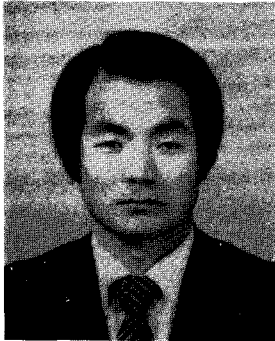


# 廢潤滑油의 再精製 利用에 關하여



韓國動力資源研究所

에너지 轉換研究部長 崔 益 綬  
工学博士

## 1) 序 論

潤滑油는 일반 燃料油와는 달리 消耗性 物質이 아니므로 廢潤滑油의 再精製利用은 潤滑油의 出現과 더불어 시작되어 오랜 역사를 갖고 있는 再生分野로서 2次 大戰시 研究 노력의 결과로 대단한 발전을 가져와 酸白土 處理法을 근간으로 한 再精製油의 市場占有率이 한때 상당한 수준에 이른때도 있었으나(1960년대 美國의 경우 최고 18%) 石油값의 下落 및 固体 廢棄物의 公害問題와 低品質에 기인된 市場 確保問題 廢潤滑油 收集問題등으로 상당히 위축 되었다.

그 이후 先進外國에서는 資源節約 및 環境保存이란 側面에서 보다 經濟性이 높은 새로운 工程을 開發하고자 유기적으로 研究한 결과 새로운 工程들이 研究開發 및 建設中에 있다.

國內에서도 1960년대에 廢潤滑油의 再精製에 관심을 가져 KIST와 民間業체에서 한때 研究된바 있으나 在來式 方法인 酸白土 處理에 溶劑抽出이 첨가된 것으로서 實用化된 例는 아직 없었다.

한편 철도기술연구소에서 1972년부터 기관차에서 發生되는 廢潤滑油의 再精製利用에 힘을써 1981년도에는 약 2억원의 경비절감을 하였다고 보고되고 있으나 이 역시 酸白土 處理 方法이기 때문에 여러가지 문제점이 지적되어 중

단된 상태며 그이후 國家的인 次元에서 研究가 이루어진 예는 거의 全無한 상태다.

이와같은 廢潤滑油 再精製의 原料 공급 범위가 되는 國內 潤滑油 消費量은 약 120만 드럼(1982년 기준)으로 추정되는바 이중 약 70만드럼이 수집 가능한 것으로 나타났다. 그중 절반 이상이 가공처리 되지 않은채 燃燒되어 막대한 公害物質을 放出하면서 귀중한 資源을 낭비하고 있는 실정이며 약 20%만이 民間業체에 의해 酸/白土 處理方法으로 再精製 이용되고 있으나 副産되는 公害物質은 처리가 곤란한 것으로 극심한 公害問題를 일으키고 있으므로 廢資源의 再活用이라는 側面에서는 적극 권장하여야 하나 公害問題나 低級基油 回收등이 問題가 되므로 國家的인 차원으로 볼때 新工程 開發 등으로 하여금 과감한 재정비를 요하는 分野이다.

## 2) 國內 廢潤滑油 處理 實態

國內에서 生産되는 廢潤滑油의 用途로는 燃料用, 거꾸집용, 인쇄잉크용, 재정제용 등으로 알려져 있으며 廢潤滑油 수집업체의 특수성 때문에 정확한 파악은 어려우나 <表1>과 같이 대략 추정 되어진다.

<表1>과 같이 廢潤滑油가 정상 처리되지 못하고 타용도로 이용되는 현상은 廢潤滑油 연소시 公害物質을 상당량 방출하지만 小規模 業者

〈表 1〉 廢潤滑油의 用途別 使用量推定

(단위 : 드럼/년)

總廢潤滑油 發生量	利用되는 廢潤滑油量	燃料用	再精製用	거꾸집用	印刷잉크用	其 他
118万	70万	38万 (54%)	14万 (20%)	10万 (15%)	5万 (7%)	3万 (4%)

에게는 燃料用으로 쓰이는 벙커-C油보다 구입 및 사용이 용이하고 高熱量이라는 점과 건축업 및 印刷잉크 제조업에 쓰이는 原料보다 저렴하다는 데에 원인이 있는것으로 풀이된다.

