

## 自動車用 機關의 最新技術

### Technological Developments of Engine for Automobiles

趙 珍 鎬\*  
Cho Jin Hc

#### 엔진의 發展動向

自動車用 기관의 최근 10年은 100年の 엔진歷史上 가장 획기적인 발전을 이룩한 때라 할 수 있다. 排가스規制나 騒音規制의 줄기속에서 燃費低減과 高性能을 목표로 한 開發研究가 많은 결실을 맺었고 동시에 信賴性이나 保修維持面에서 대폭적인 改善이 이룩되었다. 그러나 넓은 의미로 볼때 기본적인 것으로는 종래의 엔진으로부터 크게 벗어난 것이 없고 앞으로의 世代 엔진으로서 기대되는 成層給氣 機關을 비롯한 새로운 機種의 엔진은 아직껏 출현되어 있지 않다.

근래 10年 사이에 自動車用 엔진의 큰 변모는 電子制御시스템의 도입이라 할 수 있다. 排가스의 規制를 만족시키면서 運轉성과 燃料經濟性的의 향상을 도모하기 위한 센서나 액츄에이터의 開發과 이를 사용하는 制御시스템의 채용이 乘用車를 中心으로 크게 보급된 것이다. 이와 같은 경향은 디젤엔진을 탑재하는 트럭이나 버스 등에도 앞으로 반드시 확대 적용되어갈 것이다. 또한 高出力化를 지향하는 터보과급기의 장착 또한 가솔린, 디젤기관 共に 달라진 動向의 하나이다. 그리고 中間冷却器의 병용이 최근 급속히 증가되기 시작하였고 특히 慣性過給의 적극적인 도입이나 가솔

린엔진의 멀티밸브화에 따른 體積效率의 향상, 그리고 高速化 등 性能向上에 보탬이 되는 技術의 研究開發과 그 實現性을 위한 노력이 더욱 커지고 있다.

특히 최근에는 燃費低減을 위한 기관 各부 摩擦損失의 경감과 車輛으로서의 燃料節減을 위한 엔진의 小形輕量化 또 乘用車에서의 FF化가 이룩되었다. 그리고 新素材의 도입도 병행되어 部分的으로는 플라스틱材외에 FRM이나 세라믹이 實用化되기에 이르렀으며 새로운 計測技術이나 計算法의 발달로 振動의 解析, 吸排氣系의 改善 등에도 큰 발전을 보았다.

排出가스의 對策을 위한 燃燒의 연구가 중점적으로 진행되어 종래에는 전혀 불가능한 것으로만 여겨왔던 燃燒過程의 制御가 始作되었다. 불꽃집화기관의 排氣淨化는 觸媒의 開發에만 치중되어 오던 것이 엔진의 製造技術을 포함 그 對策에 傾注된 막대한 노력으로 自動車엔진의 발전에 크게 공헌한 바 있다. 한편 디젤엔진의 경우는 그동안 直噴式 쪽으로 발전하였고 燃費低減과 性能 및 耐久性的의 향상에 큰 발전을 보였다. 그러나 排氣의 改善에는 어려움이 있어 특히 NO<sub>x</sub>의 排出量은 規制하지 않았을 때의 1/2(버스, 트럭)내지 1/3(乘用車)에 그치고 있으며 黑煙이나 파

\* 정회원, 한양대학교 기계공학과

터콜레이트의 排出低減은 급후의 과제로서 남아있다.

## 가솔린機關

自動車用 가솔린엔진의 경우는 근래 10年 동안에 이룩된 주요 사항들을 다음과 같이 요약할 수 있다.

### 1. 排出가스 淨化規制에 대한 對應

1975年 이후 美國, 日本 등지에서 실시되어 온 排出가스의 規制는 排出가스중의 一酸化炭素(CO), 未燃炭化水素(HC) 및 窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)를 規制하기 前의 90% 이상으로 저감시킬 것이 요구되어 自動車用 엔진으로서 는 과거 어느 경우 보다도 큰 최대의 변혁이라 할 수 있다. 한편 그 對應을 위한 다음에 列舉하는 여러가지 新技術의 研究開發이 1975年에서 1978年 사이에 시작되어 더욱 촉진되었다.

