

## 船舶의潤滑

金柱恒

韓田油化工業株式會社

### 1. 서 론

선박은 사람이나 화물을 수상(水上) 운송수단의 목적으로 오랜 옛날부터 사용하여 왔으며, 금세기에 이르러서는 인류문명의 급속한 발전에 따라 주변생활이 가속화(Speed화), 합리화되어 문명의 혜택을 보다 많이 누리게 된 반면에, 국제간에 과생되는 여러가지 교환현상을 바탕으로 지구는 하나의 촌(村)으로 되어 유통경제를 지배하고 이용하는 운송수단으로 발전되어 왔다.

물질문명이 급속히 발전하는 작금, 선용추진 주 기관의 동향을 살펴보면, 1981년 세계에서 건조한 2000톤급 이상의 선박은 940여척으로 이중 13척이 증기 Turbine 추진(推進), 나머지는 미끄럼 저속 디젤 또는 중고속 디젤 추진으로 되어 있다[1].

이와 병행하여 선박에 쓰여지고 있는 각종 윤활제는 주기관으로서 디젤 engine, Turbine engine, 가솔린 engine, 석유 engine, 선외기, 왕복동 증기기관, Journal계열로서 역전기, 추력 베어링, 중간 베어링, 프로펠러 베어링, 일반상선의 보조기계로서 발전기, 공기압축기, Boiler, 각종 Pump, 각종 Motor, 냉동기, 조타장치, Side Thrust, 갑판기계, 환기용 송풍기 및 통풍통, Oil 청정기, 수밀로(水密爐), 소화설비, 주기 개방용 천정 크레인, elevator, 어선으로서의 주 기관, 보조기기 등에 쓰여지고 있으며 이밖에 수중날개선 등에도 적용되는 등 실로 다양다종한 윤활제가 요구되고 있음에, 본 논문에서는 제목 건을 중심으로 한 선박과 윤활의 중요 Point만을 간추려 기술하고자 한다.

### 2. 선박기관

현재 가장 많이 사용되고 있는 주기관(主機關)은 디젤 기관, 증기 Turbine으로서 일반적으로 디젤 기관에는 직접 증기 Turbine에 치자 감속장치를 경유하여 추진기(推進機)에 연결시키고 있다.

이밖에 주로 소형선박에 사용되고 있는 가솔린 기관, 소옥기관, 증기 왕복동 기관이 있으나, 주요 선박기관의 분류는 표 1과 같으며 또한 선용 Engine의 사용특성은

다음과 같은 것이 고려되고 있다.

(1) 선박에는 기관실이 상당히 협소하기 때문에 Engine이 큰 것에도 제약이 있으며, 장기간 연속운전하지 않으면 안된다. 또한 인명이나 화물의 안전을 위해 특히 커다란 신뢰도가 요구된다.

(2) 파도에 의해 선박이 요동하게 되면, 필연적으로 기관자체도 요동이 있게 된다.

(3) 주기관에는 역진장치를 필요로 함에, 선박의 속도는 여러가지로 변화하기 때문에 Engine에는 여러가지 회전속도나 힘의 속도로 운전하는 것이 요구되고 있다. 이러한 경향은 어선(漁船) 등이 특히 강하다.

(4) 선체구조는 Engine head 축심이 미치게 될 우려가 있고, 힘이 미친 상태에서 운전하는 일도 있다.

(5) 선박의 항해범위는 열대로부터 한대에 이르기까지 기상조건도 심히 변화하기 때문에, 이에 견디어 낼 필요가 있다.

(6) 주위가 해수(海水)로 되어 있기 때문에, 해수의 영향을 반드시 고려하지 않으면 안된다.

이밖에 원자력 추진기관 등은 금후 발전이 계속되고 있지만 본 장에서는 주로 내연기관 중 디젤 기관에 대하여 기술하여 보기로 하겠다.

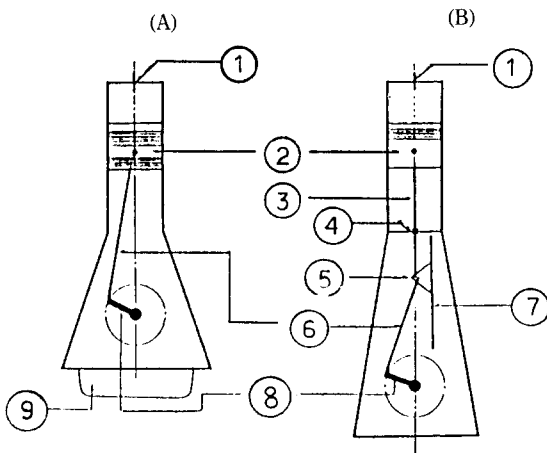
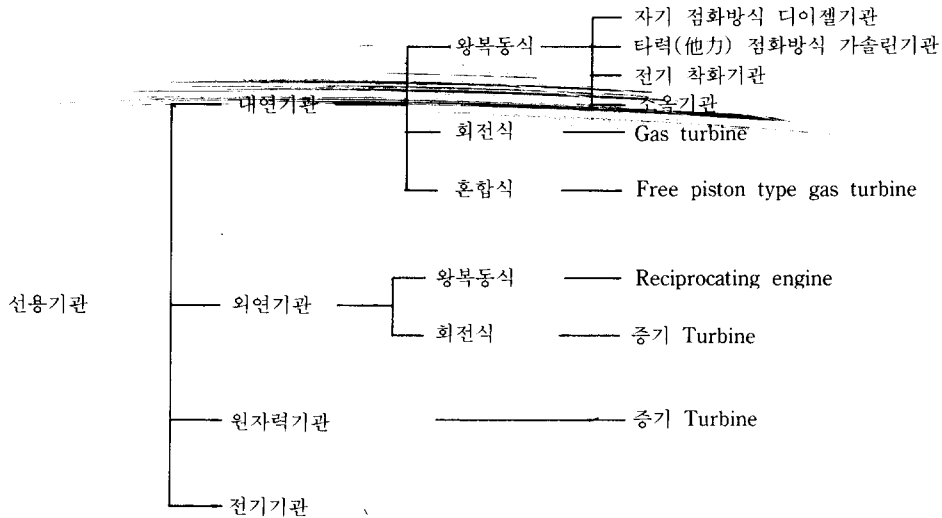
#### 2-1. 선박 디젤 기관

