

초고속 시험비행 연구보고서(전문)

일본과학기술청
고속 실험기 비행 실험계획 연구회

머리말

항공기는 사회경제기반을 구성하는 교통수송수단의 중요한 담당부서의 하나로서, 고속화, 장거리화, 대형화를 지향하여 발달해 왔다. 아음속 제트수송기의 등장으로부터 불과 10년후인 1969년에 실용화 한 비행 마하수 2(시속 약 2100km)의 초음속여객기 콩코드는 당초 기대와는 달리 높은 소음과 낮은 수송효율 때문에 본격적인 초음속수송기(SST)시대를 개척할 수가 없었다.

그러나 21세기에 들어간 후의 항공수송수요의 질과 양을 충족시키기 위해서는 콩코드의 성능을 큰 폭으로 개선한 차세대 초음속수송기가 필수 불가결하다는 인식이 구미를 중심으로 굳어져 가고 있다.

이를 위한 기술적인 준비로서 관련되는 연구개발이 구미에서는 이미 시작되고 있고 일본에서는 이와같은 배경하에서 1994년 6월 30일 항공, 전자 등 기술심의회로부터 차세대 초음속기 기술의 연구추진제안을 포함한 제 18호 답신이 제시되었다.

과학기술청에서는 이것을 받아들여 1995년도부터 [고속항공기 기술의 연구]를 항공우주연구소의 중요연구 사

향으로 연구를 개시했다. 동 연구소에 서는 차세대 초음속수송기에 경주한 기술중 일본이 자랑할 수 있는 부분에 있어 국제수준의 기술기반확립에 이바지하기 위해 각종 기초적 요소기술 연구와 함께 소형 초음속실험기에 의한 기초적 기술실증을 주요한 연구활동으로 삼고있다. 각 방면의 협력을 얻으면서 이 실험기의 개발과 비행실험을 적절하고 효과적으로 추진하기 위해 1995년 2월부터 과학기술청 연구개발국에서 [소형고속 실험기 비행실험 계획연구회]를 개최하여 검토를 거듭해 왔다.

본 보고서는 지금까지 11회에 걸쳐 실시해 온 동 연구회의 검토결과를 정리한 것으로 소형실험기에의한 차세대 초음속기 기술의 기초적 선도적 연구의 구체적인 추진방책으로서 제시하는 바이다.

본 연구에 의한 기초적 기술의 고도화는 금후 개시될 것으로 보는 차세대 초음속 수송기의 국제 공동개발에 있어 일본이 상응하는 역할을 다하기 위해서는 불가결하며 본 연구성과가 일본의 항공기산업이 추진하는 본 항공기 개발을 위해서 기술개발에 적극적으로 활용되기를 기대한다.

1. 차세대 초음속기 기술연구의 필요성

항공기술 및 항공기산업은 고도의 첨단기술을 통합하여 높은 부가가치를 만들어 내며 고도의 연구개발 및 기술의 블레이크 장르를 필요로 하는 기술파급효과가 높은 부문이다. 항공기술 및 항공기산업은 우주산업등의 장래산업발전까지 좌우하는 극히 중요한 기반선도기술 산업이라고 생각되고 있으며 세계적으로도 과학기술 및 산업의 고도화를 선도하는 중요한 전략분야로서 자리를 굳혀가고 있다. 인적자원을 최대의 재산으로 하며 또 과학기술의 연구개발과 그 산업화에 입각한 사회경제를 기반으로 하며 이를 위해 평소 질적으로 높은 과학기술 및 산업의 고도화를 필요로 하고 있는 일본에서는 항공기술의 연구개발을 착실하게 계획적으로 추진하여 항공기술의 축적과 고도화를 도모하여 항공기산업의 실력함양에 기여하는 일이 극히 중요하다.

한편, 금후 더욱 확대하는 인적 및 물류에 따른 국제교류를 배경으로 하여 21세기에는 국제항공수송수요의 비약적인 증대가 예측되며 이 수요를 채우는데 있어서 쾌적하고 수송효율이

높고 저공해의 장거리 수송수단이 요구되고 있다. 또 콩코드 개발후의 항공기술의 비약적인 진보를 보았으며 점보제트기로 대표되는 현행 수송기의 비행 마하수가 0.9정도인데 대해 비행마하수 2이상의 고속과 경제성 및 환경적합성을 겸비한 신세대의 초음속 수송기의 실현가능성 및 필요성이 지적되어 21세기에는 초음속 수송기를 중심으로하는 새로운 고속장거리 수송 시스템이 확립될 것으로 보고 있다. 근년 항공기 개발에 있어서는 더욱 고도의 항공기술이 요구됨에 따라 개발프로젝트가 거대화된 결과 1개국만의 개발투자 리스크의 부담은 불가능하게 되어가고 있고 국제공동개발이 주류가 되고 있다.

