

액체밀도계에 의한 고로슬래그 미분말의 분말도 신속평가 가능성 분석

Analysis of a possible rapid assessment of blast-furnace slag fine particles with a liquid densimeter

이 재 진* 김 민 상* 백 철* 주 은 희** 한 민 철*** 한 천 구****
Lee, Jae-Jin Kim, Min-Sang Baek, Cheol Joo, Eun-Hui Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

Recently in the construction industry, industrial by-product admixtures like blast-furnace slag fine particles (BS henceforth) are being used as binding material, reducing the use of cement, and measures to reduce CO₂ emissions are being examined on various levels. However, the BS being used domestically varies depending on the origin of resources, and by circulating BS that is inappropriate to the KS standard, problems are occurring in terms of changes and declines in the quality of concrete which uses it. Therefore in this study the liquid densimeter principle was used to assess various BS fineness qualities; with 100 g/L fixed, a 1,000cc mass cylinder was most appropriate for assessing the quality of cement fineness.

키 워 드 : 고로슬래그, 분말도, 품질평가
Keywords : blast furnace slag, blaine, quality evaluation

1. 서 론

최근 지구온난화 등 환경문제가 중요하게 부각됨에 따라 건설 산업에서는 탄소배출량 억제 정책으로 콘크리트 제조과정에서 산업부산물인 고로슬래그 미분말(이하 BS) 등의 혼화재를 시멘트 대체 결합재로 다양 사용하는 추세이다.

그러나, 국내에서 사용되고 있는 BS의 경우 원료에 의해 산지별 품질의 차이가 있고, 분말도의 변화는 BS에서 중요한 품질 척도로 사용되어지고 있음에도 불구하고, 일부 생산업체에서는 KS 기준에 부적합한 분말도의 BS를 유통시킴으로써 콘크리트의 품질을 저하시키는 문제점이 발생하기도 한다.

따라서, 본 연구에서는 액체 밀도계의 원리를 이용하여 다양한 BS의 분말도 품질을 신속하게 평가할 수 있는지에 대하여 그 가능성을 분석하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다.

밀도 측정 방법으로는 메스실린더에 정해진 양의 시료와 물을 넣고 입구에 비닐랩을 덮고 손으로 막은 다음 위아래로 약 15회 정도 흔들어 혼합시킨다. 혼합이 완료된 후에 즉시 액체밀도계를 띄워 1분마다 액체밀도계의 밀도를 측정, 밀도가 1.000 g/cm³이 될 때 까지 관찰과 사진 촬영을 실시하였다.

표 1. 실험 계획

구분	실험요인	실험수준
실험변수	BS 종류 (cm ² /g)	1 3종 고로슬래그 미분말 (5 100cm ² /g)
	결합재와 물의 비율 (g / L)	4 • 0, 50, 100, 150
	메스실린더 용량 (cc)	5 • 50, 100, 250, 500, 1 000
	Hydrometer	1 • 1.000 ~ 1.060 까지 측정 가능한 것
측정사항	밀도	3 • 밀도가 1이 될 때까지 매 1분 간격 측정 • 사진촬영 • 밀도측정 관련 관찰

* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자(jaejin17@naver.com)

