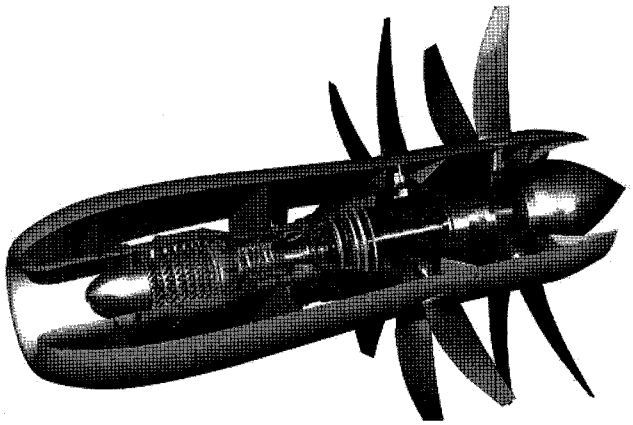
미래를 주도하는 첨단 항공우주 기술(17)

개방형 회전날개 엔진(Open Rotor Engine)



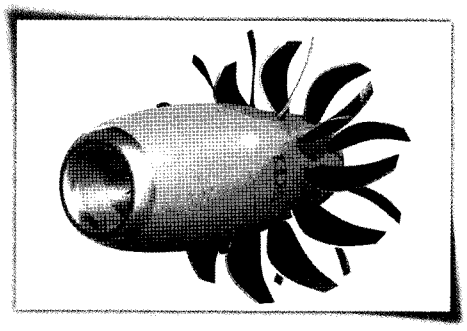
항공기술의 급격한 발전과 함께 터보제트 엔진의 상용화는 회전날개가 외부로 돌출된 터보프롭 엔진을 과거의 것으로 만들었다. 그러나 지구온난화와 같은 환경문제와 유가 상승과 같은 여러 문제가 복합적으로 작용하면서 터보제트 엔진과 터보프롭 엔진의 장점을 접목시킨 개방형 회전날개 엔진이 21세기 첨단 항공우주 기술로 새롭게 주목받고 있다. 향후 상용화될 경우 항공분야 전반에 엄청난 영향을 미칠 것으로 예상되는 개방형 회전날개 엔진에 대해 알아본다.

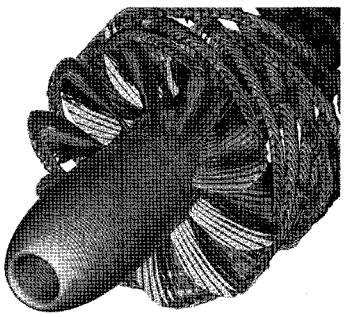
외형은 구식, 성능은 최신식

프로펠러로 불리는 회전날개가 외부로 돌출된 형태의 엔진을 갖고 있는 항공기는 일반적으로 1960년대 이전의 고전 항공기를 연상시킨다. 그러나 최첨단 항공기술이 속속 등장하고 있는 지금, 단순한 미적 아름다움이나 고전에 대한 찬미가 아닌 최신기술의 하나로 개방형 회전날개 엔진이 새롭게 주목받고 있다. 구시대의 고전 항공기를 환기시키는 개방형 회전날개 엔진은 항공기의 비행성능과 연료효율을 혁신적으로 개선할 수 있을 것으로 전망되고 있기 때문이다.

일반적인 현대 항공기는 엔진이 나셀(Nacelle)이라 불리는 원통형 외피에 둘러싸이고 주익 하단에 위치하는 것이 보통이다. 일부 항공기의 경우 엔진이 동체 후방에 수직 혹은 수평으로 위치하기도 하지만 거의 대부분의 경우 동체에 매립되지 않고 외부에 부착된다. 그러나 GE-NASA가 공동으로 개발하고 있는 오픈로터 엔진 항공기의 경우 주익에 위치한 엔진이 동체 후방으로 이동하면서 여러 기술적 효과를 얻고 있다.

