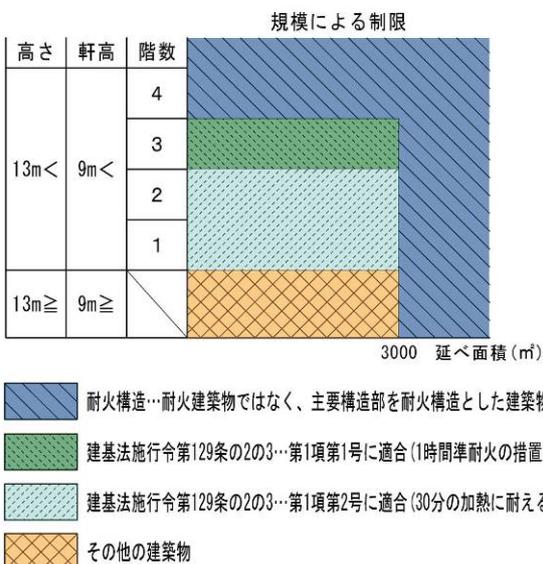
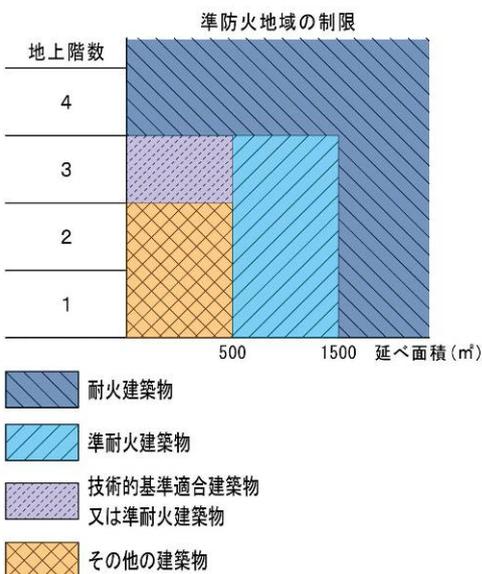
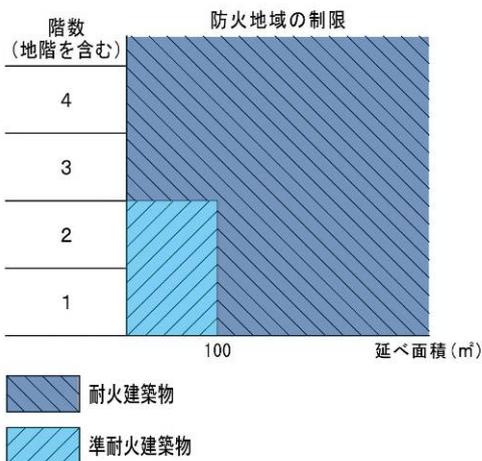


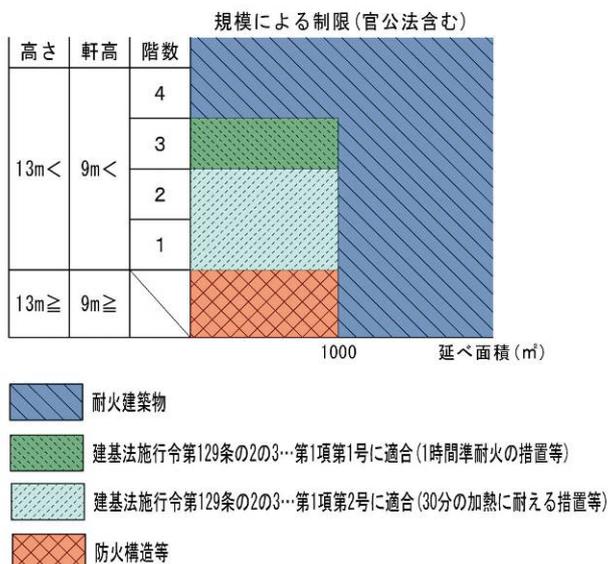
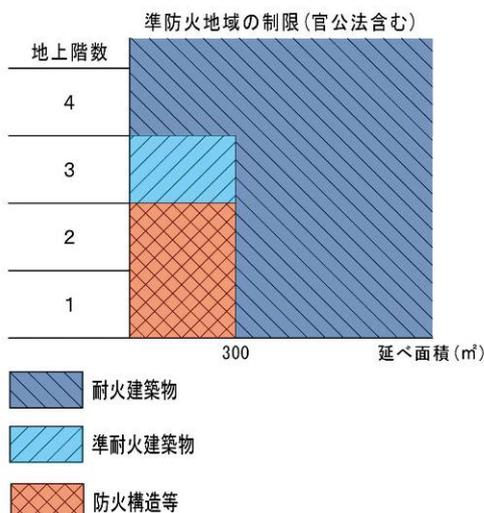
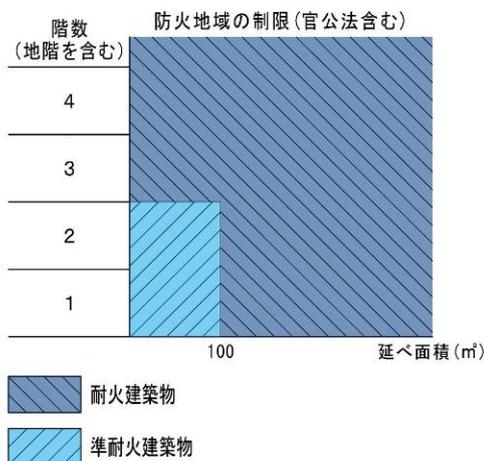
木材を利用した耐火構造の技術的手法の整理、比較検討

