

차세대 저공해 자동차 개발프로젝트 (DME, CNG, Hybrid, Super Clean Diesel) Next Generation Low Emission Vehicle Project



이 성 옥 / 일본 국토교통성 교통안전환경연구소 연구관
Seang Wock Lee / Japan National Traffic Safety and Environment Lab.

첫머리

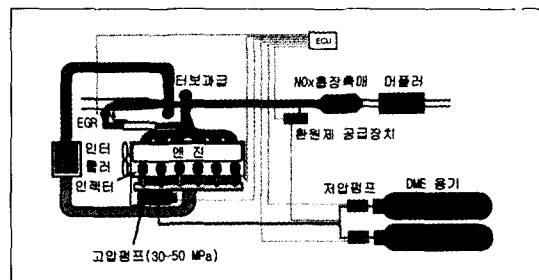
국토교통성에서는 2002년도부터 2004년도까지 3년 계획으로 대형 디젤 자동차를 대체 할 차세대 저공해 자동차개발 프로젝트를 산·관·학의 협력하에 진행해 왔다. 이 사업은 2002년도에 각 요소기술의 개발을 시작으로 2003년도는 동력시스템의 완성, 2004년도에는 차량개발을 목표로 하고 있다. 개발엔진은 모두 출력 200kW이상, 총중량 10톤이상 및 승차정원 70명 이상의 대형차량을 대상으로 하고 있다. 이번 프로젝트를 통해 신기술의 개발은 물론 기술평가법과 부품등의 표준화도 동시에 진행하고 있다. 현재까지 진행되어 온 주요한 성과를 정리하여 기술하고자 한다.

을 살려 높은 EGR률과 촉매장치에 의한 저공해성과 함께 압축착화 연소의 장점을 살린 고효율화를 목표로 하고 있다. 현재, 기존의 대형 6기통 디젤엔진에 EGR 장치를 비롯해 연료공급계 등 각종 개조를 거쳐 제 1, 2호 엔진을 완성하였으며 기본 성능시험과 촉매시험을 실시하고 있다. DME엔진에 적합한 연료분사계는 디젤과 동등한 출력의 확보와 NOx를 저감하기 위해 단기통 엔진과 분무가시화 장치를 이용해 기초적 해석을 하였으며 분사계의 최적조건을 조사한 뒤 그 결과를 펌프 제작사에 제공함으로써 6기통 엔진에 사용할 DME 연료분사장치를 완성하였다. 또한 배기가스 정화대책으로 NOx를 저감하기 위한 각종 흡장식촉매를 시험하여 DME엔진에 적합한 촉매선정과 정화효과를 평가하였다. <그림 1>과 <그림 2>에 DME 엔진의 전

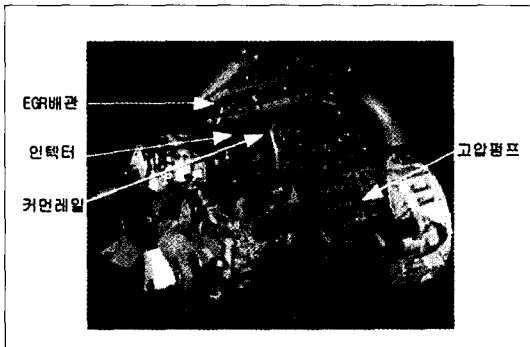
1. DME (Dimethyl Ether) 자동차

DME는 천연가스 및 그 외의 탄화수소원료로부터 제조가 용이한 연료로 경유와 마찬가지로 압축착화가 가능하며 흑연을 배출하지 않아 중, 장거리 수송용 디젤트럭의 대체연료로서 주목을 받고 있다.

본 프로젝트에서는 흑연을 배출하지 않는다는 이점



<그림 1> DME 엔진의 시스템



〈그림 2〉 DME 엔진의 외관도

체시스템과 외관을 각각 나타내고 있다.

