

계측기/소프트웨어 소개

## 새롭게 개발된 음향 관련 제품

이학철, 이승영\*

(엘엠에스코리아주)

이 글에서는 LMS사에서 새롭게 개발된 시험적 접근 방법인 소음원 탐색(sound source localization)기법과 전달경로 분석(transfer path analysis)기법 및 해석적 접근 방법인 시간 영역 경계 요소법(time domain BEM)에 대해 소개하고자 한다.

### 1. 소음원 탐색 기법

소음원 탐색 방법으로 사용되는 기법으로 음향 인텐서티, beam-forming(원거리 음장), 근거리 음장 음향 홀로그래피가 있다.

음향 인텐서티 기법은 PP probe(2개의 마이크로폰으로 구성된 전형적인 음향 인텐서티 측정 장치) 또는 PU probe(직접 음압(P)과 입자 속도(U)를 측정함으로써 인텐서티 값을 측정하도록 고안된 음향 인텐서티 측정 장치)를 사용해서 측정하며, 측정된 음향 인텐서티 값을 기하학적 형상 위에 매핑하여 보여 줌으로써 에너지의 흐름을 측정된 면 위에서 보여준

다. 또한 측정 면에서의 음향 파워를 계산할 수 있다. 단점으로는 정적음장에서만 적용 가능하며, 측정 면으로부터 역 전파면에 대한 값을 구할 수 없고, 공간 분해능 등에 한계가 있다.

Beam-foaming기법은 원거리 음장 측정 기법이며, 음원을 평면파(planner wave)로 가정하여 음원의 위치를 찾는 방법이다. 근거리 음장 측정에서 측정시에는 focalization 기법을 적용하는데, 이는 구면파(spherical wave)로 가정하여 음원의 위치를 찾는 방법이며, 공간 분해능(spatial resolution)을 2배 이상 좋게 만들기는 하지만 여전히 저주파수 영역에서는 좋지 않다. HD 카메라는 자유 음장에서 사용할 수 있는 장비이며, 차량 실내와 같은 반사 음장에서는 마이크가 입체적으로 구 또는 원통형태로 설치되어 있는 3차원 구형상(3D sphere) 장비를 사용하여 소음원의 위치를 탐색한다. 특히 3차원 구형상 장비에는 적외선 거리 측정 센서가 장착되어 있으므로 음원의

\* E-mail : support.kr@lmsintl.com / (02) 571-7246

계측기/소프트웨어 소개



그림 1 HD 카메라

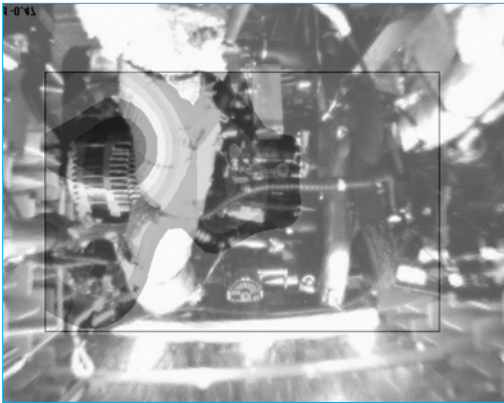


그림 2 홀로 그래피

측정 면까지의 거리를 정확히 측정하여 기하학적 형상을 작성하며, 작성된 면에서의 음압 분포를 계산하여 보여준다.

음향 홀로그래피 기법은 근거리 음장 측정 기술이며, 마이크로폰 배열 크기는 측정 물체의 크기와 동일해야 한다(패치로 나누어 측정 가능함). 저주파수 범위는 측정 면의 크기에 의해 결정되며, 고주파수 범위는 마이크들 간의 간격으로 결정된다. 공간 분해능은 마이크

들 간의 간격으로 결정된다. 음향 홀로그래피 기법으로 측정된 데이터에 focalization 기법을 적용하면 마이크들 간격의 조정 없이도 고주파수 측정 범위를 확장할 수 있다.

## 2. 전달경로 분석 기법

전달경로 분석(transfer path analysis)은 목표 위치에 전달되는 소음원/진동원의 전달 경로 기여도를 파악하기 위한 목적으로 사용되며, 음원 유형 과 음원 크기 계산 방법 및 적용 분야에 따라 아래와 같이 구분할 수 있다.

