令和２年度　木材製品の消費拡大対策事業のうち
ＣＬＴ建築実証支援事業のうちＣＬＴ等木質建築部材技術開発・普及事業

（仮称）「実務者のための CLT 構造設計の手引き」編集事業

事業報告書

令和４年２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

（仮称）「実務者のための CLT 構造設計の手引き」編集事業
目　　次

第１章　事業概要

１．１　事業の目的……1

１．２　実施内容……1

１．３　実施体制……2

第２章　（仮称）「実務者のための CLT 構造設計の手引き」について

２．１　「CLT 関連告示等解説書」「CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル」の補足説明……4

２．２　モデル設計の計算例の解説……4

第３章　まとめ……5

巻末資料

・資料１　「CLT 関連告示等解説書」「CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル」の補足説明

・資料２　モデル設計の計算例の解説

第１章　事業概要

１．１　事業の目的

2016 年 3 月、4 月に CLT パネル工法を用いた建築物の構造方法の技術基準が、平成 28 年国土交通省告示第 611 号として公布・施工された。その後、「2016 年公布・施行　CLT 関連告示等解説書」、及び、構造設計法などを掲載した「2016 年版　CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル」が発刊された。これにより設計者は、前記の 2 つの図書を参考として CLT パネル工法を用いた建築物の設計を行う状況となったが、発行から現在に至るまで CLT の設計を習得しようと取り組んだ設計者からは、習得したいが解説や説明の内容が難しいとの意見が、多数、寄せられていた。そこで「CLT 関連告示等解説書」の告示第 611 号の条文、逐条解説部分の補足説明と、解説付きの CLT パネル工法ルート 1 の構造計算例から構成される参考図書を作成し、技術情報として発信することで、設計者が、前記の 2 つの図書と併せて CLT パネル工法への理解と設計法の習得に取り組み易い環境を整え、設計者の裾野を拡げること、並びに、工法の普及を進めることを目的としている。

１．２　実施内容

「（仮称）実務者のための CLT 構造設計の手引き」の解説書を作成するに当たり、以下の実施内容を検討した。

（1）「2016 年公布・施工　CLT 関連告示等解説書」の平 28 国交告示第 611 号の条文、逐条解説部分についての補足説明

「2016 年公布・施行　CLT 関連告示等解説書」の平 28 国交告示第 611 号の条文、逐条解説部分において、分かり難い箇所を抽出し、「2016 年版　CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル」の記載内容、記載箇所を関連付けて補足説明を作成した。説明には、出来るだけ図を用いてわかりやすい表現となる様に配慮した。

（2）3 階建て共同住宅モデル設計のルート 1 構造計算例の解説

3 階建て共同住宅モデル設計のルート 1 構造計算書を作成し、計算内容でポイントとなる箇所に吹き出しで解説を挿入し、解説付き構造計算書を作成した。また、意匠関連では、平面図、立面図、断面図、矩計図、階段詳細図を作成し、構造関連では、基礎図、基礎リスト、1 階床伏図、2 階～R 階床パネル伏図、1 階～4 階壁パネル伏図、各通り軸組図を構造計算内容に整合させて作成した。

また、参考資料として、解説をした構造計算例で用いた CLT パネルの基準強度の算定例、「2016 年版 CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル」付録 DVD に収録されているルート 1 の計算例 I における水平構面の算定例、及び、設計で参考となるように耐火仕様ごとの各部位の仮定荷重例を作成した。

１．３　実施体制

本事業は、学識経験者、構造設計実務者等により構成される検討委員会を設置して実施した。次項に委員会名簿を示す。委員会開催の実績は以下にて示す。

（仮称）「実務者のための CLT 構造設計の手引き」編集事業検討委員会

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	青木　謙治	東京大学大学院　農学生命科学研究科　生物材料科学専攻	准教授
	瀧野　敦夫	大阪工業大学　工学部　建築学科	特任准教授
	荒木　康弘	国土技術政策総合研究所　建築研究部	主任研究官
	海老澤　渉	一般社団法人 不動産協会 （三菱地所株式会社　関連事業推進室　CLT WOOD PROMOTION ﾕﾆｯﾄ　統括）	
	阿部　裕介	一般社団法人 不動産協会 （三菱地所株式会社　関連事業推進室　CLT WOOD PROMOTION ﾕﾆｯﾄ　主事）	
	鳥羽　展彰	銘建工業株式会社　木質構造事業部	設計部長
行政			
	日向　潔美	林野庁林政部木材産業課木材製品技術室	課長補佐
	納富　昭光	国土交通省住宅局参事官（建築企画担当）付	課長補佐
	長岡　達己	国土交通省住宅局住宅生産課木造住宅振興室	課長補佐
コンサル			
	中越　隆道	中越建築設計事務所一級建築士事務所	代表
事務局			
	平原　章雄	木構造振興株式会社	常務取締役
	坂部　芳平	一般社団法人日本 CLT 協会	専務理事
	谷口　翼	一般社団法人日本 CLT 協会	開発技術部
	宿輪　桃花	一般社団法人日本 CLT 協会	開発技術部
	金子　弘	公益財団法人日本住宅・木材技術センター	専務理事兼研究技術部長
	田中　肇	公益財団法人日本住宅・木材技術センター	技術主任

委員会開催の実績

第 1 回

日時：2021 年 6 月 29 日（火）13：00～15：00

場所：（一社）日本 CLT 協会事務局（Web 併用）

第 2 回

日時：2021 年 10 月 21 日（木）13：00～15：00

場所：（一社）日本 CLT 協会事務局（Web 併用）

第 3 回

日時：2022 年 1 月 27 日（木）13：00～15：00

場所：（一社）日本 CLT 協会事務局（Web 併用）

第２章　（仮称）「実務者のための CLT 構造設計の手引き」について

２．１　「CLT 関連告示等解説書」「CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル」の補足説明

本書は、RC 造、S 造などの設計業務の経験はあるが、CLT パネル工法は知識がなく、これから学ぶことになる意匠設計者、構造設計者に対し、CLT パネル工法を学ぶにあたって、「CLT 関連告示等解説書」「CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル」（以下、告示解説書、設計施工マニュアルと記載）と併せて参考することで、CLT パネル工法を学び易くすることを目的として作成している。

本書の内容は、告示解説書の逐条解説の補足説明となっている。理由は、原本の告示解説書が文章による解説が多く、読者から分かり難い内容があるとの声が一般社団日本 CLT 協会に届いていたので、設計する際のイメージが浮かぶように、説明用の図を用いて学びやすいように補足説明を記載している。また、補足説明は、告示解説書の逐条解説の順に 52 ケースを対象としている。

２．２　モデル設計の計算例の解説

「計算例の解説」は、平 28 国交告第 611 号第十のルート 1 で設計されている CLT パネル工法建築物の構造計算例に解説を挿入した計算書が主な内容である。CLT パネル工法以外の構造設計の経験のある構造設計者に向けて、CLT パネル工法の構造設計を学ぶための参考図書として作成している。

本書の構成は以下としている。

第1章　ルート 1 構造設計例解説

解説を挿入したルート 1 による構造計算書を掲載している。

対象とした建築物は、3 階建て共同住宅である。

第2章　計算例の設計図書

第 1 章で計算を行ったモデル設計の意匠図、構造図を掲載している。

参考資料

計算例で用いた CLT の基準強度の計算例

耐火仕様別の仮定荷重例

設計施工マニュアル DVD の計算例 I の水平構面の検討例を掲載している。

第３章　まとめ

「2016 年公布・施行　CLT 関連告示等解説書」及び、構造設計法などを掲載した「2016 年版　CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル」によって設計者は、CLT パネル工法を用いた建築物の設計を行える状況となった。一方で、発行から現在に至るまで、CLT の設計を習得しようと取り組んだ設計者からは、逐条解説の内容が分かり難いとの意見を聞く場面も多くあった。

そこで本事業では、「CLT 関連告示等解説書」の告示第 611 号の条文、逐条解説部分の補足説明と、CLT パネル工法ルート 1 の構造計算例の解説から構成される参考図書を作成し、技術情報として発信することにより、設計法の習得に取り組み易い環境を整え、設計者の裾野の拡大と、工法の普及を図ることとした。ここではルート 1 が対象であり、いわゆる壁量計算のように意匠設計者であっても概ねの壁の必要量などが簡単に計算できることはもとより、用語が難解でそもそも書かれている内容の理解ができないとの意見に対しても対応を考え、用語の解説も充実させた。具体の内容は以下のとおりである。

・ルート 1 構造設計例解説

「業務で構造設計は行っているが、CLT パネル工法は経験が無く計算方法がわからない。計算方法を理解したい」という方に向けた計算例の解説を、参考図書として作成した。

・計算例の設計図書（意匠図、構造図）

CLT パネル工法の構造図の参考となるように、構造図を計算例の建物で作成した。

・告示の補足説明

日本 CLT 協会に問合せがあった逐条解説の内容などについて、実務で意匠設計、構造設計に携わっている方に向けて、設計方法について理解を深めて頂くために、補足説明をまとめた図書を作成した。

なお、今後の課題として、以下の 2 点をあげておきたい。

・「2016 年公布・施工　CLT 関連告示等解説書」の平 28 国交告示第 611 号の条文、逐条解説部分について作成している補足説明は、2016 年時点の告示である。今後、告示の改正が予定されており、ここでまとめた補足説明の内容を改正に合わせて追補が望まれる。

・計算例解説部分も同様で、上記の告示改正に合わせて、構造計算内容の見直しを必要とする。

今後は、本書を用いて講習会やセミナーを開催し、CLT パネル工法の理解と普及につなげていく。

巻末資料

資料 1

「CLT 関連告示等解説書」「CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル」の補足説明

「CLT 関連告示等解説書」、「CLT を用いた建築物の設計施工マニュアル」の補足解説

（以下では、上記の図書名称を「告示解説書」、「設計施工マニュアル」と記載します。
また、平成28年国土交通省告示第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）、第九　許容応力度等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2）、第十令第82条各号及び令第82条の4に定めるところによる構造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1）は、第八ルート3、第九ルート2、第十ルート1と記載しています。）

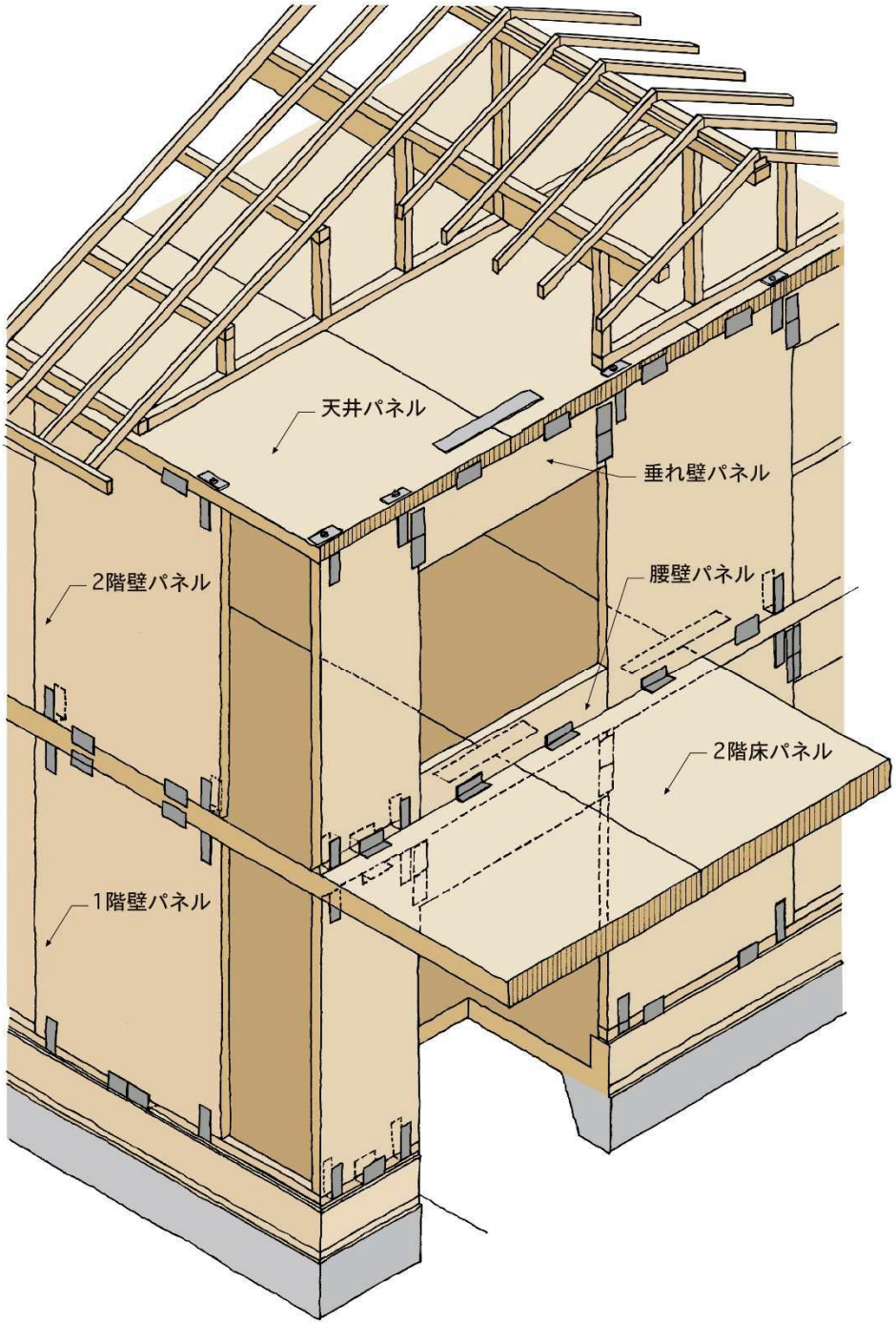


図１　CLT パネル工法建築物の躯体構成

1. 「告示解説書」の「第1章　序章　1.1　CLTパネル工法の概要」の解説

【本文 1】（1.1.2　CLT パネル工法の構造的特徴）

CLT パネルは従来の耐力壁に比べて面内の剛性・耐力が高い。従来の木造建築物では水平変形のほとんどが耐力壁の面内せん断変形として生じるが、CLT パネル工法では壁パネル自体の変形は少なく、建築物の水平変形の大部分は接合部において発生する。そのため CLT パネル工法における接合部には耐力だけではなく変形能力（靭性）も必要となる。

【説明 1】

「従来の耐力壁」とは、木造在来軸組工法で用いられる筋かいによる耐力壁や、構造用合板などを張り付けて構成される耐力壁、および、枠組壁工法で用いられる構造用合板などを張り付けて構成した耐力壁のことです。これらの耐力壁は、昭和56年建設省告示第1100号、平成13年国土交通省告示第1541号において壁倍率が定められており、壁倍率1.0は、短期許容せん断耐力1.96kN/mに相当します。

告示第 1100 号において壁倍率の仕様規定では、上限値を 5.0 倍としているので耐力壁 1m 当りの短期許容せん断耐力は最大 9.8kN/m となります。

上記の耐力壁と比較して、CLTパネルのせん断基準強度は、樹種がスギの場合で最大2.04N/mm^2（※1）であり、CLTパネルの厚さが90mmの場合は、1m当りの短期許容せん断耐力は2/3×2.04×90×1000/1000＝122kN/mとなります。CLTパネルと壁倍率5.0の耐力壁の耐力を単純に比較すると122/9.8＝12倍となります。

ただし、CLT耐力壁においては、CLTパネル部分はほとんど変形せず、パネルが回転（ロッキング）することによりCLTパネル脚部浮き上がりを拘束する接合金物が、作用する荷重により変形していきます。第十ルート1では、この変形のクライテリアを特定変形角1/150radとしているので、この変形角以内でCLTパネル耐力壁の短期許容せん断耐力が定まることになります。したがって、CLT耐力壁の耐力は接合部変形が関係して定まるので、CLTパネル耐力壁と壁倍率5.0の耐力壁との耐力の比は、実際は数倍程度になると想定されます。

「変形能力（靭性）も必要になる」とは、CLTパネル耐力壁が大きな水平力を負担するとき接合部には大きな応力が生じますが、接合部が変形しない場合には生じる応力でいきなり接合部が破壊してしまい建物が倒壊に至ることが考えられます。よって、粘りのある変形能力を有する接合部とする必要があるということです。

※1　面内せん断基準強度 Fs＝2.04 N/mm^2 は、平成 13 年告示第 1024 号の式から算定した値

【本文 2】（1.1.2　CLT パネル工法の構造的特徴）

図 1.1.2-2 に小幅パネルの接合具配置の例を示す。パネル両上下端には、ロッキング変形に対抗する引張金物、上下端には、スウェー変形に対抗するせん断金物が配置される。

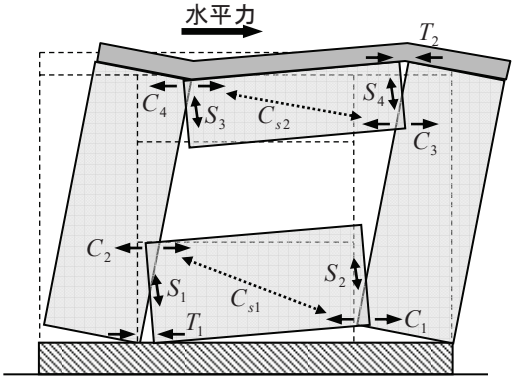


図 2.2.4-1　水平力による鉛直構面の応力

【説明 2】

「ロッキング変形」とは、図2-1のようにCLTパネル耐力壁の脚部を支点としてパネルが回転して生じる変形です。

「スウェー変形」とは、水平力が耐力壁パネルに作用するときに左右に移動することで生じる変形のことです。

2.「告示解説書」の「第 2 章 CLT パネル工法技術基準の解説 2.2　CLT パネル工法技術基準告示」の解説

【本文 3】（第一　適用の範囲　逐条解説部分）

図 2-1　水平力による鉛直構面の応力

これらの構造計算ルートと第二以降の規定の適用関係を表 2.2.1-1 に示す。また、第二以降の規定中には、特別な調査又は研究の結果に基づいて当該規定を除外できる旨が付記されているものがある。「特別な調査又は研究」とは原則として、実験による性能確認とそれに対応する理論的評価を指す。一方、表 2.2.1-1 に示すように、ルート 3 の構造計算を行う場合は本告示の第十二で指定されるいくつかの規定が適用除外となる。これは、ルート 3 においては増分解析等により終局耐震性能が直接的に検証されることを含め、仕様規定によらず、適切な構造計算による検証が行われることを前提としている。しかしながら、現時点では、様々な建築物の形態に応じた CLT パネル工法の構造安全性検証に関する知見は十分とは言えず、ルート 3 の構造計算を行う場合にもそれらの規定を適用するか、適用を除外する場合は特別な調査又は研究に準じた検討を行うことが望ましい。この点については、第二以降の解説の中で注記する。（本書では、ルート 3 で適用除外等となる条項については、各見出しの後に[]内に記す。）

