

# 가압 탄산화를 통한 레미콘 회수수의 CO<sub>2</sub> 고정화에 관한 기초적 연구

## A Fundamental Study on CO<sub>2</sub> Sequestration of Concrete Slurry Water by Pressure Carbonation

심상락<sup>1</sup> · 류동우<sup>2\*</sup>

Sim, Sang-Rak<sup>1</sup> · Ryu, Dong-Woo<sup>2\*</sup>

**Abstract :** In this study, in CO<sub>2</sub> sequestration was carried out through pressure carbonation for concrete slurry water to realize carbon neutrality in the cement industry. As a result of the experiment, it was confirmed that as the pressure of CO<sub>2</sub> increased, the pH decreased and the amount of CaCO<sub>3</sub> produced increased. However, despite the CO<sub>2</sub> pressure of 5 bars, the carbonation reaction for 10 minutes alone did not proceed completely.

**키워드 :** 레미콘 회수수, 광물탄산화, 이산화탄소 고정화

**Keywords :** concrete slurry water, mineral carbonation, CO<sub>2</sub> sequestration

### 1. 서론

2050 탄소중립 실현을 위해 온실가스를 다량 배출하고 있는 시멘트 산업에서도 혼합시멘트 사용의 확대, 킬른의 열효율 증대를 위한 연료전환 등 CO<sub>2</sub> 감축을 위한 다양한 노력을 시도하고 있으나 2050 탄소중립을 실현하기 위해서는 보다 혁신적인 CO<sub>2</sub> 감축 대책 마련이 필수적이다. 그 대책의 일환으로써 CCUS(Carbon Capture Utilization & Storage) 기술 개발이 필수적이라고 보고하고 있지만 아직까지 CO<sub>2</sub> 배출을 획기적으로 감축할 수 있는 방법이 제시되지 않고 있는 실정이다[1].

한편 레미콘 제조 시 반송·잉여 콘크리트 혹은 트럭 애지테이터, 배치플랜트의 믹서 등에 부착된 콘크리트의 세척 등으로 인해 레미콘 회수수가 발생하게 되며 시멘트 입자에 기인한 Ca<sup>2+</sup> 성분이 다량 함유되어 있어 광물 탄산화 반응을 유도할 경우 CO<sub>2</sub>의 다량 고정화가 가능할 것으로 판단된다. 이에 선행연구[2]에서는 초임계 CO<sub>2</sub>를 활용하여 레미콘 회수수의 광물탄산화에 관한 연구를 실시하였으며, 단시간에 완전 탄산화가 이루어진 것을 확인하였다. 그러나 레미콘 회수수의 CO<sub>2</sub> 다량 고정화 기술의 실용화를 위해서는 초임계 CO<sub>2</sub>의 압력조건이 과도한 측면이 있으며 최적의 압력조건을 도출하는 것이 필수적이다. 이에 본 연구에서는 레미콘 회수수를 대상으로 가압 탄산화를 통한 CO<sub>2</sub> 고정화 가능성을 확인하고자 하였다.

### 2. 실험방법 및 사용재료

#### 2.1 사용재료

본 연구에서 사용한 레미콘 회수수의 경우 레미콘 공장에서 당일 생산되며 가급적 슬러지 고형분의 비율이 높은 늦은 오후에 채취하였다. 실험에 사용하는 레미콘 회수수는 슬러지 고형분율을 동일하게 조정하기 위하여 상징수와 슬러지 고형분을 분리하였으며, 슬러지 고형분은 105°C로 향량이 될 때까지 건조하였다. 이후 건조 슬러지 고형분을 분쇄하여 200번체(입자크기 75µm 이하)로 조정하였다. 상징수 및 슬러지 고형분의 화학조성을 표 1 및 표 2에 나타내었다.

#### 2.2 가압 탄산화

레미콘 회수수의 가압 탄산화는 슬러지 고형분율을 5%로 조정한 레미콘 회수수를 대상으로 1~5bar의 압력조건에서 10분간 진행하였다. 가압 탄산화 시에는 교반기를 200rpm으로 작동시키고 정해진 반응시간(10분)동안 압력을 유지하며 탄산화를 실시하였다.

