

최초의 국산 선미익 항공기

'반디호'의 과학



글_ 김응태 한국항공우주연구원 책임연구원 eungkim@kari.re.kr

2003년은 라이트 형제가 인류 최초로 동력 비행기를 개발하여 성공적으로 비행한 지 100 주년이 되는 해였다. 이 인류 최초의 비행기는 요즘 흔히 볼 수 있는 형태의 항공기와 모양이 같지 않다. 언뜻 보면 비행기가 거꾸로 날아가는 것 같은데, 이는 수평꼬리날개가 동체 앞에 장착되어 있기 때문이다.

일반적으로 고정익 항공기라고 불리는 비행기는 비행 안정성과 조종성을 갖추기 위하여 동체 후방부에 수평꼬리날개와 수직꼬리날개가 장착되어 있는데 이 중에서 수평꼬리날개는 동체 앞부분에 장착되어도 본래의 기능을 유지할 수 있다. 이렇게 동체 앞부분에 장착된 수평꼬리날개를 선미익(先尾翼, Canard)이라고 부른다.

인류 최초의 비행기가 선미익을 장착하고 있지만, 실은 선미익 항공기는 설계가 까다롭다.

따라서 수평꼬리날개가 뒤에 장착된 항공기가 주를 이루다가 최근 들어 항공기 설계 능력이 발전됨에 따라, 다시 선미익 항공기들이 나오기 시작하였다. 항공기에 선미익을 장착하는 경우에 기종에 따라 특유의 이점을 얻을 수 있다.

라파엘이나 유로파이터와 같은 전투기의 경우 저속 기동성을 높이기 위하여 선미익을 장착하였으며, 스타십이나 롱이지와 같은 소형 항공기에서는 선미익이 저속 안정성을 높이는 역할을 한다. 또한 대형 여객기에서는 선미익을 장착하는 경우 공기 저항을 줄여 연료소비량을 감소시킬 수 있다.

국내의 항공기 개발 역사는 매우 짧으며 개발 기종



〈반디호 제원〉

탑승 인원	4 명	지상 최고 속도	320 km/hour
전체 길이	6,6 m	순항속도	280 km/hour
전체 높이	2,4 m	최소 속도	120 km/hour
날개 폭	10,4 m	착륙 접근 속도	138 km/hour
커나드 폭	5,1 m	이륙 활주 거리	400 m
날개 면적	11,6 m ²	착륙 활주 거리	430 m
커나드 면적	2,1 m ²	최대 상승 속도	6 m/sec
총 중량	1225 kg	실용 상승 한도	6,000 m
공허 중량	810 kg	항속 거리	1,850 km
유효 하중	410 kg	엔진	왕복동엔진(250마력)
적재 가능 연료량	225 리터	프로펠러	3 블레이드 (직경 70 in)
객실 크기 (폭x길이x높이)	1,2x2,4x1,1 m	착륙장치	고정식

또한 많지 않을 뿐 아니라 선미의 항공기에 대한 개발은 물론 연구 또한 제대로 수행된 바가 없었다. 이에 한국항공우주연구원에서는 1997년 연구원 기본 사업으로 선미익형 항공기 핵심 기술연구과제를 수행하기 시작하였다.

첫 두 해는 선미의 항공기에 대한 기술자료 수집과 분석 연구를 하였고, 1999년부터 반디호를 설계하면서 본격 개발에 들어가게 되었다.

유리섬유를 엉폭시 적층시켜 날개 제작

선미의 항공기를 설계하기 위해서는 공력 특성을 정확히 아는 것이 매우 중요한데, 선미익의 후류가 주익의 안쪽 날개에 영향을 미치고 주익은 선미익에 영향을 미치기 때문에 일반 항공기의 데이터를 이용

하거나 전산유체 등의 해석적 방법으로 공력 특성을 정확히 추정하기가 거의 불가능하다.

