

中高層木造建築構法「P&UA 構法」が通し柱方式ハイブリッド架構を実現可能に － 11 階建て事務所のモデルプランで日本建築センターの構造評定を取得 －

株式会社市浦ハウジング&プランニングを代表とする「P&UA^(※1) 構法共同技術開発グループ」^(※2) は、GIUA^(※3) を用いた木造二方向ラーメン架構に耐力壁を併用し、一部の柱・梁に鉄骨部材を採用した木造・鉄骨造共存型ハイブリッド架構による 11 階建て事務所のモデルプランにおいて、一般財団法人日本建築センターの構造評定を 2025 年 10 月 10 日に取得しました。

評定を取得したモデルプランは、柱脚接合部及び柱梁接合部に「GIUA」による半剛接仕様の仕口を用いた二方向ラーメン架構の一部に「シアリング・コッター耐力壁」や「ローリング・コッター耐力壁」を併用し、一部の柱・梁（主にコア周り）を鉄骨部材とする平面混構造のハイブリッド架構です。木梁に設けるスリーブ付き継手やラーメン架構の木梁端仕口の一部には「炭素繊維または構造用合板によるせん断補強」を用いており、高耐力・高剛性・高靱性を実現しています。また、柱・梁の仕口は、下層階には鉄骨仕口方式を、上層階には通し柱仕口方式を採用し、建て方の効率化と建物重量の軽減化を図りました。

(※1) Panel & Unbonded Anchor の略称

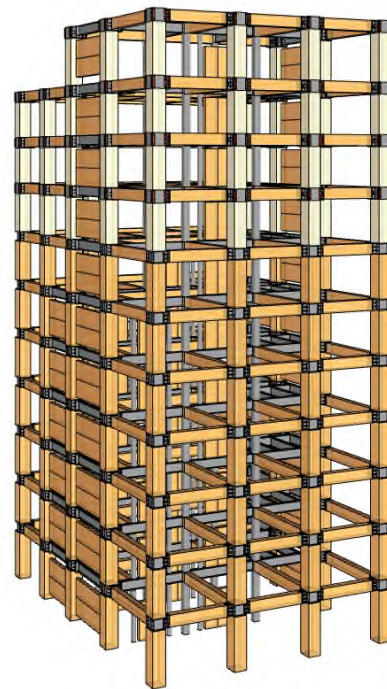
(※2) 技術開発者：(株)市浦ハウジング&プランニング、(株)織本構造設計、東急建設(株)、東レ建設(株)、西松建設(株)、(株)長谷工コーポレーション、三井住友建設(株)

共同研究者：京都大学 五十田教授、近畿大学 松本教授

協力者：アルファ工業(株)、内田技建、(株)ウッドワン、エイコー(株)、(株)キーテック、響製缶(株)、(株)河本組、桜設計集団、ジャパン建材(株)、(株)中東、藤寿産業(株)、藤田 K 林産技術士事務所、本間興業(株)、銘建工業(株)

(以上、五十音順)

(※3) Glued in Unbonded Anchor の略称



【構造評定を取得した 11 階建て事務所の外観・躯体架構のイメージパース】

■開発の経緯

現在、我が国では SDGs や ESG 投資の拡大を背景に、中高層木造建築への関心が高まっています。これまで、木造建築は耐震計算ルート 1 又はルート 2（許容応力度設計）でほぼ全ての建物が設計されてきました。中高層木造建築物においては、ルート 3（保有水平耐力）による耐震計算手法は未だ発展途上であり、脆性破壊を防止する靱性の確保や荷重変形関係のスリップ抑制、接合部の高剛性・高耐力・高靱性の確保などが課題となっています。

そこで、当技術開発グループでは、これらの課題を解決する P&UA 構法の開発に着手しました。1 期開発では、一方向に GIUA を用いたラーメン架構、他方向を耐力壁架構とし、鉄筋コンクリートスラブを採用した「10 階建て共同住宅モデルプラン」の構造評定を 2022 年 10 月に取得。次いで、2 期開発では、自由度の高い空間の実現化を目指してラーメン架構を二方向に拡張させ、二方向ラーメン架構の一部に

