



## 방화석고보드를 부착한 고강도 콘크리트 기둥의 내화성능

염광수<sup>1)</sup> · 전현규<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>GS건설(주) 기술연구소

## Fire Resistance Performance of High Strength Concrete Columns with Fireproof Gypsum Board

Kwang-Soo Youm<sup>1)</sup> and Hyun-Gyu Jeon<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup>GS E&C Research Institute, GS E&C, Youngin 449-831, Korea

**ABSTRACT** In this study, fire resistance performance of high strength concrete specimen with fireproof gypsum board was investigated for possible use in upgrading fire-resistant performance of the existing building and repair of fire damaged structures. Fire test of eight identical high strength concrete columns were carried out for 180 minutes in accordance with ISO-834. The temperature distributions in longitudinal reinforcement and concrete temperature at various depths were recorded. The fireproof performance of gypsum board and explosive spalling of concrete were observed. The specimens with 15 mm thick two-ply fireproof gypsum board spalled after gypsum board crumbled regardless of fastening methods. However, when the thickness of fireproof gypsum board was more than 30 mm, it was possible to prevent the explosive spalling and control the rebar temperature. Although the effect of cover thickness could not be compared because the explosive spalling occurred, there seemed to be no difference in insulation efficiency.

**Keywords :** fire-resistant gypsum board, explosive spalling, fire resistance performance, fastening method, glass fiber tissue

### 1. 서 론

2008년에 신설된 50 MPa 이상의 고강도 콘크리트의 내화성능 관리기준<sup>1)</sup>에 규정된 내화성능을 확보하기 위하여 콘크리트 배합시 유기섬유재료를 미리 혼합하는 방법과 일반 고강도 콘크리트에 피복재를 부착시켜 온도상승을 억제하여 폭발을 방지하는 방법에 대한 다양한 연구가 진행되었다.<sup>2-7)</sup> 특히 피복재의 경우 기 시공된 고강도 콘크리트 구조물과 이미 화재로 손상을 입은 콘크리트에 적용이 가능하지만, 피복재 부착으로 인해 고강도 콘크리트 기둥의 면적이 증가하여 구조물 내부의 사용면적이 줄어들고 추가공정과 비용이 발생하는 단점이 있다. 현재 사용중인 내화피복재의 종류는 일반적으로 내화페인트, 내화모르타르 그리고 내화보드로 분류된다. 내화페인트는 콘크리트 부재 표면의 습기로 인해 장기적으로 탈락이 발생할 가능성이 높기 때문에 사용가능성이 낮을 것으로 판단되며, 내화모르타르의 경우 철골 또는 석유화합단지에 많이 사용되고 있지만, 아직 고강도 콘크리트에 뽐칠로 시공하여 내화성능을 평가한 연구는 미미한

실정이다. 반면에 내화보드의 일종인 방화석고보드는 1980년대 화재 및 소음저감에 효과적인 대안으로 등장한 후 25년이 경과하지 않아 현재 세계적으로 널리 사용되고 있으며, 국내의 경우도 2008년에 천만 m<sup>2</sup>를 사용하였으며, 그 추세는 계속 증가하고 있다.<sup>8)</sup>

이 연구에서는 기존 건축물의 내화성능 보강방안과 화재 후 손상을 입은 건축물의 보수방안으로 방화석고보드를 적용하기 위해 방화석고보드의 두께, 방화석고보드 적용에 따른 면적증가를 최소화하기 위한 시공 방법, 종류 그리고 피복두께를 변화시켜 고강도 콘크리트의 내화성능을 평가하였다. 동일하게 제작한 8기의 고강도 콘크리트 기둥에 180분 내화시험을 실시하여 종방향철근의 온도와 콘크리트의 깊이별 온도분포, 방화석고보드의 탈락, 그리고 폭발발생여부 등의 내화성능을 평가하였다.

### 2. 실험 계획 및 방법

#### 2.1 실험 개요

국토해양부 고시 제2008-334호 규정에 따라 제작된 8기의 설계강도 50 MPa 고강도 콘크리트 기둥에 3 종류의 방화석고보드를 두께와 시공방법을 달리하여 부착한 후 KS F 2257 규정에 따라 내화시험을 실시하였다.<sup>1)</sup> 방

\*Corresponding author E-mail : hkjeon@dreamwiz.com

Received October 14, 2009, Revised January 6, 2010,

Accepted January 20, 2010

©2010 by Korea Concrete Institute

화석고보드의 내화성능을 검증하기 위하여 종방향철근에 설치한 4기의 열전대외에 콘크리트내의 온도분포를 확인하기 위해서 콘크리트 표면, 표면에서 깊이 2 mm, 30 mm, 50 mm, 그리고 70 mm에 추가로 5기의 열전대를 설치하였다. 내화시험 후 방화석고보드의 탈락과 이로 인한 고강도 콘크리트 기둥의 폭렬발생여부를 조사하였다.