潤滑成分으로 볼때 高價인 이런 物質이 潤滑基油로 제대로 再利用 되지 못하고 있는것은,

資源節約 및 環境保存이란 國家的인 차원에서 볼때 타용도로의 이용은 반드시 규제 되어야 할 것이다.

3) 國內 廢潤滑油 再精製 工程의 問題點 檢討

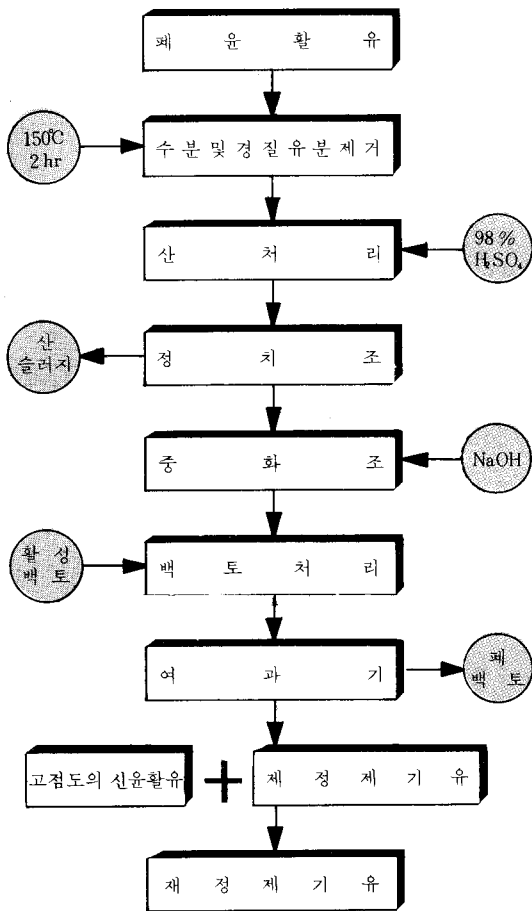
國內에서 商業化 되고 있는 工程은 〈그림 1〉과 같은 酸/白土 工程으로서 이와같은 工程을 利用한 廢潤滑油 再精製 業體의 精確한 統계는 알려지지 않고 있으나 약 50여개 業體로 추정된다. 대부분의 業體가 영세한 企業들로서 노후한 시설을 갖고 科學的인 方法보다는 육감적인 處理로 인해 低級油를 生産하고 있으며 副産되는 公害物質을 處理하지 못하여 상당한 公害問題를 유발시키고 있다.

이와같은 工程의 기초적인 再現實驗結果나 再精製 業體의 現況을 分析해 볼 때 利用되는 工程의 各 단위공정별 문제점 및 개선책은 〈表 2〉와 같으며 이런 結果로 유추해 볼 때 酸/白土 工程에 있어서 酸을 使用하는한 酸 슬러지의 發生은 필연적이므로 酸/白土 工程에서 公害問題의 根本的인 해결은 不可能하며 添加劑가 다양화 되어 질에 따라 핵심 단계인 酸/處理 工程도 한계에 와있다.

그러므로 國內 再精製業의 경우 既存 酸/白土 工程보다 公害問題 및 低級基油 回收 問題를 극복한 新工程으로 대체되어 적극 育成 되어져야 할 것이다.

4) 外國의 廢潤滑油의 再精製 技術 動向.

廢潤滑油 再精製는 에너지 資源의 節約과 더불어 각광을 받기 시작 하였으며 이에 따라 재정제 업자들은 APR(Association of Petroleum Re-refiners)의 후원하에 廢潤滑油 再精製 利用에 關한 國內회의(International conference on used oil recovery and reuse)를 통해 〈表 3〉과 같은 새로운 工程 및 장치 개발을 가속화