①燃燒改善, ②觸媒의 도입(1975~), ③기관 的 여러가지 運轉條件의 日렉트로닉스에 의한 最適化 制御技術(1978~), ④燃料供給系의 電子制御化(1978~), ⑤點火系의 電子制御化(1975~)

### 2. 燃費規制에 對한 對應

1973年과 1979年 두번에 걸친 石油危機를 계기로 하여 自動車메이커의 각 生産車 台數 혹은 生産車의 販賣量에 상응하는 企業平均燃費(CAFE)가 美國에서는 罰金을 부가하는 規制, 日本 등지에서는 가이드라인의 형태로 目標을 달성하도록 요구하고 있어 이를 위하여 1976年에서 1981年 사이에 다음에 列舉하는 새로운 技術들에 대한 制限과 그에 따른 研究·開發로 變遷을 가져 왔고 또한 많은 부분이 實用화 되기에 이르렀다.

①엔진의 小形化(1977~), ②FF化 時代에 진입, 엔진의 小形化와 輕量化 및 構造의 合理化(1977~), ③素材轉換에 의한 輕量化(1976~), ④可變機構의 채용에 따른 運轉條件의 最適化(1980~), ⑤高壓縮比와 노킹制

御技術의 도입(1981~), ⑥회박混合氣의 이용화, ⑦엔진 諸元의 制限(풍 스트로크化 등), ⑧摩擦 및 冷却損失의 低減.

### 3. 需要者의 高性能化, 高級化 요망에의 對應

高速道路의 확장, 輸送物量의 大形化, 車輛의 高速走行化 등으로부터 高出力性能化, 高級 메커니즘化에 대한 요망이 높아지고 그의 對應을 위하여 종래 일부 스포츠車用 엔진分野에서만 채용되었던 다음과 같은 특수한 技術들이 확장 보급되기에 이르렀다.

①過給에 의한 出力向上(吸氣慣性 이용, 티보과급 및 기계식과급(1976~), ②中間冷却器 채용에 의한 吸入空氣의 충전율 향상, ③멀티밸브에 따른 吸入空氣의 충전율 향상, ④DOHC 構造化에 의한 高速化, ⑤위에서 열거한 技術들의 고도화에 의한 加速性 向上技術(可變노즐터보, 過給壓制御 등).

### 4. 騒音規制 對應

低公害化의 일환으로 加速때의 騒音레벨規제가 단계적으로 시행되고 본래의 高品성의 향상을 위해서는 조용한 엔진이 요구됨으로서 이를 충족시키기 위한 기관本체의 騒音源과 그 傳播에 관한 것, 또 기관本體를 구조적으로 改良하는 등의 研究開發이 추진되었다.

앞에서 설명한 여러가지 새로운 技術을 더욱 발전, 정착시키고 社會的인 요구를 보다충족시키는 엔진으로 이어지기 위해서는 앞으로 ①無修化(maintenance free)(1977~), ②엔진 自動組立化에 대응하는 構造合理化 및 輕量化(1985~), ③使用燃料의 알콜, 化石系 가스 등 多種化, ④세라믹 등 新素材의 도입, ⑤高機能 컴퓨터 및 새로운 制御理論의 도입, ⑥센서·액츄에이터 技術의 향상 등으로 종합될 수 있다.

### 5. 新技術 研究開發의 배경

主要 技術이 탄생되기까지의 배경에 대하여 살펴보면 다음과 같이 요약할 수 있다.

1) 燃燒改善에 관한 研究

배출가스의 淨化規制에 관한 1972年의 머스키법이 공포된 이후부터 가솔린엔진 100여년의 역사 가운데 본격적으로 燃燒改善에 관한 研究가 비로소 시작되었다 할 수 있다.

배출가스 公害의 저감은 아이들링 상태의 개선 및 시가지 주행조건하에서의 空燃比의 희박화에 의해 대처되었다. 또 未燃 HC 저감에 관해서는 CO와 같은 生成條件이 알려져 있지 않았으므로 燃燒室內이나 피스톤 周邊의 틈새, 凹부의 철저한 감소, 燃燒室壁溫 상승 등에 관심이 경주되어 왔으나 결국은 排氣管系內에서의 酸化(서멀리액터나 酸化觸媒) 등에 의한 後處理에 의존하는 형태로 되었다. 그리고 NO<sub>x</sub>에 관해서는 그 저감이 出力性能을 희생시킨다는 염려하에 초기에는 지금과 같은 排氣管內에서 NO<sub>x</sub>를 분해할 수 있는 還元觸媒가 개발되어 있지 않았으므로 그 低減對策으로 空燃比, 點火時期의 정밀제어, 燃燒室形狀 등의 변경과 실린더內에서의 NO<sub>x</sub> 生成制御를 위한 일부 실린더내로의 還流 즉, EGR 방식이 부가하게 되었다. 그리고 EGR은 還流率과 燃燒와의 관계, 動力性能에 미치는 영향이 커서 排壓의 이용이나 吸入空氣比例와 같은 각종 EGR 制御方式이 개발되어 실용화하기에 이르렀다.

