

시험방법에 따른 흡음률 비교

Comparison of Absorption Coefficient according to Test Methods

강대준* · 이재원* · 구진희* · 박형규*

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

(2006년 8월 30일 접수 ; 2007년 4월 24일 심사완료)

Key Words : Sound Absorption Coefficient(흡음률), Reverberation Room Method(잔향실법), Impedance Tube Method(관내법)

ABSTRACT

Today, the use of the sound absorptive material is increasing to improve the room acoustics in the auditorium and music hall, etc. Usually, the sound absorption materials have been used to enhance the performance of a noise barrier and improve the room acoustics in construction site. Generally, the sound absorption coefficients are the most important factor reflecting the sound absorption performance. There are two methods to measure the sound absorption coefficient. The first one is the reverberation room method, and the second is the impedance tube method. In this study, we measure the sound absorption coefficients using these two methods, and then we compared the results of the sound absorption coefficients to look into the difference of results between reverberation room method and impedance tube method. Also we compared the results of the sound absorption coefficients with respect to the size of sample and the volume of reverberation room. From the experiment, we could see that the sound absorption coefficients are measured equally for different sample size. But the sound absorption coefficients are measured differently according to test methods and test conditions.

1. 서론

소음저감을 위한 방음벽의 성능개선이나 강당, 음악홀 등의 실내음향개선을 위하여 흡음재의 사용이 증가하고 있다. 흡음재를 시공하거나 사용하기 전에 흡음특성을 시험하게 되는데 그 중에서 흡음률은 흡음 성능을 좌우하는 가장 중요한 특성 중 하나이다. 일반적으로 흡음률을 측정하는 방법은 크게 잔향실법과 관내법으로 나뉘게 된다. 이 논문에서는 잔향실법과 관내법으로 같은 시료의 흡음률을 측정하였을 때의 결과를 비교하였고, 잔향실법에 관해서는

타기관과의 흡음률 비교, 시료크기에 따른 흡음률 비교 결과를 통하여 시험방법에 따라서 흡음률의 결과가 어떻게 나타나고 이에 따른 흡음률 측정 시 문제점 및 개선방안에 관하여 논의하고자 한다.

2. 시험방법

이 연구에서 시험한 흡음재는 국내에서 생산되어 사용되고 있는 흡음재 중 폴리에스터, 폴리우레탄, 불연멜라민, 유리섬유, 미네랄울 등 16개의 시료, 건축내장재 중 장판, 타일카페트 등 5개의 시료를 대상으로 하였다. 폴리에스터, 폴리우레탄, 유리섬유 등과 같이 모세관이나 연속기포로 된 재료에 음이 입사되면, 흡음재 구조물들과의 마찰에 의해 음에너지가 열에너지로 소비되어 흡음이 이뤄진다. 재료표

* 교신저자 : 정희원, 국립환경과학원 소음진동연구실

E-mail : djikang@me.go.kr

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

* 국립환경과학원 소음진동연구실

면에 음이 어떤 방향으로 입사하느냐에 따라 흡음률이 달라지고 입사각에 따라 입사각이 0인 수직입사 흡음률, 입사각이 ∞ 인 경사입사흡음률, 모든 방향으로 음이 입사하는 랜덤 입사 흡음률로 나뉜다.

흡음재의 흡음률을 측정하는 방법에는 관내법과 잔향실법이 있다. 관내법은 임피던스관을 사용하여 마이크로폰 간의 전달함수를 이용해 흡음률을 측정하는 방법으로 비교적 간단한 장치로 측정을 할 수 있다는 장점이 있지만 수직으로 입사되는 음의 흡음률만이 측정되는 단점이 있다. 잔향실법은 잔향실내에서 흡음재를 넣은 상태와 넣지 않은 상태의 잔향 시간 차이로 흡음률을 구하는 방법으로 흡음재 위로 입사되는 모든 방향에 대해 측정한다.

