

## 제10장 우주 추진

### 10.1 로켓 추진의 역사

#### (1) 독일의 V-2 로켓

- 현대 액체추진 로켓의 시초
- 900kg의 탑재체(폭탄)를 320km 운송 가능

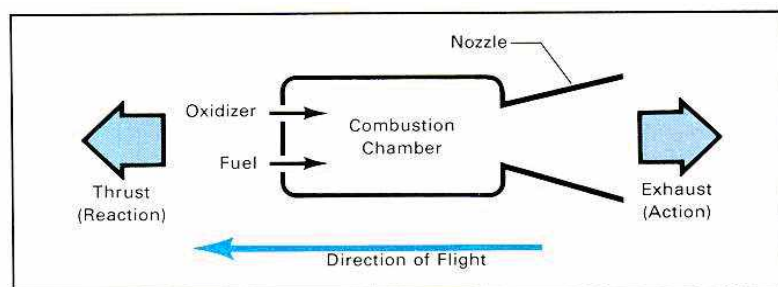
#### (2) 제2차 세계대전 후

- 미국, 영국, 프랑스, 구 소련은 전쟁 중 포로로 잡아온 독일 엔지니어들을 중심으로 로켓기술을 개발
- 1957년 10월 구 소련의 인공위성 스푸트니크 1호(83.6kg) 발사 성공
- 1957년 12월 미국의 인공위성 익스플로러 1호(14kg) 발사 성공  
⇒ 미·소의 우주개발 경쟁 시작
- 1969년 7월 미국의 아폴로 11호 발사 성공
  - 최초로 인간이 달에 착륙
  - 대형 로켓 Saturn-V 사용
- 1981년 4월 미국의 우주왕복선 비행 성공
- 현재 : 국제우주정거장(ISS : International Space Station) 건설 추진 중
  - 미국, 러시아, 유럽우주기구를 포함한 16개국의 국제협력 프로그램으로서 2010년 완성 목표

### 10.2 로켓의 추진 원리

#### 가. Newton의 제3법칙 : 작용-반작용 법칙

- 물체에 작용하는 모든 힘에는 그와 같은 크기의 힘이 반대방향으로 작용(반작용)
- 로켓엔진은 우주 공간에서 사용 가능



연료의 연소로 얻어지는 추진력이 rocket을 앞으로 추진시킴.

#### 나. 에너지 변환

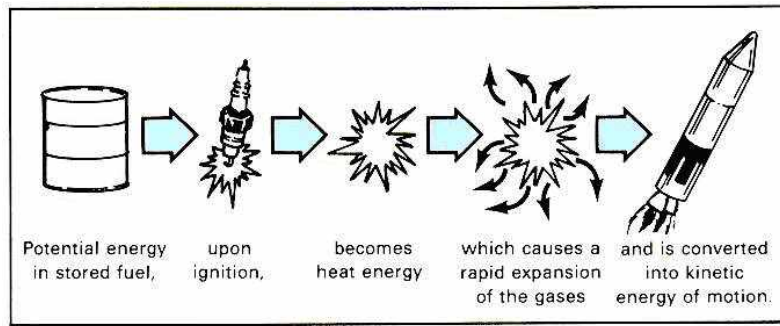
##### (1) potential energy

연료상태로 저장된 화학에너지와 핵에너지

##### (2) kinetic energy :

물체가 운동할 수 있도록 만들어 주는 에너지

⇒ 추진(propulsion)은 potential energy가 kinetic 에너지로 변환될 때 발생



### 10.3 로켓 추진의 종류

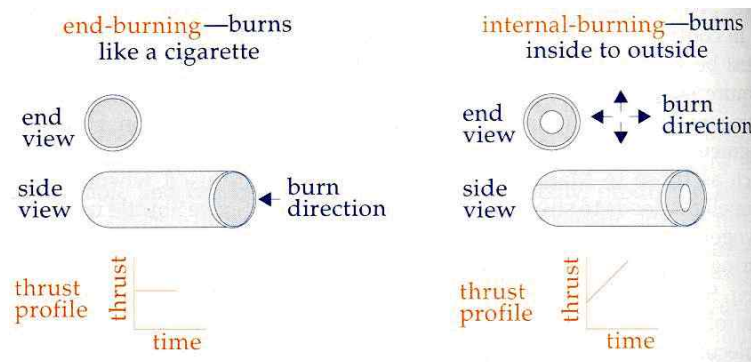
- ▶ 열 추진 시스템 : 화학 추진, 태양풍 추진, 레이저 추진
- ▶ 전기 추진 시스템 : 전열 추진, 정전기 추진, 전자기 추진
- ▶ 원자력 추진 시스템

