

# 原子力 發電所 建設中の 品質管理

吳 璟 萬

〈現代建設(株) 品質管理部長〉

우리나라에서 建設期間中에 現場에서 本格的인 品質管理 體系를 導入하여 이를 運營함은 古理 1號機 原子力 發電所를 着工하면서 처음 始作된 것으로 볼 수 있다.

특히 原子力 發電所에서 이와 같이 體系의이고 計劃的인 品質管理 活動을 導入하게 된 것은 무엇보다도 먼저 原子力 發電所가 신빙성있게 運轉되므로서 絶對적으로 公衆의 安全을 期하고자 함에 있으며 또한 効率的으로 運轉되어 稼動率을 높이는데 目的이 있는 것으로 본다. 즉 品質管理 活動은 公衆의 건강과 安全을 지키기 위한 安全한 發電所를 위해서도 물론 必要한 것이요 또한 新빙성있고 經濟的인 電力을 얻을 수 있는 發電所를 위해서도 必要한 것이다.

이와같이 品質管理 活動은 原子力 發電所 建設에 있어서 必須 不可缺한 것이며 또한 品質管理 要件도 적당히 수행하면 되는 것이 아니고 規定이나 標準等으로 定해져 있어서 그대로 따르지 않으면 建設自體가 許諾되지 않는 強制規定인 것이다.

이와 같은 原子力 發電所 建設期間中の 品質管理 要件은 아무래도 原子力 發電所 分野에 있어서 最先進國인 美國이 가장 잘 規定化되어 있어서 原子力 發電所의 事業主나 A.E(Architect-Engineer) 製作會社 및 建設會社等이 이를 이행하도록 되어있는 것이다.

이와 같은 諸般規定은 原子力 發電所의 運轉中인 것, 建設中인 것 및 計劃中인 것 합쳐서 200이 넘는 美國이 그 間의 經驗을 通하여 公衆의 安全을 지키기 위해서 1970年 6月 QA의 母

體인 10CFR 50 Appendix B를 制定하므로써 原子力 發電所 品質保證(QA) 要件의 基本이 되었으며 이는 原子力 發電所의 建設許可를 받기 위하여나 運轉許可를 받기 위한 安全分析 報告書(SAR)에 반드시 包含시키도록 되어 있는 것이다.

또한 10CFR 50 Appendix B가 制定되는 것을 契機로 이를 基本으로 하여 Boiler and Pressure Vessel Code ASME Section III와 ANSI N45.2 Standard等이 같은 原理와 專門用語를 使用하여 產業界나 技術學會等에서 適用되기 편리하도록 만들어졌다. 따라서 우리나라 原子力 發電所 建設에 있어서 品質管理의 指針은 美國에서의 모든 品質管理 要件의 基本인 10CFR 50 Appendix B를 쓰고 있다.

이러한 10CFR 50 Appendix B를 建設現場에서 適用하면서 여러가지 어려움도 많았고 施行하는데 있어서 錯誤도 있었으나 특히 그동안 Appendix B의 品質保證 要件中에서 많이 適用되었던 것을 中心으로 다음에 紹介하고자 한다.

## 1. 조직(organization)

기준 : 1. 品質에 關聯되는 業務를 遂行하는 모든 要員의 責任과 權限을 確定하고 이들의 組織上關係를 明示한다.

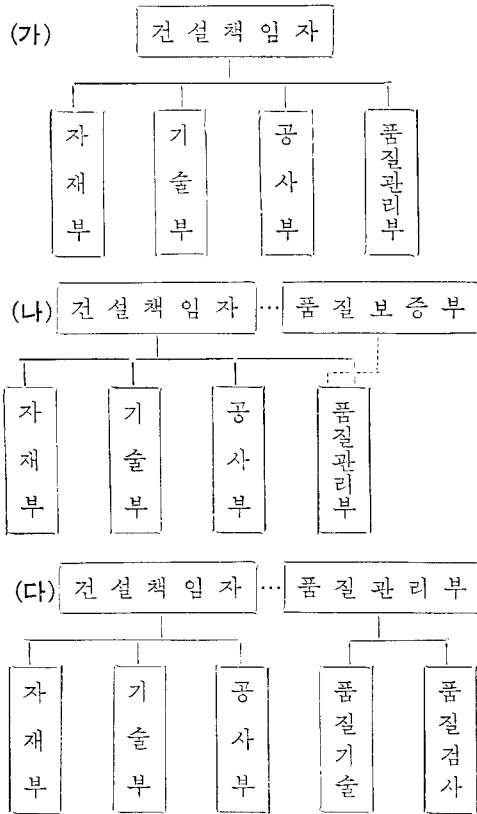
기준 : 2. 遂行된 業務를 檢査, 확인하는 組織은 責任을 完璧하게 遂行할 수 있도록 충분한 權限과 組織上 自由를 附與해야 한다.

