

# 하중조건에 따른 경량골재 콘크리트의 열팽창변형 특성

## Properties of Thermal Expansion Strain of Light Weight Aggregate Concrete with Loading Conditions

윤민호\*

김규용\*\*

이태규\*\*

남정수\*\*\*

신경수\*\*\*

이상수\*\*\*\*

Yoon, Min-Ho

Kim, Gyu-Yong

Lee, Tae-Gyu

Nam, Jeong-Soo

Shin, Kyoung-Su

Lee, Sang-Soo

### Abstract

In this study, strain properties of high strength concrete using light weight aggregate which is widely used in recent years are evaluated. For these purpose, thermal strain, transient creep were measured in prestressed condition as 0, 20, 40% of specimen strength at target temperature with 60MPa specimens which was using normal and light weight aggregate. As a result, light weight aggregate is more advantageous for the control of strain than normal aggregate because of its low thermal expansion.

키워드 : 화재손상, 재하시험방법, 일반 및 경량골재, 열팽창변형

Keywords : fire damage, stressed test method, normal and light weight aggregate, thermal strain

### 1. 서론

고온을 받은 콘크리트 구조물의 거동을 예측하기 위해서는 골재, 시멘트페이스트, 혼화재 등 다양한 재료의 고온에서의 변형특성이 반영되어야 한다. 그 중에, 굵은 골재는 콘크리트 용적의 70~80%를 차지하기 때문에 굵은 골재의 열팽창변형이 콘크리트의 내화성능에 미치는 영향은 매우 크다. 이에 따라 기존의 연구들은 콘크리트 구조물의 내화성능 설계를 위해 골재의 열팽창변형을 고려하고 있지만 주로 일반 골재에 대한 것이 대부분이다. 따라서 본 연구에서는 경량골재를 사용한 고강도 콘크리트를 대상으로 고온 및 재하에 의한 변형특성을 평가하였다.

### 2. 실험계획 및 방법

#### 2.1 실험계획

본 연구에서는 표 1에 나타난 바와 같이 일반 및 경량골재를 사용한 고강도 콘크리트의 고온 및 재하에 의한 변형특성을 평가하기 위하여 설계기준강도를 60MPa로 설정하고, 실제 측정된 강도의 0, 20, 40%를 재하하여 목표온도에서의 열팽창변형, transient creep을 평가하였다.

#### 2.2 사용재료

본 연구에서 사용한 경량골재는 밀도 1.68g/cm<sup>3</sup>, 흡수율 15.3%, 최대치수 13mm의 Clay+Ash계 경량골재이며, 일반골재는 밀도 2.65g/cm<sup>3</sup>, 흡수율 0.8%, 최대치수 20mm의 화강암계 부순자갈을 사용하였다.

표 1. 실험계획

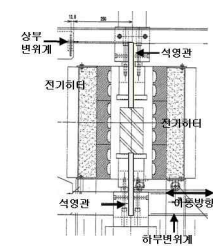
시험체 기호	골재 종류	W/B (%)	f <sub>cu</sub> (MPa)	재하조건 (× f <sub>cu</sub> )	목표온도 (°C)	평가항목
N60	일반	35	60	0	20, 100	· 열팽창변형 · transient creep
				0.2	200, 300,	
L60	경량	33	0.4	500, 700		

표 2. 콘크리트 배합

시험체 기호	W/B (%)	f <sub>cu</sub> (MPa)	Slump-flow (mm)	Air (%)	S/A (%)	Unit weight (kg/m <sup>3</sup> )				
						W	C	SF	S	G
N60	35	60	650 ± 100	4±2	45	165	471	-	760	1066
L60	33		40		155	432	38	687	676	