#### 10.3.1 화학 추진시스템 ( “열 추진 시스템” 의 일부임. 교과서 참조)

- 추진제 = 연료 + 산화제
- 추진제의 물리적 상태에 따라 고체 · 액체 · 가스 · 하이브리드 추진 시스템으로 분류

##### (1) 고체 추진 시스템

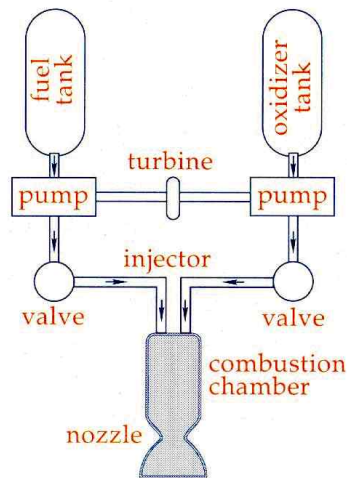
- 연료와 산화제의 혼합물인 그레인(grain)을 사용
- 발사체의 추력 보강용으로 주로 사용
- 구조가 간단하고 제작비용이 저렴하다.
- 추력 조절 및 재시동이 불가능



고체 추진 시스템의 그레인 연소 방식

##### (2) 액체 추진 시스템

- 이원추진제 시스템(bi-propellant propulsion system)
  - 액체 산화제(액화 산소) + 액체 연료(RP-1 케로신, 액화 수소)
- 단일추진제 시스템(mono-propellant propulsion system)
  - 산화제 대신 촉매를 사용
  - 위성의 자세제어 및 궤도제어에 사용
  - 구조는 복잡하나 추력 조절과 재시동이 용이하여 위성 발사체에 주로 사용



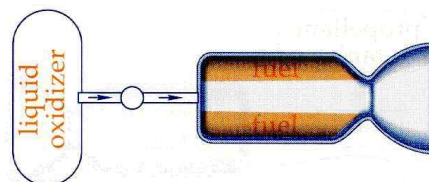
액체 추진 시스템의 구조

### (3) 가스 추진 시스템

- 추진제나 작동유체로서 저장된 고압가스를 사용
- 초기의 우주비행체 자세제어에 사용

### (4) 하이브리드 추진시스템

- 고체 로켓과 액체 로켓의 혼합형태
- 고체 연료에 액체 산화제를 분사시켜 연소하는 방식
- 공기를 사용할 수 있으므로 대기권에서는 산화제를 절약
- 안전성이 높고 실시간 추력제어 및 재점화 가능
- 환경오염 물질을 배출하지 않는다.



하이브리드 추진 시스템의 개략도

### 10.3.2 원자력 추진 시스템

- 액체추진제 시스템의 연장으로서 가스의 열을 원자핵 내에서의 변형에 의한 에너지로부터 얻는다.
- 추진력이 기존 액체나 고체 추진제 로켓의 2~5배이나 아직 실용화된 적은 없다.
- 핵분열 고체/가스 코어 시스템(fission solid/gas core system)  
고체 원자로 내에서 우라늄의 분열에 의해 열을 발생시키어 동작용체(액화수소)로 전달
- 방사성 동위원소 시스템(radioactive isotope system)  
방사능 재료가 방출하는 방사능을 열로 변환
- 핵융합 가스 코어 시스템(fusion gas core system)  
개념 연구만 진행 중이고 실제 가용된 적은 없다.

### 10.3.3 전기추진 시스템

- 전기적 가열, 전기적 또는 자기적 힘에 의하여 배기가스를 가속시켜 추력을 얻는 방식
- 가속방법에 따른 분류
  - 전열추진 시스템(electrothermal propulsion system)
  - 정전추진 시스템(electrostatic propulsion system)
  - 전자기추진 시스템(electromagnetic propulsion system)
- 높은 배기속도를 얻음으로써 연료절약, 위성의 전체 질량 감소, 탑재체의 용량 증가 및 위성의 임무기간 증가
- 궤도전이 시 장기간 소요, 시스템 작동을 위한 고전력장치(초경량 태양 전지판, 긴 수명의 배터리 등) 필요

### 10.3.4 추진 시스템의 비교

성능인자	화학추진 시스템	원자력추진 시스템	전기추진 시스템
비추력	낮음 고체(170~350 sec) 액체(250~525 sec)	중간 핵분열(2,000 sec) 핵융합(5,000 sec)	높음 전열/정전/전자기 (300~10,000 sec)
추력	짧은 시간에 고 추력 생성	오랜 시간 동안 저 추력 생성	장시간 동안 고 추력 생성
가속도	고 가속도	저 가속도	고 가속도
작동환경	상대적으로 고 중력에서 탑재체 발사	무중력 상태에서 궤도 조정	중력과 무관하게 작동

## 10.6 다단 로켓

인공위성을 요구하는 궤도에 올려놓기 위하여 로켓의 속도를 증가시켜야 하므로 다단 로켓을 사용



그림 10-19. 다단 로켓

## 10.7 로켓의 유도과 제어

- 유도 : 로켓이 미리 정해진 코스와 일정을 따라 가도록 만드는 것
- 제어 : 유도를 위하여 컴퓨터의 명령에 의해 로켓의 속도와 비행방향을 변경하는 것

