

## 인가응력이 스테인리스강의 재부동태 거동에 미치는 영향 Effects of Applied Stress on the Repassivation Kinetics of Stainless Steels

조은애\*, 권혁상 (한국과학기술원)

### 1. 서론

응력부식균열(SCC)은 가장 심각한 피해를 유발하는 부식현상으로, 많은 연구에도 불구하고 SCC 기구가 명확히 규명되지 않고 있다. 그러나 SCC의 발생여부가 피막의 국부적 파괴와 이와 함께 진행되는 금속용해 반응, 그리고 피막 재생성 반응, 즉 재부동태 반응의 상대적 속도에 의해 결정된다는 것은 많은 연구자들에게 인정되고 있다[1]. 따라서 피막 파괴 속도가 일정한 조건에서 고유 재부동태 속도를 측정하면 합금의 SCC 민감도를 예측할 수 있다[2]. 지금까지의 연구결과 응력이 제거된 상태에서 합금의 고유 재부동태 속도는 합금조성[3], 인가전위, 용액의 온도와  $Cl^-$  이온의 농도[4]에 의해 결정된다고 보고되었다. 본 연구에서는 피막이 파괴되지 않는 범위에서 인가응력이 재부동태 속도에 미치는 영향을 재부동태 전류와 부식전위의 변화를 측정함으로써 평가하고자 하였다.

### 2. 실험방법

Type 304 스테인리스강과 E-Brite를 상온의 1 M  $MgCl_2$  수용액에 침지한 후, 안정한 부식전위에 이르면 0, 60, 80 % Y.S.의 인가응력을 가하였다. 시편의 부식전위가 안정해지면 부동태 영역의 전위( $E_{app} = -150 \text{ mV}_{SCE}$ )를 가하여 안정한 부동태 피막을 형성시킨 후 극시 시험을 수행하였다. 알루미늄나 팁을 사용하여 빠른 속도(약 1 msec)로 부동태 피막을 제거한 후 이때 흐르는 전류를 1 msec 단위로 측정하였다. 측정된 전류값으로부터  $\log i(t)$  vs.  $\log t$  관계를 도시하여 인가응력이 스테인리스강의 재부동태 속도에 미치는 영향을 평가하였다.

26Cr-1Mo 계 합금을 boiling 42 % LiCl + thiorea 수용액에 침지한 후, 안정한 부식전위에 이르면 90 % Y.S.를 가해 부동태 피막을 파괴한 후 0, 50, 75, 90 % Y.S.를 가하면서 부식전위의 변화를 측정하여 인가응력의 영향을 조사하였다.

### 3. 결과요약

(1) 스테인리스강의 재부동태 전류는 다음과 같은 경험식[5]을 따르며, 60~80 % Y.S.의 인가응력을 가하여도  $\log i(t)$  vs.  $\log t$  plot의 기울기,  $\alpha \sim -1$ 로 모두 비슷하였다. 따라서 재부동태 전류의 감소속도는 인가응력의 영향을 받지 않는다.

$$\log i(t) = -\alpha \cdot \log t + k$$

(2) 26Cr-1Mo 계 페라이트 스테인리스강의 부동태 피막 파괴 후 부식 전위의 변화는 다음과 같은 실험식으로 표현되었다.

$$\Delta E = A + B \cdot e^{-t/\beta}$$

여기에서  $\beta$ 는 인가응력의 함수로서, 이 값이 낮을수록 부식전위의 회복속도가 높아 재부동태 속도가 증가한다.

(3) 인가응력이 증가함에 따라  $\beta$  값은 직선적으로 증가하여 인가응력이 피막파괴후 부식전위의 회복속도를 감소시키는 것으로 나타났다. 인가응력에 따른  $\beta$  값의 변화는 다음과 같은 실험식으로 표현되었다.

$$\text{E-Brite} : \beta = 0.61 + 0.056 (\% \text{ Y.S.})$$

$$26-1\text{S} : \beta = 0.83 + 0.035 (\% \text{ Y.S.})$$

#### 참고문헌

- [1] R. N. Parkins in Corrosion (ed. L. L. Shreir), 2nd edn, p.83, Newnes-Butterworths, London (1976)
- [2] H. S. Kwon, R. F. Hehemann and A. R. Triano, Corrosion, 48, p.838 (1992)
- [3] E. A. Cho, M.S. Thesis, KAIST (1998)
- [4] K. A. Yeom, M.S. Thesis, KAIST (1996)
- [5] J. C. Scully, Passivity of Metals and Semiconductors, Elsevier, p.283 (1983)