

# FOA 및 부분구조합성법을 이용한 차량 NVH 성능 연구

## Research on Vehicle NVH Performance using FOA and Substructural Analysis

김봉수† · 배경일\* · 주광진\* · 김범석\*\* · 유홍희\*\*

Bong Soo Kim, Kyung Il Bae, Kwang Jin Joo, Bum Seok Kim and Hong Hee Yoo

### 1. 서 론

최근 CAE를 활용한 Virtual Engineering이 차량개발 과정에서 프로토타입의 제작을 줄이고 차량개발기간을 획기적으로 줄일 수 있는 핵심요소로 사용되고 있다. CAE 모델은 CAD 모델을 기반으로 생성되며, CAE 해석결과는 다시 CAD 모델에 반영되어 프로토타입 제작이 되고, 시험 검증을 거쳐 양산개발로 이어진다.

그러나 FE 모델과 같은 CAE 모델은 상세설계가 이루어진 후 CAD 모델로부터 생성이 가능하다. 그런데 상세설계가 이루어지는 단계에 이르게 되면, 많은 주요 설계 제원들이 이미 고정되므로 이 단계에서는 형상, 경계조건 등과 같은 설계사양의 변경이 극히 제한적으로만 허용될 수 있다.

본 연구에서는 상세설계 이전에 선행설계를 효과적으로 할 수 있는 방법론을 FOA 및 부분구조합성법을 이용하여 개발하고, 그 적용 타당성을 검증하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 차량 모델 구성

##### (1) FOA 등가모델 구성

전체 차량 모델은 샤시, 차체, 엔진 등으로 구성된다. 선행설계 대상 부품은 FOA 등가모델로 구성하는데, 본 연구에서는 서브프레임을 FOA 등가모델로 구성하였다. 서브프레임 타입은 H형과 #형 모델의 구성이 가능하며 각 마운트 위치나 재료 물성치, 단면 정보들을 입력함으로써 간단히 구성할 수 있다(Fig.1). FOA 등가 모델은

단품단위에서 모드해석 및 주파수 응답해석을 수행하여 모델의 신뢰성 검증 및 동특성 분석을 실시하고, Full Vehicle에 Integration 후 실차 NV해석을 진행한다.

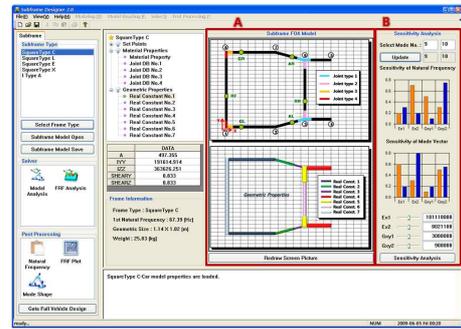


Fig.1 FOA 등가모델 구성

##### (2) 부분구조 모델 및 Full Vehicle 구성

Full Vehicle에 대한 해석을 실시하기 위해서는 우선 Full Vehicle Model을 구성하여야 하는데, Full Vehicle은 Front Suspension, Rear Suspension, Engine, Trimmed Body 등으로 구성된다(Fig.2). 여기서 선행설계 검토를 위한 부품은 FOA 등가모델로 구성한다.

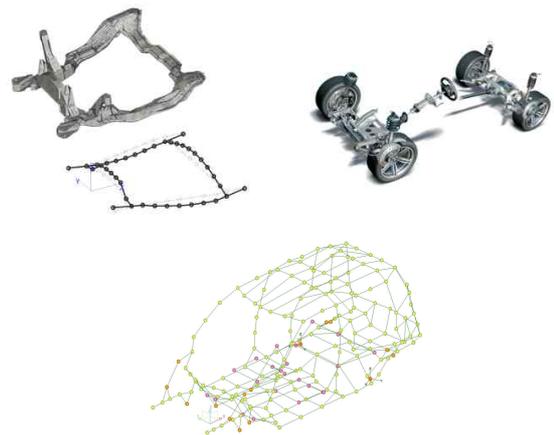


Fig.2 Full Vehicle 구성요소

† 김봉수; 현대자동차  
E-mail : bongsookim@hyundai.com  
Tel : (031) 368-5802, Fax : (031) 368-3719

\* 현대자동차  
\*\* 한양대학교

서스펜션과 차체는 실제 유한요소 모델을 Craig-Bampton 방법을 이용하여 부분구조 모델로 치환하여 구성하였다. 부분구조 모델은 서브프레임과 서스펜션 모델과의 인터페이스가

가능하도록 하기 위하여 서브프레임과 서스펜션과의 접합점과 가상 입출력점을 Master Node로 하여 구성 하였다. 이는 실제 요한요소모델을 이용하였을 경우 매우 큰 자유도로 인해 해석시간이 너무 길고, 또한 차량의 NV 특성만을 고려할 때 서스펜션과 차체의 모드특성만을 고려하기 때문이다. 엔진모델은 엔진마운트를 통해 결합되고, 서브프레임, 서스펜션 그리고 차체는 강결합 혹은 필요에 따라 적절한 부싱 요소를 사용하여 결합하였다. 총 205개의 Master Node가 사용되었으며 167개의 형상을 나타내는 노드와 15개의 접합점 노드(서스펜션, 서브프레임 접합점) 그리고 23개의 응답점 노드들로 구성하였다. 차체 부분구조 모델은 전체 1872개의 자유도를 갖는데, 이는 642개의 Internal Mode와 1230개의 구속 Mode로 나뉜다. Fig.3은 Full Vehicle Model의 입력점 및 응답점을 나타낸다.

