

# 日本에서의 原子力

## 發電所 品質保證

李 昌 健

### 原子力發電所の 品質保證

현재 日本의 原子力發電設備容量은 15機, 1,500 kW로서 全發電設備中の 12%, 全發電量의 13%를 占하고 있다. 原子力發電所 1機 建設하는데 투입되는 人力은 5~6년간에 걸쳐 100萬 Man-Day이며, 設備部品數는 날 개로 따져서 火力의 200萬點의 3.5배인 700萬點에 달한다.

그리고 30년동안의 全參與人力은 運轉, 補修, 點檢 및 행정지원업무 종사자까지 포함해서 대략 建設人力의 5~6배인 500~600萬 Man-Day에 달하며 이중 發電所를 點檢할 경우 최고 1,800명이 동원되어야 할 경우도 있다. 또한 稼動前 檢査所要日은 火力의 30일에 대해 原子力發電所는 150日이나 되리 만큼 時間, 資金, 人力이 더 많이 들고 또한 훨씬 高水準의 技術과 安全性이 요청된다.

그런데도 불구하고 日本에서의 1979년도 原子力發電所 稼動率이 불과 54.6%밖에 되지 않은 것은 設計, 物資調達, 部品製作, 엔지니어링, 設置, 試運轉, 運轉, 補修, 點檢이 아직 未備하고 특히 이 모든 과정에 깊이 관여해야 할 品質保證活動이 미숙하고 不完全함을 默示의으로 나타내 주고 있다. 따라서 日本 原子力業界는 어디를 가나 品質保證에 力點을 기울이고 있고 이의 生活化와 土着化 그리고 이를 發展하기 위한 대책에 腐心하고 있는 것을 엿볼 수 있었다. 특히 정부에서는 이를 行政의으로 強化키 위해 금년초 通産省안에 原子力發電所 品質保證 檢討委員會를 設置하여 TMI같은 사고를 未燃에 방

지하므로써 原發의 安全性 確保와 信賴性向上을 도모하고 나아가 業界의 機器設計와 製作, 設置, 試運轉, 補修에 이르기까지의 모든 品質保證을 종합적으로 檢討기로 하였다.

品質保證이란 部品 또는 設備가 제대로 稼動할 것이라는 確信을 얻는데 필요한 계획적이고도 体系的인 行爲를 말하므로, 이것은 비단 個體의 品質保證業務로 끝날 것이 아니라 全 體制와 人的要素의 品質까지도 고도로 유지되어야 한다는 점에서, 보다 포괄적 이고 장기적이며 또한 상호 연관적인 觀點에서 다루어져야 할 것이다. 製品의 品質은 단지 Quality of Design이나 Quality of Conformance만으로 끝날 수는 없다. 品質문제가 처음으로 대두되었을 때는 品質管理行爲만이 고려되었으나 이것이 發展되어 지금은 미국의 10 CFR 50 Appendix B라든가 ANSI N45.2에서 강조하고 있는 것과 같은 전반적인 品質保證도 요구하게 되었다. 따라서 앞으로는 Quality Management 단계로 까지 格上되어야 할 것인데 그러려면 각 事業所의 최고책임자 主管下에 品質保證業務가 確立되는 System으로 發展되어야 한다.

### 輸入品과 下請契約時의 品質保證

외국에서 部品를 도입코자할 경우는 우선 品質保證體制가 確立된 有經驗會社를 선정해야 하고, 둘째는 注文側의 要求事項이 제대로 이해되고 傳達 및 實踐되느냐를 확인한다는 것, 셋째는 購買示方書나 技術示方書

대로 注文品이 실제로, 제작되는가를 follow-up 하는 것이 중요하다. 그러나 物品을 海外에 發注할 경우 그것이 과연 標準品일 것인가 規格品 또는 認定畢의 물건일 것인가 등을 도중에서 點檢하기란 사실상 어려운 일이다.

