

2.1 三菱地所（株）

事業名		(仮称) 豊島区西池袋5丁目プロジェクトの設計実証		
実施者(担当者)		三菱地所株式会社/三菱地所株式会社		
建築物の概要	用途	賃貸住宅		
	建設地	東京都豊島区		
	構造・工法	鉄骨造+床CLT		
	階数	6		
	高さ(m)	約18.3		
	軒高(m)	約18.3		
	敷地面積(m ²)	約450		
	建築面積(m ²)	約340		
	延べ面積(m ²)	約1150		
	階別面積	1～2階	約270	
3～4階		約160		
5階、6階		約145、約110		
CLTの仕様	CLT採用部位		床	
	CLT使用量(m ³)		約15m ³	
	壁パネル	寸法	-	
		ラミナ構成	-	
		強度区分	-	
		樹種	-	
	床パネル	寸法	210mm厚	
		ラミナ構成	5層7プライ	
		強度区分	Mx60A相当	
		樹種	スギ	
	屋根パネル	寸法	-	
		ラミナ構成	-	
		強度区分	-	
樹種		-		
木材	主な使用部位 (CLT以外の構造材)		-	
	木材使用量(m ³) ※構造材、羽柄材、下地材、仕上材等とし、CLT以外とする		-	
仕上	主な外部仕上	屋根	アスファルト防水+押えコン	
		外壁	PC、ALC、磁器質タイル	
		開口部	アルミサッシ+二層複層ガラス	
	主な内部仕上	界壁	乾式耐火間仕切り	
		間仕切り壁	スタッド+PB	
		床	CLT+浮床+フローリング	
		天井	CLT+PB×2	
構造	構造計算ルート		保有水平耐力計算(ルート3)	
	接合方法		LSB接合によるCLT+RCハイブリッドスラブ	
	最大スパン		2.0m	
	問題点・課題とその解決策		【問題点・課題】CLTへの簡易な加工、高い施工性能を有する接合方法の確立 【解決策】コスト・施工性の検証、構造計算等による検証の実施	
防火	防火上の地域区分		防火地域	
	耐火建築物等の要件		耐火建築物	
	本建築物の防耐火仕様		2時間耐火	
	問題点・課題とその解決策		全てのCLT床に2時間耐火仕様を採用しなくとも1時間耐火仕様の設定と耐火試験による検証、大臣認定を取得	
温熱	建築物省エネ法の該当有無		届け出対象	
	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)	硬質ウレタンフォーム保温版2種 t60	
		外壁	吹付硬質ウレタンフォームA種 t40	
床		押出法ポリスチレンフォーム保温板3種 t30		
施工	遮音性確保に関する課題と解決策		-	
	建て方における課題と解決策		-	
	給排水・電気配線設置上の工夫		-	
	劣化対策		-	
工程	設計期間		H30.7月～H31.2月(8ヶ月)	
	施工期間		提案中	
	CLT躯体施工期間		提案中	
	竣工(予定)年月日		提案中	
体制	発注者		三菱地所	
	設計者(複数の場合はそれぞれ役割を記載)		三菱地所設計	
	構造設計者		三菱地所設計	
	施工者		三菱地所ホーム(予定)	
	CLT供給者		山佐木材(予定)	
	ラミナ供給者		山佐木材(予定)	

実証事業名：（仮称）豊島区西池袋5丁目プロジェクトの設計実証

建築主等／協議会運営者：三菱地所株式会社／三菱地所株式会社

1. 実証した建築物の概要

用途	賃貸住宅		
建設地	東京都豊島区		
構造・工法	鉄骨造+床 CLT		
階数	6		
高さ (m)	約 18.3	軒高 (m)	約 18.3
敷地面積 (㎡)	約 450	建築面積 (㎡)	約 340
階別面積 (㎡)	1～2階	約 270	延べ面積 (㎡) 約 1150
	3～4階	約 160	
	5階	約 145	
	6階	約 110	
CLT 採用部位	床		
CLT 使用量 (m ³)	約 15 m ³		
CLT を除く木材使用量 (m ³)	－		
CLT の仕様	(部位)	(寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種)	
	壁	－	
	床	210mm 厚/5層7 プライ/Mx60A/相当/スギ	
	屋根	－	
設計期間	H30.7月～H31.2月 (8ヶ月)		
施工期間	提案中		
CLT 躯体施工期間	提案中		
竣工 (予定) 年月日	提案中		

2. 実証事業の目的と設定した課題

CLT を利用した建築物普及の課題に耐火被覆コストが高いことがあげられる。本事業では、都内初の高層集合住宅を木造（床 CLT）・鉄骨造の混構造で設計するが、本年度取得した床 CLT 湿式1時間耐火大臣認定における実設計に関する知見、および耐火被覆コストの低減策を、実証を通じて得ることで施工につなげていく。また、今回得られる仕様は CLT 床を利用する様々な用途の中高層建物などの耐火建築物で流用可能であり、汎用性・普及性が高いと考えられる。

実証の課題は以下である。

- ・ CLT床採用におけるコストの把握
- ・ CLT床採用における鉄骨梁の耐火被覆の課題の把握
- ・ 耐火建築物にローコストでCLT床を採用する方法の把握

3. 実証事業の実施体制（または協議会構成員）

（建築主）	：	三菱地所
（設計者）	：	三菱地所設計
（施工者）	：	三菱地所ホーム（予定）
（材料）	：	山佐木材
（耐火）	：	吉野石膏 ニチアス
（試験）	：	建材試験センター（鉄骨梁-CLT 床接合部耐火性能確認試験）

4. 課題解決の方法と実施工程

- ・CLT床採用におけるコスト算出については、三菱地所(株)が開発した床 CLT 耐火仕様をベースにして取り纏めた。
- ・鉄骨造耐火建築物におけるCLT床採用時の課題を三菱地所(株)が取り纏め、解決策を立案し、耐火性能確認試験計画を取り纏めた。
- ・立案した鉄骨梁の耐火被覆仕様にて、耐火性能確認試験を建材試験センターにて実施するとともに、鉄骨梁耐火被覆のコスト比較を行った。
- ・本案件をモデルに床CLT採用によるコスト比較を行い、比較検討資料を作成した。
- ・耐火被覆によるコスト増を最小に抑える方法を考案、ローコストで床CLT採用する手法を確立し、実施設計図書を纏めた。

