

시멘트 페이스트 수용액의 칼슘 이온을 이용한 CO₂ 가스 고정화에 관한 기초적 연구

Fundamental Study on the CO₂ gas Fixation Method using the Cement-Paste Solution's Calcium ion

곽 재 석* **강 창 수**** **이 한 승*****
 Kwack, Jae-Seok Kang, Chang-Soo Lee, Han-Seung

Abstract

The purpose of this study is not only fixation of carbon dioxide using the cement-Paste solution's calcium ion by wet carbonating reaction but also quantitatively evaluate the possibility of storage technology of Carbon dioxide. wet carbonation is reaction of CO₂ injection by CO₂ reactor. As a result of experiment, the carbon dioxide is fixed, and high-purity Calcium Carbonate is eluted.

키 워 드 : 이산화탄소, 수산화 칼슘, 습식탄산화, 탄산칼슘, 시멘트
 Keywords : carbon dioxide, Calcium hydroxide, wet carbonation, calcium carbonate, cement

1. 서 론

인류의 산업화로 인한 화석연료 사용량의 증가는 대기 중 이산화탄소 농도를 증가시켰으며, 이로 인한 지구온난화 및 이상기후 증상이 야기되고 있다. 2005년 2월 온실가스 감축의무를 부과한 교토의정서가 발효되었고 한국은 2013년부터 의무감축 대상이 될 것이 확실하다. 이에 전 세계적으로 CCS(Carbon Capture and Storage)연구에 대한 관심과 연구가 고조되고 있지만, 지중 저장은 장기계획이며 저장시설 확보가 쉽지 않은 반면에, 광물탄산화법에 의한 가스의 저장법은 단기간에 실용화 할 수 있는 장점이 있다.¹⁾ 하지만 이러한 연구는 시멘트산업에서 현재 미비한 수준이다.

이에 본 논문의 목적은 광물탄산화법을 이용하여 시멘트 수용액의 CO₂ 흡수효과를 화학적으로 파악함으로써 향후 시멘트 산업에서의 CO₂ 고정화 대책에 관한 기초연구자료를 제공하고자 한다.

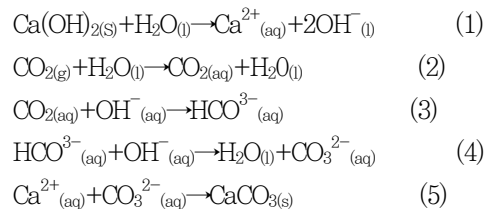
2. 실험개요

2.1 탄산화 메커니즘

수산화칼슘은 알칼리 이온 OH⁻의 영향으로 물에 용해되어

* 한양대학교 건축환경공학과 석사과정
 ** 한양대학교 건축환경공학과 박사과정
 *** 한양대학교 건축학과 부교수, 공학박사, 교신저자 (ercllehs@hanyang.ac.kr)

pH12~13의 강한 염기성을 나타낸다. 또한, 한정된 용해도를 가지며, 수용액에 이산화탄소 가스를 주입하면 탄산화 반응으로 인해 pH6~7의 약산성을 나타내며, 탄산칼슘 침전물이 생성된다.



식 (3)~(5)은 순간적인 반응이고, 식 (1)은 수산화칼슘의 용해 반응이며, 식 (2)은 이산화탄소가 물에 흡수되는 반응이다.²⁾

2.2 실험방법

표 1은 실험인자 및 수준을 나타낸다. 중량배합비 10:1로 교반한 직후의 시멘트 페이스트를 거름종이로 거른 후 수용액을 Ion Chromatograph(Metrohm)에 의해 이온성분을 분석하였다.

표 1. 실험 인자 및 수준

실험인자	수준	공통사항
교반시간	10min, 30min, 60min, 120min, 240min, 480min, 960min, 1day, 3day, 7day	온도 : 25℃ 교반속도 : 450RPM

교반한 시멘트수용액을 CO₂반응기를 통하여 CO₂가스를 표 2

와 같이 일정조건으로 주입하였으며, 생성된 침전물에 대한 성분 분석을 실시 하였다.(EDS : EDAX APPOLO X, Ametex Ltd., XRD : D5005, Bruker)

표 2. CO₂ 반응기의 가스 주입 실험조건

교반기(RPM)	용기내부온도(°C)	측정시간(min)	기체주입압력(atm)
200	15	10	1

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 교반시간에 따른 시멘트 수용액 이온 변화

그림 1은 교반시간에 따른 수용액 이온변화 및 보통포틀랜드 시멘트를 미소수화열량계(MMC-511SV, Tokyo Riko CO. LTD.)를 사용하여 측정한 수화발열곡선을 나타낸다. 시멘트의 수화반응이 저하되어 있는 유도기에는 시간이 경과함에 따라 Ca²⁺ 이온이 지속적으로 증가하다가 480분 이후 시멘트의 수화반응이 수화가속 이후로는 수렴하는 것으로 나타났다. 이는 시멘트의 수화반응에 의해 Ca²⁺이온이 소모되어 그 양이 감소하는 것으로 사료된다.

