

가솔린 엔진에서 보어-스트로크 비의 영향에 관한 해석적 연구

송 세 진^{*1)} · 조 석 원¹⁾ · 오 세 철¹⁾ · 송 치 현¹⁾ · 민 경 덕¹⁾ ·

정 동 원²⁾ · 이 병 석²⁾ · 손 진 욱²⁾ · 우 수 형²⁾

서울대학교 기계항공공학부¹⁾ · 현대자동차²⁾

Investigation on the Effect of Bore-to-Stroke Ratio in Spark-Ignited Engine using 3D CFD simulation

Sejin Song^{*1)} · Seokwon Cho¹⁾ · Sechul Oh¹⁾ · Chiheon Song¹⁾ · Kyoungdoug Min¹⁾ ·

Dongwon Jung²⁾ · Byeongseok Lee²⁾ · Jinwook Son²⁾ · Soohyung Woo²⁾

Seoul National University¹⁾, Hyundai Motor Company²⁾

Key words : Spark-ignited engine(가솔린 엔진), 3D CFD(3차원 전산 유체 역학), Bore-to-stroke ratio(보어-스트로크 비), In-cylinder flow(엔진 내 유동), Heat transfer(열전달)

* 송세진, E-mail: sally4950@snu.ac.kr

전세계적으로 자동차 연비 규제와 배기 규제가 급격히 강화되는 추세가 나타나고 있다. 이에 따라 차세대 고효율 가솔린 엔진이 미래 동력원 시장에서 중요한 부분을 차지할 것으로 기대되는 바, 가솔린 엔진의 효율을 높이고 배기 규제를 만족시키기 위한 다양한 기술들이 개발되고 있다. 보어-스트로크 비(B/S)는 엔진의 설계 단계에서부터 우선적으로 고려되어야 하는 요소로 엔진의 효율에 직접적인 영향을 미치는 중요한 인자다. 따라서 이에 관한 근본적인 이해와 연구가 필요하다.

본 연구에서는 3가지 B/S의 엔진을 대상으로 실험과 해석을 진행하였다. 0.5L의 동일한 배기량, 12의 동일한 압축비를 가진 B/S 0.68, 0.83, 1.00의 단기통 엔진에 대하여 실험과 해석을 진행하였으며, 실험으로 정확하게 분석하기 어려운 유동 특성과 열전달 특성에 초점을 맞춰 해석이 진행되었다. 실험, 1D 및 3D 시뮬레이션의 동시적인 데이터 매칭을 통해 보다 정확한 경계조건을 계산하고, 이를 연구에 도입하였다.

동일 부하 조건에서 모터링시의 경계조건, 연소시 경계조건을 사용하여 유동 특성을 분석해 보았다. 해석 결과, 스트로크가 길어짐에 따라 유동이 강화될 것이라는 예측과 달리, B/S 0.68과 0.83에서 난류 강도 등 유동 특성이 큰 차이를 보이지 않음을 확인하였다. 이로 인해 해당 엔진 형상에서는 B/S가 감소함에 따른 효율 상승분이 크지 않을 것임을 예측할 수 있었고 이는 실험으로 확인되었다. 노킹 한계 조건(KLSA: Knock limit spark advance)에서의 해석을 이용하여, 벽면 온도의 영향이 어떻게 변화하는지 확인하였다. 연소실의 형상이 변화함에 따라 벽면온도가 크게 변화하는 것을 1D 시뮬레이션을 통해 확인할 수 있었다. 또한 연소실을 구성하는 벽면 온도가 미연가스 영역에 미치는 영향력의 차이가 나타났으며, 이로부터 형상을 고려한 냉각전략이 필요함을 제시할 수 있었다.