【説明 3】

「実験による性能確認とそれに対する理論的評価」は、利害関係のない第三者機関において実施されることが原則です。また、実際の設計においては、「特別な調査又は研究」に準じた検討による仕様を設計に用いる場合は、仕様の適用性を設計者が十分に理解したうえで申請前に指定確認検査機関等あるいは指定構造計算適合性判定機関等に事前相談することが望まれます。

「ルート3の構造計算を行う場合にもそれらの規定を適用する」とは、設計施工マニュアル第2章　2.1適用範囲　2.1.4の(1)～(3)の規定を適用することを示しています。

「特別な調査又は研究に準じた検討」とは、設計施工マニュアルに記載のない技術的な扱いが定められていない仕様を採用する建物の部分又は建物の全体において、構造安全性に支障がないことを既往の研究成果などを用いて多角的に解析ソフトなどで検討することです。

【本文 4】（第一　逐条解説部分）

表 2.2.1-1　構造計算ルートと仕様規定の適用関係

番号等	規定の概要	時刻歴	限耐	ルート3		ルート2※1		ルート1
				Ds<0.75	Ds=0.75	Rf<2.5	Rf=2.5	
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	○	○	○	○	○	○	○
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※2	長期基準強度（面外曲げ）は、強軸5-5、5-7、弱軸3-3、3-4、7-7に限る		○	○	○	○	○	○
第三第九号ニ※2	長期基準強度（面外せん断）は、強軸5-5、5-7、弱軸3-3、3-4、7-7に限る		○	○	○	○	○	○
CLTパネル工法告示（平28国交告第611号）								
第二　材料　ー	JAS品又は認定品のCLT			○	○	○	○	○

【説明 4】

表2.2.1-1においてルート3の欄では、Ds＜0.75、Ds＝0.75の2種類で示されていますが、告示第611号第八第二号のイ～トに示されている規定を適用する場合は、設計条件によりDs＝0.4、0.5、0.55以上の数値とすることになります。

第八第二号のイ～トの規定に一つでも適合しないものがある場合は、Ds≧0.75 になります。また、Ds は、特別な調査又は研究に該当する増分解析結果を用いて算出した値（※3）を採用することができます。

※3 設計施工マニュアル「第Ⅲ部第 5 章 5.2.2（2）荷重増分解析結果に基づいて計算する場合」の算定方法

【本文 5】（告示第二　材料　第一号の条文）

（これらの直交集成板の各ラミナの厚さが 24 ミリメートル以上 36 ミリメートル以下である場合に限る。ただし、特別な調査又は研究の結果に基づき、直交集成板の材料特性を適切に考慮し、安全上支障のないことが確かめられた場合にあっては、この限りでない。）

【説明 5】

平成28年国土交通省告示第611号第二では、ラミナの厚さを24mm以上36mm以下としていますが、日本農林規格JAS3079では4.2.1.1　ラミナの厚さにおいて12mm以上50mm以下としています。また、平成13年国土交通省告示第1024号では12mm以上36mm以下としています。

平成28年国土交通省告示第611号の厚みの範囲は、技術的知見の得られている範囲としているため、前記の規定となっています。

「特別な調査又は研究の結果に基づき」とは、法第37条第二号の国土交通大臣の認定を受け、平成13年国土交通省告示第1024号第一第十九号ニ及び第二第十八号ニの規定により許容応力度、材料強度が指定されることが該当しています。

【本文 6】（告示第二　第一号逐条解説部分）

なお、上記①による CLT パネルを構造耐力上主要な部分に用いる場合には、平 13 国交告第 1024 号により基準強度が規定されたものである必要があるため、CLT パネルの幅・長さは 36cm 以上であり、面外の長期荷重を支持する CLT パネル（したがって、面外の長期荷重を支持しない壁パネル等は除外）のラミナ構成は下記のものに限定される（図 2.2.2-1）。

強軸方向の応力を負担するもの　3 層 3 プライ、3 層 4 プライ、5 層 5 プライ、5 層 7 プライ

弱軸方向の応力を負担するもの　3 層 3 プライ、3 層 4 プライ、5 層 5 プライ、5 層 7 プライ、7 層 7 プライ

【説明 6】

面外の長期荷重を支持するCLTパネルとは、積層方向に常時荷重を受ける床パネル、天井パネル、屋根パネルが該当します。告示第1024号では基準強度を定めていないものがあり、以下の条件に該当する層構成は、床パネルなどには使用できません。2021年12月時点、強軸方向で面外の長期応力を負担させるCLTパネルでは、7層7プライ、9層9プライが使用できません。また、弱軸方向で面外の長期応力を負担させるCLTパネルでは、9層9プライが使用できません。

壁パネルには、特殊なケースを除いて面外の長期荷重が作用しないので、耐力壁パネルに採用する場合は使用できないCLTパネルはありません。

「CLTパネルの幅・長さは36cm以上（※4）」とあるのは、荷重が作用する部位に用いるCLTパネルが該当します。荷重が作用しない部位に用いるパネルにあっては、幅・長さ36cm以上の規定は適用されません。

※4平成13年国土交通省告示第1024号第一特殊な許容応力度第十九号イの規定

【本文 7】（接合部に使用する材料の品質　第三号逐条解説部分）

本規定は主として接合金物、接合具を対象としている。JIS、JAS への適合が確認できるもののほか、それらの規格に準じた海外規格または品質確認、実験に基づく品質確認を行ったものは、構造耐力上必要な品質を有するものとみなす。

【説明 7】

「実験に基づく品質確認」において試験を実施する機関は、依頼者や設計者等と利害関係のない第三者機関とすることが、設計施工マニュアル「第Ⅲ部　構造設計　第 10 章 10.1 総則」に示されています。

【本文 8】（告示第三　土台　第一号の条文）

構造耐力上主要な部分である土台を設ける場合にあっては、当該土台は基礎に緊結しなければならない。

【説明 8】

「第三　土台」は、土台を設ける場合に適用される規定です。CLT パネル工法は、必ず土台を設けなければならないとは規定されていません。土台を配置しない設計ができます。

階数 4 階以上の場合や大きなスパンの荷重を支持する場合には、壁パネルの負担する荷重が大きくなるため壁パネルが土台にめり込むことで構造上支障が生じることがあります。配置する場合は、支障が生じないことを確認し設計することが求められます。

土台に用いる木質材料は、独立行政法人住宅金融支援機構「木造住宅工事仕様書」、「枠組壁工法住宅工事仕様書」の「木部の防腐・防蟻措置」などを参考に材料を選定します。

また、平成28年国土交通省告示第611号には土台と基礎の緊結については規定されていません。アンカーボルトの種類、配置については、用途が住宅で3階建てまでならば、前記図書の「アンカーボルト」が参考になります。その他の用途及び4階建て以上は、個別に構造計算でアンカーボルトの種類、配置を定めることになります。土台を留め付けるアンカーボルトは、CLT壁パネルと基礎を緊結する接合部との干渉が生じない様に配置する必要があります。

【本文 9】（第三　土台　第一号逐条解説部分）

図 2.2.3-1(b)のように壁パネル脚部が土台を介して基礎に留めつけられる場合は、土台は地震時・風圧時応力に対して有効に基礎に緊結する必要がある。なお、このような接合方法は、第五第三号イ(3)(ｉ)(イ)によりルート 3 以外では禁止されている。

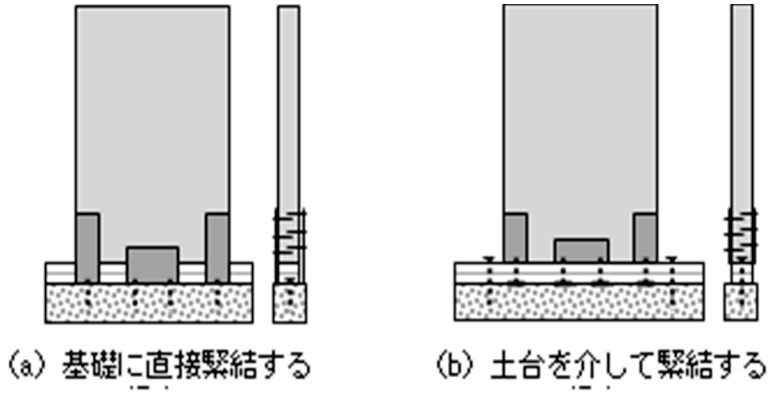


図 2.2.3-1　土台の緊結

【解説 9】

壁脚部に設けられる引き抜き力、せん断力に抵抗する金物は、CLTパネルの面内剛性が高くロッキング変形するため、脚部に大きな引き抜き力が発生することから、基礎に直接緊結することが原則です。

図 2.2.3-1(b)では、図 9-1 に示している直接基礎に緊結されていない金物①に作用する引き抜き力が、土台を介して隣接する金物②へ伝わり基礎へ伝えられることになるので、第八ルート 3 以外では使用できない接合方法となります。

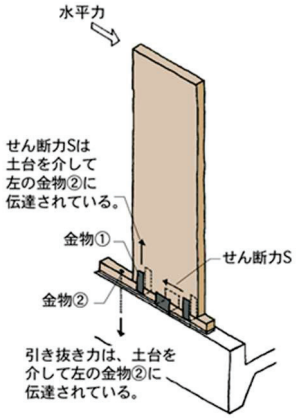


図 9-1　土台を介した荷重に伝達

【本文 10】（第三　土台　第二号逐条解説部分）

なお、図 2.2.3-2 ②のように壁心と基礎梁心が偏心する場合で、3 階建てを超える建築物等で壁パネルの軸力が大きい場合は、偏心軸力による基礎梁の捩りに対する検討が必要である。

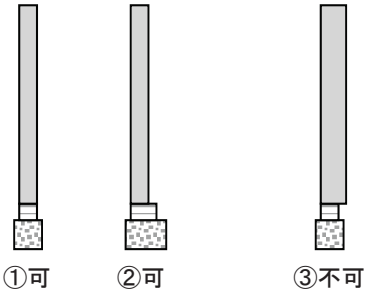


図 2.2.3-2　土台の幅と壁パネル厚さの関係

【説明 10】

基礎梁軸心に対して壁からの軸力が偏心している場合は、3階建てを超える建築物等では基礎梁に斜めひび割れが発生しないようにねじりに対する検討を行うことが必要です。3階建て以下であっても検討をすることが望まれます。

図 10-1 に基礎に作用するねじりに対応する方法を示します。

方法1は、偏心モーメントMを考慮した接地圧を算定し、設計地耐力以下であることを確認する対応方法です。

方法2は、鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説21条に記載されているねじりモーメントTに対する軸方向の必要鉄筋量を算定し配筋する方法です。方法2では、基礎梁はダブル配筋にする必要があります。

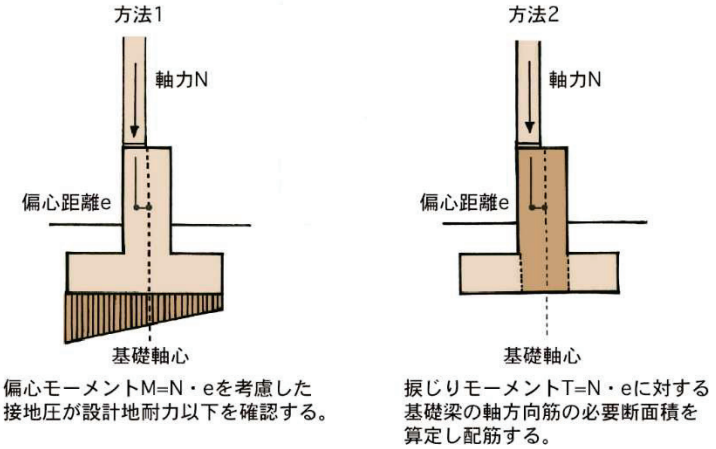


図 10-1　基礎に偏心モーメントが作用する場合の対応方法

【本文 11】（第四　床版　第一号逐条解説部分）

床版はCLTパネルで構成するほか、他の木質構造建築物と同様に、製材・集成材等による軸材（梁・根太等）と構造用合板等の面材によって構成しても良い。

【説明 11】

CLTパネル工法建築物の床版は、CLTパネルを用いて構成する方法、および、製材・集成材などの軸材と構造用合板などの面材により構成する方法などがあります。CLTパネルを用いて床版を構成しなければならないとは規定していません。

CLTパネルで構成した床版では、建物に水平力が作用すると床パネル間に引張力及びせん断力が作用します。そこでこれらの力に対して床版の安全性が保たれるように、平成28年国土交通省告示第611号では、第四第四号に、「床パネル相互は、構造耐力上有効に緊結すること。及び、床パネル相互が接する線と耐力壁線が交差する部分は、当該部分に生じる引張応力を伝えるように緊結すること」と規定し、第十では、「引張接合部の耐力を短期に生じる力に対する許容引張耐力が一箇所当り52kN以上」と定めています。

よって、製材・集成材などの軸材と構造用合板などの面材により構成される床版を設計する場合には、
床パネル間に生じる引張力及びせん断力に相当する力が、床版を構成する各部材に働くものとして適切に設計することが求められます。

【本文 12】（第四　床版　第一号逐条解説部分）

ただし、いずれの場合も、水平力によって生じる力に対して水平構面自体が有効に抵抗し、かつ、それらの力を耐力壁等の他部材に有効に伝達できる剛性・耐力が必要である。

【説明 12】

「有効に伝達できる剛性・耐力」については計算例の「水平構面の設計」の解説で触れますが、安全性の確認について簡単に記載すると、水平構面に地震力、風圧力が作用した場合に、床版を構成する各部材の接合部および各部材の断面に支障が生じないことを、計算により確認します。

【本文 13】（第四　床版　第二号逐条解説部分）

ハの規定による剛性・耐力の低減については、その計算方法を付録に例示する。それらを含む適切な方法により、開口部を設けた床パネルの面外・面内の剛性・耐力を評価し、応力算定、断面検定およびたわみの算定・検定を行う。

【説明 13】

「計算方法を付録」については、「設計施工マニュアル第Ⅲ　構造設計　第3章　設計用構造モデルの構成方法及び応力検定方法　3.3.2　小開口を有するCLTパネルの剛性・強度」に記載されています。内容は、特別な調査又は研究に該当する構造性能評価方法として3つの方法が示されています。

(1)　方法 1:欠損を考慮した断面性能低減

(2)　方法 2:開口係数法に準じた方法

(3)　方法 3:FEM 解析に基づく構造性能

上記の検討方法において、(1)は第十ルート 1 の CLT パネル工法建築物の水平構面を構成する床パネルに適用することができます。しかし、耐力壁パネルなどの構造耐力上主要な鉛直構面部材には適用できません。第八ルート 3、第九ルート 2 では、(1)(2)(3)のいずれかを適用することができます。

【本文 14】（第四　床版　第二号逐条解説部分）

また、形状が矩形ではない床パネルについては、矩形のパネルを斜めに切り欠いたものとし、その切り欠き部分を本号に規定される「開口部等」とみなしてハの規定を適用することができる。このとき、図 2.2.4-2 に示すような床パネルで、外層ラミナ方向と辺のなす角度θが 30 度程度以下のものについては、図 2.2.4-2 中の破線部分のように、辺が外層ラミナ方向と平行な矩形部分を有効矩形とし、有効矩形部の断面性能により応力算定・断面検定やたわみ計算等を行う場合はハの規定に適合するものとみなす。

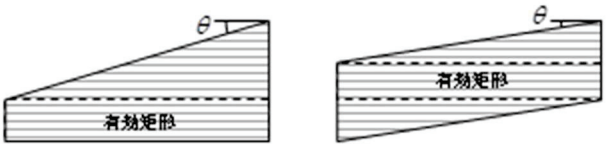


図 2.2.4-2　第二号の規定に適合しない床パネル

【説明 14】

図 2.2.4-2 は、「第二号の規定に適合しない床パネル」と表記されていますが、第二号のイには適合してい

ないが、第二号のハに適合している床パネルを示しています。この床パネルは、各設計ルートで用いることができます。

個別の設計においては、設計者の判断により床パネルに作用している荷重を考慮し、角度θを30度程度以下とします。

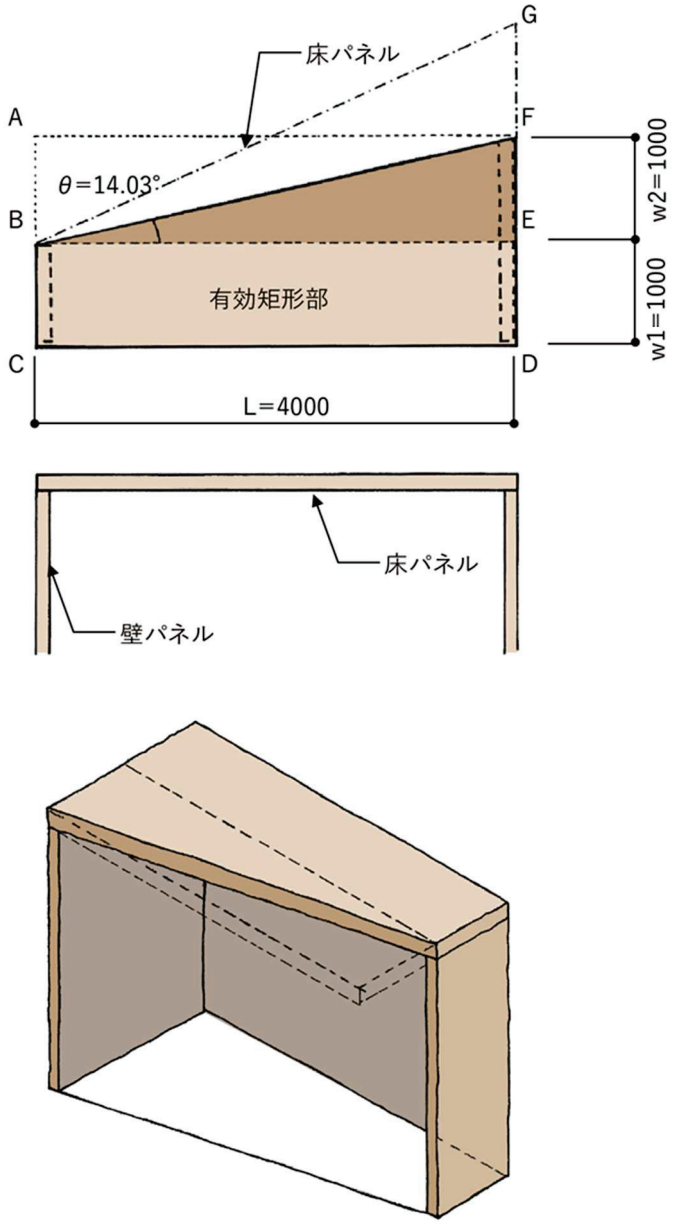


図 14-1　斜めの辺を有する床パネル

図14-1は、BCとDFが下階壁で支持された台形BCDFの床パネルが配置されている様子を示しています。第二号ハの「開口等」の切り欠き部分は、ABFの三角形部分が該当します。この様な床パネルでは、面外方向の長期応力及びたわみについては、三角形BEF部分の荷重を有効矩形BCDEに割り増しをして断面検定を行うか、又は、安全を考慮してABFに床があると仮定してABEFの矩形部分の荷重を、有効矩形BCDEに割り増した荷重を用いて断面検定を行います。設計者判断の範囲になりますが、有効矩形BCDEの支持点DEの幅w1と、三角形部分の支持点EFのw2との関係は、w1≧w2程度が望ましいと判断されます。

