

石油化學 工業의 技術과 技術 政策의 方向

金 勝 坤*

1. 緒 論

國內에 建設된 石油化學工業의 技術은 大部分 처음 導入되는 技術들이다.

工場을 建設할때 一般으로, 工程技術 工場을 構成하는 機器 그리고 工場化 하는 技術用役 등이 必要하게 된다. 現在 推進中에 있는 石油化學에 對하여 이와같은 工程技術, 機器, 그리고 技術用役 內容을 檢討하여 우리나라의 技術政策方向에 對한 小見을 提示코져 한다.

2. 工程技術

工場の 基本이 되는 工程技術은 研究開發에 依하여 工業化되고 있는데 이 工業化된 工程技術도 單位工程과 單位操作技術로 細分 될 수가 있다. 이들 石油化學 工程은 獨占性이 있는것과 獨占性이 없는것으로 區分이 되나 各 工程마다 特有한 know-how 가 있다. 이와같은 工業化된 工程을 提供하는 會社 그리고, 動員되는 單位工程과 單位操作技術에 對하여 알아보고져 한다.

2-1. 綜合工程

(1) Ethylene

大型化되는 ethylene工場の 工程은 大部分이 Lummus, Kellogg, S&W, Esso 등에 集中되고 있다. 그밖에도 工業化되고 있는것은 Sela Foster-Wheeler, UOP, Linde, CF-Braun, CCC, Badger, BASF 등 數많은데 있으며 今後에는 原油의 cracking 技術開發에 力點이 주워질것이다. 이번 建設된 ethylene工場은 Kellogg 법이다.

(2) Polyethylene (LD)

ICI 가 1928年末 高壓下의 研究에서 우연히 1933 年에

發見된 것으로 獨自으로 BASF 에서도 開發했으며 UCC, du-Pont, Dow, Rexall, National-Distillers, Gulf, SNPA, Spencer, Imhausen 등이 ICI 의 sub-license 를 받아 獨自인 技術을 開發하였다. 現在 採用되고있는 Gulf 工程은 1953 年 ICI 에서 license 를 받아 vessel type 으로 生産을하다 AGFD 및 SD 와 共同으로 開發한 技術이다.

(3) VCM

VCM 은 EDC 의 分解, Acetylene 法, 混合 Gas 法, Oxychlorination 法 등에 依하여 製造되는데 現在는 거이 Oxychlorination 과 EDC 分解의 混合으로 이루어지고 있다. 現在 採用되고 있는 工程은 Dow 法이나 그밖에 SD, Stauffer Cosden, 東洋 Soda, 吳羽/千代田, 日本 Geon, Hoechst/Goodrich, Shell SBA 法 등이 工業化되고 있다.

(4) Acrylonitrile

Acrylonitrile 은 Sohio 法이 거이 獨占을 하고 있으나, Distillers/Ugine 法, ENI/SNAM/Monte-Edison 法도 實施되고있는 例가 있다. 東西化學에서 採用한 工程은 Sohio 法이다.

(5) Caprolactam

Caprolactam 은 最近에 와서는 主로 cyclohexane 부터 出發하는 方法이 採用되고 있는데 BASF, DSM, Inventa, 및 Vickers-Zimmer 등이 process 를 提供하고 있다. 그밖에 process 全般 또는 一部를 供給하고있는 會社로 Allied Chemical, SD, IFP, Petrocarbon, ICI Rhône-Poulenc, Du-Pont, 東洋 Rayon 등이 있다. 우리나라에 建設된 Caprolactam 工程은 아직 未定이다.

(6) Ethanol

Ethylene 을 水和하여 ethanol 을 合成하는 方法은 黃酸法과 直接水和法이 있는데 現在는 거이가 直接水和法을 擇하고 있다. 直接水和法은 1948 年 Shell 에서

* Korea Engineering Co., Ltd.

開發하여 거의 獨占하다 시피하고 있다.

Shell 以外에도 Hibernia, ND 그리고 Eastmann 法이 있다. 우리나라에서는 Shell 法이 採用될것으로 알려지고 있다.

(7) Acetaldehyde

Acetaldehyde 는, acetylene 의 水和, ethanol 의 酸化 ethylene 의 直接酸化 等 여러가지 方法으로 製造되고 있는데 지금은 ethylene 의 直接酸化法인 Hoechst-Wacker 法이 獨占하고 있다.

