

# B T X 의 분 리 회 수

李 殷 鍾\*

第二次大戰 以前에는 Benzene, Toluene 및 Xylene(以下 BTX 라 한다) 등의 芳香族炭化水素는 모두 石炭의 乾溜溜出物에서 製造되었으나, 戰時에 高 Octane 價의 Aviation Gasoline 의 配合劑나 爆藥原料로서의 要求가 增大하여 石油改質 Gasoline 으로부터 BTX 를 分離하는 工業이 大規模로 이루어지게 되었다.

二次大戰 後에는 改質 Gasoline 이나 水素化 熱分解 Gasoline 에서 BTX 를 純粹하게 分離하여 이를 有機合成原料로 하는 工業에까지 發展하였다. 現在 美國에서는 全 BTX 生産量の 70%가 石油系 BTX 이며, 이것도 더욱 増産될 傾向에 있다. 韓國은 石炭으로부터의 BTX 의 生産은 全無하므로 이제까지의 BTX 를 原料로 하는 工業은 極히 限定된 部門에서만 이루어졌고, 그의 原料도 全量이 輸入에 依存하여 왔다. 1964年 韓國 最初의 精油工場이 蔚山에서 稼動케 되고 BTX 를 原料로 하는 工業의 可能性이 지금 政府 및 民間에서 推進되고 있는 石油化學工業發展企劃에 依하여 나타나게 되었다.

石油系 BTX 의 原料를 大別하면, 하나는 改質 Gasoline 이고, 다른 하나는 Naphtha 를 Cracking 하여 Ethylene 을 生産할 경우 副産物로 생기게 되는 分解 Naphtha 를 水素化한 것이다. 芳香族炭化水素生産을 爲한 石油改質 Process 로서는 現在 十餘種類가 있고, 이들은 觸媒, 反應型式 및 操業條件이 각각 다르지만 어느 方法에 있어서도 生成된 改質 Naphtha 中에는 30-60%의 BTX 를 含有하게 된다. 한 例로서 Houdriforming 에 依한 芳香族炭化水素의 製造條件 및 生成된 Gasoline 의 組成을 Table 1 에 提示하였다.

Naphtha 또는 Crude Oil 의 熱分解에 依하여 Ethylene 을 製造할 경우 原料에 對한 Ethylene Yield 는 通常 Coil Cracking Process 에서 18-26 wt. %, Sand Cracking Process 에서 32-36 wt. %이며, 副産物로서 芳香族炭化水素의 含量이 높은 分解 Naphtha 가 15-30 wt % 나오게 된다. 따라서 分解 Naphtha 의 利用法 如何

Table. 1.

Houdriforming 에 依한 芳香族炭化水素의 製造

	Benzene-Toluene Production	Xylene- Production
Operating Condition		
Press. psig	300-350	400-500
Temp. (Inlet), °F	930-940	930-935
Gas/Oil, mol ratio	5/1	7.5/1
Charge, vol. %		
Paraffin	49	52
Naphthene	44	40
Aromatics	7	8
Yield, vol. %	90.8	87.0
Reformate, vol. %		
Paraffin	53	52
Olefin	0	0
Naphthene	4	0
Aromatics	43	48
Aromatics Yield, vol. % to Charge	32.0	33.8
Aromatics Yield, vol. % to Naphthene	87	101

에 따라서 Ethylene 의 生産原價에 영향을 미치는 바가 크게 된다. 分解 Naphtha 는 diene 類, Olefin 類 등의 不安定한 炭化水素를 多量包含하고 있으므로 芳香族回收의 前處理로서 水素化를 行한다. 現在 行하여지는 Process 는 BASF-Sholven Process, Unifining, British Petroleum Process, Bayer-Lurgi Process 등이 있다.

## 1. BTX 의 工業的 分離回收法

### 1.1 氣-液平衡回收法

#### 1.1.1 精密蒸留法

極히 큰 段數(65-95 段)의 蒸留塔을 使用하여 Reflux Ratio, 그 他의 條件을 適當히 選擇하여 蒸留操作만으로 芳香族炭化水素를 分離하는 方法으로, 共存하는 炭化水素의 種類가 많고 또 芳香族含有量이 낮기 때문에 高純度の 製品을 얻을 수 없다. 다른 方法으로서는 原

\* 大韓石油公社 技術部

料油를 어느 程度 精密하게 分溜하여 改質하여 改質油 中の 芳香族含有量을 높여 그것을 精密蒸溜하여 芳香族炭化水素를 製造하는 方法이며 그 製品의 純度가 90 %前後이다. 따라서 이 Process 는 現在 工業的으로는 利用되고 있지 않다.

### 1.1.2 共沸蒸溜法

原料油에 第三成分(揮發性)을 加하여 芳香族炭化水

素 外에 炭化水素에 對한 揮發度를 變化시켜 第三成分과 芳香族炭化水素(또는 非芳香族炭化水素)를 塔頂으로부터 빼내어 다시 蒸溜에 依하여 塔頂油, 또는 塔底油로부터 芳香族炭化水素를 回收한다. 使用되는 第三成分으로는 Acetone(Benzene 과 共沸하지 않음), Methanol(Toluene Xylene 과 共沸치 않음), Fulfural, MEK 90%—H<sub>2</sub>O 10%混合溶劑 등이 있다.

