

## 기획특집

편이다. 제조업(4.87달러) 또는 전기기기(4.88달러)보다는 높다.

### 세계 5위 목표 X-5계획

〈한국자동차산업의 과제〉 한국의 자동차산업은 짧은 기간에 고속성장을 함에 따른 막대한 투자비의 수요, 높은 금리부담, 기술인력의 부족, 부품산업의 영세성 등이 큰 문제로 대두되고 있다. 정부는 92년에서 2000년 사이에 3단계로 자동차산업을 세계 제5위의 생산국으로 발전시킨다는 X-5프로젝트를 추진하고 있다. 이 계획에 의하면 1단계(92~94)에는 생산능력을 확대하여 양적 팽창을 도모하고 기술자립기반을 다지며, 2단계(95~97)에는 품질 등 질적 수준향상을 통하여 안정적 수출기반을 확립하고, 3단계(97~2000)에는 성숙기로서 자동차가 우리나라 수출을

선도하는 수출 주력산업으로 부상하고 해외 현지생산을 통하여 자동차산업을 국제화한다는 것이다.

자동차산업이 발전하기 위해서는 물류비용을 절약할 수 있는 사회간접자본의 투자가 필요하다. 또한 막대한 토지 등 많은 투자가 필요한 자동차산업을 위하여는 저리의 자금이 공급되어야 한다. 건전한 국내시장의 바탕위에서 수출산업으로서의 자동차산업이 발전할 수 있으며 주변 산업의 기술개발의 뒷받침이 필요하다.

자동차 기술개발을 위하여 정부는 선도 기술개발사업의 한 과제로서 차세대자동차기술 개발을 선정하여 93년부터 2001년까지, 4천5백억원을 투자할 계획이다. 또 자동차업체와 정부의 공동 투자로 자동차 부품종합기술연구소를 설립하여 부품업체의 기술향상에 노력하고 있다. 자동차 부

품연구소는 차세대자동차기술개발 사업의 주관기관으로서도 역할을 하고 있다.

또 자동차산업의 기술인력양성을 위하여 92년 3개 대학에 자동차공학과를 설립하여, 자동차산업과의 산학 협동을 강화하고 있다.

NAFTA 등 세계시장의 불확화로 북미 시장 등으로의 수출경쟁력이 약화되고, 또 최근 타결된 우루과이라운드로 앞으로 해외시장뿐 아니라 국내시장에서도 자동차 선진국과의 경쟁이 치열해질 것이다. 이러한 어려움을 극복하기 위해서는 독자 기술의 확보가 필수적이다. 이를 위하여 부품업체의 국제 규모화 및 기술개발, 특히 자동차 전자화에 따른 전자기술의 개발이 과제이다. 또한 국제 협력을 강화하고 생산성 향상에 혁신적인 노력이 필요하다.

## 기획특집 <II>

# 우리나라 자동차기술개발 전망

李大雲

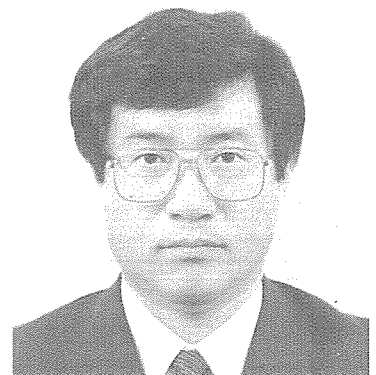
(현대자동차(주) 마북리연구소 상무이사)

## 희박연소·한계극복이 큰 과제 가스·전기·수소차 등 개발 박차

### 76년 고유모델 수출시작

우리나라의 자동차산업은 60년대에 공업화정책 추진에 따른 자동차공업 육성 정책에 힘입어 KD 조립단계 및 국산화

초기단계를 거치면서 본격적으로 주요산업으로 부상하기 시작하였다. 70년대에 들어서서는 중화학공업 집중육성정책에 발맞추어 한국최초의 고유모델 포니(Pony)의 개발에 성공함으로써 고유 국



산차 개발단계에 진입했고 76년부터는 고유모델 승용차의 수출을 시작했다. 수출성공에서 얻은 경험과 자신감으로 85년에는 수출전략형 전륜구동승용차를 개발완료함과 동시에 대규모의 생산체제를 확립하여 수출기반을 확립할 수 있었다.

또한 캐나다와 미국시장에 84년과 86년 각각 성공적으로 진출함으로써 한국 자동차산업은 수출산업으로서 급격한 성장을 이룩했고 북미시장에서 기대 이상의 호조로 자동차 수출은 88년 60만대에 육박하기도 했다. 그러나 노사분규 등으로 생산성은 급락하고 임금은 급격히 상승하는 가운데 가격 및 품질 경쟁력이 크게 떨어져 수출은 89년에 접어들면서 전년에 비해 20만대가 감소한 34만7천대로 35만대에도 미치지 못하는 상황에 이르렀다. 이러한 어려움 속에서도 내수시장의 신장과 동구권 등 신시장 개척을 통한 시장다변화 그리고 수출차종 다양화로 우리나라 자동차산업은 성장을 계속하고 있다. 특히 현대자동차의 경우 그동안 국제경쟁력 확보를 위한 기술개발 노력에 힘입어 엔진과 트랜스미션 등 일부 핵심 부품에 대한 독자기술개발 성과가 나타나고 있다.

