

◎ After first world war (=First World War)—ibid. (세계 第1次 대전 후에)⁶⁵⁾

그리고 current English에서의 또 하나의 劃一化 傾向은 國名에서 派生된 形容詞에 比해서 apostrophe s가 붙은 屬格을 훨씬 많이 使用한다는 것이다. 例를 들면 1965年 7月 5日字의 Newsweek에서 보면 거의 全部가 이 屬格을 使用하고 있다. 例를 몇몇 들면 다음과 같다. France's (=French) Communist, Japan's (=Japanese) national pride, Algeria's (Algerian) president, Russia's (=Russian) most faithful ally, Bulgaria's (=Bulgarian) foremost Political leader, Venezuela's (=Venezuelan) most-wanted guerrilla 등이다⁶⁶⁾.

(追記: 이 論文의 趣旨를 拔萃해서 韓國海洋大學校誌 “한바다”에 紹介한 일이 있음)



65) 勿論 大文字로 表示된 것이 많다. ………they………pour from the West Fourth Street subway station and spill south onto Macdougall Street……— Newsweek, May 23, 1966. Frei's own Christian Democratic Party—Newsweek, July 31, 1967.

66) 한편 形容詞가 使用되는 때도 있다. With that the Supreme Court ordered the African strong man extradited to the Congo. —Newsweek, July 31, 1976. Rumanian Party boss Nicholae Ceausescu—ibid. Rumanian Premier—ibid.

舶用 디이젤 機關에 있어서 低質重油 使用과 그 問題點

徐 永 斗

Application of heavy fuel oil for marine

diesel engines and its difficulties

Suh young-doo

〈目 次〉

- | | |
|---------------------|-----------------|
| 1. 序 言 | 5. 低質重油의 性狀과 管理 |
| 2. 低質重油의 使用傾向 | 6. 經濟面에 對한 檢討 |
| 3. 機關型式別 燃料油 使用 制限值 | 7. 結 言 |
| 4. 低質重油의 使用實例 | 8. 參考文獻 |

Abstract

These days, according to increasing vessel's size and speed, and to becoming larger in bore and longer in stroke of the cylinder of diesel engines, it has become very important to work out how to minimize the total vessel's operation costs by reducing the cost of fuel consumption.

Every large motor vessel has been using high viscosity heavy fuel oil for their main engines which need further installations, auxiliary machineries and apparatuses, therefore it increases the repair cost, and complexity of operation and maintenance. Because of these defects, they are apt to make trouble during operations.

The writer is going to show the effective use of higher viscosity heavy fuel oil, 3500 sec Redwood #1 100°F, for low revolution large engines and medium revolution engines by adapting adequate materials for some important parts of engine, new effective apparatuses, proper treatment for fuel oil before it is used, and complete combustion control.

1. 序 言

最近 船舶의 大型化, 高速化에 比例하여 Diesel 機關도 大直徑 長行程機關의 開發에 努力을 傾注하고 있으며, 이와 併行하여 遠洋航路에 就航하는 船舶은 運航費를 中心으로 하여 諸經費는 增加一路에 있으므로 各 海運會社에서는 運航採算의 面에서 燃料油 節減을 爲하여 高粘度의 低質重油를 使用하기 始作하였다. 高粘度油는 그 性狀이 나쁘고 管理面, 取扱面, 機關保守面에 있어서 細心한 考慮를 하지 않으면 안된다. 高粘度의 低質重油를 使用하므로써 節減되는 燃料費와 이로 因해서 增加되는 諸機器의 增設, 人員의 增加, 修理費의 增加, 取扱 및 運航上의 安全度 등을 감안하여 最適의 粘度範圍가 決定되어야 할 것이다. 筆者는 이 低質重油 使用에 對한 諸問題點과 그 解決策에 對해서 考察해 보았다.

2. 低質重油의 使用傾向

低質重油는 Boiler用으로는 A. C. C (Automatic combustion control) 制御裝置가 使用됨에 따라 從來의 石炭焚燒의 것은 少許 削減을 감추고 低質重油로 使用되어 왔으나 船用 大型 및 中型 Diesel 機關에서 低質重油를 使用하기 시작한 것은 不過 15年 前의 일이다. 當時 A重油, B重油를 使用하던 機關에 C重油를 使用하기 爲하여 여러 가지 研究 調査 試驗結果 構造改良과 High-alkali cylinder oil 使用으로 1960年에 이르러 A-951 重油 (500 sec. Redwood # 1, 50°C)가 비로서 使用되었다. 그 後 各船舶會社의 新造發注에 있어서 造船所와 船舶會社의 契約에서 3500 sec (Redwood # 1, 100°F) 燃料油 使用可能한 設備가 要求되어 1964년에는 3,500 sec (Redwood # 1, 100°F)의 燃料油 使用이 可能하게 되었다.