그 중 대표적인 것이 바로 무거운 엔진의 위치를 이동함으로서 주익의 구조와 무게를 대폭 경량화 시킬 수 있는 것. 항공역학 측면에서 효율 역시 높아지고 엔진의 날개가 외부로 노출되면서 연료효율도 향상시킬 수 있다. 구체적으로 GE의 기술자들은 동일한 제트엔진에 비해 연료소비를 30% 이상 감소시킬 수 있다고 주장하고 있다. 또한 기존 엔진에 비해 오픈로터 엔진은 바이패스 비율(By-pass ratio)이 매우 높다. 다만 엔진의 소음이 기존 엔진에 비해 높다는 문제는 오픈로터 엔진이 상용화에 앞서 해결해야 할 숙제다. 현재 미국과 유럽은 지구 온난화와 항공유 가격 상승에 대한 대책으로 항공기 연비개선을 위한 다양한 연구가 진행되고 있으며 개방형 회전날개 엔진 역시 이러한 연구 프로그램 중 하나다. 현재 유럽은 항공비전 2020의 목표를 달성하기 위해 클린 스카이 JTI(Clean sky Joint Technology Initiative)가 지난 2008년부터 7년 계획으로 추진되고 있다.



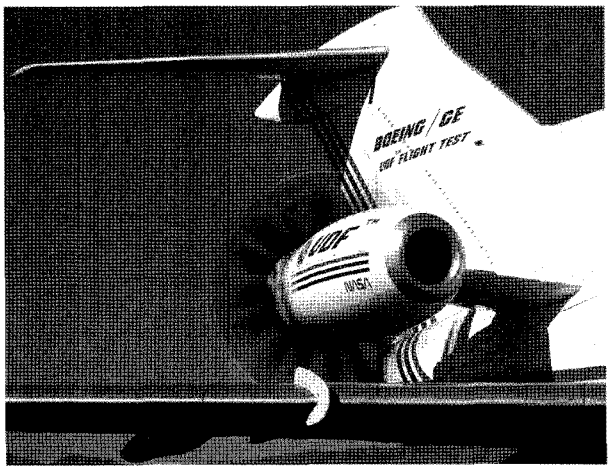


ORE 개발에 집중하고 있는 선진국들

최근 롤스로이스(Rolls-Royce)는 새로운 프로펠러 비행기 엔진에 대한 테스트를 할 수 있게 되었다. 이 엔진은 이중 회전날개(double rotor)와 새로운 프로펠러 날개 형태로 제작되었다. 엔지니어들은 롤스로이스의 디자인은 "매우 중요한" 발전이라고 평가한다. 롤스로이스 역시 이 새로운 디자인을 통해서 항공기 연료와 온실가스배출량을 30%까지 줄일 수 있다고 주장했다. 롤스로이스에서 차세대 비행기 엔진을 개발하는 프로젝트를 담당하고 있는 엔지니어인 마크 테일러(Mark Taylor)는 "우리는 100~200석 비행기에 개방형 회전날개(open-rotor)를 장착하게 된다면 매년 300만 달러 또는 10,000톤의

이산화탄소를 줄일 수 있다"고 말했다.

현대 프로펠러 엔진은 개방형 회전날개 또는 터보프로펠러(turbo-props)로 알려지고 있으며 대부분 오늘날 항공기가 사용하고 있는 터보팬(turbofan)과 터보제트(turbojet) 엔진보다 연료효율이 높다. 하지만 1980년대 초반 주요 엔진생산업체에 의한 연구와 실험에도 불구하고 원유가격 하락, 높은 소음으로 인한 환경공해 문제로 실용화되지 못했다. 그러나 항공분야가 환경에 미치는 영향이 증가하면서 항공공학자들은 개방형 회전날개 엔진은 새로운 대안이 될 수 있다고 믿기 시작했다. 주요 항공기 엔진 제작사들은 이 새로운 디자인을 통해 현재 사용되는 엔진보다 더 조용한 엔진을 만들 수 있다고 믿고 있다.



눈부신 기술발전은 신개념 구현의 촉매

사우스햄튼 대학(Southampton University)의 항공공학분야에서 방음공학자인 로드 셀프(Rod Self)는 최근 연구되고 있는 개방형 회전날개 엔진에 대해 "엄청나게 중요한 의미를 갖는다. 향후 개방형 회전날개 엔진은 시장에서 중요한 역할을 할 것이다"고 말한다. 효율성의 발전은 매우 중요하다고 말한 맨체스터 대학의 틴덜 센터(Tyndall Centre)의 기상학자이며 항공분야의 환경영향 전문가인 앨리스 바우스 (Alice Bows)는 "항공기에서 배출되는 이산화탄소는 전세계적인 탄소배출량에서 2~3%에 불과하다. 하지만 매년 성장률이 6~7%인 이 분야에서 효율성의 증진은 1%에 불과하다"고 말했다.

