２．６　（有）シンタニ／平井政俊建築設計事務所

1.　建築物の仕様一覧

事業名			(仮称)代官山猿楽町プロジェクト新築工事の建築実証･設計実証
実施者（担当者）			シンタニ／平井政俊建築設計事務所
建築物の概要	用途		店舗+事務所+住宅
	建設地		東京都渋谷区
	構造・工法		鉄筋コンクリート造+CLTパネル工法
	階数		地下1+地上3
	高さ（m）		11.26
	軒高（m）		10.699
	敷地面積（㎡）		62.5
	建築面積（㎡）		43.71
	延べ面積（㎡）		179.58
	階別面積	地下1階	45.09
		1階	41.66
		2階	43.71
		3階	43.71
		R階	5.41
CLTの仕様	ＣＬＴ採用部位		壁、床、屋根
	ＣＬＴ使用量（㎥）		加工前製品量48㎥、建築物使用量38㎥
	壁パネル	寸法	t150/180/210(W0.9～1.5mxH2.2～2.7m)
		ラミナ構成	5層5プライ/7層7プライ
		強度区分	S60
		樹種	スギ
	床パネル	寸法	t210(W0.8～2.4mxH3.5～5.6m)
		ラミナ構成	5層7プライ
		強度区分	Mx90
		樹種	スギ+最外層ヒノキ
	屋根パネル	寸法	t150(W1.4～1.5mxH1.8～2.1m)
		ラミナ構成	5層5プライ
		強度区分	Mx90
		樹種	スギ+最外層ヒノキ
木材	主な使用部位（CLT以外の構造材）		柱･梁：オウシュウアカマツ集成材
	木材使用量（㎥）※構造材、羽柄材、下地材、仕上材等とし、CLT以外とする		20㎥
仕上	主な外部仕上	屋根	FRP防水/耐水合板t12二重貼り
		外壁	吹付塗装/下地処理/窯業系サイディングt16
		開口部	アルミサッシ/複層ガラス(PW6.8+A6+F5)
	主な内部仕上	界壁	PBt12.5二重張り/木下地千鳥型配置@303/遮音用ﾛｯｸｳｰﾙ
		間仕切り壁	PBt12.5/LGS50型@303/吸音ｳｰﾙt50
		床	ｵｰｸﾌﾛｰﾘﾝｸﾞt14/遮音ﾏｯﾄt18/構造用合板t12/ﾊﾟｰﾃｨｸﾙﾎﾞｰﾄﾞt20
		天井	CLT現し仕上げ
構造	構造計算ルート		ルート2
	接合方法		ビス接合/ドリフトピン+ボルト接合/製作金物
	最大スパン		3.5m
	問題点・課題とその解決策		傾斜床パネルやステップフロアの採用などによる複雑な構造形式であったが、それらに配慮した3D解析モデルを作成し、構造解析を行った
防耐火	防火上の地域区分		準防火地域
	耐火建築物等の要件		無
	本建築物の防耐火仕様		1時間準耐火
	問題点・課題とその解決策		床パネルについて上下燃えしろを確保すると部材厚が大きくなりすぎるため、下面(天井)のみ現しとし、上面は準耐火(1時間)被覆とした。
温熱	建築物省エネ法の該当有無		該当なし
	温熱環境確保に関する課題と解決策		
	主な断熱仕様（断熱材の種類・厚さ）	屋根（又は天井）	フェノールフォーム断熱材1種2号CⅡ　・　60mm
		外壁	フェノールフォーム断熱材1種2号CⅡ　・　60mm
		床	
施工	遮音性確保に関する課題と解決策		現しの壁･天井(床)が一体的に接合されているため上下階の壁-床-壁を伝わる衝撃音は防ぐことができないが、床仕上を二重床とし遮音マット･吸音材を併用することで歩行や物体の落下などの衝撃音を下階に伝わりにくいように計画した。
	建て方における課題と解決策		狭小地におけるCLTパネルの搬入と置き場の確保。埼玉県の倉庫から材料を作業の進度に合わせて搬入することで解決した。
	給排水・電気配線設置上の工夫		CLT床パネルを斜めにすることで床下の配管スペースを最小化し、下階の天井高さを高く確保。電気配線は雑壁内を配線、壁面照明を主とした。
	劣化対策		CLTの現し仕上げはすべて屋内とし、軒天部分は床パネルをFRP防水処理の上その他のCLT現し天井に合わせ、化粧としてヒノキの羽目板張りを採用した。
工程	設計期間		H29.1月～7月（7カ月）
	施工期間		H29.8月～H30.6月（10ヵ月）
		ＣＬＴ躯体施工期間	H30.1月上旬～中旬（10日間）
	竣工（予定）年月日		2018/6/30(予定)
体制	発注者		有限会社シンタニ
	設計者（複数の場合はそれぞれ役割を記載）		一級建築士事務所　平井政俊建築設計事務所
	構造設計者		株式会社オーク構造設計
	施工者		株式会社和田工務店
	ＣＬＴ供給者		銘建工業株式会社
	ラミナ供給者		銘建工業株式会社

