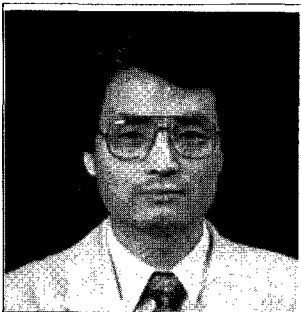


신형 고속동력로의 개념 설계

IAEA 기술위원회의

95. 10. 2 ~ 10. 6

인도 인디라 간디 원자력연구소



심 윤 섭

한국원자력연구소
액체금속로 유체계통 개발분야
책임자

IAEA는 그 동안 고속로의 개발 및 운용에 대한 회의를 연차회의·전문가회의·기술위원회의 형태 등으로 매년 수차례씩 최근까지 개최하여 왔다.

이번 회의도 그러한 IAEA의 활동 중의 하나로서 열린 기술위원회의(Technical Committee Meeting)로서 「신형 고속 동력로의 개념 설계(Conceptual Designs of Advanced Fast Power Reactors)」란 주제로 열렸다.

회의는 인도의 고속로 개발 전담 연구소인 Kalpakkam에 위치한 인디라 간디 원자력연구소에서 10월 2일부터 6일까지 고속로 개발 계획이 있는 6개국 및 IAEA의 파견자가 참여한 가운데 열렸다.

고속로 발전소의 운전 실적 및 현황, 현재 개발중인 새로운 고속로의 설계 개념, 그리고 각국의 고속로 개발 계획 등에 대한 폭넓은 주제의 발

표가 있었으며, 회의는 대체적으로 발표 후의 질의 응답 시간이 부족할 정도로 참가자들의 적극적인 참여 분위기에서 진행되었다.

특히 주최국인 인도측 참가자의 토론 열기는 대단하였으며, 회의가 생동감있게 진행되는 데 큰 기여를 하였다.

참가 인원은 러시아 3명, 중국 2명, 일본 2명, 브라질 1명, IAEA 11명, 한국 2명이었으며, 주최국인 인도는 평균 20~30명이 참가를 하였다.

고속로에 대하여 상당한 수준의 기술을 보유하고 있는 프랑스나 미국 등이 참여를 하지 않은 것이 처음에는 다소 의외로 여겨졌으나, 이들 나라의 경수로 및 고속로의 개발 프로그램이 부진한 상태에 있는 자국내의 여건을 고려해 볼 때 이상한 것이 아니었으며, 오히려 세계의 원자력 중심축 이동의 예고 또는 반영을 나타내는 것처럼 여겨졌다.

논문은 한국의 2편을 포함하여 총 18편이 발표되었으며, 발표된 논문의 주제는 고속로 발전소의 운전과 개발 두 가지로 나눌 수 있다.

운전중 고속로발전소의 운전 실적

이 사항은 본 회의의 주제가 새로운 고속로의 개념 설계로 설정되었기에 단지 러시아에서만 「BN 350 및 BN 600에 대한 운전 실적」에 대하여 발표가 있었는데, 고속로 운전에 대한 경험이 전무한 한국측의 참가자인 필자에게는 고속로의 운전 특성에 대하여 현실적인 감을 더할 수 있는 좋은 발표였다.

1. BN 350

BN 350은 전력 생산과 담수화를 위한 350MWe발전소로서 73년부터 가동된 발전소인데, 가동 초기의 문제점 및 현황 그리고 향후 계획이 소개되었다.

가동 초기에는 연료봉의 과열 문제, 그리고 가동 후 6~7년 후의 연료 재장전시 제어봉 다발 취급의 어려움이 있었으며, 89년에는 증기발생기 튜브의 응력에 의한 부식 문제가 있었는데, 이러한 문제를 노심 설계 및 노심 구조물 재질의 개선, 재장전시 운전 온도의 변경 및 튜브의 수리를 통하여 해결한 사례가 설명되었다.

지금까지의 운전 평균 부하율은 85%의 양호한 실적을 기록하고 있

며, 현재는 설계 당시의 설계 수명인 20년의 기간이 지나 수명 연장에 대한 작업이 진행중이다.

작업 대상은 운전에 따른 구조재의 특성 약화의 보강 및 인허가 시점상의 차이로 인한 새로운 인허가 요건의 충족에 대한 것으로서, 작업은 97년에 완료시킬 예정이다.

