

열중량분석을 활용한 21MPa급 콘크리트의 화해피해깊이 진단방법 분석

Assessment of Fire Damage Depth of 21MPa-class Concrete Using Thermogravimetric Analysis

임 군 수* 한 수 환** 한 준 희*** 윤 치 환**** 한 민 철***** 한 천 구*****

Lim, Gun Su Han, Soo Hwan Han, Jun Hui Yoon, Chee Whan Han, Min Cheol Han, Cheon Goo

Abstract

In this study, we develop diagnostic technology for damage depth of fire-damaged concrete and propose methods for damage caused by fire by drying damaged concrete after immersion. As a result of the test, the damaged depth was clearly found when evaluating the depth of impurities caused by fire in a drying method after water had permeated, and it could be verified using thermogravimetric analysis.

키 워 드 : 콘크리트 손상깊이, 가열실험, 깊이진단

Keywords : damage depth of concrete, heating experiment, assessment of impaired depth

1. 서 론

화재손상을 입은 구조물의 안전성을 진단·평가하는 기술이 명확하게 확립되어 있지 않아 화재피해 구조물을 해체하는 사례들이 일부 발생하고 있다. 화재가 발생하여 열화된 RC구조물의 보수·보강을 위해서는 신속한 피해 범위의 조사가 필요하며, 특히 피해 깊이를 정확히 진단하는 것이 매우 중요하다.

이에 본 연구팀은 화재발생 콘크리트의 피해깊이를 신속하게 진단할 수 있는 기술인 수증침지 후 건조방법을 개발한 바 있는데, 이는 흡수율 차이를 이용한 기술로써 육안으로 판정이 가능하다. 하지만 본 기술은 개발 초기 단계이며, 기술의 정확도 및 신뢰성을 확보하지 못한 상태로써, 추가적인 분석이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 화재피해 깊이를 개발 기술 및 열중량분석을 통해 비교하여 개발 기술의 신뢰성 및 정확성을 분석하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 배합사항으로는 레미콘 배합 25-21-150으로 계획하였고, Mock-up부재는 750×750×1,200 mm의 기둥부재로 가정하여 제작하였다. Mock-up부재는 KS 2257-1의 표준가열곡선에 의한 내화 실험을 통하여 고온에 3시간 유지하여 화재피해를 받게 하였으며 피해깊이를 측정하는 방법으로는 본 연구에서 제안한 Ø75 mm 코어시료를 채취하여 수증침지 후 건조하는 방법과 비교군으로 열중량분석기(TGA)을 이용하였다.

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
실험요인	레미콘 배합	1	25-21-150
	Mock-up (mm)		기둥부재 : 750×750×1,200
	고온 유지 시간 (hr)		3
측정사항	경화 콘크리트	2	수증침지 후 건조법 열중량분석(TGA)

* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자(gunsu73@gmail.com)

** 청주대학교 건축공학과 석사과정

*** 청주대학교 건축공학과 박사과정

**** 청주대학교 건축공학과 조교수, 공학박사

***** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

***** 청주대학교 건축공학과 명예석좌교수, 공학박사

3. 실험 결과 및 분석

표 2는 내화실험을 실시한 Mock-up부재(기둥)의 코어 시료를 채취한 후 수증에서 24시간 침지 후 건조 과정을 촬영한 것이다. 하부는 0~420분 사이에 완전 건조된 반면 상부의 40 mm 경우 600분이 경과하여도 건조가 되지 않는 것으로 나타났다. 이는 화재 피해를 입어 공극의 크기가 증가한 상부(표면)가 건조부인 하부(내부)보다 많은 수분을 흡수하여 나타난 결과로 판단된다.

그림 1은 온도상승에 의한 시편 중량감소율을 나타낸 것이다. 그림 1-a)의 경우 화재피해를 입지 않은 시편의 중량감소율이며, 표 3과 같이 1,000℃까지의 온도상승에 대한 중량감소율은 10.57%이다.

그림 1-b)는 표면으로부터 깊이 80 mm 시편이며, 1,000℃까지의 온도상승에 대한 중량감소율은 1.98%이다.

