

어 선 강 좌

어 선 기 초 이 론

I. 선체에 관한 기초이론

본회 기술개발부
기술과 주임 강 대 남

1. 일반사항

(1) 배의 분류

배의 분류는 ①사용목적에 의한 분류, ②해양법에 의한 분류, ③선형에 의한 분류, ④기관실 위치에 의한 분류가 있으나 여기서는 선형에 의한 분류에 대해서 그림 1에 의하여 설명하고, 간단한 용어를 정의하고자 한다. 먼저 선체를 구성하는 최상층의 전통갑판을 상갑판(Upper Deck)이라고 하고 상갑판상에 있으면서 한 현측에서 부터 다른 현측에 이르는 구조물을 선루(Supperstructure)라고 한다.

이 선루의 배치방법에 따라 선루가 선미에 있는 것을 선미루(Poop), 중앙에 있는것을 선교루(Bridge), 선수에 있는 것을 선수루(Forecastle)라고 하고, 이 선루의 배치방법에 따라 8가지의 선형으로 구분된다.

(2) 주요치수

배의 길이, 폭, 깊이, 흘수 등을 주요 치수라 한다.

이들 주요치수들은 사용목적에 따라 그 계측 기준이 달라진다. (그림 2,3참조)

①수선간길이(L. B. P)~하기만재흘수선상에서 선수재의 전면(그림 4 참조)에서 수선면에 수직하게 세운 선수수선과 타주재(Rudder post)(그림 5 참조)의 후면에서 수선면에 수직하게 세운 선미수선간의 수평거리이다.

명확한 타주가 없는 타를 가지는 배에는 타주재(Rudder stock)(그림 6 참조)의 중심을 지나는 수선을 사용하여 계측한다.

②수선길이(L. W. L) ~하기만재흘수선상에서 선수재의 전면(그림 4 참조)에서 선미재의 후면(그림 7 참조)까지의 수평거리.

