

中規模ビルの木造化のすすめ

“木でつくる” 中規模ビルの モデル設計

- 従来の中規模ビルとは異なる非日常的で高級感のある快適な空間が実現できます
- 今まで木造の現し仕上げが難しかった中層建築も高性能の準耐火で実現できます
- 木をふんだんに用いることにより、地球環境にやさしく地域の活性化に寄与します
- 森林の持つはたらきの持続的な発揮にも貢献します
- 脱炭素社会の実現に向けて、大きな役割を果たします



令和3年度版

これから中大規模木造を手がける方に

2010 年の「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」制定以来、中大規模木造は先駆的な取り組みを経て、今やその取り組みは普及に向けた確かな足取りとなってきたと思います。後はそのスピードをいかに早くできるか。そのためには技術開発をともなう取り組みができる大規模で先進的な取り組みを一層進めると同時に、裾野の広い一般的な中規模の建築の木造化に取り組む事業者のみなさんを増やすことが大切だと考えています。

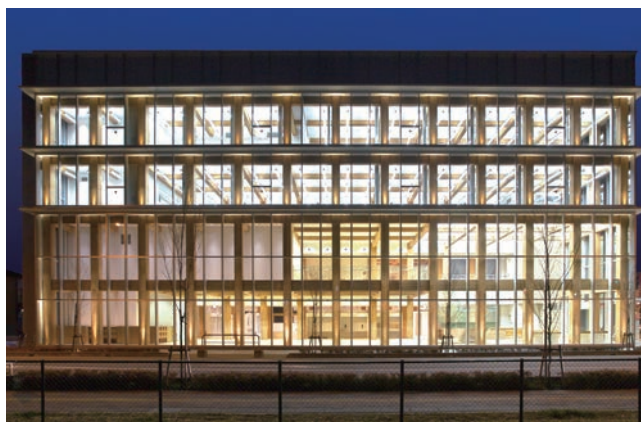
今回の中規模ビルワーキンググループ（WG）では先進的な取り組みを続ける中大規模木造の設計の担い手となっているワーキングメンバーから、延べ床面積 3000 平方メートル程度のオフィス設計をテーマに汎用性の高い設計案を募りました。結果として 3 階建てから 7 階建て、準耐火構造から 2 時間耐火構造までのバラエティーに富んだ応用性の高い提案が集まりました。オフィスは屋内側に柱の少ないフレキシブルな空間が求められるため、様々な工夫が凝らされています。このモデルをもとにオフィスや庁舎だけでなく、公共施設、商業施設、医療施設、教育施設など、ある程度の広い部屋を必要とする建物の他、自由度の高いホテルや共同住宅、高齢者施設などにも応用いただけたと思います。これらの提案をみなさんの事業における建築計画の下敷きにしてもらい、より多くの中規模木造建築を企画、実現していただけたらと思います。

（木材利用に取り組む民間企業ネットワークの構築事業 中規模ビル WG 主査 山代悟）

目 次

・ 近年の中規模ビルの木造化事例	2
・ 中規模木造ビルのモデル試案の概要	3
・ モデル試案の内容	
- ビルディングランドスケープ一級建築士事務所	5
- 株式会社大林組	9
- SMB 建材株式会社	13
- 東急建設株式会社	17
- 株式会社竹中工務店	21
- 株式会社シェルター	25
・ インデックス（モデル試案の特徴）	29
・ 建築物における木材利用の意義	
- 森林資源の循環利用～持続可能な社会へ	30
- カーボンニュートラルな脱炭素社会の実現	31
- 地域の活性化と SDGs 目標達成への貢献	32
・ コラム	33
- 中規模木造建築ポータルサイト	
- 建築物に利用した木材に係る炭素貯蔵量の表示に関するガイドライン	
- 中大規模木造建築を支える技術革新	
・ 参考情報	34

近年の中規模ビルの木造化事例



ウッドスクエア
(ボラテック本社ビル)
防火地域の区分：法 22 条区域
耐火性能：1 時間耐火構造
構造：鉄骨造（木質ハイブリッド）
階数：地上 4 階 地下 1 階
延床面積：6592.63 m²
竣工年：2012

国分寺フレーバーライフ社本社ビル
防火地域の区分：防火地域
耐火性能：耐火構造（1 時間・2 時間）
構造：鉄骨造
（4～7 階 / 木質ハイブリッド）
階数：地上 7 階
延床面積：605.70 m²
竣工年：2017



小林市新庁舎（東館）
防火地域の区分：法 22 条区域
耐火性能：その他建築物
構造：木造
階数：地上 3 階
延床面積：2,082.32 m²
竣工年：2018

長門市本庁舎
防火地域の区分：準防火地域
耐火性能：耐火建築物（新庁舎棟）
その他建築物（エントランス棟）
木造：木造 + RC 造（一部鉄骨造）
階数：地上 5 階
延床面積：7,202.26 m²
竣工年：2020



中規模木造ビルのモデル試案の概要

コロナ禍において在宅勤務やテレワークの導入が進む中、自宅でインターネット環境が整っていない、スペース不足などの勤務環境の改善のため、シェアオフィスやサテライトオフィスの需要が高まっています。また、企業においてもオフィス内のソーシャルディスタンス、コロナ禍でのBCP対策としてサテライトオフィスを導入する動きが見られます。

ウィズコロナ、アフターコロナの働き方の中で、都心における密度の高いオフィス空間だけでなく、低密度のオフィスが郊外に分散する、新しいオフィスのあり方が考えられます。また、都心ほど地価の高くない郊外にオフィスを構えることで、専有部の内装や共用部空間の充実など働く人にとっての環境の向上もオフィスの価値を高める要因となりえると考えられます。

