



가스터빈 엔진



조진수 / 한양대학교
jscho@hanyang.ac.kr

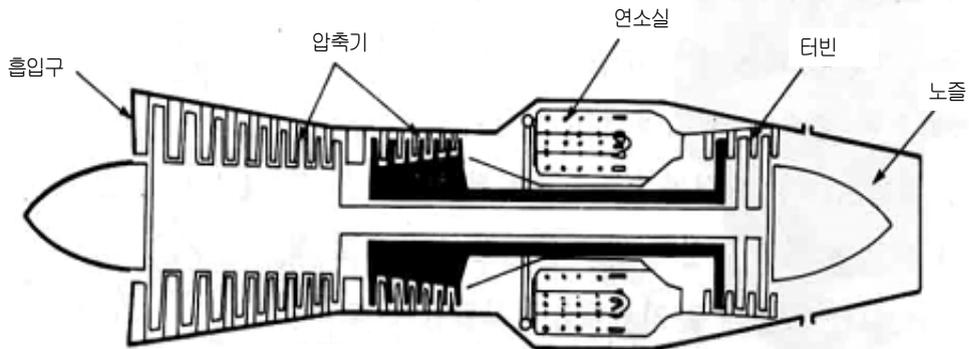
서울대학교 항공공학과 학사
서울대학교 항공공학 석사
美 Purdue Univ. 항공우주공학 박사
(현) 한양대학교 기계공학부 교수
한국 항공우주학회 사업이사

1. 가스터빈 엔진

1.1 가스터빈 엔진의 개요 및 작동원리

가스터빈이란 보일러에서 공급받은 고온의 증기를 작동유체로 사용하는 증기터빈과 달리 연소에서 가열된 고온, 고압의 가스를 팽창시켜서 회전 기계 에너지를 추출하여 그 힘으로 압축기와 발전기 축을 돌리게 하거나 가용 동력을 사용하는 기계장치이다. 가스터빈의 개략도를 그림 1에 나타내었다. 가스터빈 엔진은 열역학적 브레이튼 사이클(Brayton cycle)에 의해서 작동하는 기계장치로서 가스상태의 작동유체를 압축(압축기) 및

팽창(터빈) 과정에서 동력을 연속적으로 얻어내는 엔진이다. 또한 가스터빈 엔진은 왕복기계나 등용적 연소 사이클을 사용하지 않는다는 것을 의미하며 회전식 부품이 주요 구성요소이다. 가스터빈 엔진은 주요 구성부품에 왕복운동이 없기 때문에 피스톤-실린더와 같은 상호 마찰부분이 없어서 윤활유의 소비가 극히 적으며 왕복운동 기계의 특징인 진동이 대폭 감소되고, 고속운동이 가능하다. 가스터빈 엔진은 회전운동과 압축성 가스에 의해서 작동하기 때문에 엔진 형태를 원주형으로 제작이 가능하고, 원주운동에 필요한 거리가 필요 없기 때문에 설치공간의 크기 축소가 가능하다.



[그림 1] 가스터빈 엔진(터보제트 기관)



가스터빈 엔진의 터빈부는 압축된 가스의 팽창에 의해서 작동하기 때문에 부하의 변화에 대한 반응이 빠르며, 이러한 장점으로 항공기의 추진기관으로 매우 적합하며, 선박용 엔진과 산업용에도 널리 활용되고 있다. 가스터빈의 작동 순서는 다음과 같다. 먼저, 가스터빈으로 공기가 흡입되고 압축기에서 압축된다. 그후에 연소기의 이그나이터로 점화되고 분사노즐을 통해 연료가 분사되며 터빈을 통과하면서 팽창되고 그후에 배기 노즐로 배기된다.

1.2 가스터빈 엔진의 구조 및 장단점

가스터빈 기관은 압축기, 연소실 및 터빈으로 구성되어 있으며 그 구조를 그림 2에 나타내었다.

가스터빈 엔진의 장점은 연소가 연속적으로 진행되기 때문에 기관의 추력이 증가하며 왕복 부분이 없으므로 진동이 적고 높은 회전수를 얻을 수 있다. 또한 추운 기후에서도 시동이 용이하고 윤활유 소모가 적으며 저급 연료 사용이 가능하고 고속 비행이 가능하다는 장점이 있다. 그러나 가스터빈은 연료 소모량이 많고 소음이 심한 단점이 있다.

1.3 가스터빈 엔진의 요구조건

가스터빈 엔진의 요구조건을 구분하면 크게 다음과 같다.

(1) 추력대 중량비가 작아야 함

항공기의 무게는 비행성능 및 경제적인 운용에 직접적인 영향을 미치기 때문에 항공기의 추진기관은 가볍고 높은 출력을 내는 것이 요구된다. 따라서 마력당 중량비가 작아야 한다.

(2) 높은 신뢰성

첫째, 기관의 점검, 정비 및 작동조작이 적절하게 수행되었을 때 기관 고장이 없어야 하며, 둘째 부품이나 장비의 작동이 원활하고 수명이 길어야 하며 또한 교환이 쉽고 값이 싸야 한다.

(3) 강한 내구성

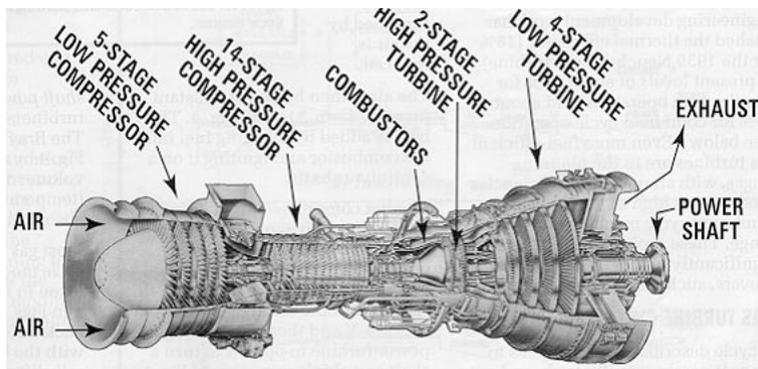
내구성은 기관의 수명을 말하며 내구성의 척도로는 TBO(Time Between Overhaul)를 사용한다.

