

대체에너지 자동차 개발현황

Current Development of Alternative Fuel Vehicles in KIA Motors

최 규 훈, 남 궁 역, 이 성 철
K. H. Choi, U. Namgoong, S. C. Lee



최 규 훈
· 1957년 6월생
· 정회원
· 기아자동차 기술센터 엔진 연구실장
· 엔진선행 기술 연구



남 궁 역
· 1957년 2월생
· 기아자동차 기술센터 EV 연구팀장
· 전기자동차 개발



이 성 철
· 1953년 10월생
· 정회원
· 기아자동차 기술센터 이사

1. 머릿말

자동차 배출가스로 인한 환경문제는 일찍이 1960년대 이후부터 미국을 중심으로 지속적인 규제강화와 기술적인 대책으로 개선 효과에 많은 진전을 가져왔으나 차량보급대수의 증가로 인한 총량적인 개선책은 단순한 석유계 연료를 이용하는 기존 자동차에만 의

존하기에는 한계가 있는 것으로 인식이 되어 최근에는 세계각국에서 대체에너지 자동차의 보급·유도 정책을 펴기 시작했다. 과거 두차례의 오일쇼크 이후의 대체에너지 차량의 개발은 자국의 에너지 확보를 위한 전략의 일환으로서 추진되어 왔으나, 근래에는 자동차가 배출하는 직접적인 유해가스뿐만 아니라 지구온난화에 관련되는 이산화탄소의 배출을 억제할 수 있는 배기가스 대책기술의 주요 수단으로서 필요로 하고 있다. 특히 미국은 1990년 캘리포니아주의 대기정화법, 1992년 주정부의 에너지법 등에서 대체에너지 자동차의 개발·보급을 위한 여러가지 규제 및 유도책을 장치하였고 유럽이나 일본에서도 이를 뒤따르는 추세에 있다. 국내에서도 급격한 자동차 증가로 인한 도시 공해문제를 해결하기 위하여 정부차원에서 대체에너지 자동차의 보급을 위한 조사활동을 시작하게 되었다. 대체에너지 자동차를 보급하기 위해서 극복해야 할 가장 큰 문제로 꼽고 있는 것은 연료공급체계의 구축, 법·제도적 개선, 시장 원리에 의한 보급책 등이다. 물론 지구적 규모의 환경보전을 위해서 자동차업계, 부품업계, 연료공급업계 등의 기술개발 노력이 우

선 선행되어야 할 것이며, 이에 당사는 과거 1986년 전기자동차의 개발을 효시로 표 1과 사진 1과 같은 다양한 에너지원의 자동차를 개발해 왔고 향후에도 실용화를 위하여 지속적으로 노력을 할 것이다. 본 보에서는 지금까지 당사에서 개발해온 대체에너지 자동차에 대하여 간략히 소개하고자 한다.

을 100%를 이용하여 개발한 M100 엔진은 Concord차량에 탑재하였는데 당시의 엔진은 연료공급장치로는 카브레터를 사용하였기 때문에 발열량이 가솔린보다 약 반정도에 불과하여 동등한 에너지를 공급하기 위하여 각각의 연료 Jet를 확대·매칭하였다. 그리고 옥탄가가 높아 압축비를 더 높게하였고 이에

2. 알코올 자동차

2.1 Otto type 메탄올 자동차

당사에서는 1988년부터 1991년까지 가솔린엔진을 대상으로 메탄올연료를 이용한 차량을 개발한 바 있다. 당시 국내에서는 메탄올 연료를 이용한 차량개발의 사례가 거의 없어서 메탄올연료의 기초특성, 연소특성, 냉간시동법, 부식특성, 배기가스특성 등의 기초 연구부터 시작하여 두가지 차종의 시작차를 제작하여 차량을 육성하기까지 다양한 내용의 개발을 추진하였다. 먼저, 연료로써 메탄

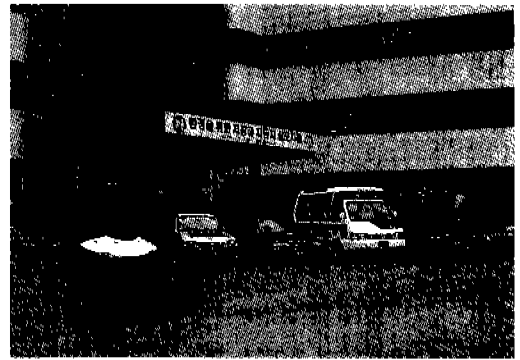


사진 1 여러가지 대체에너지 자동차
(왼쪽부터 태양광자동차, 프라이드전기자동차, 세피아전기자동차, 베스타전기자동차, 천연가스청소차)

표 1 기아자동차 대체에너지 자동차 개발이력

에너지원	기본차종	개발목적 및 용도	개발년도
배터리	BESTA	ASIAN게임 마라톤 시계차	1986년
배터리	BESTA	88올림픽게임 마라톤 선도·시계차	1988년
메탄올(M100)	CONCORD	대체에너지 이용기술, M100 연료 이용	1991년
메탄올(M85)	BESTA	대체에너지 이용기술, M85 연료 이용	1991년
배터리	PRIDE	EXPO운행차량, 형식승인취득, 한정시판	1991년
배터리	SEPHIA	EXPO전시, Ni-Cd 배터리	1993년
배터리	BESTA	EXPO 회장 VIP 안내	1993년
태양광	PURPOSED	호주 WSC(납배터리 부문 3위), EXPO 전시	1993년
천연가스	TRADE	배기가스저감대책, Dual Fuel 청소차	1993년
메탄올	-	배기가스저감대책, M100 DI엔진	1994년
하이브리드 (배터리, 가솔린)	PURPOSED	ULEV 대책, 서울모터쇼, Frankfurt 모터쇼	1995년
배터리	SEPHIA	ZEV 대책, 주요 핵심부품 국산화	1995년
에탄올	SPORTAGE	브라질향 수출차	1996년
천연가스	SPORTAGE	ULEV 대책, Dedicated Fuel	1996년

