Copyright ⓒ 2018 KSAE
18SKSAE_A033

LPG 직접 분사 엔진의 분사 시기가 희박 연소 특성에 미치는 영향에 대한 수치해석 연구

이 승 엽* · 김 호 겸 · 정 진 택

고려대학교 기계공학부

Numerical Study on Effects of Injection Timing on Lean-Combustion Characteristics in a LPG Direct Injection Engine

Seung Yeob Lee* · Hogyeom Kim · Jin Taek Chung

School of Mechanical Engineering, Korea University

Key words : LPG(액화석유가스), Direct injection (직접분사), Lean-combustion(희박 연소), CFD(전산유체역학)

* 발표자 성명, E-mail: seungyobp@korea.ac.kr

LPG는 국내에서 가솔린, 디젤 다음으로 사용량이 많은 차량용 연료이며 LPG 차량은 현재 200만대 이상 등록되어 있다. LPG 연료는 가솔린, 디젤 연료 대비 배출가스 특성이 우수한 것으로 알려져 있다. 또한 LPG 차량에 대한 제도적 개선과 LPG 연료의 낮은 가격은 LPG 차량의 경쟁력을 높이고 있다. 이러한 이유로 LPG 차량에 대한 수요는 지속적으로 증가할 전망이다. 따라서 기존 LPG 엔진의 단점인 출력을 향상시키는 전략이 필요하며 이를 위해 LPG 직접 분사 엔진이 개발되었다. 최근 LPG 직접 분사 엔진의 연비와 배출가스 성능을 높이기 위한 다양한 연구가 진행되고 있다. 이러한 연구의 일환으로써, LPG 연료의 장점인 우수한 증발 특성과 넓은 가연 범위, 빠른 화염 속도를 활용할 수 있는 희박 연소 기술에 대한 연구가 필요하다. 하지만 희박 연소 구간에서 LPG 직접 분사 엔진의 연소 특성에 대한 이해는 아직 부족하다. 희박 연소는 실린더 내부 유동 특성에 큰 영향을 받으며, 실린더 내부 유동과 희박 연소 특성의 관계를 분석하기 위해 수치해석은 필수적이다.

본 연구의 목적은 LPG 직접 분사 엔진의 희박 연소 특성을 이해하기 위해 연료 분사 시기의 변화가 희박 공연비 조건에서 실린더 내 유동과 연소 특성에 미치는 영향을 수치해석을 통해 분석하는 것이다.

해석에 사용한 엔진은 4기통 2L 용량의 LPG 직접 분사 엔진이다. 중부하 조건인 회전속도 2400rpm, 토크 110Nm를 운전조건으로 사용하였다. 수치해석을 위해 상용 해석 프로그램인 STAR-CD를 사용하였으며, 3차원 비정상 해석을 수행하였다. 하나의 엔진 실린더 내부에 대한 해석 모델을 구축하였고, 크랭크 각도에 따라 변하는 3차원 격자를 사용하였다. 기체 상의 유동은 질량, 운동량, 에너지, 성분 보존 방정식으로 모사하였고, 난류 유동은 RNG k-ε 모델을 통해 계산하였다. 분사된 액체 연료의 벽면 충돌은 Bai 모델로, 액적의 분열은 KHRT 모델로 계산하였다. 연소는 ECFM-3Z, spark 모델을 채택하였다.

직접 분사 LPG 엔진의 수치해석에서 얻은 실린더 내 압력과 온도 결과를 실험 결과와 비교하여 해석의 신뢰성을 검증하였다. 공기과잉률 1.5 이상의 희박 공연비 영역에서 연료 분사 시기를 흡기행정부터 압축행정까지 변경시키며 실린더 내 연료-공기 혼합기의 유동을 분석하였고, MBT 점화 시기의 희박 연소 특성을 분석하였다.

Acknowledgement

본 연구는 친환경자동차기술개발사업단 지원으로 수행되었습니다.