

# 中規模木造庁舎の試設計例

令和2年1月

国土交通省大臣官房官庁営繕部整備課  
木材利用推進室

## はじめに

「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」の施行、同法に基づく基本方針の策定から9年が経過し、国が積極的に木造化を促進するものとされた低層の公共建築物の木造化率は着実に向上してきました。

一方、近年は民間を中心に中大規模建築物、さらには中高層建築物の木造化事例が増加しつつあります。また、その中には、CLT パネルを部分的に用いた建築物も見られます。

このような状況の中、中規模木造庁舎（4階建て、3,000 m<sup>2</sup>、耐火建築物）を軸組構法及びCLT パネル工法として設計する際の課題、配慮すべき事項等を把握するため、有識者による検討会<sup>1</sup>のご意見を踏まえつつ、試設計を行いました。

本試設計の内容は、関係機関との調整や申請資料の作成等を行っていないため、実際の建築確認申請においては、必要となる対応について建築主事等との協議が必要になります。また、概算資料については、設計の内容、材料物価変動等の影響が大きいこともあるため、この試設計の要素以外にも、さまざまな検討が必要となることに注意が必要です。

本試設計は、建物の両端に水平抵抗要素（耐力壁）を配置し、中央に大部屋形式の事務室を有する中規模木造庁舎の平面計画、構造設計（防火上有害な変形等を生じさせないための建物の変形の制御、CLT パネルの接合部の検定等）、さらにコスト検討（留意事項及び工事費概算）のポイントを紹介するものであり、木造建築物の計画・設計に際して参考になるものです。

ここで紹介したポイントが、官庁営繕のみならず、各省各庁、地方公共団体、民間企業等においても広く活用され、木材利用の更なる促進の一助になることを期待します。

---

<sup>1</sup> 官庁施設における多様な木造建築物の整備手法等に関する検討会（座長：東京都市大学 大橋好光教授）を設置



# 目次

<b>第1章 試設計の条件</b> .....	1
1.1 基本計画 .....	1
1.1.1 施設のイメージ .....	1
1.1.2 耐震安全性 .....	1
1.1.3 耐火性能 .....	1
1.1.4 敷地条件 .....	1
1.1.5 木造化の範囲及び構造方法 .....	1
1.1.6 設計の範囲 .....	2
1.1.7 準拠する規定等 .....	2
<b>第2章 建築計画等</b> .....	3
2.1 建築計画の考え方 .....	3
2.1.1 平面計画の考え方 .....	3
2.2 一般的材料・工法の採用 .....	3
2.2.1 一般的な材料の採用 .....	3
2.2.2 一般的な工法の採用 .....	4
2.3 建築計画（Aプラン） .....	5
2.3.1 建築計画（Aプラン） .....	5
2.4 建築計画（Bプラン） .....	8
2.4.1 建築計画（Bプラン） .....	8
<b>第3章 軸組構法の場合の構造計画・設計（Aプラン）</b> .....	10
3.1 構造計画（Aプラン） .....	10
3.1.1 構造計画の概要 .....	10
3.1.2 使用する主な木材 .....	11
3.1.3 構造計算ルート .....	12
3.1.4 プログラムとモデル化 .....	14
3.1.5 耐力壁の検討 .....	15
・耐力壁の性能	
・適用範囲の確認	
・耐力壁の詳細計算例	
3.1.6 床（水平構面）の検討 .....	22
・層間変形角の検討	
3.1.7 柱-はり接合部及び柱頭-柱脚接合部の検討 .....	27

第4章 CLTパネル工法の場合の構造計画・設計（Bプラン）	34
4.1 構造計画	34
4.1.1 構造計画の概要	34
4.1.2 使用する主な木材	35
4.1.3 構造計算ルート	36
4.1.4 プログラムとモデル化	37
4.1.5 CLTパネル接合部（接合金物）の検討（W15Aの場合）	39
第5章 中規模木造庁舎の試設計のコスト検討	42
5.1 工事費概算	42
5.1.1 概要	42
5.1.2 概算を行う上での留意点	43
5.1.3 概算結果	43

**（参考資料）**

参1 参考文献等一覧

参2 図面

参2.1 Aプラン図面

参2.2 Bプラン図面

参3 官庁施設における多様な木造建築物の整備手法等に関する検討会の開催概要

## 第1章 試設計の条件

### 1.1 基本計画

- (1) 試設計を行う建築物は、窓口業務を行う官署が入居する中規模の木造庁舎とした。
- (2) 耐震安全性の分類は、官庁施設の総合耐震・対津波設計基準に規定するⅢ類の性能を有するものとした。
- (3) 耐火性能は、建築基準法第2条9の二に規定する耐火建築物の性能を有するものとした。
- (4) 試設計の敷地は、東京近郊に位置し、良好な地盤であるものとした。
- (5) 試設計は、構造耐力上主要な部分の全てに木質系材料を用いることとし、軸組構法と CLT パネル工法の2種の構造方法について実施した。
- (6) 試設計の範囲は、外構等を含まない建築物本体のうち、建築工事となる躯体及び内外装一式とした。
- (7) 試設計は、建築基準法その他関連法令に基づき行った。また構造関係については、既往の実験結果等に基づき行った。

#### 1.1.1 施設のイメージ

試設計を行う建築物は、次の(ア)から(ウ)までを満たす庁舎とした。

- (ア) 純木造（構造耐力上主要な部分の全部に木材を利用した建築物）とする。
- (イ) 中規模（4階建て、約3,000㎡）とする。
- (ウ) 窓口業務を行う大部屋形式の執務室を有する。

#### 1.1.2 耐震安全性

試設計を行う建築物の耐震安全性は、災害応急対策活動が行われない一般的な庁舎であることから、官庁施設の総合耐震・対津波設計基準に規定する耐震安全性の分類をⅢ類とした。

#### 1.1.3 耐火性能

試設計を行う建築物の耐火性能は、建築基準法第2条9の二に規定する耐火建築物の性能を有するものとした。

#### 1.1.4 敷地条件

試設計の敷地は、東京近郊とし、地盤は十分密実で良好なもの、かつ地下水位による影響は少なく、液状化が発生する危険性は低いものとした。

#### 1.1.5 木造化の範囲及び構造方法

木造化の範囲は、構造耐力上主要な部分の全てが、製材、集成材等の木質系材料により構成されるいわゆる純木造となるよう試設計を行った。（ただし、階段等は鉄骨造とした。）

構造方法は、軸組構法（Aプラン）及びCLTパネル<sup>2</sup>工法（Bプラン）の2つのバリエーションについて、それぞれ試設計を行った。

#### 1.1.6 設計の範囲

試設計の範囲は、外構等を含まない建築物本体のうち、建築工事となる躯体及び内外装一式とした。電気設備及び機械設備の具体的な設計は行っていないが、ダクト等の設備ルート、空調等の各機器の設置に際して不都合が生じないように、最低限の配慮を行った。

#### 1.1.7 準拠する規定等

試設計は、建築基準法（昭和25年5月24日法律第201号）、その他関連法令（いずれも平成31年3月末時点）、また、「国家機関の建築物及びその附帯施設の位置・規模・構造の基準」（平成6年国土交通省告示第2379号）、官庁管轄の各種技術基準にも基づき試設計を行った。

また、構造関係については、「木造軸組構法住宅の許容応力度設計(2017年版)」（公益財団法人日本住宅・木材技術センター。以下「グレー本」という。）、「木質構造接合部設計マニュアル(2009年版)」（一般社団法人日本建築学会。以下「接合部設計マニュアル」という。）、「中層・大規模木造建築物への合板利用マニュアル」（日本合板工業組合連合会。以下「合板利用マニュアル」という。）、既往の実験結果等に基づき検討した。<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> CLTとは、Cross Laminated Timberの略称であり、直交集成板（ひき板（ラミナ）を横に並べた後、その繊維方向が直交するように積層接着した木質系材料）を用いたパネルである。

CLTパネル工法とは、CLTを水平力及び鉛直力を負担する壁として設ける工法で、国土交通省告示第611号で規定されている。同工法は、比較的高い剛性を保持した面材であり、工場でのユニット化及び複合パネル化による生産性の向上も期待されている。意匠性においては、従来では複雑な構造計画が求められた二方向性片持ちや、CLTを現しで用いることで木材の特質である香りや質感、木目の意匠性を生かすことができる。

<sup>3</sup> これら文献等の活用について、建築確認申請に係る関係機関との調整は行っていない。このため、実際の設計の参考とする場合には、この試設計で示した検討内容又はそれ以外の内容に対して、実際には建築主事等から追加的な検討を求められる可能性があることに留意が必要である。

## 第2章 建築計画等

### 2.1 建築計画の考え方

平面形式は、事務室部分には壁を配置せず、両端のコア部分に配置することで、フレキシブルな大空間が確保でき、かつ耐震性のバランスが良い両端コアとした。

#### 2.1.1 平面計画の考え方

平面計画は、中央の事務室部分にはフレキシブルな事務室空間を確保するために耐震壁等の水平抵抗要素を配置せず、両端のコア部分に小部屋（階段、電気室、エレベーター、トイレ、倉庫等）をまとめて配置し、コア部分に耐震壁をバランス良く配置することにより、建築物全体で地震等の外力（水平力）に抵抗することができる平面計画とした。（図 2-1 参照）

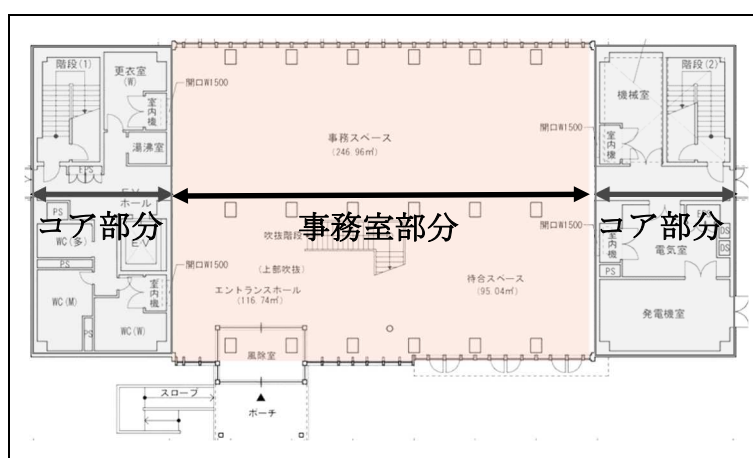


図 2-1：平面計画の考え方

### 2.2 一般的材料・工法の採用

- (1) コスト縮減のため、製材や合板の選定に当たっては、住宅向け材料（以下「一般流通材」という。）、はり等の大断面集成材の選定に当たっては規格材料を可能な限り使用した。  
ただし、構造用集成材、CLT パネルについては、調達難しい高強度の材料も使用した。
- (2) 試設計に当たっては、大臣認定工法等の特別な工法等は用いないこととした。また、新たに大臣認定を取得するための実験等の設計コストがかからないように配慮した。

#### 2.2.1 一般的な材料の採用

コスト縮減のため、製材や合板の選定に当たっては、一般流通材、はり等の大断面集成材の部材の選定に当たっては、日本集成材工業協同組合が規格化に取り組んでいる規格材料（図 2-2 参照）を可能な限り使用した。

ただし、強度が必要な部材には、調達難しい高強度の部材を採用したが、実際の調達を検討する場合には、一般流通材の状況を確認し、安定供給が可能な材料を選定する必要がある。



## 大断面集成材の規格化の取組について

私たち日本集成材工業協同組合の大断面集成材製造 15 社は、大断面集成材の規格化を図る中で、規格部材のコストを下げ、価格を明示できるようにして、需要者の皆様のニーズに対応できるような取組を行うこととしました。

なお、価格については、規格部材に限定した価格です。

樹種：カラマツ

	規格 強度	幅 mm	高さ mm	長さ m	平均価格 円/m <sup>3</sup>
正角	同一等級 (E95-F315)	180	180	8.0	131,700
		210	210	8.0	136,100
		240	240	8.0	158,900
	対称異等級 (E95-F270)	180	180	8.0	125,300
		210	210	8.0	128,700
		240	240	8.0	151,100
平角	対称異等級 (E95-F270)	150	600	7.2	122,200
		180	600	7.2	125,000
			750	7.2	125,600
		210	750	7.2	128,300

図 2-2：大断面集成材の規格（抜粋）（2018 年 3 月時点） 出典：日本集成材工業協同組合

### 2.2.2 一般的な工法の採用

試設計に当たっては、公共発注の性質、効率よく設計できること等を意図し、大臣認定工法等により施工条件が限定されるなどの排他的な特別の工法等は用いないこととした。また、実験等を行い、新たに大臣認定を取得することもないように配慮した。

具体的には、耐火仕様については、告示<sup>4</sup>に基づく耐火構造である強化石膏ボード二重張りによって各部位の 1 時間耐火を実現できるメンブレン型を採用した。

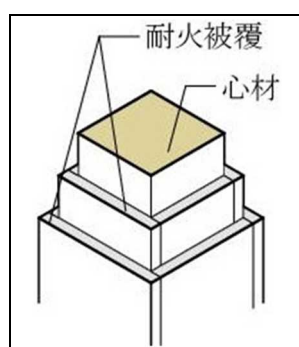


図 2-3：メンブレン型柱部材のイメージ

4 耐火告示（平成 12 年 5 月 30 日建設省告示第 1399 号）

〔耐火構造の構造方法を定める件〕第 1 二

へ 間柱及び下地を木材又は鉄材で造り、かつ、その両側にそれぞれ次の(1)から(3)までのいずれかに該当する防火被覆が設けられたもの

(1) 強化せっこうこうボードを 2 枚以上張ったもので、その厚さの合計が 42mm 以上のもの  
(2)・(3)省略

## 2.3 建築計画（Aプラン）

建築計画（Aプラン）は、事務室の使用を阻害するような壁等の水平抵抗要素が生じないこと、できる限り一般流通材を活用できる経済スパンであることを念頭に検討し、構造用合板耐力壁（両端コア部分）＋ラーメン構造（事務室部分 X 方向、Y 方向ともスパン 6.0m）とした。

### 2.3.1 建築計画（Aプラン）

建築計画（Aプラン）は、事務室部分の要求性能、コスト、木材使用量などを考慮の上、軸組構法の水平抵抗要素に関する比較・検討を表 2-1 により行い、有効な事務室部分を確保でき、かつ、規格材料を採用することでコストを抑制することが可能な（ニ）案（構造用合板耐力壁（コア部分）＋ラーメン構造（事務室部分 X 方向、Y 方向ともスパン 6.0m））を採用した。

（イ）案、（ロ）案については、水平力を負担する筋かいを設けており、告示（昭 55 建告第 1791 号第 1）に基づき、地震力の割増しを考慮した結果、事務室部分のラーメン構造のフレーム数が増加している。この地震力の割増しについては、実験等に基づいた終局耐力と靱性を考慮した許容せん断耐力を用いた検討、構造計算ルート 3 の検討により、割増しを行わない検討も可能である。

水平抵抗要素は、コア部分に配置し、建物全体の X 方向、Y 方向の水平力を負担しており、また、事務室部分の柱には、鉛直荷重のみを負担させる計画とした。

表 2-1：構造方法（Aプラン）の絞り込み

水平抵抗要素 種別	LVL プレースの活用		高倍率の耐力壁の活用	
	(イ) LVL プレース	(ロ) LVL プレース（コア部分）＋ ラーメン構造（事務室部分）	(ハ) LVL プレース（コア部分）＋方 づえ付きラーメン構造（事務室部分）	(ニ) 構造用合板耐力壁（コア部分） ＋ラーメン構造（事務室部分）
1) 平面・架構 イメージ  ■ : LVL プレース ■ : 合板 ■ : 方杖 ■ : 柱				
架構イメージ （事務室部分）				
2) 構造方式の 概要と設計上の 配慮事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>●建物全体に LVL プレースをバランスよく均等に配置した。</li> <li>●LVL プレースは水平抵抗力が大きい。</li> <li>●LVL プレースには特殊な金物が必要。</li> <li>●スパンが 6m 以上のため、はりの固有振動数を確認し、歩行振動対策をする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●事務室部分は、フレキシビリティを確保するために、ラーメン構造とした。</li> <li>●LVL プレースは水平抵抗力が大きい。</li> <li>●LVL プレースには特殊な金物が必要。</li> <li>●スパンが 6m 以上のため、はりの固有振動数を確認し、歩行振動対策をする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●事務室部分は、フレキシビリティを確保するために、ラーメン構造+方づえとした。</li> <li>●LVL プレースは水平抵抗力が大きい。</li> <li>●LVL プレースには特殊な金物が必要。</li> <li>●方づえによりはりの支点間距離が短くなり、部材の断面を小さくすることができる。</li> <li>●方づえも耐火区画が必要となる。</li> <li>●スパンが 6m 以上のため、はりの固有振動数を確認し、歩行振動対策をする。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●事務室部分は、フレキシビリティを確保するために、ラーメン構造とした。</li> <li>●コア部分に全ての水平抵抗要素を配置した。</li> <li>●高い水平抵抗力を確保するために、面材耐力壁を 2 枚並列で使用している。</li> <li>●事務室部分の水平構面の変形量の確認をする。</li> <li>●スパンが 6m 以上のため、はりの固有振動数を確認し、歩行振動対策をする。</li> </ul>
3) 構造部材の コストに関する 配慮事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>●スパンが 6m 以上になると、はり部材が特注になる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●事務室部分の必要構面数が多く、はり部材が増える。</li> <li>●事務室部分のスパンが大きいため、はり部材の部材断面が大きくなる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●事務室部分の必要構面数が多く、はり部材が増える。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●木材は一般流通している断面の材を使用できるため安価になる。</li> </ul>
4) 事務室空間 への適合性の評 価	<ul style="list-style-type: none"> <li>●事務室部分に LVL プレースが配置され、分断される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●事務室部分には、8.19m スパンの空間が確保できる。</li> <li>●事務室部分の柱の本数が多く、南北の事務室が柱の並びによって分断される。</li> <li>●外壁・開口部の詳細に課題がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●事務室部分には、8.19m スパンの空間が確保できる。</li> <li>●事務室部分の柱の本数が多い。</li> <li>●事務室の天井に方づえの突出部分が生じる。</li> <li>●外壁・開口部の詳細に課題がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●事務室部分のフレキシビリティが高い。</li> </ul>
採用	—	—	—	Aプラン

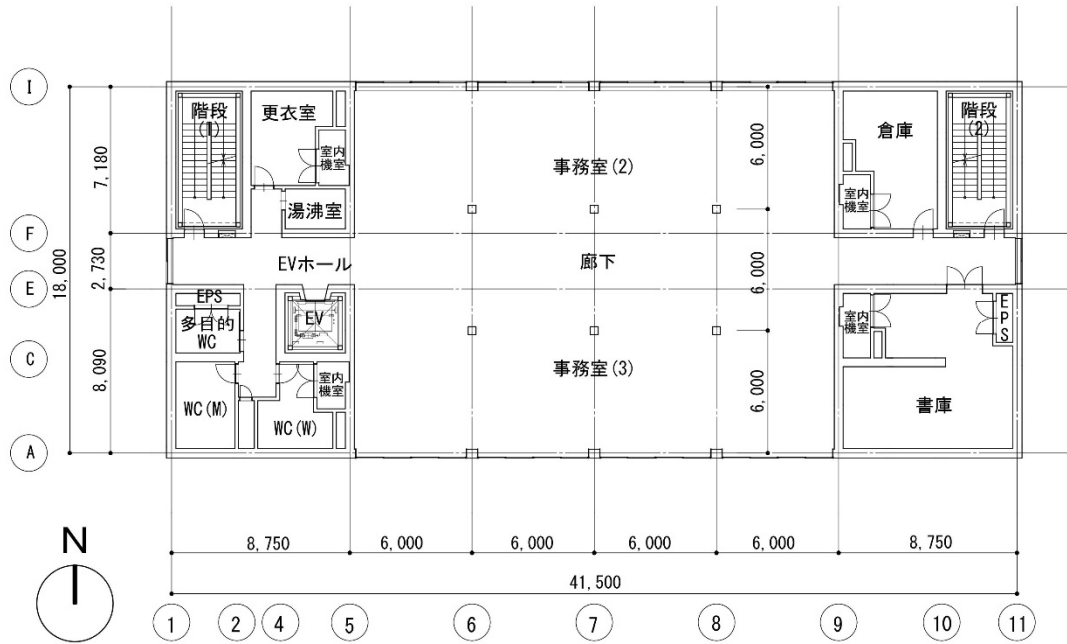
■計画概要：Aプラン

構造形式：軸組構法

規模：地上4階建

高さ：建物高さ 20.0m

面積：建築面積 769.30 m<sup>2</sup>、延べ面積 3,034.29 m<sup>2</sup>



平面図



立面図

## 2.4 建築計画（Bプラン）

建築計画（Bプラン）は、Aプランと同様、事務室部分のフレキシビリティを損なわないよう、CLT パネルを使用する部分を両端コア部の耐力壁と事務室部分の壁柱とした。（X 方向は両端のコア部分を 4.0m+4.0m、中央の事務室部分は 3.6m×7 スパンとし、Y 方向は基本的に 8.0m+3.0m+7.0m スパン）とした。

### 2.4.1 建築計画（Bプラン）

建築計画（Bプラン）は、Aプランを踏襲し、コア部分に耐力壁を配置する計画とした。

水平抵抗要素は、X 方向、Y 方向ともコア部分に耐力壁を集中して配置し、事務室部分には極力壁を配置しない計画としている。事務室部分に配置した壁については、Y 方向は外壁袖壁及び中央部の壁が水平力を負担し、X 方向は外壁及び、C 通り 3－4 通り間、9－10 通り間の壁が水平力を負担している。

D 通りの小柱は、大ばりの歩行振動に対する防振対策として配置している。

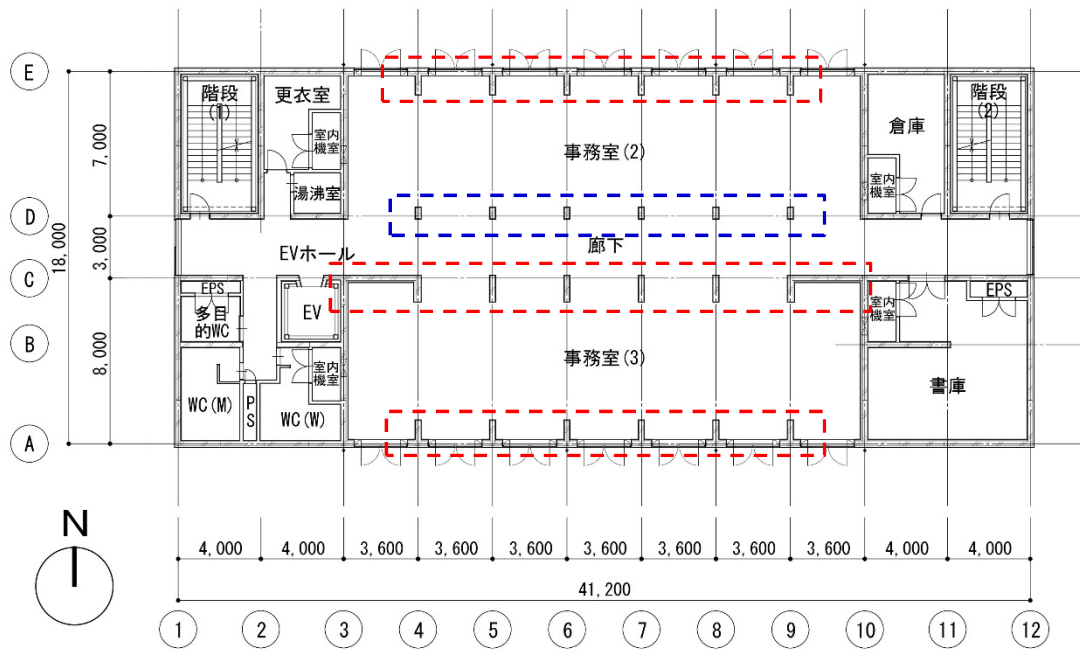
#### ■計画概要：Bプラン

構造形式：CLT パネル工法

規模：地上 4 階建

高さ：建物高さ 20.0m

面積：建築面積 764.06 m<sup>2</sup>、延べ面積 3,014.35 m<sup>2</sup>



平面図

(耐力壁の凡例)

