

스트론튬계 잠열재를 사용한 저발열 콘크리트의 현장적용 평가

Field Application of Low Heat Concrete Using Strontium Hydroxide Based Latent Heat Material

길 배 수¹⁾

Khil, Bae Su

윤 현 도^{2)*}

Yun, Hyun Do

정 옥 란³⁾

Jeong, Ok Ran

Abstract

Low heat concrete using strontium hydroxide based latent heat material was manufactured in ready-mixed concrete batcher plant and its fundamental properties were tested. As a result of B/P test, its applicability to the construction site was verified. After B/P test, low heat concrete using strontium hydroxide based latent heat material was applied to the real construction site of bridge footing. Through the analysis and the actual measurement of the hydration heat of the concrete footing, the reduction effect of hydration heat and thermal crack was confirmed.

Keywords : Strontium hydroxide based latent heat material, Low heat concrete, Hydration heat, Thermal crack ratio

1. 서론

최근 콘크리트구조물이 초고층화, 대형화 및 장대화됨에 따라 초고층 건축물의 매트 기초, 장대형 교량의 교각 기초, LNG 저장시설 등에 매스콘크리트가 적용되는 사례가 증가하고 있다(강석화, 2007).

매스콘크리트의 경우 양생초기 부재 내부에 높은 수화열이 발생하며, 이로 인해 온도균열이 발생될 확률이 매우 크다. 온도균열은 콘크리트 표면에서의 미세균열 뿐만 아니라 구조체를 관통하는 균열로 발생될 가능성이 높기 때문에, 콘크리트 구조물의 안전성, 사용성 및 내구성 등을 확보하기 위해서는 매스콘크리트 설계 및 시공시 온도균열을 제어하기 위한 기술이 반드시 적용되어야 한다(김성수 등, 2008).

매스콘크리트의 수화열 저감 및 온도균열 저감을 위한 방법으로는 플라이애시 등의 혼화재료 및 저열시멘트 등을 사용하는 재료적 방법, 분할타설 및 파이프쿨링과 같은 시공적 방법이 있지만, 국내 건설현장의 경우 경제성 및 시공성 등의 관점에서 재료적 방법을 주로 사용하고 있다(김용로 등, 2006; 2008).

김용로(김용로 등, 2008; 2009) 등은 매스콘크리트의 수화열 저감을 위한 재료적 방안으로서 일정온도에서 열을 흡수/방출하여 상변화를 일으키는 잠열재를 활용하고자 하였다. 이를 위해 연구자들은 콘크리트에 적용할 수 있는 잠열재를 개발하였으며, 이를 사용한 콘크리트의 유동성, 역학특성, 내구성 등을 평가함으로써 매스콘크리트의 수화열 저감 및 온도균열 제어기술로서의 적용 가능성을 검토하였다(트라이포드 등, 2007).

그러나 이상과 같은 결과는 실험실 규모에서 진행된 연구결과로서 실제 건설현장에 적용하기 위해서는 잠열재를 사용한 저발열 콘크리트에 대한 레미콘 배처플랜트 생산 가능성을 검토하고, 콘크리트 물성 및 수화열 저감 특성을 검토할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 잠열재를 사용한 저발열 콘크리트의 실제 적용성을 검토하기 위하여 레미콘 배처플랜트에서의 시험생산을 실시한 후 제조생산성 및 콘크리트의 기초물성을 평가하고, 모의부재에 대한 수화발열 특성을 평가하였다. 또한 잠열재를 사용한 저발열 콘크리트의 실제 건설현장에서의 적용성이 평가되었다. 저발열 콘크리트를 실 부재에 타설하기 전 사전 성능검증 차원에서 부

1) 정희원, (주)트라이포드 대표이사, 충남대학교 건축공학과 박사과정

2) 정희원, 충남대학교 건축공학과 교수

3) 정희원, 경원대학교 소프트웨어설계경영학과 교수

* Corresponding author : wiseroad@cnu.ac.kr 010-8260-1242

• 본 논문에 대한 토의를 2011년 10월 31일까지 학회로 보내주시면 2011년 11월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

재에 대한 수화열 해석을 실시하였으며, 그 결과를 근거로 실부재에 저발열 콘크리트를 타설하고 콘크리트의 기초물성과 수화발열 특성을 평가하였다.

본 논문은 선행된 기초연구(김용로 등, 2006; 2008; 2009; 트라이포드 등, 2007)결과에 대한 실용화 연구로서, 배치플랜트 시험과 실제 현장 적용성 평가결과를 제시하고자 한다.

2. 배치플랜트 생산성 평가 및 모의부재 시험

2.1 실험 개요

Table 1과 Table 2는 스트론튬계 잠열재를 사용한 저발열 콘크리트의 배치플랜트 생산성 평가 및 모의부재 시험에 대한 개요를 나타낸 것이다.

