

工場工学 (P. E)에서의 綜合的 品質管理 T. Q. C. in Plant - Engineering

尹 錫 昊*

Abstract

The purpose of this study is to define the role of a T. Q. C. engineer in the plant engineering activities.

A "plant engineering" moves to complete a new project through a series of stages such as:

1. Research & Development stage.
2. Economic evaluation & engineering design stage.
3. Erection & start up stage.
4. Final production & control stage.

This suggests that the plant engineering project should be carried out with a wide variety of tasks, as well as a central control.

For a successful completion of the project, a T. Q. C. engineer is required, in practice, either as a central activity creator or as a key advisor in each task.

1. 序 論

Plant-Engineering을, 即 工場을 計劃하고 設計하고 建設하고 正常 運營 管理하는 一連의 課題를 發展의 으로, 成功的으로 遂行하는 綜合的 任務는 大端히 重要な 價値를 가지며, 一面 그 遂行 過程에는 至大한 問題點과 技術上의 優劣과 時期上의 通否等 많은 難關을 가지고 있다. 더욱이 우리나라에서와 같이 아직도 一次의 技術 研究基盤이 堅實하지 못한 우리에게는 一 마치 數 많은 中進 開發途上 國家들이 當面하고 있듯이 一 先進隊列國들의 技術革新, 新工程改善 等의 勢찬 前進速度에 뒤달려 世界市場은 漸漸 그들의 獨點化가 굳어가고 있으며 相對的으로 우리의 競爭的 基盤은 弱화되어 가고 있는 느낌이다.

우리나라의 最新型 産業技術은 1960年代 初期부터 導入 된 것으로 起算된다.

그래서 이래 저래 우리에게 約 20余年이라는 産業

技術, 發展의 歷史的 背景을 所有하고 있다. 그래서 이제 우리는 80年代의 大躍進의 靑寫眞과 開發의 里程表를 갖고 있는 所以이다. 어떠한 어려움이 있어도 우리는 기여코 이를 實踐에 옮길 것이나 前述 하 다시피 여기에는 先進, 周邊國들의 거센 競爭與件이 實在하여 우리에게 是 우리 나름대로의 固有의 對備와 創意的 團合, 그리고 克己할 수 있는 長 特技가 內的으로 切實히 要望 되고 있는 實情이다.

여기에 먼저 開發의 主役이 될 우리 Plant-Engineer 들은 一次로 計劃思考와 實踐의 技法을 從前方式인 所謂 Conventional System 體系에서부터 脫皮하여 課題의 分理, 組立을 綜合次元에서 다루는 T. Q. C. System으로 改造, 運營하여 그 指向目標인

- ① 目標完成을 早期에 達成하고,
- ② 業務의 質과 量이 最優秀하며,

③ 結果가 가장 經濟的으로 完璧한 좋은 成果로 連結되는 統合된 系列化가 要望 되는 것이다. (Fig. 1)

