

## ②W+RC合成スラブ構造詳細図

W+RC合成スラブの床伏図と各部の詳細図(A断面～C断面)を示す。

### ●A断面：合成スラブの構成

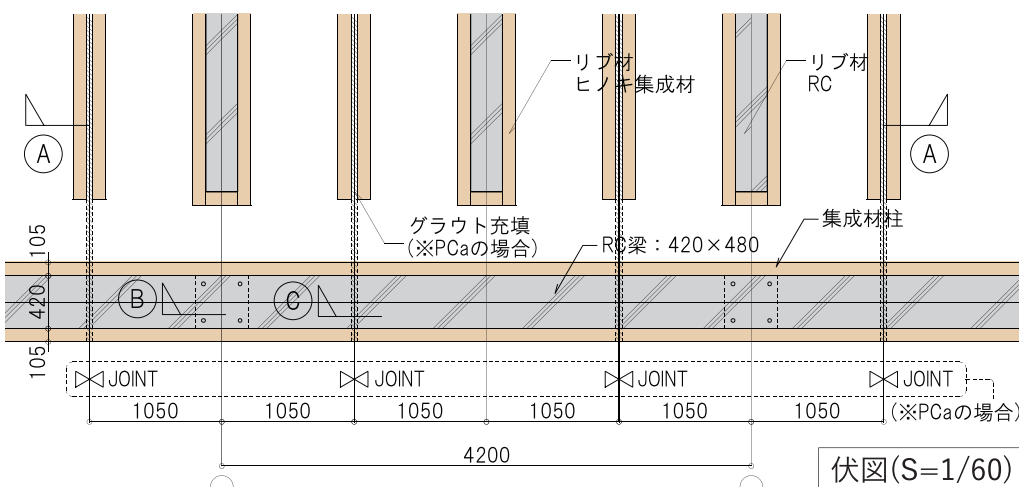
上面材(RCスラブ $t=180$ )と下面材(スギCLT $t=90$ )をリブ材(ヒノキ集成材 $h=300$ )により一体化している。上面材・リブ材間はラグスクリューボルト、下面材・リブ材間はビスのせん断抵抗により床全体として合成効果を発揮する。部分的に設けられたRCリブにより、火災時にCLTが燃えても床が支持可能となる。PCaの場合、先行PCaのCLTにアゴを設け、その上に後行PCaを載せ下からビスでとめることでPCa部材同士の目違いを防止する。RCスラブは通常廃材となるLVLの単板かつら剥き後の芯材を利用したボイドスラブとすることで、スラブの軽量化・CO2固定化に配慮した。

### ●B断面：仕口部

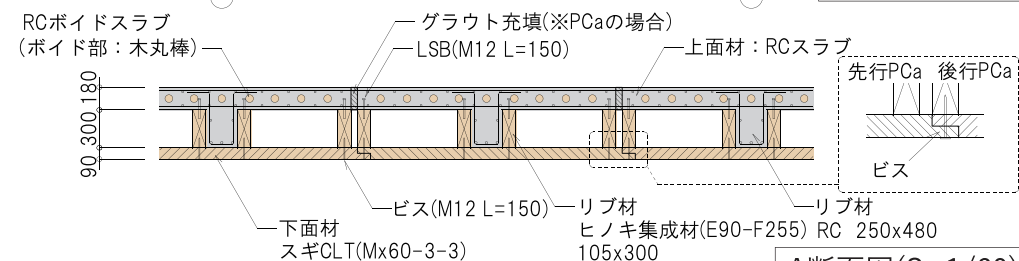
下階の柱にRC梁・上階の柱を順に寄せ、GIR(4-D22)で一体化している。柱頭柱脚をピン接合としているため、梁主筋や柱主筋などの仕口への定着が必要なく、簡易な納まりが可能となる。

### ●C断面：梁ジョイント部(※PCaの場合)

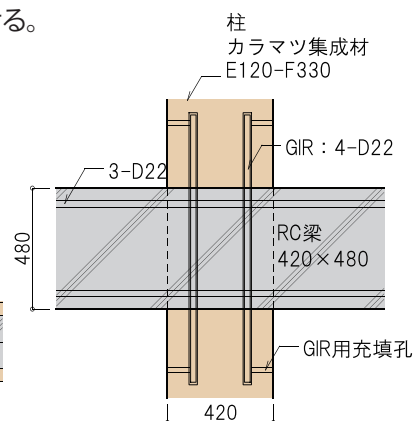
曲げモーメント伝達のためスリーブ継手とする。またせん断力伝達のためコッターを設ける。



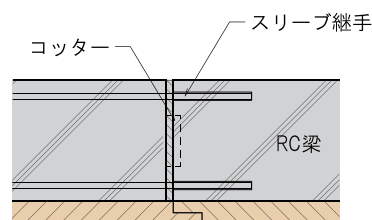
伏図(S=1/60)



A断面図(S=1/60)



B断面図(S=1/30)



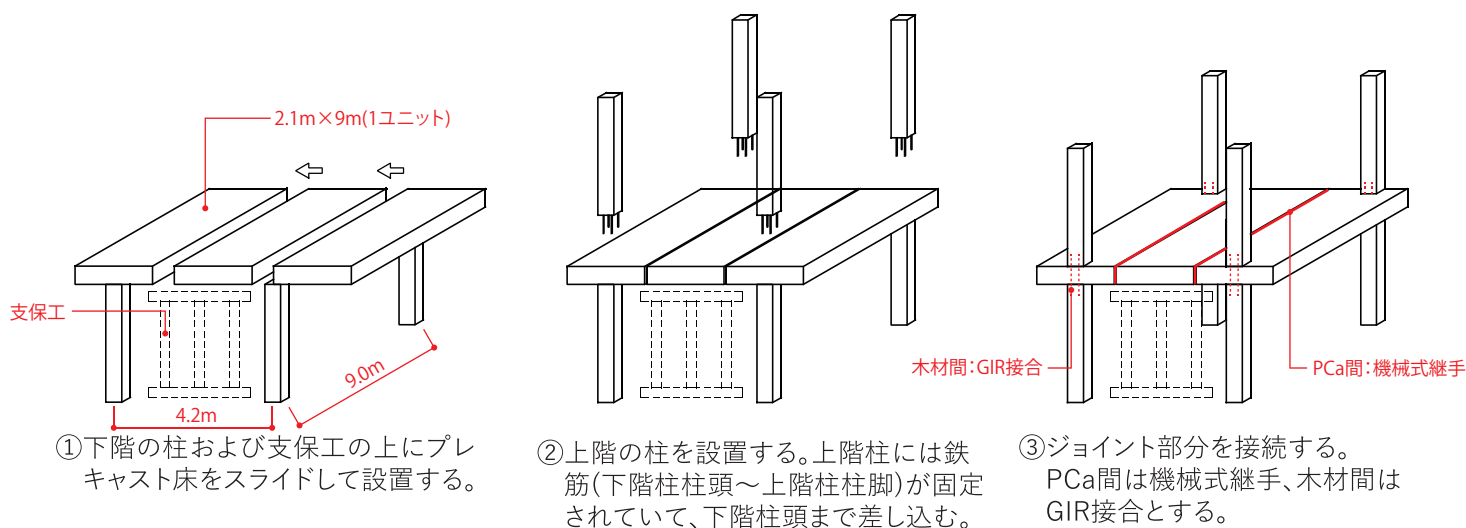
C断面図(S=1/30)