- - - 水平力と鉛直力を負担
- - - 床の防振対策 (鉛直力のみを負担)



立面図

### 第3章 軸組構法の場合の構造計画・設計（Aプラン）

#### 3.1 構造計画（Aプラン）

- (1) 構造計画は、高倍率の耐力壁を両端コア部分に配置した。また、水平抵抗要素となる両端コア部分に確実に地震力を伝えるため、事務室部分の床面内剛性を高め、建物全体で地震力に抵抗する計画とした。
- (2) 構造耐力上主要な部分に用いる木材は、品質確保等の観点から、原則 JAS 材を使用した。使用樹種は、基準強度及び一般流通材使用の観点から、強度の必要な部材はカラマツとし、その他の部材はスギとした。また、土台は防蟻・防腐を鑑み、ヒノキ芯材を採用した。
- (3) 構造計算ルートは、X方向、Y方向ともにルート2とした。
- (4) 構造計算は、一貫計算プログラムを使用し、3次元立体解析モデルによる応力解析に基づき計算を行った。
- (5) 耐力壁、水平構面の面材は、グレー本の詳細設計法に準拠し、設計を行った。

#### 3.1.1 構造計画の概要

- (7) 鉛直構面は、内側の柱と外側の柱のそれぞれに構造用合板を片面貼りとした二重の面材耐力壁により高耐力を確保した。
- (i) 水平構面は、耐震要素となる両端コア部に確実に地震力を伝えるため、事務室部分の床面内剛性を高め（はり及び受材に構造用合板の四周を釘打ちする仕様とする。）、建物全体で地震力に抵抗する計画とした。
- (ii) 小ばりの掛け方は、グリッドごとに方向を変えることで、大ばりの長期応力の条件をそろえ、同断面の部材を使用し、生産効率を高めた。
- (e) X方向、Y方向とも柱-はり接合部及び柱脚接合部は、鋼板挿入ドリフトピン接合とした。
- (f) 外力については、建築基準法施行令（以下「令」という）第86条に基づく積雪単位重量  $\rho$  は  $20\text{N/m}^2/\text{cm}$ 、垂直積雪量  $d$  は  $30\text{cm}$ 、令第87条に基づく地表面粗度区分はⅢ、基準風速は  $V_0=34\text{m/sec}$ 、令第88条に基づく地震力は  $C_0=0.2$  とした。
- (g) 基礎は、布基礎とした。また、十分密実で良好な地盤（基礎下端位置での長期設計地耐力は、 $200\text{kN/m}^2$ とする。）を想定したため、沈下の検討を省略した。\*

※実際に設計を行う場合には「建築基礎構造設計指針 2001」（一般社団法人日本建築学会）等を参考に沈下に対する安全性を確認する必要がある。

本設計例では、構造計算書から、3.1.5 耐力壁の設計、3.1.6 床（水平構面）の検討、3.1.7 柱-はり接合部及び柱頭-柱脚接合部の検討を紹介する。

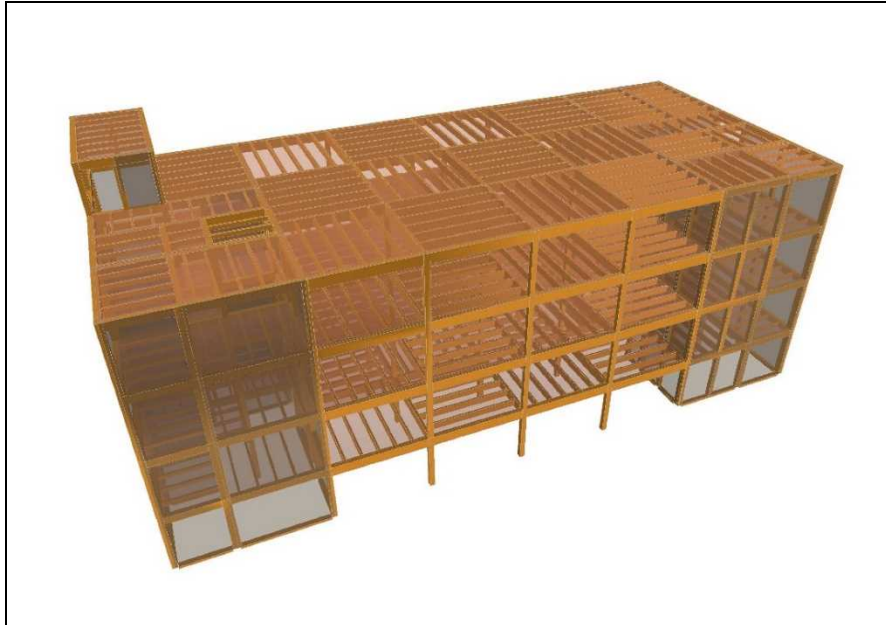


図 3-1：構造モデル

### 3.1.2 使用する主な木材

構造耐力上主要な部分に用いる木材は、表 3-1 から表 3-3 までのとおりとした。

実際の調達を検討する場合には、建設地に応じて、一般流通材の状況を確認し、安定供給が可能な材料を選定する必要がある。

表 3-1：構造用集成材

使用部位と断面	樹種	規格	等級	備考
柱(150x300、150x450、150x600)、はり、間柱、胴つなぎ、合板受材	カラマツ	JAS	E95-F270	対称異等級構成
柱(300x300)	カラマツ	JAS	E95-F315	同一等級構成
土台(120x150)	ヒノキ	JAS	E95-F270	対称異等級構成
床合板受材(90x90) (1階のみ)	ヒノキ	JAS	E95-F315	同一等級構成
床合板受材(120x120) (2階～R階)	カラマツ	JAS	E95-F315	同一等級構成

表 3-2：構造用製材

使用部位と断面	樹種	規格	等級	備考
土台(120x120)、大引	ヒノキ	JAS	E90	
根太	スギ	—	—	旧製材ひき角類 1 等相当

表 3-3：構造用合板

使用部位	樹種	規格	等級	備考
耐力壁、床、下地	カラマツ スギ複合 (表層カラマツ)	JAS	2 級	

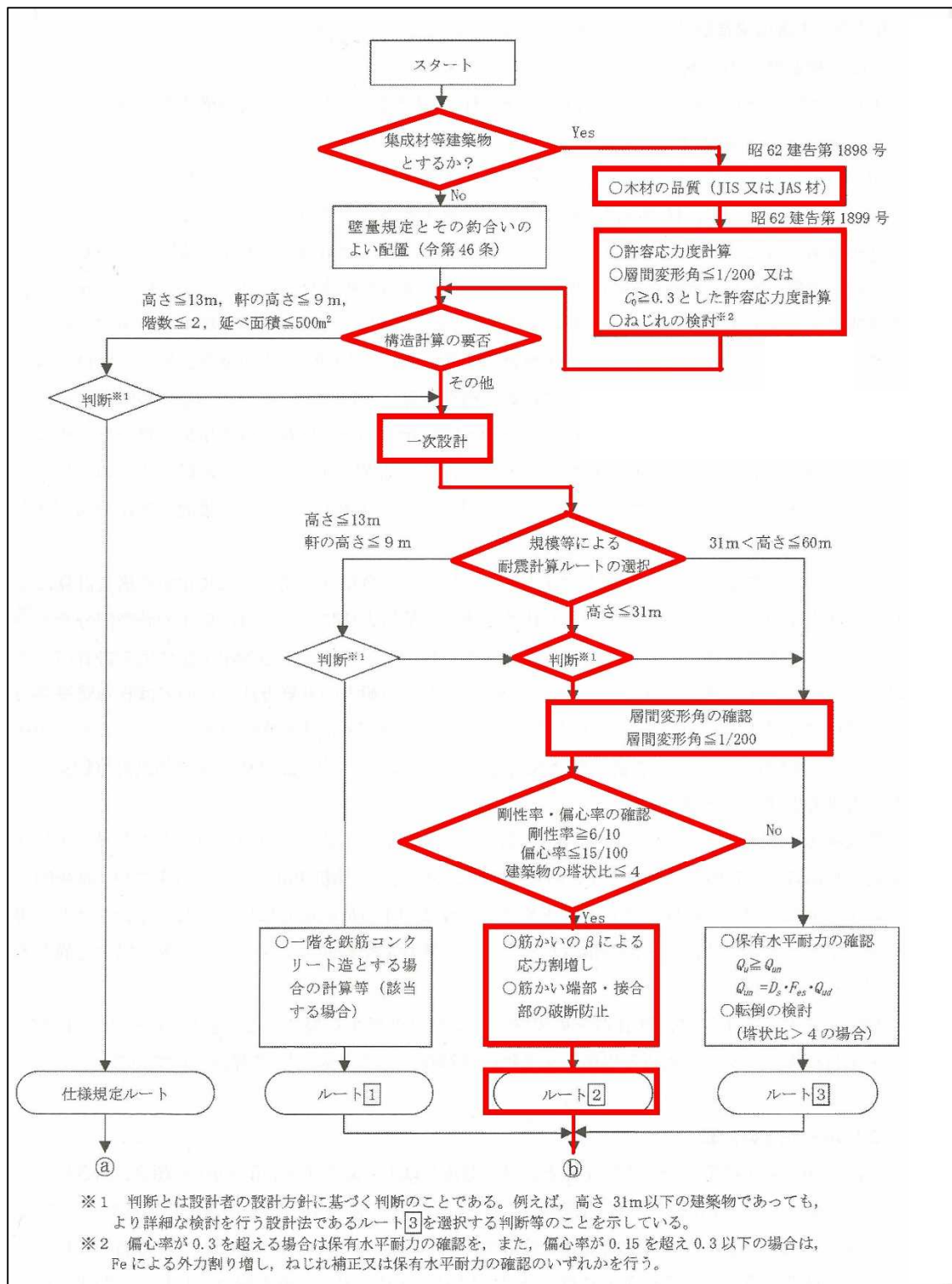


### 3.1.3 構造計算ルート

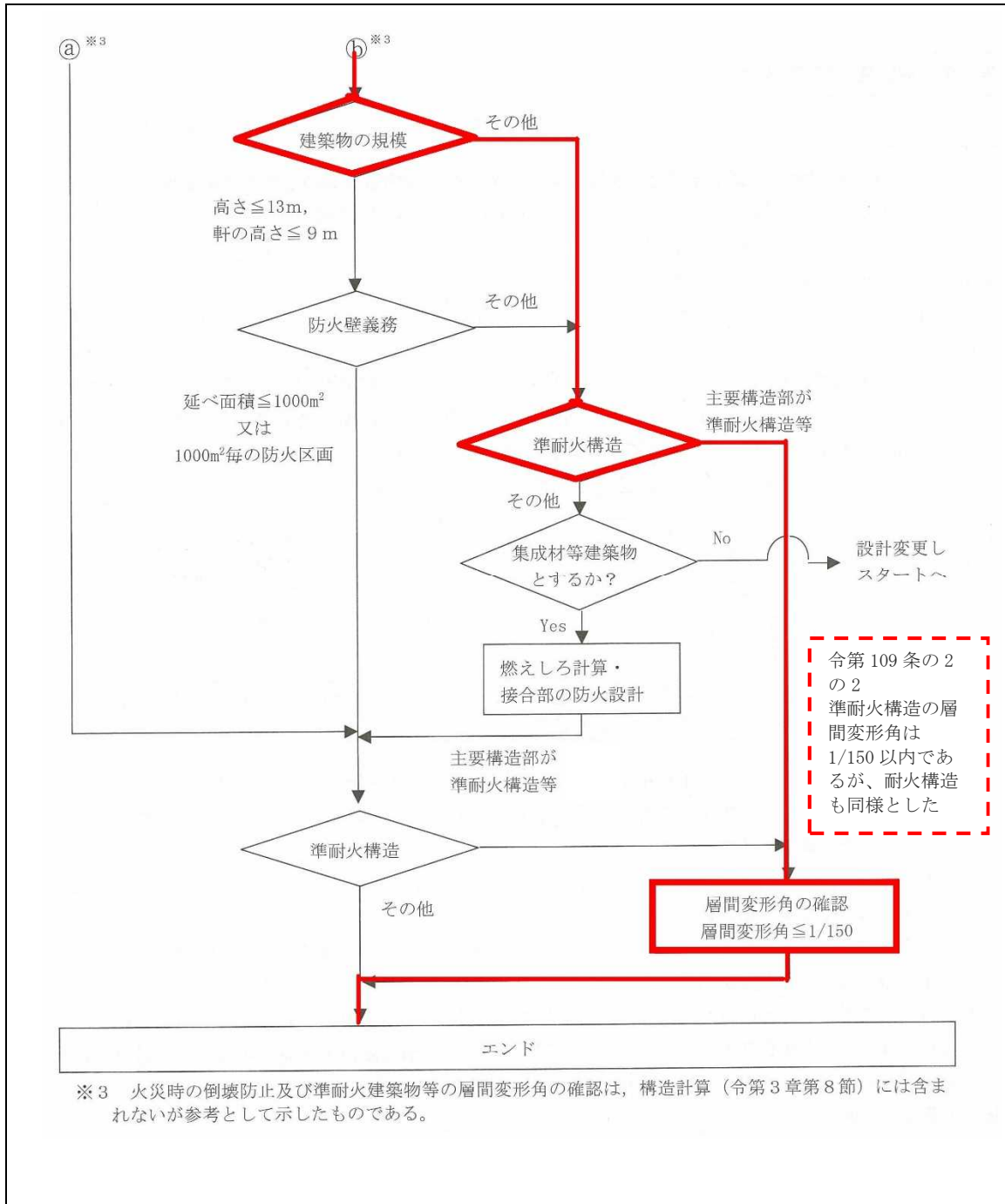
構造計算ルートは、建築物の規模が延床面積 500 m<sup>2</sup>超、軒の高さ 9m 超、高さ 13m 超の木造 4 階建てであるため、X 方向、Y 方向ともにルート 2 とした。

表 3-4：構造計算ルート

(出典：2015 年版 建築物の構造関係技術基準解説書(一般財団法人建築行政情報センター))



次頁に続く。



### 3.1.4 プログラムとモデル化

#### (ア) 構造計算プログラム

構造計算は、「木造軸組構法構造計算システム (Ver. 1.0.0.4)」を使用し、3次元立体解析モデルによる応力解析に基づき計算を行った。(図 3-2 参照)

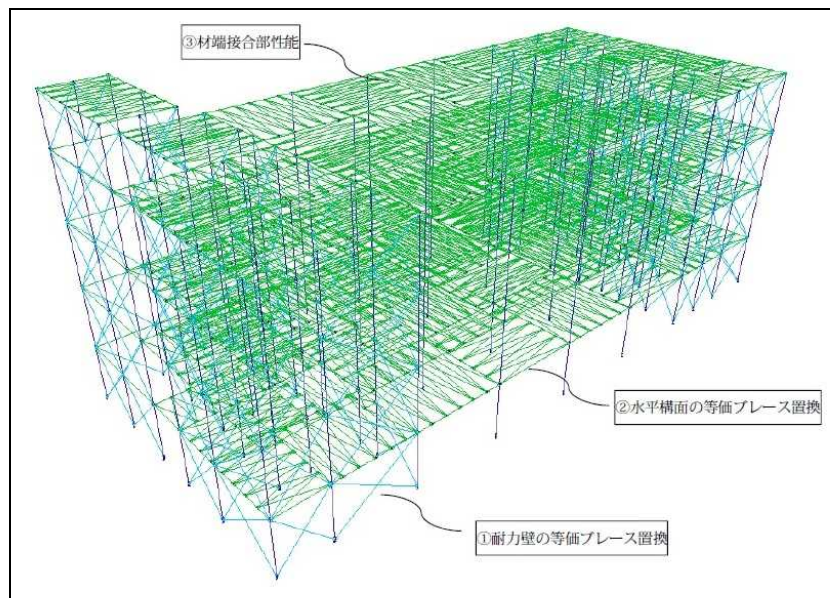


図 3-2 : 解析モデルの概要

#### (イ) モデル化

モデル化は、主に次の(a)から(e)までの考え方で行った。

- (a) 階高は、立ち上がり天端レベルを支点とし、各階の部材芯間の高さとした。
- (b) 耐力壁は合板片面耐力壁の2丁合わせとし、2丁合わせとなる柱及びはりは一体とみなした断面でモデル化し、壁性能はそれぞれの壁性能を加算した一つの壁として等価ブレース置換した。(図 3-3 参照)
- (c) 柱端部に柱脚金物の剛性を考慮した引張バネ、及び横架材へのめり込みを考慮した圧縮バネを適宜配置した。
- (d) 水平構面は、等価ブレース置換した。
- (e) 横架材 (床ばり、小屋ばり、母屋、垂木、根太など) は、単純ばりとした。

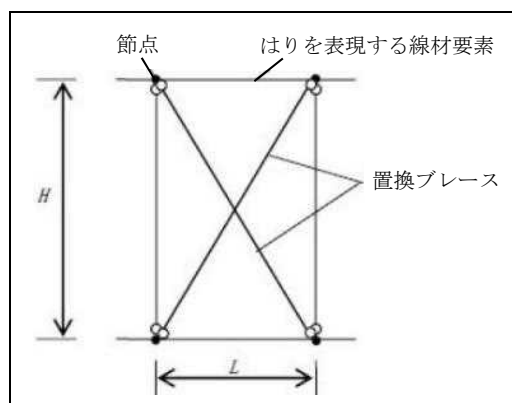


図 3-3 : 耐力壁のモデル化

### 3.1.5 耐力壁の検討

#### (ア) 耐力壁の性能

- (a) 耐力壁の性能は、グレー本の面材張り大壁の詳細計算法に準拠して検討した。本試設計では、壁倍率が7を越えるため、同文献の「中大規模建築物への適用」を参考とした。
- (b) それぞれの耐力壁の性能は、階毎に許容せん断耐力及び剛性を算出し、合板の割り付け状況に応じて、表 3-7 に示すように、適宜耐力低減を見込んだ性能値を採用した。

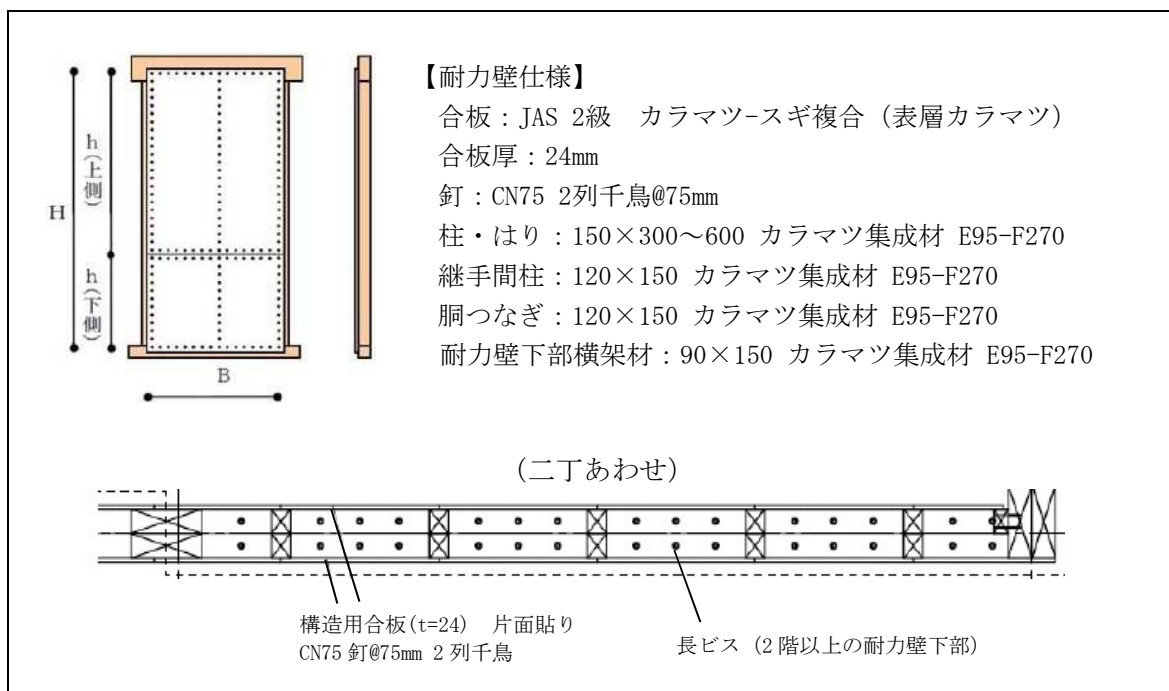


図3-4：耐力壁の仕様

表 3-7：耐力壁の性能

階	階高 H (mm)	h(上側) (mm)	h(下側) (mm)	幅 B (mm)	許容せん断耐力(kN/m) (相当壁倍率)		
					片面	二丁合わせ	設計採用値
PHF	3,000	496	2,000	1,000	24.33(12.41倍)	48.66(24.82倍)	→ 43.12(22倍)
4F	4,000	1,556	2,000	1,000	27.66(14.11倍)	55.32(28.22倍)	→ 50.96(26倍)
3F	4,000	1,556	2,000	1,000	27.66(14.11倍)	55.32(28.22倍)	→ 50.96(26倍)
2F	4,000	1,556	2,000	1,000	27.66(14.11倍)	55.32(28.22倍)	→ 50.96(26倍)
1F	3,575	1,400	2,000	1,000	29.58(15.09倍)	59.16(30.18倍)	→ 54.88(28倍)

(c) 耐力壁のディテール

耐力壁は柱、間柱を壁の内部に2列配置し、外側に構造用面材（構造用合板 $t=24\text{mm}$ 両面張り）を貼り付けた高倍率の耐力壁とした。（図3-5参照）

