

# 石油化學事業의 系列化를 爲한 國內技術用役 能力調査(1輯)

(※ 全文掲載를 하지 않음)

## 序 文

第3次 經濟開發 5個年計劃을 앞두고 國內의 石油化學工業의 發展에 關한 期待는 다른 모든 産業界에 對하여 重要한 役割을 하게되기 때문에 그 意義를 더욱 깊게하는 것이라 하겠읍니다. 따라서 科學技術에 關한 各技術部門의 技術士 會員 245名을 갖고있는 本會로서는 石油化學工業에 關한 技術의 內容을 重點으로 하고 이 技術業務遂行에 必要한 技術用役의 性格과 技術用役業體現況 및 그 遂行能力을 調査하여 可能한 限 國內技術能力의 最大限 活用과 發展을 期한 수 있는 契期를 마련하고자 本 調査事業을 企圖한 것이며 이를 爲해서 關係調査研究委員들의 制限된 條件下에서 最善의 努力이 傾注됨으로 이 調査報告書가 이루어진 것입니다.

또한 이 報告書가 完成될 때까지에는 科學技術處 當局이나 調査對象團體 및 業體等에서의 積極的인 協助와 支援에 依한 것으로 여기에 깊이 感謝드리는 바입니다. 萬一에 本調査報告書에 不備된 點이 있다면 이에 關해서는 後日 繼續的인 指導鞭達을 眞心으로 바라는 바입니다.

또 同時에 本報告書가 當初에 目的하는 바 國家産業發展에 對하여 多少나마도 參考資料로 寄與하게 된다면 本會로서는 無限한 榮光으로 여기는 바입니다.

西紀 1970. 11. 25

韓 國 技 術 士 會  
會 長 柳 鍾

調 查 責 任 者	鄭 兩 琬	柳 仁 永
研究綜合責任者	金 勝 坤	李 相 傑
調 查 研 究 委 員	權 淳 永	金 仁 圭
	崔 熙 云	申 呈 澈
	廉 道 有	韓 萬 春
	李 參 衡	申 吉 洙
諮 門 委 員	金 汶 尙	朴 張 學
	羅 允 浩	張 吉 炳
	李 康 鎬	張 學 洙
	韓 暢 洙	張 吉 炳
	張 英 基	

## 目 次

1. 總 括
2. 技術用役
  - 2-1 技術用役의 業務內容 및 그 遂行
  - 2-2 工場의 建設費 構成
  - 2-3 技術用役費 및 人員
3. 韓國의 石油化學
  - 3-1 現 況
  - 3-2 技術의 內容
    - 3-3 主要動員技術
    - 3-4 主要機器
    - 3-5 技術用役
      - (1) 用役費
      - (2) 內 容
      - (3) 動員技術者
4. 國內技術用役現況
  - 4-1 用役業體現況
  - 4-2 其他用役機能
  - 4-3 技術用役人力

- 5. 國內技術用役能力
  - 5-1 綜合的인 技術用役能力
  - 5-2 個別技術用役能力
- 6. 結 論

### 1 總 括

1950年代에 들어 史州肥料와 湖南肥料工場이 建設된 以後부터 韓國에도 現代의인 化學工場의 技術이 導入되기 始作했다.

그後 精油工場이 建設되고 계속해서 肥料工場 合成樹脂 合成纖維工場等이 建立됨에 따라 工場의 操業技術과 建設技術은 相當한 水準에 到達

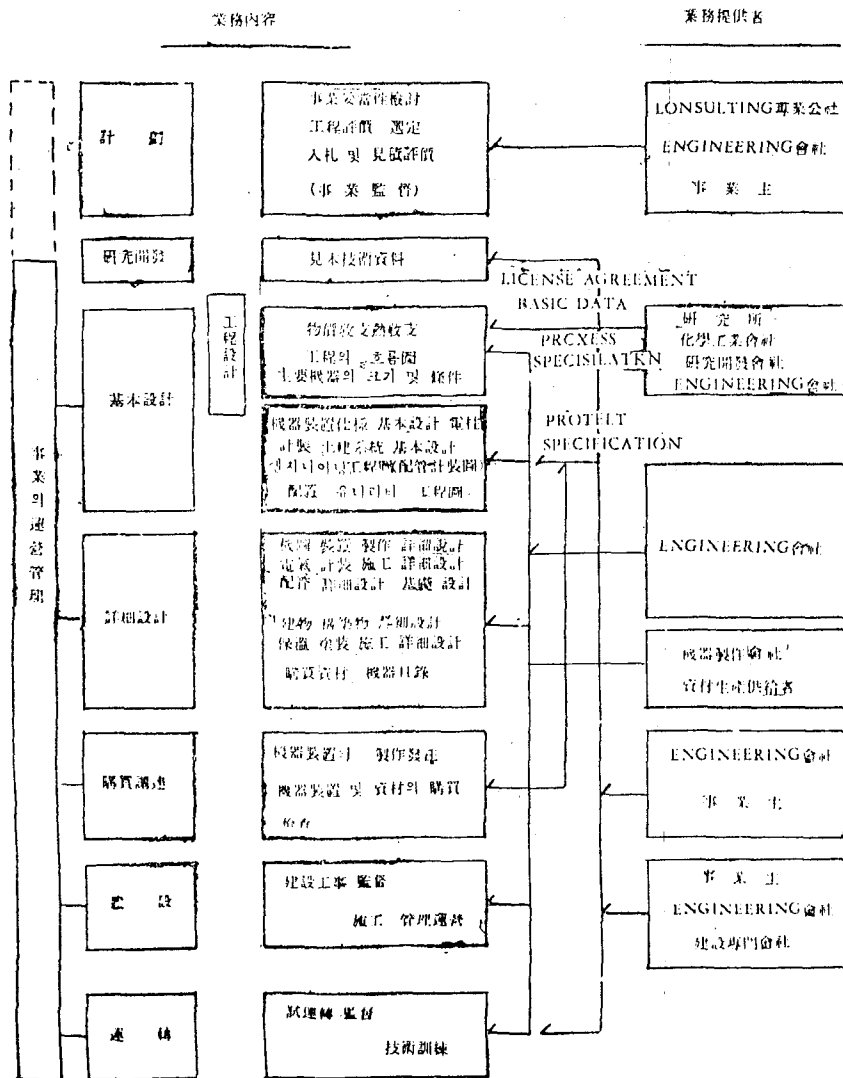
하게 되었다.

한편 基本研究分野에 있어서도 大學의 研究室 政府機關의 研究所 등에서 꾸준히 研究가 繼續되어 왔으나 工場의 設計만은 國際規模의 組織的인 企業으로 生長하지 못하고 散發的이고 小規模的인 設計用役만이 遂行되어 왔다.

이와 같은 現況에서 先進諸國의 經濟的發展過程을 보면 現段階에서 必然的으로 要請되는 것은 工場全體를 設計建設하는 機能과 工場을 構成하는 機器裝置의 製作技術이라 할 수 있다.

따라서 이와 같은 技術用役의 內容과 機能을 調查하고 散發的으로 存在하는 設計能力을 評價하고 이를 組織化할 수 있는 基本資料를 수집

그림 2-1 技術用役業務系列圖



사 할 必要性이 切實하게 要求되어 科學技術處의 補助事業으로서 이 調査研究事業을 遂行하게 되었다.

