

《해 설》

原子力發電所の 計劃과 建設(6)

車 宗 熙

韓國原子力研究所

(접수: 1977. 12. 15)

8. 原子力發電所の 建設

나. 建設要員의 組織과 任務

原子力發電所는 大端히 複雜한 産業施設로서 適期에 建設되고 故障없이 長期間 電力을 生産해 내야 한다. 이러한 發電所를 建設할 要員의 組織은 特定한 任務를 適切히 完遂할 수 있도록 構成되어야 할 것이다. 이 組織의 分명한 目標은 높은 品質規格과 必要한 安全規制를 考慮하여 定해진 工程에 따라 原子力發電所를 建設하는 것이다. 여기서 優先의으로 考慮되어야 할 것은 價格과 工期에 앞서 質과 安定性이다.

(1) 組 織

原子力發電所の 建設은 혼란한 計劃과 함께 잘 訓練되고 經驗있는 技術者와 技能者들 팀과 이들 管理하는 技術要員에 의해서만 解決할 수 있다. 技術管理要員의 組織과 任務는 發電所購買者와 契約者間의 契約形式에 따라 달라진다.

넌키이事業의 경우는 技術管理要員은 主契約者로부터 供給되며 그 構成은 그림 11과 같다. 供給者가 主契約者이면 管理要員은 이 供給者側으로 建成하는 수도 있다. 이런 경우 購買者側은 比較的 작은 그룹으로 契約者側에 對應하는 組織이 必要하게 될 것이다. 이와 같은 購買者側의 組織은 建設過程에서 共同參與하여 經驗을 얻어 놓으므로써 建設完了後 引受하여 運轉에 익숙하는데 큰 도움을 얻게 될 것이다. 이 組織은 建設의 初期는 主로 土木工學分野로서 構成하고 工事의 進陞에 따라 機械 및 電氣工學技術要員이 追加組織되는 것이 常例이다.

購買者(建設事業主)가 主가 되고 여러 下請契約者가 參加하는 所謂 넌키이事業의 組織은 購買者側의 많은 要員과 關聯 契約者들로 構成되는 比較的 큰 組織體가 된다. 購買者側은 經驗있는 많은 中堅要員을 確保하고 있어야 하며 下請契約者들을 能動的으로 管理할 수 있어

야 한다. 이와 같은 組織은 그림 12과 같은 構成을 가질 수 있다.

建設組織은 契約形式에 따라 購買者側과 契約者側의 位置에 差異가 있을 뿐 基本的 技術分野別 構成에는 거의 變化가 없다. 어떤 形式의 組織에서나 要員들간의 協助와 檢査機能의 確立은 組織의 優劣에 앞서야 하는 重要한 일이다. 한 가지 附言할 일은 經驗이 豊富한 契約者일수록 技術管理要員의 數를 減少시킬 수 있다는 것이다.

(2) 任 務

(가) 各個活動의 協同

技術管理要員의 가장 重要한 일은 各個人들의 活動들간의 協同을 圖謀하는 것이다. 骨格工事が 完了되면 다음 段階는 必要한 部分에 配管工事が 始作될 수 있도록 準備되어야 한다. 이를 위하여 各 工事들간의 後續部分과 平行部分들을 가장 適切하게 調整하는 活動이 必要한 것이다. 이와 같은 各個工事들간의 協同을 效果의으로 遂行하는 좋은 方法은 作業指示計劃(working order schedule)을 作成하는 것이다. 論理的으로 各 그룹간의 相互協同關係를 作業指示計劃書에 表示할 수 있는 것이다. 各 段階別의 作業指示計劃의 한 예를 그림 13에 表示한다.

다른 하나의 예를 든다면 터빈發電系統建物建造에 있어서 그 工事自體와 그 內部的 設置하는 크레인의 利用에 의한 工事이다. 크레인軌道빔이 完成되면 크레인 레일이 設置되고 固定된다. 크레인브리지는 크랩(crab) 없이 올려지고 電力線이 配線된다. 다음에 미리 만들어진 約 60톤 무게의 지붕용 트러스(truss)가 크레인 브리지위에 올려져서 브리지와 함께 移動되어 제자리에 옮겨진다. 지붕을 結合하는 서까래가 놓여지고 지붕받침이 設置된다. 同時에 크레인 크랩이 올리지면 크레인이 始動되며 지붕의 結合이 完成된다. 이 工事과정에서 技術管理要員들의 協同이 絶對的으로 必要하며 이에 따라 相當한 時間을 費할 수 있다.

