

#### 4.1はじめに

##### 第4章 中大規模木造建築物の構造設計

###### 4.1.1 中大規模木造建築物の防耐火種別毎の計画概要

中大規模木造建築物を計画する場合、はじめに防耐火法規を満たすよう計画するところからスタートする必要がある。

###### 4.1.2 中大規模木造建築物に關わる構造基準

###### (1) 木造構法の建築基準法上の分類

###### (1) 耐火構造と燃え代設計

###### (2) 1時間準耐火構造と燃え代設計

###### (3) 1棟が3000 m<sup>2</sup>超の木造建築物は「壁等」で区分

###### (4) 準耐火建築物の木造構法

###### (5) 一般木造は1000 m<sup>2</sup>以下に防火壁で区分

###### 4.1.3 4.2節、4.3節で取り上げている事例の概要

###### 4.1.1 中大規模木造建築物の防耐火種別毎の計画概要

中大規模木造建築物を計画する場合、はじめに防耐火法規を満たすよう計画するところからスタートする必要がある。

###### (1) 耐火構造の種類と特徴

まず建物の階数があるが、4階建ての場合は耐火構造とする必要がある。また、防火地域に延べ面積100 m<sup>2</sup>超の建物を建てる場合、および準防火地域に延べ面積1500 m<sup>2</sup>超の建物を建てる場合には、耐火木造構法の場合は、耐火構造とする必要がある。これらの条件下木造で計画する場合には、耐火木造構法の中から選択する必要がある。木造の耐火構造は、主に①メンブレン型耐火木造、②燃え止まり型耐火木造、③鋼材内蔵型耐火木造の3つの構法に分類できる。

###### ①メンブレン型耐火木造

強化石膏ボード2重張りなどで構造体を耐火被覆するメンブレン型耐火木造は、平12建告139号に耐火被覆の仕様規定が定められているため、これに従えば木造軸組工法、枠組壁工法、CLTパネル工法における主要構造部を耐火被覆して耐火構造とすることができる。

また、木造軸組工法や枠組壁工法では、告示制以前からそれぞれ日本木造住宅産業協会、日本2×4協会が耐火構造の国土交通大臣認定を得しており、いずれも各協会主催の講習会を受講すれば誰でもオーブンに大臣認定を取得した仕様によりメンブレン耐火木造を建てることが可能となっている。

3つの耐火木造の方式の中では最もオーブンに使用できコストも比較的安価であるが、耐火被覆方式のため木の構造体を現しにできないのが難点である。

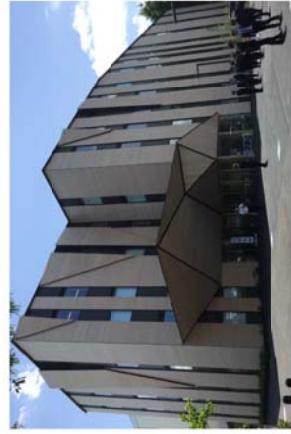


図4.1.1 メンブレン型耐火木造による桐朋学園4階建木造校舎

②燃え止まり型耐火木造  
集成材による柱や梁などの表層から少し内側の層に、モルタルや難燃処理材などによる「燃え止まり層」を設けることによって、それより内側の芯部分は確実に燃え残って火災発生後の鉛直荷重を負担し続けることができるのが燃え止まり型耐火木造である。この方式は、技術開発力と

資金力のあるゼネコンや大手ハウスメーカーなどが独自開発して耐火構造の国土交通大臣認定を取得したもので、竹中工務店による「燃えんウッド」はこの代表例である。これらは通常は大臣認定を取得した特定メーカーのみが使用できるクローズドな構法であるが、「燃えんウッド」は齋藤木材の集成材工場で製造された燃え止まり集成材を竹中工務店の許可があれば一般の設計者も使用することが可能となっている。



図 4.1.2 燃え止まり型耐火構造による大阪木材

③鋼材内蔵型耐火木材  
鉄骨の H 型鋼などを集成材で包んで耐火被覆することで、鉄骨造でありながら木を現しにした木造の質感と耐火性能を確保する木質ハイブリッド部材によるものが、鋼材内蔵型耐火構造である。日本集成材工業協同組合が耐火構造の国土交通大臣認定を取得しているため、一般の設計者でも日集成材工業に所属する集成材工場に製造を依頼すれば使用することが可能となっている。これら耐火構造の構法を使用する前提で中大規模木造建築物を計画すれば、防耐火法規による階数や規模の制限から解放されるが、準耐火木造や一般木造などと比べるとコストがかなり高くなり工期も長くなることや、各部詳細が大臣認定の仕様規定の適用範囲内であるかどうかを確認検査機関から厳格に審査を受けるため設計の自由度が制約されることを覚悟しておく必要がある。



図 4.1.3 鋼材内蔵型耐火木造によるボラテック本社ビル

(2) 1 時間準耐火構造と燃え代設計  
共同住宅や学校校舎・図書館などを 3 階建てとする場合は、主要構造部を 1 時間準耐火構造と口準耐には、令 109 条の 3 第一号により、外壁耐火構造+屋根不燃材料とする仕様（口準耐一

しなければならない。これら特殊建築物以外の 3 階建てについても、軒高 9m 超または最高高さ 13m 超の場合は、主要構造部を 1 時間準耐火構造としなければならない。1 時間準耐火構造の仕様としては、平 27 国交告 253 号の仕様規定に従つて外壁、間仕切り壁、床などを耐火被覆するか、あるいは、柱・梁や小屋組などで木部を現しにしたい箇所については「燃え代設計」によることが可能となる。

燃え代設計は、主要構造部の軸組部材 (CLT ベネル工法の場合) は鉛直荷重を支える CLT ベネル) が、火災時に所定の火災時間経過後に、現し部分の木材の表面から所定の寸法の層 (燃え代層) が炭化して強度を失つても、燃え代層を除いた残りの断面寸法で鉛直荷重を支えられることを確認 (短期許容応力値以下であることを確認) すればよい、という設計手法である。

1 時間準耐火構造で必要とされる燃え代寸法は、使用環境 A 又は B (レゾンシノール・フェノール樹脂等の接着剤による) の集成材・LVL・CLT は 45mm、その他の木材は 60mm である。したがつて、1 時間準耐火構造の主要構造部材を前面現しとして設計するには、大断面集成材 (部材の短辺寸法が 15cm 以上かつ断面積 300cm<sup>2</sup>以上) を用いるか、あるいは部材を 2 丁合わせ (間に隙間を設けてはならない) で用いることを考える必要がある。

#### (3) 1 横が 3000 m<sup>2</sup>超の木造建築物は「壁等」で区分

木造建築物の 1 棟の延べ面積が 3000 m<sup>2</sup>を超える場合には、90 分耐火構造による「壁等」で区切つて建物の各区画をそれぞれ 3000 m<sup>2</sup>以内とすれば、建物全体を耐火構造としなくともよい、「壁等」の仕様には、壁タイプとコアタイプがあり、壁タイプは外壁と屋根から 2 m 以上突出させた 90 分耐火構造の自立する 1 枚壁であり、コアタイプは幅 3 m 以上の 90 分耐火構造、あるいは、外壁と屋根を幅 6.5 m 以上にわたつて防火構造としてその間に 90 分耐火構造の防火壁と防火扉を設ける仕様のいずれかとする。  
なお 90 分耐火構造の壁をメンブレン耐火木造でつくるには、平 27 国交告 250 号の仕様規定により、強化石膏ボード 3 重張りで厚さ 63mm の耐火被覆層を包む仕様とすれば可能である。

#### (4) 準耐火建築物の木造構法

特殊建築物の場合、例えば学校校舎を 2 階建て以下とする場合は 1 棟の延べ面積が 2000 m<sup>2</sup>未満であれば一般木造でつくることが可能であるが、1 棟の延べ面積が 2000 m<sup>2</sup>以上の場合には準耐火建築物とする必要がある。2 階建て店舗の場合は、2 階の店舗面積が 3000 m<sup>2</sup>未満だが 500 m<sup>2</sup>以上ある場合は準耐火建築物とする必要がある。特殊建築物でなくとも準耐火地域で 3 階建てまたは延べ面積が 1500 m<sup>2</sup>以下だが 500 m<sup>2</sup>以上ある場合には準耐火建築物とする必要がある。

準耐火建築物 (建築基準法第 2 条の三) には、イ準耐とロ準耐がある。イ準耐は、主要構造部を 45 分準耐火構造としたもので、45 分準耐火構造の仕様は、平 12 建告 1358 号の仕様規定に従つて外壁、間仕切り壁、床などを耐火被覆するか、柱・梁や小屋組などで木部を現しにしたい箇所については 45 分の燃え代寸法による燃え代設計とすることができる。45 分の燃え代寸法は、使用環境 A 又は B の集成材・LVL・CLT は 35mm、その他の木材は 45mm である。

1) と、令109条の3第二号により、柱・梁を不燃材料+壁・床・階段を準不燃材料とする仕様（口準耐ー2）の2つがある。木造では室内を一般木造とすることからロ準耐ー1が用いられることが多く、近年は外壁耐火構造をメンブレン型耐火木造でつくる事例も増えてきているが、この場合は外壁が自立する構造であることが必要となる。

(5) 一般木造は1000m<sup>2</sup>以下に防火壁で区分  
防火・準防火地域以外で1棟の延べ面積が2000m<sup>2</sup>未満かつ2階建て以下の学校校舎の場合は、一般木造でつくることが可能である。特殊建築物以外であれば、防火・準防火地域以外で1棟の延べ面積が3000m<sup>2</sup>以下かつ軒高9m以下であるが、一般木造でつくることが可能である。この場合、延べ面積が1000m<sup>2</sup>を超える場合には、防火壁によって1000m<sup>2</sup>以内ごとに有効に区分しなければならない。（法26条）  
防火壁の構造は令113条に規定されており、自立する耐火構造（1時間耐火でよいので、平12建告1399に記載のメンブレン型耐火木造による壁でも可）であることとし、壁タイプの場合は外壁面・屋根面から50cm以上突出（防火壁から両側に1.8m以上の外壁を防火構造とし屋根を不燃とした場合は10cm突出でよい）させた自立する構造とし、コータイプの場合は幅3.6m以上にわたりて耐火構造とするものとし、防火壁に設ける開口部は幅・高さとも2.5m以下の特定防火設備とする。

#### 4.1.2 中大規模木造建築物に関する構造基準

##### (1) 木造構法の建築基準法上の分類

現在、建築基準法上で構法が定義されていてその仕様規定を遵守することによって普通に建てることができる（建築確認申請を通すために大臣認定や特殊な構造計算等の複雑な手続が必要な木造の構法には、以下の4種類がある。

①木造軸組工法（令40条～令49条）

②骨組壁工法（平13国交告1540号）

③丸太組構法（平14国交告411号）

④CLTパネル工法（平28国交告611号）

近年の中大規模木造建築の多くは、大断面集成材や地場産の製材などを現しで用いて木造軸組工法で建られる場合が多いため、ここでは主として①の木造軸組工法について詳しく後述する。

##### (2) 骨組壁工法（ツーバイフォー工法）

②の骨組壁工法は、短辺寸法38mmの小断面の規格材であるディメンジョンランバー（いわゆるツーバイ材）で壁・床・屋根の枠組をつくり、これに構造用合板などの面材を釘打ちしたパネル面によって鉛直荷重と水平力に抵抗する構法である。

そのため、構造体の木を現しで使うには向きであるが、耐火性能が要求され壁や小部屋が多い建物をメンブレン型耐火木造でつくるのに適していることから、近年3～4階建ての高輪者グループホームが耐火ツーバイフォー工法で建てられるケースが増えている。材料や接合方法については平13国交告1540号の仕様規定を遵守することが求められる。

図4.1.4 壁タイプの防火壁を用いた岐阜森林文化アカデミーの校舎



(3) 丸太組構法（ログハウス）  
③の丸太組構法は、水平方向の丸太や角材を上に積み上げて壁をつくる構法で、強度を保ったために積層面の間に木ダボやビン・長ビスなどを打ち込み、壁の交差部など一定以下の間隔で通しボルトを総貫通することが平14国交告411号で規定されている。  
壁の室内側は木の積層面がそのまま現しの仕上げになるため、別荘などに好んで用いられる。丸太組構法の問題点は、積層した壁の木材の乾燥収縮によって壁の高さが下がる現象（セトリングと呼ばれる）が竣工後もしばらく続くことである。そのためドア枠などの上部には下がり代としての隙間を設けておき、通しボルトの下部には箇金物を設けて締め直しができるようにしておく必要がある。



図4.1.5 別棟通達とコータイプの防火壁を用いた陽光台小学校

##### (4) CLTパネル工法

④のCLTパネル工法は、集成材と同様の換気板（ラミナ）を層ごとに直交するように積層着

してパネル状に製造された CLT（直交積層板）を、鉛直荷重と水平力を負担する壁として用いる構法を指す。したがって、木造軸組工法と CLT を組み合わせて、2 階床梁組に CLT 床板を載せる形で用いるものや、柱と梁で囲まれた内部に真壁パネルとし CLT に水平力のみ負担させる耐力壁などは、①の木造軸組構法の範疇として扱われる。あくまでも CLT を鉛直荷重と水平力の両方を負担する壁として用いる場合のみ平 28 国交告 611 号の規定に準ずることが必要となる。

大判の CLT はそれ自体で水平耐力の高い壁となるため、既来では CLT 壁を用いた高層木造建築が増えてきている。日本でも近年 CLT ベネル工法による中大規模木造建築がつくられるようになってきたが、木造軸組構法や軸組壁工法などに比べて構造体に使用する材種が多いためコストが高くなるだけなく、CLT ベネル工法の告示の仕様規定による制約が厳しく設計の自由度が低いので、3 階建て以下の低層系では木造軸組構法や軸組壁工法に対する CLT ベネル工法の優位性が得られにくい。

一方、高耐力壁としてのメリットが活かせらる 4 階建て以上の中高層になると耐火構造が要求されるので、CLT ベネルの木の面を耐火被覆で隠してしまうことになり、S 造や RC 造の耐火構造よりもコストが高いにもかかわらず木が見えない、という理由から中高層分野でも苦戦を強いられている。今後は CLT ベネル工法としての利用よりも、軸組工法や S 造などに CLT ベネルを床や耐震壁として部分的に適材適所で利用していく方向で普及していくものと思われる。



図 4.1.6 CLT ベネル工法を用いた郡山ヘーメイクカレッジ校舎

#### (5) 木造軸組工法

木造軸組工法は、鉛直荷重を柱・梁の軸組で支持する形式による構法全般を含み、いわゆる現代の在来軸組構法だけでなく、伝統軸組構法から大断面集成材構法まで含めて、令 40 条～令 49 条の仕様規定で認める木造軸組構法として扱われる。

現在の我が国のおもな木造住宅において最も普及している在来軸組構法は、柱は 105mm 角または 120mm 角の正方形断面（正角材）、梁は幅が 105mm または 120mm で染成は幅と同寸以上から 450mm まで 30mm 刻みの長方形断面（平角材）で、軸材には構造用集成材、構造用集成材、および構造用 LVL が使われている。

住宅は空間の大きさが小さいため、一般に流通している部材は、製材は成 240mm 以下の 3m、4m が標準（通し柱用に 6 m の正角材もある）で、集成材と LVL は小中断面（幅 105 or 120 × 成

450 以下）の 3m、4m、5m、6m が標準品として流通しており、この範囲内の一般流通品であれば立米単価も 10 万円以下と安価である。  
柱や梁の接合部は、從来の大工による手加工から現代はプレカット工場で機械加工されて現場搬入される方式が大半になってきており、ほぞ差し・蝶掛け・継ぎぎ・脚差しなど在來の継手・仕口を工場で機械プレカット加工する「在来プレカット」によるものと、梁の端部はグレーテック等の梁受け金物を用い柱の端部にはボスパイプを用いてドリフトビン接合する「金物工法プレカット」によるものの両方が普及している。

柱・梁の軸組部材に上記の一般流通品の小中断面材を用いて、軸組の接合部は量産プレカット工場の機械プレカット加工による生産方式とする現代の在来軸組構法は、戸建て住宅市場においてはコスト・工期の両面で S 造や RC 造よりも優位性を保っている。  
一方、2 階床を支える梁のスパンが 6 m を超える中大規模木造の場合には、上記の住宅用一般流通材の寸法範囲を超えた特注品の長尺大断面集成材や接合金物を使わざるを得なくなるので、部材や接合部の単価が上がり S 造や RC 造よりもコスト高となってしまう場合が多い。  
したがって、中大規模木造の設計に際しては、平面モジュールを 910mm を基本とし、上階床を支える下階の居室の短辺スパンが 6m 以下となるよう計画する（最上階であれば例えば JSA320 の標準キングボストラス等を用いれば一般流通材で 12m スパン程度の屋根を支えることは可能であるため、スパンの大きな居室は下階は避けて最上階に配置するよう計画する）など、住宅用の一般流通材とプレカットを用いた標準的な在来軸組構法でつくられる範囲をなるべく増やすよう工夫することが、コストを抑えるポイントとなる。

#### 4.1.3 4.2 節、4.3 節で取り上げている事例の概要

4.2 節及び 4.3 節では、中大規模木造建築物の構造設計検討時に検討すべき手順、内容を参照できるよう、実際に建設された中大規模木造建築物の事例を取り上げ解説している。  
はじめに中大規模木造建築物の設計を行う上で必要な情報となる材料や耐防火構造に関する基本的事項を紹介し、次いで設計事例に関する構造設計の各プロセスにおける検討すべき事項及び具体的な検討内容についての解説を行っている。

4.2 節では低層・一般木造建築物（事例 1）、4.3 節では低中層・準耐火木造建築物（事例 2）を対象としており、その概要を表 4.1.1 に掲げる。  
また、表 4.1.2 に中大規模木造建築物の構造・構法と耐防火構造種別による分類を示すとともに、事例 1 と事例 2 の位置づけを示す。

表4.1.1 4.2節、4.3節で取り上げている事例の概要

建築物の用途	事例 1 4.2 低層・一般木造建築物	事例 2 4.3 低中層・準耐火木造建築物
防火地域指定 構造	法 22 条地域 木造・在来軸組構法	法 22 条地域 木造・在来軸組構法
階数	3 階建て	2 階建て
最高高さ	11.06m	9.96m
最高の軒高さ	8.98m	7.95m
延べ面積	454.62 m <sup>2</sup>	2,828.18 m <sup>2</sup> (2 階の宿泊室 300 m <sup>2</sup> 以上)
屋根架構の主なスパン 主な構造用木材	9.1m JAS 製材 + 構造用集成材 (住宅用規格流通材)	14.4m 無等級製材 + 構造用集成材
構造計算ルート	仕様規定 + ルート 1	仕様規定 + ルート 1
防耐火性能	一般木造建築物	準耐火建築物 (イ 準耐火 1h) (燃えしろ及び被覆)

#### 表4-1-2 中大根模木造建築物の構造・防耐火分類表

構造・構法	在来・(2×4) 耐火壁 壁面計算	在来・(2×4) 耐火壁 壁面計算	軸組 壁面計算+ルート 1 +ルート 2 or 2	軸組 ルート 3	防耐火仕様の概要
低層・一般木造 防耐火	「在来・2×4など の見島系構法 ◎鶴村 ○山崎村」  <b>事例1</b> (往來輪廓法)	- AS A 3301			△ 3階建の計 B. ブロック状 ○底脚起立耐火 D. 外遮断人構造材
低中層 ・準耐火/耐火木造	「在来・2×4など の見島系構法など ◎鶴村 ○葉原村」  <b>事例2</b> (往來輪廓法)				△ 3階建の計 B. ブロック状 ○底脚起立耐火 D. 外遮断人構造材
					△ 3階建の計 B. ブロック状 ○底脚起立耐火 D. 外遮断人構造材

■各章原稿：第4章(4.2)の検討

第4章 中大規模木造建築物の構造設計		
4.2 低層・一般木造建築物のための構造設計		
4.2.1 低層一般木造建築物のポイント		
(1) 低層一般木造建築物とは		
(2) 材料選択		
	① 規格流通材の利用	② フレカット加工の利用
	(3) 規模	(4) 構造計算のしやすさ
4.2.2 事例概要（3階建て事務所ビル）		
(1) 建築概要		
(2) 設計方針		
(3) 写真・図面		
4.2.3 構造計画		
	(1) 設計の流れ	(2) 構造計画の留意点
	(3) 架構ブロックの設定	(4) 柱・壁（耐力壁）設計の留意点
	(5) 小屋組み・床組設計の留意点	(6) 間接構造の留意点
4.2.4 図面作成・実施図面・部位設計、工事監理のポイント		
(1) 図面作成上のポイント		
(2) 実施図面・部位設計のポイント		
(3) 工事監理のポイント		
4.2.5 非住宅木造に初めて取り組む際の要点		

## 4.2 低層一般木造建築物の構造設計

### 4.2.1 低層一般木造建築物のポイント

- (1) 低層一般木造建築物とは
  - ・低層一般木造建築物とは、3階以下で耐火制限のない建築物である。
  - ・3階建以下とすることで構造計算がしやすく、耐火制限がないことで、防火仕様を施さなくてよいことが、コストメリットにつながる。
  - ・設計、施工、工事費的につくりやすい規模特性の木造建築物である。
  - ・JAS材又は品質管理された無等級材を使うと材料選択の幅が広がる。室内に木部を露出できる可能性も高い。

となる。

表 4.2.2 特注材の例

樹種	等級	乾燥	長さ	断面	備考
ひのき	無等級	AD	6M・4M・3M	180～300×180～300	苦刺有
ひのき	無等級	SD20	4M・3M	105・120×105～240	
LVL(単板積層材)	160E特級 E5Y-S5H		～12M	105・120×105～240	ダフリカ
米松集成材	対称異等級 E150		～12M	150～480	
杉集成材	対称異等級 E65		6M・5M 4M・3M	105・120×105～450	
唐松集成材	対称異等級 E95		6M・5M 4M・3M	105・120×105～450	

\* 120mm以上は30mm刻み

出典 「中大規模木造設計セミナーテキスト」(公社)日本建築学会連合会、(一社)中大規模木造技術協会、2015年10月

### (2) 材料選択

#### ①規格流通材の利用

- ・住宅用 JAS 規格流通材であれば、品質が確保されている材料を短期間でまとめて量を確保しやすく、材料コストが抑えられる。
- ・JAS 製材の利用に努めるが、材料強度が必要な部材には集成材も利用する。
- ・無等級材を利用する場合は、性能の確認が必要になる。
- ・規格流通材の長さは、3、4、6mが主流、それを超える長さは集成材を使うことになる。
- ・梁材の寸法としては梁成 300 度程まで米松などの製材が流通している。それ以上の断面寸法が必要な場合は集成材を使用することが多く、集成材樹種は米松・オウシュウアカマツ・杉・唐松などがある。

表 4.2.1 規格流通材の例

樹種	等級	乾燥	長さ	断面	備考
杉	構造等級 E70 無等級	SD20	4M・3M	90×90	カナエリア E50以上
ひのき	構造等級 E90 無等級	SD15	4M・3M	90×90	120×120
米松	構造等級 E90・E110 異種樹種集成材 (米松・杉)	SD20	4M・3M	6Mモスリ	6Mモスリ
オウシュウアカマツ集成材	対称異等級 E105		6M・5M 4M・3M	105・120×105～390	主に大断面集成材を用いた 建築で、製作物などの接合形式に合わせた加工に対応可能
唐松集成材	対称異等級 E120		6M・5M 4M・3M	105・120×105～450	主にヨーロッパで開発・製造 同機械を有するプレカット工場は 限定される。
ホワイト松集成材 (スプルース)	E120・E135		6M・5M 4M・3M	105・120×105～450	加工スピードよりも複雑な 加工向き
赤松集成材 (オコロコウカマツ)	同一等級 E95		6M・4M・3M	120×120	・住宅用プレカット加工機による一般的加工機による延床面積等に比例するが、 ・住宅用特殊加工機や任意形状加工が可能なプレカット加工機による加工は加工形状・倒所数等に応じた加工料金となるので特殊加工をなるべく少なくすることでコストは抑えられる。
杉集成材	同一等級 E65		6M・4M・3M	120×120	

\* 120mm以上は30mm刻み

- ・規格流通材サイズを超える材料や国産無垢材の染などを使う場合は納期・価格の確認が必要

・また、住宅用プレカット加工機等の加工可能範囲も、それぞれ異なり、その範囲について下表に掲げる。

表 4.2.4 住宅用プレカット加工機等の加工可能範囲

加工機の種類	加工可能範囲		
	長さ (m)	幅 (mm)	高さ (mm)
住宅用プレカット加工機 横架材	0.25~6.0	90~150	90~450
柱・束	0.3~6.0	90~150	90~150
羽根材	0.3~6.0	27~240	12~150
合板	1.82~3.03	600~1,220	6~36
住宅用プレカット特殊加工機	0.3~10.0	90~180	90~600
任意形状加工が可能な特殊加工機	0.3~12.0	30~300	50~1,250