実証事業名： (仮称)代官山猿楽町プロジェクト新築工事の建築実証・設計実証
実施者／協議会運営者または担当者：有限会社　シンタニ／平井政俊建築設計事務所

１．実証した建築物の概要

<table>
<tr><td colspan="2">用途</td><td colspan="3">店舗+事務所+住宅</td></tr>
<tr><td colspan="2">建設地</td><td colspan="3">東京都渋谷区</td></tr>
<tr><td colspan="2">構造・工法</td><td colspan="3">鉄筋コンクリート造+CLT パネル工法</td></tr>
<tr><td colspan="2">階数</td><td colspan="3">地下 1 階+地上 3 階</td></tr>
<tr><td colspan="2">高さ（m）</td><td>11.260</td><td>軒高（m）</td><td>10.699</td></tr>
<tr><td colspan="2">敷地面積（㎡）</td><td>62.50</td><td>建築面積（㎡）</td><td>43.71</td></tr>
<tr><td rowspan="5">階別面積（㎡）</td><td>地下 1 階</td><td>45.09</td><td rowspan="5">延べ面積（㎡）</td><td rowspan="5">179.58</td></tr>
<tr><td>1 階</td><td>41.66</td></tr>
<tr><td>2 階</td><td>43.71</td></tr>
<tr><td>3 階</td><td>43.71</td></tr>
<tr><td>R 階</td><td>5.41</td></tr>
<tr><td colspan="2">CLT 採用部位</td><td colspan="3">耐力壁・床版・屋根版</td></tr>
<tr><td colspan="2">CLT 使用量（m^3）</td><td colspan="3">47.58 m^3</td></tr>
<tr><td colspan="2">CLT を除く木材使用量（m^3）</td><td colspan="3">20 m^3</td></tr>
<tr><td rowspan="4">CLT の仕様</td><td>（部位）</td><td colspan="3">（寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種）</td></tr>
<tr><td>壁</td><td colspan="3">t150/180/210･W0.9m～1.5m×h2.2～2.7m･5x5/7x7･S60･ｽｷﾞ</td></tr>
<tr><td>床</td><td colspan="3">t210･w0.8～2.4m×h3.5～5.6m･5x7･Mx90/S60･ｽｷﾞ+ﾋﾉｷ</td></tr>
<tr><td>屋根</td><td colspan="3">t150･w1.4～1.5m×h1.8～2.1m･5x5･Mx90･ｽｷﾞ+ﾋﾉｷ</td></tr>
<tr><td colspan="2">設計期間</td><td colspan="3">H29.1～H29.7(7 ヶ月)申請手続き期間を含む</td></tr>
<tr><td colspan="2">施工期間</td><td colspan="3">H29.8～H30.6(10 ヶ月)予定</td></tr>
<tr><td colspan="2">CLT 躯体施工期間</td><td colspan="3">H30.1(10 日間)</td></tr>
<tr><td colspan="2">竣工（予定）年月日</td><td colspan="3">H30.6 月末</td></tr>
</table>

２．実証事業の目的と設定した課題

[実証事業の目的]

CLT 関連告示を用いた 1 時間準耐火構造の大規模木造建築の設計にあたり、現在都市部にある狭小地や不整形な敷地に対応したような CLT 建築は存在していない。本事業の実証が都市部に存在する多くの狭小地・不整形地における CLT 建築物の先導的役割となり、都市型木造建築の新たな可能性を示す役割を持つ。

[実証事業で設定した課題]

(1)CLT 建築物の不整形な敷地形状への対応

(2)CLT 建築物の都心狭小地への対応

(3) 1 時間準耐火構造(大規模木造建築物)の燃えしろ設計(告示ルート 2)

３．実証事業の実施体制（または協議会構成員）

[意匠設計]平井政俊建築設計事務所

[構造設計]オーク構造設計

[施工]和田工務店

[材料]CLT 製造:銘建工業　プレカット:銘建工業/篠原商店/秋田グルーラム

４．課題解決の方法と実施工程

(1) 不整形な敷地形状に対応するため床パネル形状を一部台形とした。CLT 告示解説書に従い、三角形部分は開口部として扱い、有効矩形部分のみで耐力を確保した。

(2)都心狭小地における厳しい高さ制限等の法規制の中で、要求された面積を確保するため、設備スペースを最小化し、その分下階の天井高を確保するなどのために一部傾斜床パネルを採用、また階段部面積を最小化するためステップフロアを採用した。複雑な構造形式に配慮した 3D モデルを作成し、構造解析を行った。（「MIDAS Gen」使用）

(3)新たな都市型木造建築として、まちから木を感じられるファサード・面的な暖かみと開放感のある室内空間を作るために、1 時間準耐火構造の燃えしろ設計を用い、耐力壁・床版ともに現しにすることを検討した。

＜協議会の開催＞

平成 29 年 3 月:第 1 回開催、全体スケジュール確認、接合部の施工上の問題点の確認など

平成 29 年 5 月:第 2 回開催、CLT 部材の確認、使用樹種/等級などの確認

平成 29 年 6 月:第 3 回開催、CLT 接合部・架構・製造などの確認

平成 29 年 8 月:第 4 回開催、建て方スケジュール、施工手順などの確認

平成 29 年 9 月:第 5 回開催、問題のある接合部について共有、解決策の検討など

平成 29 年 9 月:第 6 回開催、RC 構造と取り合うアンカーボルトについて施工、製作の確認など

平成 29 年 10 月:第 7 回開催、施工図・加工図進歩状況確認、全体スケジュール確認

平成 29 年 11 月:第 8 回開催、施工図・加工図進歩状況確認、金物等納期確認

平成 29 年 11 月:第 9 回開催、施工図・加工図進歩状況確認、金物等納期確認

平成 30 年 1 月:第 10 回開催、実証事業とりまとめ

＜設計＞

平成 29 年 1 月～平成 29 年 7 月:実施設計

平成 29 年 1 月～平成 29 年 7 月:構造設計

平成 29 年 7 月:建築確認申請

＜施工＞

平成 29 年 3 月:工事契約

平成 29 年 8 月:着工、地盤改良工事

平成 29 年 9 月～12 月:・山留め・基礎工事・地下 RC 構造部など

平成 30 年 1 月:建て方

1 月～:木工事、サッシ工事　2 月～:外装工事　3 月～:内装工事　4 月～:設備工事

５．得られた実証データ等の詳細

(1) 不整形敷地への対応

敷地形状に合わせた台形床パネルにおいて、有効矩形部分に必要な幅から床パネルの割付を決定した。また開口部扱いとなってしまう三角形部分に設備用のパイプスペースを設けるなど、不整形なパネル形状を可能な限り有効に活用するように計画した。