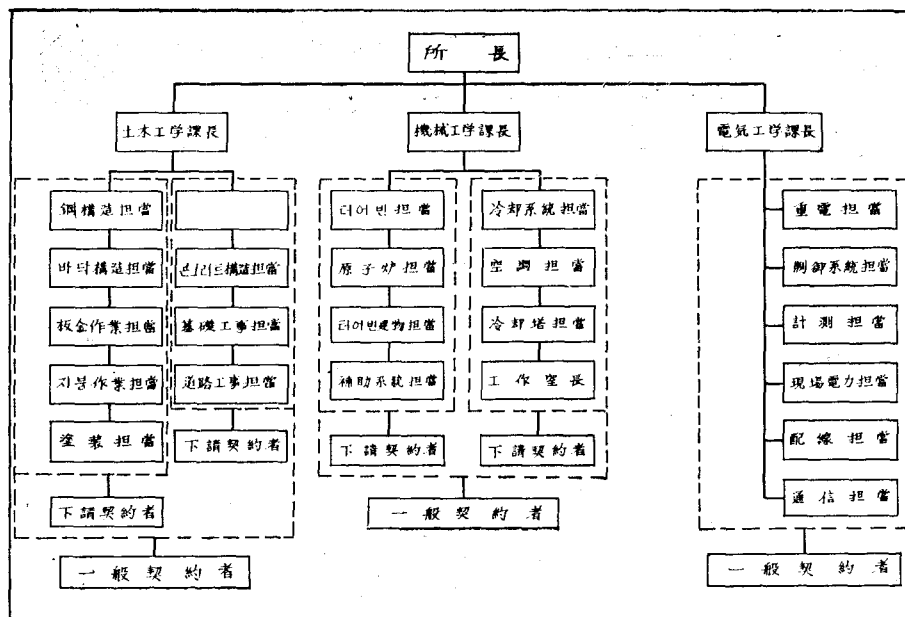


그림 11. 主契約者側의 建設組織例(터키의事業)

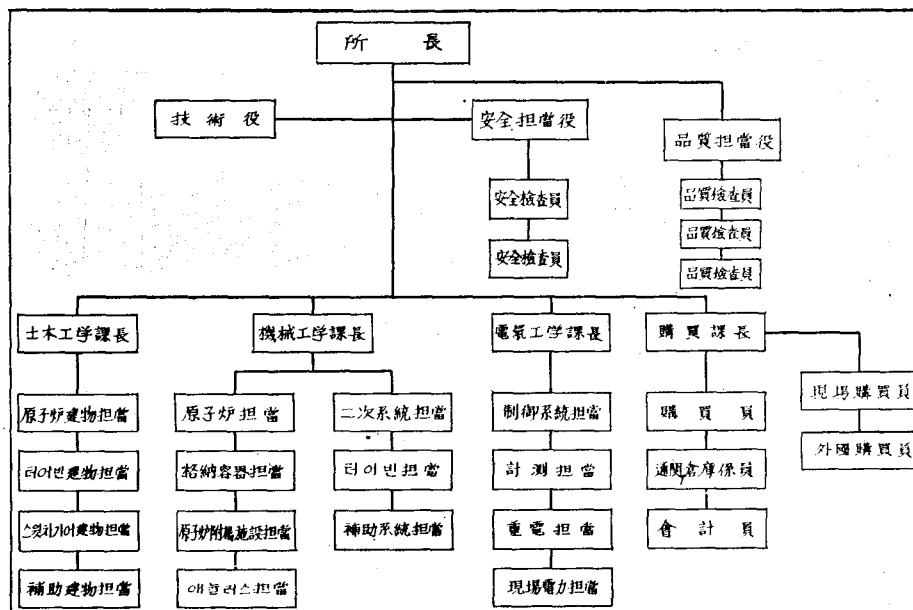


그림 12. 購買者側의 建設組織例(넌턴키이事業)

(4) 工程計劃

事業의 時間의 進度는 工程計劃에 의하여 記述된다. 技術管理要員의 任務의 하나는 建設工程中的 組立과 設置를 概括的으로 工程上에 定해 두는 것이다. 工程表는 論理的 結合에 의하여 作成되며 그러나 詳細하지 않은 것이 普通이다. 各各의 設置作業에 對한 詳細한 日程은

幹部要員들이 下請契約者들과 協議하여 마련되어야 한다. 詳細日程은 모든 幹部要員들이 現場條件을 考慮하여 決定한다.

組立期間동안 어떤 設置作業을 변경하여야 하는 수가 있다. 예를 들면 部品의 到着이 遲延되거나 어떤 工事의 完成이 늦어지는 경우에 이런 일이 생긴다. 이런 工

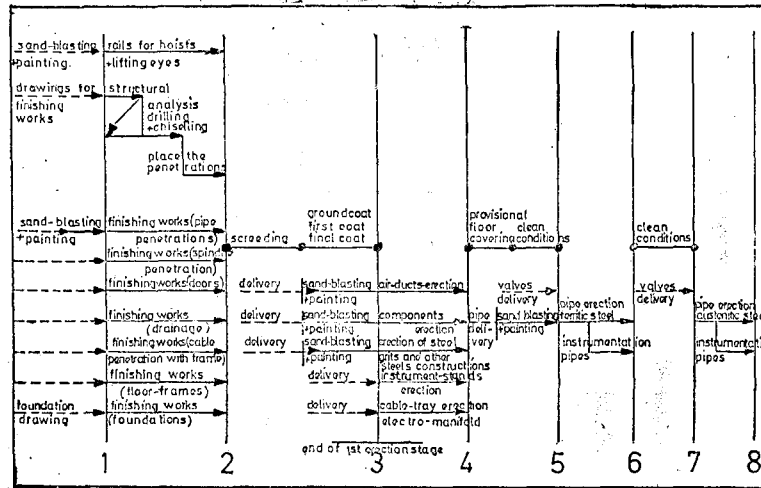


그림 13. 作業指示計劃書例

期的 遲延을 補充하거나 이를 最少로 維持하기 위하여 詳細工程에 이를 考慮해 두어야 한다.

