

골재 종류에 따른 콘크리트의 고온역학적 특성에 관한 연구

A Study on the Mechanical Properties of Concrete with Aggregate Type

강 연 우*

김 규 용**

이 태 규***

최 경 철****

구 경 모***

남 정 수***

Yoon, Dae-Ki

Kim, Gyu-Yong

Lee, Tae-Gyu

Choe, Gyeong-Choel

Koo, Kyung-Mo

Nam, Jeong-Soo

Abstract

In case of concrete, it should be deformed by many factors, such as explosive spalling, thermal strain and creep at high temperature. Structural fire design has been proposed to predict fire damage as national standard. It is general safer to use values obtained from tests of unstressed residual test in stead of stressed test. But most of thermal properties on concrete were conducted with normal aggregate. In this study, it evaluated mechanical properties of concrete with aggregate type and loading condition, we use normal and light aggregate to have different thermal properties. Also, we test mechanical properties to use $\varnothing 100 \times 200$ mm cylinder specimen according to target temperature and 0%, 20%, 40% loading.

키 워 드 : 내화설계, 비재하 잔존강도시험, 재하시험, 골재 종류, 역학적 특성

Keywords : fire design, unstressed residual test, stressed test, aggregate type, mechanical properties

1. 서 론

고온을 받는 콘크리트의 역학적 특성에 관한 연구는 1970년대 초기에 시작되기 시작하여, 압축강도, 탄성계수, 열팽창 변형 등의 다양한 연구가 진행되고 있다.

콘크리트는 구성재료의 열적특성에 따른 영향으로 수축 또는 팽창의 거동을 나타내며, 이 중에서 굽은 골재는 콘크리트 용적의 70~80%를 차지하기 때문에 골재의 열적 특성이 콘크리트에 미치는 영향은 매우 크다. 따라서 본 연구에서는 골재종류에 따른 영향을 고찰하고자 일반 및 경량골재를 사용한 고강도 콘크리트의 고온 및 하중 하에서의 압축강도, 탄성계수등과 같은 역학적 특성을 평가하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구에서는 표 1에 나타난 바와 같이 보통골재 및 경량골재를 사용한 고강도 콘크리트의 고온에 따른 역학적 특성을 평가하

기 위하여 목표강도를 60 MPa로 결정한 후, 물결합재비를 35%, 33% 로 설정하였다. 또한 재하조건에 따른 영향을 평가하기 위하여 목표강도의 0.0fcu, 0.2fcu, 0.4fcu의 재하조건을 상정하여 목표온도에 따른 고온에서의 압축강도, 탄성계수 및 열팽창 변형 특성을 평가하였다

2.2 실험방법

본 연구에서 사용한 재료는 표 2에 나타난 바와 같다. 고온시 역학적특성 평가를 위한 시험체는 $\varnothing 100 \times 200$ mm크기로서 제작하였다. 시험체는 탈형 후 압축강도 확인용 시험체는 항온항습 실내에서 재령 180일까지 기건양생을 실시하였다. 또한 힘체의 가열은 전기히터를 활용한 가열 방식으로 가열로의 상부와 하부에 위치한 가력지그를 가열하여 열을 전달하는 간접가열 방식을 사용하였으며, 그림 1에 나타난 바와 같은 가열곡선에 따라 가열 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 고온 및 가열을 받은 콘크리트의 압축강도

그림 2에 은 고온시 하중재하 수준의 영향에 관한 NW 60및 LW 60 시험체의 압축강도 결과를 나타냈다. 시험체의 최대압축 강도는 300℃의 온도조건에서 나타났고, 비재하 시험체의 경우 상온압축 강도보다 1~8% 정도 낮게 나타난반면 재하 시험체는

* 대우조선해양건설 건축기술팀, 차장

** 충남대학교 건축공학과, 교수·공학박사, 교신저자 (gyuyongkim@cnu.ac.kr)

*** 충남대학교 일반대학원 건축공학과, 박사과정

**** 충남대학교 일반대학원 건축공학과, 석사과정

표 1. 실험계획 및 콘크리트의 배합

시험체 기호	W/C (%)	f _{cu} (MPa)	재하 조건 (X · f _{cu})	목표 온도 (°C)	Slump flow (mm)	Air (%)	s/a (%)	단위수량 (kg/m ³)	단 위 중 량 (kg/m ³)				실험 항목
									C	SF	S	G	
NW60	35	60	0	20, 100	650	4±2	45	165	471	-	743	941	·고온압축강도(MPa)
LW60	33		0.2 0.4	200, 300 500, 700	± 100				432	38	773	620	

상온 강도에 비해 1~4% 정도 높게 나타났다. 300°C 이후 온도에서 콘크리트의 강도는 전반적으로 저하하였지만 재하 시험체의 경우 강도저하가 적어 잔존률이 크게 나타났다.