③형폭(Bmld)~배의 외판을 제외한 너골(Fr-

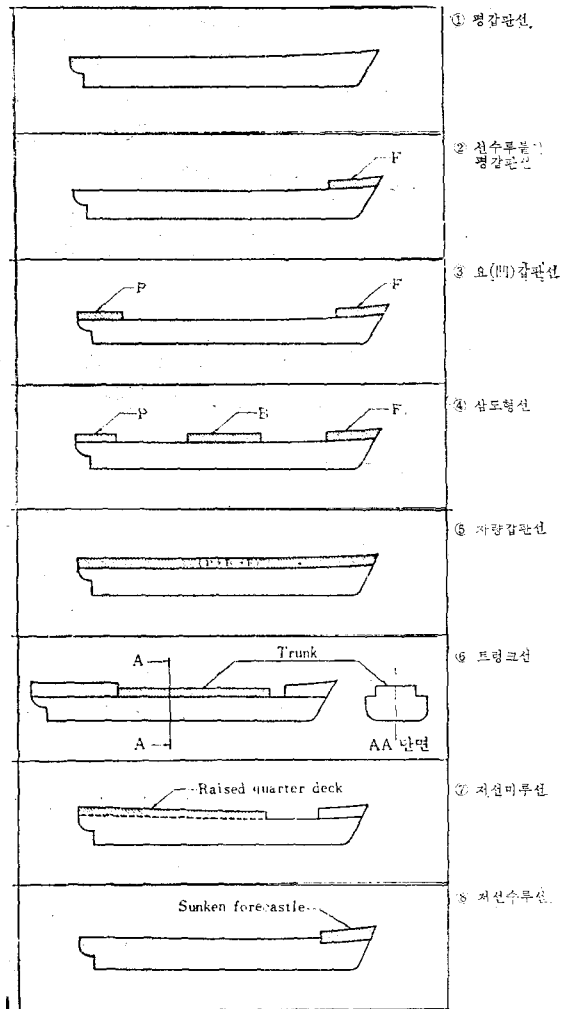


그림 1. 배의 일반적인 분류

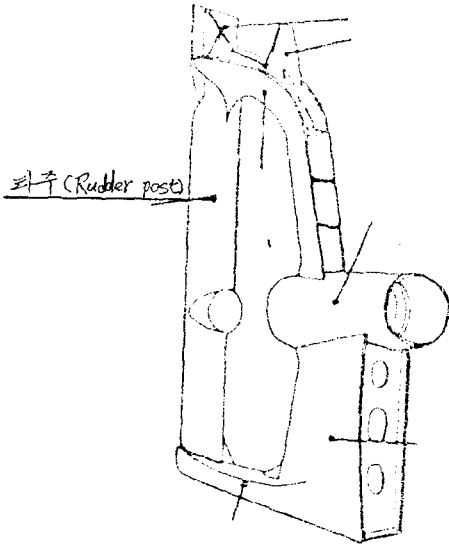


그림 6. 선미구조도

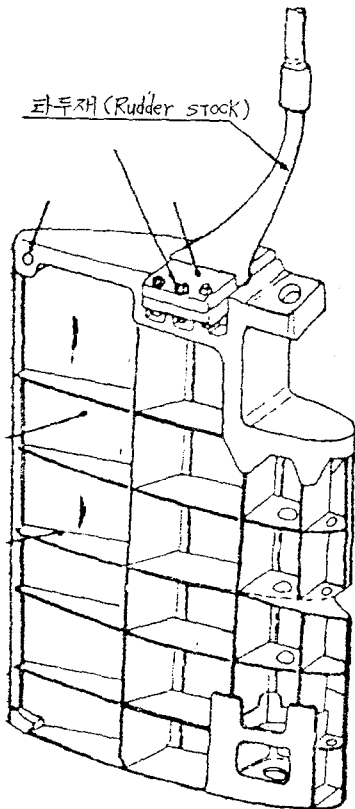


그림 7. 타구구조도

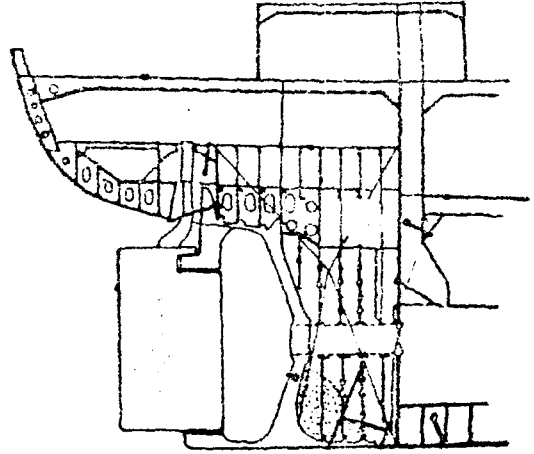


그림 8. 선미구조도

객선, 화객선의 대조는 이 톤수로써 비교된다.

2.832라는 계수는 100ft³을 1톤으로 계산하는 것을 미터법으로 환산한 것이다.

②순톤수(N.T.)~옛날에는 이 톤수를 등부톤수라고 말하고 있었으나 선박원부에는 이 외에 총톤수도 등록하므로 순톤수라 계정되었다.

총톤수에서 기관실, 선원실, 각종 창고등 직접 상행위에 쓰여 지지 않는 장소의 톤수를 뺀 것이다.

즉, 순전히 상용으로 사용되는 화물이나 여객을 수용하는 장소의 용적을 나타낸 것으로 톤세입항세등의 기준이 된다.

③운하톤수~수에즈운하 및 파나마 운하당국이 각각 독자적인 측정법으로 적량을 한 운하통과요금의 기준이 되는 톤수이다.

④배수톤수~배수톤수에는 만재배수톤수와 경하배수톤수가 있으며, 만재배수톤수는 배에 화물이나 인원을 예정된대로 만재하였을 때의 배의 무게를 말하고 경하톤수는 순전히 배 자신만의 무게를 말한다. 1,000kg 또는 2,400파운드를 1톤으로 한다.

⑤재화중량톤수(D.W)~만재배수량에서 경하배수량을 뺀 중량이다. 고로 이것은 배에 적재가 가능한 중량이다. 이것에는 화물뿐만 아니라 연료, 청수, 승무원, 여객, 식량, 예비추진기및 예비축, 범정 이외의 예비품등을 포함한 것이다.