2.1 잔향실법

먼저 잔향실에서 잔향실내의 흡음률 측정 방법(KS F 2805, 2004)⁽¹⁻²⁾으로 주파수별(1/3 옥타브) 흡음률을 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 아래 그림의 두 지점에서 각각 차례로 음을 발생시켜 음원과 벽면으로부터 1.5 m 이상 떨어진 6지점에서

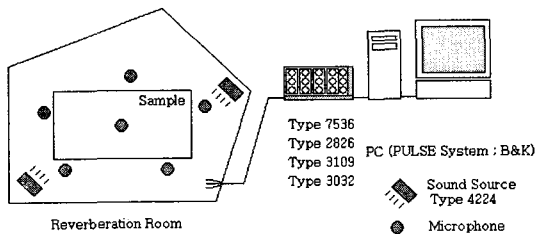


Fig. 1 Schematic diagram of measuring instruments in a reverberation room

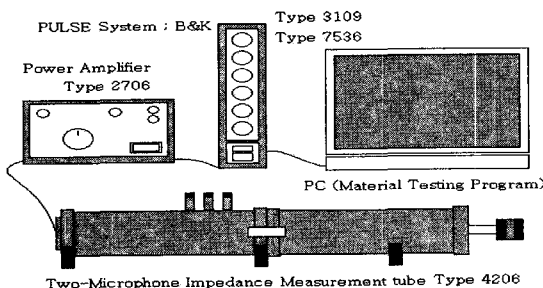


Fig. 2 Schematic diagram of measuring instruments for impedance tube method

마이크로폰(B&K Type 2671)으로 이를 수음하여 B&K PULSE System으로 잔향시간을 측정하여 흡음률을 구하였다.

2.2 관내법

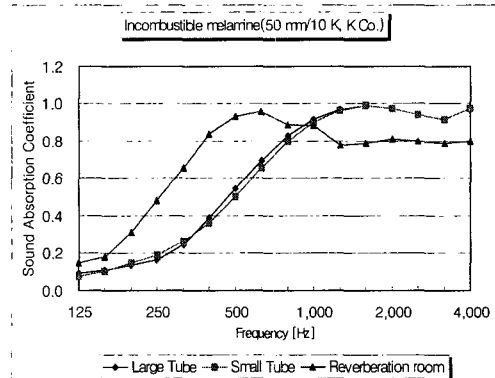
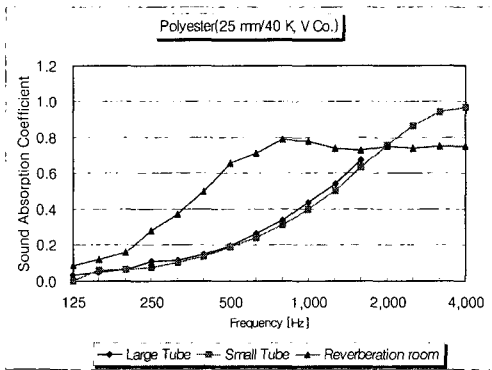
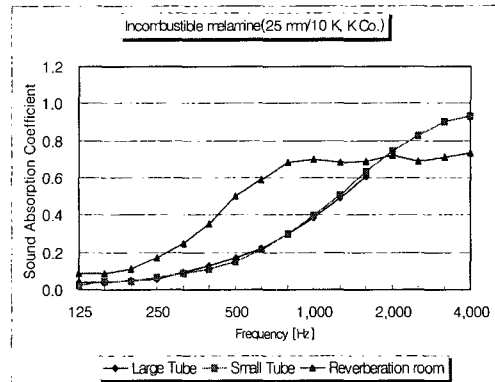
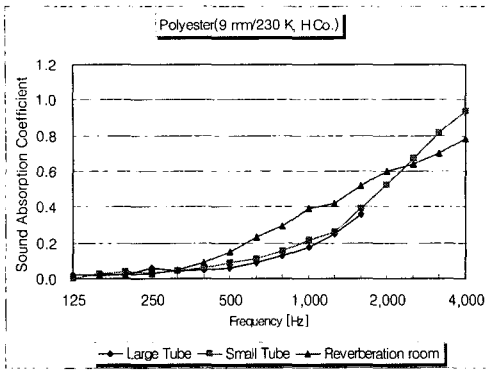
관내법을 이용한 측정방법은 임피던스관에 의한 흡음률과 임피던스의 결정방법 제 1부: 정재파비법(KS F 2814-1, 2001)과 제 2부: 전달함수법(KS F 2814-2, 2002)⁽³⁾으로 나뉘는데 이 연구에서는 일반적으로 많이 사용되고 시간이 적게 걸리는 전달함수법으로 측정하였다. 측정은 Fig. 2에서와 같이 임피던스관(B&K Type 4206)내 한쪽에 흡음재를 설치하고 그 반대쪽에서 음(B&K Power Amplifier Type 2706을 이용하여 백색잡음을 출력)을 흡음재로 입사시키면 관 내부에서 입사파와 흡음재를 통과한 후 다시 뒷면에서 반사되어 나오는 반사파의 중첩에 의해 관내에 정재파가 형성되는데, 관 벽에 설치된 두개의 마이크로폰(B&K Type 2670)으로 이를 수음하고 전달함수를 이용하여 흡음률을 구하였다. 관내법의 경우 관의 지름에 따라 측정주파수의 한계가 달라지기 때문에 large tube(50~1,600 Hz, 시료지름 100 mm)와 small tube(500~6,400 Hz, 시료지름 29 mm) 두 가지를 모두 사용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