2. BN 600

BN 600은 80년 4월에 초임계에 도달하고, 차츰 출력을 증가시켜 20개월후인 81년 12월에 정격 출력인 600MWe에 도달하였으며 82년부터 상업 운전을 하고 있는데, 누적 가동률(availability factor) 76.6%를 기록하고 있다.

회의에서는 가동중에 경험한 주순환 펌프, 연료봉, 그리고 증기발생기의 문제 등에 대한 소개가 있었다.

연료봉 문제는 austenitic steel 피복재의 응력 부식에 의하여 손상이 주로 노심의 가장자리에 위치한 연료 집합체에 발생하였는데, 노심의 길이를 75cm에서 100cm로 증가시키고 그동안 시행해오던 연료 집합체의 reshuffling을 중지하고 피복재 및 집합체 duct의 재질 개선을 통하여 문제를 해결하였으며, 현재는 연료의 연소도를 높이기 위한 재질의 연구가 진행 중이다.

주순환 펌프 문제는 펌프/모터 축의 진동에 의한 피로 현상에 기인한 것으로서, 펌프 축의 교체 및 펌프 모

터의 운전 방법 개선으로 이를 해결하였다.

증기발생기 문제는 지금까지 소디움 누설 사고가 12번 있었는데, 그중 반이 가동 초기에 발생하였다.

이들은 증기발생기 제작상의 잠재적 결함에서 기인한 것으로, 발전소 전체의 소디움 누출 사고는 15년 운전 기간 동안 30회의 유출 사고가 있었다.

그중 가장 큰 유출은 소디움 정제 회로의 배관에서 일어났으며, 유출량은 1,000kg 정도로 소개 되었는데, 이는 최근의 문주에서의 누설 사고의 누설량과 엇비슷한 크기이다.

이 사고시 발전소 보호 계통이 설계대로 작동되어 인체에 대한 피폭은 전혀 없었으며, 발전소 운전에 미친 영향은 발전소 정지를 계획 시점보다 일주일 앞서서 정지한 정도였다.

기존 액체금속로에 대한 러시아의 발전소 운전 사례를 통하여 볼 때, 액체금속로의 기본적인 특성에 따른 문제점은 없었으며, 산발적이며 engineering 측면의 문제점들이 러시아 발전소의 경우 발생하였음을 알 수 있었다.

각국의 고속로 개발

한국의 비롯한 일본·중국·러시아·인도 그리고 브라질에서 자국내에서 개발이 진행중인 노형 및 정책에 대한 소개가 있었다.

1. 중 국

중국은 65MWth/25MWe의 중국 첫 번째 고속로인 CEFR-25(Chinese Experimental Fast Reactor)를 개발중인데, 그동안 7년의 준비 기간을 거쳐왔다.

준비 과정은 다음과 같다.

- 88~90년 개념 설계 준비
- 90~92년 개념 설계
- 92~93년 개념 설계 결과의 확인 및 최적화
- 94년 설계 입력 준비
- 95년 상세 설계 착수

CEFR은 중국의 국가 과학 및 기술 위원회(Comission)에서 5년전에 설정한 국가 고등 기술 개발 계획에 의한 것으로서, 이 계획에서는 3단계로 중국의 고속로 개발 전략을 잡고 있다.