(8) 2-Ethyl-hexanol & n-Butanol

이高級알콜은 acetaldehyde 에서 出發하는 方法과 propylene 을 原料로하는 OXO 法이 있는데 最近에는 1960년에 開發된 이 OXO 法으로 모두 轉換되고 있는 傾向이다.

이 OXO 法을 利用하여 工業化되고 있는 方法으로는 BASF, Hoechst, Kuhlmann, UCC, ESSO, Gulf 三菱化成法 等이 있다.

우리나라에서는 規模와 系列性으로 보아 acetaldehyde 法이 採用될것으로 보인다.

(9) SBR

Styrene 과 butadiene 으로부터 合成하는 SBR 는 Goodyear, Goodrich-Gulf, Firestone, Texas-USChemical, Shell Phillips, ASRC 等에서 process 를 提供하고 있는데 우리나라에서는 ASRC 法이 採用되고 있다.

(10) Polypropylene.

Ziegler/Monte 法이 거의 獨占을 해 왔으나 Ziegler/Hoechst, Ziegler/Hüls, Ziegler/Dow, Ziegler/Shell 等の 工程이 競爭하게 되었으며, BASF, Amoco(Avisun) Eastman 等도 獨自의으로 技術을 開發하여 相當한 實績을 올리고 있다. 우리나라에 建設될 polypropylene 工場은 Amoco (Avisun)法에 依하고 있다.

(11) Cyclohexane

Benzene 의 水素添加法에 依하여 製造되는 이 Cyclohexane 은 UOP 의 Hydrar 法, Houdry 法, IFP 法, HA 84法 (Hydrocarbon Research, Sinclair Research) SDM 法 Lummus 의 Arosat 法 等이 알려지고 있다. 우리나라에서는 UOP 의 Hydrar 法이 採用되고 있다.

(12) Butadiene

B-B 分溜에서 butadiene 을 抽出하는 工程은 Shell 의 Acetonitrile 法, UCC 法, ESSO/CAA 法, BASF

法, 日本 Geon 法 等이 있다. 油公社에서는 Shell 의 ACN 法을 擇하고 있다.

(13) BTX

芳香族의 抽出技術은 UOP 의 Udex 法 및 Sulfolane 法 Shell 의 Sulfolane 法, Lurgi 의 Arosolvan 法, 그리고 IFP 의 dimethyl sulfoxide 法 等이 있으며 石油公社에서는 UOP 의 Sulfolane 法을 採用하고 있다.

(14) 其 他

아직具體의으로 推進되지 않고 있으나 將次 建設되리라 豫想되는 事業으로 HP-Polyethylene, Styrenemonomer Ethylene Oxide/Glycol, DMT 等を 들을 수 있는데 工業化된 工程은 다음과 같다.

HD-Polyethylene : Ziegler/Hoechst/Hüls/Monte/DSM /Shell, Phillips, Standard, ICI-Wacker, 三菱化成 Styrene-Monomer : Dow, Cosden, Monsanto/Lummus, UCC, SD, Petrocarbon, Koppers, CCC. Kellogg, Monte, UOP.

Ethylene Oxide/Glycol : SD, Shell, UCC, Monte, 日本觸媒.

DMT : Amoco/SD, Du-Pont, ICI, Imhausen, CRC, Hercules, BASF.

2-2. 單位工程技術

表 1 에서 본 바와와같이 28 個로 分類된 單位工程中 導入石油化學技術에 動員된것은 17 種이다. 가장 많이 動員된것은 catalyst 技術이며 特히 이 catalyst 技術이 그石油化學工場의 工程을 特徵지우는 가장重要한 單位工程으로 나타난것이 6 個工場이나 된다. 이것은 大部分의 石油化學工業이 觸媒 存在下의 化學反應에 依하여 이루어짐을 보여주는것을 말한다.

