

고온 노출 시간에 따른 시멘트 페이스트 경화체의 푸리에 변환 적외분광 분석

Cement Paste Hardened Body with High Temperature Exposure Time Fourier Transform Infrared Spectroscopy

김민혁 Kim, Min-Hyouck 조현서 Cho, Hyeon-Seo 이건철 Lee, Gun-cheol

Abstract

In this study, FT-IR analysis was performed by exposing cement paste to high temperature in order to characterize the change of hydration behavior of concrete structure damaged by fire accident. As the holding time increased, the Al-O vibration region increased due to the increase of Si-O symmetric $Ca_2(SiO_4)$ and Brownlerite, and the OH stretching region tended to increase due to thermal decomposition of $Ca(OH)_2$.

키워드 : 화재피해, 시멘트 페이스트, 푸리에 변환 적외분광법
Keywords : fire damage, cement paste, FT-IR

1. 서론

1.1 연구의 목적

콘크리트 구조물의 화재 발생 시 다양한 조사 및 분석을 통해 콘크리트 화재 피해 정도를 예측하게 된다. 그러나, 이러한 방법들의 대부분은 화재 피해 정도에 대한 정략적 분석이 어렵다는 문제가 있을 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 화재 피해를 입은 콘크리트 구조물에 정확한 피해 정도 예측을 위해 다양한 연구를 진행하고 있으며, 본 보에서는 고온 노출 시간에 따른 시멘트 페이스트 경화체를 대상으로 푸리에 변환 적외 분광법을 통하여 분석을 실시하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 고온 노출 이후의 화학적 특성 변화를 관찰하기 위해 W/C 40%의 시멘트 페이스트를 제작 후 28일간 수중양생, 14일간 기중양생을 실시하였다. 가열 목표온도는 900℃로 설정, 가열유지조건으로는 20분부터 180분까지 20분 단위로 9개의 수준으로 설정하였다. 실험에 사용된 샘플은 시멘트 페이스트 경화체 밀면으로부터 10 mm 깊이의 샘플을 사용하였다.

2.2 실험방법

본 연구에서는 전기가열로를 사용하여 목표온도까지 도달시킨 후 실험체를 가열로 상부에 부착하여 가열유지조건동안 일면 가열을 실시하였다. 가열 종료 후 실험체를 미분말의 상태로 분쇄를 실시하여 대기와의 접촉을 최소화 시킨 후 푸리에 적외 분광법(FT-IR)을 실시하였다.

3. 실험결과 및 분석

그림 1은 고온 가열한 시멘트 페이스트 경화체의 FT-IR 분석

표 1. 실험계획

실험요인	실험수준	
실험체 종류	1	시멘트 페이스트
W/C	1	40
가열 조건(℃)	1	900
가열유지조건(min)	9	20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180
깊이 조건(mm)	1	0 ~10
측정 사항	1	푸리에 변환 적외분광법(FT-IR)

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

그래프이다. 가열 유지시간이 증가할수록 Wavenumber 약 700~900 cm^{-1} 구간은 Brownmillerite에서 나오는 것으로 예상되는 Al-O vibration이 증가하는 것으로 나타나는데 이는 고온으로 인하여 Brownmillerite가 생성되기 때문으로 파악된다. Wavenumber 약 1000~1500 cm^{-1} 구간의 피크가 증가하는 것을 관찰할 수 있었다. 이 구간은 SiO_4 unit의 Si-O symmetric stretching에서 Si-O와 Ca가 반응하여 $\text{Ca}_2(\text{SiO}_4)$ 의 구조로 변형되는 것으로 판단된다. 이는 시험체의 가열로 인하여 수분이 제거되고 수산화칼슘($\text{Ca}(\text{OH})_2$) 구조의 붕괴로 이어지며 온도가 증가함에 따라 수산화칼슘의 양이 줄어들고 실리카와 $\text{Ca}_2(\text{SiO}_4)$ 가 지속적으로 증가하는 경향으로 나타난 결과로 판단된다. Wavenumber 약 3200~4000 cm^{-1} 구간에서 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 의 O-H stretching이 온도가 증가할수록 커지는 것을 볼 수 있다. 이것은 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 가 열분해로 인하여 표면에 OH가 제거되면서 서로간의 간섭이 줄어들 것으로 판단된다.

