

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	(仮称)東陽3丁目計画		8 建物用途・規模	軒高: 40.28 m、高さ: 40.80 m 階 数:地上 12 階 (うち補助対象部分)
2 提案者 (=建築主)	氏名	株式会社 竹中工務店 開発事業本部	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 ■その他の工法(木造・RC造) (建設地の地域区分)
3 建設地	東京都江東区		10 建築物の 防火性能	<input type="checkbox"/> 防火地域 ■準防火地域 <input type="checkbox"/> 22条区域 <input type="checkbox"/> その他地域
4 発表者	会社・所属	株式会社 竹中工務店 東京本店設計部 構造部門		
	氏名	中根 一臣		(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)
5 採択年度、 採択日	平成30年度採択、採択日:平成30年 7月30日			■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()
6 竣工年度、 竣工日	令和 元年度竣工、竣工日:令和 2年 2月14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 東京一級建築士事務所		(今回提案する建築物の防火性能等)
	施工者:	株式会社 竹中工務店 東京本店		■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()
	技術の検証者:			
8 建物用途・規模	<input type="checkbox"/> 事務所 <input type="checkbox"/> 店舗 ■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 (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()		11 施工時の課題・工夫点について 基準階の8日のタクト工程を実現するため、木造部材(燃エンウッド柱)においても柱梁PCと同様に短時間に取付できる仕組みが必要であった。 燃エンウッド柱の施工において、ベースプレートを分離させ先行設置することで平面精度を確保し、鉛直精度は専用のハチマキ金物を製作することでPC柱と同様にインクサポートを使用して建入れ調整ができるようにし、タクト工程に乗せ、工期短縮を実現した。	
	敷地面積: 2,446.74 m ²		12 木造化についての施主からの評価	
	建築面積: 914.03 m ²		開発事業本部にとって、木造は初の試みでしたが(仮称)東陽3丁目計画は社内外より多くの反響がありました。技術に対する注目度の高さと社会的な木材利用の潮流の強さを実感し、商業用不動産に木を使う開発が将来の選択肢のひとつとして定着していく可能性を感じました。	
	延べ面積: 9,150.73 m ²		我々にとっては木を使いながら収益性を確保するということが大きな課題でしたが、様々な方法を社内関係部門とともに検討し、当社ならではの新しい開発のあり方を形にすることができました。	
	(うち補助対象部分の面積: 1,284.98 m ²)			

（仮称）東陽3丁目計画（フラッツウッズ木場） の建築工事の実証

令和2年3月19日

1. 提案者／設計者／施工者

提案者 : 株式会社 竹中工務店 開発事業本部
 設計者 : 株式会社 竹中工務店 東京一級建築士事務所
 施工者 : 株式会社 竹中工務店 東京本店

1-1.実証した建物の概要

用途	共同住宅		
建設地	東京都江東区東陽 3 丁目 25 番 12		
主要構造	木造+鉄筋コンクリート造（免震構造）		
階数	12 階		
高さ（m）	40.80	軒高（m）	40.28
敷地面積（㎡）	2,446.74	建築面積（㎡）	914.03
延べ面積（㎡）	9,150.73		

1-2.プロジェクトの概要

江戸時代からの木の集積地である木場エリアに、都市木造の旗艦となる建物を計画した。複数企業が入居する252戸の単身寮である。

- ・中高層木造に必要な新規開発の技術を取り入れ、今後の大規模木造建築のための設計・施工のための知見を得る。
- ・主伐期を迎える木材需要拡大を目指し、都市と地方の生産者をつなぐサイクルを生み出す。
- ・建物を軽量化、プレファブ化、短工期化し、慢性的な職人不足に対応する。
- ・木造建築は都市の炭素貯蔵庫となり、大気中のCo2の削減に貢献する。