(4) 높은 열효율

추진기관의 열효율이 높을수록 연료소모율이 작아져 항속 거리가 증가하거나 유효하중이 늘어나기 때문에 경제적 운용이 가능하다.

(5) 좋은 정비성

모든 기관은 주기적으로 검사 및 정비를 해야 하는데 정비와 부품의 교환이 쉬우면 정비시간을 단축할 수 있어 항공기 가동시간을 길게 할 수 있다.



[그림 2] 가스터빈 엔진의 구조



2. 가스터빈 엔진의 종류

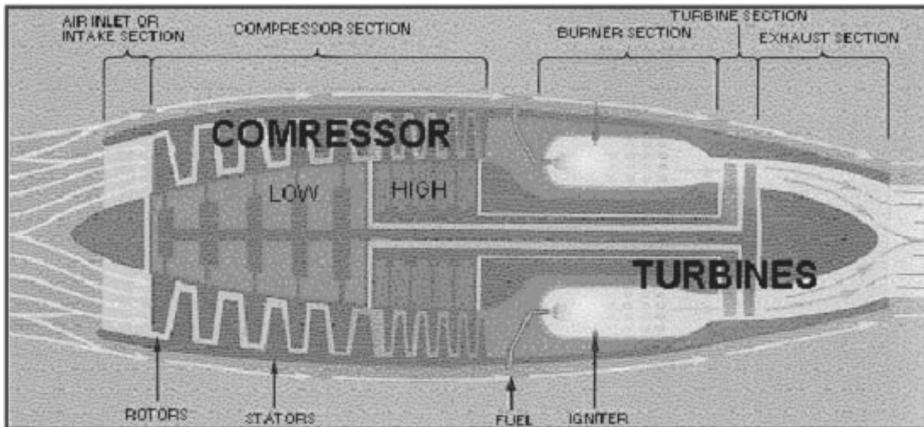
2.1 터보제트(Turbojet) 기관

터보제트 기관은 그림 3과 같으며 비교적 소량의 공기를 고속으로 분출시키기 때문에 소형 경량으로 큰 출력을 얻을 수 있다. 비행 속도가 빠를수록 효율이 좋고 특히, 천음속으로부터 초음속(에프터 버너 사용)에서 우수한 성능을 나타내며 저속에서는 효율이 감소하고 연료 소모율이 증가하며 배기가스를 고속으로 분출시키기 때문에 배기소음이 심하다.

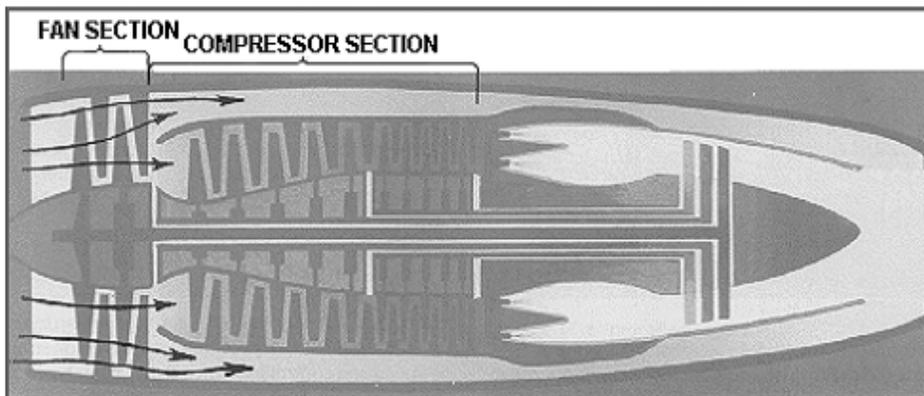
2.2 터보팬(Turbofan) 기관

터보팬 기관은 그림 4와 같이 터보제트 기관의 저속 성능을 향상시키기 위해 개발되었다. 터보팬 기관은 대량의 공기를 비교적 저속으로 분출시켜 배기가스가 갖고 나가는 운동에너지를 줄여 저속에서 기관의 효율을 높이며 터빈 뒤에 추가로 터빈을 증설하여, 이것에 의해 배기가스의 에너지를 흡수하여 배기가스의 속도를 줄이고 증설된 터빈으로 기관의 앞 혹은 뒤에 있는 팬을 구동시킨다.

2.3 터보프롭(Turboprop) 기관



[그림 3] 터보제트 기관



[그림 4] 터보팬 기관

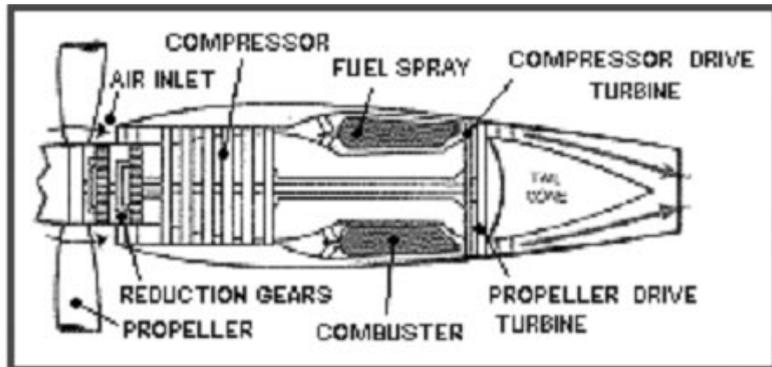


터보프롭 기관은 그림 5와 같이 가스터빈의 대부분 출력을 축동력으로 빼낸 다음, 감속 기어를 거쳐 프로펠러를 구동하여 추력을 얻는 동시에 배기가스의 분사 추진력도 일부 얻을 수 있도록 되어 있는 기관이다. 프로펠러에 의하여 75~90%의 추력을 얻고 나머지 10~20%의 추력은 배기가스의 분사에 의하여 얻는다. 제트기관의 고속, 고고도 특성과 프로펠러의 저속, 저고도 특성의 장점으로 중속, 중고도 비행에서 높은 효율을 얻을 수

