

800°C 조건에서의 시멘트 경화체의 균열 특성

Cracking Behavior of Cement and Concrete Damaged
by High Temperature of 800°C

지 우 람*

Ji, Woo-Ram

박 지 웅*

Park, Ji Woong

신 기 돈*

Shin, Ki Don

이 건 철**

Lee, Gun-Cheol

Abstract

In this study, the cracking characteristics of cured pastes at 800°C were investigated by X-ray CT. The test specimens were fabricated with and without aggregate, and the heating rate condition was applied at rapid heating (10.0°C/min). It is considered that the rapid heating condition does not cause a temperature gradient phenomenon because the temperature difference between the surface and the center of the sample is small due to a low heating rate unlike an actual fire. The cracking condition of the specimens without aggregate was more severe than that of specimens with aggregate.

키 워 드 : 시멘트 경화체, 화재 피해, 균열, X-ray CT

Keywords : cement hardened, fire damage, crack, x-ray CT

1. 서 론

1.1 연구의 목적

화재피해 규모를 저감시키기 위해서는 과학적 화재조사를 통해 유사한 화재피해가 발생되지 않도록 관련 제도를 개선하고, 진보된 화재안전기술이 현장에 적용될 수 있도록 하는 것이 중요하다. 일반적으로 화재조사는 화재발생지 조사, 화재원인 조사, 화염전파 조사로 크게 구분되어 지는데, 현재 국내의 경우는 화재발생지 및 원인규명에 국한된 화재조사만이 이루어지고 있고, 화염전파분야는 극히 제한적으로 진행된다. 또한, 구조체의 화재손상규모 평가 및 올바른 보수보강방법 제안 등 건설 분야에서의 공학적인 접근이 필요하지만, 건설 분야에서는 화재안전관련 원천기술의 부재로 피해규모 저감에 아무런 기여를 하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 콘크리트의 기초적인 재료인 시멘트페이스트의 균열 특성을 파악하고 화재피해에 대한 올바른 보수보강방법의 기초자료로 제시하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

X-ray CT 분석용 샘플은 시멘트 페이스트와 콘크리트로 구분하여 Ø50×50mm 사이즈의 원주형 공시체를 제작하였고, 시멘트 페이스트는 순수하게 물시멘트비 0.5의 비율로 AE제 등 혼화제를 첨가하지 않은 상태로 제작하였다.

모르타르 믹서 (시멘트 페이스트 조건의 시험체)와 강제식 팬타입 믹서 (콘크리트 조건의 시험체)를 사용하여 성형을 마친 시험체는 1일 후 탈형을 실시하였고, 이 후 수중양생 28일, 고온 전처리 작업에 앞서 기중상태에서 7일간 추가 건조시켰다.

표 1. 실험계획

실험요인	실험수준	
실험체 종류	2	시멘트 페이스트, 콘크리트
W/C (%)	2	50 (시멘트 페이스트) 40 (콘크리트)
가열 조건 (°C)	1	800
승온 속도	1	급속가열 조건(10.0°C/min)
측정 사항	1	• X-ray CT

2.2 실험방법

X-ray CT는 재료 고유의 X선에 대한 감쇄특성을 이용한 단층촬영 방법이며, 물체의 내부 구조를 3차원으로 검사하는 비파괴 기술이다. 본 연구에 사용된 X-ray CT 장비는 한국건설기술연구원에서 보유하고 있는 산업용 멀티 튜브 X-ray CT에 해당된다.

X-ray CT 분석 방법은 화재손상에 의한 균열거동 특성을 모니터링하기 위해 준비된 시험체는 강제로 열에 노출시켜 화재손상을 가하는 것으로 계획하였고, X-ray CT 촬영은 이러한 전처리 과정이 진행되기 전에 1차적으로 실시하였으며 2차적으로 측정된 열처리 후의 샘플과 비교 분석하는 것으로 하였다.

