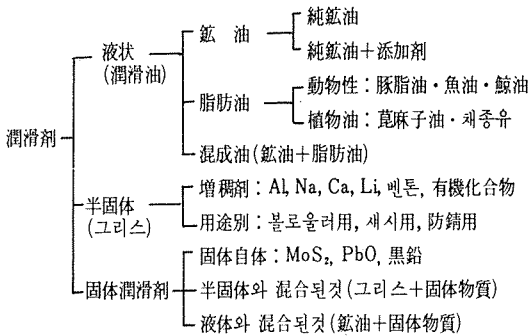


潤滑油의 種類와 特性

— 韓國油類試驗檢査所 —

I. 潤滑劑의 分類

현재 使用되고 있는 潤滑劑에는 수많은 종류가 있으나, 이것을 形態別로 분류하면 液狀의 潤滑油와 半固體狀의 그리스, 그리고 그밖에 固體潤滑劑로 大別된다.



II. 潤滑油의 分類와 種類

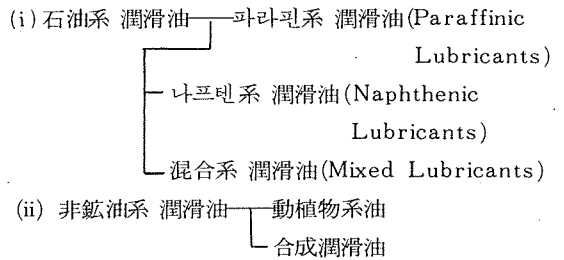
潤滑劑로서 가장 많이 사용되는 것은 液狀의 潤滑油이며, 液狀의 潤滑油는 대부분 鉍油系이다. 液狀의 潤滑油로서 갖추어야 할 性質은

- 첫째, 使用상태에서 충분한 粘度를 가질 것.
- 둘째, 限界潤滑狀態에서 견디어 낼 수 있는 油性이 있을 것.
- 셋째, 酸化나 熱에 대한 安定性이 높고, 가능한 限 化學的으로 不活性이며 淸淨, 均質한 것 등이다.

1. 潤滑油의 分類

(1) 原油에 의한 分類

潤滑油를 原料에 따라 분류하면 다음과 같이 2 種類로 大別된다.



(2) 粘度에 의한 分類

石油系潤滑油를 粘度에 따라 분류하면,

- (i) 輕質潤滑油(Light stocks)
- (ii) 中質潤滑油(Medium stocks)
- (iii) 重質潤滑油(Heavy stocks)로 大別되고, 구체적인 분류는 用途에 따라 粘度基準에 의하여 더욱 細分化 된다. 內燃機關用 엔진油(表-1)나 트랜스미션 및 베어링用기어油(表-2)는 美国자동차기술자協會(SAE : Society of Automotive Engineers)의 粘度分類가 국제적으로 보급되어 사용되고 있으며, 一般潤滑油 즉 工業用潤滑油에 대해서는 國際標準化機構(ISO : International Standard Organization)의 粘度分類(表2-3)가 널리 採擇 사용되어지고 있다.

엔진油에는 <表-1>에 분류한 粘度分類외에도 두

□ 特輯：潤滑油産業

개의 SAE 粘度번호에 해당하는 粘度특성을 갖는 多級油(Mutigrade Oil)도 있다. 10W/30, 20W/40, 10W/50등이 멀티 그레이트 타입 製品의 예이다.

(表-1) SAE엔진油 粘度分類(SAE J-306a)

| 粘度区分 | 粘度範圍 (b) | | | | 参 考 | |
|------|-------------|-----------|----------|------|------------|------|
| | -18°CcSt | | 100°CcSt | | | |
| | 最 低 | 最 高 | 最低 | 最高 | | |
| 5W | | 1,250(a) | 3.8 | - | KSM2121 1号 | |
| 10W | 1,250(a)(c) | 2,500(a) | 4.1 | - | | |
| 20W | 2,500(a)(d) | 10,000(a) | 5.6 | - | | |
| 20 | - | - | 5.6 | 9.3 | | " 2号 |
| 30 | - | - | 9.3 | 12.5 | | " 3号 |
| 40 | - | - | 12.5 | 16.3 | " 4号 | |
| 50 | - | - | 16.3 | 21.9 | " 5号 | |

(a) 低温 粘度는 Cold Cranking Simulator 에 의하여 実測한다. (ASTM D2602)

(b) 분류된 모든 油의 100°C에 있어서 動粘度는 3.8cSt미만이어서는 안된다.

(c) 100°C에 있어서 動粘度가 4.1cSt보다 낮지 않다면 -18°C에 있어서 最低粘度는 생략할 수 있다.

(d) 100°C에 있어서 動粘度가 5.6보다 낮지 않다면 -18°C에 있어서의 최저점도는 생략할 수 있다.

(表-2) 自動車用 기어油의 SAE 粘度分類：

1972. 10. 公布(SAE J 306a Axle and Manual Transmission Lubricant Viscosity Classification)

| SAE 粘度分類 | 粘度가150,000 (a) cP로되는温度 | 粘度範圍cSt ()内는SUS 100°C | 参 考 |
|----------|------------------------|------------------------|----------------|
| 75W | -40°C이하 | 4.1(40)이상 | |
| 80W | -26°C이하 | 7.0(49)이상 | KSM.2127 3종 1호 |
| 85W | -12°C이하 | 11.0(63)이상 | |
| 90 | - | 13.5(72)~ 24.0(115) | KSM.2127 3종 2호 |
| 140 | - | 24.0(115)~ 41.0(192) | KSM.2127 3종 3호 |
| 250 | - | 41.0(192)이상 | |

(a) ASTM D2983 Brook Field 回轉粘度計로 서 求한다.

工業用기어油에 대하여 美国기어製造協會(AGMA : American Gear Manufacture Association)에 의하여 분류가 있으나, ISO의 公業용 粘度分類에 따르도록 하였다.

(表-3) ISO工業用 潤滑油粘度 분류

○工業用윤활유, 터빈油, 기어油, 冷凍機油, 機械油, 物動油等.

○ISO 粘度等級：工業用潤滑油 ISO 粘度分類 (ISO3448 参照)에 나타난 粘度等級으로서 ISO 粘度等級(Viscosity Grade)2cSt~1500cSt의 18等級을 말한다.

| ISO 粘度等級 | 中央粘度 | 粘度範圍cSt@40°C | |
|------------|-------|--------------|---------|
| ISOVG 2 | 2.2 | 1.98이상 | 2.42이하 |
| ISOVG 3 | 3.2 | 2.88 " | 3.52 " |
| ISOVG 5 | 4.6 | 4.14 " | 5.06 " |
| ISOVG 7 | 6.8 | 6.12 " | 7.48 " |
| ISOVG 10 | 10 | 9.00 " | 11.0 " |
| ISOVG 15 | 15 | 13.5 " | 16.5 " |
| ISOVG 22 | 22 | 19.8 " | 24.2 " |
| ISOVG 32 | 32 | 28.8 " | 35.2 " |
| ISOVG 46 | 46 | 41.4 " | 50.6 " |
| ISOVG 68 | 68 | 61.2 " | 74.8 " |
| ISOVG 100 | 100 | 90.0 " | 110 " |
| ISOVG 150 | 150 | 135 " | 165 " |
| ISOVG 220 | 220 | 198 " | 242 " |
| ISOVG 320 | 320 | 288 " | 352 " |
| ISOVG 460 | 460 | 414 " | 506 " |
| ISOVG 680 | 680 | 612 " | 748 " |
| ISOVG 1000 | 1,000 | 900 " | 1,100 " |
| ISOVG 1500 | 1,500 | 1,350 " | 1,650 " |

(表-4) 工業用潤滑油 補助粘度等級

○工業用윤활유의 補助粘度등급은 ISO 粘度 등급의 範圍外를 補完한 것으로서 粘度等級2L~4600 cSt의 23等級으로 구분되어 있다.

○補助粘度等級은 5년경과후 廢止한다. (1979. 8 제정)

| 보조점도등급 | 중심값의 동점도 cSt (mm ² /s) (40°C) | 동점도범위 cSt (mm ² /s) (40°C) |
|--------|--|---------------------------------------|
| VG 2 L | 1.5 | 1.00이상 1.98미만 |
| VG 2 H | 2.6 | 2.42초과 2.88미만 |
| VG 4 | 3.8 | 3.52초과 4.14미만 |
| VG 6 | 5.6 | 5.06초과 6.12미만 |
| VG 8 | 8.3 | 7.48초과 9.00미만 |
| VG 12 | 12 | 11.0초과 13.5미만 |
| VG 18 | 18 | 16.5초과 19.8미만 |

| | | | |
|----|------|------|---------------|
| VG | 26 | 26 | 24.2초과 28.8미만 |
| VG | 38 | 38 | 35.2초과 41.4미만 |
| VG | 56 | 56 | 50.6초과 61.2미만 |
| VG | 83 | 83 | 74.8초과 90.0미만 |
| VG | 120 | 120 | 110초과 135미만 |
| VG | 180 | 180 | 165초과 198미만 |
| VG | 260 | 260 | 242초과 288미만 |
| VG | 380 | 380 | 352초과 414미만 |
| VG | 560 | 560 | 506초과 612미만 |
| VG | 830 | 830 | 748초과 900미만 |
| VG | 1200 | 1200 | 1100초과 1350미만 |
| VG | 1800 | 1800 | 1650초과 1980미만 |
| VG | 2200 | 2200 | 1980이상 2420이하 |
| VG | 2600 | 2600 | 2420초과 2880미만 |
| VG | 3200 | 3200 | 2880이상 3520이하 |
| VG | 3800 | 3800 | 3520초과 4140미만 |
| VG | 4600 | 4600 | 4140이상 5060이하 |

(3) 서비스에 의한 分類

윤활유를 性能別로 분류한 것이 API서비스 分類이다. API는 美国石油協會(American Petroleum Institute)의 약자이며 1974년에 분류 제정했으나 자동차가 고성능화함에 따라 潤滑油의 품질에 대한 성능도 改善되었다.

△CRC L -38試驗運轉條件;

엔진 : 4기통 單—실린더 휘발유엔진, 배기량 697ccCRC엔진

運轉時間 : 40時間

回 轉 : 3, 150rpm

燃料消耗 : 2. 15kg/hr

吸入空氣溫度 : 27°C . minimum

〈表-5〉 API서비스 分類

엔진오일의 서비스分類 (1)

| 分類 | 서비스分類 | | 性能試驗項目 | 連關되는美軍規格 및 엔진製作 会社規格 | 內 容 |
|---------------------------------|--------|--------|---|--|---|
| | 新API分類 | 舊API分類 | | | |
| 가 솔 린 엔 진 오 일 | SA | ML | 없 음 | - | 添加劑含有를 필요로 하지않는 緩漫한 條件下에서의 엔진에 적용. |
| | SB | MM | L-4 혹은 L-38 SequenceIV | - | 약간의 添加劑含有를 필요로 하는 輕負荷條件下에서 운전되는 엔진에 적용하며 이 분류에 속하는 油는 齒輪(Scuffing) 防止性, 酸化防止性, 베어링의 腐蝕防止性을 가지고 있을것. |
| | SC | MS | L-1, L-38 Sequence II A " III A " IV A " V A | MiL-2104B FordESE-M2C 101-A | 1964~1967年型 乘用車와 트럭用 가솔린 엔진에 적용하며 高溫 低溫堆積物, 摩耗, 鏽, 腐蝕에 대한 防止性이 있는 油일. |
| | SD | MS | L-38 L-1혹은I-H Sequence II B " III B " IV B " V B Falcon | Ford-ESE-M2C 101-B GM6041-M | 1968~1971年型, 승용차와 트럭用 가솔린 엔진에 적용하며 分類SC보다도 高溫, 低溫堆積物, 摩耗, 鏽, 腐蝕에 대한 防止性이 우수한 油일. |
| | SE | | L-38 Sequence II C " III C " IV C " V C (舊GM6041-M) | MiL-L-46152 Ford-ESE-M2C 101-C GM6 136-M | 1962年 이후 생산된 乘用車와 트럭用 가솔린엔진에 적용하며 分類SD보다도 高溫, 低溫堆積物, 摩耗, 鏽, 腐蝕에 대한 防止性이 우수한 油일. |

| | | | | | |
|-----------------------|----|----|---|--|---|
| 디 젤 엔 진 油 | CA | DG | L-4 혹은 L-38 | Mil-L-2104A | 低硫黃分の 高品質燃料油를 사용하는 輕~中負荷 條件의 디젤엔진에 적용하며 1940-1950년경에 生産된 車輛엔진에 사용할 수 있는 오일. |
| | CB | DM | L-4 혹은L-38 L-1 | Supplement 1 | 低品質燃料를 사용하는 輕~中負荷條件의 디젤엔진에 적용하며 베어링의 腐蝕과 高溫堆積物에 대한 防止性이 있는 오일. |
| | CC | DS | L-38 LTD Sequence II A/II B 1-H | MiL-46152, MiL-L-2104B Ford M2C 101-B GM6042-M | 高負荷에서 운전하는 輕過給 디젤엔진 또는 高負荷의 가솔린엔진과 버스, 트럭, 산업 및 建設장비의 엔진오일로서 高溫, 低溫堆積物, 錆, 腐蝕에 대한 防止性을 가진 오일. |
| | CD | | 1-D 1-G L-38 | MiL-L-45199B MiL-L-2104C Superior Lubricants (Series3) | 過給器가 부착된 高速. 高出力下에서 連轉되는 디젤엔진에 적용하며 베어링의 腐蝕, 高溫堆積物에 대한 防止性을 가진 오일. |

