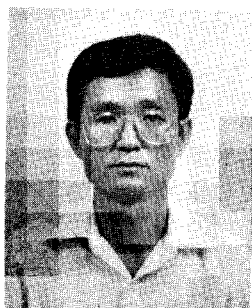
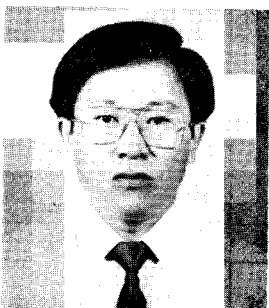


고성능 엔진기술 개발의 현황과 전망



성 낙 원
(내연기관연구실장)

- '73.2 서울대학교 공과대학 기계공학과 졸업
- '76.8 미국 Texas A&M 대학교 기계공학과 졸업(석사)
- '81.12 미국 Michigan대학교 기계공학과 졸업(박사)
- '82-'83 미국 Michigan대학교 자동차연구실 선임연구원
- '83-현재 한국기계연구소 책임연구원



김 동 성 (내연기관 연구실 선임연구원)

- '77.2 서울대학교 공과대학 기계설계학과 졸업
- '80.1- 현재 한국기계연구소 선임연구원

I. 서 론

70년대초 국내자동차산업은 해외기술에 의존한 단순조립 생산에서 부터 80년대에 접어들면서 자동차 수출의 급상승에 힘입어 부품국산화 및 독자적 모델 개발을 추진하는 등 자동차산업의 눈부신 발전을 거듭하여 오고 있다.

자동차에서 약 80%의 기술부분을 차지하고 있는 엔진이 자동차의 성능을 결정하므로 엔진의 중요성은 대단히 크며 엔진기술이 국내 자동차 산업의 성패를 가늠한다고 하겠다.

초기에는 고출력, 신뢰성 기술개발에 역점을 두었던 엔진기술이 시대적인 요구조건의 변화로 저연비, 저공해, 고출력, 경량화, 신모델, 고성능화로 엔진기술이 점점 尖端化되어 가고 있다.

국산자동차의 국제경쟁력확보와 경쟁국에 대한 기술대응을 하기위해서는 지금 현재의 국내기술 수준으로 미흡하기 때문에 국내의 엔진관련 기술의 선진화 및 첨단화는 절대적으로 이루어져야 한다.

이에 따라 정부는 엔진분야 기술에 대한 산업계의 요구를 만족시킬 수 있는 국가적인 엔진관련기술의 기반을 조속히 구축하기위해 고성능 엔진기술개발을 국가적 중점 연구사업으로 추진하여야 한다.

II. 고성능 엔진기술개발의 특징과 중요성

엔진은 연료의 연소에 의해 발생하는 열에너지를 유효한 기계적 일로 바꾸는 열기관으로서

자동차, 항공기, 선박, 철도차량 및 각종 중장비 등에서 동력을 발생시키는 가장 중요한 단위기계이다.

1. 엔진기술 발전단계

엔진기술의 발전단계를 재래식엔진기술, 저배기 엔진기술, 고성능엔진기술, 미래형 엔진기술로 분류한다면, 현재 선진국 엔진의 기술수준은 고성능엔진기술 수준에 도달해 있고 미래형 엔진기술을 연구중에 있으며, 국내에서는 아직 엔진의 재래식 핵심원천기술이 정착되지 않은 단계로 저배기엔진 기술수준에 있다.

