

천연해수 중 음극방식 응용 원리에 의해 제작한 Mg(OH)₂ 코팅막의 밀착성 및 내식성 Adhesion and corrosion resistance of magnesium hydroxide films prepared by application principle of cathodic protection in natural seawater

김혜민*, 이승호, 임경민, 김병구, 이명훈
*한국해양대학교 기관공학부 (leemh@hhu.ac.kr)

초 록: 음극방식법은 가혹한 해수 환경에 노출된 항만 및 해양구조물 등의 부식을 방지함에 있어 매우 유용한 방식법이다. 여기서는 이러한 음극방식 응용 원리에 의해 무한한 자원인 해수를 이용하여 환경 친화적인 코팅막 제작-시도를 하였다. 즉, 본 연구에서는 해수 환경 중 선박 및 해양구조물 등에 주로 사용되는 강재를 기판으로 하여 양극 조건 및 인가 전류밀도를 달리하여 코팅막을 제작하였으며, 조건에 따라 제작된 코팅막을 SEM, EDS, XRD를 통해 조성원소 및 결정구조를 분석하였다. 또한 밀착성 및 내식성 평가를 통해 실용 코팅막으로써의 한계를 보완한 코팅막 제작 프로세스의 기초 설계 지침을 제시하고자 하였다.

1. 서론

항만 및 해양구조물 등은 항상 해수에 의한 부식 위험에 노출되어 있어 그에 상응하는 표면처리 및 부식 방식의 중요성이 크게 대두되고 있다. 실제 해수 중 선박 및 해양구조물 등에 사용되는 강재의 경우, 표면 도장과 음극방식을 병행하는 경우가 대부분이다. 실제 이러한 음극방식을 함에 있어 해수 중 포함된 칼슘 및 마그네슘이 석회질 피막(calcareous deposit)을 형성하여 부착되는 것을 종종 볼 수 있다. 이 석회질 피막은 음극방식 중 부식속도를 지연시키는 물론, 산소 확산을 방지하는 물리적 장벽 역할을 하는 것으로 보고되고 있다. 특히 자연환경 중 가장 가혹한 부식 환경인 해수 분위기에서 부식속도를 감소시킬 수 있는 막이 형성될 수 있다는 점은 주목할 만하다. 또한 환경을 중요시하는 오늘날에 있어 무한한 자원인 해수를 이용한다는 점에서 경제성 및 환경 친화적인 특성을 지닌다고 할 수 있다. 이와 같은 관점에 착안하여 해수 중 음극방식 응용 원리를 이용하여 음극 기판 표면에 CaCO₃ 및 Mg(OH)₂와 같은 무기석회질 성분의 전착 코팅을 시도해온바 있다. 그러나 이러한 막은 세라믹과 같은 화합물로써 소지 금속과는 반데르발스 힘으로만 결합되어 있어 균일성 및 밀착성은 물론 내식성이 취약하여 실용 코팅막으로써 한계를 갖고 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 한계를 극복하기 위해 해수 중 양극조건 및 음극전류 밀도를 달리하여 Mg(OH)₂ 막을 제작함으로써 우수한 밀착성 및 내식성을 갖는 최적의 코팅막 제작 프로세스에 관한 기초적인 지침을 제공하고자 하였다.

2. 본론

천연해수 중 음극방식 응용 원리를 이용하여 양극 종류 및 인가전류밀도를 달리한 코팅막을 제작하였으며, SEM(Scanning Electron Microscopy), EDS(Energy Dispersive Spectroscopy), XRD(X-Ray Diffraction)을 통하여 코팅막의 morphology, 원소 조성 및 결정구조를 분석하였다. 또한 제작 코팅막의 밀착성을 테이핑 테스트를 통하여 분석-평가 하였으며 내식성을 평가하기 위하여 3% NaCl 용액 중 침지시간에 따른 자연전위(E_{corr})의 변화 거동을 살펴보았다.

3. 결론

소지 철보다 활성인 마그네슘을 양극으로 하고 음극 전류를 흘려주었을 때 전위차의 형성에 따라 음극계면에서 OH⁻ 이온이 많이 발생하여 pH가 증가함에 따라 해수 중 포함된 Mg²⁺이온과 결합하여 부르사이트(Brucite) 결정 구조인 Mg(OH)₂ 막이 형성되는 것을 확인하였다. 또한 다양한 양극 조건에서 실험한 결과 마그네슘(AZ31) 양극 일 때 가장 밀착성이 우수한 것으로 확인 되었으며, 음극전류밀도가 증가함에 따라 Mg(OH)₂ 막의 석출량은 비례적으로 증가하였으나 일정 전류밀도 이상에서는 코팅막의 밀착성이 저하되는 경향을 나타내었다. 이는 물의 전기분해에 따른 다량의 수소가스가 두꺼운 Mg(OH)₂ 막의 결합을 방해하여 밀착성이 저하된 것으로 사료된다. 또한 내식성을 평가한 결과 5A/m²의 전류 밀도에서 가장 우수한 내식 특성을 확인할 수 있었다.

참고문헌

- [1] M.H.Lee, K.M.Moon, J.D.Kim, J.Kang, K.H. Kim, Environmentally friendly hybrid coating prepared by electro-deposition method at various seawater condition, Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 2009, s110-113

- 본 과제(결과물)는 국토해양부의 일부 지원으로 수행한 해양에너지 전문인력 양성사업의 연구결과입니다.