배치플랜트 A에서는 레미콘 규격을 25-27-210로 설정하였으며, 콘크리트 배합에서 잠열재 혼입율은 1.0%로 설정하였다. 배치플랜트 B에서는 레미콘 규격을 25-24-210로 설정하였으며, 부재 내부의 수화온도를 보다 증가시키기 위해 모의부재 크기를 1.3×1.3×1.3m로 설정하였으며, 잠열재 혼입에 의한 수화열 저감 및 역학적 특성 평가에 대한 기존 연구결과(김용로 등, 2009; 트라이포드, 2007)를 근거로 잠열재 혼입율을 1 및 3.5%로 계획하였다.

레미콘 배치플랜트에서 저발열 콘크리트를 제조할 때에는 모든 재료를 일괄 투입하였으며, 비빔 시간은 60초

로 설정하였다.

배치플랜트에서 제조된 저발열 콘크리트의 기초물성을 평가하기 위해 슬럼프, 공기량 및 압축강도를 평가하였으며, 슬럼프에 한하여 60분 경과에 따른 경시변화를 검토하였다. 또한 저발열 콘크리트의 수화발열 특성을 평가하기 위해 모의부재를 제작하여 수화온도를 측정하였다.

2.2 기초물성 평가결과

Fig. 1은 슬럼프 및 공기량 측정결과를 나타낸 것으로, 슬럼프의 경우 배치플랜트 A와 B 모든 배합에서 200~210mm 범위로 나타났으며, 60분 경과 후에도 유사한 값을 보였다.

공기량의 경우 배치플랜트 A에서는 각각 2.5%, 2.0%로 나타났으며, 스트론튬계 잠열재 혼입에 의해 공기량이 다소 감소하였다. 반면, 배치플랜트 B에서는 공기량이 각각 4.2, 4.6%로 측정되었으며, 잠열재가 혼입된 경우 공기량은 다소 증가하는 것으로 나타났다.

배치플랜트 B에서 제조된 콘크리트의 경우 배합상 잔골재율이 배치플랜트 A 배합에 비해 높기 때문에 공기량이 크게 증가한 것으로 판단된다. 또한 배치플랜트 A 및

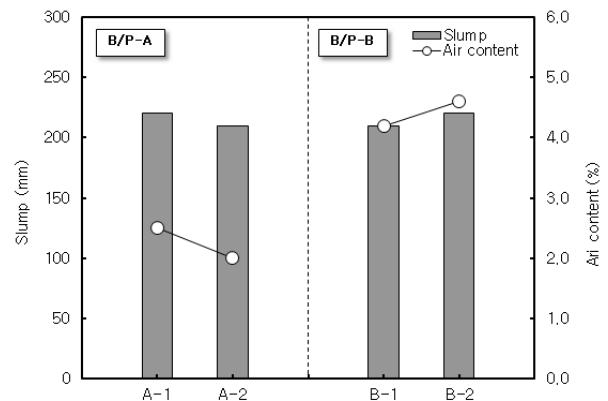


Fig. 1 Slump and Air content

Table 1 Experimental program

B/P	Size of mock-up specimen	Measurement items
A	1.0 × 1.0 × 1.0 m	<ul style="list-style-type: none"> Slump (mm) Air content (%) Compressive strength (MPa) - 3, 7, 28days Hydration temperature (°C)
B	1.3 × 1.3 × 1.3 m	<ul style="list-style-type: none"> Slump (mm) Air content (%) Compressive strength (MPa) - 3, 7, 28days Hydration temperature (°C)

Table 2 Mix proportion

speci-men	W/B (%)	LHM ¹⁾ (%)	s/a (%)	Binder (kg/m ³)	Water (kg/m ³)	Unit weight (kg/m ³)		
						OPC ²⁾	FA ³⁾	BFS ⁴⁾
A-1	45.0	0.0	47.0	345	155	138	69	138
A-2		1.0						
B-1	48.2	0.0	49.3	330	159	132	66	132
B-2		3.5						

Note 1) LHM : Latent heat material

2) OPC : Ordinary portland cement

3) FA : Fly-ash

4) BFS : Ground granulated blast-furnace slag

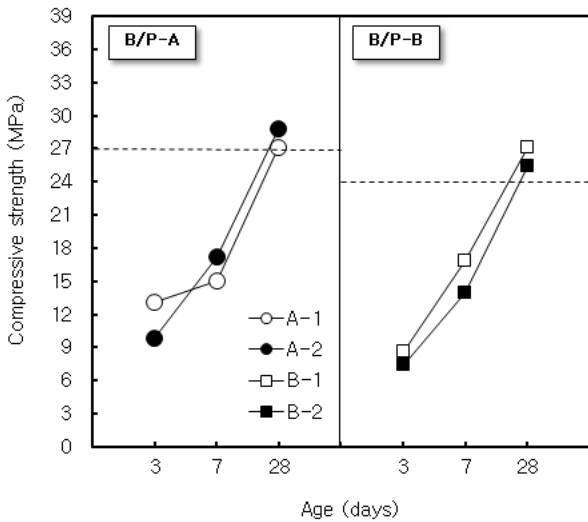


Fig. 2 Compressive strength

B에서 잠열재 혼입에 의한 공기량의 증감은 서로 다른 경향을 보이고 있는데, 이는 잠열재 혼입량 수준에 따라 공기량의 증감변화에 미치는 영향이 다르기 때문에 발생한 결과로 사료된다.

