

木質ハイブリッド構造による中層共同住宅 ーアネシス茶屋ヶ坂ー

Mid-rise apartment building with a wooden hybrid structure

佐々木 喜啓*1、長澤 怜*2、水落 秀木*3、南口 真一*4、広田 正之*5、瀬田 匡*6、中島 忠大*7

1. はじめに

本稿は、自社社宅「アネシス茶屋ヶ坂」（愛知県名古屋市）に適用した木質ハイブリッド構造に関する技術報告である。

近年、建築物の木造化・木質化のニーズが高まっており、耐火性能の技術革新や法改正のもと、都市部における中高層建築物への木造部材利用が可能となるなど森林資源の活用が促進されている。また、地球環境的側面からも、木材はその炭素貯蔵効果や、製作・加工時のCO₂排出量が少ないことから、木材を建築物に活用することにより低炭素社会の実現への貢献が可能である。建築物への木材活用について、特に住宅では、居住者の暮らしが木材のあたたかみに包まれるだけでなく、木材の保温性や調湿機能、ダニ・カビへの殺菌効果やリラクゼーション効果などにより、居住環境の向上に期待ができる。

著者らは、名古屋市の住宅街にある自社社宅の建替計画において、森林資源の積極的な活用や地球環境負荷の低減を図るとともに、中層共同住宅に求められる耐震性・耐火性・居住性をより合理的に実現する木質構造と鉄筋コンクリート造（以下、RC造）のベストミックスとなる木質ハイブリッド構造を目指した。

建物は「木に包まれ、人をはぐくむ、安全で安心な住まい」をコンセプトとし、木造化・木質化によってその実現を図っている（写真-1,2）。当社が中大規模の耐火建築物を対象に技術開発したハイブリッド木質構法「シミズ ハイウッド®」及び木質耐火部材「スリム耐火ウッド®」を初適用し、内装・外装にも木材を積極的に利用した。こうした取り組みが評価されて、国土交通省から2018年度の「サステナブル建築物等先導事業（木造先導型）」に採択された。本稿ではその木材活用技術を紹介する。



写真-1 南側外観

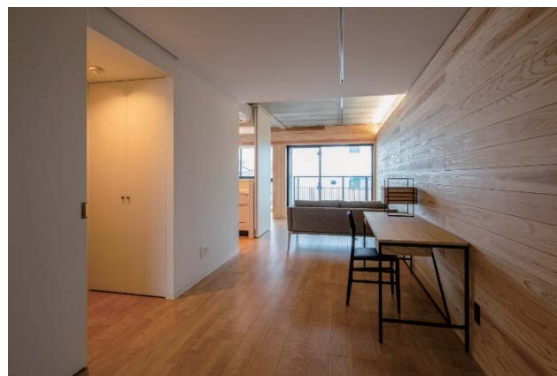


写真-2 住戸内観

*1 SASAKI Yoshihiro	: 清水建設（株）名古屋支店	建築設計部 グループ長
*2 NAGASAWA Ryo	: 清水建設（株）設計本部	木質建築推進部
*3 MIZUOCHI Hideki	: 清水建設（株）設計本部	設計技術部 グループ長
*4 MINAMIGUCHI Shinichi	: 清水建設（株）名古屋支店	構造設計部
*5 HIROTA Masayuki	: 清水建設（株）技術研究所	防耐火グループ 上席研究員
*6 SETA Tadashi	: 清水建設（株）名古屋支店	建築部 主任
*7 NAKAJIMA Tadahiro	: 清水建設（株）生産技術本部	生産計画技術部 主査

2. 建築概要

本建物は、地震に対する住まいの安全性を確保し、震災対応時のBCP拠点とするため、地下1階を柱頭免震構造とした地下1階・地上4階、延床面積約3,200m²の建築物である。2018年12月に着工し、2020年7月に竣工した。地下1階は駐車場・防災備蓄倉庫・ロッカースペース等を設置し、1階は住戸・テレワークルーム等を設け、2階～4階を住戸とした全26戸の共同住宅としている。1階に設けたテレワークルームは震災対応時BCP拠点としての利用を想定しており、平常時には社員の在宅勤務スペースとして、これからの時代に合った働き方への取り組みの場としても機能する。

地上階の平面構成は、2住戸を1ユニットとしたモジュールで構成し、縦動線及び設備関係を集約し容易な更新を可能とするメカニカルコアを挟み込む計画とした。住戸は外廊下型としており、廊下の南側に各住戸を配している。また、4階にセットバックを有している。

居室内外にスリム耐火ウッド®、CLT (Cross Laminated Timber) 耐震壁を設けて木造化を図っており、また1階

テレワークルーム上部の床はRC-CLT合成床版を採用して天井に木材を現しで使う計画とした。更に床・壁の内装を木質化することによって、木に包まれた豊かな住環境の実現を図っている。

3. 構造計画概要

3.1 構造計画概要

本建物は、震災対応時のBCP拠点としての機能保持のため免震構造を採用している。また基本的な構造種別は、地下1階をRC造とし、その柱頭部に免震材料を設け、免震層上部の1～4階をRC造と木造を用いたハイブリッド構造としている（図-1）。

1階立上りからの上部構造のうち木質部材としたのは、建物長辺方向の外周に位置するスリム耐火ウッド®柱・梁、及び各住戸内に配置したCLT耐震壁である。木柱・木梁の接合部には、耐震性・耐火性・施工性に優れるプレキャストコンクリート（以下、PCa）を用いた。木質部材とその接合部は、各種要素実験を行いその結果を反映してディテールを決定している（図-2）。



