2025 年 1 月 22 日

# 中高層木造建築構法「P&UA 構法」が二方向ラーメン架構を実現可能に
## － 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) を用いた二方向ラーメン架構に耐力壁を併用した 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 2024 年 10 月 11 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」を併用したもので、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の一部に「炭素繊維によるせん断補強」を用いることで、高耐力・高剛性・高靭性を実現しています。

（※1）Panel & Unbonded Anchor の略称

（※2）技術開発者：㈱市浦ハウジング&プランニング、㈱織本構造設計、東急建設㈱、東レ建設㈱、戸田建設㈱、西松建設㈱、㈱長谷エコーポレーション、三井住友建設㈱
共同研究者：京都大学 五十田教授、近畿大学 松本教授、広島県立総合技術研究所林業技術センター
協力者　：アルファ工業㈱、内田技建、㈱ウッドワン、エイコー㈱、㈱キーテック、轡製缶㈱、㈱河本組、桜設計集団、㈱中東、藤寿産業㈱、藤田 K 林産技術士事務所、本間興業㈱、銘建工業㈱
（以上、五十音順）

（※3）Glued in Unbonded Anchor の略称

【構造評定を取得した 11 階建て事務所のイメージパース】

### ■開発の経緯

現在、我が国では地球温暖化対策、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靭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・高靭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新たな構法となる P&UA 構法の開発に着手し１期開発において、一方向を 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」によるモデルプランの構造評定を 2022 年 10 月に取得しました。さらにこの度、２期開発にて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」をルート３、Ds=0.3 で設計した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

半剛接仕様のラーメン架構の仕口に用いる「GIUA」、「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「炭素繊維によるせん断補強」の 4 つの要素技術を採用しています。

①「GIUA」(特許取得済)

中大規模木造で一般的な鋼棒挿入接着接合（GIR：Glued-in Rod)において、鋼棒をあえて接着させないアンボンド部分を設けた接合構法です。このアンボンド部分により、従来の GIR で生じていた脆性的な木材割裂を抑制し、大変形時でも木材を損傷させずに鋼棒が伸び縮みすることでエネルギーを吸収する機構となっています。

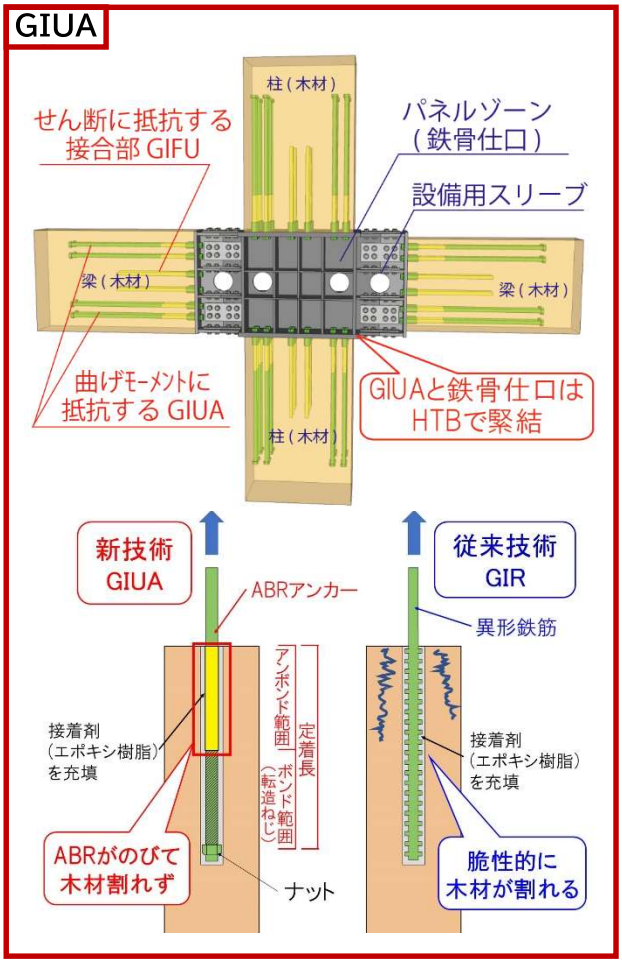
工場で柱・梁の木材端部に GIUA を施工し、現場ではこの柱・梁を鉄骨のパネルゾーン（柱梁のジョイント部分）に高力ボルトを用いて緊結するだけであり、施工の省力化が図れます。