・実施工程

<計画>

平成 30 年 7 月～11 月：基本設計

11 月～1 月：実施設計

<性能確認試験>

平成 30 年 8 月：鉄骨梁-CLT 床接合部耐火性能確認試験（1 時間耐火）

11 月：鉄骨梁-CLT 床接合部耐火性能確認試験（2 時間耐火）

<協議会>

平成 30 年 11 月：課題確認、性能確認試験立会い

平成 31 年 1 月：実施設計図書確認、実証事業内容の取り纏め

<実証事業の取り纏め>

平成 31 年 2 月

5. 得られた実証データ等の詳細

本事業により以下の実証データを得た。

<新たに取得した床 CLT の一時間耐火大臣認定仕様>

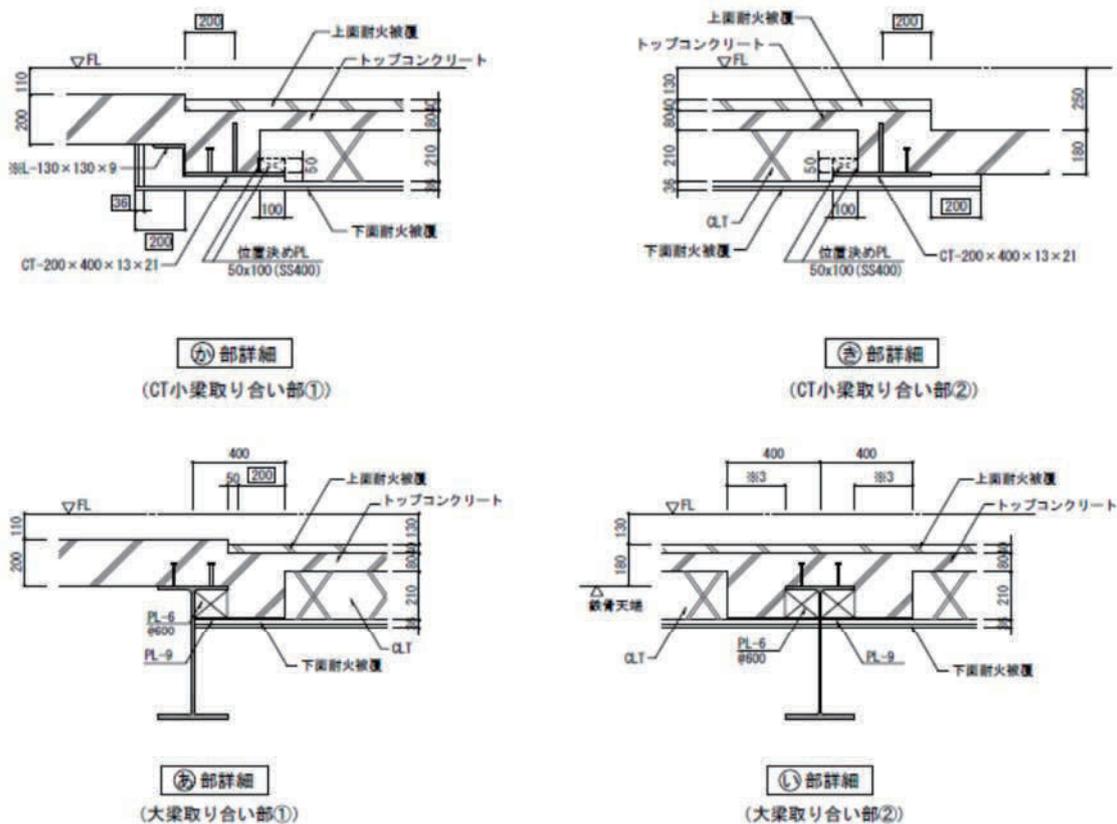
上面（湿式仕様）：せっこう系硬化材（SL プラスター） 厚さ 40mm

下面（乾式仕様）：強化せっこうボード2枚重（21mm+15mm） 厚さ 36mm



図. CLT 床耐火被覆構成図

<床 CLT をローコスト化するためのディテール>



鉄骨梁の上に CLT を直に接合する場合は火災時の鉄骨梁の温度上昇についても 200℃程度以下に抑える必要があり、そのための対応として一般的な鉄骨梁用の耐火被覆をケイカル板 35mm 二重張り仕様などとする必要が生じている。またこの対応が一般的な鉄骨造の外装納まりや配管などを通す梁貫通納まりを困難にさせている。上記ディテールのように大梁から離隔距離を取ることで鉄骨大梁は通常の耐火被覆のままとすることができ、外装納まりや梁貫通なども一般的なディテールのままにできる。また CLT サイズについても規格サイズのもの配置し、規格以外の歩留まりが悪いサイズとなるところは CLT 床としない等の工夫により、通常の鉄骨造とほぼ同コストで床 CLT を採用することが可能と考える。

6. 本実証により得られた成果

本設計検証により、床 CLT+鉄骨造をローコスト化する過程を取り纏めたものを参考にし、他の事業者も汎用的に CLT を活用することができる。床 CLT 以外は通常の鉄骨造のままにできる仕様を提示することにより、通常鉄骨造で建物開発を行う事業者が同様の仕様で設計・施工が可能となる。また RC 床との比較検討資料を取り纏めたものを参考にし、他の事業者が床 CLT ハイブリッド構造へ取り組みやすくなる。コスト分析結果によりコスト高の原因を明らかにすることで、他の事業者もコスト高原因を理解することができ、更なるコスト縮減検討に繋がり、他事業者の床 CLT 採用を促すなど波及的効果を期待できると考えられる。

<鉄骨造に床 CLT 採用時のコストについて>

■鉄骨造工事費のうち RC デッキ床工事費

全体工事費 ¥435,000,000 (延床面積：約 1200 m²)

・ RC 床工事コスト (材工込) 10,000 円/m²

合成デッキ単価 4350 円/m²、コンクリート単価 2450 円/m²、鉄筋単価 2500 円/m²

※荷揚げ、敷き込み、デッキ溶接など約 700 円/m²

■CLT 床想定工事費

・ CLT 床工事コスト 40,000 円/m²

・ 耐火被覆工事コスト 2 時間耐火 20,000 円/m²、1 時間耐火 15,000 円/m²

■RC 床から CLT 床に置き換えたときの差額想定工事費

3 階床 (2 時間耐火部分) 50,000 円/m²

4～6 階床 (1 時間耐火部分) 45,000 円/m²

■本プロジェクトにおける床 CLT 採用にかかる増コスト (鉄骨造 RC デッキ床との比較)

CLT 床採用面積約 73 m²より、純粋な鉄骨造からの概算増コストは約 340 万円となる。床の大部分を CLT 化するには建築工事費の 10～15%程度の増となるが、CLT 歩留まりを意識し、更に鉄骨梁の耐火被覆の増コストを押さええられれば (=CLT を使用する部分を絞り、効果的に使用することができれば) 大きなコストアップに繋がらず、床 CLT を採用することが可能と考える。

7. 建築物の平面図・立面図・写真等

以下に配置図と外観パースを示す。



3. 成果物

3. 1 CLT床採用におけるコストについて

職人不足などの原因により建築工事費の高騰が続いている。特に RC 造が主体となっているマンション開発において、この傾向が顕著であると考えられる。CLT を中心とした木質構造をアセット開発に上手く取り入れることによって、コストの低減、工期短縮がどの程度図ることができるかを実証を通じて得ることで施工につなげていく。

CLT の採用範囲については、高層・超高層建築物をメインターゲットとして考えた場合、主体構造に CLT 等の木質構造を採用することは日本の設計用地震力の大きさやクリープ現象などを考慮するとコスト的に非現実的であるため、どの建築物でも採用できる床に CLT を用いることとした。

床 CLT ハイブリッド構造にて現在の RC マンションのコスト低減・工期短縮を図ることを考えると主体構造に RC 造を用いることは工期の短縮にはつながらないと考え、主体構造を鉄骨造とし床に CLT を採用することが日本の高層超高層建築における一つの解だと考えた。