### (1) 로켓의 유도 방법

- 프로그램 유도 : 비행경로를 미리 컴퓨터의 메모리에 기억시키는 방법
- 전파 유도 : 전파 또는 로켓에서 전송되는 신호와 지상 레이더의 관측 자료를 사용하여 계획된 궤도로 원격조종하는 방법
- 관성 유도 : 탑재된 자이로와 가속도계를 사용하여 처음에 지정해 주기만 하면 로켓이 자신의 위치를 계산하여 스스로 유도하는 방법
  - 플랫폼(platform) 방식 : 센서장비의 자세를 계속 유지시켜주는 방식
  - 스트랩-다운(strap-down) 방식 : 관성측정장치가 위성체에 고정되어 있는 방식

### (2) 로켓 제어의 종류

- 로켓의 날개 사용 : 대기권 내에서 날 때 로켓의 날개를 움직여 로켓의 방향을 변화시키는 방법
- 제트핀 사용 : 배기노즐 내에 있는 핀을 이용하여 가스가 분출되는 방향을 변화시킴으로써 로켓의 비행 방향을 변경시키는 방법
- 보조 주입 방식 : 보조 주입장치로부터 기체 또는 액체 등을 노즐에 주입하여 연소가스의 분출 방향을 바꾸는 방법
- 엔진이나 노즐을 회전 : 주 엔진이나 노즐의 방향을 전체적으로 바꿈으로써 방향을 변화시키는 방법
- 보조 소형 엔진 : 작은 보조 엔진에서 연소가스를 분출함으로써 비행방향을 변화시키는 방법
- 가스 분사 : 로켓의 몸체에 설치된 가스 추력기로부터 가스를 분출함으로써 비행방향을 변화시키는 방법

## 10.8 인공위성 발사체



- 위성 발사체 : 인공위성을 원하는 궤도에 올려 주는 로켓 시스템
- 발사체 선정 과정
  - 임무운용 개념에 따른 요구조건과 제한조건 수립
  - 발사체의 형상 분석 및 검증
  - 발사능력과 비용, 신뢰도, 발사장을 포함한 발사가용성을 기준으로 발사체 선정
  - 선정된 발사체에 할당되는 위성설계 조건 및 발사환경 결정

그림 10-25. 인공위성 발사체

### 10.8.1 정지궤도 위성 발사단계 및 순서

- 상승 : 지표면에서 고도 200~300km의 저고도 원형 주차궤도까지 비행
- 주차궤도 : 발사 후 30분 이내에 주차궤도의 근지점까지 상승
- 근지점엔진 점화 : 근지점에 도달하면 근지점엔진 점화
- 천이궤도 : 주차궤도에서 천이궤도로 진입
- 원지점엔진 점화 : 천이궤도 상의 원지점에 도달하면 원지점엔진 점화
- 표류궤도 : 위성 시스템의 정상적인 작동을 확인하기 위하여 표류궤도로 진입
- 운용궤도 : 위성추진 시스템을 사용하여 원형의 정지궤도로 진입  
정지궤도에서의 속도는 3.07km/sec.

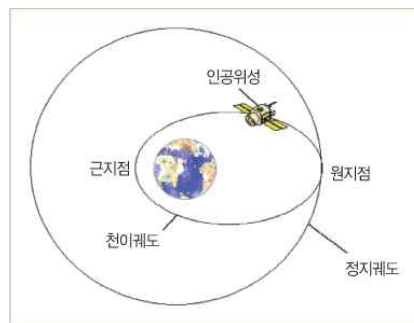


그림 10-26. 정지궤도 위성 발사단계

### 10.8.2 발사체의 종류

#### (1) 재사용 여부에 따른 분류

- 소모성 발사체(Expendable Launch Vehicles) : 한 번 사용하고 버리는 발사체
- 재사용 발사체(Reusable Launch Vehicles) : 일부 혹은 전체를 다시 사용할 수 있는 발사체
  - 우주 왕복선(Space Shuttle) : 지구와 궤도 사이를 왕복할 수 있는 발사체
  - SSTO(Single Stage to Orbit) : 하나의 단(stage)으로 원하는 궤도에 오르는 발사체



아리안



타이탄



델타

< 소모성 발사체 >



space shuttle



SSTO

< 재사용 발사체 >

(2) 탑재능력에 따른 분류

분류	저궤도	정지궤도	대표적인 발사체
초대형	10,000 kg 이상	5,000 kg 이상	프로톤, 타이탄, 아리안5
대형	5,000~10,000 kg	2,000~5,000 kg	아틀라스, 대장정, H_II
중형	2,000~5,000 kg	1,000~2,000 kg	아테네-3, 몰니야
소형	2,000 kg 이하	1,000 kg 이하	PSLV, 토러스, 스카우트