

## 重質油原料로한 新製品 開發實用化를 爲한 調査研究

金 柱 恒, 姜 好 根,\* 許 東 燮\*\*

韓田油化工業(株), \* 영보건설(주), \*\* 國立工業試驗院

(接受 1985年 1月 20日)

## Studies on physical properties and application to new products from Heavy Residual Fuel Oil as Raw Materials

Ju-Hang KIM, Ho-Ken KANG\* and Dong-sub HERH\*\*

*Hanjun Petrochemical MFG. Co., LTD.*

*\*Youngbo Eng. and Construction Co., LTD.*

*\*\*Polymer Chem. Div., National Industrial Research Institute.*

(Recived Jan. 20, 1985)

### Abstract

Heavy residual fuel oils is a mixture of reduced crude from crude unit, bottom products from vacuum and/or catalytic cracking unit with distillate to meet the specification and generally used as heavy fuel oil for large combustion engines, boilers, etc...

But this study was made to investigate heavy residual fuel oils for using as industrial raw material and resulted the following possibilities as valuable raw material as well as heavy fuel oil.

- 1) Production of straight asphalt through vacuum distillation unit.
- 2) Using straight asphalt from vacuum distillation unit for manufacturing of blown asphalts, cut back asphalts, emulsified asphalts and asphalt compound, rubber/asphalt sheet, etc...
- 3) Using waxy oil side streams for manufacturing of raw oil to be lube oil base stocks through solvent dewaxing.
- 4) Production of lube base oils and rubber process oils from dewaxed raw oil through chemical treatments.
- 5) Manufacturing of paraffine wax from slack wax to be produced as by product of dewaxing process.

## I. 序 論

1978年 第二次 石油波動 以後 우리나라의 Energy 政策은 대체 Energy의 開發로서는 우선 油類消費가 가장 큰 發電部分에서 有煙炭과 原子力으로, 一般 産業工場에서는 Energy 効率化의 合理化 추진을 기본 바탕으로, 정부도 경제 계획 5차 5개년 계획을 급성장 위주에서 안정 위주로 전환함에 힘입어 이제 다시 급속한 經濟 成長이 이루어지게 되었다.

그러나 이와같은 脫石油化에도 불구하고 現在 우리나라의 主宗 Energy는 역시 石油類消費가 總 Energy 消費의 50%이며 또한 總 輸入에 對한 石油輸入 代金 비중이 27%를 상회하게 됨으로서 石油類가 經濟全般에 미치는 영향은 무시할 수 없음이 事實이다.

이는 經濟發展과 더불어 이루어지는 運送用 油類 消費增加와 더불어 産業構造의 變化로 생각되며 이의 뒷받침은 特히 최근 Energy 消費 構造는 輕質化가 되고 있다는 點이다.

1984年度 전반기 國內石油類 수급동향을 살펴 보면 中間溜分(揮發油, Naphtha, 輕油, 燈油等)의 輕質油 需要는 急激히 增加한 반면 B-C 油와 같은 重質油의 需要는 감소하였다.<sup>1)</sup>

따라서 國內 精油 5社에서 生産되는 重質油는 생산과잉으로 일부는 輸出을 해야할 立場이 멀지 않음이 예측되는 반면 石油系 Asphalt 製造는 아직도 國內 道路 鋪裝率이 '84 前期를 基準으로 할 때 全國土에 43% 밖에 미치지 못하고 있고<sup>2)</sup> 潤滑粗油는 海外로 부터 輸入되고 있는 量이 年間 約 300Kl<sup>3)</sup> ('82年 514Kl, '83年 305Kl)에 達하고 있을 뿐아니라 아직도 국내 LVI 市場性은 約 35%라 하는 向後 10年間의 지속성이 豫測된다.<sup>4)</sup>

또한 政府가 추진계획하고 있는 燃料공해 대책<sup>5)</sup>을 감안할 때 中間溜分의 需要增加가 불가 피할 것이며 이는 世界的으로 공통된 石油部門의 重質油 對策에 있어 우리나라도 예외는 아닌 것이다.

물론 重質油의 處理方式이란

- (1) 直接 脫黃裝置를 利用하는 法.<sup>6)</sup>
- (2) 間接 脫黃裝置를 利用하는 法.<sup>7)</sup>
- (3) 減壓殘油 脫黃裝置(VRDS)를 利用하는 法.<sup>8)</sup>
- (4) 接觸分解裝置(FCC)를 利用하는 法.<sup>9, 10, 11)</sup>

等으로 燃料油의 白油化를 製造할 수는 있겠다 하겠지만 이와같은 精製施設의 高度化에는 막대한 投資가 必要함에, 韓國 실정의 現實을 감안, 量產重質油의 對策에 資源 再活用이라는 側面을 바탕으로 一次 道路鋪裝用 Asphalt 製造, 고무-asphalt의 건축용 방수제 등을 비롯한 潤滑 製造應用 實用化에 目的을 두고 이와 關聯된 고무용 有機配合劑 等 石油製品製造에도 尤기적으로 關心을 갖고 試驗研究하였다.

本 論文은 1984年 10月 日本 東京에서 開催된 韓日 技術士 symposium에서 '生産性 向上과 技術士 役割의 事例'로 發表한 內容을 補完 實驗한 것임을 添言한다.

## II. 實 驗

### 1. 材 料

- (1) 高黃 重質燃料油; 湖南精油,<sup>12)</sup> 雙龍精油,<sup>13)</sup> (株)油公,<sup>14)</sup> 京仁에너지<sup>15)</sup>

- (2) MEK (Methy Ethyl Ketone), 輸入品

Grade	Spec.
Sp. Gr., 20/20°C	0.805~0.809
Melting point, °C	-85.9
Boiling point, °C	79.6
Solubility in water (g)	35/100 (10°C)
Molecular weight	72.10
Distillation	Below 76°C-None above 82°C-None Between 78°C and 81°C-90% min.

- (3) Toluene; (株)油公 製品

Grade	Spec
Sp. Gr, (15.5°C)	0.864~0.874
Melting point, °C	-95
Boiling point, °C	110.8
Solubility in water (g)	0.05/100 (16°C)
Molecular weight	92.13

- (4) Clay ; 東海白土, A-3
- (5) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 純度 98%, 市販品.
- (6) NaOH; 純度 99%, 輸入品.

**2. 實驗機器**

- (1) 試料採取器 ; 日本 Yoshida社 Cat.No.702.
- (2) Pilot plant; Vacuum distillation, Cap. 100 Bbl/day
- (3) Vacuum distillation apparatus
- (4) ASTM 色度計; 日本 Yoshida社 Cat. No.903-A, B
- (5) 動粘度計; 日本 Yoshida社 Cat. No. 恒温槽 843 Cat. No. Cannon-Fenske 粘度計 C型
- (6) Penetration tester; 美國 Stanhope-Seta社 Cat. No. 1700 1851 1700/01 1720
- (7) Flash point tester; Cleveland open cup, 日本 Rigosha社 Cat. No. 218 (A)
- (8) 流動點試驗器; Pour point apparatus, 日本 Tanaka Model-Auto
- (9) 殘留炭素試驗器; 日本 Rigosha社 Model-282
- (10) 黃分試驗器; 日本 Horiba社 Model SLFA-800
- (11) 石油製品銅板腐食試驗器; 日本 Yoshida社 型式 CSC-M12T 試驗管法 Cat. No. 786
- (12) Aniline point & mixed aniline point

- tester; 美國 Stanhope-Seta社
- (13) 比重測定器 (Hydrometer)
- (14) 金屬分 Tester; 美國 DC-Argon plasma emission spectrometer
- (15) Asphalt 伸度試驗器; Ductility machine bitumous materials, 日本 Rigosha社 Model AD- 3 R
- (16) Asphalt薄膜加熱試驗器; 日本 Yoshida社 Cat. No. 975-T 型式 AELT - 4 R
- (17) Saybolt viscometer; 美國 Stanhope-Seta社製
- (18) True boiling point apparatus

**3. 試驗方法**

**3.1 試料의 基準**

**3.1.1 重油 (Bunker-C Oils)**

湖南精油, 雙龍精油, 京仁 Energy, 油公 各社의 重質 B-C貯藏 Terminal에서 KS M 2001 方法에 따라 random sampling하여 이를 110℃로 加熱하고 30分間 setting 한 後 상등액만 취해 再加熱(90℃), 100 mesh sieve를 통과시켜 各社別 混合試料로 定하였으며 이들 分析값은 Table 1과 같다. 또한 實用化를 爲한 裝置 design 材質選擇을 爲하여 Table 1의 試料를 混合試料로 하여 元素分析 (Table 2)하였다.

