

환원슬래그를 이용하여 개발된 자기발열 시멘트의 해외 Mock-up Test 관한 연구

International Test Mock-up of the Self-Heating of Cement Developed using a Reducing Slag

민 태 범* 최 현 국* 김 형 철* 김 재 영 * 안 동 희*

Min, Tae-Beom Choi, Hyun-Kuk Kim, Hyeong-Cheol Kim, Jae-Young An, Dong-Hee

Abstract

MOCK-UP TEST was conducted in the extreme region of the cement which was researched and developed by using the reducing slag. Experimental results show that the basic properties (air volume, slump) are improved compared with the specimens using Mongolian cement. The compressive strength achieved the target strength (target strength: age 3day: 7MPa, age 7day 14MPa) and the hydration heat was about 8 °C higher than that of Mongolian cement products. Therefore, it is considered that the cement powders developed by our company showed the strength of concrete due to high hydration heat even at extreme temperatures.

키 워 드 : 한중 콘크리트, 초기동해, 환원슬래그, 수화열, 석고
Keywords : cold weather concrete, frost damage at early age, reduction slag, hydration heat, gypsum

1. 서 론

환원슬래그는 30%이상의 Al₂O₃와 50%이상의 CaO를 가지는 제강산업에서의 부산물이다. 이러한 환원슬래그는 다른 시멘트 분체에 비해 Al₂O₃ 많이 포함하고 있으므로 수화반응시 많은 수화열을 발생시키는 특성을 가지고 있다. 기존 연구에서 본 연구진들은 이러한 환원슬래그의 수화열 특성을 이용하여 저온(-5°C)에서 초기동해 방지용 시멘트 분체 개발 연구를 실시하였으며 본 연구에서는 기존연구에 이어 해외 극한지역에서의 MOCK-UP TEST를 실시하였다.

2. 실험 개요

본 연구는 몽골의 레미콘 업체와 혼화제 생산업체와 공동으로 진행하였다. 콘크리트의 배합은 몽골시멘트로 기초로 당사에서 연구개발중인 분체를 10% 치환하는 방식으로 콘크리트 배합을 실시하였다. 실험체 크기는 높이1200mm, 길이1800mm, 넓이200mm의 총 0.7kg/m³의 콘크리트가 타설되는 거푸집을 제작하여 콘크리트 B/P에서 생산하여 운반차에서 직접 타설 하였다.

표 1. 콘크리트 배합

배합 번호	구분	W/B (%)	S/a (%)	단위 재료량 (kg/m ³)									비고
				Water	Binder	몽골 시멘트	개발분체	모래	자갈	축진제	방동제	AD	
(1)	몽골시멘트	45	52	175	385	385	0	910	853	0	0	0.94%	
(2)	연구개발 1	45	52	175	385	350	35	910	853	0	10%	0.94%	
(3)	연구개발 2	45	52	175	385	350	35	910	853	4%	0	0.94%	

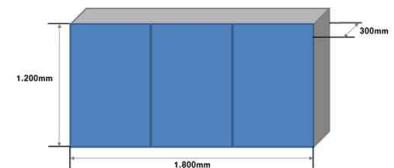


그림 1. 콘크리트 벽체 거푸집 형상



a) 거푸집 설치전경 b) B/P 생산 c) 레미콘 상차 d) 콘크리트 타설 e) 코어 채취

사진 1. Mock-up Test 실험 전경

* 성신양회(주) 기술연구소

3. 실험결과

그림 2~그림 5는 실험결과를 나타낸 그림이다. 굳지않은 콘크리트의 온도 측정결과 당사에서 연구개발중인 시멘트 분체를 10%치환하여 사용하였을 경우 몽골시멘트를 100%를 사용한 실험체보다 온도가 초기 5°C증가하는 것으로 나타났으며 연구개발된 시멘트와 방동제를 사용한 실험체보다 연구개발된 시멘트와 촉진제를 사용한 실험체가 초기 타설온도가 높게 나타났다. 유동성 및 공기량 측정 실험결과 몽골시멘트를 100%사용한 실험체와 당사에서 연구개발중인 시멘트 분체를 10%치환하여 콘크리트 배합을 실시하여 비교하였을 경우 연구개발된 실험체가 목표유동성과 공기량을 확보하는 것으로 나타났다.

