

과급시스템장착 중형상용 LPG 엔진의 개발

(Development of Supercharged LPG Engine for Light Duty Commercial Vehicles)

기술의 개요

가. 디젤대비 LPG 연료의 환경친화성

LPG 연료는 가솔린과 마찬가지로 Otto사이클에 의해 연소되며 기존의 가솔린 또는 디젤연료에 비해 단위 중량당 발열량이 높고 배기가스 청정효과에 유리하다. 그리고 최근 디젤연료를 사용하는 중·대형 차량이 도심의 매연배출의 주요 원인으로 인식되고 있기 때문에 LPG 연료를 사용하는 중형상용 LPG 엔진을 개발하여 실용화시킴으로써 디젤차량의 매연 등에 의한 환경 오염물질의 대폭적인 저감효과를 기대할 수 있다.

나. LPG 엔진 개발의 장점

LPG는 충전효율, 냉시동성 등에 있어 다소 불리한 점도 있지만 연료의 단가가 가솔린의 1/4, 디젤의 1/2 정도로 상당히 경제적이므로 최근 차량용 대체연료의 하나로 크게 각광받고 있다. 또한 LPG는 다른 대체연료와 비교하여 이미 소형 승용차용 연료로서 이미 오래 전부터 사용되어 왔으며, 따라서 충전설비 등의 Infra-structure의 구축에 있어 상당히 유리한 특징을 가지므로 단기간의 연구개발로 실용화를 이룩하기에 큰 장점을 지니고 있다.

다. LPG 엔진 개발의 개요

국내외에서 수행된 대체연료 엔진 및 차량 개발현황을 분석한 후, 중·대형 상용차량의 수요 및 제원을 조사하여 개발대상 디젤엔진을 선정, 출력성능을 평가하였고, 연소실 형상변경을 위한 피스톤 설계 및 가공을 시행하여 엔진에 장착하였으며, 엔진제원에

적합한 흡기계 및 연료 공급계 부품의 설계 및 제작 작업을 수행하였다. 그리고 실린더헤드를 수정·설계 및 가공하여 점화플러그를 장착하였고, 분사펌프기어에 디스트리뷰터를 체결함으로써 캠축과 동일한 회전각을 유지하도록 하였다. 특히 엔진의 연료공급 및 점화장치 관련 요소부품들을 가능한 현용 양산차량용 국산 부품을 적용함으로써 향후 국내 부품업체 및 완성차업체의 설계·제작 기술에 의한 실용화가 용이하도록 하였다.

연구내용 및 결과

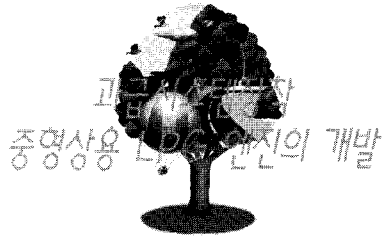
가. 연소실

LPG 연소에 적합한 압축비를 얻기 위해 피스톤 크라운 부의 형상을 변경하여 압축비와 응력을 최소화하기 위한 dog-dish형 피스톤을 수정·설계 및 제작하고, FEM해석을 통하여 피스톤의 3차원 모델링과 응력해석을 수행하였으며, 또한 가공된 피스톤을 피스톤 내구시험기에 의해 내구성능도 확인하였다.

나. 연료공급장치 및 전기점화장치

LPG연료공급장치로는 액상과 기상 연료를 동시에 공급 또는 차단할 수 있는 솔레노이드 밸브, 액상 연료를 기화시킨 후 감압하여 공급해 주는 베이퍼라이저, 벤추리의 입력차와 피드백 솔레노이드 밸브의 제어에 의해 흡기관에 연료를 공급해 주는 믹서 등이 있으며, 이들 요소부품들을 엔진사양에 적합한 것으로 선정·구성하였다.

전기점화장치의 구성을 위해서는 점화플러그 tip의 화염온도 및 pre-ignition 테스트를 거쳐 LPG 연소에 적



합한 스파크플러그를 선정하였고 디젤 연료분사노즐 위치에 스파크플러그를 장착할 수 있도록 실린더헤드의 노즐삽입부를 수정, 설계하였으며, 연료분사펌프를 탈거하고 그 위치에 디스트리뷰터를 장착할 수 있도록 어댑터를 설계·제작하였다. 특히 스파크플러그의 선정에 있어서는 LPG 연료의 연소시 발생하는 고온의 화염온도와 장착부위의 여유공간 등을 고려하여 열가가 다소 냉형이면서 체결너트가 소형인 저항타입의 플러그로 선정하였다.

다. LPG 엔진용 ECU 매핑 및 과급장치 설계

LPG 엔진의 운전에 적합한 ECU를 점화시기 및 연료공급 피드백 제어의 매핑에 의해 제작하였고, 이를 위해 O2 센서, MAP 센서 등을 장착하고 엔진부하 및 회전수변화를 기준으로 17×17개의 운전영역에 대하여 F/B Duty 제어($\lambda=1$) 및 점화진각도의 매핑을 실시하였으며, 냉각수온, 흡기온도에 대한 보정 뿐만 아니라 배터리전압, 에어컨 가동여부 등에 따라 아이들 제어기능과 엔진의 과운전 방지를 위한 Fuel-Cut 조건 등도 입력하였다.

과급장치로는 배기량, 출력, 회전수, 체적효율 등 엔진의 요구성능에 적합한 제원을 갖는 Autorotor type의 스크류형 기계구동 과급기를 선정하여 설계하였다.

라. LPG 엔진 출력성능

2.5톤 트럭 및 중형버스에 탑재되는 직분식 디젤엔진($Vd=3,568cc$, 4cyl., $b \times s=104 \times 105mm$)을 토대로 하여 개발된 LPG 엔진의 성능은 WOT 조건에서 디젤엔진에 비해 최대토크가 5% 상승, 최대출력은 3% 감소하였으나, 과급기를 장착한 경우 WOT 운전조건에서 최대토크와 최대출력이 256.9Nm와 94.5PS로 디젤대비 각각 약 7%와 2% 정도 상승한 것으로 나타났다. 그

리고 유해 배기가스 배출량을 측정해본 결과 기존의 승용차용 LPG 엔진과 동등수준으로 배출되는 것을 확인하였다.

성과 및 활용가능분야

가. 에너지 절약(대체, 청정, 자원)효과

LPG 연료의 차량사용은 디젤에 비해 그 에너지가 가지고 있는 청정성으로 인해 에너지의 환경친화적인 이용측면에 있어서 그 효용가치가 매우 높다.

나. 환경편익성

디젤차량을 LPG로 대체함으로써 해서 도심지의 환경 공해 저감에 일익을 담당할 수 있고 저소음, 저진동에 의한 차량의 승차감의 향상을 기대할 수 있다.

다. 생산성 향상

현재 생산되고 있는 디젤차량을 LPG로 전환, 매칭시키는 기술을 확보함으로써 관련 부품들의 생산성 향상을 크게 도모할 수 있을 것으로 사료된다.

라. 수입대체효과

최근 대체연료 개발에 대한 관심과 공해저감을 위해 점차 그 수요가 확대되고 있는 외국의 LPG 차량 보급 현황을 볼 때 본 과제를 통해 얻어진 개발기술이 향후 수입에 따른 외화절감에 크게 기여할 수 있을 것이다.

마. 활용가능한 분야

기존 중형상용 및 동급의 디젤엔진에 적용 가능하며 LPG 차량의 보급확대에 따라 그 적용분야는 점차 늘어날 것이다.