

내화뿔칠재 보와 기둥의 내화성능 분리평가에 대한 실험적 연구

전수민[†] · 김재준

한양대학교 건축공학과

Experimental Study on Separate Evaluations of Fire Resistance of SFRM for Steel Beams and Columns

Soo-Min Jeon[†] · Jae-Jun Kim

Dept. of Architectural Engineering, HanYang Univ.

(Received April 1, 2015; Revised June 12, 2015; Accepted June 23, 2015)

요 약

강구조용 내화뿔칠재는 내화구조로 인정을 받아야 사용할 수 있는데 내화뿔칠재 인정시 보와 기둥이 분리되어 평가 및 인정되고 있다. 보와 기둥의 내화시험 표준시험체는 단면형상계수 등이 상이하므로 내화피복 두께산정방법(KS F 2848)에 따르면 동일피복재를 사용하는 경우 동일성능의 보용 뿔칠재와 기둥용 뿔칠재는 피복두께가 상이할 것으로 예상할 수 있다. 그러나 현재 인정이 유효한 내화뿔칠재의 보 · 기둥 피복두께는 제품별로 서로 동일하거나 매우 유사하다. 그렇다면 동 뿔칠재의 내화구조 인정을 위한 성능시험시 보와 기둥의 강제평균온도에 차이가 있었을 것이라고 추정해 볼 수 있다. 본 연구를 통하여 보용 또는 기둥용 내화뿔칠재의 강제평균온도를 비교분석하여, 보용 · 기둥용으로 분리하여 평가 및 인정하고 있는 현 제도를 검토해 보고자 한다.

ABSTRACT

It is necessary to obtain a fire resistance certification in order to use SFRM in Korea. The fire resistance tests for certifications are performed separately for beams and columns and the certifications are different. We could assume that the same SFRM has different thicknesses for beams and columns because the conditions of the fire resistance tests for them differ in the section factors etc. But most of the SFRMs in Korea have the same thicknesses for beams and columns. So the question arises as to there were the differences between the fire test results for beams and columns reside. The purpose of this study is to consider the separate evaluation of the fire resistance of members through a comparative analysis of the temperature data obtained from fire certification tests.

Keywords : SFRM (Sprayed Fire Resistive Material), Fire resistance, Fire protection, Fire test, Steel structure, Section factor

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

건축물의 고층화에 따라 강도가 높고 생산성이 우수한 강재의 사용이 증가하고 있는데 강재는 화재시 내력저하가 발생하므로 내화피복 등을 통한 내화성능의 확보가 전제 되어야 한다^(1,5). 건축물 화재시 인명과 재산을 보호하기 위한 내화성능 확보 방법은 성능적 내화설계법과 사양적 내화설계법으로 분류할 수 있으며 국내에 제도화되어 있는 것은 주로 후자이다. 즉, 건축법 등에 따라 일정규모 이상의 건축물은 주요구조부를 내화구조로 하여야 하며 내화구조는 국토교통부에서 제시하는 법정내화구조와 한

국건설기술연구원에서 인정하는 내화구조가 사용된다⁽¹²⁾. 법정 내화구조와 인정 내화구조 모두 강제(철골 보 및 기둥)를 피복하여 내화성능을 확보하는데 법정 내화구조의 경우 콘크리트 등을 내화피복재로 사용하며 인정 내화구조의 경우 도료, 뿔칠, 보드 등을 내화피복재로 사용한다. 전자는 건축물의 피난 · 방화구조 등의 기준에 관한 규칙(국토교통부령)⁽¹²⁾에 내화구조로 명시되며 후자는 개별 구조에 대한 내화성능 확인 후 한국건설기술연구원에서 내화구조로 인정한다. 내화구조 인정 시 표준화제조조건에 노출된 피복된 강재의 온도변화를 측정하여 성능을 확인하는데 동 피복재는 보와 기둥을 분리하여 내화성능확인 및 내화구조 인정하며 이를 위한 보와 기둥의 표준시험체는

[†]Corresponding Author, E-Mail: min99806@hanmail.net
TEL: +82-31-910-0733, FAX: +82-31-910-0505

ISSN: 1738-7167
DOI: <http://dx.doi.org/10.7731/KIFSE.2015.29.4.001>

단면 등의 규격이 서로 다르다^(13,14).