燃燒프로세스에 대하여는 1971년에 부실식의 複合渦流調速燃燒方式(CVCC)이 발표되어 희박混合氣를 강하게 불어내는 火焰(토치火焰)에 의해 點火, 완만한 燃燒를 시키는 것이고 그뒤 NO<sub>x</sub>의 저감화를 보다 기하기 위하여 EGR 增量下에서 燃燒安定化에 대한 研究成果로부터 생겨난 急速燃燒概念이 보급되었다. 이것들은 2개의 點火플러그에 의해 동시에 着火하는 2點 點火方式(NAPS-Z 닛산, 1978)외에 亂流生成포트에 의한 渦流強化方式(TGP, 1978) 또는 제3밸브에 의한 噴流生成 亂流強化方式(MCA-JET 미쓰비시, 1978) 등이다. 이들 急速燃燒方式은 EGR 때의 燃燒安定化를 가지도록 하는 것 외에 熱사이클의 等積度를 향상시키는 데도 기여하여 燃費特性을 개선한 것이 특기할만 하다. 이를

게 하여 1978年인 당시에 세계적으로 가장 엄한 日本의 NO<sub>x</sub> 排出規制에 대하여 엔진本體의 개량으로 대응되었다. 그러나 重量車輛인 경우는 엔진의 負荷가 增大됨으로써 NO<sub>x</sub>의 生成과 排出이 증가됨에 따라 새로운 NO<sub>x</sub> 分解觸媒(還元 및 HC, CO, NO<sub>x</sub> 3成分 同時酸化, 還元觸媒)의 탐구가 촉진되었다.

## 2) 觸媒의 導入

배출가스 規制에 대응하는 技術로서 觸媒의 도입은 특기할 사실이다. 앞에서 기술한 엔진의 燃燒改善 研究로부터 특히 HC저감의 목표 달성은 엔진 내부에서의 조치만으로는 어렵고 또한 排氣管系 내부에서의 酸化도 酸化溫度의 확보, 유지 및 酸化用 2次空氣의 공급 등으로 인한 燃費特性의 惡化 등이 뒤따른다. 美國에서는 1967年頃부터 石油業界가 自動車業界와 협력하여 觸媒技術의 공여기획이 진척되었으며 그 한 예가 IIEC(Inter Industry Emission Control program)가 FORD와 MOBIL을 중심으로 石油메이커 4社를 포함 발족한 것이다.

觸媒 사용의 경험이 없었던 自動車메이커(獨, 日, 伊)는 바로 이 프로그램에 참가하여 1978년까지의 10年間に 걸쳐 觸媒利用을 중심으로 하는 各種 共同研究를 전개하였고, 이 사이에 얻어진 技術이 그뒤 排出가스 淨化規制對策 對應시스템을 만드는데 기반이 되었다. 즉 觸媒를 使用하지 않는 서멀리액터에 대하여는 燃費 악화를 가져오고 본체의 내구성 유지가 어려운 점, 酸化觸媒에 대하여는 白金, 바라듐 등을 채용하여야 하고 NO<sub>x</sub> 還元觸媒에 대하여는 로지움, 루테튬 혹은 스테인리스鋼 등이 생각되었으나 장기간 사용시의 耐久性, 암모니아 生成의 制御性 등에 난점이 있는 점, HC, CO, NO<sub>x</sub> 3成分 同時酸化, 還元觸媒(3元觸媒)에 대하여는 엔진의 空燃比(理論的)의 정확도를 보다높게 制御할 수 있고 觸媒金屬으로서도 白金, 로지움, 니켈 등의 복합이 적정하여야 하는 點들을 들 수 있다. 그리고 酸化觸媒 부작 엔진의 搭載車는 노면으로부터의 振動이 크다는 自動車의 固有條件, 排氣抵抗,

暖機性 등의 點에서 점차 모노리스형의 사용 차가 증가되고 있다.

觸媒를 사용하지 않은 엔진搭載車로서는 서멀리액터를 몇개社에서 채용하였다. 그러나 서멀리액터내의 酸化溫度를 확보하기 위한 엔진의 點火時期 및 空燃比, 리액터의 保溫 등에 대한 여러가지 대책이 강구되어야 한다. 그러나 이로 인한 燃費性能의 저하로 점차 酸化觸媒裝置로 바뀌어져 가고 있다. 앞에서 기술한 바와 같이 理論空燃比 사용에 의한 3元觸媒의 成立性이 명확하게 되었으므로 中, 大形 乘用車 메이커는 排氣메니폴드에 장착한 酸素센서에 의한 運轉空燃比 信號로부터 燃料供給系(가솔린噴射方式 또는 氣化器)를 閉루프피드백 電子制御에 의해 理論空燃比로 制御하는 시스템과 3元觸媒를 조합시켜 排出가스規制에 대응시켰다. 日本의 마스다는 酸素센서를 사용하지 않은 開放루프방식에 의한 空燃比 制御로 3元觸媒를 사용하여 規制를 달성시킬 수 있는 시스템을 실용화 하였다.