기어油의 API 서어비스 分類 (2)

| 서어비스 分 類 | GL -1 | GL -2 | GL -3 | GL -4 | GL -5 | GL -6 |
|----------------------|---|--|---|---|---|---|
| 舊 API 서어비스 分 類 | 레 굴 러 型 기 어 油 | 위 엄 型 기 어 油 | 마 일 드 EP 型 기 어 油 | 多 目 的 型 기 어 油 | | |
| 油 種 | 直留鉍油 또는 殘 渣 鉍 油 | 油性劑 또는 油 脂 類를 함유 | 硫黃, 監素, 磷化合物 또는 亜鉛化合物과 같은 極壓劑를 加한 油 | | | |
| 適 用 | 低荷重, 低速의 Spur Gear, Helical Gear, Worm Gear. 또는 Bevel Gear에 使用 | 速度, 荷重이 약간 過酷한條 件下의 위엄기 어 또는 其他 의 기어 (Hypoi d. Gear는제외) 에 使用 | GL-1또는GL- 2水準의 기어 油가 不適當한 條件下의 기어 에 使用 (Hypoi d Gear에는부 적당) | 하이 포이드기 어 또는 극히 過酷한條件下 의 其他기어 에 使用. 高速 低토오크, 低 速低토오크에 견디어 낼 수 있는 것. | GL-4보다도 過酷한 條件 하의 하이포 이드기어에사 용한다. 高速 低토오크, 低 速高토오크, 高速衝擊荷中 에견디어낼수 있는것. | GL-5보다도過 酷한 條件하의 하 이포이드기어에 사용. 高速低토 오크, 低速高토 오크, 高速衝擊 荷中에 견디어 낼 수 있는것. |
| 自動車의 使用個所 | 自動車의 潤滑 條件을 만족시킬 수 없기 때문에 거의 使用하지 않는다. | 自動車의 潤滑 條件을 만족시 킬 수 없기 때문 에 특수한 경우 를 제외하고는 거의 使用하지 않는다. | 트랜스밋션, 스 티어링기어 및 條件이 완만한 감속기어 (Hypoi d Gear제외) 에 使用한다. | 감속기어, 트 랜스 밋션, 및 스티어링기어 에 使用한다. | 특히 過酷한 條件의 감속 기어에 使用 한다. | 상당히 過酷한 條件의 감속 기 어에 使用한다. |
| 備 考 | - | - | - | MiL-L-2105A 相當品 | MiL-L-2105B 相當品 | Ford規格 M2C105A 相当 |

(4) 用途에 의한 分類

最近 각종 機械는 高速 高性能化되고 또한 精密 細分化됨에 따라 潤滑유도 이들 機械에 만족할 수 있

도록 用途別로 分類되어 있다. 다음은 韓國工業規格에서 分類한 用途別 規格이다.

〈表-6〉 韓國工業規格에 의한 用途別 潤滑油분류

| | | 1 号 | 特2号 | 2 号 | 3 号 | 4 号 | 5 号 | 備 考 |
|----------------------|----|----------|-----------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------|
| 陸上內燃 機關用 潤滑油 KSM2121 | 1種 | 1,250~ | 2,500~ | 5.6~ 9.3 | 9.3~ | 12.5~ | 16.3~ | 슬러지 生成이 문제되지 않는 가솔린기관의 경하중용 |
| | 2種 | 2,500cSt | 10,000cSt | @ 100°C | 12.5cSt | 16.3cSt | 21.9cSt | 산화방지제를 添加한 가솔린기관의 中荷重用 |
| | 3種 | @ -18°C | @ -18°C | | @ 100°C | @ 100°C | @ 100°C | 산화방지제, 청정분산제 添加한 가솔린 및 디젤기관의 重荷重用 |
| 船舶內燃 機關用 潤滑油 KSM2122 | 1種 | - | - | 5.6~ | 9.3~ | 12.5~ | 163~ | 시스템油로 사용 |
| | 2種 | - | - | 9.3cSt @ 100°C | 12.5cSt @ 100°C | 16.3cSt @ 100°C | 21.9cSt @ 100°C | 산화방지제 첨가 시스템油로 사용 |
| | 3種 | - | - | - | " | " | " | 산화방지제 및 청정분산제 첨가 실린더유 및 시스템유로 사용 |
| | 4種 | - | - | - | " | " | " | 산화방지제 및 청정분산제첨가, 실린더유로 사용 |

| 粘度区分 種類 | 粘 度 等 級 (粘度 : 40°C 에서測定) | | 備 考 |
|---------------|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 機 械 油 KSM2126 | 粘度等級 : ISO VG2~ISO VG1500 및 보조등급 VG8, VG56의 2 종류를 합하여 20種의 等級 | | 全損式給油 방법에 의한 各種機械에 사용 |
| | 現機械油規格 : 디아모油, 스핀들油, 실린더油, 기계油를 통합한 規格임. | | |
| 軸受油 KSM2114 | 粘度等級 : ISO VG2~150VG 460 및 보조등급 VG5683, 120의 3種類를 합하여 18種의 等級 | | 循環式, 油浴式, 飛沫式 給油方法에 의한 各種機械 베어링部에 使用 |
| 터빈油 1種 | 無 添 加 油 粘度等級 : ISO VG 32, 46, 48과 VG56, 83을 합하여 5種의 等級 | | 蒸氣터빈, 水力터빈, 터보형송풍기, 터보형壓縮機 등에 使用 |
| KSM2120 2種 | 添 加 油 粘度等級 : ISO VG32, 46, 68과 VG 56, 83을 합하여 5種의 等級 | | |
| 冷凍機油 1種 | 粘度等級 : ISO VG10, 15, 22, 32, 46, 68과 VG38과 56을 합하여 8種의 等級 | | 開放型 冷凍機에 사용 |
| KSM2128 2種 | 粘度等級 : ISO VG15, 22, 32, 46, 68, 100과 補助等級 VG 38, 56을 합하여 8種의 等級 | | 密閉型 半密閉型 冷凍機에 사용 |
| 기어油 1種 | 粘度等級 : 150 VG 32~ISO VG 460과 補助等級 VG56~38을 합하여 14種의 等級 | | 일반機械의 輕荷重 密閉기어에 사용 |
| KSM2127 2種 | 粘度等級 : ISO VG 68~ISO VG 680과 補助等級 VG 180~560을 합하여 11種의 等級 | | 일반機械 庄延機의 重荷重密閉기어에 사용 |
| | 1種 | SAE분류 : 75W, 80W, 85W, 90, 140 등 5種類 | |

□ 特輯：潤滑油産業

반드시 潤滑油만으로서의 用途는 아니지만, 다음과 같은 것도 있다.

(i) 電氣絶緣油(KSC2301) :

油入콘덴서, 油入케이블, 油圧變圧器等に 사용되는 것을 電氣絶緣油이라고 하며 1号 2号 3号로 나누어져 있다.

- 1号는 油入콘덴서, 油入케이블 등에 使用
- 2号는 主로 油入變圧器, 油入차단기 등에 使用
- 3号는 主로 嚴寒地 이 외의 場所에서 使用되는 油入變圧器, 油入遮断器 등에 使用.

(ii) 金屬加工油 :

金屬加工用 潤滑油에는 (a)切消油, (b)研消油, (c)熱処理油, (d)圧延油, 塑性加工油 등이 있다.

(iii) 防錆油 :

防錆油는 美軍(MIL) 또는 韓國工業規格에 다음 6個로 区分되어 있다.

- (a) 指紋除去型 (b) 溶劑稀釈型 (c) 防錆페트로라텀 (d) 防錆潤滑油 (e) 防錆그리스 (f) 氣化性防錆劑.

(iv) 油圧 作動油 :

流體에 依한 動力傳達裝置의 動力媒體로서 使用되는 油를 油圧作用油라고 한다.

作動油에는 鈹油系 作動油和 不燃性作動油로 나누어지며, 不燃性 作動油에는 含水型作動油和 合成作動油가 있다.

Ⅲ. 工業用潤滑油의 一般性狀과 특성

최근 各種機械는 高速 高荷重 高出力化됨에 따라 기계의 精度維持는 물론 機械수명연장 문제가 크게 대두되고 있다. 따라서 潤滑油의 종류도 이런 것들의 要求를 만족시키기 위해 多樣化되었을 뿐만 아

<표-7>

| 종 류 (점도등급) | 항목 | 동점도cSt {mm ² /S} | | 色 (ASTM) | 인 화 점 ℃ | 유 동 점 ℃ | 동 관부식 (100℃ 3h) |
|---------------|---------|-----------------------------|---------|-------------|------------|------------|--------------------|
| | | (40℃) | | | | | |
| ISO VG 2 | 2 | 1.98이상 | 2.42이하 | 2 이하 | 80 이상 | - 5 이하 | |
| ISO VG 3 | 3 | 2.88이상 | 3.52이하 | 2 이하 | 80 이상 | - 5 이하 | |
| ISO VG 5 | 5 | 4.14이상 | 5.06이하 | 2 이하 | 80 이상 | - 5 이하 | |
| ISO VG 7 | 7 | 6.12이상 | 7.48이하 | 2 이하 (1) | 130 이상 | - 5 이하 | |
| ISO VG 10 | 10 | 9.00이상 | 11.0 이하 | 2 이하 (1) | 130 이상 | - 5 이하 | |
| ISO VG 15 | 15 | 13.5 이상 | 16.5 이하 | 2 이하 | 150 이상 | - 5 이하 | |
| ISO VG 22 | 22 | 19.8 이상 | 24.2 이하 | 2.5이하 | 150 이상 | - 5 이하 | |
| ISO VG 32 | 32 | 28.8 이상 | 35.2 이하 | - | 150 이상 | - 5 이하 | |
| ISO VG 46 | 46 | 41.4 이상 | 50.6 이하 | - | 160 이상 | 0 이하(2) | |
| ISO VG 68 | 68 | 61.2 이상 | 74.7 이하 | - | 160 이상 | 0 이하(2) | |
| ISO VG 100 | 100 | 90.0 이상 | 110 이하 | - | 180 이상 | 0 이하 | 1 이하 |
| ISO VG 150 | 150 | 135 이상 | 165 이하 | - | 180 이상 | 0 이하 | |
| ISO VG 220 | 220 | 198 이상 | 242 이하 | - | 180 이상 | 0 이하 | |
| ISO VG 320 | 320 | 288 이상 | 352 이하 | - | 180 이상 | 0 이하 | |
| ISO VG 460 | 460 | 414 이상 | 506 이하 | - | 180 이상 | 0 이하 | |
| ISO VG 680 | 680 | 612 이상 | 748 이하 | - | 200 이상 | + 5 이하 | |
| ISO VG 1000 | 1000 | 900 이상 | 1100 이하 | - | 200 이상 | +10 이하 | |
| ISO VG 1000 | 1350 이상 | 1650 이하 | | - | 200 이상 | +10 이하 | |
| VG 8 | | 7.48초과 | 9.00미만 | -(1) | 130 이상 | - 5 이하 | |
| VG 56 | | 50.6 초과 | 61.2 미만 | 2 이하 | 160 이상 | 0 이하(2) | |

비고 : VG8 및 VG 56은 보조점도 등급이고, KS M 2113(공업용 윤활유점도분류)의 부속서 폐지에 폐지한다.
 주(1) 방척기계용등의 특정한 용도로 탐색을 필요로 하는 경우에는 색(세이볼트)을 +15이상으로 한다.
 (2) 겨울용의 유동점은 -12.5℃ 이하로 한다.

