

LPLi 용 엔진의 리어머플러 열전달에 대한 수치해석적 연구

이 준 호^{*1)} · 박 상 훈¹⁾ · 김 종 일²⁾ · 김 덕 한²⁾ · 박 종 환³⁾

자동차부품연구원¹⁾ · 디젠스(주)²⁾ · 르노삼성자동차³⁾

Numerical Study on Heat Transfer in Rear Muffler of LPLi Engine

Junho Lee^{*1)} · Sanghoon Park¹⁾ · Jongil Kim²⁾ · Deokhan Kim²⁾ · Jonghwan Park³⁾

^{*1)}Korea Automotive Technology Institute, 303 Pungse-ro, Pungse-myeon, Dongnam-gu, Cheonan-si, Chungnam, Korea

²⁾Dgenx.co.,ltd., Yeonamyulgeum-ro, Eumbong-myeon, Asan-si, Chungnam, Korea

³⁾Renault Samsung Motors, 61, Tapsil-ro, Giheung-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do, Korea

Abstract : Recently, vehicle with an LPLi engine and fuel bombe are developed for improvement of LPG vehicle. Therefore, optimization of engine specifications and fuel bombe position is needed. LPLi engine's fuel is pumped by liquid phase and pressurized and it is injected in intake port. As a result, its power is 10% improved than traditional mixer scheme. This study is to find out the influence of the exhaust gas on bombe's temperature rise. In analysis, only the exhaust system has been considered except the bombe. So, the wall temperature of the rear muffler influenced by exhaust gas is predicted by the commercial CFD software (STAR CCM+). At the high speed driving condition, temperature around heat shield in rear muffler is less than 200℃. However, the temperature at low speed driving and high load condition is 550℃.

Key words : LPLi(Liquid phase LPG injection, 액화석유가스 액상 분사), Bombe(내압 용기), Muffler(소음기), Exhaust system(배기시스템), CFD(Computational fluid dynamics, 전산유체역학)

1. 서 론

화석연료의 고갈에 따른 가솔린 및 디젤 연료 가격의 상승으로 소비자들은 LPG 차량을 선호하는 추세이나, 기존의 LPG 차량은 폭발 위험성이 크고 트렁크 공간이 작은 단점이 있다.¹⁾ LPG 차량시스템이 가지고 있는 문제점을 개선하고자 완성차 업체에서는 스마트 봄베형의 LPLi 용 엔진과 연료탱크 용기를 장착한 차량을 개발 중에 있으며, 이에 따라 엔진 사양과 연료탱크의 위치 등의 변경에 따른 최적 배기시스템의 개발 필요성이 대두되었다. LPLi 엔진은 LPG 연료를 가압하여 액상상태로 펌핑하고

이를 흡기포트에서 분사하는 연료공급 방식으로 기존 믹서방식보다 출력은 10% 향상된 LPG 자동차 엔진이다.²⁾

LPLi 용 엔진에서 발생하는 배기가스는 배기시스템을 통과하여 대기로 배출되는 과정에 리어 머플러의 위치가 환형 봄베와 밀접하게 위치하게 되면서 봄베의 표면온도 상승에 큰 영향을 주게 된다. 이에 따라 본 논문은 배기가스가 봄베의 온도 상승에 미치는 영향을 알아내기 위한 연구로써, 본 논문에서는 봄베는 고려하지 않고 배기시스템만을 고려하여 배기가스의 열·유동에 의하여 배기관 벽면의 온도를 알아내는 연구를 상용 열·유동 소프트웨어인 STAR CCM+를 이용하여 진행하였다.

* 이 준 호, E-mail: jhlee@katech.re.kr

2. 본 론

궁극적으로 본 연구에서 알고자 하는 것은 뽀뽀 표면의 온도 상승량이고, 이를 알기 위해서는 리어 뽀뽀 표면의 온도가 중요하다. 해석에서 Fig. 1에서와 같이 Hot end section의 출구 결과를 Cold end section의 입구 조건으로 활용하는 방법을 사용하여 배기시스템을 Hot end section과 Cold end section으로 나누어 해석을 진행하였다. Hot end section은 열과 유동에 관한 해석만 진행하였고, Cold end section은 리어뽀뽀 하우징을 포함시켜 해석을 진행하여 해석 시간을 단축시킬 수 있었다.

