2.2 三菱地所(株)

| 宝和 | | | | | | | |
|-----------------|---|--|--|--|--|--|--|
| 宝拉 | 事業名 | (仮称)CLT晴海プロジェクト新 | | | | | |
| ・ノモバ | 施者(担当者) 三菱地所株式会社 住宅業務 | | | | | | |
| | 用途 | 25 =27111 2211 11 = 27132 | 展示場 | | | | |
| 建 | | | | | | | |
| | 建設地 | | 東京都中央区晴海3丁目2番地15 | | | | |
| | 構造・工法 | | 鉄骨+CLT造 | | | | |
| | 階数 | | 1 | | | | |
| 築 | 高さ (m) | | 17. 886 | | | | |
| | | | 11.000 | | | | |
| 物 | 軒高 (m) | | _ | | | | |
| の | 敷地面積(m²) | | 3368. 88 | | | | |
| 概 | 建築面積 (m²) | | 601. 38 | | | | |
| 要 | 延べ面積(㎡) | | 601. 38 | | | | |
| | | | | | | | |
| | | 1階 | 601. 38 | | | | |
| | 階別面積 | 2階 | | | | | |
| | | 3階 | | | | | |
| | CLT採用部位 | | 梁 | | | | |
| | CLT使用量 (m³) | | | | | | |
| | しし1使用重 | | 235. 16 | | | | |
| | | 寸法 | 210mm厚 | | | | |
| | П ф 0. Ъ з | ラミナ構成 | 7層7プライ | | | | |
| _ | 壁パネル | 強度区分 | S90A 使用環境A | | | | |
| С | I | | | | | | |
| L | | 樹種 | ヒノキ | | | | |
| Τ | | 寸法 | <u></u> | | | | |
| の | | ラミナ構成 | _ | | | | |
| 仕 | 床パネル | 強度区分 | | | | | |
| 様 | I | | | | | | |
| 尔 | | 樹種 | _ | | | | |
| | <u> </u> | 寸法 | <u> </u> | | | | |
| | I | ラミナ構成 | | | | | |
| | 屋根パネル | | | | | | |
| | I | 強度区分 | | | | | |
| | | 樹種 | _ | | | | |
| | 主な使用部位 | (CLT以外の構造材) | _ | | | | |
| 木 | | ③ ※構造材、羽柄材、下地材、 | | | | | |
| 材 | | | _ | | | | |
| | 仕上材等とし、(| | | | | | |
| | | 屋根 | 強化合わせガラス | | | | |
| | + 사 H 호7 나 L | 外壁 | _ | | | | |
| | 主な外部仕上 | | | | | | |
| | | 開口部 | _ | | | | |
| 仕 | | □ n* | | | | | |
| 上 | | 界壁 | _ | | | | |
| т. | | 間仕切り壁 | _ | | | | |
| | 主な内部仕上 | | | | | | |
| | | 床 | 人工芝 | | | | |
| | | | | | | | |
| | | 天井 | _ | | | | |
| | 構造計算ルート | | ルート2 | | | | |
| | 接合方法 | | 高力ボルト接合 | | | | |
| L-Hr | 最大スパン | | 18. 4m | | | | |
| | 以入ハハマ | | | | | | |
| 造 | 問題点・課題とその解決策 | | 移築という課題に際し、鉄骨とCLT双方にブラケットを設け、ボルト接合とすることで移築解体が容易な構法とした。 | | | | |
| | 防火上の地域図 | | 防火地域 | | | | |
| [- | | | | | | | |
| 防 | 耐火建築物等の要件 | | 有(仮設許可によりワンランクダウンの準耐火要求) | | | | |
| 耐 | 本建築物の防証 | 时火仕様 | その他(準耐火相当) | | | | |
| 火 | 問題点・課題とその解決策 | | 耐火に際しては、通し鉄骨柱には耐火塗料、CLTパネルには45分相当の燃えしろを確保することで準耐火相当とした。 | | | | |
| | | | | | | | |
| | 建筑쏐化テラジ | 上の該当右無 | | | | | |
| | 建築物省エネ法 | | 該当なし | | | | |
| | | との該当有無 に関する課題と解決策 | 該当なし | | | | |
| 温 | 温熱環境確保は | こ関する課題と解決策 | 該当なし | | | | |
| 温熱 | | | | | | | |
| 温熱 | 温熱環境確保に 主な断熱仕様 | ご関する課題と解決策屋根(又は天井) | | | | | |
| 温熱 | 温熱環境確保に 主な断熱仕様 (断熱材の種 | ご関する課題と解決策屋根(又は天井)外壁 | | | | | |
| 温熱 | 温熱環境確保に 主な断熱仕様 (断熱材の種 類・厚さ) | ご関する課題と解決策屋根(又は天井)外壁床 | —————————————————————————————————————— | | | | |
| 温熱 | 温熱環境確保に 主な断熱仕様 (断熱材の種 類・厚さ) | ご関する課題と解決策屋根(又は天井)外壁 | | | | | |
