

안물안궁 엔지니어링 2

항공기 날개

글. 조인준 KBS 미디어기술연구소 차장

C군의 네버엔딩 스토리

코로나로 인해 여행할 기회가 줄어들면서 많은 분께서 최근 비행기를 이용하는 빈도가 매우 낮아졌을 것 같습니다. 빨리 코로나가 진정되어 비행기를 타고 즐겁고 자유롭게 여행하실 수 있는 날이 어서 오기를 바랍니다. 여행을 핑계 삼아 비행기 이야기를 꺼낸 것은 이번 ‘안물안궁 엔지니어링’에서 항공기 날개에 대해 다루어보기 위해서입니다. 아마도 많은 독자분께서 비행기에 탑승하시어 창밖으로 날개를 바라보다가 [그림 1]의 원으로 표시된 것과 같이 생긴 날개 밑 큰 쇠덩이를 본 적이 있으실 겁니다. 혹시 저 큰 쇠덩이를 보시면서 무엇일까 궁금해하신 적이 있으신가요? 제가 아는 사람 중에는 연료 탱크라고 알고 있는 사람들도 많았습니다.



그림 1. 플랩 페어링

우선 [그림 1]의 날개 밑에 달린 큰 쇠덩이는 ‘플랩 페어링’이라고 부르며 어떤 기능을 하는지에 관한 답은 [그림 2]에 있습니다. [그림 2]를 보시면 날개 밑에서 플랩이라고 부르는 판이 뒤로 뻗어 나와 날개의 면적이 커진 것을 볼 수 있는데, 이 뻗어 나온 플랩들을 날개에 고정하여 앞뒤로 움직이는 복잡한 기계장치들을 덮은 덮개가 [그림 1]의 플랩 페어링입니다. 그렇다면 왜 날개 밑에서 플랩이라 부르는 것들이 뻗어 나오거나 접혀 들어가거나 하는 걸까요? 이에 대한 답을 알기 위해서는 2차 대전 전투기 중에서 가장 빠른 전투기 중의 하나인 ‘P-38 Lightning’ 이야기부터 시작해야 할 것 같습니다.



그림 2. 플랩과 플랩 페어링



그림 3. 쌍발엔진을 장착한 P-38 전투기

2차 세계대전 당시 쌍발엔진을 장착한 독특한 형태의 'P-38'이라는 전투기가 있었습니다. P-38은 쌍발 엔진 덕분인지 2차 세계대전에서 사용된 가장 빠른 전투기 중 하나였다고 합니다. 그런데 이 전투기는 가끔 최대속도에서 기수가 아래를 향하며 통제가 안 되는 강하 현상을 보였다고 합니다. 이후 비행기들이 점점 더 빨라지며 이런 현상들이 자주 나타났고 이를 엔지니어들이 분석한 결과 다음과 같은 결론에 도달했다고 합니다(비행기 날개의 양력 발생 원리는 너무 유명하여 설명을 생략합니다).

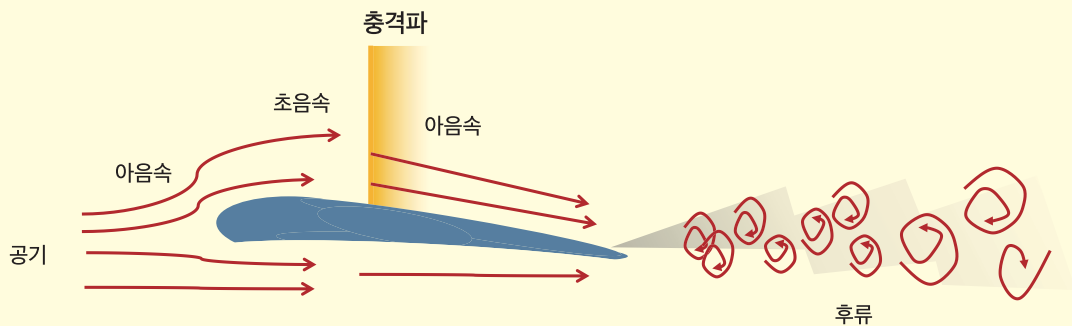


그림 4. 날개 위 공기의 흐름과 충격파

[그림 4]에서 보시듯이 비행기 날개 위쪽의 공기는 더 긴 경로를 통과함에 따라 날개 앞부분에서 비행기의 속도보다 더 높은 속도로 날개를 타고 넘기 시작합니다. 이후 날개의 뒷부분으로 갈수록 속도가 줄어드는데, 비행기 본체의 속도가 초음속에 도달하기 전에도 날개 앞부분의 공기 흐름이 초음속을 넘어서고 날개 뒷부분에서 아음속으로 감속되며 그 경계에서 충격파가 생기는 경우가 있다고 합니다. 이 충격파는 날개에 항력을 작용함과 동시에 날개 뒷단에서 공기의 흐

