

화재진압시간에 따른 콘크리트의 염해저항성 평가

Evaluation of Salt Damage Resistance of Concrete according to Fire Control Time

이 준 해*

Lee, Jun-Hae

박 동 천**

Park, Dong-cheon

Abstract

In the event of a fire, fire engines usually arrive within 15 minutes and become a fire suppressor. In this paper, an analytical model was established to evaluate the salt damage resistance of concrete according to fire suppression time and the concentration of salt inside the concrete after fire was measured and the time to reach the critical concentration was assessed by how short.

키 워 드 : 염해내구성, 확산계수, 열전달, 화재진압시간

Keywords : salt damage resistance, diffusion coefficient, heat transfer, fire control time

1. 서 론

1.1 연구의 목적

소방청 통계자료를 보면 매년 7000건 이상의 화재가 발생한다. 이에 소방당국은 화재로 인한 피해를 최소화 하기위해 체계적으로 확립된 소방출동 시스템으로 빠르게는 5분 늦어도 15분 내에 화재현장에 도착하는 수준이며 빠른 화재 초기대응을 보여준다. 빠르게 진압된 화재의 경우 화재발생 후 표면적으로는 벽과 천정의 콘크리트가 변색되는 정도이며, 구조적 손상도 부분적으로 머무르고 건물 자체는 화재 전의 상태로 잔존하기 때문에 화재후의 건축물은 대부분 간편한 보수에 의해서 재사용을 도모한다.¹⁾ 또한 정밀검사를 시행한다 하여도 콘크리트와 철근의 강도 저하 및 중성화 깊이 측정 등 구조적인 안정성 평가에 집중되어있으며 염해에 관련된 평가는 취약하다. 본 연구에서는 지금까지 연구된 데이터를 바탕으로 화재시 고온 환경에서의 콘크리트 구조물의 온도분포와 고온으로 야기되는 열화인자 침투 저항성저하를 바탕으로 수치해석 모델을 구축하여 화재시 고온에 따른 내구성 수명저하를 추정하였다. 이는 향후 화재후의 건축물 유지보수 전략과 염해내구성 평가에 기여할 것으로 기대된다.

2. 기존연구의 고찰

2.1 온도 변화에 따른 열적특성의 변화

온도에 따른 콘크리트의 열적 특성은 지금까지 꾸준히 연구되어 왔다. 연구자 코달(kodur)은 콘크리트의 강도에 따라 HSC(high strength concrete), NSC(normal strength concrete)로 분류하여 온도별 열적 특성을 분류하여 모델식을 제안하였으며 국내에서도 고온에 노출된 콘크리트의 열적 특성을 직접 비교하여 평가한 사례가 있다.

2.2 온도 변화에 따른 확산성상의 변화

가존 연구에서는 고온에 공시체를 노출시켜 열평형 상태에 도달시킨 후 상온에서 확산계수를 측정하여 고온에 의한 확산계수의 손상에 대해 평가한 사례가 있다.

3. 해석 수행

2차원 한 방향 열전달 해석을 수행하였으며, 열전달 해석 수행결과를 기반으로 염화물 확산 이온 해석을 수행하였다. 해석에 사

* 한국해양대학교 해양건축공학과 석사과정

** 한국해양대학교 해양건축공학과 교수, 교신저자(dcpark@kmou.ac.kr)

용된 변수는 유로코드와 Kodur의 온도별 열특성 모델식, 연구자 박동천의 온도별 확산계수 변화자료를 사용하였으며 정리하여 표 1에 나타내었으며, 화재시 외기온도는 그림1의 유로코드의 ISO 온도 곡선으로 설정하여 해석을 수행하였다.

