

미시 분석을 통한 고온 가열된 콘크리트의 내부 수화물 변화 특성

Characteristics of Internal Hydrate Change in High Temperature Heated Concrete through Micro Analysis

지우람*
Ji, Woo-Ram

신기돈*
Shin, Ki-Don

조현서*
Cho, Hyeon-Seo

이건철**
Lee, Gun-Cheol

Abstract

The In this study, the change of composition of the hydrates according to the recovery age of concrete in the case of fire damage was confirmed through microscopic analysis. In 28 days of age, the production of ettringite was higher than that of day 1, and the calcium hydroxide was increased in the 91 day. It has been recovered through the generation of major hydrates which affect the strength.

키워드 : 미시 분석, 화재 피해, 수화물 변화
keywords : micro analysis, fire damage, hydrate change

1. 서론

1.1 연구의 목적

콘크리트는 화재 발생 시 고온의 열에 의해 강도 및 내구성의 저하가 우려된다. 이러한 현상은 시멘트 내부 수화물들의 분해 및 변화로 발생하는 현상이다. 그러나 분해된 수화물들은 대기 중의 수분과 결합하여 재수화반응을 일으키고, 회복 및 강도 증진을 예상할 수 있다. 본 연구에서는 미시분석을 통한 내부 수화물들의 재령 별 회복 특성을 파악하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 즉, 가열이후 회복 특성을 관찰하기 위해 W/C=50%의 콘크리트를 제작 후 소정기간 양생 후(수중양생 28일, 기중양생 14일) 목표온도 900°C로 가열을 실시하였고, 회복은 항온항습챔버 내부(온도: 20±1°C, 습도: 60±2%)에서 각각 재령별 회복을 하였다.

표 1. 실험계획

| 실험사항 | 실험수준 | |
|---------------|------|-------------------------|
| 시험체 종류 | 1 | 콘크리트 |
| 물시멘트비(W/C(%)) | 1 | 50 |
| 가열조건(°C) | 1 | 900 |
| 회복재령 조건(일) | 3 | 1, 28, 90 |
| 회복챔버 조건 | 1 | 온도: 20±1°C 습도: 60±2% |
| 측정사항 | 1 | 전자주사현미경(SEM) |

* 한국교통대학교 건축공학과 석사과정

** 한국교통대학교 건축학부 부교수, 공학박사, 교신저자(gclee@ut.ac.kr)

2.2 실험방법

전기가열로의 가열 승온속도는 10°C/min으로 설정하였으며, 목표온도에 도달 후 20분의 유지시간을 주어 시료 전체가 목표온도에 도달할 수 있게 하였다. 주사전자현미경(SEM)은 FEI company-Quanta 400을 이용하여 표면에 대해 미세구조를 파악하였다.

3. 실험 결과 및 분석

건회복재령 1일차에 주사전자현미경(SEM)으로 관측한 시험체 내부에서 에트링가이트(Ettringite)와 C-S-H(Calcium Silicate Hydrate)를 확인할 수 있었으며, 회복재령 28일차에서 에트링가이트가 많은 양 증가한 것을 확인할 수 있었다. 이는 시멘트 수화반응의 순서와 같으며, 고온의 열적 피해로 인해 분해된 시멘트 수화물들이 대기 중 수분과 결합하여 재수화반응(Rehydration reaction)이 진행된 것으로 판단된다. 이와 같은 재수화반응으로 수산화칼슘(Ca(OH)₂) 및 모노설페이트(monosulfate) 등 콘크리트의 강도에 영향을 미치는 수화물들이 회복되었다고 판단된다.

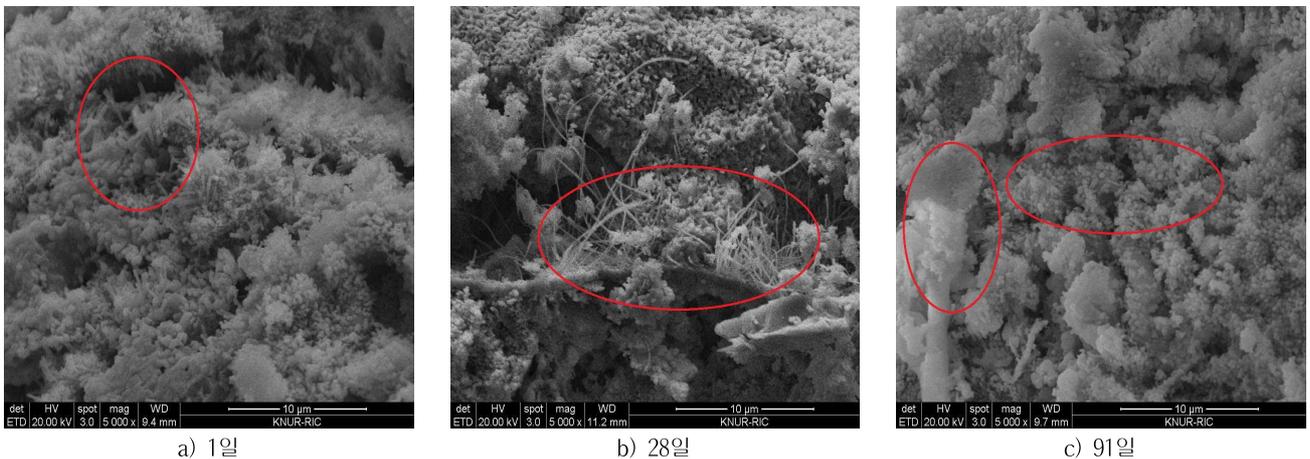


그림 1. 회복 재령별 수화물 미시 분석

4. 결 론

된 회복재령 1일차에서 관찰된 에트링가이트와 C-S-H는 28일에서 생성이 촉진되는 것을 확인하였으며, 회복 91일차에서 수산화칼슘과 모노설페이트의 양이 증가하는 것을 확인하였다. 900°C의 고온피해를 입은 콘크리트는 회복기간을 거치며 에트링가이트, C-S-H, 수산화칼슘 및 모노설페이트의 생성을 확인하였다. 이와 같이 수화물들은 회복기간을 통해 재수화반응이 진행되고 회복되었다고 판단된다.

Acknowledgement

이 논문은 2016년 정부(미래창조과학부)의 재원으로 국가 과학 기술연구회 융합연구단 사업(No.CRC-16-02-KICT)의 지원을 받아 수행된 연구임.

참 고 문 헌

1. 지우람, 신기돈, 고산, 이진철, 허영선, 고온에 노출된 콘크리트의 재령 증가에 따른 수화물 회복 특성, 한국콘크리트학회 학술대회 논문집, 2017
2. 한국건설기술연구원, 화재손상 콘크리트 구조물의 중·장기 2차 거동 예측 및 잔존 내구성을 90일 안에 평가할 수 있는 세계최초 원천기술 개발 최종보고서, 2016