| 熱 | 温熱環境確保に 主な断熱仕様 (断熱材の種 類・厚さ) 遮音性確保に関 | 工関する課題と解決策 屋根 (又は天井) 外壁 床 場する課題と解決策 | | | | | |
| 熱 | 温熱環境確保に 主な断熱仕様 (断熱材の種 類・厚さ) | 工関する課題と解決策 屋根 (又は天井) 外壁 床 場する課題と解決策 | | | | | |
| 熱 | 温熱環境確保に 主な断熱仕様 (断熱材の種類・厚さ) 遮音性確保に関 建て方における | で関する課題と解決策 屋根 (又は天井) 外壁 床 身する課題と解決策 る課題と解決策 | | | | | |
| 熱 施 | 温熱環境確保に 主な断熱仕様 (断熱材の種類・厚さ) 遮音性確保に関 建て方における 給排水・電気 | 工関する課題と解決策 屋根 (又は天井) 外壁 床 場する課題と解決策 | ─────地組ユニットを構成し、地上で鉄骨とCLTパネルをユニット化することで工期短縮を実現。─ | | | | |
| 熱 施 | 温熱環境確保に 主な断熱仕様 (断熱材の種類・厚さ) 遮音性確保に関 建て方における | で関する課題と解決策 屋根 (又は天井) 外壁 床 身する課題と解決策 る課題と解決策 | ─────地組ユニットを構成し、地上で鉄骨とCLTパネルをユニット化することで工期短縮を実現。─ | | | | |
| 熱 施 | 温熱環境確保に 主な断熱仕様 (断熱材の種類・厚さ) 遮音性確保に関 建て方における 給排水・電気 劣化対策 | で関する課題と解決策 屋根 (又は天井) 外壁 床 身する課題と解決策 る課題と解決策 | ─────地組ユニットを構成し、地上で鉄骨とCLTパネルをユニット化することで工期短縮を実現。─CLT木口に撥水塗料を施すことで劣化対策とした | | | | |
| 熱施工 | 温熱環境確保に 主な断熱仕様 (断熱材の種類・厚さ) 遮音性確保に関 建て方における 給排水・電気 劣化対策 設計期間 | で関する課題と解決策 屋根 (又は天井) 外壁 床 身する課題と解決策 る課題と解決策 | | | | | |
| 熱 施工 工 | 温熱環境確保に 主な断熱仕様 (断熱材の種類・厚さ) 遮音性確保に関連て方における 給排水・電気 劣化対策 設計期間 施工期間 | で関する課題と解決策 屋根(又は天井) 外壁 床 場する課題と解決策 る課題と解決策 る課題と解決策 | | | | | |
| 熱施工 | 温熱環境確保に 主な断熱仕様 (断熱材の種類・厚さ) 遮音性確保に関 建て方における 給排水・電気 寄名と 設計期間 施工期間 | で関する課題と解決策 屋根(又は天井) 外壁 床 場する課題と解決策 る課題と解決策 る課題と解決策 こ線設置上の工夫 | | | | | |
| 熱 施工 工 | 温熱環境確保に 主な断熱仕様 (断熱材の種類・厚さ) 遮音性確保に関連て方における 給排水・電気 劣化対策 設計期間 施工期間 | で関する課題と解決策 屋根(又は天井) 外壁 床 場する課題と解決策 る課題と解決策 る課題と解決策 こ線設置上の工夫 | | | | | |
| 熱 施工 工 | 温熱環境確保に 主な断熱仕様 (断熱材の種類・厚さ) 遮音性確保に関 建て方における 給排水・電気 劣化対策 設計期間 施工期間 竣工(予定)年 | で関する課題と解決策 屋根(又は天井) 外壁 床 場する課題と解決策 る課題と解決策 る課題と解決策 こ線設置上の工夫 | | | | | |
| 熱 施工 工 | 温熱環境確保に 主な断熱仕様 (断熱材の種類・厚さ) 遮音性確保に関連て方における 給排水・電気 労化対策 設計期間 竣工(予定)年 発注者 | で関する課題と解決策 屋根(又は天井) 外壁 床 引する課題と解決策 5課題と解決策 ご線設置上の工夫 | | | | | |
| 熱 | 温熱環境確保に 主な断熱仕様 (断熱材の種類・厚さ) 遮音性確保に 建て方における 給排水・電気 寄名化対期間 施工期間 竣工(予定)年 発注者 設計者(複数の | で関する課題と解決策 屋根(又は天井) 外壁 床 場する課題と解決策 る課題と解決策 る課題と解決策 こ線設置上の工夫 | | | | | |
| 熱 施工 工程 体 | 温熱環境確保に 主な断熱仕様 (断熱材の種類・厚さ) 遮音性確保に関連て方における 給排水・電気 劣化対策 設計期間 竣工(予定)年 発注者 設計者(複数の 構造設計者 | で関する課題と解決策 屋根(又は天井) 外壁 床 引する課題と解決策 5課題と解決策 ご線設置上の工夫 | | | | | |
| 熱 施工 工程 体 | 温熱環境確保に 主な断熱仕様 (断熱材の種類・厚さ) 遮音性確保に 建て方における 給排水・電気 寄名化対期間 施工期間 竣工(予定)年 発注者 設計者(複数の | で関する課題と解決策 屋根(又は天井) 外壁 床 引する課題と解決策 5課題と解決策 ご線設置上の工夫 | | | | | |
| 熱 施工 工程 体 | 温熱環境確保に 主な断熱仕様 (断熱材の を音性確保に 建て方における 給排水対電 会計期間 竣工(予定) 発注者 設計者 後数の 構造設 機造数の 構造設 を発表する を発養を と を発表する を発養を と を発養を と を を と を を を を と を を と を を と を と を と | で関する課題と解決策 屋根(又は天井) 外壁 床 引する課題と解決策 5課題と解決策 ご線設置上の工夫 | | | | | |
| 熱 施工 工程 体 | 温熱環境確保に 主な断熱仕様 (断熱材の種類・厚さ) 遮音性確保に関連て方における 給排水・電気 劣化対策 設計期間 竣工(予定)年 発注者 設計者(複数の 構造設計者 | で関する課題と解決策 屋根(又は天井) 外壁 床 引する課題と解決策 5課題と解決策 ご線設置上の工夫 | | | | | |