2. 엔진기술분야

연소시스템

- 연소실 형상에 따른 화염전파 모델링 및 실험
- 연소실 형상에 따른 미연탄화수소, 일산화탄소 모델링 및 실험
- 연료분사 특성 및 공기 연료 혼합특성
- 분무 연소 특성
- 희박연소 시스템의 점화특성

- 디젤엔진의 점화특성
- 노킹 등의 비정상 연소특성
- 실린더내의 유동특성과 연소특성의 상관성

연료공급 시스템

- 기화기 분사 및 증발특성
- 전자식 연료분사 시스템 특성
- 디젤 분사노즐 특성

흡기 시스템

- 흡기다기관 형상 및 흡기 분배특성
- 헤드형상에 따른 실린더내의 공기유입 특성
- 터어보 過給 시스템

배기 시스템

- 배기공해 감소 시스템
- 배기가스 재순환 시스템의 특성
- 배기다기관 및 머플러특성
- 촉매 변환기 특성

냉각 시스템

- 효율적 냉각 유로설계
- 실린더벽 및 헤드로의 열전달 특성

윤활시스템

- 피스톤-실린더 미끄럼 윤활특성
- 윤활유의 특성

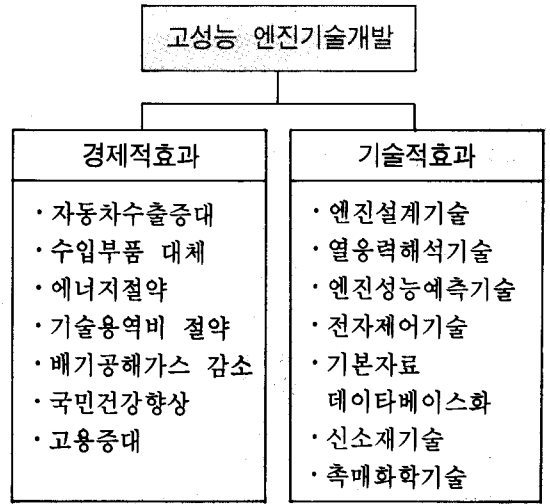
표.1) 엔진기술 발전단계

기술발전단계	재래식엔진기술 (~1975년)	저배기 엔진기술 (1976년~1985년)	고성능엔진기술 (1986~)	미래형엔진기술
기술의 특징	<ul style="list-style-type: none"> • 기화기 사용 • 무게 무접고 엔진의 효율이 낮음 • 다량의 배기공해가스 배출 	<ul style="list-style-type: none"> • 배기공해 감소장치부착 (EGR,삼원촉매) • 전자식 엔진조절 (이상 공연비) • Feedback기화기 • 연료분사식 	<ul style="list-style-type: none"> • 급속연소방식 • 4밸브 구동 • 전자식 엔진조절 (부분희박공연비) 	<ul style="list-style-type: none"> • 희박연소엔진 • 세라믹엔진 • 대체연료엔진 (수소, 메타놀) • 스테어링 엔진
기술수준		• 국내엔진의 기술수준	• 선진국엔진의 기술수준	• 선진국에서 연구중
문 제 점		<ul style="list-style-type: none"> • 핵심원천기술국내부재 • 외국개발제품과 외국기술에 의존 • 현재 국내 관련기술 연구로 점차 국산화 개발중 	• 선진국에서 관련기술 독점	

- 굴림 윤활특성
- 응력해석
 - 열응력해석 기술
 - 구조해석 기술
 - 동적 및 진동해석 기술
- 소음 및 진동
 - 연소시스템 맥동
 - 머플러의 설계
 - 진동특성
- 소재 및 생산기술
 - 금속, 세라믹, 플라스틱, 복합재료등 신소재 특성
 - 열처리, 주물, 단조 및 가공방법
- 엔진계측 및 시험기술
 - 엔진성능 계측기술 및 계측기 개발
 - 엔진시험 자료 전산화
- 기계전자 제어 시스템
 - 엔진 특성실험 및 시뮬레이션
 - 흡기-연소-배기의 시스템 대칭
 - 엔진의 열역학적 특성에 따른 최적 기계 전자제어 방식
 - 센서, 액츄에이터의 기계, 전기적특성
- 미래형 엔진 기술
 - 수소엔진
 - 알코올엔진
 - 스테얼링엔진
 - 터보엔진

3. 경제적 기술적 파급효과

엔진개발에 필요한 설계, 해석, 생산, 계측기술 등의 기술정립을 통하여 엔진기술을 국산화 함으로서 국내 자동차 산업의 활성화와 기계공업의 발전에 기여하고, 외국에의 기술수출비 절약은 물론이고 개발도상국에 기술수출이 가능하며, 국산자동차성능의 고급화를 이룩하여 2000년대 자동차 수출 200억불 달성에도 크게 기여할 것으로 전망된다. 또한 신소재기술, 전자 제어기술, 촉매 화학기술등 타산업분야에도 기술 파급효과가 클 것으로 예상된다.



