

# 가솔린엔진 아이들 진동 개선에 관한 연구

## A Study on the Improvement of Idle Vibration for Gasoline Engine

김진훈† · 권태호\* · 정인수\* · 임윤수\* · 강구태\*

Kim Jin Hoon, Kwon Tae Ho, Jung In Soo, Lim Yun Soo and Kang Koo Tae

### 1. 서 론

아이들 상태의 NVH 문제는 소비자뿐만 아니라 차량개발 시 점차 그 관심 및 중요도가 증가되고 있다. 특히, 아이들 진동은 차량의 품질 고급감을 결정짓는 중요한 항목으로 고려되고 있다.

본 논문은 가솔린 엔진이 장착된 세단차량을 대상으로 아이들 진동 발생 메커니즘을 규명하고, 하드웨어 개선 및 아이들 제어인자 변경 등 소프트웨어 개선을 통하여 보다 낮은 레벨의 아이들 진동을 얻을 수 있었다. 이러한 결과들을 기반으로 23개 차량에 대한 아이들 진동을 정량화 하였고, 이를 통해 아이들 진동 개선 가이드 맵을 작성하여 향후 아이들 진동개선 시 주요인자를 정의할 수 있도록 하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 아이들 진동 발생

Fig.1 은 아이들 진동의 발생원리와 전달경로를 나타내는 그림이다. 차량의 가진력으로 작용하는 파워트레인 가진 성분은 크게 연소에 의해 발생된 토크 성분과 파워트레인의 회전 성분에서 발생된 관성력으로 구분된다. 연소에 의해 발생된 토크는 엔진 정상연소에 의해 발생된 주기적 연소토크와 사이클간 편차 및 실린더간 편차로 발생된 비주기적 연소토크로 나뉜다.

이렇듯 파워트레인에서 발생된 가진력 성분들은 주기적 성분과 비주기적 성분들을 모두 포함하고 있으며, 이러한 성분들은 아이들 진동을 발생시키는 Input 요소로 차량에 전달된다.

차량으로 전달된 파워트레인의 가진 성분들은

차량 민감도에 의해 증폭 혹은 감쇄 되며 최종적으로 운전자는 실내로 전달된 진동을 느끼게 된다.

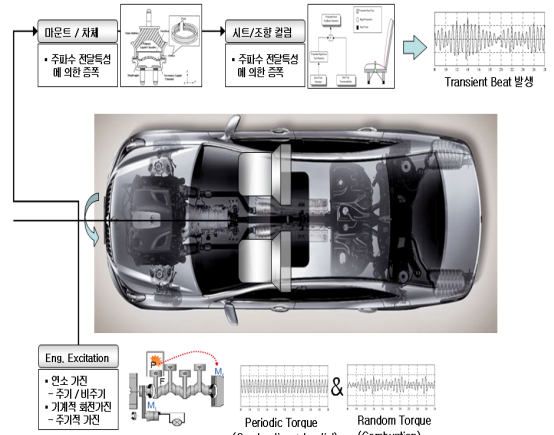


Fig.1 아이들진동 발생 메커니즘

#### 2.2 아이들 진동 개선 시험

##### 2.2.1 인젝터 유량편차

실내에 인지되는 비주기적 아이들 진동은 일반적으로 실린더 간 연소 편차 및 사이클간 편차로 야기되기 때문에 각 실린더에 분사되는 연료량의 편차를 축소시켜 아이들 진동과의 관계를 확인하였다. Fig.2는 연료분사 인젝터의 분사 유량 편차 축소 인젝터 적용 시 C0.5, C1 성분의 엔진 RPM 변동량 및 동일 대역의 시트진동이 개선되었음을 보여준다.

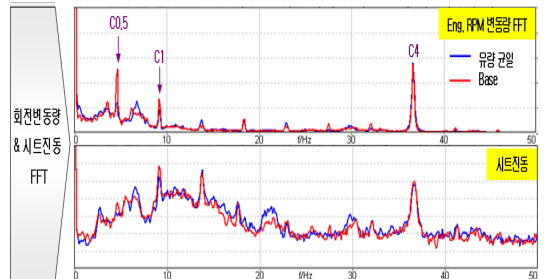


Fig.2 인젝터 유량편차 시험결과

† 교신저자; 현대자동차 남양연구소

E-mail : jinhoon20@hyundai.com

Tel : 031-368-2681, Fax : 031-368-6095

\* 현대자동차 남양연구소

### 2.2.2 인젝터 Fuel Rail 압력맥동 기여도

연료 분사 시스템의 압력 변동은 Fuel Rail 의 단면 형상 변경을 통해 실시하였다. Fig.3과 같이 사각 단면 Fuel Rail 의 엔진 RPM 변동량의 간헐적 급락은 원형단면 대비 발생비율이 낮으며, 사각단면 Fuel Rail 의 6~7Hz 대역 RPM 변동량 개선으로 동일 대역 엔진 진동이 약 5dB 개선 된다. 사각 단면 Fuel Rail 의 연료 맥동압 저감은 Rail 내 연료압의 안정성을 향상시켜 기통간 연료 분사량의 균일화에 기여하여, 원형단면 사양 대비 기통간 연소 안정성 측면에 우세하다.