オフィスを木造で計画することは、そのものがもつ環境配慮の側面が企業イメージの向上につながり、また木を現して用いた場合は視覚的効果による執務環境の向上が見込まれます。郊外型のオフィスに価値を付加するあり方として木造のオフィスが一つのスタンダードになっていくことを目指し、汎用性の高い中規模木造ビルのモデル試案として整理しました。

	A. 典型的な中規模オフィスビル ー①田園郊外型オフィス		
立地条件	法 22 条区域		
外観	LVL 壁柱による木造建築ユニットで構成された都市木造オフィス (ビルディングランドスケープ級建築士事務所 (WG 事務局)) 	木・RC 混構造による開放的な郊外型オフィス (株式会社 大林組) 	全層木造架構による 4 階建事務所ビル (SMB 建材株式会社) 
規模	地上 3 階 建築面積 : 1,044.83 m ² 延床面積 : 2,596.30 m ²	地上 4 階 建築面積 : 817.37 m ² 延床面積 : 2,973.35 m ²	地上 4 階 建築面積 : 407.93 m ² 延床面積 : 1,481.06 m ²
階高・天井高	最高高さ : 12.90m 階高 : 1F/4.20m 2,3F/3.80m 天井高 : 2.85m, 3.09m	最高高さ : 14.70m 階高 : 3.60m 天井高 : 2.80m	最高高さ : 16.30m 階高 : 1,2F/3.85m, 3,4F/3.65m 天井高 : 1,2F/2.7m, 3,4F/3.0m
構造	木造 (外周 LVL 壁柱による厚板構法)	木・RC (Pca) 混構造 (RC 耐震壁付コアを配した木柱軸組架構)	木造 (サミット工法 2 方向ラーメン架構)
耐火性能	1 時間準耐火 (燃えしろ設計)	75 分準耐火 (燃えしろ設計)	1 時間耐火 (メムレン型耐火構造)
主な使用木材 (国産材)	LVL (カラマツ)、集成材 (カラマツ・スギ)、CLT (スギ・ヒノキ)	組立集成材 (カラマツ)、集成材 (ヒノキ)、CLT (スギ)、間伐集成材 (ヒノキ)	集成材 (カラマツ)、CLT (スギ)
木材使用量	671 m ³	547 m ³	683 m ³

これからの中規模木造ビルとして、A. 典型的な中規模オフィス（4 階建て程度、3,000 m²以下）と B. その他各種の中規模ビル（A にとらわれない自由な規模のオフィス）としています。また、A. 典型的な中規模オフィスビルについては、下記の二つのタイプとしました。

①田園郊外型オフィス

都心へ 1 時間程度でのアクセスを確保しながら、郊外都市にメインまたはサテライトオフィスを構えることを想定しています。建物自体は賃貸ビルとし、企業のメインオフィスとしてある程度の面積を専有もしくはサテライトオフィスとしてスペースをシェアする使い方を想定しています。

②都心通勤併用型サテライトオフィス

都心にメインのオフィスを持ち、週に数回都心への通勤を併用しながら郊外の勤務地としてのサテライトオフィスとし、複数の企業でスペースをシェアする使い方を想定しています。

A. 典型的な中規模オフィスビル – ②都心通勤併用型サテライトオフィス		B. その他各種の中規模ビル
準防火地域		防火地域
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 階建事務所モデル (東急建設株式会社) 	環境共生木造オフィス (株式会社竹中工務店) 	CLT 耐力壁と 木質耐火フレームでつくる 普及型木造サテライトオフィス (株式会社シェルター) 
地上 4 階 建築面積：1,028 m ² 延床面積：2,949 m ²	地上 5 階 建築面積：610.73 m ² 延床面積：2,898.43 m ²	地上 7 階 建築面積：731.85 m ² 延床面積：4,022.81 m ²
最高高さ：19.10m 階高：3.80m 天井高：2.70m	最高高さ：23.65m 階高：4.0m 天井高：3.16m (梁下 2.805m)	最高高さ：29.9m 階高：1F/3.80m, 2~PF/3.70m 天井高：2.50m, 2.80m, 3.0m
木造 (ラーメン架構 + 在来軸組構法)	木造 一部 RC 造及び鉄骨造 (耐火集成材柱梁 + エストンブロック 耐震壁 + RC コア)	木造 (軸組構法 + CLT 耐力壁)
1 時間耐火 (メンブレン型耐火構造)	1 階 / 2 時間耐火 2~5 階 / 1 時間耐火 (燃え止まり型耐火構造 / 燃えエンウッド)	1~3 階 / 2 時間耐火 4~7 階 / 1 時間耐火 (燃え止まり型耐火構造 / COOL WOOD)
集成材 (カラマツ)、外部仕上材 (ヒノキ)、内装仕上材 (スギ・カラマツ)	集成材 (カラマツ)、CLT (スギ)	集成材 (カラマツ)、CLT (スギ)、 製材 (スギ)
793 m ²	1,022 m ²	2,387 m ²



LVL 壁柱による木造建築ユニットで構成された都市木造オフィス

アピールポイント

- 建物をユニットに分割することにより、敷地に合わせた規模の拡大縮小が可能
- 外周部に耐力要素を集中させることにより、室内への耐力壁の設置が不要なフレキシブルな空間
- 燃えしろ設計、内装制限の告示緩和を用いた木質感あふれる室内空間

建築計画

- 建物全体を **12m×24m のユニットの組合せ**により構成し、**敷地の規模に合せた組合せで構成可能**です。また、それぞれの規模を小さくすることにより**窓に面した執務スペースを多く設けています**。
- 2,3 階には**テラス**を設け、通常時の作業やイベントスペースとして活用できる場所とするなど、**執務環境を向上**しています。

