



計画の概要



- 川崎市宮前区の東急田園都市線宮前平駅徒歩5分の閑静な住宅地に建つ、非免震による5階建ての寄宿舍(耐火建築物)。“高耐力・高剛性・高靱性の中高層木造建築”を可能とするために新たに開発した「GIUA (Glued in unbonded anchor)」と「シアリングコッター耐力壁」を用いて、オール国産材による一方向ラーメン+耐力壁架構を実現した「P&UA構法 (Panel & Unbonded Anchor Structure System)」による実プロジェクトの第一弾である。
- 敷地は北側と東側が道路に面しており、15mの高さ制限と日影規制をクリアするために、敷地の東側に5階建ての寄宿舍棟を、中庭を挟んで西側に平屋の共用棟(補助対象外)を配置し、1階を渡り廊下で繋いでいる。寄宿舍棟は日影規制のために北側の一部をセットバックさせているほか、共用棟は近隣の戸建て住宅や寄宿舍棟への圧迫感を抑えるために、切妻屋根の平屋としている。



計画建物の外観パース

評価のポイント



神奈川県川崎市に木造5階建ての寄宿舍を建設するプロジェクト。
構造では、中高層木造建築物では初のルート3の構造設計 ($D_s = 0.3$) を実現している。Y方向を木造ラーメン構法とし、X方向を鋼製コッター活用の耐力壁構造としている。ラーメン方向のパネルゾーンを鋼材として、木梁の接合にGIUA (アンボンド範囲を設けた接合) を採用して、全体として木材割裂を防ぎ粘りのある接合部としている。また、耐力壁も、地震時に、上下の木質パネル間に設けたコッターが変形することで粘り強い構造としている。
竣工後においても複数の検証を行う計画としている。また、工事中及び建物完成時に見学会等を計画していることから、設計・施工技術の普及・啓発が期待できる。

プロジェクトの
全体概要

- 寄宿舎棟は、中廊下を挟んで東西に寮室を配し、1スパンに2室配している。共用棟に繋がる1階渡り廊下の接続部分に鉄骨造によるEVと屋内避難階段を設けている。法的に必要な避難階段は屋内避難階段の1箇所のみであるが、避難安全性に配慮して北側道路に面して屋外螺旋階段を設けた。寮室内には浴室、トイレ、洗面台などの水回りと収納やベッドスペース、窓際にデスクコーナーがある。
- 共用棟には、集合玄関や管理人室、トランクルーム等のほか、キッチンやダイニング、リビング等の共用スペースを設けている。
- 寄宿舎棟の桁行方向（Y方向：スパン5.4～5.5m）は、開口を設けられるラーメン架構とし、梁間方向（X方向：スパン約5.7m）は寮室間に戸境壁も必要であることから耐力壁架構としている。耐力壁は高性能（壁倍率に換算すると約206倍相当）であることから、各層4～5箇所に集約しており（耐力壁長さは2階の場合で0.045m/m²と極めて少ない）、プランニングの自由度が高く、可変性の高い空間が確保できている。
- 下層階の1、2階柱及び2、3階の床梁にはヒノキ集成材を、上層階の3～5階柱及び4、5階の床梁、屋根梁にはスギ集成材を、耐力壁面材にはヒノキCLTを用いており、オール国産材としている。躯体の使用材積は0.13m³/m²と極めて少なく、他の中高層木造建築物と比較しても接合効率の高さが特筆される。



