

산업용 가스터빈 발전동향

김재철 · 손정락 · 차정환

Review of Industrial Gas Turbine Development

Jay-Chul Kim, Jeong-Lack Son and Jeong-Hwan Cha



- 김재철 [삼성항공(주) 항공우주연구소 엔진개발실]
- 1948년생
- 기계공학을 전공하였으며, 항공용 및 산업용 엔진개발에 관심을 두고 있다.



- 손정락 [삼성항공(주) 항공우주연구소 엔진개발실]
- 1958년생
- 기계공학을 전공하였으며, 가스터빈 엔진 및 터보기계의 공력 연소 설계에 관심을 가지고 있다.



- 차정환 [삼성항공(주) 항공우주연구소 엔진개발실]
- 1965년생
- 항공공학을 전공하였으며, 엔진의 성능해석에 관심을 가지고 있다.

1. 머리말

그 세기 들어 가스터빈 엔진이 실용화되기 시작한 후 1·2차 세계대전을 거치면서 항공기 추진기관으로서의 기술적 진화가 활발히 이루어져 오고 있다. 최근 항공기용 가스터빈 엔진은 100,000 LB급의 초대형 추진기관으로 발전되기에 이르렀고 사용연료의 효율성 및 안정성이 크게 향상됨으로써 기술적으로 더 이상 개선의 여지가 거의 없을 정도의 수준에 도달했다고도 볼 수 있다. 이러한 추세와 병행해서 최근 분산형 발전설비의 개념이 전 세계적으로 활발하게 응용되고 천연가스를 이용한 열병합 발전단지의 건설추세에 따라 발전설비용으로서의 가스터빈 응

용이 증가되는 추세에 있다. 또한 일본을 중심으로 가스터빈의 장점을 이용한 비상용 발전설비의 사용이 보편화되고 있다. 이 글에서는 발전설비용 산업용 가스터빈의 시장동향을 분석하고, 이에 관련된 소요기술 발전추세를 소개하며, 마지막으로 국내의 산업용 가스터빈 개발현황을 기술하고자 한다.

2. 산업용 가스터빈 시장동향

가스터빈 엔진의 주용도는 당초 항공기용 추진기관이었으나 최근 세계적인 항공산업의 불황에 따른 수요감소의 영향으로 그 수요가 점차 줄어들고 있는 실정이다. 그러나 이와 반대로 그림 1에서 볼 수 있는 바와 같이 산업용 가스터빈 시장은 증가추세를 보이고 있

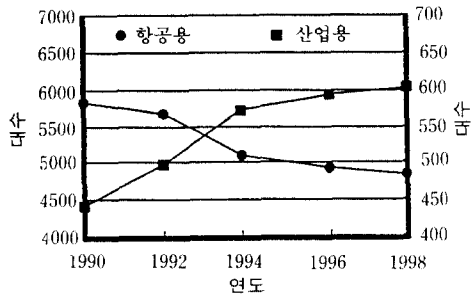


그림 1 항공기 및 산업용 가스터빈 시장전망

으며, 향후 심각한 환경문제를 해결하고 에너지의 효율적인 활용에 대한 관심이 증가됨에 따라 지속적으로 증가될 전망이다. 이와 함께 항공기용 가스터빈의 세계적인 3대 회사인 General Electric, Pratt & Whitney, Rolls-Royce도 산업용 가스터빈 시장참여를 서두르고 있으며, 이중에서도 General Electric이 항공기용 엔진 코어를 이용한 파생형 및 독자 산업용 엔진모델을 이용하여 산업용 가스터빈 시장을 상당부분 점유하고 있다. 또한 Rolls-Royce 및 Pratt & Whitney도 대형 항공기용 엔진을 개조한 파생형 엔진을 이용한 시장참여를 서두르고 있는 실정이다. 물론 항공기용 가스터빈도 최근 100인승을 전후한 중급 항공기 개발의 활성화와 대부분 항공기의 엔진 노후가 문제시될 시점인 금세기 말과 21세기 초에 가서는 시장이 급격히 증가될 전망이며, 위의 3대 회사를 비롯한 세계적인 가스터빈 회사들이 국제 공동개발 및 합작사업(joint venture) 형태로 이를 위한 준비를 하고 있는 실정이다.

