

官庁施設における木造耐火建築物の整備指針
(素案)

平成24年12月13日

国土交通省大臣官房官庁営繕部

目次

本 編

| | |
|--------------------------|----|
| 第1章 総則 | 1 |
| 1.1 背景・目的 | 1 |
| 1.2 本指針の位置づけ | 1 |
| 1.3 用語の意義 | 1 |
| 第2章 耐火建築物の技術的要件 | 2 |
| 2.1 耐火建築物とは | 2 |
| 2.2 耐火建築物が満足すべき技術的要件 | 9 |
| 2.3 主要構造部等の耐火性能の確認方法 | 10 |
| 2.4 大臣認定を受けた主な耐火構造部材 | 11 |
| (1) 柱・梁 | |
| (2) 外壁 | |
| (3) 床・天井 | |
| (4) 間仕切壁 | |
| (5) 屋根 | |
| (6) 階段 | |
| 2.5 耐火性能検証法等の検証法の概要 | 28 |
| 第3章 木造耐火建築物の整備に関する技術的事項 | 31 |
| 3.1 工法別の技術的事項 | 31 |
| (1) メンブレン型 | |
| (a) 工法の概要 | |
| (b) 建築計画について | |
| (c) 構造計算について | |
| (d) 施工について | |
| (e) 工期について | |
| (f) コスト | |
| (2) 燃え止まり型 | |
| (3) 木質ハイブリッド型 | |
| 3.2 混構造における技術的事項 | 38 |
| (1) 平面混構造 | |
| (2) 立面混構造 | |
| 第4章 木造耐火建築物チェックリスト (未作成) | |

資料編

| | | |
|------|-------------------------------|----|
| 第1章 | フィージビリティスタディのまとめ | 1 |
| 1.1 | 検討の流れ | 1 |
| 1.2 | ケースのプラン一覧 | 2 |
| 1.3 | ケースのプランの評価 | 7 |
| 1.4 | ケーススタディのモデルプラン | 8 |
| 第2章 | ケーススタディのまとめ | 9 |
| 2.1 | 採用する部材の検討 | 9 |
| (1) | 外壁 | |
| (2) | 床及び天井 | |
| (3) | 間仕切り壁 | |
| (4) | 水平抵抗要素 | |
| (5) | スパン | |
| 2.2 | ケーススタディの部位別仕様設定 | 19 |
| 2.3 | ケーススタディの概要 | 20 |
| (1) | タイプA | |
| (a) | 施設概要 | |
| (b) | 構造計画の検討 | |
| (c) | 設備計画の検討 | |
| (d) | 設計図 | |
| (2) | タイプB | |
| (3) | タイプC | |
| 2.4 | 各部詳細図 | 72 |
| (1) | 外壁・2重天井の納まり（立面混構造：メンブレン型＋鉄骨造） | |
| (2) | 外壁の納まり（平面混構造：燃え止まり型） | |
| (3) | 外壁・基礎・2重天井の納まり | |
| (4) | 外壁・屋根・パラペットの納まり | |
| (5) | 外壁・2重天井の納まり（0Aフロア） | |
| (6) | 外壁・2重天井の納まり（長尺塩ビシート） | |
| (7) | カーテンウォール（立面混構造：メンブレン型） | |
| (8) | カーテンウォール・木製マリオン・庇 | |
| (9) | 竪穴区画（階段室の常時開放扉と壁の納まり） | |
| (10) | 竪穴区画（吹き抜け部、防火シャッター） | |
| (11) | 外壁・内壁の納まり（立面混構造：2・3階メンブレン型） | |
| (12) | 外壁・木製マリオンの納まり（平面混構造：燃え止まり型） | |
| (13) | 外壁の納まり（メンブレン型） | |

| | |
|-----------------------------------|-----|
| (14) 間仕切り壁（防火壁） | |
| (15) ルーフドレインの納まり（メンブレン型） | |
| (16) 設備機器、配管等と建築部位との取り合い | |
| (17) 内壁（耐力壁）と EPS・PS の納まり（メンブレン型） | |
| 2.4 木造耐火建築物の環境性能 | 90 |
| (1) 評価手法について | |
| (2) 評価結果（中間報告） | |
| 第3章 事例 | 93 |
| 3.1 事例一覧 | 93 |
| 3.2 事例シート | 94 |
| 3.3 事例比較表 | 108 |
| 3.4 外壁面での木材の利用 | 110 |
| (1) 窓での木材利用 | |
| (2) 帳壁での木材利用 | |
| (3) 耐火被覆が不要な斜材（筋かい）での木材利用 | |
| 3.5 防火区画をガラスで形成している事例 | |
| 第4章 検討会の概要 | 112 |
| 4.1 検討事項 | 112 |
| 4.2 検討の流れ | 112 |
| 4.3 検討体制 | 112 |
| 4.4 スケジュール | 113 |

第1章 総則

1.1 背景・目的

「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」（平成 22 年法律第 36 号。以下「木材利用促進法」という。）が成立し、「自ら率先してその整備する公共建築物における木材の利用に努める」ことが国の責務となった。

また、木材利用促進法に基づく「公共建築物における木材の利用の促進に関する基本方針」において、建築基準法（昭和 25 年法律第 201 号。以下、「建基法」という。）その他の法令に基づく基準において耐火建築物とすること等が求められていない低層の公共建築物について、原則としてすべて木造化を図ることが国の目標として定められた。

一方、同基本方針において、耐火建築物とすること等が求められる公共建築物であっても、「木造の耐火性等に関する技術開発の推進や木造化に係るコスト面の課題の解決状況等を踏まえ、木造化が可能と判断されるものについては木造化を図るよう努める」とされている。

このため、官庁営繕部では学識経験者からなる検討会を設置し、技術的難易度が高い木造の耐火建築物について、適切に整備するための手法を検討した。

本指針は、官庁施設における木造耐火建築物を整備に関する技術的事項等を示すことにより、その性能が適切に確保されるよう導き、一層の木材利用の推進に資することを目的とする。

1.2 本指針の位置づけについて

本指針は、官庁施設における木造耐火建築物の整備に適用する。

本指針は、官庁施設における木造耐火建築物の整備に関する技術的事項等を示したものであり、実際の整備に当たっては、個別の条件、本指針作成後の技術開発の状況等を考慮する必要がある。

1.3 用語の意義

本指針で使用する用語の意義は次のとおりとする。

JAS：農林物資の規格化及び品質表示の適正化に関する法律（昭和 25 年法律第 175 号）に基づく日本農林規格をいう。

- ・
- ・
- ・
- ・
- ・
- ・

第2章 耐火建築物の技術的要件

建基法において、耐火建築物とするために満足すべき技術的要件及びその適合の確認方法は次のとおりである。

2.1 耐火建築物とは

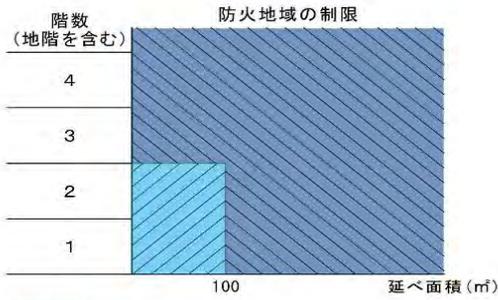
大規模な建築物や不特定または多数の人が利用する建築物では、火災が発生した場合、人命への危険性や周辺へ被害が広がる可能性が高くなる。建基法では、このような建築物に対して火災により建築物が倒壊することがないように、火災に対する防火措置を施さないまま木造等で建設することを制限し、地域、規模及び用途に応じて耐火建築物等としなければならないと規定している。

(1) 建設地と規模による制限

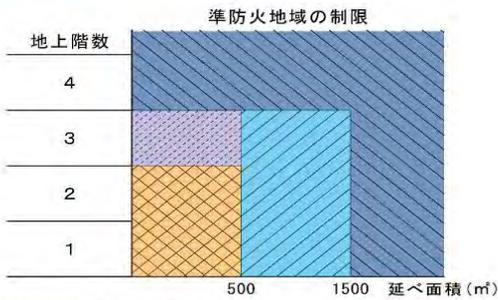
市街地における火災の危険を防ぐために、都市計画によって、地域を限って「防火地域」や「準防火地域」が指定されている(都市計画法(S43年法律第100号。))9条20項)。建基法では、これらの地域区分に応じた階数や規模を定め、建築物の構造を制限している。その他、建基法22条に基づき、特定行政庁(市町村に建築主事のいる市町村長、いない場合は都道府県知事)は、屋根からの火の粉による延焼を防止するために、建築物の構造及び用途の区分に応じて建告1361号に掲げる技術的基準に適合させることを求めている場合がある。

また、官庁施設の場合は、法に加えて官公庁施設の建設等に関する法律(以下「官公法等」という。)が適用される。官庁施設の主要な用途である事務用途の建築物の場合の、建基法による規定、官公法等による規定は、図I-1のとおりである。

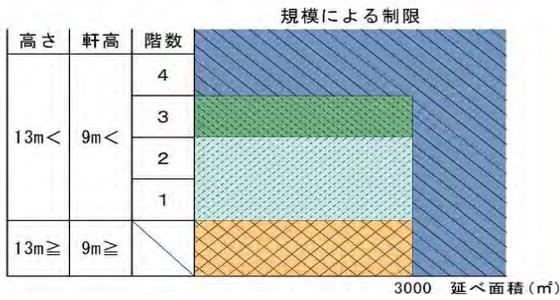
法による規定



- 耐火建築物
- 準耐火建築物

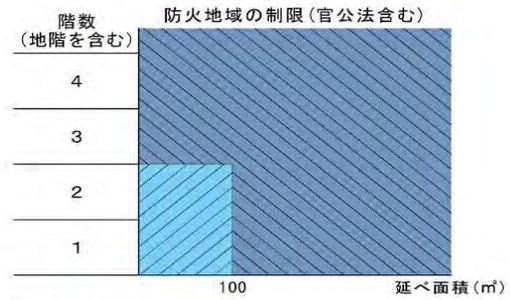


- 耐火建築物
- 準耐火建築物
- 技術的基準適合建築物
又は準耐火建築物
- その他の建築物

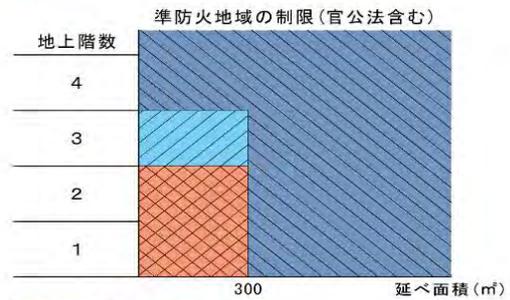


- 耐火構造…耐火建築物ではなく、主要構造部を耐火構造とした建築物
- 令第129条の2の3…第1項第1号に適合(1時間準耐火の措置等)
- 令第129条の2の3…第1項第2号に適合(30分の過熱に対する措置等)
- 防火構造等

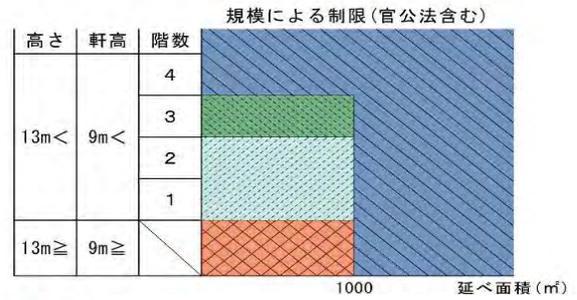
官公法等による規定



- 耐火建築物
- 準耐火建築物



- 耐火建築物
- 準耐火建築物
- 防火構造等



- 耐火建築物
- 令第129条の2の3…第1項第1号に適合(1時間準耐火の措置等)
- 令第129条の2の3…第1項第2号に適合(30分の過熱に対する措置等)
- 防火構造等

図 2-1 事務所用途の建築物における防耐火の指定

(2) 階数による耐火時間の制限

建築物の部分に求められる耐火性能は、建基令 107 条に規定されており、当該部分に通常の火災による火熱がそれぞれ図 I - 2 に掲げる時間加えられた場合に、構造耐力上支障のある変形、溶融、破壊その他の損傷を生じないものであること等が求められる。

現時点での木材を利用した耐火構造部材の開発状況は、1 時間耐火の建基法 37 条 2 項に掲げる国土交通大臣の認定(以下、「大臣認定」という。)を受けたものがあり、最上階から 4 階分までの木造耐火建築物が可能となる。

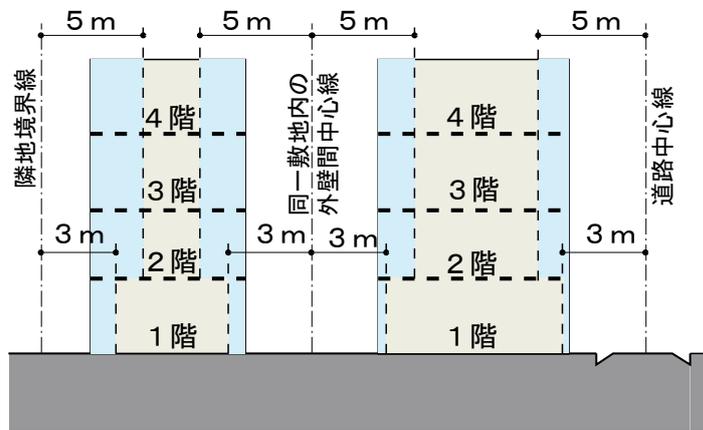
| 建築物の部分 建築物の階 | 壁 | | | 柱 | 床 | 梁 | 屋根 | 最上階から数えた階数 | |
|-------------------------------|------|-------------|------------------|------|------|------|------|------------|----|
| | 間仕切壁 | 外壁 | | | | | | | |
| | | 非耐力壁 | | | | | | | |
| | | 延焼のおそれのある部分 | 延焼のおそれのある部分以外の部分 | | | | | | |
| 最上階及び最上階から数えた階数が 2 以上で 4 以下の階 | 1 時間 | 1 時間 | 1 時間 | 30 分 | 1 時間 | 1 時間 | 1 時間 | 30 分 | 1 |
| 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 | 30 分 | 2 時間 | 2 時間 | 2 時間 | 30 分 | 5 |
| 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 | 30 分 | 3 時間 | 2 時間 | 3 時間 | 30 分 | 15 |