(2) 都心狭小地への対応

傾斜床パネルやステップフロアの採用などによる複雑な構造形式であったが、それらに配慮した 3D 解析モデルを作成し、構造解析を行った。複雑な構造形式への CLT 活用の可能性を示した。

(3) 新たな都市型木造建築

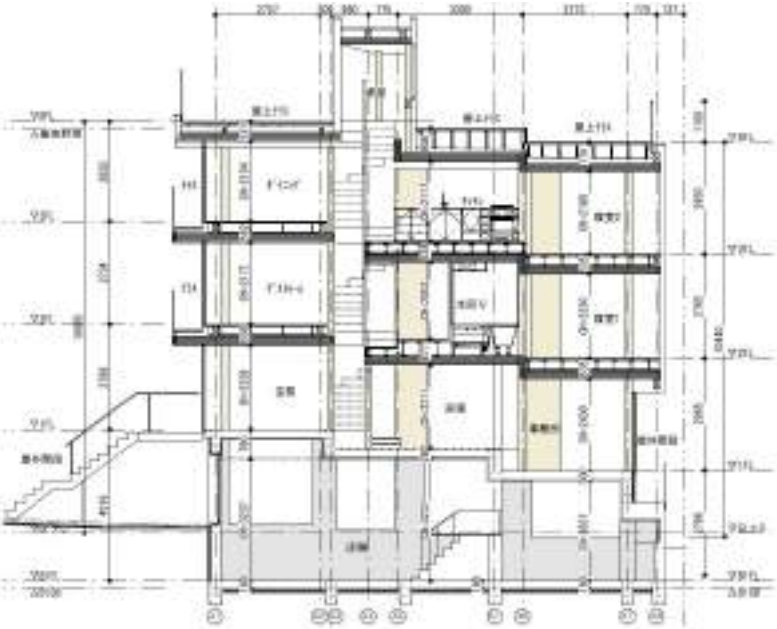
１階部分の耐力壁に厚み 210mm の CLT を用い、両面(室内外)現し仕上げとすることで、都市に対して視認性の高い木質ファサードを計画。CLT の外部露出は耐候性や断熱性の点で問題があるため、外皮(サッシ･外壁)と構造部材(CLT)を分けて考え、開口部越しに CLT を見せることとした。上階では t150mm の CLT を用い、片面(室内)のみ現しとし、暖かみのある室内空間を生み出すことができた。床スラブについては下面のみ現し仕上げとし、傾斜床パネルの構成も相まって、室内空間のみではなく外部からも天井面の CLT を見ることができ、立体感のある木質ファサードを都市に展開できた。

６．本実証により得られた成果

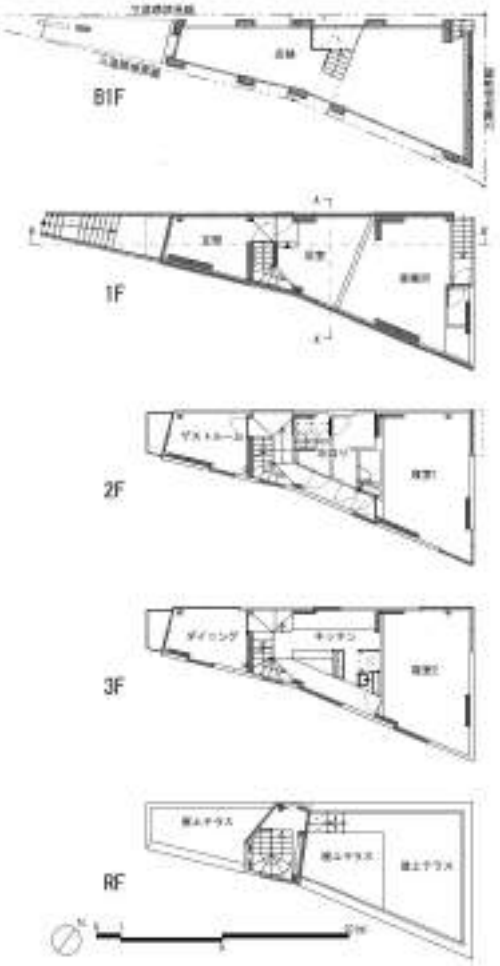
- 矩形パネル形状の事例が多い CLT 建築物のなかで、不整形な敷地形状に合わせた台形パネルの使用が十分可能であることを示した。
- 現在の告示仕様では CLT 床パネルを平行な二つの壁または梁で支持する必要があり、不整形な建物形状の場合、矩形であることを前提としているこのような告示仕様が足かせとなってしまい、部材量が増えている。今後告示仕様の再検討を期待したい。
- 傾斜床パネルやステップフロアなど CLT の使用方法としてこれまでにない新たな事例となり、CLT の建材としての可能性を示した。
- 告示ルート 2 での CLT 工法建築物としては、非常に少ない壁量で実現することができ、CLT 部材量を減らすことに成功した。一方で、各接合部への負荷が大きく接合金物費の増大、及び複数箇所での床パネルへのボルト貫通など施工難度が上がったことで、想定よりも金物詳細設計及び製作期間が延び、コスト面でも課題が残った。
- 現状の CLT 建築の事例では所在地が地方であったり、外観からでは CLT 使用箇所が判断できないものであったりと CLT 建築を見学できる機会は限られていると感じる。今回のプロジェクトにおいて外部からの視認性を意識した木質ファサードを計画したことや、建物の用途や土地の性格などから様々な人が気軽に建物を見ることができ、今後の CLT 建築の普及に大きく貢献する建築となると考えている。

