

令和5年度建築基準整備促進事業

F24 仕上げ及び下地への不燃化 要求の合理化等に係る検討

一般財団法人 日本建築防災協会

共同研究：国立研究開発法人建築研究所

検討の目的

建築基準法の避難規定においては、避難時間の確保等を目的に仕上げやその**下地に対し不燃材料等の防火上の性能の確保**を求めている。一方、近年木材活用の流れもあり、仕上げを不燃材料等にしたとしても、**下地についても構成部材に木材を用いるなどの木材活用の需要が高まっている。**

現段階における木材活用を始めとする設計上の多様な要求を踏まえ、仕上げやその**下地への不燃化要求をしている規定に関し**、優先的に検討する規定の整理した上で、安全上求められる性能をあらためて整理したうえで、**必要な加熱試験等により基準化に必要な技術的知見の整理を行うこととする。**

なお、本事業は令和4～5年度の事業である。

検討体制

本事業は建築研究所との共同研究である。本委員会を設け、建築研究所、国土交通省住宅局参事官付及び国土技術政策総合研究所と緊密に連携を取りつつ検討を進めた。

検討の実施方針

(イ)不燃化要求の合理化に関するニーズ等に関する知見の整理

R4 年度に行った建築関係団体等へのヒアリングで整理した合理化ニーズを踏まえ、合理化要求の高い規定について要求される趣旨等を踏まえ、前年度に引き続き整理

(ロ)加熱実験等の実施

①現行の要求性能の確認

現行の基準で求める要求性能を精査するため必要な加熱実験等を行う。

既存の火災実験等の知見等により要求性能が把握できるものは、その整理によりこれに代える。

②検討する仕様案の整理

(イ)で整理した合理化ニーズを踏まえて、現行規定で必要とされる性能に準じる性能が期待できる仕様等の候補の整理。

③加熱実験による性能の確認

加熱実験等により、②の仕様が、法律で求める要求性能を有しているかの確認。

(ハ)「直通階段が一つの建築物等向けの火災安全改修ガイドライン」に関する検討

法第 35 条の 3 (無窓居室を区画する主要構造部を耐火構造とし、又は不燃材料で造る規定) の合理化検討にあたり、同条と同様の課題のある上記ガイドラインに関しても、天井裏が開放されている場合の天井及び、その下部の区画による熱・煙の遮断性能に関する検証を行い、知見を得る。

(二)基準化の検討

(イ)、(ロ)、(ハ)の検討を踏まえ、現行基準に準ずる性能を確保している仕様に関する技術的資料を取りまとめる。

◆令和5年度に検討した規定

1. 建築基準法施行令112条8項、9項（高層区画の区画面積緩和）
2. 建築基準法施行令112条14項一号（用途上区画できない複数の竪穴部分を一の竪穴部分とみなす場合の条件）
3. 建築基準法施行令123条1項二号、令123条3項四号（避難階段・特別避難階段の構造要件）
4. 建築基準法35条の3（無窓居室の主要構造部を耐火又は不燃）
5. 直通階段が一つの建築物等向けの火災安全改修ガイドライン

※『直通階段が一つの建築物等向けの火災安全改修ガイドライン』（以下、本ガイドライン）は、天井裏の小屋裏部分の措置について、本ガイドライン作成時に課題となっていた。

法35条の3と本ガイドラインの趣旨・目的は、避難完了・救助活動を想定した一定の耐火性能・防火性能の確保という点で共通。

本ガイドラインにおいては加えて遮煙性能を有する戸を要求する等、煙の遮断に関する性能を要求していること等から、本ガイドラインにおける耐火・防火性能及び遮煙性能の観点から必要な仕様も併せて検討することとした。

1. 令 112 条 8 項、9 項、
(高層区画の区画面積緩和)

検討の目的

建築基準法施行令第112条8項、9項に規定する、高層階区画の区画面積緩和の為の手段として、仕上及び下地を不燃／準不燃材料とすることによる緩和条件と同等の水準の安全性が期待できる条件として、仕上のみに材料制限を要求する場合(下地に対する制限をなくす)の条件を検討する。

令第112条8項、9項の趣旨・内容

令第112条8項、9項

○高層区画の区画面積を定める件

規程の趣旨

11階以上の高層階では、消火活動が制約されることから、防火区画を強化している。

・**共通項**: 防火区画を構成する床・壁には耐火構造を、開口部には区画面積と内装制限に応じて特定防火設備or防火設備を要求することで、当該居室が出火室となった場合の、周囲への延焼防止をはかる。

→**継続して制限を行う。**

・**選択肢**: 右表に示すように、壁及び天井の室内に面する部分の仕上げと下地の発熱性に応じて、区画面積を強化することで、当該居室が出火室となった場合の、煙発生量または周囲への漏煙量を抑え、避難安全性を担保している。

→**不燃化の範囲を、仕上材の遮熱性能の有無に応じて合理化することを検討。**

防火区画の種類		区画面積	区画の仕様	
高層階区画	11階以上の部分の区画 (各階床面積100㎡以上)	内装を仕上・下地共、 不燃材料	500 ㎡以内	耐火構造の床・壁・特定防火設備
	内装を仕上・下地共、 準不燃材料	200 ㎡以内		
	上記以外	100 ㎡以内	耐火構造の床・壁・防火設備	

検討方針

1. 合理化方針

不燃/準不燃化の範囲を、仕上材の遮熱性能の有無に応じて合理化することを検討

2. 仕上げ材への要求性能の整理

仕上材と下地材の双方に不燃/準不燃性能を要求しているが、避難安全性が問題になる時間の間、火災による熱を受けて下地材が発熱することが無いよう、仕上材が十分な遮熱性能(被覆厚)を有していれば、下地の材料制限は必要ない。

遮熱性能は、仕上材の材厚を大きくすることで達成できると考えられる。また、厚みを増して、熱が浸透する領域が増したとしても、発熱性能を水準以下に維持できるよう、仕上材は、その設定材厚で不燃性能を確認しておく必要がある。そのため以下の性能を確認する。

3. 要求時間

耐火性については、別途、区画総体に対して耐火性能を要求しているため、ここでは階避難の目安とされ、内装制限上の機能要件となっている20分間の遮熱性能を確認することとした。

4. 測定項目

[1] 遮熱性能(令第107条の2第二号)

下地材への性能要求を不要とする為に必要な、仕上材の遮熱性能(必要被覆厚)を、50kW/m²一定加熱条件下の発熱性試験、および標準加熱曲線下の小型炉試験で確認した。

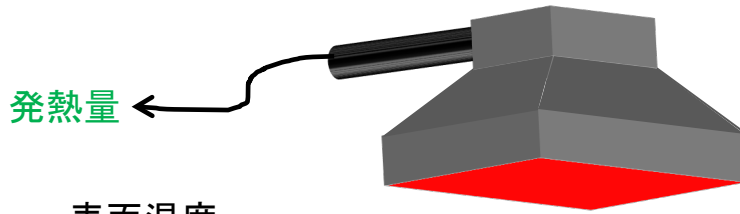
[2] 不燃性能(令第108条の2)

防火材料の国土交通大臣認定のための性能評価において各性能評価機関が定める業務方法書の発熱性試験により、設定材厚での不燃性能を確認する。

5. 検討項目

仕上材のみに性能要求する場合の例示仕様(案)として、実験的に性能が確認できた仕様を提案する。

コーンカロリメーター(CCM)試験概要

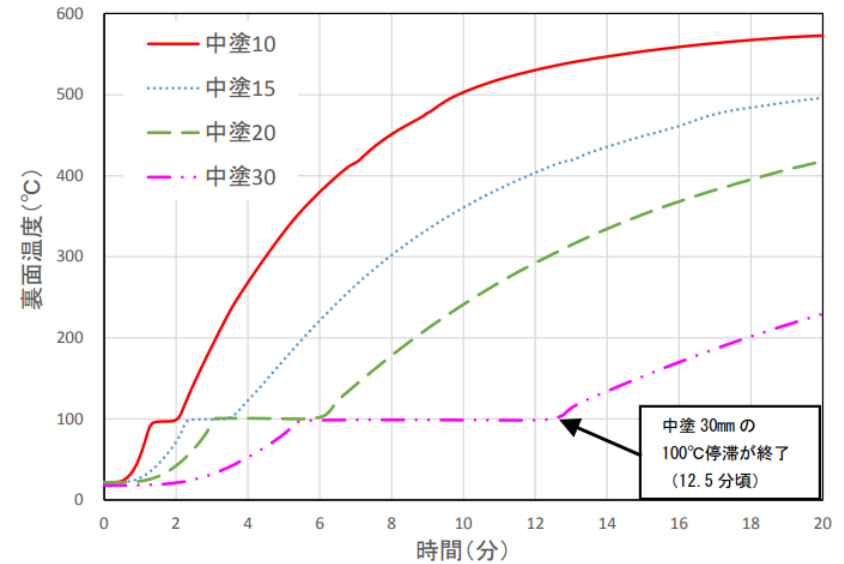
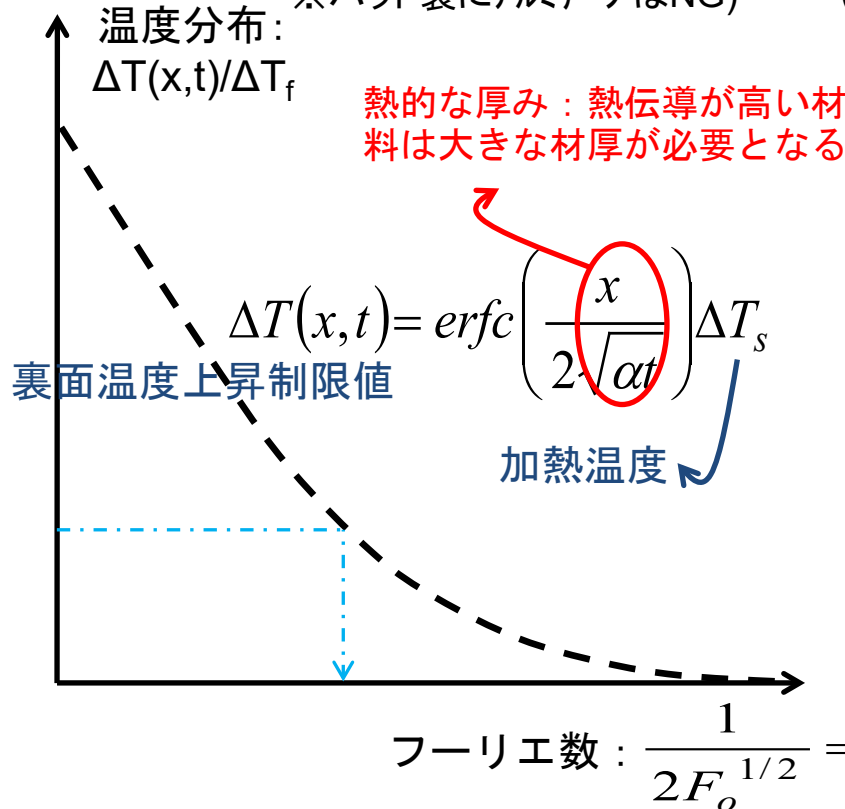


表面温度
(シース熱電対)

裏面温度
(ディスク付熱電対)
※パッド裏にアルミテープはNG

対象表面材

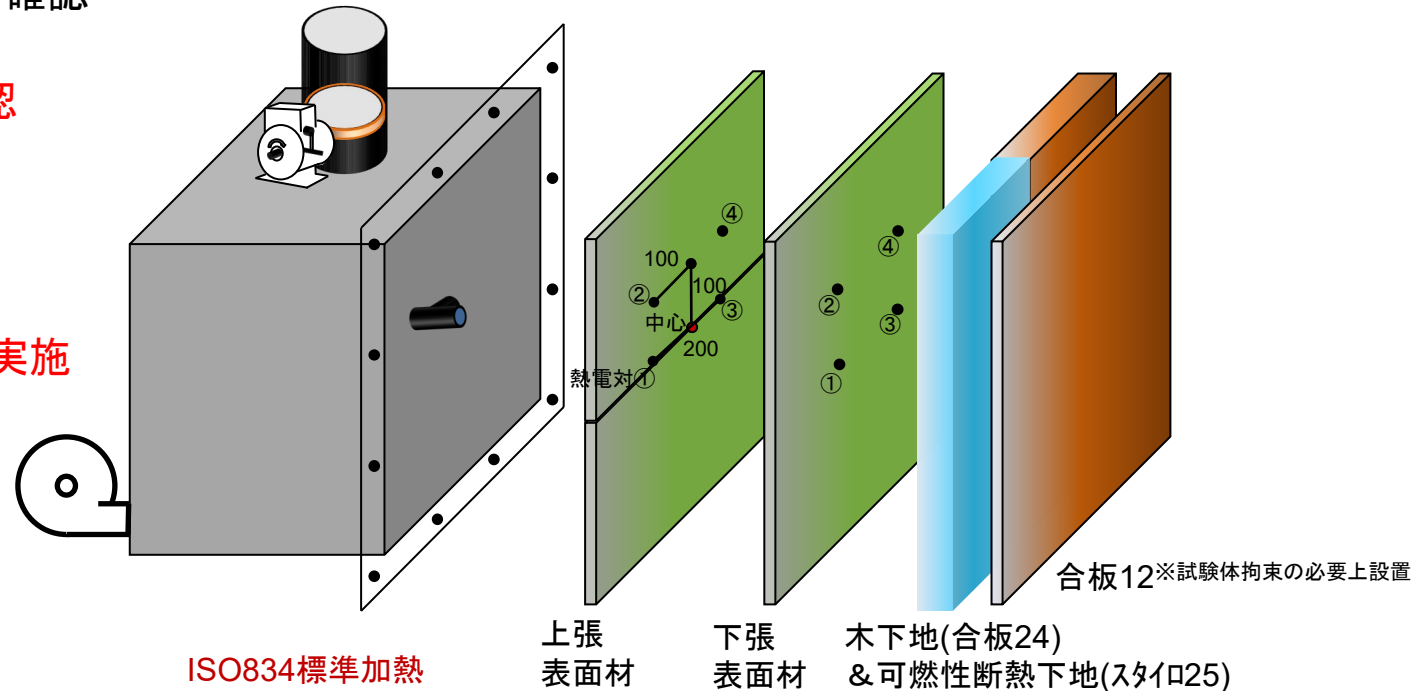
1. 最大厚(半無限固体)
2. 20分遮熱厚(告示案)
(乾式:断熱境界、湿式:特定下地)



⇒260°Cを温度上昇制限値とすると、片側30mm必要⇒準耐火構造60分の要求に等しい。

小型炉加熱試験概要

- ・ISO834標準加熱での確認
- ・非加熱側境界条件を
現実に即した形で確認
- ・乾式材料については、
目地部の影響を確認
- ・湿式材料については、
目地を設けず、
特定下地毎に試験を実施



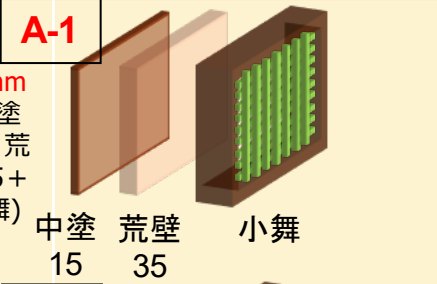
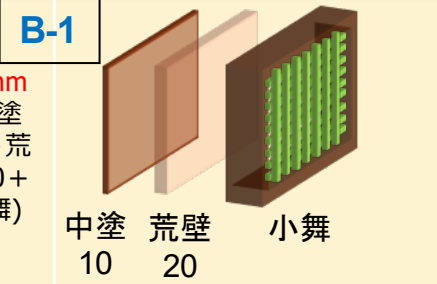
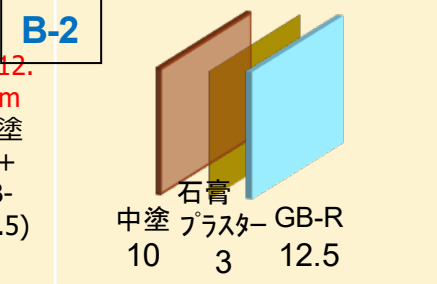
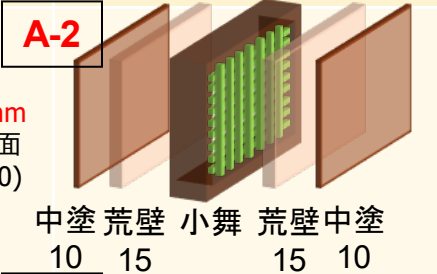
遮熱性判定の制限値については、実験時の非加熱側の境界条件が大きく影響する。発熱性試験ではセラミックウールで断熱条件とするが、耐火炉試験では、木造への展開が念頭にあることから、木材で覆われた条件を想定する他、熱籠もりで表面材の劣化が早く進むことも考えられるため、断熱材を裏当てとした条件についても検討した。