每事를 믿는 것도 좋지만 이것을 點檢하는 일은 더욱 좋다. 工程의 點檢도 技術管理要員들의 任務가 될 것이다. 짧은 間隔을 두고 工程을 點檢하여 日程이 제대로 지켜지고 있는가를 確認하여야 한다. 點檢中 제대로 지켜지지 않고 있음을 알게 되면 그 原因을 分析하여야 한다. 그래야만 蹉跌을 仲裁할 수 있는 것이다.

(나) 設置와 取扱의 分析

建物を 計劃할 때는 部品의 取扱을 調査하고 考慮하여야 한다. 建物の 設計는 大型部品の 影響을 받는다. 그러나 敷地에서의 條件은 항상 變化한다. 各 大型部品の 取扱에 對한 操心스러운 準備는 必要한 것이다. 때로 한 部分의 完成된 設置가 다른 部分의 工事의 進行을 妨害할 때가 있다. 이런 事例를 바로 잡기 위하여 充分한 設置工事와 部品들의 取扱이 事前에 分析되어야 하며 이것이 技術管理要員들의 職務이기도 하다.

(라) 技術的 設置의 監督

個個의 建設活動의 施行에 있어서 過失은 때로 時間과 金錢에 對한 重大한 結果를 招來하게 된다. 그래서 操心스러운 設置工事의 監督이 全建設期間을 通하여 技術管理要員에 의하여 遂行되어야 한다.

양커板, 壁內配管, 프레임 등과 같은 鋼部品들과 같이 圖面에 明細된 모든 設置를 確實히 하여야 하며 耐震을 위한 組立에서 양커 루우프는 콘크리트 作業以前에 挿入하고 整列하여야 하며 탱크들은 流出口側位置를 올바르게 맞추어 設置하여야 할 것이다. 이들 部品들의 配列은 콘크리트로 固定하기 以前에 技術要員들에 의하여 試驗되고 記錄되어야 할 것이다.

어떤 工事は 여러 가지로 分類되는 清潔條件下에서만 遂行될 수 있는 것이 있다. 이러한 清潔條件下의 機器의 保存과 設置의 監督은 技術管理要員의 任務인 것이다.

(마) 品質의 維持

다음에 오는 發電所의 運轉에서 決定的인 것은 品質의 維持이다. 이 業務는 現地에서 個個의 部品の 引受管理로부터 始作된다.

輸送途中에 일어나는 損傷의 外部條件의 檢査는 반드시 施行되어야 한다. 그러나 더욱 重要한 것은 熱交換器와 같은 部品の 内部條件의 檢査이다. 이런 型의 部品种은 腐蝕에 의한 損傷을 防止하기 위하여 保護用 가스를 채워두는 수가 있다. 이와 같은 條件은 引受管理를 通하여 點檢되고 維持되어야 한다. 萬一 損傷이 있다면 即時 그 對策이 取하여야 한다. 때로는 腐蝕으로부터 部品种을 保護하기 위하여 化學分析和 化學處理가 必要한 때가 있다.

建設期間中 시멘트, 材料 및 물과 같은 建設材料의 品質管理가 施行되어야 한다. 콘크리트의 試驗體를 얻어 그 強度가 試驗되어야 한다.

原子力發電所의 建設에 있어서는 一連의 示方이 作成되어 있다. 이것은 品質을 確實히 維持하거나 生産하기 위해서이다. 여기에 明細된 要求事項은 때로 不便하고 또한 번거로우며 維持하기 어려운 것도 있다. 그러나 이것은 發電所의 品質保證을 위하여 決定的으로 重要하기 때문에 確實하게 따라야 한다.

品質의 維持를 위하여 特히 重要한 것은 鎔接의 監督이다. 鎔接의 缺陷은 重大한 結果를 招來할 수 있다. 따라서 鎔接은 充分히 訓練되고 資格을 갖춘 鎔接工에 의

하여 確實히 施行되어야 한다. 오스테나이트관의 鎔接은 높은 要求條件이 뒤따르기 때문에 鎔接工은 保護用 가스使用의 鎔接에 充分히 익숙하여야 한다.

鎔接棒은 乾燥한 專用場所에 保管되어야 한다. 심鎔接의 準備는 特別히 重要하며 管의 清潔은 適切한 方法으로 確實히 하여야 할 것이다.

오스테나이트관의 鎔接에서 加熱로 인한 着色은 核反應轉中 活性化되어 이로 인한 腐蝕이 生成할 수 있으므로 管内에 不活性化시키어 이를 防止하여야 한다.

심鎔接을 施行한 곳은 크랙, 기포 또는 그밖의 鎔接缺陷을 없애기 위하여 非破壞試驗을 適用하여야 한다.

配管系統의 完成後는 精密度와 靜的強度를 確認하여야 할 것이다. 部品들은 必要하면 水壓試驗, 空氣壓試驗 및 洩漏試驗을 施行하여야 할 것이다.

試驗示方에 따른 各種試驗은 當局의 立會下에 施行하고 그 結果는 書類로 作成되어야 한다. 建設된 各系統別로 作成된 이들 書類는 系統의 各部品마다 關係證明에 對應하여 配分된다. 이 書類에는 豫備試驗에서 始作하여 鎔接試驗, 壓力試驗에 이르기까지 모든 證明, 試驗結果들이 包含된다. 이들 書類는 技術管理要員들에 의하여 모아지고 當局 및 事業者의 檢査에 通過되어야 한다.

