

프리믹스 시멘트 종류 및 CGS 치환에 따른 콘크리트의 길이변화율 특성

Characteristics of Concrete Length Change Rate according to Premixed Cement Types and CGS replacement rate

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

Han, Jun-Hui^{1*} · Kim, Su-Hoo² · Han, Soo-Hwan³ · Beak, Sung-Jin³ · Kim, Jong⁴ · Han, Min-Cheol⁵

Abstract

In this study, propose a plan to efficiently utilize CGS, a by-product generated from IGCC, as a mixed fine aggregate for concrete. The effect of the premixed cement types and CGS replacement rate on the overall characteristics and length change rate of concrete was analyzed. As a result of the analysis, the effect of CGS was found to be insignificant, and the effect of cement was found to be dominant.

키 워 드 : 프리믹스 시멘트, 콘크리트 길이변화율, 석탄 가스화 용융 슬래그

Keywords : pre-mixed cement, length change rate of concrete, coal gasification slag

1. 서 론

본 연구는 청정화력발전기술인 석탄 가스화 복합발전 시스템(IGCC)에서 배출되는 부산물인 석탄 가스화 용융 슬래그(CGS)를 건설 재료로 활용하기 위한 연구의 일환으로 CGS 사용 시 콘크리트 내구성에 미치는 영향을 확인하고자 한다. 즉, 국내에서 제조되는 프리믹스 시멘트 종류 및 CGS를 혼합잔골재로써 복합 사용에 따른 콘크리트 길이변화율을 검토하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같으며, 배합 요인으로 목표 슬럼프는 180 ± 25 mm, 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 2424의 건조수축 길이변화 실험방법 기준에 준하여 수행하였다. 실험체는 $100 \times 100 \times 400$ mm의 크기로 제작되었으며, 재령별 콘크리트의 수축량을 측정 분석하였다.

표 1. 콘크리트 실험계획

실 험 요 인	배합사항							실험사항			
	W/C (%)	목표 슬럼프 (mm)	목표 공기량 (%)	프리믹스 시멘트 종류		굵은 골재	잔골재 종류	CGS 치환율 (%)	굳지 않은 콘크리트	경화 콘크리트	
실 험 준	1	1	1	6		1	2	3	2	2	
	45	180 ± 25	4.5 ± 1.5	OPC ¹⁾	ESC ⁴⁾	CG ⁷⁾	CS ⁸⁾	0	슬럼프	압축강도 (3, 7, 28, 91, 180일)	콘크리트 길이변화율 (1, 7, 28, 56, 91, 180일)
				FAC ²⁾	SESC ⁵⁾		CGS ⁹⁾	25			
				BFSC ³⁾	TBC ⁶⁾		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(SESC) : 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(CGS) : Coal gasification slag

- 1) 청주대학교, 건축공학과 박사과정, 교신저자(gksehxhf@naver.com)
- 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 프리믹스 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) 및 d)는 프리믹스 시멘트 종류 및 CGS 치환율별 강도를 나타낸 그래프이다. 시멘트 종류에 따른 강도 추이는 혼화재 치환 유무에 따라 초기·장기 재령별 강도 발현 차이를 나타냈으며, CGS 치환율에 따른 강도 변화는 압축강도가 저하하는 경향을 나타내는데, 이는 CGS 입자가 구형이고 매끄러운 유리질이므로 골재와 시멘트 페이스트 간 부착력 저하에 기인하여 저하된 것으로 분석된다.