7．建築物の平面図・立面図・写真等

A-A'断面図 S=1:200



B-B'断面図 S=1:200

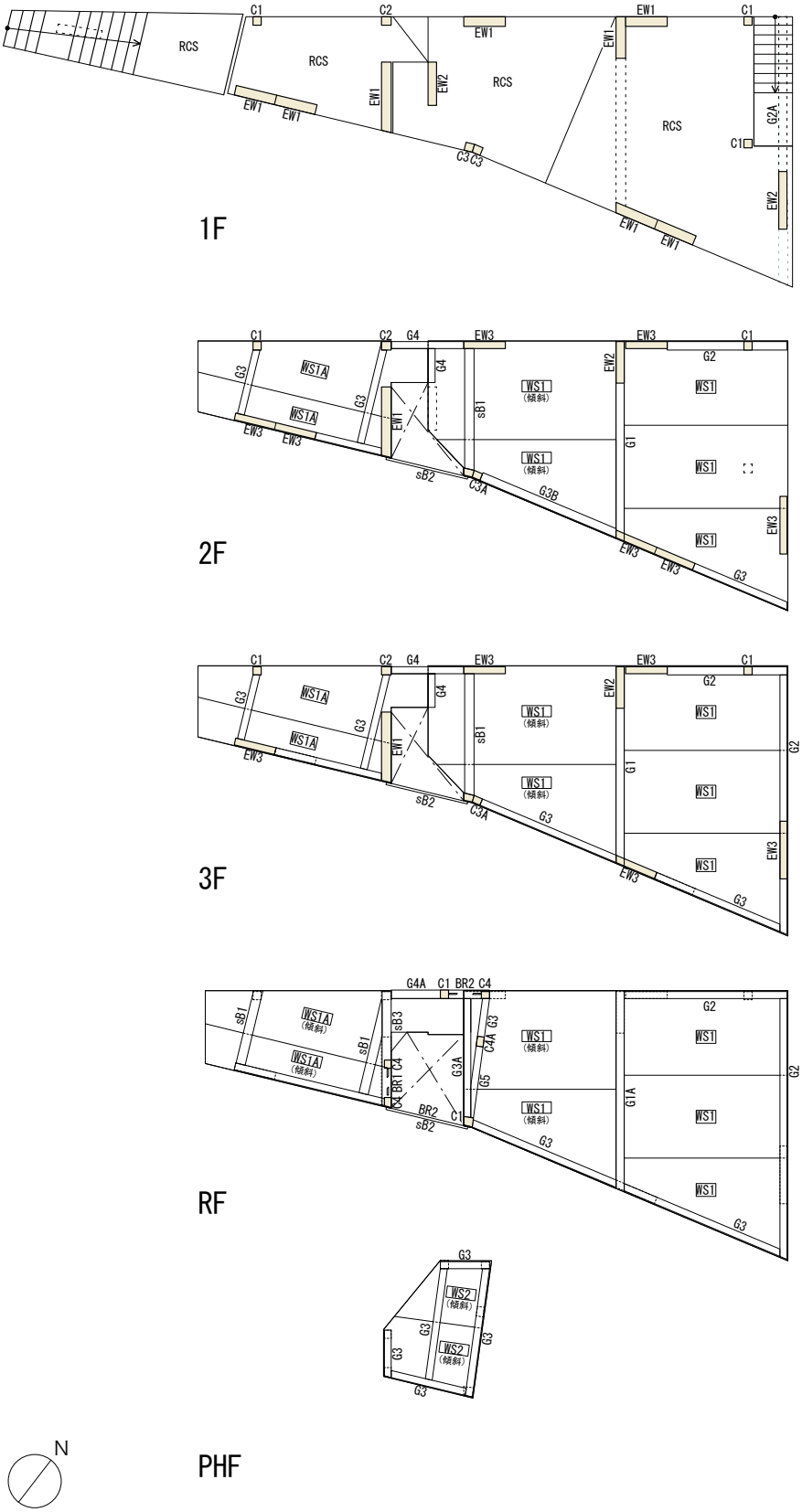


各階平面図　S=1:300

3D構造解析モデル

建方時(2階傾斜床パネル部)

□構造体平面図



各階構造体平面図(木造部)　S=1:150

□部材リスト

CLT

記号	EW1	EW2	EW3	WS1	WS1A	WS2
使用箇所	耐力壁	耐力壁	耐力壁	床版	床版	床版
樹種	スギ	スギ	スギ	スギ+最外層ヒノキ	スギ	スギ+最外層ヒノキ
パネル厚さ	210mm(両面燃えしろ)	180mm(両面燃えしろ/外部被覆+内部燃えしろ)	150mm(外部被覆+内部燃えしろ)	210mm(上面被覆+下面燃えしろ)	210mm(上面被覆+下面燃えしろ)	150mm(上面被覆+下面燃えしろ)
パネル幅	900～1479mm	900～1250mm	900～1250mm	1800～2400mm	830～1640mm	1460～1500mm
パネル長さ	2290～2740mm	2112～2356mm	2520～2628mm	3545～4075mm	4370～5670mm	1890～2120mm
強度等級	S60-7x7(外層:M60A以上、内層M60A以上)	S60-7x7(外層:M60A以上、内層M60A以上)	S60-5x5(外層:M60A以上、内層M60A以上)	Mx90-5x7(外層:M90A以上、内層M30A以上)※	S60-5x7(外層:M60A以上、内層M60A以上)	Mx90-5x5(外層:M60A以上、内層M60A以上)※
ラミナ厚さ	30mm	25.7mm	30mm	30mm	30mm	30mm
ラミナ幅	120mm±10mm	120mm±10mm	120mm±10mm	120mm±10mm	120mm±10mm	120mm±10mm
積層部接着剤	水性高分子イソシアネート系樹脂接着剤	水性高分子イソシアネート系樹脂接着剤	水性高分子イソシアネート系樹脂接着剤	水性高分子イソシアネート系樹脂接着剤	水性高分子イソシアネート系樹脂接着剤	水性高分子イソシアネート系樹脂接着剤
横はぎ部分接	なし	なし	なし	なし	なし	なし

