

을 12% 혼합한 경우 추가 공기 없이 NOx 30%, PM 90% 이상의 배기 가스 저감 효과를 나타내었다.

## 9. 나노구리합금첨가제가 엔진유허특성에 미치는 영향

기계공학과 정 석 민  
지도교수 박 권 하

내연기관내의 많은 부품들은 원활한 유허이 이루어지지 않아 마찰접속운동이 생겨나게 되고 이에 따라 그 기능이 저하되며 이는 엔진의 성능을 저하시킨다. 내연기관의 마찰부위는 크랭크축 등의 베어링과 같은 회전운동부분, 캠, 밸브 및 로커암과 같은 주기적 충격운동부분, 피스톤링, 실린더와 같은 왕복운동부분으로 나눌 수 있다. 주기적인 왕복운동을 하는 피스톤부위는 특별한 유허능능이 요구된다. 특히 금속간의 마찰운동이 가장 심한 피스톤 링과 실린더 벽면은 원활한 유허이 필요하다. 피스톤의 운동학적 특성은 운동속도가 순간적으로 영이 되는 것이며, 이때 액체 유허이 어려워지며 큰 하중을 받기 때문에 극압유허상태에 도달하게 된다. 그리고 실린더내의 연소에 의한 고온의 열에 유허면이 노출되어 있기 때문에 엔진 오일을 이용하여 마찰열로 인한 열손상을 방지해야 한다. 또한 실린더와 피스톤의 비정상적인 마멸로 인한 배기가스배출의 문제로 가급적이면 얇은 유막을 형성하면서 동시에 연소실내의 고압가스의 누출을 방지하기 위하여 높은 밀봉작용을 요구한다. 연소실 압력과 온도가 높은 디젤기관에서는 유허유의 이러한 특성이 더욱 요구된다.

Hardy 등은 상대운동을 하는 두 금속면이 유허막에 의하여 분리될 때 마찰은 미끄럼면과 유허막 사이에서의 물리, 화학적인 작용 때문에 감소된다는 경계유허 메커니즘을 제시하였고, 이에 따라서 유허유의 분자구조, 환경조건, 경계온도 그리고 고체면에서 유허유의 물리, 화학적 흡착을 지배하는 변수들에 대한 연구가 활발해 졌다.

Bowden and Tabor의 유허메커니즘에 의하면, 유허상태의 금속을 접촉시키면서 하중을 가하면 접촉면은 작용하중에 의하여 소성변형을 일으키며, 이러한 변형 때문에 유허막은 두 금속면 사이에서 큰 압력을 받게 되지만, 이 압력은 전 접촉영역에서 같지 않기 때문에 압력이 최고가 되는 부분에서 국부적인 파단 및 금속의 용착이 일어난다. 결국 경계유허면 사이에서의 유허유 분자구조와 유허막의 물리적 성질이 마찰에 중요한 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

경계유허성 향상을 위하여 고체유허제에 대한 연구들이 많이 진행되고 있는데 Bartz와 Oppelt는 광유에 MoS<sub>2</sub>를 분산시킨 유허유의 경계유허성 향상을, Reick은 PTFE를 포함한 고효율

윤활유를 발표하였다. Cusano와 Sliney는 연속되는 그들의 논문에서 Graphite와 Molybdenum을 분산시킨 윤활유의 동적 특성을 분석하였다. 이후에도 Lin 등은 Al/Graphite 고체윤활제의 연구를 Hisakado, Gupta와 Bhushan 등은 경계윤활성향상과 윤활성능향상을 위한 연구를 계속 진행하고 있다. 주로 MoS<sub>2</sub>, PTFE, Graphite 등의 분말을 오일에 분산시켜 제조하는 고체윤활제들은 고온에서 산화되어 윤활성을 상실하여 엔진 실린더내의 고온조건에서는 그 효과를 발휘할 수 없게 된다. 따라서 연소를 동반한 고온고압의 엔진조건에 적용하기 위한 고체윤활제의 개발이 이루어지고 있는데 주로 구리합금 미세 분말을 이용하고 있다. Spalvins는 엔진환경에서의 구리 및 ZDDP 미립자의 영향을 연구하였으며, Kuzharov와 Fisenko는 사구실험에 의한 극압하중과 용착하중(Critical and Welding load)의 향상을, Nazarenko 등은 고온특성향상을 Gunsel과 Lockwood는 산화와 부식방지효과를 발표하였다. 또한 니켈분말에 대한 연구도 진행되었는데 흡착과 촉매작용에 의하여 마찰, 마모감소 등의 효과가 월등하게 향상됨을 밝혔다. Astakhov와 Mouratov, Wu등은 두 가지의 장점을 동시에 적용하기 위하여 구리와 니켈합금을 윤활첨가제로 사용하여 마찰 마모의 효과를 연구하였으며, Shpenkov는 구리와 함께 니켈도 연한 금속층을 형성하여 마찰저감 및 마모에 효과가 있음을 보여주었다. 안효석과 이성철은 구리와 니켈합금 미세분말 윤활제의 엔진적용을 위해 왕복동시험기를 사용하여 마찰과 마모특성에 대한 상세한 연구를 하였다. 왕복동시험결과에 의하면 구리합금입자에 의해 형성된 화학적 유기 금속피막에 의해 마찰계수와 마모직경의 감소를 가져오며, 기어시험에서는 미세한 구리입자가 손상부위를 메워 치료하는 효과가 있다고 발표하였다.

이와 같은 선행연구에서 나노구리합금의 마찰특성과 마모특성 및 실제기관의 성능에 미치는 특성들에 대한 연구들이 많이 수행되었다.

본 연구에서는 나노구리합금윤활제가 첨가된 윤활유를 고속마찰마모시험기에 주입하여 일반적인 기계적 특성을 분석하고, 모터링상태의 실험장치가 설치된 디젤기관에 사용하여 윤활유의 윤활특성과 기관에 미치는 영향을 분석하고자 한다.

## 10. 구배로에서의 최적 운전법에 관한 계산적 연구

기계공학과 조 현 철  
지도교수 박 권 하

20세기는 자동차가 발전하여 온 역사를 정리한 세기라고 말할 수 있다. 1900년대 이후로 자동차의 기술 개발이 급속하게 발전되었던 것은 경제 발전으로 인한 자동차의 수요의 증가