(바) 認可節次 및 當局示方의 要求事項의 履行

各各의 認可段階에는 꼭 履行하여야 할 要求事項이 있다. 이들 要求事項이 恒常 合理的인 아닌듯 하거나 이것을 充分시키기 困難하다 하더라도 技術管理要員들에 의하여 반드시 遂行되어야 한다.

(사) 職員의 雇傭과 訓練

이 點은 原子力發電所를 建設하는 國家가 工業化되어 있고 또한 契約者가 充分히 訓練된 要員을 確保하지 못한 경우 特別히 重要하다.

이 경우 管理要員들은 適期에 職員을 雇傭하여 鎔接工, 配管工, 電氣工과 같은 專門職從事者를 訓練하여야 한다. 訓練된 이들은 當局의 資格試驗을 받도록 하여야 할 것이다.

(아) 職員의 安全

現場에서의 從事者들은 언제나 危險을 받고 있다. 이들 從事者들의 安全은 物質損失에 앞서 關心을 기울여야 한다.

事故를 未然에 防止하기 위해서는 天井과 도랑의 벌린 곳을 잘 덮개를 두는등가 安全한 鋼架와 질서있는 交通路, 安全한 組立 비계, 効果의 照明, 非常燈 등의 充分한 安全措置를 取해야 할 것이다. 事故防止를 위한 定期的 指導를 施行하여야 할 것이다. 일단 事故가 發生하였을 때는 可能한 限 即刻 被害者를 應急措置를 取

할 수 있도록 平素準備해 두는 일은 무엇보다 重要한 일이다.

事故時 負傷者를 迅速하고 빠르게 措置하기 위하여는 全職員에게 應急處理法의 訓練을 平素에 해 두는 것이 必要할 것이다.

(자) 發電所施設의 安全

建設中 發電所部品の 損傷은 相當한 工期의 遲延을 招來할 수 있다. 特別히 火災發生의 경우 그 危險性은 크다. 原子力發電所의 設置工事は 特別히 鎔接과 燃燒를 同伴하는 作業과 같은 경우 火災의 危險이 뒤따른다. 火災는 이터나지 않더라도 그 原因이 될 수 있는 것은 많은 것이다. 火災를 豫防하는 가장 좋은 方法은 消火 보다는 그 原因을 防護하는 것이다. 그렇게 하려면 清潔하여야 하고 잘 整頓되어야 한다. 모든 可燃性物質은 即時 建物로부터 除去하여야 한다.

(차) 在庫管理

充分한 크기의 緩衝倉庫가 現地에 準備되어야 한다. 管子음쇠, 電氣部品, 工具 등 供給品들을 設置工에서 必要하게 될 때까지 安全하게 保管되어야 한다. 이들은 簡單한 傳票로 工事に 使用할 수 있어야 한다.

이들의 在庫品들은 最少限의 書類作業으로 正確하게 管理되어야 한다. 特別히 重要的 것은 書類化된 部品, 材料들의 바른 貯藏이다. 輸入品은 保税倉庫에 保管될 必要가 있는데 保管狀態는 契約條件에 맞도록 監督되어야 할 것이다.

倉庫保管은 經理部署의 管理要員에 의하여 監督되어야 할 것이다. 在庫狀況은 언제나 在庫카드인덱스에 의하여 明白히 알 수 있도록 하여야 할 것이다. 또한 部品들의 對한 知識을 알고 있어야 한다. 예컨대 이음쇠에 對한 知識이 있으면 使用될 設置位置와 工期上的 準備時期를 알 수 있다.

一般消耗品은 豫定한 量이 언제나 保管되어야 한다. 最少限의 在庫에 到達하도록 항상 購買가 維持되어야 한다.

(카) 現地生産 및 隣近會社에 의한 일의 分擔

管理要員의 監督下에 의하여 여러 가지 作業이 現地에서 遂行된다. 普通 機械의 끼워맞춤과 사소한 鋼構造 作業들이 그것이다. 規模가 큰 作業은 管理要員의 監督下에 隣近會社에 請負될 수 있다.

(타) 監査

管理要員에 의하여 購買業務를 技術的으로, 經理上으로 監査할 수 있다.

(파) 報告

現地에서의 遂行事項들은 이미 本部에서 計劃된 것이다. 따라서 現地에서의 事業進行狀況은 定期的으로 本

部에 報告되어 現地情報에 익숙하여야 事業管理가 圓滿할 것이다. 또한 定期報告外에도 工期供給品의 變更損傷 또는 그밖의 有故時는 수시로 簡便한 通告로 報告되어야 한다. 이런 報告는 現代化된 通信施設을 使用할 수 있다.

損傷을 입은 경우 그것이 保險에 關聯되었는지를 點檢하여야 하며 그렇다면 必要한 節次를 取하여야 할 것이다.

購買員도 恒常 情報系統과 共同討論에 의하여 建設進度를 把握하고 있어야 한다.

다. 土木工事

(1) 設 計

土木工事의 指示가 내리면 入札書類에 根據하여 實際設計를 開始한다. 먼저 여러 部署, 例를 들면 電氣課, 機械課, 原子爐課 및 土木工學課과 協助하여 作業計劃을 세운다. 同時에 土建會社와 더불어 土木工事に 對한 指示에 의하여 豫備工事が 始作된다. 이에 따라

(가) 發電所引受까지의 一般工程表가 作成되며 이 工程表는 또한 各 部署마다 獨立의으로 作成되기도 한다.

