

日本

高速 増殖爐 「MONJU」 着工

建設費 130億엔, 1990年 商業化

“꿈의 原子爐”實現으로 — 일본은 내년도 원자력에산 정부안에서 원형로 「MONJU(文珠)」건설비로서 130億円이 計上되므로써 일본의 FBR 개발은 1990年代의 商業化에 크게 전진하게 되었다.

石油情勢의 앞날에 큰 어려운 구름이 가로막고 있는 현재인 만큼 일본정부의 「MONJU」의 건설=FBR 실용化 路線은 일본의 에너지 위기 완화에 성공할 수 있는지 어떠한 큰 열쇠의 하나를 잡게 될 것 같다. 이 「MONJU」는 어떠한 爐이며 그 立地計劃, 등 着工을 앞둔 「MONJU」計劃을 알아 보기로 한다.

우라늄有效利用에
威力을 發揮

지금, 일본에서 운전되고 있는 원자로는 거의가 輕水爐인데 그 주되는 연료는 우라늄235이다. 그러나 천연에서의 우라늄광석중 우라늄 235는 불과 0.7%에 불과하며 나머지 99.3%는 불타지 않는 우라늄 238이다.

이로 인해 輕水爐 만으로서는 원자력발전의 利點을 充分히 살릴 수가 없으며 石油와 마찬가지로 얼마까지 않아서 우라늄은 다 케고 말것이다.

이에 대해서 고속증식로는 이 타지 않는 우라늄238도 이용의 射程內에 두므로써 우라늄의 효율이용을 비약적으로 높일수가 있는것이 최대의 매리트이다. 이 때문에 爐를 움직이면 움직일수록 연료가 더 많이 爐속에서 생산되는 것이다. 이것이 “꿈의 원자로”라고 불리는 이유이다.

이 “현재의 요술쟁이”의 씨앗은 “중성자의 2개의 작용”에 의한 것이다. 核分裂에 의해서 생기는 중성자는 원래 대단히 빠른 속도를 가지고

있는데 우라늄 235는 느린 속도의 中性子(熱中性子)에 의해서 핵분열이 더 잘되므로 輕水爐에서는 減速材를 사용해서 일부러 중성자의 스피이드를 늦추어서 사용하는 것이다.

그런데 이와같은 방법으로서서는 中性子가 헛되게 감속도중에 없어지는 것이 대단히 많다. 이에 대해 고속증식로에서는 중성자의 빠른 스피이드를 그대로 살려서 우라늄235나 프루토늄239에 충돌시켜서 핵분열반응을 일으키게 할 수 있는 것이 특색이다. 말하자면 고속증식로에서는 핵이 분열해서 튀어나오는 중성자中 한개는 원자로를 계속해서 움직이게 하는 불씨로서 사용하고 나머지 한 두개를 우라늄238에 충돌시켜 프루토늄239로 轉換시켜 이것을 새로운 연료로서 사용하려는 것이다.

이를 위해 FBR의 개발은 “에너지革命”의 열쇠를 쥐는 存在로서 높은 기대가 걸려있다.

이와같은 FBR 개발에서 일본은 우선 연료나 재료의 照射시설로서 활용하는 實驗爐에 이어서 發電플랜트로서의 기능을 實証하기 위한 原型爐를 개발하여 1990년대 까지는 경제성을 실증하는 실증爐를 개발한다는 것이 基本戰略인 것이다. 이中에서 실험爐 「JOYO(常陽)」는 77년 4월에 臨界, FBR 발전계획에 크게 제일보를 더딘 것이었다. 이번에 예산이 확정된 原型爐「MONJU」는 이 「JOYO」와 장래의 商業爐의 中間에 해당하는 爐로서 이것으로서 일본은 FBR 實用化에 큰 스몐을 밟게 되는 것이다.

「MONJU」는 나트륨冷却의 高速中性子型원자로로서 소위 무울型이다. 전기 출력은 30万KW로서 완성하면 일본 최초의 “發電하는 FBR”가 된다.

「MONJU」의 發電시스템은 핵분열에 의해서 발생한 熱을 1차냉각系의 나트륨에 의해서 꺼집

어내고 中間熱交換器를 통해서 2 차의 냉각수에 전달하고 이 열에 의해서 증기터어빈을 회전시켜 발전하는 구조이다.

炉心은 198 体の 炉心연료집합체이고 그 내부에 배치되어 있는 19 体の 制御棒, 이들 주위를 둘러싼 172 体の 半径方向 블란켓 연료집합체, 그리고 316 体の 中性子차폐체 등으로서 구성된다. 이 炉心연료집합체는 프루토늄의 含有量의 비율에 따라 두종류로 나누며 농축도가 높은 연료집합체를 外側에 배치하여 出力의 平坦化를 도모하고 있다.