(다음호에 계속)

II. 기관에 관한 기초이론

본회 기술개발부
기술과 주임 이 영 섭

1. 내연기관의 구조(構造)와 동작(動作)

1) 구 조

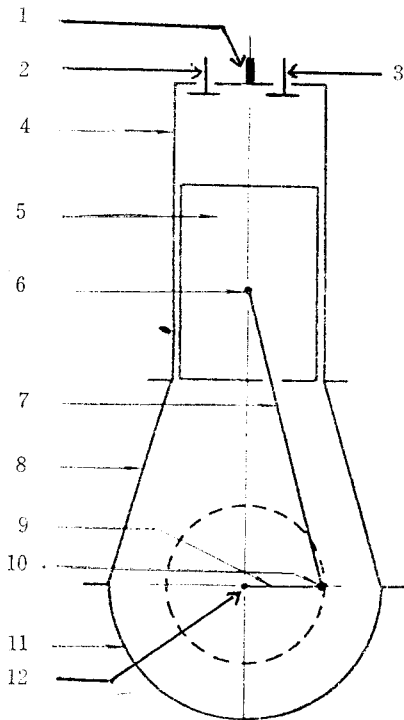


그림 1-1 내연기관의 일반적인 구조

1. 연료(燃料) 노즐(fuel nozzle)
2. 흡기(吸氣) 밸브(suction valve)
3. 배기(排氣) 밸브(exhaust valve)
4. 실린더(cylinder)
5. 피스톤(piston)
6. 피스톤핀(piston pin)
7. 연결봉(連接棒)(connecting rod)
8. 크랭크케이스 또는 프레임(crank case or frame)
9. 크랭크암(crank arm)

10. 크랭크 핀(crank pin)
11. 오일 챔버(oil chamber)
12. 크랭크축(軸) Crank shaft

내연기관은 그림 1-1와 같이 기관본체와 그 부속장치로 구성되며 기관본체는 고정부분인 실린더와 헤드, 실린더 블록, 크랭크 케이스, 엔진 베드 등으로, 그리고 운동부분에는 피스톤, 연결봉, 크랭크축, 밸브기구 등으로 구성된다.

연접봉의 상단은 피스톤 핀에 연결되고, 하단은 크랭크 핀에 연결되어 피스톤의 왕복운동을 회전운동으로 바꾼다.

일반적으로 내연기관의 기관본체라 함은 실린더와 헤드, 실린더 블록, 피스톤 연결봉, 크랭크 축, 플라이휠등의 동력발생 계통이고 이것에 부속된 연료장치, 점화장치, 냉각장치, 윤활장치, 배기장치 등은 기관부속장치이다.

기관본체의 각부는 연료의 연소에 따른 열에너지를 유효한 일(動力)로 변환시키는 가장 중요한 역할을 하는 것으로서 구성부분은 각각 고온, 고압, 충격, 마찰 등에 대하여 충분한 내구성을 가져야 하며 무게, 부피등이 작고 운동부분은 정적, 동적 평형이 유지되도록 설계되어야 한다.

내연기관의 종류에는 動作方法, 點火方法, 使用燃料, 熱力學 등에 따라 여러종류로 나눌수 있으나 그 근본적인 원리는 똑같다고 볼 수 있으며, 그림 1-1은 이의 일반적인 구조를 나타낸 것이다.

2) 동 작

가) 4사이클 단동(單動) 디젤 기관(4 Cycle Single Acting Diesel Engine)

①, 흡입행정(吸入行程 Suction stroke)

그림 1-2의 ①의 그림이 보인바와 같이 배기 밸브는 닫히고 흡입밸브만을 열어 피스톤의 하강(下降)에 따른 흡입작용에 의하여 공기를 흡입한다. 따라서 실린더 내의 압력은 대기압보다 어느정도 저하한다.