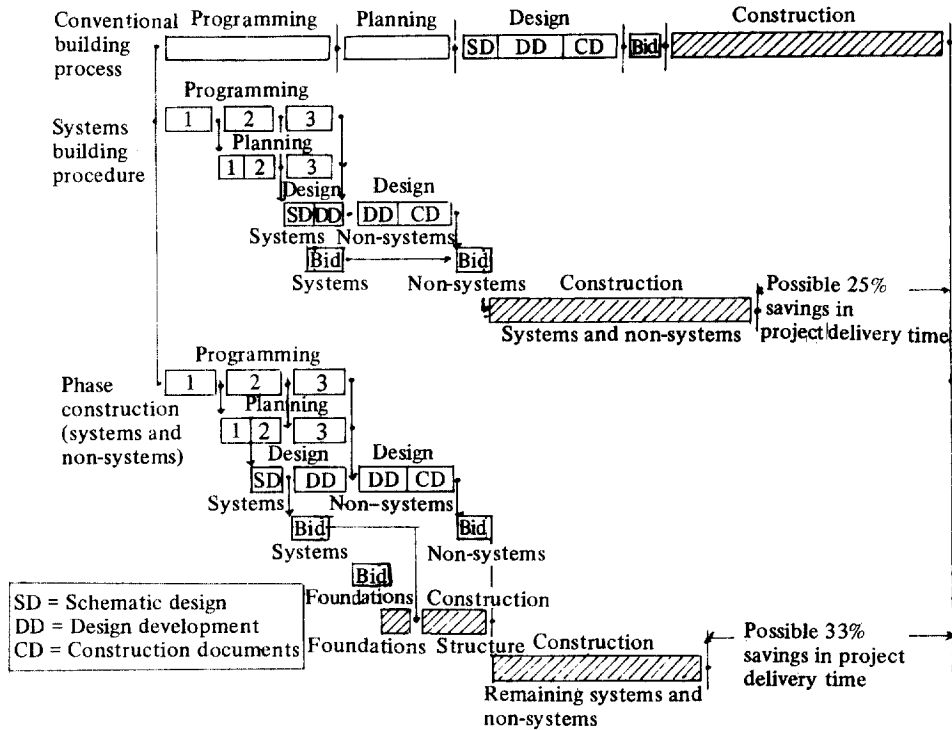


Fig. 1 Methods of Plant Design & Construction

둘째로 Plant-Engineering의 實踐의 要件으로서 系列上의 各 Engineer들은 開發階層의 前後 順序와 相互關聯業務에 對한 持續的 考察을 維持할 必要가 있다. 먼저 한 工場을 建設完了하는 課題만을 一次的 Plant Engineer의 主軸業務로 規定한다면 設計部門을 맡을 Design-Engineer들은 그 骨格을 完成하는 核心者임에 틀림없다. 그러나 그 Design-Engineer에게는 建設·試運轉을 成功으로 끝내주어야하는 Implementation Engineer들이 必要하듯이 反對로 그 Design이 最優秀 機能과 效率의 長點을 設計 그 以前의 段階에서 確保되어 있을려면 Research Engineer들의 創意的 工程完成이 事前에 先行되어 있어야 하는 것이다.

여기에서 T. Q. C. Engineer들은 研究=設計=建設의 主役 三階層中相互間의 中央位置에서 統制와 調整을 目標管理思考下에서 主導하고 管理하여 結果의 으로는 各 部署가 Q. C. 基本 Cycle, 即, Plan-Do-Check-Action의 自發的 實踐을 誘導하는 役割의 導士가 要請되는 것이다.

2. 本 論

(I) 工場建設의 理論的 段階

한 工場建設의 理論的 始發點은 어떠한 特定商品, 或은 特定製品을 生産하는 特定工場을 가져 보겠다는 基本的 意思決定을 갖는 時點에서부터 始作된다. (Fig. 2)

그동안 우리나라에선 大部分의 工場들이 外國人으로부터 一括輸入, 建設되는 所謂 "Turn Key" 방식에 依해서 建立稼動되어왔다. 그랬기 때문에 工場들은 손쉽게 所持 할수는 있었지만 우리가 또다시 새 工場을 所有하려 할때는 前의 그 技術과 經驗의 背景은 그다지 큰 도움을 주지를 못한다. 그 理由는,

① 우리나라에 建立된 大部分의 工場들은 最新型 工程이 아니어서 그 동안에 先進國에선 技術革新, 工程開發이 앞서가 新工場이 稼動되고 있어 既存 工程을 模倣할 價値가 없고,

