

불발로 끝난 영·소의 HOTOL 계획

로켓시대의 종말을 예언, 스페이스 프레임으로

영국과학평론가 Michael Sander

1948년 영국의 브리티쉬 에어로 스페이스사는 판보로에어쇼의 회의장에서 신우주수송시스템「호톨(HOTOL)」의 모델을 공개했다.

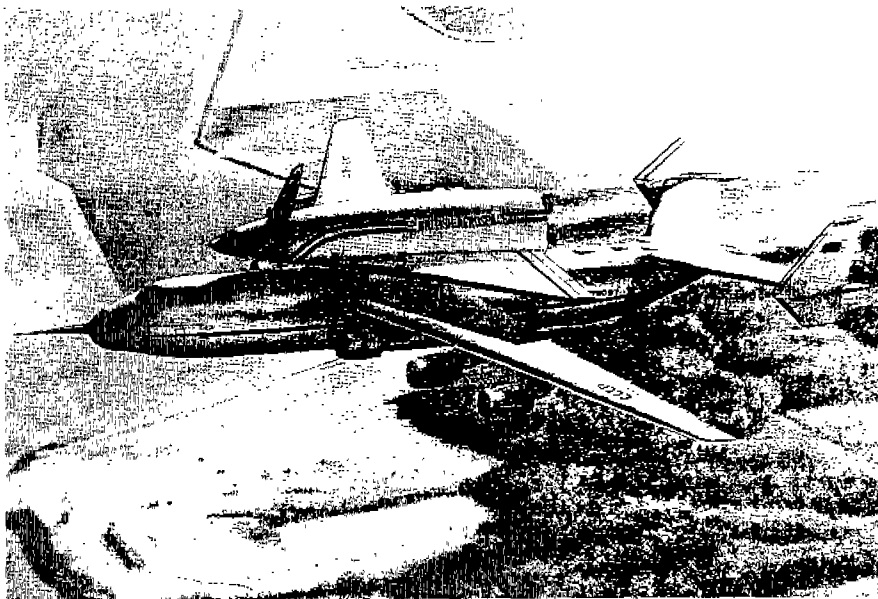
호톨은 「Horizontal Take-Off and Landing(수평이착륙)」의 머리글자를 딴 것으로, 그 이름과 같이 보통비행장에서 이륙하여 지구선회 궤도까지 갔다가 다시 원비행장에 귀환할 수 있는 단단식의 스페이스 프레임을 말하는 것이었다. 이 호톨의 개념은 당시 대단한 반향을 일으키게 되었

다. 그것은 기술적으로 커다란 도전일 뿐만 아니라, 그 당시 유럽무대에 대대적인 선전으로 등장하고 있는 프랑스의 스페이스 프레임. Hermes에 비해서 매우 앞서가는 설계였기 때문이다. 당시 프랑스 과학장관은 이 호톨에 대해서 전형적인 영국식의 직각사고라고 평했다.

그는 “영국사람은 먼저 수직이착륙기를 제작했다. 그리고 이번에는 수평이륙하는 로켓을 개발하고 싶다고 한다”라고 평했었다. 발표당초에

호톨의 개념도 지지를 받았으며, 이어 1985년 10월에는 영국정부와 브리티쉬 에어로스페이스사, 그리고 롤스로이스사등 3자가 개념실증연구를 위해 공동출자하기로 정했다. 연구비는 총액 420만달러였다. 이 연구는 2년간의 예정으로 1986년에 시작되었다. 다시 이 연구후, 10년에 걸친 개발프로그램을 실행하고 그간에 19회의 시험비행(그중 7회는 궤도비행) 할 예정이라고 발표되었다.

