

조선의 高速增殖爐 開發展望과 現況

(Status and Prospective for Fast Breeder
Reactor Developmant in the USSR)

N. Krasnoyarov

소련의 高速增殖爐 開發展望과 現況
(Status and Prospective for Fast Breeder
Reactor Developmant in the USSR)

N. Krasnoyaro v

에너지 消耗量은 莫存 自然에너지 資源量을 評價하는데 매우 重要한 意味를 갖기 때문에 우리 소련人은 核燃料과 原子力에너지에 對해 많은 希望을 걸고 있는 바이다.

우리 소련은 化石燃料資源이 대단히 豊富하며 水力資源은 現在까지 모자라 본 적이 없을 程度로 莫大한 資源을 保有하고 있지만 地域的인 에너지 分布가 매우 不均一하여 에너지 消耗가 많은 人口 稠密地域은 에너지 資源 分布量이 매우 적어, 우리 소련은 오래 前에 原子力發電所 開發을 着手, 지난 해에는 Kolskaya, Leningradskaya, Armenian, Chernobilskaya 等의 發電所가 建設 成攻的으로 連轉되고 있다. 또한 새 發電所 建設計劃에 따라 一部 建設中인 發電所도 있으며, 소련의 유럽과 인접 地域은 現在 急進的으로 原子力에너지 開發計劃이 樹立되어 關係 科學者와 該當 Engineer 들이 本 原子力發電所 建設에 몰두하고 있다.

高速增殖爐는 原子爐 中の 種아 格으로서 여러분노 잘 알고 계시다시피 熱中性子爐 보다 利用度가 數拾 倍로 높아 Raw Material Resource의 높은 利用度를 갖고 있다. 이로인해, 現在 Sodium 冷却材 高速增殖爐가 가장 많이 開發되어 왔는데 이 分

野에서 成攻的인 段階에 들어선 나라들 中에 勿論 日本이 포함되
며 本人은 JOYO 実験炉가 成攻的으로 建設, 運轉되고 있는데 對해
日本의 關聯 技術陳에 眞心으로 祝賀를 보낸다.

쏘련의 高速增殖炉 開發 歷史를 돌이켜 볼 때, 1955 年에 臨界
에 到達한 BR-1을 비롯, 1956 年에는 BR-2, 100 kw 容량의 Pu 核
燃料을 使用한 高速增殖炉가 臨界에 到達하여 勿論 우리 人類에게
高速中性子에 依한 核分裂反應을 制御할 수 있는 可能性을 提示하
여 주었고 核燃料 增殖을 實驗的으로 立証하였다. 그 當時 埋論
的인 計算과 實驗的인 研究는

- 세라믹형 核燃料

- Sodium 冷却材 使用

等의 將來의 動力炉를 爲한 基礎를 形成하는 役割을 했었다.

그 以後 지금부터 20 年前인 1958 年엔 Moscow 근방 Obniak
에 PuO₂ 核燃料을 使用 Sodium 冷却 高速增殖炉인 BR-5 를
建設 臨界에 到達했는데 불과 熱出力이 5MW 에 불과한 原子炉였지
만 出力密度가 리터당 500 kw 即 500 kw/l Sodium 出口湿度가
섭씨 500° 에 達해 오늘날의 高速增殖炉에 보다 近接된 아래와
같은 設計諸元를 提示하였었고 本 原子炉는 後日 出力增加를 爲해
1971 年과 1973 年사이, 設備 增設을 爲해 再建設되었었다. 即 ;

- 核燃料 試驗 (Fuel Testing)

- Sodium 의 오염 및 分裂反應에 關한 經驗

- Failed fuel 集合體의 檢出方法과 技術

- Failed Fuel이 製換된 狀態에서의 運轉에 關한 經驗
 - Loop內 生成된 放射性物質의 性質 및 設備 淨和過程 等
- 그 다음 熱出力 60 MW Sodium 冷却材 使用 BOR-60 高速增
殖爐가 Middle Volga地域의 Dimitrovgrad에 建設되어 1969年
에 臨界에 到達되었는데 이때 이미 原子力發電所에 3重回路를 構
成하여 高濕의 Sodium 出口濕度(섭씨 560°)와 높은 出力密度
(1100 kw / ℓ : 500 W / cm) 그리고 最大燃焼度 10%가 可能했었
다. 300個 核燃料 集合体 中 200個 以上の 集合体가 10%
以上の 集合体가 10%以上 燃焼를 한것으로 나타났고 그 中 最
高 17%燃焼를 보인것도 있었다. 또한 Serpentine type의
30MW容量 蒸氣發生器 1台는 18,000時間동안 아무런 장애없이
試驗 完了되었고 체코에서 만들어진 다른 Modular Type의 蒸氣發
生器 역시 20,000時間동안 잘 運轉되었었다. 그러나 運轉期間中
一部 特定部分엔 安全(Safety) 問題가 대두되기도 했다. 即,
- Sodium과 물과의 反應 그리고 Sodium과 空氣와의 反應
 - 原子爐 過度현상 및 1次系統의 核分裂物質 生成에 關한 性
質
 - 中性子 照射로 因한 材質의 性質 等の 問題점이 대두,

