

임피던스를 이용한 크롬프리 코팅의 퇴화 연구 A study of Cr-free coating degradation with EIS

장건우*

1. 서론

아연도금은 철과 아연의 갈바닉(Galvanic) 부식특성을 이용하여 소지철의 부식을 억제하는 방식 방법으로 광범위하게 사용되고 있다. 그러나 아연도금은 도금한 상태로는 변색이 쉽고 내지문성이 떨어지며, 습기가 있는 대기 중에서는 백청이 발생되기 쉽기 때문에 크로메이트 처리(Chromate treatment) 또는 크롬프리 코팅(Cr-free coating)과 같은 추가적인 보조표면처리가 요구된다. 이 중 크로메이트 처리는 6가 크롬이온(Cr^{6+})의 독성 때문에 10여 년 전부터 전 세계적으로 그 사용이 제한되어 왔고, 대체 물질로서 환경 친화적인 유기, 무기, 유/무기 복합 크롬프리 코팅이 개발되어 크로메이트 처리를 대체해가고 있다. 우수한 방식특성을 가지는 크롬프리 코팅 개발을 위해서는 코팅층이 부식환경 내에서 시간에 따라 퇴화되어 가는 과정을 살펴볼 필요가 있다.

본 실험에서는 친환경 보조표면처리제인 유/무기 복합 크롬프리 코팅에 대해서 중성의 부식성 용액에 시간을 달리하여 노출시켰을 경우, 시간에 따라 코팅층이 퇴화되어 가는 정도와 크롬프리 코팅/아연 계면에서 일어나는 전기화학적 부식거동을 임피던스(EIS) 분석을 통해서 살펴보았다.

2. 실험 방법

실험에 사용된 시편은 당사(현대하이스코)에서 생산된 총 두께 0.6mm의 용융아연도금강판(Coil No. BQJ010A)으로, MQ재질의 강판에 용융아연도금(HDG)한 후 유무기 복합 크롬프리 수지를 후처리 코팅하여 제조되었다. 크롬프리 코팅 부착량은 $906.8/867.1 \text{ mg/m}^2$ (전/이면) 이다.

전기화학적 임피던스(EIS) 분석은 분석면적 1cm^2 의 작업전극과 기준전극(SCE), 상대전극(탄소봉)으로 이루어진 3전극 시스템으로 구성하였고 장비는 Gamry Reference600 Potentiostat를 사용하였다. 시험용액은 25°C의 3.56wt.% NaCl 을 사용하였고 온도 유지를 위해 수조(water bath)내에 부식셀을 설치하였다. 임피던스 실험은 주로 부식전위에서 이루어지지만, 유/무기 코팅과 같은 보호성 피막으로 덮혀 있는 경우 실제의 안정한 부식전위 측정이 어렵다. 이 때문에 무처리 아연도금강판의 안정한 부식전위를 먼저 측정하여 해당 전위값(-1,070mV vs SCE)을 작업전극에 가해주었고, A.C. signal은 10mV rms, 주기 범위(Frequency range)는 1 MHz ~ 0.001 Hz, 데이터 포인트 수는 7 point/decade로 하여 측정하였다. 마지막으로 여기서 얻어진 임피던스 데이터를 Fitting 소프트웨어를 이용하여 등가 전기회로 모델에 Fit 시켜 시뮬레이션 하였다.