断熱材は可燃性の高分子発泡体であるポリスチレンフォームを用いた。制限温度は下地材の熱分解温度とし、木材については 260°C 、可燃性断熱材については 200°C を想定した。(※高分子の熱分解温度は約 300°C であるが、断熱材として発泡体の形状をとる場合、 200°C 程度となることが既往文献で報告されている。)

一方で湿式材料については、目地を設けず、特定下地毎に試験を実施した。

対象材料

対象材料：昨年度は法定不燃材料の内、乾式材料に限定して試験を実施した。
今年度は湿式材料、および法定準不燃材料について試験を実施した。

番号	材料	910x910mm試験体 18種×1体 = 18体					
		最大厚（熱物性値測定用）		20分遮熱仕様（告示想定）			
		構成・厚み	試験体図	構成・厚み	試験体図	構成・厚み	試験体図
1	土壁	<p>A-1</p> <p>50mm (中塗15+荒壁35+小舞)</p> <p>中塗 15 荒壁 35 小舞</p> 	<p>B-1</p> <p>30mm (中塗10+荒壁20+小舞)</p> <p>中塗 10 荒壁 20 小舞</p> 	<p>B-2</p> <p>13+12.5mm (中塗10+石膏R12.5)</p> <p>中塗 10 石膏 12.5</p> 			
	荒壁	<p>A-2</p> <p>50mm (両面塗50)</p> <p>中塗 10 荒壁 15 小舞 荒壁 15 中塗 10</p> 					

対象材料

番号	材料	910x910mm試験体 18種×1体 = 18体					
		最大厚 (熱物性値測定用)			20分遮熱仕様 (告示想定)		
		構成・厚み	試験体図	構成・厚み	試験体図	構成・厚み	試験体図
2	漆喰	木ずり 下地	A-3 43mm (上塗 2+中塗 砂漆喰 41) 上塗 2 中塗 41 砂漆喰 木ずり 7 木枠 30	B-3 22mm (上塗 9+中塗 砂漆喰 13) 上塗 9 中塗 13 砂漆喰 木ずり 7 木枠 30	B-4 27mm (上塗 2+中塗 砂漆喰 25) 上塗 2 中塗 18 砂漆喰 25 木ずり 7 木枠 30		
		小舞土 壁下地		土壁で必要厚を設定			
		ボード 下地		B-5 7+12.5 mm (上塗 4+石膏 プ ^ラ スター 3+GB- R12.5) 上塗 4 石膏 3 プ ^ラ スター 12.5 GB-R			
	モルタル 下地		B-6 27mm (上塗 2+中塗 砂漆喰 10+モル タル15) 上塗 2 中塗 10 砂漆喰 6 モルタル 15 木ずり 7 木枠 30				

対象材料

番号	材料	910x910mm試験体 18種×1体=18体					
		最大厚（熱物性値測定用）			20分遮熱仕様（告示想定）		
		構成・厚み	試験体図	構成・厚み	試験体図	構成・厚み	試験体図
3	モルタル	A-4 43mm (1回の塗厚の標準は6mm) モルタル木すり 木枠 43 7 30		B-7 25mm モルタル木すり木枠 15⇒25 7 30		B-8 20mm モルタル木すり木枠 20 7 30	
6	タイル セラミック タイル1類	B-9 25mm (タイル5+木下地までの厚み合計20) タイル 貼付用モルタル 調整材 ラス 木枠 5 2 3モルタル 6⇒15 12 30		B-10 8+12mm (タイル5+下地調整等3+窯業系サイディング12) タイル 貼付用ポリマーモルタル 窯業系サイディング 5 2 1 12		B-11 5+12.5mm (タイル5+GB-R12.5) タイル 有機系接着剤 GB-R 5 2 12.5	
7	レンガ			B-12 30mm レンガ 貼付用モルタル ラス 木枠 30 2 12 30			
8	瓦			B-13 29mm (瓦20+木下地までの厚み合計9) 瓦 調整材 ラス 木枠 20 3モルタル 6 12 30		B-14 39mm (瓦30+木下地までの厚み合計9) 瓦 調整材 ラス 木枠 30 3モルタル 6 12 30	

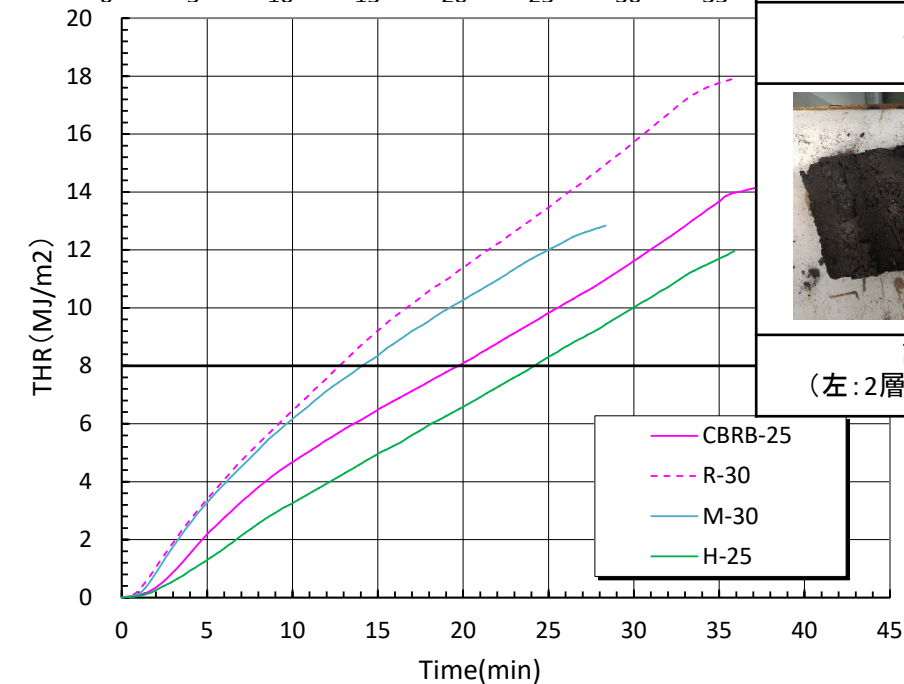
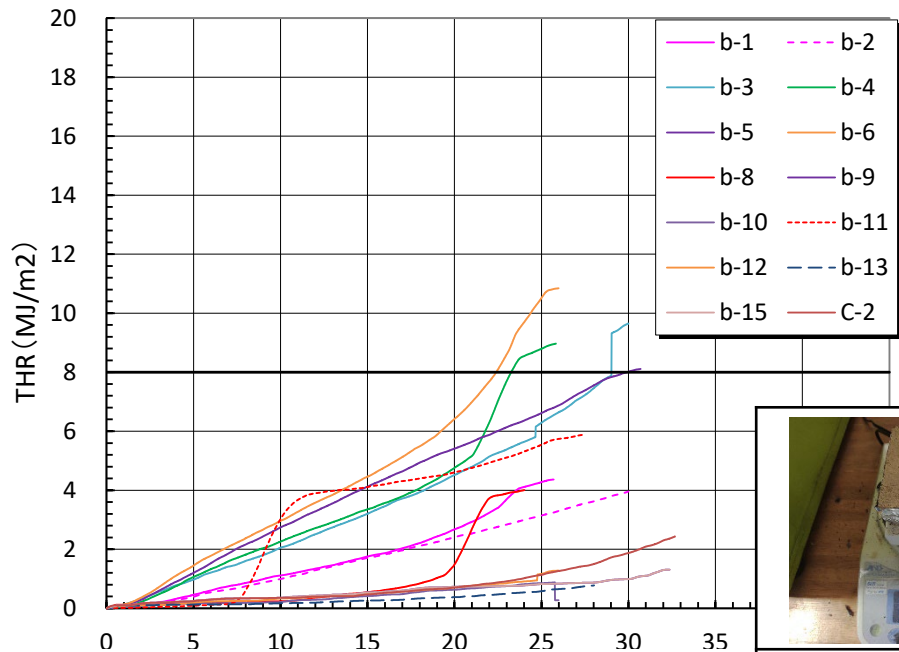
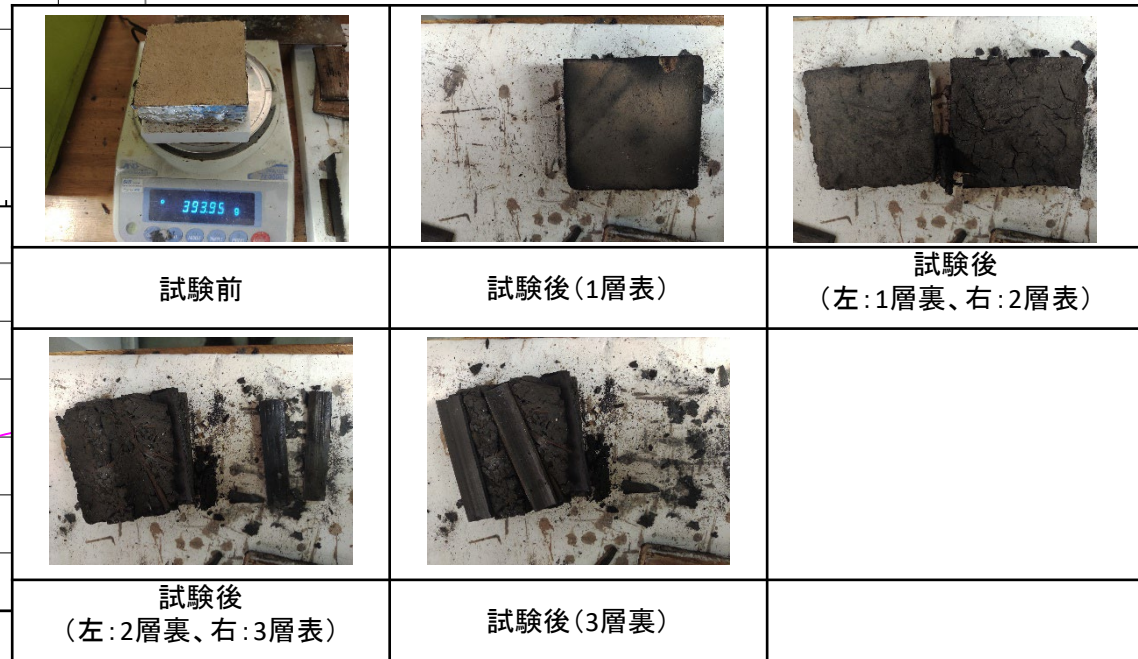
比重及び含水率

試験体番号	材料名	比重	含水率
		(kg/m ³)	(%)
B-1	土壁のみ	1136	1.48
B-1竹	土壁のみ	734	11.35
B-2	土壁GB下地	962	7.62
B-3	漆喰木下地	1483	0.41
B-4	漆喰木下地	1480	0.53
B-5	漆喰GB下地	844	9.61
B-6	漆喰珪藻土下地	1456	1.07
B-7	珪藻土木下地	1894	2.36
B-8	珪藻土木下地	1917	2.36
B-9	タイル木下地	1760	1.70
B-10	タイル窯板下地	1135	4.45
B-11	タイルGB下地	914	7.57
B-12	レンガ	1894	0.05
B-13	瓦木下地	1701	1.10
B-14	瓦木下地	1733	1.07
C-1	軽珪木下地	1843	1.53
C-2	軽珪木下地	1868	1.85
B-4再	漆喰木下地	1521	0.30
B-6再	漆喰珪藻土下地	1774	3.39
B-7再	珪藻土木下地	2082	3.17
B-9再	タイル木下地	1912	3.83
CBPB-25	硬質木片セメント板	1229	11.01
R-30	普通木毛セメント板	778	8.57
M-30	中質木毛セメント板	942	9.45
H-25	硬質木毛セメント板	1197	10.64

CCM試験：発熱量測定結果

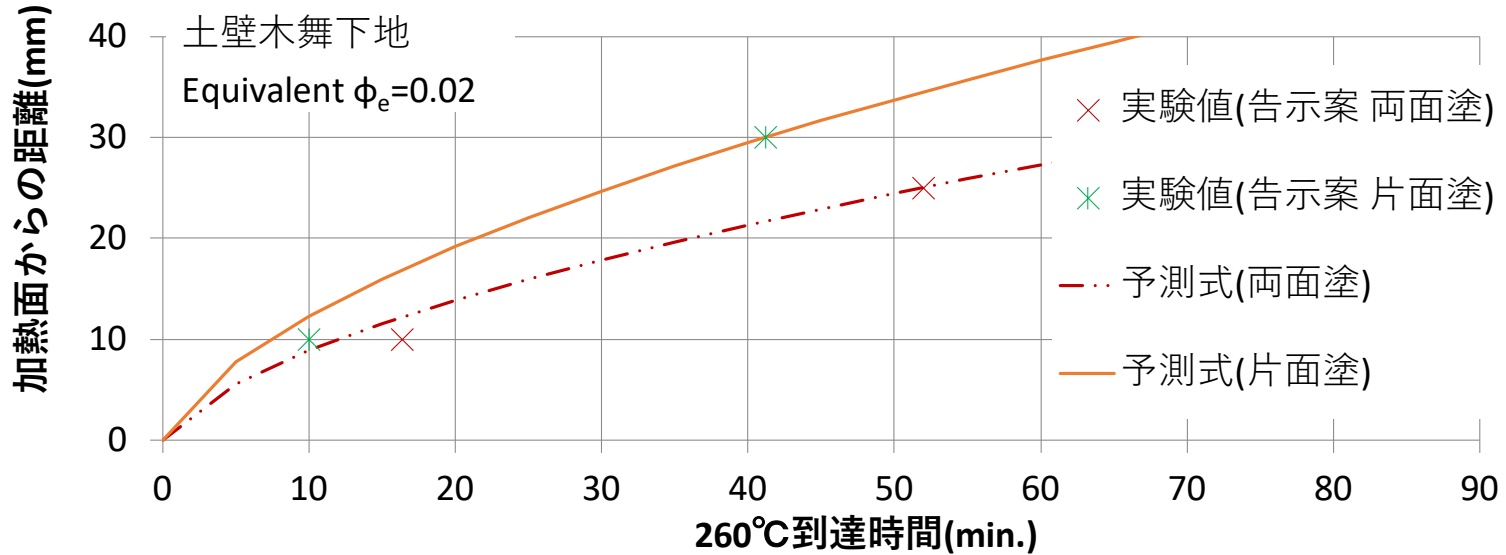
- ・総発熱量は安定して低く保たれている。
- ・遮熱性能を満足するために材厚を増しても、20分/10分経過時の総発熱量が規定値以下に抑えられていた。

実験写真



小型炉試験:必要被覆厚の算定※

※既往の予測式(ISO DTR 21721-2)を用いて、最大厚における制限温度到達時間をベンチマークに、それより短い任意の時間で遮熱性能を満たす材厚を算定し、小型炉での実験結果と比較した。

