

# ISO Type 차음시험실의 음장튜닝 사례

## The Tuning of Reverberation Time in ISO Type Reverberation Room

김경호<sup>†</sup> · 한희갑<sup>\*</sup>  
**Kim Kyung Ho, Han Hee Kab**

**Key Words :** Standing wave(정재파), reverberation time(잔향시간), diffusing element(확산체), transmission loss(투과손실).

ABSTRACT

ISO 140-1 recommends installing diffusing elements in the room if there are large variations of the sound pressure level caused by strong standing wave. Also it requires that reverberation time should not be long or short. In accordance to this regulation, we adjusted the reverberation time in the range of 1 ~ 2 sec by using 4 types of diffusing elements. This paper demonstrates how to balance the reverberation time in the range of 1~2 sec by using several types of diffusing elements.

### 1. 서론

2004년 5월 당사 자재의 공인된 음향데이터를 제공하고 국제화, 보편화, 표준화에 맞춘 개발 연구를 추진하여 업계 기술 경쟁력을 확보하기 위해 5개의 잔향실로 구성된 (주)케이씨씨 음향시험동을 신축하였다.

시험동은 다음과 같이 구성되어 있다. 첫째, 공기전달음 음향투과손실과 바닥마감재료의 바닥충격음 저감성능을 측정할 수 있는 벽차음 시험실, 두번째, 달반자 천장재의 실간 공기 전달음 차단성능을 측정할 수 있는 천장차음 시험실, 마지막으로 흡음재의 흡음성능을 테스트하는 흡음시험실로 구성되어 있다.

이들 중 벽차음 시험실은 ISO Type의 직방체 잔향실로, ISO 140-1에서 권장하는 시험실 음장조건을 조성하기 위해 판진동형 흡음체를 제작하였다. 또한 각각의 흡음체에 대하여 서로 다른 주파수 대역에서의 흡음기능을 부여하기 위해 배후 공기층을 달리 하고 Glass Wool 심재를 삽입하였다.

본 연구에서는 이와 같은 확산체를 이용하여 ISO 규격에 부합되는 음장을 조정하는 과정과 그 효과에 대해서 기술하고자 한다.

### 2. 차음시험실의 개요

그림 1은 당사 연구소 차음시험실의 단면도이다. ISO 140-1에서 규정하는 음원실과 수음실의 용적은 각각 50.1 m<sup>3</sup>과 57.8 m<sup>3</sup>으로 10% 이상의 차이가 난다. 시료가 설치되는 면적은 10 m<sup>2</sup>이며 [3600(L)\*2770(H)\*600(W)] 규격의 개구부를 갖는다. 설치 가능한 시료의 두께는 600 mm로 국내최대규모이며 최대차음성능은 R<sub>w</sub>-80이다. 표 1은 시험실의 제원을 나타낸다.

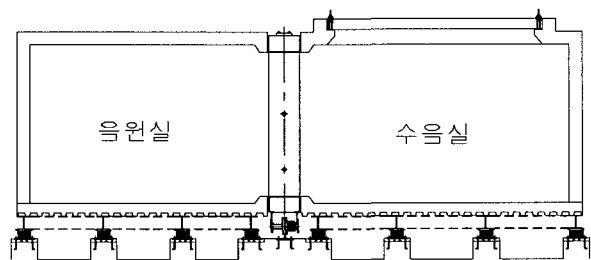


Fig. 1 Cross section of the reverberation room

Table 1. Size & Volume of the reverberation room

시험실	L(m)	W(m)	H(m)	V(m <sup>3</sup> )
음원실	3.60	4.57	3.05	50.1
수음실	3.60	5.05	3.05	57.8

<sup>†</sup> KCC 중앙연구소 건축음향연구실  
 E-mail : khkim92@kccworld.co.kr  
 Tel : (031) 288-3000, Fax : (031) 288-3015  
<sup>\*</sup> KCC 중앙연구소 건축음향연구실

### 3. 시험실의 잔향시간 조정

#### 3.1 실험실 측정 조건

ISO 140-1 에 의하면 측정실의 형태나 치수비율은 저주파 대역의 모드 중첩이 발생하지 않도록 하여야 하며 적어도 저주파 대역 모드가 가능한 균일하게 분포하도록 규정하고 있다. 따라서 실내에서 모드 중첩에 의해 음압레벨 측정에 문제가 있을 경우 실내에 확산체를 반드시 설치하여야 한다. 이때 중요한 것은 실의 잔향시간이 지나치게 길거나 짧아서는 안되며 다음과 같은 범위로 잔향시간을 조정해야 한다.

$$1 \leq t \leq 2(V/50)^{2/3}$$

여기에서  $t$ : 잔향시간(s)

$V$ : 실의 용적( $m^3$ )

#### 3.2 음장 조정 확산체 제작

그림 2는 실험실내 잔향시간을 ISO 140-1 규격에 부합하는 수준으로 조정하기 위해 제작한 4가지 종류의 확산체의 모습이다.