1. 位置と規模による制限

事務用途



国の庁舎



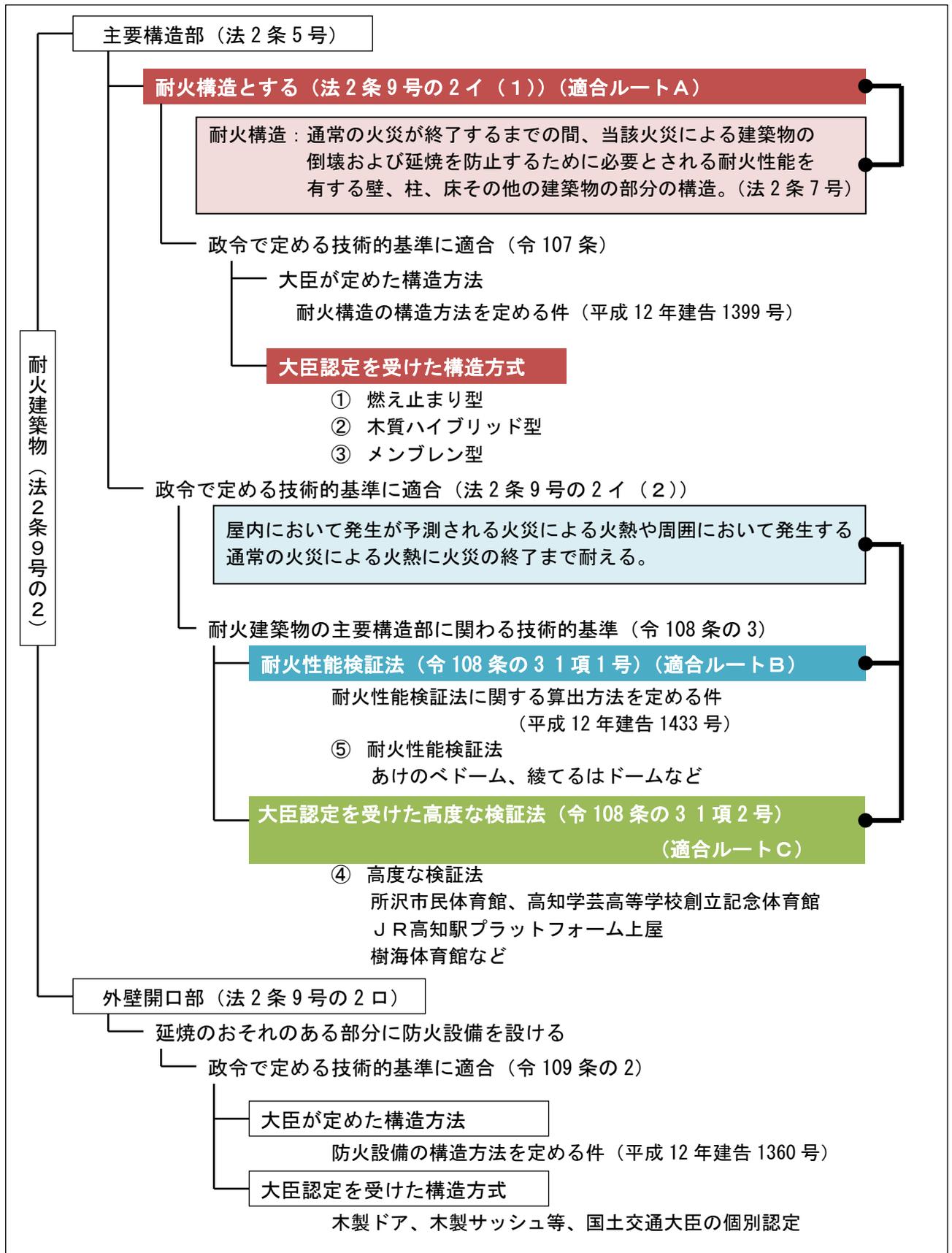
2. 耐火時間による階数の制限

建築物の部分 建築物の階	壁			柱	床	はり	屋根		
	間仕切壁	外壁							
		非耐力壁							
		延焼のおそれのある部分	延焼のおそれのある部分以外の部分						
最上階及び最上階から数えた階数が2以上で4以下の階	1時間	1時間	1時間	1時間	1時間	1時間	30分	1 2 3 4	
最上階から数えた階数が5以上で14以下の階	2時間	2時間	1時間	1時間	2時間	2時間	2時間	30分	5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
最上階から数えた階数が15以上の階	2時間	2時間	1時間	1時間	3時間	2時間	3時間	30分	15 16 17 18 19 20

↓
最上階から数えた階数

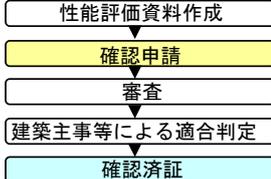
GL

3. 耐火建築物が満足すべき技術的基準



[出典：木造建築のすすめ：木を活かす建築推進協議会より]

4. 木材を利用した場合の適合ルートA～Cの比較

	適合ルートA	適合ルートB	適合ルートC
ルートの概要	<p>主要構造部に告示の例示仕様、又は大臣認定構法を使用する。</p> <p>法2条9号の2イ(1)</p>	<p>H12建告第1433号で定められた耐火性能検証法を用いて主要構造部の非損傷性、遮熱性、遮炎性を確かめる。</p> <p>法2条9号の2イ(2) 令108条の3 1項1号</p>	<p>国土交通省が指定した性能評価機関が高度で専門的な知識より性能を確かめる。</p> <p>法2条9号の2イ(2) 令108条の3 1項2号</p>
木材を利用する場合のポイント	<ul style="list-style-type: none"> 右記の理由により通常の事務室程度の天井高さの建物はルートAを採用するしかない。 告示の例示仕様には木材を利用したものが無いため大臣認定工法を採用する必要がある。 <ol style="list-style-type: none"> 燃え止まり型 木質ハイブリッド型 メンブレン型 	<ul style="list-style-type: none"> 室面積、天井の高さが必要であり、事務室用途では実質的に採用不可能である。 <ol style="list-style-type: none"> 柱、はりの小径20cm以上 開放性の高い空間で火災温度が低い 木造部材が使えるのは床面からの高さが5.55m以上等 <p>(出典『耐火性能検証法の解説及び計算例とその解説』海文堂出版)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 室面積、天井の高さが必要であり、事務室用途では実質的に採用不可能である。 準耐火構造で燃えしろ設計である場合と比較すると、燃えしろを不要とすることで、部材寸法を細くしたり、ボルトを露出させたりできる場合がある。
確認申請等の手続きの流れ	<ul style="list-style-type: none"> 通常の確認申請と同じ。 	<ul style="list-style-type: none"> 期間は一般的に適合ルートAより長く適合ルートCより短くなる。(最長70日) 確認申請手数料は通常の2割増となる。 (代表的な審査機関の場合) 	<ul style="list-style-type: none"> 建築主事等による確認申請の前に性能評価機関による審査を受け、大臣認定の申請を行う必要がある。 期間は一般的に一番長い。 性能評価の手数料は、延床面積500～3,000㎡の場合に45万円。 (代表的な性能評価機関の場合) 
配慮事項	<ul style="list-style-type: none"> 公共発注の場合、特定の者に発注が偏らないよう工夫が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> 適合ルートCに比べ、設計の自由度が小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> 高度な工学的知識が必要。
事例	<ul style="list-style-type: none"> メンブレン型は住宅用を中心に多数の事例あり。 	<ul style="list-style-type: none"> 天井の高いドーム建築、体育館等での採用が多い。 	<ul style="list-style-type: none"> 天井の高いドーム建築、体育館等での採用が多い。