建設現場에서 工事를 遂行하면서 자칫 問題가

□ 解 說

되기 쉬운 것은 모든 工事의 品質에 관한 責任은 品質管理部署가 지는 것이므로 品質에 關聯되는 問題는 Q.C 部署에 맡기면 된다는 생각이다. 물론 Q.C 部署에도 品質에 관한 責任이 있는 것은 事實이나 Q.C 部署의 責任만으로는 不足하고 關聯되는 모든 部署가 品質에 관한 責任을 올바르게 認識하고 이 責任을 完遂하여야만 顯하는 良質의 工事を 成功的으로 마칠 수가 있는 것이다. 즉 購買部署나 資材부서 사람들은 設計要件을 充足하는 좋은 質의 資材와 좋은 性能의 機器를 購入해야 할 責任이 있으며 施工을 맡은 部署에서는 充分한 技兩을 가진 作業員들로 하여금 作業節次書에 따라 品質 要件에 맞는 工事を 遂行해야 할 責任이 있는 것이다. 作業者들이 品質要件을 잘 이해하고 자기가 맡은 作業을 誠實히 해 나갈 때 좋은 品質의 工사가 이루어질 것이다. 그렇지 못하다면 品質管理를 맡은 要員으로부터 계속 指摘을 받아 修正 作業을 하거나 일단 끝낸 作業을 처음부터 다시 하지 않으면 안될 경우도 생길 것이다. 그렇게 된다면 修正 作業이나 再作業으로 因한 損失도 크지만 또한 工期 遲延도 무시할 수 없는 것이어서 結果적으로는 큰 損害를 자초하게 될 것이다. 이렇게 생각해 볼때 原子力 工事に 참여하여 맡은 業務가 原子力 發電所 建設 品質과 關聯되는 모든 要員에 對한 責任과 權限을 文書上에 明確히 기술하여 恰오없이 各者 맡은 바 責任을 다하도록 해야 할 것이며 他 部署와의 關係 等은 組織表上에 表示하여 원만한 협조와 相互 연락을 취하도록 해야 할 것이다. 이때 品質管理 要員은 作業中이거나 完成된 單位 作業에 對한 그의 品質을 試驗이나 檢査를 通하여 立證하게 되는데 다음과 같은 여러가지 業務를 완벽하게 수행할 수 있도록 充分한 權限과 組織上 自由를 가져야 한다.

品質管理部署가 맡은 任務를 充實히 수행할 수 있도록 組織上 自由를 갖는다는 것은 결국 실제 作業을 施行하는 部署와는 조직上 獨立되어 品質 問題에 關한 한 自由롭게 問題 提起할 수 있도록 해야 한다는 것으로 다음과 같은 몇가지 組織例를 생각할 수 있다.



위의 3가지 例에 있어서 어느 組織이나 모두 實際工事を 施工하는 部署와는 品質관리부가 獨立되어 있으나 (가) 보다는 (나)의 例가, 또 (나)의 例보다는 (다)의 例가 좀더 徹底히 組織上 獨立性이 유지된다고 볼 수 있겠으며 어느 것이 가장 效果의인지는 作業 現場의 契約上 形편에 따라 다를 것이다.

- 1) 工事 品質의 確認.
- 2) 工事 品質 問題에 對한 異議提起.
- 3) 工事 品質 向上을 위한 提議.
- 4) 工事 品質 問題 해결을 위한 是正措置.
- 5) 工事 品質 問題 解決여부 確認.

## 2. 品質 保證 計劃(Quality Assurance Program)

기준 : 1. 原子力 發電所 建設을 맡은 施工者

는 工事を 始作하기 前에 基本 品質 保證 要件에 맞는 品質 保證 計劃을 확정해야 한다.

기준 : 2. 一般 確定된 品質保證 計劃은 1 現況과 適合性여부가 定期的으로 檢討되어야 한다.

여기서 品質保證計劃이라 함은 建設을 맡은 施工者는 原子力 發電所 建設을 成功的으로 完成하기 위해서 어떤 것을 이행하겠다고 하는 基本方針과 또한 이 基本 方針을 어떻게 만족시킬 것인가를 규정하는 諸般 作業節次와 指示書等を 말하는데 이것들은 契約書上的 基本 要件이나 指定된 法規와 標準等の 品質 要件을 만족시킬 수 있는 文書化된 計劃이어야 한다.

品質保證計劃 作成時에는 다음과 같은 事項에 유의해야 한다.

(1) 品質保證計劃이 適用되어야 할 구조물, 기기 및 계통등이 明示되어야 하는데 이는 品質保證計劃을 어떤 것에나 다 適用시키는 것은 아니고 原子力 發電所 안전에 關聯되는 구조물 기기 및 계통에만 적용시키기 때문이며 一般的으로 發電所의 Engineering을 맡은 會社에서 適用 範圍를 결정하게 된다.

(2) 품질에 영향을 미치는 제반 작업은 品質保證計劃에 의거 管理되는 상태에서 완수되어야 한다. 이는 品質에 영향을 미치는 作業은 미리 作成된 關聯品質要件에 맞는 作業節次書에 의거 遂行하는 것과 作業에 일하는 作業者는 充分히 技能을 가진 사람을 선전해야 한다는 것을 의미한다.

(3) 品質管理部署와 기술부서, 공사부서등 사이에 品質問題에 關하여 論爭이 있을때 이를 해결할 수 있는 措置가 취해져야 한다. 이 論爭의 品質管理活動을 제대로 하다 보면 어느 곳에서도 있는 問題이므로 工事品質에 영향을 미치지 않는 方法으로 해결할수 있는 制度가 마련되어야 한다.

(4) 工事に 참여하는 모든 要員의 訓練計劃이 樹立되어야 한다.

가) 즉 品質에 영향을 미치는 作業수행에 責任있는 사람들이 作業의 目的, 作業範圍 및 關聯 매뉴얼, 節次書 및 指示書を 充分히 이해하

도록 教育시켜야 하며

나) 品質에 영향을 미치는 作業을 直接遂行하는 사람에게 대하여는 遂行할 作業의 原理와 기술에 대하여 訓練을 하고 資格검정을 해야 하며

다) 教育과 訓練을 할 範圍, 目的 및 施行方法等を 文書化하고

라) 品質에 영향을 미치는 作業을 遂行하는 사람의 熟練度는 제훈련, 재시험 및 재자격부여 등에 의하여 유의해야 한다.

