

# 저발열 결합재 및 CGS를 잔골재로 치환한 매스콘크리트의 수화열 해석

## Hydration Heat Analysis of Mass Concrete Replacement of Low Heat Binder and CGS with Fine Aggregate

한 준 희\*\*      임 군 수\*      최 일 경\*\*      윤 치 환\*\*\*      한 민 철\*\*\*\*      한 천 구\*\*\*\*\*  
Han, Jun-Hui      Lim, Gun-Su      Chi, Il-Kyeung      Yoon, Chee-Whan      Han, Min-Cheol      Han, Cheon-Goo

### Abstract

This study evaluated temperature distribution through adiabatic temperature rising test and hydration heat Analysis as a performance verification to utilize CGS as a hydration heat reduction material for mass concrete when replacing it with fine aggregate. According to the analysis, the temperature difference between the center and the surface was the highest at about 30°C, followed by the CGS 50% at 26°C and the low heat combiner FA 30% at 23°C.

키 워 드 : 매스콘크리트, 단열온도상승, 석탄 가스화 용융 슬래그, 수화열 해석

Keywords : mass concrete, adiabatic temperature rise, coal gasification slag, hydration heat analysis

## 1. 서 론

최근 건축 구조물의 대규모화가 진행됨에 따라 구조적안전성, 시공의 편리성 및 경제성과 관련하여 매스콘크리트 형식의 구조체가 많이 적용된다. 그런데, 이러한 매스콘크리트는 콘크리트 타설 후 부재 내부의 수화열은 축적되어지지만, 표면부는 외기에 노출되어 온도가 낮아지므로, 내외부 온도차이로 인한 온도균열이 발생할 수 있다.<sup>1)</sup>

또한, 현재 IGCC의 전력생산과정에서 발생하는 부산물인 석탄 가스화 용융 슬래그 (Coal Gasification Slag : 이하 CGS)는 산업부산물로서 부가가치 있는 활용처를 찾지 못하여 시멘트 원료 및 소성연료 등으로 이용되고 있다.<sup>2)</sup>

따라서, 본 연구팀에서는 CGS의 고부가가치적인 활용을 위해 콘크리트용 잔골재로 사용하기 위한 일련의 연구를 진행한 바 있으며, 본 논문에서는 이러한 일련의 연구로 일반콘크리트, 저발열 결합재를 혼합한 콘크리트 및 CGS를 잔골재로 치환한 콘크리트의 단열온도상승시험 및 수화열 해석을 통하여 중심부와 표층부의 온도분포를 비교함으로써 CGS의 수화열 저감 성능을 평가하고자 한다.

## 2. 수화열 해석

본 연구에서 수행한 수화열 해석 모델링의 경우 해석모델의 대칭성을 고려하여 매스콘크리트(20×15×1 m)와 지반(24×20×3 m)의 1/4 대칭모델을 해석하였다. 또한, 타설방법으로서 매스콘크리트를 1m 두께로 일체타설하는 경우를 수화열 온도분포를 확인하는 것으로 하였다. 지반은 콘크리트에서 발생한 열이 지반으로 전달되도록 열과 열전도율을 가진 부재재질로 설정하였고, 모델링한 지반 위에 매스콘크리트를 올려 해석모델을 구성하였다.

표 1. 실험 계획

실험요인		실험수준		
배합사항	W/B(%)	1	· 50	
	목표 슬럼프(mm)		· 180 ± 20	
	목표 공기량(%)		· 4.5 ± 1.5	
	결합재(%)	· OPC 100		
	골재 종류	굵은 골재	1	· 부순 골재(CG)
		잔골재	2	· 석탄가스화 용융 슬래그 <sup>1)</sup> (CGS)
			· 부순 잔골재(CS)	
CGS 치환율 (%)	1	· 50		
시험사항	경화 콘크리트	2	단열온도상승시험	
			수화열 해석	

1) 결합재 OPC 100에 한하여 잔골재로 50%치환

\* 청주대학교 건축공학과, 석사과정, 교신저자(gksehxhf@naver.com)

\*\* 청주대학교 건축공학과, 박사과정

\*\*\* 청주대학교 건축공학과, 조교수, 공학박사

\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과, 교수, 공학박사

\*\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과, 명예석좌교수, 공학박사

### 3. 실험 결과 및 분석

그림 1은 구조체의 수화열 해석에 따른 발열량분포도를 나타낸 것이고, 그림 2는 기초 매스 콘크리트의 타설시 기준온도를 12.5℃로 가정하고 수화열 해석하여 온도이력 곡선을 나타낸 것이다. 수화열 해석은 Midas Nastran FX professional를 사용하였고 2시간 간격 측정을 적용하였다.