実証事業名:(仮称) CLT 晴海プロジェクト新築工事の建築実証

建築主等/協議会運営者:三菱地所株式会社

1. 実証した建築物の概要

| 用途 | | 展示場 | | | | |
|-------------------|--------------|----------------------------|--------------------------------------|---------|--|--|
| 建設地 | | 東京都中央区晴海 | | | | |
| 構造・工法 | | 鉄骨+CLT 造 | | | | |
| 階数 | | 1 | | | | |
| 高さ (m) | | 17. 886 | 軒高 (m) | 17. 276 | | |
| 敷地面積(m | 敷地面積(m²) | | 建築面積(㎡) | 601. 38 | | |
| | 1階 | 601. 38 | | 601. 38 | | |
| 階別面積 | 2階 | | 延べ面積(m²) | | | |
| | 3階 | | | | | |
| CLT 採用部位 | | 梁 | | | | |
| CLT 使用量(| CLT 使用量 (m³) | | 加工前製品量 311.13 m³、加工後建築物使用量 235.16 m³ | | | |
| CLT を除く木材使用量 (m³) | | Om ³ | | | | |
| | (部位) | (寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種) | | | | |
| CLT の仕様 | 梁 | 210mm 厚/7 層 7 プライ/S90A/ヒノキ | | | | |
| CLI V/ LAX | | | | | | |
| | | | | | | |
| 設計期間 | | 2019年4月~5月(2カ月) | | | | |
| 施工期間 | | 2019年6月~2020年11月(6ヵ月) | | | | |
| CLT 躯体施工期間 | | 2019年8月上旬~8月下旬(3週間) | | | | |
| 竣工年月日 | | 2019年11月29日 | | | | |