出典 「特集 架構と加工」『建築技術』2019年9月号をもとに作成

### (3) 規模

- ・建築基準法 21 条により 延床面積 3,000 m<sup>2</sup>以内の木造建築物、もしくは面積 3,000 m<sup>2</sup>以内と共に区分された建築は耐火制限がない。
- ・低層一般木造建築物は建築基準法施行令 112 条により 面積 1,000 m<sup>2</sup>以内ごとに有効に区分することが必要である。
- ・建築基準法 27 条により 特殊建築物の設置される階や床面積に応じて、耐火建築物又は準耐火建築物とすることが定められている。
- ・建築基準法以外で用途ごとに基準などがある場合は準拠する。(児童福祉施設最適基準など)
- ・建築基準法 21 条により 高さ 16m 以下かつ 3 階建て以下の低層一般木造建築物は耐火制限がない。

(4) 構造計算のしやすさ  
建築基準法による木造建築物の計算ルートは以下の通りである。

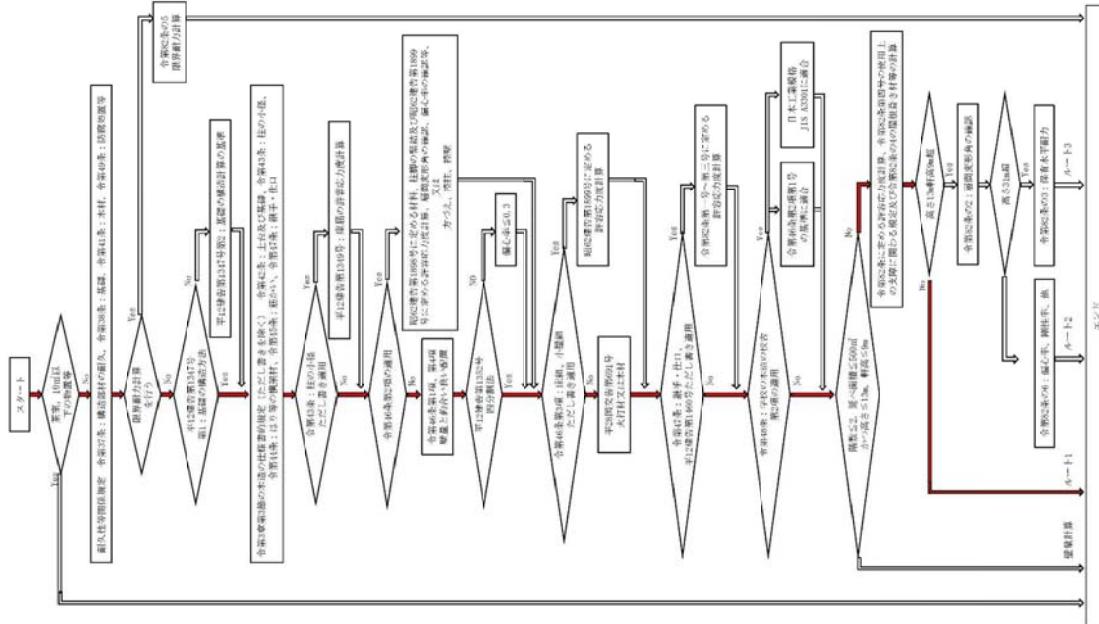


図 4.2.1 建築基準法による木造建築物の構造計算ルート

- ・低層一般木造建築物はその条件により、仕様規定、ルート 1 またはルート 2 の計算により構造安全性の確認が必要である。ルート 2 の計算は、構造計算適合性判定が必要であるが、ルート 2 審査対応機関に確認申請する場合のルート 2 は構造計算適合性判定の対象外となる。
- ・また、木造建築のルート 2 の計算は構造設計一級建築士の関与が必要となる。
- ・仕様規定ルートでも、スパンや空間の大きさが住宅レベルを超えるなどの場合は構造計算により安全性の確認をする。
- ・いずれの場合も建築基準法施行令第 46 条第 4 項の壁量計算を満たすことが必要であるが、同壁量計算を満たさない場合は、施行令第 46 条第 2 項に準拠し、昭和 62 年建設省告示第 1898 号にもとづく JAS 質材等とし、同 1899 号にもとづく許容応力度設計・層間変形角の確認・偏心率の確認などをを行うこととなる。(以下「46 条第 2 項ルート 1」)
- ・ルート 1、ルート 2 いずれの場合も「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」(日本住宅・木材技術センター)の適用範囲内であれば、木造住宅用一貫構造計算ソフトを用いて計算を行うことで構造計算の手間が省力化される。但し、屋根構構が接合部の納まりが決められた平面トラスの場合などは、その部分のみ別途計算が必要となる。(木造住宅用一貫構造計算ソフトによってはトラス計算がオプション対応している)
- ・46 条第 2 項ルートによる大断面ラーメンや大断面フレースの木造建築物や特殊な屋根構構を用いた木造建築など「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」適用範囲外の場合は任意フレーム応力解析ソフトなどによる構造計算が必要となり構造計算の手間がかかる。

#### 4.2.2 事例解説

##### (1) 建築概要

建築地：埼玉県さいたま市

用 途：事務所(1・2F 事務所、3F 会議室)

規 模：3 階建て 延床面積 454.62 m<sup>2</sup>

構 造：木造軸組み工法 (一部金物工法)

・屋根架構：JIS 山形トラス スパン 9.1M  
・耐力壁：筋違+構造用合板等 (一部薄型 CLT バネル)

・JAS 構造材利用拡大事業活用

竣 工：令和元年 5 月

##### (2) 設計方針

3 階建木造事務所プロトタイプになるような設計とした。具体的には以下の通りである。

##### ① 防耐火・構造設計

軒高さ 9m 以下かつ最高高さ 13m 以下として低層一般木造建築、ルート 1 の構造計算とし、「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」適用範囲とすることで木造住宅用一貫構造計算ソフトを用いて構造計算を行った。(令和元年建築基準法 21 条改正により高さ 16m 以下かつ 3 階建以下の建築物は低層一般木造が可能になった。)

##### ② 構造部材・加工・現場施工

3 階会議室は 9.1m スパンとなるため JIS A3301 のトラスによる切妻屋根とし、1・2 階事務室空間も奥行きが 9.1m あるが、4.55m グリッドで独立柱を設けることで規格流通材を地域のプレカット工場の加工範囲内で部材加工が可能になった。あわせて、地場工務店による施工とすることで材料費(木材及び金物)・材料加工費・建方費用・工事費用等が注文住宅程度なり、鍛造オフィスの建設費同等以下を実現した。

##### ③ 外観

外壁は高耐候性サイディングとし、コーナー部分のカーテンウォール部分の柱梁を現わしとすることで木造建築らしさを現わす。窓は機能性・外観・コストを検討し、2・3 階の南側窓等はヒル用サッシ、その他は住宅用サッシとした。

##### ④ 材料

柱材は桧と杉の機械等級区分製材(一部荷重負担の大きい柱などは米松集成材)とした。一部の柱を現わしで用いている。甲乙梁・母屋などは杉の機械等級区分製材とした。また、薄型直交集成板(スギ)による面材耐力壁を階段室内部に現わしとして木造建築らしさを現わすと同時に、規格流通材として可能な範囲で最大限の国産製材の活用をはかった。

##### ⑤ 耐久性・維持管理

住宅性能表示制度の「劣化の軽減」、「維持管理への配慮」に準拠して計画を行った。

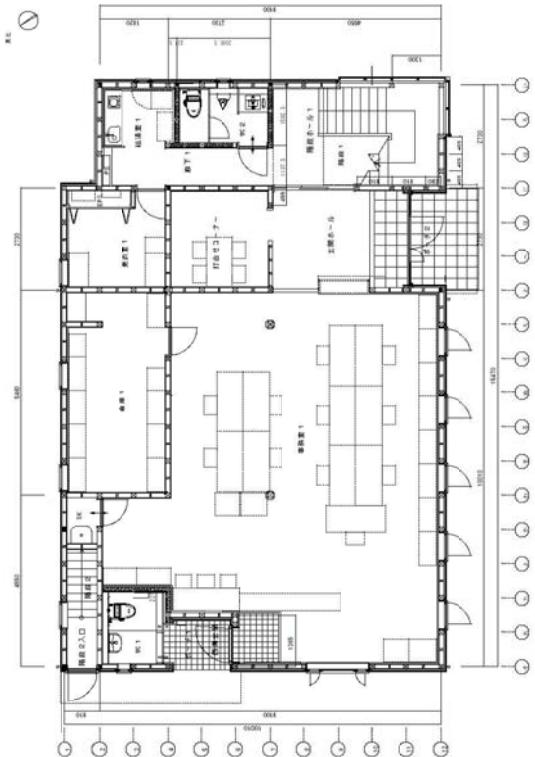


図 4.2.2 1階平面図

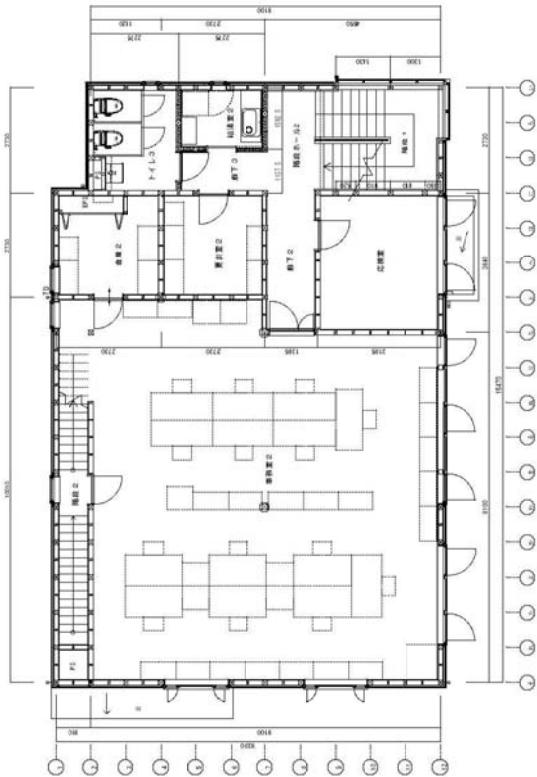
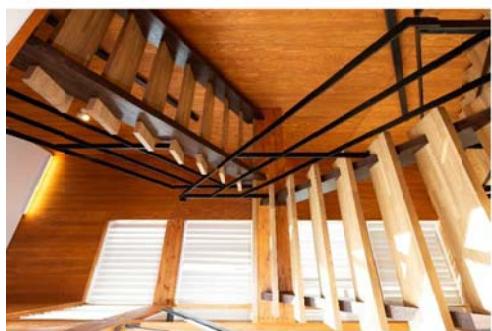


図 4.2.3 2階平面図

4.2.9



CLTによる階段室



3階会議室



外観



2階事務室



1階事務室  
写真 事例写真

4.2.8

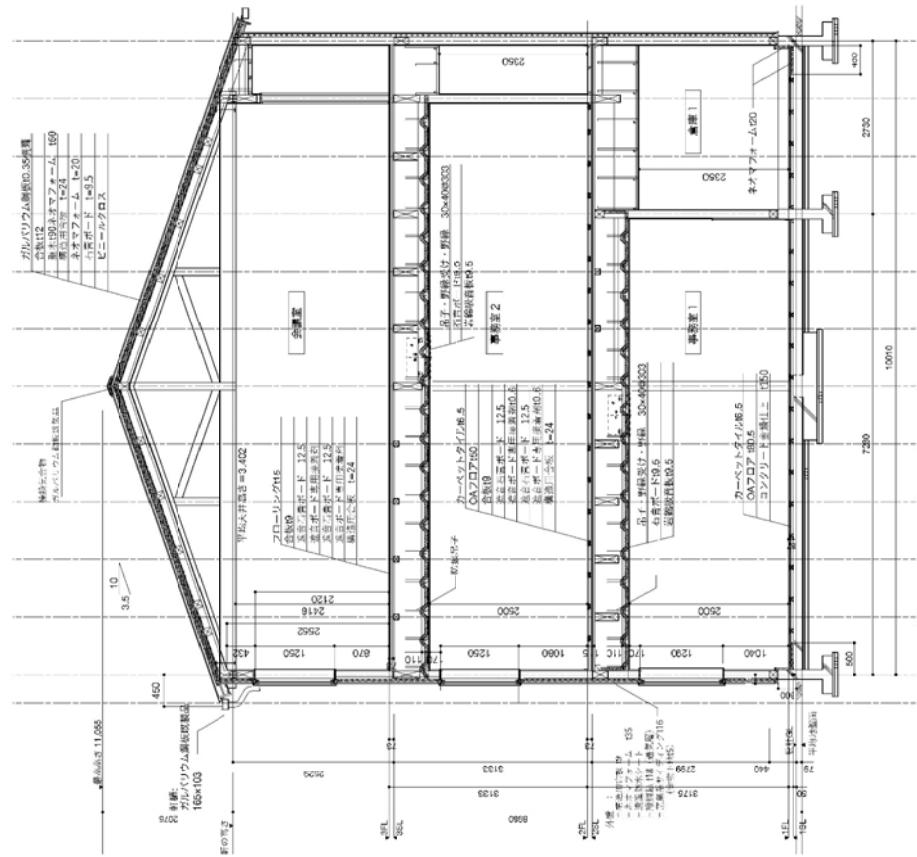


図4.2.6 矩言図

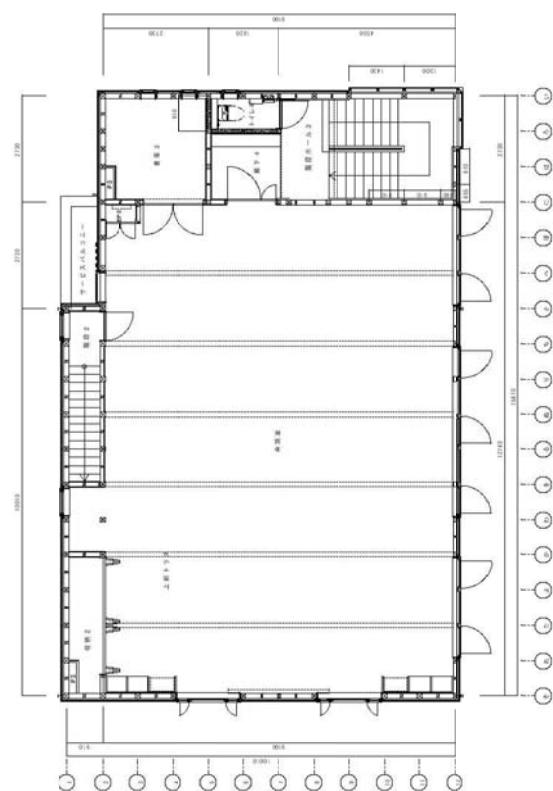


図4.2.4 3階平面図

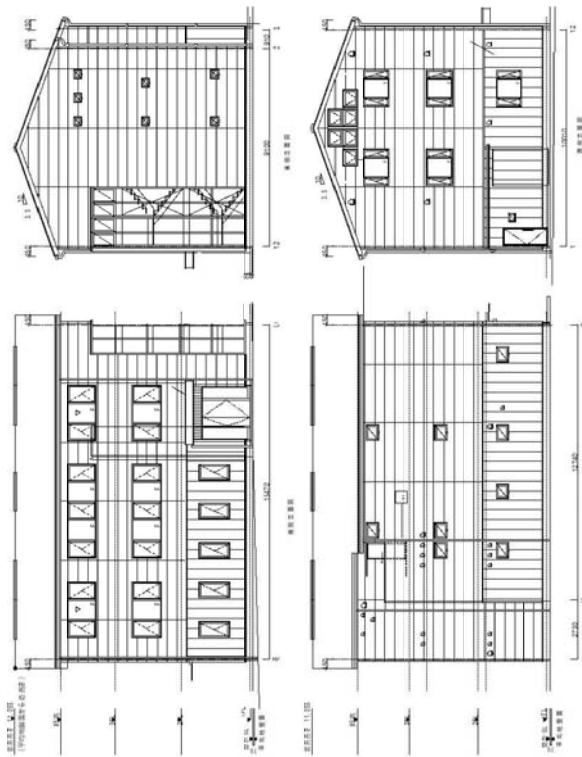


圖 1-2-5 立而圖

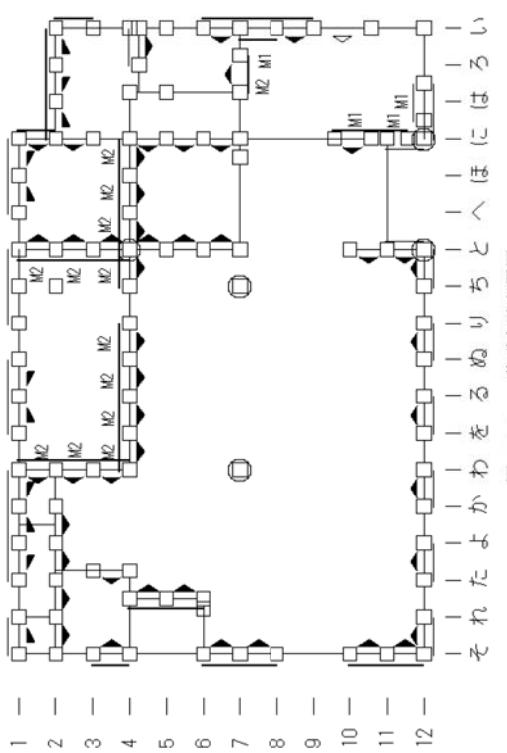


図 4.2.7 1階耐力壁配置図

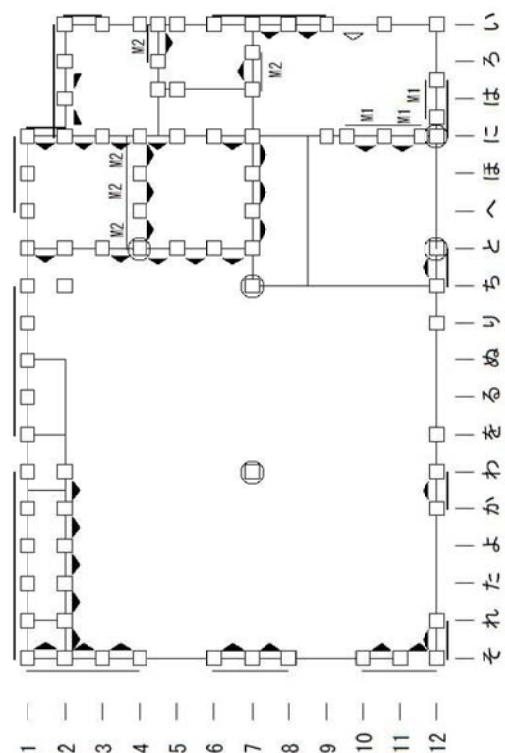


図 4.2.8 2階耐力壁配置図  
 ■ 45×90片筋かい  
 ▲ 45×90たすき筋かい  
 △ 丸鋼φ9以上たすき筋かい

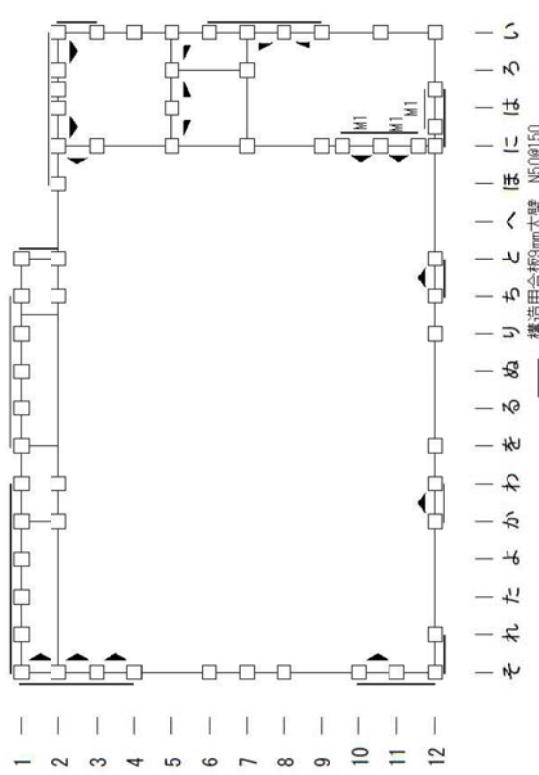


図 4.2.9 3階耐力壁配置図  
 ■ 45×90片筋かい  
 ▲ 45×90たすき筋かい  
 △ 丸鋼φ9以上たすき筋かい

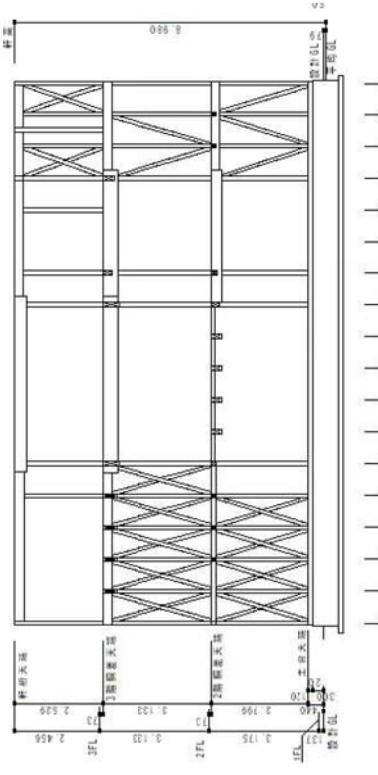


図 4.2.10 2通り軸組図  
 ■ 構造用合板9mm大壁 N50@150  
 ▲ 漢型直交集成板 耐力壁  
 △ 硬質セツコウガード耐力壁

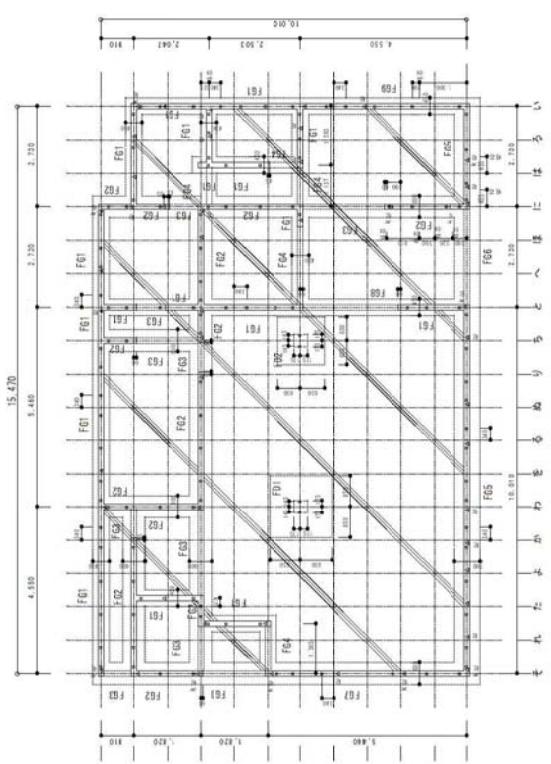


图 4.2.11 基础伏图

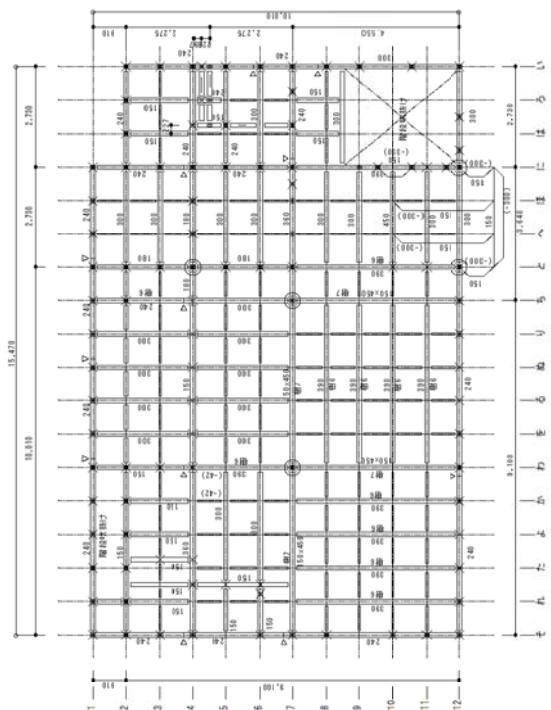


图 4.2.13 2 阶床伏图

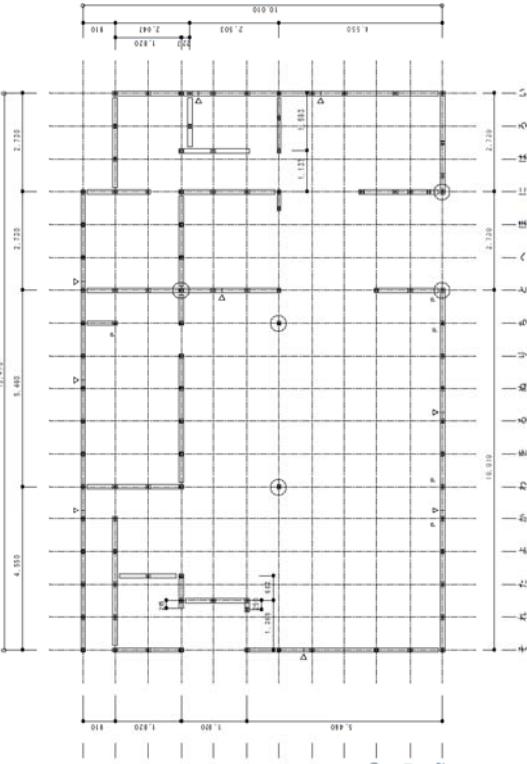
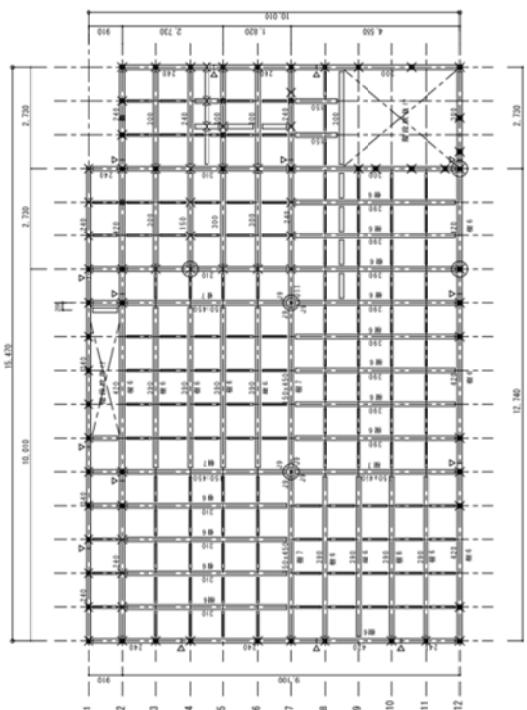