## 2.2 사용 재료

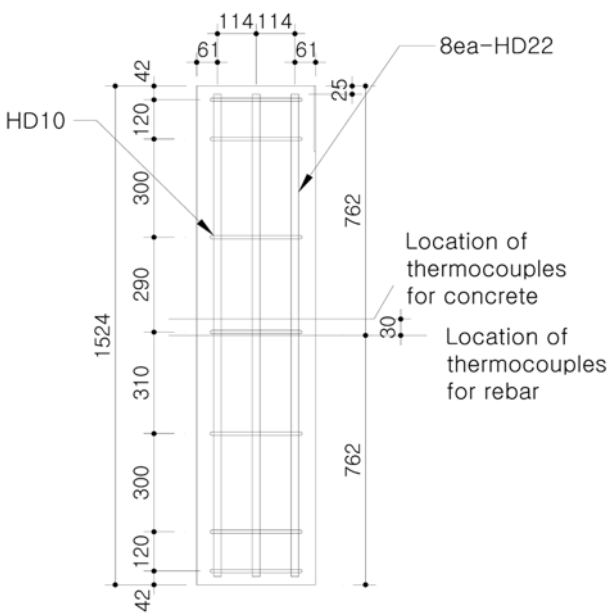
고강도 콘크리트의 내화성능을 확보하기 위하여 이 연구에서 사용된 방화석고보드는 L사의 방화석고보드로 3 종류의 제품을 사용했으며, 각각의 방화석고보드의 제품특성을 Table 1에 정리하였다. 12.5\_K와 15\_K는 각각 두께가 12.5 mm와 15 mm인 국산제품이고, 15\_F는 두께 15 mm인 프랑스 제품이다.

## 2.3 실험체 제작

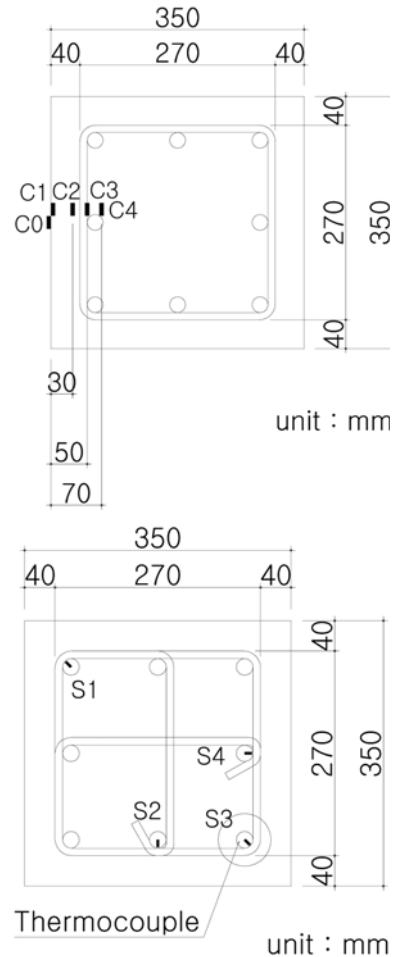
고강도 콘크리트 관리기준에 따라 높이 1,524 mm, 단면 350 mm × 350 mm인 피복두께 40 mm인 실험체 6기와 피복두께 50 mm인 실험체 2기를 제작하였다. 각 실험체는 직경 22 mm인 8개의 종방향철근(longitudinal rebar)과 직경 10 mm인 띠철근(tie rebar)을 300 mm 간격으로 배근하였으며, 사용된 철근의 항복강도는 420 MPa이다. Fig. 1

**Table 1** Physical properties of fire-check gypsum board

Characteristics	12.5_K	15_K	15_F
Thickness (mm)	12.5	15.0	15.0
Moisture content (%)	0.7	0.8	-
Resistance (K·m <sup>2</sup> /W)	0.071	0.077	-
Specific heat (J/kg·K)	1,090	1,090	1,090



**Fig. 1** Details for specimen (unit : mm)



**Fig. 2** Position of thermocouples in concrete and reinforcement

은 실험체 단면도이며, Fig. 2에 콘크리트와 종방향철근의 온도를 측정하기 위해 실험체의 중앙부에 설치한 각각 5기와 4기의 열전대(thermocouple)의 위치를 나타내었다.

콘크리트에 설치한 열전대는 표면으로부터 깊이에 따라 C0(surface), C1(2 mm), C2(30 mm), C3(50 mm) 그리고 C4(70 mm)로 분류하였으며, 종방향철근에 설치한 열전대는 모서리(S1, S3), 단면중앙(S2, S4)로 분류하였다.

종방향철근에 설치한 열전대는 종방향철근의 내부온도를 측정하기 위하여 직경 3 mm, 깊이 5 mm의 구멍을 뚫어 철근내부에 열전대를 삽입하였다.

