

전 북대학교 내연기관실험실

Chonbuk National University and Internal Combustion Engine Laboratory

오영택 / 전북대학교 교수
Young Taig Oh / Chonbuk National University

1. 연구실 구성 및 소개

전북대학교 기계공학과는 1952년 6월 8일 전북대학교 개교와 더불어 개설되었으며, 올해로 50년의 역사를 가진 지역 연구개발의 핵심적인 위상으로 크게 성장해 왔으며, 1994년 국책사업의 일환으로 자동차 특성화 대학으로 선정됨으로써 또 한번 학과의 발전을 이룰 수 있는 새로운 전환점을 마련하였다.

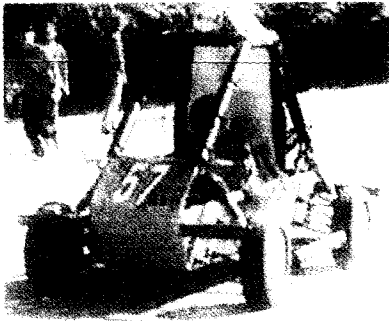
전북대학교 내연기관 실험실은 오영택 교수를 지도

교수로 하여 지금까지 박사 2명, 석사 28명을 배출하여 각 기업에서 후진 양성과 연구활동을 주도하고 있으며 현재는 박사과정 4명, 석사과정 3명이 각배의 명성에 뒤지지 않게 항상 노력하는 자세로 연구에 전념하고 있다.

현재 실험실에서 보유하고 있는 장비로는 (Gasoline & Diesel Engine) 성능과 배기가스 기관의 종합적인 성능을 다각도로 분석 가능한 종합성능시험기, 동력계 5기, 엔진 배기가스 분석



▲ 오영택 교수(가운데)와 내연기관 연구실 연구원



▲ 자작 자동차 동아리 대회 출전모습

가스크로마토그래피(Gas Chromatography)와 분석검정장치(PMAS)를 비롯하여 각종 교육용 보조기로써 20여종의 목업(Mock Up)과 50여종의 시뮬레이션교재를 보유하고 있다.

이러한 장비를 이용한 연구의 결과를 국내 학회로는 한국자동차공학회, 대한기계학회, 한국동력기계공학회, 한국액체미립화학회 및 일본기계학회 등 각종 학회에 그 성과를 보고하고 있다.

또한, 학부 학생들의 자동차에 대한 교육과 창작의욕을 고취하기 위하여 매년 자작 자동차경주대회에 출전하게 함으로써 자동차에 대한 이해와 실험실습을 겸하고 있다.

더불어 연구실 책임교수인 오영택 교수님의 홈페이지(<http://ohyt.chonbuk.ac.kr>)를 통해 관련분야에 게시는 분들과의 활발한 교류를 하고 있으며, 이곳을 통하여 학생들과의 정보 공유는 물론 온라인 강좌도 준비하고 있다.

2. 연구내용

본 실험실은 가솔린 기관과 디젤 기관의 성능 및 배기가스 배출 특성 등을 실험하고 있다.

특히, 디젤 자동차의 매연과 NOx의 동시저감에 관

한 연구, 가솔린기관의 냉시동시 배기가스 저감대책 및 디젤기관의 대체연료 개발 등을 연구하고 있으며 주요 내용을 소개하면 다음과 같다.

1. 디젤기관자동차의 대체연료로서 폐식용유의 실용화에 관한 연구
2. 연료조기증발장치를 이용한 가솔린 기관의 배기가스 저감과 시동성 개선에 관한 연구
3. 디젤기관의 매연과 NOx의 동시저감을 위한 합산소연료 촉진제의 개발 및 기관성능시험에 관한 연구
4. 미강유를 이용한 디젤기관의 대체연료 개발 및 에스테르화 방법의 최적화를 위한 연구
5. 바이오디젤유를 이용한 디젤기관 자동차의 실증 연구

▶ 대체연료의 개발에 관한 연구

● 바이오디젤유(BDF: BioDiesel Fuel) 개발 및 연구

1973년 첫 석유파동 이후 또다시 고유가 시대를 맞이하여 에너지의 수입 의존도가 97%에 달하고 소비량이 매년 10% 내외로 증가하는 우리나라로서는 에너지자원의 부족이 갈수록 심각해질 수밖에 없으며, 고도의 산업화로 인한 각종 공해물질의 배출로 대기 및 수질 오염이 심화되어 가고 있다.

