

低質油 使用에 依한 Cylinder liner 의 磨耗 및 그 對策

金 喜 澈

Wear of cylinder liner due to the use of heavy fuel oil
and their remedies

Kim Hi Choul

Abstract

The principal deterrent to the use of heavy fuel oils has been resulting increase in rate of liner wear. Renewal of liners is the most expensive item in maintenance costs and, if it is required too often, may nullify the gains resulting from the use of cheap fuel.

The wear of cylinder liners is mainly due to sulphur contained in fuel oil, but there is no way to get rid of it at the present time. This paper intends to find out the causes of cylinder liners and to suggest preventive measures against them.

<目 次>

- | | |
|--------------------------------|---------------------------|
| 1. 序 論 | 6. 對 策 |
| 2. Cylinder liner 磨耗의 形狀과 그 原因 | ① 低質油의 處理方法 |
| 3. 磨耗의 程度 | ② Cylinder 油 |
| 4. 燃料油 性狀에 依한 磨耗의 性向 | ③ Cylinder Jacket의 冷却水 溫度 |
| 5. 燃料油의 一般要性 | 7. 結 論 |

1. 序 論

低質重油를 Diesel Engine 에 使用한 것은 20 數年前 부터 歐洲에서 研究되었던 것으로 現在는 많은 Engine 에 實用되고 있고, 低質油를 使用할 境遇에 Diesel oil 를 使用할 때와 比較해서 다음과 같은 問題가 있다.

- ① Piston Ring 과 Cylinder liner 의 磨耗의 增加
- ② Piston Ring 의 膠着과 折損의 增加
- ③ 殘渣에 依한 燃燒室과 Cylinder 의 汚損의 增加
- ④ Two cycle Engine 의 掃排氣孔 中에서 Deposit 의 增加

Piston 式 機關이 故障 없이 長期間 作動하는 동안 漸次 老化하여 作動이 衰退하여 가는 變化는 Piston Ring 의 磨滅과 Cylinder 의 磨耗로서 나타나는 現狀이다. 其他 磨擦面의 磨滅, 締付

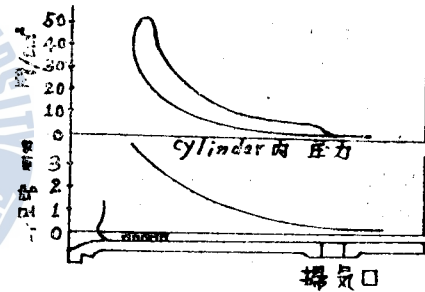
의弛緩等도 시간이經過함에 따라發生하는現狀이나, 이것들은適切히調節하여機能을保持할 수 있지만,調節할 수 없고,結局은新品과取替하지 않으면 안될 點分은 Piston Ring, Cylinder 等이고, 이것은機關保守費中에서經費와 시간이 가장 많이必要하게 되는 것이다. 近來大型 Diesel 機關에 低質油를 燃料油로 使用하여 經濟的效果의 裏面에 Cylinder의 磨耗가 急速히 增加하여 經濟效果를 相殺하든가 때로는 逆效果를 招來하는 境遇도 있다. 이와같은 Piston Ring 이나 Cylinder liner 의 磨耗의 增加는 燃料油中에 包含되어 있는 硫黃分에 依한 影響이 크고 이 硫黃分을 除去하는 方法이 없는 것이 現實情이며, 硫黃分이 燃燒하여 硫酸이된 境遇에도 氣相의 狀態이면, 排出 Gas와 같이 排出하여 被害가 없을 것이나, 이것이 凝縮하여 腐蝕作用을 하는에 問題가 있는 것이다.

2. Cylinder liner 磨耗의 形狀과 그 原因

Cylinder liner 의 磨耗는 機關을 使用하면 不可避한 損耗이다. 機關保守의 經費中 最高를 占하고 있는 關係로 磨耗를 적게 하도록 講究하는 것은 機關製作者 使用者를 莫論하고 格別히 留意할 點이라고 본다. 特히 近來 機關에 廉價인 低質油를 使用하면서 Cylinder liner 의 磨耗는 倍增하여 取換費와 工事期間의 損失은 莫大하게 되었다.

그 磨耗의 狀況은 大略 圖 1과 같다. 즉 壓力이 높은 곳이 磨耗도 많고, 同時에 溫度도 最高이기 때문에 潤滑이 不良狀態에 있다.