여기서 訓練이라고 하면 모두 充分한 學력과 經驗을 가진 사람들을 工事現場에 보내 業務遂行토록 措置하였는데 세삼스럽게 무슨 訓練이 必要하며 모두 바쁘게 訓練할 時間이 어디 있겠느냐는 의문을 가질 사람도 있겠으나 原子力 發電所 建設工事に 있어서는 여타 건설공사와 달리 安全을 最우선으로 생각하여야 하며 꼭 지켜야 할 特殊 要件이 많기 때문에 반드시 教育을 통해 주지시켜야 하며 더욱 품질에 영향을 미치는 모든 作業은 미리 작성된 作業節次書나 作業指示書에 따라서 遂行되어야 하기 때문에 이 節次書나 指示書에 對한 教育은 꼭 必要한 것이다. 또한 아무리 바쁘다고 하더라도 必要한 教育과 訓練을 꼭 이행하여, 준수 사항을 알지 못함으로 因한 錯誤로 큰 損失을 招來하는 일은 절대로 防止되어야 할 것이다.

현재 우리나라의 原子力 發電所 建設工事的 감독은 外國人이 하고 있으며 作成되는 모든 品質保證 매뉴얼이나 作業節次書 및 作業指示書는 감독자의 承認을 받아야 하기 때문에 英語로 작성하게 된다. 영어로 작성된 文書는 外國人으로부터 承認을 받는데는 좋으나 實際工事に 適用하는데 있어서는 工事に 참여한 모든 要員이 英語로 된 文書を 잘 이해한다고는 볼 수 없으므로 英語와 우리말을 병용하는 것이 좋을 것이다.

또한 매뉴얼이나 節次書등은 基準이 나타나 있는 대로 作業이 始作되기 前에 반드시 作成되어 承認을 받아야 하므로 作成은 하게되나 애써 만든 이들 文書を 잘 利用하지 못하는 경우가 많다. 즉 作成된 作業 節次書등은 死藏된 채 作業者들은 再來해오던 方法으로 그대로 시행하

로써 많은 問題點을 유발시키는데 이를 防止하기 위하여는 作業節次書를 우선 關係되는 모든 部署에 빠짐없이 配付해야 할 것이며, 또한 모든 關聯 建設要員이나 品質要員들이 이들 매뉴얼이나 節次書 등의 要件은 반드시 지켜져야 할 필수조건임을 충분히 인식하도록 계속적으로 주지시켜야 할 것이다.

一段 作成되어 使用되고 있는 品質保證計劃은 참조하고 있는 code, standard 혹은 仕様書의 變更, 作業조건이나 作業範圍의 變更 또는 品質保證計劃 自體의 시정 또는 改善해야 할 事由로 因하여 定期的인 檢討를 하여 改定되어야 한다. 即, 現時點에서 볼때 諸般 品質要件을 滿足시키면서 가장 效果的인 業務 遂行을 할 수 있는 品質保證計劃이 언제나 유지되도록 조치하는 것이다.

### 3. 購買書類와 구매 기자재의 管理

기준 : 1. 安全에 關係되는 기자재의 購買書類에는 적정 品質을 保證하는 데 필요한 適用 要求사항이나 設計基準 등이 반영되었음을 확인할 수 있는 措置를 취해야 한다.

2. 기자재 구매를 하기 前에 공급업체들을 평가하여 적정업체를 선정해야 한다.

3. 구입된 기자재가 구매문서의 요건을 충족하는지 확인해야 한다.

4. 구입기자재의 품질을 나타내는 제반 증빙서류가 갖추어져야 한다.

原子力 發電所의 設計가 完璧하게 되었다고 할때 그대로만 지켜진다면 훌륭한 性能을 가진 原子力 發電所가 建設될 것은 明若觀火한 事實이나 原子力 發電所의 機資材를 購買하는 단계에서 設計基準를 잘 반영하지 못하고 규정 品質管理 要求事項이 잘 지켜지지 못하면 소기의 目的은 달성되지 않고 問題만 생길 것이다. 따라서 購買文書가 作成되어 구매 행위가 이루어지기 전에 반드시 適用 要求事項이나 設計基準등이 올바르게 購買文書에 반영되었는지 檢討하여 확인해야 하는데 이 業務는 一般的으로 品質管

理部署에서 맡으며 安全에 關係되는 모든 機資材의 購買書類는 반드시 品質管理部署의 확인을 거쳐 구매 행위가 이루어지도록 制度化해야 한다. 이때 品質管理部署에서는 제반 必要한 仕樣이 明記되었는지 확인할 것은 물론 製作中이나 完成品에 대한 檢查 및 試驗事項과 製品 納品時에 갖추어야 할 品質 증빙서류 등을 明示하여야 하며 適用 標準書나 仕様書를 記入해야 한다.

購買文書가 아무리 잘 되었다고 해도 구매문서에 의거 機資材를 納品할 供給者가 제반 要件을 준수할 能力이 없다면 또한 좋지 않은 物品이 納品된 가능성이 있는 것이다. 따라서 대상 供給業體가 充分한 能力을 가지고 있는지 事前에 調査를 하여 可能與否를 결정한 다음 발주해야 한다. 이곳에서 能力이란 좋은 製品을 만들 수 있는 充分한 技能을 가진 人力과 알맞는 製作設備를 보유하고 있으며 獨立的인 品質管理活動을 效果的으로 遂行할 수 있는 組織이 있는지 등을 말하는 것으로서 이와같은 極히 基本的인 事項이 잘 갖추어져 있지 않은 業體로부터 좋은 製品을 기대하기는 어려울 것이다. 一次 業體調査로서 아직 어떤 水準以下라면 다시 供給業體 대상에 넣을 必要도 없겠으나 몇가지 弱點을 補完만 하면 充分히 指定機資材를 納品할 수 있다고 判定된 때는 指適事項을 業體에 通告하여 補完 후 재조사함으로써 業體를 認定할 수 있다.

