

F16 新たな基準に対応した 防火設備の告示化及び評価方法の検討

一般社団法人 建築性能基準推進協会

アイエヌジー株式会社

共同研究：国立研究開発法人建築研究所

F16 新たな基準に対応した防火設備の告示化及び評価方法の検討

目的

改正後の建築基準法第21条、同第27条、同第61条に基づき、建築が可能となる主要構造部を準耐火構造とした建築物においては、遮炎性を有する時間が20分間を超える防火設備や遮熱性を有する防火設備を評価対象としていることから、20分間を超える一定時間の性能を有する仕様等を告示化するため、性能確保のための方策の検討や評価方法の検討、実験等を行う。

検討の方針

- ① 20分間を超える遮炎性能を有する屋外開口設備仕様の検討
既往の20分間防火設備の加熱時特性や屋内用特定防火設備の部材構成を参考として、20分間を超える（目標60分間程度）防火性能を有する開口設備の仕様を検討する。
ガラス部材：耐熱結晶化ガラス複層窓、積層ガラス複層窓、ガラスブロック
枠部材：スチール系
- ② 20分間を超える遮炎性能を有する屋外開口設備に用いる副構成部材の耐熱実験
これまでよりも長時間にわたる加熱を受けることとなるので、構成部品の耐熱性あるいは熱劣化性を確認する。
- ③ 遮熱性能を有する防火設備の評価方法の検討
試験を含む評価法の確立をめざす。

F16 新たな基準に対応した防火設備の告示化及び評価方法の検討

① 20分間を超える遮炎性能を有する屋外開口設備仕様の検討

1) スチールサッシ枠に耐熱結晶化ガラスで構成した窓

- 枠については、20分間防火設備の例示仕様として挙げられている鋼製枠を基本とし、火災時の急激な温度上昇に熱変形等を制御するため、モルタル、石膏を充填した。
- ガラス部材については、熱膨張率が極めて小さく、軟化温度がフロートガラスや耐熱強化ガラスよりも高い、耐熱結晶化ガラスを選択した。
- 枠材とガラス部材の熱膨張や熱変形の相違の影響を確認するために、枠を構成する鋼板の厚み、及び鋼種を変えることとした。
- 建築物の省エネルギー性を考慮して、Low-E複層ガラスとした。既往の研究成果から、Low-E膜の反射による影響や空気層圧力の影響によって防火性能を損なうことへの対応として、複層ガラスは両側とも耐熱結晶化ガラスとした（下表）。

表 試験体に用いた複層ガラス等の詳細

種類	仕様
ガラス品種	耐熱結晶化ガラス 5mm 空気層 16mm Low-E 膜付き耐熱結晶化ガラス 5mm 2次シール：ポリサルファイド 耐熱結晶化ガラス：日本電気硝子製 ファイアライト
Low-E 膜	銀系（垂直放射率 $\epsilon_n=0.05\pm 0.02$ ）
目地シーリング材	シリコン系シーリング材（ダウ・東レ製 SE5007）
目地バックアップ材	ポリ塩化ビニル発泡体（サンゴバン製ノルシール）
熱膨張材	エポキシ系熱膨張耐火材（積水化学工業製フィブロック）

F16 新たな基準に対応した防火設備の告示化及び評価方法の検討

① 20分間を超える遮炎性能を有する屋外開口設備仕様の検討

1) スチールサッシ枠に耐熱結晶化ガラスで構成した窓

- 開閉形式はFIXを扉とした。
- サイズは製造可能な最大寸法、及び既往の研究からその内圧によるガラス破損の可能性が指摘された小寸法の試験体を準備した。
- Low-Eの反射の影響も考慮して、一部の試験体では加熱条件を屋内・屋外の両方向について行った。
- サイズの小さい試験体については1回の実験で2体を同時に加熱した。

