

고로 슬래그 분말의 입도에 따른 충전률과 유동특성

Rheological Properties and Particle Packing of Different Sized Blast-furnace Slag Powder

변승호* 박효상** 송종택*** 유동우**** 이승현***** 김상윤*****

Byun, Seung Ho Park, Hyo Sang Song, Jong Taek Yoo, Dong Woo Lee, Seung Heun Kim, Sang Yun

ABSTRACT

The different sized slag powder, which have been used widely as a cement binder, was obtained by using 3 kind of mills. Two kinds of slag powder with different size was mixed and then investigated the relationship between the rheological properties and the particle packing ratio or particle distribution. It was found that the rheological properties of two mixed slag powder was proportional to the particle packing ratio of it. And the paste flowability of the mixed slag powder with wide particle distribution was very good.

요약

시멘트 결합재로 널리 사용되어지고 있는 고로 수쇄 슬래그 분말을 각종 분쇄기를 사용하여 입도별로 분쇄하고, 이를 혼합하여 충전률과 유동특성을 비교 분석하였으며, 입도분포 또한 비교분석하였다. 충전률과 유동특성은 비례의 경향이 크게 나타났고, 입도분포가 넓을수록 유동특성은 높았다.

1. 서론

최근 특수 콘크리트용 혼합시멘트의 사용이 증가하고 있는 경향이며, 이에 따라 시멘트의 유동특성 또한 중요한 부분으로 대두되고 있다. 따라서 시멘트 결합재로 널리 사용되어지고 있는 고로 슬래그 분말을 분쇄하여 입도에 따른 충전률과 유동특성의 경향을 파악하고자 하였다. 이의 결과를 회귀분석을 통하여 결정계수(R^2)값을 구하여, 각 결과의 경향성을 비교 분석하였다. 이는 혼합시멘트의 제조시 분말의 유동특성에 필요한 결과일 것으로 생각한다.

2. 사용 재료 및 실험 방법

2.1 실험 재료

본 연구에서는 시멘트 결합재로 널리 사용되어지는 재료중 소재의 특성이 유동성에 영향이 가장 작은 고로 슬래그 분말을 단독 사용하였으며, 고로슬래그 분말을 3종의 분쇄기를 사용하여 각각 3종류의 입도로 분쇄하였고(표 1), 또한 이를 2종씩 혼합하여 혼합분말을 제조하여 시험하였다.

표 1 분말의 분쇄기 형식과 비표면적

분쇄기 형식	비표면적(cm^2/g)		
	3,277	4,857	6,288
볼밀 분쇄	3,277	4,857	6,288
진동밀 분쇄	3,303	4,789	5,965
제트밀 분쇄	3,187	4,294	6,597

* 정회원, 단국대학교 신소재공학과 박사과정
** 정회원, 단국대학교 신소재공학과 석사
*** 정회원, 단국대학교 신소재공학과 교수
**** 정회원, 군산대학교 재료공학과 박사과정
***** 정회원, 군산대학교 신소재공학과 교수
***** 정회원, (주)원플로 대표이사

2.2 시험 방법

침전물의 측정은 액중에서의 자유 침강을 실시하였으며, W/S = 125%의 고로 슬래그 미분말의 슬러리를 제조 후, 메스실린더를 사용하여 6시간 침전시켜 침전물을 측정하였다. 분쇄된 분말은 입도분석기를 사용하여 입도분포 곡선을 얻었으며, 2종으로 혼합한 시료의 경우 입도분석결과를 수식으로 합산하여 입도 분포 곡선을 얻었다. 또한 이를 바탕으로 Rosin Rammler 분포식에 대입하여 n값을 구하였다. W/S = 60%에서 고로슬래그 미분말의 페이스트를 제조한 후, 이를 이용하여 mini flow를 측정하였고, 회전식 점도계를 사용하여 소성점도와 항복응력을 구하였다.

