

항공기 엔진산업의 특성과 현황

서울대학교 항공우주공학과 교수 이동호



서론

우리나라 항공산업은 이제까지 민항기 및 군수기의 창정비 수행, 정부의 군용기 수요를 중심으로 하는 단속적인 정부조달 프로그램의 수행, 그리고 보잉사, MD사, 에어버스사 등 선진 항공기 제조사의 부품 중심의 하청생산 공급 등에 주로 의존하여 발전되어 온 바, 우리나라 항공산업은 완성도가 극히 낮은 해외의존적 산업 구조로 이루어져 있다.

최근 우리나라 항공산업은 군전투기사업(KFP), 중형항공기사업, 초고등훈련기사업 및 다목적헬기사업 등의 대규모 국책개발사업의 착수 및 계획 추진과 더불어 크게

활기를 띠고 있다. 특히 정부는 2,000년대 중반까지 항공산업을 세계 10위권 내에 진입시킨다는 목표를 골자로 하는 '항공산업 장기발전계획'을 수립 발표하는 등 강력한 항공산업육성의 의지를 나타내고 있어, 바야흐로 우리나라 항공산업은 뚜렷한 도약의 기회를 맞이하고 있다.

그러나 위에 열거한 여러 가지 사업이 성공적으로 수행된다 하더라도 대부분의 소재, 부품, 엔진 등 주요 구성품을 외국으로부터 수입하여 국내에서 완제품을 조립하는 것에만 만족한다면, 동산업의 완성도는 매우 낮은 수준에 머물 수밖에 없게 되며, 부가가치의 대부분이 해외로 누출되게 될 것이다. 그리고 기대되는 파급효과 및 부가가치 유발효과가 매우 제한적인 수준에 그칠 것으로 전망된다.

따라서 항공산업의 완성도를 제고하고, 그 부가가치의 많은 부분을 국내에 잔류시키며, 나아가서 동산업의 발전과 더불어 인근 연관 산업에의 기술파급 효과를 가져오기 위해서는 기체는 물론 엔진산업을 병행, 발전시켜 종합적 항공산

업국가가 발돋움할 수 있도록 해야 할 것이다.

이에 따라 이 글에서는 항공기 엔진산업의 특성과 세계의 엔진산업 현황을 살펴보고, 이의 문제점을 분석함으로써 앞으로 바람직한 국내의 항공기 엔진산업의 발전 방향을 모색하는데 도움이 되고자 한다.

항공기 엔진기술의 특성

▶ 국내 기술의 첨단, 고도화

현재 각국은 경제적 우위를 선점하기 위해 최첨단 기술개발에 막대한 연구비를 투자하고 있다. 이러한 첨단기술에 대한 국가의 지원정책을 살펴보면 국가 기간산업으로서의 필요성이 크고 관련산업에의 광범위한 기술파급효과가 예상되는 분야에 집중되고 있다. 이러한 산업의 대표적인 예가 항공기술이다. 항공기술은 여러 가지 첨단 기술중에서도 국내 산업의 첨단화와 고도화를 이끌 수 있는 기술로 우리나라가 21세기 최선진국 그룹(미국, 일본, 독일, 영국, 프랑스 등)에 진입하기 위해 개발 필요성

이 대두되는 기술이다.

▶ 선진 종합 항공산업국이 되기 위한 필수 핵심기술

현재 국내의 항공산업은 초기 단계에 머무르고 있다. 불과 십여년 전에 시작한 항공산업이 다른 나라들이 반세기이상 꾸준히 축적해 온 기술수준을 따라가는 것은 불가능하지만, 특유의 추진력과 정책적 지원으로 인해 놀라운 성장을 보이고 있다. 그러나 현재의 항공산업은 단순한 기초부품 생산 및 면허 조립을 하는 수준에 머무르고 있는 것도 간과할 수 없는 현실이다. 선진 종합항공산업국가가 되기 위해서는 항공기의 골격인 기체뿐만 아니라 항공산업의 심장부라 할 수 있는 추진기관인 엔진을 개발하여야 한다. 항공기의 엔진을 자체적으로 개발하고, 완제품을 만들 수 있을 때, 진정한 항공산업국가로 발돋움할 수 있다는 것이다. 따라서 후발 항공산업국가로 도약하려는 현 시점에서 항공산업에 있어 핵심이라 할 수 있는 항공기엔진을 자체적으로 개발할 필요성이 대두되고 있다.