Piston 第一 Ring 位置附近의 磨耗가 甚하며 이것은 最高의 燃燒壓力을 그의 背面에 받아 liner 에 壓着하게 되고, 더욱 Piston 運動上 靜止摩擦이 되는 外에 潤滑의 困難, 高溫의 燒燃 gas 의 侵蝕炭化된 油渣의 混入等 惡條件狀態에 있기 때문이다.



Cylinder liner 의 磨耗의 傾向과 Cylinder 內 壓力 (B&W. 740D×1600機關) <圖 1>

3. 磨耗의 程度

Cylinder liner 의 磨耗가 直徑의 約 0.5% 程度 以上이면, 機關은 壓縮度가 低下하여 始動性이 惡化되고, 燃燒不良狀態로 된다. 또한 磨耗가 0.7% 程度로 進行하면 性能低下는 顯著하게 되며 機關操縱에도 支障을 招來하기 때문에, liner 를 新換하지 않으면 안된다. liner 式이 아닌 Jacket 一體型은 Boring 하여 圓筒度를 修正하여 適合한 新 Piston Ring 을 裝置하여 使用할 수 있으나, 再磨耗修正時에는 Piston 의 Clearance 가 過大로 되기 때문에 Cylinder 또는 Piston 을 新換하여야 한다.

磨耗의 程度는 機種 또는 使用條件下에서 相異하나 大略 다음과 같다.

4 Cycle Trunk Piston type	<0.1mm/1000h
2 Cycle Trunk Piston type	<0.15 "
2 Cycle Cross head type	0.15~0.30 "
大型 C 重油機關	0.20~0.40 "

上記한 磨耗率은 平均的인 것이며 磨耗의 進行狀況은 機關初期使用時에 小型機關은 1,000時間 大型機關은 3,000時間 程度에서 初期 磨耗期에 進行이 빠르며, 漸次 定常磨耗 狀態로 된다.

4. 燃料油 性狀에 依한 磨耗의 性向

燃料油의 性狀은 Cylinder liner의 磨耗에 特히 影響을 미친다. 一般으로 良質燃料油를 使用할 때는 燃燒가 良好하여 殘渣도 적고, 그의 媒도 乾燥한 微粒로 되어 比較的 容易하게 排氣中으로 排出되기 때문에 磨耗가 적다. 低質油는 燃燒殘渣가 많고, liner나 燃燒室周壁에 粘結固化하여 粗炭化分으로 되어 liner를 機械的인 磨耗와 Piston Ring의 膠着을 誘因하게 된다, 이와 같이 低質油는 機關의 性質維持나 保守上 많은 問題가 隨伴되나 價格이 Diesel油에 比해서 3~7割 平均 5割程度 低廉한 關係로 低速 大型機關에 經濟性이 높은 燃燒料油로써 널리 使用되고 있다.

低質油(C重油)는 直溜釜殘油 或은 分解殘渣로 燃料油狀은 最下이고 取扱法도 適切치 못한 關係로 6個月 程度 使用後에 Cylinder liner의 磨耗가 甚하여 新換한 例도 있다. 또한 事前處理하여 使用時에도 低質油(C重油)는 Diesel oil(A重油)에 比해서 約 2倍의 磨耗率을 나타내는 것이 一般的이다. 磨耗의 主因은 含有되어 있는 硫黃分이고, 더욱 殘留炭素分이나 灰分, 水分 등은 모두 磨耗促進作用을 하며 이와같은 有害인 不純分을 低質油는 多量 含有하고 있다. 硫黃分은 高分子炭化水素와의 化合物로써 存在하고 있기 때문에 遠心分離가 不可能하고, 燃燒하여 SO₂로부터 SO₃로 되고, 燒料中の 水素의 燃燒로부터 發生된 水分과 化合하여 硫酸으로 되고 liner를 腐蝕磨耗하며 腐蝕面은 Piston Ring의 摩擦運動으로 化學的 機械的인 磨滅이 增進된다.

liner의 表面溫度가 H₂SO₄의 露點以上이면 腐蝕作用은 이리나지 않으나 H₂SO₄의 大氣中の 露點은 290°C 이고, 濃度가 減少하면 露點도 低下한다.

liner 表面의 露點은 gas의 壓力, 溫度, 空氣의 相對濃度, 存在하는 酸素의 量 등 여러가지 影響을 받아 決定하기 困難하나 參考로 High의