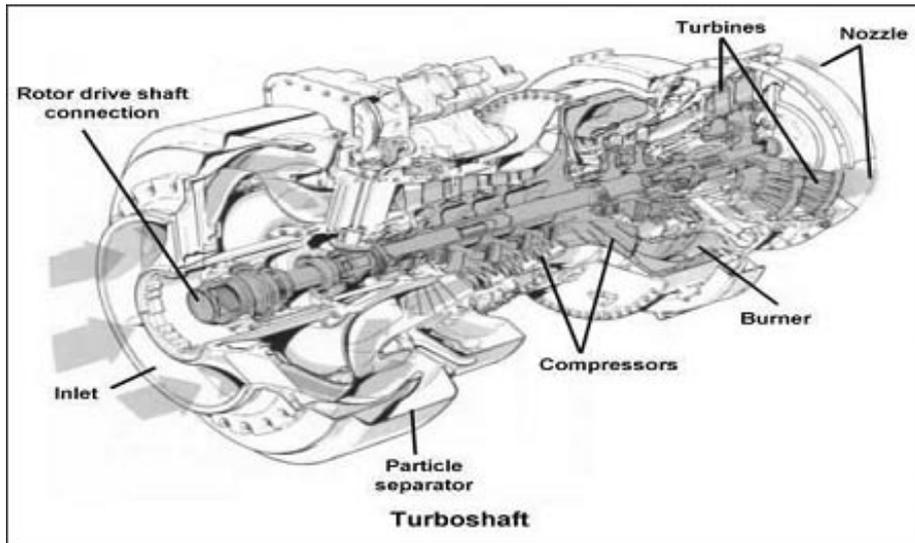
있도록 개발된 기관이다.

2.4 터보축 (Turboshaft) 기관

터보축 기관은 그림 6과 같으며 가스터빈의 출력을 100% 모두 축동력으로 발생시킬 수 있도록 설계된 기관으로 주로 헬리콥터용 동력장치로 사용된다. 대개의 경우 압축기용 터빈과는 달리 기계적으로 독립된 자유터빈에 의하여 감속기어를 거쳐 회전동력을 얻게 되며 배기가스의 폐열을 이



[그림 5] 터보프롭 기관



[그림 6] 터보축 기관



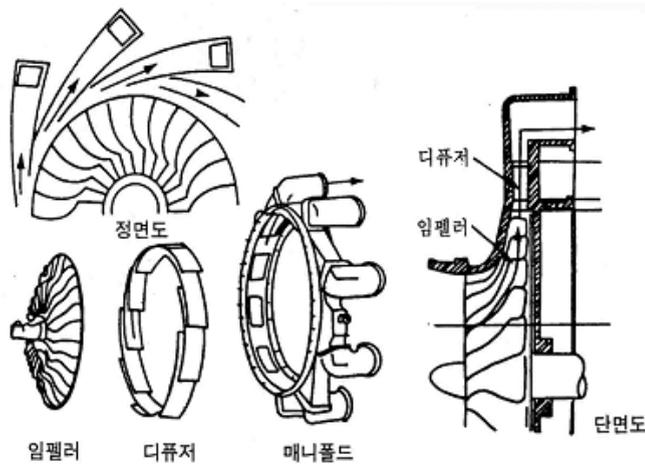
용하여 효율을 최대로 얻도록 한 후 자동차, 선박, 및 발전기 구동용으로도 많이 이용되고 있다.

3. 가스터빈 엔진의 구조

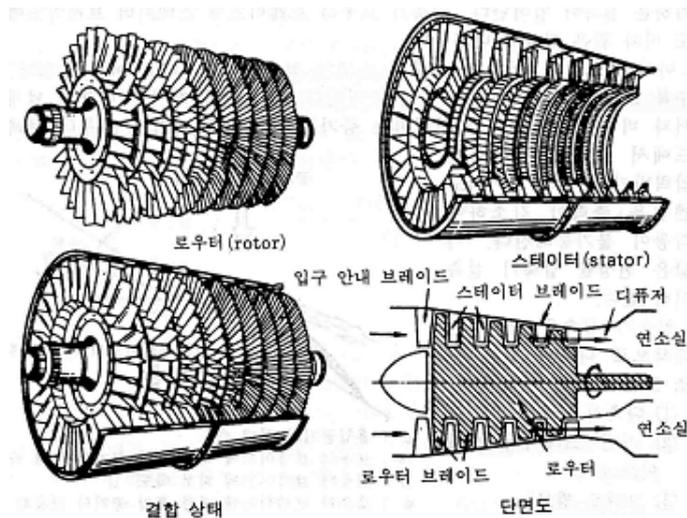
3.1 압축기 (Compressor)

압축기는 제한된 체적의 연소실에서 가열되어 터빈을 통과하면서 팽창하게 될 공기를 최대한의

압력으로 상승시켜주는 장치로 터빈에서 공급 되는 기계적 에너지를 공기의 압력에너지로 전환시켜 공기의 퍼텐셜을 높여준다. 압축기는 공기를 압축할 때 최소한의 온도상승으로 최대한의 압축을 얼마나 효율적으로 할 수 있는가 하는 것이 전체엔진 성능을 결정하는 주요인자이며 압축기 효율은 일정유량 공기의 압력상승에 요구되는 동력에 따라 결정 되고, 연소실 내부에서 발생하는 온