그러나 유엔환경개발회의(UNCED : United nations conference on Environment and Development)가 80여개국의 정상들과 1백70여개국 정부대표들이 참석한 가운데 92년 리우데자네이로에서 개막되어 지구환경보전과 개발에 관한 리우선언을 채택했다. 이러한 지구환경보호를 위한 국제적인 노력이 전개됨으로써 세계 각국의 자동차업계에는 자동차연비개선과 환경오염방지 등의 기술개발에 많은 노력을 기울이고 있다. 특히 연비개선은 에너지절약뿐만 아니라 지구온난화에 크게 영향을 미치는 탄산가스(CO<sub>2</sub>) 배출량을 줄이기 위한 적극적

〈표 1〉 우리나라 자동차산업의 발전과정

	1960년대	1970년대	1980년대	1990년대
발전단계	KD조립단계	부품국산화단계	양산체제진입단계	독자개발단계
중점투자분야	단순조립시설	부품생산시설	양산체제확보시설	국제경쟁력규모확보

인 기술개발이 요구되고 있다.

안전규제와 관련해서는 안전벨트(Passive Safety Belt)장착의무화 이후, 93년부터 에어백 및 사이드 임팩트바 설치의무화 규정이 거론되고 있다. 또 향후 안전도 제고를 위한 정부의 기술적 요구는 더욱 강화할 것으로 보인다.

자동차산업의 성장과 더불어 자동차에 대한 소비자 욕구의 다양화·고급화 그리고 사회적 환경변화에 따른 기술적 욕구가 더욱 높아지면서 자동차엔진에서는 고효율·저연비·저공해·저소음·소형경량화·높은 신뢰성·내구성·가격 경쟁성·높은 정숙성과 같은 특성들이 요구되며 이러한 여러 특성을 만족시키기 위해 국내의 자동차업계는 최근 가솔린엔진에 대해서 멀티밸브화, 가변기구의 채용, 전자제어화, 그리고 소형 경량화에 노력한다.

### LA스모그후 배기가스 규제

〈배기가스 및 연비규제〉 54년 미국의 로스엔젤레스에서 스모그현상이 발생한 이후 세계 각국에서는 대도시의 대기오염을 방지하기 위하여 자동차의 배출가스에 대한 규제를 실시하여 왔고, 국내에서도 80년부터 시행하여 왔다. 그후 자동차 수의 증가와 산업이 발달하게 되면서 최근 미국, 일본, 유럽에서는 자동차 배출가스 규제치가 상당히 강화되고 있는 실정이다. 또한 88년에는 CO<sub>2</sub> 방출량 증가로 지구의 기온이 상승하여 세계 여러 곳에서 이상기온 현상이 발생하면서 (1)CO<sub>2</sub>에 의한 지구온실효과, (2) 프레-

온가스에 의한 오존층의 파괴 (3) 산성비로 인한 산림의 황폐라는 3가지 형태의 지구환경문제가 대두됐다. 특히 지구의 온실효과와 산성비는 자동차의 배출가스와 밀접한 관계가 있기 때문에 이에 대한 대책이 요구되고 있다.

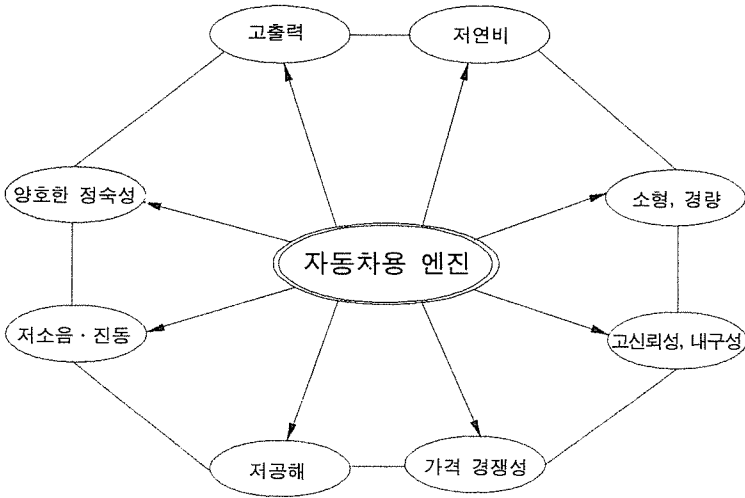
미국의 경우, 89년 6월12일 부시 대통령이 발표한 대기정화계획이 90년 10월 27일 미국의회를 통과하여 94년(캘리포니아주의 경우는 93MY부터, MY: Model Year)부터 시행에 들어가게 되면서 자동차업계는 이에 대한 대책 마련에 고심하고 있다. 새로운 배기규제강화 법안은 현행 5만마일 주행까지의 배기가스 발생에 대한 제조회사의 책임의무를 연도별 단계별로 늘려 94년부터 10만마일로 연장하고 CO, NOx, NMHC 등 배기가스 배출기준도 보다 엄격히 규제하게 된다. 또한 94MY부터 자기진단장치(OBD II, OBD: On Board Diagnostics System)장착을 의무화하며 98MY부터는 무공해 차량기준을 적용하는 것을 주요내용으로 하고 있다.

디젤엔진도 PM(Particulate Matters) 규제를 승용차, 소형트럭에 이어 대형트럭에도 88년부터 적용하기 시작하여 90년부터는 NOx의 규제치도 6.0g/hph로 강화되었고 91년에는 PM과 NOx의 규제치가 각각 0.25g/hph, 5.0/hph로 났다. 94년부터는 PM을 0.1g/hph로 더욱 엄격히 규제하게 된다.

