

# 방카 C 重油의 粘度에 關한 實驗

On the viscosity of Bunker C fuel oil

羅 允 浩

<한국유류시험검사소>

## Summary:

Bunker C fuel oil may be taken as a conc. solution of asphalt as a solute. It may be assumed that there will be an unlogical relationship between conc. solution and solute in rheological behavior.

Investigation was carried out to find out the optimum preheating temperature.

The following results were obtained: the colloidal structure bunker C fuel oil undergoes a transition at around the softening point of the solute asphalt; and the flow character changes from non-Newtonian flow to Newtonian as well as its activation energy is remarkably reduced at around softening point of the solute asphalt for the purpose of the improvement of flow character of Bunker C fuel oil, the preheating must be done above the softening point of a solute asphalt.

## 1. 緒 論

高分子物理學은 1)濃厚溶液理論에서 高分子濃厚溶液의 物性舉動이 溶質인 高分子物質의 融液物性舉動과 類似性이 있음을 示唆하고 있고 最近 日本國의 2)飯島氏는 아스팔트의 物性研究에 있어 아스팔트의 融液粘度物性이 아스팔트의 軟化點과 密接한 關係가 있음을 發表한 바 있다.

然이나 近日 工業用 燃料로서 방카C 重油가 大量消費되고 있는데 그 流動性 向上을 爲하여 加溫에 依한 粘度低下를 期하고 있는데 加溫處理에 있어 無定見하며 適切加溫限界에 對한 理論的提示가 되어있지 않다.

이제 筆者는 방카C 重油를 아스팔트의 高分子濃厚溶液으로 看做하고 방카C 重油의 粘度가 溶質인 아스팔트의 無定形 高分子融液의 粘性和 相關性이 있으리라는 豫想下에 방카C 重油의 溫度變化에 따르는 流動曲線을 檢討하여 無定見했던 방카C 重油의 豫熱處理에 있어 適切한 處理溫度에 對해 理論的인 知見을 얻고져 本實驗을 施行했다.

## 2. 實 驗

### 2.1) 試 料

1969年 2月中 大韓인크페인트製造株式會社 永登浦工場 汽罐用 燃料로서 中央石油를 通하여 入荷한 石油公社 製品인 방카C 重油를 試料로

技術士(化工部門)

(表 1)

방카C 重油의 性狀

S.G (15/4°C)	Vis(sst)		Pour Point (0°C)	Flash Point (0°C)	carbon residue (%)	asphalt		wax		Sulfur (%)	cal (cal/gr)
	37.8°C	98.9°C				Soft (%)	Hard (%)	soft (%)	Hard (%)		
0.9457	921.99	34.89	12.0	167.0	8.25	2.36	3.24	18.79	14.56	3.87	10,410

서 使用했다.

그 性狀은 表1과 같다.

試料의 試驗은 KS試驗法과 KS에 없는 것은 A.S.T.M 試驗法에 依했다.

本試料를 使用하여 眞空15<sup>m</sup>/kg 眞空燕溜하여 80% (ly vol)의 溜出油를 除去하고 20% (lyvol)의 溜出殘分으로서 얻어진 아스팔트 性狀은 表 2와 같다.

(表 2)

방카C 重에서 얻어진 아스팔트의 性狀

Penetr- ation (25°C)	Soft Point (°C)	ductilits (15°C)	Flash Point (0°C)	Fvab. Loss (%)	Sol. ly Ccl. (%)
83.9	60.5	71.00	342	0.19	79.91

아스팔트의 性狀試驗法은 KS 試驗法에 依했고 軟化點試驗은 環球法에 依했다.

### 2.2) 裝置 및 測定

Brookfield 粘度計에 屬하는 日製 東京計器의 B型粘度計를 使用하여 試料를 恒溫水浴中에서 溫度를 試料의 流動點(12°C) 附近인 15°C안에서 부터 20% 眞空蒸溜殘油分 아스팔트의 軟化點(60.5°C)을 넘어서 70°C까지 變化하면서 各溫度마다 計器의 回轉速度를 6 r.p.m. 12 r.p.m. 30 r.p.m 60 r.p.m.로 變化하면서 計器의 示度를 읽어 試料의 流動曲線을 測定하였다.

