

記錄에 남아있다. 機械의 發達과 더불어 潤滑油도 高度로 發達하게 되어 近來는 磨耗防止의 主目的外에 潤滑 密封 應力分散 冷却의 여러 作用을 할 뿐만 아니라 機關各部를 保護하기 위해 機關各部로부터의 析出物, oil ring의 閉塞을 除去하고 베어링의 부식마모를 低下시키고 燃燒가스의 酸性物質을 中和하는 동시에 潤滑油의 變質을 最少限으로 抑制하기 위해 極히 安定성이 좋은 潤滑유를 必要로 하게 되었다.

이와 같은 여러 條件을 滿足시키려면 從來부터 常識化 되어있는 Pennsylvania系의 paraffine 基로 된 高級油를 使用하는 것과 같은 基油만의 選擇으로는 適合油를 얻기 困難하고 添加劑의 選擇이 또한 重要한 問題로 되며 近來는 無添加劑油는 거의 使用되지 않고 있다.

이와 같이 進歩한 潤滑油의 選擇에는 從前부터 行해온 物理化學的 試驗에 의해 그 良否를 判定하는 것은 不可能에 가깝고 最近의 添加劑潤滑油에 대해서는 아직 試驗法이 規格으로 定해있지 않은 것이 많고 實物實驗에 의해 그 良否를 判定하지 않으면 안되는 것이 많다.

實際 베어링에 있어서 摩擦力은 金屬接觸面에 있는 微細한 凹凸이 물려서 일어나는 것보다 接觸面을 構成하는 分子間의 凝集力이 더크며, 摩擦面이 極히 清潔하고 더욱이 대단히 매끈한 것은 매끈할수록 도리혀 面사이의 直接的인 接觸點의 數는 많아지고 따라서 마찰속도가 相當히 클 때에는 마찰面에 發生한 熱에 의해 소위 燒着現象이 일어난다.

다이젤機關에서 潤滑油關係로 일어나는 故障을 들어보면

- (1) 潤滑油소비량의 過多
- (2) 出力의 損失
- (3) 실린더, 피스톤 및 링의 過度한 마모
- (4) 피스톤 및 실린더의 過度한 推積物生成, 링의 膠着과 氣孔의 閉塞
- (5) 吸, 排氣밸브에의 推積物의 生成
- (6) 크랭크케이스內에의 슬러지의 生成
- (7) 始動困難
- (8) 크랭크케이스의 부식
- (9) 油壓降下
- (10) 베어링의 마모 및 燒損

등을 列擧할 수 있으며 潤滑油소비량이 지나치게 많아지는 理由는 漏洩 遠心分離式 淸淨機에서 的 기름의 損失 燦燒室內에, 餘分의 潤滑油가 들어가기 때문이며 그 原因은 適油가 아닌 경우 실린더 및 피스톤 링의 마모 링의 作用이 阻害될 때 吸入밸브 로드 및 밸브가이드의 마모 베어링 틈의 過大등을 들 수 있다.

다음 出力의 損失은 그 原因이 실린더 및 피스톤의 마모가 대단히 심할 때 壓縮링에 고무物質이 붙든가 破損하였을 때 2사이클機關에서는 排氣孔閉塞 때문에 掃氣效率不良한 경우 밸브에 推積物이 생기든가 밸브 마모때문에 漏洩하든가 또는 作動不確實한 경우이다.

또 실린더, 피스톤 링이 過度로 마모하는 原因으로서는 給油의 不充分 피스톤의 中心不良과 실린더의 strain 실린더의 油膜中에 外部로 부터 混入하는 固形의 微粒子 마모때문에 생긴 金屬粉 또는 炭化物등이 混入하면 마모가 促進된다. 또 피스톤 링의 氣密을 유지 못하는 경우 실린더壁의 溫度가 너무 높든가 또는 너무 낮을때 즉 大型機關에서는 壁이 두껍고 따라서 內面溫度가 比較的 높으며 約 150℃以上을 넘으면 실린더에 炭化物이 推積하는 傾向이 심해지므로 油膜

(4)

韓國海洋大學 大學院 論文集 第1輯

硬質固體物質의 混入, ③ 塗料, 石綿, 蠟類의 混入, ④ 燃料油에 의한 稀釋, ⑤ 燃料油의 不完全燃燒에 의해 생기는 炭素 및 酸化分解生成物의 混入, ⑥ 新油에 古油가 混入한 것에 의한 混合安定性의 低下에서 오는 劣化 등이 있지만 化學變化에 의해 變質하는 경우는,

① 酸化: 파라핀炭化水素는 酸化되면 사슬의 끝에 가까운 炭素原子가 反應을 받아 切斷되는 것으로 파라핀蠟를 酸化하면 C₁₆酸 以下の 低級脂肪酸과 C₁₇ 附近 또는 그 以上の 高級脂肪酸이 생긴다.