例えば、θ＝30°になるとEGは2300mm程度になり、EG間距離に比べてDE間距離が半分以下になるので、

三角形BEGの荷重を有効矩形BCDEへ円滑に伝達することが行われないと考えられるからです。

有効矩形とその他の部分がバランスの悪い場合は、有効矩形への荷重割り増しで検討するのではなく、FEMなどのソフトを用いて格子梁モデルで解析を行い応力・変形を算定し、安全側の設計になるようにすることが求められます。

【本文 15】（第四　床版　第三号逐条解説部分）

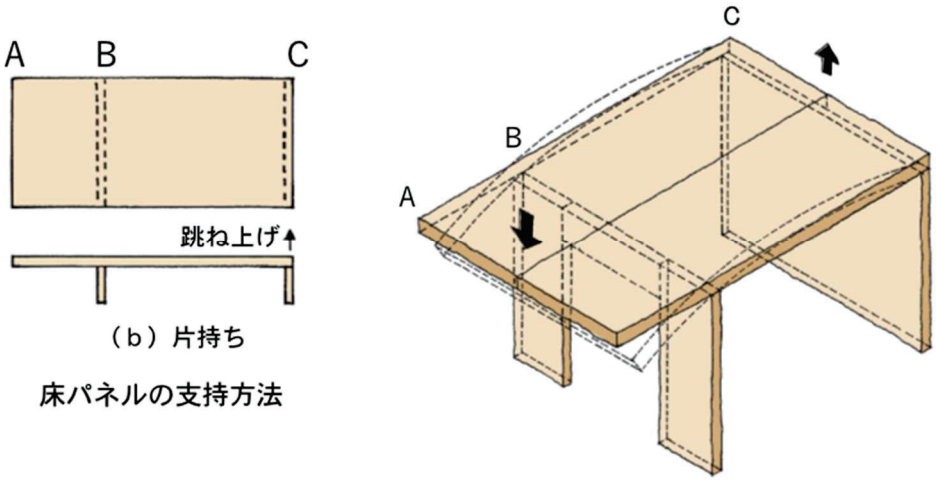


図 2.2.4-3　床パネルの支持方法

【説明 15】

図 2.2.4-3　床パネルの支持方法(b)で「跳ね上げ」と記載されていますが、床荷重が均等に作用し AB 間の距離とBC 間の距離が等しい場合は、C 点は跳ね上げが生じない荷重状態になります。AB 間距離＞BC 間距離の場合は、C 点は跳ね上げが生じます。設計では、跳ね上げが生じない様に AB 間距離:BC 間距離の比は、1:1.5～2.0 程度とすることが望まれます。また、片持ち部分の応力算定は、B 点固定端モデルではなくBC 間を含め AC 間の連梁モデルで応力算定することが望まれます。

【本文 16】（第四　床版　第四号逐条解説部分）

第一号に解説したように、建築物に水平力が作用すると床版に面内のせん断応力と引張応力が生じる。床パネル相互の接合部においてもこれらの力が安全に伝達されなければならない。既往の振動台実験試験体および設計事例の多くでは写真 2.2.4-1 のように、せん断接合部としてビス打ち合板スプライン（やといざね）、引張接合部としてビス打ち鋼板が用いられている。



写真 2.2.4-1　床パネル相互接合部の例

【説明 16】

図16-1のように床構面に水平力が作用すると、パネル突合せ部分でタテ方向にずれようとする力と、床構面の外周部では、パネル突合せ部分が開こうとする力が同時に生じます。

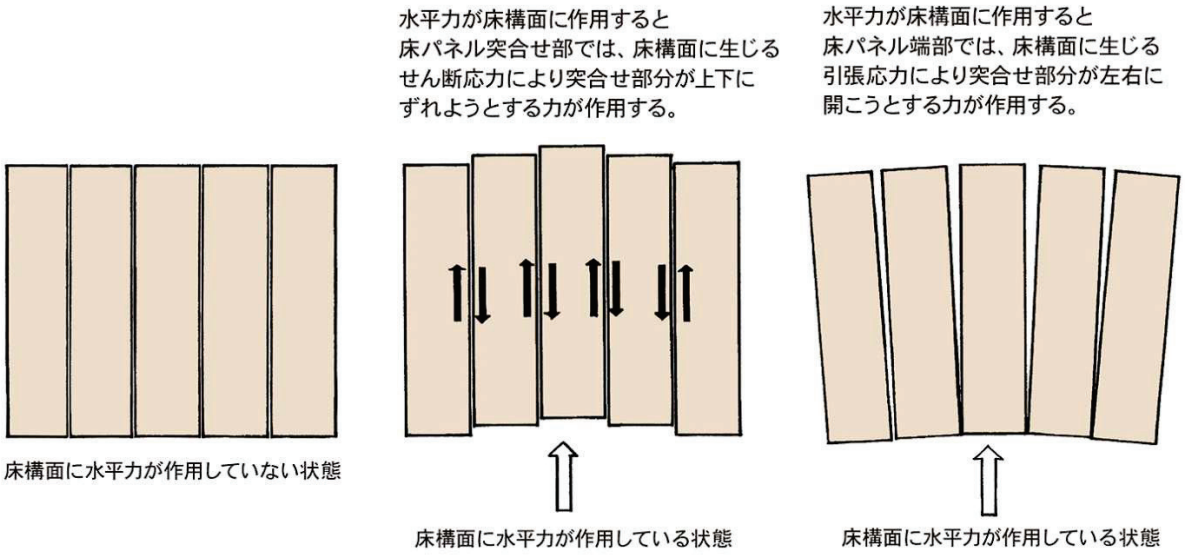


図 16-1　床構面に生じる応力

図 16-2 のように床パネル相互は、支障のある変形などを防止するために床パネル突合せ部分にずれ防止の合板スプラインを、床パネル外周部の耐力壁線上の突合せ部分には、開き防止の金物を配置するなどして床構面の変形を拘束します。

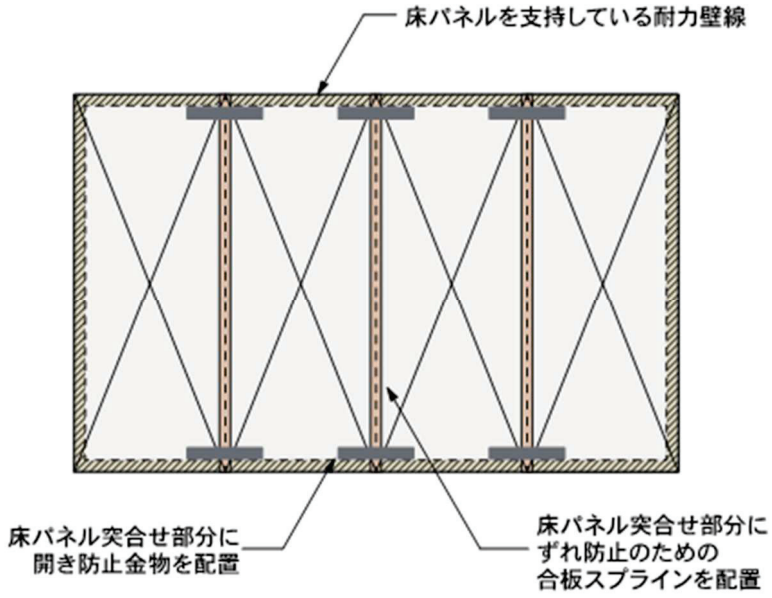


図 16-2　床パネルの接合方法例

合板スプラインの仕様は、設計施工マニュアルの設計例Ⅰでは、幅Wを149mmとしていますが、施工を考慮し147mmとしている施工例があることから、図16-3の記載としています。

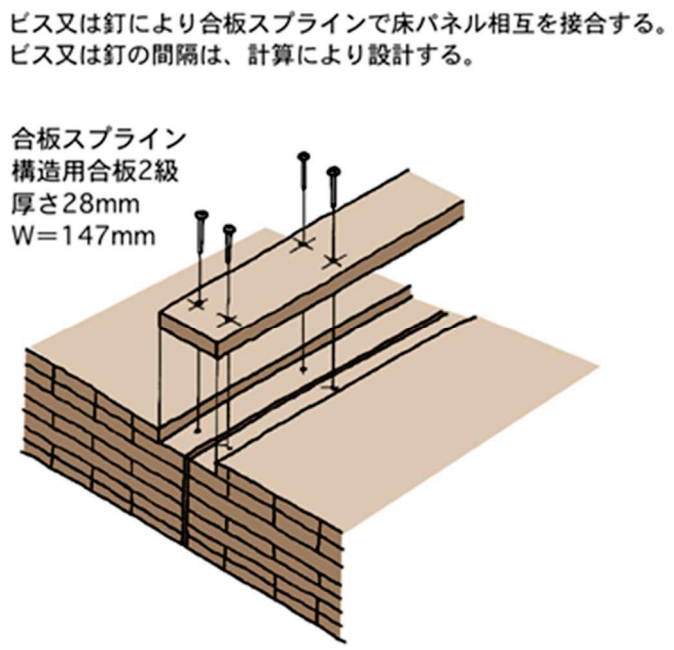


図 16-3　合板スプライン接合の例

また、合板スプラインは、図16-3のように床パネルに欠き込みを設けて施工する例を、告示解説書の写真2.2.4-1に示していますが、設計上の支障がない場合は、図16-4のように欠き込みを設けないで床パネルに直接配置する方法もあります。合板スプラインの幅は、木質構造設計規準・同解説の「表6.11板に対する釘配置等の最小間隔」より縁距離aは、ビス径d1又は釘径d2の5倍とし、a＝5×d1又は5×d2以上を有するように設定します。

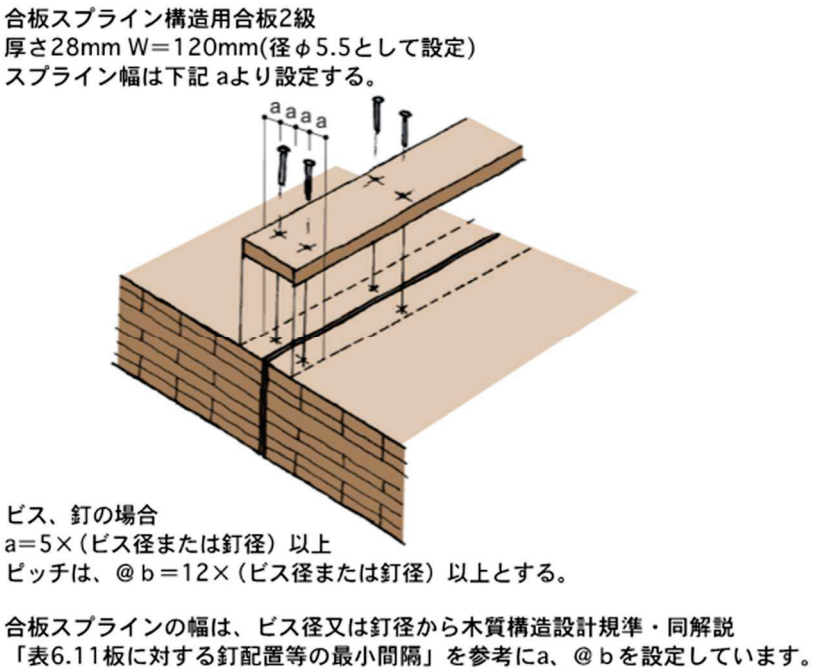


図 16-4　合板スプラインの配置例

床パネルの開き防止金物は、第十ルート1に該当するCLTパネル建築物に使用できる金物として、公益財団法人日本住宅・木材技術センター（以下　住木センター）で規格・制定されたクロス（χ）マーク金物があります。第九ルート2、第八ルート3が適用されるCLTパネル工法建築物では、ルート1用、ルート3用のクロス（χ）

マーク金物を使用することができますが、構造計算で必要とされる剛性・耐力を有する金物であることを計算で確認して配置します。

開き防止金物は、以下のケースについて配置します。

ケース1は、床構面が面内方向に水平力が作用することで外周部突合せ部分が開くことを防止するために金物を配置します。

ケース2は、鉛直構面に水平力が作用すると耐力壁パネルと垂れ壁パネルにはロッキングが生じ、耐力壁パネル相互の突合せ部分や耐力壁パネルと垂れ壁パネルの突合せ部分に開こうとする力（離間力）が作用します。その際、近傍にある鉛直構面と直交する床パネルの突合せ部分が影響を受けて突合せ部分が開こうとするので、それを防止するために開き防止金物を配置します。

鉛直構面の耐力壁と耐力壁の突合せ部分、および、耐力壁と垂れ壁の突合せ部分に生じるロッキングによって床パネル突合せ部に生じる離間力に抵抗できる接合耐力を、第十ルート1では第十第2項第八号で短期許容せん断耐力として1箇所当り52kNとしているので、それ以上耐力を有しているクロスマーク金物を配置することになります。第九ルート2、第八ルート3の場合は、計算により算定した力以上の接合金物を配置することになります。開き防止金物の配置は、前記のケース1、ケース2の条件に該当する箇所になります。

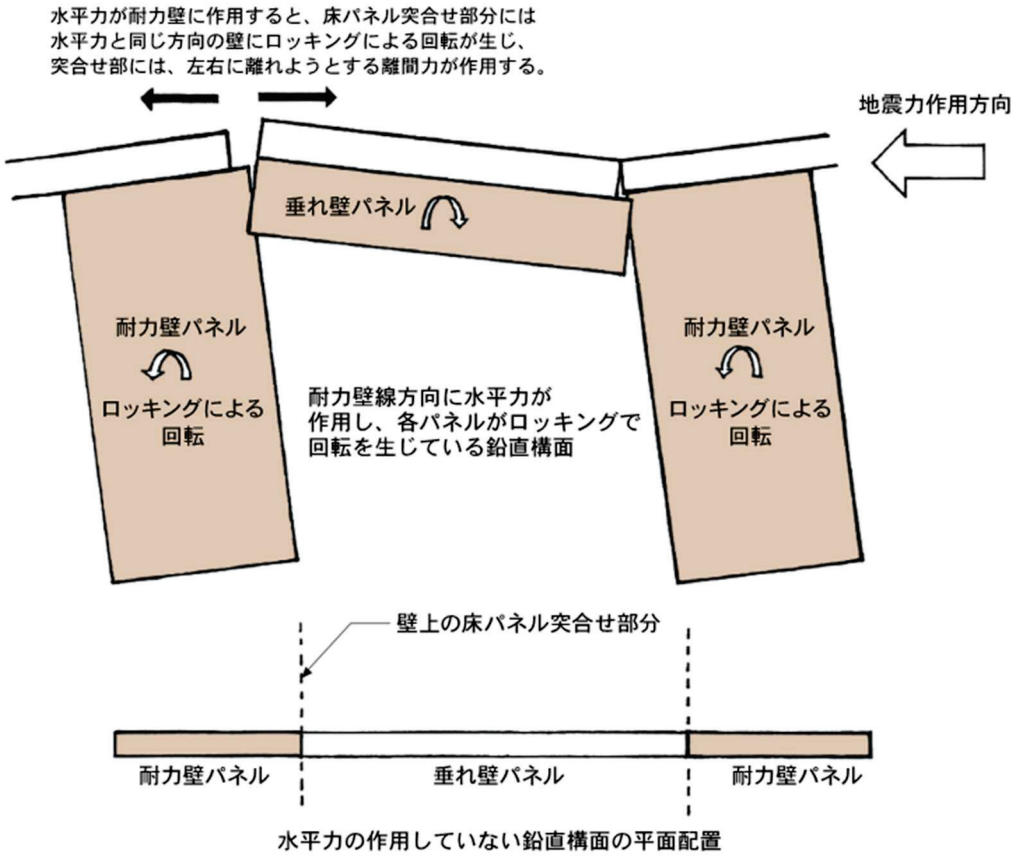
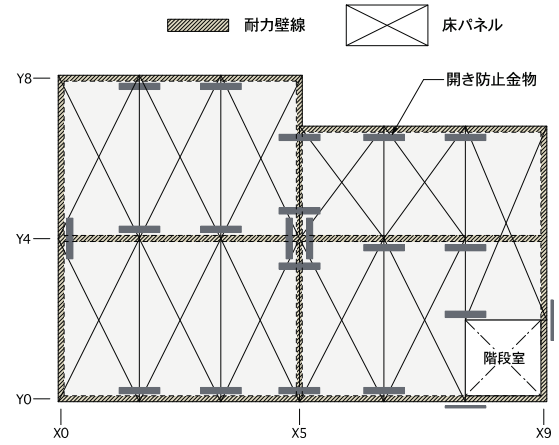