따라서, 저희 실험실에서는 쌀을 도정하는 과정에서 얻는 쌀겨뿐만 아니라 유채유, 콩기름, 팜유, 정어리 기름 및 이들을 이용하고 버리는 폐식용유를 이용하여 식물성 바이오디젤유(BDF: BioDiesel Fuel) 개발에 성공하여 물류운송수단의 80%가 디젤자동차인 우리나라에서 경유를 대체할 수 있는 새로운 에너지를 개발하였다.

바이오디젤유(BDF)란 천연유지인 식물성 식용유를 이용하여 제조한 디젤자동차 전용 식물성연료로서 새천년 새시대의 환경과 에너지문제를 동시에 해결할

수 있는 획기적인 대체에너지이다.

바이오디젤유는 점도가 높아서 연료의 유동성 문제, 연소실내의 Carbon Deposit 및 분사노즐에 형성되는 Carbon Flower 문제 및 착화하기 어렵다는 약점을 지니고 있는 식물성 유지를 에스테르화하여 만들어진다. 에스테르란 식물성 유지의 글리세린을 메탄올로 바꾸는 과정인데 그 결과 생성된 지방산 메틸 에스테르는 연료화하기에 적합한 점도와 세탄가를 가지고 있어서 자동차 연료로 사용할 수 있다.

또한 바이오디젤유의 장점은 디젤자동차 연료로서 단독 사용하거나 기존의 경유와 혼합하여 편리하게 사용할 수 있다는 점이다.

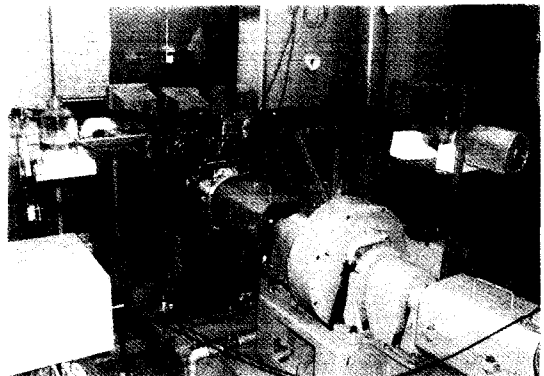
이러한 바이오디젤유를 이용하여 디젤자동차에 적용된 결과 자동차의 출력과 연비에 분쇄점이 없었고 엔진의 소음이 저감되었을 뿐 아니라 배연과 밀폐량이 현저히 감소되었고 특히, 유황성분을 함유하고 있지 않아 산성비의 원인인 SOx와 같은 유해 물질을 배출하지 않는다.

이와같은 연료를 사용함으로써 대기오염을 방지할 수 있고 폐식용유를 BDF로 재활용함으로써 수질오염 방지에도 효과가 있을 뿐 아니라, 석유연료의 수입 대체효과를 물론 농가소득 증대효과를 기대할 수가 있다. BDF가 연료로서의 특징을 살펴보면 경유와 비교해 볼 때 다음과 같다.

■ 바이오 디젤유의 성상

| | | | | |
|------------------------|---------|--------|-------|-------|
| 연료비율(%) | 40이상 | 178 | 184 | 100 |
| 동점도(40, cSt) | 1.9~5.5 | 4.182 | 6.03 | 5.0 |
| 10%점도의 잔류물소량(WGC) | 1.15이하 | 0.08 | | |
| 유황량(Wt%) | 0.00이하 | -2.5 | -2 | -12.5 |
| 황분(Wt%) | 0.05이하 | 000 | | |
| 중금속량(ppm) 중금속량(ppm) | 360이하 | 339.7 | | |
| 세탄가수 | 45이상 | 57 | 51 | 49 |
| | - | 0.8794 | 0.889 | 0.875 |
| | - | 9,460 | 9,460 | 9,500 |
| | 86.76 | 77.25 | - | - |
| | 13.05 | 11.83 | - | - |
| | 0 | 10.50 | - | - |

자료 : 한국석유품질검사소



▲ 기관 종합성능 시험기기

본 실험실에서 개발한 BDF를 약 150대 정도가 사용하고 있으며 그 현황은 다음과 같다.