따른 점화시기등을 최적화하였다. 메탄올의 비점(沸點)은 65°C로 순수 메탄올을 공급할 경우는 대기온도가 7~10°C 이하에서는 실린더내에서는 기화시키기 어려워 시동성이 매우 나쁘다. 따라서 이와 같은 저온 시동성을 보완하기 위하여 Concord 차량에는 출발시에 가솔린연료를 이용하여 Pilot분사를 할 수 있도록 하였다. 저온시동성을 보완하는 다른 방법으로는 저비점(低沸點) 성분을 일정비율을 혼합하여 이용할 수가 있는데 일반적으로는 가솔린 15%를 혼합한 M85연료를 이용한 경우가 많다. BESTA 메탄올자동차에서는 M85를 이용하였으나 이 연료의 시동 가능 온도범위는 -15~-20°C 정도로 그 이하의 온도의 경우는 전술한 바와 같은 별도의 시동 보조 시스템이 필요하게 된다. 메탄올 연료의 부식성이나 팽윤성 대책을 위하여 연료계의 금속류 부품은 Ni 도금이나 스텐레스계 재질을 이용하여 제작하였고 고무류는 3원계 불소고무를 이용하여 부품을 개발하였다.

연소실내에 가솔린과 거의 동등한 에너지에 상당하는 메탄올연료량을 공급할 경우 고옥탄가로 인한 압축비 상승, 연소온도가 낮

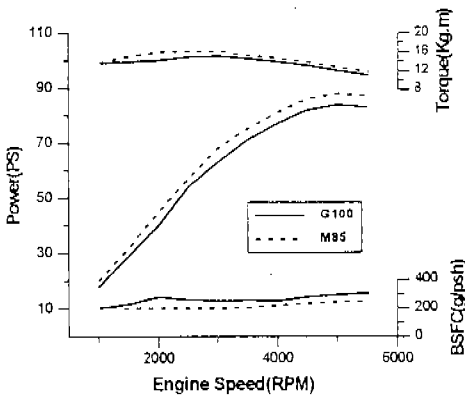


그림 1 메탄올 M85엔진과 가솔린엔진의 성능 비교

음으로 인한 저열손실, 연소성분 몰수 증가에 따른 분압 증가 등으로 엔진성능은 약간 증가하게 된다. 그림 1은 BESTA M85 엔진의 성능을 가솔린엔진과 비교한 것이다. 이와 같이 엔진의 출력면에서는 기존의 가솔린 자동차와 크게 다르지 않기 때문에 대부분의 부품을 그대로 활용할 수 있다. 배기가스 측면에서는 미연메탄올과 포름알데히드 성분의 측정기법과 전용측매개발, 냉시동시에 촉매 변환기가 활성화되지 않는 사이에 대부분 많은 배출가스가 배출되기 때문에 이에 대한 대책기술개발이 진행되었고 내구측면에서는 2년동안 약 50,000km의 시내 주행실험을 거쳐 부품의 분해·분석이 이루어졌다. 그림 2는 메탄올연료 사용으로 인한 엔진부품의 상대 마모량을 나타낸 예이며, 이와 같은 문제점에 대한 추가 대책 결과로 양산시 필요한 부품 및 시스템의 제 사양을 결정하여 선행적으로 개발을 완료한 바 있다.

2.2 Otto type 에탄올 자동차

에탄올 자동차의 경우, 아직 국내수요는 없지만 브라질에 수출하기 위하여 메탄올 자동차 개발의 경험을 토대로 Sportage 에탄올 자동차를 개발하였다. 가솔린은 체적농도로 가솔린 78%에 에탄올 22%의 구성비로 이루어져있고 브라질의 현지 가솔린의 성분 분석결과 국내산의 물성과는 차이가 있었기

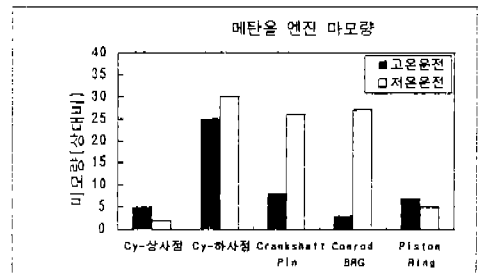


그림 2 메탄올 엔진의 각부 마모량 비교

때문에 이 연료에 최적화된 엔진의 개발이 필요하다. 먼저 엔진성능의 경우, 국내산 가솔린엔진 사양으로 fix된 ECU data를 그대로 사용하면 전부하에서 3000rpm 이하역에서는 출력 및 연비가 저하하고 4000rpm 이상에서는 Light Knocking이 발생하였다. 그리고 부분하에서는 5000rpm 이상 부하별로 출력이 저하하고, 4000rpm 이상의 고부하역에서 Knocking이 발생하였다. 이것은 연료물성 변경에 따른 ECU Mapping의 공연비, 점화시기가 최적화되어 있지 않았기 때문이었으며, 에탄올 연료의 22% 혼합에 따른 에너지 부족분을 충당하기 위하여 약 8% 체적농도의 연료 중량이 필요함에 따라 연료 인젝터를 설계변경하였고 ECU data를 재 Matching하여 초기 문제점을 개선하였다. 그림 3은 엔진 재 Matching후의 전부하 성능을 가솔린엔진의 경우와 비교한 결과이다. 이 결과로 부터 개발 코스트의 최소화를 위하여 엔진의 Hardware적 변경은 가급적 지양하고 에탄올에 의한 급속류 부식이나 고무류 팽윤을 방지하기 위한 부품개발을 추진하였다. 부품개발방법은 가솔린연료를 사용한 브라질 현지에서 장거리 주행한 여러 메이커의 자동차부품을 수거하여 분석하였고, 내구