最近에는 大型 Diesel 機關에 있어서는 出入港, 狹水路通過, 霧中航海 等으로서 主機關을 發停할 特別한 境遇를 除外하고는 C重油를 使用하고 있다. C重油라고 하는 低質油도 產地와 Supplier에 依해서 그 性狀 (specification)은 差異가 많으며 大型 Diesel 機關에 使用되는 同一 粘度의 燃料油도 그 成分의 相異에 依해 燃燒管理上 複雜한 問題點을 가지고 있다. 따라서 機關製造業者 및 取扱者는 使用燃料의 選定에 特別히 留意하여야 하고 機關型式에 따라서도 燃料油 使用制限値가 定해져 있다.

3. 機關型式別 燃料油 使用制限値

世界 各國에서 製作되고 있는 大型 Diesel 機關中에서 UEC, MAN, Sulzer, B & W, Götaverken型 機關에 對해서 그들의 取扱說明書 (Instruction book) 등에서 얻은 추천使用 燃料油의

成分	型式 單位	UEC			MAN			Sulzer			B & W	Götaverken Saseho Heavy Industry co.	
		標準性狀	標準值 制限値			KZ	DZ	GZ	標準性狀	限界性狀	Kobe Sulzer		Mitsu i 制限値
			pre-Pressure Pump none	Fitted with	Fitted with								
比重	15/4°C	0.94~0.98	0.98 以下	0.98 以下	0.98 以下	0.97 以下	0.97 以下	0.95 以下	0.98 以下	0.98 以下	0.99	0.98	0.98 以下
粘度	RW# 1,50°C (100°F)	300~700	650 以下 (1250)	650 以下 (1500)	1400 以下 (3500)	700 以下	500 以下	300 以下	700 以下 (1500)	1200 以下 (3000)	1400 以下 (3500)	1400 以下 (3500)	1400 以下 (3500)
水分	%	0.2以下	0.2 以下	0.2 以下	0.2 以下	1.0 以下	1.0 以下	0.5 以下	2.0 以下	2.0 以下	0.5	—	—
殘留炭素	%	10以下	10以下	10以下	10以下	12以下	10以下	8以下	10以下	10以下	14以下	—	—
灰分	%	0.05以下	0.05 以下	0.05 以下	0.05 以下	0.05 以下	0.05 以下	0.03 以下	0.06 以下	0.06 以下	—	—	—
硫黃	%	2.5~3.5以下	2.5~ 3.5 以下	2.5~ 3.5 以下	2.5~ 3.5 以下	3.5 以下	3.0 以下	2.5 以下	3.0 以下	3.0 以下	3.5 以下	—	—
爽雜物	%	0.03以下	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
發熱量	kcal/ kg	總 10200~10450 眞9600~9900	同左	同左	同左	—	—	—	—	—	—	—	—
引火點	°C	80以上	同左	同左	同左	60以上	同左	同左	65以上	65以上	80以上	—	—
水泥分	%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

燃料油의 性狀과 制限値

生狀과 制限値는 앞의 表와 같다.

4. 低質重油의 使用實例

The motor ship誌 1962年 4月號부터 1965年 12月號까지에 紹介된 比較的 高精度의 燃料油를 使用한 實例는 다음과 같다.

機關 型式	件數	設備上 使用可能限度	實際 使用燃料油
Sulzer RD-68-76-96	13	3,000~3,500sec RW #1, 100°F	1,500sec RW #1, 100°F
MAN Kz-70-78	2	"	1,000~1,500sec RW #1, 100°F
B&W VT2BF 50-62-74-80	6	"	1,500sec RW #1, 100°F
Götaverken-76-85	3	"	1,380~1,500sec RW #1, 100°F

(以上中 數字는 cm 單位의 Cylinder bore)