2. 実証事業の目的と設定した課題

CLTを構造材かつ現し仕上材として使用する鉄骨との混構造は、今後の木造中高層建築物で多く採用されることが予想される。現状で課題となる、工期短縮、コスト削減について、接合部の仕様などを検証しながらCLT活用の優位性を実証する。本実証事業で設定した課題は以下の3点である。

- ・組立解体を容易とする鉄骨とCLT接合部の納まりの検討
- ・解体搬送、再建築を可能とする部材構成の検討
- ・純鉄骨造+木質系外装材を使用した従来の工法とのコスト比較

3. 協議会構成員

(事業主・協議会運営者) 三菱地所:伊藤、河野、柳瀬、重田、藤本

(設計監理)三菱地所設計:清水、名倉、石黒、瀬島、細川、川村、堀田、神鳥、吉岡、宇野、武藤、樋口

(設計監理) 隈研吾建築都市設計事務所:大庭、元、新嶋

(施工) 三菱地所ホーム:鈴木、古牧、綿引、加来

(施工) 岩井建設:有馬

(材料) 銘建工業:宮竹

4. 課題解決の方法と実施工程

鉄骨とCLTの接合部の開発については三菱地所設計が中心となり、工場でCLTを製作する銘建工業や現場での施工を担当する三菱地所ホームの意見を取り入れつつ検討を行った。部材構成及びコスト比較に関しては三菱地所ホームが中心となり、他工法と比較しながら検討資料を作成した。

<協議会の開催>

2019年6月:第1回開催、着工前確認

9月:第2回開催、工事進捗確認

11月:第3回開催、実証事業の取りまとめ検討

<設計>

2019年4-5月: 実施設計

6月:建築確認申請

<施工>

2019年6月: 工事契約

6月:着工、基礎工事

8月:CLT+鉄骨建て方工事

9月:ガラス屋根工事 11月:テフカ膜工事

5. 得られた実証データ等の詳細

設定した課題において次の結果が得られた。

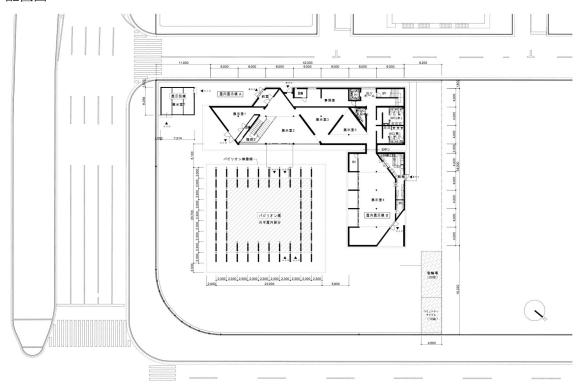
- ・鉄骨とCLTの接合部の納まりの検討
- →鉄骨との接合部をボルト接合とする事により、組立解体、再組立を容易にした。
- →CLT と一体となる鉄骨材を CLT 工場にて組込みプレファブ化することにより、工期短縮 と品質の安定化を図った。
- ・解体搬送、再建築を可能とする部材構成の検討
- →すべての部材が分解移送可能となるよう、部材構成を決定した。
- ・純鉄骨造+木質系外装材を使用した従来の工法とのコスト比較
- →CLT 歩留まりの良い寸法+工期を短縮することでコストを削減した。