### 고회전·흡입효율 향상을

〈가솔린엔진〉 지속적인 자동차산업의

〈그림 1〉 자동차용 엔진에서 요구되는 특성



〈표 2〉 최근의 가솔린엔진 기술과 그 동향

요구특성	최근의 기술	동향
고출력	배기량의 증대 멀티밸브화 가변밸브계 채용	2 valves → 3, 4, 5 valves Cam Shift → 가변 작동각, Lift [연속가변]
저연비	Lean Burn 가변배기량	Port내 분사 → [DISC]
저소음	소형 V6	Balance Shaft의 채용
소형·경량화	협각 V6	AI 실린더블록의 채용확대, [2 stroke화]
저공해	Air Assisted Injector	[전기가열식 촉매, Lean NOx촉매]

〈표 3〉 미국차의 대당 전자시스템 장착비의 추이

단위 달러

연도	70	80	85	90
대당 장착금액	25	250	950	1,500

성장과 더불어 자동차에 대한 소비자 욕구의 다양화와 고급화 그리고 사회적 환경변화에 따른 기술적 욕구가 더욱 높아지면서 자동차엔진에서는 고출력·저연비·저공해·저소음·소형·경량화·높은 신뢰성·내구성·높은 정숙성·가격 경쟁성과 같은 특성(그림 1)이 절실히 요구되고 있다. 최근 국내의 자동차업계는 이러한 특성을 만족시키기 위해서 가솔린엔진에 대해서는 〈표 2〉와 같은 멀티밸브

화, 가변기구의 채용, 전자제어화, 소형·경량화, 희박연소엔진 및 대체에너지엔진의 개발에 대한 노력이 계속되고 있다.

일반적으로 엔진의 배기량은 각국의 도로사정이나 세계상의 제약 등 사회 경제적 요인에 의해서 결정되기 때문에 고회전화에 의한 흡입효율의 향상이 요구된다. 멀티밸브화로 밸브 1개당 중량이 감소하여 고회전화의 장애요소로 작용하

었던 밸브 구동계의 경량화를 도모할 수 있게 되면서 본격적으로 멀티밸브화의 시대를 맞게 됐다. 또한 점화플러그를 연소실의 중심에 배치시킬 수 있기 때문에 화염전파거리의 단축으로 연소기간이 감소하여 노크(Knock) 발생을 억제시켜 압축비를 높일 수 있다. 현대자동차는 독자적으로 개발한 알파엔진(α-Engine)도 실린더당 흡기밸브가 2개, 배기밸브가 1개인 멀티밸브이며, 노크제어시스템을 적용하고 있다.

일본의 미쓰비시는 Mirage/Lancer에 4G92 MIVEC-MD엔진(직렬 4기통, 1.6L, DOHC 4 Valves)을 탑재했으며, MIVEC-MD 엔진은 가변밸브 타이밍과 가변배기량기구를 장착하여 비출력 109.5 PS/L와 연비 16.0km/L(10.15 Mode)로 연비는 종래에 비해서 14% 향상시킨 것으로 알려지고 있다. 이 시스템은 MD(Modulated Displacement) 모드(2기통운전), 저속모드, 고속모드에서 밸브를 구동하는 T형 레버와 저속 또는 고속 로커암을 전용 유압 펌프로 공급되는 유압으로 작동시키는 구조로 되어 있다.

배기가스와 연비에 대한 규제와 사회적 요청에 대한 해결책으로 등장한 마이크로컴퓨터에 의한 엔진의 전자제어는 착실히 진보와 발전을 이루어왔고 특히 엔진의 전자제어 중에서도 전자제어 연료분사(EFI: Electronic Fuel Injection)는 대기오염, 연비저감, 고출력화에 따라 최근에 급격히 그 보급이 확대되고 있다. 향후는 전자화의 과감한 확대없이 경쟁에서 살아남을 수 없게 될 것이다. 〈표 3〉은 미국의 예로 대당 전자장착비의 추이를 나타내고 있으며 2000년에 가서는 자동차에 장착되는 전자장착비의 비중은 30%에 이를 전망이다.

## 전자제어 분사방식 채택

일본의 경우 가솔린 승용차의 거의 절반이, 미국은 약 90%가 전자제어 연료 분사방식을 채용하고 있다. 국내의 경우 최근에 생산되는 거의 모든 가솔린 승용차가 전자제어 연료분사방식을 채용하는 경향이 있다. 또한 전자제어기술에 대해서 약간 보수적인 유럽에서도 촉매장치에 이어 전자제어 연료분사, 노크(Knock) 제어의 적용 등 엔진의 전자제어화가 급속히 이루어지고 있다.

일본의 경우 프리미엄 가솔린을 사용하는 엔진 및 과급엔진 그리고 6기통, 2000cc이상의 신엔진에는 거의가 노크제어시스템을 채용하고 있고, 미국의 89년형 차에는 45%정도 적용하는 것으로 알려져 있다. 그리고 91년 5월부터 시판한 현대자동차의 스쿠프(Scoupe)에 탑재되는 알파엔진의 경우에도 국내 자동차 업계에서는 처음으로 노크제어시스템을 부착하고 있다. 최근에는 고압축비화, 과급기채용과 더불어 프리미엄 가솔린을 사용하는 자동차가 증가하여 제어내용의 고도화와 다기능화가 진행되면서 미국, 일본에서는 전자제어에 16비트 마이크로 컴퓨터를 사용하기 시작하였다.

