



# 가솔린엔진의 현황과 장래

- 국내 가솔린엔진의 발자취와 앞으로의 전망 -

글 ■ 김 우 태 / 현대자동차, 수석연구원      e-mail ■ talkim@hyundai-motor.com

이 글에서는 우리나라 자동차에 탑재된 가솔린엔진 중 현대자동차 엔진을 중심으로 살펴보고, 자동차의 보급 확대에 의해 환경과 에너지 문제가 대두되는 환경의 세기를 맞이하여 가솔린엔진의 전망에 대해 생각해 보기로 하겠다.

1886년 고프리트 다임러(1834~1900)와 칼 벤츠(1844~1929)에 의해 개발된 최초의 자동차에는 가솔린 엔진이 탑재되어 있었으며, 배기량이 각각 469cc, 990cc에 최고 출력 1.1마력/650rpm, 0.9마력/400rpm이며, 최고속도는 11.8km/h와 15km/h이었다고 한다. 몇 백 마력의 엔진에 300km/h를 넘는 속도까지 내는 자동차가 돌아다니는 오늘날을 생각하면, 참으로 격세지감이 아닐 수 없으며, 그 동안의 세월에는 수많은 기술자들의 숨은 노력이 담겨 있음이 분명하다.

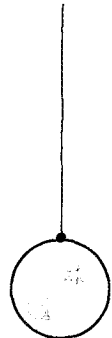
이러한 초보적인 수준의 자동차가 대중화되기 시작한 것은 오늘날의 일반적인 자동차 조립 방식이라 할 수 있는, 컨베이어 시스템에 의한 일관 작업방식, 즉 '포드 시스템'이 도입되었던 1913년부터이다. 그 후, 자동차의 대중화는 더욱 가속화되어, 자동차는 20세기 '문명의 꽃'이란 표현을 넘어, '문명의 혁명아'로서 20세기 산업을 선도하였을 뿐 아니라, 인간의 활동 범위를 넓게 하였고, 원하는 곳을 원하는 때 갈 수 있도록 하는 자유를 가져다 주었다.

그 가운데, 가솔린 엔진은, 전 세계적으로

든 국내적으로든, 취급의 용이성, 빠른 응답성과 뛰어난 정숙성으로 자동차용 원동기로서 자리잡아, 자동차 전체의 약 85%, 승용차의 95%가 가솔린 엔진을 사용하고 있다. 그러나 자동차의 대량 보급은 대기오염과 이산화탄소 배출에 의한 지구온난화라는 환경문제를 야기시키고 있다.

한편 우리나라의 경우, 자동차가 처음 운행된 것은 1903년 고종황제의 어차가 들어오면서부터이므로, 자동차 사용의 역사로 보자면 100년의 역사를 가지고 있다. 그러나 일제강점기와 6.25 동란으로 인해, 스스로의 힘으로 자동차 산업을 키울 수 없었던 시기가 있었기에, 한국 자동차 생산의 역사는, 1955년 최초의 국산 조립 승용차인 '시발' 자동차의 생산을 기점으로 한 약 반세기 정도이다. 그 후, 규제와 지원, 기술개발과 무역 장벽 등, 격동의 세월을 보내오면서, 세계 5, 6위의 자동차 생산국을 다투는 오늘에 이르렀다.

이에, 우리나라 자동차에 탑재된 가솔린 엔진 중, 현대자동차 엔진을 중심으로 살펴보고, 자동차 보급의 확대에 의해 환경과 에



너지 문제가 대두되는 환경의 세기를 맞이하여 가솔린엔진의 전망에 대해 생각해 보기로 하겠다.

### ○ 국내 자동차용 가솔린엔진의 역사

자동차 산업은 어떤 제조업보다도 제품기술이 복잡한데다 대규모 생산설비까지 필요한 일관조립형 산업이다. 따라서 일반적으로 SKD(Semi Knock Down)단계와 CKD(Complete Knock Down)단계를 거쳐 비로소 국산화 및 양산 단계에 이르고, 그 이후에야 제품개량 및 개발 초기단계에 이르는 기술발전 과정을 거치게 된다.

그 중에서도 엔진 개발 기술은 자동차 기술에 있어 가장 핵심적이며, 개발과 생산에 있어서의 기술적 난이도도 가장 높은 기술 중의 하나이다. 따라서 오늘날에도 모든 자동차 회사가 엔진의 개발을 차량의 개발보다 선행하여 시작하는 개발 일정을 가지고 있다. 우리나라 최초의 고유 모델 자동차인 '포니'가 1976년에 나온 반면, 우리나라 최초의 독자 엔진인 '알파' 엔진(스쿠프 탑재)은 그로부터 약 15년 뒤인 1991년에 개발이 완료되었다는 사실은 이러한 엔진 개발의 어려움을 말해주는 일례가 될 것이다.

