

Hydrometer법을 이용한 고로슬래그 시멘트의 분말도 신속 품질 평가 가능성 분석

Analysis of Possibilities of Rapid Appraisal of Blast Furnace Slag Cement Fineness Quality Using the Hydrometer Method

이 재 진* 김 민 상* 문 병 룡* 한 인 덕** 한 민 철*** 한 천 구****
 Lee, Jae-Jin Kim, Min-Sang Moon, Byeong-Yong Han, In-Deok Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

Recently in the construction industry there has been an increasing use of increasing replacement of cement with blast furnace slag cement(BS), an industrial by-product, to reduce environment load and production costs, and other increasing uses of BS cement. However in the case of BS being delivered in RMC factories, only score reports submitted when the are delivered are relied upon and ways to test the quality of fineness is inadequate. Therefore this study gave many changes to various cements and BS fineness to test the variations of BS as a cement, then used the correlation between this and the density value in the Hydrometer method to test the possibility for rapid appraisal of quality fineness of BS cement. Results showed that if the one fifth graph of the density and fineness correlation were to be used, a rapid appraisal of BS cement fineness quality would be possible.

키 워 드 : 고로슬래그 시멘트, 분말도, 액체밀도계
 Keywords : blast furnace slag cement, fineness, hydrometer

1. 서 론

최근 건설산업에서 콘크리트 배합 시 원재료인 시멘트에서 발생하는 CO₂량을 저감, 품질향상 및 원가절감을 위해 시멘트에 산업부산물인 고로슬래그 미분말(이하 BS)을 다량치환 하는 등 BS 시멘트의 활용이 증가하고 있다.

그러나, 레미콘 공장에서 납품되고 있는 BS 시멘트의 경우, 시멘트 분말도의 변화는 콘크리트 품질관리의 중요한 척도로 사용되어지고 있음에도 불구하고, 시멘트를 납품 받을시 제출하는 시험성적서에 의존하거나 시멘트를 납품하고 있는 업체의 사이트에 기재되어 있는 시험성적서를 사용하는 등 분말도 품질 평가법은 미흡한 실정이다.

그러므로 본 연구에서는 다양한 시멘트 및 BS 분말도에 변화를 주어 BS 시멘트로서 변수를 택한 다음, 이것을 Hydrometer법의 밀도치와 상관관계를 이용하여 BS 시멘트의 분말도 품질 신속 평가의 가능성을 분석하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다.
 실험방법으로는 메스실린더 1,000cc에 결합재량 100g/L를 넣은 후 매

표 1. 실험 계획표

실험요인		실험수준	
실험 변수	시멘트 분말도 (cm ² /g)	3	· 조분 → Cc (2 510) · 중분 → Cm (3 520) · 미분 → Cf (5 220)
	BS 분말도 (cm ² /g)	3	· 조분 → Bc (4 529) · 중분 → Bm (6 548) · 미분 → Bf (8 871)
	BS 치환율 (%)	1	· 45
	메스실린더 (cc)	1	· 1 000
	결합재와 물의 비율 (g/L)	1	· 100g/ 1L
	Hydrometer	1	· 1.000 ~ 1.060 까지 측정 가능한 것
측정 사항	밀도	2	· 밀도가 1이 될 때까지 매 1분 간격 측정 · 사진촬영

* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자(jaejin17@naver.com)
 ** (주)바로구조 소장
 *** 청주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사
 **** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

스실린더의 입구를 밀봉한 뒤 1분간 15회 상하반전운동을 주어 혼합시킨다. 혼합과정 완료 후 바로 액체 밀도계를 띄워 매 1분마다 밀도를 측정하고, 사진촬영을 실시하였다. 사진 1은 실험모습 사진이다.



사진 1. 실험모습 사진

3. 실험결과 및 분석

3.1 경시변화에 따른 밀도

그림 1, 2, 3은 BS 시멘트의 분말도 별 경시변화에 따른 Hydrometer법으로 측정된 밀도치를 나타낸 그래프이다. 전반적으로 분말도가 클수록(입자가 작을수록) 액체밀도계의 침하속도는 지연됨을 나타내었다. 먼저, 가장 입자가 굵은 Bc와 Cc를 혼합한 경우에는 빠른 침하로 인해 약 7분에서 밀도계가 완전히 침하하였으며, 동일요령으로 혼합한 Cm와 Cf의 경우 11, 12분에 완전한 침하가 이루어졌다. 반면, 가장 입자가 작은 Bf와 Cf 혼합의 경우는 15분에 침하가 발생됨을 확인할 수 있었다.