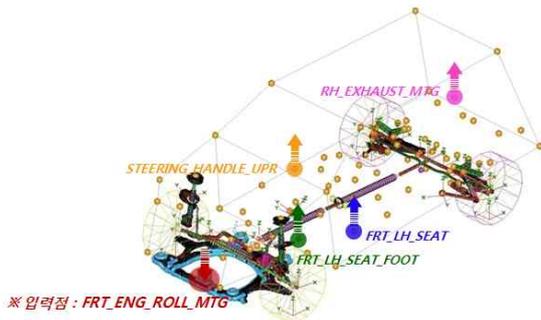


Fig.3 Full Vehicle

## 2.2 NV 성능 분석

### (1) 엔진 가진 및 노면 가진 해석

엔진 가진이 차량 NV 특성에 미치는 영향을 분석하기 위하여 Full Vehicle을 이용하여 과도해석을 수행하였다.

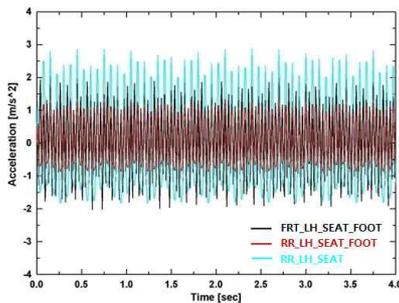


Fig.4 Transient Analysis

Fig.4는 차량의 엔진 공회전시 차체에서의 가속도를 나타낸 것이다. 엔진모델에 가진력을 인가하였으며, 전석 및 후석 시트레일 부의 응답을 구하였다. 서브프레임 설계인자를 변경하면서 응답해석을 반복하여 설계인자 최적화를 진행하였다. 노면 가진에 대해서도 NV특성 해석을 실시하여 서브프레임 및 부싱 특성의 영향도를 분석하였다. 이와 같은 과정을 통하여 선행설계 단계에서 설계인자 최적화가 효율적으

로 이루어졌다.

### (2) 서스펜션 취부점 영향도 분석

Fig.5는 서브프레임을 구성하는 마운트 위치변화에 대한 차체의 다양한 출력점에서의 응답변화를 살펴본 결과이다. 로어암 마운트와 전방 엔진 롤 마운트를 각각 전후 방향과 길이방향으로 5%씩 이동시킨 후 기존의 결과와 비교하였다. 마운트 위치를 이동시켰을 경우 대체적으로 응답특성이 악화되는 결과가 나타났다. 특히, 로어암 전방 포인트를 후방으로 이동시켰을 경우 응답이 크게 악화되는 결과가 나타나는 현상이 발생하였다. 이와 같은 분석과정을 통하여 최적 포인트를 선정하였다.

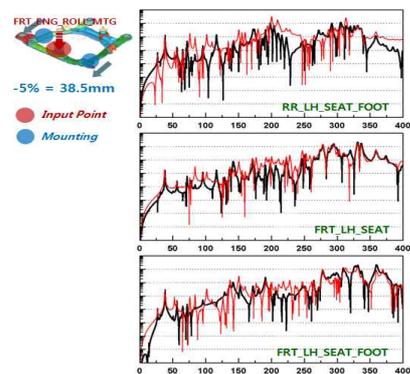


Fig.5 Hard Point Analysis

### (3) 다이내믹 댐퍼 분석

본 연구에서 구축한 모델을 이용하여 다이내믹 댐퍼의 위치 및 댐퍼 설계를 실시하였다. 다이내믹 댐퍼의 튜닝 주파수 및 댐퍼 질량의 파라미터 스터디가 가능하였으며, 향후 설계단계에서 본 해석기법이 유용하게 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

## 3. 결 론

본 연구에서는 FOA 및 부분구조합성법을 이용하여 차량 NV특성연구를 진행하고 설계 활용 효율성을 검증하였다. Full Vehicle Model은 부분구조합성법 중 대표적인 Craig-Bampton 방법을 사용하였다. 본 연구에서 구축한 Full Vehicle Model을 이용하여 FOA 모델로 구성된 서브프레임 설계인자 연구가 가능하였으며, 엔진가진 및 노면가진에 대한 응답특성 분석을 통하여 설계인자 최적화를 성공적으로 수행하였다.