

柱・梁及び耐震壁に木材を使用した 事務所ビルの施工に関する報告 - (仮称) H¹O 外苑前新築工事 -

梶山和之*¹ 杉山千紘*² 久保憂弥*³

[鉄骨+木造] のハイブリッド構造の物件において、木造部分に当社が大臣認定を取得した断熱耐火λ-WOOD[®] (柱・梁：1-2 時間耐火) を、鉄骨構造部分の 3・4F に CLT (直交集成板) 壁を採用している。

- ① 木造部分の建方 (木軸建方)
 - ② 現場施工での断熱耐火λ-WOOD[®]柱・梁の施工
 - ③ CLT壁+遮音壁の施工
- の 3 項目について報告を行う。

キーワード：木造、ハイブリッド構造、断熱耐火λ-WOOD[®]、CLT 壁

1. はじめに

(仮称) H¹O 外苑前は、H¹O 青山として 2022 年の 10 月 1 日に渋谷区神宮前にオープンした。

H¹O とは Human first office の略称で少人数の事務所ビルブランドである。H¹O シリーズは Value 4 Human (「自分らしさ」「心地よさ」「豊かな感性」「心身の健康」という 4 つの価値指標) の取り組みで建物の木質化をはかっているが、これまでは仕上げ材の木質化に留まっていた。

H¹O 外苑前の建築計画においても、施主である野村不動産が純鉄骨造にて計画していたが、熊谷組も住友林業と提携をしている「with TREE」ブランドの推進や木造建築の知見を広げる目的から、構造部材の木質化を提案した。構造部材に木材を使用することにより多少のコスト・工期増加となるが、建設時 CO₂ 排出量の低減による企業価値向上という利点もありブランドイメージにもあったため、当プロジェクトが生まれる事となった。本報告では首都圏支店初となる木造ハイブリッド構造物件の施工について、木軸建方、断熱耐火λ-WOOD[®]、CLT 壁と遮音壁の 3 つの項目に分けて報告を行う。

2. 工事概要

工事名称：(仮称) H¹O 外苑前新築工事

発注者：野村不動産株式会社

設計・監理：野村不動産株式会社一級建築士事務所

株式会社熊谷組一級建築士事務所

工事場所：東京都渋谷区神宮前 3-1-5

建築面積：316. 81m² 軒高さ：30. 43m

延べ面積：1, 812. 97m²

構造規模：地下無し、地上 7 階 (鉄骨+木造)

※CLT 壁を变形抑制部材として 3・4 階へ設置している。

木構造耐火認定：断熱耐火λ-WOOD[®]

実施工期：2021 年 5 月 10 日 ～ 2022 年 8 月 31 日

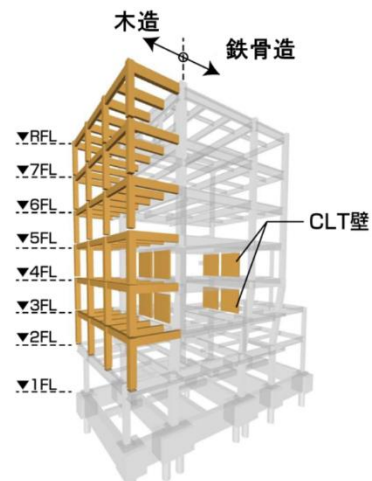


Fig. 1 構造概念図

H¹O 外苑前作業所

- *1 首都圏支店 東京第 1 工事部 作業所長
- *2 首都圏支店 東京第 1 工事部 工事係
- *3 首都圏支店 東京第 1 工事部 工事係

3. 施工計画

3. 1 木軸建方

建方作業の進め方として、鉄骨構造部分を建て逃げした後、屋上に設置したタワークレーンを用いて木造部分の施工を 1 フロアずつ行う計画とした。理由は仮設安全設備の安全性と在来スラブ型枠にある。