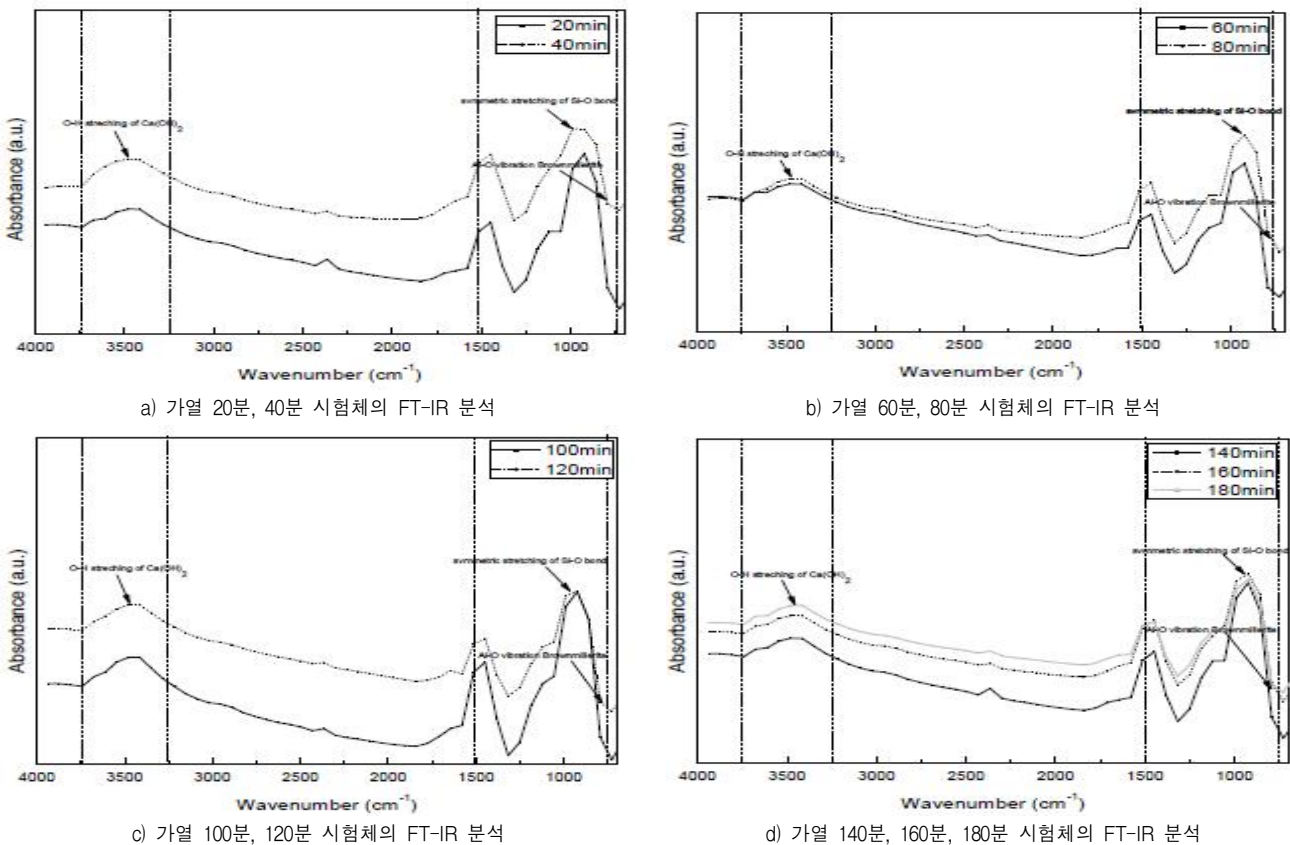


그림 1. 고온 가열한 시멘트 페이스트 경화체의 FT-IR 분석

4. 결 론

본 연구에서는 고온에 가열한 시멘트 페이스트 경화체의 FT-IR 특성을 파악하였다. 피해 유지시간이 증가할수록 Al-O vibration과 Si-O symmetric stretching 그리고 O-H stretching의 영역이 증가하는 것을 확인하였다.

Acknowledgement

본 논문은 2016년 정부(미래창조과학부)의 재원으로 국가과학기술연구회 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 회복특성, 한국콘크리트학회 학술발표대회 논문집, 제29권 제1호, 2017