

제설염 환경에서 자동차 배기계용 11% Cr, 17% Cr 페라이트 스테인리스강의 외면부식특성

Cosmetic Corrosion of 11 % Cr and 17 % Cr Ferritic Stainless Steels for Automotive Exhaust Systems in an Environment containing Deicing Salts

범원진^{1*}, 박찬진¹, 김영호², 유한진²
 (1*) 전남대학교 신소재공학과
 (2) POSCO 기술연구소

초 록: 복합 사이클 시험 모니터링을 통해 NaCl, CaCl₂ 제설염 환경에서 11 % Cr, 17 % Cr 페라이트 스테인리스강의 외면부식특성을 조사하고자 하였다. 용액 내 NaCl 및 CaCl₂의 농도가 증가함에 따라 용액의 pH가 떨어졌으며, CaCl₂의 농도증가에 따른 산성화도가 NaCl에 비해 크게 나타났다. 염수분무-건조-습윤 과정의 반복으로 구성되어 있는 복합사이클 시험 중 소재의 표면상태 변화를 모니터링 한 결과 건조 과정 중에 공식이 시작되며 NaCl 환경의 경우엔 습윤과정 중에 CaCl₂ 환경의 경우엔 건조 중에 공식성장이 주로 이루어지는 것으로 확인되었다.

1. 서론

현재 자동차 소음기 재료로 내식성 및 가격 경쟁력이 우수한 409L (11%Cr), 439 (17%Cr)강종과 같은 페라이트 스테인리스강이 주로 사용되고 있다. 그러나, 겨울철 자동차 주행시 도로에 살포된 제설염에 의해 소음기 외면 소재가 부식될 수 있으며, 이러한 소음기의 외면부식은 곧바로 소재의 수명과 직결될 수 있다. 자동차 소음기 외면부식 과정은 제설염 부착, 건조, 습윤 환경에 노출 및 반복 등의 복합적인 단계를 포함한다. 특히, 부착된 제설염의 종류에 따라 건조 중 액상 임계 포화조건, 산성화도 및 이온의 이동도 등에 차이가 있을 수 있으며, 이러한 차이는 소재의 부식특성의 차이를 야기할 수 있다. 현재, 전세계적으로 배기계 소재의 외면부식 특성을 평가하기 위해서 염수분무, 건조, 습윤 과정 등이 반복되는 복합 사이클 시험들이 제시된 바 있으나, 각 단계에서 일어나는 부식 메커니즘에 대해서는 아직까지 규명된 바 없다. 본 연구에서는 자동차 소음기의 외면부식 평가를 위한 시험 용액 종류 및 복합 사이클 시험에서의 시험단계별 부식성 차이 및 메커니즘을 규명하고자 하였다.

2. 본론

시험소재로는 409L, 439 냉연재를 사용하였다. 대표적인 제설염인 NaCl과 CaCl₂의 농도를 변화시키면서 용액의 pH 변화를 관찰하였으며, 해당용액에서 각 소재에 대해 순환분극 시험을 실시하여 공식전위 및 재부동태 전위를 측정하였다. 또한, 염수분무 + 습윤 + 건조 단계로 구성되는 복합사이클 시험 조건에서 시험 단계별 부식 상태를 모니터링하기 위해서 자체 제작한 시험 cell을 복합 사이클 시험기 안에 장착하였으며, Zero resistance ammeter (ZRA)를 이용하여 시간에 따른 전위 및 전류차 변화를 측정하였다. 그림 1에 시험 cell을 나타내었다. 복합사이클 시험조건으로는 JASO M 609-91 규격을 사용하였고, 그 조건은 그림 2에 나타내었다.

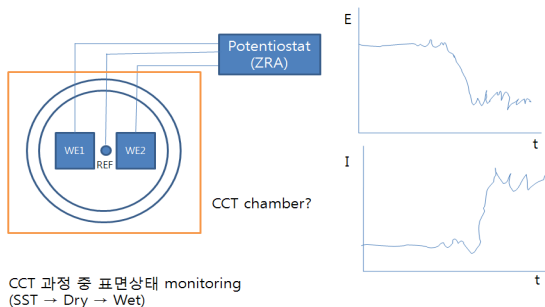
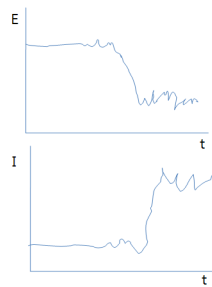


그림 1 Specimens for corrosion monitoring



항목	조건
시험편의 유지 각도	수직에 대하여 15~20°
Spray	염수의 농도 : 5%NaCl, 5%CaCl ₂ 온도 : 35°C
Dry	온도 : 60°C 상대습도 : 30%RH
Humidity	온도 : 50°C 상대습도 : 95%RH

그림 2. CCT 과정 중 표면상태 monitoring 조건

3. 결론

NaCl 및 CaCl₂의 농도변화에 따른 pH 변화를 측정한 결과, NaCl에 비해 CaCl₂의 농축에 따른 산성화도가 더 큰 것으로 나타났다. 이는 동일한 [Cl⁻] 농도에서 CaCl₂ 용액의 부식성이 더 큼을 의미한다. NaCl 분무조건에서 409L, 439 시편에 대해 복합 사이클 시험의 각 단계별로 전위 및 전류차를 직접 모니터링 한 결과, 건조초기에 공식이 발생 및 발전하며, 건조기간 동안 부식이 멈추고, 습윤기간 중 공식이 주로 성장하는 것으로 나타났다. 반면, CaCl₂ 분무조건에서는 건조기간에 주로 공식이 생성되고 발전하는 것으로 나타나 상반된 결과를 보였다. 이는 NaCl과 CaCl₂의 DH의 차이 때문으로, 건조기간 중에도 CaCl₂가 완전히 건조되지 않는 사실에 기인한다.