図 2-2 建築物の部分に求められる耐火性能

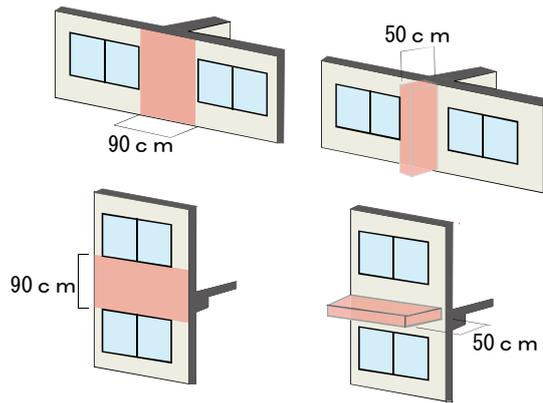
(3) 外壁面の開口部の制限

外壁面の開口部に求められる防火設備の性能及び防火区画端部の延焼防止措置は次のとおりである。

| | 延焼のおそれのある部分 (下左図) | 防火区画端部の延焼 防止措置が必要な箇所 |
|----------|------------------------|----------------------------------|
| 根拠法令 | 建基法 2 条 9 号の二口 | 建基令 112 条 11 項 |
| 設置場所 | 外壁の開口部で 延焼のおそれのある部分 | 防火区画端部に接する外壁 (下右図)に開口部を設置する場合 |
| 性能 (遮炎性) | 20 分 | 20 分 |



 延焼のおそれのある部分



 防火区画端部に接する外壁

図 2-3 外壁面の開口部の制限

(4) 用途による制限

建基法 27 条に基づき、不特定または多数の人が利用したり、就寝に利用したりする建築物(特殊建築物)の場合には、表 I - 1 の規定に従い、耐火建築物または準耐火建築物とすることが求められる。

表 2-1 特殊建築物の構造制限

| 用途 | 耐火建築物とするもの | | 準耐火建築物とするもの |
|--|--------------------------|--|---|
| | 左記の用途に供する階 | 左記の用途に供する部分の床面積の合計 | 左記の用途に供する部分の床面積の合計 |
| 劇場、映画館、演芸場 | 3 階以上の階または主階が 1 階にならないもの | 客席床面積 200 m ² 以上 (屋外観覧席の場合、1,000 m ² 以上) | |
| 観覧場、公会堂、集会場 | 3 階以上の階 | | |
| 病院、診療所 (患者の収容施設があるものに限る)、ホテル、旅館、共同住宅、寄宿舍、下宿、児童福祉施設 等 | 3 階以上の階 | | 2 階に病室があるとき 2 階部分の床面積合計 300 m ² 以上 (病院および診療所については 2 階部分に患者の収容施設があるものに限る) |
| 学校、体育館、博物館、美術館、図書館、スポーツ練習場等 | 3 階以上の階 | | 2,000 m ² 以上 |
| 百貨店、マーケット、展示場、カフェ、飲食店、物品販売業を営む店舗等 | 3 階以上の階 | 3,000 m ² 以上 | 2 階部分の床面積の合計 500 m ² 以上 |
| 倉庫 | | 200 m ² 以上 (3 階以上の部分に限る。) | 1,500 m ² 以上 |
| 自動車車庫、自動車修理工場、映画スタジオ等 | 3 階以上の階 | | 150 m ² 以上 |

[出典：木造建築のすすめ：木を活かす建築推進協議会より]

(5) 技術的助言等による制限（帳壁での木材の利用）

① カーテンウォールの構造方法について（平成 20 年 5 月 9 日 国住指第 619 号）

- ・ 建築物におけるカーテンウォールは、外壁及び開口部の規定が適用される。

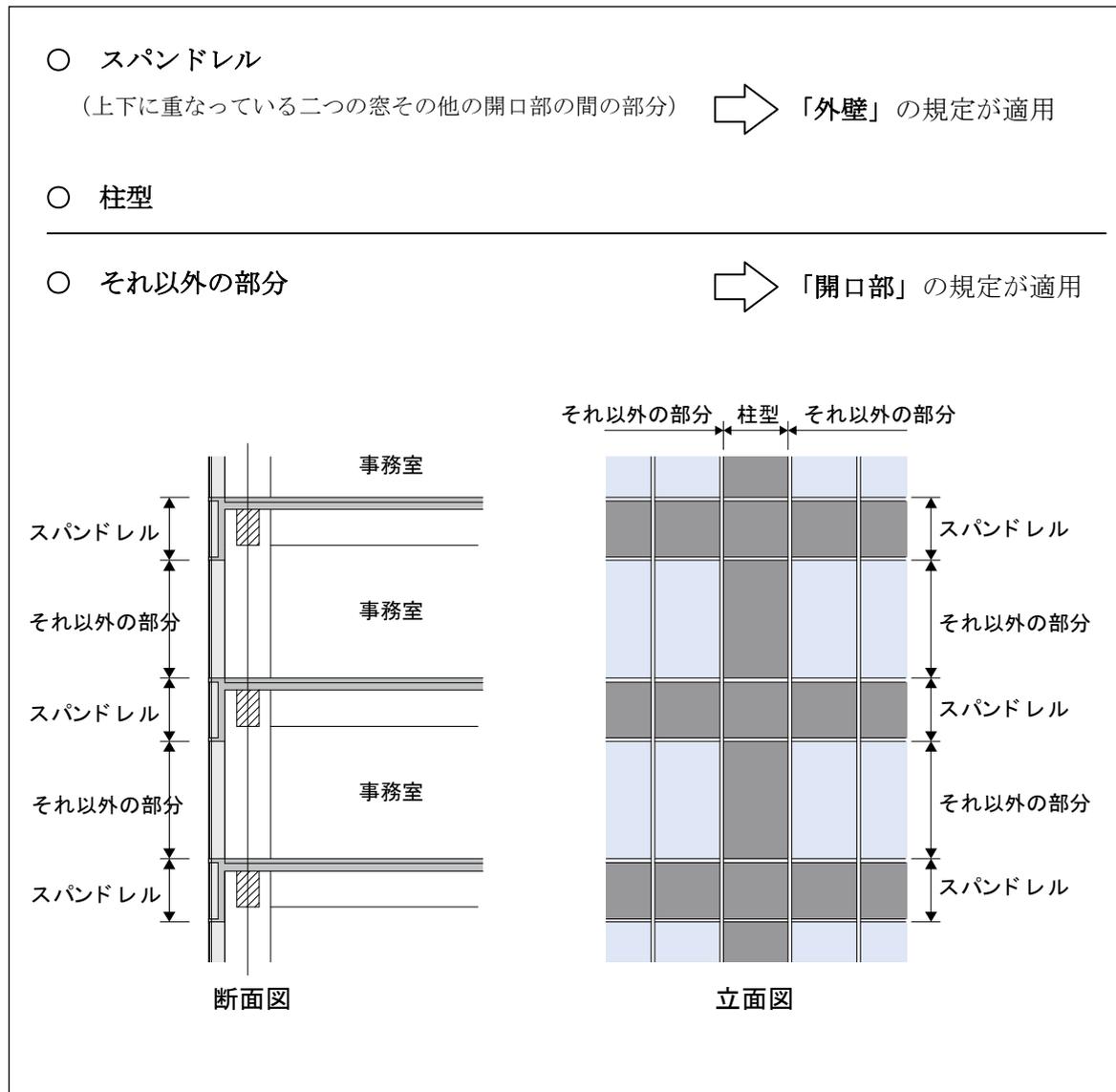


図 2-4 カーテンウォールの構造

(6) 技術的助言等による制限（外壁に木材を施す場合の取扱い）

- ・外壁が告示仕様の耐火構造であれば、その表面に木材を張る場合は、必要な性能を損ねないと判断されている。

3 耐火構造 9) 耐火構造の外壁に木材、外断熱等を施す場合の取扱い

告示に例示された耐火構造の外壁や軒裏に、表面材として木材などの可燃材料を張る場合や、外壁に一定の性能を有する外断熱を施す場合は、それぞれの構造に必要な性能を損ねないと判断できる。

(解説)

耐火構造の外壁や軒裏に木材などの可燃材料を張る場合の取扱いである。それぞれの構造に必要な性能を損ねないと判断できる程度のものであれば支障がないものとした。ただし、この扱いについては、例示仕様（告示）に示された構造方法の表面に張る場合であり、認定耐火構造等にあつては表面材を含めた認定が必要である。

『建築物の防火避難規定の解説 2005』（日本建築行政会議編、14 頁より）

(7) 技術的助言等による制限（耐火被覆が不要な斜材（筋かい）での木材利用）

(a) 斜材（筋かい）に関する防耐火の規定

耐火建築物であっても、水平力のみを負担する部材には耐火構造とすることが要求されないと判断されている。

3 耐火構造 6) 斜材(筋かい)の耐火被覆の取扱い

耐火建築物であっても、「筋かい」は、主要構造部に当たらないので、原則として耐火被覆する必要はない。

ただし、耐火建築物の筋かいで、水平力だけでなく鉛直力も負担するものは、主要構造部に該当するものとして、耐火被覆を必要とする。

(解説)

耐火構造としなければならないのは、主要構造部である。丸鋼等の筋かいは、防火の見地からは建築物の主要構造部には該当しないものと解される。従って、筋かい等の斜材は、原則として耐火被覆をする必要はないが、構造耐力上主要な部分には該当するので、火災後に小規模な補修をして再利用しようとする場合で、火災後の筋かい等の補修が困難なものについては、筋かい等の補修を行わずに再利用することができるよう、あらかじめ壁と一体に耐火被覆をしておくことが望ましい。

『建築物の防火避難規定の解説 2005』（日本建築行政会議編、11 頁より）

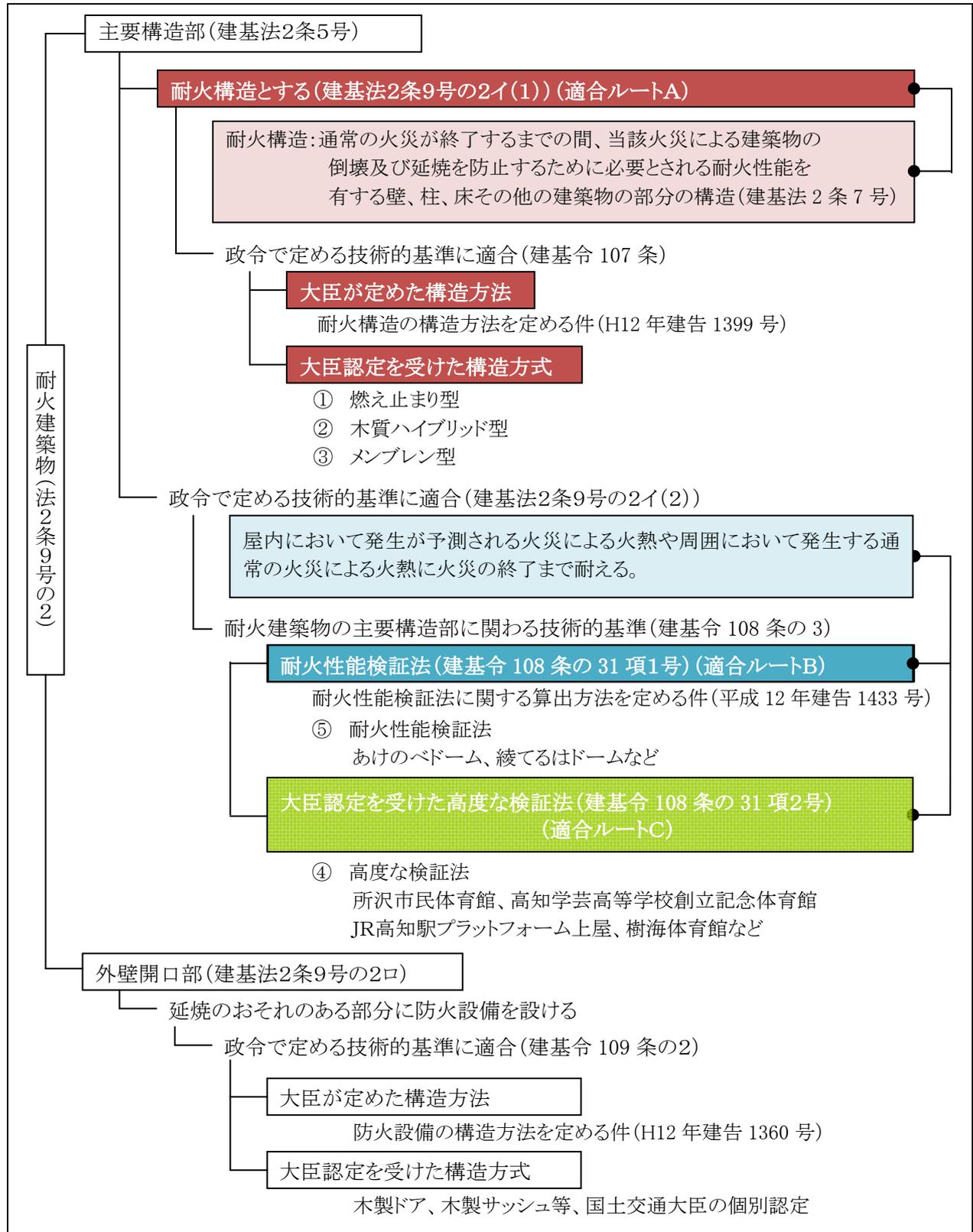
(b) 官庁施設への適応について

官庁施設の性質から水平力のみを負担する部材であっても、本事項を採用するかどうかは、施設の規模・用途を勘案し、検討する必要がある。

2.2 耐火建築物が満足すべき技術的要件

耐火建築物が満足すべき技術的要件は表Ⅱ－1のとおりである。

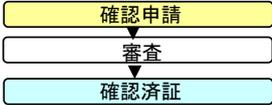
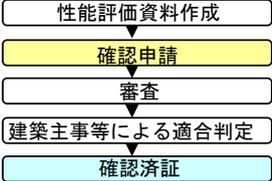
表 2-2 耐火建築物が満足すべき技術的要件