압축강도 실험결과 당사에서 개발한 시멘트 분체를 10%치환하였을 경우 몽골 시멘트제품에 비해 압축강도 증가하는 것으로 나타났으며 외기온도가 낮을수록 압축강도 발현 차이는 증가되었으며 표준양생(20°C)의 경우 몽골시멘트100% 사용한 실험체에 비해 압축강도는 10~20% 증가 하였으며 거푸집에 타설된 콘크리트에서 코어를 채취하여 압축강도를 측정된 결과 약 30~50%의 압축강도가 증가하는 것으로 나타났다.

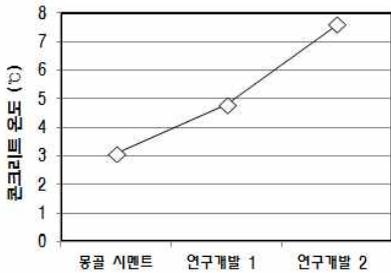


그림 2. 굳지않은 콘크리트의 온도결과

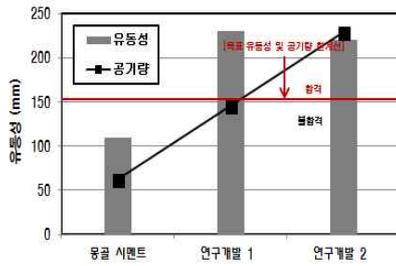


그림 3. 유동성 및 공기량 측정 결과

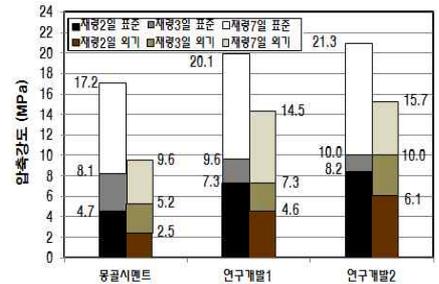


그림 4. 압축강도 측정 결과

그림 5는 Mock-up 부재에 직접 수화열 측정 센서를 매립하여 콘크리트의 수화열을 측정된 결과이다. 우선 외기의 경우 -9°C에서 시작하여 낮에는 16°C 야간에는 -1°C까지 온도의 변화가 있는 것으로 나타났다. 몽골은 사막지역임으로 일교차가 심하게 나타난다.

타설된 콘크리트의 수화열을 비교 하였을 때 콘크리트의 온도는 재령3일까지 10°C이상의 온도를 유지하고 있었다. 따라서 영하의 온도에서도 강도발현이 된 것으로 사료된다. 또한 본 연구에서 개발한 분체를 10%치환하여 사용하였을 경우 영하의 온도에서도 수화열이 증가하는 것으로 나타났으며 몽골 시멘트제품에 비해 수화열은 약 8°C높게 발생되었다.

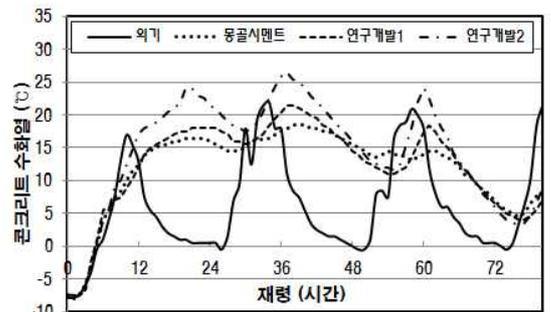


그림 5. 콘크리트 수화열 측정결과

4. 결 론

본 연구 결과 당사에서 개발한 시멘트 분체를 10%치환하여 사용하였을 경우 몽골시멘트를 사용한 시험체에 비해 기초물성(공기량, 유동성) 성능이 향상되는 것으로 나타났으며 압축강도는 목표강도(목표강도 : 재령3일 7MPa, 재령7일 14MPa)를 달성하였으며 몽골 시멘트제품에 비해 수화열은 약 8°C높게 발생되었다. 따라서 당사에서 개발한 시멘트 분체는 극한 기온에서도 높은 수화열로 인해 콘크리트의 강도발현이 이루어진 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 국토교통기술촉진사업의 연구비 지원에 의한 결과의 일부이다. (16CTAP-C078650-03)

참 고 문 헌

1. 민태범, 환원슬래그를 사용한 모르타르의 저온에서의 초기동해 방지에 관한 기초적 실험, 한국건축사공학회지, 제16권 제1호, pp.3~8, 2016.2