以下に床 CLT を採用した場合のコストを示す。床 CLT の耐火仕様は三菱地所が開発した湿式系耐火仕様をベースとする。

■CLT床の想定工事費

- ・ CLT床想定工事コスト 40,000 円/㎡ (平成 28 年度採択(仮称)高森 PJ 実績)
- ・ 耐火被覆工事コスト

2 時間耐火仕様 20,000 円/㎡

1 時間耐火仕様 15,000 円/㎡

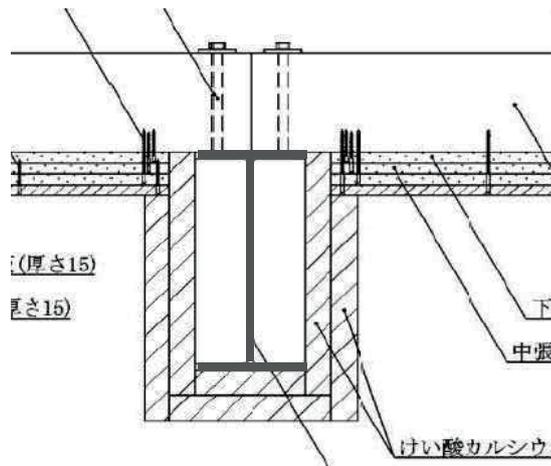


図 3.1.1 CLT 床 1 時間耐火被覆構成図

3. 2 鉄骨造に床 CLT を採用した場合の鉄骨梁耐火被覆の課題

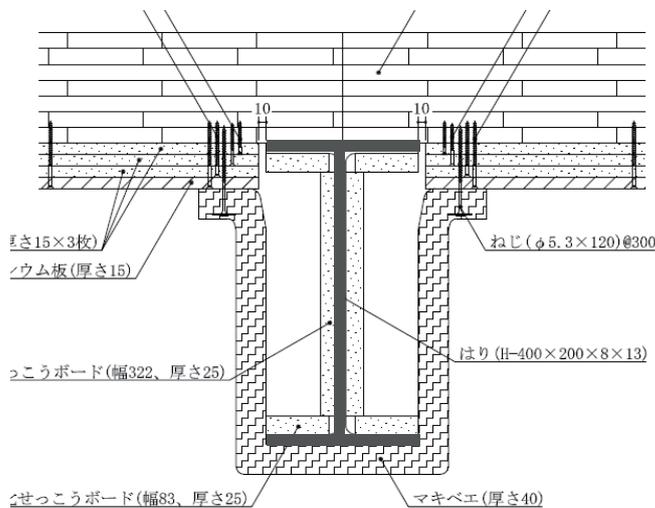
鉄骨造で通常よく使われている耐火被覆（岩綿吹付など）は、火災時に鉄骨梁の温度を 400～500℃程度に抑える性能を有しているが、鉄骨梁に CLT を直に接合する場合は火災時に CLT が鉄骨梁からの熱伝達により燃えてはならないため、鉄骨梁の温度を 200℃程度以下に抑える必要がある。

上記に対応するために以下の仕様が山佐木材らによって開発されている。



鉄骨梁耐火被覆 ケイ酸カルシウム板 t=35mm 二重張り（2 時間耐火仕様）

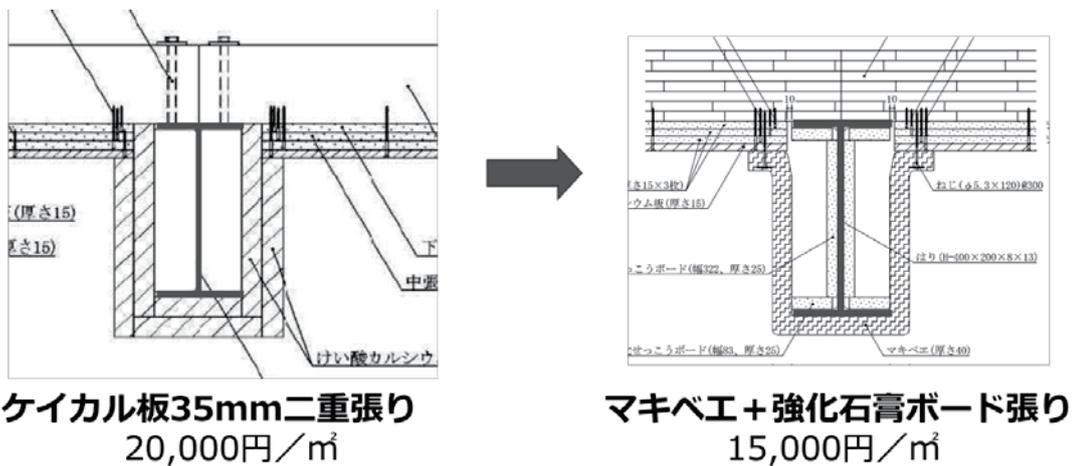
上記仕様にて鉄骨梁-CLT 接合部の 2 時間耐火性能が確認されているが、鉄骨造で一般的な外装ファスナー受け部材の取り付けや設備配管用の梁貫通ディテールがある場合の性能確認は行われていないため、梁貫通ができないなどの制約があった。また上記の仕様では一般的な鉄骨用耐火被覆に対してコスト高になっているため、鉄骨梁の耐火被覆コストを縮減できる仕様の開発も必要と考え、以下に示す仕様の開発を行った。



鉄骨梁耐火被覆 マキベエ t=40mm+強化せっこうボード 25mm（2 時間耐火仕様）

3. 3 新耐火システムと既往の鉄骨梁耐火システムについて

以下に既往の鉄骨梁耐火システムと新耐火システムの鉄骨梁の表面積当たりの設計概算コストを示す。どちらも2時間耐火構造の性能を有しているが新システムでは鉄骨造で通常用いられる梁貫通や外装受けを取り付けることが可能である。



※参考 鉄骨梁耐火被覆 岩綿吹付
1,275円/㎡

■床 CLT 用鉄骨梁耐火被覆についての考察

上記に示す通り、床 CLT 用の耐火被覆は一般的な鉄骨梁耐火被覆に比べるとコストが高いのが現状である。新耐火システムにより、床 CLT の場合でも一般的な鉄骨造の外装納まりや梁貫通ディテールを使用することが可能ではあるが、コストの点においては更に縮減していく必要がある。

梁の表面積のトータルは概ね床の面積の3分の2くらいと考えると既往鉄骨梁耐火システムによる耐火被覆コストで約 44,000 円/坪の増が生じてしまい、これが CLT ハイブリッド構造のコスト高の原因の一つであることがわかった。

今後の法改正の内容を取り込みながら更なる改良を重ねていけると考えるが、本プロジェクトではこの鉄骨梁の耐火被覆が不要となる床 CLT 採用の方法を検討しディテールを考案する。考案したディテールを「3. 5 床 CLT をローコスト化するためのディテールについて」に示す。

3. 4 本プロジェクトの床 CLT コスト比較について

本プロジェクトをモデルに鉄骨造に床 CLT を採用した場合のコスト比較を示す。

■鉄骨造建築物工事費における RC デッキ床工事費

想定全体工事費 ¥435,000,000- (延床面積：約 1200 m²、坪単価：約 120

万円) ・RC デッキ床工事コスト (材工込) 10,000 円/m²

内訳 デッキ単価 4350 円/m² コンクリート単価 2450 円/m²

鉄筋単価 2500 円/m²

荷揚げ、敷き込み、デッキ溶接など約 700 円/m²

■RC デッキ床から CLT 床に置き換えた場合の差額想定工事費

- ・2 時間耐火部分 (3 階床)

