

간이 내화시험에 의한 석고계 모르타르의 내화성능

Fireproof Performance of Mortar using Gypsum in Simplified Heating Test

강 석 표*

Kang, Suk-Pyo*

Department of Architecture & Interior Design, Woosuk University, Wanju-Gun, JeonBuk, 565-701, Korea

Abstract

Spalling must be considered when designing high-strength concrete to cope with fire. This study investigates the temperature rise of steel bar in high-strength concrete coated with fireproof mortar using gypsum exposed to fire. It was found that fireproof mortar using gypsum is more effective in constraining the temperature rise of steel bar in the high strength concrete than fireproof mortar using cement, and that the thinner the cover depth of the fireproof mortar, the more significant the influence of the gypsum. In addition, while there was no difference between α -hemihydrate mortar and β -hemihydrate mortar on the temperature rise of steel bar, the compressive strength of α -hemihydrate mortar is higher than that of β -hemihydrate mortar.

Keywords : Fireproof Mortar, High Strength Concrete, Gypsum, Steel Bar, Temperature Rise

1. 서 론

최근 콘크리트 구조물의 초고층화 및 초대형화 추세에 따라 고강도콘크리트의 사용이 증가되고 있다. 레미콘 공업협회의 자료에 의하면 건설현장에 납품되는 레미콘의 고강도화도 뚜렷한 추세인 것으로 보고되고 있으며, 고강도콘크리트의 우수한 구조적 장점 및 내구성 등에 의해 향후 지속적으로 사용이 증가될 것으로 예상되고 있다. 그러나 기존의 연구를 통하여 고강도콘크리트의 경우 고온에서 부재 표면이 박리 및 탈락하는 폭렬 현상이 발생하여 화재 안전성이 저하되는 단점이 있는 것으로 보고되고 있다[1].

이에 따라 고강도콘크리트의 내화성능을 향상시키기 위한 다양한 연구 및 기술개발이 진행되고 있으며, 건축물에 적용되는 고강도콘크리트의 내화성능을 확보할 수 있는 방안

에 관한 대책 마련이 시급하다는 지적에 대응하여 국토해양부에서는 2008년 7월 21일 고강도콘크리트 기둥보의 내화성능 관리 기준을 고시하였다. 국토해양부 고시에서는 내화성능을 확보해야 하는 고강도콘크리트의 기준을 50MPa 이상으로 설정하였으며, 고시 이후로 고강도콘크리트를 사용하는 건설현장에서는 관리 기준을 만족하는 공법에 대해 시험 확인 후, 고강도콘크리트의 내화성능을 확보하여 건설공사를 진행하도록 의무화하고 있다[2].

고강도콘크리트의 폭렬을 억제하는 방법으로는 고강도콘크리트 부재 표면에 내화성능을 갖는 내화모르타르, 내화보드, 내화도료 및 뿔철재를 뿔칠 또는 미장하여 내화층을 형성함으로써 콘크리트 표층부의 온도상승 및 온도구배를 저감시켜 폭렬을 제어하는 방법이 제안되어져 있다[3].

이와 같은 방법은 화재시 콘크리트 표층부의 온도상승 및 구배를 저감시켜 콘크리트의 폭렬을 제어하는 방안이므로 3시간의 내화시험에 의해 콘크리트 내부 주근 위치에서의 관리 기준 온도이하로 제어할 수 있어야 한다. 또한 콘크리트 표면에 피복하거나 부착하는 공법이므로 화재시 열팽창 또는 사용 중의 충격이나 진동 등에 의해 부착력이 저하하거나 탈락되어서는 안 되며, 피복하는 내화재료의 내구성도

Received : February 23, 2011
Revision received : April 5, 2011
Accepted : April 6, 2011

* Corresponding author : Kang, Suk-Pyo

[Tel: 82-63-290-1139, E-mail: ksp0404@woosuk.ac.kr

©2010 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

안정적으로 확보되어야 한다[3].

Table 1. Experimental plan

Index	Cover depth (mm)	Binder type	Measuring items
C10	• 10	• Cement	<ul style="list-style-type: none"> • Unit weight • Air content • Flow • Compressive strength • Flexural strength • Simplified test of fire resistance
C20	• 20		
C30	• 30		
AG10	• 10	• α-Hemihydrate	
AG20	• 20		
AG30	• 30		
BG10	• 10	• β-Hemihydrate	
BG20	• 20		
BG30	• 30		

한편 고강도콘크리트의 내화성능을 평가하기 위한 시험방법은 국토해양부 고시 제2008-334호에 의하면 현장과 동일한 재료, 공법, 철근배근 및 피복두께 등을 반영한 기둥형 시험체를 제작하여 KS F 2257-7의 시험방법에 준하여 비재하 가열시험인 경우 수평부재용 가열로를 이용하여 내화시험을 실시하도록 하고 있다. 그러나 수평부재용 가열로를 이용하여 내화시험을 하기 위하여서는 부재 크기가 증대하고 시험비용이 증가하여 다양한 요인에 대한 내화성능 검토에 어려움이 있었다.

