

## In-situ 흡음계수 측정기법

### Measurement technique of the sound absorption coefficient in situ

권휴상† · 박성철\*

Hyu-Sang Kwon, Seong-Chol Park

#### 1. 서 론

최근 생활 속에서의 소음저감과 실내음향개선을 위하여 방음벽 설치 및 강당, 음악홀 등의 흡음재 사용이 증가하고 있다. 흡음재의 성능평가에 있어 흡음율(Absorption Coefficient)은 가장 중요하고 기본적인 특성값으로 그 정확성이 필요하다. 흡음율은 음의 흡수되는 정도를 일컫는 말로 음파가 물체로 인하여 반사될 때, 입사 에너지에서 반사 에너지를 뺀 것과 입사 에너지의 비, 즉 1에서 반사율을 뺀 값이며 흡음계수라고도 불리워진다. 흡음율은 대상이 되는 물질에 입사 되는 각도에 따라 다르나 수직입사인 경우에 가장 높은 값을 갖게 되므로 이를 흡음 설계시의 극한값으로 이용한다. 일반적으로 흡음율 측정은 관내법, 잔향실법 그리고 반사법이 있다. 관내법은 간단한 장치로 흡음율을 측정할수 있지만 수직으로 입사되는 음의 흡음률만 측정되는 단점이 있다<sup>(1)</sup>. 잔향실법은 연구자들이 많이 사용하는 방법이지만 설비가 어렵고 규격에 맞는 시편제작과 실험실까지 이동해야한다. 반사법은 측정대상에서 반사되어 오는 임펄스 신호 해석으로 흡음율을 구하는 방법이다. 국외 다수의 연구자들이 흡/반사율을 현장조건에 맞게 측정하기 위하여 반사법을 사용하고 응용해 왔다. 또한 최근에는 경사 입사 (Oblique Incidence)인 경우에 마이크로폰 어레이를 이용하여 입사각도별 흡음율 측정하는 방법들이 소개되고 있다. 하지만 국내에서의 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 본 연구에서는 현장조건에서 짧은 시간 안에 간단히 측정할 수 있는 In-situ 현장 측정기술과 측정시스템을 개발하고 보급하고자한다. 이를 위하여 시간영역에서 직접 도달음과 반사음을 분리하는 신호처리 기법을 확립하고 개선하기 위한 방법론을 제안한다. 그리고 시뮬레이션과 실험을 통하여 측정시스템을 구축하고 규격 시험법과의 비교 및 검증을 통하여 실제 적용 가능성을 확인한다.

#### 2. 반사법(Reflection method)의 원리

반사법은 Fig 1.(a)와 같이 측정대상의 경계면 위에 스피커와 마이크로폰을 위치시키고 음압의 임펄스 응답을 측정하여 신호를 확인하면 일반적으로 Fig 1.(b)와 같이 직접 도달음, 경계면 반사음과 다른 요소에 의한 반사음들이 존재한다<sup>(2)</sup>. 직접 도달음과 반사음은 시간적 지연을 가지고 나타나는데 이는 공간적 전파경로 차에 의한 것으로 이 두 신호의 비로써 반사계수가 결정되며 이 값으로부터 흡음계수가 결정된다.

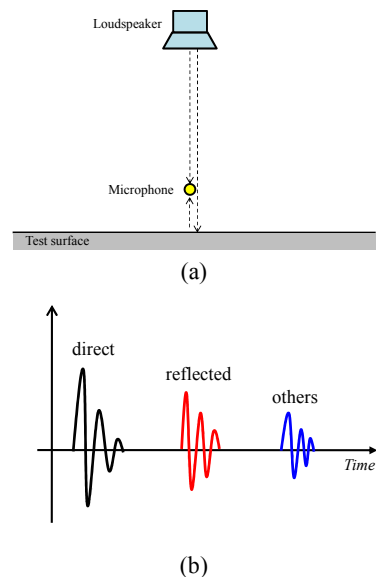


Fig 1. (a) 반사법의 원리, (b) 임펄스응답 구성

직접 도달음과 반사음의 분리는 필수적이다. Fig 2.와 같이 시간 영역에서의 시간 지연을 이용한 신호의 선택적 분리와 처리는 대표적으로 사용되는 기본적인 개념이다. 이와 같은 시간신호 분리 방법은 그 처리방법이 개념적으로 단순하며 직관적이기 때문에 적용에 어려움이 없으며 기본적으로 다루어진 처리방법이다. 그런데 이 방법의 적용에서 신호사이의 시간지연이 크지 않은 경우에는 두 신호가 중첩이 되며 이는 결국 신호의 온전한 분리와 복구가 어렵다는 사실을 의미한다. 이를 효과적으로 해결하기 위한 처리방법 개발과 도입이 필요하다.