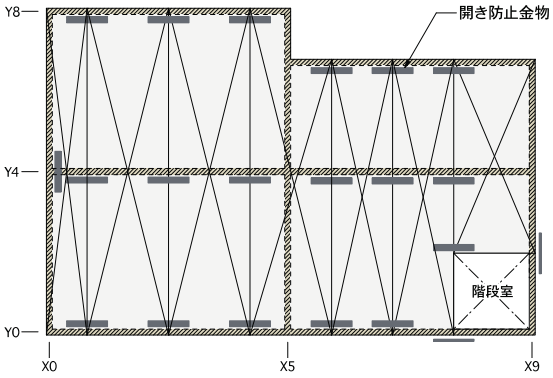
図 16-5　ロッキングにより床パネルに生じる離間力

図16-6に開き防止金物の配置例を示します。床パネル割りにより金物の配置は左右されることから、設計者は、できるだけ合理的な床パネル割りを行うことが求められます。図16-6-1、図16-6-2は、クロスマーク金物を用いる第十ルート1のCLTパネル工法建築物を想定して例として示しています。



<耐力壁区画の短辺方向に床パネルを割付した場合の金物配置例>

図 16-6-1　開き防止金物の配置例



<耐力壁区画を跨いで長い床パネルを割付した場合の金物配置例>
(中央の耐力壁交差部は、1枚のパネルが跨がせて割付し、金物を配置しない様にしている。)

図 16-6-2　開き防止金物の配置例

内部耐力壁線の床パネル開き防止金物は、納まりに支障が無ければ床パネル上端ではなく、第九ルート2、第八ルート3で耐力壁パネルと垂れ壁パネルを緊結する金物などに干渉しない場合には、図16-7のように鉛直構面の耐力壁パネルと垂れ壁パネルの突合せ部分に配置することができます。ただし、第十ルート1は、床パネル相互又は耐力壁線上に設けるはりその他の横架材相互と規定されているので、図16-7の様には取り付けられません。

【本文 17】(第四　床版　第五号逐条解説部分)

吹抜き等床版を設けない部分が外壁に接する場合は、図 2.2.4-5 のように耐風梁等により外壁面に作用する風圧力に対して有効に補強する。また、耐風梁についても頭つなぎとしての性能を確保するために、耐風梁端部と床版の間に引張接合部を設ける必要がある(写真 2.2.4-2)。

【説明 17】

階段室など中間階で床パネルが配置されていない外壁面には、風圧力により床レベルで外壁が面外に変形し支障が生じない様に耐風梁で補強します。補強のための耐風梁は、床版を構成する部材である頭つなぎとしての性能を有するように、作用する外力に対して床パネルのない外壁部分が、面外、面内に支障が生じる変形をしない様に、周辺の外壁と一体化するように設計します。よって、外壁中間部に配置される耐風梁は、隣接する床パネルと引張接合金物等により一体化しておくことが必要になります。

図17-1を例とすると、Y0通り、X10通りは耐力壁線なので、階段室部分に設けられる耐風梁に頭つなぎとしての機能をさせるために、耐風梁と隣接する床版または壁パネルとを接合する引張接合部を設けることが求められます。この引張接合部を設けることで第四第五号に記載されている「その他の外力に対して構造耐力上有効に補強」する規定に適合することになります。

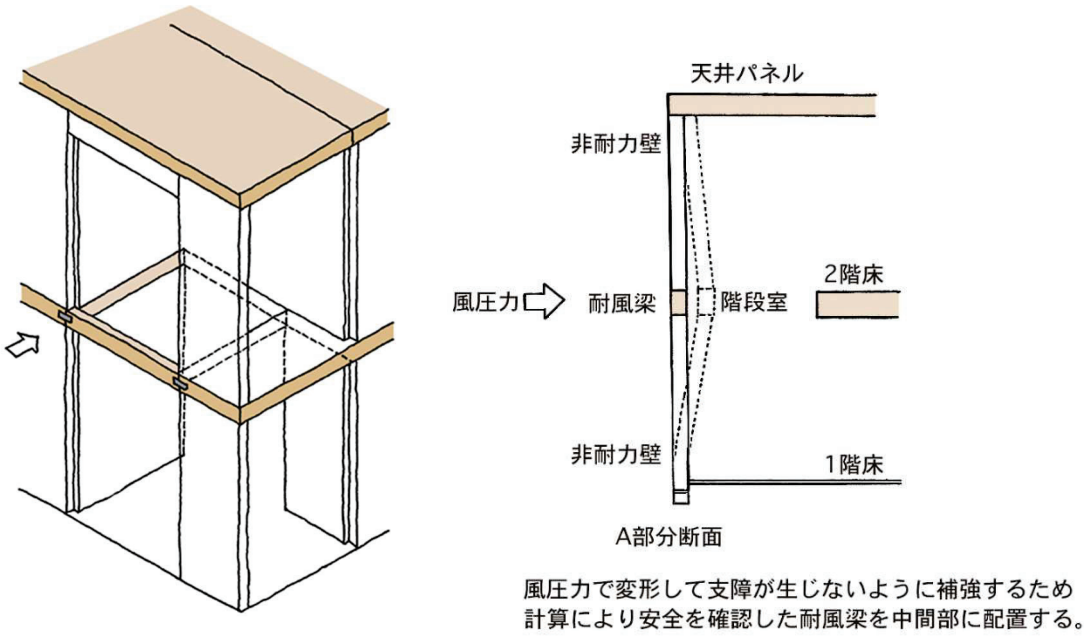


図 17-1　耐風梁の配置

ここで、第四第五号の逐条解説の写真2.2.4-2は、左側の床パネル側面と右側の耐風梁に、金物を用いてそれぞれビス(STS・C65)18本で接合しています。この金物の耐力は、告示解説書では示されていませんが、設計施工マニュアル付録DVDの計算例Ⅰでは、52kNとして扱われています。

図17-1に示すA金物は、水平構面を構成する部材である耐風梁と床パネルを一体化するために必ず配置しなければなりません。

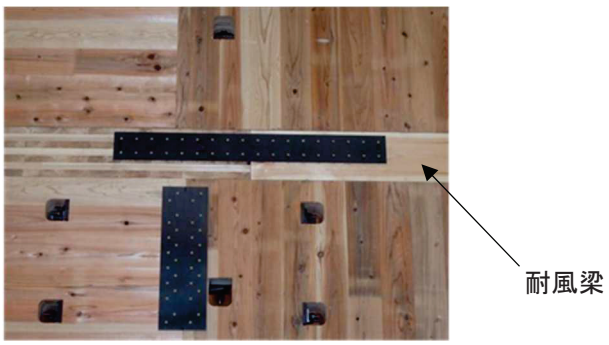


写真 2.2.4-2　耐風梁-床パネル間引張接合部の例

ビス1本当りの耐力を、設計施工マニュアル第Ⅲ部第9章9.4　9.4.1(2)ビス1本の強度性能　表9.4.1-1より2.97kN/本として算定すると、9本2列配置で、CLT床パネル側面に現れるラミナの木口ではなくラミナの側面に接合しているので、2.97×18＝53.46kNとなり、52kN以上あることが推定できます。よって、ルート1の設計では、引張接合に使用されるクロスマーク金物STFと同厚のPL3.2を用いて、写真2.2.4-2の金物と同じものを製作し使用することができます。

ルート1用の引張接合に用いるクロスマーク金物STFは、ビスSTS・C65を用いて左右の材に、それぞれ20本で接合することになりますが、その場合の短期引張耐力は、設計施工マニュアルの第Ⅲ部第9章9.3(2)の図9.3-8より53.6kNとなります。この耐力は設計施工マニュアルの図9.3-8に示されている様にパネルの表面に接合された場合の耐力であり、CLTパネルの木口面にビスが打たれた場合は、各ラミナの向きとビスの打ち込ま

れている場所との関係から53.6kN以上あるかは不明です。図17-2の様に床パネルのCLTがS60-5-7厚さ210mmとし、その中心を金物芯として設置した場合は、ビスの60%にあたる12本がラミナの木口に打ち込まれるので、参考に耐力を木口打ち低減2/3として略算すると53.6/20×8+53.6/20×12×約2/3＝約42kNとなります。

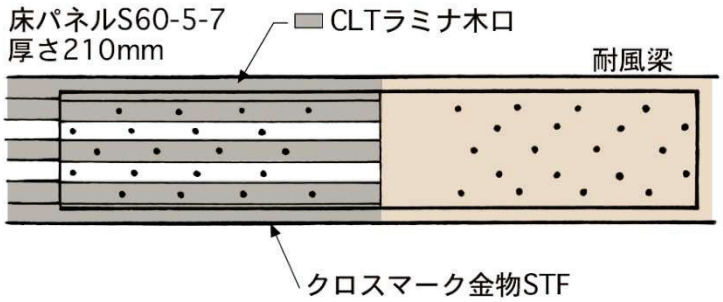


図 17-2　床パネル 5 層 7 プライと耐風梁を STF で接合した場合

耐力壁線に面内方向の水平力が作用した場合の影響を考慮した床パネルと耐風梁の接合については、第十ルート1を適用した建築物は、平成28年国土交通省告示第611号第十ルート1第2項第八号では、「①床パネル相互を緊結する場合、②耐力壁線上に設けるはりその他の横架材相互を緊結する場合」の接合耐力について、短期引張耐力を52kN以上と規定しています。

したがって、床版を構成する部材となる耐風梁は、前記②のその他の横架材に該当するので、第八号の規定が適用されます。よって、ラミナの木口にビス打ちを行う STF は使用できないことになります。

引張接合部に関しては、写真 2.2.4-2 と同様な金物は、クロスマーク金物に規格されていないため、床パネルと耐風梁の面内方向の接合方法に関しては、設計者が短期引張耐力 52kN 以上となる金物などによる接合仕様を示すことが求められます。

図 17-3 に第十ルート 1 におけるクロスマーク金物 STF を用いた耐風梁納まり例を示します。

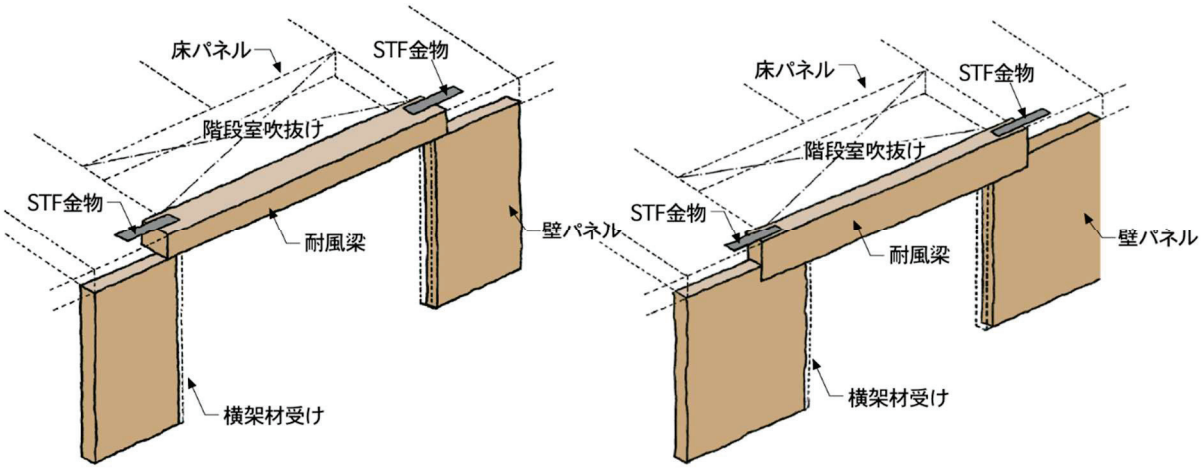


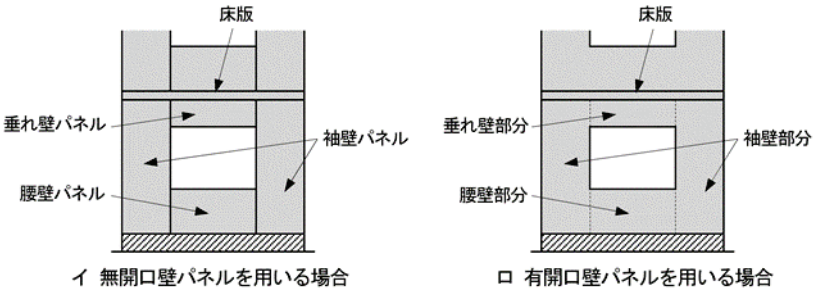
図 17-3　クロスマーク金物 STF を用いた耐風梁納まり例

第九ルート 2、第八ルート 3 では、架構の応力を算定するので、耐風梁と床パネルの接合部に生じる応力、変形を考慮して接合部を設計します。

また、各計算ルートにおいて面外方向に風圧力が作用した場合は、耐風梁の各支点に生じる反力を安全に他の部材に伝達できるように、各支点部分は他の部材に生じる応力に対して安全に接合しているか計算により確認する必要があります。

【本文 18】（第五　壁等　第一号の条文）

イ　無開口壁パネル（1 の直交集成板で第四第二号イからハまでのいずれかに該当するものをいう。以下同じ。）



イ 無開口壁パネルを用いる場合　　ロ 有開口壁パネルを用いる場合

図 2.2.5-1　耐力壁（鉛直構面）の構成例

【説明 18】

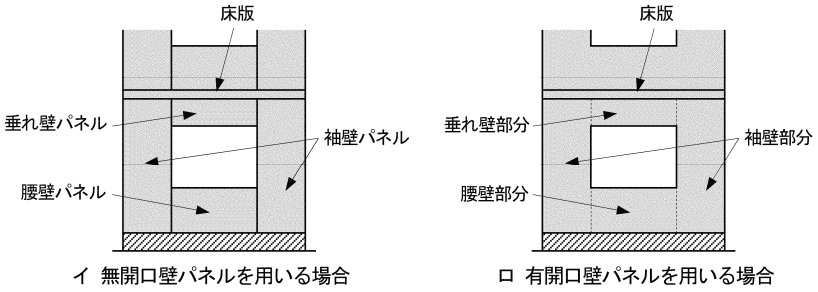
耐力壁で扱える「イ　無開口壁パネル」は、図2.2.5-1イの袖壁パネル、垂れ壁パネル、腰壁パネルが該当しています。前記【解説13】で記載している第四第二号ハの開口を有するCLTの壁パネルを含みますが、第十ルート1の計算方法を適用する場合は、第十第二号で示している第四号ハで規定している1辺240mm以下の矩形の開口を有する壁パネルは、第十第四号で「第二号の規定による開口等を設けたものを除く」と規定されているので、耐力壁として扱うことはできません。第九ルート2、第八ルート3では、第四号ハの開口を有する壁パネルを耐力壁として扱えます。

また、第十ルート1の耐力壁パネルでは、鉛直構面部材相互の接合のために引きボルト接合の座金、ナットを設置する目的で開口を設けることがありますが、この場合は、無開口とみなし耐力壁として設計を行うことが設計施工マニュアル第Ⅲ部第3章3.3　3.3.2(1)に示されています。

第十ルート1の耐力壁パネルは、引きボルトの座金、ナットを納めるための開口以外は、開口を設けることができません。

【本文 19】（第五　壁等　第一号逐条解説部分）

耐力壁はイまたはロに適合する CLT パネルを用い、建築物に作用する水平力及び鉛直力に対して安全であるように釣合いよく配置するとともに、最下階の壁パネルを除き、床版の上部に配置しなければならない。構成例を図 2.2.5-1 に示す。そのほか、鉛直力のみを負担する柱・壁を設けることができる。



イ 無開口壁パネルを用いる場合　　ロ 有開口壁パネルを用いる場合

図 2.2.5-1　耐力壁（鉛直構面）の構成例

【説明 19】

耐力壁を釣合いよく配置するとは、平面的には矩形に近い平面計画でタテ方向の耐力壁、ヨコ方向の耐力壁の配置が、各方向で著しい偏りがない状態で配置されており、かつ、立面的には、耐力壁の各方向別の長

さの合計が、上下階で比較した場合に著しい差がないこと、および、各階で耐力壁高さが著しく異なることがない計画であること、同一階で著しく高さの異なる耐力壁パネルが混在していないことなどが該当します。

図19-1に耐力壁の悪い配置例、良い配置例を示します。

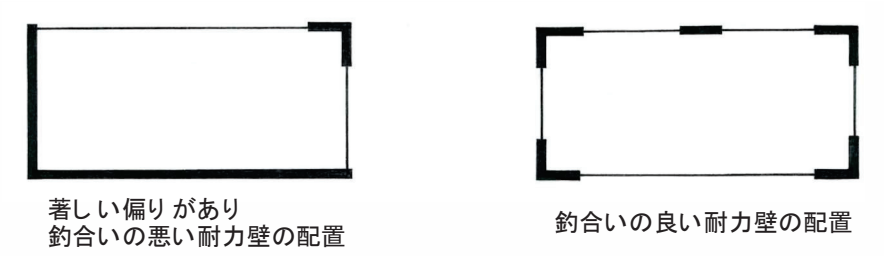


図 19-1　壁配置の例

床版の上部に配置するとは、図19-2の様な構成です。

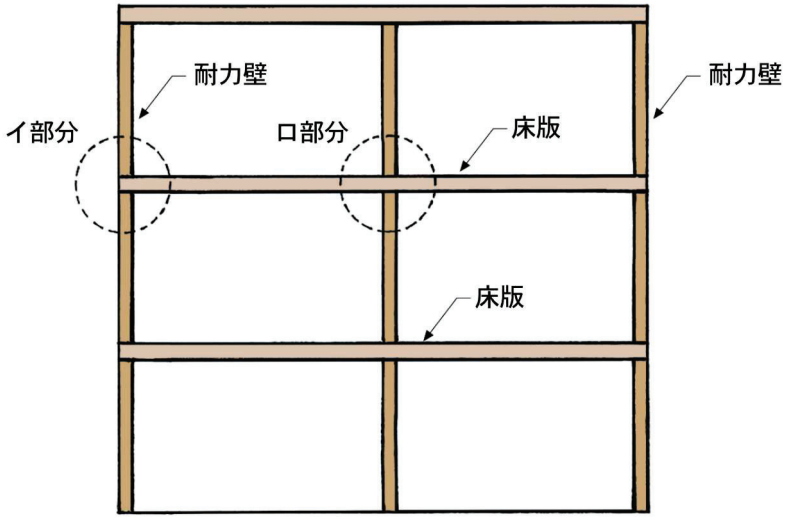


図 19-2　床版の上に耐力壁パネルが配置された例

図19-2のイ部分、ロ部分共に下階耐力壁線の上に床版が配置され、その床版の上に上階の耐力壁線が配置されることになります。床版は、第四で規定されている様にCLTの床パネルで構成する床版以外に、軸材と構造用面材を用いて構成する床版があり、それらの床版が下階の耐力壁の上に乗り、その上に上階の耐力壁が配置される構成となります。