▶ 자주국방의 핵심기술

항공기 엔진개발은 남북이 대치되어 긴장상태에 있는 우리의 현실을 감안하면 그 필요성이 대단히 크다. 항공기 엔진개발은 국산 전

투기 및 훈련기, 수송기, 헬기 등 군용기의 자체 생산과 순항미사일, 고속전투함, 고성능 탱크 등의 국방산업에 영향을 끼치게 됨으로써 자주국방의 토대를 마련할 수 있는 기회를 제공할 것이다. 자국의 이익을 위해서는 우방의 개념조차 모호해지고 있는 현재에는 독자적인 자주국방의 태세를 확립해야할 필요성이 점점 커지고 있다. 또한 최근 세계 각국에서 국지적으로 벌어졌던 전투를 돌이켜 볼 때, 전쟁터가 최첨단 무기의 전시장이 되어버리고 있다는 것을 알 수 있다. 즉, 군대의 규모는 더 이상 군사력의 척도가 될 수 없다는 것이다. 누가 어느정도의 성능을 가진 최첨단 무기를 개발하고 소유하고 있느냐가 전쟁의 승패를 가름하는 지표가 되고 있다는 것이다. 이러한 최첨단 무기를 개발하고 생산하는데 핵심 기술인 항공기 엔진개발은 자주 국방의 기틀이 될 수 있다.

▶ 수 많은 관련산업에의 광범위한 기술파급효과

한편으로 항공기 엔진개발에 따른 관련산업에의 광범위한 기술파급효과는 항공기 엔진개발로써 예상되는 여러 가지 효과중 매우 중요한 것이다. 항공기 엔진개발은 자동차 산업에 있어 차세대 자동차 엔진인 터보제너레이터 개발의 시발점이 될 수 있으며, 고속전철산

업과 초고속선에 있어서는 경량 터빈 엔진의 독자적 개발은 물론 미래형 첨단 열병합 발전설비에 있어서 발전용 터빈 개발의 기반이 될 것이다. 이상과 같이 항공기 엔진 개발은 관련된 교통, 에너지 산업에 미치는 파급효과가 지대하게 예상된다.

▶ 초정밀, 고성능기계 및 재료 산업의 핵심 원천기술 고도선진화에 기여

항공기 엔진 개발은 초정밀, 고성능기계 및 재료산업의 핵심 원천기술 고도선진화에 선도적 역할을 할 수 있다. 이와 관련된 분야를 살펴보면 수만 rpm의 초고속 회전기계, 레이저가공과 플라즈마 코팅과 같은 특수가공 신기술, 블레이드 성형과 같은 정밀주조, 고온 터빈 블레이드와 연소실 그리고 노즐 재료와 같은 내열 특수강, 복합재료 초대형 팬 블레이드와 세라믹 재료와 같은 비금속 신재료기술, 엔진시스템 제어와 같은 다중 신뢰도 전자제어기술, 그리고 시스템의 설계와 가공, 제작 및 조립 등 부품 수십만개가 복합적으로 구성되는 시스템 엔지니어링기술 분야와 고온연소, 저속 및 초음속, 지상 및 초고공 환경 등의 고난도 성능 시험 및 평가기술 등이 있다.

