

고성능 제트엔진 개발

일본의 초음속 수송기 추진시스템 어디까지 왔는가?

일본의 초음속수송기개발계획(SST/HST)은 이미 1989년부터 시작된 국가적 사업으로 ①초음속수송기 개발동향조사사업은 일본항공우주공업회(S.J.AC)에 위탁되어 연구가 거의 완성단계에 있으며 초음속 수송기용 추진시스템연구개발은 공업기술원 산업과학기술연구제도에 따라 초음속 수송기용 추진장치연구조합(HYPR)에 연구가 위탁되어 이미 7차년도를 거치고 있다.

동 연구에는 일본측에서 이시가와지마하리마중공업, 가와사끼중공업, 후지중공업, 미쓰비시중공업 등 항공기관관련 제조업체외에 외국 기업으로 미국의 GE사, P&W사, 영국의 롤스로이스사, 프랑스의 스넵크마사등이 참가하여 국제공동연구를 추진하고 있다. 또한 초내환경성 신진재료연구개발은 별도의 공업기술원 과제로 연구가 추진되고 있는데 그중 초음속수송기용 추진 시스템의 95년도 연구계획의 내용을 알아본다. <편집자주>

1. 초음속 수송기용 추진시스템의 연구개발(1995년도)

(신에너지·산업기술종합개발기공로부터의 위탁사업·제7차년도 연구계획)

(1) 램 제트의 연구개발

① 램 연소장치의 연구개발

▲연소 제어장치의 개발 : 전년도 실시한 연소시험 결과를 바탕으로 블럭 타입 램 연소기 모형에 대하여 저마하수 주체와 고마하수 주체의 연소시험을 실시하여 성능향상을 위한 데이터를 얻어 목표하는 엔진의 평가에 이용한다.

▲냉각구조의 연구개발 : 내열복합재료를 이용한 모형연소기를 사용하여 연소시험을 행하여 적용상의 문제점을 추출한다.

② 램 제트 시스템의 연구개발

▲프리 제트시험 : 엔진과 프리 제트 고공 성능시험용의 공시체등에 대한 구성요소 설계, 제작 및 마하수 5 주체의 제1차 프리 제트 시험을 행한다. 동시에 요소 결합시험, 요소시험등을 계속하여 요소의 특성을 파악하고 개량해 간다.

▲다이렉트 커넥션 시험 : 시험제작한 콤팩트 사이클 엔진 실물기계의 써브 스케일 램 연소기를 가지고 전년도에 행한 램 모드를 주체로한 기본 성능 시험에 이어 듀얼 모드등의 상세성능 시험을 미국 UTC사의 산 노제공장에서 실시하고 그 결과를 시험제작 엔진용 램 연소기의 설계에 반영 시키도록 한다.

(2) 고성능 터보제트의 연구개발

▲펜의 연구개발 : 전년도에 실시한 효율을 높여려는 개량 설계 검토 결과를 반영하여 날개와 공시체의 구조를 검토한다. 또 전년도에 실시한 2단 펜의 출구 전체의 압력 분포개량시험을 계속하여 시험제작 엔진용 펜과 고압 압축기와 공력 인터 페이스의 재검토를 행하고 아울러 고효율화를 지향한 성능향상의 설계 제작에 착수한다.

▲고압터빈의 연구개발 : 고압터빈에 대해서는 실용화를 위한 실증형 냉각시스템의 모형을 설계·제작한다. 또 고냉각 성능의 터빈 노즐에 대한 가공기술을 확립 시키기 위하여 산화물분산합금과 고열전도성재료를 조합한 중공(中空)구조 부여시험을 실시한다.

▲저압터빈의 연구개발 : 터빈 입구 온도가 1,600°C 수준에 대응하는 가변정익에 대하여 실제 기체에 끼워 넣을 수 있는 구조를 검토하고 실제 기관의 온도에 상응하는 압력과 온도 아래서 공력 냉각 통합시험을 실시하여 냉각성능을 취득하는 동시에 구조적 건전성을 확인한다.

(3) 계측제어 시스템의 연구개발

▲계측제어 시스템 개발 : 가변 사이클 엔진의 시험결과를 바탕으로 엔진의 슈미레이터를 검정 및 개량한다, 그리고 엔진을 최적상태로 제어하기 위한 제어 소프트웨어와 내고장 로딩의 개량 설계 및 모든 가변요소를 제어 변환시킬 수 있는 엔진형태를 검토 시험한다.