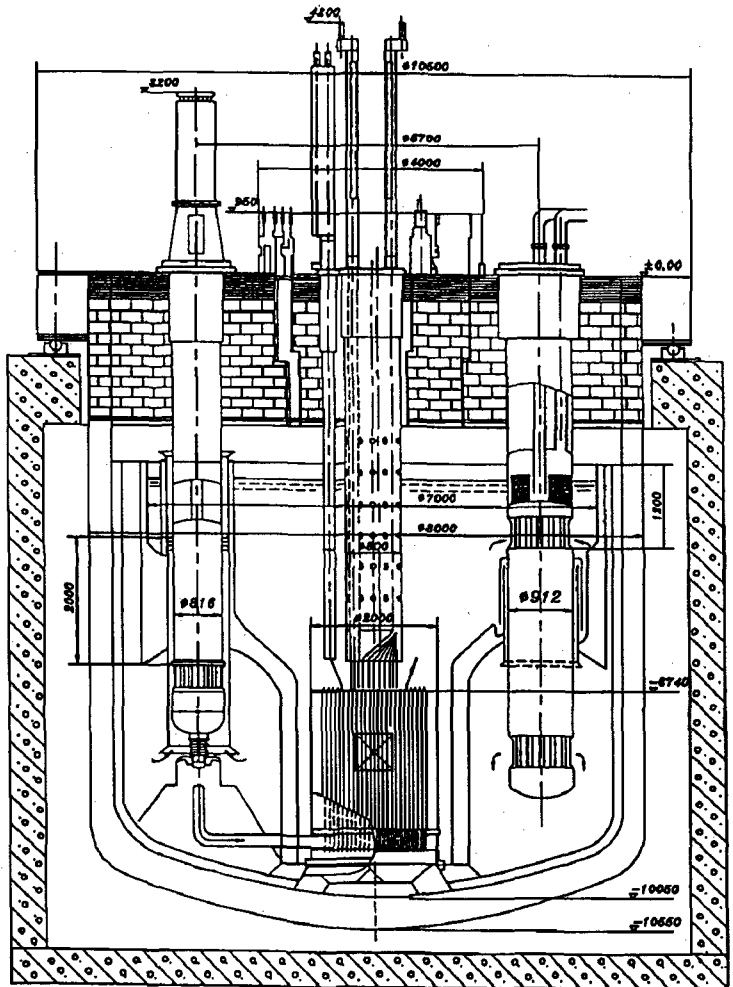
즉 ① 65MWth/25MWe 실험로의 2000년 초임계 ② 150~300MWth의 모듈형 고속로로서 2010~2015년 가동 ③ 높은 증식률을 지닌 대형 고속로의 2050년 가동으로 되어 있다.

이러한 기본 계획에 바탕을 둔 CEFR-25는 기능상의 목표로서, ① 발전로로서 고속로의 설계·건설 및 운전 경험의 축적 ② 고연소 및 고증식용 연료와 재료 개발에 필요한 조사 기능 제공 ③ 액티나이드 계열 원소를 함유한 고속로 노심의 시험을 설정하고 있다.

이에 따른 설계 개념을 소개하였는

데 원자로의 모양은 <그림 1>과 같이 기본적으로 pool형식으로서 플루토늄 우라늄 혼합 산화 연료(Pu, U)O₂를 일차적으로 사용하되, 고증식 특성의 연료인(Pu, U, Zr) 합금 연료 및 (Pu, U)N 연료를 개발 조사시킬 계획이다.

안전 등급 잔열 제거는 자연 대류를 이용한 소듐-소듐 작동 방식의 열 교환기를 pool에 설치하되 최종 열침원은 발전소 주위의 대기로 하여 수행하고, 노심 출구 온도는 530°C, 그리고 고 연료봉의 선형 열출력은 430W/m이며, NSSS는 2 loop에 기계식 주냉



(그림 1) 중국의 CEFR 원자로 및 1차 계통도

각 펌프를 사용하고, 핵연료 교환은 회전 plug 방식의 사용이다.

한편 CEFR-25를 이용한 측정 설비로서 유량, 소듐 액위 및 압력의 측정 장치에 대한 연구 현황으로는, 고속로의 경우 작동 유체인 소듐의 온도 변화 범위가 기존의 경·중수로에 비하여 그 폭이 훨씬 넓음을 반영하여 작동 온도에 따른 온도 보정을 강조한 기법에 대한 연구의 소개가 있었다.

2. 브라질

브라질에서 현재 이루어지고 있는 60MWt의 실험고속로 REARA에 대한 설계 개념의 소개가 있었다.

브라질의 원자력 발전 현황은 현재 단지 626MWe 경수로 1기의 가동과 1,300MWe 경수로 2기의 추가 건설에 대한 검토가 이루어지고 있는 실정임에 비하여, 고속로의 개념 설계 작업이 이루어지고 있는 것으로 보아 브라질의 고속로에 대한 관심이 대단함을 알 수 있었다.

관계 기관과의 수많은 협의 과정을 거쳐서 92년에 장기적인 고속로 개발 프로그램의 필요성이 인식되고, 이에 따라 향후 25~30년의 가동을 목표로 한 실험로 개발이 IEAv(Advanced Studies Institute)를 중심으로 진행중인데 설정된 이 실험로의 기능은 다음과 같다.