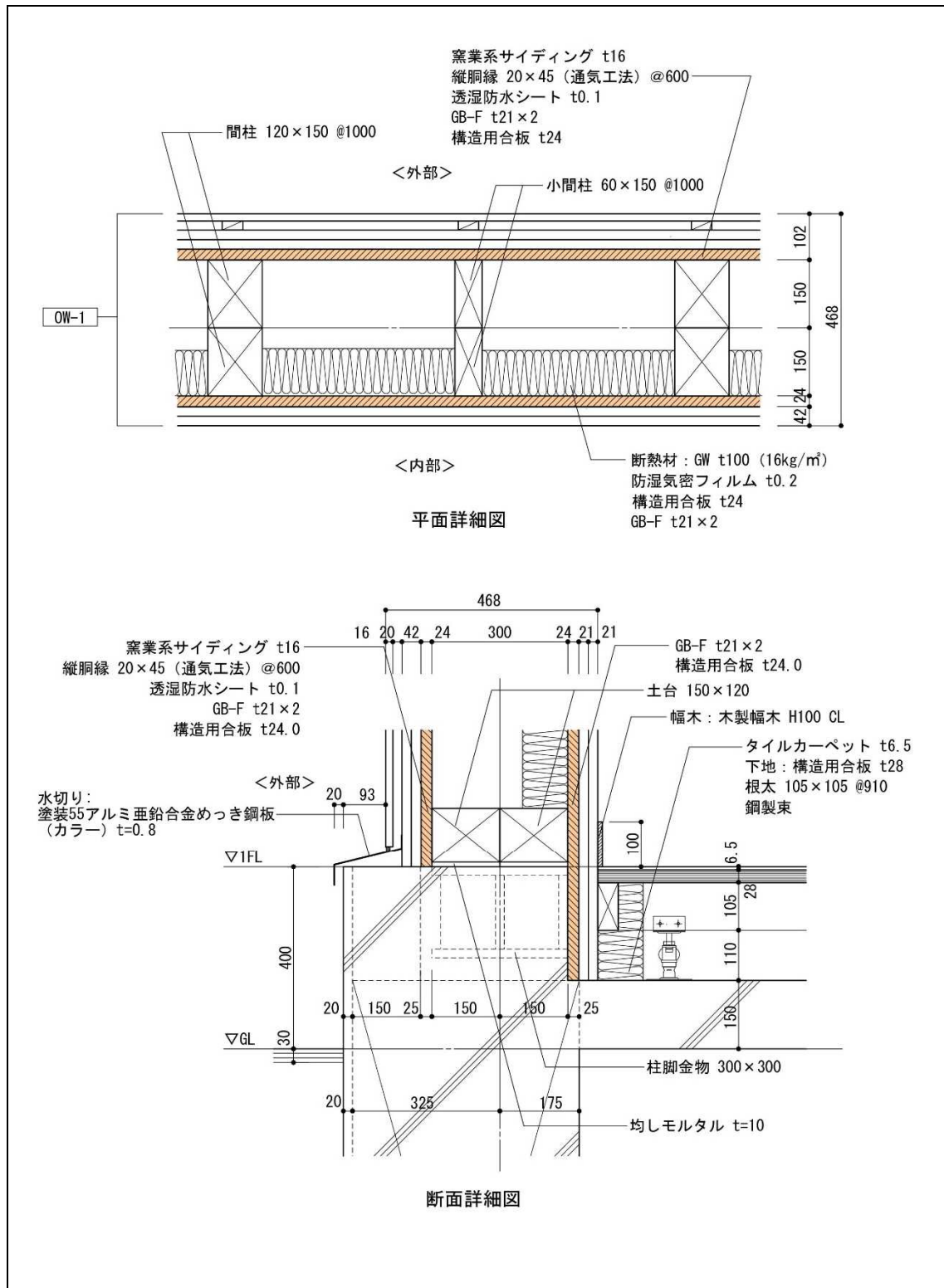


図 3-5：耐力壁のディテール

(イ) 適用範囲の確認

本試設計では、許容せん断力耐力の上限が 13.72kN/m (壁倍率 7 倍) を超えるため、グレース P.210 「(4) 参考：中大規模建築物への適用」に参考として示されている検討方法を参考に適用範囲の確認を行った。

「中大規模建築物への適用」の適用範囲の確認

- ① 面材と釘の組み合わせ 構造用合板：24mm 釘：CN75 → OK
- ② 釘長さ75mm  $\geq$  面材厚24mm $\times$ 2.5=60mm → OK  
面材の種類：構造用合板 厚さ24mm → OK  
面材の規格：JAS2 級 (カラマツ-スギ複合、表層カラマツ) → OK
- ③ 釘等のピッチ 2 列千鳥@75mm → OK  
面材へりあき20mm  $\geq$  面材厚24mm $\times$ 0.8=19.2mm → OK  
軸材縁端距離20mm  $\geq$  20mm → OK
- ④ 耐力壁下部横架材と胴差との接合：構造用長ビス(Qa=3kN/本相当)2 列@150 で接合  
→ OK
- ⑤ 胴つなぎ：120 $\times$ 150(カラマツ集成材 E95-F270) → OK
- ⑥ 面材のせん断破壊およびせん断座屈の検定  
継手間柱ピッチ：1000mm → 構造用合板24mm のためOK
- ⑦ 釘配列計算に含める釘列の受部材  
柱：150 $\times$ 300(カラマツ集成材E95-F270)以上 → OK  
間柱：120 $\times$ 150(カラマツ集成材E95-F270) → OK  
胴つなぎ：120 $\times$ 150(カラマツ集成材 E95-F270) → OK  
耐力壁下部横架材：90 $\times$ 150(カラマツ集成材 E95-F270) → OK
- ⑧ 柱脚接合部の剛性確保 → OK
- ⑨ 柱頭柱脚と横架材との接合部のせん断力検討  
接合方法：間柱を欠きこみ20mm 大入れの上、2-N75 斜め釘打ち → OK

(ウ) 耐力壁の詳細計算例

(a) 耐力壁の検討

① 面材耐力壁の諸条件

表 3-8：面材の諸条件

項目	上／下	記号	単位	値
階高	—	H	cm	357.5
耐力壁 長さ	—	B	cm	100
面材 短辺長さ	上側	b	cm	100
面材 長辺長さ		h	cm	140
面材 短辺長さ	下側	b	cm	100
面材 長辺長さ		h	cm	200
面材厚	—	t	cm	2.4
面材せん断弾性係数	—	$G_B$	N/cm <sup>2</sup>	40000

表 3-9：面材釘の1面せん断データ

項目	上／下	記号	単位	値
面材釘のせん断剛性	—	k	N/cm	10130
面材釘の降伏変位	—	$\delta v$	cm	0.18
面材釘の終局変位	—	$\delta u$	cm	2.14
面材釘の降伏耐力	—	$\angle Pv$	N	1850

表 3-10：釘配列諸定数

項目	上／下	記号	単位	値
釘配列2次モーメント	上側	$I_{xy}$	cm <sup>2</sup> /cm <sup>2</sup>	8.310
釘配列係数		$Z_{xy}$	cm <sup>2</sup> /cm <sup>2</sup>	0.221
塑性釘配列係数の比		$C_{xy}$		1.092
釘配列2次モーメント	下側	$I_{xy}$	cm <sup>2</sup> /cm <sup>2</sup>	9.493
釘配列係数		$Z_{xy}$	cm <sup>2</sup> /cm <sup>2</sup>	0.228
塑性釘配列係数の比		$C_{xy}$		1.078

② 面材耐力壁の計算

表 3-11：許容せん断耐力の計算

項目	上/下	記号	単位	値
面材の面積	上側	Aw	cm <sup>2</sup>	14000
面材の面積	下側	Aw	cm <sup>2</sup>	20000
単位面積の回転剛性	上側	$\Delta K_0$	N/cm/rad	44851
単位面積の回転剛性	下側	$\Delta K_0$	N/cm/rad	48040
回転剛性	上側	K <sub>0</sub> 上	N・cm/rad	627916850
回転剛性	下側	K <sub>0</sub> 下	N・cm/rad	960808686
回転剛性		K <sub>0</sub>	N・cm/rad	1588725536
1/150rad 時のモーメント		K <sub>0/150</sub>	N・cm	10591504
単位面積の降伏モーメント	上側	$\Delta My$	N・cm/cm <sup>2</sup>	409
単位面積の降伏モーメント	下側	$\Delta My$	N・cm/cm <sup>2</sup>	421
降伏モーメント	上側	My 上	N・cm	5732277
降伏モーメント	下側	My 下	N・cm	8420961
降伏モーメント		My	N・cm	14153238
単位面積の終局モーメント	上側	$\Delta Mu$	N・cm/cm <sup>2</sup>	447
単位面積の終局モーメント	下側	$\Delta Mu$	N・cm/cm <sup>2</sup>	454
終局モーメント	上側	Mu 上	N・cm	6260576
終局モーメント	下側	Mu 下	N・cm	9080143
終局モーメント		Mu	N・cm	15340719
面材壁の塑性率		$\mu$ 上		6.80
面材壁の塑性率		$\mu$ 下		6.44
面材壁の塑性率		$\mu$		6.44
構造特性係数		Ds		0.29
↓				
1/150rad 時の耐力		P <sub>1/150</sub>	kN	29.63
降伏耐力		P <sub>y</sub>	kN	39.59
終局耐力と塑性で決まる耐力		0.2P <sub>u</sub> /D <sub>s</sub>	kN	29.58
終局耐力		P <sub>u</sub>	kN	42.19
↓ Pa = min { P <sub>1/150</sub> 、 P <sub>y</sub> 、 0.2P <sub>u</sub> /D <sub>s</sub> }				
許容せん断耐力		P <sub>a</sub>	kN	29.58
単位長さ当たりの許容せん断耐力		P <sub>a</sub>	kN/m	29.58
相当壁倍率				15.09



(b) 面材のせん断破壊及びせん断座屈の検討

(ア)の適用範囲の確認項目⑥（面材のせん断破壊およびせん断座屈の検定）に関して、検定を行った。

表 3-12：せん断破壊及びせん断座屈検討

項目	上/下	記号	単位	値
面材の終局せん断応力度	上側	$\tau_N$	N/cm <sup>2</sup>	186.33
面材の終局せん断応力度	下側	$\tau_N$	N/cm <sup>2</sup>	189.17
面材の繊維直交方向の曲げヤング係数		E1	N/cm <sup>2</sup>	350000.00
面材の繊維平行方向の曲げヤング係数		E2	N/cm <sup>2</sup>	350000.00
面材の繊維直交方向の長さ	上側	a	cm	100.00
面材の繊維平行方向の長さ		b	cm	140.00
面材の繊維直交方向の長さ	下側	a	cm	100.00
面材の繊維平行方向の長さ		b	cm	200.00
間柱の有無	上側			なし
$\xi$ 係数		$\xi$		1.00
間柱の有無	下側			なし
$\xi$ 係数		$\xi$		1.00
臨界せん断座屈応力度	上側	$\tau_{cr}$	N/cm <sup>2</sup>	751.92
臨界せん断座屈応力度	下側	$\tau_{cr}$	N/cm <sup>2</sup>	679.08
構造用合板等級	上側	$\tau_{max}$	N/cm <sup>2</sup>	JAS2 級
最大せん断応力度		$\tau_{max}$	N/cm <sup>2</sup>	240.00
構造用合板等級	下側	$\tau_{max}$	N/cm <sup>2</sup>	JAS2 級
最大せん断応力度		$\tau_{max}$	N/cm <sup>2</sup>	240.00
許容せん断応力度	上側	$\tau_A$	N/cm <sup>2</sup>	240.00
許容せん断応力度	下側	$\tau_A$	N/cm <sup>2</sup>	240.00
検定比	上側			0.78
検定比	下側			0.79
判断	上側			OK
判断	下側			OK

(c) 各種接合部の検討

耐力壁が終局耐力に至る前に面材周辺の接合部が先行して破壊しないことを確認するため、図3-5に示す箇所（①、②）の接合部耐力の検討を行った。

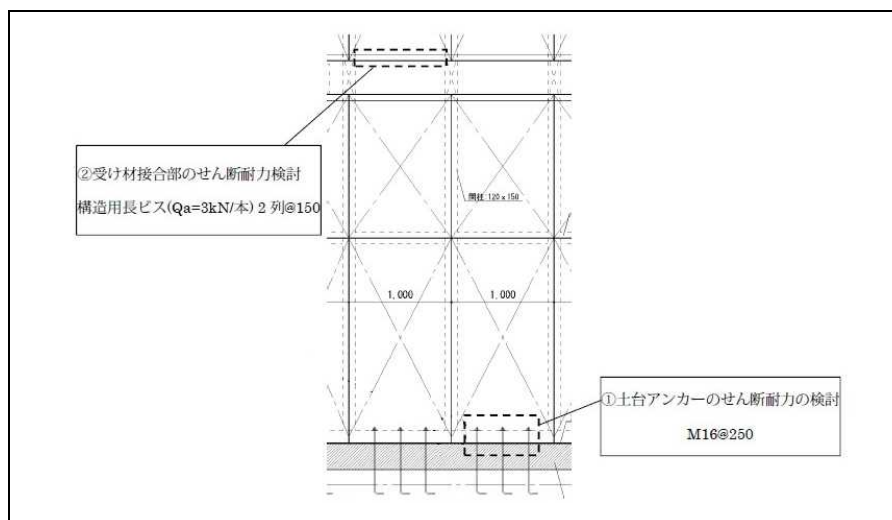


図 3-6：周辺接合部の検討

① 土台アンカーのせん断耐力の検討

アンカーボルトの短期許容せん断耐力の和が耐力壁の短期許容せん断耐力以上であることを確認した。

耐力壁の許容せん断耐力（片面）：29.58kN/m

土台アンカーの許容せん断耐力（1m 分）：15.33kN × 3 本 = 45.99kN

表 3-13：土台の樹種ごとの繊維方向の基準支圧強度と短期許容せん断耐力（グレー本）

グループ	土台の樹種 樹 種	繊維方向の 基準支圧強度	短期許容せん断耐力	
			M12	M16
J1	ベイマツ、クロマツ、アカマツ、カラマツ、ツガ等（比重が0.50程度のもの）	25.4(N/mm <sup>2</sup> )	9.18kN	16.32kN
J2	ベイヒ、ベイツガ、ヒバ、ヒノキ、モミ等（比重が0.44程度のもの）	22.4(N/mm <sup>2</sup> )	8.62kN	15.33kN
J3	トドマツ、エゾマツ、ベニマツ、スプルー、スギ、ベイスギ等（比重が0.38程度のもの）	19.4(N/mm <sup>2</sup> )	8.02kN	14.26kN

② 耐力壁下部横架材と胴差との接合部のせん断耐力検討

長ビス接合部の短期許容せん断耐力の合計が、耐力壁の短期許容せん断耐力以上であることを確認した。なお、試設計で使用する長ビスの短期許容耐力は、3kN/本と想定して検討を行った。

耐力壁の許容せん断耐力（片面）：29.58kN/m

長ビスの許容せん断耐力（1m 分）：3kN × 13 本 = 39kN

### 3.1.6 床（水平構面）の検討

#### (7) 層間変形角の検討

##### (a) 床の諸条件

本試設計では、フレキシブルな事務室空間を確保するため、事務室部分には壁を配置せず、両側コア部へ耐力壁を集約させている。そのため、耐震要素間の間隔が長くなり、事務室部分の水平構面の変形量は大きくなる。（図3-7、図3-8参照）

層間変形角は、準耐火建築物に求められる1/150以内を条件とした。また、事務室部分の水平構面（床、屋根）の変形についても、層間変形角の制限値1/150と同値とした。

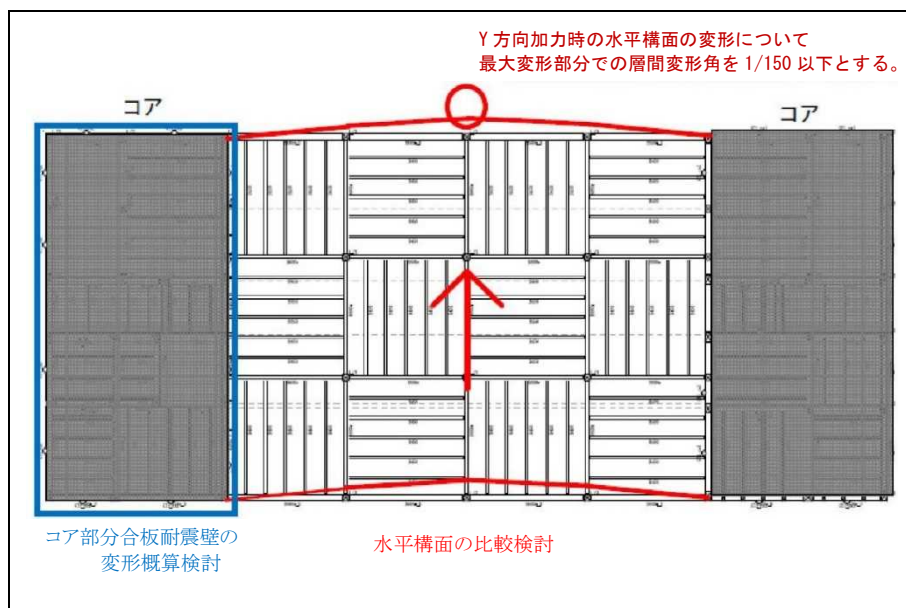


図3-7：床の水平剛性の検討

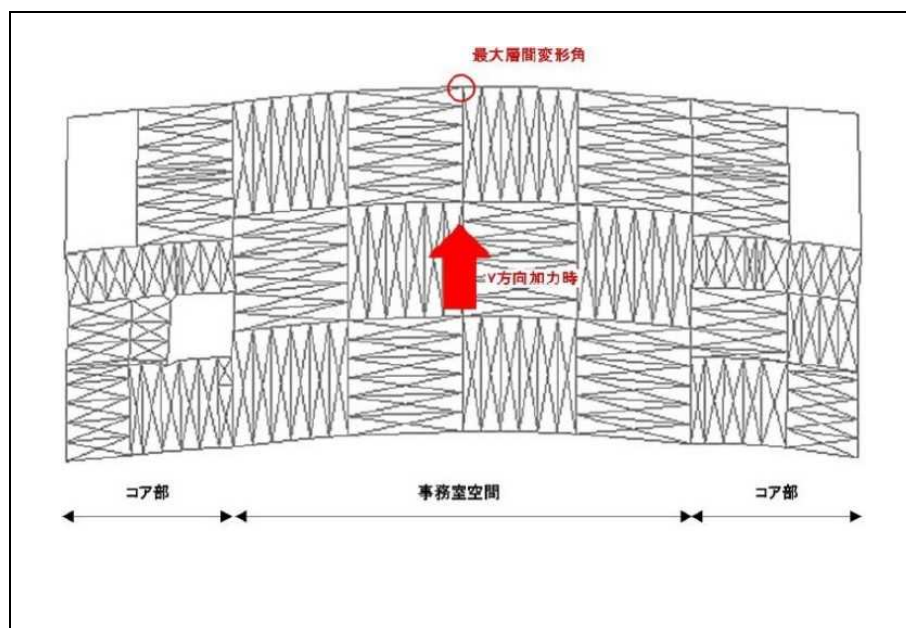


図3-8：水平構面の変形イメージ

(b) 床面材の計算例

【床構面仕様】

合板：JAS 2級 カラマツ-スギ複合（表層カラマツ）

合板厚：24mm

釘：CN75 2列千鳥@75mm

許容せん断耐力：31.30 kN/m

本試設計で用いる水平構面の耐力及び剛性は、グレー本 3.3 面材張り大壁の詳細計算法（以下「詳細計算法」という。）に準拠した計算値を採用した。

詳細計算法には、代表的な面材と釘の組み合わせによる面材釘のせん断データが完全弾塑性関係として示されているが、後述するように、存在応力が低い範囲での初期剛性を実状に合わせて評価することができない。そこで本試設計では、存在応力に見合った初期剛性を評価するため、合板利用マニュアルにて公開されている釘の実験データ（表 3-14）を用いて、解析を行うこととした。図3-9に水平構面の検討フローを示す。

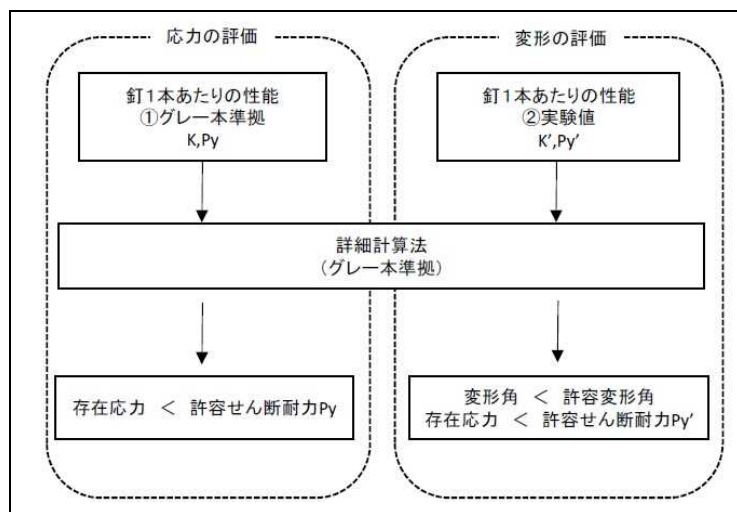


図 3-9：水平構面の検定フロー

釘接合部の特徴として、初期剛性は高いが、荷重の増大に伴い変形が大きくなる傾向がある。本試設計の床構面においては、存在応力が小さいために、グレー本の釘データを用いて解析すると、構面の変形を過大評価する危険性が高いと考えた。

表 3-14 の実験データから、接合部設計マニュアルの評価方法に基づき、接合具径の 0.5% オフセットにより初期剛性を算出し、図中②の  $k'$  を得た。この初期剛性は、実験曲線との交点における荷重(表中  $Py'$ )以下の範囲で利用可能であるから、水平構面の応力検定比が  $Py'/Py=0.44$  を超えないことを確認する必要がある。

なお、表 3-15 の実験データは、釘 1 本当たりの 1 面せん断実験データであり、グレー本 4.5 章の面材くぎの試験によるものではない。このため、実験データをバイリニア置換した性能(表中③)と、グレー本に記載されている性能(表中①)を比較したところ、概ね一致しており、本実験データは採用可能であることを確認している。

実験データの剛性評価については、接合部設計マニュアルの評価方法を参考にし、接合具径の0.5%オフセットにより剛性を算出する。表3-15に実験データから算出した釘剛性とグレー本準拠の場合の釘性能の比較を示す。なお、釘の実験データは、【参考資料】グレー本巻末に記載されている水平構面の実験データ（図3-10）を参照し、釘実験データのばらつき係数（表3-16）を求め、釘性能を算出した。

表 3-14：合板・製材釘接合部の荷重・変形関係

釘：CN75 主材：カラマツ合板：カラマツ・スギ複合

※黒線（実験データ）は合板利用マニュアルによる釘の実験データを示す

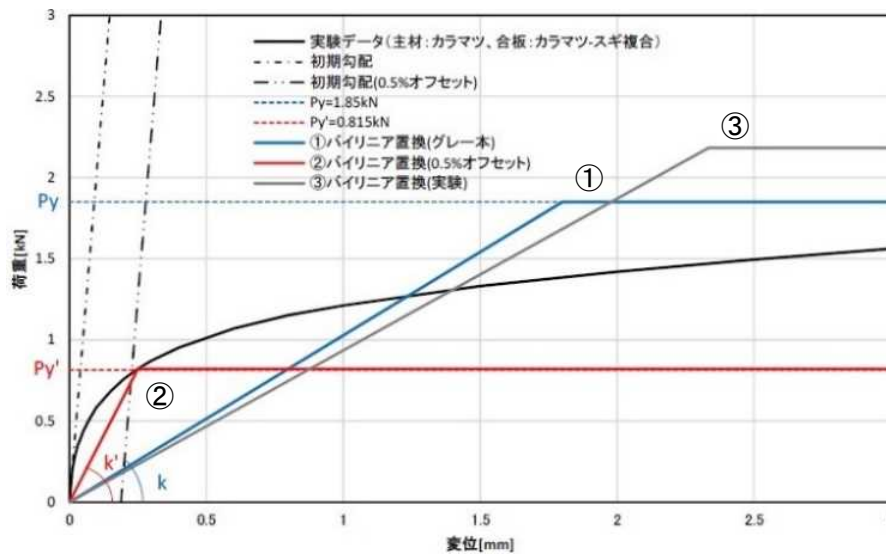


表 3-15：釘性能の比較

釘1本当たり的一面せん断性能 釘：CN75 主材：カラマツ 合板：カラマツ・スギ複合					
①バイリニア置換 (グレー本)		②バイリニア置換 (0.5%オフセット)		比率	
k (kN/mm)	1.013	k' (kN/mm)	3.241	k' /k	3.20
Py (kN)	1.850	Py' (kN)	0.815	Py' /Py	0.44

