

# 주행 모드에 따른 차체 전달함수 측정을 통한 로드노이즈 예측

## Road Noise Estimation Transfer Function According to the Driving Condition.

박상길\* · 강귀현\* · 황성욱\*\* · 노국희\*\* · 오재웅†

Sang-Gil Park, Kwi-Hyun Kang, Sung-Wook Hwang, Kuk-Hee Rho, Jae-Eung Oh

### 1. 서론

차량 주행시 발생하는 소음은 구동계와 제동계 등 부품만큼이나 다양한 발생 원인이 있다. 이러한 소음원의 규명은 차량 개발에 있어서 중요한 연구 단계이며, 많은 연구자에 의해 차량 소음의 전달경로 해석이 이루어져 왔다.

엔진이나 동력 전달 장치, 그리고 현가 장치 등은 부시나 마운트의 부품으로 차체에 연결되어 있다. 각 부품의 진동 특성이 차체의 패널을 가진하여 저주파영역의 실내 소음에 영향을 미치게 된다. 지금까지는 차실에 발생하는 구조 기인 소음의 특성을 파악하기 위해 일반적으로 임팩트 가진을 통한 구조-음향 전달함수를 측정하였다. 하지만, 실제 측정되는 실내 음압은 주행중의 차체 전달함수의 특성이 적용된 것으로 정지 상태의 전달함수와는 주파수 특성이 차이가 발생할 수 있다. 따라서, 본 논문에서는 일반적으로 사용되는 임팩트 가진의 FRF 법을 이용하여 차체 전달함수를 측정하고, 신호처리 방법인 최적(conditioned) 전달함수를 이용하여 주행모드의 차체 전달함수를 측정하였다. 그리고 두 가지의 전달함수를 이용하여 차체 연결부의 진동 신호를 입력으로 하여 실내 음압을 예측 비교하였다.

### 2. 실험

#### 2.1 정지모드의 차체 전달함수 측정

실험에 사용된 차량은 국내에서 생산된 2000cc 급 중형차량이고, 정지모드에서 차체 전달함수 측정을 위한 실험 장치도를 Fig. 1 과 같이 구축하였다. 임팩트 가진을 통한 차체 전달함수 실험을 수행하였고, 가진 위치는 노면 진동의 주요 전달경로인 너클부에 대해 3축으로 가진하였다. 5 회 가진 신호를

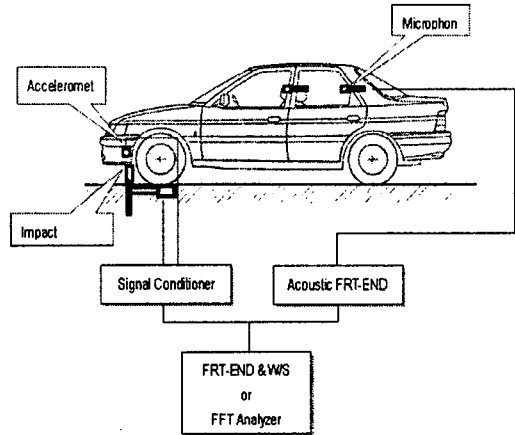


Fig. 1 The experimental set up for the measurement of the vibro-acoustics transfer function

평균으로 주파수 영역은 0~600Hz 의 FRF 신호를 측정하였다. 전체 구조 기인 소음은 모든 전달 경로로 유입된 진동 에너지에 의하여 발생된 음압의 선형 조합으로 나타낼 수 있으며, 식(1)과 같이 표현할 수 있다.

$$P_i = \sum_{i=1}^n (p/F)\ddot{x} \quad (1)$$

#### 2.2 주행모드의 차체 전달함수 측정

주행모드의 차체 전달함수 측정을 위한 실험 개략도는 Fig. 2 과 같다. 실내 운전석 소음(B&K Type 4189)을 출력값으로 하고, 각 현가장치의 너클부에서 측정된 3 축 진동 가속도신호(PCB Type 356)를 입력원으로 구성하였다. 운전 모드는 80kph 정속모드이며, 로드노이즈가 잘 발생될 수 있도록 노면 입자가 10mm 이상의 거친 노면에서 주행 시험을 수행하였다. 3 번 이상의 왕복주행 실험으로 시험간 오차가 3dB 이내의 신호를 이용하여 분석하였다. 각 휠의 진동 신호를 입력원으로 하고, 실내 음압을 출력으로 모델링한 구조 사이의 전달함수를 계산하였다.

