

# 초고강도 내화 콘크리트의 현장 적용을 위한 내화성능 평가에 관한 연구

## A Study on Fire Resistance Performance Evaluation for Field Application of Ultra-High Strength Concrete

백영운<sup>1</sup> · 육태원<sup>1</sup> · 박동수<sup>1</sup> · 김한솔<sup>2</sup> · 이한승<sup>3\*</sup>

Baek, Young-Woon<sup>1</sup> · Yuk, Tae-Won<sup>1</sup> · Park, Dong-Soo<sup>1</sup> · Kim, Han-Sol<sup>2</sup> · Lee, Hang-Seung<sup>3\*</sup>

**Abstract** : The physical performance of high-strength concrete deteriorates when exposed to high temperatures such as fire. In particular, in the case of ultra-high-strength concrete, there is a high possibility of explosion due to internal water pressure and thermal expansion due to the tight internal structure. In this paper, a fire resistance certification test was conducted for field application of ultra-high-strength fire-resistant concrete, and the fire resistance performance (temperature rise of main rebar) was compared according to the structural concrete cover thickness. As a result, when the covering thickness was 40 mm, three structures did not meet the certification standards, and when the covering thickness was 50 mm, all structures met the fire resistance certification standards.

**키워드** : 고강도 내화 콘크리트, 적용성 평가

**Keywords** : high-strength fire resistance concrete, application evaluation

### 1. 서론

50MPa 이상의 콘크리트 구조물에서는 국토교통부 행정규칙 “고강도 콘크리트의 기동·보의 내화성능 관리” 기준에 따라 콘크리트의 내화성능을 인정 받아야 한다고 명시되어 있다. 고강도 콘크리트는 화재와 같은 고온에 노출될 경우 물리적 특성이 저하되며, 특히 초고강도 콘크리트의 경우 내부의 밀실한 구조로 인해 내부 수증기압력과 열팽창으로 인한 폭발현상이 발생할 가능성이 높다. 이에 본 논문에서는 초고강도 내화 콘크리트의 현장적용을 위해 내화 인증 시험을 진행하였으며, 구조체 콘크리트 피복 두께에 따른 내화 성능(내부 주철근의 온도 상승량)을 비교하였다.

### 2. 실험

실험실에서 예비 실험을 통해 선정한 고강도 콘크리트의 배합은 표 1과 같다. 사용한 시멘트는 1종 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 혼화제는 고로슬래그를 사용하였다. 잔골재는 부순모래를 사용하였고, 최대 치수 25mm의 굵은 골재를 사용하였다. 사용한 감수제는 폴리카르보산계 고성능 AE 감수제를 사용하였고, 내화 성능 확보를 위해 나일론 섬유 사용량을 조절하였다. 굳지 않은 콘크리트의 목표 슬럼프는 (600±100)mm, 공기량 (3.5±1.5)%이며, 모든 시험체는 동일 조건에서 양생하였다.

표 1. 콘크리트 배합표

Name	W/B (%)	S/a (%)	Unut weight(kg/m <sup>3</sup> )					AD (cwt%)	fiber (kg/m <sup>3</sup> )
			Water	Cement	GGBS	Sand	Coarse Aggregates		
50 MPa	28.5	44.5	160	337	225	771	891	1.30	0.80
60 MPa	25.5	42.0	160	376	251	731	875	1.35	0.80
70 MPa	26.3	42.0	160	365	243	680	943	1.50	1.00
80 MPa	23.1	41.0	160	416	277	634	916	1.70	1.00

1) 현대엔지니어링 건축사업본부  
 2) 한양대학교 ERICA 스마트시티공학과 박사과정  
 3) 한양대학교 ERICA 건축학부, 교수, 교신저자(ercleehs@hanyang.ac.kr)

### 3. 실험 결과

고강도 콘크리트의 내화성능 인증의 경우 콘크리트 폭열과 내부 주철근의 온도를 기준으로 한다. 그림 1은 피복 40mm 구조체의 주철근 온도 계측값을 나타내는 것이며, 그림 2는 피복 50mm 구조체의 주철근 온도 계측값을 나타낸 것이다. 피복 40mm의 경우 주철근 온도가 기준값인 538°C를 초과하며 기준에 미달하였으며, 피복 50mm 구조체의 경우 평균 328.2°C로 내화 인증 기준을 충족하였다. 모든 구조체에서 폭열은 발견되지 않았다.