### 고유모델 이전의 자동차와 가솔린 엔진

#### 1) 1950년대(시발 자동차)

1955년 8월 서울에서 정비업을 하던 최무성 씨 3형제가 미군으로 불하받은 지프의 엔진과 변속기, 차축 등을 이용하여 드럼통을 펴서 만든 첫 2도어 지프 형 승용차



▲ 시발 자동차  
직렬 4기통 1.3L의 미군 불하 엔진

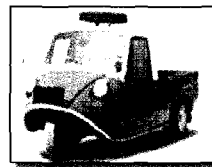
가 우리나라 최초의 국산 자동차인 '시발'이다.(이 자동차는 어쩌면 고유모델(?)이었는데도 모른다)

불모지였던 우리나라 자동차 산업의 결정적인 퇴비 역할을 해냈던 '시발'에는 4기통 1,323cc 엔진에 전진 3단, 후진 1단 트랜스미션을 얹었으며, 1963년 5월까지 3,000여대를 만들어 시판했다.

#### 2) 1960년대와 1970년대의 KD 생산 시대



▲ 새나라 자동차  
닛산 1.2L 55마력 엔진



▲ T-600(기아산업)

새나라 자동차는 일본 닛산 자동차의 '블루 버드'의 부품을 SKD(Semi Knock Down)로 도입해 조립 생산됐다. SKD란 말이 조립 생산이지, 엔진은 변속기까지 부착한 상태로 통째로 수입하고, 차축이나 조향장치, 차체 정도만 분해해서 수입했다. 물론 차체에는 유리까지 끼워져 있는 상태로 들어왔다. '새나라' 자동차는 1963년 5월까지 총 2,773대가 생산되었으며, 1963년 7월 외환 사정 악화로 더 이상 부품을 수입할 수 없어 생산이 중지되고 말았다. 이 차에는 직렬 4기통 1,200cc 55마력의 엔진이 탑재되었다.

그리고 1960년대 하면 빼놓을 수 없는 것이 3륜차이다. 지금의 기아자동차인 당시 기아산업이 일본의 동양공업(지금의 마쓰다)과 제휴하여 만든 것으로서 1962년의 K-360, 1963년의 T-1500, 1969년의 T-600 등이 발매되었다. 이 차에 탑재된 엔진은 배기량



▲ 퍼브리카(신진자동차)  
도요타의 2기통 0.8L  
공랭식 엔진



▲ 코로나(신진자동차)  
도요타 1.5L 82마력  
엔진



▲ 크라운



▲ 코티나(현대자동차)  
영국포드 1.6L 75마력 엔진

577cc의 2기통 4행정 OHV 방식의 강제 공랭식 엔진으로 최고 출력 20마력(4,300 rpm), 최대 토크 3.8kgm(3,000rpm)의 성능을 가지고 있었으며, T-600은 1969년부터 1974년까지 7,742대가 생산되었다.

이밖에 1960년대를 대표하는 자동차로서는 신진자동차의 '코로나', '퍼브리카', '크라운'을 들 수 있다. '코로나'에는 1,490cc 4기통 4행정 OHV 방식의 최고 출력 82마력(5,200rpm), 최대 토크 12.4kgm(2,800 rpm)엔진이 탑재되었으며, 1966년 5월부터 1972년 11월까지 4만 4,248대가 생산되었다. 한편, 1967년 발매된 '퍼브리카'는 도요타가 1961년도에 발표한 유럽 스타일의 국민차였다. 공랭식 수평대향 2기통 796cc엔진을 장착했으며, 1971년까지 2,500대가 생산되었다. '크라운'은 당시로서는 최고급차로서 주로 상류층의 자가용이나 관용차로 사용되었는데, 1967년부터 1972년까지 3,840대가 판매되었다.

제2차 경제개발 5개년 계획과 더불어 고속도로 건설이 본격화되고 이에 따라 국내의 물동량이 급증하게 되어, 자동차 생산량의 증대가 시급한 과제로 대두되는 시점인 1960년대 말에 현대자동차가 설립되었다

(1967년 12월). 현대자동차가 처음으로 선보인 자동차는 영국 포드와의 기술제휴로 만든 중형 승용차 '코티나'와 독일 포드와의 제휴로 만든 대형 승용차 '포드 20M'이었다.

'코티나'에 탑재된 엔진은 배기량 1,600cc의 직렬 4기통 엔진으로서, 성능은 최고 출력 75마력(5,000rpm), 최대 토크 12.6kgm(2,400rpm)이었으며, 1968년부터 1971년까지 총 8,887대가 생산되었다. 그 후, '코티나'는 '뉴 코티나'로 명맥을 이어 나아갔다. 한편 1969년 발매된 '포드 20M'에는 당시로서는 획기적인 최고 출력 106마력의 1,985cc V6 엔진과 전진 4단의 변속기를 장착하였으며, 1973년 단종되기까지 총 2,406대를 생산하였다.

이밖에도 당시('60년대 말에서 '70년대 초) 판매된 차로는 아세아 자동차공업(현, 아시아자동차)의 '피아트 124'와 GMK(현, 대우자동차)의 '시보레 1700' 등



▲ 포니

**SATURNENGINE**



▲ 포드20M(현대자동차)  
독일포드 2.0L V6형  
106마력 엔진



▲ 피아트124



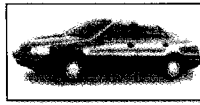
▲ 시보레1700



▲ 포니 엑셀  
국내 최초의 FF차, 프레스토를 포함하여, '85년부터 '89년까지 136만 870대 생산



▲ 신형 엑셀  
'89년 4월부터 '94년 7월까지 생산, 국내 자동차 대중화를 선도



▲ 엘란트라  
'90년 10월부터 '95년 4월까지 생산, 엑셀과 동일한 세제이면서도 넓은 실내공간을 제공



▲ 오리온 엔진

표 1 새턴 엔진의 주요 제원

엔진형식	직렬4기통			
밸브형식	SOHC			
배기량(cc)	1238	1439	1499	1597
최고출력(PS/rpm)	80/6300	92/6300	94/6300	100/6300
최대토크(kg·m/rpm)	10.8/4000	12.5/4000	13.0/4000	14.0/4000

이 있다.