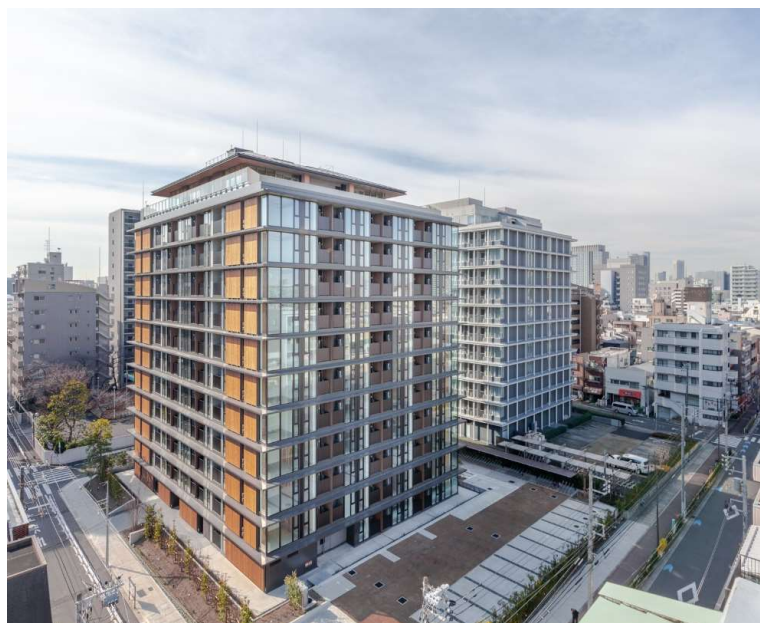


Photo : Jun Shimada



主伐期を迎える国産木材



森林グランドサイクル



今回計画で使用した木材157.2m³は、
約100tのCo2相当の炭素を固定

炭素貯蔵庫としての建築

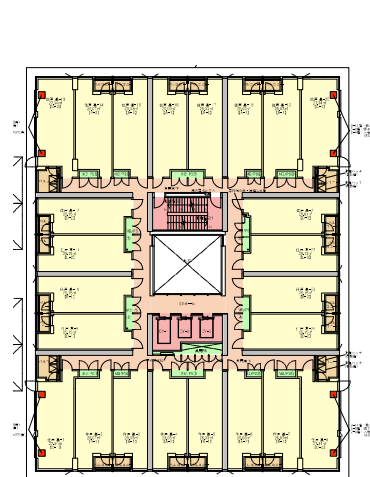
1-2.プロジェクトの概要

建築計画について

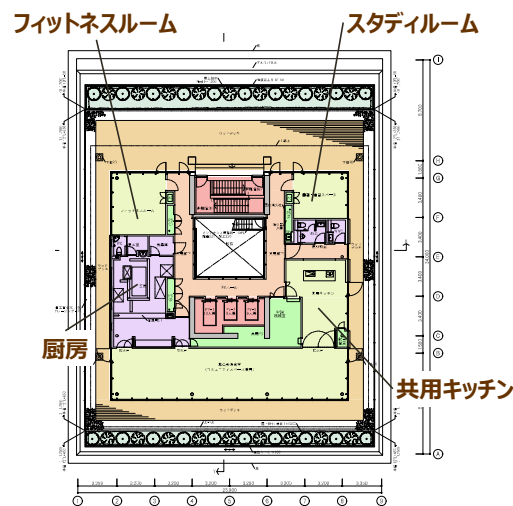
- ・見晴らしの良い12階に配置した、カフェテリアなど多くの人が利用する共用部を中心に木構造・木質仕上げを用いている。
- ・最上階は構造的・法規的に木造・木質部材の使用に有利であり、自由度の高い設計を実現した。
- ・住戸にも耐火集成材やCLTの壁など構造の木を表して使用しており、木構造が入居者にぬくもりのある空間をもたらす。
- ・外装にも木をあしらひ、木造の建築にふさわしい設えとしつつ、木質化された建物を都市景観の中に提案している。
- ・RC+S造の隣棟(2008竣工)と並び建ち、RC+W造への時代の変化を体現する。



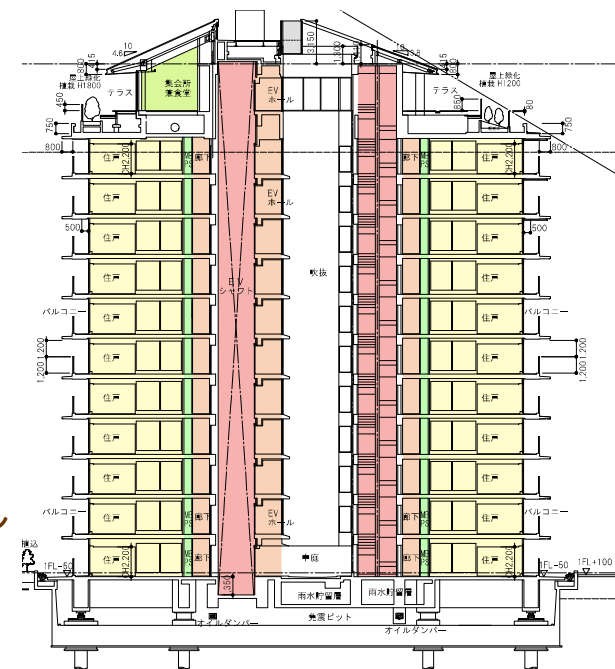
Photo : Jun Shimada



基準階平面図
(2階～11階)