(부식촉진)용 연속 연료순환 Rig를 차체 개발하여 Sportage의 연료계에 가혹한 조건으로 실험한 결과 약 110여종의 부품 또는 시스템중 대책이 꼭 필요로하는 것은 10종 미만으로 판정되어 그 개선 사양을 확정하였다. 한편 차량 EMS Mapping은 시동성, 운전성, Idle rpm stability 등을 감안하고 브라질 현지 실험을 포함하여 에탄올 전용 촉매 개발과 더불어 1997년 브라질 배기가스 규제를 만족할 수 있도록 하였다(그림 4).

2.3 Diesel type 메탄올 엔진

Diesel type의 메탄올을 자동차는 질소산화물 배출량이 기존의 디젤자동차의 반정도이고, 매연이 거의 배출되지 않는 한편 일산화탄소, 탄화수소 및 포름알데히드류는 촉매를 사용하면 디젤차보다 낮게 배출시킬 수 있기 때문에 배기가스 대책수단으로써 Otto type의 경우보다 더 유효하다고 할 수 있다. 따라서, 당사는 메탄올연료를 이용한 적극적인 배기가스 대책기술을 확보하기 위하여 3.5L 직분식 Diesel엔진 개발을 추진하였다. Diesel type의 메탄올 엔진의 연소방식으로는 점화플러그 보조, 글로우 플러그 보조, 압축착화, 2연료 분사 등의 예가 있으며 각각의 방

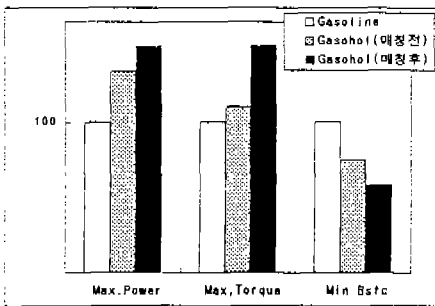


그림 3 가솔린 엔진 Matching 전후의 전부하 성능비교

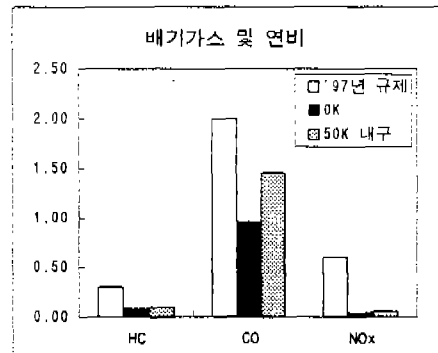


그림 4 브라질 '97년 규제치와 배기가스 비교

식에는 장단점이 있다. 본 개발에서는 실주행역에 해당하는 저부하에서 연소안정성이 뛰어나고, HC, CO가 적게 배출되는 글로우 플러그 방식을 채택하였다. 통상의 글로우 플러그로는 초기 화염핵 생성이 어렵기 때문에 연료분무와 글로우 플러그 가열부의 접촉 확률을 높이기 위하여 글로우 플러그 가열부 주위에 혼합기가 저류(貯留)되도록 하는 형

상의 저류형 글로우 플러그를 채용하였다. 그리고 분무와 글로우 플러그 위치, 압축비, 분사형태 등을 최적화하여 전운전 영역의 연소 안정성을 꾀하였다. 연료 특성상 메탄을 연료를 Diesel 엔진에서 연소시킬 경우 화염 전파속도를 가능한 한 급속하게 이루어지도록 할 필요가 있으며 이를 위해서 최적 스월 유동을 형성토록 하였고, 저부하역에서 흡기 온도를 높일 목적으로 EGR을 도입하여 연

