

## 해수 중 전착 프로세스에 의한 칼슘 및 마그네슘 화합물의 형성 제어

### Formation Control of Calcium and Magnesium Compounds by Electrodeposition Process in Seawater

박준무<sup>a,\*</sup>, 황성화, 최인혜, 강준, 이명훈<sup>a</sup>

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

**초 록:** 해양환경 중 많이 사용되는 철강재료들은 그 가혹한 부식환경에 대응하기 위하여 일반적으로 피복·도장방식법이 나 음극방식법이 적용되고 있다. 여기서 음극방식법은 선박 및 해양구조물의 해중부 부식에 대해 가장 효과적인 방식법으로 알려져 있다. 한편, 이와 같이 해수 중 철강재에 음극방식을 적용할 경우, 피방식체인 그 강재 표면에 해수 중 용존된 산소의 음극환원 반응이 일어나며 국부적인 알칼리 표면 조건을 형성시켜  $Mg(OH)_2$ 와  $CaCO_3$ 의 막을 석출시킨다[1]. 이와같이 음극방식 중 형성된 전착물은 방식해야 될 표면적을 감소시켜 방식전류밀도를 감소시키는 효과가 있는 것으로 보고되고 있다. 이렇게 석출된 전착물은 음극표면에 부분적으로 형성되고, 여러 가지 환경 조건 등의 영향을 받아 그 피막의 형성 정도도 가늠하기 어렵기 때문에 음극방식 설계 시 그 정도에 따른 영향을 고려-반영하기가 곤란하다. 또한 이 전착물은 그 형성 메커니즘에 관한 해석이나 강도, 균일한 밀착성, 장기적인 방식효과 및 효율성 등이 아직 충분히 입증되어 있지 않은 실정에 있다.

따라서 본 연구에서는 해수 중 다양한 전착 프로세스에 의해 제작된 전착물의 기간별, 도장코팅 종류별 특성변화를 분석 및 평가하고, 전착물에 의한 희생양극 소모전류 변화 측정 분석을 통해 전착막을 균일하고 치밀하게 형성시키기 위한 최적의 조건을 찾고자 하였다. 또한 석출속도, 밀착성 및 내식특성을 향상시키기 위해 해수 중 기체를 용해시켜 제작한 막의 특성을 분석-평가하였다.

본 연구에 사용된 강 기판은 일반구조용강(KS D 3503, SS400)으로  $\phi 42.7 \times 1,000 \text{ mm} \times 4.0 \text{ t}$ 의 형상으로 제작하였다. 인가된 전류밀도는 1, 3 및 5  $A/m^2$  이고 도장 코팅 종류별 전착 석출물의 형성차이 비교 분석을 위한 실험은 선박 및 해양구조물에 많이 사용되는 Universal Epoxy 도료 2종을 선정하여 진행하였다. 또한 Steel Wire Mesh의 영향을 알아보기 위해 Mesh를 설치하여 실험을 진행하였다. 기간별-도장 종류별 외관관찰, 전착물의 두께 측정, SEM, EDS 및 XRD를 통해 막의 모폴로지, 조성원소 및 결정구조를 분석하였으며, 전착물의 내식성과 내구성을 평가하기 위해 테이핑 테스트(Taping Test) 및 전기화학적 양극분극 시험을 실시하였다. 희생양극 소모율에 대한 전착물의 영향을 확인하기 위해 외부전원을 인가하여 전착 피막을 형성시킨 강 기판에 희생양극을 연결하여 희생양극 소모효율 측정 시험을 진행하였다.

전착물의 석출량은 시간 및 전류밀도의 증가에 따라 비례하여 증가하였으며, 음극전류 인가 시 금속과 용액 계면 사이의 확산층에서 발생한  $OH^-$  이온으로 인해 금속과 용액 계면 사이 pH가 부분적으로 증가하여  $Mg(OH)_2$  화합물이 많이 생성되는 것으로 확인되었다. 또한 Mesh의 부착으로 평활하지 않게 형성된 미세한 굴곡구조 및 표면적 증가로 인하여 단계적으로 피복되는데 필요한 시간이 지연되면서  $CaCO_3$ 에 비해  $Mg(OH)_2$  화합물이 상대적으로 증가한 것으로 사료된다.  $CaCO_3$ (Aragonite) 구조는 견고한 피막으로 치밀하고 화학적 친화력이 높아 우수한 밀착성을 보였으며 전착물의 영향으로 양극 전류가 감소하였고, 이로인해 방식전류 절감효과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

#### 참고 문헌

1. Lee, M. H, "Brucite- $Mg(OH)_2$  Films Formed by Electro-deposition Method in Nature Seawater", 12th International Symposium on Biomimetic Materials Processing, BMMP-12(2012), p.94.

- 본 연구는 2017년도 산업통상부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.(No.20143010021820)