지구의 환경문제와 관련있는 CO<sub>2</sub> 배출 억제와 미국의 연비규제 강화 움직임이 나타나면서 연비개선에 관한 대응책이 요구되고 있으며, 현재로서 크게 (1) 엔진의 연소개선, (2) 공기저항의 감소, (3)차량의 중량감소 등이 그 주요한 대책이 될 것이다. 특히 자동차의 경량화가 연비개선의 열쇠를 쥐고 있다고 생각한다(그림 2). 엔진의 경량화에는 엔진 커버(Cover)의 플라스틱(Plastic)화, 실린더 블록과 방열기의 알루미늄화, 밸브계의 알루미늄합금, 소결합금의 사용, 피스톤과 커넥팅로드의 FRM(鐵網強化金

屬), 판금제 배기매니폴드, 특히 초경량 합금인 마그네슘합금이 대폭 적용될 것으로 예상된다. 2000년의 자동차의 무게가 평균 3천파운드(1천3백62 kg)가 될 것으로 예상되면서, 알루미늄의 적용비율이 증가할 것으로 분석된다.

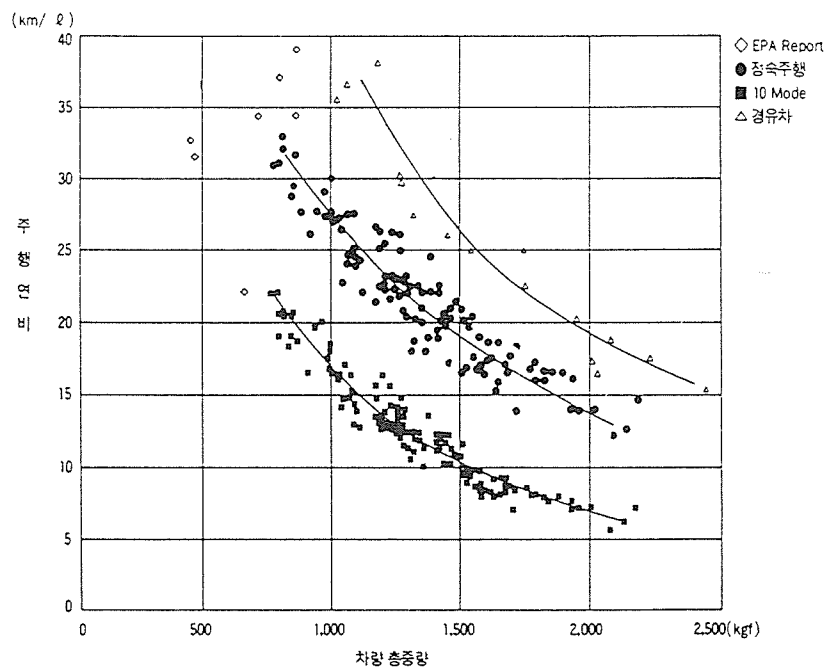
## 진동소음 크게 낮아져

진동소음의 제어기술이 발전함에 따라 엔진으로부터 발생하는 소음의 레벨은 현저히 감소시킬 수 있게 되었다. 구체적으로 실린더 블록과 크랭크 축 강성의 향상, 크랭크 축의 밸런스 개량, 피스톤의 열변형 제어, 베어링 틈새의 최소화 등 엔진의 설계기술 및 생산기술의 진보에 따라 크게 향상되고 있다. 특히 도요다는 크랭크 축에 대한 강성을 향상시키고 밸런스를 개선하기 위하여 크랭크 축의 웨브부를 보강하고 카운터 밸런스 추를 부가함으로써 엔진소음을 저감시키고 있다. 또한 메인베어링 캡을 서로 연결시켜

실린더블록의 스커트부의 소음발생원인이 되는 진동을 제어시키는 방법도 양산차에 적용하고 있다. 종전에는 크랭크 폴리를 크랭크 축의 비틀림 진동제어용 댐퍼로 사용하던 것을 최근에는 굽힘진동까지도 동시에 제어하는 Dual 댐퍼의 적용이 늘어나는 추세이며, Flexible Flywheel을 적용하여 굽힘진동을 제어하는 경우도 있다.

<디젤엔진> 디젤엔진은 가솔린엔진에 비해서 열효율이 높고 연료의 가격도 싸기 때문에 경제성을 중시한 대형트럭 및 버스 등에 많이 사용된다. 디젤엔진의 경우도 가솔린엔진과 마찬가지로 배출가스 규제에의 대응, 비출력의 증대 그리고 진동, 소음의 저감을 위한 연구개발이 요구되고 있다.

디젤엔진은 연소에 앞서 연소실내에서 연료 및 공기의 혼합이 이루어지기 때문에 연소특성과 관련해서는 혼합기형성을 지배하는 분사 증발과 연소실내의 가스



〈그림 2〉 자동차의 주행연비와 차량중량과의 관계

## 기획특집

유동 등의 제특성에 의한 것이 주가 되고 있다(그림 3).

디젤엔진의 연비향상책은 기본적으로 기술린엔진과 동일하며, 전자제어식 연료분사펌프, 가변흡기, 가변 SWIRL 그리고 가변용량 터보(Turbo) 등이 실용화되고 있다. 또한 연비가 좋은 DI방식의 채용이 대형부터 소형트럭의 분야까지 확대되고 있으며, 88년에는 Fiat에 의해서 승용차용으로는 처음으로 1.9L DI방

식 디젤차가 시판되었다.

근래에는 승용차용 디젤엔진에 있어서 신개발엔진이 거의 없으며, 닛산디젤(Nissan Diesel)에서 소형상업용차에 탑재되는 BD30형 디젤엔진을 발표했다. 이는 종래의 TD27형 엔진을 DI화하고 흡기포트형상을 Helical형상에 Directional 포트형상을 가미한 특수형상의 흡기포트와 특수곡면형상의 흡기밸브시트를 사용하고 연소실에 2-Stage Squish Lip를 주어 고효율연소를 달성하여 고출력화를 시도하고 있다.