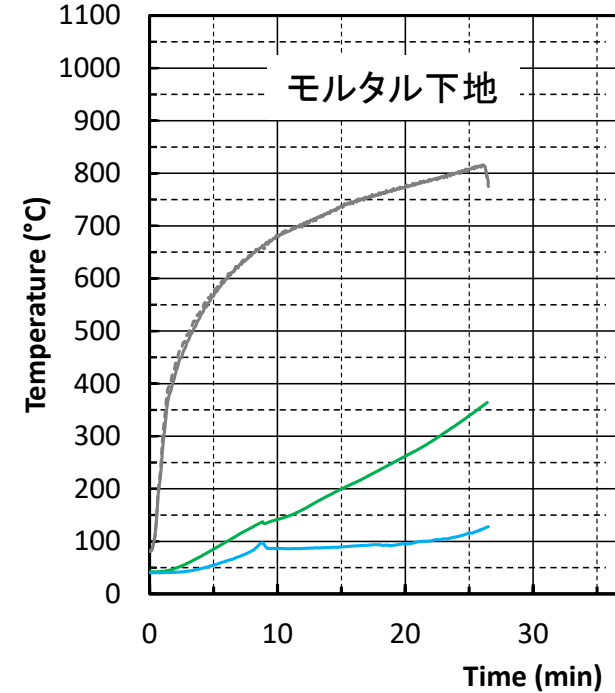
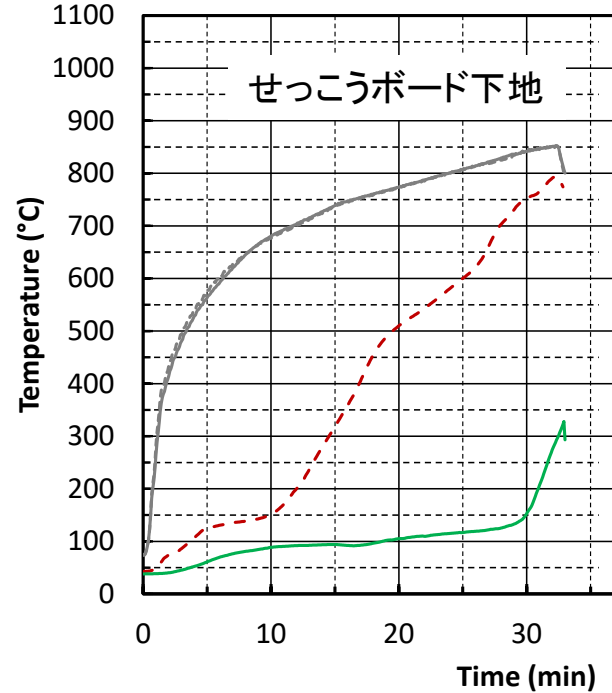
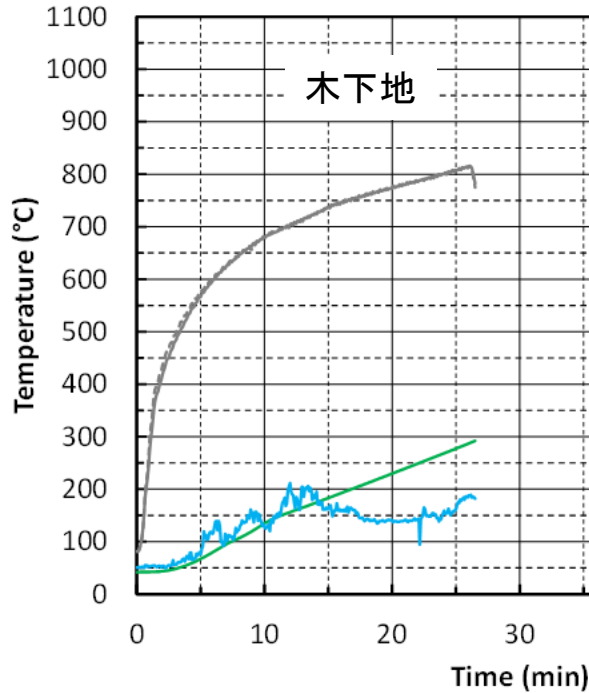


・土壁については、小舞下地の場合、両面塗りの方が、伝熱で非加熱側に熱が抜けるために、小舞の温度が上昇しづらく、20分の遮熱性能を担保するのに必要な厚みは小さくて済むことが分かった。

・またGB-R下地の場合、最も薄いGB-R9.5mmを下地とする場合は、土壁の標準施工厚10mmでは遮熱性能が不足するため、GB-R12.5mmの下地で再度実験を行い、遮熱性能が満足されることを確認した。

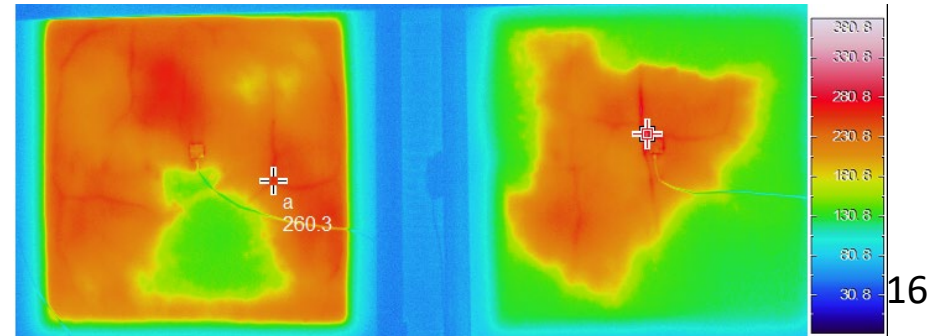
試験結果(漆喰)

小型炉試験: 温度測定結果(緑線が可燃性下地表面温度)



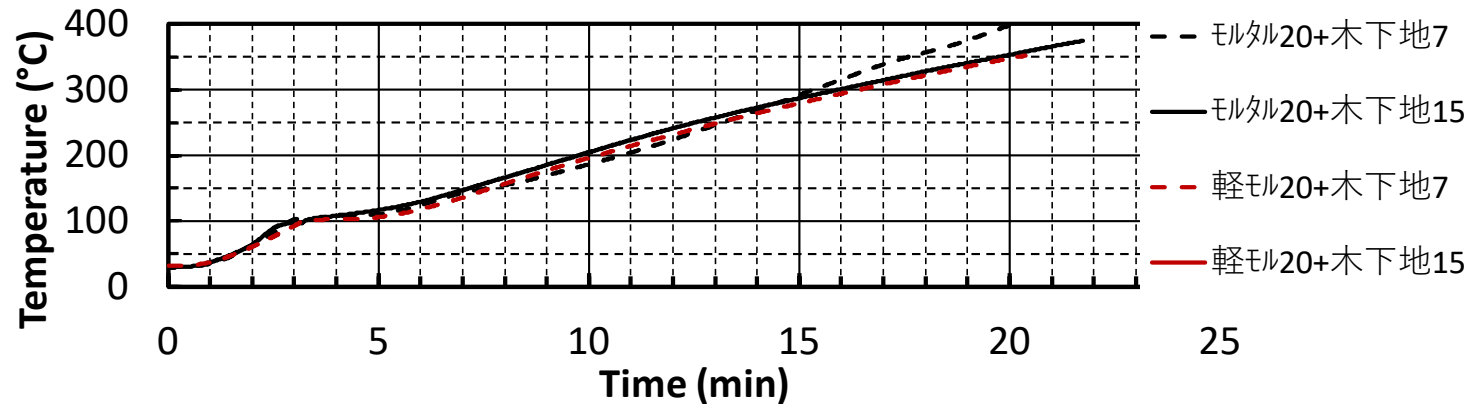
- ・漆喰については、木下地の場合、標準施工の上塗2mm+中塗砂漆喰18mmでは、遮熱性能が不足することが確認され、中塗砂漆喰を25mmに塗り足した仕様で、遮熱性能が満足されることを確認した。
- ・モルタル下地の場合、標準施工の上塗2mm+中塗砂漆喰10mmでは、遮熱性能が不足することが確認された。漆喰の厚みを増すか下地のモルタルの厚みを増すかの選択になるが、施工性を考慮して、モルタル厚みを最低施工厚の6mmから15mmに増して実験を行い、遮熱性能が満足されることを確認した。

・GB-R下地の場合、前報よりGB-R12.5mmの下地単体で約15分の遮熱性が期待できる。よって先の土壁10mm同様、漆喰も4mmと薄く設定できる。ただし、加熱途中でひび割れや脱落が生じやすくなるため、熱映像でも遮熱時間を確認した(写真)。



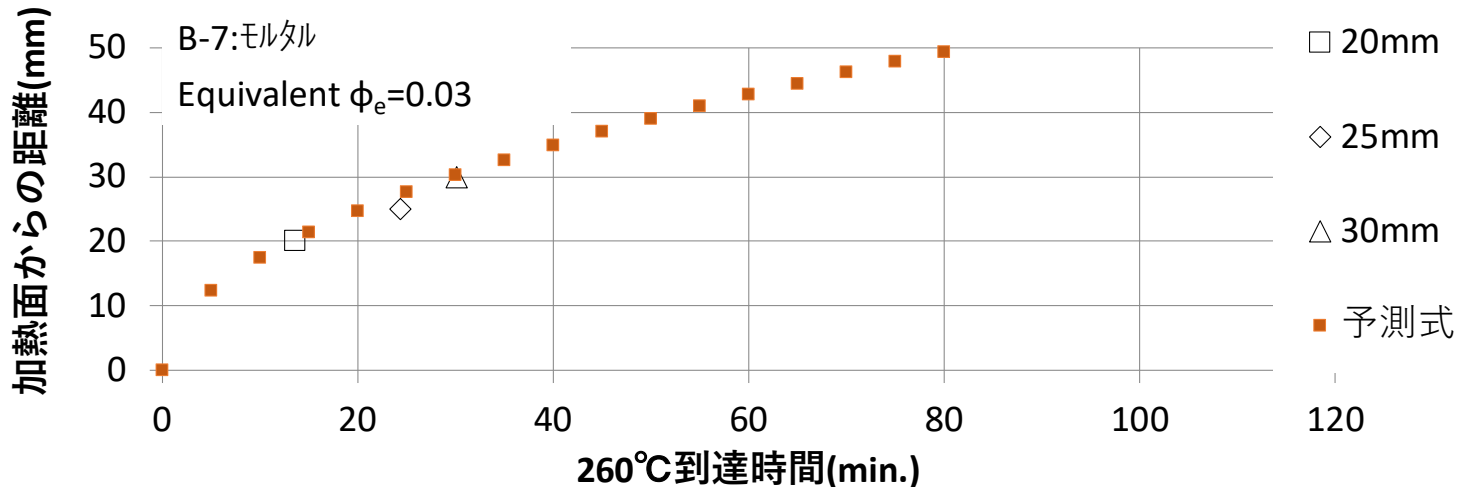
試験結果(モルタル)

CCM試験: 温度測定結果



・モルタルについては、20mm程度の厚み、260°C程度の温度上昇であれば、モルタルと軽量モルタル、そして木下地の厚みで温度上昇に大きな違いは出ないことが確認された。

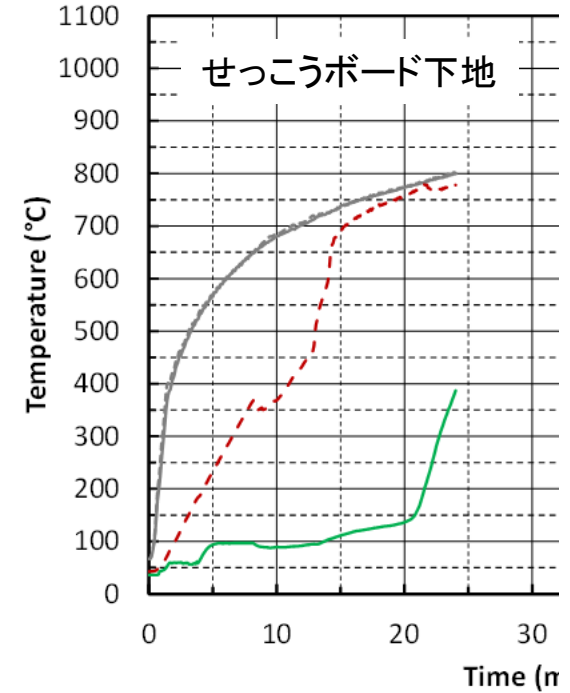
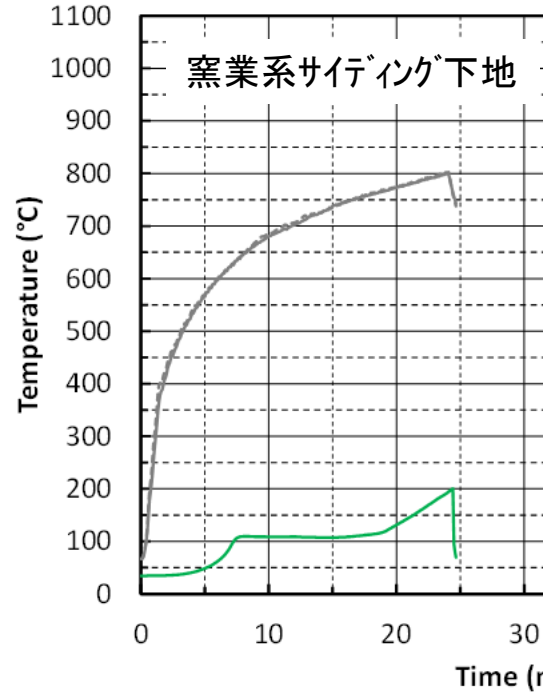
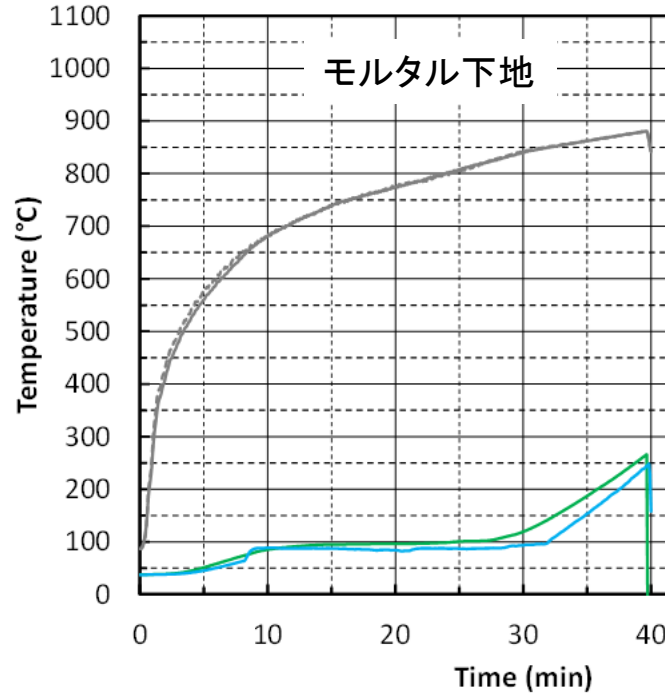
小型炉試験: 必要被覆厚の算定



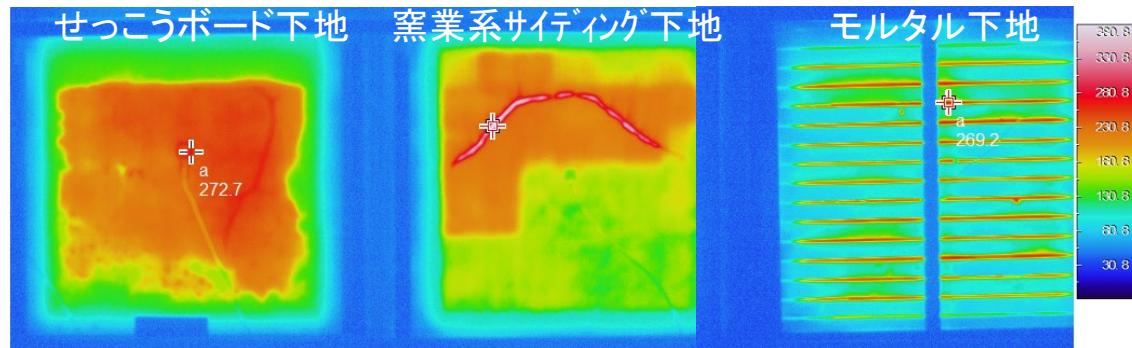
・材厚を20, 25, 30mmと変化させた際の遮熱時間と必要被覆厚の関係を図3に示す。この図を用いて、先の漆喰モルタル下地のように、標準施工では遮熱性が不足する場合、表面材側に制限を設けたくないものは、下地のモルタル施工厚の割増しで対応が可能である。

