

전처리에 의한 개질 CGS를 잔골재로 활용한 모르타르의 기초적 특성

Fundamental properties of mortar using pretreated CGS as fine aggregate

김수호^{1*} · 백성진² · 임군수³ · 한준희³ · 김 종⁴ · 한천구⁵

Kim, Su-Hoo^{1*} · Beak, Sung-Jin² · Lim, Gun-Su³ · Han, Jun-Hui³ · Kim, Jong⁴ · Han, Cheon-Goo⁵

Abstract

This study analyzed the basic characteristics of mortar using CGS modified by pretreatment. As a result of the analysis, it was found that CGS after reforming can be partially replaced with fine aggregates to solve the existing air volume reduction problem when used, and can contribute positively in terms of securing fluidity and improving strength. Therefore, it is considered necessary to verify as a functional material of CGS through concrete durability experiments as a future task.

키 워 드 : 석탄 가스화 복합발전 시스템, 석탄 가스화 용융 슬래그, 모르타르, 전처리 공정

Keywords : integrated gasification combined cycle, coal gasification slag, mortar, pretreatment processes

1. 서 론

국내 건설공사에서 사용되는 골재는 절대량 공급 부족 현상의 지속으로 산업 부산물을 골재 자원으로 활용방안을 제시하고 있다. 이에 본 연구진은 산업 부산물을 골재자원으로 활용하기 위한 방안으로 석탄 가스화 복합발전 시스템(IGCC)에서 배출되는 부산물인 석탄 가스화 용융 슬래그(CGSS)를 건설 분야의 재료로 활용하기 위한 연구를 진행한 바 있다[1].

기존 연구 결과[1] CGS를 콘크리트 잔골재로 복합 사용 시 유동성 향상 등의 기능성 골재로 활용하는 방안 등이 제시되었지만, 공기량 확보를 위한 AE제 첨가량이 급격히 증가하므로 경제성이 문제시 되었다.[2]. 그러므로 본 연구는 전처리 공정을 통해 개질된 CGS를 콘크리트용 잔골재에 적용하기 이전 단계로서 개질 전·후의 CGS 잔골재가 시멘트 모르타르에 미치는 영향을 분석하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 먼저, 배합 요인으로 모르타르 배합비 1 : 3, 물시멘트비 50 %에 대하여 Plain(CGSS 0%) 이 목표치에 만족하도록 배합 설계하여 모든 변수에 동일하게 적용하였다. 결합재는 보통포틀랜드시멘트(이하 OPC)만을 사용하는 것으로 하였다.

표 1. 실험 계획

실험 요인	배합 사항						실험사항			
	C:S(W/C)	결합재	플로 (mm)	공기량 (%)	잔골재 종류		CGS 치환율(%)	굳지 않은 모르타르		경화 모르타르
					개질 전	개질 후		플로	공기량	
실험 수준	1			2		5	2		2	
	1:3 (50%)	OPC	180±20	4.5±1.5	CGS 전	CGS 후	0, 25, 50, 75, 100	플로	공기량	압축강도 (3, 7, 28일)

골재의 실험변수는 개질 처리 전·후의 CGS를 잔골재로 각각 0, 25, 50, 75, 100 %인 5수준으로 일반 잔골재와 치환하여 모르타르의 물성에 미치는 영향을 검토하는 것으로 하였다. CGS의 개질 후 잔골재는 공정별 개질 원리를 적용하여 체가름 공정(HJ-2152 로타 체가름 시험기), 분쇄 공정(W사의 MX1200XTX 고출력 가변속도 믹서기) 및 수력 선별공정(수중 침지를 통한 비중차 선별)을 통한 CGS 시료를 본 실험에서 개질 후 CGS 잔골재로 사용하였다.