図-1 断面図

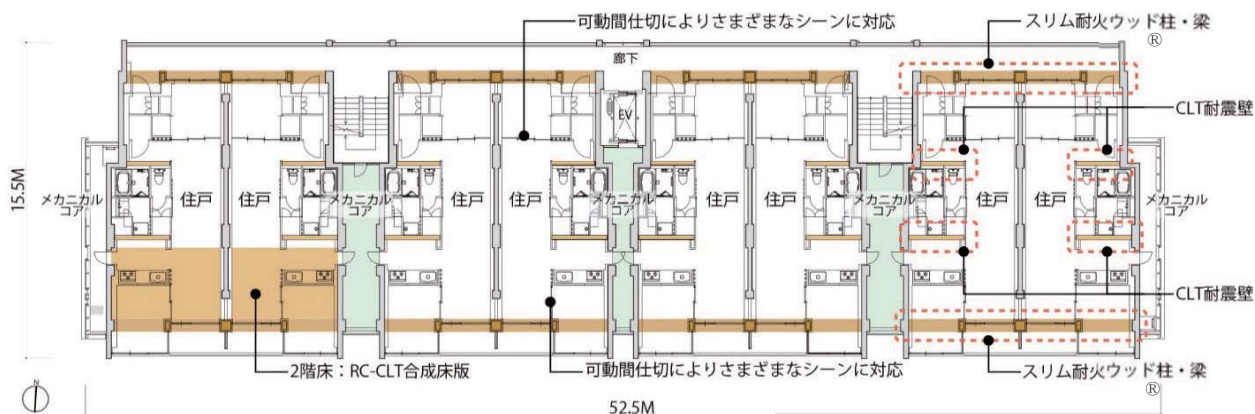


図-2 基準階平面図

3.2 下部構造概要

基礎形式は、梁せい1500mmの扁平な基礎梁を布基礎とした直接基礎とした。支持層は1FL-6.5～5.0m程度に出現する砂礫層を支持層とし、一部基礎下から支持層までラップルコンクリート置換としている。地下1階柱頭に設けた免震材料は、高減衰ゴム系積層ゴム10台、弾性すべり支承1台の合計11台とした。免震材料の積層ゴム外径は、高減衰ゴム系積層ゴムで750～850mm、弾性すべり支承で700mmとした。免震層直上の1階床はマットスラブによる人工地盤としている。マットスラブは、厚さ900mmを実現するためにプレストレストコンクリートを採用し、両方向にPC鋼線を配して緊張することで鉛直変形を制御している。

3.3 上部構造概要

上部構造の架構形式について、建物長辺方向は、RC造フレーム・木造（スリム耐火ウッド®柱梁）フレーム・CLT耐震壁で構成される耐震壁付きラーメン構造である。RC造フレームは、住戸の天井高確保のため柱梁を扁平とした。また木造フレームは、柱梁接合部をPCaとした半剛接ラーメン構造であり、地震時の応力負担は小さい。

そのため、CLT耐震壁が地震力を最大で60%程度負担しており、地震力負担で木造化率の高い構造を実現した。スパンはRC造フレームで最大5.65m、木造フレームでは梁の中央付近に木間柱を配置しており、最大で3.10mとなっている。建物短辺方向は、外壁及び住戸境壁を耐震壁とするRC造耐震壁付きラーメン構造であり、遮音性等、住戸性能に即した適材適所の構造計画とした（図-3）。

耐震性能目標は、極めて稀に発生する地震動に対し、層間変形角1/1000以下、断面各部に生じる応力が短期許容応力度以下としている。

住戸の床スラブは厚さ200mm～210mmのハーフPCa合成床版（FR版）および在来床版としているが、1階テレワークルームの上部にRC-CLT合成床版を採用しており、CLTが仕上げ材となって現しとしている。

