

CO₂ 양생을 이용한 시멘트계 재료의 압축강도 발현에 관한 실험적 연구

The experimental study on the compressive strength for cementitious material
using CO₂ curing

성 명 진 * **류 화 성 **** **신 상 현***** **이 한 승******
 Sung, Myung-Jin Ryu, Hwa-Sung Shin, Sang-Heon Lee, Han-Seung

Abstract

Currently, CO₂ existed in the air usually reacts concrete, and then CaCO₃ can be appeared. As time goes by, pH of concrete is decreased and corrosion of steel can be happened. This phenomenon is called carbonation. For preventing carbonation of concrete, various methods like using corrosion inhibitor, high compressive strength concrete, and enough covering depth are adopted. But these method are usually passive methods focused on corrosion of steel and have limitation on economic. Thus, as basic study for active method of carbonation, cement pastes with CO₂ reactive material (γ -C₂S, MgO) and GBFS were in accelerated carbonation, and the compressive strengths were measured. On the result, the compressive strength was improved better than non-carbonation. Through measuring the weight change using TG-DTA, as specimens were carbonated, according to decreasing of Ca(OH)₂ and Mg(OH)₂, CaCO₃ and MgCO₃ were increased. Therefore it can be shown that carbonation curing can be realized.

키 워 드 : CO₂ 반응물질, 탄산화
 Keywords : CO₂ reactive material, carbonation

1. 서 론

현재 대기 중의 CO₂는 콘크리트 구조물에 있어서 내부 수산화칼슘과 반응하여 탄산칼슘을 형성하고, 이에 따른 pH 저하로 인해 철근부식의 원인이 된다. 이에 따라 방청제 사용, 고강도 콘크리트 제조, 피복두께 확보 등의 대책들이 적용되고 있으나 수동적인 대책이라는 점과 경제성 등의 부분에서 한계점이 있다. 이에 따라 본 연구에서는 탄산화를 재료적인 측면에서 능동적으로 해결하기 위한 기초적인 연구로써 CO₂ 반응물질(γ -C₂S, MgO), 고로슬래그를 시멘트계 재료에 혼합하여 촉진탄산화를 실시하고 이로 인한 압축강도 증진효과를 확인하였다.

2. 실 험

본 연구에서는 CO₂ 반응물질(γ -C₂S, MgO), 고로슬래그 등을 90% 치환하여 촉진탄산화를 실시하였다.

표 1. 실험배합

시험체명	W/B (%)	중량(kg/2L)		
		W	C	γ -C ₂ S, MgO, 고로슬래그 중량
① OPC	40	0.8	2	0
② OPC+ γ -C ₂ S(90%)			0.2	1.8
③ OPC+MgO (90%)			0.2	1.8
④ OPC+고로슬래그(90%)			0.2	1.8

표 2. 실험항목

실험항목	사용장비
압축강도	30Ton UTM
열중량분석	TG-DTA

* γ -C₂S, MgO, 고로슬래그: 시멘트 중량대비 90% 치환

* 한양대학교 건축공학과 석박사통합과정
 ** 한양대학교 건축환경공학과 박사과정
 *** 한양대학교 첨단건축도시환경공학과 박사과정
 **** 한양대학교 건축학부 교수, 교신전자(ercleehs@hanyang.ac.kr)

2×2×8cm 크기의 몰드를 사용하여 표 1의 배합에 따라 실험을 실시하였으며 7일간 밀봉양생을 실시한 후 표 2의 실험항목에 따라 CO₂ 농도 100% 챔버를 이용하여 탄산화를 실시하였다. 탄산화 7일 후 압축강도를 측정하였고 시료를 채취하여 TG-DTA 기기를 이용하여 탄산화 및 비탄산화시의 온도변화에 따른 중량변화를 통해 차이를 비교분석하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 압축강도

그림 1은 비탄산화 및 탄산화시의 압축강도 결과를 나타낸 것이다. 고로슬래그를 제외한 나머지 배합사항에 있어서 탄산화시 압축강도 증가효과가 나타났다. 이는 탄산화에 의한 공극충진 효과 때문인 것으로 판단된다. OPC의 경우 비탄산화시 49.87MPa의 압축강도가 발현되었으나 탄산화 시 61.41MPa의 압축강도가 발현됨에 따라 보다 높은 압축강도가 측정되었다. CO₂ 반응물질(γ -C₂S, MgO)을 혼입한 경우 비탄산화시 낮은 압축강도가 측정되었으나 탄산화시 압축강도가 향상되었으며 MgO를 혼입한 경우 OPC보다 높은 압축강도가 측정되었다. 이에 따라 단위시멘트량을 저감시키고 탄산화 양생에 의해서 압축강도가 발현이 확인되었다.