또한 가변사이클엔진을 대상으로한 고신뢰성 대중계통 전자제어 시스템에 대하여 전년도에 이어 소형 경량화기술을 채용한 기술실증용 평가 모형의 일부를 제작한다.

더욱이 컴바인드 사이클 엔진을 목표로 한 엔진 슈미레이터, 엔진 제어 로딩 및 전자제어 시스템을 검토하고 개량 설계를 실시한다.

가변사이클엔진의 광범한 작동 범위에서 가감속등의 엔진작동 모드에 대응할 수 있는 다변수 제어 계측을 실제 엔진 시험 결과에 따라 설계하는 동시에 성능이나 기능을 슈미레이터로 해석 평가한다.

▲전자광 계측제어 시스템 : 광(光)·가스 성분계를 연소시험에 사용하여 연소 가스의 농도분포를 측정하는 기술을 습득 해간다.

(4) 토탈 시스템의 연구개발

①유체 소프트웨어의 연구

▲고압 터빈 소프트웨어 : 전년도에 시작한 다익스(多翼素) 해석 소프트웨어의 사양을 계속 검토한다.

▲압축기용 유체 소프트웨어 :

항공우주기술연구소에 의해 개발된 수치풍동의 개량 수리를 위한 유체 소프트웨어의 사양을 검토한다.

▲저압 터빈용 소프트웨어 : 기존의 펜 회전 시험 자료를 놓고 유체 소프트웨어에 의한 해석 결과의 비교검증을 계속하여 유체 소프트웨어의 정성적, 정량적 정도를 평가한다. 또한 필요에 따라 유체 소프트웨어의 개량 수리 사항의 요구를 명확히 규정 짓는다.

②토탈시스템의 구성 연구

▲인티크의 풍동시험 : 전년도까지 얻어진 시험성적을 바탕으로 인티크 제어계통을 검토한다. 또 전년도에 실시한 컴바인드 인티크의 기초시험 결과를 기초로 공력성능을 향상시킨 풍동시험 모형을 설계 제작하여 여기서 풍동시험을 실시하고 공력 성능을 평가한다.

▲인티크의 2~3차원 나비에 스토크 해석 : 케비티와 스피레이지 효과를 가미한 3차원 이상기체 나비에스토크스(난기류모델)법에 의한 마하수 5에 있어서의 공기류장 해석을 실시한다.

▲노즐 개발 : 소음 저감 디바이스 내장 형태를 고려한 에젝터 부착 2차원 가변 노즐의 터보역 저마하 조건에 있어서의 공력 성능을 평가한다. 또 전년도에 정한 목표 노즐의 텀역 작동에 있어서의 공력 및 냉각특성에 대한 해석을 실시하고 노즐 성능 예측 및 평가를 행한다. 다시 전년도의 컴바인드 노즐

의 실기 형상 냉각 조합 개량시험의 결과를 두고 냉각 관벌의 기본형의 설계 제작에 착수한다.

▲저소음화의 연구 : 종합 소음 시험용 공시체를 설계·제작하여 시험한 바에 따른 성능을 확인한다. 이어서 그 결과를 해석 평가하여 시험제작 엔진용의 소음저감 디바이스 설계에 필요한 데이터를 얻는다.

▲신재료의 연구 개발 : ①분말 야금재료는 터빈 입구 온도가 1,700℃급의 엔진에 대한 내열 고비중강도 재료연구로 제2세대 단결정합금의 평가와 동 합금의 개량 탐색과 분말야금 합금의 특성등에 대한 재료시험을 계속한다. ②세라믹계 복합재료 및 산화물 분산 : 강화합금에 대하여는 세라믹계 복합재료 등의 고온 특성평가를 주로하는 적용기술을 연구한다. 연구의 일부는 초고온 재료연구 센터를 이용한다. 그리고 산화물 분산강화합금의 재료특성 시험을 계속하여 섬유강화 내열 복합재의 성형등 이차 가공기술의 개발에 관한 시공 및 재료 특성의 평가시험을 실시한다. ③선진 단결정 및 코팅재등 : 선진 단결정 정밀주조재료와 분말야금재료에 대하여 전년도까지 파악한 문제점 대책을 포함 시킨 실기 형상 모형을 제작하고 특성 평가시험을 실시하여 신뢰성 향상을 기하는 동시에 중공의 모델에 대한 코팅을 실시하고 그 특성을 평가한다. 또 신 열차

단 코팅재료의 개량과 최적화를 추진한다. ④카본 및 카본 복합재 연구 ; 전년에 계속하여 노즐 라이닝 모델을 제작하는 동시에 재료의 역합특성, 내열성을 시험 평가한다.