공급 業體가 결정되어 발주서를 발급하면 供給者는 製作에 着手하게 된 것이며 이때 製作中 檢查와 完成된 製品의 性能試驗에 立會를 必要로 할 때가 있으며 또 製品이 現場에 到着되었을 때 引受檢查를 꼭해야 한다. 普通 品質管理部署에서 이들을 담당하게 되는데 購買文書의 諸般 仕様과 要求事項에 滿足한 지를 檢查하게 되며 수송 도중 製品에 損傷은 없었는지와 氣溫, 天氣 등 條件으로 製品의 劣化現象은 없는지 주의하여 檢查해야 한다.

引受 檢查를 할 때 購買文書상의 仕様과 異狀 없는지 100% 檢查를 해 볼 수는 없는 것이다. 즉 어떤 材料의 化學的 性分이나 物理的 性質을 分析, 試驗해 볼 수는 없으며, 어떤 장치의 性

能試驗을 現場에서 引受檢査時 해 볼 수는 없는 것이다. 따라서 이들 性能이나 性能을 確認할 수 있는 證빙서류를 供給者로 하여금 製品 納品時 꼭 첨부하도록 要求하고 있으며 이들 證빙서류는 引受檢査時 品質 確認을 위한 서류도 되지만 原子力 發電所가 동기간동안 보존해야 할 서류가 되는 것이다.

證빙서류에 의거 製品의 品質을 확인할 때 특히 주의해야 할 것은 證빙서류가 納品된 特定製品에 관한 것이란 것을 證明할 수 있는 方法이 마련되어야 한다는 것이다. 아무리 좋아 보이는 製品이 있고 品質이 명기된 證憑書類가 있다고 하더라도 위의 要件을 滿足할 수 없다면 그 製品은 使用할 수 없어 保留해 놓아야 하며 별도의 必要措置를 취해야 할 것이다.

#### 4. 文書管理(Document Control)

기준: 1. 品質에 영향을 미치는 모든 活動을 規定하는 지침서, 절차서, 도면 등과 같은 文書의 發行을 管理할 措置를 確立해야 한다.

2. 文書의 變更은 原則적으로 원래 文書를 檢討하고 承認한 組織에 의거 承認되어야 한다.

品質에 영향을 미치는 모든 活動은 지침서, 節次書 및 도면 등을 作成하여 이들 文書대로 作業을 遂行하도록 規定하고 있으므로 作業進行에 따라서 必要한 諸般文書を 發行하게 되며 이에 따른 몇가지 管理方針이 確定되어야 한다.

첫째로 作成된 文書는 規定된 品質을 달성하기에 適當하지 책임자에 의거 檢討되고 그대로 使用해도 좋다는 承認을 받아야 한다. 이는 말할 것도 없이 잘못된 文書에 의거 遂行된 作業이 뒤늦게 밝혀져 재作業을 하거나 修正作業을 하므로써 초래되는 損失을 最大限防止하고자 하는데 目的이 있으므로 形式的인 檢討나 承認은 지양되어야 한다.

둘째로 作成된 文書들은 해당 業務를 遂行하는 곳에 配布되어서 실제 作業에 사용되도록 措置해야 한다. 아주 常識的인 것이나 2項의 品質保證計劃書에서 言及한 바와 같이 必要 文書의

作成은 作成으로 끝나고 이를 잘 適用하지 않는 데서 問題가 생긴다. 실제 關聯 部署에 빠짐없이 配布되도록 臺帳을 만들어 틀림없이 配布가 끝났다 하더라도 關聯 文書를 받은 作業 책임자나 감독자가 아무 措置도 취하지 않고 책상 서랍에 보관하는 것으로 끝 낸다면 애써서 作成한 文書가 死藏되는 것이다. 作業 책임자나 監督者는 받은 文書를 즉시 現場 作業者들이 利用할 수 있도록 주지시켜야 할 것이며, 특히 중요한 要點을 발췌하여 누구나 잘 알 수 있도록 敎育을 시켜야 할 것이다.

셋째로 既 發行된 文書가 改定되었을 때에는 即時 臺帳에 의거 改定前 文書配布處에 보내고, 改定으로 因하여 폐기될 舊文書는 꼭 회수하여 改定前 文書에 依한 誤作業을 防止해야 한다. 특히 作業도면이 現場 여러곳에서 利用되고 있는데 이런 作業도면이 改定되었을 때 즉각 取해야 할 措置에 留意해야 한다. 舊도면이 作業 現場에 방치되어 있다면 올바른 作業이 遂行되고 있다는 保障을 하기가 힘들기 때문이다.

여러번 改定된 文書는 最新의 文書 改定 番號가 몇번인지 몰라 혼동을 일으키는 경우가 있으므로 臺帳上에 문서별 最新 改定 番號를 쉽게 알 수 있도록 整理해 놓는 것이 效果의이며 週期的으로 文書별 改定 番號가 적힌 문서 목록의 사본을 關聯部署나 개인에게 配布하면 舊文書의 使用을 防止할 수 있다.