산업용 가스터빈의 주 용도는 크게 나누어 발전용, 선박용 및 기계구동용으로 구분될 수 있다. 그림 2에서와 같이 이중에서도 발전용으로의 용도가 대다수를 점하고 있으나 가스터빈이 가지는 기계적인 특성을 이용한 선박 추진기관용이나 가스 라인 펌핑(gas line pumping) 등 특수 기계구동용으로도 많이 응용되고 있다. 특히 최근들어 대형

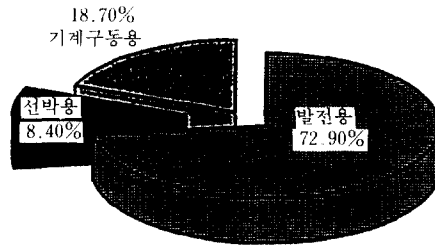


그림 2 산업용 가스터빈 엔진 용도별 시장현황

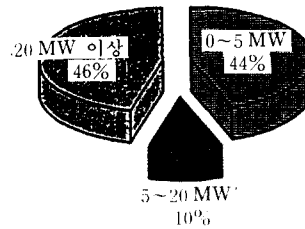


그림 3 산업용 가스터빈 엔진 출력규모별 시장현황

LNG 수송선박의 수요가 급증함에 따라 이러한 대형선박의 자체 발전 설비로도 사용되고 있는 실정이다. 발전용 가스터빈의 경우 20MW급 이상 대형 발전설비 시장 점유율이 46%로서 절반 정도를 차지하고 있고(그림 3 참조), 이 분야의 시장은 향후 더욱 확장될 전망이며, 특히 앞서 언급한 항공기용 가스터빈 전문업체들의 적극적인 참여가 예상되는 금세기 말경에는 기존의 시장점유 업체, 즉 ABB, Westinghouse 등과 함께 치열한 경쟁을 벌일 것으로 예상된다. 또한 대형 발전설비 시장에서는 Mitsubishi, Hitachi 등 일본 업체들의 약진을 주의깊게 관찰할 필요가 있으며, 특히 Mitsubishi의 경우 Westinghouse로부터의 면허생산부터 시작하였으나 최근에는 기술을 역수출하는 단계에 이르고 있다. 5MW급 이하의 소형엔진 시장도 44% 정도로서 역시 비교적 큰 시장을 갖고 있으며, 이는 주로 단위 건물의 비상용 발전설비, 병원, 호텔, 백화점 등 소규모 열병합 발전설비 등의 시장을 갖고 있으며, 특히 유

럽 및 일본지역에서의 시장이 상당히 활발한 편이다. 이 분야의 시장은 유럽의 경우 영국의 European Gas Turbine, 미국의 경우 Solar Turbine 등이 활발한 편이며, 특히 일본의 경우에는 Kawasaki, Yanmar, Mitsui 등 여러 회사들이 경쟁을 벌이고 있으며, 이들 회사들은 한국시장에도 많은 관심을 보이고 있고, 현실적으로 국내에 설치된 5 MW 이하의 가스터빈중 대부분은 일본에서 수입되어 설치되고 있는 실정이다.

해외의 경우 분산발전 및 단위전물의 단독 발전을 정부차원에서 장려하고 있으며, 심지어 단독 발전설비를 활용하여 전기를 사용한 후 잉여 전기가 있을 경우에는 정부 혹은 공공사업체에서 역으로 구매하고 있다. 국내에서의 가스터빈에 관련된 기술투자를 촉진시키기 위해서는 이 분야 시장활성화가 우선되어야 하며, 이를 위해서는 외국의 경우와 같이 에너지 공급정책을 통한 시장육성이 우선시급하다고 볼 수 있다.

3. 산업용 가스터빈 기술추이 분석

3.1 성능추이 분석

가스터빈 엔진 성능은 일반적으로 출력(output power)과 열효율(thermal efficiency)로 나타내어질 수 있다. 이중에서도 열효율은 엔진의 에너지 소모량과 직결되므로 성능을 판단할 때 매우 중요한 변수 중에 하나이다. 그림 4에서와 같이 일반적으로 열효율은 출력이 증가함에 따라 증가하며, 5 MW 이하의 소형엔진의 경우 30% 이하, 대형엔진의 경우 40% 정도에 달한다. 최근 열효율을 높이기 위한 기술적인 노력이 세계적으로 활발히 진행되고 있으며, 이는 압축비가 높은 압축기의 개발, 완전연소 연소기개발, 터빈 입구온도가 높은 터빈의 개발노력으로 대략적으로 분류될 수 있다. 이중에서도 터빈 입구온도의 상승은 엔진 성능을 향