름을 깨트리는 후류를 형성하여 비행기 주익의 양력을 감소시킴과 동시에 꼬리 날개의 양력은 증가시켜 비행기 기수가 아래를 향하고 꼬리는 위로 향하며 통제 불가의 급강하 현상을 유발하였습니다. 이에 엔지니어들은 날개를 타고 넘는 공기의 속도가 초음속이 되는 것을 지연시키는 방법을 연구하기 시작했고, 그 결과 [그림 5]와 같이 기존의 직선익과 달리 날개 끝이 뒤를 향하는 후퇴익이라는 날개 모양을 만들어내게 됩니다(현대에는 후퇴익 말고도 가변익, 전진익, 또는 델타익 같은 다양한 날개들이 개발되었지만, 플랩의 설명을 위해서는 후퇴익만으로 충분하므로 후퇴익에 대해서만 다루겠습니다).

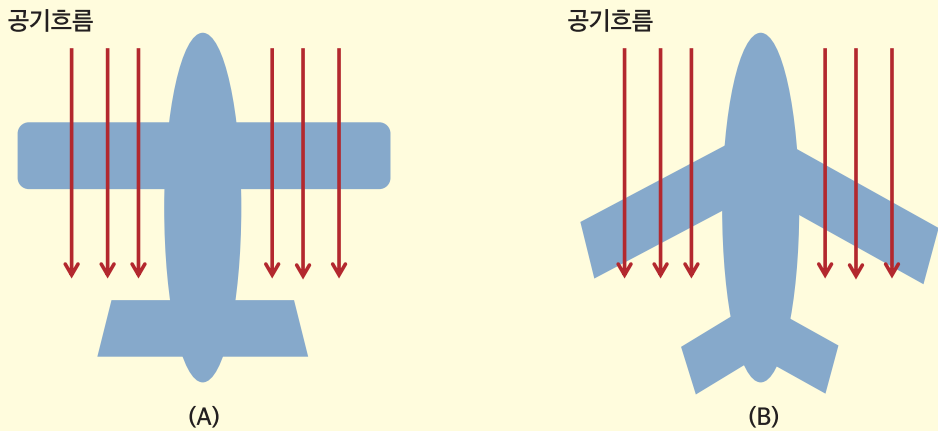


그림 5. (A) 직선익 날개, (B) 후퇴익 날개

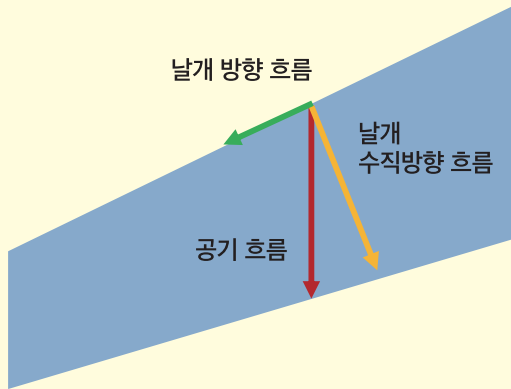


그림 6. 후퇴익에서의 공기 흐름 성분

그런데 날개 모양을 바꾸는 것으로 어떻게 [그림 4]의 문제가 해결되었을까요? 이 질문에 대한 답의 핵심은 날개를 타고 흐르는 공기의 방향에 있습니다. 과거 비행기의 날개 형태인 [그림 5] (A) 직선익에서는 공기가 날개를 수직 방향으로 지나는 것에 반해 [그림 5] (B)의 후퇴익에서는 공기가 날개의 수직 방향에 대해 비스듬한 방향으로 날개를 지나입니다. 이 비스듬히 흐르는 공기가 문제를 해결하게 되는 원리의 설명을 위해 현상을 단순화한 [그림 6]을 보겠습니다. [그림 6]을 보시면 붉은색으로 나타낸 ‘공기 흐름’은 날개 단면이 양력을 발생시키는 형상이 되는 ‘날개 수직 방향 흐름’ 성분과 날개가 뻗어 나간 방향의 ‘날개 방향 흐름’ 성분으로 분해될 수 있습니다. 여기서 ‘날개 수직 방향 흐름’은 비행기의 속도에 직접적으로 연관된 ‘공기 흐름’ 보다 항상 느리기 때문에 비행기의 속도를 더 올리더라도 [그림 4]와 같은 충격파를 일으키는 속도에 도달하지 않게 할 수 있었습니다. 이렇게 날개의 모양을 바꿈으로써 비행기가 문제없이 비행할 수 있는 속도를 높일 수 있었지만, 속도를 계속 높이면 날개 끝에서부터 양력을 상실하는 문제를 피할 수는 없습니다. 또한, 양력을 일으키는 ‘날개 수직 방향 흐름’이 ‘공기 흐름’보다 느리다 보니 저속에서 충분한 양력을 발생시키기 어려