現場에서 作業을 하다 보면 현장 여건상 문서를 變更해야 할 때도 있으며 設計基準의 變更으로 文書를 改定할 必要性도 생긴다. 이 때는 별도의 責任있는 기관에 뒤임하지 않는 한 원래 文書를 作成 承認한 기관의 檢討와 承認을 받아서 施行해야 한다. 例로 現場에서 배관작업을 할 때, 도면대로 하다 보니 어떤 파이프가 duct나 cabe tray와 접촉한다고 해서 現場에서 적당히 파이프를 돌려서 배관해서는 안된다는 것이다. 이런 問題가 생겼을 때는 반드시 원래 문서를 作成한 기관의 承認을 받아 旅行해야 되는데 이는 배관을 變更시키므로써 1 study 自體의 性能上 영향은 없는지 또 다른 system에 지장

## □ 解 說

은 없는지 등을 檢討해야 되는 데 이와 같은 事項은 元來 文書를 作成하고 檢討 承認한 機關에서 제일 잘 알고 있기 때문이다.

### 5. 機資材의 識別과 管理

기준 : 1. 機資材를 識別하고 管理할 수 있는 措置를 取해야 한다.

2. 위의 識別하고 管理하는 措置는 缺陷 機資材의 使用를 防止할 수 있어야 한다.

위의 基準에서 識別이라고 한 것은 어떤 機資材에 標示된 製鐵番號, 부품번호 또는 제품 일련번호 등을 말하는 것으로서, 이들 番號에 의해서 그 機資材가 언제 어디서 製作되었으며 그의 性能이나 性分은 어떤 것인지 書類에 의거 追跡할 수 있는 것이어야 한다. 例로 原子力發電所에 使用될 鋼板이 mill certificate와 같이 現場에 到着되었다고 할때 鋼板에 識別할 수 있는 製鐵번호가 標示되어 있지 않거나 또는 標示되어 있다고 하여도 같은 製鐵번호가 mill certificate上에 적혀있지 않아서 追跡을 할 수 없다고 하면 이 鋼板은 品質을 確認할 수 있는 手段이 없으므로 使用될 수 없고 보류해야 할 것이다.

이와 같은 保留資材나 引受 檢査 등에서 發見된 缺陷資材 등은 明確한 식별을 할 수 있는 表示를 하여서 잘 모르고 使用되는 일이 없도록 해야 하는데 이를 위하여는 一般적으로 창고 등에 保留品이나 不合格品을 보관할 구역을 별도로 定하여, 區分 保管하므로써 착오가 생기지 않도록 신경을 기하는 것이다.

鋼板이나 鋼管 등 資材를 가지고 建設現場에서 加工 또는 배관하기 위하여 절단할 때는, 잘 유지되었던 識別管理도 혼동을 일으키게 되는데, 이는 資材를 절단하므로써 識別表示가 지워지거나 또는 절단된 다른 部分에는 表示가 없기 때문이다. 따라서 切斷으로 생긴 모든 部分에 表示를 반드시 새로 하도록 留意해야 한다.

識別을 위한 表示를 할 때 주의해야 할 것은 追跡性을 유지하기 위해 表示를 꼭 해야 할 것

이나, 表示하는 位置나 그 方法 등이 機資材 自體의 性能이나 品質에 영향을 주지 않도록 해야 한다.

### 6. 特殊工程 管理 (Special process control)

기준 : 1. 特殊工程을 유자격자와 승인된 절차에 의거 遂行해야 하며

2. 特殊工程이 올바르게 수행되는지를 管理할 措置를 取해야 한다.

여기서 特殊工程이란 정의는 그동안 공식적인 것은 없었으나 標準書 ANSI N45.2 시리즈를 統合 整理한 ANSI NQA-1-1979에 비로서 나타나 있는 바 이는 다음과 같이 정의할 수 있다.

1) 作業中 管理方法여하와 작업자의 熟練度에 따라 品質이 크게 좌우되고,

2) 檢査나 試驗에 의한 最終 品質의 確認이 어려운 工程

일반적으로 용접, 열처리, 비파괴 검사, 세척, 및 特殊도장등을 특수 공정으로 取扱하여 諸措置를 取하고 있다.

따라서 위의 모든 作業工程에 증사할 작업자는 訓練과 試驗을 통해 資格 認定을 받아야 하며 관련 作業 節次書를 作成하여 責任者의 承認을 받아야 비로서 作業을 始作할 수 있는 것이다. 아무리 急하다고 해도 資格 인정을 받지 못한 作業者가 作業을 해서도 안되며 節次書를 作成, 承認 받기 前에 作業을 절대로 始作해서는 안된다. 作業者의 資格을 인정키 위한 기본 요건의 몇가지 예를 들면 용접은 ASME Boiler and pressure vessel code section IX, 비파괴 검사는 ANSI의 SNT-TC-1A, 또한 특수 도장은 ANSI N101.4를 참고 할 수 있다.

原子力 發電所 建設工事에는 많은 용접 作業을 필요로 하는 데 위의 같은 基準이 一般 용접 作業과 비교하여 生産性을 올릴 수 없는 要因이 되나 이를 제대로 管理하지 못하면 作業을 더욱 지체시키는 결과를 招來할 것이므로 철저히 基準 要件대로 遂行할 수 있는 모든 措置를 取하

는 것이 절대로 必要한 것이다.