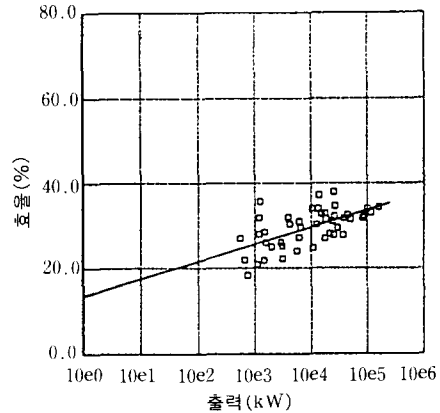
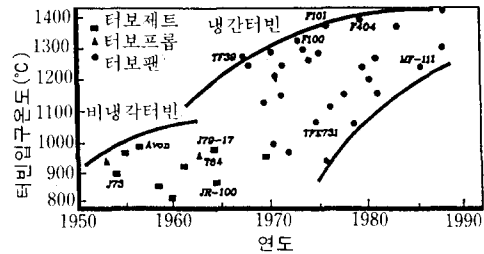
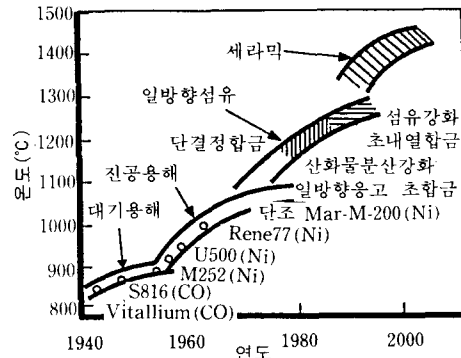


그림 4 산업용 가스터빈 출력에 따른 열효율 분포



(a) 터빈입구온도 발전추이



(b) 소재개발추이

그림 5 터빈 관련 기술발전 추이

상시키는 데 결정적인 역할을 하고 있으며, 항공기 및 산업용 엔진 모두 이를 상승시키기 위한 기술적인 노력이 활발히 진행되고 있다. 그림 5 에서와 같이 터빈입구온도는

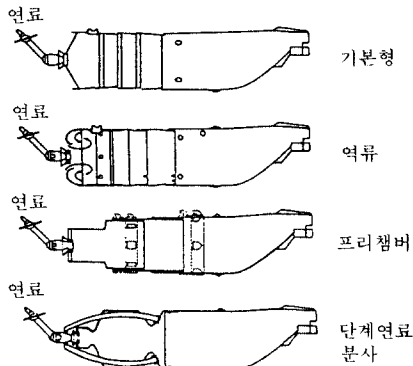


그림 6 연소기 발전추이

됨에 따라 가스터빈 엔진의 배기가스내 공해 물질(특히 NOx)의 함유량이 엔진의 성능을 나타내는 주요 변수로 사용되고 있다. 배기가스의 공해물질을 줄이기 위한 노력은 연소기의 개발을 통하여 이루어지며 이를 위하여 그림 6에서와 같이 여러 종류의 연소기가 기술적으로 진화되어 오고 있다. 특히 저공해 연소기 개발의 경우 지금까지는 산업용 엔진에만 해당되는 사안이었으나 최근 유럽을 중심으로 항공기용 엔진에도 강력한 공해 규제법이 적용됨에 따라 항공기용 엔진에도 저공해 연소기의 개발 필요성이 급속히 부각되고 있다.

지난 40여 년 동안 약 600°C 이상 상승하였으며, 이는 터빈 내부냉각 기술의 발달과 터빈 사용소재 및 재조방법의 발달에 의해 이루어졌다. 최근들어 환경문제가 더욱 심각하게 대두

3.2 가스터빈 엔진 개발기술

가스터빈 엔진 개발기술은 크게 설계, 제

표 1 가스터빈 엔진개발 소요기술

구 분	분 야	주 요 기 술
설계기술	성 능	- 설계점 선정, 탈설계점 성능해석
	공력/열전달	- 유로설계, 유동해석 - 연소기설계, 연료분사장치설계, 연소현상 해석 - 2차 유동 유로설계, 열전달해석
	구조/재료	- 응력/진동 해석 - 소재선정, 수명해석
	시 스템	- 베어링선정 및 윤활시스템 설계 - 연료제어 시스템 설계 - 점화/시동 시스템 설계
제작기술	가 공	- 기계가공, 판금가공, 용접 및 특수공정 - 치공구설계, 공정설계 - 측정 및 치수검사
	주 단 조	- 정밀주조 (ceramic core), 정밀단조 - 금형설계 및 가공
설계기술	설 비	- 엔진시험 설비, 장비시험설비, 기본시험장비
	계 장	- 센서제작 및 장착 - 교정, 자료 처리
	시 험	- 시험계획 - 측정 - 결과분석