그 뒤 이 3元觸媒시스템이 NO<sub>x</sub> 저감으로 인한 엔진性能 희생이 적은 點등이 인식되었고 이로서 메이커 마다 적용엔진을 확대하였다. 3元觸媒 金屬으로서의 白金외에 로지움을 사용하는 것이 일반적이다. 그러나 로지움 供給源의 制約 및 南阿政情으로 인한 安定供給性의 不安등 요인으로 로지움 사용량을 저감시키기 위한 노력이 이어지고 있다.

### 3) 엔진 運轉變數의 電子制御技術

엔진의 運轉變數制御를 기계식으로부터 보다 정확도와 응답성이 좋은 電子制御方式으로 전환하고자 하는 움직임은 먼저 點火進角制御로부터 시작되었다. 美國에서는 LINCOLN이 1975년에 CCT 點火方式을, 1976년에는 OLD-SMOBILE 이 트랜지스터화한 點火系와 電子制御 기술인 噴射裝置를 조합시킨 MISAR를 발표하여 電子制御 도입의 계기가 되었다. 그리고 日本에서는 닛산이 1978年 排出가스規制 對應技術의 일환으로 空燃比, 點火時期, EGR率 및 아이들링 속도의 4요소를 電子制御하는 ECCS를 6실린더 2,000 cc 엔진 이상의 車種에 채

용하였다. 또한 다음 해에는 FORD의 EEC-III, GM의 C-4, CHRYSLER의 SCC도 발표되어 이후 각 自動車메이커들이 속속 동일한 시스템을 채용, 電子制御가 전면적으로 확대되었다.

엔진의 電子制御중 특기할 것에는 각 실린더별의 노킹 制御方式이다. 이것은 點火플러그 와셔부에 壓力센서를 부가하여 실린더내의 가스壓力을 검지 해석함으로써 실린더 마다에 獨立된 點火時期의 制御가 가능하고 이에 따라 燃燒를 制御하도록 되어있다. 이와같이 엔진制御에 電子技術의 도입 확대는 이상적 最適制御에 근접하는 가능성을 더하여 부가가치를 높였다. 그러나 한편 耐熱, 耐振, 信賴性의 요구 등에 대응하기 위한 課題를 앞으로 남기고 있다.

### 4) 燃費規制 對應

美國에서는 1973年의 石油危機 이후 1975年 12月, 自動車의 소비에너지의 절약을 위한 법률이 제정되었다. 이것은 각 自動車메이커에 대하여 企業別, 販賣車別의 調和平均燃費를 1978年부터 1985년까지의 사이에 規制하는 것으로 CAFE라 한다. 그 規制내용은 表 1에서와 같고 規制에 합치하지 못하는 自動車메이커(輸入車 포함)는 末達分 1台當 0.1 마일 / 갤런 마다 5弗의 罰金을 부가하도록 되어 있다.

表 1. 美國의 燃費規制 (CAFE)

年 度	規制燃費(mile /gallon)
1978	18
1979	19
1980	20
1981	} 運輸長官이 決定
1982	
1983	
1984	
1985	27.5

이 規定에 대응하여 각 自動車메이커는 車輛 및 엔진의 燃費 向上技術의 研究開發은 물

론 生産販賣量에 대하여도 燃費가 좋은 車를 중심으로 하는 調整에 노력하였다. 燃費性能의 規制는 그 傾向에 따라 燃料의 소비가 큰 大形車의 감소와 燃費에 유리한 小形車(특히 輸入車)의 증가를 촉진하는 結果로 되었다. 그 뒤 1981年경부터 石油資源의 供給 安定化가 이루어져 大形車의 인기가 다시 높아져서 美國의 自動車메이커도 增産에 응하게 되었고 1983年 이후부터 美國에서의 CAFE 달성은 어렵게 되었다. 이와 같은 燃費에 대한 대응책은 日本에서도 1979年 6月경부터 1985년까지 達成하여야 할 企業平均燃費의 가이드라인(表 1)이 公표되었다. 이 가이드라인이 達成되면 1978年형 乘用車에 비해 약 12% 燃費性能의 향상을 예상할 수 있다.