【参考資料】 グレー本の巻末

(水平構面実験データ) 根太なし床水平構面 四周釘打ち

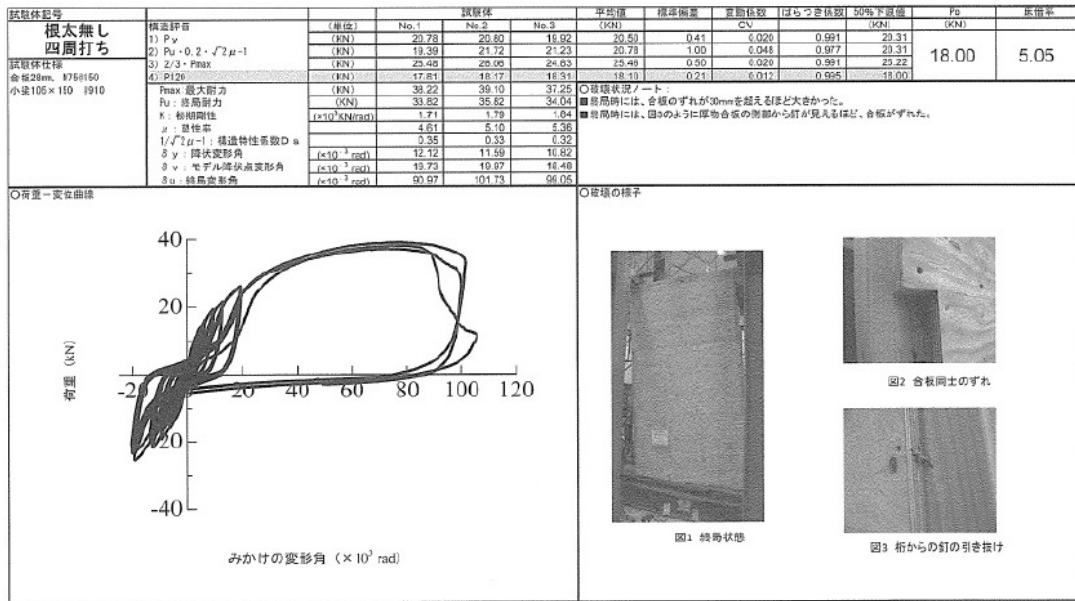


図 3-10：水平構面の実験データ（ばらつきの確認）

表 3-16：実験データのばらつき係数

水平構面の実験データ 合板28mm N75@150	試験体			平均値 ave	標準偏差 s	変動係数 CV	係数 K2	ばらつき 係数
	No. 1	No. 2	No. 3					
K: 初期剛性 (×10 <sup>3</sup> kN/rad)	1.71	1.79	1.84	1.78	0.054	0.030	0.471	0.986
Py: 降伏耐力 (kN)	20.78	20.80	19.92	20.50	0.410	0.020	0.471	0.991

解析の結果、図3-11及び図3-12に示すように層間変形角が最大となる床構面中央については、（実験釘性能を使用した場合）2階床、3階床共に存在応力が $P_y'$ 以下であり、かつ1階及び2階の層間変形角が1/150以下であることを確認した。

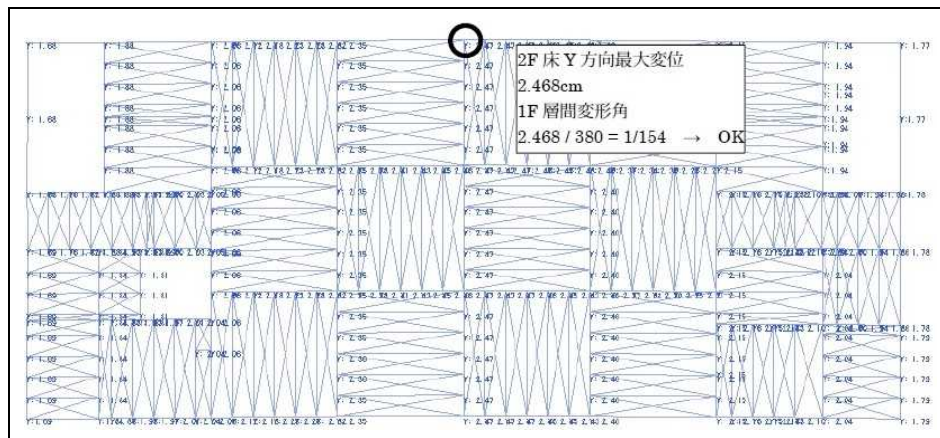


図 3-11：水平構面の節点変位（2階床）

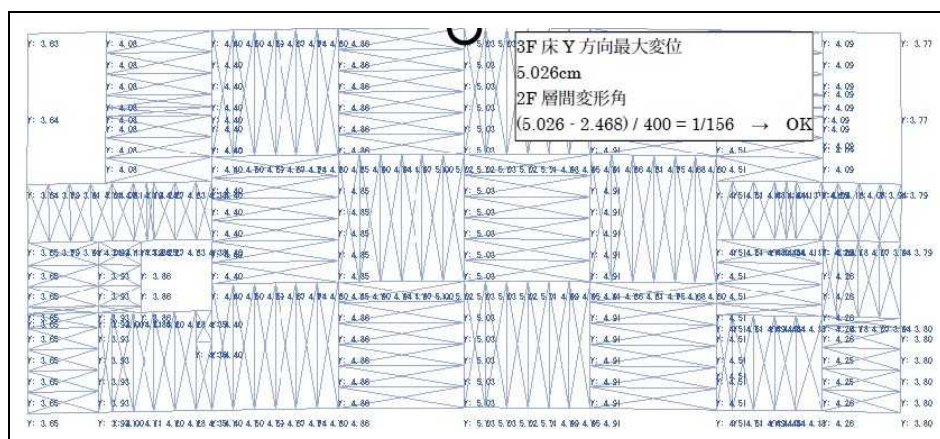


図 3-12：水平構面の節点変位（3階床）

### 3.1.7 柱-はり接合部及び柱頭-柱脚接合部の検討

#### (ア) 接合部の性能

接合部性能の算出は、「木質構造設計規準・同解説－許容応力度・許容耐力設計法－2006年版」による。本試設計で用いる接合具は、鋼板挿入ドリフトピン形式及び鋼板添板ボルト形式を採用しており、接合部材や検討応力の種類に応じて適切に性能を評価した。

#### (a) 柱脚、大ばり-柱接合部の検定

各接合部の計算について、X方向A通り、Y方向1通りを代表例として、図3-15から図3-19までのとおり示す。

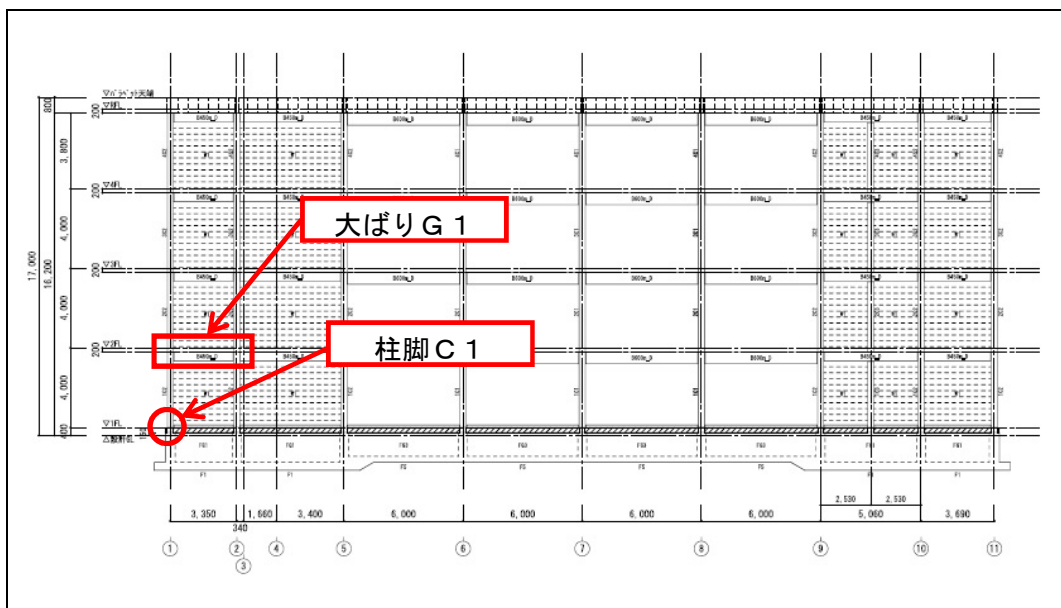


図 3-13 : (X方向検討部材) A通り軸組図

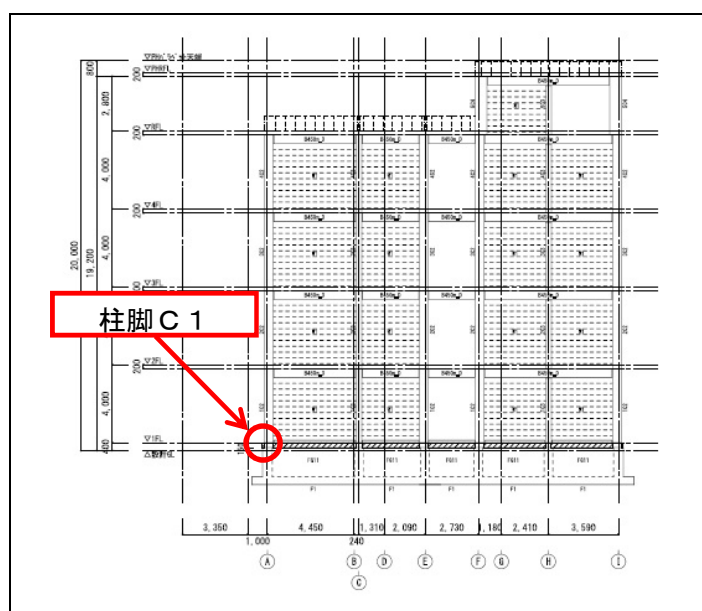


図 3-14 : (Y方向検討部材) 1通り軸組図



① 柱脚許容耐力計算

接合形式	(iii)2面せん断鋼板挿入型		$Q_1$	-1	$Q_2$	1	柱脚 C 1			
荷重角度	繊維方向 角度 $\theta$ 0.0°									
使用環境	Ⅲ：通常状態									
接合具	ドリフトピン									
	径 $d$	長さ $l$	1列の本数 $n$							
	16	135	3							
木部	鋼板厚(mm)		9							
	樹種	からまつ								
	強度等級	E95-F270								
	断面(mm)	150 × 450								
	座掘り等欠損(mm)		0							
単位接合部降伏モード		モードⅢ								
接合部全体		接合種別	JB							
	$i K_r$		0.9							
許容耐力 (kN)		$P_a$	$P_a$							
	単位接合部		接合部[全体]							
長期 ( $K_d=1.1$ )	10.21	126.83								
中長期 ( $K_d=1.43$ )	13.27	164.88								
中短期 ( $K_d=1.6$ )	14.85	184.48								
短期 ( $K_d=2.0$ )	18.56	230.60								
		列数 (m)	5	$h_e$	$\Sigma r_i$	276	$\Sigma s_i$	592		

(1) 単位接合部の設計用許容せん断耐力

$$p_a = \frac{1}{3} K_d \cdot j K_m \cdot r_u \cdot p_y \quad p_y = C \cdot F_e \cdot d \cdot l \quad j K_m = 1.0$$

降伏モード	式	C	接合種別	$r_u$	ドリフトピン
モードⅠ	1	1	JC	1.0	1.0
モードⅢ	$\sqrt{2 + \frac{8}{3} \gamma \left(\frac{d}{\ell}\right)^2} - 1$	0.55	JB	1.1	
モードⅣ	$\frac{d}{\ell} \sqrt{\frac{8}{3} \gamma}$	0.64	JA	1.2	

$\theta$	25.40	荷重角度 $\theta$
$\gamma$	25.40	繊維方向
$\gamma$	12.70	繊維直角
F	235	接合具

$\gamma = F/Fe = 9.25$   
 $l = 124$

※片側の性能を示す

(2) 設計用許容せん断耐力

$$P_a = \frac{1}{3} j K_r \cdot j K_d \cdot j K_m \cdot P_{u0}$$

i 全体接合部の終局せん断耐力

$$P_{ui} = \sum_{i=1}^m (j K_n \cdot n_i \cdot r_u \cdot p_y) = 384.34 \text{ kN} \quad j K_n = 0.92$$

ii 木材の繊維と直角方向の応力を受ける場合の割裂破壊に対する計算

$$\perp P_{UW} = \min(\perp P_{UW1}, \perp P_{UW2}) = - \text{ kN} \quad (0^\circ < \theta \leq 90^\circ)$$

$$\left( \begin{array}{l} P_{UW1} = 2 \cdot C_r \cdot \ell \cdot \sqrt{\frac{h_e}{1-h_e}} \times n = 0.00 \text{ kN} \\ P_{UW2} = \frac{2}{3} \cdot \xi \cdot h_e \cdot \ell \cdot F_s = 0.00 \text{ kN} \end{array} \right)$$

$$\xi = \frac{|Q_1 - Q_2|}{\max(|Q_1|, |Q_2|)} = 2$$

iii 繊維に平行方向の力を受ける場合の集合型せん断破壊に対する計算

$$\parallel P_{UW} = \max(A_{et} \cdot F_t, A_{es} \cdot F_s) = 513.36 \text{ kN}$$

$$\left( \begin{array}{l} A_{et} \cdot F_t = l \cdot \Sigma r_i \times F_t = 513.36 \text{ kN} \\ A_{es} \cdot F_s = l \cdot \Sigma s_i \times F_s = 264.26 \text{ kN} \end{array} \right)$$

$$\parallel P_{UW} = \min(\perp P_{UW} / \sin \theta, \parallel P_{UW} / \cos \theta) = - \text{ kN}$$

iv 木材の繊維と傾斜する方向の応力を受ける場合の計算

v 全体接合部の基準終局せん断耐力

$$P_{u0} = \min(P_{ui}, P_{UW}, \theta P_{UW}) = 384.34 \text{ kN}$$

主材  $C_r$  12.00

繊維方向間隔  $\geq 7d$

$n$  3

主材  $F_s$  3.60

主材  $F_t$  15.00

ii, iiiを計算する場合の $\ell$ は10dを上限とする。

木破によらない

図 3-15 : 柱脚 C 1

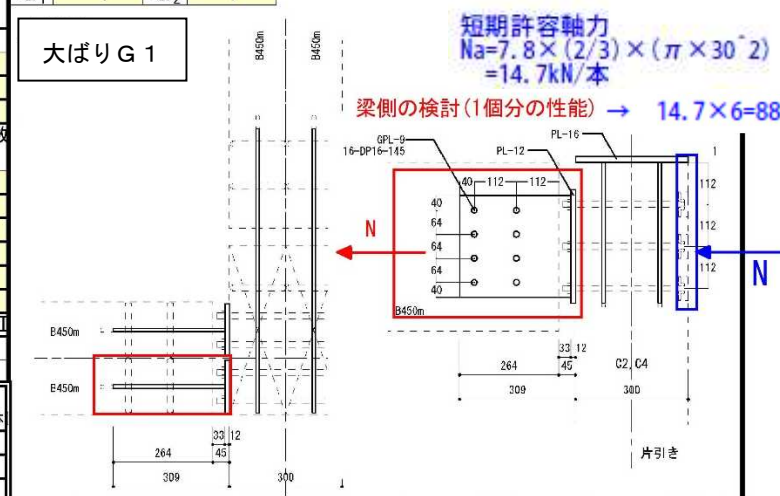


接合形式	(iii)2面せん断鋼板挿入型		Q <sub>1</sub>	-1	Q <sub>2</sub>	1
荷重角度	繊維方向	角度θ	0.0°			
使用環境	Ⅲ：通常状態					
接合具	ドリフトピン					
	径 d	長さ l	1列の本数 n			
	16	135	2			
	鋼板厚(mm) 9					
木部	樹種	からまつ				
	強度等級	E95-F270				
	断面(mm)	150 × 450				
	座掘り等欠損(mm)	0				
単位接合部降伏モード	モードⅢ					
接合部全体	接合種別	JB				
	K <sub>r</sub>	0.9				
許容耐力 (kN)	p <sub>a</sub>	P <sub>a</sub>				
		単位接合部	接合部全体			
	長期 (K <sub>g</sub> =1.1)	10.21	73.52			
	中長期 (K <sub>g</sub> =1.43)	13.27	95.58			
中短期 (K <sub>g</sub> =1.6)	14.85	106.94				
短期 (K <sub>g</sub> =2.0)	18.56	133.68				
列数 (m)	4	he	Σr <sub>i</sub>	144	Σs <sub>i</sub>	400

【片引きの場合】  
座金の60  
めり込み基準強度：7.8N/mm<sup>2</sup>

短期許容軸力  
Na=7.8×(2/3)×(π×30<sup>2</sup>)  
=14.7kN/本

梁側の検討(1個分の性能) → 14.7×6=88.2kN



単位接合部の許容耐力計算	P <sub>a</sub>	(1) 単位接合部の設計用許容せん断耐力																			
		$p_a = \frac{1}{3} K_d \cdot K_m \cdot r_u \cdot p_y \quad p_y = C \cdot F_e \cdot d \cdot l \quad K_m = 1.0$	<table border="1"> <tr> <th>降伏モード</th> <th>式</th> <th>C</th> <th>接合種別</th> <th>r<sub>u</sub></th> </tr> <tr> <td>モードⅠ</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>JC</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>モードⅢ</td> <td><math>\sqrt{2 + \frac{8}{3} \gamma \left(\frac{d}{l}\right)^2} - 1</math></td> <td>0.55</td> <td>JB</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>モードⅣ</td> <td><math>\frac{d}{l} \sqrt{\frac{8}{3} \gamma}</math></td> <td>0.64</td> <td>JA</td> <td>1.2</td> </tr> </table>	降伏モード	式	C	接合種別	r <sub>u</sub>	モードⅠ	1	1	JC	1.0	モードⅢ	$\sqrt{2 + \frac{8}{3} \gamma \left(\frac{d}{l}\right)^2} - 1$	0.55	JB	1.1	モードⅣ	$\frac{d}{l} \sqrt{\frac{8}{3} \gamma}$	0.64
降伏モード	式	C	接合種別	r <sub>u</sub>																	
モードⅠ	1	1	JC	1.0																	
モードⅢ	$\sqrt{2 + \frac{8}{3} \gamma \left(\frac{d}{l}\right)^2} - 1$	0.55	JB	1.1																	
モードⅣ	$\frac{d}{l} \sqrt{\frac{8}{3} \gamma}$	0.64	JA	1.2																	
接合部全体の許容耐力計算	P <sub>a</sub>	(2) 設計用許容せん断耐力																			
		$P_a = \frac{1}{3} K_r \cdot K_d \cdot K_m \cdot P_{u0}$	<table border="1"> <tr> <td>θFe</td> <td>25.40</td> <td>荷重角度θ</td> </tr> <tr> <td>Fe</td> <td>25.40</td> <td>繊維方向</td> </tr> <tr> <td>Fe</td> <td>12.70</td> <td>繊維直角</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>235</td> <td>接合具</td> </tr> </table>	θFe	25.40	荷重角度θ	Fe	25.40	繊維方向	Fe	12.70	繊維直角	F	235	接合具						
θFe	25.40	荷重角度θ																			
Fe	25.40	繊維方向																			
Fe	12.70	繊維直角																			
F	235	接合具																			
		$\gamma = F/Fe = 9.25$																			
		$l = 124$																			
		<table border="1"> <tr> <td>K<sub>n</sub></td> <td>1.00</td> </tr> </table>		K <sub>n</sub>	1.00																
K <sub>n</sub>	1.00																				
		<table border="1"> <tr> <td>主材 C<sub>r</sub></td> <td>12.00</td> </tr> </table>		主材 C <sub>r</sub>	12.00																
主材 C <sub>r</sub>	12.00																				
		<table border="1"> <tr> <td>繊維方向間隔 ≥ 7d</td> <td>n</td> <td>2</td> </tr> </table>		繊維方向間隔 ≥ 7d	n	2															
繊維方向間隔 ≥ 7d	n	2																			
		<table border="1"> <tr> <td>主材 F<sub>s</sub></td> <td>3.60</td> </tr> </table>		主材 F <sub>s</sub>	3.60																
主材 F <sub>s</sub>	3.60																				
		<table border="1"> <tr> <td>主材 F<sub>t</sub></td> <td>15.00</td> </tr> </table>		主材 F <sub>t</sub>	15.00																
主材 F <sub>t</sub>	15.00																				
		<table border="1"> <tr> <td>ii, iiiを計算する場合のℓは10dを上限とする。</td> <td></td> </tr> </table>		ii, iiiを計算する場合のℓは10dを上限とする。																	
ii, iiiを計算する場合のℓは10dを上限とする。																					
		<table border="1"> <tr> <td>木破によらない</td> <td></td> </tr> </table>		木破によらない																	
木破によらない																					

図 3-17：大ばり G 1 -柱接合部（はり側）

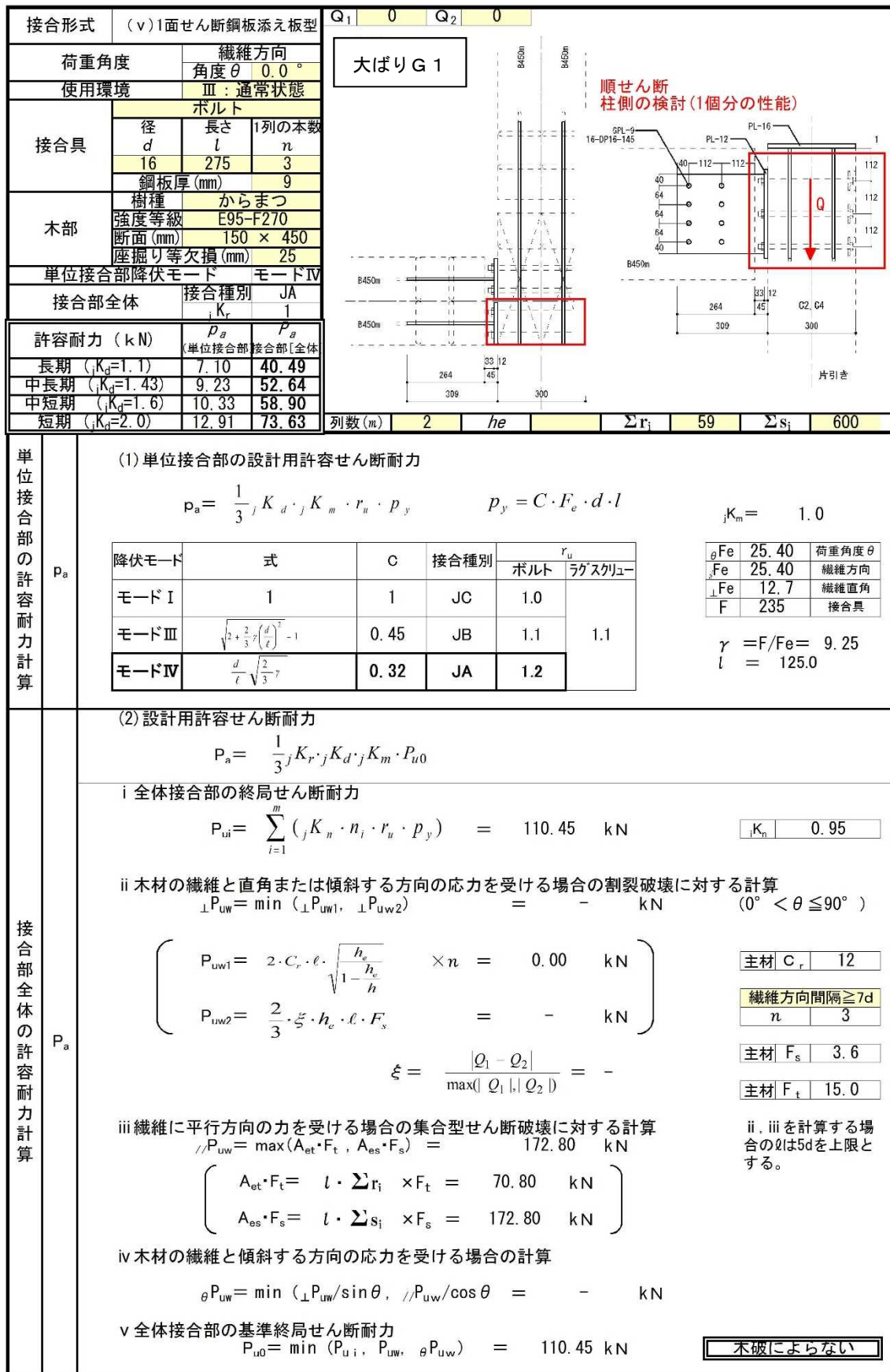


図 3-18 : 大ばりG1-柱接合部 (柱側)

