

令和2年度 中大規模木造普及シンポジウム 事例報告会 サステナブル建築物等先導事業（木造先導型） 事業概要

1 プロジェクト名	タクマビル新館(研修センター)		8 建物用途・規模	軒高: 26.545m、高さ: 33.600m 階数:地上 6階、地下 0階 (うち補助対象部分) 1~6階
2 提案者 (=建築主)	氏名	株式会社タクマ 代表取締役社長 南條 博昭	9 建築物の構造	<input type="checkbox"/> 軸組工法 <input type="checkbox"/> 枠組壁工法 <input type="checkbox"/> CLTパネル工法 <input checked="" type="checkbox"/> その他の工法(木・鉄骨混構造)
3 建設地	兵庫県尼崎市		10 建築物の 防火性能	(建設地の地域区分) <input type="checkbox"/> 防火地域 <input checked="" type="checkbox"/> 準防火地域 <input type="checkbox"/> 22条区域 <input type="checkbox"/> その他地域 (地域区分や建物用途・規模等により必要となる建築物の防火性能等) <input checked="" type="checkbox"/> 耐火建築物 <input type="checkbox"/> 準耐火建築物(60分) <input type="checkbox"/> 準耐火建築物(45分) <input type="checkbox"/> その他()
4 発表者	会社・所属	株式会社竹中工務店 大阪本店 設計部		
	氏名	神田 泰宏		
5 採択年度、 採択日	平成30年度採択、採択日:平成30年11月30日			
6 竣工年度、 竣工日	令和2年度竣工、竣工日:令和2年10月15日			
7 設計者・施工者 ・技術の検証者	設計者:	株式会社竹中工務店大阪一級建築士事務所		
	施工者:	株式会社竹中工務店大阪本店		
	技術の検証者:			
8 建物用途・規模	<input checked="" type="checkbox"/> 事務所 <input type="checkbox"/> 店舗 <input type="checkbox"/> 共同住宅 <input type="checkbox"/> 学校 <input type="checkbox"/> 幼稚園 <input type="checkbox"/> 保育所 <input type="checkbox"/> 体育館 <input type="checkbox"/> 武道場 <input type="checkbox"/> 集会場 <input type="checkbox"/> 宿泊施設 <input type="checkbox"/> 文化施設 <input type="checkbox"/> 病院 <input type="checkbox"/> 診療所 <input type="checkbox"/> 特別養護老人ホーム <input type="checkbox"/> その他の福祉施設 <input type="checkbox"/> その他() 敷地面積: 8,659.44㎡ 建築面積: 707.89㎡ 延べ面積: 3,334.35㎡ (うち補助対象部分の面積: 3,334.35㎡)		11 施工時の課題・工夫点について(※簡潔に記載ください) 燃エンウッド仕口部、木造カーテンウォール部等、木と鉄骨の取り合う箇所については均一な鉄とバラツキの大きい木の違いによる施工精度を検証する為、模型・原寸モックアップ等を作成し、施工検証を行った。	
			12 木造化についての施主からの評価(※簡潔に記載ください) 社是である「技術を大切に 人を大切に 地球を大切に」と、木造建築が発信するメッセージ性「進化する技術 人にやさしい 森林・林業の再生」との親和性が高いこと、ダブルスキンカーテンウォールに木を使用したことにより外観からも木質建築であることが認識できアピールにつながる事等、高い評価・満足をいただいている。	

タクマビル新館（研修センター）

集成材ダブルスキンを纏った都市型オフィス

～汎用性の高い耐火木造をめざして～

株式会社竹中工務店 設計部 神田泰宏





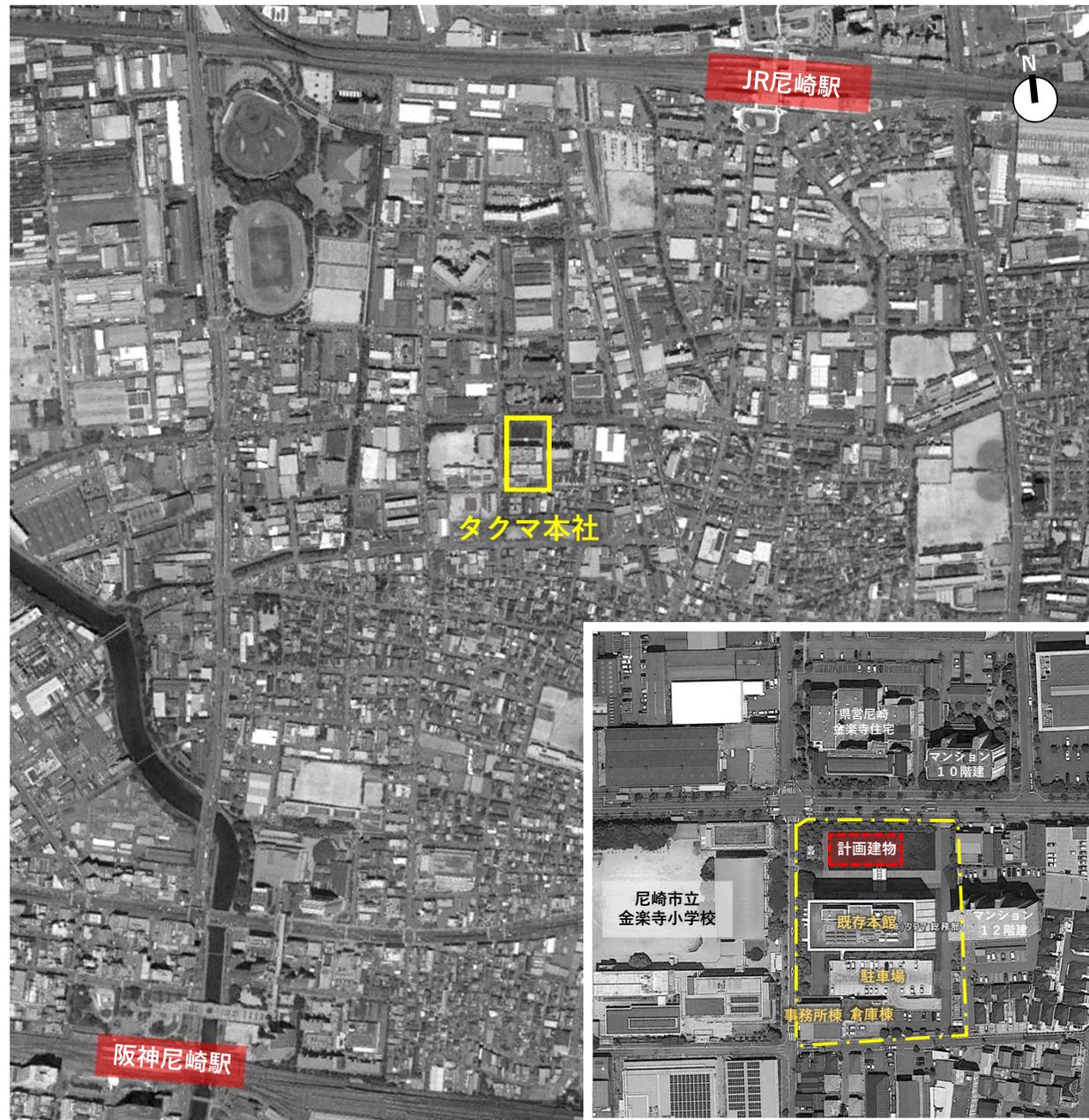
南東アプローチ外観

敷地概要

建築主 株式会社タクマ
所在地 兵庫県尼崎市金楽寺町



計画前の状況：地域のシンボルになっていた池



建物概要

延床面積	3,334.35 m ²
建築面積	707.89 m ²
最高高さ	33.6 m
構造	木造（燃エンウッド+CLT）+ S造 基礎免震構造
規模	地上6階 + 塔屋1階
耐火種別	耐火建築物

木材使用量

構造関係	285m ³
仕上関係	108m ³

老朽化した事務所棟(敷地南側)の解体によるグループ会社の移転、人材開発・育成のための研修スペースの確保、を目的として、会議室・研修室・事務室などの機能を有している。



写真奥：既存本館
写真手前：今回建物

なぜ木造なのか

株式会社タクマは廃棄物処理・ボイラ・水処理等のプラント建設と運営を主な事業としている。同社は木質燃料を活用するバイオマス発電を中心に環境配慮型のプラントを数多く手掛けている。社是である「技術を大切に 人を大切に 地球を大切に」を具現化する上で、木が持つメッセージ力との親和性が高い木造の採用に至った。