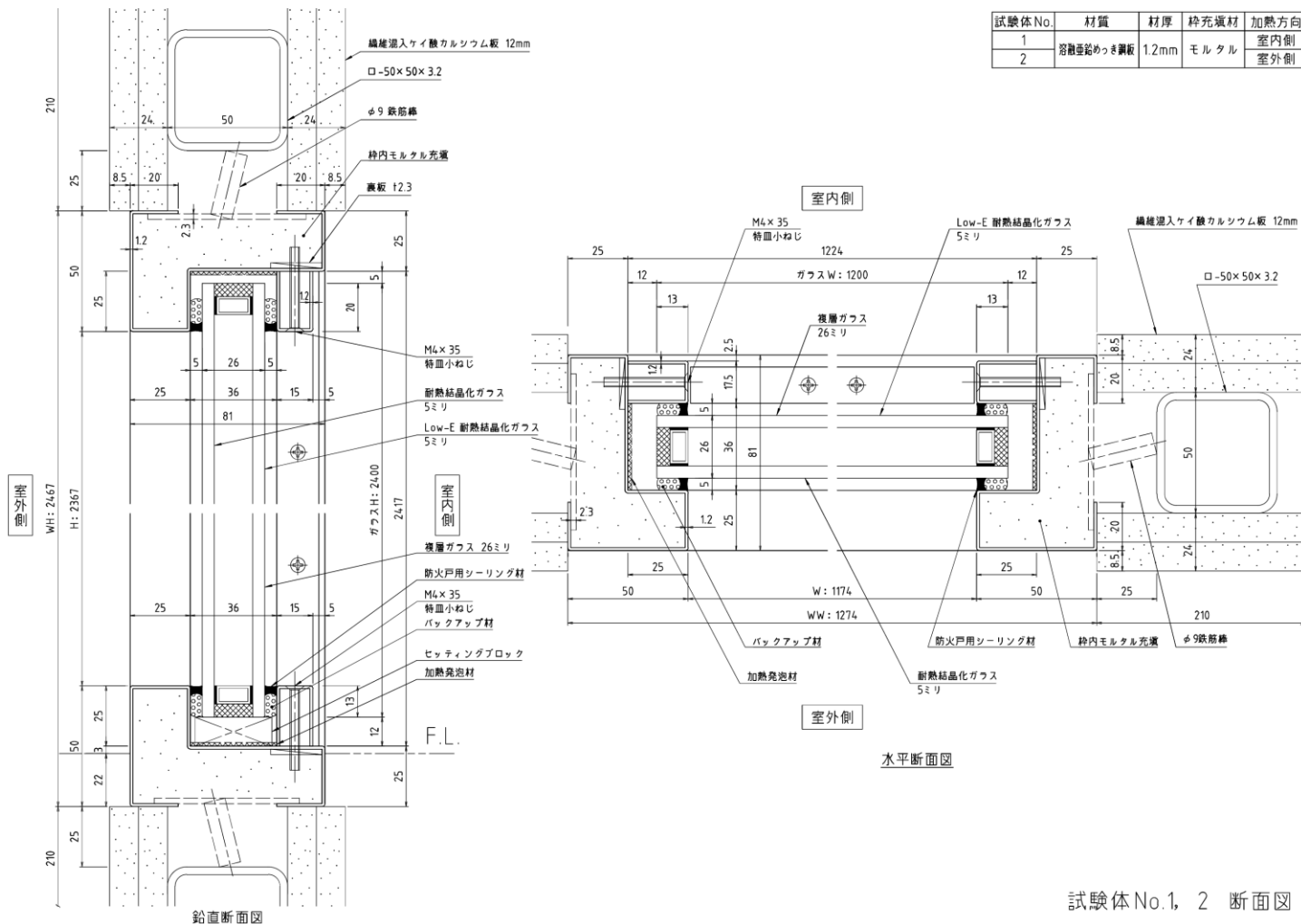
表 試験体一覧

試験番号	試験体番号	枠の種類	厚み	開閉方式	サイズ	枠充填材	加熱方向	ガラスW(mm)	ガラスH(mm)	加熱時間(min)
1	1	普通鋼	1.2	FIX	大	モルタル	屋内	1200	2400	90
2	2	普通鋼	1.2	FIX	大	モルタル	屋外	1200	2400	90
3	3	普通鋼	1.2	FIX	小	モルタル	屋内	400	400	90
	4	普通鋼	1.2	FIX	小	モルタル	屋外	400	400	90
4	5	普通鋼	1.2	扉	大	モルタル	屋内	745	1950	90
5	6	普通鋼	1.2	扉	大	モルタル	屋外	745	1950	90
6	7	普通鋼	1.2	扉	小	モルタル	屋内	255	350	90
	8	普通鋼	1.2	扉	小	モルタル	屋外	255	350	90
7	9	普通鋼	1.6	扉	大	モルタル	屋内	745	1950	90
8	10	普通鋼	1.6	扉	大	せっこう	屋内	745	1950	90
9	11	SUS304	1.5	扉	大	モルタル	屋内	745	1950	90
10	12	SUS304	1.5	扉	小	モルタル	屋内	255	350	90
11	13	普通鋼	1.2	扉	大	せっこう	屋内	745	1950	120

