

特輯

原電國産化
어디까지
왔나?

原子力과關聯한 非破壞檢査技術의 國産化方向

A Concept for Localization of
Nuclear related NDE Technology



崔 承 秀

<<株>> 三永檢査 엔지니어링 社長

1. 序 言

비교적 천연賦存資源이 적고 인구가 과밀한 우리나라의 경우 原子力을 活用한 發電施設의 확보 및 이와 關聯한 核燃料 加工 等 各種 正밀 시설의 개발이 계속 필요해 지고 있으며 特히 이와같은 시설에 대해서는 고도의 안전성이 보장되어야 한다.

또 한편으로는 우리나라의 경제적인 측면에서 풍요로운 사회를 건설하기 위해서는 多量의 重化學 제품 및 플랜트 施設의 수출이 증진되어야 하며, 이와같은 수출사업을 지원하기 위해서는 상당한 技術人力의 訓練 및 確保가 絶실하게 되며 우리나라대로의 技術人力 確保 및 國産化 計劃이 정확하게 수립되어야 하겠다.

先進國家를 指向하는 우리나라의 政策目標을 達成하자면 선진국에서 研究開發한 非破壞檢査 技術을 높은 次元에서 精密하게 檢討, 分析하여 실현가능한 分野에서 부터 서서히 進行되도록 誘導하여야 한다.

또 한편으로는 Joint-Venture 또는 Technical Inducement 樣相으로 技術개발을 圖謀하고 그들이 개발축적한 各種 技術基準書 또는 監査 자료等を 入手하여 初期에는 模倣에서 創造로 傳受될 수 있도록 하여야 겠기에 外國에서 施行 되어온 各種規格의 標準化政策 및 그 實態를 研究整理하여야 한다고 본다.

2. 檢査技術의 範圍

美國의 例를 들면 非破壞檢査기술은 일찌기 防産分野, 항공우주산업분야 및 原子力發電분야 別로 技術發展의 根源이 되어 現在에는 國立 標準研究所(NBS, National Bureau of Standards) 內에 設치되어 있는 비파괴試驗室을 中心으로 비파괴검사와 關聯이 있는 學會 또는 團

體 즉, AWS, ASM, ASTM, ASME, ASNT, API, ASQC, AWWA 및 MILDOD의 公式的인 協力下에 비파괴試驗員의 資格基準은 물론 비파괴검사의 節次기준, 各種實驗施設 및 機器에 對한 통일된 규격 및 기준을 設定, 公告하고 있다. 前述한 단체의 代表들은 적어도 年2회의 定期會合을 通하여 整理確定된 事業만을 새로운 ANSI規格案으로 채택되도록 건의하고 있다.

日本의 경우도 JWN(工業試驗院, 熔接學會 및 非破壞學會의 共同委員會)이라는 기구를 最近에 구성하여 비파괴검사에 對한 技術개발 內容의 整理, 試驗要員 資格부여 및 檢定方法의 改善, 장비개발 및 試片제작 等 國家的인 次元에서 통일된 시험검사 技術의 촉진에 기여하고 있다.

특히 尤의할 點은 국제기구인 ISO內에 設치된 技術전문위원회의 하나인 ISO/TC-135의 활동에 對한 方向과 內容을 면밀히 把握分析하여 自國의 技術개선 및 국제화에 노력하고 있다는 사실이다.

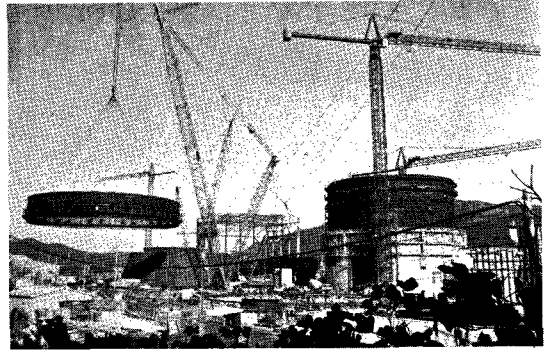
이러한 국제적인 狀況下에서 原子力 應用을 中心으로 한 비파괴검사기술의 範圍는 크게 製作檢査, 設置檢査 및 補修檢査로 大別되는데 이는 QA/QC 活動의 일환으로서 그 위치가 증진되고 있는 실정이라는 하지만 그 몫을 정립하기 위해서는 앞으로 해결되어야 할 課題들이 險難하게 놓여있다고 본다.

