

환원슬래그를 사용한 모르타르의 저온에서의 초기동해 방지에 관한 연구

The Study of Experiment on Preventing Frost Damage at Early Age of Mortar in Low Temperature using Reduction Slag.

김 형 철*

최 현 국**

민 태 범***

Kim, Hyeong-Cheol

Choi, Hyun-Kuk

Min, Tae-Beom

Abstract

In this research, it used cement power and reduction slag, which generates high hydration heat in hydration reation without heat cure below -5°C degree. Purpose of final research is preventing freezing and thawing by making the compressive strength 5MPa in 3days below zero temperature due to own heat of concrete, and it is the result of physical characteristic and thermal property evaluation of reduction slag. Because reduction sag generates high hydration heat, compressive strength development is excellent. By generating highly Hydration heat by C_{12}A_7 and C_3A in reduction slag, compressive strength is developed in low temperature. In case of displacing only reduction slag without SO_3 , it is indicated that quick-setting occurs by shortage of SO_3 . For preventing quick-setting, gypsum is used essentially. According to this research result, in case of using reduction slag and gypsum as a ternary system, Compressive strength developed 5MPa in 3days below zero temperature. It is identified to prevent early frost damage of concrete below zero temperature.

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

본 연구에서는 -5°C 이하에서도 가열 양생이 없이 영하의 온도(-5°C)에서도 수화반응시 수화열이 높게 발생하는 환원슬래그를 사용하여 재령 3일 이내 압축강도를 5MPa를 발현시켜 초기동해를 방지시키는 것이 최종 연구의 목적이며 본 논문에서는 모르타르 레벨에서 실험적 연구로서 저온에서의(-5°C) 모르타르의 기초적 성능평가를 하고자 한다.

2. 실험 개요

본 연구는 방동제와 수화반응시 발열량이 높은 혼화제(환원슬래그)를 사용하여 -5°C 이상에서 초기동해를 방지할 수 있는 모르타르의 성능평가 실험으로서, 우선 혼화제의 성분분석, 수화열 평가를 실시하였으며 다음으로 방동제를 사용한 모르타르 실험 평가에서는 혼화제의 치환량과 석고 사용량에 따라 물리적 특성 및 단열온도 성능평가를 실시하였다. 석고를 실험인자에 추가한 이유는 응결속도 조절과 강도발현을 위해 추가하였다. 시멘트와 잔골재의 비율을 1:3 으로 설정 하였으며 W/C는 50%로 설정 하였다.

표 1. 본 연구의 모르타르 배합

Specimen	W/C (%)	W (g)	Cement (g)			Sand (g)	Anti-Freeze Agent (W×%)
			OPC	Slag	Gypsum		
Plain	50	225	450	0	0	1350	20
O/S			360	90	0		
O/S/G1			360	72	18		
O/S/G2			337.5	90	22.5		

3. 실험 결과

그림1은 응결실험 결과를 나타낸 그림이다. 응결실험 결과 Plain비해 환원슬래그만 치환된 실험체는 급결이 일어나는 것을 알 수 있다. 이는 환원슬래그의 화합물중 알루미늄이네이트계열 성분(C_{12}A_7) 반응 할뿐만 아니라 환원슬래그에는 시멘트 계열의 응결조절 역할을 하는 석고가 구성되

* 성신양회(주) 기술연구소 과장

** 성신양회(주) 기술연구소 연구소장, 공학박사

*** 성신양회(주) 기술연구소 대리, 공학박사, 교신저자(cementmin@naver.com)

어 있지 않기 때문에 일어나는 현상으로 판단된다. 석고가 치환된 O/S/G1과 O/S/G2는 응결시간이 유사하게 나타나는 것으로 보아 환원슬래그는 팔히 석고 등과 함께 사용 되어야 할 것으로 사료된다.

그림 2는 압축강도 실험 결과를 나타낸 그림이다. 실험결과 환원슬래그가 치환된 실험체는 Plain실험체에 비해 강도가 높게 나타나는 것으로 나타났으며 석고가 치환된 O/S/G1과 O/S/G2는 석고가 치환되지 않은 O/S보다 강도가 높게 발현되는 것으로 나타났다. 이는 치환된 석고가 급결을 방지할 뿐만 아니라 석고의 주성분인 SO_3 가 환원슬래그인 주성분인 알루미늄네이트와 반응하여 초기에 강도증진이 일어나는 것으로 판단되며 환원슬래그로 인하여 수화열이 높게 발생되기 때문에 저온에서도 활발한 수화반응으로 인해 강도가 발현되는 것으로 사료된다. 따라서 저온에서 환원슬래그의 치환량이 증가할수록 초기 강도증진을 나타냈으며 적정의 석고가 함께 사용 되었을때 초기강도 및 장기강도의 증진은 더욱 효과적인 것으로 사료된다.