表 2. 1985 乘用車의 燃費性能 가이드라인 (가솔린엔진搭載車)

區分	車輛重量 (kg)	가이드라인值 (km / ℓ)	
1	< 577.7	19.8	13.0
2	577.5 ~ 827.5	16.0	
3	827.5 ~ 1265.5	12.5	
4	1265.5 ~ 2015.5	8.5	

註 : 燃費値는 10 모드 運轉時의 測定值

이들의 대응을 위하여 美國, 日本 등에서는 排出가스의 低公害化와 燃費性能의 조화노력이 경주되었음에 특색이 있고 구라과의 경우는 排出가스規制 보다는 出力이나 燃費向上 쪽으로 開發努力이 지향되었다. 本來 燃費性能의 향상은 本질적으로 엔진에 대하여 구해야 할 것이었으나 위에서와 같은 燃費規制로 인하여 그 개선이 더욱 촉진되었음을 부인할 수 없다. 이렇게 하여 이루어진 技術중 실용화된 것으로는 엔진 本體에 관해서는 吸入效率의 향상, 吸氣渦流現象의 강화, 高壓縮比化, 摩擦損失과 冷却損失의 低減 등 뿐 아니라 吸排氣밸브 리프트 및 開閉時期의 可變化, 吸氣管길이의 可變化 등 새로운 분야를 들 수 있다. 또한 엔진의 사용법에 관하여는 희박空燃比에

의한 運轉(CHRYSLER-1975, 도요다-1984), 運轉條件에 의한 실린더 有效體積의 可變化 (GM의 6ℓV8엔진 - 1980, 스즈키의 SSC 0.55ℓ엔진 - 1981), 아이들링 때 停止(도요다自販 EASS 2.6ℓ - 1974, ERS 1.3ℓ - 1981, VW Formel E 1.6ℓ - 1981) 등의 아이디어가 실용화 또는 공개되었다. 排出가스 規制와 燃費性能을 양립시키는 실용적 技術로는 엔진의 全運轉領域 또는 限定領域을 理論空燃比로 運轉하여 3元觸媒를 사용하는 시스템 채용의 증가이다.

5) 新素材의 導入

종래 대부분의 엔진구성제가 비교적 값이 저렴한 鋼鐵이었으므로 鋼鐵이외의 材料를 도입하는 속도는 매우 느리다고 할 수 있다. 실린더블록의 알루미늄화는 구라과에서 LANCIA의 水平對向엔진(1976), PORSCH의 4.5ℓ, V8엔진(1977), 1978年 BENZ의 5ℓ, V8, 日本에서의 1ℓ 小型엔진 등에서 이루어졌다. 그리고 새로이 주목되는 것은 17%의 실리콘 合金의 알루미늄실린더로서 실린더라이너가 없는 획기적인 것에 대한 발표와 같은해 CITROEN의 同社 空冷엔진에 特殊合金의 도금을 한 알루미늄라이너의 채용 등이다. 그리고 美國에서는 1981年 GM이 4.1ℓ 全알루미늄엔진이 발표되었으나 코스트面의 제약으로 확대 채용이 활발하지 못하고 있다.

이상 어느 것이나 輕量化, 熱傳導性의 향상을 지향한 것이었으나 輕量化에 대하여는 1980年 2月에 美國의 포리모터社가 발표한 콤퍼지트 플라스틱엔진이다. 실린더블록 및 실린더헤드 등을 대폭적으로 플라스틱化 하여 同級 生産엔진에 비해 60%의 重量 輕減을 실현하였다. 이 엔진의 경우 실린더라이너, 그밖에 運動部分만이 金屬製이어서 新素材 도입의 積極策으로서 평가된다. 이 엔진이 그 뒤 FORD와의 제휴로 제작되어 레이스에 出場, 完走의 기록도 보고되어 있으나 실용화를 위해서는 윤활, 코스트 등 1990年代로 넘겨질 과제들이 많을 것으로 보여진다.

이 밖에 VW는 1984年에 全炭素纖維製 커

넥팅로드의 試作品을 발표, 또 혼다 EIII엔진의 경우는 FRM製 커넥팅로드의 실용화를 1985년에 발표하였다. 이것은 스테인리스鋼線과 一體成形한 알루미늄製로서 一方向 纖維프리플에 의한 部分FRM 強化技術을 개발하여 커넥팅로드 斷面中央部를 小端部 피스톤핀 구멍으로부터 大端部 등근部位까지를 強化하였으며 重量이 약 30% 저감되었다. 그리고 그 파급효과로서 크랭크軸徑이 가늘어지고 양자 합하여 摩擦損失도 경감되었다.