接合形式	(v)1面せん断鋼板添え板型		Q <sub>1</sub>	0	Q <sub>2</sub>	0	
荷重角度	繊維方向 角度θ 0.0°		大ばりG1				
使用環境	Ⅲ：通常状態						
接合具	ボルト						
	径 d	長さ l	1列の本数 n				
	16	275	3				
	鋼板厚 (mm)			9			
木部	樹種		からまつ				
	強度等級		E95-F270				
	断面 (mm)		150 × 450				
	座掘り等欠損 (mm)		25				
単位接合部降伏モード			モードⅣ				
接合部全体			接合種別 JA				
	K <sub>r</sub>			1			
許容耐力 (kN)		P <sub>a</sub>		P <sub>a</sub>			
	[単位接合部]		[接合部全体]				
長期 (K <sub>d</sub> =1.1)	7.10	40.49					
中長期 (K <sub>d</sub> =1.43)	9.23	52.64					
中短期 (K <sub>d</sub> =1.6)	10.33	58.90					
短期 (K <sub>d</sub> =2.0)	12.91	73.63					
	列数 (m)	2	h <sub>e</sub>	Σr <sub>i</sub>	59	Σs <sub>i</sub>	592

逆せん断  
柱側の検討(1個分の性能)

単位接合部の許容耐力計算	(1) 単位接合部の設計用許容せん断耐力																
	$p_a = \frac{1}{3} K_d \cdot K_r \cdot K_m \cdot r_u \cdot p_y$			$p_y = C \cdot F_e \cdot d \cdot l$													
				$K_m = 1.0$													
				<table border="1"> <tr> <td>σFe</td> <td>25.40</td> <td>荷重角度θ</td> </tr> <tr> <td>Fe</td> <td>25.40</td> <td>繊維方向</td> </tr> <tr> <td>⊥Fe</td> <td>12.7</td> <td>繊維直角</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>235</td> <td>接合具</td> </tr> </table>			σFe	25.40	荷重角度θ	Fe	25.40	繊維方向	⊥Fe	12.7	繊維直角	F	235
σFe	25.40	荷重角度θ															
Fe	25.40	繊維方向															
⊥Fe	12.7	繊維直角															
F	235	接合具															
	降伏モード	式	C	接合種別	r <sub>u</sub>												
	モードⅠ	1	1	JC	1.0												
	モードⅢ	$\sqrt{2 + \frac{2}{3} \left( \frac{d}{l} \right)^2} - 1$	0.45	JB	1.1	1.1											
	モードⅣ	$\frac{d}{l} \sqrt{\frac{2}{3}}$	0.32	JA	1.2												
接合部全体の許容耐力計算	(2) 設計用許容せん断耐力																
	$P_a = \frac{1}{3} K_r \cdot K_j \cdot K_d \cdot K_m \cdot P_{u0}$																
	i 全体接合部の終局せん断耐力																
	$P_{ui} = \sum_{i=1}^m (K_n \cdot n_i \cdot r_u \cdot p_y) = 110.45 \text{ kN}$																
	[K <sub>n</sub> ] 0.95																
	ii 木材の繊維と直角または傾斜する方向の応力を受ける場合の割裂破壊に対する計算																
	$\perp P_{uw} = \min(\perp P_{uw1}, \perp P_{uw2}) = - \text{ kN} \quad (0^\circ < \theta \leq 90^\circ)$																
	<table border="1"> <tr> <td>主材 C<sub>r</sub></td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>繊維方向間隔 ≥ 7d</td> <td></td> </tr> <tr> <td>n</td> <td>3</td> </tr> </table>						主材 C <sub>r</sub>	12	繊維方向間隔 ≥ 7d		n	3					
	主材 C <sub>r</sub>	12															
	繊維方向間隔 ≥ 7d																
n	3																
$\left( \begin{array}{l} P_{uw1} = 2 \cdot C_r \cdot \ell \cdot \sqrt{\frac{h_e}{1 - h_e/h}} \times n = 0.00 \text{ kN} \\ P_{uw2} = \frac{2}{3} \cdot \xi \cdot h_e \cdot \ell \cdot F_s = - \text{ kN} \end{array} \right)$																	
$\xi = \frac{ Q_1 - Q_2 }{\max( Q_1 ,  Q_2 )} = -$																	
iii 繊維に平行方向の力を受ける場合の集合型せん断破壊に対する計算																	
$\parallel P_{uw} = \max(A_{et} \cdot F_t, A_{es} \cdot F_s) = 170.49 \text{ kN}$																	
<table border="1"> <tr> <td>A<sub>et</sub> · F<sub>t</sub> = l · Σr<sub>i</sub> × F<sub>t</sub></td> <td>= 70.80 kN</td> </tr> <tr> <td>A<sub>es</sub> · F<sub>s</sub> = l · Σs<sub>i</sub> × F<sub>s</sub></td> <td>= 170.49 kN</td> </tr> </table>						A <sub>et</sub> · F <sub>t</sub> = l · Σr <sub>i</sub> × F <sub>t</sub>	= 70.80 kN	A <sub>es</sub> · F <sub>s</sub> = l · Σs <sub>i</sub> × F <sub>s</sub>	= 170.49 kN								
A <sub>et</sub> · F <sub>t</sub> = l · Σr <sub>i</sub> × F <sub>t</sub>	= 70.80 kN																
A <sub>es</sub> · F <sub>s</sub> = l · Σs <sub>i</sub> × F <sub>s</sub>	= 170.49 kN																
iv 木材の繊維と傾斜する方向の応力を受ける場合の計算																	
$\theta P_{uw} = \min(\perp P_{uw} / \sin \theta, \parallel P_{uw} / \cos \theta) = - \text{ kN}$																	
v 全体接合部の基準終局せん断耐力																	
$P_{u0} = \min(P_{ui}, P_{uw}, \theta P_{uw}) = 110.45 \text{ kN}$																	
木破によらない																	

図 3-19 : 大ばり G1-柱接合部 (柱側)

(b) 柱頭-柱脚接合部の剛性の確認

面材耐力壁の詳細計算法の規定により、耐力壁の許容せん断耐力時に柱頭-柱脚接合部の軸方向変形が3mm 以下であることを確認した。検討部位は、短期荷重時の最大引張力が生じている箇所について行った。

短期荷重時の接合部存在変形が許容変形以内であることを確認し、また接合部の変形に対する検定比が耐力壁の最大検定比よりも小さいことを確認することで、耐力壁が許容せん断耐力に達した時点で、接合部変形が許容変形3mm を超えないことを確認した。

表 3-17：柱頭-柱脚接合部の剛性

接合部符号	剛性[kN/mm]	負担軸力[kN]	変形[mm]	許容変形[mm]	検定比	判断
柱脚C 1	518.5	369.46	0.72	3.00	0.24	OK

## 第4章 CLT パネル工法の場合の構造計画・設計（Bプラン）

### 4.1 構造計画

- (1) 構造計画は、鉛直力及び水平力を CLT パネルで負担する CLT パネル工法とした。
- (2) 使用樹種は、基準強度及び一般流通材使用の観点から、強度の必要な部材はカラマツとし、その他の部材はスギとした。また、土台は防蟻・防腐を鑑み、ヒノキ芯材を採用した。
- (3) 構造計算ルートは、X方向、Y方向ともにルート3とした。
- (4) 構造計算は、応力算定に汎用の計算プログラムを使用し、応力解析を行った。
- (5) 各部仕様は、CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル 2016 年版（日本住宅・木材技術センター。以下「CLT マニュアル」という。）に準拠して検討を行った。

#### 4.1.1 構造計画の概要

- (ア) 構造形式は、X方向、Y方向ともに CLT パネル工法とした。また、応力集中による建物の変形を抑制するため、集成材の臥梁を用いた。
- (イ) 事務室部分の大スパン部（7 m）は、長期荷重のみを受ける CLT パネルの柱及び集成材のはりを設置した。
- (ウ) X方向、Y方向ともに、運搬・施工性、生産性を考慮し「小幅パネル架構」を採用した。X方向（A通り、E通り）は壁パネルと腰壁パネルにより構成される半剛接架構とした。Y方向はコア部分（1～3 通り、10～12 通り）に連層壁パネルを集約することで、大空間の事務スペースを確保する計画とした。
- (エ) 接合金物は、壁パネルの上下端部に引張接合として金物+引きボルトを、壁パネルの上下にせん断接合として壁-はり間の接合は、平金物、壁-床、はり-床間の接合は、L型金物を採用した。
- (オ) X方向、Y方向とも大ばり接合部は、鋼板挿入ドリフトピン接合とした。
- (カ) 基礎は、布基礎とした。また、十分密実で良好な地盤を想定したため、沈下の検討を省略した。  
※実際に設計を行う場合には「建築基礎構造設計指針 2001」（一般社団法人日本建築学会）等を参考に沈下に対する安全性を確認する必要がある。
- (キ) 荷重及び外力は、軸組構法（Aプラン）と同じ条件とした。

本資料では、構造計算書から、4.1.5 CLT パネル接合部（接合金物）の検討を紹介する。

#### 4.1.2 使用する主な木材

##### (ア) 木材選定の考え方

(a) 使用樹種は、基準強度及び一般流通材使用の観点から、強度の必要な部材はカラマツとし、その他の部材はスギとした。また、土台は防蟻・防腐を鑑み、ヒノキ芯材を採用した。

実際の調達を検討する場合には、建設地に応じて、樹種及びCLTパネルの強度について、一般流通材の状況を確認し、安定供給が可能な材料を選定する必要がある。

(b) CLTパネルは、X方向、Y方向ともに運搬・施工性、生産性を考慮し、約2m×約4mとした。

##### (イ) 構造耐力上主要な部分に用いる木材

構造耐力上主要な部分に用いる木材は、表4-1から表4-3までのとおりとした。

表4-1：CLTパネル

使用部位	樹種		スギ
壁パネル 腰壁パネル 小柱 (210mm) 3F～PHF	ラミナ	等級	外層：M60A以上 内層：M60A以上 (JAS強度等級 S60-7-7)
		厚さ	30mm
		幅	120mm±10mm
	構成		1,7層目：外層用ラミナを使用し、主として長辺方向に繊維平行に配置 2,3,6層目：内層用ラミナを使用し、1,7層目と直交になる向きに配置 3,5層目：内層用ラミナを使用し、1,7層目と同一方向に配置
	接着剤	縦継ぎ	JIS K 6806に規定する水性高分子-イソシアネート系木材接着剤
		積層部分	1種1号
		横はぎ部分	接着無し
壁パネル 腰壁パネル 小柱 (210mm) 1F, 2F	樹種		スギ
	ラミナ	等級	外層：M90A以上 内層：M90A以上 (JAS強度等級 S90-5-7)
		厚さ	30mm
		幅	120mm±10mm
	構成		1,2,6,7層目：外層用ラミナを使用し、主として長辺方向に繊維平行に配置 3,5層目：内層用ラミナを使用し、1,2,6,7層目と直交になる向きに配置 4層目：内層用ラミナを使用し、1,2,6,7層目と同一方向に配置
	接着剤	縦継ぎ	JIS K 6806に規定する水性高分子-イソシアネート系木材接着剤
		積層部分	1種1号
横はぎ部分		接着無し	

表4-2：構造用集成材

使用部位	樹種	規格	等級	備考
大ばり、小ばり	カラマツ	JAS	E105-F300	対称異等級構成
小ばり	スギ	JAS	E65-F225	対称異等級構成
土台	ヒノキ	JAS	E95-F270	対称異等級構成

表4-3：構造用合板

使用部位	樹種	規格	等級	備考
耐力壁、床	カラマツ スギ複合 (表層カラマツ)	JAS	2級	
下地	カラマツ スギ複合 (表層カラマツ)	JAS	2級	

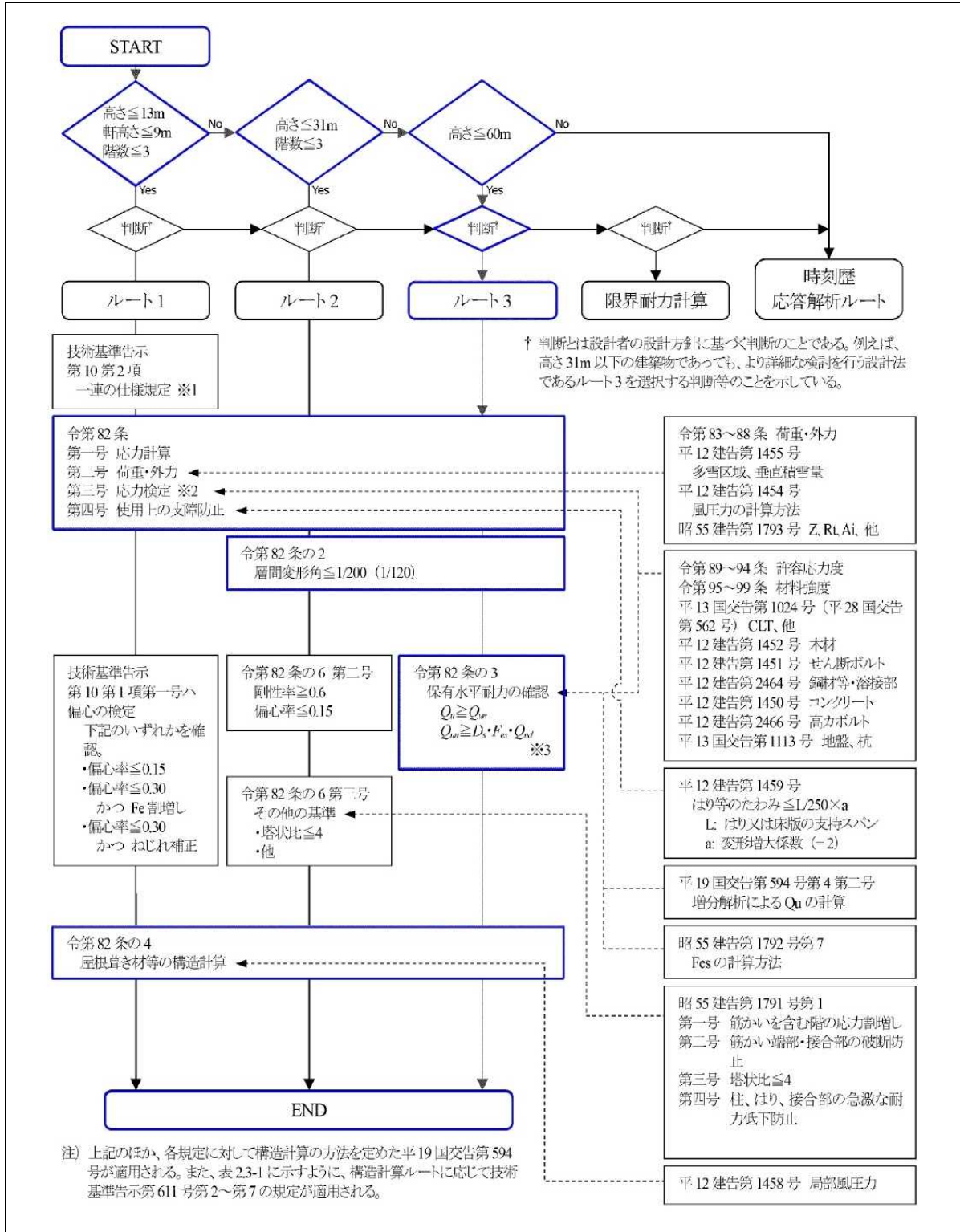


### 4.1.3 構造計算ルート

構造計算ルートは、「CLT パネル工法を用いた建築物又は建築物の構造部分の構造方法に関する安全に必要な技術的基準を定める件」(平 28 国交告第 611 号) 第 1 ニ(保有水平耐力計算)とした。

表 4-4：構造計算ルート

(出典：2015 年版 建築物の構造関係技術基準解説書(一般財団法人建築行政情報センター))



#### 4.1.4 プログラムとモデル化

##### (ア) 構造計算プログラム

構造計算は、「任意形状立体フレームの弾塑性解析プログラム SNAP (Ver. 7.0.1.1)」を使用した応力解析に基づき行った。

##### (イ) モデル化

モデル化は、主に次の(a)から(c)までの考え方で行った。

(a) 壁パネル (CLT パネル) は、図 4-1 左側に示すように等価線材置換によりモデル化する。物性は、材料特性で示した値を直交異方性材料として入力し、弾性体として解析を行った。壁のはり要素には、上下端部に壁長さに相当する剛バネを設け、節点位置に壁接合部の引張・圧縮バネやせん断バネを配置した。

また、X方向で壁-腰壁仕口部には図 4-1 右側に示すようにパネルゾーンとして等価ブレース置換によりモデル化した。(CLT マニュアル 3.1.2 鉛直構面の構成方法 (1) 壁パネルのモデル化参照)。

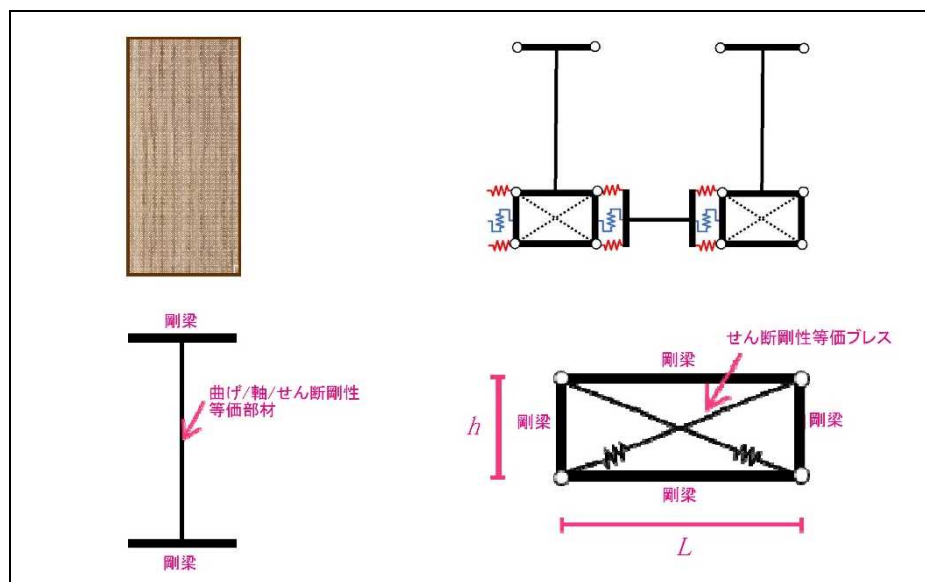


図 4-1：壁パネルのモデル化

表 4-5：置換ブレース軸剛性

層	部位	壁 符号	使用材料	高さ	長さ	厚さ	ヤング 係数	せん断 係数	等価 断面積	パネルゾーン せん断剛性	パネルゾーン 軸剛性
				h	Lw	tw	E	G	An	Ks	Ks'
				mm	mm	mm	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	kN/mm	kN/mm
1-2F	壁-腰壁	W1A	S90-5-7	1080	900	210	6428	500	23347	87.5	106.8
		W9A	S90-5-7	1080	1750	210	6428	500	37581	170.1	117.5
		W14A	S90-5-7	1080	2000	210	6428	500	44403	194.4	125.6
		W16A	S90-5-7	1080	2145	210	6428	500	48832	208.5	130.7
		W17A	S90-5-7	1080	2172.5	210	6428	500	49710	211.2	131.7
3-4F	壁-腰壁	W1	S60-5-7	1080	900	210	3857	500	38910	87.5	106.8
		W9	S60-5-7	1080	1750	210	3857	500	62631	170.1	117.5
		W14	S60-5-7	1080	2000	210	3857	500	74001	194.4	125.6
		W16	S60-5-7	1080	2145	210	3857	500	81383	208.5	130.7
		W17	S60-5-7	1080	2172.5	210	3857	500	82846	211.2	131.7

(b) 集成材（臥梁）は、線材置換によりモデル化した。また、柱、大ばり、小ばりの端部接合部はピン接合とし、長期応力のみ負担するモデルとした。

(c) 各接合部は、図 4-2 に示すように引張・圧縮バネ／せん断バネによりモデル化した。

中間階の引きボルトは、実情に合わせてはり・床をまたぐように配置した。

接合部のバネ配置に当たり、実情は同位置に節点は存在するが、本試設計ではモデル化の都合上、節点を離れた配置とした（パネルゾーン-腰壁間（CL1）：50mm、壁-壁間（CL2）：100mm）。また、壁重量は、耐力壁となる壁の上下端の剛梁部に分布荷重で入力しており、間隔 CL1、CL2 を考慮し 1.05 倍した重量を用いた。

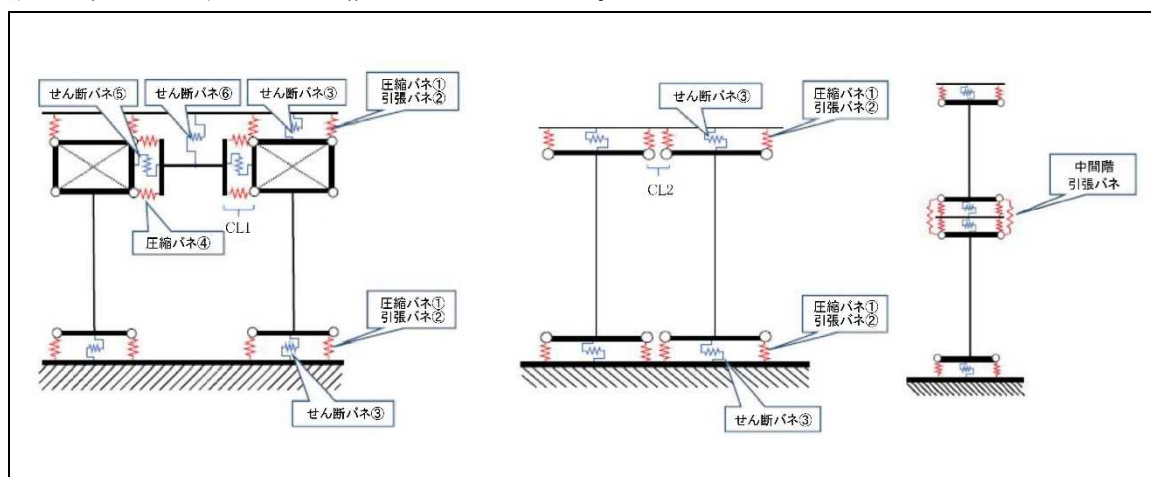


図 4-2：接合部のモデル化

引きボルト接合部の剛性及び耐力は、CLT マニュアル 9.4.2 引きボルト接合 (1) 引きボルト接合の算定式を参考に算出した。

なお、保有水平耐力確認のための弾塑性解析では、保証設計を満足した引きボルト接合として、図 4-3 のグラフに示すように、ボルトの終局耐力を折れ点としたバイリニアモデルとする。1次設計の際は、短期時に点線で示す降伏点  $F_y = F \times A_e$  ( $A_e$ : ねじ部有効断面積) を超えていないことを確認した。また、長期時は、 $F_y/1.5$  を越えていないことを確認した。