하지만 각각의 배합에서 잠열재 혼입에 따른 증감의 차는 미미한 것으로 판단되며, 슬럼프의 경우 유사한 수준을 보이고 있기 때문에 스트론튬계 잠열재를 사용한 저발열 콘크리트의 배치플랜트 생산에 있어 유동성 확보에는 문제가 없을 것으로 사료되었다.

Fig. 2는 압축강도 평가결과를 나타낸 것이다. 배치플랜트 A의 경우 잠열재를 혼입한 콘크리트는 혼입하지 않은 콘크리트에 비해 재령 3일 강도는 낮게 나타났으나 재령 7일 및 28일 강도는 다소 높게 나타났다. 배치플랜트 B의 경우 잠열재가 혼입됨에 따라 전반적으로 압축강도

는 다소 감소하는 경향을 보였다. 이상과 같이 배치플랜트 A 및 B에서 잠열재 혼입에 의한 압축강도 증감은 서로 다른 경향을 보이고 있으며, 이는 잠열재 혼입에 따른 공기량의 증감으로 인해 발생한 결과로 사료된다.

한편 A 및 B 시험체 모두 잠열재 혼입에 의한 재령 28일 압축강도 증감은 6% 정도의 작은 차이를 보이고 있으며, 각각 설계기준강도인 27MPa 및 24MPa를 모두 만족하는 것으로 나타나, 적용될 매스콘크리트의 강도발현에는 큰 문제가 없을 것으로 판단된다.

2.3 모의부재 수화온도 평가결과

Fig. 3은 배치플랜트 A에서 제작된 모의부재의 수화온도 이력곡선을 나타낸 것이다. 잠열재를 혼입하지 않은 콘크리트의 경우 최고온도는 41.7°C로 측정된 반면, 잠열재를 혼입한 경우 최고온도는 38.1°C로, 잠열재를 혼입하지 않은 콘크리트에 비해 3.6°C 저감하였다. Fig. 4는 배치플랜트 B에서 제작된 모의부재의 수화온도 이력곡선을 나타낸 것으로, 잠열재를 혼입하지 않은 콘크리트의 최고온도는 49.0°C로 측정되었다. 이는 W/B가 낮은 배치플랜트 A 배합보다 높은 온도로서, 모의부재 크기 증가에 따른 수화열 발생량 증가 및 단열효과 증대로 인한 결과로 판단된다. 반면 잠열재를 혼입한 콘크리트의 최고온도는 41.5°C로, 잠열재를 혼입하지 않은 콘크리트에 비해 7.5°C 저감하였다.

이상과 같이 스트론튬계 잠열재를 사용한 저발열 콘크리트의 경우 잠열재를 사용하지 않은 콘크리트에 비해 낮은 수화온도 범위를 보이고 있으며, 이로써 잠열재 혼입에 의한 수화열 저감성능을 확인할 수 있었다.

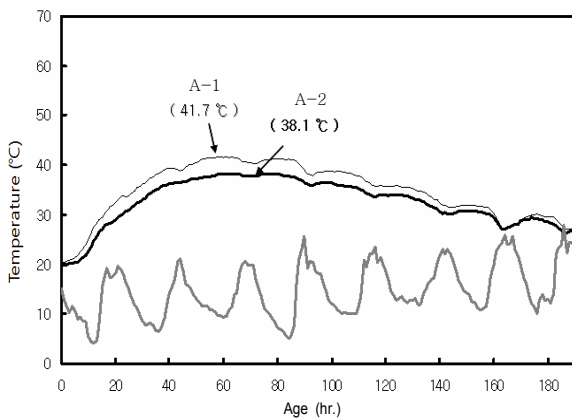


Fig. 3 Hydration temperature (B/P-A)

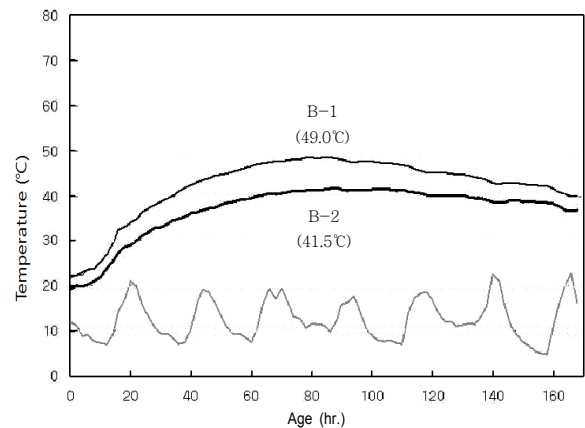


Fig. 4 Hydration temperature (B/P-B)

Table 3 Summary of field application

Site	Bridge construction site of Nakdong River
Member	Footing (T= 2.5m)
Date	April 2010

Table 4 Mix proportion

W/B (%)	S/a (%)	Unit weight (kg/m ³)				Ad. (B×%)	LHM (B×%)
		B ¹⁾	W	S	C		
50	49.5	324	162	873	903	0.8	2.75

Note 1) Cement : FA : BFS = 40 : 20 : 40

3. 현장 적용성 평가

3.1 현장 개요 및 콘크리트 배합

Table 3은 스트론튬계 잠열재를 사용한 저발열 콘크리트를 적용한 현장의 개요를 나타낸 것이다. 적용현장은 낙동강 교각 현장이며, 적용부재는 두께 2.5m의 교각 기초를 대상으로 하였다.