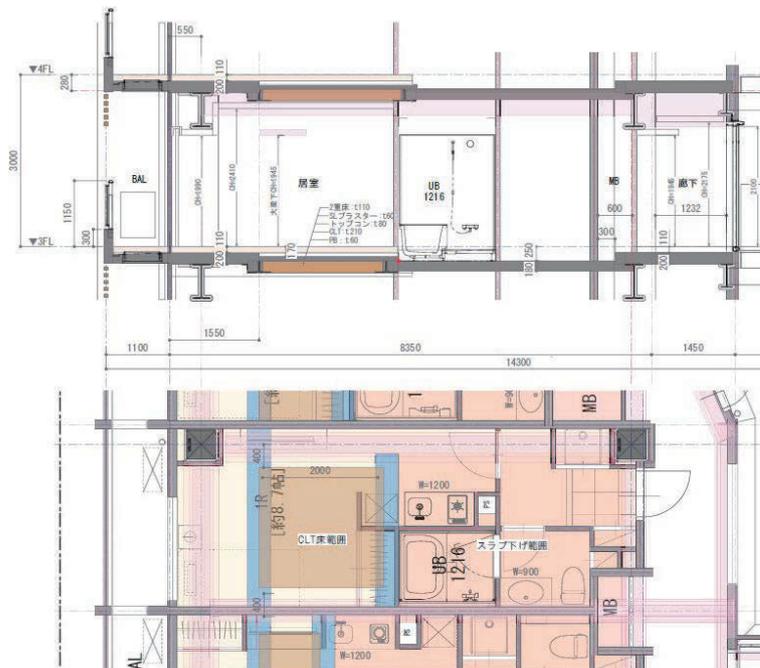
$$40,000 \text{ 円/m}^2 + 20,000 \text{ 円/m}^2 - 10,000 \text{ 円/m}^2 = 50,000 \text{ 円/m}^2$$

- ・1 時間耐火部分 (4~6 階床)

$$40,000 \text{ 円/m}^2 + 15,000 \text{ 円/m}^2 - 10,000 \text{ 円/m}^2 = 45,000 \text{ 円/m}^2$$

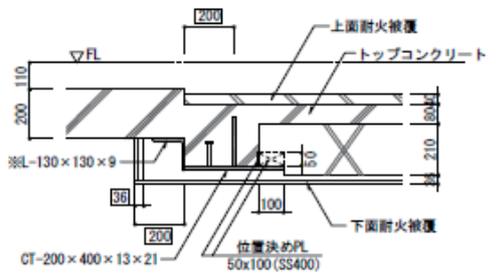
■本プロジェクトにおける床 CLT 採用にかかる増コスト (鉄骨造 RC デッキ床との比較)

CLT 床採用面積約 73 m²より、純粹な鉄骨造からの概算増コストは約 340 万円となる。床の大部分を CLT 化するのは建築工事費の 10~15%程度の増となるが、CLT 歩留まりを意識し、更に鉄骨梁の耐火被覆の増コストを押しさえられれば (=CLT を使用する部分を絞り、効果的に使用することができれば) 大きなコストアップには繋がらずに床 CLT を採用することが可能である。

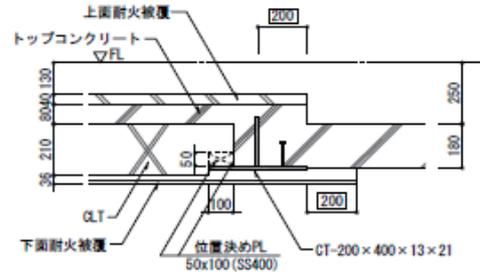


3. 5 床 CLT をローコスト化するためのディテールについて

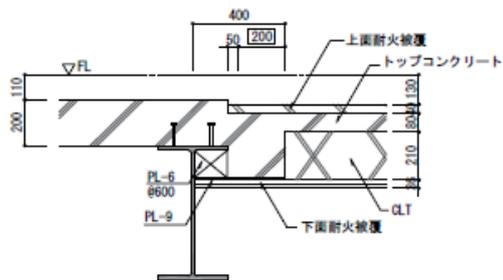
以下に鉄骨梁の耐火被覆によるコスト増を最小に押さえるディテールを示す。



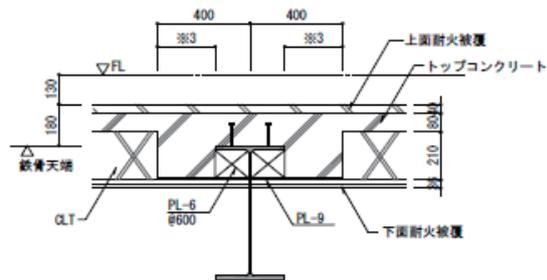
① 部詳細
(CT小梁取り合い部①)



② 部詳細
(CT小梁取り合い部②)



③ 部詳細
(大梁取り合い部①)



④ 部詳細
(大梁取り合い部②)

鉄骨梁の上に CLT を直に接合する場合は火災時の鉄骨梁の温度上昇についても 200°C程度以下に抑える必要があり、そのための対応として一般的な鉄骨梁用の耐火被覆をケイカル板 35mm 二重張り仕様などとする必要が生じている。またこの対応が一般的な鉄骨造の外装納まりや配管などを通す梁貫通納まりを困難にさせている。