【本文 20】（第五　壁等　第一号逐条解説部分）

本号の規定はルート 3 の構造計算により適用除外となる。しかし、本号の規定以外の鉛直構面については特に面内の剛性・耐力の計算方法に関する知見が十分ではないので、それらについてはルート３の構造計算においても特別な調査又は研究に準じて性能を評価することが望ましい。

【説明 20】

「規定以外の鉛直構面」とは、第五第一号イ、ロでは第四第二号イの規定が適用されていることから、「形状が矩形」以外の耐力壁パネルが該当します。台形の上底と下底に対して外層ラミナ方向が平行又は直角である壁パネルは、後で触れることになる第五第二号の逐条解説に記載された内接矩形、外接矩形を有効矩形と

みなして扱うことで設計できます。

また、三角形及び台形の壁パネルを耐力壁として設計する場合は、「特別な調査又は研究に準じる」に該当させるために、利害関係のない第三者機関で加力実験などを実施して性能評価した結果を用いることで、設計することが可能です。

【本文 21】（第五　壁等　第一号逐条解説部分）

図 2.2.5-2 のように無開口壁パネルの側面に接して床版を設ける架構、さらに 2 層以上にわたって壁パネルを連続させる「通し壁架構」については、増分解析等により当該架構の水平耐力性能を適切に把握できる場合に限り、本号イに準じるものとみなす。この場合、床版と鉛直構面の接合は当該部分に生じるせん断力・引張力を有効に伝達できる必要があり、第八第二号の規定により Ds は 0.75 以上または増分解析結果に基づいて算出する必要がある。

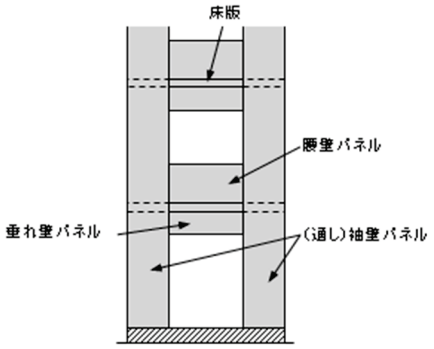


図2.2.5-2　通し壁架構　〈ルート３で可〉

【説明 21】

第五第一号では、最下階を除き壁パネルは床版の上部に配置しなければならないと規定されていますが、床版ではなく壁パネルを優先する通し壁架構は、増分解析等で水平耐力性能を適切に把握できる場合に限り、耐力壁パネルとして設計が可能です。適切に把握できる場合とは、設計者が終局までの構造性能を計算結果に基づき評価し、その評価方法を指定構造計算適合性判定機関等が適合と判定した場合を示します。

また、Dsの算定方法で「増分解析結果に基づく」とあるのは、設計施工マニュアル「第Ⅲ部第5章5.2.2　必要保有水平耐力の計算　(2)荷重増分解析結果に基づいて計算する場合」によります。

Ds算定方法の概要は、1階の基礎からの水平変位をパラメーターとして縦軸に等価一自由度系の加速度Aと横軸に代表変位⊿としてグラフを作成し、示されたグラフから設計施工マニュアル「第Ⅲ部第10章　10.6 10.6.1　(2)完全弾塑性モデルの作成」に従って完全弾塑性バイリニアを設定し、降伏点変位δvと終局変位δuを求めて塑性率μからDsを算定します。

【本文 22】（第五　壁等　第二号逐条解説部分）

壁パネルとして使用する CLT パネルの外層ラミナの方向は、当該壁パネルの長辺方向又は短辺方向と平行でなければならない。また、第一号において壁パネルの要件として第四第二号イ～ハ（床版）を参照しているので、壁パネル形状は有開口パネルの垂れ壁部分、腰壁部分および袖壁部分を含めて矩形でなければならない。したがって、図 2.2.5-3 に示すもののうち、(a)、(b)は可となるが、その他のものは不可である。

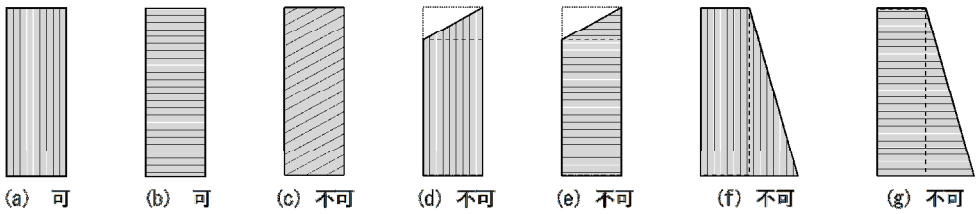


図 2.2.5-3　壁パネルの形状と外層ラミナ方向の関係

【説明 22】

図2.2.5-3の(a)、(b)以外を不可としているのは、第五第一号で「形状を矩形」と規定しているからです。また、第五第二号で「外層ラミナの方向は、当該壁パネルの長辺方向又は短辺方向と平行でなければならない。」と規定されていることによります。ただし、【解説20】でも触れましたが、次の【解説23】では、(d)、(e)、(f)、(g)を設計で扱うことができる方法を解説します。

【本文 23】（第五　壁等　第二号逐条解説部分）

図 2.2.5-3(d)、(e)の壁パネルについて、圧縮座屈の検定および面外の応力・変形の計算・検定では図中点線で示す外接矩形とみなし、面内の応力・変形の計算・検定では図中破線で示す内接矩形部分あるいはそれより小さな矩形部分のみを有効とするなど、安全側に矩形に置換することができる場合は、特別な調査又は研究に該当するものとして、当該壁パネルを使用することができるものとする。図 2.2.5-3(f)、(g)の壁パネルについて、図中破線で示す内接矩形部分のみで、当該パネルに作用する面内力・面外力に抵抗できる場合も同様とする。

【説明 23】

図2.2.5-3(c)は、外層ラミナが長辺方向又は短辺方向と平行でない矩形のパネルです。(c)のパネルは剛性、耐力など構造設計に用いる値が明らかでないため、特別な調査又は研究に準じて性能を評価し、その評価に基づいて構造設計を行うことが必要になります。

図2.2.5-3の(d)、(e)は、第四第二号ハに規定されている「開口部等を設けたもの」に欠き取りが含まれることから図23-1の扱いが可能となります。(d)、(e)共に検定で構造上不利となる矩形として有効矩形を設定し、壁パネルの安全性を確認します。これらの扱い方は、各ルートで用いることができます。壁長さは、ルートごとに示されている耐力壁パネルの長さの規定を満足していることが必要です。

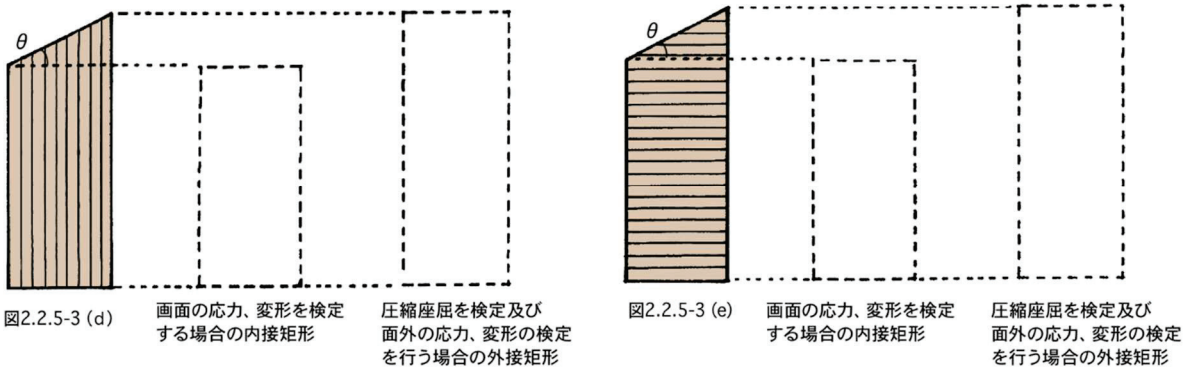


図 23-1　内接矩形、外接矩形の設定例

ただし、図23-1の(d)、(e)の台形の壁パネルにおいて内接矩形、外接矩形を有効矩形として扱う場合は、図23-2のような急傾斜を有する形状で作用荷重に対して生じる応力が、原型の台形パネルの場合と有効矩形として扱う場合とで近似にならないこと、及び、局部的な応力集中が想定されることから、設計者の判断により勾配となる部分の角度 θ を30度程度以下の緩傾斜となるようにして内接矩形を設定し、設計することが望まれます。

急傾斜となってしまう場合には、当該パネルを耐力壁から除外し、当該壁パネルを鉛直力のみを支持する壁パネルとみなし、それでも建物として成立しているかどうかを検討することが望まれます。図23-2のように外接矩形と内接矩形の形状が著しく異なる場合は、扱いに注意が必要です。

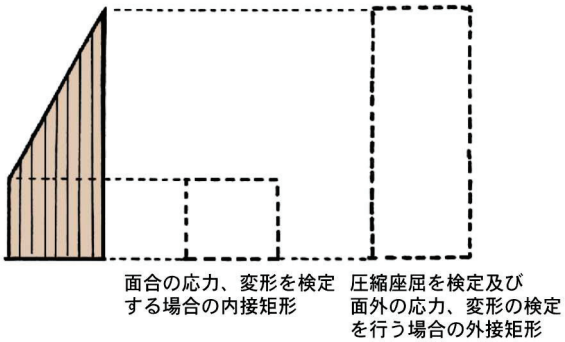


図 23-2　急勾配の内接矩形、外接矩形の例

また、勾配部分と取り合う部材との接合部は、ルート1用のクロスマーク金物では勾配を考慮した規格金物がないため、接合部の金物の設計が必要となります。また、同様に第九ルート2、第十ルート3においても、接合部の設計が必要となります。接合部を設計する際は、傾斜方向にずれようとする力が常時作用していることが想定されるので、接合部の長期、短期の検定では、ずれようとする力を考慮した接合部にすることが求められます。

図2.2.5-3の(f)、(g)を有効矩形として扱う場合は、図23-3の右側のようなL1とL2に大きな差があると、原型の台形パネルの場合と有効矩形とした場合とで生じる応力が近似とならないこと、及び、局部的な応力集中が想定されるので、L1≧L2とすることが望まれます。(f)、(g)では、圧縮座屈に対する検定、面外の応力、変形に対する検定、面内の応力、変形に対する検定は、図23-3の破線部分を有効矩形として扱います。

また、勾配を有する三角形部分では、周辺部材との一体化のため接合をすることになりますが、傾斜部分の周辺部材との接合は、(d)、(e)と同様な設計となります。三角形部分の底辺と周辺部材を一体化するための接合部は、有効矩形部分の接合部が面内応力をすべて負担することから、面内方向の作用荷重に対して抵抗しないように接合部を設計することが求められます。

壁パネルは、風圧力など面外方向に荷重が作用すると架構にズレが生じることがあることから、上下の床パネルなどの部材と壁パネルは、接合することが求められます。

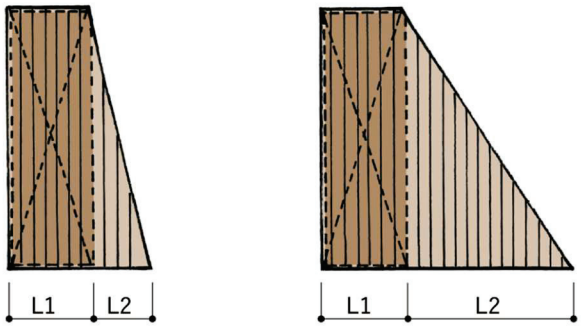


図 23-3　内接矩形としての扱い

【本文 24】（第五　壁等　第二号逐条解説部分）

そのほか、図 2.2.5-4 のような勾配屋根の妻壁部分を含む鉛直構面について、鉛直面内力および水平面外力に対しては図 2.2.5-4(a)の破線より下の部分を有効とし、当該鉛直構面の水平耐力性能の計算では図2.2.5-4(b)の破線より下の部分を有効とする場合なども特別な調査又は研究に該当するものとする。

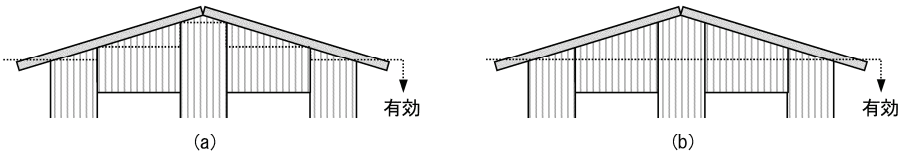


図 2.2.5-4　妻壁部分の壁パネルの第一号・第二号への適合条件

【説明 24】

図2.2.5-4は、「特別な調査又は研究に該当する」第四第二号ハ、及び、第五第二号に該当することから、内接矩形に置き換えて扱えることにしています。

図2.2.5-4(a)で示している壁パネル、垂れ壁パネルの内接矩形部分は、鉛直荷重を受ける壁、垂れ壁、及び、面外に作用する風圧力に抵抗する壁、垂れ壁として扱います。したがって、圧縮座屈の検定、及び、面外に作用する風圧力に対する応力、変形の検定を行うパネル形状は、図24-1となります。

図2.2.5-4(b)の内接矩形は、水平力を面内方向で負担する耐力壁パネル、垂れ壁パネルの形状として扱い、鉛直構面部材として検討する際に用います。図24-2では、左右の台形である耐力壁パネルの内接矩形の高さを基準として、中間の耐力壁パネルの内接矩形を設定しています。その他の内接矩形は、破線の形状としています。

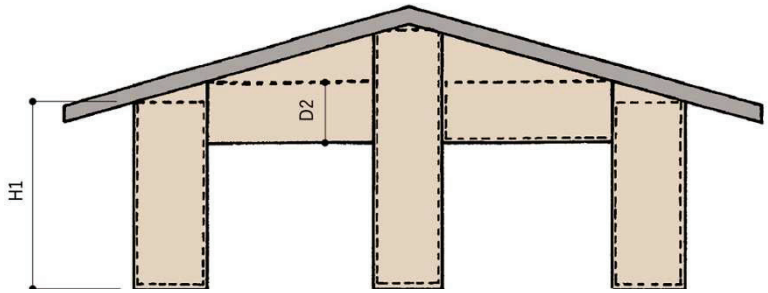


図 24-1　図 2.2.5-4（a）の鉛直力の検討、風圧力による面外応力を検討する場合の内接矩形

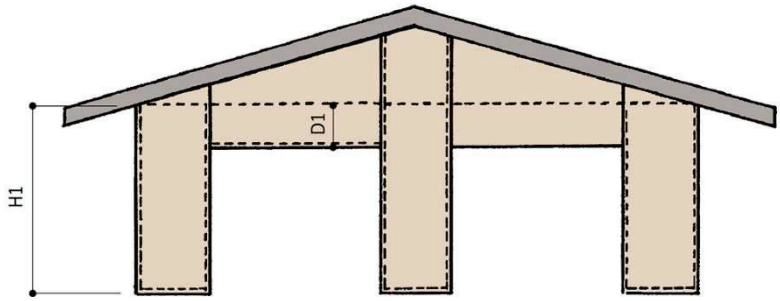


図 24-2　図 2.2.5-4（ｂ）の鉛直構面の水平耐力性能を検討する場合の内接矩形

内接矩形として検定することが原則ですが、図24-3の様にH2を鉛直構面の高さとし、第十ルート1で扱う場合にH2が3.0mを超える場合においては、許容せん断耐力を3/H2で低減されるようにして安全側に設計することも考えられます。また、第九ルート2、第八ルート3では、矩形の高さに比例して耐力壁脚部の接合部に作用する耐力壁パネルのロッキングによる脚部引張力は大きくなるので、H1を鉛直構面の高さとするより安全側の架構モデルになります。

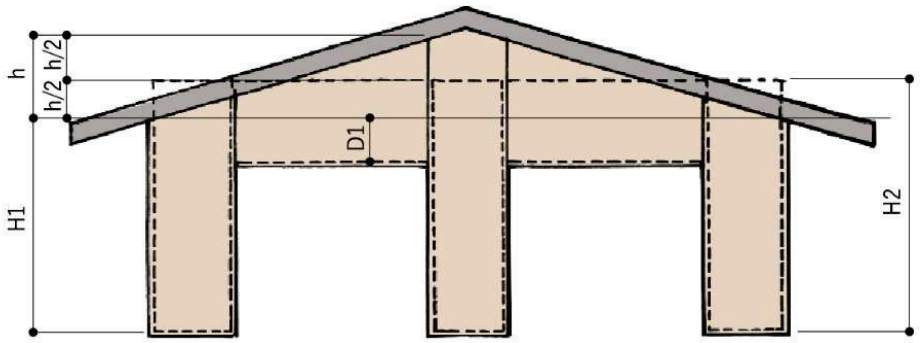


図 24-3　壁高さの異なる場合の架構モデルの例

どちらの有効矩形を設計で採用するかは、設計者が屋根勾配、耐力壁の配置など、建物全体の構造計画を考慮して、どちらで検討を行うか選択することになります。

また、図24-4の様に左右が非対称の場合は、設計者が安全側な結果となるように判断し、有効矩形に置き換えることになります。有効矩形による鉛直構面のモデル化は、耐力壁の耐力、剛性と接合部応力に影響するので、建物として安全側な結果となるように扱うことが求められます。

