

고온에 노출된 시멘트 페이스트의 깊이에 따른 열확산 시뮬레이션 해석

Simulation Analysis of Thermal Diffusion Based on the Depth of Cement Paste Exposed to High Temperature

권현우¹ · 임창민¹ · 김영민² · 이건철^{3*}

Kwon, Hyun-Woo¹ · Lim, Chang-Min¹ · Kim, Young-Min² · Lee, Gun-Cheol^{3*}

Abstract : In this study, a simulation using Company A's COMSOL heat flow program was used to analyze the thermal diffusion simulation according to the depth of the high-temperature exposed cement paste. As a result of the analysis, it showed a similar relationship with the measured temperature as of 180 minutes.

키워드 : 시멘트 페이스트, 열확산, 시뮬레이션

Keywords : cement paste, thermal diffusion, simulation

1. 서론

콘크리트 구조체의 경우 화재에 노출되면 건물붕괴가 발생하거나 구조체의 성능이 눈에 띄게 감소하는 심각한 현상이 발생하게 된다. 또한 건물의 형태, 화재 시간 등에 따라 구조체의 손상정도가 다르기 때문에, 성능의 감소 정도를 정확하게 평가하는 것은 어렵다. 화재 발생에 따른 피해 범위를 예측하기 위한 본 보에서는 고온에 노출된 시멘트 페이스트의 깊이에 따른 열확산 시뮬레이션 해석을 실시하며, 실측 실험결과와의 비교를 실시하였다[1].

2. 실험계획 및 해석방법

2.1 실험계획

본 연구의 해석개요는 표 1과 같다. 설정온도는 500, 1000℃로 설정하였으며, 해석시간은 3시간으로 하였다. 콘크리트 구조물의 피복두께를 고려하여 열확산 측정 깊이는 0~40mm까지 설정하여 해석 결과와 실측 온도를 비교하여 진행하였다.

2.2 해석방법

그림 1은 해석조건을 나타낸 것이다. 시뮬레이션에 사용된 프로그램은 A사의 COMSOL Multiphysics을 사용하였고 그림 1(a)와 같이 표준공시체(Ø100×200mm)와 가열로를 설정하여 모델링을 진행 후에 그림 1(b)와 같이 밀면 경계에는 온도 조건을 설정 후 표면 경계에는 초기온도를 설정하였으며 해석을 실시하였다[1].

표 1. 실험계획

실험요인		실험 수준	
실험조건	시험체 종류	1	시멘트 페이스트
	W/C (%)	1	40
가열 조건	가열 온도(℃)	2	500, 1000
	유지시간 (min)	1	180
측정 사항	깊이 (mm)	5	0, 10 ,20, 30, 40
측정사항		1	COMSOL Multiphysics

1) 한국교통대학교 대학원 건축공학과 석사과정
 2) 한국교통대학교 대학원 건축공학과 박사과정
 3) 한국교통대학교 건축공학전공 교수, 공학박사, 교신저자(gclee@ut.ac.kr)