The motor ship誌의 統計는 歐美를 爲主로 한 것이나 傾向把握으로서는 大差가 없을 것으로 믿는다. 위에서 보는 바와 같이 大型船舶에는 3,500sec(RW #1, 100°F) 燃料油를 使用할 수 있는 設備를 갖추고 있지만 實際에는 管理, 取扱, 保守, 修理 등으로 因해 運航信賴上으로 보아 아직 1,500sec(RW #1, 100°F) 燃料油를 使用하는 例가 많다. 앞으로 造船 및 船舶機關上의 技術의 向上과 더불어 大出力의 遠洋航海船에는 점차 3,500sec(RW #1, 100°F) 燃料油 使用으로 不斷의 研究와 努力이 繼續될 것이다. 日本과 我國에 있어서는 近海區域에 就航하는 3,000BHP 未滿의 中型 Diesel 機關에서는 500sec (RW #1, 50°C) 燃料油 即 A-951油(marine diesel oil이라 通稱함)를 使用하고 1,200~1,500sec(RW #1, 100°F) 燃料油는 아직 試驗使用 段階에 處하고 있는 樣이다. Maker 別로는 Sulzer 機關이 B&W, MAN, Götaverken 機關에 比하여 低質重油를 많이 使用하는 傾向이다.

5. 低質重油의 性狀과 管理

燃料油의 Grade는 粘度和 比重으로 代表되고 있으며 Engine maker는 그 機關의 性能, 構造 등의 點으로 보아 使用可能한 最低質 燃料油의 制限値를 決定해 두었다. 그러나 Operating engineer로서는 低質油 焚燒로 因한 Cylinder liner 및 Piston의 Wear down rate의 增加, 燃料油 噴射裝置의 故障, 燃料 消費率의 增加, 淨油系統의 補修, 運轉時間의 減少, 燃燒殘滓物에 依한 腐蝕의 促進 등을 考慮하여서 選擇해야 하고 管理를 계을려 해서는 안된다.

(a) 性狀 (Specification)

i) 比重(Specific gravity)

淸淨時의 水分離性 및 燃料計量과 關係되는 數値로서 同粘度油로서도 그 値는 달를 수 있으며 水分 夾雜物을 多量 包含하고 있는 境遇에는 1.0을 超過할 수도 있다. 1,500sec(RW #1, 100°F)油로서 0.9 以下로 되거나 1.0 以上이면 受給과 管理에 特別히 配慮를 하여야 할 것이다.

ii) 粘度(Viscosity)

粘度는 重油의 性狀中 가장 重要한 것이며 恒常 比重과 比較해 불 必要가 있다. 一般的으로 比重이 높은 燃料油는 粘度도 높고 比重이 낮은 燃料油는 粘度로 낮은 것이 普通이다. 이 傾向을 현저하게 달리한 燃料油는 使用을 避하여야 하고 粘度의 調整을 爲하여 輕質油를 混合한

燃料油는 完全燃焼를 기대하기 어려우므로 使用하지 않은 便이 좋을 것이다.

iii) 引火點(Flash point)

高粘度油는 燃料弁에서 70~120sec(RW #1, 100°F)油로 하기 爲하여 加熱溫度가 引火點을 超過할 수도 있다. 引火點 以上으로 加熱하여 Oil vapour가 나오는 곳에 火氣를 接近하면 爆發燃焼할 危險性이 있으므로 留意하여야 한다. 또 引火點 뿐만 아니라 Vapour에 依한 影響으로서는 Vapour lock에 依해서 燃料油가 燃料噴射Pump(F.O injection pump)로 흐르지 못하므로 F.O. booster pump(Pre-pressure pump라고도 함)의 設置와 그 吐出壓力을 考慮하지 않으면 안된다.

iv) 水分(Water)

可能한限 含量이 적은 便이 좋으나 2% 以下이면 괜찮다고 한다. 水分中에는 無機鹽類를 包含하고 있어 Piston ring 및 Cylinder liner의 磨耗를 增加하고 燃料弁 固着의 原因이 되므로 極力 除去하여야 한다.

v) 殘留炭素(Carbon residue)

機關型式別 燃料油 制限值의 表에서 보는 바와 같이 大概 10%以下로 規制되어 있다. 殘留炭素가 많으면 그 中에는 硬質의 固形炭素도 包含되어 있으므로 Piston ring, Cylinder liner의 磨耗를 促進한다. 또 이는 掃排氣孔에 附着하여 掃氣效率를 減少하여 排氣溫度를 上昇시키고 排氣 turbine의 性能을 低下시킨다.

vi) 灰分(Ash)

一般的으로 0.05% 以下の 含有量이다. Cylinder liner의 磨耗, 燃焼室內의 推積物의 原因이 되므로 灰分은 적을수록 좋다. 灰分은 여과 또는 遠心分離方法으로는 處理할 수 없다.

vii) 硫黃分(Sulphur)