外部足場用壁繫ぎは鉄骨造の場合、フランジに金物を取り付け、控えを取ることが可能だが、木造は仕口がピン接合の為、外部足場の風荷重に耐えられるか不明であった。安全設備は鉄骨造の場合、スタンション・ネットクランプ・サヤ管等多数あるが、木造は仮設材ピース取り付けビスや取り付けボルトの安全係数が不確定の為、現在のところ存在していない。以上のことから、木造部分は 1 フロアずつの施工となった。これにより純鉄骨造と比べて工期が必要となる。

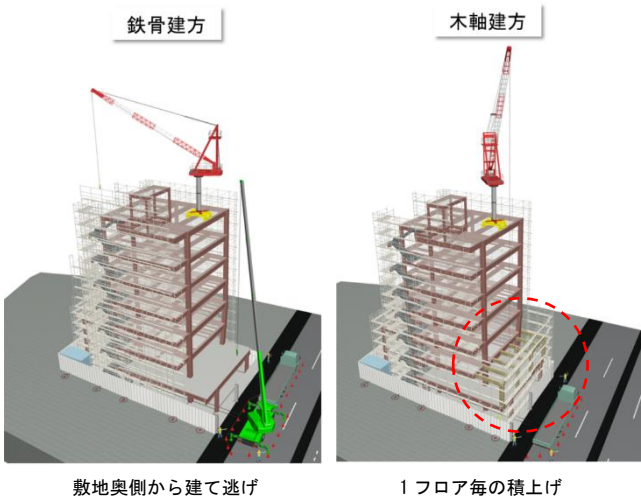


Fig. 2 建方計画図

3. 2 断熱耐火λ-WOOD®

断熱耐火λ-WOOD®は、構造体に木材を使用し、その周りに耐火被覆層と化粧材を貼ったもので、熊谷組が大臣認定を得た技術である。福井本店に続いて 2 例目の採用であり、2 時間耐火の施工は本計画が初めてとなる。

耐火被覆層は 1 時間耐火で柱・梁共に普通硬質石膏ボード 12.5mm を 3 層と断熱耐火パネル（火山性ガラス質複層板 6mm）を 1 層の計 4 層貼っており柱・梁共に 4 層で構成されている。また、2 時間耐火では断熱耐火パネル（火山性ガラス質複層板 6mm）の枚数は 1 時間耐火と変わらな

いが、12.5mm の普通硬質石膏ボードを柱で 6 層、梁で 5 層貼っており、合わせて柱で 7 層、梁で 6 層の構成となっている。本計画の化粧材について柱は杉板、梁は不燃突板シートで仕上げている。

耐火被覆材の貼り付けについては、技術的には工場で行うことも可能であるが、仕口部分は交互貼りとする事、建方時の雨養生及び上階床コンクリート打設時のノロの養生の懸念を考慮し建方後に現場にて施工する計画とした。

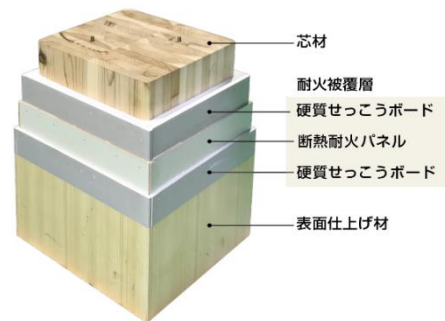


Fig. 3 λ-WOOD 構成図

3. 3 CLT

CLT とは Cross Laminated Timber の略で直交集成板を意味し、厚さ 30mm×幅 120mm のラミナを交互に重ね合わせた材料である。今回は事務室内の耐震壁（主要構造部でない）として採用した為耐火構造とする必要が無く、木表面を表しとすることが可能となった。本物件では、3・4 階の事務室内にヒノキの CLT 壁を設置している。

本計画の設計は当初 CLT 壁厚みが 180mm で単純に設置するだけでは、片側の事務室有効面積が極端に狭くなってしまった。その為厚みを 1/2 の 90mm にして遮音壁を境に振り分けることで、事務室有効面積の確保と 2 部屋の木質化の 2 点を実現した。