② 模倣, 改善의 余地가 多少 있더라도 技術, 特許, 契約의 形式으로 嚴格히 規制되고 있기 때문에 事

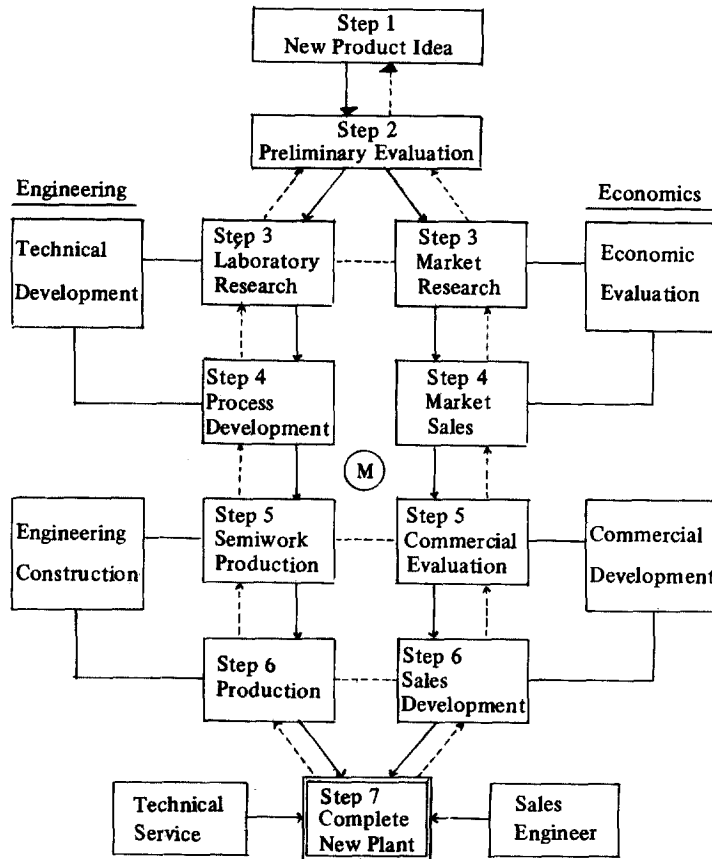


Fig. 2 Steps in Converting New Product Idea into a New Plant

實上 實現 不可能한 것이다.

따라서 技術을 自立하려면 本質的으로 工場計劃의 始作点에서부터, 基本工程, 基本技術開發에서 부터 始作해야 한다는 原則論으로 되돌아간다. 卽, (Fig. 2)

- ① Laboratory Research(Step 3)에서 Process Development(Step 4)로의 實驗的 研究結果와 技術的 評價(經濟性包含)가 有機的으로 交流하고,
 - ② Process Development(step 4)에서 다시 Design Engineering(step 5)으로 設計技術情報과 資料가 交換, 反映되며,
 - ③ Design Engineering(Step 5)에서 Construction & Start up(Step 6)로 모든 設計, 技術資料가 完璧하게 伝達, 協議, 實踐될때 비로서 Plant-Engineer의 窮根의 Goal인 完全한 工場建設과 工場技術의 土着化가 이룩되게 되는 것이다.
- 最近 우리나라에서도 大型-Group会社들은 이미 自

体内에 中央研究所, 綜合設計技術会社, 綜合建設会社 등을 學社的으로 만들어 次元 높은 運營을 試圖하고 있다.

아직도 그 實効的 成果나 期待에 對한 言及은 時機尙早이겠으나 企業들을 復合 組織化하고 大單位化한 것은 大型 課題遂行을 爲한 受容態勢로서 바람직하다. 單只 그 組織의 運營, 管理面에서 볼때,

- ① T. Q. C. 組織體系를 單位会社의 內的骨格의 球心点으로 하고,
- ② 總師가 指揮하는 綜合 管理本部內에 T. Q. C. 行 動本部가 共存하며,
- ③ 運營과 管理의 實踐의 規範을 T. Q. C. 思考와 技 法에 一致하도록 協議, 推進하는 것이 要望된다.

이때의 各事業場에서의 管理의 球心点을 行爲의 核으로 定하여(假定) Executive-Considerations(M点)을 遂行하는 것이 바람직하다고 생각된다. (Fig. 2)

(II) 工場의 内実의 構成

Plant-Engineering을 理解하려면 먼저 그 母体가 될 工場 그 自体에 대해서 即 工場固有의 特性인 内実의 構成狀態와 長, 短期性, 年次別, 經營收益展望 등을 設計 以前의 段階에서부터 打診, 評價할 수 있어야 한

다. 그래서 Design Engineer 들은 工場建設 着手以前에 그 工場이 充分히 經濟的으로 收益展望이 完璧하고 投入 資本에 對한 利益保障이 可能함을 立証해야 한다. (Fig. 3)