TAKUMA

ボイラを設置工事



真庭バイオマス発電所(2015)
銘建工業が真庭市などと共同出資で設立



ぬくもりのある質の高い木質構造材をお届けすること

MEIKEN

集成材などの端材をチップに加工し燃料とする



北西外観
耐火集成材柱が木造をアピール

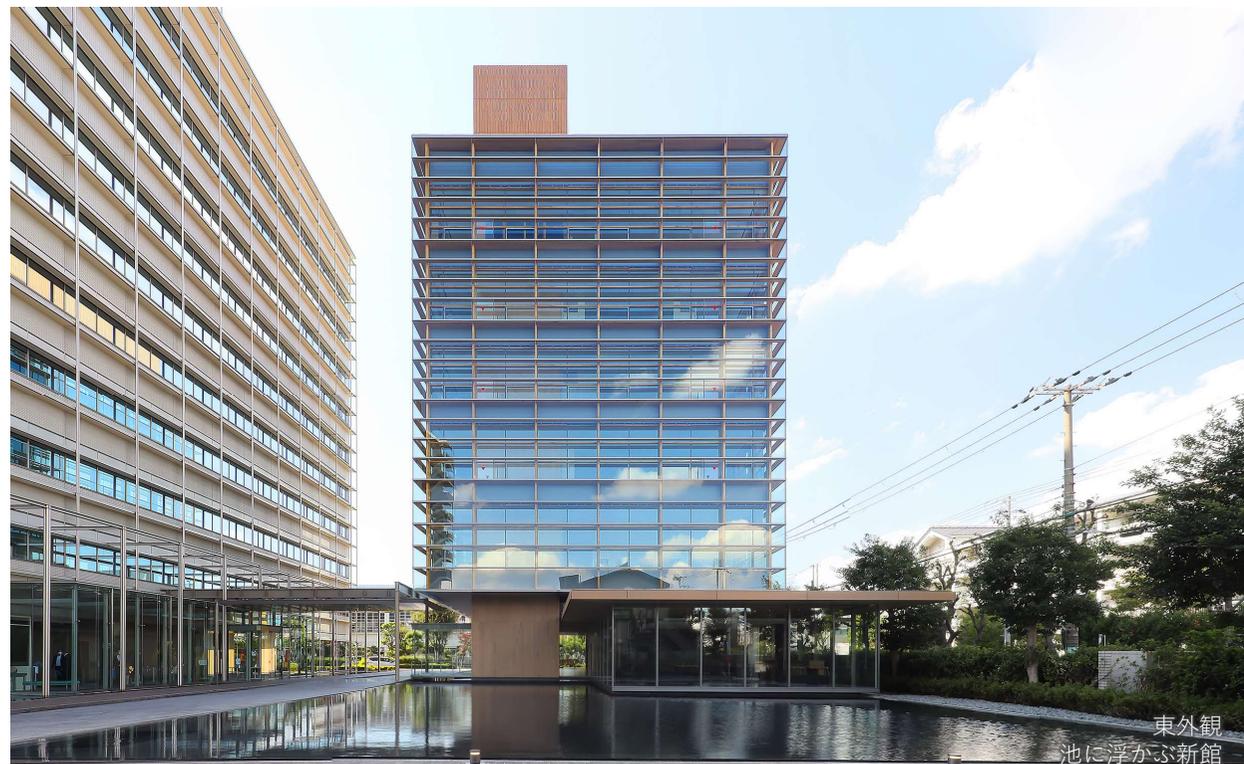
既存を活かす建物配置

- ・池を介して新館を望む位置に配置
- ・既存本館の車寄せ機能としてあった庇を残し、新館のエントランスも接続



配置図

※本資料・図面等の著作権は株式会社竹中工務店に帰属します。



東外観
池に浮かぶ新館



エントランス外観
木仕上げの外装が迎え入れる

4つの施設コンセプト

木によるチャレンジ

構造形式によらない最適解

- ・機能的なプラン
- ・周辺環境から導かれる外装
- ・既存の池を活かす空間構成など



「木でもできる」技術へのチャレンジ

- ・木の魅力を再発見
- ・今後の木造建築に水平展開できる付加価値の創出

CLTパネルのアイランドコアプラン

木と永くつきあうためプランとフレキシビリティとの両立

集成材ダブルスキンの外装

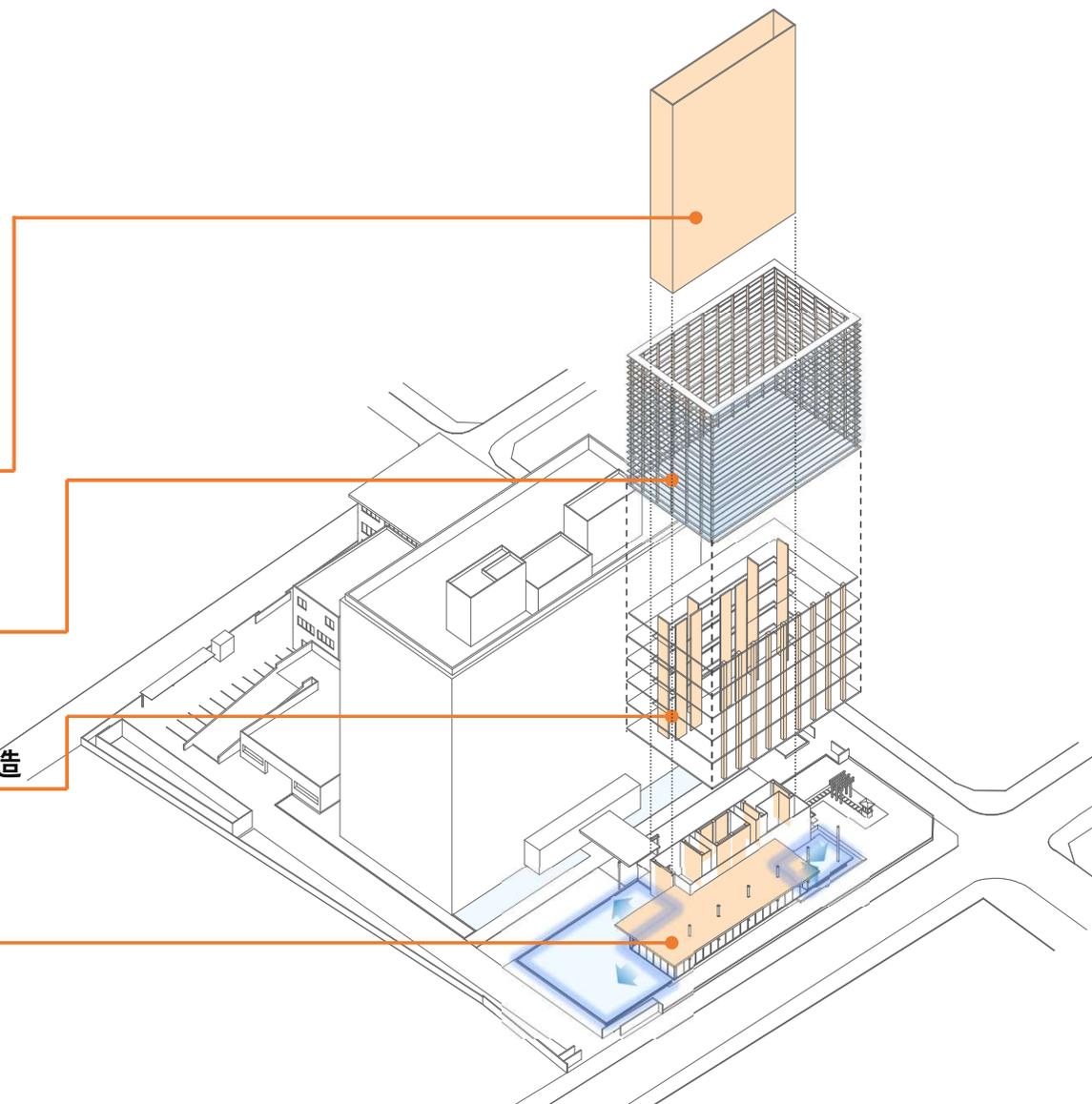
木を見せながら日射負荷低減による環境配慮技術と融合

燃エンウッド柱+CLT耐力壁+免震+鉄骨のハイブリッド構造

木の特性（強度・美観・施工性・耐火）の対費用効果を最大化

雁行プランで池に跳ね出した木質仕上の下屋

ひとの感性と会話を活性化する木とのふれあい



4つの施設コンセプト

木によるチャレンジ

CLTパネルのアイランドコアプラン

木と永くつきあうためプランとフレキシビリティとの両立

集成材ダブルスキンの外装

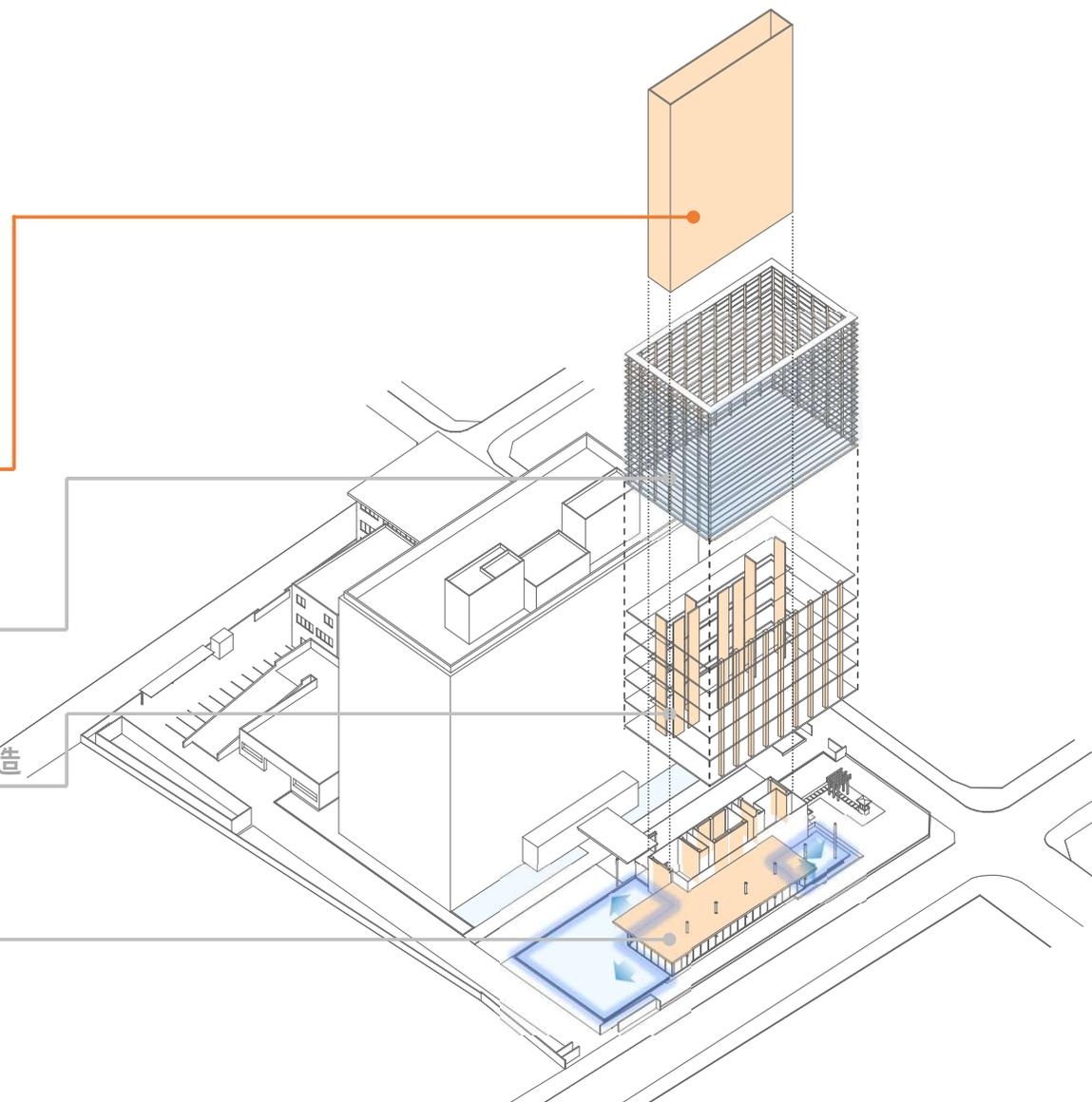
木を見せながら日射負荷低減による環境配慮技術と融合

燃エンウッド柱+CLT耐力壁+免震+鉄骨のハイブリッド構造

木の特性（強度・美観・施工性・耐火）の対費用効果を最大化

雁行プランで池に跳ね出した木質仕上の下屋

ひとの感性と会話を活性化する木とのふれあい

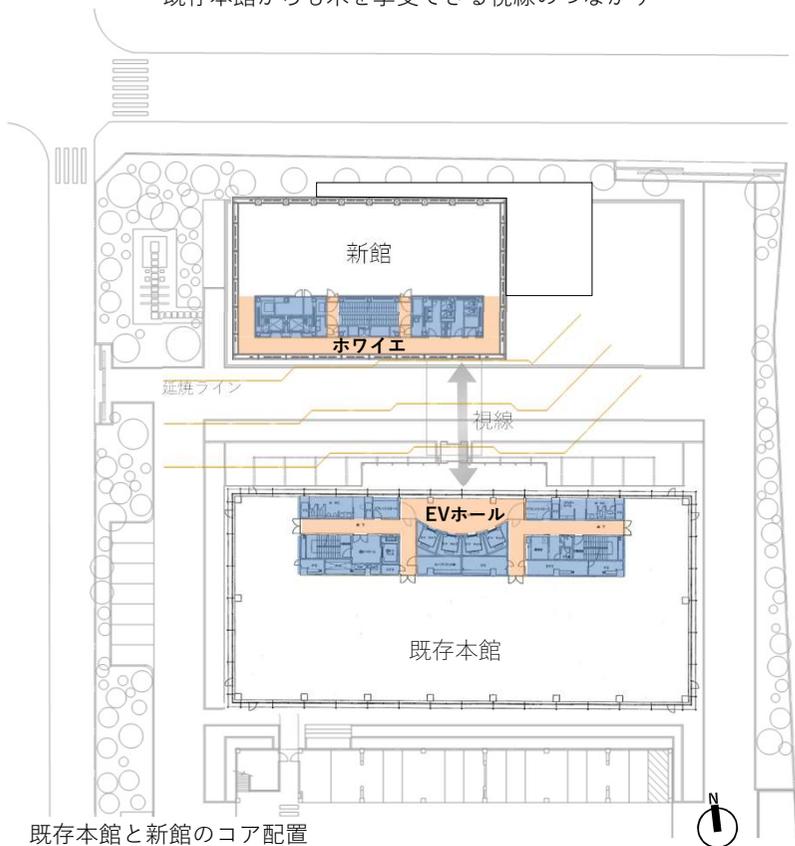


CLTパネルによるアイランドコア 視線が行き交うプラン

新館のホワイエ（廊下部分）と既存本館のEVホールが対面



既存本館からも木を享受できる視線のつながり

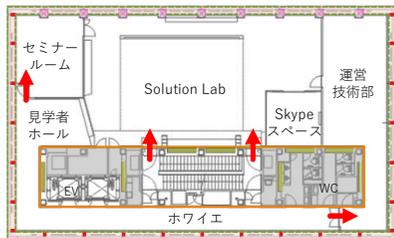


CLTパネルによるアイランドコア

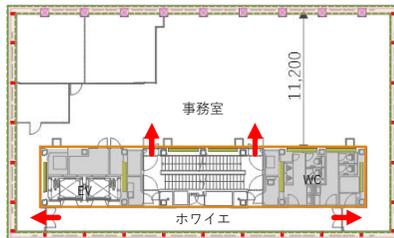
北側執務エリアとフレキシビリティ

- ・居住性に配慮した北側執務エリア
- ・1フロア利用と分割利用の両方を可能にしている階段配置

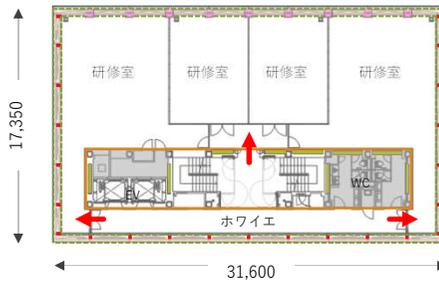
6階平面図



3～5階平面図



2階平面図



凡例

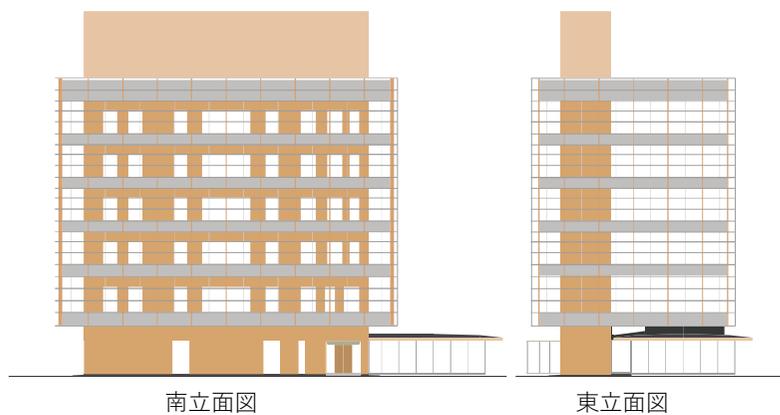
	CLT躯体
	CLT仕上
	燃エンウッド柱
	集材材マリオン
	集材材無目
	集材材 床パネル