特殊 工程에 종사한 作業者를 한번 資格 認定 단 하면 다 되었다고 생각하지 말고 계속적으로 各 個人別로 技能度를 評價하여 作業성적이 좋지 못한 사람과 또 자격 인정된 業務에서 장기간 종사하지 않은 자에 대하여는 재훈련과 재자격 인정을 하도록 措置해야 한다. 作業節次書도 작업 수행을 통한 경험을 살려 좋은 品質을 유지하면서 보다 능률적인 다른 作業方法이 있다면 이를 修正하여야 할 것이다.

### 7. 檢査와 試驗 管理 (Inspection and test control)

기준 : 1. 統制되는 節次書에 따라 檢査와 試驗 計劃을 세우고 文書化하여 檢査와 試驗을 完遂해야 한다.

2. 검사원과 시험원은 適用 基準書와 社規에 의거 資格이 부여되어야 하며 그 資格 부여 현황이 유지되어야 한다.

여기서 檢査는 適用 要件에 따라 作業이 이루어졌는지를 確認하는 것을 말하고, 試驗은 어떤 機器가 設計 基準대로 滿足스럽게 그 機能을 발휘할 것인가를 證明하는 過程을 말하는 것이다.

먼저 檢査와 試驗을 하기 위한 計劃을 세우기 위해서는 실제 작업을 遂行하는 工事部署와 밀접한 관계를 가져야 한다. 즉 모든 工事を 맡은 工事部署에서 作業 工程을 제일 잘 알고 있으므로 어느때 무슨 作業이 이루어지고 있는지를 品質 管理 部署에서는 工事部署를 통해서 늦지 않게 파악을 해야 効果적인 檢査 및 試驗 計劃과 이에 따른 實踐을 할 수 있을 것이다.

品質 管理 活動中에서 檢査와 試驗은 가장 중요한 活動이며 이를 通해서 施工되고 있는 原子力 發電所 建設工事的 品質이 確認되고 또한 性能이 證明되는 만큼 이 活動은 무엇보다 철저히 이루어져야 하며 充分한 資格을 가진 사람에 의하여 遂行되어야 한다.

따라서 檢査員과 試驗員의 資格은 ANSI N 45.2.6에 의거 부여하게 되며 이의 細部 施行規

定은 會社에서 作成한 節次書에 의거 施行한다. 資格부여 要件인 學力, 經歷 中에서 특히<sup>2)</sup>같은 계통의 經驗을 가진 經歷이 重要視되는 데 이는 경험을 通하여 一般의 作業上 어디에 弱點이 있는지 잘 알고 있기 때문에 檢査過程에서 作業 節次書나 仕様書, 도면 등의 要件에 맞지 않는 것을 빠짐없이 指摘하여 좋은 品質의 工事を 遂行하는 데 크게 기여하며 또한 잘못된 作業을 早期에 指適하므로써 作業 工程에 支障을 주지 않고 쉽게 고칠 수 있기 때문이다.

檢査와 試驗 業務를 施行한 모든 결과는 記錄으로 남겨 文書로써 保管하게 되며 이때 作成한 文書는 原子力 發電所 建設 工事が 어떻게 遂行되었다는 근거로서 長期 保存될 것이다.

또한 구조물이나 機器의 檢査와 試驗을 實施하는 상황은 언제나 쉽게 알 수 있도록 記錄으로 유지하므로써 검사와 시험을 빠뜨리는 일이 없도록 해야 할 것이며 쓸데없는 중복 검사도 防止해야 할 것이다.

### 8. 測定과 試驗計器의 管理

기준 : 1. 모든 測定과 試驗計器는 적절히 管理되고 補正되고 조정되며 그 週期를 明示해야 한다.

2. 모든 測定, 試驗計器는 고유번호 등으로 表示를 해야 하며 補正 기록으로 상황을 追跡할 수 있어야 한다.

대부분의 作業 確認 및 檢査 業務와 機器性能 試驗 등은 計器에 나타난 指示値를 가지고 좋고 나쁨이나 合格 不合格의 基準으로 삼는다. 그러나 이 計器가 올바른 값을 指示하지 못한다면 基準이 模糊하므로 合格도 不合格이 될 수 있고 그 반대도 可能하게 되는 것이다.

그러므로 使用되는 모든 計器는 틀림없이 올바른 指示를 할 것이라는 確信을 가질 수 있는 方法이 강구되어야 하는데 이를 위하여는 다음과 같은 몇가지 措置를 해야 한다.

1) 測定, 試驗計器에 대한 補正方法, 補正週期, 維持 및 管理 등에 관한 節次書 作成

## □ 解 說

2) 補正 節次書에 따라서 計器별로 遲期的으로 補正을 實施하는데 이때 各 計기에는 固有番號 등의 表示를 하여 區分할 수 있도록 하고 補正 기록서에도 追跡될 수 있도록 같은 固有番號가 기재되도록 유의해야 한다.

3) 또한 計器에는 라벨이나 꼬리표 등을 붙여서 다음 補正해야 할 日字를 명기해야 하는데 이는 믿고 使用해도 좋은지를 確認할 수 있는 수단도 되는데 計器에 충격이 가해지거나 불순물들이 갔다가나 하여 精度가 의심스러울 때는 다음 補正시기에 구애받지 말고 補正을 해야 한다.

4) 어떤 計器가 不正確한 指示를 하고 있다는 것을 發見하였다면 그 計器로 測定한 모든 檢査結果가 의심받게 된다. 이때 어떤 作業에 그 不良 計器가 使用되었는지 알기 위해서는 檢査報告書나 試驗 報告書에 使用된 計器의 固有 番號를 기재해야 한다. 이로써 의심스러운 作業이나 試驗은 正確한 計器로 재 測定하거나 試驗해야 할 것이다.