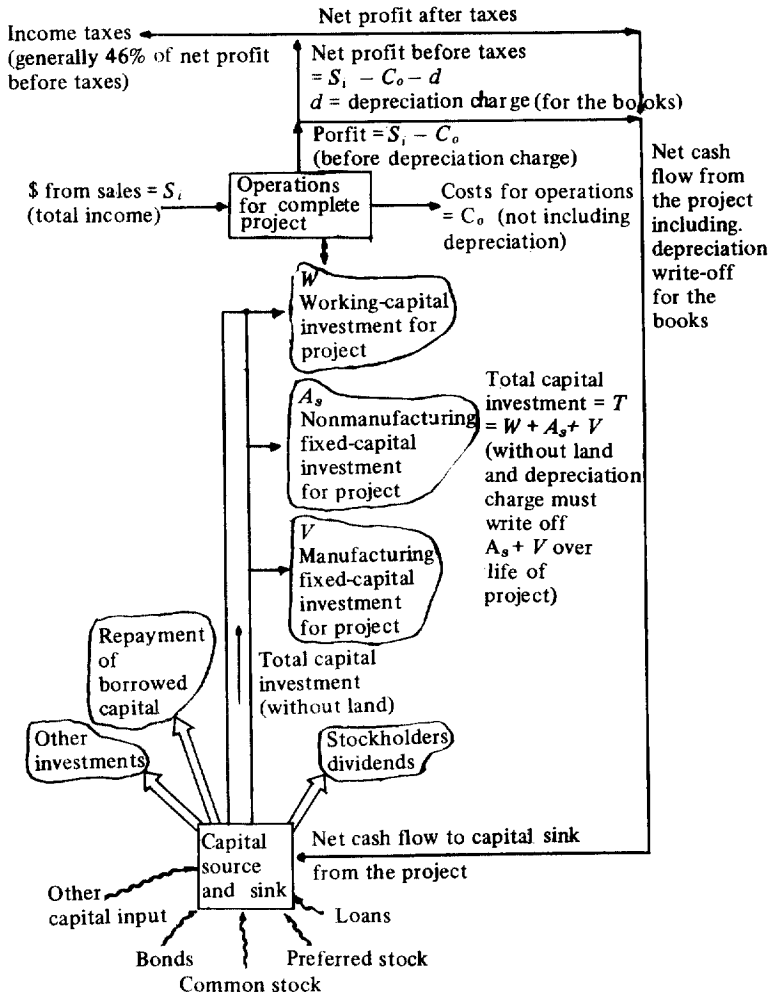


Fig. 3 Overall Plant Operation Based on a Support System.

工場은 設立初에 먼저 外部로부터의 資本參與 (貸 込)와 이를 投入, 使用할 資産投入(借 込)으로 構成 되는바 試運轉이 完了되어 本格生産에 突入함으로 부터 工場要件은 確定되며 正式 企業運營이 開始 된다.

工場이 生産活動을 本格的으로 開始하면 業務部署 에서 販賣活動을 開始하는바 每年末에는 總販賣額에

서 總費用(稅包含)을 控除하여 年間 純利益金을 計 算한다. 이러한 利益金 取得 予想額을 Plant-Enginee r들은 設計以前의 時点에서 予見했어야 하는 것 이다. 이러한 予想收益性의 實質의 運命과 그 骨格은 設計以前의 段階, 即 工程選定, 研究開發의 段階에서 決斷이 이미 내려졌다고 보기 때문에 Plant Engi neering의 成敗는 Research Engineering에서 부터

起因 決定된다는 理論이 妥急하다.

工場運營의 年度別 收益展望을 評價하며 그 工場이 特次 어느程度의 收益彈力性이 있겠나 하는 點을 工場設計時點에서 現價算定法으로 尙筭 予想하여 經

濟的으로 完璧한 工場을 確認하는 方法은 그 技法通用面에서 T. Q. C. 予想品質水準을 事전에 計劃하고 費用發生을 事전에 予想評價하는 技法과 大体로 類似하다. 例示한 特定境遇를 보면 : (Fig. 4)

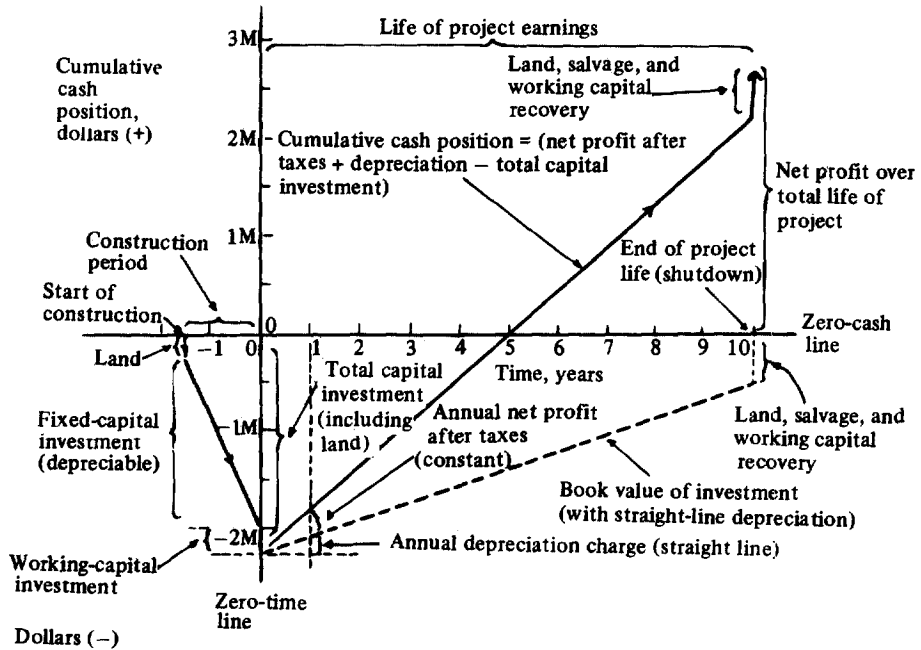


Fig. 4 Economic Relationships Showing Effects of Cash Flow with Time for a Plant Operation.

