

# 시멘트 종류 변화에 따른 콘크리트의 온도 및 응결시간 비교분석

## Comparative Analysis of Temperature and Setting Time of Concrete According to Types of Cements

**최윤호\***      **김상민\*\***      **현승용\*\*\***      **김종\*\*\*\***      **한민철\*\*\*\*\***      **한천구\*\*\*\*\***  
 Choi, Yoon-Ho    Kim, Sang-Min    Hyun, Seung-Yong    Kim, Jong    Han, Min-Cheol    Han, Cheon-Goo

### Abstract

In this study, as part of the foundation for advancing the material compounding aspect to reduce hydration heat cracks in the mat foundation on which the mass concrete is constructed, the degree of concrete varieties of cement is used. The setting time was measured and comparative analysis was performed. Results It was confirmed that the concrete using LHC was more effective than the concrete using OPC in reducing the use of SP, the calorific value of the concrete was low, and it was more effective in preventing cracks. It is also terminated after 10 hours and it is determined that the use of LHC can reduce the cracks caused by the heat of hydration of the mat foundation.

키 워 드 : 시멘트 종류, 콘크리트 온도, 응결시간  
 Keywords : types of cements, concrete temperature, setting time

### 1. 서 론

최근 건축물들이 초고층화 및 대규모화되면서 내하력확보를 위해 구조물이 대형화 및 특수화되고, 이에 따라 접지면적이 넓은 매트기초로 시공되고 있다. 이때, 매트기초를 시공하기 위해서는 많은 양의 콘크리트를 한번에 타설해야 한다.

또한, 매트기초 타설시 다량의 시멘트 사용 및 두께가 두꺼운 대형부재의 시공이 불가피하여, 콘크리트의 높은 수화열로 인해 내부와 표면부의 온도차이가 심해져 온도균열 발생확률이 높아진다.

그러므로, 본 연구에서는 매스콘크리트로 시공되는 매트기초의 수화열 균열을 저감하기 위한 재료 배합적 측면의 실험을 진행하기 위한 기초실험의 일환으로, 시중에 유통중인 시멘트의 종류 변화에 따른 콘크리트의 온도와 응결시간을 측정하여 비교 분석하고자 한다.

### 2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표1과 같다. 배합사항으로는 W/C 45%, 목표 슬럼프는 150±25 mm, 목표 공기량은 4.5±1.5 mm로 각 1수준으로 계획하였다. 슬럼프 및 공기량의 경우 목표 범위를 맞추기 위해 AE제와 SP제 사용량을 변화하여 실험을 진행하였다. 실험변수로 사용되는 시멘트의 종류는 보통 포틀랜드 시멘트(OPC), 플라이애시 시멘트(FAC), 고로슬래그 시멘트(BSC), 저열 시멘트(LHC) 및 혼합 시멘트(BC)로 5수준이며, 사용된 시멘트는 혼합된 상태로 판매 중인 시멘트를 사용하였다. 실험사항은 굳지않은 콘크리트에서 슬럼프, 공기량, 단위용적질량, 콘크리트의 온도 및 응결시간으로 5수준으로 계획하였다.

표 1. 실험계획

배합 사항	실험요인		실험수준	
	W/C(%)	목표 슬럼프(mm)	목표 공기량(%)	실험수준
배합 사항	1	150±25	4.5±1.5	45
				150±25
				4.5±1.5
실험 변수	시멘트 종류	5	보통 포틀랜드 시멘트(OPC) 플라이애시 시멘트(FAC) 고로슬래그 시멘트(BSC) 저열 시멘트(LHC) 혼합 시멘트(BC)	
실험 사항	굳지않은 콘크리트	5	슬럼프 공기량 단위용적질량 콘크리트 온도이력 응결시간	

\* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자(3384cyj@naver.com)  
 \*\* 청주대학교 건축공학과 석사과정  
 \*\*\* 청주대학교 건축공학과 박사과정  
 \*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 조교수, 공학박사  
 \*\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사  
 \*\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 명예석좌교수, 공학박사

### 3. 실험결과 및 분석

그림 1은 시멘트 종류별 목표 슬럼프를 만족시키기 위해 사용한 SP제 사용량을 및 슬럼프를 나타낸 것이다. 전체적으로 슬럼프의 경우 모든 시멘트 종류의 콘크리트가 목표 슬럼프를 만족하였다. 이를 만족시키기 위한 SP제 사용량은 OPC의 경우  $0.39 \text{ kg/m}^3$ 를 사용하였으며, 혼화제가 혼합된 FAC, BSC, LHC 및 BC의 경우  $0.08 \sim 0.13 \text{ kg/m}^3$ 를 사용하여 SP제 사용량이 OPC보다 3배 감소하였다. 이는 OPC를 제외한 나머지 시멘트에서 혼화제를 혼합 사용함으로써 SP제의 사용량이 감소하여도 목표 슬럼프를 만족할 수 있는 것으로 판단된다.

그림 2는 시멘트 종류별 콘크리트의 공기량 및 단위용적질량을 나타낸 것이다. 공기량의 경우  $3.8 \sim 4.8 \%$ 로 나타나 목표 공기량을 만족하였다. 단위용적질량의 경우  $2.27 \sim 2.3 \text{ kg/m}^3$ 으로 큰 차이 없이 유사한 경향을 나타냈다.