Table 2. 各種炭化水素와 Acetone, Methanol, H<sub>2</sub>O 와의 共沸混合物의 性質.

Hydrocarbon	Boiling Point °C	Azeotrope					
		with Acetone		with Methanol		with H <sub>2</sub> O	
		B. P. °C	Acetone wt. %	B. P. °C	Methanol wt. %	B. P. °C	H <sub>2</sub> O wt. %
n-Hexane	69.0	49.8	59			61.5	
Methylcyclopentane	73.0	50.3	57				
Benzene	80.1	*	*	58.3	39.6	69.3	8.83
Cyclohexane	80.8	53.1	67.3			69.0	9
n-Heptane	98.5	*	*	60.5	64.7		
Methylcyclohexane	101.0			59.5	43		
Toluene	110.8			*	*	84.1	19.6
n-Octane	125.6			63.0	72.0		
Ethylbenzene	136.3			*	*		
p. m. o-Xylene							

\* 共沸하지 않음

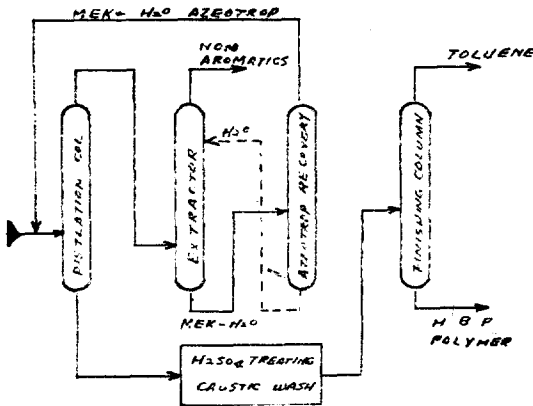


Fig. 1. 共沸蒸溜工程圖

### 1.1.3 抽出蒸溜法

共沸蒸溜法과 같이 第三成分을 加하여 芳香族炭化水素의 比揮發度를 變化시켜 芳香族炭化水素를 蒸溜分離하는 方法이다. 添加하는 第三成分이 非揮發性인 點 및 芳香族含有量이 比較的 적은 것에도 適用되는 點이 共沸蒸溜法과 다르다. 第三成分으로는 工業的으로 Phenol 이 使用되고 있다. 이 Phenol 을 抽出劑로하는 方法을 Shell 抽出蒸溜法이라고도 한다.

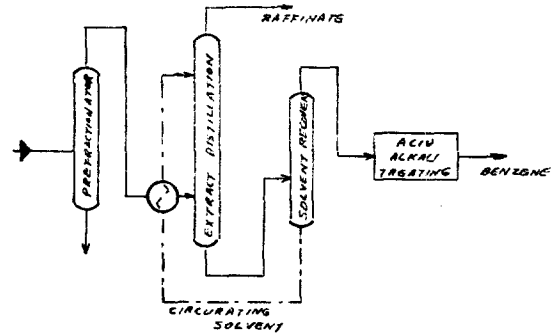


Fig. 2. 抽出蒸溜法工程圖

Table 3. Phenol 이 炭化水素의 揮發性에 미치는 影響

	B. P. °C	Relative Volatility to Benzene	
		without phenol	with 50% Phenol
n-Hexane	68.74	1.28	2.33
3-Methylhexane	91.95	0.72	1.37
n-Heptane	98.43	0.62	1.17
Cyclohexane	80.74	0.97	1.59
Methylcyclohexane	100.93	0.60	1.10
Hexane	63.49	1.53	2.20
Cyclohexane	82.98	0.92	1.3

Table 4. Phenol 抽出蒸溜法の 運轉實績

	BPSD	Vol. %			Yield Vol. %
		Benzene	H. B. P. Aromatic	non Aromatic	
Charge	9,000	14.2	31.0	54.8	
Benzene	1,221	99.5	0.1	0.4	95.4
Toluene	2,790		97.0	3.0	97.2

## 1.2 固一液平衡回收法

### 1.2.1 Arosorb Process.

1960 年の Michael, S. Tswett 등의 研究에서 發端하여 API Project No. 6 에 따라서 F. D. Rossini 에 依한 Silica gel 로 行해지는 芳香族炭化水素의 吸着分離에 關한 研究를 基礎로 하여 Sun Oil Co. 가 工業化한 方法이다. 이는 芳香族炭化水素가 다른 共存하는 炭化水素에 比하여 Silica gel 에 強하게 吸着되는 것을 利用하는 것이다. 現在 널리 利用되고 있는 吸着劑는 Davison 社製의 Silica gel 로서 gram 當의 Benzene 吸着量은 約 20cc 라고 한다. 實際의 工程圖는 Fig 3 과 같이 吸着劑의 性能을 害치는 物質을 除去하기 爲하여 前處理(脫水處理)한 原料油를 Silica gel 層(吸着塔)을 通하여 芳香族炭化水素를 吸着시켜 非芳香族炭化水素를 分離한다. 그렇게하여 吸着劑가 芳炭族炭化水素로 飽和되던 芳香族炭化水素의 脫着工程에 들어간다.

