

Zircaloy-4 피복관의 최종열처리가 PCI 특성에 미치는 영향 Effect of Final Heat Treatment on the PCI Characteristics of Zircaloy-4 Cladding

박상윤, 최병권, 김준환, 정용환, 정연호
한국원자력연구소

요약

Zircaloy-4(Zry-4) 피복관의 PCI(Pellet Cladding Interaction) 특성에 미치는 미세조직의 영향을 관찰하기 위하여 최종열처리를 변화시킨 Zry-4시편에 대한 ISCC (iodine-induced stress corrosion cracking) 실험을 수행하였다. Zry-4 피복관의 내부에 초기 피로균열을 형성시킨 후, 고온고압의 Iodine 분위기에서 내부압력시험을 수행한 후 K_I 및 균열 전파속도를 측정하여 K_{ISCC} (threshold stress intensity factor) 값을 구하였다. 응력이완조직을 갖는 시편에 비하여 재결정조직을 갖는 시편의 K_{ISCC} 값이 증가하였고, 높은 K_I 영역 즉 region II에서의 균열 전파속도도 1/10 이하로 감소하여 PCI 저항성이 증가하는 것으로 나타났다. 그러므로 고연소도용 PWR 핵연료 피복관 개발시 PCI 관점에서는 가능한 한 높은 온도에서 최종열처리를 하는 것이 유리하다.

수소농도 및 방위에 따른 캔두 Zr-2.5Nb 압력관의 K_{IH} K_{IH} Dependence on Hydrogen Concentration and Orientation in CANDU Zr-2.5Nb Tubes

김영석, 김상재, 임경수, 정용무, 김성수
한국원자력연구소

요약

캔두 Zr-2.5Nb 압력관을 대상으로 delayed hydride cracking (DHC)를 일으키는 임계응력집중세기 (threshold stress intensity factor), K_{IH} 를 수소농도의 함수로 관의 반경방향 및 축방향에서, 온도는 160-280 oC 온도 범위에서 각각 측정하였다. 시편은 compact tension형 시편 및 캔티레버빔형 시편의 두 종류를 사용하였으며, 시편 내에 전기분해방식으로 장입시킨 수소농도는 60-100 ppm로 변화되었다. K_{IH} 는 초기에 20 MPa \sqrt{m} 의 응력집중세기를 크랙선단에 부하한 후 크랙이 전진함에 따라 응력집중세기를 0.5 MPa \sqrt{m} 만큼 단계적으로 감소시켜 크랙진전이 멈추는 응력집중세기로 정의하였다. 캔두 Zr-2.5Nb 압력관의 K_{IH} 는 과포화 수소농도가 30 ppm 이상인 조건에서는 온도에 무관하게 반경방향에서는 8.4 MPa \sqrt{m} 및 축방향에서는 5.8 MPa \sqrt{m} 로 일정하였다. 그러나 과포화 수소농도가 30 ppm 보다 적은 조건에서는 과포화수소농도가 감소함에 따라 K_{IH} 는 감소함수적으로 지수함수적으로 증대되었다. 수소농도 및 방향에 따른 캔두 Zr-2.5Nb 압력관의 K_{IH} 를 수소화물 크기에 따른 파괴강도 및 수소화물 석출면과 크랙진전면의 방위 관점에서 토의되었다.