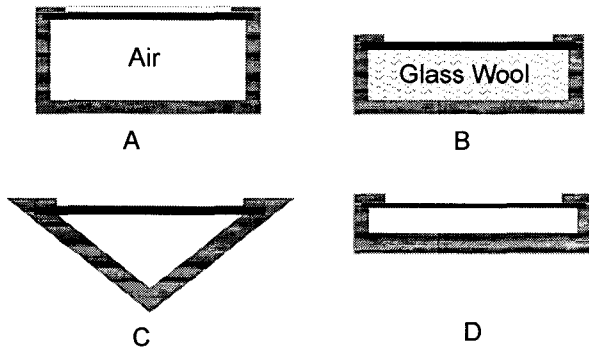


Fig. 2 Shape of diffusers

각각의 확산체는 저주파대역에서의 흡음을 위해 제작되었다. A 확산체는 높이 150 mm의 목재상자에 Fabric 으로 표면 처리된 plywood 로 덮였으며 흡음특성은 다음과 같이 100Hz 에서의 흡음률이 지배적이다.

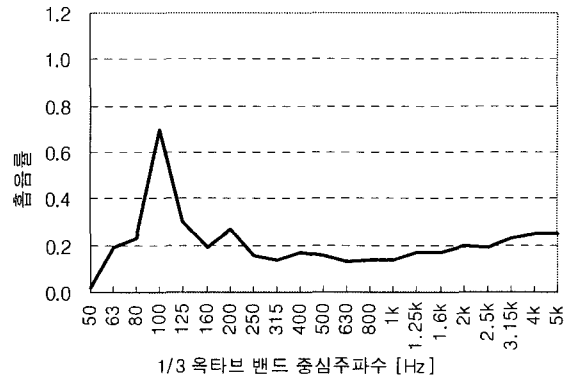


Fig. 3 Sound absorption of the 'A' type diffuser

B 확산체는 높이 100 mm 목재상자 안에 Glass Wool 64K 50T 를 삽입한 후 Fabric 으로 표면 처리된 plywood 로 덮였으며 흡음특성은 다음과 같다.

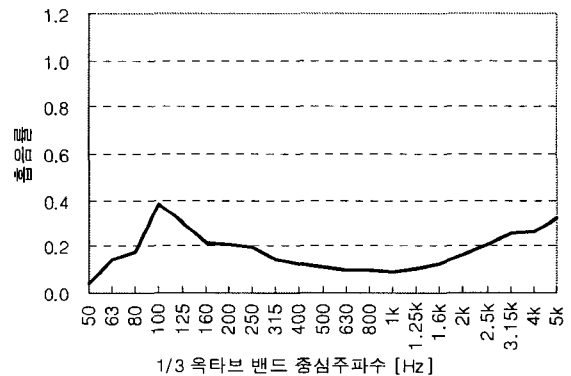


Fig. 4 Sound absorption of the 'B' type diffuser

C 확산체는 측정실의 모서리 부위에 설치하기 위해 삼각형 형태의 모양을 가지고 있으며 역시 Fabric 으로 표면 처리된 plywood 로 덮였으며 125Hz 에서의 흡음률이 우수한 확산체다.

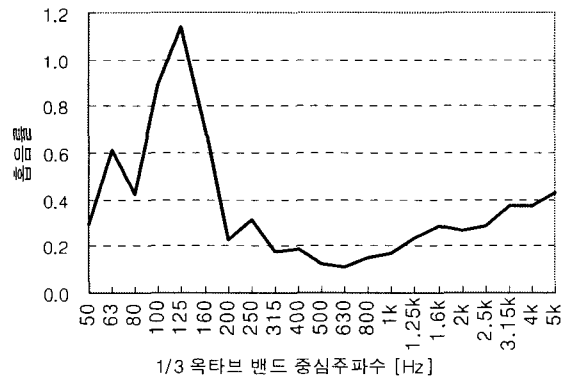


Fig. 5 Sound absorption of the 'C' type diffuser

D 확산체는 흡음력을 주파수 대역별로 미세하게 조절하기 위해 공기층을 다양하게 구분하여 제작하였으며 각각의 흡음특성은 다음과 같다.