이 고속장거리 수송 시스템에 관해서도 국제공동개발이 되는 것은 확실하다고 생각되며 또 이 공동개발은 각국의 금후 항공기 개발에 대한 역할을 새로히 결정하는 중요한 기회라고 생각되고 있다. 이 때문에 이를 받아 미국에서는 항공우주국(NASA)에서 고속기 연구계획(HSRP)이 추진되고 있고 유럽에서도 유럽고속기연구계획(ESRP)등도 개시되고 있다. 또 일본을 포함한 7개국의 국제공동조사도 이미 개시되고 있다.

일본이 이와같은 기회에 보유하고 있는 과학기술 및 경제기반을 활용하여 차세대 초음속기 기술의 연구를 추진하여 항공기술 전반의 향상을 도모함으로써 항공기산업 발전의 일익을 담당하는 것은 금후 일본의 과학기술

산업기반을 강화함과 동시에 폭 넓은 국제활동을 전개해 나가는데 있어 대단히 의의가 깊다. 차세대 초음속기 기술은 종래보다 더더욱 높은 고도의 기술이며 일본으로서는 충분히 음미된 기술분야에 대해 계획적인 연구개발을 강력하게 추진하여 차세대 초음속 수송기의 실현에 기술과제를 착실하게 해결해 나가는 노력이 필요하다.

2 차세대 초음속기 기술의 연구 추진방법 및 실험기의 의의

2.1 연구의 추진방법

차세대 초음속수송기가 구비해야할 기술적인 조건은 ①비행 마하수 2이상으로 승객은 3백명 정도로 하고 항속거리 1만 km정도의 능력을 가지는 등 높은 경제성을 보유 할 것 ②저소음, 저NOx배출 가스등의 높은 환경적합성을 가질것 ③기존의 공항 및 관제방식으로 운용이 가능할 것 등이며 그 실현에는 비상한 고도의 항공기술이 요구된다. 국제공동개발에 있어 주요한 기술분야를 담당하여 부가가치가 높은 성과를 획득하기 위해서는 개발 프로그램의 계획단계로 부터 이들 조건에 대해 높은 기술력을 가지고 참가하는 것이 필요하다.

그러나 일본의 항공기술 포텐셜을 가지고 모든 기술분야에서 구미에 비견하는 기술력을 갖추려고 한다는 것은 비현실적이다. 이를 위해 차세대 초음속기 기술을 구성하는 공력기술,

재료, 구조기술, 추진기술, 제어기술 등의 각 기술분야중 자신있고 유망한 기술과제를 골라 연구개발을 추진하고 그것을 기초로 하여 공동개발에 참가해 나가는 것이 적절하다. 또 기술의 고도화, 복잡화에 따라 단순 요소연구나 부분시험에 그치지 말고 실제로 항공기를 통합정리하는 기술이 중요시되고 있는 일도 있어 공동 개발에 주체적으로 참가하기 위한 기본조건으로 되고 있다. 시스템 통합기술의 향상을 도모하는 것도 중요하다.

이와같은 관점에서 일본에서는 공력기술분야에서는 높은 초음속 순항성능, 이착륙성능 및 소닉붐 저감성능 등을 갖춘 이상적 공력형태를 실현하기 위해 역해법등의 수치유체역학(CFD)을 전면적으로 활용한 효율적인 공력설계기술을 개발하여 항공기의 개념을 좌우하는 혁신적인 공력형태를 제안하는 것이 효과적이다.

또 재료, 구조기술분야에 있어서도 일본의 높은 기술기반을 활용하여 복합재를 중심으로하는 새로운 재료 및 구조를 제안해 나가는 것도 효과적이다. 추진기술분야에 있어서는 초음속 수송기용 추진시스템의 연구개발(HYPR)등 일본이 선행하는 고속 엔진기술의 성과를 적극적으로 활용한 연구개발을 추진하는 일이 적절하며 제어기술분야에 있어서는 고도의 일렉트로닉스 기반기술을 배경으로 하여 록피트 기술등에 대해 연구를 전개하는 일이 적절하다. 시스템 통합기술 분야에서는 그 고도화를 위해서는 개

발경험이 중요한 요인이 되기 때문에 항공기의 개발기회를 증가시켜 확실하게 기술축적을 도모하는 일이 중요하다.