6. 本実証により得られた成果

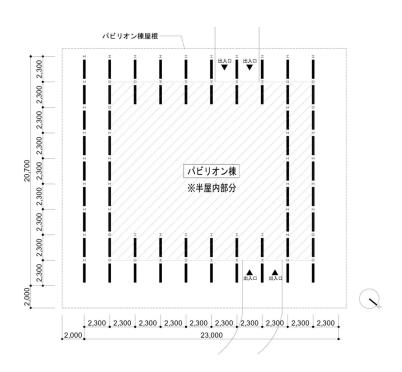
- ・木造中高層に応用可能な移築できる鉄骨と CLT の接合部を開発。
- ・コスト削減効果、所要工期を数値化して、今後の施工の参考資料として使用可能。

7. 建築物の平面図・立面図・写真等

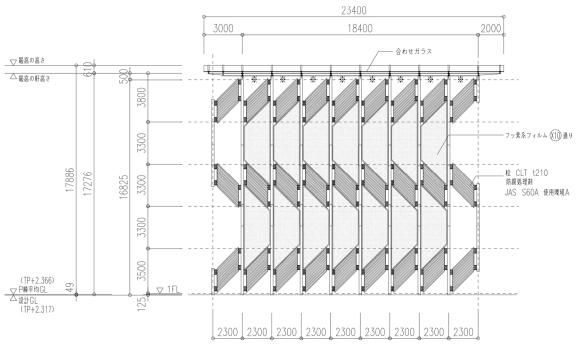
配置図



平面図



立面図 (南東)



外観• 内観



■移築可能な構造の検討





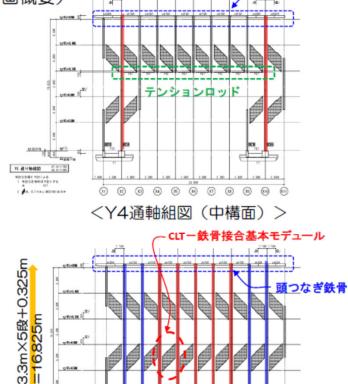
内観写真 外観写真

建築計画概要 (パビリオン棟 構造計画概要) 供骨通し柱 (コラム材) 骨通し柱 (H形鋼) (mg) (Y9) (18) 9 (Y6) (42) (4 (73) (72) 9 (14) (85) (86) (77) (38) <平面計画>