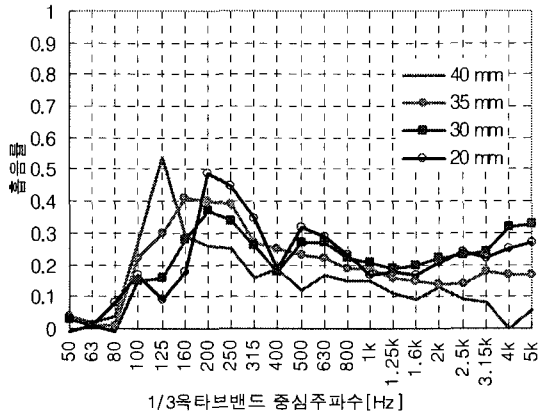


Fig. 5 Difference of sound absorption according to its air space

### 3.3 확산체 조합에 의한 잔향시간 조절

각각 다른 흡음특성을 가지고 있는 4 개 확산체의 위치와 개수를 변경하며 잔향시간을 조절했다.

그림 2 에 나타나 있는 확산체를 설치하기 전의 측정실의 잔향시간을 살펴보면 전 주파수대역에서 2 초 이상이며 특히 저주파 영역에서는 10 초 이상의 잔향시간이 측정되었다.

그림 6 은 확산체를 조합하여 잔향시간을 튜닝한 과정이다. D 확산체가 조합되지 않은 경우 잔향시간의 분포가 주파수별로 굴곡이 있으나 D 확산체의 공기층을 다양하게 조합해서 설치한 결과 주파수 대역별 잔향시간의 편차가 줄어든 것을 알 수 있다.

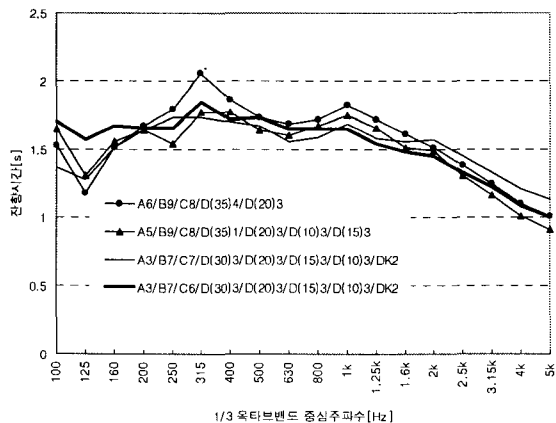


Fig. 6 Tuning process of reverberation time

그림 7 은 최종적으로 조합된 확산체를 배치한

모습이다. 모서리 부위에 C 확산체를 설치했으며 마주보는 벽면의 동일한 위치에 확산체를 설치하지 않아 음의 중첩이 발생하지 않게 했다.

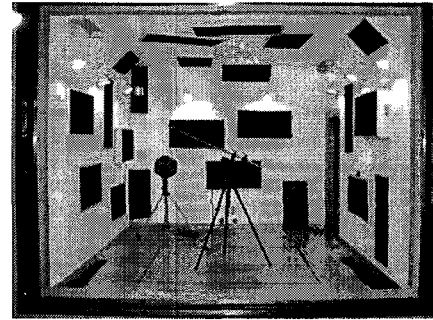


Fig. 7 Appearance of the reverberation room

그림 8 은 확산체를 설치하기 전과 설치한 후의 잔향시간을 비교한 결과로 확산체 설치한 후 잔향시간이 100Hz 에서 5000Hz 까지 1 ~ 2 초 사이로 평탄하게 수렴하여 ISO 140-1 에서 규정하는 음장 조건을 만족하였다.

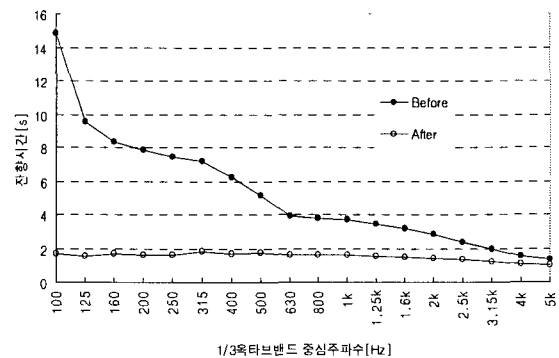


Fig. 8 Tuned result of RT by 4 kinds of diffuser

## 4. 차음성능 측정 사례

### 4.1 석고보드 단판의 차음성능 측정

확산체 설치효과를 분석하기 위해 동일한 시편으로 설치 전과 설치 후에 차음시험을 실시해 보았다. 시험에 사용된 시료는 15 mm 석고보드 단판이며 설치면적은 10 m<sup>2</sup>이다.

