

E-5

PWR 원전환경에서 오스테나이트 스테인리스강의 피로균열성장특성에 미치는 질소의 영향

민기득[†], 김대환¹, 이봉상¹, 김선진한양대학교, ¹한국원자력연구원
(kadmin@hanyang.ac.kr[†])

가압경수로의 압력경계기기는 약 300°C, 150기압의 고온고압수환경에서 가동되고 있다. 특히 가압기 밀림관은 고온수와, 저온수가 교차하는 부분으로 열성층 형성으로 열적, 기계적 피로 및 수화학환경이 더해진 부식피로 등에 의하여 손상을 받는다. PWR 원전에서 수화학환경은 대표적으로 용존산소(DO) 5ppb, pH 6~8, 용존수소(DH) <30 cc/kg, 온도 316°C의 환경을 유지하게 된다. 가압기 밀림관에는 오스테나이트계 스테인리스강이 사용되는데, 오스테나이트계 스테인리스강은 고온 수화학환경에 민감한 것으로 알려져 있다. 따라서 오스테나이트계 스테인리스강을 공기중에서의 기계적특성 및 피로특성을 향상시키기 위하여 질소를 첨가한 스테인리스강을 제조하여 PWR 원전환경에서의 피로균열성장특성을 평가하였다. 실험에 사용된 재료는 PWR 원전 가압기 밀림관 소재인 Type 347 스테인리스강에 0.0005 wt%가 첨가된 상용재와 0.11 wt% 질소가 첨가된 재료이다. 사용된 시편형상은 두께 5 mm, 폭 25.4 mm의 CT 시편이다. 수화학환경은 150기압, 온도 316°C, 용존산소(DO) 5ppb, 용존수소(DH) 30 cc/Kg, pH는 약 7로 유지 하였으며, 응력비 0.1, 하중 반복속도 10Hz의 기계적 조건에서 하중제어로 시험을 진행하였다. 균열길이는 직류전위차법(Direct Current Potential Drop: DCPD)을 이용하여 측정하였다. 질소함량이 증가할수록 동일 사이클에서 균열길이가 늦게 성장하였고, 피로균열성장속도도 약간 늦어지는 것으로 나타났다. 각 스테인리스강의 피로파면 관찰결과 상용재는 약 1 μm의 산화물들이 생성되는 반면 질소첨가 스테인리스강은 약 0.1 μm정도 산화물이 생성되었다. 산화막의 두께도 질소가 첨가됨으로써 상용재에 비해 얇게 생성되었다. 따라서 질소가 첨가됨으로써 부식환경에서 내산화성이 향상되었으며, 이는 피로균열성장특성에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

Keywords: Environmental fatigue, Austenite stainless steel, PWR environmental

E-6

잔류응력 완화를 위한 극저온 열처리 시 7075 알루미늄 합금의 기계적 특성 및 미세조직의 변화

김회봉, 고대훈¹, 정은욱, 이종우, 조영래[†]부산대학교 재료공학과, ¹부산대학교 기계공학과
(yescho@pusan.ac.kr[†])

7075알루미늄 합금은 기계적 강도가 가장 높은 고강도 합금으로 열처리 공정이 반드시 필요하다. 그러나 열처리 공정 중 재료의 두께에 따른 내부 온도의 차이로 인한 잔류응력이 발생하여 최종 제품의 치수에 변화를 일으켜 제품 생산에 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서 극저온 열처리 공정을 통하여 야기되는 7075알루미늄 합금의 기계적 특성 및 미세조직에 관하여 연구하였다. 7075 알루미늄 합금은 석출경화를 통한 강화가 이루어지며, 석출경화를 위해서 용체화 처리를 하여 인공시효를 하는 기존 공정과 비교하여 극저온 열처리 공정은 두 개의 추가적인 단계를 가지고 있다. 첫 번째 단계는 -196도의 액체 질소 속에 샘플을 극저온 퀀칭을 하는 단계이고, 두 번째 단계는 샘플의 온도를 급격하게 올리는 up-hill quenching이다. 잔류응력은 X-ray diffraction을 이용한 $\sin^2\psi$ 방법으로 측정되었다. 극저온 열처리 후 기계적 특성을 평가하기 위하여 vickers hardness를 측정하였으며 미세 조직의 특성을 파악하기 위하여 EBSD와 TEM을 이용하여 평가하였다.

Keywords: 극저온 열처리, 잔류응력, 미세조직, 석출경화