3.2 밀도와 분말도의 상관관계

그림 4는 측정시간 5분에서의 BS와 시멘트에 다양한 분말도의 변화를 주어 혼합한 BS 시멘트의 분말도를 Hydrometer법의 밀도치를 이용하여 BS 시멘트의 분말도 추정이 가능할 수 있는지 상관관계로 나타낸 것이다. 전술한 바와 같이 BS 시멘트 분말도가 높아질수록 밀도치는 커지는 것으로 나타났다. 이때 상관관계 1분에서 5분에 회귀식을 대입하여 확인하였을 때 평균적으로 높은 상관계수를 나타내었지만 그 중 R값 0.87로 가장 높은 상관계수를 나타낸 5분을 사용할 경우 액체밀도계를 사용한 BS 시멘트의 분말도 품질 신속 평가가 가능할 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 BS 시멘트에 다양한 분말도의 변화를 준 BS 시멘트를 Hydrometer법의 밀도치와 상관관계를 이용하여 BS 시멘트의 분말도 품질 신속 평가 가능성을 확인하고자 하였다. 실험결과 분말도가 클수록(입자가 작을수록) 침하속도는 늦어짐을 확인할 수 있었으며, 밀도와 분말도의 상관관계는 5분의 그래프에 회귀식을 대입한 결과 R 값 0.87191의 가장 양호한 상관계수를 얻을 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 문병용 외 5명, 액체밀도계에 의한 플라이애시의 품질평가, 한국콘크리트학회 학술대회 논문집 제28권 제1호, pp.427~428, 2016.5

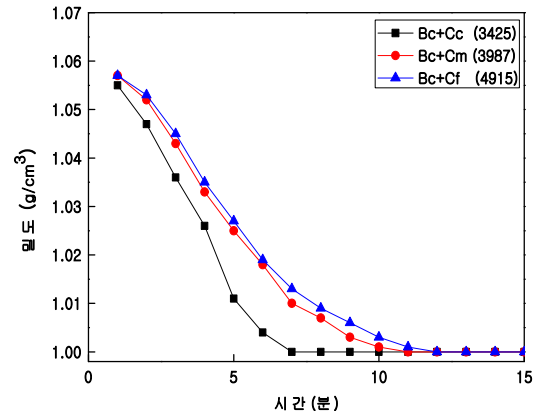


그림 1. 경시변화에 따른 밀도

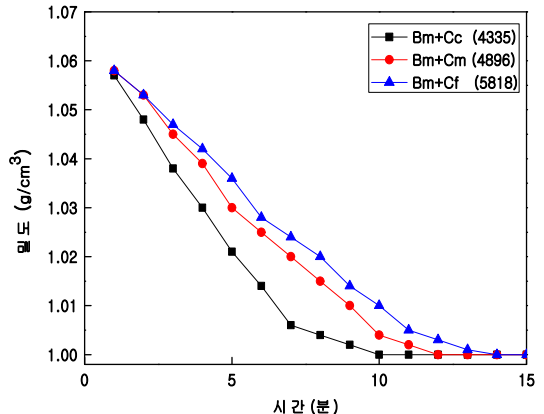


그림 2. 경시변화에 따른 밀도

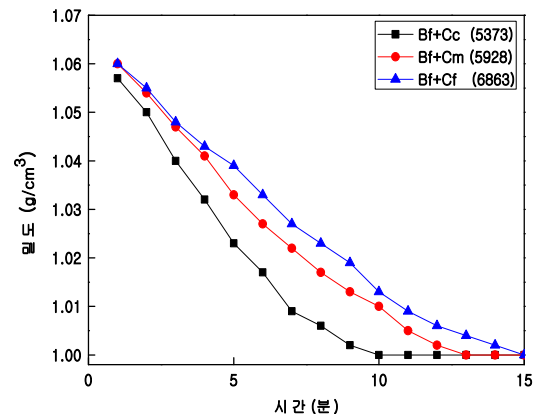


그림 3. 경시변화에 따른 밀도

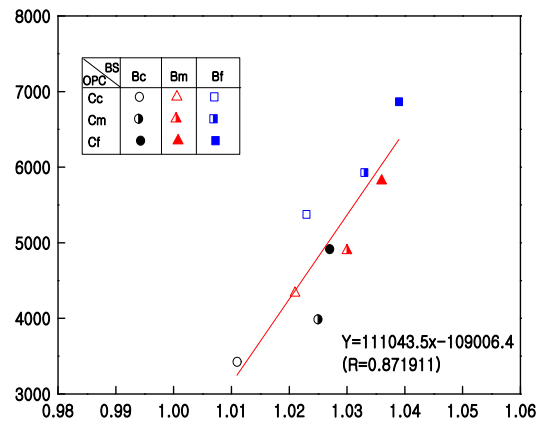


그림 4. 밀도와 분말도의 상관관계 (5분)