## 2. 技術用役

### 2-1 技術用役의 業務內容 및 그 遂行

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이라야 하며 이와 같은 綜合技術을 工場을 完成시키는 技術用役이라고 할수있다 이 技術用役業務의 系列 그림을 <그림 2-1>에 表示하였다.

#### (1) 技術用役의 業務內容

##### ① 工場建設의 計劃

- ㉠ 工程評價 및 選定
- ㉡ 事業妥當性檢討
- ㉢ 入札 및 見積評價
- ㉣ 事業의 管理

이것은 事業主가 擔當하는 業務이며 이와 같은 일을 자문하는 企業體를 Consultant라고 한다.

##### ② 工程의 開發

- ㉤ 研究開發
- ㉥ Process License
- ㉦ 工程設計 基本資料

工場의 基本이 되는 工程技術은 研究開發에 依하여 成就된다. 그러나 實際工場建設에 있어서는 既開發된 工程技術을 基本으로 하여 設計하여 工場化하게 되며 研究開發은 이와는 別途로 꾸준히 繼續된다.

#### 研究開發의 內容을 보면

가) 新物質의 製造 또는 既存物質의 合成 新物質인 Polyethylene Nylon Polypropylene Polyester 既存物質인 Urea 等の 製造技術을 말한다.

#### 나) 原料의 轉換

既製造되고 있는 製品의 使用原料를 轉換시켜 보다 低廉한 價格으로 生産할 수 있는 技術을 말한다.

즉 Acetylene原料에서 Ethylene原料로 轉換되는 一般의인 石油化學(이것이 化學工業에서 石

油化學에의 轉換을 갖어온 것인) Caprolactam 製造에 있어 Totuene에서 Benzene으로의 原料 轉換 Acrylonitrile製造에 있어 Acetylene에서 Propylene에의 轉換等이 그 例이다. 암모니아습 成川 Gas製造를 위한 Gas化에 있어서 石炭原料에서 Naphtha로의 轉換

#### 다) 製造方法

同一製品을 同一原料로 使用하여 보다 製造費가 적게 드는 技術開發을 말한다.

즉 Urea U Ammonia는 同一한 原料를 使用하고 있는 工程이 數없이 많다.

또한 VCM은 Oxychlorination法에 依해서 製造될 수도 있다.

#### 라) 裝置設備

重要한 裝置 및 設備에 對한 開發

上記 技術開發도 裝置設備의 改良으로 이루어지는 경우가 相當히 많다.

Ethylene Furnace

Ammonia Reactor

Naphtha Reformer

새로운 機器의 開發工場規模의 大型化에 따른 機器의 大型化 等

이와 같은 工程技術은 事業主가 開發한 工程技術이 없는 限 工程實施權을 얻어야 한다.

工程實施權을 얻는때는 그 工程의 全部 또는 一部가 特許로 되어 있는 경우에는 그 特許와 特許로 되어 있지 아니한 必要한 技術(Know-How)로 提供 받아야 한다.

特許實施權을 얻을 경우는 Patent License라고 한다. 즉 製造工程에 관한 모든 技術內容을 알고있는 경우에도 이것이 特許로 되어있는 경우에는 Patent License를 해야하며 特許料(Royalty)를 支拂 해야하며 그 技術內容까지 提供받을 때는 Know-How料까지 支拂해야 한다. 이를 Process License라고 한다. 이 Know-How는 工程設計를 할 수 있는 基本技術資料 運轉操作 技術等이 包含된다. Process License의 契約에 따라 다르나 一般적으로 Process提工者 즉 Process Owner가 工程設計(Process Specification) 또는 基本設計(Project Specification)까지 提供하는 경우가 많다.

##### ③ 設 計

設計는 一般적으로 完全하게 區分되지는 않으나 基本設計와 詳細設計로 大別된다.

이 區分은 大部分 設計遂行의 業務分擔時 必要하는 경우가 많다.

### ㉑ 基本設計

基本設計는 Process Owner가 提供하는 또는 自體가 마련한 基本資料에 依한 工場의 基本이 되는 設計를 말한다. 工場の 工程設計를 包含하며 一般적으로 다음 事項을 包含한다. 그에 따라서 一般 工程設計를 除外한 餘他部分은 詳細設計로 分類하는 경우가 많다.

- × 設計基本條件의 確定
- × 豫備工程圖
- × 物性 data
- × Material Balances
- × Energy Balance
- × Process Flow Diagram
- × Equipment Scheduling
- × Dimension
- × Performance Requirement
- × Operation Condition
- × Mechanical Specification
- × Material Specification
- × Schedule or Specification Sheet
- × Instrument Scheduling
- × Piping Scheduling
- × Piping & Instrument Flow Diagram
- × Electrical Distribution One-Line Wiring Diagram
- × Utility Balances
- × Utility Flow Diagram
- × Plot Plan
- × Operation Instruction
- × General Mechanical and Material Specification
- Foundation
- Building Steel & Concrete Structure
- Electrical Insulation Painting

### ㉒ 詳細設計

工場の 實際施工 또는 機器의 製作이나 發注가 可能な 製作圖面, 組立圖面 및 施工圖面과 資材目録 그리고 仕様書 또는 示方書等까지 完成

하는 設計를 말하며 그 內容을 보면 다음과 같다.

#### 가) 化工裝置——塔槽類

Tower Vessel Drum 및 Tank와 같이 注文에 依하여 製作되며 既成製品으로 만들 수 없는 것이 基本設計를 基礎로 하여 完全한 製作圖面까지 作成한다. 實際는 一般적으로 製作業體가 많은 製作經驗이 있고 設計能力이 있기 때문에 技術用役會社에서는 詳細仕様 즉 注文仕樣을 作成하여 製作者에게 보내어 製作者가 作成한 製作圖面을 技術用役會社에서 다시 原仕樣에 따라 檢討하는 경우가 많다.

#### 나) 化工裝置——熱交換器類

Cooler Heater Condenser Reboiler Heat Exchanger 등은 一部 規格品도 있으나 亦是 塔槽類와 同一하게 製作할 수 있는 圖面까지 完成해야 하나 大概의 경우 製作圖面은 特殊製造業體에서 擔當하게 된다.

#### 다) 化工裝置——反應器類

Reactor Furnace 등 特殊裝置設備도 다른 化工裝置와 同一하나 製作上의 技術이 많은 것을 반드시 各裝置施設의 特殊製作業體에서 製作圖面을 作成한다.

#### 라) Pump

Pump와 같이 規格品으로 量産되고 있는 機器 즉 注文生産을 할 必要가 없는 것은 注文仕樣으로 充分하다.

#### 마) Compressor類

Compressor와 같은 注文生産의 品目으로 特殊機器는 亦是 注文仕樣만으로 充分하나 이는 반드시 製作者로부터 組立圖面이 供與되어야 된다.

#### 바) Instruments

基本設計에 依하여 모든 機器 資材目録 및 文仕樣을 作成하고 組立圖面 및 施工圖面을 定한다.

計裝의 配管施工圖面은 一般적으로 必要하는 경우가 많다.

