

LPG 직분사 엔진의 연비 및 성능개선을 위한 다운사이징 효과에 관한 연구

임 종 석^{*1)} · 김 도 완¹⁾ · 박 한 용¹⁾ · 송 진 오²⁾ · 한 정 환²⁾, 육 철 수²⁾, 박 성 민²⁾

콘티넨탈 오토모티브 시스템(주)¹⁾·현대기아자동차 연구개발본부²⁾

A Study of Downsizing Effect on Turbocharged LPG Direct Injection(T-LPDI) Engine for Fuel Economy and Performance Improvements

Jongsuk Lim^{*1)}·Dowan Kim¹⁾·Hanyong Park¹⁾·Jinoh Song²⁾·Junghwan Han²⁾·Chulsoo Yook²⁾·Seongmin Park²⁾

^{*1)} Continental Automotive Systems Corporation, 45-29 Saeum-ro, Icheon-si, Gyeonggi-do, 467-080, Korea

²⁾ Hyundai and Kia Corporate R&D Division, 772-1 Jangduk-dong Hawseong-si, Gyeonggi-do, 445-706, Korea

Abstract : The gasoline direct injection (GDI) system has showed a good potential in terms of the fuel economy and performance compared with port fuel injection engine. Moreover downsized turbocharged GDI engine can give additional improvement of fuel economy and driving performance. However, the turbocharged GDI engine faces strengthened emission regulation in near future, since its higher particle matter(PM) emission. On the other hands, LPG fuel engine emit lower emissions than gasoline engine due to its atomization characteristic. In this paper, performance and fuel efficiency experimental results are presented from a new 1.4L downsized turbocharged LPG direct injection(T-LPDI) engine and vehicle. This new engine shows much better WOT performance as well as improved fuel economy level compared with 2.0L port fuel LPG engine. Consequently, the downsized T-LPDI engine has positive potential to be applied as substitute for 2.0L port fuel LPG engine with its better performance and fuel efficiency.

Key words : LPG(Liquefied Petroleum Gas), T-LPDI(Turbo-charged Liquefied Petroleum Direct Injection, 과급 액화석유가스 직접분사), Downsizing(다운사이징), Fuel economy(연비)

1. 서 론

직접분사식(GDI) 가솔린엔진은 포트분사식(PFI) 가솔린엔진 대비 실린더 내로 고압의 연료를 분사하여 체적효율 향상과 더불어 정밀한 연료 제어를 통한 연소효율 향상으로 연비 및 동력성능의 개선이 가능하다.¹⁾ 하지만 GDI 엔진은 실린더 내부로 연료를 직접 분사하는 특성 상 균질한 혼합기 형성이 어려울 뿐만 아니라 연료 분사 시 연소

실 벽면, 피스톤 헤드 및 흡배기 밸브의 간섭에 의한 연료액적의 생성 등으로 인해 연소 시 다량의 입자상 물질(Particle Matter)이 발생하는 문제를 가지고 있다.²⁾ 반면 LPG(Liquefied Petroleum Gas) 연료는 가솔린 연료 대비 엔진 적용 시 낮은 배기 배출물 수준으로 인해 청정 대체연료로 평가 받고 있으며, 더욱이 연료의 높은 무화성 및 확산성으로 인해 입자상 물질의 발생수준이 낮은 것으로 알려져 있다.³⁾ 본 연구에서는 가솔린 엔진 대비 낮은 배기 배출물 수준을 갖는 LPG 연료 적용 엔진의 성능 및 연비향상 여부에 초점을 맞추어 직접 분사식 엔진에 터보과급 시스템의 적용한 1.4L

* 임종석, E-mail : jongsuk.lim@continental-corporation.com

T-LPDI엔진을 개발하였으며, 기존 포트분사방식의 2.0L LPI 엔진 대비 Downsizing을 통한 성능 및 차량 연비개선 수준을 평가함으로써 개발된 1.4L T-LPDI 엔진의 기존 엔진 대체 가능성을 확인하고자 하였다.

