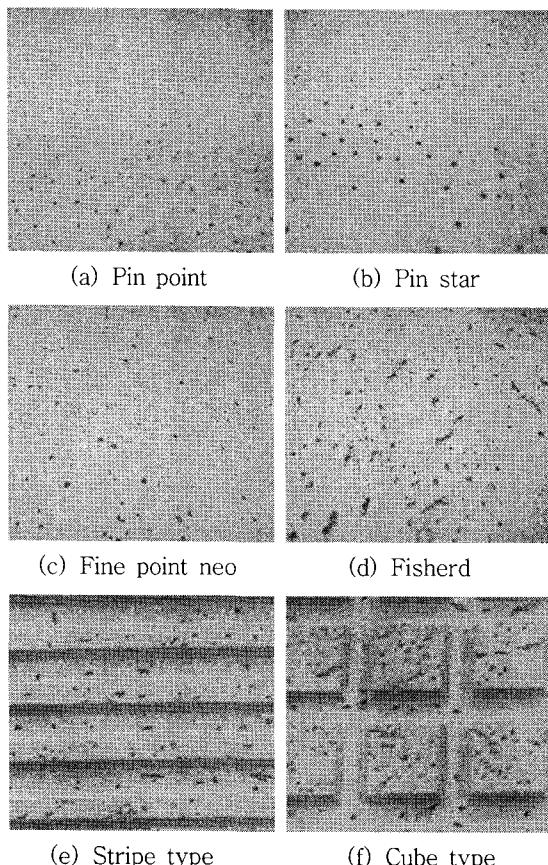


Fig. 6 Surface shape of texture

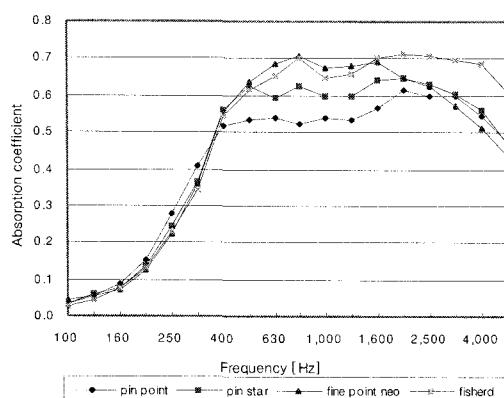


Fig. 7 Sound absorption coefficients according to the surface shape of texture (reverberation room method)

텍스의 표면무늬에 따라서도 흡음성능이 변화하는데 Fig. 6의 그림과 같이 표면무늬에 따른 흡음성능 변화를 시험해 보았다.

텍스의 흡음성능은 표면 무늬가 변하면 Fig. 7에서처럼 그 흡음면적이 변화되고 흡음면적이 커질수록 저주파수보다는 500~1,600 Hz 대역에서 흡음성능이 증가하는 현상이 나타난다. 또한 다른 무늬에 비해 불규칙한 무늬 모양을 갖고 있는 피셔드의 경우 1,600 Hz 이상의 대역에서도 흡음성능의 증가가 나타나고 있다. 그러나, 가중흡음계수는 모두 큰 변화가 없다.

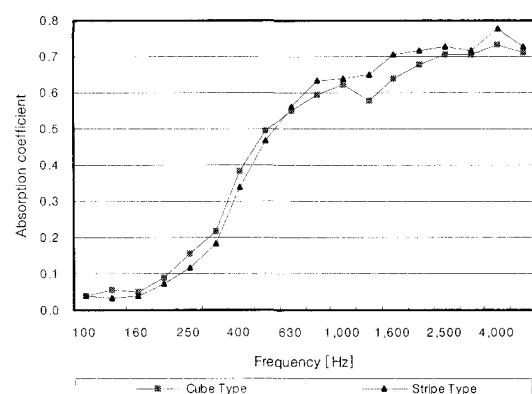


Fig. 8 Sound absorption coefficients according to the surface shape of texture (cube type & stripe type, (reverberation room method))