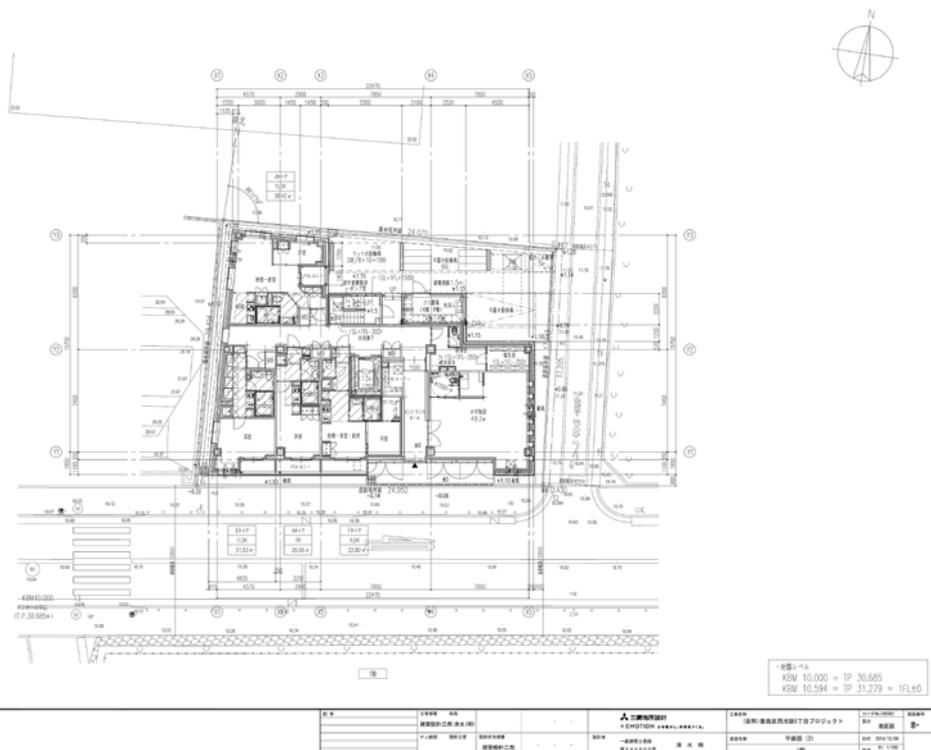
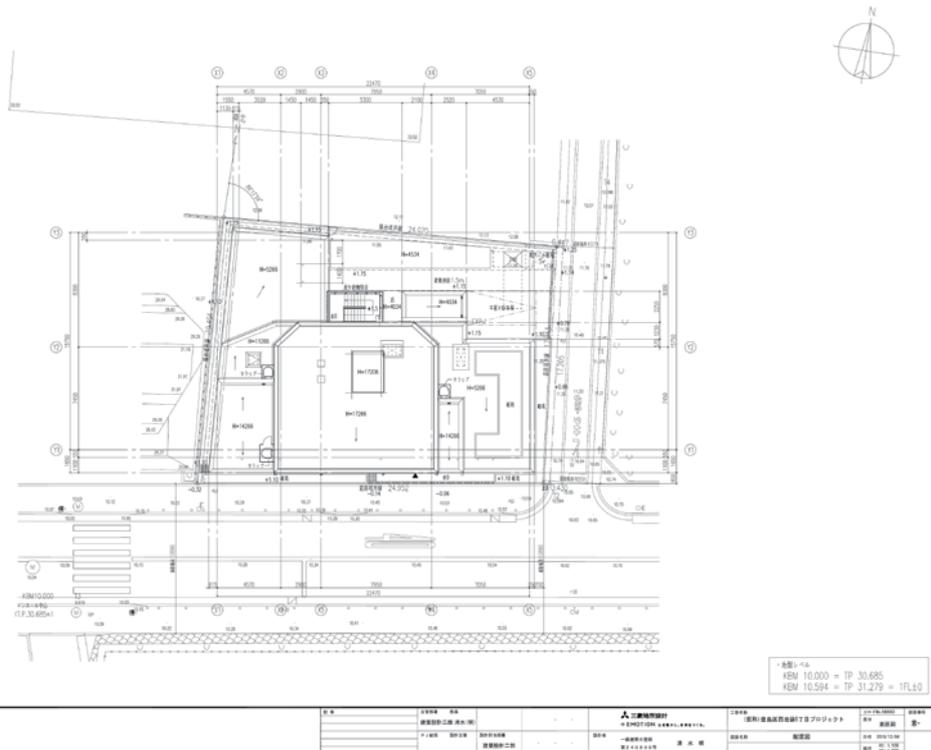
上記ディテールのように大梁から離隔距離を取ることで鉄骨大梁は通常の耐火被覆のままとすることができ、外装納まりや梁貫通なども一般的なディテールのままにできる。また CLT サイズについても規格サイズのを配置し、規格以外の歩留まりが悪いサイズとなるところは CLT 床としない等の工夫により、通常の鉄骨造とほぼ同コストで床 CLT を採用することが可能と考える。

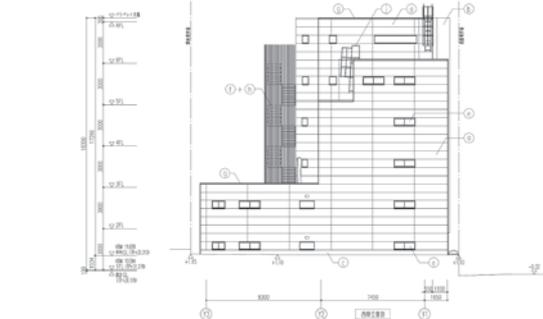
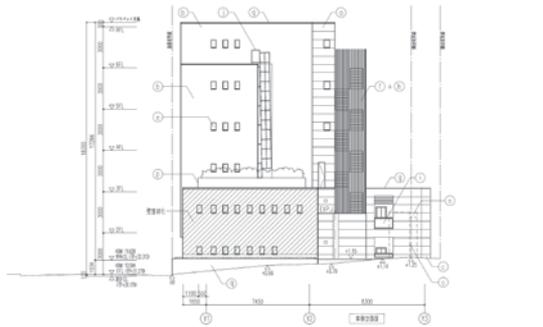
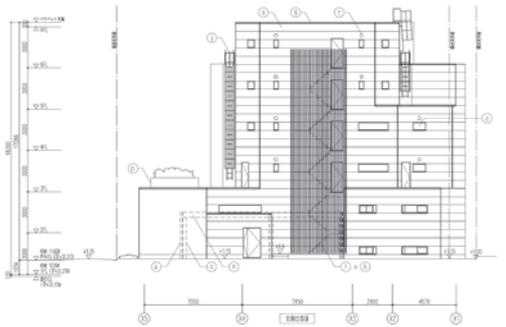
以上により、鉄骨造耐火建築物の床にコストを押さえながら CLT を採用するためのポイントは以下と考える。

- CLT 工場の規格寸法のまま割り付けられる床組みとする。
- 水回りなどで床段差となるような特殊な部分は通常の RC デッキ床とする。
- 鉄骨梁の耐火被覆コストの増が大きいため、大梁と CLT の離隔距離を確保し耐火被覆を用いることができるようにする。

4. 成果品

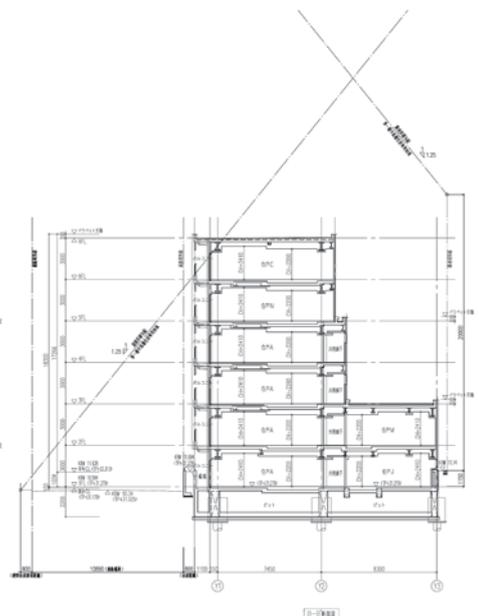
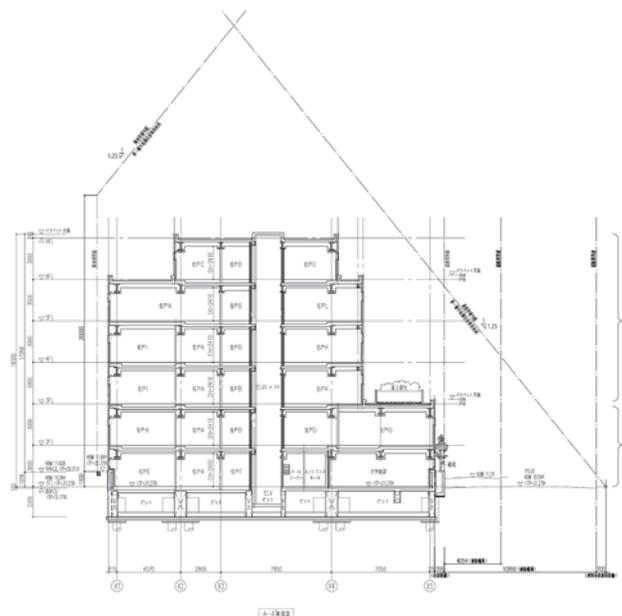
本プロジェクトの設計図書の抜粋を以下に示す。



