

# 액체밀도계에 의한 고로슬래그 미분말 분말도 신속평가에서의 영향인자 분석

## Analysis of Influence Factors in Fineness Rapid Evaluation Blast Furnace Slag Powder by Hydrometer

문 병 룡\*

김 민 상\*

이 제 현\*

주 은 희\*\*

한 민 철\*\*\*

한 천 구\*\*\*\*

Moon, Byeong-Yong

Kim, Min-Sang

Lee, Jea-Hyeon

Joo, Eun-Hui

Han, Min-Cheol

Han, Cheon-Goo

### Abstract

In this research, the blast-furnace slag powder using the hydrometer also attempted to analysis the influence factor due to the temperature change of water and sample, and the number of upside down turns at the time of rapid evaluation. As a result, the influence of the number of turn was not large, but was the temperature of the water and sample are greatly affected.

키 워 드 : 액체밀도계, 고로슬래그 미분말, 분말도, 영향인자

Keywords : hydrometer, blast-furnace slag powder, fineness, influence factors

### 1. 서 론

본 연구에서는 액체밀도계를 이용한 고로슬래그 미분말(이하 BS)의 분말도 품질 신속 평가 연구의 연속으로 물 및 시료의 온도 변화에 따른 영향과 상하반전 횟수에 따른 영향요인을 분석하고자 한다.

### 2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 실험재료로 BS는 국내 S사 제품의 3종을 사용하였다. 실험방법으로는 먼저 1 000 cc 메스실린더에 BS 100 g과 물을 1 000 cc 까지 채워 넣고, 입구를 손으로 막은 후 정해진 횟수만큼 상하반전운동을 실시하여 혼합시킨다. 혼합이 완료되면 즉시 액체밀도계를 띄워 매 1분마다 눈금을 읽어 혼탁액의 밀도를 측정하였다. 이때 실험에 사용한 액체밀도계는 1.000 ~ 1.060 g/cm<sup>3</sup>까지 측정 가능한 것(6호 A형)을 사용하였다.

### 3. 실험결과 및 분석

그림 1은 물 온도 변화 별 시간 경과에 따른 BS 혼탁액의 밀도를 나타낸 것이다. 먼저 물의 온도가 높아질수록 빠르게 침하하여 35℃의 경우 7분 만에 밀도가 1.000 g/cm<sup>3</sup>에 도달하였다. 이는 물의 온도가 높을수록 밀도가 저하함에 따른 점성저하 및 BS 입자의 분자운동이 활발하여 침하속도가 증가한 것으로 판단된다.

그림 2는 물의 온도는 20℃로 고정하고 시료 온도 변화별 시간 경과에 따른 BS 혼탁액의 밀도를 나타낸 것이다. 시료의 온도 변화 역시 전술한바와 같이 온도가 높을수록 빠르게 침하하였다. 물과 시료 온도 변화에 따른 영향을 비교한 결과, 시료 보다 물의 양이 많음에 기인한 것으로 분석된다.

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준		
실험 변수	BS 종류 <sup>1)</sup>	1	· 시판품 (3종)	
	BS 사용량 (g/L)		· 100	
	메스실린더 (cc)		· 1 000	
	액체밀도계 (g/cm <sup>3</sup> )		· 1.000 ~ 1.060 까지 측정 가능한 것 (6호 A형)	
	물 온도 (℃) <sup>2)</sup>		3	· 5, 20, 35
	시료 온도 (℃) <sup>3)</sup>		3	· 5, 20, 35
실험 사항	상하운동 (회) <sup>4)</sup>	3	· 5, 10, 15	
		품질평가	1	· 밀도가 1이 될 때까지 매 1분 간격으로 측정

1) 분말도 : 4 280 cm<sup>2</sup>/g, 밀도 : 2.92 g/cm<sup>3</sup>, L.O.I : 0.25%

2) 시료 온도 20℃, 상하운동 15 회로 고정

3) 물 온도 20℃, 상하운동 15 회로 고정

4) 시료 및 물 온도 20℃로 고정

\* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자(mby4177@naver.com)

\*\* 청주대학교 건축공학과 박사과정, 공학박사

\*\*\* 청주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사

\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

그림 3은 상하운동 횟수 변화 별 시간경과에 따른 혼탁액의 밀도를 나타낸 그래프이다. 반전 횟수에 따른 혼탁액의 밀도차이는 크지 않지만, 미소하게 횟수가 증가할수록 천천히 침하하였는데, 이는 혼합시간 이 증가함에 따라 양호하게 입자가 분산됨에 기인한 결과로 사료된다.

그림 4는 기존 연구에서 액체밀도계를 이용해 구한 3분의 혼탁액 밀도와 분말도간 상관관계를 나타낸 그래프에 본 실험에서 측정된 물 및 BS 시료의 온도 변화에 따른 영향을 나타낸 것이다. 또한 그림 5는 혼탁액의 온도와 밀도간 상관관계를 나타낸 그래프이다. 분석결과 혼탁액 온도와 밀도간 상관관계수는 0.9340으로 높은 상관성을 나타냈으며, 혼탁액 온도가 높아질수록 낮은 밀도 값 즉, 작은 분말도로 평가받을 수 있으므로, 겨울 및 여름철의 물 및 시료 온도에 주의하여 실험을 진행해야만 하는 것으로 분석되었다.