試験結果(タイル)

小型炉試験: 温度測定結果 (緑線が可燃性下地表面温度)

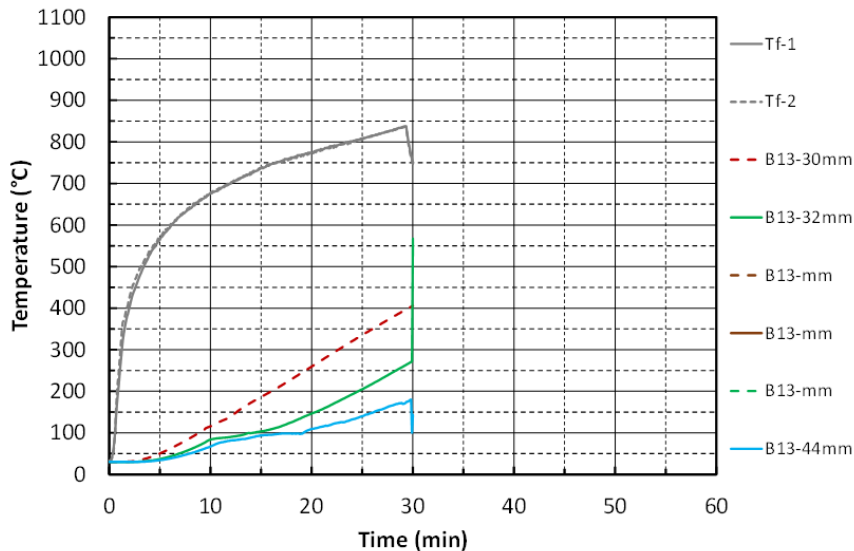


・タイルについては、モルタル下地の場合、標準施工では遮熱性能が不足することが確認され、モルタルを15mm厚に割増すことで遮熱性能が満足することを確認した。

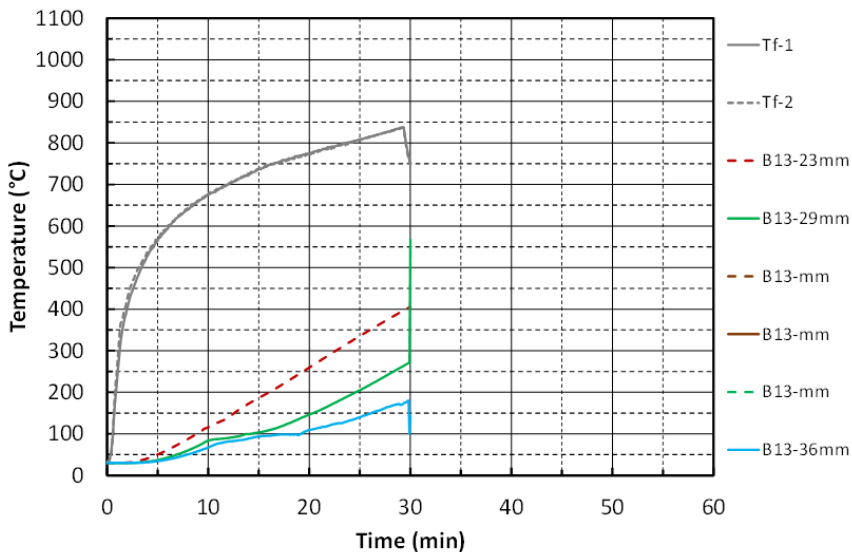


・窯業系サイディング下地については標準施工で、GB-R下地については、GB-R12.5mm厚の下地で遮熱性能が満足することを確認した。窯業系サイディング下地とGB-R下地では、加熱10分～14分後にかけて、タイルが脱落する。モルタル下地では加熱23分後まで脱落は見られなかった。

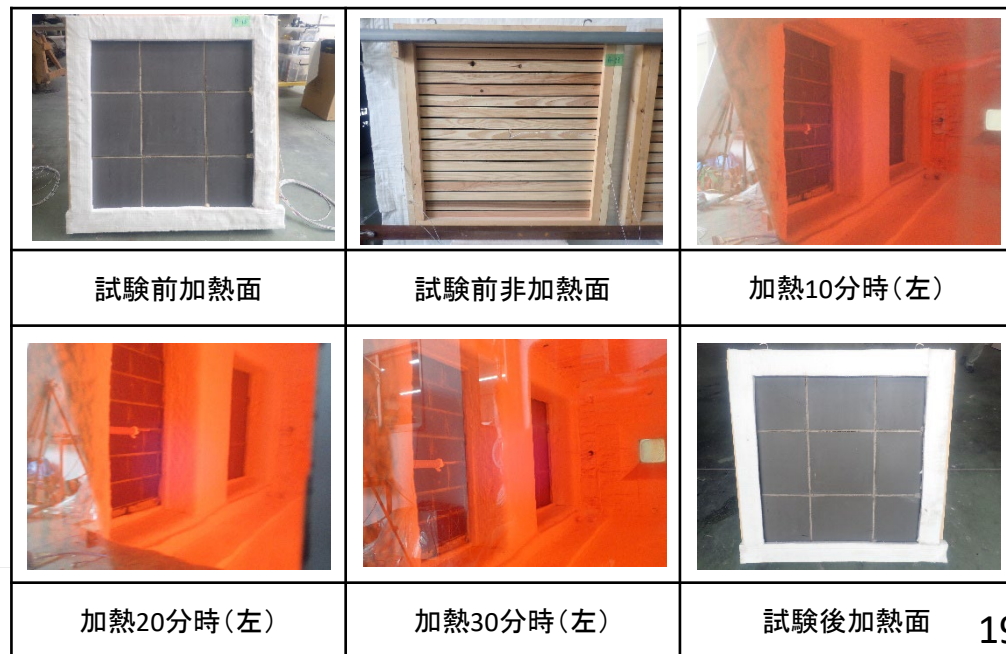
試験結果(レンガ・瓦)



・レンガは、市場流通品として最も薄い30mm厚で、遮熱性能が満足することを確認した。

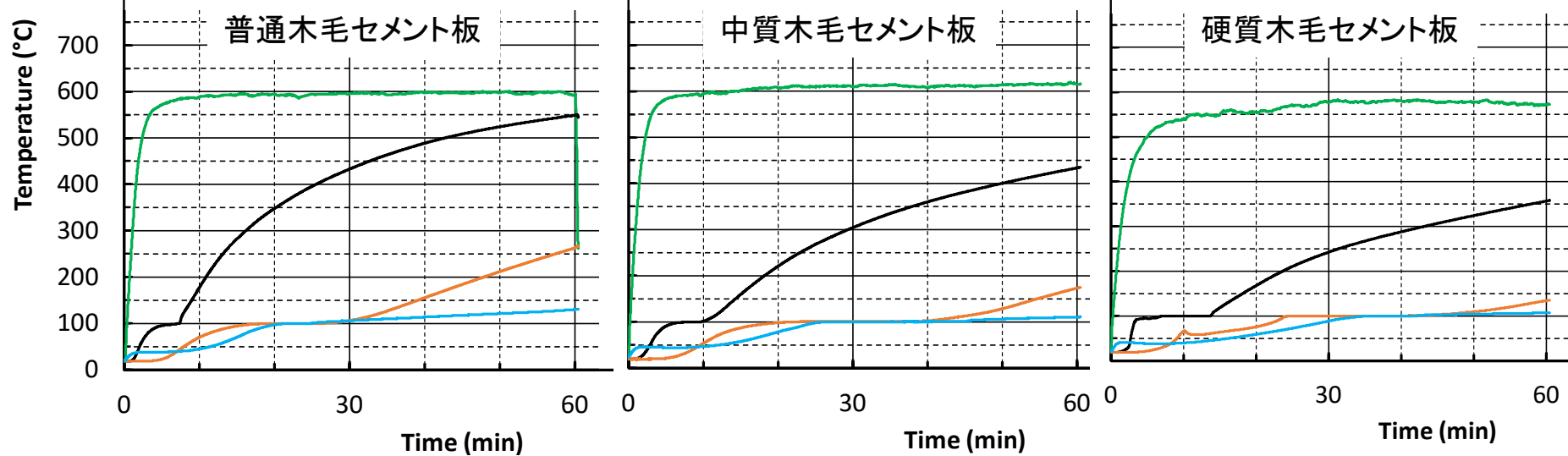


・瓦は、市場流通品として最も薄い20mm厚で、遮熱性能が満足することを確認した。



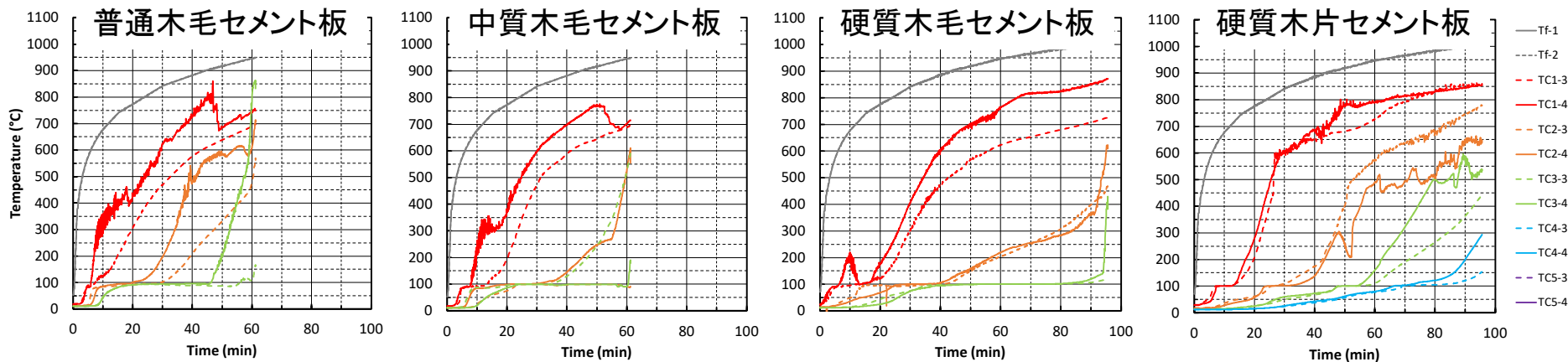
■普通/中質/硬質木毛セメント板・木片セメント板①

CCM試験：温度測定結果



・温度測定結果より、加熱面から順に厚さ方向に熱が伝わる様子が見て取れる。木毛セメント板で密度の違いによる影響を比較すると、普通→中質→硬質と密度が高くなるにつれ、100°C付近での温度停滞が長くなるほか、その後の温度上昇についても、加熱面からの距離が等しい位置での比較で緩慢になることが見て取れる。

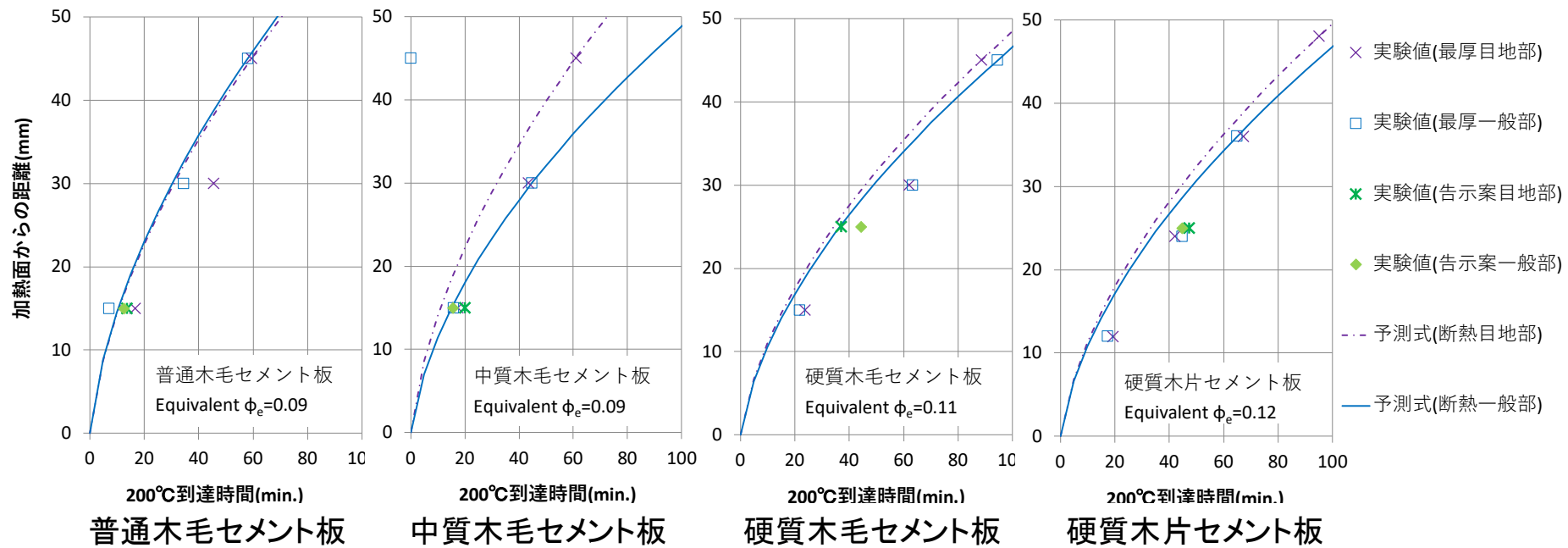
小型炉試験：温度測定結果



■普通/中質/硬質木毛セメント板・木片セメント板②

・前図は点線が目地部、実線が一般部の温度を示している。亀裂の入り方によって、弱点部となった箇所に近い位置の温度上昇が高くなる傾向にあり、密度の高い、硬質木毛/木片セメント板では亀裂が入りづらいために、同一断面での温度差が生じにくく、密度の低い、普通/中質木毛セメント板では、亀裂による温度差が生じやすかったと思われる。

小型炉試験：必要被覆厚の算定



・目地や亀裂の影響も鑑みて、CCMでの結果より幾分安全側の厚み、特に密度の低い普通/中質木毛セメント板の2仕様は重ね張りで仕様を設定し、小型炉試験でも遮熱性能が十分に担保されることを確認できた。

まとめ

提案

- ・実験の結果、20分間の遮熱性能を満たす仕様について、昨年度に検討した材料も含めて一覧表に示す。
- ・湿式材料については、下地が特定できるため、その種類毎に厚みを設定したが、乾式材料については、下地を問わず、最不利となる下地との組み合わせから、必要厚さを設定した。いずれも十分な安全率を考えた上での設定となっている。
- ・総合すると、20分間下地に熱の影響を伝えないためには、表面材に約20～30mm程度の厚みが必要となることが分かる。

材料名	下地	必要厚
強化せっこうボード(V)	不問	21mm以上
普通せっこうボード		19mm以上(2層以上)
けい酸カルシウム板1.0FK		22mm以上(2層以上)
けい酸カルシウム板0.8FK		22mm以上(2層以上)
けい酸カルシウム板0.5TK		35mm以上
けい酸カルシウム板0.2TK		25mm以上
ガラス繊維混入セメント板		18mm以上(2層以上)
壁土	小舞下地	片面塗30mm以上
		両面塗25mm毎以上
漆喰	石膏ボード下地(12.5mm以上)	10mm以上
	木下地	27mm以上
	石膏ボード下地(12.5mm以上)	7mm以上
モルタル	モルタル下地(15mm以上)	12mm以上
	不問	25mm以上
コンクリート・軽量コンクリート	不問	25mm以上
タイル	モルタル下地(15mm以上)	5mm以上
	窯業系サイディング下地	
	石膏ボード下地(12.5mm以上)	
レンガ	不問	30mm以上
瓦	モルタル下地(6mm以上)	20mm以上
硬質木片セメント板	不問	25mm以上
普通木毛セメント板		30mm以上(2層以上)
中質木毛セメント板		30mm以上(2層以上)
硬質木毛セメント板		25mm以上

2. 令112条14項一号

(用途上区画できない複数の縦穴部分を一の縦穴部分 とみなす場合の条件)

