

# 골재요인에 따른 초고강도 콘크리트의 잔존역학적 특성

## Residual Mechanical Properties of Ultra High Strength Concrete with Aggregate Factor

이 희 광\*   김 규 용\*\*   이 태 규\*\*\*   남 정 수\*\*\*   구 경 모\*\*\*   윤 용 상\*\*\*\*  
 Lee, Hee-Kwang   Kim, Gyu-Yong   Lee, Tae-Gyu   Nam, Jeong-Soo   Koo, Kyung-Mo   Youn, Yong-Sang

### Abstract

It was very important to evaluate concrete experimentally at elevated temperature because concrete was filled with aggregate of concrete volume about 70 percent. Concrete exposure to high temperatures produces changes in its internal structure, for instance loss of its strength and deformation capacity, in extreme cases risking the service life of the structure. The work of this paper is performed to evaluate the thermal behavior of ultra-high strength concrete having different water to cement ratio (strength), fine aggregate to aggregate ratio and maximum size of coarse aggregate. For exposure to 500°C during 1 hour, residual mechanical properties of the ultra-high strength concrete decreased as the s/a ratio decreases and the maximum size of coarse aggregate increases.

키 워 드 : 초고강도 콘크리트, 고온, s/a, 굵은골재 최대치수, 잔존역학적 특성  
 Keywords : ultra-high strength concrete, high temperature, fine aggregate/aggregate ratio, maximum size of coarse aggregate, residual mechanical properties

## 1. 서 론

최근 건설 산업은 고강도콘크리트의 사용이 증가하고 있으며, 100MPa 이상의 초고강도 콘크리트를 사용한 초고층 구조물도 생산되어지고 있다.

한편, 일반적으로 콘크리트의 약 70%는 골재로 구성되어 있기 때문에, 화재시 골재의 손상정도는 화재 중 또는 후의 콘크리트 거동에 큰 영향을 미칠 수 있기 때문에 고온에 노출되었을 때 콘크리트의 배합에서 골재의 변화를 고려한 콘크리트의 열적특성 및 역학적 특성에 관한 연구는 중요하다. <sup>1)</sup> 따라서 본 연구는 초고강도콘크리트의 잔존 역학적 특성에 대하여 물시멘트비, s/a 및 굵은 골재 최대치수가 미치는 영향을 평가하여 콘크리트의 거동을 예측하는데 기초자료로 활용하고자 한다.

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획 및 배합

\* 충남대학교 대학원 건축공학과, 석사과정  
 \*\* 충남대학교 대학원 건축공학과, 교수, 공학박사, 교신저자 (gyuyongkim@cnu.ac.kr)  
 \*\*\* 충남대학교 대학원 건축공학과, 박사과정  
 \*\*\*\* 충남대학교 대학원 건축공학과, 석사과정

본 연구의 실험계획 및 배합을 표 1 및 표 2에 나타냈다. 고온을 받은 초고강도 콘크리트의 잔존역학적 특성을 평가하기 위하여 W/B는 20% 및 15%로 하였으며, 각각의 W/B에 대하여 s/a는 40% 및 60%, 굵은골재 최대치수는 10mm, 20mm를 실험요인으로 사용하였다. 또한, 온도조건은 20°C (상온), 최고온도 500°C에서 1시간 유지 및 최고온도 500°C에서 3시간 유지로 결정하였으며 평가항목으로는 가열냉각 후 잔존압축강도를 평가하였다. 사용재료는 표 3에 나타냈다.

### 2.2 실험방법

콘크리트 시험체는 Ø100×200mm의 공시체를 사용하였다. 실험방법으로는, 500°C온도에서 1시간 가열, 500°C온도에서 3시간 가열유지 하였다. 잔존 압축강도의 평가는 KS F 2405 및 KS F 2438에 각각 준하여 수행되었다.

표 1. 실험계획

W/B (%)	s/a (%)	굵은골재 최대치수 (mm)	온도 조건	평가 항목
				경화 성상
20	40	10	20°C(상온)	• 잔존압축강도
15	60	20	500°C-1hour	
			500°C-3hour	

표 2. 콘크리트의 배합

W/B (%)	slump -Flow (mm)	S/a (%)	Air (%)	Unit Weighty (kg/m <sup>3</sup> )						
				W	C	BFS	SF	Gy1	S	G
20	650±100	40	2±1	155	558	140	39	39	605	940
		60		155	558	140	39	39	908	626
15	650±100	40		155	692	186	103	52	510	792
		60		155	692	186	103	52	766	528

1) Gy : 무수석고

표 3. 사용재료의 물리적 성질

사용 재료	물리적 성질
시멘트	저열포틀랜드시멘트, 밀도 3,22g/cm <sup>3</sup> 분말도 3,400cm <sup>2</sup> /g
고로슬래그	밀도 2,91g/cm <sup>3</sup> , 분말도 3,990cm <sup>2</sup> /g
실리카흄	밀도 2,22g/cm <sup>3</sup> , 분말도 200,000cm <sup>2</sup> /g
무수석고	밀도 2,9g/cm <sup>3</sup> , 분말도 3,550cm <sup>2</sup> /g
잔골재	입경5mm, 밀도 2,67g/cm <sup>3</sup> , 흡수율 2.21%, 세척사
굵은골재	쇄석, 입경10, 20mm, 밀도 2,65g/cm <sup>3</sup> , 흡수율 0.61%
혼화제	폴리카르본산계 고성능감수제

