Copyright ⓒ 2022 KSAE
22AKSAE_A078

이중 피스톤 구조의 부동 라이너 기법을 활용한 피스톤 링 마찰 특성에 관한 실험적 연구

오 현 정[1)]·하 경 표[2)]·조 진 우[2)]·민 경 덕[*1)]
서울대학교 기계항공공학부[*1)]·현대자동차[2)]

An Experimental Study on Frictional Characteristics of the Piston Ring Using Double Pistons Based on Floating Liner Method

Hyunjung Oh[1)] · Kyoung-pyo Ha[2)] · Jinwoo Cho[2)] · Kyoungdoug Min[*1)]

Seoul National University[*1)], *Hyundai Motor Company*[2)]

Key words : Piston Ring Friction(피스톤 링 마찰), Double Pistons(이중 피스톤), Floating Liner(부동 라이너), Piston Thrust Force(피스톤 측력), Piston Tilting(피스톤 경사각), Oil Control Ring(오일 컨트롤 링)

* 민경덕, E-mail: kdmin@snu.ac.kr

최근 지구 온난화에 대한 심각성이 대두되면서, 온실 가스 중 하나인 이산화탄소 배출 문제로 자동차 내연기관이 주범으로 꼽히고 있다. 그러나 여전히 실도로의 많은 교통수단이 내연기관을 사용하고 있고, 하이브리드 및 전기차로의 인프라 변경 과정에서 내연기관의 활용은 필연적이다. 본 연구에서는 내연기관에서의 이산화탄소 배출을 줄이기 위해, 기계적 마찰 손실에 기여하는 바가 큰 피스톤 링 마찰력에 대한 실험적 연구를 수행하였다.

본 연구에서 새로 연구 개발한 피스톤 링 마찰력 측정 시스템은 기존의 부동라이너 기법을 활용하고 있으며, 실험 조건을 연구의 목적에 따라 다양하게 변경할 수 있는 단기통 엔진으로 제작, 완성되었다. 선행연구에서의 부동 라이너 기법은 엔진 연소시에 오직 피스톤 및 링 팩의 마찰력을 측정할 수 있는 장점을 가지나, 기존 피스톤-크랭크 시스템을 사용하여 피스톤 이차 거동까지 반영되므로, 순수 피스톤 링에서 기인하는 마찰력을 측정하기 어렵고, 피스톤 이차 거동에 의한 큰 피스톤 측력의 작용으로 부동 라이너에 추가 진동이 작용하여 마찰력 측정에 어려움이 있다. 그러나 본 장치는 이중 피스톤 구조를 고안하여, 기존 피스톤-크랭크 장치에 하나의 피스톤을 더 얹는 방식으로, 피스톤 측력을 0에 가까운 수준으로 크게 줄이고, 피스톤의 Angular motion, 즉 피스톤 Tilting 영향을 기존 피스톤-크랭크 시스템 대비 1/10 수준으로 줄였다. 따라서 새롭게 개발된 장치는 구조적 특징으로 피스톤 측력에 의한 부동라이너의 추가 진동을 줄여 마찰력 데이터의 신뢰성을 높일 수 있고, 피스톤 이차 거동에 의한 피스톤 스커트 마찰력, 피스톤 링 Twist, Fluttering 현상에서 기인한 마찰력 변화 또한 배제한 순수 피스톤 링 제원에 따른 마찰력 측정을 가능케 하였다.

개발된 장비가 기존의 선행연구에서의 현상, 기초 마찰 이론에 근거한 마찰력 변화를 잘 따라가는지 확인하기 위해 다양한 엔진 구동 조건에서의 실험을 수행하였다. 측정된 마찰력 데이터는 마찰 기초 이론인 Stribeck curve를 잘 따라가며, 윤활 조건의 변화에 따라서 마찰력 값의 변화를 확인할 수 있었다. 또한 세가지 피스톤 링에서 오일 컨트롤 링(OCR)의 장력 변화량이 마찰력에 기인하는 정도를 정량적으로 분석하였다.