

# $\gamma$ -C<sub>2</sub>S 혼입 시멘트 모르타르의 공극구조 및 Fractal특성

## Pore Structure and Fractal Characters of Cement Mortar Containing $\gamma$ -C<sub>2</sub>S

진 정 심\*                      이 한 승\*\*  
Chen, Zheng-Xin              Lee, Han-Seung

### Abstract

Gamma-C<sub>2</sub>S ( $\gamma$ -C<sub>2</sub>S) is a substance that is difficult to react with water under normal temperature but can absorb a large amount of CO<sub>2</sub> in the air. The addition of  $\gamma$ -C<sub>2</sub>S to cementitious materials through the curing of CO<sub>2</sub> can improve the pore structure and improve the durability of the material. In this study, three kind of Ca-bearing materials : CaO, Ca(OH)<sub>2</sub>, CaCO<sub>3</sub>, were calcined 2.5h at 1450°C to synthesize  $\gamma$ -C<sub>2</sub>S after mixing with SiO<sub>2</sub> respectively. Among them, Ca(OH)<sub>2</sub> mixed with SiO<sub>2</sub> after calcining shows highest content. Synthesized  $\gamma$ -C<sub>2</sub>S was added to the cement mortar, after water curing for 1 month, accelerated carbonation test was experimented. After 28d accelerated carbonation test, pore structure will be detected by MIP. Based on the MIP result, following the calculation method of Fractal theory, the pore structure will be quantitative described.

키 워 드 :  $\gamma$ -C<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> 고정,  $\gamma$ -C<sub>2</sub>S 합성  
Keywords :  $\gamma$ -C<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub> fixation, synthesis of  $\gamma$ -C<sub>2</sub>S

## 1. 서 론

Gamma-C<sub>2</sub>S ( $\gamma$ -C<sub>2</sub>S)는 실온에서 물과 반응하지만 대기 중의 CO<sub>2</sub>를 흡수 할 수 있는 물질이다. 콘크리트에  $\gamma$ -C<sub>2</sub>S를 혼입하면 재료 내부의 공극 구조를 개선 할 수 있고 재료의 내구성을 향상시킬 수 있습니다. 본 연구에서는 3가지 칼슘함유물질인 CaO, Ca(OH)<sub>2</sub>, CaCO<sub>3</sub>를 각각 SiO<sub>2</sub>와 혼합 하여 1450°C에서 2.5시간 소성하여  $\gamma$ -C<sub>2</sub>S를 합성하였다.<sup>1) 2)</sup>  $\gamma$ -C<sub>2</sub>S의 함량은Ca(OH)<sub>2</sub>와 SiO<sub>2</sub>가 혼합되었을 때 가장 높았다. 합성  $\gamma$ -C<sub>2</sub>S를 시멘트 모르타르에 CO<sub>2</sub> 고정 재료로서 혼입하고, 28d동안 수증 양생 시킨 후에 CO<sub>2</sub> 농도5%, 상대습도60%, 온도20°C의 환경에서 촉진탄화시험을 실시하였다. 샘플의 공극구조는 MIP에 의해 재령56일 때 분석되었고, 공극구조를 Fractal이론에 의해 정량적으로 기술되었다.

## 2. 실 험

### 2.1 $\gamma$ -C<sub>2</sub>S의 합성

세 종류의 Ca 공여재는 SiO<sub>2</sub>와 각각 혼합하였다. 준비된 샘플의 합성을 위하여 소성로에서 승온속도 10°C/min의 승온 속도로 1450°C에서 2.5시간 동안 각각 유지한 후 동안 유지한 후, 다시 10°C/min의 속도로 1,450°C까지 승온 하여 실온에서 냉각하였다. 합성된 샘플들의 XRD 분석 결과는 그림 1에서 나타내다. 결과 보면 Ca(OH)<sub>2</sub>를 이용해 합성 된 샘플 중에  $\gamma$ -C<sub>2</sub>S의 함량 가장 높은 것을 볼 수 있다.

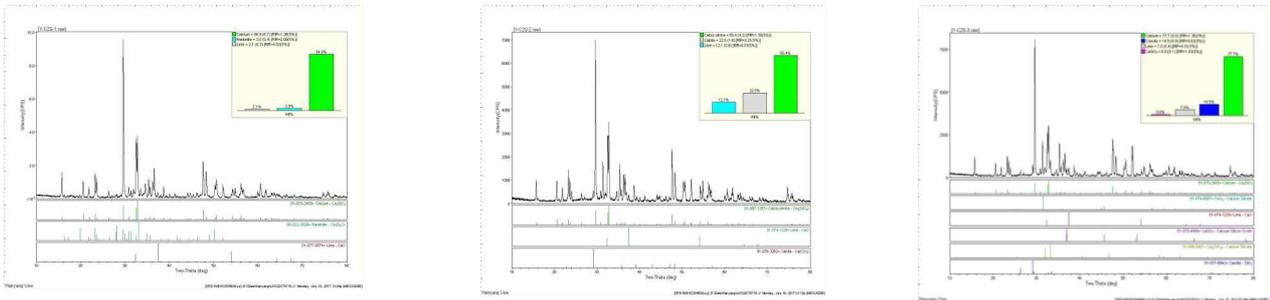


그림 1. 합성 된  $\gamma$ -C<sub>2</sub>S의 성분 분석 결과

\* 한양대학교 건축시스템공학과 석박통합과정  
\*\* 한양대학교 건축공학과 교수, 교신저자(ercleehs@hanyang.ac.kr)

