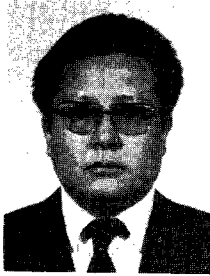


月城原電建設에

參與하고



白 善 鉦

(現代建設(株) 理事)

月城原子力發電所 建設에 있어 現代建設이 原子炉 및 關聯施設施工을 擔當하면서 工事中에 많은 隘路가 있었으나 이중 特히 記憶에 남는 事項과 次后工事を 爲해서 切實히 改善이 要望되는 것들을 各工事別로 記述해 보도록 하겠다.

1. 建築工事

約 4年7個月에 걸쳐 完了된 建築工事は 新工法 開發과 많은 難工事を 豫定期内に 完了하기까지 工期遲延 및 工事費 增加 要因이 무척 많았다. 이러한 要因들이 補完된다면 次期工事に 도움이 되리라 믿는다.

一例로 耐震設計(Seismic Design)變更에 依한 鐵骨補強作業으로 因하여 施工完了된 壁의 解体, 天井解体 및 關聯作業 Holding으로 因한 工期遲延 및 工事費 增加는 거의 全工程에 큰 影響을 미쳤다.

補助建物 및 其他建物の Roof 防水는 作業이 完了된 后 鐵骨補強作業으로 因하여 發生한 破損部分의 補修作業을 하였는데 용이한 일이 아니었다. Roof 防水 Design을 變更하고 非吸水 保溫材를 使用한다면 補修가 容易하리라 본다.

非常用 貯水槽의 되메우기 作業은 꽤 複雜하

고 까다로운 工程으로 많은 工期와 工事費가 要求되는 工事이었다.

即, Impervious Soil(粘土), 모래 및 자갈의 되메우기(Sand Gravel Back Fill) 등 어려운 工程을 거치지 않고 一般 貯水場이나 淨水탱크에 準하는 콘크리트構造나 其他 施工으로 할 수 있는 設計가 要望된다. 完了된 建物內壁에 設置되는 開口部(Opening), Pipe 및 Instrument Hanger 設置, Suspended Ceiling上部の 追加作業 등으로 因하여 생긴 補修作業은 粗雜한 施工 뿐만 아니라 많은 費用增加要因이 되었다.

Gypsum Board로 이루어진 Dry Wall에 設置되는 Hanger의 設計가 考慮되어야 하고 Suspended Ceiling 上部的 作業들은 可能한限 施工工程上 先行되어야 한다고 본다.

建物內壁 Epoxy 作業도 거의 2~3회에 걸쳐 再塗裝하는 結果를 가져왔다. 이것은 一部 工程計劃上의 蹉跎도 있었겠지만 追加作業으로 因한 熔接作業, 重量資材 및 裝備의 搬入, 設置時에 Epoxy塗裝된 表面에 끼치는 損傷에서 기인했다. 이런 補修作業中 가장 어려운 問題는 機械保護, 火災, 安全對策, 특히 換氣裝置를 最大한 갓추었으나 Epoxy의 毒性때문에 他作業을 中斷해야 하는 間도 있었다.

특히 原子炉建物 外壁과 Spent Fuel Transfer Bay의 Air Leak Repair 作業을 4회나 實施한 것처럼 Penetration周邊의 Pipe, 콘크리트의 補強問題, 重콘크리트(Heavy Concrete)의 混合設計, Repair를 爲한 Grout Injection의 技術開發, Opening Control Joint周邊의 新築에 따른 Epoxy Liner의 Crack補強 等 技術的인 側面에서도 考慮할 事項이 많았다고 본다.

2. 機械工事

機械工事에는 配管 및 鐵骨作業 等に 必要한 熔接作業이 차지하는 比率이 많아 熔接器, 熱處理裝置와 熔接Gas를 使用하는 關係로 施工者는 恒常 火災의 危險에 對備한 萬般의 準備를 갖추어 놓아야 했다. 作業中에는 恒常 石綿布로 作業範圍를 둘러싸아 熔接불꽃 等이 튀어 周圍의 可燃性 物質에 引火되지 않도록 徹底한 注意를 기울여야 했고 이를 爲해 各 作業者들에게 平均 週 2회씩 消火器 使用法과 消防活動에 對한 教育을 實施하였다. 熔接作業과 火焰을 利用한 切斷作業時에는 恒常 作業前에 作業員에게 火災豫防教育을 하며 防火設備를 確認하고 安全技師의 立會下에 作業을 實施토록 하는 등 安全에 最優先 役점을 두었다.