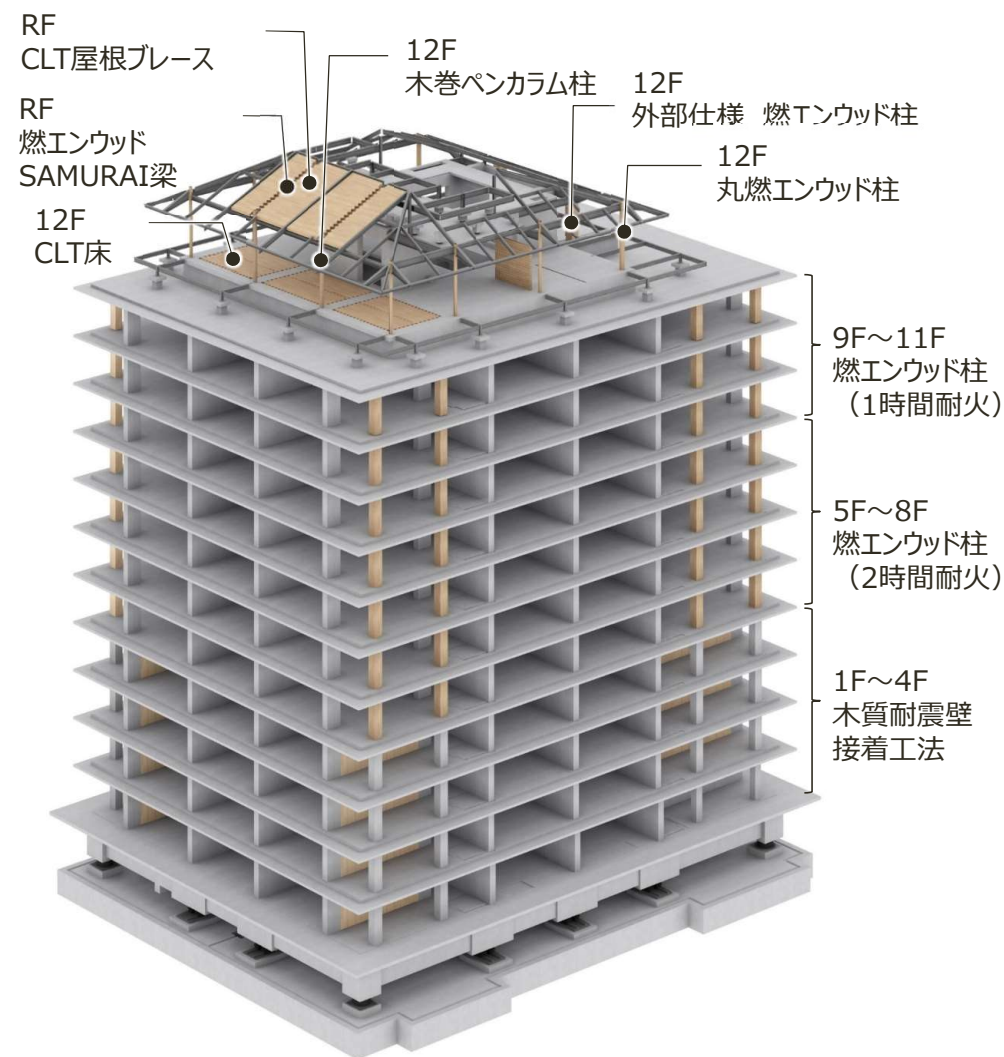


12階平面図

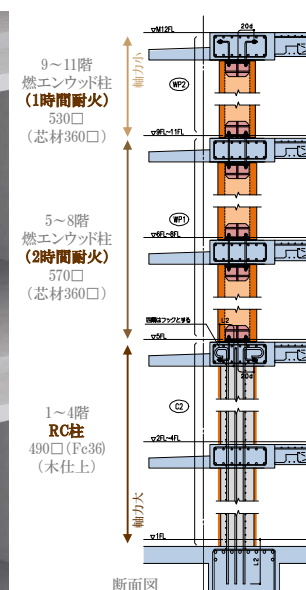
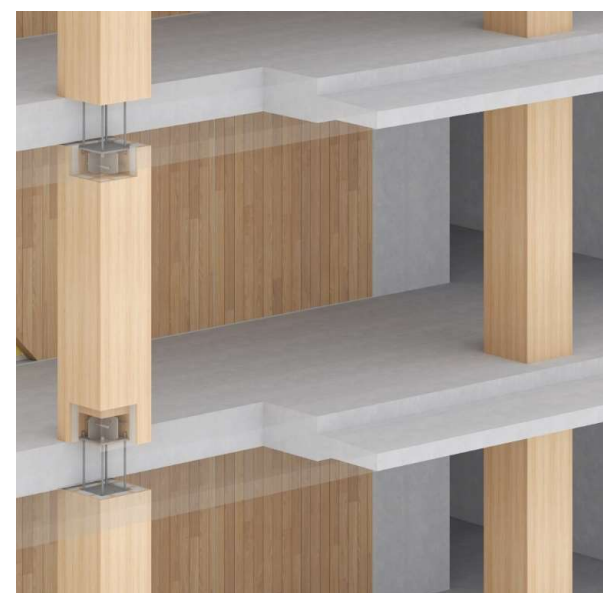


断面図

- 2時間耐火認定集成材柱「燃エンウッド」
⇒ 首都圏初採用
- CLT屋根ブレース、CLT 床
⇒ 接合方法の検証、施工性の検証
- 耐火集成材「燃エンウッドSAMURAI」梁
⇒ 木梁大スパン技術、オフィス都市木造の要素技術
- 木造耐力壁「T-FoRest Wall」
⇒ 新築への適用、耐震壁木造化の施工性検証
- 外部仕様柱「燃エンウッド」
⇒ 木構造材使用範囲の拡大
- 木巻きペンカラム柱（200Φの木質柱）
⇒ 高強度PC + 木巻きによる耐火性能・構造性能の向上
- 木柱とRC部材の取り合い部を含む重量衝撃音の問題点の検証