내화피복재에 대하여 단면형상계수 등에 따라 피복두께를 산정하는 방법이 제시된 바 있으며^(1-3,7) 보와 기둥 표준 시험체의 단면형상 등이 상이하므로 동일 피복재, 동일 내화성능인 경우 보와 기둥의 피복두께가 서로 다를 것으로 예상할 수 있다. 그러나, 실제 인정내화구조의 동일 제품군 보 및 기둥 피복두께를 살펴보면 대부분 서로 두께가 유사하며 특히 뿔철재의 경우 보와 기둥 피복 두께가 동일한 사례가 일반적이다⁽¹⁵⁾. 이에 피복두께가 동일한 보 및 기둥 뿔철재 제품군의 경우 인정을 위한 내화시험시 보와 기둥의 내화온도에 유의한 차이가 있었을 것이라고 추정할 수 있다.

본 연구에서는 상기 뿔철재 제품군의 보 및 기둥의 내화 시험결과를 비교하여 내화뿔철재 보와 기둥을 분리하여 평가 및 인정하고 있는 현 제도의 타당성을 검토해 보고자 한다.

1.2 연구방법 및 범위

현재(2015년 5월) 내화구조의 인정이 유효한 ‘뿔철피복철골보’ 및 ‘뿔철피복철골기둥’ 중 보와 기둥에 사용된 피복재가 동일제품이고 피복두께가 동일하거나 유사한 구조가 26개이다. 내화구조 인정 과정에서 구조당 2회의 내화 성능시험을 실시하므로 총 52건의 시험 데이터가 존재하며, 구조별 보와 기둥 내화시험 결과가 서로 차이가 없다는 귀무가설을 전제로 동 내화시험 데이터를 쌍체비교 t-검정하여 통계적으로 유의한 차이가 있는 지 여부 및 분리 평가의 타당성을 검토한다.

2. 기존 제도 및 연구 고찰

보와 기둥을 분리하여 평가하는 제도를 살펴보면 ‘내화구조의 인정 및 관리기준’(국토교통부 고시 제2014-200호)⁽¹³⁾(이하 내화기준) 제2조 제6호에서 ‘내화구조를 구분하는데 있어 그 구성 제품의 종류에 따라 유사한 재료성분 및 형태를 묶어 분류한 것’을 내화품목이라 정의하며, ‘내화구조 인정 및 관리업무 세부운영지침’(이하 내화지침)⁽¹⁴⁾ 제2조 제1항 및 내화지침 별표1 ‘내화품목’에서 뿔철피복철골보와 뿔철피복철골기둥을 분리하여 별개의 품목으로 정의한다. 단, 동조 및 내화지침 별표2 ‘내화품목별 주요 재료·제품’의 정의에 따라 뿔철피복철골보와 뿔철피복철골기둥은 주요 재료·제품이 ‘뿔철재’로 동일하다. 그리고 내화지침 부록1 ‘내화구조 품질시험방법’ 2.4항의 내용에 따라 구조별로 내화시험을 2회 이상 실시하며 그 결과가 모두 적합하여야 한다.