한 例로서 아르곤, 酸素, 아세틸렌 Gas類의 取扱에 있어서는 個別運搬치 않고 原子炉 建物內에 中央集中供給設備를 하여 建物外部에서 供給하고 内部는 어느 位置에서도 使用할 수 있게 하여 作業効率도 높이고 安全問題를 大幅 解決할 수 있었으나 消耗量은 훨씬 많이 들어갔다. 次期計劃에서는 再考되어야 할 것이다.

그리고 原子炉建物內에서 塗裝作業처럼 引火性, 可燃性 物質을 取扱하는 作業은 主로 夜間을 利用하여 遂行하였으므로 그러한 作業에 參與한 擔當者의 生活은 올빼미生活이라 해도 過言이 아니었다.

機械工事의 Peak Time에 原子炉建物內에서 建築, 電氣作業도 並行되어 進行되었기 때문에 좁은 場所에 많은 作業者가 같이 일하는데 어려

움이 많았다. 特히 一次熱輸送系統과 突貫工事를 遂行하던 81年 7月부터 3個月間 晝夜作業時는 夏節期로 溫度와 湿度가 대단히 높아 一般屋外 作業場에서조차 能率이 低下되는 狀況이었는데 原子炉 建物内部와 같이 密閉된 空間內에서는 많은 人員이 同時에 作業을 함으로 인한 混雜性은 물론, 먼지와 熔接 Gas 및 放出熱이 充分히 排出되어야 하나 空氣循環系統이 完成되지 않아 臨時 施設을 設置하였지만 満足치 못하였다.

保溫作業中 Cabinet 施工에서는 그 中에서도 密閉된 속에서 作業을 했는데 室內溫度가 38℃까지 上昇하고 換氣가 안돼 30分程度 作業하고 交代하기도 하는 등 隘路가 있었다. 原子炉 建物內의 Air Cooler 및 Ventilation System은 工事管理運營의 先決條件으로 보다 빨리 完成시키고 建設中 使用토록 해야 할 것이다.

3. 電氣工事

月城의 CANDU發電所는 同一容量의 輕水炉 發電所에 比하여 Stainless Steel Tube 物量이 특히 많아 6萬餘meter에 達했는데 이는 古里 2號機의 約 4배에 이르는 物量이다. 이 Tube는 主로 原子炉 建物에 設置되므로 좁은 場所에서 機械, 電氣工事와 同時作業이 이루어져야 했다.

物量은 Bulk方式이 되었고, Tube Bending에 어려움이 많아 擔當者들을 캐나다에 練修教育을 보내 技術習得을 하여 온후 施工하였으나 Tube 作業, 熔接 等 特殊設備와 技術을 要하는 作業에 대해서는 熟練工의 確保 및 教育에 어려움이 많았다. 特히 自動熔接器 使用에 不合格率이 높았고 物量에 比해 熔接器數量이 不足하고 作業時間의 過多와 잦은 移動은 故障이 빈번하였고, 教育에 人力 및 經費가 많이 支出되었고 夜間作業으로 工期挽回를 꾀하지 않을 수 없었다. 또 하나의 難工事는 Hot Splicing이었다.

이것은 原子炉壁體를 通過하는 電線 및 Tubing의 Air Tight Sealing作業인데 Ready Made Penetration을 使用치 않고 캐나다원자력공사

