

◎ 解 說

國產潤滑油의 生産實態와 潤滑管理의 問題點

金 正 童*

I. 머 리 말

潤滑劑를 모든 裝備에 使用하여 減磨作用을 돕는 問題는 古代 文明 時代부터 始作되어 왔으며 오랜 세월 동안에 꾸준히 研究되어 왔다.

특히 英國, 美國 등 先進國에서는 이미 오래 전부터 各界, 各分野의 人士들의 研究協力을 얻어 單純한 潤滑이라는 概念등으로는 問題해결이 안되겠다는 見地에서 トライ블로지(Tribology)¹⁾라는 새로운 學問分野를 形成하였다.

한편 우리 나라에서도 最近에 潤滑管理라는 말이 使用되기 始作하여 保全管理의 일환으로 機械에 正確한 潤滑을 行하고 潤滑로 부터 일어나는 故障이나 性能低下를 없애고 機械나 裝置의 安全運轉을 꾀하여 生産性 向上에 寄與하고 있다.

潤滑管理는 技術管理와 資材管理로 區分할 수 있으며 技術管理는 潤滑劑의 올바른 選定과 設計상의 目的대로 性能을 維持하고 保守의 完全을 期함을 뜻하며 資材管理는 所要資材의 購入에서 保管, 支拂 그리고 일단 使用한 潤滑劑의 後處理를 包含한다. 潤滑油는 使用할 裝備의 種類와 使用條件이 大端히 複雜하고 機械의 性能向上에 따라서 使用되는 潤滑油도 良質이 要求되고 있다.

이에 따른 우리나라의 潤滑油 生産實態 및 潤滑管理의 一般問題를 검토하고자 한다.

II. 國產潤滑油의 生産實態

潤滑油는 精製方法에 따라 普通精製油와 溶劑精製油로 구분되는데 溶劑精製油는 furfural, cresylic acid, phenol 등의 溶劑를 使用하여 精製하는 方法으로 良質의 潤滑油를 얻을 수 있으며, 普通精製油는 酸, 알카리, 백토등으로 精製하는 方法으로 精製도가 낮으므로 潤滑油의 使用 수명이 짧다.

또한 粘度指數²⁾에 따라 高粘度指數油(H. V. I), 中粘度指數油(M. V. I), 低粘度指數油(L. V. I)로 區分한다. 高粘度指數油는 粘度指數 80以上을 말하며 中粘度指數油는 粘度指數 35~80을 말하고 低粘度指數油는 粘度指數가 35以下를 말한다.

表 1은 1978年度 H. V. I 및 L. V. I의 國內 maker別 生産實績인데 여기서 H. V. I는 粘度指數 80以上을 나타내며 L. V. I는 粘度指數 80以下를 나타낸 것이다.

우리 나라는 潤滑油 總生産量의 46.7%가 陸上內燃機關用 潤滑油인데 이중 상당한 量이 船舶用 內燃機關用으로 消費되고 있다.

表 2는 유류검사소의 年度別 潤滑油 檢査實績인데 1973年の oil 파동 이후 1974년에는 生産量이 전혀 증가되지 않았으며 '77년 '78년에는 경기의 호황에 따라 潤滑油 生産量도 年間 20%以上 증가하였다.

* 正會員, 極東精油(株)

1) 1966年 英國의 H. P. Jost가 主擧한 F L W(Friction, Lubrication and Wear)委員會에서 提案되었으며 서로 運動하고 있는 表面에 關한 科學과 技術 및 여기에 關連되는 實際의 諸問題로 定義됨.

2) 粘度指數는 溫도의 變化에 따른 潤滑油의 粘度變化를 나타내는 것으로 粘度指數가 높다 함은 溫度變化에 따라 粘度의 變化가 적고, 점도지수가 낮다 함은 反對로 溫度變化에 따른 점도의 變化가 크다는 뜻임.