표 1. 해석시 사용되는 변수 2)4)5)

변수	온도모델식	
	온도범위(°C)	적용식
밀도 (kg/m ³)	20 ≤ T ≤ 115	ρ ₀ = 2300
	115 < T ≤ 200	ρ = ρ ₀ (1 - 0.02(T - 115)/85)
	200 < T ≤ 400	ρ = ρ ₀ (0.98 - 0.03(T - 200)/200)
	400 ≤ T ≤ 1200	ρ = ρ ₀ (0.95 - 0.07(T - 400)/800)
비열 (J/kg°C)	20 ≤ T ≤ 100	c _p = 900
	100 < T ≤ 115	c _p = 2020 for 3%
	115 < T ≤ 200	c _p = 900 + (T - 100)
	200 < T ≤ 400	c _p = 1000 + (T - 200)/2
	400 < T ≤ 1200	c _p = 1100
열전도율 (W/m°C)	20 < T ≤ 800	-0.00625T + 1.5
	800 < T ≤ 1000	1
확산계수 10 ⁻¹² (m ² /s)	20 < T ≤ 200	0.02331T + 10.67
	200 < T ≤ 400	0.0518T + 4.505
	400 < T ≤ 600	0.06602T - 1.173
강도(Mpa)	20	28
		45

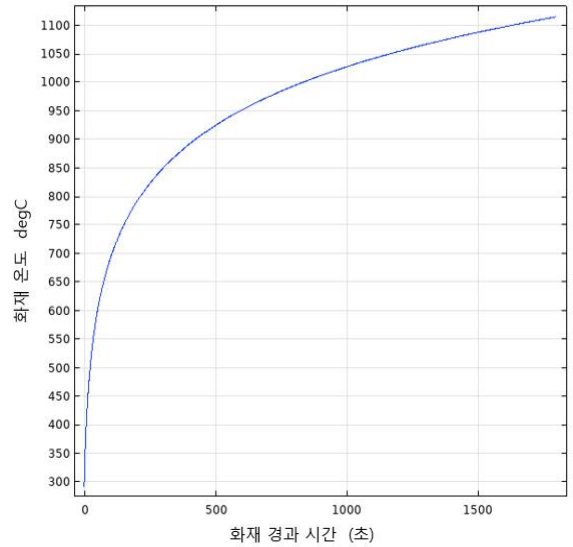


그림 1. ISO 화재 곡선

열전달 해석을 수행한 후 수행결과를 바탕으로 연화물 확산 이온 해석을 수행하였으며 각 화재시간 경과시 시간에 따른 부재별 농도를 측정하고 피복두께를 고려한 철근의 위치 5cm 지점의 발칭한계농도 1.2kg/m³에 도달하는 시간을 비교하였다.

4. 결 론

- 1) 해석수행 결과 콘크리트 부재의 열전달과 그로 인한 확산계수의 손상은 물-시멘트비(강도) 조절을 통한 열적 특성의 영향에 비해 미비한 것으로 나타났다.
- 2) 해석수행 결과 확산계수는 온도 상승에 따라 증가하여 내구성이 저하되며 열전달에 따른 손상정도보다 최초의 w/c에 따라 결정된 확산계수가 건물의 수명에 크게 지배적인 것으로 나타났다.
- 3) 10분 이상 화재를 겪은 건물은 열해 내구성이 급격히 하락하며 화재후 열해내구성 유지와 보수가 필요할 것으로 사료된다.

Acknowledgement

이 논문은 2019년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구이다. (No. 2019R1A2C1088029)

참 고 문 헌

1. (사)일본건축학회 방화 위원회 화재진단보수 소위원회, 火災 Vol.58 No.5, 2008
2. Venkatesh Kodur, Properties of Concrete at Elevated Temperatures, ISRN Civil Engineering Vol 2014 15p
3. 이중원 등, 고온에 노출된 콘크리트의 열 특성 계수와 열전도 특성연구
4. 박동천, Life Expectation of Salt Attack for Fire Damaged RC Structure, 2017년 춘계학술발표대회 논문집
5. Eurocode 2: Design of concrete structures-Part 1-2 General rules-Structural fire design, BSI, 2004