지금까지의 統計數字에 나타난 plant의 故障를 類型별로 구분하면 maker의 잘못에 起因한 것이 전체의 80%인데 그중 設計不良이 東京電力 산하의 BWR의 경우 34%, 日本 PWR의 경우는 50%를 차지하고 있으므로 運轉中 또는 補修와 點檢中에 발견한 機器의 不良事項이 maker의 設計와 製作面에 反映되도록 制度的인 裝置를 마련해야 할 것으로 본다. 이를 위하여는 電力會社 技術陳이 後續 原子力發電所 設計時 make에 反映되어 設計팀과 의견 교환을 하는 방법 또는 主要 故障時 maker의 設計·엔지니어링 팀을 초빙하는 방법 혹은 두가지 방법을 병행하는 double implementation 방안을 고려할 수 있다. 작년도 關西電力에서 발견한 19件的 trouble中, 運轉中에 發見한 것은 극히 몇件에 불과하고 나머지 대부분은 定期檢査기간중에 발견된 것이므로 原子爐의 稼動中斷中の 檢査期間에 maker측에서 發電所에 常駐하는 것이 가장 효과적인 조치일 것이다.

發注된 機器製作이 主契約者들에게 다시 下請되거나 再下請될때는 이를 受注하는 業體의 品質管理能力을 엄격히 검토해야 하며 더욱이 發注한 原子力部品이 在來製品과 同一工場에서 並行해서 設計製作될 때는 品質低下 현상이 發生치 않도록 각별히 留意해야 한다. 그리고 部品設置時 많은 maker들은 下請工事を 시키는데 이럴 경우 管理体制의 未備, 타工事와의 關聯時의 責任限界 및 施工能力과 經驗 등을 잘 파악하고 있어야 한다. 設置工事때 가장 많은 잘못을 저지르는 것은 flange라든가 bolt 등을 잘못 맞추는 것 같은 간단한 일인데 이것은 아무리 manual 整備를 잘 해봐도 변수 없고 역시 작업자의 技術水準과

감독管理가 철저히 잘 되어 있어야만 예방될 수 있는 일이다.

原子力發電所에 設置되는 거의 万個의 valve品質은 특히 고도로 유지되어야 하며 이것은 在來式 valve와 엄격히 구분되어야 한다. 즉 밸브의 종류도 多樣하고 종류별 밸브數가 국한되어 있어 量產體制를 갖출 수 없는데다가 核水準級 밸브製造를 위하여는 상당한 施設投資와 고도의 기술이 필요하므로 이에 대해선 특수業體를 정부가 選定해서 집중적으로 育成해야 할 것이다.

## 日本式 人間管理

品質管理의 本質은 Material, Machine, Method, Man의 4M이 상호 교차하는 각각의 단계를 規制한다는 뜻을 내포하고 있다. 이중 가장 注意해야 할 것은 作業從事者가 모르고 失手하는 일 내지는 錯覺을 일으키는 일 즉 操作의 잘못과 같은 凡失을 범하는 일이다. 이런 일을 미연에 방지하려면 運轉訓練 또는 補修作業의 反覆訓練이나 再訓練만으로는 안 되고 역시, 전혀 다른 사람이나 觀點이 다른 集團에서 double check하므로써 當事者가 생각치 못한 일을 再評價받도록 하는 일이다. 品質管理의 效率을 提高하는 일은 한마디로 말해 技術水準이 높은 人間을 適時에 適切하게 배치하여 사람들의 잘못이나 착각을 미연에 방지토록 하는 일에 歸着된다.