이상의 예에서 볼 수 있듯이 항공기 엔진 개발로 광범위한 부수적

효과를 기대할 수 있다. 즉 항공기 엔진개발은 항공기 엔진이라는 하나의 상품에만 국한되는 것이 아니라 기계, 소재, 전자 및 시스템공학 등 산업전반에 걸쳐 지대한 영향을 미치고 있다. 현재 항공기 엔진에서부터 항공기 전체조립 생산에 이르기까지 전체적인 공정을 자체적으로 수행하고 있는 나라는 극소수에 불과한 실정이다. 항공산업에 뛰어들든 대부분의 국가들은 이들 국가로부터 기술을 이전받아 면허조립생산 혹은 기초적인 부품생산 정도에 참여하고 있는 실정이다. 즉 많은 부분에서의 부가가치가 항공기 시스템 전체(기계 및 엔진)를 개발한 나라에 귀속되고 있다는 것이다. 따라서 국내에서 진행되고 있는 기초 부품생산 및 조립과 같은 단순공정을 가지고는 항공산업에서 기대되는 경제적 이익이 한정될 수밖에 없다.

항공기 엔진산업의 특성

- ▶ 제품 특성
 - (1) 고가성 및 고부가가치성
 - (2) 고기술성, 복합성 및 호환성 요구
 - (3) 규모의 경제
 - (4) 기술 독점
- ▶ 시장 특성
 - (1) 비가격경쟁성
 - (2) 거래조건의 복합성 및 장기성

- (3) 시장집중성(기술적 공급독점 및 수요독점)
 - (4) 높은 진입 장벽
 - (5) 전략적 제휴 및 협력의 중요성
- 항공기 엔진산업은 기계, 전기, 전자, 화학, 소재 등 각 분야의 기술이 통합된 첨단 시스템산업으로서 고부가가치의 산업이며, 막대한 연구개발 및 시설투자가 소요되는 자본집약적 산업이기도 하다.
- 한편 항공기엔진산업은 기술파급 효과가 매우 높은 산업으로서, 이는 다음의 <표 2>에 정리되어있다

세계의 항공기 엔진산업 현황

▶ 세계의 항공기용 엔진 시장
독일은 항공기 엔진 분야에서 영

국과 함께 선도적 역할을 하였으나, 2차 세계 대전 이후 일본과 마찬가지로 10년 이상 등 분야에서 활동이 금지되었기 때문에, 전쟁이후 항공용 가스터빈의 발전은 영국을 중심으로 이루어졌다.

미국은 1941년에 휘틀(Whittle) 엔진을 장착한 항공기의 처녀비행 후 기술을 도입하였고, 그 후 거액의 정부자금을 투입한 결과 1950년대 말경부터는 그 기술수준이 오히려 유럽국가들을 능가하게 되었다.

한편, 항공기용 엔진의 개발·생산에 필요한 기술의 정밀도가 매우 높아져 장기간의 개발기간과 막대한 자금 및 풍부한 경험 등이 불가피하게 요구되게 되었다. 이에 따라 영국에서는 기업의 통합·집중화, 미국에서는 선별화의 과정을

<표 1> 항공기 엔진 산업의 특성

특 성	내 용	비 고
고가성, 고부가가치성 고기술성 규모의 경제 기술독점	첨단기술의 종합제품 기술집약 산업 자본집약 사업 선진 기술이전 기피	기계, 전기, 전자, 화학, 소재산업의 종합 다량의 데이터베이스 구축 필요 대형시험장비 및 막대한 개발비 극소수의 선진업체 기술보유

<표 2> 항공기 엔진 산업의 기술파급효과

분 야	적용기술	파급산업	상 품
시스템종합	설계, 성능평가	가스터빈 전산업	각종의 산업용, 선박, 탱크용, 가스터빈
압축기	정밀주단조	터보 기기류	산업용 압축기, 터보펌프, 고효율팬
연소기	재료기공, 고효율 연소기	자동차, 보일러산업	고온고압연소기, 고효율 보일러
터빈	정밀주단조, 냉각	자동차, 기계산업	자동차, 터보기계
엔진제어	최적연료제어	자동 제어산업	로봇, 공장자동화
기어박스	회전체 구조설계	초정밀기계산업, 산업기계, 자동차	고속고온 특수베어링, 초정밀 변속기
소재	특수소재 기공	정밀기계, 소재산업, 방위산업	정밀기계, 특수소재