集成材

記号	C1	C2	C3	C3A	C4	C4A
使用箇所	柱	柱	柱	柱	柱	柱
樹種	オウシュウアカマツ	オウシュウアカマツ	オウシュウアカマツ	オウシュウアカマツ	オウシュウアカマツ	オウシュウアカマツ
断面寸法	□180x180(全面燃えしろ)	□210x180(全面燃えしろ)	□180x180(断面形状不整形)(全面燃えしろ)	□150x180(断面形状不整形)(室内面燃えしろ)	□150x180(室内面燃えしろ)	□150x210(全面燃えしろ)
強度等級	E95-F315	E105-F300	E95-F315	E95-F315	E95-F315	E95-F315

記号	G1	G1A	G2	G2A	G3	G3A
使用箇所	梁(逆梁)	梁(逆梁)	梁(逆梁)	梁(一部逆梁)	梁(逆梁)	梁(逆梁)
樹種	オウシュウアカマツ	オウシュウアカマツ	オウシュウアカマツ	オウシュウアカマツ	オウシュウアカマツ	オウシュウアカマツ
断面寸法	□180x694(断面形状不整形)(全面燃えしろ)	□180x1124(断面形状不整形)(全面燃えしろ)	□150x270(全面燃えしろ)	□180x270(全面燃えしろ)	□150x240(全面燃えしろ)	□150x355(全面燃えしろ)
強度等級	E95-F315	E95-F315	E95-F315	E105-F300	E95-F315	E95-F315

記号	G3B	G4	G4A	G5
使用箇所	梁(逆梁)	梁(逆梁)	梁(逆梁)	梁
樹種	オウシュウアカマツ	オウシュウアカマツ	オウシュウアカマツ	オウシュウアカマツ
断面寸法	□150x240(断面形状不整形)(全面燃えしろ)	□150x534(断面形状不整形)(全面燃えしろ)	□150x575(断面形状不整形)(全面燃えしろ)	□150x360
強度等級	E95-F315	E95-F315	E95-F315	E105-F300

鉄骨部材

記号	sB1	sB2	sB3	BR1	BR2
使用箇所	梁(逆梁)	梁(逆梁)	梁(逆梁)	ブレース	ブレース
材質	SS400	SS400	SS400	SS400	SS400
断面寸法	T-100x100x5.5x8+下ﾌﾗﾝｼﾞPL-9	[-100x50x5x7.5	T-97x150x6x9+下ﾌﾗﾝｼﾞPL-9	M20 ターンバックル付	M16 ターンバックル付

※Mx90-5x7、Mx90-5x5はそれぞれMx60-5x7、Mx60-5x5の材料強度を用いて検討した。

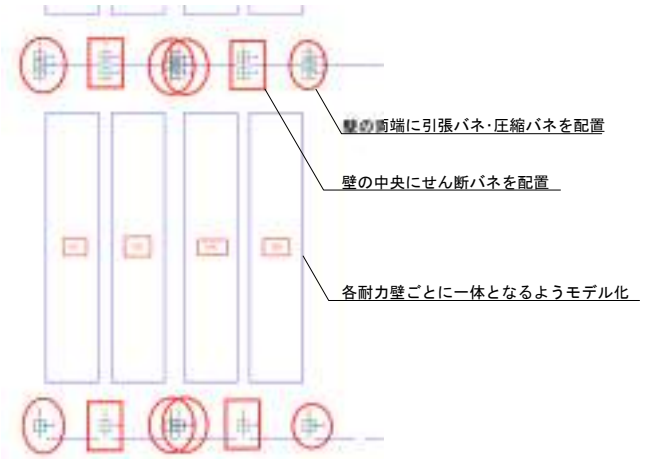
□立面図

北側立面図　S=1:150

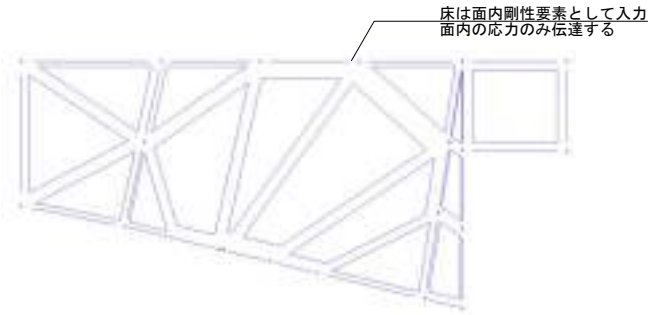
南側立面図　S=1:150

□構造解析概要

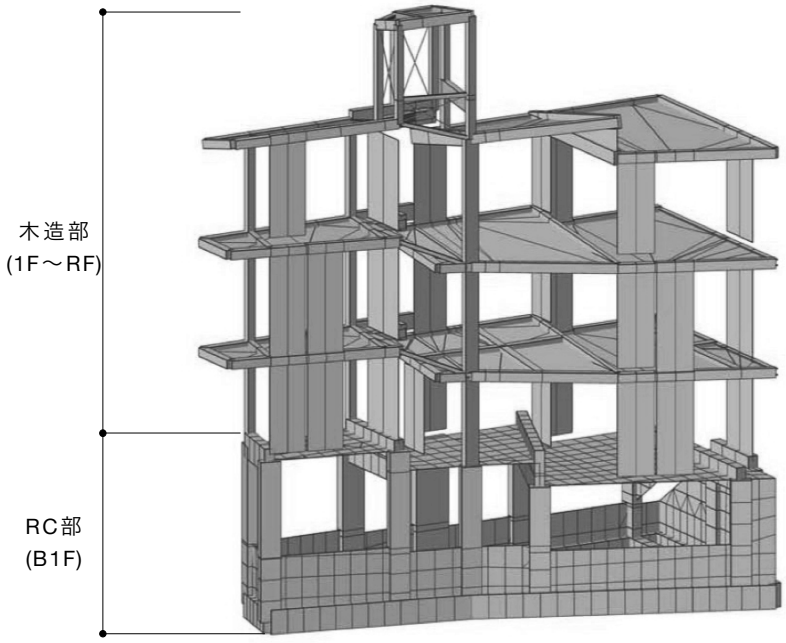
CLT工法部分の解析モデルについて、水平構面は非剛床弾性床としており、CLT床パネルを面内剛性要素として入力した。床面の傾斜、段差等の影響も考慮して設計できるよう、モデルに反映している。CLT壁パネルは頂部・脚部に接合部バネ要素を設けた板要素として入力した。接合部バネについて、軸剛性は引張と圧縮のバネをそれぞれ壁要素端部に入力し、壁中央にせん断バネを入力した。
各接合部形式について、引張接合部及びせん断接合部については、「鋼板を挿入したドリフトピン+ボルト接合部」と「鋼板添え板ビス接合部」を併用しており、部材の現し面に応じて使い分けている。接合部に使用するボルトは伸び性能をもつSNR400,490材を使用している。圧縮に対しては、CLTパネル木口の支圧耐力によって、支持している。