① 고속로의 설계·기기 제작·건설·인허가·운전 및 정비에 대한 경

험 습득

② 고속로의 고유 안전성 검증

③ 핵연료 및 재료의 시험 및 연구 시설 제공

④ 액티나이드 연소성 검증

IEAv의 설계 개발 전략은 개발 비용 확보의 어려움을 감안하여 전 분야에 걸친 발전소 설계 개념의 개발을 지양하고, 부분적인 주제에 대한 참조설계의 개발 전략을 통하여 브라질내의 관련 기관의 고속로에 대한 연구 개발 참여 의식을 고취시키며, 개발 비용 제공과 당국의 결정을 용이하게 하기 위하여, 가시적 결과물의 최대 산출 및 제삼자에 의한 평가가 용이한 연구 결과의 생산에 중점을 두는 것으로서, 자국내의 취약한 개발 여건이라는 현실성을 고려한 정책을 펴고 있다.

현재까지 개발된 참조설계의 주요 특징을 보면, 먼저 기본 형태가 pool 형태이며, 연료는 U-10%Zr의 금속 연료로서 노심축 온도는 470°C, 최대 연소도 70GWD/ton이며, 냉각 유동 정지 또는 급격 감소시의 노심 안전성에 대비하기 위한 GEM(Gas Expansion Module)을 사용한다.

노심 핵설계는 일본 원자력연구소의 JFS-2 핵단면적 자료, EXPAN-DA 및 CITATION 군코드를 이용하여 수행하고 있는 것으로 소개되었다.

3. 일본

일본에서는 DFBR(Demonstra-

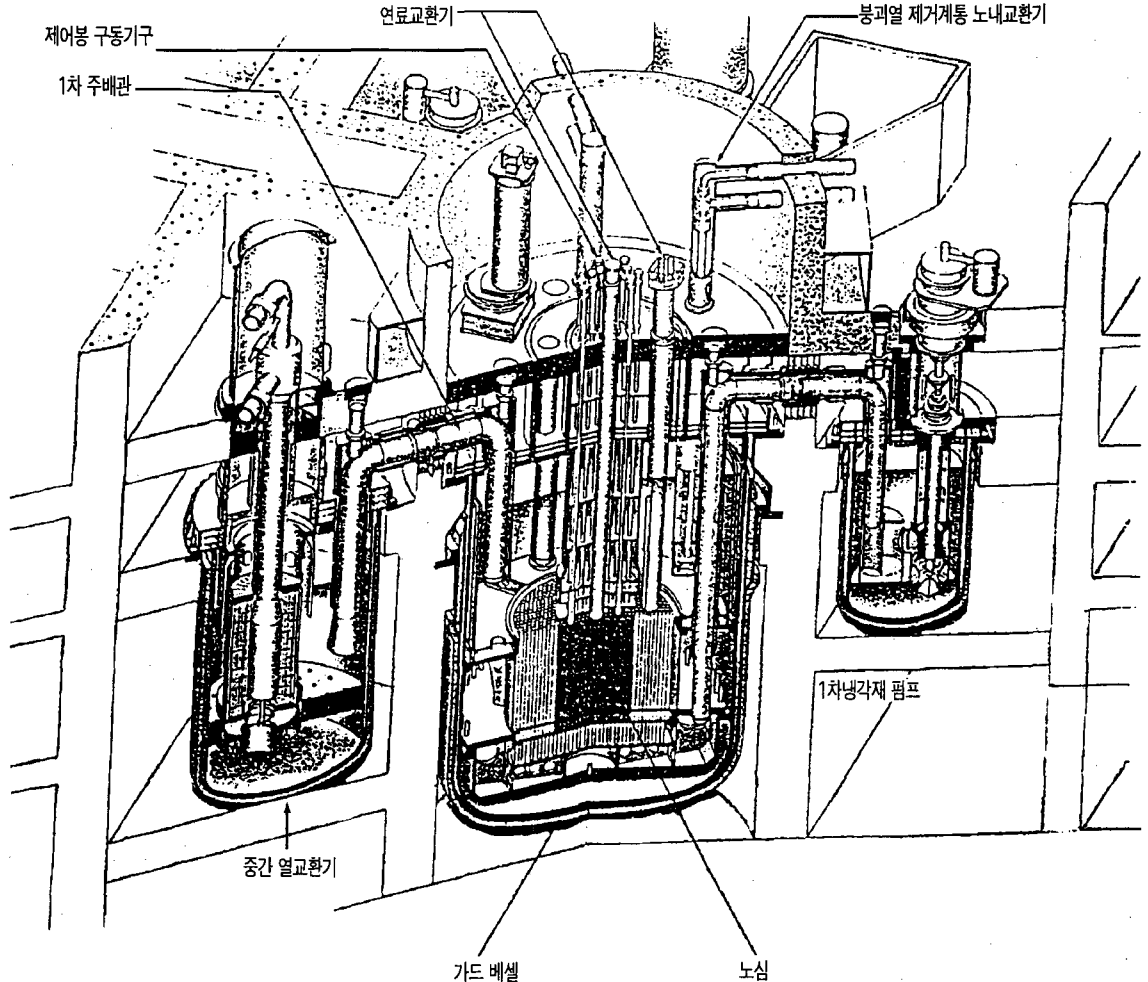
tion Fast Breeder Reactor)의 설계 개념 및 PNC(Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation)의 장기적인 고속로 연구에 대한 소개가 있었다.