거치는 등 세계적으로 항공기엔진 업계는 과점화의 추세를 밟게 되고, 다시 최근에는 수요의 안정적 확보와 기술, 막대한 개발자금의 확보측면에서 국경을 초월하여 다수의 기업들이 공동개발 및 생산에 참여하여 개발위험의 분산을 도모하고 있다.

특히 선진 주요업체간의 전략적 제휴와 통폐합이 진행되고 있어 선진업체의 시장장악이 더욱 심화되고 있다.

엔진시장은 신뢰도, 연료효율성, 무게대비 추력, 환경규제(공해물질 및 소음감소)의 4가지 기술적 요소가 가장 중시되고 있으며, 성능과 신뢰도 양면이 민수시장과 군수시장 모두에서 강조되고 있다.

이를 위해 항공기용 엔진업체들은 최신기술에 의한 최적설계와 첨단소재를 적용한 고효율 엔진을 개발하고 있으며, 제조공정을 획기적으로 개선하고, 파생형 엔진 개발(예 CFM56 family)로 개발비용을 절감하는 등 가격경쟁력 향상에 주력하고 있다.

세계 항공기용 엔진시장은 항공

기용 엔진산업의 고도 기술 자본 집약 특성으로 인해 소수의 선진국 업체들이 지배하고 있다.

터보팬 엔진은 세계 항공기용 엔진시장(약 200억 달러, 1993)의 80%를 점유하고 있고, 이중 P&W, GE, CFM Int'l(GE/SNECMA), RR 등 4개사가 80%를 차지하고 있다.

현재 대표적 엔진제작업체는 미국의 P&W사와 GE사, 영국의 RR사, 프랑스의 SNECMA사와 Turbomeca사, 독일의 MTU사 및 이탈리아의 Fiat사 등이다. 이들 업체의 1992년도 매출액 합계는 약 312억 달러이고, 세계 3대 엔진제작업체인 GE, P&W, RR의 점유율이 약 74%를 차지한다. 일본은 IHI, MHI, KHI 등으로 이들 3사의 1992년도 매출액 합계는 1,750 억엔으로 세계 전체 비중의 약 6%를 차지한다. 기타의 엔진제작업체로서는 소형엔진 부문에서는 미국의 Allison사, Allied Signal사, Williams Int'l 사 등이 있다

주요 엔진제작업체는 미소냉전

체제의 종료 후 국방 관련 시장에서의 군수 감소에 따라 각사별로 민수로의 전환 확대를 추진 중인 한편, 기술면에서는 차세대 항공기 개발 요구를 만족시키는 신기술 개발을 겨냥해서, 새로운 재료나 새로운 제조방법을 중심으로 앞으로 개발하려는 엔진의 기술 목표를 연료 효율성, 환경 보전성 등의 추구에 두고 있다.

민간용의 중형엔진급에서는 GE사와 SNECMA사의 공동개발로 CFM56 엔진 시리즈와 RR사, P&W사, MTU사, 일본의 엔진 3사, Fiat사 등 5개 국가가 공동개발한 V2500 엔진 등이 수요의 중심을 이루고 있다. 또 연평균 5~6% 증가가 예상되는 항공운송수요와 과밀한 공항문제 등의 이유로 광폭동체 여객기의 비중이 커져 대형엔진이 필요하게 됨에 따라, GE사의 GE90엔진과 RR사의 Trent 엔진 등 추력 약 40톤, 바이패스비 6.5~9의 초 고바이패스비 초대형 엔진이 개발 완료되었다.

