

**질소가스 중 PVD법에 의해 용융아연도금 강판 상에 형성한 마그네슘 막의 내식특성**  
**Formation of Magnesium Films on Galvanized Steel Substrates by PVD Method**  
**at Nitrogen Gas Pressures and Their Corrosion Resistances**

엄진환<sup>a,\*</sup>, 박재혁<sup>a</sup>, 황성화<sup>a</sup>, 박준무<sup>a</sup>, 윤용섭<sup>b</sup>, 이명훈<sup>a</sup>

<sup>a</sup>한국해양대학교 기관공학부(E-mail: leemh@kmou.ac.kr), <sup>b</sup>한국해양대학교 기관시스템공학부

**초 록 :** 철강은 기본적으로 강도가 우수하고 그 매장량이 풍부할 뿐만 아니라 대량생산이 가능하다 또한 다른 금속과 합금을 구성하여 또 다른 특성을 부여할 수 있기 때문에 현재 전 세계 금속 생산량의 95%를 차지할 정도로 많이 사용되며, 각종 산업과 기술이 발달함에 따라 그 중요도는 점점 더 커져가고 있다. 하지만 철강은 사용 환경 중 부식에 의해 그 수명과 성능이 급격히 저하되기 때문에 내식성을 향상시키기 위하여 도장이나 도금 등의 표면처리를 포함한 다양한 방법이 적용되고 있다. 그 중 철강재의 도금 표면처리방법은 주로 아연을 이용한 용융도금이나 전기도금 등과 같은 습식 프로세스가 널리 사용되고 있다. 여기서 아연은 철보다 이온화 경향은 크나 대기 환경 중 산소와 물과 반응하여 Zn(OH)<sub>2</sub>와 같은 화합물을 형성함으로써 철강재 표면상 부식인자를 차단(Barrier)함은 물론 사용 중 철 모체가 노출되는 결함이 발생하는 경우에는 철을 대신하여 희생양극(Sacrificial Anode) 역할을 하기 때문에 철의 부식방식용 금속으로 가장 많이 사용되고 있다. 한편 최근에는 철강의 사용 환경이 다양해짐은 물론 가혹해지고 있어서 이에 따른 내식성 향상이 계속해서 요구되고 있는 추세이다. 따라서 본 연구에서는 철강재의 내식성을 향상시키기 위한 일환으로 현재 많이 사용되고 있는 용융아연도금 강판 상에 아연보다 활성이 높은 마그네슘(Mg)을 건식 프로세스 방법 중에 하나인 PVD(Physical Vapour Deposition)법에 의해 코팅하는 것을 시도하였다. 일반적으로 PVD법에 의해 진공증착하는 경우에는 그 도입가스로써 불활성가스인 아르곤(Ar)을 사용하는 경우가 대부분이나 여기서는 상대적으로 비활성이면서 그 크기가 작은 질소(N<sub>2</sub>)가스를 도입하여 그 증착 막의 물포로지는 물론 결정구조도 제어하여 그 내식특성을 향상시키고자 하였다.

본 연구에서는 철강재의 내식성을 향상시키기 위한 방법으로 마그네슘(Mg)를 PVD(Physical Vapor Deposition)법 중 진공증착법(Vacuum Deposition)을 사용하여 용융아연도금 강판 상에 마그네슘 증착 막을 형성하였다. 즉, 여기서는 진공증착 중 질소(Nitrogen, N<sub>2</sub>)가스를 도입하여 진공챔버(Vacuum Chamber)내의 진공도를 1x10<sup>-1</sup>, 1x10<sup>-2</sup>, 1x10<sup>-3</sup>, 1x10<sup>-4</sup>로 조절하며 제작하였다. 또한 제작된 시편에 대해서는 SEM(Scanning Electron Microscope) 및 XRD(X-Ray Diffraction)을 사용하여 형성된 아연도금상 마그네슘 막의 표면 물포로지 및 결정구조의 변화를 분석함은 물론 침지시험, 염수분무시험, 분극시험을 통해 이 막들에 대한 내식특성을 분석 평가하였다.

상기 실험결과에 의하면, 진공 가스압이 증가됨에 따라 마그네슘 막의 두께는 감소하였으며, 그 물포로지의 단면은 주상정(Columnar)에서 입상정(Granular) 구조로 변화하며 표면의 결정립은 점점 미세화 되는 경향을 나타냈다. 이때의 표면의 결정배향성(Crystal orientation)은 표면에너지가 상대적으로 큰 면이 우세하게 나타나는 경향이 있었다. 또한 본 실험에서 형성한 진공증착 막은 비교제인 용융아연도금강판보다 우수한 내식성을 나타냈고, 본 형성 막 중에는 마그네슘 막 두께가 작음에도 불구하고 질소 가스압이 가장 큰 조건일수록 내식성이 우수한 경향을 나타냈다. 이상의 결과는 철강재의 내식성 향상을 위한 응용표면처리설계에 기초적인 지침을 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 참고 문헌

1. Bae, I. Y. "Effect of Interlayer on Structure and Physical Properties of Zn Series PVD Films Coated on Steel Plate" J. Kor. Inst. Surf. Eng. (2011), p. 238
2. Lee, M. H, "Morphology and crystal orientation on corrosion resistance of Mg thin films formed by PVD method onto Zn electroplated substrate" Surface and Coatings Technology Vol. 202 No. 22-23(2007), p.5590-5594