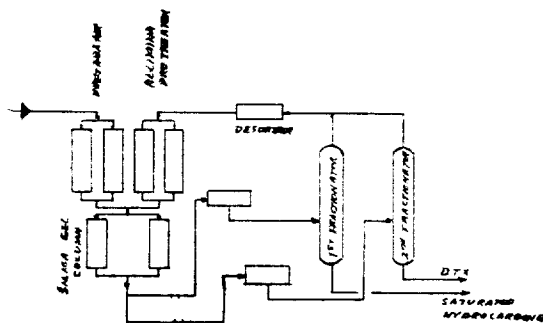


Fig. 3. Arosorb Process 工程圖

Table 5.

Arosorb Process 에 依한 製品의 純度와 回收率

Product Purity, vol. %	98	96	94	90
Recovery, vol. %	90	94	96	98

脫着에는 우선 n-Butane 을 使用하여 一部 吸着되어

있는 飽和炭化水素를 置換(追出劑)한 後 Xylene(脫着劑)을 使用하여 Benzene, Toluene 등을 置換回收하여 精密蒸溜하여 純 Benzene, Toluene 을 製造한다.

吸着塔의 操業條件은 大氣壓 常溫을 原則으로 하지만 原料油의 性狀에 따라서 70°C 까지 올려서 運轉하기도 한다. 所要吸着劑, 脫着劑 및 抽出劑의 量은 處理量 160kl 改質油/Day 의 경우 각각 Silica gel 15Ton, Xylene 650kl/Day, n-Butane 60kl/Day 이다.

Table 6. Arosorb Process 의 運轉實績

	BPSD	Composition Vol. %			Yield Vol. %
		Benzene	Toluene	non Aromatics	
Charge	5,000	17.5	17.5	65.0	
Benzene	825	99.0		1.0	93.3
Toluene	825		99.0	1.0	93.3

## 1.3 液一液平衡回收法

### 1.3.1 Modified Edeleanu Process

第二次大戰中 美國서 있어서 爆藥 및 高 Octane 價 Gasoline 의 配合劑로서 Toluene 의 需要가 急激히 上昇하였기 때문에 從來부터 行하여 오던 Kerosene 이나 Gas Oil 로부터 抽出하는 Edeleanu Process 를 改良하여 改質 Gasoline 으로부터 Toluene 을 分離하는 Process 가 開發되었다. 液體 SO<sub>2</sub> 는 芳香族에 對한 溶解度는 크지만 選擇性은 그리 크지않고, SO<sub>2</sub> 만을 溶劑로 使用하는 경우에는 硝化級純度の BTX 를 抽出하는 것은 거의 不可能하다. 그 때문에 抽出溫度를 -20~-60°C 까지 내려 BTX 에 對한 選擇性을 높이고 또 同族炭化水素의 경우에는 高沸點인 것일수록 잘 溶解하기 때문에 BTX 의 回收에는 抽出을 低溫에서 行하여 BTX 와 가까운 沸點을 갖는 非芳香族炭化水素(Wash Solvent)로 置換하는 Extract Stripping 이라고 하는 補助處理를 함으로서 純 Benzene, Toluene 의 製造를 可能케 하고 있다. Wash Solvent 로서는 一般的으로 芳香族含量이 적은 Kerosene Fraction 이 利用된다.

運轉條件은 一般的으로 抽出塔壓力 0.4kg/cm<sup>2</sup>G, 抽出部 -32°C, 溶劑循環率 170%, Wash Solvent 70%가 보통이다. 抽出溫도와 回收率의 關係는 Table 7 과 같다.

얻을 수 있는 抽出物의 芳香族純度は 約 90%이며

Table 7. Edeleanu Process 에 있어서의 抽出溫度의 影響

	130—165°C	Extraction Temp. °C, Solvent Ratio=1					
		-10		-30		-60	
		Raffinate	Extract	Raffinate	Extract	Raffinate	Extract
Specific Gravity, 20/40°C	0.7777	0.751	0.816	0.754	0.828	0.756	0.858
Aromatic Content, vol. %	25	1.6	55.4	1.7	74.5	1.7	93
Yield, vol. %	—	59	41	68	32	74.5	25.5

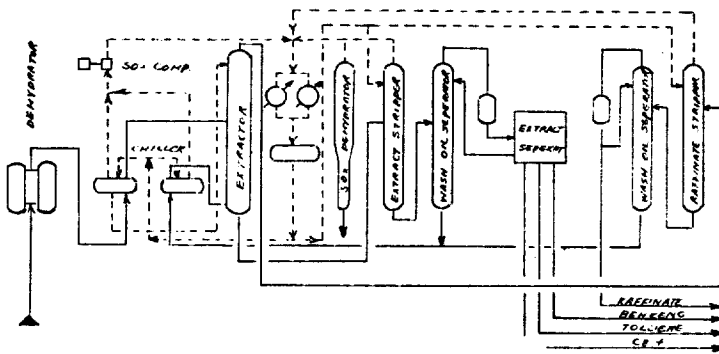


Fig. 4. Modified Edeleanu Process 工程圖

非芳香族成分의 分布는 Benzene 溜分에 많기 때문에 Benzene 溜分은 Methanol 과 共沸蒸溜에 依하여 純度를 올리고 黃酸處理에 依하여 不飽和炭化水素를 除去하여 硝化級의 Benzene, Toluene 을 製造하고 있다.

