

# 시멘트 수용액을 이용한 CO<sub>2</sub> 고정화 방안에 관한 기초적 연구

## Fundamental Study on the CO<sub>2</sub> fixation method using the Cement-saturated solution

곽재석\*                      강창수\*\*                      안희성\*\*\*                      이한승\*\*\*\*  
 Kwack, Jae-Seok              Kang, Chang-Soo              Ahn, Hee-Sung              Lee, Han-Seung

### Abstract

The purpose of this study is not only fixation of carbon dioxide using the cement-saturated solution by wet carbonating reaction but also evaluate the possibility of storage technology of Carbon dioxide. wet carbonation is reaction of CO<sub>2</sub> injection by CO<sub>2</sub> reactor. As a result of experiment, the carbon dioxide is fixed, and high-purity Calcium Carbonate is eluted.

키워드 : 이산화탄소, 수산화 칼슘, 습식탄산화, 탄산칼슘, 시멘트  
 Keywords : carbon dioxide, calcium hydroxide, wet carbonation, calcium carbonate, cement

## 1. 서론

시멘트는 제조시 다량의 이산화탄소를 발생시키므로 반 친환경 산업이라는 인식이 지배적이다. 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 있으나, 지중저장은 장기계획이며 저장시설 확보가 쉽지 않은 반면, 광물탄산화법에 의한 가스의 저장법은 단기간에 실용화 할 수 있는 장점이 있다.<sup>1)</sup> 또한, CO<sub>2</sub> 가스를 광물탄산화법에 의해 광물의 결정구조 내에 고정화를 시킬 경우 확실한 고정이 가능하다. 하지만 이러한 연구는 시멘트산업에서 현재 미비한 수준이다.

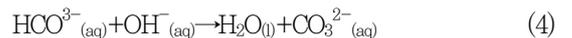
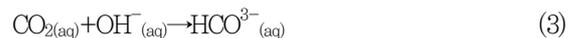
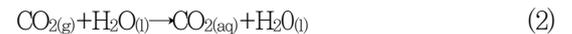
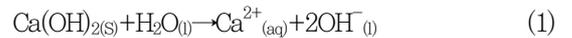
이에 본 논문의 목적은 광물탄산화법 중 습식탄산화반응을 이용하여 시멘트 수용액의 CO<sub>2</sub> 흡수효과를 화학적으로 파악함으로써 향후 시멘트 산업에서의 CO<sub>2</sub> 고정화 대책에 관한 기초연구자료를 제공하고자 한다.

## 2. 실험개요

### 2.1 습식탄산화 메카니즘

수산화칼슘은 알칼리 이온 OH<sup>-</sup>의 영향으로 물에 용해되어 pH12~13의 강한 염기성을 나타낸다. 또한, 한정된 용해도를 가

지며, 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.<sup>2)</sup>

### 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, 20min, 30min, 60min, 120min, 240min, 1day, 2day, 3day, 7day	온도 : 25℃ 교반속도 : 450RPM

교반한 시멘트수용액을 CO<sub>2</sub>반응기를 통하여 CO<sub>2</sub>가스를 표 2와 같이 일정조건으로 주입하였으며, 생성된 침전물에 대한 성분 분석을 실시 하였다.(FE-SEM : MIRA3 LMH, Tescan LTD., EDS : EDAX APPOLO X, Ametex Ltd.) 그림 1은 본 실험에 사용된 CO<sub>2</sub> 반응기 이다.

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

표 2. CO<sub>2</sub> 반응기의 가스 주입 실험조건

교반기(RPM)	용기내부온도(°C)	측정시간(min)	기체주입압력(MPa)
200	21	20	0.5

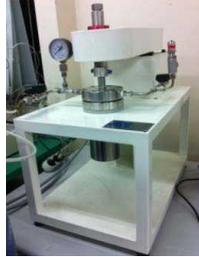
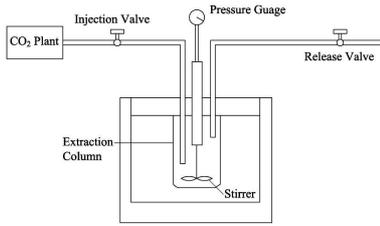


그림 1. CO<sub>2</sub> 반응기(CO<sub>2</sub> Reactor)