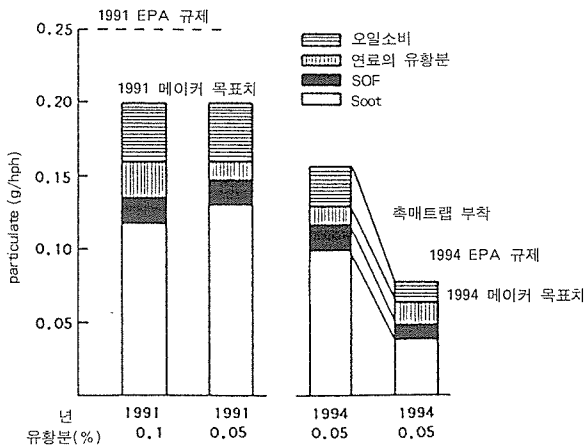
〈미래엔진〉 ①회박연소엔진 (Lean Burn Engine) : 회박연소방식이란 엔진의 회박연소한계를 극대화하여 운전 공연비가 약 20 : 1정도로 회박한 상태(공기 과잉 상태)의 혼합기를 연소시키는 방식으로 공

연비가 회박할수록 단위화염온도가 낮기 때문에 NOx의 발생량을 감소시킬 수 있으며, Pumping Loss의 감소, 비열비의 증가 및 화염전파속도의 증대와 낮은 화염온도에 의한 냉각손실 감소로 약 10~15%의 연비향상을 얻을 수 있다. 배기가스 저감대책의 하나로 대두되었던 회박연소 방식이 기술린엔진의 연비향상에도 많은 효과를 얻을 수 있기 때문에, 업계에서는 자동차의 연비향상을 위하여 회박연소 방식을 연구해 왔다. 84년 도요다가 본격적인 회박연소엔진을 제품화함에 따라 최근 혼다와 미쓰비시, 현대자동차가 회박연소엔진의 제품화를 위해 활발히 노력하고 있다(그림 4, 5).

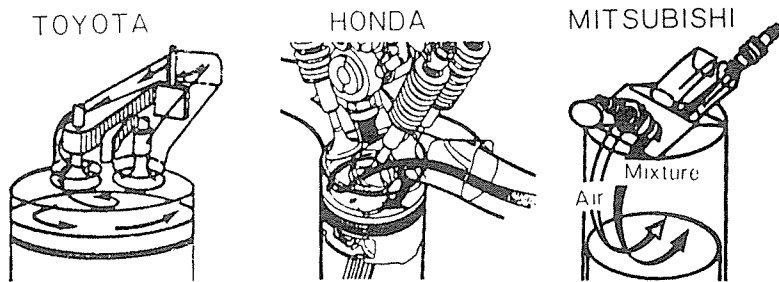
회박연소의 배기측면을 살펴보면, 공기 과잉 상태에서는 기존의 배기정화용 삼원촉매로는 거의 제로에 가까운 NOx정화를 때문에 강화된 배기규제를 만족시키기 위해서는 공기과잉 상태에서 NOx정화율이 높은 Lean NOx촉매의 개발이 절실히 요구되며 현재 활발히 진행되고 있는 Lean NOx촉매로는 Cu-exchanged Zeolite계열의 촉매가 있으나 정화온도 범위가 좁고 내구성이 확인되지 않아 향후 개발과제로 많은 관심을 모으고 있다. 또한 회박연소 운전시 기존의 공연비센서는 운전 공연비를 측정하지 못하므로 광역 공연비센서를 적용하여 연료량을 조정하여야 한다. 따라서 기존 공연비센서에 의한 연료량 제어 방식을 광역 공연비 제어 방식으로 전환하는 노력도 병행되고 있다.

## 직접분사 전자장치 개발

②2-Stroke엔진 : 2-Stroke 엔진은 4-Stroke 엔진에 비해 단위 출력당 무게, 부피 및 제작비용 등에서 장점을 갖으나 소기과정시 연소실내로 유입된 혼합기의 일부가 연소되지 않고 배출되어 연료소



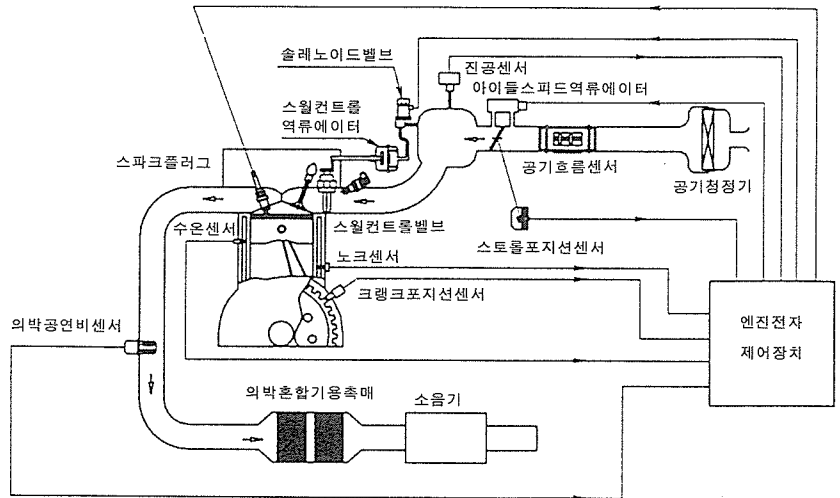
〈그림 3〉 Particulate의 구성요인과 규제에 대한 저감목표



	TOYOTA	HONDA	MITSUBISHI
In-cylinder flow	Swirl	←	Tumble
Flow control	Valve in port	In. valve lock	—
Lean limit A/F	25	←	←
Fuel injection control	Sequential	←	←
Torque fluctuation control	Lean Mixture sensor	←	←
Year of production	1984~	1991~	←