파라핀炭化水素는 酸化反應이 그 初期에 過酸化물이 생기고 이어서 알코올, 알레히드등을 生成한다. 더욱 이들의 中間生成物은 서로 反應하고 또 生成酸과 反應하여 에에테르, 에스테르, 라크론 酸化酸등이 生成된다.

酸化가 進行되면 反應生成物이 더욱 酸化되어 不安定한 化合物로 되므로 이들의 重合反應으로 옮겨져 高分子의 重合體가 된다. 파라핀炭化水素의 重合體는 黑色의 粘稠物로 기름에 可溶性이 있으므로 酸化의 進行과 더불어 粘度가 증가 한다.

결국 파라핀炭化水素를 酸化하면 부식성이 있는 低級脂肪酸과 高級脂肪酸 및 油溶性의 高度含酸素重合物이 生成된다.

一方 나프텐炭化水素의 酸化에는 두가지 경우가 있으며, 그 하나는 옆사슬의 酸化로 이것은 파라핀炭化水素의 경우와 같고 옆사슬의 炭素原子에 酸素가 結合하여 過酸化물이 되고 이어서 分解하여 알코올 알레히드를 거쳐 酸이 되는것으로 이 경우는 輕質脂肪酸과 나프텐環을 포함한 脂肪酸이 生成하게 된다. 또 하나는 나프텐環에 酸素가 作用하는 경우로서 역시 過酸化물을 거쳐 알코올이 되고 이것이 開環하여 酸이 된다. 나프텐炭化水素의 酸化에 의해 생기는 酸化重合體의 大部分은 기름에 대해 可溶性이지만 極度로 酸化重合이 이루어진것은 不溶性이 되어 油中에 析出한다. 또 芳香族炭化水素의 酸化重合物은 기름에 不溶性의 것이 많고 슬러지로써 析出된다.

즉 炭化水素의 酸化는 어느것이나 初期生成物로서 過酸化물이 생기지만 이것은 強力한 酸化促進劑이고 베어링材料를 부식시킨다. 또 酸化生成物의 酸은 金屬鹽을 만들지만 이것역시 酸化를 促進하는 作用을 한다.

② 炭化: 디젤機關의 실린더와 같이 高溫에 接하는 곳의 윤활유에 일어나며 炭化傾向의 적은것을 選定해야 한다. 一般으로 粘度가 낮을수록 炭化傾向이 減少한다. 發生한 炭素殘渣에 대해서도 기름의 組成上의 相違가 影響하게 된다. 파라핀系油로 부터의 殘渣는 比較的 硬質로서 약간 粘着性을 띠고 있지만 나프텐系油로 부터 發生한 殘渣는 軟質纖毛狀을 이르고 機關內에 堆積되어도 清掃하기 쉽다. 또 기름의 熱分解가 심할수록 즉 傳熱이 심할수록 酸化하여 炭化水素分子가 重合, 縮合하고 또 水分에 의해 에말론化한 기름은 沸点이 높아가고 氣化하기 힘든 高溫炭化水素로 됨으로 炭化하는 傾向이 크고 多量의 炭素殘渣가 發生한다.

炭化傾向을 알기 위해서는 콘라트슨殘留炭素試驗에 의해 大略을 알 수 있으나 油種이 달라지면 計測한 殘留炭素分의 量이 같다고 하여도 그것이 機關에 使用되었을 경우 같은 炭化傾向을 나타낸다고 볼수 없다.

③ 稀釋: 윤활유에 燃料油 또는 水分이 混入한 경우는 그 粘度 및 引火點을 低下시키므로써 윤활유의 性狀을 대단히 惡化시켜 油膜의 生成을 阻害하는 結果가 된다. 潤滑유의 稀釋現象은 同一 燃料油의 경우에 있어서도 燃料油와 空氣와의 混合이 잘었는가 안되었는가에 크게 影響을

(3) 使用可能限度

現在 機關에 使用되는 潤滑유는 어느정도 劣化變質하면 못쓰게되어, 再生 또는 交換할 必要가 있는가하는 문제에 대해서는 學說이 區區하여 아직 決定的인것은 없는 形便이다. 이것은 潤滑유의 劣化現象에 의해 發生하는 可能性이 있다고 생각되는 事故라도 엄밀히 따지면 기름以外的 여러문제와 關聯이 있고 事故의 原因을 潤滑유한테만 求하는 것은 매우 힘이 들기 때문에 正確히 기름의 使用可能限度를 決定하기란 無理한 문제이다. 그러나 潤滑유의 劣化條件이 多種多樣하고 使用機關에 의해서도 要求되는 限度가 다르므로 實驗研究를 함으로써 가장 適合한 合理的인 方法을 定해야 한다.

