

프랑스의 原電標準化事業

Standardization of Nuclear Power Plants

Dominique Degot, Gérard Lebreton <FRAMATOME>

1. 序 論

프랑스는 1973년에 에너지의 外國 依存度を 낮추기 위해 原電國産化計劃에 着手하였으며, 原電技術의 自立化를 위해서 “標準化”를 推進하였다. 그 결과 現在의 原子力發電 現況을 보면 300MWe 1基, 900MWe 30基, 1,300MWe 18基 등 33基의 原電이 稼動中에 있으며, 900MWe 4基, 1,300MWe 18基, 1,450MWe 2基 등 24基의 原電이 建設中에 있다.

이러한 成功的인 原電標準化事業으로 石油, 石炭에 대한 莫大한 收入費用을 節減하였으며, 지난 10년간 電氣料을 適正한 水準으로 維持할 수 있었다.

프랑스 産業省의 發表에 의하면, 1992년의 電力生産費用을 1984.1.1基準 프랑으로 表示하면 kWh당 原子力은 0.227프랑, 石炭은 0.350프랑, 石油는 0.753프랑으로서 原子力이 石炭보다 1.5배, 石油보다 3배 정도 有利할 것으로 展望된다.

프랑스가 原電標準化計劃의 推進時 設定한 基本概念으로는

- (1) 單一爐型(PWR) 指向,
- (2) 發電所의 容量을 900, 1,300, 1,450MWe로 限定,

(3) 各 Series別로 가능한한 同一設計의 適用,

(4) 發電産業의 自給自足體制 構築 및 制限된 프랑스産業體만의 原電建設 參與 등이다.

그리고 標準化의 長點으로는

- (1) 設計改善 集中,
- (2) 安定속에서 計劃生産 可能,
- (3) 經驗蓄積 및 次號機에 즉각 反映 등이다.

2. 標準化의 目的

標準化의 主要目的은 品質向上, 建設工期 短縮, 經費節減을 도모하기 위한 것이다.

가. 品質向上

大規模의 標準化計劃 實施에 따라 設計, 研究, 試驗 및 運轉要員訓練 등에 重點的으로 財源을 支援할 수 있으며 製作, 建設, 運轉經驗을 加速的으로 習得할 수 있으므로 安全性의 向上을 위한 合理的인 投資와 品質向上을 이룩할 수 있다.

나. 建設工期短縮

標準化로 인한 建設工期 短縮의 效果는 다음과 같다.

- (1) 反復效果 및 設計業務量의 減少.
- (2) 標準化部門을 統合 檢討 및 첫 發電所 認

許可 과정중 발생한 問題點 解決策을 適用함으로써 認許可期間 短縮.

(3) 機器가 同一하므로 建設工期에 지장없이 破損 代替 可能.

(4) 첫호기 建設, 試驗, 運轉中 발생한 問題點 및 解決策의 즉각적 採擇 및 適用.

(5) 同一 作業, 試驗, 運轉 節次書를 使用함으로써 訓練期間短縮 등이다.

다. 經費節減

標準原電은 同一한 設計 및 統括契約이 가능하므로 經費가 節減되며 또한 建設工期短縮, 豫備部品の 互換性, 效果的인 運轉要員 訓練 및 補修作業 등으로 經費節減의 效果를 얻을 수 있다.

3. 標準化의 特性

프랑스는 여러형태의 原子爐를 比較, 實驗한後 PWR을 標準原電의 爐型으로 채택하였으며, 대부분의 敷地條件에 적합하도록 설계하였다. 標準化는 技術의 凍結을 의미하지 않으며, 發展하는 技術을 계속적으로 導入하지 않고 間歇의으로 採擇하는 "Series" 形態로서 各 Series는 그 以前의 經驗과 發展된 最新의 技術을 反映하는 것이다.

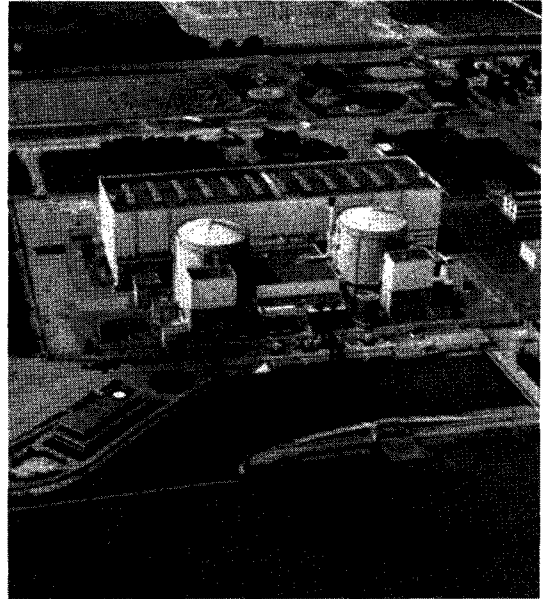
가. CP 1 Series(900MWe)

쌍둥이 發電所 概念으로 1970년에 Fessenheim 發電所를 起點으로 初期 6基를 建設하였다. 이를 土臺로 CP 1 型은 1974년부터 시작되었으며 單一原子爐 格納建物, 3루프이며, 터빈건물은 原子爐建物에 接線方向이고 1HP, 3LP터빈으로 이루어져 있으며, 18基가 있다.

나. CP 2 Series(900MWe)

CP 2 型은 CP 1 型과 原子爐部門은 同一하고, 터빈飛散物에 대한 위험을 減少하기 위해 터빈建物이 원자로건물의 放射上으로 놓여 있다. 1HP, 2LP터빈으로 구성되며, 10基가 있다.