原料油는 低沸點에서 高沸點까지의 廣範圍에 適用할 수 있고 더욱이 BTX 濃度에는 影響되지 않으나 初濃度는 높을수록 回收率이 높아진다.

Table 8. Edeleanu Process 에 있어서 Benzene 共沸蒸溜 物質收支

(Vol. %)	Charge	Top	Bottom
Methanol	9.1	36.0	—
Benzene	86.3	48.6	99.0
Toluene	—	—	—
Saturated Hydrocarbon	2.4	8.7	0.3
Olefine	2.2	6.7	0.7

이 Process 는 溶劑의 特性上 原料油의 濾過裝置, 液體 SO<sub>2</sub> 의 水分分溜裝置, 不活性 Gas 分離裝置 등이 必要한 點이 Udex Process 와 다른 點이다.

### 1.3.2 Udex Process.

Union Carbide Chemical Co. 및 Dow Chemical Co. (Universal Oil Products Co. 特許所有)의 開發에 依

한 Process 로서 現在 가장 널리 實施되고 있다. 이 Process 는  $\sigma$ -10% 의 물을 包含하는 Di-ethylene-glycol (DEG)를 溶劑로 使用한다. 抽出溫度는 約 150°C, 抽出塔壓力은 8—10 kg/cm<sup>2</sup>·G 이다. 溶劑/原料容積比는 10—20 이며 原料의 75% 程度의 輕質 Paraffine(主로 n-Pentane)을 包含하는 還流(이 Process 에서는 循環油라 한다)를 시킨다. Fig 5 및 Fig 6 는 Benzene-n-Heptane-Di-ethylene glycol 의 三成分系를 나타낸다.

Table 9. Modified Edeleanu Process 의 運轉實積例

	BPSD	Composition Vol. %			Yield vol. %
		Benzene	H. R. P. Aromatic	non Aromatic	
Charge	3,570	10.7	35.8	53.5	
Benzene	350	99.0		1.0	98.4
Toluene )	1,330	2.3	95.8	1.9	99.7
Xylene )					

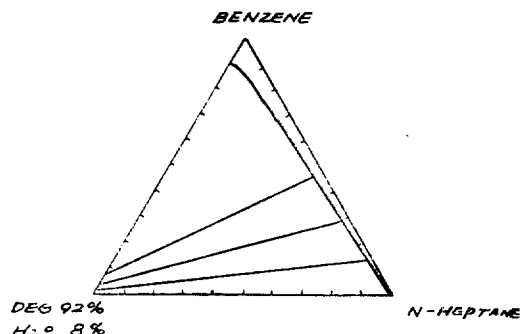


Fig. 5. Benzene-n-Heptane-DEG 三成分系의 平衡(125°C)

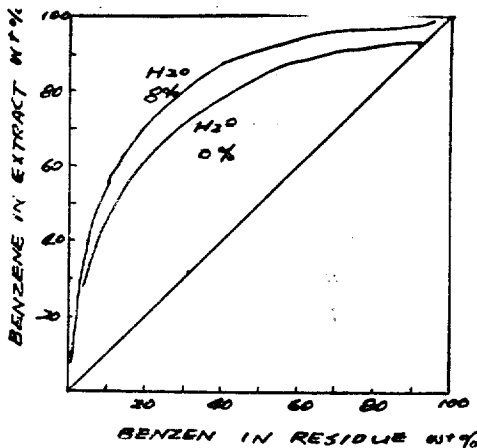


Fig. 6. Benzene-n-Heptane-DEG 三成分系의 平衡

이 두 그림에서 알 수 있는 것은 Di-ethylene-glycol 中에 물을 함유시키는 것은 거의不可能하며 또 所要段數를 줄이기 爲하여서는 相當量의 還流를 시키지 않으면 안된다는 것이다. 還流는 主로 n-Heptane을 主成分으로 하는 輕質油이기 때문에 抽出液蒸溜塔塔頂溜分을 그대로 還流시키면 된다. 이렇게 함으로서 抽出芳香族純度가 向上되는 것을 알 수 있다. 現在로서는 Di-ethylene-glycol의 水溶液뿐만 아니라 Tri-ethylene-glycol, Tetra-ethylene-glycol, Di-propylene-glycol 및 이들의 混合物이 많이 使用된다.

