

## 축소잔향실의 저주파수 차음성능평가에 관한 고찰

Study on evaluation of sound insulation performance of low frequency in a scaled reverberation chamber

강현주\* · 김봉기\* 오영근\*\*

Hyun-Ju Kang, Bong-Kee Kim and Young Keun Oh

**Key Words** : scaled reverberation chamber(축소 잔향실), Sound Insulation Performance.

### ABSTRACT

Numerical and experimental study were carried out to characterize sound fields of low frequency in a scaled reverberation chamber for measurement of sound insulation of panels. By using BEM, lower modes of the chamber are identified and then predicted the effect of diffusers in order to destruct lower modes. Compared results with measurements show reasonable agreements, especially at the first end second modes. Based on numerical prediction, the diffuser are installed in order to improve sound fields to be more diffuse than ever. It is found that the diffuser put in nodal line of the chamber destruct evidently the first mode. Consequently, the measuring error at the low frequency can be relatively reduced compare to the case of without diffuser.

### 1. 서론

축소 잔향실의 가장 큰 단점은 충분치 못한 실용적 때문에 저주파수 대역에서 측정오차가 상당히 크다. 그 이유는 음장이 실의 저차모드에 의해서 지배되기 때문에 확산음장 형성이 어렵기 때문에 공간 평균 음압을 측정하는데 상당한 오차가 발생하기 때문이다. 전보[1]에 이어 본 연구에서는 저주파수 차음측정에 있어서 음향모드의 영향을 파악하고자 수치 및 실험 연구들이 수행되었다. 수치해석은 경계요소법을 이용하였으며 실험 결과와 비교되었다.

### 2. 축소 잔향실의 저주파수 음장

#### 2.1 수치해석 및 계측

본 연구에서는 축소 잔향실의 음향 성능을 파악

하기 위하여, 소음원실과 수음실의 내부 음장을 경계요소법 상용 프로그램 (Sysnoise)로 예측하였다. 모델링에 있어서 상한 주파수는 200 Hz이고, 삼각형 요소 한변의 최대 크기는 상한 주파수 파장의 1/6로 정하였다. Fig. 1은 축소잔향실의 평면도를 보이고 있다. Fig. 1의 test frame에 설치된 시편은 두께 0.6 mm 인 강판이다. 그림에서 보는 것처럼 소음원실 벽면으로부터 10 cm 떨어진 곳에 음원 강도가 1인 점음원들을 각각 위치시켰다.

경계요소법으로 해석을 수행하려면 소음원실과 수음실의 각각의 내부음장과 시편의 진동을 연성시켜서 음향해석을 수행해야 하나, 해석의 편의상 소음원실과 수음실 내부의 음장을 각각 따로 해석을 하였다. 소음원실 내부의 음장을 해석 시, 시편은 무한 유연판(infinite and limp wall)으로 가정하여 시편의 임피던스,  $z \simeq j\omega m$ 으로 가정하였다.

\* 한국기계연구원 음향연구팀  
E-mail : kanghj@kimm.re.kr  
Tel : (042)868-7463, Fax : (042)868-7440

\*\* 전주대학교 기계공학과

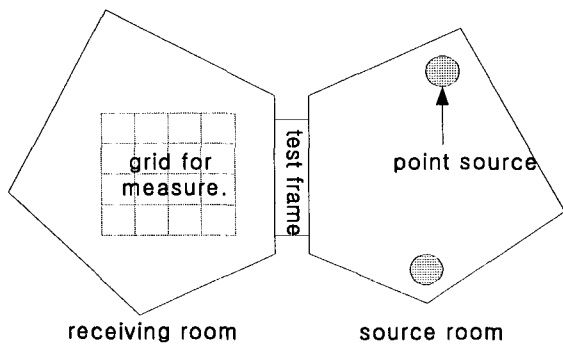


Fig. 1 Plan view of the scaled chambers.

해석과정은 먼저 소음원실 내부에 위치한 두개의 점음원에 의해 가진된 시편의 표면 속도를 구하고, 이를 수음실의 내부음장을 해석할 때의 시편 표면의 속도 경계조건으로 정하였다. 주파수는 70 Hz에서 220 Hz까지 10 Hz 간격으로 계산하였다.

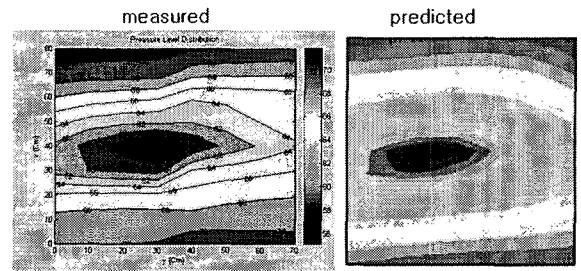
SYSNOISE에 의한 해석결과를 검증하기 위해서, 수음실의 시편표면으로부터 내부로 27 cm 떨어진 곳에서 80 cm 70 cm 격자를 위치시키고 바닥으로부터 높이가 40 cm와 80 cm 인 곳에서 내부 음장을 계측하였다.

Fig. 2는 높이가 40cm인 경우에 대한 예측 및 계측 결과를 비교하고 있다. Fig. 2에서 주파수는 1/3 옥타브밴드 중심주파수를 나타낸다. 전체적으로 160 Hz까지는 해석과 계측결과가 비슷한 경향을 나타내고 있다. 특히 잔향실의 크기가 작기 때문에 차음성능 계산시 중요한 주파수 밴드인 100 Hz 영역에서 세로방향으로 큰 축모드(axial mode)가 형성되고 있음을 계측 및 예측결과로부터 확인할 수 있다.