建築基準法施行令 112 条 14 項一号

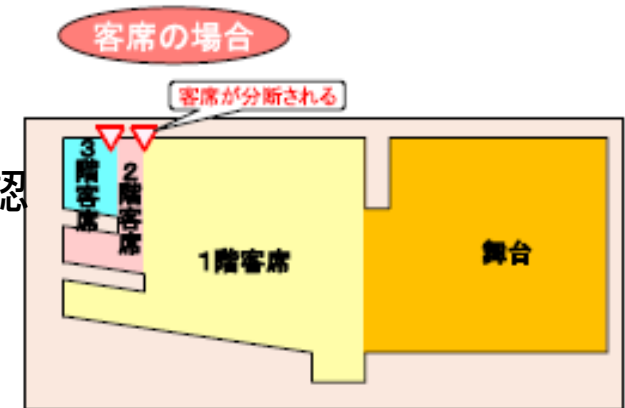
(用途上区画できない複数の竖穴部分を一の竖穴部分とみなす場合の条件)

1. 背景・目的

建築基準法施行令第112条第14項第一号において、用途上他とは区画できない竖穴部分を一つの竖穴として区画する場合に条件となる仕上及び下地を準不燃材料とすることと同等の水準の安全性が期待できる条件として、仕上のみに要求する場合(下地に対する制限をなくす)の条件を検討する。

2. 検討方法

- 1) 建築基準法施行令第112条第14項第一号の趣旨の確認
- 2) 同等の水準の安全性が期待できる条件の整理



3. 検討内容

建築基準法施行令第112条第14項第一号の規定の趣旨

・竖穴区画(第11項):

- (1) 火災による煙の垂直方向への拡大を防止すること
- (2) 在館者が竖穴区画を通して安全に避難できること

・第14項:用途上やむを得ない場合においては、防火上の配慮から、仕上及び下地を準不燃材料とすることで、それぞれの竖穴区画は免除される。

第14項考え方:一体となった空間全体には、第11項が適用されて竖穴区画される。この仕上と下地が準不燃材料であれば、映画館、劇場等の客席等の一体の空間であることから火災の覚知・避難開始が早期に行われ、内装からの発煙が制限されることから、避難安全が確保される。

3. 検討内容(つづき)

仕上のみに性能要求する場合の性能

下地を木材と想定した際に仕上に必要となる性能は、通常の火災による火熱による加熱開始後10分間の

[1] 不燃性能(令第108条の2): 材料単体として10分間の加熱(50kW/m²一定)

[2] 防火区画を構成する壁や床としての遮熱性能(令第107条の2第2号)

※目地等を含み、遮煙性能も必要

4. 提案

要求性能への適合仕様は、

「要求性能が同じ建築基準法施行令第112条8項、9項における仕上・下地の合理化の考え方」

において性能が確認できた仕様が適用できる。

3. 令 123 条 1 項二号
令 123 条 3 項四号

(避難階段・特別避難階段の構造要件)

建築基準法施行令 123 条 1 項二号、令 123 条 3 項四号 (避難階段・特別避難階段の構造要件)

1. 背景・目的

建築基準法施行令第123条第1項第二号(避難階段)および令第123条第3項第四号(特別避難階段)において仕上及び下地を不燃材料とする要求と同等の水準の安全性が期待できる条件として、仕上のみに要求する場合(下地に対する制限をなくす)の条件を検討する。

2. 検討方法の説明

- 1) 建築基準法施行令第123条第1項第二号
・令第123条第3項第四号の趣旨の確認
- 2) 同等の水準の安全性が期待できる条件の整理

3. 検討内容

建築基準法施行令第123条第1項第二号の規定の趣旨

屋内に設置する避難階段は、屋内からの煙の進入を防ぎ、また、火災による輻射熱から階段を守ることを主眼とする。

- (1)階段室を火災の輻射熱から守るために壁を耐火構造とする
- (2)段室の内装材が、熱によって燃え出したり、煙を発生させたりするのを防ぐため制限する

建築基準法施行令第123条第3項第四号の規定の趣旨

建築物の15階以上の階になると、はしご車からの消火や避難救出活動ができないため、どんな火災に対してもその階段だけは煙や火炎が入らない構造の階段を設ける。

- (1)必ず屋内からバルコニーまたは付室を経由して階段室に入る
- (2)付室には、煙を外部に排出できるように窓や排煙設備を設ける

建築基準法施行令 123 条 1 項二号、令 123 条 3 項四号 (避難階段・特別避難階段の構造要件)

3. 検討内容(つづき)

避難階段・特別避難階段は、在館者が階段を使用して安全に避難階に避難できること(消防活動(消火・検索)上の経路含む。)を機能要件として設けられていることから、

- (1)階段室内での出火・発煙防止:用途制限による可燃物制限(H12建告1440号:内装準不燃が条件)・内装制限(下地含む)
- (2)階段室を火炎の輻射熱から保護:耐火構造(遮熱性能)の壁
- (3)階段室外からの遮煙:階段室出入口の防火設備の遮煙性
- (4)避難上の遮熱:出入口以外の開口部制限

が機能要件として要求されており、

「階段室及び付室の天井(天井のない場合にあつては、屋根。)及び壁の室内に面する部分は、仕上げを不燃材料でし、かつ、その下地を不燃材料で造ること。」が求められている。

令第123条第1項及び令第123条第3項に規定される避難階段及び特別避難階段
→令第112条第11項に適合するもの

出入口:法第2条第9号の2口に規定する防火設備で令第112条第19項第2号に規定する構造であるもの

仕上のみに性能要求する場合の性能

下地を木材と想定した際に仕上に必要となる性能は、

- [1] 不燃性能(令第108条の2) 通常の火災による火熱による加熱開始後20分間の
 - ・火災区画への煙を出さないための寸法安定性(令第108条の2第2号)と発煙性(令第108条の2第3号)、
 - ・その要因となる発熱性(令第108条の2第1号)

3. 検討内容(つづき)

[2]防火区画を構成する壁や床として部材に遮煙性能を要求するため、通常の火災の20分間の加熱に対して、

- ・隣接区画へ煙を出さないための構造としての寸法安定性と発煙性、
- ・その要因となる構造としての発熱性

が要求されることから、加熱側の被覆下地に対して防火上有害な影響がないこと(仕上のみで遮熱性・寸法安定性があること)が要求される。

4. 提案

要求性能への適合仕様は、

「要求性能が同じ建築基準法施行令第112条8項、9項における仕上・下地の合理化の考え方」

において性能が確認できた仕様が適用できる。

4. 法35条の3 (無窓居室の主要構造部を耐火又は不燃) に関する検討

建築基準法 35 条の 3 (無窓居室の主要構造部を耐火又は不燃)

1. 背景・目的

法35条の3(無窓の居室等の主要構造部)

政令で定める窓その他の開口部を有しない居室は、その居室を区画する主要構造部を耐火構造とするか、不燃材料で造らなければならない。

1. 面積の合計が当該居室面積の1/20以上
2. 直接外気に接する避難上有効なもの
(直径1m以上の円、幅75cm、高さ1.2m以上)

課題

- ① 設計の負担が大きい(木構造、天井チャンバー方式の排煙採用時など)
- ② 耐火構造とすべき範囲が全国で統一されていない(間仕切壁の扱いなど)
- ③ 無窓居室であることに対して、耐火構造を要求することの合理的な理由が不明

2. 検討方法の説明

法35条の3が要求する性能を整理し、それを満足するための要件を抽出する

建築基準法 35 条の 3 (無窓居室の主要構造部を耐火又は不燃)

3. 検討内容

法35条の3の解釈

「避難路の明るさが確保できる開口部がないか、脱出可能な開口部がない居室は、床や壁の耐火区画性能を高めて、その部屋で長く持ちこたえることができるようにすべきである(小林、無窓の居室と無窓階より)」

疑問点

- 当該居室から避難や救助できたとしても、階や建物からの避難を保証していない
- 開口部に関する規定がなく、熱や煙の侵入について考慮されていない



いわゆる「籠城区画」ではなく、「当該居室からの避難や救助を補助する役割」を期待
つまり、当該居室からの避難や救助が完了するまでの時間、当該居室が崩壊や激しい
燃焼状態にならなければよい



階避難の間、当該居室が崩壊や激しい燃焼に至らなければ、当該居室の在館者および階全体の在館者が安全に避難可能(要求性能を満足)

建築基準法 35 条の 3 (無窓居室の主要構造部を耐火又は不燃)

4. 提案

一方、階避難時間程度の避難時間を確保するという観点から考えると、耐火構造の要求はやや過剰といえる。

(法35条の3が制定された昭和34年には、準耐火構造や準不燃材料という概念がない)

20分程度

合理化案

1. 準耐火構造も可とする→特に木構造適用時の負担低減
2. 強化天井による代替措置(H28国交省告示第694号)の適用→天井裏の木材活用、天井チャンバー方式の排煙設備採用時の負担低減

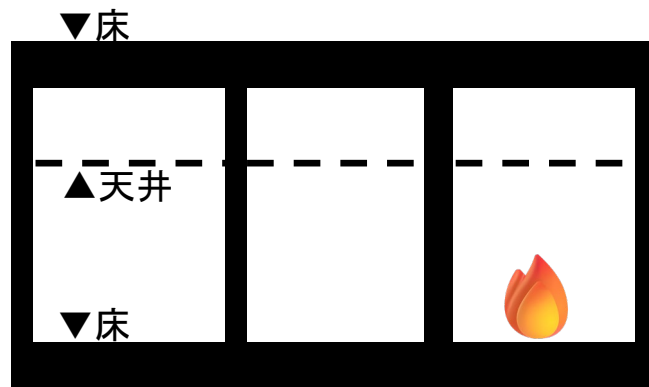


図-1: 小屋裏まで達する間仕切壁

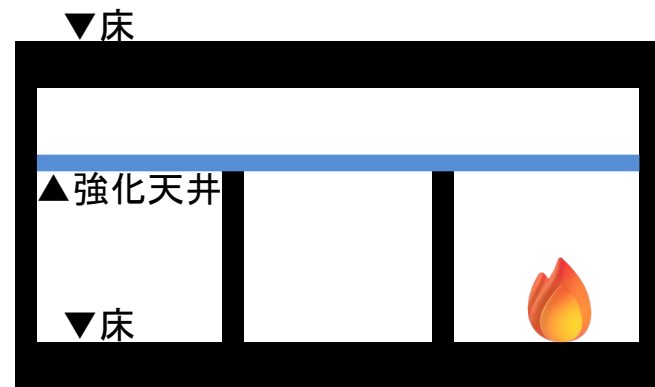


図-2: 強化天井

5. 直通階段が一つの建築物等 向けの火災安全改修に関する検討

1. 背景・目的

2022年12月16日に国土交通省により公表された「直通階段が一つの建築物等向けの火災安全改修ガイドライン(以下、ガイドライン)」を踏まえ、既存不適格建物を対象とした改修にあたっての

- ・仕様基準
- ・更なる安全性向上を目的とした**推奨される追加対策**

に関する検討を行う。

特に、**退避区画の煙進入防止対策**を中心に検討する。

2. 説明の流れ

- ・対象・前提条件
- ・仕様基準案
- ・上記に係る検討内容
 - 3次元火災煙数値解析シミュレーションによる煙挙動の把握
- ・推奨される追加対策の仕様案

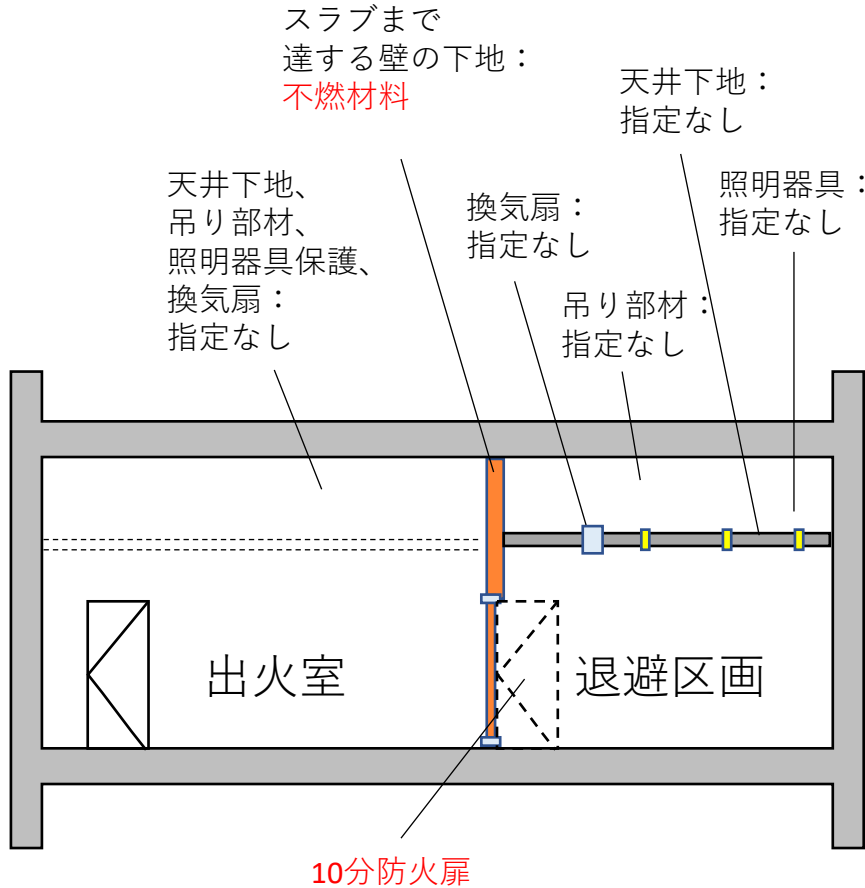
対象・前提条件

1. 100㎡前後の階面積、階段1本。特に、長屋状の区画で居室用途として用いるもの。
2. 1か所しかない階段に通じる出口の近傍で、「避難安全に対する通常の火災」が発生した場合を想定
 - 2.1 ガソリン放火のように短時間に急激に成長する火災は直接的な対象とはしない。
一般的なテナントの使用形態を考慮した場合に設置される物品が出火源となった場合を対象とする。
 - 2.2 ガラス等の破損を考慮し、大きな開口が生じること前提としない
(退避区画の遮煙に著しく有利になる。設計的にガラスが破損することは担保されていない。)
3. 退避区画に避難器具等を設置し、**避難者が自力で避難する想定**とする。
 - 3.1 籠城し、消防隊による救助のみに期待するものではない。
 - 3.2 避難器具等による避難に要する時間の中に煙等に極度に曝露することを回避する。
4. 人口密度は、0.1875人/㎡以下(避難安全検証法の事務所の人口密度0.125人/㎡の1.5倍)の用途を想定する。
これを超える場合、『推奨される追加対策』を講じることを推奨する。

