

國產化 工場設計技術 向上指向

韓國科學院 俞 亨 德 · 申 聖 澈

序 論

先進工業 國家建設을 爲한 必然的 課題인 “化學工場의 國產化”는 機械工業의 育成과 더불어 漸次 그 重要性이 強調되고 있다. 이미 1976年 3月 商工部는 政策的으로 標準國產化率을 發表한 바 있고, 各 學會를 비롯한 關聯된 分野에서는 國產化에 따른 諸般 問題點 및 方向에 對하여 慎重히 論議하여 왔다. 過去의 生産 爲主에서 設計 및 裝置製作業의 國產化를 爲해서는 實務 技術能力的 向上은 勿論, 國力の 與件을 充分히 考慮한 工學의 方法과 最適化 設計가 必要하다. 公開不進, 計算未熟으로 數值가 不足한 國內 現實情下에서 正確한 分析을 하기에는 難點이 너무 많으나, 具體的 分析實例을 通하여 國產化工場이 주는 經濟的 利點을 把握하고, 또한 國內의 最適 Pipeline의 直徑과 美國의 境遇와를 比較하여 國產化의 特性을 例示함으로써 國產化工場 設計 技術 向上의 指針을 세우는데 多少 도움이 되고자 한다.

國產工場 投資額 推算

우리나라에서는 아직도 工場設計時 常習의으로 投資額 推算方途를 國產化하지 못하고 있음이 아쉽다. 金丙植⁽⁹⁾氏는 技術依存因數 概念을 導入, 國內 12個 主要 化學工場 資料를 處理하여 總輸入裝置費/總國產裝置費=4 되는 境遇에 總括因子는 2.02±0.55가 됨을 求한 바 있다. 國產化率 對 投資額의 相關係를 分析하기 爲하여 下記와 같이 國產化率(R)을 技能上으로 定義할 수 있다.



韓國科學院 教授
俞 亨 德 博士

$$R(\text{國產化率}) = \frac{\text{技能上的 國產裝置率}}{\text{總裝置技能}(1)} \dots \textcircled{1}$$

12個 數值를 裝置費(勞動 및 材料費), 間接費로 再整理하여 國產化의 特徵인 低廉한 勞動費, 裝置費의 影響力을 分析한 結果, 總投資費에 대한 勞動 및 材料費의 比率은 約 22% 程度로서 美國境遇의 約 40%에 比하여 낮은 反面에 裝置費의 比率은 約 50%이다. 即, 裝置費率과 勞動 및 材料費率과는 相關性이 없으며, 化學工場의 種類에 따라서 비록 裝置의 國產化는 低調하지만 勞動 및 材料部分에서는 約 70%程度의 높은 國產化率을 이미 適用하였음이 報導된 바 있다. 따라서 裝置의 國產化가 現實情下에서 매우 重要한 國產化 對象으로 取扱되고 있다. Lang氏에 依하여 提案된 因子適用方法으로 分析한 結果, 다음과 같은 總投資費 對 國產化率의 函數式이 誘導된다.

$$\text{總投資費} = 2 \times \left(1 + \frac{\alpha R}{1-R} \right) \times \Sigma \text{輸入裝置費} \dots \textcircled{2}$$

(國產化)

$$\alpha = \frac{\text{國內製作價}}{\text{裝置輸入價}}$$

美國內 建設費 推算式은 下記 ③式으로 表現 될 수 있으며, 數式中的 各 因子는 化學工場의 種類에 따라서 Guthrie⁽¹⁰⁾에서 求할 수 있다.

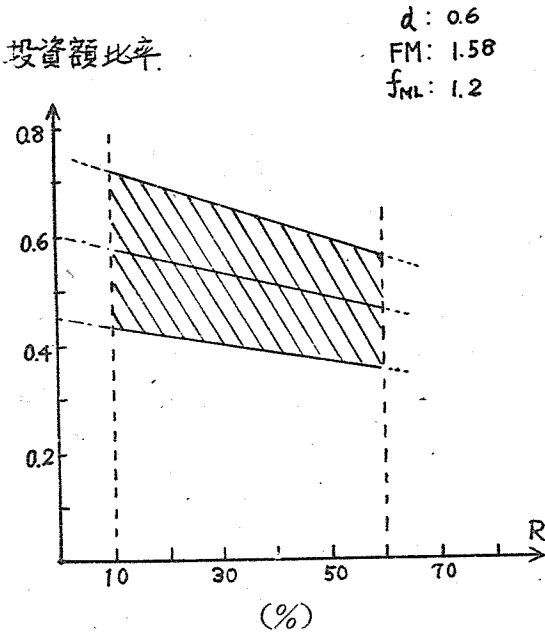
$$\text{總投資費} = FM \times (1 + f_{ML}) \times \Sigma \text{裝置費} \dots\dots ③$$