### 고유모델 시대의 개막과 현대자동차 엔진 개발의 변천

#### 1) 새턴 엔진(최초의 국산 엔진, 포니 시대의 개막)

1976년부터 1990년 포니 II가 단종될 때까지 총 661,501대가 생산되었으며, 1976년에 최초의 고유 모델인 '포니'가 생산됨에 따라, 우리나라의 자동차산업은 KD(Knock Down) 단계를 벗어날 수 있게 되었다. 고유 모델의 자동차를 생산한다는 것은 엔진만 따로 사오든지 우리 힘으로 엔진을 만들어야 한다는 것이다. 그러나 당시(지금도 마찬가지이지만) 선진 메이커들은 엔진만 따로 판다든지 기술 이전을 꺼리고 있었기 때문에 엔진 기술을 제공을 받기 위한 제후를 맺는다는 것이 쉽지는 않았다. 우여곡절 끝에 일본 미쓰비시와 손을 잡고 미쓰비시의 새턴엔진을 '포니'에 탑재하게 되었다. 이를 위해 1975년 12월에 종합 자동차 공장이 완성되었으며, 이때부터는 엔진 부품의 주조, 가공, 조립 등을 모두 현대자동차 내에서 하

게 되었다.

'포니'에 탑재된 새턴엔진은 직렬 4기통 1,238cc 80마력의 출력을 가지고 있었으며, 후에 1.4L, 1.5L, 1.6L가 개발되어 '포니'뿐만 아니라, '코티나 마크IV와 V', '스텔라'에 이르기까지 FR(Front Engine Rear wheel Drive : 후륜구동) 자동차 시대의 주역 엔진이었다. 새턴엔진의 주요 제원은 표 1과 같다.

#### 2) 오리온 엔진(FF 구동방식, 포니 엑셀 시대의 개막)

1970년대 말까지 국내에서는 자동차하면 FR(후륜구동방식)으로만 알고 있었으나, 1970년대의 두 차례에 걸친 오일쇼크로 인해, 연비에 대한 관심이 고조됨에 따라, 자동차의 구동방식은 차량 무게를 줄일 수 있어 20% 정도 연비향상이 가능한 FF(Front Engine Front Wheel Drive : 전륜구동)방식으로 변화하기 시작하였다. 뿐만 아니라 FF 방식은 눈길이나 언덕길에서의 운전성이 유리하다는 점, 실내공간을 넓게 할 수 있다는 등의 이유로 오늘날 대부분의 승용차가 FF 방식을 채택하고 있다.

그 때까지 FR 차량만을 생산하던 터라 FF에 대한 기술은 전무한 상태였으므로, 다시 미쓰비시와 손을 잡고 FF용 엔진, 변속기, CV 조인트(동력을 전달하면서도 조향이 가능한 구동계 부품) 등 FF에 필수적인 기술을 개발하기 시작하여 1985년 2월 '포니 엑셀'을 판매하기 시작했다.

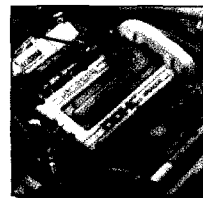
'포니 엑셀'에 탑재된 엔진은 미쓰비시의 '뉴 미라지'에 탑재되는 '오리온 엔진'이다. 초기 기획단계에서는 1,200cc, 1,400cc를 탑재하려 했으나, 출력 보강 및 엔진성능 향



표 2 오리온 엔진과 뉴 오리온 엔진의 주요 제원

엔진명	오리온		뉴 오리온		
	포니엑셀, 프레스토	신형 엑셀 1.3L	신형 엑셀 GL	신형 엑셀 GLS	
엔진형식	직렬4기통		←		
밸브형식	SOHC		←		
연료장치	기화기	기화기	기화기	FBC*	MPI**
배기량(cc)	1298	1468	1298	1468	←
보어×스트로크(mm)	71×82	75.5×82	71×82	75.5×82	←
압축비	9.8	9.5	9.7	9.4	←
최고출력(PS/rpm)	77/5500	87/5500	82/5500	86/5000	97/5500
최대토크(kg·m/rpm)	11.0/3500	12.5/3500	12.1/3500	13.9/2500	14.3/3000

\* FBC(Feed Back Carburetor), \*\*MPI(Multi Point Injection)



▲ 시리우스 엔진



▲ 그랜저  
미쓰비시와 공동으로  
개발하고 시리우스  
엔진이 탑재

상을 위해, 각각 1,300cc와 1,500cc 엔진으로 결정하였다.

또, 급격한 자동차의 증가에 따른 대기오염과 1988년 서울올림픽 등 국제 행사를 고려, 1987년 7월 1일부터 배기가스 정화장치 장착 의무가 시행되었고, 1990년 2월 신형 '엑셀' 에는 전자제어식 연료분사장치(MPI)를 장착한 뉴 오리온 엔진으로 발전해 나아갔다.