따라서 본 논문은 고강도콘크리트의 내화성능을 평가하기 위한 비재하 가열시험인 수평부재용 가열로 시험을 하기 위한 기초실험으로서 화재시 고강도콘크리트의 표층부 온도상승을 저감시키고자 다양한 시멘트 및 석고계 내화모르타르를 고강도콘크리트에 피복한 후 표준 시간-가열곡선에 적합한 간이 내화시험장치를 이용하여 내부철근의 온도상승을 상대적으로 비교·평가하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

간이 내화시험장치를 이용하여 내화모르타르 피복 고강도 콘크리트의 내부철근 온도상승을 검토하기 위한 본 논문의 실험계획은 Table 1과 같다. 내화모르타르 결합재를 시멘트, α형 반수석고, β형 반수석고의 3가지 수준으로 설정하였으며, 고강도콘크리트 표면의 내화모르타르 피복두께를 10mm, 20mm, 30mm의 3수준을 설정하여 간이내화시험에 의한 고강도콘크리트 내부철근의 온도상승을 측정하였

다. 또한 내화모르타르에 관한 측정항목으로는 단위용적 중량, 공기량, 플로우, 압축강도, 휨강도를 측정하였다.

Table 2. Physical properties of cement and gypsum

	Density (g/cm ³)	Diameter (μm)	Water content (%)	Remark
Cement	3.15	20	0.01	Ordinary
α-Hemihydrate	2.72	39.33	6.78	FGD gypsum
β-Hemihydrate	3.11	48.42	2.6	Phospho gypsum

Table 3. Chemical compositions of materials

	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	SO ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	SrO
Cement	2.53	5.93	22.73	1.97	61.73	3.37	-
α-Hemihydrate	0.32	0.88	2.57	55.79	39.99	0.41	0.04
β-Hemihydrate	0.07	0.62	2.65	56.71	39.75	0.08	0.11
Perlite	3.40	14.7	73.30	-	0.84	0.77	-

2.2 사용재료

본 연구에서 결합재로 사용한 시멘트 및 석고의 물리적 특성을 Table 2에 나타내었다. 밀도가 3.15g/cm³인 보통 포틀랜드시멘트와 비교하여 α형 반수석고는 밀도가 2.72g/cm³, 평균입경이 39.33μm, 함수율이 0.01%로서 가볍고 평균입경이 상대적으로 큰 반면 β형 반수석고는 밀도가 3.11g/cm³, 평균입경이 48.42μm, 함수율이 2.6%로서 밀도가 유사하고 평균입경이 상대적으로 가장 큰 것으로 나타났다. 또한 α형 반수석고는 배연탈황석고를 탈수하여 생산되어진 국내 Y사 제품을 사용하였고 β형 반수석고는 인산석고를 탈수하여 생산되어진 국내 P사 제품을 사용하였다. 시멘트와 석고의 화학적 조성을 살펴보면 Table 3에서 알 수 있는 바와 같이 시멘트의 SO₃는 1.97%, CaO는 61.73%로서 주로 CaO가 주성분인 것과 비교하여 α형 및 β형 반수석고의 SO₃는 대략 55%, CaO는 대략 40%를 차지하고 있다.

2.3 내화모르타르 배합 및 제조

본 연구에서 사용한 내화모르타르는 건조모르타르로서 중량배합으로 계량한 후 최대용량 100l 의 팬타임믹서에서

60초간 건비빔하였다. 건비빔 후에 혼합수를 첨가하여 180초간 비빔 후에 토출하여 내화모르타르의 균질한 물성평가 및 고강도콘크리트에 피복을 실시하였다.

내화모르타르 배합은 Table 4에 나타난 바와 같이 건조모르타르 1,000g에 대하여 결합재인 시멘트 또는 석고를 400g, 규사 440g과 AE제 1.5g을 포함한 기타 첨가제를 160g으로 하였으며, 혼합수는 건조모르타르 1,000g에 대하여 860g을 동일하게 적용하였다. 기타 첨가제는 내화재로서 펄라이트, 펄프 등을 사용하였으며, 내화모르타르의 물성을 향상시키기 위하여 AE제, 지연제, 증점제 등을 소량 첨가하였다.

Table 4. Mix design of fireproof mortar

Index	Cement	Gypsum	Sand	Additive	Water
C	400	-			
AG	-	400	440	160	860
BG	-	400			

2.4 실험방법

2.4.1 내화모르타르의 물성

내화모르타르의 공기량은 KS L 3136 「수경성 시멘트 모르타르의 공기량 측정방법」에 준하여 실시하였으며, 공기량 측정 전에 중량을 측정하여 단위용적중량으로 환산하였다. 내화모르타르의 플로우는 KS L 5405 부속서 A 「플라이애시의 모르타르에 의한 플로값 및 활성도지수의 시험방법」에서 제시하고 있는 플로우시험방법에 준하여 실시하였으며, 압축강도 및 휨강도는 KS L ISO 679 「시멘트의 강도시험방법」에 준하여 실시하였다.