(※PCaの場合)

### ●プレキャスト床の施工方法

W+RC合成スラブをプレキャスト部材とした場合の施工方法について検討を行った。

PCa床の運搬、敷地の規模、クレーンの揚重を考慮して、プレキャスト床のサイズを柱スパンの半分の2.1m $\times$ 9mとした。床のジョイントの位置は、伝達する応力が小さい柱スパン(4.2m)の1/4の位置とした。工場にて一体化したPCa床(上面材+リブ材+下面材)を現場に搬入し、トラックから直接柱上に設置する。ジョイント部はPCa間は機械式継手、木材間はGIR接合とし、コンクリート現場打設の工程を無くした。工場生産による規格化と、現場での省力化により工法の普及につながると考えた。



## 全層木造架構による 4 階建て事務所ビル <田園郊外型オフィス>

### アピールポイント

- 「木質二方向ラーメン構造 サミットHR工法（GIR接合）」により 4 階建全層の木造架構が可能
- 耐力壁がないため可変性の高い空間やガラスカーテンウォール、2層吹き抜けによる採光が良くダイナミックな空間演出が可能
- 施工において、柱・梁・床版を1層ずつ建てるプラットフォーム工法を採用することで、下層階の次工程作業が許容され工期の短縮に繋がる
- 施工床が構築され施工の安全性向上や集成材の製造工程にも余裕を持つことが可能

### 建築計画

1階に応接室・防災備蓄倉庫、2・3 階を中心に執務室、4 階に会議室・ユーティリティホール等を配置した。また、建物南西側の外壁にガラスカーテンウォールを採用し、エントランスホールの2層吹き抜け空間や4階のユーティリティホールへの採光を高めた。

### 構造計画

2方向ラーメン構造のサミットHR工法を採用することで、耐力壁が無く、平面計画のレイアウト性や可変性の高い空間を作り出している。また、床板・屋根にはCLTを構造体として使用することで、小梁や根太を無くし、水平剛性を確保した。

### 防耐火計画

耐火建築物として計画し、柱・梁・床の構造体は1時間耐火構造とするため、強化石膏ボード2枚貼り（ $t=42 \sim 46\text{mm}$ ）によるメンブレン型を採用した。今後、シャッターやEV扉の75分準耐火認定品が流通すれば、燃え代設計による75分準耐火構造も可能。



内観：（上）エントランスホール / （下）執務室

耐力壁のない木造架構（柱・梁）で陽光溢れるダイナミックな空間を演出

外観：（右）ガラスカーテンウォールで採光と意匠性を高めた外観



## 木材使用について

集成材（カラマツ）：402㎡

CLT（スギ 5層7プライ）：281㎡

### ● 断面

〈集成材最大部材〉

- ・ 柱 680×680
- ・ 大梁 330×1100, 450×900

〈CLT版最大サイズ〉

- ・ 2, 170×11,270×210

### ● 合計木材使用量：683㎡

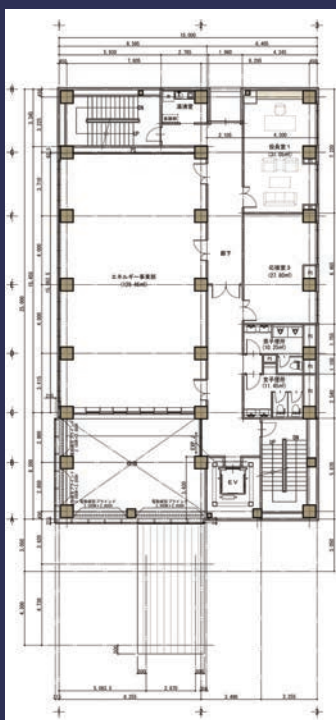
### ● 国産材の割合：100%

## 基本データ（モデルプラン）

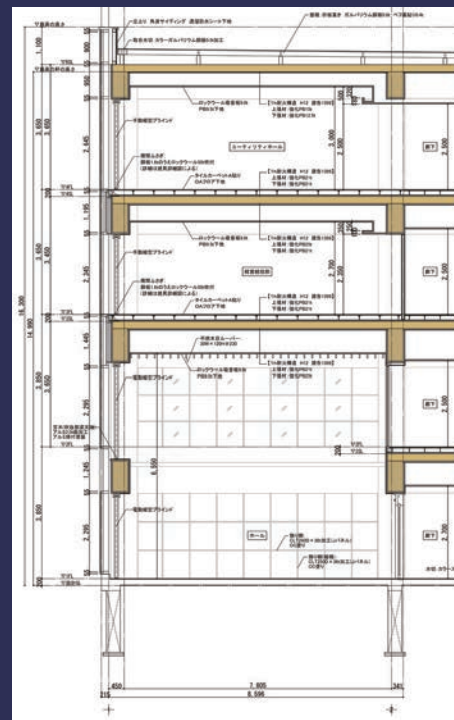
- ・ 立地条件 法22条区域
- ・ 主要構造 木造
- ・ 耐火性能 耐火建築物
- ・ 規模 地上4階
- ・ 建築面積 407.93 ㎡
- ・ 延床面積 1,481.06 ㎡
- ・ 主なスパン 8.25m
- ・ 階高 3.65~3.85m
- ・ 天井高 2.70~3.00m