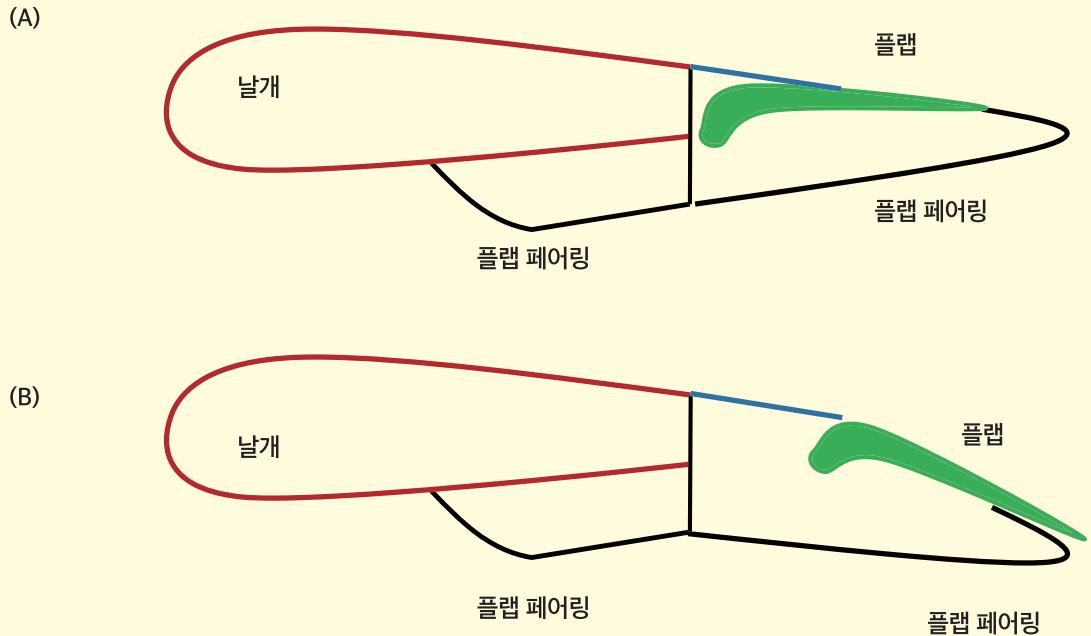


그림 7. 플랩과 플랩 페어링 동작 : (A) 고속비행, (B) 저속비행

운 단점이 생겼습니다. 그래서 이 저속에서의 양력 문제를 해결하기 위해 고안된 장치가 [그림 2]의 플랩입니다. 플랩은 비행기의 이륙과 착륙 시 낮은 속도에서도 충분한 양력을 발생시킬 수 있게 날개 면적을 넓히는 효과를 주는 장치이며 대략적인 동작은 [그림 7]과 같습니다.

[그림 7]의 (A)는 고속 비행 시 플랩을 접은 상태이고 (B)는 이륙이나 착륙 시 낮은 속도에서 충분한 양력을 얻기 위해서 플랩을 뒤쪽으로 뺀 날개의 면적을 증가시킨 상태입니다. (A), (B) 하단부의 검은색으로 그려진 플랩 페어링 내부에는 플랩을 앞뒤로 이동시키며 각도를 변화시키는 복잡한 기계장치가 들어있으며, 플랩 페어링은 이 복잡한 기계장치가 그대로 노출되어 있을 경우 큰 공기저항이 발생하기 때문에 이를 줄이기 위해 씌운 덮개입니다. 플랩이 펼쳐짐에 따라 플랩 페어링도 모양이 변하며, 플랩이 펼쳐지면서 생기는 날개 위쪽의 틈은 파란색 덮개에 의해서 열리거나 닫힙니다. 착륙 시 저 파란 덮개를 위로 세워 에어 브레이크로 사용하기도 합니다.

지금까지 비행기를 타실 때 한 번쯤은 궁금해하셨을 플랩과 플랩 페어링에 관해 설명드렸습니다. 봄이 시작되는 3월입니다. 코로나로 인해 여전히 힘들지만 독자 여러분 모두 건강하고 활기찬 봄을 맞이하시길 바랍니다. 🌸