▲냉각연구 : 고온용 윤활유의 윤활특성을 파악하는 동시에 신규 고온용 오일로 유망한 윤활유에 대하여 이것이 초음속 수송기용으로 적합한지 여부를 검토한다.

③ 컴바인드 싸이클 엔진의 연구 개발

▲터보 제트 엔진의 시험제작과 시험 : 터보제트엔진을 시험용으로 설계 제작하여 초호기를 첫회 한번 운전한 뒤 오바 홀을 실시하여 그 결과에 따라 설계를 개량하여 2호기를 제작한다.

▲2회제 운전 시험 : 시험 제작한 터보 제트 엔진을 다시 2회제 운전하여 초호기에서 가변 2차원 노즐을 함유한 두번째 운전시험을 실시하여 최적 성능범위, 구조내구성등을 연구한다.

▲콤바인드 사이클 엔진의 설계 제작 : 전년도에 이어 세부설계를 추진하여 상세 설계도를 작성한다. 나아가 립 연소기 부분의 설계해석과 상세 설계를 실시하며 부품 제작을 일부 시작한다.

▲고공 성능시험 : 신시나티 소재 미국 GE사에서 1996년에 실시할 예정인 터보제트엔진의 고공성능시험과 1998년에 실시예정인 콤파인드 사이클 엔진의 고공성능시

험에 대하여 시험계획 및 미국 GE사 고공시험설비(ATF)와의 인터페이스 검토 및 조정을 추진한다.

▲소음시험 : 영국의 RR사에서 1997년도에 실시예정인 터보 제트 엔진의 옥외 시험에 대하여 시험 계획 및 RR사 시험 설비와 프랑스의 스테크마사에서 실시한 소음해석과 인터페이스의 검토 및 조정을 추진한다.

2. 항공기용 엔진 개발사업

일본항공기엔진개발협회(이사장 : 이나바)는 1995년도 엔진개발사업을 다음과 같이 추진키로 결정했는데 사업비예산은 개발사업비 38억 1,000만엔, 조사사업비 7억 6,000만엔, 수익사업비 124억 6,900만엔 등 도합 170억 3,900만엔으로 확정했다.

각 부분별 사업계획은 다음과 같다.

1. 개발사업

1995년도 민간용 제트엔진 V2500 개발사업은 시험제작 엔진의 추력 향상, 동체옆에 부착할 경우의 설계 개량, 제 시험 실시 및 교환부품등을 제작한다.

(1) 기획개발

개발계획의 작성, 개발사업의 조정, 기술동향에 관한 조사등을 실시한다.

(2) 설계 기술 향상

▲시험제작한 엔진의 추력 향상 등 개량설계를 실시한다.

▲시험제작엔진의 지상 운전시험 계획을 세우고 아울러 시험 결과로 얻어진 자료의 해석을 실시한다.

▲엔진을 구성하는 주요요소들에 대하여 시험계획의 작성, 시험 결과로 얻은 자료를 분석한다.

(3) 시책개발

▲시험제작 엔진의 지상운전시험을 실시한다.

▲엔진을 구성하는 주요요소들에 대하여 시험을 실시한다.

(4) 시험기 제작

시험제작 엔진용의 교환부품 및 교환부품등을 제작하는데 쓰일 공구등을 제작한다.

2. 조사사업

소형민간수송기의 국제적인 개발동향에 대한 조사를 하는 동시에 본격적인 개발 착수를 앞두고 국제공동개발의 사업형태, 엔진사양등을 상세히 검토 조사하고 담당부위의 기본설계에 필요한 개발계획등을 입안한다. 아울러 국제공동 사업수행에서 문제가 된 지금까지의 사례등을 수집 분석한다.

3. 수익사업

1995년도의 수익사업은 합작회사인 IAE(International Aero Engines A.G)가 고객과의 사이에 체결한 매매계약에 따른 V2500 엔진의 부품 및 동 보수용품, 보조용품등에 대한 구입·판매와 이에 부대하는 사업을 행하는 것으로한다.