

CGS를 잔골재로 활용한 콘크리트의 사전혼합시멘트 종류별 탄산화 특성

Carbonation Depths of the Concrete Using Coal Gasification Slag Fine Aggregates Depending on Premix Type Cements

한준희^{1*} · 김수호² · 백성진² · 한수환³ · 김종⁴ · 한민철⁵

Han, Jun-Hui^{1*} · Kim, Su-Hoo² · Beak, Sung-Jin² · Han, Soo-Hwan³ · Kim, Jong⁴ · Han, Min-Cheol⁵

Abstract

In this study, concrete durability was reviewed before CGS, a by-product generated from IGCC, was used as a fine aggregate for concrete. The characteristics of concrete and effect on carbonization according to the type of pre-mixed cement and the CGS substitution rate were analyzed. As a result of the analysis, the depth of carbonation according to the pre-mixed cement types increased by up to 52%, and the carbonation resistance tended to be similar overall when CGS was used as a fine aggregate.

키 워 드 : 사전혼합 시멘트, 콘크리트 탄산화 깊이, 석탄 가스화 용융 슬래그
Keywords : pre-mixed cement, carbonation depth, coal gasification slag

1. 서 론

본 연구는 청정화력발전기술인 석탄 가스화 복합발전 시스템(IGCC)에서 배출되는 부산물인 석탄 가스화 용융 슬래그(CG)를 콘크리트용 골재자원으로서 재활용하기 위한 일련의 실험중 CGS를 골재로서 사용 시 콘크리트의 탄산화 저항성에 미치는 영향을 고찰하고자 한다. 이를 위해, 국내에서 제조되는 사전혼합 시멘트 종류 및 CGS를 혼합잔골재로 복합하여 사용함에 따른 콘크리트의 탄산화 깊이를 분석하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같으며, 배합 요인으로 목표 슬럼프는 180 ± 25mm, 목표 공기량은 4.5 ± 1.5%에 만족하도록 배합 설계하였다. 시멘트 종류는 조강형 시멘트(OPC, ESC, SESC)와 혼화재 치환(FAC, BFSC, TBC)시멘트를 사용하였다. 실험방법은 KS F 2596의 탄산화 깊이측정 실험방법에 준하여 수행하였다. 실험체는 100 × 100 × 400mm의 크기로 제작되었으며, 재령별 콘크리트의 탄산화 깊이를 분석하였다.

표 1. 콘크리트 실험계획

실험요인	배합사항							실험사항			
	W/C(%)	목표 슬럼프(mm)	목표 공기량(%)	사전혼합 시멘트 종류		굵은 골재	잔골재 종류	CGS 치환율(%)	굳지 않은 콘크리트	경화 콘크리트	
실험수준	1	1	1	6		1	2	3	2	2	
	45	180 ± 25	4.5 ± 1.5	OPC1)	ESC4)	CG7)	CS8)	0	슬럼프	압축강도 (3, 7, 28일)	콘크리트 탄산화(1, 4, 8, 13주)
				FAC2)	SESC5)		CGS9)	25			
				BFSC3)	TBC6)		50	공기량			

1) 보통 포틀랜드 시멘트(OPC) : Ordinary Portland Cement
2) 플라이애시 시멘트(FAC) : Fly Ash Cement
3) 고로슬래그 시멘트(BFSC) : Blast Furnace Slag Cement,
4) 조강 시멘트(ESC) : High Early Strength Cement,
5) 준조강 시멘트(DESC) : Semi-High Early Strength Cement,

6) 삼성분계 시멘트(TBC) : Ternary Blended Cement (OPC:BS:FA=4:4:2),
7) 석산 굵은 골재(CG) : Crushed Aggregate (Gravel),
8) 석산 잔골재(CS) : Crushed Fine aggregate,
9) 석탄 가스화 용융 슬래그(CG) : Coal gasification slag

- 1) 청주대학교, 건축공학과, 박사과정
- 2) 청주대학교, 건축공학과, 석사과정
- 3) 청주대학교, 산학협력단 연구원
- 4) 청주대학교, 조교수, 공학박사
- 5) 청주대학교, 교수, 공학박사

3. 실험 결과 및 분석

3.1 콘크리트의 기초적 특성

그림 1은 사전혼합 시멘트 종류 및 CGS 치환율 변화에 따른 기초적 특성을 나타낸 것이다. 먼저, 그림 1의 (a) 및 (b)는 콘크리트 유동성 및 공기량 특성으로 모든 변수에서 목표치를 만족하는 것으로 나타났다. 그림 1의 (c)는 사전혼합 시멘트 종류 및 CGS 치환율별 압축강도를 나타낸 그래프이다. CGS 치환율에 따른 강도 발현 특성으로 치환율이 증가함에 따라 압축강도가 저하하는 경향을 나타내는데, 이는 CGS 입자가 구형이고 매끄러운 유리질이므로 골재와 시멘트 페이스트 간 부착력 저하에 기인하여 저하된 것으로 분석된다.