Table 1 Weighted sound absorption coefficients of texture

Classification	Weighted sound absorption coefficients			R a t e
	Without air-gap	Air-gap 75 mm	Air-gap 100 mm	
Fisherd(12 mm/390 k)	0.45(H)	0.50	—	D
Pin point(5 mm/390 k)	0.55	0.45	—	D
Pin star(15 mm/390 k)	0.55	0.50	—	D
Fine point neo (15 mm/390 k)	0.55	0.55	—	D
Fisherd(15 mm/390 k)	0.55	0.55	—	D
Texture(9 mm/390 k)	0.40(H)	0.50(H)	0.50(H)	D
Texture(12 mm/364 k)	0.50	0.40(H)	—	D
Texture(12 mm/370 k)	0.45(H)	0.45(H)	0.45(H)	D
Texture (15 mm/360 k, Cube)	0.45(H)	0.45(H)	—	D
Texture (15 mm/360 k, Stripe)	0.40(MH)	0.50(H)	0.50(H)	D

Fig. 8에서 사각형 모양(cube type)과 줄무늬 모양(stripe type)의 흡음계수는 큰 차이가 없으며 줄무늬 모양이 630 Hz 이상의 대역에서 약간 더 높게 나타나고 있다.

무늬 모양이 달라진 것이 흡음계수에 미치는 영향은 크지 않은 것으로 판단된다.

참고로 텍스의 각 시험 자재별 가중흡음계수를 Table 1에 나타내고 있다.

3.2 벽지의 흡음 특성

벽지의 흡음 특성에 대해서 재질별로 흡음계수를 살펴보았다. 벽지의 재질은 종이벽지, 종이벽지를 염화비닐수지로 코팅한 것, 발포와 비발포 벽지로 구분하였다.

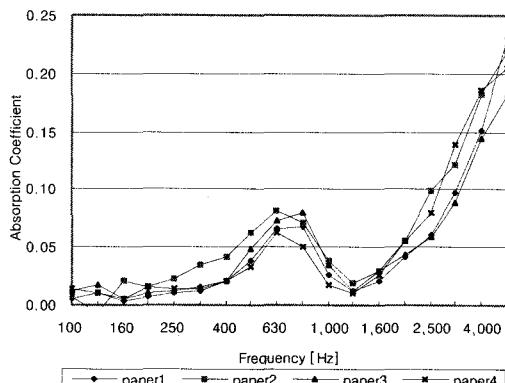


Fig. 9 Sound absorption coefficients of wall paper (reverberation room method)

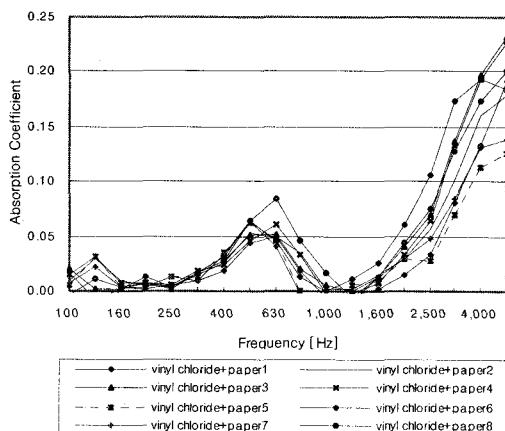


Fig. 10 Sound absorption coefficients of wall paper with vinyl chloride (reverberation room method)

벽지를 바닥에 붙이고 측정한 결과 Fig. 9, 10, 11에서 알 수 있듯이 재질과는 큰 상관이 없이 흡음계수가 2.5 kHz 이상의 주파수를 제외한 대부분의 주파수 대역에서 0.1 이하로 낮게 나타나고 있다.

3.3 바닥마감재의 흡음 특성

바닥마감재의 경우 장판과 카페트에 대하여 흡음 성능을 조사하였다. 장판에 대해서 잔향실법과 관내 법으로 측정한 흡음계수를 비교해 보았으며 두께별, 재질별 흡음계수는 관내법으로 측정·비교해 보았다.

Fig. 12는 잔향실법과 관내법으로 측정한 흡음계수의 차이를 보여주고 있으며, 잔향실법과 관내법의 흡음계수 차이는 관내법의 경우 수직으로 입사되는 음만을 다루기 때문이다⁽⁷⁾. Fig. 13은 장판의 두께별, 재질별 관내법 흡음계수 결과이며 두께가 두꺼워질

