

高速爐의 設計開發 現況

開發費低減으로의 努力

◇ 概 要 ◇

최근 增殖爐(FBR)의 디자인이 재검토되고 강조되고 있는 것은 商業爐로서의 가격경쟁에서 우위를 차지할 수 있는 유일한 길이기 때문이라는 견해가 강하다. 이는 우리나라의 공급이 안정되고 앞으로 수년동안은 수요에 충분한 물량이 확보되었기 때문에 FBR의 開發에 큰 영향력을 행사하지 못하나 한편으로는 경제적인 면에서 商業爐를 재조명하여 상업적인 매력을 原子爐의 디자인에 두고 있기 때문이다.

核燃料사이클費의 감소는 실제 燃料의 高燃燒度化를 달성하고 爐의 長壽命化를 이룩하는 것이었으나 디자이너들에게 가장 중요한 시도는 基本資本費를 낮추어 이를 미래의 디자인 활성화에 기여하는 것이라고 최근의 한 보고서는 밝히고 있다.

대체적으로 유럽의 각 建設業體들은 商業用 FBR이 LWR보다 70%가량 저렴한 비용으로서 運轉이 가능하다고 평가하고 있으나, 전체경비는 LWR의 1.2배정도가 될 것으로 예측하고 있다. 최근 건설된 商業스케일의 原型爐인 SPX-1의 경우 프랑스의 1300MWe급 標準PWR보다 kW당 약 2.5배정도가 비싸며, kWh당 단가는 石炭과 石油(PWR의 2배)의 發電單價 사이가 되리라는 추측이다(그림1).

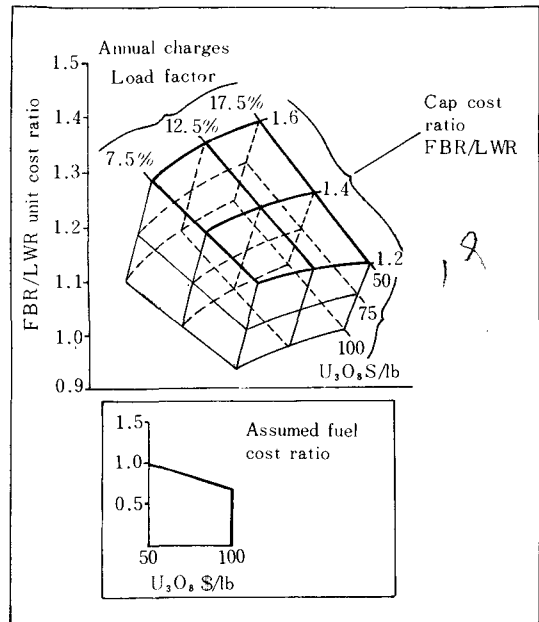
한편 유럽각국은 SPX-1을 잇는 FBR開發의 實證프로그램의 일환으로서 商業的 實證爐인 프랑스의 SPX-2, 獨日의 SNR-2 그리고 英國의 CDFR의 開發에 각각 참여하여 긴밀한 협조가 이루어지고 있다(그림2). 그러나 SPX-1의 後

續FBR이 될 SPX-2나 SNR-2의 경우 長期化 될 가능성이 많아 SPX-1의 계승이 쉽지 않음을 보여주고 있다. 그럼에도 불구하고 各國은 공통문제인 建設비용의 저감을 위해 FBR을 개발중인 國家나 세계각국 모두 노력을 아끼지 않고 있으며 이는 美國과 日本도 마찬가지이다.