最近의 燃料油는 硫黃分이 增加하는 傾向이므로 1,500sec(RW #1, 100°F)油는 3%를 超過하는 것이 보통이다. 硫黃分은 燃焼後 亞硫酸 Gas가 되고 水分을 吸收해서 亞硫酸 또는 硫酸이 되어 이로 인해 Cylinder liner, Groove, Piston ring, 排氣 Turbine의 Casing과 Blade 등의 腐蝕을 促進하므로 可及的 含有量이 적은 便이 좋다. 이 硫黃分에 依한 腐蝕은 High-alkali cylinder oil 使用으로서 效果를 올리고 있다. 또 Cylinder內 또는 排氣通路에 남아 있는 亞硫酸 Gas는 冷態時에는 水分을 吸收해서 硫酸에 依한 腐蝕을 이르기므로 運轉終了後에는 主機를 Turning gear로 回轉하면서 注油器를 손으로 돌려서 Cylinder liner에 Cylinder oil을 塗布하고 排氣 Gas 通路에 殘存해 있는 排氣의 排出에 配慮할 必要가 있을 것이다.

viii) 流動點(Pour point)

燃料油에는 Paraffin wax가 包含되어 있는데 이는 常溫에서는 大部分 燃料油에 溶解되어 있으나 燃料油를 冷却하면 Wax는 結晶狀으로 되어 燃料油는 流動하지 않게 된다. 이 流動할 수 있는 最低 溫度를 流動點이라고 하는데 이는 Wax의 含有量의 多少에 依해서 다르지만 一般的으로 低質重油로 갈수록 流動點은 점차 높아진다. 寒冷地에 있어서 燃料油를 貯藏하는 境遇에는 流動點의 高低는 重要한 性狀이다. Oil tanker에서는 Pump의 吸入效率가 가장 좋은 溫度를 維持하도록 Tank heating에 恒常 留意하여야 할 것이다.

x) 夾雜物

燃料油中에서 殘留하는 水分 以外の 物質로서 貯藏中 或은 移送中 들어 온 鏽(Rust), 砂(Sand), 먼지(Dust) 등의 總稱이다. 夾雜物의 大部分은 淸淨機로서 除去될 수 있는데 淸淨이 不完全한 境遇에는 燃料油 噴射Pump 燃料弁 등을 損傷하므로 充分히 除去하여야 한다.

(b) 燃料管理

燃料管理은 燃料을 船內에 受給한 後에 行하여지는 處理로서 燃料油中の 不純物, 水分, 爽雜物 等を 除去해서 燃燒效果를 도우는 淸淨管理와 最高效率을 올릴 수 있도록 適正粘度를 爲한 溫度管理가 있다.

i) 淸淨管理

淸淨管理는 靜置沈澱法, 遠心分離法, 여과淸淨法 等이 直列로 組合하여 處理한다. 靜置沈澱法은 F.O. settling tank에서, 遠心分離法은 F.O. purifier와 F.O. clarifier에서, 여과淸淨法은 各 Strainer와 Filter에서 行하여 진다. 其中 가장 重要한 役割을 하는 것은 遠心分離法에 依한 淸淨方法이다. 遠心分離法에 依한 淸淨效果는 淸淨油量 Q와 處理溫度에 있어서의 燃料油의 粘度 γ 와의 積에 關係한다. 만약 그 積 $Q\gamma$ 이 적으면 淸淨效果는 良好할 것이고 $Q\gamma$ 이 크면 效果는 나쁠 것이다. 따라서 燃料油를 加熱하여 粘度를 적게하면 有利하지만 너무 지나치게 加熱하면 水分이 蒸發해서 分離 不可能하게 되므로 100°C 以上 加熱해서는 絶對로 안된다. 더구나 高粘度의 燃料油로 되면 比重이 커져서 水分과의 比重差가 적게 되어 水分의 分離는 더욱 困難하게 되므로 注意하여야 한다. 淸淨機에의 供給油量은 分離溫度에 있어서의 燃料油의 比重과 同溫度에 있어서의 水의 比重으로 주어진 Table에 依해 適當한 Dam-ring의 Size를 選定하므로써 最大의 通油량과 良質의 淸淨油를 얻을 수 있다.