图 4.2.12 1 隧床伏图



— 4 —

#### 4.2.3 構造計画

##### (1) 設計の流れ

- |        |  |
|--------|--|
| 基本計画段階 | 既存事務所の調査・アンケートなどから施主要望のとりまとめ、類似施設見学  |
| 実施設計段階 | 審査機関事前打合せ、構造基本設計、各部仕様の設定、概算見積もり  |
| 実施設計段階 | 基本計画案・事務所レイアウト案の作成   |
| 工事監理段階 | 基本計画案に対して最適な構造基本計画（柱・梁の配置（架構ブロック）・耐力壁配置）の検討                                      |
| 工事監理段階 | 審査機関事前打合せ、構造基本設計、各部仕様の設定、概算見積もり  |
| 工事監理段階 | 実施設計図面の作成（意匠・構造・設備）  |
| 工事監理段階 | 必要に応じて工務店、フレカット、設計の担当者の協議検討  |
| 工事監理段階 | 本事例は軸組工法住宅を踏まえて設計しているが、住宅にはない納まり部分等（4.2.5(2) 参照）は設計者が詳細図を作成し、設計・フレカット・工務店・施工者が協議 |

##### (2) 構造計画の留意点

- 木造建築の構成部材は910又は1,000mmのモジュールで生産されているのでモジュールブランディングが必要。（910のモジュールとすることでコスト的には有利になる。間崩れが必要な場合はモジュール寸法の1/2、1/4などの寸法とする。）
- 船直荷重は梁筋で構成された床組や小屋組みを柱で支え、水平力には耐力壁によって抵抗する軸組工法建築物（壁構造系）として構造設計を行う。構造計画の流れは以下の通りである。

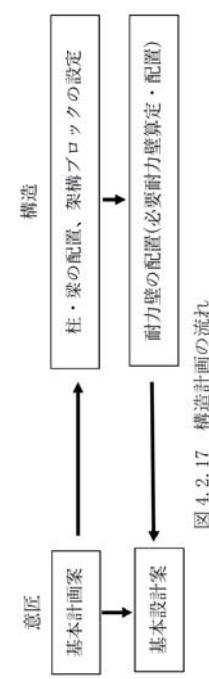


図 4.2.17 構造計画の流れ

##### (3) 架構ブロックの設定

- 軸組工法建築物の柱・梁の配置については基本的な構造単位「架構ブロック」により計画すると合理的な構造計画がしやすい。架構ブロックとは四隅の柱とそれを結ぶ上下四辺の横架材（ブロック柱とブロック梁）で構成される基本フレームであり、鉛直荷重を負担する。軸組工法建築物を架構ブロックの集合体と考え、ブロック柱の直下には下階のブロック柱を配置する。
- 規格流通材を住宅用フレカット加工する場合、床を支持する架構ブロックの梁スパンは製材では5.46m以下、集成材では8.19m以下とし、ブロック柱のグリッド  $L_x \times L_y \leq 30 \text{ m}^2$  (大梁が製材の場合は  $L_x \times L_y \leq 21 \text{ m}^2$ )となるように設定する。

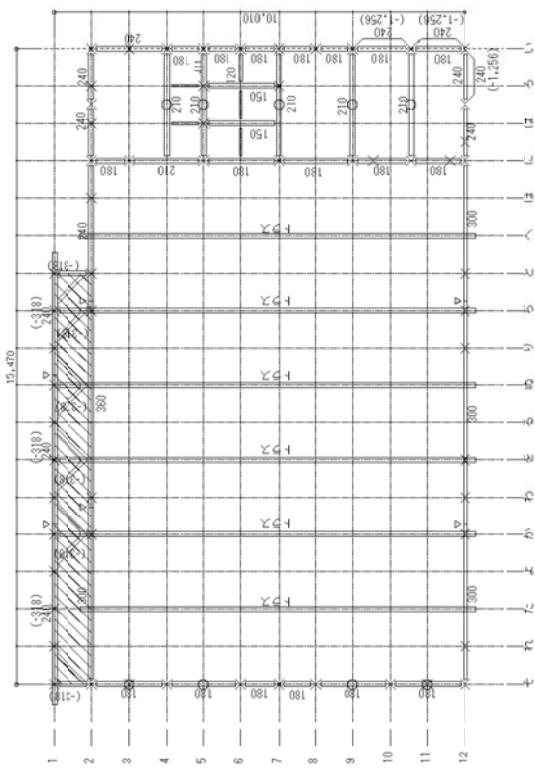


図 4.2.15 3階小屋敷図

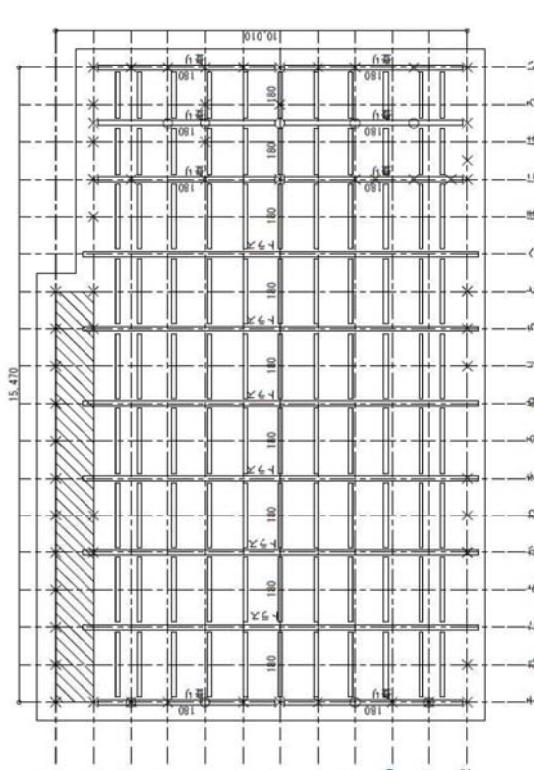


図 4.2.16 3階母屋敷図

2階事務所部分の架構ブロック設定で、A案は9,100×2,730と9,100×910架構ブロックの組合せで3階会議室床を支持し2階事務所内の柱をなしとしているが、梁成660程度の3階床小梁(L=9,100)が910ピッチとなり、大断面材を任意形状加工可能な工場での加工が必要なり、かつ軒高さが9mを超えることなどからコストアップになる。一方B案は基本計画案で事務所レイアウトの支障にならない独立柱位置を検討の上4,550×4,550の架構ブロックとすることで、梁成450の3階床ブロック梁に対して梁成390程度の小梁をかけることでコスト的に有利になるのでB案とした。

3階屋根はJIS A3301のトラス(矢高9,100)を1,820ピッチとし、会議室部分の架構ブロックは9,100×12,740とした。屋根を支持する架構ブロックの梁間方向長さの目安は、単純梁の場合8m程度までトラスの場合15m程度まで、桁行方向長さは水平構面の検討による。

○架構ブロックの検討、ブロック柱・ブロック梁の配置

A案

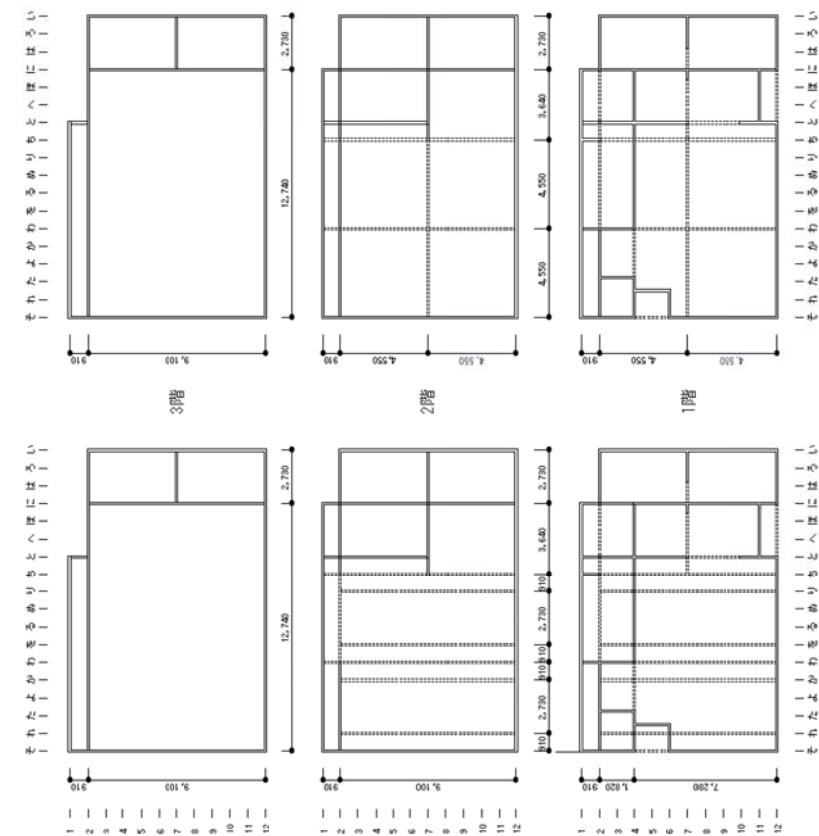


図4.2.18 架構ブロックの概念

○架構ブロックの検討、ブロック柱・ブロック梁の配置

B案

- (4)柱・壁(耐力壁)設計の留意点
- ①柱の設計の留意点
    - ・ブロック柱以外の柱を基本計画案にもとづき設計する。
    - ・柱は直下に柱がある位置に設ける。間仕切り壁では、扉脇や1間以内に柱があると施工上有利であるが、直下に柱がない場合など間仕切り壁を構成する。
  - ②壁(耐力壁)の設計の留意点
    - ・耐力壁の設計は以下の手順で行う。
      - 概算地盤力の算定
      - ・荷重の仮定
      - ・地盤用概算荷重算定
      - ・概算地震力の算定
      - 各階・各方向について概算地盤力と概算風圧力の大きい方を検討用水平力とする
      - 耐力壁の配置と検討用水平力以上であることの確認

A案

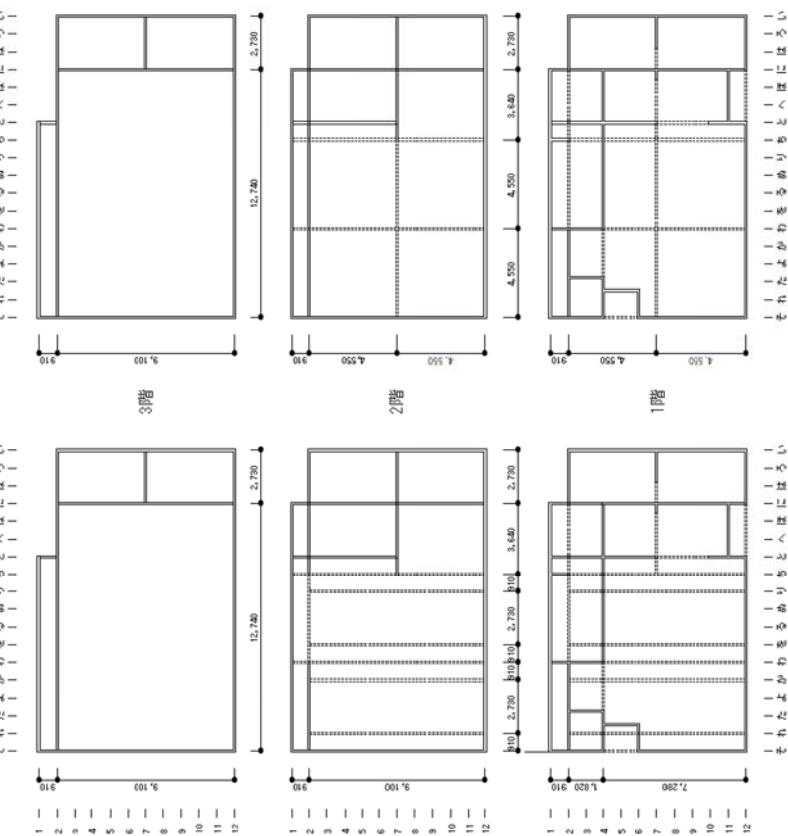


図4.2.19 ブロック柱・ブロック梁の配置

○概算地震力の算定

- ・固定荷重概算では、JIS A3301 技術資料などにもとづく下記表の利用も可能である。

表 4.2.5 固定荷重の概算値

部位	部位の構成	荷重kN/m <sup>2</sup>
屋根 JIS 瓦、 $\theta=7^{\circ}$ 坡、構造用合板t=12、垂木60×105@55、 $\theta=10^{\circ}$ 角フタt=75、構造用合板t=24、 $\theta=10^{\circ}$ 角@90、 $\theta=100$ 、野縁40角@303、杉板t=12		1,400 *
屋根 JIS 金属板t=0.6、 $\theta=7^{\circ}$ 坡、構造用合板t=12、垂木60×105@55、 $\theta=10^{\circ}$ 角フタt=75、 $\theta=10^{\circ}$ 角@90、 $\theta=100$ 、野縁40角@303、杉板t=12		900 *
床 JIS 75~115°t=15、乾式2重t=15、構造用合板t=9、ALCt=50、構造用合板t=24、 $\theta=10^{\circ}$ 角@910、 $\theta=100$ 、野縁40角@303、杉板t=12		1,500
外壁 JIS フレミング、脚縫18×45@55、透湿防水シート、構造用合板t=12、 $\theta=7^{\circ}$ 坡t=100、壁軸組、構造用合板t=12、杉板t=12		1,100
内壁 JIS サイディング、脚縫18×45@55、透湿防水シート、構造用合板t=12、 $\theta=7^{\circ}$ 坡t=100、壁軸組、構造用合板t=12、杉板t=12		610
内壁 杉板t=12、強化石膏板t=15、構造用合板t=12、壁軸組、構造用合板t=12、強化石膏板t=15、杉板t=12		700
内壁 P B 石膏板t=12、5、壁軸組、石膏板t=12.5、杉板t=12		450

\* 水平投影面に対する荷重

・積載荷重は建築基準法施行令第85条に基づいて算出する。

表 4.2.6 部屋の種類別積載荷重

部屋の種類	架構設計用 積載荷重kN/m <sup>2</sup>	地震力算出用 積載荷重kN/m <sup>2</sup>
(1)他の居室、住宅以外の建築物の寝室又は病室	1,300	600
(2)事務室	1,800	800
(3)教室	2,100	1,100
(4)百貨店又は店舗の売り場	2,400	1,300
(5)劇場、映画館などの客席又は集会室	2,600	1,600
その他	3,200	2,100
(3)～(5)の室を連絡するものについては(5)のその他の数値を使う		
(7)廊下、玄関又は階段		
(8)屋上広場又はバーンコニー		

表 4.2.7 地震力用概算荷重算定表

	層別 JIS 金属板 床 JIS 面積 m <sup>2</sup>	単位荷重kN/m <sup>2</sup> 面積 m <sup>2</sup>	1F 2F 3F 4F
外壁上 高さ m サイディング 長さ m 荷重 kN			1.60 1.60 1.60 1.60
外壁下 高さ m サイディング 長さ m 荷重 kN			0.61 0.61 0.61 0.61
内壁上 高さ m サイディング 長さ m 荷重 kN			0.45 0.45 0.45 0.45
内壁下 高さ m PB 荷重 kN			34.40 24.57 24.77 34.40
内壁 高さ m WB階より上の荷重合計 kN $\sum W_i$ $\alpha_i: \sum w_i/W_1$			505.49 480.76 221.71 1.00 0.98 0.18

・概算地震力の算定

各階に加わる地震力  $Q_{Ei}$  は下式によって計算する。

$$Q_{Ei} = C_i \times \Sigma W_i$$

$$C_i = Z \times R_t \times A_i \times C_0$$

Z : 地域地震係数

Rt : 振動特性係数 高さ13m以下の木造建築の場合 1.0

Ai : 屋せんさん力分布係数  $Ai = 1 + [ (1 / (\sqrt{a_i}) - a_i) \times [2T / (1+3T)] ]$

$a_i$  : i 階より上の全重量を 1 階より上の全重量で除した値

T : 建物の固有周期 木造の場合  $T = 0.03 \times h$

$h$  は最高高さと軒高さの平均値

$C_0$  : 標準せんさん力係数 0.2 以上。但し著しく地盤が軟弱な地域と指定されて

いる場合は 0.3 以上。

建物用途などから必要に応じて重要度係数を乗じる。  
(1)の数値を例えれば百貨店の用途に供する建物においては(4)の数値を乗じる。

事例の概算地震力は以下の通りとした。

$$h = (8.98+11.055)/2=10.075m \quad T=0.03 \times h=0.30$$

表 4.2.11 各階・各方向の検討水平力

		地震力 kN	風圧力 kN	検討水平力 kN
3階	X方向	74.50	25.27	74.50
	Y方向	74.50	56.68	74.50
2階	X方向	174.20	62.62	174.20
	Y方向	174.20	114.00	174.20
1階	X方向	241.60	100.46	241.60
	Y方向	241.60	172.09	241.60

○各階 X, Y 方向の検討用水平力以上となるよう耐力壁を配置する。

・耐力壁は、建築基準法施行令 46 条及び昭 56 建告 1100 号に定められている耐力壁を基本とする。

・耐力壁検討用の耐力壁仕様を定め（基準耐力壁）1 モジュールあたりの許容せん断耐力  $q_a$  を求める。

・検討用水平力を  $q_a$  で除して、基準耐力壁（1 モジュール）の必要個数に換算する。

・基準耐力壁（1 モジュール）の必要個数以上になるように耐力壁の配置を行う。

・建築基準法以外の場合は基準耐力壁に換算した個数 ( $q_a$  挿算個数) を目安に配置する。

・各階 X, Y 方向の基準耐力壁（1 モジュール）の個数を求め、必要個数以上配置されていることを確認する。

事例では片筋かいを基準耐力壁として必要個数を算定した。（モジュール 910）

表 4.2.8 事例の概算地震力

	1F	2F	3F
Wi: 階の荷重小計 kN	505.49	480.76	221.71
Σ Wi: 階ごとに上り荷重合計 kN	1207.97	702.48	221.71
αi: $\sum w_i / \sum W_i$	1.00	0.58	0.18
T	0.3	0.3	0.3
Ai	1	1.24	1.68
地域地震係数: Z	1	1	1
C <sub>0</sub>	0.2	0.2	0.2
地震力: Q <sub>e</sub> kN	241.6	174.22	74.5

○風圧力の算定

JIS トラス建築物の 1 階又は 2 階に加わる風圧力  $Q_{e,i}$  は下式によつて計算する。

$$Q_{e,i} = q \times \sum (C_f \times A_{i,j})$$

q : 速度圧 N/m<sup>2</sup>

Cf : 風力係数

A<sub>i,j</sub> : i 階の見付面積で j 階の床高+1, 3.5m より上の見付面積の和

建築基準法施行令 87 条、平 12 建告 1454 にもとづいて風圧力を求めますが、概算計算においては地表面粗度区分 III 軒高 8m、最高高さ 12m 以下の場合の速度圧は下記の表の値の利用も可能である。

表 4.2.9 地表面粗度区分 III 軒高 8m、最高高さ 12m 以下の場合の速度圧

基準風速 V <sub>0</sub> (m/s)	30	32	34	36	38	40
速度圧 q (N/m <sup>2</sup> )	855	973	1,100	1,232	1,372	1,520

概算計算では、Cf = 1, 2、屋根面を壁面として計算。

事例の概算風圧力は以下の通りとした。

表 4.2.10 概算風圧力

	速度圧 N/m <sup>2</sup> q	風圧系数 Cf	検討用見付面積 m <sup>2</sup>	風圧力 kN
3階 X方向風圧力	973	1.2	21.64	25.27
Y方向風圧力	973	1.2	48.54	56.68
2階 X方向風圧力	973	1.2	53.63	62.62
Y方向風圧力	973	1.2	97.64	114.00
1階 X方向風圧力	973	1.2	86.04	100.46
Y方向風圧力	973	1.2	147.39	172.09

○各階・各方向の検討水平力の算定  
各階・各方向の地震力と風圧力の大きさを検討用水平力とする。

・耐力壁の配置はまず建物外周部に行い、次いで鉛直構面間距離が適切になるよう（床又は屋根水平構面許容せん断耐力の範囲になるよう）内部耐力壁を配置する。内部耐力壁による鉛直構面は、架構ブロック鉛直面と一致することが望ましいが、それの場合でも上下階の鉛直構面は一致させることが必要である。又耐力壁を構成する柱の直下には下階の柱を設けて梁上耐力壁は避けた。耐力壁は平面的にはなるべく左右・上下均等に配置する。

	地震力 kN	風圧力 kN	検討水平力 kN
3階 X方向	74.50	25.27	74.50
Y方向	74.50	56.68	74.50
2階 X方向	174.20	62.62	174.20
Y方向	174.20	114.00	174.20
1階 X方向	241.60	100.46	241.60
Y方向	241.60	172.09	241.60

表 4.2.11 各階・各方向の検討水平力

	仕様	記号	標準用合板mm×50mm×150	標準用合板mm×50mm×150	D	E
耐力壁	910mmあたりの 許容せん断耐力 q <sub>a</sub> kN	3.57	q <sub>a</sub>	4.46	7.13	8.03
	検討用水平力 q <sub>e</sub> kN	Q/q <sub>a</sub> (必要個数)	q <sub>a</sub> (換算個数)	q <sub>a</sub> (換算個数: 2)	q <sub>a</sub> (換算個数: 3)	11.59
3階	X方向	74.50	21			
	Y方向	74.50	49			
2階	X方向	174.20	49			
	Y方向	174.20	68			
1階	X方向	241.60	68			
	Y方向	241.60	88			

・耐力壁の配置はまず建物外周部に行い、次いで鉛直構面間距離が適切になるよう（床又は屋根水平構面許容せん断耐力の範囲になるよう）内部耐力壁による鉛直構面は、架構ブロック鉛直面と一致することが望ましいが、それの場合でも上下階の鉛直構面は一一致させることが必要である。又耐力壁を構成する柱の直下には下階の柱を設けて梁上耐力壁は避けた。耐力壁は平面的にはなるべく左右・上下均等に配置する。

### ○耐力壁・柱配置の検討

耐力壁のある通りごとに基  
準耐力壁(1モジ<sup>ュール</sup>)個数を算  
定する。

基本計画案において壁が不足の場合、意匠設計が必要な場合、耐力壁の配置を行う。

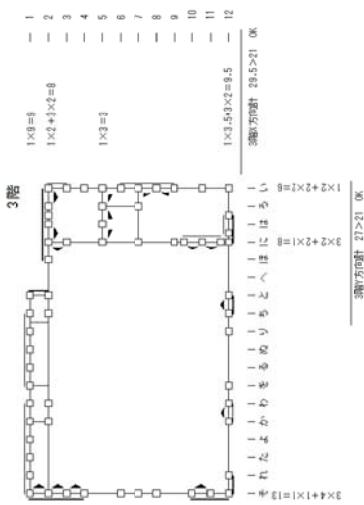


図 4.2.20 耐力壁・柱の配置(2, 3 階)