(美國) FM: Module因子, f_{ML} : M+L因子 따라서, ②式과 ③式으로부터 下記 ④式이 誘導된다.

$$\text{總投資費} = 2 \times \frac{1 - (1 - \alpha)R}{FM(1 + f_{ML})} \times \text{總投資費} \quad \text{(美國)} \dots\dots ④$$

國內製作價 對 輸入價의 比率인 α 값은 裝置種類, 容量 및 技術水準에 따라서 變動이 甚하며, 또한 製作者에 따라서 그 差異가 甚한 實情이지만 大體的으로 0.6을 適用할 수 있다.

그림 1: $\frac{\text{投資額(國產化)}}{\text{投資額(美國)}}$ 對 裝置國產化率(R)



投資額 推算時, 勞動 및 材料部分은 裝置의 國產化率과는 無關하게 높은 國產化率을 適用하여 國內 現實情을 그대로 反映하였으며, 兪 그림에서의 國產化率은 裝置의 技能 國產化率을 뜻한다. 여기서는 國產化에 따른 冒險, 技術能力 등은 考慮하지 아니하였고, 또한 化學工場의 複雜性 및 實技術資源에 따라서 豫測할 수 없는 結果를 낳을 수도 있겠지만 大體的으로 豫備推

算段階에서는 充分히 손쉽게 使用될 수 있다. 예를 들면, 우리나라에서 A라는 工場을 50% 國產化하였을 境遇, 總投資額의 大略値는 美國의 投資額의 48%가 된다. 勿論 美國數値의 工場規模와 日字는 우리나라 것과 同一한 것이어야 한다. 無理하게 外國數字를 그대로 引用하거나 或은 過勞하는 혼들리는 推算보다, 範圍內에서는 活用이 有利하리라 믿는다.

最適設計

韓國의 最適條件은 美國의 最適條件과는 相異하다. 外國것을 無條件 技術消化없이 받는 것이 最適은 아니다. 즉, 勞動費, 動力費, 材料費 및 其他 諸般 經濟價値基準이 相異함으로, 外國境遇의 最適條件이라 하여 그대로 模倣하기 보다는 國內與件을 最大限 適用하는 設計調整이 必要하다는 것이다. 勿論, 그에 따른 努力, 經費, 時間等과 國產化 最適設計로 얻는 利點間에 均衡도 이루어져야 하겠다. 最適條件의 差異를 例示하기 爲하여 Steel Pipeline設計를 들어본다.

Piping에 所要되는 投資費는 直接費의 約 20~30%을 차지하며, Pipe直徑은 固定費와 動力費間에 相互 相衡的인 函數關係가 있다. Steel (Sch 40) Pipe境遇, 混流條件下에서의 國產化 最適直徑數式은 下記 ⑤式과 같으며, 이식의 誘導時 使用한 各 數値는 表 1과 같다.

表 1: 國產化 數値

內 容	國產化數値
動力費	15w/kWhr
年間可動時間	8760hr/yr
部品들에 依한 摩擦損失率	0.35
部品및 設備費/pipe 購買費	1.0
年間 固定費 比率	0.2

$$\text{Pipe購買費} [W/ft] = 80 \times D^{1.314}, D[\text{inch}] \geq 1\frac{1}{2}''$$

$$D_{opt} = 3.9q_f^{0.46} e^{0.14} \dots\dots ⑤$$

D_{opt} : 國產化最適直徑 [inch],

q_f : 流量速渡 [Cuft/Sec],

e : 密度 [lb/ft³]