〔그림 1〕 民間業者에 依해 運用되는 酸/白土 再精製 工程圖

〈表 2〉 既存 酸/白土 再精製 工程의 單位 工程別 問題點 및 改善策

單位工程	問 題 點	改 善 策
廢潤滑油	<ul style="list-style-type: none"> <li>●廢潤滑油를 선별않고 再精製</li> <li>●低級基油의 原因</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●廢潤滑油를 選別하여 再精製</li> <li>●廢潤滑油別 反應條件 變化</li> </ul>
水 分 및 輕 質 油 分 除 去	<ul style="list-style-type: none"> <li>●回分式으로 증발분 제거</li> <li>●증발분 미회수</li> <li>●公害問題</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●증발분 이용</li> <li>●장치보완</li> </ul>
酸 處 理	<ul style="list-style-type: none"> <li>●廢潤滑油의 質에 無関하게 일괄적 酸處理</li> <li>●添加劑의 다양화에 따라 反應의 제한성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●廢潤滑油 성상에따라 酸處理 反應條件 變化</li> <li>●과학적인 실험실적 분석.</li> </ul>
정 치 조	<ul style="list-style-type: none"> <li>●酸슬러지 발생</li> <li>●公害問題 심각</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●酸슬러지의 加工處理</li> <li>●他用途로의 再利用</li> </ul>
中和處理	<ul style="list-style-type: none"> <li>●육감으로 처리</li> <li>●回收基油의 低級性요인</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●과학적인 실험실적 分析에 의한 處理</li> </ul>
白土處理	<ul style="list-style-type: none"> <li>●廢白土 發生</li> <li>●公害問題 심각</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●廢白土의 加工處理</li> <li>●他用途로의 再利用</li> </ul>
新 油 와 混 合	<ul style="list-style-type: none"> <li>●高粘度 新油를 混合</li> <li>●經濟性 및 品質의 低下</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●정확한 特性 把握</li> <li>●項目別 添加劑 投入</li> </ul>

〈表 3〉 폐윤활유 재정제공정의 연구 개발 동향

연 구 제 목	연구기관	연 구 내 용
○ Re-refining makes quality oils	미 국 (B. E. R. C) 1978	○ 용제 추출과 감압 증류 공정 이용
○ IFP process for the cleaning of used motor oil	프 랑 스 (IFP) 1974	○ propane 추출과 acid/clay 공정 이용
○ Recyclon a new method of rerefining spent lubrication oil without detriment to the environment	독 일 스 위 스 1979	○ Metallic sodium 과 distillation 공정 이용
○ Re-refine waste oil with prop	미 국 (PROP) 1979	○ chemical demetallization hydrofining -공정 이용
○ Purification of used lubricating oil ○ Re-refining plant in Greece. applied by KTI Relube Process	네덜란드 (KTI) 1979 그 리 이스 (KTI) 1983	○ Thin-film evaporator 에 의한 감압 증류와 수소화 정제 공정 이용
○ Re-refining of waste lube oil : Luwa Corp.	스 위 스 (LUWA Corp) 1982	○ Thin-film evaporator 에 의한 감압 증류와 백토 처리 공정 이용

하고 있다.

最近의 廢潤滑油 再精製 技術의 研究開發 動向分析에 의하면 70年代末까지는 미국 DOE(De-

partment of Energy)의 Bartlesville Energy Research Center에서의 용제추출과 감압증류를 活用한 BERC 工程이나 Philips Petroleum Company

에서의 ammonium sulfate나 bisulfate 수용액과 廢潤滑油의 反應에 따른 침전물의 除去를 이용한 PROP 工程, 프랑스의 Institute Francais du P-etrole에서의 Propane용제의 침전기술을 채택한 IFP 工程, 또한 flash distillation 및 sodium 용제에 의한 전처리 工程과 short-path distillation의 증발 工程을 채택한 독일의 Recyclon 工程과 같은 溶劑抽出法이 環境汚染과 낮은 再精製 收率로 적용 금지되고 있는 종래의 酸/白土 處理 工程을 대체할 수 있는 再精製 技術로 各광을 받아 이탈리아의 Viscolube Italiano社를 비롯한 몇 곳에서는 pilot plant 단계를 지나 商業化에 까지 이르고 있으나 最近에는 減壓 蒸溜法에 의한 再精製 技術이 各광을 받고 있는 추세이다.

代表的인 減壓 蒸溜 工程으로는 스위스 Luwa社의 Luwa 工程, 네델란드 Kinetics Technology International社의 KTI 工程, 캐나다의 Turbo Lube Re-refining 이밖에 Pfaudler 工程, Reource Technology Inc. 의 RTI 工程등을 들

수 있는데 이들 工程의 基本構成은 1) 脫水 및 輕質油分の 除去 2) 減壓 蒸溜 3) 水素化 精製 또는 白土 處理 4) 分別 蒸溜 등으로 되어 있다.