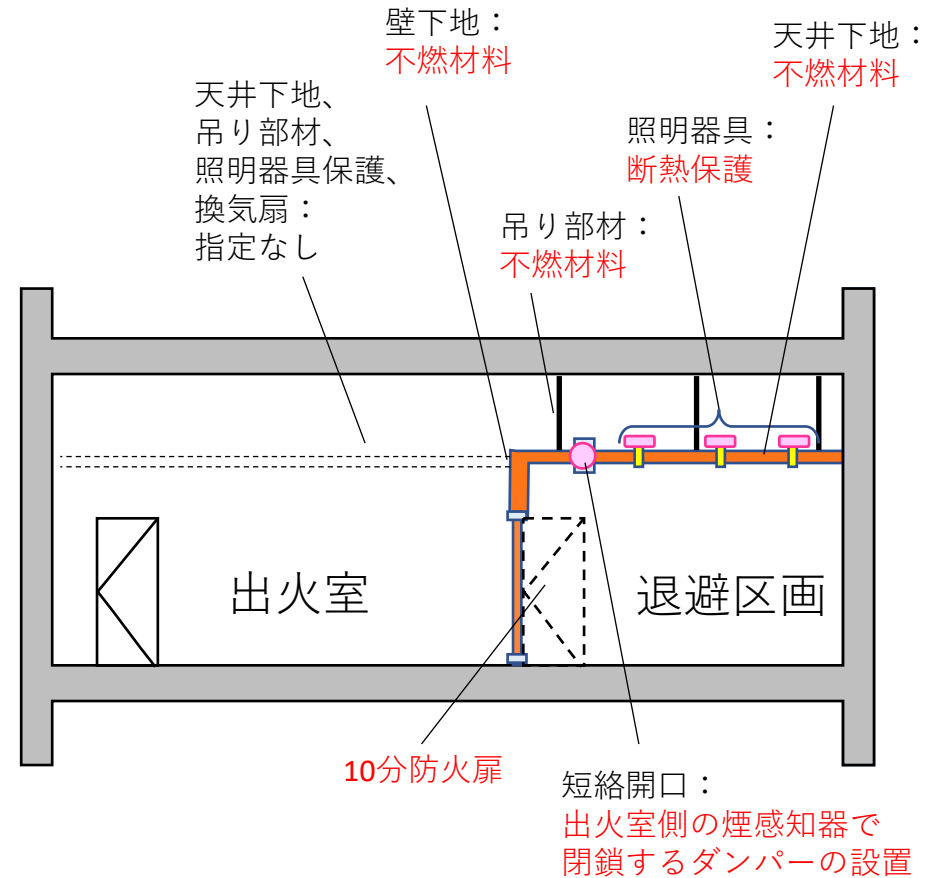
【仕様基準】 課題と対策

課題	対策・提案
①出火室温度	<ul style="list-style-type: none">・退避区画の壁を下地不燃とする。・開口部を10分間防火設備とする。
②天井内を介しての煙拡散	<ul style="list-style-type: none">・退避区画の壁を天井内まで立ち上げる、または、退避区画の天井を不燃材料とする。
③退避区画の天井器具 (天井から退避区画への煙拡散)	<ul style="list-style-type: none">・退避区画の壁をスラブまで立ち上げる。・退避区画の壁をスラブまで上げない場合、退避区画側の天井を不燃、天井設置の器具を断熱保護する。
④隙間、換気パス	<ul style="list-style-type: none">・隙間塞ぎを施す。・出火室と退避区画を短絡する開口にSDを設置

A 天井内まで不燃壁を立ち上げる

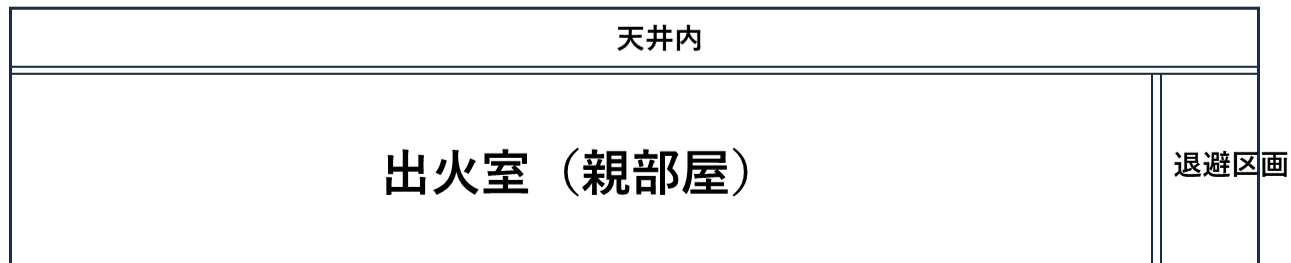
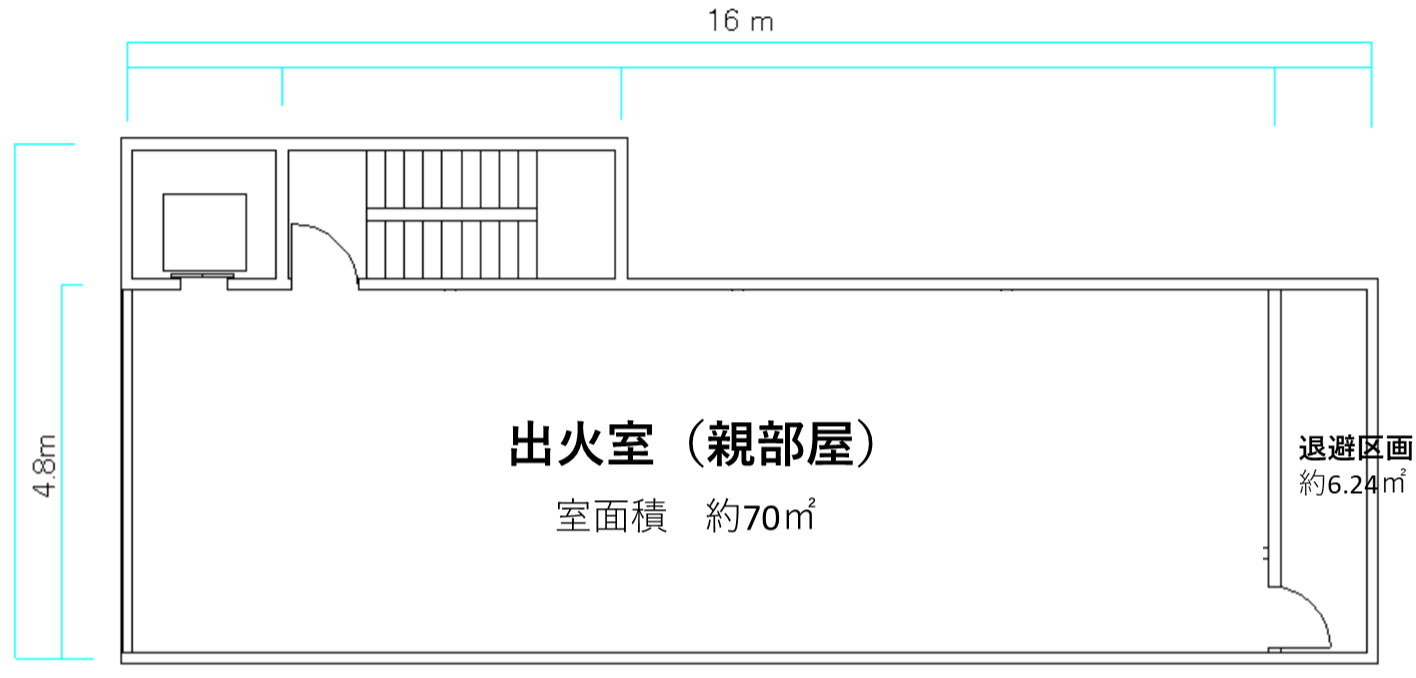


B 退避区画の天井を不燃材料とする

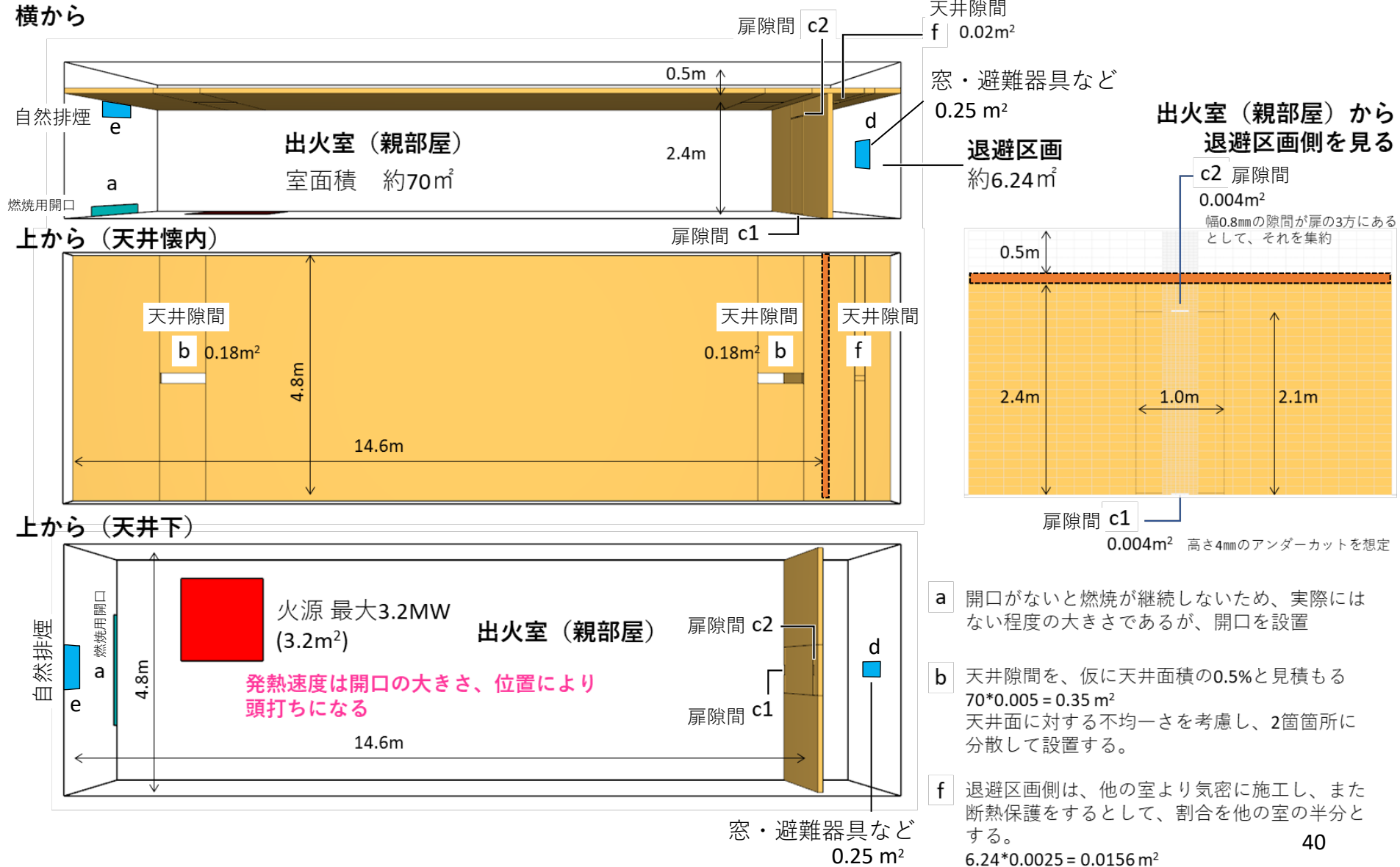


3次元火災煙数値解析シミュレーションによる煙挙動の把握

モデルプラン



3次元火災煙数値解析シミュレーション FDS(Fire Dynamics Simulator)を使用

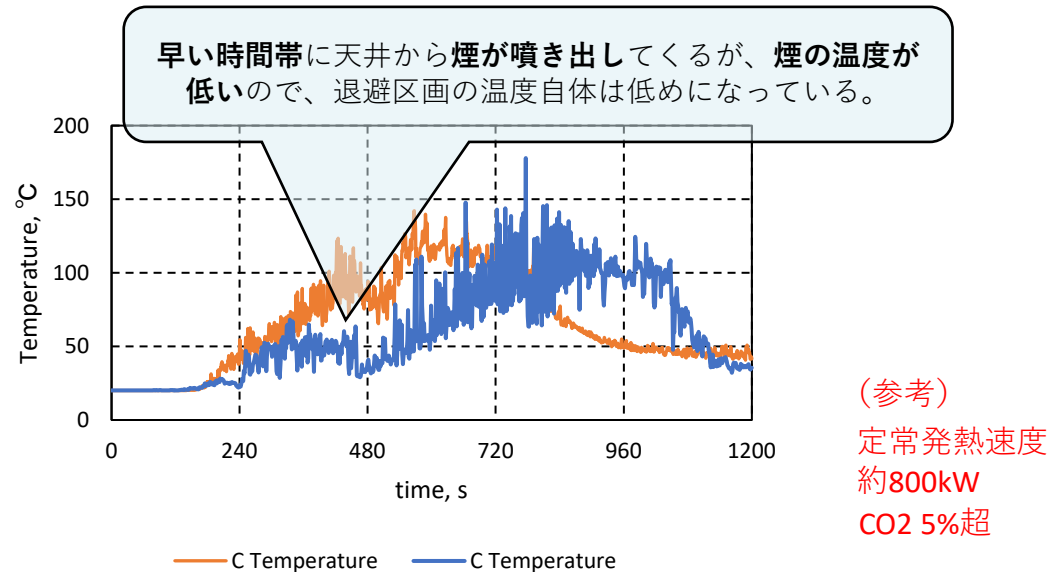
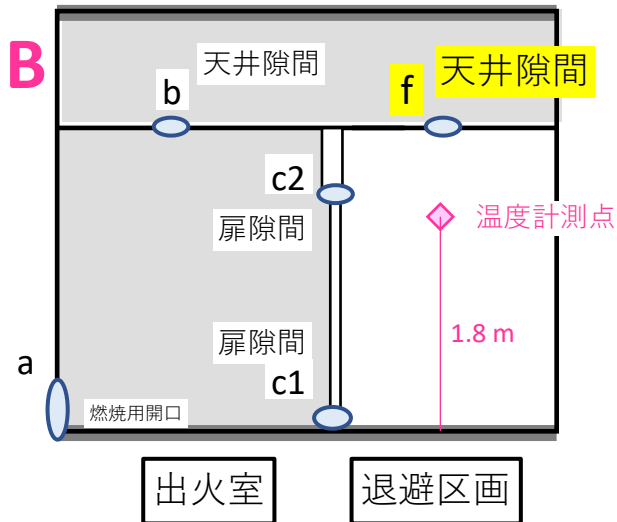
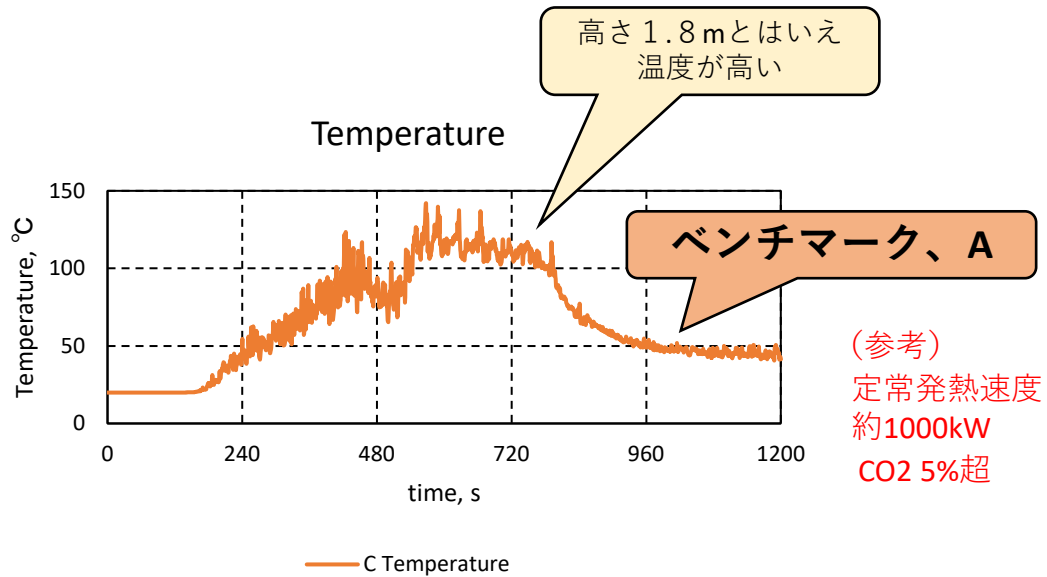
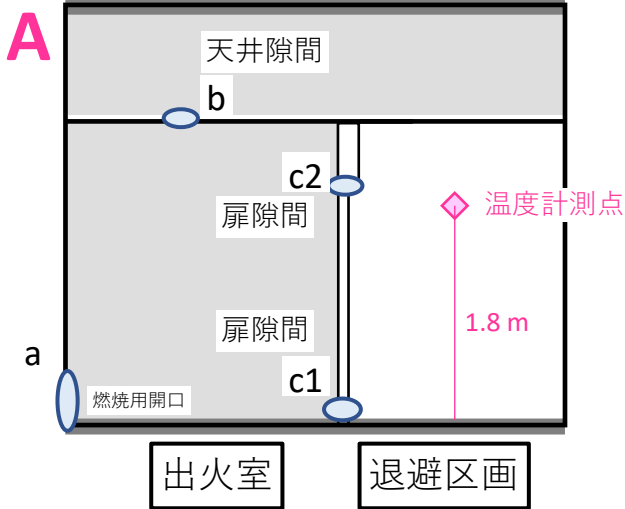


a 開口がないと燃焼が継続しないため、実際にはない程度の大きさであるが、開口を設置

b 天井隙間を、仮に天井面積の0.5%と見積もる
 $70 \times 0.005 = 0.35 \text{ m}^2$
 天井面に対する不均一さを考慮し、2箇所に分散して設置する。

f 退避区画側は、他の室より気密に施工し、また断熱保護をするとして、割合を他の室の半分とする。
 $6.24 \times 0.0025 = 0.0156 \text{ m}^2$

