

# 민감도 분석을 활용한 시트 진동 저감에 대한 연구

## Study for the seat vibration reduction, through the sensitivity analysis

신성영† · 김찬중\* · 이상동\*\* · 오재응\*\*\*

Sung-Young Shin, Chan-Jung Kim, Sang-Dong Lee and Jae-Eung Oh

### 1. 서 론

자동차 시트를 통해서 운전자에게 전달되는 진동은 자동차 주행환경 또는 시트의 구조에 따라 달라진다. 자동차 제조현장에서는 합리적인 방법을 통해서 시트의 진동을 저감시키는 연구가 절실한 상황이다. 본 연구에서는 연구 대상 시트의 동적 특성을 분석하고 민감도 해석 기법을 활용하여 합리적인 설계 변경 안을 제시하였다. 설계 변경 안에 따라 제작된 시트의 진동 특성을 분석하여 진동 저감을 확인하였으며 민감도 해석 기법을 적용하여 제시한 설계 변경 안에 대해 검증하였다.

### 2. 시트 프레임 동특성 분석

시트 프레임 동특성 분석을 위해 실험적 모달 해석을 수행하였으며 결과를 Table 1에 나타내었다.

**Table 1** Experimental modal analysis results

구분	1차 모드		2차 모드		3차 모드	
	주파수 (Hz)	감쇠비 (%)	주파수 (Hz)	감쇠비 (%)	주파수 (Hz)	감쇠비 (%)
Comp#1	215.23	3.7	416.1	3.43	428.79	1.04
Comp#2	189.85	2.56	340.18	0.12	464.16	0.76
Comp#3	179.98	4.07	321.18	0.16	391.08	1.9
Comp#4	83.54	18.51	202.71	4.76	208.90	1.89
Comp#5	45.08	0.12	91.46	0.19	127.56	0.94
Comp#6	51.13	0.21	96.14	0.26	208.56	0.07
Comp#7	-	-	-	-	-	-
seat Assy	77.94	0.42	138.99	0.99	162.95	0.26

† 교신저자; 정회원, 자동차부품연구원 대구경북지역본부  
E-mail : syshin@katech.re.kr

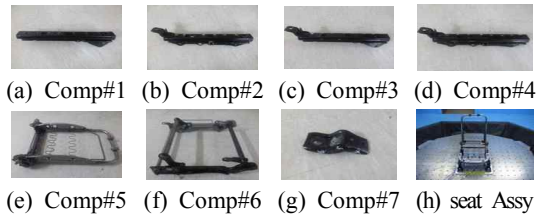
Tel :053-592-8976 , Fax :053-592-3169

\* 자동차부품연구원 대구경북지역본부

\*\* 대원산업(주) 기술연구소

\*\*\* 한양대학교 기계공학부

Comp#1 ~ #4는 시트레일 구성부품이며 Comp#5는 등받이부분이고 Comp#6 좌석부분, Comp#7는 마운트 부품이다. 시편 형상을 Fig. 1에 나타내었다.



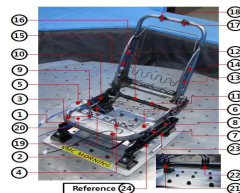
**Fig. 1** Seat frame components of the modal analysis

1차 모드를 분석해보면 시트 Assy가 부품 모듈의 공진에 영향을 받지 않으나 Comp#5, #6은 seat Assy의 1차 모드보다 저주파 영역에서 존재하여 해당 주파수 구간에서 로컬 모드에 영향을 받는다.

### 3. 민감도 해석 이론 및 시험

연속된 절점들로 구성된 시스템에서 절점  $i$ 의 민감도는 민감도 지수( $S_i$ )로 전체 민감도에 대한 각 절점의 민감도 비율로 식 (1)과 같이 정의된다. 여기서  $r_i$ 는 절점  $i$ 에서의 응답이며  $V_i$ 는 절점  $i$ 에 연관된 두 절점 진동 전달율의 곱이다.

$$S_i(\%) = \frac{\|r_i/V_i\|}{\sum_{i=1}^n \|r_i/V_i\|} \quad (1)$$



**Fig. 2** Points of interest sensitivity analysis

연구 대상 시트 프레임 민감도 분석을 위해 관심 절점 24개를 선정하였고 Fig. 2에 나타내었다. 시험

은 Multi-axial simulation table(MAST, Model No. 353.20/MTS)에서 진행하였으며 차량 아이들 상태의 가진 조건과 차량 주요 주파수인 100Hz까지의 0.1g 크기를 가지는 랜덤 진동 가진 조건에서 수행하였다. 24개 관심 절점에서 주파수 응답 함수를 도출하여 아이들 가진 조건에서는 21Hz, 랜덤 가진 조건에서는 32.5Hz와 88.5Hz를 관심 주파수로 선정하였다. 각 진동 가진 조건의 관심주파수에서 민감도 해석 결과를 Fig. 3과 Fig. 4에 나타내었다.