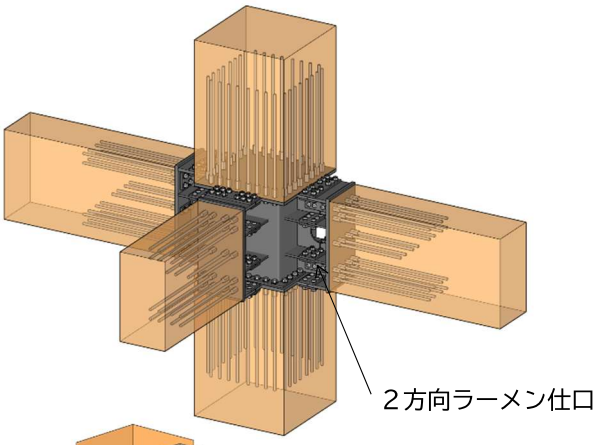
②「シアリング･コッター耐力壁」(特許出願済)

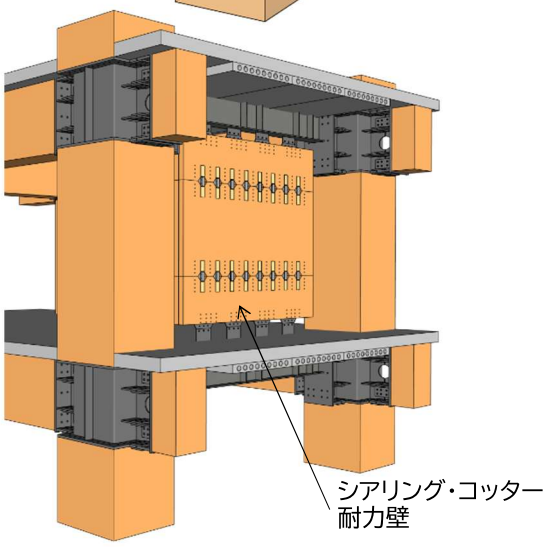
LVL や CLT 等の木質パネルを上下に並べ、パネル間に設けた切り込みに L 型に折り曲げ加工した鋼材（コッター）を組み合せ差し込んで接続した耐力壁で、耐力壁の上下は鉄骨梁としており、この鉄骨梁と耐力壁は鉄骨プレートとボルトにより接続します。

地震時には、建物に生じる水平力によって上下の木質パネルが左右にスライドしようとするため、パネル間に差し込んだ鋼製コッターが水平逆方向に変形し、地震力を負担することにより地震エネルギーを吸収します。この構造により大変形時まで木質パネルを損傷させず、コッター部分が変形してエネルギー吸収する機構となっているため、一般の木質耐力壁に比較して優れた変形性能とエネルギー吸収性能を有しています。

耐力壁に求められる必要なせん断耐力はコッターの数量によってコントロールすることができます。




【構造評定を取得した架構の要素技術】

③「ローリング・コッター耐力壁」(特許出願済)

鉄骨の枠柱の間に LVL や CLT などの木質パネルを左右に並べ、鉄骨枠柱とパネル間及びパネル同士の間に設けた切り込みに、L 型に折り曲げ加工した鋼材（コッター）を組み合せ差し込んで接続した耐力壁です。耐力壁の上下は鉄骨梁としており、この鉄骨梁と耐力壁は鉄骨プレートとボルトにより接続します。

地震時には、建物に生じる水平力によって左右に並べた木質パネルがそれぞれ回転するロッキング現象が生じるため、鉄骨枠柱とパネル間及びパネル同士に差し込まれた鋼製コッターが上下逆方向に変形し、地震力を負担することにより地震エネルギーを吸収します。

