

상용 CO₂ 고정재료의 탄산화에 관한 문헌적 연구

Carbonation of a few of Common materials which can fix CO₂

진 정 심* 이 한 승**

Chen, zheng-xin Lee, Han-Seung

Abstract

Mineral carbonation technology is a process whereby CO₂ is chemically reacted with calcium-and/or magnesium-containing minerals to form stable carbonate materials. Add the Materials that could fix CO₂ as mineral admixture to concrete can improve the anti-carbonation properties of concrete. This paper has carried on the literature research on the carbonated mechanism of Material that could fix carbon dioxide. Such as Brucite, Γ -C₂S, Mg₂SiO₄, MgO, Ca₃MgSi₂O₈. And summarizes the development of the development of this field.

키 워 드 : 광물탄산화 기술, CO₂ 흡착제, CO₂ 흡수제
 Keywords : mineral carbonation technology, CO₂ adsorbent, CO₂ absorbent

1. 서 론

CO₂고정이 가능한 재료를 건축물에 원재료로 사용하여, CO₂배출을 감소시키며 CO₃²⁻ 이온이 콘크리트에 침해를 제어할 수 있고, 따라서 콘크리트의 내구력을 제고시킬 수 있다. CO₂의 포집 방법은 최근 물리적 흡착법과 화학적 흡수법을 주로 채용하고 있다.¹⁾ 본문은 현 단계에서 자주 사용하는 고정이 가능한 CO₂의 재료에 대해서 문헌 연구를 진행하였고, CO₃²⁻ 이온을 제어하는 자기치유 콘크리트 기술개발위하여 원 재료를 선택할 때 연구자들에게 참고가 될 목적으로 한다.

2. 물리 흡착제

2.1 활성탄 흡착제

활성탄은 일종의 가장 많이 볼 수 있는 검은 색큰 비표면적의 공성 흡착제이다. 활성탄의 흡착능력의 크기를 결정하는 것은 주로 비표면적 크기, 구멍 구조의 특징, 표면 성질 등이다.²⁾ Song과 Yong 등은 몇 종류의 활성탄 흡착제를 고온 환경에서 CO₂의 흡착 성능에 대하여 연구를 했고, 표1.은 흡착제의 주요 물리 성질이며, 그림1.은 흡착제가 각각 환경에서의 흡착 등온선이다. 도표에서 볼 수 있듯이, 각각 종류의 흡착제에 대하여 CO₂의 흡착량과 활성탄의 비표면적과 총 구멍양은 비례가 된다. 또한 같은 종류의 흡착제에 대하여 흡착량과 압력은 비례되며 온도와는 반비례가 된다.³⁾

adsorbent	specific surface area/m ² ·g ⁻¹	total pore volume/mL·g ⁻¹
AC ₁	3 000	1.6
AC ₂	1 371	1.26
CB	225	0.31

표 1. 활성탄 흡착제의 주요 물리 성질

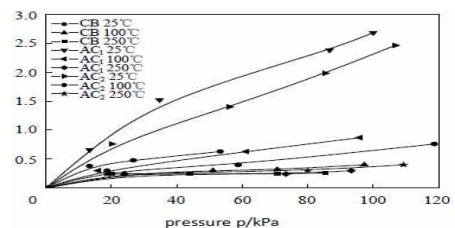


그림 1. 흡착제가 각각 환경에서의 흡착 등온선

2.2 제올라이트 분자체

활성화 처리를 거쳐 대폭 제고된 흡착능력의 제올라이트는 공업에서 중요한 흡착제이다. 제올라이트 분자체에는 정밀한 구조와 공극이 있고, 공극의 크기는 구조의 차이로 인해 약간의 변화가 있으며, 따라서 서로 다른 분자 크기의 물질들의 분리를 달성할 수 있다. 이것의 흡착능력도 온도의 상승과 하강에 따른다. Lila 등은 ASRT 5A분자를 사용하여 우주선 내의 CO₂를 제거하는 연구를 하였고, 실험 결과는 표2.를 참고 비라며 온도를 175℃ 로 상승했을 때, 흡착량은 25℃ 의 24% 밖에 되지 않았다.⁴⁾

* 한양대학교 건축시스템공학과 석박사 통합과정
 ** 한양대학교 ERICA캠퍼스 건축학부 교수, 교신저자(ercleehs@hanyang.ac.kr)

temperature/°C	pressure p/kPa	adsorption/mmol·g ⁻¹
0	101.73	3.82
25	102.40	3.59
50	104.53	3.34
75	104.00	3.02
100	108.66	2.45
175	107.46	0.884
250	106.53	0.325