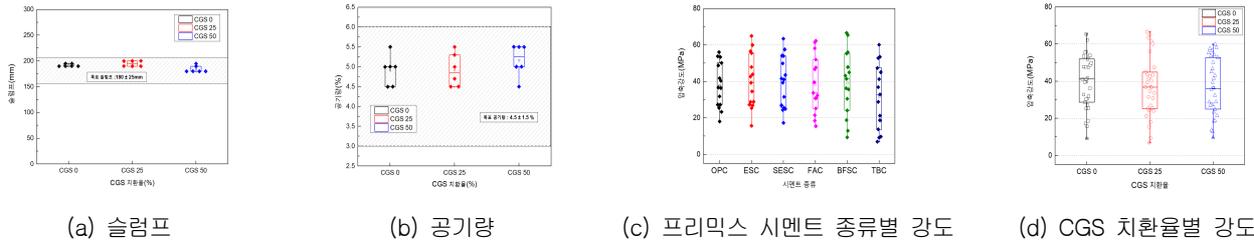


그림 1. 콘크리트의 기초적 특성

3.2 콘크리트의 길이변화율

그림 2는 프리믹스 시멘트 종류 및 CGS 치환율 변화에 따른 콘크리트의 길이변화율을 나타낸 것이다. 그림 1의 a)는 프리믹스 시멘트 종류에 따른 콘크리트 길이변화율을 나타낸 것이다. 초기 재령의 콘크리트 길이변화율은 ESC가 0.0026%로 가장 높게 나타났으나, 재령 180일의 경우는 0.0067%로 건조수축이 가장 작게 나타났다. 또한, 혼화재 다량 혼합된 TBC의 경우는 재령 180일의 콘크리트 길이변화율은 0.012%로 건조수축이 가장 크게 발생하였다. 즉, 프리믹스 시멘트 종류에 따른 콘크리트의 길이변화율은 ESC<SESC<OPC<FAC<BFSC<TBC 순으로 나타났다.

그림 2의 b)와 c)는 CGS 치환율에 따른 콘크리트 길이변화율을 나타낸 것이다. 전반적으로 CGS 사용유무에 관계없이 위와 유사한 경향으로 나타나, 콘크리트 길이변화율은 CGS 치환율 25%, 50% 치환 시 최대 0.008%, 0.012%로 나타났으며, CGS 0%와 비교 시 CGS 25%가 0.002%의 건조수축 저감효과를 나타냈다. 즉, CGS 치환율에 따른 콘크리트 길이변화율의 크기는 CGS 25% < CGS 0% < CGS 50% 순으로 나타났는데, CGS 50%의 경우는 그 차이가 0.0006%로 미미한 차이로 나타났다.

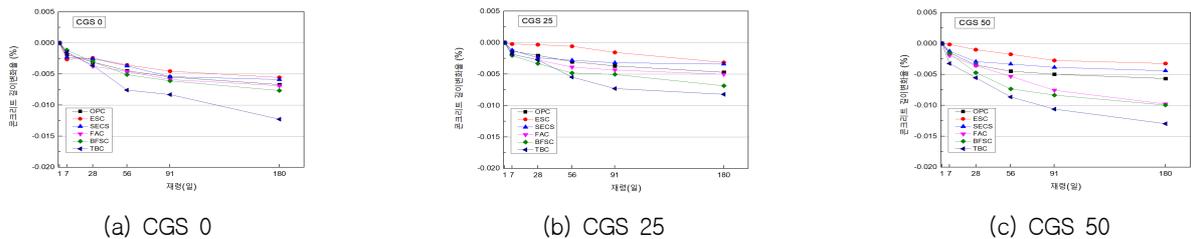


그림 2. 프리믹스 시멘트 종류 및 CGS 치환율 변화에 따른 콘크리트의 길이변화율

4. 결론

본 연구에서는 IGCC에서 발생하는 부산물인 CGS를 콘크리트용 혼합잔골재로서 효율적으로 활용하는 방안을 제시하기 위하여 프리믹스 시멘트 종류 및 CGS 치환율에 따른 콘크리트의 제반특성 및 길이변화율에 미치는 영향을 분석하였다. 분석결과 CGS 25% 치환 시 건조수축이 감소하는 것으로 확인되었으나, 건조수축 영향요인으로 시멘트 종류에 따른 영향이 지배적인 것으로 나타났다.

참고 문헌

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. 331-338p.