

# 전달함수법을 이용한 조합형 상단장치의 성능평가에 관한 연구

## A study on the performance evaluation of hybrid type noise reducing device by using transfer function

윤제원† · 김영찬\* · 장강석\* · 홍병국\*

Je-Won Yoon, Young-Chan Kim and Kang-Seok Jang and Byung-Kook Hong

### 1. 서 론

본 연구의 목적은 비교적 간편한 방법으로 전달 함수법을 이용하여 방음벽 상단장치에 대한 성능평가를 수행하기 위함이다. 이를 위해 상단장치를 제작하고 임피던스관을 이용하여 타공판 및 흡음재의 설치에 따른 투과손실 측정을 수행하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 측정방법

##### (1)투과손실 측정이론

임피던스관을 이용한 투과손실은 전달함수법으로 측정할 수 있는데, 끝단이 무반사단인 경우 상단장치 전후단의 전달함수 및 음압레벨로부터 아래의 식을 이용해 계산할 수 있다. 식에서  $k$ 는 음의 파수,  $s$ 는 마이크로폰 사이의 거리,  $c$ 는 음속,  $H_{12}$  및  $H_{34}$ 는 두 마이크로폰 사이의 전달함수,  $H_t$ 는 전후단의 자기스펙트럼,  $A_{12}$  및  $A_{34}$ 는 단면적을 의미한다.

$$TL = 20 \log_{10} \frac{H_r - H_{12}}{H_r - H_{34}} - 20 \log |H_t| + 10 \log \left( \frac{A_{12}}{A_{34}} \right) \quad (1)$$

$$H_r = e^{jks}, \quad k = 2\pi f/c, \quad H_t = |S_d/S_u|^{1/2} \quad (2)$$

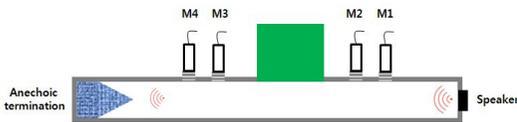


Fig.1 Test apparatus for transmission loss test by using impedance tube

† 윤제원; 정회원, 유니슨테크놀로지(주)  
E-mail : jwyoona@unisontg.com  
Tel : 041-577-3457, Fax : 041-577-3458

\* 유니슨테크놀로지(주)

##### (2)투과손실 측정방법

상단장치의 성능평가를 위해 임피던스관을 이용한 전달함수법으로 투과손실을 측정하였다. 실험에 사용한 임피던스관은 내경이 0.1×01m인 직사각형 형상으로 제작되었으며, 임피던스관의 차단주파수는 1.71kHz이다. 마이크로폰은 총 4개를 동시에 운영하였고, 상단장치 전후단에서의 전달함수 및 자기스펙트럼을 각각 측정한 후 투과손실을 계산하였다. 그리고, 상단장치는  ${}^W350 \times {}^H500 \times {}^L100$ mm 크기를 갖는 직사각형 모양으로 제작하였으며, 길이(L)만 작을 뿐 나머지 크기와 내부형상은 실제와 동일하게 제작하였다. 실험은 아래의 표에서 보는 바와 같이 수행되되, 우선 개방경로의 길이에 따른 상쇄간섭 주파수의 특성이 잘 나타나는지 측정하였다. 그리고, 상단장치 개구부에 서로 다른 공극율을 갖는 타공판 및 흡음재를 설치한 후 투과손실 변화를 분석하였다.

Table 1 Dimension and target frequency

Dimension [mm]	Target frequency [Hz]
	$f = n \frac{C}{4L}$ $n=1, 3, 5, \dots$
	$L=170\text{mm}(f=500, 1.5k)$
	$L=340\text{mm}(f=250, 750, 1.25k)$
	$L=820\text{mm}(f=105, 315, 525, 735)$

Table 2 Case of experiment

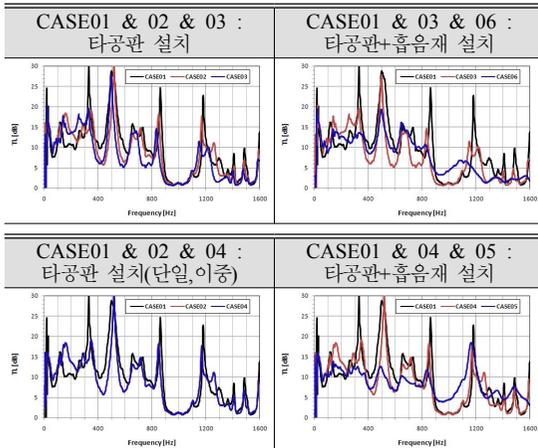
CASE	CASE01	CASE02	CASE03	CASE04	CASE05
Shape					
CASE	CASE06	Internal structure of noise reducing device			
Shape		CASE02 : porosity of perforated plate 5% CASE03 : porosity 10% CASE04 : porosity 5%+10% CASE05 : 5%+PE(24K,50T)+10% CASE06 : 10%+A.G(50T)+PE(50T)			