[出典：木造建築のすすめ：木を活かす建築推進協議会より]

2.3 主要構造部等の耐火性能の確認方法

表 2-3 適合ルート A～C の整理

| | 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>主要構造部に告示に例示された仕様、または大臣認定工法を使用する。</p> <p>建基法 2 条 9 号の 2 イ (1)</p> | <p>H12 建告 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>建基法 2 条 9 号の 2 イ (2) 建基令 108 条の 31 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により性能を確かめる。</p> <p>建基法 2 条 9 号の 2 イ (2) 建基令 108 条の 31 項 2 号</p> |
| 木材を利用する場合のポイント | <ul style="list-style-type: none"> 適合ルート B, C は通常の事務室程度の天井の高さでは採用ができず、事務用途では適合ルート A を採用することになる。 木材を利用した耐火構造の告示仕様がないため、耐火建築物とする場合は以下の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 | <p>以下の要件が求められ、ホール・アリーナで採用が容易である。</p> <ol style="list-style-type: none"> 柱、梁の小径 20cm 以上 開放性の高い空間で火災温度が低い 木材の利用は床面から 5.55m 以上の高さが必要等 <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、天井の高さが求められ、ホール・アリーナで採用が容易である。 H12 年建告 1358 号に規定されている燃えしろ設計を行う場合と比較すると、燃えしろ分が不要となることで部材寸法を細くできたり、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 | <p>通常の確認申請と同じ。</p>  | <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。(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 m² の場合に 45 万円。(代表的な性能評価機関の場合)  |
| 配慮事項 | <p>公共発注の場合、特定の業者に工事発注が偏らないよう工夫が必要である。</p> | <p>適合ルート C に比べ、設計の自由度が小さい。</p> | <p>高度な専門的知識が必要である。</p> |

2.4 大臣認定を受けた主な耐火構造部材

(1) 柱・梁

| | | | |
|-------------|-----------------|-----------------------|--|
| | | 燃え止まり型 | |
| | | (株)大林組・(株)竹中工務店 | |
| 形状イメージ | | | |
| 名称 | カラマツ集成材・ジャラ被覆 | | <p>概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・高密度の樹種で熱を吸収する。 |
| 構造 | 木造 | | |
| 部材 | 心材 | カラマツ集成材 | |
| | 燃え止まり層 | ジャラ | |
| | 燃えしろ層 | カラマツ集成材 | |
| 大臣認定申請者 | (株)大林組・(株)竹中工務店 | | |
| 大臣認定認定部位年月日 | 柱 (1h) H18.5.16 | | |
| 開発状況 | H16(2004) | | <p>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</p> <p>梁の認定なし</p> |
| | H17(2005) | | |
| | H18(2006) | ● 柱の大臣認定 | |
| | H19(2007) | | |
| | H20(2008) | | |
| | H21(2009) | | |
| | H22(2010) | | |
| | H23(2011) | | |
| H24(2012) | | <p>実例</p> <p>実例なし</p> | |

図 2-3

| | | 燃え止まり型 | | |
|-------------|----------------------------------|-----------------|--|-----------|
| | | (株)大林組・(株)竹中工務店 | | |
| 形状イメージ | | | | |
| 名称 | 杉集成材・モルタル被覆 | 概要 | <ul style="list-style-type: none"> ・カラマツだけでなく杉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。 | |
| 構造 | 木造 | | | |
| 部材 | 心材 | | | 杉集成材 |
| | 燃え止まり層 | | | モルタル+杉集成材 |
| | 燃えしろ層 | | | 杉集成材 |
| 大臣認定申請者 | (株)大林組・(株)竹中工務店 | | | |
| 大臣認定認定部位年月日 | 柱 (1h) H19.7.9 梁 (1h) H20.2.1 | | | |
| 開発状況 | H16 (2004) | | 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 4.8m 条件：[燃え止まり型] 間隔：3.2m 架構：単純ばり（両端ピン） 断面形状：大臣認定の最大寸法 変形制限：1/300 仮定荷重 ALC100 mm+ OAフロア 4.5kN/m ² （架構用積載含む） 杉集成材：同一等級構成 E65-F255 | |
| | H17 (2005) | | | |
| | H18 (2006) | | | |
| | H19 (2007) | ● 柱の大臣認定 | | |
| | H20 (2008) | ● 梁の大臣認定 | | |
| | H21 (2009) | | | |
| | H22 (2010) | | | |
| | H23 (2011) | | | |
| H24 (2012) | | 実例 | 実例なし | |

図 2-4

| | | | |
|-------------|------------------------------------|---------------------------|--|
| | 燃え止まり型 | | |
| | (株)竹中工務店 | | |
| 形状イメージ | | | |
| 名称 | カラマツ集成材・モルタル被覆 | 概要 | |
| 構造 | 木造 | | |
| 部材 | 心材 | | カラマツ集成材 |
| | 燃え止まり層 | | モルタル+カラマツ集成材 |
| | 燃えしろ層 | | カラマツ集成材 |
| 大臣認定申請者 | (株)竹中工務店・斉藤木材工業(株) | | |
| 大臣認定認定部位年月日 | 柱 (1h) H23.12.9 梁 (1h) H23.12.9 | | |
| 開発状況 | H16(2004) | 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 | 9.4m 1050×500 の場合 条件：[燃え止まり型] 間隔：3.2m 架構：単純ばり（両端ピン） 断面形状：大臣認定の最大寸法 変形制限：1/300 仮定荷重 ALC100 mm+ OA 707 4.5kN/m ² （架構用積載含む） 杉集成材：同一等級構成 E65-F255 |
| | H17(2005) | | |
| | H18(2006) | | |
| | H19(2007) | | |
| | H20(2008) | | |
| | H21(2009) | | |
| | H22(2010) | | |
| | H23(2011) | ● 柱・梁の大臣認定 | 実例 |
| H24(2012) | | | |

図 2-5

| | | | | |
|-------------|--|----------------------------|--|--|
| | | 燃え止まり型 | | |
| | | 東京農工大学、(独)森林総合研究所、鹿島建設(株) | | |
| 形状イメージ | | | | |
| 名称 | 難燃処理杉集成材被覆 | 概要 | <ul style="list-style-type: none"> ・杉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、ラミナにレーザー等で小さな穴を開けている。 ・薬剤注入量の品質管理が重要。 | |
| 構造 | 木造 | | | |
| 部材 | 心材 | | | 杉集成材 |
| | 燃え止まり層 | | | 薬剤注入杉集成材 |
| | 燃えしろ層 | | | 杉集成材 |
| 大臣認定申請者 | 鹿島建設(株) | | | |
| 大臣認定認定部位年月日 | 柱 (1h) H21. 8. 27 梁 (1h) H21. 8. 27 柱 (1h) H24. 3. 5 梁 (1h) H24. 3. 5 | | | |
| 開発状況 | H16(2004) | | 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 | 上限なし 9.4m (1050×500 の場合) [燃え止まり型] 間隔：3.2m 架構：単純ばり (両端ピン) 断面形状：大臣認定の最大寸法 変形制限：1/300 仮定荷重 ALC100 mm + OA フロア 4.5Kn/m ² (架構用積載含む) 杉集成材：同一等級構成 E65-F255 |
| | H17(2005) | | | |
| | H18(2006) | | | |
| | H19(2007) | 柱-梁接合部の確認 | | |
| | H20(2008) | | | |
| | H21(2009) | ● 柱・梁の大臣認定 柱の2時間他耐火性能確認 | | |
| | H22(2010) | 柱-壁、梁と天井の確認 | | |
| | H23(2011) | | | |
| H24(2012) | ● 柱・梁の大臣認定 | 実例 | 音ノ葉グリーンカフェ | |

図 2-6

| | | 燃え止まり型 | | |
|-------------|-----------------------|------------------------|---|---------------------------|
| | | 耐火木質ラーメン研究会 | | |
| 形状イメージ | | | | |
| 名称 | 石こうボード、 難燃剤注入合板被覆型 | 概要 | <ul style="list-style-type: none"> ・3,000 m²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。 ・せっこうボードは雨に弱いため、品質管理が難しい。 ・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。 | |
| 構造 | 木造 | | | |
| 部材 | 心材 | | | 杉集成材 |
| | 燃え止まり層 | | | 側部：難燃剤注入合板 上下部：せっこうボード |
| 大臣認定申請者 | — | | | |
| 大臣認定認定部位年月日 | 開発中 | | | |
| 開発状況 | H16(2004) | | 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 |
| | H17(2005) | | | |
| | H18(2006) | | | |
| | H19(2007) | | | |
| | H20(2008) | 梁の燃え止まり確認 | | |
| | H21(2009) | 柱の燃え止まり確認 | | |
| | H22(2010) | 林野庁の事業で床と梁を確認 | | |
| | H23(2011) | (予定)柱-梁、梁-壁、柱-壁の接合部の確認 | 事例 | 事例なし |
| H24(2012) | | | | |

図 2-7

| | | | |
|-------------|-----------|--|---|
| | | 木質ハイブリッド型 | |
| | | 日本集成材工業組合 | |
| 形状イメージ | | | |
| 名称 | | 木質ハイブリッド集成材 | |
| 構造 | | 鉄骨造 | |
| 部材 | 心材 | 角鋼 - H型鋼 | |
| | 被覆材 | カラマツ又はベイマツ集成材 | |
| | — | — | |
| 大臣認定申請者 | | 日本集成材工業共同組合 | |
| 大臣認定認定部位年月日 | | 角型鋼柱 (1h) H16. 10. 20 平型鋼梁 (1h) H16. 12. 10 H型鋼柱 (1h) H17. 4. 26 H型鋼梁 (1h) H17. 8. 16 | |
| 開発状況 | H16(2004) | ● 柱・梁の大臣認定 | |
| | H17(2005) | ● 柱・梁の大臣認定 | |
| | H18(2006) | 接合部の確認 | |
| | H19(2007) | 柱-梁接合部の確認 | |
| | H20(2008) | | |
| | H21(2009) | | |
| | H22(2010) | | |
| | H23(2011) | | |
| | H24(2012) | | |
| | | 概要 | <ul style="list-style-type: none"> ・鉄骨造であり、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梁貫通も可能。 ・加熱中は被覆材が燃焼し、加熱終了後、被覆材が鉄骨の影響で燃焼停止する。 |
| | | | <p>13.9m</p> <p>条件：[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：大臣認定の最大寸法 変形制限：1/300 仮定荷重 RC スラブ 150mm + OA 707 7.8kN/m² (架構用積載含む)</p> |
| | | 実例 | <ul style="list-style-type: none"> ・金沢エムビル ・丸美産業本社 ・ウッドスクエア |

図 2-8

| | | 木質ハイブリッド型 | | |
|-------------|-----------|---------------------------|---|------|
| | | 新日鉄エンジニアリング(株)・(株)アサノ不燃木材 | | |
| 形状イメージ | | | | |
| 名称 | — | | <p>概要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・木材は鉄骨の耐火被覆の役割のみである。 ・2時間耐火を取得すれば、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。 | |
| 構造 | 鉄骨造 | | | |
| 部材 | 心材 | H型鋼 | | |
| | 被覆材 | 薬剤注入杉等 LVL | | |
| | — | — | | |
| 大臣認定申請者 | — | | | |
| 大臣認定認定部位年月日 | 開発中 | | | |
| 開発状況 | H16(2004) | | 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 |
| | H17(2005) | | | |
| | H18(2006) | | | |
| | H19(2007) | | | |
| | H20(2008) | | | |
| | H21(2009) | | | |
| | H22(2010) | 柱の2時間耐火性能確認 | | |
| | H23(2011) | | | |
| | H24(2012) | | | |

図 2-9

| | | 木質ハイブリッド型 | | |
|-------------|------------|---|--|---------------|
| | | 森林総合研究所・大阪大学 | | |
| 形状イメージ | | <p>心材 (H型鋼) 被覆材 (コンクリート) 表面材 (杉集成材)</p> <p>440</p> <p>80 280 80</p> | | |
| 名称 | — | 概要 | <ul style="list-style-type: none"> ・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。 | |
| 構造 | 鉄骨コンクリート造 | | | |
| 部材 | 心材 | | | H型鋼 |
| | 被覆材 | | | コンクリート |
| | 表面材 | | | 杉集成材 |
| 大臣認定申請者 | — | | | |
| 大臣認定認定部位年月日 | 開発中 | | | |
| 開発状況 | H16 (2004) | 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 | |
| | H17 (2005) | | | |
| | H18 (2006) | | | |
| | H19 (2007) | | | |
| | H20 (2008) | | | |
| | H21 (2009) | | | |
| | H22 (2010) | | | 柱の2時間耐火を実験で確認 |
| | H23 (2011) | 実例 | 実例なし | |
| H24 (2012) | | | | |