그 후, 뉴 오리온 엔진은 '알파' 엔진이 나오기까지 '엑셀', '엘란트라' 등에 탑재되어, 소형 차량의 주력 엔진으로 사용되었다.

표 2 는 '포니 엑셀' 과 '신형 엑셀' 에 탑재된 오리온 엔진과 뉴 오리온 엔진과 뉴 오리온 엔진의 주요제원이다.

### 3) 시리우스 엔진(MPI 엔진, 쏘나타·그랜저 시대의 개막)

앞서의 뉴 오리온 엔진에서도 전자제어 연료분사장치인 MPI에 대해 언급했으나, 국내 최초의 MPI 엔진은 1986년 7월 출시된 '그랜저' 에 탑재된 시리우스 엔진이다.

MPI 엔진이란, Multi Point Injection의 약자로 각 기통으로 들어가는 흡기관 내에 각각 연료 분사 노즐을 장착하여 연료를 전자적으로 제어하여 분사하는 엔진을 말한다.

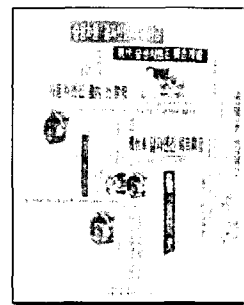
이는 배기 규제에 대응하기 위한 배기가스 정화장치인 3원 촉매의 정화효율을 높이기 위해서는 정밀한 공연비 제어가 필요하기 때문에 탄생한 것이다. 지금은 이러한 설명이 필요 없을 정도로 일반화된 방식이지만, 엔진 발전사에 있어서는 한 획을 긋는 사건이라 할 수 있다.

이러한 전자제어식 연료분사장치를 갖춘 시리우스 엔진은 직렬 4기통 SOHC 엔진으로 2.0L, 2.4L와 V6 3.0L 엔진이 순차적으로 '그랜저' 에 적용되었으며, 그 후, '쏘나타' 에 1.8L와 2.0L가 탑재되었고, 시대적 흐름에 맞추어, 각각 DOHC 엔진을 개발, '엘란트라' 의 1.6L DOHC 엔진으로 확대되어 나아갔다.

표 3은 단일 브랜드로는 국내 최대인 100만 대를 돌파한 '쏘나타' 시리즈의 변천과 이에 탑재되는 시리우스 엔진의 라인업이다.

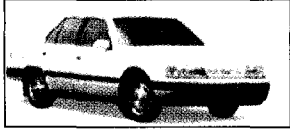


### 독자 엔진 시대의 개막

#### 1) 독자 엔진 탄생의 배경



▲ 알파엔진 개발관련 당시 일간지 기사(91.1)

표 3 '쏘나타' 시리즈의 변천

	쏘나타	쏘나타 II	쏘나타 III
			
생산 시기	'88. 6 ~ '93. 12	'93. 5 ~ '96. 2	'96. 2 ~ '98. 3
라인업	1.8L SOHC(105마력) 2.0L SOHC(111마력)	1.8L SOHC(110마력) 2.0L SOHC(115마력) 2.0L DOHC(146마력)	1.8L SOHC(103마력) 1.8L DOHC(128마력) 2.0L SOHC(109마력) 2.0L DOHC(139마력)

1991년 1월 알파 엔진이 시판됨에 따라 엔진으로서의 고유 모델이라 할 수 있는 독자 엔진 시대가 열리게 되었다. 1976년 최초의 고유 모델인 '포니'의 생산으로부터 15년, 1967년 현대자동차 설립부터 24년, 1955년 미군엔진을 재생하여 만든 '시발' 자동차의 탄생부터는 36년이 지나고 나서였다.


자동차의 심장부라 불리는 엔진의 독자개발은 국내 자동차 업계로서는 기술 자립화의 최대 목표이자 최대 난제였다. 1980년대 중반에 들어서면서, 한국을 포함한 신흥공업국의 경쟁력 향상이 두드러지면서 핵심기술에 대한 선진국의 보호주의 경향이 강화되기 시작하였다. 또한, 고유모델을 수출하면서 엔진과 변속기는 일본의 설계 작품이라 하여, 고유의 한국차를 준 일본차나 다름없다는 외국의 평가도 있었다. 이에, 우리 기술로 개발한 엔진을 탑재한 자동차로서 고객들에게 기술수준 향상에

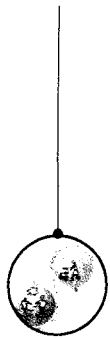
대한 신뢰를 심어주는 것이 직접적인 배경이었으며, 아울러 독자 생존을 위해 불가결한 선택이었다. 이렇게 해서 시작된 것이 '알파 프로젝트'이다.