特記할 點은 계속 증설되고 있는 原電에 對한 稼動前檢査 및 稼動中檢査, 核燃料加工시설, 폐기물처리시설 等 QA 關聯시설에 對한 檢査기술의 段階의이며 조직적인 國産化에 따른 技術의 體得이라고 하겠다.

3. 外國에서의 QA 要求條件

가. 美國

USNRC는 1967年 7월에 QAP에 關한 조항



原電7·8호기의 링 設置作業

을 포함한 70개의 原子力플랜트 一般設計 基準을 새로이 수정발간함을 필두로 1969年 4월에는 QA 要求조건인 10 CFR 50 APP. B의 案을 발간하였으며 그 다음해인 1970年 7월에 이것을 하나의 Official Guide로 定하였다.

이와 비슷하게 1968年 ASME, B&PV Code는 Sec III 부록9에 QC(主로 비파괴시험)에 關한 엄격한 기준요건을 設定했다. 1971년에 ASME는 品質管理 기준요건을 넓혀 원자력관련 分野에 對한 Code-Stamp/QSC의 자격要件을 갖추려는 業體가 ASME-Code-QA 要求사항을 만족시키고 있는가를 確認할 수 있도록 QAP를 檢討하고 調査하는 體制로 改編하였다.

그러나 이 당시의 ASME Code-QA 要件은 10 CFR 50 App. B와는 다소 차이가 있었으나 1974년에 와서야 비로소 ASME Code 要件이 ANSI N45.2 Series 및 10 CFR 50 App. B와 一致하게 되어 드디어 相互 차이점 해결에 達하게 되었다.

1983年 현재 ANSI N45.2 Series는 約 20餘種으로서 이들 QA 要件이 正式 혹은 案으로 발간 소개되었으며 이외에도 ANSI B Series集과 PH Code集이 발간되었다. 特히 B Series에는 Piping, Fitting & Flange 等に 關한 NDE가, PH Code集에는 Dark Room설비에 關한 사항이 各各 수록되어 있고 上記한 規定이외에

도 다음과 같은 QA & Inspection Reference Document가 있음을 소개한다.

- ACI(American Concrete Institute)
- API(American Petroleum Institute)
- ANSI(American National Standard Institute) N15.11, N18.2, N18.7, N45.2 Series, B16 Series, B31 Series, PH 22
- ASME(American Society of Mechanical Engineers) Sec II, Sec III, Sec V, Sec IX, Sec XI
- ASNT(American Society for Nondestructive Testing)
- ASTM(American Society for Testing & Materials)
- National Board of B&PV-Inspection Code
- PFI(Pipe Fabrication Institute)
- USNRC(US Nuclear Regulatory Commission)

나. 캐나다 및 프랑스

캐나다 및 프랑스도 美國 ASME Code의 영향을 받았기 때문에 根源의인 Code 要件이 ASME와 類似하나 各國別로 再整理하여 發刊한 Code 表記는 다음과 같다.

1) 캐나다

- CSA Z 299.1 QA Program Requirement
- CSA Z 299.2 QC Program Requirement
- CSA Z 299.3 Quality Verification Program Req't
- CSA Z 299.4 Inspection Program Req't
- CSA N 285.4 Periodic Inspection of CANDU NPP Components
- CSA N 286 Overall QA for NPP
- CSA W 47 Welding Qualification Code

- CSA W 48.1 Welding Electrodes
- CSA W 186 Welding of Reinforcement Bars in Reinforced Concrete Construction
- CGSB(Canadian Gov't Spec. Board): PQ Req't
- 2) 프랑스
- RCC-M Mechanical Components
- RCC-G Civil Works
- RCC-P System Design
- RCC-E Electrical Equipment
- RCC-C Fule Assemblies
- RCC-I Fire Protection
- COFREND(NDT French Committee): PQ Req't

다. 前記한 가 및 나項에 紹介한 原子力發電所 建設에 必要한 國家別 QA 要件을 이해하고 기술적인 하자없이 검사업무를 수행하려면 비파괴검사에 대한 政府次元의 감독기관 또는 認許可 機關이 定해져야 하며 그 機關에서는 제일 먼저 事業認許可 기준을 規格化하여 이러한 기준에 依據한 Presurvey/Audit를 반드시 實行하고 Deficiency/NCR이 있을 경우에는 이를 是正補完시킨 다음에야 許可發給이 되도록 제도적인 Licencing & Follow-up Devices의 實現이 急先題라고 생각한다.

