

중,고주파 영역에서의 투과손실 측정관 개발

The Development of Transmission Loss Measurement Tube in Mid, High Frequency Range

류윤선† · 김윤석*
Yunseon Ryu(Yoo), Yoon Seok Kim

1. 서 론

일반적으로 차음재의 투과손실을 측정하기 위해서, ASTM (American Society for Testing and Materials)에서 규정하는 바와 같이 투과손실 측정관을 사용하게 된다. 이 측정에서는 관의 크기에 따라서 측정 유효 주파수가 결정되게 되는데, ASTM에서 요구하는 측정 주파수대역을 만족시키기 위해서는 직경 100mm 튜브를 사용하고 있다.

본 논문에서는 일반적인 규정에서 벗어나, 특별히 중, 고주파수 영역에서의 투과손실을 측정하기 위한 측정관의 개발에 대해서 언급하고, 측정관 개발에 필요한 검증 실험과 그 결과에 대해서 논한다.

측정관은 ASTM에서 추천하는 방법으로 제작되었으며, 4개의 마이크로폰을 사용하는 방법을 따른다.

여기서, 소음기의 투과/전달 손실 계수는 다음의 식 2와 같이 무차원화하여 표시할 수 있다.

$$TL(\omega) = 20 \log|\alpha(\omega)| \quad (2)$$

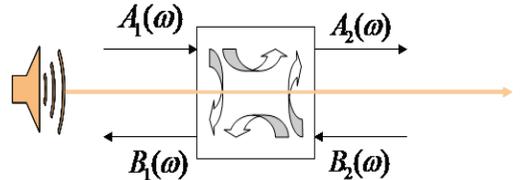


Fig. 1 Systemic Sketch of Incident & Reflecting Waves

2. 이론 및 실험

2.1 투과손실 측정

진행파와 반사파를 각각, $A_1(\omega), B_1(\omega)$ 라 하면, 차음재를 통과한 이후의 진행파와 반사파를 각각 $A_2(\omega), B_2(\omega)$ 라 할 수 있다. 이들 사이의 관계는 다음의 식 1로 표현된다.

$$\begin{Bmatrix} A_1(\omega) \\ B_1(\omega) \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha(\omega) & \beta(\omega) \\ \gamma(\omega) & \delta(\omega) \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} A_2(\omega) \\ B_2(\omega) \end{Bmatrix} \quad (1)$$

실제, 네개의 측정점에서 구한 각각의 전달함수를 이용하여 최종적으로 투과손실 계수를 구할 수 있다.

$$\alpha(\omega) = \frac{\{A_{1o}(\omega)P_{1o}^*(\omega)\}\{B_{2c}(\omega)P_{1c}^*(\omega)\} - \{A_{1c}(\omega)P_{1o}^*(\omega)\}\{B_{2o}(\omega)P_{1c}^*(\omega)\}}{\{A_{2o}(\omega)P_{1o}^*(\omega)\}\{B_{2c}(\omega)P_{1c}^*(\omega)\} - \{A_{2c}(\omega)P_{1c}^*(\omega)\}\{B_{2o}(\omega)P_{1o}^*(\omega)\}}$$

† 정회원, Bruel & Kjaer

E-mail : ysryu@bksv.com

Tel : 010 4164 0596 , Fax :

* Bruel & Kjaer Korea

2.2 측정 및 분석

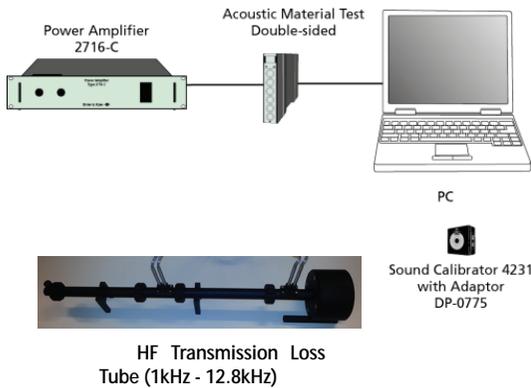


Fig. 2 System Configuration of Measurement

투과손실 측정관은 1/3 옥타브의 중심주파수 1kHz와 12.8kHz 사이 투과손실을 측정할 수 있도록 설계되었으며, 내부 직경은 15밀리미터, 길이는 약 500밀리미터이다.

	흡음률	투과손실
상한주파수		12.8 kHz
내부직경		15.0 mm
음원 ⇄ Mic.1		50.0 mm
Mic.1 ⇄ Mic.2		11.9 mm
Mic.2 ⇄ 시료표면		30.0 mm (230.0 - d) mm
시료표면 ⇄ Mic.3		N/A (30.0 + d) mm
Mic.3 ⇄ Mic.4		N/A 11.9 mm

측정관 한쪽 끝에는 스피커가 설치되어 있어 음향에너지를 방사하고, 속에는 4개의 근접 마이크로폰을 측정 재료의 양면에 각각 2개씩 설치하여 진행파와 반사파, 투과파 등을 구분할 수 있도록 하였다. 음향에너지 방사를 위한 앰플리파이어가 외부에 연결되어 있고, 마이크로폰 신호를 분석기에 연결하여 투과손실을 직접 산출한다. (Fig. 2)

위와 같은 시스템을 이용하면, 투과손실 이외에, 흡음률, 반사율과 음향 임피던스, 음향 어드미턴스 등도 동시에 산출할 수 있다.

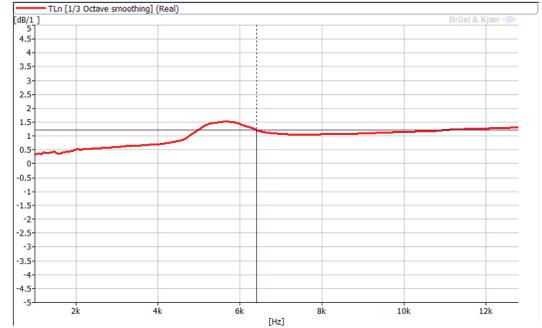


Fig. 3 Normal Incidence Transmission Loss

Fig. 3은 전형적인 투과손실 측정 결과를 나타내고 있고, 5kHz 부근에는 측정관 자체의 고유 특성에 의한 영향이 나타나고 있다. 이에 대해서는 더 심도있는 연구가 필요하다.

3. 결 론

ASTM에 의한 투과손실 측정관을 개발하였다. 측정 범위를 중, 고주파수로 확대하기 위해서 관의 직경을 줄이고, 마이크로폰의 간격을 더욱 좁게하는 특별한 디자인이 요구되었다

검증 결과, 측정관 자체의 고유 특성을 상세하는 연구가 더 필요한 것으로 생각된다.

이를 고려하여, 측정관은 측정범위, 1kHz에서 112.8kHz 사이의 투과손실을 비롯하여, 흡음률, 반사율 등에 유용하게 사용되리라 기대된다.

참고문헌

1. ASTM E 2611-09, Standard Test Method for Measurement of Normal Incidence Sound Transmission of Acoustic Materials Based on the Transfer Matrix Method, 2009