

令和6年度林野庁補助事業

令和6年度 建築用木材供給・利用強化対策

CLT・LVL等の建築物への利用環境整備事業

CLT・LVL等を活用した建築物の低コスト化・検証等

CLTパネル工法建築物の標準設計、 プログラム開発、普及促進

事業報告書

令和7年3月

一般社団法人 日本CLT協会

公益財団法人 日本住宅・木材技術センター

目次

第1章 はじめに	1
1.1 事業の目的.....	1
1.2 実施概要.....	1
1.3 実施体制.....	2
1.3.1 実施体制.....	2
1.3.2 本委員名簿、標準設計、WG 委員名簿.....	2
第2章 CLTパネル工法建築物の標準設計	1
2.1 標準設計に伴う設計条件.....	1
2.1.1 1時間耐火と90分耐火による耐火木造（告示改正）.....	2
2.2 普及モデルの標準設計.....	3
2.2.1 多様な利用シーンに対応したオフィス.....	3
2.2.2 吹き抜けロτζアのあるオフィス.....	4
2.2.3 開放的なファサード.....	4
2.3 普及モデルの基本設計図面.....	5
2.3.1 普及モデルの基本図.....	5
2.3.2 普及モデルの各部構成.....	8
2.3.3 普及モデルの仕様.....	9
2.4 90分耐火構造告示 建設省告示1399号（平成30年3月22日 改正）.....	10
2.4.1 耐火被覆範囲と仕様.....	10
2.4.2 内装制限 建築基準法第35条の2.....	15
2.4.3 防火区画.....	16
2.4.4 仕上げ表（防耐火関係 その他詳細は設計図書参照）.....	16
2.4.5 内部・室外への木材に現しに向けた留意点.....	16
2.5 設備計画.....	18
2.5.1 省エネルギー設計方針.....	18
2.5.2 設備機器の選定.....	18
2.5.3 エネルギー消費性能計算結果.....	22
2.6 構造計画.....	23
2.6.1 構造設計概要と設計方針.....	23
2.6.2 壁配置計画.....	26
2.7 構造計画のながれと構造解析.....	30
第3章 詳細バネモデルによる構造計算ルート3の構造計算書（標準設計5階建て事務所）	
3.1 建築物の概要.....	1
3.1.1 一般事項.....	1
3.1.2 建築物概要.....	1
3.2 構造設計概要.....	5
3.2.1 構造設計方針.....	5
3.2.2 構造計算ルート.....	7
3.2.3 設計クライテリア.....	10
3.2.4 応力解析概要（詳細バネモデル概要）.....	12
3.3 使用構造材料一覧表.....	14
3.3.1 使用構造材料一覧.....	14
3.3.2 材料定数及び材料強度.....	16
3.3.3 許容応力度等.....	18
3.4 構造図.....	19

3.5	荷重・外力計算書	49
3.5.1	積載荷重	49
3.5.2	固定荷重	50
3.5.3	積雪荷重	53
3.5.4	風荷重	54
3.5.5	地震力算定用重量及び地震荷重	55
3.5.6	荷重の組み合わせ	57
3.6	応力計算書	58
3.6.1	計算プログラム	58
3.6.2	解析モデル	58
3.6.3	応力解析結果	64
3.7	断面計算書	74
3.7.1	CLT パネルの断面検定	74
3.7.2	集成材の断面検定	78
3.7.3	CLT パネル接合部の検定	82
3.7.4	集成材接合部の検定	89
3.8	層間変形角計算書	90
3.8.1	層間変形角	90
3.8.2	偏心率	91
3.8.3	重心と剛心図	92
3.8.4	剛性率	95
3.9	保有水平耐力計算書	96
3.9.1	計算方針	96
3.9.2	増分解析結果	94
3.9.3	必要保有水平耐力と保有水平耐力	113
3.10	二次部材その他の設計	114
3.10.1	接合部の設計	114
3.10.2	集成材小梁の設計	162
3.10.3	床パネルの設計	164
3.10.4	水平構面の設計	166
3.11	その他の検討	167
3.11.1	連続壁の性能検証	167
3.11.2	必要壁量の概算	170
3.12	まとめ	172

第4章	普及促進について	1
4.1	4階建て中規模オフィスセミナー	1
4.2	新プログラム及び鉄骨床梁設計マニュアル完成講習会	4

第5章	まとめ	1
------------	------------	----------

付録CD

巻末資料1	CLTパネル工法標準設計	パンフレット
巻末資料2	CLTパネル工法標準設計	意匠図
巻末資料3	CLTパネル工法標準設計	構造図
巻末資料4	CLTパネル工法標準設計	省エネ性能算定結果

第1章 はじめに

1.1 事業目的

CLT パネル工法を用いた中高層建築物の構造計算に関する合理化を行うには、一般的なラーメン構造用フレームモデル等と同様な形式を持つ、簡易な構造設計用モデルを構築するためのモデル化手法が必要である。このため、令和5年度においては、CLT パネル工法の構造計算の簡易モデルを用いた4階建事務所のCLT 建築物の標準設計と普及資料の作成を行った。また一貫構造計算プログラム開発検討より作成した保有水平耐力計算（ルート3）のプロトタイプの改良と検証確認を行い、プログラム拡充を実施した。

本事業は前年度の成果をもとに、CLT パネル工法の構造計算の簡易モデルを用いたCLT 建築物の標準設計の普及資料の作成を行うとともに、設計者のツールとして、計算手間を削減させた計算ソフトの普及を行う。併せて、設計自由度の向上が見込める鉄骨梁を取り入れ、適材適所にCLTを採用する設計法の普及を目的としている。

表 1.1-1 に事業該当項目の分担を示す。

表 1.1-1 に事業該当項目の分担

事業該当項目	事業内容	日本CLT協会	日本住宅・木材技術センター
ア	事業の進行管理	○	○
	検討委員会の開催・運営	◎	○
イ	標準設計の条件設定、標準設計の検討	○	◎
ウ	標準設計の普及資料作成、セミナー開催	○	◎
	講習会の開催等	○	
エ	報告書とりまとめ作業等	○	○

1.2 実施概要

令和5年度に取り組んだ4階建事務所のCLT 建築物の標準設計の普及資料の作成、セミナー開催により普及に取り組む。さらに、高度な防耐火構造の設計手法が必要な5階建事務所の標準設計について検討を行う。また、昨年度に実施した一貫構造計算プログラム開発の検討結果及び鉄骨床梁を併用したCLT 建築物の設計マニュアル等の普及資料の作成と講習会を行う。

① 検討委員会の開催等

学識経験者、設計実務者等により構成される検討委員会を設置し、令和5年度標準設計の普及資料作成、セミナー開催、標準設計の条件設定、標準設計の検討、講習会の運営準備や開催等を行う。

② 令和5年度標準設計の普及資料作成、セミナー開催

令和5年度に取り組んだCLT パネル工法による延べ面積3,000 m²程度の4階建事務所に係るCLT 建築物の標準設計の普及資料作成し、セミナーを開催して普及に取り組む。

③ 標準設計の条件設定、標準設計の検討

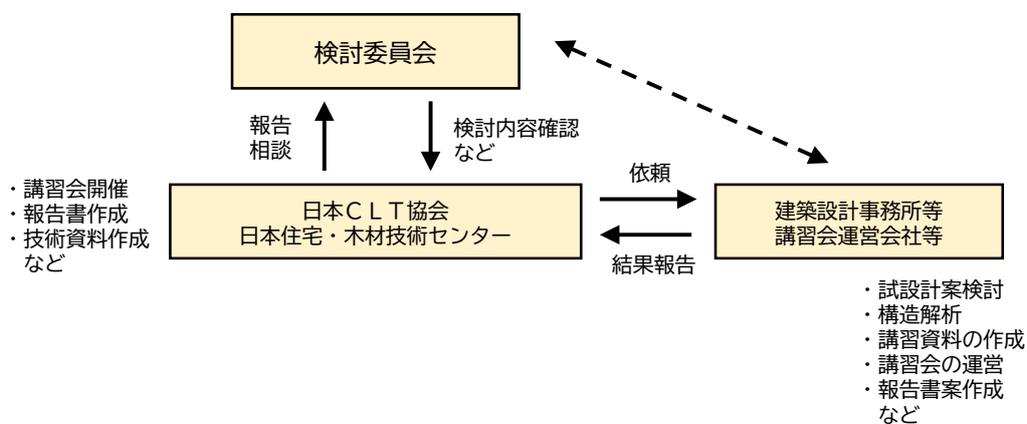
CLT パネル工法による5階建事務所に係るCLT建築物の標準設計の検討を行い、標準プラン、断面図、立面図、主要構造図、用いられる主要部材仕様書からなる設計概要図書を取りまとめる。

④ 講習会の運営準備や開催等

「CLT パネル工法の一貫構造計算プログラム」「鉄骨床梁を併用したCLT建築物の設計マニュアル」の講習会を実施する。

1.3 実施体制

1.3.1 実施体制



1.3.2 本委員名簿、標準設計WG委員名簿

本事業は、学識経験者、構造設計事務者等により構成される標準設計・プログラム開発本委員会を設置し、さらに委員会とは別に標準設計・プログラム開発に関するWGを設置した。

次項に委員会名簿と委員会・WG開催の実績を示す。

CLT パネル工法の標準設計、プログラムの開発、普及促進 本委員会

委員名簿

(順不同、敬称略)

委員長	五十田 博	京都大学生存圏研究所 生活圏木質構造科学分野	教授
委員	前田 匡樹	東北大学 グリーン未来創造機構グリーンクロステック 研究センター	教授
	中川 貴文	京都大学生存圏研究所 生活圏木質構造科学分野	准教授
	青島 啓太	追手門学院大学 文学部 人文学科 美学・建築文化専攻	准教授
	辻 拓也	京都大学生存圏研究所 生活圏木質構造科学分野	研究員
	荒木 康弘	国土交通省国土技術政策総合研究所 建築研究部 評価システム研究室	室長
	中島 昌一	国立研究開発法人建築研究所 構造研究グループ	主任研究員
	三宅 辰哉	株式会社日本システム設計	代表取締役
	向井 昭義	公益財団法人日本住宅・木材技術センター	常勤理事兼試験研究所長
	飯島 敏夫	公益財団法人日本住宅・木材技術センター	参与兼特別研究員
	鈴木 圭	木構造振興株式会社	主任研究員
行政	福島 純	林野庁林政部木材産業課木材製品技術室	課長補佐
	上田 萌香	林野庁林政部木材産業課木材製品技術室	企画調整係長
	増井 僚	林野庁林政部木材産業課木材製品技術室	木材技術担当専門職
	杉原 伸一	国土交通省住宅局参事官 (建築企画担当) 付	課長補佐
	吉田 優一朗	国土交通省住宅局参事官 (建築企画担当) 付	構造係長
	森田 由佳	国土交通省住宅局住宅生産課木造住宅振興室	課長補佐
	本舘 伸弥	国土交通省住宅局住宅生産課木造住宅振興室	高度化推進係長
コンサルタント	篠原 昌寿	株式会社構造計画研究所	
	野田 卓見	株式会社構造計画研究所	
	永島 古都	株式会社構造計画研究所	
	塩崎 征男	MS 木造建築研究所	
	大澤 龍彦	株式会社イズミコンサルティング	
	酒井 亮憲	株式会社 bask design 一級建築士事務所	
オブザーバー 事務局	櫻井 郁子	株式会社日本システム設計	
	坂部 芳平	一般社団法人日本 CLT 協会	
	中越 隆道	一般社団法人日本 CLT 協会	
	中井 聡	一般社団法人日本 CLT 協会	
	谷口 翼	一般社団法人日本 CLT 協会	
	小玉 陽史	一般社団法人日本 CLT 協会	
	金子 弘	公益財団法人日本住宅・木材技術センター	
	増村 浩	公益財団法人日本住宅・木材技術センター	
	皆川 雄介	公益財団法人日本住宅・木材技術センター	
	山崎 渉	株式会社ドット・コーポレーション	
	中村 亜弥子	株式会社ドット・コーポレーション	
	平野 陽子	株式会社ドット・コーポレーション	

CLT パネル工法の標準設計、プログラムの開発、普及促進標準設計 WG

委員名簿

(順不同、敬称略)

主査	五十田 博	京都大学生存圏研究所 生活圏木質構造科学分野	教授
委員	中川 貴文	京都大学生存圏研究所 生活圏木質構造科学分野	准教授
	青島 啓太	追手門学院大学 文学部 人文学科 美学・建築文化専攻	准教授
	荒木 康弘	国土交通省国土技術政策総合研究所 建築研究部 評価システム研究室	室長
	中島 昌一	国立研究開発法人建築研究所 構造研究グループ	主任研究員
	鈴木 圭	木構造振興株式会社	主任研究員
	オブザーバー	篠原 昌寿	株式会社構造計画研究所
	野田 卓見	株式会社構造計画研究所	
	永島 古都	株式会社構造計画研究所	
	三宅 辰哉	株式会社日本システム設計	代表取締役
	櫻井 郁子	株式会社日本システム設計	
	塩崎 征男	MS 木造建築研究所	
	大澤 龍彦	株式会社イズミコンサルティング	
	酒井 亮憲	株式会社 bask design 一級建築士事務所	
事務局	坂部 芳平	一般社団法人日本 CLT 協会	
	中越 隆道	一般社団法人日本 CLT 協会	
	中井 聡	一般社団法人日本 CLT 協会	
	谷口 翼	一般社団法人日本 CLT 協会	
	手島 楓	一般社団法人日本 CLT 協会	
	金子 弘	公益財団法人日本住宅・木材技術センター	
	増村 浩	公益財団法人日本住宅・木材技術センター	
	皆川 雄介	公益財団法人日本住宅・木材技術センター	
	山崎 渉	株式会社ドット・コーポレーション	
	中村 亜弥子	株式会社ドット・コーポレーション	
	平野 陽子	株式会社ドット・コーポレーション	

本委員、標準設計WG開催実績

本委員会開催実績

「CLTパネル工法の標準設計、プログラム開発、普及促進 本委員会」

第1回

日時：2024年6月25日（火）10：00～12：00

場所：（一社）日本CLT協会 会議室（WEB併用）

第2回

日時：2025年2月21日（金）13：00～15：00

場所：（一社）日本CLT協会 会議室（WEB併用）

標準設計WG開催実績

「CLTパネル工法の標準設計、プログラム開発WG」

第1回

日時 2024年7月9日（火）10：00～12：00

場所 住木センター 3階会議室（WEB併用）

第2回

日時 2024年9月12日（木）16：00～18：00

場所 住木センター 3階会議室（WEB併用）

第3回

日時 2024年11月13日（水）17：00～19：00

場所 住木センター 3階会議室（WEB併用）

第4回

日時 2025年1月20日（月）16：00～18：00

場所 住木センター 3階会議室（WEB併用）

第2章 CLTパネル工法建築物の標準設計

2.1 標準設計に伴う設計条件

本事業の5階建て普及モデルの標準設計では、前年度の令和5年度事業で検討したCLTパネル工法による4階建ての事務所をもとに、今後さらに普及が期待される1時間耐火をこえる防耐火性能を備えた耐火建築物の設計モデルを示した。建物規模は、5階建て延床面積3,000㎡未満の耐火建築物とし、民間オフィスや地方公共団体等の事業所などの用途を想定した計画案である。従来鉄骨造やRC造が主流であった規模の計画に対して、木造のCLTパネル工法による汎用的な計画を示すことを目指したものである。

敷地は地方都市の市街化区域内にあり、幹線道路に面した一般的な建設地を設定した。法22条地域で敷地面積が1,500㎡を超えるため、耐火建築物が求められる。地域区分は6地域（省エネルギー基準）を想定し、国内都市部への広範な展開を視野に入れた環境設備計画および防耐火計画も検討している。

表 2.1-1 普及モデルの設計概要

建物規模	5階建ての事務所（耐火建築物） 延床面積：2,988㎡、建築面積630㎡
敷地条件	地方都市の市街化区域某所（幹線道路に面し施工には十分な広さがある一般的な建設地） 法22条地域
構造計画	CLTパネル工法（構造計算ルート3）
高さ仕様	基準階の階高4.0m、執務室の天井高2.7m フリーアクセスフロア及びシステム天井を採用
防耐火仕様	壁（間仕切壁）：90分耐火構造（1F）、1時間耐火構造（2~5F） 壁（外壁）：90分耐火構造（1F）、1時間耐火構造（2~5F） 柱・はり・床：90分耐火構造（1F）、1時間耐火構造（2~5F） 非耐力壁（一部外壁）：30分（遮熱・遮炎性） 屋根：30分 開口部：30分（遮熱・遮炎性）



図 2.1-1 CLTパネル工法による5階建て中規模オフィス普及モデルのイメージ

2.1.1 1時間耐火と90分耐火による耐火木造（告示改正）

基準法施行令の一部を改正する政令（令和5年政令第34号）に基づき、木材利用促進に資する観点から、階数に応じて要求される耐火性能基準が、60分刻みから30分刻みへと精緻化された。このため、普及モデルで示したような5階建ての耐火木造においては、1階を90分耐火として2～5階を1時間耐火で設計することが可能となった。本事業の標準設計では、告示に示された耐火被覆方法を主体として、CLTパネル工法による5階建てのオフィスを実現する仕様を示した。

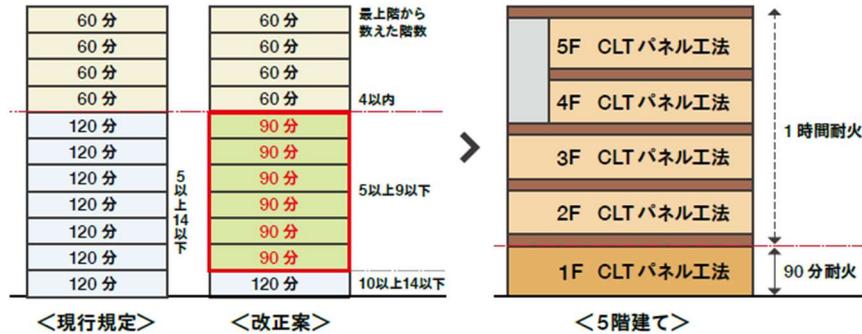


図 2.1-2 多様な利用方法を想定したオフィス計画のイメージ

表 2.1-2 主要構造部に必要な防耐火性能

部位			通常の火災			屋内側の火災
			最上階から数えた階数	非損傷性	遮熱性	遮炎性
壁	間仕切壁	耐力壁	階数15以上の階	2時間	1時間	
			階数5～14の階	2時間	1時間	-
		非耐力壁	最上階、階数2～4の階	1時間	1時間	-
	外壁	耐力壁	階数15以上の階	2時間	1時間	1時間
			階数5～14の階	2時間	1時間	1時間
		非耐力壁	延焼のおそれのある部分	-	1時間	1時間
		上記以外	-	30分	30分	
柱		階数15以上の階	3時間			
		階数5～14の階	2時間			
		最上階、階数2～4の階	1時間			
床		階数15以上の階	2時間	1時間		
		階数5～14の階	2時間	1時間		
		最上階、階数2～4の階	1時間	1時間		
梁		階数15以上の階	3時間			
		階数5～14の階	2時間			
		最上階、階数2～4の階	1時間			
屋根			30分		30分	
階段			30分			

耐火建築物仕様：

ルート A

仕様規程ルート：主要構造部は耐火構造

主要構造部（柱・梁・床・壁・屋根・階段）を耐火構造とする。

国土交通大臣が定めた構造方法または、大臣認定を受けた構造方法。

2.2 普及モデルの標準設計

2.2.1 多様な利用シーンに対応したオフィス

5階建て普及モデルの検討では、幅36.0m奥行き17.5mの長方形の平面を持つ、基準階面積630㎡の5階建てとして、延べ床面積3,000㎡以下の2,988㎡の平面計画とした。階段室・エレベーター、トイレ、給湯室と廊下を有する共有部を北側の偏心コアにまとめ、南側に連続した一室空間の執務室を確保する計画としている。共用部と居室の間は防耐火上の区画を明確に分け、執務室内は自由に仕切ることができるため、建物全体を一団地で用いる場合、あるいは複数団地で用いる場合のいずれにおいても対応が可能である。さらに、共有部の廊下に加えて執務室内の通路を南側ファサードに面して通すことで、執務室内通路を確保した計画としている。これによって、現代の業務空間において重要となる業務間連携にも対応したフレキシブルな執務室が構成可能である。



図 2.2-1 多様な利用方法を想定したオフィス計画の外観（左）と内観（右）



図 2.2-2 共用部と居室を明確に分けるための区画界壁の位置

2.2.2 吹き抜けロジリアのあるオフィス

多階層の事務所では、執務空間を効率的に積層させるためにファサードは単調になりやすいためロジリアを計画した。ロジリア (loggia) とは、もともとイタリアで屋外に開かれた列柱廊空間のことを指す空間である。建築意匠としては、建物形状を形成する外部ファサードに空隙 (ヴォイド) を構成することで、中高層のオフィス建築等において単調になりがちな上層階の環境を大きく変えることが期待できる空間となる。さらに、CLT の高い剛性を活かして吹き抜けとすることで、ロジリアは上下階をつなぐ大きなテラスとなる。

日本では、いわゆるインナーテラスを構成することは、雨仕舞などの漏水の課題から嫌煙されることが多いが、中大規模木造の防水仕様 (田島ルーフィング株式会社, 中・大規模/都市木造建築防水設計 ARCHITECTS' HANDBOOK を参照) に準拠し、ファサードの列柱と一体の堅樋によって適切に雨水を排水する仕様としている。



図 2.2-3 上層階に設けた吹き抜けのロジリアが上下階を繋ぐ (左) とロジリアの外観 (右)

2.2.3 開放的なファサード

建物の外観は3.0m 間隔で垂直荷重を負担する列柱が並ぶ構成として、その間に有効な彩光と眺望を期待した透明性の高い大きな開口を確保している。5階建ての中層階では、大きな耐風圧を想定するため、開口部には耐風圧性能の高い S-5 仕様の住宅用サッシと複層 Low-E ガラスを採用して、汎用的でかつ断熱性能にも優れたファサードを構成した。



図 2.2-4 住宅用サッシを用いて構成された開放的なファサード

2.3 普及モデルの基本設計図面

2.3.1 普及モデルの基本図

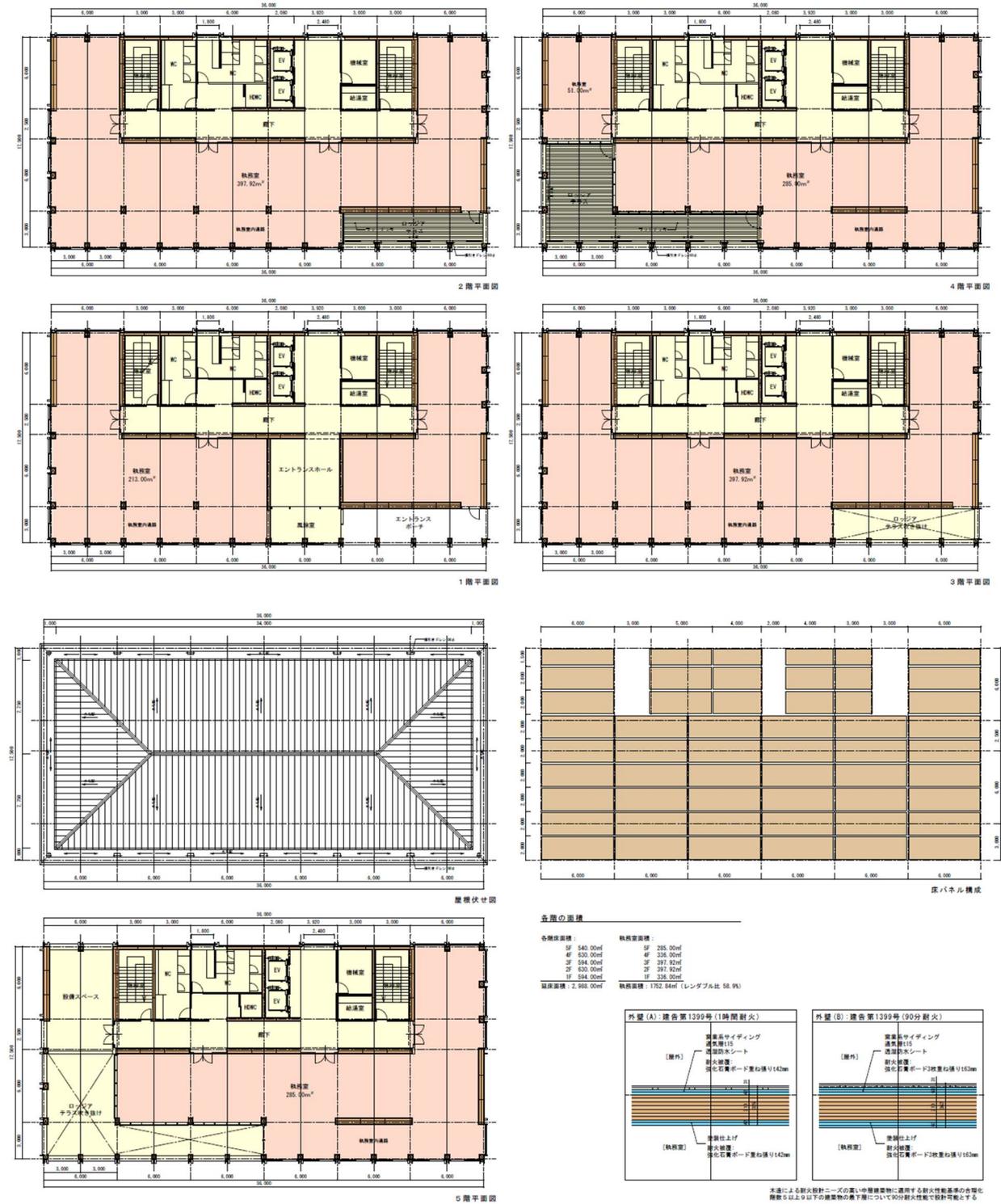


図 2.3-1 普及モデルの平面図及び床 CLT パネルの構成

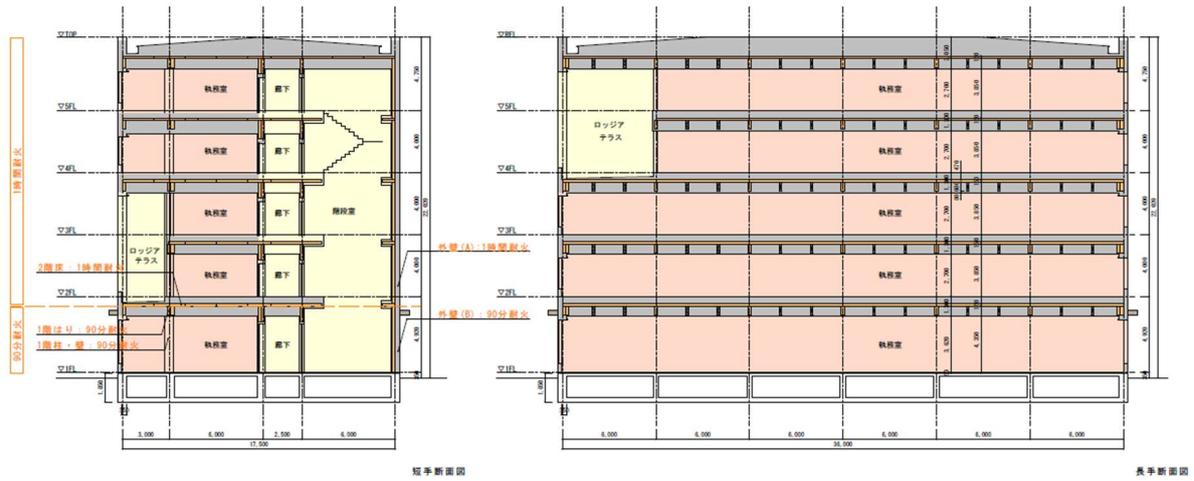


図 2.3-2 普及モデルの断面図



図 2.3-3 普及モデルの立面図

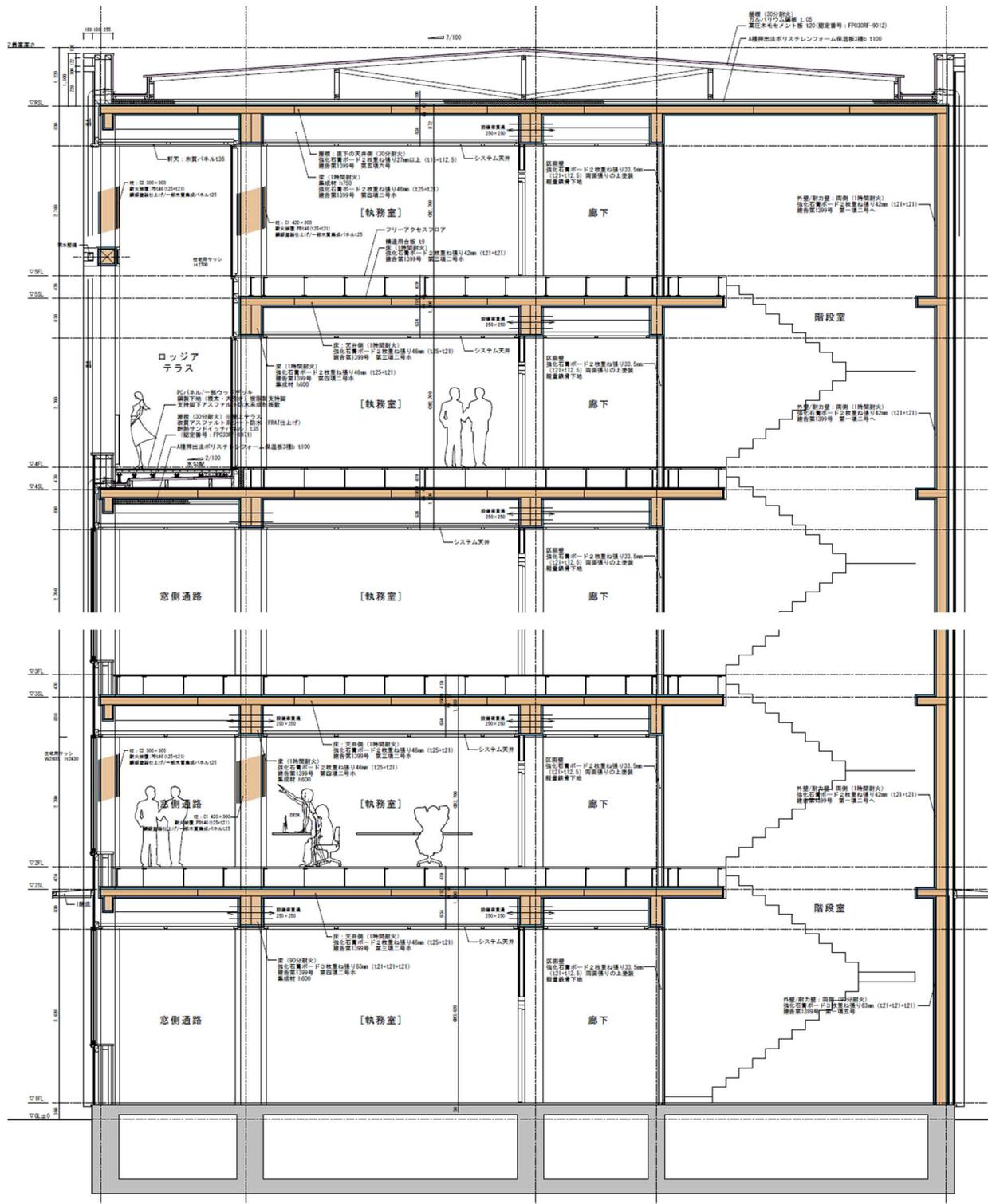


図 2.3-4 普及モデルの断面詳細図

2.3.2 普及モデルの各部構成



図 2.3-5 普及モデルの断面構成

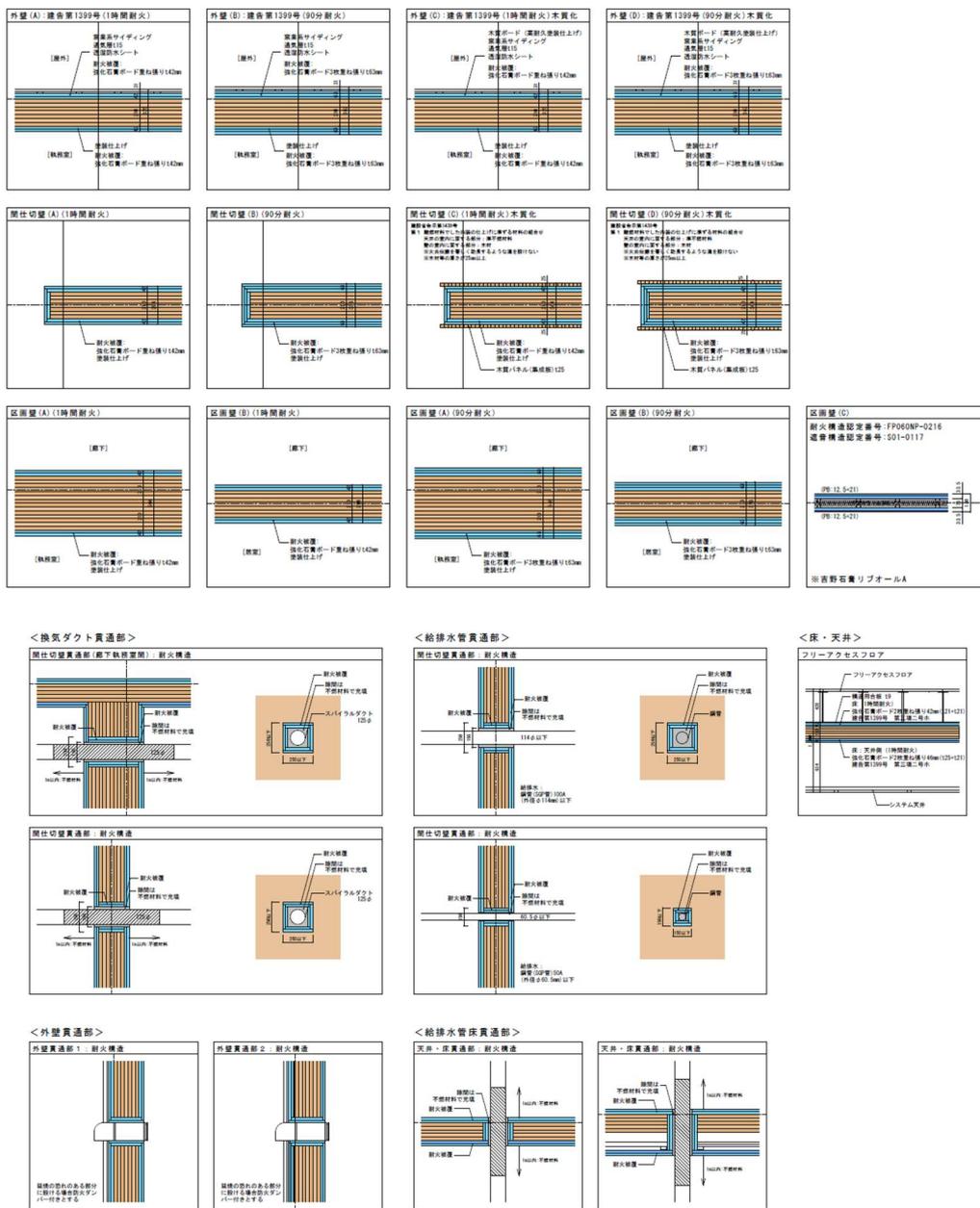


図 2.3-6 主要部位の構成と区画貫通部の納まり

2.3.3 普及モデルの仕様

●構造方法

2時間耐火	外壁	両面薬剤処理ボード用原紙張り石膏ボードの3枚重ね張りを下地とし、外装材を軽量セメントモルタル	
	間仕切壁	両面強化石膏ボードを重ね張り 42mm	建告第1399号 第一項二号へ(1)
	柱	独立柱に強化石膏ボードを3枚重ね張り	建告第1399号 第二項三号イ
	床	床面を強化石膏ボードを3枚重ね張り42mm、直下の天井面を強化石膏ボード3枚重ね張り46mm (断熱材あり)	
	梁	独立梁に強化石膏ボードを3枚重ね張り	
1時間耐火	外壁	両面薬剤処理ボード用原紙張り石膏ボードの重ね張りを下地とし、外装材を木材	
	間仕切壁	両面強化石膏ボードを重ね張り 42mm	建告第1399号 第一項二号へ(1)
	柱	独立柱に強化石膏ボードを重ね張り	建告第1399号 第二項三号イ
	床	床面を強化石膏ボードを重ね張り42mm、直下の天井面を強化石膏ボード2枚重ね張り46mm (断熱材あり)	
30分耐火	梁	独立梁に強化石膏ボードを重ね張り	
	屋根	直下の天井耐火被覆を強化石膏ボード1枚張りとし、小屋梁間隔を2,000mm以下とする屋根	
	階段	鉄骨造に耐火被覆	

●大規模木造建築物等の外壁等（法25条）

延べ面積 > 1000m ²	屋根	不燃材料等
	外壁・軒裏	の延焼のおそれのある部分 防火構造

●内装制限

大規模建築物	階数 ≧ 3	延床面積 > 500m ²	居室：難燃材料
	階数 = 2	延床面積 > 1,000m ²	通路・階段：準不燃材料
	階数 = 1	延床面積 > 3,000m ²	材料

●大規模木造建築物の敷地内通路（令128条の2） 延べ面積 ≦ 3,000m² 隣地境界線に接する部分の通路幅員1.5m以上

●防火区画（令112条）

・面積区画

耐火建築物 1,500m²以内ごと 耐火構造の床、壁、防火戸（特定防火設備）

・竪穴区画

地階または3階以上の階に居室を有する耐火建築物 耐火構造の床、壁、防火戸（特定防火設備）
吹き抜け部分、階段、昇降路、ダクト部分とその他の部分の区画

●排煙設備（令126の2）

階数 ≧ 3	延べ面積 > 500m ²	自然排煙or機械排煙	設置免除の場合（建告1436号第4）
延べ面積 > 1,000m ² の建築物の床面積 > 200m ² の居室			内装仕上げ：準不燃 主要な出入口に防火設備

2.4 90分耐火構造告示 建設省告示 1399号（平成30年3月22日 改正）

耐火構造の技術的仕様を定めたもの

「90分耐火構造」とは、建築物の特定部分が火災発生後90分間、構造耐力上の損傷を受けず、火炎や高温が伝播しない性能を有する構造を指します。この性能は、国土交通大臣認定や告示に基づく仕様を満たす必要があります。

90分耐火構造に関する詳細な仕様は、以下の国土交通省政令に基づきます。

- ・建築基準法施行令 第136条の2 第1項
- ・耐火構造の仕様について規定する国土交通大臣告示
- ・国土交通省告示第1399号（耐火構造の技術的仕様を定めたもの）

2.4.1 耐火被覆範囲と仕様

2.4.1.1 要求される耐火性能

改正前	改正後
60分 60分 60分 60分	60分 60分 60分 60分
最上階から 数えた階数	最上階から 数えた階数
4以内	4以内
120分 120分 120分 120分	90分 90分 90分 90分
5以上	5以上
14以下	9以下
120分 120分	120分
10以上14以下	10以上14以下

基準法施行令の一部を改正する政令（令和5年政令34号）最終更新日：令和5年3月27日
木材利用促進に資する観点から、階数に応じて要求される耐火性能基準（火災時の倒壊防止のために壁、柱等が耐えるべき時間）について、60分刻みから30分刻みへ精緻化することとされました。

図 2.4.1.-1 改正された要求耐火時間

設計図書より本計画の 被覆仕様は、下図の通り

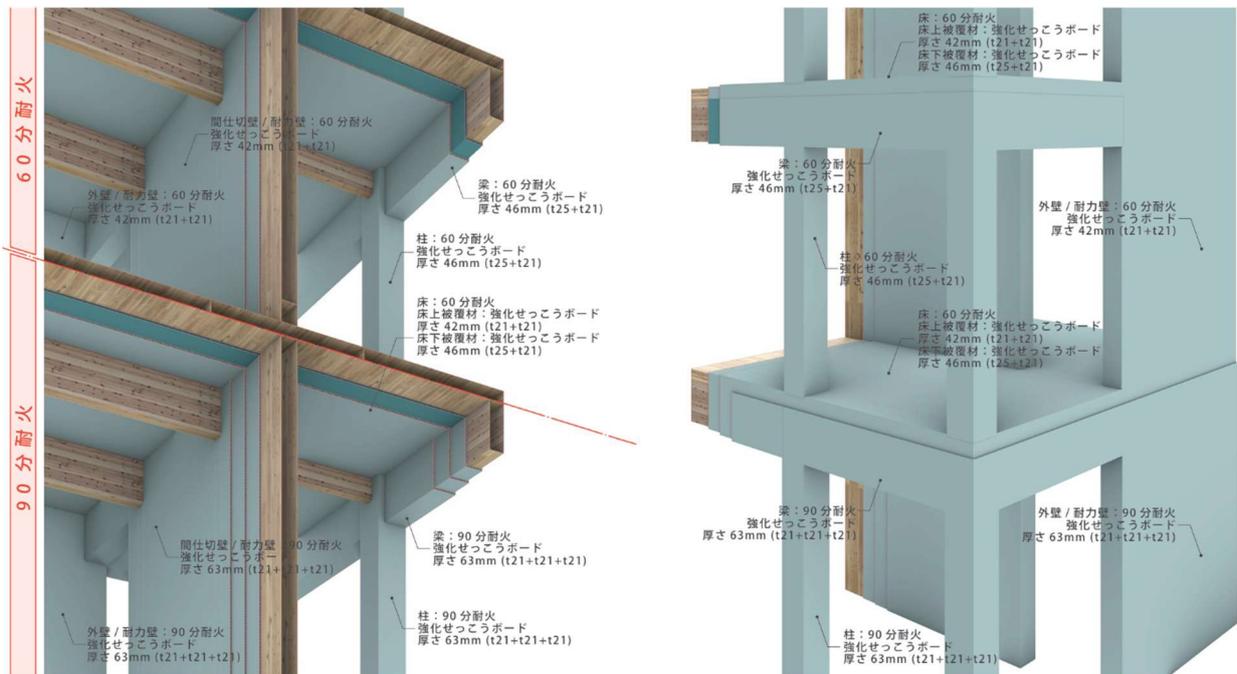


図 2.4.1-2 耐火被覆範囲と仕様

2.4.1.2 告示における耐火被覆各部仕様（技術的助言）

第4 階数に応じて要求される耐火性能基準の合理化（令第107条関係）

（1）改正令の概要

法第2条第7号に規定する耐火構造に必要とされる性能として令第107条第1号に規定する非損傷性の要求時間は、最上階から数えた階数が5以上で9以内の階の壁（耐力壁である間仕切壁及び外壁）、柱、床及びはりについては「2時間」から「1.5時間」に、最上階から数えた階数が15以上で19以内の階の柱及びはりについては「3時間」から「2.5時間」に見直すことで規制の合理化を図ることとした。なお本改正と併せて条文の表現の適正化を図る改正を行っているが、基準の見直しではないため、階数に応じた非損傷性の要求時間の見直し以外については、従前のおり運用されたい。

（2）改正告示の概要 上記改正に伴い、耐火構造の構造方法を定める件

（平成12年建設省告示第1399号）において定める耐火構造の壁（耐力壁である間仕切壁及び外壁）、柱、床及びはりの構造方法に、以下の仕様を追加する。

1）壁（耐力壁である間仕切壁及び外壁）

間柱及び下地を木材又は鉄材で造り、かつ、その両面に、防火被覆（強化せっこうボード（ボード原紙を除いた部分のせっこうの含有率が95%以上、ガラス繊維の含有率が0.4%以上、ひる石の含有率が2.5%以上のものに限る。以下（2）から（4）までにおいて同じ。）を3枚以上張ったもので、その厚さの合計が63mm以上のもの）が設けられたもの

2）柱

木材又は鉄材に（1）の防火被覆が設けられたもの

3）床

根太及び下地を木材又は鉄材で造り、かつ、その表側の部分及びその裏側の部分又は直下の天井に（1）の防火被覆が設けられたもの

4）はり

木材又は鉄材に（1）の防火被覆が設けられたもの

（3）防火被覆の留付等について

従来、耐火構造の告示仕様については、「耐火構造の構造方法を定める件の一部を改正する告示の施行について（技術的助言）」（平成26年8月22日付け国住指第1785号）において、防火被覆の留付等が適切に行われていることが前提であり、その具体的方法は「石膏ボードハンドブック」（一般社団法人石膏ボード工業会編集・発行）等を参考にされたい旨を通知しているところ、今回追加された1.5時間の耐火性能を有する木造の壁、柱、床及びはりの仕様に係る防火被覆の留付等にあつては、次に掲げる方法を参考にされたい。

なお、防火被覆の目地の処理は、いずれも継目処理工法又は突き付け工法によるものとされたい。このほか、試験等により所定の要求性能を満たすことが確認された防火被覆の留付等とすることも考えられるため留意されたい。

1) 壁

表 2.4.1-1 壁の被覆

留付材 留付間隔等	①下張り (一層目)	下地に木ねじ、タッピングねじ、またはこれらに類するねじ (以下「木①下張り(一層目)ねじ等」という。)で 303mm 以内の間隔で留め付ける。
	②中張り (二層目)	①と同様。
	③上張り (三層目)	③上張り(三層目)次のいずれかとする。 ・①と同様。 ・無機系又は酢酸ビニル樹脂系の接着剤とステーブルを併用して中張りの防火被覆に留め付ける。 ※接着剤は 200mm 以内の間隔で点付けし塗布量は 180g/m ² とする ※ステーブルは 200mm 以内の間隔で留め付ける。
留付材の 利き足長さ	・木ねじ等：下地までの防火被覆の合計厚さより 20mm 以上長いもの ・ステーブル：上張りの防火被覆の厚さより 10mm 以上長く、中張りの防火被覆を貫通しない長さのもの	
目地割り付け	上下層間	中張りの継目は下張り・上張りの継目と重ならないようにする。 ※下張りの継目と上張りの継目は重なってもよい。
	同一層間	十字目地又は T 字目地とする。

2) 柱

表 2.4.1-2 柱の被覆

留付材 留付間隔等	壁と同様 ただし、全層の防火被覆を木ねじ等で留め付ける場合にあつては、中張りの防火被覆の各隅角部にコーナード(厚さ 0.3mm 以上の溶融亜鉛メッキ鋼板で造られたものに限る。)をステーブルで留め付け、その上から上張りの防火被覆を留め付けることとする。	
留付材の 利き足長さ	壁と同様	
目地割り付け	上下層間	壁と同様
	同一層間	直角に取り合う 2 面同士の横継目が揃わないようにする

3) 床

表 2.4.1-3 床の被覆

留付材 留付間隔等	①下張り (一層目)	木ねじ等で、野縁と平行な方向にあつては 606mm 以内、野縁と直交する方向にあつては 303mm 以内の間隔で下地に留め付ける。
	②中張り (二層目)	・木ねじ等で、野縁と平行な方向及び野縁と直交する方向のいずれにあつても 303mm 以内の間隔で下地に留め付ける。 ・床下面への留め付けには無機系接着剤を併用する。 ※接着剤は 200mm 以内の間隔で点付けし塗布量は 180g/m ² とする。
	③上張り (三層目)	・木ねじ等で、野縁と平行な方向にあつては 200mm 以内、野縁と直交する方向にあつては 303mm 以内の間隔で下地に留め付ける。 ・床下面への留め付けには無機系接着剤を併用する。 ※接着剤は 200mm 以内の間隔で点付けし塗布量は 180g/m ² とする。 ※ステーブルによる留め付けは不可とする。
留付材の 利き足長さ	木ねじ等：下地までの防火被覆の合計厚さより 27mm 以上長いもの	
目地割り付け	壁と同様	

4) はり

表 2.4.1-4 はりの被覆

留付材 留付間隔等	①下張り (1層目)	木ねじ等で、はりの長さ方向にあつては606mm以内はりの長さ方向と直交する方向にあつては455mm以内の間隔で下地に留め付ける。
	②中張り (2層目)	・木ねじ等で、はりの長さ方向にあつては455mm以内、はりの長さ方向と直交する方向にあつては303mm以内の間隔で下地に留め付ける。 ・はり下面への留め付けには無機系接着剤を併用する。 ※接着剤は200mm以内の間隔で点付けし塗布量は180g/m ² とする。
	③上張り (3層目)	・はりの側面にあつては、②と同様とするか、又は、ステーブルで中張りの防火被覆に留め付ける。 ・はりの下面にあつては、木ねじ等で、はりの長さ方向にあつては303mm以内、はりの長さ方向と直交する方向にあつては200mm以内の間隔で下地に留め付け、無機系接着剤を併用する。 ※接着剤は200mm以内の間隔で点付けし塗布量は180g/m ² とする。
留付材の 利き足長さ	・木ねじ等：下地までの防火被覆の合計厚さより27mm以上長いもの ・ステーブル：上張りの防火被覆の厚さより10mm以上長く、中張りの防火被覆を貫通しない長さのもの	
目地割り付け	壁と同様	
ほか	中張り及び上張りの防火被覆の隅角部は、各層の防火被覆の開き止めのためステーブルでそれぞれ下張り及び中張りの防火被覆へと留め付ける。	

なお、耐火構造の壁、柱、床及びはりの荷重支持部分の木材として構造用集成材を使用する場合には、接着材としてフェノール樹脂、レゾルシノール樹脂又はレゾルシノール・フェノール樹脂を用いたもので、かつ、隣接するラミナの長さ方向の接着部の位置を15cm以上離れたものとするのが望ましい。

5) 留意点

- 1) 本プランでは、CLTに直接強化せつこうボードを止付けその外側に胴縁を配し外皮を止付けることとなるが、透湿防水シート・防水シートを正しく配し通気層を確保することが、大切です。
- 2) 軸組構法等で間柱に強化せつこうボードを止付ける際には、上記助言に従うと間柱の幅が広く必要となることも注意が必要となります。

2.4.1.3 開口部（サッシ）の検討

2.4.1.3.1 求められる性能

耐火構造における非耐力壁の窓やサッシには、以下のような性能が求められます。これらは日本の建築基準法や関連規定（建築基準法施行令など）に基づいています。

1) 必要な耐火性能

防火設備としての認定

窓やサッシは、火災時に一定時間火炎や熱が室内に侵入するのを防ぐ性能が必要です。建築基準法では「防火設備」として認定を受けたものを使用する必要があります。

- ・ 一般的には、耐火試験に合格した「防火窓」や「遮炎性能付き窓」が使用されます。

性能区分としては、30分耐火や60分耐火などの指定があります。

- ・ 遮炎性能

火炎や煙が隣接空間へ漏れるのを防ぐ性能です。遮炎性能が認められるためには、耐火試験でガラスやサッシ枠が一定の基準を満たす必要があります。

- ・ 耐熱性

高温にさらされても破損しないガラス（例：網入りガラス、強化ガラスなど）やサッシ素材が使われます。

2) 使用場所に応じた性能

・外壁部分に設置される場合

延焼の恐れがある部分（建築基準法第2条第七号）に該当する場合、防火窓や特定防火設備を使用する必要があります。

・屋内における非耐力壁の窓

建物内で火災の区画を分ける場合（防火区画）には、防火設備としての性能が求められます。

3) サッシや窓ガラスの選定ポイント

・防火窓の種類

- ・ 耐火ガラス：網入りガラスや耐火性合わせガラスが一般的。
- ・ 防火サッシ：金属製やアルミ製、または耐火コーティングを施したもの。
- ・ 自動閉鎖装置の有無
- ・ 火災時に自動的に閉まる仕組みが求められる場合があります（特に特定防火設備の場合）。
- ・ サイズと施工要件
- ・ 開口部の大きさや設置位置に応じた規定があるため、設計段階で確認が必要です。
- ・ 建築基準法施行令
- ・ 第109条：延焼の恐れがある部分
- ・ 第112条：防火区画と開口部の仕様
- ・ 国土交通大臣認定
- ・ 窓やサッシは、認定製品であることが必要。

具体的な選定や施工方法については、国土交通省が定める基準や製品カタログを確認するのが良いでしょう。また、設計段階で建築士や防火管理者と相談し、建物用途や法規制に合致した性能を持つ製品を選定してください。

4) 構造計算書の確認

上記、防耐火と共にサッシ毎に認定を取得した耐風圧があります。

建設地・地域区分・高さにより受圧する速度圧が、異なります。構造計算で安全性を確認した速度圧以下の耐風圧性能であることを確認してください。（建設地における速度圧、地表面粗度区分、建物高さ等）

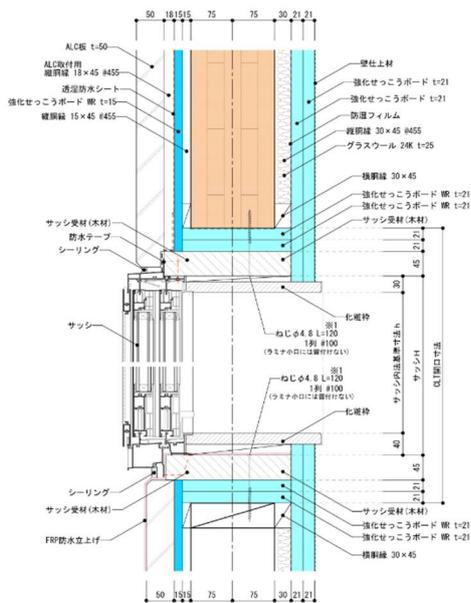


図 2.4.1-3 60分耐火 サッシ取付例

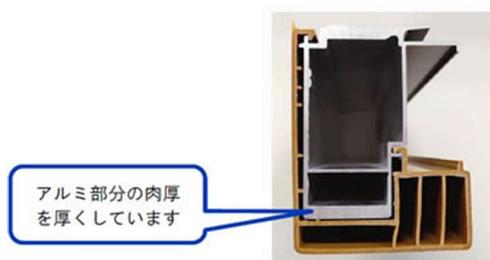


図 2.4.1-4 S-5 サッシ枠例

90分耐火構造では、強化せっこうボードが3枚、63mmとなります。耐火被覆を取り付けるビスのみならずS-5の場合でも取り付け方・ビス長さ付属ビスでの強度。また認定で求められる取付方法の確認が必要です。

2.4.1.3.2 対候性への配慮

中高層建築物の開口部には、対候性と気密性が、求められます。前述の木造住宅用S-5もありますが、ビル用サッシの中には、ビル用サッシの中には、中高層木造に対応するためアタッチメントにより住宅用サッシと同じような納まりで止付けられるように対応している製品もあります。現時点ではビル用サッシを木造建築物に止付ける標準納まりはありませんので、サッシメーカー、設計者と十分な打ち合わせを行い納まりを検討することや施工においては、防水紙・シールなどに留意した施工が、大切となります。

2.4.2 内装制限 建築基準法第35条の2

可燃物の多い用途や、排煙のための開口部がないなど、フラッシュオーバー（火災により、室内の可燃物が熱分解し発生する引火性ガスの充満によって爆発的な延焼火災となる現象）を早める要素をもつ空間に対して、特殊建築物の用途、規模、構造および開口部の条件から、壁および天井の室内に面する部分の内装を、燃えにくい材料で仕上げることを義務づけてます。

学校、体育館等は、火気使用室、地階や無窓居室およびその避難経路を除き、内装制限の対象には含まれておらず、内装仕上げに木材を使用することが可能となります。

本プランの事務所は、特殊建築物とはなっていないが、耐火構造建築物であっても大規模建築物・階数3以上で延べ面積500m²超のため居室は、難燃材料（※床面から1.2m以下の壁を除く）、また通路は、準不燃材料の仕上げが必要となります。

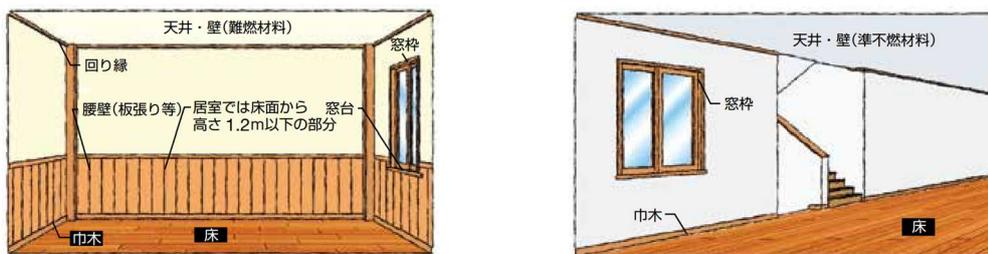


図 2.4.2-1 内装制限のかかる居室・廊下等 (図は、木造建築のすすめより)

告示による緩和

天井が高い小規模区画（令国交告251号1号）

床面積100m²以内で天井高3m以上の居室（他室との間仕切り壁や防火設備による区画と

用途等の条件を満たす場合に 限る）の内装には木材を使うことができる。特殊建築物等の居室では、天井面と壁面に難燃材料を張ることが必要だが、天井を石膏ボードなどの準不燃材料とすることにより壁の仕上げに木材を使うことができる。

- ・木材等の表面に火炎伝搬を著しく助長するような溝を設けない。
（平12建公告 第1439号）
- ・木材等の板厚25mm以上とする。
- ・一定の条件に合えば板厚10mm以上の木材等も使用できる



図 2.4.2-2 告示による緩和

図は木造建築のすすめより

スプリンクラー設備等と排煙設備を用い内装制限緩和（令128条の5、7項）

避難安全検証法で木材の内装仕上げ

避難安全検証法には、区画避難安全検証法（令128条の6、令和2年国交告509号）、

階避難安全検証法（令129条、平成12年建告1441号）、

全館避難安全検証法（令129条の2、平成12年建告1442号）の3つがあります。

2.4.3 防火区画

建築基準法に定められた区画で、火災時に火炎が急激に燃え広がることを防ぐためのものである。準耐火建築物及び耐火建築物に求められるもので、技術的基準は建築基準法施行令第112条に定められています。

防火区画には、面積や使用用途などによって、面積区画、高層階区画、堅穴区画、異種用途区画の4種類に分けられており、本プランにおいては、面積区画と堅穴区画についての検証が、必要となります。

① 面積区画 本プランにおける各階床面積では、1,500 m² 以下 > 36 m × 17.5 m

耐火建築物または準耐火建築物以外

区画の構造としては、防火壁〔自立する耐火構造の壁〕特定防火設備〔幅2.5m以下、高さ2.5m以下〕

吹き抜け部以外の床は、耐火構造による 防火床（平成30年6月27日公布「**建築基準法の一部を改正する法律（平成30年法律第67号）**」により 各層は区画されています。

② 堅穴区画

建築物の高層部分等においては、階段室等のたて穴とその他の部分を区画する必要があります。

（令112条11項）。なお、3階建て以下で延べ面積200m²未満の場合は、間仕切り壁と防火設備等による

区画とすることができる（令112条12～15項）

区画の構造としては、耐火構造・準耐火構造の床、壁、防火戸・防火設備

2.4.4 仕上げ表（防耐火関係 その他詳細は設計図書参照）

表 2.4.4-1 仕上げ表（防耐火関係下地）

階	室名	床	壁・柱・はり	天井	備考
1	各室共通下地	コンクリート上 フリーフローア-H50	・CLT壁・柱上 PB t21+t21+t21mm ・梁上 PB t21+t21+t21mm	・CLT板上 PB t25+t21mm	天井仕上げは 準不燃以上
2～5	各室共通下地	2F～5F CLT板上 フリーフローア H450	・CLT壁・柱上 PB t25+t21mm ・梁上 PB t25+t21mm	・CLT板上 PB t25+t21mm	天井仕上げは 準不燃以上

注) PB 強化せっこうボード【GB-F(V) ひる石入】を示し、防水・防カビタイプも推奨されています

2.4.5 内部・室外への木材の現しに向けた留意点

40～50年育った木材で建てた建物は少なくとも同期間は残しておきたい、そのためには

- ・設計では、耐久性を考慮した設計・適材適所に配慮した木材の選択
- ・施工では、設計図書に基づく適切な施工
- ・使用においては、定期的な点検と維持保全が、重要と考えます。

一方木造建築物においては、極力木材を現しで使いたいという要望も多い。

木材を劣化させる要因としては、水分（自由水・結合水）、菌類、紫外線、虫害などが、知られていますが耐久性を向上させるにあたっては、設計・施工・保全において注意が必要となります。

詳細については、以下のマニュアルを参照願います。



「大規模木造低層建中大規模木造低層建築物の耐久性向上のための設計・施工の手引き」
 (公財) 日本住宅・木材技術センター
 に詳しく記載されていますので参考としてください

図. 2. 4. 5-1 耐久性向上マニュアル

2.4.5.1 室外への木材の現しに向けた注意点

耐火性能に向けては、主要構造部は強化石膏ボードで覆われているため、外皮は、その上に施工されますが、以下への配慮が必要です。

- ・外壁・付属部分（庇・デッキ・手摺 他）の納まりは、交換・補修が容易な取付方法。
- ・外壁含め防腐・防虫塗装を施す場合には、メーカーが推奨する塗り替え期間を遵守する。
- ・日常、定期的な 目視でも構わないので点検を継続する。

特に外部から雨水が入りやすい箇所としては、下図の通り

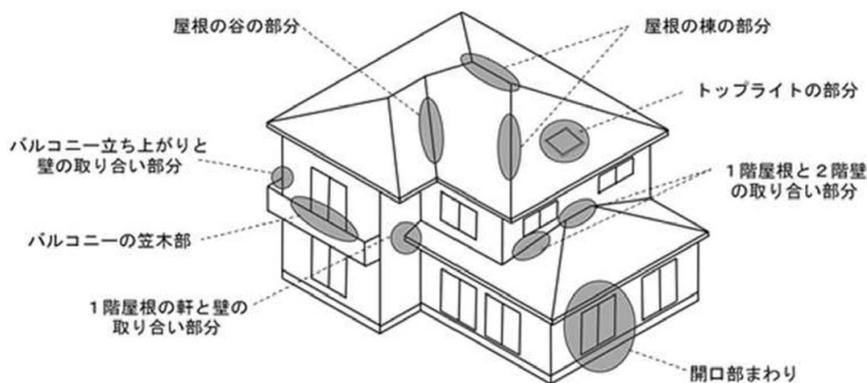


図. 2. 4. 5-2 雨水侵入のリスクが高い部位

「大規模木造低層建中大規模木造低層建築物の耐久性向上のための設計・施工の手引き」より

2.4.5.2 室内への木材の現しに向けた注意点

告示に示された被覆で覆われた表面に仕上げとして木材を使用する際には、次の点に注意が必要です。

(1) 乾燥による収縮

エアコンや日光により木材表面の含水率が下がると内部との収縮率の差により干割れが、生じることがあります。仕上げ材のため構造や耐火性能には支障はありませんが、意匠的に気になる場合には、ウッドパテや埋木で補修することができます。

(2) 内装制限

耐火被覆の上に木材を仕上げ材として施工する場合には、2.4.4 章に記載した内装制限に留意が必要です。告示により 緩和された内容以外では、床上 1.2m 以上の内装制限が必要な壁や天井に柱や梁などの木部が室内に見えている（露出している）場合は、柱・梁の見付面積が各部分の 1/10 を超える分には、内装制限の対象として取り扱われますので注意が必要となります。

2.5 設備計画

2.5.1 省エネルギー設計の方針

普及モデルの外皮仕様は CLT パネルの木材としての断熱性を考慮し、外壁には断熱材を施工しない仕様とした。また、建物の主な居室となる執務室の開口部には日射遮蔽型の Low-E ガラスを採用し日射遮蔽に配慮した。採用した主な外皮の仕様を表 2.5.1-1 に示す。

表 2.5.1-1 外皮の仕様

部位・項目		断熱・ガラス仕様
断熱材	屋根	押出法ポリスチレンフォーム断熱材 3種 bA 100 mm
	外壁	CLT の断熱性能を考慮し断熱材なし
開口部	アルミカーテンウォール	二層複層ガラス (Low-E 1 枚、日射遮蔽型、中空層 6mm)
	アルミサッシ	二層複層ガラス (Low-E なし、中空層 6mm)

設備機器は一般的な事務用途を想定し機器を設定した。空調設備は、執務室については熱負荷計算結果から機器能力を算定し、その他の空調設備、換気設備及び照明設備については建築物省エネ法の省エネルギー基準設定仕様を参考に設定した。給湯設備及び昇降機については普及モデルの規模等から標準的と考えられる仕様とした。表 2.5.1-2 は普及モデルの各室が省エネ計算上のどの室用途に該当するかを示したもので、各設備の省エネルギー基準設定仕様はこの室用途に応じた数値を使用することとする。尚、各設備機器に関して特別な省エネ制御等は採用しないこととした。

表 2.5.1-2 各室の省エネ計算上の室用途

室名	室用途
1～5F 執務室	事務室
1F 風除室	ロビー
1F エントランスホール	ロビー
1～5F EV ホール	ロビー
1～5F 廊下	廊下
1～5F WC、HDWC	便所
1～5F 給湯室	湯沸室等
1～5F 機械室	機械室
1～5F 階段室	廊下

2.5.2 設備機器の選定

(1) 空調設備

- ・ 1～5F 執務室は、熱負荷計算を実施し必要能力を算定
- ・ その他の空調室は単位面積の省エネ基準標準負荷から算定
- ・ 室内機はメーカーカタログの設置間隔の記載に従い、均等に配置
- ・ 各階、執務室と共用部で空調系統を分け、それぞれに余裕を持った熱源を選定
- ・ 空調機はビル用マルチエアコン (EHP) を採用

表 2.5.2-1 各室の負荷と空調系統

室名	床面積 [㎡]	省エネ基準標準負荷		計算負荷 [kW]	計算負荷 /標準負荷	空調系統	必要能力 [kW]
		[kW/㎡]	[kW]				
1F 執務室 W	213.00	0.146	31.098	23.974	0.771	1F 執務室	39.2
1F 執務室 E	123.00	0.146	17.958	12.289	0.684		
1F エントランスホール	36.00	0.104	3.744	-	-	1F 共用部	14.5
1F 廊下	68.00	0.104	7.072	-	-		
1F EV ホール	23.50	0.104	2.444	-	-		
2F 執務室	390.00	0.146	56.940	41.395	0.727	2F 執務室	43.2
2F 廊下	68.00	0.104	7.072	-	-	2F 共用部	10.0
2F EV ホール	23.50	0.104	2.444	-	-		
3F 執務室	390.00	0.146	56.940	41.635	0.731	3F 執務室	43.2
3F 廊下	68.00	0.104	7.072	-	-	3F 共用部	10.0
3F EV ホール	23.50	0.104	2.444	-	-		
4F 執務室 W	51.00	0.146	7.446	7.796	1.047	4F 執務室	41.4
4F 執務室 E	285.00	0.146	41.610	30.945	0.744		
4F 廊下	68.00	0.104	7.072	-	-	4F 共用部	10.0
4F EV ホール	23.50	0.104	2.444	-	-		
5F 執務室	285.00	0.146	41.610	31.156	0.749	5F 執務室	32.4
5F 廊下	68.00	0.104	7.072	-	-	5F 共用部	10.0
5F EV ホール	23.50	0.104	2.444	-	-		

(2) 熱交換器

- ・ 1～5F 執務室に全熱交換器を設置
- ・ 各室の床面積より省エネ基準の標準外気導入量から換気風量を設定し、その風量以上の機器を選定

表 2.5.2-2 各室の標準外気導入量 (空調室)

室名	床面積 [㎡]	室用途	標準外気導入量		備考
			[m³/㎡・h]	[m³/h]	
1F 執務室 W	213.00	事務室	5.0	1,065	全熱交換
1F 執務室 E	123.00	事務室	5.0	615	全熱交換
2F 執務室	390.00	事務室	5.0	1,950	全熱交換
3F 執務室	390.00	事務室	5.0	1,950	全熱交換
4F 執務室 W	51.00	事務室	5.0	255	全熱交換
4F 執務室 E	285.00	事務室	5.0	1,425	全熱交換
5F 執務室	285.00	事務室	5.0	1,425	全熱交換

(3) 換気設備

- ・ 便所、給湯室及び機械室に排気用換気設備を設置
- ・ 各室の床面積より省エネ基準の標準外気導入量から換気風量を設定し、その風量以上の機器を選定

表 2.5.2-3 各室の標準外気導入量（非空調室、1室あたり）

室名	床面積 [㎡]	室用途	標準外気導入量		備考
			[m ³ /m ² ・h]	[m ³ /h]	
1～5F WC1	18.00	便所	40.5	729	第3種
1～5F WC2	24.00	便所	40.5	972	第3種
1～5F HDWC	4.00	便所	40.5	162	第3種
1～5F 給湯室	6.00	湯沸室等	13.5	81	第3種
1～5F 機械室	12.00	機械室	13.5	162	第3種

(4) 照明設備

- ・ LED 照明を採用
- ・ 各室の床面積より省エネ基準の標準照明電力の 50%の照明器具を設置

表 2.5.2-4 各室の標準照明消費電力（1室あたり）

室名	床面積 [㎡]	室用途	標準照明消費電力*0.5	
			[W/㎡]	[W]
1F 執務室 W	213.00	事務室	8.2	1,746.6
1F 執務室 E	123.00	事務室	8.2	1,008.6
2F 執務室	390.00	事務室	8.2	3,198.0
3F 執務室	390.00	事務室	8.2	3,198.0
4F 執務室 W	51.00	事務室	8.2	418.2
4F 執務室 E	285.00	事務室	8.2	2,337.0
5F 執務室	285.00	事務室	8.2	2,337.0
1F エントランスホール	36.00	ロビー	9.0	324.0
1F 風除室	18.00	ロビー	9.0	162.0
1～5F 廊下	68.00	廊下	4.0	272.0
1～5F EV ホール	23.52	ロビー	9.0	211.7
1～5F WC1	18.00	便所	6.0	108.0
1～5F WC2	24.00	便所	6.0	144.0
1～5F HDWC	4.00	便所	6.0	24.0
1～5F 給湯室	6.00	湯沸室等	3.3	19.8
1～5F 機械室	12.00	機械室	2.5	30.0
1～5F 階段室	18.00	廊下	4.0	72.0

以上により選定した設備機器の仕様を表 2.5.2-5 及び表 2.5.2-6 に示す。尚、給湯設備は、各階の執務室を給湯対象室（給湯器を使用する人が居る室）とし、事務用途に一般的な電気式湯沸器を採用した。昇降機は、普及モデルの規模及び階数より積載重量と速度を設定した。

表 2.5.2-5 設備の仕様（空調）

項目	対象室	設置機器概要
空調	1F 執務室系統	ビル用マルチエアコン（EHP） 冷房 40.0kW/暖房 45.0kW
	執務室 W	室内機 冷房 3.6kW/暖房 4.0kW ×7 台 全熱交換器 風量 650 m ³ /h、全熱交換効率 60% ×2 台
	執務室 E	室内機 冷房 2.8kW/暖房 3.2kW ×5 台

		全熱交換器 風量 650 m ³ /h、全熱交換効率 60% ×1 台
1F	共用部系統	ビル用マルチエアコン (EHP) 冷房 16.0kW/暖房 18.0kW
	エントランスホール	室内機 冷房 4.5kW/暖房 5.0kW ×1 台
	廊下	室内機 冷房 3.6kW/暖房 4.0kW ×2 台
	EV ホール	室内機 冷房 2.8kW/暖房 3.2kW ×1 台
2F	執務室系統	ビル用マルチエアコン (EHP) 冷房 45.0kW/暖房 50.0kW
	執務室	室内機 冷房 3.6kW/暖房 4.0kW ×12 台 全熱交換器 風量 650 m ³ /h、全熱交換効率 60% ×3 台
2F	共用部系統	ビル用マルチエアコン (EHP) 冷房 14.0kW/暖房 16.0kW
	廊下	室内機 冷房 3.6kW/暖房 4.0kW ×2 台
	EV ホール	室内機 冷房 2.8kW/暖房 3.2kW ×1 台
3F	執務室系統	ビル用マルチエアコン (EHP) 冷房 45.0kW/暖房 50.0kW
	執務室	室内機 冷房 3.6kW/暖房 4.0kW ×12 台 全熱交換器 風量 650 m ³ /h、全熱交換効率 60% ×3 台
3F	共用部系統	ビル用マルチエアコン (EHP) 冷房 14.0kW/暖房 16.0kW
	廊下	室内機 冷房 3.6kW/暖房 4.0kW ×2 台
	EV ホール	室内機 冷房 2.8kW/暖房 3.2kW ×1 台
4F	執務室系統	ビル用マルチエアコン (EHP) 冷房 45.0kW/暖房 50.0kW
	執務室 W	室内機 冷房 4.5kW/暖房 5.0kW ×2 台 全熱交換器 風量 350 m ³ /h、全熱交換効率 60% ×1 台
	執務室 E	室内機 冷房 3.6kW/暖房 4.0kW ×9 台 全熱交換器 風量 500 m ³ /h、全熱交換効率 60% ×3 台
4F	共用部系統	ビル用マルチエアコン (EHP) 冷房 14.0kW/暖房 16.0kW
	廊下	室内機 冷房 3.6kW/暖房 4.0kW ×2 台
	EV ホール	室内機 冷房 2.8kW/暖房 3.2kW ×1 台
5F	執務室系統	ビル用マルチエアコン (EHP) 冷房 33.5kW/暖房 37.5kW
	執務室	室内機 冷房 3.6kW/暖房 4.0kW ×9 台 全熱交換器 風量 500 m ³ /h、全熱交換効率 60% ×3 台
5F	共用部系統	ビル用マルチエアコン (EHP) 冷房 14.0kW/暖房 16.0kW
	廊下	室内機 冷房 3.6kW/暖房 4.0kW ×2 台
	EV ホール	室内機 冷房 2.8kW/暖房 3.2kW ×1 台

表 2.5.2-6 設備の仕様 (換気・照明・給湯・昇降機)

項目	対象室	設置機器概要
換気	1~5F 給湯室	シロッコファン 風量 120 m ³ /h ×1 台/室
	1~5F WC1	シロッコファン 風量 1,000 m ³ /h ×1 台/室
	1~5F WC2	シロッコファン 風量 1,000 m ³ /h ×1 台/室
	1~5F HDWC	シロッコファン 風量 180 m ³ /h ×1 台/室
	1~5F 機械室	シロッコファン 風量 180 m ³ /h ×1 台/室
照明	1~5F 執務室	LED 消費電力 8.2W/m ²
	1F 風除室	LED 消費電力 9.0W/m ²
	1F エントランスホール	LED 消費電力 9.0W/m ²
	1~5F EV ホール	LED 消費電力 9.0W/m ²

	1～5F 廊下	LED 消費電力 4.0W/m ²
	1～5F 給湯室	LED 消費電力 3.3W/m ²
	1～5F WC、HDWC	LED 消費電力 6.0W/m ²
	1～5F 階段室	LED 消費電力 4.0W/m ²
	1～5F 機械室	LED 消費電力 2.5W/m ²
給湯	1～5F 給湯室	電気湯沸器 貯湯量 20L ×1 台/室
昇降機	1～5F -	VVVF (電力回生なし)、積載 750 kg、速度 45m/min ×2 台

2.5.3 エネルギー消費性能計算結果

標準入力法によるエネルギー消費性能計算結果を表 2.5.3-1 に示す。特別な省エネルギー手法は採用していないが、BPI=0.80、BEI=0.58 と基準値を大幅に下回る結果となった。基準一次エネルギー消費量基合計の内多くの割合を占める空調設備(AC)と照明設備(L)で、設計一次エネルギー消費量を大きく削減できている。空調設備については、外皮の熱負荷低減効果により、執務室の空調熱源が省エネルギー基準設定仕様より 1～2 馬力のダウンサイジングとなった。

表 2.5.3-1 省エネルギー計算結果

年間熱負荷係数 (PAL*) [MJ/(m ² 年)]		B P I	B P I 目標値
設計値	基準値		
376	470	0.80	1.0 以下

設備項目	一次エネルギー消費量 [G J/年]		B E I
	設計値	基準値	
空調設備 (AC)	1,413.14	2,427.45	0.59
換気設備 (V)	86.08	143.77	0.60
照明設備 (L)	589.82	1,173.22	0.51
給湯設備 (HW)	56.09	27.79	2.02
昇降機 (EV)	60.00	60.00	1.00
その他	865.03	865.03	
合計	3,070.2	4,697.3	
合計 (その他除く)	2,205.2	3,832.3	0.58

BEI 基準値

0.80 以下

参考文献

- 1) 「平成 28 年省エネルギー基準に準拠したエネルギー消費性能の評価に関する技術情報 (非住宅建築物)」 建築研究所 (<https://www.kenken.go.jp/becc/building.html>)

2.6 構造計画

2.6.1 構造設計概要と設計方針

R5年度に実施された標準設計事業では、普及型のCLTパネル工法を目指し、規格化部材によるモジュール設計を計画した。モジュール化することで、量産効果によるコストダウン、品質向上、納期短縮などのメリットが期待できる。モジュール化の方針を以下に示す。今年度はこの方針を踏襲しつつ、5階建ての事務所に適用するための構造計画を検討する。

モジュール化方針

- ・ 標準モジュールは2.0mとする。
- ・ CLT壁・床パネルの幅は2.0mとし、モジュール芯に合わせて配置する。
- ・ 壁厚は210mm、壁-基礎引張接合部のアンカーボルトは1-M48(ABR490)とする。
- ・ 小梁は2.0mピッチで配置し、水平構面はt120~150mmのCLTで構成する。
- ・ 接合金物は鋼板挿入ドリフトピン接合とし、直交部材との干渉を防止した接合方法とする。

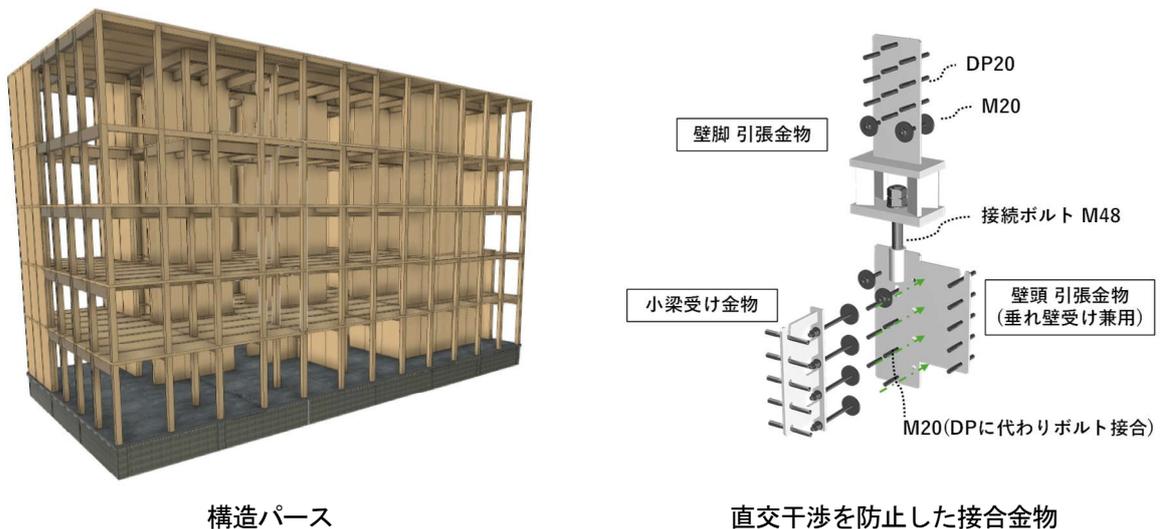


図 0-1 構造モデル

開放的な執務空間と自由なファサード計画のため、北側の共用部に耐力壁を集約した偏心コアの平面計画とする。軸組フレームは大断面の集成材で構成し、床パネルは2m×6mで割り付ける。