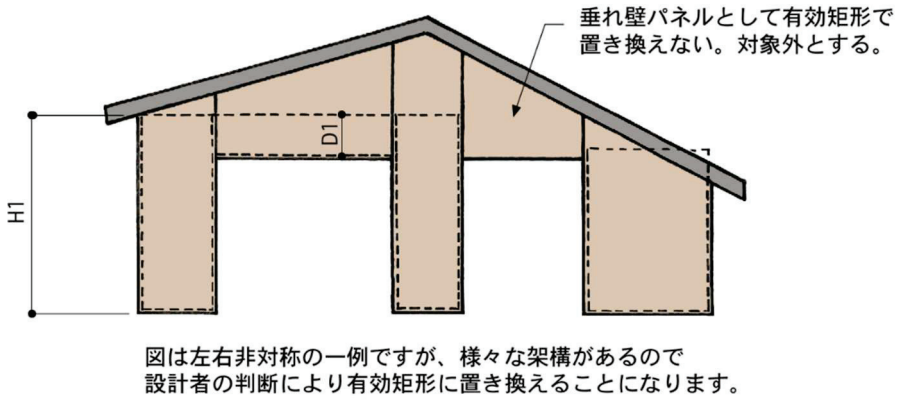


図 24-4　壁高さが非対称の場合の架構モデル例

【本文 25】（第五　壁等　第三号逐条解説部分）

イ 小幅パネル架構

小幅パネル架構は下記に適合するように構成する。

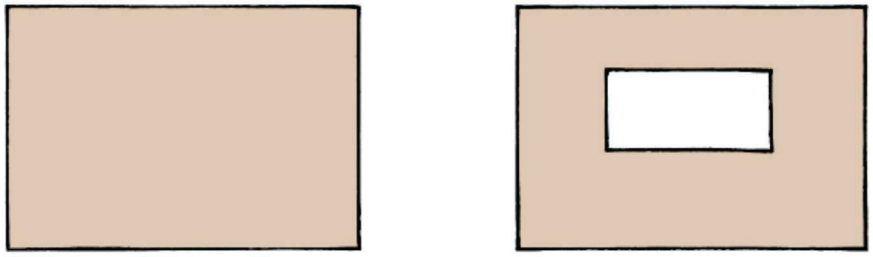
(1) 有開口壁パネルを用いず、無開口壁パネルのみを用いる。

(2) 垂れ壁パネル、腰壁パネルを設ける場合は、それらの両側に袖壁パネルまたは袖壁部分を設け、主として垂れ壁パネル、腰壁パネル端部の鉛直せん断力に対して有効に緊結する。したがって、図 2.2.5-5(d)は小幅パネル架構に該当せず、図 2.2.5-5(e)は該当する。本規定は、図 2.2.5-5(d)のような場合に、直交する壁または柱に折損が生じて鉛直支持能力を喪失することを防止する目的で設定されている。

ルート 3 で第八第二号の表に規定される Ds を用いる場合、およびルート 2 で第九第二号の表に規定される応力割増し係数を用いる場合は、垂れ壁部分・腰壁部分の曲げ耐力が袖壁部分より小さいことを確認する必要がある。このとき、袖壁部分の左右両側に垂れ壁部分・腰壁部分が存在する場合は、左右の曲げ耐力の合計が袖壁部分より小さいことを確認する。なお、ルート 1 の場合は第十第四号(ハ)の規定がこの確認に該当するが、外層ラミナが鉛直方向であることが前提となっている。

【説明 25】

無開口壁パネル、有開口壁パネルを図25-1に示します。小幅パネル架構では、「無開口壁パネルのみ」と規定しているので有開口壁パネルは用いることができません。



無開口壁パネル　　有開口壁パネル

図 25-1　無開口壁パネルと有開口壁パネル

(1)には、「有開口壁パネルを用いず」とありますが、袖壁パネル、垂れ壁パネル、腰壁パネルに開口を設けた壁パネルは有開口パネルとしています。よって、開口を設けた袖壁パネル、垂れ壁パネル、腰壁パネルは有開口パネルとして扱いますが、用いることができます。また、第三号イで規定されている小幅パネル架構と第三号ロで規定されている大版パネル架構①は、共に分割型架構として同様な水平力への抵抗をすることから、図2.2.5-5 (b)は可としています。

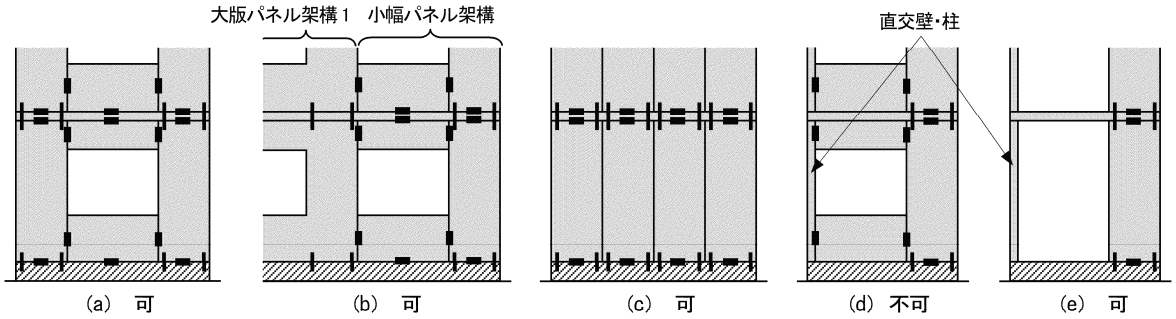


図 2.2.5-5　小幅パネル架構の条件

「鉛直せん断力」とは、図25-2の様に水平力が作用することで、隣接する耐力壁と垂れ壁、隣接する耐力壁と腰壁の境界部に生じる力のことです。

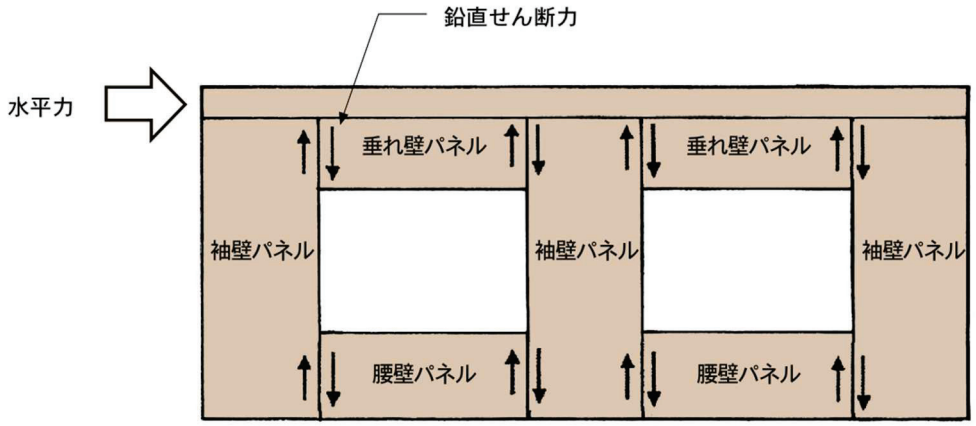


図 25-2　鉛直構面に水平力が作用した場合の鉛直せん断力

また、(2)で垂れ壁パネル、腰壁パネルの両側には、袖壁パネルか袖壁部分を設けることが示されています。この規定は、水平力によりロッキングで回転を生じる垂れ壁パネルの下隅角部、腰壁パネルの上隅角部から、袖壁パネル側面に荷重が作用し、袖壁パネルに水平方向に亀裂が生じ鉛直荷重の支持能力が失われるのを避けるためです。

逐条解説では、前記について第九ルート2、第八ルート3における安全性の確認方法、及び、第十ルート1においては、第十第四号(ハ)に安全性確認の規定が設けられています。また、第十ルート1では、袖壁パネルの外層ラミナの方向は、垂れ壁パネル、腰壁パネルから作用する荷重に対して有利となる鉛直方向であることが求められます。

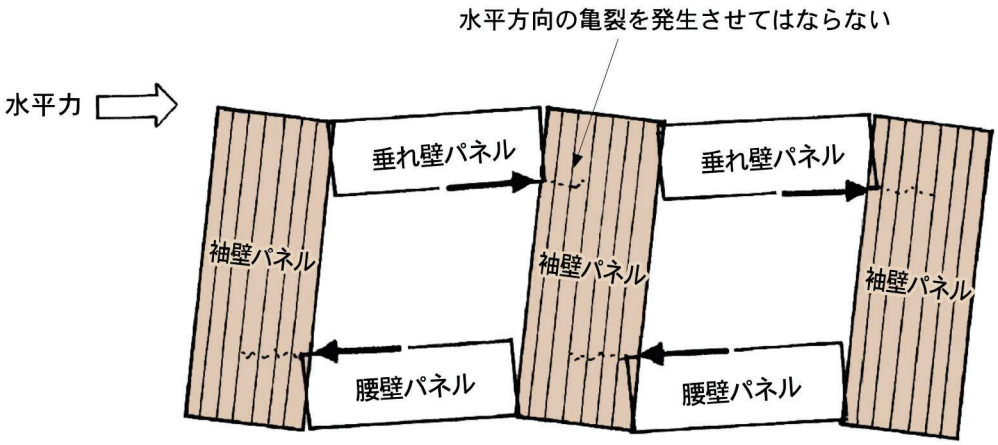


図 25-3　垂れ壁パネル、腰壁パネルから袖壁パネル作用する力による亀裂

図2.2.5-5(d)は、前記と同様な荷重が垂れ壁パネル下隅角部から作用し、直交する壁パネルが損傷し鉛直支持能力に支障が生じると大変危険なので、垂れ壁パネルを設けることを不可としています。

【本文 26】（第五　壁等　第三号逐条解説部分）

・・・・図 2.2.5-5(e)は該当する。本規定は、図 2.2.5-5(d)のような場合に、直交する壁または柱に折損が生じて鉛直支持能力を喪失することを防止する目的で設定されている。したがって、このような架構が存在する場合は保有水平耐力計算によって終局時に直交壁および柱に折損が生じないことを確認するか、または垂れ壁・腰壁をCLTパネル以外の材料で構成し、その短期許容せん断耐力が1.96kN/m程度以下の面内抵抗の少ないものとする必要がある。

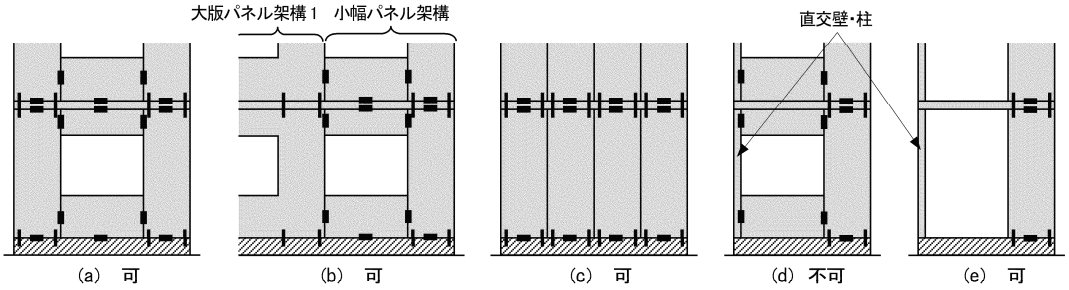
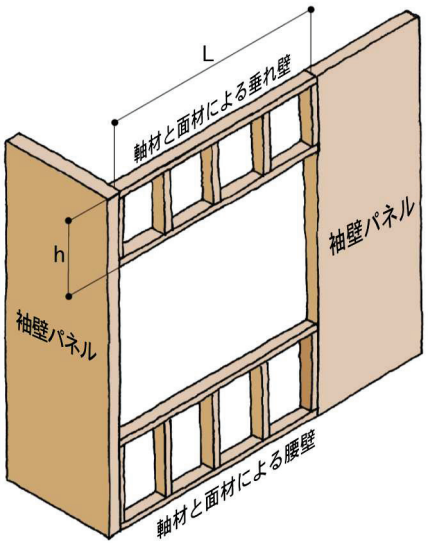


図 2.2.5-5　小幅パネル架構の条件

【説明 26】

第九ルート2、第八ルート3の場合は、軸材、構造用面材で構成された垂れ壁を、適切に評価できるモデルにして設計するため、下記の内容は、第十ルート1の設計で用いる内容です。

CLTパネル以外の材料とは、軸材として用いる製材、集成材等、及び、面材として用いる構造用合板等のことです。例として図26-1について試算してみます。



外壁側面材は構造用合板厚さ9mmを用いた垂れ壁、腰壁とする。

図 26-1　軸材と面材による垂れ壁

「2018年枠組壁工法建築物構造計算指針第Ⅰ編　第3章　3.3.2耐力壁の設計」の3.3.35式、3.3.40式を用いて、垂れ壁高さh＝600mm、スパンL＝2000mm、外壁側構造用合板9mm（接合釘CN50）、内壁側石こうボード12.5mm（接合釘GNF40）と軸材により構成された垂れ壁の短期許容せん断耐力を算定すると、釘ピッチ約280mm～190mmでは、約2.70～4.10kN/mとなり、1.96kN/mを超える値となります。

この算定値は、逐条解説で示されている短期許容せん断耐力1.96kN/mを超えることになりますが、垂れ壁高さ600mmの場合、面材の短辺方向600mmに対して釘ピッチ300mmなら釘の本数は上、中、下の3本となります。これを上、下の2本のみとした場合は、鉛直構面が少し変形しただけで面材がずれるなどして仕上げに支障がでる恐れがあり、大きな変形では面材が外れ外壁仕上げを損傷させてしまう恐れがあります。

1.96kN/mは、告示で定めている数値ではなくマニュアル推奨値であり、基準法に抵触しないこと、及び、軸材と面材で構成された高さh＝600mm、釘ピッチ約300mmの垂れ壁は、面内せん断変形する部材であり、端部に作用する鉛直せん断力が2.70kN/m×0.6m＝1.62kNを超えると、図26-2のように矩形から平行四辺形へ変形するので、垂れ壁パネルのロッキングで生じるような集中荷重は作用しないことから、1.96kN/mを基準とすると2.70kN/m/1.96kN/m＝1.4倍程度となる垂れ壁であれば構成として問題ないと判断できます。

今後、様々な設計がされる中で多様な垂れ壁の構成が検討されると想定されますが、設計者は、直交するCLT壁パネルに対して垂れ壁がどの様に影響するか、また、1.96kN/mに対してどの程度超えているかなど、建物全体の安全性を含めて妥当性を判断し、垂れ壁の設計をすることが求められます。

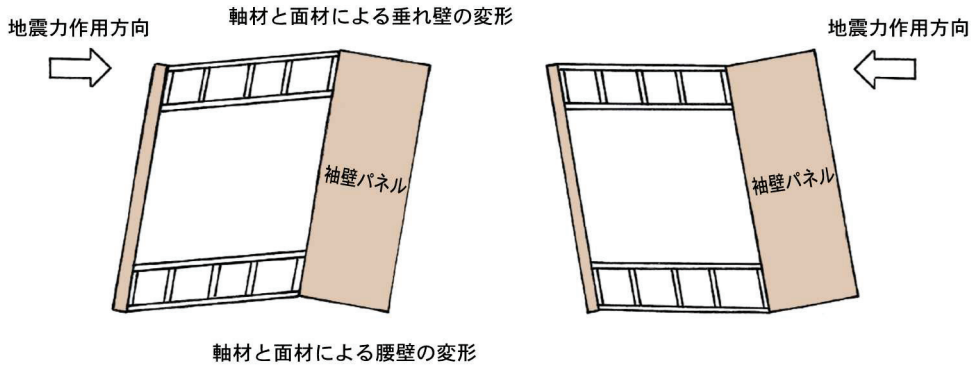


図 26-2　軸材と面材で構成した垂れ壁、腰壁の変形

【本文 27】（第六　小屋組等　逐条解説部分）

屋根レベルの水平構面は、図 2.2.6-1(a)、(b)のように屋根パネルで構成するほか、他の木質構造建築物と同様に、図 2.2.6-1(c)のように製材・集成材等による小屋組と構造用合板等の面材によって構成する。ただし、「第四　床版」と同様に、いずれの場合も、水平力によって生じる力に対して水平構面自体が有効に抵抗し、かつ、それらの力を耐力壁等の他部材に有効に伝達できる剛性・耐力が必要である。

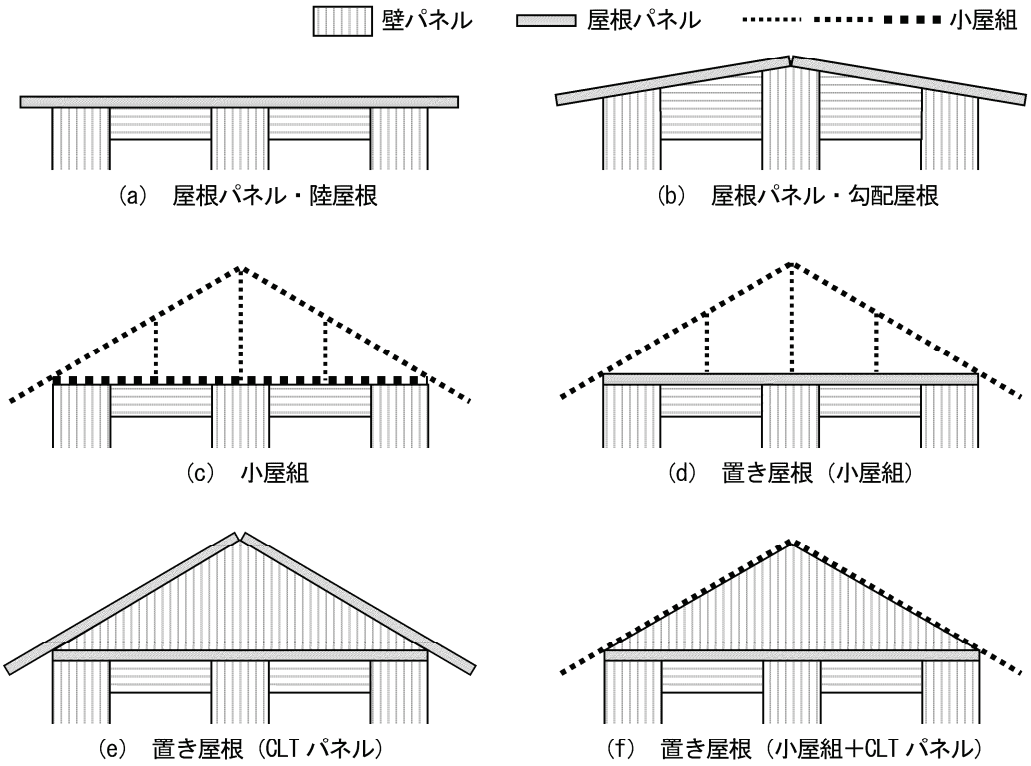


図 2.2.6-1　小屋組等の構成方法

【説明 27】

「図2.2.6-1(c)のように製材・集成材等による小屋組と構造用合板等の面材によって構成」とありますが、耐力壁パネルの上部に配置されている小屋組を構成する横架材には、耐力壁パネルからロッキングによる力が作用するので、**【解説11】で**記載しているように横架材が損傷しても脱落しない様に安全な構成とすることが求められます。