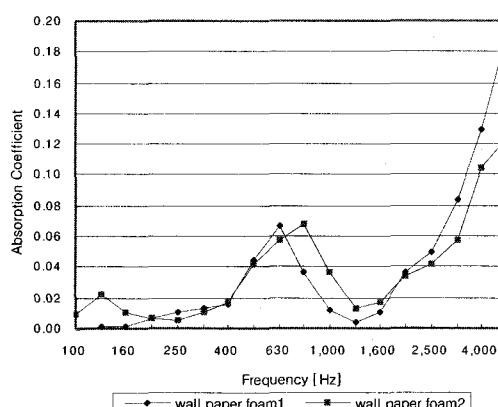


Fig. 11 Sound absorption coefficients of wall paper foam (reverberation room method)

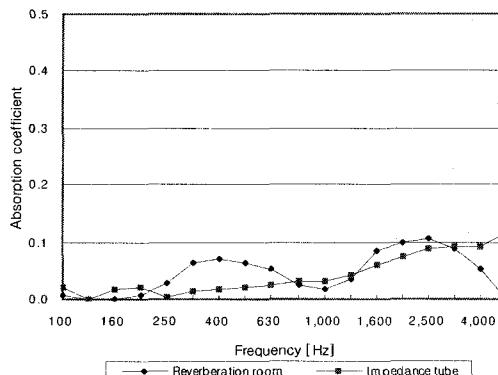


Fig. 12 Comparison of sound absorption coefficients for floor paper foam by reverberation room method and impedance tube method

수록 2,500 Hz 대역 이상에서 흡음계수가 더 커짐을 알 수 있다. 그러나, 비발포 재질의 경우 두께가 2 mm인데도, 발포 재질의 두께 6.5 mm보다 흡음계

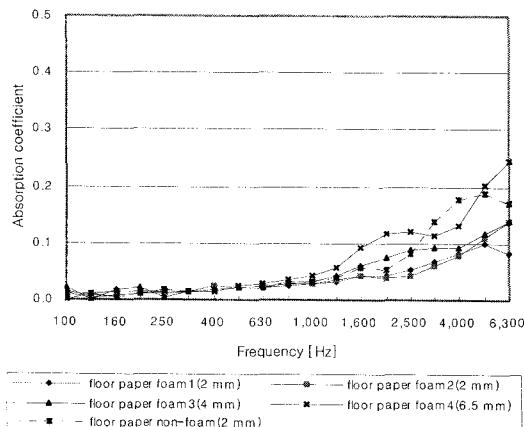


Fig. 13 Sound absorption coefficients of thickness of floor paper by impedance tube method

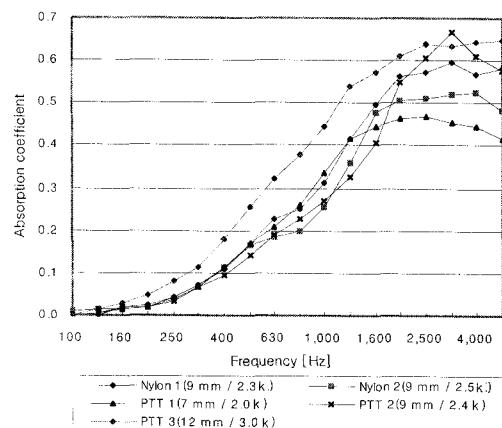


Fig. 14 Sound absorption coefficients of roll type carpet (reverberation room method)

Table 2 Weighted sound absorption coefficients of carpet

Roll type carpet	Weighted sound absorption coefficients	Rate
Nylon 1(9 mm/ 2.3 k)	0.25(H)	E
Nylon 2(9 mm/ 2.5 k)	0.25(H)	E
PTT 1(7 mm/ 2.0 k)	0.25(H)	E
PTT 2(9 mm/ 2.4 k)	0.25(H)	E
PTT 3(12 mm/ 3.0 k)	0.30(H)	D

수가 더 크게 나타나고 있다.

카페트는 크게 롤카페트와 타일카페트로 구분된다. 롤카페트는 주로 가정에서 많이 사용되는 것이고, 타일카페트는 주로 사무실에서 많이 사용된다. 재질별로는 나일론, PTT(polytrimethylene terephthalate), PP(polypropylene)로 나누어 두께별로 흡음계수를 측정하였다.