1980年代에 들어와서 파인세라믹의 台頭로 그 耐熱性, 耐摩減性, 輕量性의 특색을 엔진에 活用할 것이 新素材 導入의 과제로 되었다. 1985年 가을 닛산이 터보과급기의 터빈부를 세라믹화 하여 V6엔진에 탑재, 실용화에 들어 갔으며 이것은 耐熱性은 우수하나 脆性材料인 파인세라믹을 세계에서 최초로 高溫, 超高速回轉下의 구조部材로서 실용화 하여 주목되었다. 사용된 材質은 窒化硅素이고 세라믹 터빈의 채용으로 回轉慣性모멘트가 저감되어 엔진의 加速特性이 향상되었다. 또 세라믹의 耐摩減性을 活用하여 負荷의 큰 部位인 캠 로커암의 접촉부에 세라믹 팀을 1984년에 채용하였다. 또한 新素材로서 窒化硅素외에 질코니아 및 티타니어가 排出가스중의 酸素濃度 檢出을 위한 센서의 母材로서 1978年 이후 각 自動車메이커에서 많이 쓰여지고 있다. 또 엔진 騒音의 放射低減을 위하여 1980년에 들어 로커커버나 타이밍 체인 케이스 및 오일팬 등에 플라스틱材가 쓰여지기 시작하였다.

6) 高壓縮比化

1975年 이후의 排出가스規制對策으로 대부분의 自動車는 觸媒를 排氣系에 장착하게 되었고 그 사용조건으로서 無鉛가솔린의 사용이 의무화 되었다. 無鉛가솔린의 옥탄價는 91정도 이어서 1978年 이후의 燃費規制 혹은 가이드라인 달성을 위한 엔진의 壓縮比 上昇에 의한 熱效率의 향상을 도모하고자 하는데 대하여 노킹의 발생이 새로운 制約條件으로 대두되었다. 그러나 스쿼시 이용 燃燒室形狀이나 急速燃燒化의 실현, 電子制御式 노킹 制

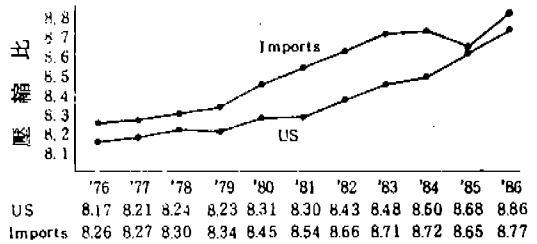


그림 1. 美國市販가솔린엔진搭載車의 平均壓縮比 推移

御方式의 채용 등으로 해마다 壓縮比는 높아져 왔다. 위의 그림 1은 1976~1977年 사이의 美國에서 시판된 美國車와 輸入車의 平均壓縮比의 추이를 나타낸 것이다. 美國車의 平均壓縮比는 매년 증가를 나타내고 있으나 1986年을 기점으로 평균 9:1을 넘지 못하고 있다. 이것은 실린더徑이 커지고 노킹 制御方式의 보급이 완만하기 때문인 것으로 생각된다.

구라파에서는 無鉛가솔린의 시장보급도가 낮고 有鉛가솔린(리서치 옥탄價 98) 사용하의 高壓縮比化가 이루어져 FORD(歐)의 CVH 燃燒室(1980)의 壓縮比 9.5:1 및 JAGUAR(英)에 채용된 MAY 燃燒室(1981)에서의 壓縮比 12.5:1 등이 당시 주목되었다. 1983年 모델로는 VOLVO 360LT의 2ℓ엔진 VW Seirocco 1.8ℓ엔진, RENAULTITEX의 1.7ℓ엔진이 각각 壓縮比 10:1과 같이 두자리숫자 보여지기 시작하였으며 日本의 경우도 혼다 ER의 壓縮比 10:1, 닛산 RB型 2ℓ엔진의 4밸브 사양의 10.2:1, 2밸브 사양의 9.5:1 등이 있다. 高壓縮比化는 熱效率 향상의 유력한 수단으로서 가솔린 옥탄價의 향상, 노킹 制御技術의 발전 등의 뒷받침으로 自然吸氣엔진은 물론 過給엔진에 있어서도 노력이 계속되고 있다.

7) 高出力化

엔진의 排氣量, 重量當 比出力의 향상은 그동안 계속 이어온 과제이나 1970年代에 당면된 엄한 排出가스規制, 燃費規制 등에 대응하기 위하여 다소 늦추어진 것 처럼 느껴진다. 그러나 1980年代에 들어와서 比出力의 향상

노력은 다시 시작되었다.