〈그림 4〉 최근의 회박연소엔진시스템

비율이 증가하고 다량의 HC가 배출되기 때문에 자동차용 엔진으로 사용되지 못했다. 그러나, 최근 연소실에 연료를 직접 분사하는 전자제어장치(ECU)가 개발되어 기존의 2행정 엔진에서 발생한 기술적인 어려움을 극복하는 것이 가능하게 되어 2-Stroke엔진에 대한 새로운 관심이 집중되고 있다. 현재 호주, 일본, 미국 등에 있는 많은 회사들이 2-Stroke 엔진을 적극적으로 개발하고 있다. <표 4>는 각 방식에 따른 장단점 비교 (4-STROKE 엔진 대비)를 나타낸다.



<그림 5> 현대자동차의 회박연소시스템

### 여러 종류의 천연가스차

③NGV(Natural Gas Vehicle) : NGV란 천연가스를 사용하는 엔진으로 구동되는 자동차를 말하며, 천연가스를 차량에 탑재하는 방식에 따라서 크게 CNG(Compressed Natural Gas)방식, LNG(Liquefied Natural Gas)방식으로 구분한다. CNG방식은 천연가스를 압축하여 고압용기(2백~2백50 기압)에 충전하여 이용하는 방법이고, LNG방식은 상온, 상압에서 기체상의 천연가스를 저온화 (-1백62℃이하) 하여 액화시켜 단열용기에 저장하여 이용하는 방법이다. LNG는 CNG에 비해 연료의 에너지밀도가 높고 운반성 및 주행거리 측면에서의 이점이 있으나 단열용기의 제작, 연료공급장치의 동결 등 극저온기술 문제로 인하여 현재는 CNG차량이 대부분을 차지하고 있다.

천연가스자동차는 1차 오일쇼크 후 석유자원의 대체에너지 차량으로 수십년간 기술린차량을 개조하여 개발되어 왔다. 최근에는 날로 심각해지는 지구환경문제로 인하여 더욱 강화되는 자동차의 배기규제에 대응하기 위한 대책 (LEV, ULEV)으로 관심을 끌고 있다.

천연가스는 메탄을 주성분으로 하여 에

<표 4> 각 방식에 따른 장단점 비교(4-STROKE 엔진 대비)

항목	급기	CRANK CASE	EXTERNAL BLOWER	EXTERNAL BLOWER
	소기	PISTON PORTED	PISTON PORTED	POPPET밸브
	업체	ORBITAL GM AVL	CHRYSLER SUBARU ORBITAL	TOYOTA RICARDO
비출력	○	○	◎	○
무게	○	○	○	○
생산비용	○	○	○	△
크기	○	○	○	○
N V H	△	△	△	△
구조복잡성	○	○	○	△
내구성	X	X	X	△
*개발용이성(개발진척도)	○	○	X	△
*4-STROKE과 호환성	X	X	X	○

◎우수 ○양호 △동등 X불리

\* 2-STROKE 자체 비교

탄, 프로판, 부탄 및 질소 등이 소량 함유되어 있으며 자동차연료로 사용하는 경우에 천연가스가 갖고 있는 특징으로는 (1)석유계 대체연료로서 연료공급이 안정적(풍부한 매장량)이고 가격이 저렴하다(현 매장량 1백20조 m³, 가격: 가솔린의 1/4(이태리), 2/3(미국)), (2)배출가스가 청정하다(HC의 광화학성이 낮

고, Particulate Matter 발생이 적다), (3)기존 석유계 연료의 연소기술을 활용 가능(배기량에 관계없이 적용가능)하며, (4)CO₂ 배출률이 비교적 적어 지구온난화 대책으로도 기대되는 등 많은 장점을 갖고 있다. 그러나 (1)상온, 상압에서 기체이므로 연료의 운반성이 다른 석유계 액체연료에 비해 열세이며, (2)1회 충전

## 기획특집

당 주행거리가 짧고, (3)기체연료로서 단위체적당 혼합기의 발열량이 적으므로 출력손실(약 10%)이 있는 등의 단점을 갖고 있다.

대도시의 대기환경보전, 특히 디젤차량

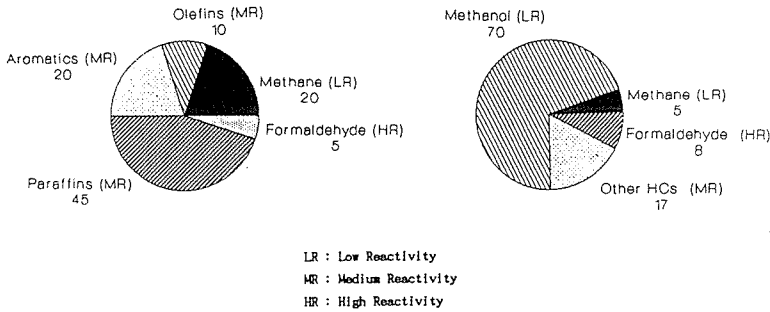
의 Smoke, Particulate 저감 및 지구규모의 환경문제대책의 일환으로 가솔린엔진에 CNG개조 키트를 부착한 가솔린-CNG 겸용 차량과 디젤엔진을 CNG엔진으로 개조하는 연구가 진행되고 있다.