본래 콘크리트 배합은 1종 시멘트의 20%를 FA로 대체한 저발열 배합으로 분할타설 시공을 실시하고자 하였다. 그러나 교각 기초부재에서 온도균열이 발생하는 문제를 해결하기 위한 개선기술로서 스트론튬계 잠열재를 사용한 저발열 콘크리트 배합을 적용하여 일체화 타설을 실시하는 것으로 변경하였다.

교각 기초 구조물에 적용된 콘크리트 배합규격은 25-24-150로서 콘크리트 배합은 Table 4에 나타난 바와 같다. 스트론튬계 잠열재의 사용량은 콘크리트 물성, 부재 치수 및 경제성 등을 고려하여 결합재량(B)의 2.75%로 설정하였다.

3.2 수화열 해석

3.2.1 해석 개요

스트론튬계 잠열재를 사용한 저발열 콘크리트의 현장 시공에 앞서 사전 성능을 검토하기 위해 적용부재에 대한 수화열 해석을 실시하였다. Fig. 5는 스트론튬계 잠열재를 혼입한 저발열 콘크리트 적용 교각부재의 해석모형을 나타낸 것이며, 두께 2.5m의 교각 기초를 중심으로 해석을 실시하였다.

수화열 해석프로그램은 MIDAS CIVIL을 사용하였으며, 3차원 Solid 요소를 사용하여 시공단계별 열전달 및

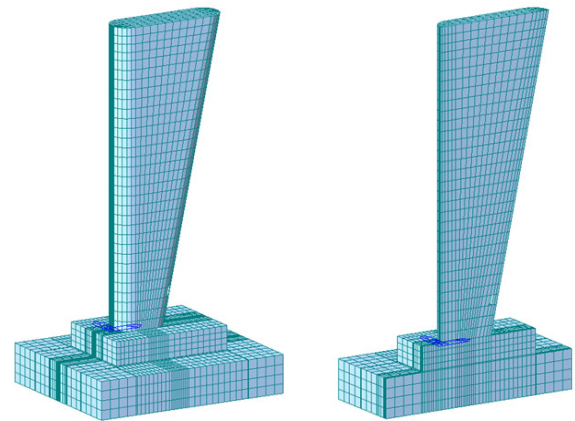


Fig. 5 Modeling for analysis

Table 5 Analysis conditions

Items		Values
Curing	Forms (Side)	Convection coefficient : 8.0 W/m ² °C
	Curing sheet (Upper)	Convection coefficient : 5.0 W/m ² °C
Ambient temperature		5, 15, 30°C
Concrete temperature at placement		10, 15, 25°C
Parameter values of adiabatic hydration temperature equation		K : 33.93, α : 0.3080

열응력 해석을 수행하였다.

Table 5는 해석에 적용된 주요 조건을 나타낸 것이다. 거푸집은 합판거푸집을 사용하는 것으로 설정하였으며, 상부표면은 타설 초기부터 양생포를 사용하여 보온 양생을 실시하는 것으로 가정하였다.

보온 양생에 사용하는 합판거푸집, 양생포의 대류계수는 콘크리트 표준시방서에 제시된 값을 사용하였다. 외기 온은 5, 15, 30°C의 3수준을 검토하였으며, 콘크리트 타설온도는 각각 10, 15, 25°C로 설정하였다.

수화열해석시 단열온도상승 근사식은 식 (1)을 활용하였다.

$$Q(t) = Q_{\infty} (1 - e^{-\gamma t}) \quad (1)$$

여기서, Q_{∞} : 최종단열온도상승량(°C)으로서

시험에 의해 정해지는 정수

γ : 온도상승 속도로서 시험에 의해 정해지는 정수

t : 재령 (일)

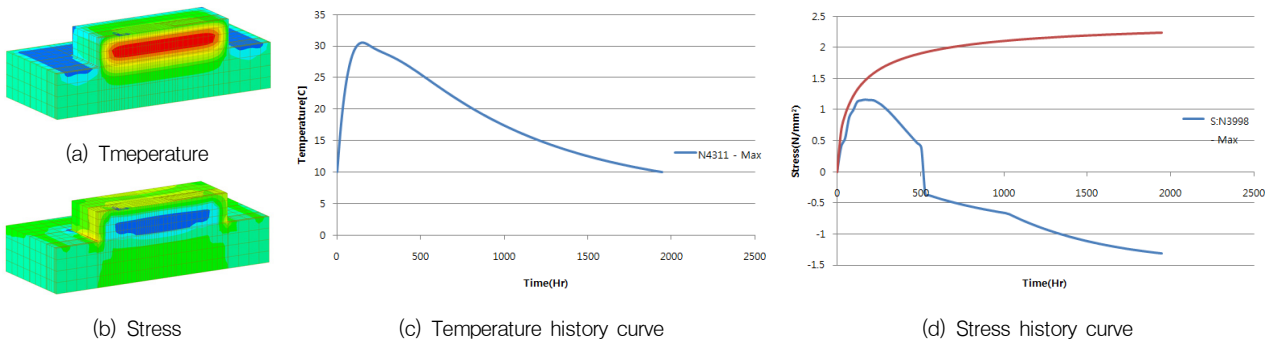


Fig. 6 Analysis results of hydration temperature and stress (ambient temperature 5°C)