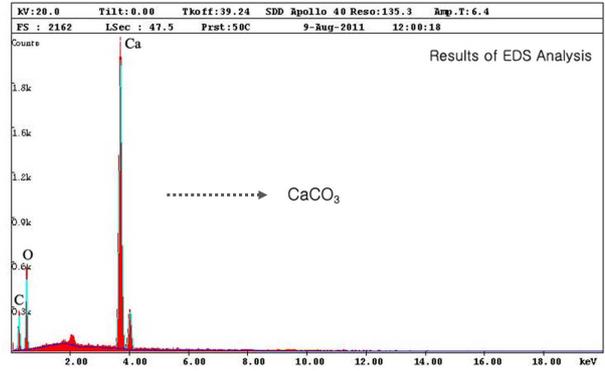


그림 3. Ca(OH)<sub>2</sub>의 습식탄산화 반응 침전물 EDS peak

### 3. 실험 결과 및 고찰

#### 3.1 교반시간에 따른 시멘트 수용액 이온 변화

그림 2는 교반시간에 따른 수용액 이온변화를 나타낸다. 시간이 경과함에 따라 Ca<sup>2+</sup>이온이 증가하다 1일 이후로는 감소하는 것으로 나타났다. 이는 시멘트의 수화반응의 결과로서 240분까지는 Ca(OH)<sub>2</sub>의 급속한 생성이 이루어지고 1일 이후로는 수화반응의 감속으로 인한 결과로 사료된다.

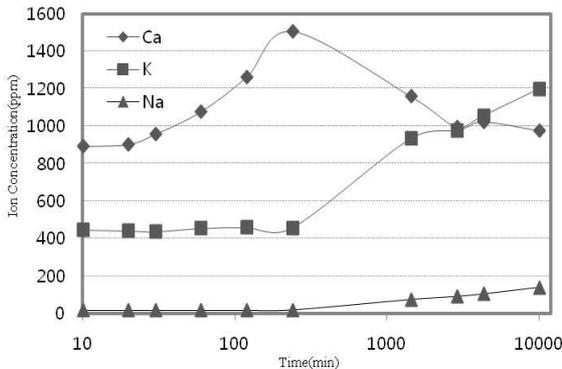


그림 2. 교반시간에 따른 수용액 이온 변화

#### 3.2 습식탄산화 반응을 통한 침전물 분석 결과

침전물의 조성성분 Peak 결과는 그림 3과 같다. 그림 3에서 나타난 결과 OH, H Peak가 존재하지 않는 것으로 볼 때 침전물은 고순도 CaCO<sub>3</sub>로 이루어진 것으로 판단된다.

그림 4, 5는 침전물의 FE-SEM관찰 결과를 나타낸다. 침전물의 결정체를 관찰한 결과 CaCO<sub>3</sub>의 반응시간 및 온도 등 여러 생성조건에 따라 결정형태가 달라졌으며, 대체로 결정형태는 상방정계구조를 이루는 것으로 관찰된다.

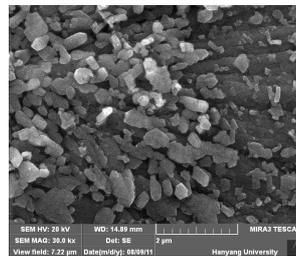


그림 4. CaCO<sub>3</sub> FE-SEM(120min)

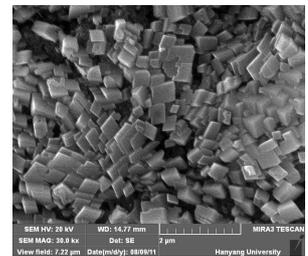


그림 5. CaCO<sub>3</sub> FE-SEM(7day)

### 4. 결론

시멘트 수용액의 습식탄산화 반응 실험을 한 결과 CO<sub>2</sub>의 고정에 영향을 주는 Ca<sup>2+</sup>이온의 양이 수화반응의 감속으로 인해 1일 전후로 이온양이 크게 변동하게 됨을 알게 되었다. 또한 CO<sub>2</sub> 반응기를 통해 반응결과 사방정계 구조의 고순도 CaCO<sub>3</sub>를 생성할 수 있었다.

### 감사의 글

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

### 참고 문헌

- 이상현외, 콘크리트의 탄산화 관점에서 CO<sub>2</sub>배출량-흡수량 평가에 관한 연구, 한국콘크리트학회, 제21권 제1호, 2009
- 지식경제부, 한국지질자원연구원, 광물탄산화법에 의한 CO<sub>2</sub>고정화기반기술 연구 보고서, 2009