

CBS-dust 치환에 따른 고로슬래그 다량치환 시멘트 벽돌 품질에 미치는 영향

Effect of CBS-dust replacement rate on the Qualities of High Volume GGBFS Cement Bricks

한 준 희** 한 수 환* 김 수 호* 윤 치 환*** 한 민 철**** 한 천 구*****
Han, Jun-Hui Han, Soo-Hwan Kim, Su-Hoo Yoon, Chi-Whan Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

This study examines the performance of CBS-Dust for the utilization of cement bricks as alkali stimulants for furnace slag replacement binders. It converts the CBS-Dust substitution rate and the excess slag substitution rate. According to the analysis, when replacing CBS-Dust with 65~70 % of BS substitution rate and 7.5~10 % of CBS-Dust, it shows excellent performance as an alkali stimulant of BS' potential hydrophobic reaction, and it is expected to be effective for secondary products of BS replaced in large quantities.

키워드 : 염소집진장치 부산물 치환율, 고로슬래그 미분말, 시멘트 벽돌
Keywords : chlorine bypass system-dust, ground granulated blast furnace slag, cement brick

1. 서 론

시멘트 산업은 환경 보전과 자원 절약을 목적으로 시멘트 생산 시 원료와 연료로 폐기물과 부산물 등을 활용하고 있다. 이렇게 시멘트 산업에서 원료와 연료로 재활용되는 폐기물 및 부산물은 고농도의 염화물과 알칼리를 함유하고 있어, 염화물과 알칼리가 시멘트 킬른내에서 휘발·농축하는 성질에 의해 시멘트 제조공정과 제품에 문제가 생길 수 있다.

이를 해결하기 위한 방안으로 시멘트 설비는 염화물과 알칼리 성분을 제거하기 위한 염화물 집진장치인 Chlorine Bypass System (이하 CBS)을 도입하여 염화물을 함유한 폐기물(Dust)로 배출하고 있다.¹⁾

위와 같이 시멘트 제조 공정 중에 발생하는 CBS-Dust는 폐기물로서 이를 적절한 절차에 따라 매립 등 처분하고는 있으나, 매립지가 부족해지고 처리비용이 인상되고 있어 이에 대한 대책으로 별도 용도의 활용대책 마련이 요구되고 있다.²⁾

따라서, 본 연구에서는 CBS-Dust를 고로슬래그 미분말 다량치환 시멘트의 알칼리 자극제로 활용하기 위한 검토 단계로서 콘크리트 2차 제품을 제작하여 특성을 분석하였다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 먼저, 배합 요인으로 1:5, 1:7 및 1:10의 모르타르 배합비 3수준에 대하여 실험하는 것으로 하였다. 이때, 결합재 조성비는 고로슬래그 미분말 치환율을 0, 65, 70, 75 % 4수준으로 배합설계 하였으며, 양호한 석산의 부순

표 1. 실험계획

구분	실험요인	실험수준			
		3	1:5 (70%)	1:7 (120%)	1:10 (165%)
배합 사항	C:S(W/B)	3	1:5 (70%)	1:7 (120%)	1:10 (165%)
	목표 플로(mm)	1	130 ± 10		
	고로슬래그 미분말 치환율(%)	4	0, 65, 70, 75		
	CBS-Dust ¹⁾ 치환율(%)	4	0, 7.5, 10, 12.5		
실험 사항	시멘트 벽돌	2	압축강도		
			흡수율		

1) Chlorine Bypass System-dust

* 청주대학교 건축공학과, 석사과정, 교신저자(gksehxhf@naver.com)

** 청주대학교 건축공학과, 박사과정

*** 청주대학교 건축공학과, 조교수, 공학박사

**** 청주대학교 건축공학과, 교수, 공학박사

***** 청주대학교 건축공학과, 명예석좌교수, 공학박사

잔골재(이하 CS)를 사용하고 CBS-Dust를 치환하지 않은 경우를 Plain으로 하여 목표 플로 130 ± 10 mm를 만족하도록 배합 설계한 다음 모든 변수에 동일하게 적용하였다.

3. 실험결과 및 분석

그림 1은 모르타르 배합비별 BS 및 CBS-Dust 치환율 변화에 따른 재령 28일의 압축강도 및 흡수율 나타낸 그래프이다. 먼저, 그림 1의 (a)와 (b)는 모르타르 배합비 1:5의 경우로 모든 배합에서 KS F 4004 콘크리트 벽돌의 1종 벽돌 압축강도 기준인 12 MPa 이상을 만족하였으며, CBS-Dust 치환율이 증가할수록 강도는 증가하는 것으로 나타났다.

