

# TGA를 이용한 고온 조건에 노출된 시멘트 페이스트 경화체의 질량감소율 특성

## Characteristics of Mass Reduction Rate of Cement Paste Hardened to High Temperature Conditions by TGA

지 우 람\*  
Ji, Woo-Ram

신 기 돈\*  
Shin, Ki-Don

조 현 서\*  
Cho, Hyeon-Seo

이 건 철\*\*  
Lee, Gun-Cheol

### Abstract

In this study, TGA analysis of hardened cement paste with fire damage was performed. The mass reduction rate of 600 °C specimens was about 22 ~ 25%, and the sample of 800 °C showed the mass loss rate of 9 ~ 13%. As the target temperature and hold time increased, the mass reduction rate decreased. As the depth increased, the mass reduction rate decreased.

키 워 드 : 시멘트 페이스트, 화재 피해, 화학분석, TGA  
Keywords : cement paste, fire damage, chemical analysis, TGA

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 목적

콘크리트는 내구성 및 내화성이 우수한 재료이나, 화재 발생 시 고온의 열에 의해 강도 및 내구성의 저하가 일어나는 것으로 알려져있다. 이는 시멘트 내부 수화물들의 분해 및 변화로 발생한다. 그러나 콘크리트 및 시멘트 수화물의 피해정도에 따른 정확한 진단 방법이 없는 실정이다. 본 연구에서는 고온 환경에 노출된 시멘트 페이스트의 깊이별, 유지시간별 변화되는 화학적 성분을 파악하였다.

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. W/C=40%의 시멘트 페이스트를  $\phi 100 \times 200\text{mm}$ 의 압축강도용 공시체를 제작 후 소정기간 양생 후(수중양생 28일, 기중양생 14일) 목표온도 600, 700, 800°C로 가열을 실시하였고, 샘플 채취 구간을 철근 피복두께인 40mm까지 10mm 단위로 나누어 4개 조건으로 설정하였다. 채취된 샘플은 화학분석장비를 통해 화학적 변화를 파악하였다.

### 2.2 실험방법

전기가열로가 목표온도에 도달 후 실험체를 전기가열로 상부에 부착하여 열적 피해 조건을 주었으며, 20분, 180분의 유지시간을 주어 피해 정도를 다르게 하였다.

## 3. 실험 결과 및 분석

열중량 분석(TGA)로 분석된 600°C-유지시간 20분-깊이 0~10mm 실험체는 실제 측정온도 약 237°C로 측정되었으며, 질량감소율은 약 24%로 측정되었다. 깊이별로 약 24.3, 22.8, 25.2, 25.6%의 질량감소율을 확인할 수 있었다. 깊이가 증가할수록 질량감소율은 증가하는 경향을 나타내었으나 0~10mm구간의 샘플은 고온에 노출이 되며 수화정지 전에 수분이 흡착된 것으로 판단된다. 가장 큰 피해를 입은 800°C-유지시간 180분의 샘플의 질량감소율은 약 9.3, 10.5, 11.7, 13.7%의 측정값을 나타내었다. 모든 실험체는 깊이가 증가할수록 질량감소율도 증가하는 것으로 측정되었다.

\* 한국교통대학교 건축공학과 석사과정

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

표 1. 실험계획

실험사항	실험수준	
시험체 종류	1	시멘트 페이스트
물시멘트비(W/C(%))	1	40
가열 조건(°C)	3	600, 700, 800
깊이 조건 (mm)	4	0~10, 10~20, 20~30, 30~40
유지시간 조건 (min)	2	20, 180
측정사항	1	열중량분석 (TGA)

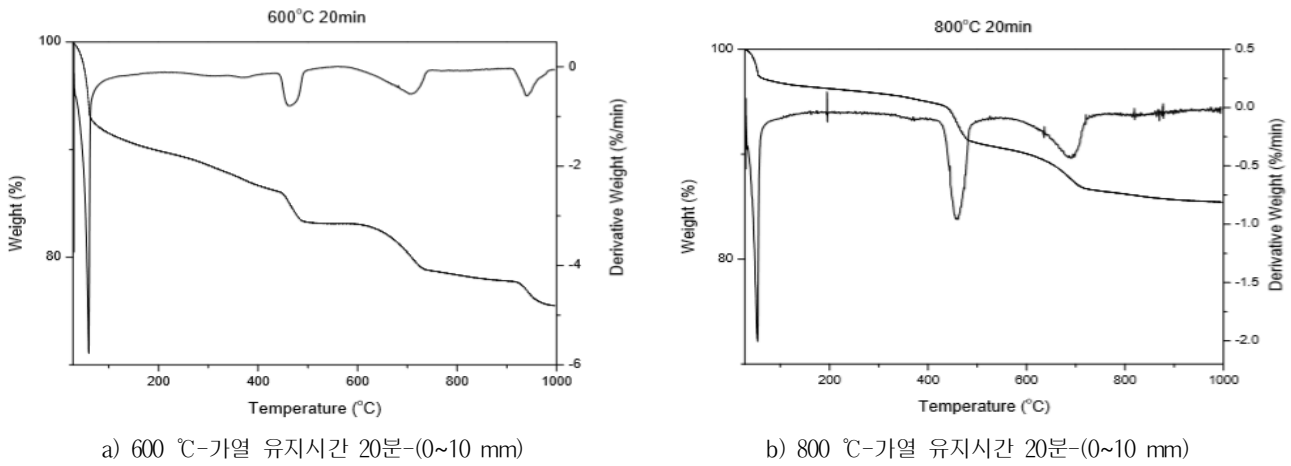


그림 1. 가열유지시간 20분의 온도별 TGA 분석의 일례

#### 4. 결 론

각 온도별로 깊이가 증가할수록 질량감소율은 증가하는 것으로 측정되었으며, 동일 깊이에서의 비교분석으로는 목표온도가 증가할수록 질량감소율은 감소하는 것으로 나타났다. 이는 가열 시 시멘트 내부 수화물들이 분해되어 TGA를 통한 질량감소가 감소하는 것으로 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, 박지용, 이진철, 허영선, FT-IR 분석을 이용한 저온 가열 시멘트 페이스트 경화체의 성분 분석, 한국구조물진단유지관리공학회 학술발표대회 논문집, 2017
2. 한국건설기술연구원, 화재손상 콘크리트 구조물의 중·장기 2차 거동 예측 및 잔존 내구성을 30일 안에 평가할 수 있는 세계최초 원천기술 개발 최종보고서, 2016