일본은 경제 대국답게 풍부한 연구 개발비를 바탕으로 한 JOYO 실험로, MONJU 원형로, 그리고 상업로 이전의 실증로로의 차근차근한 단계적 진입의 과정을 밟고 있는데, DFBR은 바로 2030년대의 고속로의 상업적 운전을 위한 바로 이전 단계의 실증로(demonstration reactor)이다.

DFBR에서는 상업로로의 진입에 걸림돌이 되고 있는 고속로의 경수로 대비 경제적 취약성을 보완하기 위하여, NSSS에 대하여 상부 연결 loop 방식(top entry loop type)을 사용하고 있다.

이 방식의 장점으로서 ① IHX나 주냉각 펌프가 원자로 용기 밖에 위치함으로 인하여 정비 및 수리가 용이하고 ② 본격적인 상업로로의 진입을 위하여는 필요한 일체화(integrated) 전자 펌프 등의 혁신 기기의 수용이 용이하며 ③ Monju의 경험을 최대한 살릴 수 있다는 것을 소개하였다.

한편 DFBR에 대한 개념 설계 개발을 통하여 고속로 상업화의 기술적 타당성 및 가능성이 확인되고, 전력연합사장단(Presidential Committee of the Federation of Electric Power Companies)에서 94년 1월에 DFBR의 주요 설계 사양을 승인하여,



(그림 2) 일본 DFBR의 NSSS 조감도

2000년 초기에 건설 착공을 목표로 개발을 진행시키기로 결정하였다고 발표하였다.

DFBR의 주요 특성 목표는 ① 경수로와 동등한 안전성 확보 ② 1,000MWe급 비교에서 경수로 건설비의 1.5배 수준의 경제성 확보 ③ 발전 단가를 줄이기 위한 연료의 고연소

달성 및 장주기 달성 ④ 발전소의 고 효율을 위한 550°C 노심 출구 온도 ⑤ 분산된 설비 배치를 통한 용이한 정비 및 수리이다.

현재까지의 작업을 통한 DFBR의 경제성 목표 달성에 대한 필자의 질문에, 현재 평가 결과는 경수로의 1.46 배에 해당된다고 설명하였다.

DFBR의 설계는 (그림 2)와 같은데, 용량은 1,600MWh/660MWe이며, loop수는 3개로서 loop수 결정에는 본격적인 상업로로서 대형로로의 점진적인 격상을 용이하게 하기 위한 고려가 들어 있다.

증기 부분의 조건은 495°C/17.12MPa, 노심 출구 온도는 목표대

로 550°C로서 다소 의욕적인 설계 사양이며, 연료는 Pu/U의 혼합 산화 연료, 연소도는 초기 90GWd/ton, 최대 연소 시기 150GWd/ton, 증식률은 1.05~1.2, 주냉각 펌프는 기계식, 잔열 제거는 노심 크기와 관련없이 적용할 수 있는 소듐-소듐 열교환기 및 대기열침원 방식이 사용되고, 원자로 정지는 통상적인 정지봉 체제 외에 주변 온도에 의해 작동하는 Curie point 이용 정지봉 체제가 추가적으로 되어 있으며, NSSS 설비가 면진 장치 위에 설치되어 있고, 핵연료 교환은 rotating plug 방식으로 되어 있어 전반적으로 보아 별 무리가 없는 설계 개념으로 되어 있다.

DFBR에 대한 회의 참가자들의 관심이 지대하여 발표 후의 질의 응답 시간에 경제성, 정책 및 여러 가지 설계 특성에 대한 참가자들의 질문이 대단했다.