△ 丸鋼φ9以上またはφ12以上

- 面材耐力壁に小開口を設ける際の留意点  
面材耐力壁(壁倍率7倍まで)に対して換気扇などの小開口を開ける場合、開口部を設けない場合と同等以上の剛性及び耐力を有するものとして取り扱うことのできる小開口の

剛性・耐力に影響しない面材耐力壁の小開口の設け方

可ければ打ち付け材等で四周を受ける程度、かじらで強度を増して直角でなくしては補強材等で構成する。

水平方向の受材等は柱に對して  
両端を軸組の柱にビス止め等で緊結する  
斜め六径が12t以下かつ

小開口を設けることができる範囲、軸組材から100mm程度以上離した位置とする

卷之三

図 4.2.22 面材耐力壁に小開口を設ける際の留意点

## ○その他の耐力壁の留意点

筋かみ・耐力壁の幅は90cm以上とし、かつ階高／幅は3.5以下とする。

昭56建告第1100号に定められた面材耐力壁の幅は60cm以上とし、かつ階高／幅は5以下とする。

その他 大臣認定による耐力壁や試験成績書による耐力壁はその適用範囲内で用いることとする。

また、45×90などの木製筋かみ材は4m材までしか製造されていないこと、階高さが3mを超える、筋かみの座屈長さが長くなる場合について筋かみ耐力壁の実大試験にもとづく提案がなされている\*。

\* (一社) 中大規模木造フレカット技術協会 HP : <http://www.precut.jp>

## (5) 小屋組み・床組設計の留意点

### ○屋根架構

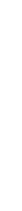
・屋根架構は單一直線材による単純梁方式の和小屋、登梁とトラスがある。

・和小屋、登梁のスパンは9m以下であればどの工場でも加工可能、8mまで加工できる工場も増えている。

・単純梁方式でできるスパンを超えた場合はトラス屋根となる。切妻屋根に対応したキンゴボストラス、陸屋根に対応した平行弦トラス、片流れ屋根に対応した張弦トラスなどがありそれ接合部分を嵌合接合とするものと金物接合とするものが開発されている。

### 単純梁形式

住宅用フレカットで加工可能なトラス形式



### 図 4.2.23 屋根架構のタイプ

・トラス屋根をかけるには平面形状が矩形であることが必要であり、矩形以外の平面形状の場合などはトラス屋根と和小屋・登梁屋根を組み合わせるなどが必要になる。

・JISトラスの仕様は、「JIS A3301を用いた木造棟會に関する技術資料」が国立教育政策研究所HPから入手可能である。また、PWAのHPからJISトラスマニュアルが入手可能である。

- 事例の平面図解説
- 3Fは、9.1m スパンの JIS トラスを 1間ピッチにかけた勾配天井の会議室とした。



写真 3階の屋根架構

### ○床組設計

- 2階・3階床は4.2.3(2)の架構ブロックで支持する。

・ブロック梁で閉まれた床に対して910又は1000mm ピッチで小梁を配置するのを原則とする。

・小梁の配置はスパンの短い方向を原則とし、かみブロック梁にかかる荷重を少なくするようする。

・梁組の際に設備との納まりも検討する。

・2方向吹き出しタイプ天井カセット空調機を梁の間に納める場合 空調機配管が梁組に規定されるのでデスク配置・照明計画とあわせて梁組を検討する。

・断面計画上もエアコンの冷媒管・ドレーンの配管が梁下端と天井の間で納まるか検討する。

・木造ではRC造などに比べて音や振動の面で不利になるため、床の遮音や振動に配慮した構成とする。

図 4.2.24 床組の構成

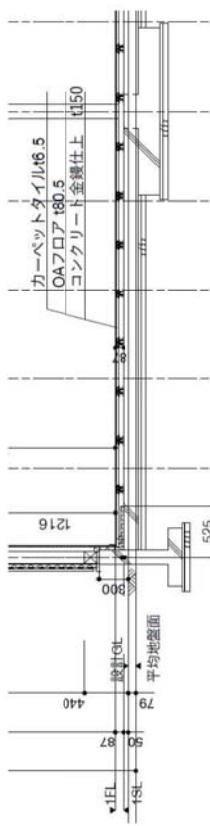
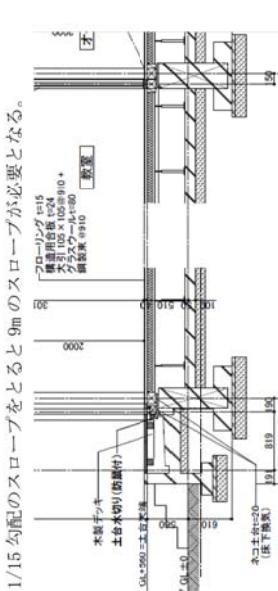


図 4.2.26 JIS A3301 を用いた木造校舎に関する技術資料に示された 1 階床の設計例



この場合には、1/15 勾配のスロープをとると 9m のスロープが必要となる。

図 4.2.27 スロープと床の取合い、



図 4.2.27 スロープと床の取合い、



写真 天井カセット空調機の設置状況



写真 天井カセット空調機の設置状況

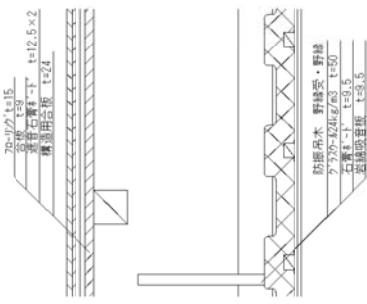


図 4.2.25 天井及び床の構成



写真 上階の床組の構成

#### 1階床

- ・1階床は1FLと土台天端のレベル差によって床の作り方が変わってくる。また、1FLが基礎立ち上がりより低い場合には巾木の納まりの検討が必要となる。

事例 基礎高さ 平均 GL+379 1階床は OA フロア及び乾式 2 重床システムで設計 GL~1 FL137 とし入り口スロープ無し入り口部分にグレーチング側溝を設けて雨水対策を施した。

外壁は外断熱としたが、白蟻対策として万が一白蟻が発生した場合に蟻道を外部から確認できるように基礎は内断熱とし巾木高さを高くした。

#### 4.2.4 図面作成、実施図面・部位設計、工事監理のポイント

##### (1) 図面作成上のポイント

###### ○モジュールプランニング

RC造・S造では柱など構造体のある通りだけに通り芯が設定されるが、軸組構法（壁構造系）の場合、構造設計・部材加工・現場作業において全ての部材に通り芯ごとの位置（番付）が振られている必要がある。

###### ○通り芯の設定

RC造・S造では床や屋根の水平構面を構造用合板で確保するため、構造用合板の規格寸法910又は1,000をモジュールとしたモジュールプランニングが必要。木造建築用建材も910モジュールを基本としているため、同じ910モジュールなどを採用すると全ての構造用合板をカットするなど不経済となる。

#### 4.2.5 非住宅木造に初めて取り組む際の要点

##### (1) 建築概要

建築地：神奈川県横浜市

用途：学童施設

規模：2階建て 延床面積185m<sup>2</sup>

構造：木造軸組工法

竣工：平成29年

##### (2) 実施図面・部位設計のポイント

住宅建築の一般的納まりで木造住宅工事仕様書「住宅金融支援機構」などに記載のものは工務店現場監督・大工も理解している場合が多く詳細図を必要としないが、住宅建築に以下の部位などの納まりについては詳細図が必要になる。

- ・土台天端より下がった1階床・巾木まわりの詳細
- ・天井カセットエアコンと床組みの納まり
- ・ビル用サッシなど納まり
- ・トラス回り納まり
- ・遮音床

##### (3) 工事監理上のポイント

低層その他木造建築では施工図を作成せず、設計図にもとづいて大工が工事を行う場合がある。上記の住宅建築にない部位の詳細図作成について現場監督が習熟していない場合設計者が詳細図(施工図兼用)作成を行う。詳細図作成に当たっては、入手可能な羽柄材寸法と現場作業を踏まえて、原寸図を想定しながら詳細図を作成することが必要である。

##### (4) 施工図面



写真 屋根架構の状況

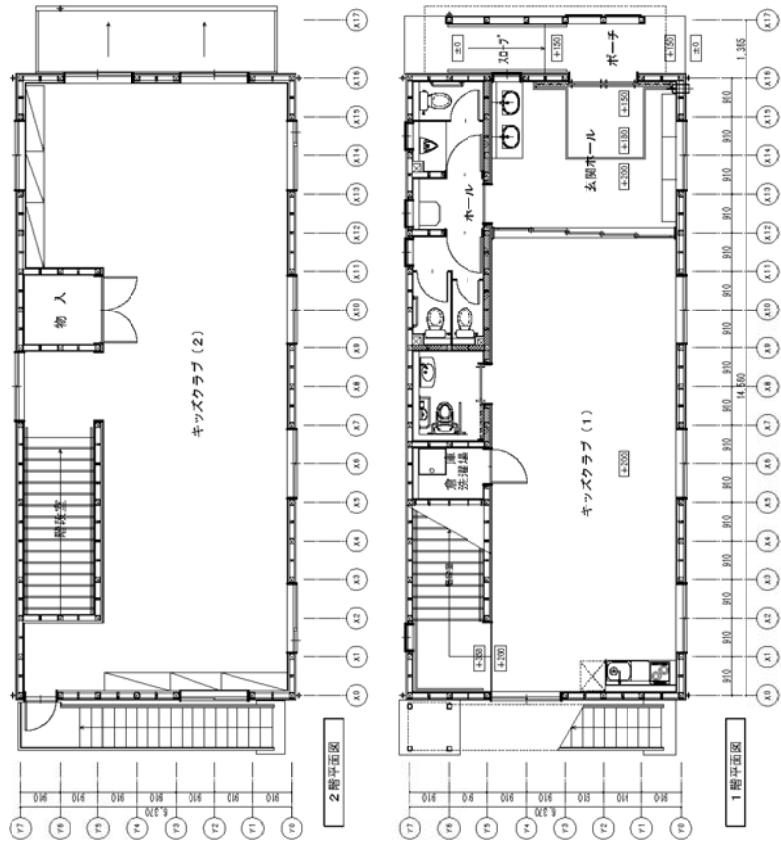


図4.2.28 各階平面図

## (2) 学校教地内に建築する学童施設

学校の敷地内に学童施設等を併設する場合、用途上の可分不可分の判断により、学童施設も建築基準法上は学校校舎として法令等によって細かな規定を設けていることも多く、事前によく調査しておくことが肝要である。

例えば2方向避難の際に、居室から直接屋外に通じる避難路を要求されている場合や避難階の室内の通行を認めていない事例など、特に小規模な施設の場合は廊下や階段が少なく対応が困難なこともある。一般的な規模の校舎の場合は救助袋を設けるなどで対応していることが、小規模や狭い場所になると救助内通路を含めて対応出来ないことがある。

また、建築基準法施行令 114 条で規定されている教室と廊下（避難路）の間仕切り壁は準耐火構造とする必要がある。鉄筋コンクリートで造られてパーティションで間仕切られる一般的な校舎は容易に対応できるが、非耐火木造の場合は、区画をするのも容易ではない。特に居室（教室）から階段に直接出る場合は、階段との間を区画する必要があり下階へも影響する。H26 国交省告示

小規模建物の設計では意識していないことも、用途によっては規模に関係なく対象となる法  
令等が増えるため、設計の初期段階でしっかりと押さえておきたい。

## (2) 内装制限

内装制限が適用される天井に梁等の木部が露出する場合、梁等の見付面積が天井面積の10分の1以内であれば適用が除外されるが（「建築物の防火避難規定の解説」参照）、梁型を現しにすると10分の1を超えてしまうことがある。例えは間隔910ごとに梁型が現しになる場合は梁幅が91を越えると内装制限が適用されることとなる。内装制限を緩和するために、排煙窓を設置する方法がある。高塗み柱頭等でスローレ脱光にも役立つ出合があら

### (3) アルミサッシおよび防火設備

木造住宅では、住宅用アルミサッシを使用するのが一般的である。非住宅においても使用可能で、ビル用サッシに比べると安価なためコストを抑えるにはとても有効である。また、ガラスがセットされているものもあり大工でも取付けができる。その反面、開口部の幅、高さが既製寸法で決まっているので自由度が低い。特に開口高さは既製のサッシ寸法に合わせて設計することになる。また、排煙窓の開閉オペレータが住宅用サッシに取り付け可能か確認しておきたい。

② 防火設備

アルミ建具の防火設備は大臣認定品を使用するのが一般的であるが、全ての開き勝手が用意されているわけではない。例えば、引き戸(窓)、片開き窓などは認定外である(2019年4月現在、以下同)。施設の玄関にようく使う引戸・引き分け戸は認定外なので、スチール

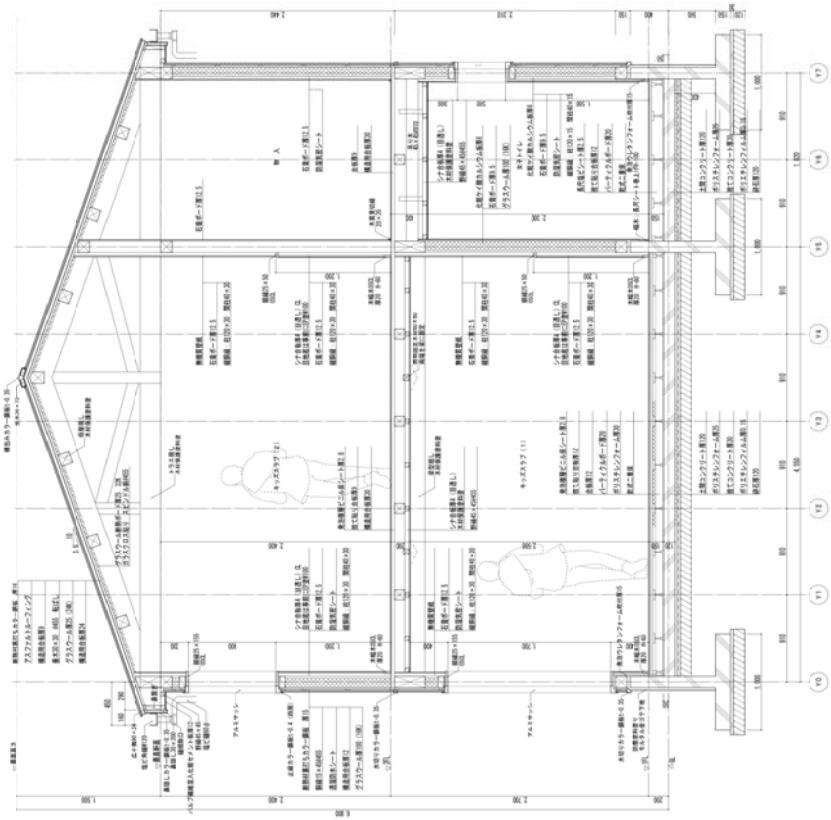


圖 4-29 矩陣圖

製にするなどの必要がある。パリアフリーの観点から、扉の容易な開閉、重さも配慮が必要な部位である。認定されている窓等の種類はサッシメーカーのサイト等を参照してほしい。また、住宅用サッシ、ビル用サッシ、ビル用サッシの認定番号が分かれているため、形状、大きさの自由度が高いビル用サッシの認定品が木造に使用できるか等についてメーカーや確認検査機関に確認しておきたい。また、ガラスとの組み合せが決まる防火設備もある。開口の形状、大きさは、様々な法令に關係しており、避難、出入口、ALYS、消防用開口等、計画に大きく影響する部分もあるので、早めに検討し、あとで致命的な計画変更にならないよう注意が必要である。

#### (3) 見積等

住宅用のアルミサッシを使用する場合、ビル用サッシと違いメーカーでは材工価格での見積りは行っていないのが一般的で、製品価格だけの見積となる。工事費等は建具施工者、工務店などに問い合わせる必要がある。サッシとガラスがセットで販売されているものもあるので積算ではガラスの2重計上に注意する。

#### (4) 使用木材

構造規定が法20条第一項4号に該当する場合でも、学校舎の仕様規定(令48条)の緩和規定を適用するために令46条2項レトロ構造計算を行う場合がある。地域材等を使用する場合に構造材をJAS材で揃えられるか事前に確認しておく必要がある。



写真 JAS材の使用状況

(例)	柱台 : ひのき 120×120 JAS集成材 E105-F300 近畿材 柱 : すぎ 120×120 JAS製材 E70 県産材 梁 : すぎ 120×120～330 JAS製材 E70 産材、近畿材
-----	---

#### (5) 基本は木造住宅の架構

主要居室の広さが一般的な木造住宅のものよりはやや広めであっても、桁から下の架構は木造在来工法の要領で十分に対応出来る。一般的な構造用合板による耐震壁と布基礎を採用している。部屋の広さによっては、軸組で開まれた部分の大きさが広くなるため、負担重量を支えるのに布基礎のフーチング幅を大きくす



写真 屋根架構の施工状況

る必要がある。

この事例で一般的な木造住宅と違う部分は居室の面積が大きいことである。それにより①2階床のスパン、屋根のスパンが大きくなる、②梁間方法の耐震壁の間隔が広くなる。①については、1階はスパン4,550のため梁せい330の製材を用いて対応し、2階はスパン6,370にキンクボストラス(PWAトラス)を掛けることにした。勿論、集成材を使えばトラス組は不要だが、地域材の製材を使用したいので、比較的部材断面が小さく住宅用木材の定尺長さでも対応出来るPWAトラスとしている。スパン等により部材寸法等も決まっているので簡単に導入することができる。

②についてはJIS A3301に記載の2階床檻面(14.1kN/m)、屋根檻面(13.5kN/m)をそのままうことで床の耐力や細かな仕様を検討する必要がなく、規定の使用材料やディテールをそのまま利用できた。

まとめると①木造住宅の要領で耐震壁を配置②スパンの大きい屋根は規定のトラス組を活用③床組も規定の高耐力仕様とした。これにより簡単に住宅より広い部屋の架構を実現できた。

※「PWAトラス」・「JIS A3301に掲載のトラスを基にディテールや組立方法等について中大規木造フレーム技術協会(PWA)で研究し実用化したトラス。同協会のサイトで特記付様書やマニュアルの資料が提供されている。

#### (6) トラス組の加工について

今回使用したトラスは、住宅用フレカットの技術だけではなく、部材等に対する対応が可能である。

#### (7) 地域密着型設計施工

設計監理、施工業者、大工、フレカット工場の全てを工事場所の地域の会社で行った。各社とも公共建築物での非住宅木造の経験が無かったが、設計の意図、なぜ木造としたのか、なぜトラス組みなのか、この架構とした理由、地域材を使う理由などを伝える場を着工時に設けて木造工事に係わる人々の意識統一を行った。

一般的な木造住宅の技術で施工できる部分以外について、特にトラスの部材製作、組立て、建方方法等については、図や写真で丁寧に解説している「JISトラスマニュアル」を用いて解説し、丁度、施工時期に開催された同マニュアル講習会を現場代理人が受講し学習したのも円滑な工程を促した。

大工など職人は長年の経験を持つ仕事をしている。その経験で生かせる部分と新たに皆で学ぶ部分を明確にして、設計者、施工者、職人がお互いに認め合い、同じバイブルを共有することがとても重要である。これらにより無理なく地域の技術力を広く活用でき地域に根ざした建物となつた。

※「JISトラスマニュアル」・「JIS A3301に掲載のトラスについて、設計、施工方法等を図や写真を用いて解説している。中大規木造フレーム技術協会(PWA)のサイトでマニュアルや特記付様書などの資料が提供されている。

## 第4章 中大規模木造建築物の構造設計

### 4.3 低中層・準耐火木造建築物のための構造設計

#### 4.3.1 準耐火・低層木造建築物の概要

##### (1) 防火上の制限の整理

本節では準耐火建築物として建築可能な木造建築物の構造設計上のポイントについて、具体的な事例に沿って解説する。まずは対象となる建築物の規模を把握するために、前節までの記述と重なる部分もあるが、木造建築物の防火上の制限について整理する。詳しくは「木造建築のすすめ」（木を活かす建築推進協議会）に分かりやすくまとめられているので参照してほしい。

#### (1) 防火上の制限の整理

##### (2) 準耐火木造建築物の種類

##### (3) 事例の概要

##### (4) 木造選択の理由

#### 4.3.2 防耐火計画

##### (1) 準耐火建築物の計画

##### (2) 防火区画（令112条）

##### (3) 防火上の納まり

#### 4.3.3 遮音計画

##### (1) 壁の遮音計画

##### (2) 床の遮音計画

#### 4.3.4 構造計画

##### (1) 工法

##### (2) 材料

##### (3) 平面について

##### (4) 立面について

##### (5) 土台

##### (6) 柱配置

##### (7) 梁配置

##### (8) トフス

##### (9) 耐力壁

#### 4.3.5 構造計算

##### (1) 構造計算ルート

##### (2) 染断面

#### 4.3.6 燃えしろ設計の規準

##### (1) 燃えしろ設計の規準

##### (2) 柱の設計

##### (3) 燃えしろ設計

##### (4) 接合部

#### 4.3.7 その他（柱梁ともに燃えしろ設計とした例）

## 4.3 低中層・準耐火木造建築物のための構造設計

### 4.3.1 準耐火・低層木造建築物の概要

##### (1) 防火上の制限の整理

本節では準耐火建築物として建築可能な木造建築物の構造設計上のポイントについて、具体的な事例に沿って解説する。まずは対象となる建築物の規模を把握するために、前節までの記述と重なる部分もあるが、木造建築物の防火上の制限について整理する。詳しくは「木造建築のすすめ」（木を活かす建築推進協議会）に分かりやすくまとめられているので参照してほしい。

##### (2) 大規模建築物の制限（法21条）

木造建築物には高さ制限と面積制限がある。高さが16mを超えるかまたは4階以上、延べ面積が3000m<sup>2</sup>を超える場合は耐火建築物の木造としなければならない。

##### ●面積制限の回避

延べ面積が3000m<sup>2</sup>を超える場合でも、2つ以上に分割した各部分を別棟とみなしそれぞれの棟の延べ面積を3000m<sup>2</sup>以下とすることができる。耐火建築物以外の木造とすることができる。それぞれの棟をつなげつつ別棟とする方法として渡り廊下別棟と通達による別棟の2通りがある。

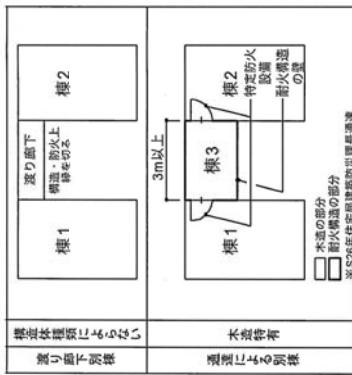


図4.3.1 別棟解釈による面積制限の回避

渡り廊下別棟については特定行政庁により取り扱いが異なるので、建設地の特定行政庁に問い合わせが必要だろう。通達による別棟は、昭和26年建設省住宅局建築防災課長通達「部分により構造を異にする建築物の棟の解釈について」に基づいている。

また2015年6月の改正基準法施行により、上記に方法に加えて壁等（後述する面積区画のための防火壁よりも耐火性能が高いもの）で区分することによっても、3000m<sup>2</sup>を超えて耐火建築物以外の木造とすることが出来るようになつた。

● 防火地域内の制限（法 61 条）、準防火地域内の制限（法 62 条）  
防火地域では、2 階建て以下で延べ面積が 100 m<sup>2</sup>以内のものであれば準防火建築物の木造とすることができる。準防火地域では、3 階建て以下で延べ面積が 1,500 m<sup>2</sup>以内のものであれば耐火建築物以外の木造とすることができます。

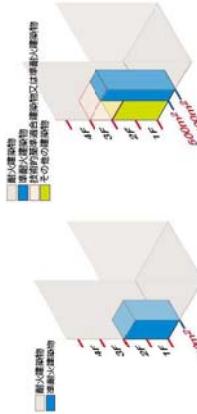


図 4.3.2 地域区分による規模の制限

● 建築物の用途による制限（法 27 条）  
不特定多数の人を利用する特殊建築物の場合は、耐火建築物、準耐火建築物にしなければならない規模が定められている。下表の耐火建築物に該当せず、準耐火建築物に該当すれば、準耐火建築物の木造とすることができます。

