

## 船舶의 潤滑

金 柱 恒

韓田油化工業株式會社

<제 7권 제 2호에 이어>

### 4. 기관실내 보조기의 윤활

#### 4-1. 발전장치

발전기용 원동기에는 증기 Turbine engine과 디젤 Engine으로 분류한다. 일반적으로 발전기 Bearing의 윤활유는 구동용(驅動用) 원동기와 동일한 윤활유를 사용하고 있다. 또한 디젤 발전기는 연료가 A중유로서 비교적 양질의 연료유를 사용하고 있다고 하더라도 고부하로서 연속운전되고 있기 때문에, 윤활조건이 가혹하게 되어지고 있다. 따라서 항상 사용유의 상태를 파악할 필요가 있다. 다음 표 7은 발전장치에 추천되는 윤활유의 예를 나타낸 것이다.

#### 4-2. 공기 압축기

공기압축기는 디젤 선박으로 Engine의 기동력으로 서 가장 중요한 사명을 갖고 있지만, Automation 기기의 작동용 또는 Oil Filter의 청정용 등 여러 장치에 사용되고 있다. 이의 형식으로는 Piston 왕복동 Type과 회전식이 있으나, 선박에서는 Piston 왕복동 Type이 일반적이다.

또한 주기관의 기동에는 25-35 kg/cm<sup>2</sup>의 압력이 필요하기 때문에 Vertical 2단 수냉식이 쓰여지고 있다. 왕복동 공기압축기의 윤활부는 Cylinder부와 Bearing부가 있고 압축압력이 7 kg/cm<sup>2</sup> 이하의 소형에 것은 Splash 급유가 채용되며, Cylinder와 Bearing은 동일한 윤활유로서 윤활하고 있다.

한편 7 kg/cm<sup>2</sup>의 대형의 것은 Cylinder 부와 강제급

유로서 Bearing부를 순환급유하고 있다. Bearing oil(外部油)에는 다음과 같은 품질의 윤활유가 요구되고 있다.

- 적정한 점도를 갖고 점도지수가 높을 것.
- 유막이 강하고 유성이 양호할 것.
- 산화 및 열안정성이 우수할 것.
- 수분리성이 양호하고 유화현상이 느릴 것.
- 방청성이 우수할 것.

또한 Cylinder oil(内部油)에는 다음과 같은 품질의 윤활유가 요구되고 있다.

- 적당한 점도를 갖고 점도지수가 높을 것.
- 유성이 양호하며 내마모성을 가질 것.
- 탄화(炭化) 경향이 적을 것.
- 청정분산성이 양호할 것.
- 증발량이 적고 인화점이 높을 것.

이상과 같은 윤활유의 특성을 갖고 윤활개소의 압력 등을 고려한 ISO 점도분류가 세부적으로 추천되어지는 oil의 종류는 여러 종류로, 실제에 있어서는 선박 디젤 Engine 윤활유가 겸용하고 있는 사례가 많다.

#### 4-3. 냉동기

선박 보조기로서 냉동기의 이용가치는 매우 크기 때문에 일반 상선에 있어서는 식품의 보조용은 물론, 화물의 냉동보존, 선창내 방습(船倉內防濕), 승객에 대한 Service, 건강보지를 위한 공기조화(空氣調和) 등 넓은 용도로서 사용되고 있다.

냉동기는 냉동압축기 Type에 따라 왕복동, 회전 및

표 7. 발전장치의 추천 윤활유

발전기명	추 천 윤 활 유					비 고
	원 동 기			발 전 기		
	품 명	TBN	점도 Grade	품 명	점도 Grade	
Diesel	HD oil	5-20	SAE. 30	첨가 Turbine oil	ISO VG. 32, 46	원동기유와 동일
증기 Turbine	첨가 Turbine oil	-	ISO VG. 46, 68	첨가 Turbine oil	ISO VG. 46, 68	-

원심형(Turbo type) 등이 있으나, 선박에는 왕복동 Type과 회전 Type이 많이 채용되고 있다. 사용되고 있는 냉매는 구형에는 탄산 Gas나 Ammonia가 많이 사용되고 있었지만, 현재에는 Freon이 많이 사용되고 있다. Freon이나 Methyl chloride는 냉동기에 용해하기 때문에, 냉동기유는 유동점이 약간 높아도 안정성이 특히 우수하여야 되며, 수분을 함유하지 않는 것이 가장 중요하다. 탄산 gas 냉동기는 거의가 간접적으로 냉동은도가 떨어지기 때문에, 특히 유동점이 낮은 냉동기유가 필요하게 된다.

