고로슬래그 미분말의 분말도 변화가 모르타르의 공학적 특성에 미치는 영향

Effect of blast-furnace slag particle fineness changes on the engineering characteristics of mortar

이 재 진* 문 병 룡* 박 용 준** 주 은 희*** 한 민 철**** 한 천 구*****
Lee, Jae-Jin Moon, Byeong-Ryong Park, Yong-Jun Joo, Eun-Hui Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

Recently on construction sites, there is increased use of concrete with large quantities of blast-furnace slag(BS) admixture replacements, for purposes of reducing CO2 created from cement, one of the ingredients of concrete. But such high-BS fineness changes can have a huge effect on the quality of mortar and concrete. Therefore in this study an experiment was conducted in which liquidity and intensity of mortar depending on an artificially-applied change in fineness degree at degree 7. The results, though subtle, were that the larger the fineness degree, liquidity increased and air quantity decreased, and compression and flexural strength increased.

키 워 드 : 고로슬래그 미분말 분말도, 모르타르의 공학적 특성
Keywords : blast furnace slag blaine, engineering properties of mortar

1. 서 론

최근 전 세계적으로는 시멘트 제조시 이산화탄소 발생량 저감, 품질향상 및 원가절감을 위해 고로슬래그 미분말(이하 BS) 등 혼화재를 다량치환 하는 모르타르 및 콘크리트의 활용이 증가하고 있다.

그러나, 이러한 고로슬래그 미분말의 경우, 분말도 변화는 모르타르 및 콘크리트의 품질변화에 큰 영향에 미칠 수 있음에도 불구하고 폭 넓은 분말도 변화에 대한 연구진행은 미진한 실정이다.

그러므로, 본 연구에서는 고로슬래그의 원료인 수쇄슬래그를 이용하여 인위적으로 분말도에 다양한 변화를 주어 모르타르의 유동성 및 강도 등 공학적 특성에 미치는 영향에 대하여 분석하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다.

먼저 실험요인으로 모르타르 배합비 1:3, W/B 50%에 대하여 결합재는 보통 포틀랜드 시멘트(이하 OPC)로 목표 플로 180 ± 15mm, 목표 공기량 4.5 ± 1.5%를 만족하도록 배합설계 한 다음 다른 변수들의 배합에도 동일하게 적용하였다. 실험 변수로는 고로슬래그의 원료인 수쇄슬래그와 분말를 1 500, 2 500, 3 500, 4 100, 5 100, 6 100cm^2/g 등 총 7수준으로 실험계획하였다.

표 1. 실험계획

실험요인			실험수준
배합사항	B : S (%)	1	• 1 : 3
	W/B (%)		• 50
	목표 플로 (mm)		• 180 ± 15
	목표 공기량 (%)		• 4.5 ± 1.5
	결합재 (%)	2	• OPC 100 • OPC(40) + BS(60)
	BS 분말도 (cm^2/g)	7	• 수쇄슬래그
			• 1 500
			• 2 500
			• 3 500
			• 4 100
			• 5 100
			• 6 100
실험사항	굳지않은 모르타르	2	• 플로 • 공기량
	경화 모르타르	2	• 압축강도(3, 7, 28일) • 휨강도(3, 7, 28일)

* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자(jaejin17@naver.com)
** 청주대학교 건축공학과 공학 석사
*** 경상대학교 청주대학교 건축공학과 박사과정
**** 청주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사
***** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