## 建築可能な立地及び規模

- 立地条件：法22条区域（商業地域）
- 建物規模：地上4階建
- 用途：事務所



2階平面図



断面図（一部）

# 全層木造架構による4階建事務所ビル＜田園郊外型オフィス＞

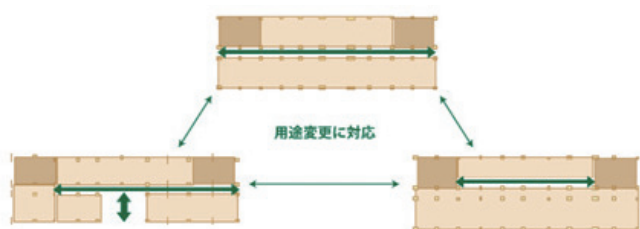
## ■木質二方向ラーメン構造の採用

**二方向ラーメン構造**を採用することで鉄筋コンクリート造と同等の柱割となり、在来工法のように耐力壁や筋交いを設ける必要がないため、平面計画の自由度が高く将来のニーズにあったレイアウト変更も可能。

また、柱脚・柱梁接合部はGIR（グールドインロッド）接合とすることで金物が露出せずすっきりした納まりとなる。



二方向ラーメン構造



レイアウト変更に対応可能

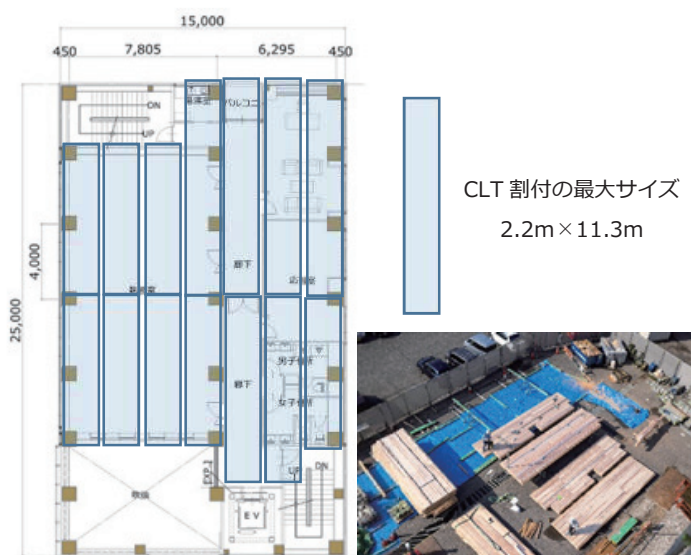
## ■CLT床版の採用

床版としてCLTを採用し、GIR接合で大梁に固定することで水平剛性を確保させた。また小梁や根太が必要ないため、工期を短縮することができる。

CLTはマザーボードサイズに近い寸法で割付を計画することで、コストの削減に繋がる。その際、運搬・搬入の計画も同時に行うことが重要となる。



大梁天端にセットした  
GIR 接合ボルト

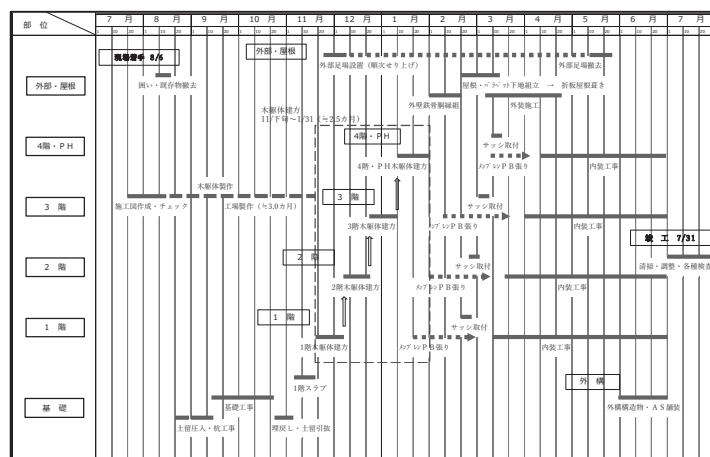


CLT 床版の割付

敷き込み前の CLT

## ■プラットフォーム工法の採用

全層の躯体を組んだ後に床版を敷き込むのではなく、柱・梁・床版を1層組み上げていくプラットフォーム工法とすることで、大版のCLTを敷き込むことが容易となる。また、上層の躯体工事と下層の工事を同時に行え工期の短縮にも繋がり、CLTの敷き込みにより施工床が構築されるため施工安全性が向上するといったメリットもある。柱はGIR接合により縦継ぎを行う。



工程イメージ



施工状況（1階）



施工状況（2階床）





柱を GIR 接合により縦継ぎする

柱縦継ぎ部

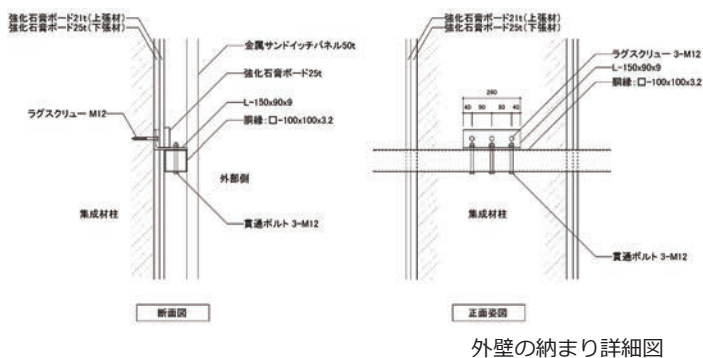
## ■耐火計画

**耐火建築物**として計画する場合、柱・梁・床の構造部材は1時間耐火構造とする必要がある。今回の提案は強化石膏ボード2枚貼り(t=42~46mm)の**メンブレン型**としたが、防火設備等の基準を満たすことで、燃え代設計による**75分準耐火構造**も可能で、その場合は構造部材をあらわしで使用する事が出来る。

## ■納まり検討例

外壁の木造躯体への固定方法について(金属サンドイッチパネルの場合)

- ・ メンブレン型の耐火建築物を想定し、木造躯体には強化石膏ボード2枚の被覆があるものとする。
- ・ 金属サンドイッチパネルの下地胴縁には角型鋼管またはC型鋼を使用するものとする。



外壁の納まり詳細図

- ・ 木造躯体にLアングルをラグスクリューで留め付け下地胴縁をLアングルに貫通ボルトで留め付ける。
- ・ Lアングルを木造躯体と確実に固定するため耐火被覆の強化石膏ボードを切り欠き、直に留め付ける。
- ・ 強化石膏ボードを切り欠いた部分は、その上から増し貼りし、耐火被覆の必要厚を確保する。

## ■施工時の品質管理における留意事項

### CLT床版の養生について

養生目的:CLTが含水することによる膨れ防止、下階の工程に漏水による影響を与えないこと。

### <検討時のポイント>

- ・ CLTの床・屋根版は降雨の際、面全体で降水を受けてそのまま滞留しやすい。
- ・ 表面のラミナどうしの隙間(巾方向の接着がない場合)や、スプライン接合部に降水が入り込み、下階へ漏水の可能性はある。

### <解決例>

- ・ CLTの床・屋根の敷き込み後、低粘着養生シートの張付けを行う。→ブルーシートでの養生と異なりかさばらない為、その後の施工性への影響はほとんどなかった。
- ・ スプライン接合部は下階への漏水が最も懸念される箇所であるため、養生シートの増し張りを行う。

養生シート張付けの様子。  
降水時にも下階への漏水等はなかった。

### <屋外暴露試験(30日間)>

(3タイプ:無養生・シート養生・撥水剤塗布養生)

- ・ 無養生:カビの発生、ラミナの反り、ラミナ間に隙間の発生あり
- ・ シート養生:大きな変化なし ⇒採用
- ・ 撥水剤塗布養生:雨水の滞留時間が長い場合はラミナへの透水が確認された