構造計画

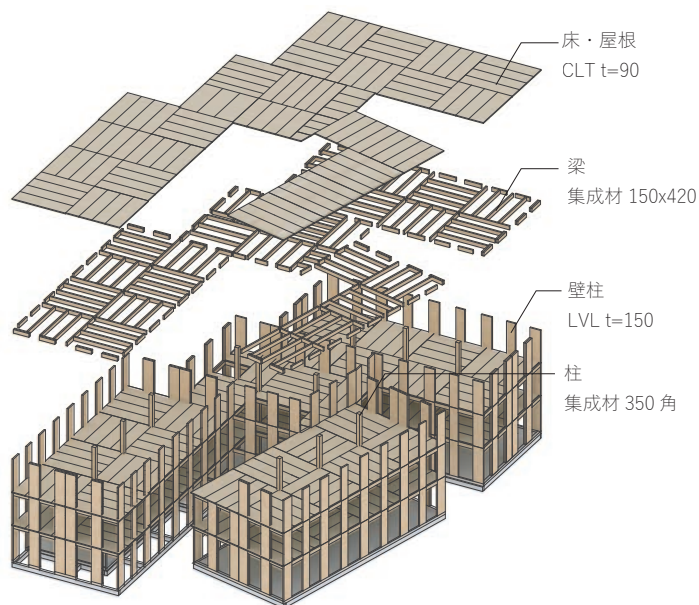
- 外周部に建物の耐力要素である **1～1.2m 幅の 150mm 厚 LVL 壁柱**を配置しています。それにより**内部には耐力壁を無くし、6m ピッチで配置された柱のみのフレキシブルな空間構成**となります。
- 壁柱の上下接合部は鋼板と高力ボルトによる接合 *1) とし、**鉄骨造のおさまり**とすることで木造の高度な施工技術を持たない施工者にも**施工しやすい計画**です。

防耐火計画

- **1 時間イ準耐火構造**とし、壁・梁・柱・床などを**燃えしろ設計**とすることにより、構造体の**木材を現し**で用いています。
- 一部居室を 100㎡以下とし、かつ天井高を確保することで**内装制限を緩和**することで梁や床の**木が内部に現し**となる空間としています。



2 階執務室内観：内装制限を緩和し、梁や床の木材を現しとした空間



● 構造ダイアグラム



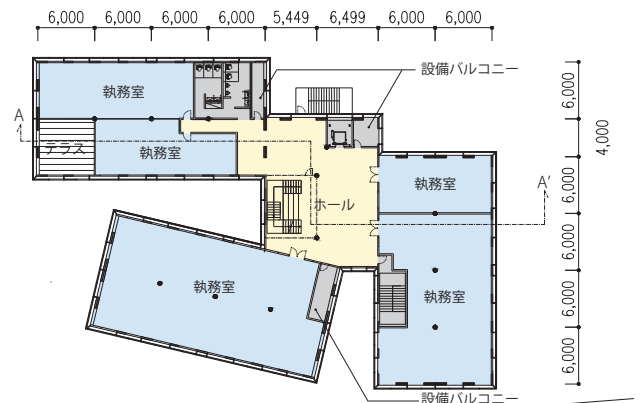
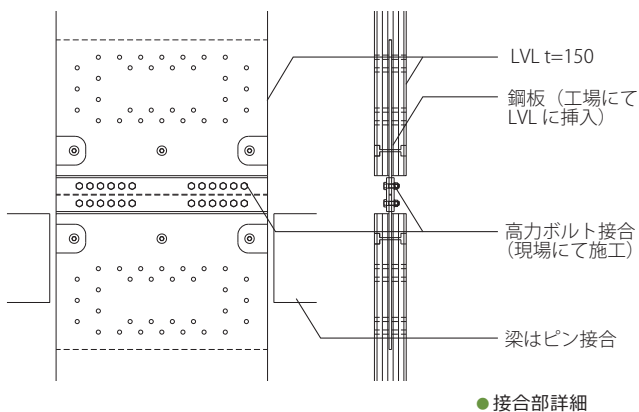
外観：外周部の構造体 LVL をガラスカーテンウォール越しに見る。1 階は LVL 仕上材を用い、木質感のある仕上

木材使用について

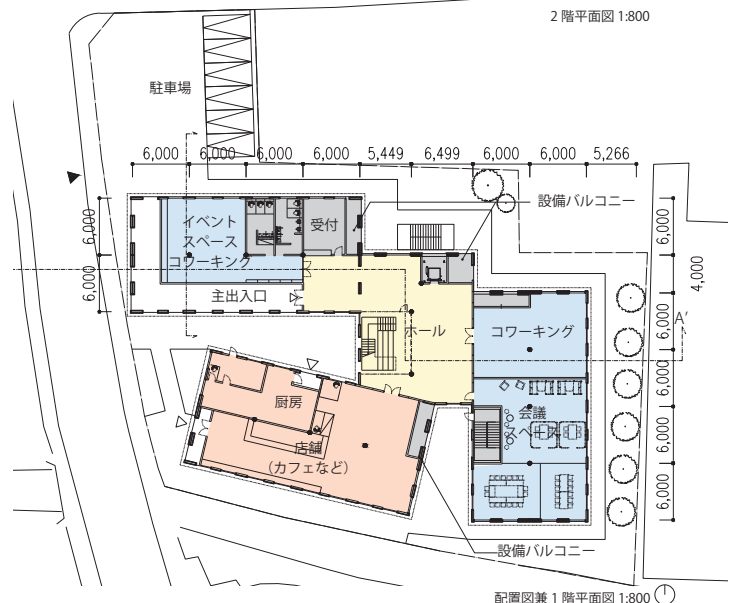
- 壁：150mm 厚 LVL (カラマツ)
- 柱：350mm 角集成材 (カラマツ・杉)
- 梁：150mmx420mm 集成材 (カラマツ・杉)
- 床・屋根：90mm 厚 CLT (杉・桧)
- 合計木材使用量：671 m³ 国産材の割合：100%

