

modified zircaloy-4합금내의 수소 thermotranport
(thermotranport of hydrogen in modified zircaloy-4 alloys)

한양대학교 김현숙 이경섭 김선진

원자로 핵연료 피복관의 water side 산화는 피복관의 산화막 형성과 수소의 pick-up을 동반한다. 산화 반응에 의해 발생하는 수소 중 일부는 산화막을 통과하여 산화물과 금속사이 에 도달하여 금속 기지내에 용해되거나 수소화물을 형성한다. PWR 조건에서 Zircaloy-4의 경우 부식반응으로 형성된 수소가 약 18~20%까지 흡수되며, 수소흡수와 그에 따른 hydride 형성은 Zr 합금의 기계적 특성 및 파손거동을 결정하는 가장 중요한 요인 이므로, 원자로 사용 재료 속의 수소농도 측정 및 예측은 원자로의 안전성 확보 관점에서 필수적이다.

본 연구에서는 핵연료피복관재로써 상용화되어있는 기존의 Zircaloy-4보다 향상된 부식저항성을 가지는 4종류의 신합금에 대해서 thermotransport test를 통해 수소의 재분포 특성을 조사하고 이와 부식 특성과의 상호연관성을 도출하고자 했다.

수소의 재분포의 크기와 방향은 Q^* (heat of transport)에 의해 나타낼수 있으며 이는 steady state techniques에 의해 실험적으로 구했다. 시편 양끝의 온도를 double tube furnace를 이용하여 각각 300℃와 340℃로 고정했다. 시편의 양끝은 Copper grip을 이용하여 tube furnace에 고정하고, 시편표면을 통한 온도의 유출을 최소화하기 위하여 시편은 glass wool로 감쌌다. 시편내에 constant temperature gradient를 확인하기 위하여 시편에 일정한 간격으로 5개의 열전대를 접합하여 preliminary run을 실시했다. 수소의 주입은 cathodic charging 법을 이용했으며 charging 시간을 변화함으로써 시편내의 수소 농도를 조절할 수 있었다. thermotransport run 실시후 온도 변화에 따른 농도 변화를 측정하여 Q^* 값을 구했다. 시편내 온도 구배는 일정하기 때문에 시편을 slice로 만들고 slice내의 수소농도를 분석함으로써 $d\ln C/d(1/T)$ 의 그래프에서 기울기로 Q^* 값을 구할 수 있었다.

신합금들의 Q^* 값은 7kcal/mol내외로 기존의 zircaloy-4의 경우와 비교해 볼 때 약간의 차이는 있지만 거의 일치함을 볼수 있었다. 또한 수소의 분포는 온도가 감소할수록 수소의 농도가 증가하며 two different regions사이의 interface에서 완만한 수소 농도 곡선을 나타 냈다. 본 연구에서는 이 결과들이 부식 특성에 미치는 영향에 대해서 고찰하였다.