나라 實用性能을 높이기 위한 各種添加劑의 添加量도 늘어 가고 있다. 여기서는 工業用潤滑유에 대하여 종류와 특성을 요약해 본다.

1. 機械油(KSM2125)

機械油는 紡織機의 스핀들, 研摩機의 主軸, 小型모우터와 같은 高速베어링등에 사용되는 “스핀들油”를 비롯하여 大型모우터, 發電機, 高速 回轉의 베어링 등에 사용되는 “다이나모油”, 蒸氣機閥, 임기어나 壓縮機에 종종 사용되는 “실린더油” 그리고 石油發動機, 小型壓縮機, 真空펌프등의 外部油(베어링)와 각종 工作機械, 客貨車의 車軸, 一般機械의 베어링등에 사용되었으며, 종래의 “機械油”는 모두가 全損式給油方法으로 潤滑되었으며, 같은 종류의 鈹油로 되어 있기 때문에 粘度 이외의 특성은 큰 차이가 없었다. 그러므로 최근에는 이들 모두를 합쳐서 새로 機械油에 대한 規格을 制定 적용하게 되었다.

機械油의 粘度는 ISO VG2에서 ISO VG 1,500까지 18종류와 補助粘度인 VG8과56 두種類를 합쳐서 모두 20種의 等級으로 구분 되어 있다. 종래의 스핀들油 1号는 ISO VG22, 機械油1号는 ISO VG 46, 機械油2号는 ISO VG68과 VG56에 다이나모유는 ISO VG46에 실린더油 1号는 ISO VG 460 과 680에 실린더油 2号는 1,500에 각각 상당한다. 白色스핀들油 및 低溫機械油에 해당되는 油種에 대해서는 色 또는 流動點 規格에 (注)를 적용하여 用途別로 구분하였다.

일반적으로 精製度가 낮고 添加劑를 사용하지 않기 때문에 여건의 潤滑個所에 사용하는 것은 적당치 않고 일반기계의 潤滑에 사용되고 油浴給油 飛沫給油 循環給油하는 潤滑個所에는 적당치 않다.

機械油中 ISO VG 2에서 ISO VG22는 그리스나 加工油 등의 原料로도 사용된다.

〈표-7〉 機械油의 KS 規格을 표시한다.

2. 冷凍機油(KSM2128)

冷凍機油는 암모니아와 그 외의 각종 冷媒를 사용하는 壓縮機의 潤滑에 사용되며 1種은 主로 開放型 冷凍機에 2種은 主로 密閉型 및 半密閉型 冷凍機에 사용되는데 粘度分類에 따라 8種類로 구분하고 있다. 粘度는 종전에 30℃, 50℃의 測定溫度를 40℃ 하나로 규정하여 工業用 潤滑油粘度分類에

따르고 있다. 冷凍機油는 본래 低流動點이 要求되므로 나프텐계油 또는 알킬벤젠이 冷凍機油로서 사용되어 왔다.

최근 家電製品을 중심으로 한 小型空調機器, 冷凍冷藏機器등의 需要가 擴大되면서 부터 密閉, 내지는 半密閉用으로 小型冷凍컴프레서가 부착된 充填用冷凍機油의 수요가 증가되고 있다. 또한 요구되는 品質성능도 엄격하게 되었고 耐摩耗性, 高溫安定性등에서 종래의 無添加型冷凍機油로는 견디기 어렵기 때문에 添加型으로 進向되고 있다. 冷凍機의 機種, 冷媒의 種類, 冷却溫度(蒸發溫度)등에 의해 冷凍機器의 사용도 구분되며, 냉동방법에도 潛熱을 이용하는 자연냉동과 기계냉동(蒸氣壓縮式)이 있다. 後者인 경우 왕복식에는 船舶, 地上의 大型 冷凍倉庫, 自動車冷却機등에 쓰이는 開放式과 공장용 小型空調用途로 쓰이는 半密閉式, 電氣冷藏庫, 가정용空調機에 쓰이는 密閉式등이 있다. 공장이나 地上 冷凍倉庫에 쓰이는 스크류식과 에어컨 같은데 쓰이는 로타리식의 두가지가 있다.

冷凍機는 蒸發-壓縮-凝縮-膨脹을 반복하는데 이것을 보통 冷凍사이클이라고 한다. 小型밀폐형 壓縮機의 사이클에는 油分離器가 거의 없으므로 기름은 당연히 순환되며, 油分離器가 있는 사이클에서도 기름은 일부 분무(mist) 상태로 되어 순환하므로 膨脹밸브에서 冷媒가 증발할 때 기름중에 왁스가 存在하든지 또는 사이클중에 水分이 존재하면 왁스가析出 또는 水分氷結에 의해 밸브가 막히는 사고가 일어날 경우가 있다. 蒸發器內에서 冷凍機油의 流動性 암모니아, 炭酸가스등 기름에 의하여 결정되지만, 프레온系 冷媒일때는 조건여하에 따라서 기름과 冷媒가 서로 녹아 들어가므로 기름중에 왁스분만 없으면 문제는 없다. 그러나 왁스분이 蒸發器 내부벽에 부착하게 되면 熱效率이 低下한다. 冷凍機油의 潤滑조건은 엔진이나 기어에 비해 혹심하지는 않으며, 始動時를 제외하고는 流体潤滑 상태가 유지되기 때문에 일반적으로 타서 누려 붙는 경향은 없으므로 이에 관한 添加劑는 사용하지 않는다.

최근에는 機油에 消泡劑를 첨가하는 경우가 있는데 溫度, 壓力등의 急速化에 의해 冷媒가 쉽게 분리되거나 蒸發에 수반되는 發泡現象이 나타나기 때문이다.

冷凍機油와 冷媒의 相互溶解性도 중요하다. 운전

중에는 압축열로 溫度가 상승하여 문제는 없으나, 일단 정지되었을 때는 高压쪽의 液状冷媒가 低压쪽으로 흘러 들어가기 때문에 冷凍機油와 冷媒는 두 層으로 분리되는 수가 있고, 이 때문에 潤滑個所에 농도가 묽은 冷凍機油의 용액을 공급하는 결과가 되어 潤滑不良이 되는 경우가 있다. 이것을 방지하는 데는 芳香族成分 즉 알킬벤젠으로 해결하는 방법이 있다.

冷凍機油의 평가는 冷媒共存下에서 해야 하는 특징이 있다. 冷媒가 기름에 완전히 용해하는 경우 왁스析出溫度의 측정을 플록시험에 의해 평가 되며, 조건에 따라서 기름과 두 層으로 분리되는 冷媒에서의 플록시험은 많은 경우 왁스가 析出되기 전에 두 層으로 분리되므로 측정이 어렵다. 또 流動點과 플록 溫度와는 서로 무관하다. 파라핀系潤滑油에 流動點降下劑를 첨가하여도 플록溫度低下에는 거의 효과가 없다. 合成油는 거의 왁스를 포함하지 않음

므로 -60°C 이하가 된다. 鈹油와 비교해 볼 때 플록 溫度가 낮기때문에 蒸發溫度의 低温化에 대처하는 데는 상당히 有効하다.

冷凍순환중 水分은 膨脹밸브에 氷結할 뿐만 아니라 銅鍍金現象이나 또는 기름 자체의 劣化를 促進시키며, 冷媒가 암모니아인 경우에는 金屬腐蝕의 원인이 되므로 바람직하지가 못하다. 그러므로 冷凍機油의 水分管理는 대단히 중요하다. 水分의 측정은 破壞電圧과의 살펴봄으로서 평가될 수 있으며, 冷凍機油의 粘度선정 기준도 여러가지를 생각할 수 있다. 冷媒의 기름에 대한 용해도는 기름의 조성보다 冷媒의 종류에 의해 결정되기 쉬우므로 潤滑面이나 電力소비량면에서 볼 때 粘度指數가 높은 기름이 유리하다. 現在 널리 사용되고 있는 프레온系 冷媒는 油溶性이며, 溶解量은 순환系 내의 溫度및 壓力에 좌우되지만, 일반적으로 溫度-壓力 曲線으로 나타내며, 용해도는 混合液중 冷媒의 무게%로

〈表-8〉 冷凍機油 1 種

| 종류 (점도등급) | 항목 | 동점도cSt {mm ² /S} (40°C) | | 色 (ASTM) | 인 화 점 °C | 유 동 점 °C | 전 산 값 mgKOH/g | 동 관 부 식 (100°C, 3h) |
|--------------|----|---------------------------------------|--------|-------------|-------------|------------------------|------------------|------------------------|
| ISO VG10 | | 9.00이상 | 11.0이하 | 1.0이하 | 140이상 | -40 이하 | 0.05 이하 | 1 이하 |
| ISO VG15 | | 13.5 이상 | 16.0이하 | 2.0이하 | 145이상 | -35 이하 | | |
| ISO VG22 | | 19.8 이상 | 24.2이하 | 2.5이하 | 155이상 | -27.5이하 | | |
| ISO VG32 | | 28.8 이상 | 35.2이하 | 2.5이하 | 160이상 | -27.5이하 | | |
| ISO VG46 | | 41.4 이상 | 50.6이하 | 3.0이하 | 165이상 | -27.5이하 ⁽²⁾ | | |
| ISO VG68 | | 61.2 이상 | 74.8이하 | 3.5이하 | 165이상 | -25 이하 | | |
| VG38 | | 35.2 초과 | 41.4미만 | 3.0이하 | 160이상 | -27.5이하 | | |
| VG56 | | 50.6 초과 | 61.2미만 | 3.0이하 | 165이상 | -25 이하 | | |

주(2) 저속 단기통형 冷凍機이고, 비교적 저부하에서 운전되는 경우에 유동점은 -22.5°C 이하여도 좋다.

2 種

| 종류 (점도등급) | 항목 | 동점도cSt {mm ² /S} (40°C) | | 色 (ASTM) | 인 화 점 °C | 유 동 점 °C | 동 관 부 식 (100°C, 3h) | 절연破壞수분전 압 Kv ppm |
|--------------|----|---------------------------------------|--------|-------------|-------------|-------------|------------------------|---------------------|
| ISO VG 15 | | 13.5이상 | 16.5이하 | 2.0이하 | 140이상 | -35 이하 | 1 이하 | 2.5이상50이하 |
| ISO VG 22 | | 19.8이상 | 24.2이하 | 2.5이하 | 155이상 | -27.5이하 | | |
| ISO VG 32 | | 28.8이상 | 35.2이하 | 2.5이하 | 160이상 | -27.5이하 | | |
| ISO VG 46 | | 41.4이상 | 50.6이하 | 3.0이하 | 165이상 | -27.5이하 | | |
| ISO VG 68 | | 61.2이상 | 74.8이하 | 3.5이하 | 165이상 | -25 이하 | | |
| ISO VG100 | | 90.0이상 | 110 이하 | 3.5이하 | 180이상 | -22.5이하 | | |
| VG 38 | | 35.2초과 | 41.4미만 | 3.0 이하 | 160이상 | -27.5이하 | | |
| VG 56 | | 50.6초과 | 61.2미만 | 3.0이하 | 165이상 | -25 이하 | | |

비고 : VG38 및 VG56은 보조점도등급이고, KSM2113(공업용 윤활유 점도분류)의 부속서 폐지시에 폐지한다.