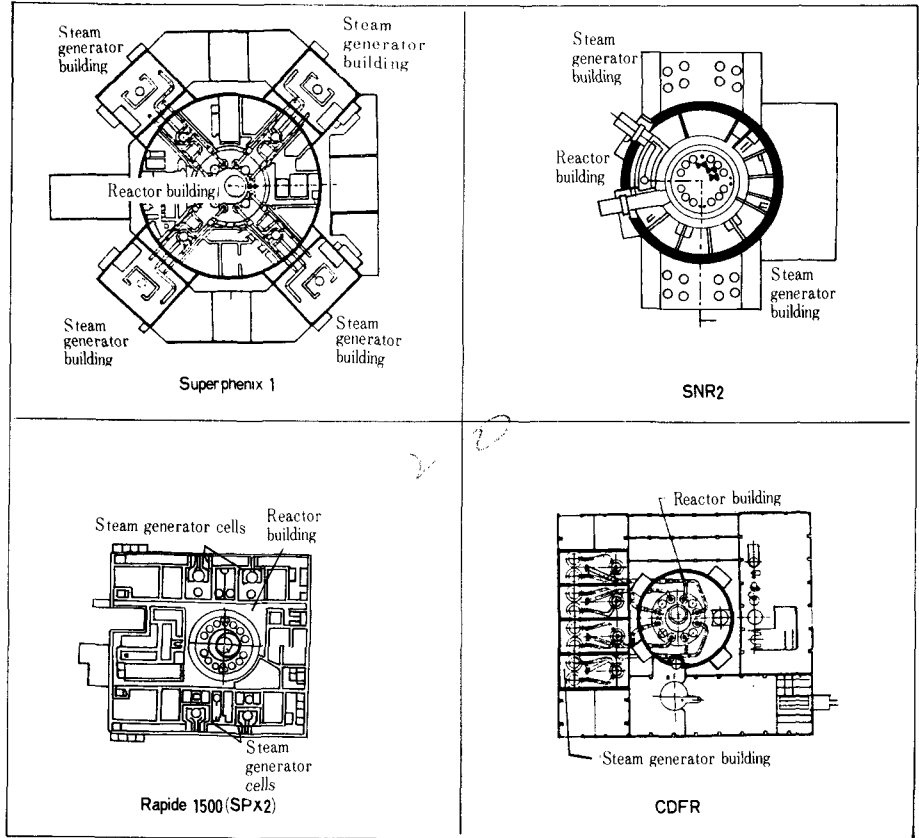
現在 FBR의 개발과제로 研究되고 있는 분야는 다음과 같다.

- 시스템과 構成物 및 構造를 單純化한다.
- 發電所의 安全과 관계되는 시스템을 最小化한다.
- 固有의 安全性과 능동적인 安全시스템을 적극 활용한다.

〈그림 1〉 The factors affecting FBR costs



〈그림 2〉 Reactor layouts for the various European designs of commercial scale FBR



- 파이프의 量을 감소시킨다.
- 각종 構成物을 컴팩트하게 하여 原電의 전체 크기를 最小化한다.
- 계속적인 假想事故에도 견딜 수 있는 發電所建物보다 자주 발생하는 여러 事故를 미연에 방지할 수 있는 安全性을 확립한다.
- 여러 假想事故에 대해 安全하다는 것을 입증하는 것 등이다.

◇ Core 事故 ◇

최근 유럽의 디자이너들이 FBR의 디자인을 단순화시키고 가격을 낮추는데 적극 참여할 수 있게 된 것은 발생할 가능성이 전혀없는 소위 HCDA(Hypothetical Whole Core Disruptive Accident)라고 불리는 爐心 전체가 파괴되는 假想事故를 고려하면서 부터이나 HCDA가 포함

