

액체밀도계에 의한 시멘트의 분말도 신속평가에서 용액 종류 및 온도변화의 영향

Type of Solution and the Effects of Temperature Change in a Rapid Appraisal of Cement Fineness with a Liquid Densimeter

이재진* 김민상* 문병룡* 김영태** 한민철*** 한천구****

Lee, Jae-Jin Kim, Min-Sang Moon, Byeong-Yong Kim, Yeong-Tae Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

With the recent increase in demand for construction there has been an increase in the use of the raw material cement when mixing concrete; managing quality of cement powder, therefore, is most important. Therefore this study sought at first to develop a rapid appraisal using the Hydrometer method researched previously, for it was thought that when suspending cement in a solution and applying the Hydrometer method to it the temperature changes in the solution would have a great effect on the density value of the Hydrometer method; yet there has been no report of such influence factors. Therefore after analyzing the influence factors that the type of suspending solution and changes in temperature could have on rapid appraisal of fineness, using the Hydrometer method, this study was able to determine that using water at 20°C was the most appropriate, and with every temperature increase of 10°C the value of fineness should also be increased above or below 7% as well.

키워드 : 시멘트 분말도, 액체밀도계, 신속평가, 용액 종류, 온도변화

Keywords : cement fineness, hydrometer, quick evaluation, type of solution, temperature change

1. 서론

최근 건설수요가 증가함에 따라 콘크리트 제조의 주요 원재료인 시멘트 사용량도 증가하고 있음에 시멘트의 분말도 품질관리는 매우 중요한 사항이다. 따라서 본 연구에서는 레미콘 공장에서 납품되는 시멘트 분말도의 수입 검사를 진행할 때 종전에 연구되었던 Hydrometer법을 이용한 신속 평가 방법을 개발하고자 하였다. 그러나, 시멘트를 용액 중에 혼탁액화 시켜 비중계법을 적용하는 경우 용액의 종류에 따른 영향이나, 혹은 사용하는 용액의 온도 변화에 따라서는 비중계법 밀도치에 큰 영향이 미칠 것으로 사료되거나 이와 같은 영향인자에 대하여는 거의 보고된 바 없다.

그러므로 본 연구에서는 레미콘 수입검사 과정에서 Hydrometer법을 적용할 경우 혼탁액의 종류 및 온도의 변화가 분말도 신속 평가에 미칠 수 있는 영향요인을 분석하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 실험 재료는 A사의 OPC로 분말도 3 520cm²/g, 밀도 3.10g/cm³을 사용하였다. 실험 변수로는 용액의 종류로 물과 등유에 대하여, 물의 경우는 용액 온도를 20°C부터 20°C 간격으로 80°C까지 변화에 대한 실험을 진행하였다. 실험방법으로는 메스실린더 1,000cc

표 1. 실험 계획표

실험요인		실험수준
실험 변수	Base 시멘트	1 · OPC
	용액	2 · 물, 등유
	용액 온도 (°C)	4 · 20, 40, 60, 80
	메스실린더 (cc)	1 · 1 000
	결합재와 물의 비율 (g/L)	1 · 100g/ 1L
	Hydrometer	1 · 1.000 ~ 1.060 (2호) ²⁾ · 0.760 ~ 0.820 (6호) ³⁾
측정 사항	밀도	· 밀도가 1이 될 때까지 1분 간격 측정
		· 사진촬영
		· 온도변화 측정

1)시멘트 및 물의 온도 20°C 고정

2)등유 밀도 측정 사용

3)물 밀도 측정 사용

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

** 청주대학교 건축공학과 박사과정

*** 청주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사

**** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

에 OPC 100g을 넣고 메스실린더 1L 눈금만큼 실험용 용액을 온도를 맞추어 채운 후 혼탁액이 흘러나오지 않게 메스실린더의 입구를 밀봉한 뒤 1분간 15회 상하반전운동을 주어 혼합시킨다. 혼합과정 완료 후 바로 액체 밀도계를 띄워 매 1분마다 밀도를 측정하고, 사진촬영을 실시하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 시간경과에 따른 온도변화

그림 1은 물 온도 변화 별 시간경과에 따른 혼탁액 온도를 나타낸 그래프이다. 시멘트는 20℃로 진행하였으며, 소량의 시멘트와 많은 양의 물을 혼합하는 것으로 혼탁액의 온도는 크게 저하되지는 않았다. 단, 물 온도 80℃는 시멘트를 혼합하였을 때 여타의 변수보다 온도가 빠르게 저하하는 것을 나타냈다.

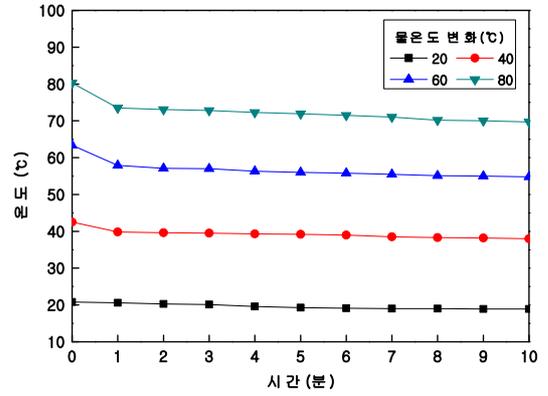


그림 1. 시간경과에 따른 혼탁액 온도변화

3.2 시간경과에 따른 밀도

그림 2는 용액 종류 및 온도변화 별 시간경과에 따른 밀도치를 나타낸 그래프이다. 전반적으로 등유의 경우는 낮은 밀도로 순식간에 시멘트 입자가 침하하여 분말도 추정에 활용할 수 없었다. 물의 경우는 온도가 높을수록 밀도치는 작아지는 것으로 나타났다. 이는 시멘트와 물이 혼합되었을 때 고온의 물로 인해 밀도가 낮아져 시멘트 입자를 잡아주는 능력이 저하되기 때문에 빠른 침하속도를 나타낸 것으로 판단된다. 물 20℃를 사용하였을 경우 여타의 변수 중 가장 큰 밀도치를 나타내었다.