(AECL)에서 考案한 Hot Splicer라는 設備를 使用하여 Cable를 每가닥마다 Splicing한 후 Cable Gland에 끼워 設置했는데 高度의 技術을 要하는 關係로 技術者 2名이 캐나다에 가서 練修하고 와서 技能工을 現物에서 1個月程度 指導하고 Qualify된 후 施工하였으나 Epoxy 處理가 까다로와 再施工하는 困難을 겪기도 했다. 隘路點中 하나는 CDF(Control Distribution Frame) 공사였다. CDF는 Control Room과 각 Field를 連結하는 中繼裝置로서 CANDU型의 特有的 設備이다. 發電所內 거의 모든 系統이 CDF를 거치므로 Cross Connection Wire만 30萬Feet, Terminal이 11萬5千Point에 이르므로 大端히 複雜한 作業이었다. 이 作業의 難易性 및 複雜性으로 因한 施工의 失敗를 防止하기 위하여 CDF Mock-up을 따로 設置하고 4週以上 Training하여 作業者의 熟練度를 높인 후 本工事に 投入하였다.

4. 品質管理

建設期間동안 投入된 品質管理 技術者는 總投入 技術者數의 約 40%나 動員되었다. 原子炉 建物과 補助建物에 關聯된 工事의 品質을 保證키 위한 Field Survey, Inspection, Audit 등의 諸般 QC(Quality Control)活動을 遂行하였다.

캐나다品質保證規格中 CSAZ 299의 各種 品質保證要件을 充足키 爲한 活動이 遂行되었으며 品質活動의 大部分이 Field Inspection 爲主인 QC活動에 치우치고 主要 QA(Quality Assurance)活動은 AECL의 主管下에 實施된것이 特徵이다.

國內에서 처음 施工되는 CANDU型인 關係로 各種 建設關聯資料가 貧弱하였음은 勿論 原請 契約者의 QA System에 대한 經驗과 既存의 美國System과 差異에 對한 認識不足으로 正確한 QC概念을 잡기 어려웠다. 關聯된 教育計劃樹立과 그 實行이 專門化되지 못했고 施工側과의 業務分擔, 各種 Inspection Check List 開發, QA/QC Program 등의 開發과 特히 最終 QA R-

ecord Package 構成 및 Turn over Procedure開發이 建設初期부터 確立되어 있지 않아 잦은 變動과 遲延으로 業務遂行에 混難을 빚기도 했다.

契約上 現代建設이 主導의 立場을 取할 수 있는 工事が 아니라 는 點에서 現場 QC活動을 直接 管理하고 主導할 수 없었다는 點이 아쉬웠고 施工組織을 包含하여 工事品質에 關聯되는 諸般 事項을 積極制御치 못하게 되었다.

品質監査, 現場監督, 業體審查 및 管理 등의 活動이 大部分 AECL側 主導下에 實施되었고, Field Inspection에 對한 主된 QC活動도 問題 解決에 대한 正確한 判斷力 不足과 經驗不足에 依해 圓滑히 進行되지 못했다. 그간의 經驗과 技術을 바탕으로 하여 計劃의이고 主導的인 QA/QC 活動이 次期工事에는 應用되어야 할 것이다.

그동안 原子力工事의 設計 및 施工技術은 상당히 蓄積되었으나 QA/QC의 本質的 經驗과 技術은 아직도 不足한 點이 없지않다. 이러한 것 은 技術, 設計側面에 깊이 關與하는 品質活動보다는 原子力發電所 關聯規格이나 基準에만 급급한 行政的 品質管理活動에 치우친 傾向이고 品質責任은 品質管理 專擔部署만의 責任이라는 一部認識에서 起因한 結果로 본다.

이 이외에도 Document處理過程에 있어 初期 段階에서는 指針이 確立되어 있지 않았고 또한 AECL側의 關聯情報 入手가 늦어 關聯體制가 뒤늦게 確定됨으로써 既作成完結된 Record의 修正, 再作業 등의 整理作業에 많은 人員과 時間이 浪費된 적도 있었다.

뿐만 아니라 現場內에 使用되는 各種 計測器의 檢矯正을 爲해 外部의 國家檢矯正機關에 자주 依賴함으로써 發生되는 工期遲延과 經費를 勘案 現場內 統合檢矯正이 可能토록 韓國電力側의 Calibration Room이 統體的으로 建設時부터 運營되었으면 좋을듯한 아쉬움이 남는다.

끝으로 큰 問題點이었던 것은 國產化 資材開發問題였다. 製造業體에서 初期에는 積極的으로 參與하였으나 設備投資가 많고 技術의 水準差異

➡ (20page로 계속)

설에서는 재해방지 전문요원을 양성하여 보다 적극적이고 철저한 사고예방책으로 무사사고를 달성하여야겠다.