實際로는 Glycol 溶劑에 少量의 물(3—10%)을 添加시켜 BTX에 對한 選擇性을 向上시키고 있다. 이 抽出溶液의 特色은 飽和炭化水素를 거의 溶解하지 않는 것이다. 沸點이 被抽出芳香族炭化水素보다 현저하게 높기 때문에 抽出油에서의 分離가 容易하다. (Fig. 7. 8)

石油炭化水素와의 比重差가 크기 때문에 分離가 容易하며 乳化的 우려가 없다. 毒性이 적고 化學的으로 安定하며 沸點範圍의 넓은 原料를 그대로 처리할 수 있기 때문에 蒸溜裝置, 抽出前處理裝置, 中間製品貯槽

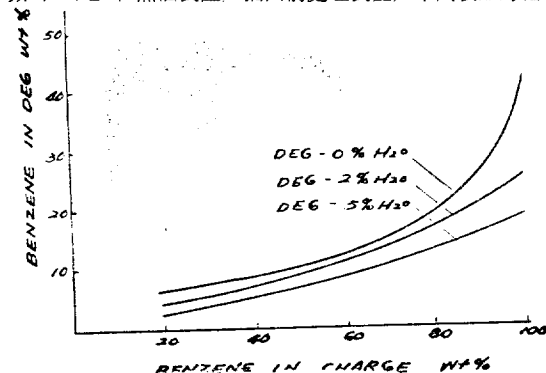


Fig. 7. DEG의 Benzene 溶解度에 미치는 물의 影響

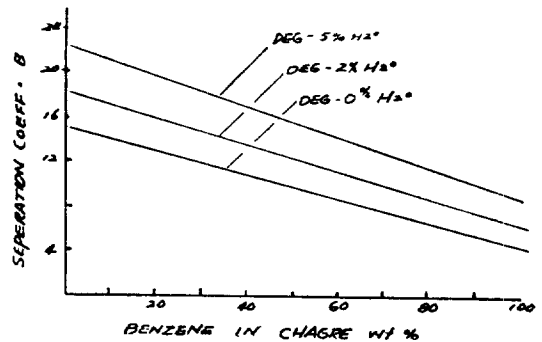


Fig. 8. DEG의 Benzene에 대한 選擇的 溶解性에 미치는 물의 影響.

等이 간단히 끝나는 利點이 있다. 操業條件을 溶劑로서 Di-ethylene-glycol 92%, 물 8%의 溶劑以外에 Di-propylene-glycol 25%, Di-ethylene-glycol 68%, 물 7%의 混合溶劑(Di-ethylene-glycol 單獨으로 使用할때보다 抽出能力이 約 30%增加한다)가 使用된다. 向流抽出塔의 理論段數가 3—4段이 되도록 抽出溫度 125°C, 溶劑比 10—12, 壓力 10 氣壓(抽出溫度에서 原料油가 液相을 유지하기에 必要한 壓力으로 抽出作用에는 影響이 없다)이 普通이고 回收率은 Benzene 99%, Toluene 95%, Xylene 90%가 標準이다. 이 抽出溶劑는 Table 10에서 볼 수 있듯이 Olefine의 溶解度가 芳香族炭化水素의 다음으로 크기 때문에 Edeleanu Process에서와 같이 硝化級의 製品을 내기 爲하여는 白土處理를 한다.

Table 10. 各種炭化水素의 Diethyleneglycol에 對한 溶解順位

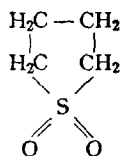
Alkylbenzene>Benzoid aromatics>Cyclic-diene>Open-chain-diene>Cyclic olefin>Openchain Olefin>Cycloparaffine>Paraffine.

Table 11. Udex Process의 運轉實績

	BPSD	Composition Vol. %				Yield Vol. %
		Benzene	Toluene	Xylene	non-Aromatics	
Charge	3,350	8.8	23.9	15.3	52.0	
Benzene	290	99.9			0.1	99
Toluene	760		99.8		0.2	95
Xylene	445			97	3.0	86

### 1.3.3 Sulfolane Process

Shell Development Co.에 依하여 開發된 Process로서 現在 二基가 稼動하고 있다. Sulfolane은 5員環 Sulfone으로서 다음과 같은 構造式을 가지고 있다.



沸點 285°C, 凝固點은 27.6°C 이고 化學的으로 大端히 安定하다. 最初로 發表된 Sulfolane Process 는 二溶劑 抽出法이며 逆溶劑로서 分子量 400 程度의 高沸點炭化水素를 使用하는 것이었다. 그러나 最近의 發表에 依하면 二溶劑抽出을 그치고 Udex Process 와 거의 비슷한 單一溶劑——輕質 Paraffine 還流(Sulfolane Process 에서는 Back wash 라고 한다)에 依한 抽出 Process 로 되어 있다. 이 改良의 主要한 것은 抽出蒸溜와 巧妙한 組合이다. 즉 抽出液의 蒸溜를 溶劑 그대로를 利用하