내화모르타르의 경우 시공 후 재령에 따른 수축에 의하여 발생하는 균열로 인하여 내화성능에 큰 영향을 받는다. 특히 본 연구에서 사용한 석고는 시멘트와 비교하여 응결시간이 매우 빠르기 때문에[4] 타설 직후부터의 길이변화를 검토하기 위하여 Igarashi S[5]가 제안한 실험방법에 따라 Figure 1에 나타난 바와 같이 길이가 1,000mm인 모르타르 한쪽에 고정단을 설치한 구속 수축시험장치를 제작하여 길이변화실험을 실시하였다. 구속 수축시험장치 내측에 폴리에틸렌 필름을 부착하고 내화모르타르를 밀실하게 타설한 직후부터 자유단에 연결되어진 LVDT를 통하여 데이터로거

에 30분 간격으로 28일간 1/100mm 측정단위로 길이변화를 측정하였다.

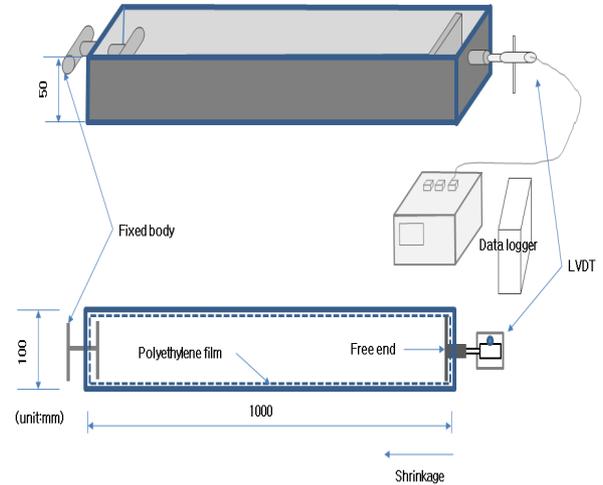


Figure 1. Schematic description of the restrained shrinkage testing apparatus

2.4.2 간이 내화시험

본 논문에서 간이내화시험을 하기 위한 고강도콘크리트는 설계기준강도 60.0MPa를 설정였으며, 제조된 콘크리트의 28일 압축강도는 62.3MPa로서 목표로 한 설계기준강도를 만족하는 것으로 나타났다.

간이내화시험을 위한 시험체는 Figure 2에 나타난 바와 같이 500×500×300mm 크기로 제작되어진 거푸집에 피복두께 30mm가 되도록 직경 13mm 이형철근을 삽입하였다. 철근표면에 1,500℃까지 견딜 수 있는 K형 열전대를 시험체 정중앙부 피복철근의 표면에 부착한 후 고강도콘크리트를 타설하고 실내에서 28일간 기건양생하였다.

그리고 28일 압축강도가 설계기준강도 60.0 MPa이상인 것을 확인하고 내화모르타르를 100의 팬타입믹서에서 제조한 후 각 피복두께별로 내화피복을 실시하고 28일간 실내에서 기건양생하였다. 내화모르타르를 28일간 기건양생을 실시하고 나서 Figure 2 및 Figure 3에 나타난 바와 같은 간이 내화시험장치를 이용하여 KS F 2257의 표준 시간-가열곡선에 적합하도록 3 시간동안 가열하였으며, 열전대를 통하여 데이터로거에 5분 간격으로 내부철근 온도를 저장하였다.