高粘度의 燃料油를 使用하면 淸淨效果는 減少하고 淸淨效果의 減少는 水分과 殘留炭素에 依한 Cylinder liner, Piston ring의 Wear down rate의 增加, 爽雜物에 依한 噴射機器의 故障, 酸類에 依한 腐蝕의 促進은 不可避하다. 高粘度油이면 일수록 充分淸淨을 行하여 淸淨機로서 除去될 수 있는 것은 極力 除去하도록 努力하여야 한다.

ii) 溫度管理

溫度管理는 燃料油를 加熱하므로써 燃燒의 改善, 淸淨效果 向上, 移送補助 等の 役割을 한다. 燃燒改善에 對하여서는 機關製造業者가 使用燃料粘度를 規定해 두었으므로 그 規定粘度로 되겠끔 加熱하여야 한다. 機關製造業者의 推薦燃料粘度는 燃料弁 入口에 있어서 大略 다음과 같다.

MAN.....	80sec(Redwood #1, 100°F)
B&W.....	90sec(")
UEC	110~120sec(")
Sulzer	120sec(")

그리고 Double bottom tank에서 F.O. transfer pump로 移油하는 境遇에는 Pump가 Air를 吸入하지 않을 程度로 加熱하는 것이 보통이나 Pump의 效率을 最高로 하는 粘度의 範圍는 400 sec(RW #1, 100°F) 以下라고 한다. 따라서 高粘度油의 境遇에는 $26^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ 程度로 維持할 必要가 있다. 冬節이나 海水溫度가 낮을 때에는 Double bottom tank를 加熱하여야 할 것이다.

以上 最近의 燃料油의 傾向과 低質油 使用에 對한 問題點에 對해서 言及한 바와 같이 高粘度의 燃料油를 完全 燃燒시키는 데에는 그 性狀을 正確히 把握하여 船內管理를 充分히 하여야 한다. 이를 爲하여서는 高粘度油 使用前의 諸記錄을 整理하여 高粘度油 使用時의 記錄과 比較해 가면서 燃燒狀態를 正確히 把握하는 것이 또한 重要한 일이라 생각된다.

이외에도 現在 粗惡油 處理에서 問題되고 있는 것은

- ① 燃料油를 몇 번 淸淨機에 通하면 좋은가
- ② 淸淨機에 通하기 前의 處理로서 加熱溫度를 얼마나 하고 化學藥品 添加를 어떻게 어느 程度로 하면 좋은가
- ③ 淸淨機를 通過한 燃料油는 곧 使用하는 것이 좋은가 或은 燃料油의 化學 反應期間 동안

두는 것이 좋은가 또 그 反應期間은 어느 程度인가 등의 問題에 對해서 研究되고 있지만 今 段階에서는 一段 淸淨方法이 좋은 것으로 알고 있다. 淸淨機에 依한 燃油 處理方法 即 機械的 處理方法으로서는 現在以上の 效果를 얻는다는 것은 거의 期待할 수 없는 時點에 達했고 今後 粗惡油의 處理에 對해서는

- ① 長時間 손질하지 않아도 處理可能한 自己淸淨 裝置의 開發
- ② 燃油에 有機的으로 結合해서 燃燒를 阻害하고 있는 性分를 藥品으로 分解할 수 있는 淸淨法
- ③ 可燃粒子가 더욱 더 잘 燃燒할 수 있도록 分子를 微細化하는 粉粹法
- ④ 燃料油 分子에 物理的 또는 電氣的 Energy를 附與해서 分子를 活性化하는 方法으로 淸淨效果를 同時에 얻을 수 있는 Energy 附加 淸淨法 등은 今後 期待되는 方法들이다.

6. 經濟面에 對한 檢討

(a) 機關 重要部分의 磨耗와 修理 保守의 實態

一般的으로 Cylinder liner, piston ring의 磨耗量과 修理 保守經費 船內 勞務量은 比例的인 關係에 있다고 할 수 있고 이러한 諸量은 潤滑油 消費量과도 密接한 關係가 있다.

다음 表는 Cylinder liner, piston ring의 磨耗量과 主機 修理 保守經費를 나타낸 것이다. 特別한 것을 除外하고는 磨耗量이 큰 것은 修理 保守費用이 많이 들고 潤滑油 消費量도 많음을 알 수 있다. 表中 A船은 磨耗量, 潤滑油 消費量 및 修理 保守經費가 他機關에 比해서 아주 적은 便이다. 그 理由는 A機關이 Cross-head型이기 때문이다. Cylinder liner는 High-alkali cylinder oil (40~70ppm)를 使用하고 있으므로 磨耗 防止上 많은 利點을 가지고 있다. A船 H船의 磨耗率은 다른 船에 比해 적은 便이다. 그 理由는 A機關이 Cross head型고이 H機關은