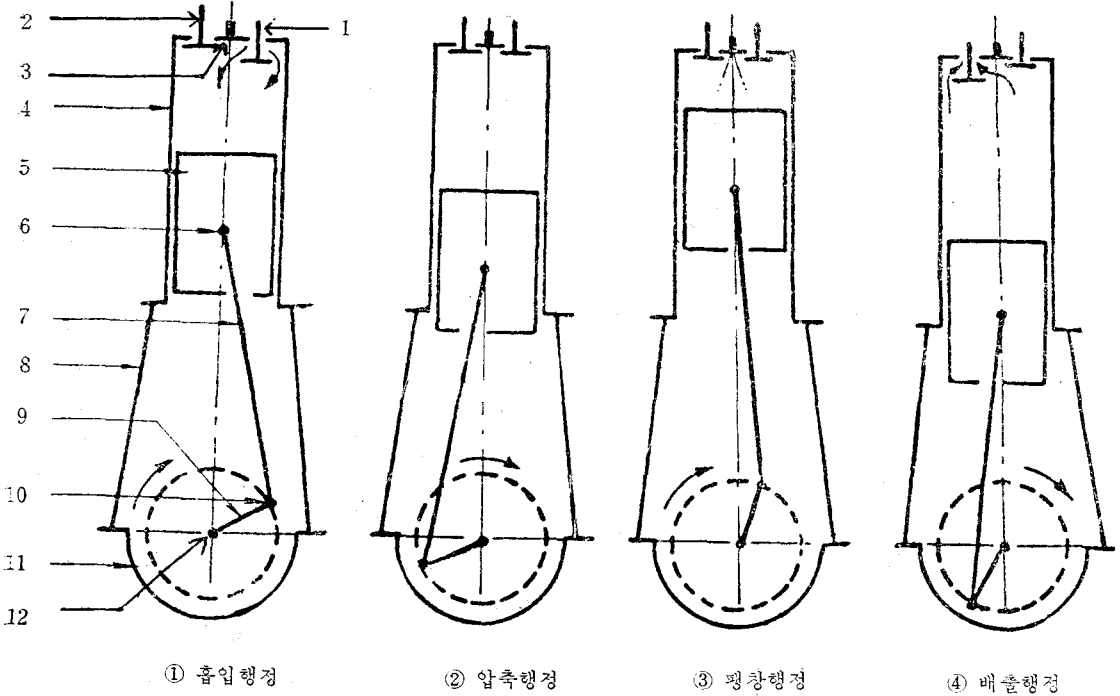


그림 1-2 4사이클 단동 디젤기관의 작동순서

1. 흡기(吸氣)밸브 2. 배기(排氣)밸브 3. 연료(燃料)노즐 4. 실린더 5. 피스톤 6. 피스톤 핀
7. 연접봉(連接棒) 8. 크랭크 케이스 9. 크랭크 암 10. 크랭크 핀 11. 오일 챔바(Oil Chamber)
12. 크랭크축(軸)

이 행정을 흡입행정(suction stroke)이라 한다.

② 압축행정(壓縮行程, Compression stroke)

이 행정에 있어서는 ②의 그림이 보인바와 같이 흡기밸브 및 배기밸브는 닫히고 피스톤의 상승작용에 의하여 실린더내의 공기를 압축한다. 따라서 공기의 압축압력, 온도는 심히 상승하고 자연발화를 할 수 있는 상태에 까지 이르게 된다.

즉 공기를 실린더 내에서 30~38kg/cm² 정도 까지 단열압축(斷熱壓縮)하면 그 압축온도는 450°C~650°C까지 급상승하게 된다.

이 행정을 압축행정(Compression stroke)이라 부른다.

③ 팽창행정(膨脹行程, Expansion stroke)

흡기 및 배기밸브가 닫혀 있는 상태에서 피스톤이 압축하여 상사점(上死點)에 도달하기 조금 전에, 연료가 연료노즐로부터 미립(微粒)으로 분사되고 고온의 공기에 의하여 연료유의 발화점인 200°C이상으로 가열되어 發火燃燒를 일으킨다.

이 연소로 인하여 피스톤 上部의 압력(실린더 내의 압력)은 50~80kg/cm², 극부적인 순간최고 온도는 2,000~3,000°C로 더욱 상승하게 되고 이 압력에 의하여 피스톤을 아래로 내려 밀어서 크랭크 기구를 통하여 일(動力)로 변화시키는 것이다.

이때 연소하는 연료의 양은 공기의 양에 따라 틀리므로 발생마력을 증가하려면 실린더의 용적을 크게 하거나 공기를 과급하거나, 또는 시간당의 연소회전, 즉 회전수를 증대시켜야 한다.

이 행정을 팽창행정(Expansion stroke)이라 부르고 그림 1-2의 ③은 이 행정을 나타낸 것이다.

④ 배기행정(排氣行程, Exhaust stroke)

피스톤이 하사점(下死點)에 도달하기 조금 전에 배기밸브를 열어 배기를 시작하고, 피스톤의 관성으로 인하여 상사점에 도달할때 까지 연소가스를 배출하는 것으로서 이 상태에서는 흡기밸브는 닫혀있고 배기밸브만 열려있다.

이 행정을 배기행정(Exhaust stroke)이라 한

다.