또한 간이 내화시험이 완료된 후 가열면 시험체 중앙부의

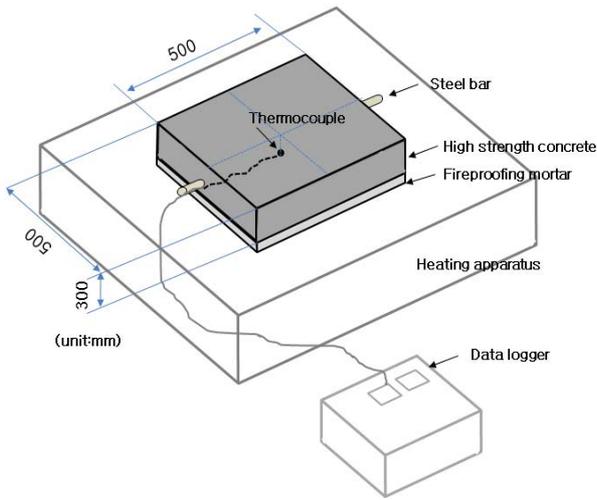


Figure 2. Schematic description of the simplified heating apparatus



Figure 3. Simplified heating test set-up of specimen

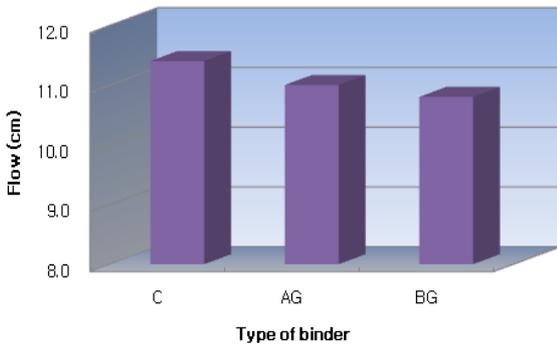


Figure 4. Flow of fireproof mortarr

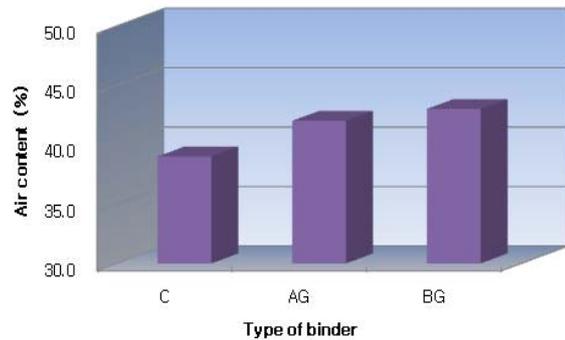


Figure 5. Air content of fireproof mortar

시료를 채취한 후 XRD 및 SEM분석을 통하여 내화모르타르 가열 전·후의 재료특성을 비교분석하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 내화모르타르의 물성

시멘트 및 석고계 내화모르타르의 플로우 측정결과를 Figure 4에 나타내었다. 결합재로서 시멘트를 사용한 시멘트계 내화모르타르의 플로우 11.4cm와 비교하여 석고계 내화모르타르는 α 형 반수석고의 경우 11.0cm, β 형 반수석고의 경우 10.8cm로서 상대적으로 작게 나타났다. 이는 반수석고가 지니고 있는 빠른 경화성능때문으로 작업시간 확보

를 위해서는 α 형 및 β 형 반수석고에 적합한 지연제의 적정 사용량을 파악하는 것이 중요할 것으로 사료된다.

시멘트 및 석고계 내화모르타르의 공기량 측정결과를 Figure 5에 나타내었다. 결합재로서 시멘트를 사용한 시멘트계 내화모르타르의 공기량 39%와 비교하여 석고계 내화모르타르는 α 형 반수석고의 경우 42%, β 형 반수석고의 경우 43%로서 상대적으로 크게 나타나고 있어 동일한 AE제를 첨가하더라도 시멘트를 결합재로 사용하는 내화모르타르보다는 반수석고를 결합재로 사용하는 내화모르타르에서 상대적으로 많은 공기포를 유발시켜 내화성능을 향상시킬 수 있을 것으로 사료된다.