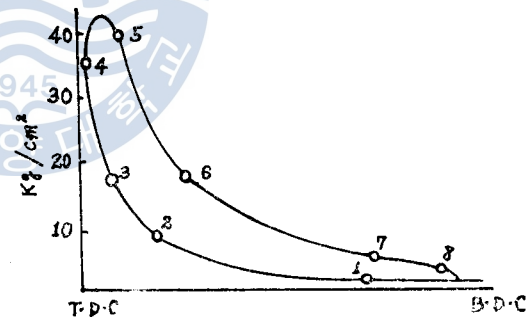


表1 gas의 露點(2Cycle Engine) (拔萃)

線圖 의 點	空氣		空氣濕度 50% 30°C					空氣濕度 100% 30°C				
	gas kg/ cm ²	or gas 溫 度 °C	水分의 蒸氣壓 mmHg	露 點 °C				水分의 蒸氣壓 mmHg	露 點 °C			
				H ₂ O	H ₂ SO ₄ 20%	H ₂ SO ₄ 60%	H ₂ SO ₄ 95%		H ₂ O	H ₂ SO ₄ 20%	H ₂ SO ₄ 60%	H ₂ SO ₄ 95%
1	1.1	80	19.6	22	24	52	184	36	32	34	64	200
2	6.5	335	116	55	57	90	230	213	68	70	105	248
3	16.0	445	285	74	76	112	217	522	90	92	129	276
4	34.0	550	606	94	96	133	281	1115	111	113	152	303
5	38.0	1450	2120	133	135	172	329	2650	139	141	180	339
6	16.5	1275	920	106	108	146	297	1140	112	114	153	305
7	5.2	940	291	75	77	113	258	360	80	82	119	265
8	2.5	660	140	58	60	95	235	173	63	65	100	242

計算例를 引用하면 다음과 같다.

이 表에 依하면 Cylinder 內의 gas 溫度가 1450°C 이고, gas 壓이 38kg/cm² 인 境遇, liner 壁 溫이 172°C 에서 60% 硫酸水溶液이 凝結하는 것이 된다. 活發한 腐蝕作用을 갖는 硫酸液을 生成하는 Cylinder liner 的 壁溫은 約 140°~180°C 로 알려져 있고, 實際 機關에서 冷却 水 出口溫度 65°C 以下에서는 硫酸을 凝結하는 壁溫으로 된 다고 볼수 있다. 露點은 腐蝕性的 限界值를 나타내고 限界值 附近에서의 冷却水 出口溫度가 磨耗에 많은 影響을 미친다. 一般으로 liner 的 壁溫 機關型式에 따라 多少 差異는 있으나 硫黃分 含有量과 liner 磨耗의 關係는 圖 2와 같다.

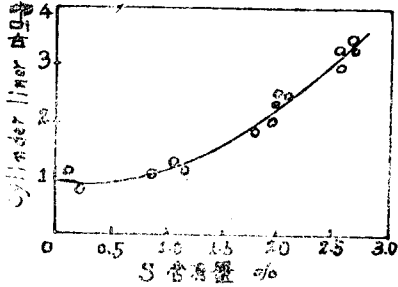


圖 2 燃料中の 硫黃分과 Cylinder liner 磨耗의 關係

硫黃分 1% 以下の A 重油(Diesel oil)에서는 腐蝕磨耗의 程度는 比較的 적고, 靜止摩擦이나, 炭渣의 磨削性等에 依한 磨耗이므로 冷却水溫度도 潤滑油의 循環이 良好하면 높게 하지 않아도 된다. 硫黃分이 2% 以上되면, 冷却水溫度를 높게 維持하고 低粘度潤滑油로서는 油膜形成이 困難하므로 좀 높은 粘度의 Cylinder 油가 有效하다. 또한 燃料油中の 水分은 燃料의 貯藏中이나 送油中에 混入되며 특히 海水는 燃燒室에 混入되면 硫酸보다 腐蝕性이 강한 鹽酸을 發生한다. 이와같은 低質油中의 不純分은 Cylinder liner 的 磨耗에 甚한 影響을 미친다.