- (1) Load/force analysis : 고체음 전달경로 분석을 위해서 사용되며, 각각의 전달경로에 기여하고 있는 하중을 구한다. 또한 해석 모델의 입력 값으로 사용하기 위한 목적으로도 사용된다.
- (2) Acoustic source quantification : 중요한 공기음 전달경로를 찾기 위한 목적으로 사용되며, 응답 지점에 대한 각각 경로의 기여도를 분석한다. 또한 해석 모델의 경계 조건 값으로 사용하기 위한 목적으로도 사용된다.
- (3) OPAX(operational TPA) : 측정시간을 줄이기 위한 목적으로 소음원/진동원을 탈거하지 않은 상태로 시험을 수행하며, load/force를 구하기 위해 매개변위 모델을 사용한다.
- (4) Multi reference TPA : 두 개 이상의 소음/진동원이 부분적으로 연성되어(ex : 자동차 타이어 각각에 가해지는 도로소음)있는 경우에 사용하는 방법이다. 측정된 신호에 대한 주요 성분 해석을 수행하여 비-연성된 신호로 바꾸어주는 과정이 포함된다.

## 계측기/소프트웨어 소개

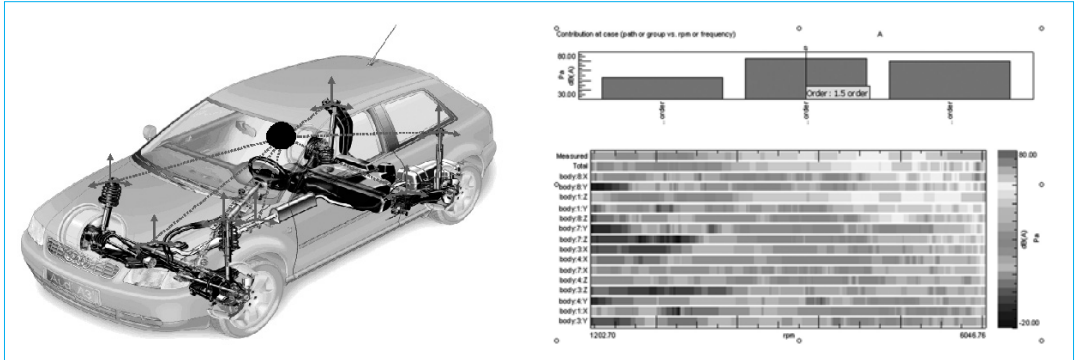


그림 3 전달경로 분석

- (5) Analysis of transients signal : 과도 응답 신호(ex: ticking noise, fuel injection TPA, ...)에 대해서는 주파수영역에서 분석하기 어려우므로, 시간 영역에서 분석하는 방법이며, 입력 점과 목표점 사이의 전달함수는 주파수 영역의 데이터를 사용하고, 구동 중 신호는 시간 영역의 데이터를 사용한다.
- (6) High frequency autopower based methods : 고주파수영역(1~2 kHz 이상)에서 센서의 위상은 정확하지 않으므로 전달 경로 해석에 그대로 사용할 수 없다. 즉 위상에러는 해석 정확도에 크게 악영향을 미치므로, 위상에 의한 에러를 최소화하기 위하여 autopower를 사용한다.
- (7) Component editing : 목표 위치에 크게 영향을 미치고 있는 특정 전달경로에 대한 수정(ex : 가진원의 크기 변경 또는 경로의 강성 변경)시, 이에 따른 영향을 예측한다.
- (8) Virtual car sound : 전달경로 분석 결과를 이용하여 실시간으로 소리를 합성/생성(sound quality equivalent model) 하는 환경

을 제공한다. 속도/브레이크/기어와 연동된 운전 가능하고, 정상 상태 또는 과도 응답 상태에서의 실내소음 청취 가능하다. 따라서 인지된 소음 신호(orders, third octave bands, ...)와 vibro-acoustic transfer paths의 연구가 가능하며, 구조적 설계 변경(mount stiffness, modal parameters, ...)에 따른 음질 평가 및 음압 설계 목표값 설정시에 사용된다.

### 3. 시간 영역 경계요소법

일반적인 경계요소법은 주파수 영역에서 정상상태 소음의 음향문제를 계산할 수 있는 매우 효과적인 방법이다. 하지만 짧은 시간에 가진 되는 충격 신호(자동차 도어 슬램, 엔진 충격음, 타이어소음, 파킹 센서 등)에 대한 소음 문제는 정상 상태가 아닌 과도 상태이며 이러한 문제를 해결하기 위한 본질적인 방법은 과도응답 해석을 수행하는 것이다.