† 오재웅; 한양대학교 기계공학부  
E-mail : jeoh@hanyang.ac.kr  
Tel : (02) 2294-8294, Fax : (02) 2299-3153  
\* 한양대학교 대학원 기계공학과  
\*\* ㈜넥센타이어

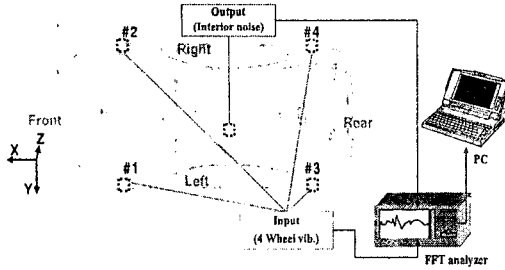


Fig. 2 The experimental set up for the transfer function measurement under driving condition

### 3. 실험 결과 및 고찰

#### 3.1 정지모드의 전달함수 계산

차체의 각 휠에 대한 3 축방향 임팩트 가진의 전달함수를 측정하였다. 그리고 각 휠의 전달함수를 합성하여 하나의 등가 전달함수 형태로 Fig. 3 에 나타내었다. Fig. 3 에서 보는 바와 같이 정지모드의 차체 전달함수는 30Hz 와 120Hz 의 특성이 나타났으며, 이는 차체의 부밍 노이즈 분석에 큰 영향을 미칠 것으로 사료된다.

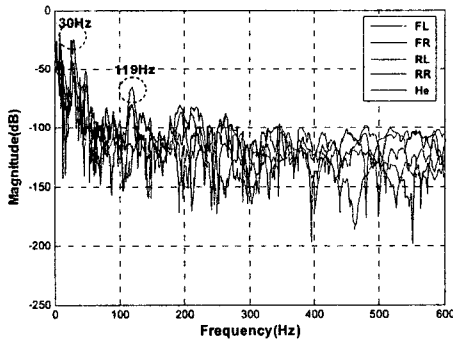


Fig. 3 The vibro-acoustics transfer function through the impact testing

#### 3.2 주행모드의 전달함수 계산

신호처리 기법을 이용하여 주행모드의 차체 전달함수를 계산하였다. 휠 진동 입력과 실내 음압 출력간의 전달함수에 대해 식(2)에 따라 최적 전달함수를 계산하였다. 입력원에 따라 주행모드의 전달함수 4 개의 전달함수를 등가 전달함수로 합성하여 Fig. 4 와 같이 나타내었다. 주행모드에서는 6Hz 와 60Hz 부근의 차체 전달함수 특성이 나타났다.

$$L_{ij}(f) = \frac{S_{ij(r-1)}(f)}{S_{rr(r-1)}(f)} \quad (2)$$

( $i = 2, 3, \dots, y \quad i > j$ )

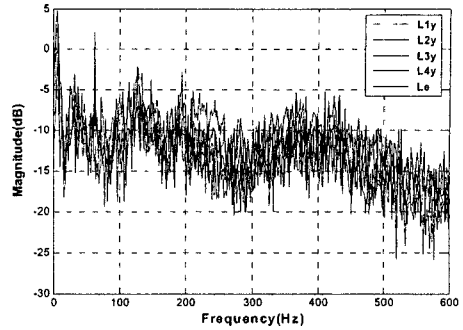


Fig. 4 The conditioned transfer function under driving condition

#### 3.3 실내음압 예측 및 비교

앞 절에서 계산한 차체 전달함수와 진동 입력 신호를 이용하여 실내 음압을 예측하였다. 또한, 실제 측정된 실내 음압 특성을 Fig. 5 와 같이 비교하여 나타내었다. 측정값의 전 음압(overall level)은 86.4dB(C)이고, 정지모드의 전달함수를 이용하여 예측한 값은 89.5dB(C)로 측정값 보다 크게 나타났다. 최적 전달함수를 이용한 실내 음압 예측값은 86.2dB(C)로 약간 작게 나타났다.

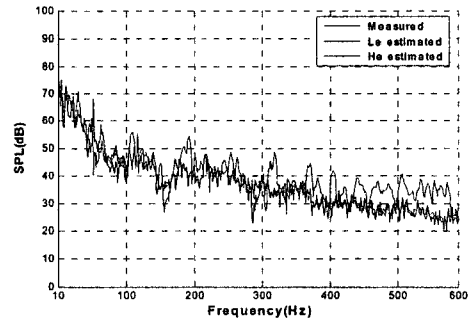


Fig. 5 Comparison of the interior noise estimation between static and driving condition

### 4. 결 론

본 연구에서는 차량의 실내음압을 예측하기 위해 주행모드에 따른 차체 전달함수를 계산하여 측정 음압값과 비교 분석하였다. 실내 음압 예측은 입력간 및 임출력간 상관관계를 고려하여 계산된 최적 전달함수를 이용한 경우가 측정값과 거의 유사한 결과가 나타났음을 알 수 있었다.

### 후 기

본 연구는 ㈜벡센타이어 지원의 일부로 수행되었으며, 관계자 여러분의 지원에 감사 드립니다.