

# 질소흡착법을 사용한 고온 가열 시멘트의 세공구조 측정

## Measurement of the construction structure of hot-heated cement using nitrogen adsorption method

김민혁\*

Kim, Min-Hyouck

이건철\*\*

Lee, Gun-Cheol

### Abstract

Concrete has a lower thermal conductivity or thermal diffusion coefficient compared to other building materials, so it is widely used as fireproof compartment material or refractory material for structures. However, in the event of thermal damage such as fire, cement curing agents and aggregates act differently, resulting in heat generation or deterioration of tissue due to dehydration, resulting in deterioration of physical properties and fire resistance. Therefore, in this study, the processing structure of cement paste is measured through nitrogen absorption method. The test specimen is a cement paste of 40% W/C and is set at 1000 ° C under heating temperature conditions. As the temperature rose, the micro-pore mass below was reduced based on about 0.01 감소m, but the air gap above that was increased. Thus, in the range of pores measured in nitrogen adsorption, the air mass tended to decrease under high temperature conditions.

키 워 드 : 화재 피해, 시멘트 페이스트, 질소흡착법

Keywords : fire damage, cement paste, nitrogen adsorption method

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 목적

콘크리트는 다른 건축재료에 비해서 열전도율 또는 열확산계수가 낮아서 구조체의 방화구획 자재나 내화재료로 널리 사용된다. 그러나 화재 등과 같은 열적 피해를 입게될 경우 시멘트 경화체와 골재는 각각 다른 거동을 하므로 균열이 발생하거나 탈수에 의하여 조직이 약화되어 물리적 성질 및 내화성능이 저하된다.

따라서 본 연구에서는 질소를 이용한 가스흡착법을 통해 가열온도에 따른 시멘트의 세공구조를 측정하고자 한다. 화재시 콘크리트 구조물의 내구성 예측 분야에 실용적 평가수단으로써 활용하기 위한 기초적인 자료를 구축하고자 하다.

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 시멘트의 세공 구조 측정을 위해 W/C 40%의 시멘트 페이스트를 제작하여 28일간 수중양생, 14일간 기중양생을 실시하였다. 가열 온도 조건으로는 1000 °C이며, 가열유지조건으로는 180분으로 설정하였다. 실험에 사용된 샘플은 BET이론을 적용된 질소흡착법 실시를 위해 기존  $\varnothing 100 \times 200$  mm의 시험체가 아닌 축소된  $\varnothing 8 \times 10$  mm의 샘플을 사용하였다.

### 2.2 실험방법

본 연구에서는 시멘트 페이스트 시험체의 고온 가열 환경 조성을 위해 전기가열로를 사용한 시험체의 전면가열을 실시하였다. 가열 종료 후 대기와의 접촉을 막기 위해 시험체를 아세톤에 침지시켜 수화정지를 진행하였다. 이후 진공포장을 통해 대기와의 접촉을 차단한 후 질소흡착법을 실시하였다.

\* 한국교통대학교 건축공학과 석사과정

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

### 3. 실험결과 및 분석

그림 1은 질소흡착법을 이용하여 시멘트 페이스트의 가열 전, 후 세공구조를 나타낸 그래프이다. 시험체의 가열온도가 증가할수록 약 0.01 $\mu\text{m}$ 를 기준으로 그 이하의 미세공극량은 감소하였지만 그 이상의 공극량은 증가한 것을 알 수 있었다. 이는 온도가 상승함에 따라 200  $^{\circ}\text{C}$ 까지 유리수, 겔 수, 모세관수가 증발하여 페이스트의 내부조직이 느슨하게 되며, 약 300  $^{\circ}\text{C}$ 에서 C-S-H의 층간수 및 수화물의 화학적 결합수의 일부가 없어지지만, 400~600  $^{\circ}\text{C}$ 가 되면 수산화칼슘( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )이 분해되어 미세공극의 직경이 커지게 되어 미세공극량이 줄어들게 된다. 따라서 질소 흡착법에서 측정된 공극경의 범위에서는 고온조건에서 공극량이 감소하는 경향을 나타내었다.

표 1. 실험계획

실험요인	실험수준	
시험체 종류	1	시멘트 페이스트
W/C (%)	1	40
가열 온도 조건 ( $^{\circ}\text{C}$ )	1	1000
가열 유지 조건 (min)	1	180
측정 사항	1	질소흡착법

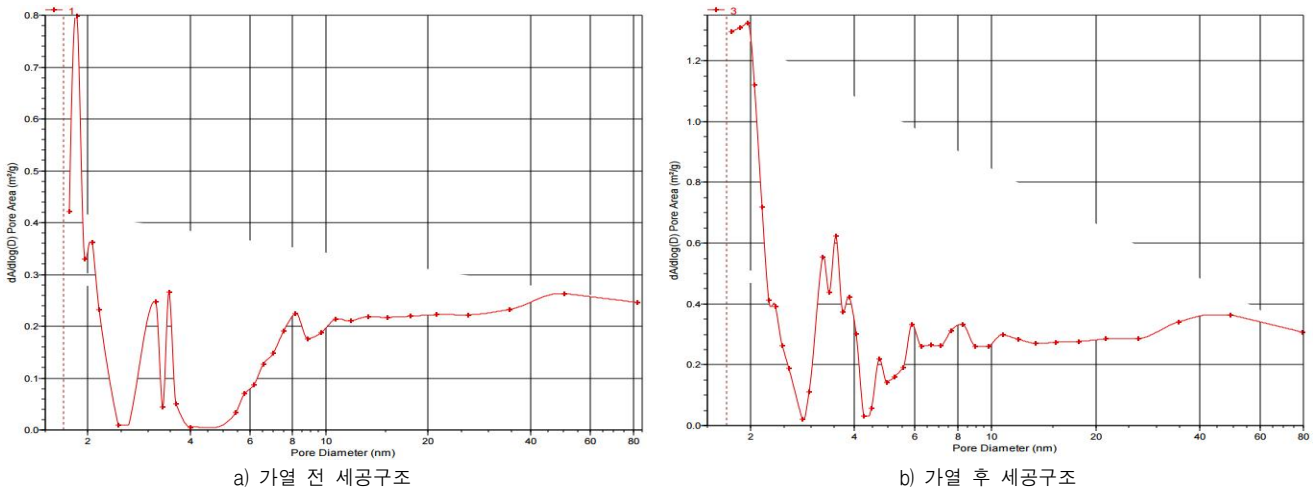


그림 1. 가열 전후 세공구조

### 4. 결 론

질소흡착법을 이용하여 고온 가열 시멘트 페이스트의 세공 구조를 측정된 결과 고온조건에서 약 0.01 $\mu\text{m}$  이하의 미세 공극량이 감소하고, 약 0.01~0.1 $\mu\text{m}$  크기까지의 세공공극은 증가하였지만 0.1 $\mu\text{m}$  이하의 모든 공극량을 보면 전체적으로 감소한 것을 확인하였다.

### 참 고 문 헌

- 오상균, 고은혜, 고온수열 콘크리트의 세공구조 측정과 염화물이온 확산계수를 적용한 수명예측, 대한건축학회 논문집-구조계, 제24권 제3호, pp.127~134, 2008
- 김갑수, 조봉석, 장종호, 김재환, 김용로, 김무한, 콘크리트의 급속염화물 침투시험에 의한 염화물이온 확산계수 평가에 관한 실험적 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집-구조계 제21권 제1호, pp.295~298, 2003