#### 사) Electricals

配電圖 및 配電系統(Switch Gear 包含) 計裝系統의 配電系列等 모든 電氣施設의 施工圖面, 資材目録 注文仕樣等을 作成한다.

#### 아) 土木

現場調査, 地質整地, Pilling, Anchor Bol

Sump, paving 등의 施工圖面, 機器裝置의 基礎設計 및 資材目錄 그리고 示方書를 作成한다.

자) 建築

工場建物, 事務室建物, 倉庫等 建築物의 施工圖面 및 所要原資材의 目錄 그리고 示方書를 作成한다.

차) 配管

P & I Diagram에 依하여 平面圖面 및 立體配管圖面 作成하고, 配管의 Support 및 그 構造設計을 하고, 配管資材目錄과 資材發注仕樣을 作成한다. 必要할 때는 Model을 만들고 施工圖 또는 Profabrication圖面과 Isometric Drawing을 作成한다.

카) Support & Structure

各 機器의 高低와 操作에 따른 支持臺 構造物 등의 製作圖面 및 組立圖面을 作成한다.

디) Insulation Painting

Insulation 및 Painting의 仕樣과 施工設計圖를 作成하고 發注資材의 目錄을 作成한다.

④ 구매조달(Procurement)

이 구매조달業務는 一般的으로 技術業務에 屬하지 아니한 것으로 안러지고 있으나 이와 같은 高度의 專門지식이 要하는 化學工場의 建設에 있어서 化工機械裝置나 工事用資材의 各 製造會社의 正確한 仕樣, 性能, 特性 등을 파악하여 性能價格 納期 등을 考慮하여 구매조달業務를 遂行할 뿐 아니라 檢査 또는 納品 確측도 擔當해야 하기 때문에 이 業務도 技術用役業務의 큰 比重을 차지하게 되며 그 내용은 다음과 같다.

㉠ 發注 購買

發注仕樣에 依한 機器의 購買  
機器裝置의 製作發注  
資材의 購買

㉡ 督 捉

納期에 늦지 않기 爲한 督捉

㉢ 檢 査

製作過程에 있어서의 檢査 監督  
安全規定에 依한 檢査  
納品機器에 對한 檢査

⑤ 建設

建設業務는 두가지 機能으로 區分한다.  
즉 建設自體의 遂行과 建設監督이다.

一般的으로 建設自體를 擔當하지 않는 경우에도 技術用役擔當部署에서 建設監督을 하게 된다

㉣ 建設業務管理

×自體에서 直接遂行하지 않는 工事に 對한 下請業者의 選定 및 그 施工  
×工期와 計劃된 豫算에 依한 工事管理  
×現地調達資材의 購買  
×機資材의 輸送의 現場管理

㉤ 監 督

×機器組立 또는 現場製作의 監督  
×機器設置工事의 監督  
×配管, 計裝, 電氣工事의 監督  
×土木, 建築 其他工事의 監督

⑥ 試運轉

試運轉의 遂行은 一般的으로 事業主와 技術人을 活用 工程提供業體 또는 設計業體의 技術者의 監督指示下에서 遂行된다.

⑦ 事業의 管理運營(Project Management)

한 事業을 圓滑하게 그리고 效果의 爲로 運營하기 爲한 手法의 技術로서 化學工場의 規模가 점차 擴大됨에 따라 이 技術用役의 遂行도 Project Team을 構成하여 獨立的으로 遂行하기에 이르렀다.

다음에 그 代表的인 職職을 소개한다. (그림 2-2)

(2) 技術用役의 手順

이와같은 內容의 工場設計業務의 실제 수행手順은 보면 다음과 같다.

① 製造工程의 製造計劃書 및 製造行程의 Flow Sheet入手

② Engineering Flowsheet의 作成 및 第1次工場配置圖作成

③ Pump類 壓縮機等 機器에 依賴하는 機器로서 完全한 圖面은 必要로 하지 아니하는 機器貯槽類의 仕樣書를 作成한다.

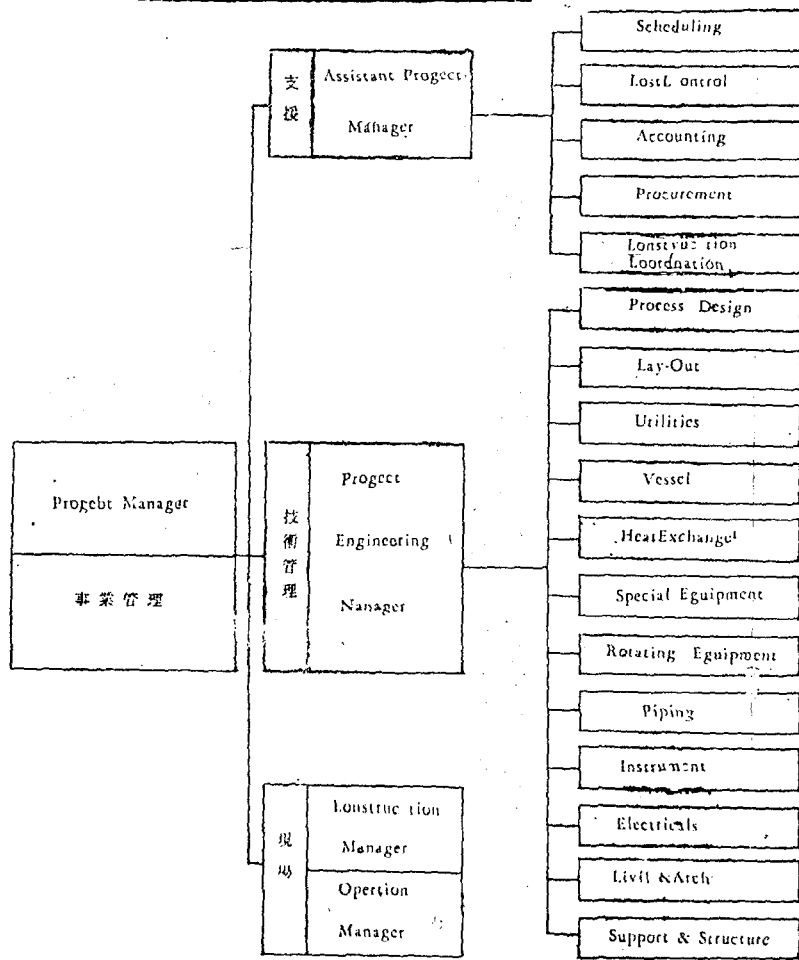
④ 機械裝置中 完全한 圖面을 必要로 하는 것에 對하여는 化工計算 및 作圖를 開始한다.

⑤ 計測制御裝置의 仕樣을 決定한다. 但 調節弁 등의 仕樣書는 工場配置의 決定까지 保留한다.

⑥ 變電所, 主要配電系統 及 機器類의 Switch 등의 第1次設計를 行한다.

⑦ 熱交換器, 加熱爐, 其他의 加熱裝置 及 蒸氣

그림 2-2 Project Management組織



發生裝置의 仕樣을 決定한다.