CLTパネルによるアイランドコア

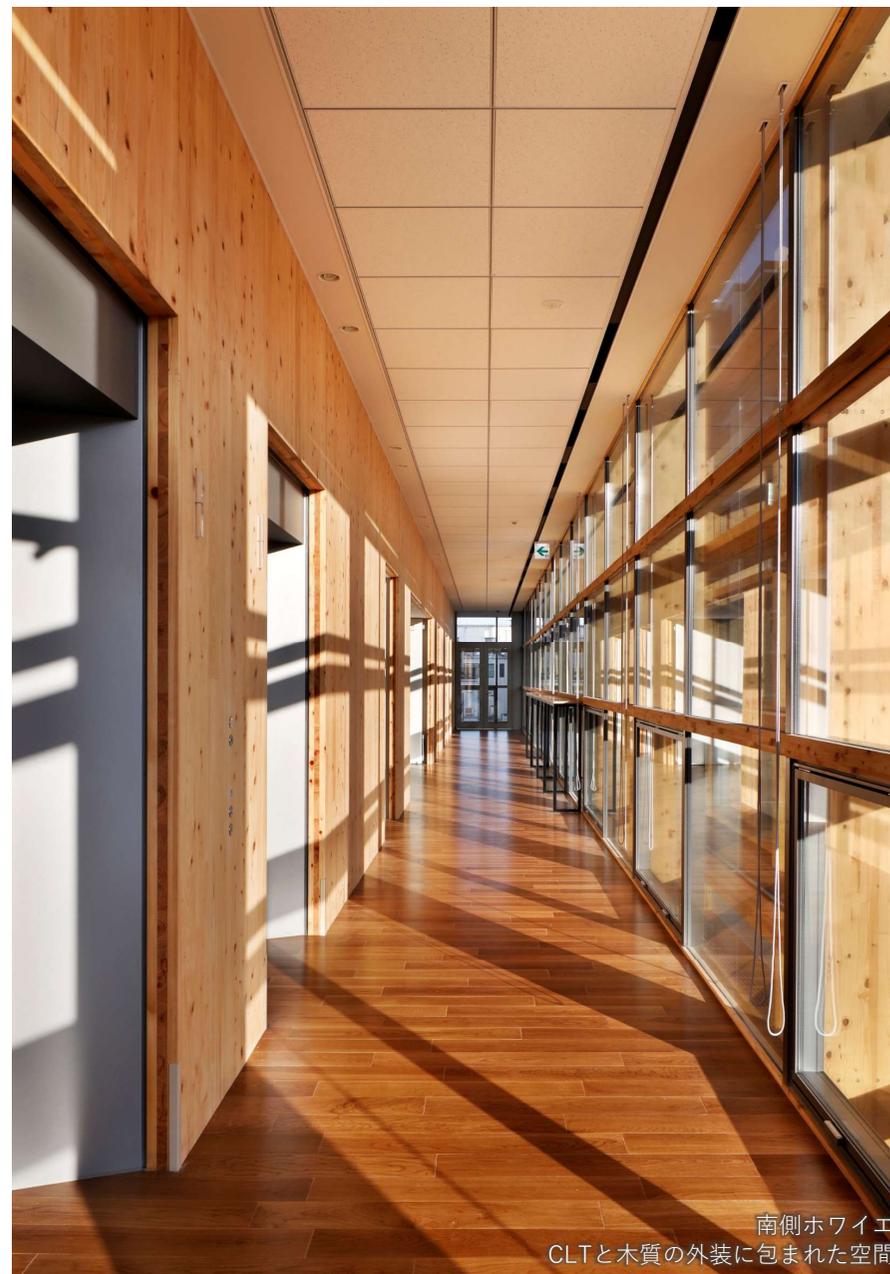
木に囲まれたホワイエ

- ・各階を貫くCLTパネルによるコアが、アイデンティティを強調
- ・木の香りと移り変わる表情に包まれるホワイエ空間



南立面図

東立面図

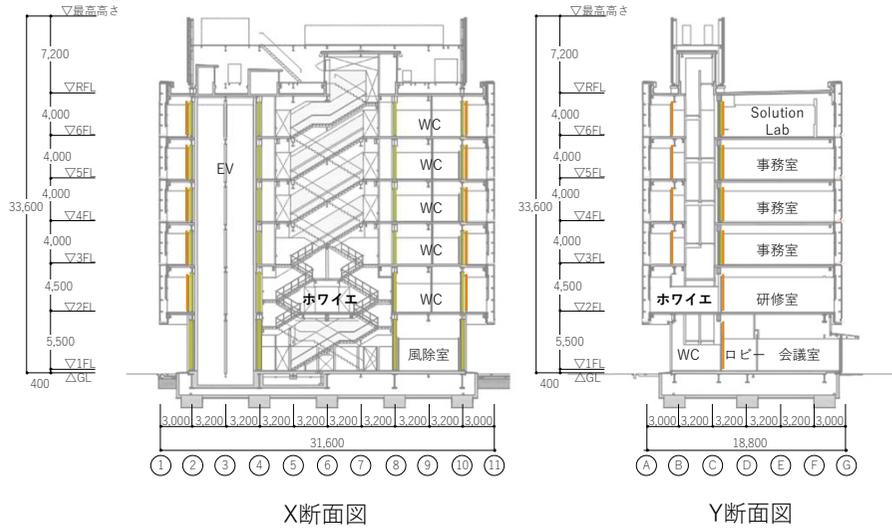


南側ホワイエ
CLTと木質の外装に包まれた空間

CLTパネルによるアイランドコア

木に囲まれたホワイエ

- ・CLTにより囲まれたコアが、不変性を担保
- ・シザーズ階段の工夫と階高設定により、用途に応じたホワイエ空間を構成



X断面図

Y断面図



2階 ホワイエ
研修室の利用者を迎えるホール



2階 研修室
不変的なコアとフレキシビリティの両立

※本資料・図面等の著作権は株式会社竹中工務店に帰属します。

4つの施設コンセプト

木によるチャレンジ

CLTパネルのアイランドコアプラン

木と永くつきあうためプランとフレキシビリティとの両立

集成材ダブルスキンの外装

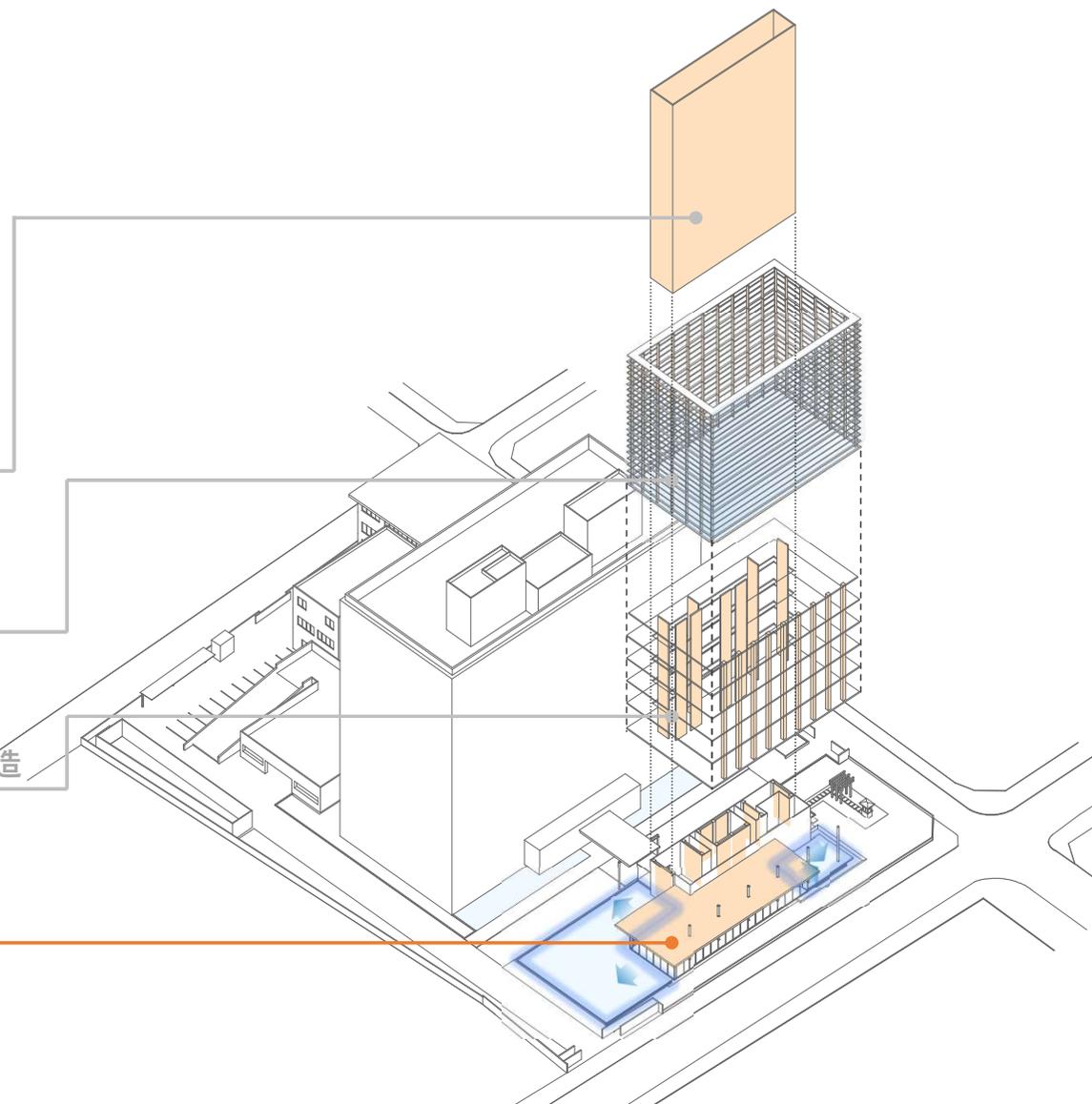
木を見せながら日射負荷低減による環境配慮技術と融合

燃エンウッド柱+CLT耐力壁+免震+鉄骨のハイブリッド構造

木の特性（強度・美観・施工性・耐火）の対費用効果を最大化

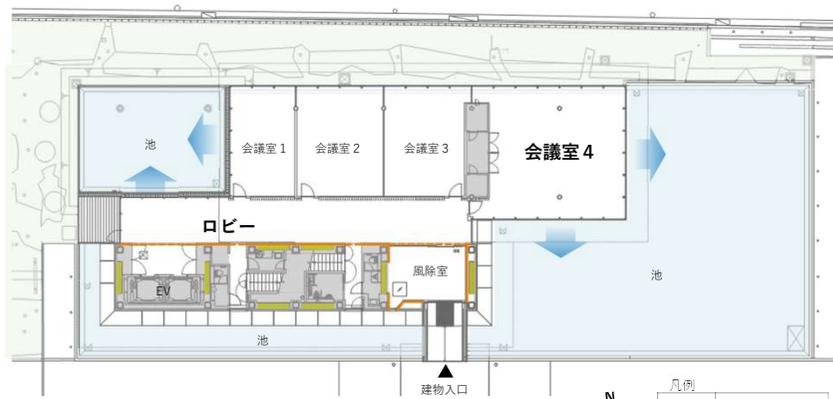
雁行プランで池に跳ね出した木質仕上の下屋

ひとの感性と会話を活性化する木とのふれあい

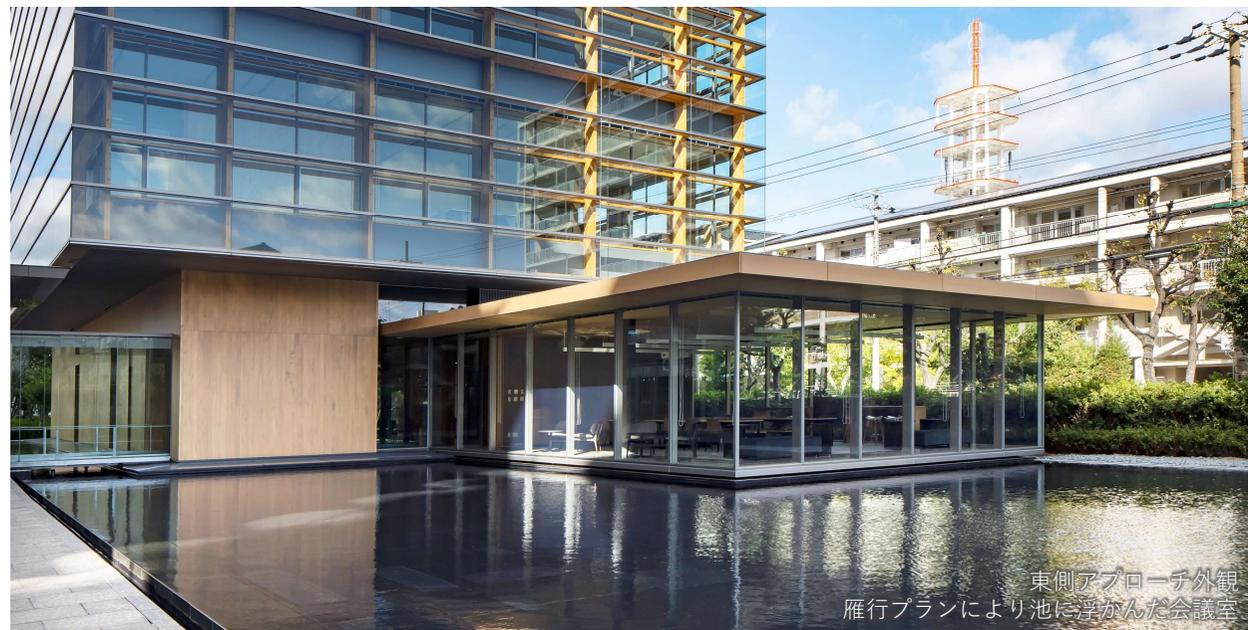


雁行プランで池に跳ね出した木質仕上の下屋

- ・雁行プランにより、池との接点が増える、会議室やロビー
- ・すべて木の香りがする「ホンモノの木」を使用



1階平面図



東側アプローチ外観
雁行プランにより池に浮かんだ会議室



1階 ロビー
木質空間と池が調和した来客空間

4つの施設コンセプト

木によるチャレンジ

CLTパネルのアイランドコアプラン