시멘트 및 석고계 내화모르타르의 단위용적중량 측정결과

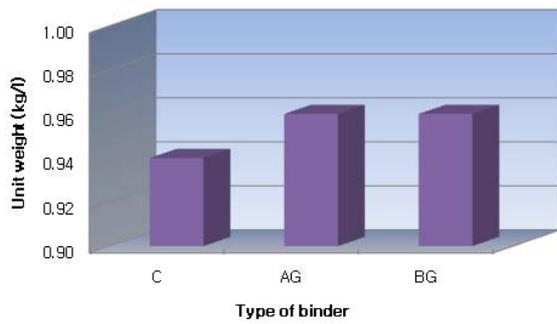


Figure 6. Unit weight of fireproof mortar

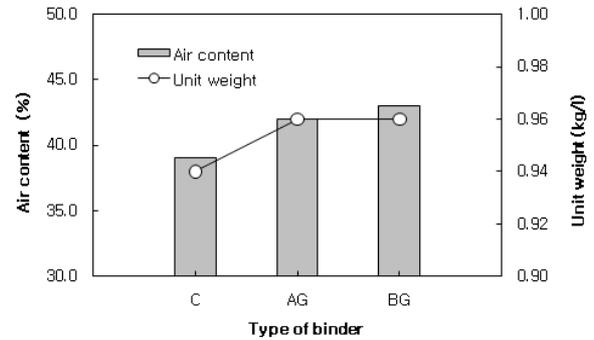


Figure 7. Air content and unit weight of fireproof mortar

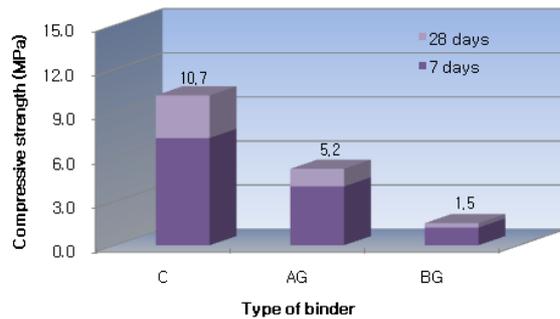


Figure 8. Compressive strength of fireproof mortar

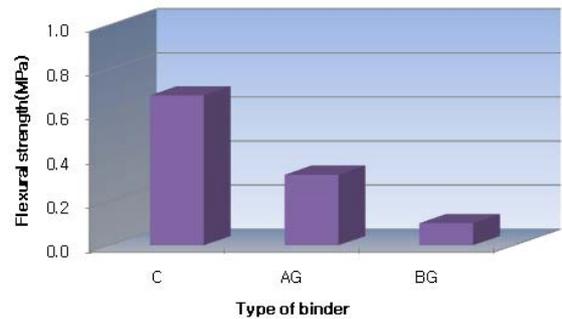


Figure 9. Flexural strength of fireproof mortar

를 Figure 6에 나타내었다. 결합재로서 시멘트를 사용한 시멘트계 내화모르타르의 단위용적중량 0.94kg/l 와 비교하여 석고계 내화모르타르는 α형 반수석고의 경우 0.96kg/l, β형 반수석고의 경우 0.94kg/l 로서 대체적으로 시멘트계와 유사한 수준을 보이고 있다.

시멘트 및 석고계 내화모르타르의 공기량과 단위용적중량과의 관계를 Figure 7에 나타내었다. 일반적으로 공기량이 높을수록 단위용적중량이 감소하지만[4] 본 연구에서의 내화모르타르는 반수석고계 내화모르타르의 경우 시멘트계와 비교하여 공기량이 상대적으로 높지만 단위용적중량은 다소 높게 나타나고 있다.

시멘트 및 석고계 내화모르타르의 압축강도 측정결과를 Figure 8에 나타내었다. 결합재로서 시멘트를 사용한 시멘트계 내화모르타르의 28일 압축강도 10.7MPa와 비교하여 석고계 내화모르타르는 α형 반수석고의 경우 5.2MPa, β형 반수석고의 경우 1.5 MPa로서 50%이하 수준을 발현하고 있다. 이는 석고계 내화모르타르가 시멘트계 내화모르타르의 압축강도를 충족시킬 수 없는 것으로 사료되며 석고계 중에서도 α형 반수석고는 시멘트계와 비교하여 약 50%수

준, β형 반수석고는 시멘트계와 비교하여 약 20%수준을 보이고 있어 압축강도 측면에서는 α형 반수석고 결합재가 β형 반수석고보다 우수한 것으로 나타났다. 또한 석고계는 반수석고가 지니고 있는 빠른 경화성능 때문에 28일 압축강도에 대한 7일 압축강도 비율이 시멘트계 70%수준과 비교하여 약 80%수준으로서 높은 것으로 나타났다.

시멘트 및 석고계 내화모르타르의 휨강도 측정결과를 Figure 9에 나타내었다. 결합재로서 시멘트를 사용한 시멘트계 내화모르타르의 28일 휨강도 0.68MPa와 비교하여 석고계 내화모르타르는 α형 반수석고의 경우 0.32MPa, β형 반수석고의 경우 0.10MPa로서 시멘트계의 50%이하 수준을 발현하고 있다.

시멘트 및 석고계 내화모르타르의 길이변화 측정결과를 Figure 10에 나타내었다. 결합재로서 시멘트를 사용한 시멘트계 내화모르타르의 28일에서의 길이변화 -7.33mm와 비교하여 석고계 내화모르타르는 α형 반수석고의 경우 -3.31 mm, β형 반수석고의 경우 -2.86mm로서 시멘트계 내화모르타르와 비교하여 수축량이 50%이하인 것으로 나타났다.

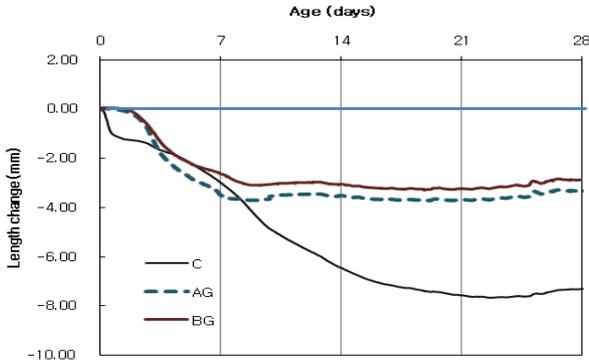
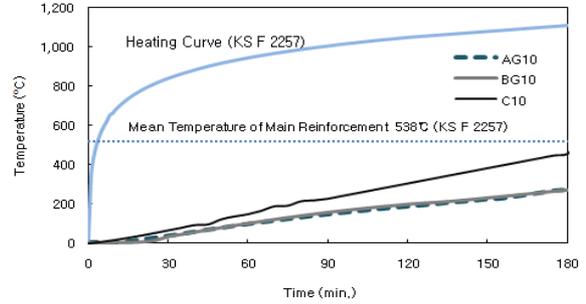


