Hydrometer의 밀도 값과 혼탁액 온도를 복합한 포틀랜드 시멘트의 분말도 신속 평가

Quick evaluation for cement powder of synthesize with the hydrometer density value and change temperature

이 재 진* 한 준 희** 현 승 용** 김 영 태*** 한 민 철**** 한 천 구*****
Lee, Jae-Jin Han, Jun-Hui Hyun, Seong-Yong Kim, Yeong-Tae Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

The change in the degree of powder in cement is very important because it plays a major role in the reaction in the concrete. In this study, we intend to apply the principle of early estimation of concrete strength using the non-middling method previously conducted to the quality evaluation of cement powder. In other words, it is proposed to analyze the potential of Hydrometer density values and the data of temperature variation in the trust solution to propose a method of acceptance inspection. According to the experimental results, the quick evaluation of the cement distributorship will be possible if the resulting regression results are used : $y = 161867.4\ x_1 + 117.953\ x_2 - 165437$ ($R = 0.9158$).

키 워 드 : 시멘트 분말도, 액체밀도계, 인수검사, 레미콘 공장
keywords : cement fineness, hydrometer, acquisition inspection, ready-mixed concrete plant

1. 서 론

최근 건설산업에서는 다양한 성능의 콘크리트가 요구 되고 있다. 이러한 요구에 부응하기 위해서는 콘크리트 품질관리 중 원재료의 품질관리가 중요한데, 그 중 시멘트의 분말도 변화는 콘크리트의 수화 반응에 가장 중요한 역할을 하기 때문에 매우 중요하다.

그러나 시멘트 제조사 및 시멘트를 납품받는 레미콘 공장은 인수검사를 통하여 반드시 시멘트 분말도의 품질이 확보되어야 하지만, 최근 본 연구진의 실험결과에 의하면 레미콘 공장에 납품받는 성적서상에 표기된 시멘트 분말도와 실측 분말도상에는 유의미한 차이가 확인된 사례가 있어 분말도 품질검사에 대해서 보다 확실한 검토가 필요한 실정이다.[1)]

표 1. 실험 계획표

실험요인			실험수준
실험변수	시멘트 분말도 (cm^2/g)	5	· 5 368 · 4 527 · 3 507 · 2 752 · 1 744
	물 온도 (℃)	3	· 15, 20, 25
	메스실린더 (cc)	1	· 1 000
	결합재와 물의 비율	1	· 100g / 1L
측정사항	품질 평가	2	· 밀도 값이 1.000 g/cm^3이 될 때까지 매 1분 간격 밀도 값 측정 (3회) · 온도변화 측정

그러므로 본 연구에서는 종전에 진행되었던 비중계법을 이용한 콘크리트 강도 조기 추정원리를 시멘트 분말도 품질평가에 적용하고자 한다. 즉, Hydrometer 밀도 값과 혼탁액 온도 변화의 데이터를 종합하는 다중상관분석을 통하여 그 가능성을 분석함으로서 인수검사의 한 방법으로 활용할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 먼저, 메스실린더와 결합재량은 선행연구에서 최적으로 결정된 것으로 메스실린더의 용량은 1 000 cc, 시료량은 100 g으로 하였다. 실험 변수로 시멘트 분말도는 1 744 ~ 5 358 cm^2/g의 5수준으로 진행하였고, 물 온도 변화는 15, 20, 25℃의 3수준으로 진행하였다. 측정 사항으로 Hydrometer 밀도 값 1.000 g/cm^3 이 될 때까지 매 1분 간격의 밀도 측정과 동시간대의 혼탁액 온도 변화를 측정하였다.

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

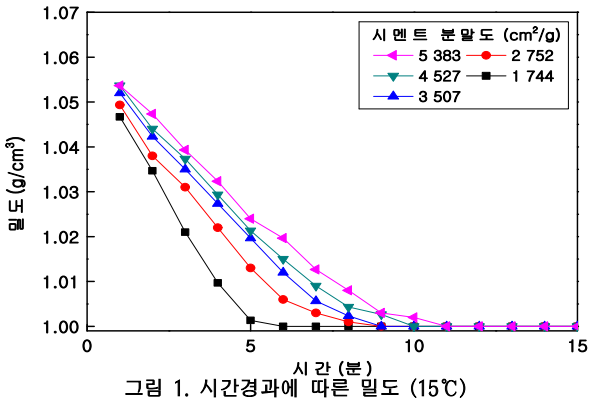

그림 1. 시간경과에 따른 밀도 (15℃)