木と永くつきあうためプランとフレキシビリティとの両立

集成材ダブルスキンの外装

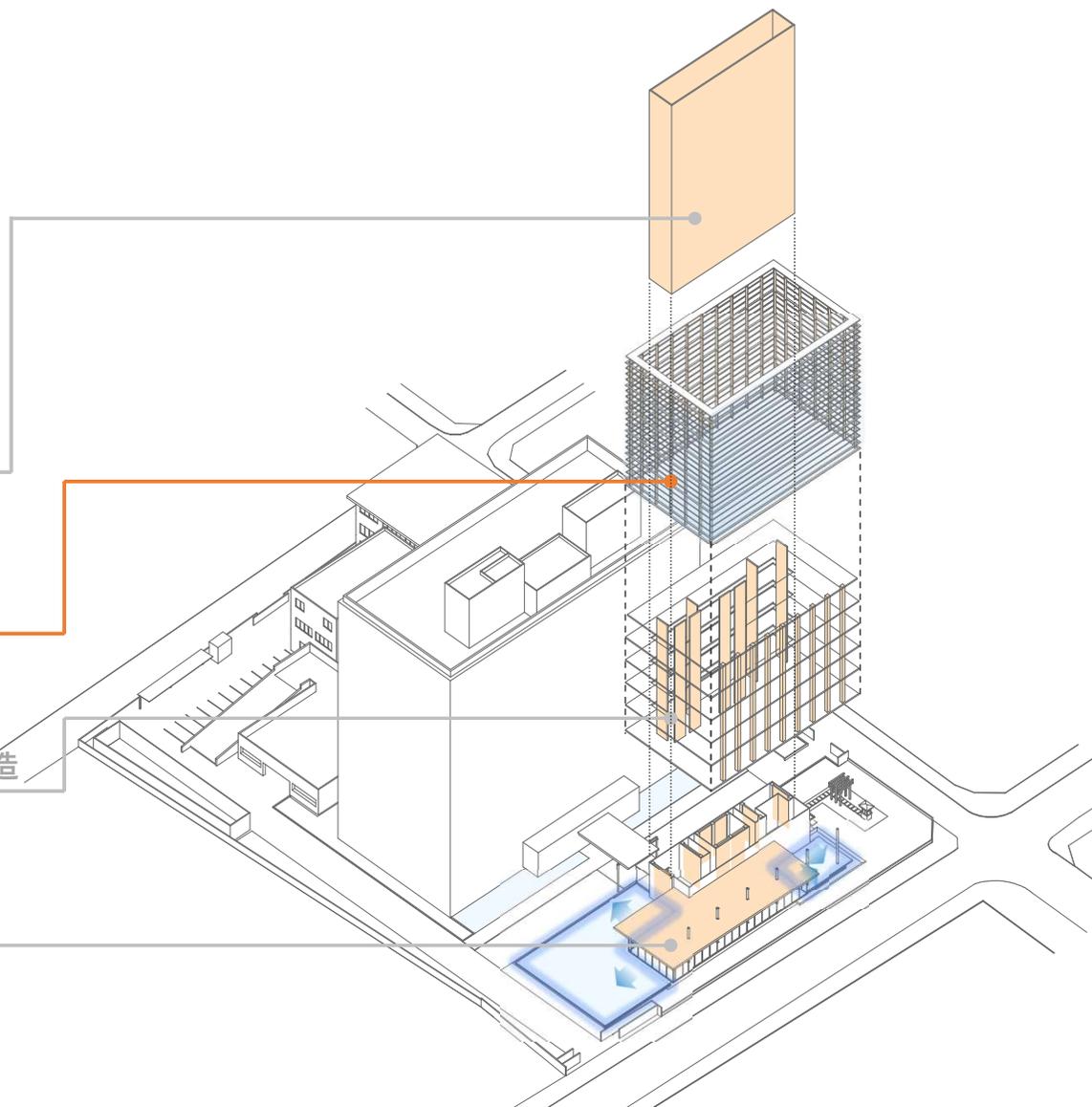
木を見せながら日射負荷低減による環境配慮技術と融合

燃エンウッド柱+CLT耐力壁+免震+鉄骨のハイブリッド構造

木の特性（強度・美観・施工性・耐火）の対費用効果を最大化

雁行プランで池に跳ね出した木質仕上の下屋

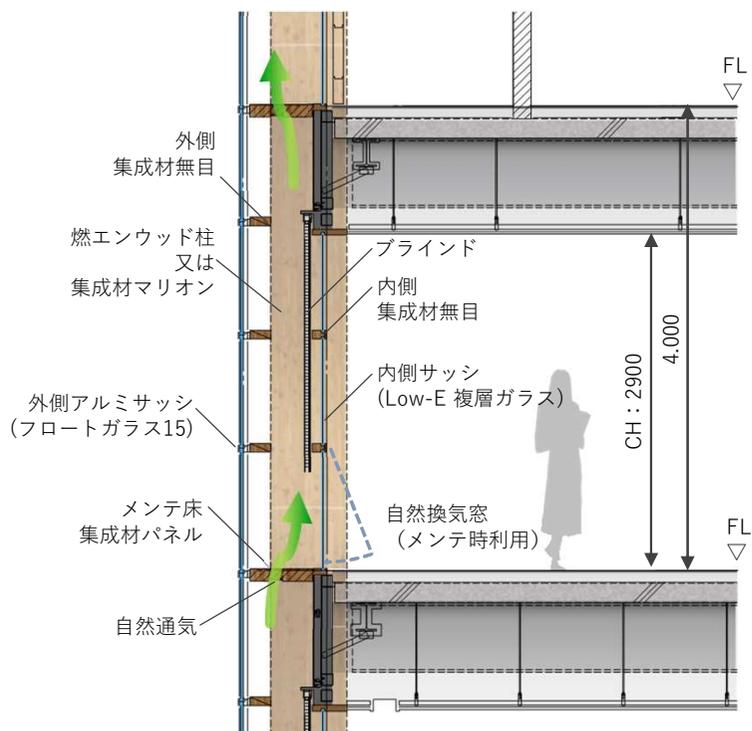
ひとの感性と会話を活性化する木とのふれあい



集成材ダブルスキン

木を見せる

- ・建物四周を、集成材を構造体としたダブルスキンで纏う
- ・外側のガラスはフロートガラス→木質感を外部に強く表現



ダブルスキンの構成

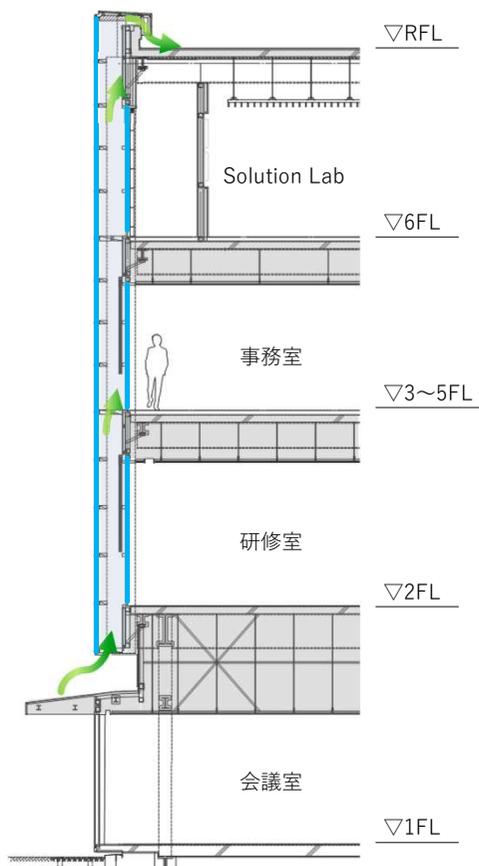
※本資料・図面等の著作権は株式会社竹中工務店に帰属します。



北面外観
透明感の高い外装が木質感を強調

集成材ダブルスキン スリムな部材

・ 繊細な線として浮かび上がる集成材マリオンやトランザム



断面構成

※本資料・図面等の著作権は株式会社竹中工務店に帰属します。



既存本館と調和する新館

4つの施設コンセプト

木によるチャレンジ

CLTパネルのアイランドコアプラン

木と永くつきあうためプランとフレキシビリティとの両立

集成材ダブルスキンの外装

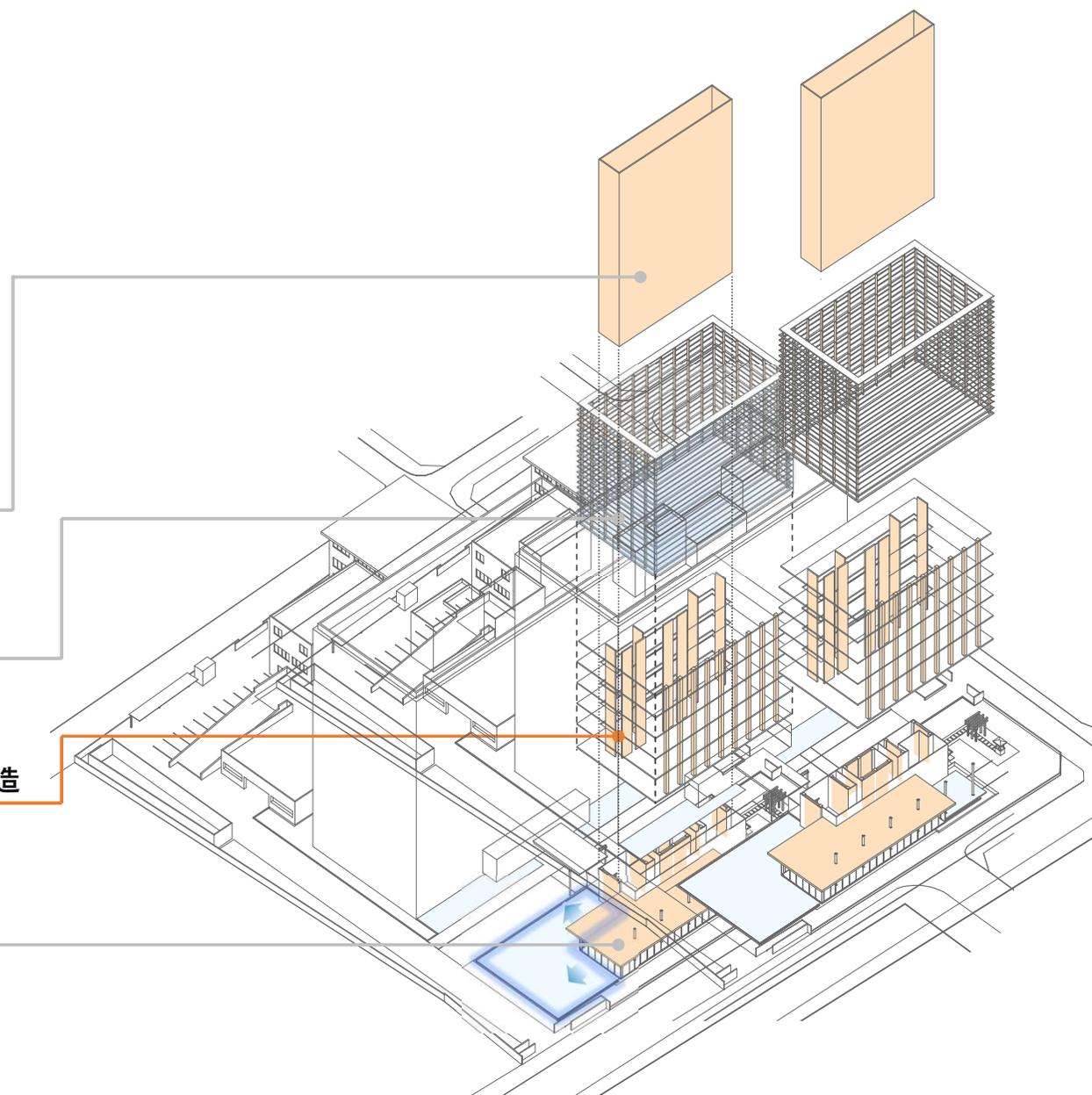
木を見せながら日射負荷低減による環境配慮技術と融合

燃エンウッド柱+CLT耐力壁+免震+鉄骨のハイブリッド構造

木の特性（強度・美観・施工性・耐火）の対費用効果を最大化

雁行プランで池に跳ね出した木質仕上の下屋

ひとの感性と会話を活性化する木とのふれあい



木の特性を活かしきる構造計画

「木でもできる構造」へのチャレンジ

CLT構造の進化

耐力を使い切る、見せるCLT耐力壁

2時間耐火「燃エンウッド®」

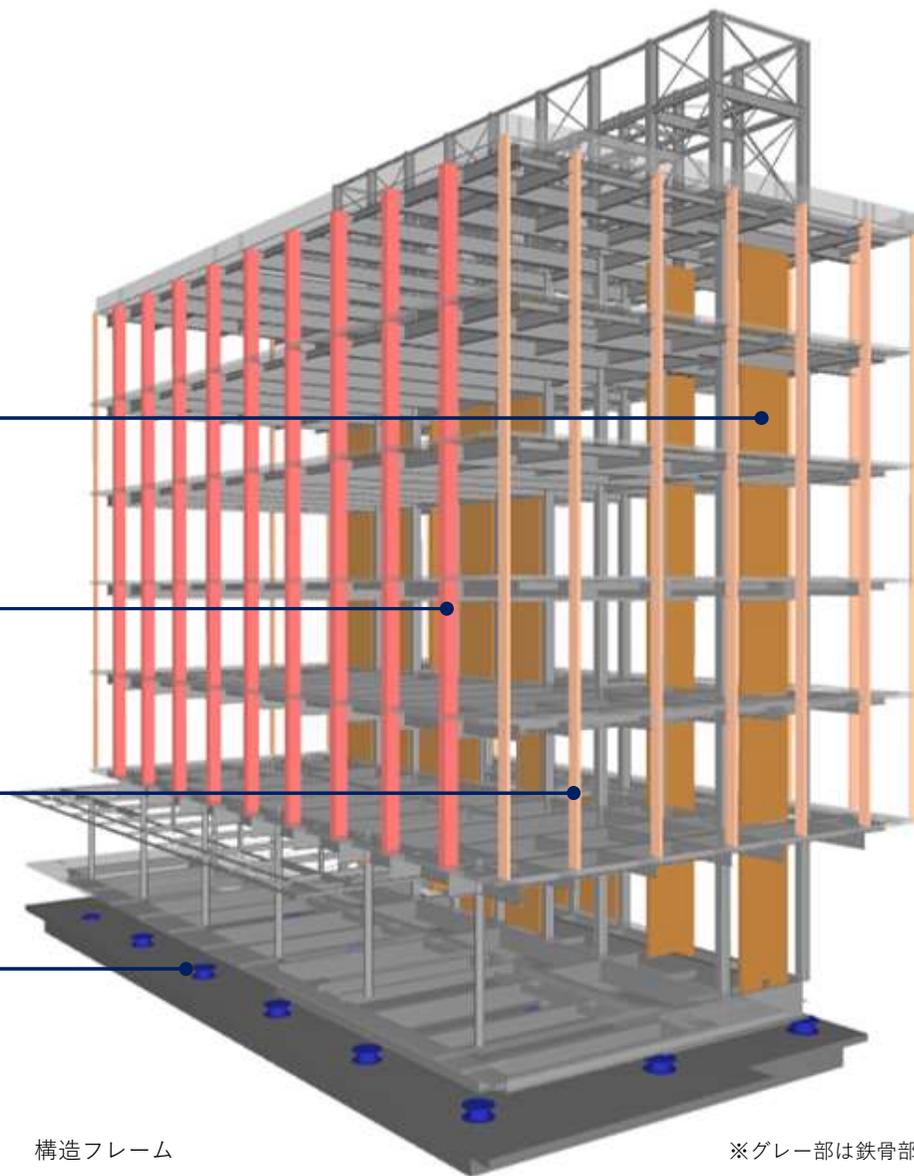
高層化・ハイブリッド化を視野に入れた接合部