**Table 1. Specification for Bunker-C oils**

Test item	Grade	Honam	KOCO	Ssang Young	Kyung in
Sp. Gr., 15/4 °C		0.9478~ 0.9581	0.9527~ 0.9676	0.9516~ 0.9688	0.9574~ 0.9896
Sulfur content, wt % max		3.4	3.5	3.5	3.5
Viscosity, Cst at 50°C,		220~312	223~320	220~318	228~231
" at 100°C,		26.2~33.9	27.2~37.8	19.3~37.7	20.1~39.6
Flash point, COC, °C		136~189	123~189	130~177	102~165
Carbon residue, wt %		7.0~8.6	7.2~9.8	8.2~9.6	7.0~10.0
Moist & Sedimentation, vol % max.		0.90	0.88	0.95	0.85
Pour point, °C max.		12.5	12.5	12.5	10.0
Asphaltene (n-heptane insoluble), % max.		1.16	2.08	1.38	2.10

**Table 2. Typical analysis of metals in Bunker-C oils**

Unit : ppm	
Properties	Results
Cd	16
As	92
Sn	658
P	120
Hg	164
Mn	838
Pb	1,656
Fe	1,800
Mg	734
Cu	696
Ca	1,910
Al	296
Ni	9,980
Ba	9,763
K	50
Na	2,080
Cr	178
Sr	102
V	280

The analysis is reference of data sheet

**3.1.2 Asphalts**

各社別 試料은 pilot plant 塔低로 부터 排出되는 straight run asphalt를 工程上에서 sampling, 一次 針入度를 測定하였고 각기 다른 貯藏槽에 150℃로 유지 貯藏한 것을 KS M 2001 方法에 依해 random sampling하여 混合試料로 하였으며 또한 綜合試料은 各社別 貯藏製品을 各各 25%씩 150℃에서 混合 20分間 교반하여 混合試料로 하였다. 이에 따른 各各의 分析은 Table 4 및 5와 같다.

**3.1.3 Vacuum Gas Oils(VGO)**

各社別 試料은 pilot plant 各 side別로 cut 되고 溜出되는 各 grade別 試料을 工程上에서 一次 sampling하여 動粘度를 測定하였고 각기 다른 貯藏槽에 일단 貯藏하였다가 이를 다시 60℃로 加熱, KS M 2001 方法에 依해 random sampling하여 混合試料로 하였다. 綜合試料은 各社別 各 grade別 waxy oil을 各各 200ml 비이커에 取해 각기 25%씩 60℃에서 混合 10分間

교반한 後 混合試料로 하였다. 이에 따른 各各의 分析은 Table 6 ~10과 같다.

**3.1.4 Dewaxed oils**

各社別 各 grade別 各各의 綜合試料을 數拾 회에 걸쳐 dewaxing한 후 이를 各 grade別로 200ml 비이커에 取해 40℃에서 10分間 교반한 후 各各의 混合試料로 하였다. 이에 따른 分析은 Table 11의 A, B, C 및 D와 같다.

**3.1.5 藥品精製**

各 grade別로 dewaxing된 oil을 各 貯藏槽에서 KS M 2001 方法에 依해 random sampling한 후 500ml 비이커에 取해 40℃에서 10分間 교반한 後 各各의 混合試料로 하였다. 이에 따른 各各의 分析은 Table 12의 A-1, B-1, C-1 및 D-1과 같다.

**3.2 分析方法**

**3.2.1 共同分析**

가) 比重

KS M 2002(原油 및 石油製品의 比重試驗 方法)에 準하여 測定하였다.

나) 動粘度

KS M 2014(原油 및 石油製品의 動粘度 試驗 方法 및 石油製品 粘度指數 計算方法)에 準하여 測定하였다.

다) 引火點

KS M 2010(原油 및 石油製品 引火點 試驗 方法)에 準하여 Cleaveland open cup 開放式으로 測定하였다.

라) 流動點

KS M 2016(原油 및 石油製品 流動點 試驗 方法)에 準하여 測定하였다.

마) 殘留炭素分

KS M 2017(石油製品 殘留炭素分 試驗方法)에 準하여 Conradson 方法으로 測定하였다.

**3.2.2 Bunker-C Oils**

가) 黃 分

KS M 2027(原油 및 石油製品 黃分試驗 方法)에 準하여 測定하였다.

나) 水分 및 沈澱物

ASTM D-1796 試驗方法에 따라 測定하였다.

다) Asphaltene

ASTM D-3279 試驗方法에 따라 n-heptane 不溶分으로 測定하였다.

라) 粘度

ASTM D-88 試驗方式에 따라 測定하고 ASTM D-2161 換算表를 利用하였으며 試驗器는 Saybolt viscometer를 使用하여 Cst 로 환산하였다.

마) 元素分析

DC-Argon plasma emission spectrometer 에 依해 測定하였다.

3.2.3 Asphalts

가) 針入度

KS M 2252(역청材料의 針入度 試驗方法) 에 準하여 測定하였다.

나) 伸度

KS M 2254(역청材料의 伸度 試驗方法) 에 準하여 測定하였다.

다) 軟化點

KS M 2250(역청재료의 軟化點 試驗方法, 環球法)에 準하여 測定하였다.

라) 트리클로로에틸렌 가용분

KS M 2256(역청材料의 트리클로로에틸렌 에 對한 溶解度 試驗方法)에 準하여 測定하였다.

마) 薄膜加熱

KS M 2258(Asphalt성 材料의 薄膜加熱 試驗方法)에 準하여 測定하였다.

3.2.4 Waxy Oils

가) 色

KS M 2106(石油製品 色 試驗方法(ASTM 색도법))에 準하여 測定하였다.

나) 粘度指數

KS M 2014에 準하여 算出하였다.

3.2.5 粗油(Dewaxed Oil) 및 藥品精製 (Base Oil)

가) 色

KS M 2106에 準하여 測定하였다.

나) 粘度指數

KS M 2014에 準하여 算出하였다.

다) 反應

KS M 2012(石油製品 反應 試驗方法)에 準하여 測定하였다.

라) 銅板腐蝕

KS-M 2018(石油製品 銅板腐蝕 試驗方法) 에 準하여 測定하였다.

마) 아닐린點

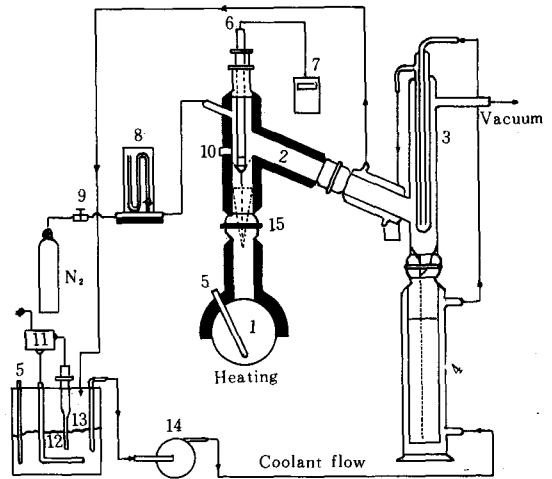
KS-M 2053(石油製品의 아닐린點 및 混合 아닐린點 試驗方法)에 準하여 測定하였다.

바) 酸價

KS M 2024 {石油製品 中和값 試驗方法 (지시약 滴定法)}에 準하여 測定하였다.

3.3 蒸溜試驗

減壓蒸溜는 ASTM 1160에 依해 Fig. 1과 같은 減壓蒸溜 試驗裝置를 製作組立 實施하였으며, Distillation column의 理論段數는 一段으로, Condenser에 眞空 pump를 연결시켜 減壓



- |                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| 1. Flask               | 9. Needle valve      |
| 2. Distillation column | 10. Cork             |
| 3. Condenser           | 11. Relay            |
| 4. Receiver            | 12. Heater           |
| 5. Thermometer         | 13. Thermo-regulator |
| 6. Thermocouple(CA)    | 14. Circulating pump |
| 7. Digital Thermometer | 15. Foam breaker     |
| 8. Vacuum gage         |                      |

Fig. 1. Assembly of vacuum distillation apparatus

處理하였고 N<sub>2</sub>를 通過시켜 裝置內의 壓力을 一定하게 유지하였다.