## 2.2 측정결과

상단장치의 투과손실 측정결과를 아래의 표에 나타내었다. 측정결과 Table 1에 기록된 이론적으로 계산한 상쇄간섭주파수에서 피크성분을 갖는 것으로 측정되어 이론치와 비교적 잘 일치하는 것으로 나타났다. 그리고, 1kHz 부근에서 투과손실이 현저히 저하되고 있는 것으로 분석되었는데 이것은 상단장치 내부의 간섭경로 길이에 대한 보강간섭주파수가 모두 1kHz를 포함하고 있기 때문이며, 따라서 1kHz 부근에서의 투과손실을 향상시키기 위한 내부구조의 변경이 필요할 것으로 예상된다.

그리고, 상단장치 전면에 타공판을 설치하는 경우(CASE02 & CASE03) 그렇지 않은 경우(CASE01)에 비해 피크발생 주파수의 변동은 거의 없는 반면, 피크레벨은 타공판의 공극율이 증가함에 따라 다소 무더지는 경향이 있는 것으로 분석되었다. 그리고, 상단장치 내부에 흡음재를 설치하는 경우(CASE06) 피크발생 주파수의 변동은 거의 없는 반면, 피크레벨은 많이 무더지는 경향이 있으며 중고주파 부분에서 투과손실이 다소간 증가하는 것으로 분석되었다. 그리고, 상단장치 내부에 이중타공판을 설치하는 경우(CASE04) 단일타공판을 설치하는 경우(CASE02)와 비교 시 투과손실의 차이가 없는 것으로 분석되었다. 마지막으로 이중타공판 내부에 흡음재를 설치하는 경우(CASE05) 그렇지 않은 경우(CASE01 & CASE04)에 비해 피크레벨은 많이 무더지는 경향이 있으나 중고주파 부분에서 투과손실이 다소간 증가하는 것으로 분석되었다.

**Table 3 Measurement results**

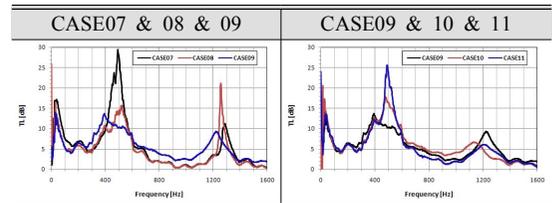


추가적으로 간섭장치 내부에 흡음재를 설치하는 경우에 대해 실험을 수행하였다. 단, 상단장치 내부 경로 중 L=170mm 부분만을 개방하여 실험하였으며, 이 경우 상쇄간섭주파수는 500Hz에 해당한다. 실험결과 타공판 및 흡음재를 설치하면 피크레벨은 다소간 무더지며, 흡음재의 설치위치에 따라 투과손실의 레벨이 다소간 변하므로 최적위치에 흡음재를 배치하는 연구가 추가로 필요할 것으로 판단된다.

**Table 4 Case of experiment**

CASE	CASE07	CASE08	CASE09	CASE10	CASE11
Shape					

**Table 5 Measurement results**



## 3. 결 론

임피던스관을 이용하여 비교적 간단한 방법으로 상단장치에 대한 성능평가를 위해 상단장치를 제작하고 타공판 및 흡음재의 설치에 따른 투과손실 측정을 수행하였다. 실험결과 이론적인 상쇄간섭주파수와 유사한 특성을 갖는 것으로 분석되었으며, 타공판 및 흡음재 설치 시 그렇지 않은 경우에 비해 피크주파수는 유사한 반면 피크레벨은 다소간 무더지는 경향을 나타내었다. 향후에는 무향실 및 옥외 시설에서 상단장치에 대한 성능평가를 수행하여 얻어지는 삽입손실과 임피던스관을 이용하여 얻어지는 투과손실에 대한 상관관계를 분석할 예정이다.

## 후 기

본 연구는 한국건설기술평가원에서 발주한 400 km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발 과제 중 ‘고속철도 400km/h 운행을 위한 환경소음저감 핵심기술개발연구(2차년도)’에 의해 수행되었습니다.