다. P 4, P'4 Series(1,300MWe)



1,300MWe標準發電所는 1976년부터 시작되었으며, 라이너없는 2重格納建物로서 4루프이며 1HP, 3LP터빈으로 구성된다. P4는 8基, P'4는 12基가 있으며 P'4 型은 技術的으로 同一하나, 構造物의 最適化를 위해 건물크기가 減少된 것임.

라. N 4 Series(1,450MWe)

1,450MWe標準發電所는 近來에 開發된 것으로서, 單位投資費用을 節減하고 安全性 向上을 위해 프랑스가 獨自的으로 開發하였으며, P 4 型에 비해 蒸氣發生器, 冷却材펌프, 터빈의 形態를 變更하고 核燃料集合體의 數를 약간 增加하였다.

마. 最新 標準 3루프發電所

蓄積된 經驗과 進歩된 技術을 利用한 1,000MWe級 輸出用 原電으로 改善事項에 대한 試驗을 成功的으로 끝마쳤다.

4. 標準化의 內容 및 範圍

標準化의 範圍는 原子爐關聯部門과 터빈건물을 포함한 發電所 全部門이며, 敷地特性과 관련된 取排水設備, 펌프室 및 冷却水系統 등을

제외하고 各 標準型 系列마다 流體系統, 計測 制御系統, 機資材, 建物の 構造 및 各 建物の 配置에 이르기까지 同一設計를 指向하고 있다.

5. 標準化關聯組織

프랑스 原電標準化에 參與한 組織은 다음과 같다.

가. 關聯 政府機關은 全般的인 原子力計劃을 調整하고 安全을 保證한다.

나. 原子力에너지委員會인 CEA는 核燃料週期調節, 研究開發, 安全規制機關에 技術支援 役割을 擔當한다.

다. 프랑스電力公社인 EDF는 電力會社, 主 契約者 및 發電所의 運轉을 遂行하며, 프랑스 全域에 걸쳐 120,000명이 基本研究에서 配電業務에 이르기까지 發電所의 設計, 建設, 運轉 및 送配電 業務를 擔當하고 있다.

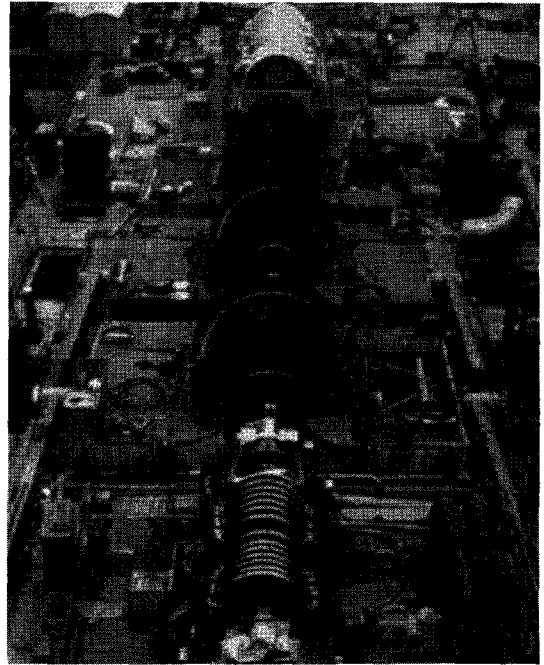
라. 主要産業體로서 原子爐 關聯部品 製作會社인 Framatome社와 터빈 및 一般機器 供給會社인 Alstom-Atlantique社가 있으며, EDF와 Framatome社의 共同 子會社인 Sofinel이 輸出用 PWR의 A/E業務를 遂行하고 있다.

6. 標準化와 規制의 相關關係

規制基準은 (1) 法令, 命令 및 行政措置, (2) 安全規制機關이 發行한 基本安全規則으로 構成되며, 같은 Series의 原電 安全性報告書는 標準화된 部門 및 敷地特性에 關聯部門으로 나누어 提出함으로써 標準化部門에 대한 認許可節次를 크게 감소시켰다.

7. 結論과 展望

프랑스는 현재 建設中인 原電이 모두 稼動된다면 總電力의 75%를 原電이 차지하게 되고, Series別 建設方式으로 體系的인 事故分析 및 適用을 效率的으로 하여 다음과 같은 標準化의 效果를 얻었다.



가. 900MWe原電의 建設工期가 처음 75~80 個月에서 60個月로 減少되었으며,

나. 計劃 核燃料裝填 및 補修作業 期間이 70 日에서 1984년에는 平均 43日로 減少되었고,

다. 運轉員의 被曝量을 로보트 使用 增加 등으로 1년에 平均 200~250만렘 線量으로 減少 하였으며(美國 700만렘, 日本 500만렘 정도),

라. 利用率을 向上시켜 1984년에 平均 83%를 이룩하였다(900MW級 世界平均은 74% 정도).

結論的으로 프랑스가 N4의 1,450MWe級 原電計劃에 이르기까지의 標準化 經驗은 原子爐 型의 PWR選定, 同一 發電所 크기, 參與業體의 制限 등으로 建設工期의 短縮, 經費節減, 發電 産業의 自給自足體制 構築 등 여러가지 利點을 낳았으며, 原電을 繼續 建設하려는 國家는 이와 같은 프랑스 標準化의 利點을 注視하여야 하며, 標準化를 遂行하는 效果의인 방법은 프랑스와 같이 經驗이 있는 國家와의 紐帶關係를 通해서 이루어질 수 있을 것이다.