5. 適合ルートAの大臣認定を受けた構造方式の比較

		燃え止まり型			木質ハイブリッド型			メンブレン型	
		耐火木質ラーメン研究会	大林組、竹中工務店		東京農工大学、 森林総合研究所、鹿島建設	日本集成材工業組合	新日鉄エンジニアリング アサノ不燃木材	森林総合研究所、 大阪大学	日本ツバイフォー建築協会 日本木造住宅産業協会
形状									
名称		石こうボード、 難燃剤注入合板被覆型	カラマツ集成材・ジャラ被覆	スギ集成材・モルタル被覆	難燃処理スギ集成材被覆	木質ハイブリッド集成材	—	—	—
構造		木造	木造	木造	木造	鉄骨造	鉄骨造	鉄骨コンクリート造	木造
部材	芯材	スギ集成材	カラマツ集成材	スギ集成材	スギ構造用集成材	角鋼 - H型鋼	H型鋼	H型鋼	木材
	燃え止まり層	側部：難燃剤注入合板 上下部：石こうボード	ジャラ材	モルタル+スギ集成材	薬剤注入スギ集成材	カラマツ又はベイマツ集成材	薬剤注入スギ等 LVL	コンクリート	石こうボード
	表面材	スギ集成材	カラマツ集成材	スギ集成材	スギ集成材	—	—	スギ集成材	仕上材
大臣認定申請者		—	(株)大林組 (株)竹中工務店	(株)大林組 (株)竹中工務店	鹿島建設(株)	日本集成材工業共同組合	—	—	日本ツバイフォー建築協会 日本木造住宅産業協会
大臣認定認定部位年月日		—	柱 (1h) H18.5.16	柱 (1h) H19.7.9 はり (1h) H20.2.1	柱 (1h) H21.8.27 はり (1h) H21.8.27	角鋼柱 (1h) H16.12.10 H型鋼はり (1h) H16.10.20 H型鋼柱 (1h) H17.4.26 H型鋼はり (1h) H17.8.16	—	—	軸組構法 H16.3.12 他 枠組壁構法 H18.10.2 他
開発状況	H16 (2004)					●柱・はりの大臣認定			●大臣認定 (2x4 協会)
	H17 (2005)					●柱・はりの大臣認定			接合部の確認
	H18 (2006)		●柱の大臣認定			接合部の確認			●大臣認定 (木住協)
	H19 (2007)								接合部の確認
	H20 (2008)	はりの燃え止まり確認							
	H21 (2009)	柱の燃え止まり確認				●柱・はりの大臣認定 柱の2時間他耐火性能確認		柱の2時間耐火を実験で確認	
	H22 (2010)	林野庁の事業で床とはりを確認				柱-壁、はり上天井の確認		大臣認定試験申込み中	柱の2時間耐火を実験で確認
	H23 (2011)	柱-はり、はり-壁、柱-壁の接合部の確認予定							
H24 (2012)									
概要		・3,000㎡超の面積の建物と耐火1時間の屋根ばりに使うことを目的に開発をスタート。 ・石こうボードは雨に弱い品管理が難しい。 ・難燃剤注入合板は切口が防火上弱い。 ・両者を組合せ、工場で難燃剤注入合板を組立て、現場で石こうボードを組立てることとした。	・薬剤を使わず全て木だけで構成することが開発のコンセプト。 ・高密度の樹種で炎の熱を吸収する。 ・スギとジャラ、スギとスギの圧密材の組合せでは燃え止まらなかった。	・カラマツだけでなくスギを使えるようにしたのが開発のコンセプト。 ・ジャラ材はコストが高いためモルタルと組み合わせた。 ・接合金物はモルタル部をよけて設置する。	・スギだけで構成するのが開発のコンセプト。 ・燃え止まり層は、薬剤を均一に注入するため、ラミナにレーザーで小さな穴を開けている。 ・薬剤注入量の品質管理が重要。	・樹種はカラマツとベイマツでスギは使用できない。 ・荷重は鉄骨部が負担するため通常のS造の手法で設計が可能。 ・鉄骨部は通常の耐火被覆材を使うことで設備配管のはり貫通も可能。 ・加熱中は燃えしろが燃焼し、加熱終了後、燃えしろが鉄骨の影響で燃焼停止する。	・2時間耐火を取得し、耐火性能検証法と併用することにより、ほとんどの建物で使用できる。 ・LVLに薬剤を加圧注入することで、被覆を薄くすることを目指す。 ・木部分にも応力を負担させることを目指す。	・省資源性と廃棄物のリサイクルの容易さを目指す。 ・製造時に型枠として利用する集成材をそのまま仕上げに用いる。 ・廃棄時は鉄骨からコンクリートが剥がしやすい。 ・木部分にも応力を負担させることを目指す。	・木部を石こうボード等で耐火被覆する。 ・すでに住宅では実用化し、数多く建てられている。
大臣認定の条件を満たす最大の材を用いた場合のスパン		認定なし	はりの認定なし	4.8m (※1)	上限なし 8.0m (810x210の場合) (※1)	13.9m (※2)	認定なし	認定なし	構造計算による (上限なし)
実例		なし	なし	なし	なし	3棟 ・金沢エムビル(5階建て) ・丸美産業本社(5階建て) ・ポラテック本社 (4階建て、建設中)	なし	なし	・枠組壁構法(例：りんどう麻溝) (約1,500棟 H23 現在) ・軸組構法 (例：東部ふれあい拠点施設)