北側立面パース



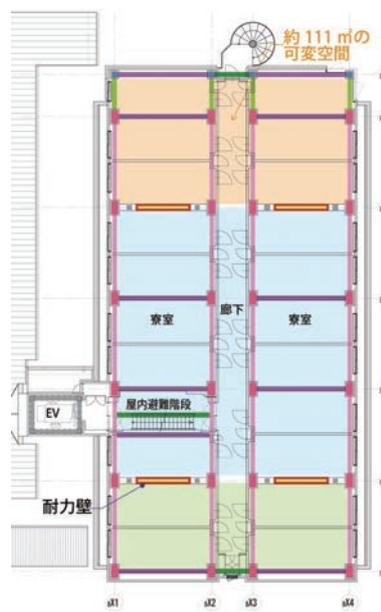
東側立面パース



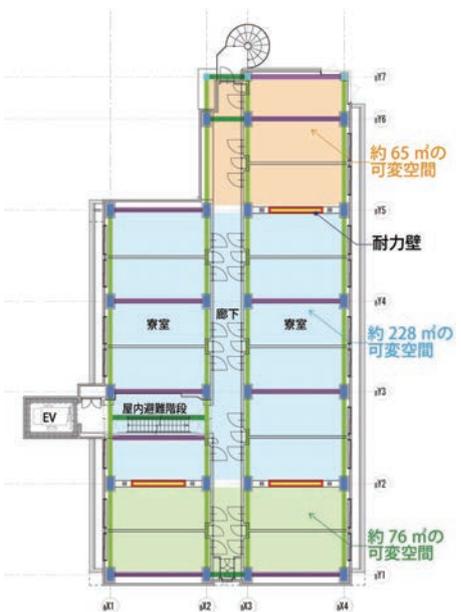
配置図

使用材料の凡例	
■ 柱	420×780 ヒノキ集成材 E95-F315
■ 柱	420×780 スギ集成材 F65-F255
■ 柱	360角 スギ集成材 F65-F255
■ 梁	360×570 ヒノキ集成材 E105-F300
■ 梁	260×690 ヒノキ集成材 E95-F315
■ 梁	260角 210×600 スギ集成材 E65-F225
■ 梁	260×690 スギ集成材 E65-F255
■ 耐力壁	ヒノキCLT A種 Mx90-5-5
■	鋼材