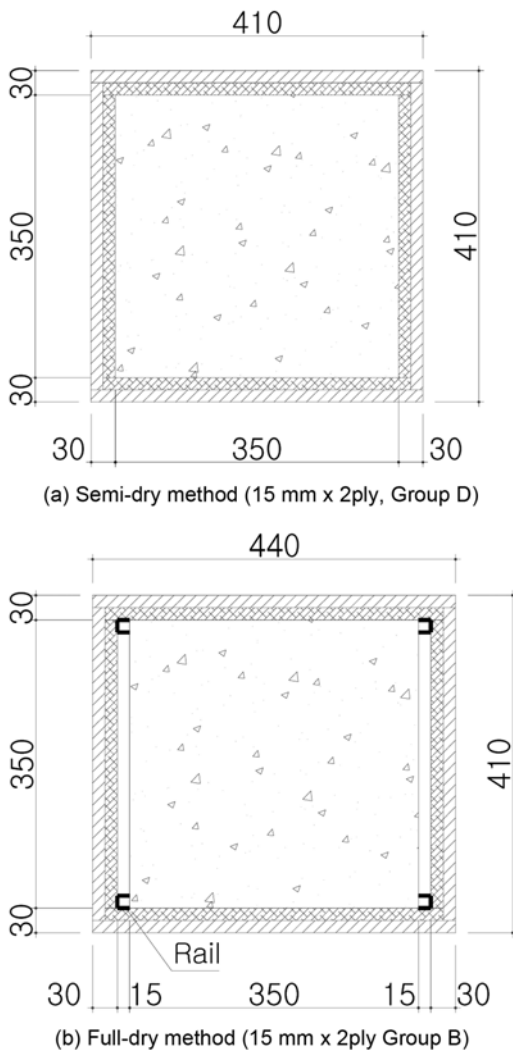
실험체에 설계강도 50 MPa의 고강도 콘크리트를 타설한 후 4주간 양생하였다. 제조사와 공동으로 방화석고보드를 실험체에 부착하였다. 부착방식은 2가지로, 접착제로 실험체에 보드를 완전밀착하고 나사로 보드를 고정한 후 corner bid로 모서리를 마감한 반건식공법(semi-dry method)과 폭 15 mm 레일에 나사로만 보드를 고정한 완전건식공법(full-dry method)을 적용하였다. 시험변수로는 방화석고보드 종류, 보드두께, 그리고 콘크리트 피복두께이며, 총 4개의 그룹으로 나누어 각 그룹당 2기의 동일한 실험체를 제작하여 180분간 내화시험을 실시하였다. 각 실험체의 분류와 보드두께, 시공방법, 그리고 콘크리트 피복두께를 Table 2에 정리하였다.

**Table 2** Summary of test parameters

Specimen group	Board type	Total board thickness (mm)	Attachment method	Concrete cover (mm)
A	12.5_K	25	Semi-dry	50
B	15_K	30	Full-dry	40
C	15_F	15		
D	15_K	30	Semi-dry	

실험체에 보드를 부착함에 따라서 전체면적이 증가하게 된다. 15 mm × 2장의 방화석고보드를 각각 Fig. 3(a)는 반건식공법으로, Fig. 3(b)는 완전건식공법으로 시공한 실험체 단면이다. 또한 각 시공방법에 따라서 증가된 면적비를 Table 3에 비교하였다.

참고로, 국내에서 생산되는 방화석고보드의 최대두께는 25 mm이지만, 동일한 두께일 경우 12.5 mm × 2장을 사용할 때의 방화성능이 더 우수한 것으로 알려져 있다. 또한 방화석고보드의 내화수준(fire resistance level)은 구조적 적절성(structural adequacy), 형상유지력(integrity), 그리고 단열성(insulation)으로 평가된다. 이 연구에서는 비



**Fig. 3** Section details after attaching board

**Table 3** Increased area after attaching board

Specimen group	Dimension*		Attachment method	Total area (mm <sup>2</sup> )	Increased area ratio (%)**
	B (mm)	L (mm)			
A	400	400	Semi-dry	160,000	30.6
B	440	410	Full-dry	180,400	47.3
C	410	380		155,800	27.2
D	410	410	Semi-dry	168,100	37.2

\*Breath and length of specimen after attaching board

\*\*Increased area ratio = total area/concrete specimen area

재하 내화시험을 실시하기 때문에 구조적 적절성을 제외한 형상유지력과 단열성이 영향을 줄 것으로 판단된다.

### 3. 실험 결과 및 분석

#### 3.1 내화성능

180분의 내화시험 중 Table 4에 정리한 바와 같이 일부 실험체에 폭발이 발생하였다. 12.5 mm × 2장의 방화석고보드를 붙인 실험체 A1과 A2의 경우, 보드가 형상유지력을 잃은 후 탈락되면서 각각 114분과 117분부터 콘크리트의 온도가 상승하였고 동시에 폭발이 발생하였다. 모서리부분에서 먼저 콘크리트 탈락이 시작되었으며, 실험체 전체면으로 확장되었다. 대략 3~4분 후부터 모서리철근의 온도가 먼저 상승하기 시작하였으며, 중앙부철근의 온도는 상대적으로 늦게 올라가는 경향을 보였다.

완전건식공법으로 15 mm × 2장의 방화석고보드를 부착한 실험체 B1의 경우 143분에 폭발이 시작되었지만, B2의 경우에는 폭발이 일어나지 않았다. 폭발양상은 A그룹과 동일하였다. 15 mm × 1장의 프랑스제 방화석고보드를 부착한 C그룹의 경우 폭발이 발생하지 않았다.