표 2 가스터빈 엔진 주요부위별 사용소재

엔진 주요부		사용소재
흡입부		- Al, 강
압축기	케이싱	- 강(410SS, AM355, BS1492, ASTM285C), Al, IN718
	반경류 임펠러	- 강(17-4PH), Ti합금
	반경류 임펠러	- 강(AISI303)
	축류 로터블레이드	- Ti-8Al-Mo-V, Incoloy 901, A286
	축류 스테이터블레이드	- Ti-6Al-4V, Inconel X-750, A286
연소기	케이싱	- 강(410SS, ASTM335, AM350), Ti, Nimonic75
	라이너	- Hastelloy X, Haynes188, Haynes25, Nimonic75, IN617
	스크롤	- Hastelloy X, Haynes188, Nimonic263, IN625
터빈	케이싱	- 강(AISI422, 13%Cr2%Ni)
	로터 블레이드	- Hastel X, IN706, IN906 IN783, IN792, IN718, IN939, IN713
	스테이터 블레이드	- MAR-M246, MAR-M421, MAR-M002, Udimet500, MM007, IN738LC, IN713, IN713LC, IN792, X-45, X-40, MAR-M509, Rene80, Nimonic90, N155, FSX414
	디스크	- Waspaloy, In718, Steel, Nimonic80A, Nimonic90, FV535
축		- IN706, 17-22AS, 4340 Steel, 2%Ni1%Cr Steel
베어링		- M50

작 및 시험기술로 구분되며 표 1에 나타낸 바와 같이 이에 소요되는 분야별 세부기술은 열유체분야, 소재분야를 비롯한 기계공학의 전분야의 기술로 구성되며, 이러한 다양한 기술을 종합적으로 활용하여야만 개발될 수 있는 시스템 개발기술로 정의될 수 있다. 이 중에서도 특히 내구성있는 엔진개발을 위해서는 소재개발이 타 기술과 함께 병행되어야 하며, 일반적으로 가스터빈 엔진 주요부위별 사용소재는 표 2와 같이 정리된다.

4. 국내 산업용 가스터빈 개발현황

4.1 국내 산업용 가스터빈 사업 추진 현황

지난 1990년도 과학기술처 대책연구과제로 "고효율 가스터빈 개발과제"가 선정되어 한

국과학기술연구원이 주관하고, 한국기계연구소 및 한국동력자원연구소 등 대책연구소와 서울대학교 등의 대학이 참여하여 연구개발 사업이 시작된 이후 국내에서 산업용 가스터빈 사업에 대한 관심이 급속히 증가되기 시작하였다. 특히 산업체의 경우 한국중공업이 General Electric의 협력하에 산업용 가스터빈 생산 및 판매사업에 착수하기 시작하였으며, 비슷한 시기에 한라중공업, 쌍용중공업 등이 해외 가스터빈 전문업체와의 협력을 통하여 산업용 가스터빈 사업에 참여하기로 결정하였다. 또한 최근에는 대한항공이 미국 UTC산하 TPM 사와의 협력을 통하여 항공기용 가스터빈인 PW4000 엔진의 산업용 엔진 패키지 사업 참여를 준비하고 있다.

삼성항공은 1991년부터 상공자원부와 과학기술처의 지원하에 "산업용 소형 가스터빈 개발"을 수행중에 있다. 본 과제는 국내

표 3 산업용 소형 가스터빈 개발과제 참여기관별 수행업무

구 분	기 관 명	역 할
개발총괄	삼성항공산업주식회사	-설계, 제작 및 조립, 시험
	한국로스트웍스	-터빈 블레이드 제작(정밀주조)
부품제작	천지산업	-압축기 임펠러 및 디퓨저 제작(정밀주조)
	한일단조	-터빈 디스크 제작(단조)
	화천기어	-기아박스 제작
	동서제어	-제어기기 제작
	한국항공우주연구소	-압축기/연소기 장비시험설비 및 기술제공
기반기술확보	한국기계연구원 창원분소	-가스터빈 소재 개발기술 제공
	생산기술연구원	-주조 기반기술 제공
기초연구	서울대학교 터보동력기계 연구센터	-설계데이터 확보를 위한 기초연구
	한국과학기술원	

산·학·연이 공동으로 참여하여 수행하고 있으며 참여기관의 주요 수행업무는 표 3에 기술된 바와 같다. 특히, 가스터빈과 같은 시스템 제품개발은 주관업체뿐만 아니라 국내 부품제조 산업의 기술적 뒷받침이 필수적이라는 상황 인식에 근거해서 주단조 부품을 비롯한 핵심부품을 개발할 수 있는 전문업체를 참여시킴으로써 향후 개발제품의 양산시의 고품질 핵심부품의 안정적 공급을 사전에 준비하고 있다. 뿐만 아니라, 본 개발사업에 소요되는 설비중 일부를 국가출연 연구소에 설치함으로써 명실상부한 산·학·연 공동개발체계의 모델을 제시하고 있다.

