

FA시멘트 및 CGS 치환율에 따른 콘크리트의 단열온도상승 특성

Characteristics of Adiabatic Temperature Rise for Concrete according to FA Cement and CGS Replacement Rate

백성진^{1*} · 후윈야오² · 김수호² · 한준희³ · 윤치환⁴ · 한천구⁵

Baek, Sung-Jin^{1*} · Hu, Yun-Yao² · Kim, Su-Hoo² · Han, Jun-Hui³ · Yoon, Chee Whan⁴ · Han, Cheon-Goo⁵

Abstract

In this study, adiabatic temperature rise of concrete depending on binder compositions and CGS contents is studied to provide informations for CGS low-heating aggregate and mixture designs for upper and lower placement lifts. Test results indicate that it is desirable to apply the combination of binders between top and bottom lift. For top lift, SESC or ESC is recommended, and for bottom lift, FAC+CGS 50 % is good for material composition.

키 워 드 : 석탄 가스화 용융 슬래그, 플라이애시시멘트, 단열온도상승 시험

Keywords : coal gassification slag, fly ash cement, adiabatic temperature rising test

1. 서 론

매스콘크리트는 콘크리트 재료의 낮은 열전도율로 시멘트의 다량 사용에 따른 과도한 수화열에 의한 내부온도와 대기온에 노출된 표면부 사이에 급격한 온도 구배가 발생한다. 이러한 현상은 매스 콘크리트 내부에 온도응력을 발생시키며, 이는 콘크리트의 표면부 균열로 이어진다. 이러한 수화열 균열을 저감하기 위하여 복합재료를 복합 사용 한 수화열 저감공법이 개발되었으며, 그 가운데 광물질 혼화재를 다량 치환하여 단위시멘트량을 감소시키는 수화열 저감공법이 일반적으로 활용되고 있다.

하지만, 위와 같은 수화열 저감 공법은 공기지연 및 내구성 저하 등의 품질 저하를 야기하며, 또한 침하균열 방지를 위한 수평분할타설은 상하부 콘크리트의 수화반응 시간 차이로 인하여 매스콘크리트의 표면부와 내부온도 차이를 더욱 악화시킬 우려가 있다. 따라서, 이를 해결하기위한 방안으로 기존 연구 결과[1]를 토대로 IGCC 슬래그(CGS)를 저발열 골재로 활용하여 하부 콘크리트의 발열량을 추가적으로 감소시키는 방법을 모색하고자 한다.

이에 본 연구에서는 CGS를 사용한 매스콘크리트의 수화열 저감을 위한 일련의 연구 중 플라이애시 시멘트와 CGS 치환율에 따른 저발열 배합의 단열온도상승 특성을 분석하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 실험의 배합사항은 W/C 45%에 결합재 조합으로 OPC, 플라이애시 시멘트(FAC)의 2종류로 계획하였다. 단열온도상승은 온도상승량 및 수화열 발생 시기 등의 객관적인 실험 상수를 도출하고자 기존에 사용되고 있는 한국콘크리트학회 지수함수식(1)을 본 연구에 사용하였다.

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

$Q(t)$: 재령 t 일에서 단열온도상승량(°C)

r : 온도상승속도로서 시험에 의해 정해지는 계수

Q_{∞} : 최종단열온도상승량(°C)으로서 시험에 의해 정해지는 계수

1) 청주대학교, 건축공학과 석사과정, 교신저자(psj970616@gmail.com)

2) 청주대학교, 건축공학과 석사과정

3) 청주대학교, 건축공학과 박사과정

4) 청주대학교, 조교수, 공학박사

5) 청주대학교, 명예석좌교수, 공학박사

표 1. 실험결과

W/C (%)	S/a (%)	결합재	CGS 치환율(%)	굳지 않은 콘크리트	
				슬럼프(mm)	공기량(%)
45	47	OPC	0	190	4.5
		FAC	0	200	6.0
		FAC	25	190	6.0
		FAC	50	200	5.0

표 2. 실험결과

W/C (%)	S/a (%)	결합재	CGS 치환율(%)	$Q(t) = Q_{\infty}(1 - e^{-rt})$		
				Q_{∞}	γ	R2
45	47	OPC	0	53.7	2.95	0.991
		FAC	0	49.2	2.10	0.993
		FAC	25	46.5	2.30	0.994
		FAC	50	42.7	2.11	0.992

3. 실험결과 분석 및 고찰

본 연구는 FAC와 CGS 치환율에 따른 굳지않은 콘크리트와 단열온도 특성에 대하여 검토하였다. 표 1은 FAC 와 CGS 치환율에 따른 단열온도상승시험 결과를 나타낸 그래프이다. 먼저, 상부배합의 고발열 시멘트는 OPC > FAC CGS 0% > FAC CGS 25% > FAC CGS 50% 순으로 최고온도 53.7°C, 49.2°C, 46.5°C, 42.7°C로 나타났다.