2-1. 燃エンウッド柱（1時間耐火、2時間耐火）



■ 概要

角部屋に2本ずつ、各階8本燃エンウッド柱を採用している。

5階～9階は2時間耐火タイプ、9階～11階は1時間耐火タイプである。軸力の大きい1F～4FはRC柱に木仕上げとしている。

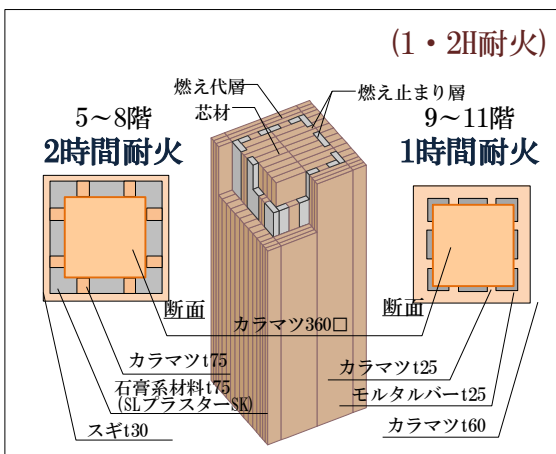
本建物では、燃え止まり層を、1時間耐火はモルタルバータイプ、2時間耐火はせっこう流し込みタイプを使用している。



モルタルバー設置状況



せっこう流し込み状況



■ 実証内容

・せっこう流し込みタイプの場合、やぐらを組んで流し込みを行っており、モルタルバータイプに比べ製作手間がかかった。

2時間タイプにおいてもせっこうのプレキャスト化を今後検討していく。

・燃エンウッドの建て方は通常のPCaコンクリート柱と同様に行えることを確認した。

・出荷前に木材用水性防汚塗料「GAF」による養生を行い、余分な養生材無でも建て方後のノロなどによる汚れ防止が可能な事を確認した。

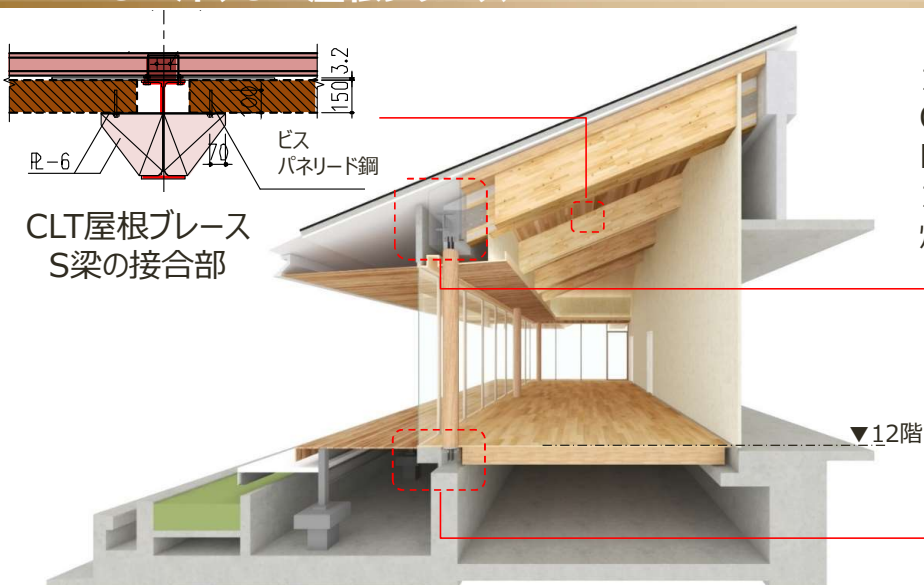


柱建て方



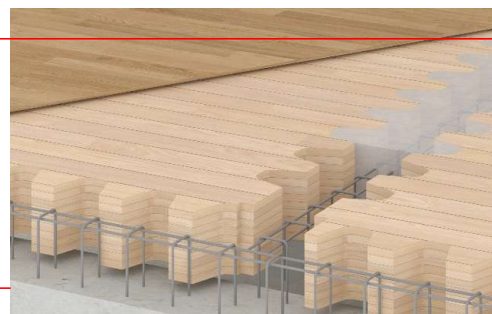
GAFによる試験

2-2. CLT床、CLT屋根ブレース



■ 概要

12階の食堂の床には、約6mスパンを有する270mm厚のCLT版を配している。CLT外周部はコッター加工し、設置後周辺のコンクリートを打設する事で一体化させている。R階の鉄骨梁と燃エンウッドSAMURAI梁間の構面に配置する水平ブレースの代わりとして150mmのCLT版を配している。CLT版とS梁は、パネリド鋼により緊結されている。CLT版と燃エンウッドSAMURAI梁は、トップCONとウェーブコッターにより緊結されている。