그림 3은 시멘트 종류별 재령 경과에 따른 콘크리트의 온도이력을 나타낸 것이다. 먼저, OPC를 사용한 경우 20시간 전후에서 온도가 가장 높게 상승한 후 계속해서 저하하였다. FAC와 BC의 경우 OPC보다 최고온도가 약  $11 \sim 12 \%$  낮았지만, BC가 FAC보다 최고온도까지 더 빠르게 상승하였다. BSC와 LHC를 사용한 경우 OPC보다 최고온도가 약 28시간 전후에서  $15 \sim 16 \%$  낮게 나타났으며, 전체적인 온도상승 및 저하하는 거동이 유사한 것으로 나타났다. 60시간 이후부터는 모든 시멘트에서 같은 거동으로 온도가 저하되었으며,  $20 \sim 23^\circ\text{C}$ 로 온도가 유지되는 경향을 나타냈다.

그림 4는 시멘트 종류별 시간경과에 따른 관입저항치를 나타낸 것이다. 혼화제가 혼합되지 않은 OPC의 경우 종결시간이 8.5시간으로 가장 빠르게 나타났으며, BC의 경우 9.3시간, BSC의 경우 9.5시간, FAC의 경우 10시간, LHC의 경우 10.4시간으로 증가하는 경향으로 나타났다.

### 4. 결론

본 연구는 매스콘크리트로 시공되는 매트기초의 수화열 균열을 저감하기 위한 재료 배합적 측면의 실험을 진행하기 위한 기초실험의 일환으로, 시멘트의 종류 변화에 따른 콘크리트의 온도와 응결시간을 측정하여 비교분석 하였다. 실험결과 OPC를 사용한 콘크리트보다 BSC를 사용한 콘크리트가 SP제 사용량 감소로 경제성이 확인되었으며, 콘크리트의 발열량을 감소시켜 온도균열 방지에도 더욱 효과적인 것으로 나타났다. 또한, 10시간 후 종결되어 BSC를 사용할 경우 매트기초의 수화열로 인한 균열을 저감시킬 수 있을 것으로 판단된다.

### 참 고 문 헌

1. 주은희, 손명수, 차천수, 황인성, 김성수, 한천구, 혼화제 종류별 온도 변화에 따른 시멘트 모르타의 응결 및 강도발현 특성. 대한건축학회 학술발표대회 논문집-구조계, 제24권 제1호, pp.231~234, 2004

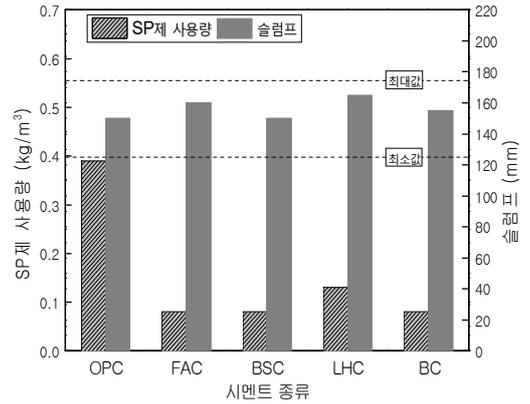


그림 1. 시멘트 종류별 SP제 사용량에 따른 슬럼프

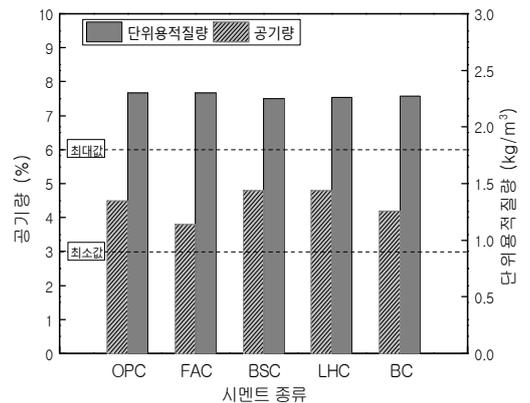


그림 2. 시멘트 종류별 공기량 및 단위용적질량

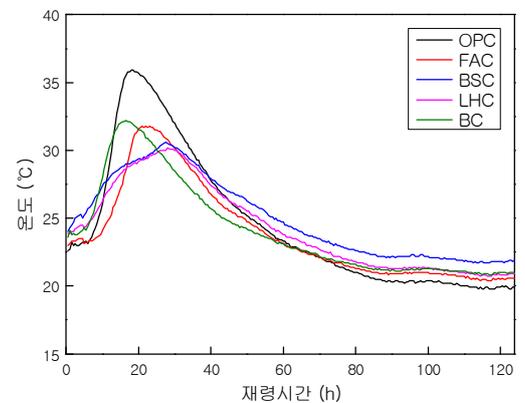


그림 3. 시멘트 종류별 콘크리트의 재령에 따른 온도

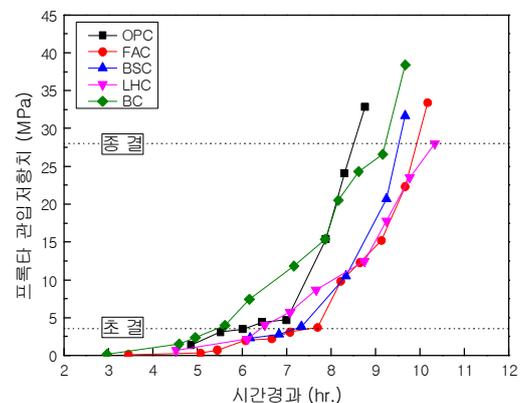


그림 4. 시멘트 종류별 시간경과에 따른 관입저항치