立地及び規模

- 立地条件：法 22 条区域
- 建物規模：3 階建て以下かつ延床面積 3,000 m² 以下
- 用途：事務所



2 階平面図 1:800



配置図兼 1 階平面図 1:800

*1) 鋼板と高力ボルトのみのおさまりとするためには実験データの取得が必要となります。ボックス金物及び GIR 接合を併用した接合部であれば実験せずに採用可能となります。

LVL 壁柱による木造建築ユニットで構成された都市木造オフィス

耐候性に配慮しながら木質化する

エンジニアリングウッドの技術や防耐火に関する知見の普及より、中大規模木造建築は一層の大規模、高層化が進みつつあります。一方で、木材は生物由来の有機化合物であり、雨や日照に対する外部環境に対して適切な防護措置やおさまりがされていないと、水や酸素、紫外線、腐朽菌などの作用によりその性能を維持できないほどに変化してしまうリスクも孕んでいます。木の素材を空間にあらわすことによる心理的・生理的効果が実証されつつある中で、どのように耐候性能を確保した上で、必要な箇所でも木の質感をあらわすことが可能か、ここでは外壁仕上げ、屋根防水、カーテンウォール の3部位について、これまでの知見と技術検証をもとに論じます。

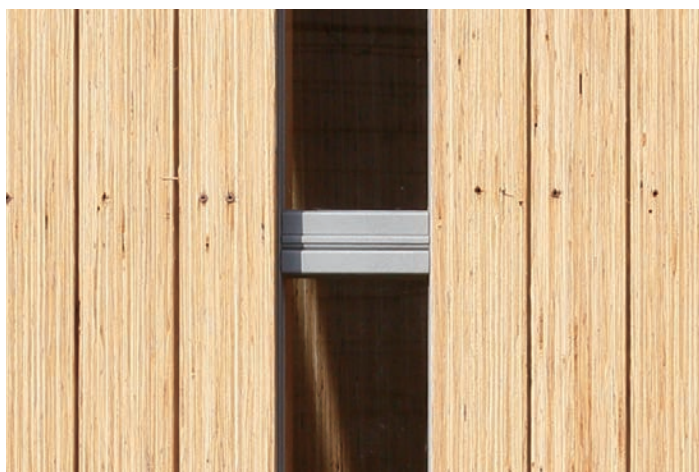
■木質材による外壁仕上げ

木造建築において雨掛かりや強い日照がある部位については、構造躯体を外気に晒さず、防水層と通気層を設けてその外に仕上げ材を貼ることが重要です。木造建築の印象を損なわずに木の素材感をあらわす建築を実現するためには、特に外壁において細部を慎重に検討する必要があります。

2015年に竣工した準耐火建築の「みやむら動物病院」(設計: Atelier OPA + ビルディングランドスケープ/施工: 大和工務店)では、南側の主となる立面に無被覆で外壁として一時間準耐火の大臣認定を取得したLVL厚板による構造材「木層ウォール」を用いています。室内側は、印象的な積層面の意匠をあらわして用い、室外側は耐候性をもたせるために、構造材であるLVL材の外側に透湿防水シート貼った上に通気層を取り、30mm厚の仕上用LVL材を栈木に固定しています。

表面を保護する塗料は、ガラス質の塗膜を形成するものや、木材表面に浸透性の酸化皮膜を形成するものなど、性質の異なるいくつかの種類のものを検討し、最終的には菊水化学工業が開発していた浸透性の撥水防腐塗料を塗布しました。LVL材を製造しているキーテック社による暴露試験の経過が良好であったことに加え、今後必要となる塗装のメンテナンスの際に手間のかかる塗膜剥離をする必要がなく、塗り重ねることが可能であることも決め手となりました。

仕上用LVL材は、実験したところ120mm幅の材で乾燥時と



LVL外壁写真

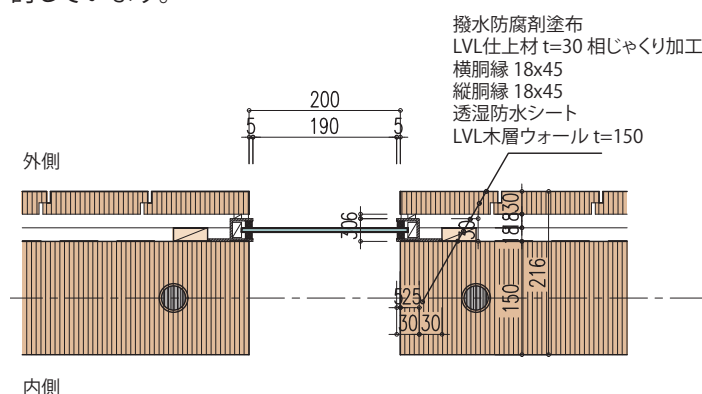


みやむら動物病院 外観

吸水時とで10mm以上の伸縮をすることがわかり、そのまま貼ったのでは動きに追従できず、割れや変形の原因になりかねないことが分かりました。そこで、材を相しゃくりとした上でその片側のみをビスで固定し、もう一端を隣の材に被せることで、材の伸縮に追従するおさまりとしています。この外壁では構造材と仕上材との見切り部分に通気層と同じ厚さのスチールサッシ枠を収めており、一体として見せることでLVLによるマッシブな壁の印象を作り出し、内部空間はもとより街並の中にも木の持つ豊かな表情を活かした景観を創出しています。

竣工後5年以上が経過した段階では、相応の経年変化はしているものの、腐食や変形などの問題は見られませんでした。その時点で塗装のメンテナンスをするにあたり、施主より経年変化で多少凹凸が見られるようになった表面の平滑さを求める要望があったため、グラインダーがけをした上でシリコン半蔵膜タイプの塗料(住友林業 S-100)を塗布することにしました。この塗料は下地の木目をきれいに見せつつも高い撥水性能を持ち、竣工時に塗布していた撥水防腐塗料と同様にメンテナンス時の塗り重ねが可能です。結果、外観の印象として竣工当時に近い状態が現在まで維持されており、引き続き経過を見守っている状態です。