또, 炉心의 주위에는 3 層의 半径方向 블란켓 연료집합체를 배치하여 增殖比를 높이게 한 것도 하나의 특색이다. 中性子차폐체는 구조 部材으로의 중성자照射를 輕減시키는 역할을 하게 한다.

「MONJU」의 건설예정지점은 해안에 위치하는 부지 약 110 万平方미터이며 바닷가 가까이의 기초가 단단한 곳에 원자로 건물의 장소로 하며 약 9 万平方미터를 조성하기로 予定하고 있다. 부지조성이나 건물기초등의 掘削殘土 약 200 万立方미터는 주로 부지内 山쪽의 丘陵, 계곡部으로의 盛土나 護岸内의 埋立에 의해서 처리할 계획이라 한다.

荷物揚陸場 岸壁은 3 천톤級 선박이 접안되는 시설로 하고 방파제는 부지 전면의 護岸에서 약 300 미터 축조한다. 발전소 냉각水는 부지 전면 항만内의 커텐워울方式에 의한 深層取水이며 또 放水는 前面護岸위치에서 放水口에서 表層 放流한다.

원자로건물을 中心으로 하는 주요시설은 자연 환경으로의 영향을 최소한으로 되갚끔 分散配置는 피하고 集約시키는 배치이다. 또, 건물위치에 대해서는 보다 높은 耐震性을 만족시키기 위해 地質地盤의 조사결과로 부터 中央溪流 右岸側에서 남으로 뻗어 있는곳에 설치한다.

이와같은 발전소立地에 의한 溫排水영향에 대해서는 「高速增殖炉계획에 관한 자연환경 조사보고서」에서 「그 확산범위가 최대로 되는것은 冬期」라고 말한 다음 「이 경우의 바다표면 2 도

의 상승범위는 연안에 平行한 방향에서 1.8 키로미터, 연안에 직각인 방향에서는 1.2 키로미터」라고 지적하고 다시 海面下 1 미터에서의 2 도상승범위는 이보다 작아진다」고 예측하고 있다.

또, 이것이 어업에 대한 영향에 대해서는 「小型定置網中 放水口 예정지에 가장 가까운 것으로서는 참정어리등이 表層을 游泳하는 경우에 다소의 영향이 있을지 모른다」라고 하면서도 同海域에서의 主되는 어업이 되고있는 定置網, 刺網, 광주리, 단지등에 대해서는 「주로 中·低層에 생활하고 있는 어물이 대상이 되고 있기때문에 表層을 덮는 溫排水의 영향을 받는다고는 생각하지 않는다」라고 하고 있다.

높은 安全性을 確保한 設計構造

輕水炉에서는 냉각水를 300 도정도로 가열해서 운전하기 때문에 냉각계통에 100 氣壓 전후의 높은 壓力을 걸어서 물의 沸點을 올려야만 한다. 이에 대해서 「MONJU」에서는 냉각재에 常壓에서의 沸點이 약 880 도의 나트륨을 사용하므로서 냉각재온도가 500 도 정도의 운전상태에서도 냉각재의 沸騰을 억제하기 위해 加壓하지 않아도 OK 이다.

이로 인해서 나트륨이 万의 一 이라도 새어나오는 일이 있더라도 나트륨이 内壓에 의해서 급격히 噴出해서 炉心이 露出되는 일이 없는 것이 特色이다.

또 配管을 炉心보다 높은 위치에 배치하여 원자로容器보다 낮은 위치에 있는 펌프와 같은 機器에 대해서도 새어나온 나트륨을 받는 가아드 벡셀을 설치하므로서 원자로용기속의 液位를 除熱에 필요한 높이 이상으로 유지시킬 수가 있기 때문에 ECCS 는 필요로 하지 않는다.

그러나, 냉각재로서 사용되는 나트륨은 化學的으로 活性이므로 물이나 공기와의 접촉을 회피해야 하는 것은 不可欠한 일이다. 이를 위해 「MONJU」에서는 냉각재의 나트륨은 밀폐구조속에 넣고 나트륨의 液面은 不活性의 알곤가스로서 덮

어서 높은 안전성을 확보할 수 있게 되어있다.