表 · 1 1978年度 潤滑油 業體別 生産實績

단위 : D/M

품목	업체명	구동원											품목별 소 계	합 계	
		정유	석유	석유	공산	대정유	동남석유	미성유	창유	모코리아	천미광유	호남유			한일정유
육상내연기관 활유	HVI	73,860		211,817	698			50	60,165	4,500	117,654	6,421	9,202	484,367	421,839
	LVI	9,833		446	560			30	6,710	2,192	1,142	5,127	11,427	37,467	
시린터유	HVI	1,467		662							28			2,157	9,435
	LVI	6,067			336					875				7,278	
기계유	HVI	1,480		2,000					266		4,935	30	100	8,811	22,054
	LVI	11,740			400		130			35			938	13,243	
기어유	HVI	11,070		36,016	750				12,795	1,039	12,525	18	1,005	75,218	157,275
	LVI	52,526			5,190		622	2,170	2,007			18,249	1,293	82,057	
절연유	HVI														57,718
	LVI			294		17,030	26,960			7,361			6,073	57,718	
스핀들유	HVI	3,617		485					945	225	201		144	5,617	21,074
	LVI	2,581				230	5,960	40	1,291			30	5,324	15,456	
냉동기유	HVI	2,793		331										3,124	3,822
	LVI	42								95		452	109	698	
선박내연 기관 활유	HVI	30,719		16,763	2,175		170	3,412	833	18,465	3,520			76,058	77,193
	LVI	715			240				150		30			1,135	
다이내모 유	HVI			7,557						17				7,574	7,656
	LVI									52		30		82	
프로세스 유	HVI													350	77,518
	LVI	3,629					67,980	2,550	2,490		100	419		77,168	
로오프유	HVI														28,158
	LVI	8,180			2,260		121		2,370		14,410	817		28,158	
터빈유	HVI	3,707		26,608	1,308									31,624	31,623
	LVI														
공작기계 유	HVI	39,834		8,978	3,116		307	20,208	2,201	21,043	1,516	2,594		99,784	99,784
	LVI														
소 계	HVI	169,201		311,220	8,047		57	98,141	8,817	174,853	11,505	13,045		795,359	1,115,823
	LVI	95,314		740	8,986	17,260	101,803	11,470	18,919	1,142	38,398	26,432		320,466	
업체별	합계	264,515		311,960	17,033	17,260	102,330	109,611	27,736	175,995	49,903	39,477 ¹⁾		115,823	

表·2 年度別 潤滑油 檢査實績

단위 : kℓ

年度	71	72	73	74	75	76	77	78
品目								
육상내연기관용 潤滑油	41,834.4	49,089.2	63,477.6	52,769.4	57,456.6	67,715.1	89,158.7	104,367.87
시린더油	14,733.6	12,943.0	1,293.2	501.6	309.0	630.8	2,551.4	1,887
機械油	4,053.6	5,648.0	8,940.4	11,936.2	12,044.8	15,543.4	4,832.4	4,411.04
기어油	11,735.8	9,993.2	30,285.8	33,285.2	31,396.6	36,627.7	30,020.8	31,455.68
절연油	2,893.2	2,827.0	5,028.8	6,809.4	6,013.8	5,540.3	9,613.8	11,543.60
스핀들油	54	525.4	1,316.2	1,528.8	2,036.4	3,693.5	3,413.2	4,215.01
냉동기油	—	8.0	56.0	189.2	533.8	615.6	804.0	764.57
선박내연기관용 潤滑油	719.6	2,860.6	5,041.0	7,702.0	8,649.4	9,233.9	12,925.4	15,438.44
다이나모油	—	212.0	—	8.0	386.4	46.2	934.1	1,531.44
프로세스油	—	—	—	—	2,992.6	8,022.7	15,081.6	15,503.60
로오프油	—	—	—	—	—	—	4,932.6	5,631.60
터어빈油	—	—	39.8	620.0	490.4	708.2	4,569.9	6,324.86
工作機械油	—	—	—	—	—	—	12,532.8	20,090.36
燒玉機關油	5,151.0	7,162.2	4,406.4	4,134.2	7,507.6	5,540.3	—	223,165.00
合計	81,184.2	91,268.6	119,885.2	119,484.0	129,817.4	153,917.7	191,370.7	446,330.7

또한 '74년부터 '78년 사이에 消費量이 2배로 增加했다.