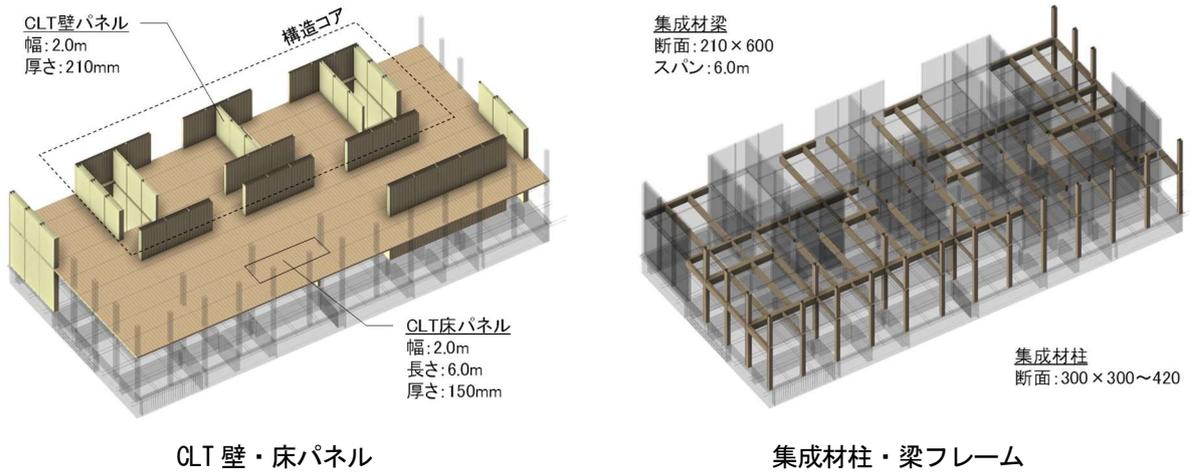


図 0-2 部材構成

構造計算はルート3を採用し、昨年度の事業で開発された一貫計算プログラム (CLTStructWorks) を用いて計算する。解析モデルはCLT 設計施工マニュアルに例示される詳細ばねモデルとし、保有水平耐力計算により建物の性能を確認する。架構形式は床勝ちの小幅パネル架構として計画し、告示第八第二号の仕様 D_8 を採用する。

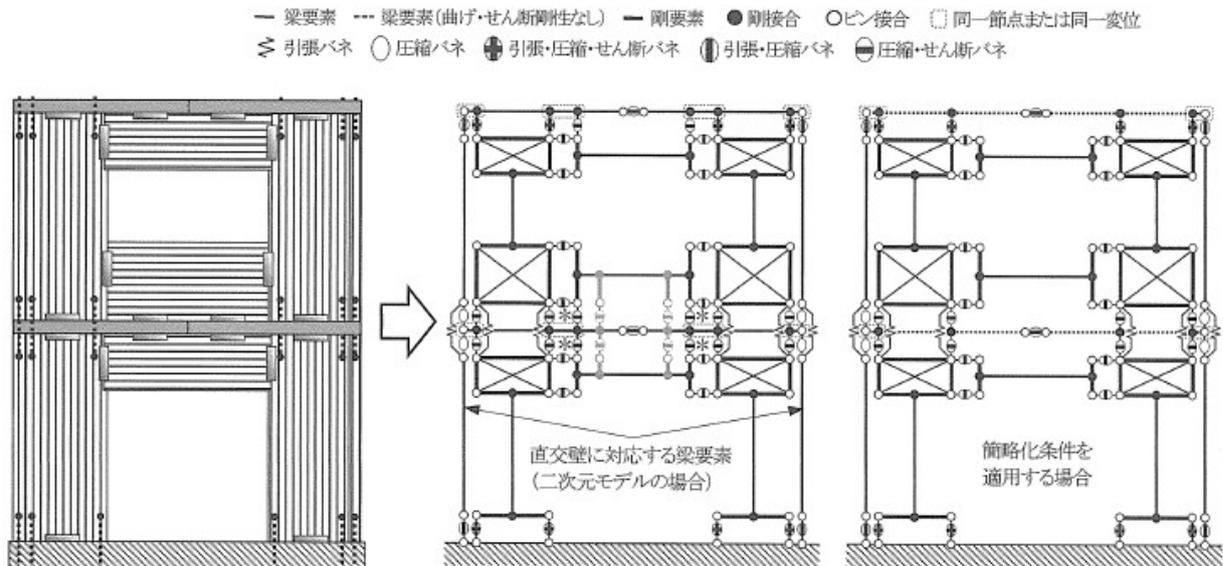


図 0-3 詳細ばねモデル

- イ 架構形式が 2.1.3 項(1)に規定する標準的架構に該当する。
- ロ 耐力壁の長さは 90cm 以上。
- ハ 開口部の幅は 70cm 以上 4m 以下。
- ニ 引張接合部は所定の変形能力を有する。
- ホ 垂れ壁パネルの脱落防止措置(欠き込み、受け材等)を講じる。(大版パネル架構①では(2)においても必要)
- ヘ 直下に壁パネル及び垂れ壁パネルが存在しない床パネルの脱落防止措置(受け材等)を講じる。
- ト 耐力壁-基礎引張接合部の先行降伏を確認する。

表 5.2.2-1 必要な仕様を満足する場合の D_s

分割型架構	一体型架構
0.40	0.55

※ 分割型架構: 小版パネル架構、大版パネル架構①
 一体型架構: 大版パネル架構②、木質梁勝ち架構

図 0-4 告示第八第二号の仕様 D_s

2.6.2 壁配置計画

従来の在来軸組工法の壁構造では、設計の初期段階において壁倍率を用いて必要壁量を概算し、手計算ベースの簡易な検討で意匠設計者と調整を図り、壁配置を計画することが可能である。これは耐力壁の性能がモジュール単体の性能によって決まり、周辺フレームの保証設計を行うことで、壁量加算則が成り立つようにしていることが背景にある。一方で CLT パネル工法は、耐力壁同士もしくは基礎フレームとの接合部で性能が決まるため、部材相互の関係によって耐力壁の性能が変わってくる。また、中層以上で階高の高い建物などは、地震時の変形角によって耐力壁の性能が決まる場合もあり、応力計算だけでは性能が予想できない場合もある。許容応力度計算（ルート 2）や保有水平耐力計算（ルート 3）を採用する場合は、これらの要因を考慮に入れながら設計する必要があり、設計初動の壁配置計画を難しくしている。

そこで昨年度の 4 階建て事務所的设计例では、耐力壁と接合金物を組み合わせた鉛直構面のユニットを構成し、壁配置計画の省力化を図った。「垂れ壁せい 1.0m 付きフレーム」と「鉛直せん断金物で連結した 2P 連続壁」の 2 つのユニットを用いて、あらかじめの解析検討により概算壁倍率を算定し、意匠計画との調整を行った。今年度は 5 階建て事務所に必要な性能を概算し、耐力を向上した「鉛直せん断金物で連結した 3P 連続壁」を用いて壁配置を計画する。3P 連続壁の性能検証については 3.8 節に記載する。

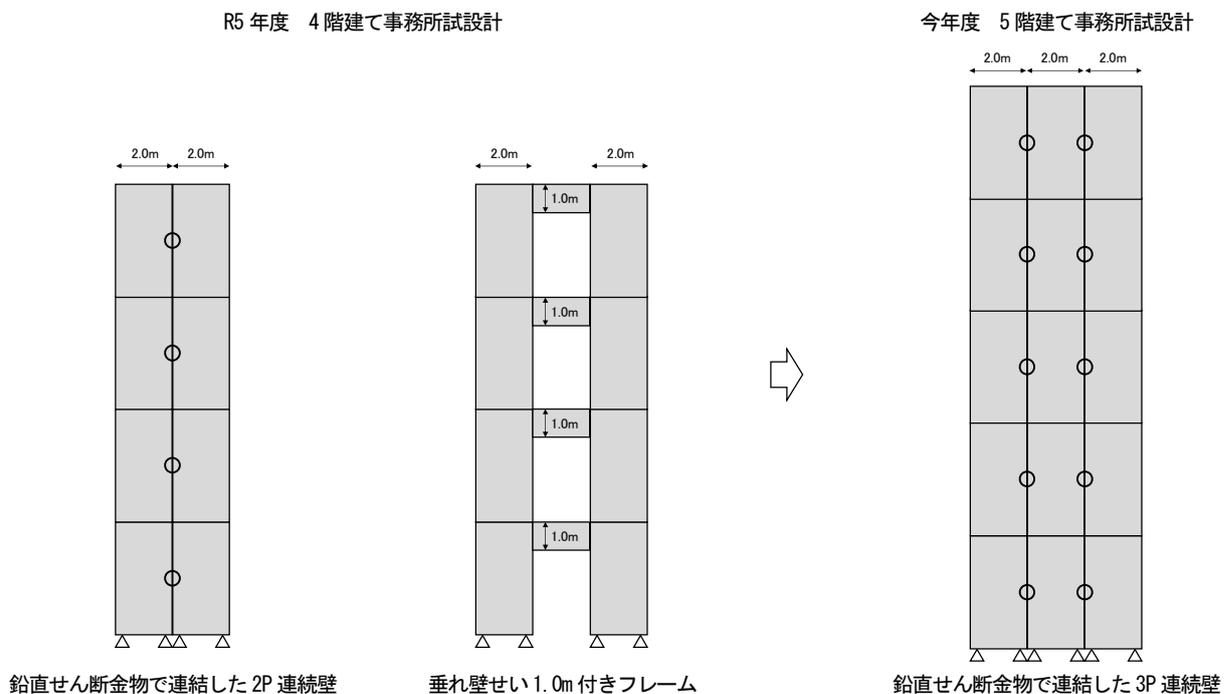


図 0-1 鉛直構面の基本ユニット

本設計では開放的な執務空間と自由なファサード計画のため、北側の共用部に耐力壁を集約した偏心コアの平面計画とした。また、計画の初期段階に意匠計画と方針を擦り合わせ、3P連続壁を基本ユニットとして配置を計画し、南側の外周部に偏心を抑えるための5P連続壁を配置することとした。3P連続壁はあらかじめの解析検討により、短期許容せん断耐力で49kN/m（壁倍率換算25倍）程度の性能を発揮することを確認している。

概算検討時の地震力および壁量検討の結果を示す。床面積あたりの地震力算定用重量は屋上階で4.0kN/m²、1時間耐火階で5.0kN/m²、2時間耐火階で5.5kN/m²とした。必要壁長と存在壁長は1階の壁倍率を25倍として算定し、上階の壁倍率はAi分布で算定した層せん断力Qiの比率で低減した。また、2重壁として配置した壁の存在壁長は、2倍の長さがあるものとして計算した。

表 0-1 概算検討時の地震力算定用重量

h= 19.42 用途= 事務所、店舗 階数= 5階
T= 0.58 Z= 1.00 Rt= 1.00 Co= 0.20 重要度係数 1.00

階	屋根/床	H[m]	A[m ²]	W/A[kN/m ²]	Wi[kN]	Σ wi[kN]	αi	Ai	Ci	Qi[kN]
5F	屋根	3.7	650	4.0	2600	2600	0.163	1.980	0.396	1030
4F	床	3.7	650	5.0	3250	5850	0.367	1.544	0.309	1806
3F	床	3.7	650	5.0	3250	9100	0.571	1.319	0.264	2400
2F	床	3.7	650	5.0	3250	12350	0.776	1.153	0.231	2847
1F	床	4.6	650	5.5	3575	15925	1.000	1.000	0.200	3185

表 0-2 壁量の概算検討

概算壁倍率= 25.00 = 49.00 kN/m
安全係数= 1.00 ※上階の壁倍率は1階の壁倍率をQiの比率で低減

必要壁長[m]	存在壁長 Σ X[m]	検定値(X)	存在壁長 Σ Y[m]	検定値(Y)
65	72	0.90	66	0.98
65	72	0.90	66	0.98
65	80	0.81	66	0.98
65	80	0.81	66	0.98
65	80	0.81	74	0.88

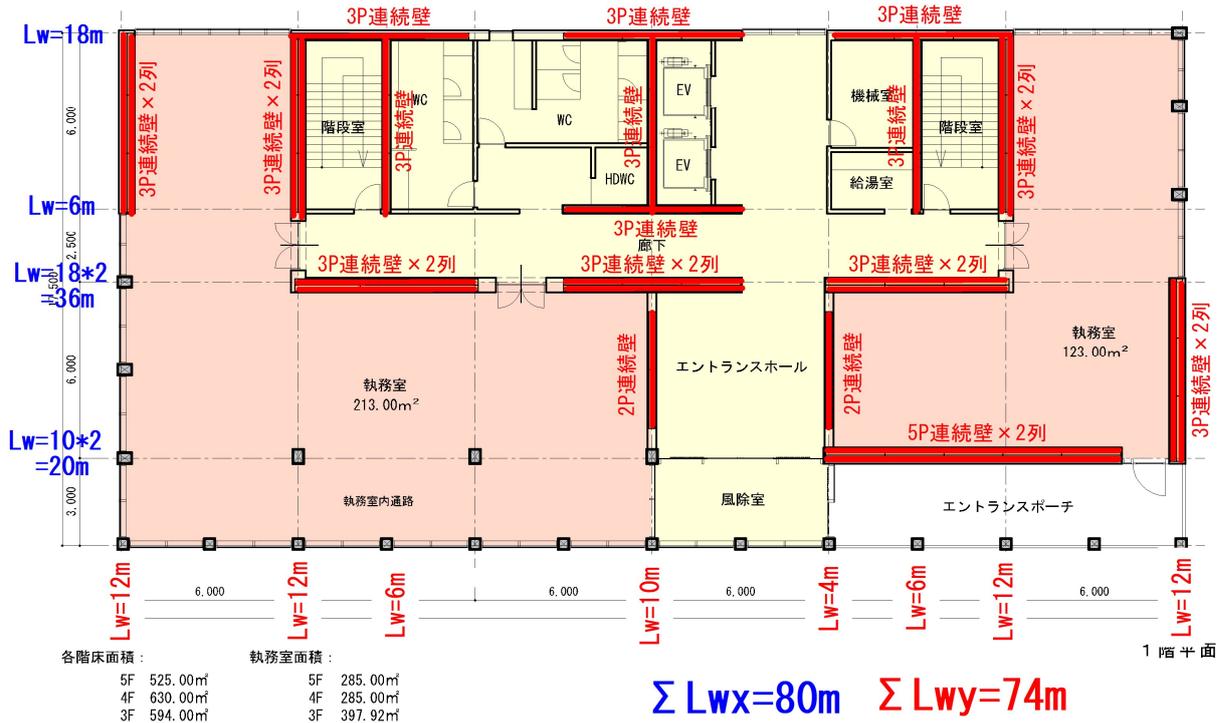


図 0-2 存在壁量の確認 (1階)

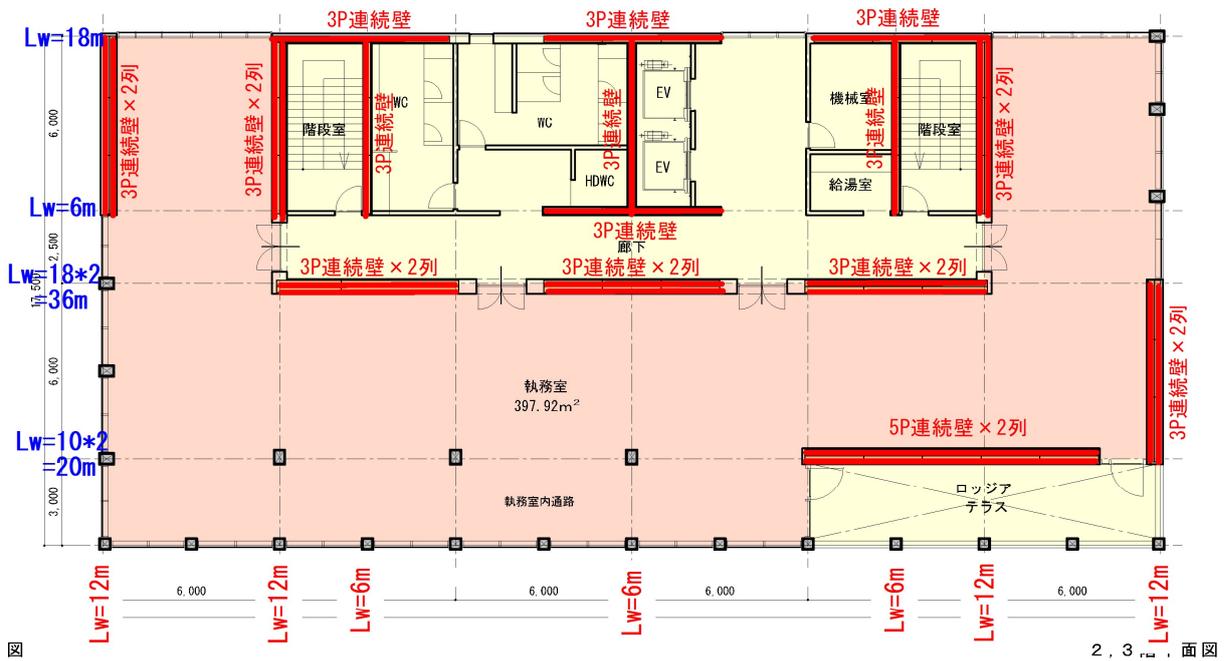


図 0-3 存在壁量の確認 (2・3階)

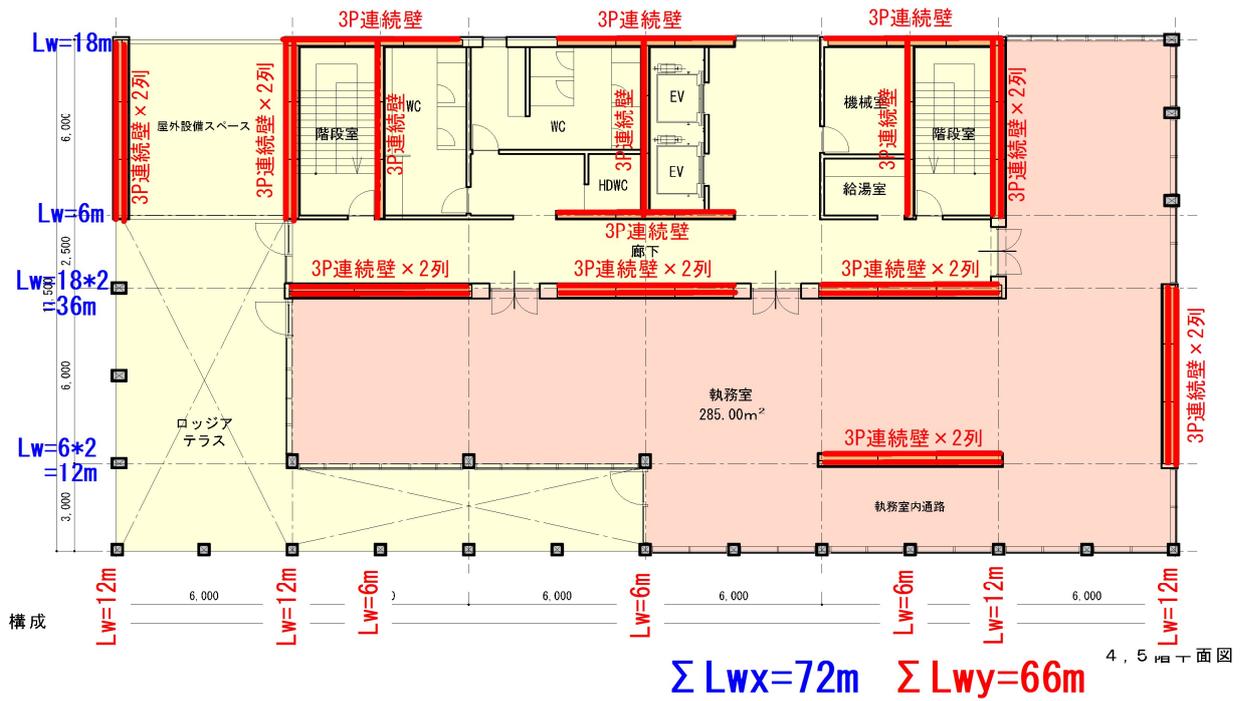


図 0-4 存在壁量の確認 (4・5階)

2.7 構造計画のながれと構造解析

これまで、CLT パネル工法では告示に準じた在来木造と異なる構造計算が必要とされ、一部の設計者から敬遠されることがあった。5階建て普及モデルの計画では、段階的な構造計画のながれを示すことで、基本計画の段階から意匠と構造の総合的な設計の方法を実践している。初期の検討では、従来の壁量計算に準じた手法で必要壁量を概算し、意匠と構造の壁配置計画を円滑に決定している。決定した仮定壁配置をもとに、新しく開発された一貫構造計算プログラム「CLT Struct Works」により詳細設計を行い、最終的な構造部材配置を決定した。これらの段階的な設計フローにより円滑な構造計画が期待できる。

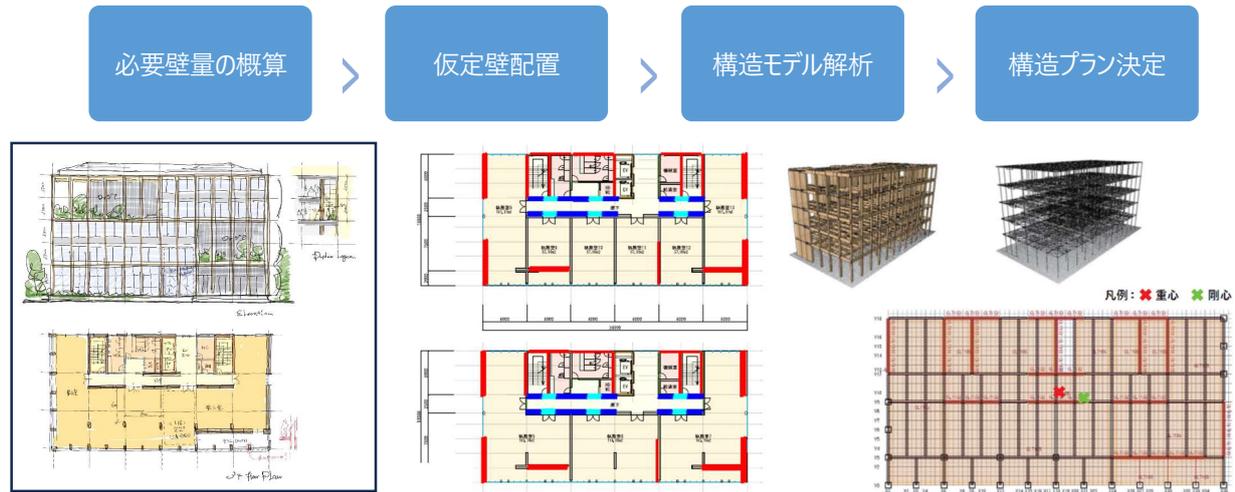


図 2.7-1 段階的な構造計画のながれ

① 必要壁量の概算：

$$L_{w1} = \frac{C_0 \cdot \sum w}{0.196 \cdot \alpha_0}$$

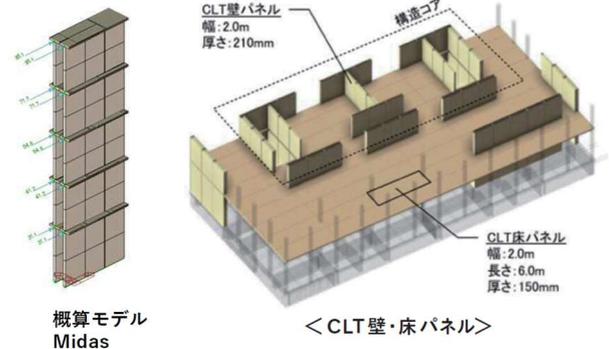
L_{w1} : 1階の必要壁量 (cm)

C_0 : 標準層せん断力係数 (=0.2)

α : 壁倍率 ※あらかじめ解析により評価した数値

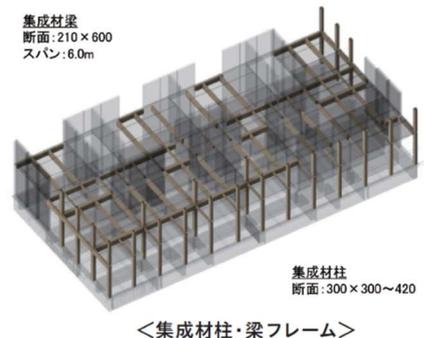
$\sum w$: 1階が地震時に負担する固定荷重と積載荷重の和 (kN)

※概算段階では各階の壁配置が同じ条件として算定



② 仮定壁配置の計画：

必要壁量の概算をもとに、CLT 耐力壁の配置を仮定した。普及モデルの構造計画では、3枚のCLTパネルを連続させた耐力壁を5階まで連続するように配置することで、高い剛性を持つ高倍率の構造壁を構成している。さらに、一部の耐力壁を2枚合わせて設置して高い応力を負担させる構面としている。これらにより、外周部の開放性を確保しつつ、偏りの少ない壁配置を計画した。



壁カテゴリ	Aタイプ	Bタイプ	Cタイプ	Dタイプ
形状	単体壁	2枚連続壁	3枚連続壁	門型ラーメン
壁記号	 WP1	 WP1 WP1	 WP1 WP1 WP1	 WP1 TPx100 WP1
パネル幅	w2.0m×1	w2.0m×2	w2.0m×3	w2.0m×3
壁倍率	7倍	20倍	25倍	20倍

※あらかじめの解析検討による短期許容せん断耐力の壁倍率換算値

本事業で採用した金物を使用した場合、A・B・Dは4階建ての1階、Cは5階建ての1階に適用可能

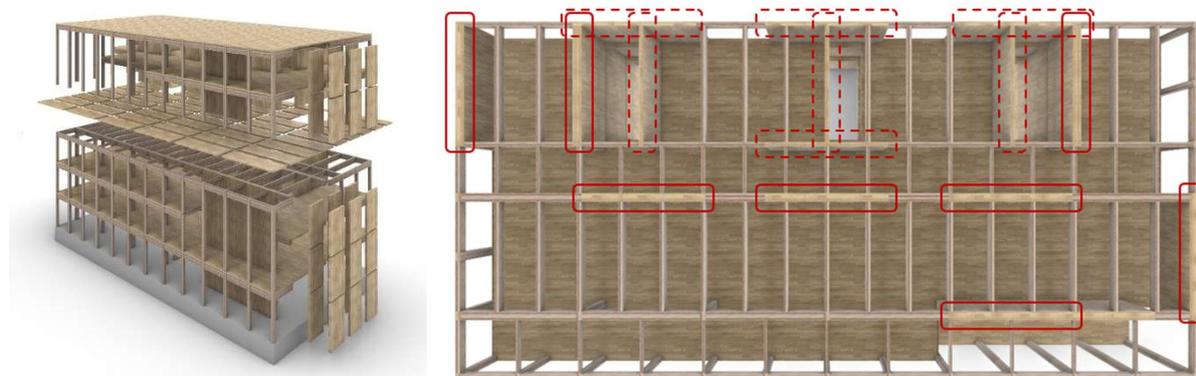
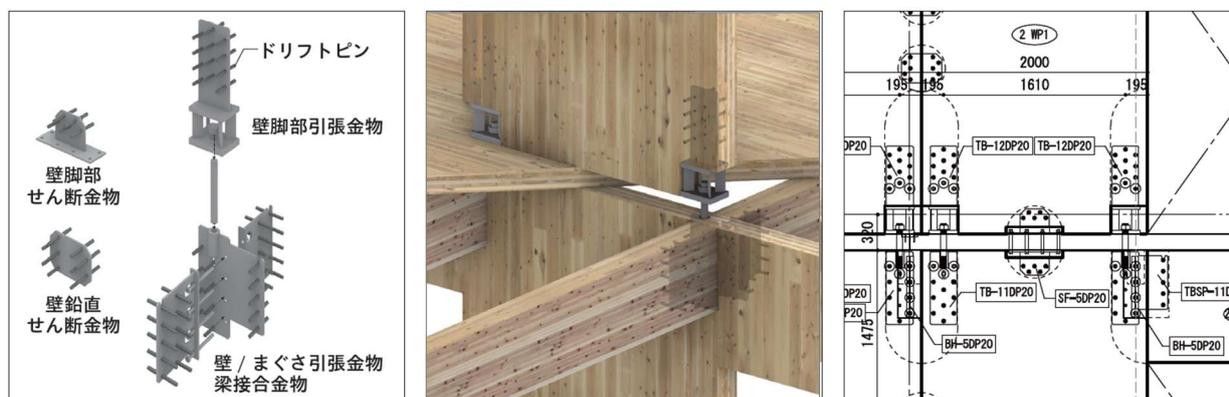


図 2.7

-2 CLT 構造壁の配置計画（赤実線：3枚連続壁2枚合わせ，赤点線：3枚連続壁単体）

③ CLTパネル接合金物

パネルの接合には、金物が露出しないドリフトピンによるXマーク表示金物を想定している。特にパネル上部は、まぐさや直交する小梁が集中することから、複数の接合金物が干渉する恐れがあるため、一体型の金物を採用している。（令和5年度の性能試験の成果を参照）



第3章 詳細バネモデルによる構造計算ルート3の構造計算書（標準設計5階建て事務所）

3.1 建築物の概要

3.1.1 一般事項

本設計例では、CLTパネル工法による5階建て事務所建築物を対象に、「平28国交告第611号第八(保有水平耐力計算と同等以上に安全性を確かめることができる構造計算)」(ルート3)に準拠し、詳細バネモデルを用いた構造計算を実施する。令和4年11月8日に改正されたH28年国交省告示第611号(CLTパネル工法の構造方法に関する技術的基準の合理化)の内容に準拠した計算とする。

3.1.2 建築物概要

本設計例で対象とした建築物は、耐火構造のCLTパネル工法による地上5階、最高高さ22.02m、平面寸法は長辺方向36.0m×短辺方向17.5、各階床面積約600m²、延べ面積2988.0m²の事務所である。

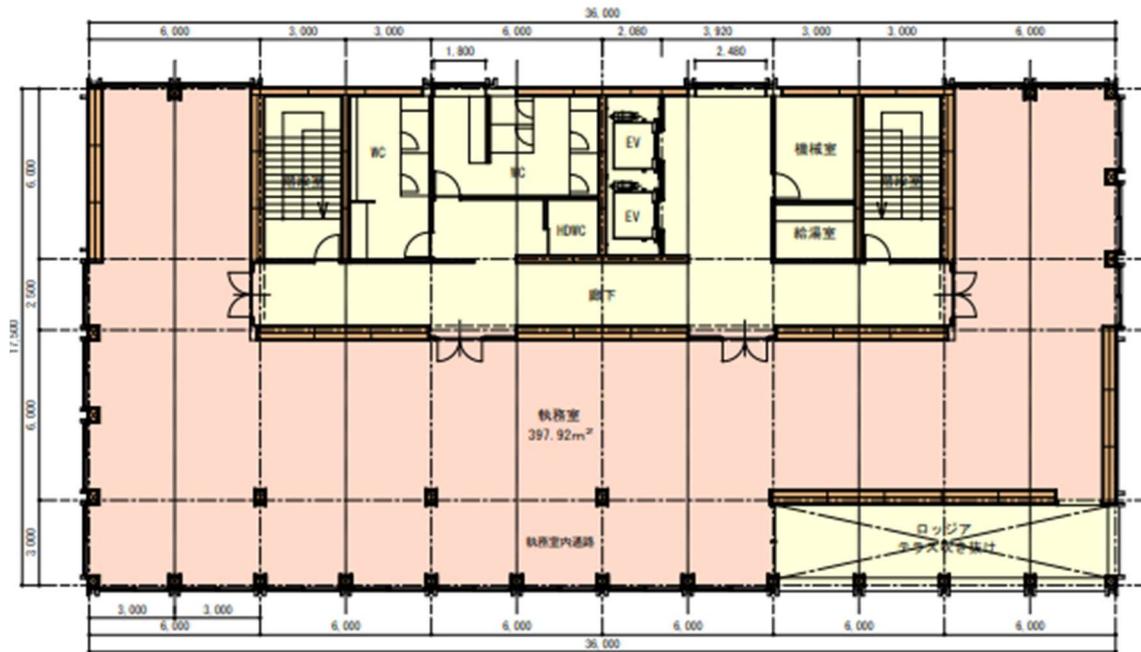
構造形式は長辺方向(以下、X方向)及び、短辺方向(以下、Y方向)ともに外壁や間仕切部分にCLT壁パネルを配置したCLTパネル工法である。更に、ロτζィア部と外立面の開放性と透過性を確保するため、一部で在来工法を利用している。

表 3.1.2-1 建築物概要

建築物の名称	CLT5階建て事務所の標準設計例
用途	事務所
延べ面積	2988.00m ²
1F面積	594.00m ²
階数	地上5階 地下無し 塔屋なし
高さ関係	建築物の高さ22.02m
基準階階高	4.00m
構造種別	上部構造：CLTパネル工法（一部在来工法）
耐火構造の区分	耐火構造（耐火仕様相当の荷重を考慮）



4 階平面図



3 階平面図

図 3.1.2-1 代表平面図

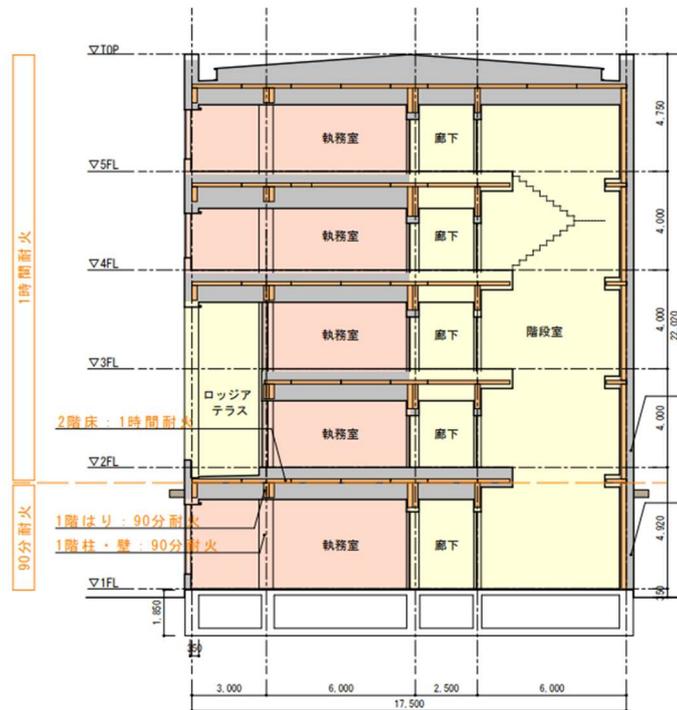
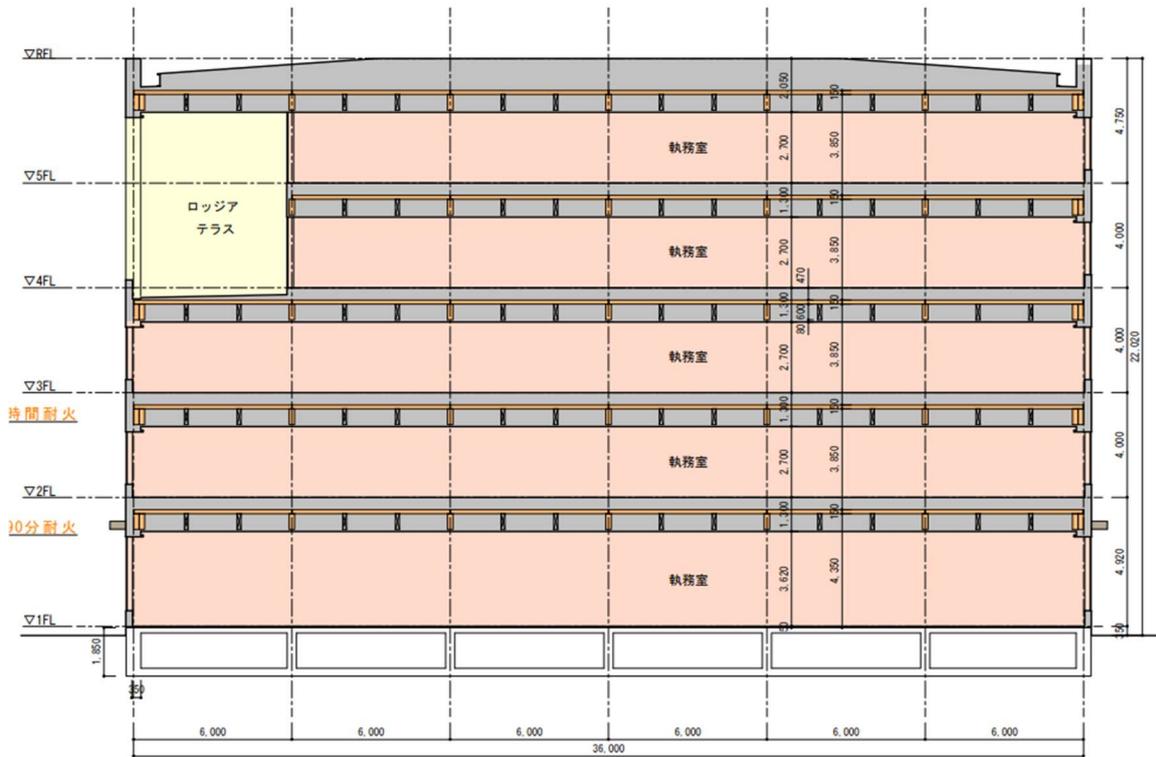


図 3.1.2-2 代表断面図



図 3.1.2-3 代表パース

3.2 構造設計概要

3.2.1 構造設計方針

以下に上部構造の構造設計方針を示す。

- X方向 Y方向ともに CLT 壁パネルと在来軸組フレームを併用して架構を構成する。Y1 通りは在来軸組フレームのみとし、外立面の開放性を確保する。
- 開放的な執務空間と自由なファサード計画のため、北側の共用部に耐力壁を集約した偏心コアの平面計画とする。軸組フレームは大断面の集成材で構成し、床パネルは 2m×6m で割り付ける。
- 3P 連続壁を基本ユニットとして配置を計画し、南側の外周部に偏心を抑えるための 5P 連続壁を配置する。
- 壁パネルの接合金物は上下四隅に引張金物を配置し、上下中央にせん断金物を配置する。接合形式は「鋼板挿入ドリフトピン形式」を採用する。
- 大梁端部の接合はピン接合とし、大梁の曲げ戻し効果に期待しない。
- 大梁端部の鋼板挿入ドリフトピン接合は脱落防止が期待できるものとする。
- CLT 壁パネルは S90-5-7(210mm)とし、小梁を 2.0m ピッチで配置する。床パネルは S60-5-5(150mm)を採用する。
- 平 28 国公告第 611 号第八に照らし合わせ、X 方向 Y 方向ともに構造特性係数 D_s を 0.4 として設計する。

イ：架構形式	小幅パネルに架構 (X,Y)
ロ：耐力壁長さ	約 200cm
ハ：開口部幅	該当なし
ニ：引張接合部の変形能力	壁—基礎間については終局変形量が 4cm 以上かつ伸び率 10%以上の金物を使用
ホ：垂れ壁パネル脱落防止措置	該当なし
ヘ：床パネル脱落防止	脱落防止措置を施している。
ト：耐力壁・基礎引張接合部の先行降伏	壁—基礎間の引きボルトが降伏した際に、その他の接合部、CLT パネルが降伏していないことを確認している。

- 壁パネルの上下に設けたせん断接合部に関して、圧縮力が作用する箇所では、せん断抵抗としてすべり係数 0.3 を乗じた値をせん断耐力に考慮する。なお、圧縮側の引きボルトのせん断抵抗にも期待することも考えられるが、施工によってはボルトとボルト孔でのクリアランスが存在することを考え、本設計例では安全側に配慮し考慮しない。
- CLT 壁パネルの断面算定時における座屈(圧縮座屈)については複合応力の検定時も考慮する。横座屈については考慮しない
- CLT パネルは平 28 国交告第 611 号第七に準拠した防腐措置を行うものを想定し、本設計例では具体的な記載は省略する。

3.2.2 構造計算ルート

技術基準告示第一には建築物の高さ・階数等に応じて適用可能な構造計算ルートが以下のように分類されている。本設計例はルート3となる。

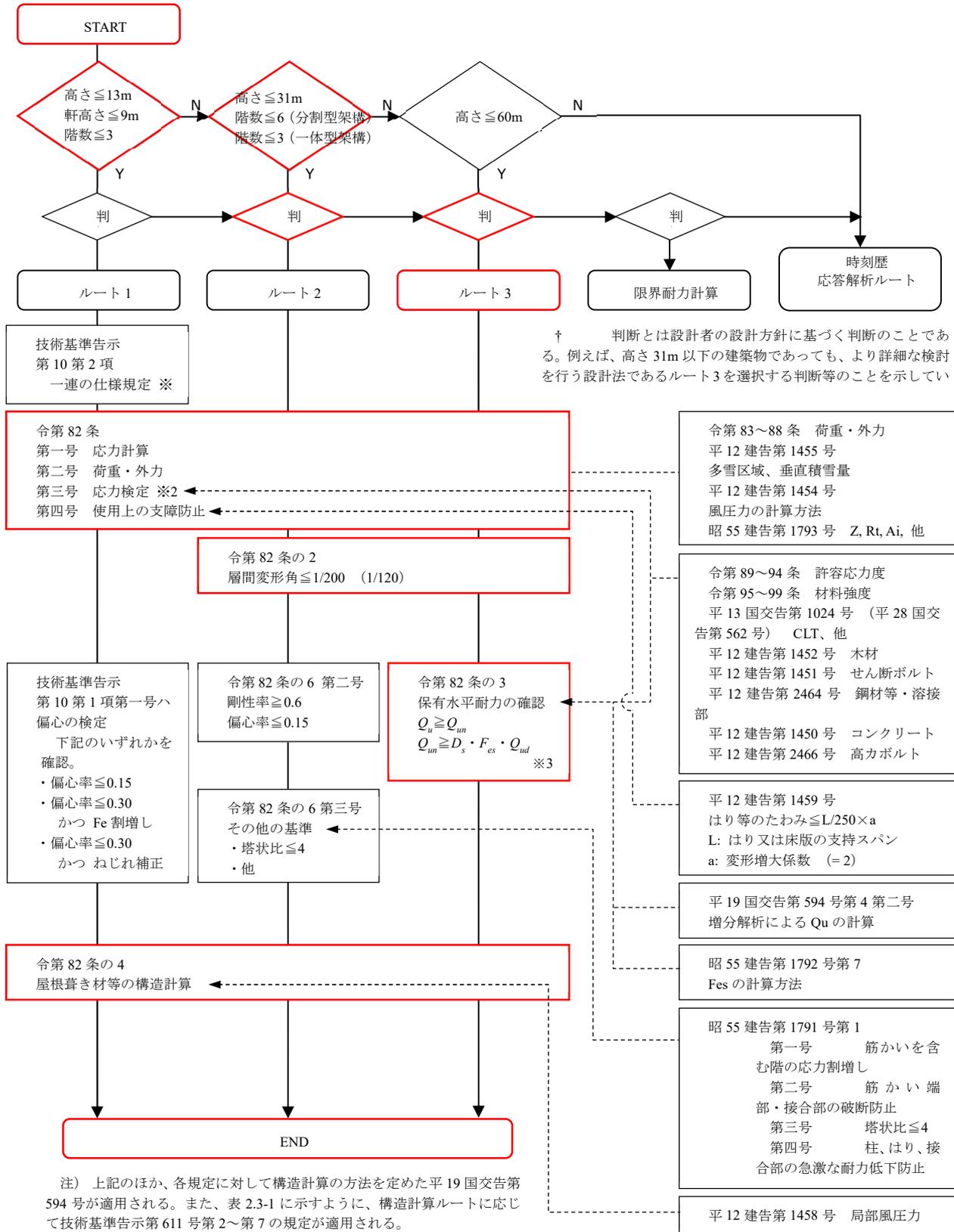


図 3.2.2-1 構造計算ルート

表 3.2.2-1 構造計算ルートと技術基準告示等規定の適用関係 (1/2)

番号等	規定の概要	時刻歴	限耐	ルート3 ^{※1}		ルート2 ^{※2}		ルート1
				仕様Ds	計算Ds	仕様Rf	最大Rf	
品質基準告示(平12建告第1446号(最終改正:平28国交告第561号))								
第一第二十三号	CLTを構造材として用いる場合には、JASまたは認定に適合すること	※4	○	○	○	○	○	○
許容応力度・材料強度告示(平13国交告第1024号(最終改正:平28国交告第562号))								
第一第十九号イ	(3) (認定でない場合)ラミナ厚 12~36mm		○	○	○	○	○	○
	(4) CLTの幅・長さ 36cm以上		○	○	○	○	○	○
第三第九号ハ ^{※3}	長期許容応力度(面外曲げ)は、強軸3-3、3-4、5-5、5-7、7-7、弱軸3-3、3-4、5-5、5-7、7-7、9-9に限る		○	○	○	○	○	○
第三第九号ニ ^{※3}	長期許容応力度(面外せん断)は、強軸3-3、3-4、5-5、5-7、7-7、弱軸3-3、3-4、5-5、5-7、7-7、9-9に限る		○	○	○	○	○	○
CLTパネル工法告示(平28国交告第611号)								
第一 適用の範囲	時刻歴応答解析ルート:高さ・階数制限なし	○						
二	ルート3: 限界耐力計算:高さ≤60m		○	○				
三	ルート2: 高さ≤31m and 階数≤6(小幅、大版①), 3(大版②)					○	○	
四	ルート1: 高さ≤13m and 軒高さ≤9m and 階数≤3							○
第二 材料	JAS品又は認定品のCLT			○	○	○	○	○
二	ラミナ厚 24mm~36mm			○	○	○	○	○
三	柱梁に用いる集成材その他の木材は昭62建告第1898号に適合			○	○	○	○	○
三	接合部に使用する材料は品質が確保されたものであること			○	○	○	○	○
第三 土台	土台基礎緊結		☆	○	○	○	○	○
二	壁厚さ以上の土台		☆	☆	☆	○	○	○
第四 床版	床版は有効に壁・柱・はりに力を伝えること。			☆	☆	○	○	○
二	床CLTの外層ラミナ方向は当該床パネルの長辺・短辺方向と平行(安全側の矩形置換を含む)で次のいずれかに該当		☆	☆	☆	○	○	○
イ	形状が矩形で開口部等なし		☆ ^{※6}	☆ ^{※6}	☆ ^{※6}	○	○	○
ロ	形状が矩形で開口部等周囲を補強したもの		☆ ^{※6}	☆ ^{※6}	☆ ^{※6}	○	○	○
ハ	形状が矩形で開口部等を特別な調査研究により低減		☆ ^{※6}	☆ ^{※6}	☆ ^{※6}	○	○	○
三	特別な調査研究による検証で非矩形の床パネルOK							
四	床パネルを平行する2つの耐力壁・はりで有効に支持(特別な調査研究による検証で除外)		☆ ^{※7}	☆ ^{※7}	☆ ^{※7}	○ ^{※7}	○ ^{※7}	○ ^{※7}
四	床パネルは相互に有効に緊結					○	○	○
五	耐風はりで有効に補強					○	○	○
第五 壁等	壁パネルを釣り合いよく配置。壁パネル以外の水平力負担禁止			☆		○	○	○
	壁パネルは床版の上部に配置。通し壁もOK			☆		○	○	○
イ	無開口壁パネルの定義			☆	☆	○	○	○
ロ	有開口壁パネルの定義			☆	☆	○	○	○
二	壁パネルの外層ラミナ方向は当該壁パネルの長辺・短辺方向と平行(安全側の矩形置換を含む)		☆	☆	☆	○	○	○
三	耐力壁は小幅・大版①、大版②のいずれか(水平構面勝ちが前提)					○	○	○
イ	小幅の定義							
(1)	有開口壁パネルを使わない			☆		○	○	○
(2)	垂壁・腰壁の両側に袖壁を設け、有効に緊結					○	○	○
(3)	無開口壁パネル上下部は床版等と有効に緊結			○	○	○	○	○
(3)	袖壁部分四隅を十分な金物で接合			☆		○	○	○
ロ	大版①の定義							
(1)	有開口壁パネルを使う			☆		○	○	○
(2)	袖壁部分を設けない場合、袖壁に有効に緊結					○	○	○
(3)	壁パネル上下部は床版等と有効に緊結			○	○	○	○	○
(3)	袖壁部分四隅を十分な金物で接合			☆		○	○	○
ハ	大版②の定義							
(1)	有開口壁パネルを使う			☆		○	○	×
(1)	袖壁部分を設けない場合、袖壁に有効に緊結					○	○	×
(2)	壁パネル上下部は床版等と有効に緊結			○	○	○	○	×
(2)	有開口壁パネル四隅を十分な金物で接合			☆		○	○	×
四	土に接する部分や地面から30cm以内の外周の壁はRC造					○	○	×
第六 小屋組等	第四第一号~第三号に適合		☆	☆	☆	○	○	○
一	第四第四号~第五号に適合					○	○	○
第七 防蟻措置等	防水紙	○	○	○	○	○	○	○
二	有効な防蟻・防蟻措置	○	○	○	○	○	○	○
三	土に接する部分や地面から30cm以内の外周の壁は原則RC造	○	○	○	○	○	○	○
四	金物に有効なさび止め	○	○	○	○	○	○	○
第八 ルート3	Dsを次号に読み替え			○	○			
二	イ〜トに適合:表の数値 それ以外:0.75以上 特別な調査研究でOK			○	○			
イ	耐力壁は小幅・大版①・大版②のいずれか 袖壁無しOK			○				
ロ	無開口壁パネル等の長さ 90cm以上			○		○		
ハ	垂れ壁パネル等・腰壁パネル等の長さ 70cm~4m			○		○		
ニ	引張接合部			○				
(1)	最下階の壁パネル下部 変形4cm以上、伸び10%以上			○		○		
(2)	上下壁間、壁-床版 変形2cm以上、伸び10%以上			○		○		
ホ	垂れ壁パネル・垂れ壁部分の脱落防止措置			○		○		
(1)	袖壁に45mm以上の切り欠き			○		○		
(2)	幅が45mm以上の受け材			○		○		
へ	床版・屋根版脱落防止措置(耐力壁線上に壁パネルを設けない場合)			○	☆ ^{※5}	○	☆ ^{※5}	☆
ト	二(1)以外の部分が降伏しない			○		○		

表 3.2.2-2 構造計算ルートと技術基準告示等規定の適用関係 (2/2)

番号等	規定の概要	時刻歴	限耐	ルート3※1		ルート2※2		ルート1
				仕様Ds	計算Ds	仕様Rf	最大Rf	
第九 ルート2	—	令第82条の6に準拠						
	二	応力割増し係数					○	○
	イ	引張接合部(上下壁間、壁-床版)、せん断接合部 表の値(2.0, 2.5)					○	○
	ロ	イ以外の部分 表の値(1.0, 1.8)					○	
	(1)	ルート3のロ〜トに適合					○	
	(2)	小幅・大版①、大版②のいずれかに適合					○	
	2	引張接合部の必要変形性能						
	—	最下階の壁パネル下部 変形4cm以上、伸び10%以上					○	○
	二	上下壁間、壁-床版 変形2cm以上、伸び10%以上					○	○
第十 ルート1	—	原則ルート						○
	イ	令第82条各号・令第82条の4						○
	ロ	水平横面・基礎の応力割増1.5倍						○
	ハ	偏心率計算						○
	(1)	$Re \leq 0.3$ 、 $C0=0.2$ でFe割増し						○
	(2)	$Re \leq 0.3$ 、 $C0=0.2$ でねじれ補正						○
	二	混構造で実質ルート2のルート; 第一号イの計算						○
	2	第一号の構造計算を行う場合は次の各号の基準に適合。 混構造は特になし。						○
	—	小幅又は大版①						○
	二	壁の設備小開口の条件						○
	三	下階の無開口壁パネル						○
	イ	上階の無開口壁パネル等と同じ長さ、かつ、同寸法以上の厚さ						○
	ロ	接合部が上階の接合部と同等の耐力及び変形性能を有するもの						○
	四	無開口壁パネル等の許容せん断耐力の確認						○
		無開口壁パネル等の長さ 90cm〜2m						○
		垂れ壁パネル等・腰壁パネル等の長さ 90cm〜4m、高さ 50cm以上						○
		大版①の開口高さ制限						○
		特別な調査研究により壁脚部曲げモーメントを基準とした方法もOK						○
	五	垂れ壁パネル・垂れ壁部分、床版・屋根版の脱落防止措置						○
	六	強度等級 壁はS60-3-3、Mx60-5-5で24mm〜36mm又は同等以上の耐力						○
	七	引張接合部仕様(一部性能)						○
	八	壁パネル相互せん断接合部、床パネル相互引張接合部の耐力						○
	九	壁パネル上下端のせん断接合部の耐力						○
第十一	耐久性等関係規定の指定		○	○	○	○	○	○
第十二	令第36条第2項第一号の規定に基づく技術的基準の指定(ルート3による適用除外項目)				○	○		

- : 適用される
- × : 適用できない
- ☆ : 本設計法では適用される
- ※1 仕様Ds: 技術基準告示第八第二号表中の値とする場合
計算Ds: $Ds=0.75$ または増分解析結果に基づいて計算する場合
- ※2 仕様Rf: 技術基準告示第九第二号口の応力割増し係数を表中の値とする場合
最大Rf: 技術基準告示第九第二号口の応力割増し係数を2.5とする場合
- ※3 △-◇は「△層◇ブライ」を表す
- ※4 品質基準告示(平12建告第1446号)と同等以上の品質を確認
- ※5 大版パネル架構①、面外耐力無視の場合は適用
- ※6 「矩形」の規定は除外
- ※7 第三部 3.2.3(3.2)項による有効支持スパン考慮で除外

3.2.3 設計クライテリア

設計クライテリア一覧を以下に示す。本設計例では地震時変形によって非構造材に著しい損傷が生ずるおそれはないものとし、層間変形角は準耐火構造に要求される 1/150rad 以下とする。

表 3.2.3-1 設計クライテリア (建物)

項目	クライテリア
1次設計用地震力に対する層間変形角	1/150rad
必要保有耐力 Q_{un} 時	$D_s=0.4$
保有水平耐力 Q_u 時	1/50 Rad 以内かつ各部分が限界変形に達した時点
Q_u/Q_{un}	1.00 以上
偏心率	0.15 以下 ^{※1}
剛性率	0.60 以上 ^{※2}

※1：偏心率が 0.15 を超える場合は、偏心による割増係数 F_e を適宜考慮する

※2：剛性率が 0.60 を下回る場合は、剛性率による割増係数 F_s を適宜考慮する

表 3.2.3-2 設計クライテリア (部位)

		常時	稀地震時 風圧時	極稀 地震時
		長期	短期	終局
集成材 CLT (応力)	軸力(圧縮)	$F_c \times 1.1/3$	$F_c \times 2/3$	F_c
	軸力(引張)	$F_t \times 1.1/3$	$F_t \times 2/3$	F_t
	曲げ	$F_b \times 1.1/3$	$F_b \times 2/3$	F_b
	せん断	$F_s \times 1.1/3$	$F_s \times 2/3$	F_s
集成材 CLT (剛性)	たわみ(床)	1/300 ^{※1} かつ 20mm ^{※1}	-	-
	たわみ(屋根)	1/200 ^{※1}	-	-
接合部 (集成材)	せん断	$jQ_a \times 1.1/2$	jQ_a	jQ_u
接合部 (CLT)	引張 ^{※2}	$F/1.5$	F	$\lim \delta$
	圧縮(めり込み)	$jP_{cvy} \times 1.5/3$	$jP_{cvy} \times 2/3$	$_$ ^{※3}
	圧縮(支圧)	$jP_{cy} \times 1.1/3$	$jP_{cy} \times 2/3$	$_$ ^{※3}
	水平せん断 鉛直せん断	$jQ_a \times 1.1/2$ $jQ_a \times 1.1/2$	jQ_a jQ_a	jQ_u $\lim \delta$ ^{※4}

※1：「木造軸組工法住宅の許容応力度設計 (2008 年版)」に準拠。また、クリープによる変形増大係数 2.0 を考慮する

※2：保証設計により木部での破壊を防止したアンカーボルト (ABR490B) 接合を想定する

※3：めり込みや支圧に対する終局変形量は現時点では明確に決められていないので本設計では検討を省略する。

既往のめり込み実験の結果等を参考の上、過大な変形が生じていないことを確認することが望ましい。

※4：ただし、摩擦抵抗を考慮できる壁パネル上下端のせん断接合部(CLT マニュアル参照)は終局耐力 jQ_u 以内になるよう設計する。

ここで、 F_c : 圧縮の材料基準強度
 F_t : 引張の材料基準強度
 F_b : 曲げの材料基準強度
 F_s : せん断の材料基準強度
 wQ_a : 耐力壁の短期許容せん断耐力
 jT_a : 接合部の短期許容引張耐力
 jC_a : 接合部の短期許容圧縮耐力
 jP_{cy} : 接合部の支圧降伏耐力
 jP_{cwy} : 接合部のめり込み降伏耐力
 jM_a : 接合部の短期許容曲げ耐力
 jQ_a : 接合部の短期許容せん断耐力
 F : 鋼材の F 値
 $\lim \delta$: 要素に応じた限界変形 (実験、材料特性等により設定)

3.2.4 応力解析概要（詳細バネモデル概要）

本設計例では、CLT 工法向けに開発された一貫計算プログラム CLTStructWorks¹を使用し、詳細バネモデルによる保有水平耐力計算を行う。詳細バネモデルは、「CLT 設計施工マニュアル」²を参考としているが、設計方針に合わせて一部バネを追加している。以下に本モデル化における追加バネ部分をまとめる。

応力解析は水平構面を剛床とした3次元応力解析モデルで行う。母材と接合部の断面検定は得られた各部の応力を抽出し、別途検討を行う。

表 3.2.4-1 詳細バネモデルの説明

No.	部位・部材	モデル化方法
①	壁—基礎圧縮接合部	CLT マニュアルを準拠した集中ばねに加えて、中央に壁幅の 1/2 分の圧縮バネも設ける。
②	壁—床圧縮接合部	CLT マニュアルを準拠した集中ばねに加えて、中央に壁幅の 1/2 分の圧縮バネも設ける。
③	壁—壁せん断接合部	せん断性能を 2 分割して、壁要素の剛梁端部に設ける。

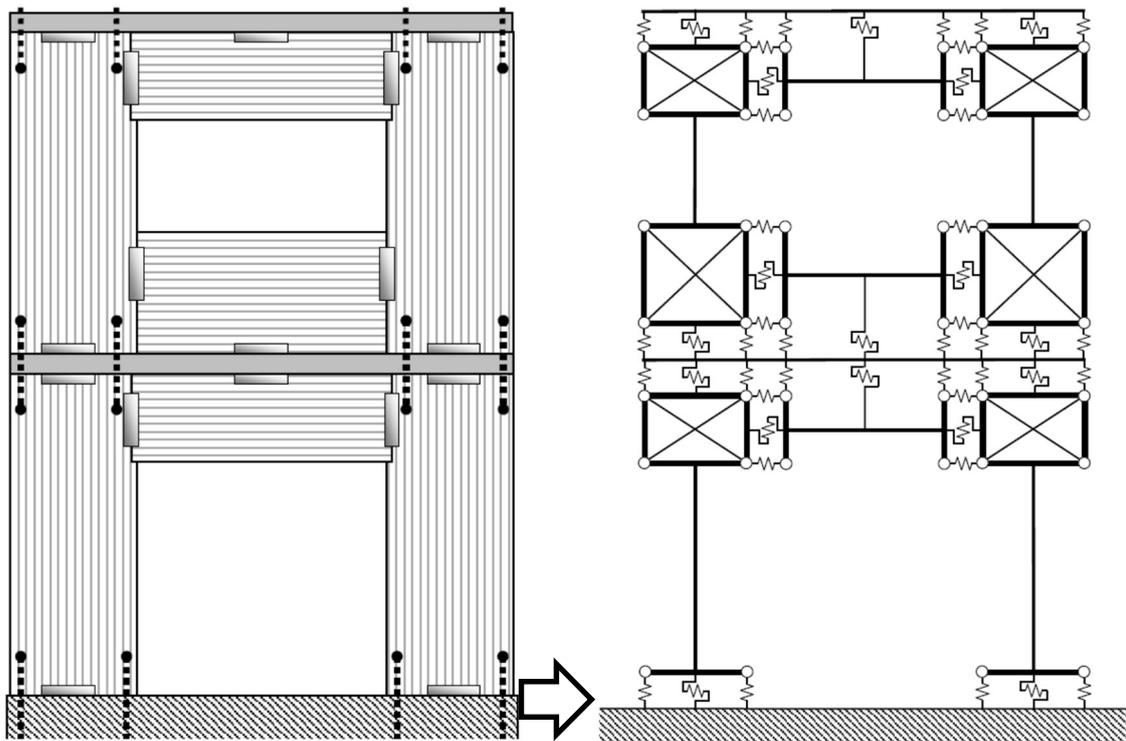


図 3.2.4-1 詳細バネモデル概要（CLT マニュアル準拠）

参考文献

- ¹ 令和 5 年林野庁補助事業「CLT パネル工法建築物の標準設計、プログラムの開発検討事業補助報告書」
- ² 「CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル」(公財) 日本住宅・木材技術センター, 2024

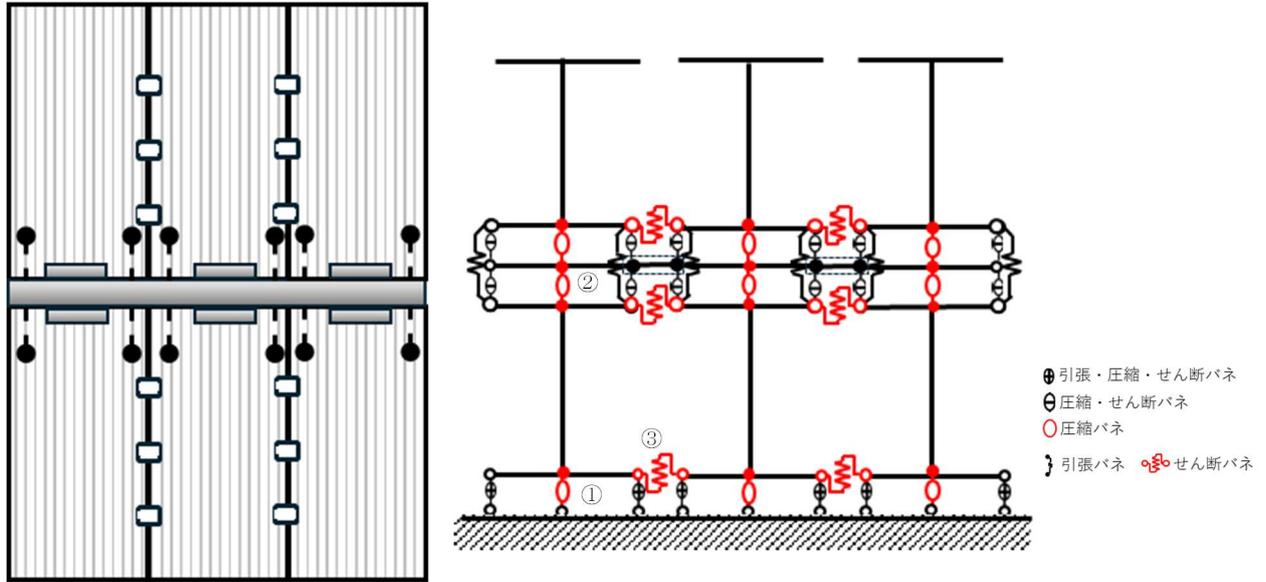


図 3.2.4-2 追加バネ説明

3.3 使用構造材料一覧表

3.3.1 使用構造材料一覧

表 3.3.1-1 鋼材

材料	設計基準強度（規格）	使用部位	備考
鋼材	SS400（JIS G 3101）	鉄骨階段、接合金物など	—
	SM490（JIS G3106）	接合金物の一部	—
アンカーボルト	SNR490B（JIS G 3138）	・金物とコンクリート部分の 接続ボルト	M48(引張用) M20(せん断用)
	強度区分 10.9	・壁-床-壁の引張ボルト	M48

表 3.3.1-2 集成材

材料	規格	樹種	等級	使用部位と断面	備考
構造用集成材	JAS	欧州 赤松	E105-F300	柱（300×420、300×300）	対称異等級 構成
構造用集成材	JAS	欧州 赤松	E105-F300	大梁（210×600、210×750） 小梁（120×330、150×300、150×450）	対称異等級 構成

表 3.3.1-3 CLT パネル

壁 パネル 垂壁 パネル (210mm)	樹種		ヒノキ
	ラミ ナ	等級	外層：M90A 以上 内層：M90A 以上 (JAS 強度等級 S90-5-7)
		ラミナ厚さ	30mm
		ラミナ幅	120mm±10mm
	構成	1,2,6,7 プライ目：外層用ラミナを使用し、主として長辺方向に繊維並行に配置 4 プライ目：内層用ラミナを使用し、1,2,6,7 プライ目と同一方向に配置 3,5 層目：内層用ラミナを使用し、1,2,6,7 プライ目と直交になる向きに配置	
接 着 材	縦継ぎ（フィンガー ジョイント）、積層部分	JIS K 6806 に規定する水性高分子－イソシアネート系木材 接着剤 1 種 1 号	
	横はぎ部分	接着無	
床、屋根 パネル (150mm)	樹種		スギ
	ラミ ナ	等級	外層：M60A 以上 内層：M60A 以上 (JAS 強度等級 S60-5-5)
		ラミナ厚さ	30mm
		ラミナ幅	120mm±10mm
	構成	1,5 プライ目：外層用ラミナを使用し、主として長辺方向に繊維並行に配置 3 プライ目：内層用ラミナを使用し、1,5 プライ目と同一方向に配置 2,4 プライ目：内層用ラミナを使用し、1,5 プライ目と直交になる向きに配置	
接 着 材	縦継ぎ（フィンガー ジョイント）、積層部分	JIS K 6806 に規定する水性高分子－イソシアネート系木材 接着剤 1 種 1 号	
	横はぎ部分	接着無	

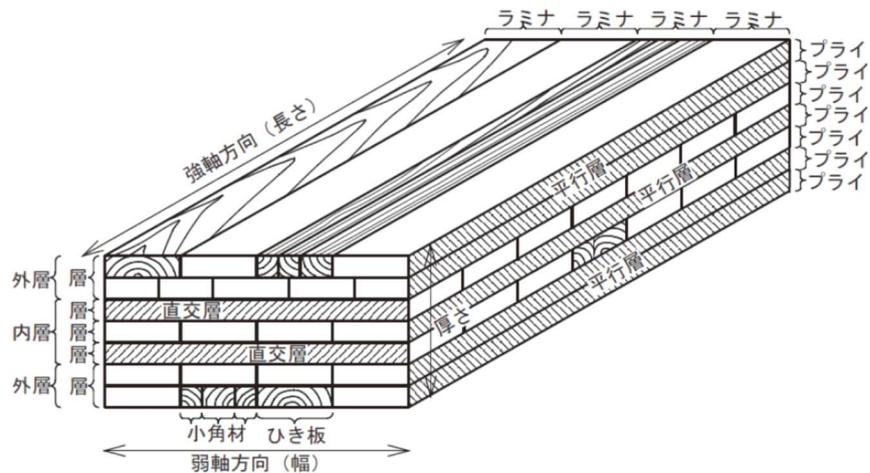


図 3.3.1-1 CLT パネルの基本構成

3.3.2 材料定数及び材料強度

表 3.3.2-1 鋼材の材料定数

材料	ヤング係数(E) (N/mm ²)	せん断弾性係数(G) (N/mm ²)	ポアソン比 (ν)
鋼材	2.05×10 ⁵	$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$	0.3

表 3.3.2-2 鋼材の材料強度

材 料	F 値	材 料 強 度			
		引 張	圧 縮	曲 げ	せん断
鋼 材	建築基準法施行令 第96条の表1の値	F	F	F	F/√3

表 3.3.2-3 集成材の材料定数及び材料強度

規格・樹種		基準強度 (F) (N/mm ²)							ヤング係数 (N/mm ²)		
		圧縮	引張	曲げ		せん断		めり込み Fcv	強軸 Eox	弱軸 Eoy	せん断 Go
				積層 方向	幅 方向	積層 方向	幅 方向				
集成材 対称異等級 E105-F300	欧州赤松	23.2	20.2	30.0	21.6	3.6	3.0	(中間)8.1 (材端)6.6 (全面)3.0	10500	9500	Eo×1/15

表 3.3.2-4 CLT パネルの材料定数

強度等級 ラミナ構成	弾性係数						
	面内			面外			
	E		G	E		G	
	強軸	弱軸	共通	強軸	弱軸	強軸	弱軸
S60-5-5	3600	2400	500	4750	1240	54.0	27.0
S90-5-7	6420	2570	500	8310	680	83.0	29.0

※太字：本構造計算で用いる数値

単位：N/mm²

表 3.3.2-5 CLT パネルの材料強度

強度等級 ラミナ構成	基準強度										
	面内							面外			
	Fc		Ft		Fb		Fs	Fb		Fs/β	
	強軸	弱軸	強軸	弱軸	強軸	弱軸	共通	強軸	弱軸	強軸	弱軸
S60-5-5(床)	9.72	6.48	7.20	4.80	9.72	6.48	2.36	10.42	2.73	0.70	0.39
S90-5-7(壁、垂れ壁)	14.78	5.91	10.98	4.39	14.78	5.91	2.48	15.54	1.27	0.88	0.37

※ラミナ幅b:120(mm) ラミナ厚t:30(mm) ラミナ幅方向の数の最小値m:8としてせん断強度を計算

単位：N/mm²

※太字：本構造計算で用いる数値

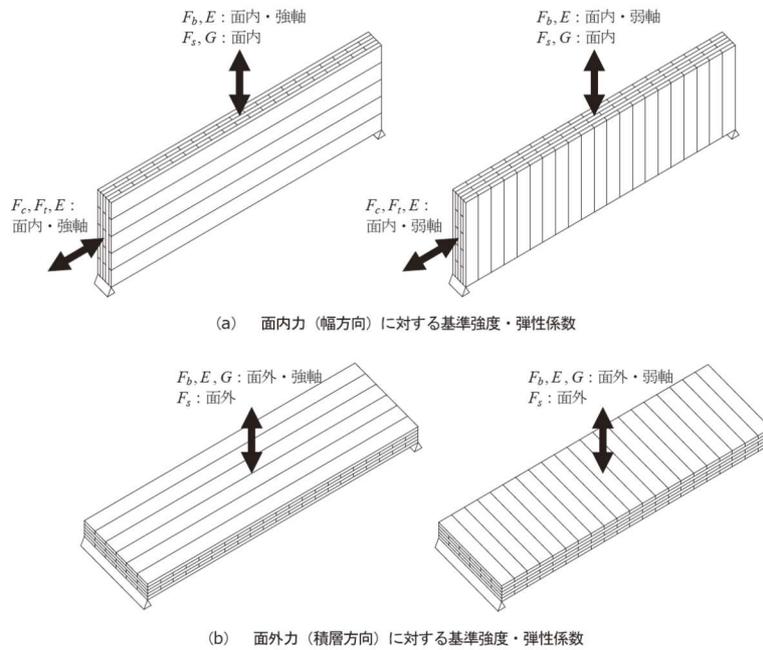


図 3.3.1-1 CLT パネルの基準強度・弾性係数と荷重方向の関係

図 3.3.2-1 CLT パネルの基準強度・弾性係数と荷重方向の関係

3.3.3 許容応力度等

(1) 鋼材の許容応力度 (N/mm²)

種類	長期				短期			
	引張	圧縮	曲げ	せん断	引張	圧縮	曲げ	せん断
SS400	157	157	157	90.5	長期の 1.5 倍			
SM490	216	216	216	125.0	長期の 1.5 倍			

(2) 溶接の許容応力度 (N/mm²) 【t ≤ 40】

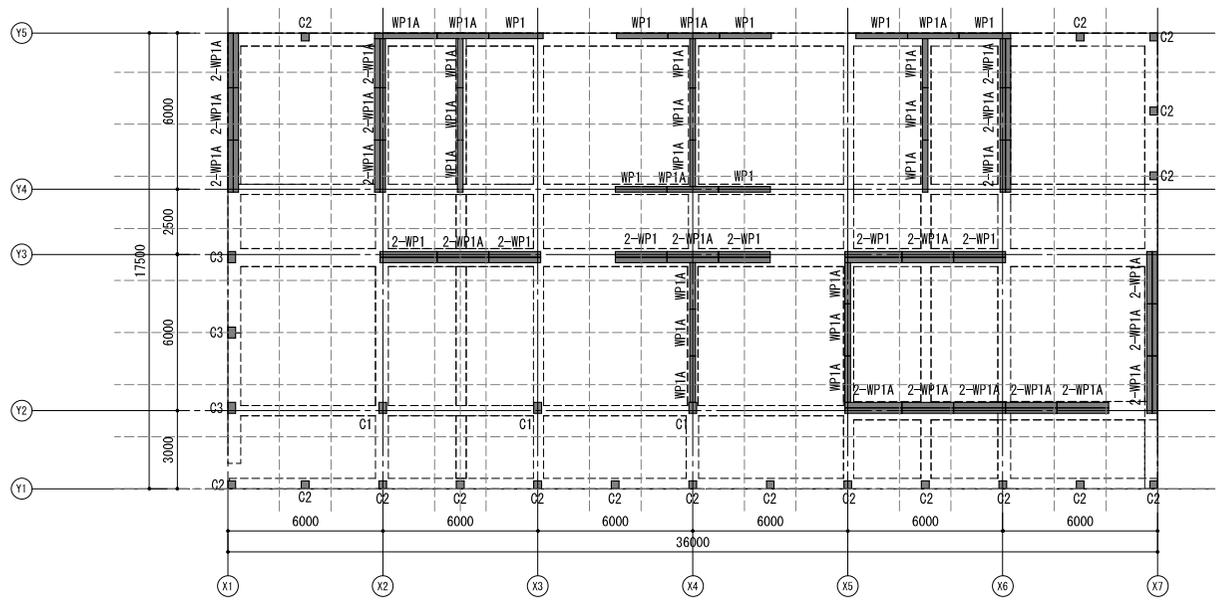
種別	長期				短期
	完全溶け込み溶接		隅肉溶接		
	引張,圧縮,曲げ	せん断	引張,圧縮,曲げ	せん断	
SS400	157	90.5	90.5	90.5	長期の 1.5 倍
SM490	216	125	125	125	長期の 1.5 倍

(3) 木材の許容応力度 (N/mm²)

		めり込み以外 (圧縮・引張・曲げ・せん断)	めり込み (土台)	めり込み (土台以外)
長期	常時	$\frac{1.1}{3}F$	$\frac{1.5}{3}F_{cv}$	$\frac{1.1}{3}F$
	積雪	$1.3 \times \frac{1.1}{3}F = \frac{1.43}{3}F$	$\frac{1.5}{3}F_{cv}$	$1.3 \times \frac{1.1}{3}F = \frac{1.43}{3}F$
短期	水平	$\frac{2}{3}F$	$\frac{2}{3}F_{cv}$	$\frac{2}{3}F$
	積雪	$\frac{2}{3}F \times 0.8 = \frac{1.6}{3}F$	$\frac{2}{3}F_{cv}$	$\frac{2}{3}F \times 0.8 = \frac{1.6}{3}F$

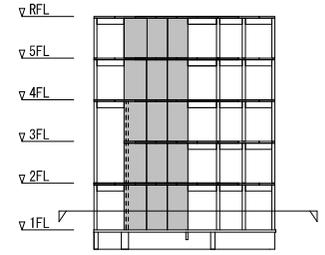
3.4 構造図

構造図を次項に示す



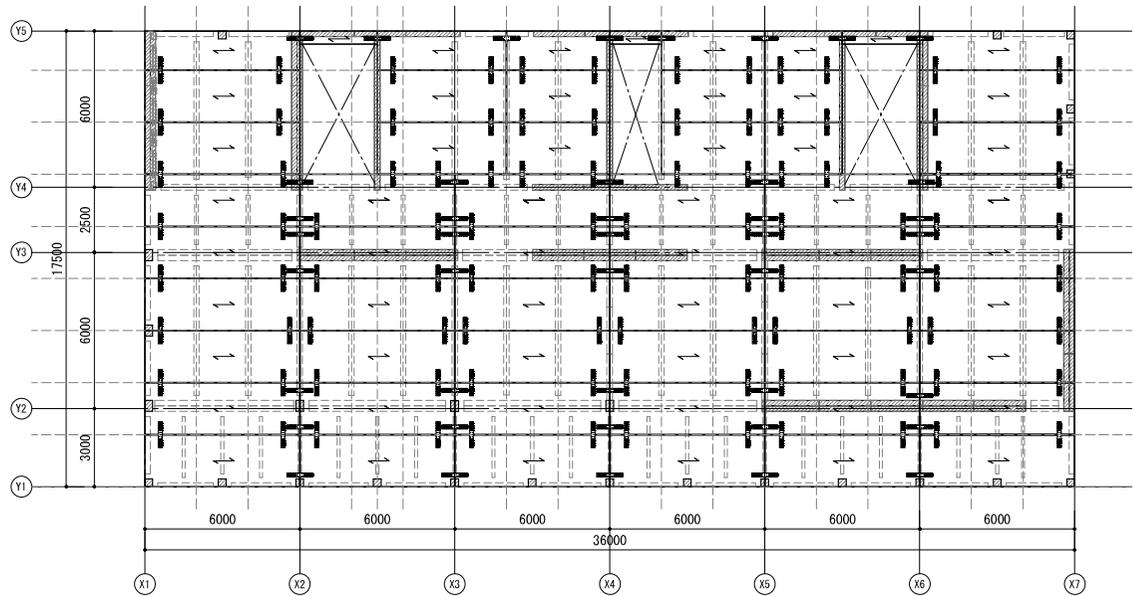
- 共通事項**
- 特記なき限り下記による。
- 1FL=設計GL+360
 - 躯体上端レベル
基礎梁 1FL-50
耐圧版 1FL-50
 - スラブ S20
 - スラブ主筋方向は短辺方向とする

1階床伏図(見下げ) 1 : 200 (A3)



切斷位置 1階見下げ

2025_02	株式会社バスクデザインー級建築士事務所(東京都知事登録61890号) 〒207-0003 東京都東大和市狭山1丁目849-21 / MAIL : info@baskdesign.jp	プロジェクト名 CLTパネル工法建築物の標準設計	図面名 1階床伏図	縮尺 1/200(A3)	図面番号 S - 101
---------	--	-----------------------------	--------------	-----------------	-----------------

