

엔진 속도 변화에 따른 직분식 디젤 엔진 흡기 포트 스월비 1-D 시뮬레이션

오 대 산¹⁾, 이 충 훈^{*2)}

국방기술품질원 기동화력센터¹⁾, 서울과학기술대학교 기계자동차공학과²⁾

1D computer simulation of swirl ratio in a cylinder generated by a direct injection diesel engine intake port according to engine speed

Daesan Oh¹⁾ · Choonghoon Lee^{*2)}

Land Systems Center, Defense Agency for Technology and Quality¹⁾

Department of Mechanical and Automotive Engineering, Seoul National University of Science and Technology²⁾

Key words : engine cylinder head (엔진실린더헤드), intake port(흡기포트), swirl ratio (스월비), 1-D simulation(1-D 시뮬레이션), engine speed (엔진속도)

*Corresponding Author, E-mail: chlee5@seoultech.ac.kr

디젤 엔진에서 연료와 공기의 혼합에 가장 큰 영향을 미치는 인자 중 하나가 엔진 연소실 내의 스월 유동이다. 스월 유동은 실린더 헤드 흡기 포트에 의해 생성된다. 디젤 엔진에서는 피스톤이 상사점에 거의 도달하였을 때 연료가 분사된다. 이 때 실린더 내로 흡입된 공기는 압축되며, 흡입된 공기의 대부분은 피스톤 연소실에서 solid body rotation을 한다. 스월 유동은 연료 제트를 접선 방향으로 deflection 시키기 때문에 연료와 공기 혼합이 촉진된다. 실제 엔진 운전 조건에서 스월비를 직접 측정하는 것은 어렵기 때문에 컴퓨터 시뮬레이션으로 엔진 흡기 포트의 스월비를 계산하는 연구가 이루어지고 있다. CFD (computational fluid dynamics) 방법에 의한 기존의 스월 유동 시뮬레이션은 주로 흡기 포트의 형상을 고려한 3-D mesh에 대해 수행되었다. 그러나, 3D CFD에 의한 흡기 포트 스월비 시뮬레이션 방법도 포트의 메시 생성과 CFD 계산에 많은 시간이 소요되는 단점이 있다. 이를 보완할 수 있는 방법이 1D computer simulation 이다. 엔진 실제 운전 조건에서 특히, 엔진 회전 속도 변화에 따른 스월비 특성은 엔진 성능에 매우 큰 영향을 미친다. 엔진 속도 변화에 따른 엔진 스월비 특성에 관련된 연구는 거의 이루어지지 않았다. 본 연구에서는 GT-Power를 사용하여 다양한 엔진 속도 조건에서 크랭크 각도 변화에 따른 엔진 스월비 변화를 1D computer simulation을 하였다. 또한 실제 엔진에서의 연료 분사 기간 동안의 평균 스월비를 계산하였다. 엔진을 연료 분사 없이 Motoring operation 하는 조건에서 엔진 회전 속도 변화에 따른 스월비 특성을 시뮬레이션 하였다. 흡입 압축 팽창 배기로 이어지는 4-cycle operation 과정에서 crank각도 변화에 따른 흡기 포트의 스월비를 시뮬레이션하였다. Piston, center, squish의 3개 region으로 대표하는 각각의 스월비를 시뮬레이션하였다. 3개의 영역의 스월비 중, 연료 공기의 효과적 혼합 측면에서 piston region 스월비가 중요함을 정량적으로 확인하였다. 특히, 직분식 디젤엔진에서 연료가 분사되는 압축상사점 전후에서의 piston swirl비가 연료 공기 혼합에 큰 영향을 미칠 수 있음을 시뮬레이션을 통해 확인하였다. 엔진 속도 변화에 따른 압축 상사점 전후 일정 구간에서의 평균 piston swirl ratio를 실린더 헤드 흡기 포트 대표 스월비로 정하는 것이 바람직하다는 것을 확인하였다.