다음으로 oxidation 技術이 5 個 石油化學工場에 動員되고 있다. 勿論이 5 個工場의 oxidation 技術이 모두 同一한 單位工程技術은 아니다. 例컨데 acrylonitrile 工場에서는 propylene 의 ammoxydation(Sohio process)이며 acetaldehyde 는 ethylene 의 酸化(Hoechst Wacker process), 같은 ethylene 의 酸化에 依한 ethylene oxide 의 製造(SD 또는 Shell process) ethanol 의 酸化에 依한 acetaldehyde 의 製造, cyclohexane 의 酸化에 依한 cyclohexanone 및 cyclohexanol 의 製造 等 여러가지 酸化형태가 있다. 酸化技術은 가장 基本的이며 單純한 技術으로 一般의으로 보이나 이와같은 基本技術이 石油化學에 널리 活用되고 있으며 그工程을 特徵지

表 1. 重要動員單位工程技術

● 外資 主要社 單位工程技術
○ 單位 工程 技術

Unit process Technique	Ethylene	LD-Polyethylene	VCM	Acrylonitrile	Polypropylene	Caprolactam	Ethanol	Acetaldehyde	SBR	Methanol	Alkylbenzene	Cyclohexane	HD-Polyethylene	Ethylene oxide	Ethylene-glycol	Styrene-monomer	數 量 動 員
Oxidation				●	●		●			○			●				5
Combustion	○																1
Dehydrogenation					●			○							●		3
Hydrogenation	○						○					●					3
Reduction																	—
Alkylation											●				●		2
Amination																	—
Nitration																	—
Sulfonation																	—
Chlorination			○														1
Oxichlorination			●														1
Sulfation																	—
Hydration							●	○					●				3
Dehydration								○						○			2
Conversion																	—
Substitution																	—
Neutralization					○	○											2
Hydrolysis																	—
Decompose																	—
Isomerization																	—
Oximation					●												1
Polymerization	●			●				●					●				4
Rearrangement					●												1
Condensation								○									1
Pyrolysis	●	●															2
Re-forming										●							1
Catalyst		○	○	●	●	○	○	●	○	○	○	●	●	○	●		14
Other Reaction										●							1

● 가장 主要한 單位 操作技術
○ 動員된 單位 操作技術

表2. 重要單位操作技術

Unit Operation Technique	Ethylene	LD-Polyethylene	VCM	Acrylonitrile	Polypropylene	Caprolactam	Ethanol	Acetaldehyde	SBR	Methanol	Alkylbenzene sulfonate	Cyclohexane	HD Polyethylene	Ethylene-oxide	Alcohol	Supercritical fluid	Count
Heat Transfer Cooling	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	13
Heating	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	13
Quenching	●		○														1
Heat Exchange	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	13
Evaporation								○						○			2
Drying	○	○			○	○		○					○		○		7
Mass-Transfer																	
Distillation	●		○	●	○	●	●	●		●	●	○	○	○	○	●	13
Absorption	○			○		○	○	○	○	○	○			○	○		10
Stripping	○		○	○		○	○	○	○	○	○	○		○	○		12
Adsorption																	—
Extraction					○								○				2
Washing	○			○	○	○	○			○	○	○	○		○		10
Mechanical																	
Separation																	
Sieving		○			○	○							○				1
Dust-Collection		○			○	○							○				4
Filtration		○		○	○	○		●	○				○				7
Centrifuging					○			○					○				3
Other Separation	○	○	○		●	○				○	○		●	○	○		10
Blending		○			○	○		○					○	○	○		7
Mixing		○			○	○		○					○		○		6
Agitating		○	○	○	○	○		○			○	○	○		○		10
Crystallization						○											1
Size Reduction		○			○			○					○				4
Size Enlargement																	—
Fluid Transfer	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	15
Solid Transfer		○			○	○		○					○				5
Special Technology																	
Refrigeration	●	○	○	○		○		○							○		7
Vacuum						○		○							○		3
High Pressure		●								●							2
Low Temperature	●																1
High Temperature	○		○	○						○							4
Electrochemistry																	
Ion Exchanging																	

우는 技術中の 하나임을 볼때 우리나라에서도 基本 研究方向的 再檢討가 必要할것이다. 다음 polymerization 技術이 4個動員되고 있는데 이것은 石油化學의 製品이 合成樹脂, 合成섬유, 그리고 合成고무와 같은 高分子化合物이 많다는 것을 뜻한다. 4個中 2個는 Ziegler 型 觸媒에 依한 Solvent Slurry 法이며 Block 와 Emulsion 重合技術이 各各하나씩 動員되고 있다.