粘性流體의 流動性을 表示하는 流動曲線에 關해서는 다음 實驗式이 成立된다.

$$S = y'D^n \dots \dots \dots (1)$$

여기서 S : 粘性流體의 剪斷應力(dyn/cm<sup>2</sup>)

D : 粘性流體의 速度勾配(Sec<sup>-1</sup>)

y'n : 流體의 流動性을 規定할 수 있는 定數

B型 粘度計에 있어 圓筒(Rotor)의 回轉速度

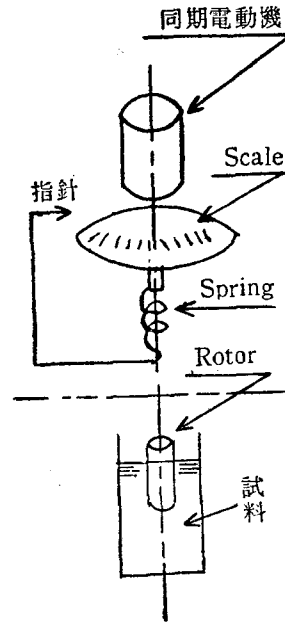


그림 IB型粘度計

(w)는 速度勾配(D)에 比例하는 것이고 計器의 示度(Q)는 Tork 即 速度勾配(S)에 比例하는 것이므로 (1)式은 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$Q = K'y'w^n \dots \dots \dots (2)$$

여기서 K' : 比例恒數

(2)式의 兩邊의 對數를 取하면

$$\ln Q = \ln(K'y') + n \ln w \dots \dots \dots (3)$$

即 lnQ와 lnw는 直角座標에서 直線關係를 나타내게 되고 粘性流體의 性格을 나타내는 n은 同直關係에 있어 直線의 勾配角을 α라고 하면 n=tanα가 되는 것이다.

測定에 있어 溫度上昇에 따라 粘度가 低下됨으로 Tork의 低下에 맞추어 圓筒(Rotor)도 No.4에서 No.1까지 바꾸어 가면서 測定하였다.

### 3. 結果 및 考察

#### 3.1) 流動特性

式(1)에서 表示된  $n$ 은 粘性流體의 流動特性을 나타내는 數値로서  $n=1$ 일 때에는 newtonian flow를 나타내는 것이고  $n \neq 1$ 일 때에는 non-newtonian flow를 나타내는 것이다.

式(3)에 依하여 測定한 計器의 示度( $Q$ )와 回

轉速度( $w$ )을 直角對數座標에 依하여 作成된 것이 그림(2)에 表示된 流動曲線群이다.

그림(2)에서 各溫度에 따르는 流動曲線의 直線勾配에서  $n$ 值을 求하면 表(3)과 같다.

(表 3)

各溫度에 따르는  $n$ 值

溫 度 °C	15	20	25	30	35	40	45	50	55	58	60	62	65	70
$n$ 值	0.9657	0.6693	0.5774	0.8693	0.6245	0.5095	0.9004	1.0724	0.7002	0.7265	1.1918	1.1106	1.000	0.9004

여기서 流動特性이 아스팔트의 軟化點인 60°C 附近에서 non-newtonian flow로 부터 newtonian flow로 轉移됨을 볼 수 있다.

然이나 飯島氏 報告에 依하면 아스팔트의 融液粘度物性은 軟化點附近에서 Newtonian flow로 부터 non-newtonian flow로 轉移되고 있음을 보여주고 있다.

이것은 방카C 重油가 아스팔트의 無定形 高分子溶液으로서 溶質인 아스팔트의 融液粘度物性和 類似性이 있음을 보여주고 있다. 同時에 轉移現象이 나타나고 있다는 點에서도 一致되는 것이다.

