

흡배기계 최적화를 통한 스포티 음질 개발

A Development of Sport Sound using Optimization of an Intake and Exhaust System

이종규† · 임윤수* · 원광민*

Lee Jong Kyu, Lim Yun Soo and Won Kwang Min

1. 서 론

최근 들어 우리의 생활수준 향상과 더불어 소음에 대한 관심이 고조되고 있는 가운데 이제 자동차가 단순히 운송수단이 아닌 현대인의 안락한 생활을 영위해 가기 위한 필수품으로 여겨지는 만큼 자동차 실내에서 발생하는 소리의 질적인 부분(실내음질)이 안락함의 중요한 척도로 대두되고 있는 추세이다. 그러므로 고객중심의 차량을 개발하기 위해서는 실내음질을 향상시키는 것이 무엇보다 중요하다.

2. 본 론

2.1 지역별 흡배기계 개발 필요성

가솔린 엔진이 장착된 차량들에 대해 주행중 발생하는 흡배기계 소음에 대한 지역별(국가별) 선호도를 보면 지역별로 운전자들의 선호도 및 요구사항들이 조금씩 다르게 나타나고 있음을 알 수 있다. 예를들어 동양인들의 경우는 주행중 발진가속음에 민감하여 대체적으로 실내 정숙감을 추구하는 반면 유럽인들의 경우는 동양인들과는 달리 주행중 가속감을 느낄 수 있는 스포티한 음색을 선호하고 있다. 스포티한 음색은 저속 발진시 음의 조화로움(엔진 폭발 성분들의 균형감)이나 가속 선형성등을 향상시킴으로써 달성할 수 있으며, 일반적으로 이를 만족시키기 위해 흡배기계 소음에 대한 최적화 설계 및 튜닝이 필요한 상황이다.

그래서 본 논문에서는 1.6L 가솔린 차량의 흡배기계에 대한 최적화를 통하여 유럽형 스포티 음질을 구현하였다. 즉 흡기계의 경우는 사운드 파이프(Sound Pipe)에 대한 최적화를 통해 주로 4000rpm

이상 중고속 영역의 스포티 음질을 개선하였고, 배기계의 경우는 머플러 내부의 구조 변경을 통해 3000rpm 이하 저속 영역의 스포티 음질을 개선함으로써 차량의 NVH 상품성을 향상시키고자 하였다.

2.2 흡기계 최적화 개발

2.2.1 흡기계 벤치마킹 및 Target 설정

본 연구에서는 흡기계를 이용하여 중고속 영역의 스포티 음질을 개선하기 위해 경쟁차들에 대한 벤치마킹을 수행하였다. 아래의 Fig.1은 이들 경쟁차들의 흡기계 토출소음을 이용한 Target Line을 나타낸 것이다. 결과를 보면 Target 설정이 주로 중고속 영역에 맞춰져 있음을 알 수 있다.

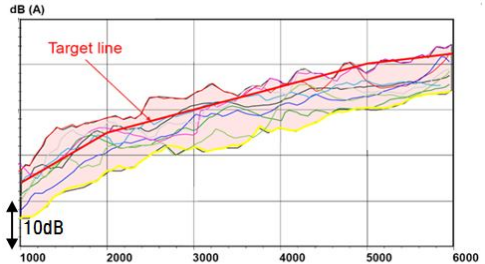


Fig.1 Target Line for the Intake System

2.2.2 흡기계 최적화 결과

설정된 Target을 만족시키기 위해 본 연구에서는 엔진룸내의 흡기 덕트와 Cowl 부위에 소리 발생장치인 사운드 파이프를 장착한 후 각각의 주파수와 음압레벨을 튜닝하였다. 다음의 Fig.2는 사운드 파이프를 이용하여 흡기계에 대한 최적화를 수행한 결과를 나타낸 것이다.

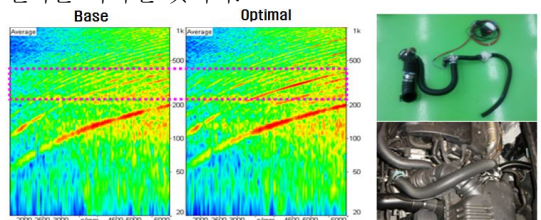


Fig.2 Intake System Optimization for the Sporty Sound

† 교신저자; 현대자동차 남양연구소
E-mail : jongkyu@hyundai.com
Tel : 031-368-8392, Fax : 031-368-6095
* 현대자동차 남양연구소

평가결과를 보면 최적화 사양이 Base 사양에 비해 200-400Hz 대역의 Half order 성분이 약 10dB 증대됨으로써 스포티한 음질을 구현함을 알 수 있다.

2.3 배기계 최적화 개발

2.3.1 배기계 벤치마킹 및 Target 설정

앞서 흡기계와는 달리 배기계는 3000rpm 이하 저속 영역의 스포티 음질을 개선하고자 경쟁차들에 대한 벤치마킹을 수행하였다. 아래의 Fig.3에서 Vehicle A는 동급차중에서 가장 스포티한 배기 음색을 지녔을 뿐만 아니라 유럽인들이 가장 선호하는 차량으로 2단계에 걸친 Target 설정시 참조하였던 차량이다.