[그림 7] 원심 압축기



[그림 8] 축류압축기



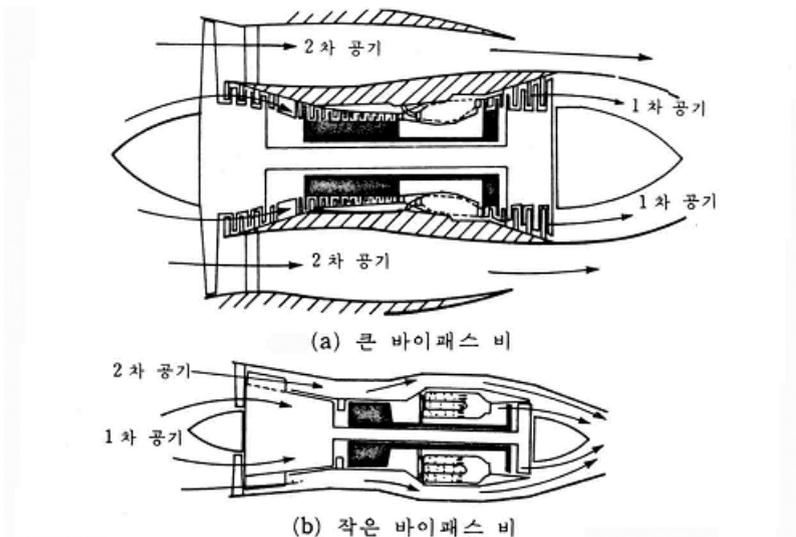
도변화에도 상당한 영향을 준다. 가스터빈에 주로 사용되는 압축기는 크게 원심 압축기와 축류 압축기가 있다. 원심압축기를 **그림 7**에 나타내었으며 크게 임펠러, 디퓨저 및 매니폴드로 구성된다. 원심 압축기의 작동 원리는 중심의 흡입 매니폴드에서 공기를 흡입하여 임펠러 회전에 의해 원주 방향으로 가속되고 디퓨저의 확산 통로를 통해 속도 에너지가 압력 에너지로 변환되어 매니폴드를 통해 연소실로 공급되게 된다. 원심압축기의 장점은 단당 압력비가 높고 제작이 용이하며 값이 저렴하다. 또한 구조가 간단하고 무게가 가벼운 이점이 있다. 그러나 압축기 입, 출구의 압력비가 낮으며 효율이 낮아 많은 공기를 처리할 수 없다. 그리고 전면 면적이 커서 항력이 크고 다단 제작이 곤란(보통 2단까지 사용)하기 때문에 주로 소형 기관에 사용된다.

축류압축기를 **그림 8**에 나타내었으며 크게 회전을 담당하는 로터와 스테이터로 구성된다. 축류압축기의 작동원리는 블레이드에 의해 공기 통로 입구를 작게 그리고 출구를 넓게 하여 확산 통로를 형성하므로 날개 모양의 로터와 스테이터 것

에 의해 감속 및 가압되게 된다. 따라서 대량 공기 처리가 가능하고 압력비 증가를 위해 다단으로 제작 가능하며 입, 출구의 압력비가 높고 효율이 좋아 고성능 기관에 사용될 수 있다. 그러나 외부 물질에 의한 손상으로 지상의 돌이나, 작업시 발생한 금속 조각 등이 기관으로 흡입될 경우 압축기 블레이드의 손상이 잘 발생되고 제작비용이 크고 무겁다는 단점이 있다.

3.2 팬 (Fan)

공기를 압축한 후 노즐을 통해 분사시킴으로써 추력을 얻도록 한 장치로 지름이 큰 축류 압축기 또는 흡입 도관에서 작동하는 프로펠러와 비슷하다. 여기서 바이패스비라는 것은 팬으로 유입된 공기량 중 바이패스된 공기량(2차 공기)과 연소실을 통과한 공기량(1차 공기)의 비로써 바이패스비가 큰 경우 팬 노즐의 분사 공기에 의해 추력 발생하며 바이패스 비가 작은 경우 바이패스된 공기가 기관 주위로 흐르면서 기관을 냉각시키고 배기 노즐을 통해서 분사된다. 바이패스에 관한 개념도를 **그림 9**에 나타내었다.



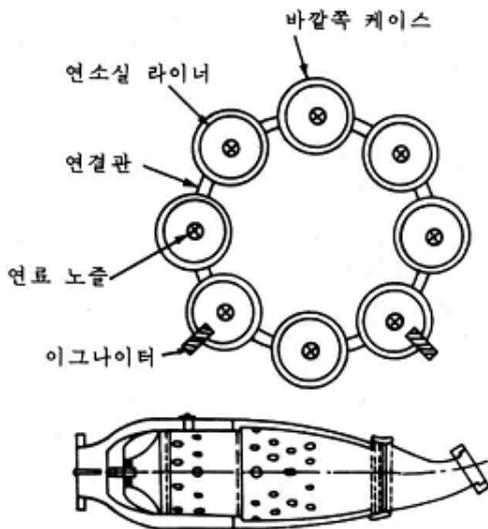
[그림 9] 바이패스 비에 따른 공기 흐름



3.3 연소실 (Combustion chamber)

연소실은 압축된 고압 공기에 연료를 분사하여 연소시킴으로써 연료의 화학적 에너지를 열에너지로 변환시키는 장치로 연소실은 압축기와 터빈 사이에 위치한다. 연소실은 가능한 작은 크기이어야 하며 기관의 작동 범위 내에서 최소의 압력 손실이 이루어져야 하며 연료 공기비, 비행 고도, 비행 속도 및 출력의 폭넓은 변화에 대하여 안정되고

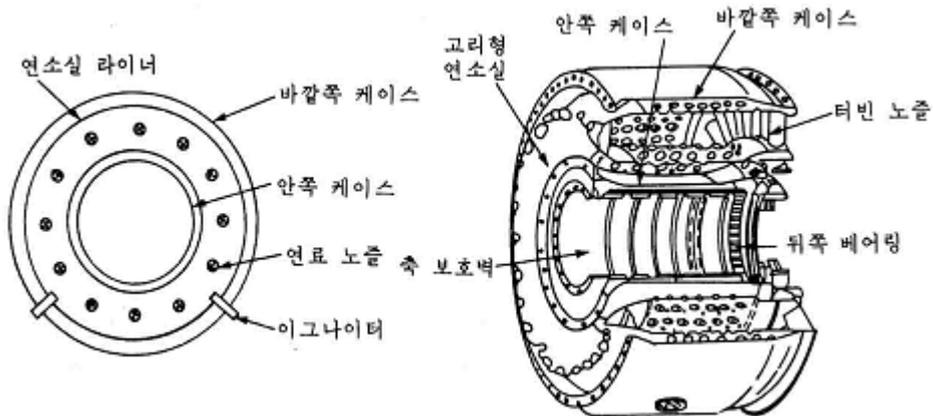
효율적인 작동이 보장되어야 한다. 또한 신뢰성이 우수해야 하며 출구 온도 분포가 균일하여야 한다. 가스터빈엔진에 주로 사용되는 연소실은 크게 캔형 연소실(Can type combustion chamber), 애널리형 연소실(Annular type combustion chamber) 및 캔-애널리형 연소실이 있다. 캔형 연소실을 그림 10에 나타내었다. 캔형 연소실은 압축기 구동축 주위에 독립된 5~10개의 원통형의 연소실을 같은 간격으로 배치한 것으로 설계나 정비가 간단하고 구조가 튼튼하다. 그러나 고공에서 기압이 낮아지면 연소가 불안정해져 연소 정지(Flame out) 현상이 생기기 쉬우며 연소실의 출구 온도가 불균일하며, 엔진 시동시 과열 시동(hot start)을 일으키기 쉽다.