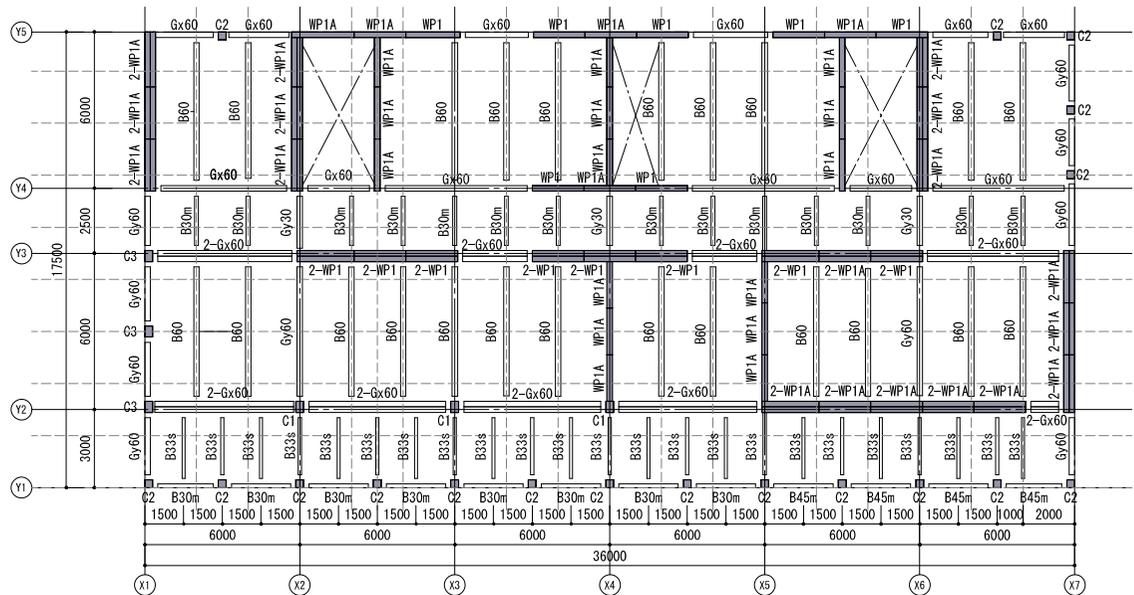


共通事項

特記なき限り下記による。

1. [Hatched] 下階の壁、梁を示す
2. [Hatched] 上階の壁、梁を示す
3. [Hatched] 床引張金物(STF)を示す
4. スラフ wS15
5. CLT床板の外層ラミナの繊維方向(強軸)は長辺方向とする。
6. [Arrow] CLT床板の外層ラミナの繊維方向(強軸)
7. CLT床-CLT床間のせん断接合は合板スプライン接合(t=28, CN75釘#75)とする
8. CLT床と梁材(大梁、小梁、垂れ壁パネル)は、構造用木ビス(1列、φ6.25以上、L=240以上、#300)で接合する

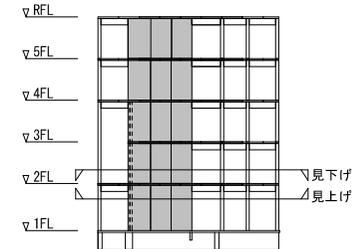
2階CLT床割付け図(見下げ) 1: 200(A3)



共通事項

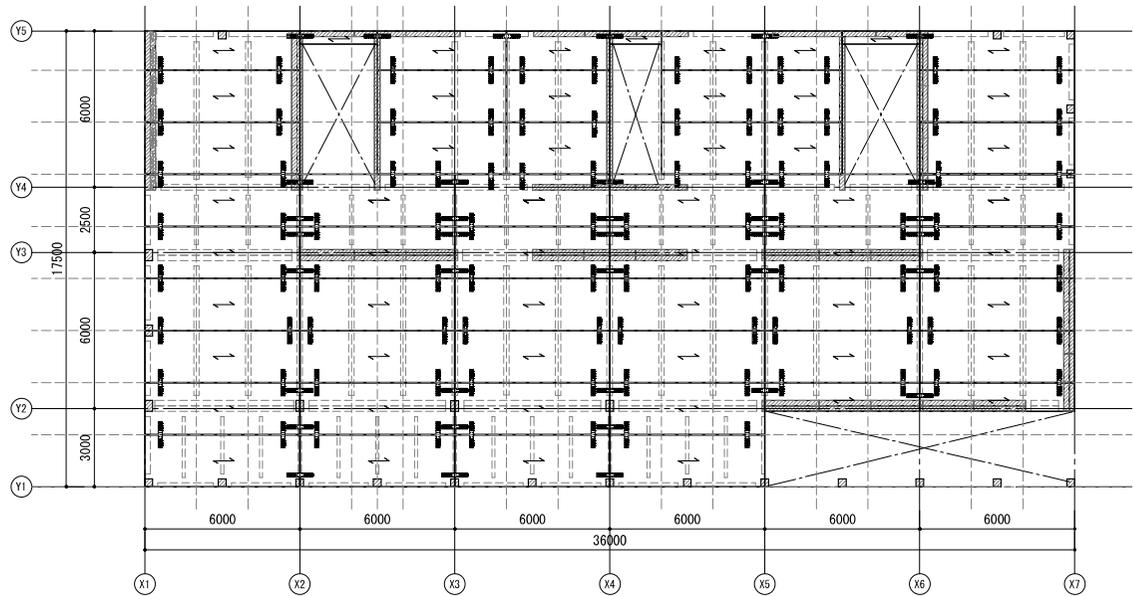
特記なき限り下記による。

1. 2FL=1FL+4,920
2. 躯体上端レベル
大梁、小梁、垂れ壁パネル 2FL-620
CLT床 2FL-470



2階伏図(見上げ) 1: 200(A3)

断面位置 2階

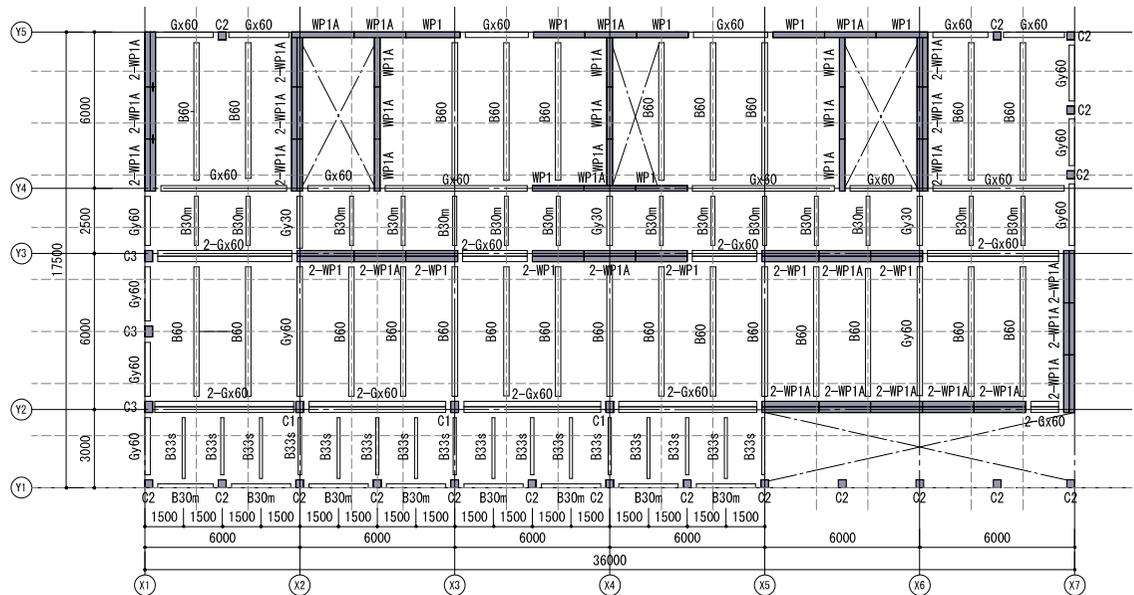


共通事項

特記なき限り下記による。

1. 下階の壁、梁を示す
2. 上階の壁、梁を示す
3. 床引張金物 (STF) を示す
4. スラフ wS15
5. CLT床板の外層ラミナの繊維方向 (強軸) は長辺方向とする。
6. CLT床板の外層ラミナの繊維方向 (強軸)
7. CLT床-CLT床間のせん断接合は合板スプライン接合 (t=28, CN75釘#75) とする
8. CLT床と梁材 (大梁、小梁、垂れ壁パネル) は、構造用木ビス (1列、φ6.25以上、L=240以上、#300) で接合する

3階CLT床割付図(見下げ) 1:200(A3)

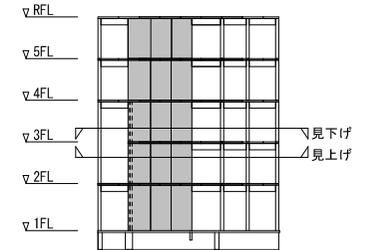


共通事項

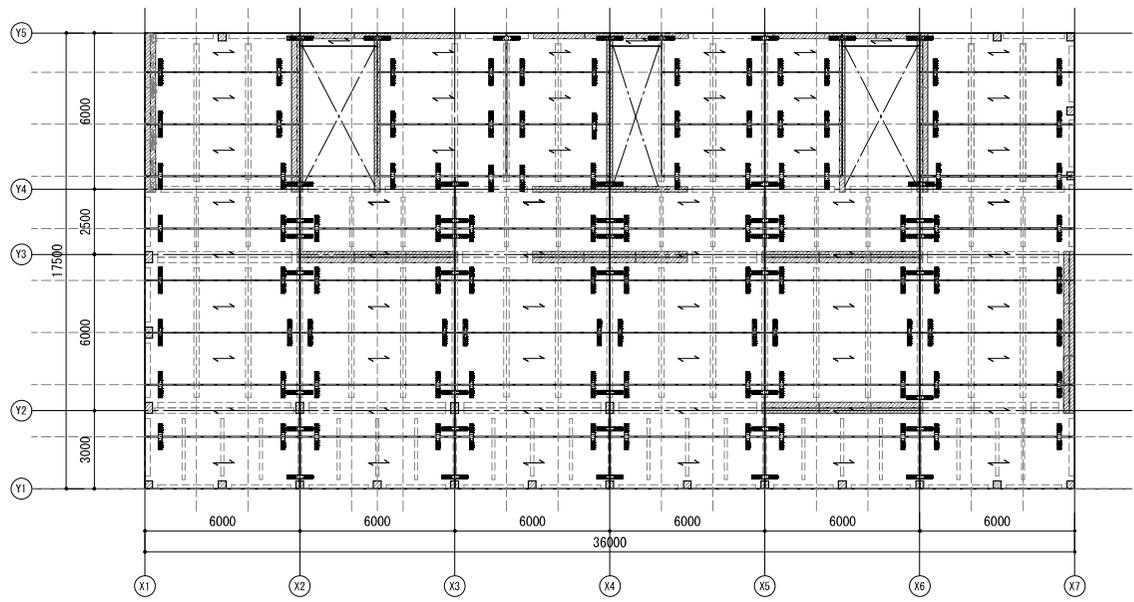
特記なき限り下記による。

1. 3FL=2FL+4,000
2. 躯体上端レベル
大梁、小梁、垂れ壁パネル 3FL-620
CLT床 3FL-470

3階伏図(見上げ) 1:200(A3)

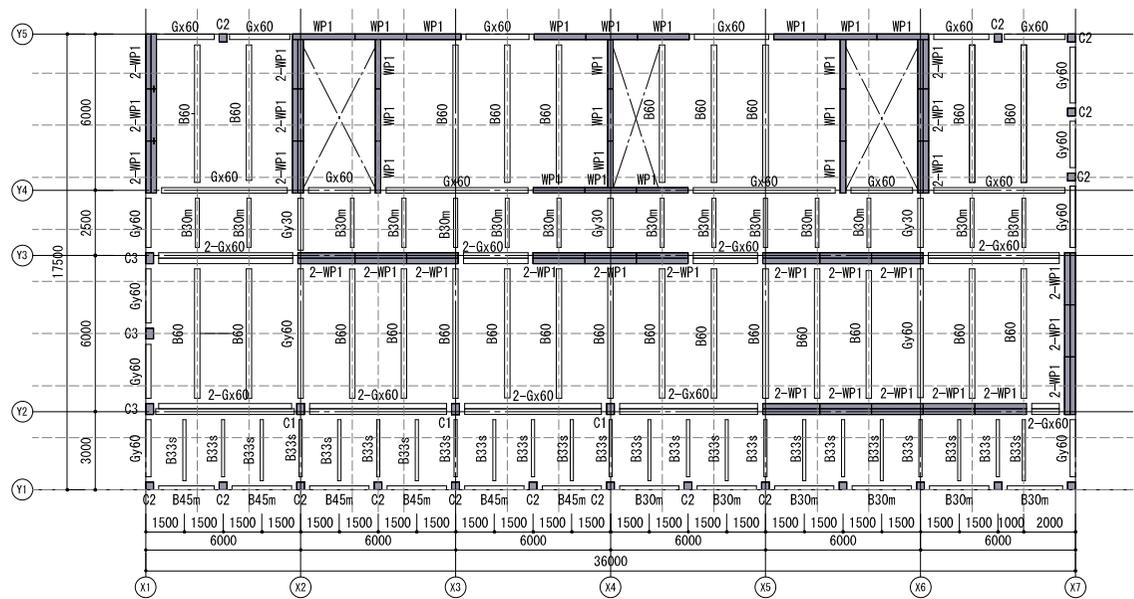


切断位置 3階



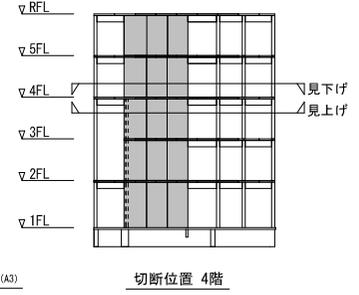
- 共通事項**
 特記なき限り下記による。
 1. [Shaded Area] 下階の壁、梁を示す
 2. [Hatched Area] 上階の壁、梁を示す
 3. [Hatched Area] 床引張金物 (STF) を示す
 4. スラフ wS15
 5. CLT床版の外層ラミナの繊維方向 (強軸) は長辺方向とする。
 6. [Arrow] CLT床版の外層ラミナの繊維方向 (強軸)
 7. CLT床-CLT床間のせん断接合は合板スプライン接合 (t=28, CN75釘#75) とする
 8. CLT床と梁材 (大梁、小梁、垂れ壁パネル) は、構造用木ビス (1列、φ6.25以上、L=240以上、#300) で接合する

4階CLT床割付け図(見下げ) 1:200(A3)

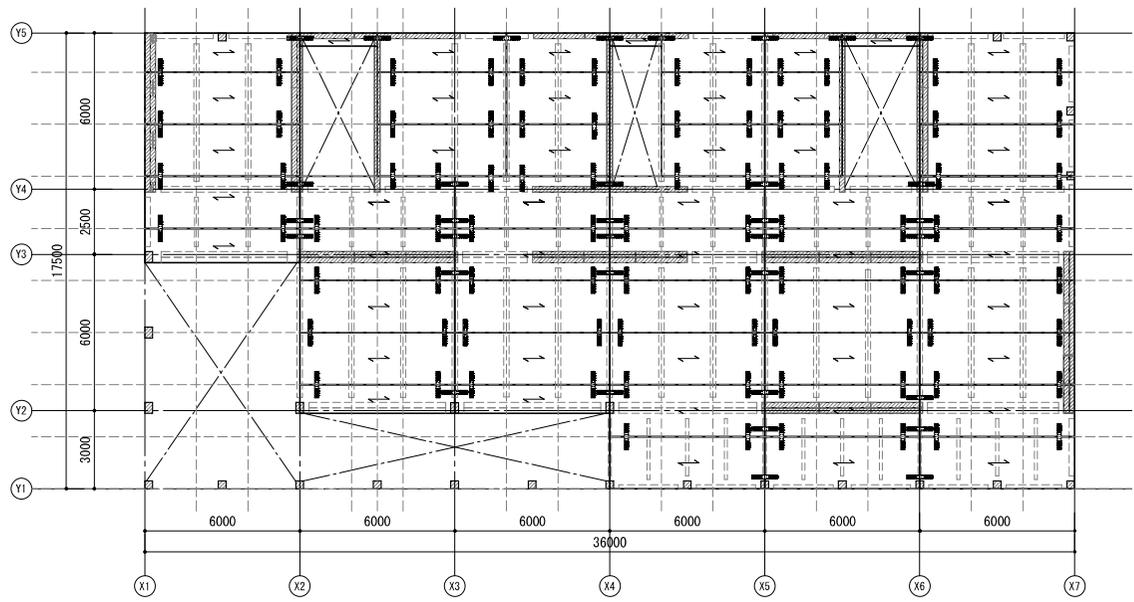


- 共通事項**
 特記なき限り下記による。
 1. 4FL=3FL+4,000
 2. 躯体上端レベル
 大梁、小梁、垂れ壁パネル 4FL-620
 CLT床 4FL-470

4階伏図(見上げ) 1:200(A3)



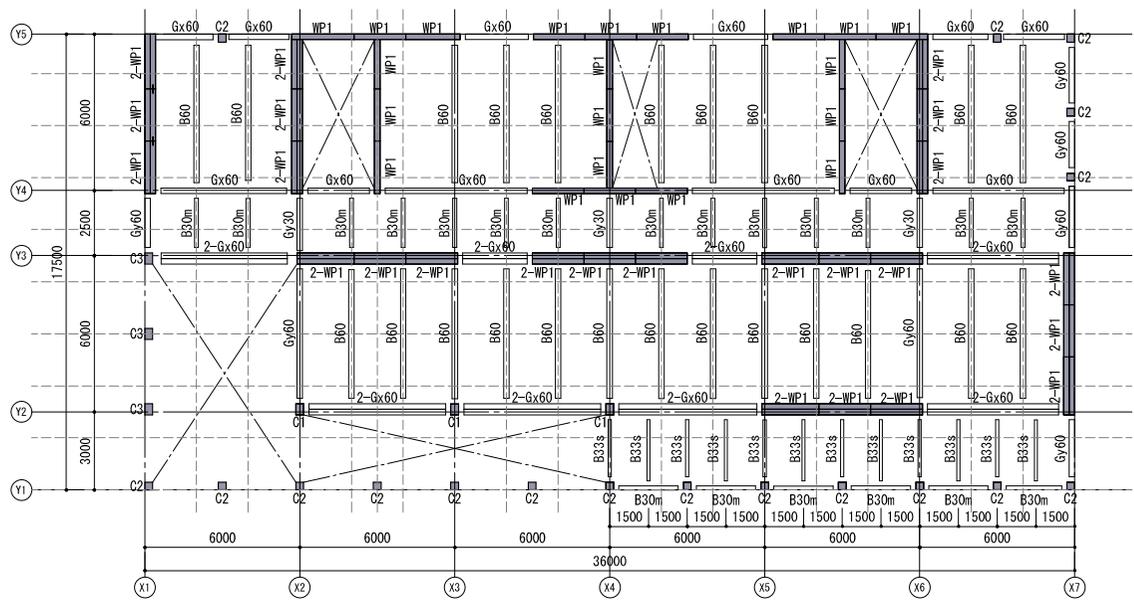
切断位置 4階



共通事項

- 特記なき限り下記による。
- 下階の壁、梁を示す
 - 床引張金物(SIF)を示す
 - スラブ wS15
 - CLT床版の外層ラミナの繊維方向(強軸)は長辺方向とする。
 - CLT床版の外層ラミナの繊維方向(強軸)は長辺方向とする。
 - CLT床-CLT床間のせん断接合は合板スプライン接合
 - (t=28, CN75釘@75)とする
 - CLT床と梁材(大梁、小梁、垂れ壁パネル)は、構造用木ビス(1列、φ6.25以上、L=240以上、@300)で接合する

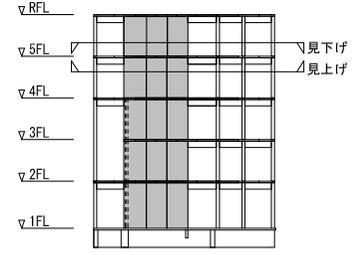
5階CLT床割付図(見下げ) 1:200(A3)



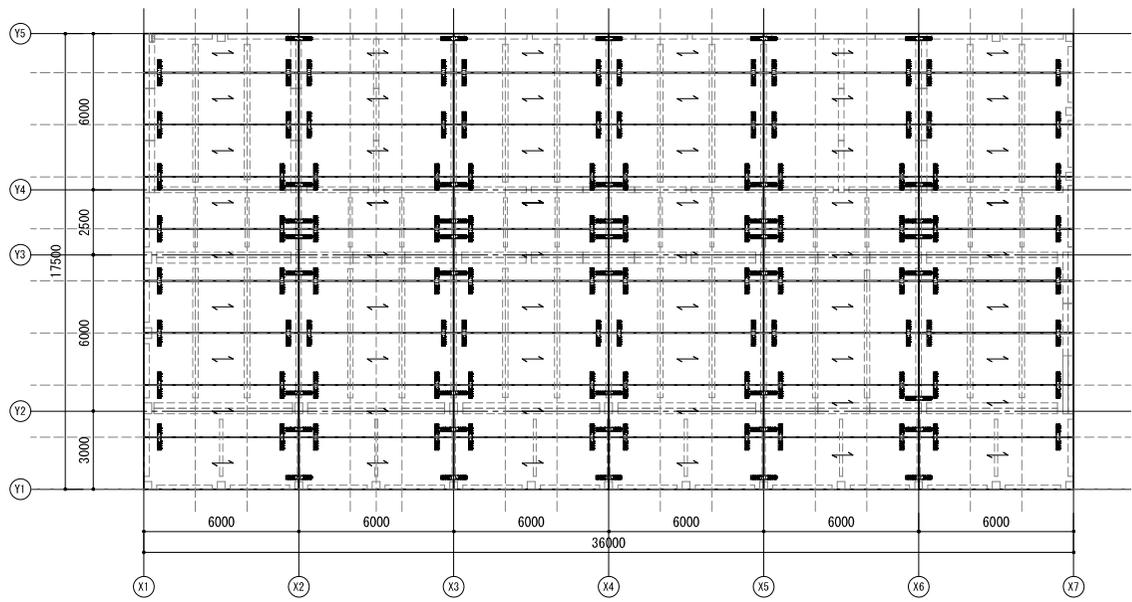
共通事項

- 特記なき限り下記による。
- 5FL=4FL+4,000
 - 躯体上端レベル
大梁、小梁、垂れ壁パネル 5FL-620
CLT床 5FL-470

5階伏図(見上げ) 1:200(A3)



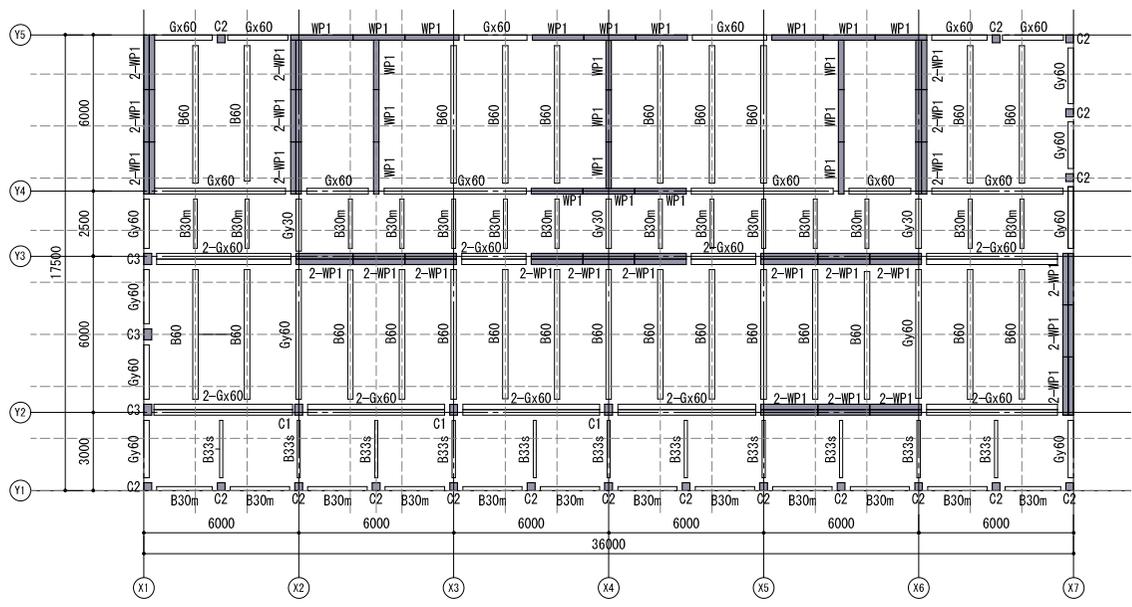
切断位置 5階



共通事項

- 特記なき限り下記による。
- 下階の壁、梁を示す
 - 床引張金物 (STF) を示す
 - スラブ wS15
 - CLT床版の外層ラミナの繊維方向 (強軸) は長辺方向とする。
← CLT床版の外層ラミナの繊維方向 (強軸)
 - CLT床-CLT床間のせん断接合は合板スプライン接合
 - (t=28, CN75釘#75) とする
 - CLT床と梁材 (大梁、小梁、垂れ壁パネル) は、構造用木ビス (1列、φ6.25以上、L=240以上、@300) で接合する

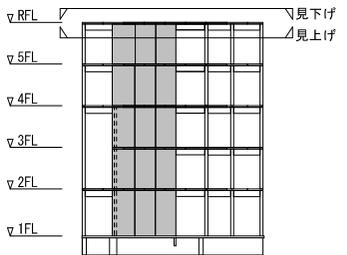
R階CLT床割付け図(見下げ) 1:200(A3)



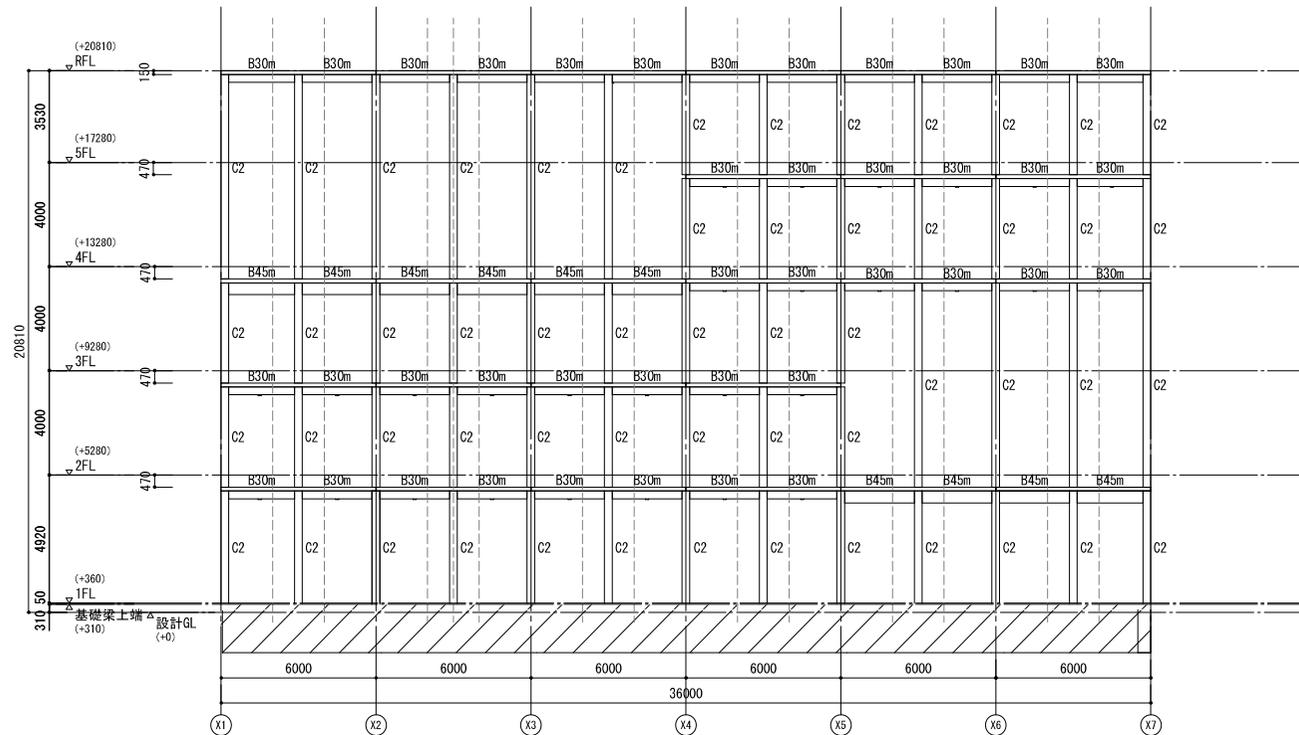
共通事項

- 特記なき限り下記による。
- RFL=5FL+3, 530
 - 躯体上端レベル
大梁, 小梁, 垂れ壁パネル RFL-150
CLT床 RFL±0

R階伏図(見上げ) 1:200(A3)



切断位置 R階



Y1通_軸組図

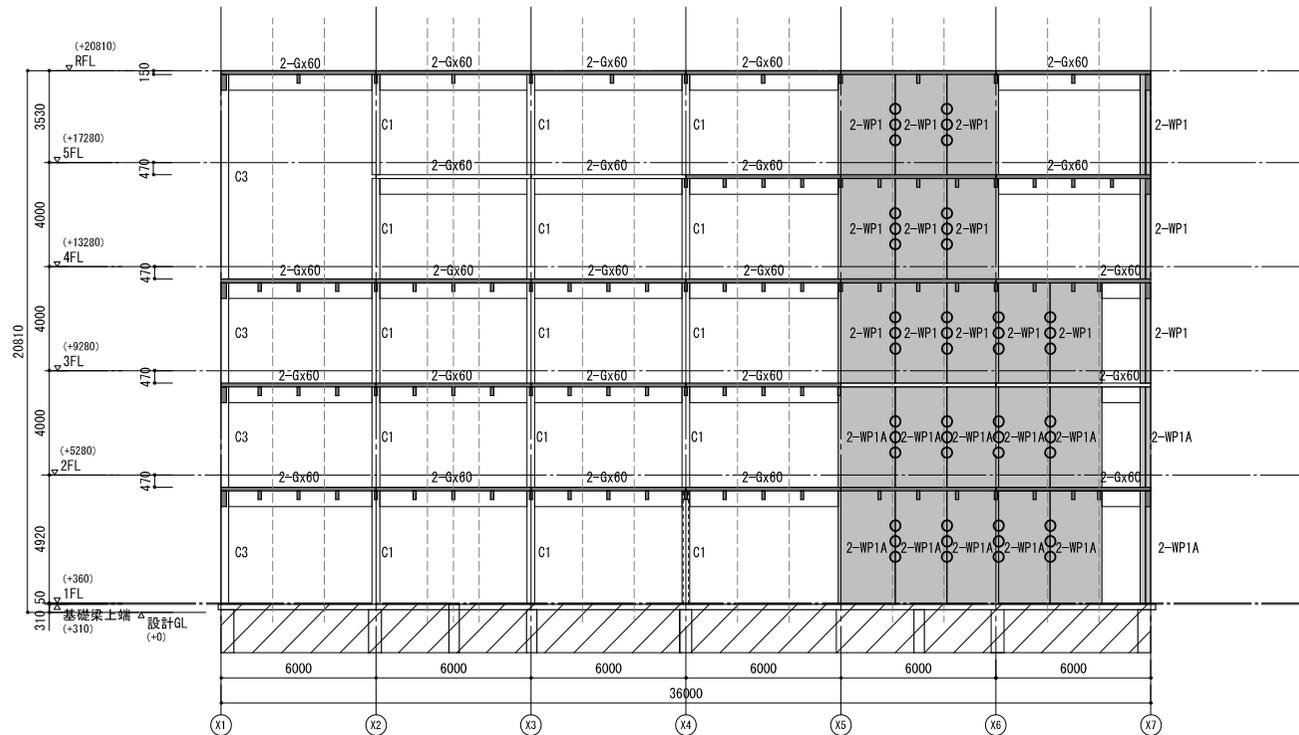
1 : 200 (A3)

共通事項

特記なき限り下記による。

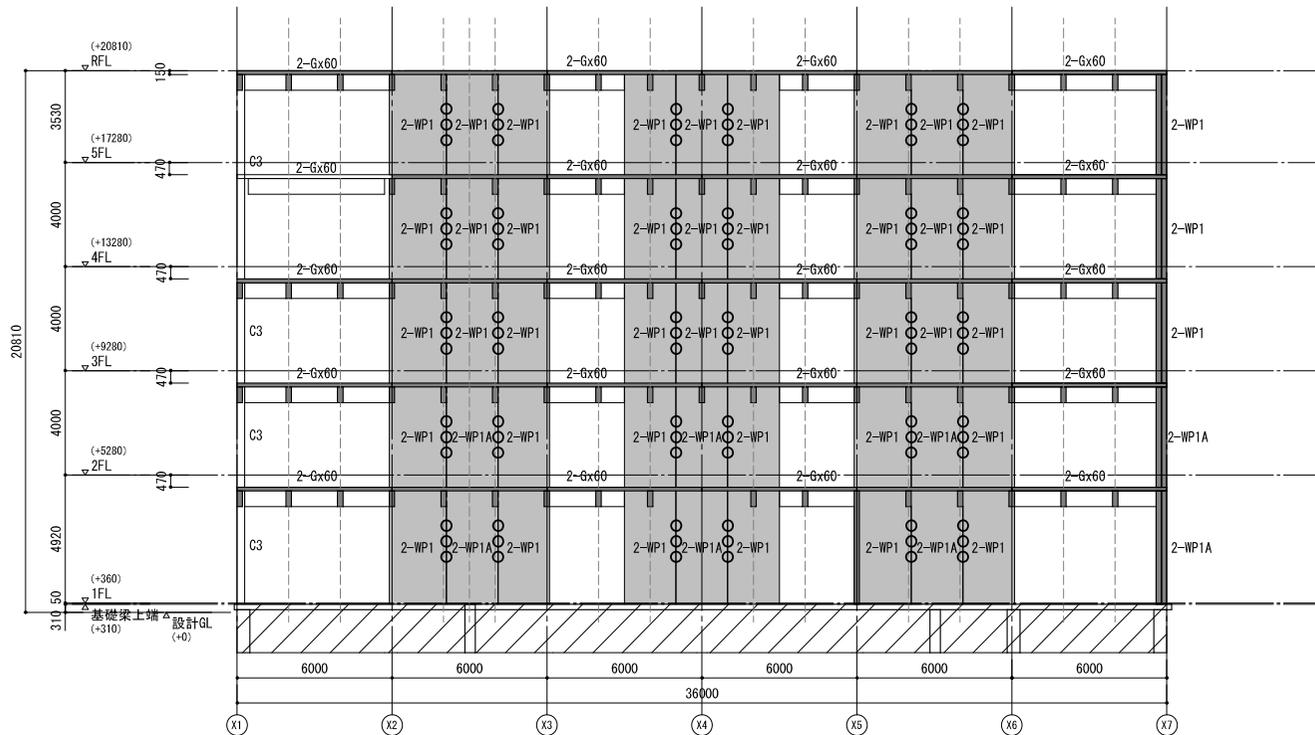
1. CLT壁の外層ラミナの繊維方向(強軸)は鉛直方向とする。
2. ○ 壁壁鉛直せん断金物(SW-10DP20)を示す

2025_02	株式会社バスクデザイナー級建築士事務所(東京都知事登録61890号) 〒207-0003 東京都東大和市狭山1丁目849-21 / MAIL : info@baskdesign.jp	プロジェクト名 CLTパネル工法建築物の標準設計	図面名 軸組図(1) 長手方向 Y1	縮尺 1/200(A3)	図面番号 S - 107
---------	--	-----------------------------	-----------------------	-----------------	-----------------



Y2通_軸組図 1 : 200 (A3)

- 共通事項**
 特記なき限り下記による。
 1. CLT壁の外層ラミナの繊維方向(強軸)は鉛直方向とする。
 2. ○ 壁壁鉛直せん断金物(SW-10DP20)を示す



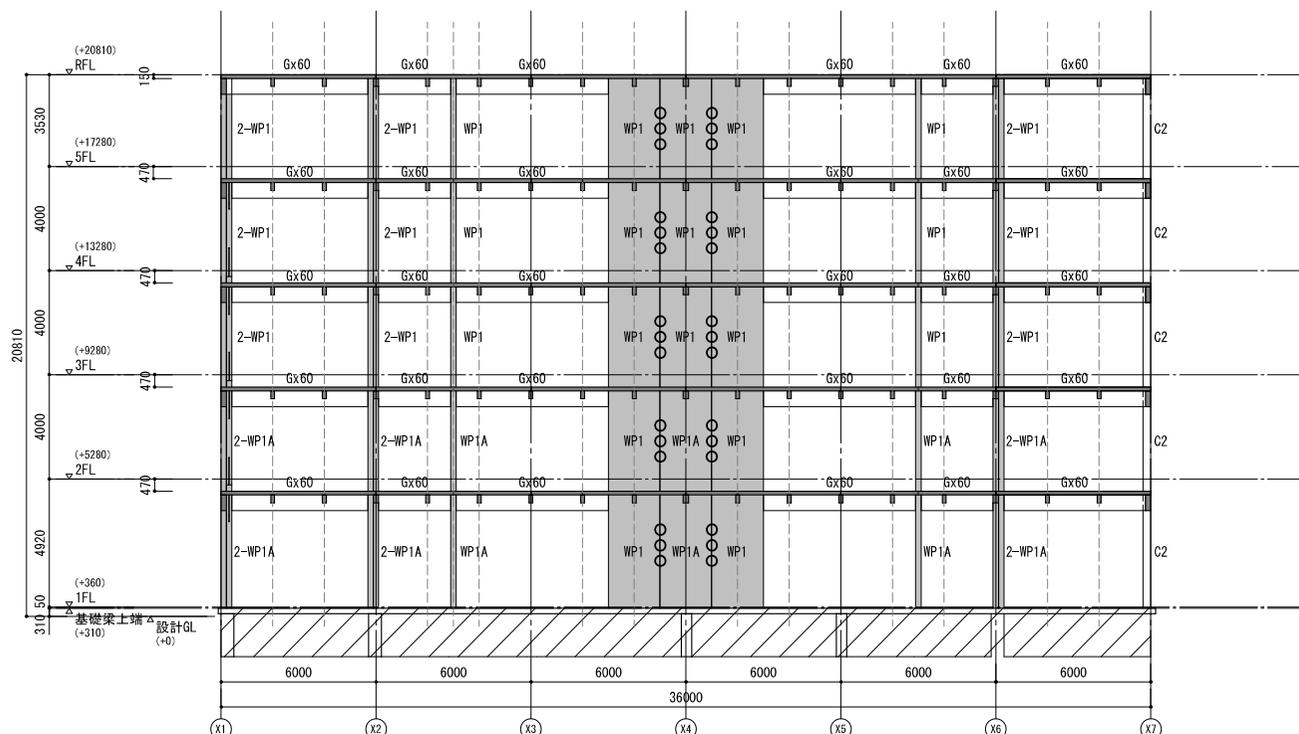
Y3通_軸組図

1 : 200 (A3)

共通事項

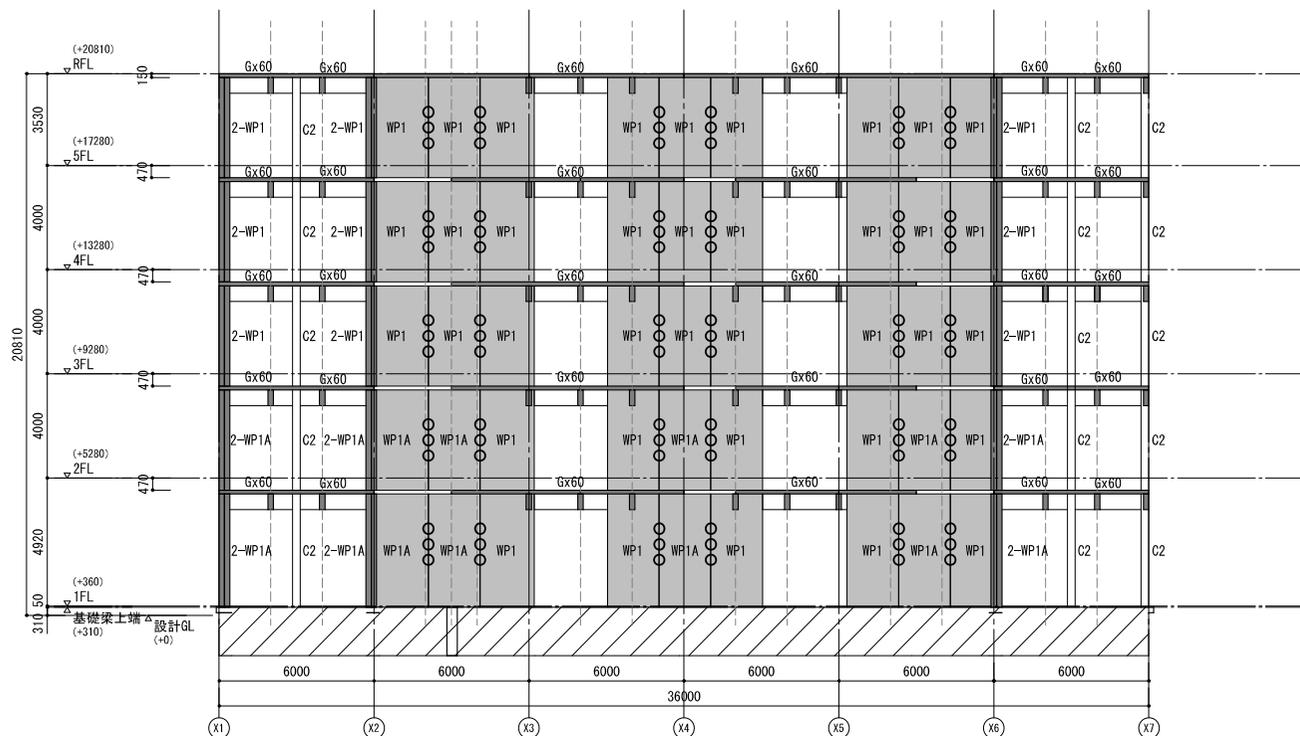
特記なき限り下記による。

1. CLT壁の外層ラミナの繊維方向(強軸)は鉛直方向とする。
2. ○ 壁壁鉛直せん断金物(SW-10DP20)を示す



Y4通_軸組図 1 : 200 (A3)

- 共通事項**
 特記なき限り下記による。
 1. CLT壁の外層ラミナの繊維方向(強軸)は鉛直方向とする。
 2. ○ 壁壁鉛直せん断金物(SW-10DP20)を示す



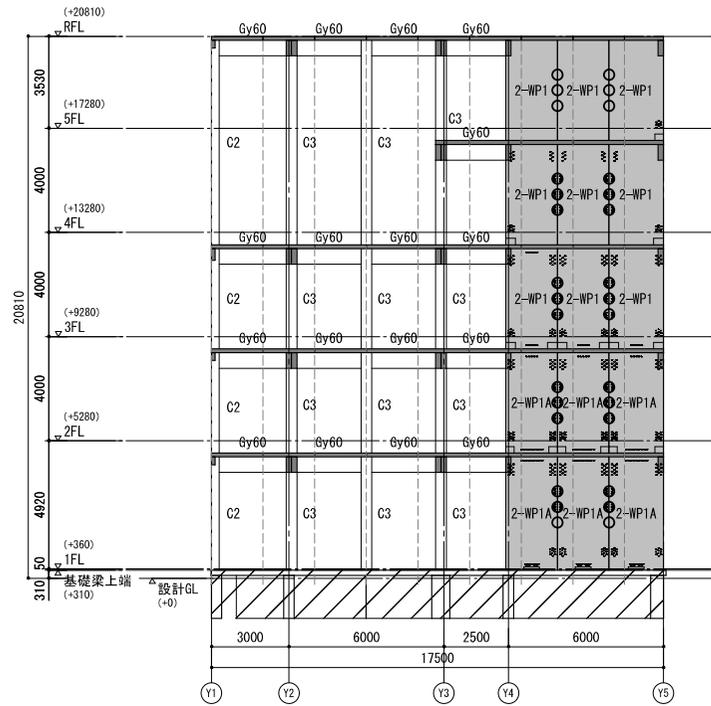
Y5通_軸組図

1 : 200 (A3)

共通事項

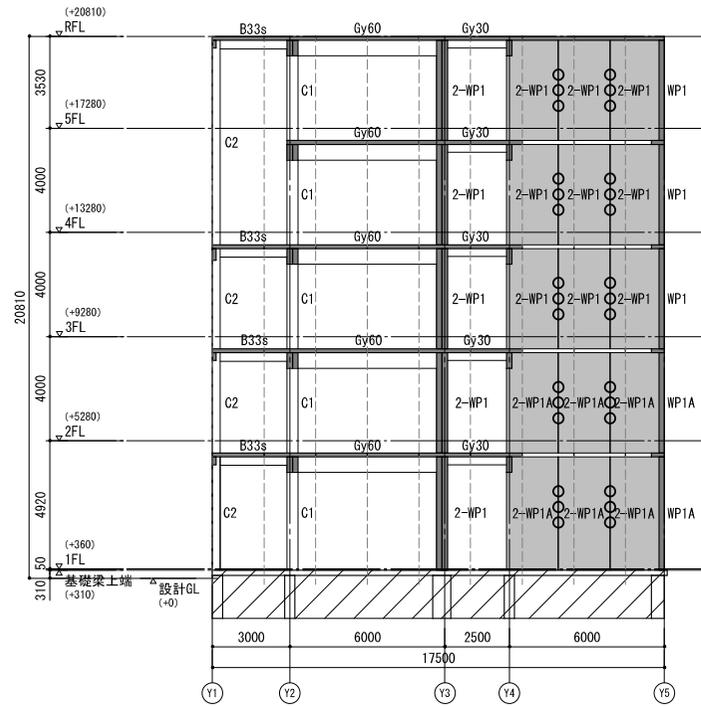
特記なき限り下記による。

1. CLT壁の外層ラミナの繊維方向(強軸)は鉛直方向とする。
2. ○ 壁壁鉛直せん断金物(SW-10DP20)を示す



X1通_軸組図

1 : 200 (A3)



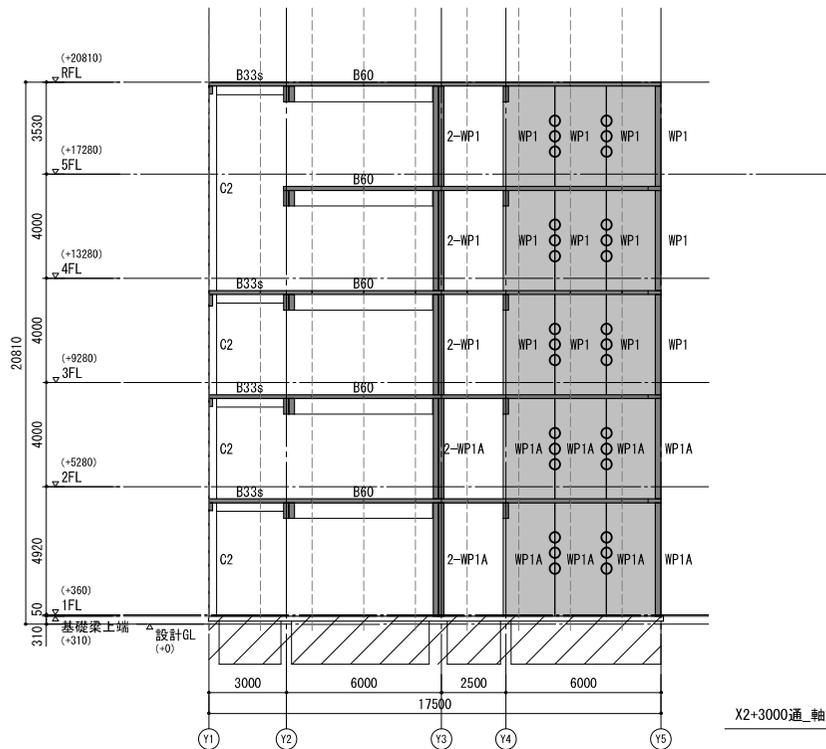
X2通_軸組図

1 : 200 (A3)

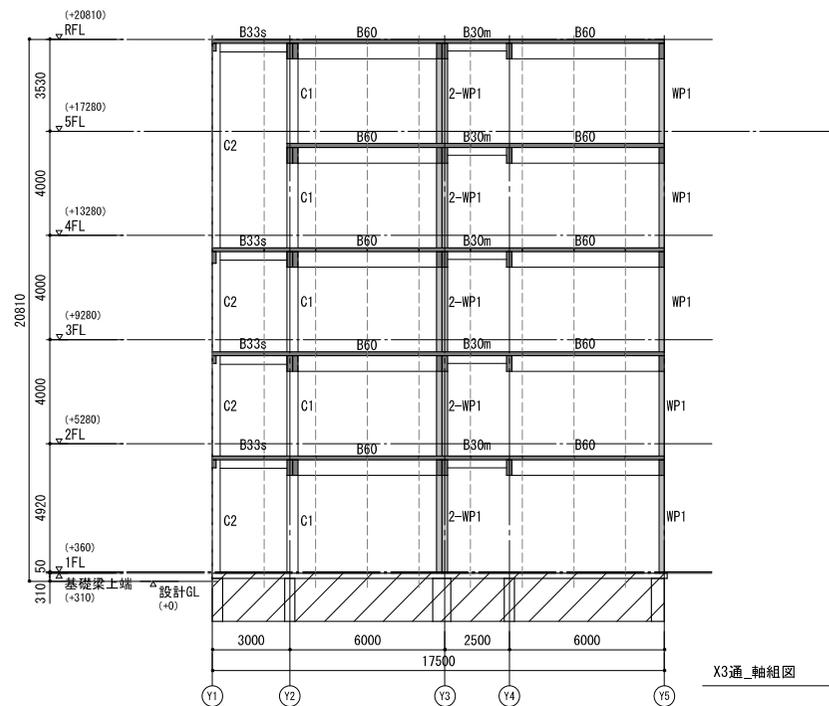
共通事項

特記なき限り下記による。

1. CLT壁の外層ラミナの繊維方向(強軸)は鉛直方向とする。
2. ○ 壁壁鉛直せん断金物(SW-10DP20)を示す



X2+3000_軸組図 1 : 200 (A3)

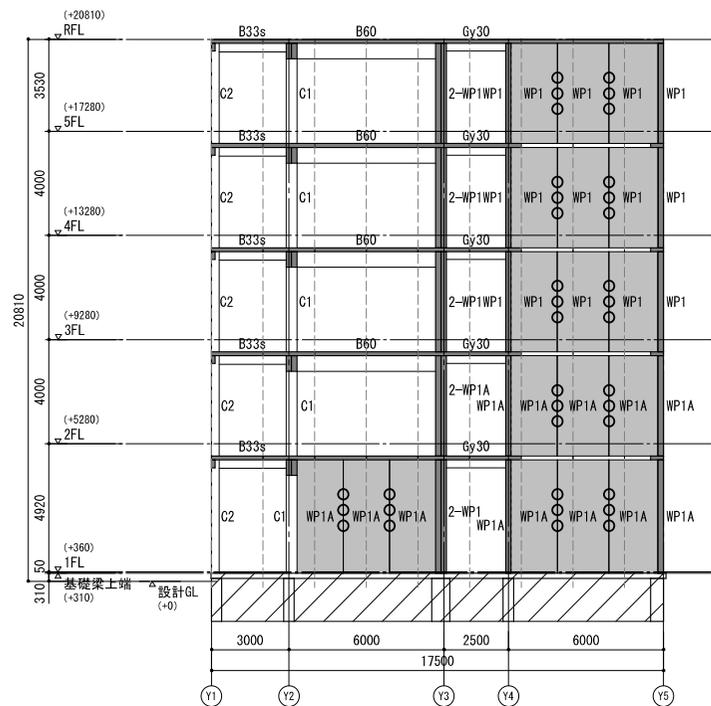


X3通_軸組図 1 : 200 (A3)

共通事項

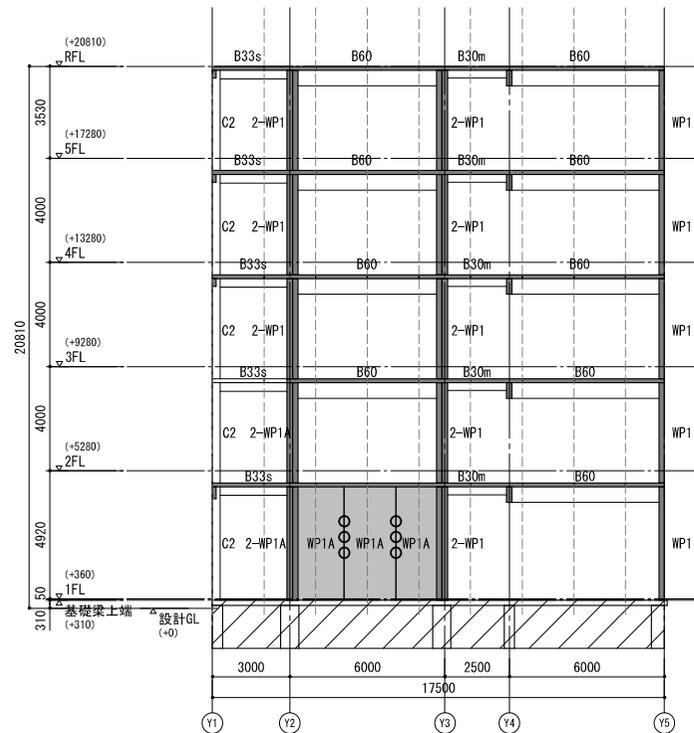
特記なき限り下記による。

1. CLT壁の外層ラミナの繊維方向(強軸)は鉛直方向とする。
2. ○ 壁壁鉛直せん断金物(SW-10DP20)を示す



X4通_軸組図

1 : 200 (A3)



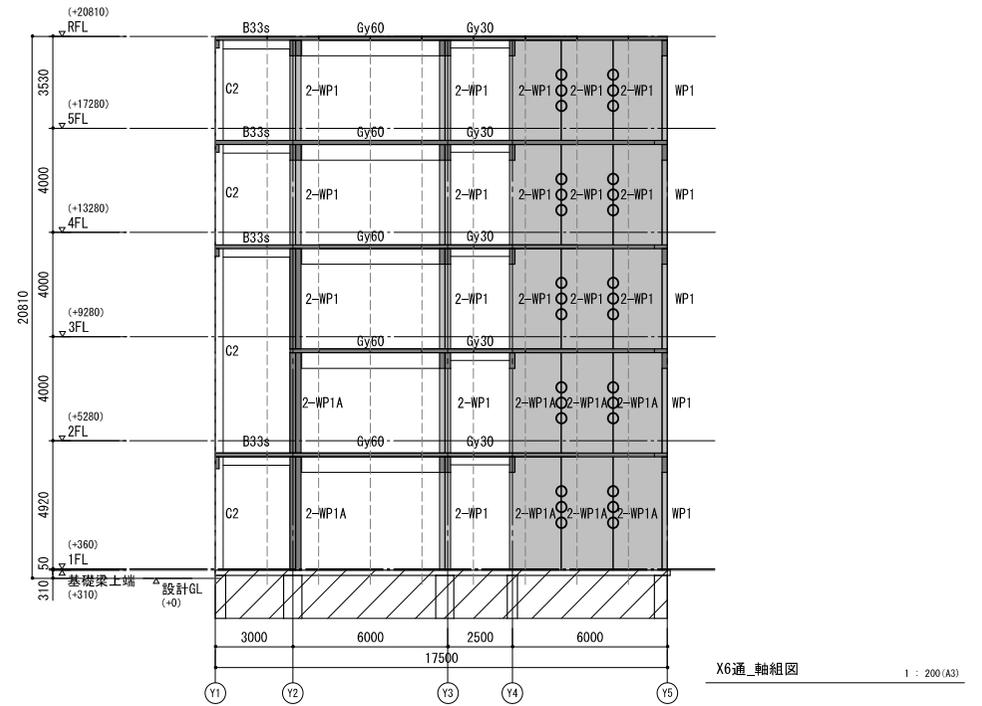
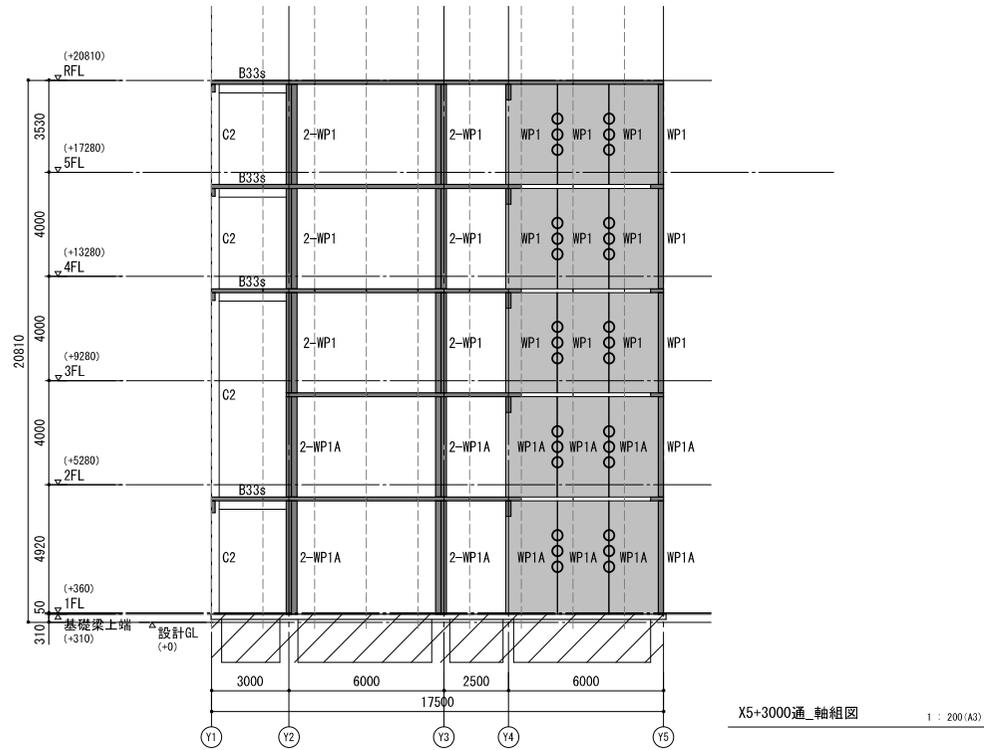
X5通_軸組図

1 : 200 (A3)

共通事項

特記なき限り下記による。

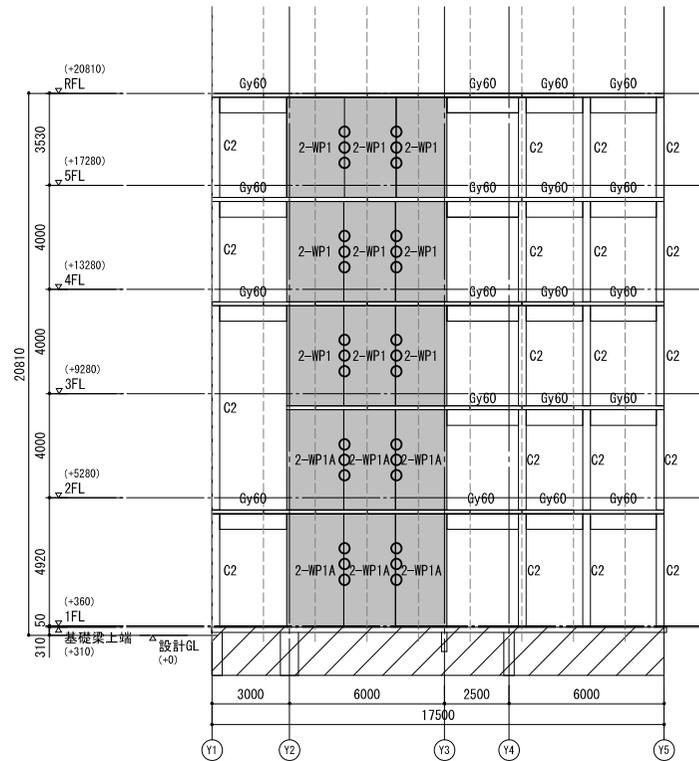
1. CLT壁の外層ラミナの繊維方向(強軸)は鉛直方向とする。
2. ○ 壁壁鉛直せん断金物(SW-10DP20)を示す



共通事項

特記なき限り下記による。

1. CLT壁の外層ラミナの繊維方向(強軸)は鉛直方向とする。
2. ○ 壁壁鉛直せん断金物(SW-10DP20)を示す



X7通_軸組図

1 : 200 (A3)

共通事項

特記なき限り下記による。

1. CLT壁の外層ラミナの繊維方向(強軸)は鉛直方向とする。
2. ○ 壁壁鉛直せん断金物(SW-10DP20)を示す

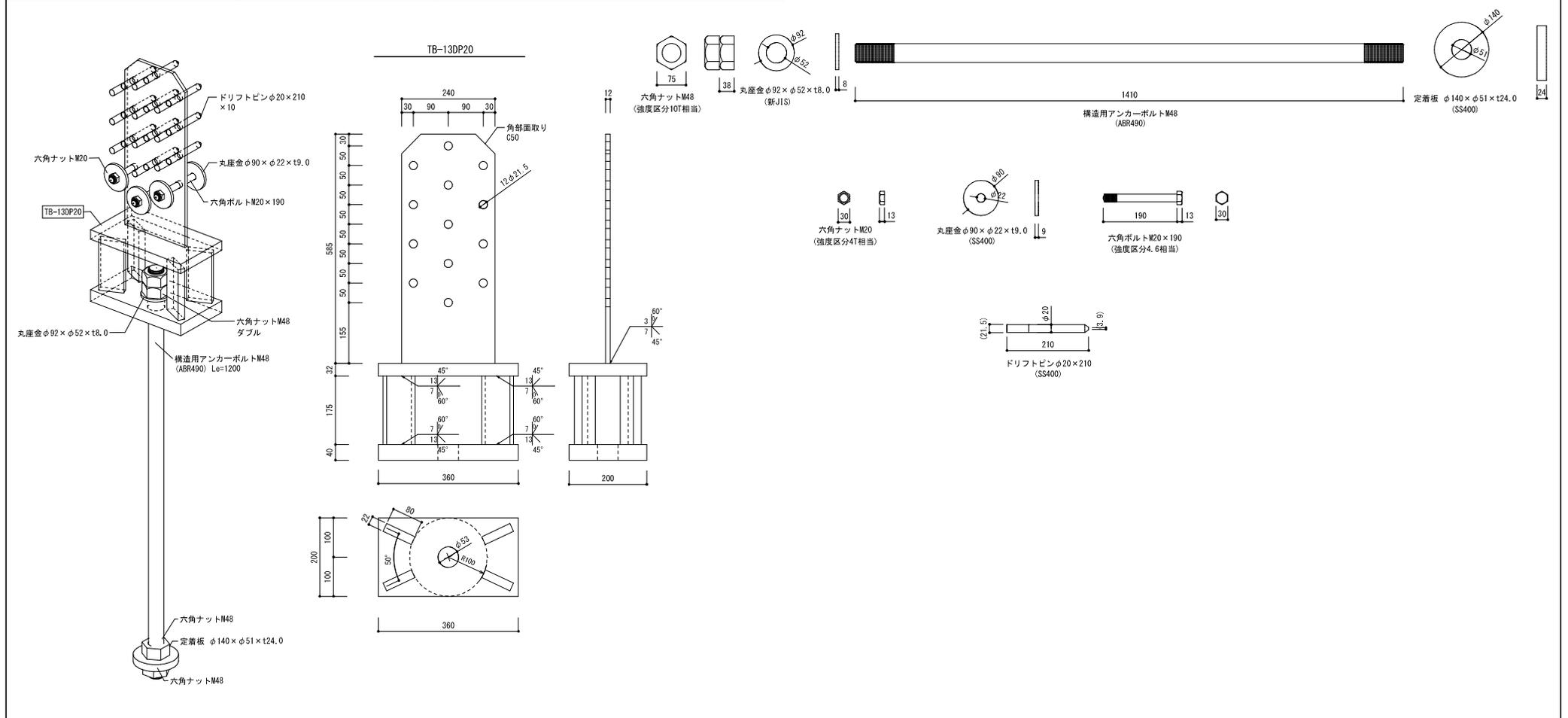
床 (CLT)						
符 号	t	種 類	樹 種	強度等級	接合部 (床-床)	備 考
wS15	150	CLT	スギ	S60-F-5	合板スプライン (t=28, B=149, C=75&175)	床-床引継金物は、S-102~106に示す

壁パネル断面表 (CLT)							
階	符号	WP1	2-WP1	WP1A	2-WP1A	共通事項	
2-5階	厚さ(t) x 幅(B)	210 x 1790 ≤ B < 2210	2-210x1790 ≤ B < 2210	210 x 1790 ≤ B < 2210	2-210x1790 ≤ B < 2210	特記なき限り下記による 1. 接合金物仕様は金物配置図を優先する。 2. 金物詳細はS-118~128に示す。	
	高さ(H)	軸組図による	軸組図による	軸組図による	軸組図による		
	種 類	CLT	CLT	CLT	CLT		
	樹 種	ヒノキ	ヒノキ	ヒノキ	ヒノキ		
	強度等級	S90 - 5 - 7					
	引張 接合	壁頭	壁-床: TC-8DP20	壁-床: TC-8DP20	壁-床: TC-8DP20		壁-床: TC-8DP20
		壁脚	壁-床-壁: TC-11DP20	壁-床-壁: TC-11DP20	壁-床-壁: TC-11DP20		壁-床-壁: TC-11DP20
	せん断 接合	壁頭	壁-床-壁: TB-12DP20	壁-床-壁: TB-12DP20	壁-床-壁: TB-14DP20		壁-床-壁: TB-14DP20
		壁脚	壁-床-壁: TB-12DP20	壁-床-壁: TB-12DP20	壁-床-壁: TB-14DP20		壁-床-壁: TB-14DP20
	備 考						
1階	厚さ(t) x 幅(B)	210 x 1790 ≤ B < 2210	2-210x1790 ≤ B < 2210	210 x 1790 ≤ B < 2210	2-210x1790 ≤ B < 2210		
	高さ(H)	軸組図による	軸組図による	軸組図による	軸組図による		
	種 類	CLT	CLT	CLT	CLT		
	樹 種	ヒノキ	ヒノキ	ヒノキ	ヒノキ		
	強度等級	S90 - 5 - 7					
	引張 接合	壁頭	壁-床-壁: TC(SP)-13DP20	壁-床-壁: TC(SP)-13DP20	壁-床-壁: TC(SP)-13DP20		壁-床-壁: TC(SP)-13DP20
		壁脚	壁-基礎: TB-13DP20	壁-基礎: TB-13DP20	壁-基礎: TB-13DP20		壁-基礎: TB-13DP20
	せん断 接合	壁頭	壁-基礎: TB-13DP20	壁-基礎: TB-13DP20	壁-基礎: TB-13DP20		壁-基礎: TB-13DP20
		壁脚	SF-5DP20	SF-5DP20	SF-9DP20		SF-9DP20
	備 考						

柱断面表 (集成材)						
符 号	b x D	樹 種	種 類	強度等級	接合金物	備 考
柱						
C1	300 x 420	オウシュウアカマツ	集成材 (対称異等級)	E105-F300	-	圧縮力を受ける柱の本設計例では対象外
C2	300 x 300	オウシュウアカマツ	集成材 (対称異等級)	E105-F300	-	圧縮力を受ける柱の本設計例では対象外
C3	300 x 420	オウシュウアカマツ	集成材 (対称異等級)	E105-F300	-	圧縮力を受ける柱の本設計例では対象外

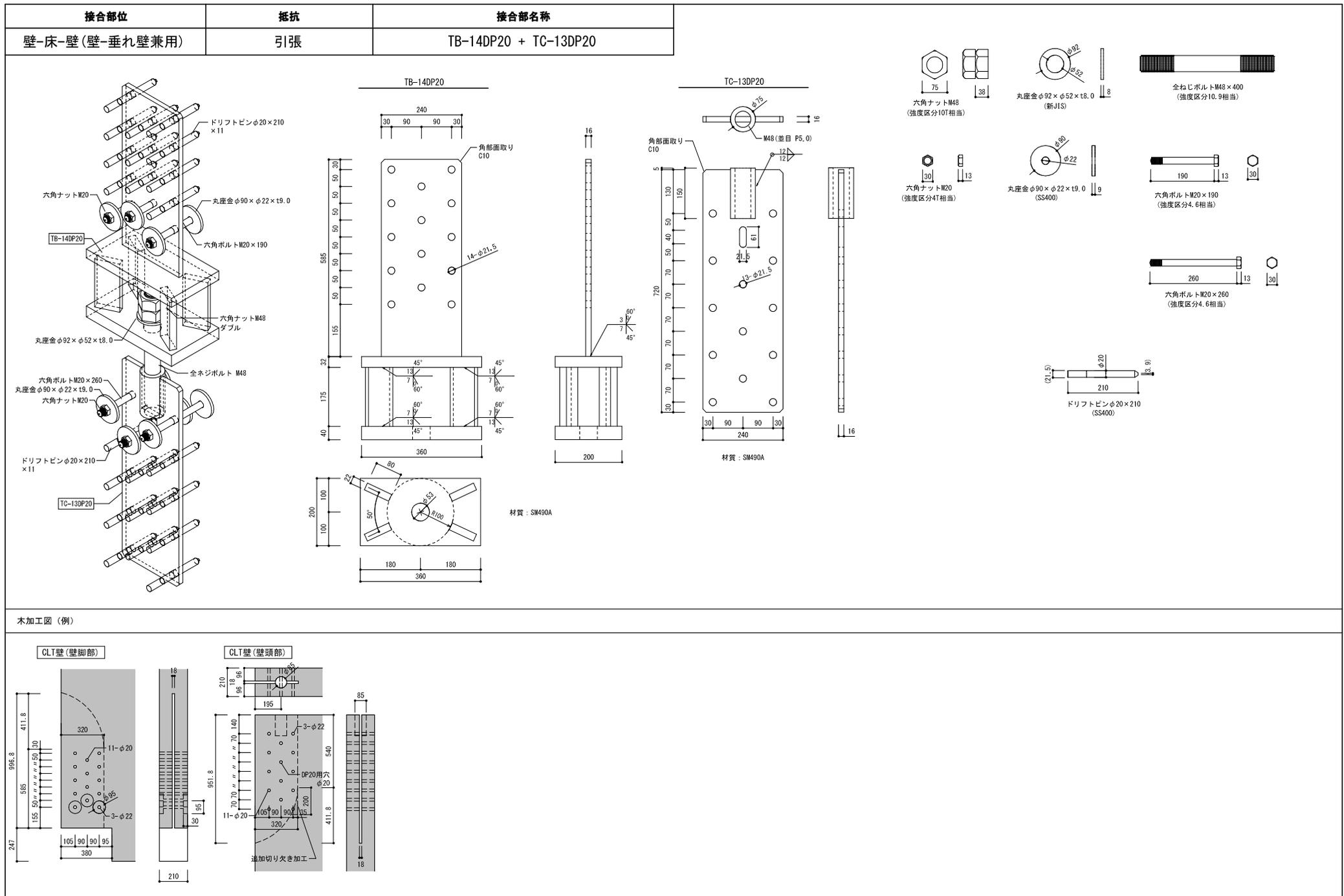
大梁・小梁断面表 (集成材)						
符 号	b x D	樹 種	種 類	強度等級	梁端接合金物	備 考
大梁						
Gy30	210 x 300	オウシュウアカマツ	集成材 (対称異等級)	E105-F300	BH-2DP20	製作金物
Gx60・Gy60	210 x 600	オウシュウアカマツ	集成材 (対称異等級)	E105-F300	BH-10DP20	製作金物
2-Gx60	2-210 x 600	オウシュウアカマツ	集成材 (対称異等級)	E105-F300	2-BH-10DP20	製作金物
小梁						
B30m	150 x 300	オウシュウアカマツ	集成材 (対称異等級)	E105-F300	BH-2P20	製作金物
B33s	120 x 330	オウシュウアカマツ	集成材 (対称異等級)	E105-F300	BH-255	Zマーケ金物
B45m	150 x 450	オウシュウアカマツ	集成材 (対称異等級)	E105-F300	BH-3DP20	製作金物
B60	210 x 600	オウシュウアカマツ	集成材 (対称異等級)	E105-F300	BH-5DP20	製作金物

接合部位	抵抗	接合部名称
壁-基礎	引張	TB-13DP20 + アンカーボルト

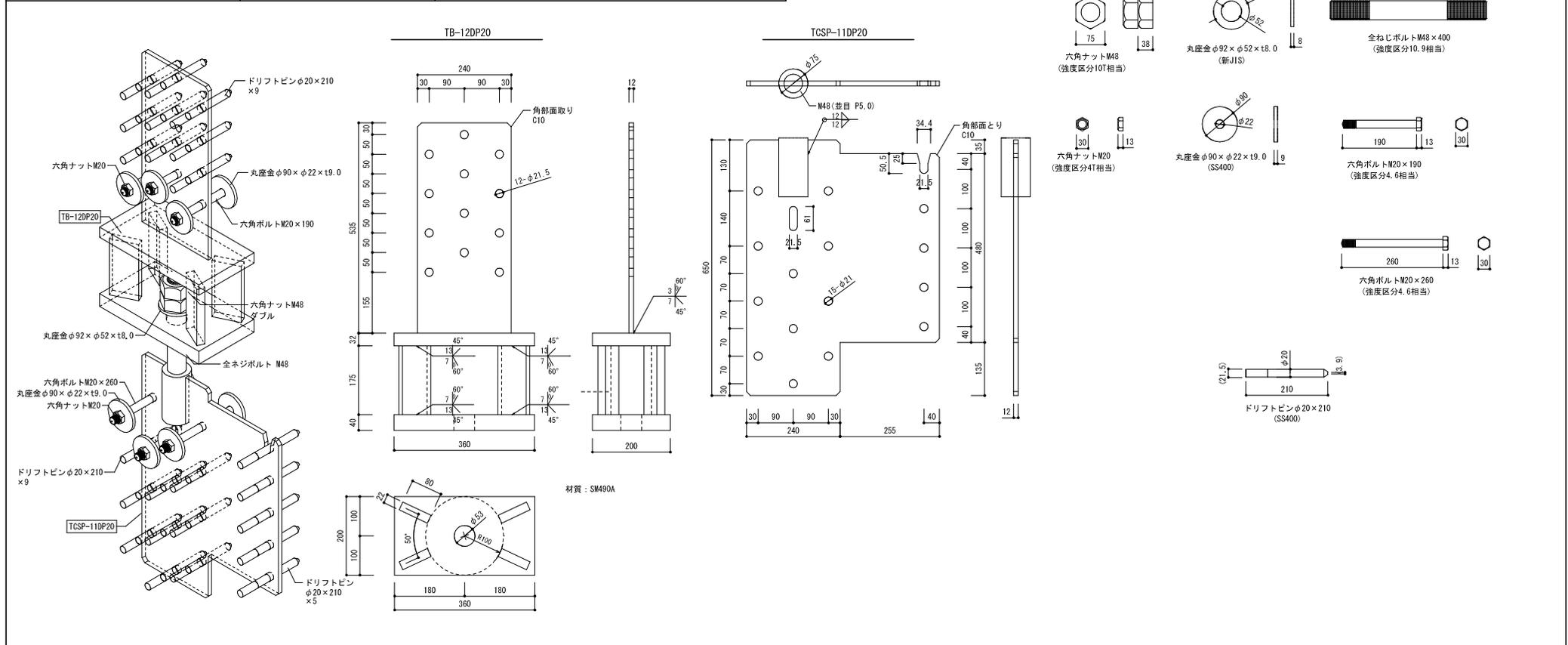


木加工図 (例)





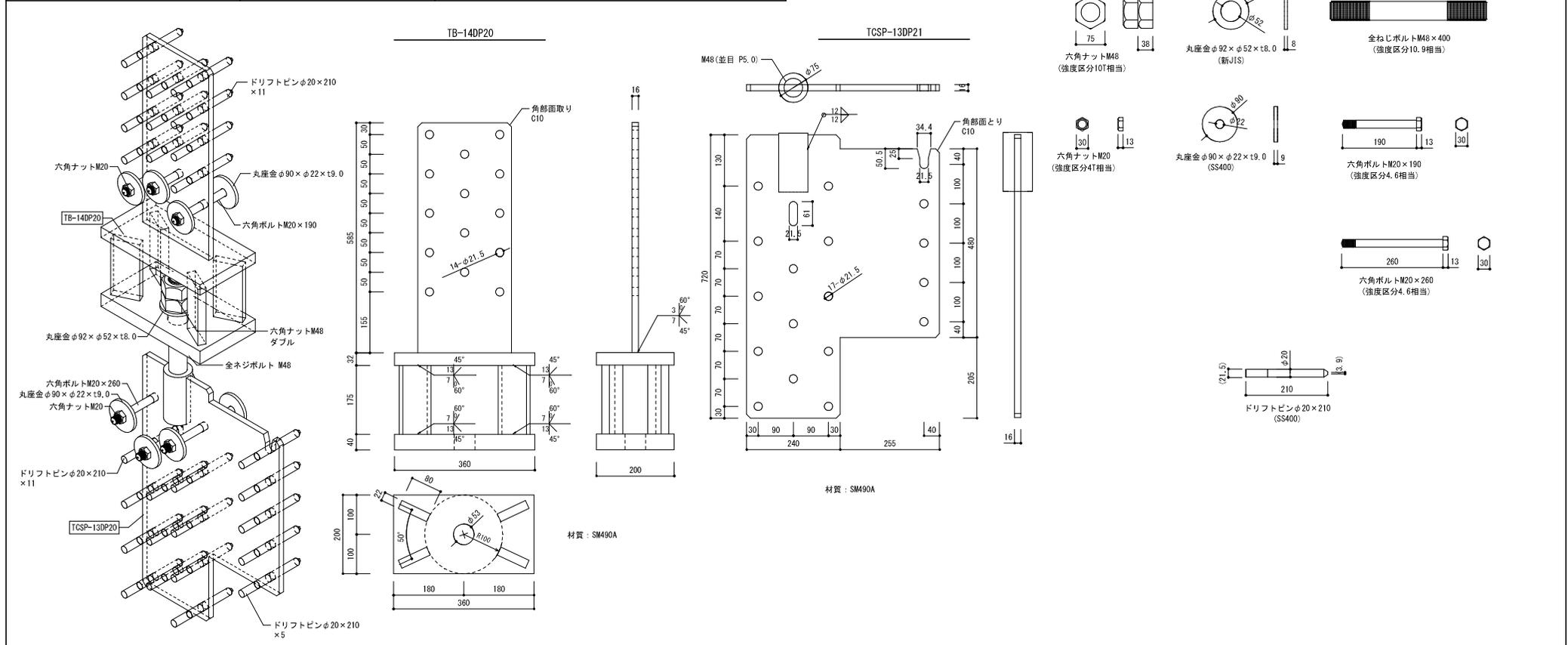
接合部位	抵抗	接合部名称
壁-床-壁(壁-垂れ壁兼用)	引張	TB-12DP20 + TCSP-11DP20



木加工図 (例)