(a) 재하장치



(b) 전기가열로



(c) 온도조절기

그림 1. 재하 및 가열장치

\* 충남대학교 건축공학과 석사과정

\*\* 충남대학교 건축공학과 부교수, 공학박사

\*\*\* 충남대학교 건축공학과 박사과정

\*\*\*\* 한밭대학교 건축공학과 부교수, 공학박사

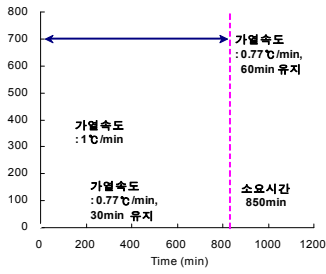


그림 2. 가열곡선

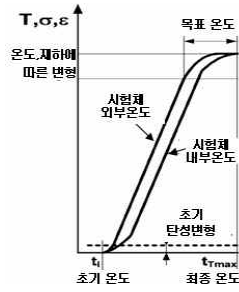


그림 3. 변형 측정개요

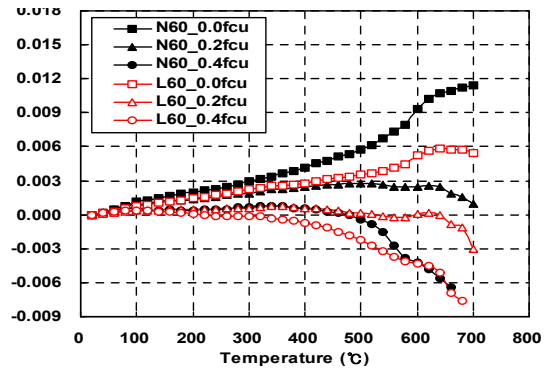


그림 4. 경량골재 및 일반골재 고강도 콘크리트의 열팽창변형

### 2.3 실험방법

경량골재 콘크리트가 고온 및 재하를 받을 때의 변형특성을 평가하기 위하여  $\varnothing 100 \times 200 \text{mm}$ 의 시험체를 제작했다. 시험체를 균일하게 가열하기 위하여 가열시작부터 50°C까지의 구간과 목표 온도에 도달하기 50°C전에서 목표온도까지의 구간에서는 0.77°C/min으로 가열하였으며, 이외의 구간은 1°C/min으로 가열하였다.

고온에서 콘크리트의 열팽창변형은 RILEM TC 129-MHT 「Part 6 - Thermal Strain」, transient creep은 RILEM TC 129-MHT 「Part 7 - Transient Creep」에 준하여 측정하였다.

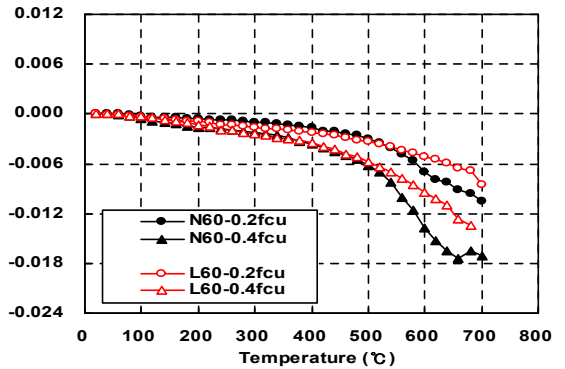


그림 5. 경량골재 및 일반골재 고강도 콘크리트의 transient creep

## 3. 실험결과 및 고찰

### 3.1 열팽창변형

그림 4는 재하와 온도상승에 따른 일반 및 경량골재 콘크리트의 열팽창변형을 나타낸 것으로써 경량골재를 사용한 시험체가 일반골재를 사용한 시험체의 열팽창변형의 1/2수준으로 낮게 나타났다.

이는 사용된 경량골재는 Clay+Ash성분의 팽창골재로써 제조 시 고온에 의한 팽창작용으로 내부에 많은 공극이 존재하기 때문에 열팽창변형이 작게 나타난 것으로 판단된다.

### 3.2 transient creep

그림 5는 재하와 온도상승에 따른 일반 및 경량골재 콘크리트의 transient creep을 나타낸 것으로써 500°C이하의 온도까지는 골재의 종류와 관계없이 비슷한 경향이지만 500°C이상의 온도에서는 경량골재를 사용한 시험체가 변형의 저감에 크게 유리한 것으로 나타났다.

이는 콘크리트중의 골재와 페이스트가 열에 의한 팽창률이 다르기 때문에 일반골재의 경우 500°C이상에서 골재와 페이스트의 계면에 마이크로균열이 커져 수축변형이 증대되지만, 경량골재는 일반골재에 비해 상대적으로 팽창률이 낮아 계면의 균열발생이 억제되었기 때문인 것으로 판단되었다.

## 4. 결론

하중조건에 따른 일반 및 경량골재를 사용한 고강도 콘크리트의 열팽창변형에 대한 연구의 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 경량골재를 사용한 콘크리트는 골재 내부의 공극으로 인해 일반골재를 사용한 콘크리트의 열팽창변형의 1/2수준으로 낮게 나타났다.
- 2) 콘크리트의 변형은 500°C를 기준으로 transient creep의 영향으로 팽창에서 수축으로 전환되는데 경량골재를 사용한 콘크리트는 일반골재를 사용한 콘크리트에 비해 transient creep이 적어서 내력을 유지하는데 유리하다고 판단되었다.

## 감사의 글

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

## 참고 문헌

1. LightConcrete LLC, high-strength structural light weight concrete