

잔향실법 흡음률 산정에서 볼륨 디퓨저의 영향

Effect of volume diffusers on absorption coefficients in reverberation room

박태형†·김용희*·전진용**

Tae Hyeong Park, Yong Hee Kim, Jin Yong Jeon

1. 서 론

ISO 354는 잔향실에서 확산음장의 확보를 위해 흡음률 산정 절차와, Annex A에서 확산체 형상 및 설치법에 대해 제안하고 있다. 실의 형상과 확산체 개수의 영향은 기존 연구에서 수치해석 모델을 시뮬레이션으로 평가하고, 실제 잔향실에서 확산체의 개수와 모서리 확산체의 영향을 살펴본 것으로, 확산체의 형상에 대해서는 연구가 부족하다.

ISO TC43 SC2 WG26에서는 ISO 354를 개선하기 위해 용적을 갖는 확산체의 사용이 제안되었다. 따라서 본 논문에서는 용적을 가지는 확산체 적용의 타당성을 고찰하고 적절한 형상 및 크기를 고찰하기 위하여, 두 가지 형상의 잔향실에서 확산체 형상의 영향을 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 평가하였다.

2. 실험 방법 및 설정

2.1 잔향실 모델

잔향실의 형상은 그림 1과 같이 사각형과 오각형의 두 가지 실을 고려하였다. 두 잔향실의 용적은 각각 253m³이며, 시료의 면적은 12 m²(3m×4m)으로 A마운트로 설정하였다.



(a) Rectangular room (b) Pentagon room

그림 1. 잔향실의 형상

2.2 확산체 기준

반복성 평가방법으로서 상대적 표준편차는 σ/T 로 표현되어지며 ISO 354에 기술된 식 (1)로 정의된다.

$$\sigma/T = \sqrt{\frac{2.42 + 3.59/N}{fT}} \quad \dots \text{식(1)}$$

σ : 잔향시간의 표준편차

T : 측정된 잔향시간

f : 1/3 옥타브밴드의 중심주파수

N : 감쇠곡선의 수

잔향실에서 확산체는 얇은 곡면판의 형태로 존재하며, 단위면적당 중량은 5kg/m² 이상, 크기는 0.8~3.0m² 이며 실 내부에 무작위로 배치하는 것으로 한다.

2.3 볼륨 디퓨저

본 연구에서 고려한 볼륨 디퓨저는 그림 2와 같이 시료에 면하는 디퓨저의 하부 형상과 면적은 서로 같으나 용적이 다르다. A (0m³), B (1.42m³), C (2.46m³), D (3.80m³)의 4가지의 확산체를 계획하였으며, 12개까지 설치하여 영향을 평가하였다.

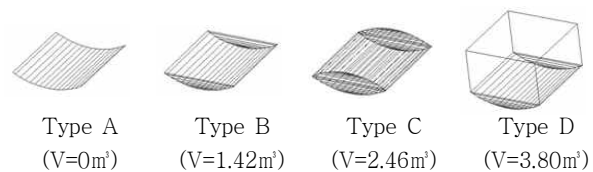


그림 2. 확산체의 형상

2.4 시뮬레이션 설정

소스와 리시버는 각각 3지점과 4지점으로 1.5m 높이에 무작위로 배치하였으며, 시뮬레이션 Ray의 수는 12,000이며 잔향시간을 고려하여 임펄스 길이는 20초로 설정하였다. 표 1은 시뮬레이션 모델에 설정된 재료의 주파수 대역별 흡음률과 확산률을 나타낸다.

표 1. 시뮬레이션 재료의 주파수 대역별 흡음률과 확산률

흡음률	125	250	500	1K	2K	4K	확산률
Concrete	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.1
Specimen	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.1

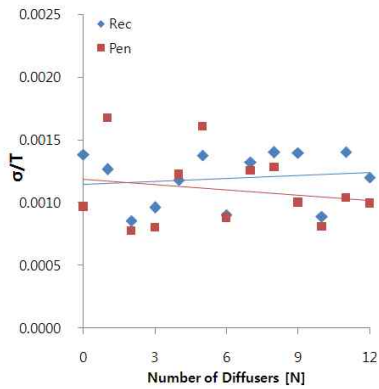
† 교신저자; 한양대학교 건축환경공학과
E-mail : eyedea@hanyang.ac.kr
Tel : (02) 2220-1795, Fax : (02) 2220-4794