아울러 보와 기둥의 내화시험 표준시험체 단면이 상이한 것과 관련하여 단면형상과 내화피복두께의 관계에 대한 기존 연구를 살펴보면, 이세현 등은 단면형상계수가 활용된 내화피복두께 산정식을 제시하였고⁽³⁾ 이와 관련하여

‘단면형상계수에 따른 구조용 강재의 내화 피복 두께 산정 방법’이 한국산업표준(KS F 2848)⁽⁷⁾으로 제정되어 내화피복두께 상관관계식이 식2와 같이 제시되고 있다. 또한 권인규 등은 단면형상계수를 활용한 내화피복두께 설정회귀식을 도출하였고 동 회귀식에 따른 피복두께가 현행 평가 방식에 따른 내화피복두께보다 낮다고 제시하면서 단면형상계수가 작을수록 화재시 구조적 안전성 확보에 유리하고 내화피복의 두께를 낮출 수 있다고 연구하였다⁽¹⁾. 김해수 등은 단면형상계수에 따라 계산한 피복두께가 대체로 인정 피복두께보다 낮아 KS F 2848⁽⁷⁾의 내화피복두께 산정식의 보완이 필요할 것이라 연구하였다⁽⁵⁾. 정청운 등은 단면형상계수를 활용한 내화피복두께 산정식을 제시하고 보부재의 한계온도가 기둥부재보다 높기 때문에 보부재의 경우 기둥부재에 비하여 낮은 피복두께를 설정할 수 있다고 연구하였다⁽²⁾.

3. 보와 기둥의 내화성능평가 요소 분석

3.1 표준시간-가열곡선

내화기준 등의 규정에 따라 내화구조는 해당 한국산업표준(KS F 2257-1 등)⁽⁸⁻¹⁰⁾ 및 내화지침에서 정한 시험방법을 준수하여야 한다. 이에 따라 내화성능시험을 위한 가열곡선이 다음 식(1)으로 정의되어 있고 노내 평균온도가 이를 따르도록 규정되어 있다.

$$T = 345 \log_{10}(8t + 1) + 20 \quad (1)$$

여기서 T는 가열로 내 평균온도(°C), t는 시간(분)을 의미한다. 내화뿔철재가 피복된 강재 보 또는 기둥을 상기 가열조건에 노출시키고 강재의 온도를 측정하여 해당 내화성능시간에 강재온도가 기준온도(강재평균온도 538 °C)를 초과하지 않는 경우 내화성능이 확보된 것으로 판단한다.

3.2 단면형상계수에 따른 피복두께

단면형상계수에 따른 구조용 강재의 내화 피복 두께 산정 방법(KS F 2848)⁽⁷⁾에 따르면 단면형상계수는 강재의 단면적에 대한 화재에 노출된 단면 둘레의 길이를 계수화한 값으로 정의된다. 이는 Table 1 단면형상계수의 정의 중 영국의 경우와 동일하다.

동 산정 방법에 따르면 뿔철재는 비평창성 내화피복재료로 다음의 식(2)와 같이 내화피복두께를 산출할 수 있다.

$$t = (FR - k_0)/(k_1A/HP + k_2) \quad (2)$$

여기서 t는 내화피복두께(mm), FR은 내화성능시간(분), k_0 , k_1 및 k_2 는 피복재의 종속변수에 의한 정수를 의미한다. 현재 내화구조의 평가 및 인정시 식(2)를 적용하지는 않으며 내화지침 등에 따라 실측된 시험체의 피복두께에 안전율 10%를 반영한 수치를 인정두께로 사용한다.

Table 1. Definition of Section Factor

Nation	Symbol	Unit	Definition
United Kingdom	Hp/A	m ⁻¹	Hp : Perimeter Length exposed to Fire (m) A : Cross Sectional Area (m ²)
United States	W/D	kg/m/m	W: Weight per Length (kg/m) D : Perimeter Length exposed to Fire (m)
Japan	Fs/As	m ⁻¹	Fs : Perimeter Length exposed to Fire (m) As : Cross Sectional Area (m ²)

