

소성벼짚의 포졸란 반응성에 관한 연구

The Study on the Pozzolanic Reactivity of Rice Straw Ash

김 성 훈*

정 의 창**

김 영 수***

Kim, Sung-Hoon

Jeong, Euy-Chang

Kim, Young-Soo

Abstract

The purpose of this study is to investigate pozzolanic reactivity of the rice straw ash. This study focused on rice straw ash properties at various burning temperature and duration as a mineral admixture for mortar and concrete, and provide the crystalline state and molecular structure of rice straw ash. X,R,D and N,M,R were performed on rice straw ashes to identify pozzolanic reactivity.

키 워 드 : 소성벼짚, 포졸란반응, X선회절, 핵자기공명

Keywords : Rice Straw Ash, Pozzolanic Reaction, XRD(X-Ray Diffractometer), NMR(Nuclear Magnetic Resonance)

1. 서 론

기존의 연구에 의하면 벚짚을 일정 온도 이상으로 소성할 경우 다량의 실리카(SiO₂)가 포함되어 기존의 혼화재료와 유사한 물리적·화학적 성능을 발휘하는 것으로 알려졌다.¹⁾ 그러나 벚짚의 소성 온도 및 시간에 따라 실리카의 결정질 및 분자구조가 변하기 때문에 포졸란 반응성이 달라지게 된다. 이러한 관점에서 본 연구에서는 소성벼짚을 콘크리트의 혼화재료로 활용하기 위하여 소성온도와 시간에 따른 벚짚의 결정 및 분자구조 특성을 파악하여 기초 데이터를 제시하고자 한다.

2. 실험 계획

본 연구에서의 실험인자 및 평가방법은 표 1과 같이 실시하였다. 소성온도를 400, 500, 600, 700°C로 설정하였으며, 소성시간을 2, 4시간으로 나눠 실험을 실시하였다. 평가항목으로는 X,R,D와 N,M,R을 통하여 소성된 벚짚의 실리카 결정구조 및 분자결합구조에 대하여 평가하였다.

표 1. 실험인자 및 평가항목

| | | |
|--------------|--------------------------------------|--------------------|
| 실험인자 및 수준 | 소성 온도(°C) | 400, 500, 600, 700 |
| | 소성 시간(h) | 2, 4 |
| 평가항목 | X-Ray Diffractometer(이하 X.R.D) | 소성 온도 및 소성 시간별 |
| | Nuclear Magnetic Resonance(이하 N.M.R) | 소성 온도별 |

3. 실험 결과

3.1 결정질 분석

소성온도 및 시간에 따른 벚짚의 결정상을 정성적으로 판단하기 위해 X,R,D 분석을 실시한 결과 소성온도에 관계없이 소성시간을 4시간동안 실시한 시편들에는 결정상 물질이 다량으로 발견되었으며, 소성시간 2시간의 시편들에서는 비결정상물질이 다량으로 발견되었다. 그러나 소성 온도를 700°C로 2시간 소성시킨 시편에서는 결정상 물질이 일부 발견되어 포졸란 반응성이 타 시편들에 비하여 낮은 것으로 나타났다.