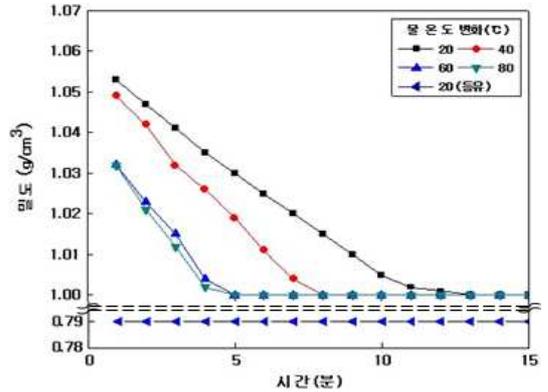


그림 2. 시간경과에 따른 밀도

그림 3은 물 온도변화 별 혼탁액온도에 따른 Hydrometer 3분의 밀도치와 상관관계를 나타낸 그래프이다. 전반적으로 혼탁액온도가 높아질수록 작은 밀도치를 나타내었다.

그림 4는 종전에 연구되었던 시멘트 분말도 별 Hydrometer의 3분 밀도치와 분말도의 상관관계를 나타낸 그래프에 본 실험에서 측정된 물 온도변화에 따른 3분 밀도치를 나타낸 그래프이다. 전반적으로 물이 고온이 될수록 낮은 밀도치를 나타내게 되므로 분말도가 작은 것으로 평가받을 수 있음에 물 온도를 20℃로 일정하게 유지하거나, 10℃ 상승에 따라 7% 전후의 분말도 값을 증가시켜 주어야 함을 알 수 있다.

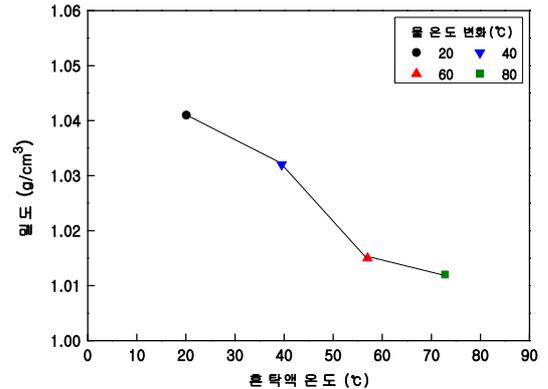


그림 3. 혼탁액 온도와 밀도의 상관관계 (3분)

4. 결 론

본 연구에서는 레미콘 수입검사 과정에서 혼탁액의 종류 및 온도에 변화를 주어 Hydrometer법을 이용한 분말도 신속 평가에 영향을 미칠 수 있는 요인을 분석하고자 하였다. 실험 결과 용액의 종류로 등유는 낮은 밀도의 영향으로 시멘트가 즉시 침하하여 분말도 추정에 활용할 수 없었고, 물은 전반적으로 혼탁액이 고온이 될수록 밀도치는 낮아졌는데, 이는 시멘트와 물이 혼합되었을 때 혼탁액 온도가 고온이 될수록 밀도가 낮아져 시멘트 입자를 잡아주는 능력이 저하되어 빠른 침하속도를 나타낸 것으로 판단된다. 변수 중 가장 큰 밀도치를 나타낸 온도는 20℃로 물 온도 20℃를 사용하였을 경우 가장 바람직한 것임을 확인할 수 있었으며, 물 온도가 10℃ 상승에 따라 7% 전후의 분말도 값을 증가시켜 주어야 함을 알 수 있다.

참 고 문 헌

1. 김영태 외 5명, 액체밀도계에 의한 보통 포틀랜드 시멘트의 분말도 품질평가 가능성 분석, 한국콘크리트학회 학술대회 논문집 제28권 제2호, pp.575~576, 2016.11

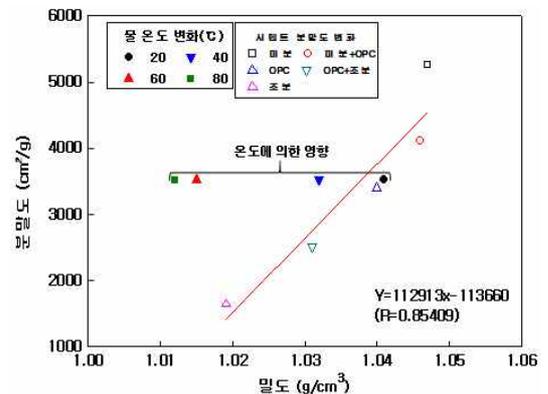


그림 4. 밀도와 분말도의 상관관계 (3분)