

안물안궁 엔지니어링 4

제트 엔진의 원리

글. 조인준 KBS 미디어기술연구소 차장

C군의 네버엔딩 스토리

전국의 어린이들이 기다리고 기다리는 ‘어린이날’이 있는 5월이 되었습니다. C군은 어린 시절 만화 영화에 나오는 로봇과 우주선들을 가장 좋아했었고, 그다음으로 냉전 시대 마·소가 열을 올려 경쟁적으로 개발하던 제트 전투기들을 좋아했습니다. 하지만 그 어린 나이에도 로봇과 우주선을 타고 멋지게 싸우는 건 현실이 될 수 없다는 것을 너무 잘 알아서인지, 꿈은 전투기 파일럿이 되는 것이었습니다. 하지만 30년도 넘는 세월이 훌쩍 지난 지금... 전투기 파일럿은 커녕 일상의 대부분을 책상 앞에서 보내는 직장인이 되었습니다. 유년의 환상이 깃든 파일럿이 되지는 못했어도 멋진 외형의 전투기들에 대한 관심은 여전해서 무료할 때면 이것저것 최신 전투기 관련 영상이나 자료들을 찾아보곤 합니다.

그런데 말입니다. 자동차 내연기관의 원리는 비교적 잘 알려져 있는데, 제트 엔진의 원리는 왜 잘 알려지지 않은 걸까요? 전투기를 사랑하는 한 사람으로서 이러한 현실을 그냥 좌시할 수만은 없다는 생각이 벅차게 차오르며, 이번 연재는 제트 엔진에 관해 설명해야겠다는 사명감이 솟아올랐습니다.

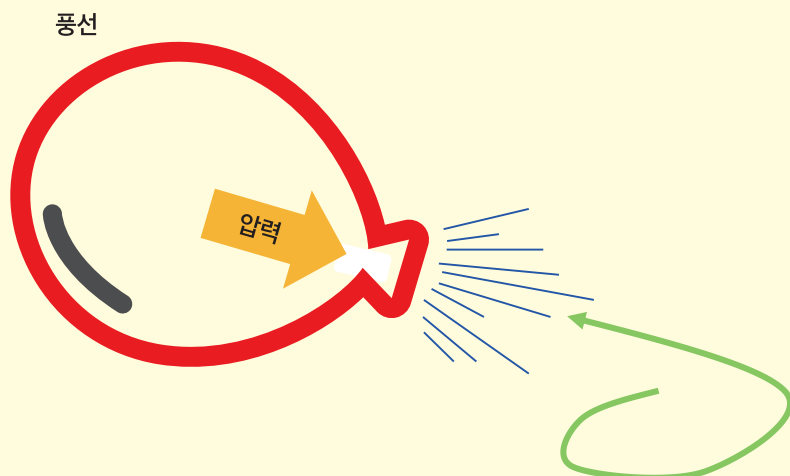


그림 1. 고압 분사의 반작용에 의한 추진

제트 엔진이 추진력을 발생시키는 기본적 원리는 [그림 1]과 같이 바람을 가득 넣은 풍선의 입구를 개방했을 때 풍선이 날아가는 원리와 동일합니다. 높은 압력으로 기체를 분사하면 뉴턴의 운동의 제3법칙인 '작용과 반작용의 법칙'에 의해 분사의 반대 방향으로 풍선이 추진력을 얻게 됩니다. 그럼 이제 분사를 이용하지만 풍선보다는 조금 발전적인 추진 장치를 상상해보겠습니다. 추진 장치가 되려면 풍선처럼 바람이 빠지며 급격히 추진력을 상실해서는 안 되고 지속적이며 안정적인 추진력을 제공해야 합니다. 그렇다면, 기체를 저장 탱크에 고압으로 충전해서 분사하는 방식 대신에 연료를 이용해서 고압을 형성하고 이를 지속적으로 분사하는 방식을 택해야 할 것 같은 아이디어적 느낌이 막 밀려옵니다.

