

EU6 디젤 1.6L 엔진의 Low End Torque 극대화를 위한 최적 터보차저 선정 및 개발

박문대^{*1)} · 민병두¹⁾ · 안기환¹⁾ · 김주일¹⁾ · 김윤영¹⁾
쌍용자동차¹⁾

Selection and Development of Optimum Turbocharger to Low End Torque maximization of EU6 Diesel 1.6L Engine

Mundae Park^{*1)} · Byeongdu Min¹⁾ · Gihwan Ahn¹⁾ · Juil Kim¹⁾ · Yunyoung Kim¹⁾

¹⁾ Ssangyong Motor Co., 455-12, Dongsak-ro, Pyeongtaek-si, Gyeonggi-do 17749, Korea

Abstract : A key focus of the recent diesel engine development is the engine down-sizing and maximizing the performance of low and medium speed range by applying turbocharger. Thus, the application of turbocharger is required to meet increasingly enhanced exhaust gas regulations and secure the power performance of the vehicle. The recent general turbocharger trend is application of Electric Variable Geometry Turbocharger with excellent response and controllability. This paper will describe the specification selection and development process of turbocharger for maximizing a low speed performance of diesel 1.6L engine. This will certainly help in selecting the next turbocharger.

Key words : Turbocharger(터보차저), Diesel engine(디젤엔진), Low end torque(저속토크), Surge(서지), Trim(트림)

1. 서 론

최근 디젤 엔진개발의 핵심 기술개발동향은 고성능, 고효율의 터보차저를 적용하여 엔진을 다운사이징하고 상용 운전영역인 중저속 구간의 성능을 극대화하는 것이다. 따라서, 터보차저의 적용은 강화되는 배기가스 규제를 만족함과 동시에 차량동력성능을 확보하기 위해 이제 선택이 아닌 필수 사항이 되었다.

본 논문에서는 쌍용자동차의 엔진구동개발철학인 Dynamic, Down speeding, Downsizing을 구현하기 위해 Low End Torque(이하 LET) 성능 극대화를 Concept으로 개발한 EU6 디젤 1.6L 엔진의 최적 터보차저 사양선정 및 개발과정에서 수행한 성능 해석 및 검증결과들을 소개하고자 한다.

2. 개발목표

* 박문대, E-mail: mundae.park@smotor.com

2.1 엔진성능개발목표

목표는 상용 운전영역인 중저속구간의 성능을 극대화하여 경쟁력을 확보하는 것이다.

2.2 터보차저 개발목표 및 Concept

중저속 성능 극대화를 위한 저속 성능 지향형 터보차저개발을 목표로 세부 개발 Concept은 다음과 같다. 첫째, Noise 저감 및 효율 극대화를 위한 Fully Machined Compressor Wheel 적용, 둘째, 가감속이 빈번한 운전조건에서 베인(Vane) Control 측면 응답성 및 제어성이 우수한 Smart Electric Actuator 적용, 셋째, Oil 공급구조 최적화를 통한 최적의 윤활성 구현 Bearing System 적용이다.

3. 터보차저 Package 설계

FF(Front-engine Front-drive)차량에 탑재되며 소형엔진인 EU6 디젤 1.6L 엔진의 Layout 특성을 고려하여 Compact Size로 터보차저 Package를 설계하였다.

4. 터보차저 성능해석

4.1 터보차저 성능해석 모델선정

주요 터보 Maker에 대한 기술평가를 실시하여 사양안정성, EU6 엔진개발경험 등이 우수한 2사를 선정, 각 Maker별 터보차저 Variant모델을 제안받아 성능해석모델로 선정하였다.

4.2 터보차저 성능해석 비교평가

터보 Marker 2사의 총 5개 사양에 대하여 LET, Max. Torque, Max. Power, 고지성능마진, 효율을 기준으로 성능해석을 진행한 결과 A사는 서지마진이 우수하여 중저속 성능 극대화 측면 우위에 있는 Variant1이 B사는 컴프레서 휠 효율이 우수한 Base사양이 엔진대상 평가사양으로 선정되었다.

5. 터보차저 성능평가 및 최적화

5.1 터보차저 엔진대상 성능비교평가

성능해석을 통해 선정된 A, B사 사양 각 1종에 대해 엔진대상에서 성능평가를 수행한 결과, LET 측면은 A사 Variant1이 Target을 만족하는 것은 물론 B사 Base사양대비 성능이 우수함으로 나타났다. 하지만 엔진Target을 Just하게 만족하는 수준으로 튜닝(Tuning)을 통해 성능증대 및 최적화가 필요한 수준으로 평가되었다.

5.2 LET 성능증대를 위한 사양최적화

엔진대상 평가결과 우수사양으로 선정된 A사 Variant1에 대하여 사양최적화를 진행하였다. 저속 유동저항 최소화 및 서지마진증대, 응답성향상을 위해 컴프레서 휠(Compressor wheel) 및 터빈 휠(Turbine wheel) 트림(Trim) Size를 최적화한 Variant4사양을 제작하였으며 엔진대상에서 성능검증을 수행한 결과 LET성능이 트림 변경전 사양인 Variant1 대비 약 10% 증대되는 결과가 도출되었다.

6. NVH 평가

터보 Noise Control을 위해 설정한 중력 가속도(G-Level) 규격 검증을 위해 G-Level Grade별 각 1대씩 총 5대의 샘플을 제작하여 차량에서 운전조건별로 관련팀 합동감성평가 및 Measuring Data 분석평가를 실시하였으며 그 결과 양호 수준으로

평가되어 최적의 검증된 Noise Control 규격을 설정할 수 있었다.

7. 결 론

- 1) 서지마진 부족시 공기압축이 저속구간에서 제대로 이루어지지 않는다. 따라서 저속성능 확보를 위해서는 서지마진이 충분한 터보차저 사양이 선정되어야 한다.
- 2) 성능해석을 통해서 선정된 A, B사의 사양 각 1종에 대하여 실제 엔진대상에서 성능비교시험을 수행한 결과 LET, Max. Torque 및 BSFC 등 전반적인 평가항목에서 엔진목표성능을 만족하며 우세한 성능을 나타낸 A사의 Variant1 사양이 최적사양으로 선정되었다. 하지만 LET 측면 엔진목표성능을 Just하게 만족하는 수준을 나타냄으로써 튜닝을 통해 성능증대 및 최적화 과정이 추가로 필요하게 되었다.
- 3) 저속 유동저항 최소화로 서지마진을 증대하고 응답성을 향상 시키기 위하여 컴프레서 및 터빈 휠 트림 Size를 최적화한 A사 Variant4를 엔진대상에서 검증한 결과 LET성능이 트림 변경전 사양인 Variant1 대비 약 10% 증대되어 저속성능이 향상되었으며 NVH 검증결과도 양호하였다. 따라서 그 결과를 근거로 Variant4 사양을 EU6 디젤1.6L 엔진의 최적 터보차저 사양으로 최종선정하였다.

References

- 1) Hyungchang Lee, Seokyeon Im, Sangseok Yu, "The analysis of surge phenomenon over operating characteristics for vehicular turbocharger", KSAE14-Y0002, 2014.
- 2) Minkyu Park, Youngseok Kang, Jeongho Kim, Jaehun Jeong, Myungjun Lee, Joonkyu Lee, "A development of 2-liter class passenger diesel engine to meet EU-6", KSAE14-A0018, 2014.