

Al-Mg 코팅막의 부식특성에 대한 부식생성물의 영향 Influence of Corrosion Products on Corrosion Resistance of Al-Mg Coating Films

이승효^a, 김혜민^{*a}, 임경민^a, 윤용섭^a, 정재인^b, 양지훈^b, 이명훈^a

^a한국해양대학교 기관시스템공학과

^b포항산업과학연구원 융합소재연구본부

(E-mail: yusong@hhu.ac.kr)

초 록: 여기서는 5% NaCl 염수분무 환경에 노출된 Al-Mg 다층 코팅막의 부식 거동이 부식생성물 분석을 통하여 평가되었다. 동일 두께의 코팅막이라고 할지라도 Al과 Mg의 코팅층을 다층으로 할수록 내식성이 우수한 경향으로 나타났다. 이때SEM, EDS 및 XRD 평가 기법을 통하여, 내식성에 기여하는 주요 부식생성물은 수산화알루미늄($\text{Al}(\text{OH})_3$)이 지배적인 것으로 확인 되었다. 코팅막이 다층인 경우 차폐(barrier) 특성을 가진 수산화알루미늄이 상대적으로 치밀하게 표면을 피복됨으로써 내식성을 오래도록 유지해 주는 것으로 사료된다.

서론

자동차, 전자제품, 건축, 토목 등 광범위한 산업분야에 주로 용융도금, 전기도금 방법에 의해 제작된 아연(Zn)도금 표면처리 강판이 내식성 강제로 널리 사용되어 왔다. 이러한 아연도금은 내식적인 효율성 대비 다른 방법에 비해 생산 비용이 비교적 낮다고 하는 측면 때문에 각종 산업에 폭넓게 적용되고 있다. 그러나 근래에 들어 산업의 규모가 성장하며, 그 사용 환경이 다양하게 가혹해짐에 따라 고내식성 재료에 대한 요구 수준이 높아지면서 아연의 사용량은 급격하게 증대되고 있다. 또한, 아연은 부존 자원량이 낮은 대표적인 물질로 클라크수(Clarke Number)가 0.008%(26위)이며 가채연수가 2000년 기준으로 약 20년 내외로 자원고갈의 문제가 심각하게 대두될 것으로 보고되고 있다. 한편, 현재로서 이러한 아연을 대체하여 표면처리가 가능한 대표적인 물질 중에는 알루미늄(Al)과 마그네슘(Mg)을 생각할 수 있다. 특히 알루미늄의 경우에는 아연과 유사하게 대기 노출 환경 중 얇고 치밀한 산화피막이 형성되며, 이 막은 보호 내식성을 갖고 있으며 또한 사용 중 그 피막이 열화 또는 파괴되어 모재인 철이 노출하게 되는 경우에 철을 대신해서 희생양극(Sacrificial Anode)역할도 가능하게 할 것으로 기대된다. 여기서 마그네슘은 알루미늄과 같이 희생양극 작용을 하나, 활성금속이기 때문에 일반적으로 표면도금이 어려움은 물론 자체의 높은 활성에 의해 소모가 커서 마그네슘 단독으로는 사용하기 어려운 실정이다. 그러나 강제 표면에 알루미늄과 마그네슘을 다층으로 표면처리 할 수 있게 되는 경우에는 막의 두께를 얇게 하더라도 자체 보호적 특성과 희생양극적 특성에 의한 내식성 향상을 기대할 수 있을 것으로 생각된다. 본 연구에서는 전자빔(EB)을 증발원으로 진공증착 하여 제작된 Al-Mg 다층 코팅막에 대한 내식특성을 각 중 부식시험 방법에 의해 평가함은 물론, 여기서 생성된 부식생성물의 분석을 통하여 Al-Mg 다층 코팅막 과의 내식성 관계를 규명하고자 하였다.

실험 방법

본 연구에서 평가를 위해 제작된 Al-Mg 다층 코팅막은 E-beam 진공증착법을 이용하여, 냉간압연 강판(SPCC)을 모재(substrate)로 하여 중간층에는 마그네슘을 최상층에는 알루미늄을 증착하여 제작되었다. 여기서 제작한 2층막, 4층막, 6층막의 두께는 모두 $3\mu\text{m}$ 로 동일하다. 이들 코팅막은 염수분무시험, 자연침지시험 및 전기화학적 분극 시험을 통해서 부식특성이 비교-평가되었다. 또한, 여기서는 염수분무 시험 408시간 후에 생성된 부식생성물을 SEM, EDS 및 XRD를 통해 각 각 분석-정리 하였다.

결과 요약

Al-Mg 코팅막 부식특성 평가 결과에 의하면, 6층막의 코팅층의 내식성이 염수분무시험 평가 결과 적정발생 780시간으로 가장 우수하였다. 또한, 염수분무시험 408시간 후에 생성된 부식생성물을 XRD로 분석한 결과, 부식생성물의 대부분은 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 이었으며, 원소 조성분석 결과(EDS) 또한 마찬가지로 산소와 알루미늄의 함량이 가장 높아 XRD결과와 일치하는 경향을 나타내었다. 부식생성물의 표면 SEM 에서는, 내식성이 가장 우수하였던 6층 코팅막의 부식생성물($\text{Al}(\text{OH})_3$)이 다른 코팅막의 부식생성물 보다 치밀하게 표면을 덮고 있는 것을 확인할 수 있었다. 이것이 전해질을 차단하고 코팅막을 일정시간 동안 보호하고 있다고 판단된다.

본 결과물은 지식경제부 지원으로 수행한 WPM(World Premier Materials) 사업의 일환으로 도움 받은 내용임을 알려드립니다. -