接合部位	抵抗	接合部名称
壁-床-壁 (壁-垂れ壁兼用)	引張	TB-14DP20 + TCSP-13DP20



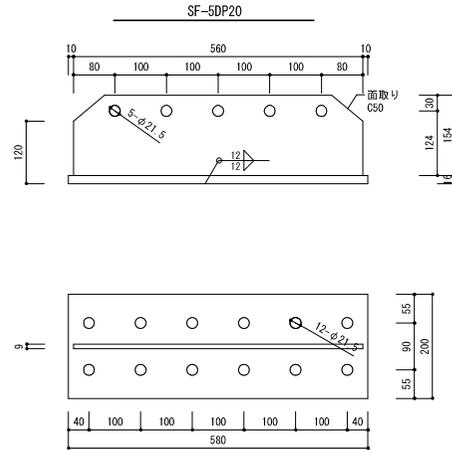
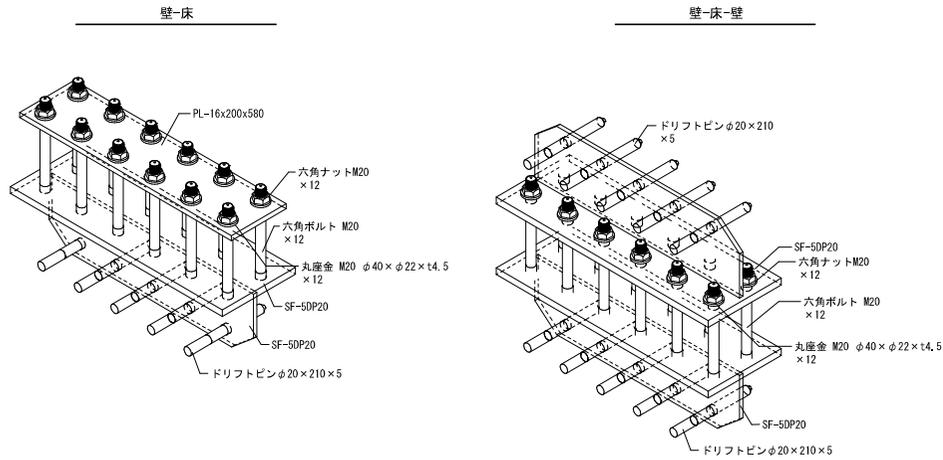
木加工図 (例)



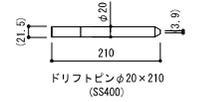
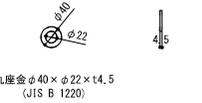
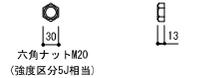
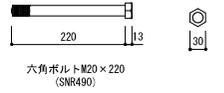
接合部位 床-壁	抵抗 引張	接合部名称 TC-8DP20	接合部位 床-壁(壁-垂れ壁兼用)	抵抗 引張	接合部名称 TCSP-8DP20
	<p>TC-8DP20</p> <p>材質: SM490A</p>			<p>TCSP-8DP20</p> <p>角座面取り C10</p>	
部品			部品		
木加工図 (例)			木加工図 (例)		
<p>CLT壁 (壁頭部)</p>			<p>CLT壁 (壁頭部)</p>	<p>CLT壁梁</p>	

接合部位	抵抗	接合部名称	接合部位	抵抗	接合部名称
壁-基礎	せん断	SB-5DP20 (Xマーク金物)			
部品			部品		
木加工図 (例)			木加工図 (例)		

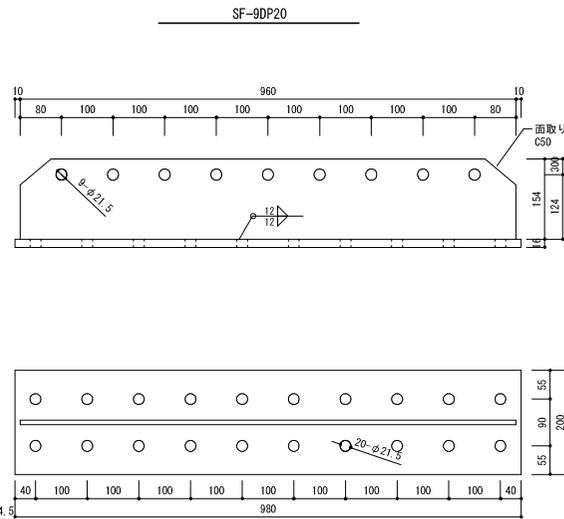
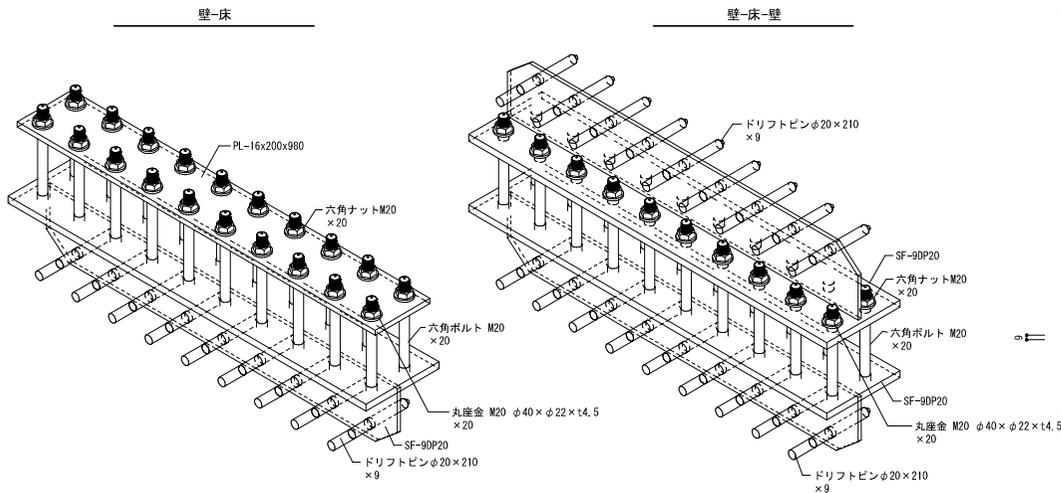
接合部位	抵抗	接合部名称
壁-床、壁-床-壁	せん断	SF-5DP20



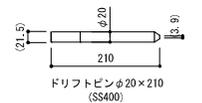
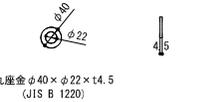
材質：SM490A



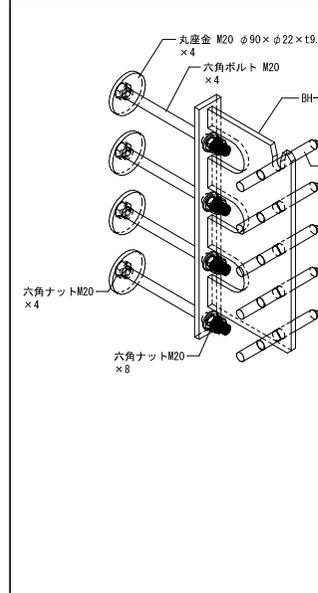
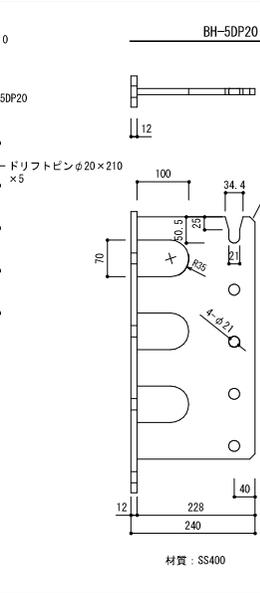
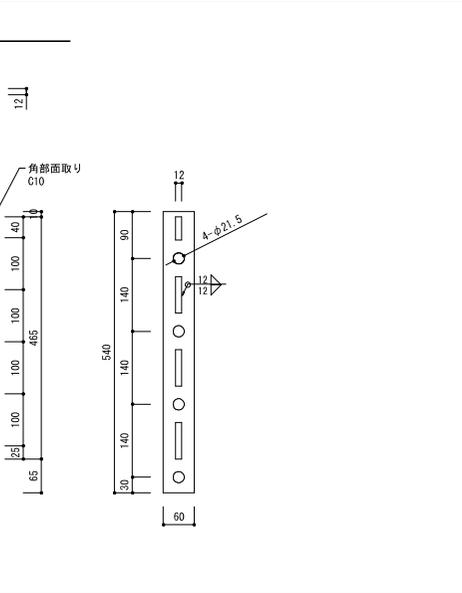
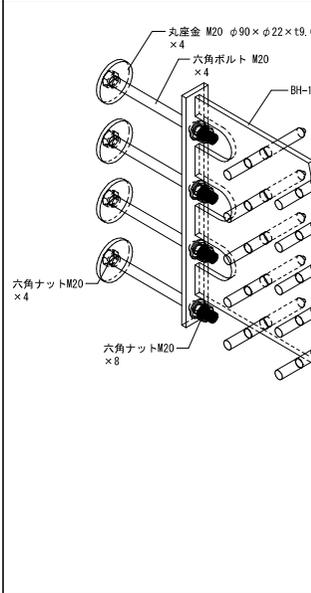
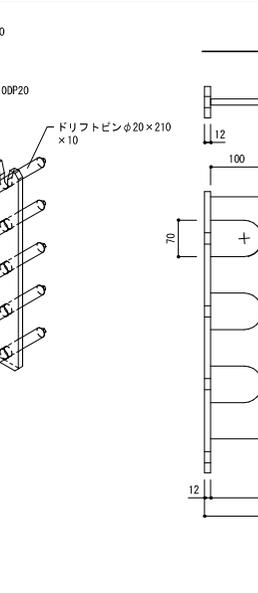
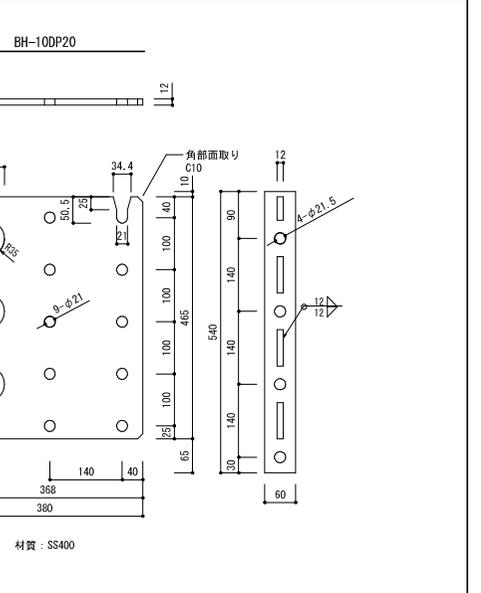
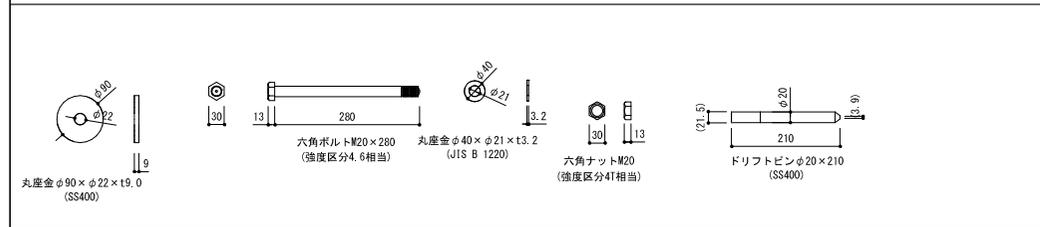
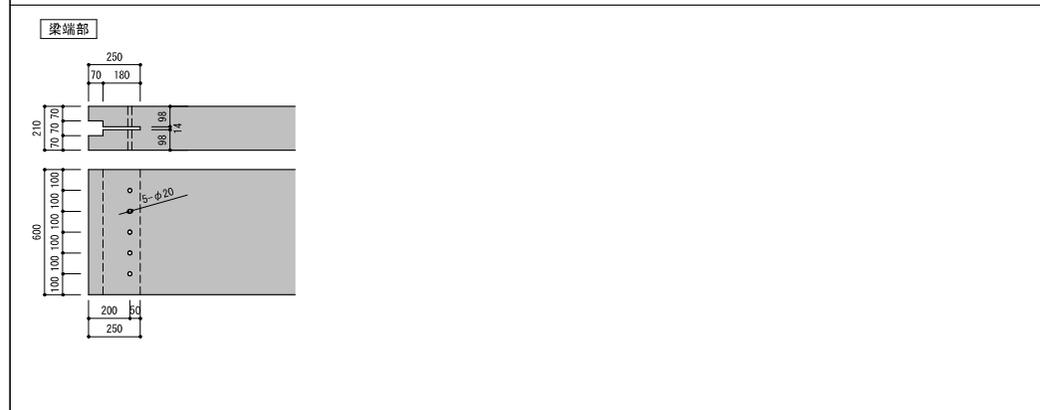
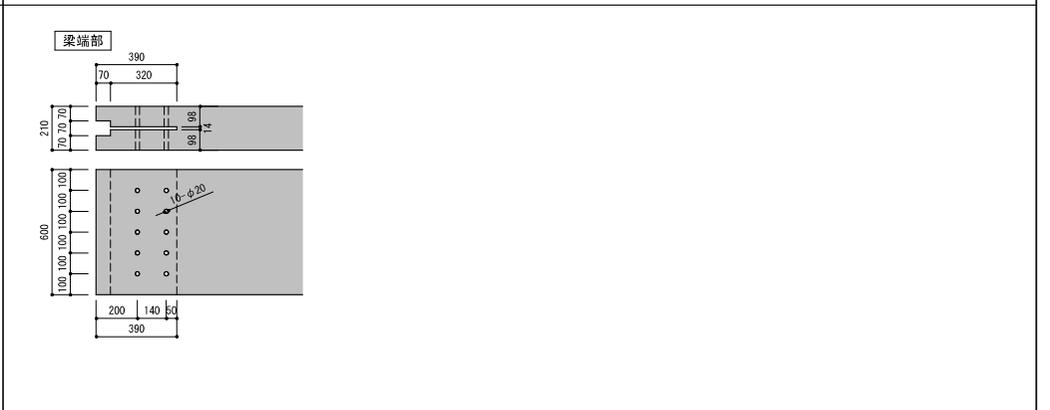
接合部位	抵抗	接合部名称
壁-床、壁-床-壁	せん断	SF-9DP20



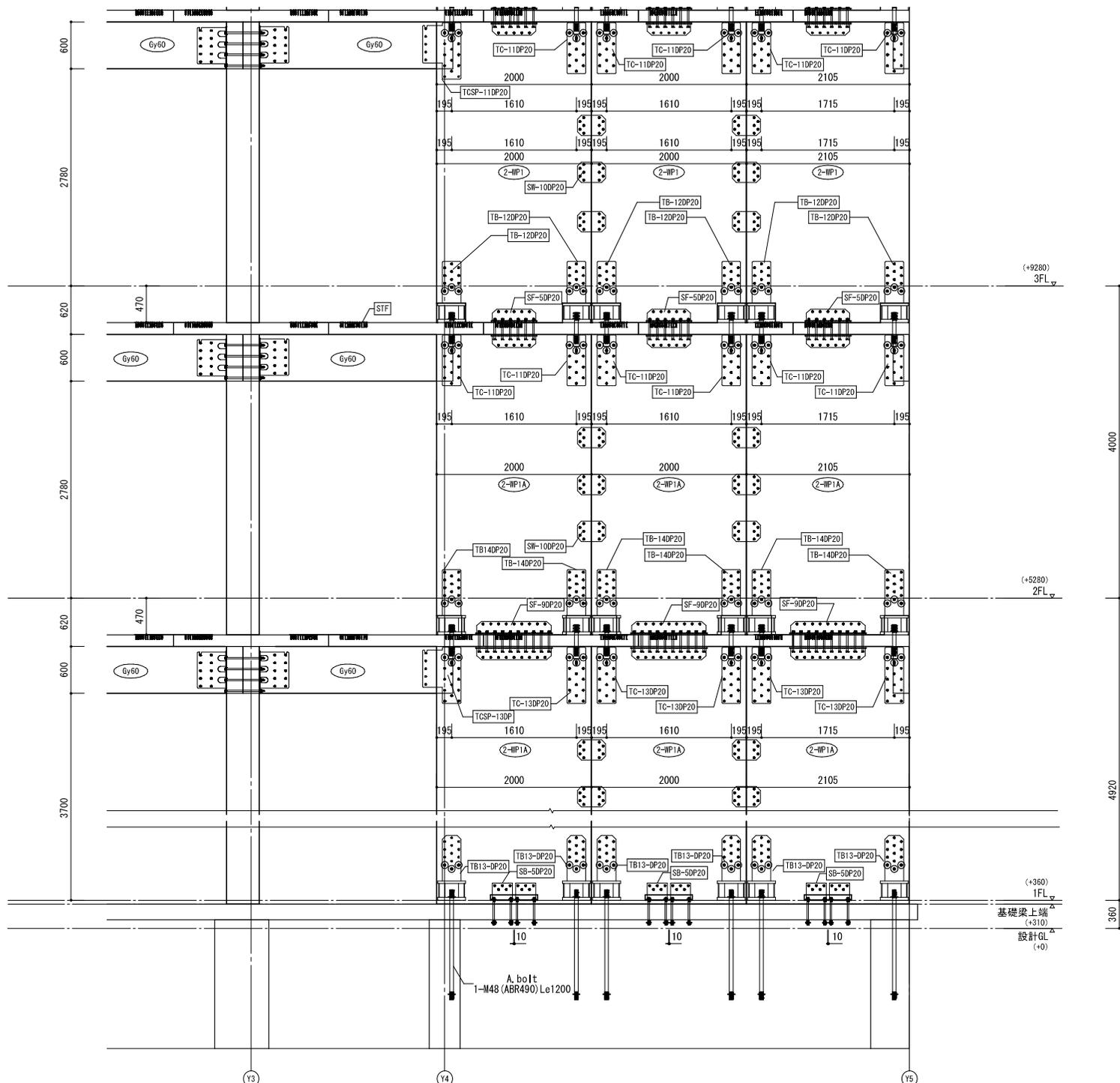
材質：SM490A



接合部位	抵抗	接合部名称	接合部位	抵抗	接合部名称
壁-壁	鉛直せん断	SW-10DP20	床-床	引張	STF (Xマーク金物)
部品			接合部位	抵抗	接合部名称
木加工図 (例)					

接合部位 壁-小梁	抵抗 せん断	接合部名称 BH-5DP20	接合部位 壁-小梁	抵抗 せん断	接合部名称 BH-10DP20
 <p>丸座金 M20 φ90×φ22×t9.0 ×4 六角ボルト M20 ×4 BH-5DP20 ドリフトピンφ20×210 ×5 六角ナットM20 ×4 六角ナットM20 ×8 材質: SS400</p>	 <p>BH-5DP20 材質: SS400</p>		 <p>丸座金 M20 φ90×φ22×t9.0 ×4 六角ボルト M20 ×4 BH-10DP20 ドリフトピンφ20×210 ×10 六角ナットM20 ×4 六角ナットM20 ×8 材質: SS400</p>	 <p>BH-10DP20 材質: SS400</p>	
部品			部品		
 <p>丸座金 φ90×φ22×t9.0 (SS400) 六角ボルトM20×280 (強度区分4.6相当) 丸座金φ40×φ21×t3.2 (JIS B 1220) 六角ナットM20 (強度区分4T相当) ドリフトピンφ20×210 (SS400)</p>			(同左)		
木加工図 (例)			木加工図 (例)		
 <p>梁端部</p>			 <p>梁端部</p>		

接合部位	抵抗	接合部名称	接合部位	抵抗	接合部名称
壁-小梁	せん断	BH-2DP20			
<p>BH-2DP20</p> <p>丸座金 M20 φ90×φ22×t9.0 ×2 六角ボルト M20 ×2 六角ナットM20 ×2 六角ナットM20 ×4 ドリフトピンφ20×210 ×2 BH-2DP20 角部面取り C10 材質：SS400</p>					
部品			部品		
<p>丸座金φ90×φ22×t9.0 (SS400) 六角ボルトM20×280 (強度区分4.6相当) 丸座金φ40×φ21×t3.2 (JIS B 1220) 六角ナットM20 (強度区分4T相当) ドリフトピンφ20×210 (SS400)</p>					
木加工図 (例)			木加工図 (例)		
<p>梁端部</p>					



(+9280)
3FL

(+5280)
2FL

(+360)
1FL

基礎梁上端
(+310)

設計GL
(+0)

X1通 詳細図

1 : 50 (A3)

3.5 荷重・外力計算書

3.5.1 積載荷重

積載荷重範囲を示す。

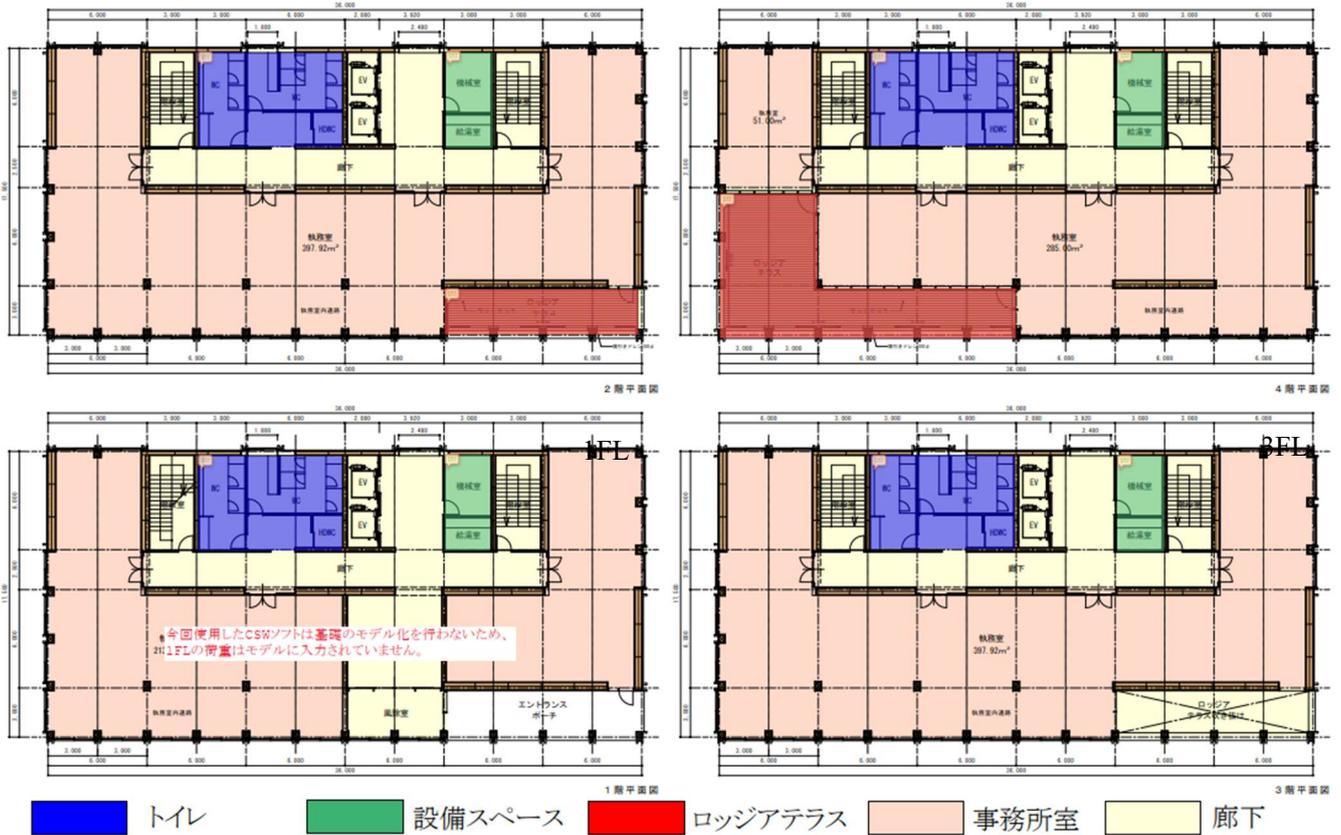


図 3.5.1-1 積載荷重範囲

最上層 RFL 積載荷重は「非歩行屋根」とする。

表 3.5.1-1 積載荷重 (単位: N/m²)

用途	床、小梁用	大梁、柱、壁用	地震用
非歩行屋根	1000	600	400
執務室、廊下、ロジアテラス	2900	1800	800
トイレ	1800	1300	600
機械室	4900	2400	1300

3.5.2 固定荷重

表 3.5.2-1 床 固定荷重+積載荷重 (単位: N/m²)

No.	入力No. 【スラブ符号】	階	室名	固定荷重		W	ΣW	床・小梁用	架構用	地震用		
				内訳								
1	WS1	RF	屋根	ガルバリウム鋼板	t=0.5	γ=80.5	40	1585				
				アスファルトルーフィング			50					
				木毛セメント版			200					
				ポリスチレンフォーム	t=100	γ=0.3	30					
			その他(下地等)				50					
			CLT板	t=150	γ=5.0	750						
			強化石膏ボード(t=15,t=12.5)	t=28	γ=9.5	261						
			天井			200						
			勾配:4°				↓					
							1600		D.L.	1600	1600	1600
									L.L.	1000	600	400
									T.L.	2600	2200	2000
2	WS2	2F,5F	ロジアテラス	緑化			1617	3933				
				ウッドデッキ			300					
				アスファルト防水系成形板			100					
				断熱サンドイッチパネル			100					
			強化石膏ボード(t=21) × 2	t=42	γ=9.5	399						
			CLT板	t=150	γ=5.0	750						
			強化石膏ボード(t=21,t=25)	t=46	γ=9.5	437						
			ポリスチレンフォーム	t=100	γ=0.3	30						
			天井			200						
							↓					
							4000		D.L.	4000	4000	4000
									L.L.	1800	1300	600
									T.L.	5800	5300	4600
3	WS3	1~5F	執務室 廊下	OA			250	2036				
				強化石膏ボード(t=21) × 2	t=42	γ=9.5	399					
				CLT板	t=150	γ=5.0	750					
				強化石膏ボード(t=21,t=25)	t=46	γ=9.5	437					
			天井			200						
							↓					
							2100		D.L.	2100	2100	2100
									L.L.	2900	1800	800
									T.L.	5000	3900	2900
4	WS4	1~5F	更衣室 給湯室 トイレ	OA			250	2036				
				強化石膏ボード(t=21) × 2	t=42	γ=9.5	399					
				CLT板	t=150	γ=5.0	750					
				強化石膏ボード(t=21,t=25)	t=46	γ=9.5	437					
			天井			200						
							↓					
							2100		D.L.	2100	2100	2100
									L.L.	1800	1300	600
									T.L.	3900	3400	2700
5	WS5	1~5F	階段	モルタル仕上げ	t=40	γ=23.0	920	1693				
				仕上げ(手すり等含む)			100					
				段板	t=5	γ=77.0	347					
				ササリ桁	12	t=300	γ=77.0					
							↓					
							1700		D.L.	1700	1700	1700
									L.L.	2900	1800	800
									T.L.	4600	3500	2500
6	WS6	1~5F	機械室	OA			250	2036				
				強化石膏ボード(t=21) × 2	t=42	γ=9.5	399					
				CLT板	t=150	γ=5.0	750					
				強化石膏ボード(t=21,t=25)	t=46	γ=9.5	437					
			天井			200						
							↓					
							2100		D.L.	2100	2100	2100
									L.L.	4900	2400	1300
									T.L.	7000	4500	3400

表 3.5.2-2 壁 固定荷重

外壁(A1): 建告第1399号(1時間耐火)木質化

	[mm]		[N/m ²]
木質ボード			150
CLTパネル	t = 210	γ = 5.0	1050
窯業系サイディング	t = 45	γ = 12.0	540
断熱材	t = 50	γ = 0.4	20
石膏ボード(21mm×4枚)	t = 84	γ = 9.5	798
木下地			100
その他			50
			2708 → 2800

外壁(A2): 建告第1399号(90分耐火)木質化

	[mm]		[N/m ²]
木質ボード			150
CLTパネル	t = 210	γ = 5.0	1050
窯業系サイディング	t = 45	γ = 12.0	540
断熱材	t = 50	γ = 0.4	20
石膏ボード(21mm×6枚)	t = 126	γ = 9.5	1197
木下地			100
その他			50
			3107 → 3200

外壁(B1): 建告1399号(1時間耐火)木質化

	[mm]		[N/m ²]
木質ボード			150
CLTパネル	t = 420	γ = 5.0	2100
窯業系サイディング	t = 45	γ = 12.0	540
断熱材	t = 50	γ = 0.4	20
石膏ボード(21mm×4枚)	t = 84	γ = 9.5	798
木下地			100
その他			50
			3758 → 3800

外壁(B2): 建告1399号(90時間耐火)木質化

	[mm]		[N/m ²]
木質ボード			150
CLTパネル	t = 420	γ = 5.0	2100
窯業系サイディング	t = 45	γ = 12.0	540
断熱材	t = 50	γ = 0.4	20
石膏ボード(21mm×6枚)	t = 126	γ = 9.5	1197
木下地			100
その他			50
			4157 → 4200

外壁(C) (カーテンウォール)

	[mm]		[N/m ²]
カーテンウォール			500
			500 → 500

間仕切壁(A1): (1時間耐火)木質化

	[mm]		[N/m ²]
木質ボード(25mm×2枚)	t = 50	γ = 5.0	250
CLTパネル	t = 210	γ = 5.0	1050
石膏ボード(21mm×4枚)	t = 84	γ = 9.5	798
仕上げ			50
			2148 → 2200

間仕切壁(A2): (90時間耐火)木質化

	[mm]		[N/m ²]
木質ボード(25mm×2枚)	t = 50	γ = 5.0	250
CLTパネル	t = 210	γ = 5.0	1050
石膏ボード(21mm×6枚)	t = 126	γ = 9.5	1197
仕上げ			50
			2547 → 2600

間仕切壁(B1): (1時間耐火)木質化

	[mm]		[N/m ²]
木質ボード(25mm×2枚)	t = 50	γ = 5.0	250
CLTパネル	t = 420	γ = 5.0	2100
石膏ボード(21mm×4枚)	t = 84	γ = 9.5	798
仕上げ			50
			3198 → 3200

間仕切壁(B2): (90時間耐火)木質化

	[mm]		[N/m ²]
木質ボード(25mm×2枚)	t = 50	γ = 5.0	250
CLTパネル	t = 420	γ = 5.0	2100
石膏ボード(21mm×6枚)	t = 126	γ = 9.5	1197
仕上げ			50
			3597 → 3600

3.5.3 積雪荷重

積雪荷重は建築基準法施行令第 86 条に基づき以下により算出する。

$$S = d \cdot \rho \cdot A \cdot \alpha$$

S : 積雪荷重(N)

d : 垂直積雪量(cm) = 30cm (東京都区部想定)

ρ : 積雪の単位荷重 (=20N/cm/m²)

A : 屋根の水平投影面積(m²)

α : 積雪荷重の割増係数

$$\alpha = 0.7 + \sqrt{\frac{dr}{\mu d \cdot d}}$$

μd : 屋根形状係数

dr : 屋根勾配と棟から軒までの長さに応じた値

	■ 一般地域	□ 多雪地域	
垂直積雪量	d=	30	cm
単位重量	γ =	20	N/cm/m ²
積雪荷重	γd =	600	N/m ²
水平投影長さ	L=	8.5	m
屋根勾配	β =	4.00	度
	dr=	0.041	m
	μb =	0.997	
	α =	1.07	
積雪荷重	$\alpha \gamma d$ =	642	→ 650 N/m ²

以上より、屋根単位面積当たりの積雪荷重は 650 N/m² である。

上記のように、稀に発生する積雪荷重を考慮した CLT 屋根部分(wS1)の床用設計荷重は 2600+650=3250N/m² と算出できる。これは長期の床用設計荷重 2600N/m² の約 1.25 倍となる。CLT の長期許容応力度と短期(積雪時)許容応力度の比は 1.6/1.1≒1.455 であり、荷重の比よりも大きいため、積雪時検討は省略する。

また CLT 床たわみのクライテリアについて、長期 1/250、短期(積雪時)1/150 であり、積雪時には変形増大係数 2 を考慮しないため、両者の比率は (1/150)/((1/250)/2)≒3.33 であり、荷重の比よりも大きいため、積雪時検討は省略する。

3.5.4 風荷重

建物に作用する骨組設計用風圧力は建築基準法施行令第 87 条に基づき以下により算出する。

表 3.5.4-1 風圧力の算出

H= 22.020 (m)	平均風速の高さ係数	Er= 0.930	建物の見附幅 [m]
地表面粗度区分 III	ガスト影響係数 Gf= 2.34	Vo= 34 (m/s)	
Zb= 5.0 (m)	各地の風速		E= 2.02
ZG= 450 (m)	地表粗度区分に応じた係数	q= 1403 (N/m ²)	
α= 0.20	速度圧		

FL	Story	階高 h (m)	高さ Z(m)	外圧係数			内圧 係数 Cpi	風力 係数 Cf	風圧力 Cf · q	風荷重時水平力		風荷重時層せん断力	
				風上 kz	風下 Cpe					X方向 Qwx (kN)	Y方向 QwY (kN)	X方向 Qwx (kN)	Y方向 QwY (kN)
		22.020	1.000	0.800	-0.500	0.000	1.300	1823.72	24.6	12.0			
屋根	-	0.750	21.270	0.986	0.789	-0.400	0.000	1.189	1667.99	142.6	69.3	24.620	11.968
5	5.5	4.000	17.270	0.907	0.726	-0.400	0.000	1.126	1579.49	227.4	110.6	167.233	81.294
4	4.5	4.000	13.270	0.817	0.653	-0.400	0.000	1.053	1477.63	212.8	103.4	394.680	191.858
3	3.5	4.000	9.270	0.707	0.566	-0.400	0.000	0.966	1355.13	195.1	94.9	607.459	295.293
2	2.5	4.000	5.270	0.564	0.452	-0.400	0.000	0.852	1194.58	191.8	93.2	802.597	390.151
1	1.5	4.920	0.350	0.553	0.442	-0.400	0.000	0.842	1181.39	104.6	50.9	994.399	483.388

E : 高さおよび地表面粗度による係数 $= Er^2 \times Gf$

Vo : 基準風速 (m/s)

Er : 平均風速の鉛直分布係数 $= 1.7 \times (H'/ZG)^\alpha$

Gf : 構造骨組用ガスト影響係数

H' : H 又は Zb のうち大きい方の値 (m)

ZG : 地表面粗度区分により表 3.5.4-2 から定まる値 (m)

α : 地表面粗度区分により表 3.5.4-2 から定まる値

H : 建築物の高さと軒の高さの平均値 (m)

Zb : 地表面粗度区分により表 3.5.4-2 から定まる値 (m)

表 3.5.4-2 壁圧力計算に用いる Zb 、 ZG 、 α

地表面粗度区分	I	II	III	IV
Zb (m)	5	5	5	10
ZG (m)	250	350	450	550
α	0.10	0.15	0.20	0.27

3.5.5 地震力算定用重量及び地震荷重

地震荷重は建築基準法施行令第 88 条に基づき以下により算出する。なお、地震力算定重量は解析モデルにより算定した。

$$C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_0$$

Z : 地震地域係数 (=1.0)

地盤種別 : 第 2 種

一次固有周期 T : $T = 0.03H$ (H は建物高さ = 22.02m)

R_t : 振動特性係数

A_i : 層せん断力係数の分布係数

C_0 : 一次設計標準せん断力係数 (=0.2)

二次設計標準せん断力係数 (=1.0)

表 3.5.5-1 地震力算定用重量及び地震力

床名	階名	階高 m	A m ²	W/A kN/m ²	W _i kN	ΣW _i kN	α _i	A _i	一次設計用		
									C _i	Q _i kN	P _i kN
5	5.5	4.00	630.00	3.4	2,170	2170	0.14	2.106	0.421	914	914
4	4.5	4.00	630.00	4.7	2,987	5157	0.33	1.615	0.323	1665	751
3	3.5	4.00	630.00	5.7	3,571	8728	0.55	1.342	0.268	2342	677
2	2.5	4.00	630.00	5.1	3,202	11930	0.76	1.170	0.234	2792	449
1	1.5	4.50	630.00	6.1	3,840	15770	1.00	1.000	0.200	3154	362

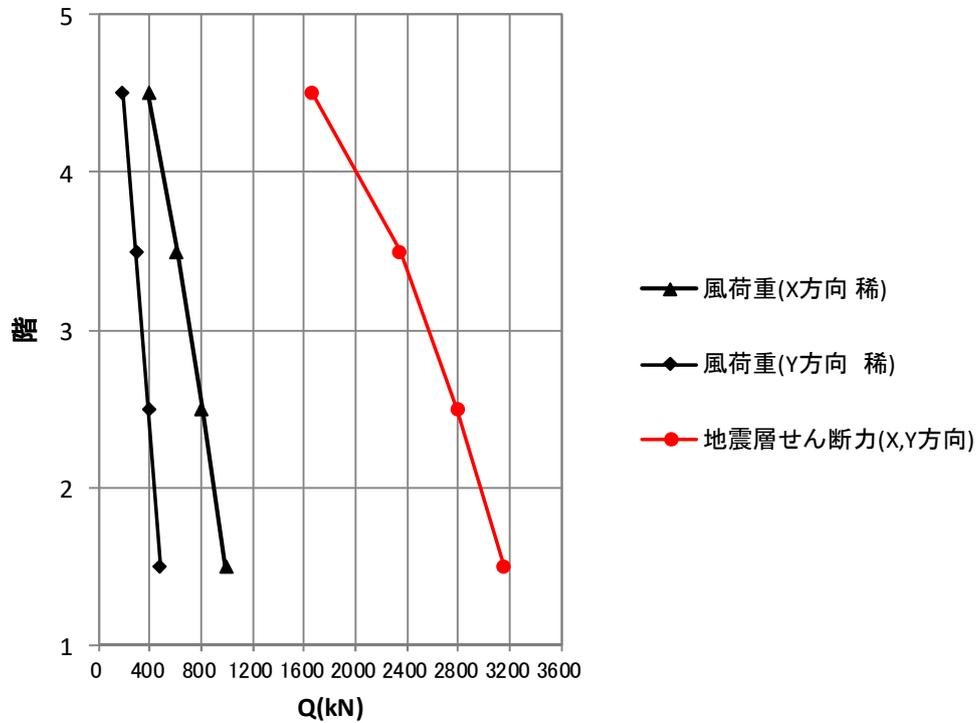
以下で築基準法施行令 87 条および告示 1461 号 3 号イによる風荷重(稀に発生する暴風)が、設計用地震力と比較して小さいことを確認することにより、建築物の主要な部分に損傷を生じないことを確認する。

表 3.5.5-2 風荷重と地震力の比較

風荷重計算

FL	Story	風荷重時層せん断力 ①稀に発生する暴風 ×1.0		地震層せん断力		比率（風/地震） 稀に発生する暴風	
		X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向
		Qwx (kN)	Qwy (kN)	Q (kN)	Q (kN)	(%)	(%)
		屋根	-	25	12	-	-
5	5.5	167	81	914.01	914.01	18.30	8.89
4	4.5	395	192	1665.36	1665.36	23.70	11.52
3	3.5	607	295	2342.33	2342.33	25.93	12.61
2	2.5	803	390	2791.66	2791.66	28.75	13.98
1	1.5	994	483	3154.02	3154.02	31.53	15.33

※地表面粗度区分：Ⅲ、基準風速：34.0m/s



1階の風圧力は設計用地震層せん断力約32%であり、地震力に比較し十分小さいため、水平荷重計算は地震力によって行う。

3.5.6 荷重の組み合わせ

前述したように短期積雪時、短期暴風時の設計外力は、長期荷重時、短期地震時に比べて小さいため検討は不要となる。したがって、本設計では長期荷重及び地震荷重に対して設計する。

表 3.5.6-1 荷重組み合わせ (□: 設計対象)

荷重状態		一般の場合	多雪区域の場合	備 考
長 期(L)	常 時	□ $G+P$	$G+P$	
中長期(ML)	積雪時	-	$G+P+0.7S$	
中短期(MS)	積雪時	$G+P+S$	$G+P+S$	
短 期(S)	暴風時	$G+P+W$	$G+P+W$	建築物の倒壊、柱の引抜けなどの検討には積載荷重を適宜減少させる
			$G+P+0.35S+W$	
	地震時	□ $G+P+K_1$	$G+P+0.35S+K_1$	
最大級(U)	地震時	□ $G+P+K_2$	$G+P+0.35S+K_2$	建築物の倒壊、柱の引抜けなどの検討には積載荷重を適宜減少させる

記号 G : 固定荷重によって生ずる力

P : 積載荷重によって生ずる力

S : 積雪荷重によって生ずる力 (屋根勾配や雪下ろしにより適切に低減してよい)

W : 風圧力によって生ずる力

K_1 : 地震力によって生ずる力 ($C_0=0.2$)

K_2 : 地震力によって生ずる力 ($C_0=1.0$)

3.6 応力計算書

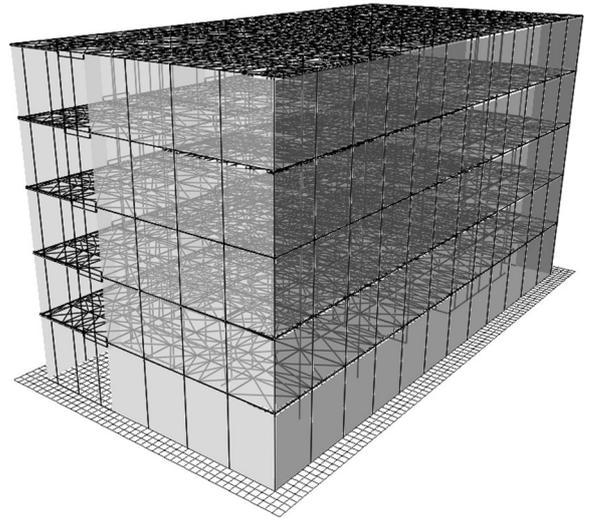
3.6.1 計算プログラム

計算プログラムは、開発の一貫構造計算ソフト(CLTStructWorks)により行う。以下 CLTStructWorks を「CSW」という。

3.6.2 解析モデル



① 解析モデルーポリゴン



② 解析モデルー線画

図 3.6.2-1 応力解析モデル図 (全体)

3.6.2.1 解析モデル概要

【全体概要】

- ・ 長期荷重及び短期荷重ともに弾塑性解析を行う。
- ・ 設計荷重及び設計外力は、常時荷重、地震力（X 方向_正加力）、地震力（Y 方向_正加力）とする。
- ・ X 方向、Y 方向共に、Ai 分布に基づいた水平力を作用させた荷重増分解析によって行う。
- ・ 構造階高は基礎上端から算定し、意匠階高と同じとする。

【CLT 要素】

- ・ CLT パネルは次項に示すように、直交異方性を考慮した等価線材置換によりモデル化する。
- ・ CLT 壁パネルは壁幅に相当する剛梁を両端に持つ梁要素によりモデル化し、剛梁端部に引張バネ、圧縮バネ、せん断バネを配置する。

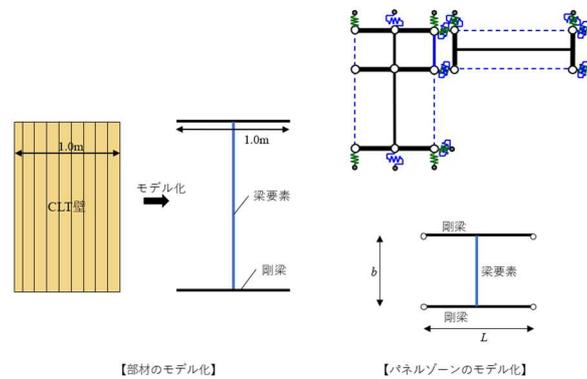


図 3.6.2-2 部材・パネルゾーンのモデル化

- ・ CLT 壁パネルの四隅の引張接合部の位置は、実際にはパネル端部より内側に存在するため、調整係数 R により剛性及び耐力を低減する。
- ・ 設計モデルをより簡素化するため、2.0m モジュールでの設計に合わせて、モジュール幅で壁幅を入力する。例えば連続的に 2 枚の壁を配置する際は、1 枚は 2.0m、もう 1 枚は 2.21m と厚み分の幅が足されることになるが、安全側にいずれも 2.0m 幅として計算を行う。
- ・ 水平構面は剛床とし、CLT 床パネルは別途設計を行う。
- ・ 壁の真上の床は境界梁としてモデル化し、有効幅は当該床パネルの $1/2$ 以下かつ 1 以下の協力幅とし、弱軸方向は壁厚を仮定してモデル化する。
- ・ 床パネルの面内せん断性能はブレース置換、面外性能は線材置換によりモデル化する
- ・ 床パネル同士は引張、圧縮、せん断バネで連結する。

【在来軸組要素】

- ・ 集成材の柱梁は線材置換によりモデル化する。
- ・ 柱、大梁、小梁の端部接合部には、引張圧縮バネ及びせん断バネをモデル化する。長期荷重検定時にはピン接合とし長期応力のみ負担するモデルとする。

【境界条件】

- ・ 基礎部分のモデル化を行わず、壁と柱脚部節点位置にピン支点を設ける。

【その他】

- ・ 外壁カーテンウォールの重量を考慮するため、耐力を非常に小さく設定した在来壁を外周部にモデル化する。
- ・ 解析ソフトの都合上、吹き抜け部にも CLT 床をモデルし、重量を非常に小さく設定する。

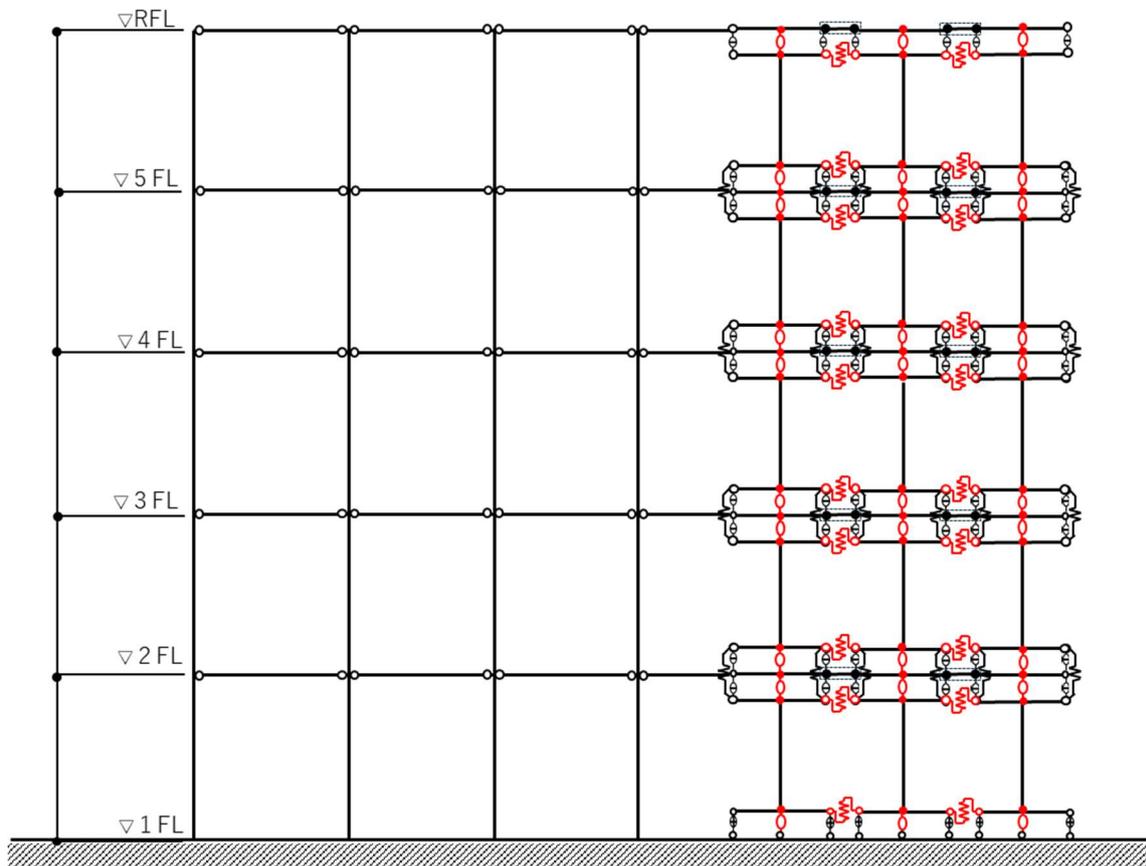


図 3.6.2-3 解析モデル図 (Y 方向代表 X1 通り)

3.6.2.2 階高、通り芯設定

・構造階高は基礎上端から算定し、各階の横架材の上端の距離を入力する。

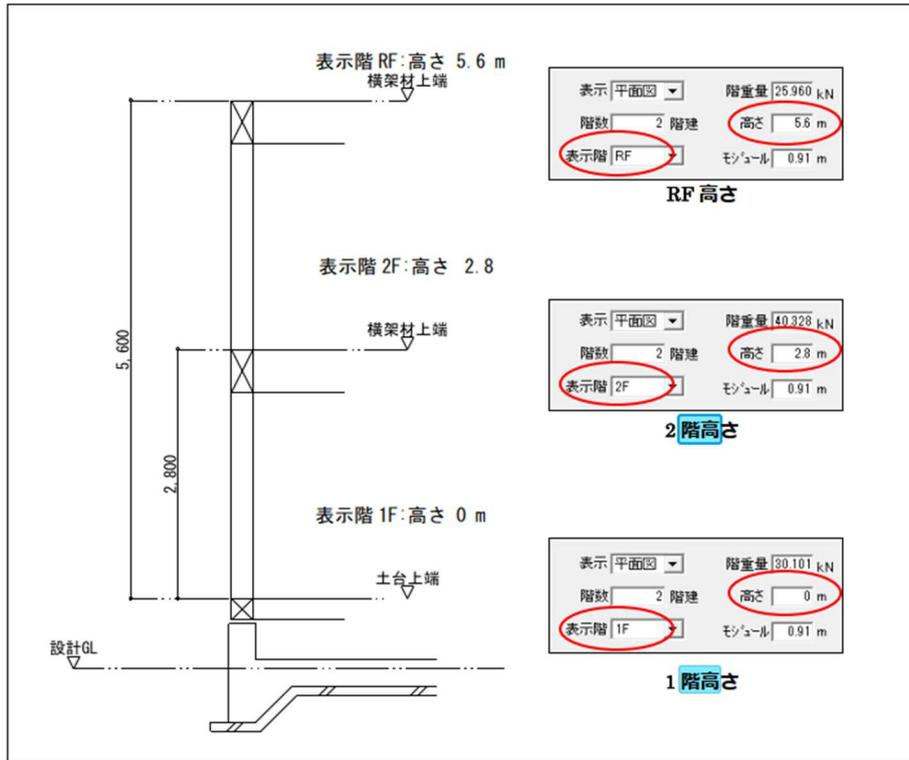


図 3.6.2-4 2階建て建物の高さの入力例

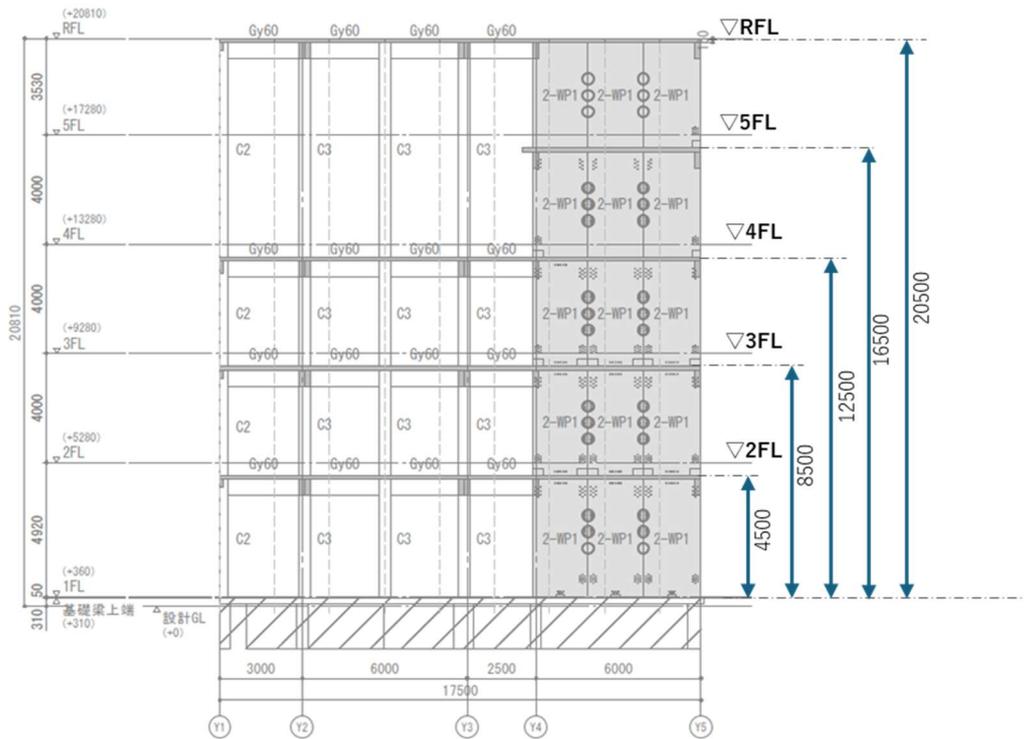
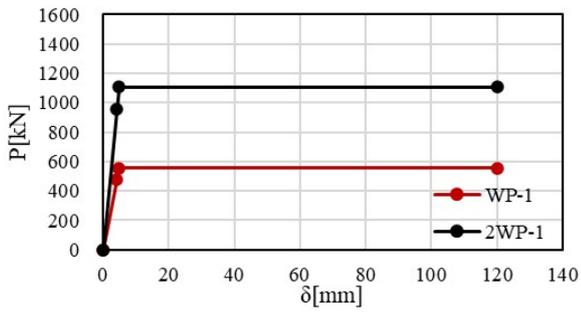


図 3.6.2-5 構造階高

3.6.2.3 接合部のモデル化

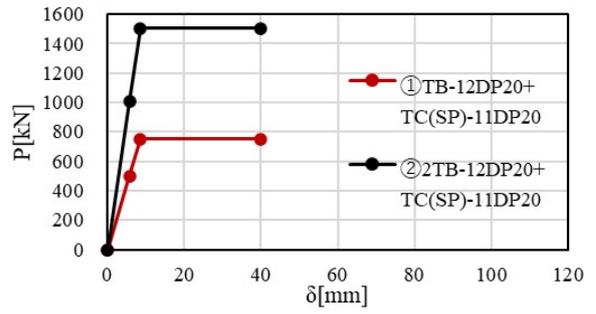
表 3.6.2-1 代表接合部の性能一覧と評価方法

番号	部位	接合部名称	抵抗	設計性能					評価	備考
				初期剛性	短期許容耐力	終局耐力	降伏点変形	終局変形		
				K _i [kN/mm]	P _a [kN]	P _u [kN]	δ v[mm]	δ u[mm]		
1	壁-基礎	(仮)TB-13DP20	引張	114.30	477.80	554.00	4.85	120.00	計算値	I-M48 (ABR490)、有効長さ1200mm想定
2	壁-(床)-壁	(仮)TB-12DP20+(仮)TC-11DP20	引張	87.70	502.00	752.40	8.58	40.00	計算値	I-M48 (強度区分9.8)、11-DP20で降伏想定 →実験により「(仮)TB-11DP20」は20mmの
2	壁-(床)-壁	(仮)TB-14DP20+(仮)TC-13DP20	引張	104.70	593.00	889.20	8.49	40.00	計算値	I-M48 (強度区分9.8)、13-DP20で降伏想定
3	壁-床	(仮)TC-8DP20	引張	90.90	80.00	93.00	1.02	20.00	構造計算上不要のため省略	I-M20 (SNR490B)、床厚150mm想定
4	壁-基礎	SB-5DP20	せん断	36.00	196.10	304.60	8.46	30.00	Xマーク公開	Xマーク金物 構造計算上はせん断剛性は剛とする
5	壁-床	(仮)SF-5DP20	せん断	54.00	233.00	349.00	6.46	20.00	計算値	壁-床-壁も同様とする 構造計算上はせん断剛性は剛とする
5	壁-床	(仮)SF-9DP20	せん断	93.20	419.00	628.00	6.74	20.00	計算値	壁-床-壁も同様とする 構造計算上はせん断剛性は剛とする
6	壁-壁	(仮)SW-10DP20	せん断	22.51	157.60	221.10	9.82	76.10	実験値	実験値採用
7	壁(木口)-小梁	(仮)TCSP-13DP20	せん断	77.80	233.00	349.00	-	-	計算値	構造計算上はせん断剛性は剛とする 逆せん断も同様の性能とする 受け材省略:可能とみなす(DP接合)
		(仮)TCSP-11DP20	せん断	62.70	233.00	349.00	-	-	計算値	
		(仮)TCSP-8DP20	せん断	61.30	233.00	349.00	-	-	計算値	
9	床-床	合板スプライン(釘)	せん断	0.70	1.50	2.80	14.96	51.03	CLT マニュアル	付録、接合部データ等-2-64 CN75、1対あたりの性能
10	床-床	STF	引張	17.70	53.60	99.50	12.05	44.05	CLT マニュアル	p130、1個あたりの性能 評価方法2(トリニア置換)



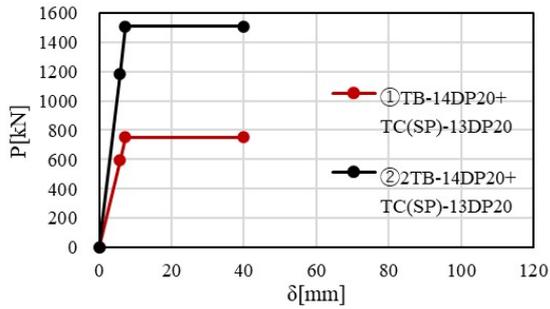
①TB-13DP20 (シングル壁)

②2TB-13DP20 (二重壁)



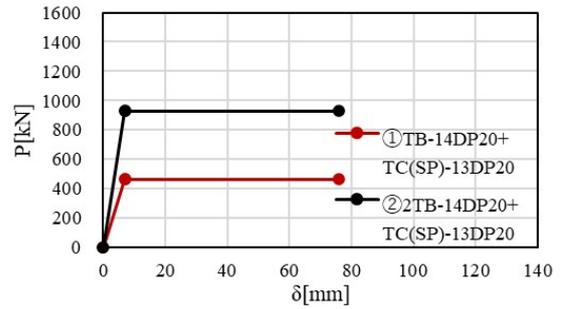
①TB-12DP20+TC(SP)-11DP20 (シングル壁)

②2TB-12DP20+TC(SP)-11DP20 (二重壁)

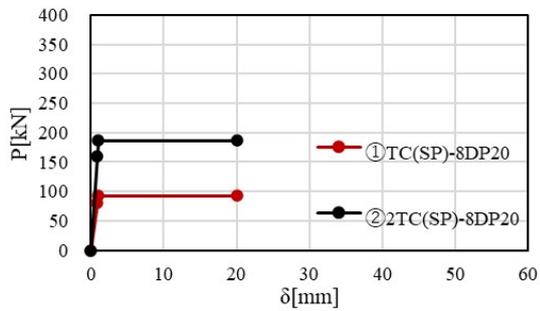


①TB-14DP20+TC(SP)-13DP20 (シングル壁)

②2TB-14DP20+TC(SP)-13DP20 (二重壁)



SW-10DP20×3



①TC(SP)-8DP20 (シングル壁)

②2TC(SP)-8DP20 (二重壁)

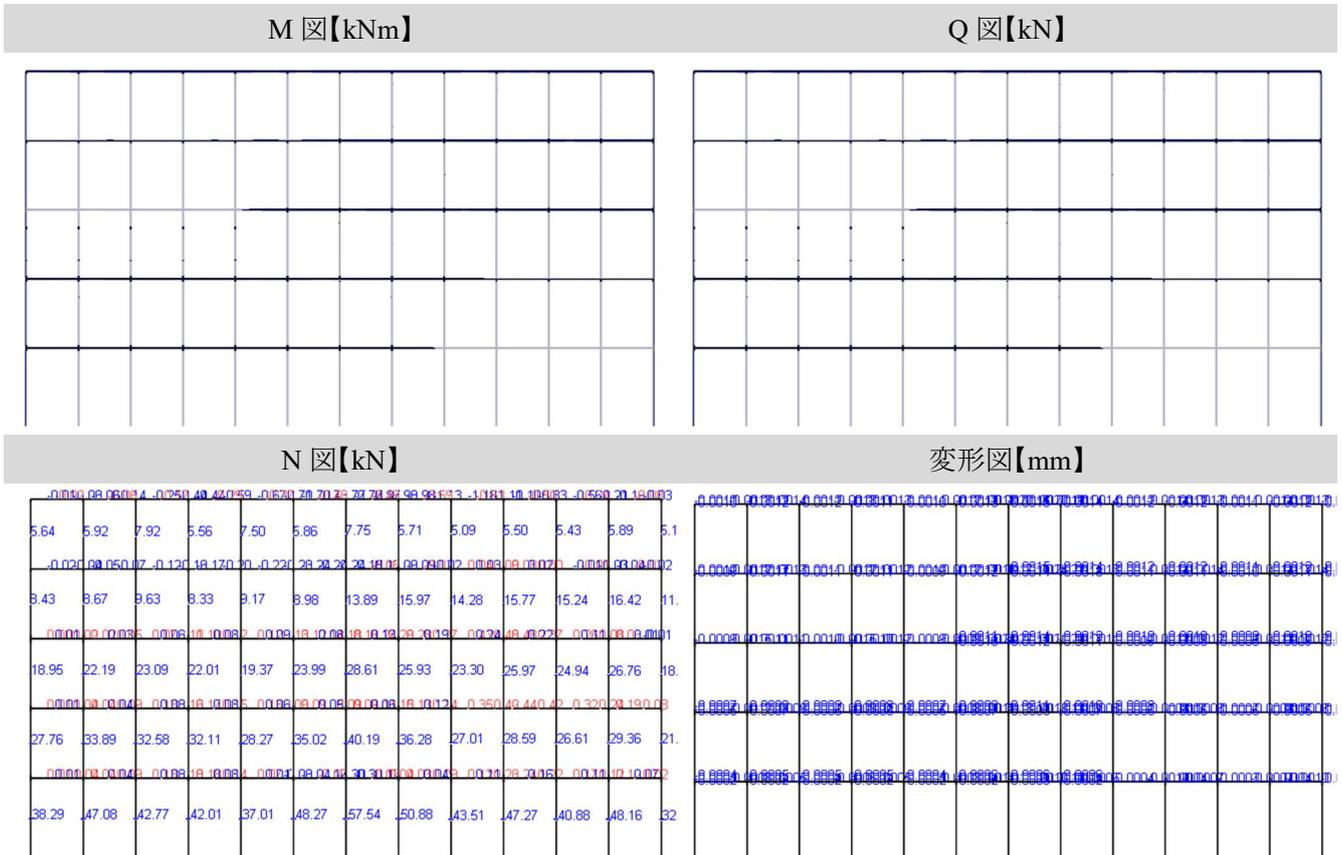
図 3.6.2-6 バネ値設定一覧 (入力用)