F16 新たな基準に対応した防火設備の告示化及び評価方法の検討

① 20分間を超える遮炎性能を有する屋外開口設備仕様の検討

1) スチールサッシ枠に耐熱結晶化ガラスで構成した窓



試験体No.1, 2 断面図

表 FIXガラス試験体断面図

F16 新たな基準に対応した防火設備の告示化及び評価方法の検討

① 20分間を超える遮炎性能を有する屋外開口設備仕様の検討

1) スチールサッシ枠に耐熱結晶化ガラスで構成した窓

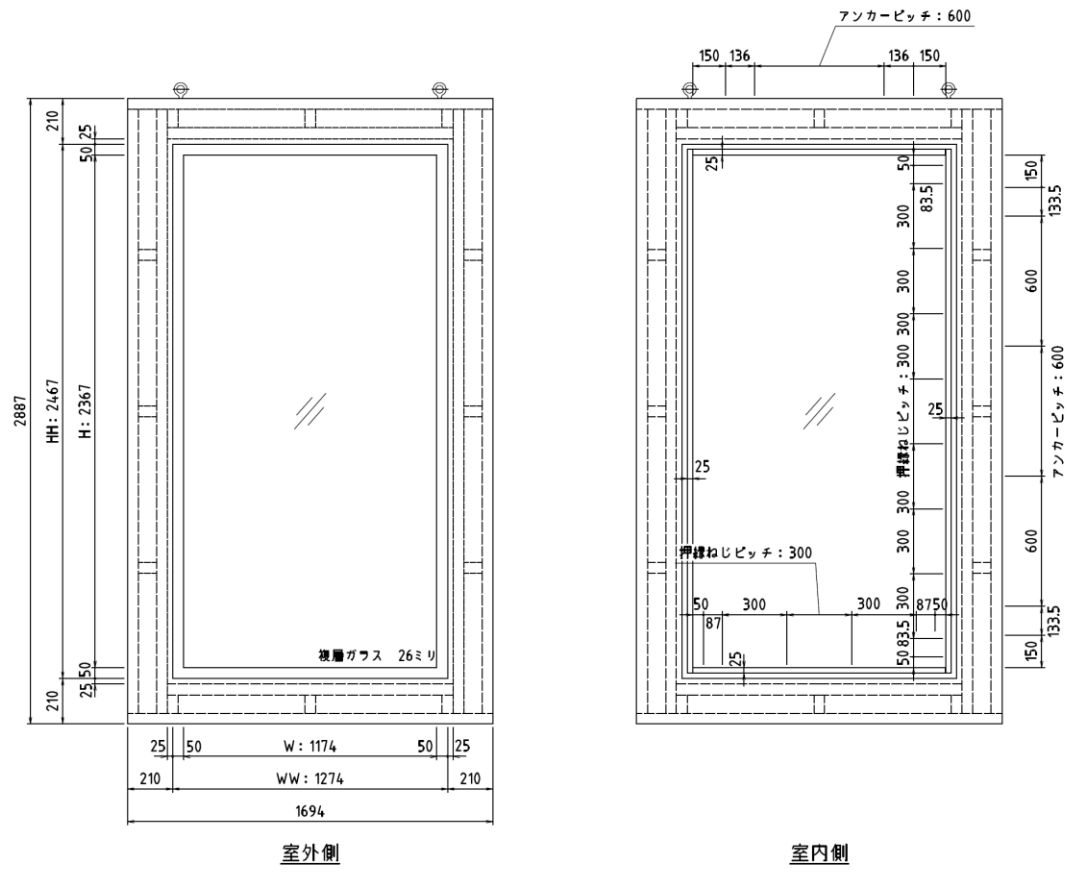
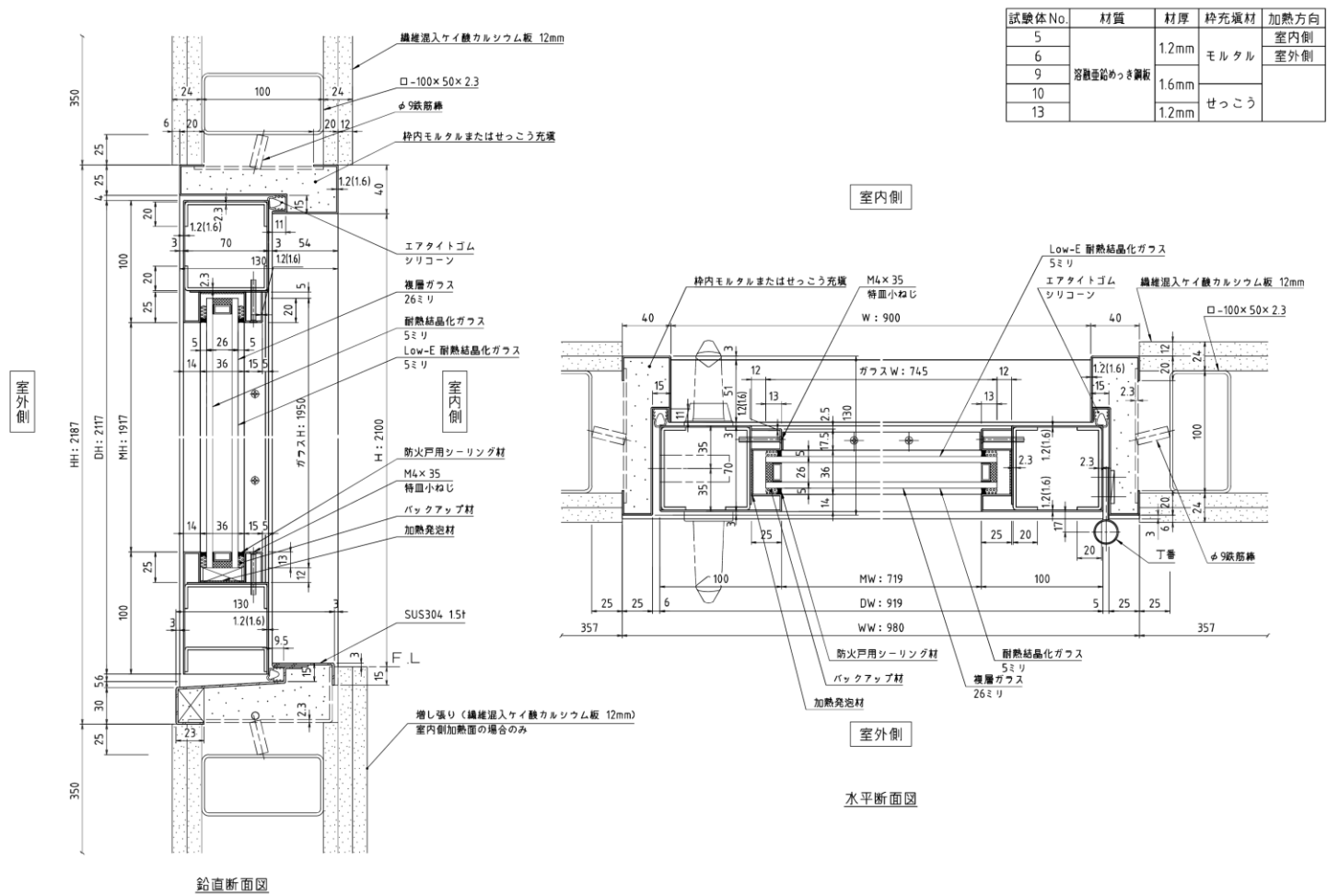