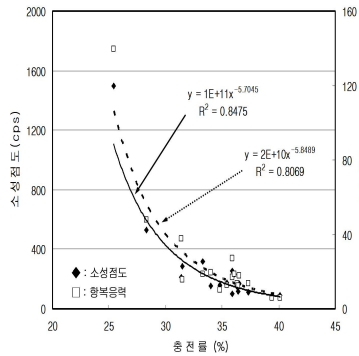


그림 1 충전률과 소성점도, 항복응력

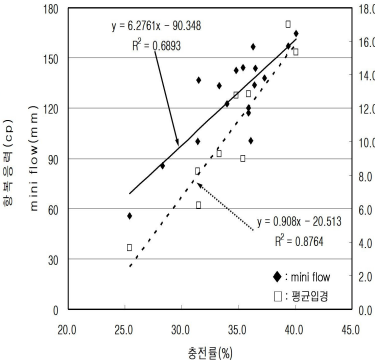


그림 2 충전률과 flow, 평균입경

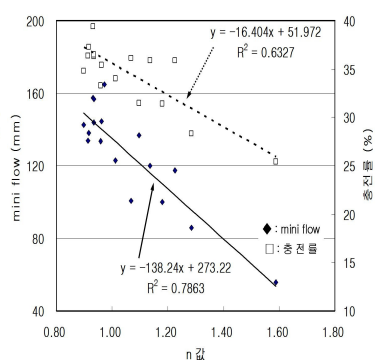


그림 3 (n) 값과 flow, 충전률

3. 결과 및 고찰

3.1 충전률과 유동 특성

충전률과 소성점도, 항복응력은 공급수에 반비례하는 경향을 나타내었고, 회귀분석에서 R^2 값이 각각 0.85, 0.81로 매우 높은 값을 나타내어 높은 경향성을 나타내었다(그림 1). 충전률과 mini flow는 직선으로 비례하는 경향을 나타내었으며 R^2 값은 0.69이었다. 충전률과 평균입경 또한 비례 경향을 나타내었고, R^2 값은 0.88로 높은 비례 경향을 나타내었다(그림 2). 충전률과 비표면적은 반비례 경향을 나타내었으나, R^2 값이 0.61로 경향성은 비교적 낮았다. 충전률이 낮을 경우 동일 수량에서 구속하는 물의 양이 증가하고, 이는 페이스트 유동에 기여하는 자유수의 감소로 나타나 각종 유동특성의 저하의 원인으로 작용함을 볼 수 있었다.¹⁾

3.2 (n) 값과 충전률 및 유동특성

Rosin Rammler 분포식의 n 값과 유동특성은 반비례하는 경향을 나타내었고, 충전률과도 반비례하는 경향을 나타내었다(그림 3). 이는 n 값이 작을수록 넓은 입도 분포의 곡선을 나타내고, 클수록 좁은 범위의 입도분포를 나타내어 유동특성에 영향을 준다는 보고와 일치하는 결과이다.²⁾

4. 결론

- 1) 충전률과 유동특성의 비교 실험결과에서는 매우 높은 경향 특성을 얻을 수 있었으며, 충전률과 유동특성은 비례 경향을 나타내었다.
- 2) Rosin Rammler 분포식의 n 값을 사용하여, 입도분포 곡선의 분포 경향과 유동특성을 비교시 입도분포 곡선이 넓은 분말이 높은 유동특성을 보였다.
- 3) 충전률과 n값은 반비례하는 경향을 나타내어 액상중의 충전률은 증가하였다.

5. 참고 문헌

- 1) 이승현, 외3인, "Fly ash-cement의 입도분포와 시멘트 페이스트의 유동특성과의관계", 시멘트심포지엄, pp.88-92, (2002).
- 2) 박대효, 외2인, "광물혼합재가 혼합된 다성분 페이스트 시스템의 레올로지 특성 평가", Journal of the Korea Concrete Institute, Vol.16, pp.241-248, April 2004.