TDBEM은 특히 과도상태의 음향 문제에 적합한 방법이다. TDBEM은 음향 가진원으로 속도 경계조건뿐만 아니라 점음원, 평면파와

계측기/소프트웨어 소개

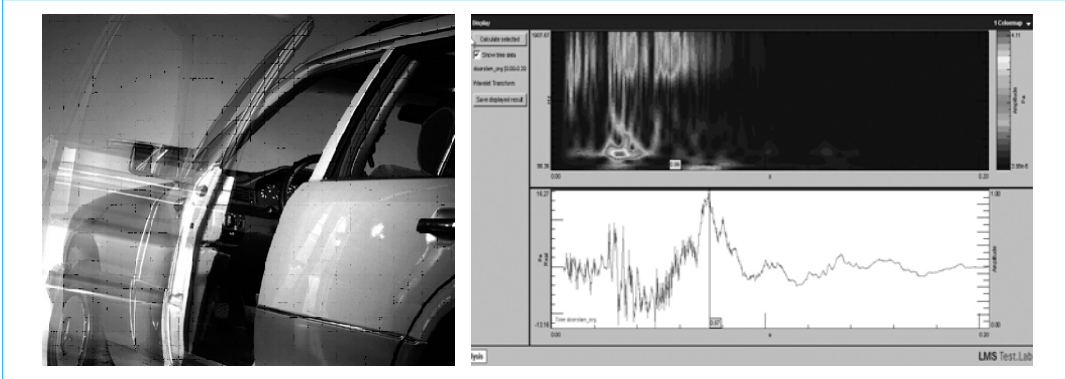


그림 4 충격음: 도어 슬램

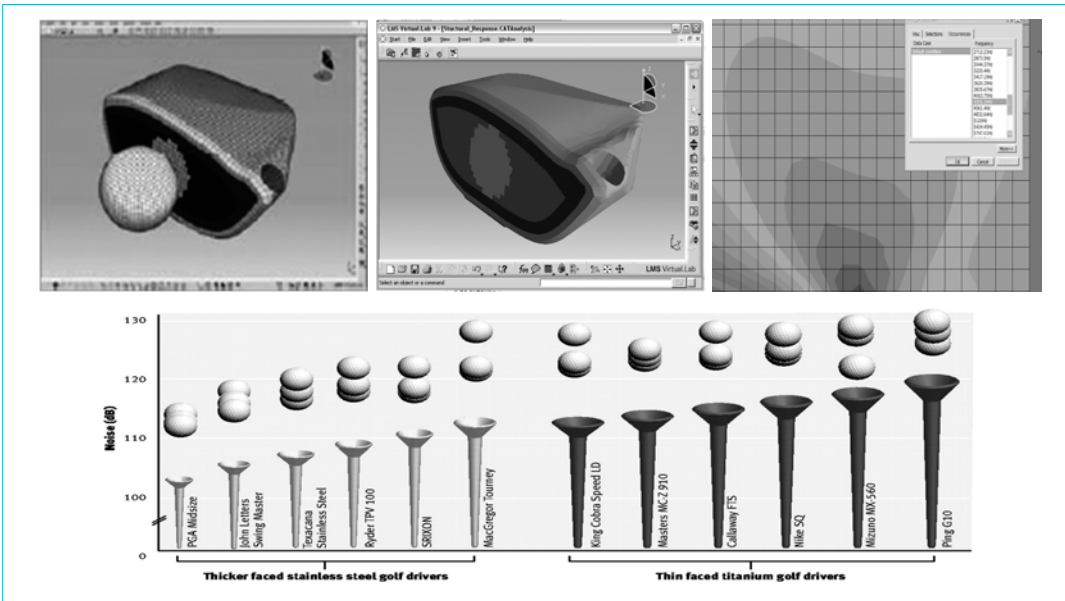


그림 5 골프클럽 충격음: 골프클럽이 볼을 칠 때, 순간적인 과도 가속이 골프클럽에 생성되고 이때 전형적인 충격 소음이 발생한다.

같은 음원을 정의 할 수 있고, 표면 임피던스 경계조건을 통해 음향 댐핑을 정의 할 수도 있다.

TDBEM의 솔버인 SONATE는 안정적이고

매우 강력하여 일반 PC에서도 계산량이 큰 음향 해석 모델의 과도응답을 계산할 수 있는 space-time Galerkin method를 사용한다. **KSNVE**

[기획 : 이병수 편집위원 ble@kmu.ac.kr]