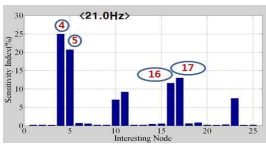


Fig. 3 Sensitivity analysis results under vehicle idle status

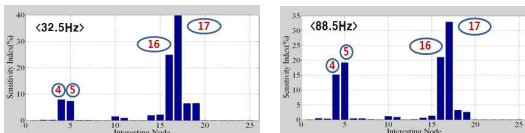


Fig. 4 Sensitivity analysis results of the random frequency

차량 아이들 조건에서는 4번, 5번이 랜덤 조건에서는 4번, 5번, 16번, 17번이 상대적으로 민감도 지수가 크게 도출되었고 이를 반영하여 설계 변경 안을 제시하였다.

#### 4. 시트 설계 변경 안 진동 특성 검증

시트 설계 변경 안에 대한 진동 특성 개선 검증 시험을 진행하였다. Fig. 5에 설계 변경 제작 시편에 대한 상세 부분을 나타내었다. 시편#3은 등받이와 연결부분을 시편#4는 좌석 부분을 보강하였고 비교 분석을 위하여 변경사항 없는 시편#1과 좌석 일체형 저가형 시편#2를 추가로 시험하였다.

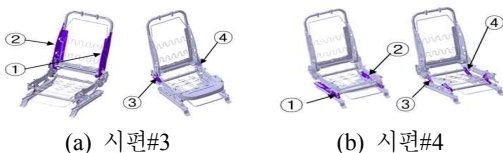


Fig. 5 Modification in the design of the specimen

Fig. 6에 검증 시험에서 선정한 11개 관심 절점을 나타내었고 Fig. 7과 Fig. 8에 4개의 시편에 대하여

11개 관심 절점에서 측정된 가속도 값과 합계를 나타내었다. 아이들 가진 조건에서는 시편#3이 랜덤 가진 조건에서는 시편#2와 시편#3이 진동에 유리한 것으로 판단되며 종합적으로 등받이와 연결부를 설계 변경한 시편#3이 차량 아이들 환경과 주행 환경에서 모두 진동 특성이 개선된 것으로 판단된다.

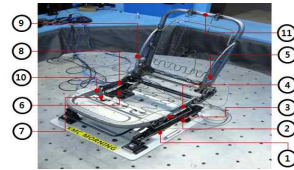


Fig. 6 Points of interest verification test

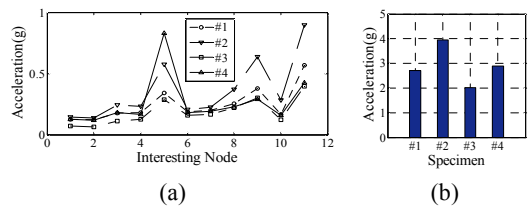


Fig. 7 Verification test results under vehicle idle status

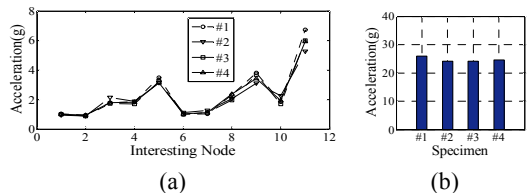


Fig. 8 Verification test results of the random frequency

#### 5. 결 론

시트 프레임의 진동 개선을 위해서 시트 동특성을 분석하고 민감도 분석 기법을 활용하여 차량 아이들 환경과 주행 환경에 대한 설계 변경 안을 제시하였다. 설계 변경 시편에 대해서 진동 특성을 분석함으로써 시편 #3이 아이들과 주행 환경에서 모두 진동 특성이 개선되었음을 확인하였으며 민감도 분석 기법을 활용한 설계 변경 안을 검증 하였다.

#### 후 기

본 연구는 산업통상자원부 산하 충청지역사업평가원의 광역경제권 선도산업육성사업(과제번호: A0022 01223)의 지원하에 수행되었습니다.