5) 保有하고 있는 모든 計器는 種類별로 알아 보기 쉽게 臺帳을 만들어 언제 어떤 計器를 補正해야 할지 언제나 把握될 수 있어야 하며 이로써 늦지 않게 미리 조치를 取할수 있는 것이다.

실상 올바른 品質管理를 위하여는 計器의 正確度가 아주 중요하며 正確度를 언제나 유지하기 위해서는 定期的인 補正이 必要한 것이나 昨年度 한국 計準 研究所에서 調査한 것을 매일경제신문에 게재된 것에 의하면 3,534개의 기관, 業體中 檢正교정을 시행하고 있는 업체는 불과 26.2%라고 하는 바 이는 우리나라 製品의 品質 水準의 一面을 나타내는 것이 아닌가 생각된다.

### 9. 不適合 機資材와 修理措置

기준 : 1. 不適合 機資材의 부주의한 使用이나 設置를 防止할 措置를 취해야 한다.

2. 不適合 機資材는 즉시 구분 表示되어야 하고 修正措置를 취해야 한다.

3. 不適合 事項이 品質에 有害한 重要한 事項

인 경우에는 再發防止를 위한 원인규명을 하고 이에 따른 措置를 한다.

여기서 不適合이라고 하는 것은 어떤 機資材나 作業自體가 표준서, 圖面, 仕様書, 節次書, 指示書 등의 基準에서 벗어난 것을 말하는 것이며 機資材의 引受檢査나 工事중에 工事部署人員이나 品質管理 部署人員에 의하여 發見되는 것이다. 이와같이 不適合 事項이 發見되면 즉시 이를 눈에 잘 띄게 表示하여 양호품과 분리시켜야 하고 N.C.R(Non-Conformance Report)를 作成하여 이를 指示된 책임자에게 보내 어떻게 措置해야 할 것인지 判定을 받아야 하는데 이때 判定은 그대로도 좋다는 ① 合格 ② 不合格 ③ 수리 ④ 재작업 등으로 分類된다. 책임자의 措置方法에 對한 判定이 내려지고 이에 따라 關係部署에서 措置가 끝난 다음에야 비로서 다음 작업을 계속할 수 있으며 不適合資材로 N.C.R이 作成된 것은 이 N.C.R이 모두 해결 될 때까지 사용이 보류되어야 한다. 不適合資材인 것을 모르고 使用하였다가 그 자재가 불합격으로 判定되었다고 하면 그 자재를 使用하여 시행한 작업은 모두 뜯어내거나 폐기시키고 다시 시작해야 하는 큰 손실은 물론 또한 品質에 영향을 미칠 것이므로 합격된 좋은 자재와 혼용하는 일이 없도록 명확히 구분할 것에 특히 유의해야 한다. 부적합사항이 指定된 책임자의 判定에 따라 소리 또는 再作業을 하였을 때는 반드시 원래 계획된 검사와 시험을 다시하여 합격여부를 확인해야 하며 이 결과를 文書化해야 한다. 여기에서 品質에 큰 해를 끼칠 重要한 不適合事項이나 또는 여러번 반복되는 不適合事項등은 그 原因을 철저히 규명해야 한다. 이는 不適合事項의 原因을 정확히 알면 그 不適合事項의 再發을 防止할 수 있는 알맞는 시정조치를 취할 수 있기 때문이다. 예를들어 作業節次書의 要件에 맞지 않는 作業이 빈번히 수행되어 N.C.R이 자주 發行된다면 이는 작업자들이 관련 作業節次書나 作業指示書を 잘 이해하지 못하고 있는 것으로 간주되므로 다시는 이런 일이 반복되지 않도록 작업자들에게 관련 절차서 및 指示書要件에 대해 잘 이해



하여 꼭 준수하도록 교육을 시키는 시정조치를 취해야 할 것이다. 한편 재발 방지를 위한 시정조치로 모든 문제가 해결된다고는 볼 수 없는 것이므로 시정조치를 취한 다음 그 효과가 어떻게 나타나는지도 추적 검토해야 한다.

## 10. 品質保證 記錄

**기준 : 1.** 品質에 영향을 주는 施行된 모든 作業의 증거를 위해서 충분한 記錄을 維持해야 한다.

**2.** 記錄은 識別되고 용의하게 찾아볼 수 있도록 보관되어야 한다.

原子力 發電所 設置 期間中에는 대단히 많은 品質保證記錄이 作成된다. 이 品質保證記錄에는 設置期間 中の 여러가지 檢查報告書, 試驗報告書, 監查報告書, 機資材試驗成績書, 作業者資格認定書, 補正記錄, 不滿足報告書, 修正措置報告書等과 圖面, 시방서, 節次書 등이 包含되는데 이들은 모두 어떻게 作業이 遂行되고 어떤 機資材가 使用되었는지를 나타내는 證憑書類를써 대부분 發電所 壽命 期間동안 保存될 것이므로 양질의 종이에 잘 알아볼 수 있도록 깨끗이 기록해야 한다.

設置期間中에 作成된 모든 品質保證記錄은 工事竣工과 더불어 工事발주청에 인계하게 되는데 工事期間이 長期이므로 그동안 變質되지 않도록 保管場所에 유의해야 하며 適當한 溫度와 건조한 환경이 유지되어 變質되지 않도록 해야 할 것이며 특히 화재의 危險이 없는 곳이어야 하는바 詳細한 要件은 適用 標準書를 따르면 될 것이다.

특히 檢查 및 試驗報告書는 다음 事項들이 包含되어야 한다.

