

# 스트론튬계 수화열저감재 혼입 모르타르의 수화발열 특성

## Hydration-heat Characteristics of Mortar mixed with Strontium Hydration-heat Reducing Material

김 구 환\*

김 규 용\*\*

이 상 규\*\*\*

황 의 철\*\*\*

김 경 태\*

남 정 수\*\*\*\*

Kim, Goo-Hwan Kim, Gyu-Yong Lee, Sang-Kyu Hwang, Eui-Chul Kim, Gyeong-Tae Nam, Jeong-Soo

### Abstract

As a result of measuring the compressive strength and semi-adiabatic temperature rise of the mixed mortar, it was confirmed that the mortar mixed with the hydration heat reducing material is effective. On the other hand, the compressive strength showed similar strength to that of moderate heat Portland cement until the age 7 days, but after that, the tendency of the strength development to be delayed was confirmed.

키 워 드 : 수화열 저감재, 모르타르, 수화열

Keywords : hydration-heat reducing material, mortar, hydration-heat

## 1. 서 론

최근 콘크리트 구조물이 대형화됨에 따라 매스 콘크리트의 수요가 증가하고 있다. 매스콘크리트의 온도균열 저감을 위한 대책으로서 재료적, 구조적, 설비적 측면에서의 여러 연구들이 진행되고 있으나, 공기와 공사비용을 감안하여 재료적 측면에서의 수화열 저감을 위한 노력들이 이루어지고 있다.<sup>1)</sup> 그중 상이 변화하며 발생하는 흡열반응을 활용하여 콘크리트의 수화열을 저감시키는 신물질로서 스트론튬계 수화열저감재에 대한 개발이 진행되고 있으나, 그 메커니즘에 대해서는 아직 밝혀진 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 이러한 수화열저감재를 활용한 모르타르를 제조하여 기초적인 역학적 특성과 수화발열 특성에 대하여 분석하여 스트론튬계 수화열저감재의 메커니즘을 분석하고자 하였다.

## 2. 실험계획 및 방법

표 1에 실험계획을 나타냈다. 시멘트는 보통 포틀랜드시멘트와 중용열 포틀랜드 시멘트를 사용하였다. 또한 보통 포틀랜드시멘트에 각각 화학비율이 다른 A 타입과 B타입의 수화열저감재를 혼입한 모르타르의 굳지않음 특성과 압축강도, 간이단열온도상승을 실시하였다. 간이단열온도 상승 실험은 10L 용량의 간이단열박스를 활용하였으며, 각 면의 단열재는 100mm의 두께의 발포 폴리스타이렌을 활용하여 단열을 실시하고 중앙부의 온도를 측정하였다. 모르타르의 배합은 표 2에 나타난 바와 같이 W/B는 45.1%로 설정하였으며, 비빔 및 타설은 온도 20~25℃, 상대습도 50~70%의 환경에서 실시하였다.

표 1. 실험계획

실험변수	실험수준	평가항목
시멘트 종류	• 보통 포틀랜드시멘트 • 중용열 포틀랜드 시멘트	• 테이블 플로우 • 공기량 • 압축강도 • 간이단열온도 상승
수화열저감재 종류	• A type • B type	
수화열저감재 혼입율	• 0 wt.% • 5 wt.%	

표 2. 모르타르 배합

Spe.ID	W/B (%)	Water (kg/m <sup>3</sup> )	Unit weight (kg/m <sup>3</sup> )			HR(A) <sup>1)</sup> (wt.%)	HR(B) (wt.%)
			OPC	MHC	S		
M_OPC	45.1	164	364	-	902	-	-
M_OPC_HR(A)_5%			364	-	902	5	-
M_OPC_HR(B)_5%			364	-	902	-	5
M_MHC			-	364	902	-	-

1) HR : Hydration heat reducing agent

\* 충남대학교 건축공학과 석사과정

\*\* 충남대학교 건축공학과 교수, 교신저자(gyuyongkim@cnu.ac.kr)

\*\*\* 충남대학교 건축공학과 박사과정

\*\*\*\* 충남대학교 건축공학과 조교수

### 3. 실험 결과 및 고찰

그림 1에 모르타르의 테이블 플로우 및 공기량 측정결과를 나타냈다. 수화열 저감제의 혼입에 따른 테이블 플로우 및 공기량의 차이는 나타나지 않아 스트론튬계 수화열저감제의 혼입은 모르타르의 균지않은 성상에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