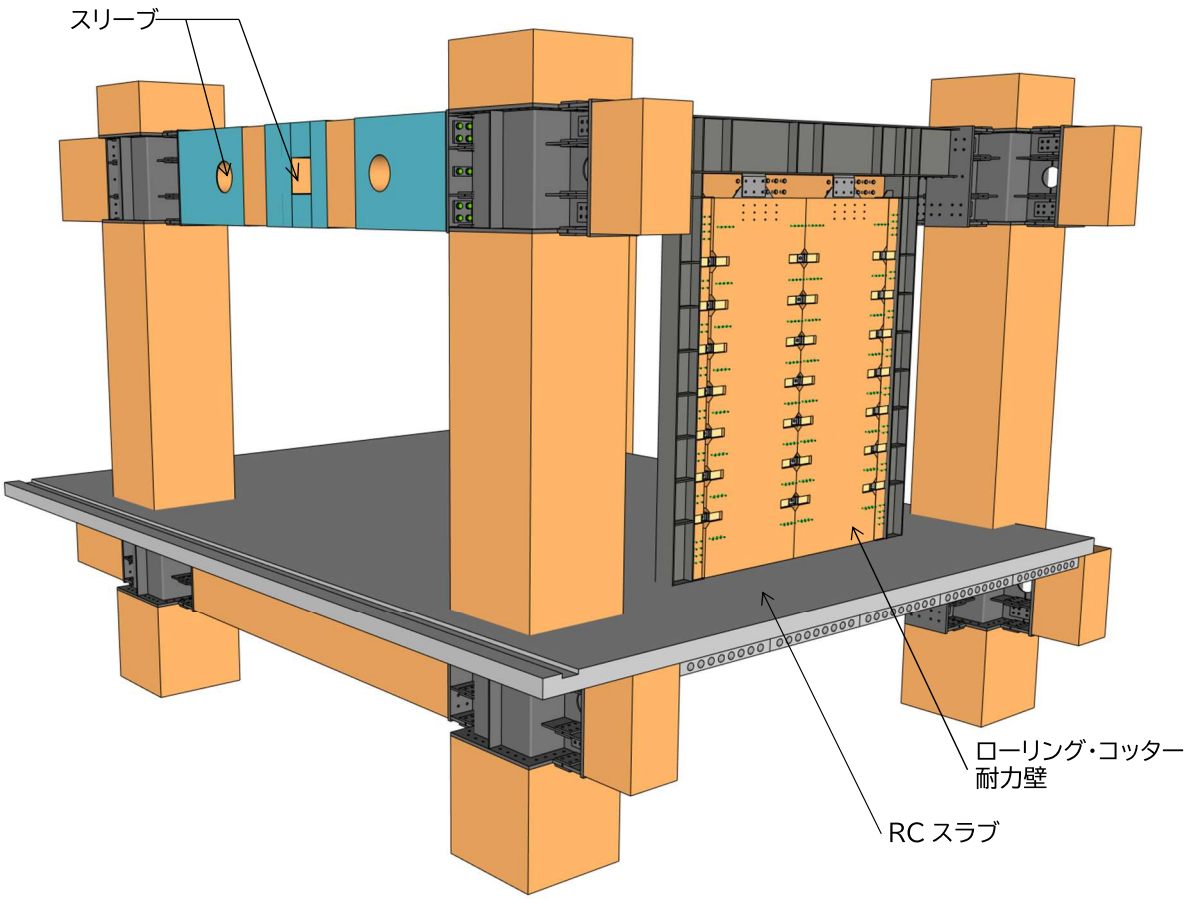
この構造により、大変形時でも木質パネルを損傷させず、コッター部分が変形してエネルギー吸収する機構となっているため、一般的な木質耐力壁に比べて優れた変形性能とエネルギー吸収性能を有しています。耐力壁に求められる必要なせん断耐力はコッターの数量によってコントロールすることができます。

④「炭素繊維による補強」(特許出願済)