그밖에 脫水素, 水素添加, 水和等 工程이 各 3個 그리고 alkylation, neutralization, dehydration pyrolysis 가 各 2個, condensation, oximation, 그리고 reforming 등이 各 1個씩 動員되고 있다.

2-3. 單位操作技術

單位操作技術을 38個로 區分하여 各 石油化學工場에 動員되는 單位操作技術을 蒐集하여 表 2을 얻었다. 全體的으로 28個의 單位操作 技術이 活用되고 있는데, cooling, heating, heat-exchanging, fluid transfer 등의 基本操作技術은 15個 工場全部에 걸쳐 動員되고 있으며 10個 事業以上에 動員된 單位操作技術은 distillation, absorption, desorption (stripping), washing, mechanical separation, agitation 등이다. 이것은 現在計劃되고있는 石油化學이 大部分 流體를 取扱하는 工程이라는데 더 起因한것이며, 특히 distillation 技術이 8個事業에서 가장 重要한 單位操作技術로 나타나고 있는데 이것은 石油化學에 있어서 製品의 分離精製技術이 얼마나 重要한가를 말해주고있다. 또한 5個以上の 事業에 動員되고있는 drying, filtration, blending, mixing, solid transfer, refrigeration 技術도 大部分 finishing 部門에 動員되는 單操作技術이다.

이와 같이 高度의 技術이 要求되는 石油化學에 있어서도 이分析結果에서보면 動員單位操作技術이 大部分 基本技術이며 各個別技術도 特殊한 操作技術임을 要求되고 있지 아니하나 이들 基本技術의 適切な 組合으로 特殊한 綜合技術로 나타남을 말해주고있다.

3. 用役技術

化學工場은 여러가지 機能을 갖는 많은 部分으로 構成되고 있기 때문에 이와 같은 化學工場의 設計建設에도 여러 個別專門技術이 必要하게 된다. 이各個別技術은 또한 相互間 統一的으로 運用되는 技術이라야하며 이와같은 綜合技術의 工場을 完成시키는 技術用役이라고 한다. 따라서 이 技術用役은 여러 業務遂行段階로 區

分될 수 있다.

즉, 工場의 建設을爲한 企劃, 事業性檢討 工程評價 및 選定等 計劃段階業務.

工程의 開發이나 工業化를 爲한 研究開發業務.

工程設計를 包含하는 工程의 基本이 되는 基本設計.

工事의 實際施工또는 機器의 製作이나 發注를 爲한 製作圖面, 組立圖面 또는 發注仕様書, 資材等 目錄作成業務인 詳細設計 機器나 資材의 發注購買業務.

建設工事의 施行또는 監督管理.

試運轉의 指導 및 監督.

그리고 全體業務의 運營管理하는 project management 등의 業務로 區分된다.

여기서는 石油化學에 있어서 이와같은 技術用役의 施行을 爲한 技術人員과 費用에 關하여 알아본다.

3-1. 所要人力

技術用役을 遂行하는데 所要되는 人力은 本社(home office)와 現場(field)으로 區分되며 本社에서 遂行되는 業務의 所要人力이 主가 되며 建設監督이나 試運轉監督에 動員되는 人力은 勿論 事業과 現場의 事情에 따라 判異하나 一般的으로 建設監督과 試運轉監督에 各各 本社人力의 10~15% 가 所要된다.

現在 進行中인 石油化學工場의 技術用役遂行에 動員되는 人員에 對한 推定은 技術資料의 制限으로 現段階에서는 困難하나 推定技術用役費에서 概略的으로 算出하여 보았다.

즉, 石油化學의 總技術用役費를 約 2千萬弗이라고 할때 一般管理費 및 經費를 人件費의 150% 人時當 平均勞賃을 5.0\$로 보면 總所要 人時は 1,600,000 人時가 된다.

이를 作業의 內容別로 推定한 結果는 表 3과 같다.