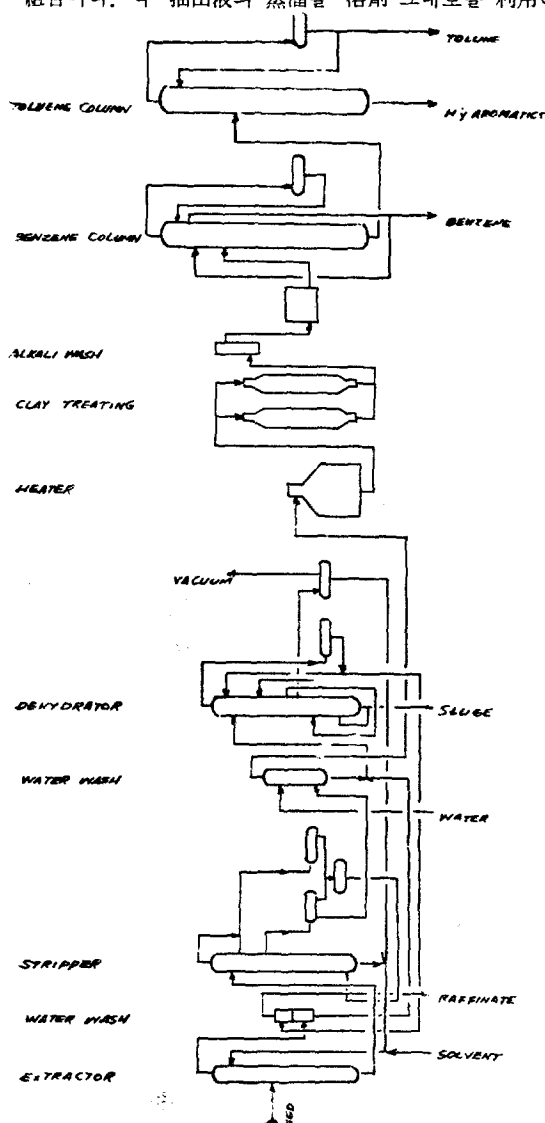


Fig. 9. Udex Process 工程圖

는 抽出蒸溜로 한 것이다. 그때문에 Udex Process 의 工程圖와 거의 다를 것이 없다. 抽出條件은 다음과 같이 推定된다. 抽出溫度 100—120°C, 抽出塔壓力 10—20 kg/cm<sup>2</sup>G. 抽出塔으로는 回轉圓板型抽出塔이 使用된다.

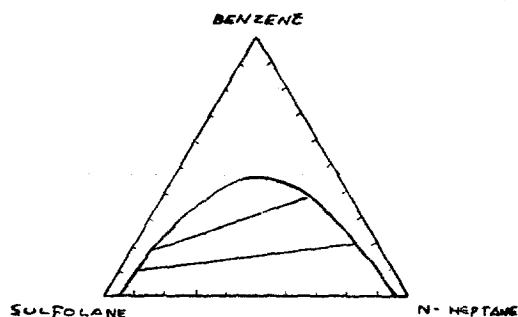
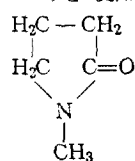


Fig. 10. Benzen-n-Heptane-Sulfolane 三成分系의 平衡(mol. %) (12°C)

Fig. 10 에서 볼 수 있는 Xylene-n-Heptane-Sulfolane 三成分系의 平衡에서는 高純度의 Xylene 의 抽出을 不可能한 것 같이 보이나 Anti-Solvent 로서 물을 加함으로서 滿足할만한 平衡關係가 成立되는 것으로 推定된다. 抽出芳香族의 純度는 Udex Process 에 못지 않다고 한다.

#### 1.3.4 Arosolvan Process.

Lurgi 가 開發한 Process 로서 工業化된 BTX 抽出 Process 로서는 가장 最新의 것이며 現在 二基가 稼動中이다. 溶劑로서는 물을 包含한 N-methylpyrrolidone (NMP)를 使用하는데 NMP 의 構造式은 다음과 같다.



沸點은 206°C 이고 常壓에서 蒸溜可能하다. 물과 任意로 溶解한다. Toluene-n-NMP 의 三成分系의 平衡은 Fig 11. 에 나타난다.

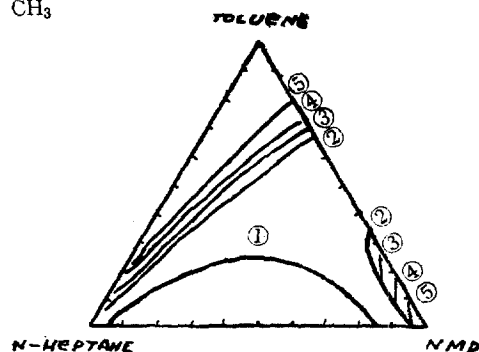


Fig. 11. Toluene-n-Heptane-NMP 三成分系의 平衡(Vol. %) (常溫)

1. NMP (0% H<sub>2</sub>O)
2. NMP (10% H<sub>2</sub>O)
3. NMP (15% H<sub>2</sub>O)
4. NMP (20% H<sub>2</sub>O)
5. NMP (25% H<sub>2</sub>O)

Fig 11에서 알 수 있는 것은 無水の NMP는 溶解性은 크지만 選擇性이 不足케 된다. 물을 15%—20% 포함시키므로써 選擇性은 向上되는데 溶解性은 減少한다. 原料와의 比重差가 크며 相의 分離速度가 큰 것이 特徵이다.