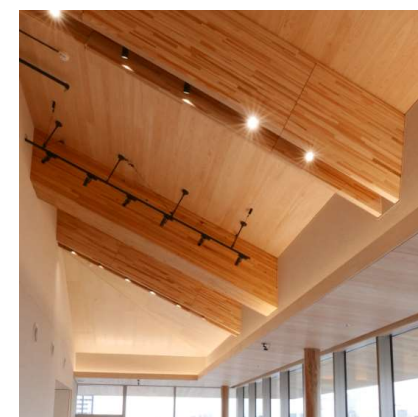
CLT床と周辺RC躯体の接合部



CLT屋根ブレースとSAMURAIの接合部

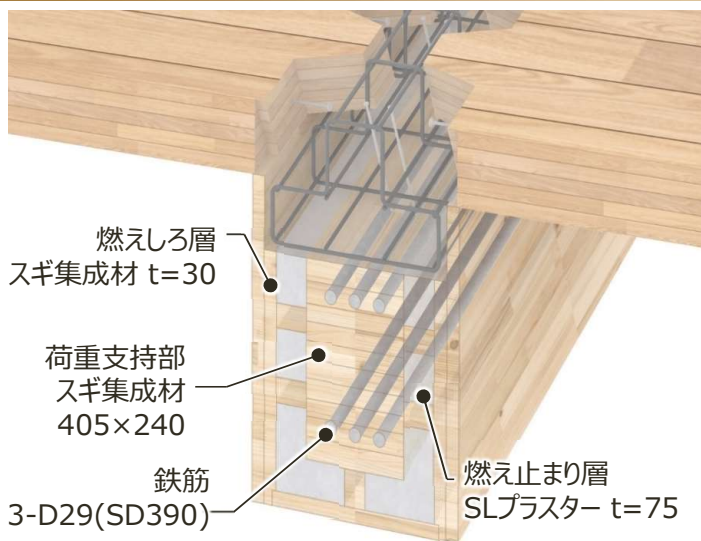
■ 実証内容

- ・層間区画は大梁下のRCスラブにて成立させており、CLT床は仕上げの2重床として使用している。
下地鉄骨等も無く、大梁間の約6mのスパンをCLTのみで架け渡している為、設置は非常に容易であることが実証できた。
- ・CLT屋根ブレースは、水平ブレースの代わりに使用しており、屋根の母屋とは切り離している。
また、スプリンクラーと排煙設備を設置することで内装制限の除外とすることで表しとしている。
- ・CLT屋根ブレースとS梁は鉄骨梁から持ち出した受けプレートに屋根CLTを乗せ、下部からパネリド鋼ビスにて固定した。



CLT屋根ブレース

2-3. 燃エンウッドSAMURAI梁



■概要

山佐木材+鹿児島大学で共同開発した、鉄筋入り集成材「SAMURAI」と燃エンウッド技術を融合したハイブリッド部材。

溝加工部にエポキシ樹脂を充填し鉄筋を配置した45mm厚のラミナを集成材の上下の外層（最外層に45mm厚のラミナを被覆層として接着）に接着する事で鉄筋入り集成材梁を形成している。

鉄筋を挿入することで断面成を大きくすることなく集成材の耐力、剛性を高めることを可能としている。



SAMURAI断面



建て方時



梁上部CLT屋根ブレース取合い

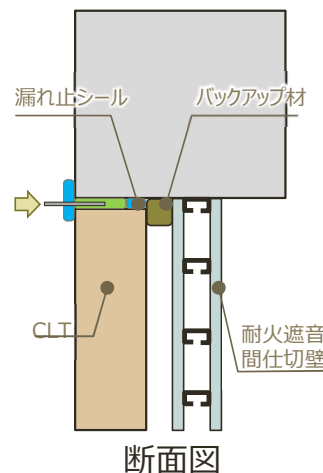
■実証内容

- ・燃エンウッドSAMURAIでは、燃え止まり層を、せっこうを木型枠によるプレキャストにて製作している。そのため脱型時に欠けが生じ、補修が必要となる場合があった。今後は鋼製型枠の採用等による製作精度・生産性の向上が課題である。
- ・梁端部のドリフトピンの孔精度の誤差を1mmとしており、SAMURAI梁の施工においては、1階のヤードにて鉄骨ガセットプレートを先行してSAMURAI梁小口に差し込んでから 建方を行う事により、精度よく施工が可能であることが確認できた。
- ・燃エンウッドSUMURAI梁と屋根CLTの接合部の結合性を高めるため、床CLTと同様に屋根CLT端部にもウェーブコッターを設けトップコンクリートを打設することとし、床と同様に容易に設置できることを実証した。

2-4. 木質耐震壁接着工法 T-FoRest Wall

■ 概要

本建物では、1階～4階の角部屋に木質耐震壁接着工法を採用している。
 本工法は耐震改修工法として性能評価を取得しており、既に何件かの実施事例が存在する。
 今回、新築建物において、初の採用である。