集成材によるダブルスキン構造

金物と木で構成する外装

免震構造

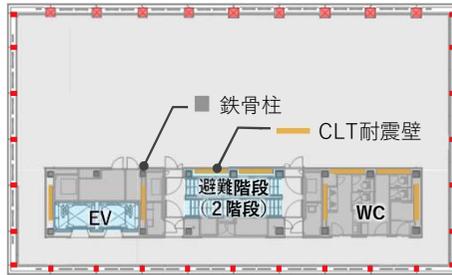
建物全体の地震力を軽減



CLT構造の進化

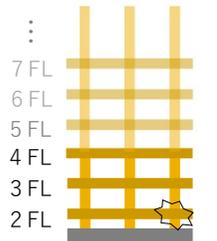
CLT耐力壁 + 鉄骨の効果

- ・CLTは主たる耐震要素として、コア回りに配置
→地震力の半分以上を負担している

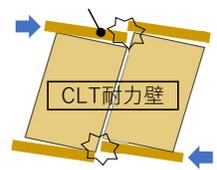


基準階平面図

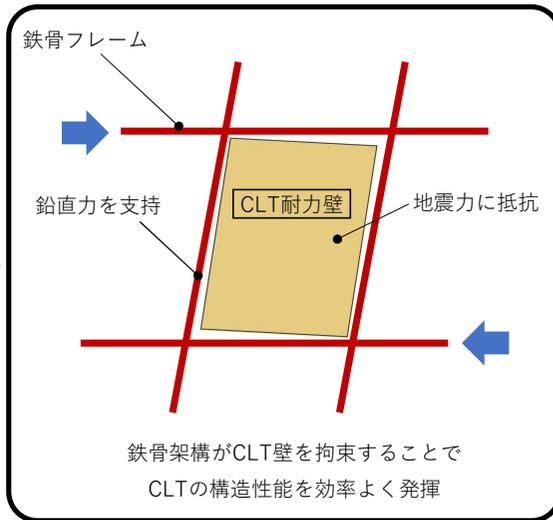
全てCLTとした場合



CLT壁周辺部材が破壊



CLT+鉄骨ハイブリット構造



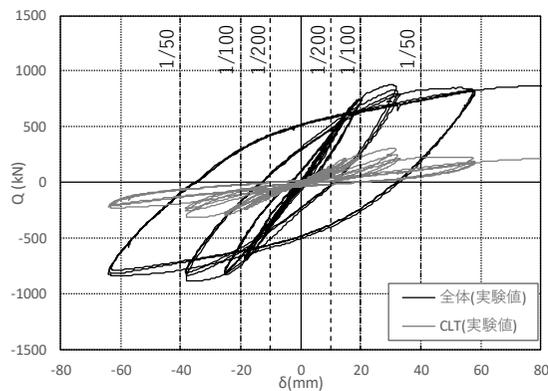
CLT構造の進化

架構実験による構造性能評価

- ・ CLTがせん断破壊する。⇒CLTの性能を余すところなく発揮できる。
- ・ 変形性能が高い。せん断破壊による耐力低下は1/70rad以上で発生。



1/15[rad]変形時



No.1_Q-δ曲線

※本資料・図面等の著作権は株式会社竹中工務店に帰属します。



CLT耐力壁の施工状況
CLT上下の鉄骨梁との間は
コンクリートまたはモルタルで充填



CLT耐力壁と燃エンワット
1F.2mスパンの無柱空間

CLT構造の進化

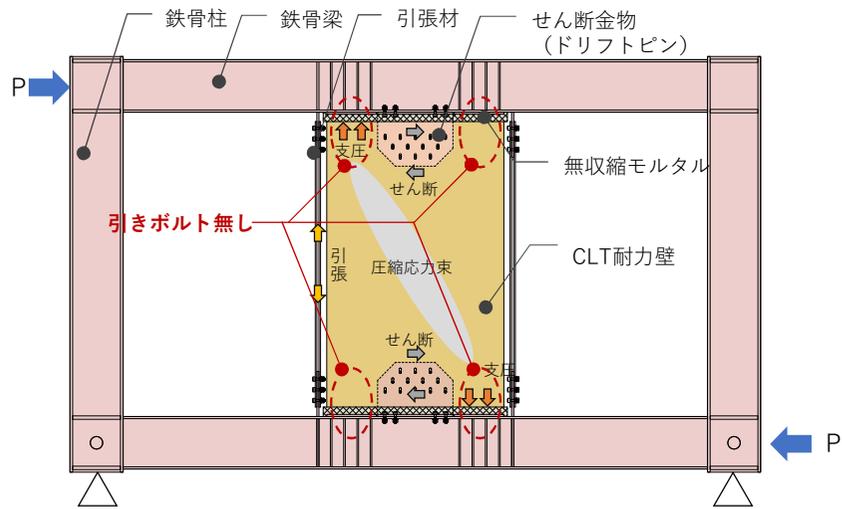
接合部の簡易化

- ・引きボルトを無くし、せん断金物のみで接合
- ・孔あけによる断面欠損や美観の低下が無い。



メリット：明快な応力伝達機構

CLTパネルの対角方向に生じる圧縮応力束と引張材によるトラス効果



※特許出願済み



CLTの設置状況
鉄骨建方と同時施工



CLTの建込み状況
施工性に優れた接合形式



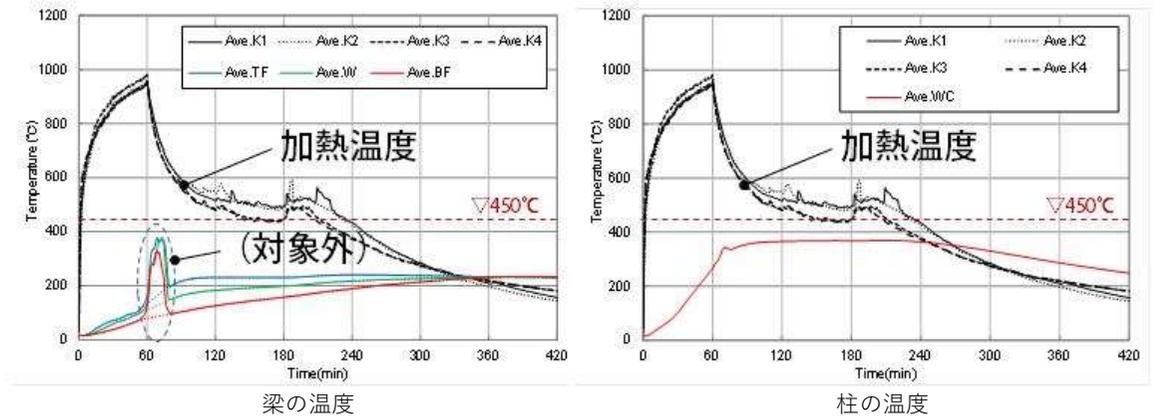
エントランス内観
CLT耐力壁を現しにできる優れた意匠性

CLT構造の進化 耐火性能の検証