表 3. 石油化學工場技術用役所要作業人時

Process Engineering	60,000MH
Project Management	53,000
Project Engineering	106,000
Design Engineering	(667,000)
Drafting	440,000
Tower & Vessel	30,000
Heat-Exchanger	30,000
Furnace & Heater	17,000
Pump & Compressor	3,000
Machinery	1,500

Piping	66,500
Building & Structure	21,000
Instrument	16,500
Electrical	5,000
Foundation	6,500
Others	30,000
Home office Initial operation	6,500
Home office Construction	26,500
Stenograph	93,000
Estimate	40,000
Procurement	120,000
Administration	160,000
合 計	1,340,000MH
Construction Supervision	130,000
Initial operation	130,000
總 計	1,600,000-MH

實際動員人員數는 各事業의 用役遂行期間 그리고 相互事業의 重複與否에 따라 달라지며 어떤分野는 많은 人員이 短期間에 또 다른것은 적은 人員이 長期間 必要할때가 있기 때문에 그 絕對人員을 推定하는 것은 不可能하나, 代表的인 하나의 project 만을 遂行할 경우는 表4와 같이 總人員이 193 名이된다.

따라서 10個 project를 各各 獨立的으로 行한다면 約 1,930 名이 動員되게 된다.

表 4. 所要技術人員數

事業 규모: TIC \$ 30,000,000

技術用役費: \$ 3,000,000

所要人時: 220,000人時

工 期: 20個月

專門職種	業務內容	動員人員(人)	期間(月)
化工 및 應用化學	Process Engineering	9	4.5
	Project Management	2	20
	Project Engineering	7	12
	Estimate	3	4
	Initial Operation	2	2.5
	小 計	23	
機 械	Town & Vessel	6	4
	HE Heater	9	4
	Pump & Compressor	2	1
	Machinery	2	0.5
	Piping	10	5
	Estimate	4	4
	Construction	3	4
	小 計	36	

建 築	Building & Structure	4	4
土 木	Foundation	3	2
	Construction	2	4
電 氣	電 氣	2	2
計 裝	計 裝	4	3
製 圖	製 圖	66	5
其他技術	—	3	5
購 買	購買 檢査	9	10
事務管理其他	—	6	20
建設監督	建設監督	10	10
試運轉監督	試運轉監督	20	4
總 計		193	

또한 여기에 動員되는 專門職種別人員의 比率을 보면 表5과 같다.

表 5. 專門職種別人員의 動員比率

職 種	人員動員比率
化工 및 應用化學	14 %
機 械	22 %
建 築	2.5 %
土 木	3.0 %
計 裝	2.5 %
電 氣	1.5 %
其他技術者	1.5 %
購 買	5.5 %
製 圖	40.0 %
其 他	6.5 %
合 計	100.0 %

3-2. 用 役 費

넓은 意味에서 技術用役費는 特許料나 know-how 費, 設計費, procurement 費用, 建設監督費 그리고 試運轉監督費等이 包含되며 韓國에 더 工場建設을 할 경우에는 技術者의 海外派遣訓練費도 包含 된다.

一般的으로는 設計費, procurement 費用 그리고 諸監督費等에 適切な 一般管理費와 利益을 加算한것이 技術用役費가 된다. 때에 따라서는 機器資材價에 procurement 費用이나 其他 用役費를 包含시켜 用役費가 表面에 나타나지 않는 경우도 있다.

用役費의 構成을 보면 人件費, 直接經費, 一般管理費 및 利益으로 되어있으며 一部業務를 下請 시킬때는 下請費用이 加算된다.

여기서 가장 比重이 큰것은 亦是 設計, 購買, 建設 그리고 諸監督 및 補助에 所要되는 人件費이다. 이 人件費는 事業의 性格과 規模에 따라 所要되는 人時에

그人力 勞賃單價를 곱하여 人件費를 얻고 一般管理費로서 人件費의 80~100%를 加算하고 다시 經費 (美國에는 約 1\$/IMH)를 計算하여 다음과 같이 總 技術用役費로 한다.

$$\text{技術用役費} = \text{人件費}(1.8 \sim 2.8) + \text{經費}$$

概略적으로 推定할 때는 總建設費를 基準할 때가 많다.