3.3 피복두께 산정 관련 해외 사례

영국, 미국 등의 경우 화재하중 등이 고려된 성능설계 개념이 도입되어 있어 피복두께의 산정에 대하여 사양설계 위주인 국내의 경우와 직접 비교하는 것은 다소 무리가 있으나 단면형상과 피복두께의 관계를 살펴볼 수 있는 수식을 관련 규격에서 살펴볼 수 있다. 영국의 경우 BS 5950 : Part 8 (Code of practice for fire resistant design) 부록D에 다음의 식(3)과 같이 단면형상계수에 따른 내화피복 두께 산정식이 제시되어 있다.

$$t = k_i I_f F_w (Hp/A) / 10^6 \tag{3}$$

여기서 t는 내화피복두께(mm), k_i은 피복재의 열특성계수(W/m²/C), I_f는 피복재의 단열계수(m³/kW), F_w는 피복재의 밀도계수, Hp/A는 단면형상계수(m⁻¹)를 의미한다. 또한, 미국의 경우 IBC 규격에 다음의 식(4)와 같은 산정식이 제시되어 있다.

$$R = (C_1 (W/D) + C_2) h \tag{4}$$

여기서 R은 내화성능(min), h는 내화피복두께(inch), D는 강재의 가열둘레(inch), C₁ 및 C₂는 재료종속상수, W는 강구조 부재의 무게(pounds/foot)를 의미한다.

3.4 보 및 기둥의 표준시험체

내화구조 인정용 시험체의 규격은 내화지침의 부록1 내

Table 2. Standard Specimen for Fire Test

	Beam	Column
Steel Grade	SS400 (KS F 3504)	
Size (mm)	400 × 200 × 8 × 13	300 × 300 × 10 × 15
Length (mm)	4700	3000
Number of Thermocouple	12	12

Table 3. Standard Specimen Comparison

Cross sectional size (mm)			Cross sectional area (cm ²)	Weight per length (kg/m)	Section factor (m ⁻¹)	
H × B	t ₁ (web)	t ₂ (flange)			3 Sides exposure	4 Sides exposure
400 × 200	8	13	84.12	66.0	164.5	188.3
300 × 300	10	15	119.8	94.0	123.5	148.6

화구조 품질시험방법에 따르며 그 내용은 Table 2와 같다. 보와 기둥의 단면 규격이 상이하고 시험체 길이 즉 화재노출 길이가 상이하다. 보와 기둥 시험체의 열전대 설치 위치는 Figure 1과 같이 다소 차이가 있으나 설치 수량은 시험체당 12개로 동일하다.

3.5 보 및 기둥의 단면형상계수

Figure 2 H형강 표준단면⁽¹¹⁾ 및 KS F 2848 부표1-H형강의 단면형상계수를 살펴보면 Table 3과 같이 내화지침 부록에 명시된 인정용 표준시험체의 단면형상계수 등을 확인할 수 있다. 인정을 위한 내화시험시 보의 경우 3면

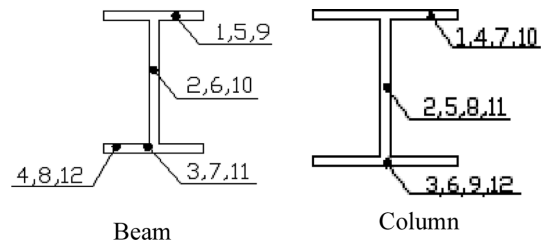


Figure 1. Thermocouples positions.

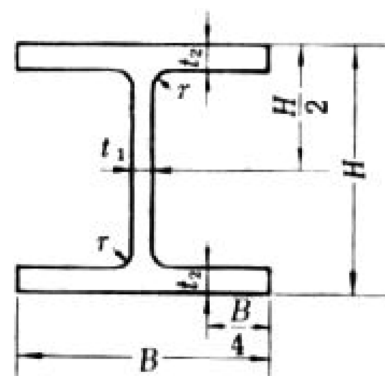


Figure 2. Standard section of H-Beam.

가열, 기둥의 경우 4면 가열하므로 보 시험체의 단면형상계수는 164.5 m^{-1} , 기둥 시험체의 단면형상계수는 148.6 m^{-1} 이다.