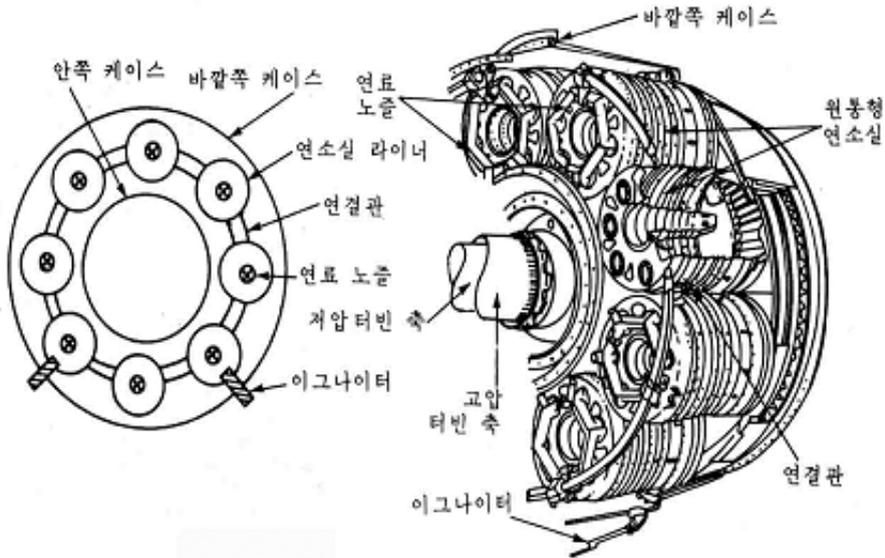
[그림 10] 캔형 연소실

애널리형 연소실을 그림 11에 나타내었다. 애널리형 연소실은 압축기 구동축을 둘러싸고 있는 1개의 고리 모양으로 된 연소실로써 연소실 구조가 간단하고 캔형에 비해 길이가 짧다. 또한 연소가 안정하여 연소 정지 현상이 없으며 출구 온도 분포가 균일하며 연소 효율이 좋다. 그러나 정비가 불편하고 구조적으로 강도가 약한 단점이 있다.

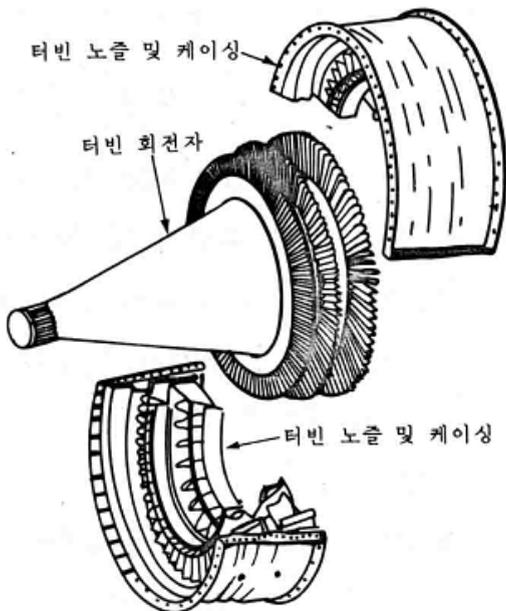
캔-애널리형 연소실을 그림 12에 나타내었다. 캔-애널리형 연소실은 캔형과 애널리형의 장점을 살려 만든 연소실로써 구조상 견고하며, 냉각



[그림 11] 애널리형 연소실



[그림 12] 캔-애놀러형 연소실



[그림 13] 축류형 터빈

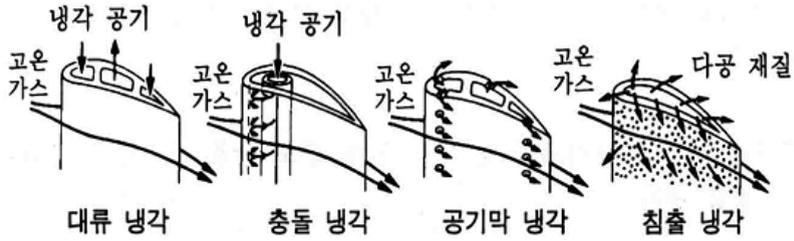
3.4 터빈 (Turbine)

터빈은 압축기 및 그 밖의 장비를 구동시키는 데 필요한 동력을 발생시키는 장치로써 방사형 터빈 (Radial flow turbine), 축류형 터빈 (Axial flow turbine), 반동 터빈 (Reaction turbine) 및 충격 터빈 (Impulse turbine) 등이 있다. 방사형 터빈은 원심식 압축기와 구조는 동일하면서 공기 흐름만 반대인 터빈으로써 제작이 용이하고 효율이 비교적 양호하다. 보통 1단에서 4정도의 팽창비를 얻을 수 있다. 그러나 다단으로 할 경우 효율이 저하되고 구조가 복잡해져 대형 엔진에 부적합하다.

축류형 터빈의 개략도를 그림 13에 나타내었다. 축류형 터빈은 스테이터(고정자)와 회전자(로터)로 구성되며 연소 가스로부터 얻은 에너지의 일부는 축을 통해 압축기를 구동하고 나머지는 속도 에너지로 분출되어 추력이 발생되게 된다. 블레이드(깃)에 의해 입구간격은 넓고 출구간격은 좁아지게 하여 압력을 속도로 바꿔주는 수축 노즐을 형성하여 토출속도가 증가된다.

특히 터빈 블레이드에서 열이 많이 발생하기 때

면적과 연소 면적이 크기 때문에 대형, 중형 항공기에 많이 사용된다.



[그림 14] 터빈블레이드 냉각방법

문에 냉각이 필요한데 공냉 방법을 주로 사용하며 그 종류는 다음과 같으며 개념도를 그림 14에 나타내었다.

(1) 대류 냉각

내부에 통로를 만들어 찬 공기를 흐르게 함으로써 깃을 냉각 시키는 방법으로 간단하여 많이 사용된다.