CLT建て込み状況

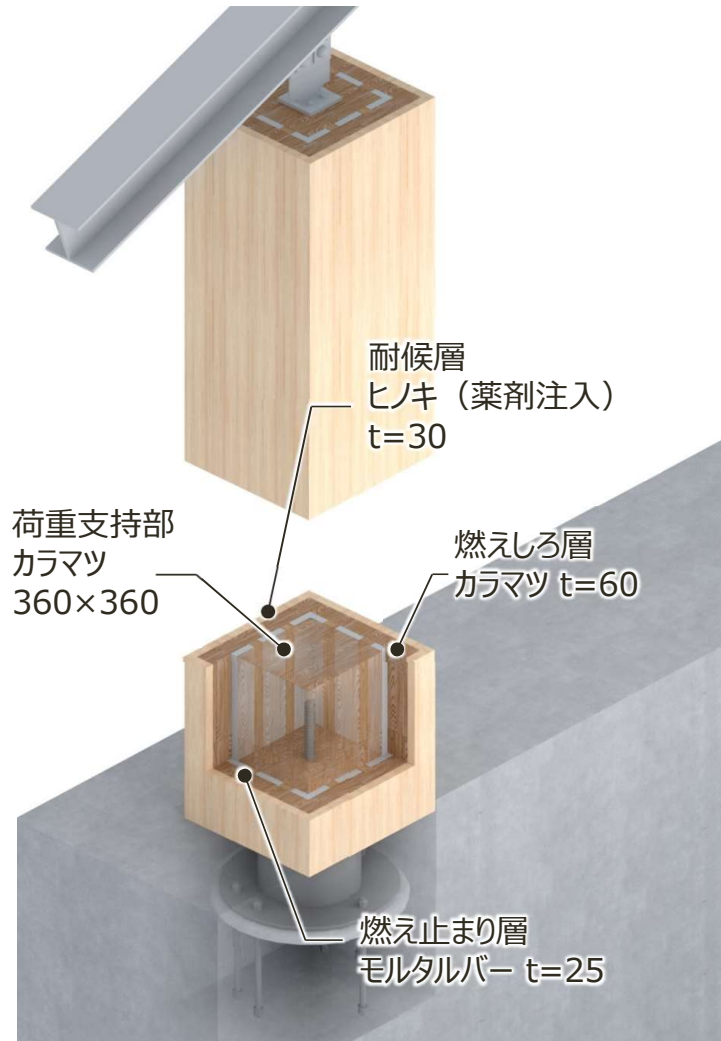


エポキシ圧入状況

■ 実証内容

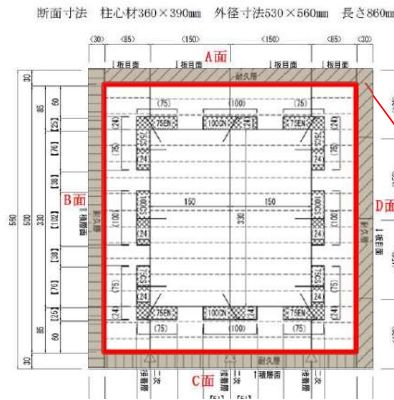
- 戸境壁には114条区画より耐火遮音性能が必要となるため、断面図に示す通り並行して耐火遮音間仕切り（LGS）壁を施工した。
 耐火遮音間仕切り壁の認定条件よりボード張りを両面から施工する必要があり、壁CLTは後施工かつ片面からの施工とした。
 先行して施工した耐火遮音間仕切壁の間にバックアップ材を挟み、エポキシを充填した。
- 周囲のエポキシの厚さの管理精度を $10\text{mm} \pm 5\text{mm}$ と規定している為、周辺躯体の完了後、実測し、CLTを加工し精度よく設置することができた。
- 注入に際しては、1次注入（床取合い）、2次注入（立上がり）、3次注入（梁底取合い）の3段階に分け、前日の充填・硬化状況を確認しながら3日間かけて行った。

2-5. 外部仕様柱燃エンウッド柱

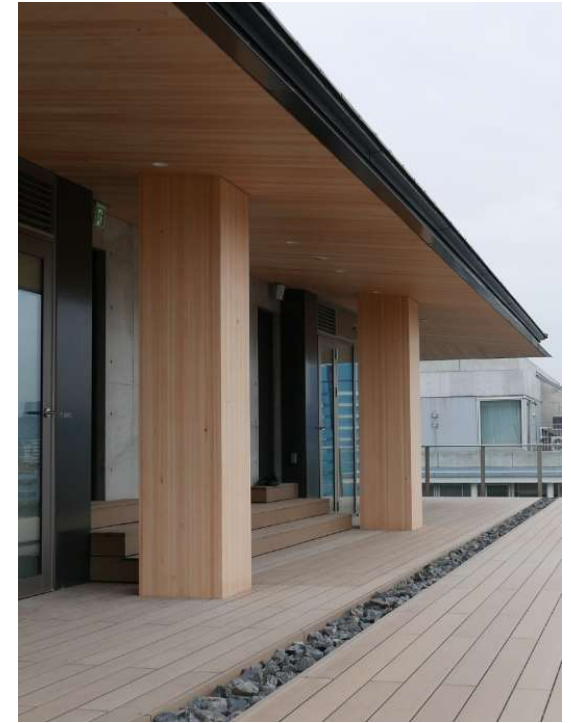


■概要

通常の燃エンウッド柱の周りに、耐候層としてAZN（腐朽防止剤）、PEG（寸法安定剤）を含浸させた、30mmのヒノキを張り付けている。仕上げ層の樹種は事前の暴露試験で最もひび割れの少なかったヒノキとしている。今回は、取り外すことを可能とするため、構造部材として使用しておらず、建物の屋外に採用した場合の経年劣化の知見を得るため、屋上に暴露試験として設置した。