인상적인 것은 발표자인 JAPC의 다카하시, 나카무라의 태도였는데 여러 가지 질문에 대하여 성심껏 설명을 할 뿐만 아니라 한번도 대외비 정보(proprietary information)라는 이유로 답변을 회피한 적이 없었다.

이점은 그동안 경수로 핵연료 설계, 경수로 NSSS 설계, 차세대 원전 개발 업무 수행 시기에, 그리고 최근에는 액체금속로 개발 업무로 외국 기관원과 토론시에 대외비 정보 사항이니까 말하기가 곤란하다는 경우를 수없이 겪어온 필자에게는 의외로 받아들

여진 사항이었다.

그때의 분위기를 덧붙여 설명하면 주최국인 인도에서는 발표자를 따로 초빙하여 강의 및 토론을 전개한 것으로, 그들의 업무에 대한 적극성의 정도를 느낄 수 있었다.

발표된 PNC의 장기적인 고속로 연구는 일본 원자력의 장기 연구 계획 중 신형 핵연료 주기 기술 개발 항목에서 강조된 원자력발전의 환경 영향 완화 및 핵물질의 비확산에 따른 것으로서, 이를 위한 새로운 기술의 고속로를 장기적인 관점에서(2030년경 정도 구현) 개발하자는 것이다.

연구의 초점은 핵연료 주기 및 노심에 모아져 있으며, 핵연료는 질화 연료의 사용에 대한 검토, 그리고 minor actinide의 연소 방법에 대한 상대적 타당성의 평가를 수행하고 있으며, 또한 핵연료 주기의 개선을 통한 경제성 증진 방법으로서 핵연료 집합체의 duct를 없애는 방법에 대한 연구가 진행중이라고 현황을 소개하였다.

그러나 집합체의 duct를 제거할 경우 고속로심내의 반경 방향 핵적 침투 인자(peaking factor)가 경수로 노심에 비하여 현저히 크기 때문에 집합체 간의 온도의 차이로 인한 유량의 재분포가 심각하게 일어날 것에 대한 대비는 어떻게 생각하고 있는냐는 본 참가자의 질문에, 현재는 연구 개선 목표로서 duct를 제거하는 방향의 검토를 수행중이라는 정도의 설명이 있어 아직은 본격적인 연구 단계로의 진입은

하지 않은 것으로 판단되었다.

4. 인 도

인도는 실험로인 40MWth용량 FBTR(Fast Breeder Test Reactor) 건설 이후의 두 번째 고속로인 상업 고속로의 도입을 위한 원형로인 PFBR(Prototype Fast Breeder Reactor) 개발 계획을 추진하고 있는데 PFBR의 개발 목표를 다음과 같이 두고 있다.

① 산업적 규모의 고속로의 경제성 및 기술성의 실증

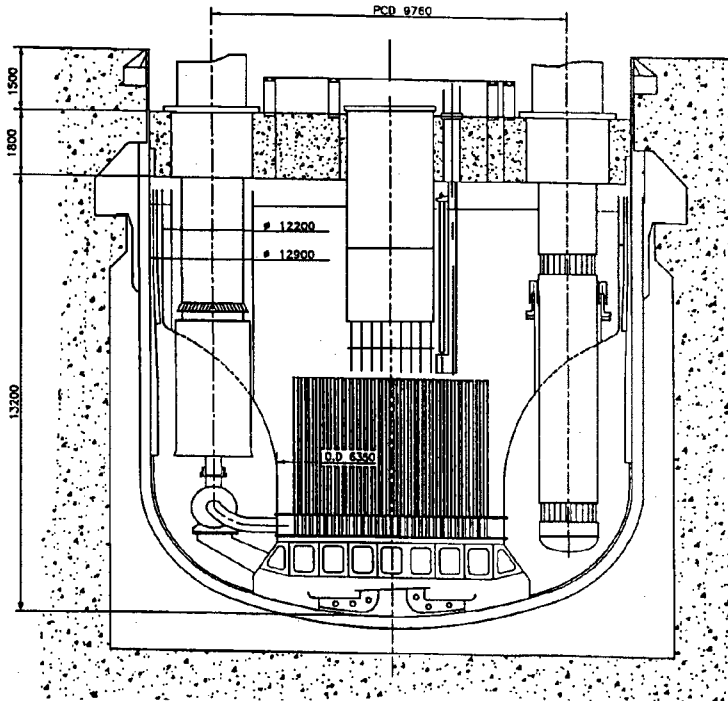
② PFBR의 설계 특성은 FBTR의 경험을 충분히 살려서 설정하되 새로운 설계 개념은 충분한 연구와 시험을 거쳐서 채택하고, PFBR 건설 후 동급 용량의 고속로가 4기가 건설될 것 이므로 후속 호기 건설이 최소한의 설계 변경으로 이루어질 수 있도록 설계의 최적화 및 표준화 추구

③ 고증식률보다는 핵연료 주기비의 경제성 확보에 비중

④ 설계 단순화의 추구

PFBR은 1,253MWth/500MWe로서 <그림 3>에 보인 바와 같이 pool 타입의 구조이다.