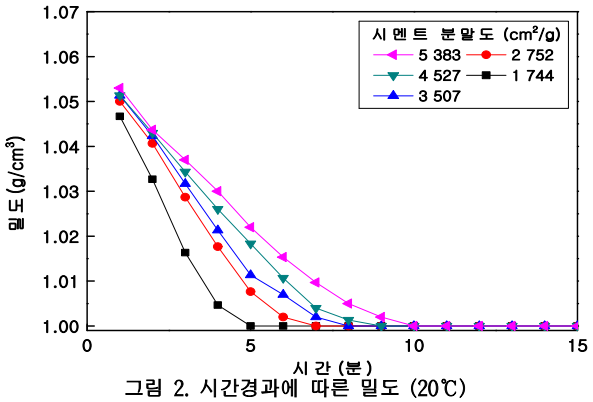

그림 2. 시간경과에 따른 밀도 (20℃)

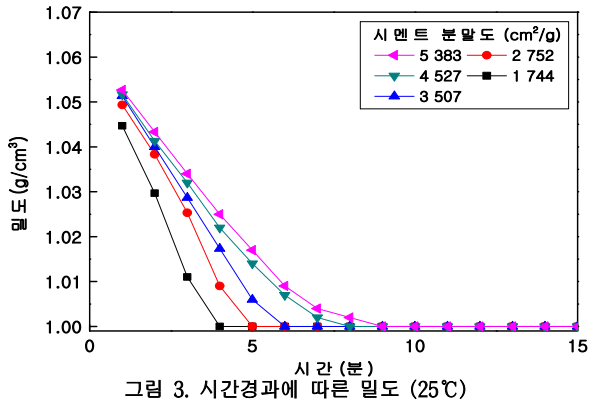

그림 3. 시간경과에 따른 밀도 (25℃)

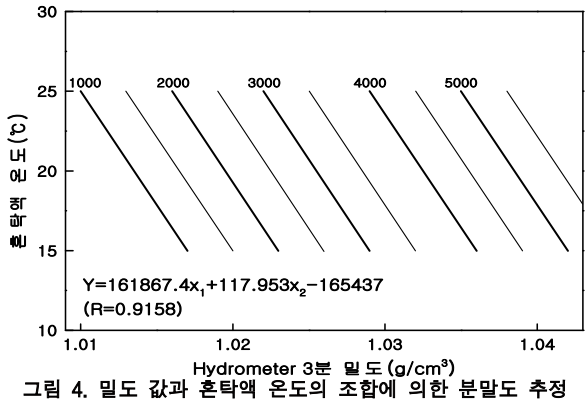

그림 4. 밀도 값과 혼탁액 온도의 조합에 의한 분말도 추정

3. 실험결과 및 분석

3.1 시간경과에 따른 밀도

그림 1 ~ 3은 물 온도 및 시멘트 분말도 변화 별 시간경과에 따른 혼탁액 밀도 값을 1분 간격으로 측정하여 나타낸 것이다. 전반적으로 분말도가 큰(미세한 입자) 경우 액체밀도계가 천천히 침하하여 큰 밀도 값을 나타낸 반면 분말도가 작은(굵은 입자) 경우는 빠르게 침하하여 작은 밀도 값을 나타내었다. 또한, 물 온도 변화의 경우 혼탁액 온도가 고온이 될수록 액체밀도계는 빠르게 침하하며, 밀도 값은 작아지는 것을 나타냈다. 이는 혼탁액 온도가 고온이 될수록 점성은 저하되고, 혼탁액의 밀도는 낮아지므로 분말입자의 침하속도가 빨라짐에 기인한 것으로 판단된다.

3.2 밀도 값과 혼탁액 온도의 다중상관관계

그림 4는 Hydrometer 3분 밀도 값과 혼탁액 온도의 다중상관관계로부터 포틀랜드 시멘트의 분말도 추정을 나타낸 것이다. 상관관계 결과 R= 0.9158로 높은 상관성을 나타내었다. 즉, 회귀식 $y = 161867.4x_1 + 117.953x_2 - 165437$을 활용할 경우 시멘트 분말도가 신속 평가될 수 있는 가능성을 확인하였다.

4. 결 론

본 연구에서는 레미콘 공장에 납품되는 시멘트를 대상으로 액체밀도계 밀도 값 및 혼탁액 온도 변화의 데이터를 종합한 다음 다중상관분석을 통하여 시멘트 분말도 품질관리의 가능성을 확인하고자 하였다. 실험결과 회귀식 $y = 161867.4x_1 + 117.953x_2 - 165437$ (R= 0.9158)을 활용할 경우 시멘트 분말도의 신속 평가가 가능할 것으로 판단된다.

Acknowledgement

본 연구는 한국연구재단의 연구비지원 (과제번호 NRF-2017R1D1A3B 03032726)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 문병룡 외 5명, x-R 관리도를 통한 Hydrometer법에 의한 밀도와 OPC 분말도 간의 상관관계 비교, 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집 제37권 제1호(통권 제67집) 2017.4