† 교신저자: 정희원, 한국표준과학연구원  
E-mail : hyusang@kriss.re.kr  
Tel : (042) 868-5057, Fax : (042) 868-5643

\* 경북대학교 기계공학과 대학원

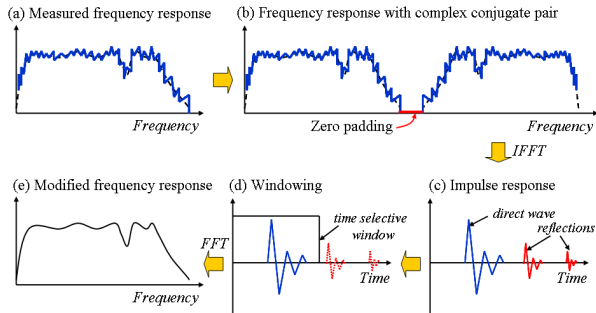
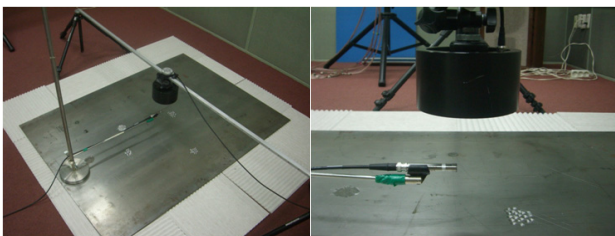


Fig 2. 신호의 선택적 분리와 처리과정

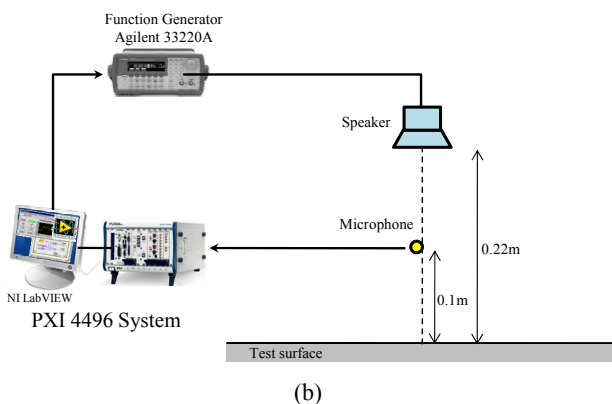
### 3. 실험 및 결과

실험에서 측정대상으로 사용된 것은 탄소강판(SK5)으로 크기는 가로 1400mm, 세로 1000mm, 두께 4mm이다. 송신자는 자체 제작한 스피커이며, 수신자인 마이크로폰은 GRAS type 46AE를 사용하였다.

Fig 3.(a)와 같이 실험실 바닥에 탄소강판을 놔두고 그 위로 스피커와 마이크로폰을 수직으로 설치하였다. 스피커와 경계면까지의 거리는 0.22m이며 마이크로폰과 경계면까지의 거리는 0.1m이다. 랩뷰로 프로그래밍하여 송신자는 GPIB 통신을 이용하여 함수발생기로 sine sweep을 주는 동시에 수신자의 측정신호는 NI-PXI 시스템으로 수집하였다. sine sweep은 10Hz에서 12kHz이며, 주파수 간격은 10Hz이다.

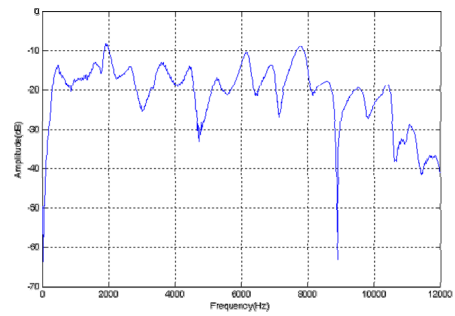


(a)

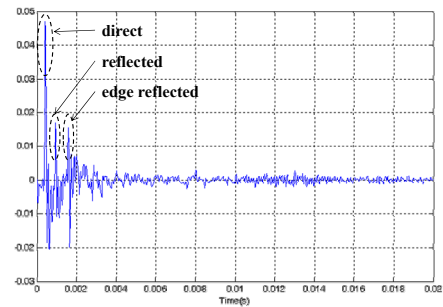


(b)

Fig 3. (a) 실험에 사용된 송, 수신자 및 측정대상 사진  
(b) 실험장치 개략도



(a)



(b)

Fig 4. 결과 (a) 주파수 응답, (b) 임펄스 응답 신호

주파수 응답 신호를 측정된 결과(Fig 4.(a))를 역 Fourier 변환하여 임펄스 응답 신호(Fig 4.(b))를 구하였다. 결과에서 알 수 있듯이 직접 도달음과 반사음이 구분되는 것을 확인하였고 측정신호를 다양한 신호처리 기법을 이용하여 흡음율을 확인할 수 있었다.

### 4. 결론

본 연구에서 흡음율을 구하기 위하여 반사법을 이용한 연구를 수행하였다. 현장용 측정 장치 및 프로그램 개발 연구를 하였고 실험을 통하여 직접 도달음과 반사음이 구분되는 것을 확인하였으며 이로부터 현장조건에서 짧은 시간에 흡음율을 측정할 수 있는 In-situ 현장측정기술 개발의 가능성을 확인하였다. 더 정확한 흡음율 측정을 위하여 신호처리 기법과 다양한 현장조건에서의 실험이 계속해서 수행되어야 할 것이다.

### 참고 문헌

- (1) 강대준, 이재원, 구진회, 박형규., 2007, "시험방법에 따른 흡음률 비교", 한국소음진동공학회는문집. Vol. 17, No. 5, pp. 373~378.
- (2) E. Mommertz., 1995, "Angle-Dependent In-situ Measurements of Reflection Coefficients Using a Subtraction Technique", Applied Acoustics. Vol. 46, pp. 251~263.