또 試料重油는 Crude source가 Paraffin base나 Mixed base로<sup>16)</sup> 假定, Wax가 析出될 것을 豫知, 이의 凝固를 防止하기 爲하여 恒溫槽의 물(30~70℃)을 循環 pump로 循環시켜 주었으며 이의 모든 蒸溜試驗은 10mmHg에서 施行하였다.

### 3.4 減壓蒸溜塔設計

Table 1의 原料를 各社別로 각기 蒸溜試驗을 통해 Fig.4~7과 같은 ASTM蒸溜曲線을 얻었고 다시 이들 各社別 試料를 각기 平均하여 再蒸溜 試驗하여 Fig.3과 같은 各社別 平均ASTM蒸溜曲線을 얻었다. 따라서 이와같이 보여지는 ASTM蒸溜曲線은 完滿한 curve를 나타내 주고 있어 低沸點溜分이 高루 갖추어져 있어 TBP 蒸溜試驗 으로부터 "Curve for evaluating lubricants in a B-C oil stock"(Fig.2)를 얻을 수 있어 이를 基準으로 pilot plant의 main tower를 設計하였다.<sup>17)</sup>

### 3.5 Pilot plant

100 Bbl/day 容量으로 distillation column, stripper, heat exchanger, tray(distillation column중 bottom tray는 除外), cooler 등의 材質은 killed carbon steel을 使用했고 main tower의 實際段數는 30段으로 製作 組立하였다.<sup>18~24)</sup>

Heat Exchange<sup>(1, 2, 10)</sup>는 實際 pilot 이므로 流量이 적은 熱交換器는 double pipe type으로 製作 組立하였다.<sup>25~27)</sup>

各種 pump類는 process type을 採擇 使用하였고 各種 壓力計와 溫度計는 韓國宇進計器社, 直示用 流量測定 計器는 日本 Oval社製 flow meter를, level indicator 및 control valve는 Fisher社製을 選擇 使用 組立하였다.

따라서 重要 process는 Fig. 8과 같으며 工程 condition은 塔頂 眞空에는 日本 Yamato Scientific社製 vacuum pump를 使用, 10mmHg의 減壓을 維持시켰다. (이때에 Flashzone 眞空度 60mmHg, Bottom 眞空度 80mmHg)

Feed의 加熱은 cylindrical heater<sup>28~30)</sup>를 使用하였다. 이밖에 全 system의 control flow는 自動이 아닌것은 高溫用 globe valve로 手動 control 하였고 steam stripping은 3.5kg/cm<sup>2</sup>의 飽和蒸氣를 使用하였다.

Process operation에서 reflux heat는 vaporization heat를 利用하여 大部分을 除去하였고 operation condition이 용이한 control을 爲하여 少量의 reflux heat는 sensible heat를 利用하여 除去하는 方法으로 하였다.

日間處理量은 約 17.6kl로서 時間當 733ℓ 이며 이때 typical products의 volume은 total 110.7 BPD (barrel per day)로서 各各의 volume은 Table 3과 같으며 개략 pilot flow diagram은 Fig. 8과 같다.

Table 3. BPD of products for typical feed stocks

Grade	BPD
LVGO (light vacuum gas oil)	22.1
SAE 10 grade VGO	11.1
SAE 30 grade VGO	23.3
HVGO (heavy vacuum gas oil)	4.4
Asphalt (straight)	49.8

### 3.6 脫瀝試驗 (Acid Deasphalting)

HVGO 中에는 Asphaltene, Carbon, Carboid라고 하는 hydrocarbon比가 적은 縮合 多環構造의 物質이 존재하고 있으므로 이를 제거하기 위하여 一次 conc. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2.6%를 45℃에서 酸處理 (30分間 교반)한 後 70℃로 유지된 dry oven에서 12時間 放置한 후 상등액을 취해 46℃로 再冷却, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1.6%로 첨가처리(교반시간 約20分)한 후, 80℃로 유지된 dry oven에서 10時間 放置 setting시켜 sludge를 제거시킨 상등액을 70~80℃에서 elay 5%로 bleaching한 후 계속 130℃로 加熱유지하면서 여과하였다.

### 3.7 溶劑北와 添加方法

各 grade의 waxy oil에 對한 溶劑添加量은 規定한 dewaxing 온도에서 filter上의 wax cake를 通하는 溶液의 점도가 一定하게 조절되어야

