

## Zr-xNb 합금의 미세조직과 산화특성과의 상호관계

### Correlation between Microstructures and Corrosion Characteristics of Zr-xNb Alloys

김현길, 김도훈  
연세대학교

서울특별시 서대문구 신촌동 134

이경옥, 정용환  
한국원자력연구소

대전광역시 유성구 덕진동 150

#### 요 약

본 연구는 Nb 함량과 냉각속도를 달리한 Zr-Nb 합금에 대하여 미세조직과 산화특성과의 상호관계를 조사하기 위하여 수행되었다. 기지조직에 과포화 되어있는 Nb 함량이 많을 수록 그리고 생성된  $\beta$  Zr 상의 면적분율이 증가할수록 산화가 빨리 일어나는 것으로 관찰되었는데, 동일 합금조성에서는 첨가된 Nb 이 기지조직에 과포화 상태로 존재할 때가  $\beta$  Zr 상으로 생성되었을 때보다 내식성저하에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 부식 초기에는 미세조직 변화에 따라 부식속도도 다르게 나타났으나, 150 일 부식시험 한 후에는 미세조직에 차이가 있음에도 불구하고 동일 합금조성에서는 유사한 부식속도를 갖는 것으로 관찰되었다. 상변태특성에 따른 미세조직 변화와 산화특성과의 상호관계를 조사한 결과, 고용되어있는 Nb 의 농도가 마르텐사이트 변태시 생성되는 전위나 twin 같은 내부구조 또는 소둔열처리시 생성되는  $\beta$  상보다는 Zr 합금의 산화속도를 제어하는데 있어서 더욱 지배적인 역할을 하는 것으로 사료된다.

## 고리 1 호기에서 연소된 핵연료피복관의 미세구조적 특성

### Microstructural Properties of the Fuel Cladding Tubes Irradiated in KORI Unit 1

백종혁, 김현길, 최병권, 서항석, 전용범, 정용환, 민덕기  
한국원자력연구소

#### 요 약

핵연료피복관(Zircaloy-4)의 미세구조적 중성자 조사특성을 평가하기 위하여 고리 1 호기에서 4 주기동안 연소된 핵연료봉(G23-M4)에서 연소도가 각기 다른 2 부위(18 GWD/MTU 및 42 GWD/MTU)의 시료를 채취하였다. 채취된 시료는 조사후 시험시설(PIE)에서 광학현미경과 미세경도기를 이용하여 산화막의 두께 및 수소화물의 형태를 관찰하였고 조사경화에 의한 경도값의 변화를 측정하였다. 또한 노내에서 부식반응이 진행되는 동안 기지금속에 유입된 수소의 함량과 투과전자현미경(TEM)을 이용하여 중성자 조사에 의해서 생성된 dislocation loop 과 석출물의 비정질 변태를 관찰하였다. 연소도가 18 GWD/MTU 에서 42 GWD/MTU 로 증가하였을 때 산화막의 두께는 6.0  $\mu$ m 에서 25.3  $\mu$ m 로 증가하였으며 기지금속으로 유입되는 수소 흡수량도 급격하게 증가하였다. 그리고 조사경화 양은 미조사 피복관과 비교하여 18 GWD/MTU 연소 시에는 약 9.3% 증가하였으며 42 GWD/MTU 연소 시에는 약 24.2% 증가하였다. 중성자 조사된 두 시편 모두 <a>-type 및 <c>-type dislocation loop 이 함께 관찰되었으며 연소도가 증가함에 따라 dislocation loop 의 밀도는 증가하는 경향을 나타냈고, 또한 석출물의 비정질 변태도 조사된 시편에서 관찰되었으며 연소도의 증가에 따라 그 경향은 증가하였다. 비정질 석출물에서 Fe/Cr 비는 0.1~0.17 까지 감소 하였으며 그 주위의 기지금속은 재결정이 발생하였다.