今回弊社から提案する物件に於いても、1階エントランスや上層階のテラス部分など外気に露出する部分に於いては、外壁のおさまりや仕上げについて同様の仕様とすることを検討しています。



LVL外壁平断面詳細 S=1/10

■中大規模木造の屋根防水

木造建築の大面积の陸屋根には水を通さない「メンブレン防水層」が欠かせない要素です。陸屋根の防水はRC造、S造の主要な防水工法ですが、木造においては連続被膜の防水機能に加えて下地水分の脱気や軽量化など、木造下地の条件に対応する仕様・工法・材料の選択が必要となります。

一般陸屋根部分は外張り断熱露出防水とし、溶融アスファルトとアスファルトシートを積層し厚みのある防水層をつくり、水密性・耐久性ともに優れている改質アスファルト系シート防水を選択しています。

■中大規模木造のカーテンウォール

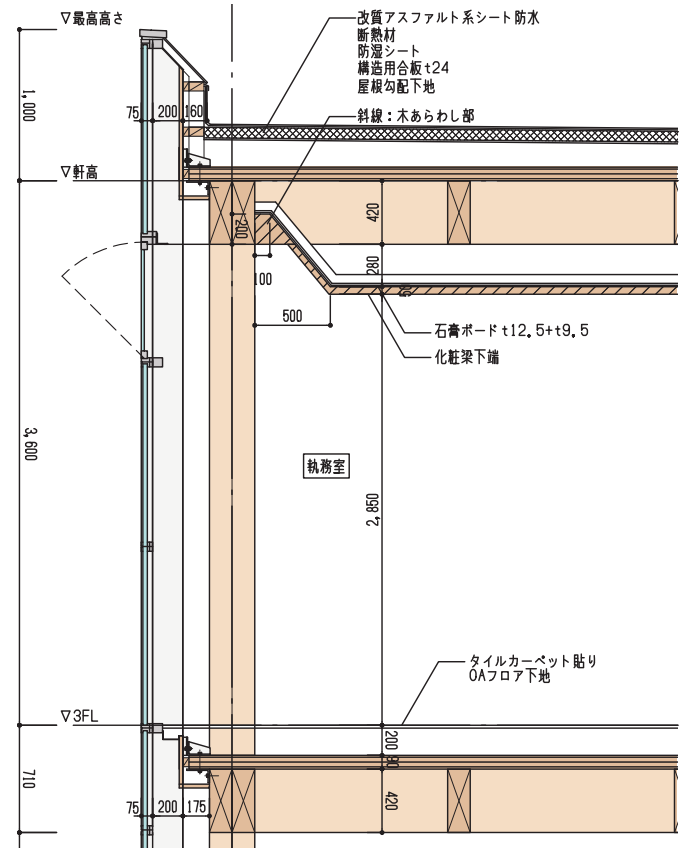
カーテンウォールの荷重が木の躯体に適切に伝わるよう、留意することが必要です。ここでは、鉛直方向に補強材を入れたスチールアングル($t=9\text{mm}$)を介して、CLT床の上面に載せる形でボルト留めをして、カーテンウォールの荷重をCLT床で支えられるおさまりを検討しています。CLT端部には発生する曲げ応力に抗するため、下面にもスチールアングルを配しています。このようなおさまりとすることで既成のアルミカーテンウォールをにはCLT床からカーテンウォールの内面までの持ち出し寸法は200mm程度として、過大な応力が生じないような設計としています。

屋上部分は、カーテンウォール上部とパラペットとを一体化し、笠木と一体でおさめることで、すっきりとした立面を実現させています。水下となる面にはパラペットを設けず、樋を設けて雨水を処理することで、大雨時の屋上からの雨水侵入リスクを回避します。

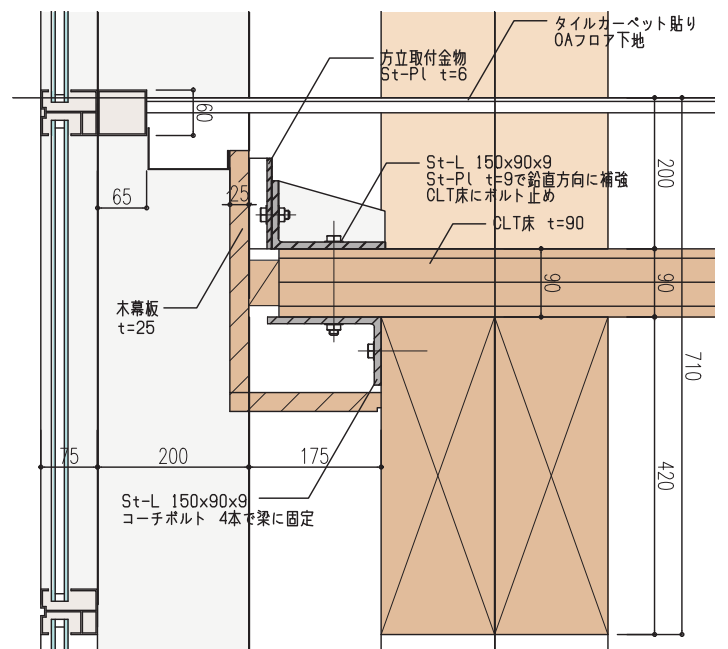
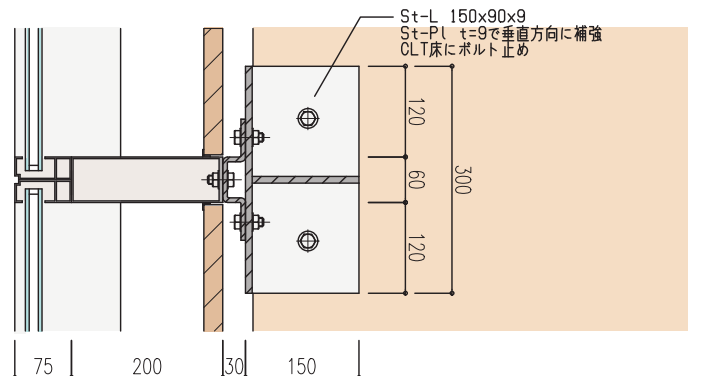
テラスやエントランスポーチは、カーテンウォールのガラスを設けず、半屋外空間としています。これらの箇所では、左ページに記載のある「みやむら動物病院」と同様に、防水層と通気層を設けた上に仕上げ用の木材を貼り、木をあらわして用いることを検討しています。