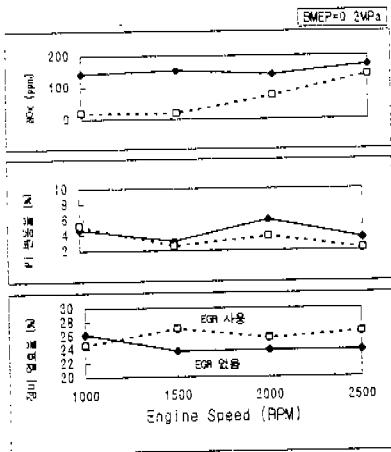


그림 5 엔진속도에 따른 연소특성의 EGR효과 비교

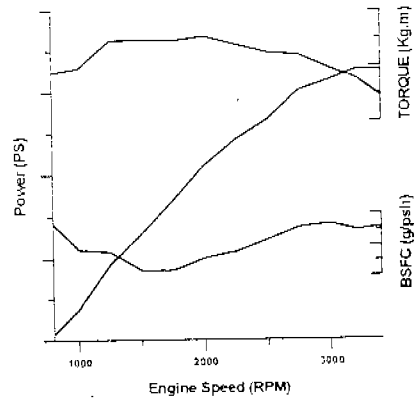


그림 6 3.5L 메탄을 디젤엔진의 전부하 성능

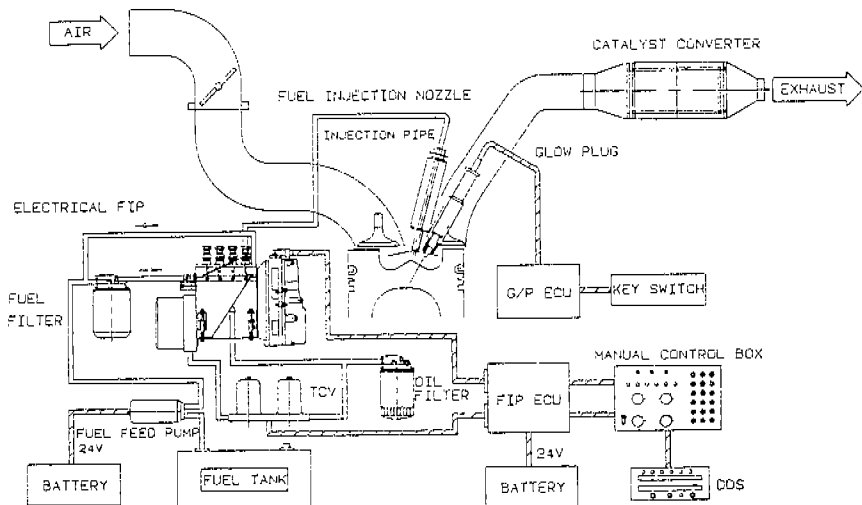


그림 7 3.5L 메탄을 디젤엔진의 시스템

소를 촉진하므로써 열효율을 높였다. 그림 5는 EGR률에 따른 연소 안정성, NO_x배출, 열효율을 나타내고 있으며 EGR 공급에 따라 중고속 이후의 연소안정 및 연소효율 향상을 보여주고 있고 NO_x는 저중속에서 크게 저감되고 있는 것을 알 수 있다. 이상과 같은 기술개발로 전 운전영역에서 안정된 연소특성을 얻을 수 있었고 그 결과 그림 6과 같이 기존의 디젤엔진 대비 동등 이상의 전부하시의 엔진성능을 육성하였다. 그림 7에는 당사가 개발한 Diesel type 메탄올엔진의 시스템도를 나타내었다. 여기서, 연료분사 시스템은 기존의 기계적인 분사방식을 전자식으로 개조하였고 연료접촉으로 인한 부식 가능성이 있는 부품은 모두 대응 조치하였다. 현단계는 엔진상에서 성능육성이 완료되었고 향후에는 신뢰성 확보와 차량탑재후 Fleet test를 추진할 예정이다.

3. 천연가스 자동차

3.1 Trade CNG 청소차

과기처 특정연구개발 사업인 한·러 국제공동연구로서 KIA, KIMM, 창원기화기, 러시아 NAMI자동차연구소와 3.5L 디젤엔진을 이용한 천연가스자동차(진개 덤프 청소차량)를 개발하였다. 여기서 채용한 연소방식은 CNG와 공기의 혼합기에 디젤을 Pilot 분사시켜 점화하는 Dual Fuel 방식이다. 물론 배기가스 측면에서는 CNG전소 방식에 비하여 저감률은 낮지만 일충진 주행거리, 차량 사용조건 등을 고려하면 실용성이 높은 잇점이 있다. 본 Dual Fuel 시스템은 CNG 연료공급장치와 디젤연료량 조절장치로 구성되어 있으며 CNG 연료공급장치는 기계식 믹서에 가스압력조절기를 부착하여 가스압력실이 2.7bar 이하시에 디젤모드로 전환되도록 되

어있다. Dual Fuel Mode에서는 경유 대비 천연가스의 대체율을 엔진의 출력과 배기가스의 상호관계를 고려하여 설정하는 것이 중요하다. 본 시스템에서는 저속 저부하에서 고속고부하까지 여러가지 운전조건에 대하여 대체율을 설정하였고 그 결과 차량실험에서 디젤 연료 소비량은 디젤 모드시의 약 20%로 가스 대체율을 평균 80%정도로 할 수가 있었다. 배기가스에서는 엔진상에 Smoke는 전부하에서 모든 엔진소도에 대하여 확실한 저감효과가 있었고 CO는 CO일원 촉매기 부착으로 90%이상의 효과가 있었으나 NO_x는 중저부하에서 50%저감 수준이고 고부하에서는 5%정도의 수준에 머물렀다. 여러가지 차량실험을 통하여 동력성능에서는 기존의 차량에 비해 동등한 수준을 나타냈으나 기계식 제어에 의한 응답성이 좋지 않아 이에 대한 개선이 더 요구되고 있다. 향후에는 배기가스 저감효과가 큰 디젤전소 차량을 개발할 예정이다.

3.2 Sportage CNG 자동차

Sportage 탑재엔진 중 2.0L 가솔린엔진을 이용하여 전소 천연가스 자동차를 한국가스공사와 공동개발하고 있다. 먼저 CNG연료사용으로 인한 개발의 범위와 목표를 가능한 정확하게 결정하기 위하여 엔진의 큰 설계변경 없이 연료계 교체와 ECU Mapping Data 수정만으로 Pre-mechanical 차량을 제작하였다. 개조차량의 주요시스템을 그림 8에 나타내었다. 연료탱크는 85L의 Aluminium·Composite재를 Trunk에 탑재하였고, 연료분사는 약 200bar에서 일정한 분사압력인 7bar정도로 낮추어 공급하는 압력조정기를 거쳐 믹서타입이 아닌 Injector로 Port 분사하도록 하였다. 그리고 연료탱크의 직후에는 유사시 연료를 긴급 차단할 수 있는 Master Shurt-off Valve를 설치하였다. 엔진 ECU