또한 탄산 gas는 임계온도가 낮기 때문에 대형 Compressor를 사용하고 Cross head type이기 때문에 Crank 실내의 System oil은 주기판 System oil과 같은 윤활유로서도 양호하지만 Piston rod와 Cylinder 일부에는 필히 냉동기유를 사용하지 않으면 안된다. 각종 냉동기유에 대한 추천윤활유는 다음 표 8과 같다.

4-4. 각종 Pump

선박에는 여러 종류의 Pump가 쓰여지고 있으며 이들의 종류를 Piston 왕복식 Pump를 비롯하여 Centrifugal pump, Vane pump, Gear pump 및 Screw pump 등으로 구조상 분류하고 있다. 이 가운데에 있어서 가장 많이 사용되고 있는 것은 전동 Centrifugal pump로써, 냉각수용, Ballast용, 소방용 등에 사용하고 있다.

주기판의 윤활유 Pump에는 Gear pump, Screw

표 8. 냉동기 윤활유의 추천

냉 동 기		추 천 유	
Type	냉매종류	품 명	점도 Grade
왕복동	Ammonia	Refrigerating	ISO VG.22, 32
	Freon	Machine oil	ISO VG.22, 32, 46
회 전	Freon		ISO VG.32, 46

pump가 쓰여지고 있다. Pump는 대부분이 전기구동으로서 Grease 윤활의 경우 Lithium계 다목적 Grease가 사용되며, 윤활유의 경우는 첨가 Turbine oil ISO VG. 46, 68 또는 주기판 System oil이 사용된다. 이 밖에 Tanker 등의 하유(荷油) Pump에는 증기 Turbine기관에서 구동시키고 있으며, 이런 경우도 윤활유는 첨가 Turbine oil ISO VG 46, 68을 사용한다.

4-5. Oil 청정기

선박에 사용되고 있는 연료유 및 윤활유를 청정(淸淨)시키기 위해 원심력으로 Sludge를 분리시키는 설비이다. 이러한 oil 청정기의 종류는 원통형(Shear Press)과 분리판형(De Laval type)의 2종이 있으며, 이들은 모두가 Motor로서 구동시키고 있지만 원통형(圓筒型)의 경우는 Belt로서, 분리판형은 Worm gear로서 회전을 전달시킨다. 이에 사용되는 일반적인 추천윤활제는 다음 표 9와 같다.

5. 갑판기계의 윤활

갑판기계에 사용하고 있는 동력에는 선박의 종류에 따라 증기(蒸氣), 전기(電氣), 전동유압(電動油壓)의 3종류로 나누어지고 있으며, 여기서 증기식은 Tanker 등 위험물 운송선박으로 안전하게 그리고 고장이 적게, Maintenance를 쉽게하기 위한 반면에, Boiler를 필요로함에 진동이 크고 중량이 크기 때문에 효율이 낮은 등 Remote control이 어려운 결점도 지니고 있다. 전기식의 경우는 효율이 양호하고 진동이 적으며 Remote control 하기가 쉽지만, 내구성을 고려할 필요가 있으므로 Tanker 등에서는 안전보존면으로 볼 때 사용하기가 곤란하다.

