미국의 우주왕복기 X-30

우주개발 선두적 과제, 과연 날게 될것인가?

우주과학평론가 Robert Winner

시속 9,900*km* 달성 우주비행기 발진

캘리포니아주 남부의 에드워드 공군기지에는 정부, 국방부, 공군 및 해군 그리고 미항공우주국(NASA)과 항공우주산업계의 대표자들이 지켜보는 가운데 극초음속 우주왕복항공기 X-30 1호기가 거대한 기체를 들어내어 활주하여 가볍게 이륙한후 플로리다반도의 케이프 케나베랄 상공까지 3,800km를 일반여객기의 항공노선을 따라 시속 2,400~4,800km인 마하 2~4로 약 한시간만에 주파한다. 기체는 다시 방향을 바꾸면서 스크램 제트 엔진을 풀로 작동시키면서 텍사스주 휴스턴 상공에 이르렀을 때는 정속인 마하 8인 시속 9,900km를 달성하고 곧 엔진을 끈 다음 거대한 글라이더가 되어 2,000km를 날아 처음 이륙한 공군기지에 착륙했다.

이것은 X-30 제1호기가 첫비행하는 장면의 가상 스토리이다.

1986년, 당시의 레이건 대통령이 워싱턴에서 도꾜까지 두시간에 날수 있는 뉴 오리엔트 익스프레스 개발을 발표한지 11년 뒤인 1997년 어느날 위의 가상과 같은 극초음속 우주항공기는 드디어 제1호기가 발진한 것이다. 이 광경은 수백대의 TV 카메라에 의해 전세계에 중계 방영될 것이다.

이 계획은 NASP(National Aerospace Plane Program)계획이라고 한다.

이 계획은 지금까지의 우주왕복선 스페이스 셔틀이 비용이 많이드는 자원 다소비형인데다 3단식의 발사용 로켓의 힘을 빌려야하는 결점을 완전히 시정하여 기체 재사용형으로 21세기 초우주 수송수단을 마련하기 위한 것이다. 또한 이 계획이 실현되면 군사용과 민간용의 새로운 극초고속항공기(HSST)의 개발이 쉬워져 21세기에도 미국의 항공우주기술이 세계항공산업계에서 선도적 지위를 계속 차지하게 되는 중요한 뜻을 지닌 것이다.

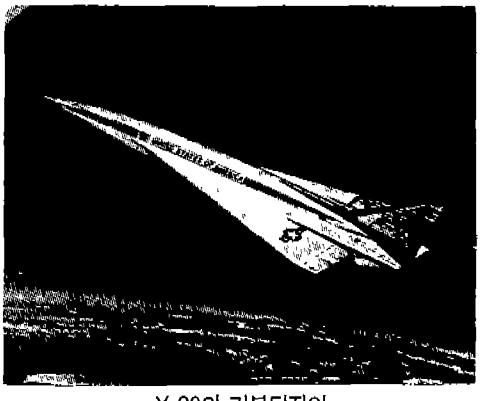
NASP계획의 추진을 지휘하고 있는 곳은 미국 해군과 공군이며 여기에 NASA의 협력기구로 JPO(Joint Program Office-NASP합동계획국)을 라이트 페터슨기지에 두고 있다.

JPO는 미국 국내의 주요 항공기 제작사로부터 X-30에 대한 기본설계안을 제안받아 최종적인 X-30의 기체 및 성능 설계안을 만들었다.

이 설계안은 어느 한 회사의 것이 아니라 각사의 제안을 한데 모아 취사 선택한 것으로 JPO사무국장인 로버트 퍼텔미박사가 이의 수집·분석·검토를 하고 있다.

고효율엔진이 관건 미국 독자의 기술구사

X-30의 개발과제는 다음의 두가



X-30의 기본디자인

지로 요약된다.

첫째는 고효율의 추진장치이고 둘째는 공기저항이 적은 기체의 모양이다. 특히 기체의 모양은 뒷부분에 활공시의 안정을 위해 수직꼬리날개와 뒷날개가 튀어나온 리프팅 보디형으로 하려는 것이다. 그리하여 결정된 외양을 보면 동체의 양쪽에 아주 작은 주날개가 융합되듯 달려 삼각날개를 구성하여 수평꼬리날개는 없어졌으며 수직꼬리날개는 활공시의 안정강화를 위하여 두개로 되었다.

동체는 폭이 꽤 넓고 상하의 두께는 약간 얇은 모양이며 밑면은 앞에서 뒤로 길고 완만한 경사가 곤충의 배와 같은 모습을 하고 있다.