表 4.3.1 建築物の用途による制限

用途	耐へる建築物とするもの	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	准耐へる建築物とするもの
船、駆逐艦、潜水艦	3階以上の階または主艤が1艤にないもの	3階以上の階	容積面積 200m <sup>2</sup> 以上(層外壁面積の場合は、1,000m <sup>2</sup> 以上)	左記の用途に供する部分の床面積の合計
観覧場、会議場、集会場	3階以上の階			
病院、診療所(患者の対面接説があるものに限る)、歯科、診療室、施設、等	3階以上の階			2階以上の階があるとき2階以下の床面積合計 400m <sup>2</sup> 以上(床面積及び診療所につき2階部があるものに限る)
学校、体育館、講堂、美術館、図書館、アートホール、音楽室等	3階以上の階			2,000m <sup>2</sup> 以上
自習室、マーケット、旅館、カフェ、飲食店、他品販売業を含む店舗等	3階以上の階		3,000m <sup>2</sup> 以上	2階部分の床面積の合計 500m <sup>2</sup> 以上
危庫			200m <sup>2</sup> 以上(3階以上の部 分を除く)	1,500m <sup>2</sup> 以上
自動販賣機、自動販賣機工場、路面スタンド等	3階以上の階			150m <sup>2</sup> 以上

(2) 準耐火木造の種類  
準耐火建築物（法 2 条 9 号の 3）を設計するには下図の 3 種類の方法がある。

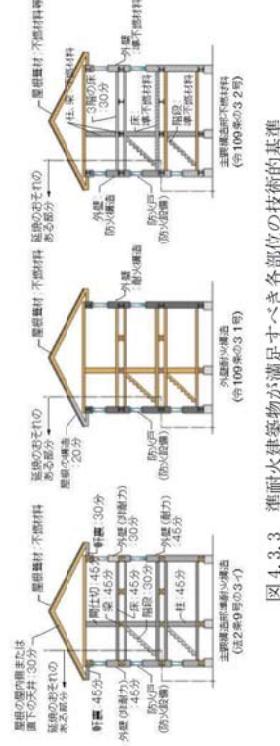


図 4.3.3 準耐火建築物が満足すべき各部位の技術的基準

#### ● イ 準耐

左の図は法 2 条 9 号の 3 イにより主要構造部を準耐火構造としたものである。準耐火構造については告示 1358 号で具体例が示されており、木造を石膏ボードで被覆した構造もその中に含まれている。また同告示の第 2 項で柱、第 4 項では梁の燃えしる設計についても示されており、その基準について告示 1901 号、1902 号が引用されている。以上を通称「イ準耐」と呼んでいる。

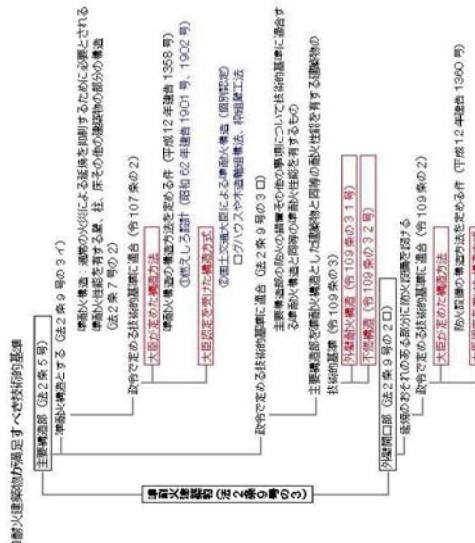
#### ● 外壁耐火構造、口準耐—1

中央の図は法 2 条 9 号の 3 ロで示される基準、令 109 条の 3 第 1 号であり、外壁を耐火構造とすることで内部は耐火・準耐火以外の木造でも良いとするものである。通称「外壁耐火構造」または「ロ準耐—1」と呼んでいる。

#### ● 不燃材料造、口準耐—2

右の図は法 2 条 9 号の 3 ロで示される基準、令 109 条の 3 第 2 号であり、柱はりを不燃材料とするものであるが、不燃材料の認定を取った木材で柱造を作るのは一般的ではないので主に鉄骨造の場合である。通称「不燃材料構造」または「ロ準耐—2」と呼んでいる。

以上をまとめたものが下図である。



### (3) 事例の概要

図 4.3.4 準耐火建築物が満足すべき技術的基準

建築物の所在地 防火地域の指定	長野県北佐久郡軽井沢町 法22条区域
建築物の用途	ホテル
建築面積	1444.28 m <sup>2</sup>
延べ面積	2828.18 m <sup>2</sup>
最高高さ	9.96m
最高の軒の高さ	7.95m
階数	地上2階地下なし
構造種別	木造
建築のコンセプト	中庭テラスの周囲に「たまり場」と呼ぶ開放的なラウンジを配置。たまり場で自由な過ごしができる、仲間と過ごすのにぴったりのルーズなホテル。

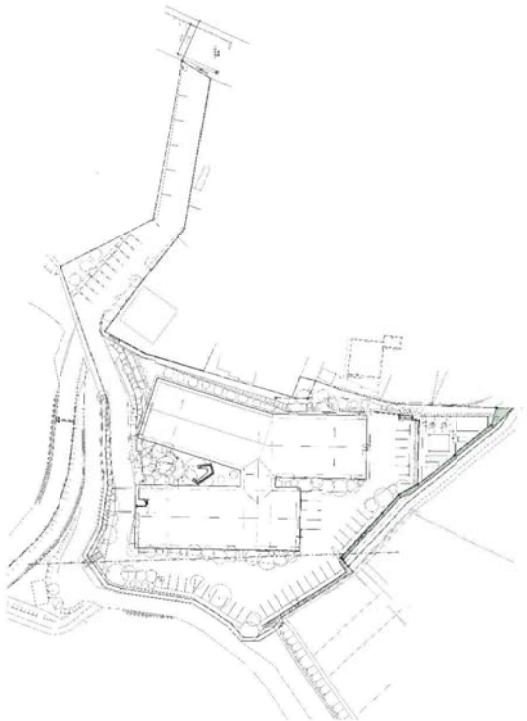


図 4.3.5 配置図

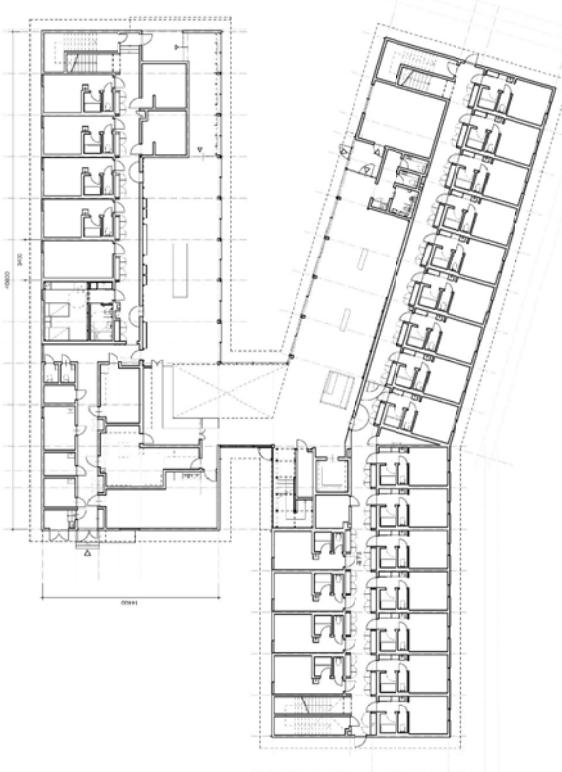


図4.3.6 1階平面図



写真 ラウンジから中庭を見た内観（撮影：ナカサ&パートナーズ 中道淳）

#### (4) 木造選択の理由

- 木造の長所と短所  
前節までも述べられているが、木造の長所と短所を再確認し、今回の建物についての評価を下表の右側に示す。

#### ○長所

表 4.3.3 木造の長所

一般的な特徴	今回の場合
空間が親しみやすくなる。	今回のホテルにぴったりである。
林業の育成、森林の保全、健全な国土の維持につながる。	民間事業なのであまり関係ない。
空気中のCO <sub>2</sub> を削減し温暖化対策につながる。	民間事業なのであまり関係ない。
軽い（コスト）	コスト削減が最重要課題である。

「軽い」という性質は、木造の部材が軽量であることと、板や合板で床面や屋根面を作ることが出来るという特徴に依っている。建物が重いことで地震力も小さくなり、建物の基礎も軽くて済む。この性質は直接評価されることはなく最終的なコストに影響を与えるだけであるが、木造の大きな特徴なので挙げておいた。

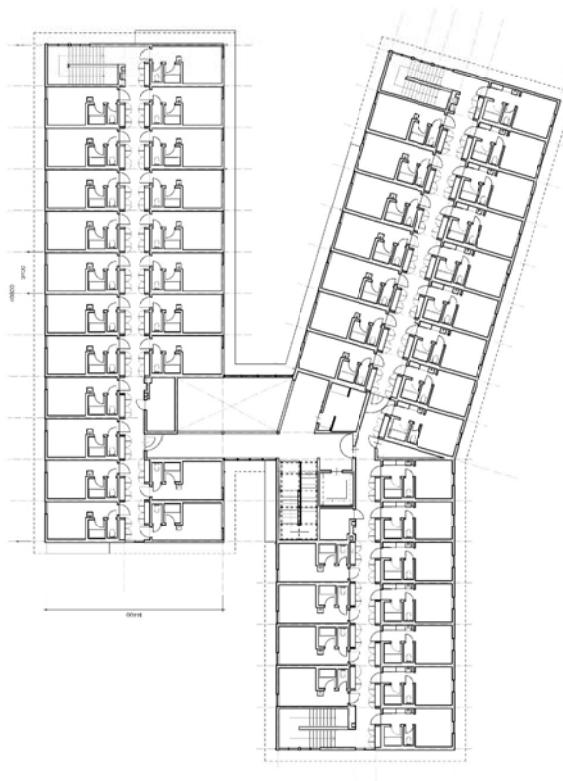


図 4.3.7 2階平面図

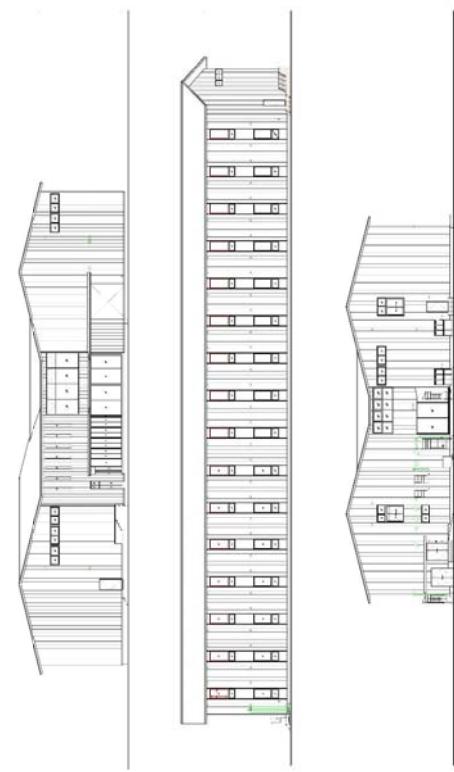


図 4.3.8 立面図

○短所

表 4.3.4 木造の短所

一般的な特徴		今回の場合
R.C 造に比べ剛性が低いので床振動や床遮音性能が低い。	同クラスの鋼骨造か木テルと同程度の性能は確保したい。	防耐火対策がなされなければ問題ない。
可燃材料である。	「床振動や床遮音性能」については、床にコンクリートを打ち消すことになる。今後中大規模木造を設計する上で最も重要な検討事項だろう。	「床にコンクリートを打ち消すことによる長所を打ち消すことになる。今後中大規模木造を設計する上でも最重要な検討事項だろう。

「床振動や床遮音性能」については、床に対する対策を施せば短所とは言えない、もう一点短所で挙げた「可燃材料」については、火災に対する対策を施せば短所とは言えない、が、「燃える」という性質は他の構造材料にはない木材特有の性質であり、それを隠かにして型通りの設計をしては本質を見失う恐れがあるので、敢えて挙げている。

#### ● R.C 造、鋼骨造、木造の比較検討

本事例には以下のような特徴がある。

- ・観光地のファミリー向けカジュアルホテル
- ・同クラスのホテルと同程度の遮音性能が確保できればよい。
- ・準耐火建築物でよい。
- ・民間事業なので木造の長所である「森林の保全」や「温暖化対策」は重視されない。
- ・コストが重視される。
- ・木造開連の補助金は受けていない。

耐火建築物だと木造のハードルが高くなるが、詳細は後述するように耐火要件としては準耐火建築物でよいので木造も十分に可能性がある。そこで R.C 造、鋼骨造、木造の各工法についてメリット・デメリットを洗い出して比較検討した。下表はその一例である。各項目について重みづけされた評価をしているが、評価者によって評価が分かれれるものも含まれている。例えば施工者の選択肢で木造の評価が低いのは中規模木造の経験があらざりネコンが少ないことが影響しているが、在来軸組構法に慣れた工務店であれば十分に施工できるという見方もある。

表 4.3.5 各構造の比較

建築コスト 坪単価	木造	鉄骨造	R.C 造
したときの比率	1.0 (木造を 1.0 としたときの比率)	◎ 1.2	○ 1.3 △
意匠性	高い。木の質感がアーノードに合致	◎ 問題なし	○ 柱型が出てアーチ型に制約がある
床の遮音性能	Lr,w=60	△ Lr,w=60	○ Lr,w=55 ◎
施工者の選択	実績少ない、少ない	△ 多い	○ 多い ○

表 4.3.6 各構造のコスト比較

木構造形式 部材断面	在来軸組構造	杭：鋼管杭 φ 267.4 L=6m 全 26 本
柱：120x120	梁：120x300x9x10	床：構造用合板 t24
相対コスト	1.0 (構造体)	
鉄骨構造	ラーメン構造	杭：鋼管杭 φ 318.5 L=6m 全 52 本
柱：H-300x150x7x10	梁：H 300x150x7x10	床：R.C スラブ t250
相対コスト	1.38 (構造体)	
R.C 構造	ラーメン構造	杭：鋼管杭 φ 318.5 L=6m 全 52 本
柱：500x500		
相対コスト	1.38 (構造体)	

ここではその中にコストの比較検討を紹介する。概略コストを算定するため、宿泊部分の桁行方向を 6 スパンに縮めたモデル建築物を設定した。

1の外壁については木造以外の構造も含まれるが、ここでは木造の仕様のみを示す。

#### ●イ準耐の告示仕様例（告示第1358号：45分準耐火、告示第1380号：1時間準耐火）

相対コスト	梁： 400x600 床： R C スラブ t180

備考  
 • 鉄骨梁の床スラブが t250 となっているのはR C 梁の床スラブ t180 と遮音性能をそろえるためである。  
 • 見積もりには杭、基礎躯体、基礎以外の構造躯体、遮音壁、遮音二重床を含め、天井や仕上げは含めていない。  
 • 遮音壁はいずれも石膏ボードによる遮音壁を設定し、遮音二重床はR C 梁、鉄骨梁の場合は一般用遮音二重床、木造梁の場合は高遮音二重床を設定した（高遮音二重床は某メーカーによって木造床用に開発されたものである）。

過去の実績や施工者へのヒアリングで単価を設定した結果、木造のコストを 1.0 とした上記の相対コストで表される結果となった。鉄骨梁のコストが高めなのは床スラブを t250 にした影響と考えられる。また木造の高遮音二重床についてはR C 造の床と同程度の実績ではなく、鉄骨梁の一般的な床と同程度の実績がいくつかあるのみである。上記の数値はそのような性能の差を含むものとして考える必要がある。

結果的には、類似の鉄骨造ホテルの実測結果を参考に、遮音性能  $L_{tr, 60}$  を厳守するという条件付きで木造の設計を進めることに決まった。遮音性能の検討については後述する。

#### 4.3.2 防耐火計画

##### (1) 準耐火建築物の計画

本事例について防火上の制限を確認すると下表のようになる。

表 4.3.7 本事例の防火上の制限

大規模建築物の制限（法21条）	該当しない、
防火地域・準防火地域の制限（法第61条、法第62条）	該当しない、
建築物の用途による制限（法第27条）	2階建てで、2階の宿泊用途の面積が 300 m <sup>2</sup> 以上あるので準耐火建築物

したがって準耐火建築物として設計する必要がある。木造の準耐火建築物には5.3(4)に示す「イ準耐」と「ロ準耐—1（外壁耐火構造）」がある。それぞれの告示仕様を下表に示す。口準耐—

表 4.3.8 イ準耐の告示仕様例

部位	耐火時間	仕様
間仕切壁 (両面)	45 分	厚さ 12mm 以上の石膏ボードの上に厚さ 9mm 以上の石膏ボードを張ったもの
		厚さ 15mm 以上の石膏ボードを張ったもの
	1 時間	厚さ 12mm 以上の石膏ボードの上に厚さ 12mm 以上の石膏板モルタル塗で厚さが 2cm 以上のもの
		厚さ 12mm 以上の石膏ボードを張ったものがードを張ったもの
		厚さ 16mm 以上の強化石膏ボードを張ったもの
床（表側）	45 分	厚さが 12mm 以上の構造用合板の上に厚さが 9mm 以上の石膏ボードを張ったもの
		厚さが 12mm 以上の合板の上に厚さ 9mm 以上モルタルを塗ったもの
		厚さ 30mm 以上の木材
	1 時間	厚さが 12mm 以上の構造用合板の上に厚さが 12mm 以上の石膏ボードを張ったもの
		厚さが 12mm 以上の合板の上に厚さ 12mm 以上モルタルを塗ったもの
		厚さ 40mm 以上の木材
床（裏側）	45 分	厚さ 15mm 以上の強化石膏ボードを張ったもの
		厚さ 12mm 以上の強化石膏ボードの上に厚さ 50mm 以上のロックウール又はグラスウールを張ったもの
	1 時間	厚さ 12mm 以上の強化石膏ボードの上に厚さ 12mm 以上の強化石膏ボードを張ったもの
		厚さ 12mm 以上の石膏ボードの上に厚さ 12mm 以上の石膏ボードを張り、その上に厚さ 50mm 以上のロックウール又はグラスウールを張ったもの
		厚さ 15mm 以上の強化石膏ボードの上に厚さ 50mm 以上的ロックウール又はグラスウールを張ったもの
屋根（屋外側）	30 分	不燃材料で造るか、またはふいたものの
屋根（屋内側）	30 分	厚さ 12mm 以上の強化石膏ボードを張ったもの
		厚さ 9mm 以上の石膏ボードの上に厚さ 9mm 以上の石膏

		一ドを張つたもの
		厚さ 12mm 以上の石膏ボードの上に厚さ 50mm 以上のロックウール又はグラスウールを張つたもの
		厚さ 12mm 以上の硬質木セメント板を張つたもの
		塗り厚さが 20mm 以上の鉛錆モルタル塗としたもの
		繊維混入ケイ酸カルシウム板を 2 枚以上張つたもので、その厚さの合計が 16mm 以上のもの
階段	30 分	段板及び段板を支える桁が木材で造られたもので、その木材の厚さが 6cm 以上のものの 段板及び段板を支える桁が木材で造られたもので、その木材の厚さが 3.5cm 以上で、段板の裏面に厚さ 12mm 以上の強化石膏ボードを取り、かつ、桁の両側の部分に厚さ 12mm 以上の石膏ボードを張つたもの
備考		・1 時間準耐火は法第 27 条第 1 項ただし書きにより本来は耐火建築物としなければならない 3 階建て共同住宅を準耐火建築物とすることができる特例である。 ・表中に柱と梁の仕様がないのは、木造の場合通常柱は壁と一体となつて、梁は床と一体となって防水被覆されることが多いと考えられるためである。

表 4.3.9 口備耐-1（外壁耐火構造）の壁の告示仕様

部位	耐火時間	仕様
外壁（耐力壁の両面）	1 時間	強化セッコウボード（ボード用原紙を除く、こうの含有率を 95%以上、ガラス繊維の含有率を 2.5%以上とし、かつ、ひるの含有率を 2.5%以下に限る。以下同じ。）を 2 枚以上張つたもの

- 「イ準耐」または「口準耐—1（外壁耐火構造）」の選択  
「4.3.1（1）事例の概要」述べたように、本建物は中庭とそれを取り巻くラウンジの連続性を意図して、中庭回りを木製サッシの全面開口として計画した。

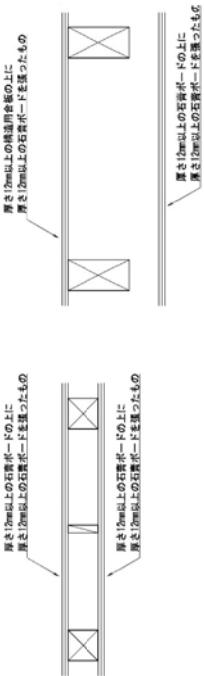


図4.3.9 イ準耐の告示仕様例（間仕切壁及び床）

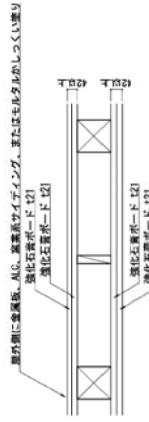


図 4.3.10 口準耐-1 (外壁耐火構造) の告示仕様例 (外壁)


- 210 -

表 4.3.10 特殊建築物の用途・規模と内装制限

用途等	開間が床面積とする場合と用途に供する床面積			内装材料(天井・壁)
	耐火建築物	準耐火建築物	その他	
①劇場、映画館、演芸場、観覧室、公会堂、集会場等	客室が400m <sup>2</sup> 以上	客室が100m <sup>2</sup> 以上		耐燃材料 半床から1.2m 以下での厚さを除く 半床以上の天井 は、準不燃材料
②病院、診療所(患者の回復施設があるもの) の限り、ホスピタル、旅館、共同住宅、音 楽室、下宿、喫茶店、飲食店等	3階以上の部分の合 計が300m <sup>2</sup> 以上	2階部分の合 計が300m <sup>2</sup> 以上		耐燃材料 半床から1.2m 以下での厚さを除く 半床以上の天井 は、準不燃材料
③百貨店、マーケット、展示場、カフェ、 飲食店等	3階以上の部分の合 計が1,000m <sup>2</sup> 以上	2階部分の合 計が500m <sup>2</sup> 以上		準不燃材料 半床から1.2m 以下での厚さを除く 半床以上の天井 は、準不燃材料
地盤、地下工作物内の①～③の用途			すべて	
自転車庫、自転車修理工場				
持別の無煙居室(天井高が6m)を超える ものを除く)				
火を用いる調理室、浴室、カラーラーム、 作業室等				
大規模建築物	・屋敷数2以上で延べ面積1,500m <sup>2</sup> 超 ・階数1以上で延べ面積1,000m <sup>2</sup> 超 ・階数1以上で延べ面積3,000m <sup>2</sup> 超	・屋敷数2以上で延べ面積1,000m <sup>2</sup> 超 ・階数1以上で延べ面積3,000m <sup>2</sup> 超		耐燃材料 半床から1.2m 以下での厚さを除く 半床以上の天井 は、準不燃材料

柱・梁等の室内に面する部分の表面積が各面(各壁面及び天井面)の面積の10分の1を超える場合は、その柱又は梁等も準等も内装制限の対象になる(「建築物の防火避難規定の解説」参照)。せっかく柱や梁を木現しにしようとしても内装制限の対象になると準不燃材料で被覆しなければならないので注意が必要である。その場合でも本現しにする方法として塗装によって準不燃材料または不燃材料とする製品があるが、それが適法かどうかは確認審査機関に相談した方がよい。

#### ● 準耐ー1の注意点

告示様に準拠すれば本事例のような場合でもロ準耐ー1で出来てしまうが、ロ準耐ー1を採用する場合は以下のようないふな条件を十分に検討し、それに適した建物かどうかを判断した方がよい。  
 ・内部火災によつても外壁が倒壊せずに燃え残ること(自立すること)によって延焼拡大を防ぐ。  
 ・そのためには外壁の屋内側石膏ボードを木梁が貫通するような納まりがないこと。  
 していると火が壁内に入り込み、壁が内側から燃えてしまう。  
 ・全面開放のよだな大きな開口部が外壁にないこと。ロ準耐ー1は耐火壁によって延焼を防ぐ方法をとるが、開口部には45分の耐火性能は無いので開口部から外部へ、また外部から開口部を通して建物内部へ延焼してしまう。

・内部火災に対して速やかに避難できるような規模であるか、避難経路が考えられていること。  
 ロ準耐ー1は外壁以外は一般木造と同じなので、内部火災に対しては主要構造部が燃え落ちてしまふう可能性があり、消防隊員が火の中に飛び込んで救出に行くことが出来ない。したがつて火勢が強くなる前に速やかに避難する必要がある。

