

저발열 배합 및 수화발열량차 공법을 이용한 매스콘크리트의 온도제어 및 수화열해석

Development and Application of Unit Table Form using Euro Form for High-rise Building Construction

조 만 기* 김 민 호** 장 덕 배*** 양 성 환**** 한 민 철***** 한 천 구*****
Jo, Man-Ki Kim, Min-Ho Jang, Duk-Bae Yang, Seong-Hwan Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

In this study, we test the 3 properties low hydrated heat as binder, and also utilized the hydrated heat disparity construction method to decrease the cracks of the mass concrete caused by hydrated heat. The result showed by using the two methods narrowly decreased the cracks. And we ensured that during the mass concrete pouring, the cracks caused by hydrated heat could be reduced by utilizing the new construction method.

키 워 드 : 저발열, 매스 콘크리트, 수화열 해석
Keywords : Low hydrated heat, Mass concrete, Hydration analysis

1. 서 론

1.1 연구의 목적

최근 도심지의 고층화 · 대형화하는 경향을 보이고 있으며, 이와 같은 추세에 따라 건축물의 구조체는 안전성과 관련하여 매스콘크리트가 건축물의 기초로 설계되어지고 있다. 이러한 매트 매스콘크리트는 두꺼운 부재의 크기와 낮은 열전도를 때문에 내부 수화열이 축적되어 부재 내 · 외부의 온도 차에 의한 온도응력균열이 발생하며, 콘크리트의 강도 및 내구성 저하에 영향을 주므로 품질확보에 중요한 문제점으로 대두되고 있는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 W건설사 신축공사에 적용한 매트 매스콘크리트의 온도균열을 제어하기 위해 3성분계 저발열 배합 사용과 함께 상 · 하부를 구분하는 수화발열량차 공법으로 수화열 저감 및 균열제어의 활용성에 대하여 검토하며, 효율성을 높이고자, 시공단계부터 사전에 수화열에 의한 온도해석을 실시하여 매스콘크리트의 온도균열에 대비한 적절한 대책 수립을 하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

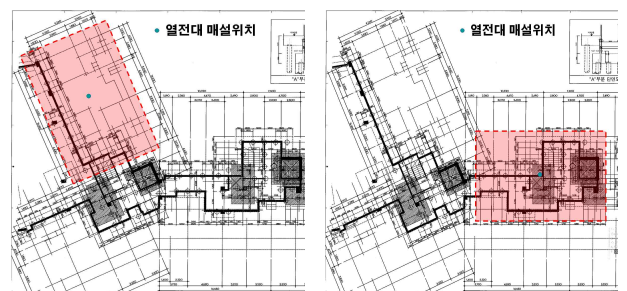
2.1 실험계획

본 연구의 현장실험계획은 표 1과 같고, 현장 타설구간 및 열전대 매립 위치는 그림 1과 같다. 실험계획으로 매스콘크리트에 대하여 하부는 저발열 배합인 BS-30%와 FA-20%를 차환(지연형)하고, 상부에는 FA-

표 1. 현장실험계획

배합사항		1	· 251)-242)-1503)
결합재 (%)	기존 배합	상부	· OPC : FA : BS = 85 : 15 : 0
		하부	· OPC : FA : BS = 85 : 15 : 0
	저발열 배합	상부	· OPC : FA : BS = 85 : 15 : 0
		하부	· OPC : FA : BS = 50 : 20 : 30
측정사항		2	· 온도이력 · 수화열 해석4)

1) 최대골재치수 2) 호칭강도 3) 슬럼프 4) Midas program 이용



1) 기존 배합 2) 저발열 배합
그림 1. 타설부위 및 열전대 매설 위치

* 청주대학교 건축공학과, 박사과정(loveryou07@naver.com)
** 청주대학교 건축공학과, 박사과정, (주)원건설, 대표이사,
*** 동양미래대학교, 생활환경공학부, 조교수, 공학박사
**** 인천대학교 도시건축학부, 교수, 공학박사
***** 청주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사
***** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

15%를 치환(표준형)하는 것으로 계획하였다. 또한 표 2는 수화열 해석에 필요한 사용재질 및 열특성 데이터를 나타낸 것이고, 그림 2는 모델링 구축을 나타낸 것이다.