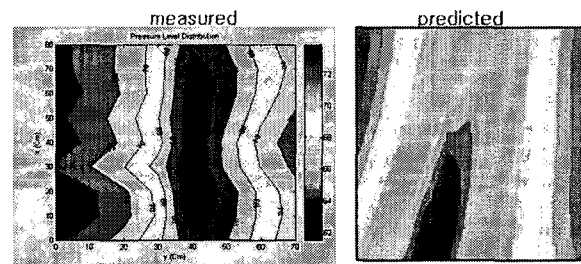
## 2.2 diffuser 효과

잔향실의 세로방향으로 생성된 축모드를 제거하기 위해서 Fig. 3에서 나타낸 것처럼 가로 방향으로 디퓨저(diffuser)를 삽입하였다. Fig. 3에 보인 해석 및 계측결과를 보면 결과 100 Hz에 생성된 모드는 제거할 수 있었다. 하지만, 125 Hz 주파수 밴드 이

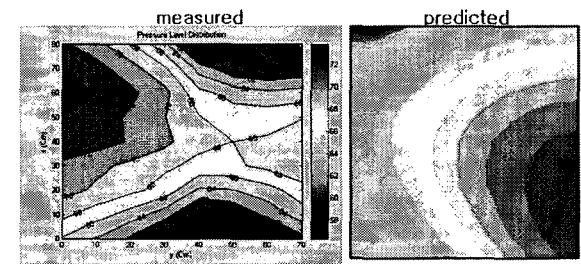
상의 모드에서는 큰 영향이 없음을 알 수 있었다.



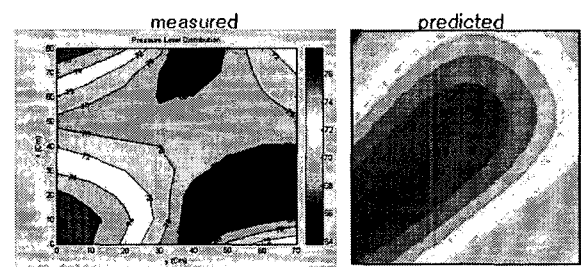
a) 100 Hz



b) 125 Hz



c) 160 Hz



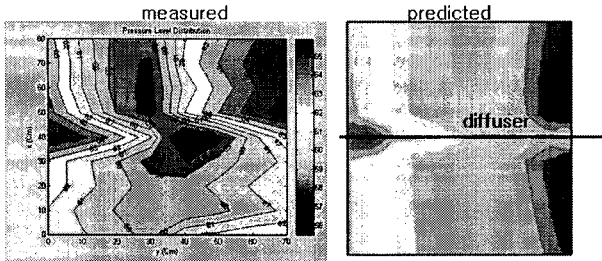
d) 200 Hz.

Fig. 2. Comparison between measured and predicted sound pressure levels at height 40 cm.

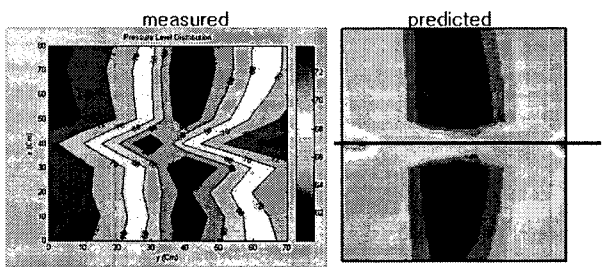
## 2.3 차음성능

디퓨저로 인한 실의 음장 변화가 차음성능에 미치는 영향을 보기 위하여 glass(6 mm)에 대한 차음성능을 Fig. 4에서 비교하였다. 비교결과를 보면

10 및 200 Hz 등에서 발생하는 peak 나 dip 들이 상당히 완화 되고 있음을 알 수 있다.



a) 100 Hz



b) 125 Hz

Fig. 3. Variation of sound pressure level with diffuser at height 40 cm.

서 더욱 심한 차이가 난다. 불균일 음압분포의 주 원인은 정재파 즉 실음장의 고유모드에 기인하게된다. 이러한 고유모드를 제거하기 위한 시도로서 디퓨저를 nodal line에 설치하는 효과를 보기 위하여 수치해석을 수행하였고 실험으로 검증하였다. 간단한 경우로서 세로방향에 디퓨저를 설치한 경우 10 Hz의 첫째 모드는 없앨 수 있었으나 다른 모드들에는 영향이 없었다.

### 후 기

본 논문은 과학기술부가 지원하는 특정연구개발사업 중 엔지니어링 핵심공통기반기술사업으로 지원되어 수행하였습니다.

### 참 고 문 헌

- (1) 강현주 등, 2005, "간이 잔향실의 음향성능", 추계학술 발표회 논문집, 한국소음진동공학회

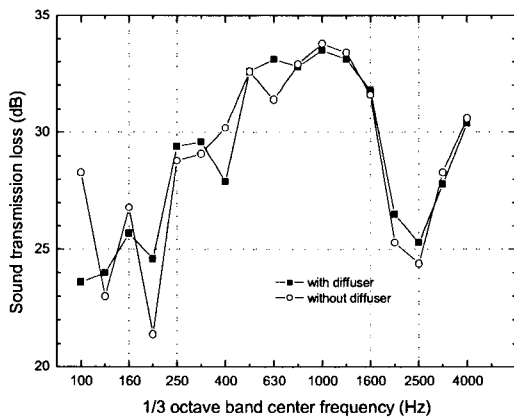


Fig. 4. Comparison between with and without diffuser in the scaled chambers.

### 3. 결 언

실내음장이 이상적인 확산음장이 아니기 때문에 측정 위치별로 음압의 차이가 존재하고 특히 저주파수 영역에