III. 선진국의 기술동향

선진국의 엔진기술은 이미 고성능엔진기술개발 단계를 지나 미래형 엔진개발에 관한 연구를 수행하고 있으며, 선진국에서 현재 공통적으로 연구중인 엔진기술은 다음과 같다.

- 저연비 경량화 기술
- 전자 및 신소재 산업등 첨단기술의 발전에 따른 엔진의 고급화기술개발
- 배기가스 규제강화에 따른 배기가스 감소 기술개발
- 연료분사 및 전자식 엔진조절 장치개발
- 가스 터빈, 스테얼링엔진, 수소엔진 등 미래 엔진에 대한 연구
- 터보 過給에 관한 연구
- 급속 회박식 엔진기술 연구
- 알코올엔진, 세라믹엔진의 실용화 연구등이다.

일본의 경우 엔진의 고성능화를 위한 기술개발은 전자제어 기술의 활용, 터보 過給기술, DOHC(Double Overhead Camshaft)엔진개발, 엔진 경량화 등에 관한 연구를 하고 있으며 이분야에 대해 살펴보면 다음과 같다.

- 전자제어기술
 - 최근 자동차 엔진의 고성능화에 가장 많이

적용되는 기술로서, 마이크로 컴퓨터를 이용하여 연료공급, 점화시기등을 엔진의 운전조건에 최적적으로 제어하여 고효율, 저연비, 저배기가스를 목적으로 전자 제어식 연료분사 및 점화시기 조정기술을 연구하고 있다.

전자제어식 연료분사기술은 엔진에 흡입되는 공기의 양 및 온도, 냉각수온도, 엔진의 회전속도, 加·減速등 엔진의 운전상황을 각종 센서로서 감지하여 컴퓨터가 최적의 연료분사량, 분사시기를 계산하여 연료를 분사시키는 것으로 엔진의 출력향상과 공해배출가스 감소장치의 효율을 극대화시켜준다. 또 전자제어식 점화시기 조정기술은 연소의 최적제어를 위하여 엔진의 운전상황에 맞추어 점화시기를 마이크로 컴퓨터가 제어하도록 하게하고, 기관을 녹킹 직전의 운전상황에 있게하여 연소효율을 높게하여 엔진의 출력향상, 저연비화를 도모하여 준다.

현재 일본에서는 전자제어식 연료분사, 점화시기 조정기술을 이미 실용화하였고, 녹킹제어 시스템은 터어보과급기가 붙은 가솔린엔진에 실용화하고 있다.

◦ 터어보과급기술

터어보과급은 배기에너지를 이용하여 엔진에 많은 공기를 흡입시켜 엔진의 효율을 높이는 방법으로 엔진의 고성능화와 저연비화에 효과적인 기술이다.

현재 일본에서는 터어보과급용 자동차는 가솔린기관의 경우 경자동차에서부터 3000cc급의 스포츠카까지, 디젤기관의 경우는 1000cc급 승용차부터 대형트럭까지 실용화 되어있다.

◦ DOHC엔진 개발기술

DOHC는 엔진의 흡·배기 밸브를 각 2개씩 부착하여 흡배기통로를 넓게하여 흡·배기 효율을 높이고, 밸브의 개폐가 고회전시에도 정확하게 이루어지게하여 엔진을 고효율화, 고성능화시키는 기술로서 4밸브 엔진이라고도 한다. DOHC엔진에 전자제어기술을 활용한 자동차와 터어보과급기를 장착한 자동차를 실용화시켰다.