- ⑧ Engineering Flow Sheet에 依하여 配管의 仕樣 및 이에 必要한 辨類의 List를 作成한다.
- ⑨ Unit Plot Plan은 完成한다.
- ⑩ 建物, 鐵骨構造物 及 操業이 必要한 架臺 作業床等의 設計를 한다.
- ⑪ 配管의 設計 및 地下配管의 材質을 決定한다.
- ⑫ 發注機器의 承認圖를 檢討하여 이들 機器의 設置圖 基礎圖設計를 開始한다. 이때 Anchor-bolt의 位置를 決定한다. Pile을 요하는 基礎를 決定하여 준다.
- ⑬ 電氣配線의 Conduit 및 地下 Cable을 準備한다.
- ⑭ 變電所 配電設備의 基礎設計를 行한다.
- ⑮ ③-⑦項에 該當하는 圖面의 尺寸을 確認한다.

⑯ 機械裝置類의 方向을 決定하기 爲하여 必要한 配管圖를 完成한다.

- ⑰ 裝置類의 加工에 着手한다.
- ⑱ 基礎圖面을 建築業者에 넘긴다.
- ⑲ 鐵骨架臺의 圖面을 業者에 넘겨 加工을 시킨다.
- ⑳ 建物의 設計를 完了하고 圖面을 業者에게 넘긴다.
- ㉑ 工事着工-整地 Piling 基礎工事を 開始한다.
- ㉒ 配管用 Valve附屬品 一覽表를 完了한다.
- ㉓ 配管의 架臺, 其他 配管에 必要한 構造物의 設計를 完了한다.
- ㉔ 計測制御裝置의 設計圖를 完成하고 이에 必要한 資材의 一覽表를 作成한다.
- ㉕ 配管의 設計를 完成하고 加工을 시킨다.

- ㉔ 動力配置圖를 完了하고 이에 必要한 資材表를 作成한다.
- ㉕ 主要機械裝置를 받는다.
- ㉖ 地下配管을 完了한다.
- ㉗ 基礎工事を 完了한다.
- ㉘ 建物, 鐵骨架臺를 設置한다.
- ㉙ 機械裝置의 設置를 行한다.
- ㉚ 配管工事を 開始한다.
- ㉛ 動力配置線工事を 開始한다.
- ㉜ 設計制御裝置를 設置한다.
- ㉝ 個個機械의 試運轉을 行한다.
- ㉞ 裝置類, 配管의 漏洩試驗을 行한다.
- ㉟ 保溫, 保冷工事を 完了한다.
- ㊱ 塗裝, 其他의 雜工事を 完了한다.
- ㊲ 清掃
- ㊳ 綜合試運轉

2-2 工場의 建設費構成

工場建設·總投下資本은 固定資本과 運轉資本으로 區分되는데 固定資本은 工程施設外에 土地事務室, Utilities 設備貯藏 倉庫 및 其他 附帶施設費가 包含된다.

普通 Process Plant의 建設費라고 불리우는 것은 Utilities나 一般附帶施設을 除外한 Battery Limit로 規定하여 工程部分만의 施設費를 말한다.

工場建設費의 構成要素에 對한 分類는 方法에 따라 여러가지로 할 수 있으나 一般的으로 다음 表 2-1과 같다.

表 2-1 工程建設費의 分類  
 工程機器購入費 및 그 設置工事費  
 工程資材購入費 및 그 工事費

- Piping
- Instrument
- Electricals
- Support & Structure
- Insulation
- Painting
- Foundation
- Building
- Catalyst & Chemicals
- Freight & Insurance
- Spare Parts

- Utilitie & off-site
- Auxiliary Facilities
- Process License Fee
- Engineering Fee
- Initial Operation Cost
- Contractor's Over-head and Profit
- Contingency
- Finance Fee

여기서 機器裝置 및 資材費의 建設工事に 所 要된 人件費의 合計를 直接費라고 하며 이 直接費에 建設工事に 對한 間接費(普通 10%程度)그리고 本社의 一般 管理費, 技術用役費, 豫備費, 利益等을 合친것이 總固定費가 된다.

總投資額은 여기에 試運轉費用 借款에 對한 建設期間中の 利子 借款을 爲한 費用 그리고 計 編期間中の 費用等을 加算하여야 한다.

工場建設費가 Battery Limit內的 경우일 때는 여기에 Utilities施設費와 一般施設費를 計算은 넣게 되는데 美國에 있어서 代表的인 化學工場의 建設費內譯을 보면 다음과 같다(表2-2)

表 2-2 各種 Process Plant의 價格構成

直接費	範圍	平均(%)
機器購入費	25-40	32.5
機器現地工事費	1.5~4.5	3
工事材料費	8~18	13
現地工事費	4~12	8
間接費		
本社經費	(4~9)	(7)
一般管理費包含	11~20	15.5
現地經費(一般管理費包含)	6~14	10

工場의 建設費를 概略推算하기 爲하여 一般的으로 主要機器裝置費를 基準로 一定한 係數를 많은 사람들이 發表한 것이 있다. 逆으로 이와 같은 係數는 工場의 構成比를 나타내게 되는데 이를 보면 다음과 같다.

(1) Lang factor

機器費에 係數를 곱하여 Plant建設費를 求하는 方法으로 가장 간단한 方法중의 하나로 精密度는 期待할 수 없다.

3.10(固體 Process)

3.63( // -液體 Process)

表 2-3

Bachの Plant建設費比率

	固體 Process			固體液體 Process			液體 Process		
	最低	平均	最大	最低	平均	最大	最低	平均	最大
Process 直接費									
主要機器	20	30	40	20	26	33	15	21	30
機械設置費	8	12	16	8	10	13	6	9	12
配管費	2	5	9	8	12	16	8	16	25
計裝費	1	3	6	2	3	6	2	4	8
電氣設備費	1	2	5	1	2	4	1	2	3
建物	0.5	2	6	1	2	10	1	2	15
平均合計		54			55			54	
其他直接費									
Utilities	3	7	12	3	13	20	3	12	20
附帶工事費	3	5	8	0.5	3	6	1	3	6
附屬建物	6	8	12	3	6	10	2	3	14
倉庫運搬設費	3	6	10	2	6	12	2	5	12
直接費平均合計		80			83			77	
間接費									
技術費	8	9	10	6	8	9	8	10	12
管理費									
豫備費	9	11	13	7	9	12	12	13	18
總計		100			100			100	

表 2-4

HAND 乘數表

單位：(%)

	Tower	Heat Exchanger	Vessel	Pump	Compressor	Furnace	Instrument		
機械購入價(FOS)	100	100	100	100	100	100	100		100
建設用材料費									
基礎	10	5	5	5	5	10	5		5
Supports and platform	15	25	20	—	—	—	20		10
建物	—	—	—	10	15	—	15		10
配管	60	50	65	30	15	10	50		15
保溫保冷	25	14	12	7	7	7	7		7
電氣設備	5	3	5	75	15	5	40		10
澆裝試驗	3	3	3	3	3	3	3		3



小	計	118	100	110	130	60	35	140	60
勞	功								
費	置	10	9	10	10	10	—	10	10
其	他	72	92	80	60	20	15	50	20
建	費								
小	計	82	65	90	70	30	15	60	30
直	接	300	265	300	300	190	150	300	190
間	接	100	85	100	100	60	50	100	60
總	合	400	350	400	400	250	200	400	250

表 2-5 Stoop乘法(Carbon Steel 基準으로한 直接建設費의 比率)

A : 資料費比率 B : 建設組立費比率

	Tower		Vessel		Heat Exchanger		Pump		Compressor		Heater Furnaces	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
裝 置 購 入 費	100	20	100	10	100	6	100	5	100	5	100	25
配 管	50	40	60	48	40	40	30	24	20	16	15	12
計 裝	20	6	10	3	10	3	10	3	8	2	5	2
基 礎	10	15	5	8	5	8	10	15	10	15	10	15
建 築	—	—	—	—	—	—	20	14	15	11	—	—
Suppofter. etc.	10	2	15	3	20	4	—	—	—	—	—	—
溫 保 冷 塗 裝 試 驗	15	40	10	32	8	22	2	7	2	7	8	23
電 氣 其 他	5	5	5	5	2	2	33	32	15	15	2	2
資 材 費 計	210		205		195		205		170		140	
建 造 組 立 費		128		109		85		100		71		79
全 建 設 備 計	338		314		280		305		241		219	

4.74 (液體 Process)

한국은 미국과 상당히 差位가 있어 係數가 相當히 적어질 것이다.