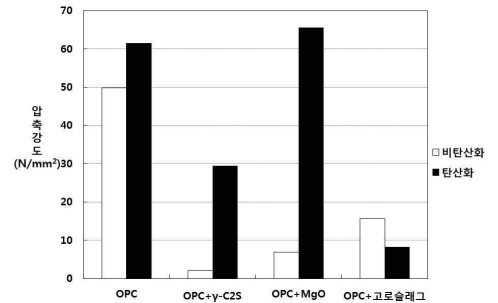


그림 1. 압축강도 측정결과

3.2 열중량실험 결과 및 분석

그림 2 및 3은 TG-DTA 기기를 이용하여 온도변화에 따른 중량분석을 실시한 결과이다. OPC의 경우, 탄산화가 진행됨에 따라 Ca(OH)₂가 없어지고 CaCO₃가 약 6.91% 증가하였으며 γ -C₂S 혼입 시 비탄산화시의 낮은 Ca(OH)₂ 량에 비해 탄산화 후 CaCO₃가 약 5% 증가하였다. 이는 γ -C₂S 및 CO₂의 활발한 반응으로 CaCO₃가 생성되었으므로 판단된다. 고로슬래그 혼입 시 수화반응 지연 및 과도한 치환으로 인하여 수산화칼슘이 생성되지 않았으며 탄산화 후 비탄산화시 보다 CaCO₃ 량이 약 1% 정도 증가되었다. MgO 혼입 시, 수화반응으로 인하여 생성된 Mg(OH)₂는 탄산화가 진행됨에 따라 약 1% 감소하고 MgCO₃의 양이 4% 증가하였다.

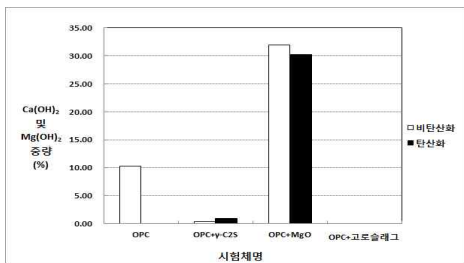


그림 2. 비탄산화 및 탄산화시의 Ca(OH)₂ 및 Mg(OH)₂ 중량분석

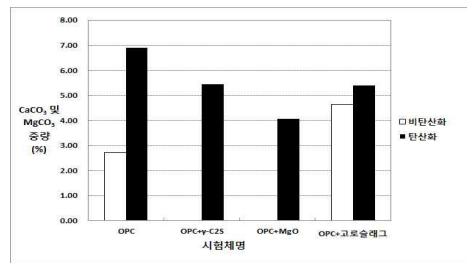


그림 3. 비탄산화 및 탄산화시의 CaCO₃ 및 MgCO₃ 중량분석

4. 결론

- 1) CO₂ 반응물질 혼입 후 탄산화양생 실시 후 압축강도가 증진되었고 MgO 혼입 후 탄산화시 OPC와 동등한 압축강도가 발현되었다. 고로슬래그를 혼입하였을 경우 수화반응 지연으로 비탄산화의 경우보다 압축강도가 감소하였다.
- 2) 탄산화가 진행될수록 Ca(OH)₂의 양이 감소하고 CaCO₃ 양이 증가함을 확인할 수 있었으며 CO₂와 반응이 활발한 γ -C₂S를 혼입할수록 더욱더 크게 나타났다. MgO 혼입 시 Mg(OH)₂가 감소하고 MgCO₃가 증가함을 확인할 수 있었다. 따라서 CO₂ 양생에 의한 효과를 통해 향후 내구수명 뿐 아니라 건설단계에서의 CO₂ 저감에도 기여할 것으로 판단된다.

Acknowledgement

이 연구는 2014년도 지식경제부 연구비지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호: 10035222

참고 문헌

1. 渡邊 賢^γ 三 외 2명, γ -2CaO·SiO₂를添加したセメント系材料の各種炭酸化養生条件における物理·化学特性, 土木學會 溹E2, Vol.68, No.3, pp.157~165, 2012