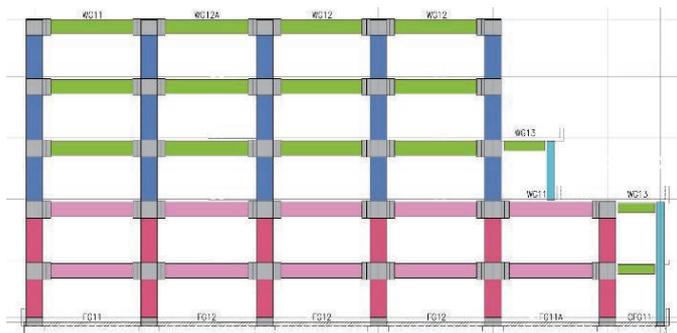
使用材料の凡例



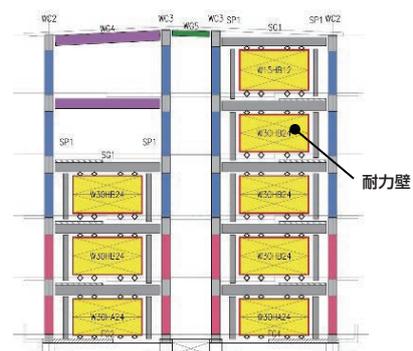
2階平面図



5階平面図

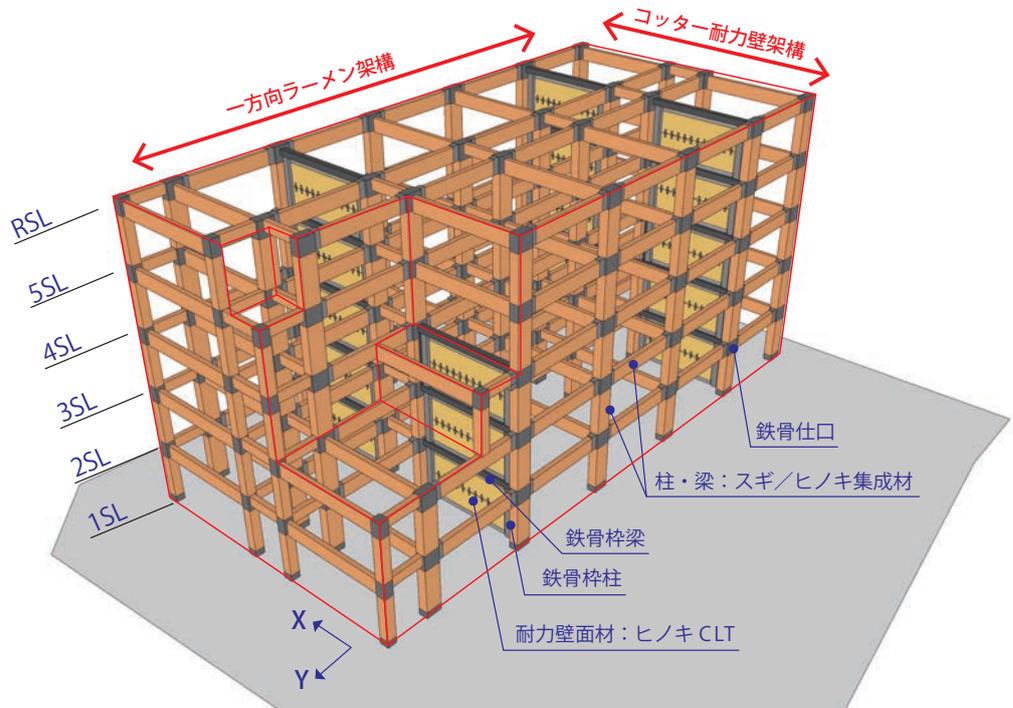


X通り軸組図



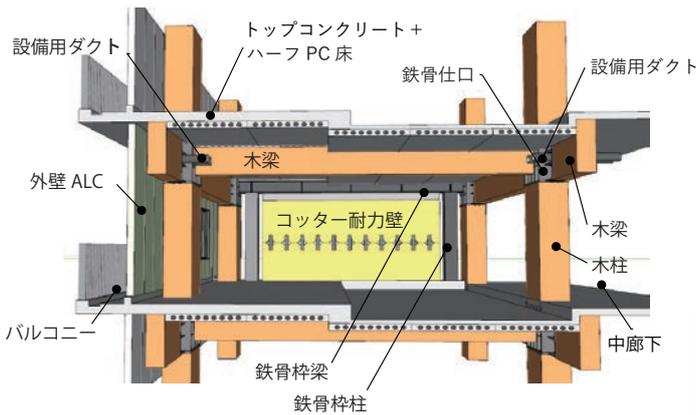
Y通り軸組図

- 外壁は木材が外部に露出しないようALCを用いた大壁とし、防水性、防耐火性、断熱性、遮音性、防露性を確保。床にはハーフPC版とトップコンクリートによる合成スラブ(1時間耐火構造以上)を用いて、木造建築物で懸念される耐火、遮音、振動の課題を解消している。また、寮室間の壁は大臣認定の耐火遮音間仕切壁を採用。
- 1階部分の木柱・木梁は、令和5年4月1日に施行された「建築基準法施行令の一部を改正する政令(令和5年政令第34号)」に基づく1.5時間の耐火性能を確保するため、令和5年3月24日に施行された「建築基準法施行令の一部を改正する政令等の施行について(国住指第536号・国住街第244号)」に基づいて、「強化せっこうボード21mm厚・3枚張り」を採用している(2～5階は1時間耐火)。



躯体架構の全体イメージ

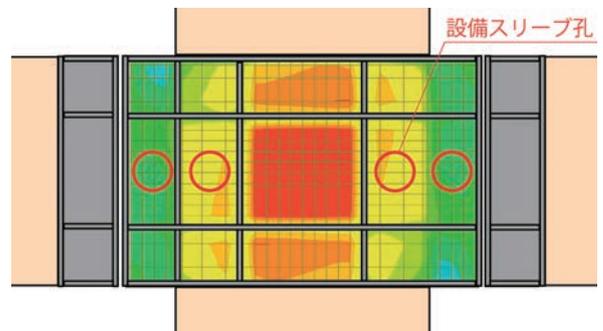
- 一方方向ラーメン架構(Y方向)は、柱・梁接合部に鉄骨仕口を用いて剛接合を形成し、耐力壁架構(X方向)は、ヒノキCLTを鋼製のコッターで連結した「シアリングコッター耐力壁」を用いて、高剛性・高耐力かつ、靱性に優れた粘り強い架構としている。