4. 先進諸國의 NDE 研究開發組織

國際機構인 ISO/ICNDT TC-135의 Subcommittee와 美國의 ANSI를 代表하는 기구인 TAG(Technical Advisory Group)는 檢査기술, 規格 또는 技量制度 등을 相互交換심의회하여 先進國間의 기술적인 均衡과 補完을 圖謀하고 있다. 1983年 現在 ICNDT의 TC-135의 Subcommittee 委員 現況을 살펴보면 다음과 같다.

〈表1〉 ICDNT의 組織表

委員長	Prof. V. Klyuev	USSR
WG-1	連絡조정	USSR
SC-1	用語	France
SC-2	表面波	USSR
SC-3	音響法	USA
SC-4	電磁氣法	Bulgaria
SC-5	放射線法	Germany
SC-6	漏洩檢知法	France
SC-7	資格認定	Canada

上記한 ICNDT(國際非破壞會議)의 專門分科委員 組織을 根據로 ISO 조직에 해당하는 日本内の ISO 조직위원을 보면 다음과 같다.

〈表2〉 日本의 ISO 委員會 組織表

委員長	尾上 守夫(東大教授)
General 및 WG	井元 鑑二(明大教授)
TC-135/SC-1(用語)	井元 鑑二
SC-2(表面法)	宮川 一男(第三표준화小위원장)
SC-3(音響法)	高橋 茂(第二표준화小위원장)
SC-4(電磁氣法)	宮川 一男
SC-5(放射線法)	松山 格(第一표준화小위원장)
SC-6(漏洩檢知法)	宮川 一男
SC-7(資格認定)	丹羽 登(技量認定위원장)
TC-44/SC-5(熔接시험 및 검사)	大谷 清史(ABS)
其他	井元 鑑二

또 前述한 바와같이 비파괴검사의 通則 및 確認試驗을 一目瞭然한 方法으로 整理制定하기 위해서는 막대한 資料와 時間이 所要될 것으로 判斷하고 이러한 作業을 推進하고자 JWN을 設立하여 各種검사기술의 기준 및 기량인정에 따르는 諸般計劃과 檢討를 擔當하게 하고 있다.

이러한 共同作業의 結果를 設計側面에서 고려해 볼때 構造物의 重要도에 따른 要求値에 符合되는 試驗技量を 定할 수가 있으며 欠陥檢出

의 確率을 높일 수가 있는데 이는 곧 欠陥의 評價時 精密을 기대할 수 있는 結果를 誘導하여 設計基準의 設定이 容易하여진다고 日本人들은 보고 있다.

그리고 美國에서는 ASTM E543-80 Ed. "Standard Practices for Determining the Qualification of NDT Agencies"를 制定發刊하여 美國内に 散在하는 모든 NDT 施設은 最小限 이 規格基準에 符合되도록 要求하고 있다.

또 日本에서는 가장 權威가 있는 日本熔接協會에서 WES 8701(非破壞業者 分類規格)을 制定實施하고 있으며 本 規格中에서 技術人力에 對한 것은 NDIS 0601(試驗技術者 資格規格; 日本 非破壞學會)을 따르도록 指定하고 있다.

WES 8701의 기준에 보면 日本内 全體 비파괴會社를 A, B, C, 및 D級으로 分類하여 該當等級의 分類認定證書를 發行하는 方式을 채택하여 검사業者의 기술수준 向上을 要求하고 있다.

5. 우리의 國産化 方案

日本이 過法 30餘年에 걸쳐 體得한 原子力 分野 검사기술의 國産化 行蹟을 銳意 살펴 볼때 日本은 美國의 SwRI 또는 Westinghouse와 기술提携하여 美國의 검사制度의 組織운영을 綿密히 調査하고 빠른 속도로 日本化시키는데 成功했다. 模倣이라 해도 正確한 狀況을 把握한 模倣은 科學의 一面이라고 日本 明治大의 井元教授는 筆者에게 누차 강조한 바 있다.

우리가 先進國의 技術을 模倣하려면 干先 相對國의 검사기술에 關한 精通한 情報를 入手한 後 이들 기술자료를 正確하게 消化하고 整理할 수 있는 能力이 있어야 한다고 본다.