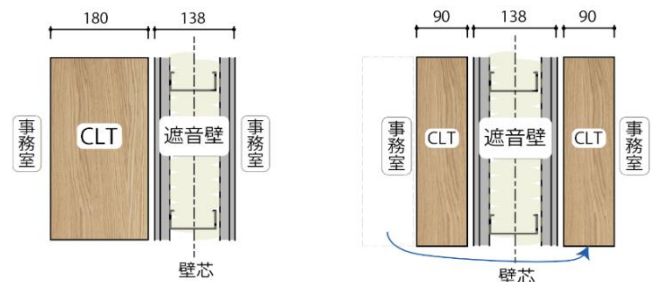


Fig. 4 CLT 耐震壁+遮音壁構成図

施工的には遮音壁の石膏ボード貼りと CLT 耐震壁の両側建込みの両立は技術的に難易度が高かった為、BIM を使用し何度もシミュレーションを行い施工に臨んだ。

梁のせん断力を柱に伝えており、必要な仕口部ドリフトピンの本数も減らすことが可能となった為、結果として施工スピードの向上にも繋がった。

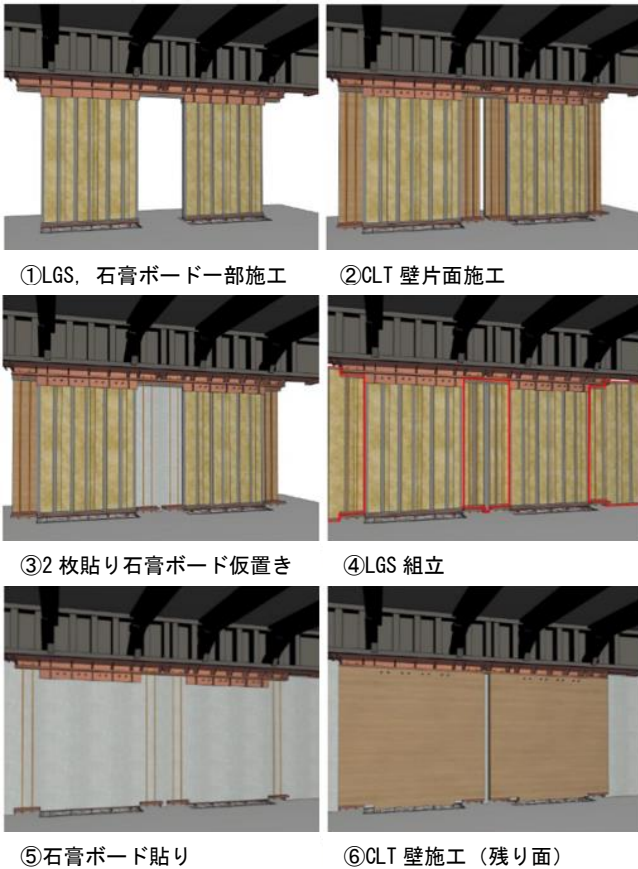


Fig. 5 CLT 耐震壁施工ステップ

4. 施工

4. 1 木軸建方

木造の工程が純鉄骨造よりも長くなることは先に述べた通りであるが、本計画では工程短縮を行いながら建方精度を確保する取り組みを図った。

まず、工場での木軸部材製作の段階で以下 2 点を実施した。1 つ目は工場での木材への撥水材塗布である。木軸部材は、雨に打たれてしまうと含水率が高くなり、所定の精度を満足できなくなってしまう懸念から、天候による工程遅延のリスクがある。そこで、木部材の全てに住友林業製の S-100 (シリコン系超撥水形塗料) を塗布し、雨天時の建方を可能とした。

また、柱、梁仕口部を受けプレート形状 (Photo. 1) とすることで高さ方向のドリフトピンの孔位置合わせを不要とし施工スピードを向上させた。この梁受プレートは