#### (2) 防火区画(令第112条)

火災の拡大を抑えるため、防火壁の設置や防火区画等を計画する必要がある。

#### ● 面積区画

防火区画の一つとして、大規模木造では面積区画が発生する。面積区画をまとめると下表のようになる。



図4.3.11 配置図(中庭回りの動線)

万一火災の場合中庭の壁面に炎を遮る力はなく、中庭まわりの柱が火災にさらされることは予想される。中庭回りの柱は2階を支えている極めて重要な柱であり、この柱が燃え落ちると2階が崩落し、建物全体が倒壊する恐れがあるので、この中庭まわりの柱は準耐火構造として火灾安全性を高めた方がよい。以上のように中庭まわりをロ準耐ー1とする考えには勧染まなかつたので本建物はイ準耐とした。

上記準耐火構造の告示第1358号の第2項で柱や梁は準耐火構造になるので、一部を燃えしろ設計し、残りを防へり、燃えしろ設計された柱や梁は準耐火構造になる。本建物では中庭回りの柱を燃えしろ設計して木を現しとし、親密な空間とすることを意図した。

#### ● 内装制限に対するメリット

建物の用途がホテルで2階の床面積の合計が300 m<sup>2</sup>以上だと内装制限が発生するが、床面積の100 m<sup>2</sup>以内ごとに準耐火構造の床と壁で区画すれば内装制限を受けないというただし書きがある(令第129条)。このただし書きの前提条件が耐火建築物か準耐火建築物なので、イ準耐としたことで宿泊室の内装制限を回避できる可能性があるというメリットもある。

ここで内装制限についてまとめるところとなる。

高層区画、たて穴区画、異種用途区画も存在するが、使用頻度は少ないと思われるので説明は割愛する。

対象建築物と規制条文	区画の面積	区画の構造
その他の建築物 (個人建築物または準耐火建築物以外) 法26条、令113条	1,000m <sup>2</sup> 以内ごと	防火壁(自立する耐火構造の壁) 特定防火設備(幅2.5m以下、高さ2.5m以内)
防火建築物 準耐火建築物(法規則によらない場合*) 法36条、令112条(現)	1,500m <sup>2</sup> 以内ごと	防火壁・準耐火構造(時間)の壁、屋根 <sup>**</sup> 防火戸(特定防火設備)
準耐火建築物 (法27条、又は法62条の規定による場合) 令112条2項、3項	500m <sup>2</sup> 以内ごと イ集散火建築物 口道筋火建築物 1号(外壁耐火構造) 1,000m <sup>2</sup> 以内ごと イ集散火建築物(1時間) 口道筋火建築物 2号(外壁耐火構造)	防火壁・準耐火構造(時間)の壁 防火戸(特定防火設備)

\*1 法規則によらない準耐火建築物は1,500m<sup>2</sup>以内ごとの区画である。例えば「1,000m<sup>2</sup>を超える1,500m<sup>2</sup>未満の2階建て木造軽量木造耐火構造の区画では、準耐火構造、防火構造は包含関係にある。」  
\*2 準耐火建築物については、耐火構造または準耐火構造の床、壁で区画する。(耐火構造、準耐火構造、防火構造は包含関係にある)

延べ面積が1000 m<sup>2</sup>を超える建築物は、防火壁または防火床によって1000 m<sup>2</sup>以内ごとに区画しなければならないが(法第26条)、耐火建築物や準耐火建築物であればその必要はないので、本建物でも適用が除外される。

法第27条(用途による制限)、法第62条(防火地域・準防火地域による制限)に該当しなければ1500 m<sup>2</sup>以内ごとの区画でよいが、本建物は法第27条に該当するので上表の3行目の仕様となり、45分準耐火のイ準耐ー1では500 m<sup>2</sup>以内ごとに、1時間準耐火のイ準耐ーでは1000 m<sup>2</sup>以内ごとに区画する必要がある。本建物では500 m<sup>2</sup>以内ごとに区画すると区画が細かくなりすぎるので、1000 m<sup>2</sup>以内ごとに区画することとし、1時間耐火のイ準耐とした。下図の赤線が区画壁を示す。



図 4.3.12 防火区画壁の配置

4.3-17

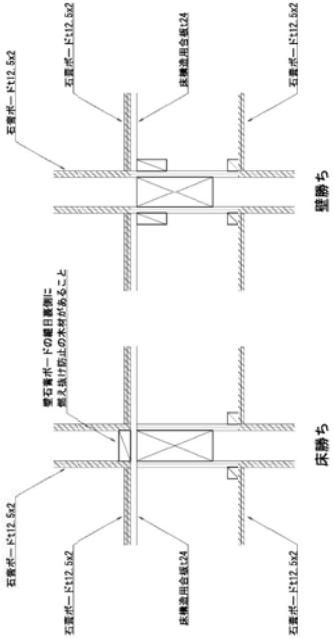


図 4.3.13 防火上の主要な間仕切り壁の構成

●外壁のファイヤーストップ

4.3-18

外壁には、壁内部を経由した上層階への延焼を防止するため、ファイヤーストップを計画している。本建物は、階高が3m以上となるため、各階の折筋部分の他、3m以内ごとに厚み30mm以上の木製水平材をファイヤーストップとして設ける計画としている。

また、壁内の湿気を外部に放出し結露を防止するため、外壁通気工法を採用している。外壁材と下地材との間に、土台から軒裏までの通気層が生まれるため、通気層内で火災が上層階へ拡大することが予想される。本建物では、延焼を防止する目的で、通気層内に火災や熱気を通りにくくする鋼板製の通気役物を3m以内ごとに設置し、ファイヤーストップを設ける計画とした。

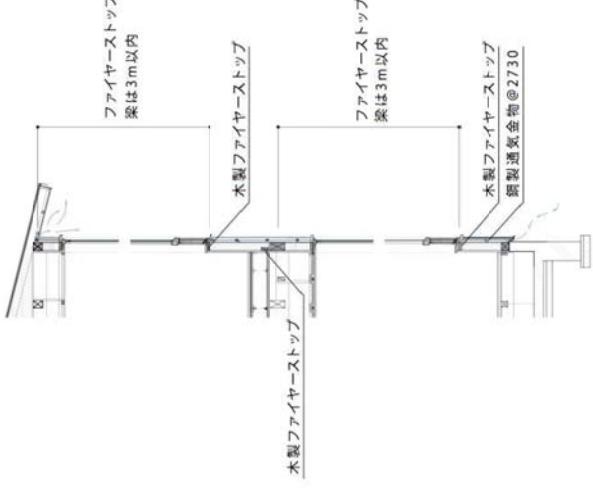


図 4.3.14 外壁のファイヤーストップの設置状況



図 4.3.15 壁・天井開口の防耐火上の配慮

#### 4.3.3 遮音計画

##### (1) 壁の遮音計画

壁の仕様については鉄骨造と同程度の性能を達成するため、日本建築学会の遮音等級D値を標準程度とすることを目標に壁の遮音性能TL<sub>D</sub>値を、材料メーカーの担当者と相談して仕様を決定した。木造壁で要求性能を出すため間柱を立てて中空層を挟み二重壁とした。

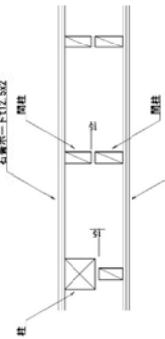


図 4.3.16 遮音性に配慮した壁の構成

#### ● 壁、天井の開口について

壁、天井面には、窓、扉の他に、点検口や、照明器具、設備機器等のため様々な開口が必要になる。木製建具が設置される壁については、壁端部に間柱を設けると共に、開口廻りの被覆として厚さ30mmの木枠設置し、壁体内への火熱の入り込みを防止する計画とした。また、天井に取り付け換気ダクトについては、厚さ50mmのロックウールでダクトの外側を被覆する仕様で計画し、天井裏への火災の延焼を防止する計画とした。

その他、照明器具、コンセント、スイッチ等は、開口面積の制限、または開口の耐火処理のルールを設け設計を行っている。コンセント、スイッチについては、開口面積を100cm<sup>2</sup>未満とし、鋼製のボックスを採用した。照明器具については、ペンダント照明、シーリング照明等、配

線のみの開口処理で良いものを意匠器具として積極的に選定し、できるだけ開口による欠損がない計画となるように配慮した。

また、ダウンライト等の開口が必要なものについては、開口面積を200cm<sup>2</sup>未満となる器具を選定し、密度24kg/m<sup>3</sup>のグラスウール厚50mmで照明器具を覆う計画とした。

また、天井点検口については、人が入れる必要があるため、必然的に開口が大きくなり、開口面積が200cm<sup>2</sup>以上となってくる。そのため、通常の点検口の上部に天井と同材料のPB12.5mm<sup>2</sup>枚張りにより製作した点検口をさらに設け二重構造とした。

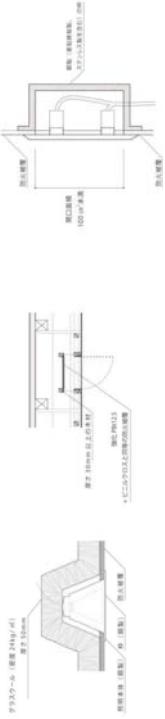


図 4.3.17 天井開口の設置状況

#### 4.3.4 床の遮音計画

##### (1) 床の遮音計画

床の仕様については鉄骨造と同程度の性能を達成するため、測定結果が推定値より5dB程度悪くなることが多いという経験則を考慮し、目標とする性能を鉄骨造ホテルの性能-5dBとし、実測値で鉄骨造ホテルの性能-5dBを目標とする方針とした。木造躯体のみで鉄骨造ホテルの性能-5dBを目標とする方針が必要となるので、5dBの改善が得られる床構造を計画した。以上を図にすると下図のようになる。

設計④	同様。
	設計①の床梁ヒッチを細かくした仕様。基本インビーダンスの値が実測床より10dB程度改善し、共振の恐れもないでの◎判定とした。

コストも考慮し、本建物の床仕様は上表記の網掛け部分である設計①の仕様とした。10dBの改善効果が見込まれる特殊な二重床も存在するが、今回は5dBの改善効果が見込まれる一般的な遮音二重床で間に合った。天井は構造体の梁と縁を切った吊梁からぶら下げるものとした。決定した床の断面詳細を下図に示す。

本研究は、床構造の遮音性能の予測手法については研究レベルでも確立されていない。そこで某ハウスマーカー総合研究所の方にコンサルタントを依頼し、二重床メーカーの担当者にもご協力頂いて仕様を検討した。具体的には素面の測定値で鉄骨造ホテルの性能+5dBを確認している木構造の振動抵抗値と、設計した床構造の振動抵抗値を相対的に比較することによって性能を推定した。判定基準は、各床の振動抵抗値である基本インピーダンスの値が実測床の値より 5dB 以上改善したかどうか(鉄骨ホテルの性能と同等を満足できそうか)や共振のリスクがあるか等による。表中の判定は評価が高い順に◎→△→△としている。

図 4.3.17 床の遮音の計画値及び実測値

使用材料と寸法(mm)				判定
	床面材	床梁	根太	
実測床	合板 12	38x275@180	—	—
設計①	合板 24	120x240@900	45x90@450	○
設計②	合板 24	120x300@900	45x90@450	△
設計③	合板 24	120x240@303	—	△
設計④	合板 24	120x240@450	45x90@450	◎

表4.3.12 各床設計案とその判定結果

各設計の特徴は以下のとおりである。

七言詩

設計①	<p>各設計の共通事項として、実測床はツーバイフォー仕様が今回の各設計では在来軸組工法に合わせた仕様としている。試算の結果木合板 12mm では足りなかつたので 24mm とした。設計①の床面材、床梁、根太の各要素はいずれも一般的な仕様だが、それらの組み合わせとしては 3.4m スパン という今回の規模の床面に用いられる構造としては住宅程度の仕様よりもやや過大となっている。</p>	設計②	<p>設計①の床梁サイズを大きくした仕様。基本インビーダンスの値は①と同程度だが共振による性能低下を考慮して△判定としている。</p>
設計③	<p>設計①の床梁ビッチを細かくし、根太を省略した仕様。 判定について</p>	設計④	<p>設計③の床梁ビッチを細かくし、根太を省略した仕様。 判定について</p>

(ツーバイフォー工法) があるが、ここであらためてその特徴を示す。

- 軸組工法  
・鉛直荷重を柱、梁の軸組で負担し、水平荷重を筋交いや面材の耐力壁で負担する。  
・柱、梁には構造用鋼材、構造用集成材、構造用 LVL が使われる。  
・柱梁の接合部（仕口）や梁同士の接合部（継手）はプレカット工場での機械加工が標準的。  
・上記の在来工法だけでなく梁端部に梁受け金物、柱端部に柱接合金物を使用した金物工法も普及している。

4.3.4 構造計画

(1) 工法  
木造の工法には丸太組工法や CLT ベネル工法など特殊な工法を除くと、軸組構法と枠組壁工法

精義造詣三十

(1) 工法  
木造の工法には丸太組工法や CLT ベネル工法など特殊な工法を除くと、軸組構法と枠組壁工法

卷之三

(1) 工法  
木造の工法には丸太組工法や CLT ベネル工法など特殊な工法を除くと、軸組構法と枠組壁工法

した方が良いことがある。  
・一般的に木造といえれば軸組構法なので軸組構法出来る施工会社は多く、施工者の選択肢が広がる。

い。金物工法には仕口が集中する部分でも断面欠損が大きくならず安心できることや耐力がはつきりしている等のメリットがあるが、本建物ではプレカット仕口の在来工法とした。

## ● 柱組壁工法（ツーバイフォー工法）

- ・断面の短辺寸法 38mm の規格材（ツーバイ材）で壁、床、屋根の枠組をつくり、これに構造用合板などの面材を釘打ちしたペネルで階直荷重、水平荷重に抵抗する。
- ・ツーバイ材の種類には、204（ツーバイフォー、38mm×89mm）、206（ツーバイシックス、38mm×140mm）、208（ツーバイエイト、38mm×184mm）などがある。
- ・材質は北米の SPF（スブルース、パイン、ファー）、ダグラスファーなどがある。
- ・壁が多い建物に向いている。
- ・経験のある施工者が限られるので、施工者の選択肢が狭い。
- ・棟梁が全てを把握する在来工法と異なり、躯体を建てるフレーマーと一緒に仕上をするカーペンターが分かれているので全体を管理する施工技術者の役割が重要になる。

## ● 工法の選択

本建物は中庭回りのラウンジが壁のない開放的な空間になっている。柱組壁工法は床・壁・壁・ペネルを組み立てる工法なので上記のような空間には向いていない。したがって一般的な軸組工法とした。

中大規模木造では住宅の延長として「在来軸組工法住宅の許容応力度設計」（日本住宅・木材技術センター）に準拠する場合と、上記を適用せずに「木質構造設計指針」（日本建築学会）等を用いて詳細な検討をする場合があるが、本建物は前者であり基本的に在来軸組工法住宅と同じ構造システムである。後者の例としては壁倍率に依らない鋼板挿入ドリフトビン接合筋かいの剛性と耐力を「木質構造設計指針」等に準拠して求めたり、高倍率耐力壁の実験結果を利用したりして、建物全体の構造解析を行いうるに、令和46条第4項の壁量を満足しない場合、令和46条第2項の基準を満たす必要があり、柱梁を告示第1898号に示される集成材や JAS 材等にしなければならないので早い段階でチェックした。本建物の場合、下表のように壁量を満足しているので「在来軸組工法住宅の許容応力度設計」の一般的な方法でも対応可能である。

表 4.3.14 必要壁量に対する存在壁量の倍率

	風圧力に対して		地震力に対して	
	X 方向	Y 方向	X 方向	Y 方向
2F	5.09	3.77	1.50	4.03
1F	5.12	1.77	1.58	1.74

荷重が大きくなると断面欠損が大きい梁端仕口で部材断面が決まることがあり金物工法の方が有利な場合もあるが、それほど応力が大きくななければ在来工法のプレカット仕口の方が若干安

## （2）材料

木材は樹種によって強度、剛性に大きな違いがある。また同じ樹種でも個体によって強度、剛性のばらつきが大きいので、強度等級区分により管理する。製材がエンジニアードウッド（集成材や LVL 等）かの選択も重要である。ここでは前節までの記述と重なる部分もあるが材料についての概要を説明し、それから本建物での材料の選択について見てゆく。なお燃えしろ設計については一般部分と異なり特殊なので別途説明する。

### ● 構造用製材と構造用集成材

製材と集成材にはそれぞれ以下の特徴がある。

#### ○ 構造用製材

- ・丸太から切り出したものなので断面や長さに制限がある。一般的なのは断面の短辺寸法 105mm または 120mm、長辺寸法 105mm～360mm、長さ 3m、4m、6m である。
- ・一方、長大な丸太があれば大断面や 6m を超える部材も入手できることもある。
- ・人工乾燥材（KD 材）、天然乾燥材（AD 材）、グリーン材（天然乾燥が十分でない材）がある。最近は人工乾燥材が一般的である。
- ・乾燥収縮による割れや狂いが比較的多い。
- ・一般的な断面や長さであれば調達は容易である。

#### ○ 構造用集成材

- ・製作可能、運搬可能なサイズであれば自由な断面と長さの材料や湾曲材を作ることができる、それら特注した集成材は単価が高い。
- ・流通品と呼ばれている一般的なサイズは、断面の短辺寸法 105mm または 120mm、長辺寸法 105mm～450mm、長さ 3m、4m、5m、6m である。これら流通品の単価は製材と大差ない。
- ・ラミナ段階で乾燥するので、乾燥収縮による割れや狂いが比較的少ない。

### ● 強度等級

- ・製材の強度等級には目視等級区分（甲種二級等）によるもの、機械等級区分（E70 等）によるもの、無等級材がある
- ・目視等級区分と機械等級区分は JAS 認定を受けた工場で JAS 規格に基づいて製造される JAS 製材である。無等級材は JAS 製材ではない。
- ・JAS 製材は製材流通量の 2 制程度であり調達が難しい場合がある。また単価も無等級材にくらべ若干高い。
- ・強度区分（L80 等）されたラミナを JAS の規準に従った構成で積層接着して所要の強度をもつ集成材が製造される（下図参照）。ヤング率（E）と強度（F）に相関があることから、E105-T300（ヤング率 10500N/mm<sup>2</sup>、曲げ基準強度 30N/mm<sup>2</sup>）のような強度区分に分けられる。

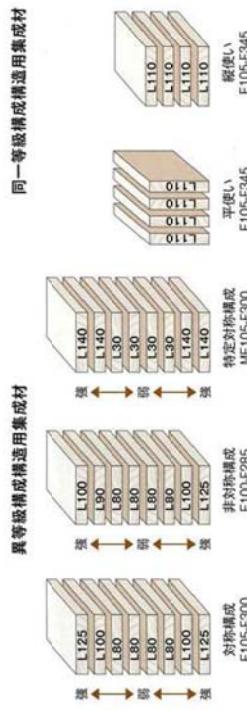


図 4.3.19 集成材の断面構成

### ●樹種

・無等級材で樹種ごとに許容応力が定められているように、樹種ごとに適切な強度が存在する。機械等級区分で樹種の強度等級は、樹種を考慮して設定しなければならない。例えばベイマツではE105は一般的だが、スギではE70、産地によってはE50が一般的な場合もある。樹種に対して強度が高すぎると調達が困難となるので、樹種別断面を見直す必要がある。

●製材の選択  
本建築基準法施行令第46条の壁量を満足しているので法規上はJAS 製材や集成材である必要はないし、建築平面は客室が3.4m間隔で並んでいるので、一般部分では長い部材は必要ない。したがって一部長大な部材を集成材とする箇所はあるが、それ以外の一般部材はコストを考慮して無等級の製材とした。

無等級材では含水率やヤング率の規定が無いがKD材(kiln Dry)指定することで含水率20%以下とすることはできる。ヤング率については設計値を大きく下回る可能性もあるので、余裕を持った設計が必要である。含水率とヤング率については無等級材でも最低値を指定して抜き取り検査することが望ましい。

### ●柱の樹種

公共工事で県産材の指定がある場合などと異なり、本建物では樹種に対する指定は特に無い。林業振興を考えると国産材を使いたいのは山々だが、現状ではスギで断面を大きくするよりもベイマツで断面を小さくした方がコスト的に有利である。国産材活用の問題はもつと議論しなければならないが、木建物ではベイマツ無等級材を一般部分の柱、梁に使用することにした。ただし現場で実際に発注される際に木工事業者の希望で、梁せい210mm以上、長さ4m～6mの部材を同等以上の強度の欧洲赤松集成材に、120mm角の管柱も欧洲赤松集成材に変更した。金額的にはベイマツ無等級材の方が安いが、乾燥収縮により寸法に狂いが生じて仕上に影響が出ないようにとの配慮だった。木工事の場合、専門業者の豊富な経験から、あるいは設計者にはなかなか分からぬ山側の事情から、提案を受けて変更することが比較的多い。

- 土台の樹種  
土台は基礎に近いので防腐・防蟻処理をする必要がある。「公共建築木造工事標準仕様書（平成28年版）」によると具体的な仕様として以下が挙げられている。
  - 1) 「製材の日本農林規格（JAS）による心材の耐久性区分D1」の樹種のみを用いたもの  
ここで心材の耐久性区分D1の樹種とは、ヒバ、スギ、カラマツ、ペイヒ、ベイスギ、ベイヒバ、ベイマツ、ダフリカラマツ及びサイプレスパインをいう。

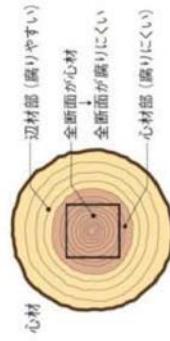


図 4.3.20 木材の部位と耐久性の関係

- 2) 「製材の日本農林規格（JAS）の保存処理の性能区分K2からK4までの区分に適合する薬剤を加圧注入したもの  
保存処理性能区分については心材の耐久性区分D1の樹種とそれ以外の樹種D2に分けて、下表のように定義してある。

表 4.3.15 JAS の保存処理性能区分

性能区分	樹種区分	基準
K1	全ての樹種	辺材部分の浸潤度が90%以上
K2	D1	辺材部分の浸潤度が80%以上で、かつ、材面から深さ10mmまでの心材部分の浸潤度が20%以上。
	D2	辺材部分の浸潤度が80%以上で、かつ、材面から深さ10mmまでの心材部分の浸潤度が80%以上。
K3	全ての樹種	辺材部分の浸潤度が80%以上で、かつ、材面から深さ10mmまでの心材部分の浸潤度が80%以上。
	D1	辺材部分の浸潤度が80%以上で、かつ、材面から深さ10mmまでの心材部分の浸潤度が80%以上。
K4	D1	辺材部分の浸潤度が80%以上で、かつ、材面から深さ15mmまでの心材部分の浸潤度が80%以上。
	D2	辺材部分の浸潤度が80%以上で、かつ、材面から深さ15mm(木口の短辺が90mmを超える製材にあつては、20mm)までの心材部分の浸潤度が80%以上。
K5	全ての樹種	辺材部分の浸潤度が80%以上で、かつ、材面から深さ15mm(木口の短辺が90mmを超える製材にあつては、20mm)までの心材部分の浸潤度が80%以上。

3) 加压注入処理を行った後、加工、切断、孔あけ等を行った箇所は、JIS K 1571（木材保存剤—性能基準及びその試験方法）に適合する表面處理用木材保存剤を塗布する。

上記のように耐久性の高い木材の心材だけを使うか、加压注入処理する方法があるが、心材だけを使うよりも加压注入処理材を使つた方が安いことから、本建物では土台にベイツガ防腐処理材を使用した。ベイツガは薬剤の浸透性が良いことから加压注入処理された土台としてよく用いられている。

#### ●根太、垂木の樹種

根太（断面 45x90）や垂木（断面 45x120）など羽柄材と呼ばれているものはスギを使用することが多く、価格も安いことから本建物でもスギを使用した。

#### ●床面の材料

水平構面を形成する床面には隅角部に火打材を設ける（令 46 条 3 項）が、構造用合板を梁に釘打ちした場合は構造用合板を火打材と見なすことができる（2015 年版建築物の構造関係技術基準解説書）。最近は省力化のために梁ピッチを 910mm とし、根太を省略して 24mm 厚の構造用合板を直接梁に釘打ちすることが多い。本建物でも床面は構造用合板 24mm とした。構造用合板は最外層ベニヤの繊維が長辺方向、その内側のベニヤが直交方向なので、長辺方向が強軸、短辺方向が弱軸である。したがって構造用合板の長辺を梁に直交させて配置する。構造用合板の長辺縦目に受材を配置しない場合、「さね有り」の構造用合板を使用して縦目で目違いが起きないようにする。本建物では「さね無し」とし、継目には梁、根太や合板受用部材（甲乙梁）を配置した。その方が構造用合板の四周が釘打ちされるので水平構面の剛性を大きくとることができる。