バネ要素は、壁パネル隅角部に配置するため、弾性剛性及び耐力を補正した。(CLT マニュアル 3.1.2. 鉛直鋼面の構成方法 (3) 接合部のモデル化参照)。

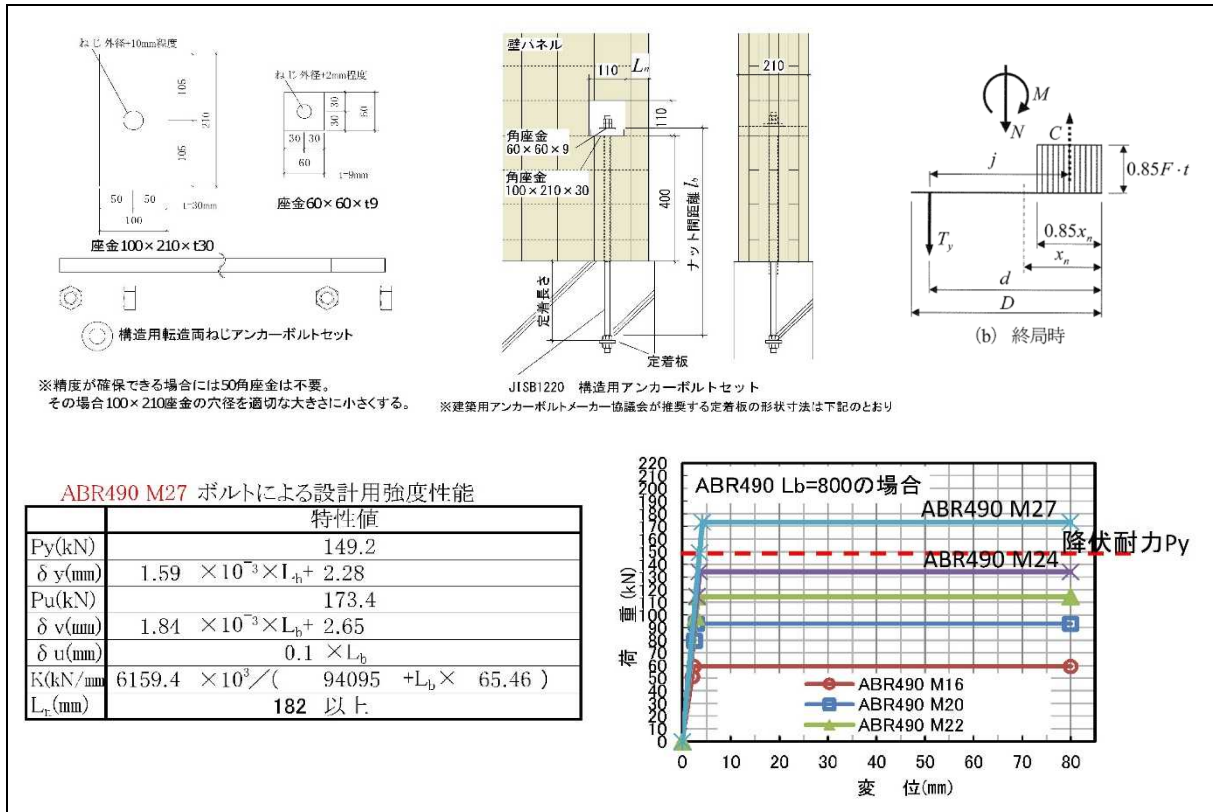


図 4-3：接合部について

#### 4.1.5 CLT パネル接合部（接合金物）の検討（W15A の場合）

##### (ア) CLT 断面リスト

表 4-7：1 F

壁頭	強度等級	S90-5-7	壁脚	強度等級	S90-5-7	断面
	引張金物	2-M27 (ABR490)		引張金物	2-M27 (ABR490)	
せん断金物	2-平金物 SP	せん断金物	2-SB-210 A. BOLT 2-M16			

表 4-8：2 F

壁頭	強度等級	S90-5-7	壁脚	強度等級	S90-5-7	断面
	引張金物	2-M27 (ABR490)		引張金物	2-M27 (ABR490)	
せん断金物	2-平金物 SP	せん断金物	2-L 型金物 LST			

##### (イ) CLT パネル接合部の検定

###### (a) 引きボルト（引張接合部）の検定

引張バネに生じる潜在応力は、1次設計においては許容耐力以下、2次設計（保有水平耐力計算）においては引張バネに生じる鉛直方向変位が終局変位以下であることを確認した。また、引張接合部の終局変形量は、伸び率 10%（ $\geq 40\text{mm}$ ）とした。

表 4-9：引張接合部の許容耐力

	長期	短期
引きボルト	$P_y/1.5$	$P_y = F \times A_e$ (Ae:ねじ部有効断面積)

1次設計の検定： $\frac{T_d}{T_a} \leq 1$

$T_d$ ：接合部の引張応力

$T_a$ ：接合部の許容耐力

保有水平耐力の検定： $\frac{\delta_d}{\lim \delta_u} \leq 1$

$\delta_d$ ：接合部の鉛直方向伸び

$\lim \delta_u$ ：接合部の終局変位

表 4-10：引きボルトの検定

				許容耐力		存在応力		検定		判定	
壁記号	位置	種別	径	長期 (kN)	短期 (kN)	長期 (kN)	短期 (kN)	長期	短期	長期	短期
W15A	基礎-壁	ABR490	M27	99.3	149	1	51.8	0.01	0.35	OK	OK

(b) せん断接合部（壁-基礎/はり/床/屋根）の検定

せん断バネに生じる存在応力は、1次設計においては許容耐力以下、2次設計（保有水平耐力計算）においては終局耐力以下であることを確認した。このとき、長期荷重が作用する壁パネル上下端のせん断接合部については、摩擦抵抗力を考慮して検討を行った。（CLT マニュアル 3.1.2 参照）

摩擦抵抗力は、その位置で生じる圧縮軸力にすべり係数 0.3 を乗じて算出した。

なお、壁パネルに生じるせん断力が摩擦抵抗力を下回る場合は、せん断接合部に生じるせん断力は 0 と考えた。本試設計では、摩擦を考慮できる部分は、該当接合部のせん断バネを剛として入力しているため、各接合部の応力計算結果より上部壁パネルの軸力、せん断力より検定を満たすような金物を設置した。

1次設計の検定： $\frac{Q_d - 0.3N_d}{Q_a} \leq 1$       保有水平耐力の検定： $\frac{Q_d - 0.3N_d}{Q_u} \leq 1$

$Q_d$ ：接合部のせん断応力

$N_d$ ：接合部位置の圧縮軸力

$Q_a$ ：接合部の許容耐力

$Q_d$ ：接合部のせん断応力

$N_d$ ：接合部位置の圧縮軸力

$Q_u$ ：接合部の終局耐力

表 4-11：せん断接合部の検定

				許容耐力	圧縮軸力	摩擦抵抗力	存在応力	検定	判定
壁記号	位置	種別	ビス本数	短期 (kN)	短期 (kN)	短期 (kN)	短期 (kN)	短期	短期
W15A	基礎-壁	U型	28	93.8			86.8	0.93	OK
W15A	床-壁	L型	36	108.0			77	0.71	OK

(c) せん断接合部（腰壁-基礎/はり/床/屋根）の検定

せん断バネに生じる潜在応力は、1次設計においては許容耐力以下、2次設計（保有水平耐力計算）においては、せん断バネに生じる鉛直方向変位が終局変位以下であることを確認した。

1次設計の検定： $\frac{Q_d}{Q_a} \leq 1$

保有水平耐力の検定： $\frac{\delta_d}{\lim \delta_u} \leq 1$

$Q_d$  : 接合部のせん断応力

$\delta_d$  : 接合部のせん断変位

$Q_a$  : 接合部の許容耐力

$\lim \delta_u$  : 接合部の終局変位

(d) 圧縮接合部の検定

圧縮バネに生じる存在応力は、1次設計においては許容耐力以下であることを確かめた。2次設計（保有水平耐力計算）における圧縮接合部の終局変形量の確認は、告示上明確な規定がなかったため、検討を省略した。ただし、既往のめり込み実験の結果を参考の上、過大な変形が生じていないことを確認することが望ましいと考えられる。

表 4-12 : 圧縮接合部の許容耐力

	長期	短期
壁-基礎	$P_y \times 1.1/3$	$P_y \times 2/3$
その他	$P_y \times 1.5/3$	$P_y \times 2/3$

1次設計の検定： $\frac{P_d}{P_a} \leq 1$

$P_d$  : 圧縮バネの圧縮応力

$P_a$  : 許容めり込み耐力

( =  $f_e$  : 許容めり込み応力度  $\times A_e$  : 有効めり込み面積 )

表 4-13 : 圧縮接合部の検定

			許容耐力		存在応力		検定		判定	
			長期	短期	長期	短期	長期	短期	長期	短期
壁記号	位置	$P_y$	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)				
W15A	基礎-壁	1,187.4	435.4	791.6	102.6	283.7	0.24	0.36	OK	OK

(e) パネルゾーンの検定

等置換ブレースに生じる軸力を用いて置換したせん断応力度は、1次設計においては許容耐力以下、2次設計（保有水平耐力計算）においては、終局耐力以下であることを確認した。

$$\frac{\sigma_{sd}}{f_{sx-x}} \leq 1$$

$\sigma_{sd}$  : パネルゾーンのせん断応力度

$$\frac{\sigma_{sd}}{f_{sx-x}} = \frac{|P_1 - P_2|}{t \cdot \sqrt{L^2 + h^2}}$$

$|P_1 - P_2|$  : 等置換ブレースの軸力差

$t$  : 壁パネル厚さ

$L$  : パネル幅

$h$  : パネル高さ

$f_{sx-x}$  : 許容せん断応力度 or せん断強度 (面内)

## 第5章 中規模木造庁舎の試設計のコスト検討

### 5.1 工事費概算

概算は、本体建築工事部分（躯体及び内外装）のコストを算出した。

#### 5.1.1 概要

##### (ア) 目的

今回の試設計に際しては、中規模木造庁舎の現時点における傾向をつかむため、概算を実施した。

##### (イ) 概算の範囲

概算の対象となる範囲は、1.1.6（設計の範囲）に係る直接工事費とした。（電気設備工事、機械設備工事、外構工事については対象外とし、建築工事となる躯体及び内外装一式。（以下「本体建築工事部分」という。））

##### (ウ) 概算の条件

(a) 具体的な建設敷地を想定しないため、仮囲い、揚重機械等にかかる費用については考慮しておらず、直接仮設、地業工事等については、最小限の内容を積み上げている。なお、本試設計は直接基礎のため、杭は設けていない。

(b) 木造躯体工事費の専門工事業者の見積（材工共）は、専門工事業者への見積収集に際して具体的な見積条件が定まらず、詳細なヒアリングや内容の検証等が行えなかったため、不確定要素を含んだものとなっている。

(c) 採用している単価は、平成30年度の刊行物価格と専門工事業者の見積価格を基本としており、Bプランについては、平成29年度の刊行物価格と見積価格を補正した単価も使用している。

(d) Bプランのコスト削減の検討（床構造をCLTパネルから軸組床に変更、天井内の設備検討による階高の低減）については、実際の設計を行わず、想定数量として算出している。

##### (エ) 工期の考え方

工期については、表5-1の工程表のとおり想定した。

表5-1：想定工程表

(月)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
外部足場				■										
土工事	■													
基礎工事		■												
木造工事				■										
仕上げ工事							■							

### 5.1.2 概算を行う上での留意点

耐震壁（Aプランのみ）及び床（A・Bプラン共通）への耐火被覆用石こうボードの取り付け施工に際しては、構造用合板周囲の釘施工範囲の欠損を避ける必要があることから、木ビス、タッカーの施工箇所は、慎重に計画・管理する必要がある。（3.1.5、3.1.6参照）

また、このような施工条件を踏まえれば、耐火被覆用石こうボードの施工費は、専門工業者に確認を行う等、慎重にコスト検討を行わなければならないと考えられる。

今回の試設計のように、広く普及しているとまでは言えない施工内容の工事費を算出する際には、現場の施工条件を十分に想定し、条件明示した上で見積を収集しなければ、工事費予算に過不足を生じさせる可能性がある。特に、Bプランのように異なる構造・構法を併用し、複数の専門工業者が施工を分担することが想定される場合には、工事全体の流れとそれぞれの作業範囲等を整理した上で見積を収集する必要があると考えられる。

### 5.1.3 概算結果

本体建築工事部分の直接工事費の金額は、Aプランは26万円/㎡程度、Bプランは27万円/㎡程度となった。（表5-2参照）

上記の工事費については、今後更に木材利用が促進され、将来的に木造建築物が広く普及されることで、コストダウンが可能になると考えられる。

表5-2：概算額（本体建築工事部分の直接工事費の金額）

	概算額（単位：千円）		備考
	Aプラン	Bプラン	
1. 直接仮設	17,000	17,000	
2. 土工	6,400	7,800	
3. 地業	1,400	1,800	
4. 基礎躯体	26,000	27,000	
5. 鉄骨	18,000	18,000	
6. 木造躯体	351,000	385,000	
躯体計（4～6）	395,000	430,000	
床面積㎡あたり	130	143	
7. 外部・内部仕上げ	374,000 (68,000)	368,000 (72,000)	（ ）は耐火被覆用せっこうボード及び耐火被覆用せっこうボードの天井下地の合計額
床面積㎡あたり	123	122	
合計	794,000	825,000	
床面積㎡あたり	262	274	
(Aプランに対するBプランの主な増減要素)			
<ul style="list-style-type: none"> <li>・2. 土工、3. 地業、4. 基礎躯体については、Bプランの基礎ばりの増加。</li> <li>・6. 木造躯体については、CLTによる木材使用量の増加。</li> <li>・7. 内部仕上げについては、Bプランは内装木下地の面積が減少。</li> <li>・7. 耐火被覆用石こうボードについては、耐力壁の面積の増加に伴うボード面積の増加。</li> </ul>			

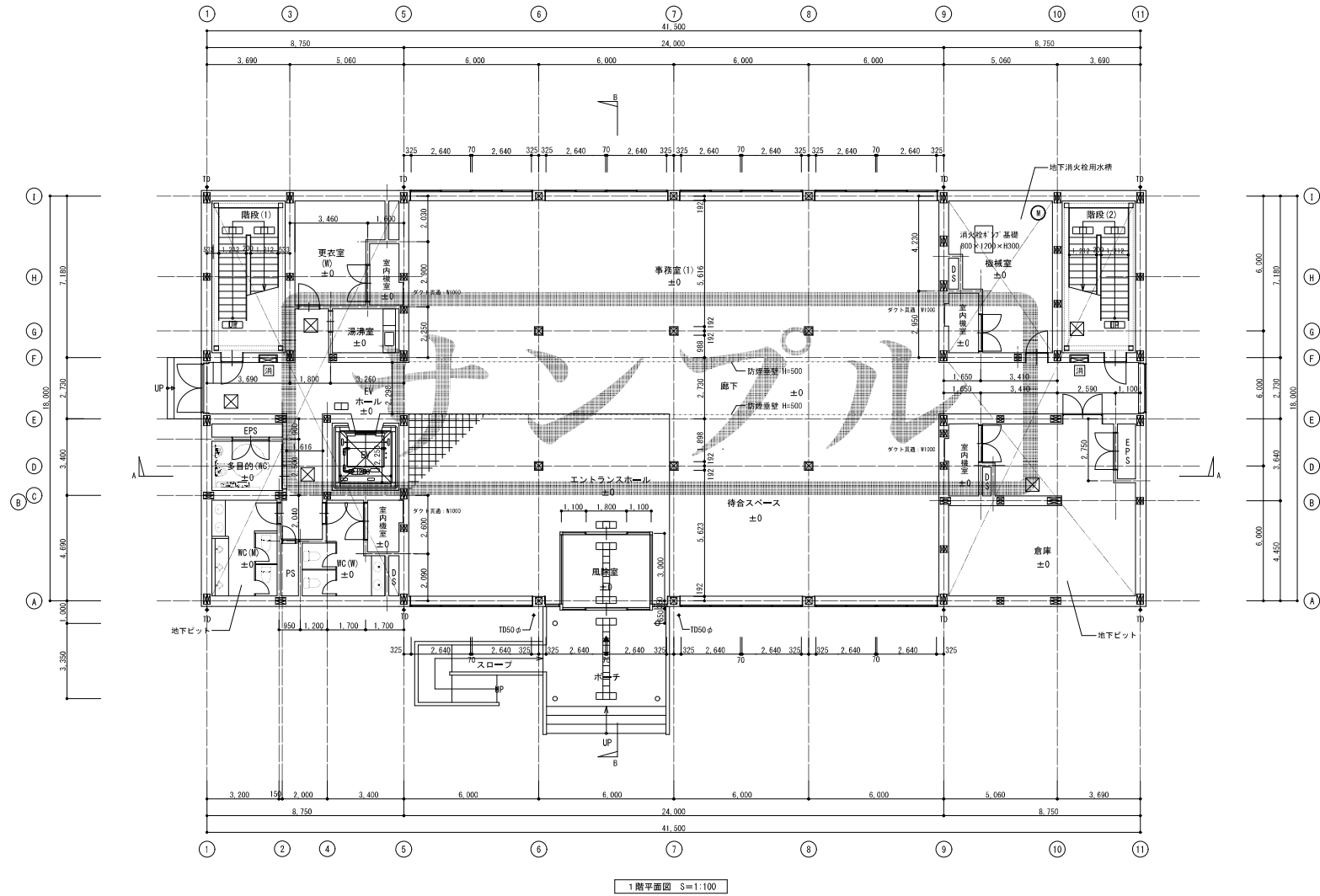


注1) 当該概算額は、試設計モデルの検討図面をもとに、専門工事業者の見積価格及び刊行物価格により、工事費の概略を把握するために設定したものであり、新営予算単価（官庁営繕関係「統一基準」）と同様に扱うものではない。実際の概算額の算定にあたっては、設計内容、工事施工条件を明確にして、実施する必要があることに留意する。

注2) 本概算額は、総合工事業者が工事を請け負った場合の直接工事費（工事目的物を造るために直接必要とする費用）を想定しており、元請総合工事業者が必要とする費用（共通仮設費、現場管理費及び一般管理費等）は含んでいない。

## 参考文献等一覧

- ・木造軸組構法住宅の許容応力度設計（2017年版）【グレー本】：  
公益財団法人日本住宅・木材技術センター
- ・2015年版建築物の構造関係技術基準解説書：国土交通省国土技術政策総合研究所監修
- ・木質構造設計基準・同解説－許容応力度・許容耐力設計法－2006年版：日本建築学会
- ・木質構造接合部設計マニュアル（2009年版）【接合部設計マニュアル】：日本建築学会
- ・大断面集成材の規格化について：日本集成材工業協同組合
- ・中層・大規模木造建築物への合板利用マニュアル【合板利用マニュアル】：  
日本合板工業組合連合会
- ・CLT 関連告示等解説書 2016年公布・施行：日本住宅・木材技術センター
- ・CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル 2016年版：日本住宅・木材技術センター



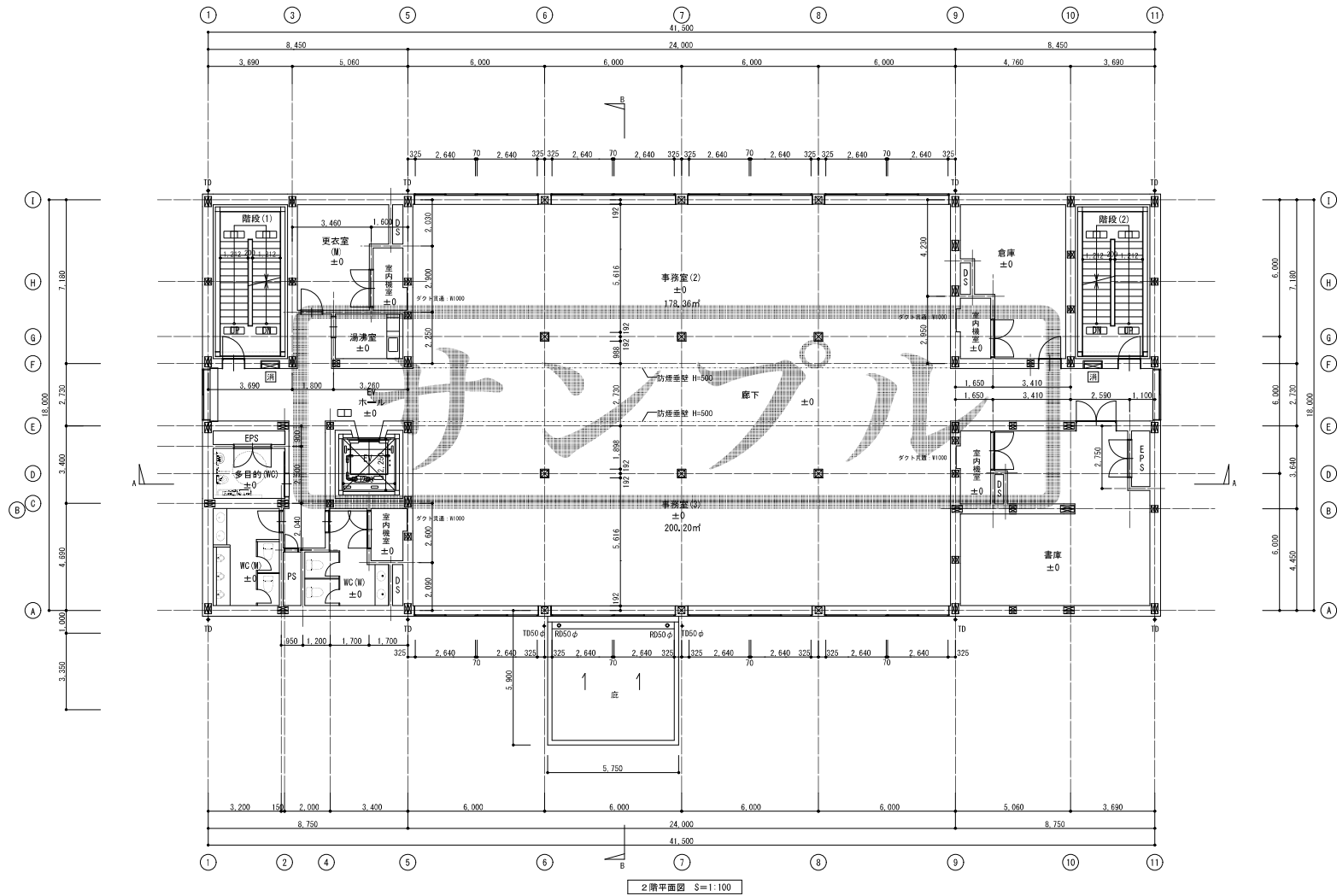
※本試設計では、関係機関との調整や申請資料の作成等を行っていないため、実際の建築確認申請においては、必要となる対応を建築主事等と協議してください。

軸組構法(Aプラン)