2.2 실험기의 의의

항공기에 CFD 공력설계기술 등의 신기술을 적용하는데는 신뢰성 및 실용성을 보증하는 것이 필요하다. 이것 때문에 그 신기술이 실제로 목표성능을 실현 하는 것을 각 단계에서 적절한 풍동시험 등에 의해 확인한 뒤에 최종적으로 실험기 등에 의해 비행실증하는 것이 요구된다. 이 일련의 과정의 파급효과로서 실험기 개발을 통해 신기술에 대한 기반기술, 예로서 공력설계기술의 기반기술인 CFD기술의 전반적인 고도화가 도모된다.

그리고 비행실증을 통해 기반기술의 신뢰성, 실용성도 증명된다. 또 실험기 개발에서는 실제 기체에 신재료를 적용하는 과정에서 배양되는 설계법 및 가공법 등의 기술 자료를 얻을 수가 있으며 비행실험에 있어서는 초음속 순항성능 및 이착륙성능 등의 공력설계에 관계되는 기술자료와 기체 구조의 변형 정도, 비정상 공기력, 공력가열 등의 구조설계에 관계되는 기술자료를, 지상설비에서는 실현이 불가능한 조건하에서 얻는 것이 가능하게 된다. 또한 일본의 항공기 개발기회가 적은 데서 오는 시스템 통합기술 부족이 실험기 개발의 경험을 통해 개선될 뿐만 아니라 실험기개발 및 비행

실험은 항공기술 데몬스트레이션으로서 일본의 차세대 초음속기 기술의 연구성과를 세계에 어필하는데 도움이 된다.

이상의 관점에서 일본이 한정된 자금 및 관련되는 고도 기술기반을 유효하게 활용하여 차세대 초음속기 기술의 연구를 효과적으로 추진하는 방책으로서 일본이 자신만만한 CFD공력설계기술등을 활용한 초음속실험기의 개발을 제안한다. 이것을 통해 CFD기술등의 기반기술 그 자체의 고도화를 도모함과 동시에 시스템 통합기술을 위시하여 각부문의 기술축적을 추진한다. 그 위에 비행실험에 의해 적용된 기술 및 그 기반기술의 실증을 실시함과 동시에 공력설계 및 재료, 구조등에 관한 기술자료의 취득을 도모한다.

3. 실험기에 의해 실증해야 할 기술과제

차세대 초음속기에 있어서는 경제성 실현을 위한 고순항성 및 고이착륙성능등을 실현하는 공력설계를 가능케하는 CFD공력 설계기술, 경량화와 공력가열에 견디는 복합재 기술 및 테이러링 기술을 중심으로 하는 재료, 구조기술, 가변 사이클엔진과 그 요소기술, 통합화상표 시기술 등의 콕핏 기술을 위시한 제어기술 등이 중점기술과제이다. 실험기로 실증해야 할 기술과제의 검토결과는 제2부에서 상세하게 기술되어 있으나 중점을 두어야

할 점은 CFD 공력설계기술 및 재료 구조기술의 요소기술과 시스템 통합 기술이다.

(1) CFD공력설계기술

공력설계기술은 항공기 형태를 결정하는 항공기개발의 근간에 관계되는 기술이다. 특히 차세대 초음속기의 실현에는 초음속 순항시에서 이착륙 시까지의 넓은 속도영역에서 고양항비와 고안정성이 요구되며 고도의 공력설계기술을 필요로 하고있다. 그 중에서 CFD를 활용한 수법은 이상적인 공력상태를 경험에 의하지 않고 이론적으로 창작제조할 수 있는 기술이며 종래의 설계법을 탈각한 장래성이 높은 기술인 동시에 슈퍼컴퓨터에 관한 하드웨어 및 소프트웨어의 높은 개발 기술을 가진 일본이 구미와 대등하게 나갈 수 있는 얼마되지 않는 기술분야의 하나이다. 공력기술은 기체의 크기를 달리하는 것을 넘어서서 기술적인 평가를 하는 수법이 거의 확립되고 있으며 CFD공력설계법의 평가에 실험기를 사용하는 것은 연구효율면에서도 합리적인 것이라고 말할 수 있다.