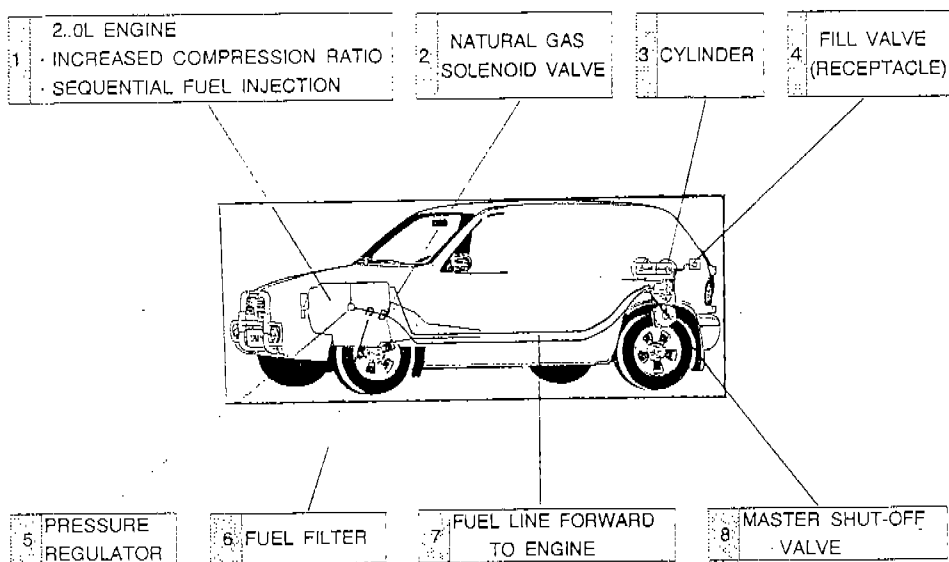


그림 8 Sportage CNG 자동차의 주요 시스템 개조

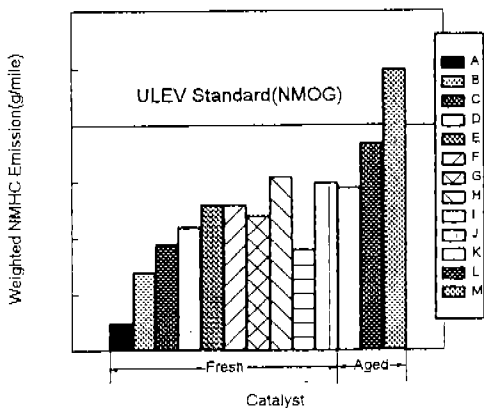


그림 9 여러가지 촉매에 따른 ULEV규제 대비 NMOG 배출량

는 기존의 ECU와 Data 호환성을 유지하고 정상 및 과도제어, Closed Loop/Adaptive Learn Control, Diagnostic이 가능하도록 개발하였다. 이 Pre-mecha 차량의 엔진동력은 Port내 가스분사로 인한 흡입공기의 체적효율을 저하로 약 10%정도 낮아졌지만 현재 흡기시스템과 Valve Event 변경 및 최적압축

비 선정 등으로 기존 가솔린차량과 동등한 수준의 동력을 목표로 육성하고 있다. 가솔린엔진을 이용한 천연가스자동차의 가장 큰 장점은 배기가스 대책에 매우 유리하다는 점이다. 다만 후처리 촉매의 경우 공연비 제어 Window가 좁고, 촉매 입구온도의 저하 등의 특성을 고려한 전용촉매를 개발하지 않으면 안된다. 이에 여러가지 경우의 촉매를 제작하여 Chassis Dynamometer에서 실험한 결과 ULEV의 규제치를 만족한 것을 확인하였고, 그중 그림 9는 10종의 Fresh촉매와 3종의 50K Aged촉매의 NMOG값을 ULEV규제치를 대비하여 나타낸 것이다. 이것으로 알 수 있는 바와 같이 K, L종의 Aged촉매가 규제치를 만족하고 있다. 현재 본 Pre-mecha차량이 CNG연료에 최적화된 것이 아니기 때문에 엔진의 육성과 촉매의 추가개신으로 ULEV 규제치 대비 마진율을 충분히 높일 수 있을 것으로 보인다. 연비는 FTP-75 mode 기준으로 10.45km/l이며 이는 Base차량 보다 약간 높은 값으로 나타났고

일충진 주행거리는 265km로 나타났다. 현재 진행중인 CNG전소 최적화와 향후에 Fleet Test를 통한 내구육성 및 국산화 부품개발을 추진할 예정이다.

4. 전기자동차

4.1 프라이드 전기자동차

프라이드 전기자동차는 신뢰성과 효율이 매우 높은 직류모터를 사용하였고 자연 공냉식이기 때문에 전력 소모도 작으며, IGBT 소자를 이용한 고 효율 PWM Controller, 콤팩트한 전장부품과 구동계를 개발 적용하였다. 배터리는 값이 싸고, 신뢰성이 있는 145Ah/12V 납축전지를 엔진 룸에 2개, Rear Seat部에 8개를 배치하였고, 무게중심이 낮아 배터리에 의한 중량증가에도 불구하고 조정안정성이 확보된다. 중량증가에 대비하여 서스펜션을 보강하였고, 전기적 안전장치로서 충전기 Inter-lock, Power 계통 Disconnecter 등을 설치하였다. 공조장치는 전기자동차 전용 고효율 에어컨과, 전력 손실이 적은 PTC Heater를 장착하였다. 이 차량은 국내 최초의 솔라 하이브리드 전기자동차로서 맑은 날에는 Roof와 Bonnet에 설치된 솔라셀로부터 총 160W의 전력을 생산