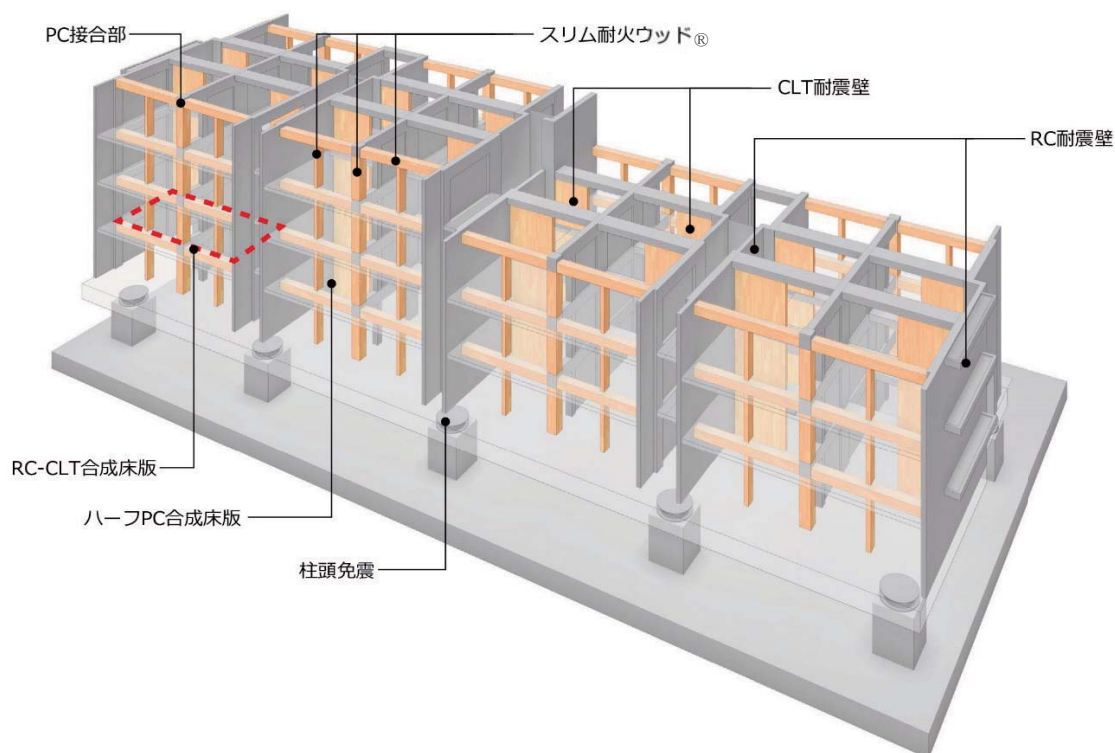


図-3 構造概念図

4. 中層共同住宅の木質化を実現する構造技術

4.1 木質ハイブリッド構造「シミズ ハイウッド®」

シミズ ハイウッド®は、木造とRC造又は鉄骨造（以下、S造）といった異なる構造の柱同士や柱・梁を一体化するハイブリッド木質構造技術である。建物の様々な木造化ニーズに対して、自由な木質空間を提供することを目的としている。集合住宅は、遮音性や気密性など居住性が特に要求される用途である。本計画では、中層集合住宅に求められる耐震性・耐火性・居住性をより合理的に実現するため、RC造と木造のベストミックスとなる構法を目指した。

4.2 木柱・木梁のプレキャストコンクリート（PCa）接合部

木柱・木梁の接合部には、木質構造部材の弱点となる繊維直交方向のめり込みによる剛性低下を回避するため、PCa接合部を開発、採用した。柱・梁接合部の剛性を高めることによって、建物の中高層化、大規模化を可能とし、耐震性に優れた木質架構を実現した。PCa接合部と木柱とはラグスクリューボルト（LSB）で接合し、木梁とはガセットプレートとドリフトピンで接合する（図-4）。工場で製作した木質部材とプレキャスト接合部を現場にて組み立てる方式で、RC造やS造の施工手順にも対応可能な接合形式である。開発した接合部については、柱梁接合部を模擬した実大十字形試験体による静的繰返し載荷実験を実施し、その構造性能を把握している（写真-3）。

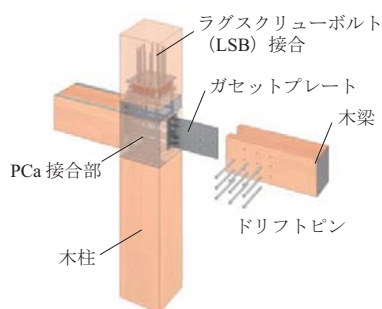


図-4 木柱・木梁PCa接合

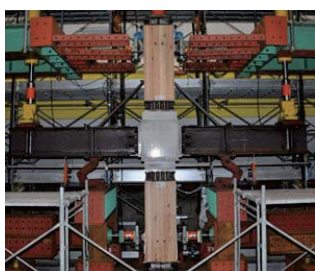


写真-3 柱梁接合部の実大実験状況

4.3 高耐力CLT耐震壁

CLT耐震壁は、建物各階中央部を長辺方向に走るRC造の柱・梁フレームの中に組み込まれ、建物の長辺方向に作用する地震力の最大60%程度を負担するとともに、間仕切り兼仕上材としても機能する。CLT耐震壁には鉛直荷重を負担させない計画とし、木材現しとしている。

CLTの接合部を四隅に集約し、金物を介してRC梁に取りつける構成で、取り外すこともできる。ドリフトピンとLSBを併用する接合部は、すべりや、めり込みによる変形が抑えられ、CLTが持つ剛性を有効に発揮できる強度の高い耐震壁を実現している（図-5）。

開発した耐震壁については、実大試験体による静的繰返し載荷実験を実施し、その構造性能を把握した（図-6、写真-4）。その結果、破壊形式は接合部付近におけるCLT版の集合破壊で、実験結果と比較検証しながら剛性及び耐力の評価法を構築した。なお、上部接合金物の間を天井内設備配管スペースとして活用することで、階高2800mmに住戸内の天井高さを確保している。

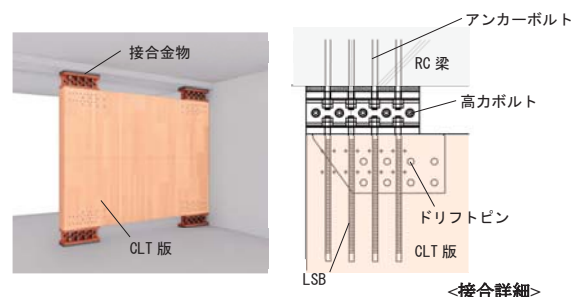


図-5 高耐力CLT耐震壁

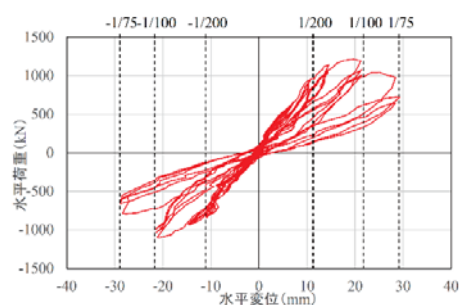


図-6 CLT耐震壁の荷重-変形関係

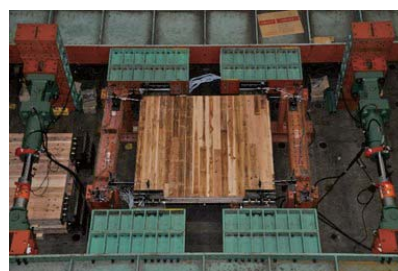


写真-4 CLT耐震壁の実大試験状況

4.4 RC-CLT合成床版の一部適用

1階テレワークルームの上部にRC-CLT合成床版を適用した。CLTパネルを型枠として利用し、その上部にRCスラブを打設した合成床版としている（図-7）。主要構造部の床としての鉛直荷重支持性能・層間区画性能（耐火性能等）は、RCスラブで確保する。天井面のCLTパネルはRCスラブの振動性能・遮音性能を補う部材であるため、その耐火被覆は不要であり、そのまま木材現しの仕上げ材にもなり、木質感が増す。また、RCスラブのみと比較すると軽量化できる。CLTを床に活用する工法として、構造・耐火・施工・意匠の多面に優れた合理的な工法といえる。