(2) 재료, 구조기술

재료, 구조기술에 대해서는 일본이 실험기의 개발생산 단계에서 그 기술력을 발휘할 수 있는 대단히 유망한 분야이며 장래성이 있는 재료 및 구조 기술에 대해 착실한 연구개발 노력의

축적이 요구된다. 적절한 코스트로 적용가능한 복합재는 근후, 일본의 주요한 항공기술로서 육성해야할 분야의 하나로 생각되나 그 연구개발은 ①재료특성의 파악과 유망재료의 선택 ②소형부재에의 적용시험을 통한 가공기술의 기반형성 ③대형부재의 시험제작을 통한 실용기술의 육성 ④수명에 관한 설계데이터를 장시간에 걸쳐 다량의 시험에 의해 수집하는 등의 과정을 통해서 진행해야 한다. 따라서 연구는 지상에서의 재료특성 등의 데이터의 집적 및 재료제조기술의 개발이 주체가 되어 실험기의 적용 및 비행실증의 최대목적은 실험기를 개발하는 과정에서 배양된 설계법 및 가공기술의 습득에 있다. 비행실험은 구조설계에 필요한 구조의 변형이나 공력기열 또는 플랫폼 등에 관한 데이터를 제공한다. 단 재료, 구조기술은 기체의 크기에 의존하는 부분을 가지기 때문에 의의있는 데이터 취득에는 적절한 실험기 사이즈를 검토할 필요가 있다.

(3) 시스템 통합기술

실험기의 개발과 비행실험은 상기 유망기술의 비행실증을 직접적인 목적으로 하나 여기에 더해 일본이 부족한 시스템 통합기술의 축적도 지향한다. 이 기술은 필요한 요소기술의 조정과 통합을 거쳐 하나의 항공기로서 개발함으로써 처음으로 축적이 가능하게 되는 기술이다. 항공기 공동개발에의 주체적인 참가를 다하기 위해

서는 소지하고 있는 항공기술이 실제 항공기에 반영되어 있다는 사실과 또는 반영시킬 능력을 가지고 있는 것이 요구된다. 이 때문에 일본에 있어 시스템 통합기술의 축적은 중요하고 긴급한 과제이다.

4. 실험기개념의 검토

일본이 채택할 실험기로서 로켓엔진 또는 제트엔진을 탑재한 소형무인기에서 기존의 초음속기의 개조등에 의한 유인실험기에 이르기까지 목적, 규모 또는 형태에 대해 폭 넓은 검토를 했다. 이 중에는 연구경비, 계획기간을 포함하여 비용 대 효과가 크다는 사실, 유인기에서 볼 수 있듯이 많은 경비 및 기간을 안정성 확보에 관한 기술에 소비하는 일 없이 실증할 기술에 집중한 연구가 가능한 점에서 소형 무인실험기가 적절하다고 판단했다.

무인실험기의 구체적인 개념을 정하기 위해 그 검토기준으로서 CFD 공력설계기술의 실증을 주제로 한 개념 검토를 한 결과는 제2부에 상세하게 기술되어 있다.

로켓엔진 추진 및 제트엔진 추진의 어느쪽 형태도 비용 대 효과가 뛰어난 무인실험기다. 로켓엔진 실험기는 기체 개발면에서 기술의 곤란성이 비교적 적으며 단순한 기체형태의 CFD공력설계기술의 평가가 가능한 반면 비행시간등의 조건이 한정되는 등의 한계가 있다. 또 제트엔진 실험기는 엔진의 입수 및 탑재법 등 엔진에 관한

과제가 많고 상대적으로 복잡한 연구개발이 되나 기체엔진 통합기술의 평가를 위시하여 초음속 순항성능에서 이착륙성능까지의 종합적인 공력설계기술을 실증 할 수가 있고, 또 비행시간도 길게 잡을 수가 있기때문에 공력가열 등의 재료 구조기술에 있어서 중요한 기술자료의 취득도 가능하다. 따라서 실험계획을 진행함에 있어서 이들 특징을 충분히 감안하여 유효한 성과를 얻을 수 있는 실험기를 사용할 필요가 있다.

5. 연구계획과 금후의 과제

5.1 연구계획

21세기초에 착수될 것으로 생각되는 차세대 초음속 수송기의 국제공동개발에 주체적으로 참가하는데는 제3장에서 거론된 중요과제에 대한 기술력의 축적을 조속히 도모할 필요가 있기 때문에 비교적 단순한 형태를 대상으로한 CFD 공력설계기술을 실증의 목적으로 짚 로켓엔진 실험기의 계획을 선행시켜 조기에 일정한 성과를 올리는 것이 적절하다. 또 보다 고도의 기술실증과 재료, 구조기술 유망기술자료의 취득을 도모하기위해 로켓엔진 실험기에 의한 성과를 근거로 제트엔진 실험기에 의한 비행실험계획을 추진해 나가는 것이 필요하다. 이런점을 고려한 연구계획을 추진하고 본 연구계획의 추진에 있어서는 항공, 전자 등 기술심의회 등에 의한 각 단계에서

의 적절한 기술평가를 받아가며 연구 성과의 착실한 축적을 도모하는 것이 필요하다.