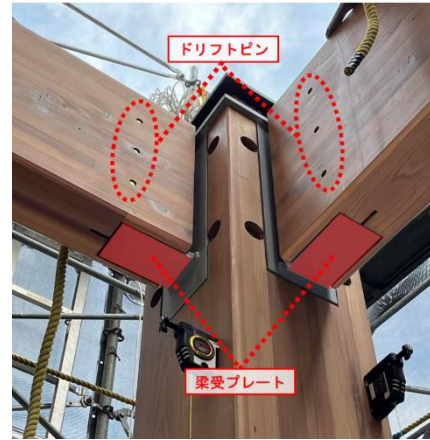


Photo. 1 木軸仕口部分

現場の施工体制としては、木造大工・鉄骨鳶工・墨出工の 3 業社で行う計画とした。業務提携を行っている住友林業が製作・施工を行なったが、

- ①木と鉄骨接合部が高力ボルト接合であること
- ②タワークレーン操作が必要であること

の 2 点が有資格作業となる為、鉄骨鳶工を合番させる計画とした。結果として、資材の置き方や手順のノウハウを木造大工に共有する事にも繋がり、作業員全体の技術向上・施工スピードの向上に寄与した。

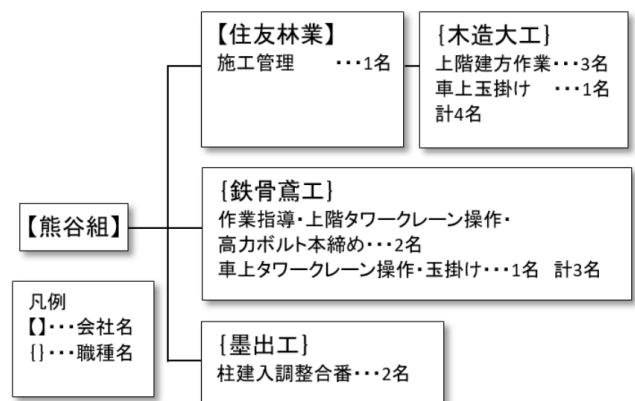


Fig. 6 施工業者編成表

木軸スパン建方後の精度管理については以下の通りとした。木造建築物においては、日本建築センター発刊の大断面木造建築物設計施工マニュアル¹⁾ に基準があるが、鉄骨 (JASS6 の基準) に比べて許容値が大きい為、木+鉄

骨造のハイブリッド構造を考慮し、監理者と協議の上 JASS6 の基準に則り施工を行った。また、木軸スパンは全てピン接合の為、歪み直しを行った後は、建入精度維持の為に木製の仮筋交の取り付けを行った。この筋交は、上階の床コンクリート打設後に解体した。墨出工による精度確認は1フロア毎に

- ①木軸建方時の歪み直し
 - ②上階床コンクリート打設前
 - ③上階床コンクリート打設中（打設合番）
 - ④コンクリート打設後（柱脚プレート実測）
- の計4回実施した。

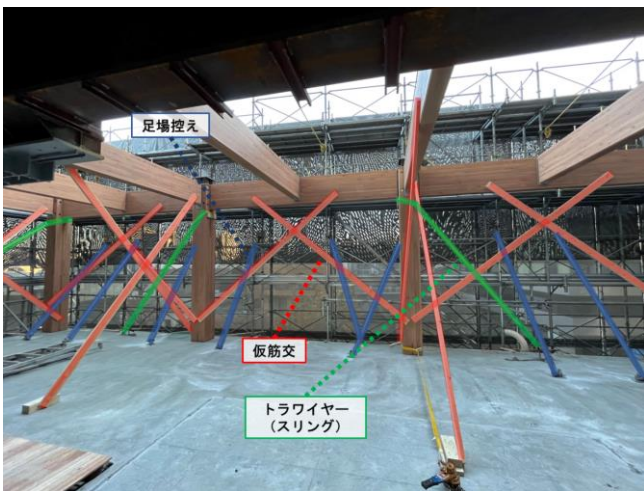


Photo. 2 建方完了後状況

4. 2 断熱耐火λ-WOOD®

木造部の建方・スラブコンクリート打設を行った後、柱・梁に石膏ボードを現場貼りすることにより“耐火被覆層”を設け耐火構造としていく。石膏ボードの加工ヤード、接着剤塗布ヤード、貼り付け作業を行う作業員を完全に分業とすることで工程の効率化を図った。