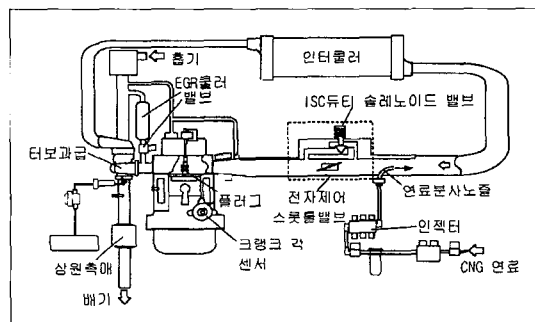
2. CNG (Compressed Natural Gas) 자동차

CNG 자동차는 저공해 및 석유대체연료 자동차로서 상당수 보급되었으나, 전체중량 10톤 이상의 대형 트럭은 아직까지 개발된 예가 적다. 이에 본 프로젝트에서는 기존 디젤과 동등한 성능, 그리고 500km이상의 주행거리가 가능한 출력 220kW이상의 초저공해 천연가스 자동차를 개발하고 있다.

대형 CNG자동차 개발에 있어서 큰 폭의 NOx 저감과 주행거리의 확대가 주요 관건이며 이를 위해 이른 혼합기 연소를 기본으로 EGR과 3원촉매를 채용함으로써 NOx는 신장기규제치의 1/4 이하, 그리고 고순도 메탄 사용을 전제로 한 연소 최적화와 기존 디젤엔진보다 낮은 CO2 배출을 목표로 하고 있다. 2005년도에 도입예정인 과도시험모드에 대비해 주요 기술이라고 할 수 있는 공연비제어 시스템은 제어특성을 큰 폭으로 향상시키기 위해 요소기술의 설계에 관해 연구를 해 왔으며 구체적인 공연비제어 내용을 〈표 1〉에 정리하였다. 1, 2호 엔진제작이 완료되어 현재는 정상운전평가를 실시하고 있으며 〈그림 3〉에 시스템 구성도를 나타내고 있다.

〈표 1〉 CNG 엔진의 제어항목

제어항목	제어 내용
공연비 제어	기본제어 - 엔진회전속도 + 흡기관 압력으로 MAP제어 - O2 센서에 의한 Feedback 제어
	과도제어 - 가속증량 - 감속감량 - 엑셀개도에 따른 Feed, Forward 제어
EGR 제어	- 엔진회전속도 + 흡기관 압력으로 MAP제어 - EGR에 따른 흡기관 압력과 흡입공기량과의 관계 보정
녹킹제어	- 녹킹센서에 의한 점화시기 지연
전자제어스스로를	- 과회전 방지제어, 배기브레이크제어, 시동성 향상 제어, 과도제어, SLD제어, 그 외의 시스템과 연대한 스톱제어
점화제어	- 크랭크각 센서로부터 각 기통판별 및 크랭크위치 검출
	- 점화시기와 통전시간을 엔진 회전속도와 흡기관 압력에서 MAP제어



〈그림 3〉 CNG 엔진

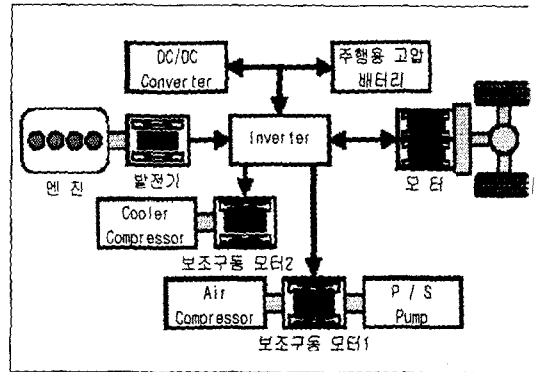
3. 하이브리드 자동차

3.1 시리즈 하이브리드

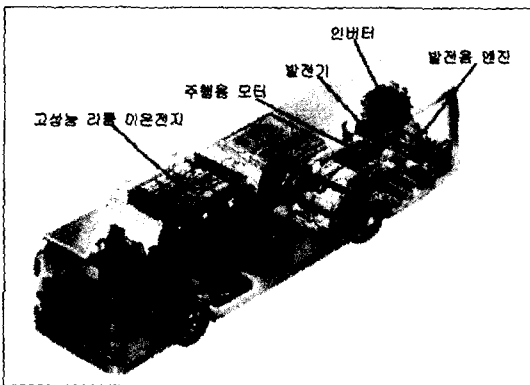
시리즈 하이브리드의 장점은 엔진을 최대 효율점 영역에서 발전전용으로 사용함으로써 높은 효율과 배출가스 저감이 가능하다는데 있다. 전동기능 부품은 새롭게 개발하여 배출가스를 신장기 규제치의 1/4이