図 2-10

| | | | | | |
|-------------|-----------------|--------------|----|--|---------------|
| | | メンブレン型 | | | |
| | | 木住協 | | | |
| 形状イメージ | | | | | |
| 名称 | — | | 概要 | <ul style="list-style-type: none"> ・木部をせっこうボード等で耐火被覆する。 ・すでに住宅以外でも実用化し、数多く建てられている。 | |
| 構造 | 木造 | | | | |
| 部材 | 心材 | 木材 | | | |
| | 被覆材 | せっこうボード | | | |
| | — | — | | | |
| 大臣認定申請者 | 木住協 | | | | |
| 大臣認定認定部位年月日 | 軸組工法 H16.3.12 他 | | | | |
| 開発状況 | H16(2004) | | | 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 | 構造計算による(上限なし) |
| | H17(2005) | | | | |
| | H18(2006) | ● 大臣認定 (木住協) | | | |
| | H19(2007) | 接合部の確認 | | | |
| | H20(2008) | | | | |
| | H21(2009) | | | | |
| | H22(2010) | | | | |
| | H23(2011) | | | | |
| H24(2012) | | | 事例 | <ul style="list-style-type: none"> ・東部地域振興ふれあい拠点施設等多数 | |

図 2-11

| | | | |
|---------------------|-----------|---------------------------|--|
| | | メンブレン型 | |
| | | 2 x 4 協会 | |
| 形状イメージ | | | |
| 名称 | | — | |
| 構造 | | 木造 | |
| 部 材 | 心材 | 木材 | |
| | 被覆材 | せっこうボード | |
| | — | — | |
| 大臣認定申請者 | | 2 x 4 協会 | |
| 大臣認定 認定部位 年月日 | | 枠組壁工法 H18.10.2 他 | |
| 開 発 状 況 | H16(2004) | ● 大臣認定 (2×4 協会) | |
| | H17(2005) | 接合部の確認 | |
| | H18(2006) | | |
| | H19(2007) | | |
| | H20(2008) | | |
| | H21(2009) | | |
| | H22(2010) | | |
| | H23(2011) | | |
| H24(2012) | | | |
| | | 概要 | <ul style="list-style-type: none"> ・木部をせっこうボード等で耐火被覆する。 ・すでに住宅以外でも実用化し、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 | 構造計算による (上限なし) |
| | | 実例 | ・りんどう麻溝 等多数 |

図 2-12

(2) 外壁

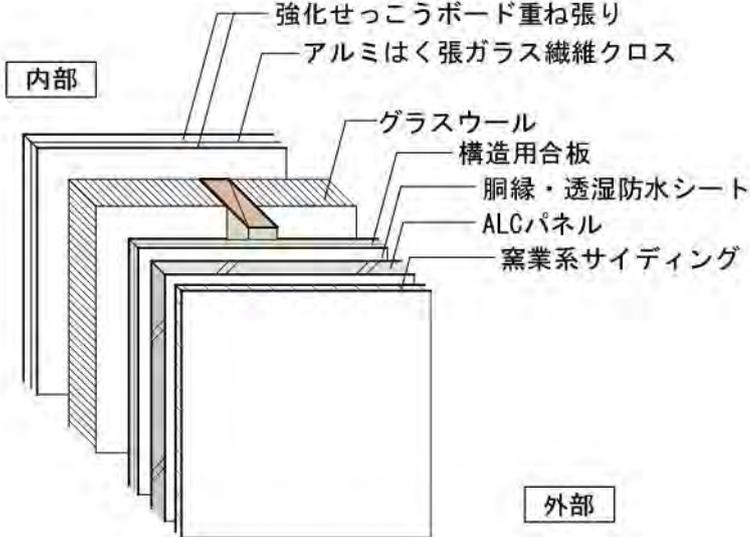
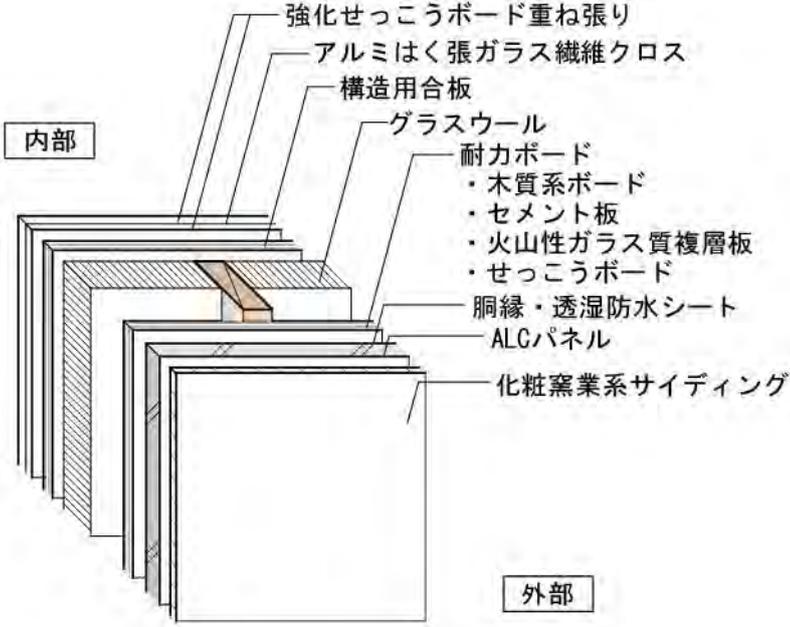
| | |
|----------------|---|
| <p>形状イメージ</p> | <p>耐火性能 (1 h)</p>  <p>内部</p> <p>強化せっこうボード重ね張り アルミはく張ガラス繊維クロス グラスウール 構造用合板 胴縁・透湿防水シート ALCパネル 窯業系サイディング</p> <p>外部</p> |
| <p>大臣認定申請者</p> | <p>木住協</p> |
| <p>形状イメージ</p> | <p>耐火性能 (1 h)</p>  <p>内部</p> <p>強化せっこうボード重ね張り アルミはく張ガラス繊維クロス 構造用合板 グラスウール 耐力ボード ・木質系ボード ・セメント板 ・火山性ガラス質複層板 ・せっこうボード 胴縁・透湿防水シート ALCパネル 化粧窯業系サイディング</p> <p>外部</p> |
| <p>大臣認定申請者</p> | <p>木住協</p> |

図 2-13

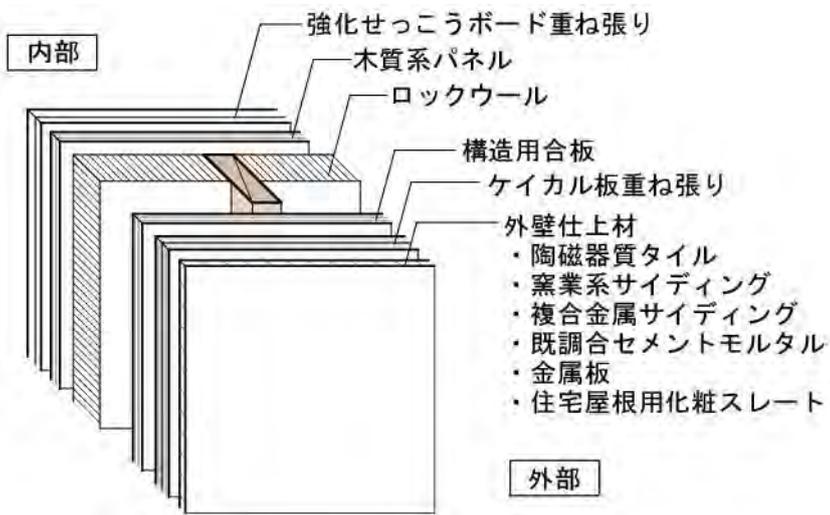
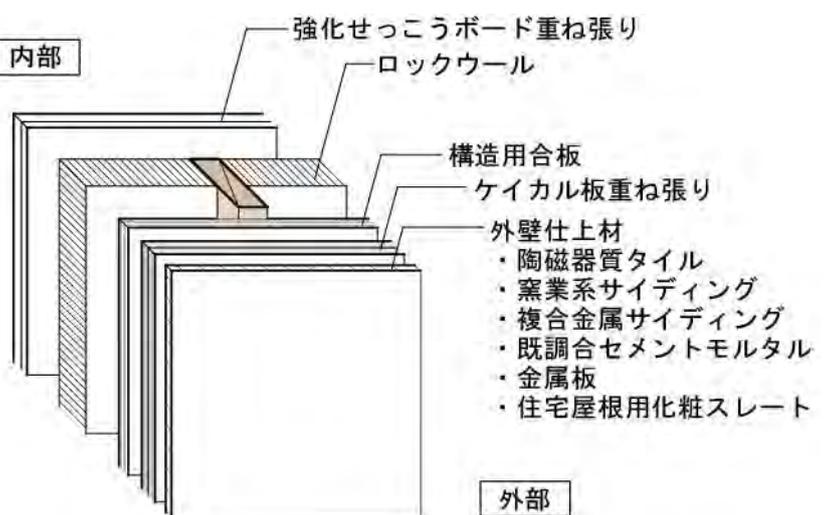
| | |
|----------------|--|
| <p>形状イメージ</p> | <p>耐火性能 (1 h)</p>  |
| <p>大臣認定申請者</p> | <p>2 x 4 協会</p> |
| <p>形状イメージ</p> | <p>耐火性能 (1 h)</p>  |
| <p>大臣認定申請者</p> | <p>2 x 4 協会</p> |

図 2-14

(3) 床・天井

| | |
|---------------------|--|
| <p>形状イメージ</p> | <p>耐火性能 (1 h)</p> <p>床</p> <p>強化せっこうボード二重張り</p> <p>耐力ボード ・木質系ボード ・セメント板</p> <p>野縁受 木製梁</p> <p>グラスウール断熱材</p> <p>野縁 強化せっこうボード二重張り</p> <p>天井</p> |
| <p>大臣認定 申請者</p> | <p>木住協</p> |
| <p>形状イメージ</p> | <p>耐火性能 (1 h)</p> <p>床</p> <p>強化せっこうボード二重張り</p> <p>耐力ボード ・木質系ボード (木住協) ・セメント板 (木住協) 構造用合板 (2×4協会)</p> <p>野縁受 木製梁</p> <p>野縁 強化せっこうボード二重張り</p> <p>天井</p> |
| <p>大臣認定 申請者</p> | <p>木住協、2x4協会</p> |

図 2-15

(4) 間仕切壁 (耐力壁)

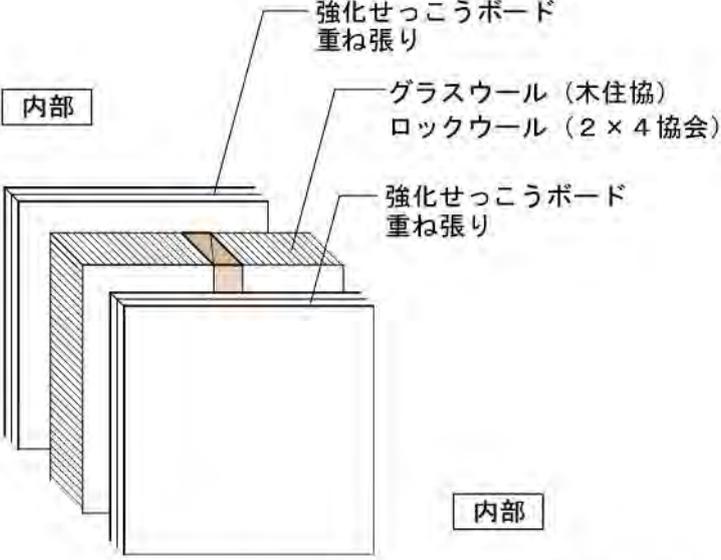
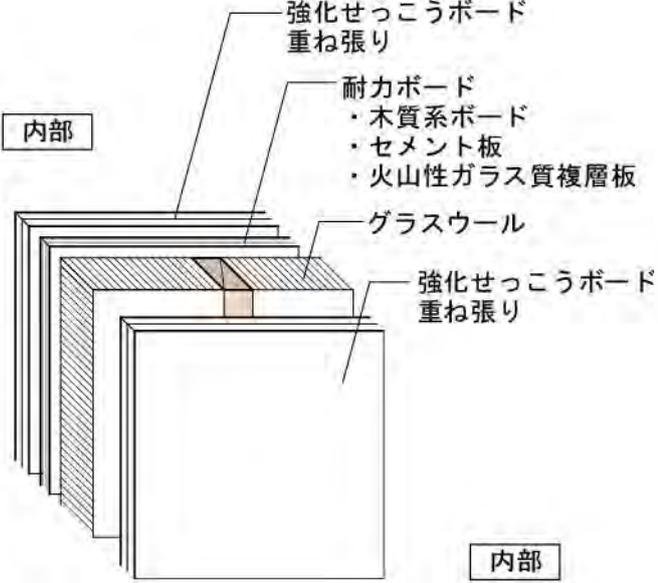
| | |
|---------------------|--|
| <p>形状イメージ</p> | <p>耐火性能 (1 h)</p>  <p>強化せっこうボード 重ね張り</p> <p>内部</p> <p>グラスウール (木住協) ロックウール (2×4協会)</p> <p>強化せっこうボード 重ね張り</p> <p>内部</p> <p>※2×4協会はロックウールのない仕様も可能</p> |
| <p>大臣認定 申請者</p> | <p>木住協、2×4協会</p> |
| <p>形状イメージ</p> | <p>耐火性能 (1 h)</p>  <p>強化せっこうボード 重ね張り</p> <p>内部</p> <p>耐力ボード ・木質系ボード ・セメント板 ・火山性ガラス質複層板</p> <p>グラスウール</p> <p>強化せっこうボード 重ね張り</p> <p>内部</p> |
| <p>大臣認定 申請者</p> | <p>木住協</p> |

