

## 신규개발 감마-중성자 통합 측정장치 설치 및 성능시험

주준식, 박광준, 신희성, 강희영, 김호동

한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 덕진동 대덕대로 1045

[njsu@kaeri.re.kr](mailto:njsu@kaeri.re.kr)

### 1. 서론

사용후핵연료(spent fuel: SF)에 대한 핵특성을 규명하기 위한 측정시험은 작업종사자의 안전을 위하여 수조, 핫셀, 차폐글로벌박스 등과 같이 방사선 차폐가 완벽한 시설에서 이루어져야 한다. 사용후핵연료 집합체나 또는 핵연료봉과 같이 부피가 크고 방사선 준위가 높은 경우, 수조 및 핫셀에서 측정시험이 수행되어야 하지만, 소량의 디스크형 핵연료시편이나 용해시료의 경우, 집합체나 연료봉에 비해 상대적으로 방사능 준위가 높지 않기 때문에 차폐글로벌박스 내에서 핵물질 측정을 수행할 수 있다. 핵연료 특성 규명에는 여러 가지 측정방법이 사용되고 있지만 그 중에서 가장 많이 사용되는 비파괴적인 방법은 중성자측정 및 감마선분광분석 방법이다. 본 연구에서는 pyro공정 핵물질 계량을 위한 전단계로서, 소량의 디스크형 사용후핵연료 시편 및 용해시료에 대한 핵특성을 분석하기 위하여 우리 실정에 맞게 감마/중성자 통합 측정시스템을 설계/제작하고 비방사능구역 성능시험을 거쳐 차폐글로벌박스내에 설치하게 되었다.

### 2. 감마-중성자 측정 시스템 구축

본 감마/중성자 통합 측정 장치는 방사선 준위가 비교적 높은 사용후핵연료 시편/시료를 취급하기 때문에 감마측정 장치에서는 시준기와 검출기 차폐체에 그리고 중성자 측정장치에서는 중성자 감속재 보호를 위한 감마선 차폐체와 사용후핵연료 시편 홀더에 역점을 두었다.

측정대상 시편이 비록 소량일지라도 핵연료시편이기 때문에 측정 핵연료의 냉각시간에 따라 차이는 있지만 방사능은 거의 1Ci 내외의 세기를 갖게 된다. 따라서 시편과 검출기 사이에 시준기 설치 필수적이며, 또한 차폐도 고려하여야 한다. 이를 위하여 차폐와 입체각 효과를 높이기 위한 이중원추형 시준기를 고안하였으며, 일부 기능상의 단점을 발견하여 개선책을 마련하고 있다. 또한 감마선 측정장치 설치 장소가 핫셀이 인접한 인터벤션 구역이라 배경방사능 준위가 청정구역 보다 높다. 따라서 자연방사능의 영향을 감소시키기 위하여 HPGe 검출기 주변에 차폐체를 설치하였다.

감마선 측정시스템은 시준기가 차폐글로벌박스 밑바닥에 설치되는 것을 제외하고 대부분의 구성요소들이 차폐글로벌박스 아래 부분에 설치된다. 그러나 중성자 측정시스템은 전자장비 중 분석장비(JSR-14)를 제외한 대부분의 구성요소들이 차폐글로벌박스 내부에 설치된다. 따라서 중성자 측정장치가 기존의 차폐 글로벌박스 내에 설치되려면 그 크기가 제한을 받게 되며, 이를 고려하여 측정장치의 크기를 결정하게 되었으며, 또한 사용후핵연료 시편의 원격취급시 용이성도 고려하였다. 그리고 사용후핵연료 시편이 이 장치의 중앙에 위치하도록 하기 위해서 시편 홀더/지지체를 설계/제작하였다.

### 3. 통합시스템 설치 및 성능시험

감마선 측정 시스템과 중성자 측정 시스템이 모두 준비된 후, 각각의 시스템에 대한 비방사능 구역 성능시험을 수행하고, 그림1과 같이 차폐글로벌박스에 설치하였다. 중성자 계수기를 차폐글로벌박스에 설치

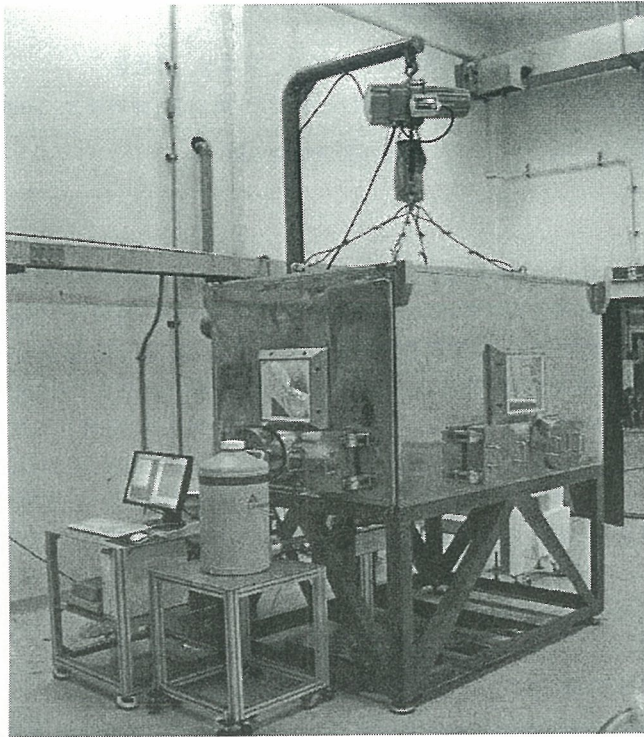


그림1. 차폐글로브박스내/외 감마/중성자 통합 측정시스템 배열.

하기 전, 중성자 검출효율을 평가하였으며, 그 값은 표1과 같이 나타났다.

표1. 중성자 계수기 설계시 예측한 효율과 중성자 직접 측정에 의한 효율

Cf-252 intensity		Half life	Elapsed time	Neutron count rate		Efficiency	
1999.2.	2008.9			total	backgrd	MCNPX	Experiment
20,240n/s	816 n/s	2.646 yr	8.5 yr	92.0 c/s	0.39 c/s	10.7 %	11.1 %

#### 4. 결론

소량의 사용후핵연료 디스크형 시편 및 용해시료에 대한 핵특성 분석장치를 구축한 후, 차폐글로브박스에 설치하였으며, 중성자 계수기의 효율을 측정하여 설계시 MCNPX코드로 예측한 효율과 비교 평가하였다.