그리고 시중에는 사용한계가 넘은 潤滑油를 수거하여 산치리를 하여 流通되는 不良 潤滑油도 가끔 發見되며 群小 精製業체에서 生産하는 潤滑油의 一部는 充分한 溶媒處理를 하지 않고 生産하므로 潤滑油의 物理的 性質은 同一하다고 하더라도 化學的인 안정성이 떨어 지므로 潤滑油의 劣化 速度가 빠르며 機械의 摩滅이 빠르므로 潤滑 管理者는 이런 潤滑油를 使用하지 않아야 할 것이다.

Ⅲ. 潤滑管理의 實施方法

機械에 올바른 潤滑을 實施하여 潤滑上의 故障가 없게 機械와 設備의 安全 運轉을 보장하고 生産性を 향상하여 원가를 절감하고 經營 合理化에 目的을 두고 있는데, 安全運轉을 보장하는 예방보전(preventive maintenance=PM) 업무

의 일환으로 潤滑管理의 効果적인 實施를 위해서는 機械가 必要로 하는 適正油를 選擇해야 하며 올바른 給油方法으로 適時에 適量을 給油해야 한다.

그러나, 船舶의 裝備種類, 型式 등에 따라 實施方法은 달라 지게 된다.

가. 適正油의 選定

船舶用機關의 油種 選定에 있어서는 航行目的이 內航인가, 또는 外航인가에 따라 補給의 容易性을 考慮해야 하며, 多目的으로 使用이 可能한 油種으로 統一하여 油種의 單純化를 期해야 한다.

또한 價格과 性能을 검토해야 할 것이며 oil maker, after service등을 고려해야 한다.

一般的인 選定基準은 經濟적이고 효율적인 運轉을 하기 위해서 機械의 種類, 型式, 馬力, 潤滑方式에 따라 달라지며 특히 engine oil은 使用 燃料油에 따라서 달라져야 한다.

engine oil의 요구조건은 carbon生成이 적

고, 生成 carbon이 軟質이어야 하며 熱安定性이 좋아야 한다. 한편 油膜強度가 크며 淸淨, 分散性이 좋고 水分離性이優秀하며 氣泡發生이 적은 것이 要求된다.

나. 潤滑油의 保管管理

潤滑油를 合理的인 方法으로 구입하여 알맞는 方法으로 保管管理하기 위해서는 탱크內를 充分히 洗滌하고 注油하여 水分, 먼지등 異物이 들어가지 않도록 하여야 한다. 溫度差가 甚한 場所, 濕度가 높은 場所에서의 貯藏은 피하는 것이 좋으며 汚損을 防止하기 위해서 使用中인 容器의 덮개는 確實히 하고 용기를 세우지 말고 눌려 두어야 한다.

또한 定期的으로 使用油의 分析을 行하여 최초로 주유한 潤滑油와 정상 變化를 파악하여 適切한 時期에 使用油의 交換을 行하여야 한다.

引火性油의 貯藏, 取扱은 火氣에 注意를 해야 하며, 폐유 및 회수유의 有用한 利用, 處理를 해야 한다.

다. 給油 管理

潤滑油를 使用하게 되면 점차 變質, 劣化되므로 潤滑油의 性能이 低下된다.

그러므로, 可能한 限 使用壽命을 延長하기 위해서는 潤滑油의 變質原因을 없애고 潤滑油 탱크의 金屬磨分, 먼지, 水分등을 除去하는 同時에 良質의 新油를 補給하여야 하고 潤滑油의 循環量을 增加시키며 油冷却器를 자주 整備해서 system油의 溫度를 높이지 말아야 한다.

그리고 sump tank 油量이 적으면 빨리 劣化하므로 適切히 新油를 給油하고 潤滑油의 循環經路는 可能한 限 密閉狀態로 維持해서 空氣와의 接觸을 避해야 한다.