선박용 내연기관이라 함은 기관본체의 내부에서 연료 공기의 혼합기를 연소시켜 이것에 의해서 고온고압의 가스를 만들어 기계적 일을 수행하는 원동기를 내연기관이라 부르고 있으며, 가스 Turbine도 내연기관에 포함되나 일반적으로 내연기관이라고 하면 왕복동 기관만을 지칭하는 경우가 많다. 따라서 디젤 기관은 cylinder 가운데에서 공기를 압축, 압축열이 연료의 자연발화점 이상이 되는 장소에서 무상(霧狀)연료를 분사하게 되며, 소형기관의 경우는 없는 것도 있으나 보통은 piston에 연결하고 있는 piston rod나 connecting rod를 통하여 추진축에 연결되어 Crank를 회전시킨다.

#### 2-2. 선박 디젤 기관의 역식

선용 디젤 기관은 그 형식에 있어서 Cross head

표 1. 선박 기관의 분류



- Legend; (A) Trunk Piston Type Engine  
 (B) Cross Head Type Engine
- ① 연료 Nozzle
  - ② Piston
  - ③ Piston rod
  - ④ Lantern ring
  - ⑤ Cross head
  - ⑥ Connecting rod
  - ⑦ Cross head guide
  - ⑧ Crank shaft
  - ⑨ Oil

그림 1. Engine 형식의 약도[2]

type과 Trunk piston type으로 대별한다. 디젤 engine이 대형(大型)이 되면, connecting rod가 길게 되기 때문에 커다란 crank case를 필요로 하게 된다.

또한 Piston cylinder 벽에 의하여 경사지게 밀어붙여 힘을 크게 하기 때문에 cylinder를 가끔 손상시키게 된다.

그림 1은 Piston rod나 Cross head를 설치하여 Con-

necting rod를 짧게한 Cross head형 디젤 Engine으로 한 예이며, Piston과 Connecting rod가 직접 연결되지 못한 것은 Trunk type 디젤 Engine이라고도 부른다.

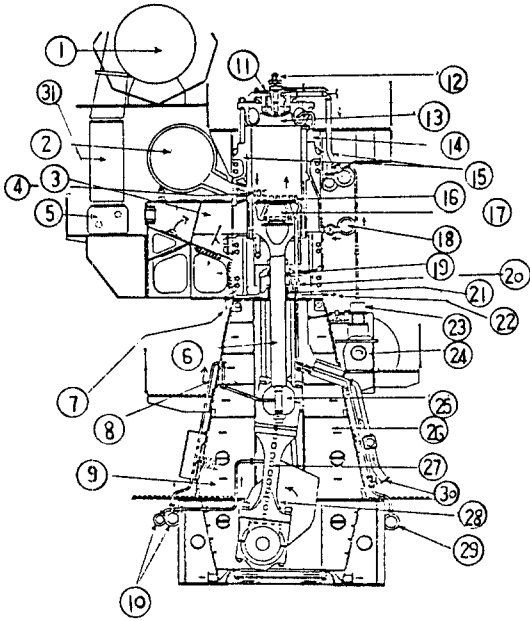
Cross head type은 Cylinder부와 Crank case부에 칸막이가 되어 있고 윤활도 별개의 급유장치에서 이루어진다.

Trunk type의 것은 cylinder부와 Crank case부가 분리되어 있지 않고 있어, 연료의 불완전 연소나 황산 중화 생성물이 Crank case에 혼합하게 된다. 2 Cycle 대형저속 Engine은 거의가 Cross head type으로 점유하고 있으며, 또한 반대로 4 Cycle 중속(中速) Engine은 대부분이 Trunk type으로 되어 있다.

참고로 그림 2는 Sulzer RND type으로 대형저속 2 Cycle cross head type 디젤 Engine의 구조를, 그림 3은 SEMT-pielstick 4 Cycle truck piston type 디젤 Engine의 구조를 나타낸 것이다.

