

Hydrometer법에 의한 밀도 값과 시험 성적서간 상관분석을 통한 플라이애시의 품질분석

Analysis of FA Quality through Correlation Analysis between Density Measured with the Hydrometer Method and the Test Report

문 병 룡*

김 태 우*

이 재 진*

송 흥 호**

한 민 철***

한 천 구****

Moon, Byeong-Yong

Kim, Tae-Woo

Lee, Jae-Jin

Song, Heung-Ho

Han, Min-Cheol

Han, Cheon-Goo

Abstract

Basic lot tests via textile and visual examinations are conducted on FA carried into in-service RMCs. The system of evaluating quality by taking samples from each lot and examining them, or evaluating quality based on the score reports submitted by the deliverer during in-service training have on some instances been called into doubt as to their reliability in evaluating the quality of FA. Therefore this study sought to measure the density value of FA that is actually delivered to RMC companies according to the Hydrometer method and analyze its correlation to its test scores, to in turn analyze the reliability of the test reports and the characteristics of the quality of FA. The results led to the conclusion that the fineness and density marked on the score reports were problematic, and therefore accurate experiments and adjustment of significant digits on the test report are necessary.

키 워 드 : 플라이애시, 시험 성적서, 액체밀도계

Keywords : fly ash, test report, hydrometer

1. 서 론

레미콘 공장의 경우, 양질의 콘크리트를 제조하기 위해서는 양호한 원자재의 반입은 필수적이다. 특히 플라이애시(이하 FA)의 경우는 굵은 입자를 제거하여 미연소탄분량을 낮추는 정제공정을 거쳐 생산되는 것이 반드시 필요하다.

그러나 실무 레미콘에 반입되는 FA의 경우 기본적으로는 감촉 등 육안검사에 의한 전수검사를 실시하고, 일정한 로트별 샘플을 채취하여 검사하는 로트별 샘플링 검사로 품질관정을 실시하는 시스템이나 실무에서는 납품자가 제출하는 성적서에 의해 품질을 대신 평가함에 FA 품질에 대한 신뢰성에 의문이 제기되는 경우도 존재한다.

그러므로 본 연구에서는 국내 레미콘 사에 실제 납품되는 FA를 Hydrometer법에 의한 밀도값을 측정하여 시험 성적서와 상관관계를 분석함으로써 성적서의 신뢰성과 FA의 품질특성을 분석하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같고, 실험원리를 요약하면 다음과 같다. 즉, 동일 밀도를 갖고, 지름이 다른 두 물체가 동일 액체 속에서 침하한다고 가정하면 입자의 침하속도는 입자크기의 $4r/3$ 에 비례하게 된다. 즉, 입자가 클수록 빠르게 침하하고, 미립자는 천천히 침하하게 되어, 분말도가 클수록 Hydrometer의 밀도 값이 느리게 저하하기 때문에 일정한 시간에서 측정된 밀도 값은 큰 값을 나타내어 밀도 값에 차이가 나타나는데, 이 원리를 이용하면 FA의 분말도 품질을 신속하게 평가할 수 있을 것으로 추측된다.

본 연구의 실험 방법으로 밀도 측정은 1,000cc 메스실린더에 FA 100g을 넣고 물을 1,000cc 까지 채운 다음 입구를 손으로 막은 후 위·아래로 약

표 1. 실험 계획

구분	실험요인	실험수준	
실험변수	FA 변수 (회)	20	·시판품
	메스실린더 (cc)	1	·1 000
	결합재량 (g/L)		·100
측정사항	품질평가	·밀도 측정 (3회)	

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

** 청주대학교 건축공학과 박사과정

*** 청주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사

**** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

15회 정도 흔들어 혼합시킨다. 혼합이 완료되면 바로 액체밀도계를 띄워 3분의 밀도를 측정하였다.

본 실험의 사용재료인 FA의 물리적·화학적 성질과 hydrometer법에 의한 3분 밀도 측정값은 표 2와 같다.

표 2. FA의 물리적·화학적 성질 및 3분 밀도 측정값

구분	SiO ₂ (%)	수분 (%)	L.O.I (%)	밀도 (g/cm ³)	45μm 잔분량	분말도 (cm ² /g)	밀도 측정값 (g/cm ³)
1	62.1	0.1	0.8	2.18	19	3 772	1.043
2	62.1	0.1	0.8	2.19	21	3 783	1.040
3	62.1	0.1	0.4	2.19	21	3 795	1.040
4	62.1	0.1	0.4	2.18	20	3 783	1.040
5	62.1	0.1	0.6	2.19	19	3 776	1.041
6	62.1	0.1	0.6	2.20	19	3 775	1.041
7	62.1	0.1	0.7	2.20	22	3 772	1.044
8	62.1	0.1	0.6	2.20	22	3 768	1.044
9	62.1	0.1	0.4	2.21	19	3 778	1.044
10	62.1	0.1	0.4	2.20	21	3 770	1.046
11	62.1	0.1	0.4	2.20	20	3 766	1.044
12	62.1	0.1	0.5	2.19	22	3 778	1.044
13	62.1	0.1	0.5	2.20	22	3 784	1.043
14	62.1	0.1	0.3	2.20	21	3 777	1.045
15	62.1	0.1	0.5	2.19	19	3 773	1.044
16	58.7	0.1	0.6	2.19	22	3 770	1.044
17	58.7	0.1	0.5	2.19	20	3 780	1.044
18	58.7	0.1	1.0	2.19	20	3 778	1.044
19	58.7	0.1	0.3	2.18	20	3 788	1.044
20	58.7	0.1	0.4	2.18	20	3 803	1.042

