

일본 '몬주'(Monju) 고속증식 원형로의 초임계

에너지자립 위한 핵연료 사이클의 핵심

1994. 4. 5 일본의 동력로·핵연료 개발사업단이 개발한 고속증식로 Monju(원형로, 전기출력 28만 kw)가 초임계에 도달하였다. 이로써 일본은 핵연료주기 완성을 통한 에너지자립이라는 목표에는 큰진전을 보였지만 플루토늄 이용에 관한 국제적인 논란이나 안전성과 경제성 확보를 위하여 해결하여야 할 문제가 많아서 실용화되기까지는 그 전망이 밝은 것만은 아니다.

Monju는 고속증식로 발전의 초보적인 원형로로서 핵분열 반응이 연쇄적으로 일어나는 상태(임계)에 달하였으나, 실제로 발전을 수반하는 출력시험은 내년 4월부터 시작하여 내년말에 28만kw 100%출력을 할 예정이다. Monju이전에도 고속증식 실험로인 常陽이 있었으나 발전설비가 없었다. 원형로 이후에는 전력업계에서 고속증식로 발전이 기술적, 경제적으로 타당성이 있는가를 확인하기 위한 전기출력 60만 kw급 실증로를 설계, 건설할 예정이다. 그러나 전기출력 100만kw급인 고속증식로 발전을 본격적으로 이용하게 되는 것은 일반적으로 2030년 이후에만 가능할 것으로 보고 있다.

고속증식로(FBR)는 연소된 것 이상의 연료를 만들어 내는데, 그 능력의 지표를 증식비라고 하며 Monju의 경우 그 비율이 1.2이다. 예를들면 10개의 플루토늄 239가 핵분열을 하면, 239연료 집합체를 에워싸고 있는

Blanket연료집합체중의 12개의 우라늄 238이 그대로 플루토늄 239로 변한다는 계산이다.

고속증식로의 구조는 크게 보아 3층 구조로 되어 있다(노심단면도 참조). 중심부에 있는 연료집합체와 이를 에워싼 Blanket연료집합체, 그 바깥쪽에는 중성자 차폐체가 있다. 연료집합체는 안쪽노심과 바깥쪽노심으로 되어 있으며 모두 핵분열이 되는 플루토늄 239와 우라늄을 혼합한 MOX연료로 채워져 있다.

Blanket연료의 성분은 천연우라늄의 99.3%를 차지하고 있는 연소되지 않는 우라늄 238이다. 중심부 연료집합체에 있는 플루토늄 239가 핵분열을 일으키면 대량의 열과 함께 약 3개의 고속중성자가 발생한다. 이 중성자 중 1개가 옆의 플루토늄 239에 충돌하여 다음 핵분열이 일어나면서 핵분열의 연쇄반응이 진행된다. 이와 같이 연료 집합체의 플루토늄 239가 감소되는 한편, 핵분열 때마다 남은 1, 2개의 중성자가 바깥쪽으로 날아가서 Blanket연료인 우라늄 238과 충돌

하면, 중성자를 흡수한 우라늄 238은 플루토늄 239로 변화하게 되어, 연료를 연소하면서 새로운 연료를 생산하는 것이 가능하게 된다.

또한 고속증식로는 일반 원자력발전소의 경수로에서 물을 냉각제로 사용하는 경우와 달리 금속나트륨을 사용한다. 나트륨은 고온에서도 쉽게 沸騰하지 않고 열을 전도하는 성질이 우수하며 중성자의 운동에 방해되는 일이 드물기 때문이다.

일본의 Monju원형로는 자원소국인 자국의 에너지 자립정책의 일환으로서 26년전인 1968년 예비설계에 착수하여 당초 계획보다 1년반 늦게 약 60억불(6,000억엔)을 투자하여 쓰루가시 시라기에 건설된 것이다. 그러나 국제정세의 변화로 당초 계획하였던 의미가 크게 줄어 들었다.