또한, 油冷却器에서 물이 漏洩하지 않도록 注意하고 潤滑油 循環系統에 金屬磨分, 먼지등의 不純物이 侵入하지 않도록 하고, 侵入된 것은 빨리 除去해야 하며 燃料油나 燃燒生成物, 冷却水등이 循環油(system oil)에 混入되지 않도록 機關을 開放했을 때는 充分히 整備해야 한다.

潤滑油는 아무리 良質이고 使用條件이 좋아도

長期間 使用하면 점차로 變質해서 色相이 진해지고 比重, 酸價, 灰分, 殘留炭素分, 水分등이 增加해서 粘度, 油性, 界面張力, 抗乳化性, 絶緣性, 引火性, 流動性 등 諸性質이 變化한다. 그러므로 潤滑油가 어떠한 限度까지 變質, 劣化하면 潤滑作用이 甚히 低下해서 事故의 原因이 되므로 使用限界가 초과한 潤滑油는 再生해서 使用하거나 新油로 交換해야 한다.

따라서 潤滑油의 劣化程度를 判定해서 事故를 未然에 防止할 수 있도록 潤滑油의 使用可能限度를 定한다는 것은 대단히 중요한 일이다.

그러나 潤滑油의 變質劣化의 條件이 多種多樣하고 潤滑油에 要求되는 性狀의 限度도 一定하지 않으며 가령 어떠한 事故가 潤滑油의 劣化에 의해서 發生될 수 있다고 하더라도 그 事故가 潤滑油 以外的의 여러 가지 問題와도 密接한 關係가 있으므로 潤滑油의 使用可能限度를 正確히 決定한다는 것은 대단히 어려운 問題이다.

그러므로 潤滑油의 使用可能限度를 判定하기 위해서는 그 使用機械의 種類와 運轉條件, 材質, 潤滑油의 性狀, 陸用이나 舶用이나, 燃料油가 무엇이나 등에 따라 使用油의 分析項目과 判定基準值를 決定하여야 하고 使用油의 性狀을 代表할 만한 試料를 採取해서 分析하고 檢討해야 한다.

表·3은 潤滑油의 一般的인 使用限界를 表示한 것이다.

表·3 엔진潤滑油에 있어서 使用油 管理基準

種目 項目	內燃機關用 油		터어빈油	기어油	유압유
	陸用엔진	船舶用엔진			
引火點°C	新油보다 45°C 감소	新油보다 45°C 감소			
水分 %	0.2以下	1.0以下	0.2以下	1.0以下	0.1以下
全산가 mg KOH/g			0.3以下	1.0以下	1.0以下
全알카리 가 mg KO H/g	사용연료 유의 S 함량 + 0.2% 이상	사용연료 유의 S 함량 + 0.2%			
n-heptane 불용 해분 %	4.0以下	3.0以下		1.0以下	0.2以下

(1) 引火點

diesel engine system油 중에는 運轉中 大體적으로 漏泄, 가스貫流(blow down) 등에 의해 燃料油가 混入하여 引火點을 低下시킨다.

引火點이 저하되면 화재의 위험성이 있을 뿐만 아니라 低引火點으로 될 수록 加열에 의한 氣化 및 低粘度에 의한 누설 등의 원인으로 潤滑油의 消費量이 증가한다.

(2) 水分

engine system油에는 運轉中 jacket水의 混入, crank室內에 空氣中の 濕分混入 또는 燃燒 가스의 貫流등에 의하여 약간씩 水分이 혼입된다.

油中の 水分은 乳化를 촉진시키고 金屬面의 腐蝕磨滅에 영향을 미친다.