하, 연비는 현행디젤의 50% 달성을 목표로 하고 있다. 구체적으로 디젤엔진을 발전 전용으로 한 One Point정상운전, 보조구동을 전동으로 함으로서 엔진 부하의 경감으로 인한 배출가스 저감, 연속재생식 DPF와 엔진제어에 의해 배출가스 저감을 도모하고 있다.

개발성과로는 <그림 5>에 나타낸 바와 같이 One Point정상운전 결과 NOx:0.6g/kWh이하, 스모크 농도:2%이하(Bosch 사)가 확인되었다. <그림 6>에 파워스티어링, 냉방 압축기 등 보조구동 시스템을 고안



<그림 6> 구동시스템

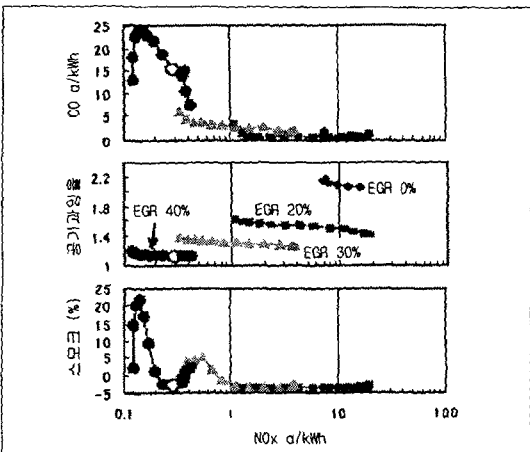


<그림 4> 시리즈 하이브리드 버스

하여 성능을 예측한 결과 현행 HEV버스에 비해 공조 비작동시 7%, 공조 작동시 11~17%의 연비향상을 확인하였다.

PM정화에 있어서는 연속재생식 DPF를 장착하여 시험한 결과, 낮은 배출가스온도, NO, 산소농도로 인해 재생성능이 낮고 급후 해결해야 할 과제로 남았다.

그 외의 요소개발로는 93.4%의 고효율 소형 발전기의 개발, 리튬이온전지에 있어서는 방전용량 30Ah 이상(25도), 출력밀도 2,000W/kg이상, 입력 밀도 900W/kg, 내부저항 20%저감을 달성하였다.