屋外暴露試験の様子



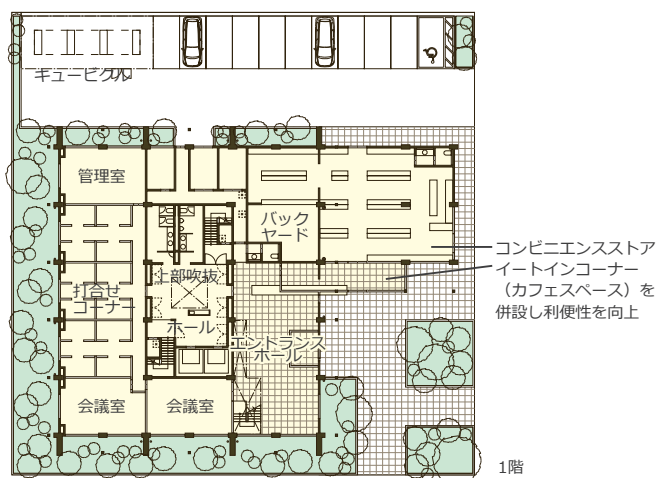
## 在来軸組構法をベースとしてフレキシブルな空間を有する木造 4 階事務所モデル

### アピールポイント

- 8.19m×5.46m グリッドを基本とした、フレキシブルな事務所空間
- 在来軸組構法をベースとした汎用性・経済性の高い架構
- センターコア耐力壁設置による軒が深く、日本の気候風土に適した外観
- 自然エネルギー（自然採光・自然換気）を活用した環境配慮型建築

### 立地及び規模

- 立地条件：準防火地域
- 建物規模：4 階建て
- 用途：事務所



### 建築計画（1）

- 建蔽率に余裕がある郊外店舗（コンビニ）の敷地に、付加価値を提供する**アフターコロナを見越した郊外型事務所**としています。
- 1 階は、店舗と事務所のエントランスの間にカフェスペースを設け、2 階は、1 階から直接アクセスできるラウンジを設けるなど、**多様な業種の方のコミュニケーションを促す計画**としています。

### 木材使用について

- 柱・梁：カラマツ集成材
  - 木製カーテンウォール・軒天不燃木：ヒノキ
  - 内装仕上：スギ・カラマツ
- 合計木材使用量：797 m<sup>3</sup> 国産材の割合：100%



### 基本データ

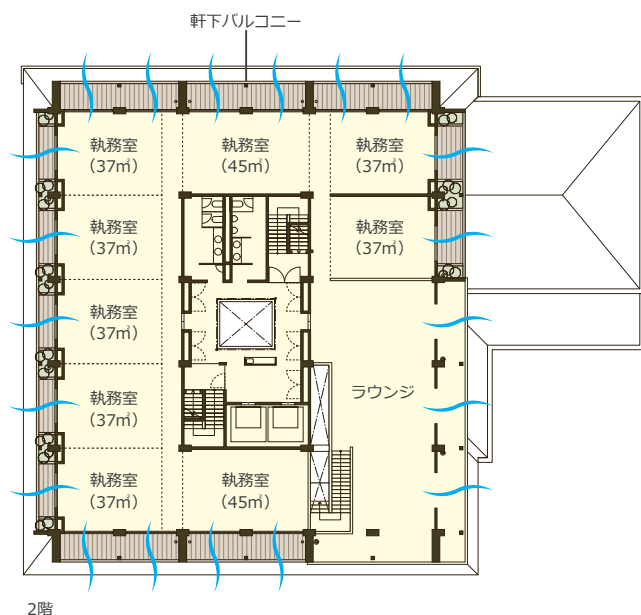
|      |          |
|------|----------|
| 立地条件 | 準防火地域    |
| 主要構造 | 木造       |
| 耐火性能 | 1 時間耐火構造 |
| 規模   | 地上 4 階   |

|       |                      |
|-------|----------------------|
| 建築面積  | 1,028 m <sup>2</sup> |
| 延床面積  | 2,949 m <sup>2</sup> |
| 主なスパン | 8.19m×5.46m          |
| 階高    | 3.8m（基準階）            |
| 天井高   | 2.6m（基準階）            |



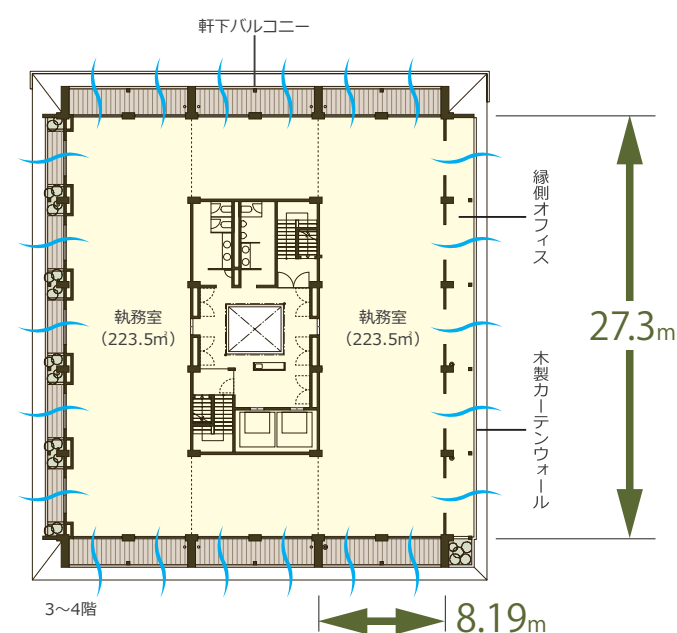
## 建築計画（2）

- センターコア方式採用により4面外気に面する心地よい環境の創出。また多用途（共同住宅、宿泊施設、高齢者福祉施設への用途変更へも対応）
- 柱の無い8m スパンにより多様なオフィスレイアウトに対応



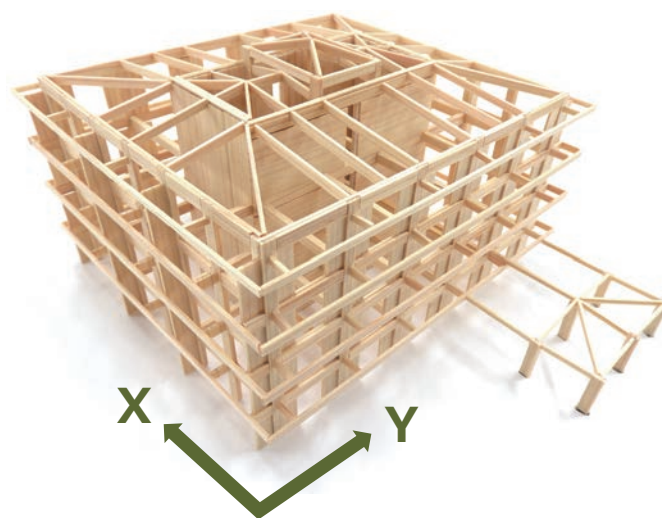
## 防耐火計画

- メンブレン型1時間耐火構造を採用しています。
- 深い軒、バルコニーにより、火災時に、上階への延焼を防ぐことが可能です。



## 構造計画

- 整形でシンプルな架構形式のセンターコア方式を採用
- X方向は鋼板挿入ドリフトピン接合によるラーメン架構とし、スパン8.19mを確保します。
- Y方向は壁倍率20倍程度の高強度耐力壁を採用した在来軸組構法とし、執務空間を確保します。
- 架構を純木造として軽量化することにより、直接基礎を採用可能とします。