抽出溫度는 常溫이고 또 常壓에서 操業된다. 이 Process도 Udex와 같이 非芳香族을 包含하는 還流를 行한다. Process의 大要는 Udex와 거의 같다.

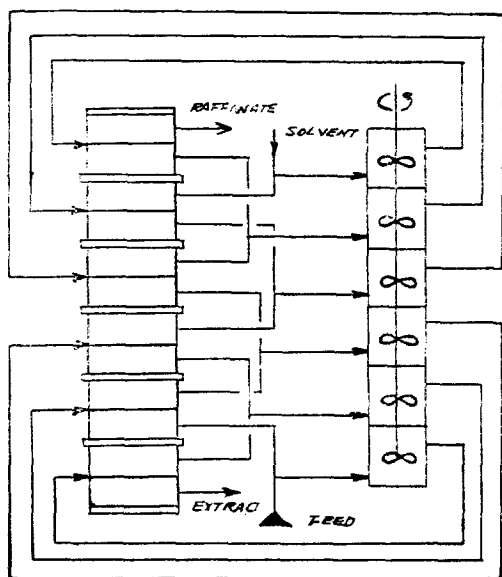


Fig. 12. Arosolvan Process의 Extractor

抽出塔의 構造는 Fig. 12와 같고 그 各段에서 非芳香族과 Pentane으로 된 輕液相과 芳香族 및 抽出溶劑로 이루어지는 重液相으로 分離되어 順次로 溶解과 分離를 거듭하면서 末端段으로 간다. Arosolvan Process에서의 抽出塔의 保證值(Table 12 參照)를 達成키 爲한 實驗所要段數는 15段이며 Pilot Plant에 있어서는 22段에서 前述한 保證值를 얻었고 工業裝置에서 實施되는 抽出塔은 30段으로 運轉되기 때문에 保證值의 達成에는 餘裕가 많이 있다.

抽出塔은 Mixer 6室, Settler 6室이 單位이며 Mixer 6室의 Agitator는 同一軸으로 驅動되며 이 單位 5組가 한 개의 抽出塔을 이루고 있다. Arosolvan Process의 큰 特色은 通常의 Process의 抽出塔에 比하여 大端히 高段數의 抽出塔을 使用하기 때문에 所要溶劑量이 적어도 되는 것이다.

原料中の 芳香族量/原料/還流의 容積比는 1/7/1이 普通이다. 또 Arosolvan Process에서는 Udex, Sulfolane

Process와 달리 白土處理塔이 不必要한 것이 特色의 하나이다.

Table 12.

Arosolvan Process에서의 抽出 BTX의 純度

	Charge	Benzene	Toluene	Xylene
Specific Gravity $d_4^{15}$	0.8210	0.883	0.871	0.870
Refractive Index $n_D^{20}$	—	1.5012	1.4772	1.4774
Solidifying Point °C	—	5.51	—	—
Thiophene ppm	—	1	—	—
Color Test (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	—	0.1	0.2	0.5
Bromine Value mg/100cc	483	—	13	—
Boiling Range °C				
IBP	61	80.65	110.7	137.6
EBP	142	80.88	111.1	140.2

### 1.3.5 Morpholine Process.

SNAM에서 研究되고 있는 Process로서 다른 Process에 比하여 常壓, 常溫에서 運轉할 수 있어서 設備 및 運轉費用이 적게 드는 利點이 있다.

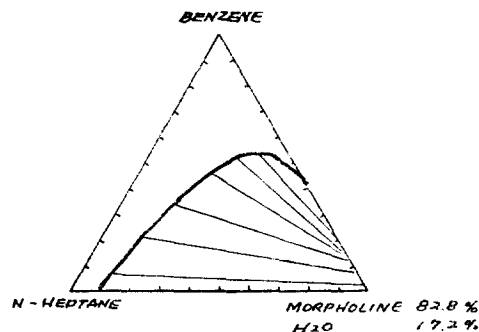


Fig. 13 Benzene-n-Heptane-Morpholine 三成分系의 平衡(25°C)

Morpholine 즉 Tetrahydro 1,4-oxazine은 다음과 같은 構造式을 가지고 있다. Morpholine은 化學적으로 매우 安定하며 Boiler의 Corrosion Inhibitor로도 使用되고 있다. 沸點은 128.29°C이며 물이나 炭化水素와 共沸物을 만들지 않는다.

Fig. 13은 Benzene-n-Heptane-morpholine의 三成分系의 平衡圖이다.