(2) Bach의 方法

N.G. Bach은 미국의 Gulf Coast地域에 있어서의 70餘個 Plant의 調査結果를 發表하였는 바 이는 表 2-3과 같다.

(3) Hand 法

W.H. Hand는 Sell Development에서 사용한 乘數를 발표하였다. 表(2-4)의 data는 주로 Carbon Steel材質 基準이며 壓力도 12kg/cm<sup>2</sup> 以下用이다. 따라서 高級 合金을 사용한 것이나 高壓인 경우는 機械購入費의 比率이 높아짐으로 比率이 약간 달라진다.

(4) Stoop 法

和蘭의 Stoop는 西歐의 裝置機械購入費를 基

礎로 한 Process Battery limit內的 全般建設費를 算出하는 係數와 그 內譯을 表 2-5와 같이 發表하였다.

(5) Hackney 法

Hackney는 Process Plant의 主機器에 대한 total prant의 material ratio를 表 2-6과 같이 발표하였다.

表 2-6 Hackney의 Materials ratio

	Em基準	Ep基準
Major Equipment (Em)	100	
Auxiliary Equipment (Ea)	25~60	100
合計 (Ep)		
Process Equipment Material(Me)	32.2~53.5	
Building Material(Mb)	29.3~36.6	
Distribution Material(Md)		16.5
Yard Material(My)		5.6
Total Plant Material(Mt)	38.6~112.2	

(6) Happle 法

J Happle은 建設費의 構成比率을 表 2-7과 같이 發表하였다.

表 2-7 Happle Capital Investment 算出表

項 目	機 器 費	勞 務 費
容 器	A	A × 10%
塔·現場組立	B	B × (30~35)%
塔·組完立了	C	C × (10~15)%
熱 交 換 器	D	D × 10%
Pump, Comp其他	E	E × 10%
計 測 機 器	F	F × 10~15%
(A~F) 基本費目合計	G	G = A + B + C + D + E + F
保 溫	H = G × (5~10)%	H × 150%
配 管	I = G × (40~50)%	I × 100%
其 礎	J = G × (3~5)%	J × 150%
建 物	K = G × 4%	K × 70%
架 台	L = G × 4%	L × 20%
消 火 設 費	M = G × (10.5~1)%	M × (500~800)%
電 氣 關 係	N = G × (3~6)%	N × 150%
塗 裝 清 掃	O = G × (0.5~1)%	O × (500~800)%
機械費勞務費合計	P	P = G + H + I + J + K + L + M + N + O

間 接 費	P × 30%	} 設備費 總計 P × 156%
建 設 費 合 計	P × 130%	
Engincerring fee	P × 13%	
豫 備 費	P × 13%	

(7) Guthrie Module

Crane社의 Guthrie는 Process Equipment를 기준해서 그림 2-3과 같이 代表的인 Module을 만들었다.

또한 그는 直接費의 內譯을 表2-8과 같이 하였는데 이는 Stoop의 結果와 大同小異하다.

이와 같은 方法에 依한 典型的인 化學工場을 分析한 結果는 表 2-9와 같다고 하였다.

(8) 韓國에서의 建設費

Stoop의 工事比率은 西區의 資料에 의한 것이 나 미국에 비하여 機器構入費 및 工事費의 比率이 大同小異하다. (表 2-10, 2-11)

따라서 工事費와 購入費의 比率이 미국에서도 同一하다고 생각하여 다음 사항과 Guthrie Module을 고려하여 表 2-12를 作成하였다.

즉 韓國의 勞務賃金이 미국의 10분의 1이며 材料費는 미국보다 10~20% 高價인 것으로.

그리고 諸工數는 미국의 2배로 計算하면 建設費의 各構成項目은 다음과 같다.

機器裝置費:

國內製作分 20~30% 低廉

機器設置費: 미국의 20%

配管工事費: " 40~60%

其他工事費: " 20~40%

間接費로서는 Process License Fee가 計定되어 야하며 建設費로 固定投資의 約 10% 그리고 技術用投資가 固定投資의 約 13%가 될 것이다.

(Guthrie Module에서는 輸送費를 間接費로 計算하였음) 그리고 土地代 豫備費 10% Contention Fee 5% 그리고 借款手續料, 費用 등으로 4% 程度가 加算되어 總建設費가 될 것이며 總投資額으로서는 建設期間中の 利子 約 7% 試運轉費 約 10% 그리고 運轉資金 7% 程度를 包含하여야 할 것이다.

