

가열 후 냉각조건에 따른 골재 종류별 고강도 콘크리트의 역학적 특성 평가

Evaluation on Mechanical Properties of High Strength Concrete according to the Aggregate Type and after Heating Cooling Conditions

윤종일* 김규용** 남정수*** 최경철* 윤민호* 함은영*

Yun, Jong-Il Kim, Gyu-Yong Nam, Jeong-Soo Choe, Gyeong-Cheol Yoon, Min-Ho Ham, Eun-Young

Abstract

Aggregate thermal properties and cooling methods are most important to evaluate the residual mechanical properties of concrete. In this study, we evaluate the residual mechanical properties of concrete according to the aggregate type and cooling method. We use the normal weight aggregate and light weight aggregate which have different thermal properties. After heating to the target temperature, we evaluate the mechanical properties according to the slow and fast cooling condition. As a result, normal weight aggregate concrete has higher effectiveness of cooling conditions than light weight aggregate concrete.

키워드 : 열적특성, 골재종류, 냉각방법, 잔존 역학적 특성

Keywords : thermal properties, aggregate type, cooling method, residual mechanical properties

1. 서론

콘크리트는 고온에 강한 재료로 인식되고 있으나 온도상승에 의한 골재와 페이스트의 상이한 열적 거동으로 인해 기초 역학적 성능의 저하가 발생할 수 있다. 또한 화재 발생시 진압방법의 차이에 의해 냉각조건이 변하게 되어 고온을 받은 콘크리트의 특성이 달라질 수 있기 때문에 다양한 온도조건에서 콘크리트의 열팽창거동과 냉각조건에 의한 차이를 고려할 필요가 있다.

또한 콘크리트의 열팽창변형에는 굽은골재가 중요한 요인으로 작용하기 때문에 굽은골재의 요인으로서 일반 및 경량골재를 사용한 콘크리트를 대상으로 가열 후 냉각시의 역학적 특성 변화를 평가하였다.

2. 실험계획 및 방법

표 1과 2에 실험계획과 콘크리트 배합을 나타냈다. 목표온도까지 가열 후 냉각시의 역학적 특성 변화를 평가하기 위해 24시간 항온항습실에서 냉각하는 서냉조건, 12시간 수증냉각 후 12시간 기건시키는 급냉조건으로 설정하여 실험을 진행하였다. 평가항목으로는 잔존압축강도, 최대하중에서의 변형을 평가하였다.

* 충남대학교 건축공학과 석사과정

** 충남대학교 건축공학과 교수, 공학박사

*** 충남대학교 건축공학과 박사과정

3. 실험결과 및 고찰

3.1 잔존압축강도

일반골재를 사용한 콘크리트의 급냉조건 시험체의 경우 100℃ 이후에 잔존 강도가 저하하여 최종적으로 상온강도 대비 약 38%의 잔존강도를 보였다. 서냉조건인 경우 300℃까지는 상온강도의 약 90%의 강도 잔존률을 보였다.

경량골재 콘크리트는 급냉조건인 경우 300℃까지 상온대비 약 90%의 강도를 유지하였고, 서냉조건 200℃에서는 약 10%의 강도 상승을 나타냈다.

표 1. 실험계획

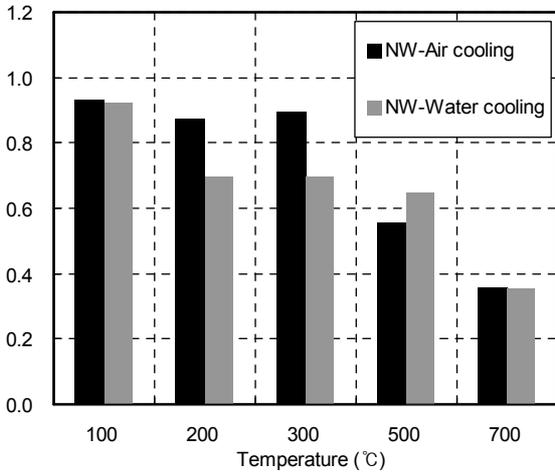
ID	fcu (MPa)	냉각조건	목표온도 (°C)	평가항목
NW1)	60	서냉2)	20, 100	잔존압축강도 ·최대 응력에서의 변형
LW		급냉	200, 300 500, 700	