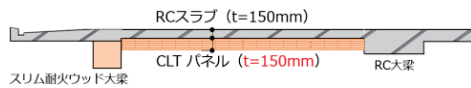


図-7 RC-CLT合成床版

案件適用に先立ち、シアキーせん断加力試験、静的鉛直たわみ試験、および重量衝撃音に対する遮断性能試験を行って合成効果を確認した。実験室試験の結果と施工性にも配慮して、版厚 $t=300\text{mm}$ （RC $150\text{mm}+\text{CLT}150\text{mm}$ ）、シアキーはラグスクリーボルト $16\phi\text{-@}200\times600\sim\text{@}400\times600$ を採用した。重量衝撃音に対する遮断性能は、実験室試験では $t=150\text{mm}$ のRCスラブに対し、合成効果により 5dB 程度改善したが、施工後建物において行った試験（写真-5）でも、コンクリート素面、仕上げ面それぞれで $t=200\text{mm}$ のFR合成床版（ボイドなし）と同等のLH-55を確保していることを確認した（図-8）。



写真-5 RC-CLT合成床版 床遮音性能試験状況

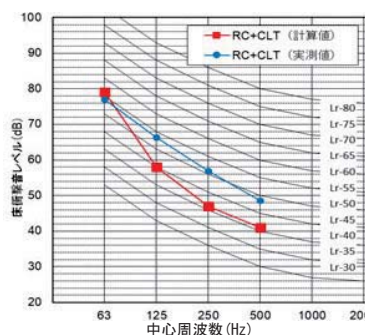


図-8 RC-CLT合成床版 重量床衝撃音測定結果

5. 耐火建築物の木質化を実現する防火技術

5.1 木質耐火構造部材「スリム耐火ウッド®」

本建物は、地上4階の集合住宅であることから、耐火建築物（1時間耐火構造）とすることが求められる。木造化する柱・梁には、当社が国土交通大臣認定を取得したスリム耐火ウッド®を初適用した。

スリム耐火ウッド®は、構造上の荷重を支持する芯材の周囲に耐火シートと強化石膏ボードの異種材料を組み合わせ、二重の燃え止まり層を形成していることを特徴としている（図-9）。従来の木質耐火部材としては、燃え止まり層に難燃木材やモルタル、強化石膏ボードを用いたものがすでに開発されているが、耐火性能を満たすために燃え止まり層が厚くなり、部材断面が大きくなる傾向があった。本部材は、火災時の加熱によって、耐火シートが発泡する断熱効果と強化石膏ボードによる吸熱・断熱効果の二重構成によって、1時間の耐火性能を確保しつつ、燃え止まり層の厚さを 32mm とした。木質耐火部材の燃え止まり厚さとして、最薄化・最軽量化を実現している（図-9,10）。部材をスリム化することで、有効スペースあるいは柱梁で囲われる開口面積を最大限確保できる。また、被覆型の木質耐火部材であるため、芯材・化粧材の選択自由度が高まり、建物の構造・意匠計画に応じて、最適な木材（樹種）を選定できるメリットもある。本計画では、建物荷重を支持する芯材には強度が高いカラマツ材を採用し、化粧材には、CLT耐震壁と同じ木材であるスギ材を採用した。

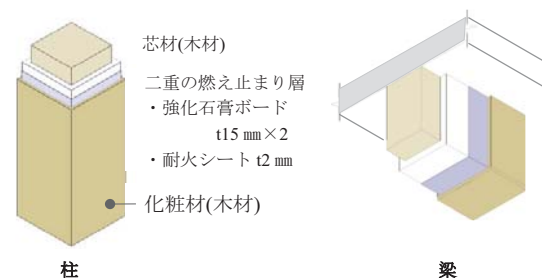


図-9 スリム耐火ウッド® 柱・梁

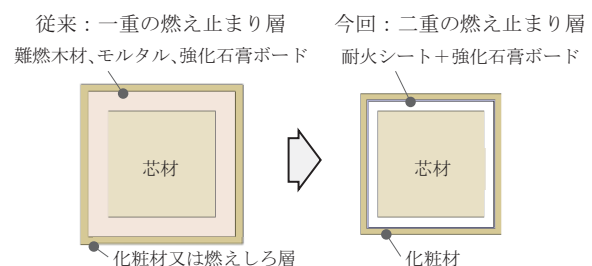


図-10 木質耐火柱の断面比較

5.2 スリム耐火ウッド®の屋外仕様

集合住宅の室内空間をより広く使いやすくするため、また、建物ファサードに木材利用が現れるようにするため、屋外面にスリム耐火ウッド®の柱梁を表出する計画とした。木質耐火部材を屋外面に計画する場合、日光や風雨に対する耐候性・防水性が課題となる。木質耐火部材の外側に防水層と木外装を形成することもできるが、本計画では、新たに設ける木外装のコストと施工手間をさらに合理化するために、木外装（化粧材）の内側に防水層を形成する屋外仕様のスリム耐火ウッド®柱を開発し、認定を取得した（図-11）。屋外仕様は、耐候性が高い木化粧材にするとともに、その内側に設ける防水層を止水ラインとして被覆材の耐火シート及び強化石膏ボードを水から守るしくみとしている。