表 FIXガラス試験体立面図

F16 新たな基準に対応した防火設備の告示化及び評価方法の検討

① 20分間を超える遮炎性能を有する屋外開口設備仕様の検討

1) スチールサッシ枠に耐熱結晶化ガラスで構成した窓



試験体No.5, 6, 9, 10, 13 断面図

表 扉試験体断面図

F16 新たな基準に対応した防火設備の告示化及び評価方法の検討

① 20分間を超える遮炎性能を有する屋外開口設備仕様の検討

1) スチールサッシ枠に耐熱結晶化ガラスで構成した窓

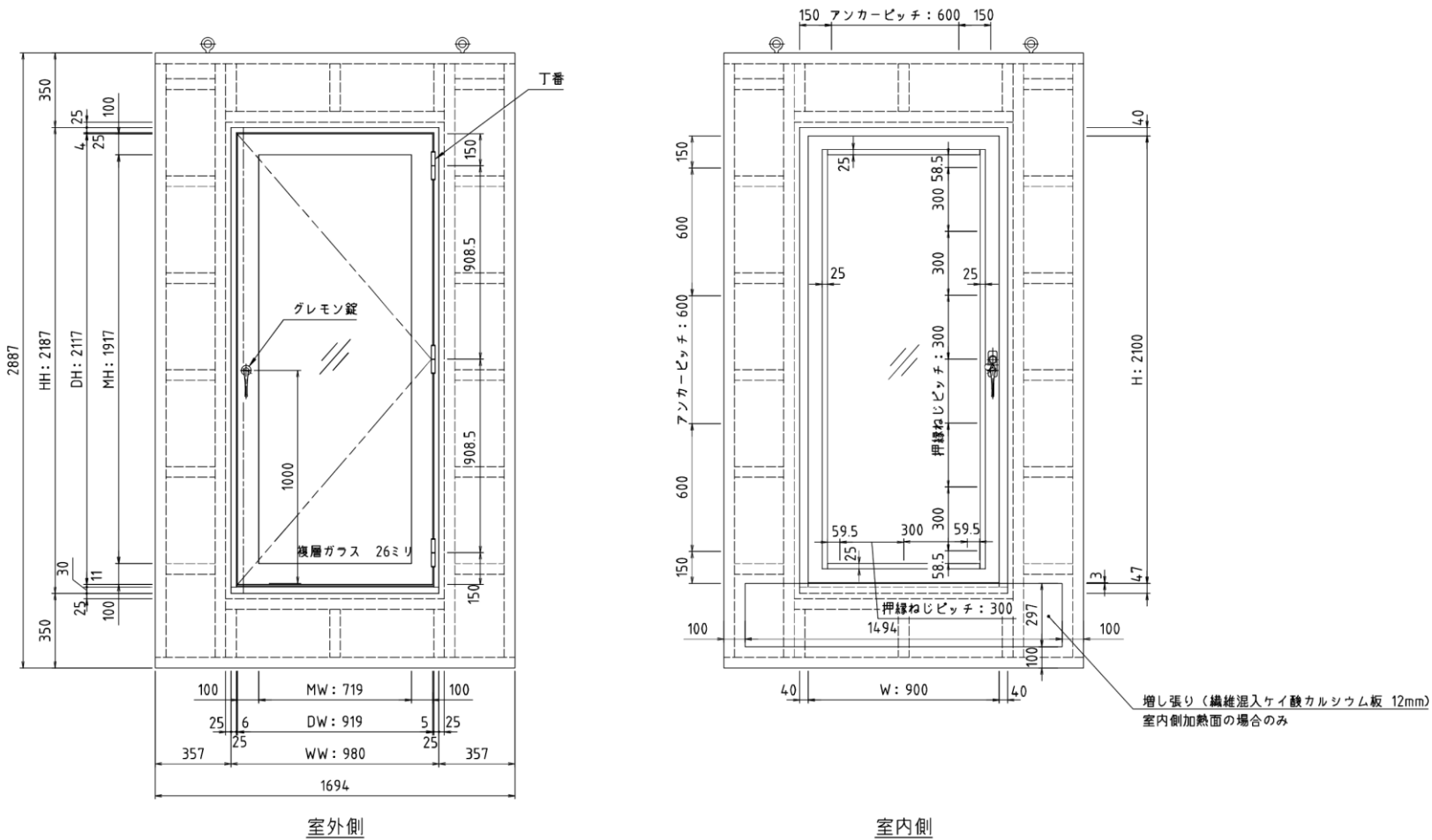


表 扉試験体立面図

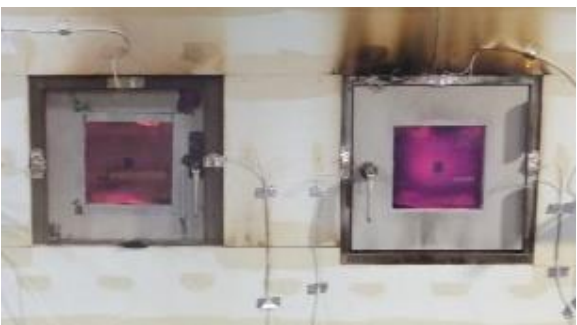
F16 新たな基準に対応した防火設備の告示化及び評価方法の検討

① 20分間を超える遮炎性能を有する屋外開口設備仕様の検討

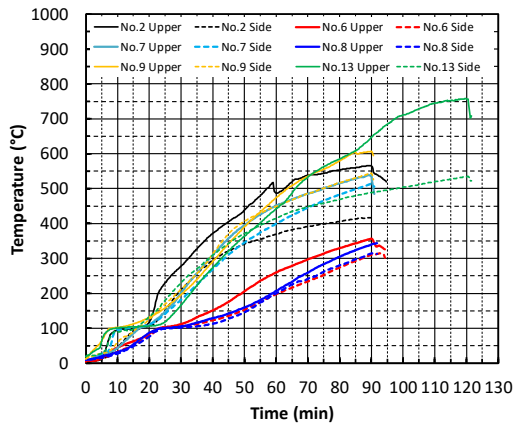
1) スチールサッシ枠に耐熱結晶化ガラスで構成した窓



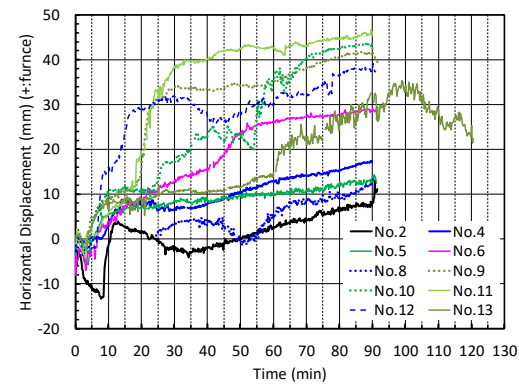
(試験体 5) 試験の状況



(試験体 8、7) 試験の状況



枠部の温度



ガラス中央部の変形

いずれの試験体も90分以上防火性能を損なうような変形等は観測されなかった。

F16 新たな基準に対応した防火設備の告示化及び評価方法の検討

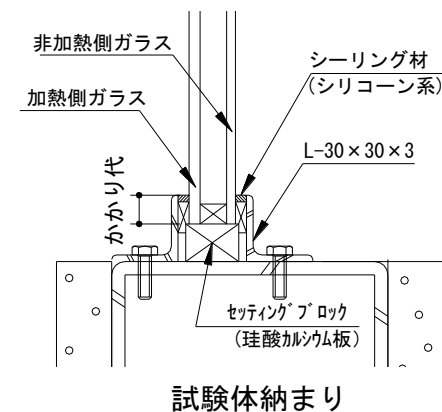
① 20分間を超える遮炎性能を有する屋外開口設備仕様の検討

2) スチールサッシ枠に積層ガラスで構成した窓

- 枠については、鋼製枠とした。
- ガラス部材については、屋内用防火設備や耐火構造の壁として認定実績がある積層ガラス（積層厚11mm）とした。
- 建築物の省エネルギー性を考慮して、Low-E複層ガラスをした。

表 試験体の概要

No	加熱側	中空層	非加熱側	ガラス寸法 W×H	ガラス構成	枠仕様
1	積層ガラス 11	A16	Low-E5	1m×2m		鉄枠
2	積層ガラス 11	A16	Low-E5	0.7m×0.7m		
	積層ガラス 11	A16	Low-E5	0.7m×0.7m		
3	Low-E5	A16	積層ガラス 11	1m×2m		
4	Low-E5	A16	積層ガラス 11	0.7m×0.7m		
	Low-E5	A16	積層ガラス 11	0.7m×0.7m		



F16 新たな基準に対応した防火設備の告示化及び評価方法の検討

① 20分間を超える遮炎性能を有する屋外開口設備仕様の検討

2) スチールサッシ枠に積層ガラスで構成した窓