(나) 別途의 土木工程表가 막대表示에 의하여 作成되며 이것에 따라 設計와 施工이 明示된다.

(다) 整地工事, 콘크리트工事, 鐵筋콘크리트工事 등의 骨格工事に 對한 入札을 準備한다.

(라) 敷地內 施設計劃을 準備한다.

(마) 엔지니어링 콘설레이션을 받기 위한 有經驗 엔지니어링會社를 設定한다. 위의 일들은 그 나라의 規定에 따른 靜力學的 計算과 콘크리트工事의 틀짜기 및 鐵筋圖面의 作成을 包含한다.

實際에 있어서 엔지니어링部署에서 取扱하게 되는 作業節次는 다음과 같다.

(i) 豫備靜力學的 計算(豫備으로 치수를 計算)

(ii) 틀짜기 圖面의 設計

(iii) 첫번째의 關聯部署通過

(iv) 두번째의 關聯部署通過

(v) 公 表

(vi) 當局의 試驗

(vii) 現地에서의 틀짜기 工事準備

(viii) 工事施行

豫備靜力學計算으로부터 틀짜기工事 및 鐵筋工事圖面作成까지는 8個月이 所要되는 것이 普通이다.

(바) 詳細한 入札見積을 받아 이를 評價하고 協商에 들어간다. 土木工事의 發注는 오직 原子力發電所建設의 經驗이 있는 土木建設會社에 限해야 한다. 國內會社와 海外有經驗會社와의 共同 形式도 바람직한 試圖

이다.

工事は 있어서는 그 나라의 要求事項에 알맞는 條件下에 發注되어야 할 것이다. 例를 들면 시멘트와 鐵筋은 그 나라에서 求得할 수 있는가? 그밖의 그 나라의 콘크리트 混合材의 모든 特性을 알아야 한다.

參考로 1000 MWe級 原子力發電所建設에 所要되는 土木工事用資材의 量을 推算하면 다음과 같다.

○160,000 m³의 콘크리트工事を 위하여 約 50,000톤의 시멘트가 所要

○約 20,000톤의 鐵筋

○約 1,500톤의 鐵鋼

○約 300,000 m²의 틀짜기工事

以上の 工事に 必要한 建設裝備로서는 2臺의 60 m³/h (또는 8000 m³/month) 容量의 콘크리트混合機, 350,000 m³의 흙을 運搬할 수 있는 裝備와 40~45 m 높을 가진 여러대의 起重機

(2) 施 行

(가) 豫備工事

모든 要求條件에 맞는 土木工事의 設計가 完了되면 AE會社 또는 建設會社와 協助한 連絡事務所가 設置되면 다음의 準備作業이 始作된다.

○나무를 베고 구루를 뜬다.

○土壤을 調査한다.

○進入路를 마련한다.

○通路를 連結한다.

○建設工用水給源을 連結한다.

○電力線을 連結한다.

土木工事が 만겨진 會社は 敷地에 다음의 여러 가지 施設을 갖추기 始作한다.

(i) 職員의 宿所

(ii) 建設工期間의 上下水道配管

(iii) 管理事務所

(iv) 混合機의 組立

(v) 크레인의 組立

(vi) 틀짜기工事施設

(vii) 鐵筋作業場

(viii) 鐵材貯藏所

現地 土木工事を 위한 組織은 다음과 같다.

○一般契約者側責任者

○事業者側現場責任者

○建設會社側의 現場責任者

一般契約者側은 現場管理事務所의 所長과 그 밑에 4~5名の 土木技術者를 配置한다. 이 現場責任者는 技術 및 質의 充足事項의 責任을 져야 하며 工期를 지키는데

最善을 다 해야 할 것이다.

現場의 工事進度에 따라 機械, 電氣技術部署도 增設해 나간다. 土木工事期間中 最大 人員動員數는 發電所 規模에 따라 600~900명에 이른다.

構設期間中 土木工事의 首席管理者는 技術的 監督의 機能을 가질 뿐만 아니라 規制當局에 對한 充足事項을 履行하는 機能도 가져야 한다. 現場首席管理者는 그 나라의 規制當局과 協議하여 建設中適用되는 法律, 規程을 把握하여야 한다. 이에 따라 特定工事의 當局의 立會, 콘크리트의 質의 試驗 등이 要求될 것이다. 또 首席管理者는 現地에서의 安全, 火災防護, 警備 등에 對한 責任을 가진다.

(나) 콘크리트 工事

모든 荷重을 받는 콘크리트構造는 良質이라야 하며 적어도 m^3 당 300 kg의 시멘트가 含有되어야 한다. 콘크리트의 混合物은 適切한 粒度分布를 가져야 한다. 시멘트는 標準品을 써야 하며 實際콘크리트工事に 들어가기 前에 그 品質이 試驗되어야 한다. 시멘트, 混合物 및 물은 重量比로 섞어야 한다. 콘크리트의 品質試驗과 함께 시멘트의 品質도 試驗되어야 한다.