鉄骨造 (ルート2) の規定に基づき許容応力度設計を行う。 地震力は、ベースシア係数(CO)=0.2の1層建物として算出する。 (Rt=1.0) とする。

鉄骨造耐震設計ルート2の規定に基づき、鉄骨部材接合は保有耐 力接合とする。

CLT-鉄骨接合部ディテールは1種類の接合部(基本モデュール) の繰り返しとする。



頭つなぎ鉄骨

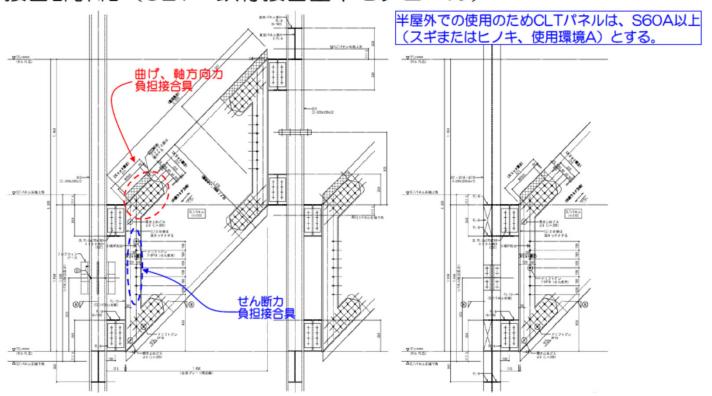
(9) <Y2通軸組図(外周構面)>

=16,825m

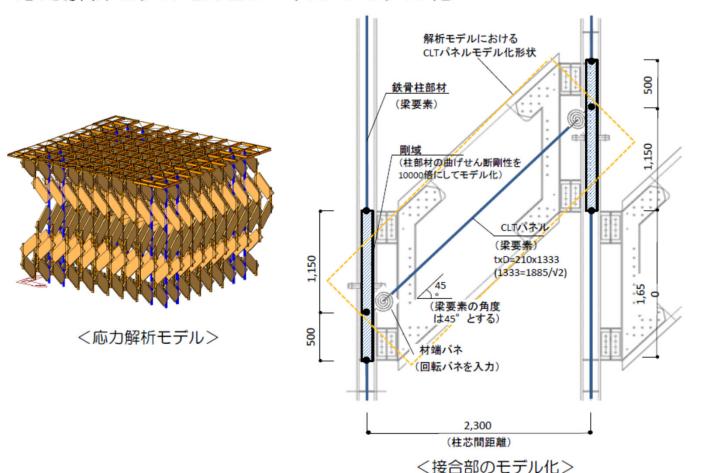
12 通り物線器 AT 8-1/80 AS 8-1/80

■移築可能な構造の検討

接合部詳細(CLT-鉄骨接合基本モデュール)



応力解析モデルとCLTパネルのモデル化



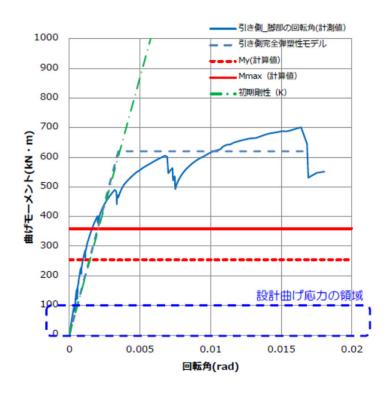
■移築可能な構造の検討

回転剛性評価と曲げ耐力評価の妥当性確認(水平加力試験)

実大パネルの材長1/2の実験体を用いて正負交番水平加力試験を行い、回転剛性および曲げ耐力評価の妥当性確認を行った。



| 項目 | | 実験値 | 計算値 | 実験値/計算値 |
|--------------|-----------------------------|---------|---------|---|
| | Pmax (kN) | 850 | | |
| | Mmax (kN·m) | 701 | | |
| 中華を表し物 | θ max (rad) | 0.01640 | | |
| 実験計測値 | θ (0.1Pmax) | 0.00024 | | *************************************** |
| 100. | θ (0.4Pmax1) | 0.00109 | | |
| | θ (0.4Pmax2) | 0.00109 | | |
| | θ (0.9Pmax) | 0.01078 | | |
| | Py (kN) | 533 | | |
| | My (kN·m) | 440 | 254 | 1.73 |
| | θy (rad) | 0.00246 | | |
| | D(0.8Pmax): θ u (rad) | 0.01683 | | |
| 完全弾塑 | 初期剛性K (kN/rad) | 216,429 | | *************************************** |
| 性モデル の特性値 | 初期剛性K (kN·m/rad) | 178,554 | 173,742 | 1.03 |
| O) 14 III IM | Pu (kN) | 752 | | |
| | Mu (kN·m) | 620 | 359 | 1.73 |
| | D(Pu): θ v | 0.00347 | | <u> </u> |
| | $\mu = \theta u / \theta v$ | 4.85 | | |



水平加力試験体の破壊性状





水平加力試験終了状況



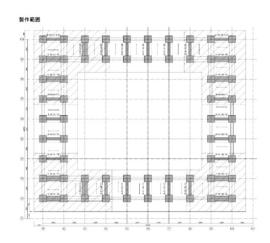


試験体解体による接合具変形状態の確認

■現場建築施工における検討

1.工期の短縮 実質工期2.5か月の実現

- a.基礎躯体のPca化
 - ・在来工法だと21日かかる
- →結果Pca設置3日+取合躯体工事8日
- ・アンカーボルト精度の確保
- →目標±5ミリ → 結果±2ミリ





Pca工場型枠



Pca工場出来形



現場Pca据付け



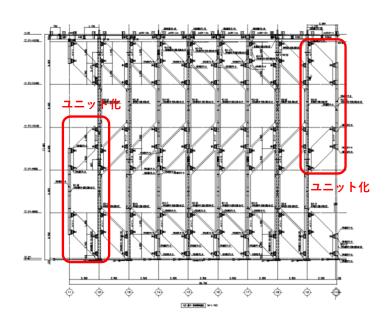
梁·耐圧配筋



基礎完成出来形

b.CLT建て方工事のユニット化 (地組タワーにて先組みユニット化)