또, 가령 증기발생기에서 나트륨과 물의 반응이 발생하더라도 2 차나트륨은 방사성이 아니기 때문에 방사성물질이 새어 나오는 일이 없으며 1 차나트륨으로의 영향도 없다는 万全의 体制이다. 또 방사성 1 차나트륨이 수증기系와 직접 인접하지 못하게 되어 있으며 中間열교환기에서 2 차계 나트륨의 压力을 다소 높임으로서 1 차나트륨이 2 차나트륨系에 들어가지 않도록 하여 방사성물질이 밖으로 새어 나가는 것을 방지하는 구조로 되어 있다.

이와같은 구조적인 안전성을 補完하는것이 多種多樣한 안전장치이다. 「MONJU」에는 원자로의 일부에 고장이 발생하더라도 全体로서는 안전하게 운전할 수 있는 체일·세이브 시스템, 異常時를 대비한 多重의 긴급정지 장치등이 완비되어 있다고 한다.

프랑스를 위시한 各國이 研究開發中

이란, 아프가니스탄等 中東정세가 긴장을 가중시키며 石油수급의 飢渴이 불가피한 현재, 「L-WR→FBR」의 기본로선은 90년대의 明暗을 전 세계의 공통과제이다. 이를 위해 세계각국은 이 “꿈의 원자로” 실현에 선구자를 목표로 삼아 격심한 메트 히이트를 피고 있다.

현재로서는 틈을 獨走하고 있는것은 프랑스이다. 프랑스는 스타트에서 一貫된 自主開發路線을 걸어 왔으며 1967년에 實驗爐「라프소디」1973년에 原型爐「페닉스」가 각각 臨界했으며 지금은 이들 이외에도 出力 120万KW의 「슈퍼 페닉스」의 건설이 1983년 臨界를 向해 急뺏치로서 진행되고 있다.

“FBR 無期延期” 政策으로 나서고 있는 미국도 연구개발面에서는 적극자세이다. “FBR GO” 싸인으로 向해 만전의 자세를 정비하고 있다. EBR-I, II, 엔리코·펠미爐, SEFOR 등의 實驗爐를 계속해서 건설해 왔고 금년에는 實驗爐 F-FTF가 臨界할 예정이다.

서독은 1977년에 實驗爐 KNK-II가 臨界를 맞이 하였으며 原型爐 SNR-300을 벨기에와 베넬란

드와의 共同으로 1982년의 臨界를 목표로 건설中이다. 이것에 계속할 大型爐로서 出力130만KW 級의 SNR-2계획을 前途에 두고 있다.

소련에서도 1969년에 實驗爐 BOR-50, 1972년에 원형로 BN-350이 각각 臨界, 大型原型爐 BN-600도 1980년 臨界의 예정이다. 이와같은 상황속에서 일본은 1977년에 實驗로 「JOYO」의 임계에 의해서 세계의 FBR 개발전쟁의 一大 라이벌로서 抬頭하고 있으며 이번의 원형로 「MONJU」의 건설에 의해서 다시 실용化으로의 레일이 깔리게 될 셈이다.

구체적인 건설 스케줄에 대해서는 官民의 분담 문제가 작년말에 일단 해결했고 또 금년 중순에는 사이트측에서도 착공에 최종적인 태도를 결정하게 될것으로 보여진다. 「MONJU」의 총건설비는 약 4천억円으로 보고 있으며 이중에서 정부부담은 3200억円, 민간부담이 800억円으로 예정되고 있다. 臨界는 1987년의 예정이다.

또 「MONJU」는 「JOYO」와 함께 일본의 독자적인 자주개발임이 최대특색이라고 일본 사람은 자랑삼고 있다. 일본은 「MONJU」 이후에도 계속해서 1990년도의 實証爐를 계획하고 있으며, 20세기 末까지는 “FBR 商業化時代”로 突入하여 일본의 에너지문제에 새로운 局面을 열게 될 것 같다.

高速增殖原型爐 「文珠」의 概要

1. 位置 日本福井縣敦賀市白木(약 110万 m³)
2. 電氣出力 약 30만 KW
3. 主要器機 (1) 原子爐 型式: 나트륨冷却·高速增殖爐 熱出力: 약 71만 4천 KW
(2) 蒸氣터빈 종류: 軸型 3氣筒 4流排氣非再熱 용량: 약 30万 KW (3) 發電機 용량: 약 33万 5千 KV·A
4. 發電所用水 所用量: 1日当 약 1000 m³
水源: 構內溪流
5. 冷却用 海水 所要量: 每秒 약 18 m³
取放水: 前面海域에 설치한 港灣의 깊은 곳으로 부터 深層取水하며 埋立護岸部에 설치하는 放水口로 부터 外洋으로 向해 表層放水한다.
6. 予定工期
臨界 1987년 12월말