또한 전동유압식은 Remote control 하기가 용이하며 현대의 유압 Pump로서 여러 대의 기계를 움직일 수 있는 등의 이점이 있지만, 가격이 높으며 배관중에 먼지나 공기가 흡입될 경우 고장의 원인이 되기 쉬우며, 또한

표 9. Oil 청정기의 추천윤활제

종 류	윤활 개소	추천 윤활제	
		품 명	점도 Grade
분리판형 (De Laval)	Gear 및 Bearing	공업용 Gear oil	ISO VG. 220, 320
원통형 (Shear press)	Bearing Pulley	Bearing oil	ISO VG. 10, 15
	Idler Pulley		
	Truck	다목적 Grease	NLGI #2

Oil heater나 Cooler 등의 부대설비를 필요로 하는 등의 결점도 갖고 있다. 다음 표 10은 선박과 갑판기계의 동력을 살펴본 것이다.

5-1. 계선기계

계선기계(係船機械)에는 Mooring winch, Capstan, Wind lass가 있지만, 사용하는 동력에 따라서 윤활제의 종류도 상이하기 때문에 이를 구별함에는 다음과 같다.

(1) 증기식

구동 원동기에는 증기에 의해 Piston 왕복기관으로서, 이의 Piston rod에는 Cylinder oil이 사용된다. Bearing 부에는 내열성(耐熱性)이 있는 Grease 또는 Lithium계 다목적 Grease가 사용되며, Gear 부에는 Worm gear의 경우, 고점도의 공업용 Gear oil을, Spur gear의 경우는 SAE 40-50점도 Grade의 공업용 Gear oil을 사용한다.

또한 Open gear oil일 경우는 부착성이 우수한 Grease나 높은 점도의 공업용 Gear oil을 사용한다. 다음

표 10. 선박과 갑판기계의 동력

선박의 종류	동력의 구분		
	증 기	전 기	전동유압
여객선, 화물선	-	*	-
고속정기화물선	-	*	-
중속정기화물선	-	*	*
Tanker	*	-	-
LPG Tanker	*	-	*
목재운반선	*	-	*
Container	-	*	*

표 11은 증기갑판기계에 사용되는 윤활제를 살펴본 것이다.

(2) 전동식

전동식 갑판기계의 주된 윤활부는 감속기가 된다. 따라서 감속 Gear에는 Worm gear, Planetary gear 및 Spur gear가 사용되고 있다. Worm gear는 치면(齒面)에 미끄럼방지를 위하여 비교적 EP type의 공업용 Gear oil이 사용되며 Spur gear와 Planetary gear에는 SAE 40-50 점도 Grade의 Mild EP gear oil이 사용되고 Gear oil이 요구하는 품질특성은 다음과 같다.

- 적절한 점도를 가져야 할 것.
  - 내하중 성능이 우수할 것.
  - 저온 유동성이 우수할 것.
  - 산화 안정성이 우수할 것.
  - 수분리성이 양호할 것.
  - 부식이나 발청을 억제할 것.
  - 기포가 발생하지 않을 것.
- 등의 품질을 갖추어야 한다.

전동식 갑판기계에 사용되는 주된 윤활제의 예는 다음 표 12와 같다.

(3) 전동유압식

전동유압식 갑판기계의 유압 Pump에는 Vane, Plunger, Gear 등 각종의 Type이 사용되고 있다. 또한 유압 Pump의 토출압, Oil cooler나 Oil heater 등의 부속설비, 선박의 항로(航路) 등에 따라서 사용되는 유압작용유의 종류나 점도 Grade가 다르기 때문에 윤활유 선정에 있어서는 기계 Maker와 충분히 검토할 필요가 있으며, 일반적으로 유압 작동유에 있어서 가져야 할 필요 품질특성을 간추리면 다음과 같다.

- 저온 유동성이 양호할 것.

표 11. 증기식갑판기계에 사용되는 윤활제

윤활개소		사용윤활제	
		품 명	점도 Grade
Cylinder	포화증기	Cylinder oil	SAE. 50
	과열증기	Bearing oil	ISO VG. 320, 460
Worm gear 감속기		공업용 Gear oil	ISO VG. 100, 320, 460
Spur gear 감속기		공업용 Gear oil	ISO VG. 100, 220, 320
Open gear		공업용 Gear oil	ISO VG. 320, 680
Bearing		다목적 Grease	NLGI #2
유압 Brake		첨가 Turbine oil	ISO VG. 32
Remote Control(수동)		Bearing oil	ISO VG. 10, 15

- 점도 변화가 적을 것.
- 내마모성이 우수할 것.
- 산화안정성이 우수할 것.
- 방청성이 우수할 것.
- 수분리성이 우수할 것.
- 기포가 발생하지 않을 것.