船 別	Cylinder liner 磨耗率 (mm/1,000hrs)		Piston ring 磨耗率 (mm/1,000hrs)			主機修理保守 費의 指數 (원/ps/年間)
	FA	PS	#1 ring	#2 ring	#3 ring	
A 船	0.06	0.05	0.48	0.28	0.15	100.0
B 船	0.11	0.07	0.75	0.63	0.45	240.0
C 船	0.16	0.11	1.09	0.84	0.54	329.0
D 船	0.16	0.20	1.74	1.12	0.64	411.0
E 船	0.07	0.06	0.64	0.32	0.15	216.0
F 船	0.07	0.08	0.81	0.64	0.43	374.0
G 船	0.08	0.07	0.54	0.37	0.24	242.5
H 船	0.02	0.02	0.18	0.07	0.04	210.0

Cylinder liner 및 piston ring의 磨耗率과 修理保守費 (指數)

- [註] 1. 本表는 1964年度 및 1965年度의 諸實績集計 資料에서 計算한 것임.
 2. Cylinder liner의 磨耗率은 最大 磨耗位置에 있어서의 값을 使用 1,000時間으로 換算한 것임.
 3. Piston ring의 磨耗率은 切口에서 좀 떨어진 對稱 2位置와 切口 反對方向의 位置의 3個所에서 의 計測值의 平均을 使用 1,000時間當으로 換算한 것임.
 4. 主機 修理保守費의 指數는 Cross-head type인 A船의 年間馬力當의 經費를 100으로 定하고 他의 指數를 表示한 것임. 이 때 A船의 年間 主機 修理保守費用은 1,440,000원이다. 但 檢查費用 包含함.

Chrome 鍍金 liner이기 때문이다. Pistor ring의 磨耗率은 各船마다 差異가 크다. 그러나 Cylinder liner의 磨耗率이 큰 것은 Ring의 磨耗도 크게 되어 있다. Ring의 磨耗率은 B. C. 및 D船에서는 크고 A. G. 및 H船에서는 적다. 前群船에 큰 것은 Trunk type機關으로 負荷率이 큰 때문이고 특히 H船의 값이 他의 1/3~1/2인 것은 liner의 chrome 鍍金에 關係있고 같은 Trunk type 이지만 G船이 比較的 적은 것은 負荷率이 낮은 理由라 하겠다. Ring의 磨耗率이 增大함에 따라서 機關의 運轉狀態는 점차로 不良하게 되므로 Top ring의 磨耗率을 1mm/1000 hrs 을 限界로 그 以內에 있도록 運航管理 및 技術面에서 努力하고 있다. 事實 Top ring이 1mm/1000hrs 을 超過하는 것은 潤滑油消費量의 增大, 開放回數의 增加, 保守 修理費의 增加를 자아 내게 한다.

修理 保守費는 表에서 보는 바와 같이 諸磨耗實績과 同一한 傾向이다. Diesel 機關에 있어서 修理 保守經費의 主된 것은 Piston, Cylinder liner, Cyliner cover, 排氣弁, 燃料噴射系統 및 過給機 等이며 이 部分은 더구나 高溫高壓의 燃燒室의 附近에 位置하고 있다.

NYK-line 某船의 data에 依하면 Cylinder liner의 磨耗量은 5mm 限度로 해서 新換토록 되어 있다. 1,000時間當 Cylinder liner의 最大 磨耗量의 平均値를 9.3/100 mm 年間 平均運轉時間을 5,000時間이라고 하면,

$$5 \div \left(\frac{9.3}{100} \times 5 \right) \approx 10.8 \text{ (年)}$$

即 從前에는 16~18年 使用可能한 Cylinder liner의 壽命이 低質重油를 使用하므로 因하여 10.8年으로 短縮된 셈이 된다. Cylinder liner의 材質에 關한 研究과 Cyliner oil에 關한 새로운 開發이 必要하다.

(b) Cylinder oil 및 助燃劑

Cylinder oil의 消費量은 別로 增加할 必要는 없었고 다만 High-alkali cylinder oil (40~70 ppm)로 그 質을 바꾸었으므로 價格面에서는 큰 差가 없을 것이다. 그러나 Cylinder liner의 磨耗를 減少하기 爲하여 Chrome 鍍金한 liner에 對해서는 他機關의 50% 以上の 消費量이 必要하다.

