

사용후핵연료의 중성자 계수율과 Cm-244량 간의 상관관계

주준식, 박광준, 신희성, 서항석, 전용범, 김호동
 한국원자력연구원, 대전광역시 유성구 대덕대로 1045
nisiu@kaeri.re.kr

1. 서론

사용후핵연료내에 존재하는 핵물질의 양과 중성자 방출 수는 비례하게 된다. 따라서 사용후핵연료를 대상으로 중성자를 측정하게 되면 그 연료내의 핵물질 양을 추정할 수 있다. 그러나 측정되는 중성자의 대부분이 큐륨(Cm)으로부터 방출되는 것이기 때문에 주요 핵물질인 플루토늄(Pu)의 양을 직접적으로 추정할 수는 없다. 그래서 우선 큐륨과 중성자 계수율과의 상관관계를 구한 후, 플루토늄과 큐륨의 비로부터 플루토늄을 결정하는 단계를 거쳐야 한다. 본 연구에서는 큐륨량과 중성자 계수율과의 관계식을 결정하기 위하여 새로 개발하여 활용중인 감마/중성자 계수기를 사용하였다.

2. 사용후핵연료 시편 준비/이송

중성자 측정대상 핵연료 시편은 조사후시험시설에서 보유하고 있는 시편들로서 선정 기준은 연소도 값이 동일하거나 유사한 값을 갖는 것으로 그림1과 같은 위치에서 선정하였다.

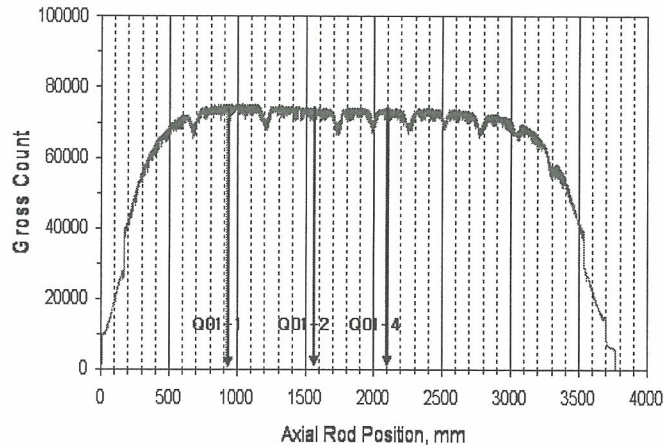


그림1. P11-Q01 사용후핵연료봉의 축방향 연소도분포 및 시편선정 위치

그 이유는 연소도 값이 시편마다 다를 경우, 큐륨-중성자 계수율 간의 비례관계가 성립될 수 없기 때문이다. 시편의 크기는 5mm, 6mm, 그리고 8mm 등 3개의 시편을 조합하여 11mm, 13mm 및 14mm 등 6개 조를 구성하여 중성자 측정시험을 수행하게 되었다. 이들 시편은 조사후시험시설 저장셀(9406)에서 9409셀을 거쳐 소형 사용후핵연료 시편 운반용기를 이용하여 감마/중성자 측정시스템이 설치된 차폐글로브박스 내로 이송되었다.

3. 사용후핵연료 시편에 대한 중성자 측정 및 결과분석

위에서와 같이 준비된 6개 조의 시편에 대하여 동일한 조건 (HV=1240V, 측정시간 = 120초, cycle 수 <한 시편당 반복측정횟수> = 10회) 으로 측정하였다. 또한 P11 연료에 대한 질량변화에 따른 중성자 방출율을 ORIGIN-ARP 코드를 이용하여 계산하였다. 그림2는 실험자료 및 코드계산 자료를 ORIGIN-8를 이용하여 플로팅한 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 실험결과와 계산결과가 일치하지 않는 것으로 나타났는데, 이러한 것은 Cm-244 량이 실제 존재값 보다 과대평가되었다는 것을 예상할 수 있으며, 이러한 것은 시료자체 핵분열물질에 의한 유도핵분열에 의한 중성자가 포함되어 있기 때문이다.

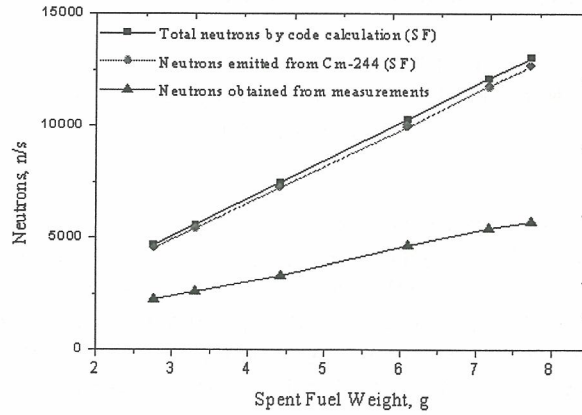


그림2. 사용후핵연료 시편 질량변화에 따른 중성자 계수율 변화

4. 결론

사용후핵연료 질량변화에 따른 중성자 계수율을 추정하여 Cm량과 중성자 계수율과의 관계식을 도출하였다. 또한 ORIGEN-ARP 코드계산에 의한 Cm-중성자 방출율 간의 관계식도 결정하였다. 이들 두 결과의 불일치는 코드계산 값이 실제량 보다 과대평가되었다는 것을 의미하는 것으로 앞으로 자체보정 등을 통하면, 중성자 계수율로부터 핵물질량을 추정하는데 활용할 수 있을 것이다.