15 mm × 2장의 방화석고보드를 반건식공법으로 부착한 D그룹의 경우 앞선 B그룹과 동일하게 D1의 경우 158분에 폭발이 발생하였지만, D2는 발생하지 않았다. 따라서 시공법에 따른 내화성능의 차이는 미미하다고 판단되었다.

시험 결과, 방화석고보드의 두께가 25 mm인 경우에는 보드의 내화성능이 부족하여 폭발을 방지할 수 없음을

**Table 4** Summary for test results

Specimen group	Specimen reference	Spalling type	Board Failure time in minutes
A	A1	Severe	114
	A2	Severe	117
B	B1	Severe	143
	B2	No	-
C	C1	No	-
	C2	No	-
D	D1	Severe	158
	D2	No	-

확인하였다. 하지만, 30 mm인 경우에는 방화석고보드가 고온에서 연소된 후에도 탈락을 하지 않으면 폭발방지 및 온도제어가 가능함을 확인하였다. 내화로의 노내 압력(20 Pa 유지)과 화염 접촉이 보드탈락의 일부 원인이 될 수 있겠지만, 방화석고보드가 탈락하게 되는 주원인으로 석고의 완전연소로 인해서 보드형상을 유지하지 못하기 때문으로 판단된다.

프랑스제 15 mm보드의 경우에는 종이로 양면을 마감한 국내방화보드와는 달리 유리섬유종이(glass fiber tissue)가 양면에 부착되어 단열성과 형상 유지력이 우수하기 때문에 보드내의 석고의 완전연소 후에도 보드탈락을 막아 폭발을 방지한 것으로 판단된다.

Fig. 4는 내화시험 후 내화로 내부의 모습으로 폭발이 발생하여 탈락된 보드와 콘크리트가 바닥에 쌓여 있다. Fig. 5(a)는 폭발이 발생하여 철근이 노출된 실험체 B1의 모습이고, Fig. 5(b)는 폭발이 방지된 실험체 B2의 모습이다.

### 3.2 내부콘크리트의 온도분포

Figs. 6~11에 각 실험체의 콘크리트 깊이별 온도분포를



Fig. 4 View of specimens after fire test

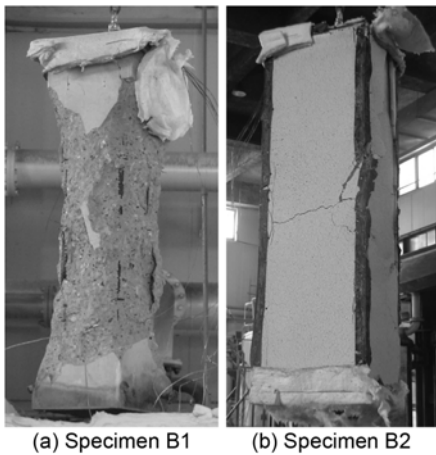


Fig. 5 Fire test results on (a) spalled specimen B1 and (b) protected specimen B2

정리하였다. 또한 Table 5에 180분 내화시험 후 최종온도를 정리하였다. Figs. 6~7의 실험체 A1과 B1은 방화석고보드 탈락 직후 콘크리트 표면과 내부(2 mm)온도가 급격히 상승하였지만, Fig. 10의 D1 실험체는 내부(2 mm)온도는 상대적으로 완만히 상승하고, 콘크리트 표면온도만 급격히 상승하였다. 두께 30 mm 방화석고보드가 탈락하지 않은 Fig. 8의 B2 실험체와 Fig. 11의 D2 실험체

Table 5 Comparison of concrete temperature at 180 minutes (unit: °C)

Specimen reference	C0 (Surface)	C1 (2 mm)	C2 (30 mm)	C3 (50 mm)	C4 (70 mm)
A1	1101.39	1015.1	707.3	507.9	381.8
A2	1124.5	1124.9	825.7	595.6	430.2
B1	1144.3	1076.1	563.8	348.8	215.1
B2	299.6	228.0	163.0	151.2	134.2
C1	557.2	373.2	282.1	235.1	201.4
C2	471.6	382.7	237.9	197.4	165.3
D1	1100.6	686.6	323.7	220.0	156.4
D2	293.5	239.1	168.2	161.5	-