BOR-60과 同時에, 規模가 큰 高速增殖爐인 BN-350이 建設되었
는데 이 原子爐는 Gaspian 海邊의 Shevchenko 에 세워져 1973
年과 1975年 사이에 熱出力 300MW 程度의 電力生産은 勿論 海
水에서 탈염水生産도 했었다. 1976年3月 以後부터 現在까지

650 MW 程度로 繼續 運轉되고 있으며 이는 高統增殖炉界에서는 세계 最高의 出力을 갖는 原子炉이기도 하다.

電氣出力은 120 MW이며 一日 70,000 ㎥의 工業用水(fresh Water)가 必要로 하며 90% 程度의 稼働性을 所持한 原子炉다. 蒸氣發生器 1 台는 이미 35,000 時間 運轉하여 왔고 初期運轉當時 故障을 일으킨 1 台의 다른 蒸氣發生器는 修理한 後에야 제 機能을 발휘할 수 있었다.

그외의 設備과 機器들에 對해서는 매우 만족할 수 있을 程度로 完全함이 實驗으로 確認되었다. 放射線 問題 역시 正常 및 過渡 狀態 共히 一日 氣體廢棄物 0.5 Ku 에어로졸 廢棄物 10^{-5} Ku 程度로 매우 만족할만 하고 Schevchanko 都市는 脫鹽水處理工場 으로부터 工業用水를 完全 供給받을 수 있을 뿐 아니라 海邊의 砂漠性 地域인 Schevchenko 는 이 脫鹽水工場에서 供給되는 물로 여느 現代式 都市와 같이 늘푸른 現代都市로 가꾸어져 있다.

Loop 型 高速增殖炉가 있는데 이는 vessel 의 熱이 여러箇의 管을 통하여 傳達되는데 日本의 "Joyo" 와 "Monju" 가 Loop type 原子炉이며 대부분의 專門家들은 Pool type 의 原子炉가 보다 더 小型化될 수 있고 또한 보다 經濟적이고 安全한 것으로 내다본다. 프랑스의 "Phenix" 영국 "PFR" 들은 Pool type 이며 朝鮮에서도 Pool type 인 BN-600 高速增殖炉를 Urals 의 Beloyarskaya 原子力發電所에 建設中에 있다. 이 原子炉는 BN-350 과 比較해 보면 매우 발전한 것으로 電氣出力 600 MW 이며

높은 蒸氣湿度와 10% 燃焼度を 갖도록 設計되었고 BN-350 에서 經驗한 나 있는 Sodium 과 물과의 反應을 보다 완벽하게 制御할 수 있도록 制御系統을 改善시켰는데 現在 建設 進拓事項을 살펴보면 아래와 같고 1979年 竣工豫定으로 되어있다.

- 主 容器 그리고 非常用 容器 (Vessel) 용접 및 試驗 完了
- 支持 belt와 차폐施設 設置 完了
- 2次系 펌프와 關聯 配管工事 및 補助 Sodium系統 設置 完了
- 電源 및 制御系 Cable 포설中
- 熱交換器와 蒸氣發生器 製作中

이 原子炉의 試運轉이 完了되면, 朝鮮은 서로 type이 다른 2個種의 高速增殖炉를 建設 運轉하는 經驗을 갖게 되며 이 2個種의 原子炉가 將素의 상업발전로에 대한 준비단계가 된다. 勿論 1件이 完了된 後에는 다음 段階에 關한 많은 決定事項들이 대두 되겠지만 設計者들이나 專門家들은 보다 새로운 다음 段階를 現在 準備中이다. 이와 같은 作業 (Job)이 이미 지난해 이루어졌고 炉心決定, 熱量計算表 (Thermal Flowsheet), 그리고 熱蒸氣計器 (Steam Parameter) 등에 對한 最適의 決定이 이루어 질 것으로 생각된다.

高速增殖炉 開發計劃의 다음 設計는 BN-1600이 될 것이고 이것은 正味電氣出力이 800 MW級이 使用될 것인데 이 역시 Pool type으로서 BN-600과 많은 部分이 유사한 設計諸元을

가지게 될 것이다.

1980년에 BN-1600 建設을 始作할 計劃으로서 BN-350, BN-600을 보다 많이 改善한 原子炉로서 다음 段階 도전에 實質的인 決定事項이 조속히 이루어 질 것으로 豫想되는바 이는 朝鮮 國民을 爲해 高速增殖炉를 開發하는 朝鮮 科學者와 技術者의 目標이다. 끝.