

하나로 원자로 노외 중성자 조사시설의 차폐 보강

이성효, 강한희, 김영철, 김지욱, 김명섭, 최영산, 박상준

한국원자력연구소, 대전광역시 유성구 덕진동 150번지

shlee8@kaeri.re.kr

1. 개요

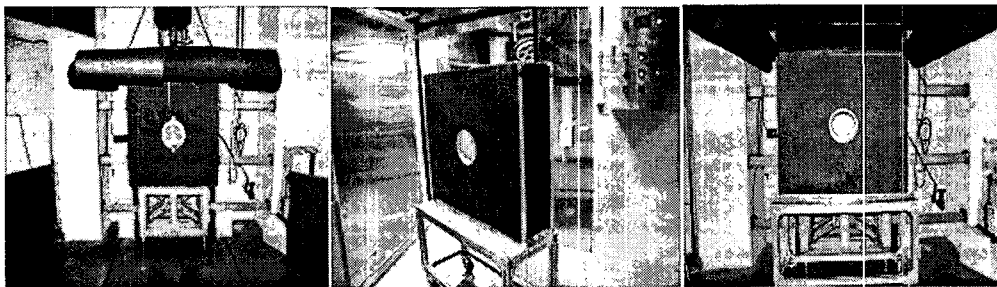
하나로의 IR 중성자 빔포트에는 노외 중성자 조사 설비(Ex-core Neutron-irradiation Facility, ENF)가 마련되어 있다. 이 설비는 원래 중성자 포획을 활용한 암 치료(Boron Neutron Capture Therapy, BNCT)를 목적으로 만들어졌으나, 질 좋은 열중성자속이 높고 조사실이 넓어 다양한 목적으로 활용되어 왔다. 이에 따라 BNCT 조사 목적 이외의 일부실험에서는 실험조건에 따라 조사실 외부에서의 방사선량이 주변 다른 실험 설비의 이용에 영향을 줄 수 있는 만큼 높게 나타나기도 하였다. 본 논문에서는 조사실 외부 방사선 준위를 낮추기 위한 추가 차폐체 설치와 그 결과에 대하여 정리하였다.

2. 본론

2.1 ENF 차폐 보강방법

2.1.1 PE Block 차폐

보론 커튼과 보론 터널이 차폐하지 못하는 고속 중성자의 차폐를 위해 이동식 PE Block 차폐체를 제작하여 Beam Shutter 벽면에 밀착되게 설치하였다.(그림1) PE Block 차폐체의 중심에는 Beam Shutter Hole보다 약간 큰 Hole과 마개가 있어서 노외 중성자 조사실험 시 누설되는 방사선을 최소화하도록 하였다.



설치 전

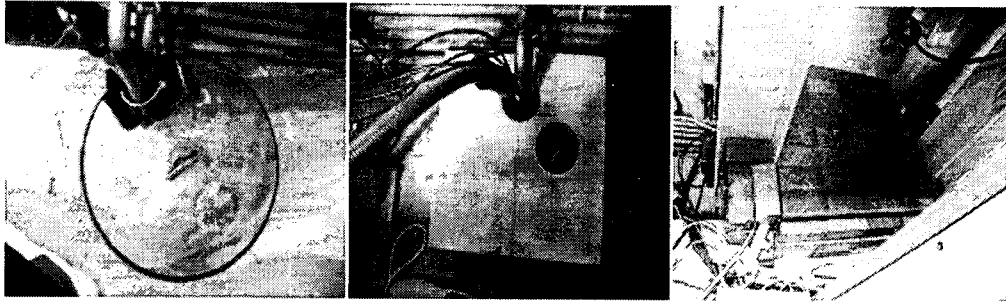
이동식 PE Block 차폐체

설치 후

그림1. Beam Shutter Hole 내부차폐

2.1.2 조사시설 상부지역 차폐

조사시설 상부지역 중에서 원자로 벽면의 Beam Shutter 바로 위쪽부분의 틈으로 누설되는 방사선은 이 부분에 PE Block과 납벽돌을 이용하여 차폐해 왔으나, 외부 공간 방사선량이 계속 높게 측정되어서 PE Block과 납벽돌 및 Borater PE Plate를 보강하였다. 차폐사항을 순서대로 그림으로 나타내었다.(그림2) 기존의 차폐는 높이 50 cm에 길이 80 cm 정도로 차폐되어 있었는데, 높이 80 cm에 길이 100 cm 정도로 높이와 길이를 보강하고 빈틈없이 차폐 되도록 하였다.