2) 국내 최초의 독자 엔진인 알파 엔진

1991년 1월 완성된 국내 최초의 독자 엔진인 알파 엔진은 배기량 1,500cc 자연흡기(NA)와 터보과급(T/C) 등 두 종류가 있었다. 주요 특징으로는 압축비 증대에 의한 효율 향상 목적에서 연소실 형상을 최적화하고, 각 부품의 형상을 시뮬레이션을 통해 최적 설계하였으며, 기통 당 세 개의 밸브를 마련하여 흡입효율 증대를 도모하였다. 또 개발을 수행함에 있어서 각 부품 별로 오일 소

표 4 알파 엔진의 주요 제원

구분	NA엔진	터보 엔진	
엔진 형식	직렬 4기통	←	
밸브 형식	SOHC 3밸브	←	
배기량(cc)	1,495	←	
보어×스트로크(mm)	75.5 × 83.5	←	
압축비	10.0	7.5	
최고출력(PS/rpm)	102/5500	129/5500	
최대토크(kg·m/rpm)	14.5/4000	18.3/4500	
연소실 형상	펜트 루프	←	



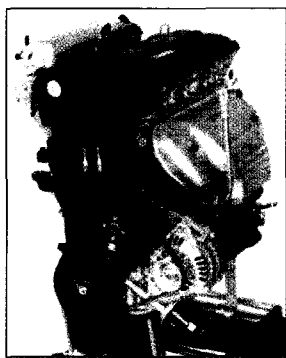
모를 측정하는 장치와 엔진 운전 중에 피스톤 및 콘로드 베어링의 온도 측정을 위한 측정장치를 자체 개발하여 독자엔진 개발의 근간을 마련하기도 했다.

'스쿠프'에 탑재된 알파 엔진은 자연흡기 엔진과 터보 엔진이 있어, 연비와 성능 면에서 젊은 층의 고객을 고루 만족시켰다. 표 4는 알파 엔진의 주요 제원이다.

그 후, 1994년에는 '엑센트'에, 1995년 3월에는 알파-DOHC 엔진이 '아반테'에 탑재되는 등, 개선을 거듭하여 배기량 1.5L급의 소형 자동차의 주력엔진으로 사용되고 있으며, IMF 직 후, 호평을 받았던 린번 엔진도 알파-DOHC를 기초로 개발되었다.

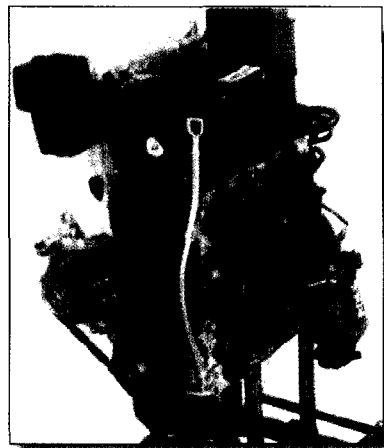
### 3) DOHC 엔진의 대중화와 가변밸브 타이밍기구

전 라인업이 DOHC로 개발된 베타 엔진은 알파 엔진보다 한 단계 배기량이 큰 직렬 4기통 엔진으로서, 국내 승용차용 가솔린 엔진의 DOHC 대중화를 선도하였다. 물론, 1980년대 후반부터, DOHC 엔진이 개발되고 있었으나, 베타 엔진이 1995년 '아반테'에 알파-DOHC 엔진과 동시에 선을 보임으로써 '아반테'는 전 탑재엔진이 DOHC인 최초의 차량이 되었다. 베타 엔진의 생산 누계는 2001년 3월 100만 대를 돌파하였고, 2002년에는 흡기밸브의 타이밍을 연속 가변하는 VVT (Variable Valve Timing)가 '투스카니'와 '아반테 XD'에 적용되었다.



▲ DOHC 엔진 대중화를 연 베타 엔진

### 4) 독자 EMS 시대의 개막



▲ 국내 최초 독자 EMS로 개발된 경차용 엔진

1997년 4월 경차용 엔진에 국내 최초로, 엔진을 제어하는 EMS(Engine Management System)를 독자 개발하여 '독자 EMS' 시대를 전개하였다. 1970년대 말부터 전자제어 엔진이 개발되기 시작하면서, 엔진을 제어하는 EMS의 개발은 엔진 개발의 새로운 한 축을 차지하게 되었다. 이 경차용 엔진이 '아토스'에 탑재되었다.

### 5) 독자 알루미늄 블록 엔진

'소형·경량의 경쾌한 저연비 엔진'을 개발 테마로 하여 독자 엔진으로서는 최초로 알루미늄 블록을 채용한 2.5L급 V6 엔진이 1998년 3월에 개발되었다. 실린더 블록의 알루미늄화는 연비 향상에 대한 요구도가 높아지면서 전 세계적으로 엔진 경량화를 위해 적용이 확대되고 있는 기술로서 특히, 실린더 블록은 엔진 부품 중 가장 무거운 중량물이기 때문에 엔진의 경량화는 차량의 연비 향상에 크게 기여한다. 아울러, 모든 보조기구(알터네이터, 에어컨 등)를 하나의 벨트로 구동하는 써펜타인 벨트 시스템을 적용하여

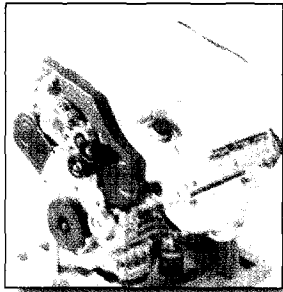


소음 진동 저감에도 주력하였다. 1998년 3월에 중형 세단인 'EF 쏘나타'부터 개발되어, 미니밴 '트라제', SUV '싼타페'에 이르기까지 다양한 장르의 차량에 탑재되고 있다.

