

LOCA 모사 환경에서 핵연료 피복관의 변형 거동 Deformation Behavior of Fuel Claddings at Simulated LOCA Environment

*이종혁, 홍순익,
충남대학교

김준환, 이명호, 정용환
한국원자력연구소

요약

모사된 원자로 내 LOCA 조건에서 Zircaloy-4 및 국산 신형 피복관에 대한 고온변형 시험을 수행하였다. 수증기 분위기 및 650-1050°C 온도에서 10-70MPa의 원주응력을 가하여 고온 변형시험을 수행하고 파단시간 및 파단 연신율을 측정하였다. 고온변형 시험결과, 800°C 근처에서 최대 변형량을 나타냈고, ($\alpha + \beta$)의 2상 영역 850-950°C 영역에서 최소의 파단 연신율을 나타내었다. 이는 온도가 증가함에 따라 단상 α 상의 결정립 성장에 의해서 변형량이 증가하다가 β 상이 생성되면서 변형량이 감소하는 거동을 나타내고 있다. 모사된 원자로 내 LOCA 조건에서 국산 신형 피복관의 고온 변형 거동은 Zircaloy-4와 유사하거나 우수할 것으로 추정된다.

Zr-xNb, Zr-xSn 이원계 합금의 LOCA온도에서 고온 산화거동 Oxidation Behaviors of Zr-xNb and Zr-xSn Alloys in LOCA Temperature Range

박기범, 김도향
연세대학교

백종혁, 정용환
한국원자력연구소

요약

신형 피복관에 Nb과 Sn의 함량을 달리하여 부식 특성 및 기계적 특성을 향상시키는 연구는 많이 수행되었으나, LOCA 조건 온도에서 Nb과 Sn첨가가 고온산화 특성에 미치는 연구는 거의 수행 되지 않았다. Nb과 Sn첨가 신형 피복관에 대한 고온 산화시 안전성 문제가 대두되고 있고 Nb과 Sn첨가 Zr합금의 고온 산화특성에 대한 이해가 명확하지 못하기 때문에, 본 연구에서는 Nb과 Sn첨가에 따라 Zr-xNb, Zr-xSn 이원계 합금에 대해 TGA장비를 이용하여 첨가원소(Nb,Sn)의 변화가 고온 산화에 미치는 영향을 LOCA온도(800-1200°C)에서 평가하였다. Nb 첨가 합금의 경우에 산화 속도 상수값은 단사정에서 정방정으로 산화막 상변화가 일어나는 1000°C를 기점으로 그 값이 바뀐을 확인하였고, Sn첨가 합금은 Sn 첨가량이 증가함에 따라 속도 상수값의 천이 없이 증가함을 확인하였다. 그리고 산화 속도 변화에 따라 생성되는 미세 조직 관찰에서 Zr-xNb 합금의 경우 결정립계 형상을 가진 α -Zr상이 형성되었고 Zr-xSn 합금에서는 Zr-xNb 합금의 경우 보다 넓은 형태의 산소 안정화된 α -Zr이 형성되었다.