\*1) 一部高強度耐力壁には実験データの取得が必要となります。  
採用する耐力壁の壁倍率により壁配置の調整を行います。

\*2) 基礎種別は建設地の地盤の状況により変更となる場合があります。

## 脱炭素社会への対応

### ●Zero Energy Building

太陽光発電を屋根一面に設置可能。

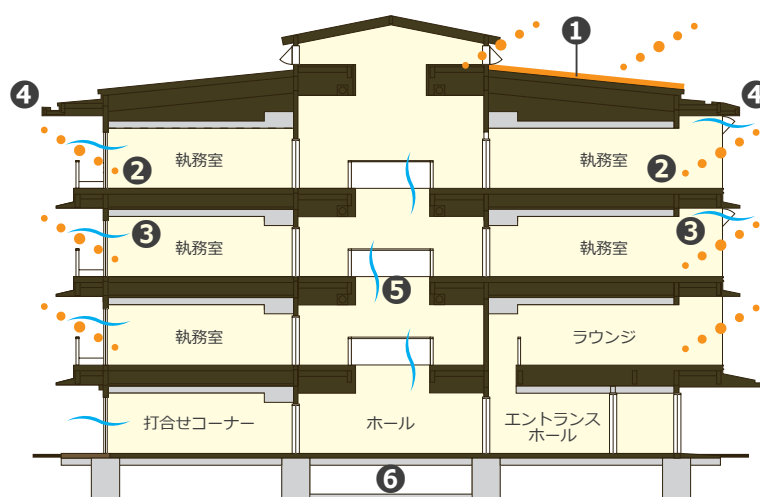
執務室への自然採光の取り込み、自然通風

自然換気に配慮。

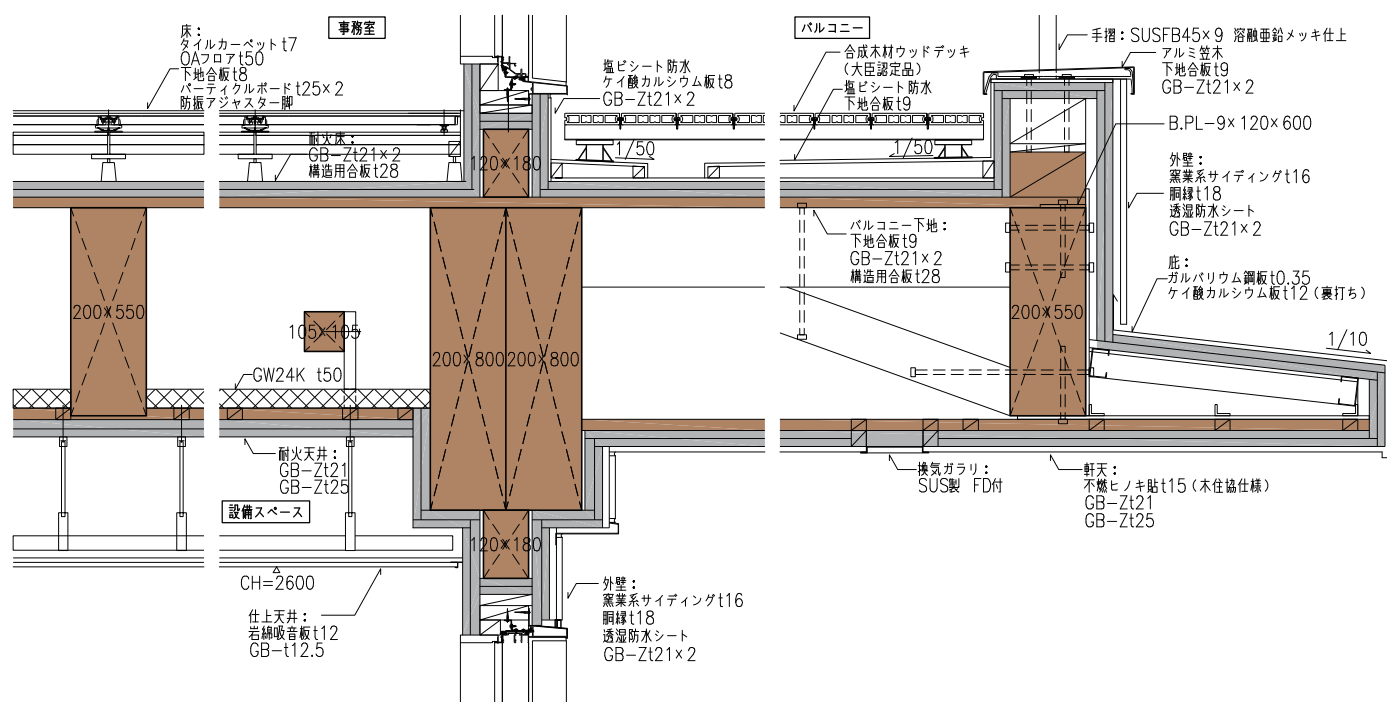
共用部の吹き抜けを利用した重力換気

雨水利用を提案

- ① 太陽光発電の設置（屋根面）
- ② 自然採光の取り込み
- ③ 自然通風の採用
- ④ バルコニーや庇の日射調整
- ⑤ 吹き抜けを利用した重力換気
- ⑥ 雨水層の設置（雨水利用）



# 在来軸組構法をベースとしてフレキシブルな空間を有する木造4階事務所モデル



## 耐火区画

木造耐火建築物とする場合、汎用性の高い方法として、石膏ボードで木材を被覆するメンブレン工法があります。この場合、耐火被覆は構造材である柱、梁、壁内に火災が侵入しないよう途切れることなく覆うことが必要になります。さらに耐火区画部分である壁や天井内に設備機器や配管及びコンセントを埋め込む際、その部分を被覆または区画することになります。また、被覆外からの留付けビス等についても、熱橋による木部への影響が無いよう考慮が必要です。

## 床の耐火区画

木造の耐火区画はRC造やS造と異なりスラブによる区画ではなく、上階の床から下階の天井（床裏）までが一体となって区画を形成しています。

床耐火区画を形成する天井内に設備機器及び配管を隠ぺいする場合は、区画の形成が複雑になり施工上の手間がかかるため、本計画では耐火区画の天井とは別に設備天井を設けて区画形成及び施工上の合理性を図りました。