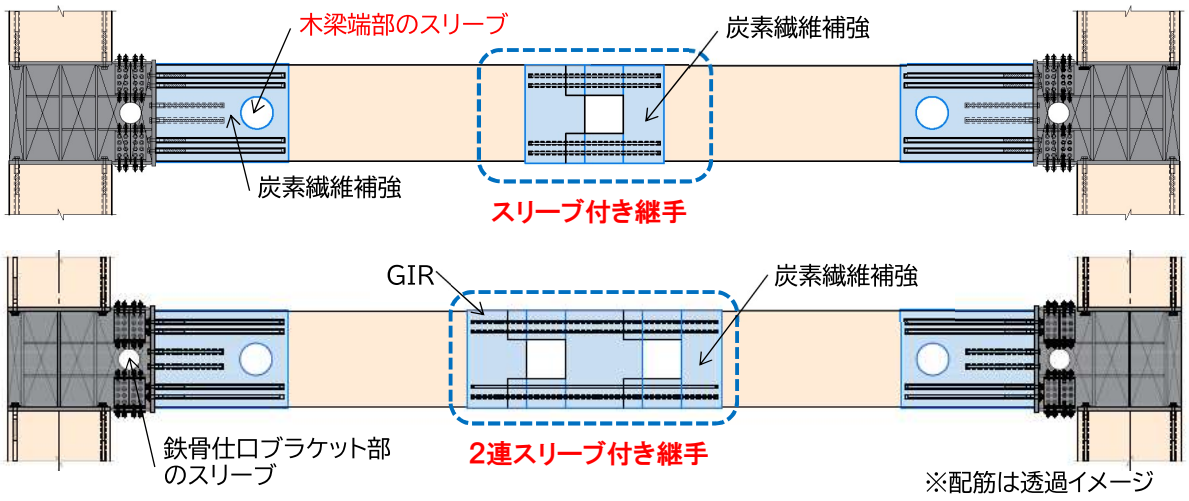
ラーメン架構の木梁端部の仕口や梁のスリーブ付き継手に炭素繊維板を貼付し、炭素繊維シートを巻き付ける補強を施すことで、木材の曲げ補強及びせん断割裂防止による急激な耐力低下の抑制を図ります。

梁のスリーブ付き継ぎ手補強においては、RC 造のスリーブ開口基準(梁せいの 1/3 まで)を上回る、梁せいの 45%までのスリーブ開口を設けられることを構造実験で確認しており、RC 造を超えて S 造と遜色ないスリーブ開口の設置が実現可能です。

なお、炭素繊維補強については、耐火性能試験や実物大クリープ試験を実施しており、長期的な安全性も確認済みです。




【構造評定を取得した架構のイメージ図】




【構造評定を取得した要素技術のイメージ図】

【実大実験の様子(左:二方向ラーメン柱、右:木梁端部仕口の炭素繊維補強)】

【実大実験の様子(左:スリーブ付き継手梁のクリープ試験、右:ローリング・コッター耐力壁)】

■今後の展開

P&UA 構法については、一方向をラーメン架構、他方向を耐力壁架構（1期開発）とした５階建て寄宿舎の実物件が完成間近である他、複数の実物件での採用が計画されており、今後は適用物件の拡大を図るために以下の開発等を行う予定です。

① 適用範囲の拡大に向けた開発
- 通し柱方式によるラーメン架構
- GIUA を応用したアンボンドブレース
- TCC(Timber Concrete Composite)、PCa の活用
- RC 造や S 造との混構造
- 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
- 木材の靭性向上方法の開発
- 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
- 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
- 減価償却上の法定耐用年数の設定
- メンテナンス手法等の検討
- LCCO2 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

■お問い合わせ先

・（株）織本構造設計
〒162－0812　東京都新宿区西五軒町 13-1　住友不動産飯田橋ビル３号館７階
TEL：03-5227-7590　FAX：03-5227-7596
連絡先：最高技術顧問　中澤 昭伸
部長　山崎 和広

・九州支所
〒812-0011　福岡市博多区博多駅前 1-14-16　博多駅前センタービル７階
TEL：092-471-0533　FAX：092-471-0679
連絡先：プロジェクトリーダー、博士（工学）　田上 誠