표 2 전기자동차의 제원 및 성능

모 델 명		프라이드	세피아	베스타
모 터	형식/최대출력(kW)	DC/35	AC/60	DC/35
배터리	형 식	납축전지	납축전지	납축전지
	수 량(개)	10	26	18
	충전압(V)	120	312	108
충전기	형 식	8	8	8
	충전시간(h)	100	190	120
주 행 성 능	일충전주행거리(40km/h)(km)	100	190	120
	최고속도(km/h)	110	160	90

한다. 이 에너지는 최대 출력점추종기를 거쳐 배터리에 충전되며, 결과적으로 주행거리를 16km정도 연장할 수 있다. 배터리 충전을 위해서 가정용 전원을 사용할 수 있도록 110V용 탑재형 충전기를 Rear Trunk部에 설치하였고, 보다 빠른 충전을 위해서는 220V용 별치형 충전기를 사용할 수 있다.

4.2 세피아 전기자동차

세피아 전기자동차는 차량을 움직이게 하는 구동계에서는 최대출력 60kW급의 모터/인버터를 국내기술로 개발하였으며, 가속성능, 특히 고속에서의 추월가속성능이 크게 향상되어 기존 가솔린차와도 비교될 수 있다. 그림 10, 11은 자체개발한 동력성능의 예측 프로그램에 의한 계산결과와 실험결과를 나타내고 있다. 전장계에서는 운전자의 편의성, 안전성 및 정보전달체계를 포함하는 시스템 컨트롤러, 구동계를 제어하는 인버터, 미터세트를 제어하는 컨트롤러간의 신호전달을 기존의 아날로그방식에서 각 컨트롤 유니

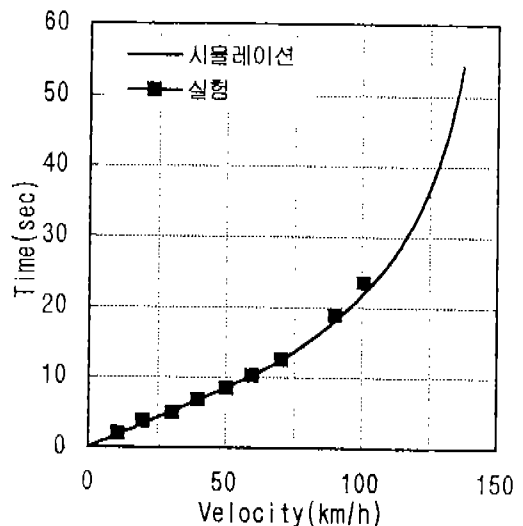


그림 10 Sephia EV의 동력성능(가속) 예측과 실험결과 비교

트간의 디지털 통신 방식으로 전환하여 전선의 사용량을 저감하는 동시에, 차량 스스로가 이상 상태를 감지하여 운전자에게 알려주는 OBD시스템(자체 고정진단 시스템)을 이루어 안전성을 확보하였다. 미터세트내의 정보센터에는 주행정보를 제공하는 윈도우가 내장되어 있으며, 차량의 주행가능거리, 배터리 잔존용량, 현주행거리, 차량 각부의 상태 등 안전운행에 필요한 모든 정보들을 운전자에게 제공함으로써, 운전자로 하여금 차량의 상태에 대응하여 신속한 판단 및 조치를 취할 수 있도록 설계하였다.

전자제어식 파워스티어링은 차량의 조향안정성을 향상시키고, 차속과 브레이크페달의 깊이에 따라 제어되는 회생제동은 차량중량의 증가로 인한 제동부하를 흡수하여 전기에너지로 재생함으로써 기존 진공배력식 유압 제동장치가 과부하없이 작동하도록 한다. 이미 1단계 성능평가를 마친 경량 저구름저항 타이어는 차량의 연비를 10% 이상 향상시켜 일충전주행거리는 연축전지를 사용할 때

190km에 이르고 있다. 또한 편의장치의 하나인 공조장치는 Heat Pump를 사용한 시스템으로서, 에어컨과 Heater가 스위치의 절환 위치에 따라 작동되며, 시스템 최적화과정을 거쳐 낮은 소비에너지로도 여름철 37°C 이상의 고온이나, 겨울철 영하 20°C에서도 만족할 만한 공조성능을 유지할 수 있도록 하였다. 충전을 하기 위해서는 차량내에 장착된 탑재형 충전기를 사용할 경우 가정용 220V 전원을 사용하여 8시간만에 만충전할 수 있고, 유도전류식 별치형충전기를 사용할 경우 3시간이면 충전이 가능하다.

4.3 베스타 전기자동차

베스타 전기자동차는 EXPO 박람회장에서 VIP 수송을 위해서 활용토록 6인승으로 개발하였다. 박람회장 순회, 공원 유람, 공장 견학 등에 활용될 수 있는 이미지의 오픈카 스타일로 승원에 개방감을 주고, 운전자 보다 Hip Point를 높게 하므로써 시인성을 좋게 하였다. Roof와 C Pillar는 FRP로 제작하여 경량화를 꾀하였고, Sunroof를 설치하여 실내 조도를 밝게 함으로써 승원으로 하여금 한층 더 쾌적감을 느끼도록 하였다. 배터리는 12V용 160Ah의 밀폐형 납축전지를 직렬 9개 병렬 2조로 18개를 Floor에 배치하였으며 배터리의 수명이 다 될 때까지 유지·보수가 불필요하다. 한편, 배터리 무게 증가로 인한 차체 Frame과 Spring, Damper, 제동계 등의 사시계의 충분한 해석 및 설계 검토로 보강, 개선을 하였다. 신뢰성이 매우 높은 직류분권모타와 Controller를 사용하였고, Power Steering 모터 및 Controller를 개발 설치하므로써 운전성을 충분히 확보하였다. 충전기는 110V의 탑재형으로 배터리의 2조 병렬 연결로 인한 용량증가(320Ah)에 따른 충전시간 단축을 위하여 직렬 각 조에 별도의 충전기 두개를 각각 설치하여 주