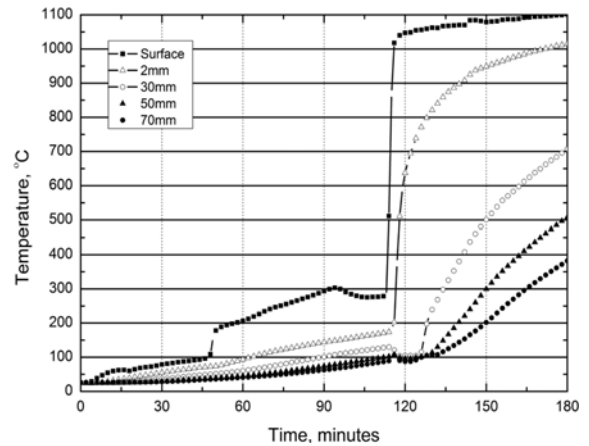


Fig. 6 Concrete temperature distribution at various depth for specimen A1

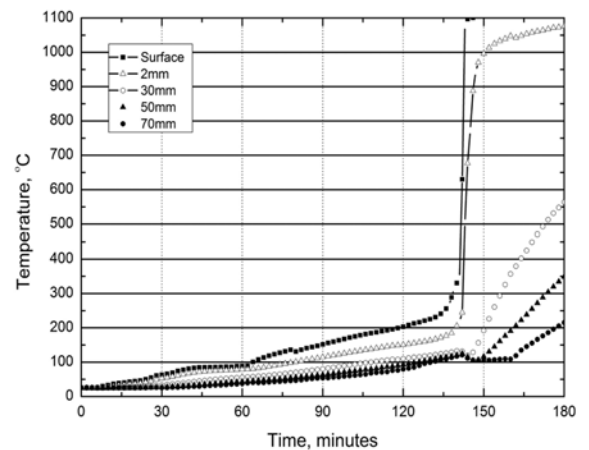


Fig. 7 Concrete temperature distribution at various depth for specimen B1

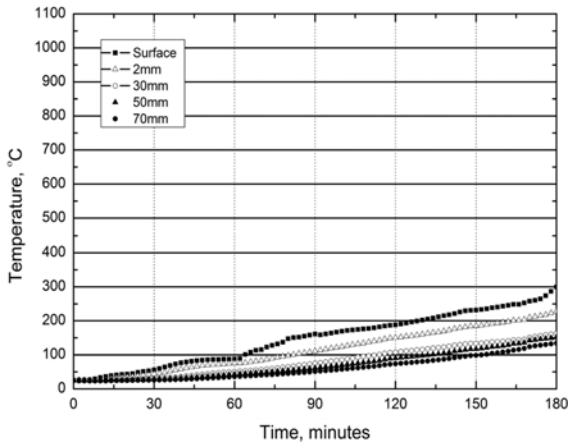


Fig. 8 Concrete temperature distribution at various depth for specimen B2

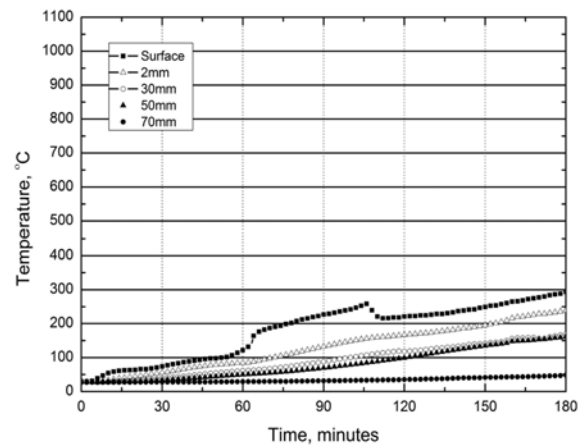


Fig. 11 Concrete temperature distribution at various depth for specimen D2

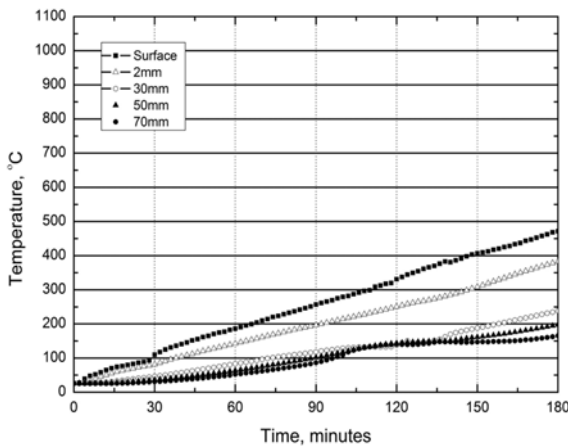


Fig. 9 Concrete temperature distribution at various depth for specimen C2

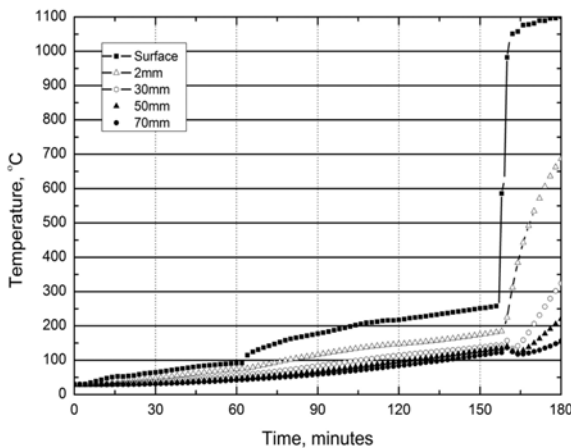


Fig. 10 Concrete temperature distribution at various depth for specimen D1

는 콘크리트 표면온도가 300°C 이하로 제어되었다.