극초음속으로 비행하면 앞에서 밀려오는 공기가 불룩한 부분에서 압축되어 뒷쪽의 공기흡입구로 밀어 넣어진다.

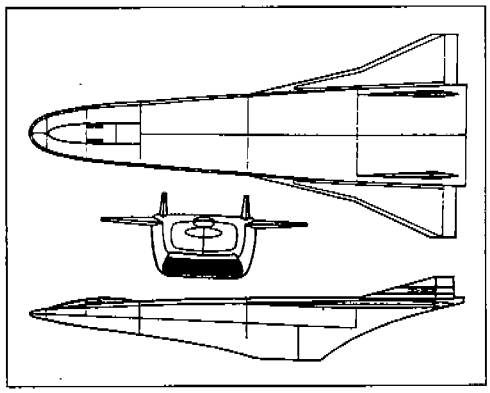
꼬리부분은 도려 낸것처럼 곡선을 그리면서 잘려져 폭이 넓은 배기노즐을 형성하고 있다.

윗쪽 앞부분에 있는 작은 조종실에는 두사람의 승무원이 나란히 앉게 만들어져 있다. 조종사가 밖을 내다보도록 창문을 두느냐 아니면 CCD카메라와 같은 장치로 TV화면을 통하여 외부를 보느냐의 의견이 엇갈렸으나 시험용은 일단 창문을 두기로 되었다.

이런 디자인은 설계안을 제안한 몇개 항공기 메이커는 어느 회사의 안이 아니라 여러 제안 가운데서 우수한 것만 골라 채용했다. 가령 동체 밑면이 원뿔꼴이 아니고 2차원적으로 평평한 것은 P&W사의 안을 살린 것이며 스크램 제트엔진의 연소부를 각각 떨어지게 만든것은 로켓다인사의 안이다. 또 전체로 폭이 넓은 편평한 모양은 JD사와 MD사의 안인것 같고 꼬리부분의 밑면이 원을 그리듯 도려낸 것은 록웰사의 아이디어 같다고 한다.

이렇게 기본 모습이 나타난 X-30은 3기의 스크램 제트엔진을 동체속에 갈무리하고 다시 1기의 로켓엔진을 더 싣고 있다.

이런 구조의 X-30 외양은 아직 정확한 제원이 발표되지 않고 있으나 대체로 전장 45~60m, 이륙총중량 약 90~136톤이 될 것이라고 한다. 이와같이 제원이 유동적인 것은 연구의 진전을 보아 가장 효율이 좋은 엔진의 사이즈가 아직 미정이기 때문이다.



X-30 Lifting Body의 3면도

그리고 X-30의 개발 시험형은 단단식으로 우주정거장까지는 가지 않도록 만든다고 한다. 그것은 마하8 이상의 초고속으로 비행할때 생기는 여러가지 내외부의 상황을 실제로 파악하지 않고 있기 때문에 그런 필요한 상황 분석자료가 갖추어진 뒤에 우주정거장 왕복용 우주비행기를 만든다는 것이다.

따라서 지금까지 보아온 프랑스의 에르메스, 일본의 HOPE, 독일의 젠거등과는 다른 본격적인 공기흡입식으로 된 단단식의 우주비행기를 일단 만들어 시험해 본 뒤에야 우주왕복기의 제작에 착수할 수 있는 것이다.

스크램 제트 선보여 램 제트로 발전

X-30개발에서 가장 중요한 과제가 바로 고효율의 추진장치라는 것은 앞에서 말했다. 그리고 스크램 제트엔진 3기와 로켓트 엔진 1기를 탑재하는 것도 정해졌다. 스크램 제트엔진은 대기권내에서 극초음속을 달성하기 위한 주기관이며 로켓 엔진은 스크램 제트엔진이 작동하지 못하는 대기권외에서 지구 저궤도에 이르는 최종 가속용이다.

실제로는 활주로에서 이륙, 상승을 거쳐 마하 3 전후의 영역까지 X-30에 있어서는 저속영역에 속하는 속도대의 비행과, 가속용으로 현재 쓰이고 있는 터보 제트 엔진 같은

장치가 필요해 진다. 스크램 제트는 적어도 마하 3이상이 아니면 작동하지 않는 초고속용이다. 그래서 X-30에서는 터보 제트의 발전형인 혼합식 터보램으로 만들어 초기 가속문제를 해결하고 있다는 것이다.

문제의 스크램 제트라는 것은 원리적으로 보면 램 제트의 일종이다.