カーテンウォール部イメージ



カーテンウォール・屋根周り詳細図 S=1/50



外壁周り詳細図 S=1/10



外観：RC コア + 木造ユニットの開放的な構成

木・RC 混構造による開放的な郊外型オフィス

アピールポイント

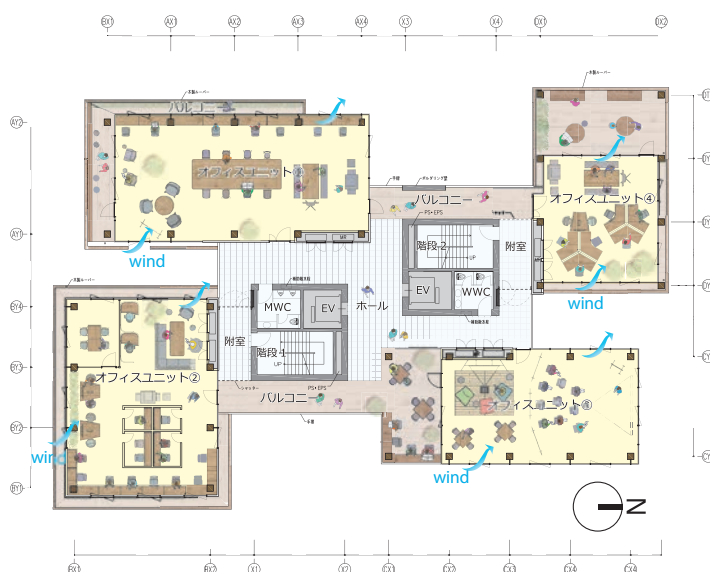
- 水平力を RC コアが負担することで外周の木柱が小断面となり、木造オフィスユニットの開放的な空間を実現します。
- 木と RC の複合スラブ『W+RC マルチシステム床』により低階高で経済的、梁型のない開放的な建物となります。
- 75 分準耐火構造とすることで、集成材柱や CLT スラブといった木躯体現しの温かみのある空間を実現します。
- 部材をプレキャスト化することで短工期で施工可能で、規格化された施工方法によって建物の普及につながります。

建築可能な立地及び規模

- 立地条件：法 22 条区域
- 建物規模：4 階建て以下かつ延床面積 3000 m²以下
(敷地に応じて拡張可能)
- 用途：事務所



オフィス内観：木躯体現しの温かみのあるインテリア、風通しの良いワークスペース



基準階平面図

建築計画

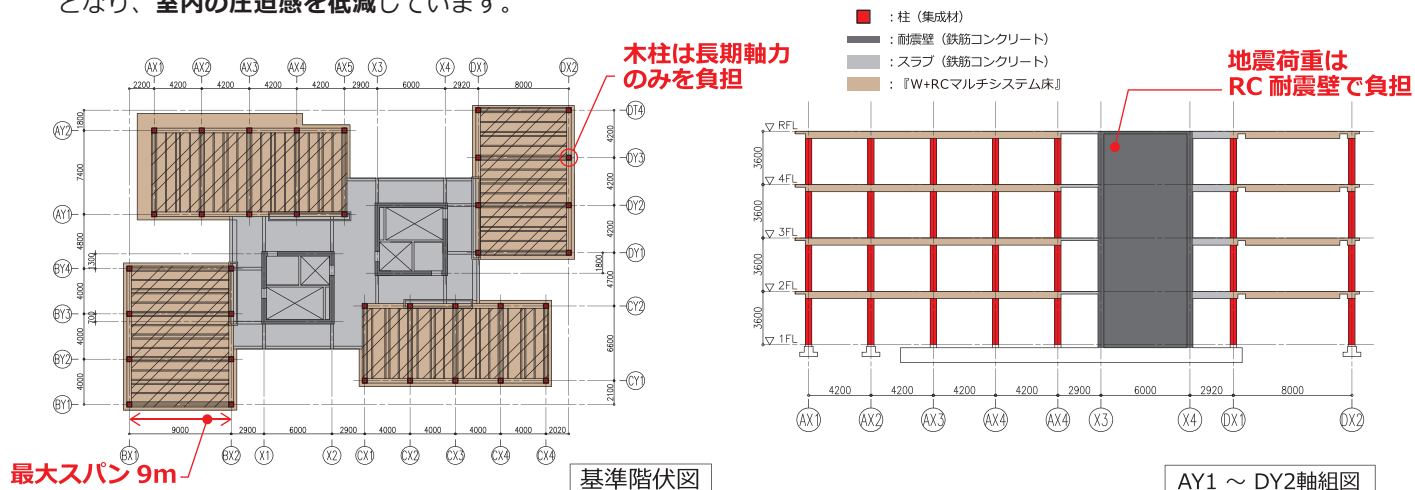
- RC コアの廻りに 4 周外部に面した木造オフィスユニットが取り巻く構成の、風通しの良いオフィス空間です。
- オフィスユニットに近接してバルコニーやテラスなど豊かな外部空間を設け、内部空間と外部空間をシーンに応じて行き来することで知的生産性を高めるとともに、ワーカー同士の交流の場になります。