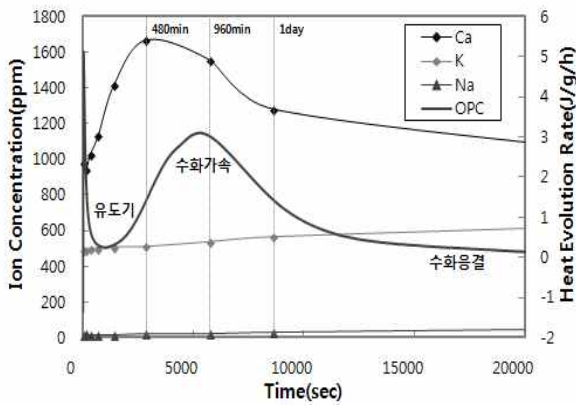


그림 1. 교반시간에 따른 수용액 이온 변화 및 보통 포틀랜드 시멘트의 수화발열곡선

3.2 습식탄산화 반응을 통한 침전물 분석 결과

침전물의 조성성분 Peak 결과는 그림 2과 같다. 그림 2에서 나타난 결과 OH, H Peak가 존재하지 않는 것으로 볼 때 침전물은 고순도 CaCO₃로 이루어진 것으로 판단된다.

그림 3은 XRD를 통해 시료의 성분을 분석한 결과로 전부 열역학적으로 가장 안정적인 Calcite의 결정구조를 나타내는 탄산칼슘으로 이루어져 있음을 알 수 있다.

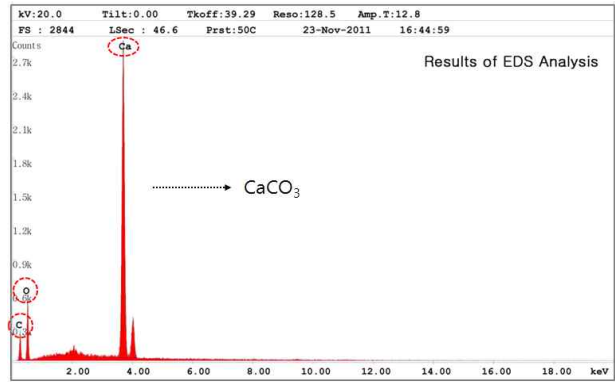


그림 2. 습식탄산화 반응 침전물 EDS peak

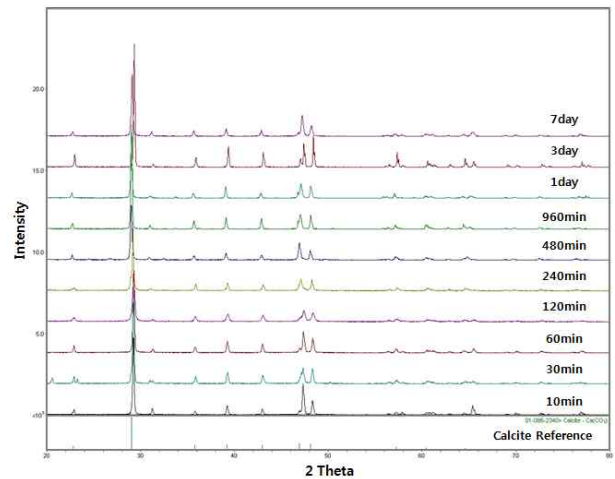


그림 3. 습식탄산화 반응 침전물 XRD 회절 분석

4. 결론

시멘트 수용액의 습식탄산화 반응 실험을 한 결과 CO₂의 안정적인 고정화와 순도 높은 CaCO₃를 생성할 수 있었다. 이를 통해 매년 발생하는 폐 콘크리트와 알칼리 토금속(Ca, Mg) 성분을 풍부히 함유하고 있는 산업부산물에도 적용하여 CO₂를 고정화 할 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 논문은 2010년도 한국연구재단 연구비 지원에 의한 결과의 일부로써 이에 감사드립니다. 과제번호:2010-0014051

참고 문헌

1. 지식경제부, 한국지질자원연구원, 광물탄산화법에의한 CO₂ 고정화기반기술 연구 보고서, pp.2~17, 2009
2. 안지환, 유강석, 폐콘크리트 미분말 및 무기 폐부산물을 이용한 CO₂ 고정화 방법, 한국자원리싸이클링학회, 2009