鉛直構面モデル概要図

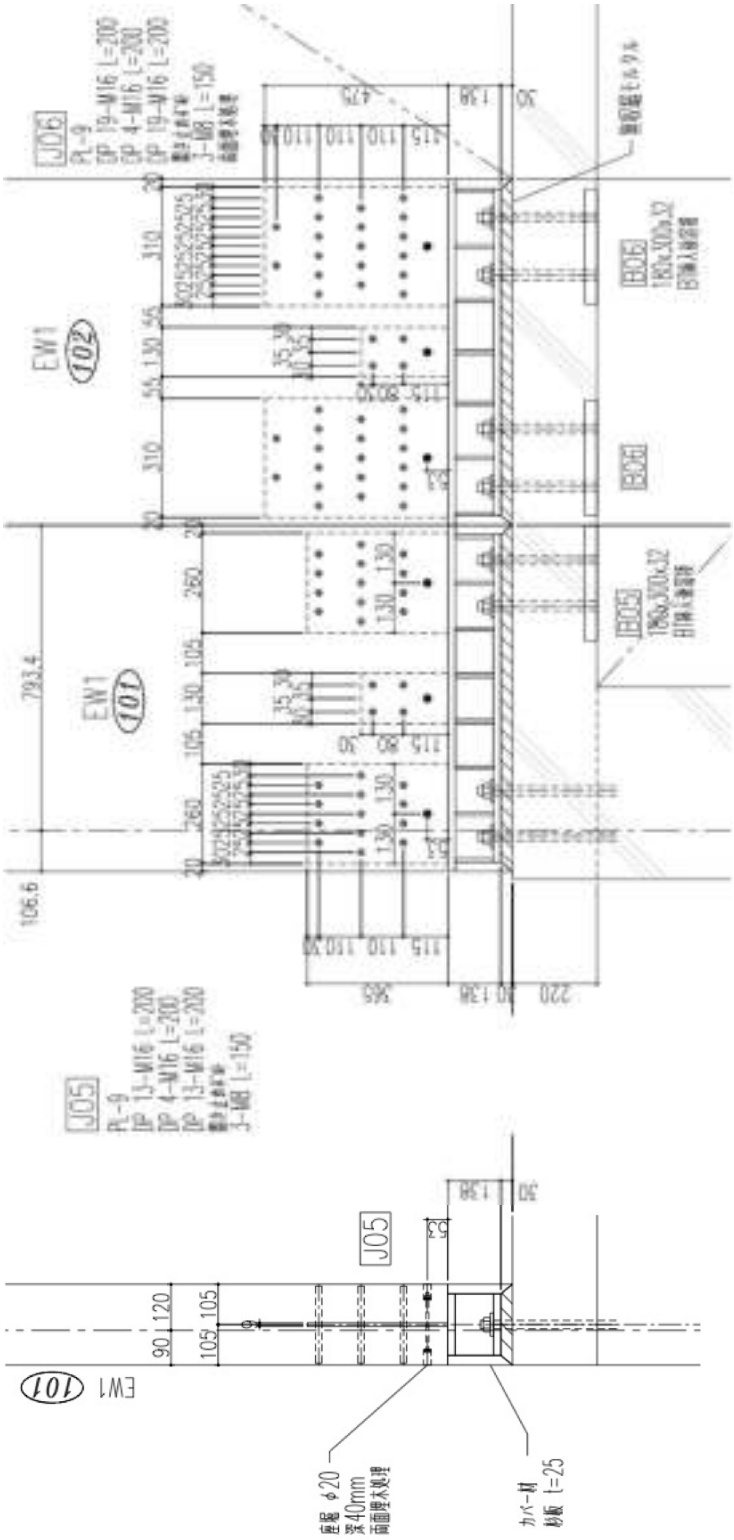


水平構面モデル概要図

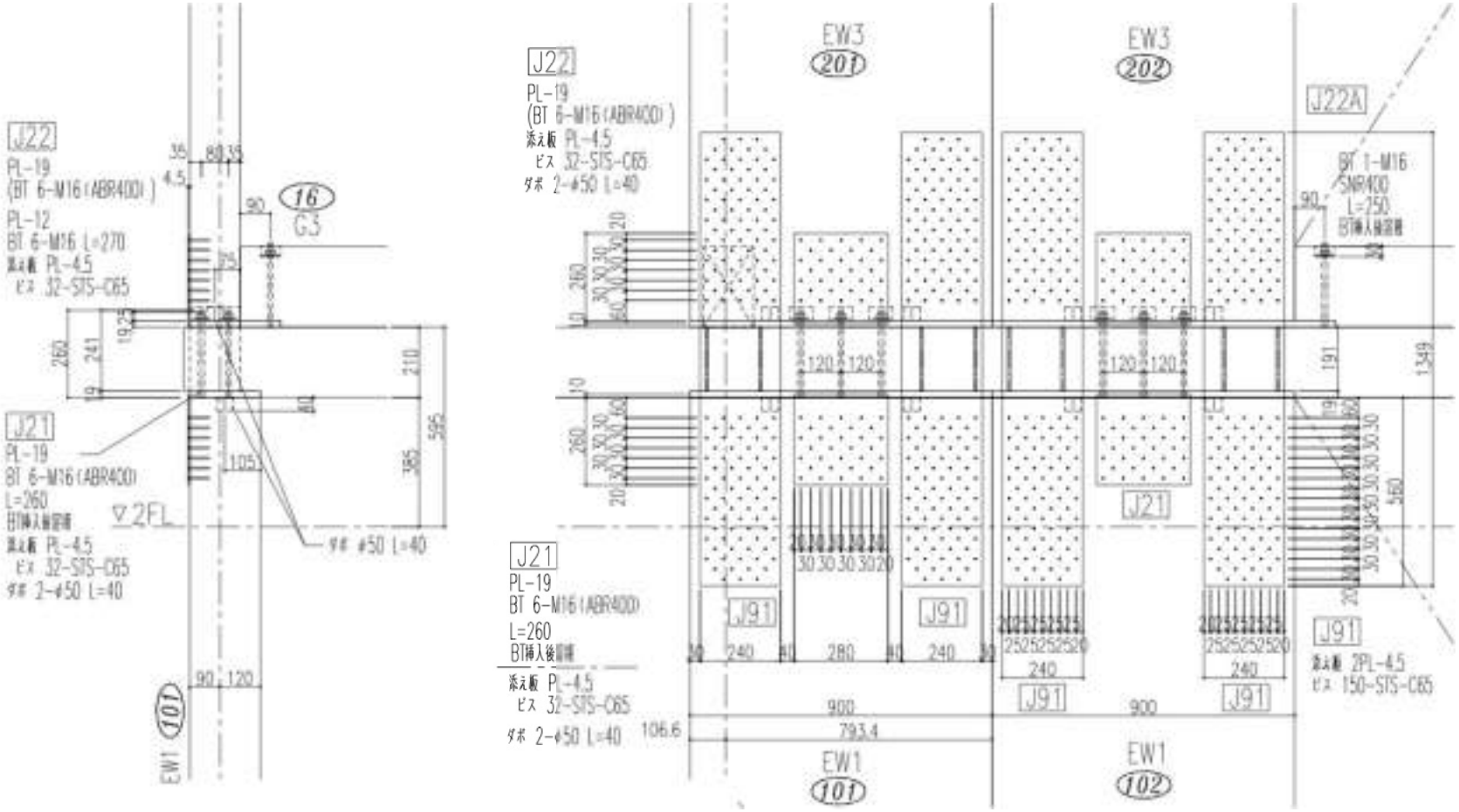


「MIDAS Gen」を使用した3D構造解析モデル

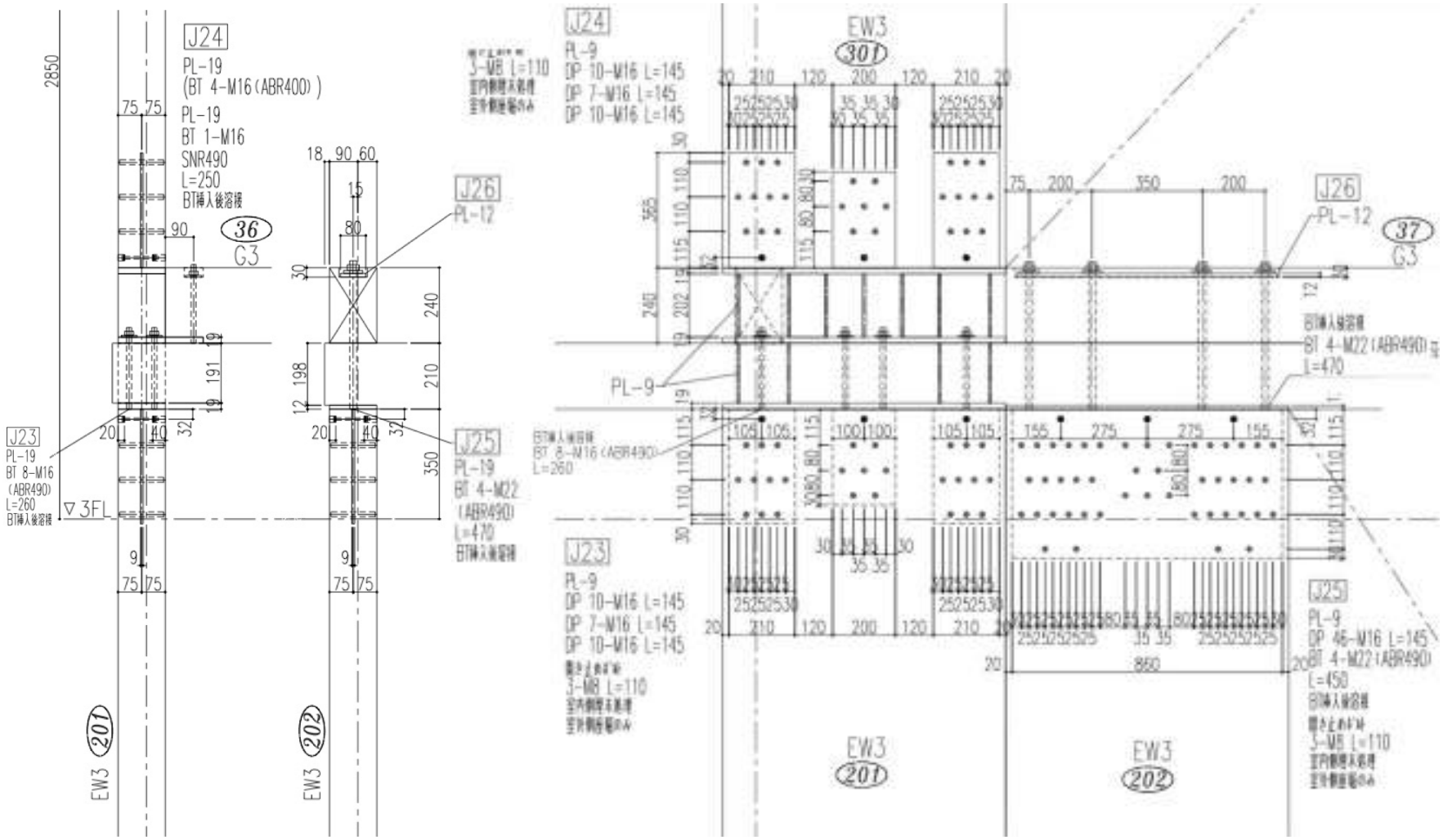
□接合部詳細図



1FRCｽﾗﾌﾞ-CLT耐力壁　標準接合部



CLT耐力壁-CLT床-CLT耐力壁　標準接合部



CLT耐力壁-CLT床-集成材逆梁　標準接合部

□施工レポート

部材搬入時

道路上部材仮置き

・部材搬入
敷地面積が小さく、敷地内に部材を仮置きするスペースが確保できないため、建て方作業の進捗に合わせ階毎に数回に分けて部材の搬入を行った。部材の輸送に手間が掛かってしまうが、加工済みの部材を埼玉県の倉庫に仮置きすることにより、現場の進捗状況に対応することで、スムーズに搬入を行うことができた。

吊り込み重心調整

設置位置調整

吊り込み状況

・CLT吊り込み
敷地形状に合わせた不整形な平面形状(台形)であることや、一部床パネルが傾斜しているため吊り込み時に部材の重心を調整することに多少手間取ったが、化粧とならない床パネル上面に吊り込み用金具をビス止めすることなどで問題なく吊り込むことができた。

1Fコンクリートスラブ-CLT耐力壁接合部金物

CLT床-CLT耐力壁接合部金物

・CLT接合部
1FコンクリートスラブとのCLT耐力壁接合部はすべてダブルプレートとし、ナットを緩めることで後からでも耐力壁の位置を微調整可能な機構とした。この機構が大きく要因し、全体の躯体精度を保つことができた。