5.2 연구추진에 있어서의 금후과제

(1) 실험기에 관한 검토과제

추진장치인 로켓엔진 혹은 제트엔진의 입수 또는 개발방법은 실험기의 개념에 미치는 영향이 크기 때문에 조기에 분명이 할 필요가 있다.

제트엔진 실험기에 있어서는 이 실험기에 의해 취득되는 재료, 구조기술에 관한 기술자료의 유효성과 실험기 개발경비를 감안한 기체 사이즈를 검토할 필요가 있으며 장래적인 실험기 형태로서 국산 기존기를 이용한 실용기의 가능성에 대해서도 관심을 둘 필요가 있다.

또 실험 데이터의 유효취득과 경비의 고찰에서 실험기의 회수, 재이용을 전제로 하여 개발해야하며 회수방법이나 재이용방법에 관해 보다 상세한 기술검토를 추진할 필요가 있다.

(2) 실험공역 및 실험방법에 관한 검토

실험기의 비행실험 공역에는 실험의 성격상 반경 100km정도, 고도 0~20000m정도까지의 초음속 비행공역이 필요하며 금후 해외를 포함한 최적의 공역검토가 필요하다. 또 실험기의 비

행실험에 관해서도 그 훌륭한 성과를 올리기 위해 비행형태, 계측 시스템의 개발, 데이터 평가 및 데이터 베이스의 구축 등 충분한 검토가 필요하다. 특히 비행실증 데이터 취득의 열쇠가 되고 실험기의 한정된 목적에 장비되는 것이 요구되는 계측 시스템의 개발은 중요한 과제로서 검토를 요한다.

(3) 연구의 제휴에 관한 과제

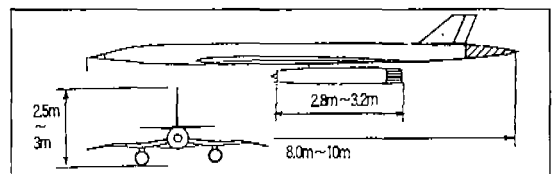
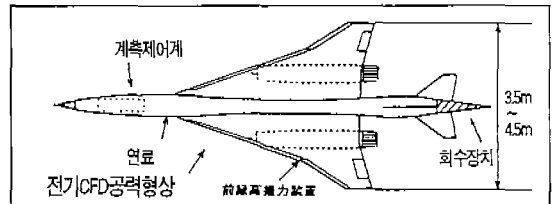
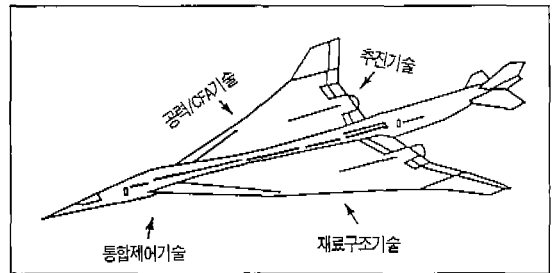
통상산업성이 사단법인 일본항공우주공업회(SJAC)나 재단법인 일본항공기 개발협회(JADC)등을 통해 추진하고 있는 초음속 수송기 개발에 관한 조사 및 재료 구조기술연구재단가 대학, 민간기업, 또는 다른 연구소가 하고있는 관련연구와의 제휴를 추진하여 차세대 초음속기 기술연구의 추진을 도모하는 것은 극히 중요하다.

또 연구의 효과적인 추진이나 장래 국제공동개발의 전망에서 미국 NASA라든가 유럽의 연구소등을 위시하여 세계적인 시야에서 적극적인 연구의 제휴를 도모하는 것도 중요하다.

끝으로 이상 소형고속 실험기 비행실험계획 연구회의 검토결과를 정리하여 실험기의

개념 및 실증해야할 기술과제 및 연구계획의 개념에 대해 보고했다. 이 계획이 금후 일본의 항공기술분야에 미치는 다대한 영향을 생각하여 여기에서 제시한 결과를 유효하게 살리면서 계획추진에 결부시키도록 항공우주기술연구소를 위시한 관계 각 기관의 적극적인 노력을 기대하는 바이다. 특히 본 연구계획은 차세대 초음속수송기의 국제공동개발을 향해 일본의 기술력을 함양하기 위한것이기도 하며 국내의 연구 포텐셜을 유효하게 살려 국제적인 연구협력하에 추진하는 것이 필요하다. 이를 위해 국내 관련기관의 공동연구체제를 위시하여 국제공동연구의 전망을 가지는 체제정비, 계획추진을 강력히 요구하는 바이다.

차세대초음속기의 중점기술 과제



쌍발 제트 실험기의 3면 개념도