국제 협력의 현황

(표 3) 선진 주요업체간의 전략적 제휴와 통폐합

구 분	사 례
공동개발사업	-PW4000(P&W의 10개국) -EJ200(RR의 3개국) -GE90(GE의 4개국)
전략적 제휴	-IAE (P&W(미)/MTU(독)/MHI(일)합작사, V2500개발) -CFM Int'l (GE(미)/SNECMA(프)합작사, CFM엔진개발) -RR(영)/BMW(독)합작사 BR700엔진 개발
통 폐 합	-Allied Signal사(미)의 LYCOMING인수 -RR사(영)의 ALLISON(미)인수

항공기 엔진은 개발시 막대한 초기 자금 소요 및 자본 회수 기간의 장기화로 업체간 협력이 보편화되고 있는 추세에 있다. 또한 개발 대상 엔진의 시장, 자본, 기술 분야를 고려하여 업체간 전략적으로

〈표 4〉 주요 항공기엔진 제조업체 현황

구분	1988	1989	1990	1991	1992	1993	시장점유율
GE	8,305	9,468	10,943	10,641	9,332	7,137	30.7
P&W	8,133	9,645	10,558	9,660	8,790	6,608	27.8
RR	4,504	4,646	6,047	4,846	4,792	3,573	15.0
Snecma	2,207	2,908	3,716	3,457	3,238	2,131	9.0
Turbomeca	492	512	633	657	575	450	1.9
MTU	1,070	1,315	1,526	1,361	1,407	927	3.9
Fiat Avio	693	916	1,165	1,191	1,268	966	4.1
IHI	953	1,080	1,097	1,207	1,187	1,205	5.1
MHI	133	153	159	248	281	338	1.4
KHI	428	490	262	288	285	289	1.2
계	26,918	31,133	36,201	33,556	31,155	23,804	100.0

자료 : 일본항공우주공업회, 세계의 항공우주공업, 1995.
주 : 1.P&W사에는 P&W Canada사를 포함함. 2. 시장점유율은 1993년도 기준임.

공동 개발을 추진하고 있다. 〈표5〉에 항공기 엔진의 국제 공동 개발 사례가 나타나 있다. 우리가 주목해야 할 점의 하나는 일본의 국제공동개발 참여 현황이다. 일본은 정부지원으로 확보한 독자적 완제 엔진 개발능력을 기반으로, '88년 V2500엔진 사업 참여 이후 PW4000등 거의 모든 대형 여객기용 엔진 사업은 물론 차세대 초대형 엔진을 GE가 추진하는 GE90 사업 및 경쟁적 위치의 RR 주도로 개발중인 Trent800 사업에도 동시에 참여하고 있다는 사실이다.

GE는 경쟁사인 P&W 및 RR과의 치열한 경쟁에서 이기기 위하여 유럽에 위치한 SNECMA와 전략적으로 제휴하여 CFM Int'l사를 설립함으로써 유럽시장에서의 확고한 우위를 점하게 되었다. 이를 계기로 GE는 세계 제 1위의 항공기 엔진 제조업체로 도약하게 되었으며, 동시에 SNECMA는 세계

제 4위의 항공기 엔진 제조업체 지위를 확고히 유지하게 되었다. GE와 SNECMA의 제휴방식은 엔진 core부분의 생산은 GE가 담당하고 SNECMA는 core를 제외한 기타 부분의 생산을 전담하고 있다. SNECMA의 경우 규모는 GE에 비하여 상대적으로 작은 회사였지만 이미 독자적인 항공기 엔진 개발 능력을 확보하고 있었으므로 GE와의 전략적 제휴를 통하여 세계적인 항공기 엔진 생산업체로 성장할 수 있었다.