また、図2.2.6-1(b)、(e)は、ルート1で設計することができますが、斜め部分の接合用の規格金物がないことから接合部の設計をする必要があります。

妻壁に三角形、台形の壁パネルを用いることになる(e)、(f)は、面内応力、面外応力に対して構造上支障のないように、周辺部材との接合方法、耐力を設定する必要があります。

【本文 28】（第七　防腐措置等　逐条解説部分）

土台又は耐力壁が基礎と接する面には、防腐対策上、防水紙を敷く必要がある。なお、ねこ土台（基礎の上に樹脂・金属等によるスペーサーを用いて土台を浮かせ、水湿を防ぐとともに、基礎に穴を設けず床下換気が確保できる構法）により床下換気を確保する場合はこの限りではない。

【説明 28】

ねこ土台は、在来軸組工法、枠組壁工法の平屋から3階建ての住宅を対象に商品化された既製品が流通しています。住宅に比較して支持荷重が大きくなる用途の建築物や4階建て以上となる場合は、長期荷重、短期荷重で生じる応力に対して、使用するねこ土台及び土台は、許容支持耐力を超えていないことを確認して採用する必要があります。

第七の規定は、「第十一　耐久性等関連規定の指定」で安全上必要な技術的基準として指定されており、設計施工マニュアルでは、「第Ⅱ部第2章2.6　CLTパネル工法の耐久性」に概要、留意点が示されています。

【本文 29】（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のできる構造計算（ルート 3）前文の逐条解説部分）

第八の構造計算は、令第 81 条第 2 項第一号イに規定する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ものとして位置付けられている。この第八に規定する保有水平耐力計算によって適用除外とすることができる仕様書的規定は、本告示第十二で指定されている。

【説明 29】

第十二の適用除外は、下記と規定しています。告示本文の抜粋と適用除外部分を下線表示で示します。

①　土台を設ける場合の除外規定

・第三　土台　第二号・・・・土台の幅は当該土台の上部に設ける耐力壁の厚さと同寸法以上・・・・

適用除外を用いれば耐力壁パネルの厚さより幅の狭い土台で設計できますが、設計施工マニュアルでは、適用除外の前提としている増分解析等による安全性検証に関して十分な知見がないことから、「第Ⅲ部　第2章2.1.4技術基準告示外の制限」で、第八ルート3および限界耐力計算で用いることについて制限を設けています。

制限の(1)土台では、「a.土台を設ける場合は基礎に緊結し、土台の幅は直上の壁パネルの厚さ以上とする。」としています。

②　床版に床パネルを用いる場合の除外規定

・第四　床版　第一号・・・・床版は、水平力によって生ずる力を構造耐力上有効に耐力壁（最下階に床版を設ける場合にあっては、土台又は基礎）に伝えることができる剛性及び耐力を有する構造としなければならない。

CLTパネル工法建築物では、床版を剛床とみなすことのできる剛性、耐力のある構造とし、耐力壁の負担する水平力を各耐力壁に伝えるように構造計画しますが、第四第一号の適用除外を用いることで床版を非剛床にし、耐力壁に直に作用する鉛直力、水平力に対して設計することが可能となります。ただし、鉛直力、水平力の作用方向に対して耐力壁の自立ができていて建築物が安定した架構で構成されていることが必要です。また、設計施工マニュアル「第Ⅲ部　第3章3.1　3.1.1」では、「個々の鉛直構面を剛床仮定に基づいて連成することを原則とする。」としており、かつ、「剛床モデル」、「非剛床モデル」のどちらを選択するかは、設計者判断になるとしています。

判断するにあたり「非剛床モデル」が望ましいとする場合については、平面・立面形状が不整形な場合、水平

構面の変形が無視できないと考えられる場合の2つが示されています。

・第四　床版　第二号・・・・床版に床パネル（1の直交集成板で次のイからハまでのいずれかに該当するものをいう。以下同じ。）を使用する・・・・

イ　形状が矩形であり、かつ、構造耐力上支障のある開口部又は欠き込み（以下「開口部等」という。）を設けないもの

ロ　形状が矩形であるものに開口部等を設けたもので、・・・・

ハ　形状が矩形であるものに開口部等を設けたもので、・・・・

第四第二号の適用除外により、床パネルには構造耐力上支障のある開口部等を設けることができますが、設けた開口部等を考慮した床パネルの安全性の検討を含めて、建物全体の安全性を検討する必要があります。また、適用除外により床パネルは、形状を矩形としない設計が可能となりますが、矩形以外の床パネルに荷重が作用することで生じる応力、変形に対して安全であることを確認する必要があります。

第四第二号の適用除外については、第八ルート3および限界耐力計算で用いることについて設計施工マニュアル「第Ⅲ部　第2章　2.1.4技術基準告示外の制限」において制限が設けられています。

制限の(2)床版・小屋組等（水平構面）では、「a.床パネル・屋根パネルの形状は矩形または構造計算上安全側に矩形に置換できること。」と示されています。ただし、別途、特別な調査又は研究に準じた検討を行った場合は、制限を受けない設計が可能です。

・第四　床版　第二号・・・・床パネルとして使用する直交集成板の外層ラミナの方向は、当該床パネルの長辺方向又は短辺方向と平行でなければならない。

外層ラミナの方向を、長辺方向又は短辺方向と平行にしない床パネルを可とする適用除外ですが、技術的な知見が不足しており安全性の検討が不十分となる恐れがあるので、第八ルート3および限界耐力計算で用いることについては、設計施工マニュアル「第Ⅲ部　第2章　2.1.4技術基準告示外の制限」において制限が設けられています。

制限の(2)床版・小屋組等（水平構面）では、「b.床パネル・屋根パネルの外層ラミナの方向はパネル長辺または短辺に平行とする。」こと、及び、「c.床パネル・屋根パネルに設備用等の小開口部を設ける場合は剛性・耐力を適切に低減する。」ことが示されています。ただし、特別な調査又は研究に準じた検討を行った場合は、制限を受けない設計が可能です。

・第四　床版　第三号・・・・平行する 2 つの壁又ははりによって、構造耐力上有効に支持しなければならない。・・・・

当該適用除外規定を第八ルート3および限界耐力計算で用いることについては、設計施工マニュアル「第Ⅲ部　第2章　2.1.4技術基準告示外の制限」において制限が設けられています。

制限の(2)床版・小屋組等（水平構面）では、「d.床パネル・屋根パネルは平行する2つの壁または梁によって支持されること。」が示されています。ただし、特別な調査又は研究に準じた検討を行った場合は、制限を受けないで設計が可能です。

・第四　床版　第四号・・・・床パネル相互は、構造耐力上有効に緊結しなければならない。この場合において、床パネル相互が接する線と耐力壁線が交さする部分は、当該部分に生ずる引張応力を伝えるように緊結しなければならない。

剛床とする場合の構成方法が示されていますが、適用除外し非剛床にできます。

・第四　床版　第五号　吹抜きその他床版を設けない部分で外壁に接する部分は、はりを設けることその他の方法により風圧力その他の外力に対して構造耐力上有効に補強しなければならない。

吹抜きなどの床開口廻りでは、図29-1のように下階の壁と上階の壁が剛接ではなく不連続なので梁を設けるなどの補強が必要とされますが、適用除外としてルート3の計算を行えば、2層を通し壁で構成することができます。

ただし、通し壁とする場合は、上下の支点間距離が大きくなることで、通し壁パネルが座屈しやすくなり鉛直支持能力が下がり、かつ、風圧力による面外応力、たわみが大きくなるので上下の接合部を含めて作用荷重に対して支障のないように設計することが求められます。

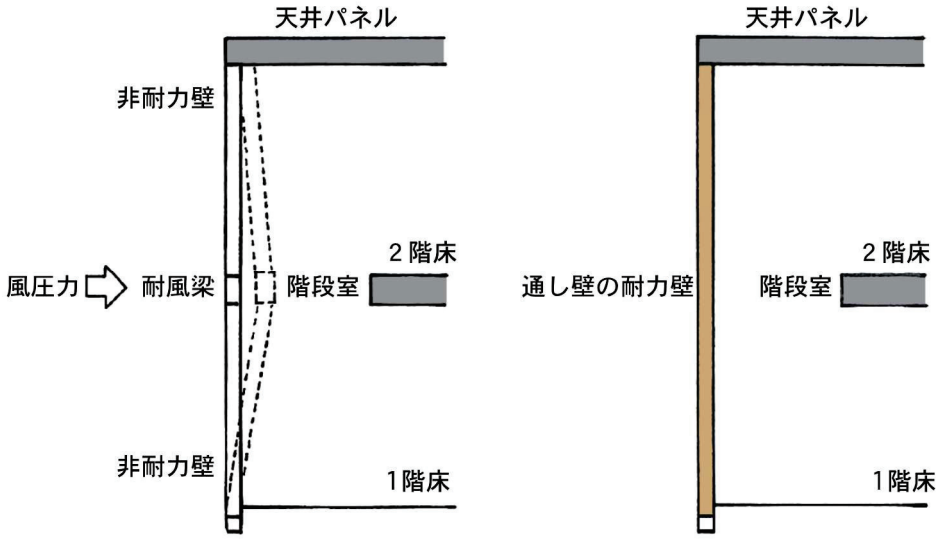


図 29-1　通し壁の構成

③　壁等の除外規定

・第五　壁等　第一号　耐力壁は、壁パネル（次に掲げるものをいう。以下同じ。）を使用したものとし、建築物に作用する水平力及び鉛直力に対して安全であるように釣合いよく配置するとともに、CLT パネル工法を用いる建築物等の最下階の壁パネルを除き、床版の上部に配置しなければならない。

第一号は、耐力壁をCLTによる壁パネルとすることが規定されていますが、適用除外によりCLTパネル以外の耐力壁及び水平力を負担する木質ラーメンフレーム等をCLTの耐力壁と併用することができます。設計施工マニュアル「第Ⅲ部　第2章　2.1　2.1.3(5)及び(6)」に設計ができることが示されています。適用除外する場合は、Dsを0.75以上とするか、または、増分解析結果に基づいてDsを設定するか、どちらかを採用することが示されています。

また、床版の上部に壁パネルを配置する水平構面勝ちの規定の除外を適用して設計する場合は、設計施工マニュアルの「第Ⅲ部　第2章　2.1.3(2)」に「本設計法では、水平構面勝ち架構以外については構造性能に関する知見が必ずしも十分ではないことを考慮して、鉛直構面勝ちについては上述と同様に、Dsを0.75以上とする場合または増分解析結果に基づいてDsを設定する場合に限ることとする。」と示されています。通し壁の設計法については、**【解説21】**に概要を示しています。

・第五 壁等第一号

イ 無開口壁パネル(1 の直交集成板で第四第二号イからハまでのいずれかに該当するものをいう。以下同じ。)

ロ 有開口壁パネル(開口部等を有する 1 の直交集成板でイに規定する無開口壁パネルに該当しないものをいう。以下同じ。)であって、垂れ壁部分(当該開口部等の直上の部分をいう。以下同じ。)、腰壁部分(当該開口部等の直下の部分をいう。以下同じ。)及び袖壁部分(腰壁部分及び垂れ壁部分以外の部分をいう。以下同じ。)がそれぞれ第四第二号イからハまでのいずれかに該当するもの

第五第一号のイ、ロの適用除外は、第四第二号の適用除外を壁パネルに読み替える内容になります。壁パネルに開口部等を設けることはできますが、設けた開口部等を考慮した壁パネル、鉛直構面の安全性の検討を含めて、建物全体の安全性を検討する必要があります。また、適用除外により壁パネルは、形状を矩形としない設計が可能となりますが、矩形以外の壁パネルに荷重が作用することで生じる応力、変形に対して安全であることを確認する必要があります。

第八ルート3および限界耐力計算で用いることについては、設計施工マニュアル「第Ⅲ部　第2章　2.1.4技術基準告示外の制限」において制限が設けられています。

制限の(3)壁等(鉛直構面)では、「a.壁パネル及び有開口壁パネルの袖壁等部分、垂れ壁部分、腰壁部分の形状は矩形または構造計算上安全側に矩形に置換できること。」及び「c.無開口壁パネル及び有開口壁パネルの袖壁等部分、垂れ壁部分、腰壁部分に設備用等の小開口部を設ける場合は剛性・耐力を適切に低減する。」ことが示されています。ただし、特別な調査又は研究に準じた検討を行った場合は、制限を受けないで設計が可能です。

・第五　壁等　第二号・・・・外層ラミナの方向は、当該壁パネルの長辺方向又は短辺方向と平行でなければならない。

外層ラミナの方向を、長辺方向又は短辺方向と平行にしない壁パネルを可とする適用除外ですが、技術的な知見が不足していることで安全性の検討が不十分となることがあるので、第八ルート3および限界耐力計算で用いることについては、設計施工マニュアル「第Ⅲ部　第2章　2.1.4技術基準告示外の制限」において制限が設けられています。

制限の(3)壁等(鉛直構面)では、「b.壁パネルの外層ラミナの方向はパネル長辺または短辺に平行とし、かつ有開口壁パネルの外層ラミナは鉛直方向とする。」ことが示されています。図29-2は、有開口壁パネルの標準的な外層ラミナの方向を示しています。ただし、特別な調査又は研究に準じた検討を行った場合は、制限を受けないで設計が可能です。

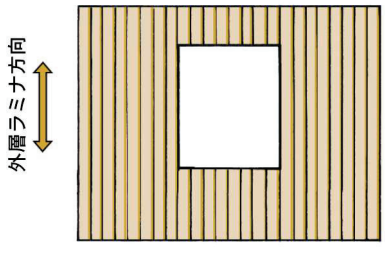


図 29-2　有開口壁パネルの外層ラミナ方向

・第五　壁等　第三号　（第三号イ(3)前段、ロ(3)前段、ハ(2)前段を除く。）

以下の告示本文の波下線部分は、適用しなければならない規定となります。適用除外にはできません。

第三号イ(3)前段　無開口壁パネルは、構造耐力上主要な部分である床版その他の部分と構造耐力上有効に緊結しなければならない。

第三号ロ(3)前段　独立無開口壁パネル及び有開口壁パネルは、構造耐力上主要な部分である床版その他の部分と構造耐力上有効に緊結しなければならない。

第三号ハ(2)前段　独立無開口壁パネル及び有開口壁パネルは、構造耐力上主要な部分である床版その他の部分と構造耐力上有効に緊結しなければならない。

上記以外の第三号の規定は、適用除外することができます。

第五第三号は、鉛直構面の構成方法として、イ　小幅パネル架構、ロ　大版パネル架構①、ハ　大版パネル架構②が示されています。イの小幅パネル架構とロの大版パネル架構①は、分割型架構として一つのグループとして扱えること、ハの大版パネル架構②は、一体型架構として単独で扱うことが逐条解説されています。

第十二の適用除外を適用したルート 3 の設計では、分割型架構と一体型架構を併用する設計が可能となります。

・第六　小屋組等　第四第一号から第五号までに掲げる基準に適合する構造としなければならない。・・・・

第六で適用除外を用いて設計をする場合は、第四床版の内容に準じることになります。

【本文 30】（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のできる構造計算（ルート 3）　第二号の逐条解説部分）

各階の Ds は、次のイ～トに適合しない場合は 0.75 以上とし、適合する場合は本号に掲載される表の値以上とすることができる。

【説明 30】

「次のイ～ト」とは、第八第二号のイ～トです。下記に概要を示します。

イ　(1) 小幅パネル架構、大版パネル架構①の基準に適合すること。

(2) 大版パネル架構②の基準に適合すること。

ロ　袖壁パネル、袖壁部分（耐力壁）は、長さ 90cm以上とする。

ハ　垂れ壁パネル、垂れ壁部分、腰壁パネル、腰壁部分の長さは、70cm以上 4.0m以下とする。

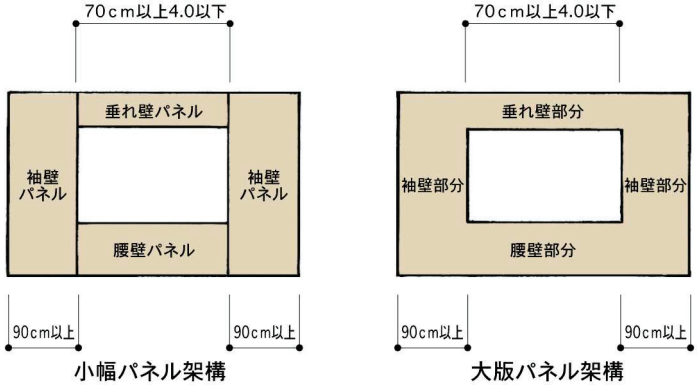


図 30-1　小幅パネル架構と大版パネル架構の基準寸法

ニ 引張接合部の変形能力の基準に適合すること。
ホ 垂れ壁パネル、垂れ壁部分に対して脱落防止措置を講じる。
ヘ 耐力壁線上で床パネル直下に壁パネル、垂れ壁パネルなどが無い場合は、脱落防止措置を講じる。
ト 基礎と耐力壁の引張接合部が降伏する場合は、他の接合部およびCLTパネル部分が降伏していないことを確認する。

・イに適合しない場合とは、通し壁を用いる場合が該当します。
・ロに適合しない場合とは、袖壁パネル、袖壁部分(耐力壁)の長さを90cm未満で設計する場合が該当します。
・ハに適合しない場合とは、構造耐力上の評価を行う垂れ壁、腰壁長さを、36cm以上70cm未満および4mを超えて設計する場合が該当します。垂れ壁パネル、腰壁パネルを設けないで構造上の評価の対象とならない集成材などの梁で構成する開口は、ハの規定には該当しません。
・ニに適合しない場合とは、ボルト以外のドリフトピン、LSBなどで変形性能を確保する接合部を用いた場合が該当します。
・ホに適合しない場合とは、受け材の規定寸法を小さくする場合および受け材に替わる脱落防止を金物などで行う場合が該当します。
・へに適合しない場合とは、脱落防止措置を行わず増分解析で垂れ壁等が脱落しないことを確認する場合が該当します。
・トに適合しない場合とは、基礎と耐力壁の引張接合部が降伏する以前に、他の接合部およびCLTパネル部分が降伏する設計とする場合が該当します。