◦ 엔진의 경량화 기술

엔진의 경량화를 위하여 피스톤, 실린더헤드

표.2) 국내엔진기술 연구개발 현황 및 방향

연구기관	정부출연연구소	대 학	산 업 체
현재까지의 역할	<ul style="list-style-type: none"> 엔진 및 자동차 부품시험검사 엔진요소 기술연구 고속디젤엔진의 요소기술연구 관련시험장비 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 연소, 열전달, 유체 유동 등 논문위주의 기초연구 측정 및 실험기술 	<ul style="list-style-type: none"> 기술계휴선을 통한 장착기술 새모형을 위한 기술개발
현 재	<ul style="list-style-type: none"> 연소실 설계등의 핵심원천기술 전자식엔진조절 및 배기공해가스, 감소등 가솔린 엔진성능향상 연료분무, 연소 및 유회동 디젤엔진 요소기술 	<ul style="list-style-type: none"> 연소, 진동등의 성능 예측 및 성능시험에 관한 기초연구 새 시스템의 해석기술 	<ul style="list-style-type: none"> 엔진등 핵심부품 설계기술개발 시스템 장착기술 성능, 배기가스 등 엔진의 실용화기술
앞으로의 방 향	<ul style="list-style-type: none"> 급속회박 연소 기술개발 전자식 엔진조절 기술 확립 대체 연료엔진 개발(수소, 메타놀) 세라믹엔진기술 연구 스터얼링엔진 기술 연구 전기자동차 및 태양열자동차 		

등에는 알루미늄 합금을 사용하여 왔으나 최근에는 엔진 본체인 실린더 블록에도 알루미늄 합금을 사용하는 엔진을 개발하였고, 엔진의 크랭크축과 캠축을 중공(中空)으로 하여 1000 cc급 엔진으로 총중량 63kg인 엔진도 개발되었다.

IV. 국내기술 개발현황

1. 국내 연구개발 현황

국내자동차산업은 그동안 기술개발보다는 제품 개발에 치중함으로써 핵심부품의 기본설계기술의 축적이 없었고, 産學.研의 공동연구부족과 산발적이고 단기적인 연구로 자동차 기술의 핵심인 엔진기본 설계기술이 절대적으로 부족하여 외국 기술과 합작으로 엔진을 개발함으로써 선진국과의 기술경쟁에서 뒤떨어지고, 선진국에서는 고성능 엔진에 대한 활발한 연구로 기술 격차가 점점 심해지고 있었다. 그러나 80년대 초반 자동차의 북미시장 진출로 자체기술개발에 의한 자동차의 고급화 및 고성능화의 필요성이 대두되어 산업체, 학계, 연구소에서 엔진의 핵심부품 설계기술 개발에 관한연구, 엔진해석기술개발에 관한 기초연구, 가솔린엔진 성능향상을 위한 전자식 엔진조절기술과 배기가스 감소기술 개발 및 연소실 설계기술, 시험기술 및 장비개발에 관한 연구를 현재 활발히 추진하고 있으나, 연구개발자금의 절대부족, 기업간의 폐쇄적 기술교류, 기술체휴에 따른 기술료 및 기술용역비 부담증가등의 산업 구조적 문제점과 고급기술인력의 절대부족, 엔진연소실 설계 등 핵심요소 기술의 낙후등 기술적 문제점, 연구장비와 인원의 비효율적운영, 신기술개발에 대한 장기적투자 부족등의 정책적 문제점들이 엔진기술 개발의 장애물로 있다. 따라서 엔진기술은 기계공업의 핵심기술이고, 미래지향적인尖端技術임을 인식하고 국가적 차원에서 産學.研 공동으로 엔진기술개발이 이루어져야 한다.