상기와 같이 보용 내화시험체와 기둥용 내화시험체는 단면형상계수 등이 서로 달라 식(2)와 같은 기존 이론에 따르면 동일 피복재를 사용하여 동일 내화성능을 확보하기 위한 내화구조를 구성하는 경우 보와 기둥의 내화피복두께가 상이할 것으로 예상할 수 있다.

3.6 내화뿔철재 시공관리방법

내화뿔철재는 철골부재에 적절하게 시공되어야 인정 당시의 내화성능이 확보된다. 여기서 적절하게란 내화구조 인정내용에 명시된 밀도, 부착강도, 두께 등이 해당 기준을 충족하여야 함을 의미한다. 이러한 시공의 적절성에 대하여 내화구조 인정과정에서 확인이 이루어지며 인정 이후 현장 적용시에도 확인이 이루어진다. 인정과정에서 시공의 적절성은 내화기준 제7조(시료채취 및 시험체 제작) 등의 규정에 따라 인정기관과 내화시험을 실시하는 공인시험기관이 주체가 되어 확인하고 있으며, 현장 적용시 시공의 적절성은 동 기준 제14조(인정업자 등의 자체품질관리) 등의 규정에 따라 감리자가 주체가 되어 확인하고 이를 관할 허가청에 제출하도록 되어 있다. 본 논문의 분석 대상인 26개 인정구조의 52개 내화시험체의 경우 인정기관인 한국건설기술연구원과 내화시험을 실시한 공인시험기관에서 동 기준에 따른 시공의 적절성을 확인한 후 내화시험을 실시하였고 성능이 확보되어 내화구조로 인정되었다.

4. 뿔철피복재 내화시험 결과 및 분석

4.1 인정현황 및 분리평가 검토방법

현재(2015년 5월) 내화구조로 인정되는 뿔철피복재는 총 30개 구조이다. 이중 26개 구조는 철골보용과 철골기둥용이 짝을 지어 인정을 받았으며 4개 구조는 철골보에만 사용하는 구조이다. 보와 기둥의 비교가 가능한 상기 26개 구조를 살펴보면 Table 4와 같이 16개 구조는 보와 기둥의 피복두께가 동일하고 10개 구조는 보와 기둥의 피복두께 차이가 1 mm 이내로 매우 유사하다.⁽¹⁵⁾ Table 4의 첫 번째 제품군을 예를 들어 설명하면, ESSCOTE NF-III 뿔철재로 철골보에 9 mm 두께의 내화피복을 하여 1시간 내화성능의 NF3-B1 구조를 이루며 철골기둥에 9 mm 두께의 내화피복을 하여 1시간 내화성능의 NF3-C1 구조를 이룬다. 동일조건에서 내화피복두께가 19 mm가 되면 보와 기둥의 내화성능이 2시간, 내화피복두께가 29 mm가 되면 보와 기둥의 내화성능이 3시간이 된다. FENDOLITE M II 등 나머지 제품군도 동일한 형태로 보와 기둥이 짝을 지어 내화구조를 이루고 있다.

분리평가의 타당성 검토를 위하여 귀무가설(H_0)은 ‘동일

Table 4. Current Certificate List of SFRM

Sprayed material	Fire resistant system	Member/ Fire resistant rating (hr)	Thickness (mm)
ESSCOTE NF-III	NF3-B1	Beam / 1	9
	NF3-C1	Column / 1	9
	NF3-B2	Beam / 2	19
	NF3-C2	Column / 2	19
	NF3-B3	Beam / 3	29
FENDOLITE M II	NF3-C3	Column / 3	29
	FM2-B1H	Beam / 1	21
	FM2-C1H	Column / 1	20
	FM2-B2H	Beam / 2	34
	FM2-C2H	Column / 2	33
HICOTE ET-II	FM2-B3H	Beam / 3	53
	FM2-C3H	Column / 3	53
	ET2-BS1	Beam / 1	12
	ET2-CS1	Column / 1	12
	ET2-BS2	Beam / 2	22
Monokote MZK-12	ET2-CS2	Column / 2	22
	ET2-BS3	Beam / 3	33
	E2T-CS3	Column / 3	32
	MZK-12-1BS	Beam / 1	13
	MZK-12-1CS	Column / 1	13
Monokote Z-156PC	MZK-12-2BS	Beam / 2	27
	MZK-12-2CS	Column / 2	26
	MZK-12-3BS	Beam / 3	38
	MZK-12-3CS	Column / 3	38
Monokote Z-156PC	Z-156PC-2BS	Beam / 2	33
	Z-156PC-2CS	Column / 2	34

