

지르코늄-실란 솔젤 코팅된 아연합금도금강판의 내식성에 관한 연구

Study on corrosion-resistance of zirconium-silane so-gel coated zinc alloy plated steel

나현주*¹⁾, 이경황¹⁾, 박종원¹⁾, 곽영진²⁾, 김태엽²⁾

1) (재)포항산업과학연구원 (E-mail:nhn@rist.re.kr, k-hwanglee@rist.re.kr)

2) 포스코기술연구원 건식프로젝트추진반

초 록: 합금도금강판의 일시 방청과 기능성 부여 후처리는 크로메이트, 인산염처리 등과 같은 방법을 시행하는 것이 일반적이다. 최근에는 아연합금도금 강판의 사용 및 보관 환경이 가혹해짐에 따라 보다 우수한 일시 방청성과 내식성이 요구되고 있다. 본 연구는 솔젤법을 이용하여 zirconium n-propoxide와 3-glycidoxypropyltrimethoxysilane(GPTS)으로부터 중합된 코팅막과 이에 zirconia nanoparticle입자를 첨가한 코팅막의 공극율(porosity)과 방식효율(protective efficiency)을 분극데이터를 이용하여 비교 평가¹⁾하였으며, 염수분무시험을 통해 내식성 평가를 진행하였다.

1. 서론

합금도금 표면처리 강판은 자동차, 가전 및 건축재 산업 등에서 내식성 개선을 위한 목적으로 그 수요가 점차 증가하고 있다. 특히, 표면처리 강판 중에서도 아연합금도금 강판은 모재(탄소강)를 부식으로부터 보호하기 위한 대표적인 방식도금강판으로 널리 알려져 사용되고 있다. 최근 수요가 요구특성은 사용 및 보관 환경이 점차 가혹해짐에 따라 보다 우수한 내식성, 일시 방청성, 보관 중의 변색 억제 등을 위한 후처리 기술이 필요하게 되었다. 후처리 기술은 크로메이트 처리가 가장 대표적이지만, 6가 크로메이트 후처리는 중금속 규제로 인하여 그 사용이 한정되어 있다. 이에 친화적이고 열경화형에 비해 에너지 절약이 되는 UV 경화형의 솔젤 코팅처리에 대한 관심이 높아지고 있으며, 후처리 코팅막의 기능성 부여와 내식성 향상을 위한 다양한 솔젤 전구체 연구가 보고되고 있다. 본 연구에서는 솔젤 전구체 중 금속과 가장 유사한 열팽창 계수를 갖고, 고온의 경화온도 조건에서 균열이 최소화되어 내식성이 우수한 ZrO_2 의 대표적인 전구체인 zirconium-n-propoxide와 지르코니아 네트워크 사이에서 폴리에틸렌 산화 고리를 형성하는 광중합이 가능한 3-glycidoxypropyltrimethoxysilane(GPTS)를 이용하여 지르코늄-실란 하이브리드 졸을 제조²⁾하고, 코팅막의 공극률과 방식효율을 분극곡선을 통해 평가하고, 염수분무시험을 병행하여 내식성을 비교 평가하였다.

2. 본론

지르코늄-실란 하이브리드 졸은 각각 zirconium-n-propoxide(70% in propanol)과 methacrylic acid(MAA)를 0.9:0.7의 몰비로 혼합하고, 3-glycidoxypropyltrimethoxysilane(GPTS)과 증류수를 3.5:0.7의 몰비로 혼합하여 질산 촉매로 가수분해 시켜 각각 용액을 제조하였다. Zirconium-methacrylic acid 화합물은 가수분해된 GPTS에 혼합하고 0.7몰비의 증류수를 첨가하고 10분 이상 교반하여 Zirconium-Silane 졸을 제조하였다. 지르코늄-실란 졸은 25%의 2-propanol로 희석하고 광개시제와 UV 수지를 첨가하여 15분 이상 교반하여 UV 경화형 하이브리드 지르코늄-실란 졸을 제조하였다. UV 경화형 하이브리드 졸은 Zirconium nanoparticle 첨가 유무에 따라 Zr-1 (첨가)과 Zr-2 (무첨가)로 명명하였다. 두 샘플의 평균 부착량은 약 1600mg/m^2 로 Dip Coater를 이용하여 처리하였다. 두 코팅막의 공극율(porosity)과 방식효율(protective efficiency)은 분극곡선을 통하여 계산한 결과를 Table 1에 보인다. 이들 시험편의 염수분무 72시간 시험 결과는 우수한 내식성을 나타내었다.

Table 1. Results of potentiodynamic polarization tests of different samples in 3.0wt%NaCl solution

Specimen	E _{corr} (V)	I _{corr} (Acm ⁻²)	β _a (V/decade)	β _c (V/decade)	R _p (Ω)	protective efficiency(%)	porosity
substrate	-1.006	1.866×10^{-5}	0.14	0.04	7.24×10^3	-	-
zr-1	-0.958	4.99×10^{-8}	0.03	0.08	1.90×10^5	99.99	0.00657
zr-2	-0.929	2.24×10^{-7}	0.13	0.08	9.57×10^4	99.99	0.00876

3. 결론

아연합금도금강판의 방청성, 변색억제를 위한 후처리 기술로 UV 경화형 지르코늄-실란 하이브리드 졸을 제조하여 전기화학적 특성 평가를 통하여 방식효율을 계산하였다. 지르코늄 나노 입자 첨가 유무 샘플의 방식효율은 모두 99.99%를 나타내었으며, 공격율은 각각 0.00657과 0.00876으로 매우 낮게 나타났다. 염수분무 72hrs 시험 결과, 코팅 처리된 두 시험편은 무처리 강판 대비 우수한 내식성을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 World Premier Materials (WPM) 프로그램사업 ‘친환경 스마트 표면처리 강판’의 지원을 받아 수행되었으며 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Jung-Gu Kim, Ho-Gun Kim and Kawng-Ryol Lee, Thin Solid Films, 475(2005),291-297.
2. R.Subasri, P.Kiruthika and K. Sarvani, Surface&Coatings Technology, 204(2010), 1270-1276.