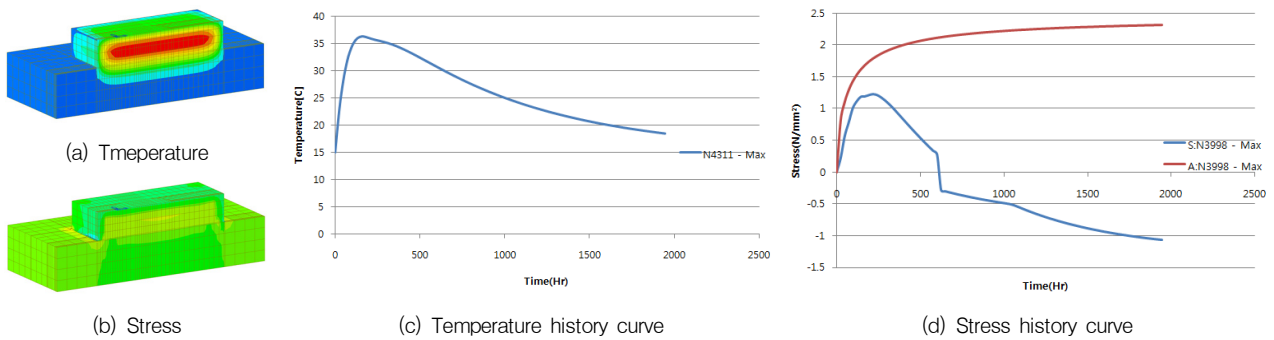


Fig. 7 Analysis results of hydration temperature and stress (ambient temperature 15°C)

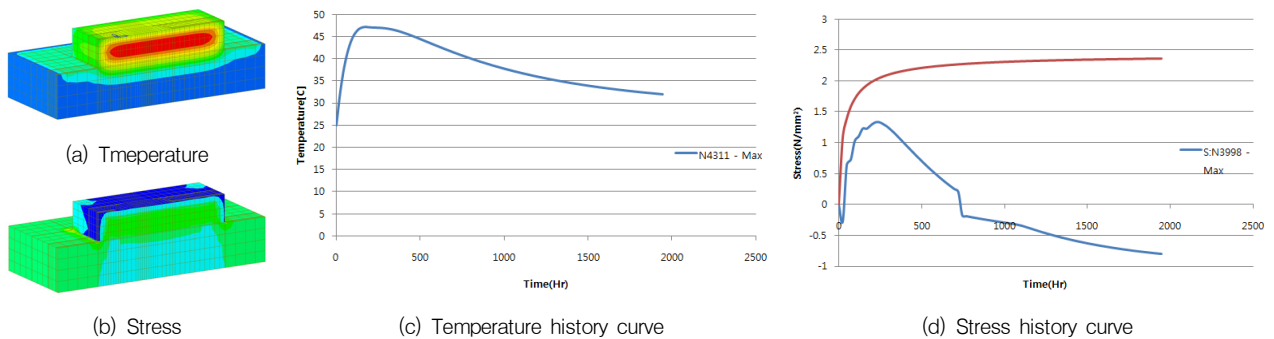


Fig. 8 Analysis results of hydration temperature and stress (ambient temperature 30°C)

$Q(t)$: 재령 t일에서의 단열온도 상승량 (°C)

상기 식에 있어 스트론튬계 잠열재를 첨가한 콘크리트의 변수는 단열온도상승시험에 의해 산출된 최대 단열온도 상승값 $K : 33.93$ 와 반응속도 $\alpha : 0.3080$ 을 적용하였다.

또한 온도균열지수에 의한 균열예측은 식 (2)에 의해 산출되었다.

$$I_{cr}(t) = \frac{f_{sp}(t)}{f_t(t)} \quad (2)$$

여기서, $I_{cr}(t)$: 온도균열지수

$f_t(t)$: 재령 t일에서 수화열에 의해 발생한 부재안의 온도응력 최대값

$f_{sp}(t)$: 재령 t일에서 콘크리트의 인장강도로서 재령 및 온도를 고려하여 산출

3.2.2 수화열 해석 결과

Figs. 6~8은 해석에 의해 도출된 온도 및 응력의 분포도와 이력곡선을 나타낸 것이며, Table 6은 최고수화온도, 최대인장응력 및 균열지수의 산출값을 나타낸 것이다.