나타내는 것이 보통이다. 또 프레온系冷媒중에는 溫度, 壓力조건에 의해서 두 層으로 분리되는 것도 있다.

전기냉장고에서 볼 수 있듯이, 冷蔵部의 부피를 크게 하기 위하여 순환을 합리화하고, 또 高溫材料의 개발등으로 壓縮機는 더욱더 小型化되어 가고 있기 때문에 冷媒共存 熱安定性이 중요시 되고 있다. 冷媒自体의 안정성이라든가 冷凍機油에 冷媒나 金屬材料를 가했을 때의 안정성에 관한 論文은 많이 볼 수 있다. 또 冷媒의 分解量으로 안정성을 평가한 것도 있다. 鈹油系冷凍機油일때는 정제도를 높임으로써 冷媒의 분해량을 적게할 수 있다. 合成系의 알킬벤젠등은 일반적으로 안정성이 좋다.

이상 冷凍機油의 요구性狀등을 살펴볼 때, 壓縮機등이 大型의 것도 점차 밀폐화 되어가고 있는 경향이 있으므로 앞으로는 안정성이 좋고 두 層으로 분리되는 溫度가 낮은 冷凍機油의 개발이 바람직하며, 이를 위해서는 정제방법은 물론이지만, 合成油의 이용에 있어서도 첨가제의 사용이 적극 필요할 것으로 예상된다.

冷凍機油는 流動點이 낮기 때문에 低溫에서 작동

하는 油壓機械의 作動油로서도 사용된다. 冷凍機油, 의 KS 규격은 <표8>과 같다.

3. 터빈油 (KSM2120)

터빈油는 蒸氣터빈, 水力터빈, 터빈펌프, 壓縮機 真空펌프의 内外部油, 터보-브로워 (turbo-blower) 등 高速回轉베어링, 調速機(governor) 등의 油壓系統油 水力터빈이나 大型모터, 發電機등의 베어링에 사용되는 윤활유로서 R&O (Rust and Oxidation inhibited) 터빈油, EP터빈油등으로 분류한다.

<表9, 10>에 터빈油의 公業규격을 표시한다.

최근의 發電설비는 高性能, 高出力化되는 경향이 있으므로 터빈油의 품질도 R&O型 즉 오래 사용해도 新油와 같은 性狀을 유지할 수 있으며, 또한 슬러지의 생성이 없는 것이 요구되고 있다.

酸化유도기간을 길게 하기 위해서 사용되는 酸化防止劑로서 과거에는 芳香族아민化合物이 사용되었으나, 이후 酸化生成物이 슬러지를 생성한다는 단점이 있어서 최근에는 알킬페놀이 사용되고 있다. 한편 터빈油의 防鏽劑로는 디카아본酸誘導體가

(表 - 9) 터빈油 1種(無添加油)

| 종류 (점도등급) | 항목 | 동점도 cSt (mm ² /s) (40°C) | (100°C) | 인화점 °C | 유 동 점 °C | 전 산 값 mgKOH/g | 열안정도 (170°C, 12h) | 동관부식 (100°C, 3h) | (1) 항유화성 (54°C) |
|--------------|----|--|---------|-----------|-------------|------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| ISO VG 32 | | 28.8이상 35.2이하 | 4.2이상 | 180이상 | -7.5이하 | | | | |
| ISO VG 46 | | 41.4이상 50.6이하 | 5.0이상 | 185이상 | -5 이하 | | | | |
| ISO VG 68 | | 61.2이상 74.8이하 | 7.0이상 | 190이상 | -5 이하 | 0.1이하 | 석출물이 없을것 | 1 이하 | 30분이하 |
| VG 56 | | 50.6초과 61.2미만 | 6.0이상 | 185이상 | -5 이하 | | | | |
| VG 83 | | 74.8초과 90.0미만 | 7.5이상 | 190이상 | -5 이하 | | | | |

(表 - 10) 터빈油 2種(添加油)

| 종류 (점도등급) | 항목 | 동점도 cSt (mm ² /s) (40°C) | 점 도 지 수 | 인화점 °C | 유 동 점 °C | 전산값 mgKOH/g | (2) 방청성능 (24h) | 산화안정도(3) mgKOH/g (1000h후전산값) | 동관부식 (100°C 3h) | 항유화성 (1) 54°C |
|--------------|----|--|------------|-----------|-------------|----------------|----------------------|------------------------------------|--------------------|---------------------|
| ISO VG 32 | | 28.8이상 35.2이하 | | 190이상 | -10 이하 | | | | | |
| ISO VG 46 | | 41.4이상 50.6이하 | | 200이상 | -7.5이하 | | 녹이 | | | |
| ISO VG 68 | | 61.2이상 74.8이하 | 95이상 | 200이상 | -7.5이하 | 0.3이하 | 없을것 | 1.0이하 | 1 이하 | 30분이하 |
| VG 56 | | 50.6초과 61.2미만 | | 200이상 | -7.5이하 | | | | | |
| VG 83 | | 74.8초과 90.0미만 | | 200이상 | -7.5이하 | | | | | |

註 (1) 항유화성은 유화성종이 3ml로 되었을때의 시간

(2) 방청성능은 ISO VG 32, VG.46, VG 56은 증류수, ISO VG 68, VG 83은 인공해수를 사용해서 시험한다.

(3) 산화안정도 시험의 실시는 공급자와 수요자간의 협정에 따른다.

□ 特輯：潤滑油産業

많이 사용되며 이들은 鐵表面에 化學吸着을 하여 강한 皮膜을 형성하는 성질이 있으므로 각광을 받고 있다. 이 밖에도 消泡性이 문제가 되는 경우가 있다. 즉 거품이 油面上에 생기게 되면 油面確認이 어려워질 뿐만 아니라 탱크 밖으로 흘러나오는 수도 있다. 또 油中에 거품이 생길 때는 베어링이 기어潤滑 및 調速機의 作動에 나쁜 영향을 미치며 캐비테이션(Cavitation)에 의한 騒音發生의 원인이 되기도 한다. 최근에는 발전용大容量증기터빈의 調速機系統에 高圧油가 사용되어 壓縮性이 작은 것이 요구되고 있으며 이런 경우에는 거품의 영향이 아주 민감하다.

이것은 주로 機械的 원인에 의해서 일어나고 循環給油의 경우 펌프, 베어링, 기어 등에서는 심한 攪拌 때문에 일어나고 또한 循環比나 油壓이 너무 높을 때에 일어나기 쉽다. 그리고 물이나 異物의 混入에 의해서 일어나기도 한다. 氣泡의 발생은 油의 粘度, 溫度에도 관계가 있고 일정한 온도에 달하면 거품은 더욱 더 많이 발생되지만 그 이상의 온도에

달하면 減少하는 경향이 있다. 이와같은 경우에는 온도를 높이기도 하고 함유된 水分을 제거하므로 기포발생을 방지할 수 있다. 또한 消泡劑를 소량첨가하면 효과가 크다. 그밖에 사용중의 기름에 新油를 보급할때 補給量이 너무 많으면 거품이 일어나는 경우가 있기 때문에 新油의 보급을 일시에 多量 추가하는 일은 피하는 것이 좋다.

터빈油의 抗乳化性を 아는 방법으로는 蒸氣乳化度試驗方法이 사용되고 있지만 添加터빈油의 경우에는 蒸氣乳化도가 나쁘게 나타나도 實用上 아무런 지장없이 없으므로 현재로서는 그다지 중요시되지 않고 있다. 최근에는 抗乳化性보다 界面張力이 더 중요시되고 있다. 新油의 界面張力은 無添加 터빈油의 경우에는 40dyne/cm 정도이고 添加터빈油의 경우에는 30-45dyne/cm이다. 界面張力은 油變質을 알아내는데 하나의 尺度로서 쓰여지고 있다.

火力發電설비에서는 터빈油의 潤滑管理가 특히 엄밀히 시행되어야 하며 使用油의 분석에 있어서도 工業用潤滑유는 粘度, 全酸價, 不溶成分, 水分, 外

(表-11)

베 어 링 오

| 종류 (점도등급) | 항목 | 동점도 cSt(mm ² /s) (40°C) | 점도지수 | 인화점 °C | 유동점 °C | 동관부식 (100°C, 3h) | 방청성능 (증류수, 24h) |
|--------------|----|---------------------------------------|------|-----------|-----------|---------------------|--------------------|
| ISO VG 2 | | 1.98이상 2.42이하 | - | 80이상 | -7.5이하 | | |
| ISO VG 3 | | 2.88이상 3.52이하 | - | 80이상 | -7.5이하 | | |
| ISO VG 5 | | 4.14이상 5.06이하 | - | 80이상 | -7.5이하 | | |
| ISO VG 7 | | 6.12이상 7.48이하 | - | 130이상 | -7.5이하 | | |
| ISO VG 10 | | 9.00이상 11.0 이하 | 80이상 | 130이상 | -5 이하 | | |
| ISO VG 15 | | 13.5 이상 16.5 이하 | 80이상 | 150이상 | -5 이하 | | |
| ISO VG 22 | | 19.8 이상 24.2 이하 | 80이상 | 150이상 | -5 이하 | | |
| ISO VG 32 | | 28.8 이상 35.2 이하 | 90이상 | 150이상 | -5 이하 | 1 이하 | 합 격 |
| ISO VG 46 | | 41.4 이상 50.6 이하 | 90이상 | 180이상 | -5 이하 | | |
| ISO VG 68 | | 61.2 이상 74.8 이하 | 90이상 | 180이상 | -5 이하 | | |
| ISO VG 100 | | 90.0 이상 110 이하 | 90이상 | 200이상 | -5 이하 | | |
| ISO VG 150 | | 135 이상 165 이하 | 90이상 | 200이상 | -5 이하 | | |
| ISO VG 220 | | 198 이상 242 이하 | 90이상 | 200이상 | -5 이하 | | |
| ISO VG 320 | | 288 이상 352 이하 | 90이상 | 200이상 | -5 이하 | | |
| ISO VG 460 | | 414 이상 506 이하 | 90이상 | 200이상 | -5 이하 | | |
| VG 56 | | 50.6 초과 61.2 미만 | 90이상 | 180이상 | -5 이하 | | |
| VG 83 | | 74.8 초과 90.0 미만 | 90이상 | 180이상 | -5 이하 | | |
| VG 120 | | 110 초과 135 미만 | 90이상 | 200이상 | -5 이하 | | |

비고: VG 56, VG 83 및 VG 120은 보조 점도 등급이고, KS M 2113의 부속서 폐지시 폐지한다.

觀 등이 검토되어야 하지만 터빈油에 있어서는 특히 이들 性状이 우수하여야 한다. (다만 酸化유도기간에는 약간 着色됨에 주의가 필요함) 터빈油는 酸化유도기간이 지나면 급속히 劣化가 진행되므로 全酸價의 변화가 현저할때는 속히 기름을 交換하여야 한다. 그러나 실제로 火力發電설비에서는 1년에 한 번정도 밖에는 정기정비가 없으므로 更油機會가 거의 없는 셈이다.

따라서 次期整備때까지만이라도 酸化유도기간이 계속되어야 하며, 使用油의 잔존수명을 예측할 수 있어야 한다.