- ① 建設所要期間 2 年内外로 가정하였을 때
- ② 總所要投資費 2.5 百万弗
- ③ 予想投資費回收期間 5 年
- ④ 予想資金總回收額(10年) 2.5 百万弗(純利益)
- ⑤ 其他 但, 利率 不考慮 土地, 運營資金은 不變價基準, 減價償却은 定額法基準 適用한 실예가 된다.

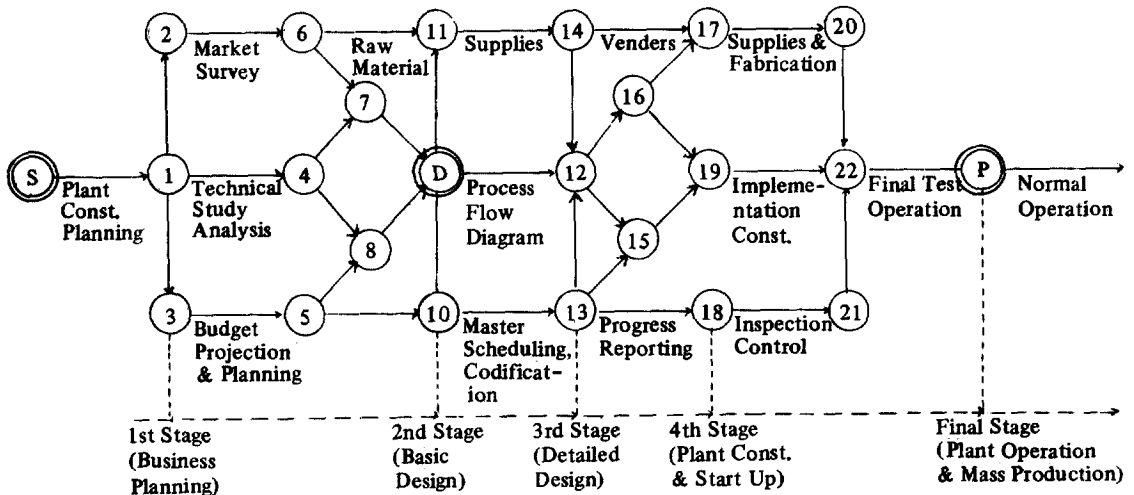


Fig. 5 Diagram Brings Out Interrelationships and Stages of Plant Construction Activities

(Ⅲ) 工場建設計劃의 實施的 段階

工場建設을 實施하는 具體的 段階를 区分하면 다음과 같다. (4 段階区分) (Fig. 5)

- ① 事業計劃書 및 認許不段階
- ② 契約 및 基本設計段階
- ③ 詳細設計 및 購買段階
- ④ 建設, 試運轉 및 生産段階

第1次 事業計劃段階에선 内外資, 予算算定, 原燃料, 製品市場調査, 技術導入特許交渉 对 行政事業推進이 包含된다. (Fig. 6-a)

第2次 基本設計段階에선 海外 用役業務가 大宗을 이루며 事業 完了時까지의 master Schedule, flow Q-leet, General Codification 등이 包含된다. (Fig. 6-b)

第3次 詳細設計段階에선 앞으로 建設施工에 必要할 全 資料, 圖面, 明細書, 標準仕様書 其他 試運轉에 必要한 全資料가 作成 完了된다. (Fig. 6-c)

第4次 建設, 試運轉 段階에선 工事契約施工, 監理, 檢収等 最終 完成業務를 推進하며 試運轉, 生産에 突入한다. (Fig. 6-d) 以上の 各 段階에서의 特히 Q.C. Engineer는 Schedule & Control staff로서의 役割이 期待된다.