A-1

1階平面図

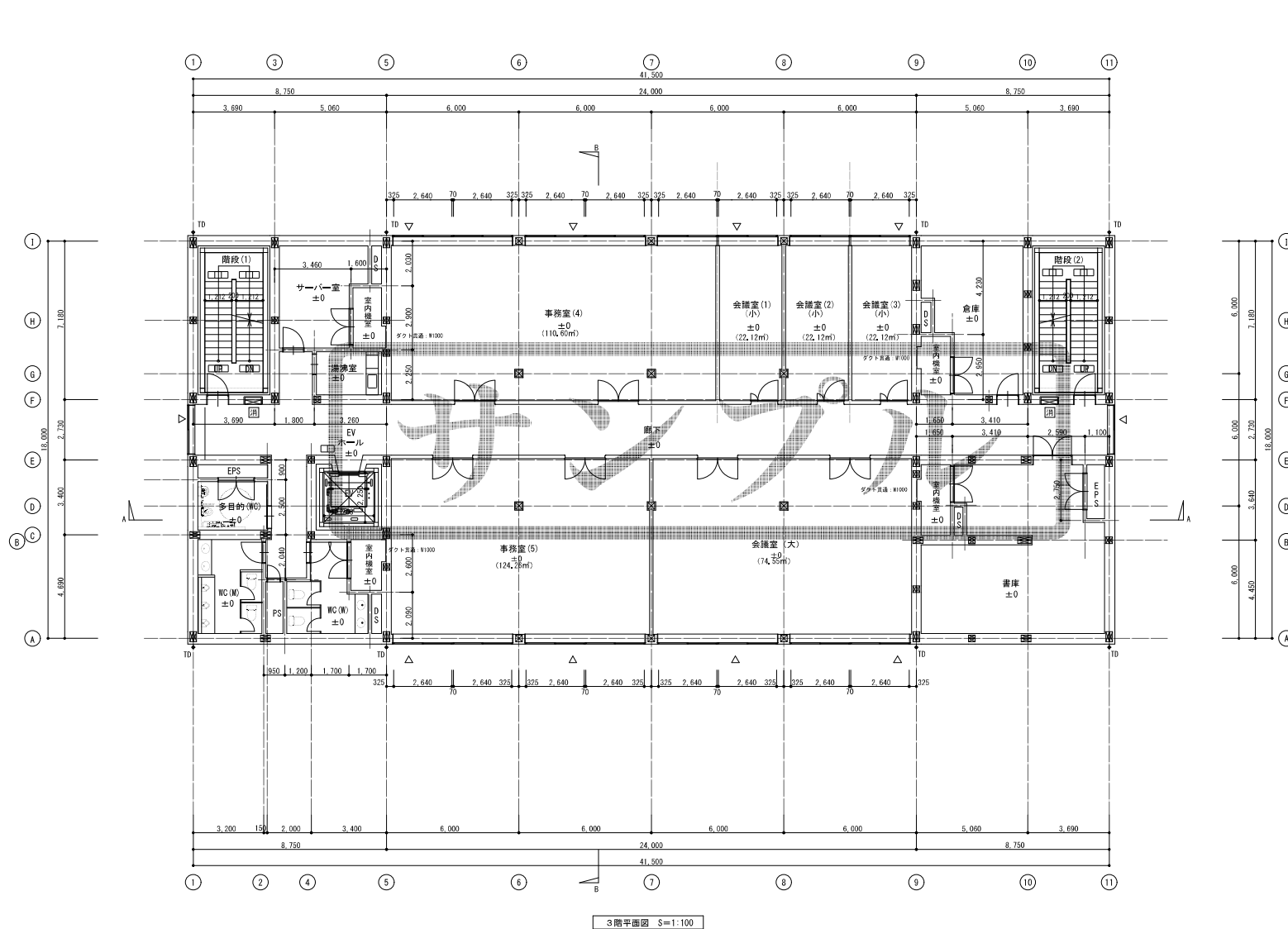
1/100



凡例	
±0	床レベル
☒	床下逃出口 600角
☒	室内消火栓 (壁埋込み型)
TD	アルミ製たてどい
備考	

※本試設計では、関係機関との調整や申請資料の作成等を行っていないため、実際の建築確認申請においては、必要となる対応を建築主事等と協議してください。

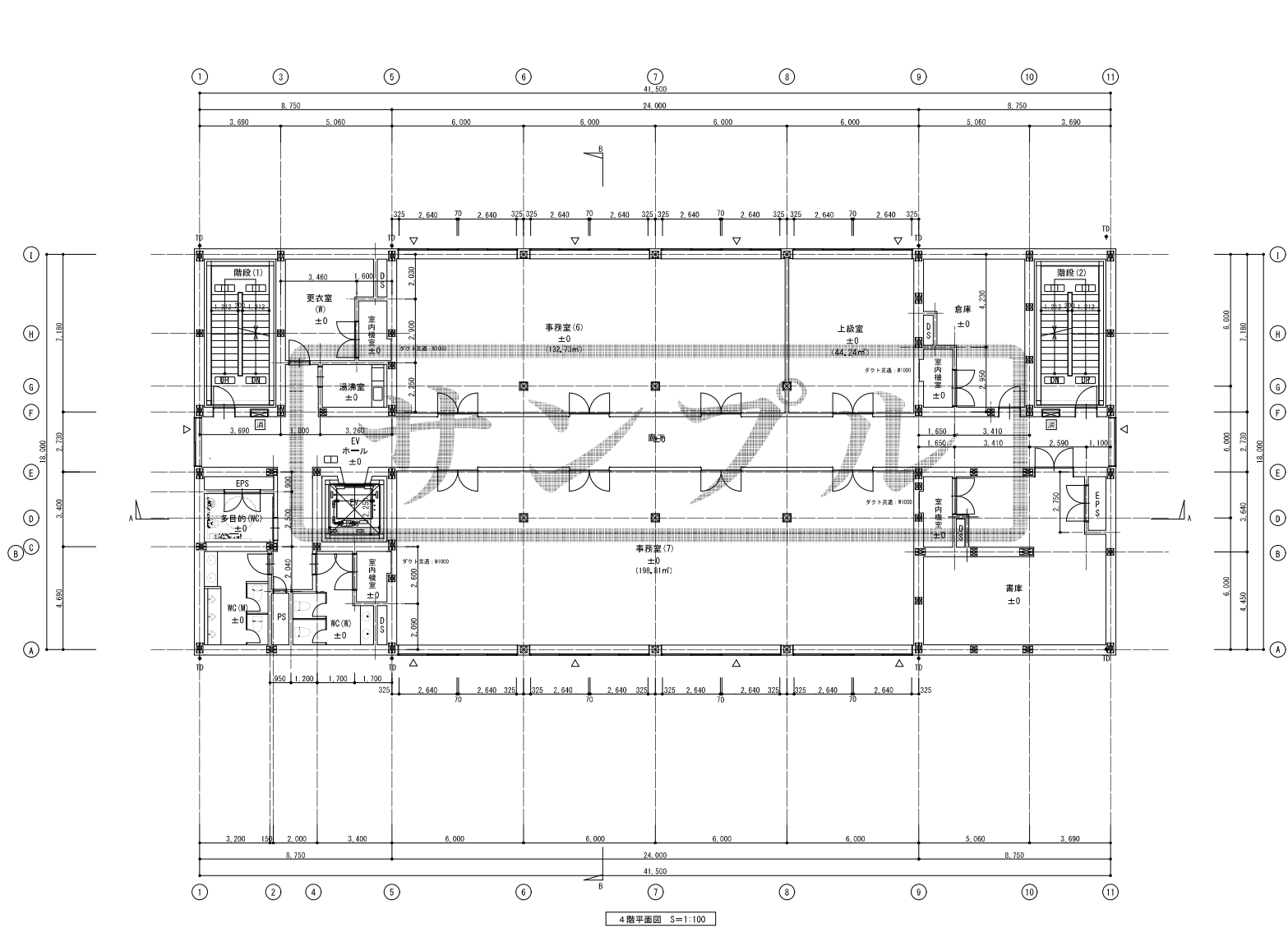
軸組構法(Aプラン)	A-2
2階平面図	1/100



凡例	
±0	床レベル
☒	床下高機口 600角
☒	壁内消火栓 (壁埋込み型)
△	杖懸進入口
TD	アルミ製たてどい
備考	

※本試設計では、関係機関との調整や申請資料の作成等は行ってないため、実際の建築確認申請においては、必要となる対応を建築主事等と協議してください。

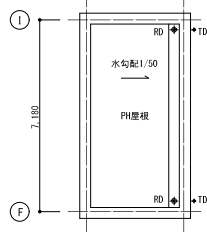
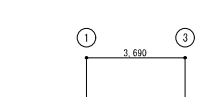
軸組構法(Aプラン)	A-3
3階平面図	1/100



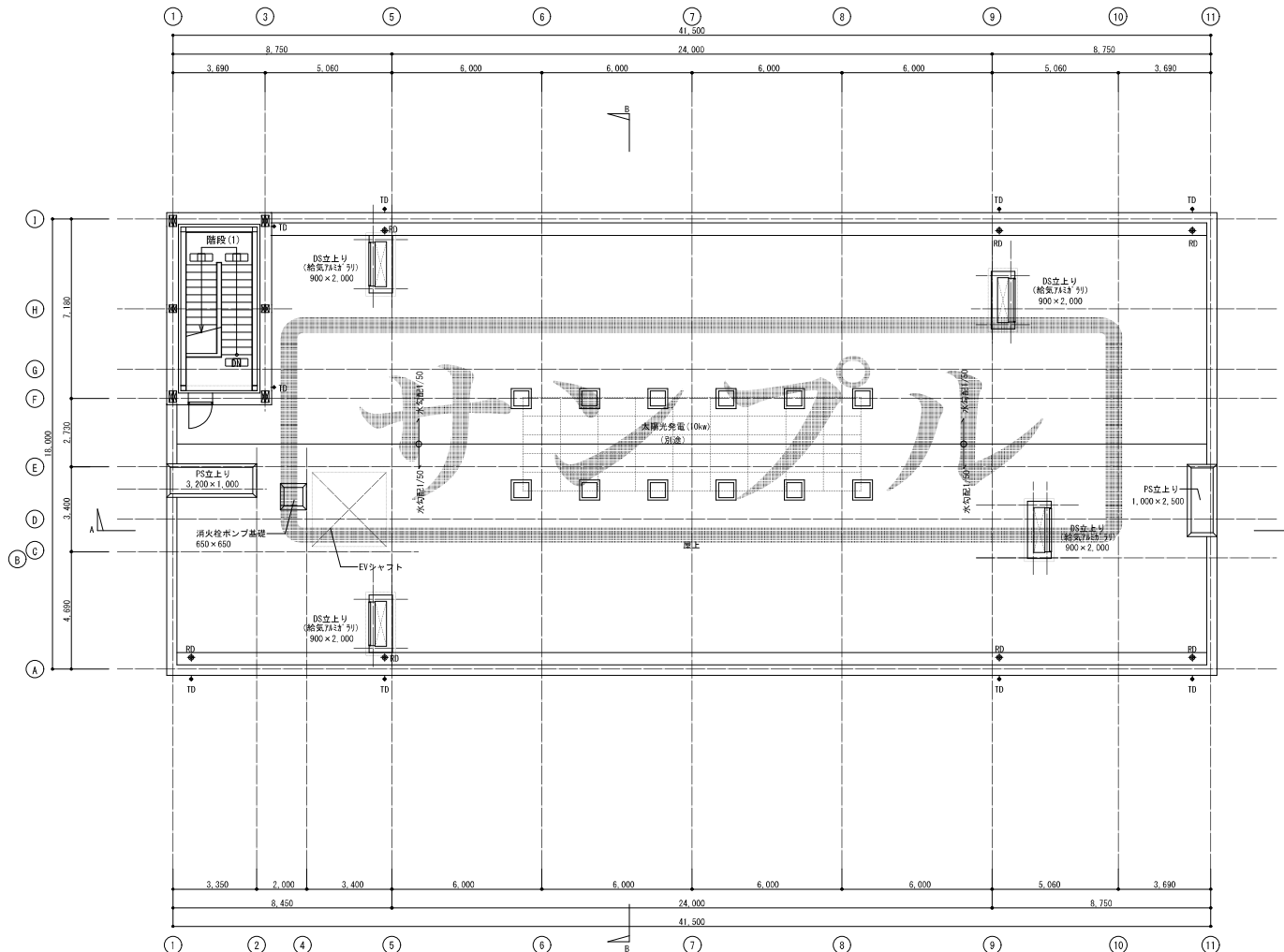
凡例	
±0	床レベル
☒	床下点検口 (600角)
⊠	屋内消火栓 (整理込み型)
△	代管進入口
TD	アルミ製たてどい
備考	

4階平面図 S=1:100

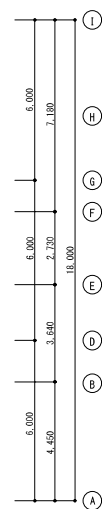
※本試設計では、関係機関との調整や申請資料の作成等を行っていないため、実際の建築確認申請においては、必要となる対応を建築主事等と協議してください。



PH屋根伏図 S=1:100



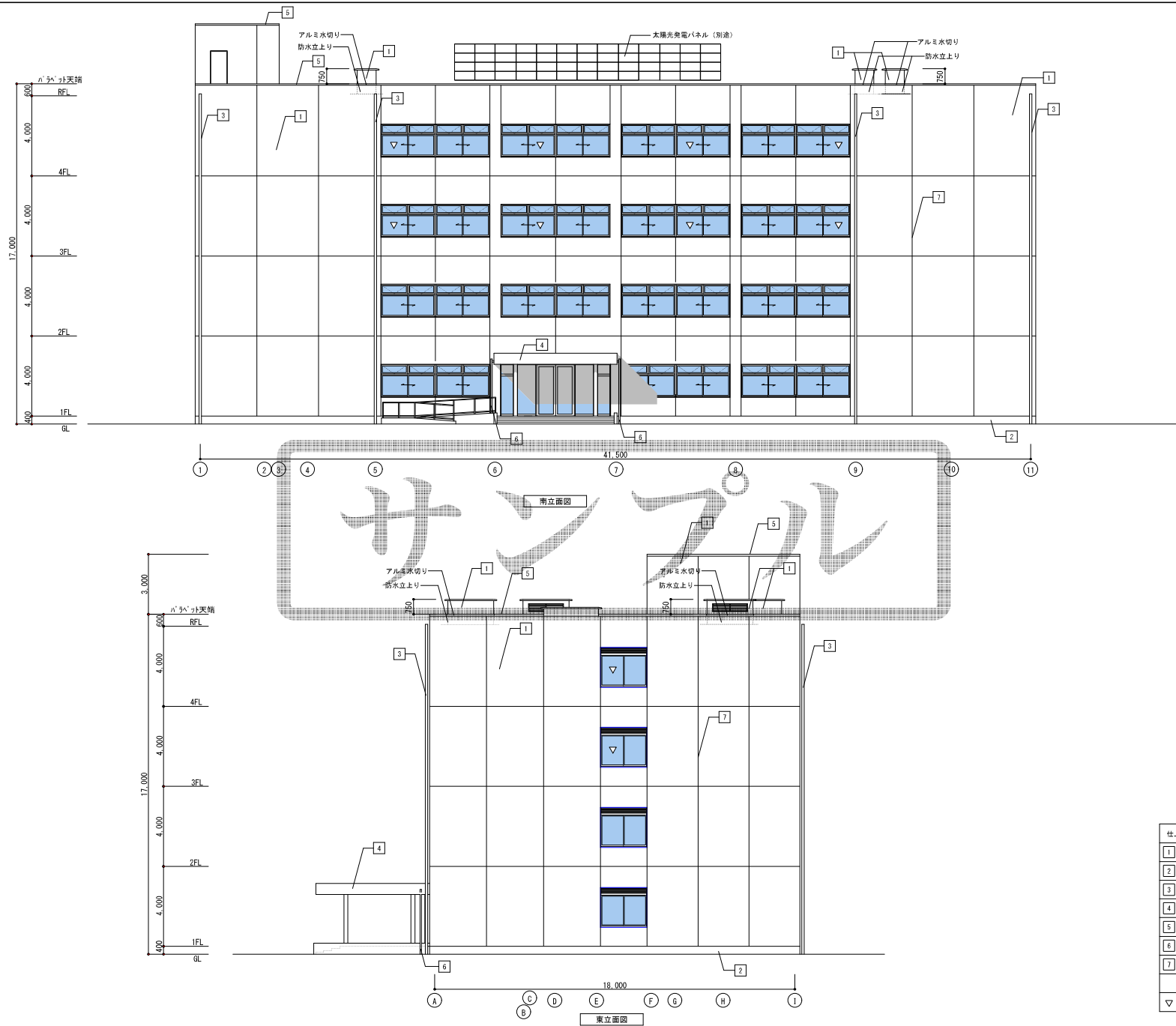
R階平面図 S=1:100



凡例	
RD	ルーフドレン
TD	アルミ製たてどい

※本試設計では、関係機関との調整や申請資料の作成等を行っていないため、実際の建築確認申請においては、必要となる対応を建築主事等と協議してください。

軸組構法(Aプラン)	A-5
R階平面図	1/100



仕上材	凡例
1	産業系サイディング構張り
2	コンクリート打放し (B種)
3	たてどい: アルミ製100φ
4	扉板: 鋼板換付 t=2.0
5	窓木: アルミ製
6	たてどい: SUS製50φ
7	化粧目地: 20×10
▽	代替出入口

※本試設計では、関係機関との調整や申請資料の作成等を行っていないため、実際の建築確認申請においては、必要となる対応を建築主事等と協議してください。

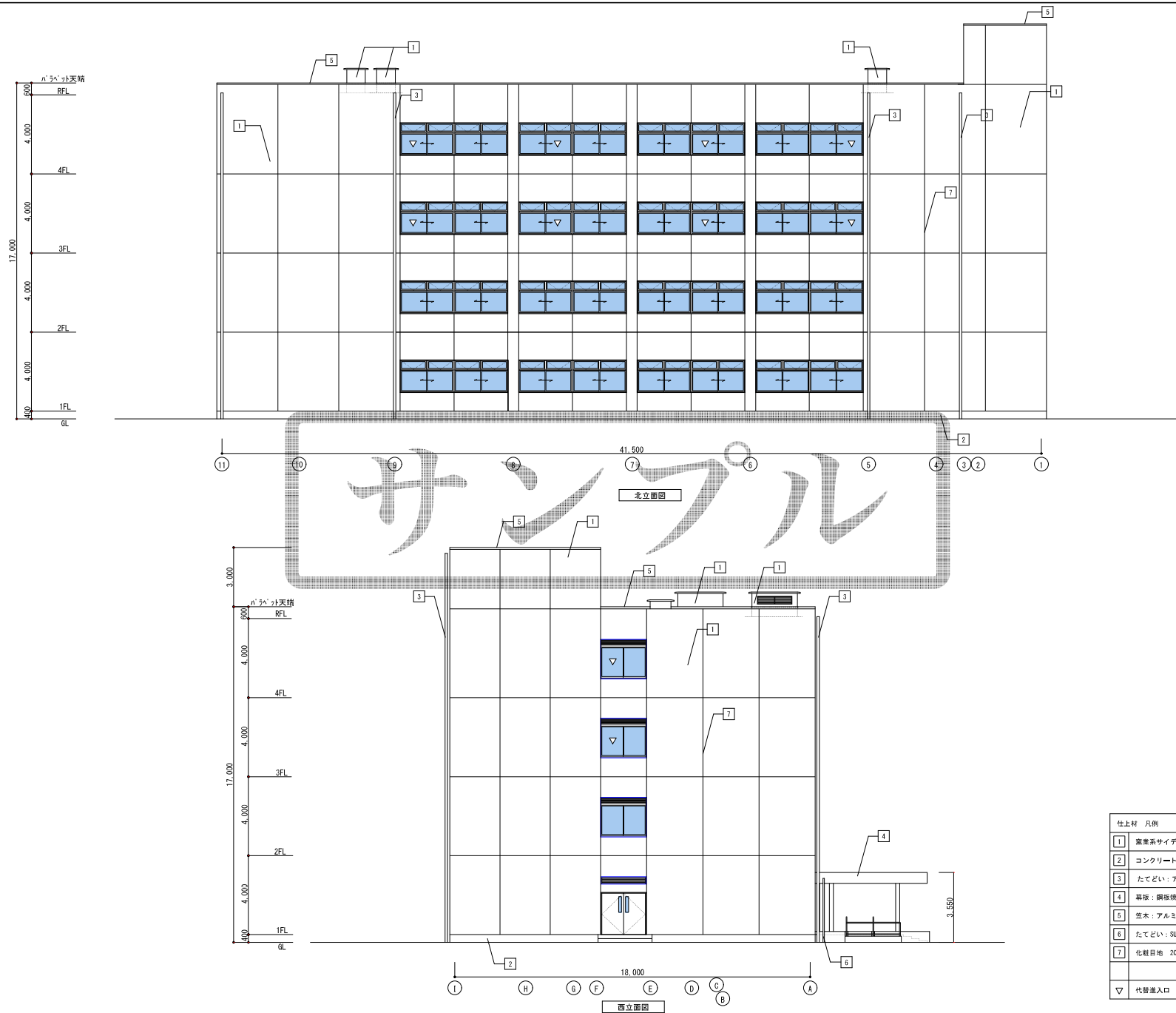
軸組構法(Aプラン)

A-6

立面図 (1)