## 2.2 모르타르 실험 개요

$\gamma$ -C<sub>2</sub>S혼입 모르타르 적용 실험을 진행하였다. 본 실험에서는 보통 포틀랜드 시멘트를 사용했으며 자세한 물리적 성질 및 화학적 성질은 표 1에 나타내었다. 모르타르 배합은 KS L 5109기준으로 실행하였고 배합비는 표 2에 나타내었다. 모르타르 실험체를 수중 양생 28일 후에 CO<sub>2</sub>농도 5%인 탄산화 챔버를 이용하여 온도 20°C, 습도 60% 조건에서 실험을 수행하여 모르타르 적용 실험을 진행하였다. 7일차의 탄산화 깊이를 측정 했다.

표 1. 시멘트의 물리적 성질 및 화학적 성질

chemical compositions	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
content(%)	69.38	18.72	4.01	3.48	4.23

표 2. 폐합표

	W/B	water	cement	$\gamma$ -C <sub>2</sub> S	sand
OPC	0.65	834.6	1284g	-	3852g
$\gamma$ -5	0.65	834.6	1219.8g	64.2g	3852g
$\gamma$ -10	0.65	834.6	1155.6g	128.4g	3852g

## 3. 실험 결과 및 분석

그림 2는 CO<sub>2</sub> 양생기간 별 시멘트 모르타르의 탄산화깊이 결과를 나타내었다. OPC 질량의 0%, 5%, 10% 가  $\gamma$ -C<sub>2</sub>S로 치환된 시멘트 모르타르 7일 동안의 CO<sub>2</sub> 양생시킨 후에는 6.05mm, 4.72mm, 1.49mm의 탄산화 깊이, 14일 동안의 CO<sub>2</sub> 양생시킨 후에는 8.01mm, 6.91mm, 3.64mm의 탄산화 깊이를 측정 하였다.  $\gamma$ -C<sub>2</sub>S의 혼입량이 많을수록 탄산화 깊이가 작아지는 것을 확인할 수 있었다. 이는 CO<sub>2</sub> 고정재료인  $\gamma$ -C<sub>2</sub>S가 혼입된 시멘트 모르타르일수록 탄산화가 일어났을 때 CaCO<sub>3</sub>의 생성 비율이 증가하고, 생성된 calcite는 량이 많으며 이에 따라 시멘트 모르타르 내 공극을 밀실하게 메우기 때문으로 판단된다.

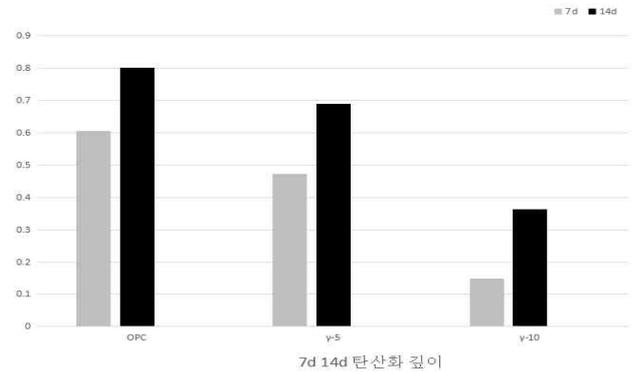


그림 2. 7d 14d 탄산화 깊이

## 4. 결 과

$\gamma$ -C<sub>2</sub>S 혼입한 후 CO<sub>2</sub> 양생 시 탄산화 반응물 생성이 공극구조 효과에 기여함을 확인할 수 있었고 CO<sub>2</sub>의 침투효과를 낮출 수 있다.

## Acknowledgement

본 연구는 국토교통부 건설기술연구사업의 연구비지원(17SCIP-B10 3706-03)에 의해 수행되었습니다.

## 참 고 문 헌

1. Takayuki Higuchia, Minoru Moriokaa, Ichiro Yoshiokab, development of a new ecological concrete with CO<sub>2</sub> emissions below zero, Construction and Building Materials Vol.67, Part C, 30 September pp.338~343, 2014
2. S. NA, S. KANG, S. LEE, gamma-C<sub>2</sub> S synthesis from fly ash of fluidize-bed boiler for CO<sub>2</sub> capture, proceedings of the 4th international congress APMAS, pp.24~27, 2014,4