Figure 10. Length change of fireproof mortar

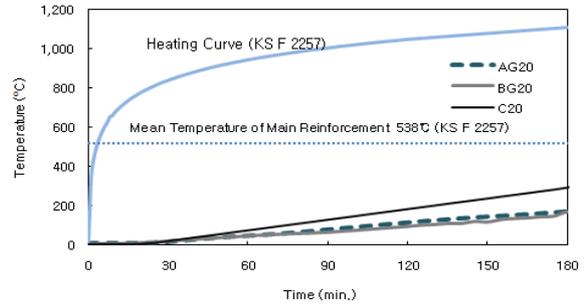
시멘트의 경우 비빔직후 재령 1일부터 수축하기 시작하여 재령 14일까지 수축량이 증대하고 있으며, 그 이후로는 안정적인 수치를 나타내고 있다. 특히 비빔직후에서부터 재령 2일까지와 재령 7일에서부터 재령 9일까지에서의 기간은 급격하게 수축량이 증대하는 경향을 보이고 있다. 이와 비교하여 석고계 내화모르타르는 비빔직후부터 재령 2일까지는 약간의 팽창량을 나타내고 있으나 재령 2일부터 수축하기 시작하여 재령 7일까지 급격한 수축량이 증대하고 그 이후로는 안정적인 수치를 나타내고 있다. 이와 비교하여 α 형 반수석고 및 β 형 반수석고 내화모르타르의 길이변화특성은 유사한 경향을 나타내고 있다. 따라서 시멘트계 내화모르타르의 경우 석고계와 비교하여 수축으로 인한 균열발생이 우려되고 이로 인하여 화재발생시 구조물의 내화성능이 저하될 가능성이 있는 것으로 사료된다.

3.2 내화성능

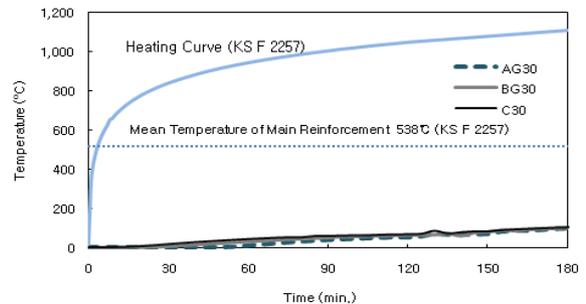
시멘트 및 석고계 내화모르타르의 간이 내화시험결과를 Figure 11에 나타내었으며, 가열시간 180분에서의 내부철근 도달온도를 Table 5에 나타내었다. 결합재로서 시멘트를 사용한 시멘트계 내화모르타르의 가열시간 180분에서의 내부철근 도달온도는 두께 10mm에서 458℃, 두께 20mm에서 293℃, 두께 30mm에서 108℃를 나타낸 것과 비교하여 석고계 내화모르타르는 α 형 반수석고의 경우 두께 10mm에서 275℃, 두께 20mm에서 170℃, 두께 30mm에서 103℃, β 형 반수석고의 경우 두께 10mm에서 273℃, 두께 20mm에서 171℃, 두께 30mm에서 103℃로서 KS F 2257에서 규정하고 있는 내부철근 평균온도인 538℃ 이하를 모두 만족하고 있는 것으로 나타났다.



(a) Cover depth 10mm



(b) Cover depth 20mm



(c) Cover depth 30mm

Figure 11. Temperature distribution of steel bar

Table 5. Temperature of steel bar at 180min.

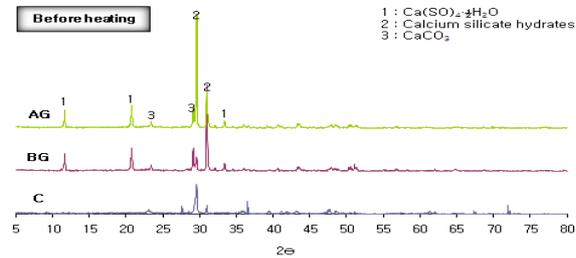
Index	Temperature of steel bar (°C)		
	Cover depth 10mm	Cover depth 20mm	Cover depth 30mm
C	458	293	108
AG	275	170	103
BG	273	171	103

내화모르타르 피복두께 30mm의 경우 시멘트계 및 석고계 내화모르타르 종류에 따른 내부철근 도달온도에는 차이가 없었으나 내화모르타르 피복두께 20mm이하의 경우 석고계 및 시멘트계 내화모르타르 종류에 따른 내부철근 도달온도에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 피복두께 20mm에서 약 120℃, 피복두께 10mm에서 약 180℃정도로 시멘트계 내화모르타르의 내부철근 도달온도가 석고계 내화모르타르의

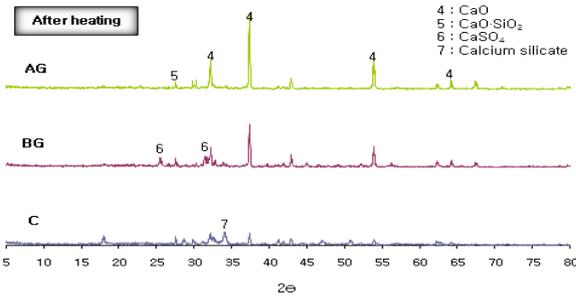
내부철근 도달온도보다 높게 나타났다. 그러나 α형 반수석고와 β형 반수석고에 따른 영향은 보이지 않았다.