- ・ **CLT耐力壁は耐火被覆なし。**CLTが燃焼すると周辺鉄骨の温度を上げる。
- ・ 実大試験体による加熱実験を実施。
- ・ 2時間耐火に対して**鉄骨の耐火被覆を増強。**



構造システム全体としての耐火性能を確保



耐火試験体（製作中）



耐火試験体（完成）



CLTパネル
鉄骨大梁
無収縮モルタル
(ケイカル板35mm)

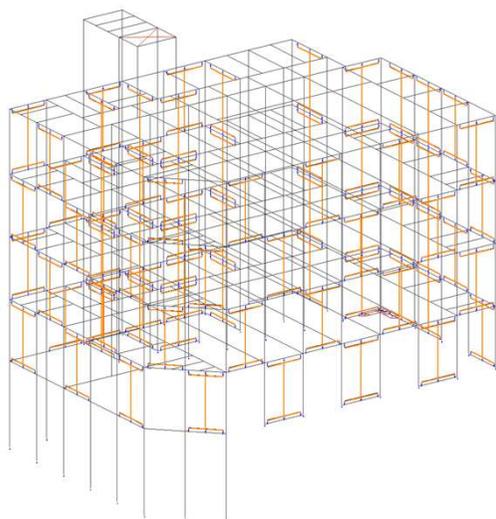


加熱中の状況

CLT構造の進化

構造解析手法の進化
(ブレース置換による構造解析モデルの構築)

兵庫県林業会館

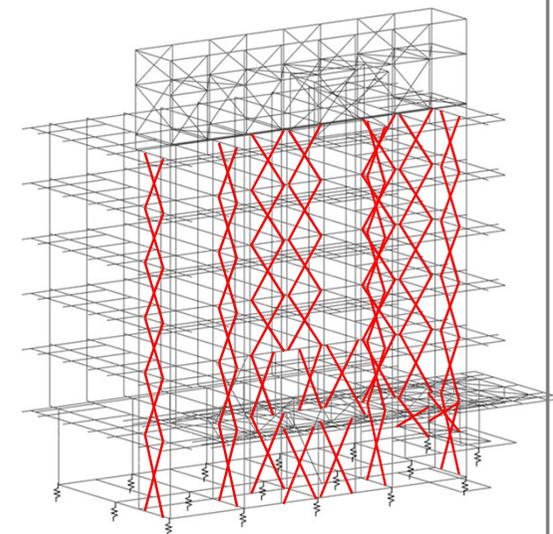


CLT壁のパネの数：800個
一貫計算プログラムを使用できない

大幅な
効率化



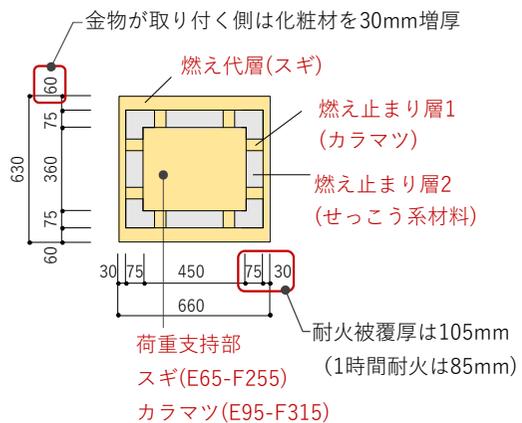
タクマビル新館



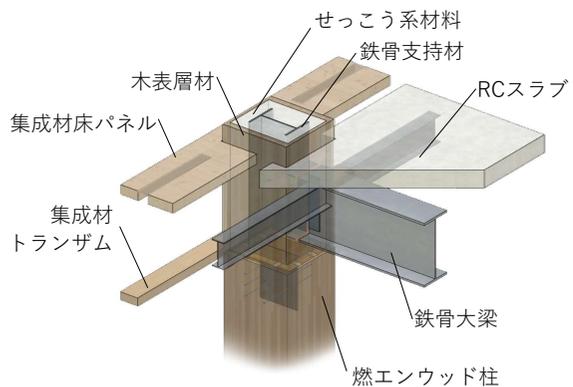
CLT壁のパネの数：0個
一貫計算プログラムを使用できる

2時間耐火「燃エンウッド®」

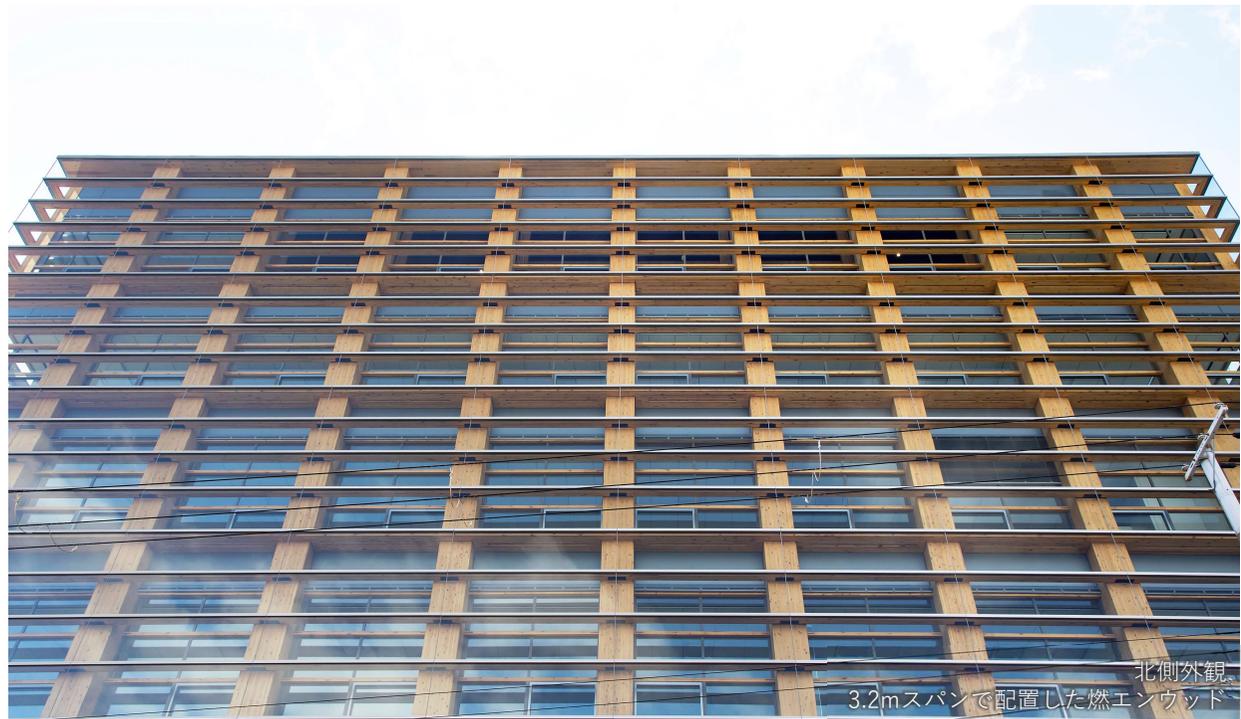
燃え代層の確保



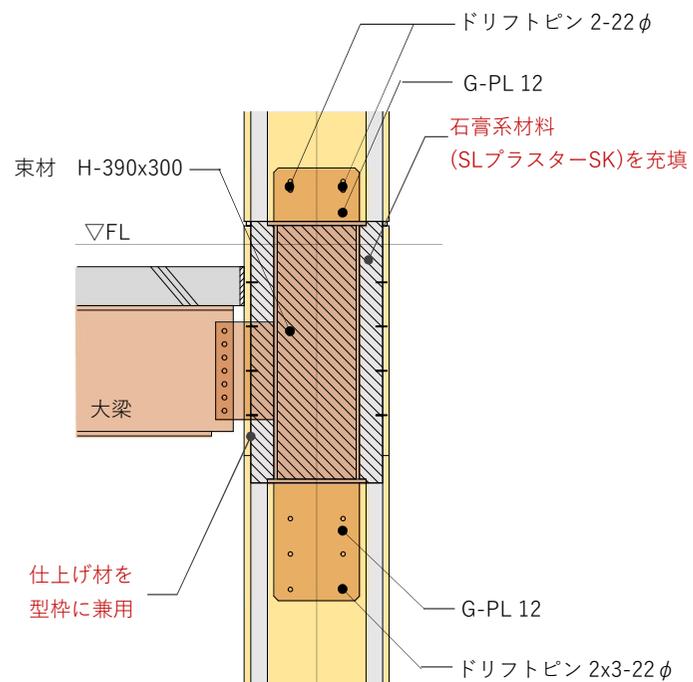
燃エンウッド柱断面



燃エンウッド柱と鉄骨梁との接合部



2時間耐火「燃エンウッド®」 通し柱にみせる仕口



燃エンウッド柱と鉄骨梁との接合部



燃エンウッド柱の施工状況
ガセットPLとドリフトピンによる簡易な接合部



燃エンウッド柱仕口部



燃エンウッド柱と鉄骨梁取り付け状況

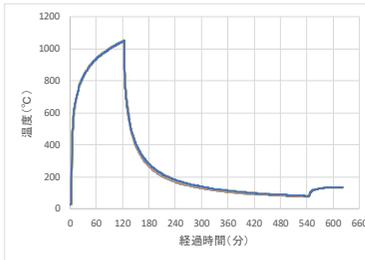
2時間耐火「燃エンウッド®」

燃エンウッド柱と鉄骨梁接合部の加熱実験

- ・ 鉄骨梁には通常の耐火被覆（2時間耐火ロックウール）
- ・ 仕口部は石膏系材料（SLプラスター-SK）で被覆
- ・ 2時間の加熱後、**燃焼が止まる**こと、**木部の温度が260°Cを超えない**ことを確認。