表 試験体と結果一覧

No	日時	ガラス構成※1				2次シール	TYPE	バックアップ材	ガラスサイズ [mm]	Low-E en [-]	かかり代 [mm]	遮炎性能 時間※2	ガラス裏面温度 (5点平均) [°C]	放射熱流束 [kW/m ²]
		加熱面	中空層	非加熱面	仕様									
1	2020/2/4②	積層ガラス 11ミリ	A16	LowE 5ミリ	積層ガラス アルミテープ巻き →2次シール材深打ち	シリコーン	鉄枠 FIX	加熱膨張材	1000 × 2000	0.05± 0.02	13	45分	20分:62.7 30分:92.8 45分:203.4	20分:0.1 30分:0.2 45分:0.8
2	2020/2/4① ※2体並べて 試験実施	積層ガラス 11ミリ	A16	LowE 5ミリ	積層ガラス アルミテープ巻き →2次シール材深打ち	シリコーン	鉄枠 FIX	加熱膨張材	700 × 700	0.05± 0.02	13	60分	20分:36.2 30分:52.1 45分:172.8 60分:273.4	-
		積層ガラス 11ミリ	A16	LowE 5ミリ	積層ガラス アルミテープ巻き →2次シール材深打ち	シリコーン	鉄枠 FIX	加熱膨張材	700 × 700	0.05± 0.02	13	60分	20分:33.2 30分:51.2 45分:174.9 60分:407.4	20分:0.1 30分:0.1 45分:0.4 60分:1.7
3	2020/2/6①	LowE 5ミリ	A16	積層ガラス 11ミリ	積層ガラス アルミテープ巻き →2次シール材深打ち	シリコーン	鉄枠 FIX	加熱膨張材	1000 × 2000	0.05± 0.02	13	45分	20分:110.4 30分:153.3 45分:271.9 60分:345.4	20分:0.2 30分:0.4 45分:1.5 60分:3.5
4	2020/2/6② ※2体並べて 試験実施	LowE 5ミリ	A16	積層ガラス 11ミリ	積層ガラス アルミテープ巻き →2次シール材深打ち	シリコーン	鉄枠 FIX	加熱膨張材	700 × 700	0.05± 0.02	13	45分	20分:107.5 30分:153.6 45分:272.2 60分:363.3	-
		LowE 5ミリ	A16	積層ガラス 11ミリ	積層ガラス アルミテープ巻き →2次シール材深打ち	シリコーン	鉄枠 FIX	加熱膨張材	700 × 700	0.05± 0.02	13	45分	20分:115.4 30分:113.2 45分:235.0 60分:332.1	20分:0.1 30分:0.1 45分:0.6 60分:1.3