各國의 重油規格 (拔萃)

規 格	種 類	동 度 CSt	泥 水 分 Vol %	水 分 Vol. %	硫黃分 wt. %	殘 留 炭素分 wt. %	灰 分 wt. %
日本工業規格 重油 JIS K 2205-1960	1種 1號	50°C 20以下	—	0.3以下	0.5以下	4 以下	0.05以下
	1種 2號	" 20以下	—	0.3以下	2.0以下	4 以下	0.05以下
	2種	" 50以下	—	0.4以下	3.0 "	8 "	0.1 "
	3種 1號	" 50~150	—	0.5以下	1.5 "	—	0.1 "
	3種 2號	" 50~150	—	0.5以下	3.5 "	—	0.1 "
	3種 3號	" 150~400	—	0.5以下	1.5 "	—	0.1 "
	3種 4號	" 400以下	—	2.0以下	—	—	0.1 "
美國 ASTM 規格 Fuel Oil ASTMD-396-64T	No. 4	37.8°C 58~26.4	0.50 以下	—	—	—	0.10以下
	No. (Light)	" 70~65	1.00 "	—	—	—	0.10 "
	No5 (Heavy)	50°C 48~81	1.00 "	—	—	—	0.10 "
	No. 6	" 92~638	2.00 "	—	—	—	—
英國 BSS 規格 oil Fuels BS-2869-1957	Class E	50°C 36以下	沈積物 wt% 0.15 以下	0.5以下	—	—	—
	Class F	" 125 "	" 0.25 "	1.0 "	—	—	—
	Class G	" 370 "	" 0.25 "	1.0 "	—	—	—
	Class H	" 690 "	" 0.25 "	1.5 "	—	—	—
美國太平洋岸規格 Pacific Specification	PS 300	50°C 48~81	1.0 以下	—	—	—	—
	PS 400	" 125以下	2.0 以下	—	—	—	—
美軍規格 Fuel oil Burner MIL-F 859E, 1965	Navy Special	50°C 48以下	0.5 以下	0.5以下	3.50以下	1.5以下	0.10以下

5. 燃料油의 一般要件

Cylinder의 燃燒室에 噴射되는 燃料油는 定해진 Crank軸의 回轉角의 時間에 平均的으로 完全燃燒하지 않으면 안된다. 따라서 噴射油는 微粒子로 燃燒室內에 全面分布하여야 한다. 그러나 油粒子가 微細化 될 수록 壓縮空氣의 抵抗이 增加하여 分布가 惡化되고, 反對로 油粒子가 크면 壓縮空氣中을 貫通하여 Piston頂面 或은 燃燒室壁에 直接 附着하는 傾向이 있다. 噴射油粒의 微細化는 主로 燃料油의 粘度, 噴口의 크기, 噴射壓力에 따르기 때문에 低粘度의 上質油는 容易하게 微粒化되나, 高粘度인 低質油 즉 C重油는 加熱하여 粘度를 減少시키지 않으면 微細化가 困難하다. C重油는 原油로 부터 上質油를 溜出하여 얻은 殘渣油이므로 諸種의 成分, 性狀이 틀린 混合物이며 加熱하여 表面上 粘度를 減少시킨다 하더라도 內的으로 均質성이 없기 때문에 微細化가 困難하다. 이런 性向으로 低質油를 使用할 수 있는 것은 大型低速機關에 限하게 된다. Clinder徑이 크면 噴射距離가 增大되기 때문에 燃燒室壁, Piston頂部에 直接 附着하는 것을 避하게 되고, 低速일수록 燃燒에 所要時間이 길게되어 容易하게 制御燃燒되기 때문이다.

燃燒制御의 基本은 indicator線圖가 Diesel Cycle 즉 等壓燃燒曲線을 나타내는 것이며, 適切한 設計下에서 上質油를 使用하면 大略 近似한 線圖를 얻게 되지만 低質油는 難燃性 때문에 基本線圖에서 離脫하여 一時爆發的인 燃燒로 燃燒壓力이 急上昇하게 된다. 이와같이 Diesel Cycle를 離脫하여 一部를 瞬間燃燒하고 그 刺激으로 殘留 gas를 等壓燃燒시키는 Sabathe Cycle로 되는 것이 一般의이며 可能的한 限 Diesel Cycle에 近似하게 完全燃燒하는 것이 運轉狀況이 良好하며, 運動部分에 作用하는 負荷도 減少하게 된다,

6. 對 策

① 低質油의 處理方法

低質油는 燃燒에 必要한 噴霧狀態의 劣化 寒冷期 Pump의 吸引力 때문에 加溫하여 低粘度로 하며 有害인 不純物을 使用前에 淸淨, 燃燒補助의 添加劑混入 또는 A重油 等 上質油를 混入하는 等 粘度를 減少시켜 燃燒을 補完하기도 한다.

從來 實行되었던 處理方法으로는

- i) 燃料油를 몇回 淸淨機에 通過시킬 것인가.
- ii) 淸淨機에서 處理하기 前 加熱溫度, Chemical 添加는 어느 程度인가.
- iii) 淸淨機에서 處理된 燃油를 直接機關에 使用할 것인가.
- iv) Chemical 反應期間, 燃油의 反應期間은 어느 程度인가.