2. 본 론

본 연구에서는 기존 2.0L LPI 엔진 대비 Downsizing을 통한 성능 및 연비개선 효과를 얻기 위해 1.4L T-LPDI엔진을 개발하였다.

1) 성능 평가

개발된 1.4L T-LPDI 엔진은 2.0L LPI 엔진 대비 차량의 실 도로 주행 시 주로 사용되는 3,000rpm 이하의 영역에서 전 부하 기준 41.2~48.8% 수준의 토크 및 출력능력이 향상되었으며, 3,500~5,000rpm영역에서 8.3~35.1% 개선된 토크 및 출력성능을 보였다. 또한 최대출력이 발생하는 5,500~6,000rpm에서는 동등 수준의 동력성능을 확인할 수 있었다.

2) 연비 평가

개발된 1.4L T-LPDI 엔진의 Downsizing을 통한 연비개선 효과를 확인하기 위해 2.0L LPI 엔진과 동일한 차량을 기준으로 연비평가를 수행하였다. 개발된 1.4L T-LPDI 엔진적용 차량은 FTP75 City 모드에서 2.0L LPI 엔진 장착 차량 대비 6.66%의 연비개선 결과를 보였으며, Highway 모드에서는 10.60%의 연비개선 결과를 보였다. 두 모드의 연비개선의 차이는 City 모드 대비 Highway 모드의 경우 개발된 엔진의 운전영역이 펌핑손실 저감에 의해 높은 효율을 갖는 1bar~1.2bar의 흡기 매니폴드압력 영역에서 주로 운전되었기 때문으로 판단된다. 또한 일반국도, 고속도로 및 고지대 도로를 포함한 약 280km의 실 도로에서의 Full Tank법을 사용한 주행연비 평가를 수행한 결과 8.14%의 연비개선 결과를 얻을 수 있었다.

3. 결 론

본 연구에서는 1.4L T-LPDI 엔진의 성능 및 연

비개선 관점에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 개발된 1.4L T-LPDI 엔진은 2.0L LPI 엔진 대비 1,500 ~ 5,000rpm 영역에서 최대 48.8%의 개선된 전 부하 토크 및 출력성능과 동등 수준의 최고 출력 값을 보였다. 1,500 ~ 3,000rpm의 차량의 주 운전영역에서 동력성능이 개선된 1.4L T-LPDI 엔진은 기존 2.0L LPI 엔진의 적용차량에 대체 적용 시 월등히 개선된 체감 동력성능을 보일 것으로 예상된다.

2) 동일한 차량에 2.0L LPI 엔진과 개발된 1.4L T-LPDI 엔진을 적용한 후 연비 성능 평가를 수행한 결과 FTP75 City/HWY 모드 평가 시 2.0L LPI 적용 차량 대비 복합연비 기준 8.60%의 개선된 연비 성능을 보였다. 뿐만 아니라 약 280km 구간의 실 도로 주행 평가 시 8.14%의 연비 개선을 결과를 얻을 수 있었다.

결론적으로 Downsizing 1.4L T-LPDI 엔진은 우수한 동력성능과 향상된 연비성능으로 기존 2.0L LPI 엔진을 대체 할 수 있다는 가능성을 충분히 확인할 수 있었다.

References

- 1) D. Schoppe, H. Zhang, G. Rosel, E. Achleitner, F. Kapphan and H. Dupont, "Next Generation Engine Management Systems for Gasoline Direct Injection," Internationales Wiener Motoren-symposium, 2013.
- 2) J. W. Lee, Y. I. Jung, M. W. Jung, K. O. Cha, S. I. Kwon, J. C. Kim and S. Park, "Experimental Investigation and Comparison of Nanoparticle\Emission Characteristics in Light-duty Vehicles for Two Different Fuels", Int. J. Automotive Technology, Vol. 9, No. 4, p.397-403, 2008.
- 3) C. L. Myung, H. Lee, K. Choi, Y. J. Lee and S. Park, "Effects of Gasoline, Diesel, LPG and Low-carbon Fuels and various Certification Modes on Nanoparticle Emission Characteristics in Light-Duty Vehicle", Int. J. Automotive Technology, Vol. 10, No. 5, p.537-544, 2009.