Fig. 14에서 롤카페트의 흡음계수는 저주파수 대역에서 고주파수 대역으로 갈수록 증가하다가 1,600 Hz 대역 부근에서부터 완만해지는 형태를 보이고 있다. 재질에 따른 흡음계수의 변화의 특징이 크게 나타나진 않으며, 두께와 밀도가 더 큰 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

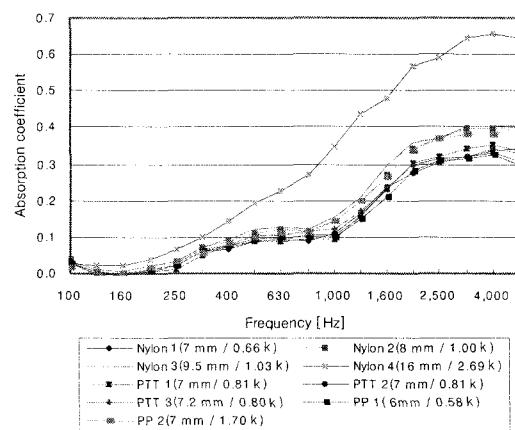


Fig. 15 Sound absorption coefficients of tile type carpet (reverberation room method)

Table 3 Weighted sound absorption coefficients of carpet

Tile type carpet	Weighted sound absorption coefficients	Rate
Nylon 1(7 mm/0.66 k)	0.15(H)	E
Nylon 2(8 mm/1.00 k)	0.15(H)	E
Nylon 3(9.5 mm/1.03 k)	0.15(H)	E
Nylon 4(16 mm/2.69 k)	0.25(H)	E
PTT 1(7 mm/0.81 k)	0.15(H)	E
PTT 2(7 mm/0.81 k)	0.15(H)	E
PTT 3(7.2 mm/0.80 k)	0.15(H)	E
PP 1(6 mm/0.58 k)	0.15(H)	E
PP 2(7 mm/1.70 k)	0.15(H)	E

참고로 롤카페트의 각 시험 자재별 가중흡음계수를 Table 2에 나타내고 있다.

Fig. 15에서 타일카페트의 흡음계수는 롤카페트와 비슷하나 전반적으로 롤카페트보다 밀도가 낮아 전주파수 대역에서 흡음계수가 롤카페트보다 0.1정도 낮게 나타나고 있다. 타일카페트의 흡음계수 또한 롤카페트의 그것과 마찬가지로 재질에 따른 변화보다는 두께가 두꺼워지거나, 밀도가 커질수록 증가하는 경향을 보이고 있다. 참고로 타일카페트의 각 시험 자재별 가중흡음계수를 Table 3에 나타내고 있다.

4. 결 론

실내의 음환경 개선을 위하여 건축내장재를 선정할 때 각 자재의 정확한 흡음 특성을 고려한다면 잔향시간 단축, 소리 울림방지 등의 음환경 개선 효과를 기대할 수 있다.^(7~11) 천장재로 사용되는 텍스의 경우 두께 증가, 배후 공기층 증가, 또는 표면 무늬의 변화로 흡음성능을 개선시킬 수 있다. 벽지나 장판의 흡음성능은 미미하나 카페트 등을 바닥에 설치하면 흡음성능 개선에 기여할 수 있다.

참 고 문 헌

(1) Chung, I. R., 1984, Noise and Vibration(騒音振動學), 新光出版社.

(2) Kang, D. J., et al., 2006, "Characteristics of Absorption Performance of Sound Absorptive Materials According to Test Conditions", Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 16, No. 7, pp. 683~689.

(3) KS F 2805, 2004, Measurement of Sound Absorption in a Reverberation Room.

(4) KS F ISO 11654, 2003, Sound Absorber for Use in Building—rating of Sound Absorption.

(5) KS F 2814-2, 2002, Acoustics—determination of Sound Coefficient and Impedance in Impedance Tubes— Part 2 : Transfer—function Method.

(6) Irwin, J. D. and Graf, E. R., 1979, Industrial Noise and Vibration Control, Prentice-Hall, Inc..

(7) 前川純一, 1984, Architectural Acoustics(建築音響), 共立出版株式會社.

(8) 前川純一, 1990, Architectural·Environmental Acoustics (建築環境音響學), 共立出版株式會社.

(9) Egan, M. D. 1972, Concepts in Architectural Acoustics, McGraw-Hill.

(10) Acoustical Material Association of Japan, 1981 Noise and Vibration Measures Handbook (騒音・振動対策ハンドブック), 技報堂, Tokyo.

(11) Load, P. and Templeton, D., 1986, Detailing for Acoustics, The Architectural Press: London.