

6. 나노구리합금첨가 윤활제가 디젤엔진의 성능에 미치는 영향

기관공학과 김 대 현
지도교수 최 재 성

기관은 많은 운동부를 가지고 있으며 각각의 운동부에서는 기계적 손실에 의한 효율저하, 마모, 소음, 진동이 발생된다. 이러한 문제들을 최소화하기 위하여 유체윤활 상태를 유지하는 것이 필요하다. 상대운동의 속도가 낮아지거나 하중을 증가시킨다면, 더 이상 유체윤활 상태의 유지가 어렵게 되어, 고체면의 요철간에 금속접촉이 시작되는 경계윤활상태로 접어든다. 특히, 고온 및 고압상태에서 윤활을 필요로 하는 피스톤 부위의 마찰특성은 일반적인 기기에서의 마찰특성과 매우 차이가 있으므로, 특별한 윤활특성이 요구된다.

현재 경계윤활성의 향상을 위해 고체 윤활제에 대한 연구가 많이 진행되고 있다. 고체윤활제로는 광유에 MoS₂를 분산시키는 방법과, PTFE(polytetrafluoro ethylene)를 분산시키는 방법, 흑연(graphite)과 몰리브덴을 분산시키는 방법 등이 있는데 이와 같은 고체윤활제 첨가제들은 경계윤활상태의 접촉부의 소재표면에 윤활성 피막을 형성하여 마모를 감소시키고, 유막파괴시에도 윤착을 막아주거나 지연시키는 것으로 나타났다. 그러나 고온에서 사용시 산화되어, 윤활성을 상실하게 되므로, 고온의 상태인 기관의 실린더내에 사용시에는 그 효과를 발휘할 수 없게 된다. 따라서 온도와 환경의 제한을 극복할 수 있는 새로운 첨가제의 개발이 요구되는데, 가장 적합한 대상으로 구리와 같이 윤활성이 높은 금속의 미세분말이나 합금류와 이것의 산화물, 염과 같은 화합물을 들 수 있다.

본 연구에서는 구리나켈합금 나노분말을 첨가한 윤활유를 산업용 디젤엔진에 적용하여, 엔진의 성능 및 배기배출물의 변화를, 운전 시간별로 실험하여 그 변화를 분석하였다.

데이터 수집을 위한 운전조건은 최대 토크선도를 구한 다음 토크구간을 5구간으로 나누어 총 25개의 운전조건을 설정하였다. 데이터의 수집은 1000RPM에서 무부하 상태로 20시간 간격으로 운전한 후에 데이터를 수집하는 방법으로 총 100시간에 걸쳐 데이터를 수집하였으며, 첨가제를 첨가하기 전에 각각의 조건(25포인트)에서 2회에 걸쳐 기초데이터를 수집하였다. 첨가제의 혼합은 기존 윤활유와의 명확한 혼합비율이 규명되지 않아 전체 윤활유량의 5%에 해당하는 만큼의 윤활제를 혼합하였다. 즉, 8.0리터 윤활유에 0.4리터의 첨가제를 첨가하였다.

총 100시간에 걸쳐 실험한 결과, 전반적으로 각 RPM에서의 최대토크는 첨가제를 투입한 이후 운전시간이 지남에 따라 모두 증가하였고, 특히 저속에서는 그 증가폭이 고속일 때 보다 더 높게 나타났으며, 각 RPM에서 최대토크 증가폭은 첨가제를 투입한 직후에 가장 높게 나타났다.

수집된 실린더내 압력선도에 따르면 첨가제를 첨가함으로써 상사점 부근의 압력이 높게 나타나 있으며 최대폭발압력은 낮게 나타났다. 이는 첨가제 사용으로 실린더내 가스의 밀봉작용이 향상된 것에 기인한다고 판단되며, 첨가제 사용후 운전시간이 경과함에 따라라도 밀봉작용이 향상됨을 알 수 있으나 그 효과는 첨가제 첨가직후에 비하여 크지 않음을 알 수 있었다. 또한 실린더내 최고폭발압력의 변화는 각각의 RPM 및 토크에 있어서 첨가제의 사용 이후 운전시간이 지남에 따라 감소하였고 그 변화율은 첨가제사용 직후에 가장 높게 나타났다.