이와같은 減壓 蒸溜法의 核心部分은 <그림 2>와 같은 Thin film evaporator에 의한 減壓 蒸溜로 潤滑油와 같이 熱에 민감하고 粘性이 높은 物質의 再精製에 대단히 效果인 것으로 입증되고 있다.

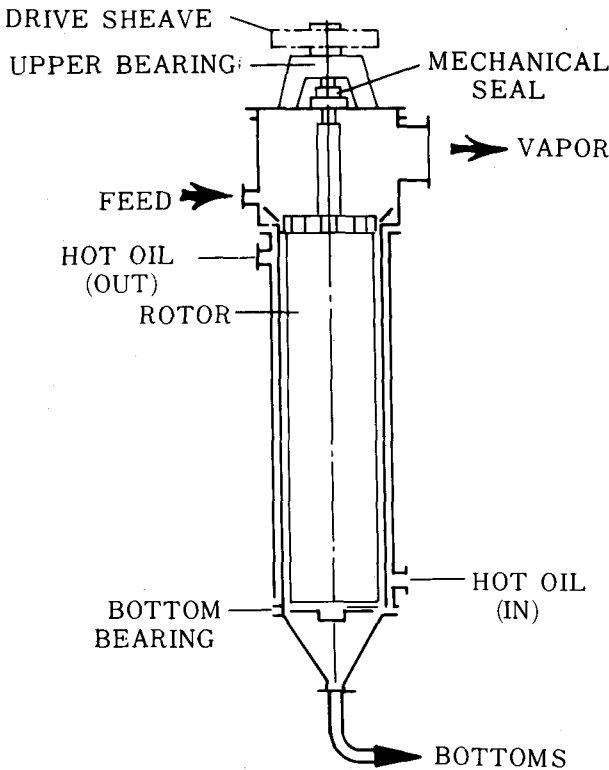
그이유로는 1) Thin layer의 蒸溜로 비등점의 增加와 같은 問題點이 없으며 2) 回轉器의 各반으로 fouling 현상을 最小로 하여 film turbulence로 coking을 유발하는 hot spots를 除去하며 3) 높은 各반효율로 열전달계수가 높으며 또한 생성된 film의 熱的變化가 없어지며 4) 높은 표면적/부피의 比率과 turbulence는 液相으로부터 氣相으로의 물질전달 속도를 最大化하며 5) 이와같은 Thin film evaporator의 기계적 신뢰성이 지난 20년간에 걸쳐 유사한 여러 工程에서 利用되고 있다는 점을 들 수 있다.

특히 이와같은 장치를 이용하여 KTI社에서 開發하여 商業化한 年産 2만톤 규모의 再精製 工程이 그리스에서 조업 되고 있어 경제적 타당성도 입증되고 있는 실정이다.

再精製 基油에 대한 後處理 工程으로는 KTI 工程等에서의 水素化 精製와 Luwa 工程等에서의 白土處理를 들 수 있는데 最近에는 廢白土處理에 따른 環境汚染問題와 再精製潤滑油의 品質 向上을 위해 水素化 精製를 택하는 경향이 높다.

5) 結論

現在 國內外的으로 볼때 石油備의 下落으로 廢潤滑油 再精製의 重要性이 크게 부각되지 못하고 있는 실정이나 이는 일시적인 現象일 뿐 石油備의 상승은 예견 되고 있으며 더구나 石油 資源이 전혀 없는 우리 처지에서 廢潤滑油 利用 실태 및 주변실정인 外國과 상이한 面을 갖고 있지만 外國과 같이 新工程의 開發에 따른 廢潤滑油의 再精製 利用은 廢資源의 再活用에 따른 에너지 資源의 節約과 環境汚染 防止에 기여할 뿐 아니라 産業社會의 發達과 더불어 潤滑油의 수요가 급증하는 추세에 따라 經濟性이 높을 것으로 평가되면서 石油化學界의 尤망산업으로 各광을 받게될 것이다.



(그림 2) Thin-film evaporator의 構造