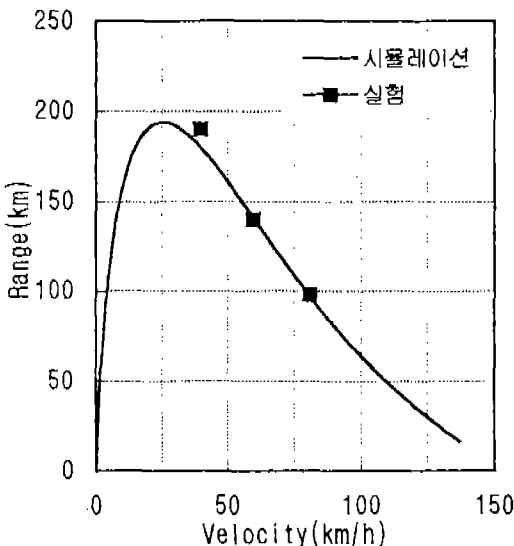


그림 11 Sephia EV의 동력성능(일충전 주행거리) 예측과 실험결과 비교

행 시는 병렬 연결되도록 장치하여 충분한 주행거리를 확보하였다. 회장내의 운행 하므로 주행 안전을 위하여 속도제한 System을 설치하여 설정 속도 이상은 달릴 수 없도록 하고, 속도 제한계의 해제 시는 정상 최고 속도를 낼 수 있도록 하였다. Roof의 오픈화로 인한 공기저항과 배터리로 인한 중량 증가에도 불구하고 최고속도 90km, 일 충전 주행거리 120km의 성능을 갖는다.

4.4 하이브리드 전기자동차

하이브리드 전기자동차는 기존의 전기자동차에서 가장 문제가 되고 있는 주행거리의 연장을 위하여 개발된 자동차이다. 서울 모터쇼에서 선보인 KEV-4의 차량제원 및 성능은 표 3과 같으며, 그림 12는 시스템도를

사진 2에는 KEV-4를 나타내었다. 이 KEV-4는 미래 지구의 환경문제를 고려한 4인승 도심지 출퇴근용 차이다. Roof에는 Solar Cell을 장착해 자연에너지를 최대한으로 활용하였고, 주행연비의 향상을 위하여 경량화를 실현하였다. 또한 도심지의 교통혼잡에 따른 대기오염을 줄이기 위하여 Navigation System을 장착하였으며, Power Steering이나 간편한 운전조작을 할 수 있도록 편의성을 최대한 강조한 차이다. 자동차의 성능을 살펴보면 Generator로 Battery를 계속 충전하기 때문에 실제로는 주행거리에 영향을 받지 않는다. Battery로만 운전할 경우 일충전 주행거리는 190km를 보여주었고, 최고속도는 180km/h의 성능을 갖는다.

각 시스템에서 사용된 KEV-4의 특징을 살펴보면, Battery는 사용기간 동안 유지보수가 불필요한 밀폐형 납축전지를 사용하였다. 제동시 차량의 관성운동에너지를 전기에너지로 변환하여 축전지를 충전함으로써 약 15%의 에너지절감을 이룬다. 유압식 제동장치와 제동력을 적절히 분담한다. 탑재형 충전기는 소형의 탑재형 충전기를 차량에 장착함으로써, 스테이션 형식의 별치형 충전기를 이용할 수 없을 경우 상용 전기콘센트를 이용하여 충전이 가능하도록 하였다. Motor

표 3 하이브리드 전기자동차의 주요제원

차량	장×폭×고(mm)	4,300×1,700×1,550
	중량(kg)	1,478
	승차인원(인)	4
	구동방식/트랜스미션	전륜구동/2단
	모터형식/최대출력(kW)	교류 유도형/50
	엔진 배기량(cc)/제너레이터 출력(kW)	800/7
	축전지 형식/총전압(V)	밀폐형 납축전지/336
주행 성능	일충전주행거리(40km정속)(km)	400.4
	최고속도(km/h)	186.3