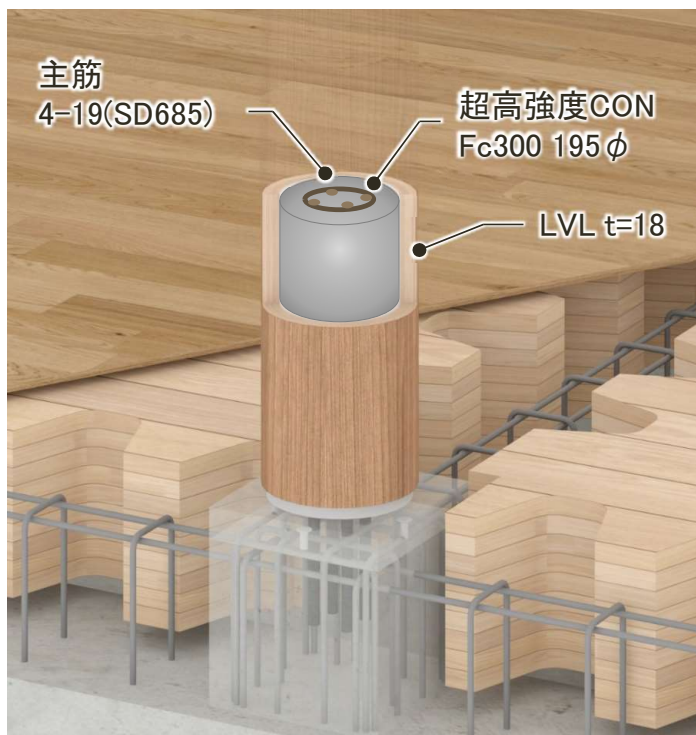
通常の燃エンウッドの外側に
30mm厚の「耐久層」を配置
⇒この層に薬剤注入



■実証内容

- ・今後、暴露試験体として定期的に耐候層のひび割れ状況を観察し、薬剤注入による耐久性の向上具合を観察していく。
- ・将来的に、長期間暴露した後、部材を取り外し輪切りにして内部の健全度合いを観察することも計画している。

2-6. 木巻ペンカラム柱



■ 概要

本工法は、Fc300の超高強度コンクリートスリム柱にLVLを巻き付ける事により、コンクリート部分の温度上昇、爆裂を抑制し、耐火性能・構造性能を高めている。

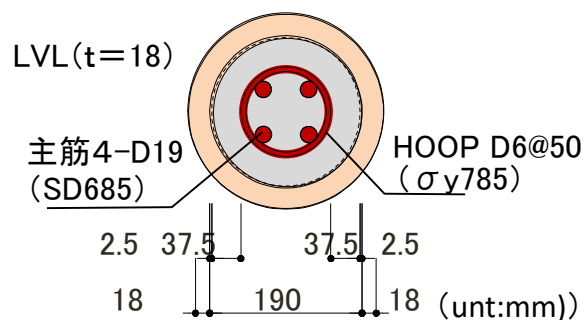
円筒状のLVLは、先行して製作したコンクリートスリム柱に帯状のLVLを何層にも巻き重ねて製造している。1枚の厚さが3mmのLVLを6層巻きとして18mmの仕上げ厚としている。