연료는 산화 연료, 증기는 490°C/16.6MPa로서 설계 수명 30년, 75% load factor, 핵연료 취급은 회전 plug 및 inclined fuel transfer machine 사용, 기계식 주냉각펌프, 중간 계통은 2 loop, 증기발생기는 loop당 4개로 총 8개 등의 기본 특성으로 되



(그림 3) 인도의 DFBR 원자로 및 1차 계통도

어 있다.

잔열 제거는 다른 대형로와 같이 소듐-소듐 공기기의 열교환기를 이용한 방식의 4 train으로 구성되어 있으며, 추가적인 안전 조치로서 주냉각펌프를 정상의 20% 속도로 1시간 동안 구동시킬 수 있는 비상 축전지를 구비하고 있다.

7명의 발표자에 의한 PFBR의 설계 특성에 대한 자세한 소개를 통하여, 이들이 자국의 고속로 경험만이 아니라 해외의 고속로 개발/운전 사례에 대한 폭넓고 구체적인 검토를 자신의 개발 여건에 비추어 수행하여 설계 개발을 견실하게 수행하여 나가고 있

다는 인상을 받았다.

또한 비록 국가 전체로 보아서는 우리보다 많이 낙후되어 있지만 우리보다 더 먼저 인공위성을 쏘아 올리고 전투기를 생산한 인도 저력의 한 면을 보는 듯 하였다.

5. 러시아

러시아의 개발은 장기적으로는 핵연료 주기를 완성시키고, 단기적으로는 minor actinide 및 무기급 플루토늄의 연소를 배경으로 한 것으로서, 새로운 설계는 기존의 BN 600을 모태로 한 설계 BN 600M을 개발 중이다.

BN 600M은 부(minus)소듐 기

포 계수 확보를 위하여 축방향 상부 blanket 대신에 소듐 공간 및 보론 카바이드 차폐의 설치 및 내진 기능의 강화, 그리고 원자로 용기 밖으로 돌출되어 있는 cold trap의 지선 배관을 삭제하는 등의 설계 특성을 갖추고 있으며, 액티나이드 연소에 대하여는 연료봉 구조의 변경, 플루토늄 농축비 증가 등을 통하여 산화 연료 노심에서 액티나이드를 효율적으로 연소시킬 수 있음을 확인하였다고 발표하였다.

6. 한 국

우리 나라에서는 필자와 동료 직원인 한도희 박사가 각각 발표를 하였다.

발표 내용은 원자력 중장기 연구 계획에 의하여 개발 중인 고속로 KALIMER의 개발 계획, 그리고 설계 개념을 설정하기 위하여 현재 검토되고 있는 설계안에 대한 평가 작업에 대한 것이었다.

잔열 제거를 위한 RVACS(Reactor Vessel Auxiliary Cooling System), SGACS(SG Auxiliary Cooling System)의 성능 특성 및 증기발생기 위치에 따른 자연 대류에 의한 열 제거 능력에 대한 평가 및 평가 결과를 기본으로 한 잔열 제거 기본 전략, 그리고 플루토늄 및 우라늄 노심의 안전성에 대한 검토로서 모든 제어봉 이탈 사고, 주냉각 유동 정지 사고 및 중간 계통 냉각 유동의 정지 사고의 ATWS의 경우에 대하여 플루토

높 및 우리나라 노심의 안전성을 확인한 작업의 결과를 소개하였다.

아울러 고속로 발전소의 개발의 효율적인 추진을 위하여는 실험 자료 등의 제공 및 교환 등의 국제적인 협력 관계 구축이 필요함을 강조하였다.

발표후의 활동

회의 기간 중의 점심 식사가 발표장과 같은 건물내에서 이루어져 비교적 참가자와 대화 시간을 많이 가질 수 있었다.