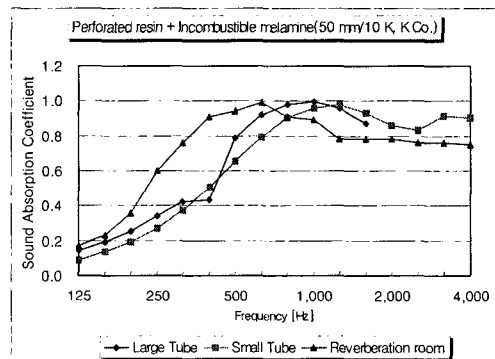
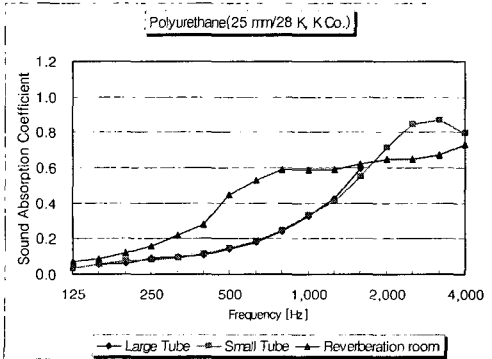
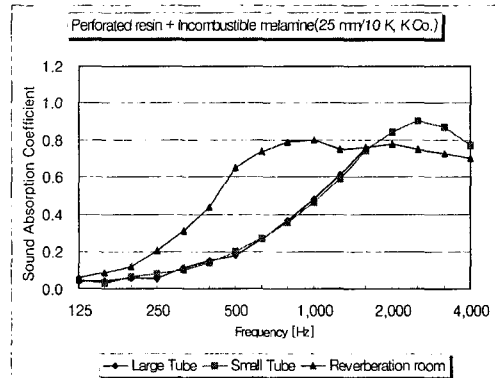
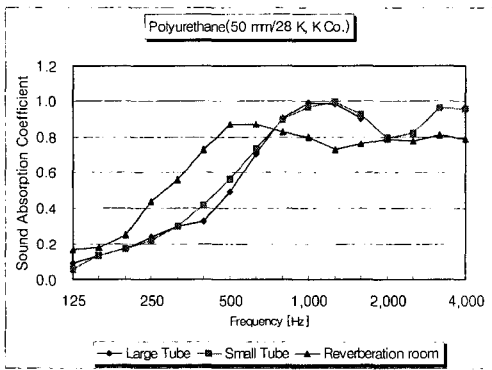
3.1 관내법 및 잔향실법의 측정결과 비교

재료표면에 음이 어떤 방향으로 입사하느냐에 따라 흡음률이 달라지는데 관내법은 비교적 간단한 장치로 측정을 할 수 있다는 장점이 있지만 수직으로 입사되는 음의 흡음률만이 측정되는 단점이 있다.^(4,5) 반면 잔향실법은 흡음재 위로 입사되는 모든 방향에 대해 측정한다. 이렇게 관내법으로 측정한 흡음률과 잔향실법으로 측정한 흡음률을 비교한 결과는 Fig. 3과 같다.