즉 Bauman 은 總固定費의 4~21%로 平均 10%라고 하였으며 Peters 는 亦時 4~21%로서 平均은 13%라고

表 6. 技術用役費推定

單位: \$ 1000—

Item Project	總投資額	License Fee	Loan Fee	Working Capital	建設費	用役費
A	60,000	1,000	1,500	3,000	54,500	5,500
B	40,000	1,500	1,500	2,000	35,000	3,500
C	20,000	500	500	1,000	18,000	1,800
D	3,500	200	100	200	3,000	300
E	20,000	500	500	1,000	18,000	1,800
F	8,000	300	300	400	7,000	700
G	36,000	3,000	300	2,000	32,500	3,300
H	17,000	1,000	600	900	14,500	1,500
I	7,500	500	500	500	6,000	600
J	16,000	200	500	800	14,500	1,000
合 計	228,000	8,700	6,300	11,800	203,000	20,000

하였다. Guthrie 는 또한 標準 Module 에서 總固定投資의 7.4%, Brosnan 은 固定投資에 對한 設計作圖費의 比率이 約 6%라고 하였다. 이를 平均推定値는 모두 現場監督費를 除外한 값이다.

現在 推進하고 있는 石油化學工場의 技術用役費는 運營資本 및 Royalty 를 除外한 約 2億3百萬弗을 總建設費로 보았을 때 概略적으로 그 10%인 約 20,000,000—\$로 推定된다.

4. 機械 및 裝置

石油化學工場中 그 工程圖와 技術資料가 求得可能했던 9個의 工場에 對하여 主要機器의 種別基數를 算出

表 8. 主要機器裝置費

Unit: \$ 1000

工 場 機器區分	I	II	III	IV	V	VI	VII	合 計 (百分率)
熱 交 換 器	1,500	400	300	550	500	500	100	3,850(15%)
塔 類	500	40	300	—	550	200	100	1,690(6.6%)
容 器 貯 藏 槽	1,200	160	150	360	350	750	200	3,170(12.2%)
Pump 및	70	70	120	40	250	100	20	670(2.6%)
Compressor	1,600	180	810	2,500	350	500	80	5,820(22.6%)
反 應 器 類	30	50	250	350	700	250	100	1,730(6.7%)
加熱爐 및 燃燒爐	2,200	—	820	—	400	—	—	3,420(13.3%)
其 他	300	1,500	550	2,500	300	200	50	5,400(21.0%)
合 計	7,400	2,400	3,300	6,300	3,400	2,300	650	25,750

한 結果 表 7을 얻었다. 이結果는 工程部門만을 基準한 것이며, 技術資料의 不充分 또는 詳細工程의 差位等으로 實際導入될 機器의 內容과 相當한 差位가 있을 것으로 像想되나 各機器의 比準은 크게 差位가 없을 것으로 생각 된다.

이表에서 본바와같이 vessel 및 tank數가 全體의 34.6%를 차지하여 基數로는 가장 많음을 나타내고 있으며 다음이 29.5%인 流體輸送機 그리고 17.8%인 熱

交換器類가 3位가 되고있다. 裝置類인 vessel 및 tank, 熱交換器 그리고 塔類가 全體의 半以上(52.4%)이나 된다. 즉 基數에 있어선 그 製作이나 設計가 比較的 容易한 裝置가 石油化學工場에 많이 動員되고 있으며 reactor나 furnace等 特殊技術이 要하는 것이나 高度의 製作技術이 要하는 compressor는 各々 全體의 2.2%, 2% 밖에 되지 않고 있다.

한便 制限된 技術情報를 基準하여 7個工場에 動員되는 主要機器의 種別價格(FOB 價格)을 調査한 結果 表 8을 얻었다. 이結果는 基數의 경우와 若干 다르다 즉 pump 및 compressor로 表現된 流體輸送機가 25.2%로 가장 많으며, 數가 적은 reactor와 furnace는 各