우리도 原子力 分野에 NDE를 도입한지가 10여년이 지났다. 그간 우리 NDE 기술자들도 美國의 Westinghouse, Bechtel, SwRI, 英

國의 GEC, 캐나다의 AECL, RPC, 日本의三菱, 프랑스의 Framatome 等 外國 기술試驗員과 接觸 내지는 合同으로 作業을 遂行한 바 있고 앞으로 外國 기술會社들이 原子力 發電設備, 核燃料加工, 핵연료濃縮, 폐기물처리 및 연료저장시설에 계속 參與할 것으로 豫想된다.

따라서 우리도 이러한 推勢에 符合되는 人力開發과 訓練計劃이 뒤따라야 하겠으며, 그것도 빨리 始作할수록 有效할 것이다. 그 이유는 간단하게 설명이 될수 있다.

NDE 分野에서 Junior라 함은 經驗이 3年以上, Senior라 함은 經驗이 5年以上된 者를 말하는데 이는 6年生 以下는 藥材로 使用못한다는 藥用人蔘의 경우와 꼭 같다. 즉, 經驗年數가 5年以上이 되어야 現場에서 Senior Engineer 또는 Senior Technician으로서 活用될 수 있기 때문이다. QA Engineer가 되려면 Design Spec., Code & Std., Welding, Metallurgy, Material & NDE에 關한 一定한 知識이 있는 者로서 Fabrication/Installation 經驗이 있어야 하고 또 어떠한 경우에 對備하여 外國語를 驅使할 能力이 있어야 한다고 본다.

上記한 內容과 같은 組織的인 作業을 하려면 日本의 JWN이나 美國의 TAG와 같은 기구를 模倣하더라도 早速히 우리나라대로의 기구를 活性化하여야 하는데 干先 KSRI를 中心으로 KAERI, KIMM, KSNT, KSW, KSME 等이 協力하여 人員需給 判斷 및 이에 準한 技術別, 等級別 訓練과 教育을 實施하는 것만이 幸福한 未來社會를 約束할 수 있는 途徑이라 하겠다. 勿論 財政的인 支援이 可能하다면, 外國에서와 같은 훌륭한 검사기술 專門教育施設을 設立할 수도 있고 外國검사機關으로 파견교육을 依托할 수도 있겠다.

政府次元에서의 支援또는 啓導없이 專門用役 業體 自力으로 이 어려운 尖端기술을 傳受받고

開發한다는 것은 無理가 따를 것으로 본다. 그래도 마음에 여유가 있다면 過去 10餘年에 걸쳐 國內外 現場에서 大過없이 原子力시설의 製造 및 建設을 치루어 왔으며 특히 3號機에서는 A/E社인 AECL의 推薦으로 RPC社와 提携하여 PSI를 成功的으로 完了하였던 點이라든가, SwRI의 協力을 받은 KAERI의 主導下에 古里 1號機에 對한 ISI를 無難히 遂行한 實例로 미루어 볼때 우리 技術陣도 政府次元 또는 權威있는 民間團體의 適切한 지도와 지원만 保障된다면 原子力 및 防産分野에서의 NDE 기술에 對한 國産化는 가까운 時日 內에 達成될 수 있으리라고 判斷한다.

6. 結 論

現 時點에서 가늠하여 볼때 우리의 NDE 기술은 外國에서와 같은 政府次元 또는 權威있는 公共團體로 부터의 評價 및 指導를 받지 못하고 研究所의 NDE Lab, 私企業의 In-house Lab 또는 個人 專門業體 別로 자기나름대로의 能力 範圍 內에서 高度의 知識이 必要한 NDE를 現在의 水準으로 이끌어 온 것은 多幸한 事實이라고 본다.

그리고 이 分野에 從事하는 기술인원 中 26餘年 以上을 勤續한 사람이 全體 NDE 人員의 12%인 美國이나 30% 以上인 日本의 實態를 감안할때 우리도 長期的 眼目을 가지고 NDE技術開發에 必要한 各種技術規格 및 基準書를 制定하여 이 分野에 從事하는 사람들이 途中離脫 또는 轉業 等の 걱정없이 先進國 隊列에서 持續的인 研究活動을 할수 있도록 하는 制度的인 保障策이 뒷받침되어야 한다고 生覺한다.

끝으로, 多角的인 檢討와 協議 後 위와같은 事項들이 早速히 結實을 맺기를 바라며 꼭 實現되리라 믿어마지 않는다.