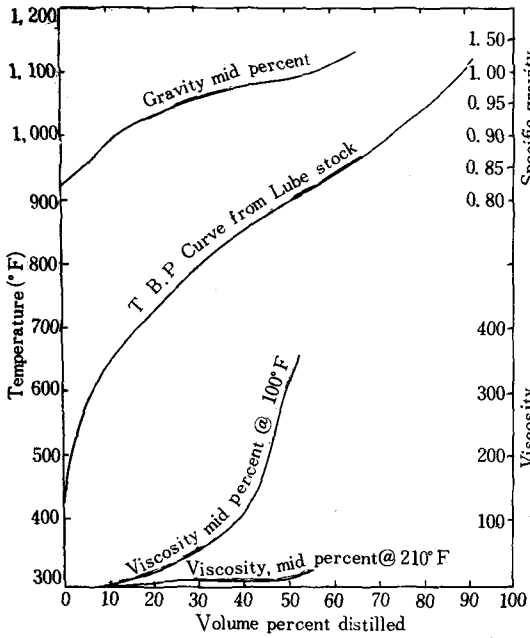


Fig. 2. Curves for evaluating lubricants in a Bunker-C oil stock

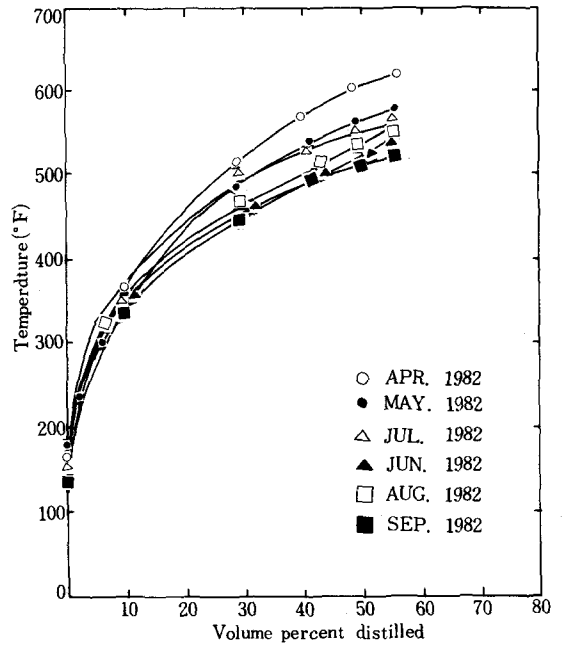


Fig. 4-1. ASTM distillation curve of Bunker-C oils (1) from Honam

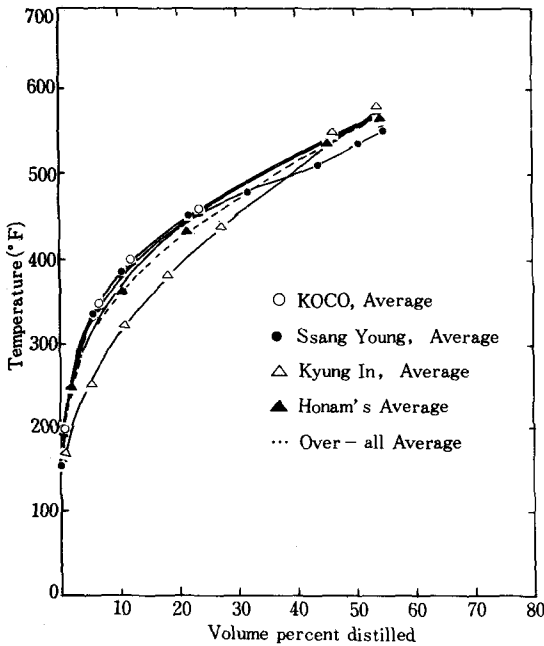


Fig. 3. Typical ASTM distillation curve of Each Company

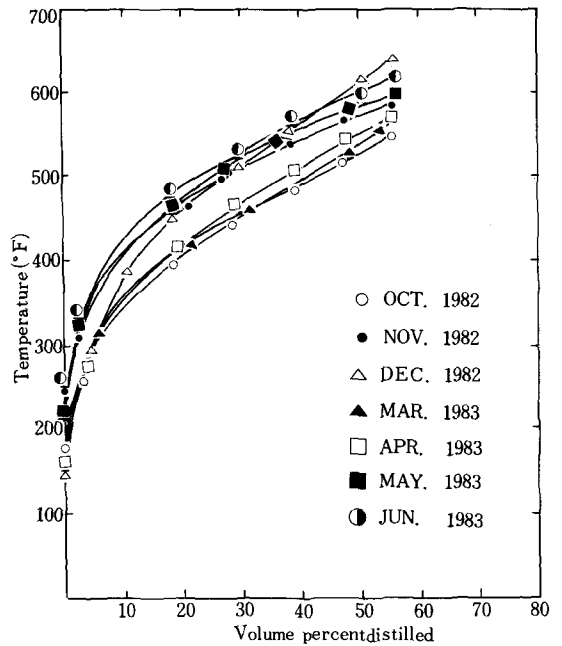


Fig. 4-2. ASTM distillation curve of Bunker-C oils(2) from Honam

하므로 다음과 같이 溶劑 混合比를 設定하여 添加하였다.

LVGO..... 1 : 1.8  
SAE 10 grade VGO ..... 1 : 2.8

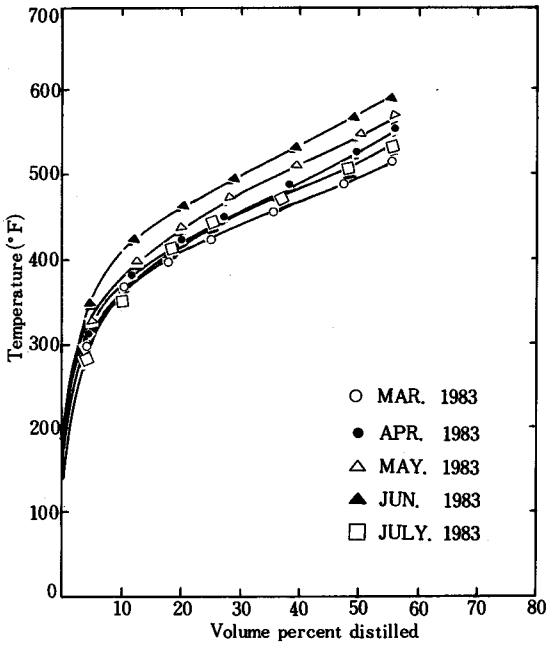


Fig. 5. ASTM distillation curve of Bunker-C oils from Ssang Young

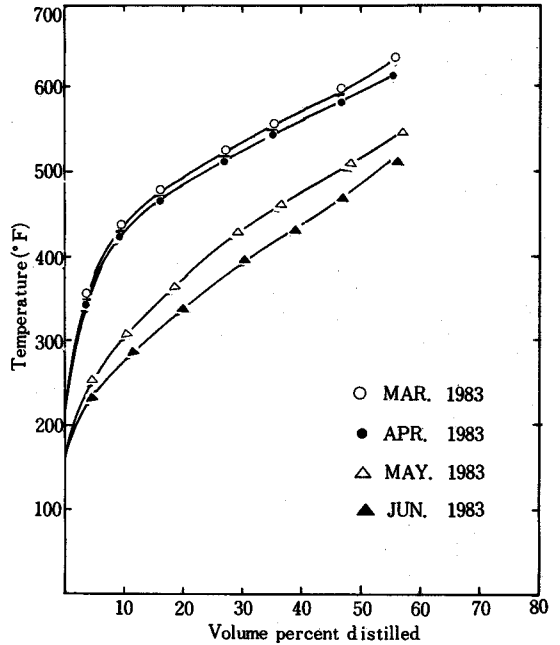


Fig. 6-2. ASTM distillation curve of Bunker-C oils(2) from KOCO

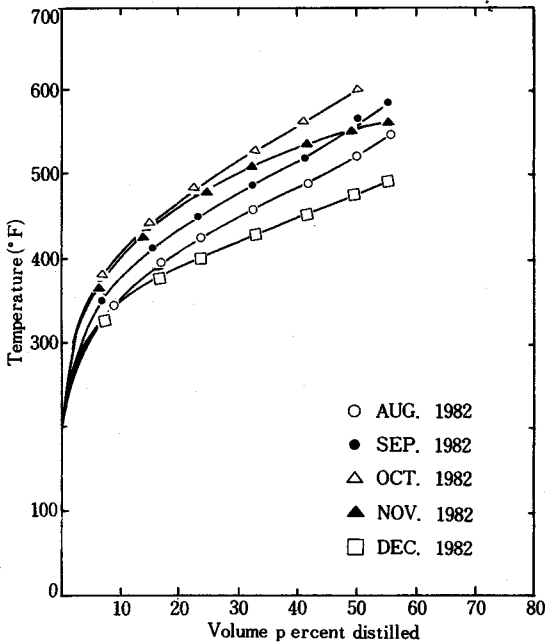


Fig. 6-1. ASTM distillation curve of Bunker-C oils(1) from KOCO

SAE 30 grade VGO ..... 1 : 3.0  
 HVGO..... 1 : 3.6

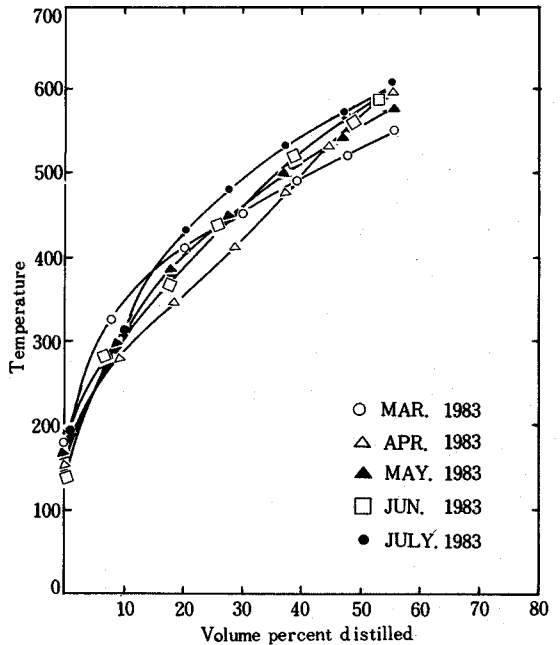


Fig. 7. ASTM distillation curve of Bunker-C oils from Kyung in

또한 溶劑稀釋比는 LVGO나 SAE 10 grade VGO는 5回 나누어添加하였고 SAE 30 grade



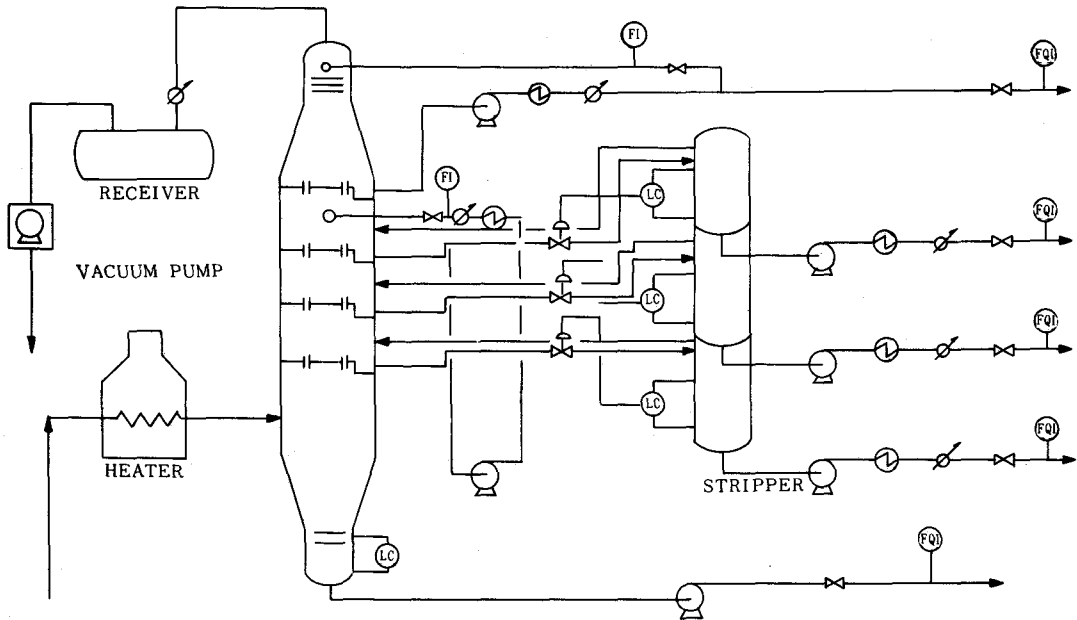


Fig. 8. Process Flow Diagram

VGO는 2 회로 나누어 添加하였으며 HVGO 도 2배로 稀釋, 冷却, 結晶시켰다.