우선 使用油試料과 新油와의 性狀分析 結果를 比較檢討하며, 分析項目은 디젤機關의 경우 最少限度 다음의 것이 必要하다. 比重, 引火點, 粘度, 不溶解分, 水分, 灰分, 酸價, 稀釋, 色相, 外觀, 炭素殘査, 부식 등이다.

使用油의 使用可能限度기준을 어디에 두는가의 문제는 機關의 종류, 운전조건, 베어링의 材質 등에 의해 다르나 大略의 基準은 다음과 같다.

① 使用時間: 機關運轉日誌에 의해 延使用時間數를 通算 潤滑유의 劣化程度를 아는 方法으로 디젤機關의 경우 大略 2,000時間이며 中途에서의 補給油를 機關의 크기, 機關의 速度, 潤滑유系統의 淸淨度, 機關의 調整管理程度, 運轉條件, 기름의 組成에 의해 상당한 誤差가 있다.

② 比重: 潤滑유가 劣化變質하면 一般의으로 比重이 증가한다. 그러므로 기름의 比重을 測定하므로써 劣化 정도를 알수 있다. 重荷重用 디젤機關用 潤滑유의 경우 Redwood(50℃) 粘度450 ±30일 때 使用可能限界는 0.944~0.945 이다. 그러나 實際는 연료유의 混入등에 의해 稀釋되어 도리히 比重이 減少하는 경우도 있으므로 注意를 요한다.

③ 引火點: 潤滑유가 劣化하면 引火點은 一般의으로 내려간다. 輕質연료유로 稀釋되었을 때에는 특히 그 變化가 심하며 連료유가 2% 정도가 潤滑유에 混入하였을 때에 引火點이 내려가는 比率이 가장 크다. 新油의 引火點은 230~250℃이지만 使用可能限度에서의 最低溫度로서는 170℃정도이다. 너무 내려가면 引火爆發의 危險性이 있으므로 주의를 요한다.

④ 粘度: 潤滑유가 劣化하게 되면 含有되어 있는 各種 夾雜物이 많아지고 또 酸化重合作用에 의해 슬러지分이 形成되므로 점도가 올라간다. 使用可能限度는 新油의 15%정도 증가하였을 경우이다. 그러나 連료유등으로 稀釋되었을 때에는 도리히 점도가 내려간다.

⑤ 殘留炭素分: 使用可能限度는 디젤機關에서 絕對量이 2%以下 정도 또 新油의 3~4倍 정도 증가하였을 때이다.

⑥ 灰分: 灰分에 대해서는 無添加油和 添加油로 나누어 생각해야 한다. 왜냐하면 無添加油의 경우 기름이 劣化함에 따라 鐵, 銅, 鉛, 錫, 珪酸등의 固形物이 油中에 含有되어가므로 灰分은 증가한다. 그러나 添加油의 경우는 比較的 灰分이 많은 添加劑가 混入함으로써 新油의 경우는 比較的 많이 나오지만 使用中 添加劑가 그 作用을 하게 됨으로 차차로 減少하게 되기 때문이다. 이 使用可能限度의 기준은 디젤機關用 無添加油의 경우는 灰分含有量이 0.1% 이상이다.

⑦ 酸價: 산가는 潤滑유劣化를 아는 가장 중요한 項目으로 礦物性潤滑유는 이것으로 潤滑유 交換의 基準으로 할 정도이다.

디젤機關의 베어링用 潤滑유의 경우의 酸價上昇速度는 만것에 비해 急激하며 특히 低質重

油을 原料로 하는 大型 柴油機關들의 경우에는 그 傾向이 크다, 이것은 使用연료유의 變劣이 直接的으로 使用연료유의 酸化傾向에 影響을 미치는 것은 明白하다.