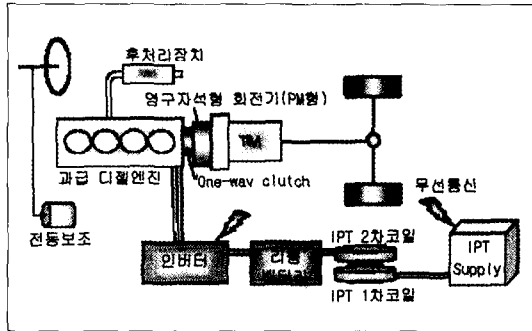
<그림 5> 선행개발 엔진의 배출가스 시험결과

3.2 패러럴 하이브리드

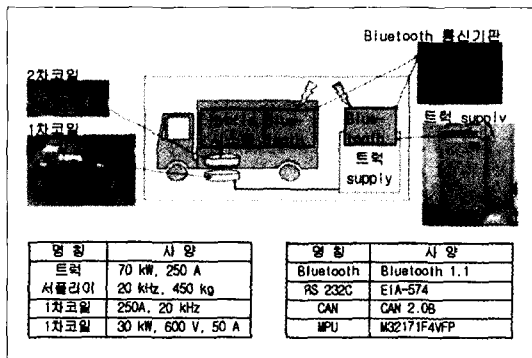
패러럴 하이브리드의 특징으로는 내연기관과 전기 동력을 차량의 구동에 모두 이용한다는데 있다. 본 하이브리드 자동차에서는 배출가스, 연비의 개선을 위해 전기구동의 비율을 높이고, 디젤엔진을 소형화함과 동시에 고효율의 에너지 회생기능과 유도충전 시스템에 의한 비접촉 외부 충전방식(이하 IPT)을 채용하고 있다. 이러한 전기에너지 이용효율의 증대로 기존 디젤 자동차에 비해 50%의 연비저감과 신장기규제치의 1/10의 배출가스저감을 목표로 하고 있다. <그림 7>

에 패러럴 하이브리드 트럭의 구성을 나타낸다.

시스템개발은 시뮬레이션에 의해 NOx 및 연료소비율(CO2에 의한 예측)을 계산한 결과, IPT를 이용할 경우 NOx:94%, CO2:77%감소, IPT를 사용 안할 경우 NOx:56%, CO2:38%의 감소효과가 예측되었다.



(그림 7) 패러럴 하이브리드 차량의 구성도



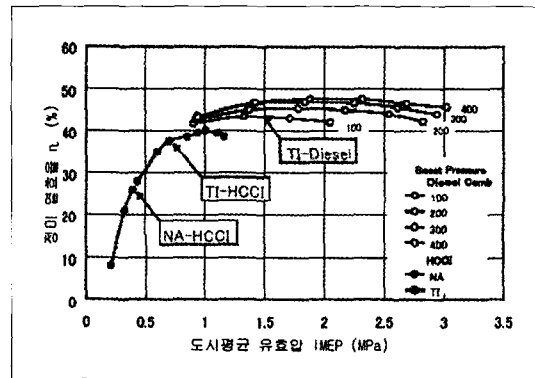
(그림 8) 비접촉 유도충전 시스템 (IPT)

요소개발에 있어서는 구동용 모터/발전기 및 인버터를 개발하였고 초기성능 시험을 마쳤다. 회생효율을 향상시키기 위해 감속시에는 모터/발전기를 엔진으로부터 분리되도록 One-way 클러치를 새롭게 제작하였다. 또한 정차중에 외부로부터 배터리에 전력을 비접촉으로 공급하기 위한 IPT시스템에 관해서 기 초특성 시험을 마쳤으며 그 가능성을 확인하였다.

4. 슈퍼 크린 디젤 자동차

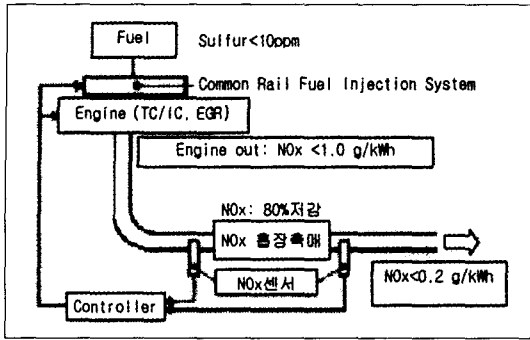
본 프로젝트는 일본내에서 2004년부터 판매될 저유황 경유(유황 10ppm이하)의 사용을 전제로 연비 10% 향상(열효율 50%), NOx:0.2g/kWh, PM:0.013g/kWh 이하의 슈퍼크린 디젤자동차 개발을 목표로 하고 있다.

이를 위한 연소개념을 (그림 9)에 정리하였다. 저부하 영역에서는 예혼합 압축착화연소(이하 HCCI)에 의한 NOx저감을, 중부하 영역에서는 HCCI에 과급을 적용해 운전영역을 확대하는 한편, 고부하 영역에서는 고과급, 고EGR에 의한 NOx, PM의 동시저감을 도모하였다.