助燃劑의 添加量은 그 機關의 性能을 감안하여 機關長 或은 Maker의 技術의인 判斷과 指示에 依存하겠지만 一般的으로 Marine diesel oil인 境遇에 1/2,000程度로 使用하던 것을 低質重油에서는 1/1,000~1/1,500로 增加해서 添加하는 것이 普通이다. 低質重油 使用의 機關에서는 系統 潤滑油의 汚損時間이 짧아져서 潤滑油의 壽命이 짧아질 뿐만 아니라 이 汚損 潤滑油로 因한 各軸受의 磨耗가 增大해질 것은 勿論이다. 또 이 劣화된 潤滑油의 淸淨系統에 많은 손질과 保守費用이 必要할 것이다.

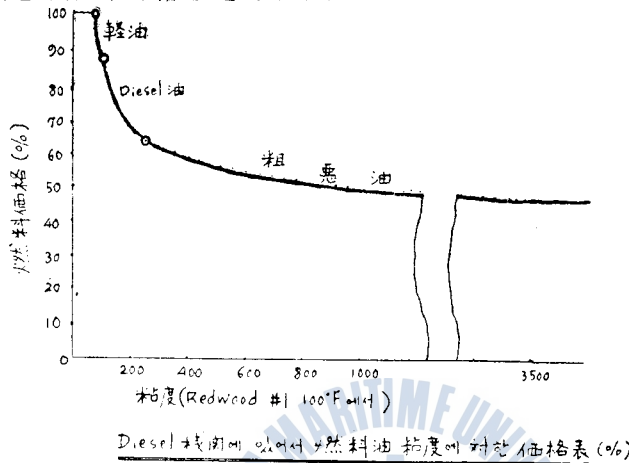
(c) 設備 및 整備費用

燃料油 加熱로 因한 Oil vapour는 人體에 極히 有害하며 또 危險性을 同伴하므로 Exhaust fan 設置는 不可缺하다. 또 앞에서 말한 바와 같이 燃料弁 入口에서의 粘度를 噴射를 爲한 適正粘度로 하기 爲해 燃料油를 加熱하는 燃油加熱器 또 이 加熱된 燃油에 依한 燃料噴射 Pump의 Vapour lock를 防止하기 爲하여 F. O. booster pump를 備置하여야 한다. 그리고 Double botton tank의 Heating을 爲한 Heating coil의 設置 및 F. O. purifier 및 Clarifier의 設置 및 同機 附屬 Heater의 設置가 또한 必要하다. 더구나 低質重油 使用으로 因한 燃料 噴射系統의 磨耗와 故障에 對해서 恒常 留意 保守해야 할 것이다.

(d) 燃料油의 價格 및 消費率

粗惡油는 粘度가 높아 질수록 價格이 싸진다는 것은 一般的인 常識에 지나지 않지만 이 粘

도와 價格의 關係는 粘度가 낮은 領域의 油와 높은 領域의 油와는 서로 다른 것이다. 圖表에서 알 수 있는 바와 같이 輕油 Diesel油(A重油) 등과 같이 粘度가 낮은 領域에서는 粘度—價格의 曲線은 急激하게 下落하지만 粘度가 1,000sec油(RW #1, 100°F)에서 3,000sec油로 높아 갈수록 粘度에 對한 價格의 下落은 완만해진다.



Diesel 機關 燃料油의 粘度—價格表 (%)

그러나 機關의 磨耗 保守는 高粘度油를 使用할수록 增大하고 部分品の 新換頻度가 높아져서 部分品の 交換費用이 粗惡油 使用으로 因한 利益을 超過할 때에는 別저 粗惡油 使用의 利點은 없어 버리게 된다. 그러므로 運航探算上 이 限界點을 어디에 놓는가가 重要한 問題가 되었다. 따라서 各 船會社에서는 이 點을 充分히 考慮해서 機關의 性能, 航路, 燃料消費量 등 各種 Data에 依하여 判斷된 使用油의 經濟的 粘度는 大型 低速機關, 中速機關을 不問하고, 1,000~1,500sec油(RW #1, 100°F) 附近을 採擇하고 있다.

燃料消費率 即 馬力當 時間當 燃料消費量은 低質重油(700sec油)의 境遇가 3gr 程度 많다. 이는 低質重油 使用으로 因한 出力減少(R. P. M. 低下)를 補完해 주기 爲하여 Fuel handle position의 graduation(눈금)을 약간 올리므로써 增加된 것이라고 생각할 수 있다.