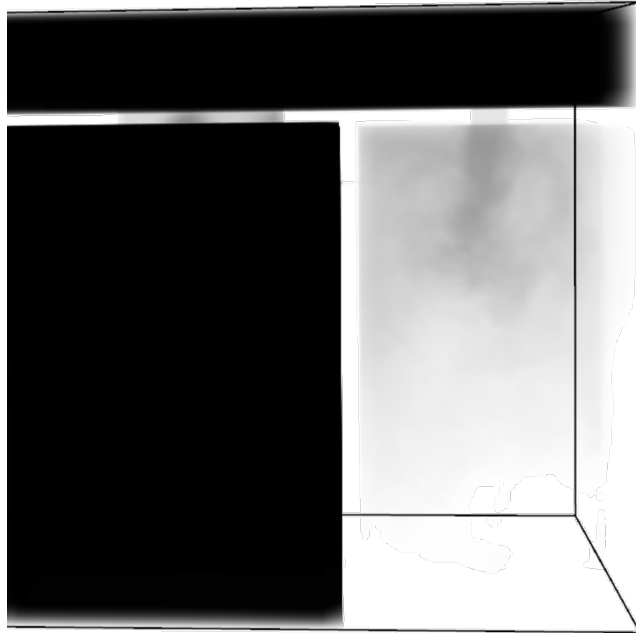
計算結果1 天井隙間からの煙の噴出し



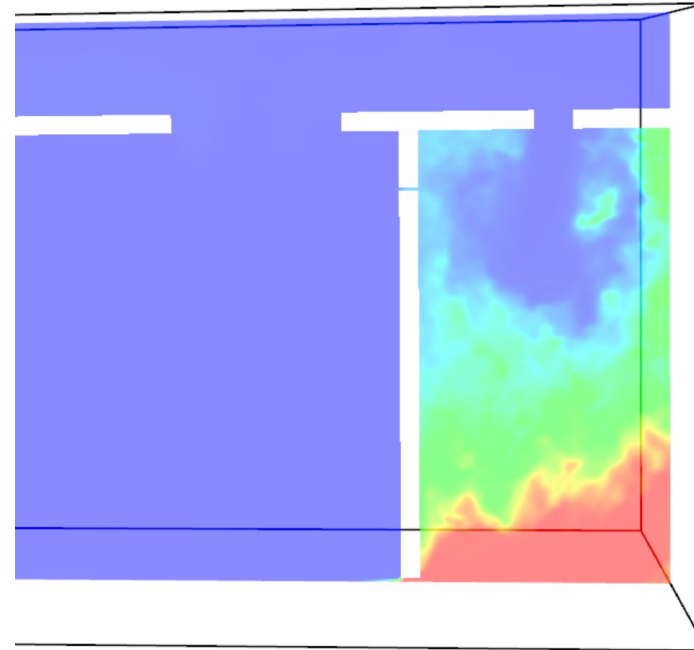
計算結果1 天井隙間からの煙の噴出し

B

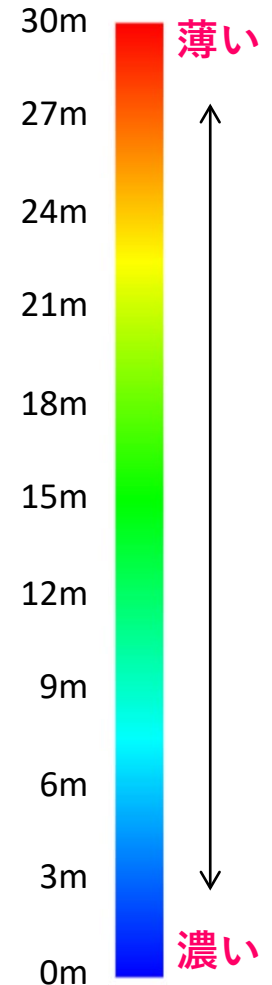
すす濃度



見通し距離



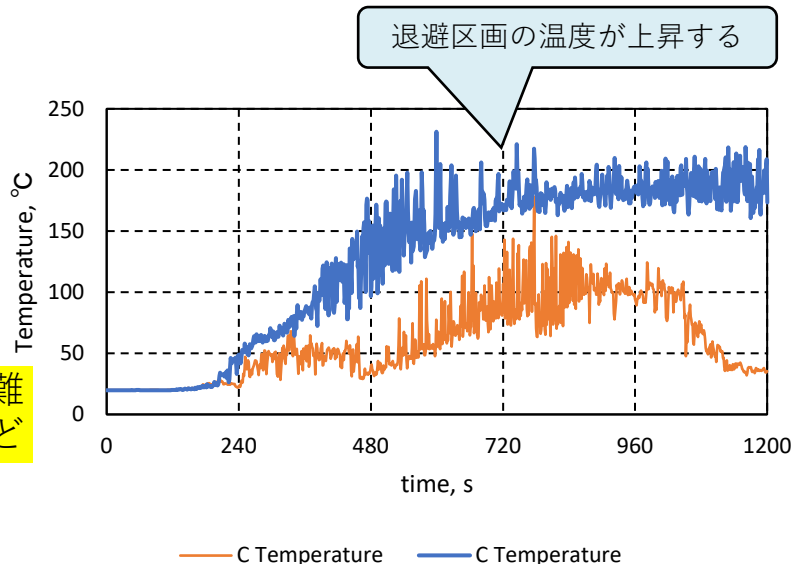
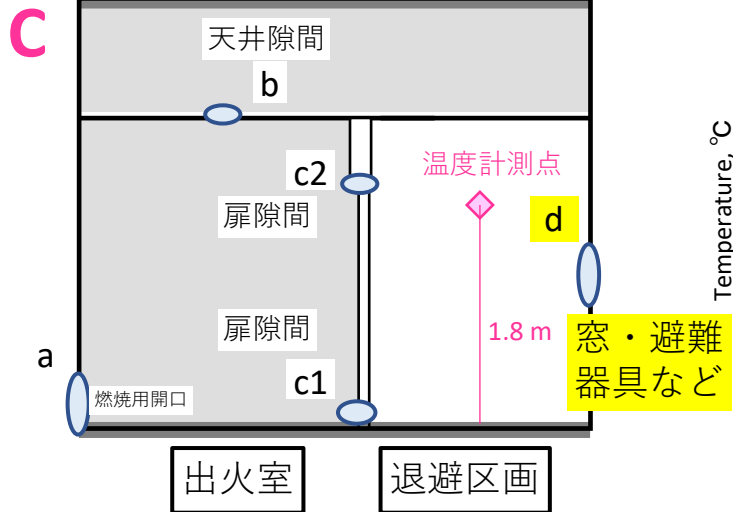
見通し距離
(概ね煙の濃度とお考え下さい)



252.6

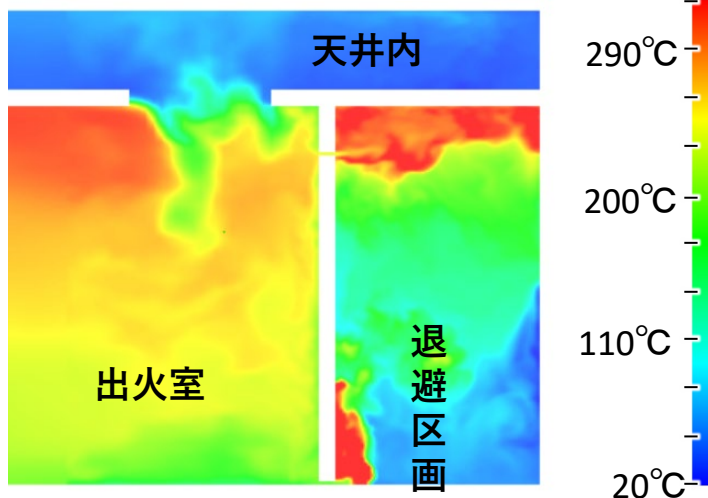
温度は高くないものの、煙が天井面から噴き出すような形となるため、**極力、天井面の隙間、天井を介しての煙の流入を抑止する対策が必要**

計算結果2 退避区画の開口を開けた場合



(参考)
 定常発熱速度
 約1000kW
 CO2 5%超

出火後600秒の温度



出火室に排煙口がない状態で、退避区画の窓などを開けると、煙を退避区画に引き込むことになる。

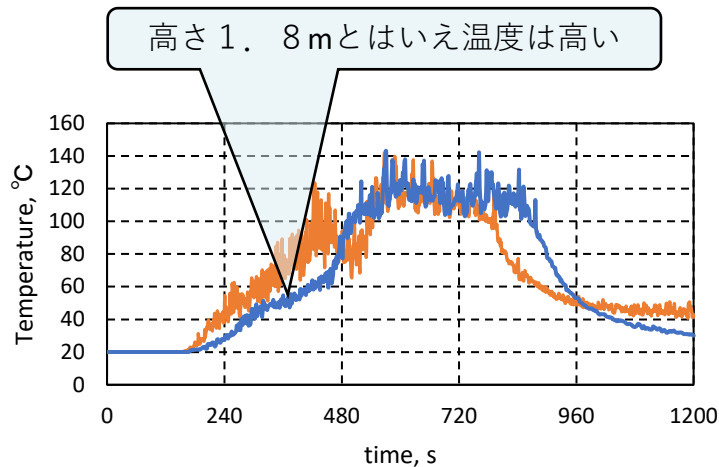
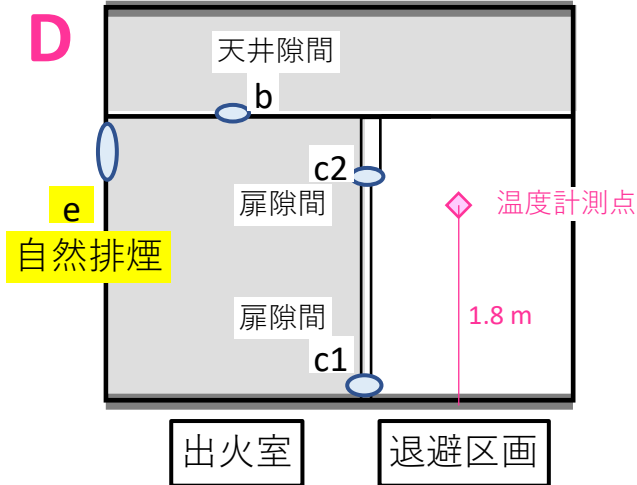
退避区画に窓を設ける場合、少なくとも頭程度を外部に出せる程度の開口を設ける。

→対策

窓の下端が120cm以下となるように窓を設ける。

- ・ 半径1m以上の円が内接, or
- ・ 幅75cm以上、高さ1.2m以上 (令111条1項2号)

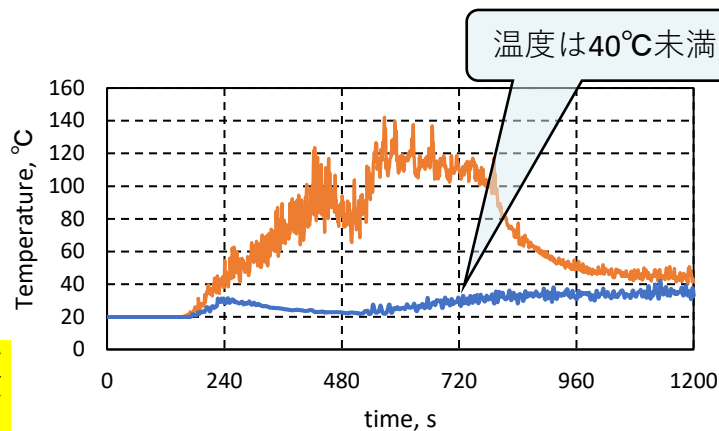
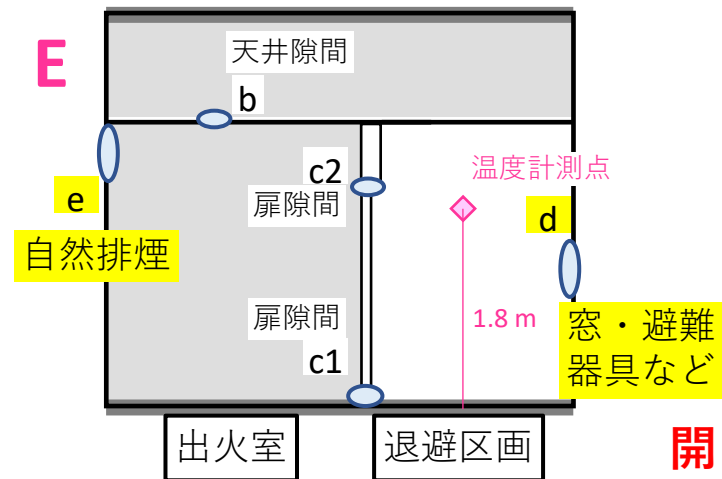
計算結果3 出火室に排煙口を設けた場合



発熱速度が上がらないことにも留意

(参考)
約300kW
CO2 5%超

排煙口単独による温度上昇の抑止効果は、さほど大きくない



発熱速度が上がらないことにも留意

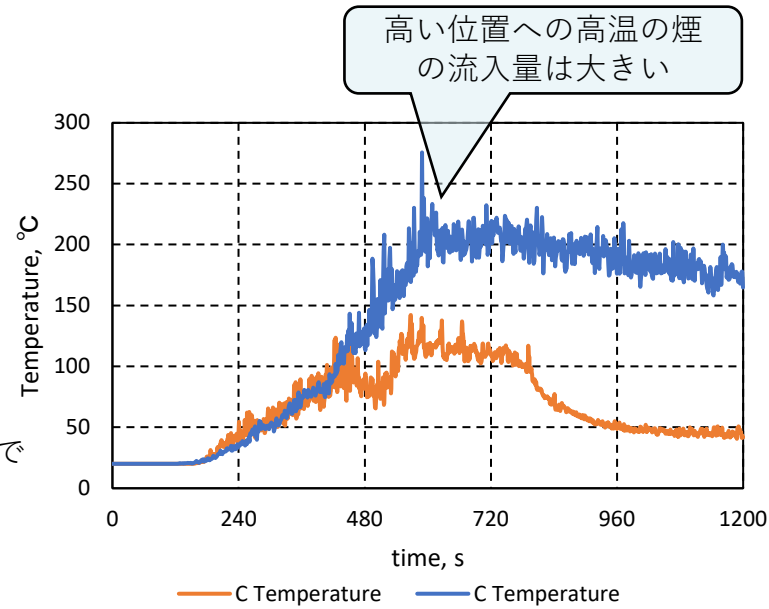
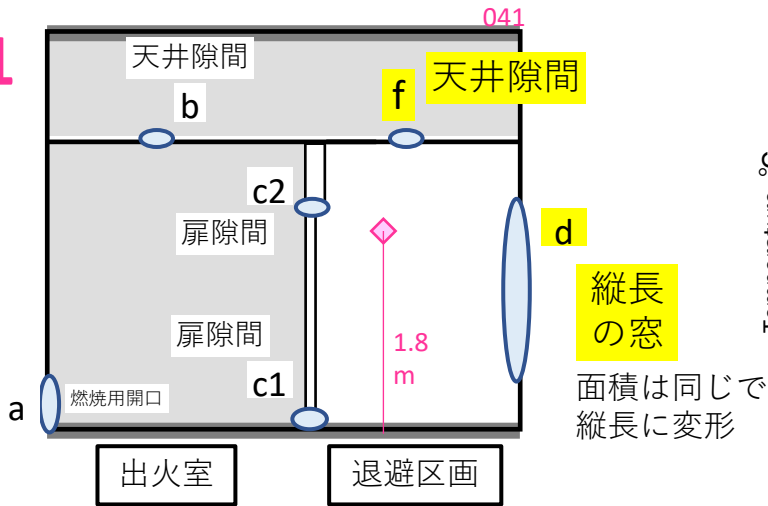
(参考)
約300kW
CO2 3%
500秒くらいまで0.5%