1) 대전대학교, 박사과정

2) 대전대학교, 교수, 교신저자(dwryu@daejin.ac.kr)

표 1. 상징수의 화학조성 (ICP 분석)

화학조성 (mg/L)				
Ca	Mg	Na	Fe	K
812	0	242	0	711

표 2. 슬러지 고형분의 화학조성 (XRF 분석)

화학조성 (wt%)									
CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	MgO	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
34.32	26.24	8.27	3.12	2.37	2.10	1.05	0.47	0.37	0.23

### 3. 실험결과

레미콘 회수수의 CO<sub>2</sub> 압력에 따른 탄산화 전·후 pH 및 TG-DTA 측정결과를 그림 1 및 그림 2에 나타내었다. 반응 전 레미콘 회수수의 슬러지 고형분은 pH 12.5 이상으로 측정되었으며, 반응 후 레미콘 슬러지 고형분을 CO<sub>2</sub> 압력 1bar에서는 pH 12.3으로 측정되었으며, 압력이 증가함에 따라 점차적으로 감소하여 5bar에서는 pH 11.76으로 측정되었다.

TG-DTG 측정결과, 반응 전 레미콘 회수수의 슬러지 고형분에는 Ca(OH)<sub>2</sub>의 중량감소와 CaCO<sub>3</sub>의 중량감소가 소량 확인되었다. 그러나 반응 후에는 1bar의 반응만으로도 Ca(OH)<sub>2</sub>의 중량감소를 크게 확인할 수 없었으며, 압력이 증가함에 따라 CaCO<sub>3</sub>의 중량감소가 소폭 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

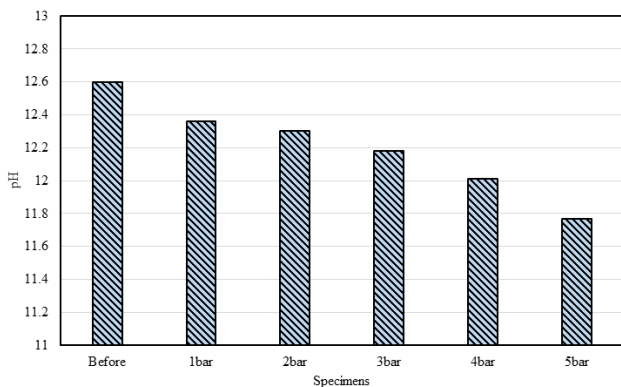


그림 1. pH 측정결과

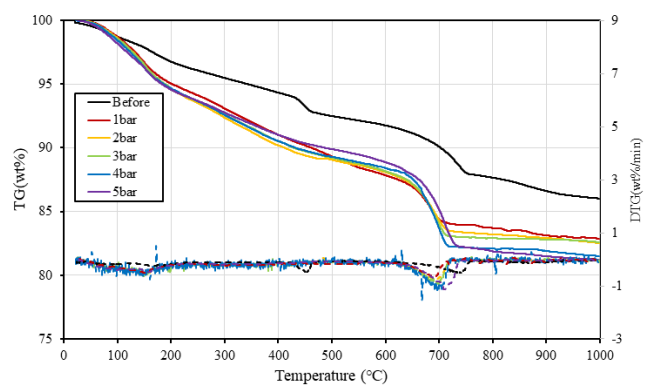


그림 2. TG-DTG 측정결과

### 4. 결론

레미콘 회수수를 대상으로 CO<sub>2</sub> 압력에 따른 CO<sub>2</sub> 고정화에 관한 연구를 진행한 결과 CO<sub>2</sub>의 압력이 증가함에 따라 pH가 저하하며 CaCO<sub>3</sub>의 생성량이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 다만 CO<sub>2</sub> 압력 5bar에서도 10분간의 탄산화 반응만으로는 완전 탄산화가 진행되지 않았다. 이후의 연구에서는 레미콘 회수수의 완전 탄산화가 이루어질 수 있는 최적의 CO<sub>2</sub> 압력, 반응시간을 도출하는 것을 목표로 연구를 진행할 예정이다.

### 참고문헌

1. CEMBUREAU. The European Cement Association, Cementing the European Green Deal.
2. Sim SR 외 1인. Effect of the Concrete Slurry Waste Ratio on Supercritical CO<sub>2</sub> Sequestration. Materials. 2023. No.16.