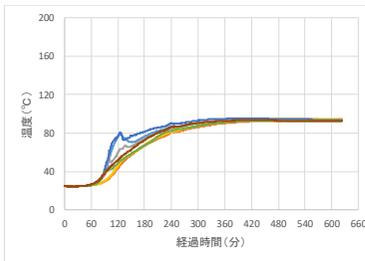
実験前



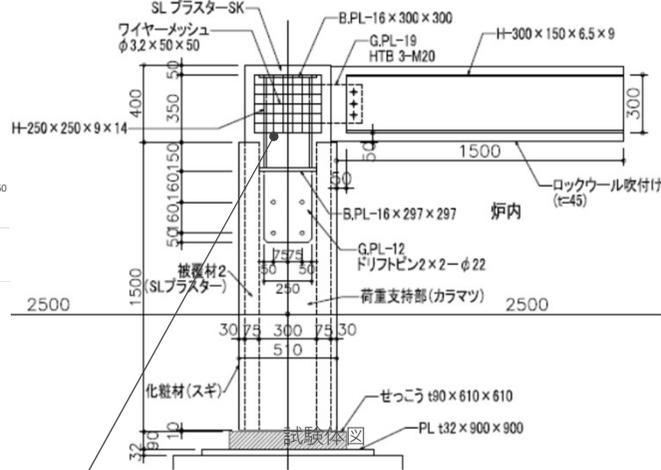
炉内温度



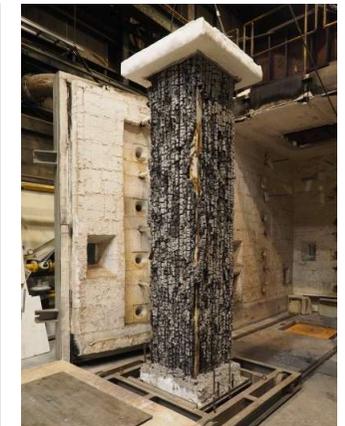
実験後



鉄骨束材と木部接触部の温度



大臣認定書



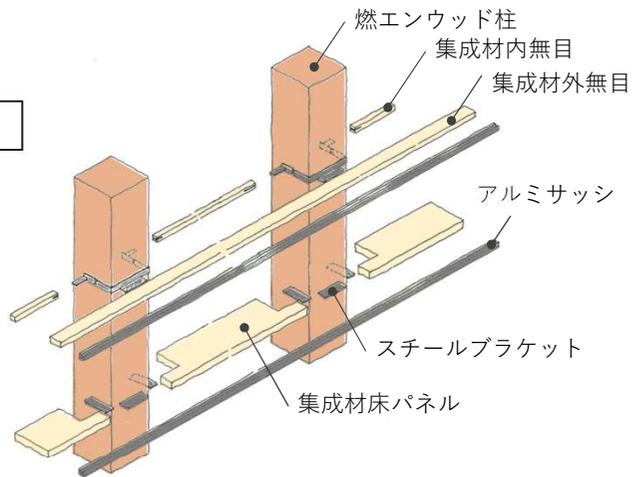
加熱実験の一例

多数の加熱実験を実施し大臣認定を取得

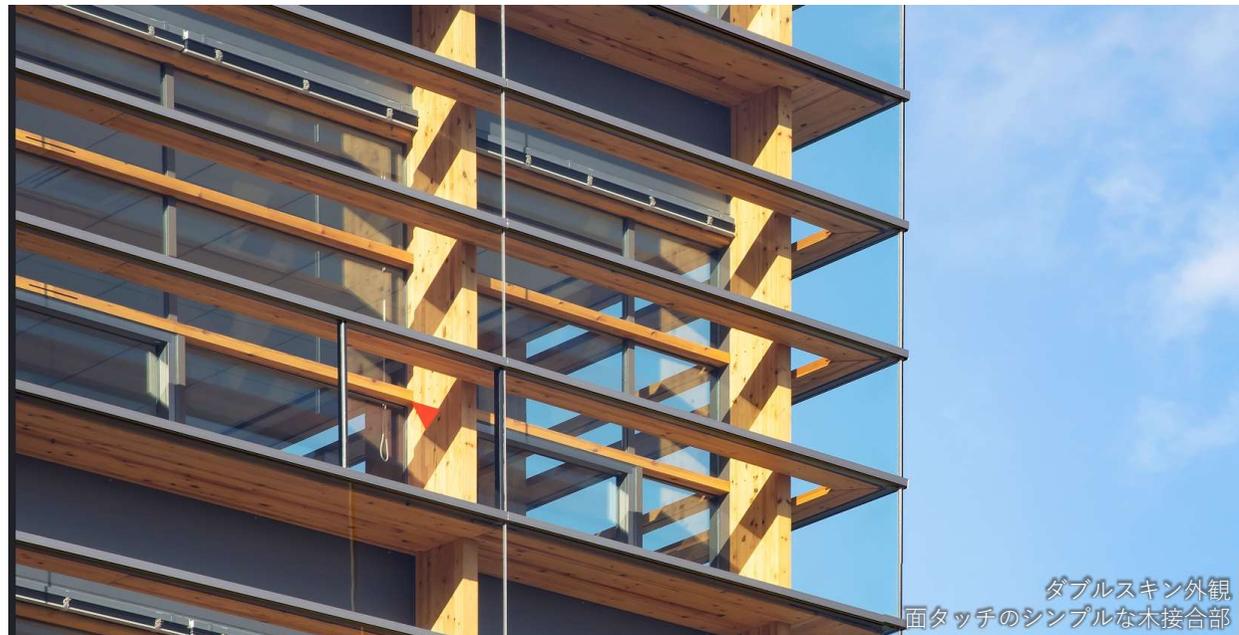
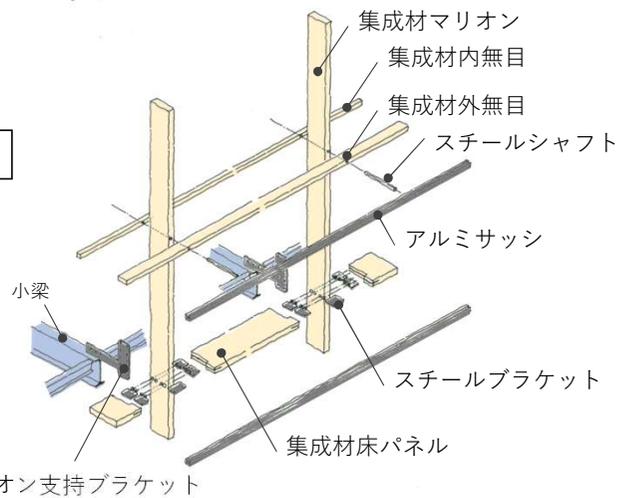
集成材によるダブルスキン

接合金物が見えないディテール

燃エンウッド部

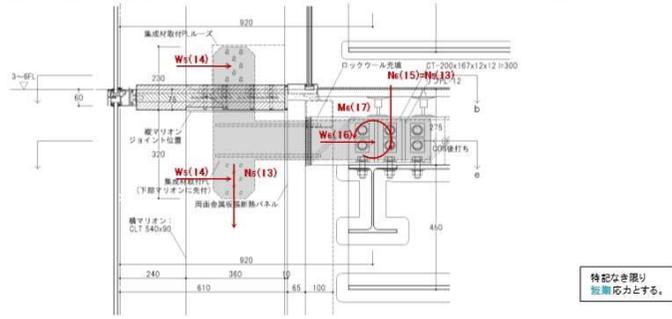
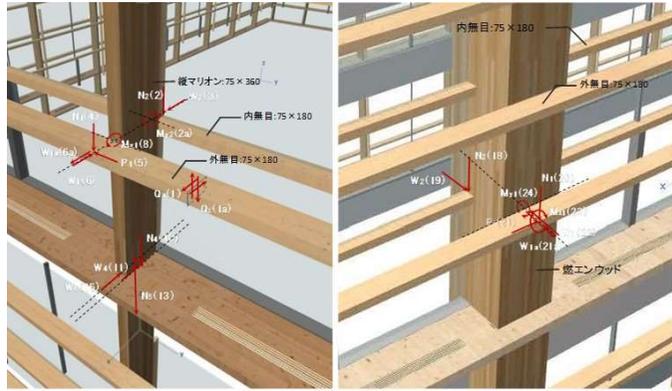


集成材マリオン部



集成材によるダブルスキン 接合部の強度確認実験

全ての接合部パターンについて目標強度を算定



特記なき限り
数値応力とする。

A $Q_x(1) = 6.01 \times 2 = 3.02kN$
 $Q_x(1a) = \frac{N_1(4)}{2} = 0.75kN \rightarrow 1.0kN$
 $N_2(2) = N_1(4) = 1.5kN$ 圧縮
 B $M_{y1}(2a) = M_{y1}(8) = 0.5kN \cdot m$ 圧縮
 $W_2(3) = 1.31 \times 1.0 \times 3.2 = 4.2kN \rightarrow 5.0kN$ 圧縮
 $N_1(4) = 1.20 + 0.216 = 1.42kN \rightarrow 1.5kN$ 圧縮
 $P_1(5) = 3.10 \times 1.0 \times 1.5 = 4.7kN \rightarrow 5.0kN$
 $W_2(6) = 6.01 \times 2 = 12kN$ 圧縮
 C $W_{1a}(6a) = W_1(6) \times \frac{1.31}{3.10} = 5.1kN \rightarrow 6.0kN$
 $M_{y1}(8) = N_1(4) \times 0.18 = 0.27kN \cdot m \rightarrow 0.5kN \cdot m$ 圧縮
 $N_4(10) = 2.3 \times 3.2 \times 1.0 = 7.36kN \rightarrow 8.0kN$ 圧縮
 D $W_4(11) = W_1(6) = 12kN$
 $N_4(13) = (N_1(4) + N_2(2)) \times 3 + N_4(10) = 16.4kN \rightarrow 17kN$ 圧縮
 E $W_5(14) = W_1(6) \times 2 = 24kN$
 $N_6(15) = N_2(13) = 17kN$ 圧縮
 F $W_6(16) = W_1(14) \times 2 = 48kN$
 $M_4(17) = N_2(14) \times 0.92 = 15.6kN \cdot m \rightarrow 16kN \cdot m$ 圧縮
 $N_2(18) = N_1(4)/2 = 0.75kN \rightarrow 1.0kN$ 圧縮
 G $W_2(19) = W_2(3)/2 = 2.5kN$
 $N_1(20) = N_1(4) = 1.5kN$ 圧縮
 $P_1(21) = P_1(5) = 5.0kN$
 $W_1(22) = W_1(6) = 12kN$
 H $W_{1a}(22a) = W_{1a}(6a) = 6kN$
 $M_{x1}(23) = \frac{1}{12} \times 3.1 \times 1.0 \times 3.2^2 = 2.64kN \cdot m \rightarrow 3.0kN \cdot m$ 圧縮
 $M_{y1}(24) = 0.5kN \cdot m$ 圧縮