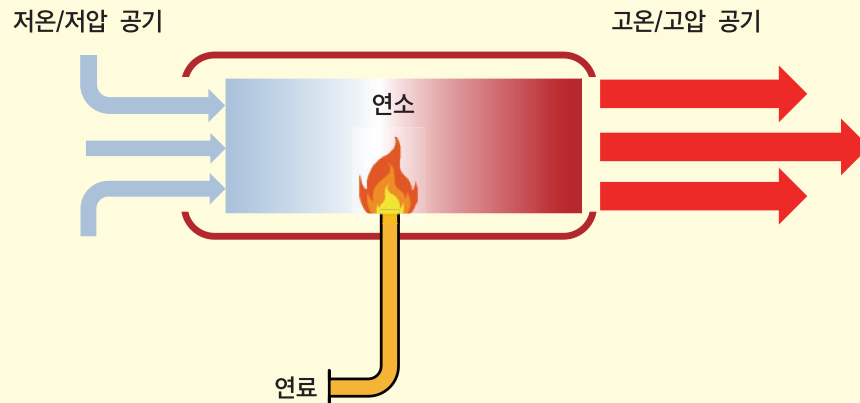


그림 2. 연료를 이용한 고압 기체 분사 아이디어 스케치

[그림 2]는 연료를 이용한 고압 기체 분사 장치에 관한 아이디어 스케치입니다. 대기 중의 공기를 연소실 안으로 흡입시킨 후 발화성이 높은 연료를 통해 격렬하게 연소시키면 급격한 온도 상승과 함께 부피의 팽창이 일어나고 이를 배기구를 통해 분사하면 높은 추력을 안정적으로 유지할 수 있을 것 같습니다. 이 거친 아이디어에 고급 기술을 적용하여 실용 가능한 수준으로 발전시킨 결과가 [그림 3]의 터보 제트 엔진의 구조입니다.

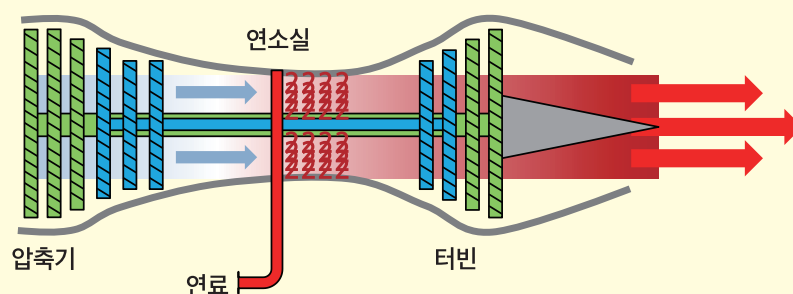


그림 3. 터보 제트 엔진의 구조

터보 제트 엔진은 [그림 3]과 같이 연소실 안으로 공기를 압축시켜 흡입하는 압축기, 압축된 공기를 연료와 함께 연소시켜 고온 팽창시키는 연소실, 그리고 배기압력으로 회전력을 얻어 이를 다시 압축기로 전달하는 터빈으로 이루어져 있습니다. 터보 제트 엔진의 '터보'는 '터빈'에서 따온 말입니다. 압축기는 [그림 4]와 같이 선풍기 날개 같은 블레이드가 촘촘히 달려있는 회전체이며, 터빈은 압축기보다는 세로로 긴 블레이드를 가지고 있는 회전체입니다. 압축기의 블레이



그림 4. 압축기의 블레이드 / 출처 : www.ainonline.com

드는 회전을 통해 선풍기처럼 공기를 밀어내어 압축하고, 터빈의 블레이드는 바람개비처럼 배기압력에 의해 회전력을 만들게 됩니다. 압축기는 저압 단계(녹색)의 압축기와 고압 단계의 압축기(파란색)로 구성될 수 있으며, 공기를 단계적으로 압축하여 상당히 높은 압력과 온도(기체는 압축되면 온도가 올라감)를 갖게 한 후 연소실로 보냅니다. [그림 3]의 압축기를 거치며 엔진의 직경이 점점 줄어드는 것이 보이는데, 이는 부피 감소를 통해 압력 증가를 돕는 것이라고 합니다. 압축기에 의해 고온·고압 상태의 공기가 연소실로 들어오면 가연성이 높은 연료를 분무하여 폭발을 일으키게 됩니다. 이 폭발로 인해서 온도와 부피가 급격히 증가하며 엔진 내부에 매우 높은 압력을 형성하게 되고, 이 압력이 배기구를 향해 뿜어져 나가는 동안 터빈을 회전시켜 축으로 같이 연결된 전방의 압축기에 회전력을 제공합니다.

