

개방형 핵연료 조사시험용 계장캡슐에 대한 구조건전성 해석

Structural Analysis on the Open Basket Type Instrumented Capsule for Fuel Irradiation Test in HANARO

김도식, 김봉구, 오종명, 조만순, 손재민, 강영환

한국원자력연구소  
대전광역시 유성구 덕진동 150 번지

요 약

각종 핵연료의 성능평가를 위한 조사시험에 사용될 개방형(open basket type) 계장캡슐은 시험 중 캡슐의 건전성을 확보하기 위하여 내진, 좌굴 및 충격 안전성 등이 확인되어야 한다. 핵연료 계장캡슐을 구성하는 본체 외통, 보호관, 핵연료 어셈블리 및 상·하 end plate 등의 치수는 하나로 OR 조사공에서의 수력조건에 따라 결정하였다. 기 수행된 지진응답해석 결과를 기초로 내진 안전성이 확인된 핵연료 캡슐을 대상으로 좌굴 안전성 평가와 노심에서의 장·탈착 또는 시험 중에 발생할 수 있는 충격하중에 대한 구조건전성 해석을 수행하였다. 또한 계장캡슐 본체 내에 장착될 핵연료 봉의 안전성을 ASME Boiler & Pressure vessel Code, Section III, Appendix A 를 기초로 검토하였다. 임계좌굴하중은 캡슐구조의 특성상 발생할 수 있는 좌굴에 대한 안정성해석으로부터 7.4kN 으로 얻어졌다. 조사공에서 시험중 타 구조물로부터 캡슐에 가해질 수 있는 최대 허용 수직충격하중(65.3kN)은 재료의 허용응력을 기준으로 결정되었으며, 좌굴안정성을 고려한 임계좌굴하중이 작용되는 경우의 최대응력은 20.4MPa 이었다. 또한 캡슐에 대한 수평충격하중 하에서의 안전성도 평가하였다. 한편 계장캡슐 내에 장전된 핵연료 피복관의 내·외압 차에 의한 최대응력강도  $S$  는 2.32 MPa 이며, 냉각수압에 의한 핵연료봉의 임계좌굴응력은 40.55 MPa 로서 구성재료의 허용응력보다 낮은 응력이 작용됨을 확인하였다. 이상의 해석결과를 기초로 개방형 핵연료 계장캡슐은 하나로 노내에서 운반, OR 조사공에 장·탈착 그리고 조사시험동안의 구조건전성 평가 기준을 만족함이 확인되었다.

Zr-2.5Nb 압력관에서 DHC 균열방향에 따른 수소화물의 영향  
Effect of Hydride in DHC Crack Directions at Zr-2.5Nb Pressure Tube

김상재, 정용무, 오동준, 임경수, 김영석,

한국원자력연구소  
대전광역시 유성구 덕진동 150

요 약

Zr-2.5Nb 압력관에서 균열방향에 따른 DHC(Delayed Hydride Cracking)거동을 조사하였다. 압력관에 60 ppm 수소를 장입한 후 균열이 길이방향으로 진행되는 CCT(Curved Compact Tension)시험편과 반경방향으로 진행되는 CB(Cantilever Beam)시험편을 제작하였다. 각각의 시험편으로 DHC 실험을 250 °C 에서 수행 한 후, 방향에 따른 DHC 속도, 잠복시간(Incubation Time) 및 줄무늬간격(Striation Spacing)을 측정하였다. DHC 속도는 길이 방향이 반경방향보다 4 배 더 빨랐고, 잠복시간은 길이방향에서 5 배 더 빨랐다. 이와 같이 Zr-2.5Nb 압력관에서 균열 성장 방향에 따른 이방성을 수소화물 생성 및 성장패턴으로 토론하였다.