### 3. 주기관의 윤활

선박의 주기관에는 각종 Engine이 사용되고 있지만, 이 가운데에 있어서도 디젤 기관은 저렴한 연료를 사용하며, 열효율이 높고 운전 및 보수관리가 용이하다는 등의 장점으로 소형선박으로부터 대형선박에 이르기까지 대단히 넓은 범위에서 사용되고 있다. 그러나 초대형 Tanker나 고속대형 Container 선박에는 우선 디젤 기관에서 이를 수 없는 고출력이 필요하기 때문에 증기 Turbine 기관이 사용되고 있다. 따라서 이에 쓰여지는



Legend;

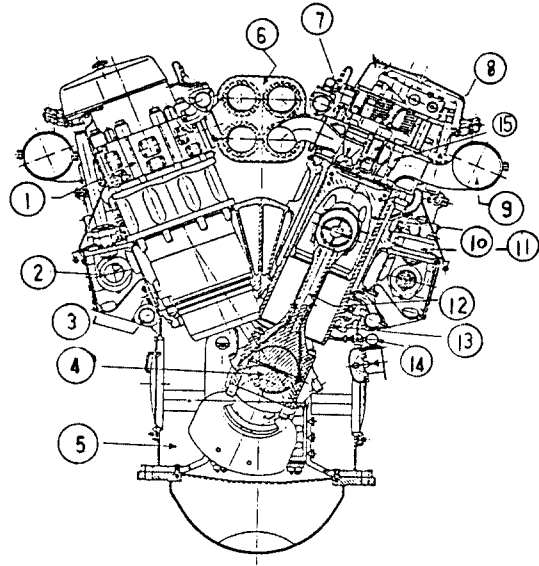
- |                          |                       |
|--------------------------|-----------------------|
| ① 과급기                    | ⑬ Piston              |
| ② 배기관                    | ⑭ Jacket cleaning 물입구 |
| ③ 소기실                    | ⑮ 상부 Coolant          |
| ④ 배기 Board               | ⑯ Telesco pipe        |
| ⑤ 수직(水積) 분리기             | ⑰ 하부 Coolant          |
| ⑥ Piston rod             | ⑱ Drain               |
| ⑦ Drain                  | ⑲ 연료 Pump             |
| ⑧ Cross head에의 oil       | ⑳ Cam shaft           |
| ⑨ Main bearing에의 oil     | ㉑ Crose head          |
| ⑩ System oil pipe        | ㉒ Crank case          |
| ⑪ Cylinder cover         | ㉓ Connecting rod      |
| ⑫ 연료 Valve               | ㉔ Crank shaft         |
| ⑬ 연소실                    | ㉕ Piston cleaning 물입구 |
| ⑭ Liner 상부 냉각수           | ㉖ Piston cleaning 물출구 |
| ⑮ Cylinder oil 주유 nozzle | ㉗ 공기 냉각기              |
| ⑯ 소기 Board               |                       |

그림 2. 대형저속 2 Cycle cross head type 디젤 engine [3]

운할조건도 다르게 된다.

3-1. 디젤 기관용 윤활유

선박 디젤 기관에는 전용 디젤 Engine oil이 사용되며, 이러한 oil은 Cylinder liner와 Piston ring과의 습동면을 윤활하는 Cylinder oil, Bearing부를 윤활하는 System oil(또는 Beaing oil이라고도 한다), Cylinder oil과 System oil과의 성능을 겸비한 Cylinder system 공용유로서 대별하고 있다. 일반적으로인 하나 이의 종류를 구별 사용함에 Straight oil, 또는 Regular type oil이라 불리워지고 있는 윤활유는 통상 첨가제가 함유되어 있지



Legend;

- |                  |                      |
|------------------|----------------------|
| ① Cylinder cover | ⑨ 공기관                |
| ② Cam            | ⑩ Piston             |
| ③ Jacket 냉각수 입구  | ⑪ 연료 pump            |
| ④ Crank bearing  | ⑫ 병렬식 Connecting rod |
| ⑤ Crank case     | ⑬ Cylinder liner     |
| ⑥ 배기관            | ⑭ System oil pipe    |
| ⑦ 배기관            | ⑮ 급기관                |
| ⑧ 연료 Valve       |                      |

그림 3. 4 Cycle trunk piston type 디젤 engine[3]

않은 oil로서는 단순한 System oil로서 사용되고 있다.

한편 한국공업규격(KSM 2121)[4]의 선박내연기관 윤활유 2종은 산화방지성이 개선되어진 것으로서 Premium oil이라 하여 이 역시 System oil로 사용되고 있다.

또한 3종은 Heavy Duty(HD)라 하여 산화방지제 및 청정분산제가 배합된 oil로서 cylinder 및 System oil에 공용되고 있으며, 이의 종류에 있어 시판되고 있는 제품은 alkali값에 의하여 TBN이 5, 10, 20인 것으로 분류되고 있다.

이밖에 한국공업규격 4종은 주로 Cylinder Oil로서 쓰여지고 있으며, 이는 산화방지성이 부여되고, 한편 청정분산성이 고도로 개선된 것으로서, 이 oil은 Cylinder oil로 지칭되고 TBN 40-50, TBN/70 이상의 것으로 대별되며 근간에는 TBN 80-100의 oil로 개발되고 있다. 다음 표 2는 한국공업규격 내연기관용 윤활유 중 선박 내연기관용 윤활유의 품질을 나타낸 것이다.

3-2. 윤활의 선정조건

선박 디젤 기관은 그의 종류가 이미 설명한 바 있듯이 대단히 많아서, 이에 쓰여지는 oil도 역시 다양다종

표 2. 선박내연 기관 윤활유의 종류(KSM 2121)

종류	항목	인화점 (°C)	동점도 (100°C, cSt)	점도 지수	유동점 (°C)	산화 안정도 (165.5°C×24 h)		증기유화도 (sec)
						점도비	전산값의 증가	
2종	2호	190 ↑	5.6-9.3	75 ↑	-12.5 ↓			
	3호		9.3-12.5					
	4호	200 ↑	12.5-16.3	70 ↑	-5 ↓	2.0 ↓	3.0 ↓	기록
	5호		16.3-21.9					
3종	3호		9.3-12.5		-7.5 ↓			
	4호	200 ↑	12.5-16.3	85 ↑	-5 ↓	*3 ↑		**기록
	5호		16.3-21.9					
4종	3호		9.3-12.5		-7.5 ↓		*25 ↑	**기록
	4호	200 ↑	12.5-16.3	50 ↑				
	5호		16.3-21.9					

비고 ; \*전알카리값(mg KOH/g), \*\*황산화분(%).