그림 2는 排氣量當의 比出力(PS/ℓ)의 變遷을 美國의 시판차에 대하여 종합한 것이다.

排出가스規制에 대한 대응이 한단계 지난 1977년부터 比出力의 平均値는 거의 직선적으로 증가하고 있다. 특히 美國車의 경우 엔진의 平均排氣量은 燃費對策의 영향을 받아 그림 3에서와 같이 5.4ℓ의 時代로부터 2ℓ 가까이 연속적으로 小形化가 이어지고 있다. 그리고 輸入車(主로 日本車)에 대하여는 平均排氣量의 變化가 적다. 이것은 美國車엔진은 比出力의 향상을 위하여 平均有效壓力의 증대와 더불어 最高出力回轉速度를 높게 하였음을 그림 4로부터 알 수 있다. 즉 1986年時點의 美國車엔진의 最高出力時의 回轉速度는 平均 4,400 rpm에 달하고 있으며 그리고 그림 1에서와 같이 壓縮比도 높아져서 1986年에는 平均 9.0:1에 가까워지고 있다. 小形엔진의 경우는 1980年頃부터 한정된 體積內에 吸入空氣의 충전율을 크게 하여 比出力을 높이기 위한 멀티밸브化와 더불어 過給技術이 발전되었다.

멀티밸브化는 1실린더當 3~4개의 吸氣밸브(어느 경우나 吸氣밸브는 2개)를 가지는 엔진이 量產車에 계속 발표되었다. 멀티밸브化에 따라 밸브機構系의 DOHC化가 보급되었으나 엔진에 따라서는 1개의 槓軸으로 4개의 밸브를 구동하는 예외도 있다. 또 自然吸氣方式엔진에서는 吸排氣밸브 開閉時期의 合理化, 吸氣管길이의 可變化 등에 의한 慣性過給技術의 발전도 보여진다. 한편 過給方式엔진의 경우는 排氣가스의 분출에너지 이용에 의한 터보과급기의 장착이 구라과에서는 1976年頃부터, 또 日本에서는 1980年頃부터 많이 보여진다. 가솔린엔진에 대해서는 노킹의 制約이 있어 過給壓은 350~400 mmHg가 일반적이거나 엔진에 따라서는 過給壓制御方式의 부가로 순간적으로는 500 mmHg를 넘는 것도 출현되었다. 그리고 스포팅엔진의 분야에서는 실린더내 충전율 향상을 위하여 터보과급기의 出口와 吸氣管사이에 空冷式 또는 水冷式 中間

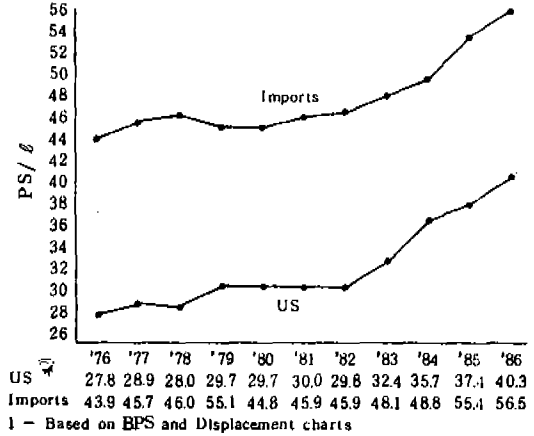


그림 2. 排氣量當 平均出力의 推移

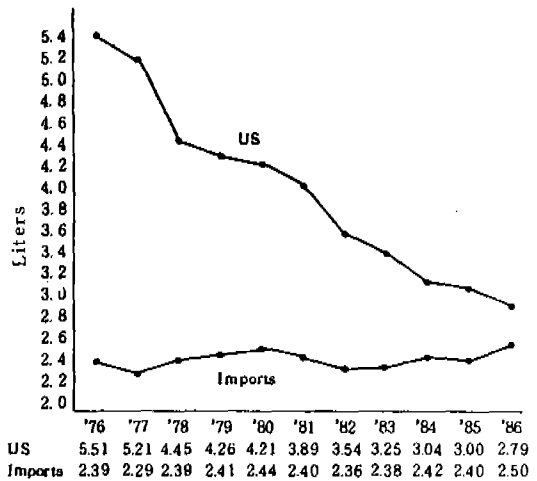


그림 3. 平均排氣量의 推移

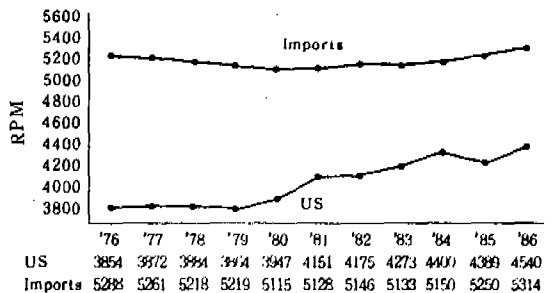


그림 4. 平均高出力 回轉速度의 推移

冷却器를 설치하여 過給空氣의 충전을 향상할 도모한 것도 있다(1985).