等 考慮하여야 할 問題가 있었다.

그러나 現在까지는 淸淨機로써 處理하는 機械的方法 以上 好結果를 얻지 못하고 있다.

즉 淸淨管理는 靜置沈澱法, 遠心分離法, 濾過淸淨法 等이 直列로 組合되어 F.O settling tank 에서는 靜置沈澱, F.O. Purifier 와 Clarifier 에서는 遠心分離 Strainer 와 filter 에서는 濾過하는 方法이며, 今後 期待하게 되는 處理方法으로

- i) 長期間 손질 없이 處理能力을 갖는 自己淸淨形 濾過裝置의 開發.
- ii) 燃油에 有機的으로 結合하여 燃燒를 阻害하고 있는 成分을 藥品으로 分解하는 化學的淸淨

法.

iii) 燃油를 微細化하는 粉碎法.

iv) 燃料分子에 物理的 또는 電氣的 Energy 를 附與해서 分子를 活性化하는 方法이고, 淸淨效果도 同時에 얻을 수 있는 Energy 附加淸淨法等이라고 본다.

② Cylinder 油

潤滑의 問題는 Piston Ring 과 Cylinder liner 의 磨耗에 密接한 關係가 있고, 特히 腐蝕磨耗防止의 效果의인 方法으로 高 alkali 價의 Cylinder油가 使用되고 있다. 圖 3은 無添加油와 高 alkali 價의 添加油를 使用할 때 1 st Ring 의 磨耗量을 比較한 것이다.

이와같이 高 alkali 價의 Cylinder 油에 依해서 Piston ring 이나 Cylinder liner 의 磨耗量은 減少된다.

그러나 Cylinder 注油孔에서 繼續供給되는 大型機關 以外에서는 alkali 分이 消耗 해버리면 普通潤滑油와 同一成分으로 되기 때문에 補給量과 交換時期에 留意하여야 한다. 高 alkali 油를 Cylinder 油로서 使用上的 問題點은 高 alkali 油는 alkali 性 添加劑로써 附加된 多量의 Calcium 鹽이 高溫에서 Sludge 를 析出하기 때문에 油膜의 擴散이 不良하고 또 이 Sludge 가 Ring 의 油膜形성을 防害하는 原因도 되며, Piston ring 과 Cylinder 의 接合狀態의 不良, 局部的인 高壓에接觸 Cylinder 의 溫度의 急上昇等이 發生할 수 있다. 特히 初期機關 使用時에는 高 alkali 油를 避하는 것이 좋다. 表는 各種 Cylinder 油의 成果의 一列이다.

Cylinder 番 號	航海 時間 h	1000h 當 平均磨耗量 mm	油 種	消費量 l/日
1	7473	0.172	乳 化 型	17.5
2	7063	0.099	乳 化 型	17.5
3	3050	0.087	乳 化 型	17.5
4	2961	0.061	高 alkali 價淸淨劑入	12.5
5	2287	0.250	直 溜 鐵 油	12.5
6	3101	0.103	高 alkali 價淸淨劑入	12.5

〈各種 Cylinder油의 成果의 一列〉 (拔萃)

B&W 2 Cycle 複動 590D×1,250Smm

③ Cylinder Jacket 의 冷却水溫度

船用主機의 Cylinder Jacket 冷却水 溫度는 60°~65°C 또는 淸水冷却으로 70°C 以下인 機關도 많게 되었으나 從來의 30°~35°C의 低冷却水 溫度를 取하고 있는 機關도 있다. 腐蝕, 磨耗의 防止燃燒狀態를 考慮하면 高溫冷却이 要望되나 逆으로 燒却에 對해서는 低溫으로 하는 것이 좋게 될 것이다. Cylinder 油의 粘度, 機關의 型式에 依해서 最適溫度가 多少 變하여 圖4는 Cylinder 冷却水 溫度와 Cylinder liner 磨耗의 關係를 나타낸 것이고, 機關에 따라 磨耗를 最小로 하는 冷却水 溫度가 相異하게 된다.