피복재가 사용된 동일 내화성능의 보와 기둥의 내화성능 시험결과 간에 온도차가 없을 것이다’($\mu_D = 0$), 대립가설 (H_1)은 ‘동일 피복재가 사용된 동일 내화성능의 보와 기둥의 내화성능시험결과 간에 온도차가 있을 것이다’($\mu_D \neq 0$)로 한다. 여기서 온도차(D)는 각 내화구조별 보의 내화시험에 따른 강제평균온도에서 기둥의 내화시험에 따른 강제평균온도를 뺀 수치이다. 예컨대 NF3-B1 구조의 내화 시험결과온도에서 NF3-C1 구조의 내화시험결과온도를 뺀 수치, FM2-B2H 구조의 내화시험결과온도에서 FM2-C2H 구조의 내화시험결과온도를 뺀 수치 등이 온도차이다. Table 4 뿔철피복재 인정현황과 같이 보13개 구조와 기둥 13개 구조가 각각 쌍을 이루는 내화구조이며 내화지침 부록1 ‘내화구조 품질시험방법’에 따라 내화구조별 2회의 내화시험을 실시하므로 보13개 구조에 대한 26건의 내화시험결과와 기둥13개 구조에 대한 26건의 내화시험결과와

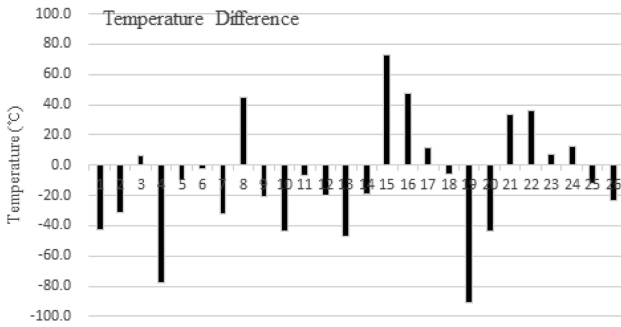


Figure 3. Temperature differences between members.

온도차를 구할 수 있다. 이 26개의 온도차에 대하여 Excel (2013)의 데이터분석 도구 중 t검정 쌍체비교를 활용하여 유의수준 0.05로 가설을 검정한다.

4.2 내화시험 결과 검토

보13개 내화구조의 내화시험결과 26건과 이에 대응되는 기둥13개 내화구조의 내화시험결과 26건의 온도차(보 평균온도-기둥 평균온도)는 다음 Figure 3과 같다. 단, 내화구조 인정업체의 기업비밀 보호를 위하여 Figure 3의 26개 온도차 나열순서는 Table 4의 인정현황과 무관하게 임의로 배치하였다. 온도차 26건 중 9건의 경우 온도차가 양으로 보의 평균온도가 더 높아 보용 내화구조의 안전율이 더 낮으며, 17건의 경우 온도차가 음으로 기둥의 평균온도가 더 높아 기둥용 내화구조의 안전율이 더 낮다.