감속 Gear에는 주된 Spur gear가 사용되고 있으며 이에는 Mild EP grade oil이 사용되며 Bearing에는 Lithium Soap Base의 다목적 Grease가 사용된다. 이 밖에 전동유압식 감판기계에 사용되는 윤활유는 기계제작 Maker에 따라 다소 상이하나 일반적으로 사용되고 있는

윤활제는 표 13과 같다.

### 6. 하역기계

선박의 하역(荷役) 기계에는 크게 분류하여 하역 Winch와 Deck crane으로 나누어지고 있다. 하역 Winch에는 Deck 장치와 Winch로부터 되며, 이의 Winch를 구동하는 힘에 의하여 다시 증기하역(蒸氣荷役) Winch, 전동하역(電動荷役) Winch, 전동유압하역(電動油壓荷役) Winch로 세분하고 있다. Winch의 구조는 거의 Mooring Winch와 같은 사양으로 되기 때문에 이에 사용되는

표 12. 전동식 감판기계에 사용되는 윤활제

윤활개소	사용윤활제		비 고
	품 명	점도 Grade	
Worm gear 감속기	공업용 Gear oil	ISO VG. 460, 680	EP. type
Spur gear 감속기	공업용 Gear oil	ISO VG. 220, 320	Mild EP type
Planetary gear 감속기	공업용 Gear oil	ISO VG. 220, 320	
Open gear	공업용 Gear oil	ISO VG. 320, 680	
Bearing	다목적 Grease	NLGI #2	

표 13. 전동유압식 감판기계에 사용되고 있는 윤활제

(1) 유압 Pump와 유압작동유

Pump 형식	사용윤활제		비 고
	품 명	점도 Grade	
Vane	첨가 Turbine oil	ISO VG. 46, 68	동일 Grade oil의 Hydraulic oil
Plunger	첨가 Turbine oil	ISO VG. 32, 46	
샤 네	첨가 Turbine oil	ISO VG. 46	

(2) 전동유압 감판기계

윤활개소	사용윤활제		비 고
	품 명	점도 Grade	
Spur gear 감속기	공업용 Gear oil	ISO VG. 220, 320	Mild EP type
Planetary gear 감속기	공업용 Gear oil	ISO VG. 320	
Open gear	공업용 Gear oil	ISO VG. 320, 680	-
Bearing	다목적 Grease	NLGI #20	Lithium soap
Remocon 장치	수동식	Bearing oil	ISO VG. 10
	Servo식		ISO VG. 15

윤활제는 계선기계(係船機械)에 사용되는 oil이면 만족하다.

또한 Deck crane은 부양(俯仰), 시회(施回), 감아올림, 주행(走行) 등의 장치를 겸비한 하역 Winch에 비하여 기동성이 우수하다. 구동방식에는 전동과 전동유압식이 있으며, 일반적으로는 하나 전동유압 Deck crane에 사용되고 있는 윤활제는 다음 표 14와 같다.

6-1. 갑판기계

갑판기계에는 지금까지 기술한 이외의 Boat winch, Ladder winch 등과 많은 종류의 기계가 있다. Boat winch는 Ladder를 상하운동을 시키는 Winch로서 Winch를 구동하는 동력에 의하여 전동식과 공냉식으로 나누어진다. 공냉식은 Airmotor에 의하여 구동된다. Boat winch, Ladder winch에 사용되는 윤활제의 사용을 살펴보면 다음 표 15와 같다.

7. 조타장치

조타장치(操舵裝置)에는 소형 Boat에서 볼수 있듯이 인력식(人力式)의 것과 대형에서 사용하고 있는 동력식(動力式)으로 나누고 있다.