현재 제트 추진식 항공기에서 대부분을 차지하는 터보 제트 엔진은 터빈을 돌려 공기를 강제로 흡입·압축하여 연소실로 보내고 거기서 분사되는 연료를 연소시켜 배기 노즐을 통하여 분사하는 힘으로 비행한다.

그러나 항공기의 속도가 마하 2~3, 즉 초속 700~1,000m 이상으로 비행하면 엔진의 공기흡입구에는 외부로부터 고속으로 유입하는 공기와 비슷한 속도로 밀려 들어 이때는 굳이 터빈에 의한 압축이 없더라도 비행속도에 의한 압력에 의해 연료를 불태우기에 충분한 압력으로 압축시키게 된다. 이렇게 생기는 비행속도에 의한 압력을 램압력이라고 한다. 램압력으로 압축되어 들어오는 흡입구에 연료를 분사하면 아주 성능이 좋은 제트 엔진으로 작동하게 된다. 이 경우 공기흡입구의 모양을 깔때기 모양으로 안으로 들어 올수록 단면이 작아지게 좁혀지면 흡입된 공기의 압력이 강해져 고압의 공기를 얻고 여기에 연료가 분사되면 고효율의 연소가 이루어져 보다 강력한 분사속도를 얻어 항공기의 속도가 훨씬 가속된다. 이것이 램 제트의 원리인 것이다. 이러한 램제트의 원리를 처음 연구한 것은 프랑스였으나 1930년대에 독일에서 이 원리로 초음속 비행기술을 실현했으며 이것은 2차대전 말기 V-1호, V-2호에 채용되어 런던 공격에 사용되었다.

2차대전후 다시 프랑스에 의해 유인비행시험까지 행해졌으나 그후 미국을 비롯한 군사대국에 의해 순항미사일에 응용되었다. 이때 램 제트 엔진 또는 램 로켓을 작동시키기 위해서는 램 압력이 생길때까지 초기 가속용으로 로켓 엔진등의 보조 가속장치를 하고 있었다.

60년대에 와서 미국은 NASA를 비롯하여 공군과 해군에서 이 원리를 발전시켜 스크램제트(Scram-jet-Supersonic Combution Ram-jet=초음속연소램제트)를 개발해 냈다.

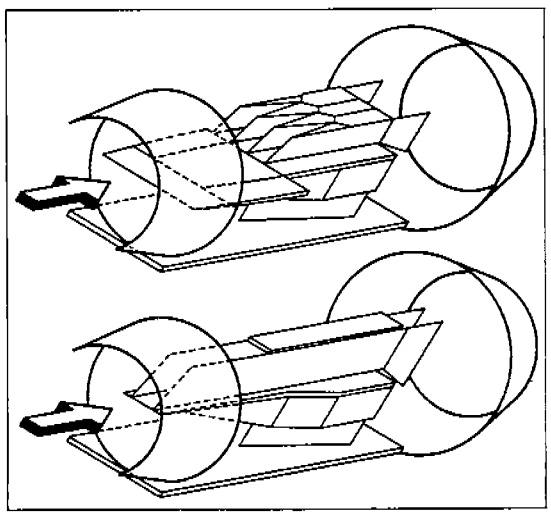
NASA가 이 엔진으로 시험제작한 초고속항공기 X-15는 속도 마하 6.7, 상승고도 108km의 기록을 세웠고 이 기록을 깬 다른 비행체는 아직 없다.

램 제트에 수소연료를 사용하면 원리적으로는 X-15가 달성한 마하 6.7의 속도 보다 더 고속 즉 마하 20~25까지도 가능한 것으로 되어있다. 그러나 실제에서는 마하 6이상이 되면 중대한 장애가 생기는 것이 알려져 있다.

첫째로 공기흡입구로 들어오는 고속으로 압축된 공기가 연소실에서 1,700℃이상의 초고온을 발생하여 엔진의 구조물 자체를 손상시키게 된다.

둘째는 속도가 아주 고속으로 되면 공기흡입구로 들어오는 공기의 흐름자체가 초음속이 되어 연료를 분사해도 미처 불붙기 전에 날려가 버리는 현상이 나타난다. 이때문에 램 제트 엔진에서는 들어온 공기를 음속이하로 속도를 낮추어 연소실로 보내고 있다.