4. 베어링油 (KSM2114, 軸受油)

베어링油는 機械油와 더불어 주로 循環式, 油浴式, 飛沫式給油 방법에 의한 각종기계의 베어링部の 潤滑유로서 사용한다. 機械油보다 정제도를 높인 基油에 酸化防止劑 및 消泡劑等 각종 첨가제를 배합한 것이 사용되고 있으며, 粘度는 ISO 工業用 潤滑油粘度분류에서 ISO VG 2~ISO VG 460의 15 종류와 補助粘度 등급인 VG 56, VG 83, VG 120의 3種을 합하여 모두 18種類이다. 시험항목으로는 潤滑油의 기본항목인 動粘度, 引火點, 流動點외에 粘度指數, 銅板腐蝕, 防鏽性能이 규정되어 있으며, 종래까지 베어링部の 潤滑유로서는 手給油라던가 滴下給油에 의하여 潤滑하던 無添加 機械油가 주로

사용되었으나 機械의 진보와 더불어 기름의 品質도 향상하여 정제도를 높인 潤滑유가 요구됨에 따라 添加劑가 함유된 베어링油가 새로운 규정으로 제정되었다.

5. 기어油 (XSM2127)

기어油는 기어潤滑에 사용되는 潤滑油의 總稱이고 사용조건에 따라서 각종 粘度로 구분되어 있다. 보통 工業用기어油로서는 터빈油, 內然機閥用 潤滑유에서 실린더油까지 광범위하게 사용되고 있지만 그중에는 기어專用油도 있다.

기어에는 가장 일반적인 平기어에서 過酷한 조건으로 運轉되는 하이포아드 기어까지 數種이 있고, 動力의 전달이나 속도를 바꾸는 變速機, 減速機, 差動機에 사용되고 있다. 따라서 이러한 기어用 潤滑油에 이르기까지 사용조건이 다르며 각각 그 용도에 적합한 기어油가 필요하다.

그리고 기어油는 모든 조건에 있어서 기어에 충분히 粘着하고 또 가장 過酷한 조건에서도 금속접촉을 방지하는데 충분한 潤滑膜을 만들어서 톱니(齒)의 마찰, 마모를 低下하고 燒付를 방지하지 않으면 안된다. 또한 最低의 運轉溫度에 있어서도 작동하는데 충분한 流動性을 갖어야 하며, 高溫運轉에 있어서도 潤滑하는데 충분한 粘度와 안정성을 갖고, 腐蝕性, 氣泡性이 적은 것이 요구된다.

(表-12-1)

工業用 1 種

| 종류 (점도등급) | 항목 | 동점도 cSt {mm ² /s (40℃) | 점도 지수 | 인화점 ℃ | 유동점 ℃ | 동판부식 (100℃3h) | 방청성능 (중류수24h) | 항유화성 (1) | |
|--------------|---------------|--------------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|----------|-------|
| | | | | | | | | (54℃) | (82℃) |
| ISO VG 32 | 28.8이상 35.2이하 | 90이상 | | 170이상 | -10이하 | 1 이하 | 녹이 없을것 | 60분이하 | - |
| ISO VG 46 | 41.4이상 50.6이하 | | | 180이상 | | | | | |
| ISO VG 68 | 61.2이상 74.8이하 | | | 200이상 | - 5이하 | | | - | 60분이하 |
| ISO VG 100 | 90.0이상 110 이하 | | | | | | | | |
| ISO VG 150 | 135 이상 165 이하 | | | 180이상 | -10이하 | | | 60분이하 | - |
| ISO VG 220 | 198 이상 242 이하 | | | | | | | | |
| ISO VG 320 | 288 이상 352 이하 | | | 200이상 | - 5이하 | | | - | 60분이하 |
| ISO VG 460 | 414 이상 506 이하 | | | | | | | | |
| VG 56 | 50.6초과 61.2미만 | | | 180이상 | -10이하 | | | 60분이하 | - |
| VG 83 | 74.8초과 90.0미만 | | | | | | | | |
| VG 120 | 110 초과 135 미만 | 200이상 | - 5이하 | - | 60분이하 | | | | |
| VG 180 | 165 초과 198 미만 | | | | | | | | |
| VG 260 | 242 초과 288 미만 | 200이상 | - 5이하 | - | 60분이하 | | | | |
| VG 380 | 352 초과 414 미만 | | | | | | | | |

註 (1) : 항유화성은 유화종이 3ml로 되었을 때의 시간

□ 特輯：潤滑油産業

기어유의 유회에서 가장 중요한 성질은 粘度이고 기어유는 용도에 따라 工業用 또는 自動車用으로 구분하고 工業용은 2種類 자동차용은 3種類로 분류한다. 粘度는 工業용에서는 ISO粘度 等級에 따르고 자동차용은 SAE粘度分類를 적용하고 있다.

한국공업규격(KS)에서도 기어油를 工業用 1種(無添加:일반기계의 輕荷重密閉기어용) 2種(極圧添加劑를 함유:일반기계, 圧延機의 中, 重荷重密閉기어용) 自動車用 1種(자동차의 中程度の 속도荷重에 작동하는 기어에 사용) 2種은 자동차의 高速 低

속 또는 低速·高토크(torque)에 작동하는 기어用, 3種은(자동차의 高速:충격하중, 高速·低토크 또는 低速·高토크에 작동하는 기어用)으로 나누고, 또 이것을 粘度에 따라 1種은 ISO VG32에서 ISO VG460 그리고 VG56, 83, 120, 180 260, 380 등 14等級으로 구분하고 2種은 ISO VG68에서 ISO VG680, 그리고 VG180, 260, 380, 560等 11等級으로 구분하고 있으며, 자동차용은 S-AE粘度分類에 따라 75W, 80W, 85W, 90, 140, 5等級으로 분류했다. <表 12>는 한국공업규격의

<表-12-2> 工業用 2種

| 종류 (점도등급) | 항목 | 동점도 cSt{mm ² /s (40℃) | 점도 지수 | 인화점 ℃ | 유동점 ℃ | 동판부식 (100℃3h) | 방청성능 (증류수24h) | 항유화성 (1) | |
|--------------|----|-------------------------------------|----------|----------|----------|------------------|------------------|----------|-------|
| | | | | | | | | (54℃) | (82℃) |
| ISO VG 68 | | 61.2이상 74.8이하 | | 180이상 | | | | | |
| ISO VG100 | | 90.0이상 110 이하 | | | -15이하 | | | | |
| ISO VG150 | | 135 이상 165 이하 | | | | | | | |
| ISO VG220 | | 198 이상 242 이하 | | | -10이하 | | | | |
| ISO VG320 | | 288 이상 352 이하 | | | | | | | |
| ISO VG460 | | 414 이상 506 이하 | 90이상 | 200이상 | - 5이하 | 1 이하 | | - | 60분이하 |
| ISO VG680 | | 612 이상 748 이하 | | | | | | | |
| VG180 | | 165 초과 198 미만 | | | -15이하 | | | | |
| VG260 | | 242 초과 288 미만 | | | -10이하 | | | | |
| VG380 | | 352 초과 414 미만 | | | | | | | |
| VG560 | | 506 초과 612 미만 | | | - 5이하 | | | | |

註 (1) : 항유화성은 유화종의 용량이 3ml로 되었을 때의 시간

<表-12-3> 自動車用 1種, 2種 및 3種

| 종류 (점도등급) | 항목 | 동 점 도 cSt{mm ² /s (100℃) | (참고) (2) 저온 점도 특성 ℃ | 점도 지수 | 인화점 ℃ | 유동점 ℃ | 동판부식 100℃ 3h | 기 포 성 | | | | | | | |
|--------------|----|---|------------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------------|-----------|------------|-----------|------------|------------------|------------|-----------|----------|
| | | | | | | | | 기포(24℃) | | (93.5℃) | | (93.5℃ 후의24℃) | | | |
| | | | | | | | | 기포도 | 기 포 안정도 | 기포도 | 기 포 안정도 | 기포도 | 기 포 안정도 | | |
| SAE 75W | | 4.1이상 | -40 | | 170 이상 | -25 이하 | | | | | | | | | |
| SAE 80W | | 7.0이상 | -26 | | 175 이상 | -20 이하 | | | | | | | | | |
| SAE 85W | | 11.0이상 | -12 | 85이상 | 175 이상 | -15 이하 | 1 이하 | 100 이하 | 10 이하 | 100 이하 | 10 이하 | 100 이하 | 10 이하 | 100 이하 | 10 이하 |
| SAE 90 | | 13.5이상 24.0미만 | - | | 180 이상 | -10 이하 | | | | | | | | | |
| SAE140 | | 24.0이상 41.0미만 | - | | | - 5 이하 | | | | | | | | | |

備考: 1種은 API 서비스 分類의 GL-3

2種은 API 서비스 分類의 GL-4

3種은 API 서비스 分類의 GL-5의 품질과 동등 이상이어야 한다.

註 (2) : 저온점도 특성은 1,500(150pa. s)를 나타낸 최고의 온도

기어油規格이다.

기어潤滑에 있어서 가장 문제가 되는 것은 스크링(Scoring) 스커핑(Scuffing), 에브레이전(Abrasion), 골링(Galling) 등의 기어損傷이고 潤滑劑에 관계되는 것은 스크링과 스커핑이다.

스크링이나 스커핑을 막는 데는 耐荷重性이 높은 潤滑油가 필요하고 이것은 潤滑油의 粘度性質과 밀접한 관계가 있다. 極壓첨가제를 함유하지 않은 것으로는 溶劑精製한 파라핀(Paraffine) 基油보다 黃酸精製한 나프텐(Naphthene) 基油 쪽이 耐荷重性이 높은 것으로 알려져 있으며, 운전온도가 높은 경우에는 硫黃分이 많은 쪽이 적은 쪽보다 스커핑에 대한 저항력이 큰 것으로 알려져 있다. 또 潤滑油의 耐荷重性을 높이기 위해서 極壓첨가제가 사용되며, 마찰을 低下하기 위해서는 油性劑가 첨가되고 있다.

IV. 內燃機関用 潤滑油의 性状과 특성

1. 陸上內燃機関用 潤滑油

(1) 分類와 性状

陸上內燃機関油는 주로 가솔린機関 또는 디젤機関의 潤滑油로서 적당한 품질의 精製 鈹油에 각종 添加劑를 加한 것으로서 품질수준에 따라 1種, 2種, 3種으로 나누고, 다시 粘度에 따라 1號, 特2號, 3號, 4號, 5號로 나누어져 있다.

한국공업규격 KSM 2121 陸上內燃機関用 潤滑油에 대한 사용구분과 규격은(表-13) 및 (表-14)와 같다.

(2) 要求性能

自動車 엔진用의 潤滑油로서 필요한 要求性能은 엔진의 要求度에 따라서 다르다. 즉 엔진의 구조, 운전조건, 사용연료등에 따라서 크게 左右된다.

따라서 일반적인 요구사항은 다음과 같다.

- (i) 운전조건에 따라 필요한 粘度를 갖을 것.
 - (ii) 限界潤滑狀態에서 油性을 갖을 것.
 - (iii) 운전상태에 따른 安定度를 유지할 것 등이다.
- 이것을 좀더 구체적으로 고찰하면 다음과 같다.

(a) 운전중 엔진內에서 발생하는 어떤 溫度에 있어서도 충분한 粘度를 유지함과 寒冷時에서도 起動이 용이토록 低溫粘度가 특성이 좋아야 하며

(b) 피스톤링의 氣密性(密封性)을 유지하고 壓縮壓이 높고 燃料가스의 漏泄이 일어나지 않도록 필요한 高溫粘度와 酸化安定性을 유지할 것. 上記二項을 동시에 만족시키는데는 油의 粘度指數가 크게 관여한다.

(c) 피스톤링의 膠着을 일으키지 않을 것.

(d) 点火栓을 汚損하지 않을 것.