Fig. 3에서 관내법으로 측정한 결과 관의 크기와 관계없이 흡음률이 대체로 일치한다. 전체적으로 보면 대체적으로 관내법으로 흡음률을 측정하면 잔향실법에 비해 중·저주파수 대역에서 흡음률이 크게 낮고 고주파수에서는 흡음률이 더 높게 나타난다. (a) 폴리에스터의 경우 9 mm일 때는 주파수경향이 비슷하나 두께가 증가함에 따라 잔향실법에서는 중주파

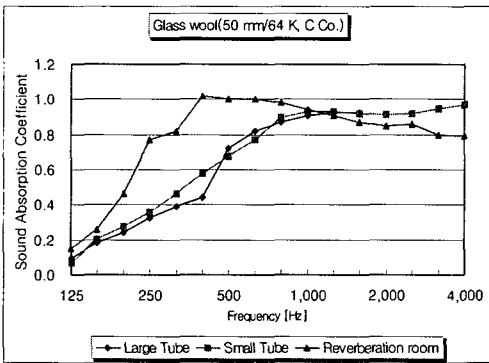
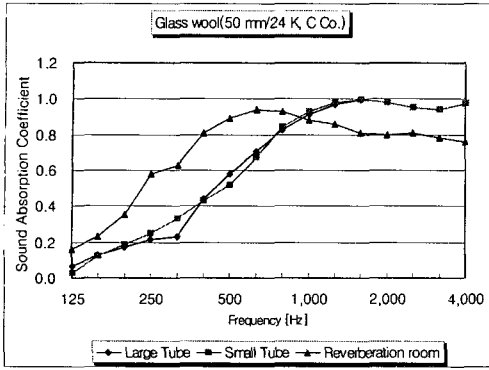


(a) Polyester

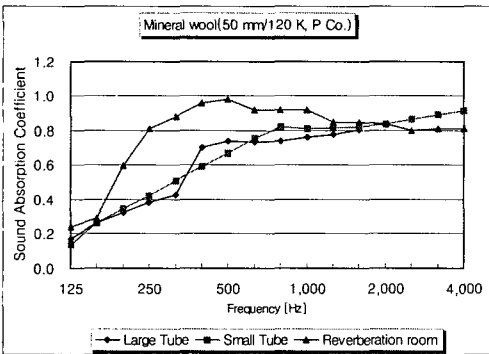


(b) Polyurethane

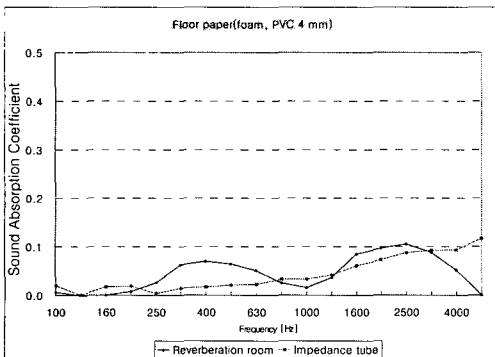
(c) Melamine



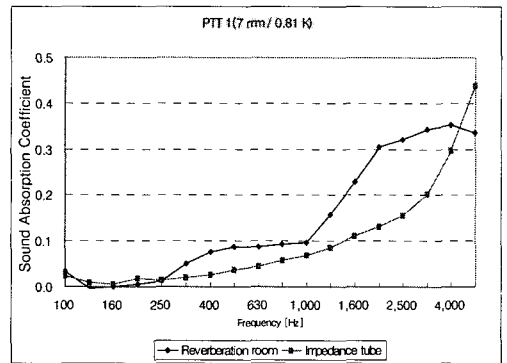
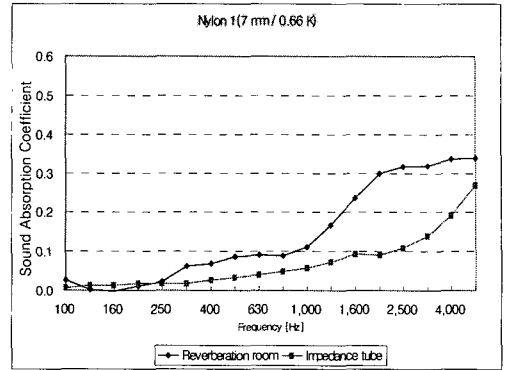
(d) Glasswool