설치 전

PE Block 차폐체 설치

납벽돌 및 보론시트 설치

그림2. ENF 상부 차폐

2.2 ENF 외부방사선량 측정 차폐 보강 결과

원자로출력30 MW 시 ENF 조사실에 대한 차폐 보강 전·후의 감마선량 및 중성자측정값을 (그림3)에 나타내었다. 또한 각 측정 위치를 표1에 제시한다. 차폐 보강 후 감마선량은 평균 50 %, 중성자 측정 값은 평균 60 % 정도 감소하였음을 알 수 있다.

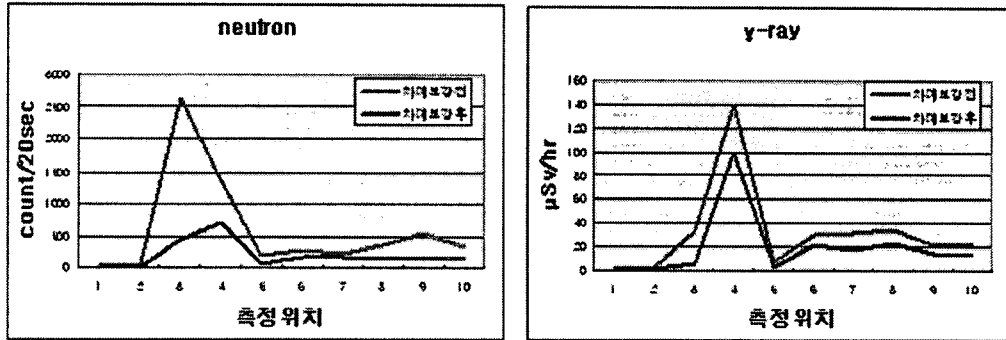


그림3. 조사실 차폐보강 전·후 감마선량 및 중성자 측정값

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 조사실 지붕 액체 질소 배관 차폐부위 상부 위치에서 측정 2. 조사실 지붕 바닥 중앙부(1번 위치에서 3 m 거리)에서 측정 3. 조사실 북서쪽 쪽문 근처 위치에서 측정 4. 조사실 지붕, PNS 차폐, 원자로 벽체 교차 부분에서 측정 5. PNS 공유 차폐체 쪽 조사실 벽 중간(높이 100 cm) 에서 측정 6. 조사실 좌측문틀 중간 부분(높이 100 cm) 위치에서 측정 7. 조사실 문 좌측 틈새 (높이 100 cm) 위치에서 측정 8. 조사실 문 중앙 (높이 100 cm) 위치에서 측정 9. 조사실 문 우측 틈새(높이 100 cm) 위치에서 측정 10. 조사실 우측문틀 중간 부분(높이 100 cm) 위치에서 측정 |
|---|

표1. 조사실내 각 위치별 측정위치

3. 결론

하나로 노외 중성자 조사시설이 당초 목적인 BNCT 이외에도 NR, DNR, 중성자계측기 개발, 재료특성 시험등 다양한 분야에 이용됨에 따라 일부 실험 환경에서 조사실 외부 방사선량이 증가하는 현상을 보였다. 이에 따라 시설 내부 및 외부에 차폐를 보강하였고, 그 결과 노외 중성자 조사시설 주변에 위치한 SANS, PGNA등의 시험시설에 미치는 영향을 감소시킬 수 있었다.