原子爐建物, 原子爐補助建物과 같은 核級建物の 內壁의 表面은 汚染除去性이 있는 코오팅으로 保護되어야 한다. 壁과 天井의 코오팅은

(i) 모든 面에 均等한 두께로 칠할 것.

(ii) 最少限 한번칠의 두께가 40μ 이 되는 2 成份에 폭시(epoxy)를 2번 칠할 것.

良質의 콘크리트表面을 얻기 위하여 다음과 같은 特別한 要求事項을 考慮한다.

(i) 록 포켓(rock pocket)과 같은 콘크리트內의 空隙이 있어서는 안된다.

(ii) 너무 딱딱한 콘크리트 塊로 因하여 생기는 空氣泡의 形成을 避해야 한다.

(iii) 시멘트 양금의 蓄積이 있어서는 안된다.

(iv) 콘크리트 表面은 너무 매끄러워서는 안된다.

汚染除去가 可能한 코오팅의 附着을 確實히 하기 위하여 콘크리트 構造物의 表面은 거칠어야 한다. $25\sim 30\text{ kg/cm}^2$ 의 擴散壓力에 對한 安定性을 알기 위한 試驗이 必要하다.

所定の 콘크리트面을 얻기 위하여 틀짜기作業에서 다음에 留意하여야 한다.

(i) 틀의 寸數의 公差는 $\pm 5\text{ mm}$ 를 초과해서는 안된다.

(ii) 틀의 構造는 콘크리트壓力에 適合하게 잡아야 한다.

(iii) 用木材는 均一한 두께를 갖기 위해 機械로

대패질하여야 한다.

(iv) 틀짜기材料가 適當치 않아 콘크리트表面이 지나치게 매끄러우면 틀을 除거한 即後 콘크리트表面을 와이어 브러쉬로 거칠게 만들어 주어야 한다.

(v) 틀은 파라핀을 含有한 기름이 스며들게 해서는 안된다.

모드 鐵筋은 材料試驗을 거쳐야 한다. 鐵筋作業에서 棒굽히기를 現地에서 하려면 棒굽히기場과 鐵材貯藏所를 마련해야 한다.

다. 事業管理上的 인터페이스問題

事業과 그 管理에 있어서 인터페이스(interface)를 論할 때 이를 理解하고 定義해야 할 것이다. 一般으로 各 部品들은 다른 部品과 共有하는 接觸部를 가지며 또 作業에 從事하는 各個人의 業務限界는 다른 사람의 그것과 共有하는 領域이 存在한다. 따라서 事業은 實際적으로 部品들끼리, 사람들끼리 서로 샌드위치되는 인터페이스가 形成된다고 말할 수 있다. 여기서는 이들 사이에 일어나는 가장 重要한 인터페이스上的 問題와 그 解決策에 對하여 記述해 보기로 한다.

인터페이스가 存在하는 主要理由를 要約하면 다음과 같다.

— 生産品들은 플랜지(flange) 또는 銲接으로 連結된 部品으로 되어 있고 이들은 壁에 의하여 分離되어 있다.

— 組織은 사람들로 構成되며 그들은 決定을 내려야 하고 組織되고 管理된다.

— 事業에 從事하는 사람들은 專門化되어 있다.

(1) 生産品

(가) 크기와 複雜性

原子力發電所의 製作能力이 制限된 나라에서는 發電所는 普通 턴키이方式에 의하여 建設된다. 建設과 運營의 事業은 供給者, 所有者 및 認許可規制當局의 主要關聯組織이 있다.

原子力發電所의 建設事業은 規模와 複雜性에 있어서 다음의 特徵을 갖는다. 예를 1200 MWe 容量으로 할 때 그 所要經費는 約 12億美弗로서 約 300,000톤의 콘크리트와 數千톤의 鐵材로 構造體가 形成되는 것이다. 이 發電所의 組立을 위하여 數百萬個의 部品으로 構成된 約 30,000의 分離된 項目의 發注가 所要된다. 工期遲延으로 運轉이 1日 늦어질 때 最少限 20萬美弗의 損失을 가져온다는 重要한 事實을 알아야 한다.

300~900 MWe 容量規模의 發電所는 所要資材와 經費는 낮다 하더라도 適用되어야 하는 規格, 基準의 複雜性은 큰 發電所와 大름이 없는 것이다.

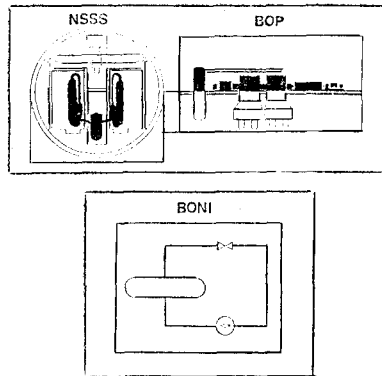


그림 14. 原子力發電所構成

그래서 原子力發電所의 建設事業은 人類가 遂行한 事業中에서 가장 複雜한 것의 하나라고 말할 수 있다.

이와 같이 複雜한 發電所의 設計, 安全性, 經費 및 工程의 管理를 遂行하기 위하여는 한 사람의 天才에 의하여 獨裁의 管理를 해서는 成功하기 힘들다. 專門化된 業體와 여러 사람의 水準 높은 管理와 協同에 의해서만 成就할 수 있는 것이다.