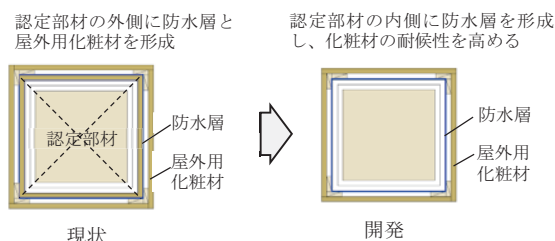


図-11 スリム耐火ウッド®柱屋外仕様の開発

5.3 スリム耐火ウッド®柱梁と各接合部の耐火実験

木質耐火部材の柱・梁の本体部分は、耐火性能を満たすための構造方法・仕様が認定によって規定されるが、その接合部の納まりは設計によって様々であり、耐火性能の確保に注意が必要である。本計画では、スリム耐火ウッド®柱梁とPCa接合部・スリム耐火ウッド®柱・梁接合部・住戸界壁（防火区画）・開口（サッシ）との接合部について、意匠性・施工性・耐火性を考慮した納まり仕様を今後の汎用化も踏まえて複数考案して、モックアップ試験を兼ねて製作した実大試験体を用いた耐火実験により性能を検証し、設計・施工にフィードバックした（図-12）。

スリム耐火ウッド®柱梁の一般部の被覆層は工場で施工したが、スリム耐火ウッド®柱梁とPCa接合部（図-13、写真-6）は、ボルトあるいはドリフトピンによる部材同士の接合が現場での施工になるため、接合部廻りの被覆層（化粧材含む）は現場で施工した。そのため、工場施工部分と現場施工部分の取合い部には被覆層の目地が必ず生じることから、被覆層に用いる石膏ボードや耐火シートの目地部分が耐火上の弱点にならないように重ね代の寸法や使用する接着剤を決定した。

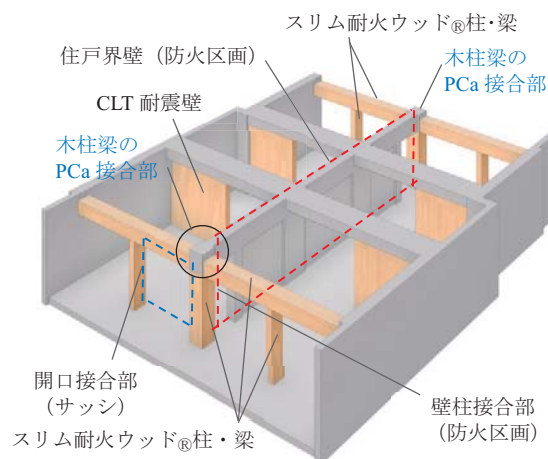


図-12 スリム耐火ウッド®柱・梁と各接合部

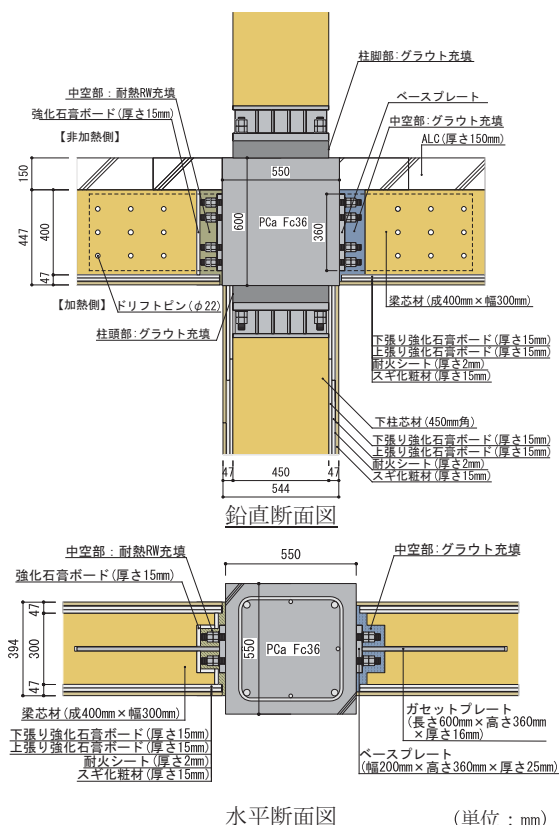


図-13 木柱・梁・PCa接合部の納まり



写真-6 木柱・梁・PCa接合部載荷加熱実験

住戸界壁（防火区画）との接合部（図-14）では、スリム耐火ウッド®柱梁の側面に乾式耐火間仕切壁を突付ける形となる。これに対して、化粧材を切り欠き、乾式耐火間仕切壁端部と柱・梁側面の間にはシーリング材以外に可燃物のない納まりとすることにより、当該部分の遮熱性と遮炎性を確保できることを確認した。開口（サッシ）との接合部（図-15）では、サッシ枠をスリム耐火ウッド®柱梁に固定する際に用いるビスが熱橋になる可能性が考えられた。これに対して、化粧材を切り欠き、強化石膏ボード（厚さ15mm）2層を介してサッシ枠を芯材にビスで固定することにより、当該層が冷却体となってビスを通じての熱伝導が抑制され、ビス廻りの芯材に炭化は生じないことを確認した。

