

원전 SG 화학세정 환경에서 EDTA가 결함 Ni-Cr-Fe 합금에 미치는 영향 연구

The Study of Effect of EDTA(Ethylenediaminetetracetic acid) to the defected Ni-Cr-Fe Alloy in the Steam Generator Chemical Cleaning of the Nuclear Power Plant

권혁철\*, 이한철, 성기방  
한국수력원자력(주) 중앙연구원 화학환경그룹(E-mail:chul@khnp.co.kr)

**초 록 :** 증기발생기 화학세정 모사 장치를 이용하여 고농도 화학세정(EPRI/SGOG)[1] 용액인 EDTA(20%)가 인위적으로 제작한 결함 시편에 미치는 영향 평가를 수행하였다. 평가 방법은 세정 전·후 표면 산화막 성분, ECT 분석값 비교, 증기발생기 구성 재료 부식률을 이용하였다. 화학세정 전후 부식률은 A508은 8.023  $\mu\text{m}$ , Alloy 600(HTMA)은 0.007  $\mu\text{m}$ 이며 갈바닉 시편의 경우 63.193  $\mu\text{m}$ 로 모두 부식 허용치 이내이다. 표면 산화막 성분 및 ECT 분석값 역시 변함이 없었다. 이와 같은 결과로 화학세정 용액인 EDTA는 결함 튜브에 미치는 영향이 없는 것으로 판단된다.

1. 서론

원전 운전 환경에서 2차계통을 구성하고 있는 재질은 가동시간이 흐르면서 부식이 된다. 생성된 부식생성물은 유체와 함께 배관을 따라 흐르다가 증기발생기에 유입되어 축적된다. 축적된 슬러지는 증기발생기 튜브 표면에 침적되고 침적된 슬러지는 증기발생기의 응력부식균열(SCC)를 일으키는 원인이 되고 유체유동을 제한함으로써 증기발생기 수위 불안정을 유발한다. 현재 원전에서는 이와 같은 슬러지를 제거하기 위해 화학세정을 수행하고 있다. 화학세정 용액인 EDTA는 슬러지의 주 성분인 철(Fe)과 반응하기 때문에 증기발생기 재질인 Alloy 600(HTMA)의 건전성에 영향을 미치지 않는 것으로 알려져 있지만, 결함이 있는 증기발생기 튜브에 미치는 실증 평가 자료는 없다.

본 연구는 화학세정공정(EPRI/SGOG)동안 세정용액인 EDTA가 결함을 가지고 있는 증기발생기 튜브에 미치는 영향 평가이다.

2. 본론

화학세정 약품인 EDTA가 결함 증기발생기에 미치는 영향 평가를 위해 그림 1과 같은 모사장치와 그림 2와 같은 증기발생기 튜브에 인위적으로 결함을 제작하였다. 또한 화학세정 시간동안 부식률 측정을 위해 증기발생기 재질 구성인 탄소강과 Ni-Cr-Fe 합금을 이용하여 그림 3과 같이 부식 시편을, 표면 산화막에 미치는 영향 평가를 위해 그림 4와 같이 시편을 제작하였다. 평가 방법으로 결함 튜브는 ECT를 이용하였고, 부식시편은 실험전,후 무게차를 측정하여 부식률을 계산하였다. 산화막 분석을 위한 시편은 광학현미경과 EDS를 이용하여 결함의 크기와 산화물을 구성하고 있는 성분을 분석하였다. 화학세정 세정 공정 방법은 EPRI/SGOG이며 세정용액은 EDTA 20%, 부식억제제(CCI-801) 1.5%, 용존산소 제거를 위한 하이드라진( $\text{N}_2\text{H}_4$ ) 1%를 조제하여 실험을 수행하였다.



Fig. 1. The system for the chemical cleaning



Fig. 2. The specimens of defected steam generator tube

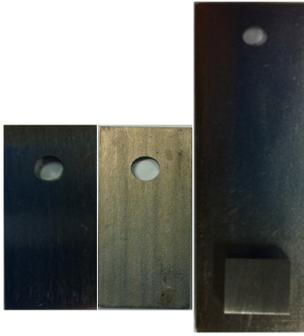


Fig. 3. The specimens for the corrosion rate measurement Fig. 4. The specimens for Oxide composition measurement

### 3. 결론

결합 튜브의 결합부위가 육안 검사 결과 화학세정 전,후 크게 변화된 것을 볼수 없었으며 결합 깊이와 생성된 산화막의 조성 변화는 없는 것으로 분석되었다. 또한 EDTA 화학세정 용액으로 인해 새로 결합이 생성되지도 않았다. 다만 화학세정 후 결정립계 에칭 흔적이 관찰되었다. 화학세정 동안 발생한 평균부식율은 탄소강 재질인 A508인 경우 8.023  $\mu\text{m}$ 이고 Alloy 600(HTMA)은 0.007  $\mu\text{m}$ 이다. 갈바닉 시편의 경우 63.193  $\mu\text{m}$ 이다. 화학세정 전,후 ECT분석결과 신호 진폭 및 형상은 거의 변화하지 않았고 균열 깊이 역시 거의 변화가 없는 것으로 분석되었다. 이와 같은 결과를 종합하면 화학세정 약품인 EDTA는 결합 증기발생기 튜브 표면에는 에칭이 될 정도로 부식을 일으키지만 응력부식균열(SCC)에 미치는 영향은 없을 것으로 판단되며[2] 계산된 부식율 또한 화학세정동안에 이뤄질 수 있는 부식 허용치 이내로 계산되었다.

### 참고문헌

1. G.L.Key, et al, Study on High Temperature Chemical Cleaning Tests and Applications, EPRI TR-107207, November 1996.
2. Kazutoshi FUJIWARA, Hirotaka KAWAMURA, Hiromi KANBE, Hideo HIRANO, Hideki TAKIGUCHI, Kouji YOSHINO, Shuuichi YAMAMOTO, Toshio SHIBATA and Kenkichi ISHIGURE, Journal of NUCLEAR SCIENCE and TECHNOLOGY, Vol. 42, No. 3, p. 275-288(March 2005).