* 부산대학교 건축공학과 석사과정

** 부산대학교 건축공학과 박사수로

*** 부산대학교 건축공학과 정교수, 교신저자(kys@pusan.ac.kr)

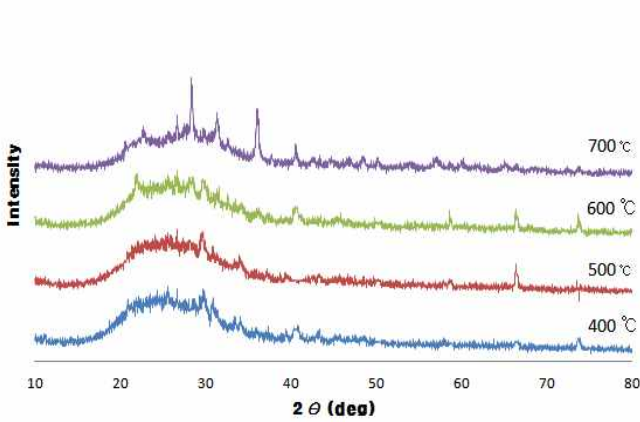


그림 1. 2시간 소성한 벚짚들의 X.R.D 결과

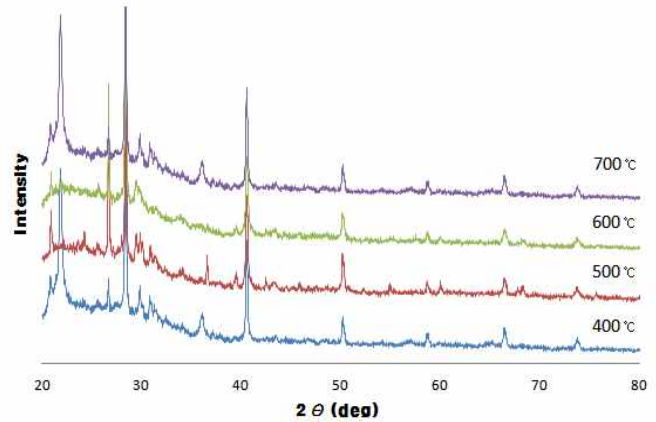


그림 2. 4시간 소성한 벚짚들의 X.R.D 결과

3.2 실리카 분자결합 구조

실리카 분자결합 구조를 파악하기 위해 N.M.R 분석 결과 400°C로 소성한 시편을 제외하고 전 시편에서 branching sites(이하 Q3)와 cross-linking sites(이하 Q4)구조가 나타났다. 이는 기존의 연구에서와 같이 혼화재료에만 발견되는 실리카 분자구조로서 수산화칼슘과의 결합이 가능하여 포졸란반응을 활발히 할 수 있는 상태임을 알 수 있다.²⁾ 그러나 400°C로 소성한 시편에서는 반응성이 미비한 cross-linking sites(이하 Q4)구조만 관찰되기 때문에, 500°C이상 2시간으로 소성시킨 벚짚의 경우 포졸란 반응성이 높은 것으로 나타났다.

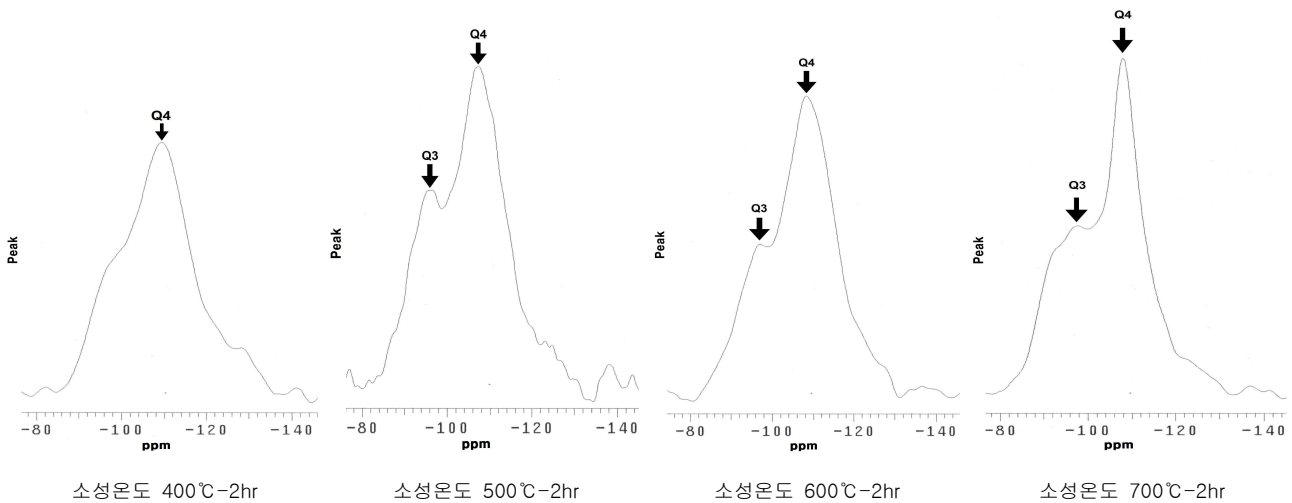


그림 3. 소성온도별 N.M.R 분석결과

4. 결 론

이상의 실험으로부터 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다. X.R.D 분석을 통해 소성온도와 관계없이 벚짚을 4시간 동안 소성된 시편의 경우 결정상 물질이 다량으로 발견 되었으며, 2시간으로 소성된 시편들에서는 실리카의 비결정질 상태를 확인 할 수 있었다. 500°C 이상 2시간으로 소성시킨 시편들에서는 타 혼화재료와 유사한 실리카의 분자구조를 보였다. 따라서 벚짚의 소성시간을 2시간으로 설정하여 온도를 500°C 이상으로 소성시켰을 때 포졸란 반응성이 높게 나타나는 실리카의 결정 및 분자구조를 확인하였다.

참 고 문 헌

1. 엄인혁, 정의창, 김영수, 소성벚짚을 사용한 모르타르의 기초적인 물성에 관한 연구, 대한건축학회논문집, pp.61~67, 2013
2. Deepa G Nair, Alex Fraaij, Adri A.K, Klaassen, Arno P.M, Kentgens, a Structural Investigation Relating to the Pozzolanic Activity of Rice Husk Ashes, Journal of Cement and Concrete Research, pp.861~869, 2008