일반적으로 내연기관에서 상사점(上死點)이란 피스톤이 실린더의 최상단에 달하였을 때를 말하고(Top Dead Center T.D.C), 하사점(下死點)이란 피스톤이 실린더의 최하단에 달하였을 때를 말한다(Bottom Dead Center, B.D.C)

나) 2사이클 단동과급(單動過給) 디젤 기관
(2 Cycle Single Acting Supercharged Diesel Engine)

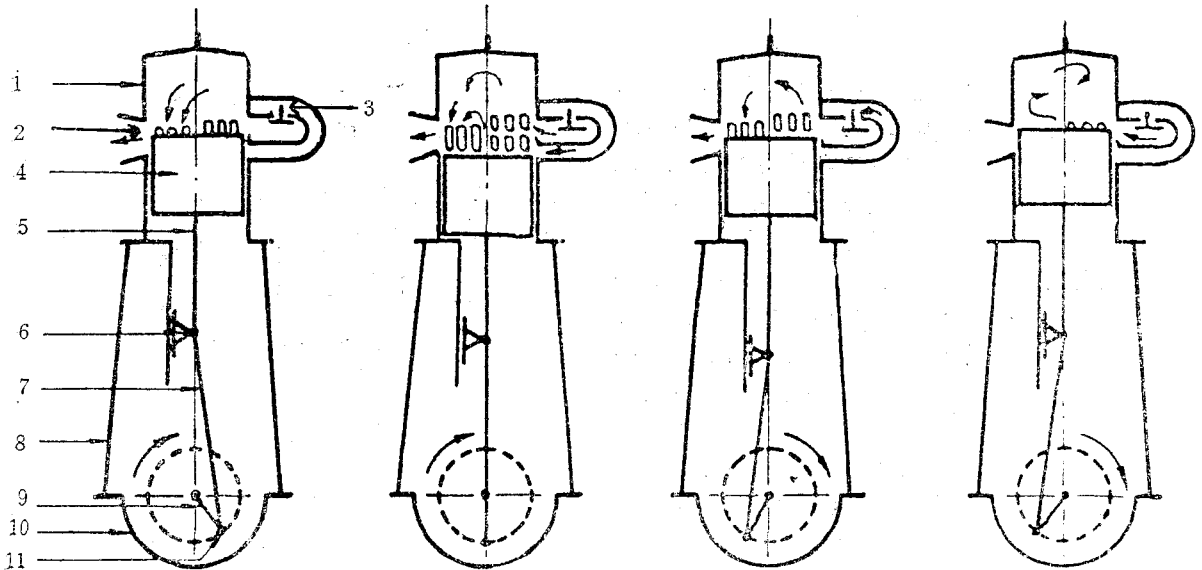
2사이클 기관은 사이클을 완료하는데 1회전, 즉 2행정만을 필요로 하는 것으로서 열역학상은 4사이클 기관과 조금도 다른점이 없으나 이것을 실시하는데 상이점이 있다.

즉, 4사이클 기관에서와 같이 배기 및 흡기행

정은 따로 없고 압축, 팽창행정만을 교대로 되풀이 함으로서 배기가스의 배출 및 새로운 공기의 흡입을 작동행정과 압축행정의 일부를 빌려서 행하는 것이다.

이것을 바꾸어서 말하면 2사이클 기관은 크랭크축이 2회전할때 1회의 폭발을 하는 기관인데 비하여, 4사이클 기관은 크랭크축이 1회전할 때 1회의 폭발을 하는 기관이다. 그러므로 같은 크기의 기관일 경우 4사이클보다 이론적으로는 두 배의 출력을 낼 수 있으나 실제로는 1.7~1.8 배 정도의 출력까지 낼 수 있으므로 대·중형기관은 거의 2사이클기관이고 소형 박용 디젤기관도 최근은 2사이클 기관으로 많이 제작되고 있다.

2사이클은 그림 1-3에서 보인바와 같이 소기 작용(掃氣作用)이 기관의 성능을 좌우하는데 가



① 소기(掃氣)시작 (밸브열림) ② 소기전개(全開) (밸브열림) ③ 소기끝냄 (밸브열림) ④ 과급(過給) (밸브열림)

그림 1-3, 2사이클 단동과급(單動過給) 크로스헤드형 디젤 기관의 작동순서

- ① 실린더(Cylinder) ② 배기공(Exhaust port) ③ 소기밸브(Scavenging valve) ④ 피스톤(Piston)
- ⑤ 피스톤로드(Piston rod) ⑥ 크로스헤드(Cross head) ⑦ 연결봉(連接棒) ⑧ 크랭크케이스 또는 프레임
- ⑨ 크랭크(Crank) ⑩ 오일챔버(Oil Chamber) ⑪ 크랭크핀(Crank pin)

장 큰 문제가 된다.

