

## 결함 핵연료 피복관의 산화막 형성 Oxide Formation of Defective Fuel Rods

유길성, 서항석, 이은표, 김은가, 민덕기, 주준식  
한국원자력연구소

김경덕, 신상운, 이명찬  
원자력환경기술원

### 요약

원자력발전소에서 연소중 결함이 발생한 손상 핵연료봉들에 대한 피복관 내, 외부 산화막 형성에 관한 연구를 조사후시험 결과를 토대로 수행하였다. 시험 결과 손상 연료 피복관의 외부 산화막 형성은 결함이 없는 통상의 핵연료봉에서와 거의 같은 경향을 보여 주었으나, 피복관 내부 산화막의 경우 결함이 없는 핵연료봉의 경우보다 훨씬 두꺼운 비균질 산화막 형상을 나타내었으며, 같은 연료봉의 외부 산화막보다 더 두꺼웠다. 특히 비교적 온도가 낮은 것으로 예측되는 봉의 하단부 결함 부위의 내부 산화막은 비등형 경수로 핵연료봉에서 잘 나타나는 노들형 산화로 판명되었다.

---

## 가압경수로 결함핵연료봉의 수소화거동에 관한 현상학적 연구 A Phenomenological Study on Hydridding Behavior of PWR Defective Fuel Rods

김 선기, 유 길성, 서 항석, 김 은가, 민 덕기, 박 순달  
한국원자력연구소

김 경덕, 신 상운, 이 명찬  
원자력환경기술원

### 요약

2개의 가압경수로 결함핵연료봉에 대한 핫셀내 조사후시험 및 화학분석을 수행하여 피복관 각 위치에서의 수소화물 석출 morphology 및 수소침투량을 분석하였다. 두 핵연료봉 모두에서 정상상태하에서는 관찰되지 않는 다량의 반경방향 수소화물(radial hydride)이 석출되었고 일차결함을 통한 내부 이차수소화(internal secondary hydridding)가 발생하였다. 수소침투량은 약 100~400 ppm 정도로 분석되어 정상상태에서 예측되는 수소침투량을 보인 반면, 일부영역에서 내부 이차수소화의 전형적인 sunburst 형태의 대량수소침투(~5,900 ppm)가 발생하였다. 이러한 대량수소화 부위에서 발생한 이차수소화 손상은 일차결함으로부터 상당한 거리에 떨어진 위치에서 발생하였는데, 이는 기존의 이차수소화 손상기구와 일치하는 현상이다. 한편, 일차결함이 존재하는 두 핵연료봉 모두에서 내부 이차수소화가 발생한 사실로 볼 때, 일차결함이 존재할 경우 원자로내 조사중 이차결함이 발생할 가능성이 높다는 것을 확인할 수 있었다.