図 2-16

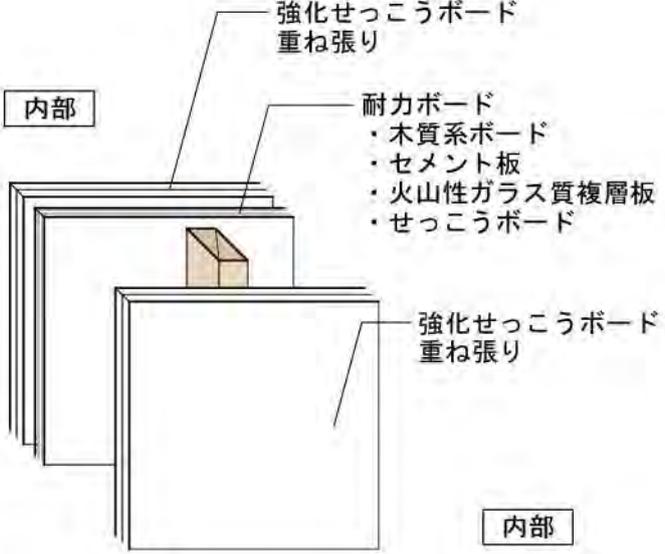
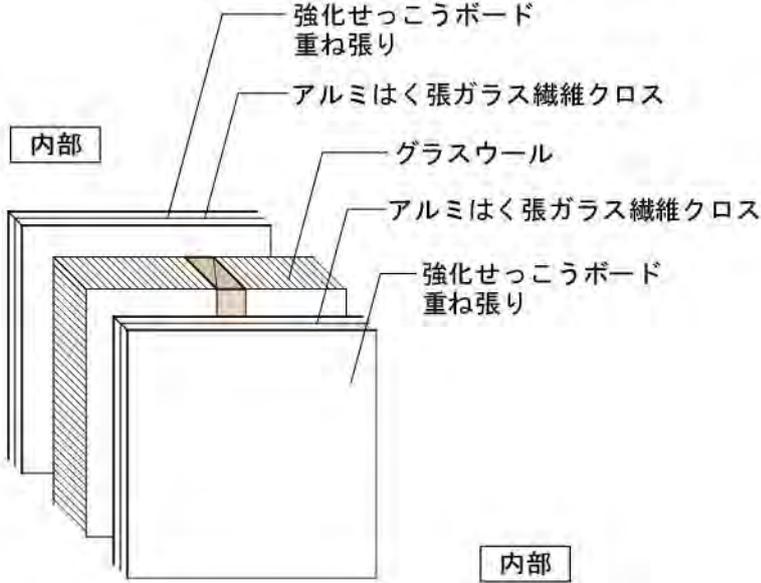
| | |
|---------------------|--|
| <p>形状イメージ</p> | <p>耐火性能（1 h）</p>  <p>強化せっこうボード 重ね張り</p> <p>内部</p> <p>耐力ボード ・木質系ボード ・セメント板 ・火山性ガラス質複層板 ・せっこうボード</p> <p>強化せっこうボード 重ね張り</p> <p>内部</p> |
| <p>大臣認定 申請者</p> | <p>木住協</p> |
| <p>形状イメージ</p> | <p>耐火性能（1 h）</p>  <p>強化せっこうボード 重ね張り</p> <p>内部</p> <p>アルミはく張ガラス繊維クロス</p> <p>グラスウール</p> <p>アルミはく張ガラス繊維クロス</p> <p>強化せっこうボード 重ね張り</p> <p>内部</p> |
| <p>大臣認定 申請者</p> | <p>木住協</p> |

図 2-17

(5) 屋根

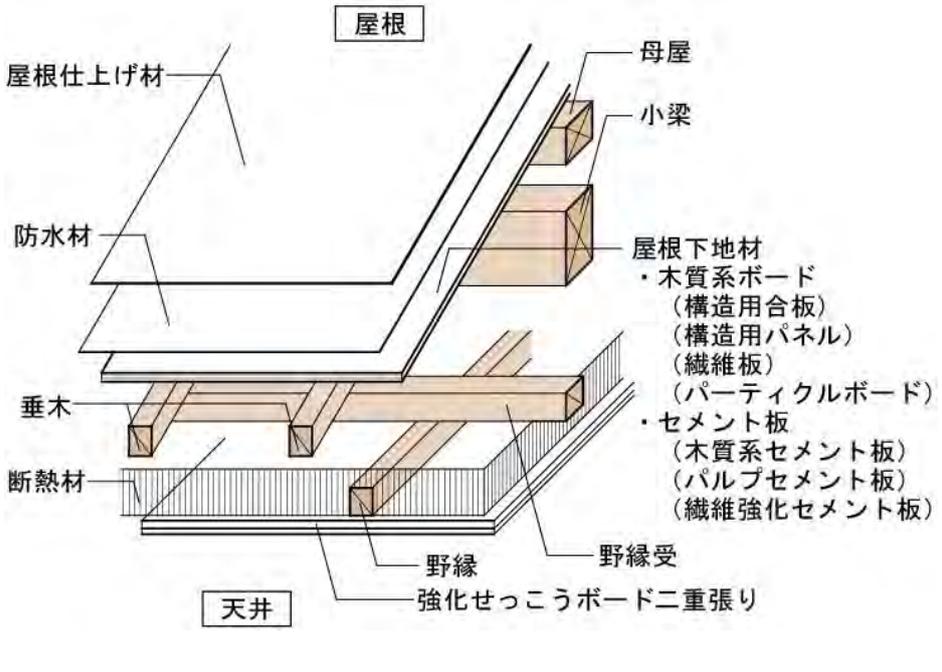
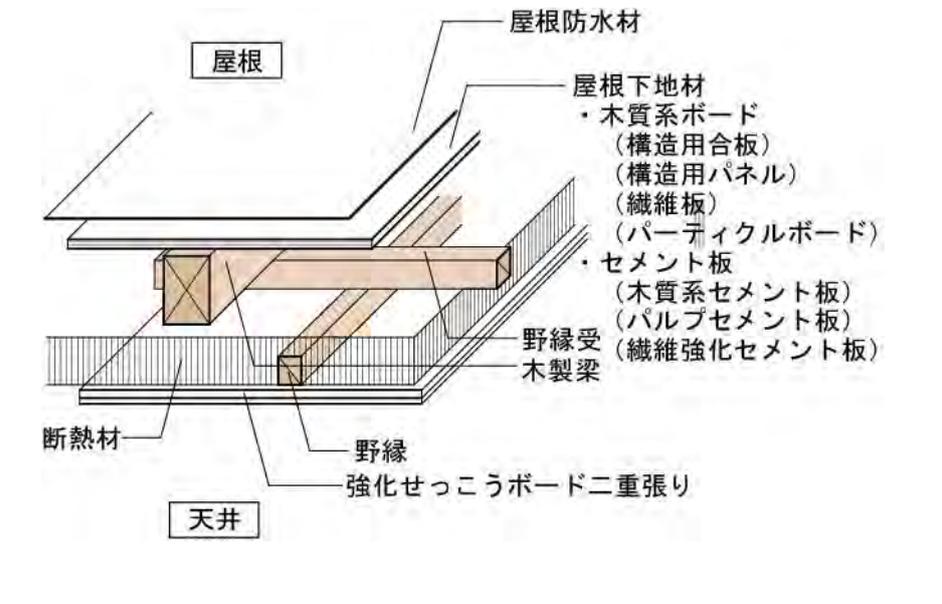
| | |
|----------------|--|
| <p>形状イメージ</p> | <p>耐火性能 (30m)</p>  |
| <p>大臣認定申請者</p> | <p>木住協、2x4協会</p> |
| <p>形状イメージ</p> | <p>耐火性能 (30m)</p>  |
| <p>大臣認定申請者</p> | <p>木住協</p> |

図 2-18

(6) 階段

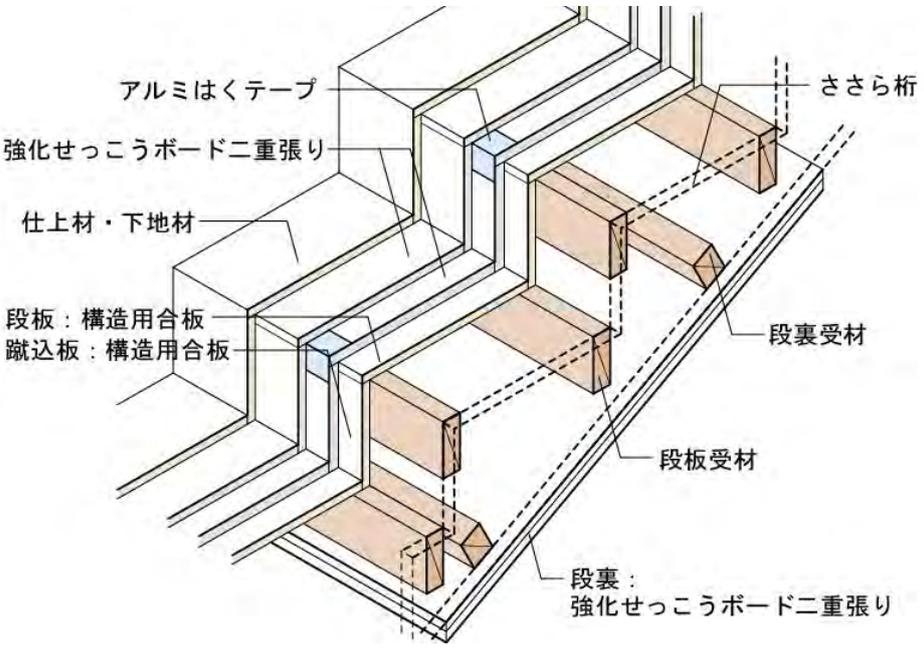
| | |
|----------------|---|
| <p>形状イメージ</p> | <p>耐火性能 (30 m)</p>  <p>アルミはくテープ</p> <p>強化せっこうボード二重張り</p> <p>仕上材・下地材</p> <p>段板：構造用合板 蹴込板：構造用合板</p> <p>ささら桁</p> <p>段裏受材</p> <p>段板受材</p> <p>段裏： 強化せっこうボード二重張り</p> |
| <p>大臣認定申請者</p> | <p>木住協、2x4協会</p> |
| <p>形状イメージ</p> | |
| <p>大臣認定申請者</p> | |

図 2-19

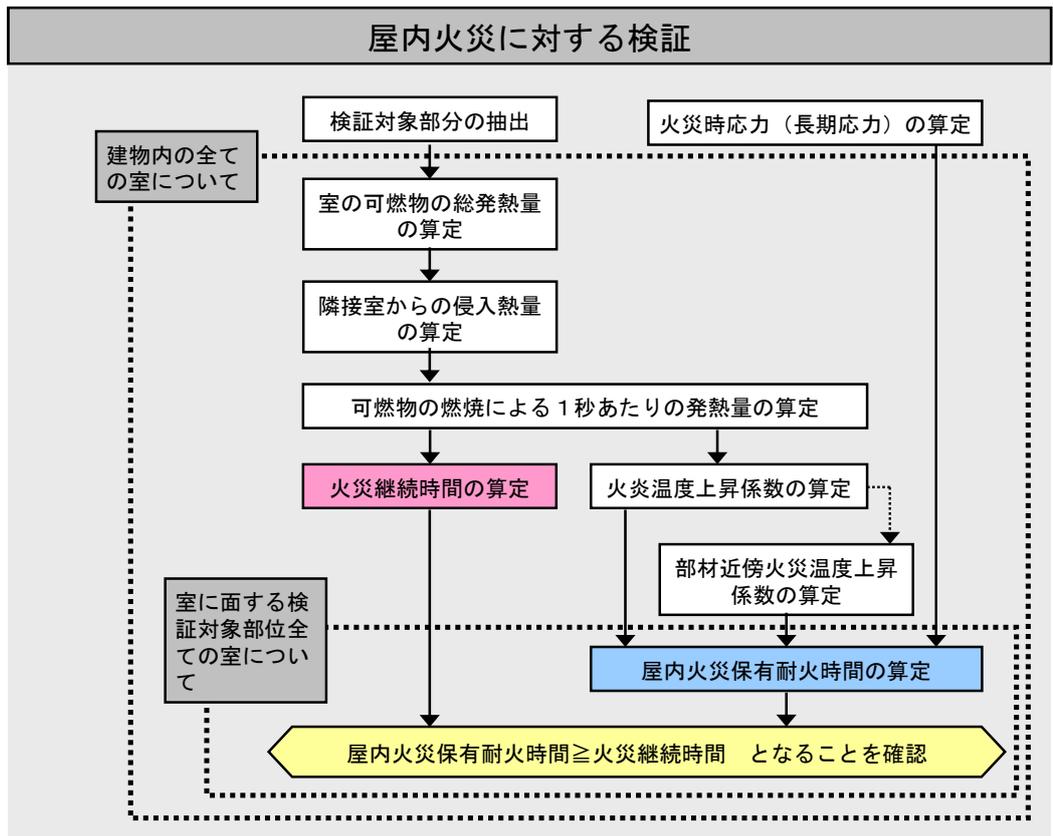
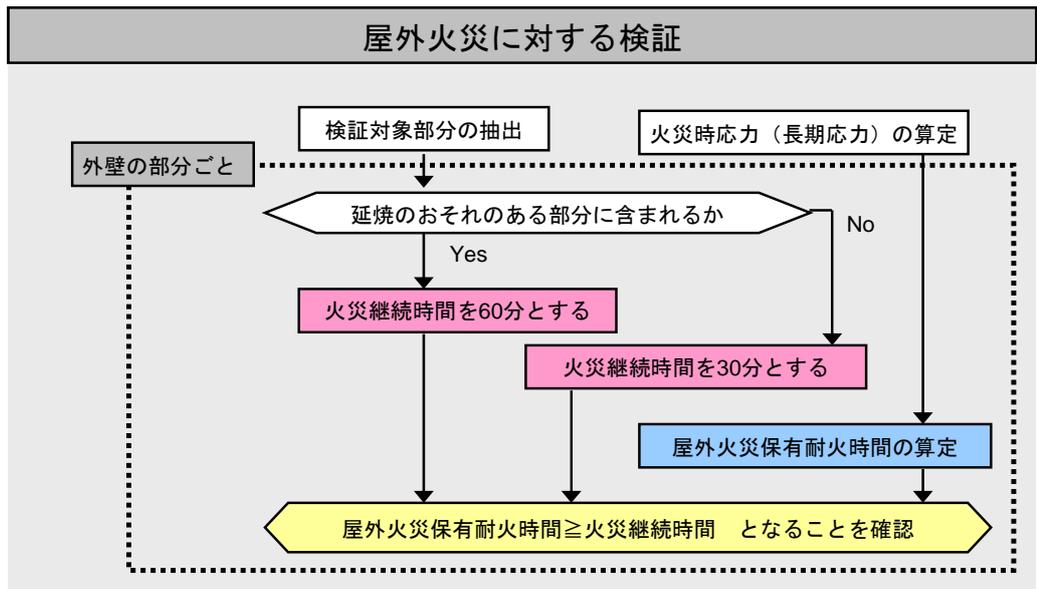
2.5 耐火性能検証法等の検証法の概要