条件 (※1). [燃え止まり型] 間隔：3.2m 架構：単純ばり(両端ピン) 断面形状：大臣認定(認定見込)の最大寸法 変形制限：1/300 仮定荷重 ALC100mm+0A フロア 4.5kN/m2(架構用積載含む) 杉集成材：同一等級構成 E65-F255
条件 (※2). [木質ハイブリッド型] 間隔：3.2m 架構：ラーメン架構 断面形状：大臣認定(認定見込)の最大寸法 変形制限：1/300 仮定荷重 RCスラブ 150mm+0A フロア 7.8kN/m2(架構用積載含む)

6. 大臣認定部材の開発者に対するヒアリング結果

(1) 樹種

- ・大臣認定で樹種は限定される。
- ・国産材で流通量と生産量が一番多いスギを利用できるよう目指す開発者が多い。
- ・現状では、木質ハイブリッド材にスギは使えない。(カラマツ・ペイマツのみ)
- ・木の比重が高いほど一般に燃え難く、スギよりカラマツは防火性に優れている。

(2) 薬剤

- ・薬剤としては、リン酸系・ハロゲン系・ホウ酸系があり、開発者によって、製造方法は異なる。
- ・一種類の化学成分での使用はまれで、リン酸系、ホウ酸系の混合で使われている。

	リン酸系	ハロゲン系	ホウ酸系
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・セルロースの水酸基からの脱水を促進し、炭化残渣を多くする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・発煙のラジカル連鎖反応のラジカルをハロゲンラジカルによってトラップさせ消炎する。 ・燃えた場合ダイオキシンを発生する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・加熱によりガラス状となり、木材の細胞空隙を塞いで内部からの熱分解生成物の脱出を抑える。 ・ホウ酸単独では大きな効果は期待できない。

- ・カラマツ・ペイマツ等の比重の高い材は薬剤が注入しにくいいため、薬剤を利用する場合には、薬剤を注入しやすいスギが採用されている。
- ・湿度の影響で薬剤が溶出し、白い粉をふくことがある。

(3) 木材の構造耐力上主要な部分としての扱い

- ・インサイジング、不燃薬剤といった2次加工した集成材はJASでは認められていないため、構造計算にあたって構造耐力上主要な部分に採用することができない。
- ・JASの製材では、防腐防蟻の加圧注入した部材は認められている。
- ・インサイジングで穴をあけた場合の強度の変化は不明。

(4) 接合部の安全性の確認

- ・建築基準法では、接合部に対する規定はないものの、その安全性について検証することが重要である。
- ・開発者は、柱や梁で大臣認定を取得した後、柱、はり、壁・床・ブレースのそれぞれの組み合わせの安全性を独自に検証するのが一般的である。
ただし、接合部の条件はプロジェクトによって異なるのでその際に確認すればよいという考え方の開発者もいる。

(5) 木質ハイブリッド型

- ・木部分に応力を負担させる方法や、座屈を拘束する効果をもたせる方法が一般化されておらず、通常のS造の設計を採用している例が多い。