내화시험 후의 내화모르타르 표면성상은 시멘트계 내화모르타르는 육안으로 보여지는 균열이 보이고 있지 않지만 석고계 내화모르타르의 경우 1,200°C의 고온에 노출되었다가 내화시험 후 상온으로 갑자기 떨어지면서 폭 0.1mm이상의 균열이 발생하였다. 이는 석고 경화체는 고온에 노출되면 탈수하면서 반수석고를 거쳐 무수석고가 되는데 이때 III형 무수석고로부터 II형 무수석고의 변화과정에 결정전이에 의한 수축이 일어났기 때문으로 사료되며[6], 이는 고강도콘크리트의 내화모르타르로 적용시 화재에 노출될 경우 콘크리트 표면과의 부착성에 영향을 미칠 것으로 판단된다.

α형 반수석고와 β형 반수석고를 사용한 내화모르타르의 내화시험 전후의 XRD 분석결과는 Figure 12에 나타난 바와 같이 내화시험 전의 경우 2θ값 11.7도, 20.8도, 33.4도 부근에서 이수석고 피크가 크게 형성되었다. 이 외에 29.5도와 29.2도 부근에서 석고계조시 미반응된 탄산칼슘 피크가 나타나고 있다. 이수석고는 반수석고가 수화되면서 형성되어 나타난 것으로 내화시험이 진행되면서 탈수 및 상전이 되어 내화시험 후에는 2θ값 32.3도, 37.2도, 54도, 64.3도 부근에서 피크가 형성되는 생석화나 2θ값 25.7도, 31.6도 부근에서 피크가 형성되는 무수석고로 대부분 전이 되는 것으로 나타났다.



(a) Before heating



(b) After heating

Figure 12. XRD analysis of fireproof mortar

이러한 결과는 Figure 13에 나타난 SEM 측정결과를 통해서도 확인할 수 있다. 내화시험 전의 모습을 보면 침상형의 이수석고 결정이 매우 많이 존재하는 모습을 관찰할 수 있으나 내화시험 후에는 이수석고 결정을 관찰하기가 어려우며 작고 둥근 형태의 입자들이 다량 분포되어 있는 것을 관찰할 수 있다. 반수석고는 170°C 근처에서 탈수되기 시작하여 온도별로 III형 무수석고, II형 무수석고, I형 무수석고로 전이된다.

Florke[7]는 II형에서 I형 무수석고로의 전이가 1,180°C에서 일어나고 1,240°C에서는 점진적으로 CaO와 SO₃로의 분해가 일어난다고 보고하고 있다. Arai 등[7]은 II형 무수석고는 1,000°C~1,050°C에서 장시간 가열하면 CaO와 SO₃로 분해되는 것으로 보고하였다. 따라서 II형 무수석고로부터 I형 무수석고로의 전이는 1,180°C인 것으로 여겨지나 I형 무수석고는 II형 무수석고가 CaO와 SO₃로 분해되는 과정에서 나타나는 준안정상으로 여겨지고 있다. 따라서 이러한 온도에 따른 단계적 탈수반응 및 석고상의 전이에 의하여 반수석고가 내화성능을 발휘하는 것으로 사료된다.