선박은 그의 크기나 속도 등에 의하여 적당한 조타장치가 장비되어 있다. 특히 길이가 60m 이상의 선박에는 법에 의하여 동력에 의한 조타장치와 이의 부속 설비를 설치하도록 규정하고 있다. 동력에 의한 조타장치에는 여러가지 종류가 있지만, 이의 주요 부분은 원동기(Prime mover), Controlling gear, Rudder gear, Hunting gear 등으로 대별하고 있다.

원동기는 Rudder를 움직이는데 필요한 동력을 발생 하는 부분으로서 증기왕복동기관, 전동유압 Pump 및 전동기 등이 오로지 사용되고 있다.

조장장치는 원동기의 증기, 유압 또는 전기의 공급량을

표 14. 전동유와 Deck crane에 사용되는 윤활제

윤활개소	사용윤활제		비 고
	품 명	점도 Grade	
유압 작동유	첨가 Turbine oil	ISO VG. 46	동일 Grade의 Hydraulic oil
Spur gear 감속기	공업용 Gear oil	ISO VG. 320	Mild EP type
Worm gear 감속기	공업용 Gear oil	ISO VG. 320	-
Open gear 감속기	공업용 Gear oil	ISO VG. 320, 680	-
집중급유	다목적 Gease	NLGI # 0	Lithium soap
Bearing	다목적 Gease	NLGI # 2	

\*Worm gear 감속기 대신에 planetary gear 감속기가 사용되고 있는 유압작동유의 경우는 기계 Maker에 따라 다를 수도 있다.

표 15. Boat & Ladder winch에 사용되는 윤활제

형 식	윤활개소	사용윤활제		비 고	
		품 명	점도 Grade		
공동식	Airmotor	첨가 Turbine oil	ISO VG. 32	ISO VG. Hydranlic 32	
	Gear Box	반밀폐형	다목적 Grease	NLGI #2	Lithium soap
		밀폐형	공업용 Gear oil	ISO VG. 220, 320	EP type
	Bearing	다목적 Grease	NLGI #2	Lithium soap	
전동식	Gear Box	반밀폐형	다목적 Grease	Lithium soap	
		밀폐형	공업용 Gear oil	ISO VG. 220, 320	EP type
	Bearing	다목적 Grease	NLGI #2	Lithium soap	

조절하여 원동기의 작동을 제어하는 부분이다. Rudder 장치는 원동기가 발생한 동력을 유압이나 Gear를 개입시켜 Rudder를 소정의 방향으로 움직이게 하는 장치이다. 조타장치용 윤활제의 사용 oil은 유압에 경우는 유압 Pump의 형식에 따라 작동유의 점도 Grade가 다르게 되며, Rudder bearing의 경우는 상하부로 나누게 되는데, 상부의 윤활유는 보통 주기관 System oil이나 EP type의 Gear oil이 사용된다. 또한 하부의 경우는 해수(海水)의 친입을 막기위해 Coolant 부에 Grease 윤활이 되고 있으며 이에 는 다목적 Grease NLGI #2가 일반적으로 사용된다. 이 밖에 대형장치의 집중급유계통에 있어서는 Coolant 부와 같은 Grease나 NLGI #0의 Grease가 사용된다.

### 8. 윤활관리

선박에 탑재(搭載)시키고 있는 기계나 장치는 그의 종류가 다양다종하기 때문에 이에 사용되고 있는 윤활제도 다양하며, 이에 병행하여 윤활관리도 대단히 중요하게 된다. 이에 중요 관리 인자를 간추려 보면 다음과 같다.

#### 8-1. 보관

선내(船內)에 윤활제를 보관시키고 있는 재고량 관리

는 한계가 있게 마련이지만, 항해중 사용중의 윤활제에 Trouble을 방지하기 위하여서는 oil 교환에 필요한 수량만큼은 사전에 Check하여 수량 확보에 게으르게 하지 말아야 할 것이다.

#### 8-2. 윤활제의 선정

사용유종을 면밀히 검토하여 같은 유종의 경우는 정리 통합하여, 될수 있는 한 다양다종한 재고는 줄일 필요가 있다.