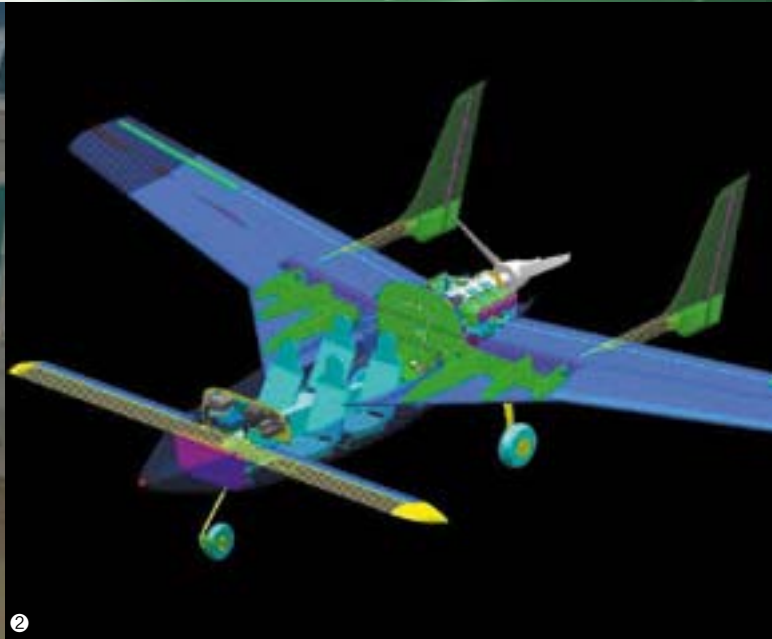
따라서 1/4 축적으로 항공기 풍동모형을 제작하였으며, 한국항공우주연구원에서 보유하고 있는 폭 4m의 중형아음속 풍동에서 2차에 걸쳐 풍동시험을 수행하고 그 결과를 분석하여 설계에 반영하였다.

반디호의 기체는 전부 복합재료로 만들어졌다. 복합재료 구조물은 단품 수가 적으므로 제작기간이 단축되고 중량감소 및 공기저항 감소로 비행성능을 향상시킬 수 있을 뿐 아니라 원하는 형상을 쉽게 만들 수 있다.

주익과 선미익 및 수직미익은 스티로폼 양쪽 면에 익형 템플레이트를 대서 가열된 열선을 이용, 날개 형상을 제작한 후 그 위에 유리섬유(Glass fiber)를



1 2



엑스포로 적층시켜 제작하였다. 주날개 안쪽에 위치하는 스트레이크는 연료탱크로 사용되므로 리브를 사용하여 제작하였다.

리브와 스킨은 연료가 스며들어도 녹지 않는 우레탄 폼에 유리섬유를 적층시킨 후 겔코트를 입혀 연료가 새는 것을 방지하였다. 주익 스파는 하중이 제일 많이 작용하는 중요한 부분이므로 탄소섬유(Caron fiber)를 적층하여 제작하였다. 주익 스파와 스트레이크 스킨은 몰드를 만든 다음 진공 성형 방법을 사용하여 제작하였다.

구조물 제작에 사용되는 모든 복합재료에 대한 시편을 만든 후 강도시험을 통하여 데이터를 얻었으며 이를 바탕으로 컴퓨터 코드인 NASTRAN을 이용하여 주요 부위의 구조물에 대한 구조 해석을 수행하였다.

시제기를 만들기 전에 먼저 구조 시험용 카나드, 주익과 수직미익을 제작한 뒤, 이들 구조시험용 날개 위에 실제 비행에 걸리는 최대 하중의 1.5배까지 쇠추를 올려놓아 정하중시험을 하였다.

상세 설계는 전문 CAD 프로그램인 CATIA를 이용하였고, 디지털 목업에 가까운 수준까지 전체 항

공기에 대한 모델링 작업을 하여 각 시스템과 부품 간의 간섭 및 조종계통의 동작 범위는 물론 정비성까지 검토하였다.

2000년 여름부터 반디호 제작에 본격적으로 돌입하여 2001년 4월 말 제작 및 조립을 마치고 연료탱크 누수시험 및 엔진 작동 시험을 포함한 모든 시스템에 대한 작동시험을 수행하였으며 내장과 도색작업을 마침으로써 반디호가 완성되었다.