耐力壁を併用し、鉄筋コンクリートスラブを採用した「11階建て事務所モデルプラン」をルート3、 $D_s=0.3$ で設計し、日本建築センターの構造評定を取得しました。

さらにこの度、技術のバリエーションを増やし、汎用性の高い技術の確立を目指して、2期開発で評定を取得した「11階建て事務所モデルプラン」の柱・梁仕口を鉄骨仕口から上層階は通し柱仕口へ変更し、さらにコア周りの一部の柱・梁を鉄骨部材に換えて、ルート3、 $D_s=0.35$ で設計した通し柱方式ハイブリッド架構によるモデルプランにおいて、日本建築センターの構造評定を取得しました。

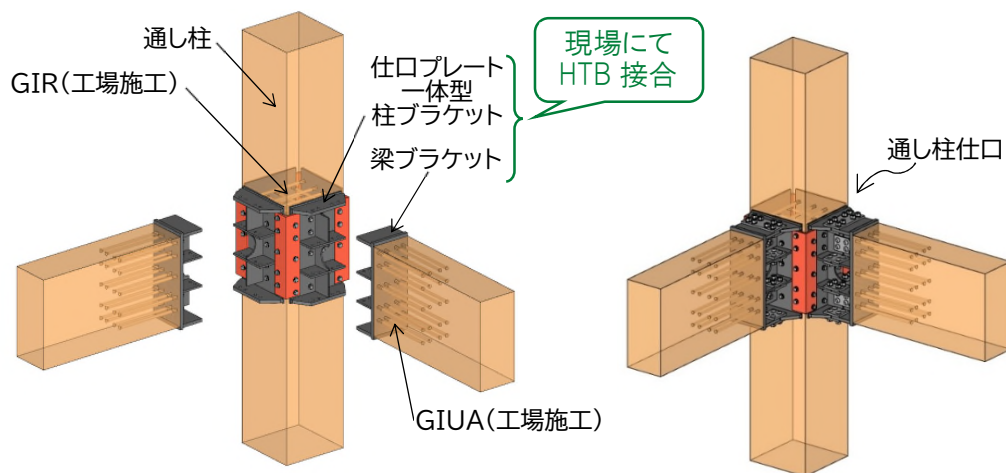
■モデルプランに用いた要素技術

本評定では、先に開発した「半剛接仕様のラーメン架構の仕口に用いる“GIUA”や「シアリング・コッター耐力壁」、「ローリング・コッター耐力壁」、「梁に設けるスリーブ付き継手やラーメン架構の梁端仕口に用いる“炭素繊維補強”」に加えて、今回新たに以下3つの要素技術「①通し柱」、「②鉄骨部材とのハイブリッド架構」、「③構造用合板補強」を採用しています。

①通し柱(特許出願済)

梁が取り付く通し柱の周囲に4枚の仕口プレートと4つのコーナー補強用山形鋼によって柱を胴巻きし、高ナット付きのGIRと高力ボルトで固定することで、仕口の回転やガタツキを抑え、梁から柱への応力伝達の効率を高めると共に、木仕口内の応力集中が緩和され、高い仕口耐力が得られます。これらの構造性能は、通し柱仕口の実大せん断試験により確認しています。

工場で予め通し柱にGIRで仕口プレート一体のブラケットを、梁端部にGIUAで梁ブラケットを固定しておき、現場で柱ブラケットと梁ブラケットを高力ボルト接合することで、二方向ラーメン仕口を構成します。通し柱の採用により、一度に複数層の建て方が可能となり、建て方の効率化と建物重量の軽減が図れる他、より高い耐力・剛性のある鉄骨仕口と組合せることで、地震力に応じた接合部の選択肢が増え、合理的な構造計画が可能となります。地震力の程度に応じて、高層建物の上層階に通し柱を用いたり、中低層建物の場合には全層を通し柱方式とすることもできます。