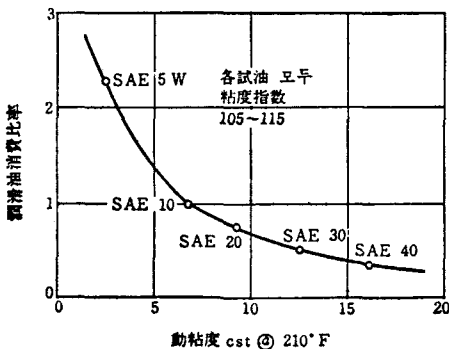
(3) 粘度

燃料油 또는 低粘度油의 漏入에 의하여 粘度가 低下되고 한편에서는 sludge, 添加劑등에 의한 重縮合物質 및 固形物, 高粘度油의 漏入에 의하여 粘度가 上昇하고 이 相反되는 경향 중 어느 것이 강항가에 의하여 sytem油의 粘度低下 또는 上昇이 일어나게 된다.

潤滑油의 粘度가 낮아 지면 耐荷重能力이 減少되기 때문에 摩擦面에 壓力油膜의 生成維持가 곤란하게 되고 그 결과 金屬끼리 접촉하여 燒損, 磨滅의 原因이 된다.

반대로 粘度가 增加해도 含有하는 sludge, 不純物 등 때문에 油膜이 절단되어 燒損, 發熱, 摩擦馬力의 增加로 磨滅의 原因이 된다.

潤滑油의 粘度增減에 대한 許容值의 決定은 理論的으로도 經驗的으로도 아주 곤란하다.



그림·1 潤滑油의 粘度와 消費比率 관계

一般的 經驗으로 system油의 粘度變化는 新油에 비하여 ±25% 정도를 許容值로 잡고 있다.

潤滑油의 消費量은 engine maker에 따라 약간의 차이가 있으며 粘度와 消費量은 그림.1에서 보는 바와 같이 粘度가 낮을 수록 消費量은 急增한다.

그림.2는 粘度指數에 따른 潤滑油 消費量 關係를 나타내는 그림인데 그림에서 보는 바와 같이 粘度指數가 높을 수록 消費量이 적어진다.

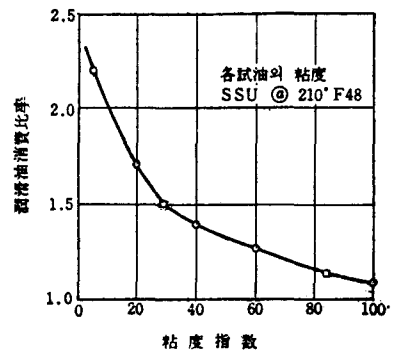


그림.2 潤滑油의 粘度指數와 消費比率 관계

(4) 全酸價

潤滑油의 劣化程度를 判定하는 가장 重要한 項目이며 sludge가 發生하면 全酸價가 거의 비례적으로 증가한다.

一般的으로 低質重油를 使用하는 디젤機關에서는 酸價의 上昇이 대단히 빠르나, 터빈油中에는 精油技術의 進歩와 添加劑의 發達로 劣化하여도 酸價가 거의 上昇되지 않는 것도 있다.

潤滑油의 PH價와 運轉時間과 베어링 腐蝕磨滅量과의 關係를 그림.3에 圖示했다.

PH價는 運轉時間의 증가와 더불어 酸價가 4 까지는 갑자기 低下하나 일반적으로 PH價 4 以下の 強酸價의 增加量은 약간이고 따라서 PH價의 低下는 완만하게 된다. 베어링 金屬의 磨滅量은 潤滑油의 PH價가 4以上の 弱酸分일 경우에는 약간이나, 4以下の 強酸을 포함하고 있는 경우에는 갑자기 增加하고 潤滑油의 PH價는 베어링部의 腐蝕磨滅과 밀접한 關係가 있다.

