

제동 메커니즘에 기인한 차량 저소음화를 위한 최적화

Optimization For Low Noise Vehicle Caused by Braking Mechanism

박태상* · 정재은* · 정운창* · 이유엽** · 오재응†
 Tae-Sang Park, Jae-Eun Jung, Un-Chang Jung, Jae-Eung Oh

1. 서 론

브레이크 노이즈는 발생 주파수 대역 별로 스켈, 저더, 모운 등으로 구분되며, 최근 모운 노이즈와 관련된 문제가 빈번하게 발생되고 있다. 브레이크 노이즈는 제동 성능에는 큰 영향이 없으나 운전자에게 불쾌감을 조성하여 승차감 및 제품 인지도를 저하시킨다.

브레이크 노이즈는 디스크 허브, 패드, 캘리퍼 등의 복합적인 진동 특성에 기인하고, 단품 단위의 접근으로 신뢰성을 확보하기 어려움으로 복합적인 영향요소를 고려한 브레이크 노이즈 원인 규명과 이에 근거한 노이즈 저감 기술의 개발이 필수적이다.

본 연구에서는 모운노이즈가 발생하는 메커니즘 규명과 최적화 기법(점진적 2차 반응 표면법)을 이용하여 모운 노이즈를 저감 할 수 있는 방법을 제시하였다.

2. 모운노이즈 분석을 위한 실차 실험

2.1 모운 노이즈 분석을 위한 실차 실험

모운노이즈 발생 차량을 이용하여 브레이크 소음을 재현하는 실험을 실시하였다. 일반적으로 모운노이즈는 다습하고 저온 조건에서 저속 주행시 브레이크에서 발생하는 가진력이 현가계와 공진하여 모운노이즈가 발생한다. 모운노이즈 재현실험을 위하여 냉동 챔버에서 차량을 냉동시킨 후 전, 후 방향으로 저속 주행을 통하여 모운노이즈를 재현하였다. 이때 운전석 귀높이 소음을 분석한 결과 모운노이즈의 주

파수 특성은 약 400Hz에서 지배적인 성분을 가지고 있으며 Fig.1에 주파수 응답 함수를 제시하였다.

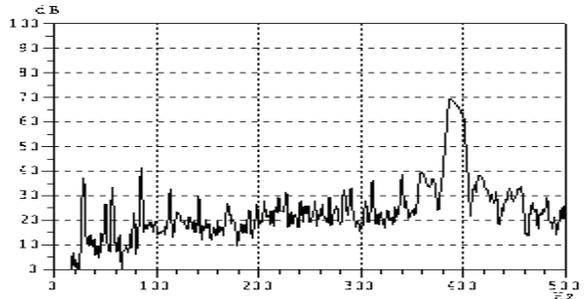


Fig 1. When Occur, Moan Noise Characteristics

그리고 현가계 중 약 400Hz의 공진 성분을 가진 부품을 규명하기 위하여 실차 상태의 현가계를 모달 테스트 실시하였다. 이때 Coupled Torsion Beam Axle(이하 CTBA)과 스핀들 브라켓에서 약 400Hz 성분이 나타났기 때문에 CTBA와 스핀들 브라켓이 모운노이즈 발생에 기여할 것이라고 판단된다.

2.2 모운 노이즈의 기여도 분석

정확한 원인 규명을 위하여 전달경로 해석을 진행 하였다. 모운노이즈가 발생 했을 때, 운전석 소음과 현가계 부품의 진동 간의 기여도 평가를 통해 문제 부품을 규명 하였고, Fig 2에 기여도 결과를 제시 하였다.

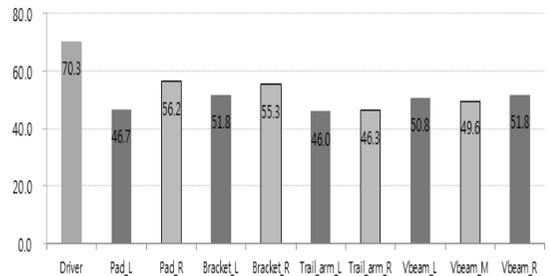


Fig 2. Transfer Path Analysis Result

† 교신저자; 한양대학교 기계공학부
 E-mail : jeoh@hanyang.ac.kr
 Tel : 02-2220-0452 , Fax : 02-2299-3153

* 한양대학교 기계공학과
 ** 호원대학교 자동차기계공학과

이때 CTBA 부품과 스핀들 브라켓이 높은 기여도를 나타냄을 알 수 있다. 그러므로 모운노이즈 개선을 위하여 CTBA와 브라켓의 개선이 필요하다.