### 3.8 Dewaxing 試驗

各 溜出物의 waxy oil에 對한 dewaxing 工程은 크게 5 가지<sup>(2,15,31)</sup>로 하였다. 卽 混合, 豫熱, 豫冷(結晶, 生長過程), dewaxing과정, solvent recovering system을 거쳐 進행시켰다.

Dewaxing 裝置는 Fig. 9와 같게 하였고 裝置의 中間層에 dry ice를 넣어 低溫으로 유지하였으며 또 온도조절을 위해 glass filter가 부착된 jacket(∅ 6.5cm, L 25cm) 외벽에 공기를 통과시켰다.

또 Jacket內에 thermocouple을 삽입하여 digital thermometer에 연결하여 溫度를 측정하였다. 이때 실험도중 jacket 內部의 온도는 規定 온도에서 ± 2℃로 하였다.

各 grade의 waxy oil은 規定 온도에서 solvent(M.E.K-toluene)와 충분히 교반하여 용해시켰고 이와같이 배합된 용액의 豫冷은 -21℃의 온도를 유지시켜 低溫受槽에서 2時間以上 豫冷하여 wax의 結晶을 生長시켰다.

豫冷된 各 grade의 waxy oil은 미리 冷却된 jacket에 넣어 規定 조건 온도로 유지시키면서 여과 과정을 시행하였다. 이 때 여과는 眞空 pump를 利用하였다(Vacuum 160mmHg).

탈납된 oil에는 용제가 많이 함유되어 있으므로 인하여 이를 회수하는 시험은 N<sub>2</sub>로 stripping하여 solvent를 회수하였다.

### 3.9 化學精製試驗

Dewaxing된 各 grade의 dewaxed oil을 原料로 하였으며 各各의 試驗工程은 다음과 같이 하였다.

#### 3.9.1 Lightest Raw Oil(Result grade : No. A-1)

진한 황산 1.8%를 약한 공기 취입으로 一次 30℃에서 처리한 후 室溫에서 10時間 放置 setting한 후 상등액을 취해, 二次 35℃에서 황산 0.8%를 처리한 후 68℃로 유지된 건조기에서 10時間 방치 setting시키고 sludge를 제거한 상등액을 취해 곧 약한 공기를 취입하면서 가성소오다 0.5%용액 0.3%를 처리하여 실온에서 5시간 setting, 다시 상등액을 60~80℃에

서 30 rpm으로 5분간 교반하면서 5% clay 로 bleaching하고 서서히 昇溫하여 110°C에서 cut, 여과하였다.

**3.9.2 Light Raw Oil (Result grade : No. B-1)**

진한 황산 2.0%를 加하고 약하게 공기 취입하면서 一次 38°C에서 처리한 후 실온에서 12시간 방치하여 완전히 setting한 상등액을 취해 二次 40°C에서 황산 1.2%로 다시 산처리하여 80°C의 건조기에서 10시간 방치 setting시키고 68°C로 냉각, 5% 수세하고 실온에서 12시간 방치 setting한 후 상등액을 취해 60~80°C에서 30 rpm으로 5분간 교반하면서 clay 5%로 bleaching하고 서서히 昇溫하면서 cut temp. 125°C로 하여 여과하였다.

**3.9.3 Medium Raw Oil (Result grade : No. C-1)**

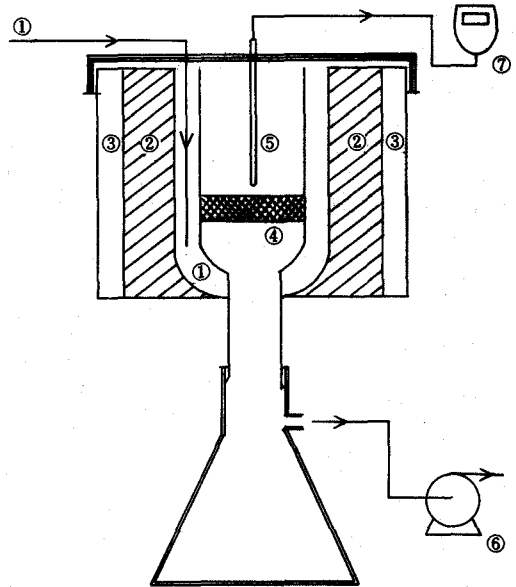
진한 황산 2.2%를 一次 40°C에서 약한 공기 취입으로 교반하면서 산처리한 후 80°C의 건조기에서 10시간 방치 setting하고 상등액만 취해 45°C에서 황산 1.3%로 처리한 후 실온에서 20시간 방치 setting하고 다시 상등액을 취해 60~80°C에서 30rpm으로, 5분간 교반하면서 clay 5%로 bleaching하고 서서히 昇溫시켜 130°C에서 cut, 여과시켰다.

**3.9.4 Heavy Raw Oil (Result grade : No. D-1)**

진한 황산 2.4%를 一次 43°C에서 처리한 후 (교반시간 30분), 80°C의 건조기에서 12시간 방치 setting한 후 상등액을 취해 45°C에서 1.6% 황산으로 再處理시킨 후 (교반시간 30분), 100°C의 건조기에서 10시간 방치 setting한 후 상등액을 취해 60~80°C에서 clay 5%로 bleaching시킨 후 계속 가열하여 135°C에서 cut, 여과하였다.

**Ⅲ. 結果 및 考察**

本 研究에서는 重質油를 利用한 新製品開發 即, straight asphalt<sup>37)</sup> 및 粗油製品<sup>38)</sup> 應用에 關한 問題들을 重點으로 다루었으나 試驗을 實施



- (1) Air inlet line
- (2) Dry ice
- (3) Insulation
- (4) Glass filter
- (5) Thermocouple
- (6) Vacuum suction (Vacuum pump)
- (7) Digital thermometer

Fig. 9. Schematic diagram of dewaxing apparatus

하여 본 結果 原料 Bunker-C oil에 있어서는 반드시 高黃重質油가 아니더라도 Table 1과 같은 일반적인 品質基準이라면 AP-3 即 道路鋪裝用 asphalt<sup>39)</sup> 뿐만 아니라 blown asphalt, cut back asphalt, emulsified asphalt 등의 製品原料<sup>40)</sup> 등을 비롯하여 各種 潤滑粗油 및 酸處理 結果로 미루어 보아 各種 潤滑油 base oil<sup>41)</sup>, 더 나아가서는 furfural extraction<sup>42)</sup> 및 hydrofinishing process<sup>43)</sup> 工程을 거치므로서 보다 높은 高級潤滑基油에도 적용될 수 있다는 것을 알 수 있었고 이와 관련된 보다 폭넓은 관련 석유제품원료<sup>44)</sup>로 利用可能하다는 점을 究明하였다.

**1. 減壓蒸溜試驗 結果**

國內市販 重質 Bunker-C oil의 代表的인 A-STM蒸溜曲線은 이미 Fig. 3~7에서 나타낸 것과 같이 數拾회에 걸쳐 시험한 平均 溜出量은 50~55%에 達하였다. Cracking의 始作溫度는 平均 289~300°C였고 蒸溜殘査는 針入度가 68

~150에 達하였으며 軟化點은 평균 38~50°C로 比較的 軟質 asphalt였다. 또 溜出量은 20~30%까지는 淡黃色이였으며 以後 溜出增加에 따라서 色相은 漸次 濃綠色으로 變하여 갔고 wax 含量도 많았다.