(2) 충돌 냉각

터빈 깃 앞전 부분의 냉각에 사용하는 방식으로 냉각 공기를 앞전에 충돌시켜 냉각시킨다.

(3) 공기막 냉각

터빈 블레이드(깃)의 표면에 작은 구멍을 뚫어 이 구멍을 통하여 냉각 공기를 분출시켜 공기막을 형성한다.

(4) 침출 냉각

터빈 블레이드(깃)을 다공성 재질로 만들고 블레이드(깃)의 내부를 비워 찬 공기로 블레이드를 냉각시키는 방식으로 성능은 우수하지만 강도 문제가 아직 미해결로 남아있다.

4. 가스터빈 엔진의 활용분야

4.1 항공기 분야

연료를 연속적으로 연소시켜 발생한 고온, 고압의 연소가스를 터빈에 작용시켜 회전일을 얻어 프로펠러 구동에 의해 추력을 얻거나 배기 가스

의 분사추진력을 이용하여 직접 추력을 발생시키는 열기관으로 사용된다. 항공기 추진장치는 항공기에서 추력을 발생시키는 장치이며 1903년에 라이트형제가 왕복엔진을 이요하였으며 제2차 세계대전 이전에는 성형엔진, 제2차 세계대전 이후 가스터빈엔진이 사용되었다.

4.2 자동차 분야

자동차 분야에서는 터보 인터쿨러 엔진이 사용되는데 터보 인터쿨러 엔진은 엔진의 흡입공기를 터빈으로 압축시켜 강제로 높은 밀도의 흡기를 공급하는 Turbo Charger (터보차저)와 흡입된 고온의 공기를 냉각시켜 충전효율(실린더에 공급되는 흡기의 밀도)을 향상시키는 흡기냉각기인 인터쿨러를 함께 가진 엔진을 의미한다. 일반 엔진보다 고출력, 고성능을 발휘함은 물론, 일반 Turbo엔진보다도 높은 성능을 이끌어낼 수 있는 장치이다. 터보차저는 엔진의 배출가스를



[그림 15] 터보차저



이용하여 실린더 안에 혼합연료를 강제적으로 밀어넣는 방식으로 사용되는데, 이것이 바로 터빈을 이용하는 것으로 항공기 엔진에서 사용되는 수퍼차저와 원리가 유사하며 개략도를 그림 15에 나타내었다.

4.3 발전 분야

(1) Heavy Duty 가스터빈 엔진

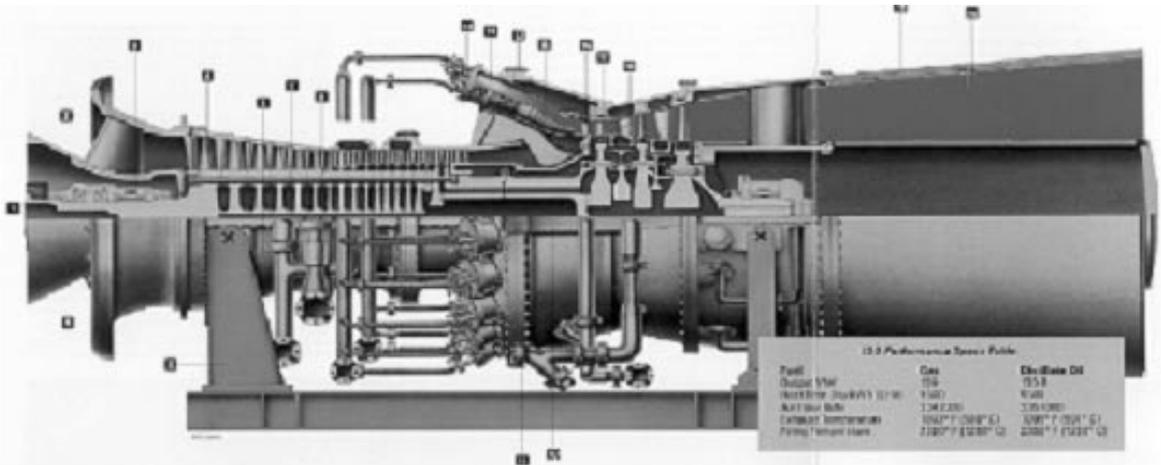
항공기용을 제외한 가스터빈 적용 분야 중 가장 중요한 것이 발전 부분이며 지금까지 발전 분야에서 가스터빈은 10MW급 이상의 대형이 주로 사용되어 왔다. 가스터빈이 대부분의 기동 시간 중 주로 정격에서 운전되기 때문에 높은 효율로 운전될 수 있고 시스템이 대형화될수록 압축비 증가 및 터빈 입구 온도 증가로 효율 향상 혜택을 크게 볼 수 있다.

서인천 복합발전소에 설치되어 있는 GE 7FA의 경우 그림 16에서 보듯이 단순사이클 가스터빈에 HRSG (Heat Recovery Steam Generator)까지 결합되는 경우 시스템 효율이 거의 60%의 효율까지 도달가능하다. 원자력발전이 방사능 누출 등 환경 문제로 신규 건설이 어렵고, 수력 발전의 경우 역시 막대한 건설 비용 및 기간, 그리고 환경

파괴 등의 문제로 난관이 예상되며, 화력발전의 경우 대기 오염 등의 문제가 있지만, 가스터빈 발전의 경우 효율 향상 및 협소한 설치면적, 상대적으로 깨끗한 배기가스, 짧은 기동 및 정지 시간 등의 장점으로 이미 적용성이 크게 높아지고 있는 추세이다.

(2) 마이크로 가스터빈

마이크로 가스터빈은 보통 20~300kW 출력 급의 가스터빈을 지칭하며 가스터빈 기술 향상과 더불어 21세기 분산형 발전 형태의 한 축을 이루리라는 전망과 함께 부각되고 있는 것이 마이크로 가스터빈 분야이다. SOFC(Solid Oxide Fuel Cell : 고체산화물 연료전지) 소재는 마이크로 가스터빈 배기가스의 온도와 열역학적으로 잘 결합이 되어 효율 70-80%까지도 가능한 매연이 없는 고효율의 동력 시스템이 가능하다. 현재 미국의 Westinghouse와 Siemens가 DOE(Department of Energy)의 지원 하에 tubular type의 연료 전지개발을 수행하고 있으며 전 세계의 주요 연구기관 및 업체들이 SOFC-GT 발전시스템을 개발 중이다. 미국 Capstone사의 30kw급 마이크로 터빈을 그림 17에 나타내었다.