(e) 실린더 內부에 카아본의 沈積을 일으키지 않을 것. 三項은 油의 汚損 變質에 基因하나 이것은

〈表-13〉 陸上內燃機関用 潤滑油의 사용구분

| 種別 | 使用 區 分 |
|----|--|
| 1種 | 주로 輕荷重의 內燃기관용으로 특히 슬러지 생성이 문제되지 않는 가솔린機関에 사용된다. |
| 2種 | 酸化防止劑를 첨가한 기름으로서 주로 中荷重의 機関에 사용되며 油溫이 높고 슬러지 生成 또는 베어링부식이 문제가 되는 가솔린機関에 사용된다. |
| 3種 | 酸化防止劑 또는 淸淨分散劑를 첨가한 油로서 사용상태에 따라서 4종류로 세분된다. <ol style="list-style-type: none"> 1) 주로 高荷重에 사용되는 운전조건, 機関의 구조 또는 연료의 性状에 따라 슬러지生成, 摩耗 베어링의 부식등이 문제되는 가솔린機関에 사용된다. 2) 주로 기관의 구조 또는 연료의 性状에 따른 마모, 부식, 슬러지 생성등이 문제가 되지 않는 디젤機関에 사용된다. 3) 주로 高荷重에 사용되고 운전조건 또는 機関 구조에 따른 슬러지 생성등이 문제되는 디젤機関에 사용된다. 4) 주로 비상하게 높은 高荷重의 것에 사용되는 운전조건, 機関의 구조 또는 연료의 性状에 따른 슬러지生成 마모 베어링 부식등이 큰 디젤機関에 사용된다. |

□ 特輯：潤滑油産業

오일의 酸化라기 보다는 연료의 酸化生成物 混入에 의한 경우가 많다.

(f) 베어링金屬을 부식시키지 않을것.

(g) 摩耗도가 적을것

金屬의 부식은 燃燒生成物(無機酸:亞黃酸가스, 水分), 오일의 過酸化物에 의한 것으로서 오일의 劣化에 깊은 關係가 있다. 한편 마모에는 여러가지

원인이 있다. 化學的 부식마모와 기계적인 摩滅이 相乘的으로 작용한다.

(h) 거품이 일어나지 않을것.

오일이 심한 攪拌作用을 받거나, 또 변질하여 界面張力이 低下하게 되면 심한 発泡를 일으키게 된다. 그러면 기름은 더욱빨리 酸化되며, 기름펌프의 작용을 阻害하여 오일供給이 불충분해질뿐만아

육 상 1 종

| 항목 호수 | 색 (ASTM) | 반응 | 인 화 점 ℃ | 저온겔보기점도 (-18℃) p {pa. S} | 동 점 도 (100℃) cSt {mm ² /s} | 점도지수 | 유 동 점 ℃ | 잔류탄소분 % | 동관부식 (100℃) 3h |
|----------|-------------|----|------------|--------------------------------|---|------|------------|------------|----------------------|
| 1 호 | 4.0이하 | 중성 | 170이상 | 25.0 {2.50} 이 하 | - | - | -25 이하 | 0.3이하 | 1 이하 |
| 2 호 | 4.5이하 | | 180이상 | - | 5.6이상 9.3미만 | 70이상 | -12.5이하 | 0.5이하 | |
| 3 호 | 5.5이하 | | 190이상 | | 9.3이상 12.5미만 | | -7.5이하 | 0.7이하 | |
| 4 호 | 6.5이하 | | 195이상 | | 12.5이상 16.3미만 | | -5 이하 | 1.0이하 | |
| 5 호 | 6.5이하 | | 200이상 | | 16.3이상 21.9미만 | | -2.5이하 | 1.2이하 | |

(表-14-2)

육 상 2 종

| 항목 호수 | 인 화 점 ℃ | 저온겔보기점도 (-18℃) P {Pa · S} | 동 점 도 (100℃) cSt {mm ² /s} | 점도지수 | 유 동 점 ℃ | 산화안정도 (165.5℃ 24h) | |
|----------|------------|---------------------------------|---|--------|------------|-----------------------|-------------------|
| | | | | | | 점 도 비 | 전산값의증가 mgKOH/g |
| 1 호 | 170이상 | 25.0 {2.50} 이하 | - | 75이상 | -25이하 | 3.0이하 | 3.0이하 |
| 특 2 호 | 180이상 | 100.0 {100.0} 이하 | | | -22.5이하 | | |
| 2 호 | 180이상 | - | 5.6이상 9.3미만 | | -12.5이하 | | |
| 3 호 | 190이상 | | 9.3이상 12.5미만 | -10 이하 | 2.0이하 | | |
| 4 호 | 195이상 | | 12.5이상 16.3미만 | -7.5이하 | | | |
| 5 호 | 200이상 | | 16.3이상 21.9미만 | -5이하 | | | |

(表-14-3)

육 상 3 종

| 항목 호수 | 인 화 점 ℃ | 저온겔보기점도 (-18℃) P {Pa · S} | 동 점 도 (100℃) cSt {mm ² /s} | 점도지수 | 유 동 점 ℃ | 엔진시험(1) |
|----------|------------|---------------------------------|---|-------|------------|---------|
| 1 호 | 170이상 | 25.0 {2.50} 이하 | - | 85이상 | -25 이하 | 기 록 |
| 특 2 호 | 180이상 | 100.0 {10.00} 이하 | | | -22.5이하 | |
| 2 호 | 180이상 | - | 5.6이상 9.3미만 | | -12.5이하 | |
| 3 호 | 190이상 | | 9.3이상 12.5미만 | | -10 이하 | |
| 4 호 | 195이상 | | 12.5이상 16.3미만 | | -7.5이하 | |
| 5 호 | 200이상 | | 16.3이상 21.9미만 | -5 이하 | | |

주(1): 3종에는 표 1에 나타낸 바와 같이 각종 용도의 것이 있다. 각각 사용구분에 적당한 엔진시험의 실시, 시험 방법, 합격기준 및 기타의 세목은 거래당사자 사이의 협정에 의한다.

나라 실린더내로 오일이 올라오는 主要原因이 된다.

물론 앞에서 열거한 모든 것을 만족시키는 오일은 없다. 또 실제 그렇게 할 필요도 없다. 다만 엔진의 사용상태, 구조에 따라서 필요한 최저한의 성능을 갖는 오일을 선정하면 되는 것이다. 또한 최초의 선정은 적당했다 하더라도 일정시간 사용하게 되면 어떤 오일일지라도 汚損變質하여 부적당하게 된다. 따라서 어느 使用限界에 도달하면 오일을 교환할 필요가 있다.

(3) 適正粘度

流体潤滑의 경우, 윤활작용은 오일의 粘度만으로 지탱된다. 따라서 베어링潤滑이거나 氣筒潤滑이거나 거기에 潤滑이 유지되기 위해서는 그 溫度, 壓力下에서 오일의 적당한 限界粘度를 유지하지 않으면 안된다. 이때 限界粘度는 두 가지가 있다. 하나는 氣筒의 最高溫度에 있어서 필요한 最低粘度이며, 다른 하나는 寒冷時 펌프作動이 가능한 最高粘度이다.

a). 油膜維持에 必要한 最低粘度 ;

自動車 운전중 潤滑溫度는 운전조건에 따라 다르나 대체로 다음과 같다.

| | | |
|----------|---|-----------------|
| 피스톤頭部 | } | 鑄 鐵 : 425~520°C |
| | | 輕合金 : 260~340°C |
| 피스톤스커트 | } | 鑄 鐵 : 150~160°C |
| | | 輕合金 : 130~145°C |
| 톱링 (가스링) | | : 200~250°C |
| 오일 링 | | : 95~180°C |

| | | |
|--------|---|-----------------|
| 실린더 壁 | } | 空 冷 : 200~230°C |
| | | 水 冷 : 150~180°C |
| 크랭크케이스 | | : 70~120°C |

톱링과 氣筒壁으로서 완전하게 潤滑이 되고 있다고 할때 오일의 粘度는 최소한 2.5cSt가 되어야 한다.

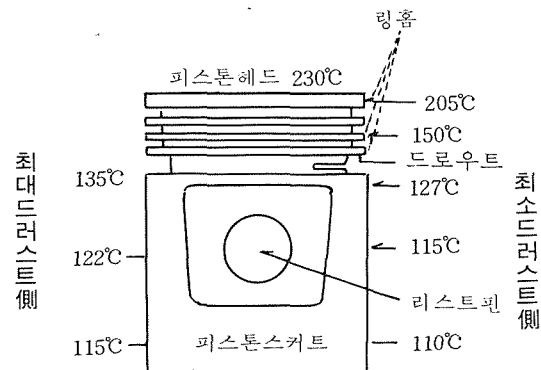
피스톤링은 溫度는 높으나 壓力은 낮다. (20kg/cm² 정도) 그러나 톱링의 오일은 燃燒가스로서 인하여 高溫 (2,000~2,200°C)에 이르며 始動時에는 燃料 일부에 의해 희석되고 溫度가 높아지면 매연이나 연소가스가 녹아 들어간다. 또 오일링에서 대부분의 기름은 떨어지고 약간의 油膜이 남을 뿐이다. 이것으로서 링과 실린더壁의 밀봉을 유지하지 않으면 안된다.

만일 密封이 되지 않으면 燃燒가스가 누설 (Blow by)된다. 블로우바이 (Blow-by)는 오일의 粘度의 에도 回轉數나 링의 마모에도 관계한다. 回轉數가 300을 넘으면 급격히 증가되며, 링의 마모는 더욱 심해진다. 이에 대하여 오일의 粘度影響은 극히 적으나, 粘度가 높을수록 밀봉효과는 크다. 그러나 점도가 너무 높으면 熱伝違이 나쁘고 오일의 酸化가 增大한다.

또 피스톤과 실린더와의 摺動速度는 10~15m/sec 이나 왕복운동 때문에 上下의 死点마다 限界潤滑로 되어 심한 마모를 일으킨다. 특히 드레스트 (thrust)가 걸리는 부분 (벨브위치와 직각방향)은 심하고 온도가 높아진다. 실린더 潤滑에서 가장 마모가 심한 경우는 過冷運轉이다. 특히 冷却水 온도가 70°C 이하일때 심하다.

이것은 가솔린稀積에 의한 粘度低下와 油性결핍 때문이다. 엔진의 베어링部分은 비교적 온도가 낮으나 壓力이 높다. 그리고 진동이나 녹크 (Knock)에 의한 충격적 압력이 걸린다. 그러나 오일이 끊기지 않는 限 潤滑은 그다지 곤란하지 않다. 캠 (Cam)은 가장 負荷가 크고 또 線接觸을 하고있기 때문에 局部壓力이 높다. 마찰속도는 1~2m/sec 정도로 적다.

이것은 潤滑이라는 의미에서 극히 중요하다. 캠 (Cam)은 자동차엔진의 各部에 쓰이고 있다. 이中에서 특히 밸브를 작동하는 캠은 高溫 (120°C)과 高



(그림 - 1) 피스톤의 溫度分布

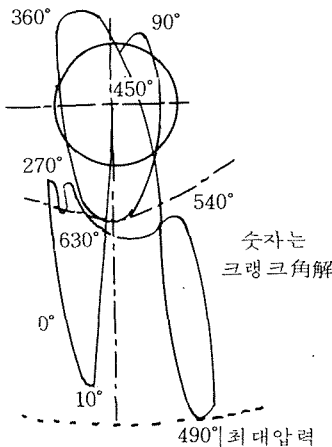
荷重을 받으므로 마모가 심하다. 따라서 이때는 普通級엔진油로서는 어떤 粘度의 오일을 쓴다고 하더라도 負荷能力이 부족하다. 이 때는 極壓潤滑油를 사용하여야 한다.

다음에 문제가 되는것은 피스톤핀의 往復動潤滑인데 마찰속도는 10~12m/sec, 荷重은 20~25kg/cm²이다. 이 부분에서 문제가 되는것은 충격압력과 대단히 큰 發生熱이다.

속도가 일어나면 순간적으로 壓力은 2~3倍로 增大하고, 마찰에 의한 發生熱은 4,250cal/min로서 엔진中에서 가장 심하게 발생되는 곳이다. 따라서 이 부분에는 大量的의 오일을 보내서 냉각을 철저히 하는것이 제일요건이다. 오일의 粘度는 이 정도의 온도나 壓力에서는 5cSt이상이면 足하고 높으면 오히려 有害하다.