木巻施工状況



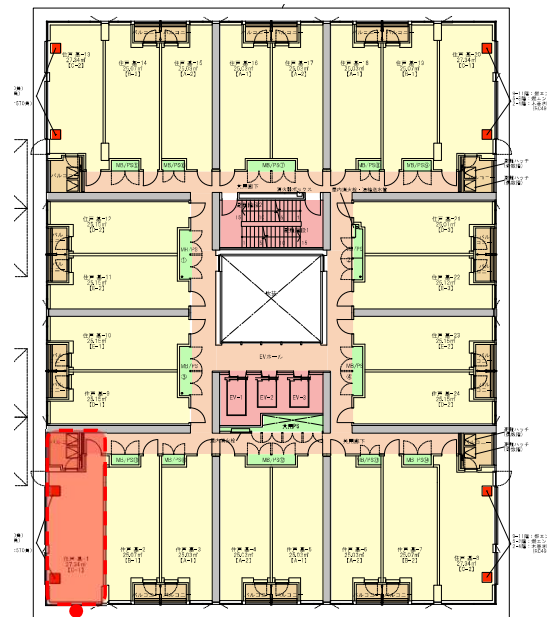
ロール状LVL



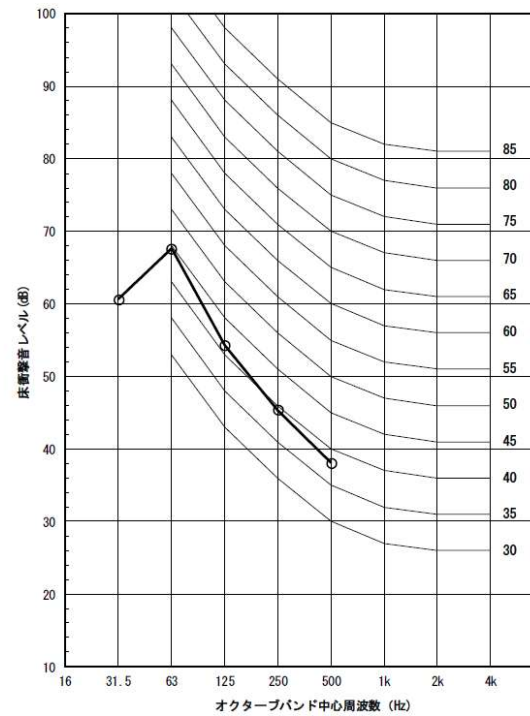
■ 実証内容

- ・木巻きペンカラム柱の製作において、RC柱にLVLを巻きつける製作方法の妥当性を確認し、実証した。
- ・今後、芯材の超高強度コンクリートの径や強度、外周部の木巻部分の厚みのバリエーションを増やし、耐火時間、荷重支持性能の選択肢を増やしていく。

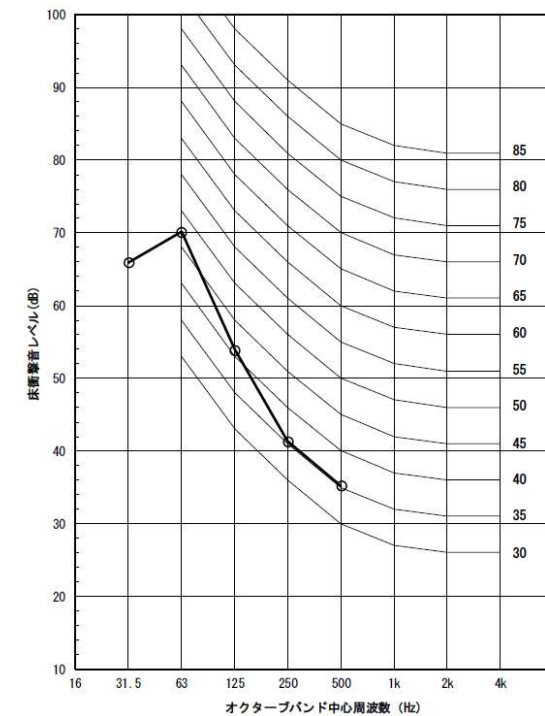
2-7. 重量床衝撃音遮断性能の比較



測定室
5階床 下部RC柱
7階床 下部木柱



測定結果
5階床 下部RC柱 **L数 45**



測定結果
7階床 下部木柱 **L数 48**

■実証内容

- ・同じ位置の部屋で、下部がRC柱の住戸と下部が木柱の住戸（仕上げ後）で重量床衝撃音遮断性能の計測を行った。
- ・下部が木柱の住戸の方が、重量床衝撃音遮断性能が63Hz帯で3dB程度高い結果となった。
- ・今後、下部が木部材の場合は、上記性能を考慮して設計する事が推奨される。

- 2 時間耐火認定集成材柱「燃エンウッド」
⇒ 2種類の制作方法の比較、及び建て方の検証を行った。
- CLT屋根ブレース、CLT 床
⇒ 接合方法の検証、および施工性の検証を行った。
- 耐火集成材「燃エンウッドSAMURAI」梁
⇒ 初採用し、製作方法、建て方の検証を行った。
- 木造耐力壁「T-FoRest Wall」
⇒ 新築建物に初適用し、木質耐震壁接着工法の施工性の検証を行った。
- 外部仕様柱「燃エンウッド」
⇒ 外部に暴露試験体として設置し、今後観察していくこととする。
- 木巻きペンカラム柱
⇒ RC柱にLVLを巻きつける製作方法を確立した。今後選択肢を増やしていく。
- 木柱とRC部材の取り合い部を含む重量衝撃音の問題点の検証
⇒ 重量衝撃音の比較計測を行い、今後の設計への知見を得た。

●施工時の課題・工夫点について

基準階の8日のタクト工程を実現するため、木造部材（燃エンウッド柱）においても柱梁PCと同様に短時間に取り付けできる仕組みが必要であった。

そこで、燃エンウッド柱の施工において、ベースプレートを分離させ先行設置することで平面精度を確保し、鉛直精度は専用のハチマキ金物を製作することでPC柱と同様にインクサポートを使用して建入れ調整ができるようにし、タクト工程に乗せ、工期短縮を実現した。

●木造化についての施主からの評価

開発事業本部にとって、木造は初の試みでしたが（仮称）東陽3丁目計画は社内外より多くの反響がありました。技術に対する注目度の高さと社会的な木材利用の潮流の強さを実感し、商業用不動産に木を使う開発が将来の選択肢のひとつとして定着していく可能性を感じました。

我々にとっては木を使いながら収益性を確保するというのが大きな課題でしたが、様々な方法を社内関係部門とともに検討し、当社ならではの新しい開発のあり方を形にすることができました。