따라서 國內 重質油는 比較明 paraffine基<sup>16)</sup>에 屬하여 있음을 豫測할 수 있으며 보다 폭넓은 관련석유제품원료로 利用 研究가치가 可能하다는 點을 示暖하였다.

## 2. Pilot plant 運轉

TBP蒸溜試驗으로부터 얻어진 "curve for evaluating lubricants in a B-C oil stock"를 基準로 數拾회에 걸쳐 반복운전한 결과 feed에 따라 flashzone 溫度 control은 360~390°C 로 유지되어야 했으며 塔頂溫度를 낮추고 各 side 溜出油의 규정된 規格을 맞추기 위한 目的에 따라 reflux는 sensible 및 vaporization heat 를 利用하여 reflux heat를 除去하였고 reflux量은 約 1~1.5 GPM이 이상적이었다.

### 2.1 Asphalt

Straight run asphalt의 收率은 43~48%에 達하였으며 各社別 Feed를 利用한 pilot plant 運轉 結果 代表的인 分析값은 Table 5에서 보는 바와 같이 比較的 軟質이였으며 各社別 混合 asphalt의 試驗分析값 (Table 4)은 良好한 良質의 道路鋪裝 및 고무-asphalt sheet用 AP-3 製品임을 確認할 수가 있고 또 他種 asphalt 製造原料<sup>40)</sup>로도 使用할 수 있는 可能性을 보여 주

Table 4. Typical properties AP-3 asphalts

The sort of test	Results
Penetration, 25°C, 100g, 5sec	96
Flash point, COC, °C	276
Ductility, 25°C, 5cm/min., cm	140
Softening point, °C	50
Solubility in trichloroethylene, %	99.35
Ductility after thin-film oven test, cm	132
Retained penetration after thin-filmoven test, %	84
Sp. Gr., (25°C)	1.0236

었다.

### 2.2 溜出油

Main tower 各 溜出油인 waxy oil의 收率과 cut溫度에 있어서 各社別 Feed에 對한 綜合結果는 LVGO인 경우 收率이 13~21%였고 stream cut溫度는 175~265°C. SAE 10 grade의 VGO인 경우 收率이 8~12%였고 stream cut溫度는 280~295°C. SAE 30 grade의 VG O인 경우 收率이 17~21%였고 stream cut 溫度는 324~352°C. HVGO인 경우 收率이 2.5~4.2%였고 stream cut溫度는 359~370°C로서 各 溜出物의 溫度를 control하기는 一定한 周기가 반복되지 않고 있어 쉬운일은 아니었다. 이는 各社別 重質油 製品 生産工程의 多變化에 따른 Feed의 物理的 組成에 기인된 것으로 본다.

이에 따른 物理的 試驗分析은 Table 6~10과 같으며 이는 試驗室法에 準하여 이미 고찰하였듯이 LVGO, SAE 10 grade의 VGO에 있어서는 淡黃色이였고 SAE 30 grade의 VGO를 비롯하여 HVGO는 色相變化가 濃綠色으로 나타났으며 따라서 wax 含量도 많아 比較的 paraffin基임을 증명하였고 潤滑油 製造原料로서의 경제적 가치가 있다는 것을 보여주었다.

### 3. 脫瀝<sup>32, 33)</sup>

Flash zone段으로부터 vaporizing 된 塔上段 液에도 輕質 asphalt나 resine이 含有되어 있어 이를 除去할 目的으로 黃酸精製法으로 얻은 結果 높은 溫度에서의 粘度變化는 平均 2sec 가 낮아졌고 동시에 比重도 0.01이 낮아졌다 (15/4°C 때). 色相變化는 초기에는 ASTM 5를 나타내었으나 24時間이 경과한 후에는 점차적으로 濃綠色으로 變하여 갔다. 이는 HVGO의 초기 色相이 黑濃綠色에서 濃綠色으로 變했다는 점은 HVGO 중에 포함되어 있는 asphalt質이 黃酸反應으로서 除去되었다는 試驗確認 結果임을 알 수 있다.

또 黃酸의 使用量이 增加함에 따라 色相 및 精製度가 현저히 向上하였으나 收率은 급격히

Table 5. Typical properties of asphalt as each company

Test item	Grade	Honam	KOCO	Ssang Young	Kyung in
Penetration, 25°C, 100g, 5 sec		120	94	130	95
Flash point, COC, °C		284	296	260	300
Ductility, 25°C, 5 cm/min, cm		120	138	94	140
Softening point, °C		-	-	-	-
Solubility in trichloroethylene, %		98.40	99.80	99.22	99.53
Ductility, after thin-film oven test, cm		98	138	100	140
Retained penetration, after thin-film oven test, %		73	84	76	87
SP. Gr., (25°C)		1.0246	1.0324	1.0475	1.0385

Table 6. Typical properties of mixed base for vacuum gas oil each company

Test item	Grade	LVGO (A)	SAE 10 grade VGO (B)	SAE 30 grade VGO (C)	HVGO (D)
Sp. Gr., 15/4°C		0.8827	0.9021	0.9215	0.9432
Color, ASTM		1.5	2.5	7.5	-
Viscosity (Cst) at 40°C		9.59	26.41	154.44	-
" at 50°C		-	-	-	184
" at 100°C		2.5	4.5	12.5	22.0
Pour point, °C		+ 12.5	+ 15.0	+22.5	+27.5
Flash point, COC, °C		150	205	220	252
Viscosity Index		78	68	61	52

Table 7. Typical properties of LVGO waxy oils

Test item	Grade	Honam	KOCO	Ssang Yong	Kyung in
Sp. Gr.* 15/4 °C		0.8784	0.8789	0.8887	0.8832
Color, ASTM		L1.5~L2.5	L1.5~L2.5	L1.5~L2.5	L1.5~D 3
Viscosity (Cst)* at 40°C		9.48	9.66	10.18	9.68
" at 100°C		2.5	2.5	2.6	2.5
Pour point, °C max.		+ 10	+ 12.5	+ 12.5	+ 12.5
Flash point, COC, °C		140~157	148~155	138~148	150~158
Viscosity Index*		82	75	79	75
Carbon residue*, wt. %		0.98	0.89	0.93	0.92

\* Average data sheet

저하하였다. 따라서 最適條件은 黃酸使用量 4 ~ 5%, 處理溫度 45~48°C가 이상적이였다.

4. MEK와 Toluene 混合溶劑

本 研究試驗에서는 MEK量보다 Toluene 量이 많으면 dewaxed oil의 회망流動量과 滌過溫度와의 差(spread value)는 크게 되고 또 wax의 結晶도 針狀으로 되어 滌過率이 감소함을 알 수

있었고 wax가 溶解하고 있는 母液의 粘度가 높을수록 wax의 結晶이 작아짐을 알 수 있었다.

4.1 溶劑稀積比<sup>30)</sup>

LVGO와 같은 light 溜出油인 경우는 wax의 結晶이 크므로 滌過率은 좋게 되지만 slack wax 中에 油分이 많게되어 dewaxing oil의 收率이 減少하게 되고 HVGO와 같은 heavy 溜出

Table 8 . Typical properties of SAE 10 grade VGO waxy oils

Test item	Grade	Honam	KOCO	Ssang Yong	Kyung in
Sp. Gr*, 15/4℃		0.9036	0.9083	0.8968	0.9018
Color, ASTM		L2.5~D 3	2.5~D 3	2.5~D 3	L 2.5~D3
Viscosity (Cst) at 40℃		26.5	28.67	25.81	24.78
"    at 100℃		4.5	4.7	4.5	4.3
Pour point, ℃ max		+ 15	+17.5	+ 20	+ 15
Flash point, COC, ℃		198~210	196~210	198~200	194~200
Viscosity Index*		67	68	75	62
Carbon residue, wt. %		1.04	1.08	1.03	1.06

\* Average data sheet

Table 9 . Typical properties of SAE 30 grade VGO waxy oils

Test item	Grade	Honam	KOCO	Ssang Young	Kyung in
Sp. Gr* 15/4℃		0.9283	0.9193	0.9144	0.9243
Color, ASTM		6.5~D7.5	6.5~D7.5	6.5~D 7.5	6.5~D7.5
Viscosity (Cst) at 40℃		146.56	167.54	143.92	126.32
"    at 100℃		12.05	13.20	12.48	11.48
Pour point, ℃		+ 17.5	+ 20.0	+ 20.0	+ 15.0
Flash point*, COC, ℃		210~230	210~232	200~230	198~230
Viscosity Index*		60	62	63	60
Carbon residue, wt. %		1.12	1.08	1.10	1.11

\* Average data sheet

Table 10. Typical properties of HVGO waxy oils

Test tem	Grade	Honam	KOCO	Ssang Young	Kyung in
Sp. Gr., 15/4 ℃		0.9429	0.9420	0.9390	0.9432
Color, ASTM		-	D 8	-	D 8
Viscosity(cst) at 50℃		160	181	163	203
"    at 100℃		21	22	25	23
Pour point, ℃		+ 22.5	+ 30.0	+ 25.0	+ 20.0
Flash point, COC, ℃		244~260	240~250	240~244	242~256
Viscosity Index*		55	54	55	46
Carbon residue, wt. %		1.38	1.24	1.36	1.24

\* Average data sheet

油인 경우는 micro wax<sup>45)</sup>가 함유되어 있어  
 結晶도 크게 하고 汙過率도 좋도록 하기 위해서  
 는 大量의 溶劑가 必要하고 또 한번에 稀積시  
 켜 冷却結晶시킴이 最適임을 알 수 있었다.