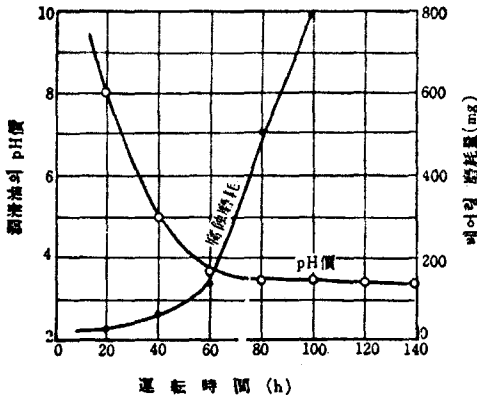


그림. 3 潤滑油의 PH價와 腐蝕磨減의 관계

(5) 全 알카리價

硫黃分이 많이 含有된 燃料油를 使用하는 디이젤機關用의 cylinder油와 system油를 같이 使用하는 트링크 型에서는 燃燒에 의해서 생기는 黃酸이나, 潤滑油의 酸化로 생기는 有機酸, sludge 등의 障害物質을 豫防하기 위해서 高鹽基性的의 淸淨分散劑를 많이 添加해서 使用한다.

그러므로 디이젤機關用 潤滑油의 鹽基價는 油中の 酸中和性 淸 아니라 潤滑油의 淸淨分散性을 判斷하는 重要한 項目이다.

潤滑油의 全알카리價가 2mgKOH/g 以下로 되면 그림.4에서 보는 바와 같이 磨減量이 갑자기 增加하는 것을 알 수가 있다.

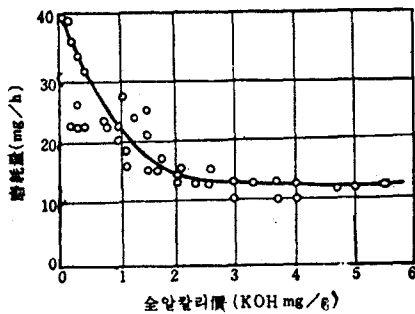


그림. 4 潤滑油의 全알카리價와 磨減量

(6) 不溶解分

潤滑油는 使用中에 酸化 重縮合作用을 일으키고, 또 燃燒生成物이 混入하든지 金屬磨減粉, 녹, 먼지 등이 함유되어 있기 때문에 각종 不溶解分

이 생긴다.

不溶解分은 pentane, n heptane 등에 溶解시켜서 潤滑油속의 固形物을 測定하며 그림.5는 潤滑油속의 固形物의 生成量과 燃料油 消費量을 나타낸 그림이다. 그림.6은 潤滑油 속에 포함된 먼지 粒子的의 크기와 톱링(top ring) 磨減傾向과의 關係를 圖示한 것이다.

결과적으로 보아 粒子的의 크기가 20~30 μ 정도의 것이 가장 磨減을 촉진시키는 것을 알 수 있다.

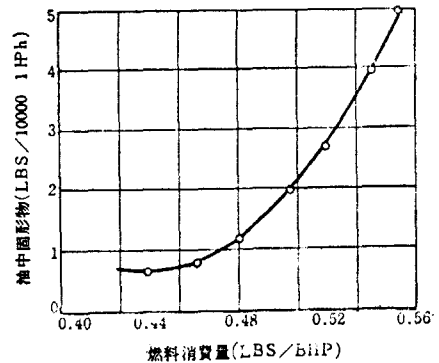


그림. 5 潤滑油 속의 固形物과 燃料消費量의 관계

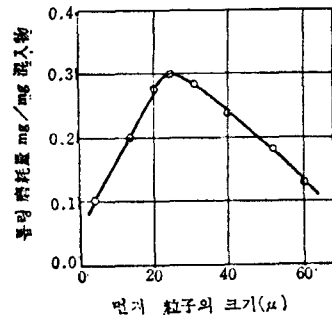


그림. 6 먼지 粒子的의 크기와 磨減

다. Flushing

새로운 機械의 循環系統에 처음으로 넣을 경우, 또는 循環系統의 기름이 汚損,劣化하여 新油와 交換하는 경우, 潤滑油의 使用性能을 充分히 發揮하기 위해 순환계통 및 크랭크室등을 충분히 洗淨하기 위하여 洗滌劑 또는 洗滌油를 使用하고 使用中에 생긴 sludge 및 외부에서 侵

入한 異物質을 깨끗이 洗滌해야 한다.

flushing油는 低粘度이며 高引火點을 가져야 하고 淸淨分散性이 좋아야 한다.

flushing方法은 機械에 따라 다르므로 oil maker의 자문을 받는 것이 좋을 것이다.