2-3 技術用役 및 人員

넓은 意味에서 技術用役費는 特許料나 Know-How料, 設計費 Procurement Fee 建設監督, 試

**그림 2-3 Guthrie의 Module**

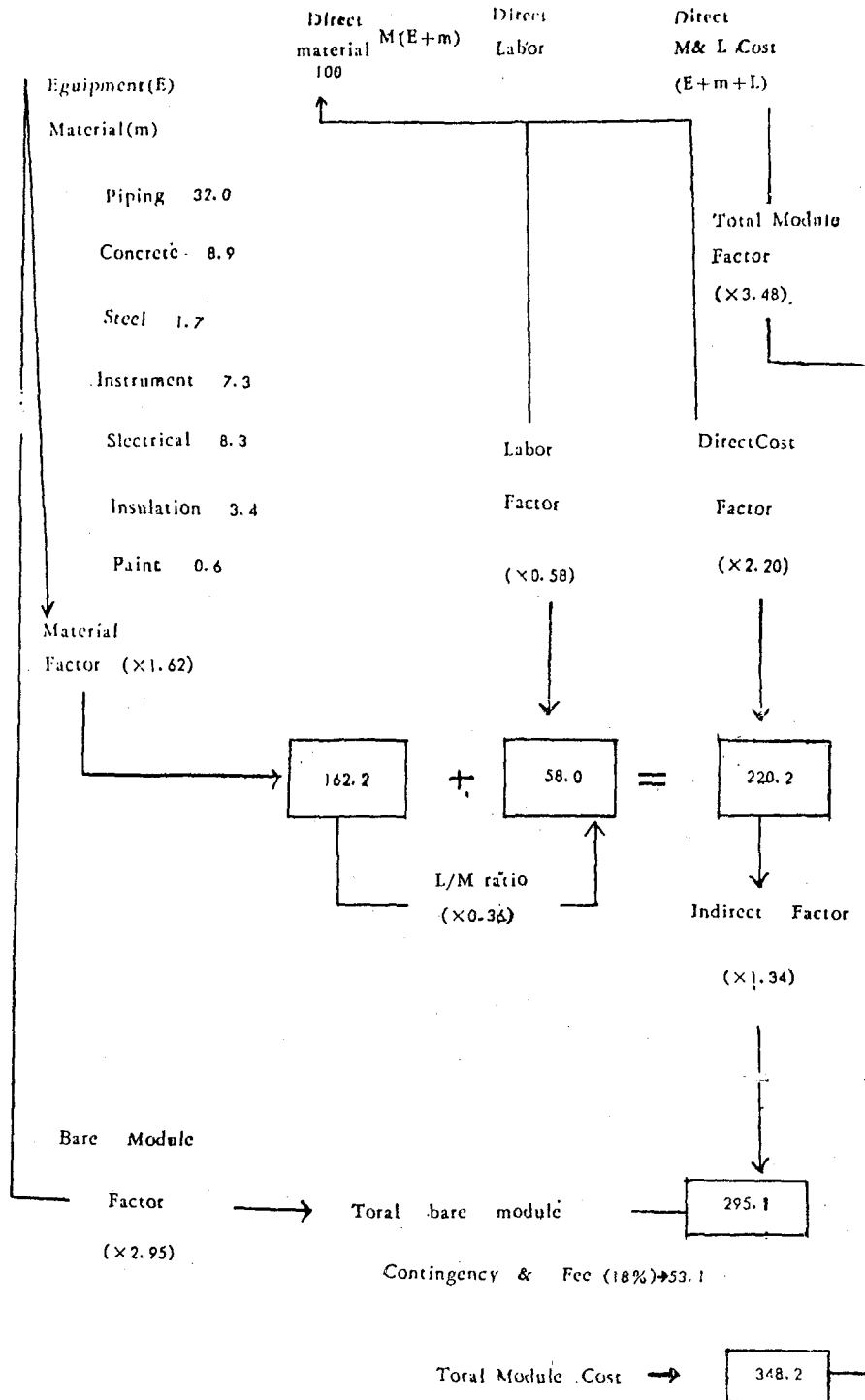


表 2-8

化學工場 建設接費의 構成

基準 Equipment FoB費=100

Items	Vessel		Tower		Heat Exchanger		Pump & Drives		Compressor		Furnace		Tank	
	Purchase	Erection	P	E	P	E	P	S	P	E	P	E	P	E
Equipment	100	7.6	100	14.0	100	8.5	100	9.7	100	10.0	104	—	100	0.8
Piping	40	51.0	59.4	81.3	45.0	54.7	30.4	60.7	20.4	48.0	18.0	29.6	11.0	12.3
Concrete	6.2		9.8		5.5		4.0		12.1		10.0		8.0	
Steel	—		7.8		3.0		—		—		—		—	
Instrument	6.0		11.7		10.2		3.2		8.1		4.0		—	
Electical	5.1	5.0	2.0	31.0	14.4	2.0	—	—	—	—	—	—	—	
Insulation	5.1	8.0	4.8	2.6	2.5	—	—	—	—	—	—	—	—	
Paint	0.6	1.3	0.5	0.8	0.5	—	—	—	—	—	—	—	1.0	
Sub total	163.0	58.6	203.0	95.3	171.0	63.2	172.0	70.4	158.0	58.4	134.0	29.6	12.0	13.7
total	221.6		298.3		234.2		242.4		216.4		163.6		133.3	

表 2-9

化學工場의 直接設費 構成比率의 例

	Furnace	Exchangers	Tower	Vessels	Pumps	Compressors	Tanks	Total
Equipment (FoB Cost)	14.0%	18.0%	15.0%	8.0%	7.0%	30.0%	8.0%	100%
Materials	4.8	12.78	15.45	5.04	5.04	17.40	1.60	62.
Sub-total	18.8	30.78	30.45	13.04	12.04	47.40	4.60	162.
Direct Labor Cost	4.14	11.38	14.31	4.69	4.93	17.53	1.06	58.
Total	22.94	42.16	44.76	17.73	16.97	64.93	10.66	220.

運轉監督 그리고 韓國의 경우는, 技術者의 海外 派遣訓練費을 包含하나. 一般的으로는 設計費, Procurement Fee 諸監督費 等を 말하며 여기에 附加한 一般管理費와 利益이 加算된다.

따라서 이 技術用役費는 工場의 業種이나 規

表 2-10 美國에 對比한 各國의 相對價格

國名	機器價	現場工事	Engineering 費
美國	1	1	1
英國	0.76	1.06	0.62
伊	0.78	0.75	0.56
佛	0.95	1.25	0.56
西獨	0.80	0.78	0.56
日本	0.95	0.93	0.53

表 2-11 美國에 比한 各國의 建設費比

國名	機器	資材	勞動	Engineering	計
美國	0.20	0.30	0.26	0.00	1.0
英國	0.21	0.41	0.18	0.05	0.8
伊	0.22	0.29	0.35	0.04	0.9
佛	0.27	0.47	0.21	0.05	1.0
西獨	0.22	0.30	0.28	0.04	0.8
日本	0.27	0.35	0.26	0.04	0.9

模에 따라 一定하지 아니하나 이 費用은 本廠 및 現場의 곳곳에서 發生하게 되며 그 內容은 다음과 같다.

本社費用 給與 經費

表 2-12

韓國에서의 建設費(直接費)

	Tower		Vessel		Heat Exchanger		Pump & Drives		Compressor		Heater furnace		Tank		Others	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
設備購入費	100	4	100	2	100	1	100	1	100	1	100	5	100	1	100	1
配管	50	20	40	24	40	20	30	12	20	8	15	6	10	5	10	4
計裝	20	3	10	2	10	2	10	1	8	1	5	1	—	—	—	—
基礎	8	6	4	3	4	3	8	6	8	6	8	6	6	5	5	4
建築物	—	—	—	—	—	—	16	5	12	4	—	—	—	—	10	4
Support & Structure	8	1	12	1	16	1	—	—	—	—	—	—	—	—	01	1
蒸溜保冷設備假設	15	12	10	9	8	7	2	2	2	2	8	7	1	—	10	8
電氣其他	5	2	5	2	2	1	33	13	15	6	2	1	—	—	10	4
資材費計	206		181		180		109		165		138		111		155	
輸送費其他	27		24		24		26		21		18		14		20	
建設組立費		48		43		35		40		28		26		11		26
全建設直接費計	281		248		23		265		214		182		136		201	

工程設計  
 Project Eng  
 一般技術者  
 電氣  
 構造  
 建築  
 機械  
 計裝  
 冷暖房  
 其他  
 製圖  
 Cost-Eng  
 Purchasing & Expediting  
 試運轉督監  
 事務管理職  
 下請費用  
 下請業者에 支拂할 費用