#### 4. 1. 1 LVGO

MEK 58 : Toluene 42의 混合溶劑物로 하여  
 waxy oil에 대해 一次 상온에서 1 : 0.8로 稀積  
 한 후 54℃로 가열교반하여 용해시키고 천천히

냉각하여 10°C에서 같은 溫度의 溶劑로 25%의 量을 稀釋시켰으며 0°C에서 25%, -10°C에서 25%, 그리고 마지막으로 -16°C에서 完全 稀釋한 後 -21°C까지 冷却시켜 汙過한 結果의 物性は Table 11의 A와 같다. 이 dewaxing 工程<sup>34, 35</sup>은 3.8 Dewaxing 試驗의 工程으로 실시하였으며 汙過상태는 실험시작 約 8分 정도 경과 후에는 油分이 거의 除去된 cake狀이었다.

上記 稀釋過程을 比較하기 爲하여 3단계의 稀釋過程을 갖는 別도의 실험을 실시하였으나 탈납시간은 5단계의 稀釋過程보다 約 2分 정도 빠르지만 收率은 낮아짐을 확인할 수 있었다.

#### 4. 1. 2 SAE 10 grade의 VGO

MEK 58 : Toluene 42의 混合溶劑物로 waxy oil에 對해 一次 상온에서 1 : 1로 稀釋한 후 55°C로 가열교반하여 용해시키고 천천히 냉각하여 10°C에서 같은 溫度의 溶劑로 25%의 量을 稀釋시켰으며 0°C에서 25%, -10°C에서 25%, 그리고 마지막으로 -16°C에서 完全稀釋한 後 -21°C로 冷却시켜 汙過하였다. 이 dewaxing 工程은 3.8. Dewaxing 試驗으로 실시하였으며 汙過상태는 실험시작 約 10分 정도 경과 후에 油分이 거의 除去된 cake狀이었으며 40分間 계속 汙過한 後의 탈납유에 대한 여러가지 物성의 測定結果는 Table 11의 B와 같다. 또 上記 稀釋過程을 比較하기 위해 3단계의 稀釋過程을 갖는 別도의 실험을 실시하였으나 탈납시간에 있어서 5단계의 과정보다 約 3分 정도 빠르지만 收率은 낮아짐을 확인할 수 있었다.

#### 4. 1. 3 SAE 30 grade VGO

MEK 55 : Toluene 45의 混合溶劑物로 waxy oil에 對해 一次 상온에서 1 : 2.5로 稀釋하여 56°C로 가열교반하여 용해시켰으며 -10°C까지 冷却시키고 같은 온도의 溶劑로 稀釋하고 -21°C에서 탈납하는 2단계의 稀釋過程을 택하여 汙過하였다. 이 때 dewaxing 時間은 18分이 소요되었고 油分이 完全除去된 시간은 1時間이 소요되었으며 탈납후의 wax 상태는 sponge狀이었다.

이러한 結果는 wax가 적당한 크기로 成長되지 않은 것으로 판단되어 比較試驗을 爲해 wa-

xy oil에 全量의 混合溶劑物을 상온에서 稀釋하여 55°C에서 용해시키고 탈납한 결과 SAE 10 grade VGO와 같은 約 10分 정도의 汙過 시간을 보여주었다. 이는 粘度가 높을수록 wax의 結晶이 작고 많은 量의 溶劑로 한번에 稀釋하는 것이 汙過속도를 빨리하는 조건임을 알 수 있다. 이렇게 한 탈납유의 여러가지 物성은 Table 11의 C와 같다.

#### 4. 1. 4 HVGO

MEK 55 : Toluene 45의 混合溶劑物로 waxy oil에 對해 一次 상온에서 1 : 3.0으로 稀釋하여 56°C로 가열용해시켰으며 -10°C까지 冷却시켜 남아있는 용제를 같은 온도에서 稀釋하고 -21°C에서 탈납하는 2단계의 회석 과정을 택하였다. 이 때 dewaxing시간은 20分이 소요되었으며 油分이 完全除去된 시간은 1시간 5분이 소요되었고 탈납 후의 wax 상태는 sponge狀이었다.

이러한 結果는 SAE 30 grade VGO와 같은 상태로서 wax가 적당한 크기로 成長되지 않은 것이라고 판단되어 比較試驗을 爲해 waxy oil全量에 混合溶劑物을 상온에서 稀釋하여 55°C에서 용해시켜 탈납한 결과 良好한 汙過시간을 나타내었다. 따라서 SAE 30 grade 以上の 粘度를 갖는 것은 wax의 結晶이 작고 많은 量의 溶劑로 한번에 稀釋하는 것이 汙過속도를 빨리하는 것이라는 것을 증명할 수가 있었다. 이렇게 한 탈납유의 여러가지 物성은 Table 11의 D와 같다.

## 5. 化學精製

Dewaxed oil의 主成分은 주로 飽和炭化水素로서 黃酸과 作用하지 않는다는 것이며<sup>40</sup> dewaxed oil中에 포함된 디올레핀, 올레핀, 芳香族 등의 不飽和炭化水素 혹은 酸素, 窒素, 黃 등의 不純物을 포함하는 化合物과 여러가지로 作用된 重縮合反應으로 침전물을 生成시켜 潤滑油로서 바람직하지 못한 不用物質을 除去시켰으며 酸處理에서 황산의 量은 1回보다 2回로 分割處理하는 것이 精製效果를 증진시켰으며 白

Table 11. Typical properties of dewaxed oils

Test item	Result grade			
	A	B	C	D
Sp. Gr., 15/4°C	0.8813	0.8993	0.9193	0.9422
Color, ASTM	2.5L	4.0L	7.0D	-
Viscosity (Cst), at 40°C	11.05	30.66	172.28	459.95
"    at 100°C	2.7	4.8	13.0	22.64
Pour point, °C	-15.0	-15.0	-12.5	-12.5
Flash point, COC, °C	150	204	220	250
Viscosity Index	71	60	54	46
Aniline point, °C	68	67	67	49
Reaction	Neutral	Neutral	Neutral	Neutral
Corrosion to Cu strip, (100°C × 3 hr.)	1a	1a	1a	1a
T. A. N. mgKOH/g	0.12	0.22	0.26	0.42

Table 12. Typical properties of chemical treated dewaxed oils

Test item	Result grade			
	A - 1	B - 1	C - 1	D - 1
Sp. Gr., 15/4 °C	0.8764	0.8975	0.9184	0.9410
Color, ASTM	1.0L	2.0L	4.0L	4.0D
Viscosity (Cst), at 40°C	9.61	27.03	142.67	279.93
"    at 100°C	2.50	4.54	11.85	17.48
Pour point, °C	-15.0	-15.0	-12.5	-12.5
Viscosity Index	77	66	60	54
Aniline point, °C	75	73	72	68
Reaction	Neutral	Neutral	Neutral	Neutral
Corrosion to Cu strip (100°C × 3hr)	1a	1a	1a	1a
T.A.N., mg KOH/g	0.09	0.11	0.14	0.14

土處理 온도는 높을수록 良好하였으나 140°C 以上에서는 空氣露出下에서 空氣酸化로 因한 着色이 심해 60~80°C가 가장 양호한 bleaching 方法으로 나타났으며 粘度의 種類, 酸의 增量處理에 따라 각기 다른 효과의 精製도를 나타내었지만 收率이 좋지 않고 安定도가 좋지 못한 점으로 보아 酸의 量은 5%미만이 良好한 것으로 나타났고 또 平均收率도 87% 이상이었다. 이에 따른 시험결과는 Table 12로서 比較的 安定된 L VI 潤滑油 base로서 사용가능함을 보여주었다.