4.2 산업용 소형 가스터빈 개발사업 추진현황

본 과제는 1992년도에 착수하여 5년에 걸친 개발과정 이후 1996년도에 개발완료될 계획이다. 첫째인 1992년도에는 산업용 가스터빈의 시장조사, 기술조사 등의 사업 타당성 조사단계를 수행하였으며, 그 결과 개발대상 엔진의 목표 성능 및 시장확보 전략을 수립

하였다. 특히 이 기간 동안에는 국내 개발기술의 취약점을 보완하기 위하여 협력가능한 해외업체의 참여를 타진하기 위해 일본, 미국, 유럽 등의 가스터빈 전문업체와의 협상을 수행하였다. 그러나 이 협상 과정중 해외업체의 높은 기술력과 기술협력의 한계, 특히 핵심기술의 이전에 대한 한계 등을 실감하게 되었고, 그 결과 가스터빈 개발경험이 있는 러시아 기술인력을 국내로 유치하여 당

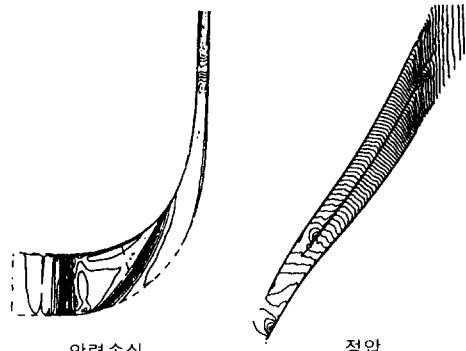
표 4 산업용소형 가스터빈 개발 주요사양

설 계 변 수	엔 진 사 양
용 도	소형열병합발전
사용연료	천연가스
출 력	1.2 MW
열 효 율	28.0%
회 전 수	27000 rpm
압 축 비	12.1 : 1
터빈 입구온도	1270 K
수 명	30,000 hr

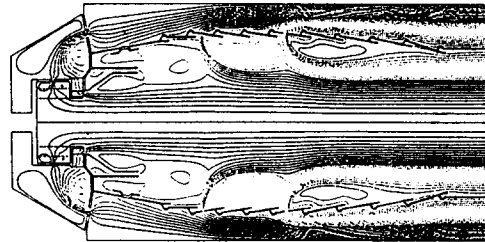
사주도로 개발하기로 결정하였다.

1993년도부터 본격적인 설계작업이 착수되어 1994년 말까지 완료될 예정이다. 표 4는 개발대상 엔진의 주요사양을 나타내고 있으며, 이러한 주요사양을 결정하기 전단계의 시장성 및 기술조사를 통하여 개발엔진이 출시된 1997년 이후 세계적으로 경쟁가능한 기종과 비교하여 기술적 경쟁능력이 있는 목표사양을 결정하였다. 개발대상엔진은 2단 원심압축기, 수직 원통형 연소기 및 3단 축류터빈으로 구성되어 있으며, 전체엔진의 개략도는 그림 7과 같다. 목표성능에 따른 주요사양이 결정되면 압축기, 연소기, 터빈 등 주요 구성부별로 기본형상 및 성능을 결정하기 위한 기본설계가 수행된다. 기본설계는 열유체역학적 성능을 도출하기 위한 유동라인들이 결정되고, 각 부위별 사용소재가 결정되며, 구조설계를 통하여 각 부위별 구조적 특성이 점검된다. 이러한 과정은 다시 기본사양 및 타 구성부와의 조화여부를 판단하기 위한 사이클 해석과정과 연결되며, 최적설계가 이루어질 때까지 수차례의 과정이 반복되어 수행된다. 기본설계를 포함한 전체설계과정중 가장 중요한 것은 이전의 개발경험을 통하여 확보된 신빙성있는 데이터 베이스의 확보와 적시활용이라고 판단되며, 이 부분이 본 개발사업에서 가장 애로를 겪은

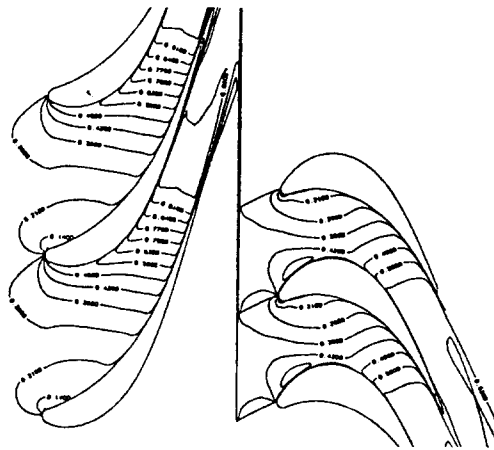
부분이라고 할 수 있다. 장기적으로 이 문제를 해결하기 위해서는 유사 개발과제의 수행을 통하여 확보된 데이터 베이스의 조직적인 관리와 함께 설계 데이터의 확보를 위한 장기적인 노력이 필요하며, 이를 위한 보다 실