酸 價 (KOH mg/g)	處 置 法 案
0.0~0.5	良 好
0.5~1.5	기름一部를 再生 또는 新油로 一部 交換
1.5	全體 交換 또는 再生

酸價가 올라가면 腐蝕에 의한 劣化, 마모의 程度가 일어나며

㉘ 界面張力 : 潤滑유 劣化정도는 界面張력을 測定하므로써 潤滑유 劣化정도를 判定할 使用油의 油性이 좋은 일이 있다, 이것은 기름이 劣化하므로써 界面張력이 減少한다, 金屬表面에의 親知力이 증가하는 결과라 생각된다.

舊油의 界面張力은 보통 30~50 dyne/cm의 범위내에 있지만 기름의 酸化가 進行함에 따라 界面張力은 低下한다.

新油인 때의 界面張力에 비교하여 그 張力이 低劣한 것은 기름이 劣化하여 슬러지分을 形成하기 쉽게 되었다 때문이다, 界面張力이 1.0 dyne/cm 정도까지 내려가면 기름의 使用可能限度에 도달하였다고 볼 수 있다.

㉙ 色相 : 新油의 경우 유색計로 1 정도 이며 色相測定에서의 使用可能限度는 2보다 低劣한 生炭沈澱이 일어나는 8 정도이다.

㉚ 稀釋 : 柴油機關의 경우 使用연료유의 濃濁에 의해 運轉中 劣化 變質하여 危險정도를 나타내 지키는 同時에 粘度가 내려가 耐負荷性能이 減少하게 된다, 柴油機關의 경우는 潤滑油 劣化 5% 以下이다, 低質重油을 使用하는 柴油機關의 경우 硫黃分에 의한 劣化促進을 防止하기 위한 조치를 요한다.

3. 결 론

內燃機關의 使用연료유의 簡易試驗法에 의한 그 劣化를 判斷하는 方法이 점점 발달하고 있으나 簡易試驗法에서의 測定項目은 夾雜物, 粘度, 알칼리도의 變化를 다음과 같이 한다.

夾雜物의 測定法은 斑痕試驗法과 遠心分離法의 두 方法이 있다, 斑痕試驗法은 spot test이고 遠心分離法은 눈금에 있는 特定한 試料採取管을 取付한 特製의 遠心分離機에 特定比로 潤滑油를 또는 n헥산과 같은 溶劑와 試料을 混合한것을 一定量 取하여 遠心分離한 夾雜物의 含量을 測定한다, 이 경우도 標準尺度가 될 數值를 定해줄 必要가 있다.

粘度의 變化는 2個以上の 球式粘度計를 各기 놓고 그 하나에 표준油을 他管에 試料을 넣어서 各各 等溫이 될때까지 放置한 後에 油中으로 球을 落下시켜 球의 落下하는 速度를 比較하여 試料의 표준油의 粘度를 比較하는 것이 많다.

알칼리도의 變化는 試驗液을 混合하여 색의 變化로써 보는 方法과 試藥을 試紙에 떨어뜨린 後에 試驗油를 滴下시켜 攪散後에 양기는 黑痕周圍의 着色點의 濃淡으로 알칼리도를 判斷하는 方法이 있다, 前者의 方法은 特定의 pH指示藥과 特定強度의 苛性카리溶液을 준비하여 그 중各

(8) 을 規定量의 試料에 規定量을 보태어 잘 섞은 다음 靜置하여 그때의 色으로 試驗油의 알카리도를 아는 方法이다.

이 경우 苛性카리液은 一定量式 카프셀에 담아 준비되어 있는 것이 많다. 後者의 試驗法은 spot test의 試藥을 알코올類 石油系溶媒 아민類의 凝縮劑와 特定の pH指示藥을 混合한 것이 있다. 알카리도의 變化測定指示用 pH指示藥은 종류가 많으므로 各種의 것이 實際市場에서 實用되어 있으므로 spot test의 結果는 使用指示藥의 종류에 따라 다르다.

夾雜物 알카리도測定用 spot試驗法은 現在 開發中에 있으며 粘度測定用에는 現場用 簡易粘度器, gerin wear meter등이 市販되고 있다.

數種類의 簡易試驗器를 組合한 것으로 Lengor Simplex Oil Testing Kit, Gerin Oil Inspection Kit 등이 市販되고 있다.

Lengor Simplex Oil Testing Kit는 試料採取器, 粘度比較試驗器, 汚損狀況判定用여과紙, 酸價測定用具들이 하나의 상자속에 들어 있으며 Gerin Oil Inspection Kit는 遠心分離機, 比粘度計, 酸價測定用具를 한 組로 하여 상자속에 들어 있다.