하다. 따라서 유효적절한 oil을 선정함에는 일반적으로 다음과 같다.

### 3-2-1. Trunk piston과 Cross head type

Trunk piston type의 디젤 기관은 Blow by gas의 영향을 받기 쉽고 System oil 중에 carbon이나 연료 유황분으로부터 생성하는 황산 등이 혼입하는 일이 있기 때문에 Cross head type에 비하여 System oil은 청정 분산성이나 산중화성이 우수한 윤활유가 필요하게 된다.

### 3-2-2. 급유방식

System의 급유방식은 그림 4에서 보는 바와 같은 건식윤활(Dry Sump) 방식의 순환과, 그림 5에서 보는 바와 같은 습식윤활(Wet Sump) 방식의 순환으로 된다.

#### 가. Dry Sump 방식

System oil을 Crank case에 윤활유를 모아두지 않고 Sump tank(Drain tank)에 모아서 순환사용하는 방식이다. 1,000마력 이상의 중·대형 Engine에 사용되고 있으며, 또한 대형디젤 Engine에는 대부분이 Cross head type Engine으로 되기 때문에 연소 gas의 영향이 적고 oil 주입량은 Wet sump 방식보다도 많은 것으로 Tank 내에서 oil이 휴식될 수 있는 등의 유리한 점이 있으므로, System oil은 Wet sump 방식보다도 노화하지 않는다.

#### 나. Wet Sump 방식

System oil을 Crank case내에 모아두는 방식으로서, 소형 및 1,000마력 미만의 중고속 Engine에 채용되고 있다. 이 방식은 전부 Trunk piston type이기 때문에 Blow by gas의 영향을 받게 되며, Crank case내에서는 Inlet량이 적고 오손(汚損)이 심하기 때문에 Alkali값이 높고, 청정성이 우수한 Engine oil을 사용할 필요가 있다.

### 3-2-3. 2 Cycle Engine과 4 Cycle Engine

2 Cycle Engine은 4 Cycle Engine에 비하여 기관중량당 출력을 크게 하기 때문에 대형 대출력 Engine은 대부분 2 Cycle Engine으로 되지만, 반면 2 Cycle Engine은 4 Cycle Engine에 비하여 다음과 같은 불리한 점도 갖고 있다.

- 배기가 완전히 행하여 지기가 어려우므로 불완전 연소에 의한 oil의 노화가 심하다.

- Cylinder 벽에 흡기 Hole(吸氣孔), 배기 Hole(排氣孔)에 Carbon이 쌓이기 쉽다.

- 동일 회전수에 있어서는 연소회수가 배가됨으로서 기관이 고온으로 되기 쉽다.

따라서 2 Cycle 기관에서 쓰이게 되는 윤활유는 4 Cycle 기관에 비하여 보다 우수한 조건의 oil을 사용할 필요가 있게 된다.

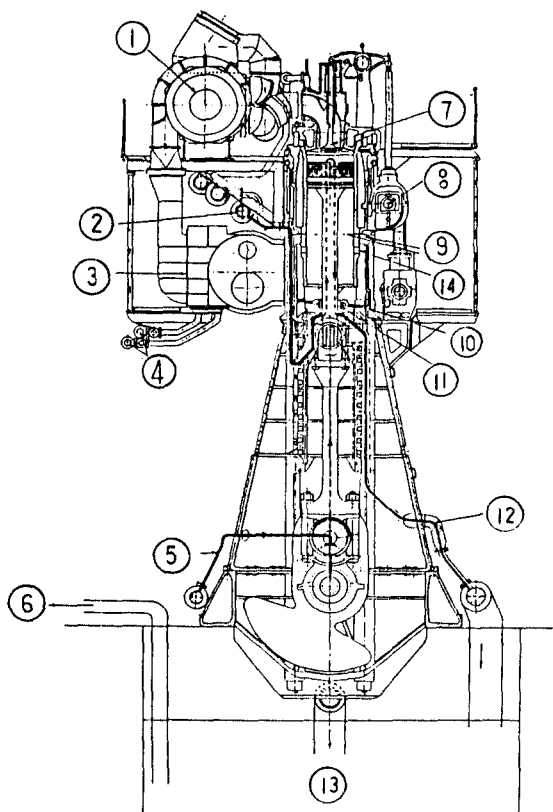
### 3-2-4. Piston 냉각방식

Piston 냉각방식에는 System oil로서 냉각하는 경우와 Piston 냉각을 물로 하는 경우가 있다. 전자의 경우는 냉각면에 있어서 일시적이긴 하나 160-180°C의 고온이 되어지므로 열안정성이 우수한 윤활유가 요구되어진다. 만약 열안정성이 불량한 윤활유를 장시간 교환하지 않고 사용하면, Piston 냉각내면(冷却內面)이나 Oil의 통로에 carbon이 부착되어 냉각효과를 저하시키기 때문에 Piston ring의 교착이나 Piston의 소손(燒損) 등의 사고 원인이 된다.

한편 후자의 경우는 Telesco Tube로부터 냉각수가 누설(漏洩)하여 System oil과 혼합하기 쉬우므로 System oil에는 항유화성과 방청성이 우수한 oil이 요구된다.