[그림 16] 서인천 복합 발전소에 설치된 Heavy Duty 가스터빈 엔진



4.4 수송 분야

(1) 원유/가스 수송용

기온이 낮은 시베리아나 알래스카지역은 가스 및 원유 수송을 위한 압축기 구동에 가스터빈을 많이 사용하고 있다. 원유나 가스의 경우 배관을 통하여 장거리 이송이 요구되고 배관내의 압력손실이 매우 크므로 45~70기압 정도의 압력으로 수송된다.

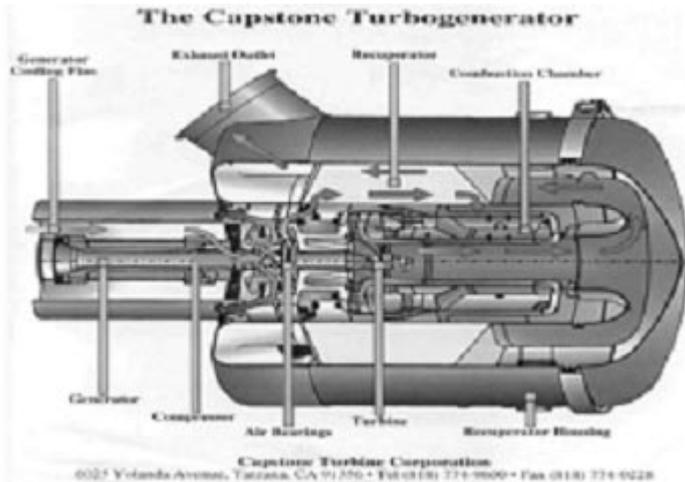
(2) 선박 추진용

가스터빈이 선박에 사용된 것으로 군사용 군함 추진용이 대부분이었으나 최근에는 레저 산업에도 적용사례가 크게 증가하고 있으며 특히 해상 경주용에는 상당부분 가스터빈을 장착하고 있으며 Hovercraft 등 특수선에도 가스터빈이 탑재되고 있다. 선박 추진용에 사용되는 가스터빈 엔진은 COSAG (Combined Steam And Gas turbine), CODAG (Combined Diesel And Gas turbine), CODOG (Combined Diesel or Gas turbine), COGAG (Combined Gas turbine and Gas turbine) 및 COGOG (Combined Gas turbine or Gas turbine)이 있

다. COSAG는 스팀 엔진과 가스터빈에 각각 프로펠러가 부착되어 있는 엔진이며 CODAG는 Diesel 엔진과 가스터빈 엔진에 각각 추진 장치가 부착되어 있는 엔진이다. 또한 CODOG는 한 개의 프로펠러를 디젤 또는 가스터빈이 공용하여 사용되는 엔진이며 COGAG는 저출력 및 고출력 가스터빈에 각각 추진 프로펠러가 부착되어 있는 엔진이며 COGOG는 한 개의 추진 프로펠러를 저출력 또는 고출력 가스터빈이 공유되어 있는 엔진으로 기타 동력시스템과 조합되어 사용되고 있다.

(3) 고속 열차 추진용

가스터빈이 고속 열차에 탑재된 것은 1949년 미국의 United Aircraft Corporation이 설계하고 Sikorsky Aircraft Division이 제작 한 TurboTrain에 최초로 상용화 되었다. 1960년 말 프랑스에서는 프랑스 국철(SNCF)이 주관하여 개발한 ETG가 상용화되어 180km/hour의 속도로 운행되었으며 1971년 X4300 TGS는 시속 252km/hour의 속도를 달성하는데 성공하였으며 이후 SNCF는 유명한 가스터빈 엔진 제작사인



[그림 17] 미국 Capstone사의 30Kw급 마이크로 터빈

Alsthom사로 TGV 001을 제작하게 하여 최고 속도 300km/h까지 도달하였다.

(4) 차량 추진용

1950, 60년대 미국 자동차의 빅3 중 크라이슬러와 GM이 터빈카 실용화에 치열한 경쟁을 하며 자유형 연료 자동차를 만들려는 목적에서 시작되었으며, 버스나 트럭에 적용하려고 개발된 엔진이다. 차량용 가스 터빈엔진은 가솔린 엔진보다 구조가 80%나 간단해서 정비 보수가 거의 필요 없으며, 진동이 적고 완전 연소로 매연이 거의 없다. 또한 냉각 장치가 필요 없어 저온에서 시동이 잘 되며, 터빈 카의 가장 큰 장점은 가연성 기름은 무엇이라도 다 연료로 사용이 가능하다는 점이다.

5. 기타추진장치

5.1 로켓

로켓은 연료를 태워서 만드는 고압가스를 내뿜어 추진력을 얻는 장치로, 로켓의 추진력을 이용한 엔진을 로켓 기관이라 한다. 로켓기관은 크기에 비해 가장 큰 힘을 내는 엔진으로 같은 크기의 자동차 엔진보다 3,000배 이상의 파워를 얻을 수 있으나 매우 큰 힘을 내는 만큼 연료를 빨리 태우므로 짧은 시간 동안에 많은 연료를 소모하고, 높은 온도를 발생시킨다. 일반적으로 로켓 기관은 액체추진제를 사용하는 기관을 말하며, 로켓모터는 고체 추진제를 사용하는 기관에만 한정되어 정의된다.

