

전기화학적 방법에 의한 자동차용 유기코팅의 부식거동 및 메카니즘 규명에 관한 연구

A Study on the Corrosion Behavior and Mechanism of Automotive Organic Coating by Electrochemical Method

이정호*, 박진택, 김호진, 안승호, 김정구(성균관대학교, 신소재공학과)

1. 서론

최근 환경 변화에 따른 자동차 강판 및 부품의 내구성을 높이기 위하여 매년 자동차 업계에서는 막대한 예산을 투입하여 연구개발에 전념하고 있다. 현재 자동차의 차체 및 부품에 대한 표면처리는 전착 (electrodeposition ; ED)공정 방법을 사용하고 있다. 그러나, 자동차 차체 및 부품들은 다양한 형상으로 인해 전처리부터 전착공정간에 불균일한 코팅층, 도막두께 불균형, 국부적 pigment 부피농도의 변화, 가교밀도 (cross-rink density)가 국부적으로 불균일하거나 화학조성의 불균일성, 소부처리 (cured treatment)가 덜된 local heterogeneities를 형성하게 된다. 이런 국부결함부위를 중심으로 부식이 발생하게 된다.

차량운행시 물, 염, 진흙, 먼지 등은 오염원의 필수 요소로서 차체 내부의 홈이나 틈, hole 등에 쌓이게 되는데, 이는 공기중의 물 흡수성을 장시간 유지시키고 높은 염화이온의 분위기를 형성하여, 부식의 진행을 가속화시키는 역할을 한다.

현재 자동차 산업에서 활용되고 있는 내식성 평가방법으로는 가속화 부식시험법 (염수 분무 시험, 순환부식 시험), on-vehicle test, proving ground test 등이 있다. 하지만, 이러한 시험결과는 신뢰성이 낮고, 정성적 결과로서 실제 운행에서 매우 큰 차이를 보이고 있다. 따라서, 실제 사용수명의 정확한 예측을 통해 신뢰성의 문제를 해결하고, 정량적이고 재현성이 있는 전기화학적 평가기법 개발이 요구되어진다.

본 연구에선 자동차 강판 및 부품의 사용수명을 예측하고, 열화시기를 판단할 수 있는 전기화학적 기법 개발의 기초자료 구축과 유기코팅에서 부식기구를 규명하는 데 있다. 특히, 교류 임피던스 시험 (electrochemical impedance spectroscopy ; EIS)으로는 물함수율 및 박리면적을 정량적으로 산출하여 코팅 재료가 열화 (degradation)되는 시점을 예측한다.

2. 본론

본 연구에 사용된 시편은 자동차 부품에 적용되는 유기코팅된 시편이다. 시편은 전착공정 조건에 따라 2×2 cm로 가공된 시편을 사용하였다.

전기화학적 시험방법 중 동전위 분극 시험으로 코팅층이 갖는 기공율을 계산하였고, 모재와 코팅의 분극곡선을 교차시켜 갈바닉 전류를 구하였다. EIS는 150일간 침지한 상태에서 유기코팅의 계면과 부식환경 사이의 반응을 측정하였다. 실험결과에 대해 등가회로를 구성

하고 fitting한 결과 (C_{coat} , R_{pore} , C_{dl} , R_{ct})로 물함수율, 박리면적을 구하였다. 특히, 저주파 영역에서 전하이동저항 (R_{ct})의 변화를 관찰하여 결함을 중심으로 반응성을 비교하였다. 동전위 분극 시험후 유기코팅 표면에 생성된 공식 관찰과 부식 생성물의 화학조성은 EDS로 분석하였다.

3. 결과

동전위 분극 시험결과로부터 전착공정 조건에 따라 내식성을 비교하였고 기공율을 구하였다. EIS로는 침지시간에 따른 물함수율과 박리면적을 정량적으로 구할 수 있었다. 또한 기존의 염수분무시험 등 정성적인 방법에서 벗어나 도막이 물 흡수로부터 파괴되는 시간을 측정할 수 있기 때문에 수명 예측이 가능할 수 있었다. 전자현미경 관찰을 통해 결함부를 중심으로 공식이 발생하였음을 알 수 있었다.

참고문헌

- K. Y. Kim and J.-R. Park : J. Corros. Sci. Soc. of Korea, 20 (1991) 103
- F. Mansfeld and C. H. Tasi : Corr. Sci. 47 (1991) 958
- C. H. Tasi and F. Mansfeld : Corr. Sci. 49 (1993) 726
- J. S. Han : 동아대학교 해양자원연구소 연구문헌집, 7 (1994) 51