위와 동일한 요령으로 모르타르 배합비 1:7의 경우인 (c)와 (d)는 Plain(BS0)만 1종 벽돌의 압축강도 기준이상으로 나타났으며, BS 65%의 경우에서 CBS-Dust 10% 치환 시 압축강도는 Plain과 유사한 수준의 강도발현을 나타냈으며, 흡수율은 7% 이하로 나타났다.

이는 고알칼리(KCl, K₂O)성분을 함유한 CBS-Dust의 OH⁻이온이 고로슬래그 불투수성 막의 결합을 끊고, Ca⁺이온이 음이온과 결합하여 칼슘 실리 케이트 수화물(C-S-H) 혹은 칼슘 알루미늄에이트 수화물을 형성하여 강도가 증진된 것으로 판단된다.³⁾

하지만, 모르타르 배합비 1:10의 경우인 (e)와 (f)는 위의 경향과 다르게 CBS-dust의 치환에 증가할수록 감소하였으며, 빈배합으로 인한 높은 W/B와 성형성 및 충전성의 영향이 더 큰 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구는 CBS-Dust를 고로슬래그 다량치환 결합재의 알칼리 자극제로 시멘트 벽돌의 품질에 미치는 영향 분석한 것이다. 분석 결과 BS 치환율 65~70%에 CBS-Dust를 7.5~10% 치환 시 BS의 잠재수경성 반응의 알칼리 자극제로 우수한 성능을 보이며, BS 다량 치환 시멘트 벽돌 품질 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판단된다.

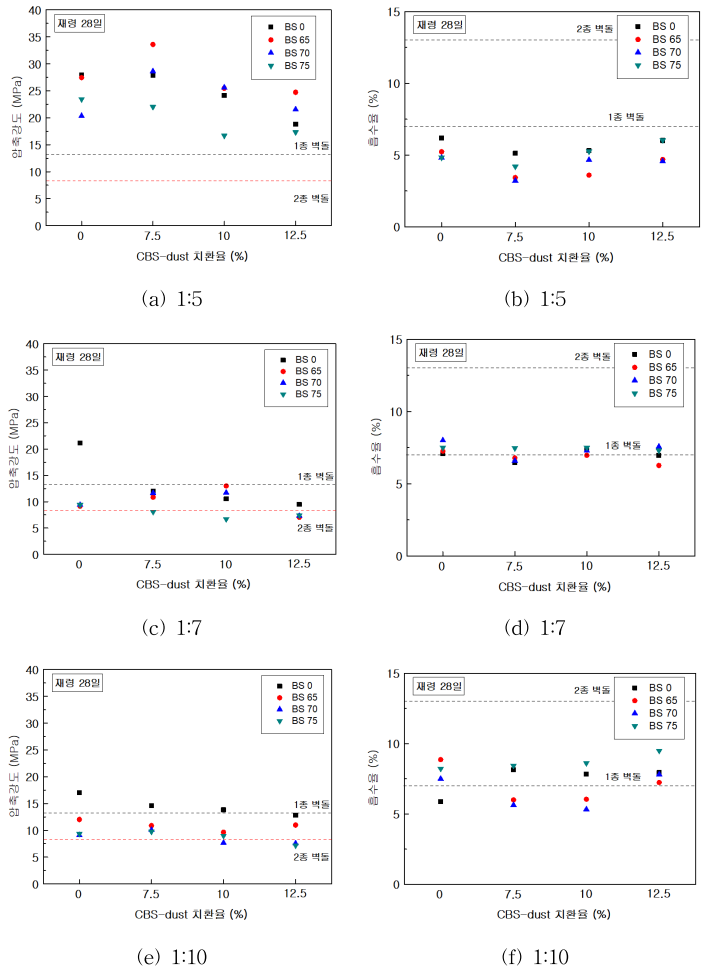


그림 1. BS 및 CBS-Dust 치환율 변화에 따른 재령 28일 압축강도 및 흡수율

참 고 문 헌

1. 한민철, 이동주 "시멘트 생산 시 발생하는 Chlorine Bypass System-dust의 물리 및 화학적 특성" 한국건설순환자원학회 논문집 7.4 pp.310-315 (2019) : 310.
2. 한민철, 이동주. "Chlorine Bypass System-Dust를 알칼리 자극제로 사용한 고로슬래그 시멘트 모르타르의 공학적 특성." 8.2 (2020): 235-244.
3. 이승현, 김원기, 강석화. "고로(수쇄)슬래그의 수화반응 메커니즘." 콘크리트학회지 24.6 (2012): 31-34.