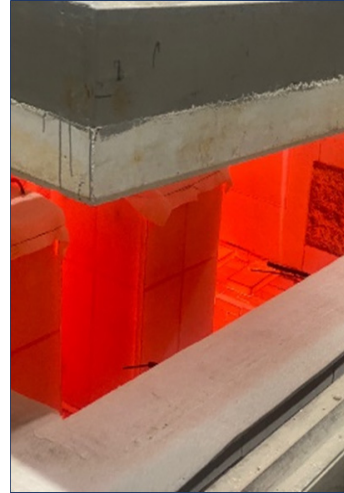
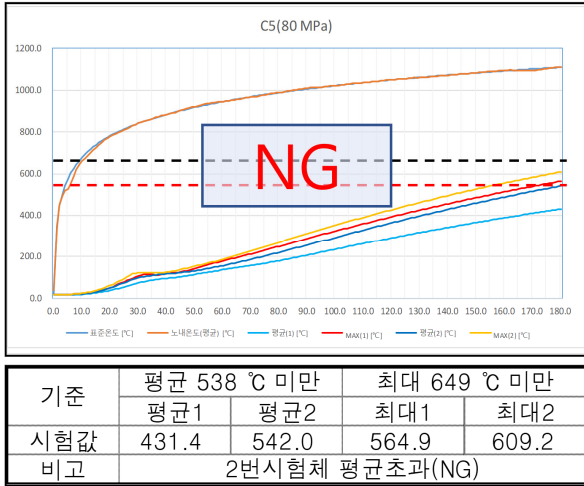


그림 1. 표준온도 상승량에 따른 주철근 온도 상승 데이터(피복두께 40 mm)

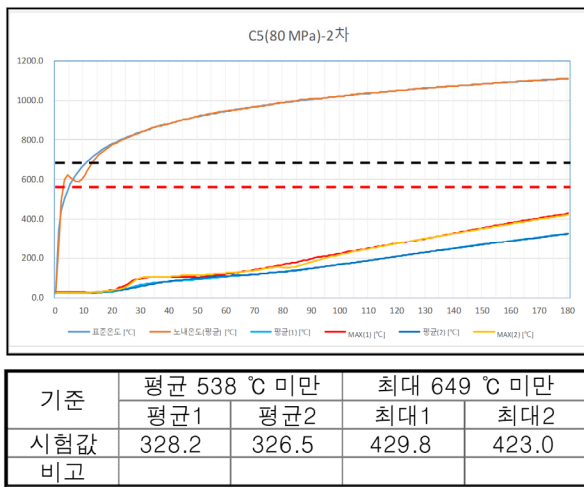


그림 2. 표준온도 상승량에 따른 주철근 온도 상승 데이터(피복두께 50 mm)

### 4. 결론

본 연구에서는 내화 성능을 지닌 초고강도 콘크리트의 현장 적용성 평가를 위해 4가지 배합의 콘크리트의 내화 인증시험을 피복두께 별로 진행하였다. 시험 결과 피복두께가 40mm일 경우 6가지 구조체 중 3가지 구조체에서 인증 기준을 미달하였으며, 50mm일 경우 6가지 구조체 모두 내화 인증 기준을 충족하였다. 피복 40mm 구조체의 경우 표면 폭열이 발생되지 않더라도 콘크리트 피복이 외부 화재를 막아주지 못해 주철근의 온도가 변위온도 이상으로 상승한 것을 확인하였다. 따라서, 건축물에 50MPa 이상의 콘크리트 기둥·보를 적용할 경우 건축물 설계단계에서 내화성능을 발휘할 수 있는 최적 피복두께를 검토해야 한다고 사료된다.

### 참고문헌

1. Kalifa P, Menneteau FD, Quenard D. Spalling and pore pressure in HPC at high temperature. Cement and Concrete Prsearch. 2000. Vol.30, No.10, p. 1915-27.