(e) Mineral wool



(f) Floor paper



(g) Tile type carpet

Fig. 3 Comparison of sound absorption coefficients by reverberation room method and impedance tube method

수대역에서 흡음률이 크게 증가하는 것을 알 수 있으나 관내법에서는 전체적으로 증가하는 양상을 나타내고 있다. (b)폴리우레탄, (c)멜라민, (d)유리섬유의 경우 두께나 밀도가 증가함에 따라 흡음률이 증가하는 주파수가 서로 다르게 나타나며, 음의 입사 방향에 따라라도 흡음재의 흡음 특성이 달라짐을 알 수 있다. (f)장판, (g)카펫의 경우는 위의 흡음재와는 달리 5 kHz를 제외한 전주파수 대역에서 관내법으로 측정된 흡음률이 잔향실법으로 측정된 것보다 다소 낮게 나타나고 있다. (f),(g)의 경우 저주파수대역에서의 흡음률이 너무 낮아 관내법 중 large tube로 측정된 결과는 비교하지 않았다.

3.2 시험기관별 흡음률 측정결과 비교

잔향실 내의 흡음률 측정방법에 의한 흡음재의 흡음률은 잔향실내에서 충분한 크기의 음을 발생시켰을 때 실전체에 균등한 음장이 분포된다는 가정 하에서 측정된다. 하지만 측정시험기관마다 실의 크기 및 형

상, 주변 환경 등에 의한 영향으로 측정되는 흡음률에 차이가 있을 수 있다. 잔향실법으로 흡음률을 측정하는 KOLAS(Korea Laboratory Accreditation Scheme, 공인시험기관) 중 2 기관에서 같은 흡음재를

Table 1 Comparison of measurement conditions of 3 laboratories

Institute \ Spec.	Volume(m ³)	Sample size(m ²)
A	250	2.5×4 m
B	290	2.5×4 m
C	314	2.5×4 m

대상으로 측정된 흡음률을 이 연구에서 측정한 흡음률과 비교해 보았다. 각 측정기관의 잔향실 부피 및 시료의 면적은 Table 1과 같다.

Table 1에서 시료면적은 같지만, 시험조건 중 가장 크게 다른 것은 잔향실의 부피이다. 이 연구의 결과와 타 기관 2곳에서 조사한 흡음률을 비교한 결과는 Fig. 4와 같다.

B의 측정치는 A의 측정치에 비해 흡음률이 중주파수 대역에서 다소 떨어지는 반면 고주파수 대역에서는 높게 나타난다. C의 측정치는 A의 측정치에 비해 2kHz 이상의 고주파수 대역에서 흡음률이 감소하는 것으로 나타나고 있다. 각 시험기관에서 측정한 흡음률이 차이를 보이는 이유 중 하나는 잔향실의 부피 및 부피 산정 방식의 차이에 따른 잔향시간의 영향을 들 수 있겠고, 또한 시험 조건에 따른 차이 및 시편설치 방법의 차이를 생각해 볼 수 있다. 이러한 시험기관과의 오차를 줄이기 위한 표준화가 필요하다고 판단된다.

3.3 시료 크기에 따른 흡음률 측정결과 비교 또한 시료의 크기가 2.5×4.0(m²)일 때와 3.0×4.0

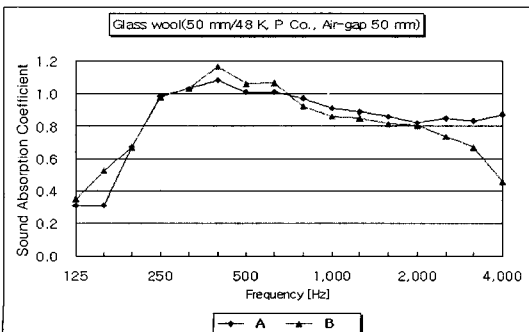
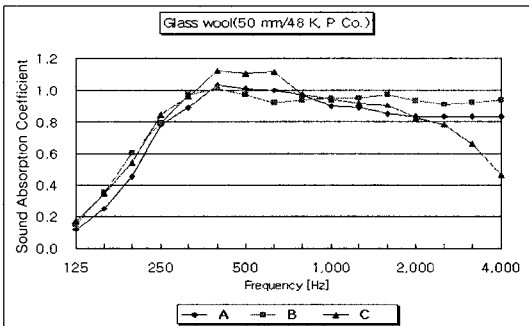
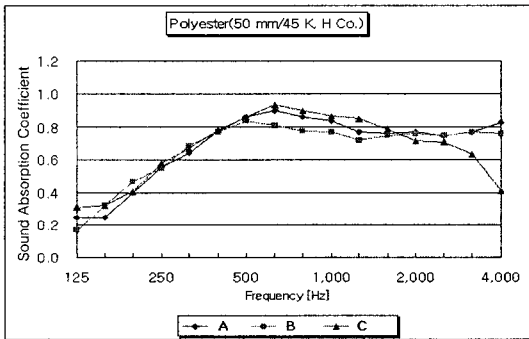


