

Zr-U 합금의 열적 안정성 Thermal Stability of the U-Zr Alloy

박종혁*, 주근식, 김태규, 이종탁, 김길무*
한국원자력연구소
*충남대학교

요약

590°C와 700°C에서의 열처리가 고온에서 동심 압출하여 제조한 Zr-U/Zr-Nb 연료봉의 미세조직에 미치는 영향을 관찰하였다. 연료봉의 심재인 Zr-U 금속연료와 피복재인 Zr-Nb 합금의 계면은 가공 결함 없이 치밀하게 접합되어 있었다. 이는 핵연료 운전 중 열 전달에 유리하다. 연료 심재는 α-Zr과 δ-UZr₂ 상으로 관찰되었다. 590°C에서 열처리에 의해 α-Zr 상의 형상은 구형화되고 있으나, α-Zr 상의 면적분율은 거의 변화가 없는 것으로 나타났다. 또한 4000시간 열처리 후 U-rich 상이 관찰되었다. 이러한 현상은 2 상 구역 (α-Zr, δ-UZr₂)에서 장시간 열처리를 수행함에 따라 α-Zr 상 내에 잔존하고 있던 enriched U 성분이 α-Zr상 계면에 석출되어 형성된 것으로 생각된다. 그러나 700°C에서 열처리 한 결과 α-Zr 상의 형상이 구형으로 변화하였으며 α-Zr의 면적분율은 열처리 시간이 증가함에 따라 감소하였다. 이는 700°C는 1 상의 고용체 구역이므로 α-Zr 상이 서서히 분해 확산되어 고용체를 이루기 때문이다. Zr-U/Zr-Nb 계면 반응층은 온도가 높을수록 700°C에서 형성된 확산 반응층의 두께는 590°C에 비하여 큰 것으로 나타났다. 이것은 온도가 높을수록 확산반응속도가 증가하였기 때문에 반응층의 두께가 증가한 것으로 판단된다.

Zr 분말 특성이 Zr-U 소결체에 미치는 영향 Effects of Characteristics of Zr-powders on the Sintered Zr-U Alloy

김태규, 최현승, 주근식, 이종탁, 손동성
한국원자력연구소

요약

Zr과 U 분말을 혼합하고 압분한 후 소결하는 과정에서 Zr 분말의 특성 (dehydrating 처리한 분말과 dehydrating 처리하지 않은 분말)이 Zr-U 소결체에 미치는 영향을 평가하였다. Dehydrating 처리하지 않은 Zr 분말 (수소 = 2000 ppm, 평균 입도 = 45 μm)의 경우 Zr-U 압분체의 밀도가 6.26 g/cm³이었다. 또한 소결 과정에서 Zr 분말에 있는 수소를 제거하기 위하여 장시간 (50 시간 이상)의 degassing 시간이 요구되었으며, 1500°C에서 2시간 소결 후 밀도는 약 8.52 g/cm³ (93.8% TD)으로 나타났다. 이에 비하여 소결 이전에 Zr을 dehydrating 전처리한 분말 (수소 = 100 ppm, 평균 입도 = 88 μm)의 경우, 압분 밀도는 6.53 g/cm³이었다. 또한 소결 과정에서 Zr 분말의 dehydrating 시간이 필요하지 않으므로 소결시간이 20 시간 이내로 상당히 단축되었으며, 1500°C에서 2시간 소결 후 밀도는 약 8.49 g/cm³ (93.5% TD)이었다. 이러한 현상은 분말 입도 차이와 함께 대부분 Zr 분말 수소 함량의 차이에 기인하는 것으로 보여진다. 그러나, 소결체 내에서 밀도나 성분 함량 분포에 미치는 Zr 분말 특성의 영향은 거의 없는 것으로 나타났다.