다음 크랭크의 메인베어링에 대하여 고찰해보면 피스톤보다는 훨씬 完만한 조건이다. 온도는 起動時나 過熱時를 제외하고는 80~100℃정도이다. 또 80℃ 이하가 되면 엔진의 마모를 초래한다. 마찰속도는 10~12m/sec이나 平均荷重은 10~12kg/cm²으로서 상당히 낮다. 그러나 엔진作動과 동시에 심하게 변하여 최대壓력은 平均壓력의 2倍로 된다. 그 상황의 1例를 표시하면 다음 (그림 2)와 같다. (곡선상의 數學는 크랭크 角度이다.)

또 摩擦熱의 발생도 비교적 적어서 (2,000 cal/min) 必要粘度는 15 cSt만 되면 足하다. 원래 플레인 베어링에서 특별한 조건이 없는限 流体潤滑을 行하



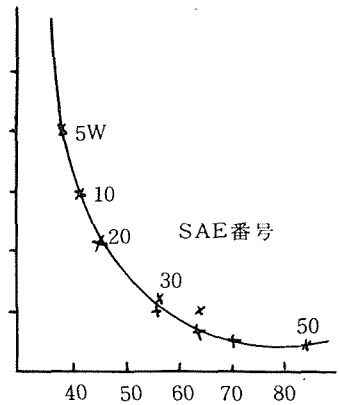
(그림-2) 메인베어링의 壓力率化

는데 가장 좋은 粘度는 12cSt정도이다.

자동차의 많은 베어링은 여기에서 衝擊壓力, 傳熱에 의한 油溫의 상승을 고려해서 15cSt(레드우드 60초 정도)를 作動粘度로 한다. 粘度의 구분은 보통 SAE(美國 自動車技術者協會)의 분류에 따라 100℃에서의 粘度를 적용한다.

粘度의 선정은

(i) 운전조건 (ii) 정비상태에 의해서 선정된다. 새엔진이나 整備가 잘된 엔진은 될 수 있는 한 低粘度油를 사용해야 하는데 그 만큼 摩擦損失도 적고 엔진內의 汚損도 적다. 미국의 경우 SAE10~20이 상용된다. 그러나 엔진에 마모가 왔을 경우 또는 高溫 高荷重 등의 苛酷한 조건으로 운전할 경우에 너무 低粘度油를 사용하면 오일의 消費가 증가하여 그 만큼 엔진內部的 汚損도 심하게 된다. 그 양상은 다음(그림-3)에서 알 수 있다.



(그림-3) 粘度와 消費量

b) 起動可能한 最高粘度 ;

엔진의 起動에는 오일의 粘度가 크게 關여한다. 엔진이 停止하고 있을 경우에 오일은 潤滑部 金屬에 附着되어 얇은 油膜외에는 전부가 크랭크 케이스에 떨어져 있다.

지금 이것을 起動하기 위하여 쉘 모터에 연결되어 있는 크랭크軸이 회전하여 오일펌프가 駆動된다.

各 베어링은 최초로 베어링內에 남아 있는 오일의 기름뽀기作用으로 회전하기 시작한다. 그러나

즉시 오일이 공급되지 않으면 燒付현상과 같은 손상이 일어났다. 始動과 同時에 크랭크케이스의 기름은 펌프로 送油되며 크랭크베어링, 리스트핀 등에 보내져서 各潤滑部分이 한계상태에서 厚膜潤滑狀態로 되어서 처음으로 始動된다. 그러나 氣溫이 낮아서 오일의 粘度가 높을 때는 이것을 压送하는데 큰 힘이 필요하며 電池에 큰 부담을 준다. 起動操作을 되풀이 하는 중에 오일의 稀積汚損이 일어나거나 電池가 소감되고 만다.

또 오일펌프가 作動하더라도 오일의 压送이 충분히 이루어지지 않을 때에는 피스톤의 摺動速度가 적고 吸入減圧이 낮으므로 混合氣의 농도는 옅고 적어서 起動할 수 없다. 만약 기동을 하더라도 처음에는 油圧計의 지침이 눈금밖으로 나올 정도로 油圧이 생기게 된다. 이것은 오일이 아직 엔진全體에 순환하고 있지 않다는 증거로 이때에 급히 드로틀(throttle)을 열어서 加速하면 潤滑部는 오일의 부족으로 刮킴과 마모가 발생한다. 그래서 엔진은 始動後 오랫동안 低速回轉으로서 엔진을 따뜻하게 하는 소위 溫열이 필요하게 된다.

엔진이 低溫度에서 기동할 수 있느냐 하는 것은 그 오일의 粘度가 어느 정도냐 하는 것으로 상당히 어려운 문제이다. 또한 여기에는 가솔린의 揮發性 氣化器의 성능, 電池의 起動이 관계한다. 그러나 가장 영향이 큰 것은 오일의 粘度이다. 오일의 粘度는 온도에 따른 變數이고 또 分子量이 큰 것은 凝固溫度보다도 상당히 높은 온도로서 일종의 콜로이드 狀態로 되어 소위 構造粘度 또는 유사粘度를 나타내기 때문에 粘度-溫度線 그림보다도 두드러지게 어긋난다. 대체로 오일의 雲點까지 또는 流動點에서 약 10°C 높은 온도까지가 正規粘度이고 그 이하에서는 疑似粘度인 것이다.

엔진이 시동하기 위해서는 펌프로서 送油할 수 있는 최대의 粘度는 물론 엔진의 성능 및 구조에 의하나 耐寒試驗의 예에 의하면 起動溫度에 있어서 平均40Stokes(세이볼트로서 20,000초) 이하의 것이 필요하다. 起動溫度는 상술한 것과 같이, 가솔린의 揮發性이나 電池의 起電力 및 베어링의 間隙에 크게 영향을 받으므로 온도가 低下함과 동시에 이러한 성능이 저하하기 때문에 그만큼 起動可能 最高粘度의 관계는 다음(그림-4)와 같다.

즉 -20°C 부근에서는 40Stokes가 起動可能한

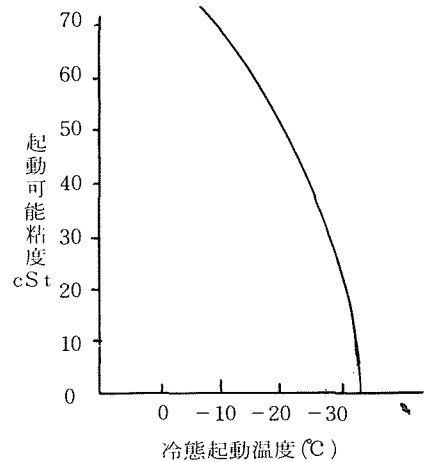
最高粘度이나 이것보다도 온도가 높을 경우에는 더욱 高粘度라도 起動할 수가 있고 반대로 이것보다도 溫度가 낮을 것 같으면 最大粘度는 더욱 낮지 않으면 起動할 수 없다.

또 이 粘度는 정상점도가 아닐 것 같으면 안되며 水分이나 왁스分 때문에 異常粘度를 나타낼 경우는 위험하다. 최근 연구에서 耐寒性潤滑油(Mil-L-O-1025)를 사용하여서 0~65°F의 低溫에서 크랭크 回轉數 50~300rpm으로 시동하였을 때 크랭크 토오크 T와 同溫度에 있어서의 기름 粘度와의 사이에는 다음과 관계가 있음을 알아냈다.

$$T = AZ^n$$

가솔린 엔진에서 $n = 0.635$ 이며, 디젤엔진에서는 $n = 0.33$ A는 엔진의 크기와 크랭크 速度에 의해서 정해지는 定數이다.

(그림-4) 起動溫度와 起動可能最高粘度



2. 船舶用潤滑油의 性狀과 特性

(1) 分類와 性狀

船舶내연기관용 윤활유는 크게 나누어 시스템 및 실린더油로서 共히 사용할 수 있으며 4種은 주로 실린더油이다. 粘度에 따른 区分은 1種, 2種에서는 2號, 3號, 4號, 5號로 나누고 3種과 4種에서는 3號, 4號, 5號로 区分해 놓았다.

다음은 한국공업규격 KSM2121에서 船舶內燃機 閥用 윤활유의 규격이다.

□ 特報：潤滑油産業

〈表-15〉 使用区分

| 種別 | 使用区分 |
|-----|---|
| 1 種 | 시스템油로서 사용된다. |
| 2 種 | 시스템油로서 사용되고 酸化防止性이 개선된것 |
| 3 種 | 실린더油 또는 시스템油로서 共히 사용되고 酸化防止性과 淸淨分散性이 개선된 것 |
| 4 種 | 주로 실린더油로서 사용되고 酸化防止性이 부여되었을뿐 아니라 淸淨分散性이 高度로 개선된 것 |

a) 船舶用 디젤機関 潤滑油；

船舶用 디젤機関으로서 추진기관(主機)과 船內電源으로서의 발전기관(補機)을 들 수 있다. 〈表-16〉에 한국공업규격을 나타냈지만, 현재 사용되고 있는 디젤機関이 매우 급속히 발전하고 있기 때문에 이와 더불어 개발된 潤滑油에 관한 KS의 분류는 실정에 맞지 않는 점이 없지 않다.

따라서 엔진製作者도 오일추천을 KS만으로서 지정하는 경우는 거의 없다. 특히 3種과 4種에서는 더욱 그러한 점이 있고 市販되고 있는 潤滑油의 實際分類는 〈表-17〉과 같다.

b) 船舶用 蒸氣터어빈機関 潤滑油；

船舶用 蒸氣터어빈機関은 추진기관(主機)과 船內電源인 발전기관(補機)을 들 수 있다.

〈表-9. 10〉에 KS터어빈油 규격을 나타냈다. 船舶用터어빈機関으로서는 主機, 補機 外에 카아고 우펌프, 밸러스트(ballast) 펌프 등 펌프用 原動機가 있지만 육상용機関과 다른 점은 減速機가 붙어 있어서 潤滑系統이 터빈 本体와 동일계통으로 되어 있기 때문에 모든것은 설계단계로부터 潤滑條件이 고려되어야 하는 主機가 蒸氣터어빈인 경우 기타의 塔載機関도 主機와 같이 KS添加터어빈油 4號를 사용하면 된다. 또 主機가 디젤機関인 경우 통상 機

〈表-16-1〉 선 박 1 種

| 항목 호수 | 색 (ASTM) | 반응 | 인화점 ℃ | 동점도 (100℃) cSt(mm ² /s) | 점도지수 | 유동점 ℃ | 잔류탄소분 % | 증기유화도 초 | 동판부식 (100℃3h) | 열안정도 (170℃2h) |
|----------|-------------|---------------|----------|---------------------------------------|------|----------|------------|------------|------------------|------------------|
| 2 호 | 4.5 이하 | 중성 | 190 이상 | 5.6이상 9.3미만 | 75이상 | -12.5이하 | 0.3 이하 | 600 이하 | 1 이하 | 석출물이 없는 것. |
| 3 호 | 5.5 이하 | | | 9.3이상 12.5미만 | | - 7.5이하 | | | | |
| 4 호 | 6.5 이하 | | 200 이상 | 12.5이상 16.3미만 | 65이상 | - 5 이하 | 1.0 이하 | | | |
| 5 호 | 6.5 이하 | 16.3이상 21.9미만 | | - 5 이하 | | 1.2 이하 | | | | |

〈表-16-2〉 선 박 2 種

| 항목 호수 | 인화점 ℃ | 동점도 (100℃) cSt(mm ² /s) | | 점도지수 | 유동점 ℃ | 산화안정도 | 증기유화도 초 |
|----------|----------|---------------------------------------|------|---------|----------|--------|------------|
| | | | | | | 점도비 | |
| 2 호 | 190 이상 | 5.6이상 9.3미만 | 75이상 | -12.5이하 | 2.0 이하 | 3.0 이하 | 기록 |
| 3 호 | | | | | | | |
| 4 호 | 200 이상 | 12.5이상 16.3미만 | 70이상 | - 5 이하 | | | |
| 5 호 | | 16.3이상 19.9미만 | | - 5 이하 | | | |

