

다양한 산업부산물들의 포졸란 반응성 비교분석

Comparative Analysis of Various Industrial By-Products Pozzolanic Activity

최 익 제* 김 지 현** 정 철 우*** 이 수 용****
 Choi, Ik-Je Kim, Ji-Hyun Chung, Chul-Woo Lee, Soo-Yong

Abstract

In this work, pozzolanic activities of various waste materials were compared with those of well-known pozzolanic materials. Uncondensed and densified silica fume, two ASTM class F fly ashes with different calcium contents, and bentonite powder, ceramic powder obtained from wash basin, and waste glass wool, which can possibly possess pozzolanic property were chosen for comparison. Drop in electrical conductivity at 40°C saturated lime solution was measured for each materials. The amount of Ca(OH)₂ decomposed from cement paste at 450~500°C was also measured used to evaluate pozzolanic activity. The 28 day compressive strength were used to observe the mechanical property enhanced by various waste materials.

키 워 드 : 산업부산물, 포졸란 반응성, 전기전도도, 재활용
 Keywords : by-product, pozzolanic activity, conductivity, recycling

1. 서 론

최근 환경문제에 대한 관심이 높아지면서 산업부산물의 재활용이 중요시 되고 있다. 이러한 산업부산물을 대량으로 재활용 하는 방안으로는 여러 가지가 있으나 건설재료로 사용하는 것이 대표적 방법 중 하나이다. 건설재료로 사용하는 방법 중 한 가지가 시멘트의 포졸란재로 사용하는 것이다. 포졸란재로 사용하게 될 경우 포졸란 반응을 하여 내구성 및 내염해성, 내화학적성이 개선된다.

산업부산물을 시멘트 포졸란재로 사용하기 위해서는 포졸란 반응성 분석이 필요하며 국내외에서 이에 대한 연구가 진행되고 있다. 기존의 연구에서는 다양한 산업부산물을 활용하여 포졸란 반응성을 분석하였으나 산업부산물들의 포졸란 반응성 비교분석은 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 다양한 산업부산물의 포졸란 반응성을 전기전도도 실험을 통하여 비교 및 평가 하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구에서 실험한 산업부산물들은 플라이애시2종, 실리카폼2종, 글라스울, 벤토나이트, 페타일 등 7가지이며, 전기전도도 변화값을 비교 및 평가하였다. 플라이애시는 크게 2종류로 구분되는데, 본 실험에서는 일반적으로 사용되는 흑색 플라이애시와 칼슘함량이 높은 주황색 플라이애시를 구분하여 사용하였다. 실리카폼의 경우에도 2가지 종류로 구분하여 사용하였는데 밀도가 높은(densified) 종류와, 밀도가 낮은(undensified) 종류를 사용하였다. 페멘토나이트는 700°C에서 1시간 소성 하여 사용하였고, 글라스울은 미분쇄 하여 사용하였다. 페타일의 경우에는 세라믹 도기를 미분쇄하여 사용하였다. 표 1은 산업부산물들의 특징을 정리한 것이다.

산업부산물들의 포졸란 반응성 평가를 위해 Conductivity Meter(istek, Korea, EC-400L)를 사용하여 전기전도도 실험을 실시하였다. 표 2는 전기전도도 변화 값에 따라 포졸란 반응성의 평가기준 값이다.

3. 실험 결과

표 3은 각 재료별 전기전도도 변화 값에 따른 포졸란 반응성 평가표이며, 모든 산업부산물에서 포졸란 반응성이 있는 것으로 나타났다. 특히 실리카폼 2종 모두 2.6 mS/cm, 2.48 mS/cm로 1.2 mS/cm를 초과하여 강한 포졸란 반응성이 나타났고 FA-O도 1.76 mS/cm로 강한 포졸란 반응성이 나타났다. 나머지 FA-B는 0.88mS/cm, GW는 0.83mS/cm, BN은 0.85mS/cm, CM은 0.71mS/cm로 나타나 기준에서 제시한 0.4 mS/cm 초과 1.2mS/cm 이하에 포함되어 약한 포졸란 반응을 가지는 것으로 나타났다.

* 부경대학교 건축공학과 석사과정
 ** 부경대학교 건축공학과 공학박사
 *** 부경대학교 건축공학과 조교수
 **** 부경대학교 건축공학과 교수, 교신저자(leesy@pknu.ac.kr)

표 1. 실험에 사용된 산업부산물들의 특징

순서	구분	종류	특성	비교
1	FA-O	플라이애시	주황색	칼슘함량이 높음
2	FA-B		흑색	
3	SF-U	실리카폼	백색	밀도가 낮다(undensified)
4	SF-D		흑색	밀도가 높다(densified)
5	GW	글라스울		
6	BN	벤토나이트		700℃ 1시간 소성
7	CM	페타일		세라믹 도기

표 2. 전기전도도 변화값에 의한 포졸란 반응성 평가

포졸란 반응성의 분류	전기전도도 변화 범위 (mS/cm)
포졸란 미반응	0.4 이하
약한 포졸란 반응	0.4 초과 1.2 이하
강한 포졸란반응	1.2 초과

표 3. 각 재료별 포졸란 반응성 평가

구분	산업부산물	전기전도도 변화값(mS/cm)	포졸란 반응성의 분류
1	FA-O	1.76	강한 포졸란 반응
2	SF-U	2.6	
3	SF-D	2.48	
4	FA-B	0.88	약한 포졸란 반응
5	GW	0.83	
6	BN	0.95	
7	CM	0.71	

4. 결 론

본 연구에서는 플라이애시2종, 실리카폼2종, 글라스울, 벤토나이트, 페타일 등 7가지의 산업부산물의 포졸란 반응성을 비교 평가하기위해 전기전도도 실험을 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) FA-O, SF-U, SF-D 강한 포졸란 반응성 가짐 ∴ 포졸란 재료서 활용도가 크다
- 2) FA-B, GW, BN, CM 약한 포졸란 반응성 가짐 ∴ 포졸란 반응성을 극대화 하기 위한 추가적 실험이나 보완이 요구된다.

감사의 글

This workd was supported by a Research Grant of Pukyong National University (2015Year)

참 고 문 헌

1. Luxán, M. D., Madruga, F., & Saavedra, J., Rapid evaluation of pozzolanic activity of natural products by conductivity measurement, Cement and concrete research, 제19권 제1호, pp.63~68, 1989
2. 김효열, 강병희, 소성 후 주수냉각한 페벤토나이트의 포졸란 반응성에 관한 실험적 연구, 대한건축학회 논문집-구조계, 제19권 제3호, pp.91~98, 2003