반면에 15 mm의 방화석고보드를 부착한 C그룹의 경우는 콘크리트 표면온도가 각각 557.2°C와 471.6°C까지 상승하였다. 유리섬유중이의 단열성능으로 인해 보드 두께에 따른 단열성능 감소를 보완한 것으로 판단된다. 콘

크리트 피복두께에 따른 효과는 폭열이 발생하였기 때문에 비교할 수 없었다.

방화석고보드로 폭열이 발생하지 않은 실험체의 온도구배(temperature gradient)를 섬유혼입 콘크리트와 보통강도 콘크리트의 온도구배와 비교하였다. 보통강도 콘크리트 부재를 ISO 834 표준화재곡선으로 내화시험 실시 후 1시간이 경과했을 때 표면에서 깊이 16 mm와 42 mm 간의 온도구배는 11.5°C/mm이다.<sup>9)</sup> 섬유혼입 콘크리트 부재의 경우 1시간 가열 후 깊이 30 mm와 50 mm 간의 온도구배는 2.2°C/mm로, 2시간 가열 후에는 3.1°C/mm이며, 3시간 가열 후에는 3.2°C/mm로 측정되었다.<sup>6)</sup> 반면에 시공법을 달리하여 15 mm×2장의 방화석고보드를 붙인 B2와 D2 실험체의 1시간 가열 후 깊이 30 mm와 50 mm 간의 온도구배는 각각 0.40°C/mm과 0.56°C/mm로 섬유보강 콘크리트 보다는 최소 3.9배 이상, 보통강도 콘크리트 보다는 최소 20.5배로 낮았다. 15 mm 1장을 붙인 C1 실험체의 경우 1.13°C/mm로 약 2배 정도 높게 측정되었다. 방화석고보드의 높은 단열성능으로 인해 온도구배는 매우 낮았음을 확인할 수 있다. 60분 간격으로 측정된 각 실험체의 온도구배를 Table 6에 정리하였다.

### 3.3 종방향철근의 온도분포

각 실험체 그룹의 중앙철근 2개와 모서리철근 2개의 온도분포를 Figs. 12~17에 나타내었고, 180분 내화시험 후의 최종온도를 Table 7에 정리하였다. Figs. 12~13, 그리고 16은 폭열이 발생한 A1, B1 그리고 D1 실험체의

Table 6 Temperature gradient\* (unit: °C/mm)

Time (min)	B2	C1	D2	Hybrid concrete	Normal concrete
60	0.40	1.13	0.56	2.2	11.5**
120	0.87	0.68	0.94	3.1	-
180	0.59	2.35	0.33	3.2	-