建物構成イメージ

主な防耐火措置

部位	耐火時間	仕様
屋根	30分	屋外側:ガルバリウム鋼板 屋内側:GB-F(V)t21mm+t25mm(1H相当)
木柱	2～5階	1時間 GB-F(V)t21mm+t25mm
	1階	90分 GB-F(V)t21mm×3枚
木梁	2～5階	1時間 GB-F(V)t21mm+t25mm
	1階	90分 GB-F(V)t21mm×3枚
鉄骨仕口	2～5階	1時間 RW吹付t45(2H相当)
	1階	90分 RW吹付t65(3H相当)



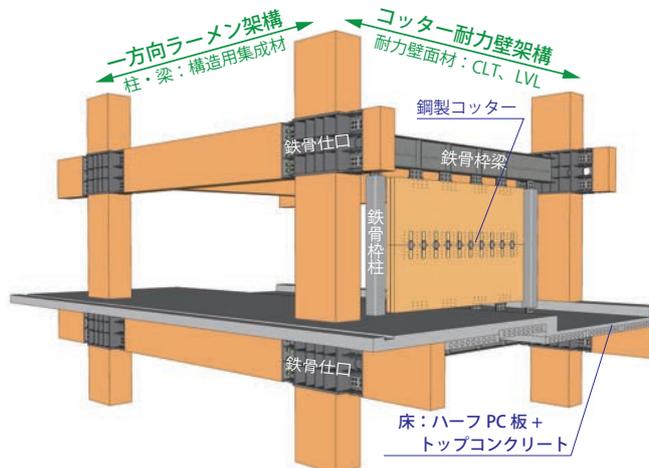
柱・梁接合部の鉄骨仕口パネルゾーンのFEM解析画像

- 床は水回りの床懐を確保するため、スラブ段差を設けている。
- シアリングコッター耐力壁の上下には鉄骨枠梁を、左右には鉛直荷重を受けない鉄骨の枠柱を設けている。
- 一般的に木梁への設置が困難な設備配管用スリーブを、FEM解析により柱・梁接合部の鉄骨仕口内の応力の小さい部分に設け、給水・ガス・電気やダクトなどの設備配管を通す計画としている。

先端性・先進性

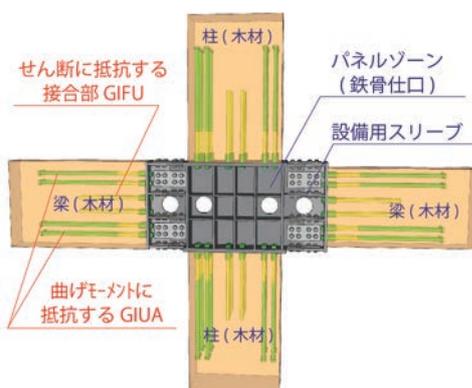
●P&UA 構法の採用

- ・従来の木造建築では部材同士の接合部がめり込み、「塑性化しながら性能を発揮する"変形"」を許容する考え方が一般的であるが、本計画のP&UA構法では、柱・梁・耐力壁面材に用いる「木材」の強度を最大限発揮させるために、柱・梁の鉄骨仕口を剛体とし、木材と鉄骨仕口を繋ぐ接合具および耐力壁面材を繋ぐ鋼製コッターに変形性能を持たせることで、木で壊さず、鋼材で地震エネルギーを吸収させ、高剛性・高耐力かつ靱性に優れた粘り強い架構としている。
- ・ルート3を適用した中高層木造建築の実物件の事例は未だ少なく、例えば木質パネルを耐震要素として活用した事例も報告されているが、構造特性係数Ds値が0.57～0.63と大きい値となることが課題である。一方、P&UA構法を採用した10階建て共同住宅をモデルとしたプラン評定ではDs値0.3を実現、5階建ての本物件においてはラーメン架構のDs値は0.35、耐力壁架構のDs値は0.4を採用した。
- ・既に実施した構造試験において、GIUA接合を用いた大梁端接合部は、回転角が1/30radを超えても急激に耐力低下することなく、高い塑性変形能力を有することを確認している。また、コッター耐力壁については、壁倍率に換算すると206倍相当で、最大層間変形角が1/30radまで急激な荷重低下も無く加力でき、ラーメン架構と同様に高い塑性変形能力を有することを確認している。
- ・中高層木造建築においては、木梁に設備スリーブを設けることが難しく、設備配管の納まりが課題となっているが、本構法では、柱・梁の接合部を鉄骨仕口としていることから、FEM解析により鉄骨仕口の応力の小さい部分に貫通孔を設け、給水・ガス・電気やダクトなどの設備配管を通す計画としている。