3.6.3 応力解析結果

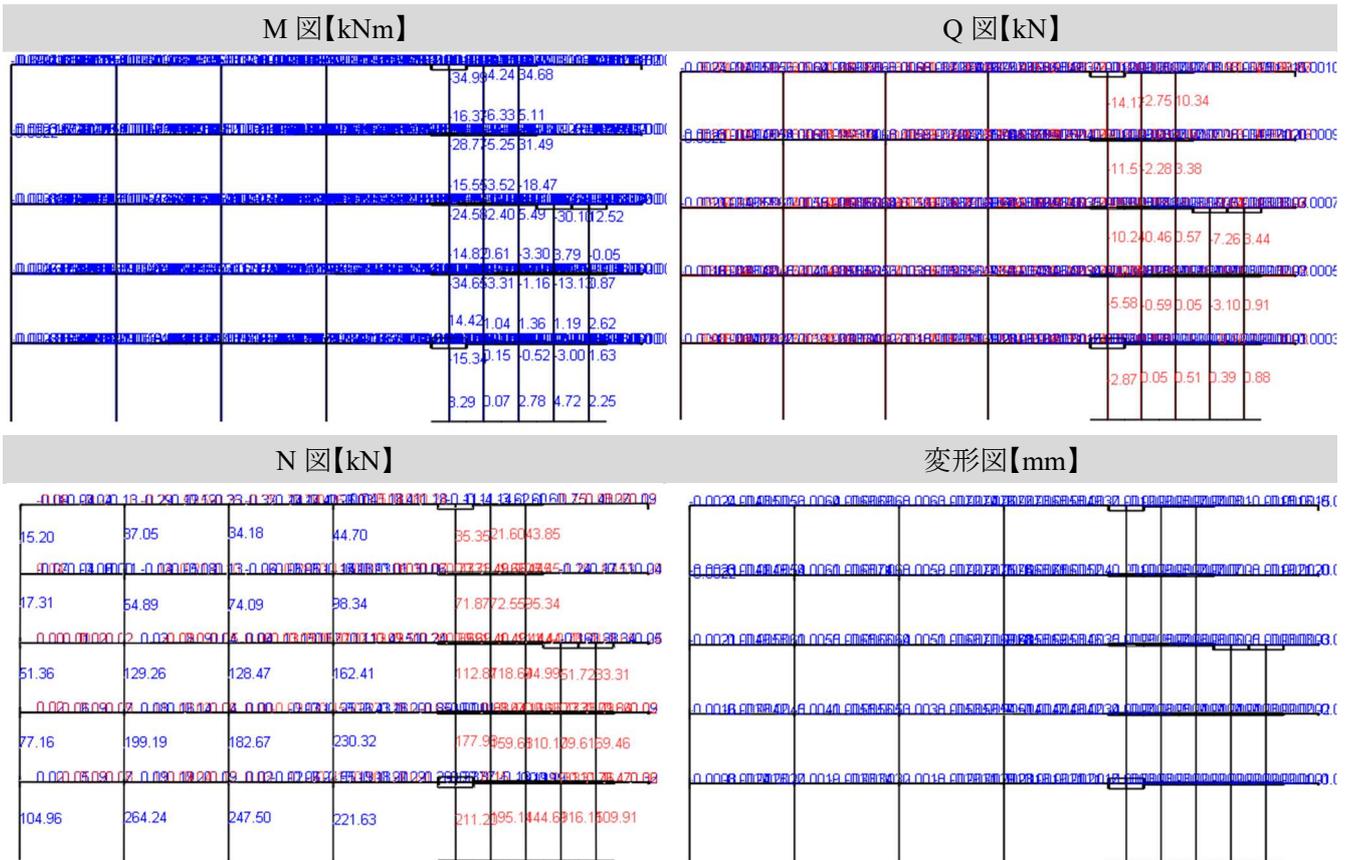
下記に代表的な通りの応力解析結果を示す。

3.6.3.1 長期荷重時

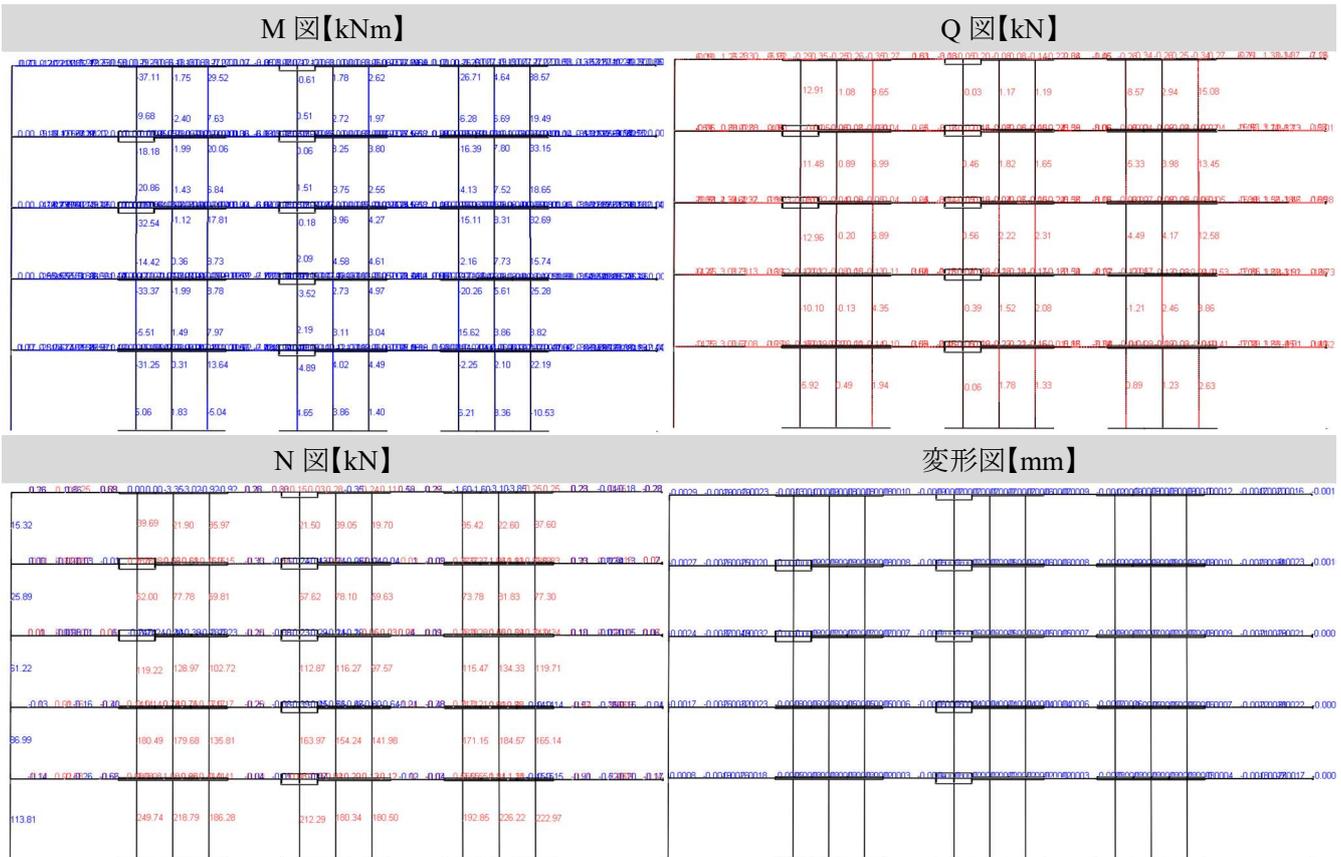
①. Y1 通り



②. Y2 通り

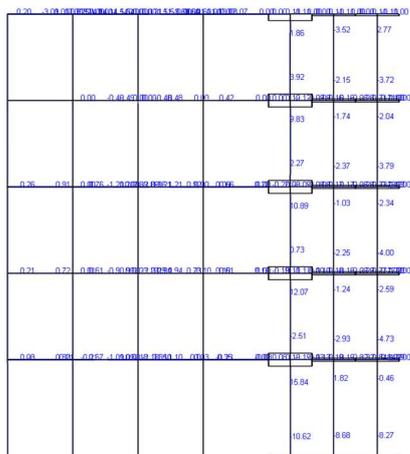


③. Y3 通り

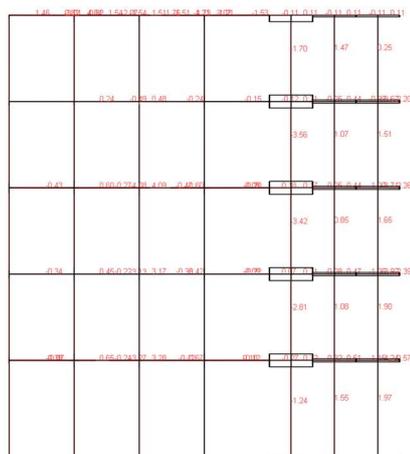


④. X1 通り

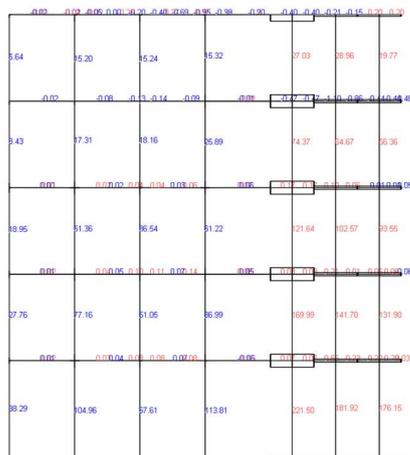
M 図【kNm】



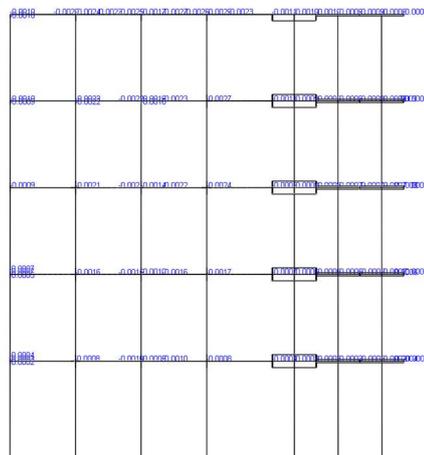
Q 図【kN】



N 図【kN】

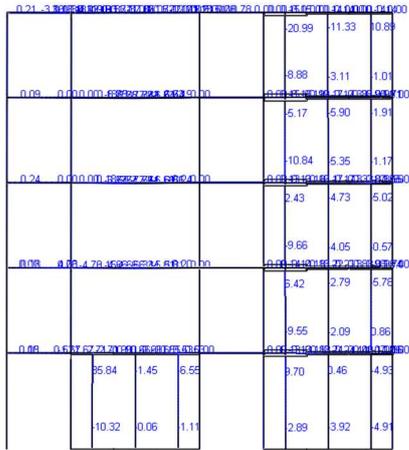


変形図【mm】

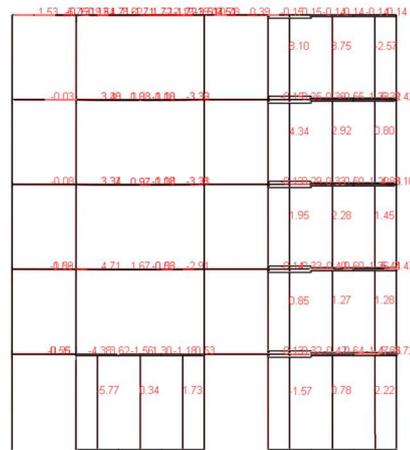


⑤. X4 通り

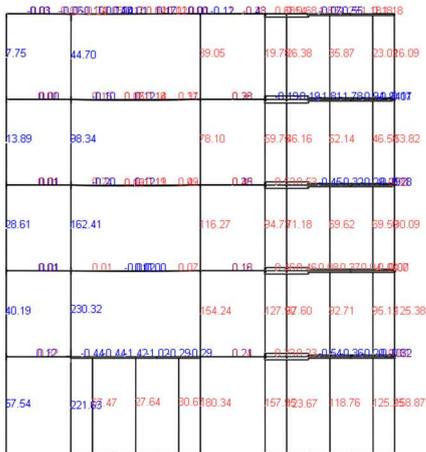
M 図【kNm】



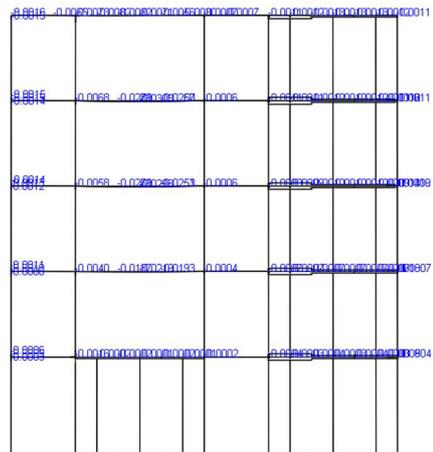
Q 図【kN】



N 図【kN】

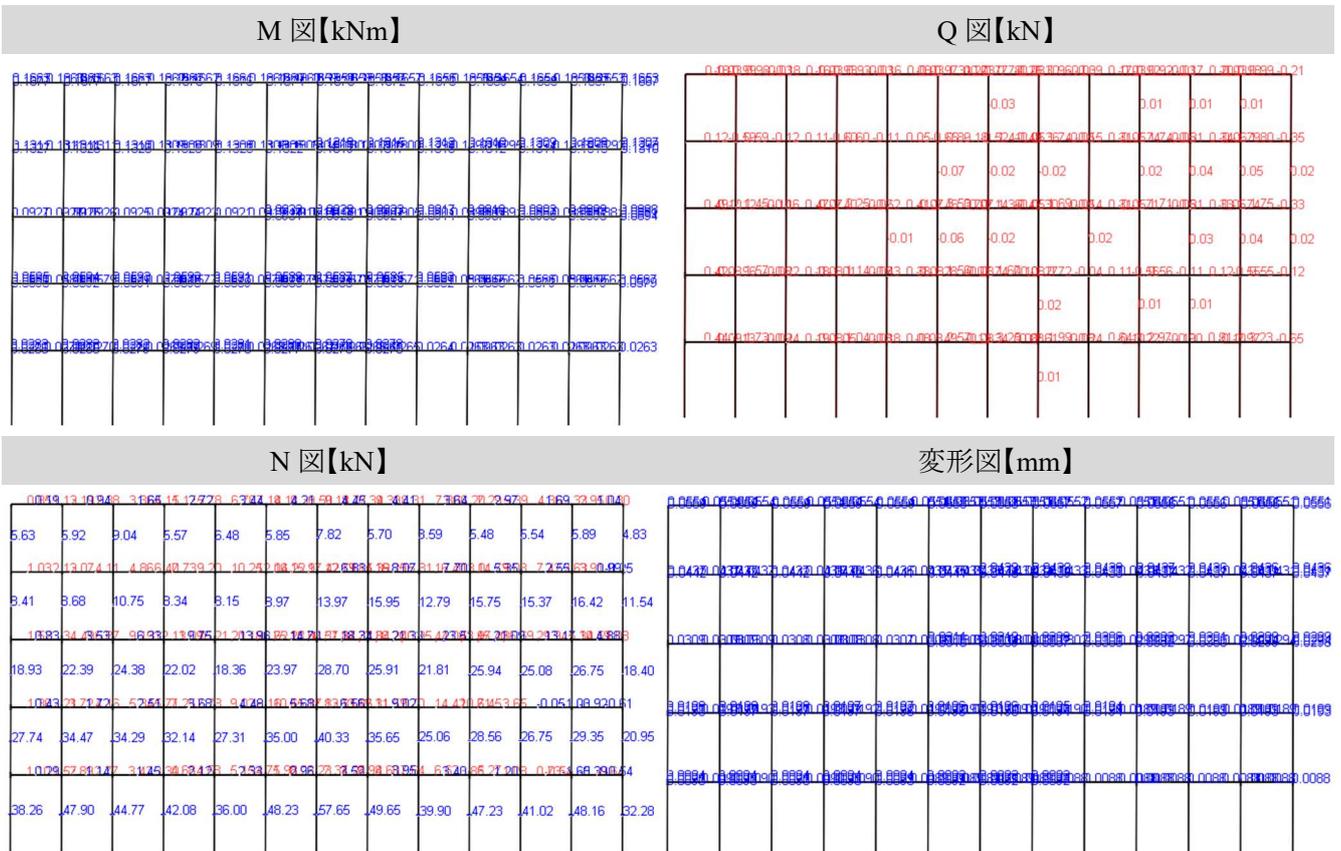


変形図【mm】

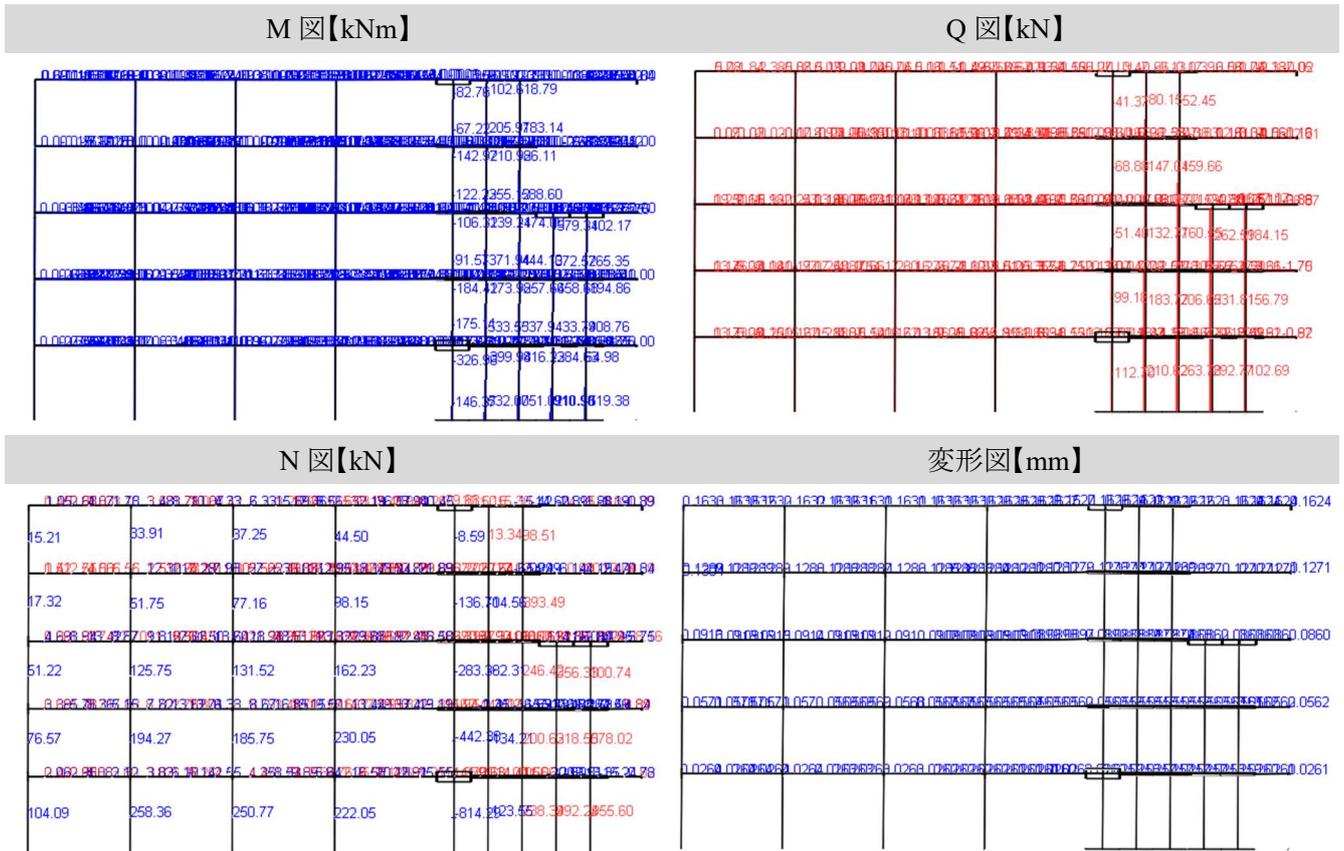


3.6.3.2 短期荷重時（地震_X方向）

①. Y1通り

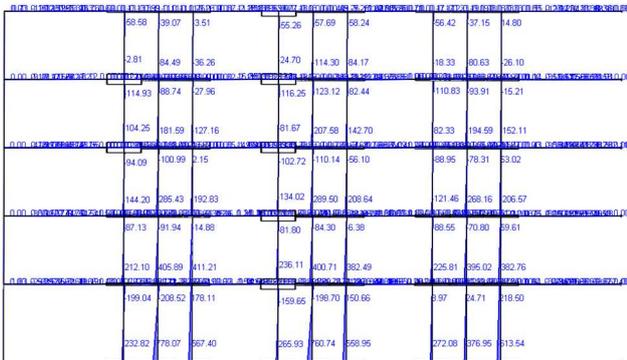


②. Y2 通り

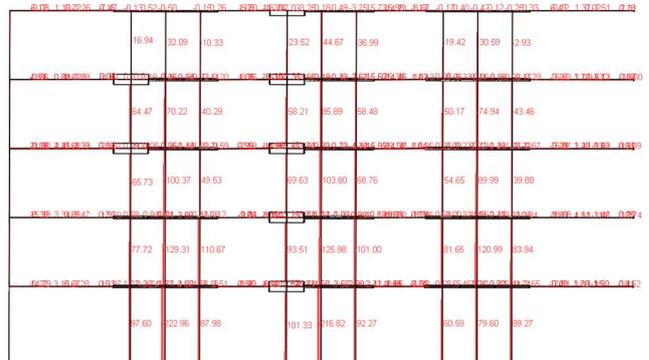


③. Y3 通り

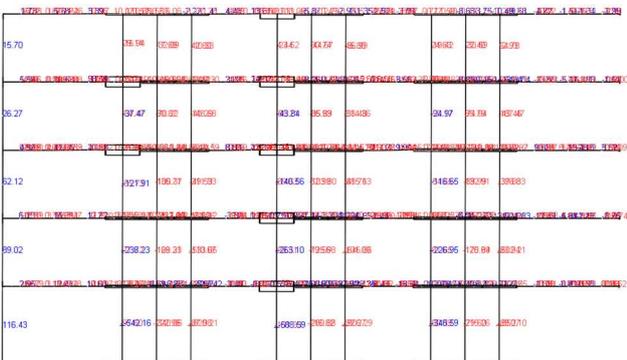
M 図【kNm】



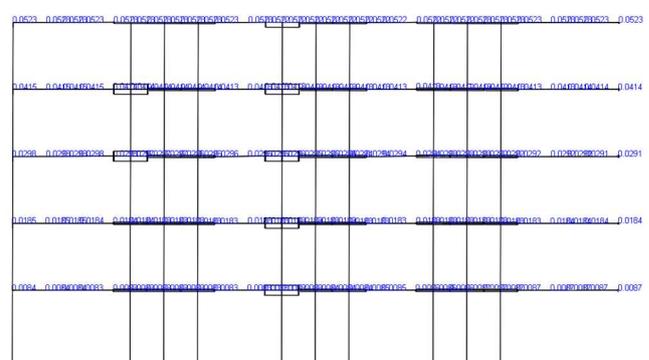
Q 図【kN】



N 図【kN】



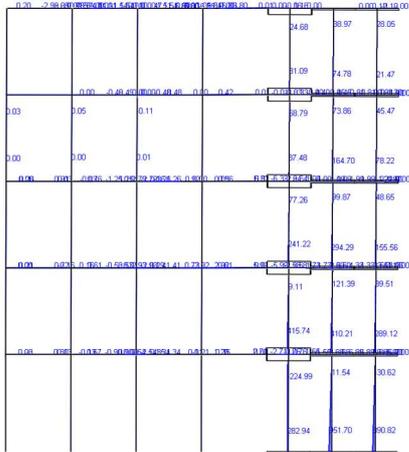
変形図【mm】



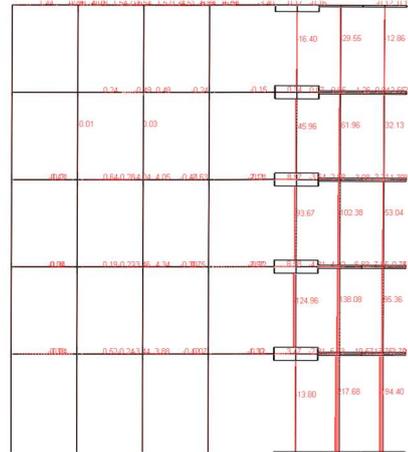
3.6.3.3 短期荷重時（地震_Y方向）

①. X1 通り

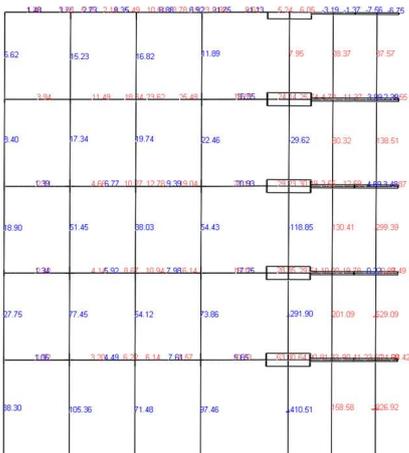
M 図【kNm】



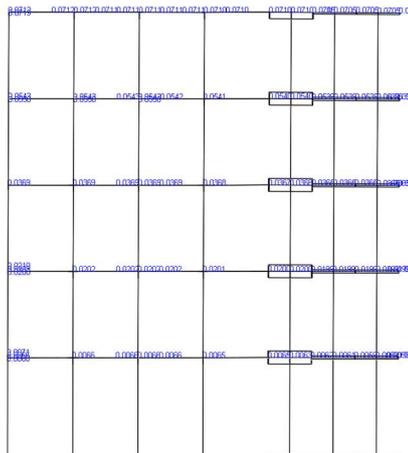
Q 図【kN】



N 図【kN】

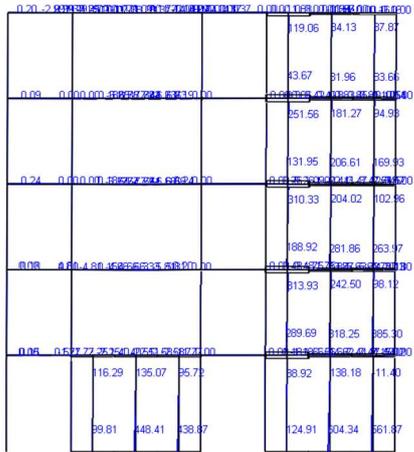


変形図【mm】

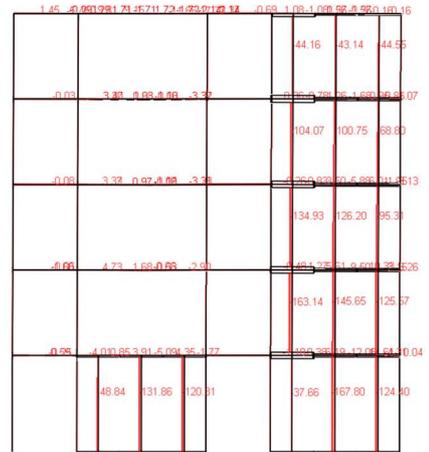


②. X4 通り

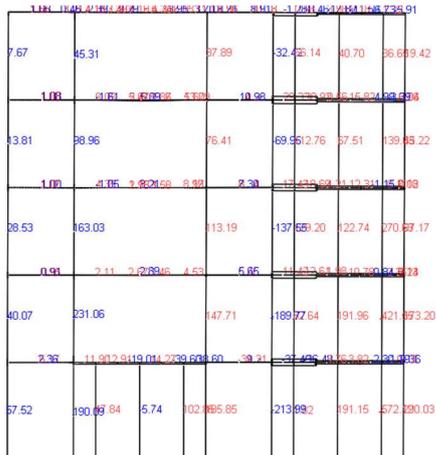
M 図【kNm】



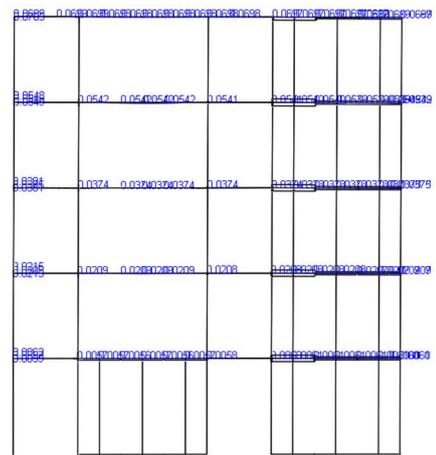
Q 図【kN】



N 図【kN】



変形図【mm】



3.7 断面計算書

3.7.1 CLT パネルの断面検定

3.7.1.1 CLT パネルの検定式

CLT パネルが短期荷重時に短期許容応力度以下であることを確認する。下式で算出した短期許容 MN 関係により確認する。

(2.1) 短期許容応力度・基準強度に達するときの $M - N$ 関係

CLT パネルの応力度が短期許容応力度に達するときの N と M の関係は、式(3.3.4-1)の検定式より、 M は正の値として、式(3.3.4-2)のように得られる。

$$\frac{|N|}{A \cdot f_a} + \frac{|M|}{Z \cdot f_b} = 1.0 \quad (3.3.4-1)$$

$$M = \left(1 - \frac{|N|}{A \cdot f_a} \right) \cdot Z \cdot f_b \quad (3.3.4-2)$$

ここで、 A, Z : CLT パネルの断面積、断面係数

f_a : $N \geq 0$ (圧縮) のとき CLT パネルの短期許容圧縮応力度、 $N < 0$ (引張) のとき CLT パネルの短期許容引張応力度

f_b : CLT パネルの短期許容曲げ応力度

f_c, f_b を基準強度とすれば、CLT パネルの応力度が基準強度に達するときの N と M の関係が得られる。

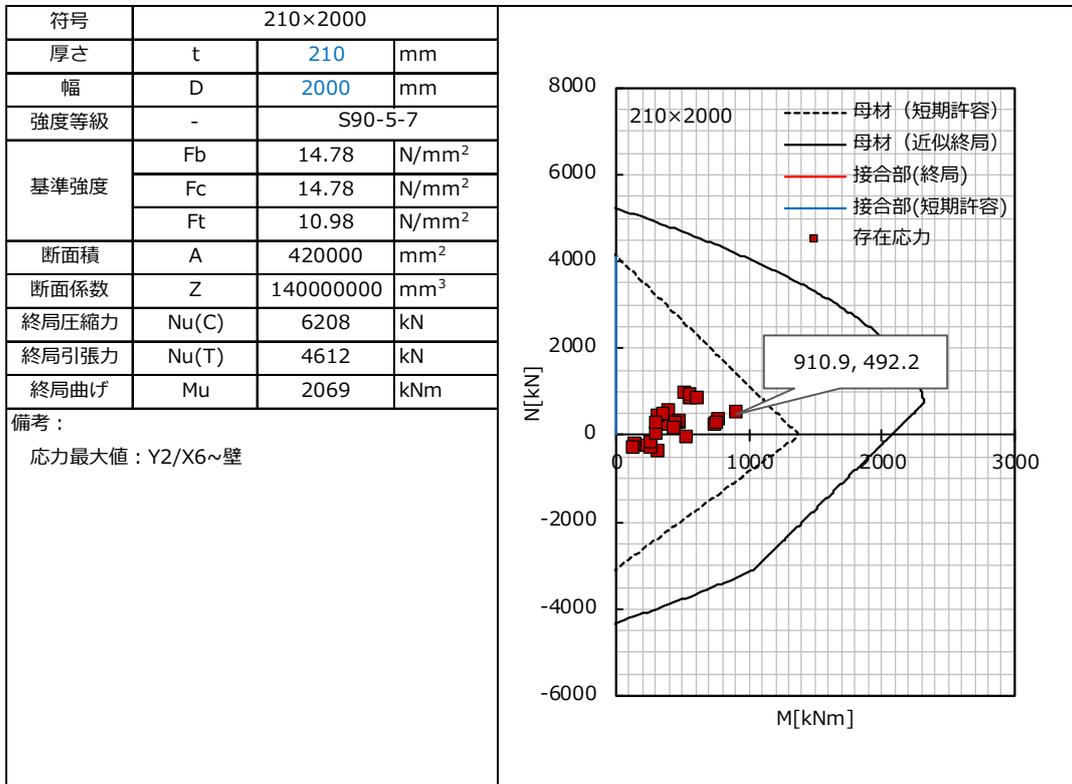
※CLT 設計施工マニュアル引用

検討結果を次の頁に示す。

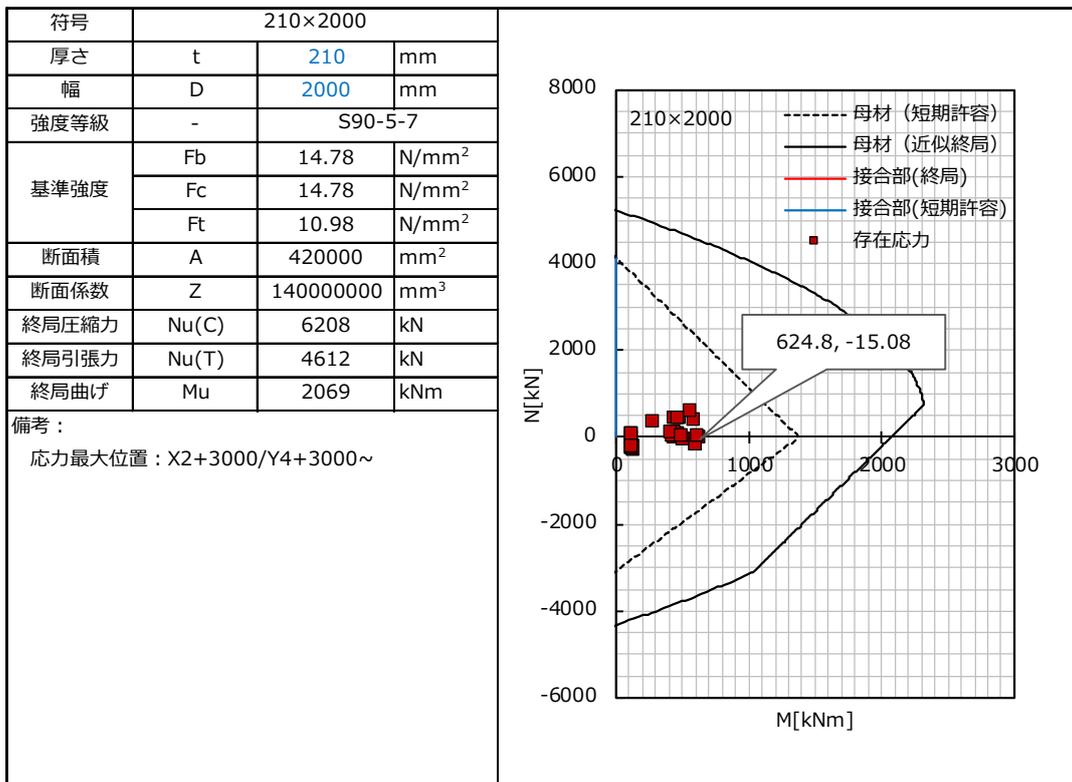
3.7.1.2 壁パネルの検定

本建物で使用する壁パネルの短期許容 MN 関係を以下に示す。

壁符号：2WP-1 X 加力



壁符号：WP-1 Y 加力



各方向の最大応力図を下記に示す。

○X 方向パネル (Y2 通り X6~)

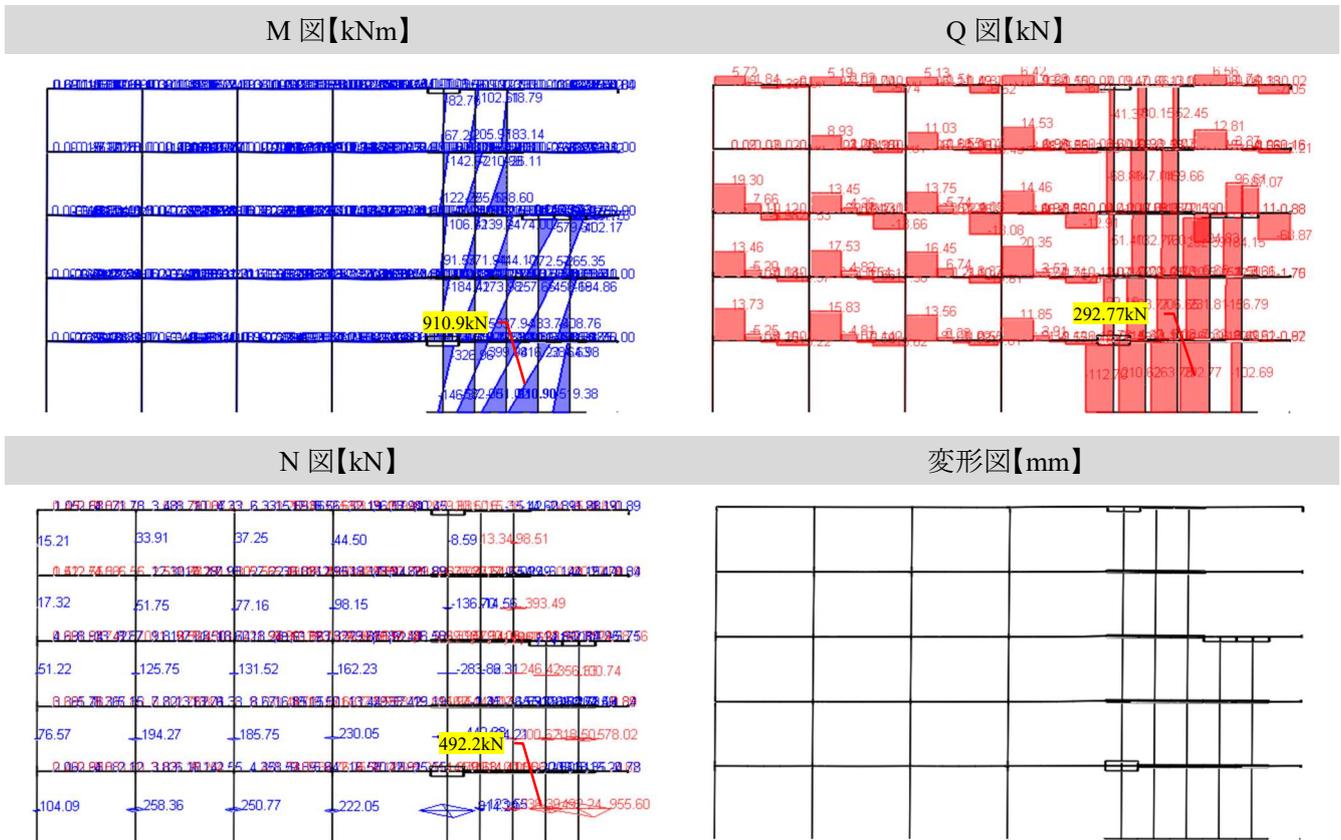


図 3.7.1-1 X 加力最大応力位置_Y2 通り応力図

注：見やすさのため、応力スケールの調整あり。

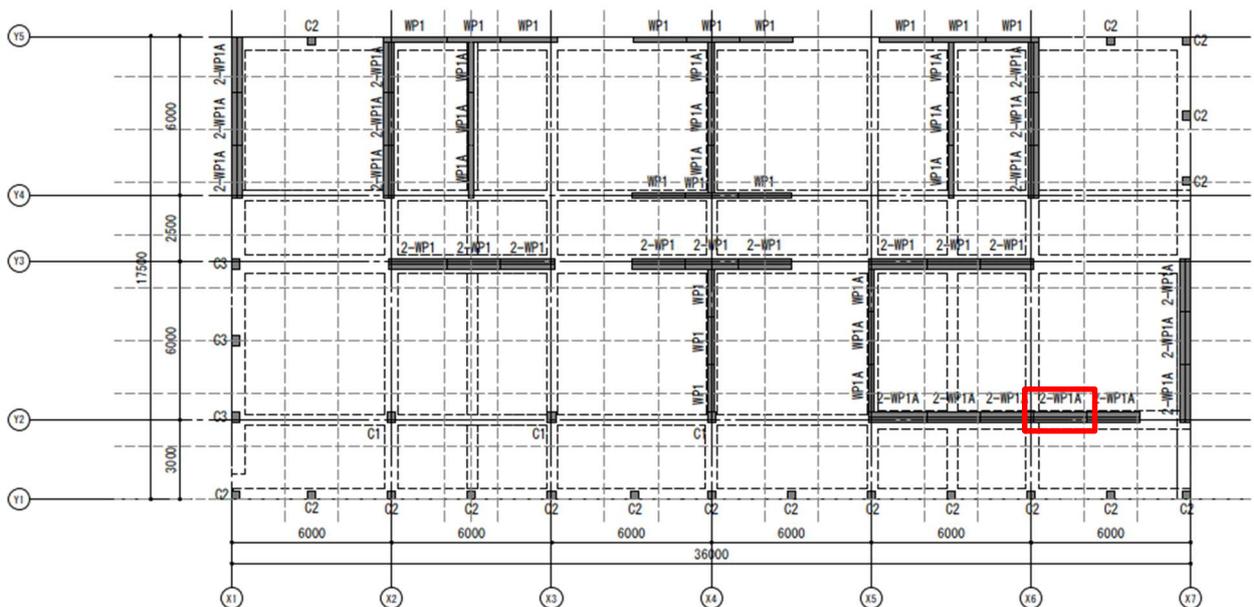


図 3.7.1-2 X 加力最大応力位置

Y 方向パネル (X2+3000/Y4+3000~)

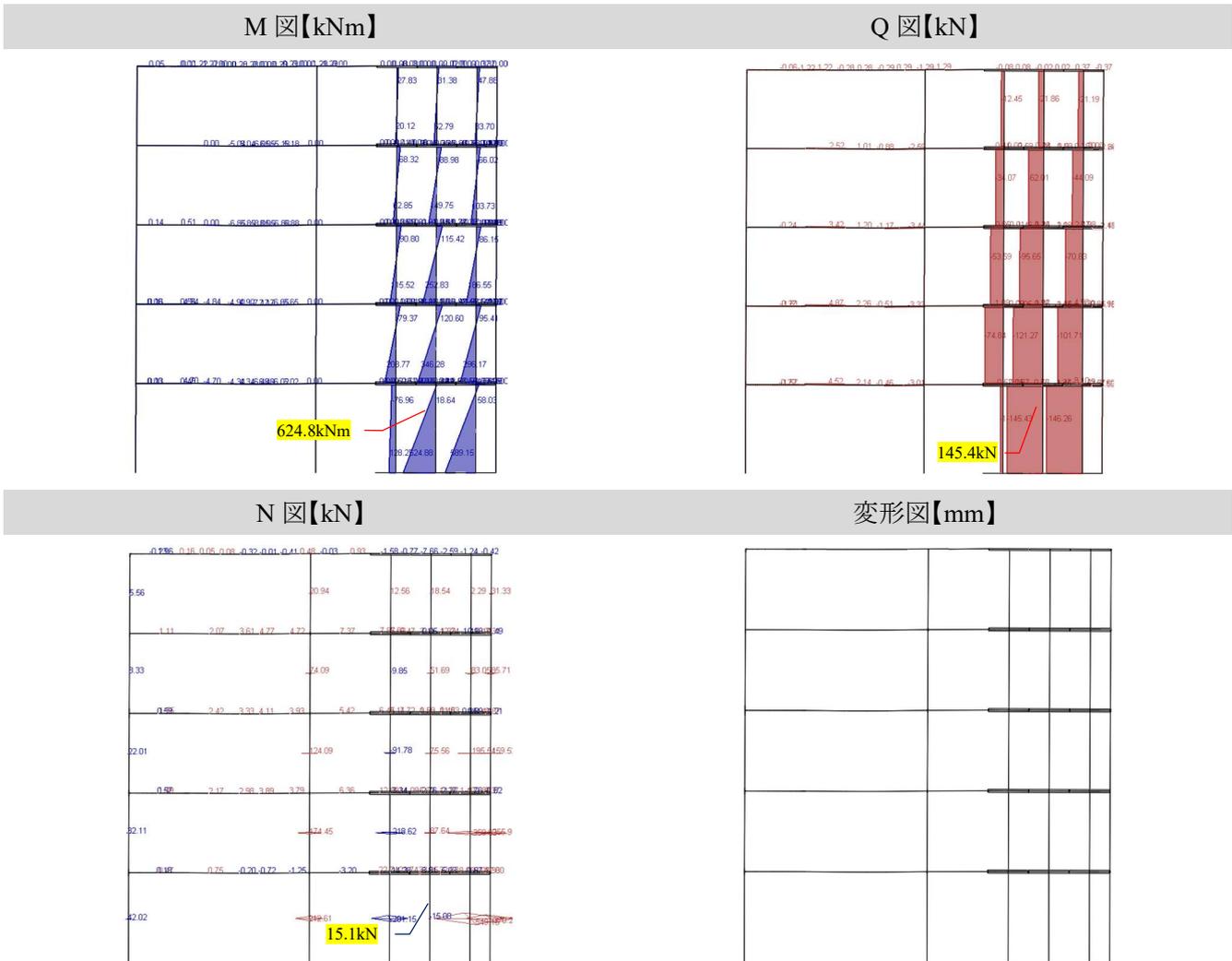


図 3.7.1-3 Y 通りの応力図



図 3.7.1-4 Y 加力最大応力位置

3.7.2 集成材の断面検定

「木質構造設計基準・同解説」に準拠して、柱及び梁の断面検定を行う。

3.7.2.1 柱の検定

柱の断面算定結果を以下に示す。なお、断面欠損による断面性能の低減率を一律0.9として検討した。長期は負担面積が最大となる箇所を検討対象とする。短期風荷重時は吹き抜け部の柱を対象に耐風柱としての検討を行う。検討箇所を下記に示す。

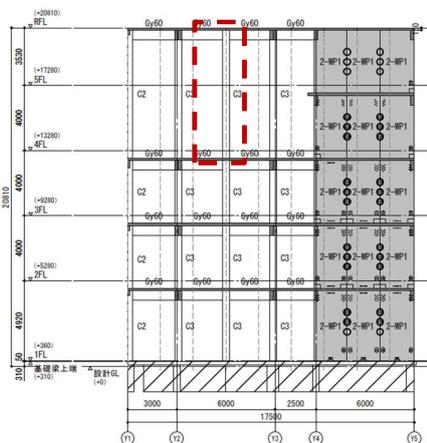


図 3.7.2-1 柱長期検討位置

長期荷重の算出：

階	床荷重W/A	合計	長期負担面積			床荷重(5階累計)	1FL長期軸力	備考
	kN/m ²		Zone	lx	ly			
5	2.20	19.20	1	4.50	6	27	19.20	
4	5.30							
3	3.90							
2	3.90							
1	3.90							
			2	1.5	3	4.5		
			3	3	3	9		
								518.4
								86.4
								172.8

短期荷重の算出：



Zone	長期負担面積			床荷重W/A	4FL長期軸力	備考
	lx	ly	A			
3	3	3	9	2.20	19.8	

Zone	短期風時負担幅		風荷重	風時線荷重	備考
	B				
3	3		1600	4.8	

図 3.7.2-2 耐風柱検討箇所・設計応力

表 3.7.2-1 集成材柱の断面算定結果

断面算定の条件		部材記号						
対象	部材	部位						
防耐火	燃え代設計以外	部材名						
応力の種類	軸力+曲げ+せん断	①製材/集成材	集成材	集成材	集成材	集成材	集成材	
荷重ケース	長期+地震	②樹種	あかまつ	あかまつ	あかまつ	あかまつ	あかまつ	
検定値のみ表示	表示しない	③等級区分	対称異等級 構成集成材	対称異等級 構成集成材	対称異等級 構成集成材	対称異等級 構成集成材	対称異等級 構成集成材	
		④区分	-	-	-	-	-	
		⑤ひき板の積載数	-	-	-	-	-	
		⑥等級	E105-F30E	E105-F30E	E105-F30E	E105-F30E	E105-F30E	
断面性能	幅	B	mm	300	300	300	300	
	せい	D	mm	420	300	420	420	
	長さ	L	mm	4600	4600	4600	8000	
	横座屈長さ	L _k	mm	4600	4600	4600	8000	
	座屈有効側	-	-	弱軸	強軸	弱軸	弱軸	
	断面算定方向	-	-	強軸	強軸	強軸	強軸	
	有効横座屈係数	α	-	1.9	1.9	1.9	1.9	
	横座屈補正係数	C _b	-	1.00	1.00	1.00	1.00	
	寸法調整係数	K _z	-	0.96	1.00	0.96	0.96	
	使用環境区分	K _m	-	III	III	III	III	
	基準強度低減係数	K _z ×K _m	-	0.96	1.00	0.96	0.96	
	断面欠損による 断面性能低減係数	A用	-	0.90	0.90	0.90	0.90	
		I用	-	0.90	0.90	0.90	0.90	
		Z用	-	0.90	0.90	0.90	0.90	
基準材料強度	圧縮	F _c	N/mm ²	23.2	23.2	23.2	23.2	
	圧縮(座屈考慮)	F _k	N/mm ²	17.8	17.8	17.8	8.7	
	引張	F _t	N/mm ²	20.2	20.2	20.2	20.2	
	曲げ	F _b	N/mm ²	28.9	30.0	28.9	28.9	
	曲げ(横座屈考慮)	F _b ×C _b	N/mm ²	28.9	30.0	28.9	28.9	
	せん断	F _v	N/mm ²	3.6	3.6	3.6	3.6	
存在 応力	長期(架構)	軸力	N _L	kN	518.40	86.40	172.80	32.90
		曲げモーメント	iM _L	kN・m	0.00	0.00	0.00	0.00
			jM _L	kN・m	0.00	0.00	0.00	0.00
			cM _L	kN・m	0.00	0.00	0.00	0.00
		せん断	iQ _L	kN	0.00	0.00	0.00	0.00
			jQ _L	kN	0.00	0.00	0.00	0.00
	短期(風)	軸力_Max	N _s	kN	518.40	86.40	172.80	32.90
		軸力_Min	N _s	kN	0.00	0.00	0.00	0.00
		曲げモーメント	iM _s	kN・m	0.00	0.00	0.00	0.00
			jM _s	kN・m	0.00	0.00	0.00	0.00
			cM _s	kN・m	0.00	0.00	0.00	38.40
		せん断	iQ _s	kN	0.00	0.00	0.00	38.40
jQ _s	kN		0.00	0.00	0.00	38.40		
断面算定								
長期	軸力(圧縮)	存在応力度	${}_l\sigma_c$	N/mm ²	4.57	1.07	1.52	0.29
		許容応力度	${}_l f_c$	N/mm ²	6.54	6.54	6.54	3.20
		検定値	${}_l\sigma_c/{}_l f_c$	-	0.70	0.17	0.24	0.10
風圧	軸力(圧縮)	存在応力度	${}_s\sigma_c$	N/mm ²	4.57	1.07	1.52	0.29
		許容応力度	${}_s f_c$	N/mm ²	11.89	11.89	11.89	5.82
		検定値	${}_s\sigma_c/{}_s f_c$	-	0.39	0.09	0.13	0.05
	軸力(引張)	存在応力度	${}_s\sigma_{ct}$	N/mm ²	0.00	0.00	0.00	0.00
		許容応力度	${}_s f_t$	N/mm ²	13.47	13.47	13.47	13.47
		検定値	${}_s\sigma_t/{}_s f_t$	-	0.00	0.00	0.00	0.00
	曲げ	I端_存在応力度	${}_s\sigma_b$	N/mm ²	0.00	0.00	0.00	0.00
		J端_存在応力度	${}_s\sigma_b$	N/mm ²	0.00	0.00	0.00	0.00
		中央_存在応力度	${}_s\sigma_b$	N/mm ²	0.00	0.00	0.00	4.84
		許容応力度	${}_s f_b$	N/mm ²	19.27	20.00	19.27	19.27
		I端_検定値	${}_s\sigma_b/{}_s f_b$	-	0.00	0.00	0.00	0.00
		J端_検定値	${}_s\sigma_b/{}_s f_b$	-	0.00	0.00	0.00	0.00
圧縮+曲げ	検定値	${}_s\sigma_c/{}_s f_c + {}_s\sigma_b/{}_s f_b$	-	0.39	0.09	0.13	0.31	
	検定値	${}_s\sigma_t/{}_s f_t + {}_s\sigma_b/{}_s f_b$	-	0.00	0.00	0.00	0.26	
	せん断	I端_存在応力度	${}_s\sigma_s$	N/mm ²	0.00	0.00	0.00	0.51
J端_存在応力度		${}_s\sigma_s$	N/mm ²	0.00	0.00	0.00	0.51	
許容応力度		${}_s f_s$	N/mm ²	2.40	2.40	2.40	2.40	
I端_検定値		${}_s\sigma_s/{}_s f_s$	-	0.00	0.00	0.00	0.22	
J端_検定値		${}_s\sigma_s/{}_s f_s$	-	0.00	0.00	0.00	0.22	

3.7.2.2 横架材の検定

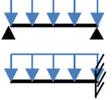
大梁の断面算定結果を以下に示す。なお、断面欠損による断面性能の低減率を一律 0.9 として検討した。長期は負担面積が最大となる箇所を検討対象とする。短期検討は省略する。



図 3.7.2-3 梁長期検討箇所

大梁の長期検討結果を次頁に示す。

表 3.7.2-2 集成材梁の断面算定結果

断面算定の条件		荷重状態		長期	長期	長期		
対象	部材+接合部	部位		吹き抜け部	事務室	廊下		
防耐火	燃え代設計以外	部材名		2-Gx60	Gy60	Gy30		
応力の種類	軸力+曲げ+せん断	①製材/集成材		集成材	集成材	集成材		
荷重ケース	長期+地震	②樹種		欧州赤松	欧州赤松	欧州赤松		
検定値のみ表示	表示する	③等級区分		対称異等級構成集成材	対称異等級構成集成材	対称異等級構成集成材		
横座屈の考慮	しない	④区分		-	-	-		
		⑤ひき板の積載数		-	-	-		
		⑥等級		E105-F300	E105-F300	E105-F300		
断面性能	幅	B	mm	420	210	210		
	せい	D	mm	600	600	300		
	長さ	L	mm	6000	3000	3000		
	横座屈低減の考慮	-	-	しない	しない	しない		
	座屈長さ	L_k	mm	6000	3000	3000		
	座屈有効側	-	-	弱軸	弱軸	弱軸		
	寸法調整係数	Kz	-	0.93	0.93	1.00		
	使用環境区分	Km	-	III	III	III		
	基準強度低減係数	Kz×Km	-	1.00	1.00	1.00		
	断面欠損による断面性能低減係数	A用	-	0.90	0.90	0.90		
	I用	-	0.90	0.90	0.90			
	Z用	-	0.90	0.90	0.90			
基準材料強度	圧縮	F_c	N/mm ²	23.2	23.2	23.2		
	圧縮(座屈考慮)	F_k	N/mm ²	19.3	19.3	19.3		
	圧縮(燃え代_座屈考慮)	F_k	N/mm ²	18.7	18.7	18.7		
	引張	F_t	N/mm ²	20.2	20.2	20.2		
	曲げ	F_b	N/mm ²	27.8	27.8	30.0		
	曲げ(横座屈考慮)	$F_b \times C_b$	N/mm ²	27.8	27.8	30.0		
	曲げ(燃え代_横座屈考慮)	$F_b \times C_b$	N/mm ²	27.8	27.8	30.0		
せん断	F_s	N/mm ²	3.0	3.0	3.0			
荷重ケース	荷重継続期間	-	-	長期	長期	長期		
	荷重継続期間影響係数	K_d	-	1.10	1.10	1.10		
設計外力	軸力	(圧縮+, 引張-)	N	kN	0.0	0.0	0.0	
	部材自重 <等分布荷重> 	比重	γ		kN/m ³	5.0	5.0	5.0
		部材自重	$\omega_{L①}$		N/m	1260.0	630.0	315.0
		荷重負担幅	B		mm	4500	2000	2000
		D.L	ω_{DL}		N/m ²	4000	2100	2100
		L.L (床、小梁用)	$\omega_{LL(床)}$		N/m ²	1800	2900	2900
		L.L (架構用)	$\omega_{LL(架構)}$		N/m ²	1300	1800	1800
L.L (地震用)	$\omega_{LL(地震)}$		N/m ²	600	800	800		
設計用	断面力/変形	最大曲げモーメント	cM_L	kN・m	123.1	12.0	11.6	
		最大せん断力	Q_L	kN	82.1	15.9	15.5	
		最大軸力	N	kN	0.0	0.0	0.0	
		たわみ検討用最大変形	δ_L	mm	5.2	0.2	1.4	
		振動数検討用せん断力	$Q_{L(DLのみ)}$	kN	57.8	7.2	6.8	
断面算定								
長期 or 中長期 or 中短期 or 短期	曲げ モーメント	存在応力度	${}_L\sigma_b$	N/mm ²	5.43	1.05	4.09	
		許容応力度	${}_Lf_b$	N/mm ²	10.18	10.18	11.00	
		検定値	${}_L\sigma_b / {}_Lf_b$	-	0.54	0.11	0.38	
	せん断	存在応力度	${}_L\sigma_s$	N/mm ²	0.54	0.21	0.41	
		許容応力度	${}_Lf_s$	N/mm ²	1.10	1.10	1.10	
		I端 検定値	${}_L\sigma_s / {}_Lf_s$	-	0.50	0.20	0.38	
	軸力	圧縮 or 引張	-	-	-	-	-	
		存在応力度	σ_N	N/mm ²	-	-	-	
		許容応力度	f_N	N/mm ²	-	-	-	
		検定値	σ_N / f_N	-	-	-	-	
曲げ+軸力	検定値	$\sigma_b / f_b + \sigma_s / f_s$	-	-	-	-		
たわみ算定								
部位				床	床	床		
長期 or 中長期 or 中短期 or 短期	許容たわみ	δ	mm	20.0	10.0	10.0		
	最大たわみ	δ_L	mm	5.2	0.2	1.4		
	変形増大係数	α	-	2	2	2		
	検定値	$\alpha \delta_L / \delta$	-	0.52	0.04	0.29		

3.7.3 CLT パネル接合部の検定

3.7.3.1 CLT パネル接合部の検定式

①. 引張接合部の検定

引張バネに生じる存在応力が1次設計においては許容耐力以下、2次設計においては引張バネに生じる鉛直方向変位が終局変位以下であることを確認する。引張接合部の終局変形量は伸び率10% (≧40mm)とする。

表 3.7.3-1 引張接合部の許容耐力

	長期	短期
引張接合部	$P_y/1.5$	$P_y=F \times A_e$

一次設計の検定:

$$\frac{T_d}{T_a} \leq 1$$

T_d : 接合部の引張応力

T_a : 接合部の許容耐力

保有水平耐力計算の検定:

$$\frac{\delta_d}{\lim \delta_u} \leq 1$$

δ_d : 接合部の鉛直方向伸び変位

$\lim \delta_u$: 接合部の終局変位

計算内容と結果を次の頁に示す。

②. せん断接合部の検定

せん断バネに生じる存在応力が1次設計においては許容耐力以下、2次設計においては終局耐力以下であることを確認する。このとき、長期荷重時の作用する壁パネル上下端のせん断接合部については摩擦抵抗力を考慮して検討を行う(CLT マニュアル参照)。摩擦抵抗力はその位置で生じる圧縮軸力にすべり係数0.3を乗じて算出する。尚、壁パネルに生じるせん断力が摩擦抵抗力を下回る場合はせん断接合部に生じるせん断力は0と考える。

1次設計の検定：

$$\frac{Q_d - 0.3N_d}{Q_a} \leq 1$$

Q_d ：接合部のせん断応力

N_d ：接合部位置の圧縮軸力

Q_a ：接合部の許容耐力

保有水平耐力計算の検定：

$$\frac{Q_d - 0.3N_d}{Q_u} \leq 1$$

Q_d ：接合部のせん断応力

N_d ：接合部位置の圧縮軸力

Q_u ：接合部の終局耐力

3.7.3.2 CLT パネル接合部の検定

- ・各部位の接合部毎に短期荷重時の検定値が最大になる箇所の結果を示す。
- ・接合金物の耐力算出は 3.9 章に記載する。支圧耐力は下記に示す。
- ・本設計では、WP1(シングル壁)と2WP1(二重壁)があり、断面算定は1枚あたりに対して行う。2WP1 の検討においては、二重壁の応力を2等分する。

接合部位置/抵抗/接合部符号			短期 X 方向			短期 Y 方向			
			存在応力 [kN]	許容耐力 [kN]	検定値	存在応力 [kN]	許容耐力 [kN]	検定値	
壁－基礎	①	引張	TB-13DP20	296.0	477.8	0.62	244.6	477.8	0.51
	②	せん断	SB-5DP20	105.3	196.1	0.69	83.5	196.1	0.43
	③	圧縮	支圧	400.1	1049.1	0.38	524.1	1049.1	0.50
壁－壁、屋根	④	引張	TB-14DP20+ TC-13DP20	165.6	593.0	0.28	228.0	593.0	0.38
	⑤	引張	TB-12DP20+ TC-11DP20	98.65	502.0	0.20	123.2	502.0	0.25
	⑥	引張	TC-8DP20	43.6	80.0	0.55	30.1	80.0	0.38
	⑦	せん断	SF-5DP20	61.0	233.0	0.26	167.8	233.0	0.72
	⑧	せん断	SF-9DP20	61.0	419.0	0.15	167.8	419.0	0.4
	⑨	圧縮	めり込み	68.0	425.9	0.16	175	425.9	0.41
壁－壁鉛直せん断	⑩ ^{1*)}	せん断	SW-10DP20	-	157.6	-	-	157.6	-

注:1*) プログラムの都合により、本年度はせん断金物の検討を省略する。

支圧耐力とめり込み耐力の算出を下記に示す。

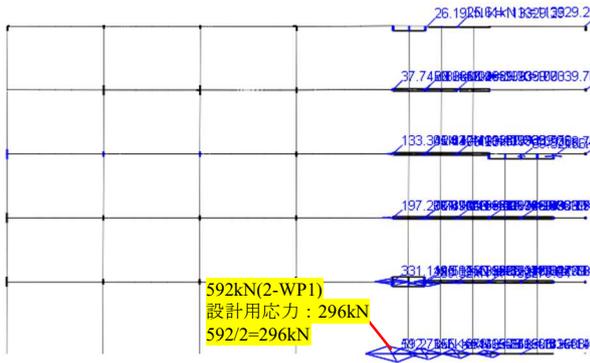
壁－基礎間支圧

t_w [mm]	D_w [mm]	使用材料	符号		d_c [mm]	d [mm]	A_c [mm ²]	F_{cv} [N/mm ²]	k_e [N/mm ²]	R -	k_1 [kN/mm]	P_y [kN]
210	2000				S90-5-7	壁－基礎(支圧)	壁－基 圧 210*2000	195	1805	94762.5	14.78	15.6

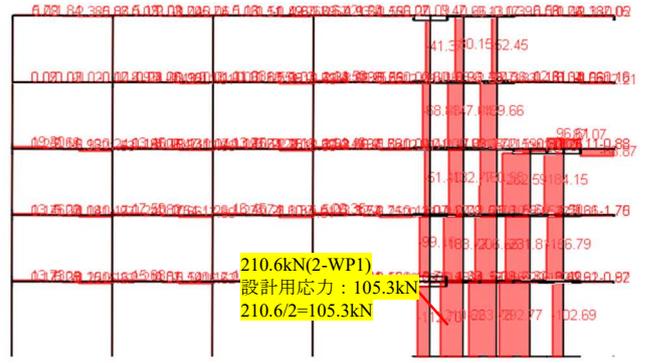
壁－床間めり込み

t_w [mm]	D_w [mm]	使用材料	符号		d_c [mm]	d [mm]	A_c [mm ²]	F_{cv} [N/mm ²]	E_{90} [N/mm ²]	Z_0 [mm]	R -	K_{vrf} [kN/mm]	P_y [kN]	$k_w-r/8$ [kN/mm]
210	2000				S90-5-7	壁－床(めり込み)	壁－床 圧 210*2000	195	1805	94762.5	6.0	200	150	0.75

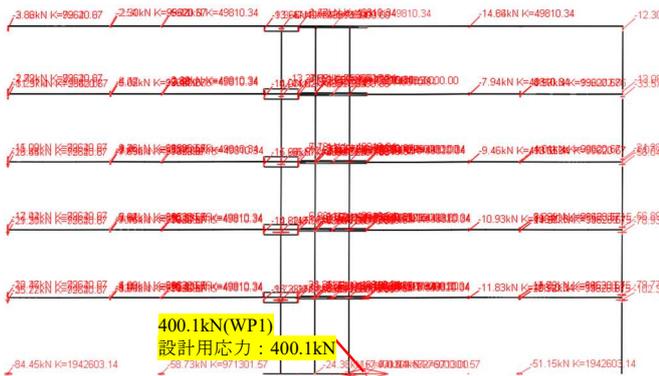
次頁に算定位置を示す。



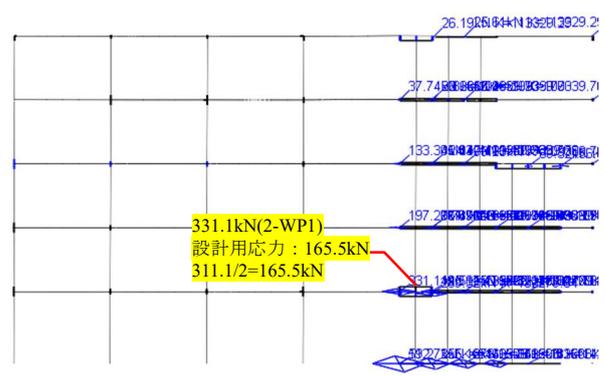
①壁—基礎引張力最大箇所 (Y3/X5~)



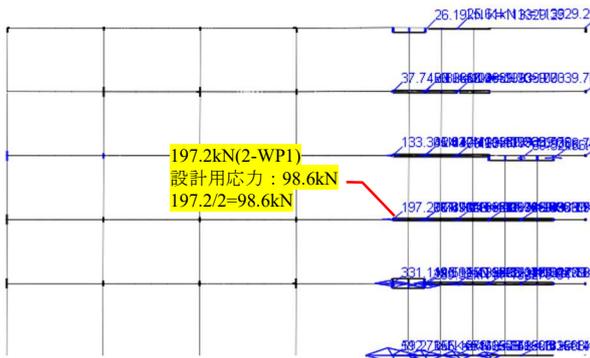
②壁—基礎せん断力最大箇所(Y3/X5+3000)



③壁—基礎支圧力最大箇所(Y4/X4+3000)



④壁—壁引張力最大箇所 (Y3/X5~)



⑤ 壁—壁引張力最大箇所 (Y3/X5~)



⑥壁—壁引張力最大箇所 (Y5/X2~)

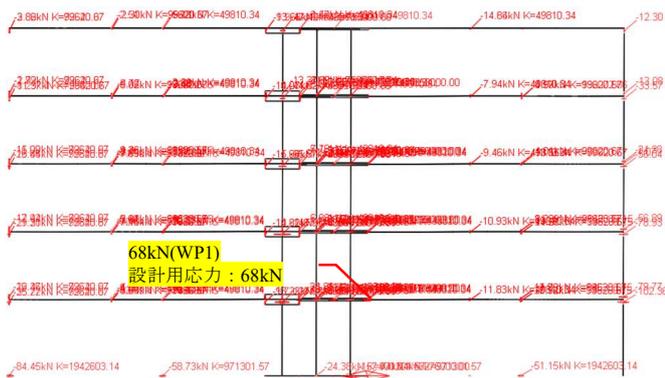
図 3.7.3-1 X方向加力応力最大値



⑦壁一壁せん断力最大箇所 (Y4/X4)

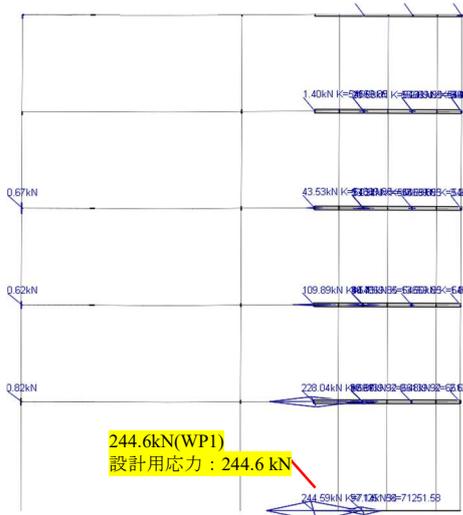


⑧壁一壁せん断力最大箇所 (Y4/X4)

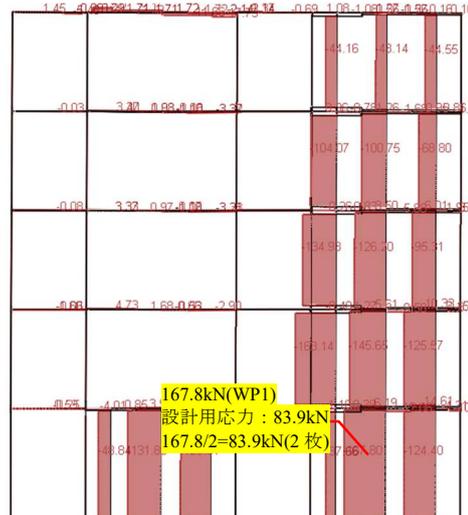


⑨壁一床めり込み最大箇所(Y4/X4)

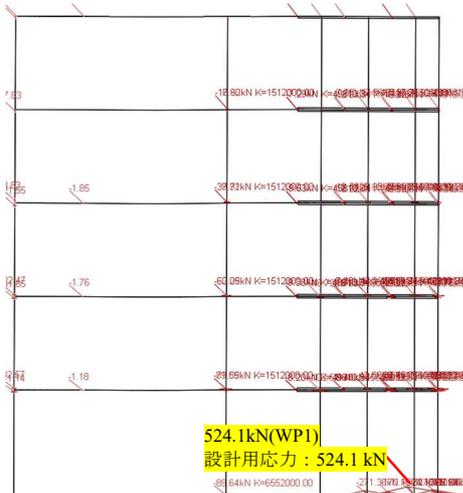
図 3.7.3-2 X方向加力応力最大値



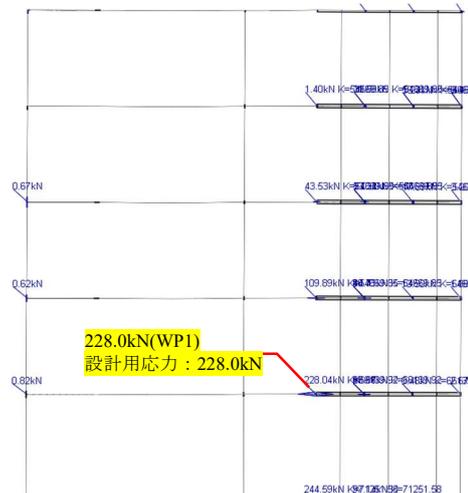
① 壁—基礎引張力最大箇所 (X2+3000/Y4~)



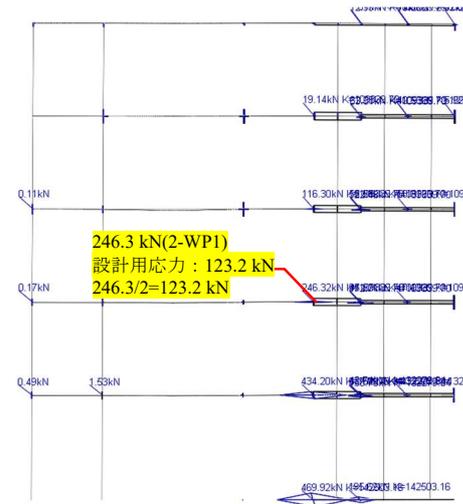
② 壁—基礎せん断力最大箇所(X4/Y4+3000~)



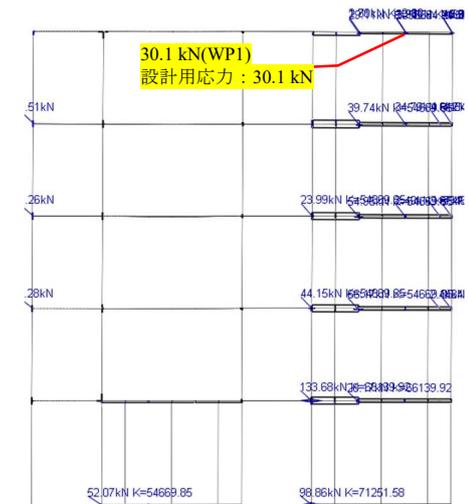
③ 壁—基礎支圧力最大箇所 (X2+3000/Y4~)



④ 壁—壁引張力最大箇所 (X2+3000/Y4~)

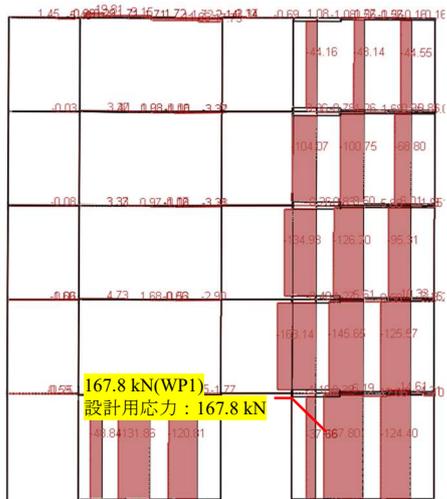


⑤ 壁—壁引張力最大箇所 (X2/Y4~)

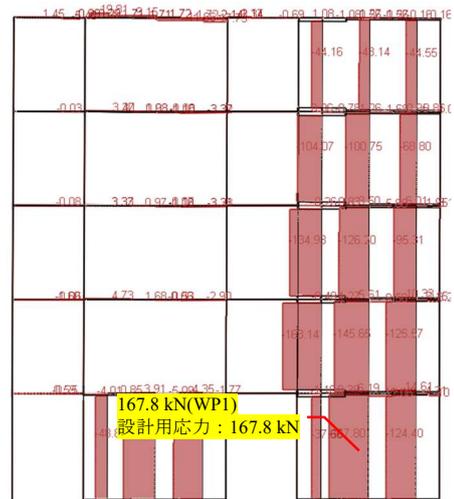


⑥ 壁—壁引張力最大箇所 (X4/Y4+3000~)

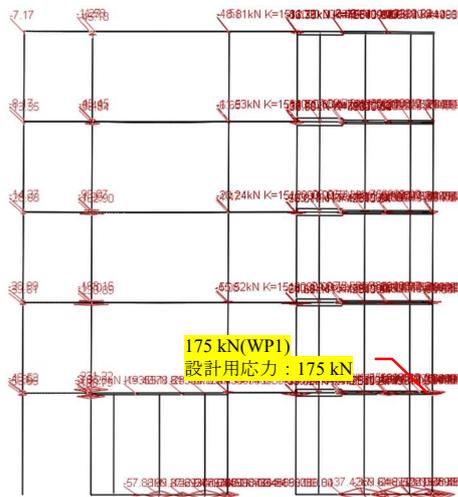
図 3.7.3-3 Y方向加力応力最大値



⑦壁一壁せん断力最大箇所 (X4/Y4+3000)



⑧壁一壁せん断力最大箇所 (X4/Y4+3000)



⑨壁一床めり込み最大箇所 (X4/Y4+3000)

図 3.7.3-4 Y方向加力応力最大値

3.7.4 集成材接合部の検定

大梁の端部は、「木質構造接合部設計事例集（日本建築学会）」に準拠し、鋼板挿入2面せん断型（ドリフトピン）接合とした。以下、接合部の許容耐力の算定結果を示す。

以下、接合金物の許容耐力一覧と検定値を示す。

表 3.7.4-1 梁端部接合金物 短期許容せん断耐力 jQ_a 一覧

梁符号	梁端接合金物	存在応力 [kN]	短期許容せん断耐力 [kN]	検定値	備考
Gy30	BH-2DP20	17.9	47.8	0.37	
Gx60・Gy60	BH-10DP20	41.1	119.63	0.34	
B30m	BH-2P20	12.8	44.34	0.29	
B33s	BH-255	11.5	17.9	0.65	
B45m	BH-3DP20	26.6	66.51	0.40	
B60	BH-5DP20	36.7	119.63	0.31	

存在応力の算出は集成材小梁の設計参照。

3.8 層間変形角計算書

3.8.1 層間変形角

各階各方面の偏心率を示す。

表 3.8.1-1 層間変形角

加力		Ci時変位 [m]				層間変位 [m]					層間変形角 rad
		①	②	③	④	①	②	③	④	max	
X方向	RF	0.0493	0.0491	0.0554	0.0551	0.0098	0.0092	0.0117	0.0120	0.0120	1/333
	5F	0.0395	0.0399	0.0437	0.0431	0.0108	0.0108	0.0128	0.0137	0.0137	1/292
	4F	0.0287	0.0291	0.0309	0.0294	0.0110	0.0109	0.0116	0.0105	0.0116	1/345
	3F	0.0177	0.0182	0.0193	0.0189	0.0099	0.0095	0.0103	0.0101	0.0103	1/388
	2F	0.0078	0.0087	0.0090	0.0088	0.0078	0.0087	0.0090	0.0088	0.0090	1/500
	1F	0	0	0	0	-	-	-	-	-	

加力		Ci時変位 [m]				層間変位 [m]					層間変形角 rad
		①	②	③	④	①	②	③	④	max	
Y方向	RF	0.0704	0.0672	0.0712	0.0670	0.0164	0.0153	0.0169	0.0153	0.0169	1/237
	5F	0.0540	0.0519	0.0543	0.0517	0.0172	0.0162	0.0174	0.0162	0.0174	1/230
	4F	0.0368	0.0357	0.0369	0.0355	0.0164	0.0157	0.0166	0.0157	0.0166	1/241
	3F	0.0204	0.0200	0.0203	0.0198	0.0137	0.0136	0.0137	0.0133	0.0137	1/292
	2F	0.0067	0.0064	0.0066	0.0065	0.0067	0.0064	0.0066	0.0065	0.0067	1/672
	1F	0	0	0	0	-	-	-	-	-	

3.8.2 偏心率

表 3.8.2-1 偏心率 (X方向)

層	剛心位置 Kx [m]	重心位置 Gx [m]	偏心距離 ex [m]	彈力半徑 rey [m]	偏心率 Rey	割增係數
1F	20.97	17.73	3.24	23.38	0.14	1.0
2F	19.32	17.65	1.67	22.43	0.07	1.0
3F	20.18	17.84	2.33	21.64	0.11	1.0
4F	18.71	18.43	0.28	22.83	0.01	1.0
5F	19.18	17.54	1.64	19.95	0.08	1.0

表 3.8.2-2 偏心率 (Y方向)

層	剛心位置 Ky [m]	重心位置 Gy [m]	偏心距離 ey [m]	彈力半徑 rex [m]	偏心率 Rex	割增係數
1F	10.8	9.85	0.95	24.45	0.04	1.0
2F	11.67	9.92	1.75	22.96	0.08	1.0
3F	10.12	9.91	0.21	27.93	0.01	1.0
4F	10.51	10.19	0.31	18.34	0.02	1.0
5F	10.21	9.38	0.83	37.19	0.02	1.0

3.8.3 重心と剛心図

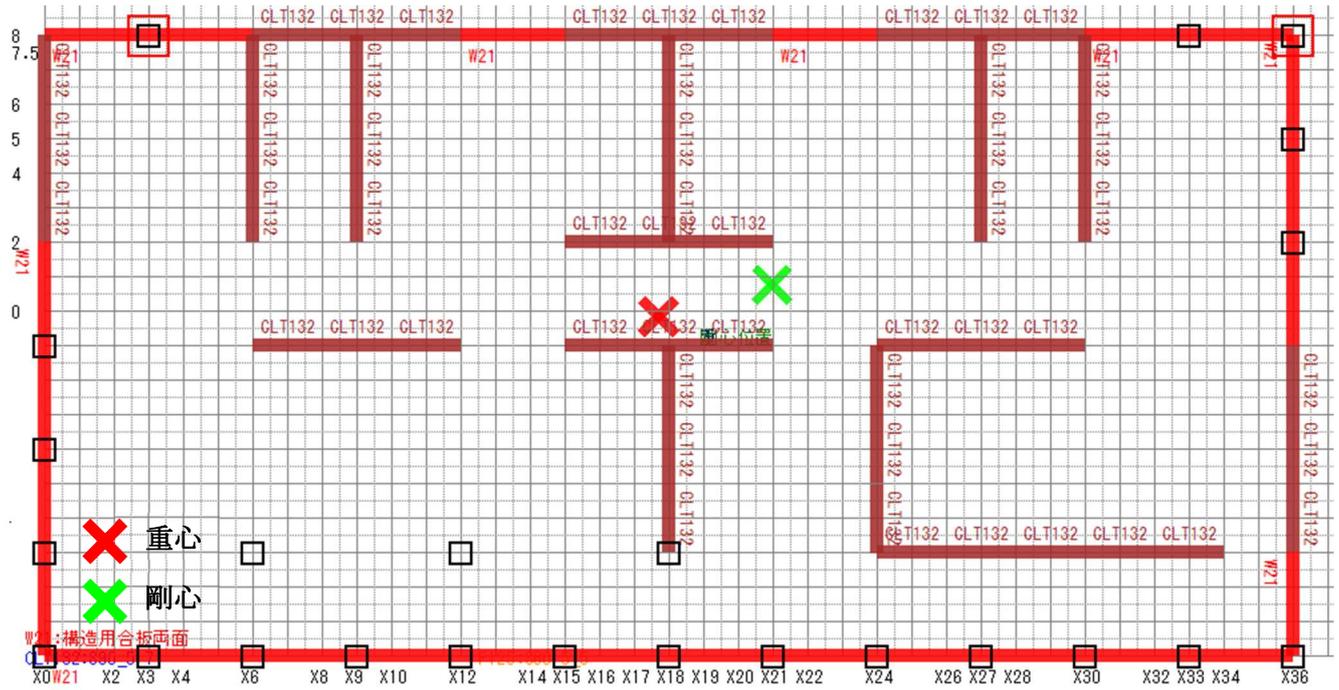


图 3.8.3-1 1階重心・剛心図

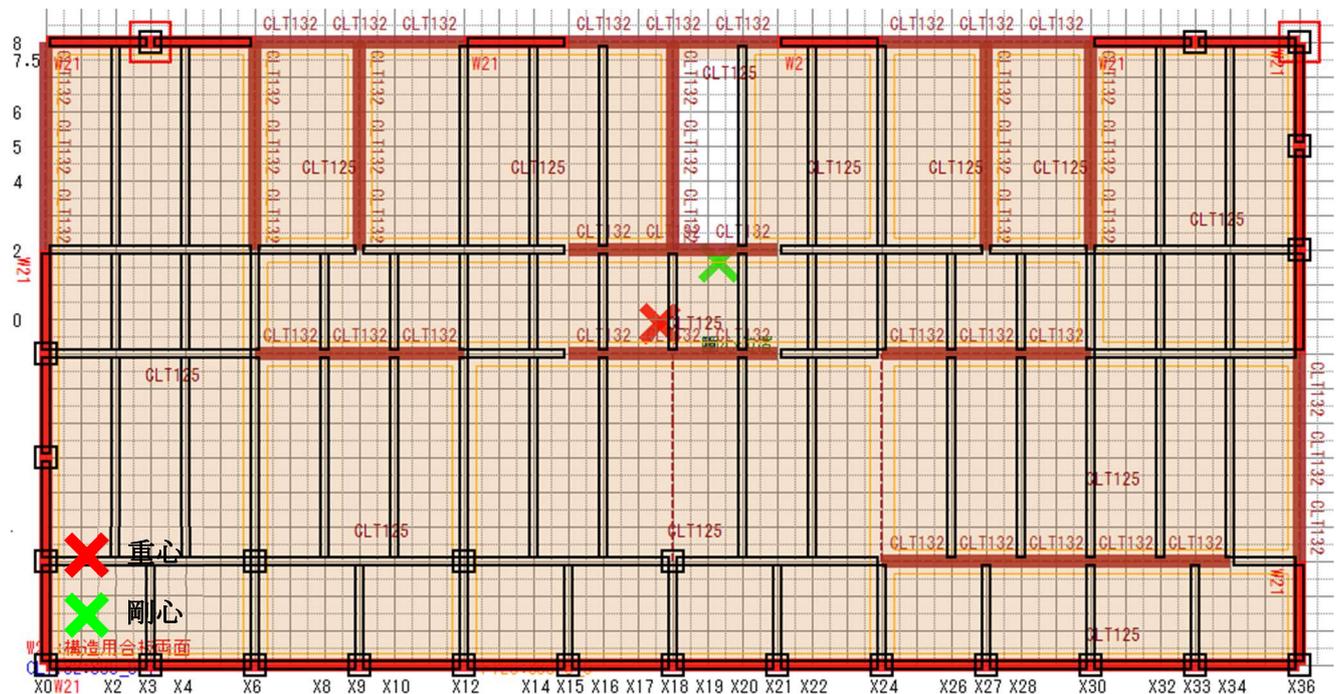


图 3.8.3-2 2階重心・剛心図

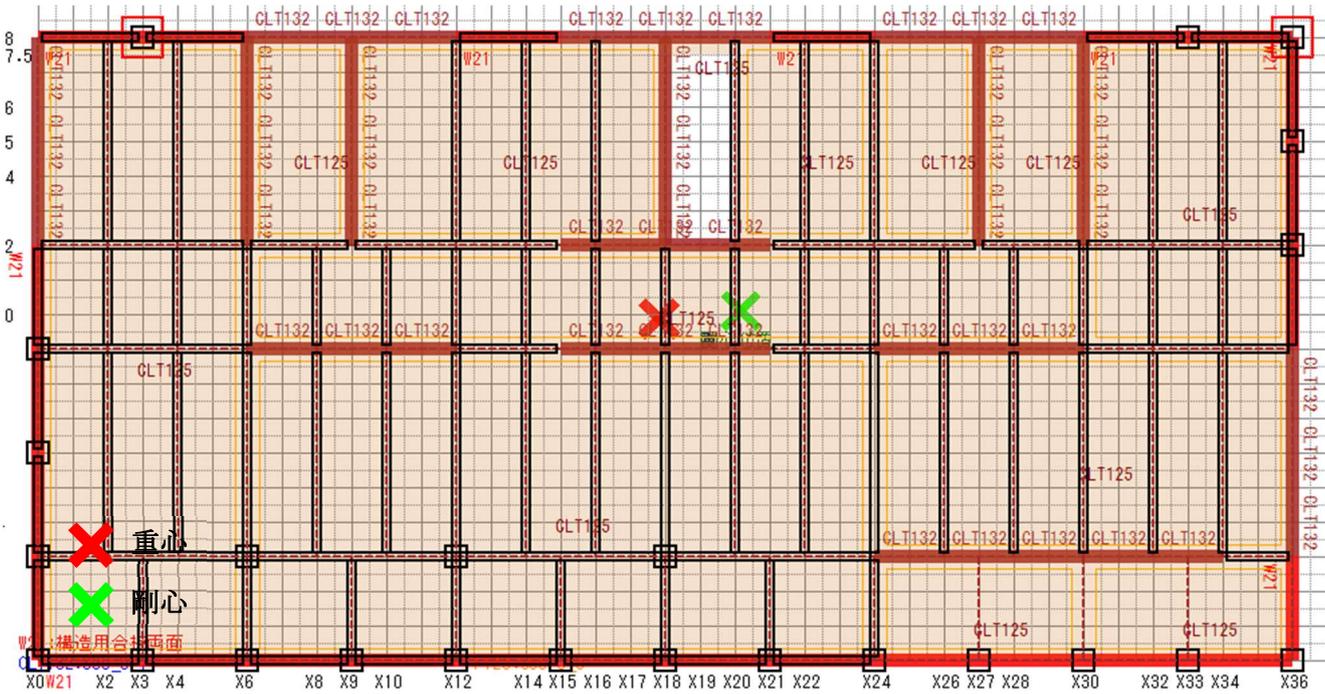


图 3.8.3-3 3 階重心·剛心图

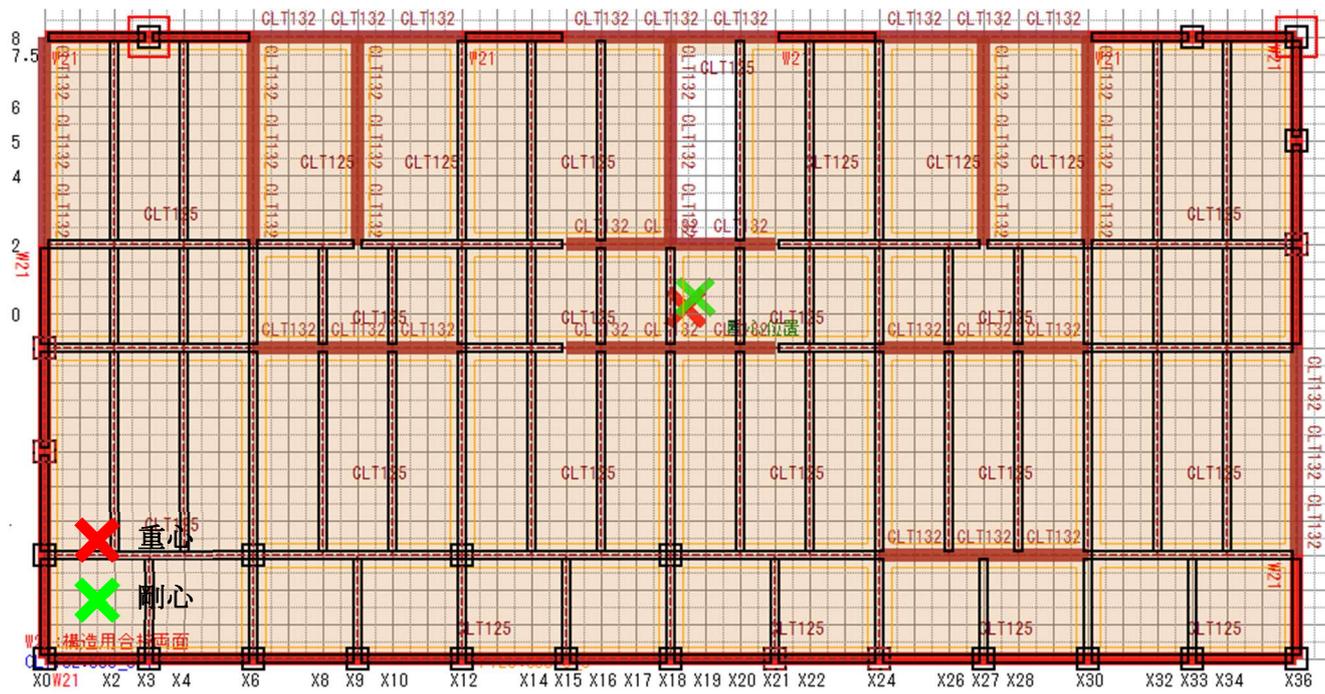


图 3.8.3-4 4 階重心·剛心图

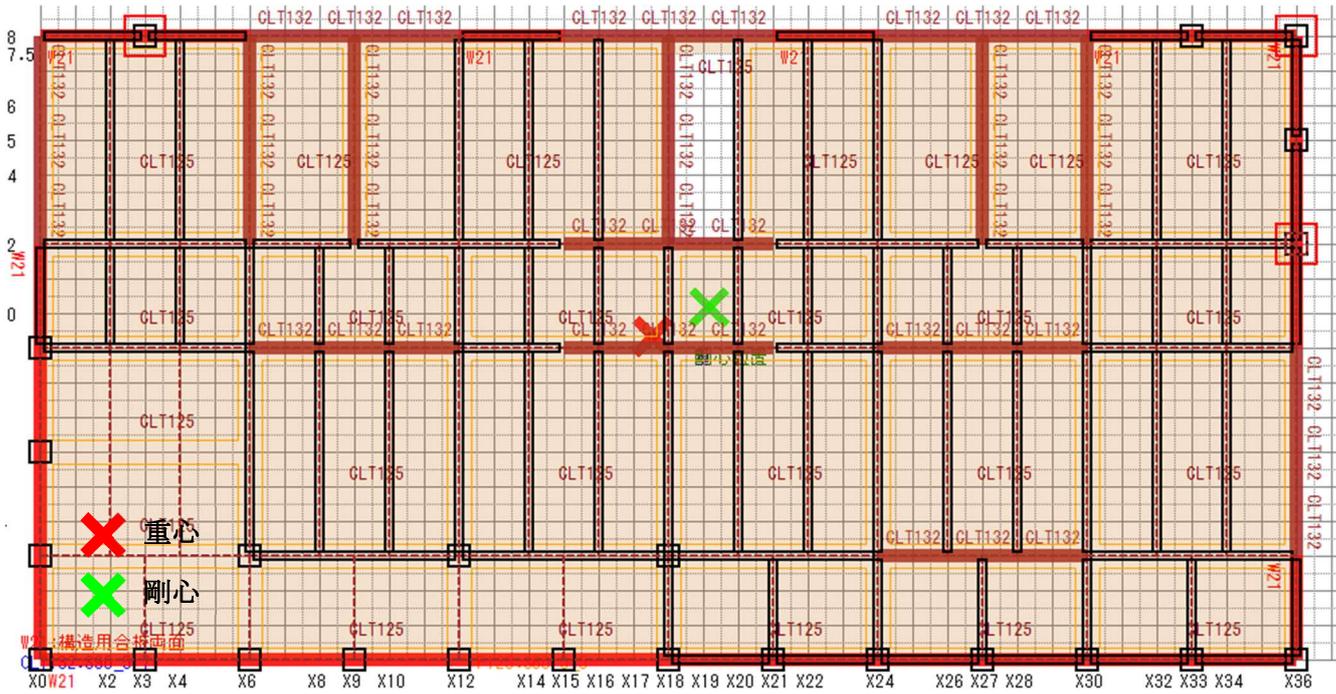


图 3.8.3-5 5 階重心・剛心図

3.8.4 剛性率

各階各方向の剛性率を以下に示す。

表 3.8.4-1 剛性率

加力	階	階高 (mm)	層間変位 (mm)	層間変形角	r s	rs平均	Rs	Fs
X方向	5FL	4000	12.00	1/333	333	372	0.90	1.00
	4FL	4000	13.70	1/292	292		0.79	1.00
	3FL	4000	11.60	1/345	345		0.93	1.00
	2FL	4000	10.30	1/388	388		1.04	1.00
	1FL	4500	9.00	1/500	500		1.35	1.00
加力	階	階高 (mm)	層間変位 (mm)	層間変形角	r s	rs平均	Rs	Fs
Y方向	5FL	4000	16.90	1/237	237	334	0.64	1.00
	4FL	4000	17.40	1/230	230		0.62	1.00
	3FL	4000	16.60	1/241	241		0.65	1.00
	2FL	4000	13.70	1/292	292		0.79	1.00
	1FL	4500	6.70	1/672	672		1.81	1.00

3.9 保有水平耐力計算書

令第82条、令第82条の3に従って、保有水平耐力が必要保有水平耐力を上回っていることを確認する。

3.9.1 計算方針

- ・ 保有水平耐力 Q_u は表 3.9.1-1に示す決定要因に基づき決定した。
- ・ 構造特性係数 D_s は、表 3.9.1-2に示すように平 28 国交告第 611 号第八第二号の規定に準拠し、X 方向、Y 方向共に 0.4 とした。

表 3.9.1-1 保有水平耐力 (Q_u) の決定要因

検討部位	保有水平耐力の規定値	
層間変形角	1/50rad に達する時点	
CLT 壁パネル	壁基準強度に達する時点	
接合部	引きボルト	終局変形
	せん断	終局耐力

表 3.9.1-2 D_s の設定

法令項目	対策	チェック
イ：架構形式	小幅パネル架構 (X,Y)	○
ロ：耐力壁長さ	90cm~200cm	○
ハ：開口部幅	90cm~360cm	○
ニ：引張接合部の変形能力	壁—基礎間については終局変形量が 4cm 以上かつ伸び率 10%以上の金物を使用。	○
ホ：垂れ壁パネル脱落防止措置	TCSP 金物より、規定される脱落防止措置を施している。	○
ヘ：床パネル脱落防止	本設計では、全ての床は壁もしくは小梁で受ける設計としているため不要。	○
ト：耐力壁・基礎引張接合部の先行降伏	壁—基礎間の引きボルトが降伏した際に、その他の接合部、CLT パネルが降伏していないことを確認している。	○