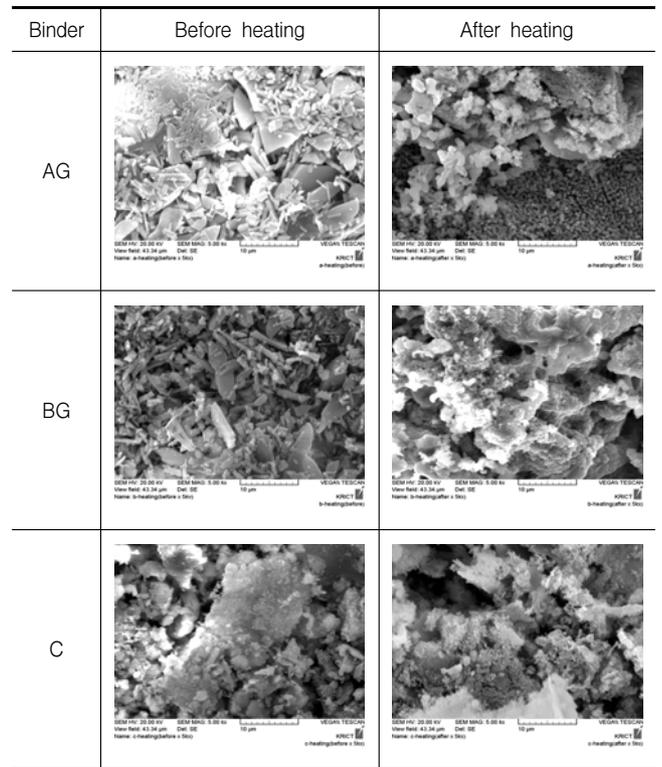


Figure 13. SEM analysis of fireproof mortar

4. 결 론

다양한 시멘트 및 석고계 내화모르타르를 고강도콘크리트에 피복한 후 표준 시간-가열곡선에 적합하도록 제작한 간이 내화시험장치를 이용하여 내부철근의 온도상승을 상대적으로 비교평가한 본 논문의 결론은 다음과 같다.

- 1) 석고계 내화모르타르가 시멘트계 내화모르타르의 압축강도와 비교하여 낮게 나타났으며, 석고계 중에서도 α 형 반수석고는 시멘트계와 비교하여 약 50%수준, β 형 반수석고는 시멘트계와 비교하여 약 20%수준을 보이고 있어 압축강도 측면에서는 α 형 반수석고 결합재가 β 형 반수석고보다 우수한 것으로 나타났다.
- 2) 석고계 내화모르타르는 시멘트계 내화모르타르와 비교하여 수축량이 50%이하인 것으로 나타났으며, 시멘트계로 내화모르타르를 제조할 경우 석고계와 비교하여 수축으로 인한 균열발생이 우려되고 이로 인하여 화재 발생시 구조물의 내화능력이 저하될 가능성이 있는 것으로 사료된다.
- 3) 석고계 내화모르타르는 시멘트계 내화모르타르와 비교하여 화재에 노출된 고강도콘크리트 내부철근 온도상승억제에 효과적인 것으로 나타났으며, 내화모르타르 피복두께가 작을수록 시멘트계 내화모르타르와의 내부철근 온도차이가 증가하고, 석고계인 α 형 반수석고와 β 형 반수석고의 차이는 없는 것으로 나타났다.

종합적으로 석고계 내화모르타르는 시멘트계 내화모르타르와 비교하여 강도는 50%이하 수준이지만 치수안정성이 우수하고 화재에 노출된 고강도콘크리트 내부철근 온도상승억제에 효과적인 것으로 나타났으며, 향후 본 논문의 결과를 바탕으로 시멘트 및 석고계 내화모르타르 피복 고강도콘크리트 실물 기둥의 내화능력을 평가하기 위한 비재하 가열 시험인 수평부재용 가열로 시험을 수행할 계획이다.

요 약

고강도콘크리트 부재 표면에 내화모르타르를 피복하여 화재시 콘크리트 표층부의 온도상승을 저감시킴으로서 내부철근온도 상승을 억제한다. 본 논문은 간이내화시험을 통하여 시멘트 및 석고계 내화모르타르 피복 고강도콘크리트의 내부철근 온도상승을 검토하기 위한 것이다. 그 결과 석고

계 내화모르타르가 시멘트계 내화모르타르보다 고강도콘크리트의 내부철근 온도상승을 저감시키는데 효과적인 것으로 나타났으며 내화모르타르 피복두께가 작을수록 시멘트계 내화모르타르와의 내부 철근 온도차이가 증가하였다. 또한 α 형 반수석고와 β 형 반수석고 종류에 따른 내화모르타르의 온도상승 저감효과와의 차이는 없는 것으로 나타났지만, α 형 반수석고 내화모르타르의 압축강도가 β 형 반수석고 내화모르타르보다 높게 나타났다.

키워드 : 내화모르타르, 고강도콘크리트, 석고, 철근, 온도상승

Acknowledgement

This work was supported by Woosuk University(2011).

Reference

1. Hertz KD. Limits of spalling of fire-exposed concrete, Fire Safety Journal 2003;38:103-116.
2. The Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, Fire resistance performance management standard for high strength concrete, Notification of MLTM No. 2008-334(2008).
3. Song H, Thermal properties and explosive spalling for high strength concrete, Magazine of the Korea Concrete Institute 2008;20(5):26-32.
4. Seo SS, A Study on the mechanical properties of α -hemihydrated gypsum based mortar, Proceeding of the Architectural Institute of Korea 2008:379-382.
5. Igarashi S, Stresses and creep relaxation induced in restrained autogenous shrinkage of high-strength pastes and concretes, Advances in Cement Research 1999;11(4):169-177.
6. Inorganic Material Institute of Japan, Cement-Gypsum-Lime Handbook, Tokyo: Gihodoshuppan; 1995.
7. Locher FW. Setting of cement-I, II, III, IV, Zement-Kalk-Gips 1983;72(4).