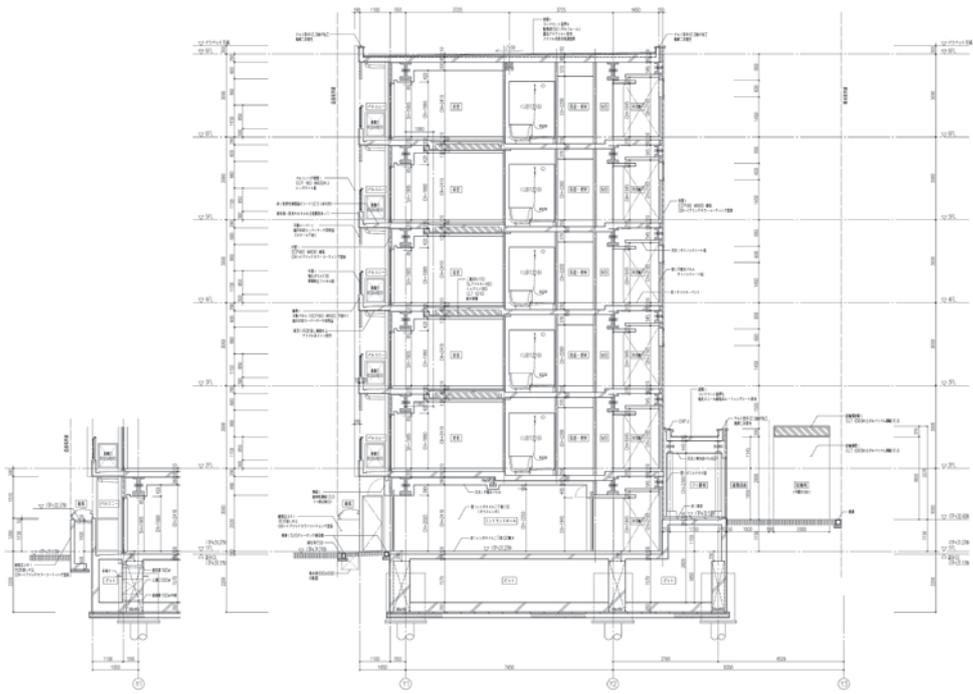


① EPD00 0000 0000 0000 0000 0000	② Low-eガラス 両面100%	③ 外断熱	④ 断熱材 硬質ウレタンフォーム (100%)	⑤ 断熱材 硬質ウレタンフォーム (100%)	⑥ 断熱材 硬質ウレタンフォーム (100%)
⑦ EPD00 0000 0000 0000 0000 0000	⑧ Low-eガラス 両面100%	⑨ 外断熱	⑩ 断熱材 硬質ウレタンフォーム (100%)	⑪ 断熱材 硬質ウレタンフォーム (100%)	⑫ 断熱材 硬質ウレタンフォーム (100%)
⑬ EPD00 0000 0000 0000 0000 0000	⑭ Low-eガラス 両面100%	⑮ 外断熱	⑯ 断熱材 硬質ウレタンフォーム (100%)	⑰ 断熱材 硬質ウレタンフォーム (100%)	⑱ 断熱材 硬質ウレタンフォーム (100%)
⑲ EPD00 0000 0000 0000 0000 0000	⑳ Low-eガラス 両面100%	㉑ 外断熱	㉒ 断熱材 硬質ウレタンフォーム (100%)	㉓ 断熱材 硬質ウレタンフォーム (100%)	㉔ 断熱材 硬質ウレタンフォーム (100%)

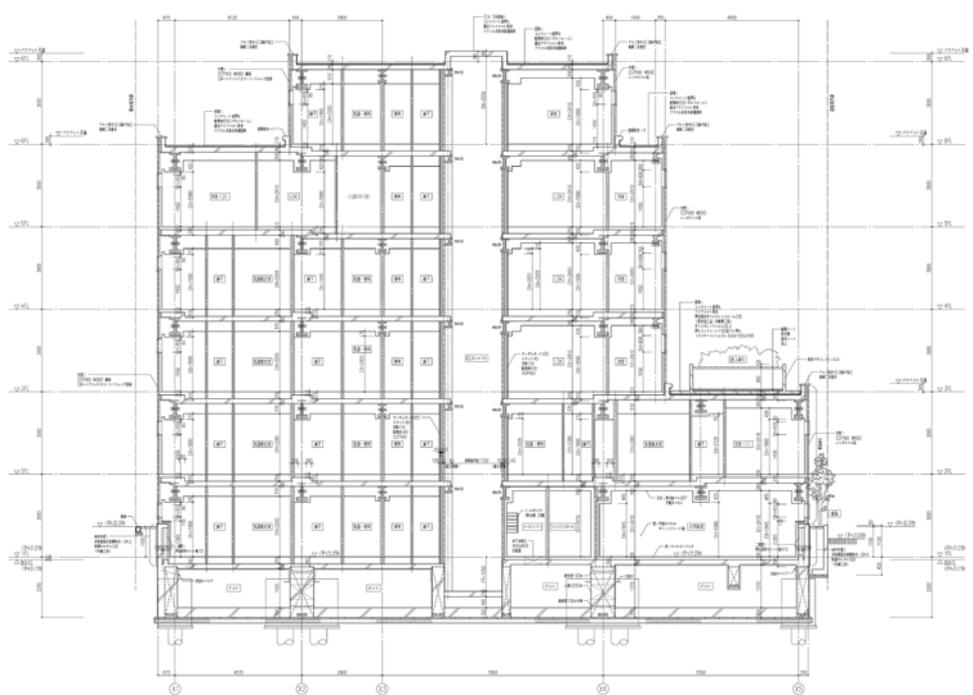
名称	建築士 〇〇〇				
〒	〒	〒	〒	〒	〒
TEL	TEL	TEL	TEL	TEL	TEL
FAX	FAX	FAX	FAX	FAX	FAX
代表者	代表者	代表者	代表者	代表者	代表者
代表者	代表者	代表者	代表者	代表者	代表者