上層階の接合部では床パネルに設けた接合ボルト用の穴と接合ボルトがうまくはまらず、現場で床パネルの穴を大きくするなどの対応を行った。躯体が組み上がった後に床パネルの穴を大きくした箇所についてはウレタン樹脂系の充填材で補強を行った。

1F仮設ステージ

2F仮設ステージ

・仮設ステージを使用した建方
天井面を綺麗に見せ、空間を広く使うという意匠的な意図から大半の箇所で逆梁を採用 したことにより、施工手順上床パネルを仮置きすることができないため、仮置き用のステージを各階に設け床パネルをステージに置いた上で調整･固定する施工方法を採用した。

傾斜床パネル施工状況

傾斜床パネル施工状況

・傾斜床パネル
一部の床を傾斜床パネルとすることで、床下設備配管スペースの最小化・下階の天井高の確保などの空間的なメリットがあった一方で、接合部金物形状が複雑になったことや、床パネルに対しての貫通ボルトが複数箇所あったことで吊り込み時に床パネルを傾斜に合わせた角度で真上から落とす必要があり、施工難易度は上がることとなった。

引き寄せ治具(1)

引き寄せ治具(2)

・引き寄せ治具
床パネル-床パネルのジョイント部や梁-床パネルのジョイント部などで使用された引き寄せ治具 。
床パネル-床パネルのジョイント部では現しとなる下面(天井面)に隙間ができないように注意して施工を行った 。
その際、仮設ステージの高さが低くなっていると下面に隙間ができやすいためステージの高さ調節も同時に行いながら施工を行った。

集成材逆梁(2F)

集成材逆梁(RF)

・逆梁の採用