#### （3）平面について

基本的な平面構成は、3.4m × 6.3m の宿泊室が中廊下を挟んで両側に並ぶというものである。910mm のモジュールに乗つていないので材料に無駄が出るが、使い勝手を考えるとモジュール通りに行かない場合も多い。そのような場合は材料の無駄がなるべく少なく済むように片方から 910mm ピッチで材料を割り付け、最後に端数を配置する。

ラウンジの中には柱を落としたくないのでラウンジ上の 2 階床梁の長さは 6.3m となる。流通材の定尺 6m を超えてしまい特注の集成材としなければならないので不経済ではあるが、ラウンジを狭くするよりは多少コストがかかつても広くする方を選択した。

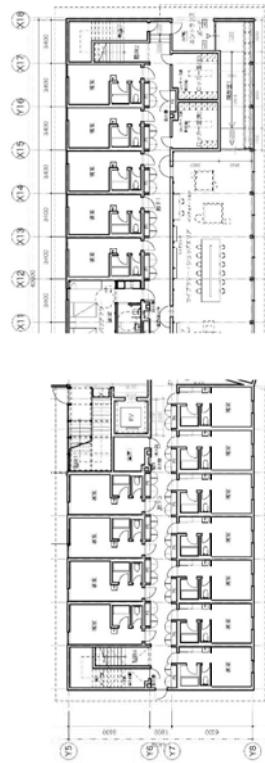


図 4.3.21 1階客室部分平面図

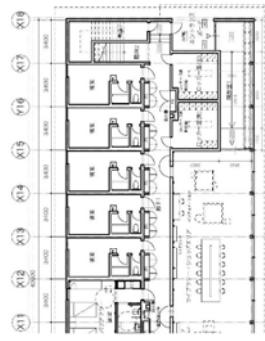


図 4.3.22 1階ラウンジ部分平面図

●床面の材料  
また 1 階ラウンジの上に 2 階の客室があるために、客室を支える 2 階床の梁に大きな荷重がかかります。負担幅 3.4m、スパン 6.3m は RC 造や鉄骨造では大したこと無いが木造にとっては大きな負担になるので、その梁をどう設計するかが構造計画のポイントの一つとなる。詳細は「(8) トランク」を参照されたい。

#### （4）立面について

本建物では「やぐら寝台」と呼んでいる木製 2 段ベッドを建築的なコンセプトの一つとしているため客室の天井高が 2.9m と比較的高い。しかも天井内や床下のダクト配管が多いため、1 階階高が約 4m、2 階階高が約 3.5m と比較的大きい。

ラーメン構造と違い、耐力壁構造では階高が高いことによる構造的な影響は小さいが、柱の座屈耐力には直接関係するので注意が必要である。また階高が高いことにより外壁が受ける風荷重が大きくなるので、外壁内の柱や間柱への影響も確認する必要がある。本建物では燃えしろ設計以外の柱は 120 角、外壁の間柱は 45 × 120 @ 455 の断面とした。  
木造では軒桁レベルに梁を掛け、梁に東立てして小屋を作ると、軒桁に登り梁を掛け、小屋を作らない方法がある。前者の場合軒桁レベルのフランジ面と勾配のある屋根面が協力して水平構面となり、後者の場合屋根面だけが水平構面となる。本建物では水平構面の剛性を大きくするために、フランジな面（小屋床面）に構造用合板 t24 を貼つて水平構面を確保した。

## (6) 柱配置

木造の場合、難壁のコーナーにも構造柱と同じサイズの柱を配置したりするように、構造材と非構造材の区別が明確ではない。非構造材の柱のように構造以外のルールで決まっているものまで構造図に描くと、規模が大きくなつくると非常に煩雑になつしまうので、構造図の伏図には構造的に必要な柱（鉛直荷重、水平荷重に対する抵抗するのに必要な柱）を配置する。難壁に必要な柱は意匠図の平面詳細図に記載し、実際の工事ではその柱も配置する旨を伏図に記載しておくといい。

まず水平荷重に対して抵抗するために耐力壁の両端に柱を配置する。また耐力壁が長い場合、通常 1820mm ピッチに柱を配置する。柱ピッチを抑えて梁せいを小さくした方が逆の方よりも経済的であるし、柱の軸力が過大とならず、また梁変形を小さく抑えられるからである。

どの壁を構造で使えるか判断し、上記の要領で柱を配置する。壁が少ない場合は鉛直荷重を負担するために必要な独立柱を追加する。

柱断面は 105 角か 120 角が一般的だが、105 角では欠きこみが多いと残存断面積が小さくなるので、120 角とすることが多い。本建物では前述したように階高が高いこともあり、基本となる柱は 120 角とした。

建築基準法では四隅の柱は 1、2 階を 1 本の通し柱とすることが規定されているが、同等地であればよいので、階高が高く、通し柱が標準材の 6m を超えて特注となる場合は管柱でもよい。その場合 1、2 階の柱同士はホールダウン金物で連結して引抜力を十分に伝達できる構造とする。

間柱は伏図に記載すると煩雑になるので、仕様を特記に記載して伏図には記載しないのが一般的である。通常は 30x120 の間柱を 45x55mm ピッチに配置することで風荷重に対して十分抵抗できるが、階高が高くなると 45x120 にしたりピッチを 333mm にする必要がある。

## (5) 土台

耐力壁、外壁等、主要な壁や柱の足元には土台を配置する。土台を配置する前に基礎天端を左官かセルフレベリング材で所定のレベルで平滑にしておき、土台下に基礎パッキンを敷くことが多い。基礎パッキンは土台をコンクリートの湿気から切り離し、土台下の通気を確保するために設ける。ここでは創するが木造の通気と断熱のシステムは木材の耐久性に影響し、構造にも関係するので納まりを理解しておく必要がある。

1 階床については、大引きと呼ばれる 90 角の横架材を 900 ピッチに配置し、基礎スラブ上に 900 ピッチで接着固定した鋼製床板で支持した。大引きの上には 45x90x455 の根太を配置して構造用合板 t24 を根太に釘打ちした。住宅規模だと根太を配置する場合は構造用合板を t12 程度にするが根太を省略して構造用合板 t24 を用いることが多いが、今回は床振動に配慮して構造用合板を厚めの t24 を採用した。

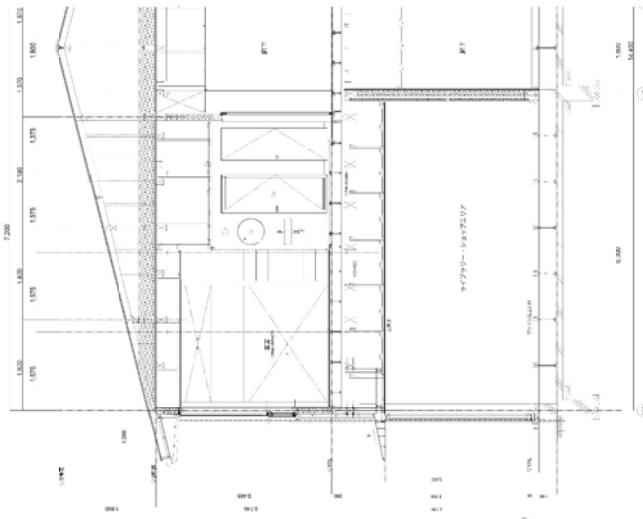


図 4.3.23 矩計図



写真 床組の施工状況

## (7) 梁配置

RC 造や鉄骨造では梁を支える桁は梁より大きい部材の断面性能が必要だが、木造では柱を細かく配置するため、断面性能的には桁の方が小さくても良いことが多い。しかし在来工法では梁端部の仕口で耐力が決まることがよくあるので、桁のせいは梁せいよりも大きくなるのが一般的である。木造の作法としても桁からはみ出した梁は「駄かき」と言われ、綺麗に納めるのが良いとされている。納まりで梁断面が決まるることもあることに留意する必要がある。また難壁の上下にも梁を配置する。構造上必要な梁でなくとも 120x120 程度の梁を配置するのが一般的である。

本建物の 2 階床は遮音計画をもとに梁 120x240x910、根太 45x90x455、構造用合板 t24 とした。小屋床面は遮音の必要はないので構造的な条件から、梁 120x210x910、根太なし、構造用合板 t24 とした。



写真 柱・梁の施工状況

- (8) ト拉斯
- 1階ラウンジ上部の2階客室の床梁の構造としては大きく以下の3通りが考えられる。
- A. R階の梁、2階床桁とともに短辺方向に架ける。2階床桁は断面を大きくする。
  - B. R階の梁、2階床梁とともに短辺方向に架ける。2階床桁を階高を使つたトラスにする。
  - C. R階の梁、2階床梁とともに長辺方向に架ける。2階床梁・桁は断面を大きくする。
- それぞれの場合の断面と特徴は以下のようにになる。

表 4.3.16 1階ラウンジ上部2階客室の床梁構造の比較検討

	A	B	C
2階床桁	120x750 桁断面が大きくなりすぎるので、施工性は一般的である。	120x300 施工性はかかるが梁せいには最も小さくできる。	120x450 施工性は一般的であり部材断面も許容範囲。

• W1

外壁の仕様。1時間準耐火の被覆をする必要があるので室内側を石膏ボードで12.5の2枚張りとし、軸組に直接留め付ける1枚を耐力壁としても利用した。通常の石膏ボードや普通硬質石膏ボードは内壁用なので、外壁の外側は構造用合板の耐力壁とし、その外側に防火被覆と金属板の下地を兼用する硬質木毛セメント板を留め付けた。ただしそれの場合は断面と特徴は以下のようになる。

• W2

客室間の壁の仕様。一般の石膏ボードは壁倍率が0.9しかないので、それ以上の壁倍率が必要な箇所で壁倍率2.4がとれる普通硬質石膏ボードを使用している。遮音性能を高めるため間柱を立てて中空層を挟み二重壁としているので軸組に直接留め付けるボードを普通硬質石膏ボードとし、片面耐力壁としている。壁倍率=2.4(普通硬質石膏ボード)=3.4

• W3

客室間の壁でない間仕切壁で強度が必要な箇所は普通硬質石膏ボードの両面張りとした。高い遮音性能が必要ないので中空層を挟んだ二重壁とする必要がなく、両面張りの耐力壁とした。壁倍率=2.4(普通硬質石膏ボード)+2.3(普通硬質石膏ボード)=4.7

図 4.3.24 耐力壁の仕様

#### 4.3.5 構造計算

##### (1) 構造計算ルート

構造計算フローを下図の赤線で示す。本建物は延べ面積が500m<sup>2</sup>を超えていていることから許容応力度計算が必要になり、構造計算ルートとなる。許容応力度計算をする場合でも合第46条の壁量計算は仕様規定なので満足しなければならないが、合第46条第2項を適用するか、限界耐力計算等を用いれば壁量を満足しなくとも良い。

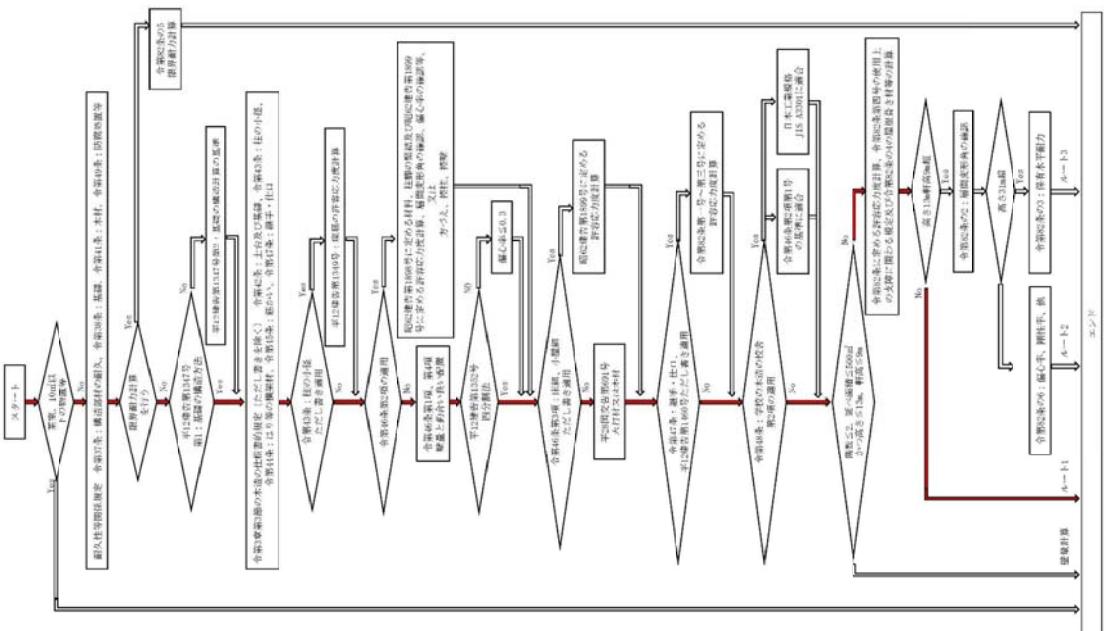


写真 ト拉斯の施工状況

##### (9) 耐力壁

耐力壁は防火被覆に石膏ボードを使用することを考慮して石膏ボードと構造用合板を併用した。耐力壁の仕様は概略以下のようにになる。

- 水平に対する検討
- ①地震力の算定
- 地震力の算定はRC造や鉄骨造の場合と同じである。算定に必要な固定荷重（住宅の場合の例）が上記指針に載っているので参考になるが、準耐火構造の場合石膏ボードの重量が追加されるので注意が必要である。
- ②風圧力の算定
- 風圧力の算定も他の構造の場合と同じである。
- ③水平に対する耐力壁の許容せん断耐力の検定
- 耐力壁の短期許容せん断耐力は壁倍率（令第46条表1及び昭56建告第1100号別表）を元に下式により算定した。
- $$Pa(kN) = \text{壁倍率} \times \text{壁長}(m) \times 1,96(kN/m)$$
- 耐力壁の剛性も壁倍率に係数をかけて求め、剛性の比率によって①、②で求めた各階の水平力を各耐力壁に分配した。
- 仕様規定の壁量計算は垂壁等の雑壁が全体の水平力の1/3程度を負担していることを踏まえて設定されているので、雑壁を考慮せずに耐力壁だけで許容応力度設計すると、壁量計算が必要とされる壁量の1.5倍程度が必要となる。垂壁等を許容応力度設計に見込む方法もあるが設計が面倒になるので、耐力壁だけで必要耐力を満足するものとした。
- ④柱の短期軸力に対する柱頭柱脚接合部の許容引張耐力の検定
- 柱の短期軸力は、住木指針に示されているN値計算法によつて求めた。N値計算法は平成12年告示改正の講習会テキスト「改正建築基準法（二年目施工）の解説」（建設省住宅局建築指導課監修）に記載されている方法で、柱に取り付く耐力壁の壁倍率を元に接合部に必要な金物の仕様を求めるものである。
- ⑤水平に対する水平構面及び横架材接合部の検討
- 水平構面も耐力壁と同様、各構面の負担せん断力と各構面の仕様から求まる短期許容せん断耐力を求めて比較した。横架材接合部の引張力は水平構面の総応力から求め、接合金物の短期許容引張耐力と比較した。
- ⑥土台の曲げとアンカーボルトの引張及びせん断の検定
- ホールダウン金物は柱とRC基礎を直接接合するが、柱脚金物で柱と土台を接合する場合、柱の引抜力をアンカーボルトに伝達する際に土台に曲げが生じる。そこで柱脚金物を使用している箇所の土台の曲げを検定した。アンカーボルトの引張の検定は鉄骨柱脚の場合と同じである。またアンカーボルトの短期許容せん断耐力のみで1階の水平力をRC基礎に伝達できることを確認した。そのときのアンカーボルト1本の短期許容せん断耐力は「木質構造設計基準・同解説」（日本建築学会）のボルトの降伏耐力算定式に基づいている。



許容応力度計算は「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」（日本住宅・木材技術センター）に作  
成し、以下の手順で行った。

### ● 鉛直荷重と局部荷重に対する検討

① 構架材の曲げとたわみに対する断面検定  
木造では仕口等による欠込みが多いので、曲げ応力度を算定する際に断面欠損の影響を考慮しなければならない。「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」に断面性能低減率の参考例が記載されている。たわみについては振動障害を防ぐため、変形増大係数2を考慮した上で変形角1/400程度を確保した。

### ② 構架材のせん断に対する断面及び端部の検定

木造の場合、部材断面のせん断耐力より端部仕口のせん断耐力の方が小さくなる。プレカット仕口のせん断耐力で断面が決まる場合もあるので注意が必要である。またほど差し仕口のように場合に受梁の方がほぞの荷重を受けられるように十分なせいとする必要がある。

### ③ 柱の座屈と面外風圧力に対する断面検定

鉄骨造と異なり柱と間柱が同様に風荷重を受ける。階高が高いと柱の座屈や面外風圧力に対して厳しくなるので、基本設計時の柱の断面設定の際にも注意が必要である。

### ④ 柱軸力による土台のめり込みの検定

中層木造で柱の軸力が大きくなるとめり込みでたなくなることがあるが、2階程度であればあまり問題になることはない。

### ● 計算作業について

「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」に準拠した方法であれば解析ソフトを用いなくても計算することができるのが、木造は部材数が多く、鉛直荷重時の軸力を求めるだけでも大変な作業になるので、解析ソフトを使うのが一般的だろう。一貫計算ソフトもいくつがあり、本建物も一貫計算ソフトを使って計算書を作成したが、1階柱抜け（隣立ち柱）を入力できず、別途計算が非常に面倒になってしまった。一貫計算が少し特殊なことにも対応して使いやすくなつてゆけば良い、が、そうでなければ汎用解析ソフトを利用しつつ手計算をするのが作業としては早いと思われる。

#### (2) 梁断面

柱については燃えしろ設計の箇所で説明することにして、ここでは梁の断面算定について説明する。

2階の標準的な床梁（下図の赤線）を例にとって説明する。荷重は常時のみなので長期について検討すればよい。

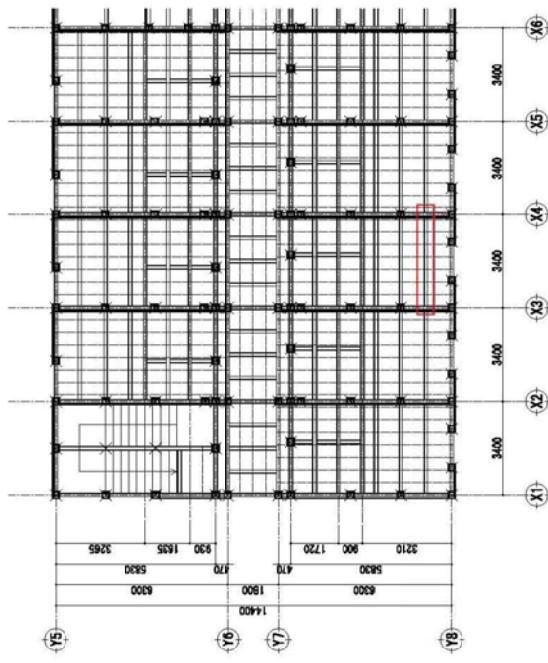


図 4.3.26 2階床板図（赤囲み部分の床梁を例に解説）



図 4.3.27 床梁と根太の納まり

### 表 4.3.17 曲げの検定結果

床荷重	2.7kN/m <sup>2</sup>
負担幅	0.91m
梁スパン	3.4m
曲げモーメント	3.55kNm
断面係数	$1.04 \times 10^6 \text{mm}^3$
長期曲げ応力度 $\sigma_b$	3.41N/mm <sup>2</sup>
長期許容曲げ応力度 $f_b$	10.34N/mm <sup>2</sup>
検定値 $\sigma_b/f_b$	$0.33 \leq 1.0$ OK

- ・たわみの検定
- 法規上はクリープ係数2として、長期的な変形がスパンの1/250以下となることを確認しない。

ればならない。しかし、特に無等級材を使う場合はヤング率の保証がないこともあります、通常は1/400程度以下とするのが一般的である。ここでも根木落としひみによる断面欠損を考慮して断面係数を0.9倍している。

表4.3.18 たわみの検定結果

断面二次モーメント	$124 \times 10^6 \text{mm}^4$
ヤング率	$1.0 \times 10^5 \text{N/mm}^2$
クリープ係数	2
変形 δ	6.8mm
変形角 δ/L	$1/445 \leq 1/250 \text{ OK}$

・せん断の検定

在来工法の梁端部のせん断の検定については、仕口加工による断面積の低減と、材の下端(引張側)に切り欠きが生じることを考慮した有効断面積を用いる。有効断面積を求めるにはブレカット形状に関する情報が必要だが、ブレカット形状は設計段階では不明な場合が多い。「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」では梁幅105mmのブレカット仕口の有効断面積  $A_e = A \cdot (d' / d)$  を梁せい每に表記してある(ここでA:荷重を受ける仕口の正味断面積、d':仕口のせい、d:梁せい)。大入れ蟻掛け仕口の有効断面積  $b \cdot d$  に対する比率は図4.3.29のようになる。この図から有効断面積  $A_e$  の梁断面積  $b \cdot d$  に対する比率は概ね0.5だととして表4.3.19のように計算した。

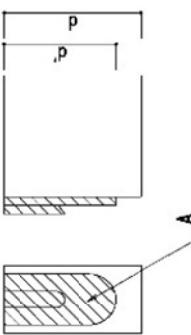


図4.3.28 大入れ蟻掛け仕口の形状

図4.3.29 有効断面積の梁断面積に対する比率

表4.3.19 せん断の検定結果

	せん断力	4.18kN
梁断面積 $b \cdot d$	$28800 \text{mm}^2$	
有効断面積 $A_e$	$14400 \text{mm}^2$	
長期せん断応力度 τ	$0.29 \text{N/mm}^2$	
長期許容せん断応力度 $f_b$	$0.88 \text{N/mm}^2$	
検定値 τ/f_b	$0.33 \leq 1.0 \text{ OK}$	

#### 4.3.6 燃えしろ設計

下図の赤丸で示す柱を燃えしろ設計とした。代表的なA記号の柱を例に説明する。

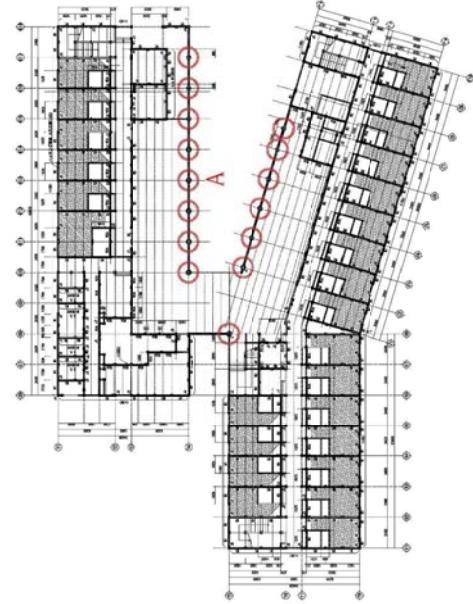


図 4.3.30 燃えしろ設計による柱の配置

#### (1) 燃えしろ設計の基準

告示第1358号、1380号、それぞれの第2項に柱の燃えしろ設計、第4項に梁の燃えしろ設計が記載されている（告示第1358号は45分準耐火、1380号は1時間準耐火）。燃えしろ設計とは、部材表面から燃えしろを除いた残存断面を用いて許容応力度計算を行い、表面部分が燃えて無くなつても構造耐力上支障のないことを確認かため、火災時の倒壊防止を確認する防火設計法である。燃えしろの値を下表に示す。

表 4.3.20 構造材別の燃えしろの値

	45分準耐火	1時間準耐火
構造集成材	35mm	45mm
構造用単板積層材	35mm	45mm
構造用製材	45mm	60mm

燃えしろ設計の構造基準は告示1901号に接合部について、告示1902号に柱・梁部材について示されている。それぞれの基準を下表に示す。

表 4.3.21 部位別の燃えしろ設計の基準

柱・梁	長期荷重による残存断面の長期応力度を求め、それが短期許容応力度以下となることを確認すること。
-----	--

#### 4.3.7 接合部 残存断面が存在応力を伝えることができること、等

また告示第1358号、1380号により、燃えしろ設計ではJAS（日本農林規格）適合の集成材、含水率が15%以下のJAS適合製材等を用いる必要がある。

#### (2) 柱の設計

燃えしろ設計の前に一般的な柱の設計について説明する。  
柱の設計は、軸力に対して断面に発生する圧縮応力度が許容圧縮応力度以下となることを確認する。ここで許容圧縮応力度は有効細長比入に応じて以下の低減率 $\eta$ を考慮しなければならない。

表 4.3.22 細長比に対する有効低減率

有効細長比 $\lambda$	低減率 $\eta$
$\lambda \leq 30$ の場合	1.0
$30 < \lambda \leq 100$ の場合	$1.3 - 0.01\lambda$
$\lambda > 100$ の場合	$3000/\lambda^2$