基本データ

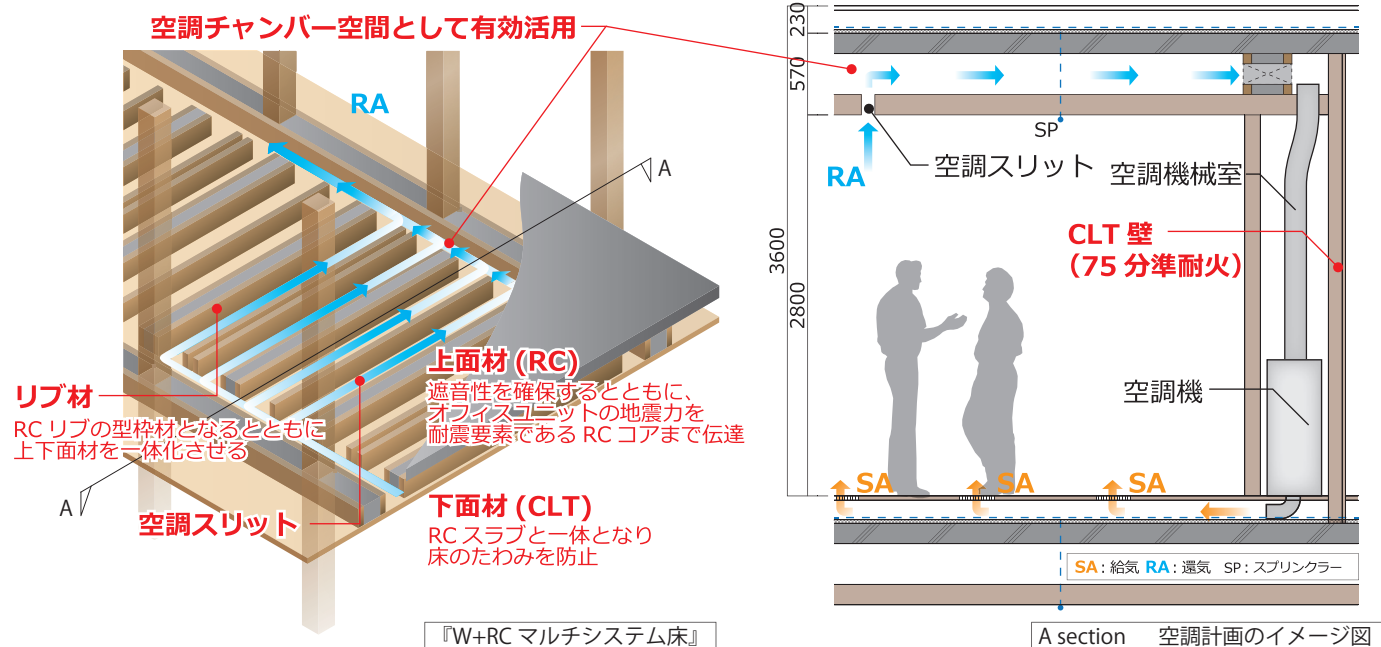
立地条件	法 22 条区域	建築面積	817.37 m ²
主要構造	木造 + RC 造	延床面積	2,973.35 m ²
耐火性能	75 分準耐火構造	主なスパン	9m x 4m (木造部)
規模	地上 4 階	階高	3.6 m
		天井高	2.8 m

構造計画

- 中央のコアを RC 造として地震荷重を負担し、オフィスユニットの木柱は長期軸力のみ負担することで小径化が可能となり、室内の圧迫感を低減しています。

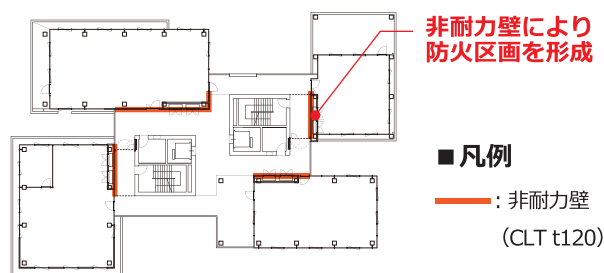
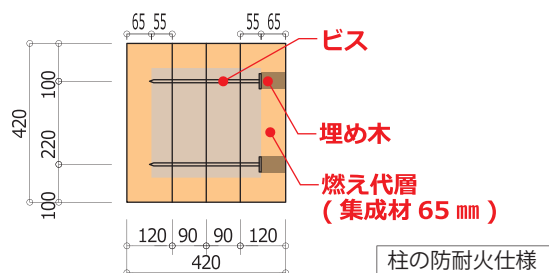


- RC スラブ（上面材）と CLT パネル（下面材）の複合スラブ『W+RC マルチシステム床』（当社開発）により高剛性・高耐力の床を実現するとともに、木の温かみを感じる梁形のない天井面を実現します。上面材の RC スラブはオフィス空間遮音性を確保します。上下面材の隙間を空調チャンバーとして活用し、低い階高で経済性の高い建築を実現します。



防耐火計画

- 木造の柱と非耐力壁は、エンジニアリングウッドを用いた燃え代設計を行っています。
- 柱は 120mm 厚以下の低コストで入手しやすい集成材を用いた組立材とし、部材が大断面にならず、コストダウンとなります。
- 75 分準耐火構造で必要となる 200 m²以内の区画（120mm 厚 CLT 非耐力壁の木現し）をオフィスユニットの基本サイズとし、大小様々な賃貸需要に応じてユニットの組み合わせにより柔軟な利用が可能です。



木材使用について

柱：420mm 角組立集成材（カラマツ）床：90mm 厚 CLT（スギ）、105x300 集成材（ヒノキ）非耐力壁：120mm 厚 CLT（スギ）
仕上げ：外装木ルーバー（ヒノキ間伐集成材）
合計木材使用量：547m³ 国産材の割合：100%