* 한국교통대학교 건축공학과, 석사과정

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

3. 실험결과 및 고찰

급속 가열 조건에서의 800℃에 노출된 시멘트 페이스트와 콘크리트의 균열을 파악한 실험의 결과는 그림 1과 그림 2에 나타내었다. 골재의 유·무의 조건으로 진행 된 시험에서 화재 노출 후 재령 1일차에 측정된 시험체의 경우 예상과 달리 균열이 거의 관찰 되지 않았으며, 이것은 실제 화재와 달리 낮은 승온속도의 영향으로 천천히 가열함으로써 시험체의 표면과 중심부의 온도차이가 작아 온도구배 현상이 발생하지 않은 것으로 판단된다. 그러나 이와 같은 현상은 X-ray CT의 촬영 가능한 범위가 1mm의 이상으로 비교적 큰 사이즈의 공극만 관찰이 가능하므로 시멘트 경화체 내부의 마이크로 공극구조의 붕괴 및 수화물의 해리현상은 발생하였으나 관측 할 수 없었다.

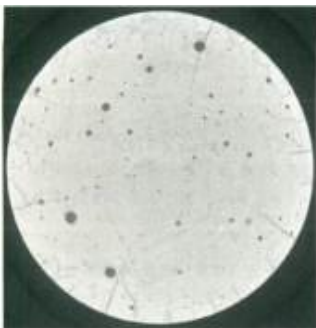
콘크리트의 시험체 조건에서는 가열 중 발생한 균열이 시멘트 페이스트 조건과 비교한 차이는 확인 할 수 없었으며, 균열 면적은 시멘트 페이스트의 조건 보다 현저히 줄어드는 것을 알 수 있었다. 콘크리트 시험체의 경우 시멘트 매트릭스와 골재의 계면간 천이지대 영역(ITZs)에서 일부 균열이 관찰되었고, 화강암 골재 자체에서도 고열에 의한 균열이 발생한 것으로 나타났다.



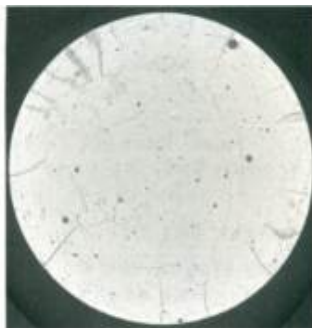
그림 1. X-ray CT 시험체



그림 2. X-ray CT 측정 사진

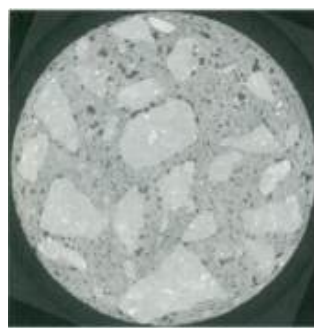


a) 가열 전

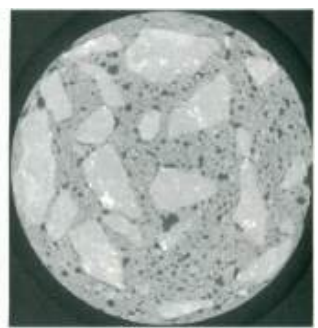


b) 가열 후 1일

그림 3. 시멘트 페이스트의 800℃ 가열 피해 전·재령 1일



a) 가열 전



b) 가열 후 1일

그림 4. 콘크리트의 800℃ 가열 피해 전·재령 1일

4. 결 론

골재 무 첨가 페이스트 조건에서는 재령 3일차부터 비교적 큰 균열이 발생하는 것을 확인 할 수 있었으며 균열의 형태는 벌집모양의 균열이 중앙부에서 넓게 발생하는 것을 관측하였다. 골재 첨가 조건에서의 시험체의 균열은 ITZs에서 대부분의 균열이 관찰 되었으며, 균열면적은 골재 무 첨가의 시험체보다 현저히 줄어드는 것을 확인 할 수 있었다.

감사의 글

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

참 고 문 헌

1. 허영선, 화재손상 콘크리트 구조물의 중·장기 2차 거동 예측 및 잔존 내구성을 30일안에 평가할 수 있는 세계최초 원천기술 개발, 한국건설기술연구원, 2016