(a) 원심압축기 내부 유동해석



흐름 함수
(b) 연소기 내부 유동해석



(c) 터빈 내부 유동해석

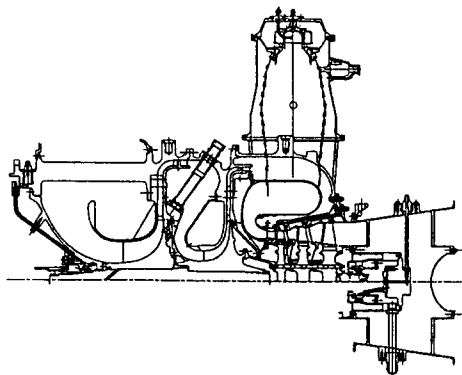
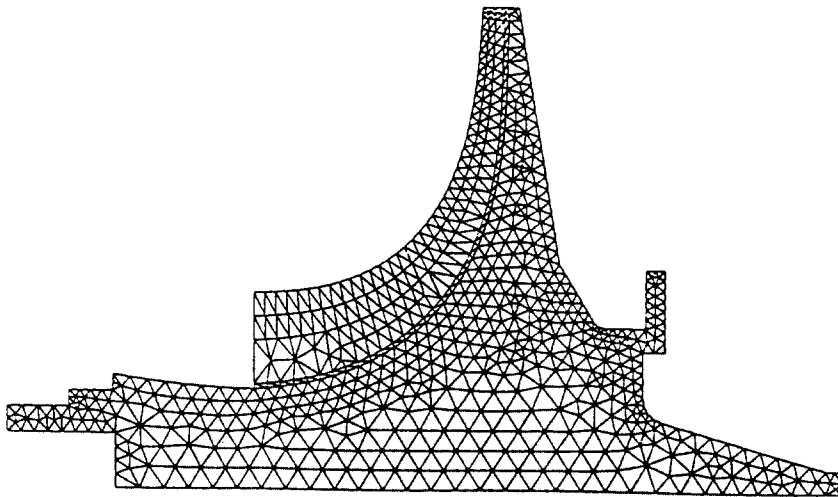


그림 7 산업용 소형 가스터빈 엔진의 개략도

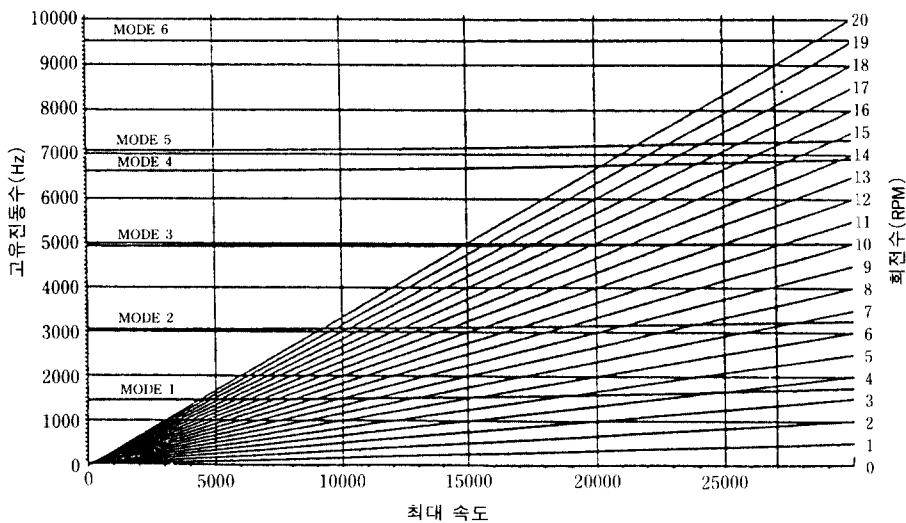
그림 8 유동해석기술 응용사례

질적인 산·학·연 협동 모델이 제시되었으면 한다. 본 과제에서는 이러한 데이터 베이스 및 과거 유사 개발경험의 부족을 극복하기 위하여 컴퓨터 원용공학(CAE: computer aided engineering) 기술을 이용한 모사에 많이 의존하였으며, 실제로 이러한 모사 과정은 설계된 형상의 성능을 사전에 검증함으로써 설계의 최적화에 크게 기여하였다고 판

단된다. 그림 8은 주요 구성부별 유동현상을 전산유체역학(CFD: computational fluid dynamics) 기술로 모사한 결과이며, 그림 9는 원심압축기 임펠러 블레이드 응력해석을 위한 모델과 회전체 진동해석 결과인 Campbell 선도를 나타내고 있다. 이러한 모사는 설계 최적화에 크게 기여를 하고 있으나, 특히 전산유체역학의 경우 아직까지도



(a) 압축기 임펠러 블레이드 Blade 응력해석 모델



(b) Campbell 선도

그림 9 구조해석기술 응용사례

모사에 소요되는 시간이 너무 길어 설계 소요시간(process time)에 따라오지 못하는 경향이 있으므로 이를 해결하기 위하여 물리적 현상을 최대한 모사할 수 있으면서 해석시간을 최대한 단축시킬 수 있는 알고리즘의 개발이 지속적으로 이루어져야 한다고 본다.