3.9.2 増分解析結果

3.9.2.1 層せん断力—層間変形角関係

層せん断力(Q)と層間変形角(γ)の関係を以下に示す。

表 3.9.2-1 Quの決定要因

	Quの決定要因
X方向	CLT壁曲げ圧縮降伏
Y方向	CLT壁曲げ圧縮降伏

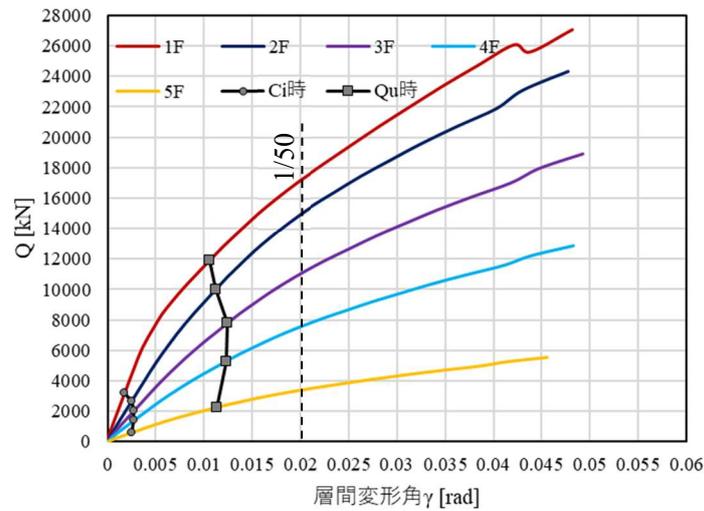


図 3.9.2-1 層せん断力—層間変形角 (X方向)

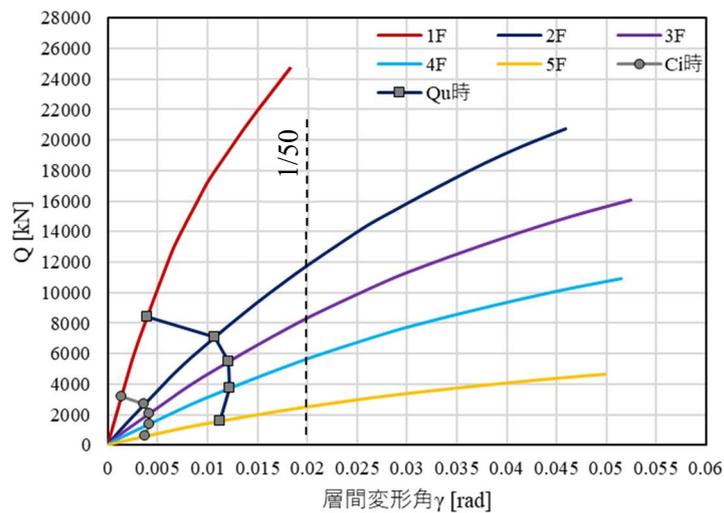


図 3.9.2-2 層せん断力—層間変形角 (Y方向)

3.9.2.2 保有水平耐力時の応力図 (X方向)

①. Y1 通り

M 図【kNm】

0.04	0.06	0.07	0.08	0.07	0.06	0.06	0.02	0.01	0.02	0.04	0.03	0.02
0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.30	0.09	0.01	0.06	0.08	0.07	0.02
0.05	0.08	0.08	0.11	0.09	0.17	0.00	0.07	0.01	0.07	0.09	0.08	0.02
0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.57	0.21	0.15	0.10	0.06	0.26	0.34	0.13
0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.63	0.24	0.17	0.09	0.08	0.31	0.40	0.17
0.05	0.07	0.06	0.08	0.12	0.00	0.04	0.04	0.22	0.01	0.01	0.01	0.01
0.05	0.07	0.06	0.07	0.06	0.07	0.06	0.03	0.06	0.14	0.10		0.02
0.04	0.05	0.03	0.04	0.03	0.05	0.03	0.15	0.00	0.01	0.01		0.00
0.04	0.06	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04	0.15	0.00	0.00	0.00		0.00
0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02		0.01

Q 図【kN】

0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.10	0.03		0.02	0.03	0.03	0.01		
0.11	0.05	0.12	0.10	0.09	0.11	0.05	0.65	0.18	0.34	0.36	0.30	0.15	0.20	0.20	0.35
0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.20	0.06	0.06	0.03	0.03	0.09	0.11	0.04			
0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.17	0.08	0.03	0.03	0.02	0.08	0.10	0.04			
0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.05	0.02	0.04	0.03					
0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03				

N 図【kN】

5.62	5.93	11.36	5.57	4.62	5.84	7.94	5.68	0.53	5.46	5.67	5.89	4.30
8.38	8.70	13.10	8.36	5.27	8.96	14.12	15.93	9.71	15.71	15.53	16.42	11.00
18.89	22.81	27.08	22.02	16.46	23.92	28.88	25.88	18.72	25.88	25.27	26.75	17.84
27.69	35.70	37.90	32.27	25.50	34.98	40.68	34.31	20.95	28.48	26.98	29.35	20.39
38.21	49.70	49.09	42.31	34.12	48.15	57.93	46.75	31.30	47.14	41.27	48.15	31.69

変形図【mm】

0.148	0.204	0.276	0.148	0.096	0.148	0.204	0.276	0.148	0.204	0.276	0.148	0.096	0.148	0.204	0.276	0.148
0.105	0.148	0.191	0.105	0.070	0.105	0.148	0.191	0.105	0.148	0.191	0.105	0.070	0.105	0.148	0.191	0.105
0.062	0.086	0.110	0.062	0.043	0.062	0.086	0.110	0.062	0.086	0.110	0.062	0.043	0.062	0.086	0.110	0.062
0.030	0.040	0.050	0.030	0.020	0.030	0.040	0.050	0.030	0.040	0.050	0.030	0.020	0.030	0.040	0.050	0.030

②. Y2 通り

M 図【kNm】

				161.4866	1808.60
				168.4557	1808.42
				313.4834	1112.43
				310.4993	11586.36
				226.4315	1449.529
				205.4041	12036.783
				412.4889	1863.1819
				381.42478	18959.4218
				1017.0840	17817.091
				821.3100	18674.814

Q 図【kN】

					91.24214
					162.4863
					111.9524
					218.485
					46.6529

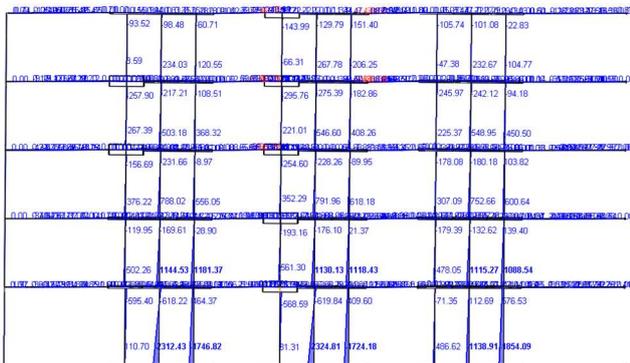
N 図【kN】

15.22	27.48	42.91	44.20	80.422.15	190.76
17.33	45.31	82.80	97.86	-481.4064	1792.93
50.94	118.53	137.13	161.96	-936.4081	159.1867
75.35	184.06	191.42	229.51	-1432.888	535.6783
102.19	245.89	256.84	223.29	-262.8793	120.03275

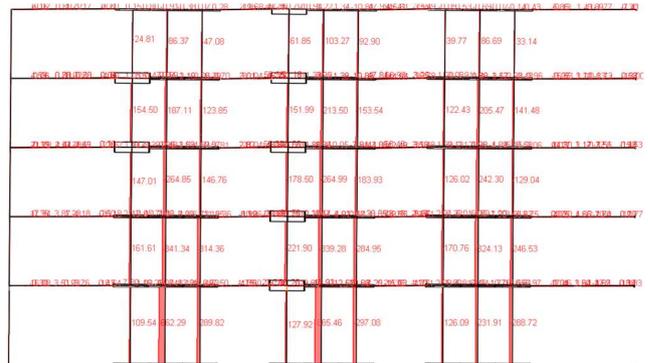
変形図【mm】

③. Y3 通り

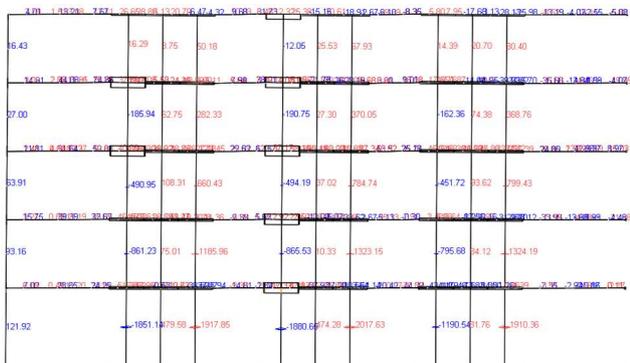
M 図【kNm】



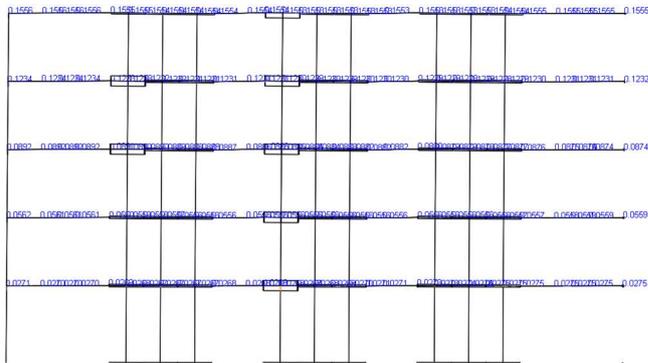
Q 図【kN】



N 図【kN】



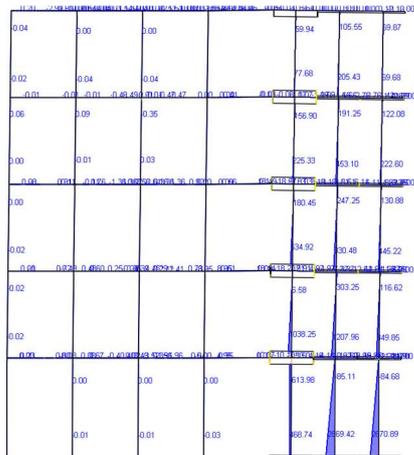
変形図【mm】



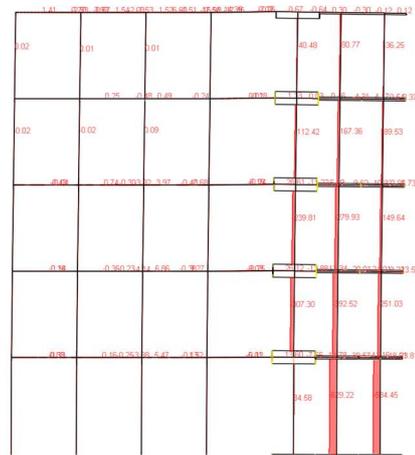
3.9.2.3 保有水平耐力時の応力図 (Y 方向)

①. X1 通り

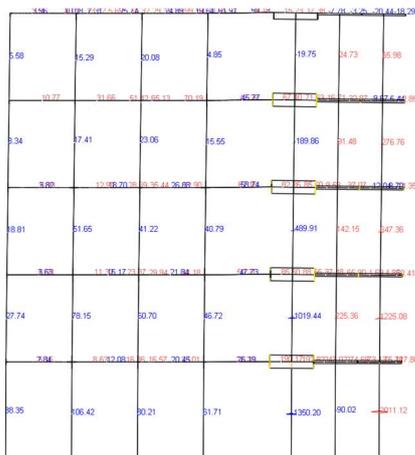
M 図【kNm】



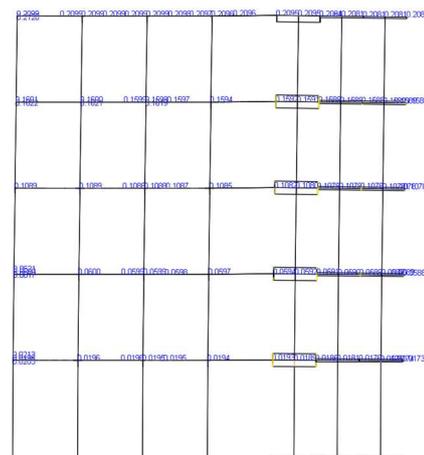
Q 図【kN】



N 図【kN】

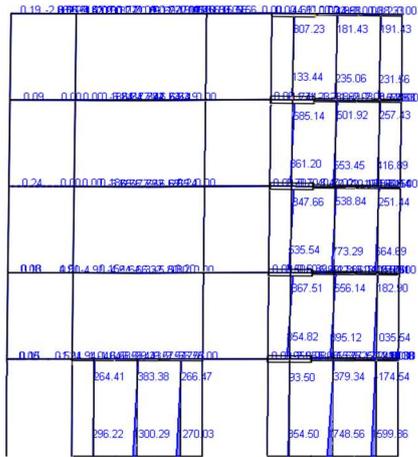


変形図【mm】

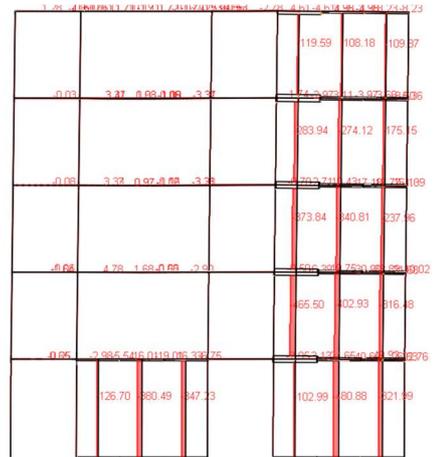


②. X4 通り

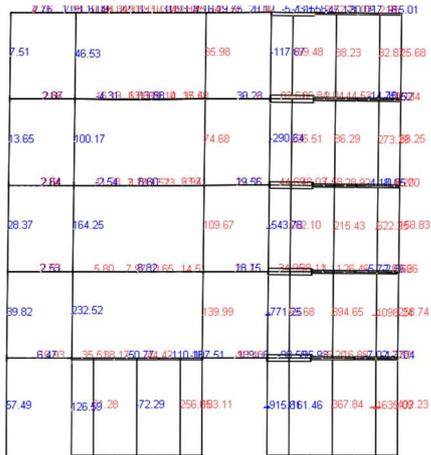
M 図【kNm】



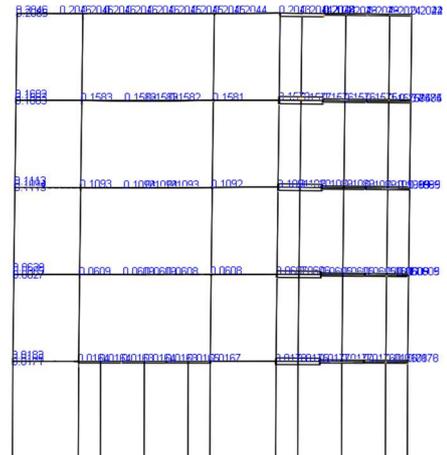
Q 図【kN】



N 図【kN】



変形図【mm】



3.9.2.4 保有水平耐力時の検討

(1) 先行降伏の確認

平 28 国公告第 611 号第八に照らし合わせ、壁—基礎間の引張金物が降伏した際に、その他の接合部、CLT パネルが降伏していないことを確認する。

① 壁—基礎引張降伏時の CLT パネルの確認

壁-基礎引張金物が降伏する時点で CLT 母材の最大存在応力が部材短期許容耐力以内であることを確認する。

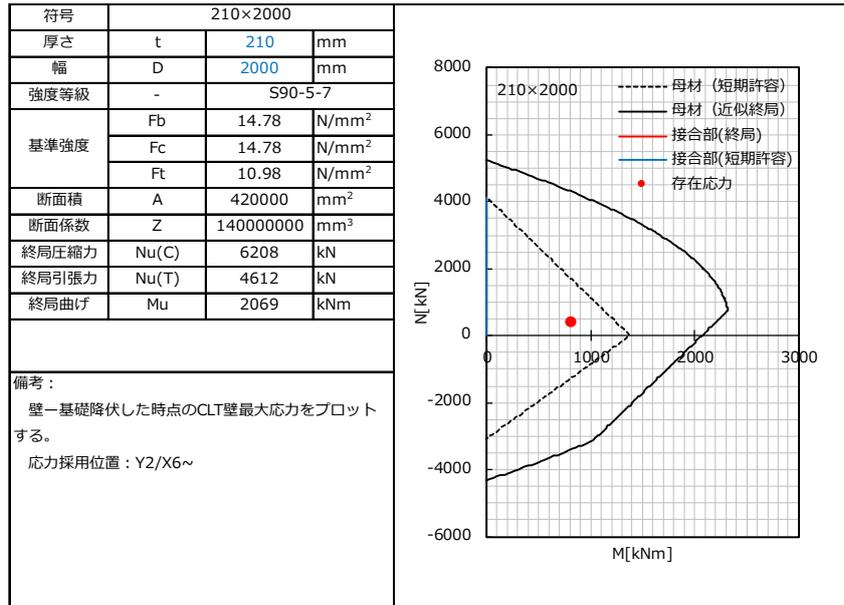


図 3.9.2-3 壁—基礎引張金物の先行降伏確認 (X 方向)

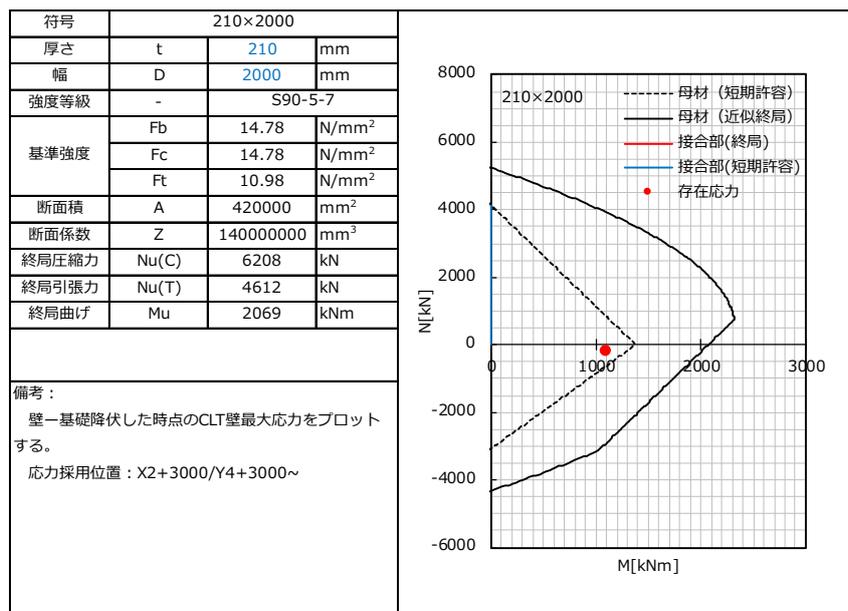


図 3.9.2-4 壁—基礎引張金物の先行降伏確認 (Y 方向)

② 壁—基礎引張降伏時の他の接合部の確認

壁-基礎引張金物が降伏する時点の接合部ヒンジ図を以下に示す。CSW では、バネが許容応力度 P_a を超えると黄色に、終局耐力 P_u を超えると橙色に変化する。図 3.9.2-5参照。

したがって、図 3.9.2-3示すように、壁-基礎引張金物の降伏が生じた時点で他の接合部が降伏していないことが確認できる。

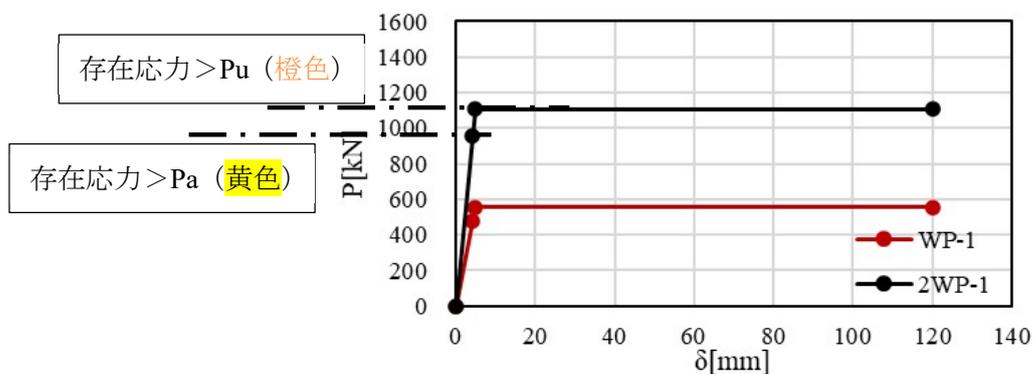


図 3.9.2-5 モデルの降伏判定

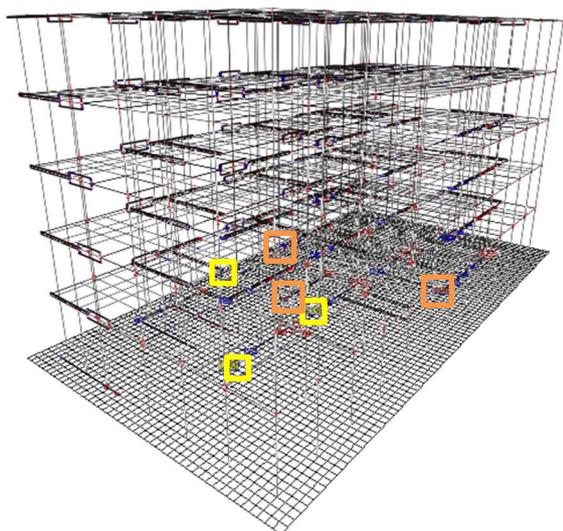


図 3.9.2-6 引張金物降伏(X方向)

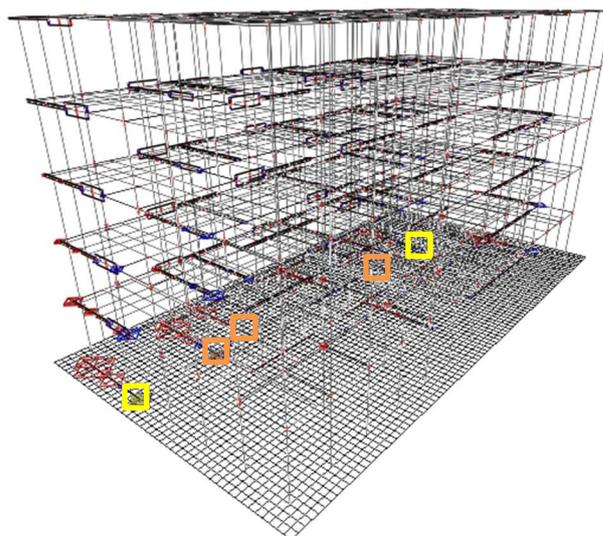


図 3.9.2-7 引張金物降伏(Y方向)

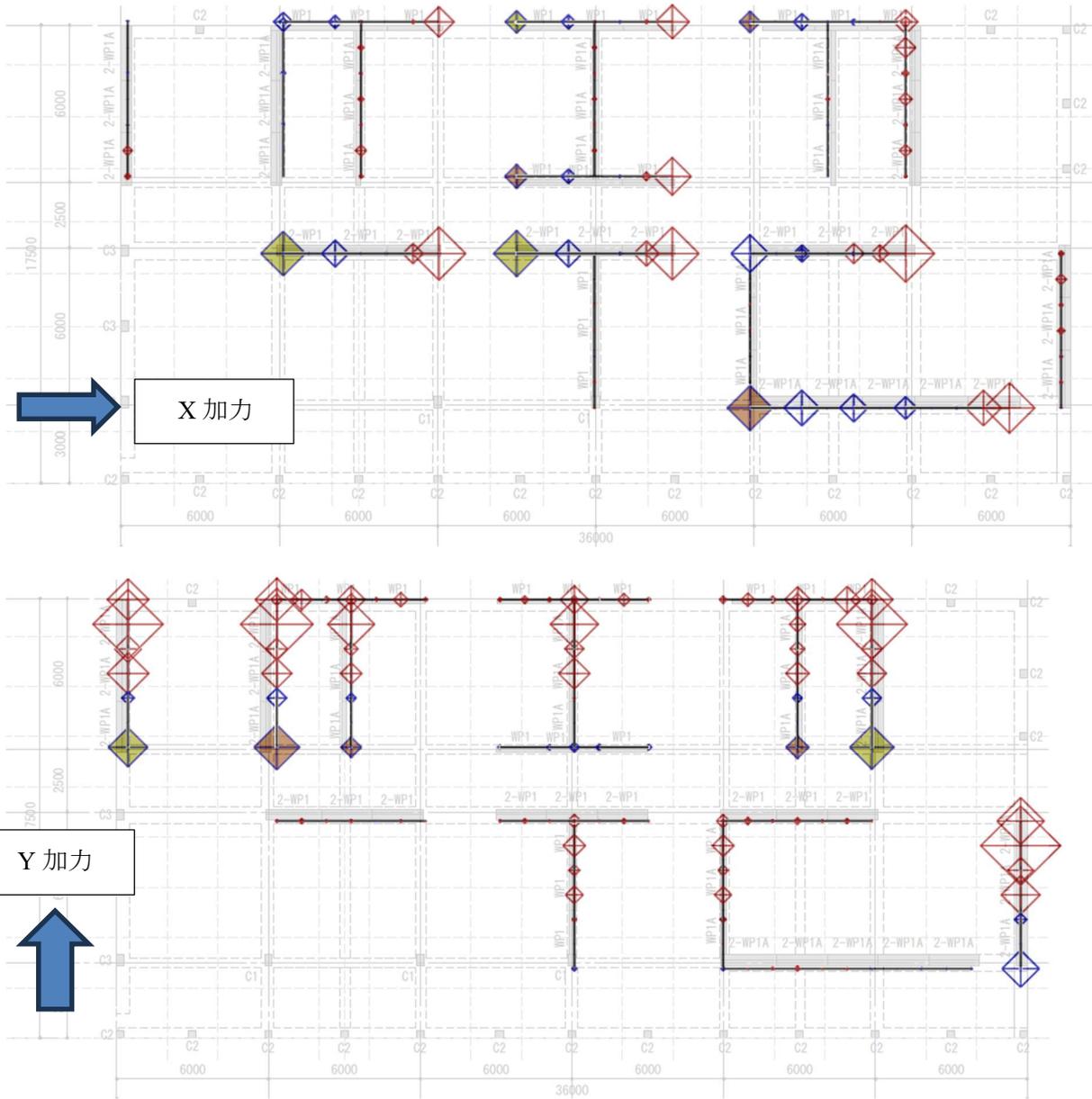


図 3.9.2-8 1FL 引張金物降伏ヒンジ図

(2) 壁パネルの検討

保有水平耐力時の CLT 壁パネルの検討結果を以下に示す。下式で算出した MN 関係により確認する。

$$M = \min(M_{a1}, M_{a2}) \quad (2.2.1)$$

ここで、

$$M_{a1} = \frac{D - 0.85x_n}{2} \cdot C + \frac{D + 2x_n}{6} \cdot T \quad (2.2.2)$$

$$M_{a2} = \left(\frac{N}{D \cdot t \cdot F_c} + 1 \right) \cdot Z \cdot F_b \quad (2.2.3)$$

$$x_n = \frac{N + F_b \cdot t \cdot D / 2}{(0.85^2 \cdot F_c + 1/2 \cdot F_b) \cdot t} \quad (2.2.4)$$

$$T = F_b \cdot t \cdot (D - x_n) / 2 \quad (2.2.5)$$

$$C = 0.85^2 F_c \cdot t \cdot x_n \quad (2.2.6)$$

N : 壁パネルの軸力

F_c : 面内圧縮の基準強度

F_b : 面内曲げの基準強度

Z : 壁パネルの断面係数(全断面有効として)

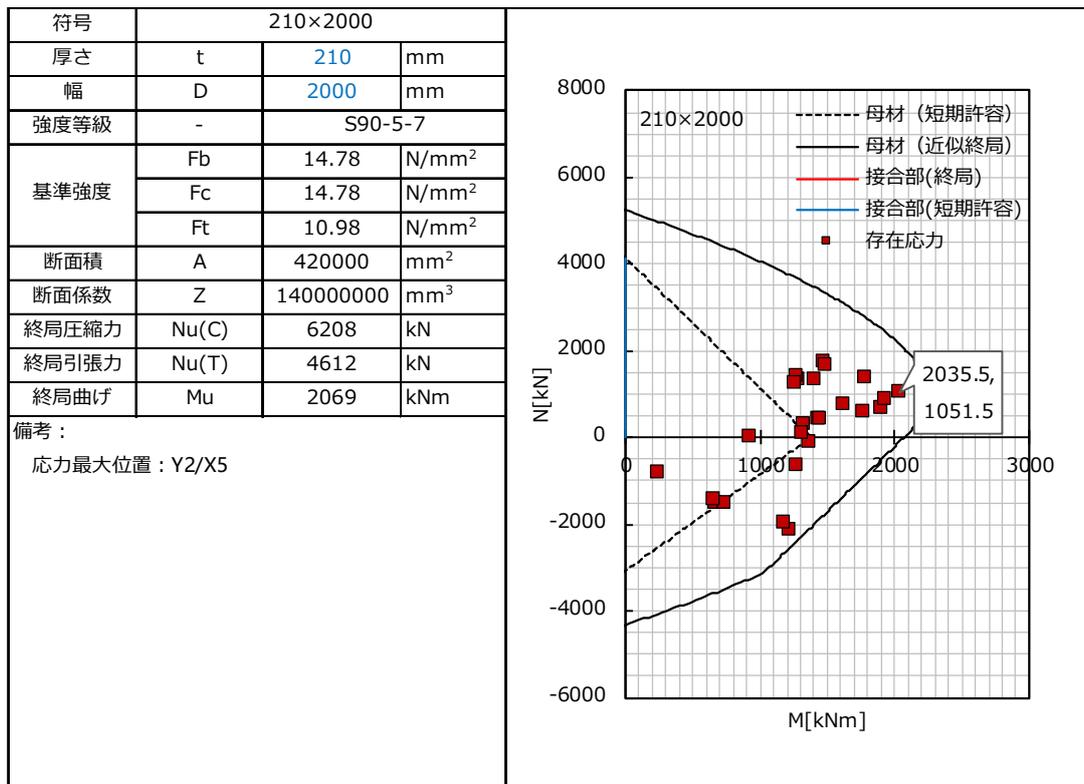
t : 壁パネルの厚さ

D : 壁パネルの幅

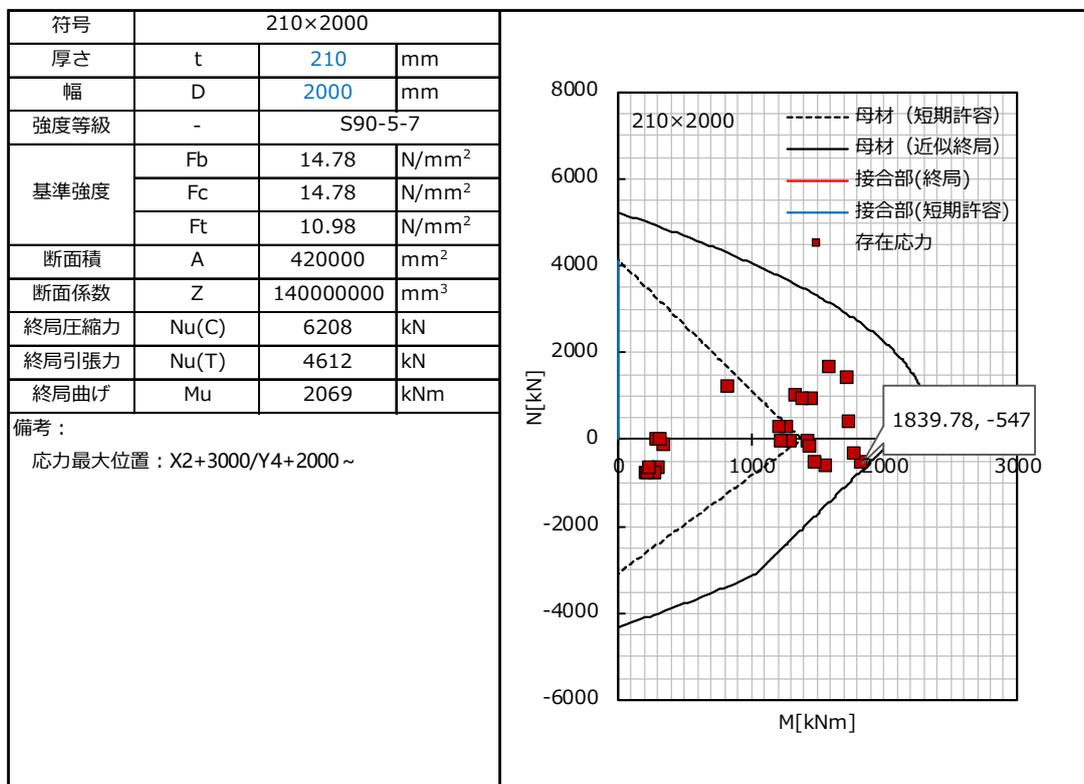
検討結果を次の頁に示す。

本建物で使用する壁パネルの MN 関係を以下に示す。

壁符号：WP-1 X 加力



壁符号：WP-1 Y 加力



以上より、保有時に各壁の存在応力が MN 曲線以内にあることを確認した。

次の頁に最大応力位置を示す。

○X 方向パネル検討最大箇所 (Y2 通り)

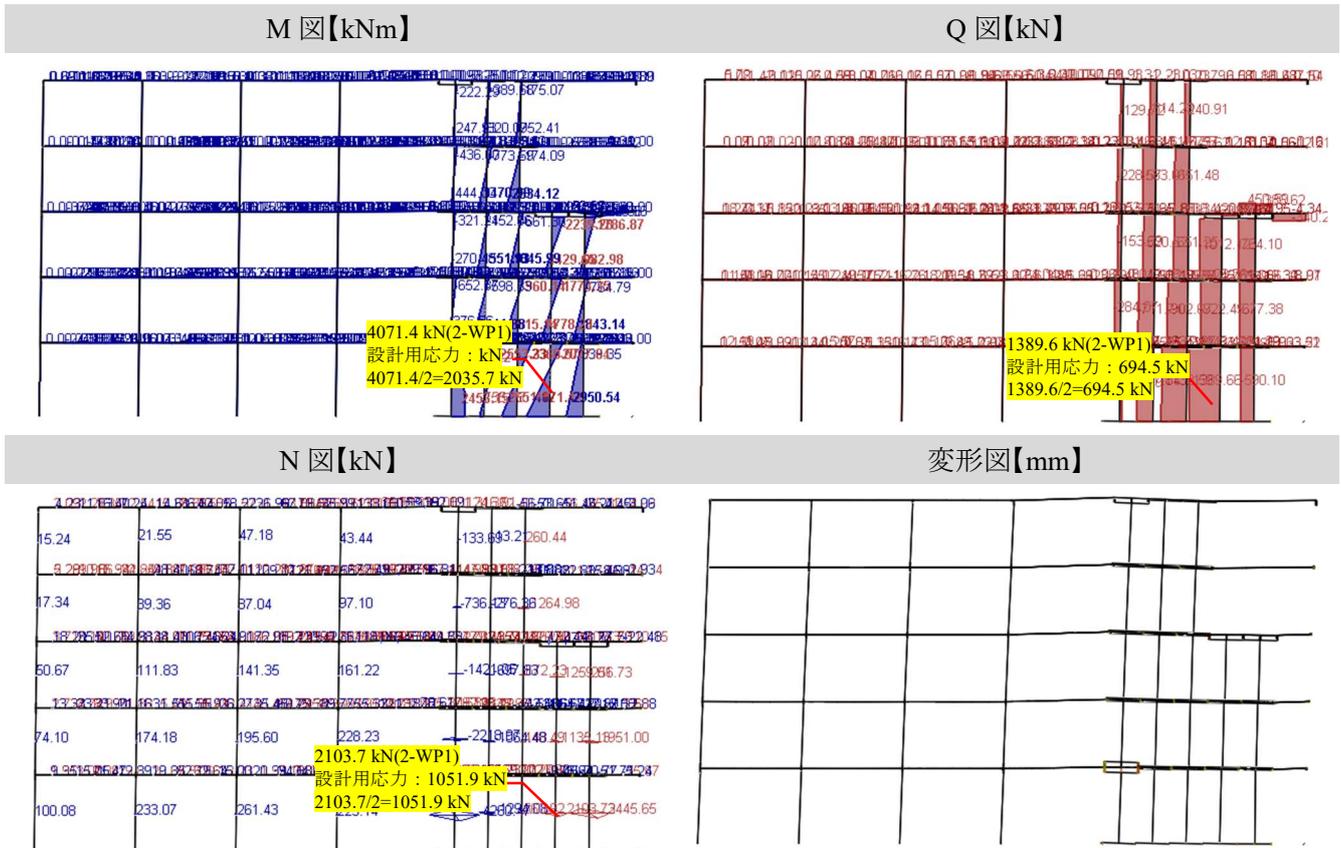


図 3.9.2-9 X 通りの応力図

○Y 方向パネル検討最大箇所 (X2 通り)

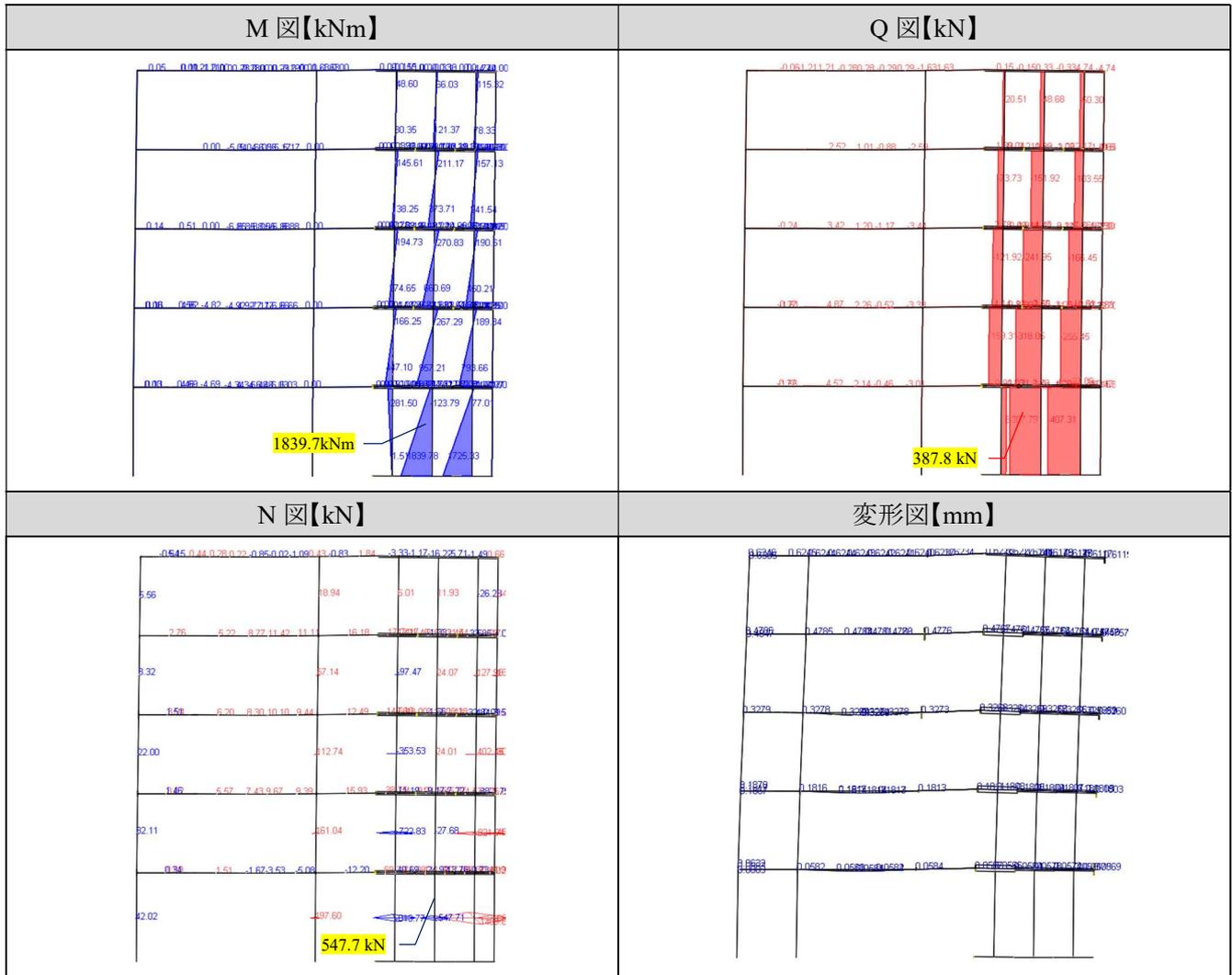


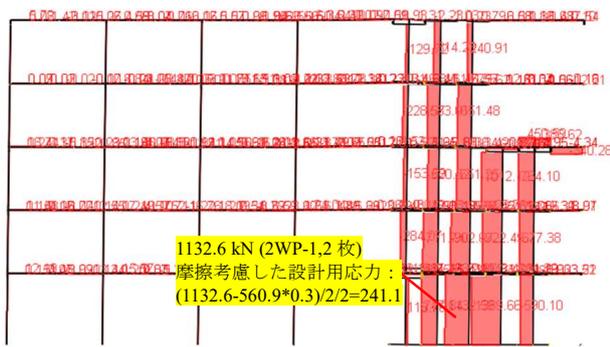
図 3.9.2-10 Y 通りの応力図

(3) 接合部の検討

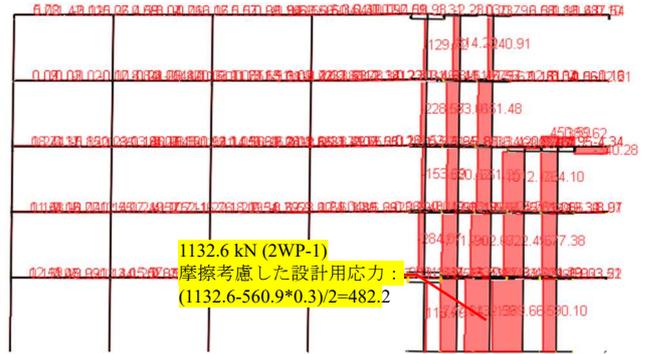
各部位の接合部毎に短期荷重時※の検定値が最大になる箇所の結果を示す。

終局耐力検討				短期 X 方向			短期 Y 方向		
				存在応力 [kN]	許容耐力 [kN]	検定値	存在応力 [kN]	許容耐力 [kN]	検定値
壁—壁、屋根	①	せん断	SF-5DP20	241.1	349.0	0.69	153.9	349.0	0.44
	②	せん断	SF-9DP20	482.2	628.0	0.77	307.8	628.0	0.49
壁—基礎	③	せん断	SB-5DP20	241.1	304.0	0.79	153.9	304.0	0.50
壁—壁鉛直せん断	④ ^{1*)}	せん断	SW-10DP20	-	221.0	-	-	221.0	-
終局変形検討				終局時 X 方向			終局時 Y 方向		
				δu [mm]	lim δ [mm]	検定値	δu [mm]	lim δ [mm]	検定値
壁—基礎	⑤	引張	TB-13DP20	29.2	120	0.24	16.6	120	0.13
壁—壁	⑥	引張	TC-13DP20	13.0	40	0.33	8.9	40	0.22
壁—壁	⑦	引張	TC-11DP20	7.8	40	0.20	6.3	40	0.16
壁—壁	⑧	引張	TC-8DP20	4.7	40	0.12	8.9	40	0.22

注:1*) プログラムの都合により、本年度はせん断金物の検討を省略する。



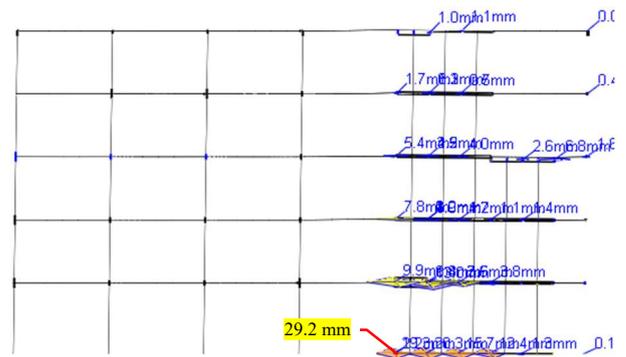
①壁一床せん断金物最大箇所(Y3/X5+4000~)



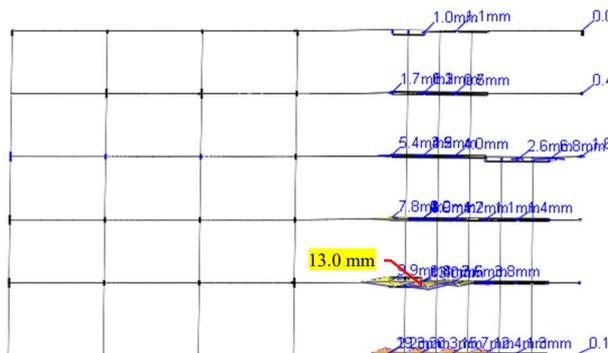
②壁一床せん断金物最大箇所(Y3/X5+4000~)



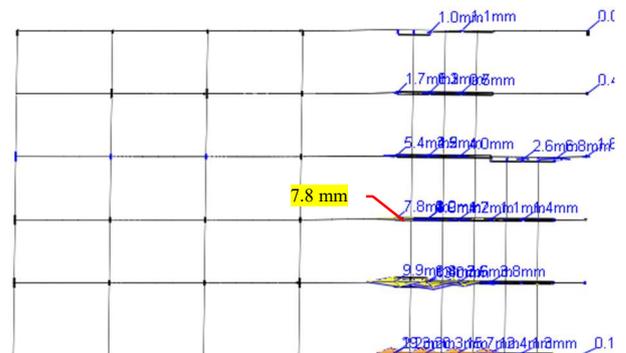
③壁一基礎せん断金物最大箇所(Y3/X5+4000~)



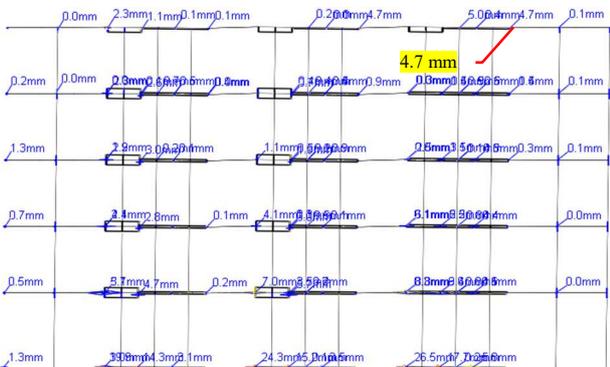
⑤壁一基礎引張金物最大箇所(Y3/X5)



⑥壁一壁引張金物最大箇所(Y3/X5)

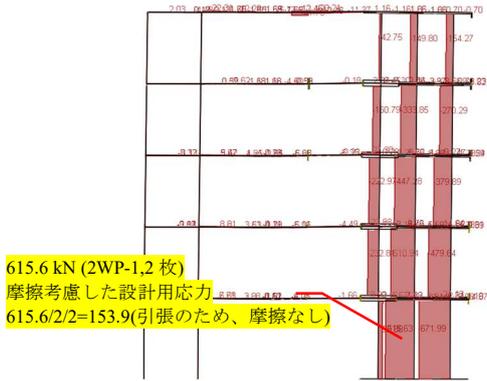


⑦壁一壁引張力最大箇所(Y3/X5)

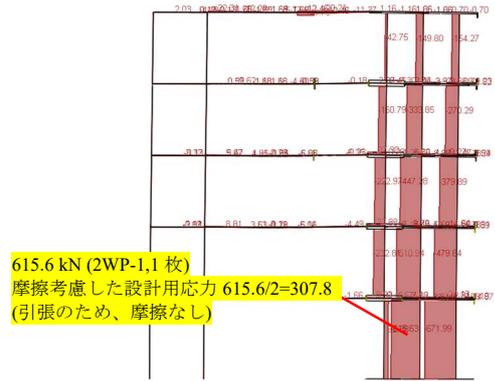


⑧壁一床引張金物最大箇所(Y5/X5)

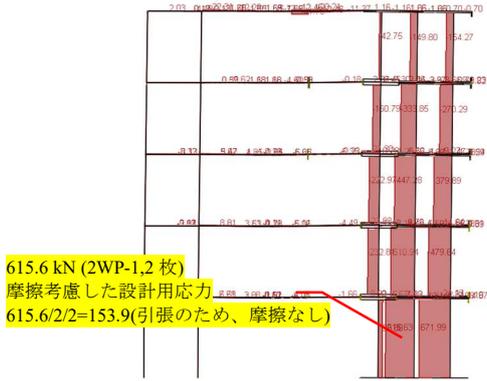
図 3.9.2-11 X方向加力応力最大値



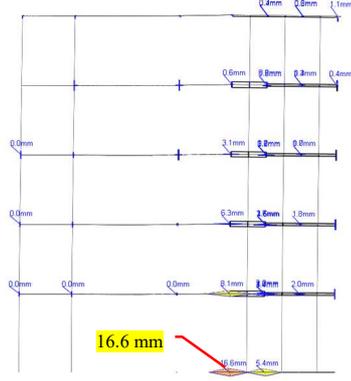
①壁一床せん断金物最大箇所 (X2/Y4+3000)



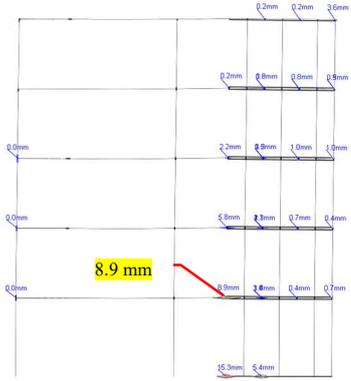
②壁一床せん断金物最大箇所 (X2/Y4+3000)



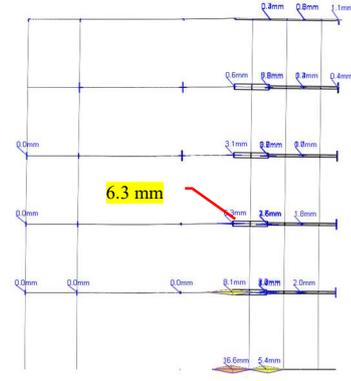
③壁一基礎せん断金物最大箇所 (X2/Y4+3000)



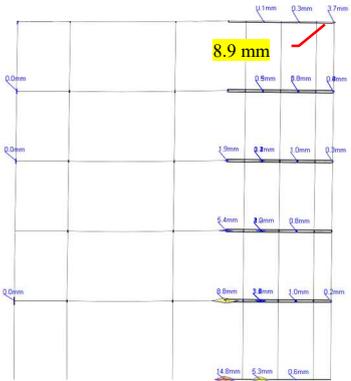
⑤壁一基礎引張金物最大箇所(X6/Y4~)



⑥壁一壁引張金物最大箇所(X9/Y4~)



⑦壁一壁引張力最大箇所(X6/Y4~)



⑧壁一床引張金物最大箇所(X5+3000/Y4+4000)

図 3.9.2-12 Y方向加力応力最大値

3.9.3 必要保有水平耐力と保有水平耐力

令 82 条の 4 により、必要保有耐力を以下の式から算定する。

$$Q_{un} = D_s \cdot F_{es} \cdot Q_{ud}$$

$$Q_{ud} = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_0 \cdot \Sigma W$$

ここで、

Q_{un} : 必要保有耐力

D_s : 構造特性係数

F_{es} : 形状特性係数(平7建告第 1997 号)

Q_{ud} : 地震層せん断力

Z : 地域係数(=1.0)

R_t : 振動特性係数(=1.0)

A_i : 高さ方向の分布係数

C_0 : 標準せん断力係数(=1.0)

ΣW : 当該階より上の重量の総和

表 3.9.3-1 必要保有水平耐力と保有水平耐力

方向	層	Ds	Fes	Qud	Qun	Qu	Qu/Qun	判定
				kN	kN	kN		
X	5	0.4	1.00	3003.8	1201.5	2256.4	1.88	OK
	4		1.00	7036.7	2814.7	5283.7	1.88	OK
	3		1.00	10359.9	4144.0	7777.7	1.88	OK
	2		1.00	13342.9	5337.2	10016.3	1.88	OK
	1		1.00	15903.7	6361.5	11938.6	1.88	OK
Y	5	0.4	1.00	3003.8	1201.5	1590.9	1.32	OK
	4		1.00	7036.7	2814.7	3726.0	1.32	OK
	3		1.00	10359.9	4144.0	5485.2	1.32	OK
	2		1.00	13342.9	5337.2	7064.2	1.32	OK
	1		1.00	15903.7	6361.5	8419.7	1.32	OK

以上より、保有水平耐力は必要保有水平耐力を上回ることを確認した。

3.10 二次部材その他の設計

3.10.1 接合部の設計

本設計例では、基本的にはXマーク金物に準じた“鋼板挿入ドリフトピン接合”を採用し、その性能はクロスマーク金物を採用した部位以外については、「CLT設計施工マニュアル」に掲載された鋼板挿入2面せん断のドリフトピン接合、鋼板添え板1面せん断ボルト接合の計算による性能を用いる。ここでは、代表接合部の設計を行い、設計用性能を算定する。

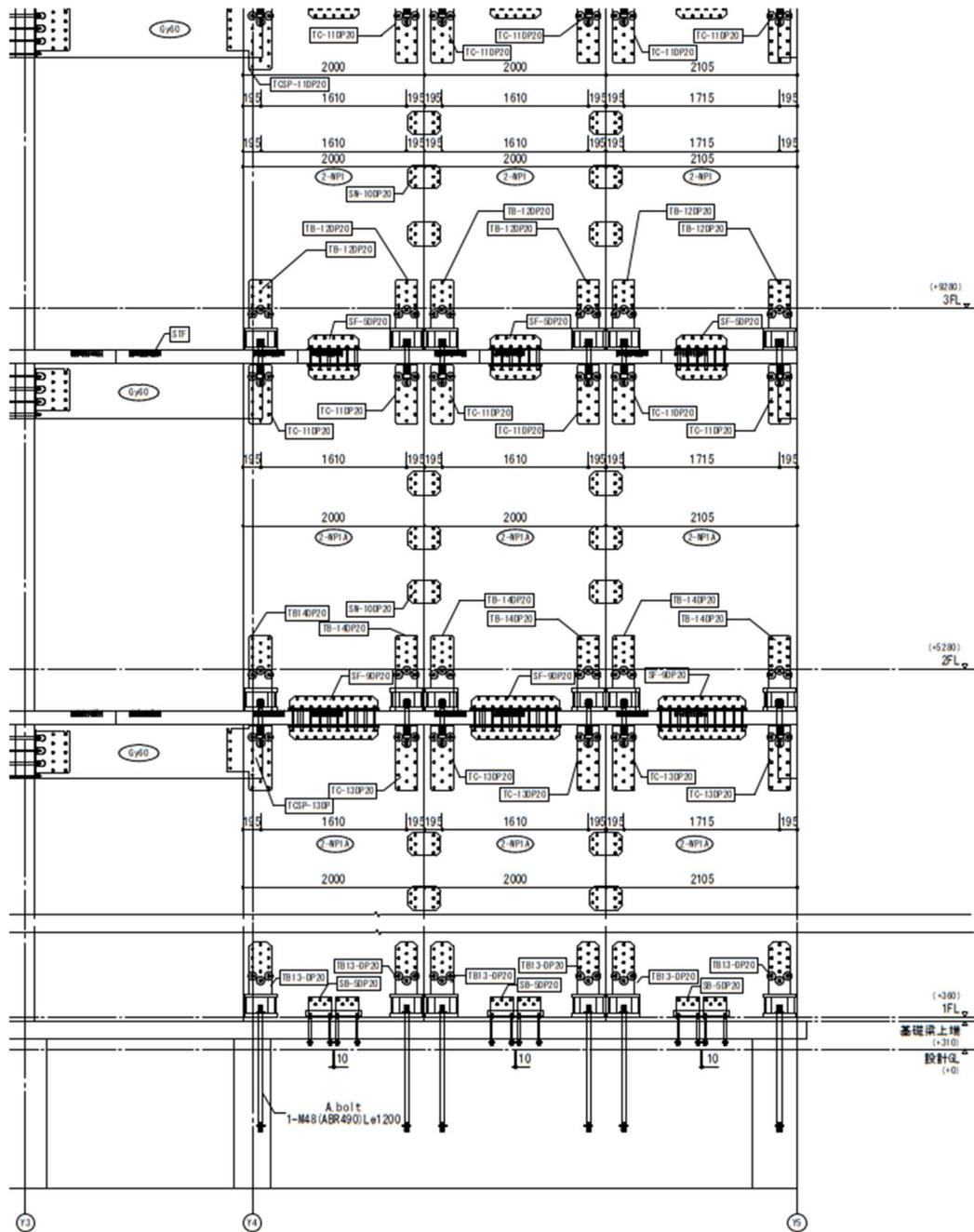


図 3.10.1-1 代表架構詳細図

(1) 壁-基礎引張接合部 [TB-13DP20]

- 韌性に期待する要素を A.Bolt 1-M48(ABR490)として、判定用終局耐力 835.5kN ($1.1 \times F_u \times A_b$) に対して、鋼板挿入 DP 接合部の終局耐力及び鋼材部の終局荷重が上回ることを確認する。
- 開き留めボルトは剛性には含めず、耐力には見込む計算とする。また耐力は鋼板挿入 DP2 面せん断耐力と同様とした。
- 開き止めボルトを設けることにより、終局強度比 $r_u=1.5$ を採用する
- A.Bolt 1-M48(ABR490)の有効長さは $L=1,200$ であり、伸び率 10%を考えると終局変形能力は A.Bolt のみで 120mm を確保できるため、接合部に要求される終局変形能力 40mm 以上を満足している。
- 接合部の剛性は、アンカーボルト、ドリフトピン接合部、挿入鋼板、BOX 金物部の鉛直 PL の 4 つの直列剛性として算出し、設計例では BPL の面外方向の剛性は十分剛と考え無視した。
- 本設計例では接合金物の BPL の面外方向による確認及び基礎コンクリート破壊耐力の掲載は省略している。

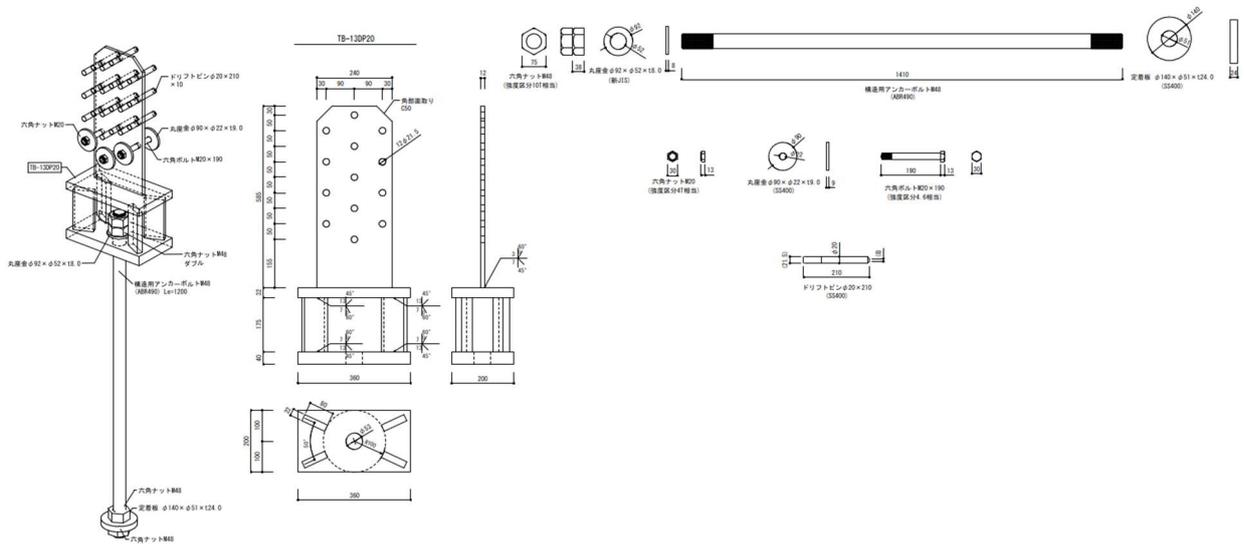


図 3.10.1-2 壁-基礎 引張接合部「TB-13DP20」

・開き留めボルトは剛性には含めず耐力には見込む計算とする。またボルトの強度は座彫りを考慮した。

①選定するA.Bolt【1-M48(ABR490)】

ボルト径	=	M48	
材質	=	ABR490	
本数	=	1 本	
判定用終局耐力 $P_{ub}(1.1 \cdot F_u \cdot A_b)$	=	835.5 kN	835.5 kN
設計用終局耐力 $P_u(1.1 \cdot F \cdot A_b)$	=	554.1 kN	554.1 kN
短期耐力 $P_a(F \cdot A_{be})$	=	477.8 kN	477.8 kN
軸断面積 A_b	=	1550 mm ²	
ねじ部断面積 A_{be}	=	1470 mm ²	
A.Boltの E_b	=	205000 N/mm ²	
剛性計算用の有効長さ L_b	=	1200 mm	
A.Boltの剛性 $K_0(E_b \cdot A_b / L_b)$	=	264.8 kN/mm	

①ドリフトピン接合部

・耐力算定

CLT	=	S90_5-7_ヒノキ	
方向	=	強軸	
ラミナ厚	=	30 mm	
CLT厚み	=	210 mm	
ドリフトピン材質	=	SS400	
ドリフトピン径	=	20 mm	
ドリフトピン1本あたりの強度 py_dp	=	45.6 kN/本	※S90-5-7,強軸,φ20
ボルト1本あたりの強度 py_bolt	=	34.7 kN/本	※S90-5-5,強軸,φ20
ドリフトピン本数 ndp	=	10 本	
ボルト本数 $nbolt$	=	3 本	
ドリフトピンピッチ	=	強軸、弱軸共に 5 d	
CLTせん断強度 F_s	=	3.6 N/mm ²	
CLT引張強度 F_t	=	10.98 N/mm ²	
ドリフトピン長さ l	=	205 mm	
モード1			
$I \Sigma si$	=	554525 mm ²	$\Sigma si = 2705$
$I \Sigma ri$	=	0 mm ²	$\Sigma ri = 0$
P_{ug1}	=	1996 kN	
モード2			
$I \Sigma si$	=	176915 mm ²	$\Sigma si = 863$
$I \Sigma ri$	=	28290 mm ²	$\Sigma ri = 138$
P_{ug2}	=	948 kN	
モード3			
$I \Sigma si$	=	88457.5 mm ²	$\Sigma si = 431.5$
$I \Sigma ri$	=	51967.5 mm ²	$\Sigma ri = 253.5$
P_{ug3}	=	889 kN	
$P_{ug}(\min(P_{ug1,2,3}))$	=	889 kN	
ドリフトピン本数による降伏耐力 P_y	=	560 kN	$P_y = ndp \times py_dp + nbolt \times py_bolt$
ドリフトピンによる最大耐力 $ru \cdot P_y$	=	840 kN	$ru = 1.50$ 開き止めあり
長期耐力 $I P_a(1.1/2sPa)$	=	308 kN	
短期耐力 $sPa(2/3 \cdot P_u)$	=	560 kN	短期 $P_{ab}=478kN$ OK
終局耐力 $P_u(\min(P_{ug}, ru \cdot P_y, P_{u\delta}))$	=	840 kN	判定用 $P_{ub}=835kN$ OK

・剛性算定

ドリフトピン1本あたりの剛性k	=	49.4 kN/mm/本	
ドリフトピン耐力 p_y	=	45.6 kN/本	
ドリフトピン剛性k	=	49.4 kN/mm/本	
鋼板クリアランス d_0	=	1.5 mm	
k'	=	27.26 kN/mm	
剛性低減 α	=	0.55	
剛性低減 β	=	0.8	
ドリフトピン本数n	=	10 本	※開き止めボルトはみない
ドリフトピン接合部の剛性 K_1	=	218.0 kN/mm	

②挿入鋼板PL

・鋼板の耐力確認

板厚	=	12 mm	
板幅	=	240 mm	
鋼板枚数	=	1 枚	
ドリフトピン用の孔径	=	21 mm	
水平方向の孔の数	=	3 個	
断面積	=	2124 mm ²	
鋼板の材質	=	SM490A	
鋼板のF値	=	325 N/mm ²	
A.Boltの降伏耐力 $P_y(F_y \cdot A_b)$	=	504 kN	
接合部係数 α	=	1.25	
保証荷重 $\alpha \times P_y$	=	630 kN	
降伏耐力 $N_y(F_y \cdot A_e)$	=	690 kN	$\alpha \times P_y = 630 \text{ kN}$ OK

・鋼板の剛性算定

鋼板のE	=	205000 N/mm ²	
剛性計算用の有効長さ L_e	=	155 mm	
剛性計算用の断面積	=	2880 mm ²	※全断面積とした
挿入鋼板PLの剛性 K_2	=	3809.0 kN/mm	

③BOX金物の鉛直鋼板PL

・鋼板の軸耐力の確認

板厚	=	22 mm	
板幅	=	80 mm	
鋼板枚数n	=	4 枚	
断面積 A_e	=	1760 mm ²	
塑性断面係数 Z_p	=	35200 mm ²	
鋼板の材質	=	SM490A	
鋼板のF値	=	325 N/mm ²	
A.Boltの降伏耐力 $P_y(F_y \cdot A_b)$	=	504 kN	
P_y/n	=	125.9 kN	
接合部係数 α	=	1.25	
保証荷重 $P_d(\alpha \times P_y/n)$	=	157 kN	
降伏軸力 $N_y(F \cdot A_e)$	=	572.0 kN	$> \text{保証荷重 } P_d = 157 \text{ kN}$ OK

・軸力と曲げに対する検討

偏心距離e	=	94.0 mm	
偏心曲げ $M(P_d \times e \times 0.5)$	=	7.4 kNm	
全塑性モーメント $M_p(F \cdot Z_p)$	=	11.4 kNm	
全塑性モーメント(軸力考慮) M_{pN}	=	10.6 kN	$> \text{偏心曲げ } M = 7.4 \text{ kNm}$ OK

・鋼板の剛性算定

鋼板のE	=	205000 N/mm ²	
剛性計算用の有効長さ L_e	=	175 mm	
剛性計算用の断面積	=	1760 mm ²	
挿入鋼板PLの剛性 K_3	=	8246.9 kN/mm	

∴接合部の引張性能 → A.Boltにより決定

A.Boltの終局耐力Pu	=	554.1 kN
A.Boltの短期耐力Pa	=	477.8 kN
接合金物の終局耐力Pu	=	629.2 kN
接合金物の短期耐力Pa	=	560.1 kN
終局耐力Pu	=	<u>554.1 kN</u>
短期耐力Pa	=	<u>477.8 kN</u>
A.Boltの剛性K0	=	264.8 kN/mm
金物の剛性 (K1,K2,K3の直列)	=	201.2 kN/mm
接合部の剛性	=	<u>114.3 kN/mm</u>

(2) 壁-床-壁 引張接合部 [TB-12DP20+TC-11DP20]

・高い強度を採用するため、靱性に期待する部位を壁頭側の引張接合金物 TC-11DP20 の鋼板挿入 DP 部分とし、強度を高めた接続 Bolt 1-M48(強度区分 10.9)により、上層の壁脚側の引張金物 TB-12DP20 と接続した仕様とした。よって、靱性に期待する 11 本-DP20 部分の終局耐力 752kN に対して、その他部位の終局荷重が上回ることを確認する。

・壁頭側の引張接合金物 TC-11DP20 には開き止めボルトを設けることで、ドリフトピン径から算出できる終局変形量 20mm が期待でき、それら他の部位による弾性変形が足されると考え、接合部に要求される終局変形能力 20mm を満足している。

・開き止めボルトは剛性には含めず、耐力には見込む計算とする。また耐力は鋼板挿入DP2 面せん断耐力と同様とした。

・開き止めボルトを設けることにより、終局強度比 $ru=1.5$ を採用する

・接合部の剛性は、接続ボルト、TC-11DP20、TB-12DP20 の 3 つの直列剛性として算出する。ただし、設計例では TB-12DP20 の BPL の面外方向の剛性は十分剛と考え無視した。

・以下に計算内容を示す。なお、梁端部接合部と兼用する場合は、TC-11DP20 の PL を拡幅し、梁側の DP も足されることになるが、性能は安全側となるため本設計例では同じ性能を用いる。

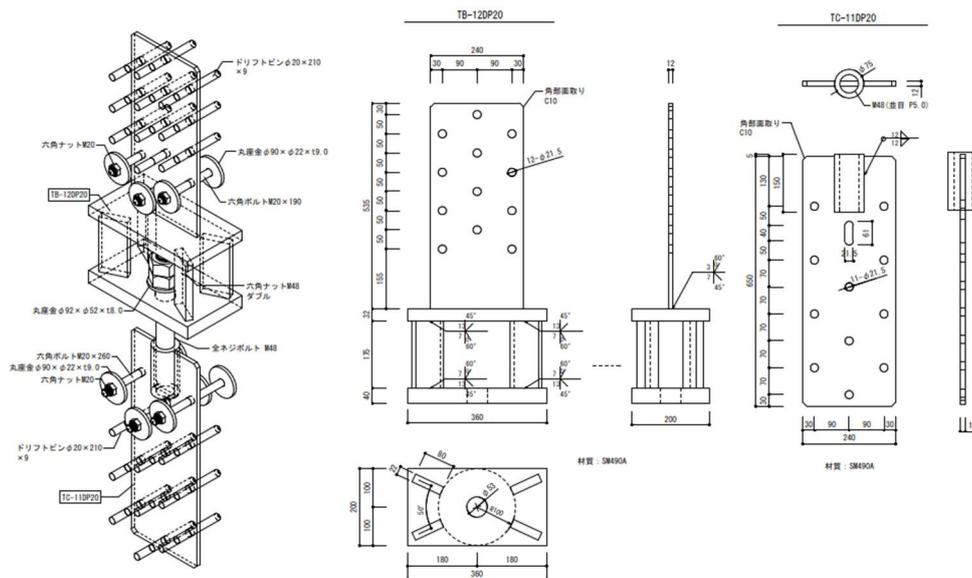


図 3.10.1-3 壁-床-壁 引張接合部 [TB-12DP20+TC-11DP20]

①選定するA.Bolt【1-M48(強度区分9.8相当)】→DP接合部で降伏させる計画とする

本数	=	1 本	
判定用終局耐力Pub	=	1841.4 kN	1841.4 kN
終局耐力Pu	=	1227.6 kN	1227.6 kN
短期耐力Pa	=	1058.4 kN	1058.4 kN
A.BoltのF値	=	720 N/mm ²	
軸断面積Ab	=	1550 mm ²	
ねじ部断面積Abe	=	1470 mm ²	
A.BoltのE	=	205000 N/mm ²	
剛性計算用の有効長さLe	=	150 mm	
A.Boltの剛性K0	=	2118.3 kN/mm	

①ドリフトピン接合部 ※想定する塑性化部位

・耐力算定

CLT	=	S90_5-7_ヒノキ
方向	=	強軸
ラミナ厚	=	30 mm
CLT厚み	=	210 mm
ドリフトピン材質	=	SS400
ドリフトピン径	=	20 mm
ドリフトピン1本あたりの強度py	=	45.6 kN/本
ドリフトピン1本あたりの剛性k	=	49.4 kN/mm/本

ここで、py,kについては「CLTマニュアル」の表より算出している。

ドリフトピン本数n	=	11 本	(3x4)※3本はM20ボルト
ドリフトピンピッチ	=	強軸、弱軸共に5d	
CLTせん断強度Fs	=	3.6 N/mm ²	
CLT引張強度Ft	=	10.98 N/mm ²	
ドリフトピン長さl	=	205 mm	
モード1			
$l \sum si$	=	684700 mm ²	$\sum si = 3340$
$l \sum ri$	=	0 mm ²	$\sum ri = 0$
Pug1	=	2465 kN	
モード2			
$l \sum si$	=	241900 mm ²	$\sum si = 1180$
$l \sum ri$	=	28085 mm ²	$\sum ri = 137$
Pug1	=	1179 kN	
モード3			
$l \sum si$	=	120950 mm ²	$\sum si = 590$
$l \sum ri$	=	51967.5 mm ²	$\sum ri = 253.5$
Pug1	=	1006 kN	
Pug(min(Pug1,2,3))	=	1006 kN	
ドリフトピン本数による降伏耐力Py	=	502 kN	
ドリフトピンによる最大耐力 ru · Py	=	752 kN	ru = 1.50 開き止めあり
終局耐力Pu(min(Pug,ru · Py,Pu δ))	=	752 kN	
短期耐力sPa(2/3*Pu)	=	502 kN	
長期耐力IPa(1.1/2sPa)	=	276 kN	

・剛性算定

ドリフトピン耐力 p_y	=	45.6 kN/本	
ドリフトピン剛性 k	=	49.4 kN/mm/本	
鋼板クリアランス d_0	=	1.5 mm	
k'	=	27.26 kN/mm	
剛性低減 α	=	0.55	
剛性低減 β	=	0.8	
ドリフトピン本数 n	=	9 本	※開き止めボルトはみない
ドリフトピン接合部の剛性 K_1	=	196.2 kN/mm	

②挿入鋼板PL

・鋼板の耐力確認

板厚	=	12 mm
板幅	=	240 mm
鋼板枚数	=	1 枚
ドリフトピン用の孔径	=	21.5 mm
水平方向の孔の数	=	3 個
断面積	=	2106 mm ²
鋼板の材質	=	SM490A
鋼板のF値	=	325 N/mm ²
鋼板の F_u 値	=	490 N/mm ²
終局耐力 P_u	=	1032 kN
短期耐力 sPa	=	684 kN

・鋼板の剛性算定

鋼板のE	=	205000 N/mm ²	
剛性計算用の有効長さ L_e	=	130 mm	
剛性計算用の断面積	=	2880 mm ²	※全断面積とした
挿入鋼板PLの剛性 K_2	=	4541.5 kN/mm	

・鋼板と丸鋼の溶接耐力の確認（隅肉溶接）※溶接部耐力は母材同等の強度とする

サイズS	=	12 mm
有効のど厚 α	=	8.4 mm
有効長さ	=	484 mm
終局耐力 P_u	=	1150 kN
短期耐力 sPa	=	763 kN

③壁脚側（TB-12DP20）の性能

・鋼板挿入DP部で決定（前述）

終局耐力 P_u	=	821 kN
短期耐力 sPa	=	547 kN

・金物の剛性

金物全体の剛性 K	=	178.2 kN/mm
-------------	---	--------------------

∴接合部の引張性能 → TB-11DP20 のドリフトピンにより決定

A.Boltの終局耐力Pu	=	1227.6 kN	
A.Boltの短期耐力Pa	=	1058 kN	
接合金物の終局耐力Pu	=	752.4 kN	※TB-11DP20のDP部の性能
接合金物の短期耐力Pa	=	502 kN	※TB-11DP20のDP部の性能
終局耐力Pu	=	<u>752.4 kN</u>	
短期耐力Pa	=	<u>502 kN</u>	
A.Boltの剛性K0	=	2118.3 kN/mm	
金物の剛性 (K1,K2,K3の直列)	=	91.5 kN/mm	
接合部の剛性	=	<u>87.7 kN/mm</u>	

(3) 壁-床-壁 引張接合部 [TB-14DP20+TC-13DP20]

本接合部の強度計算は「TB-12DP20+TC-11DP20」と同様であり、以下に示す。

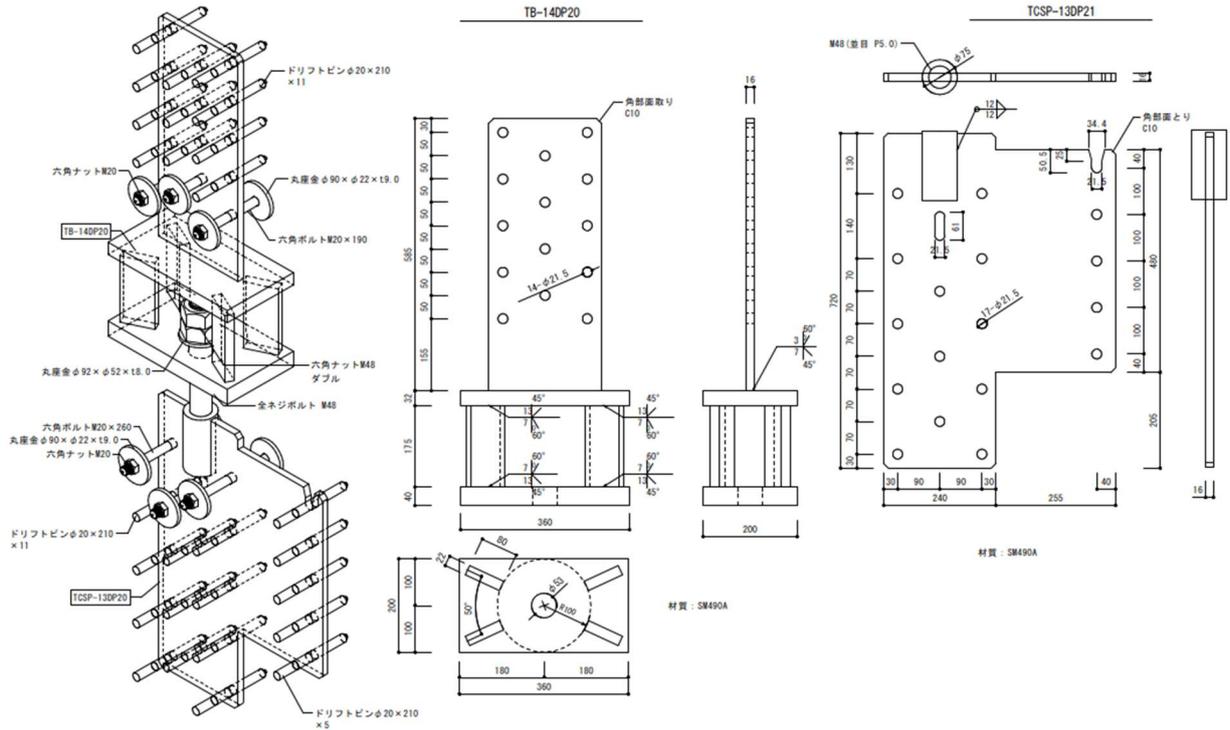


図 3.10.1-4 壁-床-壁 引張接合部「TB-14DP20+TC-13DP20」

・開き留めボルトは剛性には含めず耐力には見込む計算する。またボルトの強度はDPと同様とした

⑩選定するA.Bolt【1-M48(強度区分9.8相当)】→DP接合部で降伏させる計画とする

本数	=	1 本	
判定用終局耐力Pub	=	1841.4 kN	1841.4 kN
終局耐力Pu	=	1227.6 kN	1227.6 kN
短期耐力Pa	=	1058.4 kN	1058.4 kN
A.BoltのF値	=	720 N/mm ²	
軸断面積Ab	=	1550 mm ²	
ねじ部断面積Abe	=	1470 mm ²	
A.BoltのE	=	205000 N/mm ²	
剛性計算用の有効長さLe	=	150 mm	
A.Boltの剛性K0	=	2118.3 kN/mm	