耐火性能検証法等は、建物の主要構造部を耐火構造としない場合でも、建物の用途、規模、内装等により所定の性能を有すると判断できた場合「耐火建築物」とみなすことができるものである。そのため、耐火構造とすべき部分においても、耐火被覆等が不要となり木材を現して見せることが可能となる。

耐火性能検証法等（適合ルートB・C）の検討手法の概要は以下のとおりである。

| | 適合ルートB | 適合ルートC |
|-------|--|--|
| 検証の概要 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 検証方法は、建基令 108 条の 3 第 2 項、建告 1433 号により規定されている。 ・ 検証に当たっては、以下の確認を行う。 <ul style="list-style-type: none"> ①「耐火性能検証」：屋外火災及び内部火災に対する主要構造部の非損傷性・遮熱性・遮炎性 ②「防火区画検証」：主要構造部の開口部に設ける防火設備の遮炎性 ・ 火災継続時間より、室や部材が保有している耐火時間が大きいことを確認する。 <div style="text-align: center;"> <div style="display: inline-block; border: 1px solid black; background-color: #f8d7da; padding: 5px; margin-right: 10px;">火災 継続時間</div> < <div style="display: inline-block; border: 1px solid black; background-color: #d1ecf1; padding: 5px; margin-left: 10px;">保有 耐火時間</div> </div> | <ul style="list-style-type: none"> ・ 検証方法は、建基令 108 条の 3 第 1 項第 2 号に基づき国土交通大臣の認可を受けた性能評価機関ごとに定める業務方法書において規定されている。 ・ 国土交通大臣がその結果を認定する。 ・ シミュレーションや実験等を用いた安全性の検証をする。 |
| | <div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; background-color: #f8d7da; padding: 5px; margin-bottom: 10px;">火災継続時間の算定のパラメーター</div> <ul style="list-style-type: none"> ・ 用途(可燃物量) ・ 室の大きさ(木材の利用は床面から 5.55m以上の高さが必要) ・ 開口部の大きさ(開放性の高い空間が必要) ・ 内装・材料 等 <div style="border: 1px solid black; background-color: #d1ecf1; padding: 5px; margin-top: 10px;">屋内火災保有耐火時間の算定のパラメーター</div> <ul style="list-style-type: none"> ・ 被覆厚 ・ 部材の熱容量 ・ 構造計算結果 ・ 材料の耐火性能(認定された耐火時間) 等 </div> | |
| | <p>非損傷性:火災時に構造耐力上の支障となるような変形、熔融、亀裂などの損傷や、過剰な温度上昇による耐力低下を生じない性能であり、荷重支持部分が火災時に必要な耐力を保持する性能</p> <p>遮熱性:壁、床などの区画部材について、いずれかの面から加熱を受けたとき、それ以外の面の温度が上昇しにくい性能</p> <p>遮炎性:いずれかの面から火災を受けたときに反対側の面に火炎を噴出するような亀裂等を生じない性能</p> | |

図 2-20 適合ルートの手法(1)



※適合ルートCは、原則として適合ルートBと同じ検証方法であるが、各
部材の具体的な耐火性能（非損傷性・遮熱性・遮炎性）を証明する方法も
ある。

図 2-21 適合ルートの手法(2)

| | | |
|----------------------|--|---|
| <p>防火区画 検証方法</p> | <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> 防火設備の遮炎性の検証 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>※適合ルートCは、原則として適合ルートBと同じ検証方法であるが、他に「想定防火区画面」を超えて延焼しないこと（具体的な防火区画性能（非損傷性・遮炎性）を証明する方法もある。これにより吹き抜けに面する手すり面を防火区画とすることも可能となっている。</p> </div> | |
| <p>計算 ソフト</p> | <ul style="list-style-type: none"> 日本建築構造技術者協会(JSCA)では耐火性能検証シート「耐火性能検証法」（令 108 条の 3、平成 12 年建告第 1433 号）に対応したエクセルの検証シートをホームページで公開している。 その他、有料での計算ソフトを提供している所もある。 | <ul style="list-style-type: none"> 一般的には適合ルートBの計算に用いるソフトを活用している。 |

検証方法、流れは『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）を参照

図 2-22 適合ルートの手法(3)

第3章 木造耐火建築物の整備に関する技術的事項

木造耐火建築物の整備に関し、適合ルートAの工法別及び平面・立面混構造の観点から建築・構造計画上の留意点などを整理した。なお、適合ルートB及びCについては、告示等で検証方法が規定されているため、本指針では記載は省略する。

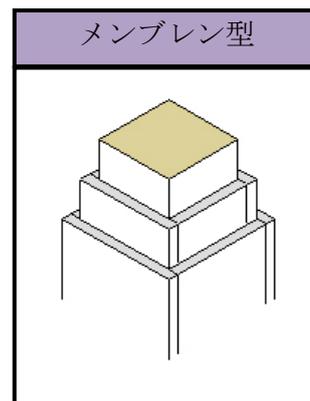
3.1 工法別の技術的事項

(1) メンブレン型

(a) 工法の概要

- ・ 主要構造部である木部をせっこうボード等で被覆することで所定の耐火性能を確保する工法であり、木造軸組工法とツーバイフォー工法がある。
- ・ 住宅の実例が多数あり、設計・施工マニュアル※1も整備されている。近年では、コミュニティ施設や高齢者福祉施設の大規模木造建築物の事例が増えている。
- ・ 工法の使用に当たっては、いずれの工法も大臣認定の取得者（（社）日本木造住宅産業協会（以下、「木住協」という。）、（社）日本ツーバイフォー建築協会（以下、「2x4協会」という。））が行う所定の講習会を受講すること、使用する工法の協会員に登録するなどが必要になる。
- ・ 木の部材を見せることができない。

※1『木造軸組工法による耐火建築物設計マニュアル(第3版)』（木住協）及び『枠組壁工法 耐火建築物設計・施工の手引』（2x4協会）



(b) 建築計画について

① 立面計画について

現在、木材を利用した部材（1時間を超える耐火性能を有するもの）はないため、木造部分は最上階及び最上階から数えた階数が2以上で4以下の階に限られる。

② 階高の計画について

メンブレン被覆の開口は一箇所当たり 200cm² の制限があるため、天井等に埋込み照明や埋込み空調機を配置する場合、防火区画用の天井とは別に仕上げ用天井を設ける必要があり（2重天井）、階高が高くなる可能性がある。

③ 木材の見せ方について

主要構造部は耐火被覆に覆われて見えないため、内装等に木の仕上げを行う等の工夫が必要。（水平力のみ負担するブレース等は現すことができる。II.6(1)参照）

④ 木部表し部材との接合について

木部表しと耐火被覆された木部を直接接合する場合、耐火被覆の層が切れるため耐火構造にはならなくなる。耐火被覆をボルト等で貫通し、固定することは可能だが、接合部の設計には十分な検討が必要である。なお、基本的に耐火倉庫等の重要な財産・情報を保管する室をつくるため、部分的な耐火構造とする場合は、EXP. J で、構造的に分割する必要がある。

⑤ 採光・排煙計画について

耐火被覆の重量増加により一般の木造建築物に比べ 1.5 倍～2.0 倍の建物重量になるため、必要壁量が増加する。そのため、開口部の位置、幅が制限される可能性があり、採光・排煙等の確保に配慮する。

⑥ 各部の仕様について

- ・ 屋根は屋根の構造部材の耐火被覆から外側の仕上げは防火上の規定に従えばよい。

- ・ 外壁は、ALC パネル又は窯業系サイディング等の耐火構造の大臣認定が取得されているものに制限される。
- ・ RC 造の床とする場合は、梁の耐火被覆の上に RC 造の床を打設する必要がある、力の伝達が耐火被覆を介した状態になるため、床は木組みでつくる。

(c) 構造計画について

① 平面計画

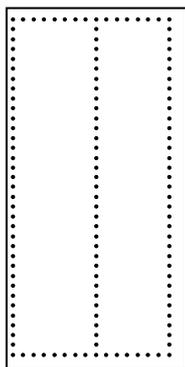
事務所用途の建築物では、フレキシビリティを確保する観点から、壁倍率 5.0 倍を超える高耐力壁を採用する可能性が高くなる

高倍率耐力壁とは

必要壁量が多くプラン上支障が生じる場合、壁倍率 7 倍相当を超える高耐力（13 倍相当とした実例あり）の合板耐力壁（「木造軸組工法の許容応力度設計 2008 年版」日本住宅・木材技術センターによる詳細計算法により耐力を算定する）を用いることを検討する。このとき、 β 割増は 1.0 として設計する。また以下の点にも注意する。

- ・ 耐力壁が高倍率であることにより、柱断面が短期荷重（圧縮、引き抜き）で決まることが多い。
- ・ 柱の水平荷重時軸力が大きくなるため、柱及び接合金物の選択にも注意する。
- ・ 柱断面サイズが大きくなり、単材の製材を用いるのは困難な場合がある。対処として合わせ柱を用いる場合は、ある程度の間隔でボルト等により補強する必要がある。
- ・ 高耐力の耐力壁を用いるに当たり、耐力壁周辺の各部分が耐力壁の終局耐力に達しても破断・破壊等しないことを確認することが望ましい。

仕様例を次に示す。



構造用合板 24mm CN75-@100

- ・ 片面張りの場合 (6.5 倍)
- ・ 両面張りの場合 (13 倍)



② スパン計画について

スパン 6.0m 以上の梁については、居住性の観点から自重による固有振動数が 8.0Hz 以上となるように設計する。

③ 部材及び接合について

耐力壁の連層により柱頭、柱脚部の引抜力が大きくなる個所は、耐力の高いタイダウン金物や比較的施工が容易な引きボルト接合等を採用する。

引張力への対応

高倍率耐力壁の使用などにより大きな引抜力への対応が必要となる。具体的な方法として、タイダウン金物、ホールダウン金物、引きボルトが考えられる。

(1) タイダウン金物

- ・ 耐力壁上部を固定し、耐力は最大 280kN のものまで市販されている。
- ・ 使用に際しては、建築主事によっては評価等を求められる場合があるが、補強金物としての実績はある。

(2) ホールダウン金物

ホールダウン金物は柱脚部を固定し、耐力は告示されたもので 25kN が最大であるが、市販されているものには 30kN、50kN、100kN 等がある。

(3) 引きボルト

- ・ せん断力については、ホゾまたはベース金物のせん断受けと柱の接触面の部分圧縮（めり込み）の許容耐力を算出する。
- ・ 引張力については、柱-金物接合具の圧縮抵抗またはせん断抵抗により算出する。