### 3. 실험결과 및 고찰

상온에서 동일 W/B의 기준시험체에 대하여 s/a 및 굵은골재 최대치수에 따른 콘크리트의 압축강도는 유사한 값을 나타냈으며, W/B 20% 및 15%에서 압축강도의 최대차이는 8.9 MPa 및 4.76 MPa로 각각 나타났다.

그림 1 및 그림 2에 가열시험후 잔존압축강도의 실험결과를 나타냈다. 500°C-1h으로 가열된 W/B 20%의 콘크리트 시험체에 있어서 s/a 40% 및 굵은 골재 최대치수 20mm, s/a 40% 및 굵은 골재 최대치수 10mm, s/a 60% 및 굵은 골재 최대치수 20mm 및 s/a 60% 시험체의 잔존압축강도율은 상온압축강도에 대하여 약 48%, 49%, 54% 및 55%로 각각 나타났다. 동일 배합 조건의 시험체에 대하여 500°C-3h로 가열된 경우 잔존압축강도는 각각 45%, 44%, 50% 및 46%로 평가되었다.

500°C-1h 가열된 10mm의 최대치수 굵은 골재를 사용한 콘크리트 시험체는 굵은 골재 최대치수 20mm를 사용한 콘크리트 시험체보다 약간 낮은 압축강도의 감소를 보였다. 반면, 500°C-3h의 가열조건에 대해서는 10mm 굵은 골재를 사용한 시험체가 20mm의 굵은골재를 사용한 콘크리트 시험체에 비교하여 뚜렷한 압축강도 감소를 나타냈다.

500°C-1h으로 가열된 s/a 40%를 사용한 콘크리트 시험체의 잔존압축강도는 s/a 60%의 콘크리트 시험체의 압축강도보다 약 6%가 낮았으며, 500°C-3h 가열조건의 시험체에서도 유사한 경향이 나타났다. 한편 500°C-1h 및 500°C-3h 시험조건에 따른 압축강도의 차이는 s/a 60%인 콘크리트가 s/a 40% 콘크리트보다 큰 값을 나타냈다.

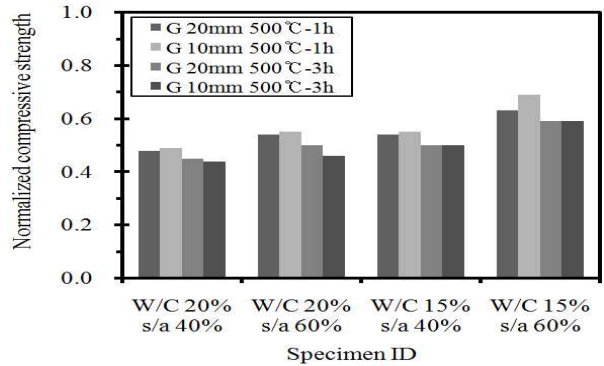


그림 1. s/a에 따른 초고강도 콘크리트의 잔존압축강도

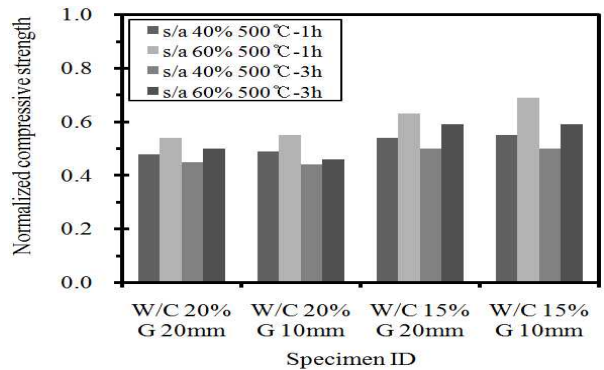


그림 2. 굵은골재 최대치수에 따른 초고강도 콘크리트의 잔존압축강도

### 4. 결 론

골재요인에 따른 초고강도 콘크리트의 잔존역학적 특성을 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 고온에 노출된 초고강도콘크리트 시험체는 s/a, 굵은 골재의 크기 및 물시멘트비의 차이에 관계없이 상온압축강도에 비해 뚜렷한 강도 감소를 나타냈다.
- 2) 초고강도 콘크리트의 잔존 역학적특성은 s/a의 차이에 따라 큰 차이가 나타났고, 물시멘트비와 굵은 골재의 최대치수는 미미한 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

### 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.

### 참 고 문 헌

1. U. Schneider, Behaviour of concrete at high temperatures, Wilhelm Ernst & Sohn Verlag, Berlin, 1982