(e) 其他 費用

低質重油의 境遇에는 Double bottom tank는 寒冷地域을 航行할 때에나 冬節에는 必히 加熱해서 移送이 可能하도록 해두어야 하고 또 F. O. purifier로서 淨油할 때에는 80°C~90°C 程度 加熱하여야 한다. 이에 必要한 蒸氣發生은 航海中에는 主機廢氣를 利用할 수도 있으나 碇泊中에는 Donkey boiler에서 發生하는 生蒸氣를 使用할 수 밖에 없다. 또 低質重油을 使用하므로써 劣化 促進되는 主機 系統潤滑油의 淸淨라 潤滑油 壽命의 短縮은 앞으로 研究하여야 할 重要한 課題인 것이다.

7. 結 言

以上 低質油 使用에 對한 問題點에 對하여 言及 하였던바 總體의 低質油 使用이 有益하다고 速斷하기는 참으로 主저된다. 燃料消費率은 低質油의 境遇가 많이 떨어진다. 그러나 Cylinder liner의 磨耗는 增加하여 16年 使用可能한 것은 겨우 11年 使用하는 結果가 된다. Piston의 磨耗率은 거의 같고 Ring, F. O. pump, Fuel injector 등 燃料系統은 磨耗가 甚하고 故障의 頻度도 主저 查은 使이고 燃料移送 및 淨油過程에 必要한 加熱蒸氣에 相當하는 燃料費가 增加하게 되는 셈이다. 現今 造船會社에서는 新造船에 3,500sec油 까지의 燃料油를 使用 可能하도록 諸

機器 및 設備을 갖추고 있으나 低質油 使用으로 인한 燃料費 節減과 反對로 이로 인한 保守, 修理, 管理 等의 保船費用의 增加로 最高 1,500sec油를 上廻하지 않은 低質油로 멈추고 馬力 增大를 爲하여 차츰 低質油 使用의 中速機關이 出現하고 있다. 그러나 向後 機關 重要部分의 材料와 機器의 새로운 開發 그리고 燃料油의 性狀의 改善과 完全한 燃燒管理가 이루어지면 運航採算上 더욱 粗惡한 低質重油로 使用範圍는 漸次 넓어질 것이다. 끝으로 低質重油 使用에 對하여 一般의인 留意 事項을 들면 다음과 같다.

- I) 同粘度의 것이라도 物現的 및 化學的 性狀이 良質인 것을 選擇해야 한다.
- II) 燃料油 및 潤滑油의 船內清潔에 恒常 留意하여 管理하여야 한다.
- III) Settling & Service tank의 drain을 可能한 限 자주 排出하여야 한다.
- IV) 燃料油系統 機器의 點檢 整備를 徹底하게 해 두어야 한다.
- V) 燃燒狀態를 良好하게 하기 爲하여 溫度管理 및 燃油壓力 等に 留意하여야 한다.
- VI) 運轉諸元을 標準狀態로 維持하도록 Cylinder 內部的 Piston ring, Liner, 掃排氣孔 등을 깨끗한 狀態로 손질하여 壓縮壓力도 適當히 維持하여야 한다.
- VII) 排氣의 溫度와 색깔에 恒常 留意해야 한다.
- VIII) 高粘度油로 될수록 Grarity tank (Head tank라고도 함)의 壓力下에서 燃油 加熱溫度를 必要한 溫度까지 올리면 壓力降下로 인한 燃料油의 Vapour lock 現象이 생기므로 主機 燃料油 加熱器 앞에 F.O. booster pump(Pre-pressure pump라고도 함)을 設置해야 한다.
- IX) 低質重油는 Ignition lag의 期間이 길므로 指壓圖에 依한 判斷으로 F.O. injection Pump의 Timing을 $1^{\circ} \sim 2^{\circ}$ 前進할 必要가 있을 것이다.
- X) 高溫加熱에 依한 Gas 發生으로 機關室內의 空氣가 汚染되고 火氣에 依한 Gas 爆發이 危險하므로 換氣에 留意하여야 하고 特히 排氣 Fan의 增設이 考慮되어야 할 것이다.

8. 參考文獻

- 1) American petroleum of institute.
- 2) Technical note for Shell, Esso and Showa oil.
- 3) Operation & maintenance instruction for MAN, Sulzer, B & W, UEC & Götaverken.
- 4) The motor ship (1962. 4 ~ 1965. 12)
- 5) ASTM Standard viscosity-temperature chart.
- 6) 燃料油と 潤滑油 (小川勝著)
- 7) 日本船舶機關士會誌 (1963 ~ 1965)
- 8) 日本郵船機關士會誌 (第35號. 昭和 43年 2月)
- 9) 日本船用機關學會誌 (1967-4 vol. 2-No. 2, 1967-10. vol. 2-No. 5)