미국이 개발한 스크램 제트는 이 두번째의 장애를 해결하기 위하여 공기 흡입구로부터 연소실에 이르는 공간에 컴퓨터로 제어되는 칸막이를 복잡하게 만들어 비행상태에 따라



스크램 제트의 내부구조 예

내부 칸막이 형태를 끊임없이 변형해 연소시키도록 만든 것이다. 그러나 내부구조의 아주 미세한 변화가 스크램 제트의 연소성능에 관계하기 때문에 실제로 비행해 보지 않고서는 이론과 원리만으로는 해결하지 못할 문제가 있다.

NASP계획은 처음에 국방고공 연구계획국(DARPA)에서 관리했고 이어 공군, 해군 및 NASA의 공동관리하에 있는 기밀 개발사항이기 때문에 최근에 어떤 발전이 있는지 그 상세한 점은 아무것도 알려져 있지 않다. 다만 스크램 제트 엔진이 P&W사와 로켓다인사에 의해 시험제작되어 4분의1 축소모형으로 마하 8까지의 연소시험을 1,000회 이상 반복실시했고 실물과 똑같은 재질과 크기의 엔진을 만들어 연소실험을 해 본적이 있다.

그리고 스크램 제트의 연료는 샤베트 모양으로 만든 스레슈 수소가 쓰일 예정이다. 이로써 시험기의 이륙중량이 계획과 비슷한 수준까지 경감될 예정이다.

TMC합금 개발 초고온 내열 신소재로

앞에서 지적했듯이 극초음속 비행때는 제트 엔진에 발생하는 고열뿐만 아니라 대기권 비행때 공기와의 마찰에서도 상당한 고온이 발생하기 때문에 새로운 고온 내열 신소재가 필요하며 미국은 이의 개발에서도 NASP계획에서 여러가지 소재가 검토되었다. X-30제작에 쓰일 신소재의 종류, 단열판, 열차폐의 방법 등에 대하여 집중적인 연구를 계속하고 있지만 기밀 사항이라 아직 공식으로 발표된 것은 별로 없다.

다만 현재까지 추정된 바로는 기체의 주재료로는 TMC(Titanium Metrics Composite)라고 불리는 새로운 티타늄계 합금중에 고장력의 탄화규소를 넣은 것을 개발하여 쓰이는데 이것은 지금까지의 어떤 금속보다도 내열성이 우수하다는 것이다. 기체의 표면은 역시 TMC 패널로 덮게되며 기체 내부에 설치되는 거대한 수소연료 탱크는 그라파이트 에폭시 수지가 쓰인다고 한다.

대기권을 극초음속으로 비행하게 되면 앞머리부분이 특히 고온이 되는데 이 때문에 스페이스 셔틀같은 것은 대기권 재돌입때의 고온에 견디기 위해 표면에 규소타일을 빈틈없이 붙이지만 그래도 번번이 타일이 손상되어 매번 새타일로 갈아 붙여야한다. X-30은 이런 불편을 덜기 위해 탄소섬유계의 복합재로 둘러쌀 계획이다.

반대 세력 상존 예정 빗나갈지도

X-30의 시험비행이 예정대로라면 1997년에 이루어질 계획이며 이를 토대로 2천년대 초에는 SSTO로 불리는 우주왕복비행기의 생산으로 이어지겠지만 미국내의 일부에서 NASP계획에 제동을 거는 세력이 있다. 처음에는 기술적인 현실성이 없다는 이유였으나 기술적인 문제가 거의 해결되자 이번에는 정치적인 제동이 걸리기 시작했다.

대표적인 것이 체이니 국방장관에 의한 NASP계획 취소 조치였다. 다행히 부시대통령에 의해 철회되기는 했지만 그 때문에 계획이 2년이상이나 지연되고 말았다.

국방성이 NASP계획에 제동을 거는 것은 전략방위구상국(SDIO)이 X-30과는 별도의 우주비행기인 핵무기요격장치를 지구 저궤도에 쏘아올릴 목적아래 로켓 엔진 만으로 추진되는 우주비행체를 개발하고 있기 때문이었다. 때마침 90년대 들어 소련권의 붕괴로 긴장이 완화됨에 따라 국방예산 가운데 신규개발부문의 예산이 대폭 삭감 되면서 공군도 X-30보다는 자신들이 계획한 방위무기의 개발추진이 아쉽게 되어 NASP계획에 비 적극적이 되었다.

그리하여 이대로 두면 NASP계획의 상당한 지연이 불가피한 실정이다. 하지만 NASP계획이야말로 미국이 우주개발의 선두적 지위를 유지하게 될 국가적 우선 과제이기 때문에 쉽게 포기할 수는 없는 것이어서 귀추가 주목된다.