** 청주대학교 건축공학과 박사과정

*** 청주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사

**** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

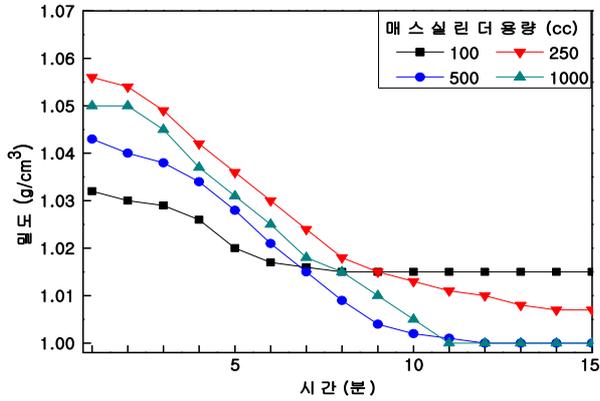


그림 1. 메스실린더 용량변화에 따른 밀도

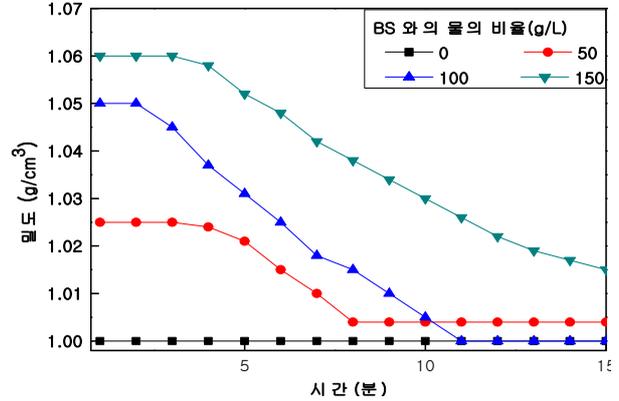


그림 2. BS량 변화에 따른 밀도



사진 1. 메스실린더 용량변화에 따른 측정모습



사진 2. 결합재량 변화에 따른 측정모습

3. 실험결과 및 분석

3.1 메스실린더 용량 결정

그림 1은 BS 결합재와 물의 비율을 100 g/L로 고정하고 메스실린더의 용량변화에 따른 밀도를 나타낸 그래프이다. 먼저 메스실린더 50cc는 액체밀도계를 띄우자마자 사진 1과 같이 혼탁액이 흘러 넘쳐서 측정이 불가능 하였다. 100cc의 경우 1.032 g/cm³로 가장 낮은 밀도로 시작 하였지만 5분 이후는 바닥에 닿아 더 이상 측정할 수 없었다. 250cc의 경우 밀도 값이 1.056 g/cm³로 시작했지만 15분에 도달하여서 밀도계가 바닥에 닿아 더 이상 측정할 수 없었다. 500cc는 1.043 g/cm³로 시작해서 12분 경과 후 1.000 g/cm³에 도달하였다. 1000cc 메스실린더의 경우는 1.050 g/cm³로 시작하여 11분에 1.000 g/cm³에 도달하였다. 종합적으로 메스실린더의 용량은 50cc 메스실린더의 경우 넘치는 문제, 100 및 250cc는 바닥에 밀도계 닿는 문제가 있고, 500cc 보다는 1000cc가 밀도치를 읽기가 편리하여 1000cc 메스실린더가 최적인 것으로 판단되었다. 사진 1은 각각 50, 100, 250, 500, 1 000cc 메스실린더에 용액을 넣고 밀도계를 띄운 모습이다.

3.2 결합재와 물의 비율 결정

그림 2는 메스실린더를 1 000cc로 고정 하였을 때 결합재를 각각 0, 50, 100, 150 g/L의 비율로 결합재량 변화에 따른 밀도를 나타낸 그래프이다. 먼저 결합재를 넣지 않은 경우는 시료가 없으므로 밀도가 1.000 g/cm³로 계속 유지되었으며, 50 g/L은 시작 값이 1.025 g/cm³로 여타의 수준보다 낮은 것을 알 수 있다. 150 g/L의 시작 값은 1.060 g/cm³ 이상으로 밀도계의 눈금을 초과 하여 가장 높은 값을 나타내었으나 15분 부터 액체 밀도계의 눈금이 1.015 g/cm³에 도달 한 후 밀도계가 더 이상 가라앉지 않아 측정 할 수 없었다. 따라서, 결합재량 100 g/L이 품질평가가 가능성이 가장 높은 것으로 나타났다. 사진 2는 각각 결합재량 0, 50, 100, 150 g/L을 넣었을 때 8분 경과 후 모습이다.

4. 결 론

- 1) 결합재와 물의 비율을 100 g/L로 고정 하였을 때, 1 000cc 메스실린더가 고로슬래그 미분말 분말도 품질 평가에 가장 적합하였다,
- 2) 메스실린더는 1 000cc 로 고정하였을 때 결합재와 물의 비율은 100 g/L가 품질평가에 가장 적합하였다.

참 고 문 헌

1. 문병룡 외 5명, 액체 밀도계에 의한 플라이애시의 품질평가 가능성 분석, 한국콘크리트학회, 한국콘크리트학회 학술대회 논문집 제28권 제1호, 2016.5