### 6) 가솔린 직접 분사 엔진

WTO의 가입으로 인해 수입자동차에 대한 국내시장이 개방되었으며, 초대형 세단의 국내시장을 지킬 엔진의 필요성이 대두됨에 따라 1999년 4월에 개발된 국내 최초의 V8 4.5L 급 엔진으로 가솔린 직접분사(GDI) 엔진의 Full Line Up을 구축 중이던 미쓰비시와 공동 개발한, 국내 최초의 GDI 엔진이기도 하며, 탑재 차량인 '에쿠스'도 일본에서는 '프라우디아'라는 이름으로 동시 출시하였다.

독자 V8 엔진이 개발됨에 따라 배기량 0.8L의 경차용 엔진에서부터 4.5L의 V8 초대형 세단 엔진에 이르기까지 가솔린 엔진의 Full Line Up을 모두 독자엔진으로 갖추게 되었다.



▲국내 최초 V8 GDI 엔진

### ○ 향후 자동차용 가솔린엔진의 개발 동향 및 전망

우리는 지금까지 '시발' 자동차로부터 시작하여 고유모델 '포니'와 독자엔진 개발 등 한국 자동차 산업에 있어서의 엔진 변천 과정을 살펴보았다.

한편, 세계적으로는 늘어나는 자동차에 의한 대기오염 및 이산화탄소에 의한 지구온

난화 등 환경문제가 자동차 산업 및 엔진 개발의 key word가 되고 있다.

이에 환경·에너지에 관련된 문제에 집중하여, 자동차와 관련된 각국의 환경 규제를 알아보고, 가솔린의 엔진의 환경 규제 대응에 관한 현황과 장래에 대해 살펴보고자 한다.

### 각국의 환경 규제 동향

오늘날 전 세계적으로 자동차 보유 대수는 7억 대 이상이며, 그중에서 미국이 약 2억 대, 일본이 7,500만 대 수준이며, 우리나라의 경우도, 서울시 인구와 비슷한, 1,200만 대를 넘어서고 있다. 그러나 이러한 자동차의 보급 확대는 도시의 대기오염이나 석유의 대량소비, 나아가서는 지구온난화 등의 심각한 환경·에너지 문제라는 부작용을 초래하였고, 근본적인 해결을 하지 못한 채, 21세기를 맞이하고 있다.

이에, 선진국들은 환경과 에너지 문제에 대한 대책으로서 2010년까지의 배기가스와 연비 규제에 대한 강화 틀을 거의 결정한 상태이며, 자동차 메이커는 소비자의 요구를 충족시키면서도 배기저감과 연비 향상이라는 사회적 요구도 동시에 만족시켜야 하는 이율배반적인 난제를 부여받아 생존을 위한 글로벌 기술경쟁을 치루고 있다.

자동차와 관련된 환경규제는 크게 대기오염 방지를 위한 유해가스 배출량 규제와 지구온난화 방지를 위한 연비 규제로 나눌 수 있다. 전자로는 미국 캘리포니아 주 대기자원위원회(CARB)가 정하는 LEV(Low Emission Vehicle)규제가 있으며, 후자로는 유럽 자동차제조업 협회(ACEA)의 CO<sub>2</sub> 배출량 자주규제를 들 수 있는데, 2008년까지 140g CO<sub>2</sub>/km를 목표로 하고 있다. 단, 우리나라와 일본은 1년 유예를 받아 2009



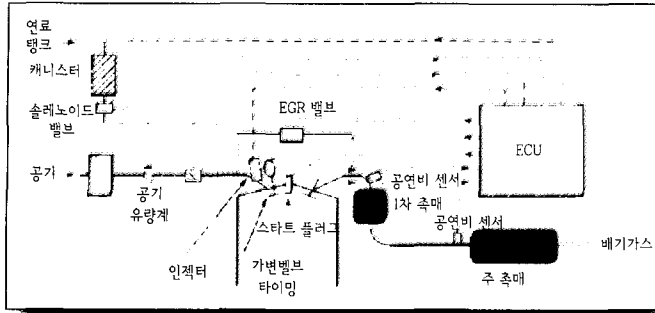


그림 1 가솔린 엔진의 배기 정화 시스템

년까지 달성하기로 했다.

### 가솔린 엔진의 배기정화기술

가솔린엔진은 전자제어식 연료분사장치와 삼원촉매시스템을 조합시킴에 의해 연소조건을 고정밀도로 제어하여, 배기 중의 질소산화물(NOx), 탄화수소(HC), 일산화탄소(CO)의 세 성분의 대폭적인 저감을 실현하고 있다.

특히, 가솔린 엔진의 배기 정화기술에 있어 가장 난제는 냉간 시동시의 HC의 억제이다. 이를 위하여, '시동시 공연비 희박화를 위한 유동 강화기구', '촉매 온도를 조속히 상승시키기 위한 공기 단열충 촉매 용기, 고밀도 촉매', '벽면부착연료량의 보정 기동간 공연비 편차 저감을 위한 제어 시스템의 고도화'가 이루어지고 있다.

아울러, 주유시 또는 차량의 연료계로부터 발생하는 연료 증발 가스를 없애는 Zero-Evaporation 규제의 실시가 임박함에 따라, 현재 이를 만족시키는 차량으로서 NISSAN의 CENTRA CA와 HONDA ACCORD SULEV가 이미 양산 중이다.