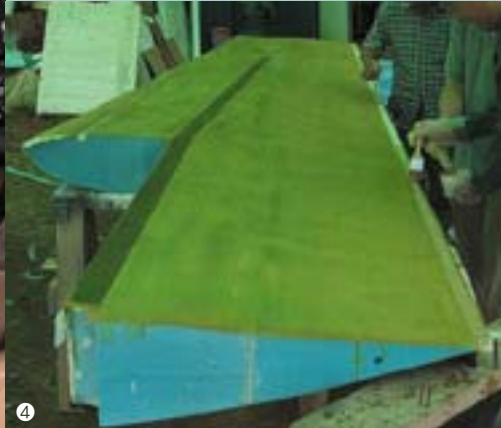
같은 해 7월 말 건교부로부터 실험 목적으로 비행허가를 받은 직후 한국항공대학교가 위치한 수색비행장까지 운반하였다. 항공대 활주로 옆 격납고에서 반디호를 조립하고 모든 부위에 대한 점검을 마친 뒤, 활주시험을 하였으며 9월 21일 아침 초도비행을 성공적으로 수행하였다.

선미익으로 실속과 스핀 방지

반디호는 4인승 소형항공기로서 선미익을 장착함으로써 소형항공기의 가장 큰 사고 원인인 실속과 스핀(Stall & Spin)에 들어가지 않는다. 항공기가 착륙할 때 속도를 줄이기 위하여 기수를 들게 드는 데, 조종 미숙이나 돌풍에 휘말려 받음각이 실속 받음각



- ① 1/4 축소 모델을 이용한 풍동시험
- ② 카티아를 이용한 디지털 목업
- ③ 조종석 계기판
- ④ 주익 적층 작업



이상으로 커지게 되면 주익이 실속에 들어가게 되며 이 때 적절한 대응을 하지 못 하게 되면 스핀에 이어지게 된다.

그러나 반디호와 같은 선미익 항공기의 경우 선미익이 주익보다 먼저 실속에 들어가도록 설계하면 선미익에 작용하는 양력이 먼저 감소하게 된다. 선미익이 항공기의 무게 중심보다 앞에 위치하므로 선미익 양력의 감소는 기수를 숙이는 모멘트를 발생시킴으로 받음각이 다시 감소하게 되어 저절로 실속에서 벗어나게 된다.

해외에 이미 나와 있는 기존의 소형 선미익 항공기는 수직꼬리날개를 주익 끝에 장착하기 위하여 주익의 후퇴각이 크며 방향타가 한쪽 방향으로만 움직이도록 되어있다.

반면에 반디호는 후퇴각을 줄여 공기 역학적 특성을 향상시켰을 뿐 아니라, 양쪽 주익에 각각 붐을 장착하고 붐 뒤에 수직꼬리날개를 장착하였으며 방향타를 양쪽으로 움직일 수 있도록 설계하여 방향 안정성 및 조종성을 향상시켰다.

엔진과 프로펠러가 동체 앞에 위치하는 일반적인 항공기의 경우에는 프로펠러 후류가 동체를 치게 되

어 추진 효율이 떨어지고 공력 특성이 좋지 않은 반면 반디호는 250 마력 엔진을 동체 뒤에 장착하여 추진 효율을 높이고 소음을 줄였다.

동체 양쪽에 달려있는 출입문은 경첩이 위에 달려 있어 위로 열리게 되어있는 Gull Wing 타입으로서 미관이 좋으며 타고 내리기가 쉽다.

반디호의 조종이 다른 선미익 항공기에 비하여 훨씬 쉽고 측풍시 이착륙이 더 용이하다는 것이 반디호를 타본 외국 조종사들의 한결같은 평이었다.

반디호는 모두 2대가 제작되었다. 반디 1호기는 국내에서 충분한 비행시험을 수행한 뒤 미국으로 이송하여 2002년 여름에 위스콘신 주에서 개최된 국제 에어쇼에 출품하였다. 이번에 남북극점 경유 비행에 도전하는 항공기가 반디 1호기이다.

반디 2호기는 2002년 말에 완성이 되었는데, 자동 비행제어 장치나 GPS/INS 장비 등의 탑재 시험이나 고양력 장치 등의 항공 관련 연구를 위한 테스트 베드로 활용중이다. 현재 산업자원부 과제로 반디호 수출용 모델 연구를 수행중이며 2005년 후반기부터 반디호 기체의 해외 수출이 가능할 것으로 전망된다. 