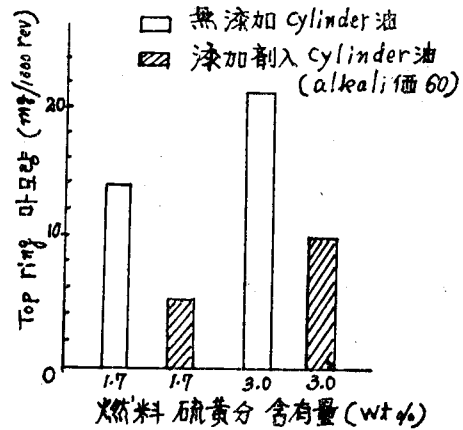


圖 3 Top ring 의 磨耗에 對한 燃料硫黃分과 Cylinder 油

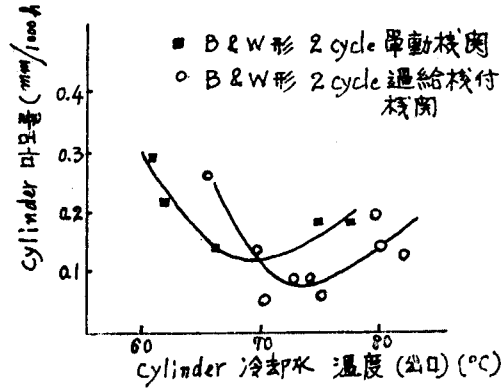


圖4 Cylinder 磨耗率과 冷却水 溫度와의 關係

7. 結 論

以上 低質油 使用上 Cylinder liner 의 磨耗에 對해서 略述하였으나, 低質油가 갖는 複雜한 特性이나 舉動이 充分히 把握되지 않았기 때문에 滿足할만한 方法은 確立되지 못하였으며, 더욱 liner 의 磨耗에 對해서는 燃料油의 性狀外에 Cylinder liner 의 材質 機關型式 및 構造 運轉取扱 條件 liner 의 工作精度 Piston ring, Cylinder 油 및 注油法 等に 依한 影響도 많다. 그러나 最終段階에 있어서는 燃料油의 淸淨問題가 따르기 때문에 淨油管理方式이나, 淨油裝置의 改善에 努力하여야 할 것이다.

參 考 文 獻

- 1) "The Treatment of Heavy oil" The Motor Ship oct 1965.
- 2) Cylinder liner의 磨耗と C 重油 潤滑油 山根幸造著
- 3) 燃料와 燃燒 田太熙著
- 4) Internal Combustion Engine (Vol1. 3' Vol1. 6(2月3月11月) 山海堂
- 5) 日本船用機關學會誌 (Vol1. No. 3, No. 4, Vol2, No. 5, Vol3, No. 2 Vol4, No. 2)

철강폐액에서 적색안료(벤가라) 및
아황산 소오다 제조에 관한 연구

김 은 식 · 정 경 규

A Study of the Preparation of Pigment(Iron redoxide)
and sodium bisulfite from pickling liquor of iron.

Kim Un Shik · Kyung Kyu Jyung

Abstract

Preparation of iron red oxide(Fe_2O_3) from Pickling liquor of iron is not reported.

On this Study, We have researched quantitatively.

The results are as follows:

1. Preparation of ferrous sulphate from pickling liquor yielded 15% at condensed time 60 minutes and condensed concentration 65%.
2. Equation to show the preparation of ferrous Sulphate from pickling liquor may be represented as follows;
$$Fe + H_2SO_4 + XH_2O \rightarrow FeSO_4 \cdot 7H_2O + (X-7)H_2O + H_2$$
3. Preparation of ferrous sulphate from pickling liquor added iron turnings yielded 62% at 4.8% Iron added.
4. Preparation of pigment iron red oxide(Fe_2O_3) from ferrous sulphate yielded 80% at reaction temperature $65^\circ C$ and reaction time 70 hours.

< 목 차 >

I. 서 론

II. 실험

III. 결과 및 고찰

IV. 결 론

V. 참고문헌

I. 서 론

철강공업의 발달에 따라 철강표면을 황산으로 씻어 대규모로 제강하는 공장이 많이 건설되고 있다. 이들 공장에서 철강표면을 산으로 씻고, 남은 폐액은 황산을 포함하고 있으므로 인체에 는 물론 모든 생물체에 극히 유독하므로 폐액의 처리가 문제시 되고 있으나, 이에 대한 정략적 인 연구가 보고된 바 없으므로 본연구에서는 폐액을 처리하여 황산 제일철을 만들고 이 황산제 일철에서 적색안료(벤가라) 및 아황산소오다를 제조함으로써 폐액을 활용하고 아울러 공해방지 에 이바지하고자 본 연구결과를 보고한다.