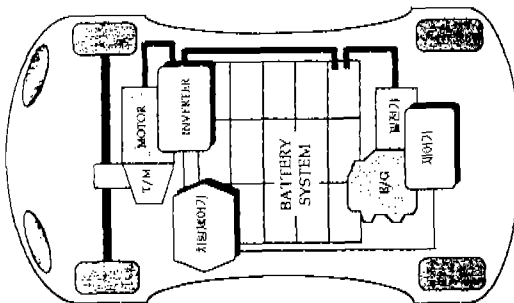


그림 12 하이브리드 전기자동차 시스템

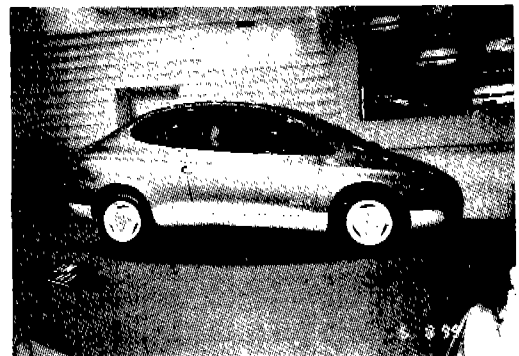


사진 2 하이브리드 전기자동차

Pump식 Power Steering은 그 장치가 운전자의 조타력을 보조함으로써, 차량이 정지상태에서도 손쉽게 조향이 가능하다. 더불어, 차량의 주행모드 즉, 시내, 교외, 골목로, 고속도로등 주행하는 환경에 따라 보조 조타력을 조절할 수 있기 때문에 운전자의 조향감이 우수하고, 주행안전성을 향상시킨다. 공조장치로는 Heat Pump형식을 이용함으로써 하나의 시스템으로 에어컨과 히터의 기능을 전환하여 사용할 수 있다. 솔라 환기장치를 장착하였다. 태양광 에너지로 환기팬을 구동하여 주차 시에도 별도의 에너지소비 없이 차내공기를 신선하게 유지한다. 경량화를 위해서는 섬유강화 플라스틱 바디와 마그네슘 Wheel을 채용함으로써 차량중량을 대폭 감소하여 주행연비를 높였다. 간편한 운전조작을 위하여 인간공학적인 설계로 장시간 운전으로 인한 운전자의 피로감을 줄이고, 누구나 쉽게 운전할 수 있도록 하였다.

4.5 태양광자동차

실용적인 면에서는 전기자동차에 비하여 현실적으로 어려움이 큰 솔라카는 차체에 부착된 태양전지판에 광에너지를 받아 전기에너지로 전환하여 모터 구동으로 차륜을 회전시키기 때문에 에너지 생성원부터 완벽한 무공해자동차라고 볼 수 있다. 당사가 1992년에 개발한 태양광 자동차의 주요 차량제원을 표 4에 나타내었다. 주요 기술적인 특징으

표 4 태양광 자동차 제원

차량	장×폭×고(mm)	6,000×2,000×1,000
	중량(kg)	180
모터형식/최대출력(kW)		무정류자 직류모터/50
SOLAR CELL 종류/출력(kW)/효율(%)		Si/1.2/17
축전지형식/총저압(V)		납축전지 or Ni-Zn/96
주행 성능	배터리로의 최대주행거리(km)	200
	최고속도(km/h)	120

로, 차체계에서는 Kevlar Nomex Honeycomb으로 구성된 FRP body, Polycarbonate 재질과 Gold Coating된 Cancopy, Aluminium 6000계열로 구성된 Space Frame로 이루어져 경량화를 꾀하였고, 주행 공기저항을 최소화하기 위하여 풍동실험과 전산유동해석을 통하여 공기저항계수를 0.15까지 낮추는 차체 스타일링을 개발하였다. 사시계에서는 기존 승용차와 같이 전륜에는 Double wishbone, 후륜에는 Trailing Arm식 현가장치를 개발하였고, 제동장치는 전륜에 유압식 디스크브레이크, 후륜에 주차브레이크 및 회생제동장치를 사용하여 정확한 제동성을 확보하였고, 조향장치로는 Push/Pull rod을 사용하였다. 동력 및 구동계에서는 효율 17%인 Silicon 타입의 Solar cell, 밀폐형 납축전지 및 Ni-Cd 배터리, 최고 출력 10kW의 2단 BLDC 모터, Sprocket과 Chain에 의한 차륜 구동장치 등으로 구성하였다. 전장계로서는 각종 센서출력을 통합한 운전석 LCD계기판, Cruise Control 타입의 속도조절기, 에너지변환효율을 최적화하는 최대출력점 추종기(MPPT), 차량상태를 진단, 송수신하는 Telemetry System, 20 Channel의 신호처리를 담당하는 Data Logger 시스템 등을 들 수 있으며 이상과 같이 최적화한 차량으로 1993년 호주에서 개최된 WSC(World Solar Challenge)에서 납축전지분야 3위에 입상하여 성능과 신뢰성의 우수성을 입증한 바가 있다.

5. 맺음말

이상과 같이 당시는 환경문제에 능동적으로 대처하기 위하여 국내에서는 가장 먼저 대체에너지 자동차 기술개발을 착수하여 지금까지 많은 성과를 거둔 바 있고, 앞으로는 실용화를 위하여 배전의 노력을 기울일 것이

다. 한편, 기존의 자동차에 대한 저공해기술은 대체에너지 자동차보다도 국내외적으로 더 시급하게 요구되고 있어 당사에서도 이에 대한 기술개발에 심혈을 기울이고 있다.

한편, 환경문제에 대하여 그룹차원에서 효율적으로 대처하기 위하여, 1993년 그룹 환경위원회를 설치하여 그 활동을 본격화 하기 시작하였다. 이 위원회는 그룹 환경기술위원회와 각사별 환경 관리위원회로 나뉘고 그룹 환경기술위원회에서는 세부적으로 각 분과별로 경량화, 리사이클, 배기가스, 진동·소음 등의 개발분야의 실무적 분야를 다루며 각사별 관리위원회에서는 환경문제 발생원의 대책을 근원적으로 세우기 위한 생산 공정과 협력업체와의 환경대책의 기술적 문제를 다루도록 하고 있어, 그린토피아적인 자동차 문화를 선도하고 있다.

참 고 문 헌

1. 齊藤史彦ら, 混合氣貯留型グローアシスト直噴メタノール機關の燃焼特性, マツダ技報, No. 8, 1990.
2. Yoshio SATO et al., "Major Factors of EGR on Improvement in NO_x and Thermal Efficiency in a Direct-Injection Methanol engine", SAE 9307579
3. 한상욱 외, 태양광자동차의 개발, 기아기보, No. 19, 1994.
4. C. H. Kim et al., "Comparison between On-load and Simulated Performance of the KEV Electric Vehicle", SAE 951069.
5. John S. Heenan, "Fuel System Pressure Control Improves NGV Performance", SAE 960851.