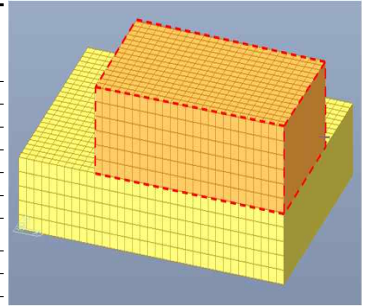
3. 실험결과 및 분석

3.1 수화열 해석 및 현장온도이력

그림 3은 기존 배합과 저발열 배합 기초의 수화열 발현 성능의 신뢰성 확보를 위해 수화열 해석을 실시하여, 콘크리트의 온도이력과 온도균열지수를 나타낸 것이다. 해석결과 기존 배합의 경우 타설시간 60~70시간에 약 64℃의 최고온도를 나타내었고, 온도균열지수의 경우 1.0이상의 온도균열지수를 나타낸 반면에, 저발열 배합은 타설시간 60~70시간에 약 56℃의 최고온도와 1.4이상의 온도균열지수를 나타내었는데, 이는 저발열 배합사용에 의한 최대단열온도상승 계수가 기존배합에 비해 낮고, 해석부재의 내·외부 온도차가 적어짐에 따라 온도균열지수가 높게 나타난 것으로 판단된다. 그림 4는 기존 배합 및 저발열 배합의 실제 현장온도이력을 나타낸 것이다. 기존 배합의 콘크리트가 타설된 경우 시간경과에 따라 온도가 상승하며 영상 고온의 온도이력을 나타내고 있으며, 40~50시간을 전후로 표층 최고 온도가 약 43℃로 나타났고 중심부의 최고 온도는 약 58℃로 나타나 중심부와 표층부의 온도차가 약 15℃ 정도로 발생된 반면에, 저발열 배합의 콘크리트가 타설된 경우 40~50시간을 전후로 표층 최고 온도가 약 42℃로 나타났고 중심부의 최고 온도는 약 52℃로 중심부와 표층부의 온도차가 약 10℃ 정도의 차이를 나타내었는데, 이는 3성분계의 저발열 배합을 사용함에 기존 배합(2성분계)에 비해 수화온도가 낮고, 매스부재 표면에 버블시트를 양생함에 따라 표면부와의 온도차가 적어진 것으로 판단된다. 또한, 기존 문헌에서 제시된 온도균열지수 간이적 산정식을 이용하여 기존 배합과 저발열 배합의 온도균열지수를 나타낼 경우, 각각 1.0 및 1.5로 나타나 수화열 해석 프로그램으로 한 온도균열지수와 실제현장 온도이력과 다소 차이가 있었지만, 그 차이는 미미한 것으로 나타났다.

표 2. 사용재질 및 열특성 데이터

Physical Property of Materials	Concrete		Ambient Ground Area
	ordinary heat	Low heat	
Specific Heat (kcal/N℃)	0.025		0.02
Density (kg/m ³)	2 326	2 292	1 700
Heat Conduction (kcal/m hr℃)	2.3		1.7
Outdoor Temperature (℃)	observaion		-
Convection Coefficient (kcal/m ² hr℃)	outdoor	12	12
	Form	8	-
	Bubble sheet	2	-
Concrete Temperature (℃)	15		-
Compressive Strength at 91 Days(MPa)	26.65	27.93	-
Compressive Strength Index	a=4.5	a=6.2	-
	b=0.95	b=0.93	-
Modulus of Elasticity(N/mm ²)	27000		980
Maximize adiabatic temperature	48.4	36.05	-
Reactive celocity coefficient	0.594	0.312	-



지반 : 16×12×2 m
상부 : 10×8×1 m
하부 : 10×8×1 m
그림 2. 모델링(1/4 대칭)

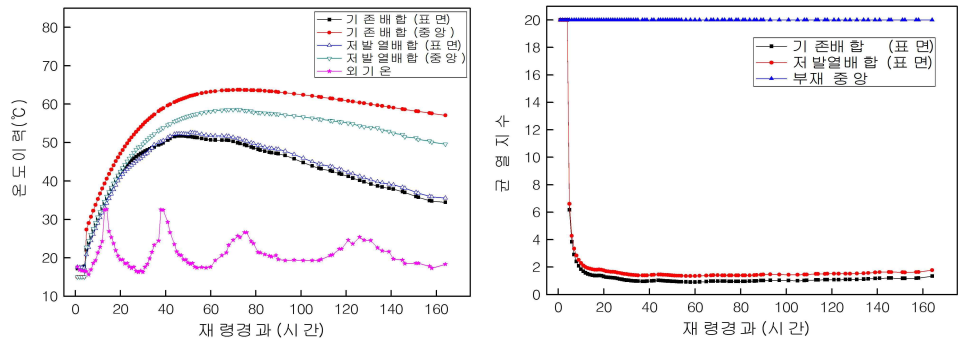


그림 3. 수화열 해석 프로그램을 이용한 콘크리트 온도이력 및 온도균열지수

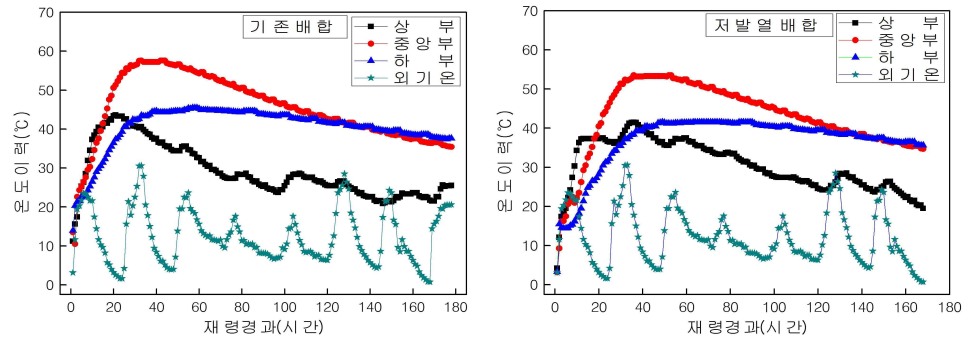


그림 4. 실제 현장온도이력

4. 결론

저발열 배합 사용시 매스콘크리트의 온도균열억제가 가능하며, 시공단계부터 사전에 수화열 해석을 이용한 온도해석은 매스콘크리트 온도균열제어의 효과적일 것으로 판단된다.

참고 문헌

- 최현규, 손호정, 임춘근, 한민철, 한천구, 저발열 배합을 이용한 매스콘크리트 수화열 저감공법의 현장적용, 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집 제31권 제1호, pp.107~108, 2011