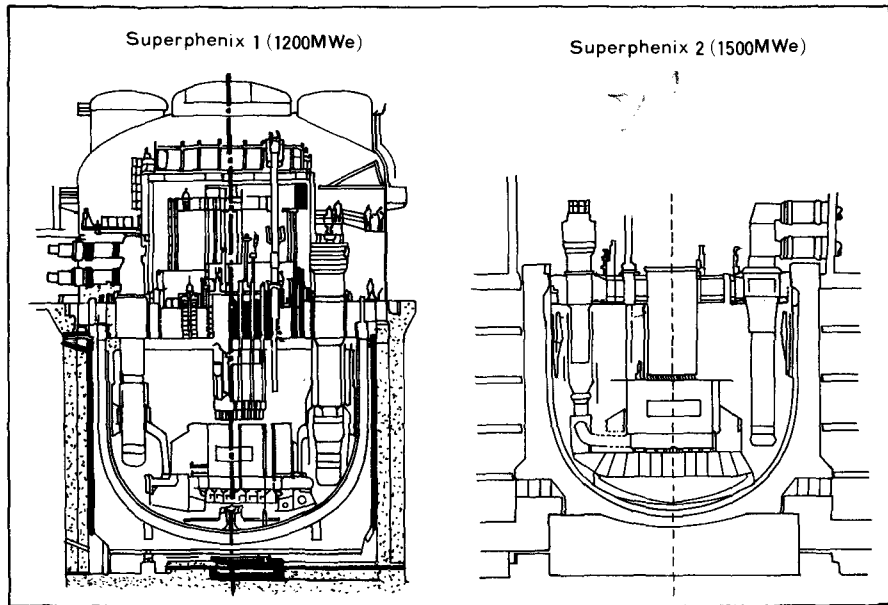
된 기계적인 메카니즘을 이해하면서 부터 그러한 막대한 양의 기계적인 에너지가 방출될 수 없다는 결론에 도달해 最近 核燃料 裝填準備를 끝낸 獨田의 FBR인 SNR 300에서는 적용시킨 않았으나 爐의 디자인에는 이 事故를 염두에 두고 設計가 이루어졌다고 한다.

한편 SPX-1의 경우는 HCDA가 爐의 디자인에 많은 영향을 끼쳤으나 유럽에서는 더이상 적용시키지 않고 있다. 게다가 商業的 實證플랜트의 지속적인 발달로 말미암아 HCDA는 더이상 기본설계자료로서 활용되지 못하고 있다.

◇ SPX-1에서 SPX-2로의 進展 ◇

유럽에서 아직까진 제일 많은 진전을 이룬 SPX-2는 디자인베이스에서 HCDA를 제외한 새로운 安全性의 基準을 '83년 9월 EDF가 발표

〈그림 3〉 SPX1 and SPX2 reactor blocks compared



〈表 1〉Materials comparison of SPX1 and SPX2

| Component | Materials needed(t/MWe) | | |
|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | SPX 1 | SPX 2 1982 design | SPX 2 1984 design |
| Reactor | 1 | 0.54 | 0.52 |
| Fuel handling and storage | 1 | 0.41 | 0.21 |
| Intermediate circuits and auxiliaries | 1 | 0.55 | 0.55 |
| Main sodium pumps | 1 | 0.45 | 0.44 |
| Heat exchangers (IHxs and SGs) | 1 | 0.92 | 0.80 |

하였다.

SPX-2의 뚜렷한 진전중의 하나는 SPX-1보다 약 20%가량의 가격을 낮출 수 있게 연구되고 있다는 것이다. 이 내용에는 ① 직사각형의 原子爐建物보다는 실린더형을 채택하고, ② 증기발생기를 原子爐建物에서 분리시키며, ③ 主壓力容器的 크기를 21m에서 20m로 줄이는 등 SPX-1의 1200MWe보다 小型化시키면서 용량은 1500MWe를 유지하는 것 등인데 이것 이외에도 1차펌프의 직경을 작게 하는 것, 核燃料調整

機器의 수정사항 등이 이미 완료되었다. 또한 SPX-2의 가격을 낮추는데 결정적인 기여를 할 수 있다고 판단된 스테인레스 스틸파이프의 길이를 SPX-1의 1,200m에서 800m 정도로 대폭 줄였으며 그 외

- 증기냉각기에 의해 수행되었던 잔열제거시스템을 단순화시켜 전체적으로 독립적인 순환 회로를 채택,

- SPX-1에 적합하지 않았던 상부돔의 제거,

- 지붕의 구조개선,

- 使用後核燃料의 임시저장소를 主容器內에서 독립된 建物로 분리해서 저장,

- 爐心을 지지하는 構造物의 改良,

- 터빈제너레이터를 하나만 사용하여 터빈建物の 크기를 축소,

- 지진에 대비해 탄력을 가진 받침대를 이용하여 건설을 단순화한 것 등이다.