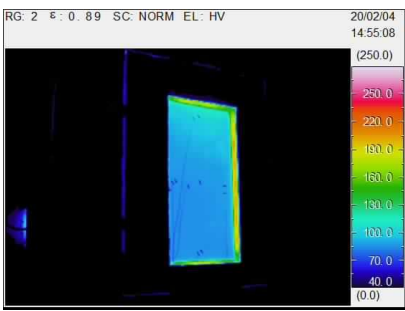
※1 積層ガラスのガラス:3枚のガラスと中間層2層のガラス構成(中間層2層=水ガラスとPVB膜) 上記複層ガラス構成で、PVB膜は中空層側としている。

※2 積層ガラス11ミリ仕様の遮炎性能: 20分、30分、45分、60分でのカテゴリ分けとして、耐えられた時間を記載。

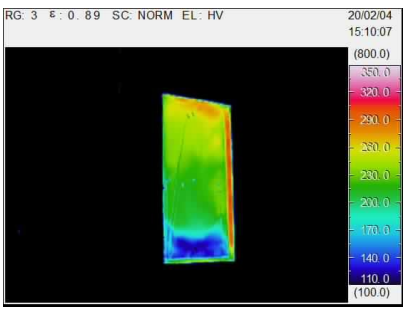
F16 新たな基準に対応した防火設備の告示化及び評価方法の検討

① 20分間を超える遮炎性能を有する屋外開口設備仕様の検討

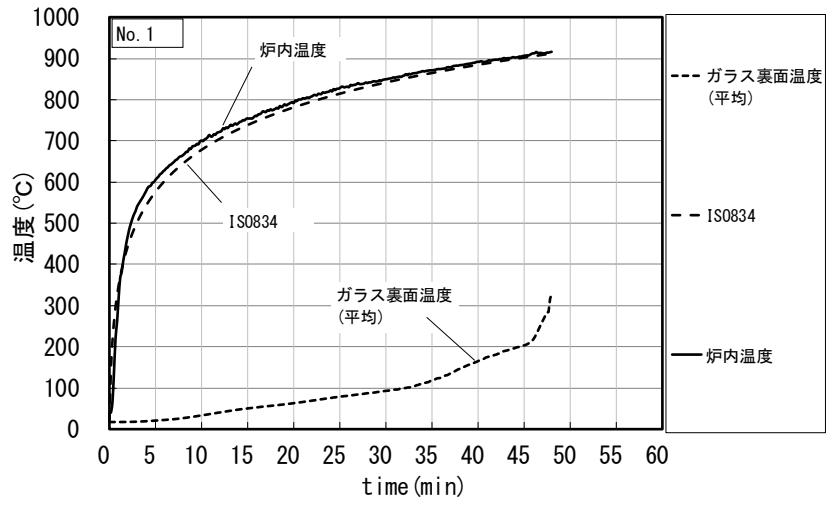
2) スチールサッシ枠に積層ガラスで構成した窓



加熱20分：水ガラス白濁。裏面温度の上昇は小さい。



加熱45分：異常なし。(48分で貫通穴発生し終了)