Morpholine을 使用한 抽出實驗에서 溶劑/原料油를 4.5~5/1로 하여 BTX를 98.8%의 收率로 얻을 수 있

있고 製品의 純度가 Benzene 100%, Toluene 99.7%, Xylene 97.6%를 얻을 수 있었다고 한다. Morpholine의 比較的 낮은 揮發性 때문에 製品에 混入되는 Morpholine은 Water wash로 回收할 수 있으며 溶劑의 損失은 全原料油에 대하여 30—50ppm 이라고 한다.

이 Process는 아직 工業化하지 않았으므로 充分한 Data를 얻을 수 없으나 常壓, 常溫에서 操業할 수 있다는 것은 큰 利點이 아닐 수 없다.

이제까지 芳香族炭化水素의 回收法에 關한 Process의 機略을 說明하였으나 이를 종합하면 石油系芳香族炭化水素의 回收法으로서는 技術의 進步로 Udex Process가 가장 適當한 것으로 生覺되다. 즉 精密蒸留法으로는 規格에 合格되는 製品을 얻을 수 없고 Absorb Process에서는 大量의 吸着劑, 追出劑, 脫着劑가 所要되는 것이 問題가 되며 또 Modified Edeleanu Process

에서는 使用溶劑의 取扱이 어렵고 芳香族炭化水素의 抽出性에 있어서 뒤떨어지는 短點이 있기 때문에 美國에서로 全芳香族生産量の 10%가 Edeleanu Process에 依하고 있을 뿐이다. 그러나 Edeleanu Process는 抽出溶劑에  $AlCl_3$ ,  $BF_3$ ,  $PO_3$  등을 微量 加함으로서 芳香族炭化水素의 溶解度를 50%가량이나 增大시킬 수 있으며 그 適用範圍가 넓어서 Naphthalene 製造用의 原料의 調整, 潤滑油의 精製 등에 適用할 수 있는 등 裝置에 融通性이 있는 등의 特色이 있기 때문에 今後 다른 角度에서 注目될 것으로 生覺된다. 그 외에 Sulfolane, Arosolvan, Morpholine Process 등이 있으나 아직 充分한 검토가 必要할 것으로 生覺되며 Udex Process보다 우수한 Process의 出現이 머지 않은 것으로 確信된다.

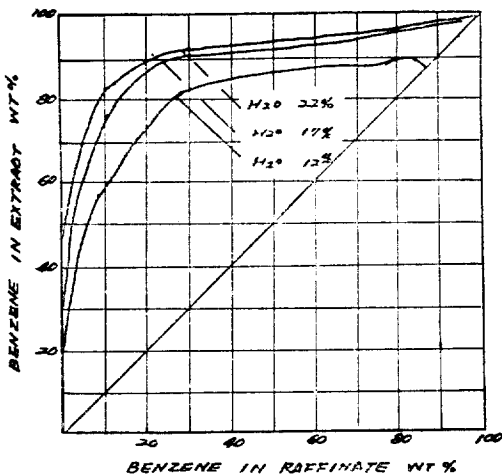


Fig. 14. Benzene-n-Heptane-Morpholine 三成分系에서의 溶劑 選擇性(25°C)

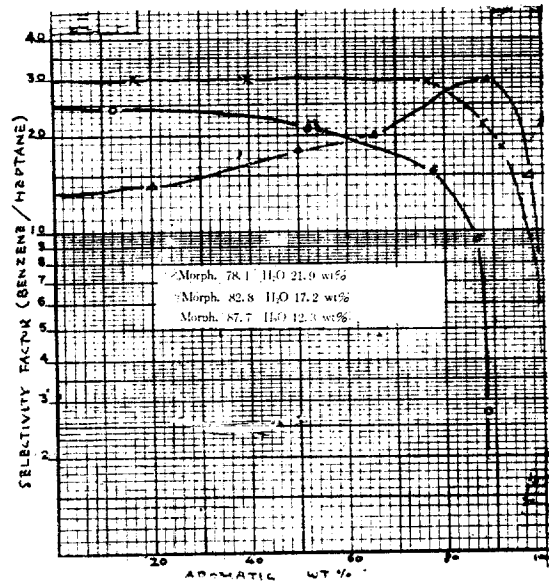


Fig. 15. Benzene-n-Heptane-Morpholine 三成分系에서의 溶劑의 選擇性에 미치는  $H_2O$ 의 影響

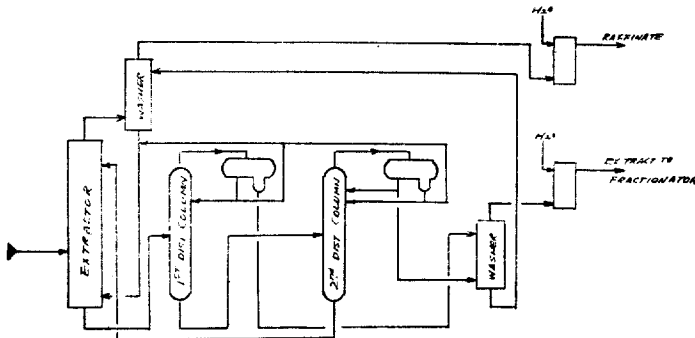


Fig. 16. Morpholine Process 工程圖