

엔진 피스톤-크랭크트레인의 마찰 모델링

강 종 대¹⁾ · 이 석 환¹⁾ · 박 성 욱^{*2)}한양대학교 대학원 융합기계공학과¹⁾ · 한양대학교 기계공학부^{*2)}

Theoretical friction modeling of engine piston-cranktrain

Jongdae Kang¹⁾ · Seokhwon Lee¹⁾ · Sungwook Park^{*2)}Department of Mechanical Convergence Engineering, Graduate School, Hanyang University¹⁾,
School of Mechanical Engineering, Hanyang University^{*2)}**Key words** : Engine friction(엔진마찰), Piston assembly(피스톤계), Cranktrain(크랭크트레인), Lubricant equation(윤활방정식), Strip-down method(부품탈거법)* Corresponding Author, E-mail: parks@hanyang.ac.kr

피스톤계와 크랭크트레인은 엔진의 주요 부품으로, 해당 부품의 윤활은 엔진 성능에 영향을 준다. 윤활 오일의 점성, 피스톤 왕복운동 및 베어링의 회전 운동으로 인해 각 부품들은 마찰을 받게 된다. 엔진에서 발생하는 마찰 손실은 피스톤의 왕복 회전운동에서 크게 발생하고, 크랭크샤프트와 커넥팅로드의 베어링에서도 발생한다. 본 연구에서는 부품별 마찰 모델링을 통한 마찰 손실 예측 프로그램을 개발하였다. 피스톤-크랭크트레인의 마찰 모델링에는 해당 부품의 윤활과 운동에 대한 계산이 필요하다. 피스톤계는 피스톤의 왕복운동과 피스톤-실린더 간극의 윤활로 인한 비대칭 압력 구배를 복합적으로 고려하였고, 커넥팅로드-크랭크샤프트 베어링은 피스톤과 크랭크축으로 인한 회전운동과 베어링의 윤활에 의한 베어링의 편심을 고려하였다. 윤활 방정식으로는 가장 많이 사용되는 레이놀즈 방정식을 이용하였다. 마찰 손실 예측 프로그램은 MATLAB 기반의 코드를 이용하여 개발되었다. 해석 모델링의 검증을 위해, 부품탈거법을 통한 엔진의 피스톤계 및 크랭크트레인의 부품별 마찰 손실을 측정하였다. Figure. 1은 피스톤-커넥팅로드에 대한 실험 및 해석 결과를 나타내었으며, Figure. 2는 크랭크샤프트의 메인베어링과 오일셀에 대한 실험 및 해석 결과를 나타낸 것이다. 마찰 손실을 측정하기 위해 엔진의 마찰 평균 유효 압력(FMEP)을 이용하여 수치적으로 나타내었다. 일정한 RPM 간격으로 부품별 마찰 손실을 측정하였고, 부품별 실험 결과는 해석 결과와 유사하게 나타내어 마찰 모델링의 타당성을 입증하였다.

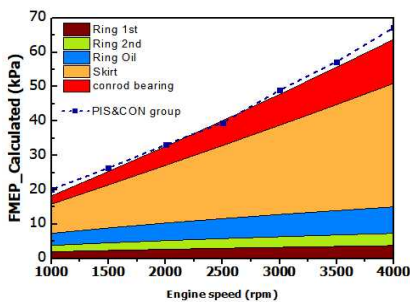


Figure. 1 Piston-Conrod Comparison of Experiment and Simulation

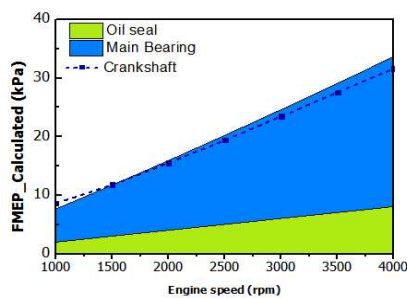


Figure. 2 Crankshaft Comparison of Experiment and Simulation