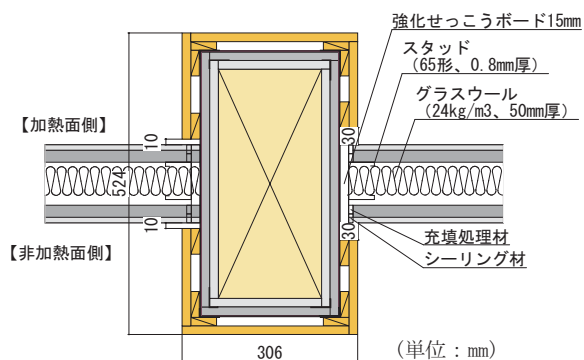


図-14 住戸界壁（防火区画）接合部の納まり

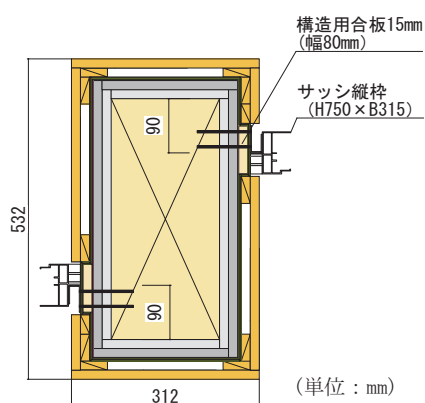


図-15 開口（サッシ）接合部の納まり

5.4 外装木質化の火災安全性

本建物のファサードを木材現しとし、外構に植栽を積極的に施すことによって、周辺環境に寄与するとともに自然と共生する住まいの実現を目指した。

屋外面のバルコニー及び共用廊下にスリム耐火ウッド®が表出する計画とし、バルコニーの軒下・側壁面を木質外装とした。また、建物妻面は、設備バルコニーの目隠しとして木質外装としている。木質外装には、すべてスギ板を用いている（図-16、写真-7,8）。外装に木材を使用するにあたり、火災安全上の観点から実大バルコニーを用いた上階延焼実験及び木質外装材の燃焼実験を行い、防火対策の有効性を検証し、設計にフィードバックした。

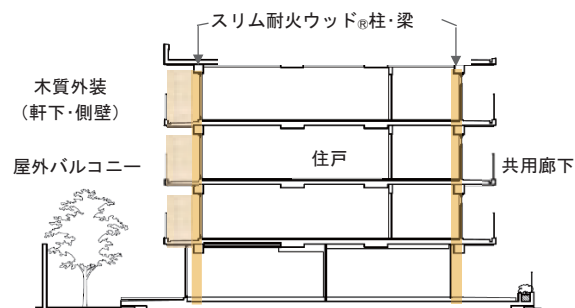


図-16 断面図



写真-7 北側（共用廊下側）外観



写真-8 建物側壁の木質外装

木質バルコニーの上階延焼実験は、火災階からの噴出火炎による火災直上階のバルコニーの木製軒天および木製側壁への延焼性状と上階延焼防止対策の有効性を検証することを目的として、実大の住戸バルコニー2フロアを試験体として実施した（写真-9）。実験では下階を火災階として、住戸の開口部位置にラインバーナーを設置し火炎を噴出し、加熱時間は約40分間とした。手すりを普通ガラス、軒天・側壁を無垢木材とした上階延焼実験において、火災階のバルコニーは激しく燃焼し、上階に噴出した火炎が木製軒天および木製外壁に延焼拡大するとともに、手すりの普通ガラスが加熱により崩落した。そこで、手すりを網入りガラスとし、木質外装を不燃処理木材（スギ）、難燃処理木材（スギ）とした場合の2ケースの実験を実施した。燃焼実験中の写真を示す（写真-10）。2ケースいずれともバーナーからの火炎が上階の手すり高さ1,150mmを超えるが、網入ガラスは崩落することなく保持されること、上階の木製軒天および木製側壁に火炎を伴う燃焼はほぼ見られず、延焼拡大しないことを確認した。木材の難燃処理による燃焼抑制、網入ガラスによる遮炎効果が上階延焼防止性を高めると考えられる。本建物は、法令上の層間区画を満たした構造としているが、上階延焼防止性を考慮して、手すりを網入りガラスとし、軒天・側壁の木質外装に難燃処理性能以上の木材を使用する計画とした。



写真-9 バルコニー試験体



写真-10 燃焼実験状況

木質外装の燃焼実験は、木質外装に着火した場合の燃焼性状の把握とその燃焼拡大防止対策を検証することを目的として、木質外装の実大試験体（写真-11）と中規模試験体を用いて実施した。火源はラインバーナーを試験体床レベルに設置し、20分間加熱した。

実大試験体は2フロア相当の木質外装を無垢スギ板厚さ12mmとし、床スラブが跳ねだしている場合としない場合の燃焼実験を実施した。木質外装は火源から上方に燃焼していき、床スラブの跳ねだしが無い場合は、上方への燃焼が拡大し全焼した（写真-12）。一方で、床スラブが跳ねだしている場合は、そこで火炎が遮られ上階への燃焼拡大は抑制された（写真-13）。

中規模試験体は、火災階と火災直上階の間に設ける薄型鋼製フィンの突出長さ（0mm～300mm）および木板の難燃剤含浸の有無を組み合わせで実施した。発熱速度は、実大燃焼実験をふまえて設定し、ピーク発熱速度の20分間継続とした。実験では、フィンが無く木板に難燃剤含浸無しのケースは火災直上階の木板に着火・火炎拡大したが、フィンの長さが200mm且つ木板に難燃剤を含浸したケースは火災直上階の木板に着火・火炎拡大がみられなかった（写真-14）。