그림 1은 냉시동이나 증발연료 대책의 강화를 포함한 가솔린 엔진의 일반적인 배기 정화 시스템을 나타낸 것으로서 하드웨어적인 구성의 최적화와 제어 시스템이 고도화됨에 따라, 1975년 미국에서의 규제가

실시되기 전과 비교할 때, 1%대 또는 그 이하까지 저감될 전망이다.

### 가솔린 차량의 연비 대책 기술

범지구 규모의 대폭적인 CO<sub>2</sub> 대책을 목표로 하여 2008년의 유럽 지역에서는 140g CO<sub>2</sub>/km의 엄격한 메이커 자주규제, 나아가서는 120g

CO<sub>2</sub>/km의 제안으로 강화될 전망이다. 참고로 차량의 생산에서 폐차까지의 과정 중에서 발생하는 CO<sub>2</sub>의 비율은 주행에 의한 것이 약 86%로 대부분을 차지한다.

가솔린 차의 연비 대책으로서는 아래와 같은 기술이 유력하며, 앞으로 고비용을 극복해 나아가면 일반화될 것으로 예상된다. 여기서 괄호 안의 수치는 개선율을 나타낸다.

- ① 흡기 포트 분사 린번 방식(10% 정도)
- ② 직접 가솔린 분사 방식(20% 이상)
- ③ 무단변속기(CVT)(10% 정도)
- ④ 가변 밸브 기구(수~10%)
- ⑤ 하이브리드화(20~100%)

### 경량화 기술

차량의 경량화는 가감속을 동반하는 도시

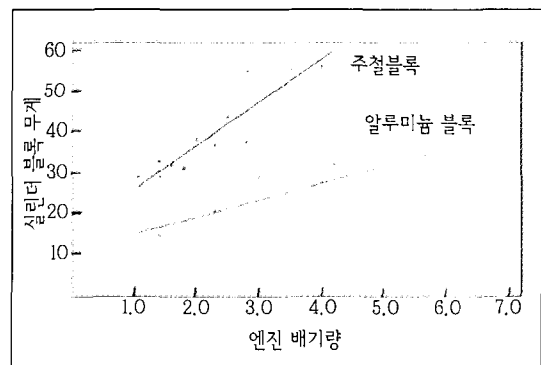


그림 2 주철블록과 알루미늄블록의 무게

표 5 엔진 관련 부품의 경량화 사례와 경량화율

부품명	경량화 내용	경량화 기법		경량화율
		경량재료	구조(공법)변경	
Ex. Mani.	주물→스테인리스	●		50%
Fly wheel	내열강→티탄 소재	●		30%
Intake system	모듈화 및 플라스틱화	●		20%
Ex. Valve	주물→크롬 몰리브덴 강	●		40%
	나트륨 봉입 중공 밸브		●	12%
Cam shaft	원심 주조 이형 중공 캠축		●	29%
	주물→스테인리스 파이프+소결 캠	●		37%
Head Cover	알루미늄→마그네슘	●		32%
In. Mani.	알루미늄→플라스틱	●		45%

내 주행에서의 연비 개선에 크게 기여하는 것으로 보고되고 있다. 따라서 앞으로는 차량 충돌 안전성이 확보되는 범위 내에서 이러한 알루미늄, 마그네슘과 같은 경금속이나, 플라스틱 등의 경량 재료 치환, 각종 부품의 중공화나 컴팩트화를 통해 경량화가 더욱 가속화되리라 예상된다. 특히, 엔진의 실린더 블록의 경우, 엔진 부품 중 가장 무거운 중량물로서 경량화 효과가 크다. 그림 2는 배기량에 따른 실린더 블록의 무게를 알루미늄과 주철에 대하여 나타낸 것이다. 그림에서 알 수 있듯이 배기량이 큰 엔진일수록 알루미늄 채용의 효과가 두드러진다. 표 5는 그밖의 엔진부품 경량재료로의 치환, 중공화, 박육화 등을 통한 경량화 사례와 경

량화율이다.

### 가변의 시대(가변 밸브 기구)

엔진에 있어서 흡기계라든가 밸브계는 운전조건에 따라 최적의 상태가 있다. 즉 흡기계의 경우는 저속에서는 흡기관의 길이와 직경이 길고

가늘수록 고속에서는 굵고 짧을수록 유리하며, 밸브 타이밍도 저속에서는 흡·배기 밸브가 동시에 열리는 오버 램 기간을 없게 하여 연소의 안정성을 확보한다든가, 고속에서는 흡기밸브를 늦게 닫아 연소실로 들어오는 신기의 관성력을 최대한 이용하는 것이 유리하며, 밸브 리프트도 저속에서는 작게, 고속에서는 크게 하는 것이 유리하다. 따라서 운전 조건이 다양한 차량용 엔진의 경우는 각 운전 조건에서 최적의 상태를 발휘하기 위해서는 흡기계, 밸브계 등의 가변화가 바람직하다.