日本の 品質管理방법은, system 監査 Approach를 택하고 있는 미국과는 달리 일일이 製品을 全量 檢査하는 방법에 의존하는 경향이 있는 것이 特異하다. 즉 미국은 ASME에서 規定한 品質管理를 제대로 운영하고 있는 生産工場이라는 사실을 認定하고 그 工場에서 일하고 있는 人力의 能力을 認定하는 방법을 취하고 있으므로, 최악의 경우 이런 방식에서는 QA System의 審査와 QA Program의 認定만으로 끝날 수도 있을 것이다. 그렇기 때문에 미국 제도에서는 각 과정을 Audit

하는書類가 산더미처럼 쌓이게 되나 그렇다고 실제로 좋은製品이生産될 것이라는保證이 없을 가능성도 있다.

ASME는 code만을 정하는 것이고 그들이 실제로 제품을 檢査하거나 그런 일을 담당할 人力을 保有하고 있는 것도 아니다. ASME code의 만족여부를 규정하는 것은 州法이다. 미국 system에서는 code대로 제품이 충분한 檢査를 받고 있느냐의 여부를 확인하는 것은 Authorized inspector이다.

이와 같은 복잡한 制度는 원래 각기 다른 文化背景과 傳統과 習性을 지닌 異民族들이 모여 사는 미국에서 相互不信이 蔓延되어 있을 것이라는 假定을 토대로 發展시킨 經營方式일 것이다. 그러므로 日本에서는 ASME 같은 方法을 취할 것이 아니라 日本 특유의 制度를 개발하려는 경향이 태동하고 있다. 즉 QA의 國産化가 움트고 있는 것이다.

## 品質管理의 나아갈 길

한때 航空機業界에서는 300時間 飛行하면 무조건 全機體를 解体하는 整備方法을 채택한 일이 있다. 그러다가 필요없는 것까지 解体할 필요가 있겠느냐는 輿論과 반성이 비등하자 각 system별로 별도로 解体하는 方式을 쓴 일도 있었는데 그후 經驗이 쌓이게 됨에 따라 각 部品別로 sampling overhaul을 하여 部品別 使用時間限界值를 정하는 정비방법을 택하였다. 그러나 최근에는 그간의 많은 蓄積統計值를 바탕으로 하여 conditioning overhaul이라는 信賴性 管理方法을 쓰고 있는데, 이 방법에서는 故障發展狀況을 계속

豫測 및 감시하면서 改善, 處理하므로써 고장이 날 것으로 예상되는 部品만 손대는 方法에 의존하고 있다.

마찬가지로 앞으로 原子力發電에서도 經驗이 쌓이고 事故部品補修資料가 축적되면 이것을 整理하여 故障發生頻도가 큰 部品부터 우선적으로 交替하고 불필요한 部品은 손대지 않는 要령을 확립하게 될 것으로 믿는다.

잘 돌아가는 機器를 불필요하게 解体하므로써 오히려 惡化시킨 前例도 있고 또 再組立時 잘못하여 꺼꾸로 끼운다가 bolt를 빠트리는데도 자주 일어난다는 사실을 감안하여, 安全性確保와 信賴性提高가 동시에 만족되는 필요하고 충분조건을 찾아내야 할 것이다. 이런 制度가 確立하려면 運轉資料, 補修資料, trouble data 등이 當事者들에게 feedback되고 동시에 統計的概念이 아니고 개별적인 現象을 直接原因 등으로 分析檢討하여 故障再發防止對策을 수립하는 努力이 있어야 한다. 그리고 trouble data 分析結果가 나오면 이의 動機的原因을 究明하여 이를 관계기관에 通告토록 하는 制度마련도 중요하다. 이를 위해 日本은 外國 maker 및 運轉補修班과도 긴밀한 情報交換을 시도하고 있고 또 QA 向上의 方便으로 原電의 標準化와 改良標準化를 적극적으로 추진하고 있다.

결론적으로 品質保證은 體制確立이나 documentation 整備도 그칠 것이 아니라 人間의 문제와 技術人力의 能力向上 등도 포함한 포괄적이고 장기적인 活動이 지속적으로 實施될 때에만 비로소 소기의 목적이 달성될 수 있다는 점을 명심해야 할 것이다.