実験結果を踏まえ本建物では、各階の床レベルに長さ200mmの鋼材による庇を設置し、木質外装には不燃処理木材（スギ）を使用する計画とした。



写真-11 木質外装実大試験体

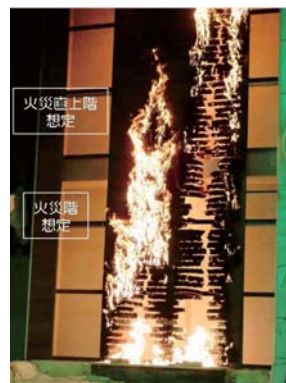


写真-12 床スラブなし



写真-13 床スラブあり



写真-14 庇長さ200mm

6. 木質建築の生産性を向上する施工技術

6.1 BIM活用によるRC造・木造ハイブリッド構造の施工シミュレーション

新しい構法など特殊な部材を使用した施工では、部材構成や施工手順が工事関係者に周知されていないといった課題がある。施工計画の検討段階において、これらの情報を工事関係者間で共有することは最適な施工計画の立案に不可欠であり、このような検討にはBIMモデルを用いることでイメージ共有が容易になる。さらに、施工手順を付加した4Dモデルを用いた施工シミュレーションにより施工計画上の問題点を明確にし、施工計画を検討した（図-17）。

4Dモデルによるシミュレーションは、設計者・施工管理担当者・施工業者とのコミュニケーションツールとして非常に有効であり、最適な施工計画の立案に大きく貢献した。



図-17 BIM活用による施工シミュレーションイメージ

6.2 住戸部分の実大モックアップ

現場での施工に先立ち、モックアップ製作によりRC造・木造ハイブリッド構造における施工上の課題抽出、施工方法の検討を行った。モックアップ用の部材製作時には、スリム耐火ウッド®の製作手順の確認・品質管理方法の確認をあわせて行い、スリム耐火ウッド®製作工程における注意点などを共有した。また、いかにして製作効率をアップするかという生産性向上の検討を合わせて行い、実施工に反映した（写真-15～17）。



写真-15 スリム耐火ウッド®柱部材製作過程



写真-16 スリム耐火ウッド®柱部材製作状況



写真-17 スリム耐火ウッド®梁部材製作状況

モックアップ製作時には、BIMを活用した事前シミュレーションによる手順を再現し、問題の有無を確認した。特に、各部材接合部の確認に重点を置いた。これにより、仕口部のPCa部材とスリム耐火ウッド®の接合部や、RC壁との接合部の施工手順や問題点をモックアップによって確認できたことが、実施工を成功させるために大きな役割を果たした。さらに、構造部材の施工検証だけでなく、仕上げや防水の納まりもモックアップで確認し、実施工時における不具合の抑制に役立った。写真は、バルコニーにおける木柱・木梁とサッシ、防水層の納まり検討とRC-CLT合成床版における型枠兼化粧材の納まり検討の部分である（写真-18～20）。



写真-18 実物大モックアップ全景

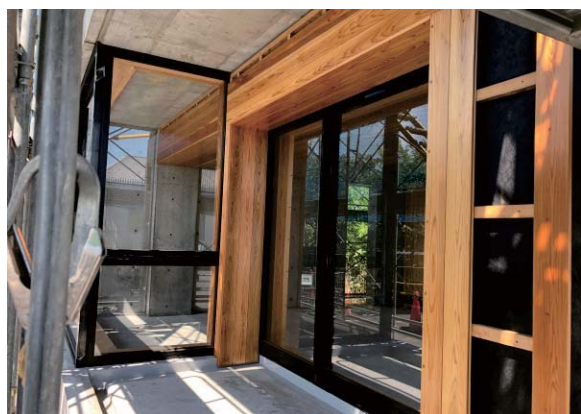


写真-19 バルコニー部のモックアップ



写真-20 RC-CLT合成床版のモックアップ

6.3 木造化及びプレファブリケーション化による施工性の向上

実大モックアップによる施工検証の結果を反映し、現場での施工性向上を図るため、柱梁接合部のPCa化に加え、木質部材のプレファブリケーション化を推進した。特に、スリム耐火ウッド®の被覆材の現場施工をいかにして削減するかについて検討した。スリム耐火ウッド®のプレファブリケーション化を実現するために問題となるのは、特に接合部の被覆材であった。被覆材は、要求される耐火性能を確保するために上張りとは下張りの目地をずらして張る必要があるため、工場で先行して施工する部分と現場で施工する部分について、モックアップでの結果を反映して決定した。実施工時には、スリム耐火ウッド®は集成材メーカーの工場にて、芯材加工と被覆材、一部化粧材の貼り付けをして、現場に搬入することとした。また、1階テレワークルーム天井のRC-CLT合成床版では、CLTをスラブ型枠兼仕上げ材として施工した。CLTは仕上げとしてそのまま木材現しとなるため、CLTパネル間接合部の隙間や梁との接合部からコンクリートのノロが漏れないように注意した。実大モックアップでの検証結果を反映して、テープ貼りなどによって漏れ止め処理を行い、ノロ漏れなどの不具合なく施工することができた。また、CLTを型枠兼仕上げ材としたことによって、スラブ型枠の解体作業および内装工事の天井仕上げ作業の省力化につながった。

以上のように、1～4階住戸フロアにおけるスリム耐火ウッド®柱梁の採用、その接合部のPCa化、CLT耐震壁およびRC-CLT合成床版の採用により、鉄筋工・型枠工・内装工労務の削減及び、コンクリート打設の省力化を実現することができた（写真-21～29）。