표 2와 같이 결합재 OPC 100%의 해석결과는 중심부 최고온도가 약 48℃로 타설 후 36시간에 나타났으며, 표면온도는 약 17℃로 나타났고, 최고온도차는 약 30℃로 나타났다. 한편, CGS를 골재로 치환한 경우의 수화열 해석은 32시간에 최고의 온도를 나타냈으며, 중심부 온도는 약 43℃, 표면온도는 약 17℃로 측정되었다. 약 26℃의 온도차이를 나타냈다. 또한, 저발열 결합재 FA 30%의 경우는 38시간에 최고의 온도를 나타냈으며 중심부 온도는 약 39℃이고, 표면온도는 약 16℃로 측정되었고, 약 23℃의 최고온도차이를 나타냈다.

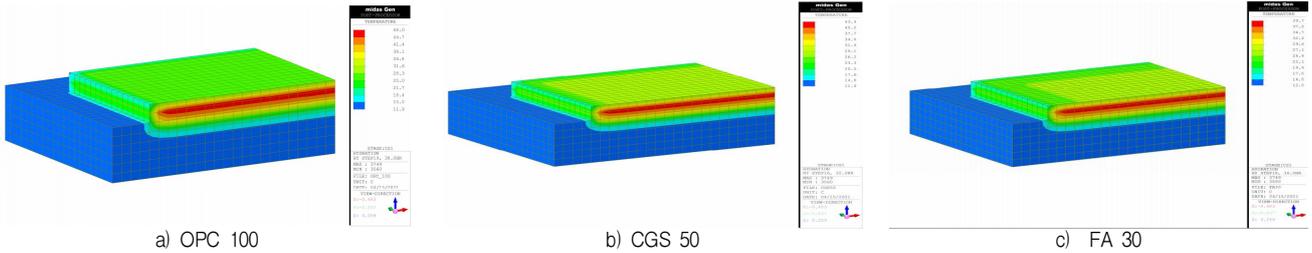


그림 1. 구조체의 수화열 해석 발열분포

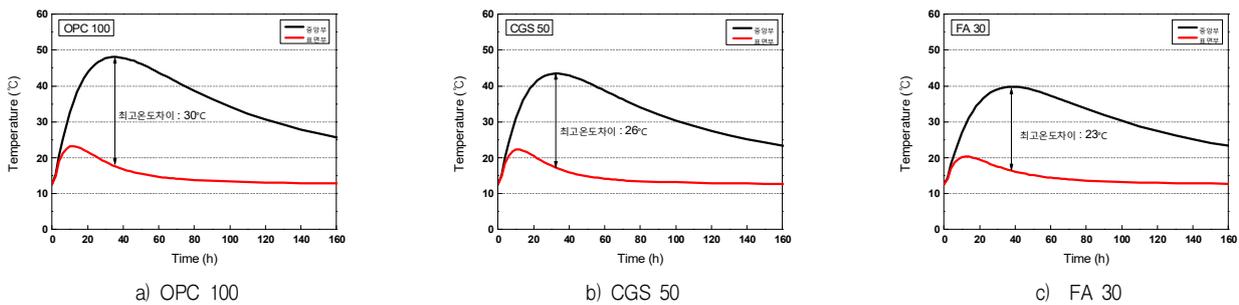


그림 2. 수화열 온도이력 곡선

표 2. 해석모델 중심부와 표층부의 온도분포

해석 모델	온도측정 위치		최고온도차
	중심부(°C)	표면부(°C)	
OPC 100	48	17	30
CGS 50	43	17	26
FA 30	39	16	23

### 4. 결 론

본 연구는 CGS를 잔골재로 치환 시 매스 콘크리트 수화열 저감재로 활용하기 위한 성능 검증으로서 단일온도상승시험 및 수화열 해석을 통해 온도분포를 평가한 것이다. 분석결과 중앙부와 표면부의 온도차이는 OPC 100%가 약 30℃로 가장 높았으며, 다음으로 26℃로 CGS 50%, 23℃로 저발열 결합재 FA 30%가 가장 낮은 온도차이를 나타냈다.

#### 참 고 문 헌

1. 김중. "凝結時間 및 發熱量差를 活用한 매스콘크리트의 龜裂低減." 국내박사학위논문 淸州大學校, 충청북도, 2009
2. 대한전기협회, 석탄가스화복합발전(IGCC), 전기저널, 452, pp.29~34. 2014.8