炉内温度とガラス裏面温度

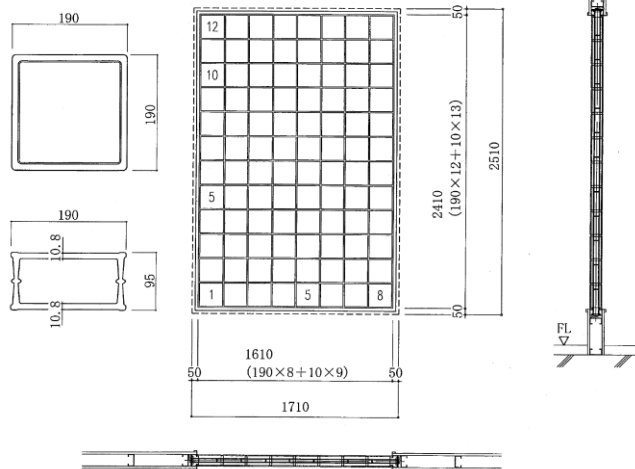
いずれの試験体も45分以上防火性能を損なうような変形等は観測されなかった。

F16 新たな基準に対応した防火設備の告示化及び評価方法の検討

① 20分間を超える遮炎性能を有する屋外開口設備仕様の検討

3) ガラスブロック製はめごろし戸

- 既往の試験結果並びに認定取得状況から、ガラスブロック窓についても十分に性能が認められる。



ガラスブロック窓

仕様の内容（案）

規定内容	鉄枠	アルミ枠
枠材の種類	鉄材又は鋼材(厚さ1.8mm以上)	アルミニウム合金材(厚さ1.6mm以上)
開閉形式	はめごろし戸	
ガラスの種類	ガラスブロック: サイズ: 145mm×145mm×95mm厚、190mm×190mm×95mm厚	
開口部の寸法(幅×高さ(mm))	・145×145×95厚(～1610×～2410) ・190×190×95厚(～1610×～2410)	・145×145×95厚(～1870×～2800) ・190×190×95厚(～1830×～2830)
ガラスの取り付け方法		
ガラスが、火災時に脱落しないよう、枠に取り付けられること	① かけ代を設けること ② 取付部材による固定	・枠と積みモルタルとのかけ代(10mm以上) * 全周、枠材へのモルタル積みのため、ねじ等による留め付けを想定していない。
取付部分において火災時に隙間を生じないこと	① 火災初期の封止材 ② 火災終期の封止材	なし なし
その他	施工用副資材	・積みモルタル: セメントモルタル ・目地仕上げ材: セメントモルタル ・カ骨: ステンレス鋼線材(SUS304) ・アンカーピース: ステンレス鋼板 ・緩衝材(エキスパンション材): 天然ゴム発泡材 又は 発泡ポリエチレン ・すべり材: EPDM系ゴム 又は 軟質塩化ビニル樹脂 ・水抜きプレート: 軟質塩化ビニル樹脂 ・シーリング材: シリコン系
遮炎性能	60分(EA-9178)	50分(試験成績書提出) ・145×145×95厚(60分) ・190×190×95厚(53分)

F16 新たな基準に対応した防火設備の告示化及び評価方法の検討

② 20分間超の加熱を受ける副構成部材の性状に関する検討

- 加熱発泡材のように防火性能を確保するために取り付けられるもの以外に、止水性能など確保するための副構成部材は、一般的に可燃性の材料で構成されている場合が多い。
- 加熱時に弱点となる可能性があることから、これまで20分間の加熱に対して耐えられる仕様（量の制限や難燃化など）が用いられてきた。
- 既存の副構成部材について、今年度はシーリング材を対象に、予備試験として20分間の加熱を受けた場合の性状を確認した。

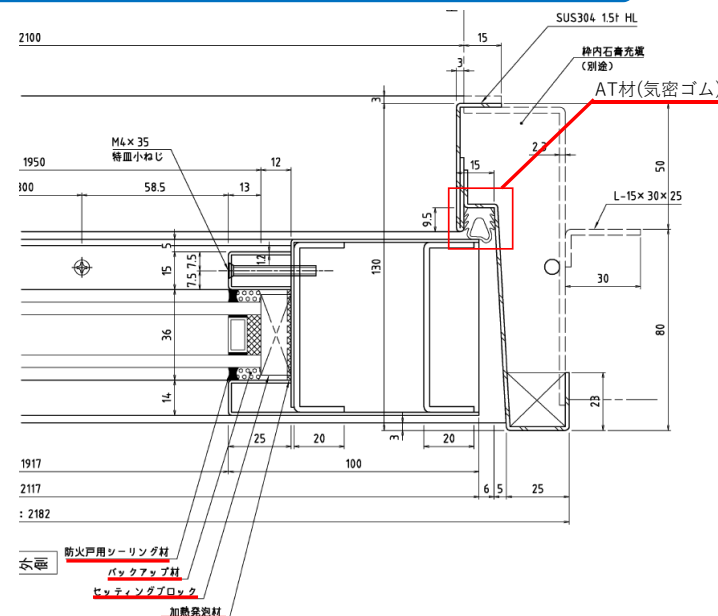


表 シーリング試験体一覧

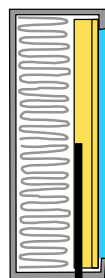
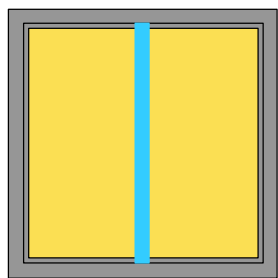
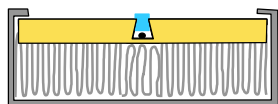
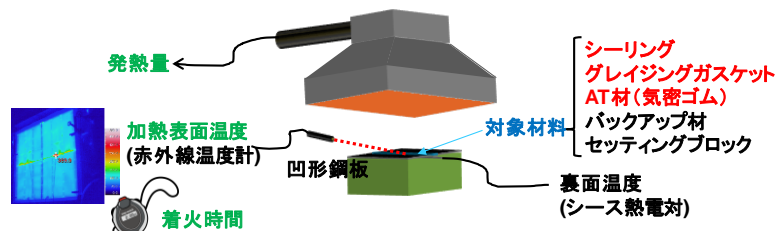
種別	会社名	商品名	材種	
防火品	信越化学工業	シーラント 40N	1 成分形シリコン系	脱オキシム型
	ダウ・東レ	SE5007	1 成分形シリコン系	脱オキシム型
	ダウ・東レ	SE5006	1 成分形シリコン系	脱アルコール型
	モメンティブ	トスシール 84	1 成分形シリコン系	脱オキシム型
	モメンティブ	トスシール 811	1 成分形シリコン系	脱オキシム型
非防火品	信越化学工業	シーラント 45	1 成分形シリコン系	脱オキシム型
	ダウ・東レ	SH780	1 成分形シリコン系	脱オキシム型
	ダウ・東レ	SE960	1 成分形シリコン系	脱アルコール型
	カンスター技研	ペンギンシール 2505	1 成分形シリコン系	脱オキシム型
	コニシ	ホント シリコンコーク	1 成分形シリコン系	脱オキシム型

