

NaCl 용액 조건 별 전착 프로세스에 의한 친환경 탄산칼슘 막의 형성 제어
Formation Control of Eco-Friendly Calcium Carbonate Films by Electro-deposition Process at
Different NaCl Solution Conditions

이승효^{a*}, 임경민^a, 김혜민^a, 이명훈^a

^a한국해양대학교 기관시스템공학과

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

초 록: 본 연구에서는 NaHCO₃, CaCl₂ 용액 중 Mg²⁺의 농도를 조절하며 전착프로세스에 의해 다양한 결정구조의 환경친화적인 탄산칼슘 막을 제작할 수 있었다. 특히, 여기서는 이들 막의 효율-실용적 설계 제작을 위해 상기한 용액 조건 중 NaCl의 첨가 농도를 달리하여 탄산칼슘 막의 석출량을 도출함으로써 최적 석출 속도를 제시할 수 있었다.

1. 서론

칼슘 화합물인 탄산칼슘(Calcium carbonate, CaCO₃)은 암석, 암반 및 암초 그리고 생물학적 유기체의 껍데기에서 쉽게 발견될 수 있는 광범위한 광물질(mineral)이다. 또한 화학공업의 기반을 이루는 자원으로서 공업적 수요가 지난 수십 년간 계속 증가하는 추세에 있다. 특히, 지구 탄소 사이클의 중요한 역할을 하는 부분이며 또한 산업, 의료, 환경 부문에서 넓은 범위에 걸쳐 적용되고 있는 중요한 화합물로 주목 받고 있다. 그러나 그동안 많은 연구 노력에도 불구하고 간단하고 효율적인 방법으로 탄산칼슘의 결정을 균일하게 형성-제어하는 것은 여전히 해결해야 할 과제로 남아있는 실정이다. 일반적으로 탄산칼슘은 칼사이트(Calcite), 아라고나이트(Aragonite), 베터라이트(Vaterite)의 세 가지 결정구조를 가지고 있다. 특히 바늘과 같은(needle-like) 물포로지 구조를 가지고 있는 아라고나이트는 결정의 크기에 대한 길이의 비가 매우 큰 침상형으로써 고무나 플라스틱, 도료의 충전제(filler)나 제지용의 안료 등 공업원료로 이용했을 경우에 강도증진과 백색도 향상 및 불투명도 조절이 가능하여 기계적, 광학적 특성을 부여할 수 있는 새로운 무기질 분체로써 다양한 응용이 기대되고 있다. 본 연구에서는 탄산수소나트륨, 염화칼슘, 염화마그네슘이 합성된 용액 중 전착 프로세스에 의해서 탄산칼슘 막을 형성하며 그 결정구조를 제어함은 물론, 최적 조건의 석출속도를 얻기 위해 염화나트륨의 농도를 변화시켜 전착 코팅막을 형성하였다. 또한 이들 막에 대해서는 그 제작조건에 따른 석출량 및 결정구조 등을 비교 분석하여 그 형성 메커니즘을 규명하고자 하였다.

2. 실험 방법

본 실험에서는 환경 친화적인 탄산칼슘 막을 형성하기 위해서 전착 코팅법(electro-deposition process)을 적용하였다. 사용한 용액은 초순수(비저항이 약 6 MΩ·cm)에 NaHCO₃, CaCl₂, MgCl₂를 각각 60mM, 60mM, 300mM 첨가하여 합성한 용액이다. 합성된 용액 중에 NaCl은 각각 1, 3.5, 5, 10% 농도조건으로 첨가되었다. 양극은 탄소봉을 사용하였으며, 실험은 40℃에서 24시간 동안 수행되어졌다. 각 전착조건에서 형성한 코팅피막에 대해서는 그 석출량 변화를 분석함은 물론, SEM (Scanning Electron Microscopy), EDS(Energy Dispersive Spectroscopy) 및 XRD(X-Ray Diffraction)에 의해 표면의 형상, 성분 및 구조 등을 분석-평가 하였다.

3. 결과 요약

본 실험조건과 같이 다양한 NaCl 용액 중 형성된 전착 석출 코팅막은 모두 탄산칼슘 화합물로 나타났다. 이들 막의 석출량은 NaCl을 첨가하지 않고 제작한 것 보다 약 1.5배 정도 증가하여 나타났다. 여기서 제작한 막들은 칼사이트와 아라고나이트 결정구조가 혼재되어 존재하였으나 비교적 아라고나이트 결정구조가 지배적인 것을 확인할 수 있었다. 또한 이들 막은 NaCl 농도가 변화함에 따라서 석출량 변화 경향과 일치하게 아라고나이트 석출 비율이 증감함을 관찰할 수 있었다. 이것은 NaCl이 탄산칼슘의 용해도를 증가시켜 용액 중 Ca²⁺의 농도 증가를 야기시키는 것과 밀접한 관련이 있는 것

으로 사료된다. 즉, 이것은 초기에 형성되는 칼사이트의 결정핵 형성을 촉진시키기 보다는 결정 성장을 촉진시켜서 후기에 Mg^{2+} 의 흡착에 의해 변형되어 생성되는 아라고나이트의 석출 비율을 증가시키기 보다는 결정 성장이 촉진된 칼사이트의 석출 비율을 증가시키는 것으로 생각된다. 따라서 NaCl의 첨가에 의한 농도 제어를 통하여 탄산칼슘 코팅막의 석출속도 및 석출량을 제어할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 참고 문헌

[1] M.H. Lee et al(2011), Formation control of eco-friendly calcium carbonate films by electro-deposition process, 2011 KISE Fall Meeting, Chang-won convention center, November 24-25, 2011)

- 본 과제(결과물)는 국토해양부의 지원으로 수행한 해양에너지 전문 인력 양성사업의 일환으로 도움 받은 내용임을 알려드립니다. -