보와 기둥 각각 26건 내화시험결과(평균온도) 및 이들의 온도차 26건을 Excel (2013) t검정 쌍체비교 도구로 분석하면 Table 5의 결과가 도출된다. 양측 검정결과 유의확률이 0.197로 유의수준 0.05보다 크므로 ‘동일 피복재가 사용된 동일 내화성능의 보와 기둥의 내화성능시험결과 간에 온도차이가 없을 것이다.’라는 귀무가설을 기각하지 못

Table 5. Paired T-test

	Beam temperature	Column temperature
Mean	372.523	382.404
Variance	7214.221	9495.316
Standard deviation	84.937	97.444
Observations	26	26
Pearson correlation	0.922	
Hypothesized mean difference	0	
Degree of freedom	25	
t Stat	-1.326	
P (T <= t) One-tail	0.098	
t Critical One-tail	1.708	
P (T <= t) Two-tail	0.197	
t Critical Two-tail	2.060	

한다. 즉, 실제 내화시험결과를 분석해본 결과 보용 표준 내화시험체와 기둥용 표준내화시험체가 상이함에도 불구하고 동일한 뿔철재로 구성된 보용 내화시험체와 기둥용 내화시험체의 내화성능 간에 통계적으로 유의한 차이가 없다.

4.3 인정용 내화시험 결과분석의 한계

3.4에서 전술한 바와 같이 내화구조 인정을 위한 내화시험방법은 내화지침 부록1 ‘내화구조 품질시험방법’에 명시되어 있고 여기에 시험체 경계조건 및 부재의 크기가 특정되어 있으며 본 논문에서는 이에 따라 실시된 내화구조 인정용 내화시험결과를 분석하였다. 즉, 기둥부재의 경우 양단 힌지단, 높이 3 m, 보부재의 경우 단순보, 길이 4 m로 특정된 시험조건에서 실시한 내화시험결과를 분석한 것이다. 이렇게 특정된 내화구조 인정용 시험조건과 달리 실제 강구조 건축물에 적용되는 기둥부재나 보부재의 경우 경계조건이나 크기가 매우 다양하다. 비록 상기 조건으로 내화구조 인정을 받은 뿔철피복재를 다양한 부재에 적용하고 있는 것이 국내의 현실이나, 기술적으로 본 논문의 분석결과는 실제 건축물에 적용되는 다양한 부재를 포함하지 못하는 한계를 가진다.

5. 결 론

국내에서는 사양적 내화설계법에 따라 뿔철재의 내화성능을 확인하여 ‘뿔철피복철골보’ 및 ‘뿔철피복철골기둥’을 내화구조로 인정하는데 보와 기둥을 분리하여 평가 및 인정한다. 보와 기둥의 내화시험체의 단면형상계수 등이 상이함에도 불구하고 현재 인정이 유효한 30종의 SFRM 중 보와 기둥이 대응되는 26종의 경우 동일 제품군의 보와 기둥의 내화성능별 피복두께가 동일하거나 매우 유사한 것에 대한 의문을 바탕으로 상기 내화구조 26종에 대한 인정 당시의 내화성능시험결과 52건을 비교분석한 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1) 뿔철피복철골보에 대한 26건의 내화성능시험결과 평균온도는 372.52 °C, 뿔철피복철골기둥에 대한 26건의 내화성능시험결과 평균온도는 382.40 °C이며 표준편차는 각 84.94 °C, 97.44 °C이다. 기둥의 평균온도가 보의 평균온도보다 9.88 °C 높으며 양자간 차이의 표준편차는 37.98 °C이다. 이에 따른 표준오차는 7.449, t통계량은 -1.326, 유의확률은 0.197이다. 귀무가설은 ‘동일 피복재가 사용된 동일 내화성능의 보와 기둥의 내화성능시험결과 간에 온도차이가 없을 것이다.’이고 유의확률이 0.197로 유의수준 0.05보다 크므로 귀무가설을 기각하지 못한다. 즉, 상기 52건의 내화성능 시험결과에 대한 쌍체비교 t-검정 결과 동일한 뿔철재가 피복된 보와 기둥의 내화성능에 있어 통계적으로 유의한 차이는 없다.