〈表-16-3〉 선 박 3 種

| 항목 호수 | 인화점 ℃ | 동점도 (100℃) cSt (mm ² /s) | 점도 지수 | 유동점 ℃ | 전알칼 리값mg KOH/g | 황산 회분 % |
|----------|----------|--|----------|----------|----------------------|---------------|
| 3 호 | 200 이상 | 9.3이상 12.5미만 | 85 이상 | -25이하 | 3 이상 | 기록 |
| 4 호 | | 12.5이상 16.3미만 | | - 5이하 | | |
| 5 호 | | 16.3이상 21.9미만 | | - 5이하 | | |

〈表-16-4〉 선 박 4 種

| 항목 호수 | 인화점 ℃ | 동점도 (100℃) cSt (mm ² /s) | 점도 지수 | 유동점 ℃ | 전알칼 리값mg KOH/g | 황산 회분 % |
|----------|----------|--|----------|----------|----------------------|---------------|
| 3 호 | 200 이상 | 9.3이상 12.5미만 | 50 이상 | -25이하 | 25이상 | 기록 |
| 4 호 | | 12.5이상 16.3미만 | | - 5이하 | | |
| 5 호 | | 16.3이상 21.9미만 | | - 5이하 | | |

〈表-17〉 船舶用디젤機関油의 분류

| | 品質水準의 數 (알칼리樞로서 분류) | 粘度等級의 數 (SAE 분류에 의거) |
|--|--|--|
| 純 鹼 油 | | $\left\{ \begin{array}{l} \text{SAE 20} \\ \text{" 30} \\ \text{" 40} \\ \text{" 50} \end{array} \right.$ |
| 酸化防止性能과 防鏽性能이 개선된 것 | | $\left\{ \begin{array}{l} \text{SAE 20} \\ \text{" 30} \\ \text{" 40} \\ \text{" 50} \end{array} \right.$ |
| 酸化防止性能과 防鏽性能外에 淸淨 分散能이나 酸中和性能이 부여되어 있는 것 | $\left\{ \begin{array}{l} \text{TBN 5級} \\ \text{" 10"} \\ \text{" 20"} \\ \text{" 30"} \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} \text{SAE 20} \\ \text{" 30} \\ \text{" 40} \\ \text{" 50} \\ \text{" 10W/30} \end{array} \right.$ |
| 淸淨 分散性能和 酸中和性能이 현저하게 부여되어 있는 것 | $\left\{ \begin{array}{l} \text{TBN 30級} \\ \text{" 40"} \\ \text{" 50"} \\ \text{" 60"} \\ \text{" 70"} \\ \text{" 90"} \\ \text{" 100"} \end{array} \right.$ | $\left\{ \begin{array}{l} \text{SAE 40} \\ \text{" 50} \end{array} \right.$ |

艙室에서 사용하는 터빈油가 KS添加터빈油 3号 또는 2号가 되며 이것에 塔載된 발전기관이나 펌프原動機도 같은 添加터빈油 3号 또는 2号를 적용하면 된다. 그러나 無添加터빈油를 船舶用으로서 사용하는 경우는 거의 없다.

c) 此外에 特히 船舶用으로서의 考證가 必要한 潤滑油 ;

선박의 航行범위는 전세계에 걸치므로 外氣에 방치된 甲板機械에 사용되는 潤滑油(油壓作動油 等)에는 분위기 온도조건이 고려되지 않을 수 없다. 작업환경은 약 10日間으로서 熱帶 50°C로부터 寒帶에서는 -20°C이하로 변화하게 되므로 低温流動性이나 粘度指數가 높은 것이 요구된다.

(2) 要求性能

a) 船舶디젤엔진油 ;

1960年代 이후 엔진의 개발은 低速大形 2스트로우크機関의 분야에서도, 中速中, 小承型 4스트로우크 機関의 분야에 있어서도 급속히 진보되었다. 그 경과를 엔진의 高性能化를 나타내는 指標인 出力率로서 高찰해 보면(그림-5)와 같다.

$$[出力] = \frac{[平均有效壓力] \times [行程] \times [回轉數] \times [피스톤링] \times [실린더數]}{4,500 \times [定數]}$$

$$= \frac{[平均有效壓力] \times [平均피스톤速度] \times [피스톤面積] \times [실린더數]}{150 \times [定數]}$$

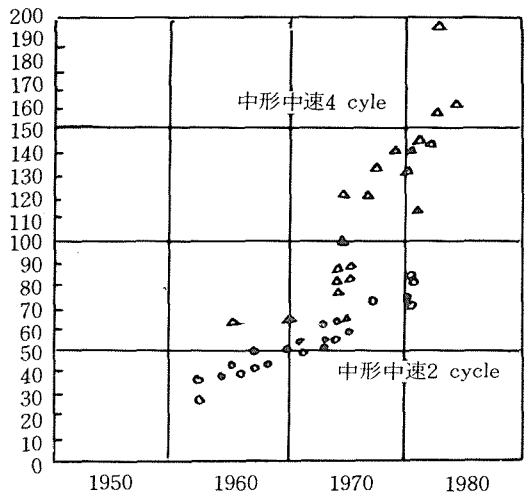
$$[出力] \frac{[行程] \times 2 \times [回轉]}{60} = [平均피스톤速度]$$

$$[行程] \times [回轉數] = 30 \times [平均피스톤速度]$$

$$= \frac{[出力率] \times [피스톤面積] \times [실린더數]}{150 \times [定數]}$$

$$[出力率] = [平均有效壓力] \times [平均피스톤速度]$$

[定數]는 2스트로우크일때 1,4 스트로우크일때 2로한다.



〈그림-5〉 出力率의 推移

出力을 높이려면 위의 式에서 分子를 크게하면 되지만, 실린더數나 실린더徑(즉 피스톤面積)을 늘리면 동시에 機関치수가 크게 되므로 기관실이 차지하는 면적이 커져서 機関메이커는 경쟁적으로 出力率向上에 의한 出力增大를 목표로 함은 당연한 일이라 하겠다.

出力率을 높게 되면 단위시간당 入熱量이 증대하고 또 仕事量도 증가하게 되어 실린더, 피스톤間에 있어서 潤滑油膜에 주는 熱의 힘도 증가하게 된다. 潤滑油에는 이 熱負荷에 이겨낼 수 있는 高温下에서의 熱, 酸化安定性이 요구된다.

특히 디젤機関에서는 반드시 燃燒殘渣나 潤滑油劣化에 의한 슬러지가 多量으로 발생하여 潤滑油에 混入함으로 엔진을 淸淨하게 유지하기 위해서는 淸

淨性和分散성이 요구된다. 또 出力率이 향상되면 당연히 最高(爆發) 압력도 높아져서 실린더 라이너와 피스톤링의 접촉면적에 작용하는 힘도 커지고 베어링에 있어서 衝擊荷重도 높아지므로 실린더油와 시스템油가 동시에 油膜이 절단되어 금속접촉의 기회가 증가한다. 潤滑油에는 이러한 압력에 견디어 油膜을 형성하기 위해서 耐荷重性能이 필요한 것이다.

機関의 出力率이 상승함에 따라 潤滑油에는,

(i) 熱負荷增大에 수반해서 高温安定性和 淸淨分散性的 향상과

(ii) 燃焼室內의 高壓化에 따라 耐荷重性能의 향상이 요망되며 이 외에도 機関形式別로는 크로스베드形機関 실린더專用油에 대한 요구성능으로서

(iii) 低質燃料中 硫黃의 酸化生成物(黃酸)에 의한 부식마모를 방지하기 위해서 酸中和性能은 물론이고 현재 給油방법으로는 실린더라이너 위 全面에 신속히 油膜을 형성할 것.

(iv) 擴散성이 양호할 것.

(v) 시스템油에서는 피스톤冷却에 관련해서 水分離性, 防銹性이 우수할 것(水冷却의 경우)

또 트렁크피스톤(trunkpiston)形 機関의 실린더油 및 시스템에는

(vi) 淸淨分散性能

(vii) 酸中和性能

(viii) 酸化 및 熱安定性

(ix) 水分離性

(x) 防銹性能이 우수한 것이 요망된다.

b) 船舶用 蒸氣터어빈油;

선박에 主機, 補機로서 탑재되어 있는 蒸氣터어빈의 蒸氣條件은 陸上發電所用 플랜트와 비교하면 상당히 완만한 편이다. (육상발전용蒸氣: 표준 170kg/cm², 560°C, 선박용原動機用蒸氣: 표준 60kg/cm², 515°C) 따라서 潤滑油에 요구되는 성능도 減速기어의 潤滑이라고 하는 면을 제외하면 陸上發電所用 플랜트의 성능을 만족시킬 수 있다면 熱酸化安定性이라는점에서 그다지 문제가 없다. 선박용蒸氣 터어빈플랜트에 요구되는 성능은 순환시스템油로서의 酸化安定性, 熱安定性, 드레인混入對策으로서 水分離性, 高速回轉部 및 기어潤滑에 있어서 油中の 氣泡가 문제되고 油中에 기포의 早期放出性과 기어潤滑에 의한 耐荷重化性能이 요구된다.

(3) 選定基準

a) 船舶디젤機関用潤滑油;

수많은 潤滑油中에서 適油를 選定한다는 것은 쉬운 일이 아니나 機関이 여러가지 하아드웨어로서 요구되는 성능이외에 機関의 사용조건에도 크게 左右된다. 機関本体에 대한 요인으로는 (i) 出力率 (ii) 給油설비 (iii) 給油방법 (iv) 淨油設備 (v) 潤滑油消費率等이고, 사용조건에 대한 要因은 (i) 사용연료의 品質 (ii) 機関負荷 (iii) 기계부품의 保守整備方法 (iv) 潤滑管理方式 등으로서 이러한 要因의 組合에 의거 最適油가 選定된다. 실제로는 個個의 경우에 대해서 使用者와 機関메이커 그리고 潤滑油 公供給자의 3者가 협의해서 適油를 選定하는 것이 가장 바람직한 일이다. 그러나 일반적인 船舶用디젤機関潤滑油의 選定표준은 <表 18>과 같다.

b) 선박용蒸氣터어빈油;

蒸氣터어빈油에는 選定의 여지가 없다. 앞에서 기술한 것과 같이 市販中인 添加터어빈油는 선박용으로 安定性面에 있어서는 충분한 성능을 구비하고 있으므로 潤滑箇所가 다른점에 대한 粘度等級만을 選定하면 된다. 그러나 無添加터어빈油를 사용해서는 안된다. 일반적인 線박용蒸氣터어빈機関潤滑油의 選定기준은 다음 <表 19>와 같다. *

<表 - 18> 船舶用디젤機関潤滑油의 분류

| 機関形式 | 潤滑箇所 | 使用燃料 | 品質水準 (塩基價 로서表示) | 粘度等級 (SAE 粘度 分類) |
|-------------|-------------------|--------------|---------------------------|------------------------|
| 크로스 베드形 | 실린더, 피스톤링 | A 重油 C 重油 | 10이상 50이상 | 40 또는 50 40 또는 50 |
| | 循環시스템 | | KS 1 중, 2 중 또는 5~10 | 30 |
| 트렁크피 스톤形 | 실린더, 피스 톤링專用給油 | A 重油 | 10~70 | 40 |
| | | C 重油 | 30~70 | 40 |
| | 循環시스템 | A 重油 C 重油 | 5~20 5~40 | 30 또는 40 30 또는 40 |

<表 - 19> 船舶用蒸氣터어빈機関의 潤滑油 選定基準

| 機関用途 | 潤滑箇所 | 粘度等級 (KS 分類에 의 한) |
|------|-------|----------------------|
| 主機 | 循環시스템 | 4号 |
| 補機 | 循環시스템 | 2号 또는 3号 또는 4号 |