

핵연료 조사시험용 캡슐에 대한 예비 구조건전성 해석  
Structural Analysis on Pre-Designed Instrumented Capsule  
for Fuel Irradiation Test in HANARO

김도식, 강영환, 김봉구, 오종명, 조만순, 손재민  
한국원자력연구소  
대전광역시 유성구 덕진동 150 번지

요 약

하나로(HANARO) 노내에 설치되어 핵연료 조사시험에 사용되는 계장캡슐은 하나로 핵연료에 적용되는 압력강하 허용기준을 만족하여야 하며, 조사시험 중 캡슐의 건전성을 확보하기 위하여 내진, 좌굴 및 충격 안전성 등이 확인되어야 한다. 핵연료 계장캡슐을 구성하는 본체 외통 및 보호관의 외경은 하나로 OR 조사공에서의 수력조건에 따라 각각 48mm 그리고 42.7mm 로 결정하였다. 기 수행된 지진응답해석 결과를 기초로 내진 안전성이 확인된 핵연료 캡슐을 대상으로 좌굴 안전성 평가와 노심에서의 장·탈착 작업 또는 시험 중에 발생할 수 있는 자유낙하 및 충격하중에 대한 구조건전성 해석을 수행하였다. 캡슐의 임계좌굴하중은 구조특성상 발생할 수 있는 좌굴에 대한 안정성해석으로부터 6.8kN 으로 얻어졌다. 하나로 노심 내에서 운반 중 또는 조사공 내에 장전중에 발생할 수 있는 캡슐의 수중 자유낙하시 충격응력은 충격순간속도와 Moody diagram 을 사용하여 평가하였으며, 이때 캡슐 구성재료인 SUS 316 의 허용응력보다 낮은 최대 충격응력이 캡슐에 작용됨을 확인하였다. 이와 함께 OR 조사공에서 시험중 타 구조물로부터 캡슐에 가해질 수 있는 최대 허용 수직충격하중(65.3kN)은 재료의 허용응력을 기준으로 결정되었다. 이상의 해석결과를 기초로 설계된 핵연료 계장캡슐은 하나로 노내에서 운반, OR 조사공에 장·탈착 그리고 조사시험동안의 구조건전성 평가 기준을 만족함이 확인되었다.

조사재시험시설에서의 감마선 검출효율 측정  
Measurement of Gamma-ray Detection Efficiency  
in Irradiated Materials Examination Facility

홍권표, 백승제, 주용선, 민덕기, 박현수  
한국원자력연구소  
대전광역시 유성구 덕진동 150

요 약

조사재시험시설의 감마스캐닝 장치에 대한 감마선 검출효율을 측정하였다. Cs-Co 표준선원과, 방사능은 모르나  $^{134}\text{Cs}$  피이크와  $^{154}\text{Eu}$  피이크가 뚜렷한 PWR 사용후핵연료 봉을 이용하여 500 keV 에서 1,600 keV 영역에 대한 검출효율을 측정하였다. 조사재시험시설 감마스캐닝 장비의 특징은 선원과 검출기의 거리가 약 1.6 m 이고 이 사이에 3 mm 슬릿형 시준기와 감마선 감쇠용 납차폐체(30 mm)가 있으며 고순도 Ge 검출기를 사용한다. 주로 조사된 핵연료를 시험 대상으로 하는 이 감마스캐닝 장비의 측정된 검출효율은 1 MeV 감마선의 경우  $1.89 \times 10^{-6} \%$  였으며 이로부터 미지 시료의 방사능까지 측정할 수 있었다. 이 측정결과는 향후의 핵연료 감마스캐닝에 직접 적용되어 감마선 방출핵종의 절대분포를 얻는데 활용될 것으로 기대된다.