* 한양대학교 건축환경공학과

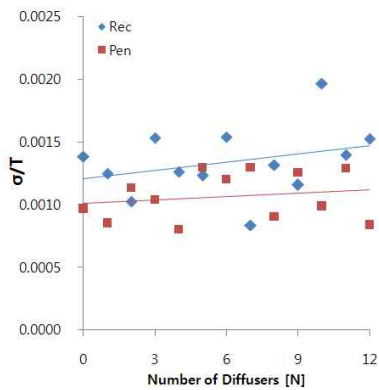
** 한양대학교 건축공학부 교수

표 2. 확산체 개수에 따른 흡음률 변화

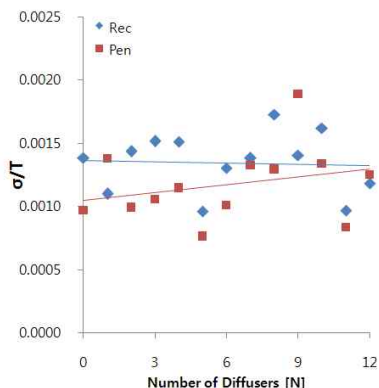
N	Type A		Type B		Type C		Type D	
	Rec	Pen	Rec	Pen	Rec	Pen	Rec	Pen
0	1.11	1.14	1.11	1.14	1.11	1.14	1.11	1.14
1	1.07	1.18	1.08	1.09	1.08	1.12	1.04	1.10
2	1.11	1.07	1.16	1.12	1.03	1.09	1.05	1.05
3	1.06	1.15	1.08	1.15	1.03	1.07	1.06	1.02
4	1.02	1.09	1.13	1.11	1.05	1.08	1.02	1.03
5	1.06	1.06	1.10	1.13	1.08	1.07	1.07	1.03
6	1.06	1.09	1.05	1.13	1.01	1.03	1.01	1.05
7	0.98	1.03	1.07	1.09	1.03	1.04	1.03	1.04
8	1.00	1.00	1.09	1.10	1.03	1.06	0.99	1.02
9	1.00	1.03	1.08	1.05	0.98	1.03	1.01	1.01
10	0.99	1.00	1.08	1.10	0.98	1.00	1.02	0.95
11	0.98	1.00	1.04	1.06	0.99	1.00	0.96	1.01
12	0.99	1.01	1.11	1.09	0.96	1.00	1.01	1.02



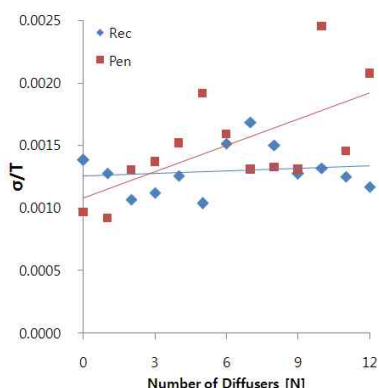
(a) Type A



(b) Type B



(c) Type C



(d) Type D

그림 3. 확산체 개수에 따른 상대적 표준 편차

3. 결과

그림 3에서는 잔향실 형상에 따른 측정 잔향시간의 상대적 표준편차를 확산체 개수에 따라 비교 분석하였다.

Type A의 경우 오각형의 잔향실에서 확산체의 개수가 증가할수록 상대적 표준편차는 감소하는 경향을 보인다. Type B의 경우도 오각형에서 상대적 표준편차가 더 낮게 나타났으며, 확산체의 개수에 따라 고른 편차를 보이는 가운데 0.0011에 수렴하는 경향을 나타낸다. Type C의 경우 두 잔향실에서 모두 12개의 확산체에서 표준편차가 0.0013의 수렴을 보였다. Type D 확산체의 경우 사각형 잔향실에서는 확산체의 개수의 증가에 따라 상대적 표준편차가 수렴하는 경향을 보이지만 오각형은 9개 이상의 경우 수렴하지 않은 것으로 나타났다.

확산체의 형상에 있어 Type C 형상에서 상대적 표준 편차가 가장 작게 나타났으며, 이는 양면이 곡면 형상으로 고른 확산을 가질 수 있기 때문인 것으로 사료된다.

일반적으로 확산체의 개수가 증가할수록 사각형에 비해 오각형의 상대적 표준편차가 낮은 것으로 나왔다. 이는 대향벽을 가지지 않는 오각형의 특성인 것으로 판단되어진다.

표 2에서와 같이 확산체의 개수가 증가 할수록 시료의 흡음률이 낮아짐을 나타냈고, 두 잔향실 사이의 편차는 크지 않다. 또한 Type C 확산체의 경우 두 잔향실의 형상에서 흡음률이 가장 낮게 나타났다.

4. 결론

시뮬레이션 결과 확산의 반복성과 재현성에 있어 박스 스타일인 Type D의 경우가 오각형 잔향실에서 가장 낮은 것으로 나타났고, Type A와 B보다는 Type C가 더 낮은 것으로 나타났다. 그러나 이는 컴퓨터 시뮬레이션 상에서 결과로서 회절에 대한 영향이 고려되지 않은 결과이므로, 향후 축소모형 실험을 통하여 확산체와 잔향실 형상에 대한 검증이 필요하다.