1) 청주대학교, 건축공학과 석사과정, 교신저자(soohoo3369@naver.com)

2) 청주대학교, 건축공학과 석사과정

3) 청주대학교, 건축공학과 박사과정

4) 청주대학교, 건축공학과 조교수, 공학박사

5) 청주대학교, 명예석좌교수, 공학박사

표 2. 사용 재료

구분	밀도 (g/cm ³)	흡수율 (%)	0.08 mm 체 통과량 (%)	조립률	강열 감량 (%)
CS	2.61	1.57	1.44	2.81	-
CGS 개질 전	2.50	3.63	3.75	3.48	1.11
CGS 개질 후	2.63	1.77	1.23	3.17	0.27

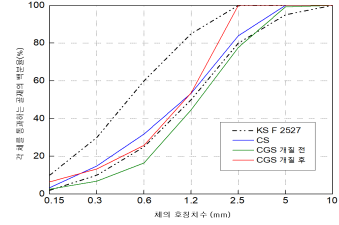


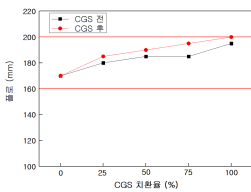
그림 1. 입도분포

3. 실험결과 분석 및 고찰

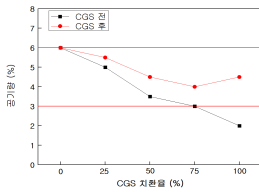
그림 2의 (a) 및 (b)는 개질 전·후의 CGS 치환율 변화에 따른 모르타르의 플로치 및 공기량을 나타낸 것이다. 먼저, 유동성의 경우는 CGS 개질유무에 상관없이 Plain보다 모든 변수에 높은 유동성을 발휘하는 것으로 나타났다. 공기량의 경우는 개질 전의 CGS 사용 시 기존연구결과와 유사한 경향으로 CGS 치환율에 따라 공기량이 감소하는 것으로 나타났다.

하지만, 개질 후의 CGS를 사용 시 공기량 감소가 적은 것으로 나타났는데, 이러한 경향은 향후 콘크리트에 CGS를 활용 시 AE제 추가 투입 없이 공기량 확보가 가능한 것으로 분석된다. 이는 그림 1의 (a) 및 (b)와 같이 개질 전의 CGS는 다공질구조에 미연소탄분 등이 미립분을 다량 함유하고 있지만, (c)와 같이 개질 후에는 미립분이 제거됨에 따라 공기량 손실이 저감되는 것으로 판단된다.

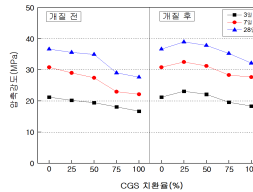
그림 2의 (c)와 (d)는 개질 전·후의 CGS 치환율 변화에 따른 모르타르의 강도 특성을 나타낸 것이다. 먼저, 개질 전 CGS를 치환 시 강도가 감소하는 경향으로 나타났으며, 개질 후 CGS를 25%~50% 치환 시 강도가 증가하는 경향으로 나타났다. 이는 CGS 개질에 따른 입도 보정으로 인하여, CGS를 일정량 혼합하였을 때 치환 충전됨에 따라 골재 간의 겹그레이딩을 억제하여 압축강도 발현율이 높아진 것으로 분석된다[2,3].



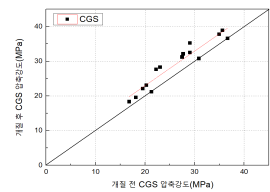
(a) 플로



(b) 공기량



(c) 압축강도



(d) 강도증감률

그림 2. CGS 개질 전·후의 시멘트 모르타르의 제반특성

4. 결론

본 연구는 전처리에 의한 개질 CGS를 활용한 모르타르의 기초특성을 분석하였다. 분석결과 개질 후의 CGS를 잔골재에 일부 치환하여 사용 시 기존의 공기량 감소 문제를 해결할 수 있으며, 유동성 확보 및 강도증진 측면에서 긍정적으로 기여할 수 있는 것으로 밝혀졌다. 따라서, 금후의 과제로는 콘크리트 내구성 실험을 통해 CGS의 기능성 재료로서의 검증을 할 필요가 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 2021년 한국연구재단(과제번호:2021R1F1A1060194)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참고 문헌

- 박경택, 한민철, 현승용. 석탄가스화 용융슬래그를 잔골재로 활용하는 시멘트 모르타르의 기초적 특성. 한국건설순환자원학회논문집. 7(2). 2019. 116-122p.
- 최일경, 한민철. 석탄가스화 용융슬래그를 혼합잔골재로 사용한 콘크리트의 기초적 특성 및 내구성 분석. 한국건축시공학회지, 20(4). 2020. 331-338p.
- Moini M, Vivian I, Amirjanov A, Sobolev K. The optimization of aggregate blends for sustainable low cement concrete. Construction and Building Materials. 2015. 627-634p.