

전달경로해석법에 의한 진동하는 판넬의 방사 소음 예측 Prediction Of Vibrating Panel's Radiating Noise By Transfer Path Analysis

오재응† · 이선훈‡ · 정운창* · 김진수* · 이유엽**
Jae-Eung Oh, Sun-Hun Lee, Un-Chang Jeong, Jin-Su Kim, You-Yup Lee

Key Words : Transfer Path Analysis(전달경로해석법), Radiating Noise(방사 소음), Prediction(예측)

ABSTRACT

Transfer Path Analysis is technique predicting transmitted energy through each path. Using the Transfer Path Analysis, structure-borne noise and air-borne noise can be predicted from the system. In this study, however, the Transfer Path Analysis to target only the structure-borne noise due to the noise radiated from the vibrating panel was performed. Predicted noise by the Transfer Path Analysis and measured noise by the experiment were a high correlation. We confirmed the validity of the Transfer Path Analysis through the analysis of these results, showed how to apply the Transfer Path Analysis.

기 호 설 명

P_{total} : 계산된 방사 소음

$\left[\frac{P_{11}}{F_1} \right]$: 가진원 1의 위치에서 n까지의

Noise Transfer Function

$\left[\frac{\ddot{X}_{n1}}{F_1} \right]^{-1}$: 가진원 1의 위치에서 n까지의 Inverse

Inertance

$\left[\ddot{X}_n \right]_{oper}$: n 위치에서의 구동 중 측정된 가속도

1. 서 론

구조물에서의 방사되는 소음은 현대인들에게 불쾌감 및 불안감을 조성한다. 자동차, 전자 제품 등의 복잡한 구조물이 과거의 소음보다 훨씬 많이 개선되었지만, 여전히 들려오는 소음은 아직도 개선해야

하는 문제점을 가지고 있다. 진동하는 구조물로부터의 방사 소음을 줄이기 위하여 전달경로 변경하는 경우가 많다. 전달 특성이 변경된 구조물의 방사 소음을 예측하기 위해 사용되는 방법 중 하나로 전달경로해석법이 있다. 전달경로해석법을 통해 계산된 소음이 실제 측정된 소음과의 상관관계가 높다면, 전달특성이나 가진원 변경에 따른 소음 예측 변화를 파악하기 쉽다.

따라서 본 연구에서는 진동하는 판넬의 방사 소음을 예측하기 위해 전달경로해석법을 사용하였다. 전달경로해석법에 의해 계산된 소음과 마이크로폰으로 측정된 소음을 비교하여 계산 결과의 타당성을 검증하였고, 이를 통해 구조물에 전달경로해석법을 적용하는 방법을 확인하였다.

2. 전달경로해석법에 의한 진동하는 판넬의 방사 소음 예측

2.1 실험 장치 및 방법

판넬의 재질은 일반적인 철(Steel)이며, 가장자리는 두꺼운 아크릴과 볼트, 너트 등으로 고정된 밀폐계로 구성하였다. 전달경로해석법에 의한 진동하는

† 교신저자; 한양대학교 기계공학과
E-mail : jeoh@hanyang.ac.kr

Tel : 02-2220-0452, Fax : 02-2299-3153

‡ 발표자; 한양대학교 융합기계공학과

* 한양대학교 융합기계공학과

** 호원대학교 기계공학과

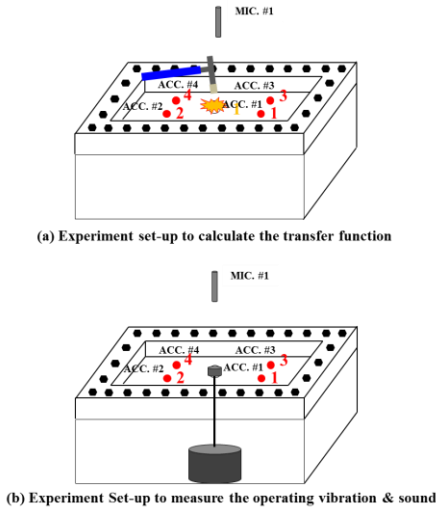


Figure 1. Experiment Set-up

판넬의 방사 소음 계산을 위하여 NTF(Noise Transfer Function), Inertance 등의 전달함수가 필요하다. 이를 측정하기 위하여 주위 잡음에 영향을 받지 않는 무향실에서 실험을 수행하였으며, 장치 및 방법은 아래의 Figure 1(a).과 같고 가진 방법은 Impact hammer를 이용하였다. 또한, 구동 중의 진동과 소음을 측정하기 위한 장치 및 방법은 Figure 1(b).와 같고 가진 방법은 Shaker를 이용하였다.

2.2 측정 데이터를 이용한 방사 소음 예측

실험으로부터 측정된 데이터를 이용하여 진동하는 판넬의 방사 소음을 예측하기 위해 행렬을 이용한 계산 과정이 필요하다. 계산된 행렬은 아래의 식(1)과 같다.

$$P_{total} = \begin{bmatrix} \frac{P_{11}}{F_1} \\ \frac{P_{21}}{F_1} \\ \frac{P_{31}}{F_1} \\ \frac{P_{41}}{F_1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{X}_{11} \\ \ddot{X}_{21} \\ \ddot{X}_{31} \\ \ddot{X}_{41} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \ddot{X}_1 \\ \ddot{X}_2 \\ \ddot{X}_3 \\ \ddot{X}_4 \end{bmatrix}_{oper} \quad (1)$$

식(1)과 같이 Inertance 행렬을 역행렬을 취한 후 구동 중에 측정된 가속도를 곱하는 이유는 구조물에 입력되는 가진력 특성을 정확하게 측정할 수 없을 때 가진력을 추정할 수 있는 방법이기 때문이다. 그러나 식(1)의 Inertance 행렬을 Inverse 시키기

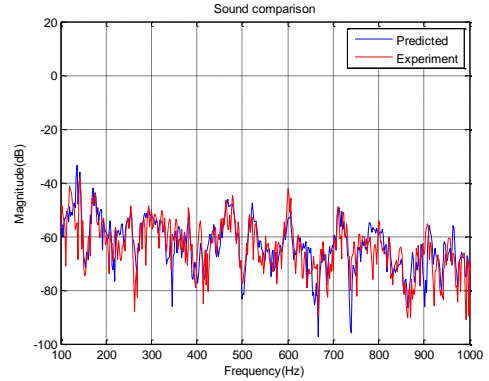


Figure 2. Sound Comparison

데에 일반적인 역행렬 방법이 적용되지 않아, Pseudo-Inverse를 이용하여 역행렬 형태로 취하였다. 식(1)을 통해 예측된 판넬에서의 방사 소음과 Figure 1(b).에서 측정된 소음의 비교 결과는 Figure 2.와 같다. 이 때 단순한 물리적 특성 파악만을 목적으로 하였기에 A-Weighting과 같은 청감 보정회로는 적용하지 않고 크기만을 확인하기 위한 dB scale을 적용하였다. Figure 2.의 결과를 보면 전달경로해석법에 의해 구해진 소음과 실험을 통해 측정된 소음이 높은 상관성을 나타내므로, 전달경로 해석법을 통해 예측한 소음 결과가 타당한 것을 알 수 있다.

3. 결 론

본 연구를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

- (1) 전달경로해석법에 의해 예측된 소음과 실험을 통해 측정된 소음의 결과가 높은 상관성을 나타냄을 확인하였다.
- (2) 예측된 소음이 높은 상관성을 나타내므로 전달경로해석법의 타당성을 확인하여, 구조물에 전달경로해석법을 적용하는 방법을 확인하였다.