호톨의 설계자들은 1996년에는 시험비행을 개시하여, 금세기 말경에는 상업이용 수준에 이를 수 있을 것이라고 기대했다. 그러나, 개념 실증연구의 계획종료를 목전에 둔 1988년 7월, 영국정부는 호톨계획에 이 이상 예산배정을 할 수 없다고 발표했다. 이 정부결정은 야심적인 호톨계획에 종지부를 찍는 결과 되었지만 모든것이 소멸한 것은 아니었다. 뒤에 중간단계의 호



영·소 합작의 HOTOL 상상도

틀이라고 불리는 축소계획이 남게 되었다. 그리하여 중간단계의 호틀에 대해 브리티쉬 에어로 스페이스사와 소련과의 사이에 공동연구가 진행된 적이 있었으나 최초의 설계에서 볼 수 있는 중요한 특징은 볼 수 없게 되고 말았다.

2일간의 지구궤도간 왕복

호틀의 아이디어는 80년대초에 구상되었으나 최초로 제안한 것은 위성을 이용하는 민간기업 그룹이었다. 그들은 확대되는 위성발사시장을 조사하고나서 우주를 향해 발사하는 비용을 kg당 1,000달러 이하로 내리는 염가발사를 위한 접근이 필요하다고 결론지었다. 그러기 위해, 호틀은 위성의 발사장치로 이용할 것을 목적으로 설계되었으며 7톤의 위성체를 약 5백만 달러로 궤도에 올려놓을 것을 목표로 삼았다. 이 저가 수송은 다음과 같은 방법으로 실현될 수 있을 것이었다.

① 1단으로 궤도에 오른다

단단식으로 함으로써, 단단식발사시스템이 가지는 운용상의 결점을 피할 수가 있다. 또 조립비용이나 분리된 하단을 회수할 필요가 없어 그만큼 비용이 절감된다.

② 완전 재사용형 시스템

연료와 위성체이외는 모두 지구로 되돌아와 재사용할 수 있다.

③ 수평 이착륙

보통비행장을 그대로 이용할 수 있다.

④ 무인운용

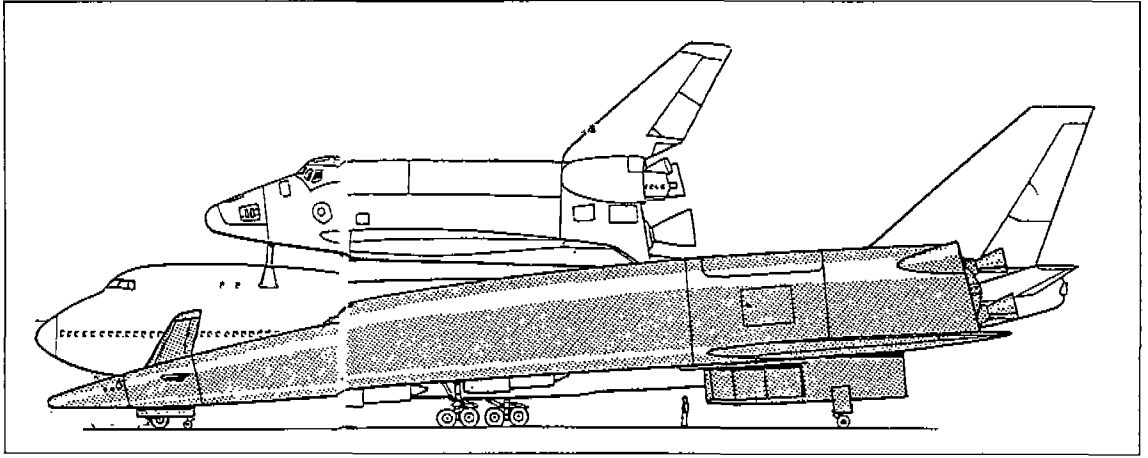
승무원분의 중량이나 부담이 없고 생명유지, 탈출 시스템도 필요치 않다. 유지관리나 점검작업도 단순화할 수 있다. 또 필요한 경우에는 화물칸에 유인캡슐을 적재하여 유인 우주비행을 할 수도 있다. 캡슐내에 기밀실을 설치하여, 우주비행사가 캡슐밖으로 나올 수 있게 한다.