2) 현재 뿔철피복철골보 2회 뿔철피복철골기둥 2회 총 4

회의 내화성능시험을 실시하고 그 결과에 따라 각각 내화구조로 인정을 하고 있는데, 본 논문을 통하여 실제 사례를 분석해 본 결과 동일 피복의 동일 내화성능 보와 기둥 내화시험결과 사이에 통계적으로 유의한 차이가 없으므로 보와 기둥을 분리하여 평가 및 인정하고 있는 현 제도를 신중히 재검토해 볼 필요가 있다고 사료되며, 보와 기둥 표준내화시험체의 단면형상계수 등이 상이함에도 보와 기둥의 실제 부재 내화시험결과에 통계적으로 유의한 차이가 없다는 것은 비평창성 피복재에 대하여 단면형상계수를 활용한 성능적 내화설계법을 실무에 적용하기 위하여 실증적 후속 연구가 필요함을 의미한다고 사료된다.

아울러, 동 결론은 내화구조 인정을 위한 제한적 조건에 따른 내화시험결과를 대상으로 한 것으로 이 이외의 조건에 대하여는 또 다른 검증(실험과 해석)이 수반되어야 할 것으로 사료된다.

References

1. I. K. Kwon, N. Y. Jee and H. Y. Kim, "Experimental Study on the Determination of Fire Protection Thickness through Section Factors of Structural Steels", Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol. 18, No. 9, pp. 125-132 (2002).
2. C. W. Jung, N. Y. Jee and I. K. Kwon, "Study on the Determination of Fire Protection Thickness based on Section Factor", Proceedings of 2003 Spring Annual Conference, Korean Institute of Building Construction, pp. 139-142 (2003).
3. S. H. Lee, K. H. Kim, M. S. Lee, H. Y. Kim, H. D. Kim, T. H. Song, C. Y. Ok, B. K. Jin, et al., "Development of Fire Resistance Design Method in Building", KICT 2004-376, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology (2004).
4. T. S. Shin, "An Analysis and Evaluation of Fire Resistance Performance for the Protected Steel Columns in Korea", Journal of Korean Society of Steel Construction, Vol. 21, No. 1, pp. 27-35 (2009).
5. S. C. Kim, "Correlation Analysis with Fire Endurance Time based on Section Factor to Obtain an Estimate of Fire Protection Material Thickness", Architectural Engineering Master's Thesis, Chungju National University (2009).
6. H. S. Kim and J. Kang, "A Study on the Determination of Required Fire Protection Thickness Considering Steel Section Shape", Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, Vol. 12, No. 12, pp. 5910-5916 (2011).
7. Korea Agency for Technology and Standards, "Method for Calculating Fire Protective Thickness of Structural Steel According to Section Factor", KS F 2848:2010 (2010).
8. Korea Agency for Technology and Standards, "Methods of fire Resistance Test for Elements of Building Construction-General Requirements", KS F 2257-1:2014 (2014).
9. Korea Agency for Technology and Standards, "Methods of Fire Resistance Test for Elements of Building Construction-Specific Requirements for Beams", KS F 2257-6:2014 (2014).
10. Korea Agency for Technology and Standards, "Methods of Fire Resistance Test for Elements of Building Construction-Specific Requirements for Columns", KS F 2257-7:2014 (2014).
11. Korea Agency for Technology and Standards, "Dimensions, Mass and Permissible Variations of Hot Rolled Steel Sections", KS D 3502:2013 (2012).
12. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, "The Evacutive and Fireproof Construction of Buildings", Minister Decree No:149 (2014).
13. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, "Standards for Accreditation and Management of Fire Resistant Construction", Notification No:2014-200 (2014).
14. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, "Detail Instructions for Accreditation and Management of Fire Resistant Construction", Document No:7749 (2012).
15. Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology, "Certificate List of Fire Resistant Construction", <http://cert.kict.re.kr/> (2015).