그림 9 에서 볼 때 확산체를 설치하기 전에는 저주파에서의 음의 중첩에 의해 투과손실이 높게 측정되었으나 확산체 설치로 인해 이러한 현상이 없어지고 질량법칙(mass law) 곡선에 수렴하는 결과가 나타났다. 또한 가중음향감쇠계수(R<sub>w</sub>) 값도 1 정도 감소하였다.

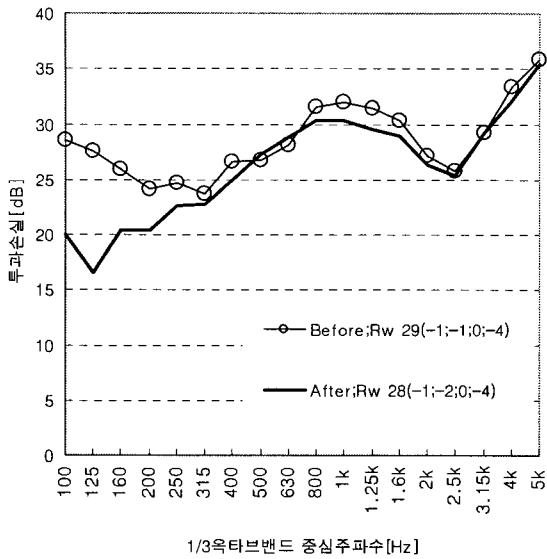


Fig. 9 The measurement result of transmission loss before and after installation of diffusers

#### 4.2 고차음 벽체의 차음성능 측정

그림 10 은 차음성능이 좀 더 우수한 고차음벽체를 가지고 확산체 설치효과를 알아보기 위해 확산체 설치 전/후에 실시한 차음성능 측정 결과이다. 그림 9 와 마찬가지로 확산체 설치로 인해 구조체의 차음성능 결과값이  $R_w$  1 만큼 감소했다.

확산체 설치하기 전의 시험결과에서는 125Hz 에서 투과손실값이 높게 측정되었으나 확산체로 인해 이러한 현상이 사라졌으며 전체적으로 원활한 측정이 이루어 집을 알 수 있다.

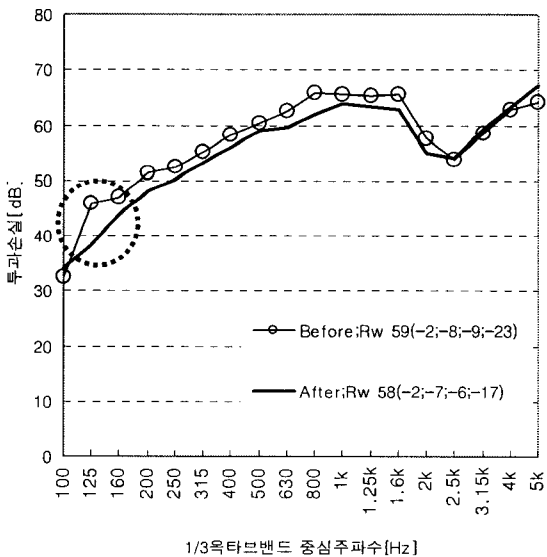


Fig. 10 The measurement result of transmission loss before and after installation of diffusers

## 5. 결론

지금까지 내용을 바탕으로 한 본 연구의 결론은 다음과 같다.

- 1) 4 가지 종류의 확산체를 다양한 방법으로 조합하여 측정실에 설치한 결과 100Hz~5000Hz 대역의 잔향시간이 1~2 초 사이에 분포하여 ISO 140-1 에서 규정하고 있는 잔향실의 음장조건을 만족하였다.
- 2) 확산체를 설치하기 전에 음의 중첩에 의해 저주파영역에서 투과손실 값이 높게 측정되던 현상이 확산체 설치로 인해 개선되었다.

## 후기

본 연구에 협조해 주신 ㈜사차원엔지니어링 관계자 여러분께 감사드립니다.

## 참고문헌

- (1) Satoshi Sugie, 2004, ‘小林理學研究所の音響實驗施設’, 騒音制御, Vol.28, No.3 pp.167-172
- (2) Hidetoshi Tsurita, 2004, ‘니찌아스 音響實驗施設, 騒音制御, Vol.28, No.3 pp.177-179
- (3) ISO 140-1, 1997, "Measurement of sound insulation in buildings and of building elements".
- (4) KS F 2860, 2001, “건물 및 건물부재의 차음성능 측정방법-건물부재의 차음성능 표준 측정실 조건”.
- (5) 한희갑, 김정호, 2005, “ISO 음향시험동 설치사례” 한국소음진동공학회 춘계학술대회