앞으로 이러한 設備의 發達로 使用윤활유의 管理와 潤滑유의 劣化 機關의 마모原因의 探求에 의해 機關의 運轉條件의 適正化등 機關 管理技術의 進歩가 이루어져야 할 것이다.

그 외에 過去의 經驗에 의해 미리 潤滑유를 交換할 時期를 定해두어 定期的으로 新油와 交換하는 경우도 많다. 船舶에서 運轉時間을 規準으로 하면

$$H=Q \times K \div S$$

H : 運轉時間

Q : 크랭크 케이스內의 油量(Quart)

S : 燃料油中の 硫黃分 含有

K : 使用 潤滑유에 의한 定數 375

(1) Spot Test

潤滑유의 劣化變質을 極力 억누르고 그 壽命을 길게하기 위해서는 機關各部의 調整, 取扱 및 管理의 여러 面에서 萬全을 기하는 것도 물론 필요하지만 기름을 선택할 경우에도 되도록이면 파라핀基의 것을 購入使用하는 것이 重要하다.

spot test는 chromatograph를 改良했다고 볼 수 있으며 軟質의 中性合成濾紙를 使用한다. 經 1.6mm 또는 그보다 작은 막대의 끝부터 적은 기름방울을 한방울 試驗紙에 떨어 트린다. 試驗紙의 下面은 판것과 接하지 않도록 한다.

(2) 淸淨擴散性 및 汚濁度試驗 方法

① 試驗하는 기름의 한방울을 試驗用紙의 中央에 떨어 트리면 방울의 크기가 적을수록 기름이 종이에 吸收되는 것이 빠르고 또 擴散하는 것도 빠르다.

② 기름이 종이에 完全히 吸收되기 前에 判定할수 있지만 기름이 充分히 吸入된 후에 判定한다. 그 時間은 油溫에 따라 다르지만 15分에서 긴것은 4時間정도 걸린다. 時間이 길수록 判定이 쉽지만 약 24時間 정도이고 그 이상 지나면 spot의 색이 약간 變하는 수가 있다.

(3) 清淨擴散性的 判定法

① 기름의 spot와 spot pattern과를 比較한다. 清淨擴散性은 기름이 종이를 따라 汚濁物을 나르며 번지는 정도로 判定한다. 기름이 新油의 경우에는 清淨擴散性을 判定하기 힘이든다. 清淨擴散性이 보통 또는 좋은 기름의 spot는 그 輪廓이 번져 清淨擴散性이 없는 純質油는 그림 1과 같이 spot의 輪廓이 확실하다.

② 清淨擴散性 및 鹽基性은 모두 油中에 남은 有効添加劑의 量에 關係하므로 이점도 고려해야 한다.

(4) 꺼름에 의한 汚濁度の 判定法

① 기름의 spot를 pattern과 비교하면 燃燒에서 생긴 不溶解分에 의한 汚濁은 꺼름의 spot의 濃淡으로 判斷한다.

② 꺼름의 spot의 濃淡은 기름에 清淨擴散性이 있는가 없는가에 의해 甚하게 影響을 받는다. 清淨擴散性의 不良油는 좋은 기름과 비교하여 꺼름이 번지는 것이 좋고 그 때문에 含有하는 不溶解分의 量이 같아도 清淨擴散性이 不良한 기름은 spot가 훨씬 깨진다.

③ 萬一 기름이 좋은 清淨擴散性을 갖고 있고 또 鹽基性으로 대단히 많은 꺼름으로 汚濁하였을 때에는 不溶解分의 頂量이 1%의 限度에 가까우냐를 다음과 같이하여 推定한다. 즉 2B의 濾紙에 試験紙에 필적 十字를 그려 기름의 spot가 이線에 따라 充分히 번지도록하여 光線을 비쳐보고 이 濾紙의 濃히 確實히 判斷할 수 없으면 不溶解分은 4% 정도라고 볼 수 있다.

(5) 水分混入度の 判定法

① 물이 混入해 있을 때에는 꺼름의 spot주위에 확실한 境界線을 만든다. 이 現象은 0.2%(容積) 정도의 물이 섞여 있어도 나타난다. 그러나 꺼름에 의한 汚濁이 顯著的 경우에는 0.5% 정도 混入하지 않으면 이 現象은 나타나지 않는다.