### 3-2-5. 사용연료의 영향

일반적이지만 선박디젤 Engine에 사용되고 있는



Legend;

- |                    |                           |
|--------------------|---------------------------|
| ① 과급기              | ⑧ Cam shaft               |
| ② Piston 냉각 oil 입구 | ⑨ Cylinder oil 주입 Hole    |
| ③ 공기 냉각기           | ⑩ Diaphragm               |
| ④ 냉각수 출구 및 입구      | ⑪ Piston rod coolant      |
| ⑤ Bearing부 윤활유 입구  | ⑫ Piston 냉각 oil 되돌아옴 pipe |
| ⑥ Pump 입구          | ⑬ Drain tank              |
| ⑦ 배기 Valve         | ⑭ 소기 Hole                 |

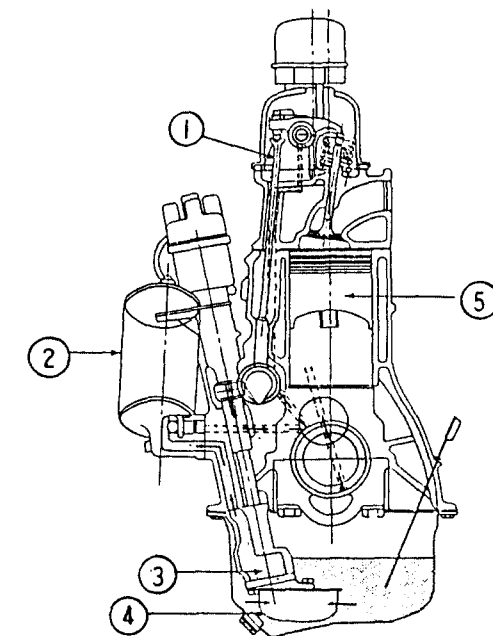
그림 4. 건식윤활방식과 순환의 예[5]

연료유에 있어서 2,000마력 이상의 대형선에는 C중유가 사용되고, 500-200마력급의 중형선에는 B중유, 500마력 미만의 소형선에는 A중유가 사용되고 있음에 비추어 볼 때, 중질중유 정도는 연소성이 나쁘며 유황분에 의한 부식성이 크게 되기 때문에 고급 윤활유가 필요하게 된다.

### 3-2-6. Cylinder 주유의 유무

Cylinder 주유를 행하지 않는 디젤 기관은 Cylinder 윤활과 Bearing의 윤활을 나누어 사용하고 있기 때문에 보다 적합한 윤활유를 선정할 필요가 있다. 따라서 Cylinder 주유가 없는 경우는 Cylinder oil과 System oil의 성능을 겸비한 윤활유가 필요하게 된다.

### 3-2-7. 청정, 청정(淸澄) 설비의 유무



Legend;

- |               |          |
|---------------|----------|
| ① Bushing rod | ④ 흡입러기   |
| ② Oil filter  | ⑤ Piston |
| ③ 윤활유 Pump    |          |

그림 5. 습식윤활 방식과 순환의 예[2]

System oil은 오손이 비교적 적지만, 장시간 사용함으로써 oil 자신이 노화되어 sludge를 생성함으로써, 선박은 항상 System oil을 청정한 것을 사용하게 된다. 따라서 이와 같이 청정한 윤활유를 사용하기 때문에 System oil의 oil 교환은 거의 없고 대형디젤 기관의 경우 10년 이상 장기에 걸쳐서 사용하는 것이 많다. 다만 사용하는 가운데 oil의 노화가 점점 진도되어 문제를 야기시키게 됨으로 이에 대비하여,

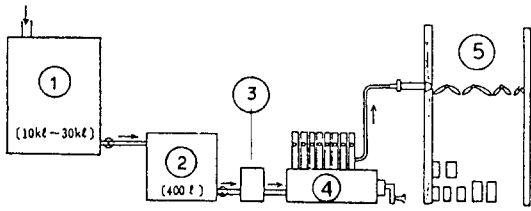
- Purifier나 Clarifer에 의한 이물의 제거
- Setting Tank에 의한 청정(淸澄)
- 여과에 의한 이물제거
- 약품 세정에 의한 재생처리

등의 처리가 요구된다.

Purifier에서 주수(注水) 청정을 행할 경우는 System oil의 항유화성이 양호한 것이 요구되고 약품세정을 실시할 경우는 첨가제가 함유되지 않은 것이 요구된다.

### 3-2-8. 운전조건에 의한 선정

어선, dresser 등에서는 stop 회전이 길고 또한 급속 고부하 운전이 되는 등 부하의 변동이 격심하기 때문에 불완전 연소하기 쉬운 오손화(汚損化)가 현저하여 알칼리성으로서 청정성이 우수한 Engine oil이 추천되고 있



Legend;

- ① Cylinder oil storage tank
- ② Service tank
- ③ Strainer
- ④ Lubricator
- ⑤ 주유구

그림 6. Cylinder oil 급유계통의 예[3]

다. 과급기의 유무, 과급도(過給度)의 대소에 따라 윤활유의 노화 정도는 다르기 때문에, 과급도가 큰 정도의 grade가 높은 oil을 필요로 한다. 냉각수가 청수(淸水)인 경우에는 냉각수 온도를 충분히 올릴 수 있지만, 해수(海水)의 경우는 scale이 석출하기 때문에 최고 50℃ 정도로서 연소나 마멸에 악영향이 있으므로 이러한 경우는 grade가 높은 oil이 바람직하다.

