

# EUI 상용디젤엔진 장착 코치의 NVH 최적화 기술

## NVH Optimization Techniques of the Coach with EUI Controlled HDDE

소강영† · 오석일\* · 강구태\*\*  
Soh, Kang Young, Oh, Suk IL, Kang, Koo Tae

### 1. 서론

글로벌 상용차 메이크 진입을 위한 일환으로 선진국 시장 진출을 선언하고 관광 및 직행 코치를 대상으로 선정하여 그 차에 대한 상품성 추가 개발을 위한 현황 파악 결과, 파워트레인 성능측면은 월등한 비교우위를 가지고 있으나 NVH 상품성 측면에서는 다소 열세인 관계로 먼저 유럽 및 일본시장의 주력 Coach 를 벤치 마킹 하여 개발 기준으로 삼고 다음으로 HMC Coach 에 대한 NVH 개선작업을 수행하여 그 목표를 달성함으로써 최종적으로 선진국 시장의 고객 요구에 부응하며 성공적으로 런칭을 하였다.

우선 벤치마킹을 통하여 비교 조사한 결과 HMC Coach 의 주요 문제점은 후방석 기준 지점(HMC Reference Point)에서 Idle 음질 뿐만 아니라 고객 불만 소음 ( 부밍, 럽블, 래틀 등 ) 측면에서 취약한 점을 가지고 있었다. 특히 Run-up 과 주행 정속 조건에서 HMC coach 는 경쟁차 대비 부밍 과 럽블 측면에서 가장 문제가 되었으며 실제 승객 반응과도 일맥 상통하는 것으로 나타났다. 그리고 음질 측면에서도 HMC coach 는 두 벤치마킹 차량에 비해서 매우 질 낮은 수준이었다. 벤치마킹 결과를 바탕으로 한 NVH 개발목표 설정은 두 경쟁 차량의 NVH 수준, 개선안에 대한 적용시점 과 원가 및 중량 등 총합적으로 고려하여 설정하였다. 목표설정 후 문제의 실내소음들에 대한 근본 원인 분석을 위하여 초음파를 이용한 Leaking test 및 흡차음 분석 과 정확한 실내소음 전달경로를 분석하기 위하여 TPA(Transfer Pass Analysis) 와 TPS(Transfer Pass Synthesis) 을 실시하여 주 전달경로가 Air-borne 인지 Structure-borne 인지를 분석하였으며 그 결과 HMC Coach 는 거의 대부분 Structure-borne 을 통해 전달되는 것으로 판명되었다. 실내소

음의 주요문제점인 부밍 과 럽블 소음에 대한 Structure-borne 주요 전달경로는 Radius Rod 나 Support beam 을 통한 경로와 TM 마운트 및 배기 머플러를 통한 경로가 실내 문제소음에 가장 민감한 전달경로인 것으로 판명되었다.

이상과 같이 다양한 새로운 분석방법과 개선을 통하여 최적화된 HMC Coach 의 최종 NVH 수준은 일본경쟁코치 대비 동등이상의 우수한 NVH 상품성을 달성하였고 더욱 놀랄만한 사안은 원가/중량의 희생 없이 NVH 개선을 획기적으로 달성하였다는 것이다.



Fig. 1 HMC "Universe" RHD Coach

### 2. 본론

#### 2.1 Bench Marking Test

디젤엔진에 의해 한층 강화된 상용차 시장은 주로 유럽메이커에 의해 세계시장이 지배 되고 있다. 유럽메이커의 가장 큰 장점은 디젤엔진의 발명지로서 풍부한 경험과 높은 양질의 성능을 갖춘 디젤엔진을 장착함으로써 상용차량의 경쟁력을 확보해왔다. 이에 비해 일본시장은 상대적으로 유럽에 비해 상용디젤엔진 및 상용차량의 경쟁력이 높지 않은 것으로 판단되나 HMC 상용엔진의 초기 기술제공지역으로써 나름대로 HMC 에 비해서는 경쟁력 우위에 있다고 판단 되어진다. 이와 같은 상용차시장에 새롭게 진입한다는 것은 대단한 모험과 기술력을 필요로 하

† 소강영; 현대자동차  
E-mail : sohky@hyundai-motor.com  
Tel : (031) 368-5075  
\* 현대자동차  
\*\* 현대자동차

며 최우선적으로 이들 경쟁차 및 엔진에 비해 높은 질의 NVH 성능을 가진 디젤엔진과 차량을 제공하는 것이 진입성공의 선결조건이다. 이에 진출하고자 하는 지역의 대표적인 차 와 엔진의 정보를 상세히 비교 분석하는 것은 어쩌면 당연한 수순이라고 생각된다.