開口が小さく、発熱速度が上がっていないということはあるが、退避区画の温度が40°C未滿に保たれている。

計算結果5 退避区画の外部開口を縦長にした場合

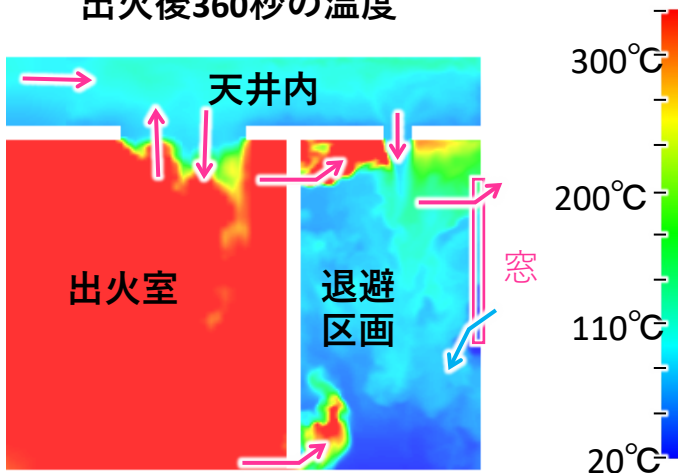
※計算結果
4は省略

G1



(参考)
約1000kW
CO2
240秒くらいまで0.5%

出火後360秒の温度

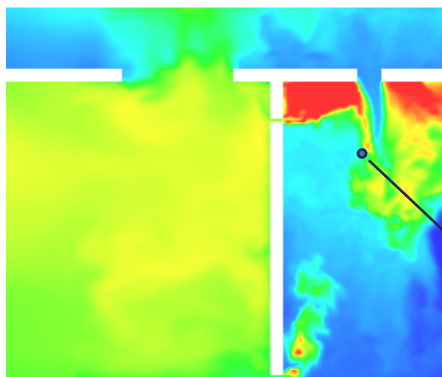


退避区画に煙が入るが、
退避区画の窓の低い位置から
外気が流入する

計算結果6 退避区画の開口の大きさの影響

出火8分後 (退避区画の対象としてはやや長めの時間)

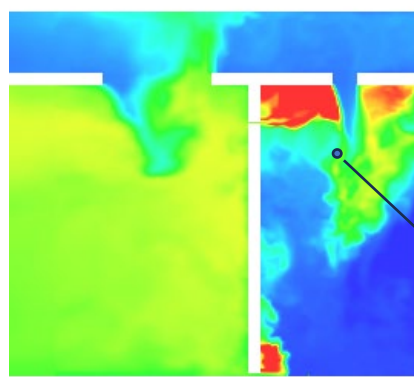
G1 0.24m²



480秒の前後5秒
(10秒) 平均

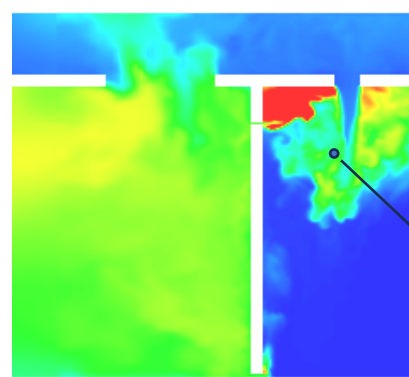
CO2: 3.32%
CO: 126 ppm

G2 0.48m²



CO2: 2.20%
CO: 82.7 ppm

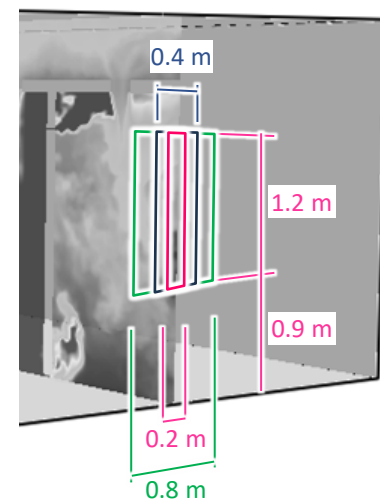
G3 0.96m²



引き違い窓の片側を
開けたイメージ

CO2: 2.11%
CO: 79.5 ppm

退避区画の開口

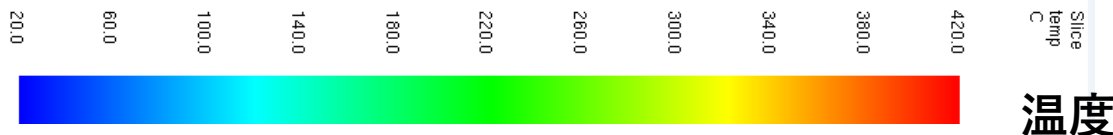


面積

G1: 0.24m²

G2: 0.48m²

G3: 0.96m²



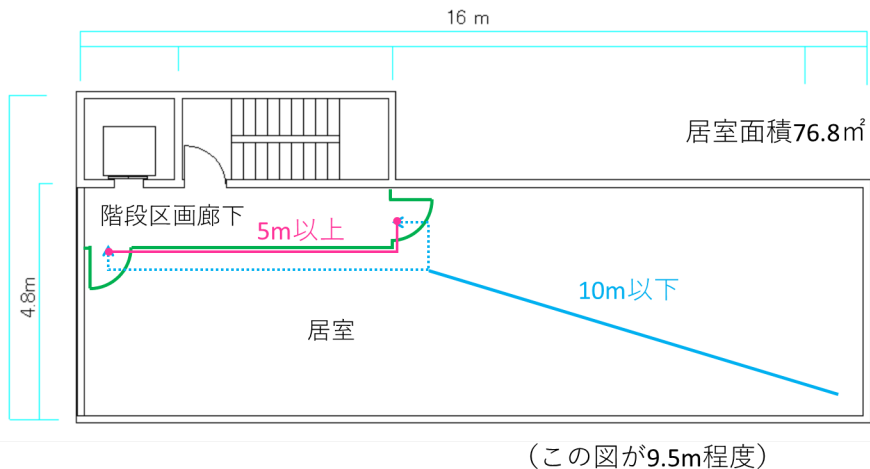
開口を一般的な引き違い窓程度開けられるなら、煙の流出+外気の流入により低い位置は温度の低い状態にはなる。

ただし、出火室側の設定条件にもよるが、この状態は、未燃ガスが退避区画で新鮮空気と混ざって燃焼している。(天井付近の赤い部分)

【推奨される追加対策】 課題と対策

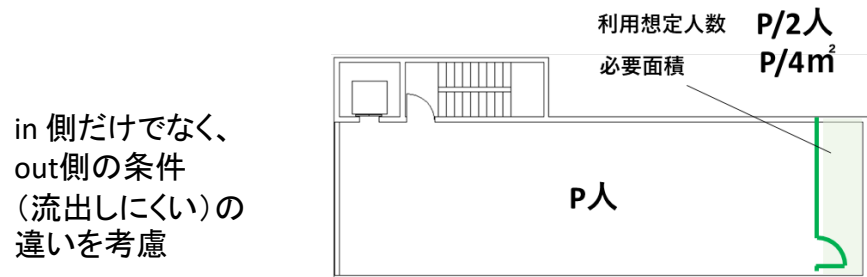
項目	対策・提案
①1つの階段に2つの避難経路を設ける	階段前に廊下やロビーなどを設け、これらに2か所の出入口 を設ける。これにより、階段に対して極力異なる2方向からアプローチできる経路を設けるようにする。
②煙感知器連動自然排煙窓	退避区画以外の主たる室に、 煙感知器連動開放の自然排煙窓 を設ける。窓面積は、仕様規定の排煙設置要求の対象でない場合、床面積の1/100以上が推奨。
③退避区画の窓	退避区画の窓の下端を120cm以下となるように設ける (頭を出せる程度の位置に設ける。サイズは令111条1項2号による。) 備考:退避区画の窓を開けると煙を引き込む形にも作用する。
④滞留面積	退避区画の面積は、当該テナント区画に想定される人数の半数程度を滞留させられる面積とする。 1人当たりの面積を0.5m² とする。退避区画のみでこの面積が確保できない場合、その手前部分にも退避区画の壁・天井の構造に準じた区画を設けることで滞留面積を確保する。人数の想定は、テナント区画内の使われ方の実況に応じて設定する。
⑤階段出入口と退避区画への入口の離隔	退避区画の入口と、階段入口または、階段入口につながる廊下・ロビー等の入口の 離隔 を、当該テナント区画の面積A m ² に対して、 √A m以上離す 。(テナントを区画を1:3.3の長方形とした場合、その対角線の長さの半分が約√A mであり、これを目安とする)
⑥人数の管理・制限	当該テナント区画に同時に 滞在する人数が多くなりすぎないようにする 。例えばクリニックであれば、 予約制 などとする。
⑦水平分画	当該テナント区画の人数が多くなる場合、当該テナント内を2つの区画に 水平分割 する。区画は、不燃材料の壁で、開口部を10分防火設備とすることが望ましい。
⑧多数の小個室を設ける場合	当該テナント区画内に 多くの小個室を設ける場合 、それらが面する 廊下に対する壁を不燃材料の壁とし、開口部は不燃扉とする 。ただし、フロートガラスなど熱により破損しやすいガラス開口部としない。

①1階段に対して安全区画を設けて2つの出入口を設ける



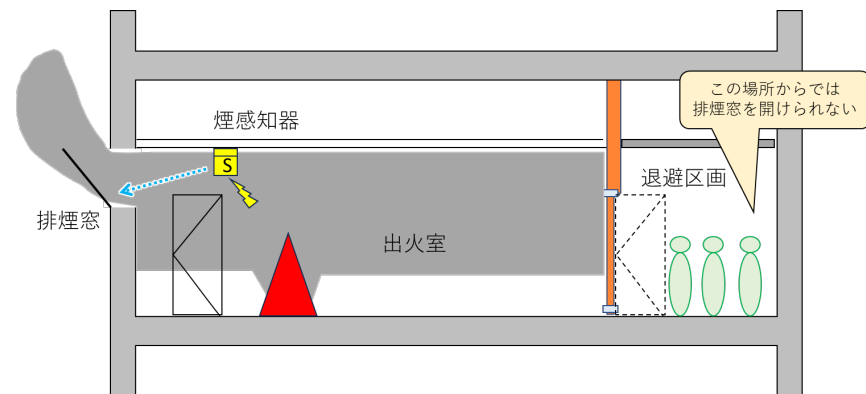
④滞留面積

退避区画の面積は、当該テナントの人員の半数が利用するとして、その収容人数に対して $0.5\text{m}^2/\text{人}$ とする。



②煙感知器連動自然排煙窓

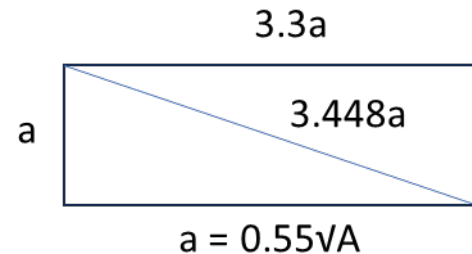
階段への出入口を有する室に**煙感知器連動の排煙窓**を設ける。排煙窓の大きさは、仕様規定の排煙設置要求対象でない場合、対象床面積の $1/100$ 以上とすることを推奨する。



⑤重複距離・避難口間距離

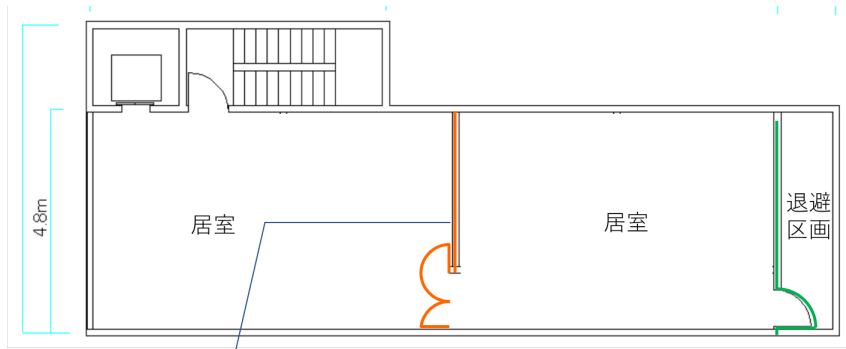
階段室出入口または階段室につながる区画廊下の避難口と退避区画へ距離を、当該テナント区画面積Aに対して、 \sqrt{A} 以上とする。

VAの設定
区画を1:3.3の形状の長方形と想定し、その対角線長さの半分の以上とする。計算すると、 $0.948\sqrt{VA}$ となるので、係数を1と丸めた。



⑦水平分割一1

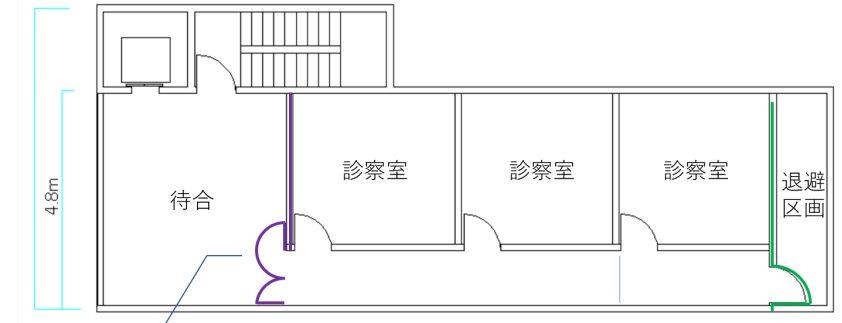
収容人数0.1875人/m²を超える場合



- ・水平区画（不燃壁による区画）
面積の割合を概ね2:1の割合を超えないように設ける
随時閉鎖または煙感知器連動閉鎖防火扉を設置

⑦水平分割一2

⑦-1かつ、1つの廊下に多数の個室が連なる場合（10人以上かつ5室未満が目安）



- ・階段扉がある区画と、廊下との壁（不燃壁による区画）
随時閉鎖または煙感知器連動閉鎖防火扉を設置
スラブまで達する不燃壁とする。
両区画を短絡するパスにはSDを設ける。

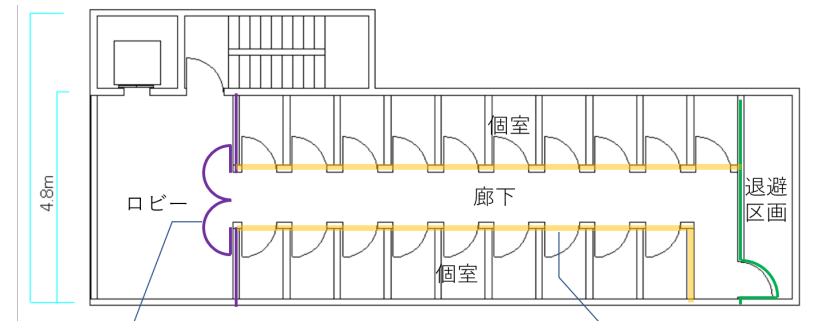
④滞留面積 + ⑦水平分割

退避区画の面積は、当該テナント区画に想定される人数の半数程度を滞留させられる面積とする。
1人当たりの面積を0.5m²とする。

退避区画のみでこの面積が確保できない場合、
その手前部分にも退避区画の壁・天井の構造に
準じた区画を設けることで滞留面積を確保する。
人数の想定は、テナント区画内の使われ方の実
況に応じて設定する。

⑧多数の小個室を設ける場合

⑦-1かつ、1つの廊下に多数の個室が連なる場合（10人以上かつ5室以上が目安）



- ・階段扉がある区画と、廊下との壁（不燃壁による区画）
随時閉鎖または煙感知器連動閉鎖防火扉を設置
スラブまで達する不燃壁とする。
両区画を短絡するパスにはSDを設ける。
- 個室と廊下との壁
不燃壁とする
開口部は不燃扉とする
フロートガスは不可