연료소비율 및 연료소비율, 배기가스온도, 급기온도도 모든 조건에서 운전시간이 지남에 따라 감소하였고 이것은 앞에서 언급한 바와 같이 윤활제의 첨가로 인하여 마찰손실의 감소와 밀봉

효과에 의한 것으로 판단되며 RPM과 토크가 증가할수록 감소율이 낮아짐을 알 수 있다. 특히 모든 조건에서 운전시간에 따른 감소율은 윤활유 첨가제를 투입한 직후에 가장 컸으며 그 이후의 운전시간에서는 거의 변화가 작음을 알 수 있다.

배기배출물의 변화는 각각의 RPM 및 토크에 있어서 첨가제의 사용 이후 NO_x배출 농도는 증가하였고, CO와 스모크의 배출농도는 감소하였으며 전반적으로 배기오염물질의 배출성능은 악화되지는 않았다. 그러나, 나노구리합금첨가 윤활제가 배기배출물에 미치는 영향에 관하여는 지속적인 검토가 필요하다고 판단된다.

이상에서와 같이 나노구리합금첨가 윤활제가 기관성능에 미치는 효과를 파악하기 위하여 산업용 디젤기관에 대하여 일정한 부하와 회전속도에서 운전시간에 따른 엔진성능 및 배기배출물의 변화를 실험계측한 결과 나노구리합금첨가 윤활제를 디젤기관에 적용하면 최대토크가 증가하고 동일토크 및 RPM에서 연소실 압력이 감소하며 연료소비율이 감소하고 있는데, 이는 윤활성을 향상시켜 운동부에서의 마찰손실을 감소시키고, 동시에 피스톤부의 밀봉작용을 높인 결과로 생각된다.

7. 진해만에서의 해양유류오염 방제능력 향상에 관한 연구

해양경찰학과 장 하 룡
지도교수 윤 증 휘

급속한 경제성장으로 우리나라는 과거의 유조선의 수적증가와 대형화로 인해 현재 여전히 해양 오염위험은 산재해 있다. 뿐만 아니라 빠른 경제회복은 수출입 물동량이 급속도로 증가하고 있어 대형 수출입선박에 의한 해양유류오염의 위험 또한 꾸준히 증가하고 있다. 선박에 의한 해양유류오염사고는 예방이 최선이나 고의, 실수 등의 인재나 천재지변에 의한 자연재해 등은 정도의 사고는 필연적으로 발생할 수밖에 없다. 기름유출사고 시에는 초기의 효과적 대응이 무엇보다 중요하며 평소에 기본적으로 사고우려 지역에 대해 효과적인 방제시스템, 적절한 방제장비 및 훈련된 인력이 요구된다.

이점을 고려하여, 본 연구에서는 우리나라에서 그 역할이 날로 증대하여 꾸준히 선박통행량이 증대하고 있으며, 중요한 생태계자원과 민감한 해안선이 있는 진해만을 중심으로 그 주변해역을 연구해역으로 선정하여, 이 해역의 자연환경 및 해상교통현황을 조사·분석하고 이 해역에서 발생할 가능성이 가장 높은 해양유류오염사고 시나리오를 설정하여, 유출된 유막의 이동 및 확산을 현재 USCG(United State Coast Guard) 및 AMSA(Australia Maritime Safety Agency) 등에서 사용하고 있는 유출유확산모델인 OELMAP을 이용하여 분석함으로써 추후 발생할지 모르는 사고에 대비하고, 또한 진해만해역의 해양유류오염방제 능력 향상을 위한 대책 마련에 필요한 기초 자료를 제공하고자 이 연구를 실시하였다.

그 결과 진해만해역에서의 해상기상조건은 연 강수량이 약 1,400mm이고 6~8월에 집중되고, 풍속은 년 평균 1.7m/s이며, 계절별 차이는 크지 않는 편이다. 풍향은 동계에 북서~남서풍, 하계에 동남동~남동풍이 우세하다. 연 평균조차는 148cm이고 연 최대조차는 242cm이며, 조류는 대부분 1knots 이하로 비교적 약하며 전반적인 흐름은 창조류 시에는 가덕도 서편 가덕수도에