・CLT含め計800P 目標40P/日 20日間 →実質工期 14日間 (硝子屋根除く)







地組み足場

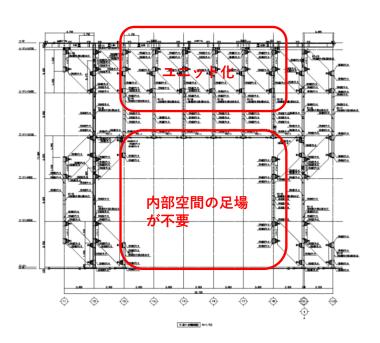
币上げ状況

■現場建築施工における検討

1.工期の短縮 実質工期2.5か月の実現

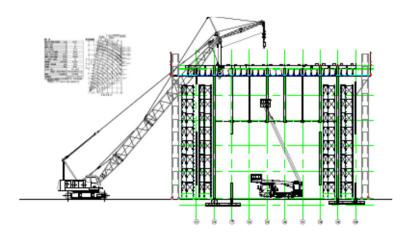
c.仮設設備の省力化(ユニット化により足場を最小限とする)

・計画足場組立数量:7,440㎡ → 3,500㎡







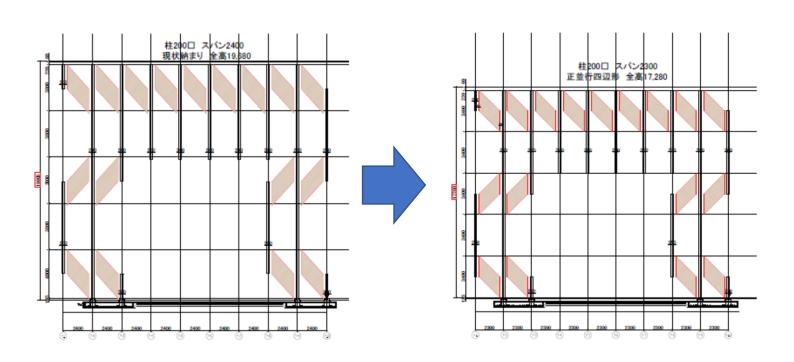


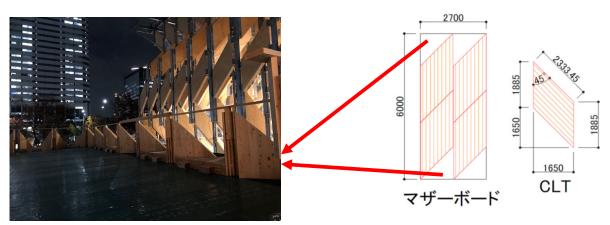


■現場建築施工における検討

2. 最適スパンとすることでのコスト縮小

- a.スパン2.4m×H20m → スパン2.3m×H17.8mへの変更
 - ・高さを低減することでの避雷針設置の回避
 - ・マザーボード2.7m×6.0m=16.2m⁰の中で、 2枚取り→4枚取りが可能 CLT3.6m²×2= 7.2m² 16.2m²- 7.2m²=9m²のロス 3.1m²×4=12.3m² 16.2m²-12.3m²=3.9m²のロス
- b.端材の再利用 端材3.9㎡×360枚=1404㎡の有効利用
 - ・展示棟屋上手摺材への転用
 - ・端材を利用した家具の作成