3. 모운노이즈 개선을 위한 최적화

3.1 해석모델의 모델링 및 최적화

전달경로 해석을 통하여 CTBA 부품과 스핀들 브라켓을 개선해야 하는 것을 알 수 있었다. 최적화를 위하여 해석모델의 구축 및 Correlation을 수행하였다. 이때 Correlation 결과를 Fig 3.에 제시 하였다.

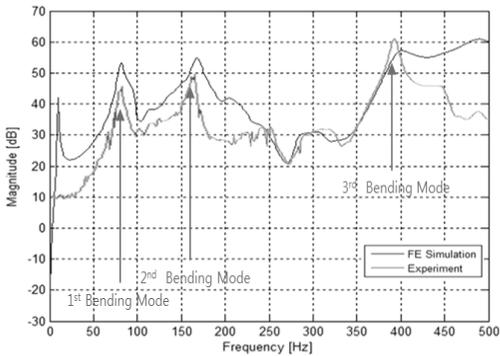


Fig. 3 Comparison of FE and Experiment Result

따라서 CTBA 부품의 각도, 두께 그리고 스핀들 브라켓의 면적과 두께를 변경시켜 약 400Hz의 공진 주파수를 이격시키는 최적화를 진행하였다. 일반적으로 자동차는 주파수에 관련한 개선을 할 때 고주파로 이격시키기 때문에 현 공진 주파수 보다 10~20Hz 이격시키는 목적함수를 부여하였다. 이때 상용 최적화 프로그램인 PIDO Tech의 PIAO 프로그램을 이용하였고, 최적화 기법인 Progressive Quadratic Response Surface Method를 이용하였다. 두 부품의 설계 변경 범위 및 최적화 결과를 Table 1에 제시하였다.

Table 1. Optimization Result

Design Variables	Lower Value	Basic Value	Optimum Value	Upper Value
Angle of V-Beam	50 degree	60 degree	57.82 degree	75 degree
Radius of Spindle Bracket	60 mm	83 mm	80 mm	85 mm
Diameter of Spindle Bracket	25 mm	35 mm	30 mm	45 mm
Thickness of V-Beam	3.4 mm	4.5 mm	5.5 mm	5.6 mm
Thickness of Spindle Bracket	4.2 mm	6.0 mm	4.0 mm	7.8 mm

3.2 최적화 전, 후의 응답 비교

최적화 결과를 이용하여 재해석을 수행 하였다. 약 400Hz 공진 주파수를 20Hz 이격시켜 최적화를 진행하였다. 이때 제동계의 가진에 의해 현가계가 공진을 일으키는 것을 회피하는 설계를 수행하였다. 최적화 전, 후 결과를 Fig 4 에 제시하였다.

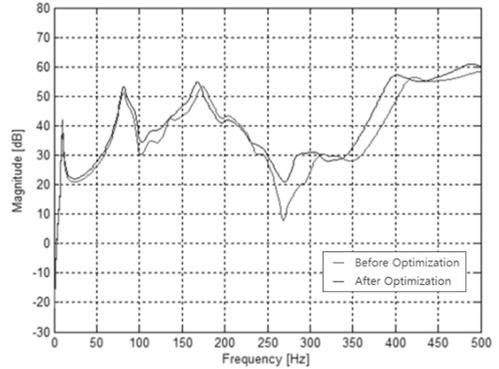


Fig.4 Comparison of FRF for before after Optimization

4. 결 론

본 연구를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

- (1) 모운 노이즈 재현 실험을 통해 모운 노이즈 발생 메커니즘 규명과 주파수 대역을 선정함.
- (2) 전달경로 해석을 통하여 모운노이즈 발생에 기여가 높은 부품을 선정함.
- (3) 최적화를 통하여 모운노이즈 회피를 위한 최적화를 수행함.