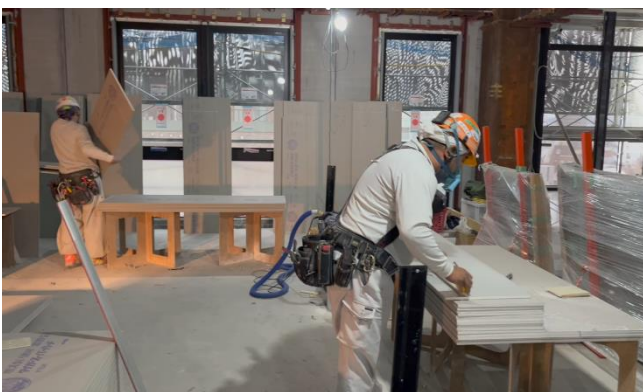


Photo. 3 耐火被覆層施工状況（石膏ボード加工）



Photo. 4 耐火被覆層施工状況（接着剤塗布）



Photo. 5 耐火被覆層施工状況（貼り付け）

品質管理上のポイントは主に

- ①接着剤塗布量
 - ②貼り付け時のステープル打設ピッチ
 - ③躯体取り合い部の耐火シール打設処理
- である。特に接着剤塗布量については、 1m^2 あたり500g以上と厳しい規定がある為、計量器にて塗布量を確認し、くしべらで塗り拡げた。

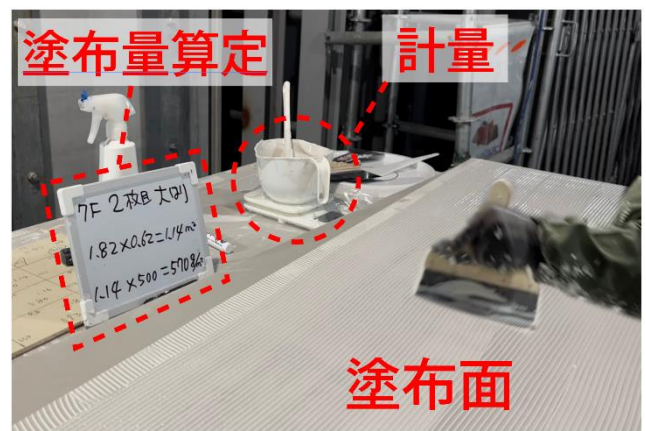


Photo. 6 接着剤塗布状況

柱・梁の取り合いについて、各部材毎に交互貼りの仕様

である為、柱→梁→柱の様な順番で施工を行う必要がある。2時間耐火なので、柱で7層、梁で6層の構成となっている。

また、耐火被覆層の石膏ボードは、各層 50mm 以上ジョイント位置をずらして施工しなければならない為留意しなければならない。



Photo. 7 λ-WOOD 施工状況

4. 3 CLT

CLT 壁の施工については、3. 3 に記した通り 1 部材あたりの壁厚が当初設計の半分となったことにより、揚重機を用いない建込みが可能となった。(1枚あたり約 230kg)



Photo. 8 CLT 材搬入状況

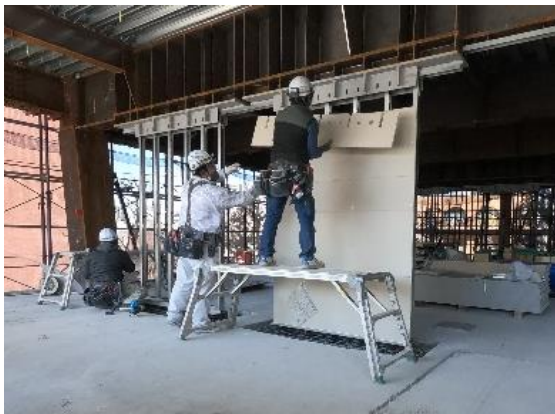


Photo. 9 遮音壁（片側）先行ボード貼り



Photo. 10 CLT 壁建込み状況



Photo. 11 遮音壁（反対面）施工状況

CLT 壁下部はスラブとドリフトピン取り合い (Photo. 8) をしている為、床コンクリートを後施工とした状態にて CLT 壁を建込む。その後コンクリート打設を行った。