Ⅳ. 潤滑管理의 점검 및 성과

給油의 合理化를 위해 집중급유, 自動給油 方式의 채용 등 효과적인 작업기본의 확립이 必要하다.

給油에 관해서는 適量의 給油를 엄두에 두어야 하고 마찰면의 潤滑狀態를 관찰하여 급유기의 불량, 누설, 機械의 發熱, 소음 등은 빨리 정비 保守하여 점검과 보존업무가 잘 유지 되도록 하여야 한다.

급유기의 適定油面은 滴下給油일때는 oil cup 높이의 1/3以上을 유지해야 하며 循環給油 일때는 탱크油面 높이가 運轉中에는 1/2以上 静止中에는 9/10정도를 유지 해야 한다. 또한, 機力 給油일때는 潤滑油 容器 높이의 1/3以上을 유지 하고 유육급유, 비산급유 일때는 機械別로 정해진 機器의 適定油面을 유지 해야 한다.

그리고 潤滑油의 누손이 10초에 한방울 씩 떨어지면 年間 150ℓ를 버리게 되므로 運轉관리자는 機械를 항상 점검하여 누유部를 保守해야 할 것이다.

그러나, 돌발적인 수리를 계획적인 수리로 바꾸어 定期的인 검사, 조정등을 실시하여 고장이나 性能低下에 의한 損失보다 예방, 보존의 비용이 상회하는 設備에 있어서는 일종의 투자로 생각하고 適用하는 것이 좋다.

경우에 따라서는 故障이나 性能低下가 發生함에 따라서 수리 하는 사후보전(breakdown maintenance)이 유리하다.

潤滑管理의 實施는 일시적으로 潤滑油의 비용이 높아질 지 모르나 給油量이 적어지게 되며 일반적으로 潤滑劑의 구입 비용은 賣出額의 0.1

%以下에 이르고 潤滑管理의 實施에 의해서 매상고의 약 1.23%를 절감하고 있는 機械의 보전 수리비를 10~25%정도 절감할 수 있다.

즉, 기계 보전비용의 1년간 節約으로 2~3年分의 潤滑劑 비용을 대체해 주며 또한 본래 目的인 潤滑에 의한 機械의 突發의 故障, 運轉静止에 의한 生産損失을 줄일 수가 있다.

Ⅴ. 맺는 글

潤滑管理는 現場에서 使用하는 各種 裝備에 必要로 하는 適正油를 選擇하여 適時에, 適法으로, 適量을 給油하고 機械의 障害를 早期發見함으로 事故를 未然에 防止하며 使用 限界가 넘지 않는 潤滑油를 使用하여 機關保護와 裝備의 수명연장으로 機關稼動率의 向上과 潤滑油의 소비절약을 圖謀할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. 田大熙, “潤滑과 潤滑劑 管理”, 1977, 韓國海洋大學
2. 鄭善談, “潤滑工學”, 1975, 東明社
3. 小幡武三, “內燃機關 潤滑油” 1963, 山海堂
4. 堀口 博, “潤滑油とグリース” 1971, 三共出版(株)
5. 金炳建, “石油事典” 1974, 文化堂出版社
6. 1979, “운활의 실제와 관리” 극동셀정유(주)
7. 金應淳 “선박용 운활유의 기초” 1975, 〃
8. “韓國의 産業” 1976(Ⅱ). 韓國産業銀行
9. “潤滑管理” 1976. 6. 9. 12. 韓國油類試驗檢査所
10. “潤滑管理” 1977. 4. 7. 10. 12 〃
11. “潤滑管理” 1978. 3. 12 〃
12. “潤滑管理” 1979. 5. 〃
13. O'Connor & Boyd, “Standard Handbook of Lubrication Engineering” 1976, McGraw-Hill.
14. W. L. Nelson, “Petroleum Refinery Engineering” 1958, McGraw-Hill
15. Dudley D. Fuller, “Theory and Practice of Lubrication for Engineers” 1956, Chapman & Hall