Table 6 Maximum hydration temperature, tensile stress and crack ratio

Ambient temperature (°C)	Temperature		Stress		Crack ratio		Note
	Maximum (°C)	Time (hr)	Maximum (MPa)	Time (hr)	Minimum	Time (hr)	
5	30.5	144	1.124	120	1.201	120	
15	36.3	168	1.190	168	1.361	144	
30	47.2	168	1.328	216	1.517	216	

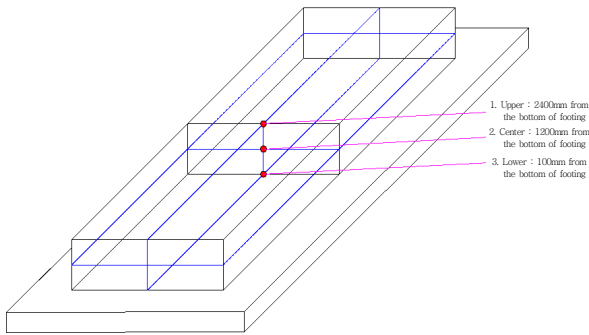


Fig. 9 Schematic of footing and measurement positions

외기온이 5°C 일 때 최고 수화온도는 30.5°C로 산출되었으며, 외기온이 15°C 및 30°C 일 때에는 각각 19%, 46% 증가한 36.3°C, 47.2°C로 산출되었다.

최대인장응력의 경우 외기온 5°C에서는 1.124MPa로 산출되었으며, 외기온이 15°C 및 30°C 일 때에는 각각 6%, 17% 증가한 1.19MPa, 1.328MPa로 산출되었다.

외기온 5°C 및 15°C의 온도균열지수는 1.2~1.5 범위로 산출되어 균열발생 및 균열 폭과 수를 제한할 수 있을 것으로 예측되었다. 또한 외기온 30°C의 온도균열지수는 1.5 이상으로 균열을 방지할 수 있을 것으로 판단되었다.

상기와 같이 모든 외기온에 있어 온도균열지수 해석값이 온도균열지수 1.2 이상으로 나타나, 스트론튬계 잠열재를 사용한 저발열 콘크리트의 타설에 의한 온도균열 발생률은 매우 낮은 것으로 판단되었다.

3.3 현장 타설 및 평가

3.3.1 현장타설 및 성능평가 개요

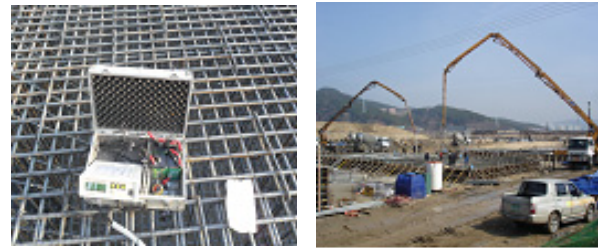
Fig. 9는 스트론튬계 잠열재를 사용한 저발열 콘크리트를 적용할 교각 기초 및 수화온도 측정 위치를 나타낸 모식도이다. 부재 사이즈는 65×15×2.5m이며 콘크리트 일체타설을 계획하였다. Photo 1은 교각기초의 철근조립, 온도센서 부착, 콘크리트의 타설 장면을 나타낸 것이다.

수화온도는 부재평면의 정중앙에서 기초 저면으로부터



(a) Construction site

(b) Rebar assembly



(c) Temperature data logger

(d) Concrete placement

Photo 1 Construction site

Table 7 Slump, air content and compressive strength

	Slump (mm)	Air content (%)	Compressive strength (MPa)			
			7 days		28 days	
			Measured value	Ave.	Measured value	Ave.
Value	160	4.8	22.7	23.4	32.2	32.9
			23.6		32.9	
			23.9		33.6	
Criteria	150±25	4.5±1.5	Design compressive strength 24 MPa (age 28 days)			

높이 0, 1, 1.2, 2.4m의 3지점에서 측정하였다. 또한 콘크리트 타설 전 슬럼프와 공기량을 측정하였으며, 압축강도는 재령 7일 및 28일에 각각 측정하였다.

3.3.2 슬럼프, 공기량 및 압축강도

Table 7은 스트론튬계 잠열재를 사용한 저발열 콘크리트의 타설 전 슬럼프 및 공기량 측정결과와 재령별 압축강도 측정결과를 나타낸 것이다.