터보 제트 엔진의 개발로 항공기의 속도를 높이는 것이 가능했지만, 효율성 측면에서 그리 좋은 결과를 얻지는 못했습니다. 그래서 엔진의 효율성을 높이기 위한 연구개발을 통해 만들어 낸 결과물이 터보-팬 제트 엔진입니다. 터보-팬 제트 엔진은 [그림 5]와 같이 터보 제트 엔진 앞에 큼지막한 팬을 붙인 것입니다. [그림 6]은 실제 팬의 사진이며, 바로 여

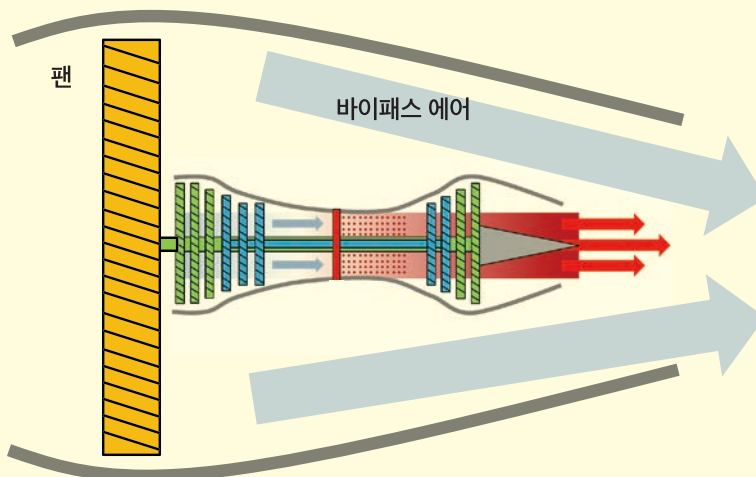


그림 5. 터보-팬 제트 엔진의 구조



그림 6. 터보-팬 제트 엔진의 팬 / 출처 : www.boldmethod.com

러분이 여객기의 엔진 정면을 볼 때 늘 보아왔던 것입니다. 이렇게 팬을 붙이고 커다란 덮개로 팬과 제트 엔진을 덮으면 어떤 효과가 생기는 걸까요? 엔진과 연결되어 회전하는 팬은 대량의 공기를 뒤로 밀어내게 됩니다. 이렇게 팬에 의해 엔진 주변으로 흐르는 공기를 '바이패스 에어'라고 하는데 그 양이 꽤 많다 보니 바이패스 에어에 의한 추력도 만만치 않습니다. 최신 민항기 엔진의 경우 추력의 80% 정도가 바이패스 에어에 의한 추력이라고 합니다. 말이 제트 엔진일 뿐이지, 사실은 팬을 회전시키는 용도로 제트 엔진을 쓰는 형국입니다. 터보-팬 제트 엔진은 바이패스 에어를 이용하여 비교적 작은 제트 엔진으로도 충분한 추력을 얻을 수 있어서 효율이 높습니다. 또한 분사구에서 고온 고압으로 배출되는 기체 주변을 비교적 차갑고 느린 공기가 감싸고 흐르게 되면서 소음도 꽤 줄어드는 효과가 있다고 합니다. 효율성과 정숙성을 모두 달성한 기술이라고 할 수 있습니다.

그리고 마지막으로 설명해 드릴 내용은 엔진에서 뿜어져 나오며 피를 끓게 하는 섬광의 정체... 바로 애프터 버너입니다. 탑간 같은 영화에서 보면 비행기가 급가속하거나 급상승을 할 때 엔진에서 밝은 불빛이 갑자기 뿜어져 나오는 것을 보신 적이 있을 겁니다. 이 불빛의 정체가 애프터 버너입니다. 애프터 버너는 말 그대로 마지막에 한 번 더 버닝을 하는 것입니다. 분사구 앞에서 연료를 한 번 더 태움으로써 추진력을 극적으로 상승시키는 방식인데, 연료 소모가 만만치 않다고 합니다. 그래서 급격히 추력을 증가시킬 필요가 있을 때를 제외하고 지속해서 사용하지는 않는다고 합니다.

지금까지 C군의 유년의 로망 중의 하나인 제트 엔진에 관해 설명해 드렸습니다. 독자 여러분은 아직도 어린 시절의 꿈을 간직하고 계신가요? 잊고 있던 꿈을 단지 꿈일 뿐이라도 다시 떠올리며 달콤한 몽상에 빠져보는 것도 나쁘지는 않은 것 같습니다. 세상에 해 끼치는 일 없이 즐거울 수 있으니까요. 그럼, 가족들과 함께 행복한 5월 되세요. ☺