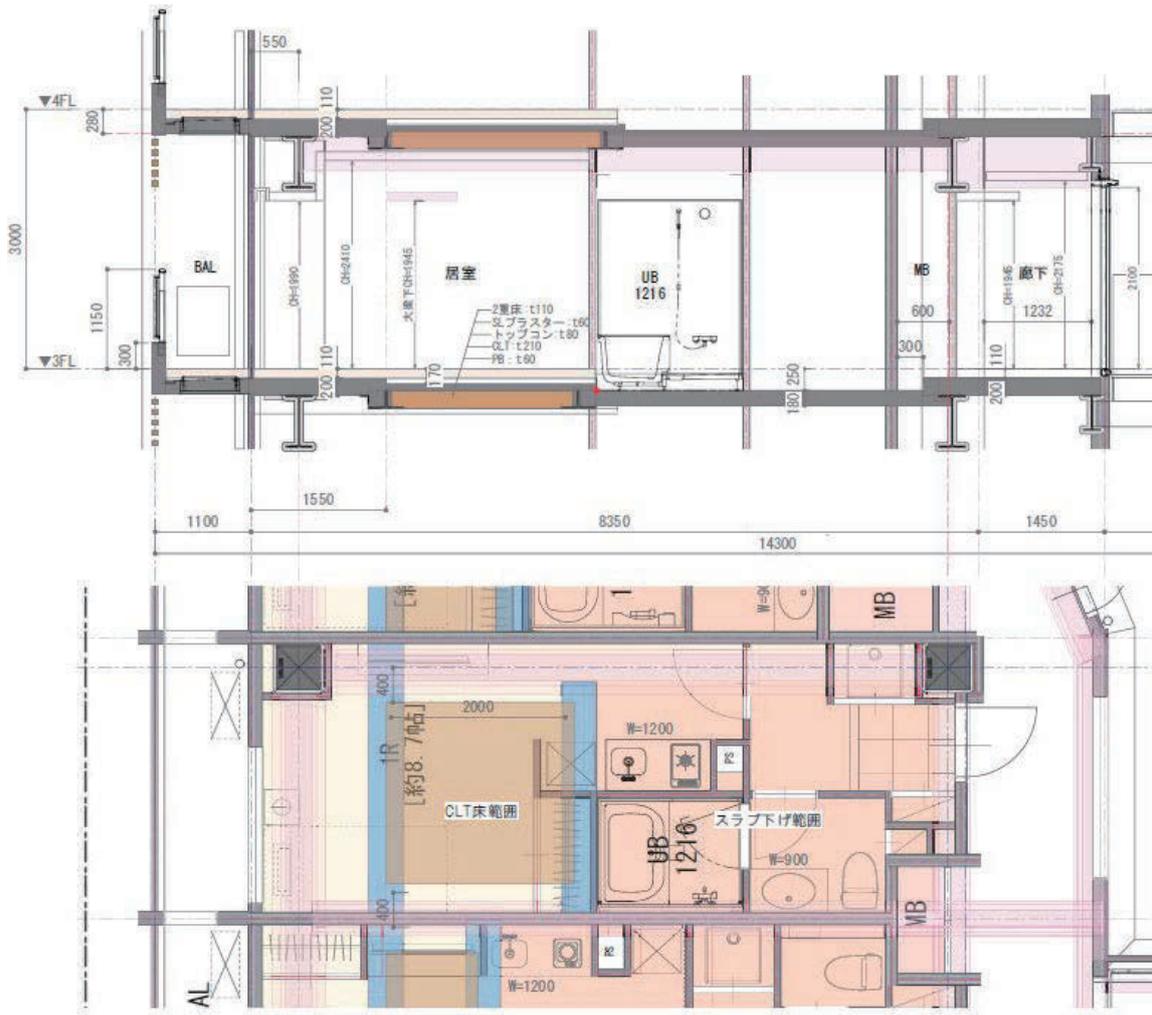
名称	建築士 〇〇〇				
〒	〒	〒	〒	〒	〒
TEL	TEL	TEL	TEL	TEL	TEL
FAX	FAX	FAX	FAX	FAX	FAX
代表者	代表者	代表者	代表者	代表者	代表者
代表者	代表者	代表者	代表者	代表者	代表者



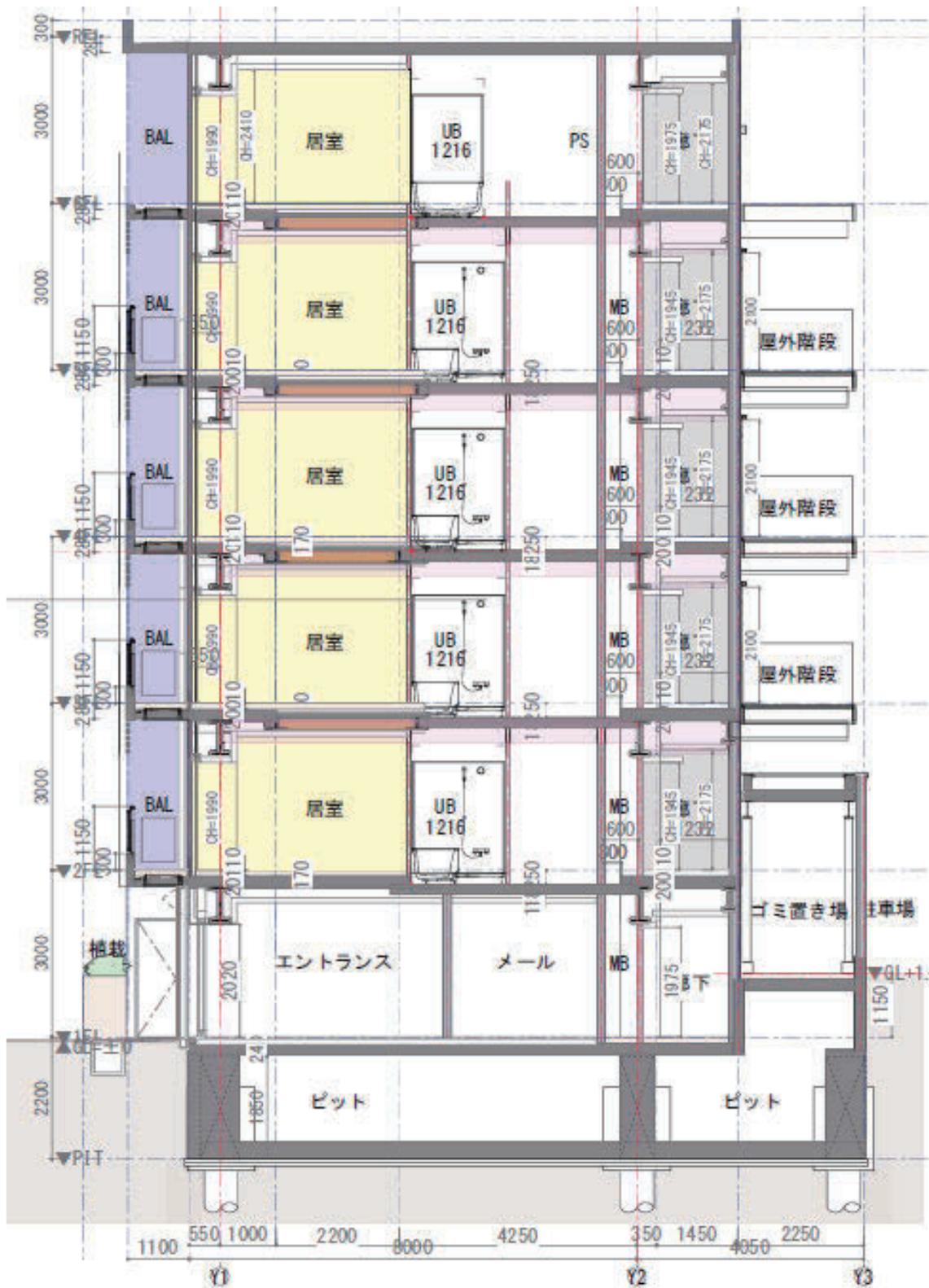
1. 名称	2. 用途	3. 所在地	4. 建築士	5. 建築主	6. 建築年	7. 建築面積	8. 延床面積
1. 名称	2. 用途	3. 所在地	4. 建築士	5. 建築主	6. 建築年	7. 建築面積	8. 延床面積