床面の耐火被覆が途切れることなく覆うため、サッシ取り付け小口部分を被覆し、その上にサッシ取り付け用下地を設けて、サッシを取り付けています。また、バルコニー先端部の底については構造補強上、バルコニー部分の耐火被覆と一体とし床面の区画を形成しています。被覆外からの留付けビス等については熱橋による木部への影響を考慮して「木質耐火部材を用いた木造耐火建築物設計マニュアル」を参考に選定しました。

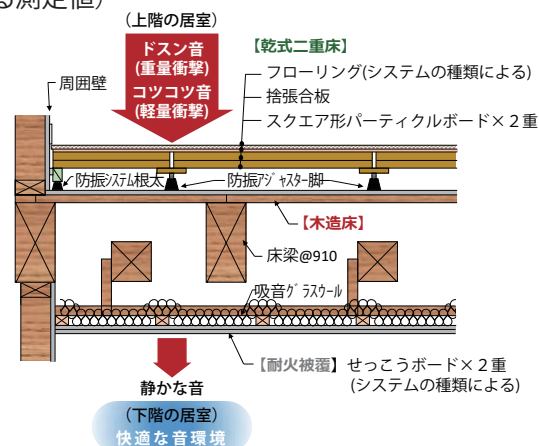
## 床遮音性能

純木造建築の場合、RC造やS造に比べ重量が軽く、剛性も低いため、歩行等の床振動が下階へ伝わりやすくなります。そのため、特に床の遮音性能は、RC造やS造に比べて低くなります。（RC造やS造の事務所の場合L-50～60、未対策の木造の場合L-70～80）

## 床の遮音対策

本計画では、共同住宅用に開発した高遮音床システムのノウハウを活かした遮音対策を検討しています。床面上部の耐火被覆上に設置した防振機構を利用した遮音用の乾式二重床を設け、さらにその上にオフィス配線用の低床タイプのOAフロアを敷設しています。また、床面下部においても、床振動が天井材へ直に伝わらないように、天井材は二次部材を介して設置し、天井内には吸音材としてグラスウールを敷設することで、木造ならではの軽量さを活かしながら上下階の遮音性能の向上を目指します。

※参考：共同住宅用（木造準耐火用）高遮音床システム『SQサイレンス50』L-55（一般財団法人建材試験センターの実験室における測定値）

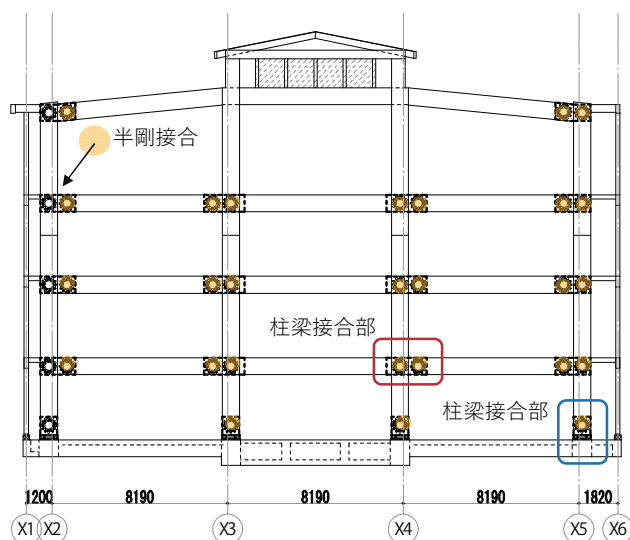




## X方向架構形式

## 鋼板挿入ドリフトピン接合を用いたラーメン構造

X方向は耐力壁を十分に配置できないためラーメン構造としました。半号接合となる柱梁接合方法には一般的な鋼板挿入ドリフトピン接合を採用しています。1/200程度の層間変形角を満足させるために柱梁部材の剛性だけでなく、接合部におけるドリフトピンの配置による回転剛性も考慮しながら、部材断面を決定しています。

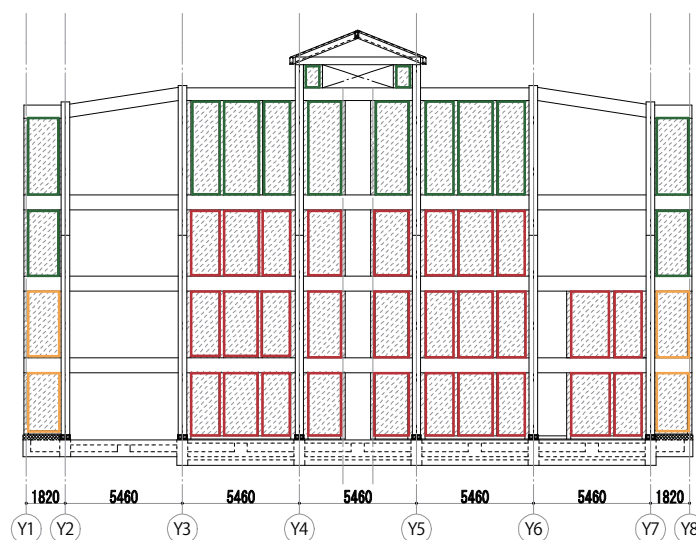


X方向軸組図(Y4フレーム)

## Y方向架構形式

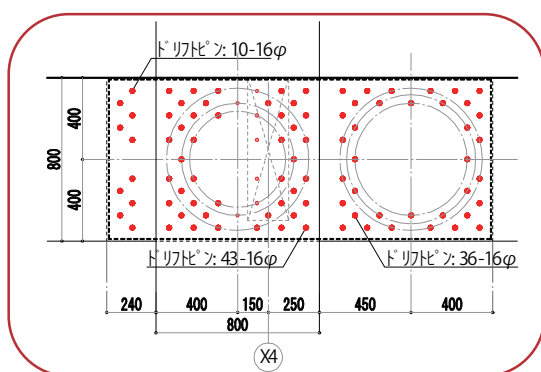
## 構造用合板張り面材耐力壁による耐力壁構造

Y方向は耐力壁を積極的に配置して耐力壁構造としました。コア部分だけでは壁量が不足するため外周面にもバランス良く耐力壁を配置したことで、水平力の移行も小さく床材も構造用合板で処理できる程度となっています。耐力壁としては告示仕様の面材耐力壁のほか、木住協仕様の高耐力耐力壁を採用しています。

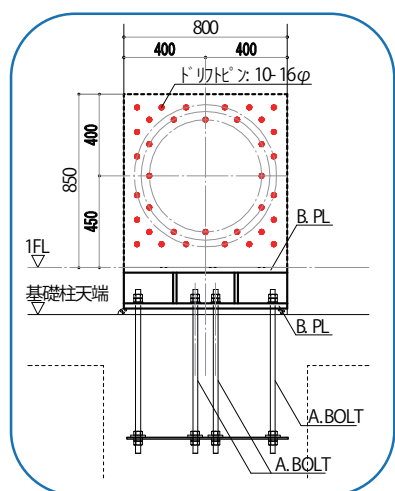


Y方向軸組図(X3フレーム)