- 1) HMC Coach: Euro-IV, 425 HP, 1930 Nm, Korea
- 2) Coach-A : Euro-IV, 428 HP, 1750 Nm, Germany
- 3) Coach-B : Euro-IV, 420 HP, 1850 Nm, Japan

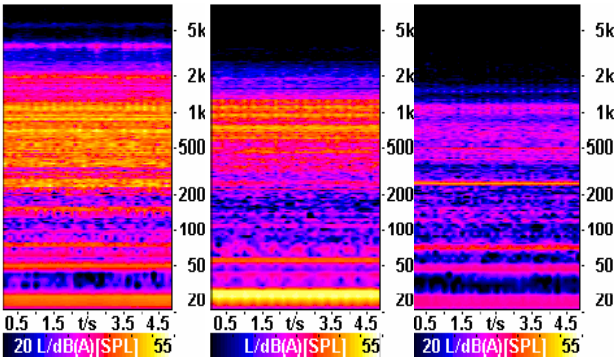


Fig. 2 IDLE cold 조건에서의 실내소음 비교  
 • ( HMC Coach / Coach-A / Coach-B )

Fig.2 은 HMC 기준위치에서 Cold 조건에서의 실내소음 주파수 스펙트럼을 보여준다. Coach-B 는 250 Hz 의 화인소음을 제외하고는 전체 PT 관계된 음질측면에서 가장 양호하다. 디젤 연소음은 Cold 나 Warm 조건에서 거의 변화가 없으나 HMC Coach 경우 Cold 조건에서 1 kHz, 1.9 kHz 및 3.8 kHz 의 디젤연소음 패턴이 가장 성가시다. Coach-B 의 양호한 연소음 패턴은 다른 두 차에 비해 정밀제어가 가능한 Common Rail 연료 분사장치를 적용하여 Pilot 분사등으로 연소음 제어를 한 것으로 보인다. HMC Coach 는 EUI(Electronic unit injector) 연료분사장치를 적용하였고 Coach-A 는 EUP(Electronic unit pump)를 적용하였는데 Pilot 등 정밀한 연소음 제어에는 한계를 가지고 있다.

## 2.2 NVH Target Setting

## 2.3 Source & Path Identification

### 2.3.1 Sealing & Absorbing Analysis

### 2.3.2 Transfer Pass Analysis(TPA)

## 2.4 NVH Optimization

### 2.4.1 Powertrain modifications

### 2.4.2 Vehicle modifications

## 2.4.3 Optimized HMC Coach

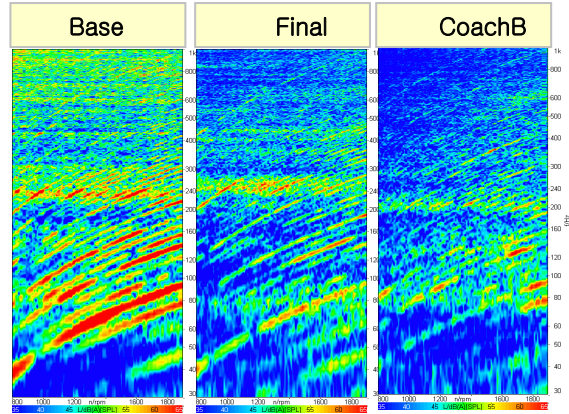


Fig. 3 HMC Coach 개선 전/후 가속소음비교

이상과 같이 본론은 서술예정입니다.

## 3. 결론

1) HMC Coach 실내소음을 개선하기 위해 적용한 주요대책은 다음과 같다.

- Powertrain modifications
  - TM stiffening
  - Turbocharger stay
  - VGT vane control for idle sound quality
  - Pilot injection for idle sound quality
  - Oil pump whine 개선 위한 유로개선
  - Crankshaft gear whine 저감위한 gear profile 최적화
- Vehicle modifications
  - TM mount 절연성능 증대
  - TM 마운팅 Frame 강성증대
  - Clutch Disk 스프링상수 최적화
  - Floor 흡차음재 최적화
  - 머플러 마운팅 Frame 강성증대
  - 머플러 마운트 고무절연
  - Radius rod bush 절연성능 증대
  - Tension pulley 브라켓 강성증대
  - Support beam cross bar(효과파악)

2) HMC Coach 의 NVH 개선 완료후 수준은 NVH 총평 6 점에서 7+ 수준으로 개선되었으며 중량 및 원가 또한 상당폭 절감 되었다. 이 개선수준은 일본경쟁코치 대비 동등이상의 우수한 NVH 상품성을 달성하였고 더욱 놀라운 것은 원가/중량의 희생 없이 NVH 개선을 획기적으로 달성하였다는 것이다.