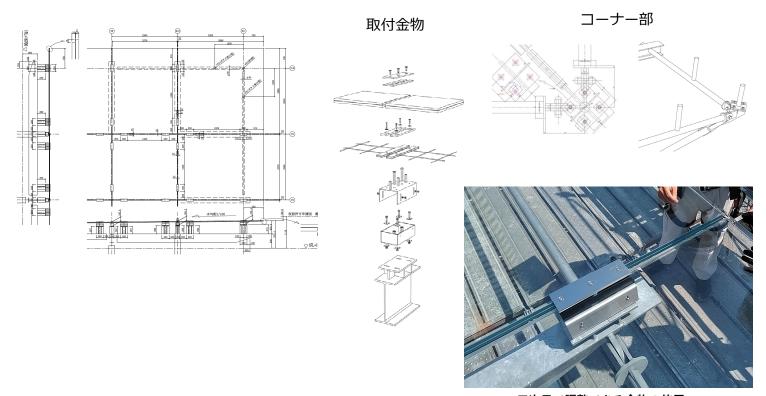


端材を手摺および家具として再利用

■真庭市移設後の耐久性の確保の検討

1.蒜山積雪荷重(2.5m)に対する屋根の検討

SGP強化合わせガラスの採用



三次元で調整できる金物の使用

■真庭市移設後の耐久性の確保の検討

2.CLT材への保護塗料の検討

防蟻および耐候性のある塗料にて暴露試験を行い、意匠性含めた総合的な判断に て材料を決定した。



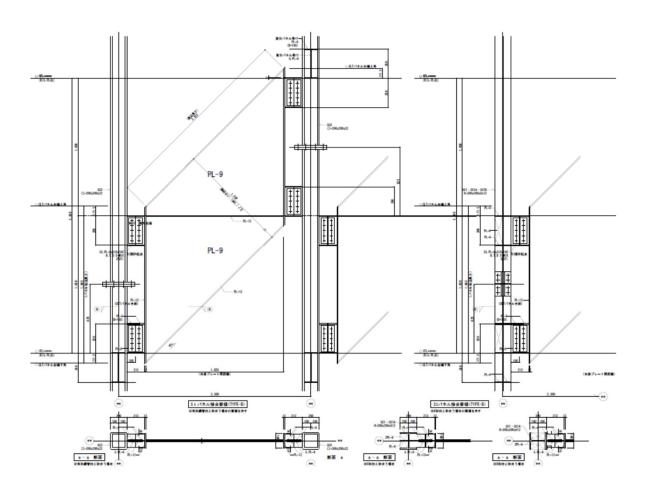


<採用防腐防蟻対策仕様>

| \p\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\ | | | | | | |
|--|---|--|-----------------------|--|--|--|
| | パビリオン棟 | | 屋内棟 | | | |
| 塗布の位置 | 平面 | 小口面 | 1階のCLT壁パネル 1階の集成材柱 | 2階床パネル以上の CLTパネル 2階床面以上の集成材 | | |
| 塗装仕様 | 和信化学 ニューガードラッ ク(2液仕様) | 左記ガードラックの 上にニューブリード (撥水剤)重ね塗り | キシラモンの上に パトン重ね塗り | パトンのみ | | |
| 対候性 | 0 | 0 | × | × | | |
| 防腐 | 0 | 0 | 0 | 0 | | |
| 防蟻 | 防蟻 | | 0 | × | | |
| 塗り替え可否 | 0 | △ (魔水連邦の上にニュー ガットラックが連布できる かについて塗り替えの実績 はあり) | 0 | 0 | | |
| 備考 | ニューガードラック:対候性を有する塗料で、防腐防蟻効果を有する新商品 ニューガードラックは含浸性のため、小口面に経年で割れが生じた場合の水分の内部侵入は防止できない 小口面は造膜系塗料のニューブリードを塗布し水分の侵入を軽減する。 | | | キシラモン:防機塗料(屋内使用想定) バトン:防腐塗料(屋内使用想定) バトンとキシラモンは同一メーカー製品であり重ね塗り可能 造膜系ではなく含浸性塗料のためタッチアップ可能 | | |

■純鉄骨造とのコスト比較

純鉄骨造との比較



コスト比較試算

現行CLT工事費

CLT: t210 桧 JAS S90A 使用環境A 360枚 311m3

| | | 一式 | | | 178,970,000 |
|-----|---|-------------------------------------|-------------------|-----------------------------|---|
| 鉄骨案 | : | 鉄骨工場パ 溶融亜鉛メッキ 運搬費 検査費・取付費等 | 229 t " 48台 | 600,000 80,000 45,000 | 137,505,000 18,334,000 2,160,000 5,200,000 |
| | | 計 | | | 163,199,000 |