天井面を綺麗に見せ、空間を広く使うという意匠的な意図から大半の箇所で逆梁を採用 。床下に梁を隠蔽できるだけの懐を設けると同時に、乾式二重床を採用し、遮音マット･一定の空気層･吸音材を併用することで床下懐を遮音性能向上のためにも利用する計画とした 。

躯体外観(3Fまで完了時)

躯体外観(建方完了時)

・躯体外観
前面道路の傾斜に沿うように、CLT床パネルは3つレベルの床がステップフロアとなっており 、1F部分の耐力壁は道路を歩く人からも木質空間が視認できるように室内外両面現し仕上げとしている 。外部に躯体を露出すると劣化のリスクがあるため、サッシ越しにCLT現し面が見えるという計画となっている 。また前面道路に向かって開いたように傾斜している床パネルの天井面も外部から視認しやすいようになっており 、立体的な木質ファサードを生み出す計画である。

1F内観

1F内観

・建方まとめ
傾斜床パネルや高い精度が要求される接合部など難易度の高い箇所が多くあったにも関わらず 、施工者による細かな調整により、高い躯体精度を保つことができた 。一方で難易度の高い施工に多大な時間が掛かってしまい 、建方に想定の約2倍以上日数が掛かった 。設計者･施工者のCLTという部材への経験の無さなどから施工難易度を下げる工夫があまりできなかったことが一つの要因であったと振り返る 。また、確認申請機関のCLT建築の経験の無さにより、安全率の高い接合部の納まりや構造計算としなければならなず 、概算見積当初よりも接合部金物などに多大なコストが掛かった。木質空間でありながら開放的な躯体が実現された一方で 、高耐力かつ施工性のよい接合部や接合金物の提案には至らなかった。