\*Temperature gradient between 30 mm and 50 mm

\*\*Temperature gradient between 16 mm and 42 mm

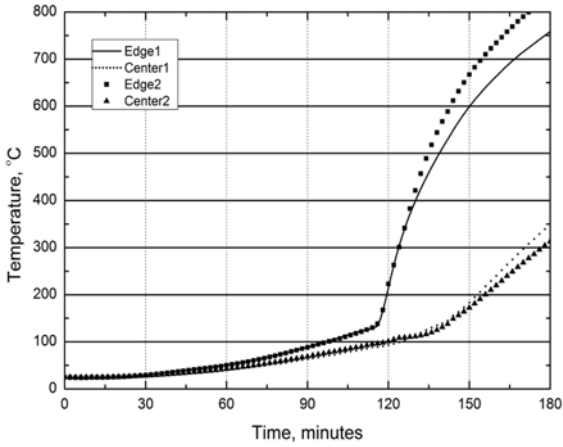


Fig. 12 Steel temperature distribution for specimen A1

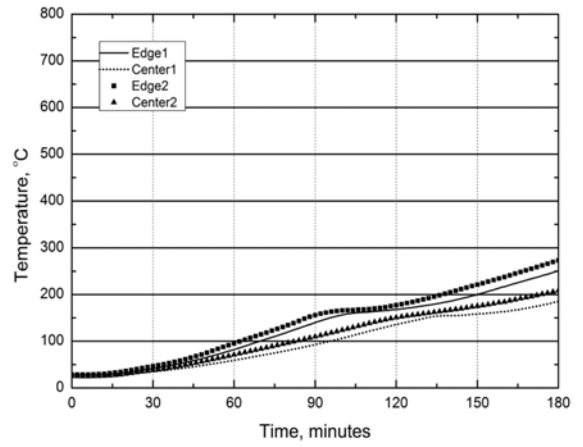


Fig. 15 Steel temperature distribution for specimen C2

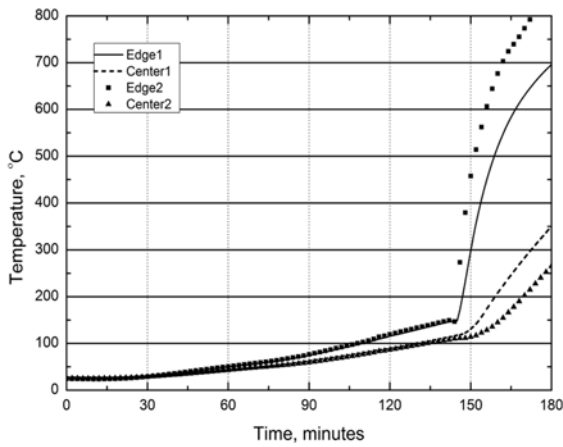


Fig. 13 Steel temperature distribution for specimen B1

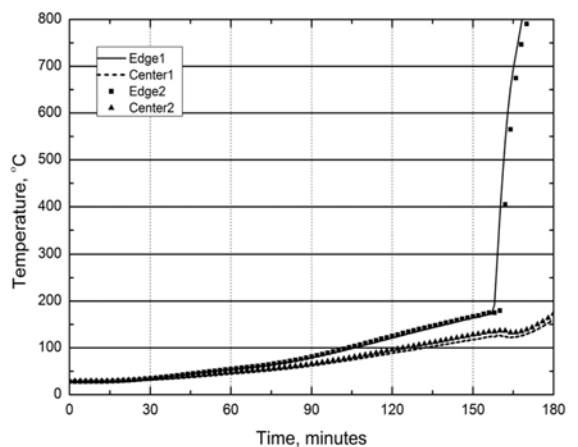


Fig. 16 Steel temperature distribution for specimen D1

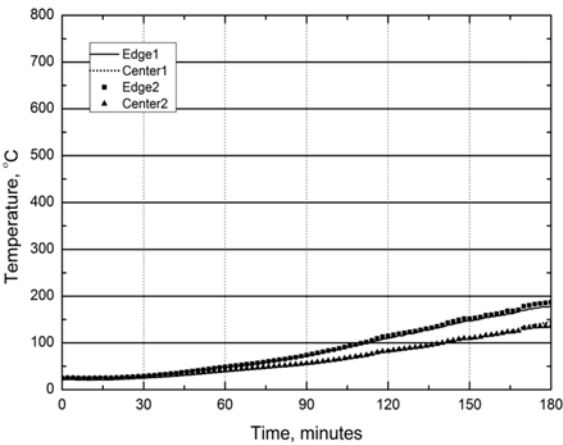


Fig. 14 Steel temperature distribution for specimen B2

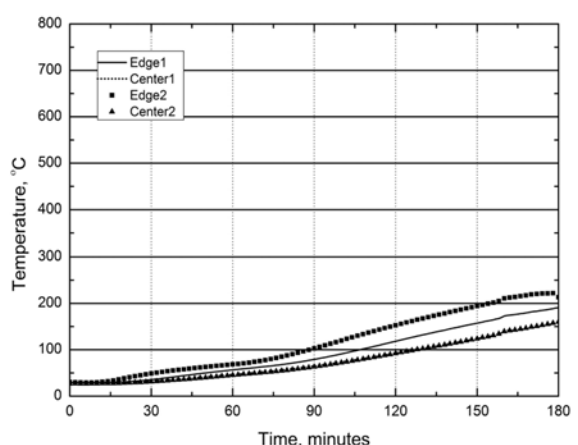


Fig. 17 Steel temperature distribution for specimen D2

철근 온도분포에서, 모서리철근의 온도가 급격히 상승하였음을 확인할 수 있는데, 이는 앞에서 언급한 바와 같이 모서리부분에서 폭열이 시작되었기 때문이다.

폭열이 발생하지 않은 30 mm 방화석고보드를 부착한 B2와 D2 실험체의 모서리철근의 최대 평균온도는 각각 183.0°C와 201.9°C이지만, 15 mm 방화석고보드를 부착한 C 그룹의 경우 299.3°C와 261.8°C로 최소 60°C 정도 온

도가 높다. 이는 방화석고보드의 두께차이와 유리섬유종이의 부착으로 인한 단열성능의 차이로 판단된다.

국산 방화석고보드에 유리섬유종이를 부착한다면 두께 15 mm를 사용해도 충분한 내화성능을 발휘할 수 있다고 판단되며, 이 경우 기존 방화석고보드 대비 약 20%의 원가상승이 예상된다.

**Table 7** Comparison of steel mean temperate at 180 minutes  
(unit: °C)

Specimen reference	Corner	Center	Mean
A1	796.5	331.6	546.0
A2	762.2	421.8	592.0
B1	778.8	307.6	543.2
B2	183.0	140.5	161.7
C1	299.3	219.3	259.3
C2	261.8	196.9	229.3
D1	969.9	166.8	568.3
D2	201.9	159.2	180.5

#### 4. 결 론

일반 고강도 콘크리트에 방화석고보드를 부착하여 기존 건축물의 내화성능 보강과 화재 후 손상을 입은 건축물의 보수에 사용하기 위해 방화석고보드의 두께, 방화석고보드 적용에 따른 면적증가를 최소화하기 위한 시공방법, 종류 그리고 피복두께를 변화시켜 고강도 콘크리트의 내화성능을 평가하였다.