## 柱梁接合部



## 柱脚接合部

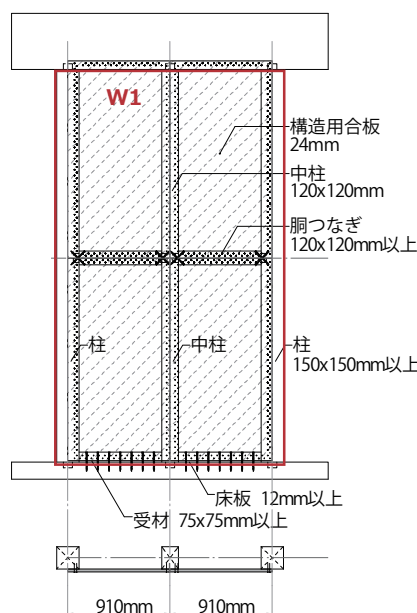


**W1** 厚板合板24mm  
大壁片面張り  
壁倍率16.2倍

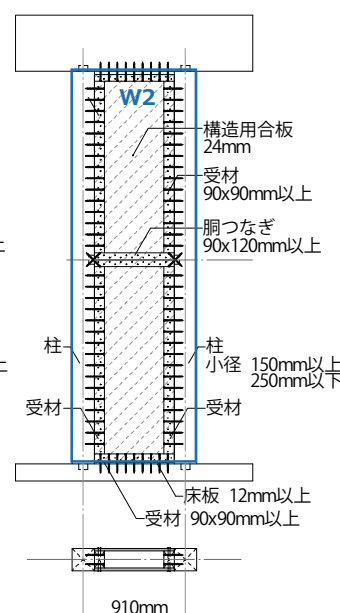
**W2** 厚板合板24mm  
真壁両面張り  
壁倍率19.2倍

**W3** 構造用合板9mm  
大壁両面張り  
壁倍率2.5×2倍

**W4** 構造用合板9mm  
大壁両面張り  
壁倍率3.7×2倍



※木住協仕様



※木住協仕様



## 環境共生木造オフィス

### ——アピールポイント——

- オフィスに求められる新しい価値観と将来のニーズの変化に対応できる自由度をもたせた空間を木の構造で実現しました。
- 鉄骨造と同等のスパンを実現する鉄筋挿入型集成材の梁、設備計画の自由度を高める周辺技術等を適用しています。
- 生産性を高める柱梁接合部や梁—CLT床の接合部（木造梁、鉄骨造梁）の採用により工期短縮とコスト減を実現します。

### 建築計画

- サテライトオフィスと屋内外を往来できる協創共有スペースを選択的に利用できるオフィスモデルとして計画しました。
- 個人の働き方、組織の業務の進め方を固定化しない性質の異なる空間、場をひとつの建物内に集約しました。また、働きやすさに配慮して個人に貸与されるスマートフォン等により快適性や空席状況、にぎわいといった情報を提供します。建物内に滞在する人のGPS情報や生体情報からオフィス内の空調や照明照度を自動で制御することで労働生産性の向上と施設の省エネも実現します。

### 防耐火計画

- 5階建て耐火建築物の計画であり、**1時間耐火・2時間耐火の木造部材**を採用しています。全館スプリンクラーの設置と機械排煙設備を設けることで内装に木質建材を多用しています。長期荷重を負担しない1階の木の耐震壁は、**現しの木の構造部材**として採用しています。

### 構造計画

- RC造と木造の混合構造。**鉄筋挿入型集成材梁（燃エンウッド®）とCLT床、一部耐震壁にブロック化したCLTを積み上げた耐震壁**を採用しました。地震力は建物背面側のRC造部分が負担し、建物全体の耐震性能を確保しています。
- **柱梁接合部のSRC造化**や設備計画の自由度を高めるための**梁貫通孔**、耐火性能を損なうことなく内外装材や2次部材を木造部材に固定するディテールを採用しています。



適材適所によるRC造を木造の使い分け

### 基本データ

|      |        |
|------|--------|
| 立地条件 | 準防火地域  |
| 主要構造 | 木造、RC造 |
| 耐火性能 | 耐火建築物  |
| 規模   | 地上5階   |

|       |              |
|-------|--------------|
| 建築面積  | 610.73㎡      |
| 延床面積  | 2,898.43㎡    |
| 主なスパン | 10.8m x 4.5m |
| 階高    | 4m           |
| 天井高   | 3.12m        |



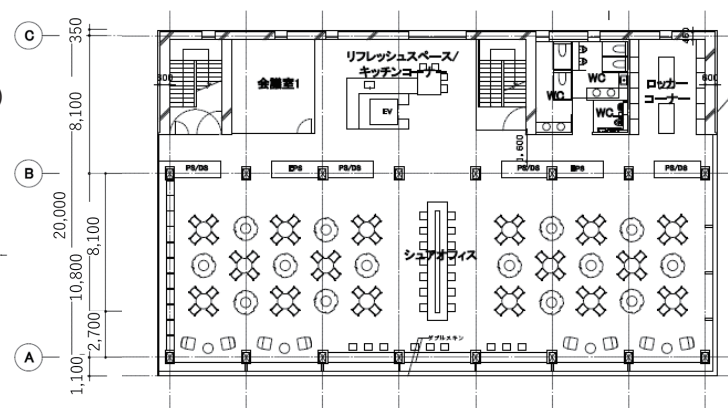


## 木材使用について

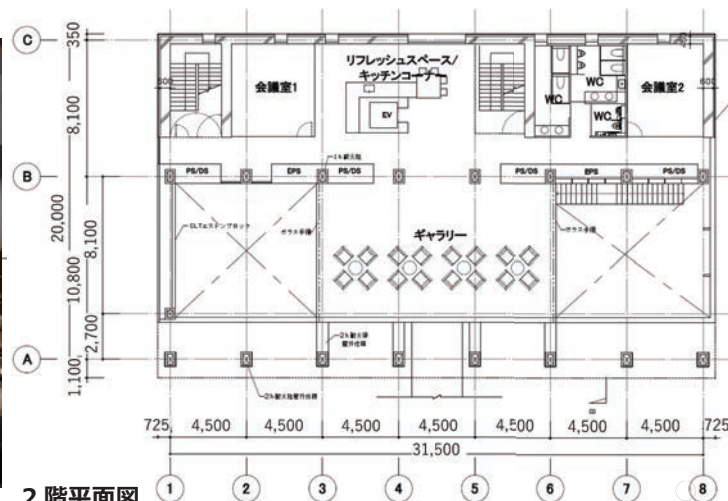
- 柱 集成材 / カラマツ 400x600 (耐火被覆層除く)  
 梁 集成材 / カラマツ 400x690 (鉄筋入り、耐火被覆層除く)  
 床スラブ CLT / スギ厚 270mm  
 合計木材使用量 : 1,022 m<sup>3</sup> 国産材の割合 : 100%