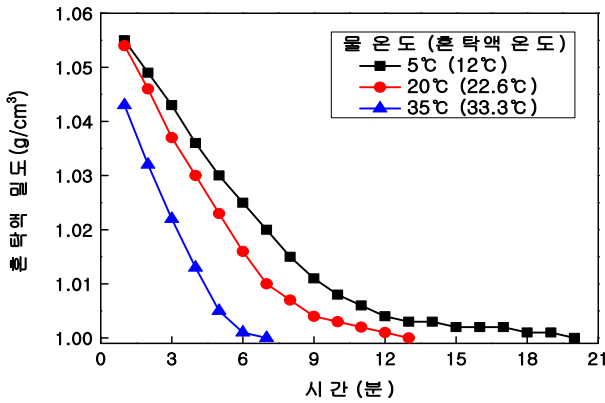


그림 1. 물 온도 변화 별 시간경과에 따른 혼탁액 밀도

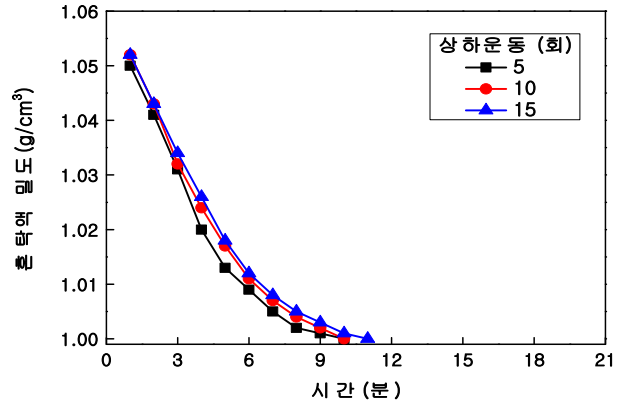


그림 3. 상하운동 횟수 변화 별 시간 경과에 따른 혼탁액 밀도

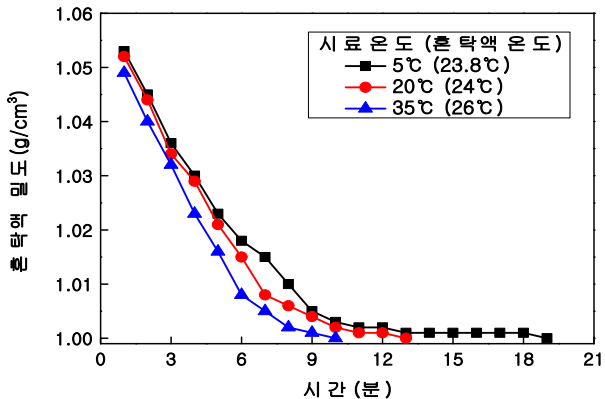


그림 2. 시료 온도 변화 별 시간경과에 따른 혼탁액 밀도

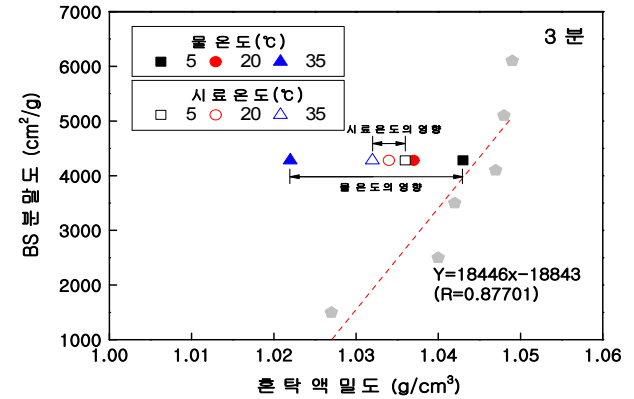


그림 4. 혼탁액 밀도와 BS 분말도의 상관관계

#### 4. 결 론

본 연구에서는 액체밀도계를 이용한 고로슬래그 미분말의 분말도 품질 신속 평가 시 물 및 시료의 온도 변화와 상하반전 횟수에 따른 영향 요인을 분석하여 인수검사 시 Hydrometer법을 적용하기 위한 최적의 조건을 결정하고자 하였다. 실험결과, 상하반전운동에 의한 영향은 크지 않고 시료 및 물의 온도에는 큰 영향을 받는 것이 확인되었다. 따라서 실무에서는 표준조건에서 실험을 진행하거나 혹은 액체 온도에 따른 영향요인을 반영하여야 정밀도를 높일 수 있음을 알 수 있었다.

#### 참 고 문 헌

1. 이재진 외 5명, 액체밀도계에 의한 고로슬래그 미분말의 분말도 신속평가 가능성 분석, 사단법인 한국건축시공학회 학술발표대회 논문집, 제16권 제2호, pp.54~55, 2016.10

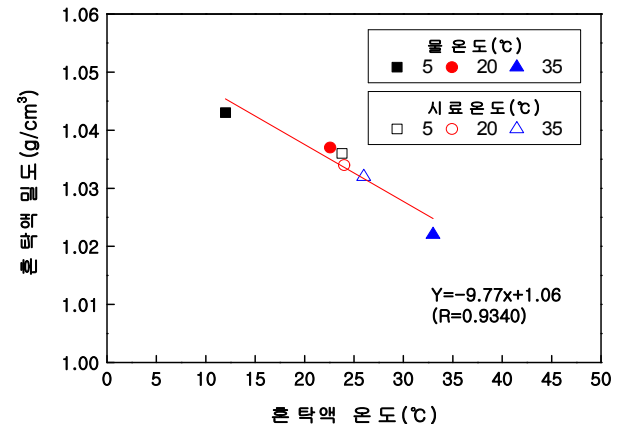


그림 5. 혼탁액 온도와 혼탁액 밀도의 상관관계