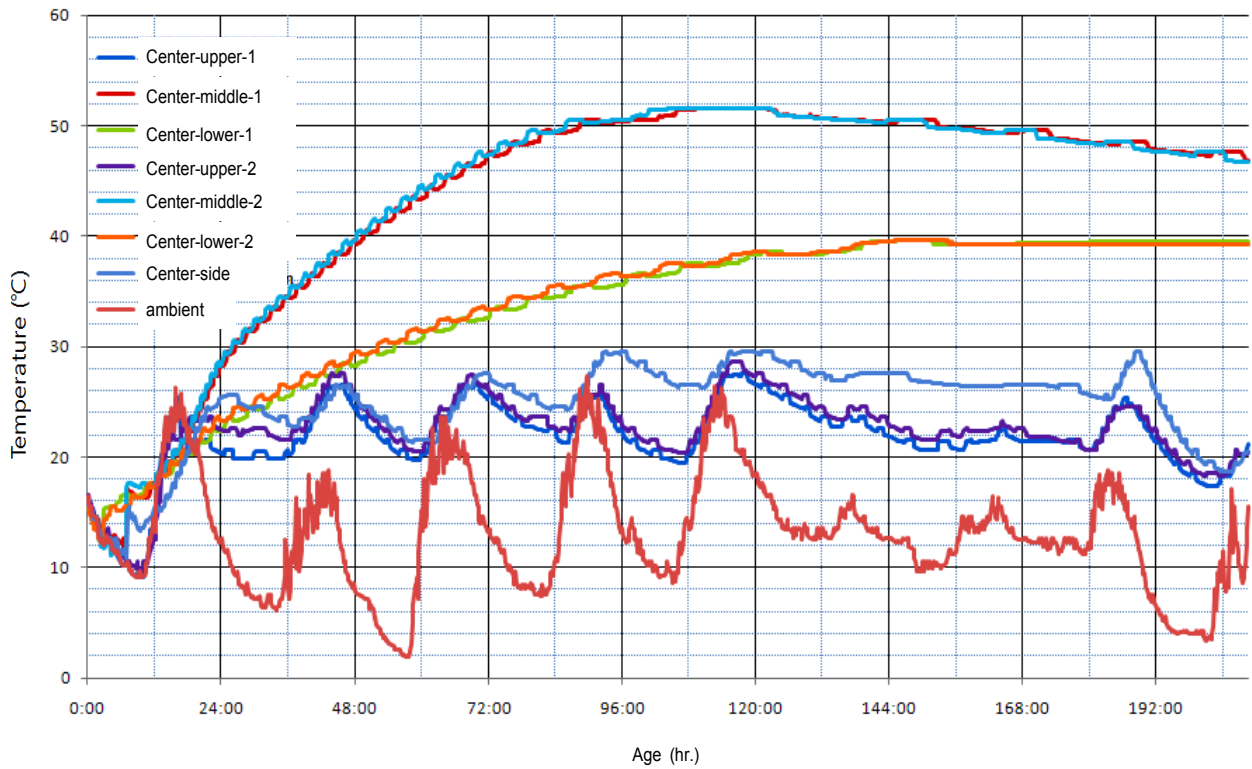


Fig. 10 Hydration temperature

Table 8 Maximum hydration temperature

Measurement position	Center-Lower H=10cm		Center-middle H=120cm		Center-upper H=240cm	
	1	2	1	2	1	2
Max. Temp. (°C)	39.6	39.6	51.6	51.6	27.6	28.6

슬럼프 및 공기량 모두 관리기준 범위를 만족하였으며, 재령 28일 압축강도도 32.9MPa로 나타나 설계기준강도를 상회하는 것으로 나타났다.

3.3.3 수화발열 특성

Fig. 10은 스트론튬계 잠열제를 사용한 저발열 콘크리트를 타설한 후 측정 위치에 따른 수화온도 이력을 나타낸 것이며, Table 8은 측정 위치별 최고 수화온도 값을 나타낸 것이다.

교각 기초 중심중앙의 최고온도는 51.6°C로 측정되었다. 지면과 접한 중심하부는 39.6°C, 대기와 접한 중심상부는 평균 28.1°C로 나타나, 중심 중앙부와 각각 12°C, 23.5°C의 차이를 보였다.

상기 수화온도 측정결과를 바탕으로 시공부재에 대한 경과시간별 온도균열지수를 약산식(식 (3))을 활용하여

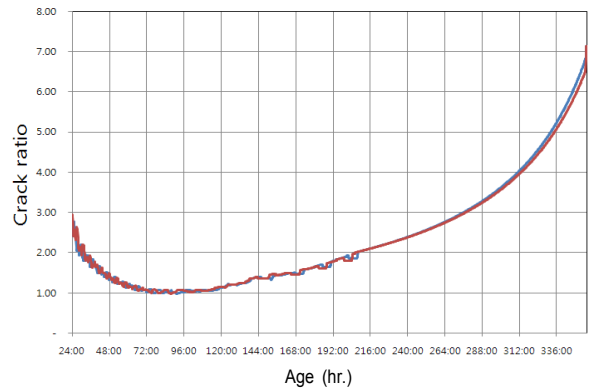


Fig. 11 Thermal crack ratio

산출하였으며, 그 결과는 Fig. 11에 나타낸 바와 같다.

$$I_{cr}(t) = \frac{15}{\Delta T_i} \quad (3)$$

여기서, $I_{cr}(t)$: 온도균열지수

ΔT_i : 내부와 표면과의 온도차 (°C)

그 결과 타설 후 72~96시간에서 0.98의 온도균열지수 최소값을 나타내었으며, 이는 콘크리트 표준시방서에서 제시한 부재에 유해한 균열을 제한하는 경우에 해당되는 것으로 대형 매스부재의 온도균열에 대한 저항성을 개선한 것으로 사료된다.

한편 실제 콘크리트를 타설한 후 수화온도를 측정할 기간의 외기온도 평균값은 약 14°C로서, 외기온 15°C일 때 시공부재의 수화열 해석 결과와 비교해 보면, 중심 중앙부의 해석 최고 온도는 36.3°C로 실측 최고온도보다 약 15°C가 낮게 평가되었다. 이는 해석시 입력된 콘크리트 비열 및 열전도율이 실제 타설된 콘크리트의 값과 차이가 발생하여 생긴 것으로 사료된다. 또한 해석에 의해 산출된 온도균열지수는 1.36으로 실제 측정온도에 의해 간이적으로 평가된 온도균열지수보다 0.38 높게 평가되고 있다. 이는 수화온도의 해석값이 실측값보다 낮게 산출되어 온도응력이 낮게 평가되었으며, 이로 인해 온도균열지수가 높게 산출된 것으로 판단된다.