4사이클 기관에서의 배기(排氣)는 피스톤 자신에 의하여 배출되고, 또한 새로운 공기의 흡입도 피스톤의 펌프작용에 의하여 흡입되며 이것이 크랭크각(角) 360도 이상에 걸쳐 행하여 지는데 반해, 2사이클식은 새로운 공기가 배기

를 밀어내고, 더구나 이것을 크랭크 각120~150도의 단시간에 행하여야 하기 때문에 4사이클 기관과 같은 완전한 가스의 교환은 어렵다. 따라서 2사이클에서는 원활한 소기작용을 위하여 외부에서 미리 가압(加壓)해 둔 공기를 실린더로 밀어넣어 배기(排氣)을 행하는 소위 과급(過給)

방식이 많이 채용되고 그림 1-3은 이 방식의 순서를 설명하고 있다.

1) 제 1 행정(그림 ①과 ②)

피스톤이 상사점 부근에 도달할 때 실린더 내의 압력은 약 30~45kg/cm², 온도는 500~600°C 정도가 된다.

이때 연료가 분사되면 자연히 발화하여 피스톤을 밀어내려 크랭크기구를 통하여 외부에 일(動力)을 하게 된다.

피스톤이 하사점 가까이 오면 실린더벽(壁)에 있는 배기공(排氣孔)이 열리게 되어 연소가스가 배출되고, 더욱 내려가면 소기밸브가 열려 과급기로 부터의 압축된 공기가 실린더내로 침입, 잔류배기 가스를 배제하여 실린더내를 새로운 공기로 충전(充填)하게 된다.

즉 배기공이 열려 배기가 배출된 다음, 계속하여 소기작용(掃氣作用)으로 이어진다. 따라서 이상적인 소기작용으로서는 배기(排氣)와 소기(掃氣)가 서로 섞이지 않도록 하는 것이다. 그러나 실제로는 배기와 신공기(新空氣)가 섞여지는 것은 피할 수 없고 따라서 배기공으로 부터 소기의 일부가 도망하더라도 소기를 완전히 하기 위해서는 여분의 공기를 공급할 필요가 있다.

따라서 디젤기관과 소기로서 공기만을 사용하는 경우에는 이것에 의한 손실은 적으나 가솔린기관, 가스 기관에서는 소기를 하는데 연료와 공기의 혼합기(混合氣)를 사용해야 하기 때문에 연료의 손실이 많아져 이러한 기관은 2사이클기관으로서 발달하지 않고 있다.

2) 제 2 행정(그림 ③과 ④)

피스톤이 하사점에서 상승하게 되어도 소기밸브는 계속 열려있는 상태로 잔류배기의 소제작용이 계속되게 되고 피스톤이 더욱 상승하여 배기공(排氣孔)을 완전히 차단할 때까지 계속된다. 여기에서 과급기관은 배기공이 완전히 차단된 후에도 소기밸브는 계속 열려 과급이 되고, 소기밸브가 차단된 후부터 실린더의 공기는 압축되기 시작하는 것이다.

그림 1-3에 ⑥은 크로스 헤드(cross head)를 나타낸 것으로, 이러한 기관을 크로스 헤드형기

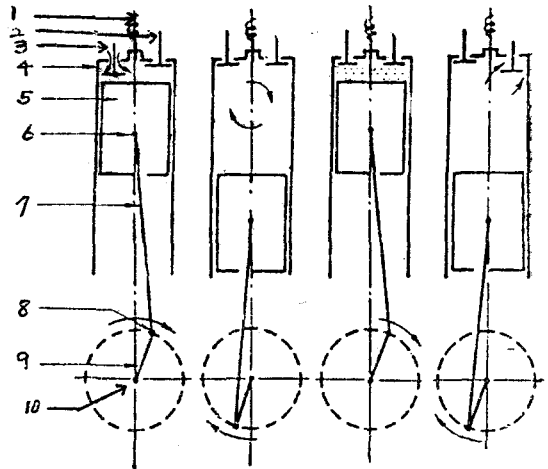
관이라 부르고, 피스톤로드 ⑤를 사용하여 크로스헤드를 설치하여 여기에 연결봉(連接棒)의 상단을 연결, 피스톤의 측압(側壓)을 없앤 것이다.