3-3. Cylinder Oil

디젤 기관의 cylinder내에는 고온고압의 상태로 되어 있고, 연료의 경우는 유황분이 높으며, 한편 완전 연소가 곤란한 저질 중유를 사용하고 있기 때문에 황산, Carbon Sludge 분 등이 많아서, 이것이 윤활부에 존재하고 있는

것으로서 상당히 가혹하며 또한 특수한 윤활조건이 주어지게 된다.

따라서 Cylinder oil은 다음과 같은 품질이 필요하게 된다.

- 고온에서도 적당한 점도를 견비하고 상온시 유동이 쉬운 점도를 가져야 한다.
- Cylinder liner의 미끄럼부에 즉시 미칠 수 있는 확산성을 가져야 한다.
- Cylinder linder나 piston ring의 이상 마멸이나 소부(燒付)를 방지하는 극압성이나 유막(油膜)의 보지성(保持性)을 가져야 한다.
- Cylinder내를 청정하게 유지하기 위한 청정분산성이 있어야 한다.

- 황산에 의한 부식성을 억제할 수 있는 황산중화성을 가져야 한다.

- 고온이 되어도 품질의 변화가 적고 Carbon이나 회분 등의 잔사물이 가능한 한 적어야 한다.

또한 선용 디젤 기관의 Cylinder oil 급유계통에는 그림 6에서 보는 바와 같이 순환사용이 되지 않는다.

따라서 cylinder내에 급유된 Cylinder oil은 일부 연소실에서 연소되지만 윤활하여 남는 것은 piston ring에 떨어지며, Cross head type의 경우는 cylinder 하부에 있는 Lanterne base로부터 회수시켜서 sludge tank로 인도하게 된다.

Trunk piston type의 경우는 cylinder로부터 Crank case에 흘러 떨어져 System oil에 함께 섞이게 된다.

표 3. Cylinder oil의 선정표

(1) 2 Cycle Cross head type

연료유명	일반호칭명	유황분 (wt%)	추천윤활유		
			품 명	TBN	SAE 점도 Grade
C중유	A-951, 1,500초 oil	2.5 ↑	Cylinder oil	70	#40-#30
B중유	A-933, 700초 oil	1.5-2.5	Cylinder oil	40	#40
A중유	Marine diesel oil	1.0 <sup>ㄱ</sup>	HD oil	10	#40-#50

(2) 4 Cycle Trunk piston type

연료유명	일반호칭명	유황분 (wt%)	추천윤활유		
			품 명	TBN	SAE 점도 Grade
C중유	A-951, 1,500초 oil	2.5 ↑	Cylinder oil	40	#40
			HD oil	20-30	#40
B중유	A-933, 700초 oil	1.5-2.5	Cylinder oil	40	#40
			HD oil	10-20	#40
A중유	Marine diesel oil	1.0 <sup>ㄱ</sup>	HD oil	10-20	#40

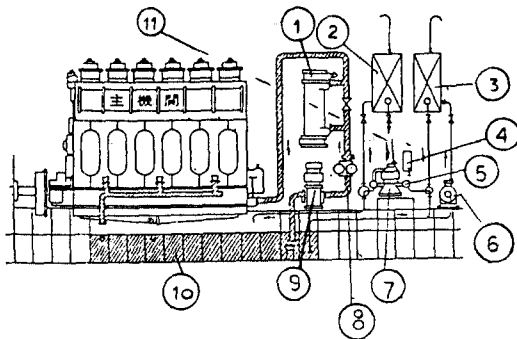
표 4. System oil의 선정표

(1) 2 Cycle cross head type

운할조건	사용 윤활유		
	품 명	TBN	SAE 점도 Grade
Piston 냉각이 수냉식인 경우	Premium type oil	-	# 30
Piston 냉각이 유냉식인 경우	HD oil	5-10	# 30
System oil을 화학세정하는 경우	Straight type oil	-	# 30

(2) 4 Cycle trunk piston type

윤활유	사용 윤활유		
	품명	TBN	SAE 점도 Grade
Piston 냉각이 유냉식인 경우	HD oil	5-30	# 30



Legend:

- ① Oil Cooler
- ② 청정유 Tank
- ③ 유징(油澄) Tank
- ④ Oil heater
- ⑤ Oil급상 Pump
- ⑥ Oil 이송 Pump
- ⑦ Oil 청정기
- ⑧ Oil 여과기
- ⑨ 윤활유 Pump
- ⑩ 윤활유 집합 Tank
- ⑪ 청정유 이송 Pump

그림 7. 대형 Engine system oil 순환계통의 예[3]

한편 cylinder liner에 부착한 주유구(注油口)는 일반적으로 4-8개로서(Cylinder bore가 큰 것은 많다), 각기 독립되어서 주유기에 연결시키고 있다. 주유기는 Plunger pump를 함께 한 구조로서 주기관과 운동, 회수하여 Cylinder oil을 보내고 있다. 표 3에서 보는 바와 같이 Cylinder oil은 일반적으로 SAE 40-50 grade 것이 사용되나, 사용하고 있는 연료유에 따라서 윤활유의 선정, 특징값이 달라질 수도 있다.

3-4. System Oil

선용 디젤 기관에는 System oil의 급유방식을 Dry sump 방식으로서 하는 경우가 많으며 그림 7은 대형

Engine system oil의 순환계통 예를 나타낸 것이다. System oil에 요구되는 품질은 Trunk piston type과 Cross head type에 의해서 다소 달라지는 경우도 있지만, 일반적인 경우로는 다음과 같은 성능이 필요하다.