表 7. 主要機器台數

工場		A	B	C	D	E	F	G	H	I	合 計	項目別率	全 體 率
機器區分													
熱交換器類	熱 交 換 器	5	2	6	5	2	4	3	10	4	41	11.5%	
	冷 却 器	31	7	7	47	3	2	3	6	1	107	30%	
	凝 縮 器		9	8	27	7	17	4	5	2	69	19.5%	
	加 熱 器	39	1	4	25	8	19	7	12	2	117	33.5%	
	其 他		3	6	8		2				19	5.5%	
	小 計	75	22	31	102	20	44	17	33	9	353		17.8%
塔類	蒸 溜 塔		3	4	13	3	12		3	3	41	52%	
	吸 收 塔			3	6	2	1	1	1	1	15	17.5%	
	Stripper & Desorber			2	2	1	1	2	2	1	11	12.5%	
	洗 滌 塔		1	1	3	1			2		8	9%	
	其 他		1		7						8	9%	
	小 計		5	10	31	7	14	3	8	5	83		4.0%
容器貯藏槽類	Vessel	47	16	8	51	3	4	9	11	3	152	25%	
	Drum	25	15	20	101	6	5	45	16	7	240	40%	
	Tank	27	23	22	31	10	10	5	7	4	139	23%	
	固體貯藏槽	27	37		2			2		2	70	11%	
	其 他							6			6	1%	
	小 計	126	91	50	185	19	19	67	34	16	607		30.6%
反 應 器 類		3	3	2	8	4	7	5	2	3	37		1.9%
加 熱 與 燃 燒 爐				1	1	1	1		2		6		0.3%
流體輸送機械	Fan	7			1				1	2	11	2%	
	Blower	2		1	10				1	2	16	3%	
	Compressor	12	3	2	12	1	2	2	7	1	42	7%	
	Pump	33	32	52	184	16	38	76	33	47	511	87%	
	Vacuum Pump				4			3			7	1%	
	小 計	54	35	55	211	17	40	81	42	52	587		29.5%
固體輸送機械	Feeder	4	4								8	22%	
	Conveyor	5	6		4			4			19	53%	
	Elevafor	3	2		2			2			9	25%	
	小 計	12	12		6			6			36		1.8%
冷 凍 調 節 機		3		1	1			1		1	7		0.4%
分離器	Sieve & Cyclone	14	25		1						40	32%	
	Filter	39	2	1	2			3	2		49	36%	
	其 他	3	11		26						40	32%	
	小 計	56	38	1	29			3	2		129		6.5%
Blending & Mixing Equipment		2	4	2	3			2		4	17		0.9%
Pelletizer & Extruder		8	3		4						15		0.8%
Dryer		4	1		1			2		1	9		0.5%
其 他		21	5	9	20	4	7	12	7	4	99		5.0%
合 計		364	229	162	602	72	132	199	130	95	1,985		

各 6.7% 13.3%로서 相當한 比重을 찾아한다. 熱交換器나 塔類는 15% 및 6.6%로서 基數의 比率과 大差가 없으나 基數에 있어 가장 많은 vessel 및 tank類가 12.2% 밖에 안된다. 그러나 全體의으로 vessel & tank, 塔類 그리고 熱交換器가 33.8%로서 亦時 機械類보다 많다.

5. 結 論

國內에 最初로 導入되는 石油化學工業技術도 一部를 除外하고는 이제는 獨占性을 띤 技術이 아니나 工程을 提供하는 會社가 大部分 研究開發 또는 化學工業業體임을 보여주고 있다. 이것은 研究機關에서의 單獨 研究開發뿐아니라 現場에서의 實際操業 data가 얼마나 重要한가를 말해주고 있다. 外國에서 技術導入을 하여 工場을 建設하고 工場을 操業한後엔 獨自의인 自己工程을 開發하곤 하는 日本의 경우가 現場 操業結果를 잘 活用하는 좋은 例가 될것이다. 즉 工程開發分野에 있어선 基本單位操作技術과 單位工程技術을 既存化學工

場의 操業結果를 參考로 하여 徹底히 研究하여 獨自의인 工程開發을 爲한底力을 길러야 할것이다.

그리고 技術用役에 있어선 技術者와 經驗에 依한 많은 技術資料가 必要 하는데, 技術者의 人員은 그렇게 많은 人員이 所要되는 것이 아니나, 組織化가 되고 經驗을 基本으로 해야하기 때문에 從前의 工場運轉管理에 置重한 海外派遣訓練에서 設計業務의 訓練으로 政策轉換이 이루어져야 할것이며 特히 國內에서도 養成이 可能하며 가장 많은 人員이 所要되는 製圖士의 組織의인 育成이 必要하다.

마지막으로 工場의 物理的인 構成要素인 機械裝置에 對해서도 國產化方向에 있어서 compressor, pump 또는 其他의 機械類의 製作能力 向上도 重要하나 比較的 그 製作이 容易한 tank, vessel, 및 column 등의 化工裝置가 額數로 보나 其數로 보아도 가장 많은 比重을 찾아 하고 있음으로 이리한 比較的 간단한 分野부터 技術水準向上을 圖謀하는 것이 全體機械工業向上의 正路가 아닌가 싶다.