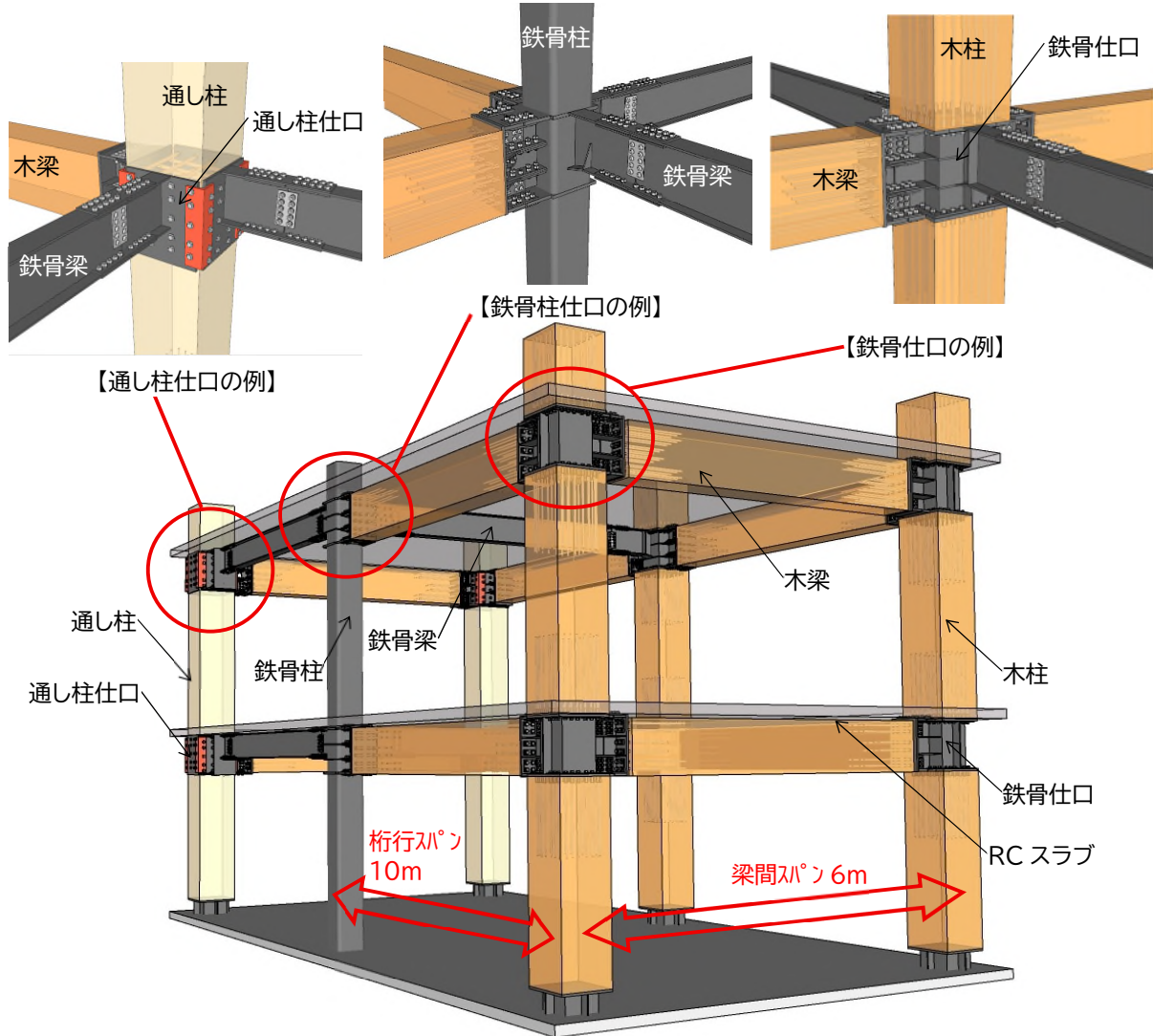
【構造評定を取得した通し柱のイメージ図(左:ブラケット接合前、右:ブラケット接合後)】