Fig. 6 Overall Plant Construction Activities

- 1) 1st Stage – Business Planning-
 - Company policy (preliminary)
 - Check of regulation, limitation
 - Legal & patent application
 - Budget projection application
 - Contract agreements for engineering, joint venture
 - Plant process & capacity
 - Plant site selection
 - Final economic evaluation
- b) 2nd Stage – Basic Design –
 - Process flow diagrams
 - Equipment specification & list
 - P & I diagrams
 - Electricity, lighting
 - Civil engineering design
 - Waste treatment, drainage, ventilations
 - Utilities, supplies
 - General codifications, standards, manuals
 - Master schedules
- c) 3rd Stage – Detailed Design & Procurement
 - Civil Works Details, foundations
 - Piping details, supporting & joint details
 - Preparation of bidding documents
 - Procurement & shipping schedule
 - Inspection & testing material standards
 - Technical training for the process operation
 - Test operation, analysis & maintenance manuals
 - Q/A, Q/C acceptance criterion

- d) 4th Stage – Plant Construction & Test Operation –
 - Construction details on site (civil, buildings)
 - Fabrication, installation, drawings on site (detail)
 - Project evaluation & review works (progress)
 - Complete inspection & test manual
 - Test operations & Production
 - Safety & other regulations
 - R & D for technology innovation
 - Training & teaching (technology feedback)

(Ⅳ) 工場의 運營과 管理

끝으로 広範圍한 Plant-Engineering의 Work Scope에는 合理的 生産, 運營管理 및 保全課題가 包含된다. (Fig. 7)

工場이 試運轉, 性能保障이 끝나면 達成不能한 生産計劃을 樹立하고 이에 準한 販賣計劃 資材計劃, 勞務計劃 등을 세우고 그리고 最終 利益計劃을 세운다.

基本的으로 生産利益의 極大化를 追求하는 것을 目的으로 하는 工場管理의 指標焦點은 5大 案件에 主力을 하되:

- ① 生産性を 最大限으로 發揮하여 販賣額을 最大限으로 增加시킬 것과
- ② 不良製品의 發生을 最少限으로 억제하여 品質低下의 要因을 事전에 除去하고
- ③ 合成, 反應效率을 向上시켜 原 燃料使用量, 原單位를 極少化 시키고
- ④ 機資材, 消耗品, 諸費用, 人件費 등의 物量의 管理로 非經濟的 損失을 防止하고 (Fig - 8)
- ⑤ 技術과 技法의 繼續訓練 改善으로 綜合管理改善에 注力한다.

等으로 要約된다. 그러나 實踐的 具體的 方法으로는 여러가지 形式의 管理制度니 即 ○○管理 或은 ○○統制 等の 專門化된 樣式으로 從事者들에게 外的인 要求事項 등을 많이 強要한다. 作業과 技法을 標準化하고 諸般管理를 科學的으로 改善하는 것은 工場管理合理化에 基本的으로 當然하다. 그러나 職場內階層間에 斷切되기 쉽고, 職場內同寮相互間에 隔離되기 쉬운 機械와 技術爲主의 産業構造, 그 風土下에서는 團合된 人和의 힘의 集合, Group motivation system의 必要가 더욱 要請 된다.

많은 管理者들이 指適했다시피 從事者들에게는:

- ① 職場內에서 서로 같이 參與하는 精神的으로 肯定的 思考의 發揮機會를 주고

a) Plant Management & Operation

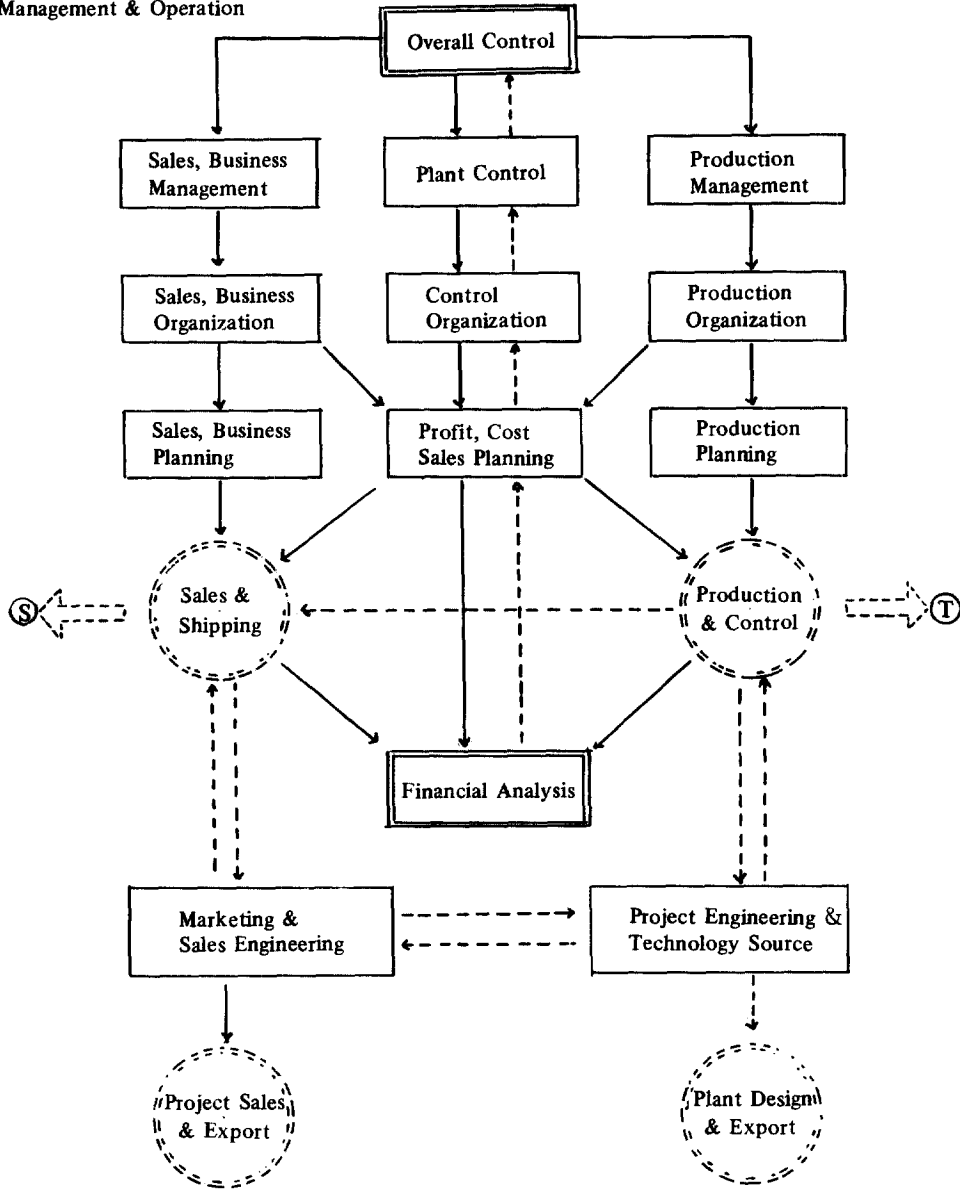


Fig. 7 Overall Plant Control & Management

- ② 上, 下級人員이 对等한 位置에서 問題点을 追求 改善하는데 熱誠을 注入시키고
 - ③ 達成한 좋은 成果, 훌륭한 業績에 応分の 褒賞과 評價를 實施하는 制度的 改善을 實施할 必要가 있다.
- 이리하여 生産現場에 있어, 남으로부터 認定받고

싫어하는 従事者들의 조그마한 慾求와, 問題点을 解決하여 改善해 보겠다는 達成意慾을 고취시킬 必要가 있다. 이러한 것들은 一面 生産性增大, 品質向上, 職場분위기 개선 등에 크게 기여할 것으로 생각되며 넓은 眼目으로는 工程技術發展, 研究意慾向上에도 貢獻할 것으로 생각된다.