F16 新たな基準に対応した防火設備の告示化及び評価方法の検討

② 20分間超の加熱を受ける副構成部材の性状に関する検討

- 9mm鋼板に凹状の溝を切ること直線状に設けられた単純断面の溝に、各種副構成材料を施工後、正対する位置からコーンヒーターを用いて直接輻射加熱を受ける際の性能を確認した。

改良CCM試験概要



シース熱電対

表 シーリング試験結果一覧

(防火品)

試験体	着火消火時間 (秒)				最高 発熱速度 (kW/m ²)	総発熱量 (MJ/m ²)		
	1回目		2回目			5分間	10分間	20分間
	着火	消火	着火	消火				
シーラント40N	559.7	619.7			3.8	0.0	0.2	0.5
シーラント40N	無し				5.4	0.2	0.4	0.6
SE5007	無し				2.9	0.1	0.2	0.2
SE5007	無し				2.4	0.1	0.2	0.3
SE5006	無し				3.5	0.0	0.1	0.4
SE5006	952.5	1049.8			10.0	0.0	0.1	1.3
トスシール84	無し				2.8	0.0	0.1	0.3
トスシール84					2.4	0.0	0.1	0.1
トスシール811	896.7	961.6			6.1	0.0	0.3	0.4
トスシール811	667.3	749.1			12.0	0.0	0.1	0.8
防火品平均					5.1	0.1	0.2	0.5

(非防火品)

試験体	着火消火時間 (秒)				最高 発熱速度 (kW/m ²)	総発熱量 (MJ/m ²)		
	1回目		2回目			5分間	10分間	20分間
	着火	消火	着火	消火				
シーラント45N	487.0	553.1	1131.6		9.9	0.0	0.5	0.8
シーラント45N	508.1	541.1			11.5	0.1	0.8	1.1
SH780	434.8	526.9			6.1	0.0	0.3	0.4
SH780	523.3	570.8			7.3	0.0	0.3	0.4
SE960	無し				10.9	0.1	0.1	1.6
SE960	無し				5.9	0.2	0.3	1.1
ペンギンシール	492.1	549.1			8.9	0.1	0.6	0.9
ペンギンシール	488.6	551.9			11.2	0.3	1.0	1.5
ポンドシリコンコーク	無し				4.2	0.4	0.7	1.1
ポンドシリコンコーク					3.6	0.2	0.4	1.1
非防火品平均					7.9	0.1	0.5	1.0

防火品の方が着火に至らないケースが多い。

F16 新たな基準に対応した防火設備の告示化及び評価方法の検討

③ 遮熱性を有する防火設備の試験・評価方法の検討

- ・大規模建築物の「壁等」に用いられる防火設備*には遮熱性能が要求される。
- ・すでに諸外国では、遮熱性能が求められており、ISO規格との整合性が必要。

表 遮熱性能の判定値

	業務方法書（日本）	ISO
平均温度上昇測定値 と規定値	・扉部分の中心及びおよび扉を四分割した 中心の合計5点。 ・平均温度上昇の規定値は140K	
最高温度上昇測定値 と規定値	・扉部分 180K	・扉部分 180K ・枠部分 360K

枠部分の測定方法及び規定



枠部分から一定の離隔距離を
とった部分で温度上昇を測定

基本方針

- ・裏面温度測定位置はISO3008-1に準拠し、平均温度上昇測定位置および最高温度上昇測定位置を定め、平均裏面温度上昇140K・最高裏面温度上昇180Kを判定値とする。
- ・枠部分の裏面温度測定は、一定の離隔距離の位置において黒体塗料を表面に塗布したディスク熱電対を用いる。

（一社）建築性能基準推進協会 防耐火構造・材料部会 防火設備WGでの検討である。

*具体的な構造方法は、平成27年国土交通省告示第250号「壁等の構造方法を定める件」に規定。

F16 新たな基準に対応した防火設備の告示化及び評価方法の検討

まとめ

- 改正後の建築基準法において、遮炎性を有する時間が20分間を超える防火設備（窓）や遮熱性を有する防火設備を評価対象としていることから、本事業では、今年度、20分間を超える防火設備（窓）について、性能確保のための方策の検討や評価方法の検討、実験等を行った。
- 今年度は検討成果から、将来の告示化をめざし、20分間を超える遮炎性能を有する防火設備（窓）の仕様を提案とすることができた。また、これらの成果は、今後の開口設備の製品開発や性能評価手法開発の基礎となる知見となることが期待できる。
- 今年度20分間を超える性能が確認された防火設備（窓）について下表にまとめる。いずれも屋内側・屋外側で同等の性能が得られると考えられる。

枠	ガラス構成（屋外側からの構成）	開閉形式	ガラス寸法 W×H[mm]	遮炎性能 時間
普通鋼 t1.2mm 以上、 ステンレス鋼(SUS304) t1.5mm 以上	耐熱結晶化ガラス 5mm+A16 +Low-E 膜付き耐熱結晶化ガラス 5mm	FIX	400×400 ～1200×2400	90
		扉	255×350 ～745×1950	90
鉄材	積層ガラス 11mm+A16 +Low-E 膜付きフロートガラス 5mm	FIX	700×700 ～1000×2000	45
鉄材又は鋼材 t1.8mm 以上	ガラスブロック 145mm×145mm×95mm 厚、 190mm×190mm×95mm 厚	FIX	～1610 ×～2410	60
アルミニウム合金材 t1.6mm 以上	ガラスブロック 145mm×145mm×95mm 厚	FIX	～1870 ×～2800	60
	ガラスブロック 190mm×190mm×95mm 厚	FIX	～1830 ×～2830	50