【実大実験の様子(左:柱の仕口プレートの高さを拡張させたタイプ、右:標準タイプ)】

②ハイブリッド架構

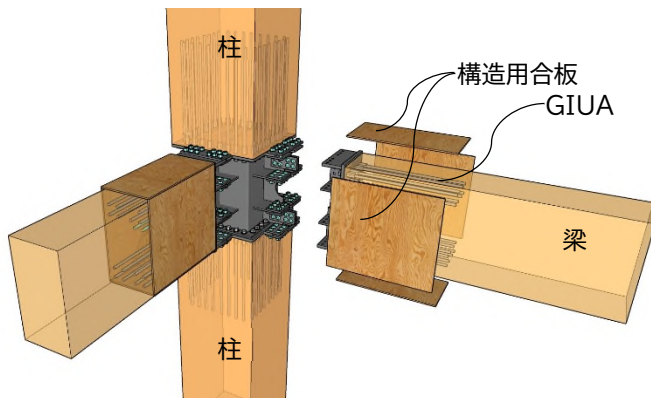
本構法はパネルゾーンに鉄骨仕口や鋼製ブラケットを用いることを特徴としていることから鉄骨造との親和性が高く、架構の一部に鉄骨の柱・梁を適材適所で組み合わせることが可能です。これにより、木造二方向ラーメン架構の中に、意匠上の要求や構造性能、施工性、経済性に応じて、鉄骨部材を採用することができ、合理的な木造・鉄骨造共存型ハイブリッド架構が実現できます。



【構造評定を取得したハイブリッド架構のイメージ図】

③構造用合板補強(特許出願済)

木梁端仕口の四周に構造用合板を貼ることで、木材の脆性的破壊を抑制させるだけでなく、接合部の靱性が向上し、炭素繊維補強と同等以上の補強効果を有することを構造実験により確認しました。これにより、大振幅時における梁端部の補強方法として、炭素繊維補強に加えて構造用合板補強という選択肢が増えました。



【梁端部の合板補強のイメージ】



【実大実験の様子】

■これまでの実績と今後の展開

本構法については、既に令和 5 年度サステナブル建築物等先導事業(木造先導型)に採択され、一方向をラーメン架構、他方向を耐力壁架構とした 5 階建て寄宿舍の実物件が完成しています。また、令和 7 年度優良木造建築物等整備推進事業(先導枠)に採択され、二方向ラーメン架構に通し柱方式とハイブリッド架構を組み込んだ 5 階建て大学施設や、同じく令和 7 年度優良木造建築物等整備推進事業(普及枠)に採択され、二方向ラーメン架構の一部にハイブリッド架構を組み込んだ 6 階建て共同住宅の設計が進んでいる他、複数の実物件での採用が計画されており、今後も適用物件の拡大を図るために以下の開発等を検討中です。

① 適用範囲の拡大に向けた開発

- ・ GIUA を応用したアンボンドブレース
- ・ TCC(Timber Concrete Composite)、PCa の活用
- ・ 制振構造や免震構造の採用
- ・ RC 造や S 造の耐震補強など幅広い応用開発
- ・ 個別評定(プラン限定評定)の拡張と一般評定の取得へ向けた展開

② 構造的な合理化に関する開発

- ・ 木材の靱性向上方法の開発
- ・ 他の木質材料の柱・梁・耐力壁への適用

③ 実物件での確認と振動台実験

- ・ 加速度センサーによる建物応答計測及び減衰特性の確認
- ・ 長期の常時微動計測による固有周期の経年変化の確認
- ・ 地表面加速度の建物への伝搬特性計測
- ・ RC 床荷重による木材クリープひずみ量の計測
- ・ 木, 鉄, コンクリートの異種材料界面の温湿度変化、木の吸放湿性の検証・確認
- ・ 木梁+RC スラブによる遮音性能の確認

④ 中高層木造建築物における新たな社会システムの提案

- ・ 長期修繕計画や修繕積立金の設定とメンテナンス手法等の検討
- ・ LCC02 および地域経済への影響評価
- ・ 木の良さの科学的調査及び活用方法