(나) 生産品의 明細

原子力發電所의 主要部는 核蒸氣供給系統(NSSS, Nuclear Steam Supply System), 原子爐補助系(BONI, Balance of Nuclear Island) 및 터빈發電系統(BOP, Balance of Plant)로 構成된다(그림 14 參照). 이들 主要部의 專門의 知識과 專門化度를 要約하면 다음과 같다.

	專門度(%)
NSSS	Total system(via subcontracts)
	Heavy steel components
	Other components
	Electrical equipment
	Construction
BONI	Components
	Electrical equipment
	Construction
BOP	Turbine generator
	Steam cycle equipment
	Electrical equipment
	Construction
	Fuel
	Services

이들 主要系統間에는 인터페이스가 存在한다. 例를 들면 BOP의 供給範圍는 NSSS 및 BONI의 供給範圍와 더불어 原子爐建物外 境界에서 어느 距離를 두고 인터페이스가 存在한다.

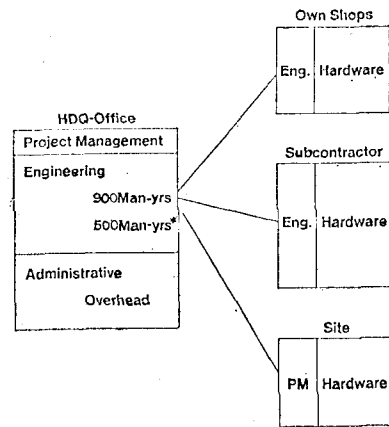


그림 15. 事業分擔

NSSS와 같은 主要系統은 위에 明細한 바와 같이 여러 그룹으로 構成되고 그들間에도 인터페이스가 存在하며 이것은 圖面과 系統說明에서 알 수 있다. 窮極의으로 이들 그룹은 部品으로 構成되며 이들 部品은 製作, 認許可, 組立 및 始動段階에서 詳細하게 밝혀진다. 各 그룹은 類似하거나 同一한 部品을 發注하는 수가 있으므로 그 管理를 效率的으로 하기 위하여 電算化할 必要가 있다. 이 경우 最小限 다음의 資料가 包含되어 있어야 한다.

- 部品名
- 固有確認表示(系統的으로)
- 契約番號
- 位 置
- 量
- 무게, 길이(內徑, 外徑)
- 製造示方
- 船積日字
- 材料分類
- 規 格

(2) 사 람

(가) 組織의 概念

原子力發電所 建設事業에서 엔지니어링 認許可節次, 事業管理 및 製造에 從事하는 사람은 5~8년에 걸친 經驗을 가진 比較的 높은 水準의 數百名에서 數千名의 人員에 達한다. 이들은 위에 列舉한 發電所主要部分을 커버하고 몇개의 管理段階로서 協同할 수 있도록 組織된다. 事業을 成功시키기 위해서는 線組織으로 하여 責任을 지도록 하며

- 委任을 通하여 管理하고
- 專門化를 通하여 質을 얻고

一責任의 行使를 通하여 動機를 주도록 한다.

콘소시움(Consortium)과 같이 큰 組織體의 경우는 責任을 委任하는데 다음의 2가지 運營方式이 있다.

(i) 프로핏센터方式(profit center approach)은 燃料, NSSS 및 重量級部品에 適用할 수 있으며 計劃, 製作, 코스트 및 工程에 對하여 각 프로핏센터에게 全責任을 부여하는 管理方式이다. 이 方式의 長點은 많은 委任을 通하여 高位管理者가 잘 管理할 수 있는 點이며 短點은 프로핏센터內 또는 그들 사이의 技術的 問題가 쉽게 보이는 點이다.

(ii) 下請方式(subcontracting approach)은 計劃과 管理의 最高位層이 全的인 技術的 責任을 지는 것이다. 이 方式은 計劃段階에서 設計基準, 하이드웨어, 소프트웨어의 傳達과 責任이 包含된다. 長點은 最高位層에서 觀察할 수 있고 管理할 수 있는 點이며 短點은 托託 시스템의 責任을 지는 것과 위로부터 밑으로 또 下請者들간의 노하우(know-how)의 傳達이다.

(나) 部署間의 인터페이스

거의 모든 NSSS 供給者는 큰 計劃事務室을 가진다. 이들의 會社 또는 그 下請業體內의 分割된 部署는 하이드웨어 및 소프트웨어의 作業量이 있다. NSSS는 高度의 專門技術과 강한 機能上的 專門化가 要求된다. 그림 15는 하이드웨어의 分擔을 表示한 것이다.

(i) 하이드웨어로서는

- 燃料設計
- 一次系統(部品)
- 補助系統
- 建 物

이들의 機能은 組織上的 單位를 代表하며 各 組織은 이들 하이드웨어 項目에 對하여 開發, 設計, 認許可, 調達, 코스트 및 스케줄의 責任을 갖는다. 그리고

(ii) 소프트웨어로서는

- 爐心解析: 爐物理, 熱水力
- 安全性解析: 事故, LOCA
- 系統解析: 定常狀態性能解析, 運轉中遷移解析 等
- 構造解析: 定常狀態負荷, 動的負荷, 應力, 스트레인

(iii) 部署機能으로서

- 事業管理
- 綜合엔지니어링
- 라이선싱
- 마케팅
- 코스트 및 스케줄管理
- 開發
- 組織 및 서서비스
- 人 事

(3) 인터페이스問題와 그 解決

(가) 인터페이스問題

製品의 明細와 사람의 組織과 專門化로 因한 事業遂行上的 인터페이스는 다음과 같이 要約된다.