1986년의 설계단계 초기에는 호틀이 가지는 이들 특징에 의해 지구저궤도까지의 수송비용이 적어도 지금까지의 5분의 1이면 될 것으로 예상되었다. 신속한 대응과 더불어 불과 2일간에 지구와 궤도간을 왕복하는 그 능력은 2000년 이후의 발사시장의 약 75%에 대해 호틀에 현실적인 경쟁력을 가지게 될 것으로 생각되었다. 따라서 21세기에는 호틀을 연간 50회이상 발사하는 수요가 생긴다라고 브리티쉬 에어로스페이스사는 예측하고 있었다. 호틀의 통상미션은 다음과 같은 것이 된다.

이륙후, 공기흡입형 엔진을 사용하기 시작하고 나서 8분후에 기기는 고도26km, 속도 마하 5.0에 달하고 여기서 로켓 엔진으로 바꾼다. 고도 90km까지 상승하여 초속 7.8km의 궤도 속도를 획득한 후에는 주엔진을 끄고 타성을 이용하여 고도 300km의 궤도활동 영역까지 상승한다. 전형적인 임무 계속시간은 50시간이다. 이 호틀이 단단식 스페이스플레인으로서 정말로 기능을 하는지

여부에 대해서는 몇년동안 연구가 계속되어 왔다. 어쨌든 그것은 기술적으로 대단히 어려운 설계가 될 것이지만 여기서 결정적으로 중요한 역할을 하는것이 바로 엔진이다. 이 엔진은 지금도 수수께끼에 싸여 있다. 우주개발 상담역인 알렌 파운드가 엔진을 설계하고 그 특허도 취득했으나 실제 개발은 롤스 로이스사 내부에서 「RB545」로 이름지어 극비로 추진되고 있다. 군사적 이유에서 아니고 상업적 이유에서 엔진을 기밀취급하고 있는것 같다.

이 엔진은 주연료로 수소를 사용하며 비행사이클의 최초에는 공기를 산화제로 이용하고, 중도에서 액체 산소로 바꾼다는 복합식 로켓연소실을 가진것으로 보인다. 전문가들은 거기서 사용되고 있을 가능성이 가장 높은 추진기술은 LACE (Liquid Air Cycle Engine-액체공기 사이클 엔진)이라고 보고 있다. 일본의 우주왕복선도 도입을 계획하고 있는 이 레이스 시스템은 흡입구에서 빨아들인 공기를 차가운 액체수소 연료에 의해 서서히 냉각시켜 액화하면 공기의 부피를 줄일 수가 있다. 이 액체공기를 펌프로 로켓연소실로 밀어넣어 수소와 혼합하여 연소시키는 것이다. 설계자들에 의하면 이 방식의 엔진은 연소실에 충분히 고속으로 공기를 밀어 넣을 수가 있으며, 마하 6 정도를 달성할 수 있을 것이라고 한다. 그리고 비행체가 상승하여 대기가 연해지고, 공기흡입



상 : 영·소 공동제작계획의 스페이스 셔틀 중 : 보잉 747 집보기와의 비교 하 : 영국이 독자로 계획한 최초의 HOTOL

방식을 이용할 수 없게 되면 액화산소 탱크로부터의 산소를 공급하는 방식으로 바꾸어 이것을 산화제로 이용한다.

이 액화산소는 호틀이 이륙할때도 사용된다. 호틀의 최초 설계에서는 이와같은 복합추진 시스템을 4기 탑재하도록 했었다.