최고온도 도달시간은 포틀랜드 시멘트(OPC) 타설 후 약 52시간 후에 최고온도 53.7°C로 나타났으며, FAC의 경우는 CGS 치환율이 증가할수록 최고온도 도달시간이 증가하는 것으로 나타났다. CGS 치환율 0% 및 25%는 근소한 차이로 나타났으나, CGS 치환율 50%의 경우는 타설 후 약 70시간 후에 최고온도 42.7°C에 도달하는 것으로 나타났다. 즉, 포틀랜드 시멘트(OPC)와 FAC+CGS 50%의 최고온도 도달시간 차이는 약 18시간으로 나타났다.

하부 배합의 저발열 시멘트(FAC)는 최고온도 42.7°C로 포틀랜드 시멘트(OPC)보다 8.1°C 수화열이 감소하는 것으로 경향을 보이며, FAC에 CGS 50% 치환 시 42.7°C로 포틀랜드 시멘트(OPC) 대비 11°C 수화열이 감소하는 것으로 나타났다. 이는 기존 연구[2]에서 CGS의 수화열 저감 유사한 경향으로 나타났는데, 수화열 저감 원인으로는 CGS의 붕소함유량에 따른 응결지연으로 분석되고 있다. 하지만, 이온용출량, 미소수화열 및 수화반응물 분석 등을 통하여 CGS 잔골재의 수화열 저감에 대한 검증 실험이 필요한 것으로 판단된다.

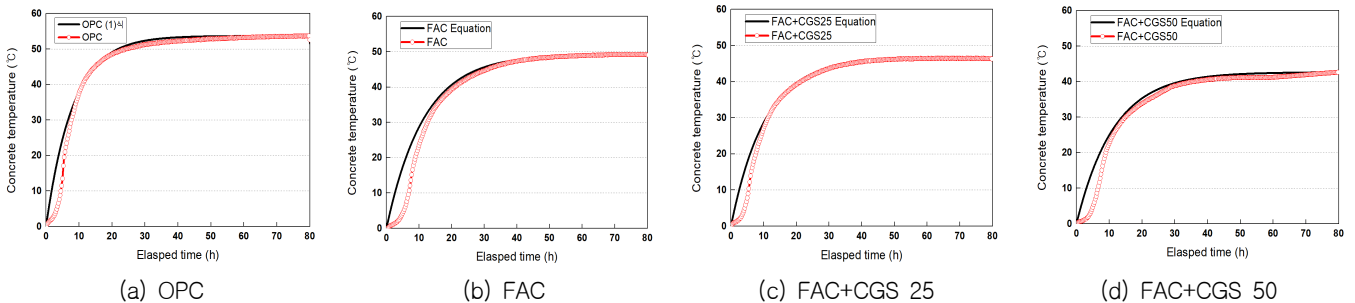


그림 1. 각 배합별 콘크리트 단열온도상승시험

4. 결 론

본 연구는 FA와 CGS 치환율에 따른 시멘트의 각 배합 별 단열온도상승특성을 분석하였다. 분석결과 대기조건에 노출된 상부 콘크리트 배합은 고발열 시멘트로 하부 배합은 저발열 배합으로 FAC+CGS 50%로 적용 시 재료 및 타설 공법을 고려한 수화열 저감공법의 자료로 활용될 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

1. 김종. “타설시간차에 의한 고로슬래그 미분말의 치환율별 매스콘크리트의 온도특성”. 대한건축학회논문집 구조계, 2019. 35(10) 207~215 p.
2. 한민철, 김종, 최일경 and 한준희. “석탄 가스화 용융 슬래그를 혼합잔골재로 활용한 매스 콘크리트 수화열 저감”. 한국건축시공학회지. 2021. 21(6). 551-562 p.