①ドリフトピン接合部 ※想定する塑性化部位

・耐力算定

CLT	=	S90_5-7_ヒノキ
方向	=	強軸
ラミナ厚	=	30 mm
CLT厚み	=	210 mm
ドリフトピン材質	=	SS400
ドリフトピン径	=	20 mm
ドリフトピン1本あたりの強度py	=	45.6 kN/本
ドリフトピン1本あたりの剛性k	=	49.4 kN/mm/本

ここで、py,kについては「CLTマニュアル」の表より算出している。

ドリフトピン本数n	=	13 本	(3x4)※3本はM20ボルト
ドリフトピンピッチ	=	強軸、弱軸共に5d	
CLTせん断強度Fs	=	3.6 N/mm ²	
CLT引張強度Ft	=	10.98 N/mm ²	
ドリフトピン長さl	=	205 mm	
モード1			
IΣsi	=	684700 mm ²	Σsi = 3340
IΣri	=	0 mm ²	Σri = 0
Pug1	=	2465 kN	
モード2			
IΣsi	=	241900 mm ²	Σsi = 1180
IΣri	=	28085 mm ²	Σri = 137
Pug1	=	1179 kN	
モード3			
IΣsi	=	120950 mm ²	Σsi = 590
IΣri	=	51967.5 mm ²	Σri = 253.5
Pug1	=	1006 kN	
Pug(min(Pug1,2,3))	=	1006 kN	

ドリフトピン本数による降伏耐力Py	=	593 kN	
ドリフトピンによる最大耐力 ru・Py	=	889 kN	ru = 1.50 開き止めあり

終局耐力Pu(min(Pug,ru・Py,Puδ))	=	889 kN
短期耐力sPa(2/3*Pu)	=	593 kN
長期耐力IPa(1.1/2sPa)	=	326 kN

・剛性算定

ドリフトピン耐力 p_y	=	45.6 kN/本	
ドリフトピン剛性 k	=	49.4 kN/mm/本	
鋼板クリアランス d_0	=	1.5 mm	
k'	=	27.26 kN/mm	
剛性低減 α	=	0.55	
剛性低減 β	=	0.8	
ドリフトピン本数 n	=	11 本	※開き止めボルトはみない
ドリフトピン接合部の剛性 K_1	=	239.8 kN/mm	

②挿入鋼板PL

・鋼板の耐力確認

板厚	=	16 mm
板幅	=	240 mm
鋼板枚数	=	1 枚
ドリフトピン用の孔径	=	21.5 mm
水平方向の孔の数	=	3 個
断面積	=	2808 mm ²
鋼板の材質	=	SM490A
鋼板のF値	=	325 N/mm ²
鋼板のFu値	=	490 N/mm ²
終局耐力 P_u	=	1376 kN
短期耐力 sPa	=	913 kN

・鋼板の剛性算定

鋼板のE	=	205000 N/mm ²	
剛性計算用の有効長さ L_e	=	130 mm	
剛性計算用の断面積	=	3840 mm ²	※全断面積とした
挿入鋼板PLの剛性 K_2	=	6055.4 kN/mm	

・鋼板と丸鋼の溶接耐力の確認（隅肉溶接）※溶接部耐力は母材同等の強度とする

サイズS	=	16 mm
有効のど厚 α	=	11.2 mm
有効長さ	=	484 mm
終局耐力 P_u	=	1534 kN
短期耐力 sPa	=	1017 kN

③壁脚側（TB-14DP20）の性能

・鋼板挿入DP部で決定（前述）

終局耐力 P_u	=	926 kN
短期耐力 sPa	=	617 kN

・金物の剛性

金物全体の剛性 K	=	216.4 kN/mm
-------------	---	-------------

∴接合部の引張性能 → TB-11DP20 のドリフトピンにより決定

A.Boltの終局耐力Pu	=	1227.6 kN	
A.Boltの短期耐力Pa	=	1058 kN	
接合金物の終局耐力Pu	=	889.2 kN	※TB-13DP20のDP部の性能
接合金物の短期耐力Pa	=	593 kN	※TB-13DP20のDP部の性能
終局耐力Pu	=	<u>889.2 kN</u>	
短期耐力Pa	=	<u>593 kN</u>	
A.Boltの剛性K0	=	2118.3 kN/mm	
金物の剛性 (K1,K2,K3の直列)	=	111.7 kN/mm	
接合部の剛性	=	<u>106.1 kN/mm</u>	

(4) 壁-床 引張接合部 [TC-8DP20]

告示上、壁四隅の引張金物の配置が要求されるため、仕様として TC-11DP20 の形状から DP 本数を削減した TC-8DP20 を配置する。構造計算上は詳細モデルを利用しているため、本金物の耐力と剛性の算出も行う。計算結果は次頁に示す。

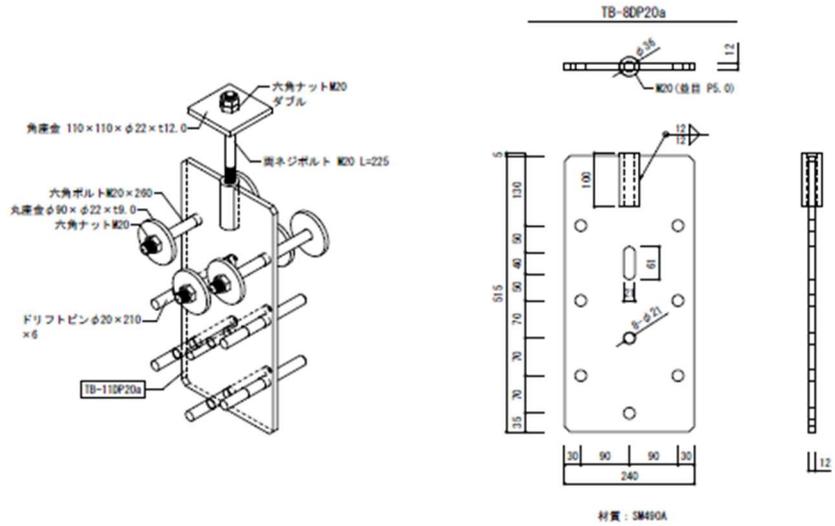


図 3.10.1-5 壁-床 引張接合部「TC-8DP20」

・開き留めボルトは剛性には含めず耐力には見込む計算する。またボルトの強度はDPと同様とした

⑩選定するA.Bolt【1-M20(ABR490)】

本数	=	1 本	
判定用終局耐力Pub	=	135 kN	135 kN
終局耐力Pu	=	93 kN	93 kN
短期耐力Pa	=	79.6 kN	79.6 kN
軸断面積Ab	=	260 mm ²	
ねじ部断面積Abe	=	245 mm ²	
A.BoltのE	=	205000 N/mm ²	
剛性計算用の有効長さLe	=	167 mm	
A.Boltの剛性K0	=	319.2 kN/mm	

①ドリフトピン接合部

・耐力算定

CLT	=	S90_5-7_ヒノキ
方向	=	強軸
ラミナ厚	=	30 mm
CLT厚み	=	210 mm
ドリフトピン材質	=	SS400
ドリフトピン径	=	20 mm
ドリフトピン1本あたりの強度py	=	45.6 kN/本
ドリフトピン1本あたりの剛性k	=	49.4 kN/mm/本

ここで、py,kについては「CLTマニュアル」の表より算出している。

ドリフトピン本数n	=	8 本	
ドリフトピンピッチ	=	強軸、弱軸共に5 d	
CLTせん断強度Fs	=	3.6 N/mm ²	
CLT引張強度Ft	=	10.98 N/mm ²	
ドリフトピン長さl	=	205 mm	
モード1			
IΣsi	=	440750 mm ²	Σsi = 2150
IΣri	=	0 mm ²	Σri = 0
Pug1	=	1587 kN	
モード2			
IΣsi	=	151700 mm ²	Σsi = 740
IΣri	=	28085 mm ²	Σri = 137
Pug1	=	855 kN	
モード3			
IΣsi	=	75850 mm ²	Σsi = 370
IΣri	=	51967.5 mm ²	Σri = 253.5
Pug1	=	844 kN	
Pug(min(Pug1,2,3))	=	844 kN	

ドリフトピン本数による降伏耐力Py	=	365 kN	
ドリフトピンによる最大耐力 ru・Py	=	547 kN	ru = 1.50
			開き止めあり

終局耐力Pu(min(Pug,ru・Py,Puδ))	=	547 kN	判定用Pub=135kN	OK
短期耐力sPa(2/3*Pu)	=	365 kN	短期Pab=80kN	OK
長期耐力IPa(1.1/2sPa)	=	201 kN		

・剛性算定

ドリフトピン耐力 p_y	=	45.6 kN/本	
ドリフトピン剛性 k	=	49.4 kN/mm/本	
鋼板クリアランス d_0	=	1.5 mm	
k'	=	27.26 kN/mm	
剛性低減 α	=	0.55	
剛性低減 β	=	0.8	
ドリフトピン本数 n	=	6 本	※開き止めボルトはみない
ドリフトピン接合部の剛性 K_1	=	130.8 kN/mm	

②挿入鋼板PL

・鋼板の耐力確認

板厚	=	12 mm	
板幅	=	240 mm	
鋼板枚数	=	1 枚	
ドリフトピン用の孔径	=	21.5 mm	
水平方向の孔の数	=	3 個	
断面積	=	2106 mm ²	
鋼板の材質	=	SM490A	
鋼板のF値	=	325 N/mm ²	
鋼板のFu値	=	490 N/mm ²	
終局耐力 P_u	=	1032 kN	判定用 $P_{ub}=135kN$ OK
短期耐力 sPa	=	684 kN	短期 $P_{ab}=80kN$ OK

・鋼板の剛性算定

鋼板のE	=	205000 N/mm ²	
剛性計算用の有効長さ L_e	=	130 mm	
剛性計算用の断面積	=	2880 mm ²	※全断面積とした
挿入鋼板PLの剛性 K_2	=	4541.5 kN/mm	

・鋼板と丸鋼の溶接耐力の確認（隅肉溶接）※溶接部耐力は母材同等の強度とする

サイズS	=	12 mm	
有効のど厚 α	=	8.4 mm	
有効長さ	=	284 mm	
終局耐力 P_u	=	675 kN	判定用 $P_{ub}=135kN$ OK
短期耐力 sPa	=	448 kN	短期 $P_{ab}=80kN$ OK

∴接合部の引張性能 → A.Boltにより決定

A.Boltの終局耐力Pu	=	93 kN
A.Boltの短期耐力Pa	=	80 kN
接合金物の終局耐力Pu	=	492.39433 kN
接合金物の短期耐力Pa	=	365 kN
終局耐力Pu	=	<u>93 kN</u>
短期耐力Pa	=	<u>80 kN</u>
A.Boltの剛性K0	=	319.2 kN/mm
金物の剛性 (K1,K2,K3の直列)	=	127.2 kN/mm
接合部の剛性	=	<u>90.9 kN/mm</u>

(5) 壁-梁 せん断接合部 [TCSP-11DP20]

- 壁頭側の引張接合金物 TC-11DP20 の鋼板挿入PLを梁側まで拡幅した仕様として、鋼板挿入 DP 接合とする。
- 梁側の接合部強度は、木破壊の耐力と梁側の鋼板挿入 DP の耐力の低い値を採用する。
- 詳細バネモデルでは本接合部のせん断剛性は剛として扱う。

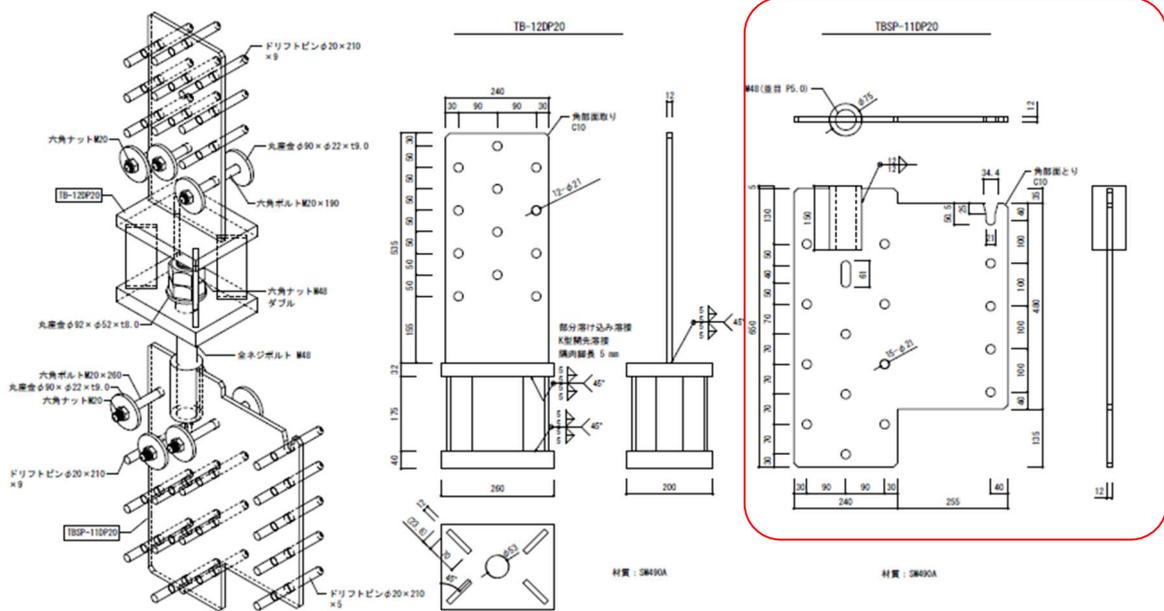


図 3.10.1-6 壁-梁 せん断接合部「TCSP-11DP20」

①ドリフトピン接合部【CLT壁側】

・耐力算定

CLT	=	S90_5-7_ヒノキ
方向	=	強軸
ラミナ厚	=	30 mm
CLT厚み	=	210 mm
ドリフトピン材質	=	SS400
ドリフトピン径	=	20 mm
ドリフトピン1本あたりの強度 p_y	=	45.6 kN/本
ドリフトピン1本あたりの剛性 k	=	49.4 kN/mm/本

ここで、 p_y, k については「CLTマニュアル」の表より算出している。

ドリフトピン本数 n	=	11 本	(3x4)※3本はM20ボルト
ドリフトピンピッチ	=	強軸、弱軸共に 5 d	
CLTせん断強度 F_s	=	3.6 N/mm ²	
CLT引張強度 F_t	=	10.98 N/mm ²	
ドリフトピン長さ l	=	205 mm	
モード1			
$I \sum s_i$	=	561700 mm ²	$\sum s_i = 2740$
$I \sum r_i$	=	0 mm ²	$\sum r_i = 0$
P_{ug1}	=	2022 kN	
モード2			
$I \sum s_i$	=	200900 mm ²	$\sum s_i = 980$
$I \sum r_i$	=	28085 mm ²	$\sum r_i = 137$
P_{ug1}	=	1032 kN	
モード3			
$I \sum s_i$	=	100450 mm ²	$\sum s_i = 490$
$I \sum r_i$	=	51967.5 mm ²	$\sum r_i = 253.5$
P_{ug1}	=	932 kN	
$P_{ug}(\min(P_{ug1,2,3}))$	=	932 kN	
ドリフトピン本数による降伏耐力 P_y	=	502 kN	
ドリフトピンによる最大耐力 $r_u \cdot P_y$	=	752 kN	$r_u = 1.50$ 開き止めあり
終局耐力 $P_u(\min(P_{ug}, r_u \cdot P_y, P_u \delta))$	=	752 kN	
短期耐力 $sPa(2/3 \cdot P_u)$	=	502 kN	
長期耐力 $lPa(1.1/2sPa)$	=	276 kN	

・剛性算定

ドリフトピン耐力 p_y	=	45.6 kN/本	
ドリフトピン剛性 k	=	49.4 kN/mm/本	
鋼板クリアランス d_0	=	1.5 mm	
k'	=	27.26 kN/mm	
剛性低減 α	=	0.55	
剛性低減 β	=	0.8	
ドリフトピン本数 n	=	9 本	※開き止めボルトはみない
ドリフトピン接合部の剛性 K_1	=	196.2 kN/mm	

②ドリフトピン接合部【梁側】

・耐力算定

CLT	=	S90_5-7_ヒノキ
方向	=	弱軸
ラミナ厚	=	30 mm
CLT厚み	=	210 mm
ドリフトピン材質	=	SS400
ドリフトピン径	=	20 mm
ドリフトピン1本あたりの強度 p_y	=	46.5 kN/本
ドリフトピン1本あたりの剛性 k	=	53.8 kN/mm/本

ここで、 p_y, k については「CLTマニュアル」の表より算出している。

ドリフトピン本数 n	=	5 本	※逆せん断側として計算
ドリフトピンピッチ	=	強軸、弱軸共に5 d	
CLTせん断強度 F_s	=	3.6 N/mm ²	
CLT引張強度 F_t	=	10.98 N/mm ²	
ドリフトピン長さ l	=	205 mm	
モード1			
$I \sum s_i$	=	161950 mm ²	$\sum s_i = 790$
$I \sum r_i$	=	0 mm ²	$\sum r_i = 0$
P_{ug1}	=	583 kN	
モード3			
$I \sum s_i$	=	80975 mm ²	$\sum s_i = 395$
$I \sum r_i$	=	28700 mm ²	$\sum r_i = 140$
P_{ug1}	=	607 kN	
$P_{ug}(\min(P_{ug1,2,3}))$	=	583 kN	

ドリフトピン本数による降伏耐力 P_y	=	233 kN	
ドリフトピンによる最大耐力 $ru \cdot P_y$	=	349 kN	$ru = 1.50$

開き止め無し

※実験により割裂の破壊がないことより、 $ru=1.5$ とした

終局耐力 $P_u(\min(P_{ug}, ru \cdot P_y, P_u \delta))$	=	349 kN
短期耐力 $sPa(2/3 \cdot P_u)$	=	233 kN
長期耐力 $lPa(1.1/2sPa)$	=	128 kN

・剛性算定

ドリフトピン耐力 p_y	=	46.5 kN/本
ドリフトピン剛性 k	=	53.8 kN/mm/本
鋼板クリアランス d_0	=	1.5 mm
k'	=	28.80 kN/mm
剛性低減 α	=	0.54
剛性低減 β	=	0.8
ドリフトピン本数 n	=	5 本
ドリフトピン接合部の剛性 K_1	=	115.2 kN/mm

∴接合部のせん断性能 → 梁側の性能で決定

接合金物の終局耐力 P_u	=	349 kN	
接合金物の短期耐力 P_a	=	233 kN	
接合金物の長期耐力 P_a	=	160 kN	※長期は純せん断で計算
接合部の剛性	=	72.6 kN/mm	※構造計算では剛として扱う

(6) 壁-梁 せん断接合部 [TCSP-13DP20]

- 壁頭側の引張接合金物 TC-13DP20 の鋼板挿入PLを梁側まで拡幅した仕様として、鋼板挿入 DP 接合とする。
- 梁側の接合部強度は、木破壊の耐力と梁側の鋼板挿入 DP の耐力の低い値を採用する。
- 詳細バネモデルでは本接合部のせん断剛性は剛として扱う。

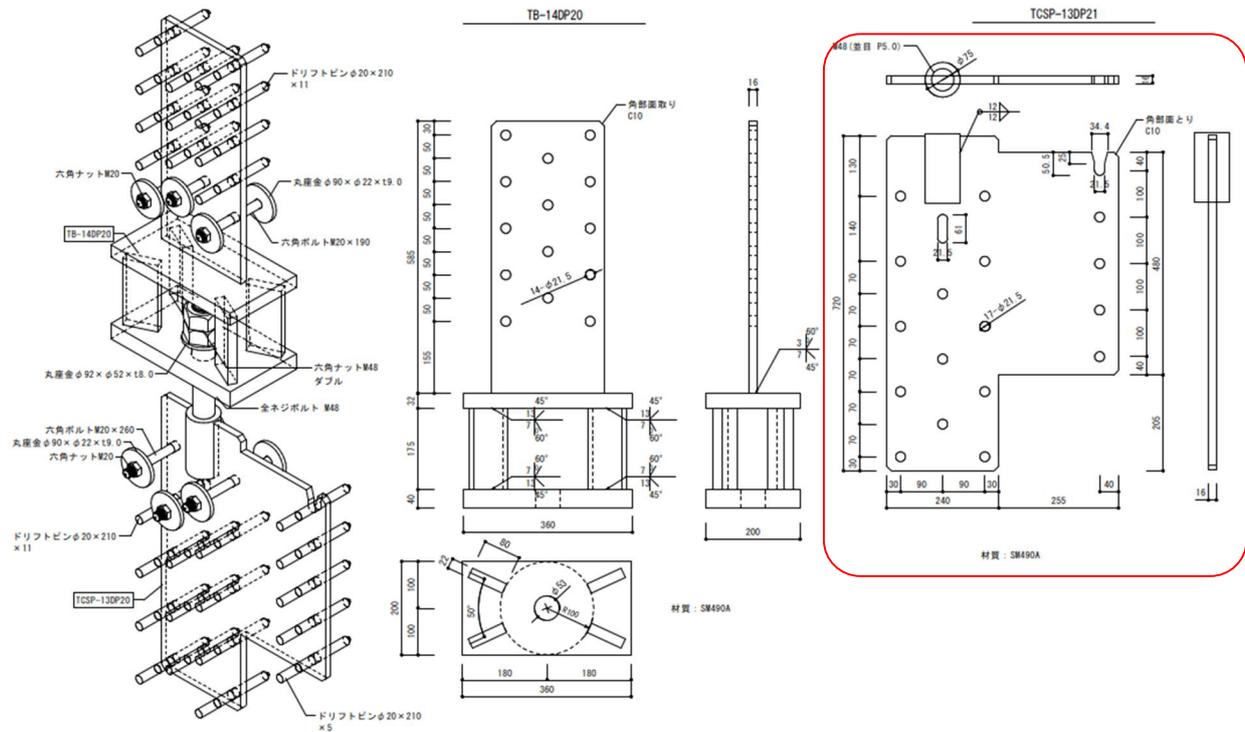


図 3.10.1-7 壁-梁 せん断接合部「TCSP-13DP20」

①ドリフトピン接合部【CLT壁側】

・耐力算定

CLT	=	S90_5-7_ヒノキ
方向	=	強軸
ラミナ厚	=	30 mm
CLT厚み	=	210 mm
ドリフトピン材質	=	SS400
ドリフトピン径	=	20 mm
ドリフトピン1本あたりの強度 p_y	=	45.6 kN/本
ドリフトピン1本あたりの剛性 k	=	49.4 kN/mm/本

ここで、 p_y, k については「CLTマニュアル」の表より算出している。

ドリフトピン本数 n	=	13 本	(3x4)※3本はM20ボルト
ドリフトピンピッチ	=	強軸、弱軸共に 5 d	
CLTせん断強度 F_s	=	3.6 N/mm ²	
CLT引張強度 F_t	=	10.98 N/mm ²	
ドリフトピン長さ l	=	205 mm	
モード1			
$I \sum s_i$	=	561700 mm ²	$\sum s_i = 2740$
$I \sum r_i$	=	0 mm ²	$\sum r_i = 0$
P_{ug1}	=	2022 kN	
モード2			
$I \sum s_i$	=	200900 mm ²	$\sum s_i = 980$
$I \sum r_i$	=	28085 mm ²	$\sum r_i = 137$
P_{ug1}	=	1032 kN	
モード3			
$I \sum s_i$	=	100450 mm ²	$\sum s_i = 490$
$I \sum r_i$	=	51967.5 mm ²	$\sum r_i = 253.5$
P_{ug1}	=	932 kN	
$P_{ug}(\min(P_{ug1,2,3}))$	=	932 kN	
ドリフトピン本数による降伏耐力 P_y	=	593 kN	
ドリフトピンによる最大耐力 $r_u \cdot P_y$	=	889 kN	$r_u = 1.50$ 開き止めあり
終局耐力 $P_u(\min(P_{ug}, r_u \cdot P_y, P_u \delta))$	=	889 kN	
短期耐力 $sPa(2/3 \cdot P_u)$	=	593 kN	
長期耐力 $IPa(1.1/2sPa)$	=	326 kN	

・剛性算定

ドリフトピン耐力 p_y	=	45.6 kN/本	
ドリフトピン剛性 k	=	49.4 kN/mm/本	
鋼板クリアランス d_0	=	1.5 mm	
k'	=	27.26 kN/mm	
剛性低減 α	=	0.55	
剛性低減 β	=	0.8	
ドリフトピン本数 n	=	11 本	※開き止めボルトはみない
ドリフトピン接合部の剛性 K_1	=	239.8 kN/mm	

②ドリフトピン接合部【梁側】

・耐力算定

CLT	=	S90_5-7_ヒノキ
方向	=	弱軸
ラミナ厚	=	30 mm
CLT厚み	=	210 mm
ドリフトピン材質	=	SS400
ドリフトピン径	=	20 mm
ドリフトピン1本あたりの強度 p_y	=	46.5 kN/本
ドリフトピン1本あたりの剛性 k	=	53.8 kN/mm/本

ここで、 p_y, k については「CLTマニュアル」の表より算出している。

ドリフトピン本数 n	=	5 本	※逆せん断側として計算
ドリフトピンピッチ	=	強軸、弱軸共に 5 d	
CLTせん断強度 F_s	=	3.6 N/mm ²	
CLT引張強度 F_t	=	10.98 N/mm ²	
ドリフトピン長さ l	=	205 mm	
モード1			
$I \sum s_i$	=	161950 mm ²	$\sum s_i = 790$
$I \sum r_i$	=	0 mm ²	$\sum r_i = 0$
P_{ug1}	=	583 kN	
モード3			
$I \sum s_i$	=	80975 mm ²	$\sum s_i = 395$
$I \sum r_i$	=	28700 mm ²	$\sum r_i = 140$
P_{ug1}	=	607 kN	
$P_{ug}(\min(P_{ug1,2,3}))$	=	583 kN	

ドリフトピン本数による降伏耐力 P_y	=	233 kN
ドリフトピンによる最大耐力 $ru \cdot P_y$	=	349 kN

$ru = 1.50$

開き止め無し

※実験により割裂の破壊がないことより、 $ru=1.5$ とした

終局耐力 $P_u(\min(P_{ug}, ru \cdot P_y, P_u \delta))$	=	349 kN
短期耐力 $sPa(2/3 \cdot P_u)$	=	233 kN
長期耐力 $lPa(1.1/2sPa)$	=	128 kN

・剛性算定

ドリフトピン耐力 p_y	=	46.5 kN/本
ドリフトピン剛性 k	=	53.8 kN/mm/本
鋼板クリアランス d_0	=	1.5 mm
k'	=	28.80 kN/mm
剛性低減 α	=	0.54
剛性低減 β	=	0.8
ドリフトピン本数 n	=	5 本
ドリフトピン接合部の剛性 K_1	=	115.2 kN/mm

∴接合部のせん断性能 → 梁側の性能で決定

接合金物の終局耐力 P_u	=	349 kN	
接合金物の短期耐力 P_a	=	233 kN	
接合金物の長期耐力 P_a	=	160 kN	※長期は純せん断で計算
接合部の剛性	=	77.8 kN/mm	※構造計算では剛として扱う

(7) 壁-梁 せん断接合部 [TCSP-8DP20]

- 壁頭側の引張接合金物 TC-8DP20 の鋼板挿入PLを梁側まで拡幅した仕様として、鋼板挿入 DP 接合とする。
- 接合部強度は、木破壊の耐力と梁側の鋼板挿入 DP の耐力の低い値を採用する。
- 詳細バネモデルでは本接合部のせん断剛性は剛として扱う。

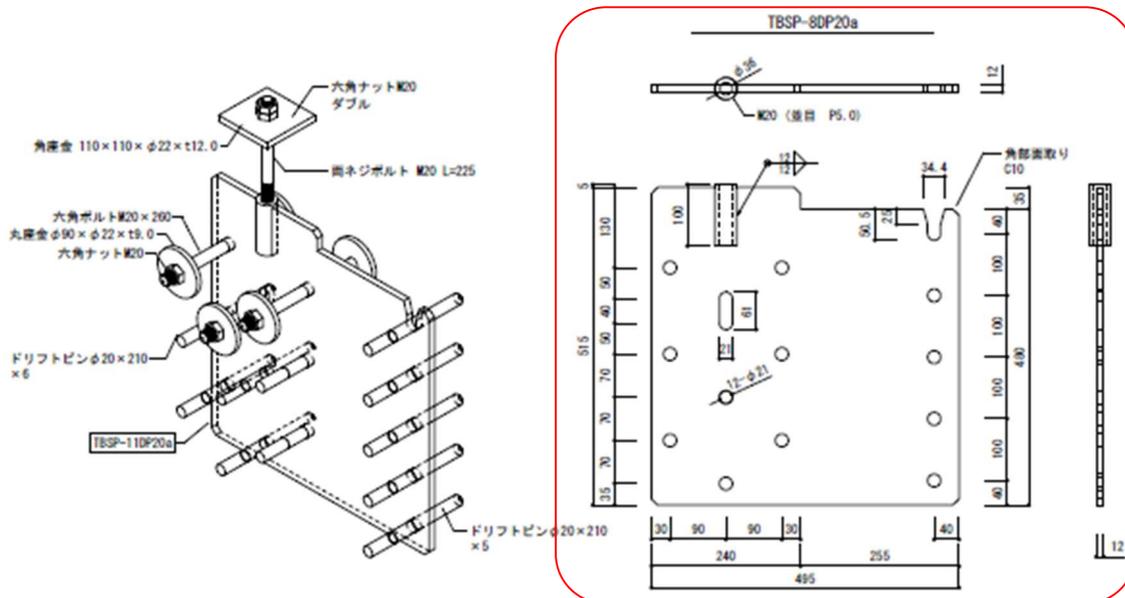


図 3.10.1-8 壁-垂れ壁 せん断接合部「TCSP-8DP20」

①ドリフトピン接合部【CLT壁側】

・耐力算定

CLT	=	S90_5-7_ヒノキ
方向	=	強軸
ラミナ厚	=	30 mm
CLT厚み	=	210 mm
ドリフトピン材質	=	SS400
ドリフトピン径	=	20 mm
ドリフトピン1本あたりの強度 p_y	=	45.6 kN/本
ドリフトピン1本あたりの剛性 k	=	49.4 kN/mm/本

ここで、 p_y, k については「CLTマニュアル」の表より算出している。

ドリフトピン本数 n	=	8 本	
ドリフトピンピッチ	=	強軸、弱軸共に 5 d	
CLTせん断強度 F_s	=	3.6 N/mm ²	
CLT引張強度 F_t	=	10.98 N/mm ²	
ドリフトピン長さ l	=	205 mm	
モード1			
$I \sum s_i$	=	440750 mm ²	$\sum s_i = 2150$
$I \sum r_i$	=	0 mm ²	$\sum r_i = 0$
P_{ug1}	=	1587 kN	
モード2			
$I \sum s_i$	=	151700 mm ²	$\sum s_i = 740$
$I \sum r_i$	=	28085 mm ²	$\sum r_i = 137$
P_{ug1}	=	855 kN	
モード3			
$I \sum s_i$	=	75850 mm ²	$\sum s_i = 370$
$I \sum r_i$	=	51967.5 mm ²	$\sum r_i = 253.5$
P_{ug1}	=	844 kN	
$P_{ug}(\min(P_{ug1,2,3}))$	=	844 kN	
ドリフトピン本数による降伏耐力 P_y	=	365 kN	
ドリフトピンによる最大耐力 $r_u \cdot P_y$	=	547 kN	$r_u = 1.50$
			開き止めあり

終局耐力 $P_u(\min(P_{ug}, r_u \cdot P_y, P_u \delta))$	=	547 kN
短期耐力 $sPa(2/3 \cdot P_u)$	=	365 kN
長期耐力 $lPa(1.1/2sPa)$	=	201 kN

・剛性算定

ドリフトピン耐力 p_y	=	45.6 kN/本	
ドリフトピン剛性 k	=	49.4 kN/mm/本	
鋼板クリアランス d_0	=	1.5 mm	
k'	=	27.26 kN/mm	
剛性低減 α	=	0.55	
剛性低減 β	=	0.8	
ドリフトピン本数 n	=	6 本	※開き止めボルトはみない
ドリフトピン接合部の剛性 K_1	=	130.8 kN/mm	

②ドリフトピン接合部【梁側】

・耐力算定

CLT	=	S90_5-7_ヒノキ
方向	=	弱軸
ラミナ厚	=	30 mm
CLT厚み	=	210 mm
ドリフトピン材質	=	SS400
ドリフトピン径	=	20 mm
ドリフトピン1本あたりの強度 p_y	=	46.5 kN/本
ドリフトピン1本あたりの剛性 k	=	53.8 kN/mm/本

ここで、 p_y, k については「CLTマニュアル」の表より算出している。

ドリフトピン本数 n	=	4 本	※逆せん断側として計算
ドリフトピンピッチ	=	強軸、弱軸共に 5 d	
CLTせん断強度 F_s	=	3.6 N/mm ²	
CLT引張強度 F_t	=	10.98 N/mm ²	
ドリフトピン長さ l	=	205 mm	
モード1			
$I \sum s_i$	=	161950 mm ²	$\sum s_i = 790$
$I \sum r_i$	=	0 mm ²	$\sum r_i = 0$
P_{ug1}	=	583 kN	
モード3			
$I \sum s_i$	=	80975 mm ²	$\sum s_i = 395$
$I \sum r_i$	=	28700 mm ²	$\sum r_i = 140$
P_{ug1}	=	607 kN	
$P_{ug}(\min(P_{ug1,2,3}))$	=	583 kN	
ドリフトピン本数による降伏耐力 P_y	=	186 kN	
ドリフトピンによる最大耐力 $ru \cdot P_y$	=	279 kN	$ru = 1.50$
			開き止め無し
			※実験により割裂の破壊がないことより、 $ru=1.5$ とした
終局耐力 $P_u(\min(P_{ug}, ru \cdot P_y, P_u \delta))$	=	279 kN	
短期耐力 $sPa(2/3 \cdot P_u)$	=	186 kN	
長期耐力 $lPa(1.1/2sPa)$	=	102 kN	

・剛性算定

ドリフトピン耐力 p_y	=	46.5 kN/本
ドリフトピン剛性 k	=	53.8 kN/mm/本
鋼板クリアランス d_0	=	1.5 mm
k'	=	28.80 kN/mm
剛性低減 α	=	0.54
剛性低減 β	=	0.8
ドリフトピン本数 n	=	4 本
ドリフトピン接合部の剛性 K_1	=	92.2 kN/mm

∴接合部のせん断性能 → CLT垂れ壁側の性能で決定

接合金物の終局耐力 P_u	=	279 kN	
接合金物の短期耐力 Pa	=	186 kN	
接合金物の長期耐力 Pa	=	128 kN	※長期は純せん断で計算
接合部の剛性	=	54.1 kN/mm	※構造計算では剛として扱う

(8) 壁-床、壁-床-壁 せん断接合部 [SF-5DP20]

・強度計算は、壁側の鋼板挿入 DP の 2 面せん断耐力(弱軸抵抗)と、床側の鋼板添え板ボルトの 1 面せん断耐力(安全側に弱軸抵抗)をそれぞれ計算し、弱い方の耐力をせん断耐力とする。なお、床は本設計例に合わせて S60-5-5(t=150)とする。

・詳細バネモデルでは本接合部のせん断剛性は剛として扱う。

・せん断金物の両側には引張金物の開き止めボルトが存在するため、それによる開き止めがなされているものとみなし、終局強度比 $ru=1.5$ を使用する。

・壁中央部に設置するため木破壊の可能性は低く、かつ過去実験による確認も実施し木破壊が生じないことを確認したため、木破壊の計算は不要とした。

・以下に計算内容を示す。

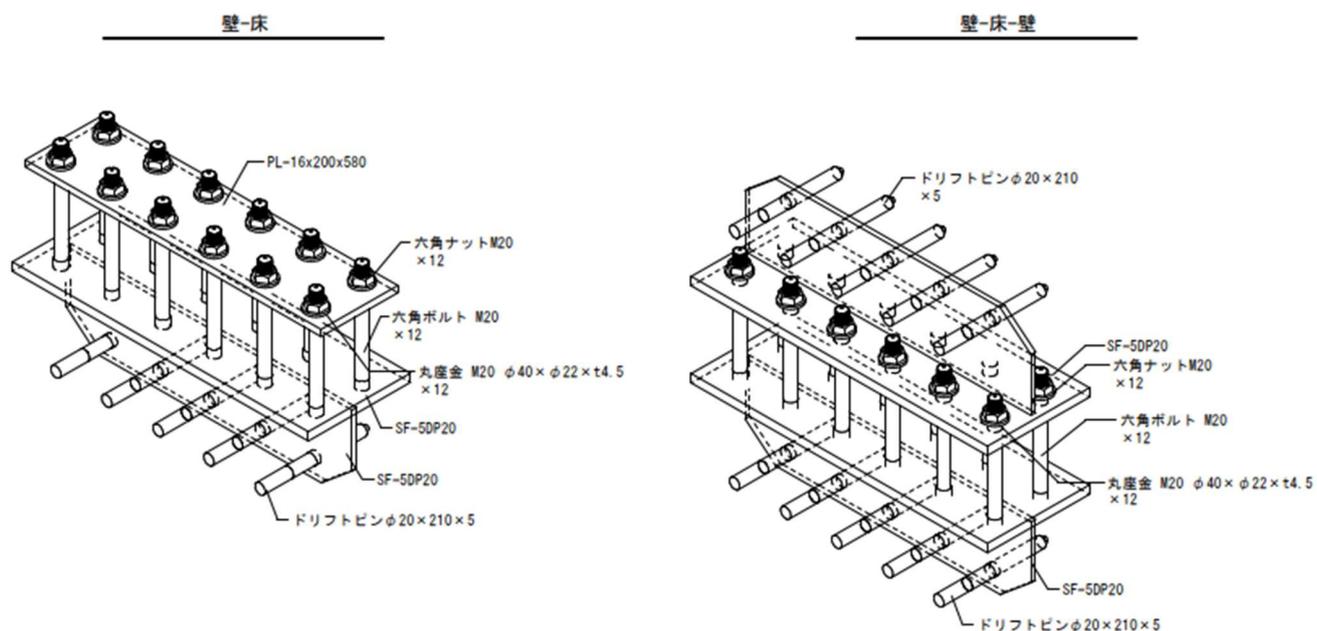


図 3.10.1-9 壁-床、壁-床-壁 せん断接合部「SF-5DP20」

・鋼板挿入DPの2面せん断接合部 と 鋼板添え板ボルトの1面せん断接合部 の 弱い方の耐力として計算する

①鋼板挿入ドリフトピン 2面せん断接合部

・耐力算定

CLT	=	S90_5-7_ヒノキ
方向	=	弱軸
ラミナ厚	=	30 mm
CLT厚み	=	210 mm
ドリフトピン材質	=	SS400
ドリフトピン径	=	20 mm
ドリフトピン1本あたりの強度 p_y	=	46.5 kN/本
ドリフトピン1本あたりの剛性 k	=	53.8 kN/mm/本

ここで、 p_y, k については「CLTマニュアル」の表より算出している。

ドリフトピン本数 n	=	5 本
ドリフトピンピッチ	=	強軸、弱軸共に5 d

ドリフトピン本数による降伏耐力 P_y	=	233 kN	
ドリフトピンによる最大耐力 $ru \cdot P_y$	=	349 kN	$ru = 1.50$
短期耐力 $sPa(2/3 \cdot P_u)$	=	233 kN	開き止めあり

※両側の引張金物の開き止めを兼用として試算

・剛性算定

ドリフトピン耐力 p_y	=	46.5 kN/本
ドリフトピン剛性 k	=	53.8 kN/mm/本
鋼板クリアランス d_0	=	1.5 mm
k'	=	28.80 kN/mm
剛性低減 α	=	0.54
剛性低減 β	=	0.8
ドリフトピン本数 n	=	5 本
ドリフトピン接合部の剛性 K_1	=	115.2 kN/mm

②挿入鋼板PL

・鋼板の耐力確認

板厚	=	9 mm
板幅	=	260 mm
鋼板枚数	=	1 枚
ドリフトピン用の孔径	=	21.5 mm
水平方向の孔の数	=	3 個
断面積	=	1759.5 mm ²
鋼板の材質	=	SS400
鋼板のF値	=	235 N/mm ²
鋼板のFu値	=	400 N/mm ²
終局耐力 P_u	=	406 kN
短期耐力 sPa	=	239 kN

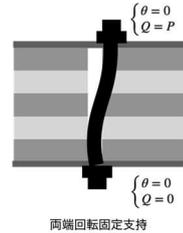
・鋼板とBPL溶接耐力の確認（隅肉溶接）※溶接部耐力は母材同等の強度とする

サイズS	=	12 mm
有効のど厚 α	=	8.4 mm
有効長さ	=	484 mm
終局耐力 P_u	=	939 kN
短期耐力 sPa	=	552 kN

③鋼板添え板ボルト 1面せん断接合部

・耐力算定

CLT	=	S60_5-5_スギ	※床パネル
方向	=	弱軸	
ラミナ厚	=	30 mm	
CLT厚み	=	150 mm	
ボルト材質	=	SNR490	
ボルト径	=	20 mm	
ボルト1本あたりの強度 p_y	=	24 kN/本	
ボルト1本あたりの剛性 k	=	18.9 kN/mm/本	



ここで、 p_y, k については「CLTマニュアル」の表より算出している。

ボルト本数 n	=	12 本	
ボルトピッチ	=	7d	
ボルト本数による降伏耐力 P_y	=	288 kN	
ボルトによる最大耐力 $r_u \cdot P_y$	=	403 kN	$r_u =$ 1.40
短期耐力 $sPa(2/3 \cdot P_u)$	=	269 kN	

・剛性算定

ボルト耐力 p_y	=	24 kN/本
ボルト剛性 k	=	18.9 kN/mm/本
鋼板クリアランス d_0	=	2 mm
k'	=	10.57 kN/mm
剛性低減 α	=	0.56
剛性低減 β	=	0.8
ボルト本数 n	=	12 本
ボルト接合部の剛性 K_1	=	101.5 kN/mm

∴接合部のせん断性能 → 鋼板添え板ボルト接合により決定

終局耐力 P_u	=	349 kN	
短期耐力P_a	=	233 kN	
接合部の剛性	=	54.0 kN/mm	※実際には摩擦抵抗もあるため 構造計算では剛として扱う

(9) 壁-床、壁-床-壁 せん断接合部 [SF-9DP20]

・SF-5DP20 で強度が足りない部位に一部採用する金物として、SF-5DP20 に対して DP 本数、ボルト本数を 4 本追加した仕様である。強度計算は SF-5DP20 と同様に行う。

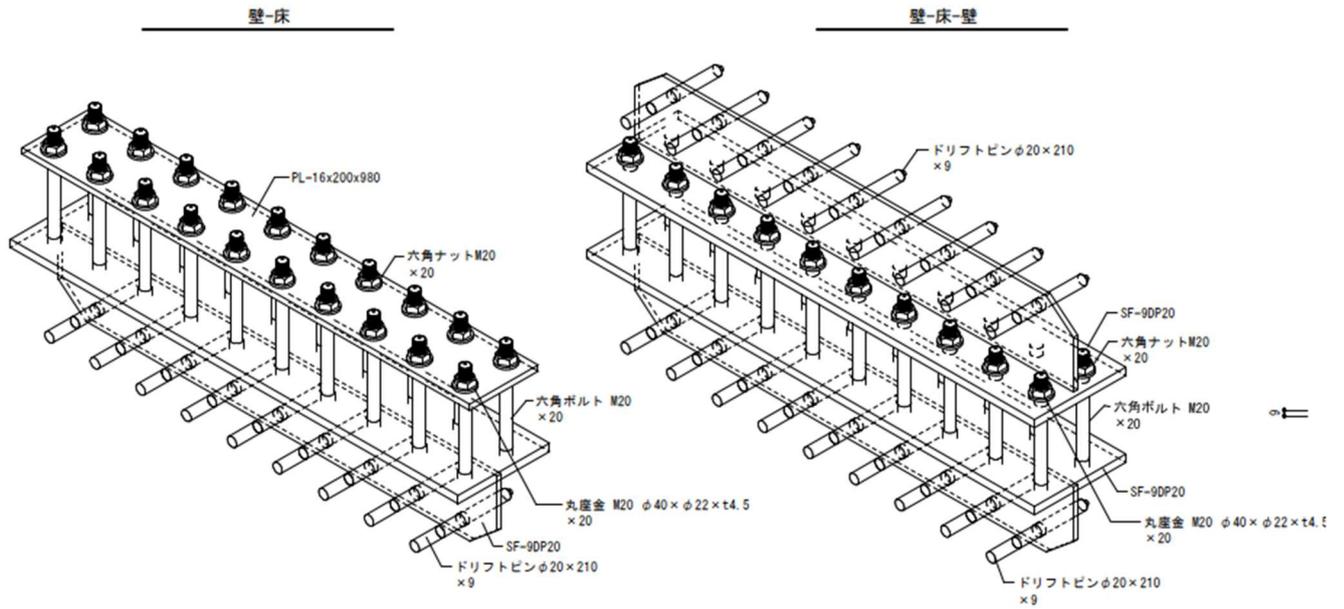


図 3.10.1-10 壁-床、壁-床-壁 せん断接合部「SF-9DP20」

・鋼板挿入DPの2面せん断接合部 と 鋼板添え板ボルトの1面せん断接合部 の 弱い方の耐力として計算する

①鋼板挿入ドリフトピン 2面せん断接合部

・耐力算定

CLT	=	S90_5-7_ヒノキ
方向	=	弱軸
ラミナ厚	=	30 mm
CLT厚み	=	210 mm
ドリフトピン材質	=	SS400
ドリフトピン径	=	20 mm
ドリフトピン1本あたりの強度 p_y	=	46.5 kN/本
ドリフトピン1本あたりの剛性 k	=	53.8 kN/mm/本

ここで、 p_y, k については「CLTマニュアル」の表より算出している。

ドリフトピン本数 n	=	9 本
ドリフトピンピッチ	=	強軸、弱軸共に 5 d

ドリフトピン本数による降伏耐力 P_y	=	419 kN
ドリフトピンによる最大耐力 $r_u \cdot P_y$	=	628 kN $r_u = 1.50$
短期耐力 $sPa(2/3 \cdot P_u)$	=	419 kN 開き止めあり

※両側の引張金物の開き止めを兼用として試算

・剛性算定

ドリフトピン耐力 p_y	=	46.5 kN/本
ドリフトピン剛性 k	=	53.8 kN/mm/本
鋼板クリアランス d_0	=	1.5 mm
k'	=	28.80 kN/mm
剛性低減 α	=	0.54
剛性低減 β	=	0.8
ドリフトピン本数 n	=	9 本
ドリフトピン接合部の剛性 K_1	=	207.4 kN/mm

②挿入鋼板PL

・鋼板の耐力確認

板厚	=	9 mm
板幅	=	460 mm
鋼板枚数	=	1 枚
ドリフトピン用の孔径	=	21.5 mm
水平方向の孔の数	=	3 個
断面積	=	3559.5 mm ²
鋼板の材質	=	SS400
鋼板のF値	=	235 N/mm ²
鋼板のFu値	=	400 N/mm ²
終局耐力 P_u	=	822 kN
短期耐力 sPa	=	483 kN

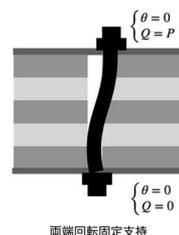
・鋼板とBPL溶接耐力の確認（隅肉溶接）※溶接部耐力は母材同等の強度とする

サイズS	=	12 mm
有効のど厚 α	=	8.4 mm
有効長さ	=	884 mm
終局耐力 P_u	=	1715 kN
短期耐力 sPa	=	1007 kN

③鋼板添え板ボルト 1面せん断接合部

・耐力算定

CLT	=	S60_5-5_スギ	※床パネル
方向	=	弱軸	
ラミナ厚	=	30 mm	
CLT厚み	=	150 mm	
ボルト材質	=	SNR490	
ボルト径	=	20 mm	
ボルト1本あたりの強度 p_y	=	24 kN/本	
ボルト1本あたりの剛性 k	=	18.9 kN/mm/本	



ここで、 p_y, k については「CLTマニュアル」の表より算出している。

ボルト本数 n	=	20 本	
ボルトピッチ	=	7d	
ボルト本数による降伏耐力 P_y	=	480 kN	
ボルトによる最大耐力 $ru \cdot P_y$	=	672 kN	$ru = 1.40$
短期耐力 $sPa(2/3 \cdot P_u)$	=	448 kN	

・剛性算定

ボルト耐力 p_y	=	24 kN/本
ボルト剛性 k	=	18.9 kN/mm/本
鋼板クリアランス d_0	=	2 mm
k'	=	10.57 kN/mm
剛性低減 α	=	0.56
剛性低減 β	=	0.8
ボルト本数 n	=	20 本
ボルト接合部の剛性 K_1	=	169.2 kN/mm

∴接合部のせん断性能 → 鋼板添え板ボルト接合により決定

終局耐力 P_u	=	628 kN	
短期耐力P_a	=	419 kN	
接合部の剛性	=	93.2 kN/mm	※実際には摩擦抵抗もあるため 構造計算では剛として扱う

(10) 壁-小梁 せん断接合部 [BH-5DP20]

- ・強度計算は、壁側の鋼板添え板ボルトの1面せん断耐力(強軸抵抗)と、集成材梁側の鋼板挿入 DP の2面せん断耐力(繊維直交方向の抵抗)をそれぞれ計算し、弱い方の耐力をせん断耐力とする。
- ・集成材梁側の鋼板挿入 DP の2面せん断耐力は「木基準」により計算する。
- ・詳細バネモデルでは本接合部の材端接合条件はピンとして扱う。

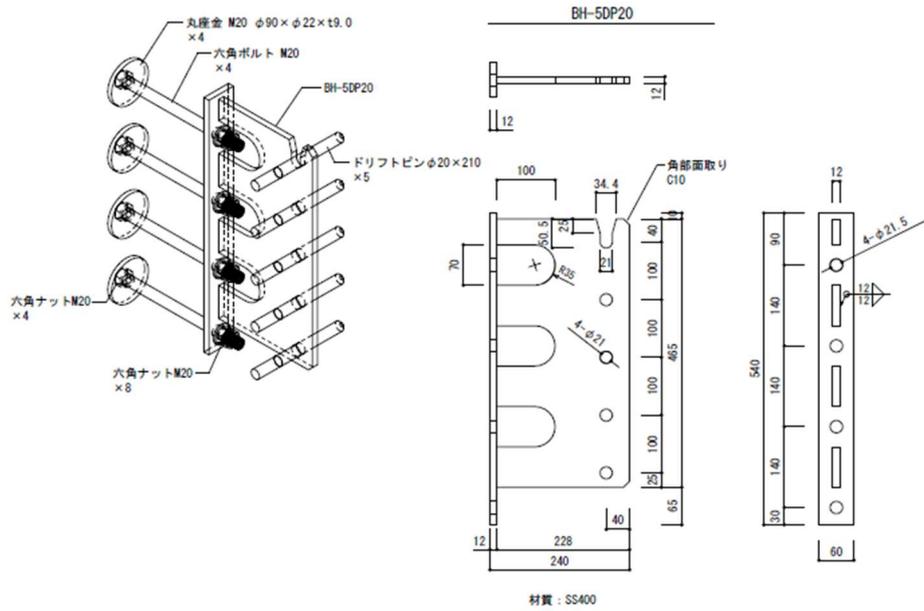


図 3.10.1-4.1 壁-小梁 せん断接合部「BH-5DP20」

接合形式	(iii)2面せん断鋼板挿入型		Q ₁	0	Q ₂	1	
荷重角度	繊維直角方向 角度θ 90.0°						
使用環境	Ⅲ：通常状態						
接合具	ドリフトピン						
	径 d	長さ l					1列の本数 n
	20	205					5
木部	鋼板厚 (mm)						9
	樹種	おうしゅうあかまつ					
	強度等級	E105-F300					
	断面 (mm)	210 × 600					
座掘り等欠損 (mm)							
単位接合部降伏モード		モードⅢ					
接合部全体		接合種別	JB				
		i K _r	0.9				
許容耐力 (kN)		P _a	P _a				
		(単位接合部)	(接合部[全体])				
長期 (K _d =1.1)	8.81	39.68					
中長期 (K _d =1.43)	11.46	51.59					
中短期 (K _d =1.6)	12.82	57.72					
短期 (K _d =2.0)	16.03	72.15					
列数 (m)	1	he	500				
		Σr _i					
		Σs _i					

単位接合部の許容耐力計算	P _a	(1) 単位接合部の設計用許容せん断耐力															
		$p_a = \frac{1}{3} K_d \cdot j K_m \cdot r_u \cdot p_y$			$p_y = C \cdot F_e \cdot d \cdot l$												
		降伏モード			式		C										
		モードⅠ		1	JC	1.0	r _u ボルト 1.0 ドリフトピン 1.0										
		モードⅢ		$\sqrt{2 + \frac{8}{3} \gamma \left(\frac{d}{\ell}\right)^2} - 1$	0.64	JB		1.1									
モードⅣ		$\frac{d}{\ell} \sqrt{\frac{8}{3} \gamma}$	0.83	JA	1.2												
		j K _m = 1.0		<table border="1"> <tr> <td>θFe</td> <td>9.70</td> <td>荷重角度θ</td> </tr> <tr> <td>sFe</td> <td>19.40</td> <td>繊維方向</td> </tr> <tr> <td>⊥Fe</td> <td>9.70</td> <td>繊維直角</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>235</td> <td>接合具</td> </tr> </table>		θFe	9.70	荷重角度θ	sFe	19.40	繊維方向	⊥Fe	9.70	繊維直角	F	235	接合具
θFe	9.70	荷重角度θ															
sFe	19.40	繊維方向															
⊥Fe	9.70	繊維直角															
F	235	接合具															
		$\gamma = F_e / Fe = 24.23$		$l = 194$													

接合部全体の許容耐力計算	P _a	(2) 設計用許容せん断耐力					
		$P_a = \frac{1}{3} j K_r \cdot j K_d \cdot j K_m \cdot P_{u0}$					
		i 全体接合部の終局せん断耐力					
		$P_{ui} = \sum_{i=1}^m (j K_n \cdot n_i \cdot r_u \cdot p_y) = 120.26 \text{ kN}$			j K _n = 0.85		
		ii 木材の繊維と直角方向の応力を受ける場合の割裂破壊に対する計算					
		$\perp P_{UW} = \min(\perp P_{UW1}, \perp P_{UW2}) = 194 \text{ kN}$			(0° < θ ≤ 90°)		
		$\left(\begin{array}{l} P_{UW1} = 2 \cdot C_r \cdot \ell \cdot \sqrt{\frac{h_e}{1 - h_e/h}} \times n = 850.06 \text{ kN} \\ P_{UW2} = \frac{2}{3} \cdot \xi \cdot h_e \cdot \ell \cdot F_s = 194.00 \text{ kN} \end{array} \right)$			主材 C _r = 8.00		
					繊維方向間隔 ≥ 7d		
					n = 5		
					主材 F _s = 3.00		
iii 繊維に平行方向の力を受ける場合の集合型せん断破壊に対する計算							
$\parallel P_{UW} = \max(A_{et} \cdot F_t, A_{es} \cdot F_s) = - \text{ kN}$			主材 F _t = 16.00				
$\left(\begin{array}{l} A_{et} \cdot F_t = l \cdot \sum r_i \times F_t = - \text{ kN} \\ A_{es} \cdot F_s = l \cdot \sum s_i \times F_s = - \text{ kN} \end{array} \right)$			ii, iiiを計算する場合のℓは10dを上限とする。				
iv 木材の繊維と傾斜する方向の応力を受ける場合の計算							
$\theta P_{UW} = \min(\perp P_{UW} / \sin \theta, \parallel P_{UW} / \cos \theta) = 194.0 \text{ kN}$							
v 全体接合部の基準終局せん断耐力							
$P_{u0} = \min(P_{ui}, P_{UW}, \theta P_{UW}) = 120.26 \text{ kN}$			木破によらない				

① 鋼板挿入ドリフトピン 2面せん断接合部(集成材)

・ 耐力算定

ドリフトピンによる最大耐力 $r_u \cdot P_y$	=	108 kN	
短期耐力 $sPa(2/3 \cdot Pu)$	=	72.2 kN	※木基準より算定

・ 剛性算定

ドリフトピン接合部の剛性 K_1	=	69.5 kN/mm	※木基準より算定
--------------------	---	------------	----------

② 挿入鋼板PL

・ 鋼板の耐力確認

板厚	=	12 mm
板幅	=	260 mm
鋼板枚数	=	1 枚
ドリフトピン用の孔径	=	21.5 mm
水平方向の孔の数	=	3 個
断面積	=	2346 mm ²
鋼板の材質	=	SS400
鋼板のF値	=	235 N/mm ²
鋼板のFu値	=	400 N/mm ²
終局耐力 P_u	=	542 kN
短期耐力 sPa	=	318 kN

・ 鋼板とBPL溶接耐力の確認 (隅肉溶接) ※溶接部耐力は母材同等の強度とする

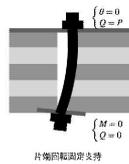
サイズ S	=	12 mm
有効のど厚 α	=	8.4 mm
有効長さ	=	154 mm
終局耐力 P_u	=	299 kN
短期耐力 sPa	=	176 kN

③ 鋼板添え板ボルト 1面せん断接合部

・ 耐力算定

CLT	=	S90_5-7_ヒノキ	※壁パネル
方向	=	弱軸	
ラミナ厚	=	30 mm	
CLT厚み	=	210 mm	
ボルト材質	=	SS400	
ボルト径	=	20 mm	
ボルト1本あたりの強度 p_y	=	28 kN/本	
ボルト1本あたりの剛性 k	=	37.6 kN/mm/本	

ここで、 p_y, k については「CLTマニュアル」の表より算出している。



ボルト本数 n	=	4 本
ボルトピッチ	=	7d

ボルト本数による降伏耐力 P_y	=	112 kN	
ボルトによる最大耐力 $r_u \cdot P_y$	=	157 kN	$r_u = 1.40$
短期耐力 $sPa(2/3 \cdot Pu)$	=	105 kN	

・ 剛性算定

ボルト耐力 p_y	=	28 kN/本
ボルト剛性 k	=	37.6 kN/mm/本
鋼板クリアランス d_0	=	2 mm
k'	=	16.05 kN/mm
剛性低減 α	=	0.43
剛性低減 β	=	0.8
ボルト本数 n	=	4 本
ボルト接合部の剛性 K_1	=	51.4 kN/mm

∴ 接合部のせん断性能 → 鋼板挿入DP接合 (集成材) により決定

終局耐力 P_u	=	108 kN	
短期耐力 Pa	=	72 kN	
長期耐力 Pa	=	40 kN	
接合部の剛性	=	29.5 kN/mm	※実際には摩擦抵抗もあるため 構造計算では剛として扱う

(11) 壁-小梁 せん断接合部 [BH-10DP20] ※部分的に強度が必要な部位に採用する

・BH-5DP20 で強度が足りない部位に一部採用する金物として、BH-5DP20 に対して DP 本数を 5 本追加した仕様である。強度計算は BH-5DP20 と同様に行う。

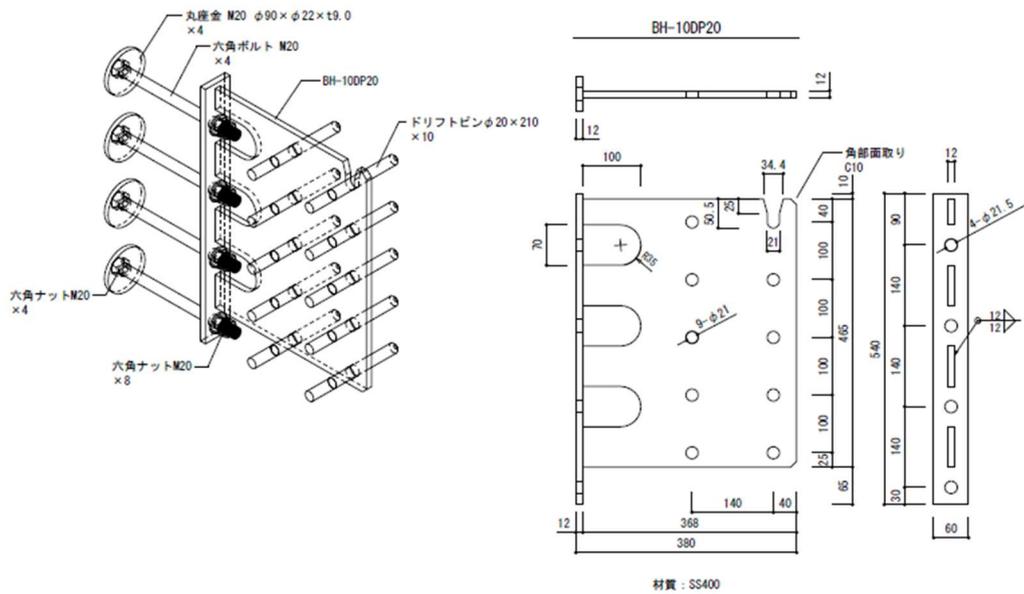


図 3.10.1-52 壁-小梁 せん断接合部「BH-10DP20」

接合形式	(iii)2面せん断鋼板挿入型		Q ₁	0	Q ₂	1	
荷重角度	繊維直角方向 角度θ 90.0°						
使用環境	Ⅲ：通常状態						
接合具	ドリフトピン						
	径 d	長さ l					1列の本数 n
	20	205					5
木部	鋼板厚 (mm)						9
	樹種	おうしゅうあかまつ					
	強度等級	E105-F300					
	断面 (mm)	210 × 600					
座掘り等欠損 (mm)							
単位接合部降伏モード		モードⅢ					
接合部全体		接合種別	JC				
		i K _r	0.75				
許容耐力 (kN)		P _a	P _a				
		(単位接合部)	接合部[全体]				
長期 (K _d =1.1)	8.81	53.35					
中長期 (K _d =1.43)	11.46	69.35					
中短期 (K _d =1.6)	12.82	77.60					
短期 (K _d =2.0)	16.03	97.00					
		列数 (m)	2				
		h _e	500				
		Σr _i					
		Σs _i					

単位接合部の許容耐力計算	(1) 単位接合部の設計用許容せん断耐力																
	$P_a = \frac{1}{3} K_d \cdot j K_m \cdot r_u \cdot p_y$		$p_y = C \cdot F_e \cdot d \cdot l$		$j K_m = 1.0$												
	降伏モード	式	C	接合種別	r_u												
	モードⅠ	1	1	JC	1.0	ドリフトピン											
	モードⅢ	$\sqrt{2 + \frac{8}{3} \gamma \left(\frac{d}{\ell}\right)^2} - 1$	0.64	JB	1.1	1.0											
モードⅣ	$\frac{d}{\ell} \sqrt{\frac{8}{3} \gamma}$	0.83	JA	1.2													
				<table border="1"> <tr> <td>θFe</td> <td>9.70</td> <td>荷重角度θ</td> </tr> <tr> <td>⊥Fe</td> <td>19.40</td> <td>繊維方向</td> </tr> <tr> <td>⊥Fe</td> <td>9.70</td> <td>繊維直角</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>235</td> <td>接合具</td> </tr> </table>		θFe	9.70	荷重角度θ	⊥Fe	19.40	繊維方向	⊥Fe	9.70	繊維直角	F	235	接合具
θFe	9.70	荷重角度θ															
⊥Fe	19.40	繊維方向															
⊥Fe	9.70	繊維直角															
F	235	接合具															
				$\gamma = F/Fe = 24.23$ $l = 194$													

接合部全体の許容耐力計算	(2) 設計用許容せん断耐力											
	$P_a = \frac{1}{3} j K_r \cdot j K_d \cdot j K_m \cdot P_{u0}$											
	i 全体接合部の終局せん断耐力											
	$P_{ui} = \sum_{i=1}^m (j K_n \cdot n_i \cdot r_u \cdot p_y) = 240.52 \text{ kN}$		$j K_n = 0.85$									
	ii 木材の繊維と直角方向の応力を受ける場合の割裂破壊に対する計算											
	$\perp P_{uw} = \min(\perp P_{uw1}, \perp P_{uw2}) = 194 \text{ kN}$		$(0^\circ < \theta \leq 90^\circ)$									
	$\left(\begin{array}{l} P_{uw1} = 2 \cdot C_r \cdot \ell \cdot \sqrt{\frac{h_e}{1 - \frac{h_e}{h}}} \times n = 850.06 \text{ kN} \\ P_{uw2} = \frac{2}{3} \cdot \xi \cdot h_e \cdot \ell \cdot F_s = 194.00 \text{ kN} \end{array} \right)$		<table border="1"> <tr> <td>主材 C_r</td> <td>8.00</td> </tr> <tr> <td>繊維方向間隔 ≥ 7d</td> <td></td> </tr> <tr> <td>n</td> <td>5</td> </tr> </table>				主材 C _r	8.00	繊維方向間隔 ≥ 7d		n	5
	主材 C _r	8.00										
	繊維方向間隔 ≥ 7d											
	n	5										
$\xi = \frac{ Q_1 - Q_2 }{\max(Q_1 , Q_2)} = 1$		主材 F _s 3.00										
iii 繊維に平行方向の力を受ける場合の集合型せん断破壊に対する計算												
$\parallel P_{uw} = \max(A_{et} \cdot F_t, A_{es} \cdot F_s) = \text{---} \text{ kN}$		主材 F _t 16.00										
$\left(\begin{array}{l} A_{et} \cdot F_t = l \cdot \sum r_i \times F_t = \text{---} \text{ kN} \\ A_{es} \cdot F_s = l \cdot \sum s_i \times F_s = \text{---} \text{ kN} \end{array} \right)$		ii, iiiを計算する場合のℓは10dを上限とする。										
iv 木材の繊維と傾斜する方向の応力を受ける場合の計算												
$\theta P_{uw} = \min(\perp P_{uw} / \sin \theta, \parallel P_{uw} / \cos \theta) = 194.0 \text{ kN}$												
v 全体接合部の基準終局せん断耐力												
$P_{u0} = \min(P_{ui}, P_{uw}, \theta P_{uw}) = 194.00 \text{ kN}$		木材による破壊										

① 鋼板挿入ドリフトピン 2面せん断接合部(集成材)

・耐力算定

ドリフトピンによる最大耐力 $r_u \cdot P_y$	=	146 kN	
短期耐力 $sPa(2/3 \cdot P_u)$	=	97.0 kN	※木基準より算定

・剛性算定

ドリフトピン接合部の剛性 K_1	=	139.0 kN/mm	※木基準より算定
--------------------	---	-------------	----------

② 挿入鋼板PL

・鋼板の耐力確認

板厚	=	12 mm
板幅	=	260 mm
鋼板枚数	=	1 枚
ドリフトピン用の孔径	=	21.5 mm
水平方向の孔の数	=	3 個
断面積	=	2346 mm ²
鋼板の材質	=	SS400
鋼板のF値	=	235 N/mm ²
鋼板のF _u 値	=	400 N/mm ²
終局耐力 P_u	=	542 kN
短期耐力 sPa	=	318 kN

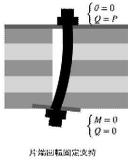
・鋼板とBPL溶接耐力の確認 (隅肉溶接) ※溶接部耐力は母材同等の強度とする

サイズ S	=	12 mm
有効のど厚 α	=	8.4 mm
有効長さ	=	154 mm
終局耐力 P_u	=	299 kN
短期耐力 sPa	=	176 kN

③ 鋼板添え板ボルト 1面せん断接合部

・耐力算定

CLT	=	S90_5-7_ヒノキ	※壁パネル
方向	=	弱軸	
ラミナ厚	=	30 mm	
CLT厚み	=	210 mm	
ボルト材質	=	SS400	
ボルト径	=	20 mm	
ボルト1本あたりの強度 p_y	=	28 kN/本	
ボルト1本あたりの剛性 k	=	37.6 kN/mm/本	



ここで、 p_y, k については「CLTマニュアル」の表より算出している。

ボルト本数 n	=	4 本	
ボルトピッチ	=	7d	
ボルト本数による降伏耐力 P_y	=	112 kN	
ボルトによる最大耐力 $r_u \cdot P_y$	=	157 kN	$r_u = 1.40$
短期耐力 $sPa(2/3 \cdot P_u)$	=	105 kN	

・剛性算定

ボルト耐力 p_y	=	28 kN/本
ボルト剛性 k	=	37.6 kN/mm/本
鋼板クリアランス d_0	=	2 mm
k'	=	16.05 kN/mm
剛性低減 α	=	0.43
剛性低減 β	=	0.8
ボルト本数 n	=	4 本
ボルト接合部の剛性 K_1	=	51.4 kN/mm

∴ 接合部のせん断性能 → 鋼板挿入DP接合 (集成材) により決定

終局耐力 P_u	=	146 kN	
短期耐力 P_a	=	97 kN	
長期耐力 P_a	=	53 kN	
接合部の剛性	=	37.5 kN/mm	※実際には摩擦抵抗もあるため 構造計算では剛として扱う

(12) 壁-壁 鉛直せん断接合部 [SW-10DP20]

・本接合部性能は過去実験値を採用する。

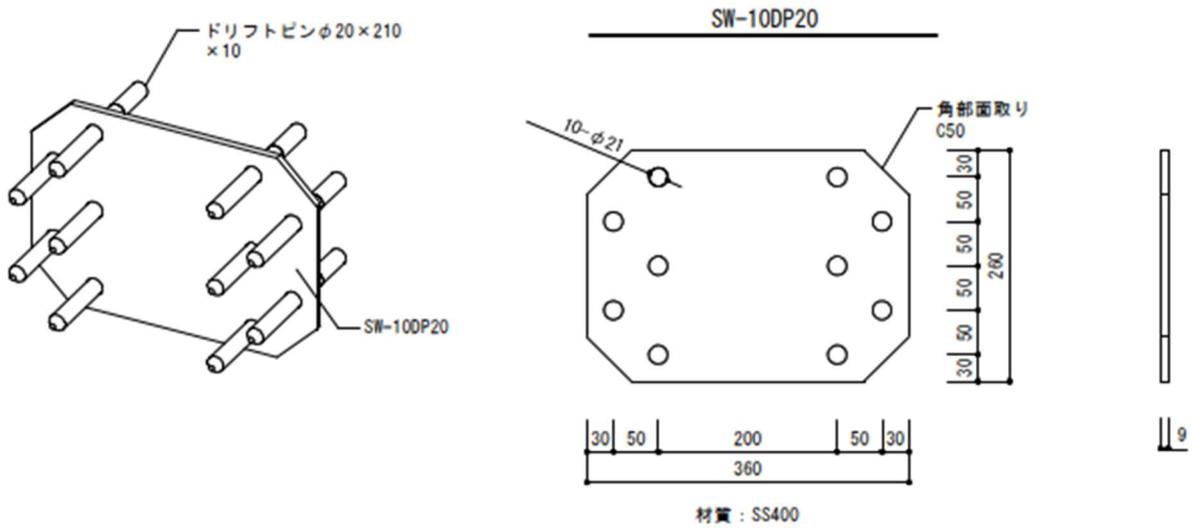
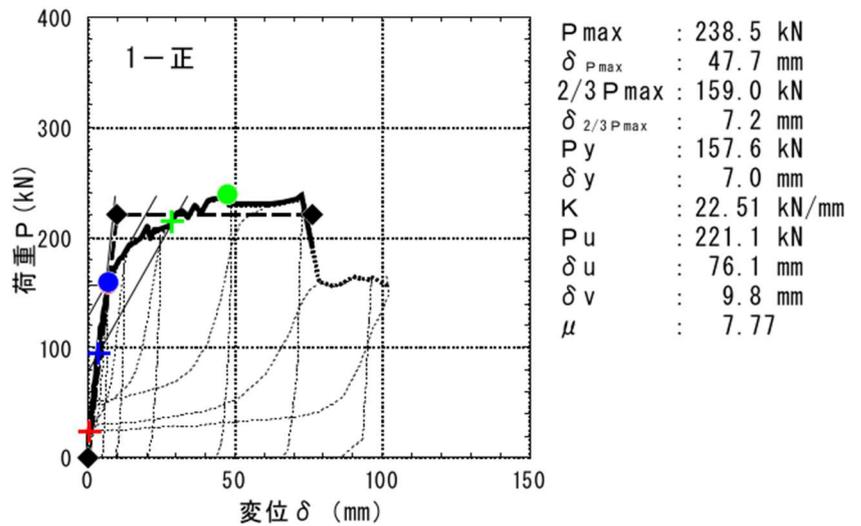


図 3.10.1-63 壁-壁 鉛直せん断接合部「SW-10DP20」



①実験写真



②実験結果

図 3.10.1-74 実験写真及び結果

(13) 壁-基礎 せん断接合部 [SB-5DP20]

- ・壁-基礎せん断接合部は X-マーク金物を採用する。
- ・詳細バネモデルでは本接合部のせん断剛性は剛として扱う。
- ・壁中央部に設置するため木破壊の可能性は低く、木破壊の計算は不要とした。

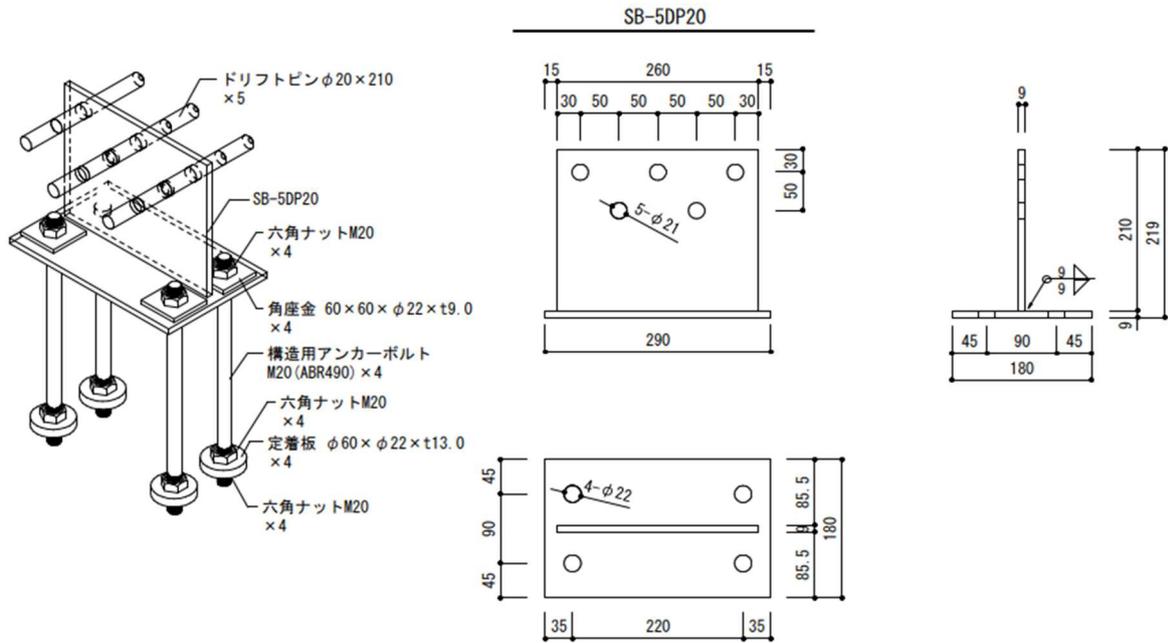


図 3.10.1-85 壁-基礎 せん断接合部「SB-5DP20」

名称	記号	樹種	降伏耐力 (kN) (許容耐力)	終局耐力 (kN)	δ u (mm)
引張金物 ^{※6} (ドリフトピン接合)	TB-4DP20	ヒノキ ^{※1}	114.7(M24)	134.1(M24)	0.1×L _b ^{※5}
		スギ ^{※2}	-	-	
	TB-6DP20	ヒノキ ^{※1}	182.3(M30)	212.4(M30)	
		スギ ^{※2}	149.2(M27)	173.4(M27)	
引張金物 ^{※6} (引きボルト接合)	TB-9DP20	ヒノキ ^{※1}	-	-	
		スギ ^{※2}	225.6(M33)	261.3(M33)	
	W40	カラマツ ^{※3}	182.3(M30)	212.4(M30)	
		スギ ^{※4}	182.3(M30)	212.4(M30)	
せん断金物	SB-5DB	ヒノキ ^{※1}	196.1	304.6	30.00
		スギ ^{※2}	166.6	269.1	25.93

注 ^{※1} 直交集成板の強度等級 S90-5-7, S90-7-7 又はこれと同等以上
^{※2} 直交集成板の強度等級 Mx60-5-7, Mx60-7-7 又はこれと同等以上
^{※3} 直交集成板の強度等級 S90-7-7 又はこれと同等以上
^{※4} 直交集成板の強度等級 Mx60-7-7 又はこれと同等以上
^{※5} L_b: ABR490 ボルトのボルトが有効に塑性変形するための長さ(mm)
^{※6} 耐力壁の鉛直方向が直交集成板の強軸方向の場合に限る。
 引張金物及びせん断金物の取り付けは、p17～19を参照のこと。

図 3.10.1-16 特性値一覧表 (ルート3対応) その1

(14) 横架材せん断接合部

大梁の端部は、「木質構造接合部設計事例集(日本建築学会)」に準拠し、鋼板挿入2面せん断型(ドリフトピン)接合とし、木破壊の許容耐力とドリフトピン許容耐力の小さい値を接合部の許容せん断耐力とした。以下、接合部の許容耐力の算定結果を示す。

表 3.10.1-1 Gy30 (210×300) 端部「BH-2DP20」 鋼板挿入2面せん断型接合の設計

接合形式	(iii)2面せん断鋼板挿入型			Q ₁	0	Q ₂	1
荷重角度	繊維直角方向 角度θ 90.0°						
使用環境	Ⅲ：通常状態						
接合具	ドリフトピン						
	径 d	長さ l	1列の本数 n				
	20	205	2				
木部	鋼板厚 (mm)						
	樹種	おうしゅうあかまつ					
	強度等級	E105-F300					
単位接合部隆伏モード	断面 (mm)						
	210 × 300						
接合部全体	座掘り等欠損 (mm)						
	モードⅢ						
接合部全体	接合種別						
	JB						
許容耐力 (kN)	j _K						
	0.9						
	P _u						
	P _{u0}						
	P _{u1}						
長期 (K=1.1)	8.77	15.79					
中長期 (K=1.43)	11.40	20.52					
中短期 (K=1.6)	12.76	22.96					
短期 (K=2.0)	15.95	28.71					
列数 (n)	1	h _g	250	Σr _i	Σs _i		

単位接合部の許容耐力計算	(1) 単位接合部の設計用許容せん断耐力																	
	$p_u = \frac{1}{3} K_d \cdot K_m \cdot r_u \cdot p_r \quad p_r = C \cdot F_c \cdot d \cdot l \quad j_{K_m} = 1.0$																	
	隆伏モード	式	C	接合種別	r _u	<table border="1"> <tr> <td>σ_{Fe}</td> <td>9.70</td> <td>繊維角度θ</td> </tr> <tr> <td>f_{Fe}</td> <td>19.40</td> <td>繊維方向</td> </tr> <tr> <td>σ_F</td> <td>9.70</td> <td>繊維直角</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>235</td> <td>接合具</td> </tr> </table> <p>γ = F/Fe = 24.23 l = 191</p>	σ _{Fe}	9.70	繊維角度θ	f _{Fe}	19.40	繊維方向	σ _F	9.70	繊維直角	F	235	接合具
	σ _{Fe}	9.70	繊維角度θ															
	f _{Fe}	19.40	繊維方向															
σ _F	9.70	繊維直角																
F	235	接合具																
モードⅠ	1	1	JC	1.0														
モードⅢ	$\sqrt{2 + \frac{8}{3} \left(\frac{d}{l}\right)} - 1$	0.65	JB	1.1	1.0													
モードⅣ	$\frac{d}{2\sqrt{3}\gamma}$	0.84	JA	1.2														