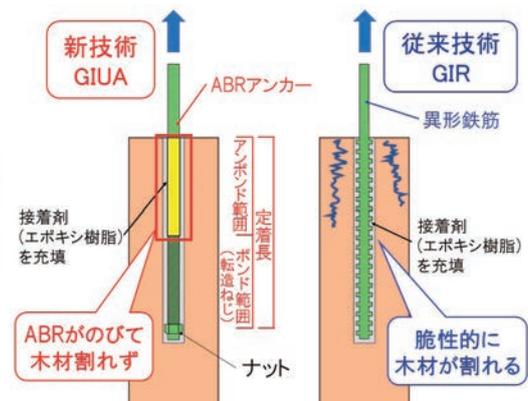


P&UA 構法の躯体イメージパース

P&UA 構法は、一方方向ラーメン架構+耐力壁架構による「10階建て共同住宅のモデルプラン」で日本建築センターのプラン評定を取得済（2022年10月）



一方方向ラーメン架構の柱・梁接合部の構成



新技術GIUAと従来技術GIRの比較

●一方方向ラーメン架構の柱・梁接合部

- ・「柱と梁の接合部“パネルゾーン”」の健全性を保つために、柱・梁仕口は剛体となるよう「鋼材」を採用。
- ・木柱・木梁と鉄骨仕口との接合は、変形性能を有するGIUA接合とすることで、高耐力・高剛性かつ靱性に優れた粘り強い架構を実現。
- ・建て方は、鉄骨仕口と柱・梁を高力ボルト（HTB）で緊結するため、現場での接着作業が不要。

●新技術GIUAのしくみ

- ・GIUA (Glued in Unbonded Anchor) とは、従来のGIR (Glued-in Rod) 接合に、鋼棒を接着させないアンボンド部分を設けた接合方法である。大変形時にアンボンド部分の鋼棒が伸び縮みすることで、脆的な木材割れを抑えながら、地震エネルギーを吸収する。

先端性・先進性

●耐火実験やクリープ試験による性能確認

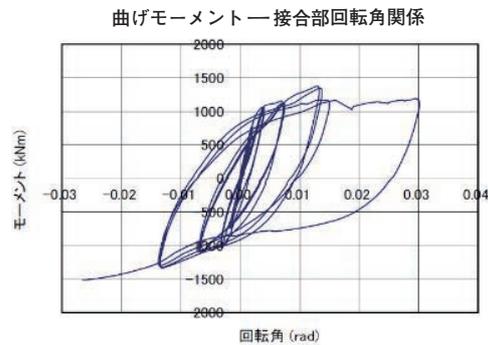
- ・木梁上部にRCスラブを載せて、スラブ上からの加熱により木梁に熱的悪影響がないことや、鉄骨仕口内を通る設備スリーブ用の貫通孔（耐火被覆済）からの入熱がGIUAを含む木部に熱的悪影響を及ぼさないなど、P&UA構法特有の接合部廻りの耐火性能を2時間耐火実験で確認している。
- ・GIUA接合部のクリープ試験を実施しており、変形がほとんど生じないことを確認済。また、浸漬剥離試験による剥離が見られないこと、経年劣化（押し抜き）試験による接着耐力の低下が見られないことも確認している。