#### 8-3. 급유

윤활제의 유지성능을 길게하기 위하여서는 우수한 윤활제를 선정하여 보존형태, 급유량, 급유횟수, 청정처리 및 oil 교환 등에 만전을 기할 수 있는 관리가 필요하다.

#### 8-4. Flushing

신조(新造)시의 Flushing은 일반적으로 주기관과 갑판기계 유압회로에 실시시키고 있다. 주기관의 Flushing에는 최근 같은 oil로 행하는 경우가 많으며, 갑판 기계의 경우는 사용하는 작동유보다 점도 Grade가 한 등급 낮은 oil로 Flushing을 하고 있다.

#### 8-5. 사용유의 정기검사

선박에는 사용하고 있는 윤활제의 Type, 기계장치

표 16. System oil의 윤활관리 기준<sup>(6)</sup>

기관명 oil명 관리항목	대형 Cross Head		Trunk Piston		Turbine
	Premium oil	HD oil	HD oil		Turbine oil
		(TBN;6)	(TBN;10)	(TBN;35)	
점도, 40℃, cSt.	+ 25 - 10%		+ 40 - 15%		± 10% 이내
인화점, COC, ℃	180		180		-
알칼리값, mg KOH/g	-	1.0	2.0	8.0	-
전산값, mg KOH/g	+ 2.0	-	-	-	+ 0.3
강산값, mg KOH/g	검출될 때	-	-	-	-
N-Pentane 불용분	1.0		2.5		-
Benzen 불용분	0.5		2.0		-
수 분	0.1	0.2	0.2	0.3	0.1
염소반응	수분이 상기 기준을 초과할 때 실시한다.				

(주) ①점도: 적정점도의 확인으로 윤활유의 노화나 또는 연료유의 회석, 타종류의 oil 혼입도 확인.

②인화점: 연료나 다른 종류의 윤활유 혼입 확인.

③수분: 물의 혼입 확인.

⑤용제불용분(N-Pentane 및 Benzen 불용분): 윤활유의 노화나 그의 원인확인.

⑥중화값(전산값, 알칼리값, 강산값): 윤활유의 노화와 첨가제 존재 확인.

운전조건 등이 다르기 때문에 사용되고 있는 윤활유를 정기적으로 Sampling 하여 성상변화를 확인할 필요가 있다. 일반적으로 정기검사가 필요한 기계장치는,

- 주기관의 System oil
- 발전장치의 System oil
- 갑판기계의 유압장치

등이 중요하며, 한편 갑판기계의 경우에 있어서는 장시간 운전이 되지 않고 있어 윤활제 자신의 노화는 거의 없다고 생각할 수 있으나 이는 잘못이다.

갑판기계의 경우는 갑판상에서 수분이나 먼지 등이 혼입되기 쉽고, 해수로 말미암아 발청이나 부식, 이상 마멸 등이 발생하는 일이 많게 된다. 다음 표 16은 선박에서 가장 중요한 System oil에 대한 관리기준을 살펴본 것이다.

## 9. 맺는말

지금까지 간략하게나마 제목전에 대하여 살펴보았다. 그러나 최근 선박 Engine의 기술경쟁은 가일층 소형,

경량화로 고속, 고출력화 하여지고 있으며, 이에 따른 구조와 강성저하(剛性低下), 높은 열부하를 비롯하여 이에 의한 변형, 고온화 등에 의하여 윤활조건도 가혹화 되어지고 있다. 따라서 종래의 경험이나 감(感)만으로는 통용되지 못하고 있으며 자연히 만족시킬 수 있는 최적조건도 한계를 초월하는 경우도 적지 않다고 사료된다. 이러한 상황에 비추어 볼때 본 해설은 선박에 사용되는 각종 윤활제를 바르게 이해할 수 있는 기초지식의 자료로서 활용하여 주었으면 하는 바램이다.

## 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-韓國油化試驗檢査所, p.351(1990).
4. 한국공업표준협회; 내연기관용윤활유 (KSM 2121-1988).
5. 染谷常雄 外; 內然機關の潤滑, 幸書房, p.247(1987).
6. 黒川良夫; 潤滑通信, 128, NOV., p.68(1977).