그림 2는 압축강도 측정 결과를 나타낸 그래프이다. 측정결과 보통 포틀랜드시멘트만을 사용한 M\_OPC 시험체는 재령 초기에 급격한 강도발현을 나타내며, 재령 14일 까지 약 40MPa의 압축강도를 나타내었다. 그러나 중용열 포틀랜드 시멘트를 사용한 M\_MHC 시험체의 경우 재령 1일에는 M\_OPC 시험체 대비 50~60%, 재령 3~7일에는 M\_OPC 시험체 대비 70~80%의 압축강도 발현율을 나타내어 상대적으로 느린 압축강도 발현을 나타냈다. 한편, 수화열저감제를 혼입한 M\_OPC\_HR(A)\_5% 및 M\_OPC\_HR(B)\_5% 시험체는 재령 7일까지는 M\_MHC 시험체와 유사한 강도발현을 나타내었으나, 재령 14일의 경우 중용열 포틀랜드 시멘트를 사용한 시험체보다 낮은 압축강도 발현율을 나타내었다. 이러한 원인은 중용열 포틀랜드시멘트의 경우 초기 수화과정에서 발열속도를 작게 하기 위해 C<sub>3</sub>A와 C<sub>3</sub>S의 함유율을 낮추었기 때문에 재령 초기 강도발현율이 낮지만 재령의 경과에 따라 강도를 빠르게 회복하는 것으로 판단된다. M\_OPC\_HR(A)\_5% 및 M\_OPC\_HR(B)\_5% 시험체 또한 지속적인 강도발현이 이루어지고 있어, 재령 28일 및 장기재령에 대한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

그림 3은 간이단열온도상승 측정결과를 나타낸 그래프이다. M\_OPC 시험체의 경우 타설이후 약 24시간동안 발열량이 급격히 상승하며 70℃까지 상승하는 결과를 나타내었으나, M\_MHC 시험체의 경우 약 56℃ 까지 상승하는 결과를 나타냈다. 한편, 수화열저감제를 혼입한 시험체의 경우 중용열 포틀랜드시멘트를 사용한 시험체보다 2~3℃ 낮은 최고온도를 나타내어 수화열저감제 혼입을 통한 모르타르의 수화열 저감은 효과적인 것으로 판단된다.

### 4. 결 론

수화열저감제 혼입 모르타르의 압축강도, 간이단열온도 상승을 측정하고 결과 수화열저감제 혼입을 통한 모르타르의 수화열 저감은 유효하며, 균지않은 모르타르의 성질에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다. 한편, 압축강도의 경우 재령 7일까지는 중용열 포틀랜드 시멘트와 유사한 강도발현을 나타내나, 이후 강도발현이 다소 늦어지는 경향이 확인되어 장기재령에 대한 추가적인 검토가 필요할 것으로 판단된다.

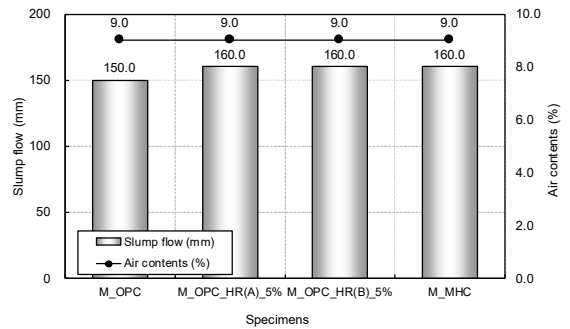


그림 1. 테이블 플로우 및 공기량 측정결과

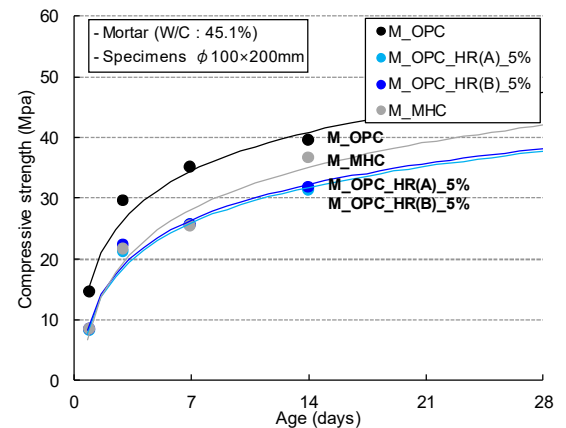


그림 2. 스트론튬계 수화열저감제 혼입 모르타르의 압축강도 측정결과

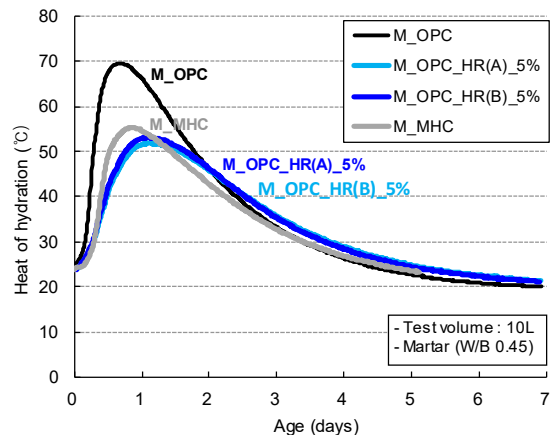


그림 3. 간이단열온도상승 측정결과

### Acknowledgement

이 논문은 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업(No. 2015R1A5A1037548)입니다. 이에 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

1. 김용로, 김도수, 길배수, 김옥중, & 이도변. (2008). 잠열성 결합재를 활용한 콘크리트의 특성에 관한 실험적 연구. 콘크리트학회 논문집, 제20권 제5호, pp.661~668