그림 1-c) 및 d)는 표면으로부터 깊이 20, 40 mm 시편의 중량감소율이며, 1,000℃까지의 온도상승에 대한 중량감소율은 1.98 ~ 3.80%이고, Portlandite(Ca(OH)₂)가 분해되는 것으로 알려진 420~500℃ 구간에서 낮은 질량감소율을 보이고 있다. 이는 화재피해로 시편의 Portlandite가 분해되어 낮은 중량감소율이 발생한 것으로 판단된다.

따라서 수증 침지법을 이용하였을 때 열중량분석을 이용한 것과 동등 수준의 화재피해 정도를 평가할 수 있을 뿐만 아니라 소량의 Ca(OH)₂가 존재하여도 본연구의 방법으로 화재 피해 깊이 평가를 개선시킬 수 있을 것으로 사료된다. 즉, 흡수율 차이에 의한 수증침지 건조방법 적용시 조직의 이완에 의한 흡수율 차이로 인해 감지가 가능함을 확인할 수 있었다.

4. 결 론

본 연구에서는 화재피해 깊이를 개발 기술 및 열중량분석을 통해 비교하여 개발 기술의 신뢰성 및 정확성을 분석하고자 하였다. 분석결과 수증침지 후 건조방법을 통해 40 mm의 피해깊이를 확인할 수 있었고, 열중량분석을 통해 동일한 수준의 화재피해 깊이평가가 가능하였다.

표 2. 수증침지 후 건조를 이용한 깊이판정

	수증침지 후 건조시간(분)			
	0분	150분	420분	600분
				

표 3. 온도상승에 따른 시편 중량감소율

시료명	L.O.I(wt%)			
	Total (~1,000℃)	Moisture, C-S-H, Ettringite (~200℃)	Portlandite (420 ~ 500℃)	Calcite (600 ~ 800℃)
21MPa-plain	10.57	2.10	0.74	2.66
21MPa-20 mm	1.98	0.57	0.13	0.41
21MPa-40 mm	3.80	0.43	0.19	2.40
21MPa-80 mm	8.04	1.82	0.89	2.12

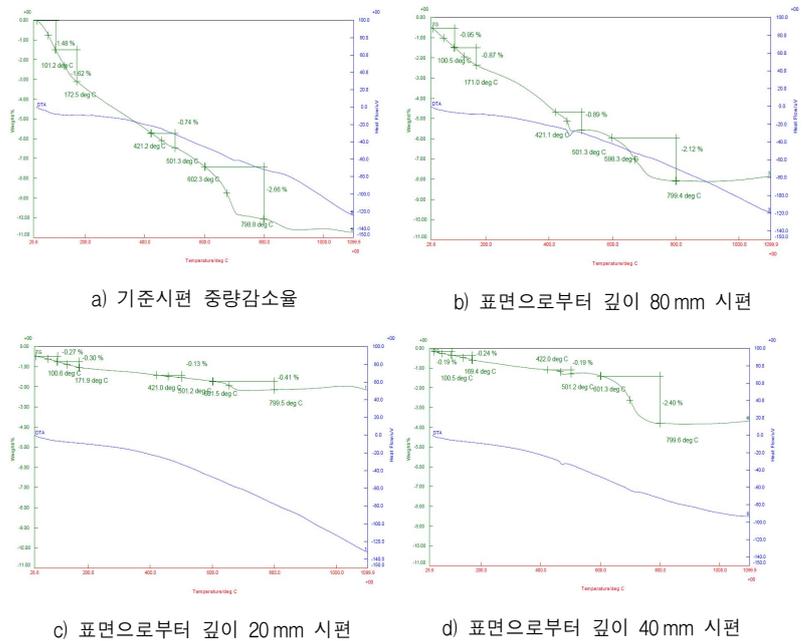


그림 1. 온도상승에 의한 화재피해 시편 중량감소율

참 고 문 헌

- 김태우, 이혁주, 한준희, 김동규, 한민철, 한천구, 겨울철 외기조건에서 보통강도 콘크리트의 부재 두께 변화에 따른 초기동해 피해 특성분석 및 깊이진단, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제38권 제1호, pp.597~598, 2018