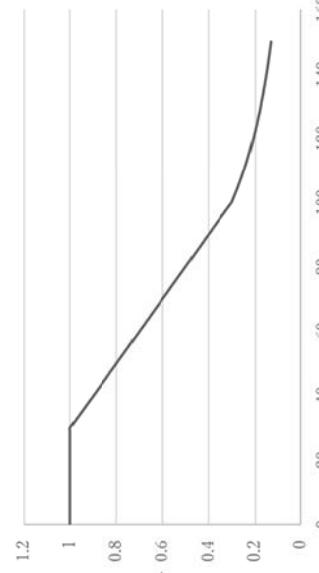


図 4.3.31 細長比による許容圧縮応力度の低減率

また外壁面の柱で風荷重を負担する場合は、圧縮の検定値と風荷重による曲げの検定値の合計が1以下となることを確認しなければならない。

#### (3) 燃えしろ設計

柱の仕様は下表の通りとした。

表 4.3.23 採用した柱の仕様

材質	ペイマツ異等級対称構成集成材 E120-F330
断面	210x210
燃えしろ	1時間準耐火の集成材により 45mm

集成材ではなく集成材としたのは、幅が 150mm を超える断面は製材で調達ににくいことと、集成材の方が燃えしろの値が小さいので断面を小さくすることができるためである。柱では同一等級構成集成材を用いた方がよいという考え方もあるが、同一等級構成集成材は同じ強度のラミナを大量にそろえなければならないので調達しにくくコストも割高になるので、本建物では異等級構成集成材を使用した。

以下に設計手順を示す。燃えしろ設計としている柱はサッシ面から引っ込んだりるので風荷重は負担しない。下表で示すように短期軸力は長期軸力の(2/1.1)倍より大きいので短期で決まる。したがって燃えしろ設計と併せて短期の設計を行なう。

表 4.3.24 燃えしろ設計の概定

燃えしろ 45mm を差し引いた断面	130x130
断面積	16900mm <sup>2</sup>
断面二次半径 i	37.5mm
柱の高さ h	3700mm
細長比 λ = h/i	99
圧縮低減率 η	0.31
長期軸力 N <sub>c</sub>	28.3kN
圧縮芯力度 σ <sub>c</sub>	1.67N/mm <sup>2</sup>
圧縮強度 F <sub>c</sub>	25.2N/mm <sup>2</sup>
短期許容圧縮芯力度 f <sub>c</sub> =η F <sub>c</sub> ・(2/3)	5.21N/mm <sup>2</sup>
検定値 σ <sub>c</sub> /f <sub>c</sub>	0.32 ≤ 1.0 OK

表 4.3.25 短期軸力の検定

断面	210x210
断面積	44100mm <sup>2</sup>
断面二次半径 i	60.6mm
柱の高さ h	3700mm
細長比 λ = h/i	61.1
圧縮低減率 η	0.69
短期軸力 N <sub>c</sub>	54.7kN
圧縮芯力度 σ <sub>c</sub>	1.24N/mm <sup>2</sup>
圧縮強度 F <sub>c</sub>	25.2N/mm <sup>2</sup>
短期許容圧縮芯力度 f <sub>c</sub> =η F <sub>c</sub> ・(2/3)	11.6N/mm <sup>2</sup>
検定値 σ <sub>c</sub> /f <sub>c</sub>	0.11 ≤ 1.0 OK

## (4) 接合部

燃えしろ設計部材の接合部については、本建物は柱のみなので比較的単純である。下図に示すように柱脚接合部ではドリフトビンで柱と土台を連結している。柱軸力は金物を介さず直接伝えているので金物の被覆は不要だが、意匠的に埋木をしてドリフトビンを隠す納まりとした。燃えしろ設計の接合部の納まりについては日本建築センターの「準耐火建築物の防火設計指針」や「大断面木造建築物設計施工マニュアル」が参考になる。

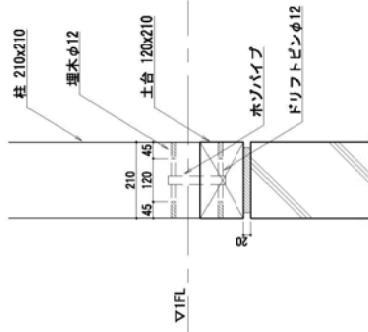


図 4.3.32 燃えしろ設計部材の接合部の納まり

柱頭は防火被覆している床構造の中に入り込んで梁と接合する。燃えしろ設計の柱と天井の取り合いについては参考資料が見当たらないが、火災拡大防止のために部材間を区画するファイヤーストップの考え方によれば、天井縁を柱周囲に取り付けて天井直下の柱の火炎が床構造内に入り込むのを防いだ方がよいだろう。ファイヤーストップの材料としては、小径 30mm 以上の木材、厚さ 30mm 以上の石膏ボード、厚さ 50mm 以上の不燃性断熱材等が考えられる。

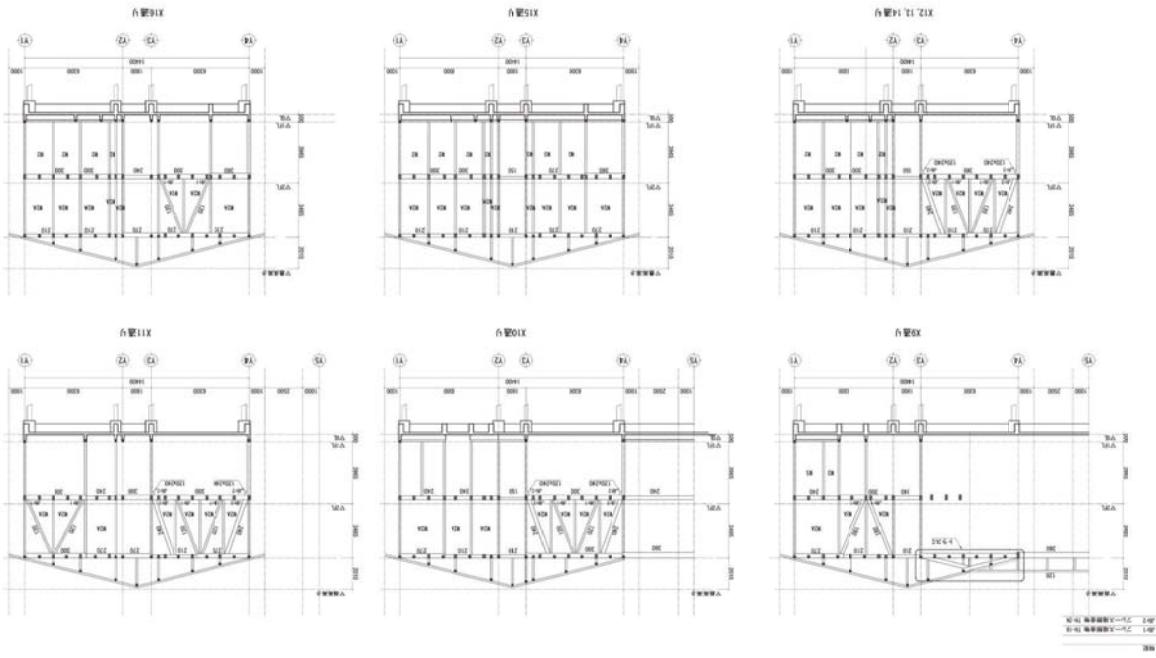


図 4.3.34 軸組図

4.3-44

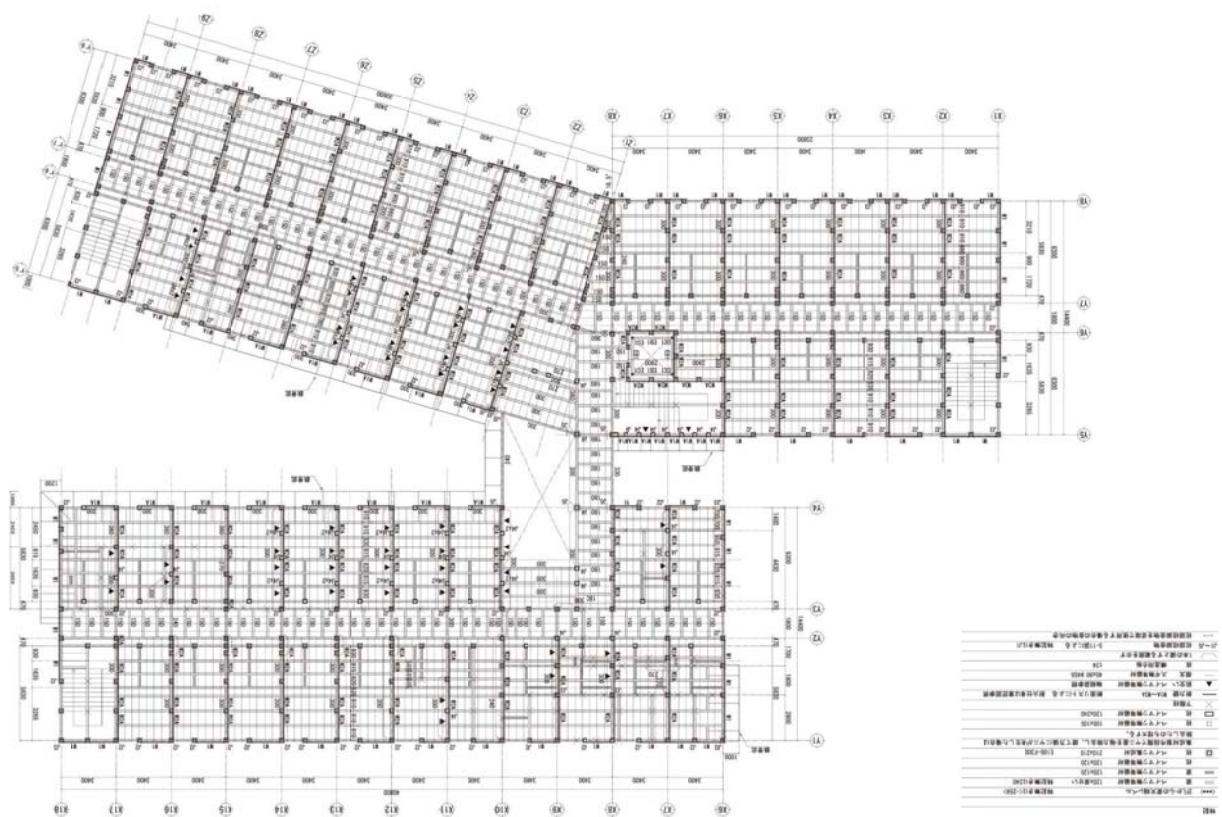


図 4.3.33 2階床伏図

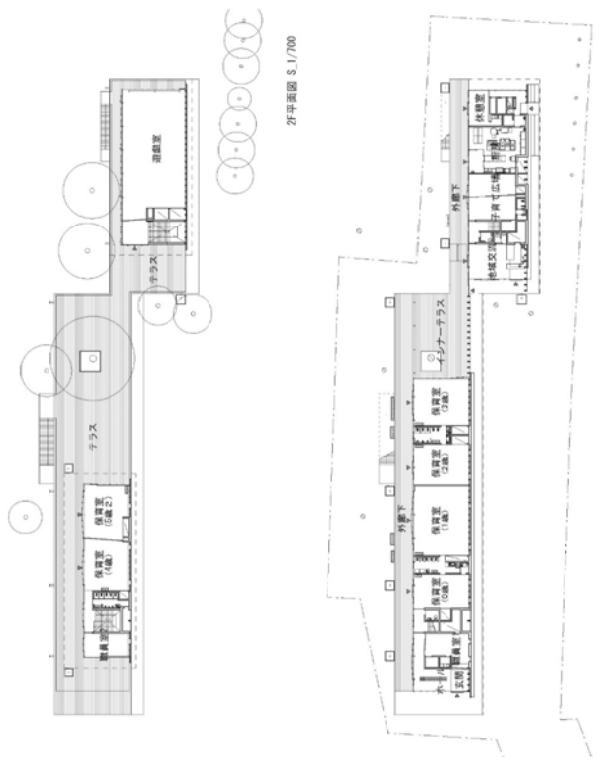
4,3-43

#### 4.3.7 その他（柱梁ともに燃えしろ設計とした例）

##### ●建築物の概要

- ・建築物の所在地 千葉県野田市 法22条区域
- ・建築物の用途 保育園型こども園
- ・延床面積 1254.979 m<sup>2</sup>
- ・最高高さ 8.736m
- ・最高の軒の高さ 8.018m
- ・階数 地上2階地下なし
- ・構造 木造（一部鉄骨造）
- ・イ準耐（45時間準耐火、柱梁を燃えしろ設計）

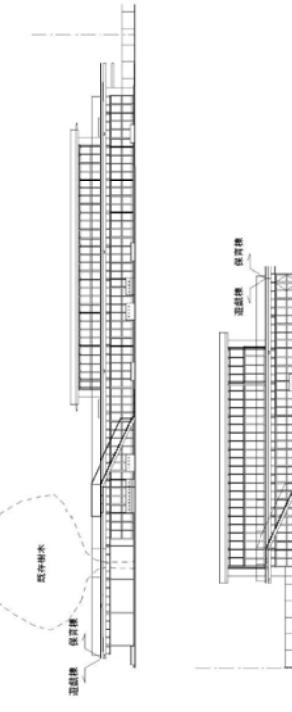
- ・材料 柱：ペイマツ異等級対称構成集成材 E120-F330 120x120~360  
 STKR400 □-75x125x4.5 等
- 梁：ペイマツ異等級対称構成集成材 E120-F330 120x120~540  
 SS400 H-200x200x8x12 等
- 耐力壁：構造用合板
- プレース：SS400 タイロッド25φ等



2F平面図 S.1/700

1F平面図 S.1/700

図 4.3.36 平面図



東側立面図 S.1/500

図 4.3.37 立面図



配置図 S.1/700

図 4.3.35 配置図

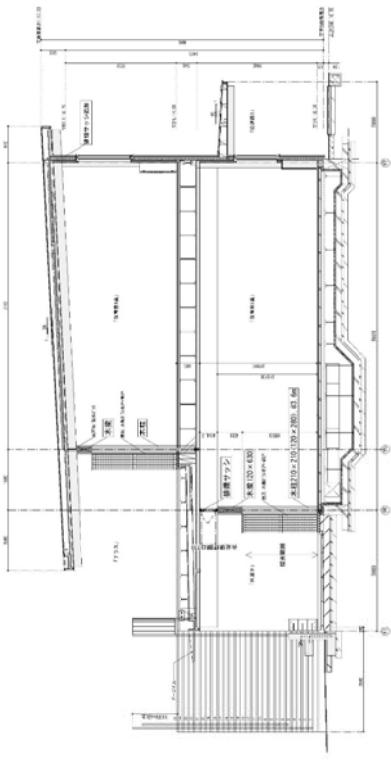


図 4.3.39 矩計図 純木造とした場合

一部鉄骨造としているのは、準木造とした場合梁せいか大きくなることにより、採光が取りにくく、排煙サッシが必要になり、本建物の建築的テーマである外部空間（園庭）との連続性が弱められるというデメリットが大きいと判断したためである。H鋼の鉄骨柱を梁上に配置し梁を吊り下げることで上記の問題を解決することとした。

水平抵抗要素は構造用合板の耐力壁と鉄骨プレースの 2 種類とし、合板耐力壁は最高約 15 倍の壁倍率を採用した。鉄骨プレースの地震時軸力の鉛直分力を鉄骨柱が負担しているので鉄骨造扱いとなり、偏心率、剛性率を抑えて計算ルート 2 とした。

#### ●燃えしろのパターン

燃えしろ設計する断面のパターンは下図のようになる。柱梁断面で壁や床に接する側は石膏ボードで被覆されているので燃えしきから除外される。面積区画上にある柱梁は 1 時間準耐火性能が要求されるので一般部分の 35mm ではなく 45mm の燃えしろが必要となる。



写真 建方の状況

#### ●構造概要

梁間方向にペイマツ集成材の梁を#910 で並べ、園庭側は H 鋼の鉄骨柱と #3640 の角型鋼管鉄骨柱で支持し、裏側は #910 のペイマツ集成材柱で支持している。最長 12m の部材のため集成材の梁とし、柱も集成材とした。木材は柱梁いずれも 45 分準耐火の燃えしろ設計で現しとした。鉄骨柱は耐火塗料、鉄骨梁は石膏ボードで被覆した。

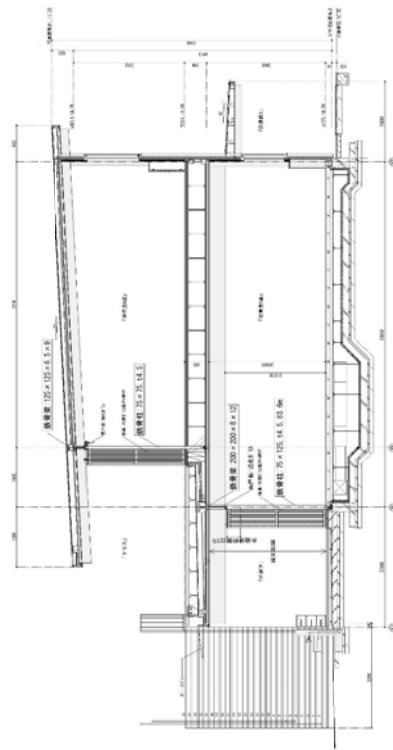


図 4.3.38 矩計図 現状構造 (一部鉄骨造)

表 4.3.26 燃えしろ設計の断面のパターン（柱）

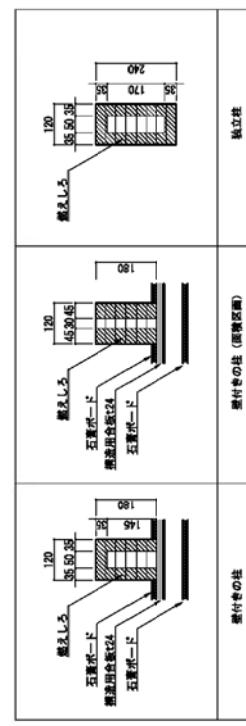


表 4.3.27 燃えしろ設計の断面のパターン（梁）

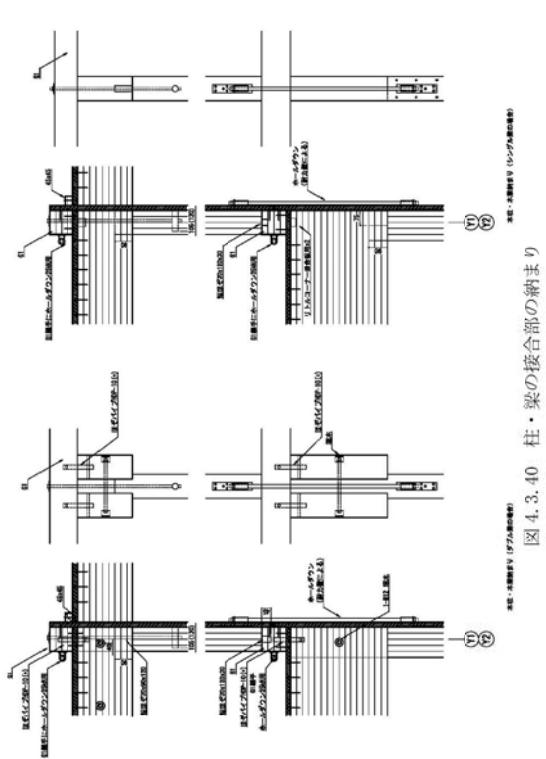
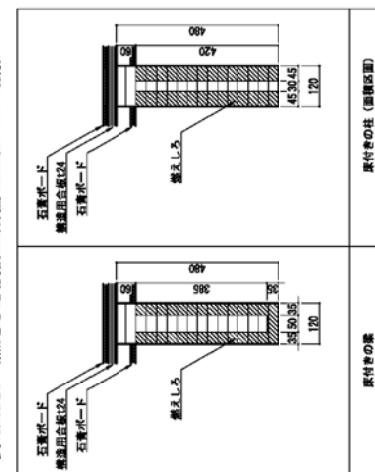


図 4.3.40 柱・梁の接合部の納まり

ガセットプレートを用いたドリフトビン接合の箇所もあるが、同じく梁勝ちの納まりや鉄骨プレートで支える納まりなのでドリフトビンを防火被覆する必要はない。

鉄骨柱と木梁の接合部は鋼骨フレートで木梁を支える納まりとし、鉄骨は1時間耐火の耐火涂料により防火被覆した。ダブル梁の隙間は建方後に塗装できなくなるので、建方前に塗装した。



写真 鉄骨柱と木梁の接合部の施工状況

#### ●構造解析概要

構造解析モデルは鉛直荷重用と水平荷重用の2つに分けた。鉛直荷重用モデルでは数バーンの代表的な部分を抽出し、鋼製庇やけらぼの跡れ出し母屋まで詳細にモデル化した。それによつて鉛直荷重時の梁の応力が大きく変わるものである。一方、水平荷重用モデルでは母屋等の細かい部材は省略して建物全体をモデル化した。

#### ●接合部の納まり

木柱と木梁の接合部は梁勝ちの納まりとし、火災時も梁が脱落することはないので金物の防火被覆は必要ない。ダブル梁で柱を挟む箇所では、ほぞパイプで梁と直上の折を連結し火災時の梁の脱落を防止可能な納りとした。



写真 高耐力の引抜金物の施工状況

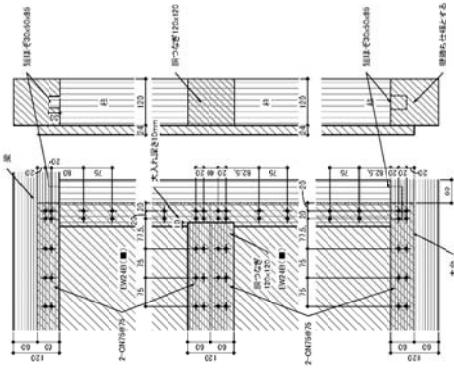


図 4.3.43 壁倍率 16 倍相当の耐力壁

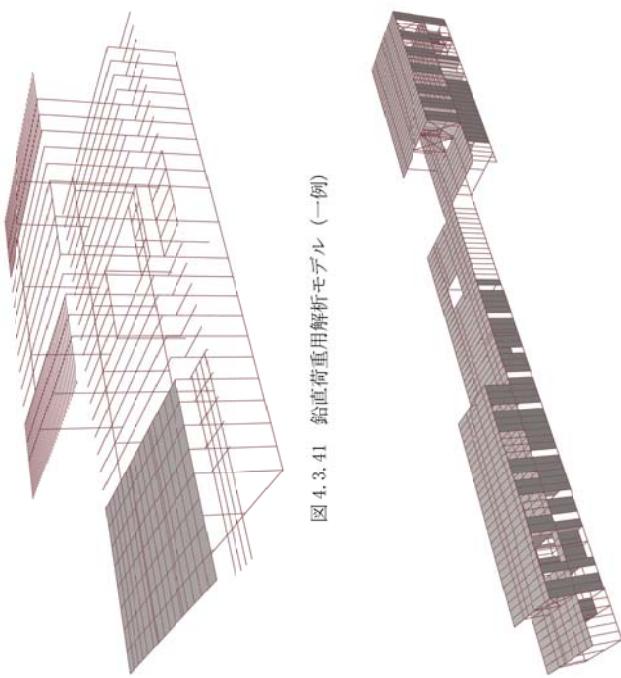


図 4.3.42 水平荷重用解析モデル

図 4.3.41 鉛直荷重用解析モデル（一例）



写真 高耐力の引抜金物の施工状況

「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」では釘配置を細かくしても壁倍率の上限を 7 倍までと制限されているが、本建物では耐力壁の偏心の影響や水平構面を剛床ではなく床剛性を適切に考慮している影響もあり、耐力壁の壁倍率を最大で 7 倍としている。

「木造校舎の構造設計標準 JIS A 3301」の高耐力仕様構造用合板張り耐力壁に準拠すれば 15 倍の壁倍率を確保できる。それ以外でも日本合板工業組合連合会の「中層・大規模木造建築物への合板利用マニュアル」に壁倍率 16 倍相当の耐力壁の資料があり、本建物でもそれを利用していく。下図はその仕様である。「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」の「3.3 面材張り大壁の詳細設計法」(4)参考：中大規模建築物への適用に高倍率耐力壁を使用する際の検討方法が示されて いる。本建物もそれに準拠して設計した。

耐力壁を高倍率にしたために引抜金物も高耐力のものを配置した。JIS A 3301 対応金物や、丸鋼ホーカーダウンという 1 本で 60kN の引抜耐力がどれる金物が市販されており、本建物では柱 1 本に最大 3 本の丸鋼ホーカーダウンを使用した。