4. 어려웠던 일들을 딛고

월성 원자력건설공사 공정지연원인중의 하나는 보조건물과 터빈건물의 철골납품 지연이다. 1978년 9월7일 AECL은 당시 현대양행과 5,400여톤의 철골제작을 계약하고 79년 8월15일까지 납품키로 하였으나 납기지연으로 79년 8월에 터빈건물 철골설치가 겨우 시작됐다. 그러다가 79년 9월21일 정부시책에 의하여 현대양행과 현대중공업이 통합되면서 철골제작이 현대중공업으로 이관되어 약 2개월간 철골제작이 중단상태에 있었다.

그러던중 79년 12월24일 AECL은 정식으로 현대중공업과 철골제작 계약을 새로 체결하면서 납품완료일자를 80년 3월31일까지로 연장하고 물량도 1,000여톤을 증가시켰다. 그러나 철골은 예정된 납기에 현장에 도착되지 않았고 타 작업에 영향을 끼치기 시작했다. 결국 한전과 AECL의 독려반 편성으로 납품은 당초 납기에서 10개월이 지연된 80년 6월 완료되었다.

따라서 제작자의 제작납품 지연으로 파생된 문제는 심각한 공기 지연이었다. 그러나 시공자는 이것에 굴하지 않고 저력있는 숙련시공으로 10개월만에 시공완료함으로써 후속작업을 용이하게 하였으며 전체 공기 만회에도 크게 기여하였다.

5. 추억속의 일들

78년 5월에는 때아닌 태풍이 몰아쳐 당시 물양장공사를 하던 기능공들이 준설선을 대피시키기 위해 예인선으로 작업하다 좌초되어 모두들 큰 고생을 하였으며 또한 물처리장 가동을 위해 밤을 밝히며 야간작업을 강행하기도 했고 말도 많고 탈도 많은 펌프하우스도 하자없이 정상가동되었을 때는 그동안의 어려움을 일시에 씻어버리는 듯 모두들 환호를 울리며 기뻐했다.

또한 82년 1월12일 밤 10시경 냉각수 순환계통배관 수압시험중 팽하는 소리와 함께 폭포처럼 쏟아지는 물을 막기 위해 이리뛰고 저리뛰던 그때의 부산했던 움직임들이 이제는 아련히 영상의 막처럼 스쳐 지나간다.

이제 우리 동아는 캐나다의 AECL사가 공사 기간중 발행한 2,000여건의 각종 시공 변경 작업지시를 수행하는 어려운 환경과 여건하에서도 굴하지 않고 맡은 바 임무에 책임을 다하는 동아인의 긍지를 심분 발휘하여 영광스러운 준공을 맞이한 것이다.

돌이켜보면 지난날 괴롭고 외로울 때 펌프하우스 앞 방파제에 나가 동해의 푸른파도에 마음을 달래고 날으는 갈매기에게 고향의 가족소식을 묻곤하던 그 순간 순간들이 준공이라는 찬란한 월계관 앞에서는 희미한 옛추억으로 사라진다.

영광스러운 월성 원자력 준공을 위해 그간 공사에 관계하신 모든 분들께 감사를 드립니다.

→ (17page에서 계속)

가 심해 점차 意慾을 잃어갔고 Supplier Qualification을 爲한 諸般 措置—自体 QA/QC 組織의 構成, 技術示方書 作成, 技術資料 抽出, 分析 結果書 提出, 立會檢査의 反復 等—에 이르러서는 業体の 大小를 막론하고 製品 및 資材의 開發을 拋棄하였었다.

이를 解決하기 위하여 Group次元으로 現場및

本社에 國産化資材 開發專擔 職員을 選定하여 이들로 하여금 製造業체에 各種 情報 및 便宜를 斡旋, 提供해주고 技術指導를 通하여 業체를 支援한 結果 여러製品을 國産化하게 되었으나 亦是 人力과 經費는 過大投入 됐던바 次期計劃하는 關係분들은 이런 點들을 勘案하시기 바랍니다.