그림3은 $-5^{\circ}C$ 에서 환원슬래그 사용량과 석고에 사용량에 따른 단열온도 상승시험 결과를 나타낸 결과이다. 최고 온도발현 하는 발열 시점은 각각 실험체에 따라 다르게 나타나는 것을 알 수 있다. OPC의 경우 일반적인 온도 상승을 나타냈으나 환원 슬래그가 단독으로 사용된 실험체에서는 O/S의 경우 수화반응 초기에 급격하게 수화열이 상승되는 것을 알 수 있다. 이는 환원슬래그의 성분중 알루미늄네이트계의 성분으로 인하여 나타나는 현상으로 판단되며 급격한 수화열에 의한 따른 급결이 예상된다. 따라서 환원슬래그와 석고를 일정한 비율로 치환하여 콘크리트 혼화제로 사용한다면 한중 콘크리트 사공시 콘크리트의 초기동해를 방지 할 수 있을 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구 결과 환원슬래그는 높은 온도발열을 시키며 급결로 인해 강도발현을 증가 시킨다. 하지만 급결을 시공성능을 저하시키는 문제가 있다. 따라서 급결을 방지하기 위하여 석고를 혼합하여 급결을 방지 하며 압축강도성능을 향상시키고자 한결과 환원슬래그와 석고를 3성분계로 사용하였을 경우 저온에서도 재령 3일에서 5MPa 압축강도를 나타내는 것으로 보아 저온에서도 콘크리트의 초기동해를 방지할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 국토교통기술촉진사업의 연구비 지원에 의한 결과의 일부이다. (14CTAP-0078650-01)

참 고 문 헌

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

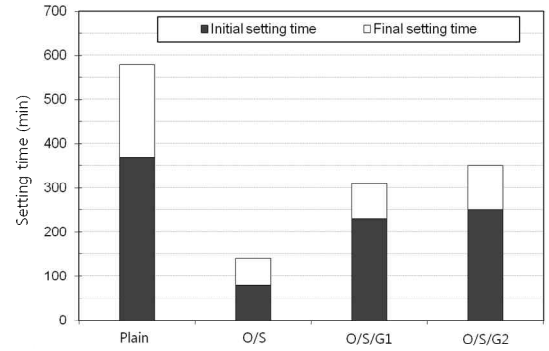


그림 1. 응결실험 결과

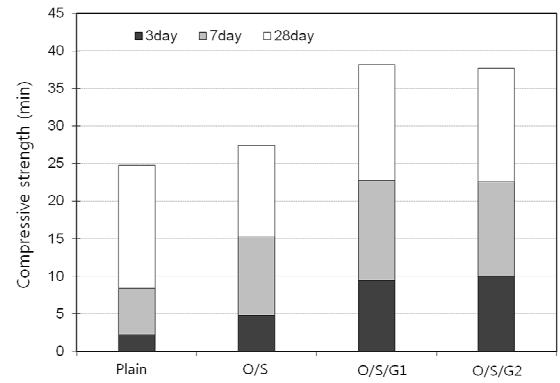


그림 2. 압축강도 실험 결과

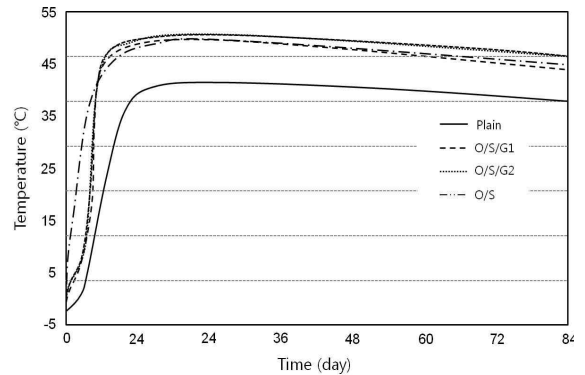


그림 3. 압축강도 실험 결과