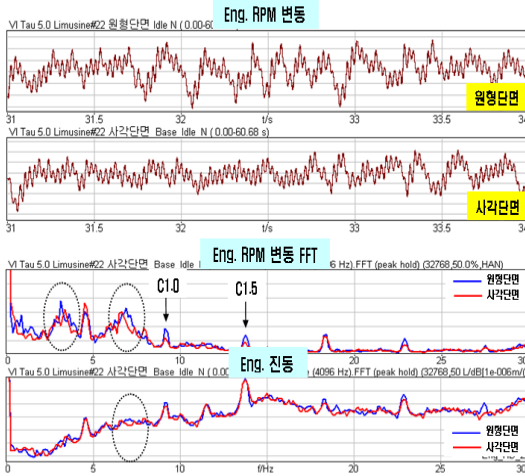


Fig.3 인젝터 Fuel Rail 형상 시험결과

### 2.2.3 아이들 제어인자 기여도

본 논문에서는 목표 아이들 추정을 위한 제어인자 조정을 통한 진동 기여도를 실시하였다. 목표 아이들 RPM 이하로 떨어지면 토크보상을 통해 목표 RPM 에 도달하도록 제어한다. Fig.4는 기존의 제어인자를 변경한 시험 결과이며, 제어인자 변경 시 기존의 RPM 변동량 대비 갑작스런 RPM 급락 현상은 감소하였고, 4~8Hz 주파수 대역의 RPM 변동량과 시트 진동이 감소하였다.

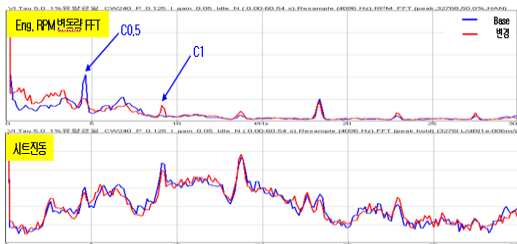


Fig.4 아이들 제어인자 변경 시험결과

### 2.3 아이들 진동 개선 가이드맵

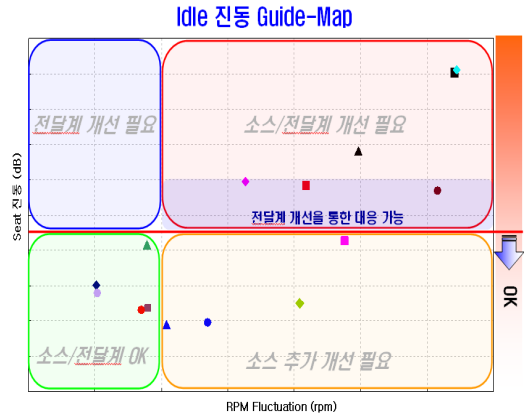


Fig.5 아이들 진동 개선 가이드맵

Fig. 5는 23개 차종의 시험을 통해 얻은 결과를 이용해 작성한 진동개선 가이드 맵의 작성 예이다. 23개 차량 시험을 통하여 운전자가 체감한 감성적 아이들 진동을 이용하여 정량화 된 시트진동으로 서지진동 수준(정상/문제)의 기준을 제시하였다. 이 기준을 통해 개발 담당자는 차량의 아이들 진동수준을 파악 할 수 있다. 진동개선 가이드 맵은 4개의 개선영역으로 구분되어 있으며, 시트진동과 엔진 RPM 변동량을 이용하여 가이드 맵 내 구분된 영역의 위치를 통해 개선 주안점을 찾을 수 있도록 하였다.

### 3. 결 론

아이들 진동 개선을 위해서 진동 발생원리, 하드웨어 및 제어로직 개선시험을 실시하였고, 아래와 같은 결론을 얻을 수 있었다..

(1) 아이들 진동은 엔진 연소 및 회전체의 회전 관성력에 의해 발생된 주기적 진동 및 서지진동이 차량실내로 유입되는 파워트레인과 차량시스템이 연관된 현상이다.

(2) 아이들 진동 개선을 위하여 기통 및 실린더간 연소편차 개선이 필요하며, 인젝터 유량편차와 Fuel Rail 의 압력 변동량 축소 및 엔진 아이들 제어인자 변동이 효과적이다.

(3) 23개 차량시험을 통하여 아이들 진동의 정량화 하였으며, 차량의 시트 진동 및 엔진 RPM 변동량을 이용해 작성된 서지진동 개선 가이드맵은 개선 주안점을 파워트레인과 차량시스템으로 구분 할 수 있도록 하였다