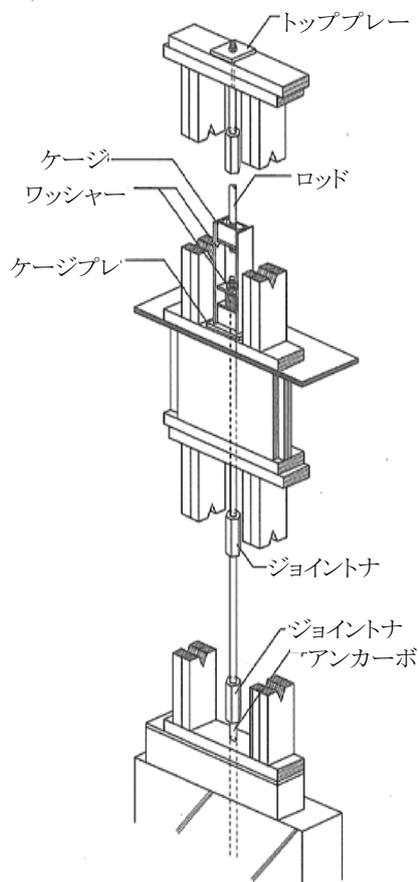


図 3-1 タイダウン金物

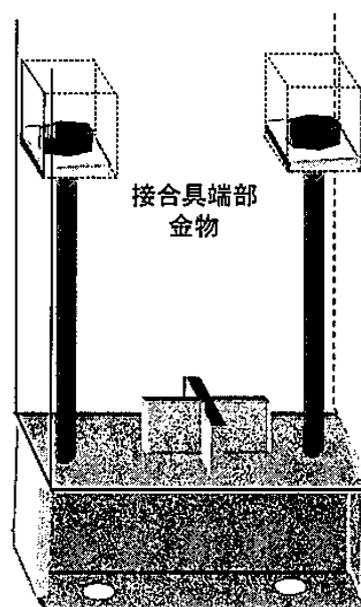


図 3-2 引きボルト

④ 構造計算について

- ・ せっこうボード等の耐火被覆材は、原則として耐力要素に見込まない。なお、せっこうボードによる壁剛性の増加が想定されるため、偏心率・剛性率等の確認においてはその影響を適切に考慮することが望ましい。
- ・ 木質ハイブリッド型、燃え止まり型に比べて建物自重が軽くなるため、基礎の設計が比較的容易となる。

(d) 施工について

- ・ せっこうボード等で被覆することにより、ボードの種類や張り方等の確認ができないため、間違えが無いように配慮する。
- ・ 壁倍率の種類が多いとそれに対する施工と監理の工数が増える。現場管理の人員がRC造やS造と比べ多く必要となる場合がある。
- ・ 耐火被覆を水でぬらすと品質が低下するため、外壁やバルコニー等の耐火ボードの雨対策が必要となる。
- ・ 耐火被覆の区画貫通処理方法やベントキャップの設置を容易にできる工法が確立されていない。
- ・ 部材が他の工法と比べて軽いため、大型重機を必要としない。施工が困難と予想される密集市街地などの整備に有利。

(e) 工期について

- ・ 乾式工事であり、加工が容易なため工期短縮が期待できる。
- ・ 耐火被覆としてせっこうボードを2重張りにするため、一般の木造建築物より工期が必要になる。

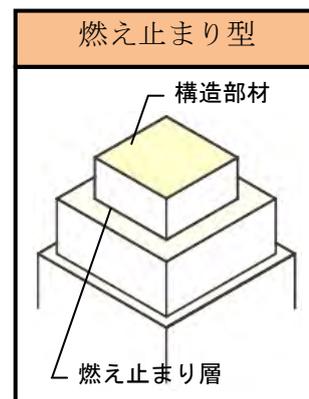
(f) コストについて

- ・ 使用する木材は、合わせ柱、合わせ梁等を採用し、その地域で流通する一般流通品の製材(長さが6m以下等)や中断面集成材(幅が120mm以下、せいが450mm以下)の範囲内の材料を使用することでコスト抑制の可能性がある。中断面部材より大きいものを使用すると、対応できるプレカット工場も少なくなる等によりコストが高くなる。
- ・ 接合金物においても、住宅用金物を採用することでコスト削減が図れる。
- ・ 910mmモジュールにするなど、流通している部材サイズに合わせた計画とすることで、半端材を無くしコスト削減が可能である。

(2) 燃え止まり型

(a) 工法の概要

- ・ 主要構造部である木部を不燃処理木材、モルタル等で被覆し、さらに木材で化粧することで所定の耐火性能を確保する工法である。
- ・ 事務所及び商業施設の実例があり、設計マニュアルも整備されている。現在、数棟の商業施設を建設中である。
- ・ 工法の使用に当たっては、大臣認定の取得者の設計・施工上の関与が必要になる。
- ・ 木の部材を見せることができる。
- ・ 杉及びカラマツで大臣認定取得しているものが多数。



(b) 建築計画について

① 立面計画について

現在、木材を利用した部材（1時間を超える耐火性能を有するもの）はないため、木造部分は最上階及び最上階から数えた階数が2以上で4以下の階に限られる。

② 構造耐力上主要な部分としての扱い

燃えどまり層に木材を使用している場合、インサイジング（薬液注入のための木材表面の人為的な切り込み）、不燃処理といった2次加工を行った集成材は、集成材の日本農林規格(JAS)に規定されていないため、構造計算に当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。なお、製材のJASでは、インサイジング、保存処理が規定されている。

③ 接合部の安全性の確認

建基法においては、耐火構造の部材の接合部に対する安全性の確認は規定されていないが、一般的には柱、梁、壁・床・ブレース等の接合部における耐火性能の確認が必要である。

④ 木質柱、梁における内装制限の扱い

壁面又は天井面に露出する木質柱、梁等の面積が各壁面又は天井面の面積の1/10を超える場合、内装制限の対象になる。超える場合は燃えしる層を不燃材料にするか、建基令129条7項による、スプリンクラー等を設置することによる緩和を適用する必要がある。(S44.5.1住指発149、昭和45.1.31住指発35、)

⑤ 各部の仕様について

- ・ 外壁の材料納まりは、床をRCスラブとすることで鉄骨造の建物と同じようにできる。
- ・ 屋上もRCスラブとすることができ、設備架台や、はと小屋等にも容易に対応できる。
- ・ 柱・梁型を現しにして見せるために、天井材を張らずに床吹き出しの空調とする方法もある。

(c) 構造計画について

① 平面計画

- ・ 燃え止まり型の部材による木造ラーメン架構は現時点で開発されていない。また、筋かい等との接合方法も開発されていないため、水平力を負担するRC造等による躯体が平面的に必要となる(平面混構造)。

② スパン計画について

- ・ スパン6m以上の梁については、居住性の観点から自重による固有振動数が8.0Hz以上となるように設計する。その際、燃えしる層の性能や、納まりによっては接合する床の性能を加味することができる場合がある。
- ・ 部材の断面サイズは、大臣認定を受けたサイズが限度となるため、最大スパン等に制約が生じる。

③ 部材及び接合について

- ・大臣認定を受けた燃え止まり型の部材には原則として間仕切壁、たれ壁腰壁等を取り付けることができない。(ただし、実験により、部材に間仕切壁等を取り付けて必要な耐火性能があることを確認しているものもあるため、認定取得者に確認することが必要である。)

④ 構造計算について

- ・現時点で燃え止まり型部材の燃えしろ層、燃え止まり層に応力を負担させる方法は確立されていないため、心材の断面性能で設計する。

(d) 施工について

- ・ 全て工場製作部材となるため施工精度が良い。
- ・ 構造体そのまま仕上げとなるため、ノロ、汚れ傷等がつかないように注意を要する。
- ・ 燃え止まり型部材を提供できる工場に限られる。

(e) 工期について

- ・ 現場では柱・梁は乾式工事となるため、組立てが容易なため工期短縮が期待できるが、スラブをコンクリートとする場合、工期が長くなる。
- ・ 部材の製作に時間がかかるため、その分工期を見込んでおく必要がある。

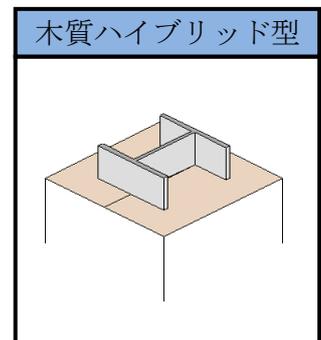
(f) コストについて

- ・ 燃え止まり層の処理、部材の組立の手間等により、高価となると推測される。

(3) 木質ハイブリッド型

(a) 工法の概要

- ・ 主要構造部である鉄骨を木材で被覆することで所定の耐火性能を確保する工法である。
- ・ 事務所の実例があり、設計マニュアルも整備されている。
- ・ 工法の使用に当たっては、大臣認定の取得者の設計・施工上の関与が必要になる。
- ・ 木を見せることができ、木部は大臣認定取得しているものとしてカラマツがある。



(b) 建築計画について

① 立面計画について

構造上純S造であるため、保有水平耐力計算等による3.1m超の大規模建築にも対応できる。ただし、現在、木材を利用した部材（1時間を超える耐火性能を有するもの）はないため、木造部分は最上階及び最上階から数えた階数が2以上で4以下の階に限られる。

② 構造耐力上主要な部分としての扱い

被覆材に用いる集成材にインサイジング（薬液注入のための木材表面の人為的な切り込み）、不燃処理といった2次加工を行った場合は、集成材の日本農林規格(JAS)に規定されていないため、構造計算に当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。なお、製材のJASでは、インサイジング、保存処理が規定されている。

③ 接合部の安全性の確認

建基法においては、耐火構造の部材の接合部に対する安全性の確認は規定されていないが、一般的には柱、梁、壁・床・ブレース等の接合部における耐火性能の確認が必要である。

④ 木質柱、梁における内装制限の扱い

壁面又は天井面に露出する木質柱、梁等の面積が各壁面又は天井面の面積の1/10を

超える場合、内装制限の対象になる。超える場合は燃えしろ層を不燃材料にするか、建基令 129 条 7 項による、スプリンクラー等を設置することによる緩和を適用する必要がある。(S 44.5. 1 住指発 149、昭和 45. 1. 31 住指発 35、)

⑤ 各部の仕様について

- ・ 外壁の材料納まりは、床を RC スラブとすることで鉄骨造の建物と同じようにできる。
- ・ 屋上も RC スラブとすることができ、設備架台やほと小屋等にも容易に対応できる。
- ・ 柱・梁型を現しにして見せるために、天井材を張らずに床吹き出しの空調とする方法もある。

(c) 構造計画について

① 平面計画

- ・ 燃え止まり型の部材による木造ラーメン架構は現時点で開発されていない。また、筋かい等との接合方法も開発されていないため、水平力を負担する RC 造等による躯体が平面的に必要となる(平面混構造)。

② スパン計画について

- ・ 部材の断面サイズは、大臣認定を受けたサイズが限度となるため、最大スパン等に制約が生じる。
- ・ 大臣認定を取得した耐火部材が少ないため(柱：H-125mm×125mm～H-400mm×400mm)(梁：H-150mm×75mm～H-600mm×200mm)、現状では公共建築物の設計において断面が不足し、スパンが限定される可能性がある

③ 部材及び接合について

- ・ 大臣認定を受けた燃え止まり型の部材には原則として間仕切壁、たれ壁腰壁等を取り付けることができない。(ただし、実験により、部材に間仕切壁等を取り付けて必要な耐火性能があることを確認しているものもあるため、認定取得者に確認することが必要である。)

④ 構造計算について

- ・ 現時点で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いないため、鉄骨部材を小さくすることができない。

⑤ 梁貫通について

- ・ 梁に貫通孔を開けられないため、設備配管のルートの確保が困難。

(d) 施工について

- ・ 全て工場製作部材となるため施工精度が良い。
- ・ 構造体そのまま仕上げとなるため、傷や汚れが付かないよう注意を要する。
- ・ 木造加工工場において、耐火被覆兼仕上げ材である集成材が取り付けられて現場に搬入されるため、建方時に養生等の作業が必要となる。雨だれなどの影響も含め長期間の養生について検討が必要である。
- ・ 木質ハイブリット型部材を提供できる工場に限られる。

(e) 工期について

- ・ 部材の製作期間、建方養生等により通常の鉄骨造よりは工期が必要である。

(f) コストについて

- ・ 耐火被覆用の集成材のコストは加工精度が高いため割高となっている。
- ・ S 造の一般的な耐火被覆材と比較して、高価となる。

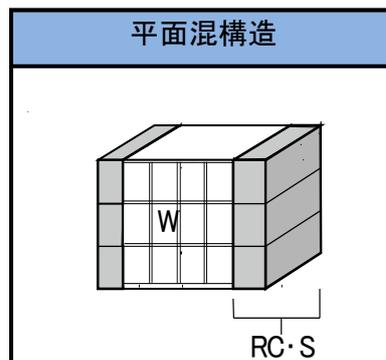
3.2 混構造における技術的事項

木造耐火建築物は、防火上の階数制限があったり、工法によってはコストが割高となったり、津波対策として1階をRC造としたり、木造では困難な必要な性能をRC造やS造で確保し、他を木造とする混構造の計画が事例調査でも一般的である。本項ではRC造とS造での平面混構造と立面混構造について示す。

(1) 平面混構造

(a) 概要

平面混構造とは、平面的に木造+RC造や、木造+S造のように1つの建築物に複数の構造種別を用いる構造である。多機能化した建築物に対しては適材適所に基づく構造が合理的な設計が可能である。



(b) 建築計画について

① 立面計画について

- ・現在、木材を利用した部材（1時間を超える耐火性能を有するもの）はないため、木造部分は最上階及び最上階から数えた階数が2以上で4以下の階に限られる。

② エレベーターの設置について

- ・エレベーターを非木造部に設置することで、エレベーター専用の鉄骨フレームが不要となる。

(c) 構造計画について

- ・RC造又はS造部分に建物全体の水平力を負担させ、木造部は鉛直荷重のみを負担させる場合、保有水平耐力計算が容易であるため、31mを超える建築物の整備が可能である。
- ・RC造部分又はS造部分が建物全体の水平力を負担するとすれば、木造部分を軽快に設計できる。ただし、国交告593号の規定に基づき500㎡超等の場合、偏心率、剛性率等の計算が必要になる。
- ・RC造部分又はS造部分に建物全体の水平力を負担させる場合、木造部の水平力を伝達させるために床面剛性を高くする必要があり、木造部分の吹抜け等の自由度が低くなる。
- ・現在、木造部分に水平力を負担させる構造計算手法は一般化されていない。