특히, 가변밸브 기구는 성능 향상, 연비 개선, 배기저감을 동시에 꾀할 수 있는 기술로 최근 적용이 급격히 확대되고 있는 추세로서, 가변밸브 기구에는 밸브의 여닫힘 시

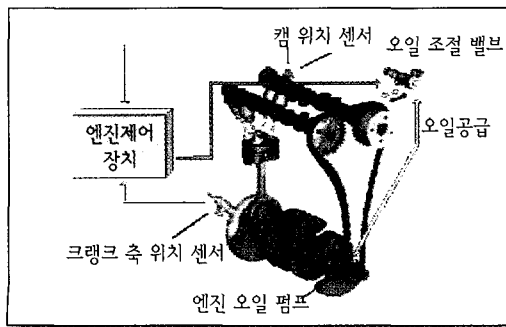


그림 3 연속 가변밸브 타이밍 기구 구성도

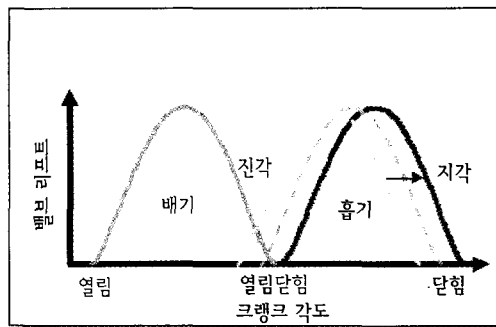


그림 4 흡기밸브 타이밍의 연속가변



기 즉, 타이밍을 일정 구간 내에서 연속적으로 가변하는 연속 가변밸브 타이밍 기구와 밸브 리프트를 가변시키는 가변밸브 리프트 기구가 있으며, 최근에는 이 두 가지를 동시에 사용하는 엔진도 출시되고 있다. 그림 3과 4는 일반적인 연속 가변밸브 타이밍 기구의 구성도와 흡기밸브 타이밍의 연속 가변이다.

가변밸브 기구 이외에 최근 새로 나온 가변기구로는 SAAB의 가변 압축비 엔진을 들 수 있다. 엔진의 열효율은 압축비의 함수로서 압축비가 높을수록 효율은 높아진다. 그러나 가솔린 엔진의 경우는 knock에 의해 압축비가 제한된다. 운전조건에 따라 압축비를 가변함으로써 열효율 향상에 의한 연비 개선을 도모하고자 하는 것이 SAAB의 가변 압축비 엔진이다.

### 앞으로의 연료 동향

향후의 자동차의 발전은 연료의 종류와 안정공급에 크게 의존할 것이라 말할 수 있다. 미국의 EIA(Energy Information Administration)의 전망에 의하면, 석유의 총생산은, 생산 peak 이른바 'oil mountain'은 앞으로의 석유개발과 소비량의 동향에 크게 좌우되겠지만, 2021년부터 2067년 사이에 찾아올 것이라고 한다. 어쨌든 가격상승과 저질화에 대한 대응, 온난화 억제에 관점에서 석유의 효율적인 이용과 대체에너지 개발이 추진되어야 한다. 특히, 석유를 100% 수입에 의존하여, 그 중에 약 40% 가까이를 자동차용 연료로 사용하고 있는 우리나라에서는 극히 중요한 과제라 할 수 있다.

석유 이외의 화석연료로는 압축천연가스, LPG 등을 들 수 있는데, 천연가스는 석유에 비해 CO<sub>2</sub>의 배출이 20~30% 적으며, 메탄 하이드라이드를 포함하면, 석유에 비해 자원성이 있다고 예상되고 있다. 아울러, 이제

막 시작단계인 합성 액체 연료로서 GTL (Gas to Liquid : 천연가스를 원료로 한 것으로 유탄이나 방향족 화합물 등을 포함하지 않는 청정연료), 디젤을 대신할 대체 연료로서 DME(디 메틸 에테르)에 대한 연구도 활발히 진행 중이다. 그러나 두 가지 모두 제조할 때에, 30~40%의 에너지 손실이 있으므로, 천연가스를 그대로 사용하는 경우와 이해득실을 비교할 필요가 있다.

따라서, 앞으로는 배출가스, 연비, CO<sub>2</sub>, 리사이클성 등을 대상으로, 각종 원료의 채굴·제조에서 차륜까지를 고려한 이른바 well-to-wheel에 기초한 평가가 필요하다. 어쨌든 화석연료 고갈에 대한 대응, 차량 성격 및 엄격한 환경규제 등에 대한 대책이라는 측면에서, 앞으로의 연료는 다양화될 것으로 전망된다.

### ○ 맺음말

지금까지 우리는 한국 자동차 산업에 있어서의 가솔린엔진의 변천과 가솔린엔진을 중심으로 한 자동차의 환경과 에너지 문제에 대하여 살펴보았다.

우리나라를 비롯한 자동차를 생산하는 모든 나라는 생존을 위한 자동차 산업의 지속적인 발전과, 환경문제의 대응이라는 두 마리 토끼를 잡기 위해, 경쟁력 있으면서도 환경 친화적인 엔진과 차량을 개발할 것이다.

그 가운데 가솔린과 디젤엔진은 각각 연비 개선과 배기 정화를 중요과제로 하여 연소, 후처리, 연료의 3요소의 최적 조합을 통해 향후, 20~30년간은 차량용 엔진의 주류를 이룰 것으로 예상된다. 그러나 지금까지보다는 CNG, DME 등 여러가지 대체연료나 하이브리드 자동차, 연료 전지 자동차 등 보다 다양한 종류의 시스템이 공존할 것이다.