Fig. 4 Comparison of sound absorption coefficients measured by 3 institutes

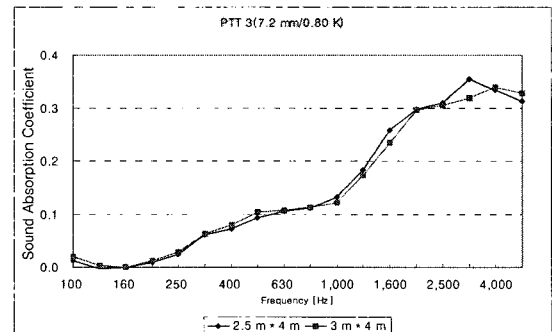
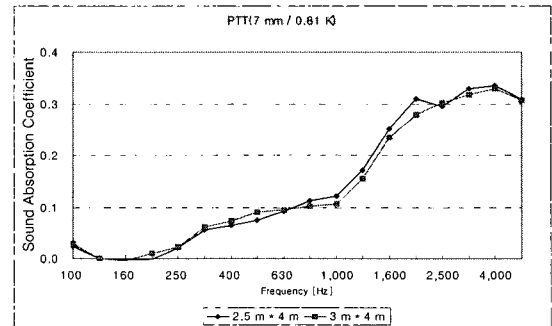


Fig. 5 Comparison of sound absorption coefficients of carpet according to sample size

(m^2)일 때 흡음률의 측정 결과에 어떠한 차이가 있는지 살펴보았다.

시료의 크기가 작으면 모서리 효과가 작아져 흡음률이 다소 높아지는 것으로 알려져 있으나, Fig. 5에 서처럼 $2.5 \times 4.0(m^2)$ 일 때와 $3.0 \times 4.0(m^2)$ 의 경우는 흡음률이 거의 차이가 나지 않는 것으로 나타나고 있다.

4. 결 론

잔향실법과 관내법을 이용하여 흡음재의 흡음률을 측정할 경우 음의 입사 방향에 따라 주파수 경향이 서로 다르게 나타난다. 따라서, 흡음재의 흡음률 시험방법을 명확히 표기할 필요가 있으며 흡음재의 시공이나 사용 시에도 사용환경을 고려하여 특성에 맞는 흡음률을 선택해야 할 것이다. 잔향실법으로 흡음률을 측정할 경우 타 시험기관과의 흡음률 비교에서는 잔향실의 부피 차이에 따라 잔향시간이 달라져 흡음률이 다르게 나타나는 것으로 판단된다. 또한 같은 조건에서 시료 크기에 따른 흡음률의 차이가 거의 없는 것으로 나타났다. 따라서, 앞으로 흡음률을

측정하는 기관별로 흡음률이 다르게 나타나는 원인을 찾아내고 시험 오차를 줄이는 노력을 할 필요가 있겠다.

참 고 문 헌

- (1) KS F 2805, 2004, Measurement of Sound Absorption in a Reverberation Room.
- (2) ASTM C 423, 2002, Standard Test Method for Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method.
- (3) KS F 2814-2, 2002, Acoustics - Determination of Sound Absorption Coefficient and Impedance in Impedance Tubes - Part 2 : Transfer-function Method.
- (4) 前川純一, 1984, Architectural Acoustics(建築音響), 共立出版株式會社.
- (5) 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.