

8. 외류 충돌형 혼합 장치를 사용한 물 혼합 버너의 연소 특성

기계공학과 한 진 희
지도교수 박 권 하

쾌적한 생활에 대한 요구와 환경에 관한 관심 증대로 환경 오염에 대한 규제가 점점 더 강화되고 있다. 하지만, 전체 에너지의 대다수를 차지하고 있는 화석 연료는 유해한 배기가스의 방출이 불가피하다. 특히, 질소산화물(NOx)과 입자상 물질(PM)은 적극적인 규제 대상이며 배출을 줄이려는 많은 연구가 진행되고 있다. 특히, 2004년부터 환경부의 규제가 더욱 강화된다. 하지만, 연료의 양질화 및 화로 부하의 경감을 제외하고는 질소산화물과 PM을 동시에 저감하는 데는 많은 어려움이 있다.

물 혼합 연료를 사용하면 연료, 물 혼합 액적의 미세 폭발 효과에 의한 연소 특성 향상과 질소산화물과 PM을 동시에 저감하는 효과가 있다. 하지만, 이러한 장점에도 불구하고 부정적인 입장이 많은데, 이는 물 혼합에 의한 연소의 불안정, 분사계 및 연소실의 부식 등을 들 수 있다. 특히, 과거의 정교하지 못한 기술 적용 사례들에 의하여 이러한 불신이 증가되었다고 할 수 있다. 연소 불안정의 문제는 물 혼합율을 적절히 제어하지 못하고, 혼합되는 물 액적의 크기가 너무 큰 경우이다. 분사계 및 연소실의 부식 문제 역시 물 액적이 큰 경우와 물과 연료의 혼합 상태가 불량하여 충분한 연소가 이루어지지 못한 경우에 발생된다.

질소산화물과 PM 배출을 동시에 저감하기 위해서는 상반되는 연소 특성을 개선할 수 있는 물 혼합 기술이 효과적인 대안으로 생각된다. 이런 면에서 볼 때 2004년부터 적용될 환경부 배출 허용기준에 만족하는 보일러를 생산하기 위해서는 물 혼합 연료의 사용이 불가피할 것으로 보여지며, 버너에서의 물 혼합 연료 기술의 개발이 필요하다. 하지만, 현재의 물 혼합 기술은 기계적 교반과 초음파를 이용하여 연료와 물을 혼합하고, 혼합된 물 혼합 연료의 안정화를 위해 계면 활성제를 사용한다. 이로 인해 장비의 크기와 비용이 커지고, 유지관리비용이 추가로 계속 들어가는 단점이 있다.

따라서, 본 논문에서는 위의 단점들을 보완하기 위하여 계면활성제를 사용하지 않고 크기를 줄인 외류충돌형 혼합장치를 제작하고, 이때 생산된 물 혼합 연료를 실험용 및 상용 버너에 적용하여 각종 연소 특성을 분석하였다.

외류 충돌형 혼합장치를 이용하여 제조된 물 혼합 연료를 버너에 적용하면 혼합정도는 혼합 물 액적의 크기가 5~10 μ m 정도로 미세 폭발에 적절하였고, 분무화염 거동은 swirl 유동을 동반하는 분무를 공급함으로써 분사 액적들을 넓게 분포시키고, 물 혼합 액적의 미세 폭발에 의한 2차 미립화로 넓고, 짧은 화염을 형성하였다. 연소실 온도는 연소 초기 영역의 급격한 온도 상승과 국부적 온도 상승을 억제하는 특성을 보였다. 효율은 물을 12% 혼합한 등유일 때는 큰 차이가 없었지만 경유일 때 약 4%의 향상을 가져왔다. 배기 특성은 경유에 물

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

9. 나노구리합금첨가제가 엔진유탄특성에 미치는 영향

기계공학과 정 석 민
지도교수 박 권 하

내연기관내의 많은 부품들은 원활한 유탄이 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 유탄성능이 요구된다. 특히 급속간의 마찰운동이 가장 심한 피스톤 링과 실린더 벽면은 원활한 유탄이 필요하다. 피스톤의 운동학적 특성은 운동속도가 순간적으로 영이 되는 것이며, 이때 액체 유탄이 어려워지며 큰 하중을 받기 때문에 극압유탄상태에 도달하게 된다. 그리고 실린더내의 연소에 의한 고온의 열에 유탄면이 노출되어 있기 때문에 엔진 오일을 이용하여 마찰열로 인한 열손상을 방지해야 한다. 또한 실린더와 피스톤의 비정상적인 마찰로 인한 배기가스배출의 문제로 가급적이면 얇은 유막을 형성하면서 동시에 연소실내의 고압가스의 누출을 방지하기 위하여 높은 밀봉작용을 요구한다. 연소실 압력과 온도가 높은 디젤기관에서는 유탄유의 이러한 특성이 더욱 요구된다.

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

Bowden and Tabor의 유탄메커니즘에 의하면, 유탄상태의 금속을 접촉시키면서 하중을 가하면 접촉면은 작용하중에 의하여 소성변형을 일으키며, 이러한 변형 때문에 유탄막은 두 금속면 사이에서 큰 압력을 받게 되지만, 이 압력은 전 접촉영역에서 같지 않기 때문에 압력이 최고가 되는 부분에서 국부적인 파단 및 금속의 융착이 일어난다. 결국 경계유탄면 사이에서의 유탄유 분자구조와 유탄막의 물리적 성질이 마찰에 중요한 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

경계유탄성 향상을 위하여 고체유탄제에 대한 연구들이 많이 진행되고 있는데 Bartz와 Oppelt는 광유에 MoS₂를 분산시킨 유탄유의 경계유탄성 향상을, Reick은 PTFE를 포함한 고효율