●工場製作による品質確保と部材更新性

- ・従来のGIRでは、現場接着が一般的であるが、P&UA構法では接着注入作業を伴う柱・梁部材の製作は全て工場で行い、現場ではボルト・ナット締めによる組立作業のみとなるため、接着注入の確実な品質管理とスムーズな現場施工が可能となる。
- ・万が一、火災や風害、蟻害が発生した場合や、大地震時にGIUAが塑性した場合でも、ジャッキアップするなどして柱や梁を部分的に交換することが可能。



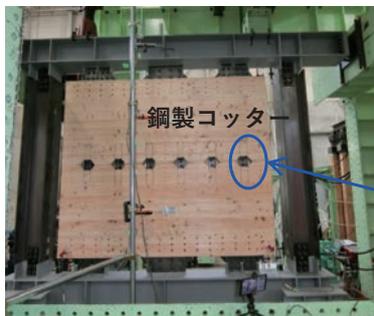
柱・梁L字型架構の実物大試験の様子



柱・梁実物大試験 加力変形グラフ

●柱・梁L字型ラーメン架構の実物大試験を実施

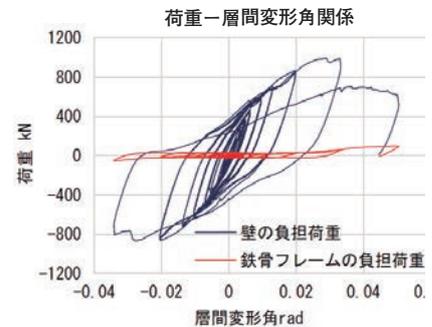
- ・鉄骨仕口を介して木柱・木梁を接合したL字型ラーメン架構による実物大試験を実施し、高いエネルギー吸収能力と大変形まで追従可能な靱性を有する梁端の性状を確認した。



コッター耐力壁の実物大試験の様子



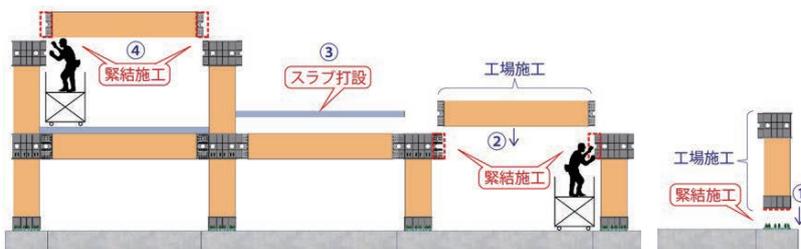
コッター部塑性化の様子



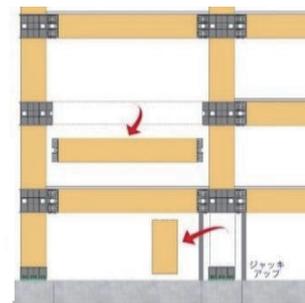
コッター耐力壁実物大試験 加力変形グラフ

●耐力壁の実物大試験を実施

- ・耐力壁は、上下方向に2枚並べたCLT面材相互を接合用鋼材（コッター）で連結する構造としている。大地震時には上下のCLTが水平方向にスライドし、コッターの可撓部が木部より先行降伏して変形することで木材は損傷せず、コッターが地震エネルギーを吸収する機構としている。



建て方の手順



柱・梁の更新が容易

●施工の省力化・部材更新性

- ・床は、ハーフPC板を足場として用いるプラットフォーム構法により、施工の省力化と工期短縮が見られる。
- ・GIUAは、工場接着注入を行うため、確実な品質管理が可能であり、現場では高力ボルトの緊結のみとなっている。このため将来的に木材が損傷してもボルトを外すことで部材交換が可能である

波及性・普及性

●共生・共進化による構法開発

P&UA構法は、(株)市浦ハウジング&プランニングを代表として、京都大学五十田博教授、近畿大学松本慎也教授、広島県立総合技術研究所林業技術センター、桜設計集団、(株)織本構造設計、および西松建設(株)を含む建設会社6社に加え、大手集成材メーカーや接着剤、金物メーカー等によるコンソーシアムを結成して共同技術開発を行っており、参加企業各社がお互いに情報共有を行いながら共進化と様々な展開を行い、普及を図っていく。