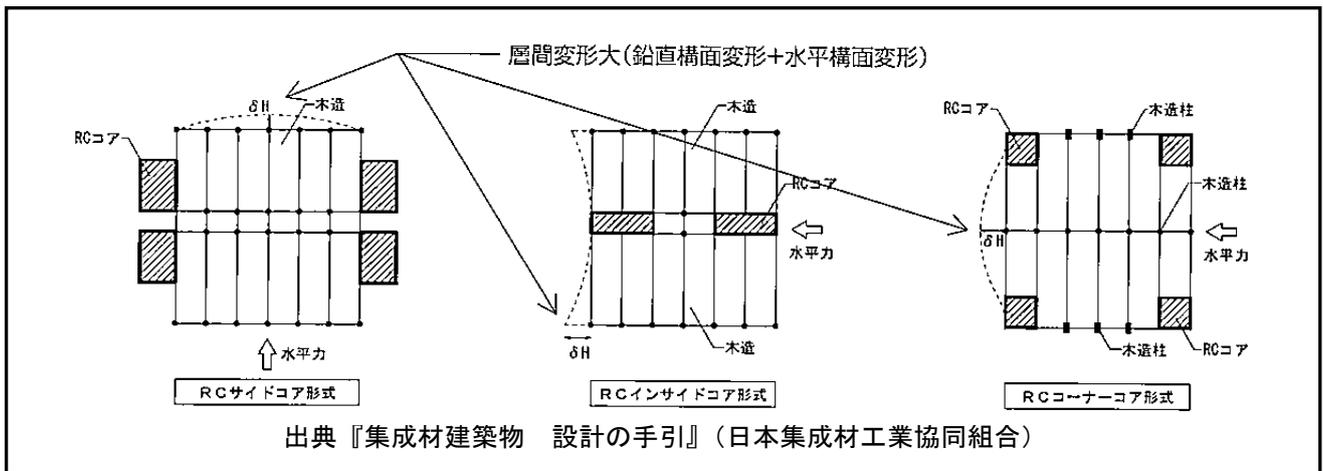
① RC造+木造

- ・延べ面積500㎡以下、高さ13m、軒高9m以下などの告示の建物規模の制限を満足すれば、ルート1とすることができる。
- ・平面混構造として片側に構造的コア部を配置した場合、剛性が高いRC造部分に剛性が偏ることになり偏心率が大きくなりやすい。
- ・建物全体の地震力をRC造のサイドコアで負担するため、RC造部分の必要壁量が多く、開口の位置・幅が制限される可能性がある。なお、この場合、木造部分の水平構面は十分な剛性及び耐力を確保する必要がある。
- ・規模が大きく、ルート2となった場合は偏心率の制限が発生する。ルート3とした場合は計算に必要な諸性能値の設定等が難しい。
- ・RC造部分が重く、不同沈下に対する配慮が必要である。

② S造+木造

- ・RC造との混構造に比べ、剛性が近いことから、偏心率の調整がしやすく、高さ13m以上など、より大きな規模に対応しやすい。

- ・ S造で床面の水平剛性確保に水平ブレースを使用する場合、剛性が小さいため、吹抜けを自由に設けられない等の制約がある場合がある。
 - ・ S造で6 mを超えるスパンとする場合の混構造はルート2又はルート3となる。
 - ・ 木造と鉄骨造との混構造とする場合、木材の許容されている温度(約 260℃)と鉄骨の許容されている温度(約 500℃)の温度差に配慮する必要がある。それぞれの構造種別で耐火性能があったとしても、鉄骨の熱が接合部を介して木材に伝達した場合、木造部分の耐火性能が確保できなくなる可能性がある。
- ③ RC造+木質ハイブリッド及びS造+木質ハイブリッド
- ・ 木質ハイブリッド型部材は構造上S造であるため、RC造又はS造部分との接合部をピン接合、剛接合といった単純なモデルとすることができ、接合部に設定するバネなどの特別な配慮が不要となる。



(d) 施工について

- ・ RC造やS造を建方時の仮設支持材とすることができる。
 - ・ 各階で木造工事とRC造、S造の工事が混在し建方手順がやや複雑である。
- ① RC造+木造
- ・ RC造部分を建基法36条に基づく面積区画としても使用することも可能である。
 - ・ コンクリート打設中に生ずるノロが木材に付着しないよう、養生に十分配慮する必要がある。
 - ・ 木材等を接合するためのアンカーがRC部に埋め込まれるため、コンクリート打設時にずれないようにするなど設置位置の精度を確保する必要がある。
- ② S造+木造
- ・ それぞれの構造種別において建方方式が類似しているため、施工計画しやすい。
 - ・ S造部分に現場溶接が必要となる場合、木造部分に焦げなどが付かないようこまめな養生が必要となる。
 - ・ S造部分にロックウール吹付け等の耐火被覆が必要なので養生に手間がかかる。
- ③ 非木造+木質ハイブリッド
- ・ 木質ハイブリッド造の場合、全て鉄骨工場製作部材となるため施工精度が高い。
 - ・ RC造と組み合わせた場合、耐火性、剛性が高く建物全体の変形を抑えることが高い。
 - ・ S造と組み合わせた場合、躯体へのアンカーボルトが少ない分、接合部はS造との混構造が有利である。
 - ・ 木質ハイブリッド型部材を提供できる工場に限られる。
 - ・ S造と組み合わせた場合は、S造部分にロックウール吹付け等の耐火被覆が必要となり、養生に手間がかかる。

(e) 工期について

- ・ RC 造又は S 造部分を先行して建方する 경우가多く、工期が長くなる。

① RC 造＋木造

- ・ 平面混構造の場合、建方の手順を考慮して RC 造部分と木造部分の同時施工を行えない場合が想定され、工期が伸びがちとなる。
- ・ RC 造部分の強度が出るまで木造部分の施工ができない。

② S 造＋木造

- ・ RC 造との混構造に比べれば、工期が短くでき施工計画が立てやすい。
- ・ 木材だけでなく鉄骨部材の製作にも時間を要するため、工期に余裕が必要となる。

③ 非木造＋木質ハイブリッド

- ・ 鉄骨を製作したあとに木質部の加工を行うため、製作に時間を要する。

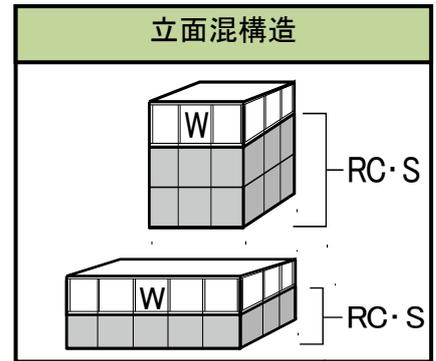
(f) コストについて

- ・ 一般的にコストは、耐火構造＞準耐火構造＞防火構造＞裸木造となるため、高い防耐火性能が求められる場合は、木造部分を限定して混構造とすることで、コスト低減を図る必要がある。
- ・ 木造耐火建築物は高コストになりがちであるが、平面混構造とすることにより、木造耐火建築物の部分が少なくなるため、コスト抑制に効果があると考えられる。

(2) 立面混構造

(a) 概要

- ・ 立面混構造とは、下階を RC 造または S 造、上階を木造とした高さ方向に構造種別が異なる構造である。



(b) 建築計画について

① 立面計画について

- ・ 現在、木材を利用した部材（1時間を超える耐火性能を有するもの）はないため、木造部分は最上階及び最上階から数えた階数が2以上で4以下の階に限られる。

② エレベーターの設置について

- ・ エレベーターを非木造部に設置することで、エレベーター専用の鉄骨フレームが不要となる。

(c) 構造計算について

平成19年国交告593号により、立面混構造でも次の規模以下であればルート1の計算でよく、剛性率計算が不要である。

- ・ 3階建て：500 m²
- ・ 2階建て：3,000 m²

- ・ 必要壁量が多くなるため、事務室内のフレキシビリティの確保に配慮する必要がある。
- ・ 壁量確保により開口部の位置、幅が制限されるため、採光・排煙等の確保に留意する。
- ・ RC造またはS造部分と木造部分の重量の違いから、外力分布がAi分布と異なる場合があるため注意する。
- ・ 異種構造の境界部分は、上部構造で発生した応力を確実に下部構造に伝達させるよう、十分に検討する。
- ・ 告示により、規模・構造ごとの設計ルートが明確化されている。
- ・ 平面混構造のような複雑な接合部を用いらずにできる。

① RC造+木造

- ・ 1階RC造、2階木造なら3,000 m²までルート1で設計でき、適合性判定も不要である。
- ・ 左記以外は500 m²を超えると剛性率をクリアすることが困難でありルート3を採用しつつ適判も必要となる。
- ・ 重量が大きくなるため、純木造と比較して基礎工事のコストが増になる可能性がある。

② S造+木造

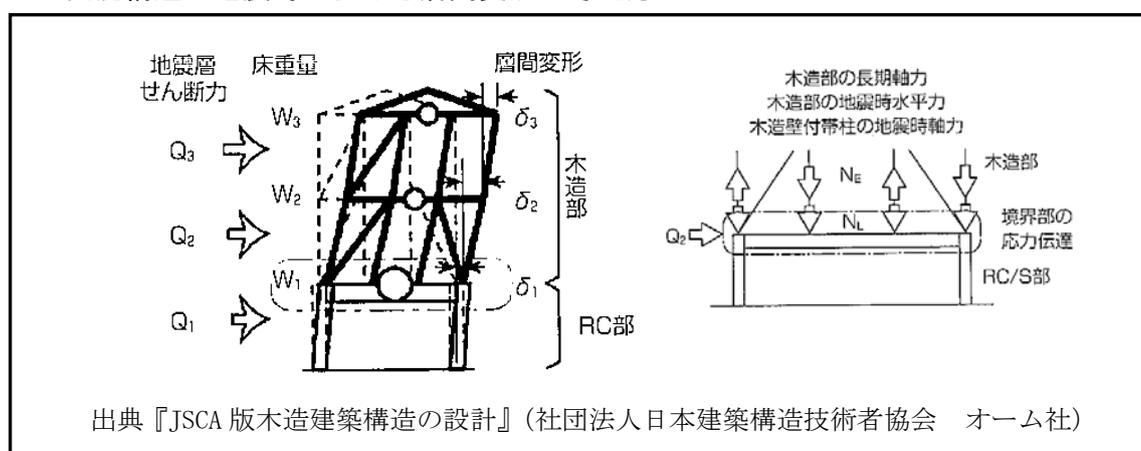
- ・ 木材とS材の剛性がそれほど違わないため、規模が大きくなってルート2が適用されても対応が容易。
- ・ RC造以外との混構造は告示第593号第3号が適用となり、次のいずれかを超えるとルート2又はルート3が適用となる。
 - ・ S造のスパンが6 m
 - ・ 面積500 m²
 - ・ 3階、高さ13m、軒高9 m等

- ・木造と鉄骨造との混構造とする場合、木材の許容されている温度(約 260℃)と鉄骨の許容されている温度(約 500℃)の温度差に配慮する必要がある。それぞれの構造種別で耐火性能があったとしても、鉄骨の熱が接合部を介して木材に伝達した場合、木造部分の耐火性能が確保できなくなる可能性がある。

③ 非木造+木質ハイブリッド

- ・木質ハイブリッド型部材は構造上S造であるため、RC造又はS造部分との接合部をピン接合、剛接合といった単純なモデルとすることができ、接合部に設定するバネなどの特別な配慮が不要となる。
- ・保有水平耐力計算手法が確立しているため、31m超の大規模建物も建築可能である。
- ・現在、木質部分を構造耐力に算入することが一般化されていいため、部材を小さくできない。

立面混構造の地震時における層間変形の考え方



(d) 施工について

- ・各階で木造工事とRC造、S造の工事が完結している。
- ・木造階はエレベーター専用の鉄骨フレームが必要となる。

① RC造+木造

- ・コンクリート打設中に生ずるノロが木材に付着しないよう、養生に十分配慮する必要がある。

② S造+木造

- ・それぞれの構造種別において建方方式が類似しているため、施工計画しやすい。
- ・S造部分にロックウール吹付け等の耐火被覆が必要なので養生に手間がかかる。

③ 非木造+木質ハイブリッド

- ・木質ハイブリッド造の場合、全て鉄骨工場製作部材となるため施工精度がよい。
- ・S造と組み合わせた場合、躯体へのアンカーボルトが少ない分、接合部はS造との混構造が有利である。
- ・木質ハイブリッド型部材を提供できる工場に限られる。
- ・S造と組み合わせた場合は、S造部分にロックウール吹付け等の耐火被覆が必要となり、養生に手間がかかる。

(e) 工期について

- ・平面混構造に比べ、平面的な施工待ちがない。

① RC造+木造

- ・平面混構造に比べ、平面的な施工待ちがない。
- ・RC造部分の強度が出るまで木造部分の施工ができない。

② S造+木造

- ・ RC造との混構造に比べ、強度発現待ちがない。
 - ・ 鉄骨の製作に時間を要する。
- ③ 非木造+木質ハイブリッド
- ・ 木質ハイブリッド型部材の作成に時間を要する。

(f) コストについて

- ・ 一般的にコストは、耐火構造 > 準耐火構造 > 防火構造 > その他の木造 となるため、高い防耐火性能が求められる場合は、木造部分を限定して混構造とすることで、コスト低減を図る必要がある。
- ・ 木造耐火建築物は高コストになりがちであるが、立面混構造とすることにより、木造耐火建築物の部分が少なくなるため、コスト抑制に効果があると考えられる。