

직접 분사식 가솔린 엔진에서 멀티존 모델을 이용한

노킹 현상 예측에 관한 연구

고 인 석¹⁾ · 김 주 한¹⁾ · 김 규 진¹⁾ · 문 선 영¹⁾ · 민 경 덕^{*1)}서울대학교 기계항공공학부¹⁾

Modeling of Knock Phenomena in DISI Engines Using Multi-Zone Model

Insuk Ko¹⁾ · Joohan Kim¹⁾ · Gyujin Kim¹⁾ · Sunyoung Moon¹⁾ · Kyoungdoug Min^{*1)}¹⁾ Department of Mechanical and Aerospace Engineering, Seoul National University, 599 Kwanak-ro, Seoul 151-744, Korea**Key words** : Reduced Chemical Reaction Mechanism (축소화학반응 메커니즘), Knocking (노킹), Multi-zone (멀티 존), GDI (가솔린직접분사), Gasoline Surrogate Fuel (가솔린 모사 연료)

* Corresponding Author, E-mail: kadmin@snu.ac.kr

오늘날 전세계적으로 연비규제가 강화되고 있기 때문에 가솔린 엔진 개발에서 연비 향상은 중요한 이슈로 부각되고 있다. 강화되고 있는 연비 규제를 만족시키기 위해 압축비가 증가하고 슈퍼 또는 터보 차저를 이용하여 과급을 한다. 하지만, 압축비를 증가시키고 과급한다면 고부하 시 압축 말기에 연소실 내 온도가 크게 상승하여 노킹 발생이 증가하기 때문에 가솔린 엔진 개발에 큰 제약이 생긴다. 따라서 노킹에 대한 연구는 엔진 연비 향상에 큰 도움이 될 것이다.

본 연구에서는 계산 효율 향상을 위해 모사 연료(Surrogate Fuel) 메커니즘을 기반으로 한 가솔린 엔진 노킹 예측 모델에 멀티존(Multi-Zone) 개념을 도입하는 연구를 진행 하였다. 모사 연료 메커니즘은 노멀헵탄(n-heptane), 이소옥탄(iso-octane) 그리고 톨루엔(toluene)인 삼 성분으로 이루어져 있어 가솔린의 점화 지연 현상을 구현할 수 있도록 개발되어 노킹 현상을 예측할 수 있다. 일반적인 노킹 모델은 미연가스 영역의 매 타임 스텝 마다 모든 격자에서 모사 연료 메커니즘의 화학반응 식을 풀어야 한다. 정확도가 높은 장점을 가지지만, 계산 시간이 느리다는 한계를 안고 있다. 따라서 본 연구에서는 정확도는 유지하되 계산 효율 향상을 위해 비슷한 물리적 특성을 갖는 격자를 묶어 계산하는 멀티존 개념을 도입하였다. 멀티존 노킹 모델은 가솔린 G-Equation 연소모델에 결합되어 STAR-CD 프로그램을 이용하여 계산하였다. 우선 평판 격자를 이용하여 화염이 도달하기 전 자발화 현상을 확인한 뒤, 엔진 격자에서 실험값과 비교하여 검증하였다. 이 연구를 통해 계산 효율이 증대된 노킹 모델을 적용하여 엔진에서 노킹 발생을 예측하고 실린더 내 물리적 현상을 분석하였다.