소량의 핵연료 시편내 핵물질 계량 가능성 타진을 위한 중성자 측정시험

주준식, 박광준, 김정석, 강희영, 김호동
한국원자력연구소, 대전시 유성구 덕진동 150
njsju@kaeri.re.kr

핵연료 취급시설에서 핵물질 계량은 핵투명성 차원 및 안전조치 측면에서 볼 때 필수적이며, 여러 가지 측정방법이 사용되고 있다. 핵연료처리시설에서 핵물질 계량 방법은 중성자측정, 감마선분광분석, 열량측정, K-Edge/K-XRF 등 측정할 수 있는 비파괴적인 방법이 다양하다. 그러나 듀픽공정, pyro공정 등 건식공정에서의 핵물질 계량은 습식재처리 공정에서의 핵물질 계량 방법을 그대로 활용할 수가 없다. 습식공정에서는 거의 모든 핵분열 생성물이 제거되지만 건식공정에서는 일부 감마선을 방출하는 핵분열 생성물이 잔존한다. 이러한 핵분열 생성물이 존재하기 때문에 핵물질 계량에 걸림돌이 되고 있다. 본 연구에서는 핵연료 펠렛보다 작은 소량의 핵연료 시편에 대한 핵물질 계량장치를 개발하기 위한 전단계로서, 실제 극소량의 핵연료 용해시료를 대상으로 중성자 측정 가능성 시험을 수행하였다. 측정대상 시료는 울진-2호기에서 연소한 K23집합체/M04연료봉에서 절단한 #1시편(질량: 0.668g)으로서 화학분석을 하기 위하여 질산용액에 용해된 것이며, 이 용해시료의 질량은 50.871g이다. 본 측정시험에서는 2개의 용해시료를 사용하였는데, 하나는 희석시키지 않은 원래의 용해시료 중 0.017g을 취출한 시료(용액 중 핵연료 함유량 : 0.223mg)이며, 다른 하나는 원래의 용해시료 중 0.664g을 취출하여 32.935g의 질산으로 희석시킨 후, 그 중 0.017g을 취출한 시료(용액 중 핵연료 함유량 : 4.501μg)이다. 표1에서 보는 바와 같이 이 두 가지 핵연료 용해시료에 대한 중성자 측정시험 결과, 핵연료 함유량이 0.223mg 인 핵연료 용해 원액시료는 미약하나마 자연방사능 보다 높은 수준의 중성자가 검출되었으나, 반면에 핵연료 함유량이 4.501μg인 희석시료에서는 자연방사능 수준과 거의 유사한 값으로 측정되었다. 이러한 결과로부터 유추해 볼 때, 연료봉에서 절단한 시편의 약 3만분의 1인 0.223mg의 핵연료 용해시료에서 방출되는 중성자가 검출된다는 것은 그 이상의 핵연료를 함유하고 있는 핵연료 시편에서는 중성자 측정이 가능하다는 것을 의미한다. 이러한 측정 자료는 앞으로 소량의 핵연료 계량장치를 개발하는데 기본 설계 자료로써 활용될 것이다.

표1. 핵연료 용해시료 용액 및 전착시편에 대한 중성자 측정 값

	Dissolved Spent Fuel Sample Measurement		
Sample Type	Non-diluted	Diluted	Cm-Am*
Singles Rate, n/s	0.852	0.590	0.590
Background, n/s	0.588	0.588	0.588

*각 측정값은 3회측정 평균값이며, Cm-Am시편은 핵연료 용해시료에서 분리하여 알파 측정을 위해 전착한 시편임