旅費 및 生活費  
 複寫  
 通信  
 Models  
 一般管理費  
 利益

製圖  
 建設管理者  
 資材管理者  
 其他  
 下請費用  
 土質檢査等 下請業者에 支拂할 費用

一般管理費  
 利益

現場費用  
 給與  
 Resident Eng  
 督監  
 現場調査者

經費  
 旅費 및 生活費  
 複寫  
 通信

여기서 가장 比重이 큰것은 亦是 人件費인데 一般的으로 人件費에 一定한 比率을 곱하여 一般管理費를 包含시킨다.  
 大體的으로 이 比率은 1.25~3.0이 되나 普通 1.8~2.8程度라고 한다.  
 즉 技術用役費는 다음과 같이 된다.  

$$\text{技術用役費} = \text{人件費} \times (1.8 \sim 2.8) + \text{經費}$$
 한편 R Landau는 直接人件費의 100%를 overhead로 보았으며 그리고 經費는 亦是 project에 따라 달라지나 美國에서는 Engineering M-H當 1\$로 보고 있다.  
 이 1\$/M-H는 人件費가 \$5~\$7/MH인 境遇에 20%程度에 해당함으로 全體 技術用役費는  $\text{人件費} \times (2.2) + 6\% \text{ of plant cost}$ 가 될 것이다.  
 (1) 建設費에 對한 技術用役比率

이 技術用役費의 總建設費나 直接費에 對한 比率은 正確한 實績值의 分析에 依하여야만 나타나 여러 文獻에 依하면 다음과 같다.

이는 Home office의 技術用役費를 말하며 建設監督이나 試運轉監督費는 包含되어 있지 않다.

① Bauman

Bauman은 1964年을 前後하여 建設된 100個以上의 工場의 建設費分析에 依하여 技術用役費는 總固定費의 4~21%의 間에 分布하며 大略平均은 10%라고 하였다.

② Peters

Peters는 그의 著書에서 技術用役費는 固定投資에 대하여 亦是 4~21%이며 平均은 13%라 하였으며 그 內譯은 다음과 같다고 하였다.

	Range	Medium
Engineering	1.5~ 6.0%	2.3%
Drafting	2.0~12.0%	5.0%
Purchasing	0.2~ 0.5%	0.3
Accounting, Construction and const Eng	0.2~ 1.0	0.3
Travel and Living	0.1~ 1.0	0.3
Reproduction and Communications	0.2~ 0.5	0.3
Total(indude over head)	4.0~21.0	13.0

③ Guthrie

Guthrie Engineering Cost는 機器 資料 Cost의 13.6% 直接費의 10% 總固定投資의 7.4%라고 하였다.

그는 이 값이 \$500萬 Project의 Labor와 Material Cost 比가 0.3 그리고 普通의 Chemical process plant를 基準했을 때의 標準值이며 各 Factor의 變化에 따라 補整해 主도록 하였으며 이 Engineering Cost의 內譯은 다음과 같다고 하였다.

Project Engineering	14.3%
process "	4.5"
Design & Drafting	26.8"
Procurement	2.7"
Home Office Construction	0.8"
Over-head and Indirect	50.9"
Total	100.0%

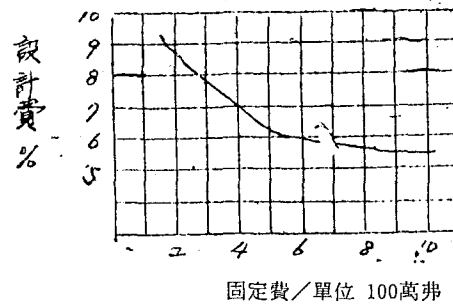
그러나 Field의 Construction Supervision이 直

接費의 3.2%라고 하였으니 上記 값에 約 3%를 더한 것이 技術用役費의 比率이 될 것이다.

④ Brosnan

P.F. Brosnan은 固定投資에 對한 設計作圖費

그림 2-5 設計作圖費比率



의 比率이 約 6%라 하였다.

이는 其他 間接費를 不包含한 것으로 다른 文獻과 大同小異하다. (그림 2-5)

(2) 技術用役人員

① Home office 所要作業時間

現場監督費를 除外한 Engineering 및 procurement Man-hr는 project와 規模나 process에 따라 달라지나 그 代表的인 業務內容에 따른 構成要素를 보면 다음 表 2-13과 같다.

表 2-13 技術用役作業時間比率

業務內容	作業時間比率 %
process Engineering	4.5
project Management	4.0
" Engineering	8.0
Design "	50.0
Initial Operation	0.5
Construction	2.0
Stenograph	7.0
Estimate	3.0
procurement	9.0
Administration	12.0
合計	100.0

또한 Design Engineering의 한 例를 보면 다음 表 2-14와 같다.

表 2-14 詳細設計作業時間比率

內 容	比 率
Tower	7.3%

Vessel(Reactor)	6.2"
Machinery	0.7"
Heater	8.0"
Heat Exchanger	13.2"
Pump & Compressor	1.5"
Piping	28.8%
Building & Structure	9.5%
Foundation	3.0"
Instrument	7.5"
Electrical	2.2"
others	12.1"
合 計	100%

와 같은 Man-hr의推定은 다음과 같이 主器의 數나 推定所要 圖面의 枚數에서 이루어 다.

主要機器의 個數에 依한 方法에 動員되는 모든 機器 個當 約 700 M-H 必要인므로 Flow-sheet에 依하여 總機器個數 算出해 내어 總所要 M-H를 計算 總所要 M-H는 前記 構成率에 依하여 配分

主要機器 設計 M-H 基準에 依한 方法 Flow-sheet에 依하여 主要機器의 基準을 파악 다음 表 2-15에 依하여 여기에 所要되는 Design/Draft M-H와 Engineering Specialist 의 求하며 이를 基準으로 表 2-16에 依하여 M-H를 算出한다.

여기에는 Process Design이 包含되어 있지 아니함으로 5~8%를 加算하여 Process Design을 包含하는 總 Engineering M-H로 한다. 또한 亦是 Procurement, Construction, Initial operation 에 對한 Home-office M-H는 追加로 加算되어야 한다.

㉞ 各設計에 要하는 單位作業時間

各設計業務에서 所要되는 單位作業時間은 前記 다음 表 2-17 및 表 2-18과 같다.

㉟ Field 所要依業時間

現場에서의 業務는 建設工事와 試驗轉이 되겠으나 여기서 이 두 業務를 爲한 監督 技術人員에 對하여 서단 고려한다.

이 人員도 現場의 事情, 位置 工程等에 따라야 주 그 規模가 달라지겠으나 一般的으로 各各 Home office의 10~15%가 所要된다.

㊱ 技術人員

이와 같은 所要作業時間을 消化시키기 爲하여는 各 分野마다의 專門 Engineer를 投入시키게되나 作業의 性格으로 보아 많은 人員이 同時에 業務에 從事할수 없으며 가장 能率的으로 遂行할 수 있는 適當한 規模가 있다.

그 한 例로서 基本設計에 動員되는 人員은 表 2-19에 表示한다.