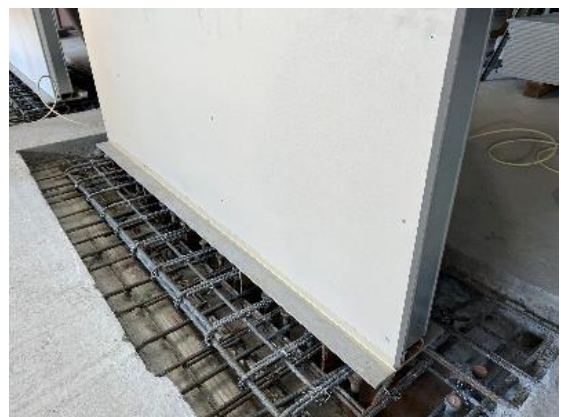


Photo. 12 下部スラブ状況 (CLT 建込み前)

また、鉄骨側受けプレートと石膏ボードに隙間が生じる為、取り合い部にはCLT建込み前にタイガーUタイトを打設し、遮音性能の確保に努めた。



Photo. 13 タイガーUタイト充填状況

耐火遮音間仕切り壁をCLT耐震壁で挟んだ壁の遮音性能は技術本部と連携をとり、遮音測定検査を実施した。その結果、日本建築学会遮音性能基準の事務所基準「Dr-40」相当の性能が確保できている事を確認した。

5. まとめ

本建方計画では、事前に福井本店施工時のフィードバックを頂いたおかげで、各所の納まりを施工性の良いものとする事ができ、建方のみで計6日分、1フロア1日の短縮を実現できた。今後より複雑なハイブリッド構造を実現する上で、木造へ対応した仮設材の開発は必須であると考えられる。それと同時に、仮設の荷重計算は鉄骨以上に事前の検討が不可欠となってくる。

断熱耐火λ-WOOD®については今回の施工により、労務低減の為に以下の3つのことを技術本部に提案した。

1つ目は石膏ボードの厚みを増し、石膏ボードの層を減らすこと。

2つ目は今回石膏ボードと火山性ガラス質複層板で異なる材料だったが、1種類の材料とすること。

3つ目は接着剤塗布を無くすること。

以上のことを技術本部と連携を取りながら断熱耐火λ-WOOD2®として2023年に認定を取得しH¹O芝公園にて施工している。

CLT壁については、吉野石膏の遮音間仕切りとの組み合わせにより、遮音性が強く求められる事務所ビルへの採用が可能となった。耐火被覆層の無い表面表しのCLT材は、事務室内に入った瞬間に木の香りを感じる事ができ、施主からの評価も高かった。今後はマンションへの使用等CLT材の可能性を広げることができると考える。

なお、本計画は日経アーキテクチャ²⁾に掲載されているので一読いただければ幸いです。

謝辞

首都圏支店初の本造ハイブリッド物件であったが、福井本店作業所を始め、本社・支店関係各位の皆様のご支援により無事に2022年8月末に引き渡しを行うことができた。施主である野村不動産からも高い評価を頂くことができた。厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 一般財団法人日本建築センター：大断面木造建築物設計施工マニュアル，1988. 6
- 2) 株式会社日経BP：日経アーキテクチャ，高層木造への挑戦，2022. 7

Report on construction of an office building using wood for its columns, beams, and shear walls: Construction of H¹O Gaienmae

Kazuyuki KAJIYAMA, Yukihiro SUGIYAMA and Yuya KUBO

For the construction of a building with a hybrid structure of steel and wood, our insulated fire-resistant λ-WOOD® (column/beam: fireproof for one to two hours), which has obtained ministerial certification, is used for the wooden structures, while CLT (cross laminated timber) walls are used for the steel structures on the 3rd and 4th floors.

This paper reports on the following three items:

- ① Wooden structure erection (wooden framework erection)
- ② On-site construction of fire-resistant λ-WOOD® columns and beams
- ③ Construction of CLT walls and soundproof panels

Key words: Wooden structure, hybrid structure, insulated fire-resistant λ-WOOD®, CLT wall