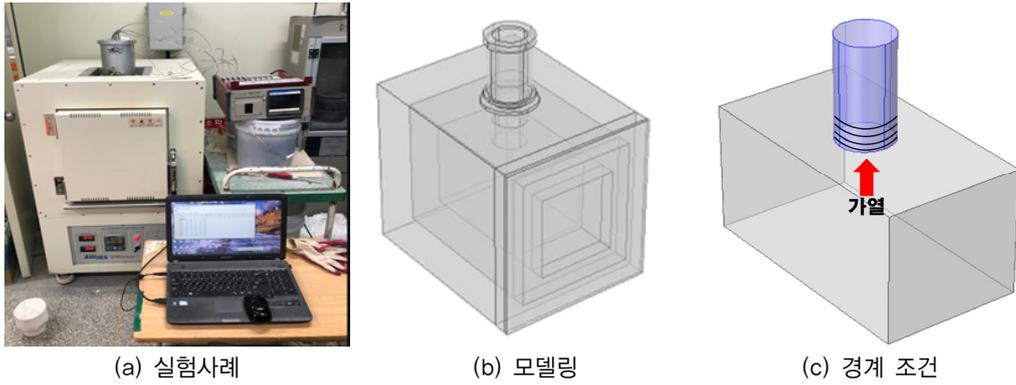


그림 1. 실험 및 해석조건

3. 실험결과 및 분석

그림 2와 그림 3은 실측 온도 및 시뮬레이션 열확산 결과를 비교하여 나타낸 것이다. 열확산 시뮬레이션 해석 500℃로 180분간 측정 결과 깊이 0mm에서는 실측 온도와 7.1℃의 차이가 나타났으며, 깊이 40mm에서는 8.6℃의 차이가 나타났다. 전체적으로 깊이가 깊을수록 실험 결과와의 측정 온도 차이가 나타났다. 1000℃ 해석 결과 깊이 0mm에서 17.42℃, 40mm에서 0.2℃의 차이를 나타내었다. 각 온도에 따른 깊이 별 측정 결과 평균적으로 약 10%이하의 오차율을 나타내었다.

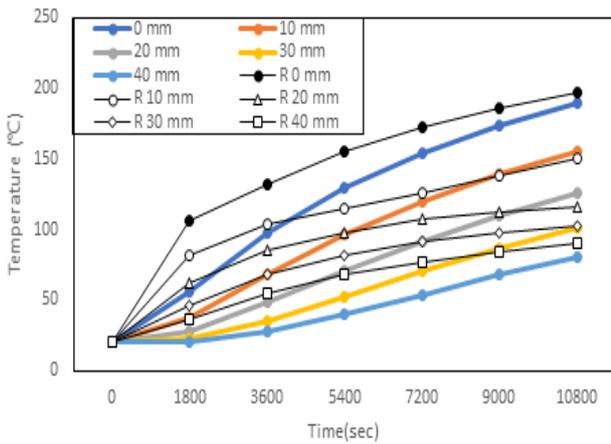


그림 2. 실측 및 시뮬레이션 열확산 비교 결과 (500℃)

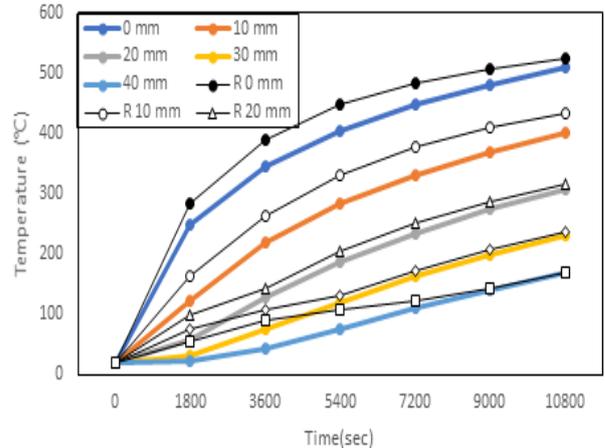


그림 3. 실측 및 시뮬레이션 열확산 비교 결과 (1000℃)

4. 결론

본 연구에서는 고온에 노출된 시멘트 페이스트의 깊이에 따른 열확산 시뮬레이션과 실측 데이터를 비교한 결과 측정 깊이가 깊어질수록 실험결과와 해석결과의 약간의 오차가 나타났다. 그러나 깊이에 대한 평균으로 나타냈을 때 10% 수준의 차이로 시뮬레이션을 통한 피해 온도를 예측 가능할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 2022년 한국연구재단의 기초연구지원사업(과제번호: 2020R1F1A104824112) 연구비 지원에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 신기돈, 지우람, 이권철, 허영선. 고온에 노출된 콘크리트의 깊이에 따른 열확산 시뮬레이션 해석. 한국구조물진단유지관리공학회 봄 학술발표 및 포럼논문집. 2017. p. 79-70.