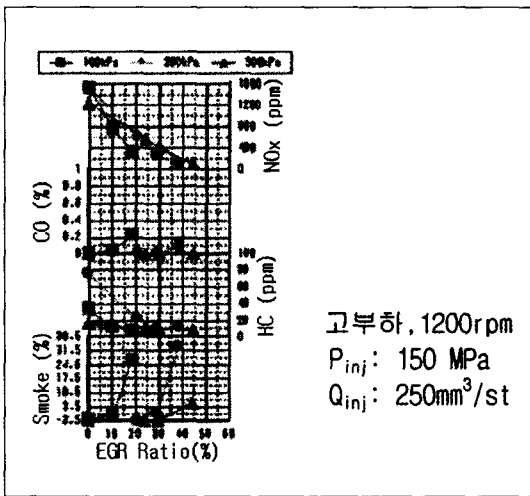


(그림 9) 슈퍼크린 디젤엔진의 연소방식

연료분사압력은 200 MPa, 최대 400 kPa의 높은 흡기압력으로 인해 실린더내 흡기 공기량은 NA엔진의 2-5배까지 과급이 가능하며, EGR율은 최대 80%까지 적용 가능한 최신행의 단기통 엔진개발을 완료하였으며 금후 대기통 엔진에 적용할 계획에 있다. 이 엔진을 이용해 높은 토크에서도 스모크 발생이 억제되는 효과를 확인하였고 그 결과를 (그림 11)에 나타내었다.



〈그림10〉 슈퍼크린 디젤엔진의 배기정화



〈그림11〉 EGR에 따른 배출가스 특성

마무리

2002년부터 3년간 계획으로 시작된 차세대 대형 저공해 자동차 개발프로젝트의 개발현황에 관해 기술하였다. 이상의 결과를 바탕으로 앞으로 남은 1년 동안 저공해 자동차의 차량시스템을 완성할 예정이다.

(이성욱 편집위원 : leesw@ntsel.go.jp)

관련 홈페이지

- DME : <http://www.ntsel.go.jp/teikougai/vehicles/dme.html>
- CNG : <http://www.ntsel.go.jp/teikougai/vehicles/naturalgas.html>
- S/Hybrid : <http://www.ntsel.go.jp/teikougai/vehicles/series.html>
- P/Hybrid : <http://www.ntsel.go.jp/teikougai/vehicles/parallel.html>
- Super clean Diesel : <http://www.ntsel.go.jp/teikougai/vehicles/superclean.html>

국내 운전면허 1호는 인력거꾼

한국의 운전면허제도는 1908년부터 시작됐으며 음주운전은 일제강점기인 1914년부터 금지했다는 조사결과가 나왔다. 경찰청 교통기획담당관실이 조선시대 관보 등을 수집해 분석한 결과 운전면허제도가 처음 도입된 것은 대한제국이 1908년 '인력거영업단속 규칙' 제 3조를 만들면서부터이다.

이 규칙은 인력거꾼을 '18세 이상 60세미만의 신체 건강한 남자'로 제한하고 이를 어기면 10일 이하의 구류나 10환 이하의 벌금을 부과하도록 했다. 그러나 자동차 운전면허제도는 1915년 '자동차 취체(取締·단속이라는 뜻) 규칙 제 7조'에서 '운전을 하려는 자는 본적 주소 성명 등이 기재된 서류를 거주지 관할 경무부장(현 지방경찰청장)에게 내야 한

다'라고 규정하면서 본격 실시됐다.

음주운전은 1914년 '마차 취체 규칙 제 14조'를 통해 '마부(馬夫) 등은 만취하여 영업하거나 승객 등에게 난폭한 언행을 하면 안된다'고 규정하고 이를 어기면 구류 또는 과료를 부과하면서 금지됐다. 자동차 음주운전은 1915년부터 금지됐으며 1934년에는 운전자가 운전 도중 담배를 피울 경우에도 50원 이하의 벌금을 부과하거나 구류에 처하도록 했다. 이 밖에도 1905년 가로관리규칙에서 '차량이나 우마가 마주치면 서로 우측으로 피하라'고 규정하면서 차량 우측통행이 시작됐으나 일제강점기인 1921년 좌측통행으로 바뀌었고 미군정 시절인 1946년 우측통행으로 환원됐다.