*1) 『W+RC マルチシステム床』については解析により性能を確認済ですが、実用化にあたっては実験による確認が必要です。

*2) 木躯体を現しにするにあたって、現場塗布型の不燃塗料を想定しましたが、今後実用化が必要です。

サッシ廻り納まり、および、W+RC合成スラブ構造の詳細

木材の耐候性・施工性に配慮しながら設計する。

中規模木造の計画をするにあたって、木材を扱うことで大きく考えて以下の2点の特徴があると考えた。

- ①木材の耐候性:コンクリート等に比べて耐候性の面で、水の影響により変色・腐朽・寸法変化が生じやすい。
- ②木材の施工性:軽量であることから作業性が良く、切削やビスによる留め付けなど加工・組立てが容易である。

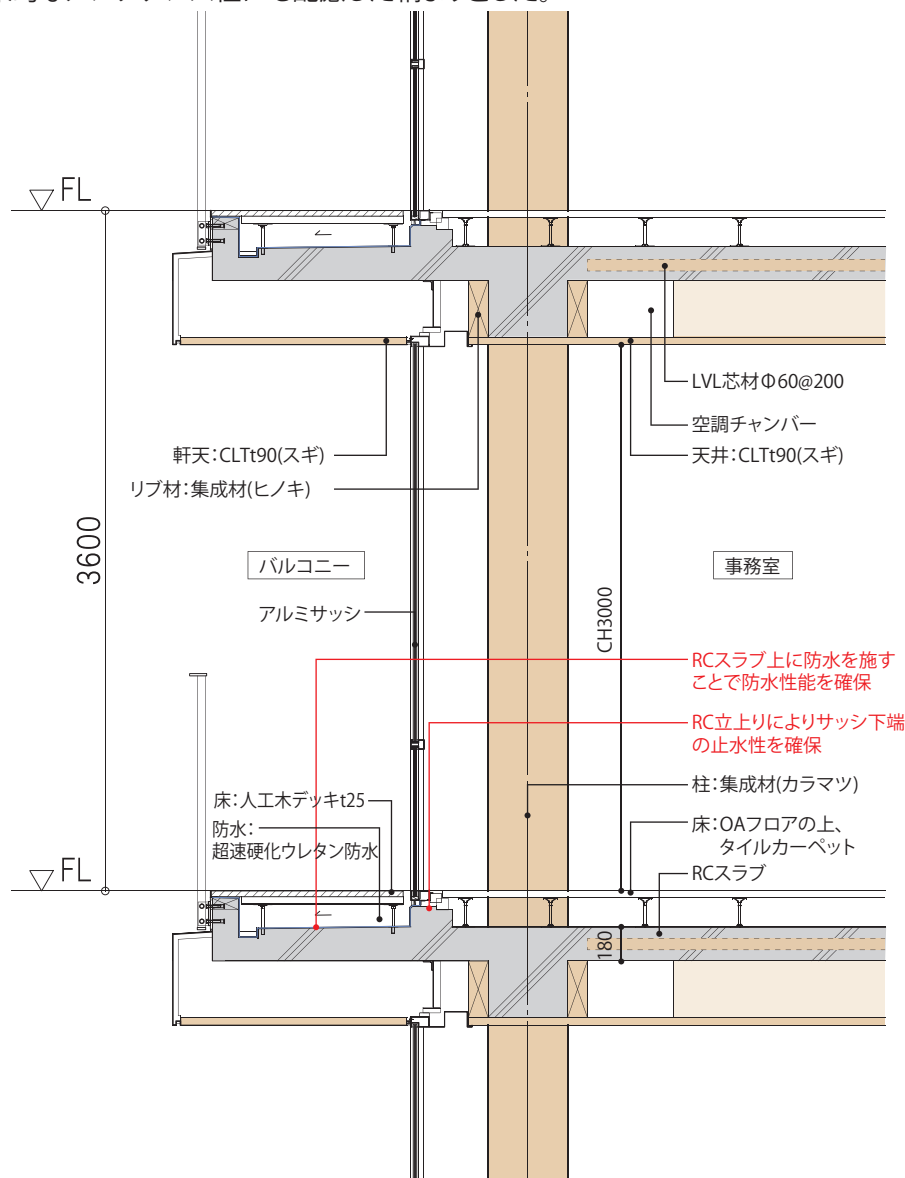
今回、『①木材の耐候性』という短所に対して、それを補うような考え方で防水や止水性を担保する納まりの検討を行った。また、『②木材の施工性』という長所に対して、構造材とコンクリート型枠材の両方の機能を持つ木基板を作成し、さらに木材とコンクリートを一体化できる接合具を配置することで、木材の剛性・耐力をコンクリートで補完する合成スラブとすることができる。また床を一体化する生産工程を規格化し工場生産(プレキャスト化)することで、現場作業の省力化と工法の普及につながると考えた。

①サッシ・バルコニー廻り詳細

- ・コンクリートより耐候性の劣る木材で床を構成すると、施工中の雨掛かりや床の防水・サッシ廻りの止水に納まり上の課題がある。
- ・今回は下面にCLTスラブを採用したが、上面にコンクリートスラブを設け外部はコンクリートスラブのみとすることで、施工中における木床部材の雨掛かりを防止した。
- ・また床の防水性能やサッシ廻りの止水性能を確保する際に、通常のコンクリートスラブと同様の納まりが可能となる。
- ・防水は施工性に配慮して超速硬化ウレタン防水を想定した。(アスファルト防水で納めることも可能)バルコニーのスラブも内部同様FLから100mm程度たち下げ、そのレベル差を利用して束をたてて人工木デッキの床を室内床レベルとほぼフラットで仕上げた。これによって内外の連続感を演出している。
- ・軒天は、内部天井と同材のCLT材を採用したが、一般のボード天井と同じように上部のコンクリートスラブから吊り下げて固定した。経年変化で交換が必要になった場合など、将来的なメンテナンス性にも配慮した納まりとした。



サッシ・バルコニー廻りイメージ



サッシ・バルコニー廻り断面詳細図(S=1/40)