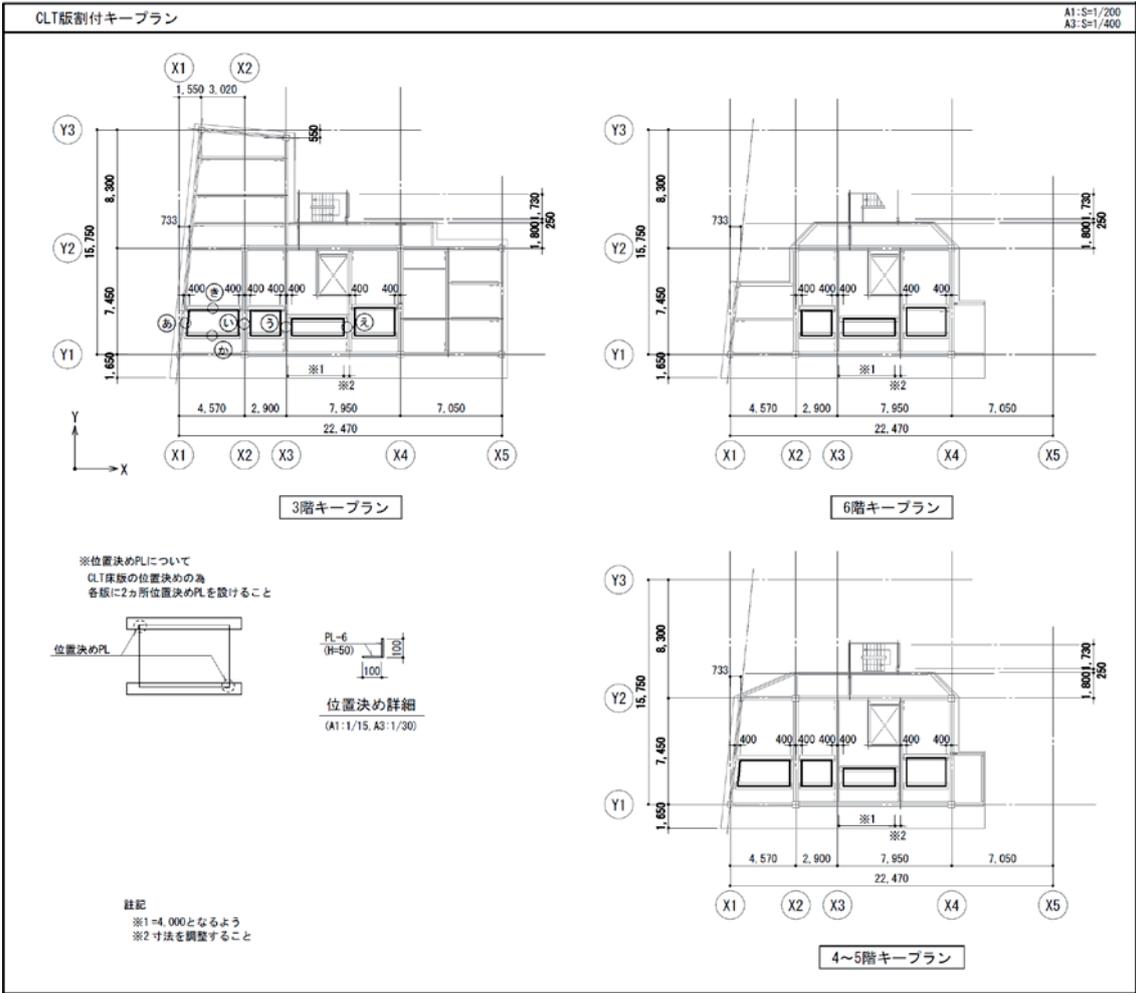
1. 名称	2. 用途	3. 所在地	4. 建築士	5. 建築主	6. 建築年	7. 建築面積	8. 延床面積
1. 名称	2. 用途	3. 所在地	4. 建築士	5. 建築主	6. 建築年	7. 建築面積	8. 延床面積



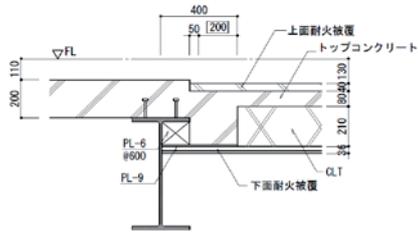
矩計図 - 1



矩計図 - 2

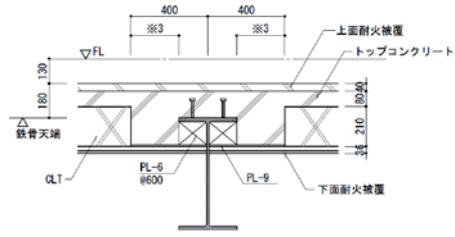


名称		WS1
CLT	材種	スギ
	構成	MX60-5-7
	厚さ	210 (ラミナ厚 30)
	トップコンクリート	t=80 (Fc21), 溶接金網 6φ-50 x 50
	上面耐火被覆	せっこう系セルフレベリング材 t=40
	下面耐火被覆	強化せっこうボード t=21+15
	備考	トップコンクリートとのずれ止めとしてCLT上面にラグスクリュー (12mm, L=120, 埋込長さ90mm) を1mにつき1本以上打設すること。



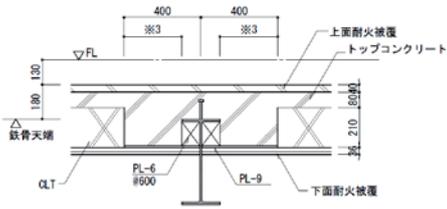
㊦ 部詳細

(大梁取り合い部①)



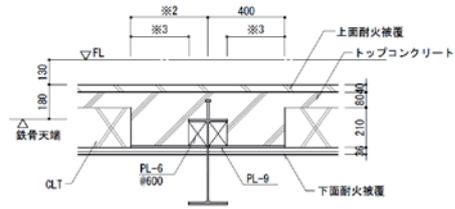
㊧ 部詳細

(大梁取り合い部②)



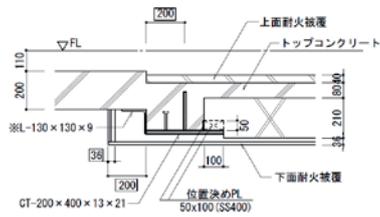
㊨ 部詳細

(小梁取り合い部①)



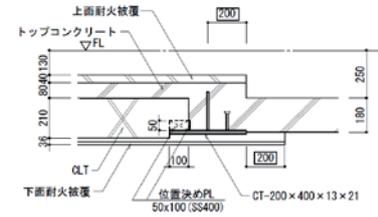
㊩ 部詳細

(小梁取り合い部②)



㊪ 部詳細

(CT小梁取り合い部①)



㊫ 部詳細

(CT小梁取り合い部②)

駐記

※3 : 200以上を確保すること