표 2. 제올라이트 분자체의 CO₂ 흡착량

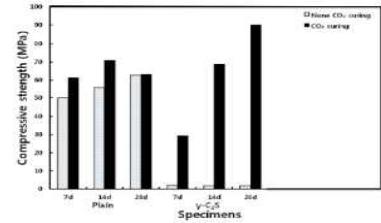


그림 2. γ -C₂S 대량 치환 시멘트 페이스트의 압축강도

3 화학 흡수제

3.1 γ -C₂S

γ -C₂S 화합물은 수경성을 갖고 있지 않아 시멘트 clinker 화합물로는 부적절한 광물로 인식되고 있다. 하지만 γ -C₂S 화합물은 대기 중의 CO₂와 반응하여 탄산화에 의해 경화하는 중요한 가능성을 가지고 있다.^{1) 5)} γ -C₂S 화합물은 대기 중의 CO₂와 반응하여 시멘트 재료의 pore구조 내부에 CaCO₃를 생성시켜 pore구조를 치밀하게 함으로써 내구성 향상 및 탄산화 저항성의 특징을 나타낼 수 있다. 성명진 등의 연구 중에서는 90%로 치환하여 제작한 모르타르를 CO₂양생 실시 한 결과는 이성현과 비슷하였고 γ -C₂S혼입한 모르타르의 압축강도 발전은 명확하였으며 28일의 압축강도는 90Mpa 이상으로 나타났다.⁵⁾

3.2 마그네슘 함유 광물

최근 CO₂ 광물 고정법 연구에 채용 한 마그네슘 함유 광물에는 주로 사문석, 감람석, 활석 등이 있다. 사문석, 활석 등 층 형태의 규산염 광물은 비슷한 구조를 가지고 있으며, Mg(OH)₂층과 규산 사면체 층은 모두 서로 간격을 두고 배열되어 형성되어 있어서 이것들은 특정한 공통점을 가지고 있고, 모두 수화석 층 구조의 파괴 후 Mg 이온으로 방출하고, 따라서 CO₂와 반응이 발생된다. Mg 이온의 용해 속도를 더욱 빠르게 하기 위한 연구를 진행한 연구자 있는데, 산으로 광물의 마그네슘 이온을 용해하여 산화물 또는 수소 산화물로 전환하고 CO₂와 반응을 진행하였다.⁶⁾

3.3 유기 아민

아민으로 CO₂흡수는 실질적으로 산과 알칼리의 중화 반응이며, 약산(CO₂)와 약알칼리(유기 아민)의 반응은 물에 용해되는 염을 생성하며, 온도 변화에 따라 이 반응은 역반응도 가능하다. CO₂흡수 포화된 유기 아민용액을 가열하면 반응은 역방향으로 진행되어 CO₂ 방출이 가능하다. 혼합 아민은 단일한 순수 아민 대비 흡수량이 더 크며, 흡수 속도가 더 빠른 등의 우세한 점이 있어 최근 CO₂흡수의 새로운 선택이 되었으며 비교적 자주 사용되는 것은 MEA-MDEA 시스템이다.⁷⁾

4 후속 연구 방향

자기치유 콘크리트 기술의 개발은 CO₂를 여러 각지흡착제들을 이용해 메커니즘을 분석해야 하며, 가장 뛰어난 방법을 찾아 CO₂의 흡착량을 제고시켜야 하며, 흡착제의 흡착과 탈착 동역학에서 CO₂를 연구하여, 가장 뛰어난 시공 조건을 실현해야 한다. 이와 동시에 실험을 통한 콘크리트 내부의 CO₂흡수 성능 및 CO₃²⁻ 침해를 억제하는 제어 작용에서의 각종 CO₂고정 재료를 연구해야 한다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 건설기술연구사업의 연구비지원(16SCIP-B103706-02)에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

1. 이승현, 구자술, 시멘트계 재료의 CO₂ 고정화에 의한 온실가스 저감, 콘크리트학회지, 제28권, 2016.7
2. Li Li, YUAN Wenhui, WEI Chaohai, Adsorbents and adsorptive process for carbon dioxide at high temperature, Chemical Industry And Engineering Progress, Vol.8, 2006
3. Yong Z, Vera Mata G, Adsorption of Carbon Dioxide on Chemically Modified High Surface Area Carbon-Based Adsorbents at High Temperature, Adsorption, Vol.7, pp.41~50, 2001
4. Yong Z, Mata V, Rodrigues A E, Adsorption of carbon dioxide at high temperature: a review, Separation and Purification Technology, Vol.26, pp.195~205, 2002
5. 성명진, 조형규, 이한승, γ -C₂S 및 MgO를 다량 혼입한 시멘트 페이스트의 CO₂ 양생유무에 따른 특성변화, 한국건축시공학회지 제15권 제3호, pp.281~289, 2015.4
6. Zhu Chen, CO₂ sequestration based study of reaction kinetics of brucite, Quaternary sciences, Vol.31, pp.438~446, 2011
7. Lv Bihong, A Systematic Review of CO₂ Absorption Using Amine, Petrochemical Technology, Vol.8, 2011