●見学会等の開催

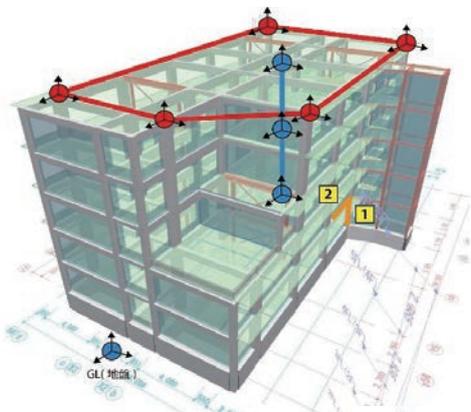
施工期間中(上棟時)や竣工後に現場見学会や内覧会を開催し、中高層木造建築物の普及に努める。

●竣工後の各種検証の実施

竣工後に遮音、構造、耐久性に関する各種検証を行う。検証結果は学会等で発表し、今後の中高層木造建築物にフィードバックし、さらなる開発や合理化等、普及・発展に努める。

●特殊な構造計算・認定が不要

プラン評定時の「10階建て共同住宅モデルプラン」の適用範囲を大きく逸脱していなければ、汎用性の高いSuperBuild/SS7を用いて、構造設計ルート3(保有水平耐力計算)での構造計算が可能。また、時刻歴応答解析に伴う大臣認定の取得も必要ないため、確認申請においては、構造計算適合性判定のみの対応で済む。



温湿度モニタリング センサー位置

計測部位

- ① 南西角最上階住戸の柱頭鉄骨仕口まわり
- ② 南西角最下階住戸の柱頭、柱脚鉄骨まわり及びRCバルコニー×木梁の異種素材界面
- ③ ルーフテラス下部のRC×木梁、RC×鉄骨仕口の異種素材界面
- ④ クリープひずみ計測梁付近
- ⑤ 屋外

凡例

- 加速度計 (建物中央部の1、3、5階)
- 加速度計 偏心計測用 (建物頂部外形部)
- ひずみゲージ (建物中央付近1階の梁と柱)

構造モニタリング センサー位置

竣工後の各種検証

構造モニタリング①：加速度計を設置し、地震発生時の建物応答計測や減衰特性、セットバックによる偏心振動・建物剛性分布特性、固有周期の経年変化等を確認する。

構造モニタリング②：ひずみゲージと温湿度計を設置し、RC床荷重による木材のクリープひずみ量や実構造物の長期ひずみに対する温湿度の影響を確認する。

温湿度モニタリング：各部位に温湿度計を設置し(①～⑤)、木部の表面含水率を推定することで、中高層木造建築の壁体内の季節変動などによる温湿度変化を把握し、木部の耐久性を確認する。

遮音測定：RC床と木梁の組み合わせによる重量衝撃音測定及びCLT耐力壁を内包する寮室間の界壁の遮音測定により遮音性能を確認する。

プロジェクト データ

提案者(事業者・建築主)、設計者・施工者、建設地は
扉頁参照

建物名称：川崎市宮前区小台2丁目計画

主要用途：寄宿舎

主要構造：木造、一部鉄骨造

防火地域等の区分：準防火地域

耐火建築物等の要件：耐火建築物

敷地面積：1,159.64㎡

建築面積：全体 700.97㎡

寄宿舎棟 477.03㎡ 共用棟 206.50㎡

その他 17.44㎡

延べ面積：全体 2,387.68㎡

寄宿舎棟 2,163.17㎡ 共用棟 199.37㎡

その他 25.14㎡

軒 高：寄宿舎棟 14.30m

最高の高さ：寄宿舎棟 14.83m

階 数：寄宿舎棟 地上5階 共用棟地上1階

構造用木材使用量：寄宿舎棟 279.90㎡
うちCLT、LVL等の使用量：30.66㎡

事業期間：令和5年11月～令和7年1月

補助対象事業費：1,152,013千円

補助限度額：234,812千円