2. 한국기계연구소 내연기관연구실의 연구개발 현황

가. 연구개발실적(1981~1988)

- 농기계용 소형가솔린 엔진개발
- 자동차부품 성능비교
- Pony엔진의 구조 변경에 관한연구
- 1.5마력 2싸이클 공냉식 가솔린엔진 개발
- 터보차저용 디젤엔진 개발
- 디젤엔진용 Intercooler시스템 개발
- 국산엔진의 전자화
- EGR(Exhaust Gas Recirculation : 배기 가스재순환)장치 개발
- 세라믹 디젤의 설계기술 개발
- 저배기공해 국산엔진 개발
- 국산자동차용 Diaphragm밸브류 개발
- 디젤 엔진용 직렬형 연료분사 펌프의 전자제어 시스템개발
- 엔진 열부하의 측정 및 분석에 관한 연구
- Turbomachinery의 설계 및 제작기술 개발
- 국산자동차 엔진용 전자식 콘트롤 시스템 개발
- 무연가솔린의 차량적합성에 관한 조사 연구
- 엔진용 와류식 전기동력계의 국산화 개발
- 피스톤 열부하 분석에 관한 연구
- 가솔린 엔진 성능해석장치개발
- 가솔린 엔진의 급속연소 시스템의 개발
- 휘발유와 엔진성능간의 상호작용
- 고성능 가솔린 엔진용 배기가스 감소 기술개발

나. 연구개발계획(1989~)

- 고성능엔진 연소기술개발
 - 흡기포트 설계기술
 - 연소실설계기술 : 점화위치, 급속연소 시스템
 - 전자식엔진 조절기술 : 공연비, 점화

- 시기, 회박연소
- 흡·배기관의 성능해석
 - 배기가스 감소장치
 - 열응력해석: 피스톤, 헤드
 - 엔진시험기술: 자동시험, 데이터분석
 - 엔진성능예측: 싸이클 모델
 - 미래형자동차 기술개발
 - 고성능터보엔진 개발
 - 동력전달장치 개발
 - 자동차 자동운행장치 기술
 - ABS(Anti-skid Brake System)장치 개발
 - 유압식 에너지 저장장치 개발
 - 수평자동조절 현가장치개발
 - 차체 설계기술 개발
 - 전기 복합자동차 개발
 - 차체설계
 - 신소재 개발
 - 전기장치 설계
 - 제어장치 설계

V. 기술개발 전략

1. 우리나라에서 고성능 엔진기술을 개발해야 할 필요성

엔진기술은 한 나라의 기계공업 수준을 나타내는 고도의 기술집약적 기계로서 핵심원천기술이 확보되지 않고는 독자적 생산이 불가능한 복합적 기술제품이다.

자동차에 있어서 엔진이 차지하는 비율은 가격면에서 30~40%, 기술수준면에서 약80%로 추정될 정도로 중요한 단위기계이고, 근래 자동차 수출로 급성장하고 있는 자동차 산업의 경우 부가가치가 높은 엔진의 핵심부품과 이에 관련된 기술을 선진국으로부터 수입에 의존하고 있으므로 수입대체와 수출 증대 및 기술의 선진화를 위해서 엔진기술의 개발이 절실히 요구되고 있다.

선진국 엔진의 기술 수준은 고성능 엔진 기술 수준을 지나 미래형엔진 기술을 개발하는 방향

으로 진행중에 있고, 우리나라와 기술 경쟁국인 멕시코, 브라질, 대만의 경우 전반적으로 엔진을 기술도입과 설계도 구입을 통하여 국산화 중이고, 특히 엔진기술의 후진국인 인도, 중공의 경우 그들의 국내시장의 큰 이점을 활용한 양산 체제로 기술축적과 국산화중에 있어 우리나라에 경쟁적인 상대로 부상하고 있다. 우리나라의 기술 동향은 증가하는 자동차 산업에 힘입어 산업계, 학계, 연구소등 기술 분할을 통하여 엔진기술 개발을 적극 추진중이지만 핵심원천 기술부족이 엔진기술의 선진화에 장애물로 남아 있으므로, 엔진기술의 선진화를 위하여 정부의 지원하에 産.學.研 공동으로 핵심원천기술을 정립하여 90년대 중반까지는 현재 선진국의 기술수준인 고성능 엔진 기술수준까지 도달하고 2000년대에는 미래형엔진 기술을 개발하여 엔진기술의 선진화를 이룩하여야 한다.