- 1) 檢查, 試驗事項
- 2) 檢查, 試驗日字 및 그 結果
- 3) 品質沮害狀態 記錄
- 4) 檢查者 또는 資料 記錄者
- 5) 檢查結果 合格의 근거

檢查業務 수행時 作成되는 記錄은 樣式의 開

發 方法여하에 따라 種類가 많지 않아도 必要事項을 모두 記錄할 수 있는 境遇가 있으므로 너무 複雜過多한 양식으로 인하여 效率인 檢査業務에 妨害가 되지 않도록 樣式開發에 유의해야 할 것이다.

## 11. 監査(Audit)

**기준 : 1.** 品質保證計劃의 이행 여부와 그 효과를 알기 위해 計劃的이고 週期的인 監査를 實施해야 한다.

**2.** 監査指摘事項에 對하여는 시정여부를 확인키 위해 再監査를 施行해야 한다.

이곳에서 監査란 金錢的인 것을 대상으로 하는 것이 아니고 品質保證計劃인 매뉴얼, 절차서 및 指示書와 圖面 및 仕類書의 要件대로 作業이 잘 수행되고 있는지를 確認하는 기술적인 것으로, 우선 事前에 作成된 監査節次書나 Check List에 따라서 監査하고자 하는 業務(工事)에는 直接的인 責任이 없는 恡련된 者에 依據 遂行되어야 한다. 監査받는 業務에 直接 관련이 있는 者가 監査를 한다면 아무래도 公正한 監査를 할 수 없어 問題點이 제대로 나타나지 않을 것이며 監査받는 業務內容을 잘 알지 못하고 또한 監査方法에 익숙치 못한 者에 依한 監査는 무엇이 무엇인지 몰라서 皮相的인 監査가 될 것이다. 監査員의 資格要件은 ANSI. N.45. 2. 23에 자세히 규정되어 있으므로 參考가 될 것이다.

監査는 工事의 進行도와 또한 그 作業의 安全 相關 重要도에 따라서 計劃되어야 하며, 工事が 너무 많이 進行되기 前에 施行해야 하는데, 잘못된 것은 빠를수록 是正하기 쉽기 때문이다. 監査의 目的은 잘못된 것의 指摘만이 아니고 잘못된 것은 이를 즉시 是正함과 아울러 必要한 때는 다시 類似한 問題가 發生하지 않도록 再發防止措置까지 하는 良質의 工事完遂가 目的이므로 監査結果는 곧 文書化하여 監査받은 部署의 責任者에게 보내고 또한 上部 責任者에게 報告해야 한다. 또한 監査를 맡은 品質管理部署에서는 監査指摘事項이 적절히 是正되는지 確認해

## □ 解 說

야 하는바, 이를 위해 같은 부분에 對한 再監査가 必要할 때도 있는 것이다. 監査資料와 監査報告書 등을 分析 검토하면 現在 工事品質의 傾向과 또한 品質保證 計劃이 效果의으로 適用되고 있는지 여부가 나타나는데 이를 上部 責任者에 報告하여 建設工事 遂行計劃에 反映토록 해야 한다.

이상으로 몇가지 品質保證要件을 中心으로 實際適用事項을 기술하고 보니 대부분의 내용이 누구나 잘 알 수 있는 常識的인 것으로 여겨져서 송구스러운 마음 없지 않으나 原子力 發電所의 最多數 保有國으로서 가장 많은 經驗을 가진 美國에서도 常識的이라고 생각되는 것이 잘 지켜지지 않아 建設現場에서 또는 製作工場에서 問題가 생긴다고 하니 諸般要件을 경시하지 말고 工事中에 언제나 잘 지켜지도록 工事に 관련되는 全員에게 敎育과 訓練을 계속해야 할 것이다. 모든 品質要件을 하나 하나 確認하면서 工事を 進行해 나가는 것이 처음에는 지연되고 따라서 工事費가 過多하게 支出되는 것 같으나 結果的으로는 得이 된다는 것은 두말할 나위도 없다. 마지막으로 原子力 發電所 品質保證 業務에 利用되는 參考資料를 紹介하며 이 글을 끝내고자 한다.

## 參考資料

- (A) Regulation 10CFR50 Appendix B, "Q, A, Criteria for Nuclear Power Plant."
- (B) Regulatory Guide 1.28, "Q.A, Program Requirements (Design and Construction)"
- (C) Standard Review Plan 17.1 "Q.A, During the Design and Construction"
- (D) ANSI Standard N45.2-1977 "Q.A, Program Requirements for Nuclear Facilities"
- (E) ANSI45.2 "Daughter Standards"
- (F) ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section III,
- (G) Canadian Standards. CSA Z299.1 "Q.A, Program Requirements" CSA Z 299.2 „Q.C, Program Requirements"
- CSA Z 299.3 "Quality Verification Program Requirements"
- CSA Z 299.4 "Inspection Program Requirements"



(386페이지에서)

理法等도 完全히 改良될 것이다. 現時點에서 短期的으로는 輕水爐(및 重水爐)와 이에 수반되는 모든 技術과 施設을 계속 改良하여야 할 것이며, 長期的으로는 增殖爐와 같은 보다 더 改良된 原子爐의 利用으로 熱效率의 增加를 期하여 廢熱

오염의 問題도 減少시키고, 天然產 核分裂物質도 함께 節約하여야 할 것이다. 換言하면 長期的으로는 增殖爐와 輕水爐(및 重水爐)의 兩立體系를 指向하여야 할 것이며, 지금부터 우리는 이를 爲한 準備作業을 서둘러야 할 것으로 본다.