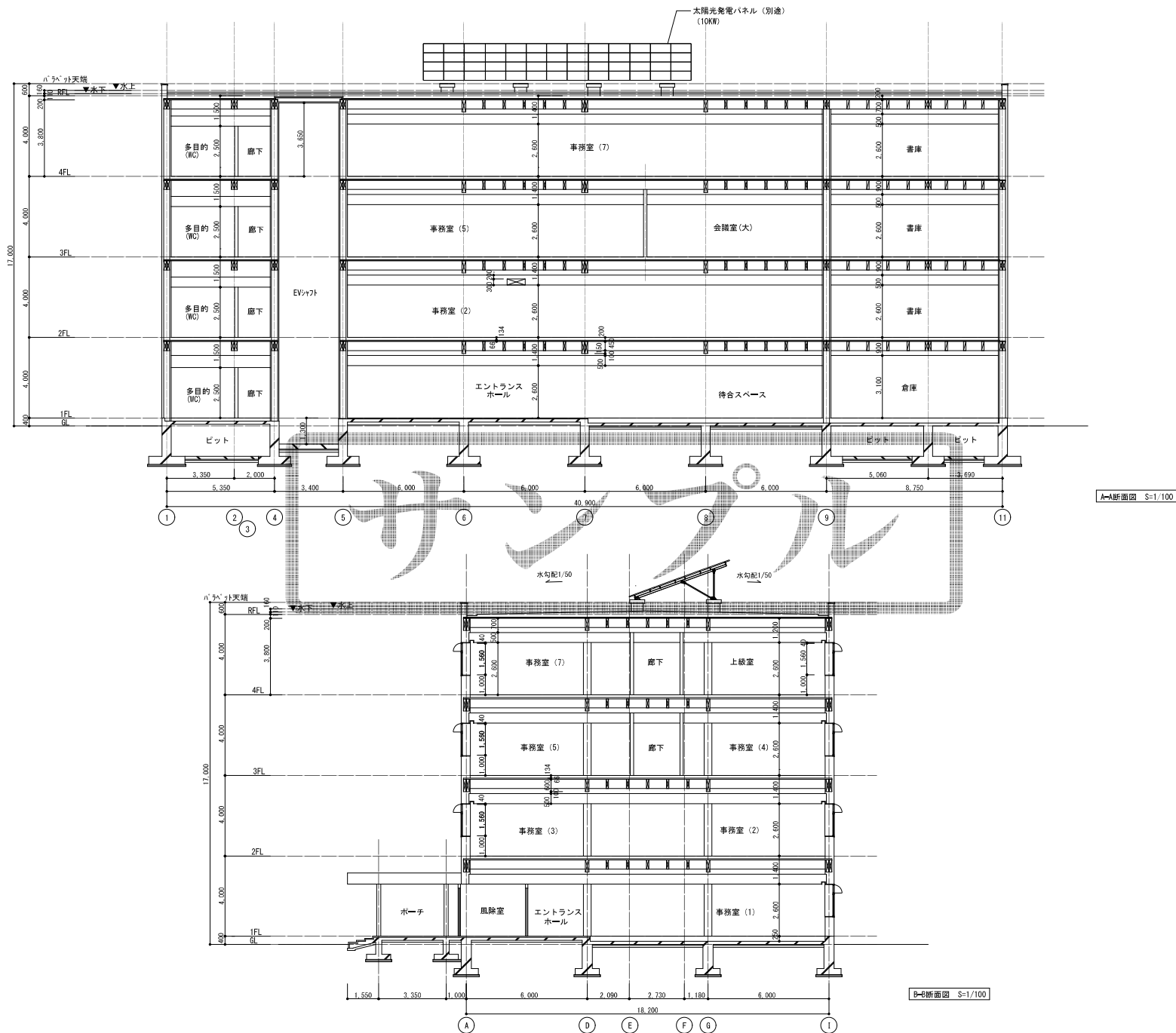
1/100





※本試設計では、関係機関との調整や申請資料の作成等を行っていないため、実際の建築確認申請においては、必要となる対応を建築主事等と協議してください。

軸組構法(Aプラン)	A-7
立面図(2)	1/100

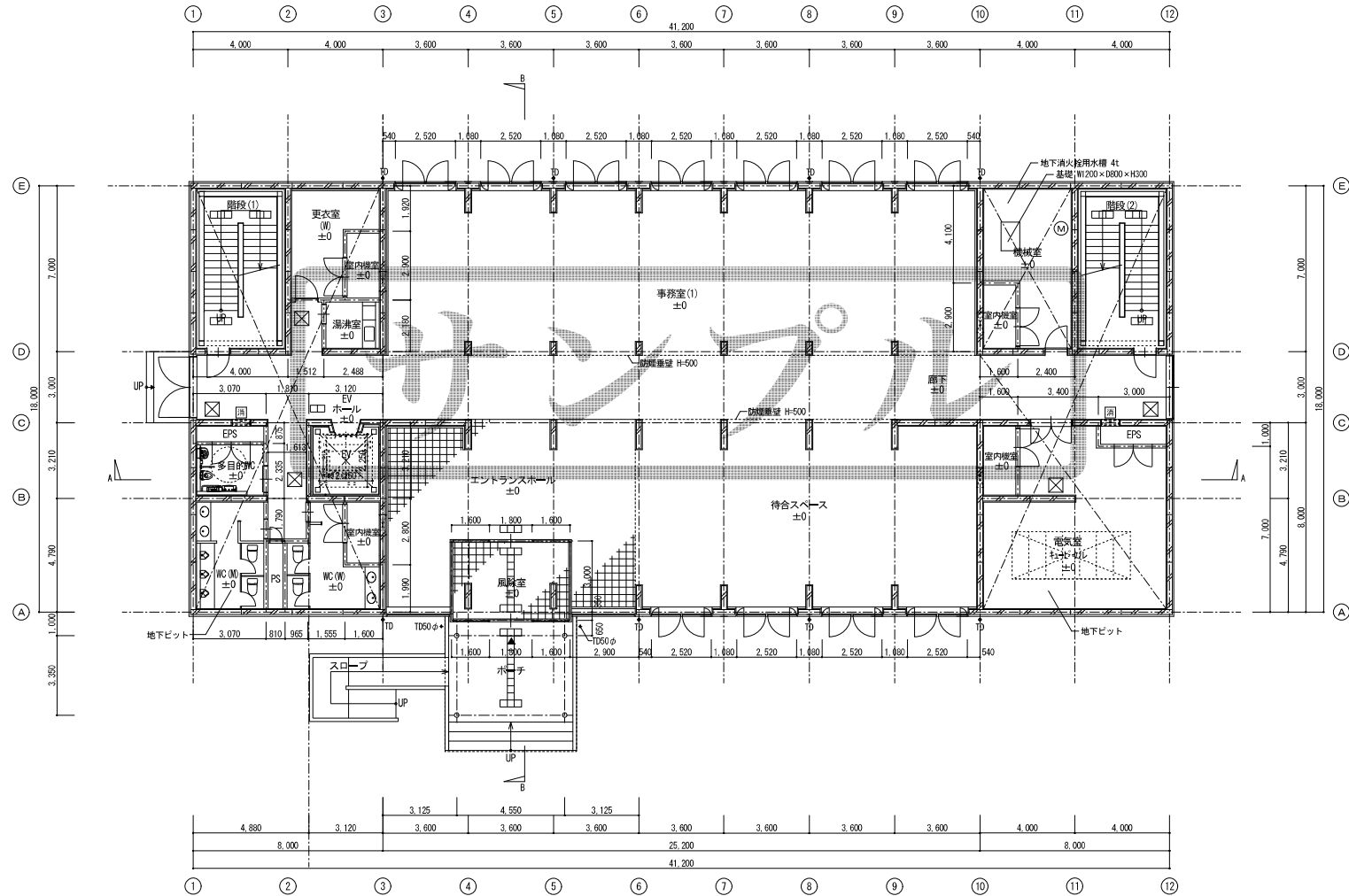
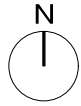


A-A断面図 S=1/100

B-B断面図 S=1/100

※本試設計では、関係機関との調整や申請資料の作成等を行っていないため、実際の建築確認申請においては、必要となる対応を建築主事等と協議してください。

軸組構法(Aプラン)	A-8
断面図	1/100



1階平面図 S=1:100

凡例	
±0	床レベル
☒	床下点検口 600角
☒	屋内消火栓(壁蔵30型)
(M)	マンホール 600φ (縁石段 防臭・止水型)
TD	アルミ製たてどい
備考	
IFは設計値より+40とする。	

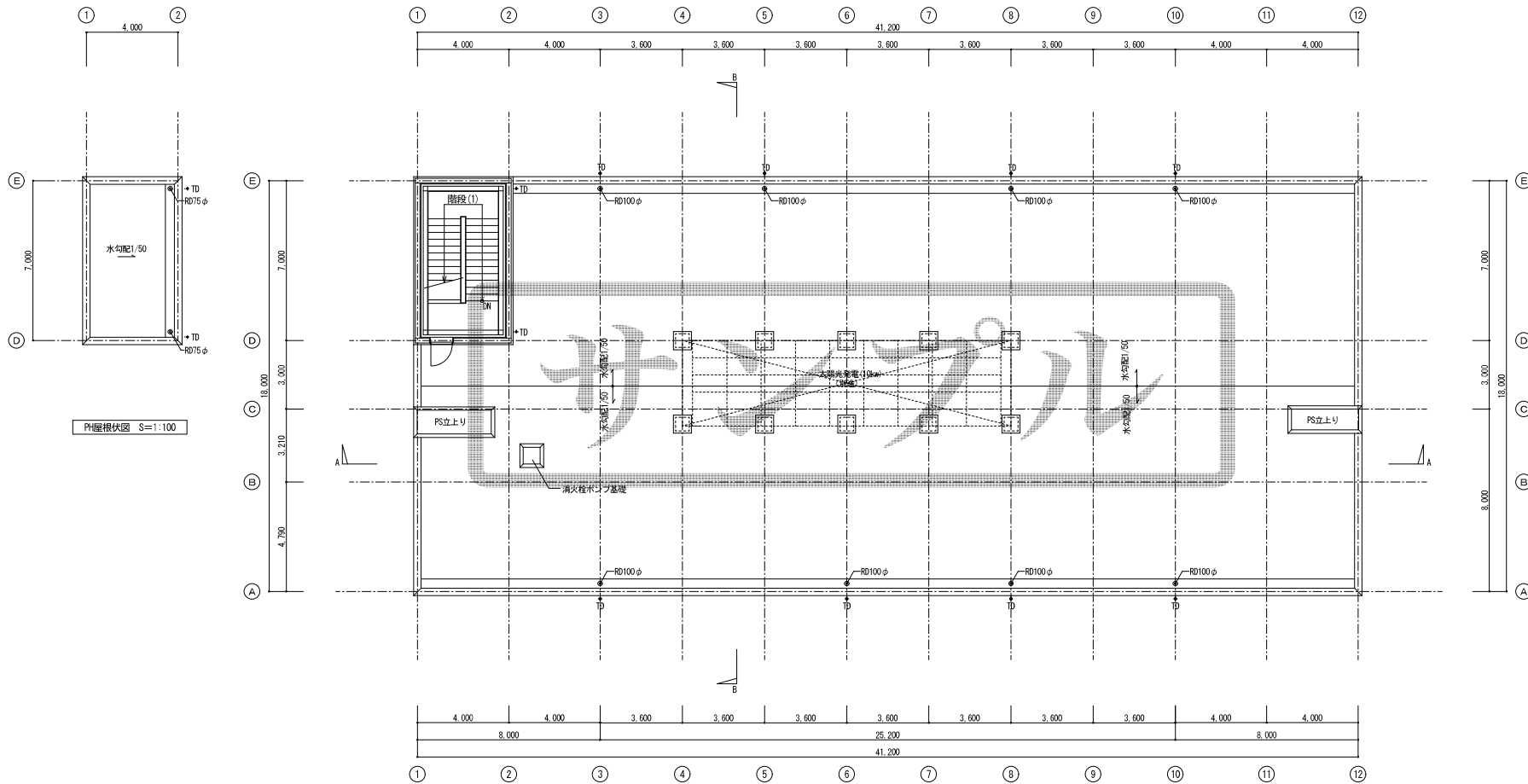
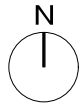
※本試設計では、関係機関との調整や申請資料の作成等を行っていないため、実際の建築確認申請においては、必要となる対応を建築主事等と協議してください。

CLTパネル工法(Bプラン)	A-1
1階平面図	1/100









PI屋根状図 S=1:100

R階平面図 S=1:100

凡例	
RD	ルーフドレン
TD	アルミ曇たてどい

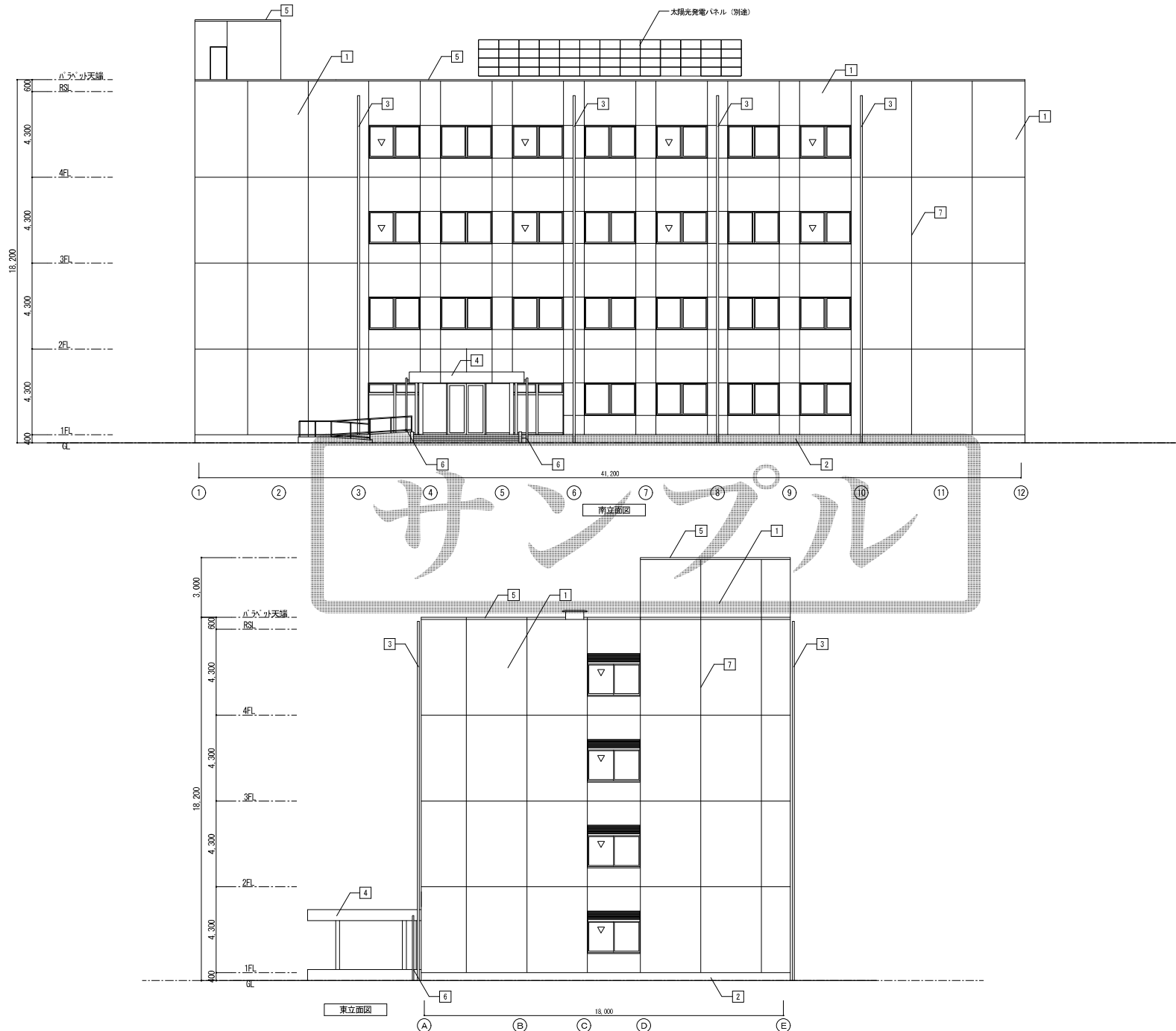
※本試設計では、関係機関との調整や申請資料の作成等を行っていないため、実際の建築確認申請においては、必要となる対応を建築主事等と協議してください。

CLTパネル工法(Bプラン)

A-5

R階平面図

1/100

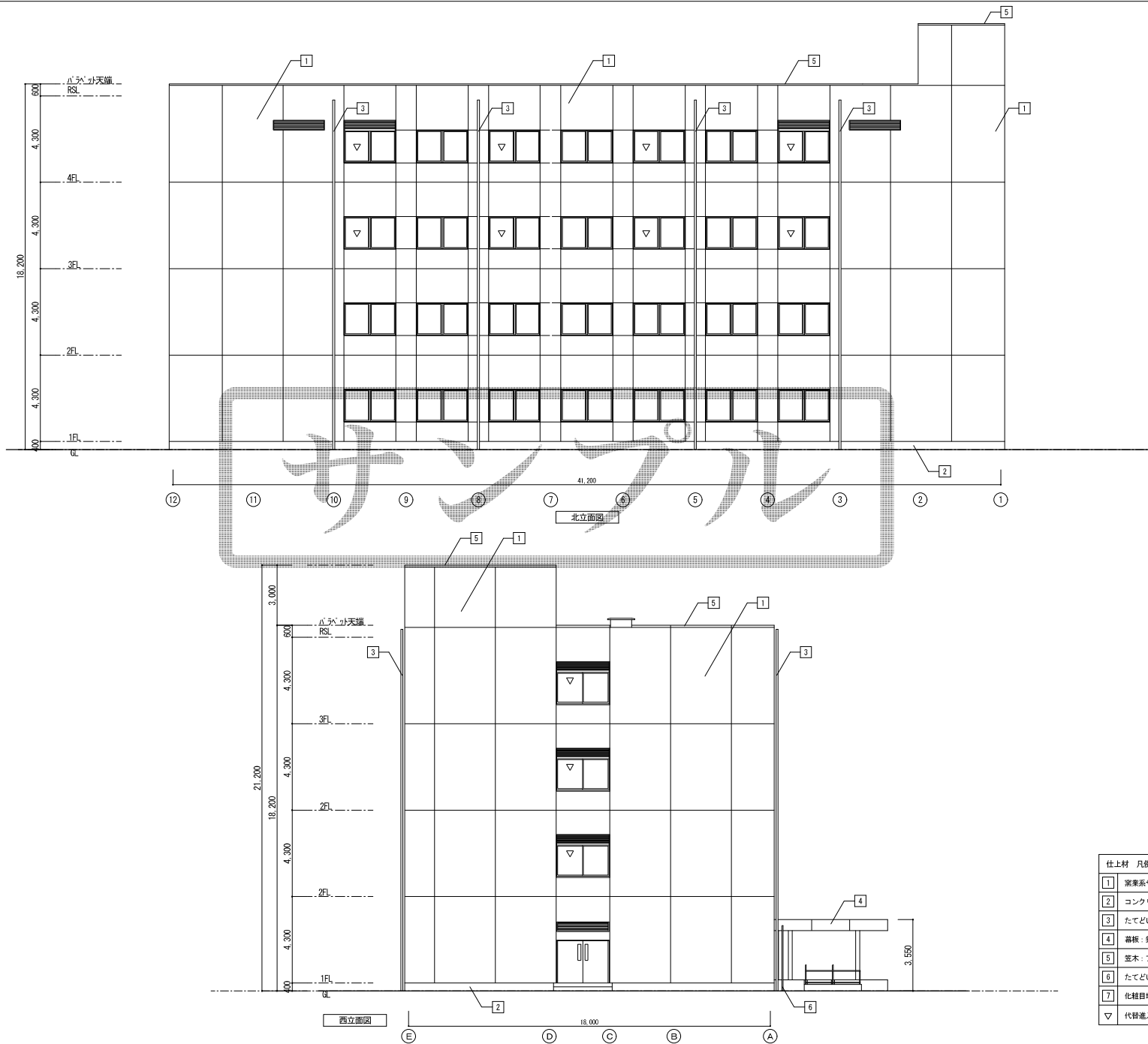


仕上材 凡例	
1	窓業系サイディング横張り
2	コンクリート打放し (B種)
3	たてどい: アルミ製 100φ
4	幕板: 銅板焼付け t=2.0
5	笠木: アルミ製
6	たてどい: SUS製50φ
7	化粧目地 20×10
▽	代経進入口

※本試設計では、関係機関との調整や申請資料の作成等を行っていないため、実際の建築確認申請においては、必要となる対応を建築主事等と協議してください。

CLTパネル工法(Bプラン)	A-6
立面図 (1)	1/100

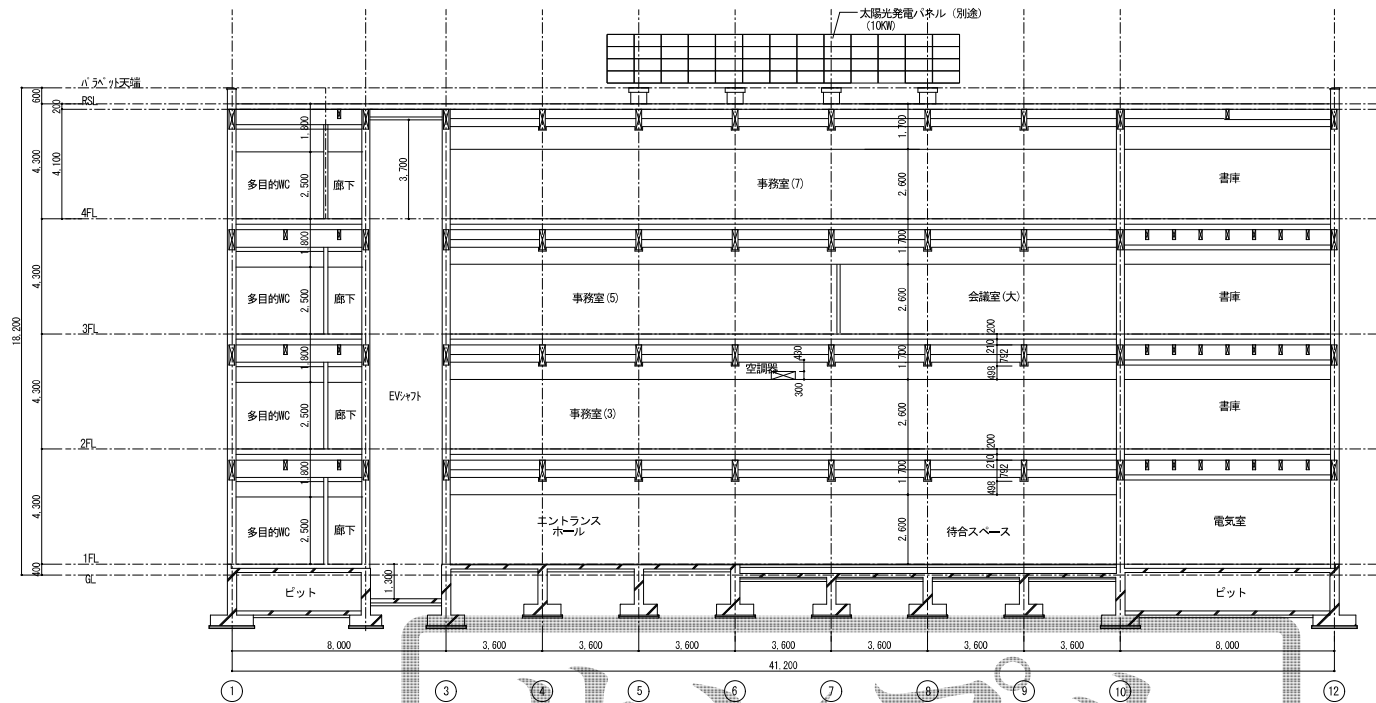




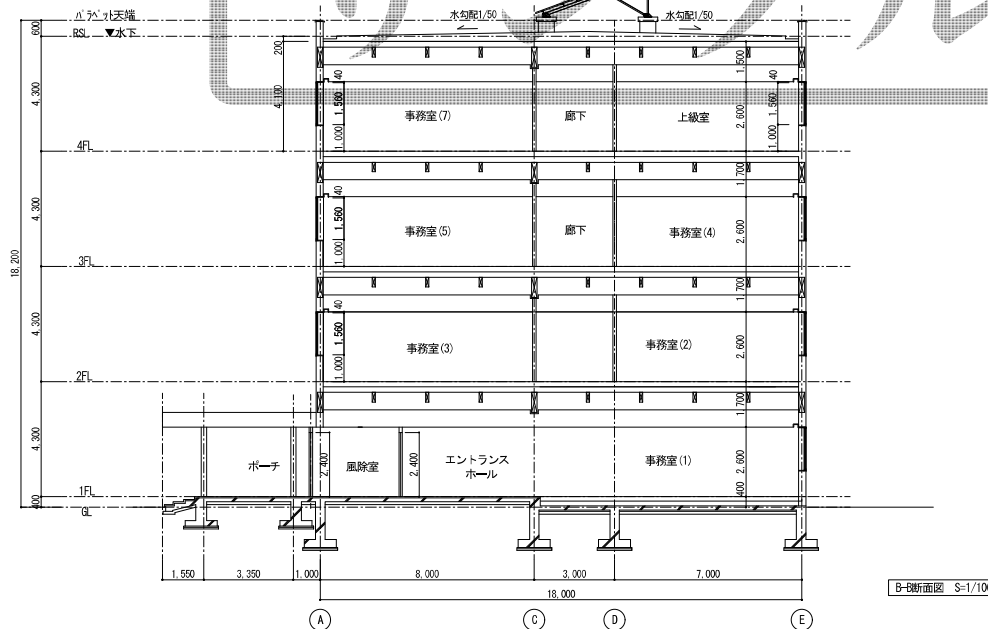
仕上材 凡例	
1	窯業系サイディング横張り
2	コンクリート打放し (白種)
3	たてどい: アルミ製 100φ
4	幕板: 鋼板焼付け t=2.0
5	笠木: アルミ製
6	たてどい: SUS製50φ
7	化粧目地 20×10
▽	代経出入口

※本試設計では、関係機関との調整や申請資料の作成等を行っていないため、実際の建築確認申請においては、必要となる対応を建築主事等と協議してください。

CLTパネル工法(Bプラン)	A-7
立面図 (2)	1/100



A-A断面図 S=1/100



B-B断面図 S=1/100

※本試設計では、関係機関との調整や申請資料の作成等は行ってないため、実際の建築確認申請においては、必要となる対応を建築主事等と協議してください。

CLTパネル工法(Bプラン)

A-8

断面図

1/100