類 型	文 書	管理方式
하이드웨어	圖面/目錄	綜 合
하이드웨어/ 소프트웨어	作業明細構造	綜 合
部署間	機能說明	協同管理
콘소시얼 (consortial)	契 約	콘소시얼事業管理

綜合機能의 重要한 役割은 여러 會社들간에 서로 다른 方法으로 遂行되는 것이다. 普通 이것은 事業管理責任의 部分이며 때로는 엔지니어링 組織內에서의 協同課題이다. “綜合”이란 用語의 結晶은 宇宙計劃에서 內部監査와 品質保證計劃과 함께 複雜한 技術管理에 의하여 成就하는 現代의 管理方式이다²⁷⁾.

인터페이스問題는 型에 있어서 廣範圍하고 部品 또는 사람들이 介入된다. 그 主要原因을 要約하면 다음과 같다.

(i) 生産의 複雜性

— 明細와 定義의 缺乏

— 管理의 缺乏

— 偏位에 對한 잘못된 節次

(ii) 部署, 收益센터의 責任이

— 發電所의 部分에서 部分的으로 委任

— 서로 다른 部分들간의 衝突

(iii) 사 람

— 知識, 時間 또는 協助의 缺乏

— 野 心

— 動機와 氣分

예를 들면 두 部品간의 플랜지대서 높은 品質의 特殊鋼으로 된 보울트를 미싱(missing)하는 경우는 인터페이스의 어느 쪽에서도 이를 課하지 않았기 때문에 發生한다. 또 다른 종종 있는 例는 하이드웨어設計者가 그의 設計를 뒤받침하기 위하여 그 系統의 解析이 必要하여 소프트웨어部署에 要請할 때가 있다. 그러나 이 解析을 위하여는 아직 入手할 수 없는 最終系統의 하이드웨어의 入พุ트가 要求되는 수가 있다. 이런 性質의 인터페이스問題는 2個의 소프트웨어部署 또는 2個의 하이드웨어部署間에서 解決할 수 있다. 콘소시얼 인터페이스問題는 技術, 經費 또 스케줄의 差位에 起因할 수 있다.

(나) 인터페이스問題의 解決方法

인터페이스問題를 解決하기 위하여 이를 管理하고豫

防對策으로는 다음의 規則을 適用할 수 있다.

—이를 解決을 위한 組織을 構成하지 말 것. 모든 問題는 豫期할 수 있고 節次에 의하여 克服할 수 있다.

—다음과 같은 事業管理上의 道具를 使用한다.

○스케줄

○作業明細構造

○材料流動

—初期警告와 精神的 問題解決能力을 갖는다.

—平均의 事業問題도 인터페이스問題를 減少시킨다.

—인터페이스責任을 課한다.

인터페이스問題를 解決하는 課題를 人的인 觀點에서 보기로 한다. 이들 關聯되는 사람들은 그들의 事業에 對한 背景과 더불어 이 課題에 있어서 專門家의 立場이 되게 하여야 한다. 여기에 線의 管理系統을 介入시키는 것은 바람직하지 못하다. 작은 인터페이스問題에 있어서 이것이 重要하지 않는 項目 같이 보이다가도 意外로 重大한 問題로 擴大되는 수가 있다. 이런 問題는 크기, 경제적 價值 또는 直接의 事業에 주는 影響을 알아 내지 못한 最高管理者의 配慮의 缺陷에서 오는 수가 있다. 인터페이스解決을 위한 專門家は 中立性을 주기 위하여 事業管理組織內에 두는 것은 좋은 方法이 될 것이다. 때로 社內 인터페이스의 解決은 事業技術責任者에 의하여 다루는 것이 效果의 일 수 있다. 인터페이스解決은 다음의 3가지 課題로 分割하여 遂行할 수 있다.

(i) 인터페이스의 定義

(ii) 인터페이스의 調整

(iii) 인터페이스의 協助

마지막 課題가 가장 重要한 것이며 높은 術이 必要하나 (i) 및 (ii)의 段階에 의한 解決方法도 바람직한 것이다.

前述한 두 部品 사이의 보울트를 미싱한 例에서 그 解決은 이 인터페이스의 文書上의 빠진 部分을 補完하는 것이다. 事業責任者는 이와 關聯된 두 하아드웨어部署와 함께 對話를 통하여 供給範圍部分에서 論理的으로 責任의 負擔을 추론해 본다. 이 解決方法이 그럴듯하면 事業責任者는 供給範圍를 增加하여 書類化하고 發注의 變更을 要請한다.

事業責任者는 인터페이스 解決에서 다음 事項에 對한 努力을 하여야 할 것이다.

—事業과 會社의 目的의 다짐

—問題에 對한 元來責任의 文書의 準備

—會社管理에 對한 相當하는 露顯의 準備

—解決을 얻기 위한 段階的 過程의 使用

(次號에 繼續)

參 考 文 獻

26. K.F. Nieke, Organization and Duties of the Site Supervisory Staff, IAEA Interregional Training Course on Nuclear Power Project Planning and Implementation, 1975.
27. P.R. Lawrence and J.W. Lorsch, New Management Job: The Integrator, Harvard Business Review, 1969.