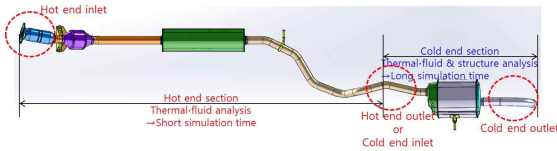


Fig. 1 Exhaust system 3D modeling

LPLi 용 엔진이 고부하 조건으로 운전될 때 배기 매니폴드에서의 배기가스 온도는 850℃이다. 이에 비해 극저기 대기의 온도는 40℃ 이하이고, 극한기 대기의 온도는 -30℃ 이상으로 배기가스 온도와 계절별 대기 온도의 차이는 크지 않다. 그러므로 각 계절의 대기 온도에 따른 열전달계수는 차이가 크지 않아 160km/h의 고속 운전 조건에서는 대류 열전달계수는 계절 변화에 상관없이 120W/m²K를 사용하였고, 차량의 속도에 비례하여 열전달계수를 변화시켜 해석을 진행하였다.

해석 결과 Fig. 2와 같이 주행속도가 증가하면 열전달계수가 증가하여 배기가스 온도와 리어뽀뽀 표면의 온도가 낮아지는 것을 알 수 있었다. 또 bracket 위치의 온도에 비해 heat shield 위치의 온도가 더 낮은 이유는 뽀뽀 내부에서 배기가스가 유입되는 쪽의 배기관이 bracket 방향에 위치하고 배기가스가 유출되는 방향의 배기관이 heat shield 방향에 위치하기 때문으로 판단된다.

리어뽀뽀에서 160km/h로 고속 주행 할 때는 뽀뽀에 가장 큰 영향을 주는 위치인 heat shield 주변 온도가 200℃ 이하이나, 차량이 저속 고부하 조건인 열전달계수 20W/m²K 조건에서는 550℃ 이상으로 예측되었다.

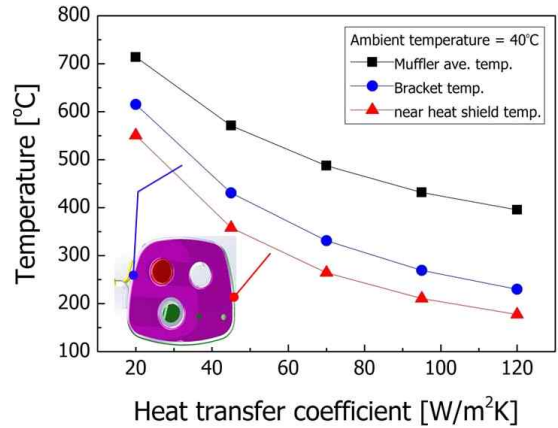


Fig. 2 Temperature of rear muffler

3. 결 론

본 논문은 LPLi 엔진용 환형 뽀뽀 적용 차량의 배기 시스템 개발을 위한 연구로써 배기가스가 리어뽀뽀에 미치는 영향을 파악하였고 그 결론은 다음과 같다.

- 1) 리어뽀뽀에서 bracket의 온도보다 heat shield 주변의 온도가 더 낮지만, 저속 고부하 조건에서는 표면온도가 매우 높아 뽀뽀로의 영향이 클 것으로 판단된다.
- 2) 차후 연구에서는 리어뽀뽀에서 뽀뽀로 열전달되는 정도를 고려하여, 리어뽀뽀 형상의 개선과 적절한 성능의 heat shield 장착이 필요할 것으로 판단된다.

4. 후 기

본 논문은 중소기업청에서 주관하는 중소기업기술개발지원사업의 일환인 구매조건부신제품개발사업(과제번호: S2196900)의 지원하에 수행되었습니다.

References

- 1) Wang, Z., Deng, B., Han, Y. and Wang, H., "Combustion and Emissions Characteristics of a Small Spark-Ignited LPG Engine", SAE 2002-01-1738, 2002
- 2) Kernyong Kang, Daeyup Lee, Seungook Oh and Changup Kim, "Performance of an Liquid Phase LPG Injection Engine for Heavy Duty Vehicles", SAE 2001-01-1958, 2001