즉, 직경 500mm이상의 대형기관은 자연히 연결봉의 길이가 길어지므로 피스톤이 실린더벽(壁)에 측압을 주게 되어 피스톤 핀의 과열, 피스톤이나 실린더의 마모, 변형, 소손(燒損)등이 있게 된다.

이것을 방지하기 위하여 피스톤 로드와 크로스헤드를 설치한 것이며 피스톤은 단지 실린더내를 상, 하 왕복운동을 할 뿐, 측압은 모두 크로스 헤드에서 흡수하게 되는 것이다.

그러나 이러한 기관은 기관의 높이가 높아지고 운동부의 질량이 커지기 때문에, 소형기관과 고속회전 기관에는 대부분 트렁크형 기관으로 제작되고 있다.

다. 4사이클 전기점화기관(4 Cycle Spark Ignition Engine)



①흡입행정 ②압축행정 ③팽창행정 ④배출행정

그림 1-4. 4사이클 전기점화기관의 작동순서

1. 점화 플러그(Spark plug)
2. 배기밸브(Exhaust valve)
3. 흡기밸브(Suction valve)
4. 실린더(Cylinder)
5. 피스톤(Piston)
6. 피스톤핀(Piston pin)
7. 연결봉(Connecting rod)
8. 크랭크 핀(Crank pin)
9. 크랭크 암(Crank Arm)
10. 크랭크축(Crank shaft)

전기점화기관이란 연료와 공기의 혼합가스를 흡입하여 압축한 다음 점화 플러그(spark plug)의 수천내지 수만볼트의 전압 불꽃에 의하여 점화되고, 혼합가스의 폭발력으로 동력을 얻는 기관을 말한다. 때문에 근본적으로는 디젤 기관과 큰 차이는 없으나, 디젤 기관은 자연적인 발화이고, 전기점화기관은 스파크 플러그에 의한 인위적인 발화라는 점이 큰 차이로 할 수 있다.

전기점화기관은 사용연료에 따라 가스기관, 가솔린기관, 석유기관등으로 나눌수 있으나 어느 기관이든 연료와 공기를 혼합하여 혼합기(混合氣)를 만드는 기화기(氣化器, carburettor)라는 특수한 흡입기구가 필요하다.

① 흡입행정 (Intake stroke)

피스톤이 상사점에서 하사점으로 하강하는 사이에 흡입밸브가 열려 기화기로부터 가연성 혼합가스를 실린더내로 흡입하는 행정을 말한다. (그림 1-4의 ①)

② 압축행정 (Compression stroke)

흡입밸브, 배기밸브를 닫은 상태로 피스톤이 하사점에서부터 상사점까지 상승하여 혼합가스를 압축함으로써 온도를 높인다. (그림 1-4의 ②)

즉 실린더 내로 흡입된 혼합 가스는 실린더 벽이나 잔류가스로 부터 열을 받고, 압축에 의하여 온도가 높아져 압축행정 끝에는 400~500°C 정도가 되며 연료의 일부는 쉽게 연소할 수 있는 상태로 된다. 이 행정을 압축행정이라 한다.

③ 폭발(팽창) 행정 (Expansion stroke)

압축행정 끝 무렵에 혼합가스에 스파크 플러그에 전기불꽃을 튀겨서 점화하면, 고압가스가 폭발하는데 이 고압가스가 피스톤을 아래쪽으로 내리밀기 때문에 크랭크 기구를 통하여 기관이 작동되는 것이다.

이와같이 팽창행정은 연료가 가지고 있는 열 에너지를 일로 변환시켜 주므로 동력행정 (power stroke)이라고도 한다. (그림 1-4의 ③)

④ 배기행정 (Exhaust stroke)

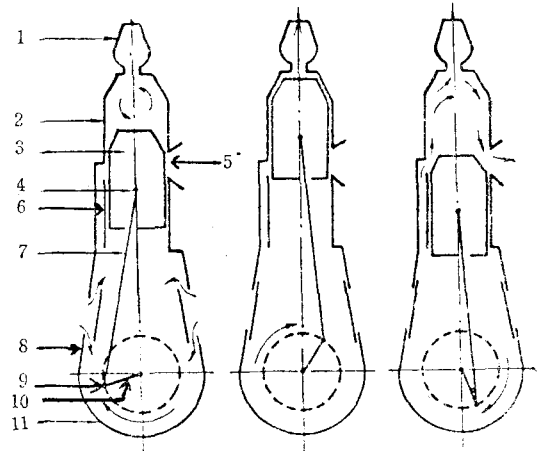
피스톤이 혼합가스의 폭발력에 의해 하사점까

지 하강하기 조금 전, 배기밸브가 열리고, 피스톤이 하사점에서 관성으로 인하여 상사점까지 이동하는 사이에 연소된 폐기(廢氣)가스가 피스톤 자신에 의하여 실린더 밖으로 배출(排出)되는 행정을 말한다(그림 1-4의 ④)