1) NW : 일반골재 콘크리트, LW : 경량골재 콘크리트

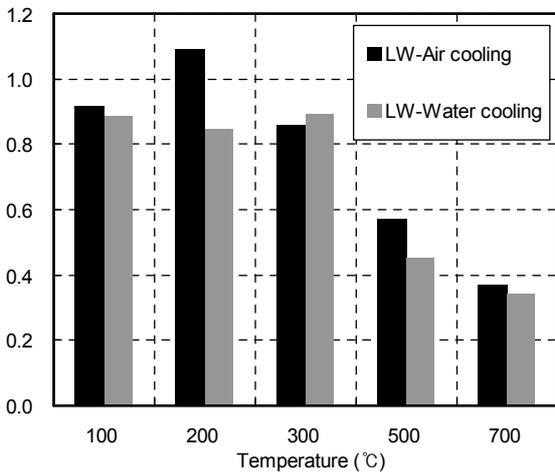
2) 서냉 : 24hr. 기건 (항온항습), 급냉 : 12hr. 수냉 후 12hr. 기건

표 2. 콘크리트 배합

ID	W/C (%)	Slump flow (mm)	공기량 (%)	S/a (%)	Unit weight (kg/m ³)				
					W	C	SF	S	G
NW	35	650	4±2	40	165	470	-	692	1075
LW	33	100			155	432	38	687	676



a) 일반골재 콘크리트



b) 경량골재 콘크리트

그림 1. 골재 종류별 잔존압축강도

2. 최대 응력에서의 변형

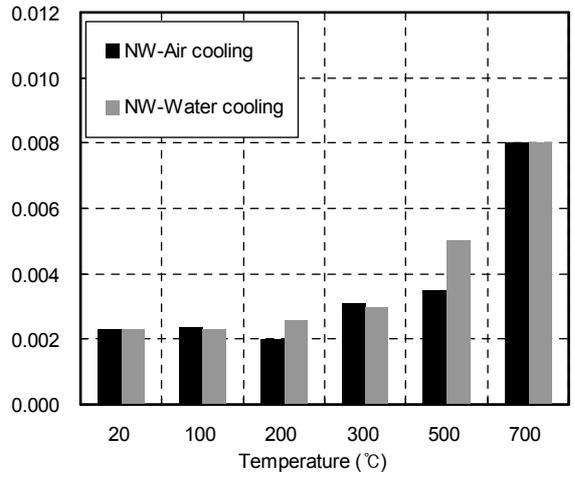
일반골재 콘크리트는 500°C 이상의 온도에서 콘크리트의 파괴 변형률인 0.0025~0.003을 초과하여 팽창된 형태로 파괴되는 것을 확인할 수 있었다.

경량골재 콘크리트는 일반골재 콘크리트에 비해 급냉 및 서냉 조건의 변형이 유사하여 냉각조건에 의한 영향은 크지 않음을 확인할 수 있었다.

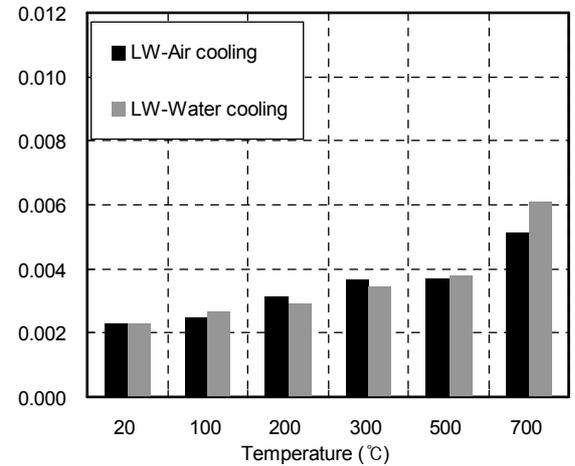
4. 결론

- 1) 잔존압축강도는 서로 다른 골재의 열적 특성에 의해 100~500°C 온도범위에서 일반골재를 사용한 콘크리트가 경량골재를 사용한 콘크리트에 비해 냉각조건이 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다.
- 2) 최대하중에서의 변형은 일반골재 콘크리트의 경우 500°C 이상의 온도에서 콘크리트의 파괴변형률인 0.0025~0.003

을 초과하여 팽창에 의한 파괴가 발생하는 것으로 나타났으며, 경량골재 콘크리트는 일반골재 콘크리트에 비하여 냉각 조건에 의한 차이는 크지 않은 것으로 판단된다.



a) 일반골재 콘크리트



b) 경량골재 콘크리트

그림 2. 골재 종류별 최대 하중에서의 변형

감사의 글

이 논문은 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구(NRF-No.2010-0014723)에 의해 수행되었으며 연구자의 일부는 2단계 BK21 사업의 지원비를 받았음.

참고 문헌

1. Fire resistance of structural materials guidebook, Architectural Institute of Japan, 2009
2. Schneider U, Behaviour of concrete at high temperatures, Deutscher Ausschus für Stahlbeton, Heft 337, 1982