#### IV. 結 論

本 研究에서는 國產重質油를 利用하여 道路鋪

裝用, 고무/asphalt 防水用 asphalt뿐만 아니라 潤滑粗油, 고무용 軟化劑<sup>47, 48)</sup> 및 老化防止劑 나아가서는 이와 관련된 石油製品 製造 開發의 可能性이 다음과 같이 確認示唆되었다.

- 1) 減壓蒸溜工程으로부터 道路鋪裝用, 고무/asphalt 防水用 asphalt製품을 얻을 수 있었고
- 2) 直溜 straight asphalt로부터 Brown asphalt,<sup>49)</sup> Cut back asphalt,<sup>50)</sup> Emulsified asphalt<sup>51)</sup>의 製造原料로 利用可能함을 알았고
- 3) 減壓蒸溜 各 side stream으로부터 얻어진 waxy oil은 solvent dewaxing을 實施함으로써 폭넓은 潤滑油製品製造用 粗油를 얻을 수 있었고
- 4) 粗油의 化學的 精製로 各種 潤滑油 Base

oil로 使用可能했다.

- 5) Dewaxing process로부터 얻어지는 slack wax를 利用함에 paraffine wax製造原料<sup>52)</sup>로 의 可能性을 示唆했다.
- 6) 資源의 再活用 및 Energy의 開發이라는 點에서 잉여 重質油의 處理方案(案)은 供給과 잉여 重質油의 經濟的 價値 再評價에 代替 Energy로 研究開發 活用하므로서 부존자원이 없는 國家産業에도 기여할 수 있는 점이 資源節約面에서 경제성 높은 새로운 工程開發이 아닌가 생각된다.

### 參 考 文 獻

- 1) 南宮堅, 石油協會報. No. 2 P41~49(1984)
- 2) 大韓建設協會, (日刊)建設會報('84), 1月號~7月號
- 3) "statistical year book of Foreign Trade", office of Customs Administration Republic of Korea, (Dec. '82, Dec. '83), Imports by Commodity and country.
- 4) 金桂恒, 技術士, Vol. 15, No. 4, P51~59 (1982)
- 5) "低硫黃燃料油供給對象 事業者教育", 仁川直轄市 保健社會局, (1982. 2)
- 6) Selvidge, C. W., Conway J. E., Jensen R. H., Deep Desulfurization, Presented at JPI, Nov. 11(1972)
- 7) Reed, E. M. et al., Oil Gas J., Vol. 70, No. 29, P103~108 (1972)
- 8) Hydrocarbon Processing, Vol. 16, No. 5, May. P105~109, 1982
- 9) Hydrocarbon Processing, Vol. 51, No. 5, May. P85~88, 1972
- 10) Oil & Gas Journal, Vol. 71, No. 45, Nov. 5, P88~92, 1973
- 11) Hydrocarbon Processing, Vol. 58, No. 9, Sep. P131~135, 1979
- 12) 石油製品의 規格과 品質", 大韓石油協會, P189, 1982
- 13) "石油製品의 規格과 品質", 大韓石油協會, P216, 1982
- 14) "石油製品의 規格과 品質", 大韓石油協會, P165, 1982
- 15) "石油製品의 規格과 品質", 大韓石油協會, P199, 1982
- 16) 飯牟禮 著, 石油製品ガイドブック, 日本産業圖書株式會社, P 8(1962)
- 17) Nelson W. L., Petroleum Refinery Engineering, Mc-Graw Hill P79-167 (1958)
- 18) F. R. I. Research, Introduction and Background, 10/15/70 Sec. 5.0 P1~2
- 19) F. R. I. Research, Sieve Tray Flooding, 7/15/73, Sec. 5.1 P1~10
- 20) F. R. I. Research, Sieve Tray Flooding, 7/15/73, Sec. 5.2 P 1~12
- 21) F. R. I. Research, Sieve Tray Pressure Drop, 2/15/66, Sec. 5.3 P 1~3
- 22) F. R. I. Research, Sieve Tray Efficiency, 2/15/66, Sec 5.4, P 1~7
- 23) F. R. I. Research, Sieve Tray Weeping and Entrainment, 2/15/72, Sec. 5.5, P1~5
- 24) Ernest E Ludwig, Applied Process Design for Chemical and Petrochemical plant, Gulf publishing Co., (1972). Chapter 8, P1~116
- 25) "Waste Treatment & Flare stack Design Hand Book" Gulf Publishing Co., ('83), Heat Exch Design Hand Book, P 1~106
- 26) D. Q. Kern, Process Heat Transfer, International Student Edition, MC-Graw Hill, P 102~220 (1972)
- 27) 日本化學技術, 化工機の設計と保守(上), 日本技術評論社 P 144~166, (1976)
- 28) 日本化學技術, 化工機の設計と保守(上), 日本技術評論社 P 83~106, (1976)
- 29) 牧 親彦, 石油精製技術便覽, 日本産業圖書 P 103~133, (1971)
- 30) W. L. Nelson, Petroleum Refinery Engineering, MC-Graw Hill, P 585~625 ('58)
- 31) 牧 親彦, 石油精製技術便覽, 日本産業圖書 P 134~209, (1971)



- 32) 堀口博, 潤滑油と グリース, 日本三共出版  
株式會社 P 171, (1974)
- 33) 山田省二, 石油と 石油化學, 大日本圖書 (19  
71), P 107
- 34) Nelson W. L., Petroleum Refinery Engi-  
neering, MC-Graw Hill, P 374~394 ('58)
- 35) 堀口博, 潤滑油と グリース, 三共出版株式  
會社 (1974), P 185~196
- 36) 堀口博, 潤滑油と グリース, 三共出版株式  
會社 (1974), P 192~196
- 37) 大韓石油協會, 石油製品の 規格과 品質, 大  
韓石油協會, 1982, P 100~107
- 38) 大韓石油協會, 石油製品の 規格과 品質, 大  
韓石油協會, 1982, P 224
- 39) KS M 2201 (도로포장용 아스팔트)
- 40) 牧 親彦, 石油精製技術便覽, 新岩文化社 (19  
82), P 112~113
- 41) 牧 親彦, 石油精製技術便覽, 新岩文化社 (19  
82), P 25
- 42) W. L. Nelson, Petroleum Refinery Engi-  
neering, MC-Graw Hill, P 353~359 (1958)
- 43) 牧 親彦, 石油精製技術便覽, 新岩文化社 (19  
82), P 108~111
- 44) 飯牟禮 渚, 石油製品ガイドブック, 日本産  
業圖書株式會社 (1962), P 129~196
- 45) 鄭基現, 石油化學工業, 寶晉齋 (1974), P102
- 46) 鄭基現, 石油化學工業, 寶晉齋 (1974), P68  
~69
- 47) 이현오, 합성고무와 배합, 새한문화사 (1972)  
P 291~349
- 48) 韓國고무學會, 基礎고무技術, 韓國 고무學  
會 (1983), P 146~149
- 49) KS M 2204
- 50) KS M 2202
- 51) KS M 2203
- 52) 石油便覽, 日本石油株式會社, 石油春秋社  
(1972), P 278

## 基礎 고무 技術

韓國고무學會 編  
A 5版 400페이지  
定價 ₩ 12,000 送料 ₩ 570

### 內 容

- |                  |             |
|------------------|-------------|
| 1. 고무工業의 沿革 및 現況 | 5. 고무 配合設計  |
| 2. 天然고무 및 合成고무   | 6. 고무 加工 技術 |
| 3. 고무의 構造와 特性    | 7. 試驗方法     |
| 4. 고무용配合藥品       |             |

※本學會 會員에 限하여 價格 割引 서어비스 斷行 卷當 ₩ 11,400 (送料包含)

※『仔細한 것은 本韓國고무學會 事務局으로 問議하시기 바랍니다.

Tel. (02) - 266 - 7229