공기흡입방식에서는 기체후부 하측의 양날개 사이에 매달려 있는 포트 안의 수직흡입구에서 공기를 흡입한다. 이 공기흡입방식에서 액체 산소 이용방식으로 전환할때는 마하 5-6의 속도 영역이며, 고도 26-30km에서 시행한다. 이 시점에서 호틀은 이미 저궤도로 발사되는 에너지의 약 5%를 획득하고 탑재연료의 약 4분의 1을 소비하고 있다. 보통의 로켓이라면 같은 속도와 고도에 달할 때에는 연료의 약 60%를 소비하고 있을 때이다. 호틀의 이륙중량은 착륙 중량의 5배이다. (일반항공기에서는 2배). 이륙중량과 착륙중량이

크게 다르기 때문에 호틀은 이륙시에 예비가속지원장치의 도움을 받지 않고서는 뜰 수가 없다. 이것이 본래 2단식 스페이스 플레인보다도 운행이 보다 단순화되어야 하는 단단식 호틀 시스템을 복잡하게 만드는 원인이다 (만약 호틀이 트롤리를 사용하지 않는다면 이륙중량에 대응하는 이착륙장치를 따로 설계해야 하기 때문에 이착륙장치의 중량은 5배나 무거워졌을 것이다). 또 이 트롤리는 실제로 제1단으로 볼 수가 있음으로, 호틀을 순수한 단단식으로 보기는 어렵다. 호틀의 부피 가운데 가장 많이 차지하는 것은 액체수소이며, 이것은 화물실앞의 연료탱크에 저장된다. 또 최대의 중량을 차지하는 것은 액체산소로 화물실 뒤에 두게 된다.

수소연료탱크는 기체앞부분의 태반을 차지하게 되므로 탱크는 20K(마이너스 253도)로 연료를 저장하지 않으면 안될 뿐 아니라 주요한

하중을 받치는 장치로도 된다. 이 탱크는 다시 1200K(약 930도)에 달하는 외부온도에 견디어내야 한다. 탱크의 재료로 쓰이는 것은 탄소섬유로 강화된 카본피크이다. 이 내열 플라스틱 재료는 강도/중량비가 크고 초저온에서의 크랙에 대한 저항력의 높은 사실이 실증되고 있다.

소련의 거대수송기를 이용한다는 90년당시 호틀의 개념 그 자체는 존속하고 있었으나, 구체적인 개발계획은 아무런 움직임도 없었다. 영국 정부는 호틀계획에 대한 자금제공을 중지했고 계획에 참가하고있던 기업도 연구를 그만두거나 또는 활동규모를 축소하고 말았다. 예로서 롤스로이스사는 풍족하다고는 할 수 없는 정부자금이 중단된 순간 핵중심적인 역할을 하는일에 관심을 보이지 않게 되었고 브리티쉬 에어로스페이스사는 중간적인 해결책을 찾으려고 하고 있었다. 모두에서 기술한 바와같이 1990년 여름 동사와 소련

의 항공우주담당관과의 사이에서 소련의 수송기 안토노프 AN-225에 호틀의 간략형을 실어 공중발사하는 안에 대해 6개월간에 걸친 연구를 하는데 합의를 본적이 있다.

AN-225는 소련이 1988년 11월에 발표한 특수목적의 대중량 수송기로 4기의 엔진을 탑재한 AN-124를 근간으로 3년반의 시일과 자금을 들여 개발한 초대형항공기이다. AN-225는 6기의 터보팬 엔진을 탑재하고 전장 77.5m, 이륙중량 600톤의 대형이다. 이 비행기는 200톤의 화물을 적재하여 4500km의 거리를 비행할 수가 있다. 공식명은 「푸리아」라고 하며 소련의 스페이스 셔틀 「부란」이나 「에네르기아」 로켓의 거대한 부품을 운반할 수가 있도록 설계되었다. 브리티쉬 에어로스페이스사의 최초 계산에서는 이 AN-225를 제1단으로 사용함으로써 인터림 호틀은 개발비를 약 38억달러만 들이면 실용단계에 이르게 하는데 이때, 7톤의 페이로드를 현재의 가격으로 계산해 1,100만달러로 궤도에 올려놓을 수 있다고 했다.