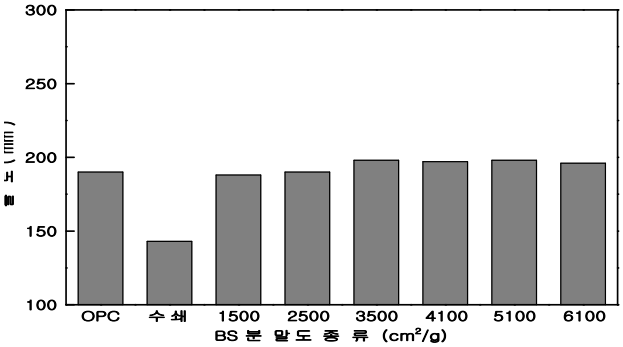

그림 1. BS 분말도 종류 변화에 따른 플로

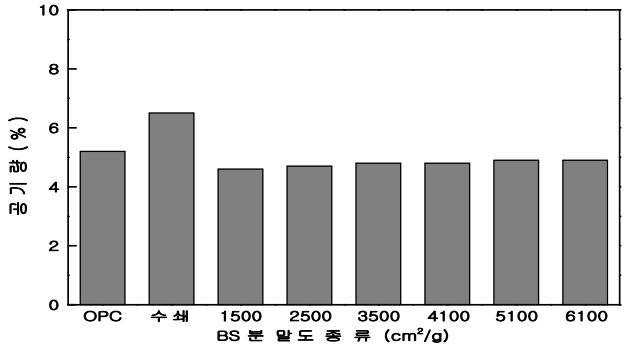

그림 2. BS 분말도 종류 변화에 따른 공기량

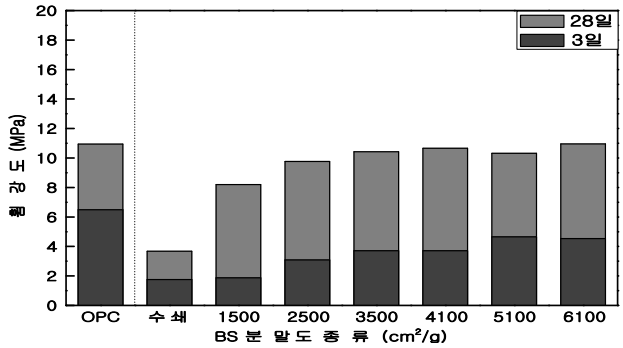

그림 3. BS 분말도 종류 변화에 따른 재령별 휨강도

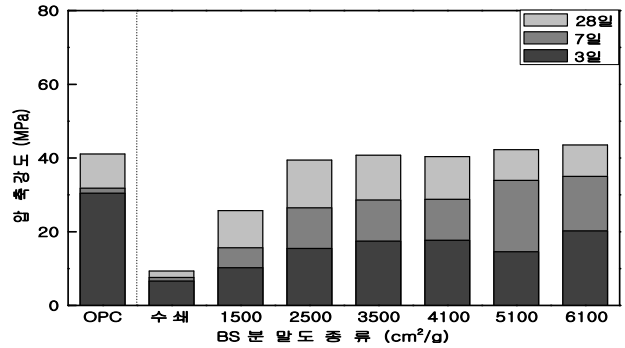

그림 4. BS 분말도 종류 변화에 따른 압축강도

3. 실험결과 및 분석

그림 1은 BS의 분말도 변화에 따른 플로치를 나타낸 것이다. 전반적으로 플로치는 BS의 분말도가 클수록(입자가 작을수록) 크게 나타났다. 즉, 결합재 구성 중 OPC를 사용한 Plain배합의 경우 목표 플로치에 만족하는 결과가 나타냈지만, 수쇄슬래그인 경우에는 고로슬래그 원료 자체로서 입자가 굵고 침상형인 입형 때문에 유동성이 감소하여 목표 플로치 보다 더 낮은 결과이었다.

그러나, BS의 분말도 4 100 ~ 6 100cm^2/g을 사용했을 때에는 미미하지만 목표 플로치 보다 높게 측정되었다. 즉, 볼밀 작업을 통해 고로슬래그 분말도가 클수록 (입자가 작을수록) 플로가 저하할것으로 예상하였지만, 분말도 3 500cm^2/g 부터 미소하게나마 증가하는 경향을 확인 할 수 있었다.

그림 2는 BS 분말도 종류 변화에 따른 공기량을 나타낸 그래프이다. 분말도가 클수록 (입자가 작을수록) 공기량은 감소하였다. 이는 분말도가 고울수록 입자사이의 공극이 줄어들어 공기량이 감소하는 것으로 판단된다. 반면, 수쇄슬래그의 경우는 목표 공기량의 범주를 벗어난 값을 확인 하였는데, 이는 잔골재에 가까운 입자를 가지고 있어서 입자가 크고 미립자가 적어 공극이 커짐으로서 공기량이 크게 나타나는 것으로 분석된다.

그림 3은 BS 분말도 변화에 따른 재령별 휨강도를 나타낸 그래프이다. 먼저 수쇄슬래그의 경우 분말도가 작아 가장 작은 강도를 나타내었고, 분말도 6 100cm^2/g이 가장 높은 강도를 나타내었다. 전반적으로 고로슬래그 미분말의 분말도가 증가할수록 휨강도는 증가하였다.

그림 4는 BS 분말도 종류 변화에 따른 재령별 압축강도를 나타낸 그래프이다. 전술한 바와 같이 수쇄슬래그의 경우 가장 작은 강도값을 나타내었고, BS 분말도 6 100의 강도값이 가장 큰 값을 나타내었다. 이는 분말도가 커질수록 모르타르 내부의 공극 감소와 고분말도의 BS가 모르타르 내부에서 물과 접촉할 수 있는 면적이 증가함에 따른 수화반응 촉진에 기인한 것으로 판단된다.

4. 결 론

1) BS의 분말도가 증가할수록 (입자가 작을수록) 플로는 증가하고, 공기량은 감소하였다.

2) BS의 분말도가 증가할수록 휨 및 압축강도는 증진되었다. 이는 분말도가 커질수록 모르타르 내부의 공극 감소와 BS의 원활한 수화반응 촉진에 기인한 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 이건철 외 1명, 고로슬래그미분말의 분말도가 모르타르의 레올로지 성질에 미치는 영향, 대한건축학회, 대한건축학회 논문집 – 구조계, 제30권, 제6호, 2014.6