3. 실험결과 및 분석

그림 1은 3분의 비중계의 밀도 값과 FA의 물리적·화학적 성질간의 상관관계를 나타낸 그래프이다. 이때 3분의 밀도 값을 사용한 이유는 선행연구에서 3분의 밀도 측정값이 가장 신뢰성이 있다고 판단되어 본 실험에도 동일하게 적용하였다.

분석결과 먼저, SiO₂는 20일간의 성적서상 데이터가 58.7, 62.1 2종류로 구분되어지고, 수분함유량의 경우 20개의 데이터 모두 0.1%로 그래프에 직선상에 존재하여 상관계수가 1로 나타났다. 이는 FA 정제공장에서 매번 실험을 하지 않고 그전에 측정된 값 하나만 작성을 하거나, 유효자릿수의 문제인 것으로 판단된다.

밀도와 45 μm체 잔분량의 경우 비중계의 밀도 값과 비례하는 경향을 나타내었으며, 역시 데이터의 종류가 4개로 나머지 품질특성과 마찬가지로 데이터의 정밀도가 문제시된다. 강열감량의 경우는 측정의 경우 데이터의 분포가 넓지만 데이터의 종류는 6개로 적기 때문에 유효자릿수를 조정할 필요가 있다고 판단된다. 가장 중요한 분말도의 경우 실험원리에 따르면 비중계의 밀도 값과 분말도는 비례관계로 나타나야하지만, 본 실험에서는 비중계의 밀도 값이 증가할수록 분말도는 감소하는 반비례 관계를 나타내었다.

4. 결 론

본 연구에서는 Hydrometer법을 이용하여 구한 밀도 값과 FA 성적서상 물리·화학적 성질과의 상관분석을 통해 품질평가가 가능한지를 분석하였다. 그 결과, 성적서 상에 표기된 분말도 및 밀도 등에는 문제가 있는 것으로 판단되었다. 따라서 FA 성적서에는 정확한 실험 및 유효자릿수 조정을 실시해야 할 것으로 사료되었다.

참 고 문 헌

1. 문병룡 외5명, 플라이애시 품질과 액체비중계를 이용한 현탁액 밀도의 상관관계 분석, 대한건축학회 가을 학술발표대회 논문집, pp.1011~1012, 2016.10

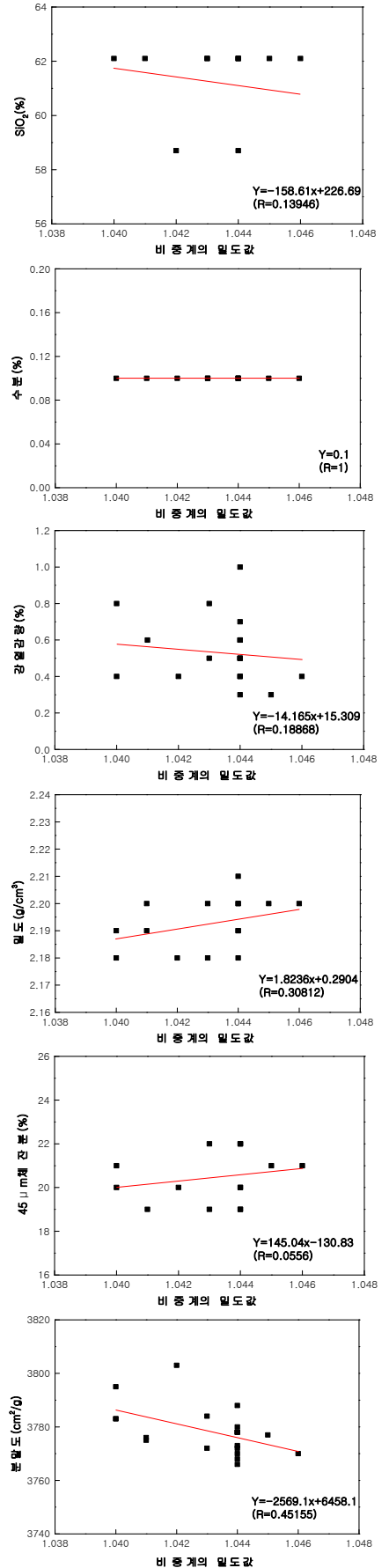


그림 1. 비중계의 밀도 값과 FA의 물리적·화학적 성질간의 상관관계