kg당 수송 원가는 1,570달러가 되며, Ariane 5의 약 3분의 1인 셈이다. 인터림 호틀은 이 7톤의 화물을 적도부근의 기지에서 고도 275km, 경사각 7도의 궤도에 투입하게 한다는 계산이었다. 일찌기 브리티쉬 에어로스페이스사는 호틀의 제 1단으로서 비행기를 이용하는 가능성을 배제했었으나 그것은 개발코스트가 대

단히 많아진다는 이유 때문이었다. 그러나 이 AN-225를 이용한다면 2단식 호틀이 실현되는 셈이다. 그리고 굳이 비싼 단단식을 고집할 이유가 없어진다.

AN-225는 인터림 호틀을 적재하여 이륙하면, 고도 9km, 속도 마하 0.8에 달한곳에서 호틀을 따로 분리한다. 이때 호틀은 4기의 액체수소 / 액체산소엔진에 점화하여 궤도로 상승한다. 인터림 호틀의 공중중량은 약 41톤, 발사중량은 276톤 정도가 될 것이다. 브리티쉬 에어로스페이스사의 우주부문 책임자는 1990년의 에어쇼에서 다음과 같이 말하고 있었다. “지금 이 계획을 향해 제2단계에서 전진하려고하는 제안이 있다. 제 1단계에서는 통상의 로켓 엔진을 탑재한 스페이스 플레인의 설계와 제조, 그리고 운행까지를 실현한다. 이렇게 함으로써 초기개발비가 절감되고, 또 그 개발비를 상쇄할 정도의 수익을 얻을 수가 있을 것이다. 그리고 적당한 시기에, 공기 흡입형 엔진을 채택한 제2단계로 진입하는 것이다. 브리티쉬 에어로스페이스사와 소련의 담당관이 1990년 7월에 조인한 의정서에 따라 6개월에 걸친 연구가 실행되면 호틀의 실현성이 분명해질 것이었다. 브리티쉬 에어로스페이스사는 이 시스템의 설계요구와 성능요구를 조사하여 그 잇점이나 경제성을 검토할 예정이었다.

한편 소련은 AN-225의 등에 태우는 인터림 호틀의 발판이나 그 발판

을 AN-225에서 분리하는 기술에 중점을 두고 연구를 추진하고 공동실험도 할 예정이었다. 이 영·소 협력이 호틀의 미래를 약속하는 것인지 아닌지, 그 판단은 세간의 주목을 받았다.

그러나 91년에 와서 구 소련이 붕괴되고 신생러시아 정부가 탄생하는 정치적 변혁을 당하여 구 소련은 여러개의 공화국으로 분리되었고 몇몇 공화국이 독립국가연합으로 새로운 형태의 연방을 만들기는 했지만 이미 구 소련이 계획하던 거대한 우주개발, 항공기 개발같은 여러 사업은 정책적 이유로 선택적으로 버리거나 남거나 하게 되었고 호틀계획은 그 중 취소하는 사업으로 처리된 듯 하다.

인류의 끊임없는 도전은 이제 인공위성의 발사와 궤도 유지에는 문제가 없어졌다. 러시아는 구 소련의 우주개발 사업을 승계하여 유인 위성의 발사와 도킹, 우주에서의 작업, 미국의 위성과 도킹하여 승무원의 상호 교환, 그리고 일부 승무원을 미·러 양국 셔틀로 교대 송출 귀환시키는 실험은 계속되고 있다.

그러나 러시아의 어려운 경제사정은 이러한 우주 실험을 계속하게 될지가 의문스러워 보인다. 지금까지의 이야기로 지구에서 궤도까지의 왕복이 로켓 발사 시대에서 우주비행기 즉, 스페이스 플레인시대로 옮겨가는 것만은 분명해졌다고 볼 수 있겠다.