엔진의 성능에 직접적으로 영향을 미치는 주요 구성부의 설계와 함께 엔진의 작동을 원활하게 하기 위한 여러가지 보조기기의 구성 및 설계 역시 매우 중요한 부분중의 하나이다. 가스터빈 보조기기는 연료제어계통, 윤활제어계통, 시동/점화계통으로 구분되며 가스터빈의 축 회전수를 발전기의 축 회전수로 감속하기 위한 감속장치(gear box)도 중요한 보조기기로 볼 수 있다. 이러한 보조기기 구성부품중 대부분은 엔진 개발시 설계, 제작하기보다는 기존 제품을 선정, 구매하는 경우가 많지만 최적 제품을 선정하기 위한 부품별 사양결정, 보조기기 구성 및 운전 선도의 최적설계는 엔진의 성능에 큰 영향을 미친다. 그림 10은 본 개발엔진의 연료제어계통도를 나타내고 있다.

설계가 완성되는 상세설계 후반부에는 제작부서 인력의 참여하에 각 부품별 제작성

검토 작업이 병행되고, 이를 바탕으로 제작설비의 효율적인 배치 및 활용을 위한 공정설계 작업이 착수된다. 이 시점부터 주단조 부품을 비롯한 핵심부품의 개발이 각 해당업체와 주간업체의 긴밀한 협조하에 시작되며, 이 모든 과정이 포함된 부품별 세부 제작계획이 수립된다. 본 개발과제는 1995년 말 부품제작이 완료되며, 1996년 3월에 시제엔진 조립이 완료되어 엔진 성능시험 준비를 완료하게 된다.

설계, 제작과 함께 시험도 개발단계중 중요한 과정중의 하나이다. 가스터빈 엔진 개발과정의 소요 시험은 크게 나누어 엔진시험, 장비(rig) 시험, 부품구조시험 및 부품 성능시험 등으로 분류된다(표 5 참조). 이 중에서 부품성능시험은 설계과정중 부품별 성능을 검증하고 설계 데이터를 도출하기 위한 작업으로 비교적 기본실험에 해당하며 산·학 협동이 가장 활발히 이루어질 수 있는 분야이다. 부품구조시험은 제작된 부품의 구조적 특성을 시험하는 과정으로서 제품의 품질 인증 차원에서 반드시 수행되어야 할 과정이며, 이를 위하여 여러 종류의 시험설비 투자가 요구된다. 장비시험은 주요 구성부 및 보

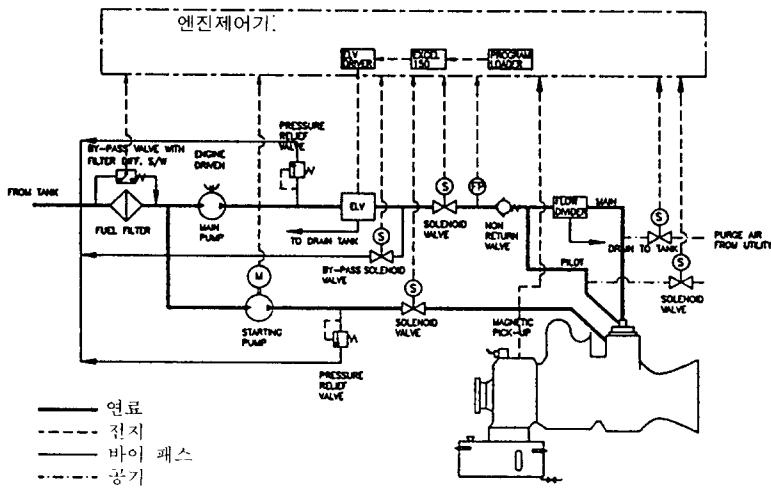


그림 10 연료제어계통도

조기기의 성능을 검증하기 위한 시험으로서 특히 장비 시험을 위한 특수 대형장비가 설치되어야 한다. 이중에서도 특히 압축기와 연소기를 시험하기 위한 시험장비(test rig)는 대형설비로서 대규모의 투자가 요구된다. 본 개발과제에서는 산·연 협동의 일환으로

서 압축기/연소기 시험설비를 한국항공우주 연구소에 설치하기로 결정하였으며, 이 설비의 주요제원은 표 6과 같다. 엔진시험은 엔진이 최종 조립된 후 전체엔진의 성능을 검증하기 위한 시험으로서 표 5에서와 같이 매우 다양한 시험을 수행하여야 하며, 최종적