- 장기사용에 가능한 것으로 산화안정성이 우수하여야 한다.

- 적당한 점도를 유지하여야 한다.

- Bearing 마멸이나 소부를 방지하기 위한 극압성을 가져야 한다.

- Bearing을 부식하는 것이나 변색(變色)이 있어서는 안된다.

- Piston 냉각이 냉각수의 경우 수분리성이 양호하고 유화성이 낮아야 한다.

- Piston 냉각이 유냉식(油冷式)인 경우 Piston 냉각 계통에 Carbon을 추적(推積)시키지 않는 청정분산성이나 열안정성을 가져야 한다.

- 방청성이 우수하여야 한다.

- Turnk piston type의 경우는 Blow by에 의하여 연소 gas나 Carbon이 혼입되기 때문에 청정 분산성이나 황 산중화성이 양호한 것이 필요하다.

System oil은 표 4에서 보는 바와 같이 일반적으로 SAE 점도 Grade 30의 것이 사용되나 때로는 SAE 20이나 SAE 40도 쓰여지고 있다.

3-5. 소형 디젤 기관

1,000마력 이하의 소형 디젤 기관은 주로 A중유를 연료로 사용하고 있으며 Cylinder 주유의 기구를 두지 않는다. 이와 같은 경우에 사용되고 있는 Engine oil은 Cylinder system 공용유로서 되고 있다.

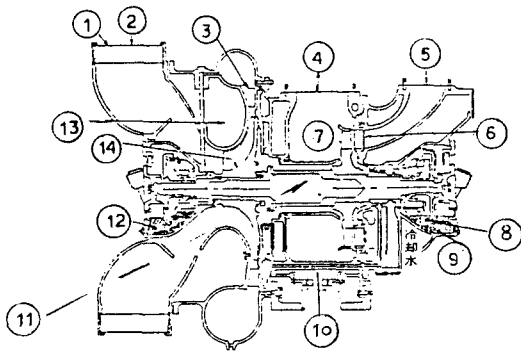
윤활유의 급유 방식은 일반적으로 Wet sump 방식이 많고, 청정방법은 Filter로서 여과하는 등, 육상 디젤

표 5. 소형 디젤 기관의 Engine oil 선정표

사용연료	윤활조건	사용 윤활유		
		품 명	TBN	SAE 점도 Grade
B중유	Wet sump or	HD oil	10-20	#30-#40
A중유	Dry sump	HD oil	5-10	#30-#40

표 6. 과급기에 사용되는 윤활유

과급기(Maker와 Type)	사용 윤활유		비 고
	품 명	점도 Grade	
B.B.C VTR	첨가 Turbine oil	ISO VG. 32, 46, 68	첨가 Turbine 68
	System oil	SAE. 30	
	유압작동유	ISO VG. 68	
MET	첨가 Turbine oil	ISO VG. 32, 46	-
	System oil	SAE. 30	
B&W	첨가 Turbine oil	ISO VG. 32, 46	-
MAN	System oil	SAE. 30	



Legend;

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| ① Filter element | ⑧ 윤활유 Pump(급유원판) |
| ② 공기입구           | ⑨ 윤활유            |
| ③ Diffuser       | ⑩ 냉각수            |
| ④ 배기 Gas 출구      | ⑪ 회전축            |
| ⑤ 배기 Gas 입구      | ⑫ 윤활유            |
| ⑥ Nozzle ring    | ⑬ Blower         |
| ⑦ Turbine        | ⑭ Impella        |

그림 8. 배기 Turbine 과급기의 구조[6]

기관과 같은 사용조건이 된다.

이와 같이 소형 디젤 기관의 윤활유는 대형 디젤 기관의 System oil과 같이 장기에 걸쳐서 사용되지 않고 일정한 기간에서 oil을 교환하여야 한다. 이에 사용되는

SAE 점도 grade는 표 5에서 보는 바와 같이 #30과 #40 이 일반적으로 쓰여지고 있다.

3-6. 과급기

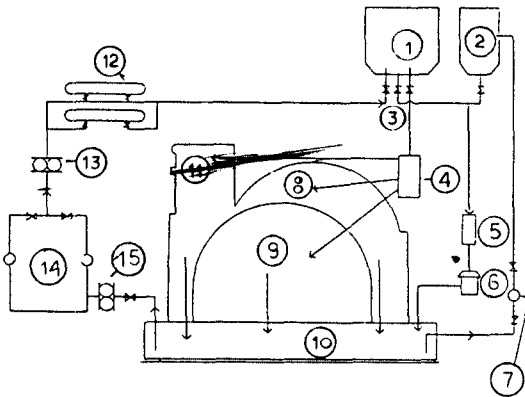
선박 디젤 Engine에는 대형으로부터 소형에 이르기까지, 또한 2 Cycle부터 4 Cycle type에 이르기까지 전 Engine에 걸쳐서 과급기(過給機)가 구비되어 있다. 과급기에는 여러가지 type이 있지만 선박 디젤 Engine에는 배기 Gas에 의하여 Turbine을 회전하는 배기 Turbine 과급기가 사용되고 있다.

이의 과급기는 그림 8에 나타낸 것과 같이 Turbine 축(or 배기축)과 Blower(or 공기축) 사이의 Bearing에 윤활유가 공급되고 있다. Bearing의 회전은 7,000-12,000 rpm으로서 대단히 가혹한 윤활조건이 되고 있다.