接合部全体の許容耐力計算	(2) 設計用許容せん断耐力					
	$P_u = \frac{1}{3} j_{K_r} \cdot j_{K_d} \cdot j_{K_m} \cdot P_{u0}$					
	i 全体接合部の終局せん断耐力					
	$P_{u1} = \sum_{i=1}^n (j_{K_n} \cdot n_i \cdot r_u \cdot p_r) = 47.85 \text{ kN} \quad [j_{K_n} = 1.00]$					
	ii 木材の繊維と直角方向の応力を受ける場合の割壊破壊に対する計算					
	${}_1P_{uw} = \min({}_1P_{uw1}, {}_1P_{uw2}) = 95.5 \text{ kN} \quad (0^\circ < \theta \leq 90^\circ)$					
	$\left(\begin{array}{l} P_{uw1} = 2 \cdot C_c \cdot \xi \cdot \sqrt{\frac{h_c}{1 - h_c/h}} \times n = 236.71 \text{ kN} \\ P_{uw2} = \frac{2}{3} \cdot \xi \cdot h_c \cdot l \cdot F_c = 95.50 \text{ kN} \end{array} \right)$					
	$\xi = \frac{ Q_1 \cdot Q_2 }{\max(Q_1 , Q_2)} = 1$					
	iii 繊維に平行方向の力を受ける場合の集合型せん断破壊に対する計算					
	${}_2P_{uw} = \max(A_{u1} \cdot F_c, A_{u2} \cdot F_s) = - \text{ kN}$					
$\left(\begin{array}{l} A_{u1} \cdot F_c = l \cdot \sum r_i \times F_c = - \text{ kN} \\ A_{u2} \cdot F_s = l \cdot \sum s_i \times F_s = - \text{ kN} \end{array} \right)$						
iv 木材の繊維と傾斜する方向の応力を受ける場合の計算						
${}_0P_{uw} = \min({}_1P_{uw}/\sin\theta, {}_2P_{uw}/\cos\theta) = 95.5 \text{ kN}$						
v 全体接合部の基準終局せん断耐力						
$P_{u0} = \min(P_{u1}, P_{uw}, {}_0P_{uw}) = 47.85 \text{ kN} \quad [木部によらない]$						

表 3.10.1-2 Gy60 (210×600) 端部「BH-10DP20」 鋼板挿入2面せん断型接合の設計

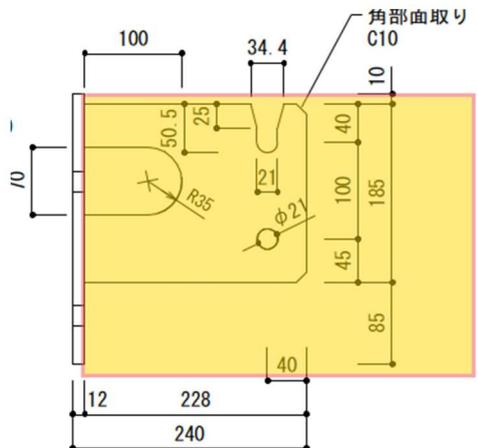
接合形式		(iii)2面せん断鋼板挿入型		Q ₁	0	Q ₂	1				
荷重角度		繊維直角方向 角度θ 90.0°									
使用環境		Ⅲ：通常状態									
接合具		ドリフトピン									
径	d	長さ	l							1列の本数	n
	20	205	5								
鋼板厚 (mm)		12									
木部	樹種	おうしゆうあかまつ									
	強度等級	E105-F300									
断面 (mm)		210 × 600									
座振り等欠損 (mm)											
単位接合部降伏モード		モードⅢ									
接合部全体		接合種別 JB									
許容耐力 (kN)		P _u	P _s								
		(単位接合部)	(接合部全体)								
長期 (K=1.1)		8.77	39.47								
中長期 (K=1.43)		11.40	51.32								
中短期 (K=1.6)		12.76	57.42								
短期 (K=2.0)		15.95	71.77	別数 (m)	1	h _e	500	Σr _i	Σs _i		

単位接合部の許容耐力計算	(1) 単位接合部の設計用許容せん断耐力																				
	$p_u = \frac{1}{3} K_d \cdot K_m \cdot r_u \cdot p_y \quad p_y = C \cdot F_u \cdot d \cdot l \quad jK_m = 1.0$																				
	降伏モード	式	C	接合種別	r _u	<table border="1"> <tr> <td>Fe</td> <td>9.70</td> <td>荷重角度θ</td> </tr> <tr> <td>F_e</td> <td>19.40</td> <td>繊維方向</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>9.70</td> <td>繊維直角</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>235</td> <td>接合具</td> </tr> </table> $\gamma = F/F_e = 24.23$ $l = 191$					Fe	9.70	荷重角度θ	F _e	19.40	繊維方向	F	9.70	繊維直角	F	235
Fe	9.70	荷重角度θ																			
F _e	19.40	繊維方向																			
F	9.70	繊維直角																			
F	235	接合具																			
モードⅠ	1	1	JC	1.0	1.0																
モードⅢ	$\sqrt{2 + \frac{8}{3} \left(\frac{d}{l}\right)^2} - 1$	0.65	JB	1.1																	
モードⅣ	$\frac{d}{2\sqrt{3}\gamma}$	0.84	JA	1.2																	

接合部全体の許容耐力計算	(2) 設計用許容せん断耐力									
	$P_u = \frac{1}{3} j K_r \cdot j K_d \cdot j K_m \cdot P_{u0}$									
	i 全体接合部の終局せん断耐力									
	$P_{u0} = \sum_{i=1}^m (j K_n \cdot n_i \cdot r_u \cdot p_y) = 119.63 \text{ kN} \quad [K_n = 0.85]$									
	ii 木材の繊維と直角方向の応力を受ける場合の割裂破壊に対する計算									
	$\perp P_{uw} = \min(\perp P_{uw1}, \perp P_{uw2}) = 191 \text{ kN} \quad (0^\circ < \theta \leq 90^\circ)$									
	$\left[\begin{aligned} P_{uw1} &= 2 \cdot C_r \cdot \xi \cdot \sqrt{\frac{h_c}{1 - \frac{h_c}{h}}} \times n = 836.92 \text{ kN} \\ P_{uw2} &= \frac{2}{3} \cdot \xi \cdot h_c \cdot l \cdot F_u = 191.00 \text{ kN} \end{aligned} \right]$									
	$\xi = \frac{ Q_1 \cdot Q_2 }{\max(Q_1 , Q_2)} = 1$									
	iii 繊維に平行方向の力を受ける場合の集合型せん断破壊に対する計算									
	$\parallel P_{uw} = \max(A_{u1} \cdot F_t, A_{u2} \cdot F_s) = \text{---} \text{ kN}$ $\left[\begin{aligned} A_{u1} \cdot F_t &= l \cdot \sum r_i \times F_t = \text{---} \text{ kN} \\ A_{u2} \cdot F_s &= l \cdot \sum s_i \times F_s = \text{---} \text{ kN} \end{aligned} \right]$									
iv 木材の繊維と傾斜する方向の応力を受ける場合の計算										
$\theta P_{uw} = \min(\perp P_{uw} / \sin \theta, \parallel P_{uw} / \cos \theta) = 191.0 \text{ kN}$										
v 全体接合部の基準終局せん断耐力										
$P_{u0} = \min(P_{u1}, P_{uw}, \theta P_{uw}) = 119.63 \text{ kN} \quad \boxed{\text{木部によらない}}$										

表 3.10.1-3 B30m (150×300) 端部「BH-2DP20」 鋼板挿入2面せん断型接合の設計

接合形式	(iii)2面せん断鋼板挿入型		Q ₁	0	Q ₂	1
荷重角度	繊維直角方向		角度θ 90.0°			
使用環境	Ⅲ：通常状態					
接合具	ドリフトピン					
	径 d	長さ l	1列の本数 n			
	20	145	2			
	鋼板厚 (mm)		12			
木部	樹種	おうしゅうあかまつ				
	強度等級	E105-F300				
	断面 (mm)	150 × 300				
	座繰り等欠損 (mm)					
単位接合部降伏モード	モードⅢ					
接合部全体	接合種別	JB				
	r_u	0.9				
許容耐力 (kN)	P_u	P_u				
	(単位接合部)	(接合部全体)				
	長期 (K _r =1.1)	8.12	14.63			
	中長期 (K _r =1.43)	10.56	19.02			
	中短期 (K _r =1.6)	11.82	21.28			
短期 (K _r =2.0)	14.78	26.60				
列数 (m)	1	h _g	250	Σr ₁		Σs ₁



単位接合部の許容耐力計算	(1) 単位接合部の設計用許容せん断耐力																				
	$p_u = \frac{1}{3} K_d \cdot K_m \cdot r_u \cdot p_v \quad p_v = C \cdot F_v \cdot d \cdot l \quad K_m = 1.0$																				
P _u	降伏モード	式	C	接合種別	r _u																
	モードⅠ	1	1	JC	1.0	ドリフトピン															
	モードⅢ	$\sqrt{2 + \frac{8}{3} \left(\frac{d}{l} \right)^2} - 1$	0.87	JB	1.1	1.0															
	モードⅣ	$\frac{d}{2\sqrt{3}\gamma}$	1.23	JA	1.2																
					<table border="1"> <tr> <td>F_v/F_e</td> <td>9.70</td> <td>荷重角度θ</td> <td></td> </tr> <tr> <td>F_v/F_e</td> <td>19.40</td> <td>繊維方向</td> <td></td> </tr> <tr> <td>F_v/F_e</td> <td>9.70</td> <td>繊維直角</td> <td></td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>235</td> <td>接合具</td> <td></td> </tr> </table>	F _v /F _e	9.70	荷重角度θ		F _v /F _e	19.40	繊維方向		F _v /F _e	9.70	繊維直角		F	235	接合具	
F _v /F _e	9.70	荷重角度θ																			
F _v /F _e	19.40	繊維方向																			
F _v /F _e	9.70	繊維直角																			
F	235	接合具																			
					$\gamma = F/F_e = 24.23$ $l = 131$																
接合部全体の許容耐力計算	(2) 設計用許容せん断耐力																				
	$P_u = \frac{1}{3} K_r \cdot K_d \cdot K_m \cdot P_{u0}$																				
	i 全体接合部の終局せん断耐力																				
	$P_{ui} = \sum_{j=1}^m (K_{rj} \cdot n_j \cdot r_{uj} \cdot p_{vj}) = 44.34 \text{ kN}$		K _r 1.00																		
	ii 木材の繊維と直角方向の応力を受ける場合の割裂破壊に対する計算																				
	$\perp P_{uw} = \min(\perp P_{uw1}, \perp P_{uw2}) = 65.5 \text{ kN} \quad (0^\circ < \theta \leq 90^\circ)$																				
	$\left(\begin{aligned} P_{uw1} &= 2 \cdot C \cdot \xi \cdot \sqrt{\frac{h}{1-h}} \times n = 162.35 \text{ kN} \\ P_{uw2} &= \frac{2}{3} \cdot \xi \cdot h_c \cdot \ell \cdot F_t = 65.50 \text{ kN} \end{aligned} \right)$		主材 C _v 8.00																		
			繊維方向間隔≧7d																		
			n 2																		
			主材 F _v 3.00																		
iii 繊維に平行方向の力を受ける場合の集合型せん断破壊に対する計算																					
$\parallel P_{uw} = \max(A_{v1} \cdot F_t, A_{v2} \cdot F_s) = \text{---} \text{ kN}$		主材 F _s 16.00																			
$\left(\begin{aligned} A_{v1} \cdot F_t &= l \cdot \sum r_{1i} \times F_t = \text{---} \text{ kN} \\ A_{v2} \cdot F_s &= l \cdot \sum s_{1i} \times F_s = \text{---} \text{ kN} \end{aligned} \right)$		ii, iiiを計算する場合の割は10dを上 限とする。																			
iv 木材の繊維と傾斜する方向の応力を受ける場合の計算																					
$\theta P_{uw} = \min(\perp P_{uw} / \sin \theta, \parallel P_{uw} / \cos \theta) = 65.5 \text{ kN}$																					
v 全体接合部の基準終局せん断耐力																					
$P_{u0} = \min(P_{ui}, P_{uw}, \theta P_{uw}) = 44.34 \text{ kN}$		木部によらない																			

表 3.10.1-4 B33s (120×330) 端部「BH-255」 鋼板挿入2面せん断型接合の設計

記号	材種	長期許容せん断耐力		短期許容せん断耐力	短期許容引張耐力
		水平梁	登り梁		
BH-135	製材・集成材 1	6.4	8.0	5.0	12.1
	集成材 2	9.0	9.3	6.9	18.8
BH-195	製材・集成材 1	9.4	10.8	5.0	13.5
	集成材 2	15.4	11.2	6.9	25.4
BH-255	製材・集成材 1	15.2	10.8	11.0	13.5
	集成材 2	17.9	13.6	15.6	25.4

表 3.10.1-5 B45m (150×450) 端部「BH-3DP20」 鋼板挿入2面せん断型接合の設計

接合形式	(iii)2面せん断鋼板挿入型		Q ₁	0	Q ₂	1																																										
荷重角度	繊維直角方向 角度θ 90.0°																																															
使用環境	Ⅲ-通常状態																																															
接合具	ドリフトピン																																															
	径 d	長さ l	1列の本数 n																																													
	20	145	3																																													
	鋼板厚 (mm)		12																																													
木部	樹種	おうしゅうあかまつ																																														
	強度等級	E105-F300																																														
	断面 (mm)	150 × 450																																														
	座振り等欠損 (mm)																																															
単位接合部降伏モード	モードⅢ																																															
接合部全体	接合種別	JB																																														
	K _c	0.9																																														
許容耐力 (kN)	P _s	P _a																																														
	長期 (K _t =1.1)	8.12	21.94																																													
	中長期 (K _t =1.43)	10.56	28.53																																													
	中短期 (K _t =1.6)	11.82	31.92																																													
	短期 (K _t =2.0)	14.78	39.90	列数 (n)	1	h _e	350	ΣF ₁	ΣF ₂																																							
単位接合部の許容耐力計算	(1)単位接合部の設計用許容せん断耐力																																															
	$p_s = \frac{1}{3} K_d \cdot K_m \cdot r_u \cdot p_y \quad p_y = C \cdot F_c \cdot d \cdot l \quad K_c = 1.0$ <table border="1"> <thead> <tr> <th>降伏モード</th> <th>式</th> <th>C</th> <th>接合種別</th> <th colspan="2">r_u</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <th>ボルト</th> <th>ドリフトピン</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>モードⅠ</td> <td>Ⅰ</td> <td>Ⅰ</td> <td>JC</td> <td>1.0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>モードⅢ</td> <td>$\sqrt{\frac{2+\frac{h_c}{h}}{1+\frac{h_c}{h}}}$</td> <td>0.87</td> <td>JB</td> <td>1.1</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>モードⅣ</td> <td>$\frac{d}{2\sqrt{h}} \cdot \gamma$</td> <td>1.23</td> <td>JA</td> <td>1.2</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <tr> <td>F_c</td> <td>9.70</td> <td>繊維直角</td> </tr> <tr> <td>F_e</td> <td>19.40</td> <td>繊維方向</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>9.70</td> <td>繊維直角</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>235</td> <td>接合具</td> </tr> </table> <p>γ = F/Fe = 24.23 l = 131</p>							降伏モード	式	C	接合種別	r _u						ボルト	ドリフトピン	モードⅠ	Ⅰ	Ⅰ	JC	1.0		モードⅢ	$\sqrt{\frac{2+\frac{h_c}{h}}{1+\frac{h_c}{h}}}$	0.87	JB	1.1	1.0	モードⅣ	$\frac{d}{2\sqrt{h}} \cdot \gamma$	1.23	JA	1.2		F _c	9.70	繊維直角	F _e	19.40	繊維方向	F	9.70	繊維直角	F	235
降伏モード	式	C	接合種別	r _u																																												
				ボルト	ドリフトピン																																											
モードⅠ	Ⅰ	Ⅰ	JC	1.0																																												
モードⅢ	$\sqrt{\frac{2+\frac{h_c}{h}}{1+\frac{h_c}{h}}}$	0.87	JB	1.1	1.0																																											
モードⅣ	$\frac{d}{2\sqrt{h}} \cdot \gamma$	1.23	JA	1.2																																												
F _c	9.70	繊維直角																																														
F _e	19.40	繊維方向																																														
F	9.70	繊維直角																																														
F	235	接合具																																														
接合部全体の許容耐力計算	(2)設計用許容せん断耐力																																															
	$P_a = \frac{1}{3} K_r \cdot K_d \cdot K_m \cdot P_{a0}$																																															
	i 全体接合部の終局せん断耐力																																															
	$P_{a0} = \sum_{i=1}^n (K_n \cdot n_i \cdot r_u \cdot p_y) = 66.51 \text{ kN} \quad [K_c = 0.92]$																																															
	ii 木材の繊維と直角方向の応力を受ける場合の割裂破壊に対する計算																																															
$\perp P_{uw} = \min(\perp P_{uw1}, \perp P_{uw2}) = 91.7 \text{ kN} \quad (0^\circ < \theta \leq 90^\circ)$ $\left(\begin{array}{l} P_{uw1} = 2 \cdot C \cdot l \cdot \sqrt{\frac{h_c}{1-h_c}} \times n = 249.54 \text{ kN} \\ P_{uw2} = \frac{2}{3} \cdot g \cdot h_p \cdot l \cdot F_c = 91.70 \text{ kN} \end{array} \right)$ $\xi = \frac{ Q_1 - Q_2 }{\max(Q_1 , Q_2)} = 1$																																																
iii 繊維に平行方向の力を受ける場合の集合型せん断破壊に対する計算																																																
$\parallel P_{uw} = \max(A_{u1} \cdot F_c, A_{u2} \cdot F_c) = \text{--- kN}$ $\left(\begin{array}{l} A_{u1} \cdot F_c = l \cdot \sum F_1 \times F_c = \text{--- kN} \\ A_{u2} \cdot F_c = l \cdot \sum F_2 \times F_c = \text{--- kN} \end{array} \right)$																																																
iv 木材の繊維と傾斜する方向の応力を受ける場合の計算																																																
$\theta P_{uw} = \min(\perp P_{uw} / \sin \theta, \parallel P_{uw} / \cos \theta) = 91.7 \text{ kN}$																																																
v 全体接合部の基準終局せん断耐力																																																
$P_{a0} = \min(P_{a1}, P_{a2}, \theta P_{uw}) = 66.51 \text{ kN} \quad [木部によらない]$																																																

表 3.10.1-6 B60 (210×600) 端部「BH-5DP20」 鋼板挿入 2 面せん断型接合の設計

接合形式	(iii)2面せん断鋼板挿入型		Q ₁	0	Q ₂	1	
荷重角度	繊維直角方向 角度θ 90.0°						
使用環境	Ⅲ：通常状態						
接合具	ドリフトピン						
	径 d	長さ l					1列の本数 n
	20	205					5
	鋼板厚 (mm)						12
木部	樹種	おうしゆうあかまつ					
	強度等級	E105-F300					
	断面 (mm)	210 × 600					
	座振り等欠損 (mm)						
単位接合部降伏モード	モードⅢ						
接合部全体	接合種別		JB				
	j ₁ K _v		0.9				
許容耐力 (kN)	P _u	P _s					
	(単位接合部)		(接合部全体)				
	長期 (K=1.1)	8.77	39.47				
	中長期 (K=1.43)	11.40	51.32				
	中短期 (K=1.6)	12.76	57.42				
短期 (K=2.0)	15.95	71.77					
	別数 (m)	1	h _e	500	Σr _i	Σs _i	

単位接合部の許容耐力計算	(1) 単位接合部の設計用許容せん断耐力																	
	$p_u = \frac{1}{3} K_d \cdot j K_m \cdot r_u \cdot p_v$		$p_v = C \cdot F_c \cdot d \cdot l$		$j K_m = 1.0$													
P _u	降伏モード	式	C	接合種別	r _u	<table border="1"> <tr> <td>F_e</td> <td>9.70</td> <td>荷重角度θ</td> </tr> <tr> <td>F_v</td> <td>19.40</td> <td>繊維方向</td> </tr> <tr> <td>F_c</td> <td>9.70</td> <td>繊維直角</td> </tr> <tr> <td>F</td> <td>235</td> <td>接合具</td> </tr> </table> $\gamma = F_v/F_e = 24.23$ $l = 191$	F _e	9.70	荷重角度θ	F _v	19.40	繊維方向	F _c	9.70	繊維直角	F	235	接合具
	F _e	9.70	荷重角度θ															
	F _v	19.40	繊維方向															
	F _c	9.70	繊維直角															
F	235	接合具																
モードⅠ	1	1	JC	1.0														
モードⅢ	$\sqrt{2 + \frac{8}{3} \left(\frac{d}{l}\right)^2} - 1$	0.65	JB	1.1	1.0													
モードⅣ	$\frac{d}{2} \sqrt{\frac{F_c}{\gamma}}$	0.84	JA	1.2														

接合部全体の許容耐力計算	(2) 設計用許容せん断耐力					
	$P_u = \frac{1}{3} j K_v \cdot j K_d \cdot j K_m \cdot P_{u0}$					
	i 全体接合部の終局せん断耐力					
	$P_{ui} = \sum_{i=1}^m (j K_n \cdot n_i \cdot r_u \cdot p_v) = 119.63 \text{ kN}$				$j K_n = 0.85$	
	ii 木材の繊維と直角方向の応力を受ける場合の割裂破壊に対する計算					
	$\perp P_{uw} = \min(\perp P_{uw1}, \perp P_{uw2}) = 191 \text{ kN}$				(0° < θ ≤ 90°)	
	$\left(\begin{array}{l} P_{uw1} = 2 \cdot C_c \cdot d \cdot \sqrt{\frac{h_c}{1 - \frac{h_c}{h}}} \times n = 836.92 \text{ kN} \\ P_{uw2} = \frac{2}{3} \cdot \xi \cdot h_c \cdot l \cdot F_c = 191.00 \text{ kN} \end{array} \right)$				$\xi = \frac{ Q_1 \cdot Q_2 }{\max(Q_1 , Q_2)} = 1$	
					主材 C _c 8.00	
					繊維方向間隔 ≤ 7d	
					n 5	
				主材 F _c 3.00		
				主材 F _v 16.00		
iii 繊維に平行方向の力を受ける場合の集合型せん断破壊に対する計算						
$\parallel P_{uw} = \max(A_{u1} \cdot F_{t1}, A_{u2} \cdot F_{t2}) = \text{--- kN}$				ii, iiiを計算する場合の値は10dを上限とする。		
$\left(\begin{array}{l} A_{u1} \cdot F_{t1} = l \cdot \sum r_i \times F_{t1} = \text{--- kN} \\ A_{u2} \cdot F_{t2} = l \cdot \sum s_i \times F_{t2} = \text{--- kN} \end{array} \right)$						
iv 木材の繊維と傾斜する方向の応力を受ける場合の計算						
$\theta P_{uw} = \min(\perp P_{uw} / \sin \theta, \parallel P_{uw} / \cos \theta) = 191.0 \text{ kN}$						
v 全体接合部の基準終局せん断耐力						
$P_{u0} = \min(P_{ui}, P_{uw}, \theta P_{uw}) = 119.63 \text{ kN}$				<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">木部によらない</div>		

(15) 柱端部接合部

本設計例で使用した柱は長期荷重を受ける柱として圧縮力のみを伝達することを想定しているため、本設計例では接合部の検討を割愛するが、参考図を以下に示す。5階建ての場合、1本部材として通し柱での搬入が不可能となることから、前述した梁受け金物との干渉を防止した“柱継ぎ金物”などが考えられる。

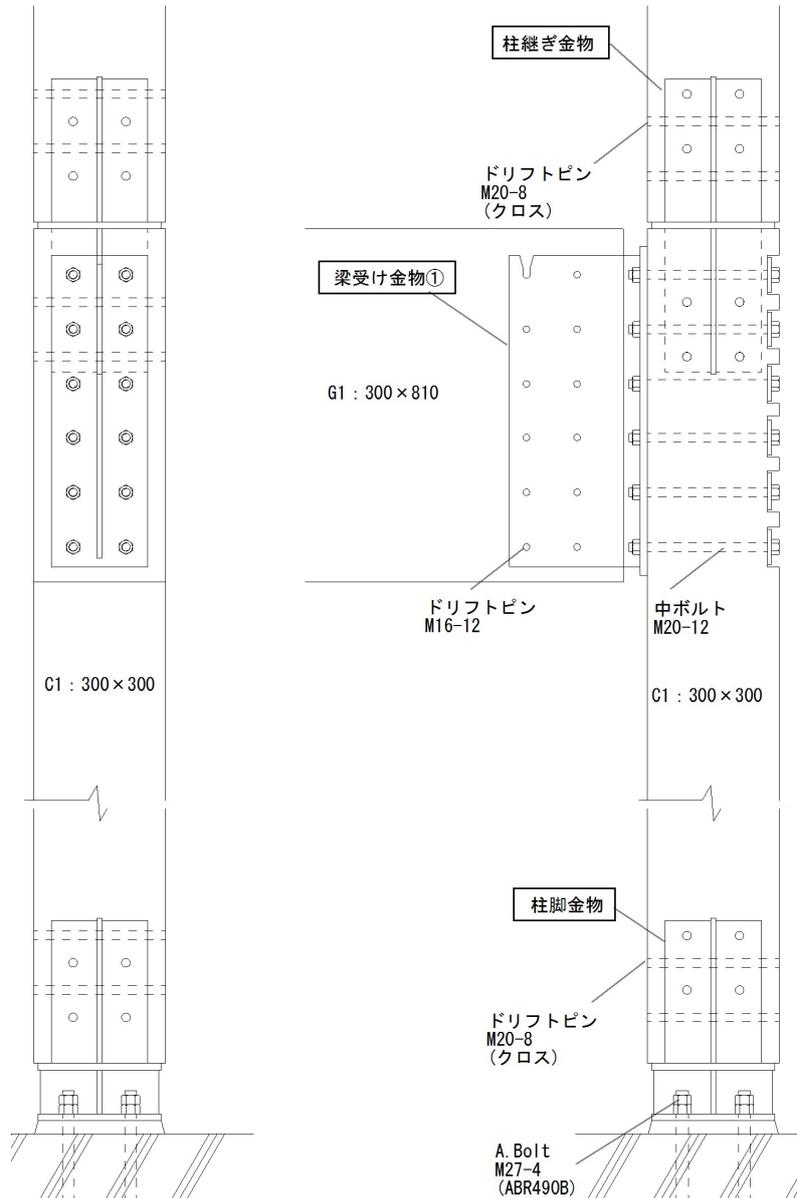


図 3.1 0.1-9 柱端部接合部の一例

3.10.2 集材材小梁の設計

- ・小梁の断面算定結果を示す。断面欠損低減率を一律 0.9 とした。
- ・長期、短期風荷重時存在応力が許容応力以下にあることを確認する。
- ・B45m、B30m は外立面にあり、耐風梁の検討を行う。



図 3.10.2-1 小梁断面算定位置

検討結果は次頁に示す。

表 3.10.2-1 小梁長期断面算定結果

断面算定の条件		荷重状態		長期	長期	長期	長期	
対象	部材+接合部	部位		ロジシア	ロジシア	廊下	事務室	
耐火火	燃え代設計以外	部材名		B60	B45m	B30m	B33s	
応力の種類	軸力+曲げ+せん断	①製材/集成材		集成材	集成材	集成材	集成材	
荷重ケース	長期+地震	②樹種		欧州赤松	欧州赤松	欧州赤松	欧州赤松	
検定値のみ表示	表示する	③等級区分		対称異等級構成集成材	対称異等級構成集成材	対称異等級構成集成材	対称異等級構成集成材	
横座屈の考慮	しない	④区分		-	-	-	-	
		⑤ひき板の積載数		-	-	-	-	
		⑥等級		E105-F300	E105-F300	E105-F300	E105-F300	
断面性能	幅	B	mm	210	150	150	120	
	せい	D	mm	600	450	300	330	
	長さ	L	mm	6000	3000	2500	3000	
	横座屈低減の考慮	-	-	しない	しない	しない	しない	
	座屈長さ	L _k	mm	6000	3000	2500	3000	
	座屈有効側	-	-	弱軸	弱軸	弱軸	弱軸	
	寸法調整係数	Kz	-	0.93	0.96	1.00	0.99	
	使用環境区分	Km	-	III	III	III	III	
	基準強度低減係数	Kz×Km	-	0.93	0.96	1.00	0.99	
	断面欠損による断面性能低減係数	A用	-	0.90	0.90	0.90	0.90	
	I用	-	0.90	0.90	0.90	0.90		
	Z用	-	0.90	0.90	0.90	0.90		
基準材料強度	圧縮	F _c	N/mm ²	23.2	23.2	23.2	23.2	
	圧縮(座屈考慮)	F _k	N/mm ²	8.4	14.9	17.5	11.1	
	圧縮(燃え代_座屈考慮)	F _k	N/mm ²	7.2	14.1	16.8	10.1	
	引張	F _t	N/mm ²	20.2	20.2	20.2	20.2	
	曲げ	F _b	N/mm ²	27.8	28.7	30.0	29.7	
	曲げ(横座屈考慮)	F _b ×Cb	N/mm ²	27.1	28.3	30.0	29.2	
	曲げ(燃え代_横座屈考慮)	F _b ×Cb	N/mm ²	27.1	28.3	30.0	29.2	
せん断	F _s	N/mm ²	3.0	3.0	3.0	3.0		
荷重ケース	荷重継続期間	-	-	長期	長期	長期	長期	
	荷重継続期間影響係数	K _d	-	1.10	1.10	1.10	1.10	
設計外力	軸力	(圧縮+, 引張-)	N	kN	0.0	0.0	0.0	0.0
		部材自重	比重	γ	kN/m ³	5.0	5.0	5.0
	<等分布荷重>	部材自重	ω _T ①	N/m	630.0	337.5	225.0	198.0
		荷重負担幅	B	mm	2000	3000	2000	1500
		D.L	ω _{DL}	N/m ²	4000	4000	2100	2100
		L.L (床、小梁用)	ω _{LL(床)}	N/m ²	1800	1800	2900	2900
		L.L (架構用)	ω _{LL(架構)}	N/m ²	1300	1300	1800	1800
L.L (地震用)	ω _{LL(地震)}	N/m ²	600	600	800	800		
設計用	断面力/変形	最大曲げモーメント	cM _L	kN・m	55.0	20.0	8.0	8.7
		最大せん断力	Q _L	kN	36.7	26.6	12.8	11.5
		最大軸力	N	kN	0.0	0.0	0.0	0.0
		たわみ検討用最大変形	δ _L	mm	4.6	1.4	1.0	1.4
		振動数検討用せん断力	Q _{L(DIのみ)}	kN	25.9	18.5	5.5	5.0
断面算定								
長期 or 中長期 or 中短期 or 短期	曲げモーメント	存在応力度	Iσ _b	N/mm ²	4.85	4.38	3.94	4.42
		許容応力度	I f _b	N/mm ²	10.18	10.52	11.00	10.88
		検定値	Iσ _b /I f _b	-	0.48	0.42	0.36	0.41
	せん断	存在応力度	Iσ _s	N/mm ²	0.49	0.66	0.47	0.49
		許容応力度	I f _s	N/mm ²	1.10	1.10	1.10	1.10
		I端_検定値	Iσ _s /I f _s	-	0.45	0.60	0.44	0.45
	軸力	圧縮 or 引張	-	-	-	-	-	-
		存在応力度	σ _N	N/mm ²	-	-	-	-
		許容応力度	f _N	N/mm ²	-	-	-	-
		検定値	σ _N /f _N	-	-	-	-	-
曲げ+軸力	検定値	σ _b /f _b +σ _s /f _s	-	-	-	-		
たわみ算定								
部位				床	床	床	床	
長期 or 中長期 or 中短期 or 短期	許容たわみ	δ	mm	20.0	10.0	8.3	10.0	
	最大たわみ	δ _L	mm	4.6	1.4	1.0	1.4	
	変形増大係数	α	-	2	2	2	2	
	検定値	α δ _L /δ	-	0.46	0.28	0.23	0.28	

3.10.3 床パネルの設計

床パネルの検討は図 3.10.3-1に示すように、荷重の大きいロジヤを代表箇所として、強軸方向の1方向版とみなした単純梁モデルに等分布荷重を与えて設計する。

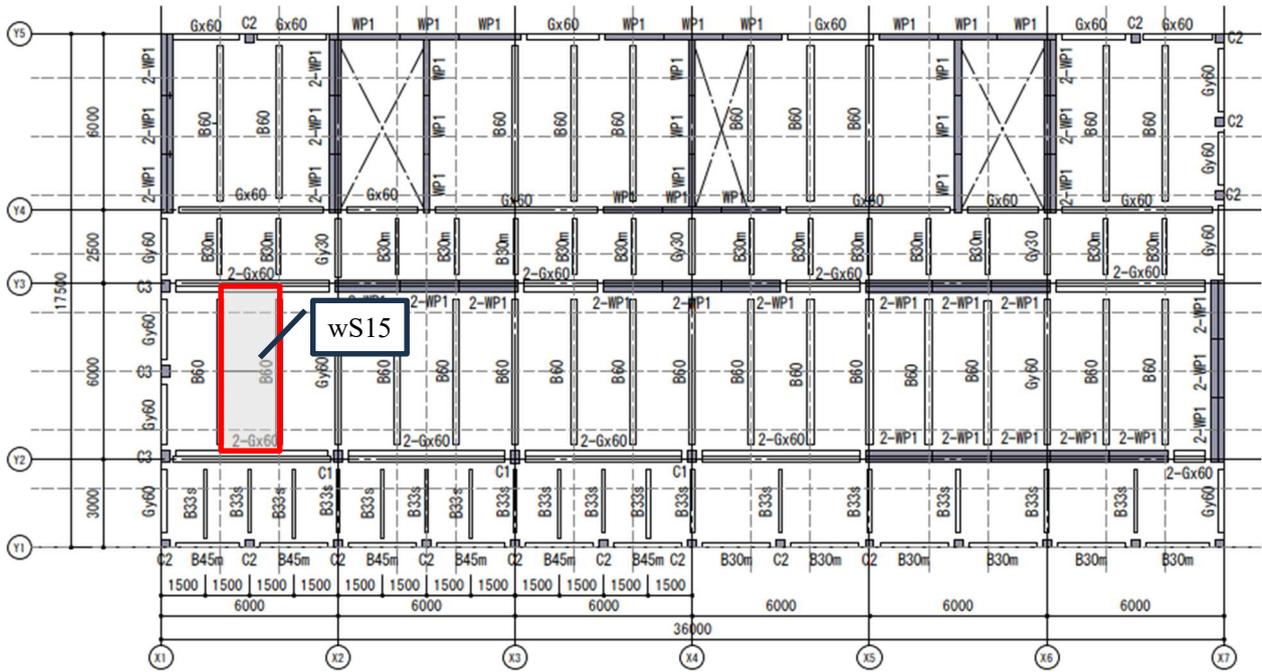


図 3.10.3-1 CLT 床の検討箇所と検討結果

検討結果を次の頁に示す。

表 3.10.3-1 床断面算定結果

断面算定の条件		荷重状態		単純梁	
対象	部材	部位		床(ロジック)	
防火	燃え代設計以外	部材名		wS15	
応力の種類	曲げ+せん断	①床/垂れ壁	床(面外)		
荷重ケース	長期	②樹種	すぎ		
検定値のみ表示	表示しない	③強度等級	S60		
横座屈の考慮	しない	④ラミナ構成	5-5		
		⑤負担方向	強軸		
		⑥ラミナ厚	t=30		
		⑦ラミナ幅方向数	m=3		
		⑧区分(機械/目視)	機械等級		
断面性能	負担幅(幅)	Be(B)	mm	1000	
	厚さ(せい)	t(D)	mm	150	
	長さ	L	mm	2000	
	横座屈低減の考慮	-	-	しない	
	座屈長さ	L _k	mm	2000	
	座屈有効側	-	-	弱軸	
	横座屈長さ	l _o	mm	2000	
	有効横座屈係数	α	-	1.9	
	寸法調整係数	Kz	-	1.00	
	使用環境区分	Km	-	III	
				1.00	
	基準材料強度	圧縮	F _c	N/mm ²	9.72
圧縮(座屈考慮)		F _k	N/mm ²	9.72	
圧縮(燃え代_座屈考慮)		F _k	N/mm ²	9.7	
引張		F _t	N/mm ²	7.20	
曲げ		F _b	N/mm ²	10.42	
曲げ(横座屈考慮)		F _b ×Cb	N/mm ²	10.42	
曲げ(燃え代_横座屈考慮)		F _b ×Cb	N/mm ²	10.4	
せん断		F _s	N/mm ²	0.90	
荷重ケース	荷重継続期間	-	-	長期	
	荷重継続期間影響係数	K _d	-	1.10	
設計外力	軸力 (圧縮+, 引張-)	N	kN	0.0	
		比重	γ	kN/m ³	5.0
	部材自重	部材自重	ω _{L(0)}	N/m	750.0
		荷重負担幅	B	mm	2000
		D.L	ω _{DL}	N/m ²	4000
		L.L(床、小梁用)	ω _{LL(床)}	N/m ²	1800
		L.L(架構用)	ω _{LL(架構)}	N/m ²	1300
L.L(地震用)	ω _{LL(地震)}	N/m ²	600		
設計用 断面力/ 変形	最大曲げモーメント	cM	kN・m	6.2	
	最大せん断力	Q	kN	12.4	
	最大軸力	N	kN	0.0	
	たわみ検討用最大変形	δ	mm	2.53	
	振動数検討用せん断力	Q _{L(DLのみ)}	kN	8.8	
断面算定					
長期 or 中長期 or 中短期 or 短期	曲げ モーメント	存在応力度	σ _b	N/mm ²	1.83
		許容応力度	f _b	N/mm ²	3.82
		検定値	σ _b /f _b	-	0.48
	せん断	せん断応力度分布係数	β	-	1.29
存在応力度		σ _s	N/mm ²	0.18	
許容応力度		f _s	N/mm ²	0.33	
	I端_検定値	σ _s /f _s	-	0.54	
たわみ算定					
部位					
長期	許容たわみ	δ	mm	6.7	
	最大たわみ	δ _L	mm	2.5	
	変形増大係数	α	-	2	
	検定値	α δ _L /δ	-	0.76	
床 振動数					
長期(DLのみ)	荷重(自重のみ)	ω	kN/m	8.75	
	振動数	Hz		15.20	
	制限値	Hz		8.00	
	検定値	-		0.53	

3.10.4 水平構面の設計

・保有水平耐力時に地震力を壁パネルに伝えられるように、床—床間のせん断接合部（スプライン）の設計を行う。検討は保有水平耐力時に耐力壁線間にある床パネルのスプライン接合部が許容耐力以内であることを確認する。検討対象は条件の厳しい4FLとした。

図 3.10.4-1 水平構面の検討

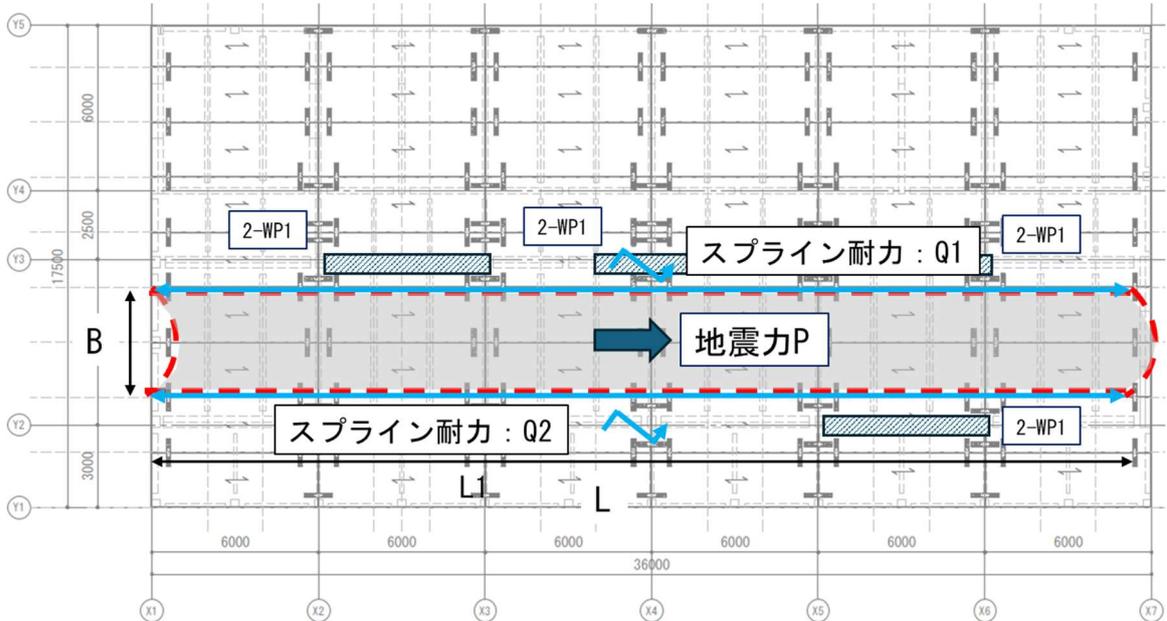


表 3.10.4-1 保有水平耐力時水平震度 (ki)

方向	層	Qu	Pi	Wi	ki
		kN	kN	kN	-
X	5	2256.4	2256.4	2170.0	1.0
	4	5283.7	3027.3	5974.1	0.5
	3	7777.7	4750.4	10712.4	0.4
	2	10016.3	5265.9	12809.2	0.4
	1	11938.6	6672.7	16649.2	0.4
Y	5	1590.9	1590.9	2170.0	0.7
	4	3726.0	2135.1	5974.1	0.4
	3	5485.2	3350.1	10712.4	0.3
	2	7064.2	3714.1	12809.2	0.3
	1	8419.7	4705.6	16649.2	0.3

表 3.10.4-2 床—壁せん断接合部の検討

検討位置	床荷重 (地震用)	該当部面積			保有水平耐力時 水平震度	負担せん断力	接合部耐力 (一本あたり)	ピッチ	有効接合部長さ	接合部耐力 (全体)	検定比
	w [N/m ²]	B [m]	L [m]	A [m ²]	Ci	Qi [kN]	Qa/本	mm	L1+L2 [m]	Qa	VL
ロジア	2900	4	36	144	1.0	417.6	1.5	75	72	1440.0	0.29

3.1.1 その他の検討

3.1.1.1 連続壁の性能検証

本設計では下図に示す 3P 連続壁を基本ユニットとして配置を計画した。昨年度的设计例では、4 階建ての 2P 連続壁を用いたが、5 階建てとなると必要耐力は増大し、壁列のアスペクト比が大きくなることで、曲げ剛性が不足することが予想された。そこで、今年度は 2m 幅の CLT パネルを 3 枚連続にしてアスペクト比を抑え、鉛直せん断金物によって連結することで曲げ剛性の向上を図った。また、意匠計画との調整により、目標壁倍率は 25 倍とした。

本項では荷重増分解析により 3P 連続壁の性能を検証する。解析モデルは CLT マニュアルに例示される詳細ばねモデルとし、壁-基礎および壁-床間の圧縮ばねは 100mm ピッチで配置した。引張接合部は鋼板挿入ドリフトピン接合とし、CLT 設計施工マニュアルに準拠した計算値を採用する。また、鉛直せん断接合部は昨年度事業にて実施した実験の性能を採用する。長期荷重は各階壁長さあたり 20kN を考慮し、地震力算定用の質量分布は RF: 2~5F: 1F=0.8:1:1.1 とした。水平荷重は Ai 分布で算定し、ベースシア係数 0.2 に対して 1 階の壁長さあたり負担せん断力が 49kN/m (壁倍率換算 25 倍) となるように地震力算定用重量を設定した。なお、PΔ 効果を考慮する。

本設計では床勝ち架構となるため床要素をモデル化しているが、床パネルの強軸方向や継ぎ目位置の影響を安全側に評価するため、床の面外方向の剛性・耐力は無視している。面内方向については剛床仮定とした。鉛直せん断金物は全ての壁パネルの継ぎ目に 3 個ずつ配置する。

構造モデルの構成

2D フレームモデル

CLT 壁: S90-5-7(t210)

壁-基礎引張金物: TB-

13DP20

壁-壁引張金物: TB-12DP20

壁-壁鉛直せん断金物: SF-

5DP20

長期荷重

壁長さあたり軸力が

20kN/m

水平荷重

Ai 分布で水平力を算出

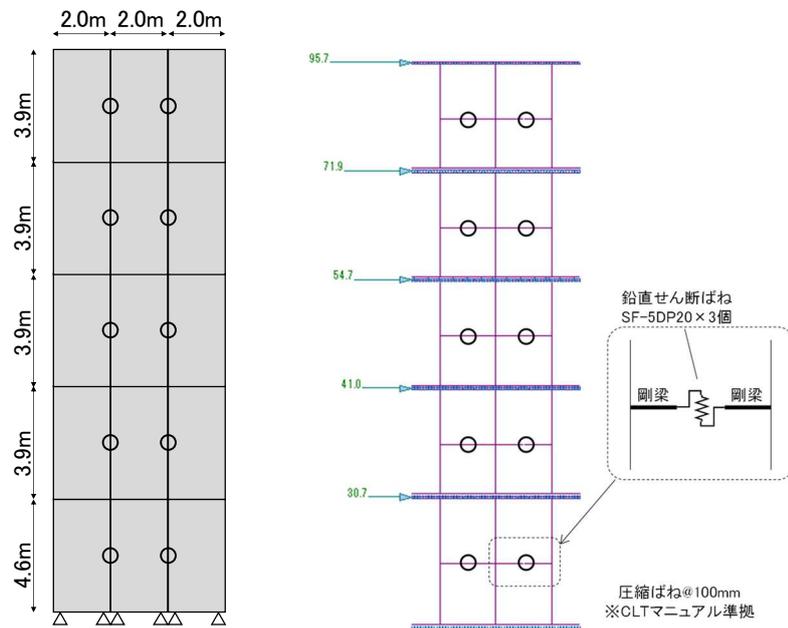


図 3.1.1.1-1 構造モデル

表 3.11.1-1 設計クライテリア

項目	クライテリア
1次設計用地震力に対する層間変形角	1/150rad
保有水平耐力 Q_u 時	1/50 Rad 以内かつ各部が限界変形に達した時点
Q_u/Q_{un}	1.00 以上

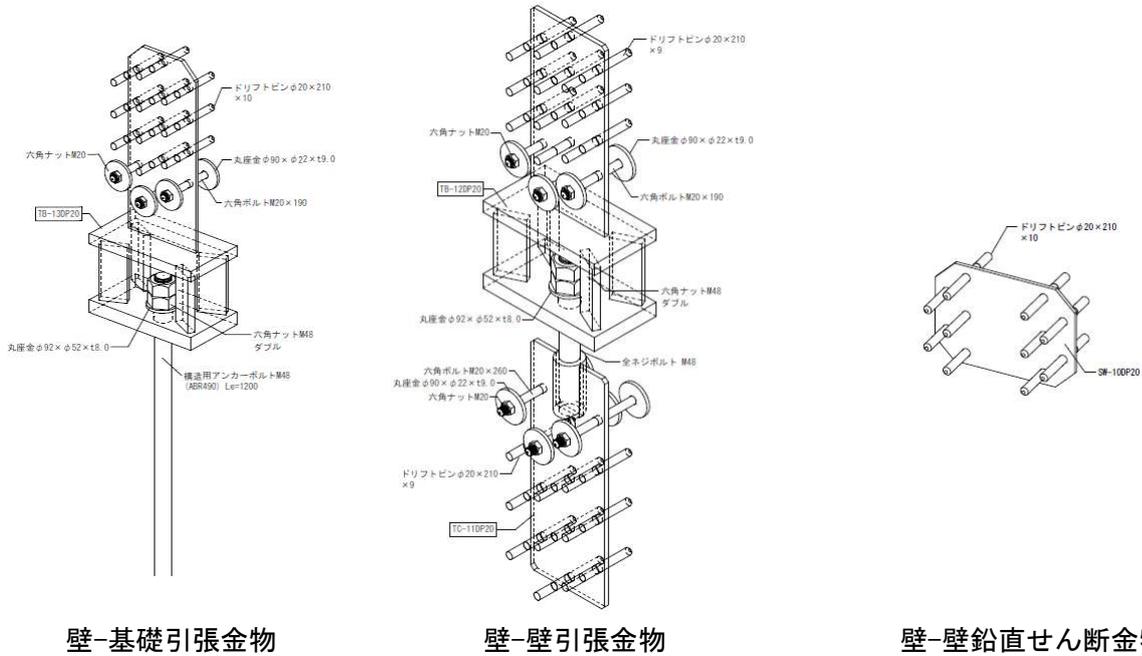
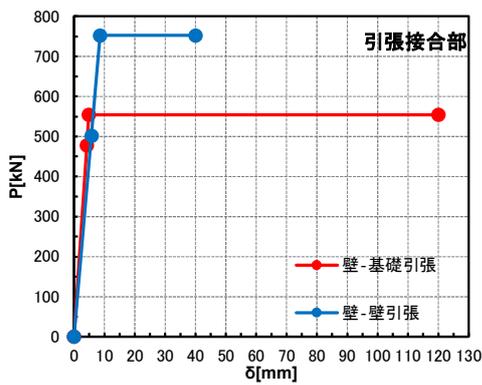
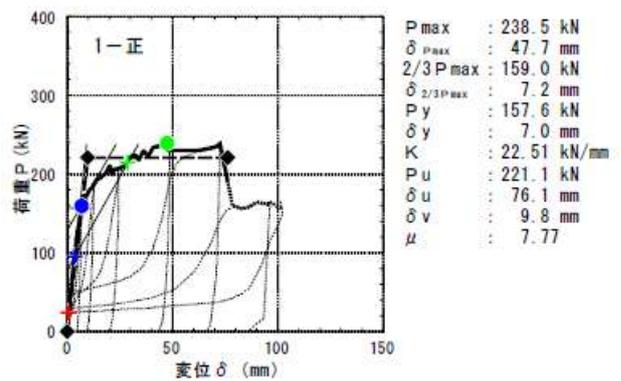


図 3.11.1-2 接合金物



引張接合部の性能



鉛直せん断接合部の性能 (1個あたり)

図 3.11.1-3 接合部の性能

下図に荷重-変形角関係を示す。1次設計時($C_D=0.2$)を赤丸で、各部の短期許容耐力時を各種マーカでプロットした。1次設計時の最大層間変形角は $1/169\text{rad}$ となり、クライテリアの $1/150\text{rad}$ 以内であることが確認できた。また各部応力も短期許容応力度以内であることが確認できた。

また、 $1/150\text{rad}$ 時のベースシア係数は 0.46 となり、 $D_s=0.4$ として算定した必要保有水平耐力に対して、 $Q_u/Q_{un}=1.15$ となることを確認した。以上より、3P連続壁は壁倍率換算 25 倍程度の性能を保有していることが確認できた。

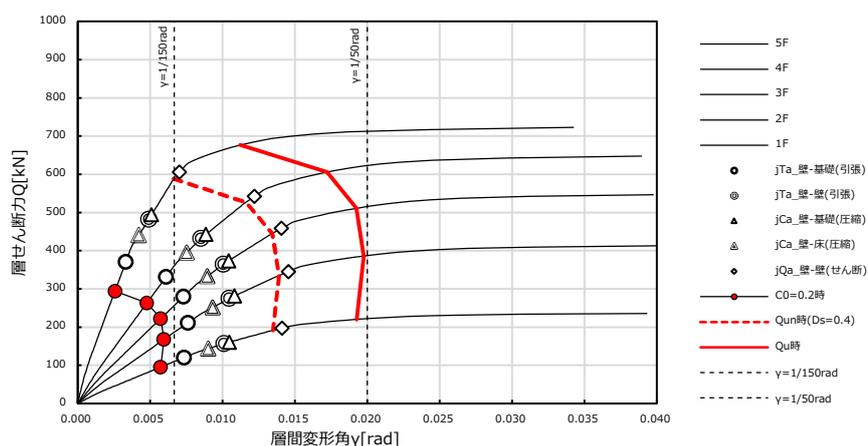


図 3.11.1-4 荷重-変形角関係

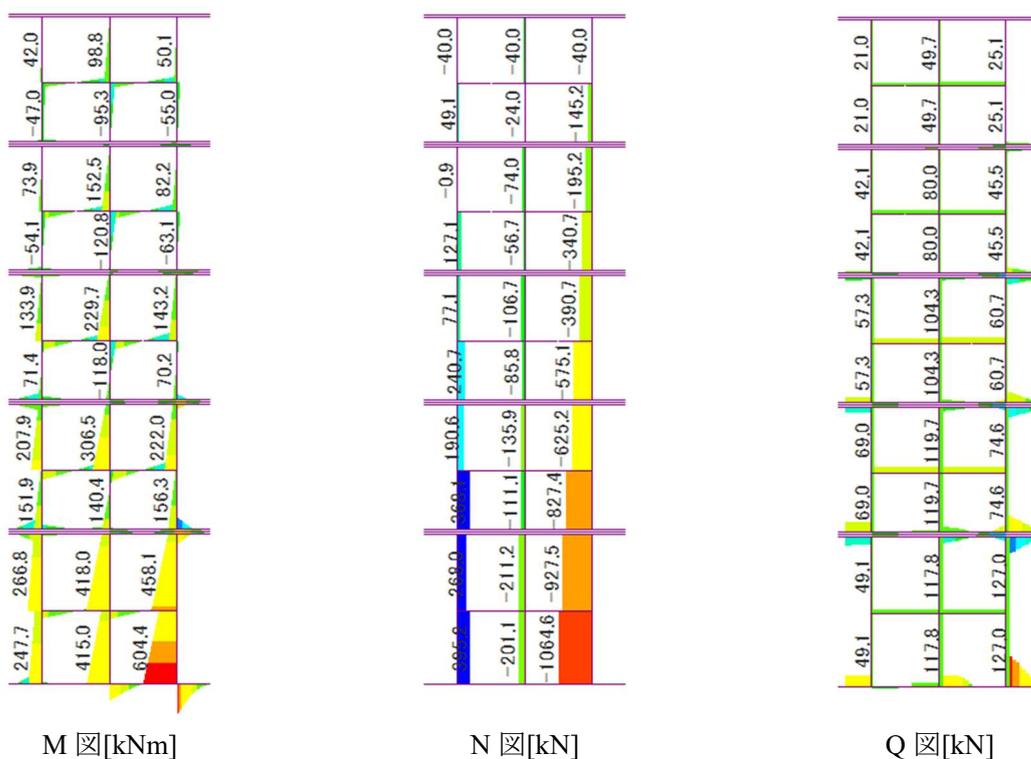


図 3.11.1-5 壁倍率 25 倍相当外力時の応力図

3.1.1.2 必要壁量の概算

計画の初期段階では、大まかな耐力壁配置を念頭に置いて、意匠計画を決定する必要がある。このフェーズでの意匠と構造の調整は、概算的な手法により、円滑で速やかな方針決定が求められる。ここでは、壁配置計画のための概算方法を参考として示す。

本設計では従来の壁量計算に準じた手法で壁配置計画を検討した。建物用途や床仕様から重量を想定し、あらかじめ解析により検討した壁倍率を用いて必要壁量を下式によって算定した。簡略化のため、各階の壁配置は同じものとし、1階に必要な壁量を対象とした。

必要壁量

$$L_{w1} = \frac{C_0 \cdot \Sigma w}{0.0196 \cdot \alpha}$$

L_{w1} : 1階の必要壁量(cm)

C_0 : 標準層せん断力係数(=0.2)

α : 壁倍率 ※あらかじめ解析により評価した数値

Σw : 1階が地震時に負担する固定荷重と積載荷重の和(kN)

CLT パネル工法の建築物が地震時に負担する重量 Σw は、既往の設計例を参考に、床面積あたりの重量から略算的に算定した。床が CLT で構成される事務所用途の耐火建築物の場合、床面積あたりの地震力算定用重量は下記のように想定される。

床面積あたりの地震力算定用重量

最下階(2時間耐火): 5.5kN/m²

一般階(1時間耐火): 5.0kN/m²

最上階(1時間耐火): 4.0kN/m²

2.5 節で示した壁配置計画では、各階の床面積と上記の床面積あたり重量から、1階の負担重量を算定した。各階の床面積が同じであると仮定して簡略化すれば、1階の負担重量は下式のように表すことも可能である。

1階の負担重量

$$\Sigma w = n \cdot \sigma_f \cdot A_f$$

n : 建物階数

σ_f : 床面積あたり地震力算定用重量(kN/m²)

A_f : 基準階の床面積 (m²)

必要壁量を算定するための壁倍率は、あらかじめの解析検討で得られた数値を使用した。基本的に壁量計算は壁量加算則が成り立つ前提で適用することができ、耐力壁が均一なモジュールやユニットで構成される必要がある。本事業では CLT 壁パネルのサイズを幅 2.0m に標準化し、使用する金物や架構形式を統一することで、壁倍率評価による汎用的な概算設計を目指した。

本事業で検討した 4 階建ておよび 5 階建て事務所の設計例で使用した架構の壁倍率評価を参考として以下に示す。4 階建て事務所では、「垂れ壁せい 1.0m 付きフレーム」と「鉛直せん断金物で連結した 2P 連続壁」の 2 つのユニットを用いており、これらの壁倍率は 20 倍として評価した。5 階建て事務所では、「鉛直せん断金物で連結した 3P 連続壁」を使用しており、壁倍率は 25 倍として評価した。いずれも 2.0m 幅の CLT 壁パネルで構成され、金物は本事業で検討した下記の金物を使用している。階高は 3.5m~4.0m 程度を想定している。

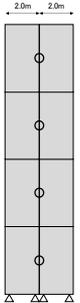
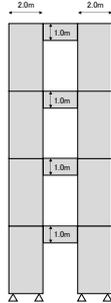
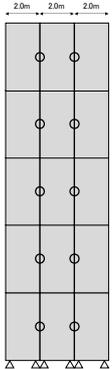
R5 年度 4 階建て事務所試設計		今年度 5 階建て事務所試設計
鉛直せん断金物で連結した 2P 連続壁	垂れ壁せい 1.0m 付きフレーム	鉛直せん断金物で連結した 3P 連続壁
		
<壁倍率> 20 倍	<壁倍率> 20 倍	<壁倍率> 25 倍

図 3.11.2-1 壁倍率評価

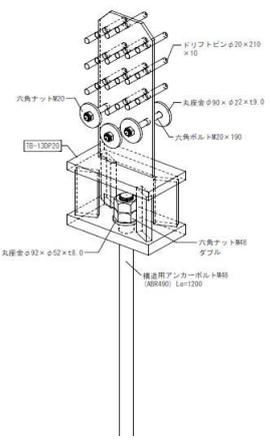
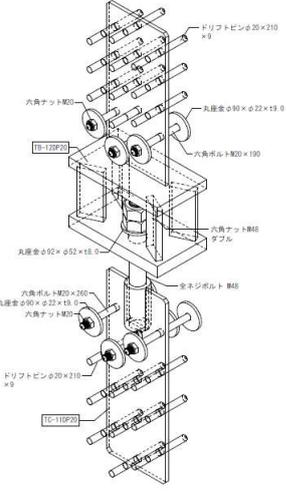
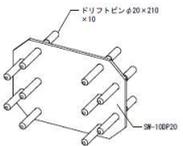
		
壁-基礎引張金物	壁-壁引張金物	壁-壁鉛直せん断金物

図 3.11.2-2 使用金物

3.12 まとめ

本章では、普及型を目指した CLT パネル工法の標準モデルとして、CLT パネル工法による 5 階建て事務所建築物を対象に、一貫計算プログラム (CLTStructWorks) を用いて保有水平耐力計算を実施した。以下に計画の要点及び結果を示す。

- ・ 普及型の CLT パネル工法を目指し、規格化部材によるモジュール設計を計画した。CLT パネルの標準幅は 2.0m とし、鋼板挿入ドリフトピン形式の“金物工法”で計画した。
- ・ モジュールを意識した計画とするため、引張金物ー垂れ壁端部金物ー直交小梁金物の干渉を防止する収まりを示した。
- ・ 北側の共用部に耐力壁を集約した偏心コアの平面計画とした。コア以外の部分は集成材による軸組フレームを併用して、開放的な執務空間と自由なファサードを計画した。
- ・ 「鉛直せん断金物で連結した 3P 連続壁」を基本ユニットとして、壁配置を計画した。3P 連続壁の許容せん断耐力は壁倍率換算 25 倍程度として、必要壁量を配置した。
- ・ 一貫構造計算プログラム (CLTStructWorks) を活用して、詳細バネモデルによる保有水平耐力計算を実施した。
- ・ 計画の初期段階における必要壁量の概算方法を示した。本設計では従来の壁量計算に準じた手法で壁配置計画を検討した。建物用途や床仕様から重量を想定し、あらかじめ解析により検討した壁倍率を用いて必要壁量を算定した。

第4章 普及促進について

4.1 4階建て中規模オフィスセミナー

「CLT パネル工法 普及モデル～4階建て中規模オフィス～セミナー」を開催した。
以下に開催概要を、図4.1.1-1に案内チラシを示す。

開催期間：2024年 7月16日 14:00～16:00

受講方法：WEB形式（オンラインセミナー）

主催：公益財団法人 日本住宅・木材技術センター 共催：一般社団法人 日本CLT協会

定員：無制限

受講料：無料



令和6年度 林野庁補助事業
「森林・林業・木材産業グリーン成長総合対策補助金等（CLT・LVL等の建築物への
利用環境整備事業のうちCLT・LVL等を活用した建築物の低コスト化・検証等）」

CLT パネル工法 普及モデル ～4階建て中規模オフィス～ セミナーのご案内

○日時：2024年7月16日(火)14:00～16:30
○開催方法：オンライン(ZOOM ウェビナー)
○対象者：CLT 建築物にご関心のある建築主様/設計者様
○参加費：無料

プログラム
(CLT パネル工法 4階建て中規模オフィス標準設計モデル)

14:00～14:10	主催者挨拶及び開催趣旨説明	
14:10～14:50	普及モデルの概要 多様な利用シーンに対応したオフィス計画の紹介 講師：追手門学院大学 文学部 人文学科 美学・建築文化専攻 准教授 青島 啓太	
14:50～15:30	構造計画の概要 簡略モデルによる構造計算の合理化、接合金物等の紹介 講師：株式会社 構造計画研究所 構造技術部 木質創造デザイン室 篠原 昌寿	
15:30～15:50	防耐火設計の概要 内外装の構成納まりの紹介 講師：MS 木造建築研究所 堀崎 征男	
15:50～16:10	省エネ設計の概要 CLTの断熱性能を生かした省エネ設計の紹介 講師：株式会社 イズミコンサルティング 大澤 龍彦	
16:10～16:30	Q&A 質疑応答	

※申し込み方法などにつきましては裏面をご覧ください。

（お申し込み方法）
参加希望の方はこちらから（受付開始：6月19日（水））
https://us06web.zoom.us/join/register/WN_ayvYnSWmvZeX4YnPRQ
オンライン 500名（上限になり次第締め切ります。QRコードからもお申し込みできます）

（参考資料）
開催日の前日までに説明概要資料のダウンロード URL を記載したメールをお送りいたします。

（お知らせとお問い合わせ）
※ 内容、ご説明時間は変更する場合があります。
※ 発表の時間内に、質疑応答の時間を設けます。ご質問のある方はウェビナー画面の「Q&A」より、返信してください。頂いたご質問には、時間内で可能な限りご回答します。
※ 当日のセミナーに関する内容については、当センターHPで普及資料として掲載する予定です。
※ 最後に簡単なアンケートを実施しますので、是非ご回答をお願いします。

主催 公益財団法人 日本住宅・木材技術センター（連絡先）TEL:03(5653)7662
共催 一般社団法人 日本CLT協会（連絡先）TEL:03(5801)9883

（建物断面）
（CLT パネル接合金物）
（内装・外装の構成）

【CLT パネル工法 普及モデル 4階建て中規模オフィス パンフレット】
<https://www.howtec.or.jp/files/lib/5230/202404301802303206.pdf>

図4.1.1-1 令和6年度 CLT パネル工法 普及モデルセミナー ご案内チラシ

(1) セミナー内容

- 主催者挨拶及び開催趣旨説明
- 普及モデルの概要 ～多様な利用シーンに対応したオフィス計画の紹介～ (40分)
- 構造計画の概要 ～簡略モデルによる構造計算の合理化、接合金物等の紹介～ (40分)
- 防耐火設計の概要 ～内外装の構成納まりの紹介～ (20分)
- 省エネ設計の概要 ～CLTの断熱性能を生かした省エネ設計の紹介～ (20分)
- 質疑応答

(2) **講師の一覧**

プログラム名	講師
普及モデルの概要	追手門学院大学 文学部 人文学科 美学・建築文化先行 准教授 青島 啓太
構造設計の概要	株式会社 構造計画研究所 構造技術部 木質創造デザイン室 室長 篠原 昌寿
防耐火設計の概要	MS 木造建築研究所 塩崎 征男
省エネ設計の概要	株式会社 イズミコンサルティング 東京建築環境・防災事業本部 建築環境 CC&S 部 副部長 大澤 龍彦

(3) **セミナー参加数**

・セミナー申込者：349 名

・セミナー参加人数：249 名

(4) **アンケート結果**

■CLT パネル工法を採用する際、最も重視している事 解答数：164 人

- ・企業価値の向上 26%
- ・建築費用 24%
- ・デザイン性の高さ 21%
- ・耐震、耐火性能の高さ 18%
- ・断熱性の高さ 10%

■CLT パネル工法の課題と考える事 解答数：157 人

- ・建築費用 44%
- ・設計、施工技術者不足 37%
- ・製造工場の不足 19%

■今後どの様な標準設計モデルが欲しいか 解答数：88 人

- ・ホテル、共同住宅 55%
- ・6階建て以上の事務所 24%
- ・集会場、劇場 7%
- ・病院、診療所 6%
- ・その他 9%

4. 2 新プログラム及び鉄骨床梁設計マニュアル完成講習会

令和6年度「新プログラム及び鉄骨床梁設計マニュアル完成講習会」を開催した。図4.1.1-1に広告用チラシを示す。配信期間 令和6年12月2日(月)～令和7年2月28日(金)である。

新プログラムおよび鉄骨床梁設計マニュアル完成講習会〈WEB講習〉

◆ CLTパネル工法の一貫構造計算プログラム「CLT Struct Works」の解説
 ◆ 「鉄骨床梁を用いたCLTパネル工法の構造設計マニュアル」の解説

新たな設計者のツールとして、CLTパネル工法の一貫構造計算プログラム「CLT Struct Works」を開発しました。「CLT Struct Works」は、設計者のツールとして計算手間を削減し、効率的に構造計算を行えるプログラムです。この講習会では、プログラムの基本機能から実務までを詳しく解説いたします。
 また、CLTパネル工法の設計自由度の拡大を図るために編集した、鉄骨床梁を用いた設計マニュアルについて解説します。

■ 配信 令和6年 **12月2日(月)**～令和7年 **2月28日(金)**

■ 参加費 **無料**

■ プログラム

プログラム 1	CLTパネル工法の一貫構造計算プログラム「CLT Struct Works」の解説(操作編/理論編/設計編) 京都大学生存圏研究所 生活圏木質構造科学分野 准教授 中川 貴文 一貫構造計算プログラム「CLT Struct Works」は無料でご利用いただけます。 (以下よりダウンロードしてください。(ユーザー登録が必要です。)) https://www.koushukai.com/cltseminar/ (監)
プログラム 2	「鉄骨床梁を用いたCLTパネル工法の構造設計マニュアル」の解説 京都大学生存圏研究所 生活圏木質構造科学分野 研究員 辻 拓也 「鉄骨床梁を用いたCLTパネル工法の構造設計マニュアル」はCD-ROM版を郵送しております。 ご希望の方は、お申し込み後送付する受講案内メール記載のURLよりお申し込みください。
プログラム 3	保有水平耐力計算(ルート3)による設計の自由度と合理性 京都大学生存圏研究所 生活圏木質構造科学分野 教授 五十田 博

共催 一般社団法人日本CLT協会 / 公益財団法人日本住宅・木材技術センター

■ 受付 令和6年10月15日(火)～令和7年2月21日(金)

■ 定員 **300名** ※先着順、定員になり次第締め切ります。

■ 参加方法 以下のURL、QRコードからお申し込みください。
<https://www.koushukai.com/clta/241202/>

■ 参加申込受付後、以下を記載した「参加案内メール」を送信します。

- 1 視聴URL、参加者ID・パスワード
配信開始日になりましたら、視聴URLをクリックし、ID・パスワードを入力してご視聴ください。
- 2 テキスト(各プログラムの説明資料)のダウンロードURL
配信開始日よりダウンロードが可能となります。

■ 視聴環境 インターネットの動画(YouTube等)を快適にご覧いただけるPC環境でご視聴いただけます。

■ お問い合わせ プログラム・マニュアル講習会事務局
TEL:0120-117-802 (受付時間:平日9:00～17:00)
Mail: pg_manual@koushukai.com

一般社団法人 日本CLT協会
公益財団法人 日本住宅・木材技術センター

図4.1.1-1 告知用チラシ

(1) 講習会内容

プログラム1：CLTパネル工法の一貫構造計算プログラム

「CLT Struct Works」の解説(操作編/理論編/設計編)

講師：京都大学 中川准教授

プログラム2：「鉄骨床梁を用いたCLTパネル工法の構造設計マニュアル」の解説

講師：京都大学 辻 研究員

プログラム3：保有水平耐力計算(ルート3)による設計の自由度と合理性

講師：京都大学 五十田教授

(2) 受講状況

申込者数は272名（目標300名）であり、受講者は254名（2025年2月3日時点）であった。

表4.1.2-1にプログラム別の視聴数を示す。

表 4.1.2-1 にプログラム別の視聴数

各動画の視聴者数			
	動画講義内容	講師	視聴数
1	CLTパネル工法の一貫構造計算プログラム 「CLT Struct Works」の解説（操作編／設計編／理論編）	京大大学生存圏研究所 生活圏木質構造科学分野 准教授 中川 貴文	100
2	「鉄骨床梁を用いたCLTパネル工法の構造設計マニュアル」の解説	京大大学生存圏研究所 生活圏木質構造科学分野 研究員 辻 拓也	77
3	保有水平耐力計算（ルート3）による設計の自由度と合理性 （CLTの最近の動向とルート3による今後の展開について）	京大大学生存圏研究所 生活圏木質構造科学分野 教授 五十田 博	70
		総視聴者数	247

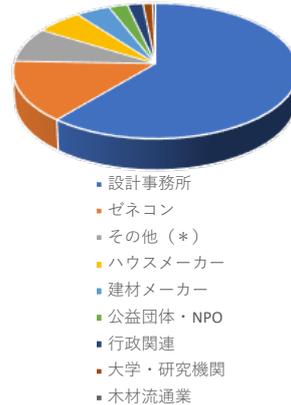
(3) WEB 講習会のアンケート結果（2025/2/3 時点）

図4.1.2-1にアンケート回答者の業種分類を、表4.1.2-1にアンケート回答を示す。

業種分類

業種	参加人数
設計事務所	155
ゼネコン	37
その他（*）	21
ハウスメーカー	15
建材メーカー	11
公益団体・NPO	6
行政関連	5
大学・研究機関	3
木材流通業	1

254



* その他：建築確認検査機関5、建築確認審査期間4、ソフトウェアメーカー3、不動産、ビル管理会社、高校教師、設計サポート企業 各2、人材派遣会社

図 4.1.2-1 WEB 講習会のアンケート回答者の業種分類

表 4.1.2-1 アンケート回答

A. 講習会参加の動機等についてお尋ねします。

Q1. 本講習会を受講した理由をお聞かせください。（複数選択可）[必須]

01 CLTを使った建物に関わる（設計・施工等）予定がある	02 関わる予定はないが、今後CLTに取り組みたいから	03 CLTに関する設計・施工の情報が欲しい	04 会社や知人等のすすめがあったから	05 その他
2	7	6	1	2

Q2. 本講習会の開催をどのようにして知りましたか？[必須]

01 日本CLT協会のHP	02 日本CLT協会のチラシ・ポスター	03 日本CLT協会からの情報（SNS（facebook、X、インスタ）、メルマガ、個別メール）	04 新聞、雑誌広告	05 取引先・所属団体等からの情報・紹介	06 その他 (中大規模ポータルポータルサイト等)
0	1	8	0	2	2

B. 講習会の全体構成・内容についてお尋ねします。

Q3. この講習会について、内容はいかがでしたか？[必須]

01良かった	02どちらかといえば良かった	03あまり良くなかった	04良くなかった
9	4	0	0

Q4. 講習時間はいかがでしたか？[必須]

01短かった	02少し短かった	03ちょうど良かった	04少し長かった	05長かった
1	0	8	4	0

Q5. 過去の育成講習会を受講された経験は[必須]

01今回が初めて	02今回が2回目	033回目以上
3	3	7

Q6. 個別の講義の内容についていかがでしたか？[必須]

(1)プログラム1 (操作編)

01理解しやすかった	02理解できた	03わからないところがあった	04わかりにくかった
4	6	2	1

(2)プログラム1 (設計編)

01理解しやすかった	02理解できた	03わからないところがあった	04わかりにくかった
3	7	2	1

(3)プログラム1 (理論編)

01理解しやすかった	02理解できた	03わからないところがあった	04わかりにくかった
3	6	3	1

(4)プログラム2 (構造設計マニュアル解説)

01理解しやすかった	02理解できた	03わからないところがあった	04わかりにくかった
3	5	3	2

*知識不足で難しかったですが、大変勉強になりました。

(5)プログラム3 (保有水平耐力計算ルート3)

01理解しやすかった	02理解できた	03わからないところがあった	04わかりにくかった
3	7	2	1

Q7. 来年度も受講するとした場合、WEB講習会をまた利用したいと思いますか？[必須]

01WEB講習を受講したい	02会場講習を利用したい	03会場・WEBどちらでも良い
12	0	1

C. 今後の講習等企画のご希望についてお尋ねします。

Q8. CLTに関連してどのような情報や講習会・イベントがあると良いですか？[必須]

01構造	02意匠	03施工	04防火	05温熱性能
12	5	8	4	2

06接合金物	07海外情報	08現場見学会	09工場見学会	10その他
8	2	3	2	0

Q9. CLTに関連するご質問・ご意見等を自由にご入力ください。[任意]

本事業最終月R7年3月CLT協会のHPにてご質問にお答えします。

- ・非常に分かりやすく一気にCLTを理解出来た。プログラムではモーメント抵抗型が対象外のようにですが、CLTによる貫ラーメン構造もあるため、モーメント抵抗型の実装を期待します。特に法整備動画で壁量計算レベルでロッキング挙動による検討がされていたため、ロッキング挙動の傾斜復元力特性のパネも考慮出来ると良いと感じました。

第5章 まとめ

本事業では昨年度（令和5年度）の4階建て事務所のCLT建築物の標準設計と普及資料の作成に引き続き、5階建て事務所について、標準パネルを用いた建築図、断面図、立面図、主要構造図、主要部材の仕様書からなる設計概要図書を取りまとめた。さらに、昨年度まで実施してきた、一貫構造計算プログラムの検討及び鉄骨床梁を併用したCLT建築物の設計マニュアルの作成を背景に講習会を実施したものである。

4階建て以上の木造建築物の建築構法、部材としてCLTパネル工法が代表的なもの、さらに普及可能性の高いもの、として考えられる。そこでCLTパネル工法による建築を目指す、検討段階で、設計に関する情報が不足していることやコスト、工期などを理由に他の構造となる場合も多い。設計の情報としては各部構法、構造、防耐火などが主要なところで、そのほか遮音、温熱環境などである。本事業の成果の一部は、その主要な構造、防耐火について必要性能を満足するような各部構法について、現段階でできる限りの最新情報を集約して標準設計として試設計例を示したことである。試設計においては標準パネルを用いて一品生産となることによる無駄を省くとともに、必要性能に応じた構造的検討や防耐火性能を確保する層構成、納まり図なども例示している。標準設計と同じ建物が建設されることはないが、この設計例によって他の設計建物の参考に資するばかりでなく、4階建てCLTのイメージを持っていただくという第一歩を踏み出すことができよう。また、地方の都市部、あるいは都心部の駅前であっても戸数の多い階数としては6階建て程度までと考えられるが、本事業では5階建てまでではあるが、階数が異なることによる構造と防耐火の設計の違いなど合わせて確認が可能である。

さて、非木質構造の構造計算では極めて特殊な部分や部材を除き、手計算レベルでの計算は稀で、構造解析ソフトを用いて応力や変形を得て部材断面を確認する。一般には、建築図に合わせて部材断面や配筋や使用材料などを入力、選択すれば、計算までの過程が終了する一貫構造計算ソフトが用いられている。一方、CLTパネル工法の構造計算は、特殊な構造計算で用いる構造解析ソフトによって建物全体を解析対象として計算を実施する。これは入力手間が非常にかかるうえに、出力された計算結果の確からしさについての判断も難しい。そこで、昨年度まで非木質構造と同様の環境整備を目指し、一貫構造計算ソフトの開発を実施した。そして、本年度は完成したソフトを広く普及し、構造設計の環境が整備の周知を目的に講習会を実施したところである。講習会はビデオ収録として、時間に影響されずに視聴できるようにした。

また、CLTパネル工法は木質材料を用いて建物の全体構成を主にイメージしている。つまり、1m幅のCLT壁に一般の木造建築で使われるようなはり断面、例えば、300mm程度が取り付くととなると、CLTに比べてはりが脆弱で、地震動などの水平力が作用した場合の終局状態では、はりが破壊してしまうことが容易に想像できる。つまり、CLT壁は水平力に対して十分な性能を有するものの、はりによってその上限が決まってしまうことになる。そこで、はり断面を大きくすることも考えられるが、これまでより効率的で建築的に納まりがよいと考えられる鉄骨はりについて検討を実施し、マニュアルを作成してきた。当初よりCLTパネル工法の設計施工マニュアルに記載はあったものの一般化はされていないため実施した事業である。本年度は作成したマニュアルについて、一貫構造計算プログラムと合わせて広く普及、周知することを目的に講習会、ビデオ収録を実施した。

本事業では、現状のCLTの建築基準、例えば基準強度や防耐火規制を背景に、その性能を最大限に発揮した建物がどのような構成となるかを例示している。ただ、構造に関していえば、実大実験を実施すると設計以上の性能が発揮されるのはもちろんであるが、ややもすると過剰な安全率がかけられている、つまり、実験では設計値に対して過大ともいえる性能が発揮される印象すらある。これらは新材料

に対しては情報が少なく、確実に安全側となるよう基準の制定時に配慮した結果である。これまで多くの事業を通じ多くの実験データが得られ、解析的検討がなされている。標準設計が示され、ソフトができたからこそ、更なる普及に向けて、性能がピンポイントで予測できるような性能設計の実現・実施に向けた検討は今後の課題である。

付録CD

巻末資料1	CLTパネル工法標準設計	パンフレット
巻末資料2	CLTパネル工法標準設計	意匠図
巻末資料3	CLTパネル工法標準設計	構造図
巻末資料4	CLTパネル工法標準設計	省エネ性能算定結果