## 建築可能な立地及び規模

- 立地条件 : 近隣商業地域、準防火地域
- 建物規模 : 5階建て
- 用途 : 事務所



3~5 階平面図



2 階平面図



- ※ "環境共生木造オフィス" は竹中工務店木造・木質建築推進本部と内海  
 彩建築設計事務所の協業による提案モデルです。  
 ※ 竹中工務店ですでに実用化した技術で計画、設計を行っています。

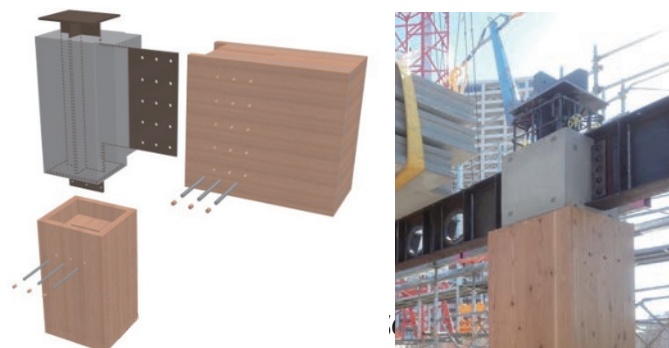


# 環境共生木造オフィス

設計利便性、施工合理性を実現する木造・木質建築設計群

## □設計と施工計画の自由度を高める柱梁接合部

●木造に限らず柱梁接合部等の構造部材の接合部は、作業所での施工性・生産性や工期、建設工事費に影響を与える重要な部分となります。木造部材等の耐火構造の国土交通大臣認定は部材本体が対象であり、それらの接合部は設計者自らがその安全性を証明することとなり、設計者や施工者の工夫が活かされる箇所でもあります。本モデルの柱梁接合部では、SRC造タイプを採用しました。部材製造時の生産性改善に加えて、混合構造での計画時に鉄骨造の部材と木造の部材の接続の自由度を高めることができます。耐火構造として鉄骨造部材は350℃程度まで温度上昇が許容されますが、接続される木造部材は260℃の温度で組織が分解して炭化を始めます。異種材料と併用する場合の耐火上の課題を解決する技術となります。



SRC造化した柱梁接合部の構成（既往事例より）

## □耐火構造の機能を維持する梁貫通孔の耐火補強技術

●木質材料を使った建築で合理的な計画を実現するにあたり木造の採用と設備計画との融合は大きな課題であり、いくつかある課題のうち梁の設備貫通孔技術の確立は重要なものとなります。本モデルでも設備計画の自由度を高めるため耐火構造の梁に貫通孔をもうけましたが、当該部分が弱点とならないように貫通孔部分の内側にモルタルのパイプと発泡

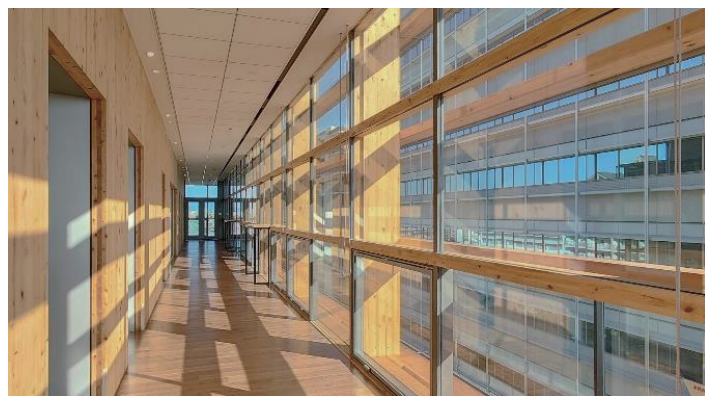


梁貫通孔部分の外観と耐火実験後の試験体

性塩ビパイプを設置して耐火補強を行います。モルタルが温度上昇を抑制しつつ、発泡性材料がモルタルパイプ内壁と高温雰囲気との直接暴露を抑制して、その性能を高めます。

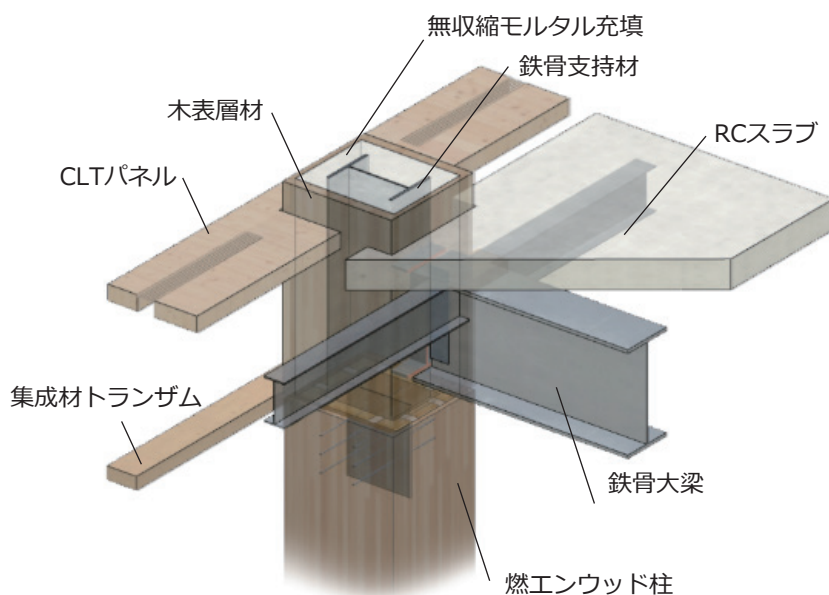
## □ダブルスキンを採用した建物の構造部材等の納まり

●建物の外部からでも使用している木質材料、木造部材が見て取れる設計、デザインニーズが高いことから、モデル建築として本建物ではダブルスキンの外装を採用しました。外装ガラスと外壁ガラスの間に設けた空間が空気層として機能することで省エネルギー効果も期待されます。夏季はダブルスキン内の温められた空気が上昇する煙突効果により日射による負荷が低減します。冬季は空気層が日射により温められると同時に断熱層として暖房負荷が軽減されるもので、年間を通じての省エネ効果が期待できます。



ダブルスキンによるペリメーターゾーン（既往事例より）

●耐火構造の木造部材に仕上げ材料などを固定する場合、構造体への固定金具類の打ち込みにより当該箇所の熱橋（ヒートブリッジ）が原因で木の構造体の炭化が懸念されます。従来はRC造スラブ外端部に外装材を固定していましたが、本モデルでは耐火部材の燃え代層に固定するディテールを採用しました。炭化時間を考慮して燃え代の残存ボリューム内の木ネジ長さから許容荷重を算定し、直接支持するものにしました。



ダブルスキンと側柱・梁、2次部材等の構成（既往事例より）