전체적으로 SPX-1에 비해 감량된 부분을 表 1에 나타냈다.

◇ SNR의 開發 現況 ◇

SPX-2와 함께 유럽의 實證FBR인 SNR-2는

1970년대 중반부터 西獨에서 기본설계를 시작하여 지난 '83년말에 기초설계를 끝마쳤다.

이 研究는 프랑스, 이탈리아와 함께 추진되고 있는데 SNR-2의 세부설계는 Ansaldo社, Novatome社, Interatom社가 맡아 ESK그룹의 감독하에 이루어지고 있으나 獨日은 CEGB가 發電會社편에서 NNC가 공급자의 측에서 각각 합류될 수 있기를 희망하고 있어 비록 기본적인 설계는 SPX-1을 따랐지만 SPX-2가 코스트다운을 위해 노력한 만큼의 코스트다운을 위해 NSSS部分과 安全性部分에서 노력하고 있으며, 獨日의 다른 LWR보다 낮은 코스트로 운전될 수 있도록 하고 다음 사항들을 중점적으로 研究中에 있다.

○증기와 물의 순환에서 열을 제거하는 과정

의 경우 安全性보다 각 구조물의 상호보완관계 유지(실제 증기와 물의 순환은 정상시의 爐정지에서 잔열제거에 크게 유효하지 못하다).

○비상시 적극적인 잔열제거시스템을 도입하여 安全性을 지키는 문제(실제 主容器에서4개의 immersed cooler들은 잔열을 제거하도록 되어 있으며 이들 4개의 냉각기들은 100m높이에서 자연순환되는 소듐루프와 연결되어 있다. 또 이들은 필요에 의해 수동으로 조작가능하다).

○지진 및 비행기 추락사고에 대한 전체 시스템의 크기를 줄이는 문제.

○그의 부대시설을 위한 여분의 건물을 축소토록하는 研究가 진행되고 있으며, 使用後核燃料의 저장장소에 대해서도 研究가 이루어지고 있다고 한다.

放射線利用의 새로운 試圖

— 하이테크技術의 開發 —

I. 放射線 하이테크研究

日本の 放射線 하이테크研究는 原研高崎研究所에서 검토, 추진되고 있는 陽子加速에너지 9만전자볼트의 高에너지이온照射裝置를 중심으로 하는 각종의 이온照射設備를 사용해서 물질 및 재료, 정보·전자, 바이오기술의 연구개발을 목표로 한 研究로서 이 研究所에서는 20여년에 걸쳐 감마선이나 전자선을 사용하는 방사선이용의 연구개발을 수행하여 많은 성과를 올려왔으며, 지난 1983년부터는 照射利用開發室을 설치하여 산업계에서 진전을 보이고 있는 방사선이용이나 산업계의 요구에 대응하는 연구가 추진되고 있다. 또한 최근들어 이온비임의 이용은 기초물리학의 연구에서 각종의 첨단과학기술

개발에 加速電壓 20만볼트정도의 이온비임을 이용하여 半導體 製造分野까지 그 범위를 넓히고 있다.

II. Ion beam의 特徵

감마線, 電子線은 물질속을 통과할 때 核外電子와의 상호작용에 의해 電離·勵起를 일으킨다. 이때 이온비임은 核外電子의 原子核과의 충돌에 의해 에너지를 상실한다. 이 에너지차가 이온비임이 물질에 미치는 효과로서 高密度의 에너지부여, 탄성충돌에 의한 구성원자의 變位, 물질의 注入 등이 이루어진다.

이온비임은 우주공간이나 원자력분야 즉 핵융합로에서 존재하는 放射線으로 이들 尖端分