國產化 工場設計 技術

예로, 粘度 1c.p, 密度 60Lb/cuft인 物質을 1000cuft/min 流量速度로 移動時, 美國의 最適値는 約 23"이지만 國內境遇에는 25"가 된다. 一般的으로 國產化最適直徑 \geq 美國最適直徑의 關係가 成立하며, 이는 動力費가 높은 反面, 材料 및 設備費가 低廉한 國內實情에서 當然하다. Pipeline境遇에는 規格이 標準化되어 있으므로 美國의 數値를 充分히 使用할 수 있다는 結論이 겠으나, 國產化의 特殊性을 勘案한 最適設計를 通하여 效率的 投資를 期할 수 있는 餘地는 많다. 이것은 一例에 不過하나, 技術導入을 充分히 消化하려면 우리도 우리나라 興件에 맞도록 再調整하여야 한다.

工場設計 Idea와 Concept 開發

科學院에서는 國產化에 따른 工場設計 Idea와 工程開發 方向에 對한 概念開發을 爲하여 多方面으로 教育試圖를 하고 있으며, 이들중 몇題目을 紹介하면 다음과 같다.

- CCl_4 , CS_2 , $CHCl_3$ 工場設計
- 地下 Gas貯藏開發 및 資源活用
- LNG 內陸 輸送線 設計
- 벙커-C油 一次脫黃設計
- Anthraquinone 工程 H_2 , O_2 生産設計
- LNG 利用한 脫鹽工業用水化 設計
- 石炭氣化 回收 設計
- Flare 活用設計 等等

이러한 理念開發이 이루어져야, 自立技術을 確立하고 언젠가는 技術·導入 投資를 大幅 削減할 수 있다.

結 論

工場設計 國產化는 現在 많은 難點을 안고 있으며, 이에 漸進的인 實現을 爲하여서는 當局, 機關, 業者, 研究所, 學界등의 相互 緊密한 協助가 要請된다. 經濟數値 國產化體制가 하루 빨리 集約, 數式化되어지고 優秀한 工程數値銀行(Process data bank)이 設立되어 圓滑한 技術

情報 交換 및 活用이 이룩되어져야 하겠다. 그리하여 設計誤差를 줄이고 信賴性 있는 經濟性 分析을 할 수 있게 됨으로써 國內 興件把握 및 國產化에 따른 得失如否를 漸進的으로 正確히 判斷할 수 있게되어 가장 選擇的인 國產化의 方向을 取할 수 있게 된다. 工學的方法開發(Engineering Development)置重의 支援, 또한 그 結果의 供給網 亦是 必要하며, 裝置工業의 國產化가 이루어져야 한다. 特히 產業體의 自體 研究結果 및 隘路點들을 可能한 限 많이 公開함으로써 國內 工業技術의 基盤蓄積이 要望되며, 國內 工場建設費 評價資料는 Engineer가 主導하여 取扱作成함으로써 工學的인 正確度를 더욱 높여야 한다.

<文 獻 參 考>

1. 金東一, "國產化工場의 旗手", 科學과 技術, Vol 8, #12, 1975
2. 俞亨德, "New Challenges of Korean Chem Engrs in Petroleum", 韓國化工學會特講, 4-23-1976
3. 俞亨德, "國產化工場設計의 難點", 科學과 技術, Vol.9, #9, 1976
4. 崔根善, "化學工學 國產化의 方向과 問題點", KICHe Seminar, 6-11-1976
5. 崔熙云, "化學工場 國產化의 問題點", KICHe Vol.14, #4, 1976
6. 金裕應, "化工場 國產化의 問題點", KICHe Vol.14, #4, 1976
7. 宋錫陸, "化學工場 國產化의 問題點", KICHe, Vol.14, #4, 1976
8. 金丙植, "韓國化學工場 建設費 推算과 總括因子 設定에 關한 研究", MS 論文, 延世大學校, 1976
9. Max S. Peters & Klaus D. Timmerhaus, "Plant Design and Economics for chemical Engineers," 2^d ed, McGraw-Hill, 1968
10. Kenneth M. Guthrie, "Process Plant Estimating, Evaluation and Control", Graftsman, 1974
11. YEN-CHEN YEN, "Estimating plant costs in the Developing Countries", C-E, July-10, 1972