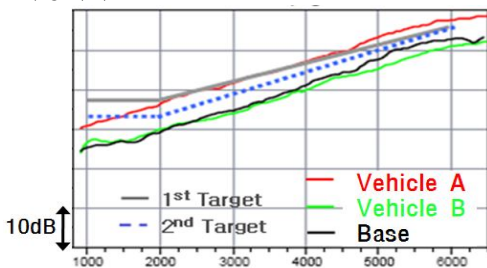


Fig.3 Target Line for the Exhaust System

2.3.2 배기계 최적화 결과

배기계의 경우 유럽인들이 선호하는 스포티한 배기음을 구현하기 위해 Fig.4에서와 같이 센터와 메인 머플러 내부의 구조 및 천공물에 대한 최적화를 수행하였다. Fig.5는 최적화 결과를 나타낸 것으로 2nd & 4th order 성분들의 증대로 인해 스포티한 음질을 구현함을 알 수 있다.

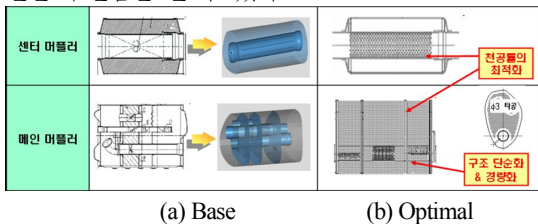


Fig.4 Internal Structure of an Exhaust System Optimization

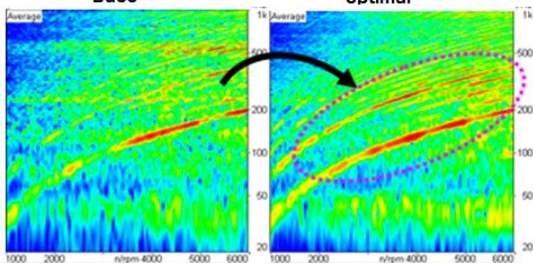


Fig.5 Exhaust System Optimization for the Sporty Sound

2.4 흡배기계 최적화 사양에 대한 성능검증

앞서 얻은 흡배기계 최적화 사양에 대한 성능검증을 위해 소음진동 전문가 10명을 대상으로 음질에 대한 주관평가를 진행하였다. 주관평가는 소음에 대한 주관적인 느낌을 형용사의 감성어휘로 표현하는 의미분별척도법과 음질평가에 사용된 어휘들 사이에 공통적으로 존재하는 요인을 찾는 요인분석법을 수행하였다. 이러한 요인분석을 통해 음질의 특성을 나타내는 서로 독립된 요인의 축을 결정한 후에는 음질 공간상에 음질요인을 표현하여 음질을 시각적으로 표현함으로써 흡배기계 음질특성을 규명하고자 하였다. 다음의 Fig.6은 흡배기계 최적화 사양에 대한 음질요인을 도식화 한 것이다. 결과를 보면 흡기계 최적화의 경우 박력감(Powerfulness)이 지배적인 반면, 배기계 최적화의 경우 박력감 뿐만 아니라 정숙감(Quietness)과 안락함(Comfort)도 균형적으로 나타나고 있음을 알 수 있다.

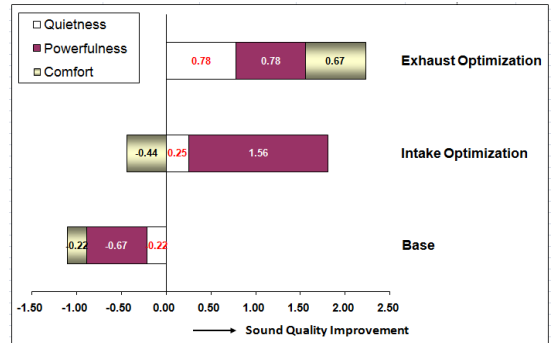


Fig.6 Comparison of the Factor Scores

3. 결 론

본 연구에서는 1.6L 가솔린 양산차량의 흡배기계 소음 최적화를 통한 스포티 음질 개발로 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 흡기계의 경우 소음 최적화를 통해서는 부밍 소음 및 가속 선형성을 개선하였으며, 사운드 파이프에 대한 최적화를 통해서는 4000rpm 이상 영역의 2nd Order 성분의 증대와 200-400Hz 영역의 Half order 성분 증대(약 10dB↑)로 스포티한 음질을 구현하였다.

(2) 배기계 최적화의 경우는 2nd & 4th Order 성분들의 증대(약 13dB↑)로 인해 스포티한 음질을 구현함을 물론 배압 감소(약 80%↓) 및 중량 저감(약 2kg↓)을 달성함으로써 NVH 상품성을 한 단계 향상시키는 효과를 달성하였다.