압축강도저하율이 적게 나타났다. 또한 0.2f_{cu}, 0.4f_{cu}의 하중을 재하한 경우 압축강도의 저하가 경량골재 콘크리트의 경우가 적은 것으로 나타났다.

표 2. 사용재료의 물리적 성질

사용재료	기 초 물 성
시멘트	1종 포틀랜드시멘트 (밀도 3.15g/cm ³ , 분말도 3,630cm ² /g)
굵은 골재	일반 화강암계 부순자갈 (밀도 : 2.65g/cm ³ , 최대치수 : 20 mm, 흡수율 0.8%)
	경량 Clay+Ash계 (밀도 : 1.68g/cm ³ , 최대치수 : 13 mm, 흡수율 15.3%)
천연 잔골재	세척사 (밀도 : 2.64g/cm ³ , 흡수율 : 1.03%)
실리카흄	밀도 : 2.2g/cm ³ , 비표면적: 200,000cm ² /g
혼화제	폴리카르본산계 고성능 AE감수제

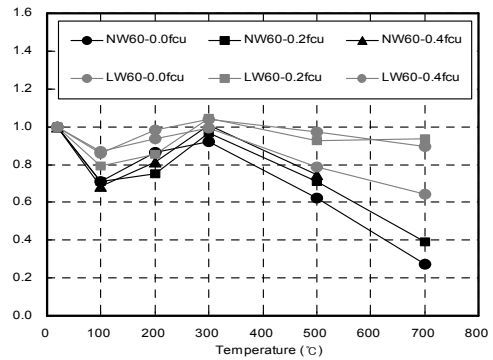


그림 2. 고온 및 재하를 받은 콘크리트의 압축강도

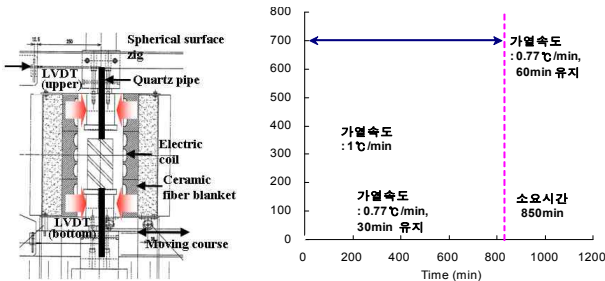


그림1. 재하가열 장치 및 가열곡선

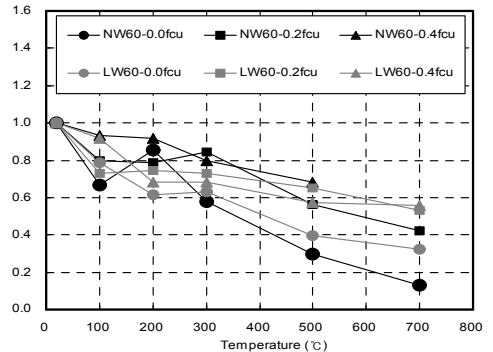


그림 3. 고온 및 재하를 받은 콘크리트의 탄성계수

3.1 고온 및 가열을 받은 콘크리트의 탄성계수

그림 3에 고온 및 하중을 받은 LW 60 및 NW 60 시험체의 탄성계수의 변화를 나타냈다. 콘크리트의 탄성계수는 온도에 따라 저하하는 경향이 나타났다. 또한 0.2f_{cu}, 0.4f_{cu} 하중을 재하한 경우 비재하의 경우에 비하여 잔존탄성계수율이 약 20% 정도 상회하는 것으로 나타나 하중의 재하에 따라 변형이 억제됨을 확인할 수 있었다.

2) 하중재하 및 고온에 따른 탄성계수는 경량골재 콘크리트의 경우 일반골재 콘크리트에 비하여 저하폭이 적고, 하중에 따른 영향이 큰 것으로 나타났다.

감사의 글

이 논문은 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비지원(09 첨단도시A01)과 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구(No.2010-0014723)에 의해 수행되었고 연구자의 일부는 2단계 BK21 사업의 지원비를 받았음.

참고 문헌

1. K. D. Hertz, Concrete strength for fire safety design, Magazine of Concrete Research, Vol.57, No.8, pp.445~453, 2005

4. 결론

골재 종류에 따른 콘크리트의 고온역학적 특성에 관한 연구 x 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 고온에 따른 잔존압축강도비는 경량 골재 콘크리트 시험체가