4. 결론

본 논문에서는 스트론튬계 잠열재를 사용한 저발열 콘크리트에 대한 배치플랜트 실험과 실제 현장적용 결과에 대하여 서술하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 스트론튬계 잠열재를 사용한 저발열 콘크리트를 배치플랜트에서 시험생산한 결과, 슬럼프는 유사하게 나타나 배치플랜트 생산에 있어 유동성 확보에는 문제가 없을 것으로 사료되었다. 또한 28일 압축강도의 경우 잠열재의 혼입에 의해 약 6%의 증감 변화를 보였으나, 설계기준강도는 만족하는 것으로 나타나 현장적용에 있어 강도발현의 문제점은 없는 것으로 판단되었다.
- (2) 모의부재에 의한 수화온도 평가결과, 실험조건에 따라 다소 차이는 있으나 잠열재 사용에 의해 최고온도는 각각 약 9%, 15% 감소되었으며, 온도범위 또한 잠열재를 사용하지 않은 배합에 비해 낮게 나타나 잠열재 혼입에 의한 수화열 저감성능을 확인할 수 있었다.

- (3) 스트론튬계 잠열재를 사용한 저발열 콘크리트의 현장적용에 앞서 적용 대상 부재에 대한 수화열 해석 결과, 온도균열지수가 최저 1.2 이상으로 나타나 스트론튬계 잠열재를 사용한 저발열 콘크리트의 타설에 의한 온도균열 발생확률은 매우 낮은 것으로 판단되었다.
- (4) 스트론튬계 잠열재를 사용한 저발열 콘크리트를 실제 현장에 타설하기 전에 기초물성을 평가한 결과, 슬럼프 및 공기량 모두 관리기준 범위를 만족하였으며, 재령 28일 압축강도도 설계기준강도를 상회하는 것으로 나타났다.
- (5) 현장타설 후 수화온도를 측정한 결과 중심부와 표면부는 최대 23.5°C의 온도차를 보였으며, 실측 수화온도에 의한 온도균열지수는 최소 0.98로 나타나 적용 부재에 있어 유해한 균열을 제한할 수 있는 것으로 평가되었다.

참고문헌

1. 강석화, "매스콘크리트의 온도균열 제어를 위한 시공방법", 콘크리트학회지, 제9권 제3호, 1997, pp.4-14.
2. 김성수, 조태준, 이정배, "매스콘크리트의 열경사 조절에 의한 수화열과 온도균열의 방지", 한국구조물진단학회지, 제12권 제6호, 2008, pp.164-172.
3. 김용로, 정양희, 이상호, 김도수, 길배수, 김원기, "분말형 수화열저감재를 사용한 저발열 콘크리트의 수화발열 특성", 한국콘크리트학회 가을 학술발표회 논문집, 제18권 제2호, 2006, pp.709-712.
4. 김용로, 김도수, 길배수, 김옥중, 이도범, "잠열성 결합재를 활용한 콘크리트의 특성에 관한 실험적 연구", 한국콘크리트학회 논문집, 제20권 제5호, 2008, pp.661-668.
5. 김용로, 김도수, 길배수, 김옥중, 이도범, "잠열재를 사용한 결합재의 수화발열 특성에 관한 실험적 연구", 한국건축시공학회 논문집, 제9권 제3호, 2009, pp.103-107.
6. 트라이포드, 대립건설, 계룡건설, "스트론튬계 잠열재를 혼입한 프리믹스형 결합재를 이용한 매스콘크리트 구조물의 수화열 저감 및 온도균열 제어기술", 건설신기술(467호)신청서, 2007. 12.

(접수일자 : 2011년 4월 1일)
 (1차 수정일자 : 2011년 6월 17일)
 (2차 수정일자 : 2011년 7월 22일)
 (심사완료일자 : 2011년 8월 5일)

요 지

본 연구에서는 스트론튬계 잠열재를 사용한 저발열 콘크리트를 레미콘 배치플랜트에서 시험생산한 후 생산된 콘크리트의 기초성능 및 모의부재에 의한 수화온도 특성을 평가하였으며, 그 결과 스트론튬계 잠열재를 사용한 저발열 콘크리트의 현장적용 가능성을 확인하였다. 이후 스트론튬계 잠열재를 사용한 콘크리트를 실제 교각 건설현장에 적용하였으며, 적용부재에 대한 수화열 해석 및 타설 콘크리트의 성능평가 결과 수화열 및 온도균열 저감효과가 우수한 것으로 나타나, 향후 대형 매스콘크리트의 수화열 및 온도균열 저감대책으로서 활용이 기대된다.

핵심 용어 : 스트론튬계 잠열재, 저발열 콘크리트, 수화열, 온도균열지수