한편 영국의 RR는 GE, P&W 및 CFM Int'l의 시장 확보공세와 신규 초대형 터보팬 엔진개발에 따른 막대한 자금난에 부딪쳐 파산 직전의 어려움에 처하게 되었다. 이때 독일의 BMW는 자동차 사업을 통하여 막대한 자금력을 축적하고 신규 첨단 산업분야인 항공산업 분야에 진출하고자 하는 강력한 의지를 갖고 있었다. 이러한 상호 필요성에 의하여 설립된 BMW-RR사는 RR사의 항공엔진 기술과 BMW사의 자동차 사업으로 부터의 자금력 및 기술력을 바탕으로 신기술을 적용하여 현재 중급 엔진에서 가장 경쟁력 있는 BR-700 계열 엔진을 생산하게 되었다.

결 언

다가오는 21세기에는 한국의 산업을 첨단, 고도화하고 항공기산업의 완성도를 제고하며, 자주국방의 핵심기술을 확보하여야 한다. 또한

〈표 5〉 항공기엔진의 국제공동개발사업 현황

형식승인	엔진	업체(국적)	탑재기종
1972	Adour RB-172	RR(영), Turbomeca(프)	T-2/F-1, Jaguar
1975	Olympus	RR(영), Snecma(프)	Concorde
1978	RB-199	RR(영), Turbo Union(프)	Tomado
1979	CFM 56	GE(미), Snecma(프)	DC-8, B737, A320/340
1988	V2500	P&W(미), RR(영), MTU(독), Fiat(이), 항공기엔진협회(일)	A320/321, MD-90
1994	EJ 200	MTU(독), Fiat(이), RR(영), ITP(서)	Eurofighter
1994	PW 4000	P&W(미), MTU(독), Fiat(이), MHI(일), KHI(일), 삼성(2%)	B747/767-777, A300/310, MD-11
1995	GE 90	GE(미), SNECMA(프), IHI(일)	B777
1995	Trent 800	RR, BMW-RR, IHI(일), KHI(일)	B777

〈표 6〉 민간항공기용 엔진업체의 주요 제휴관계

엔진프로그램	업체	제네럴일렉트릭	프랫앤휘트니	얼리이트시그널	앨리스엔진	윌리엄스인터내셔널	프랫앤휘트니캐나다	롤스로이스	스네크마	터보메카	다이하틀러벤츠/MTU	BMW/RR	피아르	일본항공기엔진협회	IHI	KHI	MHI	상하이엔진	싱가포르에어스페이스
	CF6-50		R	○					○		○								
	CF6-80A		R	○					○		○								
GE	CF6-80C2		R	○					○		○		○						
	CF6E1		R	○					○		○		○						
	GE90		R	○					○				○						
	GE36	F		○					○										
	JT8D-200		R		○						○								
	JT9D		R		○										△		△		
P&W	PW2037/2040		R		○						○		○		△				
	PW4000		R		○								○		△	○	○	○	○
	PW4084		R		○						○		○		△	○	○	○	○
	ADP		R		○						○		○						
	TAY620/650		R					○											
	TAY670		R					○				○	○						
RR	RB211-524B/C/D		R					○							△	△			
	RB211-524G/H		R					○							○	○			
	TRENT700		R					○				○			○	○			
	TRENT800		R					○				○			○	○			
MTU	CRISP		R		○						○		○						
P&WC	PW305		R				○				○								
CFE Co.	CFE738	F		○	○									○	○	○	○		
IAE	V2500	F			○				○		○		○						
CFMI	CFM56	F		○						○		○							
BMW RR	BR700	F							○			○							
P&W/Allison	578-DX	F			○	○													
P&W/MTU	MTFE	F			○						○								
GE/SNECMA	CFM88(M123)	F		○					○										
	M45H	F		○					○										
Williams/RR	FJ44	F				○	○												
RR/SNECMA	OLYMPUS593	F				○	○												