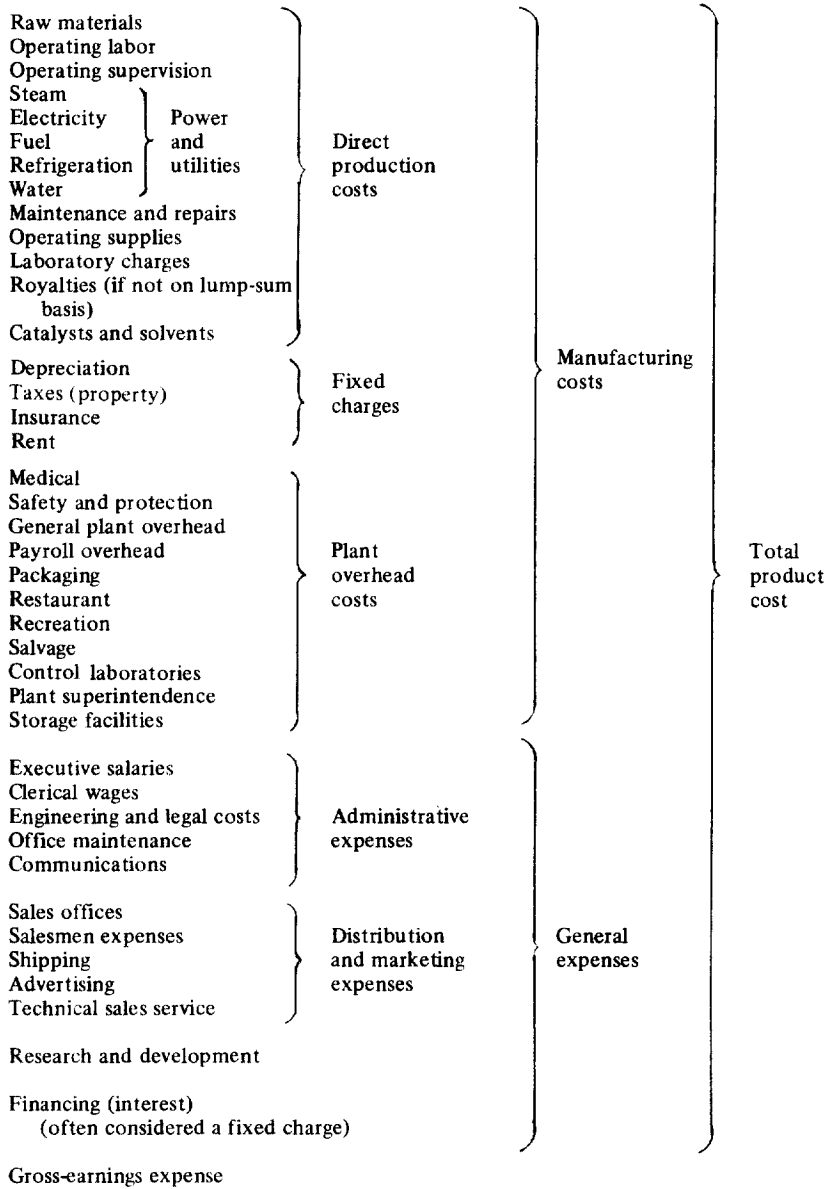


Fig. 8 Total Product Cost in Chemical Plant

3. 結 論

以上으로 Plant-Engineering에서 經濟的으로 가장 完璧하고 優秀한 工場을 計劃, 設計, 建設, 稼動 하려면 各段階에서 T. Q. C. Engineer의 創意的 該心的 調整, 管理的 役割이 要求됨을 概述 하였다. 그러나 오늘의 現實은 即 生産景氣는 沈滯된데다 Inflation Impact가 生産技術, 製造原價에 미치는 影響

은 점점 增大해가는 現實에서는 그나마 完成되지도 못한 이제 막 初期段階의 우리의 保存技術이 잘못 輕視되어 營業 價值상실을 招來할 不幸한 境遇가 오지 않을까 우려한다.

序論에서도 言及했다시피 先進國들은 오늘의 이 渦中과 이 混亂의 소용돌이 속에서도 繼續 急進的,

技術革新과 工程技術開發이 進行되고있고 이 余勢는 必然 얼마 안가서 우리의 面前에 다시 上陸하여 올 것이 明白하다. 그날이 오면 다시한번 우리의 保存 技術이 再評價되고 再認識 되겠지만 20余年의 산 技術과 設計, 建設하는 Plant Engineering 課業이 T. Q. C. 와 共存, 發展할 것을 期待한다.

參考文獻

1. W.R. Spriegel; *Industrial Management, 5th Edition* p.7-8, *Modern Asia Edition*, John Willey & Son, Inc. (1962)
2. F.H. Bowman; *Analysis For Production Management. Modern Asian Edition* p. 365, Richard D. Irwin, Inc. (1962)
3. F.C. Vilbrandt; *Chemical Engineering Plant Design. Fourth Edition* p. 17, McGraw-Hill Book Company. (1959)
4. M.S. Peters; *Plant Design And Economics For Chemical Engineers. Third Edition* p.148, McGraw-Hill Book Company. (1980)
5. Staff of C.E.; *Modern Cost Engineering; Methods & Data* Compiled and Edited by Chemical Engineering. McGraw-Hill Publishing Co, New York, N.Y. (1980)
6. B.T. Lewis; *Facilities and Plant Engineering Handbook* p3-53 McGraw – Hill Book Company (1973)
7. Y.W. Yoon; Vol. 7 No. 1, *Journal of the Korean Society for Quality Control* (1979)