2. 고성능 엔진기술개발의 단계적 목표 (표3 참조)

3. 고성능 엔진기술개발 방법

고성능 엔진 기술을 정립하기 위하여는 연구

産.學.研의 역할분담

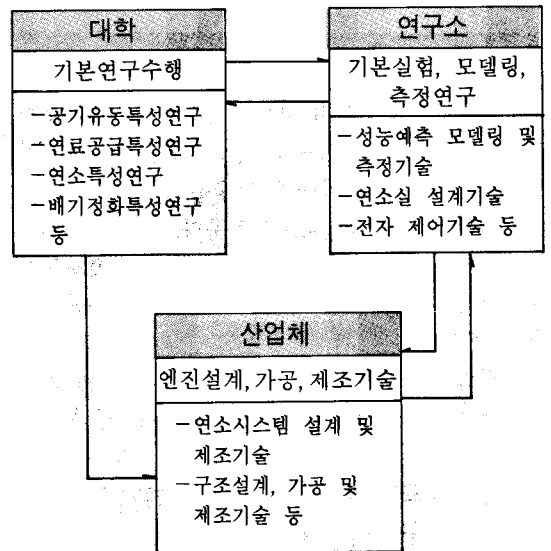


표.3) 고성능엔진 기술개발의 단계적 목표

단 계	핵심기술확립	응용기술확립	고성능엔진기술완성	미래형엔진기술연구
기 간	1989~1993	1994~1997	1998~2000	2000~
목 표	핵심원천기술국내 전문화 확립	핵심원천기술 산업체 보급	· 고성능 엔진 종합기술완성 · 고성능 국산엔진개발	미래형 엔진개발
내 용	· 가솔린엔진 연소시스템 · 디젤엔진 연소시스템 · 흡배기 시스템 · 전자식 엔진조절 · 배기공해가스감소 · 출력해석 · 엔진성능 계측 및 시험	· 시제품 엔진설계 · 시제품 엔진제작 · 시제품 엔진시험 및 보완 · 핵심원천 기술완성 · 엔진종합 기술개발 · 미래형 엔진조사연구	· 배기공해가스 선진국 규제 만족 · 선진국 수준의 성능 · 신기술 응용 · 미래형 엔진기술 연구	· 스테어링엔진 · 수소엔진 · 세라믹엔진

소와 학계에서 핵심원천 기술연구를 하여 核心技術을 확립하고, 연구소와 산업계에서는 핵심원천기술을 이용한 고성능 엔진 시제품을 제작하면서 해당기술을 산업체에 보급하면서 이에 대한 응용기술을 확립케한후 산업계에서는 각 기업의 특성에 맞는 국산 고성능 엔진을 개발하면서 고성능엔진 기술을 産學研공동으로 완성한다.

VI. 결 론

엔진은 기술적·경제적 기계공업의 핵심분야이고,

미래지향적 첨단기술의 복합제품이므로, 産學研 공동으로 국가적인 차원에서 중점적으로 기술을 개발하여야 한다.

엔진의 설계 요소의 핵심기술은 학교와 연구기관이 주관하여 개발하고, 엔진시스템 설계기술은 연구기관과 산업체가 협력하여 개발 한후 산업체에서 국산엔진을 개발하면서 고성능 엔진기술을 정립하여 엔진기술의 선진화를 이룩하고 2000년대에는 미래형 엔진 기술개발연구를 수행하여 선진국과의 기술 격차를 줄여가면서 21세기의 고도선진 사회 진입을 대비해야 한다.