

PVD법에 의해 제작된 Al-Mg 다층막의 내식성에 미치는 두께 비의 영향
Influence of thickness ratio on corrosion resistance of Al-Mg multilayer films
prepared by PVD method

임경민^a, 이승효^a, 정재인^b, 양지훈^b, 이명훈^{a*}
^{a*} 한국해양대학교 기관공학부(leemh@hhu.ac.kr), ^b포항산업과학연구원

초 록: 알루미늄(Al)은 노출 환경 중 치밀한 산화 또는 수산화 보호성 피막을 생성하여 강재를 부식환경으로부터 차단하는 역할을 한다. 또한 그 피막이 열화 또는 파괴되어 모재인 철이 노출되는 경우 철을 대신하여 희생양극으로 작용함으로써, 철의 부식을 지연시키는 역할을 한다. 한편, 마그네슘(Mg)은 매우 활성인 금속으로 우수한 희생양극 역할을 수행하나, 높은 활성에 의하여 자체 소모가 크기 때문에 단독으로 사용하기는 어렵다. 따라서 강재 표면에 알루미늄과 마그네슘을 다층으로 표면처리하게 될 경우 상기에서 언급한 보호적 특성과 희생양극적 성능에 의한 내식성 향상을 기대 할 수 있을 것으로 사료된다. 본 연구에서는 진공증착을 이용하여 강재에 두께 비에 따라 Al-Mg계 코팅막을 제작하여 내식성을 비교-분석하였다.

1. 서론

각종 산업분야에서 다양하게 사용되고 있는 금속재료는 그 사용 환경이 가혹화됨에 따라, 자연-에너지-환경을 고려한 친환경적인 고성능 내구특성의 새로운 표면처리 강판이 요구되고 있다. 오늘날 강재는 내식성을 목적으로 주로 아연(Zn)을 용융 또는 전기 도금한 Zn계 표면처리강판이 많이 사용되고 있다. 그러나 이러한 표면처리 강판의 경우 미래 지향적 성능 향상은 물론 환경, 자원 및 에너지 측면을 고려할 때 한계를 가지고 있으며, 이를 고려한 친환경 프로세스 표면처리 강판의 개발이 주요한 과제이다. 최근 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로써 친환경적인 PVD(Physical Vapor Deposition) 프로세스가 시도되고 있으며, 재료적인 측면에 있어서도 아연 매장량의 한계에 따라 이를 대체하여 모재강에 대한 보호적(Barrier)특성과 희생양극적(Sacrificial anode) 성능에 의한 내식성 향상이 기대되는 알루미늄(Al)과 마그네슘(Mg) 합금계 코팅에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

본 연구에서는 친환경 고성능 프로세스인 진공증착의 응용에 의하여 두께비율을 달리하여 제작된 Al-Mg계 다층 코팅막에 대한 내식특성을 여러 가지 전기화학적 부식시험에 의하여 분석 평가하여 Al-Mg계 코팅막의 고내식 응용설계 지침을 제시하고자 한다.

2. 본론

본 연구에서는 EB(Electorn beam) 가열방식에 의한 진공증착(Vacuum evaporation)법으로 강재상에 Al-Mg 단층 및 다층막을 코팅층의 두께비에 따라 5가지 Group으로 분류하여 제작하였다. 부식 환경중 생성된 치밀한 산화 또는 수산화 피막의 보호 내식성이 우수한 알루미늄(Al)을 상층으로, 상대적으로 매우 활성이며, 희생양극 능력이 우수한 마그네슘(Mg)을 하층으로 설계하였다. 1 Group의 경우 Al과 Mg을 각각 3 μ m로 제작한 단층막인 반면, 2,3,4 Group은 Al과 Mg의 두께비가 각각 1:1(Al 1.5 μ m/Mg 1.5 μ m), 2:1(Al 2.0 μ m/Mg 1.0 μ m), 5:1(Al 2.5 μ m/Mg 0.5 μ m)로 제작하였다. 마지막으로 Al과 Mg을 6층막, 4층막을 제작하였다. Al-Mg 단층 및 다층막의 내식성 평가-비교를 위하여 기존 강재(EG 및 GI)를 포함한 염수분무 실험, 3% NaCl 용액 중 침지 자연전위(E_{corr}) 측정 및 전기화학적 양분극 실험을 실시하였다.

3. 결론

진공증착에 의한 Al-Mg계 단층 및 다층막의 염수분무에 의한 부식평가 결과, 동일한 3 μ m 막 두께 조건에서 Al 또는 Mg 단층막 보다 Al/Mg의 이층막이, 이층막보다는 4층막 또는 6층인 다층막의 경우가 우수한 내식성을 나타내었다. 이는 각 층 계면에서 진공증착 프로세스에 의하여 Al과 Mg이 상호 고용 및 균일 분산분포에 따라 Mg이 고용된 Al의 뛰어난 희생양극 작용(Sacrificial anode)에 의하여 모재 강 of 부식을 지연시키는 역할을 나타내는 것으로 사료된다. 염수분무환경에서 초기에 용출한 Al^{3+} 에 의해 생성된 치밀한 $Al(OH)_3$ 가 부식환경을 차단하며, 일정시간 이후 노출된 하부는 Al과 Mg의 고용에 의한 상호 갈바닉 작용으로 부식생성물에 의한 환경차단(Barrier)을 더욱 치밀하게하여 단계적 과정에 의한 부식지연효과에 따라 우수한 내식성을 나타낸다. 또한 프로세스 조건에 따라 상이한 성분 상 및 표면-단면의 미세조직 등의 인자가 코팅막의 내식특성에 주요한 영향을 미친다.

참고문헌

1. M.H.Lee, I.Y.Bae, K.J.Kim, K.M.Moon, T.Oki, "Formation mechanism of new corrosion resistance magnesium thin films by PVD method", surface & coatings technology, 160-170 (2003) 670-674

감사의 글

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