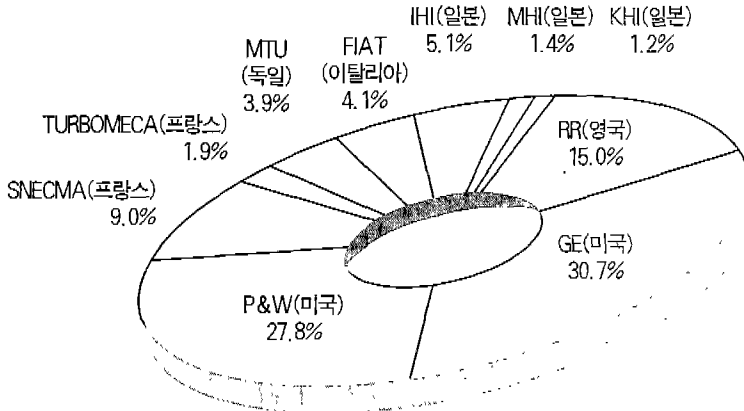
자료 : 일본항공우주공업회, 세계의 항공우주산업, 1995.

주 : 1. ○ : 공동참여, △ : 허청 2. R : Risk Sharing 방식, F : Full Partner 방식

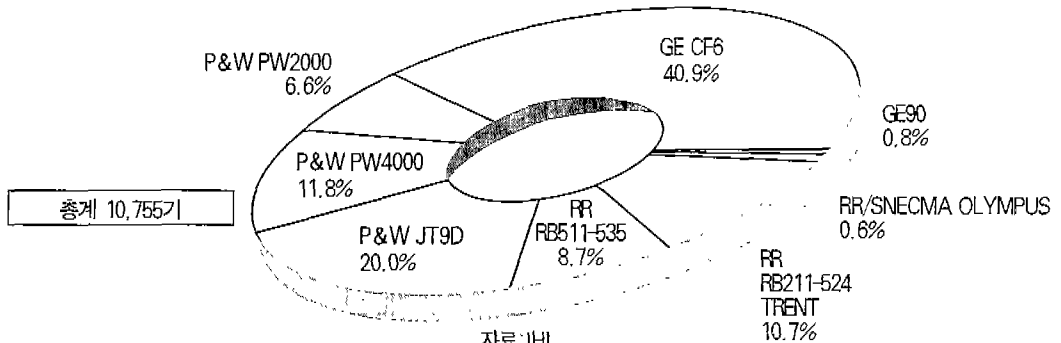
수 많은 연관산업에의 기술파급 효과를 가져올 수 있도록 하기 위해

서는, 기체는 물론 엔진산업을 병행, 발전시켜, 21세기 우리가 목표

하는 선진 항공산업국가로 발전할 수 있도록 하여야 할 것이다.

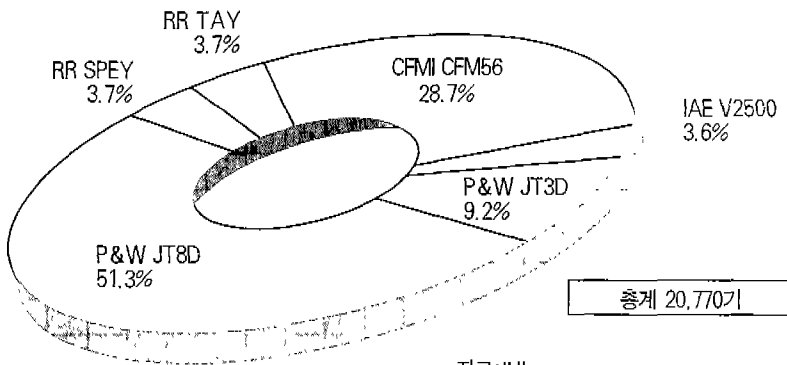


〈그림1〉 세계 주요 엔진제작업체의 매출액 비중(1993년) 엔진 부문 매출액



자료: IHI 주: 1995년 1월 현재 취항 중 또는 확정수주(Firm Order)

〈그림2〉 민간용 대형 제트엔진의 시장점유율



자료: IHI 주: 1995년 1월 현재 취항 중 또는 확정수주(Firm Order)

〈그림3〉 민간용 중형 제트엔진의 시장점유율