### 3. 2) 流動의 活性化에너지

溫度上昇에 依한 流動性 增大는 流動에 關與되는 分子의 活性化 過程으로서 說明하고 있는

<sup>3)</sup> 絕體速度論的 立場이나 粘度의 溫度依存性에 關하여 實驗的으로 얻어진 andrade의 다음 式이나 同一한 結果를 나타내고 있는바

$$y = Ae^{U/RT} \dots \dots \dots (4)$$

여기서  $y$ : 粘度,  $A$ : 定數,  $R$ : 氣體定數

$T$ : 絕體溫度,  $U$ : 外觀上의 活性化에너지

(4)式 兩邊의 對數를 取하면

$$\ln y = \ln A + \frac{U}{R} \left( \frac{1}{T} \right)$$

$$\therefore d \ln y = -\frac{U}{R} d \left( \frac{1}{T} \right)$$

$$\therefore U = R \frac{\ln y}{d \left( \frac{1}{T} \right)} \dots \dots \dots (5)$$

B型 粘度計에 依해서 測定된 방카C 重油의 粘度는 表(4)와 같다.

(表 4)

방카C 重油의 粘度

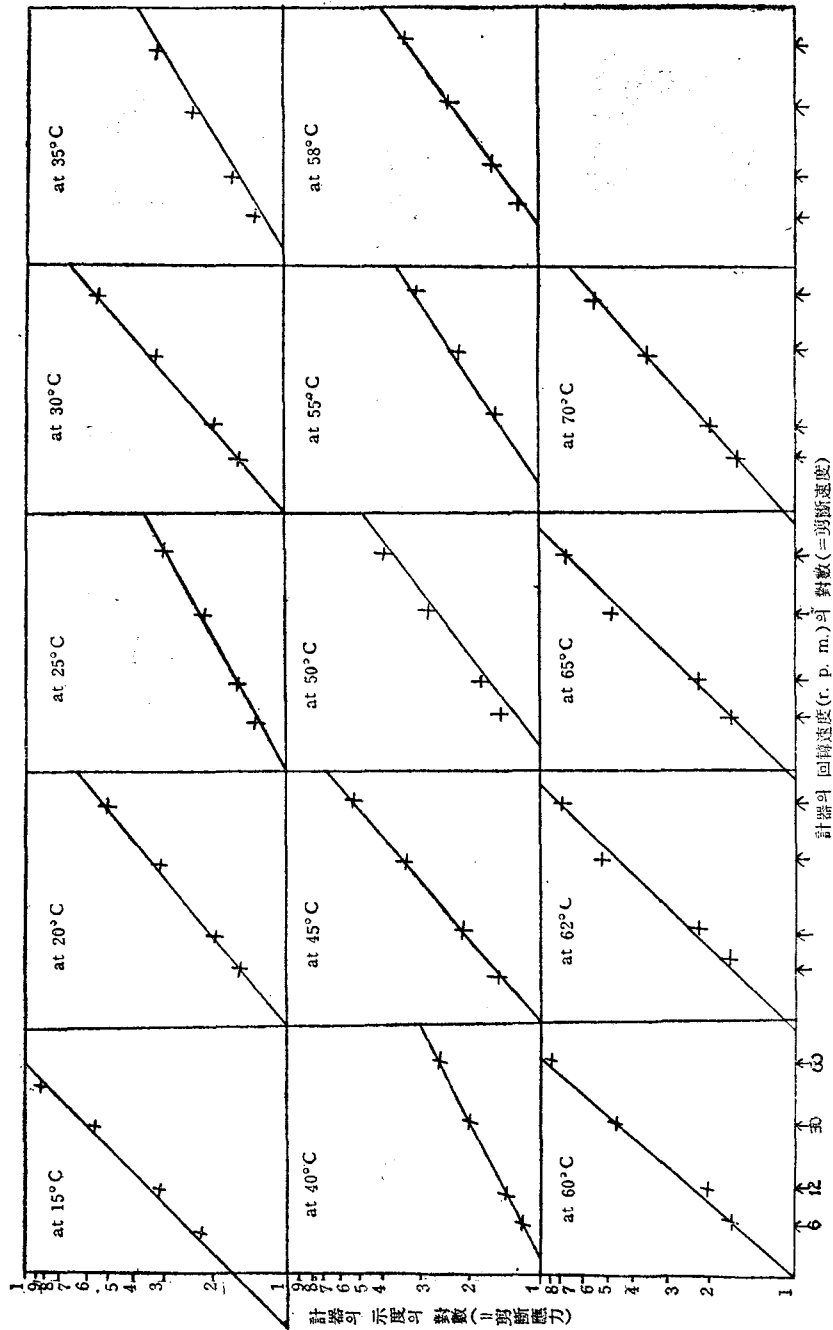
溫 度(°C)	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
粘 度(c.p.)	10,470	4,066	2,150	910	512	348	230	158	121	77	69	57

