

골재 혼입 유무가 고온수열 콘크리트의 강도 특성에 미치는 영향

Effects of Aggregate Mixing on the Strength Properties of Fire-Damaged Concrete

권 현 우* 김 영 민** 허 영 선*** 이 건 철****
Kwon, Hyun-Woo Kim, Young-Min Heo, Young-Sun Lee, Gun-Cheol

Abstract

In this study, the effects of aggregates on the properties of concrete as a study to determine the mechanical properties of high-temperature damaged concrete were examined. The samples to be reviewed are cement paste, mortar, and concrete, and the strength characteristics were reviewed after heating the compression strength and tensile strength properties. The increase in magnetic shrinkage at around 100°C showed a significant drop in strength in mortar, which does not contain aggregates or has a small diameter, and after 300°C, concrete showed a sharp drop in strength due to the hydration and aggregation of cement.

키 워 드 : 고온수열, 콘크리트, 골재, 강도저하
Keywords : high-heated, concrete, aggregate, strenght reduction

1. 서 론

콘크리트는 시멘트, 모래, 자갈로 구성되는 다상의 복합재료이다. 한편 콘크리트 구조물이 화재에 장시간 노출될 경우 내력저하 등 콘크리트의 성상 변화가 발생하게 된다. 특히, 고온 수열을 받은 경우 콘크리트는 내부의 골재 유무에 따라 열의 확산이 달라질 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 고온 수열을 받은 콘크리트의 열의 확산 및 역학적 특성 변화를 검토하기 위하여 시멘트 페이스트, 모르타르 및 콘크리트를 대상으로 수열온도 증가에 따른 강도특성 변화를 검토하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 고온 수열을 받은 콘크리트의 역학적 특성에 미치는 골재의 영향을 검토하기 위해 W/C 40%의 시멘트 페이스트, 모르타르, 콘크리트를 제작하여 28일간 수중양생 후, 14일간 기중양생을 진행한 시험체를 대상으로 실시하였다. 가열 조건으로 가열온도는 100~1000°C까지 100 °C간격으로 가열을 실시하였다. 또한 가열 유지시간은 시험체의 균열을 최소화하기 위하여 LIREM의 규정인 4°C/min으로 온도를 상승 시켰으며, 이후 180분간 유지 시키는 것으로 하였다.

표 1. 실험계획

실험요인		실험 수준	
실험조건	시험체 종류	3	시멘트 페이스트, 모르타르, 콘크리트
	W/C (%)	1	40
가열 조건	가열 온도(°C)	10	100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000
	유지시간 (min)	1	180
측정사항		2	압축강도, 쏘갠인장강도

* 한국교통대학교 대학원 건축공학과 석사과정

** 한국교통대학교 대학원 건축공학과 박사과정

*** 한국건설기술연구원 화재안전연구소 수석연구원, 공학박사

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

2.2 실험방법

본 연구에서는 전기가열로를 이용하여 목표 가열온도별로 가열을 하였으며, 가열방식은 전면가열을 실시하였다. 측정사항으로는 압축강도 및 쪼갬인장강도는 KS F 2405의 Ø 100×200mm의 공시체를 제작 및 측정하였다.

3. 실험 결과 및 분석

그림 1은 및 그림 2는 골재 혼입 유무별 가열 온도 증가에 따른 압축강도 및 인장강도를 나타낸 것이다. 전반적으로 압축강도 및 인장강도는 가열 온도가 증가할수록 강도가 저하하는 경향을 나타내었다. 특히, 그림 1의 압축강도 측정결과를 보면, 가열온도 100 ℃에서 시멘트 페이스트 및 모르타르의 압축강도가 가열 전 압축강도에 비해 급격한 강도 저하를 보이고 있다. 이 구간에서 수분의 증발과 공극과 공극압이 발생하는 영역으로 상대적으로 자기수축이 큰 시멘트 페이스트 및 모르타르 조건에서 강도 저하가 더 크게 발생한 것으로 사료된다. 한편, 콘크리트의 경우 300 ℃ 이후에서 급격한 강도 저하가 나타내고 있는데, 이는 400 ℃ 이후의 고온 영역에서 콘크리트의 압축강도 저감에 영향을 미치는 시멘트 수화물의 화학적 결합수 상실, 수산화칼슘의 분해, 골재 및 시멘트 페이스트의 팽창에 의한 내부공극 압력 상승 등에 의한 결과로 판단된다.

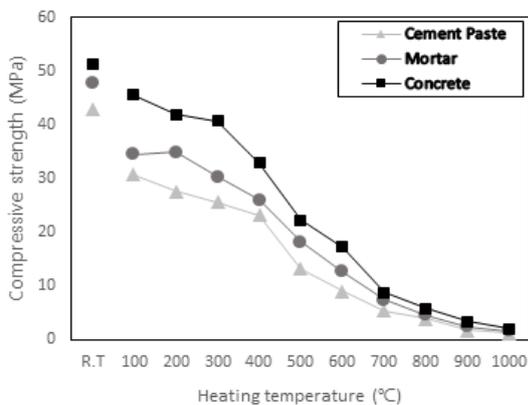


그림 1. 가열 온도 증가에 따른 압축강도 그래프

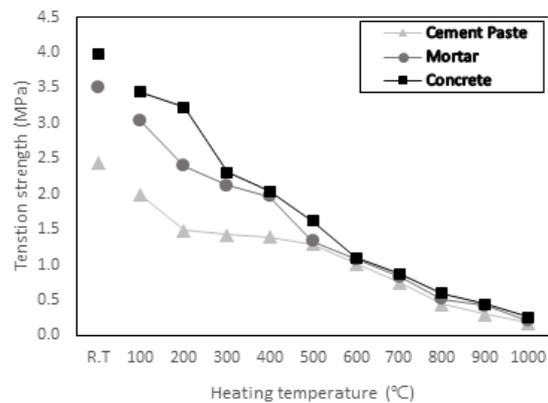


그림 2. 가열 온도 증가에 따른 인장강도 그래프

4. 결 론

골재의 혼입 유무가 고온수열을 받은 콘크리트의 특성에 미치는 영향에 대하여 검토한 결과, 가열 온도 100 ℃ 부근에서는 자기수축의 증가로 골재를 포함하지 않거나 입경이 작은 모르타르에서 강도저하가 큰 것으로 나타났으며, 300 ℃ 이후에서는 시멘트의 수화물 분해 및 골재 혼입의 영향으로 콘크리트가 더 급격한 강도 저하를 나타내는 것으로 나타났다.

Acknowledgement

본 논문은 2021년 한국연구재단의 기초연구지원사업(과제번호: 2020R1F1A104824112) 연구비 지원에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 김민혁, 조현서, 지우람, 이진철, X-선 회절 분석을 이용한 고온에 노출된 시멘트 페이스트의 유지시간별 성분변화 분석, 한국콘크리트학회 학술대회, 2019
2. 김홍열, 서치호, 신현준, 고온 영역에서 강도영역별 콘크리트의 역학적 특성에 관한 실험적 연구, 대한건축학회 논문집, 2005