※ 실차사용현황(200년 4월 ~ 2001년 11월현재)

| 구분 | 사용대수 | 비고 |
|-------------------|------|---|
| 관용차 | 25대 | 전북도청, 전주시청, 정읍시청, 한국통신외 |
| 서울종로구청 | 35대 | 2001.8 시험은행(청소차2대) 2001.9~ 현재 청소차 전제차량 |
| 시내버스 (익산 신흥여객) | 55대 | 2001.3 시험은행 2001.4 ~ 현재 시내버스 전체차량 |
| 기타 | 35대 | 신양현미유 탱크로리, 운반트럭, 캘리포퍼, 지게차 |

또한, 경유에 20%를 혼합하여 사용한 경우 다음과 같은 배기가스 저감 효과가 있다.

※ 배출가스 시험결과

(단위 : g/km)

| 구분 | CO | HC+NOx | 매연(PM) | 비고 |
|-----|----------|----------|----------|-----------------|
| 경유 | 1.29 | 1.28 | 0.129 | |
| BDF | 1.17 | 1.15 | 0.081 | 바이오디젤 20%+경유80% |
| 총감 | 10.0% 감소 | 10.5% 감소 | 37.2% 감소 | |

본 실험실에서 개발한 BDF는 신양현미유(주)에서 양산체제에 있으며 그 생산량 및 에너지 대체효과는 다음과 같다.

연간 생산량 및 에너지 수입 대체효과

| 구분 | 생산량(/일) | 에너지 대체효과(년간) | 비고 |
|-------|----------|--------------|--------------|
| 현재 | 10,000 | 2,760 Toe | 버스 500대 운행 |
| 2002년 | 50,000 | 13,800 Toe | 버스 2,500대 운행 |



▲ 연료로 BDF를 사용한 디젤 자동차

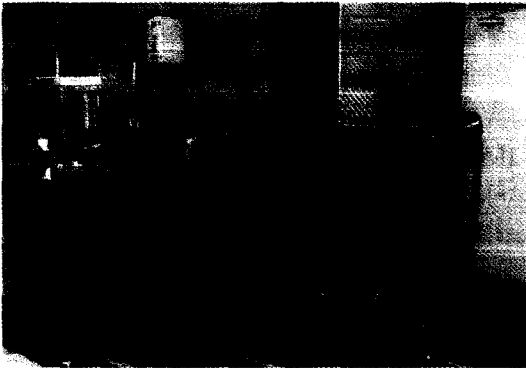
▶ 디젤기관의 연료첨가제로 함산소연료를 사용한 경우 기관 성능 및 배기가스 저감 연구

디젤기관의 배기가스 배출 저감에는 여러가지 기술들이 적용되고 있는데 이들을 살펴보면 고압분사에 의한 연소 개선과 배출물 저감, 고압분사시기 및 연료 공급량 제어, 촉매에 의한 NOx의 저감, 연소실 형상 변화로 swirl과 tumble에 의한 NOx와 매연의 동시 저감 등을 들 수 있는데 이들은 기관의 개조와 변형이 필요하다는 단점이 있다.

본 실험실에서는 연료 성상의 변화를 주는 방법을 이용하여 디젤기관의 배기가스 저감을 시도하고 있으며 이는 상용의 경유에 산소 성분을 함유하고 있는 각종 함산소 연료를 첨가하는 방법과 경유에 물을 혼합하여 연소실에 공급하는 방법 등을 이용하고 있다.

연료성상의 변화 방법으로 자동차의 배기가스 규제에 대응하기 위하여 디젤기관의 연료로 우수한 특성을 가지고 있는 에테르계 함산소 물질인 DEE, DMC, MTBE, DGM 및 MTBE를 경유에 첨가하였을 경우, 경유만을 사용한 경우와 비교하여 기관성능 및 배기가스 배출성능을 실험하고 있다.