(表 5)

外觀上의 活性化에너지

溫度 間隔°C	15~20	20~25	25~30	30~35	35~40	40~45	45~50	50~55	55~60	60~65	65~70
$u$ 值 Kcal/mol	31.5	25.5	28.6	23.0	15.4	16.6	15.0	10.7	18.0	0.6	1.5

그림 2 방카 C 重油의 流動曲線 (Flow curve of Bunker C fuel oil)



表(4)의 數値를 (5)式에 適用하여 外觀上의 活性化에너지를 算出한 것이 表이다.

表(5)에서 보는바 外觀上의 活性化에너지가 溶質인 아스팔트의 軟化點(60.6°C) 附近에서 急激히 低下되고 있음을 보여주고 있다.

방카C 重油가 溶質 아스팔트의 軟化 點溫度 附近에서 外觀上의 活性化에너지의 急激한 低下를 나타내고 있음은 방카C 重油의 液體內部構造에 變化가 發生하고 있음을 말해주는 證左로서 前項 流動特性 考察에 있어 同一한 溫度位置에서 轉移現象을 나타내고 있는 事實과 一致하는 것이다.

#### 4. 結 論

방카C 重油의 工業的인 豫熱方法을 보면 豫熱源으로서 普通 100°C 前後의 蒸氣를 使用하는 間接加熱方式을 取하고 있는 것이 普通으로 되어 있다.

筆者는 豫熱의 主目的이 粘度低下에 依한 流動性 向上에 있다고 보는 것이며 따라서 방카C 重油의 粘性物性面에서 얻어진 다음 決論은 방카C 重油의 豫熱處理에 있어 理論的指針을 提示해 주는 것이다. 即 방카C 重油의 粘性에 있어

(1) 방카C 重油의 流動特性이 溶質로 看做할 수 있는 아스팔트의 軟化點溫度 附近에서 轉移되고 있어 液體內部構造에 變化를 이르고 있다.

(2) 이러한 事實은 粘度의 溫度 依存性에서 考察해 볼 때 亦是 軟化點溫度 附近에서 外觀上의 活性化에너지의 急激한 低下現象으로서도 反證될 수 있다.

故로 방카C 重油를 豫熱處理함에 있어 加溫 溫度를 上昇시킬수록 粘度의 低下를 期할 수 있겠지만 液體內部構造에 變化를 生起하는 溶質 아스팔트의 軟化點溫度 以上으로 加熱處理함이 妥當하겠다는 結論을 얻을 수 있는 것이다.

이것은 100°C 前後의 蒸氣를 使用하는 一般的인 工業的 加熱方式에서 容易하게 適用할 수 있는 것이다.

#### 參 考 文 獻

- 1) 日本高分子學會編：  
高分子工學講座 4. p.26 (1965)
- 2) 日本石油學會：  
石油學會誌 Vol.5. No.8 p.559 (1962)
- 3) 日本朝倉書店刊：  
近代工業化學 7. p.420 (1966)