일반적으로 터보과급기는 低速運轉時에는 가스流量이 적어서 過給性能이 충분하지 못한 것으로 되어 있었으나 가스의 流量에 상응하여 가스通路面積을 연속적으로 변화시키는 可變노즐方式(1985) 등이 출현되어 低速으로부터의 加速性이 개선되었다. 또한 低速運轉時의 過給性能에 유리한 엔진驅動 體積形 두葉루트식 과급기가 2.0ℓ DOHC 엔진(도요다, 1985) 및 란타아(이테리, 1985)의 2.0ℓ엔진에 장착된 예가 있으며 과급기의 驅動系에 클러치를 설치하여 運轉條件에 따라 過給을合理的으로 制御하는 시스템을 도입한 것도 있다.

#### 8) 摩擦 및 冷却損失의 低減

엔진의 摩擦損失 低減에 대하여는 본질적인 課題이므로 그에 관한 研究 努力은 계속 이어져 오고 있다. 摩擦損失의 큰 부분을 차지하는 피스톤과 실린더 내면사이의 미끄럼운동에 의한 摩擦損失을 저감시키기 위하여 종래 통례로 되어있던 3개 구성의 피스톤링을 2개 구성으로 하여 처음 실용화 하였다. (日本 혼다, 이스즈 등, 1984~1985), 이것은 압축링에 가스실(gas seal)과 오일 制御의 양 기능을 가지게 한 것으로서 摩擦損失의 저감과 輕量化를 도모한 것이다. 또 GM의 4실린더 2.5ℓ엔진(1985)의 피스톤은 鑄造때 스킵트部 表面에 실리콘을 蝕浸시켜 機械加工後의 表面에 실리콘을 노출시킴으로서 鑄鐵製 실린더 내면과의 미끄럼운동에 의한 摩擦損失을 저감시켰다. 이 밖에 低張力 피스톤링의 채용은 일반화 되었고 벨브機構系의 摩擦損失 저감을 위하여 플러블이 벨브리프터(GM-1985) 등의 채용도 보인다.

이상 최근 10年 사이 현저하게 보여준 엔진관계의 新技術과 그 배경 등을 돌아 보았을 때 발전하는 가운데 특히 4輪車用 2사이클 엔진의 沒落이나 엔진의 주요 부품인 氣化器의 쇠퇴는 그 어느 것이나 時代의 요구에 대한 技術의 한계 혹은 新技術의 開發 Tempo에 추종키 어려웠던 때문인 것으로 생각된다. 2사이클 엔진은 比出力이 높고 벨브機構가 없어서 구조가 간단한 등의 장점이 있는 반면 排出가스對策(특히 HC), 輕負荷時의 不整燃燒 등의 문제를 가지고 있어 4輪車用으로서 는 排出가스規制를 계기로 SAAB(스웨덴), DKW(西獨)의 2사이클 엔진이 자취를 감추게 되었고 현재 남아있는 것은 日本의 輕트럭用 엔진에 지나지 않는다.

또 氣化器에 대해서도 排出가스規制에 대한 대응에 밀려 空燃比의 制御性, 高度에 對한 補正性, 耐熱信賴性, 運轉性 등의 요구가 엄해진 반면 吸氣포트내(PID), 혹은 吸氣管 中央部內(SPI) 가솔린噴射方式에 늘려서 可變 벤투리식 등도 美國(1982), 日本(1983)에서 발표되었으나 1985年形의 美國車 엔진에는 氣化器의 장착율이 50%에 지나지 않는 등 乘用車用 分野에서는 그 사용이 점차 줄어들어 가는 추세에 있다.

#### 參 考 文 獻

1. 自動車技術, 第29卷(1975)~第40卷(1986), 各 第6號 年鑑
2. 松本, 相馬; “未來車研究の現狀,” 自動車技術, Vol. 38, No. 1, pp. 99~105, 1984.
3. 井口外 4人; “乘用車의 將來技術의 豫測 に関する 日本・西ドイツ・スウェーデン比較,” 自動車技術, Vol. 38, No. 4, p. 401, 1984.