특히, 이러한 다양한 함산소연료를 첨가한 경우 부하변화는 물론 분사시기 변화에 따른 기관성능 및 배기가스 배출특성을 경유를 사용한 경우와 비교·분석하여 디젤기관의 연료로서 함산소연료를 적용하기 위한 방안을 제시하고자 위와 같은 연구를 하고 있다.



▲ 단기통 디젤기관 및 EGR 실험장치

▶ 가스 크로마토그래피를 이용한 배기가스의 정성 및 정량 분석연구

연료성상이 미립자의 배출량에 영향을 미치는 것은 연료를 구성하고 있는 원자들의 분해, 축·중합과정에서 발생하는 차이에 기인한다고 생각 할 수 있으며, 탄화수소는 저급 탄화수소로 열분해되어 CO 및 수소를 경유하여 탄산가스 및 수증기로 될 때까지 산화하며 저급 탄화수소의 일부는 중합하여 원래 탄화수소보다 고급인 탄화수소로 생성된다고 알려져 있다.

본 연구에서는 정량·정성 분석을 모두 이용할 수 있는 가스 크로마토그래피를 이용하여 배기가스 성분 중에 함유되어 있는 C1~C6까지의 탄화수소의 정량적인 분석을 수행하여 배기가스 성분중에 함유되어 있는 저비등점 탄화수소와 고비등점 탄화수소가 매연 생성에 미치는 영향을 조사하고 있다.

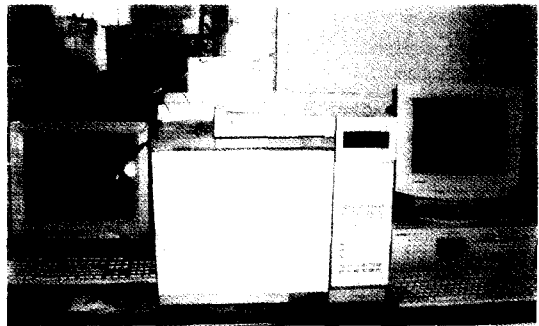
▶ 냉시동 기술린 기관의 배기가스 저감 연구

가솔린자동차의 배출가스 중에서 유해가스로 규제하는 성분은 CO, HC, NOx 등이며, 이외에도 CO₂, SOx를 비롯한 각종 성분이 지구환경에 직접 영향을 미치는 유해성분으로 알려져 있으며, 이러한 유해 배출물이 지구 환경에 미치는 영향으로는 지구온난화, 오존층파괴 등의 중대한 환경 오염을 발생시키고 있으며 인체에 미치는 영향은 주로 호흡기 및 신경성 장

해 등이다.

가솔린 기관의 난기시동 동안 연료의 기화를 향상시키기 위하여 PTC(정온발열장기)소자를 이용한 현재 디젤기관에 사용되는 글로우 플러그를 이용하여 냉시동 직후에 다량 배출되는 유해 배기가스량의 저감을 시도하고 있다.

이 방법은 TWC가 정상적인 작동온도에 도달되지 못한 시동초기에 PTC소자나 글로우 플러그의 고온표면에 연료를 직접 분사 충돌시켜 연료의 기화를 촉진 시킴으로써 실린더내의 연료 분무특성 향상에 따른 유해 배기가스량의 저감뿐만 아니라 시동성 향상을 개선하고자 한 것이다. 이를 위하여 고온의 표면에 연료를 분사·충돌시켜 연료의 분무특성 및 기화율을 측정하고, 광학계측장비인 PMAS를 사용하여 충돌에 의한 연료의 각 위치·시간별 액적 크기를 분석하는 SMD와 액적 분포에 관한 연구가 진행되고 있다.



▲ 탄화수소 분석 위한 GC6890

3. 향후 연구 활동

앞으로 더욱 강화되는 환경 규제에 대응하여 산업 내연 기관 연구실은 대체 에너지 개발에 대한 연구 및 배기가스 저감대책 등 다양한 분야의 환경 친화적인 연구에 더욱 정진할 것이다.

(이중순 편집위원: jslee@yongma.tmc.ac.kr)