개발의 초점은 가스인젝터의 개발, CNG 전용촉매의 개발, CNG에 적합한 공연비 제어기술이며, 특히 주행거리확장을 위하여 경량 CNG용기개발 및 LNG용기 개발에 박차를 가하고 있다.

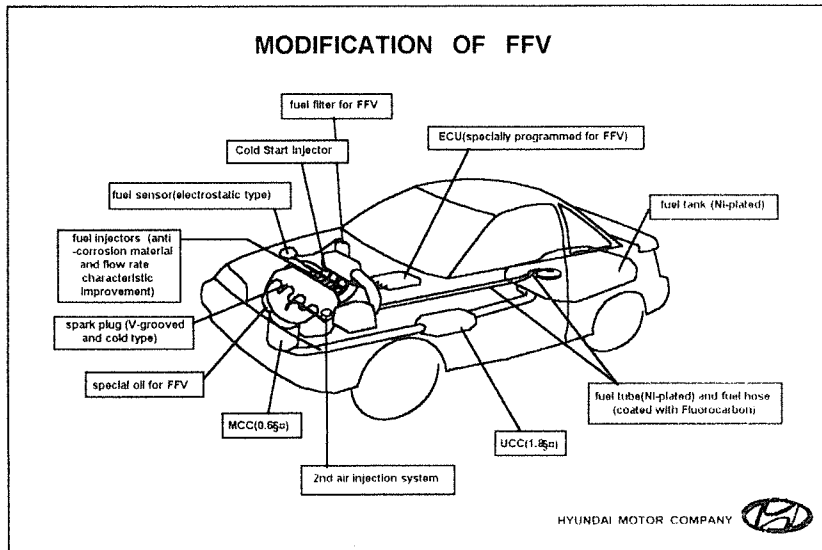
국내에서는 92년부터 환경분야 G7계획으로 선정되어 연구하고 있고 연료저장용기의 경량화 및 안전성확보, 주행거리 연장, 연료공급체계, 충전소 설치 및 정부의 적극적인 지원이 실용화의 과제이며 저공해차 개발계획의 일환인 CNG 차량보급추진(환경처)으로 96년 이후 서울 등 대도시 지역에 우선적으로 적용(청소차, 시내버스, 택시, 관공서차량 등)에 정이며, 2000년경에 일반적인 CNG차량이 실용화가 이루어질 전망이다.

④메탄올엔진(Methanol Engine) : 최근 원유가격의 안정으로 대체에너지에 대한 관심이 다소 후퇴된 감은 있지만 미국의 Clean Air Act와 같은 세계 각국의 환경규제강화와 <그림 6>에서 보는 바와 같이 가솔린의 1/3에 지나지 않는 낮은 오존생성도로 인하여 가장 유력한 대체연료의 하나로 고려되고 있는 메탄올은 국내외의 많은 자동차업체를 중심으로 그 실용화를 위해 연구개발되어 왔다.

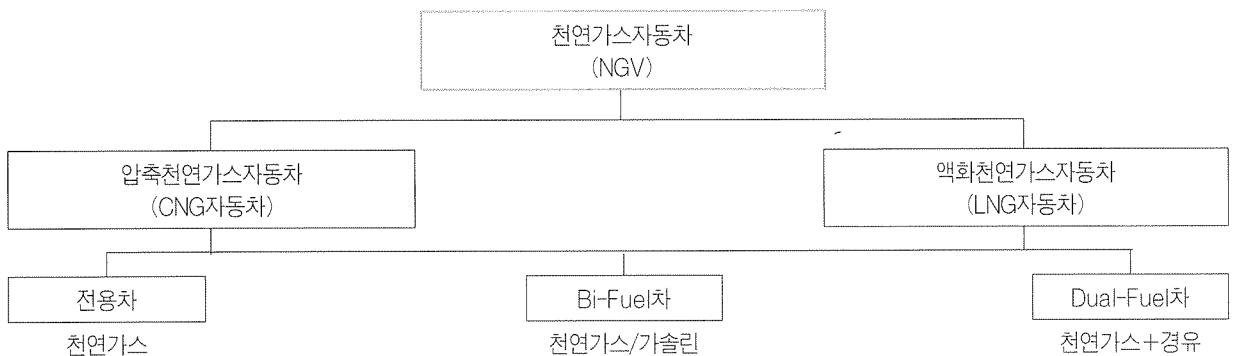
현재 미국의 박-3는 상기 FFV를 한정 시험생산하여 메탄올 공급망이 일부 구축된 캘리포니아주를 위주로 판매하고 있으며, CARB(대기보전국)/CEC(에너지위