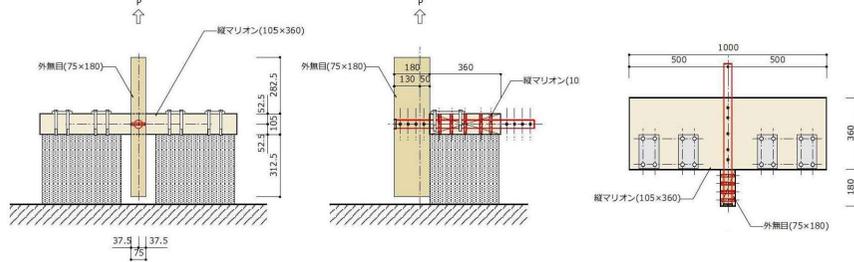


※本資料・図面等の著作権は株式会社竹中工務店に帰属します。

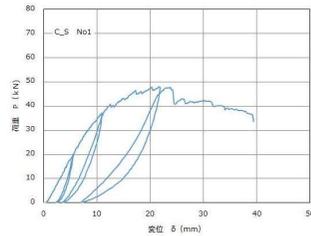
集成材によるダブルスキン 接合部の強度確認実験

ばらつきを考慮した接合部の許容耐力が、
目標耐力を上回っていることを確認

試験体（一例）



荷重変形関係



実験結果

	Pmax	δmax	2/3・Pmax	Py	δy	Pu	δv	δu	K	μ
	kN	mm	kN	kN	mm	kN	mm	mm	kN/mm	
No1	48.0	21.7	32.0	30.8	8.60	42.5	11.86	36.3	3.6	3.06
No2	44.9	19.9	29.9	24.9	8.34	39.4	13.18	36.4	3.0	2.76
No3	50.5	21.0	33.6	27.3	7.20	45.8	12.10	35.2	3.8	2.91
Ave	47.8	20.9	31.8	27.7	8.05	42.6	12.38	35.9	3.5	2.91
sd	2.79	0.925	1.86	2.96	0.741	3.20	0.703	0.661	0.41	0.148
cv	0.058	0.044	0.058	0.107	0.092	0.075	0.057	0.018	0.120	0.051
下限値	38.9	20.4	25.9	18.3	7.70	32.4	12.05	35.6	3.3	2.84

※ 株式会社ストロークにて接合部構造実験を実施

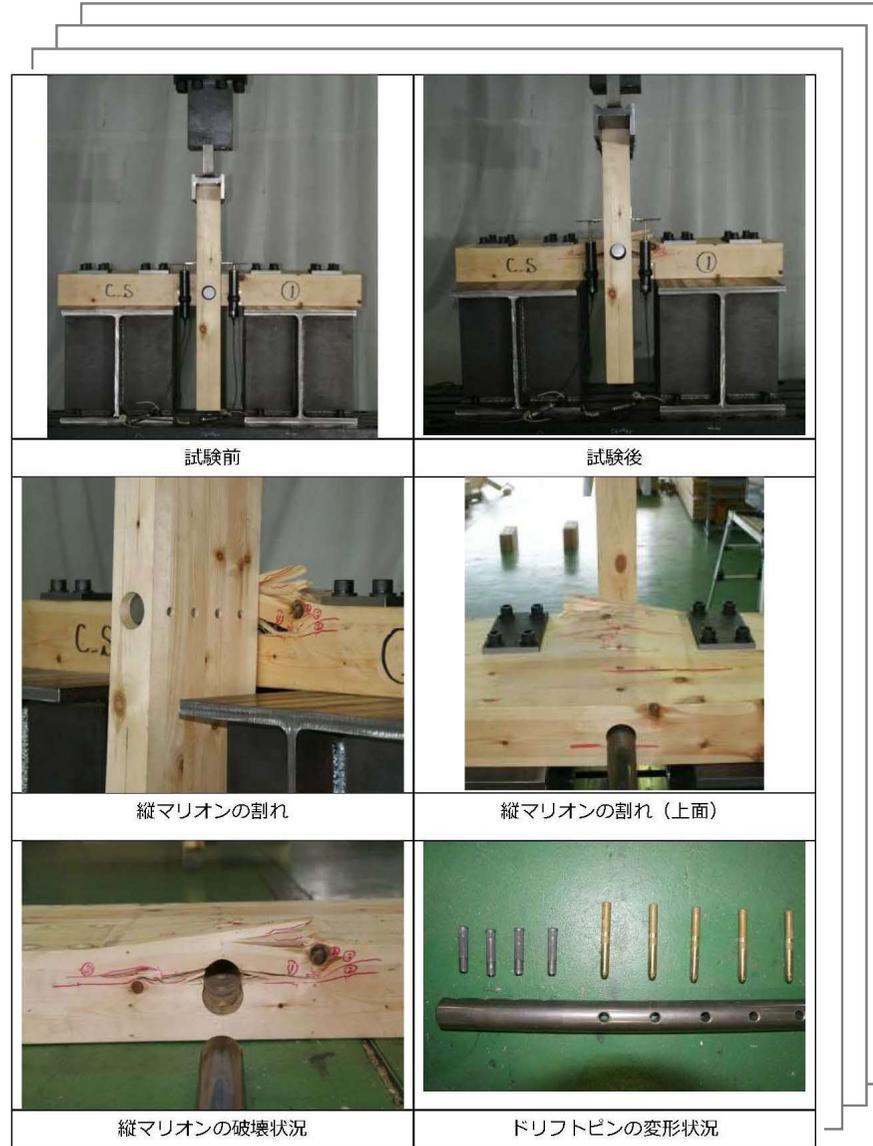


写真 4.1 No1 破壊状況



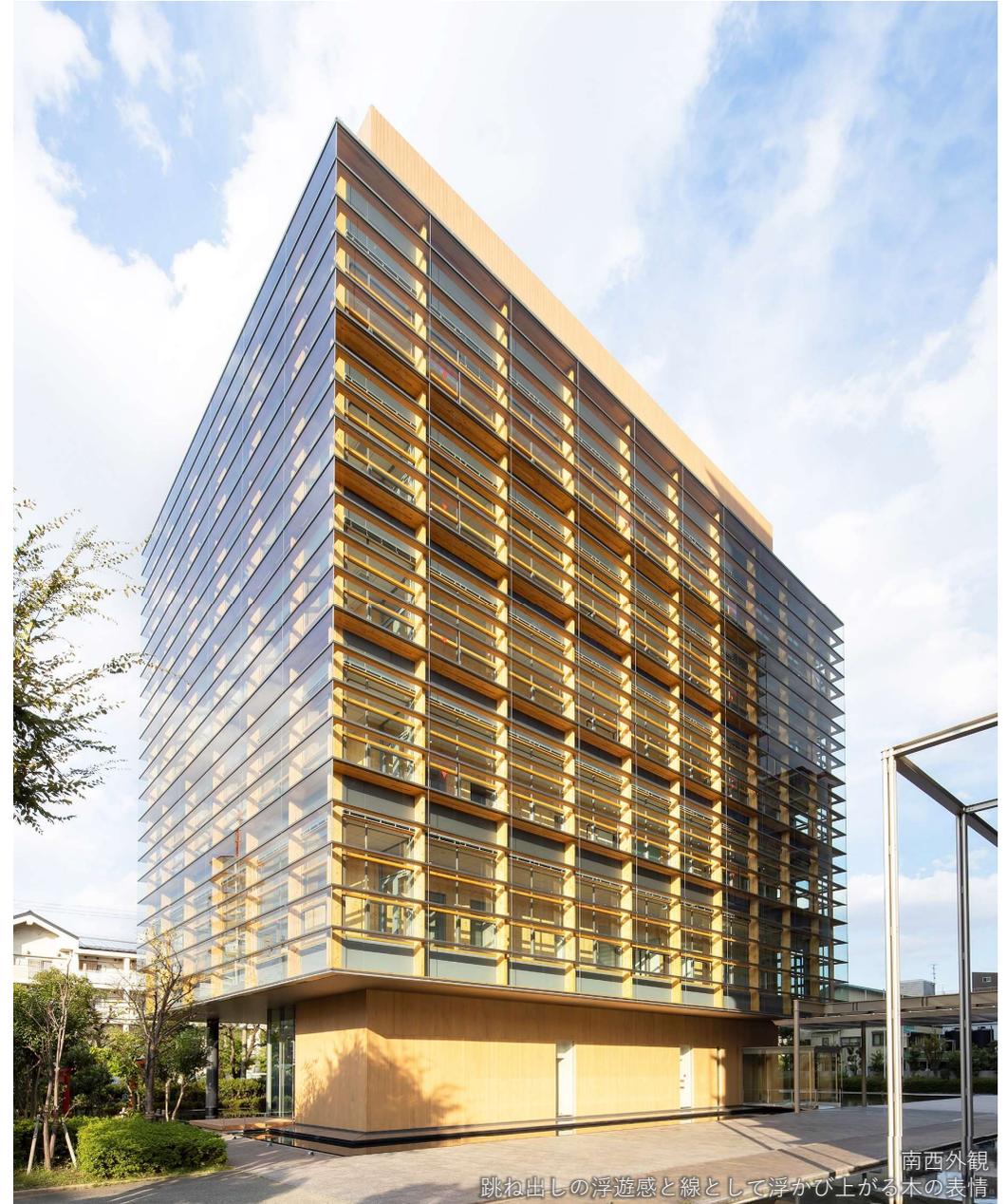
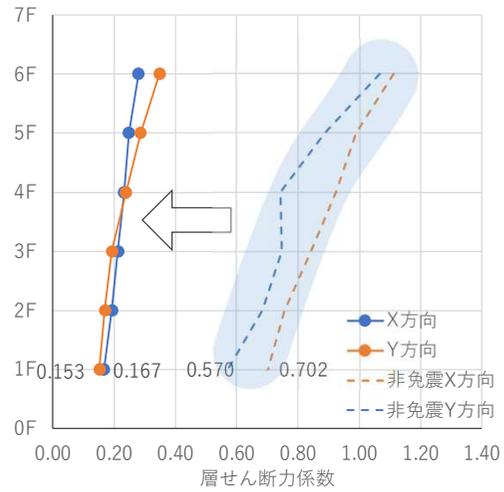
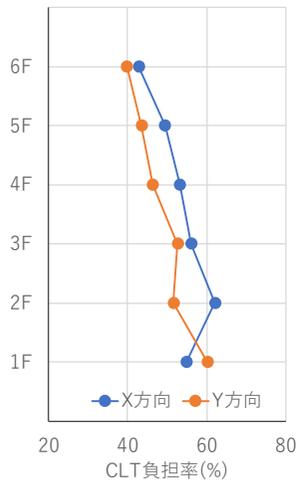
免震構造の効果

スリムな部材サイズの実現

- ・コア部分のCLTだけで地震力の半分以上を負担
- ・大地震時の地震力を1/3~1/4に低減



透明感のある建築デザインを可能に



“木でしかできないこと”から“木でもできること”へ

防火・耐火

耐火集成材
燃え代設計
内装制限

強さ・軽さ

耐震・免震
Hybrid化
軽量化

美しさ

構造材の現し
木目と色合い
防汚・防腐

作り易さ

簡易な接合
揚重・運搬
流通材使用



南東アプローチ外観

TAKUMA

 **TAKENAKA CORPORATION**