写真-21 施工状況 全景



写真-22 スリム耐火ウッド®柱脚部施工状況



写真-26 スリム耐火ウッド®梁の建て方

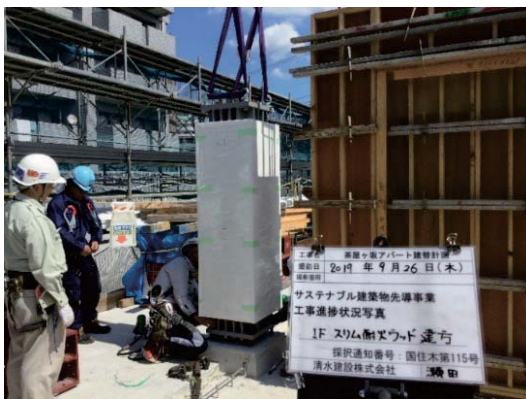


写真-23 スリム耐火ウッド®柱の建て方



写真-27 CLT耐震壁の建て方



写真-24 仕口部PCaの建て方

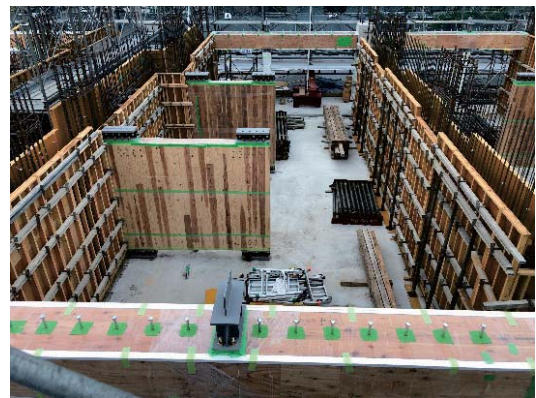


写真-28 1住戸分の木質部材施工状況



写真-25 間柱・梁地組状況

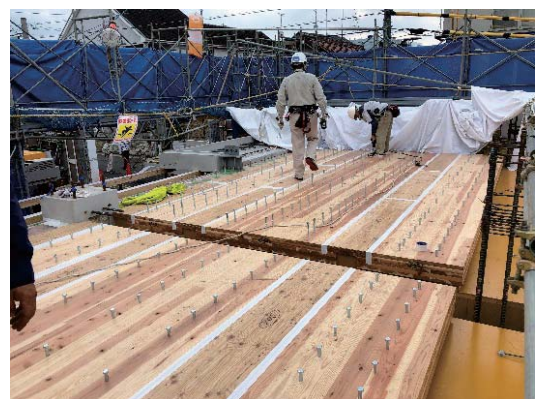


写真-29 RC-CLT合成床版施工状況

6.4 CLT床版のビス打ち作業機械化による生産性向上

CLT床版の接合部はスプライン接合となり、多数のビス打ちが必要となる。過去の施工事例におけるCLT床版の施工時間の割合を分析した結果では、CLT床版のセット自体は非常に簡単で短時間で施工することができ、CLT床版の採用は生産性の向上に大きく貢献すると考えられる。しかし、CLT床版を設置した後の接合部のビス打ち作業が非常に大変で、CLT床版施工時間の全体に占める割合は約8割となり、CLT床版の施工性向上のための大きな課題となっている。また、ビス打ち作業は時間がかかるだけでなく、作業員が中腰の姿勢で長時間作業したり、作業工具の振動による手の痺れが生じたりするなどの苦渋作業となっている。そのような作業を軽減するため、一度に多数のビスを施工できる機械（写真-30）を導入した。この機械はビス打ちのピッチと距離を設定すれば自走して自動でビス打ち施工を行うことができる。操作も非常に簡単であるため、木造の専門業者でなくても作業を行うことが可能である。このように、操作が簡易で誰でも操作可能な施工アシスト機械を採用することは、建設業における人手不足による人材確保の問題解決にも寄与すると考えられる。



写真-30 CLT床版ビス打ち機

7. おわりに

中大規模の耐火建築物を木造化するには、耐震性・耐火性を確保する開発技術の適用と経済性との両立が大きな課題となる。構造のすべてを木造とするのではなく、木材を適材適所に用いるハイブリッド構造が、その解決に有効な手段となる。中層共同住宅を木造化するには、RC造とのハイブリッド構造がベストミックスと考えた。ここで紹介した木材活用技術が、今後の木造化木質化の参考となれば幸いである。

写真は新建築社、清水建設が撮影

【参考文献】

- 1) 広田正之 他：加熱発泡材を組み込んだ耐火木質部材・接合部の性能確認と適用，日本建築学会技術報告集，第27巻 第65号，pp.265-270，2021.
- 2) 広田正之，森田武，井戸和彦，遠藤智紀，水落秀木，貞広修：加熱発泡材を組み込んだ耐火木質部材・接合部の性能確認と適用，日本建築学会技術報告集，第27巻 第65号，pp.265-270，2021.
- 3) 奥山孝之，森田武，遠藤智紀，広田正之，水落秀木：加熱発泡材を用いた耐火木質部材の柱梁接合部等の加熱実験 その1 試験体仕様および実験概要，日本建築学会大会学術講演梗概集（関東），pp.229-230，2020.
- 4) 遠藤智紀，森田武，奥山孝之，広田正之，水落秀木：加熱発泡材を用いた耐火木質部材の柱梁接合部等の加熱実験 その2実験結果，日本建築学会大会学術講演梗概集（関東），pp.231-232，2020.

【執筆者】



*1 佐々木 喜啓
(SASAKI Yoshihiro)



*2 長澤 怜
(NAGASAWA Ryo)



*3 水落 秀木
(MIZUOCHI Hideki)



*4 南口 真一
(MINAMIGUCHI Shimichi)



*5 広田 正之
(HIROTA Masayuki)



*6 瀬田 匡
(SETA Tadashi)



*7 中島 忠大
(NAKAJIMA Tadahiro)