또한 總所要作業時間 200,000 MH의 Project

表 2-15 Manhours per Unit of Process Equipment

Type of Equipment	Manhours per Unit (Average)	
	Design/Drafting	Engineering Specialists
Columns and reactors	200-500	50-100
Vessels drums and accumulators	—	20
Storage tanks (standard)	30	10
Heat exchangers (nonstandard)	80	30
Heat " (standard)	20	20
Furnaces (nonstandard)	1,500	500
" (standard)	500	200
Compressors pumps with drivers	—	20
Special equipment such as mixers etc	—	10

表 2-16 Additional percentages for the Auxiliaries (Within Battery Limits)  
when the process Equipment Manhours are Stated as 100 percent

Preparing Auxiliaries	Percentages for:	
	Design/Drafting	Engineering/Specialists
Flow diagram	15	X
Plot plan	15	X
General piping	200	X
Pipe Supports	25	X
Instruments -	30	75
Electrical	30	25
Civil (foundations small buildings)	50	35
Structural	35	20
Insulation and painting	—	5
Project Engineering (including items X)	—	20
Administration time miscellaneous job work	20	—
Total: Multiply these percentages by the design drafting manhours and engineer-ing specialists manhours (Table-1)	42%	180%

表 2-17 基本設計所要作業時間

Material Balance	
Heat Balance	100~200 M-II
Flow Sheet 立案	10
Instrument piping 立案	200-250
Lay-out	150~200
Equipment List	20
Piping 區分表	20
HE. Heater. Cooler	2-7
Reboiler Condenser	5-9
Heating Furnace	40
Tower	2-10
Pump & Compressor	3-5

Ejector 5  
Unit Machinery 1

의 경우는 다음 表 2-20과 같은 人員이 所  
要될것이다. 이러한 Project는 總技術用役  
費가 約 300萬\$이 되며 Project의 規模는 約  
3,000萬\$이 될 것이다.

日本の 代表的인 Engineering 專業企業體 (9  
個會社) 및 兼業의 14個 會社에 從事하고  
있는 技術者의 業務別 人員을 보면 다음 表  
2-21과 같다 :

(4) 業務內容에 따른 專門技術者

技術用役의 各分野別 業務를 遂行할수 있는

表 2-18

詳細設計所要作業時間

	說 計	Material List	製 價	合 計
Heat Exchanger	6-12	1-3	20-35	27-50
Tower	15-25	4-7	120-200	140-230
Vessel. Tank	15-9	0.5-2	20-80	22-90
Furnace	40	7-15	400-1,000	450-1,050
Instrument	2-10/Area	3-7/Area	2-3/Sheet	
Electrical	2-10/ "	2-7/ "	15-20/ "	
Piping	10-40/ "	5-15/ "	150-220/ "	
Insulation, painting	10/ "	3-7/ "	3-5/ "	
Foundation	1-7/Set	0.5-2	20/ "	
Building, Structure	20-100	5-15	150-300	170-410
Machinery Spec Draw. Check				3-15/Set



2-19 基本設計에 要하는 人間

技 術 者	Recycle Process	Oncethrough Process
Process Engineer	3-5	1-2
Design " (H.E)	3-5	3-5
" " ~ (Furnace)	1	1
Instrument Eng	2	2
Design Lay-out Engineer	3	2
Machinery Engineer	1-2	1-2
Electrical Engineer	2-3	2-3
Operator (Civil Electric)	AS Required	

기술자들의 職種을 檢討 하여 보면 다음 表 22와 같다.

-20 어느 Project의 業務別作業 時間技術者人員

業務內容	作業時間	人員	期間
Process Engineering	9,000 MH	9名	4.5 month
Plant Management	8,000 "	2"	20 "
Process Engineering	16,000 "	7"	12 "
Instrumentation "	(100,000)	(60")	(8 ")
Drafting	66,000 "	66	5 "
Tower	2,500	3	4 "
Vessel	2,100	3	4 "
Machinery	200	2	0.5
Heater	2,700	3	4
H-E	4,500	6	4
Pump & Comp	500	2	1
Piping	10,000	10	5
Building & Structure	3,200	4	4
Foundation	1,000	3	2
Instrument	2,500	4	3
Electrical	800	2	2
Others	5,000	3	8
Plant Operation	1,000	2	2.5
Construction	4,000	5"	4 "
Topograph	14,000	6"	12 "
Material	6,000	7"	4 "

Procurement	18,000	9"	10 "
Administration	24,000	6"	20 "
合 計	200,000		
Construction Supervision	20,000	10"	10 month
Initial Operation	20,000	20"	4 "

技術用役業務	專門技術	技術職種
Machinery Engineer		機械(化工)
Piping Engineer		" "
Structure "		建築, 土木
Foundation "		土木, 建築
Building "		建築

表 2-21 日本の Engineering 業體의 業務別技術者

業務內容	專業會社		兼業會社		合 計	
Research Eng	227	7.3%	202	5.1%	429	6.1%
企劃調査	162	5.2"	293	7.4"	455	6.3"
Proposal Estimate Project	609	19.6"	645	16.3"	1,254	17.8"
Sales	201	6.5	129	3.3"	330	4.6"
Design Eng						
Process "						
Mechanical "	1,435	46.3"	2,083	52.6"	3,518	50.0"
Instrument Eng						
Electrical "						
Civil "						
Purchase-Eng						
Expediting "	121	3.9%	242	6.1%	363	5.1%
Inspection "						
Field Eng						
Operation Eng	349	11.2"	366	9.2"	715	10.1%
Total	3,104		3,960		7,064	

	Instrument "	機械, 電氣, 化工
	Electrical "	電氣
	Utilities "	機械, 化工, 電氣
Initial Operation		化工, 機械
Inspection	Inspection Engineer	機械, 化工
Construction Supervision	Construction "	土木, 機械, 化工
Estimation	Cost Engineer	化工, 機械
Drafting	Draftsman	各分野
<b>&lt;表 2-22&gt; 業務에 따른 專門技術者</b>		
<u>技術用役業務</u>	<u>專門技術</u>	<u>技術職種</u>
企劃, 調査	Research Engineer	化工 工化
研究開發		化學 化工 工化
Project Management		化工 機械
Project Engineering	Project Engineer	化工
Process Engineering	Process Engineer	化工 工化 化學
	Rating Engineer	化工(機械)
Design Engineering	Vessel Engineer	機械(化工)
	Great Transfer Engineer	" "
	Pump & Compress Engineer	" "

實際로 技術業務를 行하고 있는 日本의 Engineering 業體에 從事하고 있는 技術者의 專攻別 種을 보면 다음 表2-23과 같다.

<表 2-23> 日本의 Engineering 業體의 專攻別技術者

專攻別職種	Eng 專業會社	Eng 兼業會社	合計
化學및 應用化學	520 16.9%	313 10%	833 13.5
化學工學	241 7.8%	337 10.9%	578 9.5
機械	1,577 51.5%	1,597 51.5%	3,174 51.5
電氣計測	229 7.4%	238 7.7%	467 7.6
土木建築	220 7.1%	90 2.9%	310 5.0
金屬	42 1.4%	54 1.7%	96 1.6
其他	254 8.2%	472 15.3%	726 11.7
合計	3,083	3,101	6,184

여기서 보면 機械專攻의 技術者가 全體의 半上을 차지하고 있음을 알수 있으며 다음이 化學 및 應用化學으로 우리나라에서는 化工과 應用化學 또는 工業化學의 區分이 確實히 되어있지 아니하는 Process를 取扱하는 Engineering 이의 많은 人員을 차지하고 있는것은 理解할 수 있는 것이다.

※ 中略하고 掲載可能分만 다음號에 Ⅱ輯으로 掲載하겠음