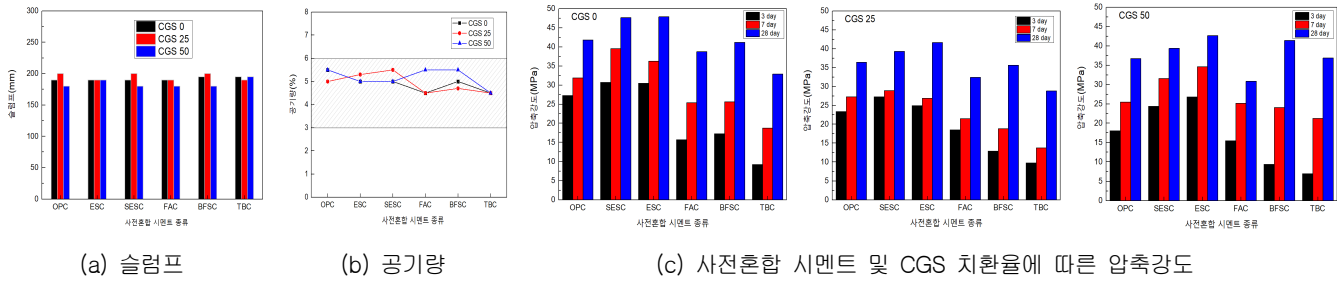


그림 1. 콘크리트의 기초적 특성

3.2 콘크리트의 탄산화 깊이

그림 2는 사전혼합 시멘트 종류 및 CGS 치환율 변화에 따른 탄산화 깊이를 나타낸 것이다. 분석결과 사전혼합 시멘트 종류별 탄산화 깊이는 혼화재 시멘트 사용 시 탄산화 깊이가 증가하는 경향으로 나타났다. 구체적으로, ESC > SEC > OPC > FAC > BFSC > TBC 순서로 탄산화 저항성이 우수한 것으로 나타났다. 이는 단위시멘트량 감소에 따른 콘크리트 내부의 수산화칼슘(CaOH₂)양 감소 및 잠재 수경성 반응에 의한 수산화칼슘 소비 등으로 분석된다.

그림 2의 (b)와 (c)는 CGS 치환율에 따른 탄산화 깊이를 나타낸 것이다. 먼저, (b)는 CGS 25% 치환한 경우로 탄산화 깊이는 CGS 치환율 0%와 유사한 경향으로 시멘트 종류에 따른 영향이 더욱 큰 것으로 나타났다. 반면, 그림 2의 (c)에서 확인할 수 있듯이 CGS 50% 치환 시 탄산화 깊이는 혼합시멘트를 사용한 경우에서 증가하는 경향으로 나타났는데, 이는 위에 언급한 바와 같이 CGS의 유리질 표면에 따른 압축강도 저하 및 수산화칼슘 소비에 기인한 것으로 판단된다.

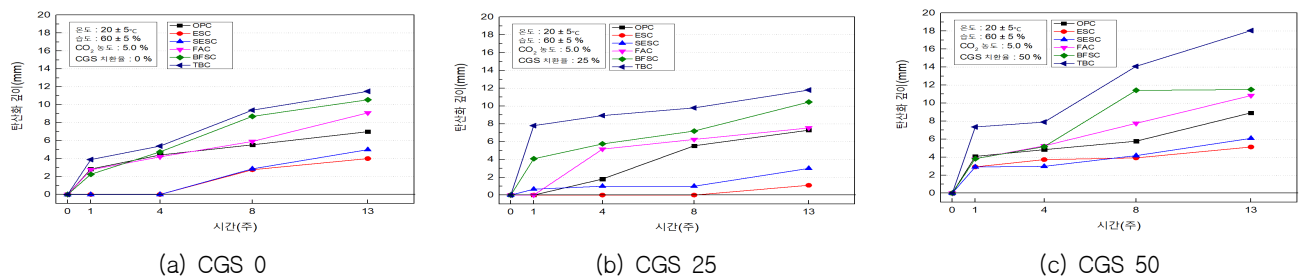


그림 2. 사전혼합 시멘트 종류 및 CGS 치환율 변화에 따른 콘크리트의 탄산화 깊이

4. 결론

본 연구에서는 IGCC에서 발생하는 부산물인 CGS를 콘크리트용 잔골재로 활용하기 전의 콘크리트 내구성 검토로 사전혼합 시멘트 종류 및 CGS 치환율에 따른 콘크리트의 제반특성 및 탄산화에 미치는 영향을 분석하였다. 분석결과 사전혼합 시멘트 종류에 따른 탄산화 깊이는 최대 52%정도 증가하였으며, CGS를 잔골재로 사용 시 탄산화 저항성은 전반적으로 유사한 경향으로 나타났다.

참고문헌

1. Choi, I.-K., & Han, M.-C. Analysis of Fundamental Properties and Durability of Concrete Using Coal Gasification Slag as a Combined Aggregate. Journal of the Korea Institute of Building Construction, 20(4), 2020. p331-338.