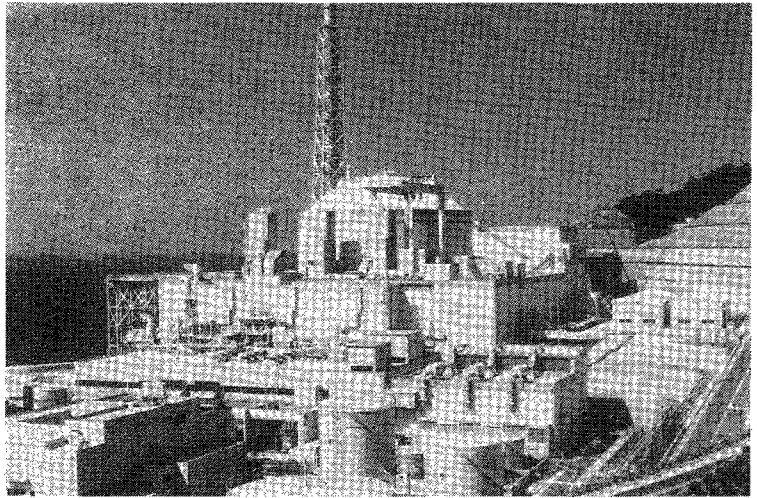
또 마지막날에는 인디라 간디 센터 내에 위치한 FBTR 및 실험 설비를 관람하였으며, 이러한 기회를 통하여 고속로 개발 정책으로부터 지역적인 해석 방법론까지 폭넓은 의견 교환을 할 수 있었다.

한편 마지막날의 정리 회의에서는 향후의 기술위원회회의의 정기적인 활동 여부 등에 대한 의견 교환이 있었는데, 고속로 분야의 변화가 급히 이루어지지 않을 것으로 여겨지기 때문에 지금과 같이 부정기적인 모임을 필요시에 갖는 것이 적절한 것으로 의견이 모아졌다.

회의 참가 소감

새로운 것을 개발할 때는 항상 꿈과 현실의 조화가 중요하다.

이를 위하여는 개발자의 현재 수준 및 앞서간 자의 수준에 대한 냉정하고



일본의 고속중수로 원형로 모습

객관적인 평가가 이루어져야만 적절한 출발점을 잡을 수가 있고 또 효율적인 접근 전략을 세울 수 있다.

국내의 액체금속로의 개발은 먼저 두 가지 사항이 고려되어야 한다.

한 가지는 국내에 액체금속로 발전소에 대한 경험이 전무하다는 점과 경수로 전반에 걸쳐 상당한 수준의 기술을 국내에 보유하고 있다는 점이다.

따라서 액체금속로의 효율적이며 성공적인 개발을 위하여는 국내에 확보된 경수로 기술의 어떤 부분을 어떻게 액체금속로에 적용하고, 어떤 부분을 독자 개발하며, 또한 해외에 의존하는 것이 바람직스러운가에 대한 답을 먼저 찾아야 한다.

이를 위하여는 경수로 대비 액체금속로의 설계 특성의 파악과 앞서간 자와 우리와의 기술 수준의 상대적 차이를 파악하여야 하는데, 이번 회의는 현재 액체금속로의 개발이 진행되고 있는 국가가 다수 참여를 했고 또 비교적 장시간 그들과 대화를 나눌 수

있어서 액체금속로의 상대적 특성에 대한 이해를 높일 수 있었고, 또한 그들의 사고 방식 및 기술 수준에 대한 상대적인 비교를 통하여 우리와 그들의 상대적인 위치를 파악할 수 있는 매우 유익한 기회였다.

또 한 가지 느낀 것은, 비단 이번 회의를 통해서만은 아니지만 이 글의 앞에서 밝혔듯이 세계 원자력 기술의 연구 개발의 중심축이 이동하고 있으며, 다수가 예상하고 있는 액체금속로의 상업적인 투입 시기인 2020~30년대에는 세계적인 원자력 기술 제공 국가의 판도가 현재와는 크게 변하여, 한국이 필요 기술을 해외에서 도입하려 하더라도 적절한 국가가 별로 없고, 오히려 이 시점에서는 한국이 세계에 원자력 기술 제공국의 역할을 담당해야만 하게 되는 상황이 될 수도 있는 것이다.

따라서 이에 대한 대비를 미리 해야 하지 않는가라고 생각하면 지나친 우려일까. ☹