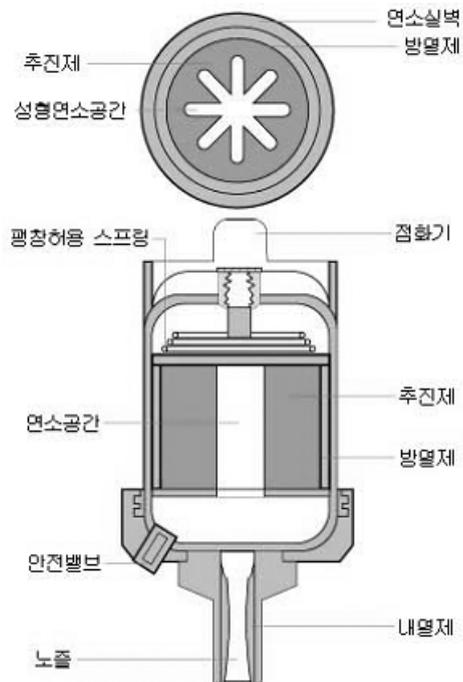
5.2 로켓 추진원리

제트 추진의 한 형태인 로켓 추진은 가스 분출에 의해 발생하는 후방추진력에 대한 물체의 반작용에 기초를 두고 있으며 추진력은 비행체가 지나가는 매질과 전혀 상관 없다. 물리적 원리는 모든 작용에는 크기가 같고 방향이 반대인 반작용이

존재한다는 뉴턴의 운동 제3법칙에 의해 설명되며 화학추진제 로켓의 제트는 추진제 혼합물이 추력실(연소실)에서 태워져 연소 가스가 생성되어 노즐을 통해 초음속으로 분출. 적절히 설계된 수축-확산 노즐에서의 가스 속도는 노즐 목(가장 좁은 지점)에서 음속이 되고, 노즐이 확산(분출)되는 끝부분으로 이동하면서 초음속이 되게 된다. 분사추진장치의 특별한 형태인 로켓은 터보제트 기관, 펄스제트 기관, 램제트 기관과 관련이 있으나, 추진 분사에 필요한 요소(연료와 산화제) 모두를 비행체 내부에 싣는 점이 다르며 추진력은 근본적으로 가스의 운동량과 같으므로 배출 가스의 무게와 속도의 곱과 같다.

5.3 로켓 모터(고체 추진 로켓)

고체 추진 로켓을 그림 18에 나타내었다. 로켓 모터는 구조가 비교적 간단하고 사용하기 편리하며 모든 추진제는 분사 노즐이 부착된 연소실(추



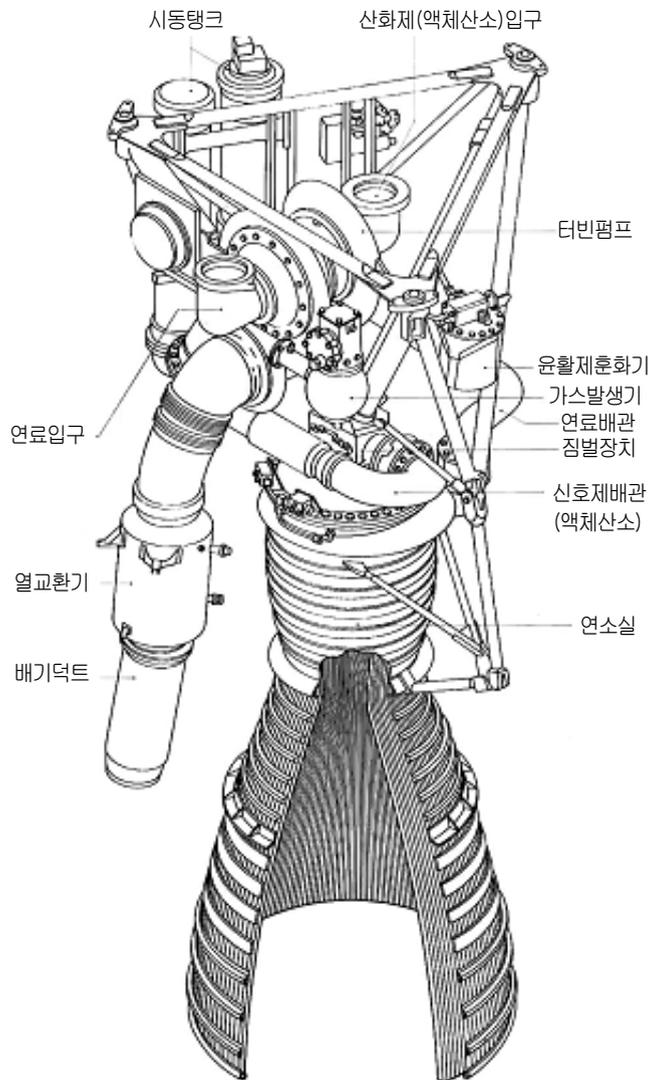
[그림 18] 고체 추진 로켓



력실)에 저장되고, 전기나 불꽃점화기로 추진제 장약을 점화시키게 된다. 일단 점화 후 재시동 불가능이 불가능하다. 고체 추진 로켓은 액체추진제 모터에 비해 해면에서 비(比)충격의 범위가 약간 낮고, 저장온도에 따라 성능이 변하며, $70\text{kg}/\text{cm}^2$ 의 특정압력에서 연소 가스를 담고 있는 로켓 덮개가 무겁다.

5.4 액체 로켓(액체 추진 로켓)

액체 추진 로켓을 그림 19에 나타내었다. 대부분의 액체추진제 로켓은 액체산소·액체수소와 같은 2가지 연소물을 사용하며(2원 추진제 장치), 고농도(90~95%) 과산화수소와 같은 물질의 발열 분해를 이용하는 단일추진제 장치도 사용한다. 액체추진제 로켓 기관의 주요장점은 추진



[그림 19] 액체 추진 로켓



력 조절이 정확하고 재시동 능력이 있으며 액체 기관은 사용하기 전에 정확하게 점검·점화·측정할 수 있으며, 비충격의 범위가 고체추진제장치보다 높다. 로켓 비행체의 모든 구성요소들은 필요한 기능을 확실히 수행하기 적합하도록 무게를 최소화하는 것이 중요하다.

5.5 하이브리드 로켓

하이브리드 로켓은 고체 연료와 액체 연료를 같

이 사용하는데, 조절이 용이한 액체 연료의 장점과 사용이 편리하고 강한 추진력을 내는 고체 연료의 장점을 살린 것이다. 하이브리드 로켓은 이전에 사용하였던 고체연료 Terrier-Brant 로켓에 비해 추력조절이 가능하므로 공기 흡입식 실험에서 궤적을 맞출 수 있다는 점에서 대단한 장점이 있다. 하이브리드 연료 로켓은 추력조절이 될 수 있고 비행 중에 연소 중지와 재시동이 가능하고 고체연료의 후퇴율이 낮다. ^(KIPEC)