표 5 가스터빈 엔진개발 소요시험

구 분	시 험 명	목 적	요 구 설 비
엔진	초기작동시험	-엔진 작동 이상유무 점검 -초기 엔진보기류 기능시험	정적 시험장치
	엔진성능시험	-엔진 기본성능특성 데이터 획득 -고장처리 및 성능조정 -작동영역별 엔진 서지특성 파악 -작동영역별 엔진진동 등 동특성 파악 -NOx, CO 등 오염물질 배출량 측정 -발생 소음 측정 -엔진 부품별 온도분포 측정	정적 시험장치 배기 시험장치 열 페인트 팁 클리어런스 측정장비 소음 측정설비
	내구성시험	-엔진 수명 및 장시간 작동특성 파악	정적 시험 장치
부 품 시험장치	압축기 성능시험	-압축기 유동특성 파악 -압축기 성능데이터 획득 (압축비, 유량, 회전수, 스톨 여유 등)	압축기 성능시험기
	연소기 성능시험	-버너 분무특성 파악 -연소기내 형성유로 가시화 -연소기 성능데이터 획득 (압력손실, 연소효율, 각종 인자 등)	버너분무시험기 유로가시화 시험장비 연소기 성능시험기
	터빈열전달 시험	-냉각 블레이드 내부 냉각경로의 열전달계수 측정 -블레이드 내부유동 가시화 -블레이드 외부 열전달계수 측정	열 이미지 시험장비 Hot Cascade 시험장비
	시스템/보기류 시험	-연료제어/윤활/시동/점화 등 시스템 구성부품 성능 특성파악	시스템 계통시험기
구조	회전 시험	-터빈/임펠러 디스크의 회전강도 및 저주기 피로강도 측정	Spin Pit 시험설비
	진동/피로 시험	-고유진동수/진동형태 확인 -응력분포, 고주기 피로강도 확인	진동/피로 시험설비
	그리프 시험	-그리프 강도 및 Creep Rupture 시간결정	그리프 시험기
	Crack 측정시험	-Crack 전파속도/전파형태 측정	만능 시험기
	케이싱 내압시험	-케이싱 구조강도 확인 -누설 검사	내압시험설비

표 6 압축기/연소기 시험장비 주요사양

시험장비	주요사항
가변교류모터 및 기어	- 이종 축형 - 2250 KW - 3500~34500 rpm - 2방향성
압축기 시험설비 용량	- 개방형 - 최대유량 : 8 Kg/s - 입구압력 : 0.5~1.0 atm (abs) - 최대출구압력 : 12 atm (abs)
연소기 시험설비 용량	- 개방형 - 최대유량 : 6.5 Kg/s - 최대 입구압력 : 5.5 atm (abs) - 최대입구온도 : 400°C - 액체/기체 연료공급 (기체 : 선택사양)

내구성시험(endurance test)을 수행함으로써 엔진시험을 완료하게 된다. 이를 수행할 시험설비는 삼성항공 창원 2공장에 건설중에 있으며, 1995년 중순 준공 후 시운전을 통한 설비점검을 거친 후 1996년 4월부터 엔진 시험이 수행될 예정이다.

5. 맺음말

세계적으로 산업용 가스터빈 시장은 향후 지속적으로 증가될 전망이며, 기존 산업용 엔진 전문회사뿐만 아니라 항공기용 엔진 회

사들도 신규 산업용 가스터빈 사업참여를 서두르고 있는 실정이다. 이러한 산업용 가스터빈 시장을 창출하는 원인으로서는 분산발전 및 지역 열병합발전 설비활용의 세계적인 추세와 심각한 환경규제의 강화에 기인된다고 볼 수 있다. 산업용 가스터빈 시장확대라는 세계적인 추세는 국내에도 그 파급효과가 클 것으로 기대되며, 이미 국내 지역 열병합발전 설비용 가스터빈 시장은 세계적인 관심사가 되어 있는 실정이며, 그 결과로 해외 엔진업체로부터의 구매수요가 급증하리라 예상된다. 이와 함께 LA, 동경 등 세계적인 국제도시의 환경규제 강화 추세와 함께 국내에도 파급이 예상되며 이를 대비하기 위한 국내의 기술적 준비가 이루어져야 한다. 뿐만 아니라 향후 동남아 시장 등의 확보를 위한 신 상품의 개발에 우리나라도 관심을 기울일 필요가 있으며, 이를 위해서는 범 국가적인 가스터빈 개발사업을 통한 기술확보, 신제품 개발 및 이를 통한 기술 파급효과 극대화 와 양산시에 대비한 부품제작 전문계열화를 위한 인프라 구축이 시급한 실정이다. 이러한 현실적 여건 속에서 국가지원하에 산·학·연 공동 개발사업으로 삼성항공 주관하에 산업용 소형 가스터빈 개발사업이 추진되고 있다. 이 과제의 성공적인 수행을 통하여 국내 관련 산업과 연구기관에 미치는 파급효과는 매우 클 것으로 예상되며, 이를 위한 범 국가적인 관심과 지원이 요청되는 바이다. 