Bearing에는 Roller bearing과 Plane bearing이 있고 급유방법은 자기급유와 외부급유가 채택되고 있으며, 전자는 과급기 내부에 윤활유를 모아둠으로서 원판(原板)이나 내장시킨 Gear pump로서 급유를 하게 되며, 후자의 경우는 과급기 외부에 설치한 Tank로부터 Pump에 의한 윤활유를 송유하게 된다.

이는 강제윤활방법으로 독립된 Tank를 설치하는 경우나 주기관의 감속기 Gear case를 이용하는 경우 등이 있다. 과급기에 사용하는 윤활유의 사용 예를 살펴보면 다음 표 6과 같다.





Legend;

- |                    |                 |
|--------------------|-----------------|
| ① 증력 Tank          | ⑨ 감속 Gear       |
| ② Settling Tank    | ⑩ 윤활유 Sump Tank |
| ③ Valve            | ⑪ 고압 Turbine    |
| ④ Main lube header | ⑫ 윤활유 냉각기       |
| ⑤ Heater           | ⑬ 토출측 Strainer  |
| ⑥ 청정기              | ⑭ 주윤활유 Pump     |
| ⑦ 윤활유 이송 Pump      | ⑮ 흡입측 Strainer  |
| ⑧ 저압 Turbine       |                 |

그림 9. 선박 증기 Turbine 윤활 계통의 예[3]

### 3-7. Turbine의 윤활

선박 Engine으로서 증기 Turbine이 채용되고 있는 분야는 대형 여객선으로부터 대형 Tanker 등 20만톤급 이상의 선박에 이용되고 있다.

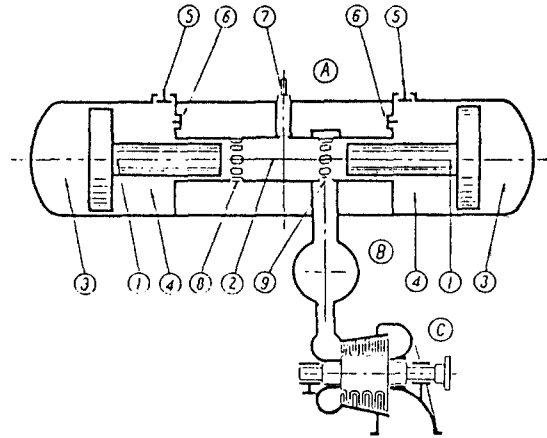
증기 Turbine은 Boiler에서 발생시킨 증기를 회전체 원주에 접촉시킨 Vane에 분사하여 직접축(直接軸)을 회전운동시킨 기관으로서 선박 디젤에 비하여 저질연료를 사용하고 있기 때문에 운전보수 관리가 용이하는 등 이점을 갖고 있다.

선박의 증기 Turbine은 추진효율을 고려하여 어느 정도까지 회전수를 떨어뜨리는 소위 감속방법이 채용되고 있다.

따라서 이러한 감속방법에는 감속 Gear를 이용하는 Geared turbine과 전기를 이용하는 방법인 전기추진기로 분류하고 있다.

Geared turbine의 경우는 Turbine bearing과 감속 gear와 같은 종류의 윤활유를 사용하는 것이 원칙으로서 양자의 조건을 고려한 적정점도는 50℃ 때 44-49 cSt의 윤활유가 추천되며, 또한 전기 추진기의 경우는 회전속도가 빠르고 냉각을 주로 하는 것이기 때문에 이때의 적정점도는 50℃ 때 20-34 cSt의 윤활유가 추천된다. 그림 9는 선박 증기 Turbine 윤활계통도를 나타낸 것이다.

한편 이에 사용되는 윤활유의 요구 품질을 간추리면, -산화안정성이 우수하고 수명이 길어야 할 것.



Legend;

- |                    |                |
|--------------------|----------------|
| A Gas 발생기          | ④ Compressor   |
| B Gas 집합소          | ⑤ 흡입 Valve     |
| C Gas Turbine      | ⑥ 토출 Valve     |
| ① Piston           | ⑦ 연료분사 Valve   |
| ② Diesel cylinder  | ⑧ 소기(掃氣) Valve |
| ③ Cushion cylinder | ⑨ 배기 Valve     |

그림 10. Free piston engine의 작동도[2]

- 방청성이 우수할 것.
- 항유화성이 우수할 것.
- 윤활성이 우수할 것.
- 소포성이 우수할 것.

등의 특성을 가져야 하며, 대형 Turbine engine에는 첨가 Turbine oil ISO VG. 68, 소형 Turbine engine에는 첨가 Turbine oil ISO VG. 46이 일반적으로 사용된다. 이밖에 Gas Turbine 가운데 특이한 존재로서 free piston gas turbine이라는 것이 있다. 그림 10은 free piston engine의 작동도(作動圖)를 나타낸 것으로서 이의 gas 발생기 원리는 디젤 engine과 같으며, 이에 사용되는 윤활유는 Cylinder oil로서 높은 알칼리값이 요구된다.

### 참 고 문 헌

1. The Motor Ship; 62 (739), P. 11 (1982).
2. 技術 ノト; 昭和石油株式會社, Catalogue (1975).
3. 金柱恒; 潤滑工學-내연기관윤활-韓國機器油化試驗檢査所, P. 351 (1990).
4. 한국공업표준협회; 내연기관용 윤활유 (KSM 2121-1988).
5. 染谷常雄 外; 内燃機關の 潤滑, 幸書房, P. 247 (1987).
6. 黒川良夫; 潤滑通信, 128, NOV., P. 68 (1977).