<그림 6> 가솔린과 메탄올차량의 탄화수소물들의 오존생성도



<그림 7> 현대의 FFV 차량



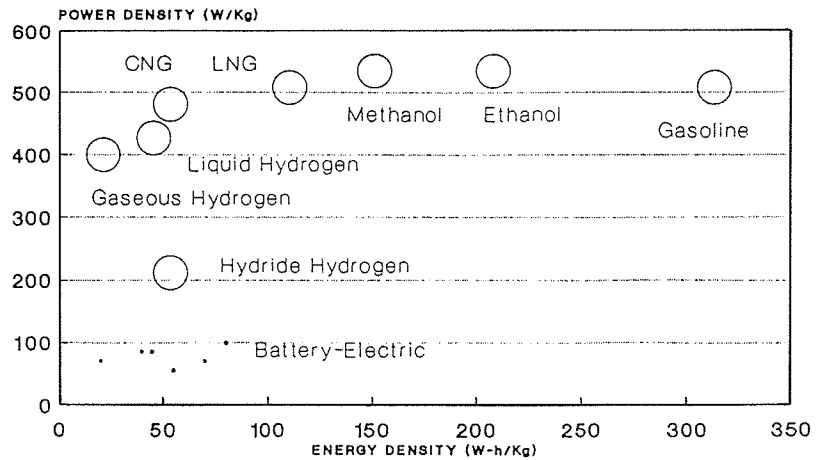
원회)/SCAQMD(남부대기관리국) 등 관련기관의 경우는 신기술 적용 차량은 물론 대체연료차량의 배기저감 효과, 성능, 운전성 및 배기시스템과 엔진내구성을 평가하기 위한 Fleet Test Program을 운영하고 있다. 이 프로그램에는 미국의 빅-3를 비롯하여 유럽, 일본의 자동차 메이커의 FFV가 참여중에 있다.

〈그림 7〉은 현대의 FFV(Flexible Fuel Vehicle)로서 MO(가솔린)부터 M85(메탄올 85%)까지의 임의 혼합연료에서도 최적의 운전상태가 가능하도록 하기 위하여, 연료센서를 통하여 메탄올 함량을 감지한 후, 각 함량에 따라 Fueling 및 Ignition Timing을 최적 제어하여 주행할 수 있도록 제작되었다. 메탄올엔진의 개발방향은 주로 냉시동성 개선, 내구 및 신뢰성 향상, 고온 재시동성 개선, 배기가스 저감과 같은 항목에 초점을 맞추고 있다.

### 1백km마다 충전해야

⑤전기자동차 : 미국 정부는 지난 90년 9월 캘리포니아지역 대기오염 방지대책의 일환으로 캘리포니아에서 1년에 3만5천대 이상의 자동차를 판매하는 회사는 캘리포니아에 판매할 98MY중 ZEV (Zero Emission Vehicle)를 2% 이상 포함시킬 것을 요구하고 있다. 이러한 의무조항으로 인해 세계 각국의 자동차회사에서는 전기자동차의 연구·개발에 주력하여 왔는데, 〈그림 8〉에서 보는 바와 같이 배터리를 이용한 전기자동차의 에너지밀도는 가솔린엔진에 비해서 1/10내지 1/3에 불과하기 때문에 배터리개발업체와 공동으로 컨소시엄을 구성, 고성능의 전기자동차 개발에 박차를 가하고 있다.

현대자동차는 납배터리를 장착한 전기자동차 #2호를 개발하여 실용화에 한걸음 다가섰으며 최고속도는 1백km/h, 1



〈그림 8〉 각 대체연료차의 에너지 및 출력밀도 비교

회 충전에 1백km를 주행할 수 있다. 동사는 미국의 Ovonic Battery사와의 기술계약을 통하여 현재의 납배터리를 니켈-메탈-수소 배터리로 전환하여 전기자동차를 계속 개발할 예정이며 95년경 최고속도 1백70km/h 이상의 전기자동차를 양산 판매할 계획이다.

⑥수소자동차 : 70년대의 오일쇼크와 자동차와 배기가스 규제 등을 계기로 CNG엔진과 더불어 대표적인 청정연료엔진으로 수소자동차의 연구개발은 시작되었다. 그 대부분은 가솔린엔진을 대상으로 한 수소공급방식에 관한 것이다. 수소엔진의 연소특성은 가연범위가 넓고 확산계수가 크기 때문에 연소속도가 빠르고 동일 운전조건에서 수소엔진은 가솔린엔진에 비해서 점화로부터 최대 열발생률에 달하는 시간이 약 1/2정도에 불과하다. 그러나 단위중량당 발열량이 가솔린의 약 2.7배지만 기체이기 때문에 혼합기 중에서 수소연료가 차지하는 체적비율이 크고 이혼합기의 동일체적으로 비교한 경우, 가솔린에 비해서 연소열량이 약 19% 감소하며 이혼합기 부근에서는 Back Fire가 쉽게 일어나는 문제가 있다.

일본의 마즈다는 수소를 연료로 사용하는 로터리엔진을 개발하고 있는 것으로 알려지고 있는데, 이 엔진은 연료를 흡입하는 부분과 압축 및 연소하는 부분이 서로 분리되어 있어 폭발의 위험성을 안고 있는 수소연료의 안전성을 높여줄 것으로 보고 있다.

우리나라 자동차산업은 그동안 수출주도형 국가기간산업으로서의 역할을 수행해 왔으며 이제 우리나라는 세계 7위의 자동차 생산국으로 성장하기에 이르렀다. 그러나 작년에 선진열강들의 거센 시장개방의 압력 속에 UR협상이 타결되었고, 자동차산업을 둘러싼 주위 환경의 급격한 변화는 세계 자동차기술의 새로운 변화를 요구하고 있다. 이러한 상황에서 우리나라 자동차산업의 장기적인 국제경쟁력을 확보하기 위해서는 환경관련규제(배출가스 및 Recycling), 석유 에너지 절약과 대체에너지의 필요성, 안전도 규제 그리고 소비자욕구의 다양화와 고급화에 대응할 수 있도록 기술개발 투자의 확대와 선진 첨단 전자화기술의 확보를 통하여 기술경쟁력을 강화하여야 할 것이다.