라. 소구기관(燒球機關), (Hot Bulb Engine 또는 Semi-Diesel Engine)

소구기관은 속칭 〈야끼다마 기관〉이라 하는데, 구조와 취급이 간단하고 고장이 적고, 또한 저질중유를 사용할 수 있기 때문에 과거에는 소형어선에 많이 사용되어 왔다.

그러나 근래에 와서는 디젤 기관의 발달로 생산이 거의 중단된 상태이나 아직도 선령(船齡)이 오래된 어선에는 거치중이기 때문에 간단히 기술하고자 한다.



① 압축(壓縮) ② 연소(燃燒) ③ 배출(排出)

그림 1-5 소구기관의 작동순서

- ① 소구(燒球) (Hot Bulb)
- ② 실린더 (Cylinder)
- ③ 피스톤(Piston)
- ④ 피스톤 핀(Piston Pin)
- ⑤ 배출구(排出口) (Delivery Port)
- ⑥ 흡입구(Suction Port)
- ⑦ 연결봉(連接棒) (Connecting Rod)
- ⑧ 크랭크 케이스(Crank Case)
- ⑨ 크랭크 핀(Crank Pin)
- ⑩ 크랭크(Crank)
- ⑪ 엔진베드(Engine Bed)

위의 그림에서 실린더가 하사점으로 부터 압축행정을 시작하여 배출구⑤를 닫음으로서 실린더내의 공기를 압축한다.

소구기관은 보통 크랭크실(室) 소기법(掃氣法)을 사용하는 2사이클식으로서 실린더내의 압축압력은 약 10~17kg/cm² 정도이므로 그 압축열만으로서 연료를 발화시킬 수는 없다. 때문에 실린더 헤드내면에 소구라고 부르는 高温熱球①를 마련하고 흡입공기의 압축이 끝날 무렵에 연료를 소구의 표면에 분사하여 소구열(燒球熱)의 작용으로 기화시킵고 동시에 점화하게 되는 것이다. 따라서 시동에 앞서 브로우 램프(Blow Lamp)를 사용하여 소구를 빨강게 달구어야 한다.

소구열(燒球熱)로서 연료를 연소시키고 그 압력으로 피스톤을 내려밀어 크랭크 기구를 통하여 외부로 일(動力)을 하게 된다.

스피튼이 더욱 하강하여 배출구⑤를 열면 배기(排氣)가 시작되고, 동시에 크랭크실로 부터 가압(加壓)된 공기가 흡입구⑥을 통하여 실린더내로 흡입되어 잔류배기가스를 배출하게 되고 실린더내에는 새로운 공기로 충전(充眞)하게 된다.

이 기관이 과거에 어선용 기관으로서 환영받던 큰 이유는 다음과 같다.

- (1) 구조가 간단하여 제작이나 보수가 쉬울 뿐만 아니라 운전 취급이 용이하다.
 - (2) 신뢰도가 높고 중형 저속이어서 수명이 길고 과부하에 대해서도 꽤 내구력이 강하다.
 - (3) 평균발열량 10,000kcal/kg 정도의 저질유도 사용할 수 있다.
 - (4) 소형선의 최저 추진기회전수에 대하여 직결로 사용할 수 있다.
 - (5) 조기점화(早期點火)를 이용하여 기관 자신을 쉽게 역전(逆轉)시킬 수 있기 때문에 별도의 역전장치를 필요치 않는다.
 - (6) 흡입구(吸入口)통로 ⑥에 공기댐퍼(Air Damper)를 설치하여 소제공기량을 제한하여 실린더속에 잔류가스를 많이 남겨 연소를 완만하게 진행시켜 장시간 무부하(無負荷), 저속운전을 할 수 있다는 점 등이다.
- 그러나 마력당 중량 및 연료소비율이 크고, 또 진동이 크다는가 하는 결점이 있어 디젤기관보다 발전하지 못하고 있는 것이다.

—다음호에 계속—