- 1) 방화석고보드의 두께가 25 mm인 경우 120분 이내에 보드가 탈락하여 폭렬이 발생하였으며, 두께가 30 mm인 경우는 방화석고보드가 고온에서 연소된 후에도 탈락을 하지 않으면 폭렬방지 및 온도제어가 가능함을 확인하였다. 콘크리트 피복두께에 따른 효과는 폭렬이 발생하였기 때문에 비교할 수 없었으며, 보드 시공법에 따른 내화성능의 차이는 미미하다고 판단되었다.
- 2) 내화로의 노내 압력(20 Pa 유지)과 화염 접촉이 보드탈락의 일부 원인이 될 수 있겠지만, 방화석고보드가 탈락하게 되는 주원인으로 석고의 완전연소로 인해서 보드형상을 유지하지 못하기 때문으로 판단된다. 프랑스제 15 mm보드의 경우에는 종이로 양면을 마감한 국내방화보드와는 달리 유리섬유종이(glass fiber tissue)가 양면에 부착되어 단열성능과 형상유지력이 우수하기 때문에 보드내의 석고가 완전연소한 후에도 보드탈락을 막아 폭렬을 방지할 수 있었다.

**요 약** 기존 건축물의 내화성능 보강과 화재 후 손상을 입은 구조물의 보수에 사용하기 위해 방화석고보드의 두께, 방화석고보드 적용에 따른 면적증가를 최소화하기 위한 시공방법, 종류 그리고 피복두께를 변화시켜 고강도 콘크리트의 내화성능을 평가하였다. 동일하게 제작한 8기의 고강도 콘크리트 기둥에 ISO-834 화재곡선에 따라 180분 내화시험을 실시하여 종방향철근 온도와 콘크리트의 깊이별 온도분포, 방화석고보드의 형상유지성능, 그리고 폭렬발생여부 등의 내화성능을 평가하였다. 15 mm 2장의 방화석고보드를 붙인 실험체의 경우 시공방법에 상관없이 보드가 탈락하여 폭렬이 발생하였다. 하지만, 두께가 30 mm인 경우에는 방화석고보드의 형상유지력이 손실되지 않으면 폭렬방지 및 온도제어가 가능함을 확인하였다. 폭렬발생으로 콘크리트 피복두께에 따른 효과는 비교할 수 없었으며, 보드 시공법에 따른 내화성능의 차이는 미미하다고 판단되었다.

**핵심용어** : 방화석고보드, 폭렬, 내화성능, 시공방법, 유리섬유종이

- 3) 방화석고보드 탈락직후 콘크리트 표면과 내부(2 mm) 온도가 급격히 상승하였으며, 두께 30 mm 방화석고보드가 탈락하지 않은 실험체의 경우 콘크리트 표면온도가 300°C 이하로 제어되었다. 모서리 콘크리트부터 탈락되기 시작했으며, 폭렬은 실험체 전체로 확장되었다.
- 4) 30 mm 보드두께를 가진 실험체의 1시간 가열 후 깊이 30 mm와 50 mm간의 온도구배는 방화석고보드의 높은 단열성능으로 인해 각각 0.40°C/mm과 0.56°C/mm로 섬유보강 콘크리트 보다는 최소 3.9배 이상, 보통강도 콘크리트보다는 최소 20.5배로 낮았다.

#### 참고문헌

1. 국토해양부 고시, 고강도콘크리트 기둥·보의 내화성능 관리기준, 제2008-334호, 2008, pp. 1~8.
2. Nishida, A., Ymazaki, N., Inoue, H., Schneider, U., and Diederichs, U., "Study on the Properties of High-strength Concrete with Short Polypropylene Fibre for Spalling Resistance," *Proceedings of International Conference on Concrete under Severe Conditions*. CONSEC'95, Vol. 2, Sapporo, Japan, 1995, pp. 1141~1150.
3. Atkinson, T., "Polypropylene Fibers Control Explosive Spalling in High-performance Concrete," *Concrete*, Vol. 38, No. 10, 2004, pp. 69~70.
4. 장기현, 김원기, 김호림, 이진우, 양성환, 한천구, "고강도 콘크리트의 내화특성에 미치는 방화석고보드의 두께 및 접착 보강 방식의 영향," 대한건축학회 학술발표논문집, 28권, 1호, 2008, pp. 427~430.
5. 염광수, 전현규, 김홍열, "섬유혼입공법을 적용한 고강도 콘크리트 기둥의 비재하 내화시험," 콘크리트학회 논문집, 21권, 4호, 2009, pp. 467~473.
6. 원종필, 장창일, 이상우, 김홍열, 김완영, "하이브리드 섬유보강 고강도콘크리트 기둥부재의 내화성능," 콘크리트학회 논문집, 20권, 6호, 2008, pp. 827~832.
7. 송영찬, 이세현, 양완희, 김우재, 백병훈, "고강도 콘크리트의 폭렬방지를 위한 피복부착공법의 기초적 연구," 대한건축학회 학술발표논문집, 26권, 1호, 2006, pp. 365~368.
8. www.lafage-gypsum.co.kr.
9. Concrete Center, *Concrete and Fire*, The Concrete Center, 2004, 4 pp.