터보팬 엔진은 공기를 흡입하여 엔진 전반부에 설치된 밀폐된 팬을 돌려 작동하게 된다. 대부분 공기는 뒤쪽으로 밀려 나가면서 추진력을 만들어낸다. 나머지는 연료를 연소하여 팬을 돌리게 된다. 좀 더 많은 공기가 연소되기보다 후방으로 밀려나갈수록 엔진효율성이 증가하게 된다. 즉, 엔진에 들어간 공기 유량 중에서 일부는 저압 팬으로 가속되어서 바로 후방으로 분출되고 나머지는 연소에 사용되어 고온가스로 분출되는 비율을 바이패스 비(bypass ratio)라고 한다. 간단하게 개방형 회전날개 엔진은 터보팬 또는 터보제트 엔진보다 동일한 크기에서 좀 더 높은 바이패스 비율을 보인다. 개방형 회전날개 엔진이 좀 더 효율성을 갖는 이유 중 하나는 전통적인 엔진과는 달리 프로펠러를 케이스에 넣을 필요가 없다는 점이다. 케이스에 넣는 것은 무게를 증가시키고 저항력을 늘린다. 테일러는 "케이스를 제거함으로써 날개의 크기를 늘릴 수 있으며 무게와 저항력을 줄일 수 있다"고 말했다.

기술도 유행처럼 돌고 또 돈다

항공산업체들은 이전에도 이러한 엔진을 사용한 적이 있다. 석유위기시기인 1970년대 말 엔지니어들은 20세기 초에 사용된 오래된 프로펠러 비행기로부터 새로운 디자인을 개발했고 제트기술과의 결합을 통해 좀 더 현대적인 비행기엔진에 사용했다. 미국의 엔진 생산업체인 플랫 앤드 위트니(Pratt & Whitney)와 제너럴 일렉트릭(General Electric)은 나사의 개방형 회전날개 엔진 디자인 프로젝트의 지원을 받아 맥도널 더글러스(McDonnell Douglas)와 보잉(Boeing)사 비행기에 엔진을 디자인한 적이 있다. 하지만 상업적으로 소음과 프로펠러 디자인 문제로 인해 상용화 되지 못했다. 또한 석유가격의 하락으로 인해 연료감소의 인센티브가 없었다.

하지만 지난 몇 년 동안 석유가격의 상승과 환경에 대한 영향으로 인해 효율적인 엔진디자인이 다시 각광받게 되었다. 새로운 개방형 회전날개 엔진의 디자인은 두 쌍의 프로펠러를 엔진 후방에 장착하여 반대방향으로 회전하도록 하고 있다. 이 프로펠러가 공기를 바로 뒤쪽으로 밀어내는 것보다 일부 공기를 뒤틀게 되면 에너지 손실이 적어진다. 셀프는 "만일 두 번째 쌍의 프로펠러가 각기 다른 방향으로 돌게 된다면 꼬인 것이 풀리면서 공기에서 에너지를 절약할 수 있다. 이것은 비행기가 앞으로 나가도록 하는데 유용한 힘이 된다. 하지만 소음이 더 심하다"고 말했다.

개방형 회전날개의 소음은 프로펠러의 두께나 소리의 속도보다 더 빨리 도는 경우와 같이 프로펠러와 연관되어 발생하게 된다. 엔진 제작사의 기술자들은 이 문제를 회전날개에서 날개숫자를 증가시키고 전통적으로 긴 형태의 날개를 좀 더 낮고 폭이 넓은 형태로 디자인을 전환했으며 날개를 얇게 하여 소음을 줄일 수 있었다.

개방형 회전날개 엔진의 미래

현재 롤스로이스가 개방형 회전날개 엔진 개발에 노력을 집중하고 두각을 나타내고 있는 것과 마찬가지로 GE와 P&W 그리고 프랑스의 스넥마(Snecma) 등이 개방형 회전날개 엔진 개발에 노력을 경주하고 있다. 물론 상용화 시기는 아직 장담할 수 없다. 뿐만 아니라 이 혁신적인 엔진은 항공기의 기존 형상조차도 크게 변화시킬 것이다. 항공우주분야에 새로운 혁명의 시초가 될 수 있다는 의미다. 그러나 이 신기술이 과거와 같이 단순한 학문적 수준에서, 기술적 완성도를 검증하는 수준에서 끝날 것 같지는 않다. 대부분의 항공기술자들은 이 신기술의 선택 가능성이 매우 높다고 말한다. 기술 발전의 끝은 과연 어디일지, 개방형 회전날개 엔진은 새로운 기술개발의 지표가 될 전망이다.