② 水分이 含有되어 있는것을 檢知하는 것도 중요하지만 그와 同時에 水分이 꺼름의 正常的인 燃點을 防止하는것도 重要하다. 水分이 있으면 清淨擴散性 및 汚濁度の 判定을 正確히 할수 없다.

(6) 適用例

그림 1, 2, 3, 4는 spot pattern이고 그림 5, 6, 7, 8은 spot test로서 直接 比較하는데 쓰인다. 新油를 補給하고 한時間정도 運轉하였을 때에는 그림 1과 같이 되며 그림 5는 실재機關에서 한時間 運轉後 採取한 것이다.

그림 2는 30時間 運轉後의 Spot Pattern으로 그림 6은 30時間後 實驗機關에서 採取한 것이다.

그림 3은 70時間 運轉後의 spot pattern으로 그림 7은 역시 70時間 運轉後 實驗機關에서 採取한 것이다.

그림 4는 使用可能限度에 이룬 spot pattern으로 그림 8은 運轉500時間에 採取한 것이다.

(7) 實驗에 使用한 潤滑유

大韓精油製品(KS M2122 3종 3호B) 디젤기관용 潤滑유

KSM2122 3종 3호	디젤 기관용 潤滑유
인화점(℃) 200以上	
동점도 cst (988℃)	11.5±1.5
점도지수	85以上
유통점(℃)	-7.5이하
산화안정도(165.5℃, 24h)	보고를 요함
점도비	"
전산가 증가	"
탁카도	보고를 要함

(8) 實驗에 使用한 機關의 要目(그림 9)

Lister Marine Diesel Engine	
Type FRM-2	
실린더 徑	95.25mm
行 程	114.3mm
BMEP	5.97kg/cm ²
토크	4.18kg-m
BHP	18
噴射壓力	180氣壓
最高壓力	65.6kg/cm ²
壓縮壓力	50.4 "
壓縮比	19.8
潤滑유壓力	2.1kg/cm ²
潤滑유탱크容量	27l
每分回轉數	1,800

4. 참고문헌

1. 潤滑油 および潤滑技術(1965) 遠山廣光
2. シリンダライナの摩耗と油類(1962) 山根幸造
3. 潤滑油化學(1962) 堀口 博
4. Gear & Transmission Lubricants (1964) C.J. Boner
5. 潤滑油(1965) 山川勝
6. Journal of Japan Society of Lubrication Engineers (1967) No. 8
7. " " (1968) No. 4
8. 內燃機關 潤滑油(1962) 小幡武三
9. 船用 潤滑油 と 潤滑油(1961) 結澤萬年



그림 1

그림 2

그림 3



그림 4

그림 5

그림 6



그림 7

그림 8

그림 9

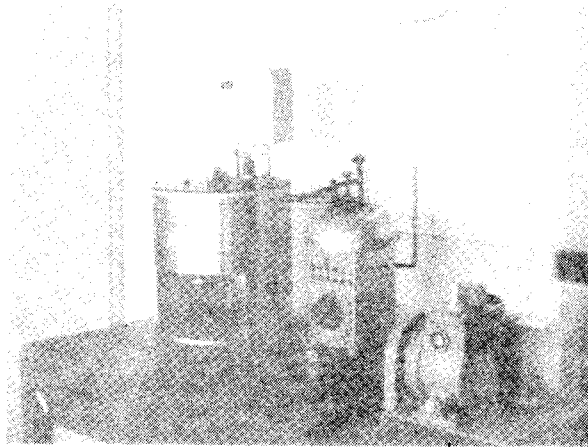


그림 12



그림 11

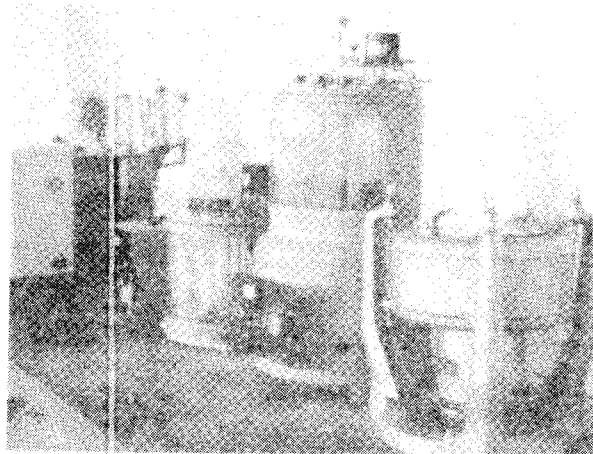


그림 10