前記に示している適合しない場合に該当している設計では、Dsを0.75以上とするか、特別な調査又は研究に該当している増分解析結果を用いて設計施工マニュアルの「第Ⅲ部第5章5.2　5.2.2(2)」の方法でDsを算定し、構造安全性の確認をすることが求められます。

【本文 31】(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のできる構造計算（ルート 3）　第二号の逐条解説部分)

・・・・増分解析による Ds の算出方法を、特別な調査又は研究に該当するものとして付録に例示する。

【説明 31】

増分解析の結果に基づいて行うDsの算出方法は、設計施工マニュアルの「第Ⅲ部第5章5.2　5.2.2(2)」に示されています。

【本文 32】(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のできる構造計算（ルート 3）　第二号ロ、ハの逐条解説部分)

無開口壁パネル等の長さ(幅)は 90cm 以上であり、垂れ壁パネル等、腰壁パネル等の長さ(開口幅)は 70cm 以上 4m 以下でなければならない・・・・CLT パネルの幅・長さが原則として 36cm 以上であるので、無開口壁パネル等、垂れ壁パネル等および腰壁パネル等の幅の最小値も 36cm となる・・・・・

【説明 32】

無開口壁パネルの耐力壁は、長さ90cm以上で設計する必要がありますが、耐力壁以外で鉛直荷重のみを支持するパネルであれば、長さ36cm以上90cm未満の壁パネルを採用することができます。第八第二号ハでは、垂れ壁パネル、腰壁パネル又は垂れ壁部分、腰壁部分の高さについて規定していません。よって、最小高さは、告示第1024号で規定されている最小寸法36cmを採用することができます。しかし、垂れ壁、腰壁が架構へ及ぼす建物の水平耐力向上への寄与は、高さが高いほど効果が期待できます。

ただし、高さについては以下の条件を満足することが求められます。水平力が作用すると垂れ壁パネル、腰壁パネルの隅角部から袖壁パネル木口面には、面内方向の荷重が作用します。作用荷重が大きい場合は、袖壁パネルの水平方向に亀裂が生じ、鉛直荷重の支持能力が失われ危険な状態になることが想定されます。

よって、設計にあたっては、建物が終局に至る以前に袖壁パネルの水平方向に亀裂が生じないことを確認することが求められます。**【解説25】**を参考にして下さい。

また、垂れ壁パネル等、腰壁パネル等を長さ70cm以上4m以下にする場合は、垂れ壁、腰壁を建物の水平耐力向上に寄与させる部材として扱う場合の規定です。構造耐力上評価をしない垂れ壁、腰壁、集成材の梁などが配置される場合は、寸法の規定はありません。さらに、垂れ壁パネル、腰壁パネルの高さが低い場合は隣接する耐力壁パネルと接合する部分は、垂れ壁パネル、腰壁パネルの高さが接合金物のビスの配列を左右するので、金物の形状に影響が生じることがあるので注意が必要です。

【本文 33】（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のできる構造計算（ルート 3）　第二号ニの逐条解説部分）

鋼板ビス打ち接合部および鋼板挿入ドリフトピン接合部等で、ボルト以外の部分で変形性能を確保できる接合部については、本号冒頭に示される特別な調査又は研究として、試験方法・評価方法に準拠して試験に基づく性能評価を行って、本規定への適合を確認する。

【説明 33】

試験方法・評価方法は、設計施工マニュアルの「第Ⅲ部第 10 章 CLT パネル工法における接合部試験・評価方法」によります。試験を行う場合は、依頼者、設計者等と利害関係のない第三者機関で行う必要があります。

【本文 34】（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のできる構造計算（ルート 3）　第二号ホの逐条解説部分）

受け材と袖壁パネルまたは袖壁部分との接合方法について、既往の振動台実験試験体では胴径 6mm のビスを受け材側面から壁パネルの鉛直方向ラミナに対して打ち込み深さ 45mm、間隔 200mm で打ち込んでいる。

【説明 34】

平成26年、平成27年に実施された実大振動台実験の試験体は、受け材とCLT壁パネルの緊結に、胴径6mmで受け材厚さ45mmと打ち込み深さ45mmを合わせた長さ90mm程度のビスを用いています。接合方法の一例として、平成26年、平成27年に実施された実大振動台実験の試験体で用いた接合方法です。
接合耐力と接合方法は、告示で規定していないことから設計者が接合方法の仕様を定めることになります。

また、受け材を接合するにあたってビス、釘などで鉛直方向のラミナに取り付ける場合は、ビス、釘をラミナの木口面に配置すると接合耐力が低くなるので注意が必要です。

【本文 35】（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のできる構造計算（ルート 3）　第二号への逐条解説部分）

・・・・壁パネルを設けない部分については、建築物が保有水平耐力に達する前に床パネルまたは屋根パネルに折損が生じて同パネルが部分的に脱落する危険性がある。これを考慮して、壁パネルを設けない部分の端部にはホと同様の受け材を設けるなどの脱落防止措置を講じる。

【説明 35】

「壁パネル」は、床パネルまたは屋根パネルを支持する垂れ壁パネルのことです。耐力壁として設ける無開口壁パネルの開口側には、受け材を設けます。受け材の寸法は、無開口壁パネルと同寸法以上の厚さで幅45mm以上とします。床パネルの強軸方向が、図35-1の方向であれば、耐力壁パネルのロッキングによる応力が床パネルに作用することで、床パネルが面外方向に折損したとしても、脱落が起きるようには思えませんが受け材を設けることが規定されています。

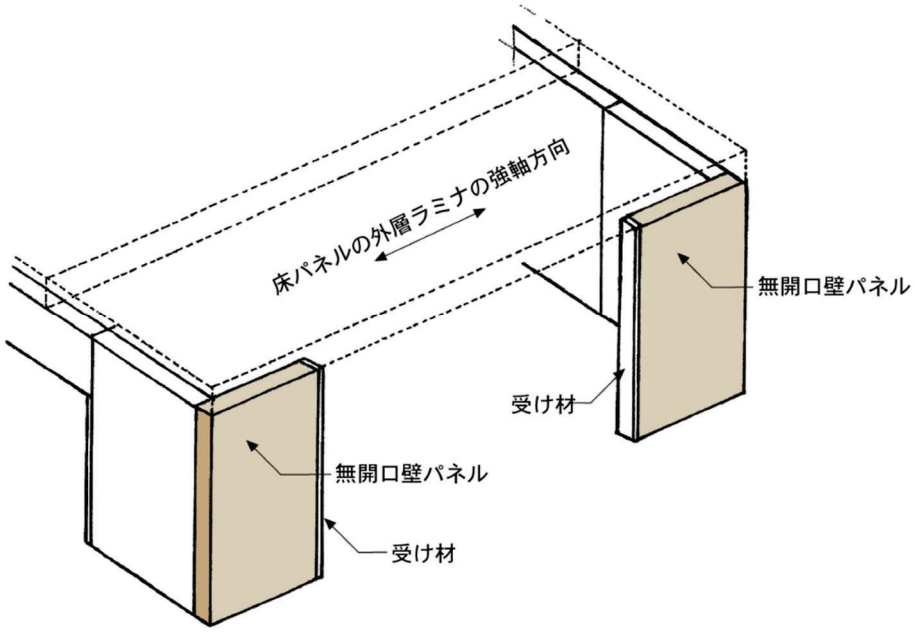


図 35-1　無開口壁パネルの床パネル配置例

【本文 36】（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のできる構造計算（ルート 3）　第二号トの逐条解説部分）

・・・・基礎については、壁パネル-基礎の引張接合部に降伏が生じるときの基礎梁応力が終局耐力以下であるとともに、第一解説末尾で述べたように、アンカーボルトの引張力によるコーン状破壊等の防止についても確認が必要である。

第一 適用の範囲の逐条解説末尾を、以下に示します。

「アンカーボルトの引張力によるコーン状破壊等の防止について確認が必要であるとともに、CLT パネル工法建築物では、壁パネルから基礎に伝達される圧縮力および水平せん断力が他の木造建築物に比べて大きいため、文献に示される「立ち上げ部縁辺のコンクリート剥落防止」、「立ち上げ部コンクリートの割裂防止」および「立ち上げ部側面のせん断力によるコンクリートの剥落防止」等に準じた検討も必要である。

【説明 36】

アンカーボルトの降伏時に基礎にコーン状破壊等が生じないことを確認する必要があります。
検討方法は、設計施工マニュアル付録DVDの「設計例Ⅰ　9.3アンカーボルトの検定」にコーン状破壊の検討が、「設計例Ⅱ　9.4アンカーボルト等の検討」に立ち上げ部縁辺のコンクリート剥落防止の検討が示されています。「文献」とは、「2020年版　建築物の構造関係技術基準解説書」です。検討方法が基準解説書「付録1-2 鉄骨造に関する技術基準」に記載されています。

引張金物と基礎を接合するアンカーボルトには、定着板を設けます。定着板の形状は、建築用アンカーボルトメーカー協議会がボルト径ごとに推奨寸法を示しています。この製品寸法の根拠となる寸法形状は、JIS B 1220;2010解説に掲載された必要最低限の標準寸法です。

設計例Ⅰ　9.3のコーン状破壊等の防止の検討部分および設計例Ⅱ　9.4の立ち上げ部縁辺のコンクリート剥落防止の検討部分を図36-1に示します。

コーン状破壊は、ボルト縁端距離 e を大きくすること、または、基礎幅を広くすることにより破壊に対して有利になります。
設計例Ⅱの検討結果から ABR490 でボルト径 20mm の場合は、縁端距離 e が、8.5d以上＝170mm 以上あれば剥離防止できます。

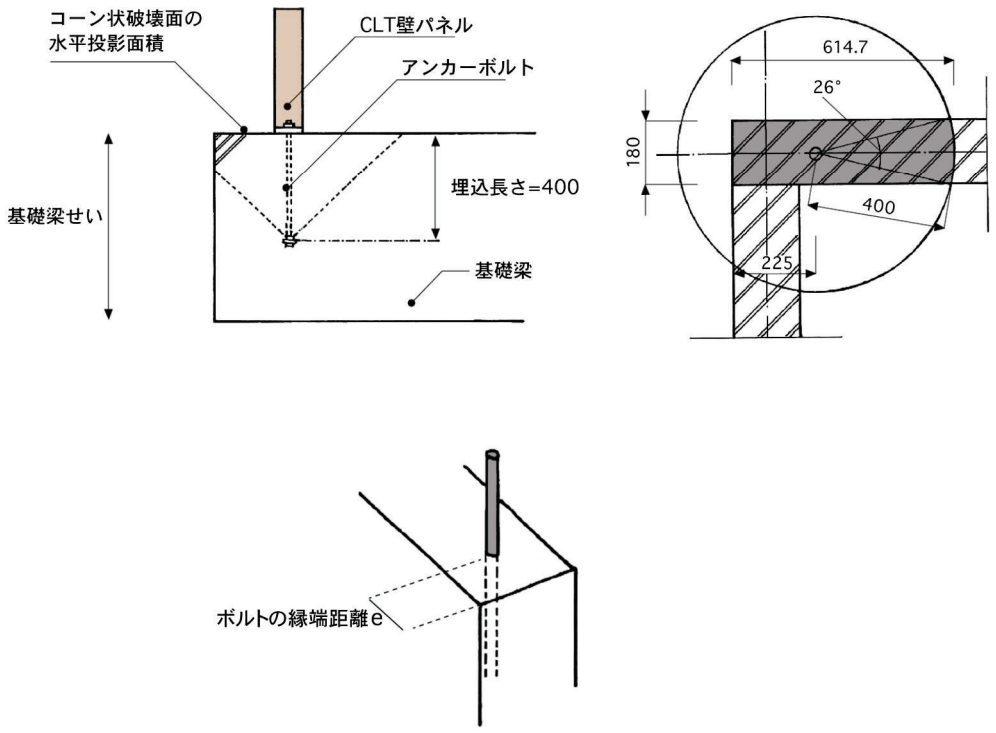


図 36-1　設計例Ⅰ9.3 のコーン状破壊等の防止の検討部分、設計例Ⅱ9.4 の立ち上げ部縁辺のコンクリート剥落防止の検討部分

【本文 37】（第九　許容応力度等計算と同等以上に安全性を確かめることのできる構造計算（ルート 2）　第一号の条文）

一　令第 82 条の 6 に定めるところによること。

【説明 37】

令第 82 条の 6 に定めるところとは、以下になります。

・令第 82 条の 2　層間変形角　1/200（建築物の部分に著しい損傷がない場合は 1/120）以内の確認をする。

・令第 82 条の 4　屋根ふき材等の構造計算による安全性の確認をする。

・各階の剛性率が、6/10 以上の確認をする。

・各階の偏心率が、15/100 を超えないことを確認する。

【本文 38】（第九　許容応力度等計算と同等以上に安全性を確かめることのできる構造計算（ルート 2）　第二号ロの条文）

・・・・当該基準に適合しない場合にあっては 2.5 以上の数値とする。

【説明 38】

当該基準に適合しない場合とは、第二号ロ(1)、(2)に適合していない場合になります。

(1) では、「第八第二号ロからトまでに掲げる基準に適合すること。」とあるので、ロからトの基準以外で設計する場合が該当します。以下にロからトに適合しない場合を示します。

・ロに適合しない場合とは、袖壁パネル、袖壁部分（耐力壁）の長さを 90cm未満で設計する場合が該当します。

・ハに適合しない場合とは、構造耐力上の評価を行う垂れ壁、腰壁長さを、36cm以上 70cm未満および 4mを超えて設計する場合が該当します。垂れ壁パネル、腰壁パネルを設けないで構造上の評価の対象とならない集成材などの梁で構成する開口は、ハの規定には抵触しません。

・ニに適合しない場合とは、ボルト以外で変形性能を確保する接合部を用いた場合が該当します。

・ホに適合しない場合とは、受け材の規定寸法を小さくする場合および受け材に替わる脱落防止を金物などで行う場合が該当します。

・ヘに適合しない場合とは、脱落防止措置を行わず増分解析で脱落しないことを確認する場合が該当します。

・トに適合しない場合とは、基礎と耐力壁の引張接合部が降伏する以前に、他の接合部および CLT パネル部分が降伏する設定で構造安全性の検討を行う場合が該当します。

(2)では、架構形式が、小幅パネル架構、大版パネル架構①、大版パネル架構②に適合することを規定しています。よって、適合しない場合とは、通し壁を採用する設計が該当します。

第九第二号ロ(1)(2)に適合しない設計を行う場合は、引張接合部、せん断接合部、鉛直構面、水平構面、基礎に、2.5 以上の割り増し係数を用いた検討が求められます。

【本文 39】（第九　許容応力度等計算と同等以上に安全性を確かめることのできる構造計算（ルート 2）　第二号ロの逐条解説）

・・・・なお、第八第二号ト への適合確認ついては、応力割増し係数を乗じない応力に対する耐力壁−基礎の引張接合部の検定比が、他の引張接合部、せん断接合部、壁パネル、水平構面および基礎の検定比以上であることの確認に代えることができる。

【説明 39】

第八第二号トは、終局時の検討を行う第八ルート 3 における規定なので、弾性解析の第九において第八第二号トに適合しているかどうかを確認する方法が示されています。第九を適用する設計では、第八第二号トに適合しているかどうかを、計算書の中で示す必要があります。

【本文40】（第十　令第82条各号及び令第82条の4に定めるところによる構造計算と同等以上に安全性を確かめることのできる構造計算（ルート1）　第一号の逐条解説）

イの規定に基づく許容応力度計算のうち、地震力および風圧力による耐力壁の水平耐力の検定を行う場合の i 階の許容水平耐力 Q_{ai} は次のように計算することができる。

$$Q_{ai} = \frac{Q_{ei}}{Q_{e1}} \cdot \left(\sum Q_a L\right)_i \qquad \text{（式 2.2.10−1）}$$

ここで、Q_{ei} は i 階の地震層せん断力、$\left(\sum Q_a L\right)_i$ は第四号の規定に基づいて計算される i 階の $\sum Q_a L$ である。

【説明 40】

Q_aは、第十第四号において示されている式により算定される耐力壁の許容せん断耐力で単位はkN/mです。Lは、計算する方向に設けた耐力壁の長さで単位はmです。各階の計算する方向のQ_a×Lの合計が、許容せん断耐力ΣQ_aLです。

Q_{e1}は、1階の地震力です。耐力壁の水平耐力の検定では標準層せん断力係数0.2として算定します。

Q_{ei}は、2階の地震力Q_{e2}または3階の地震力Q_{e3}になります。

各階の許容水平耐力Q_{ai}の算定例を下記に示します。

・3階の許容水平耐力Q_{a3}(kN)＝3階地震力Q_{e3}/1階地震力Q_{e1}×(3階の計算する方向のΣQ_aL)

・2階の許容水平耐力Q_{a2}(kN)＝2階地震力Q_{e2}/1階地震力Q_{e1}×(2階の計算する方向のΣQ_aL)

・1階の許容水平耐力Q_{a1}(kN)＝(1階の計算する方向のΣQ_aL)

各階の水平耐力は、当該階の地震力を1階の地震力で除した数値に、当該階の許容せん断耐力ΣQ_aLを乗じて算定することにしています。

【本文41】（第十　令第82条各号及び令第82条の4に定めるところによる構造計算と同等以上に安全性を確かめることのできる構造計算（ルート1）　第2項の条文）

・・・・同項第二号に定める基準に従った構造計算は、建築物が平成 19 年国土交通省告示第 593 号第四号イ又はロに該当する場合に適用する。

【説明 41】

平成19年国土交通省告示第593号第四号は、木造と鉄筋コンクリート造を併用する建築物において構造計

算適合性判定を要する建築物を規定しています。第四号イは、(1)において階数が2階又は3階で1階をRC造とし2階以上を木造とした建築物及び階数が3階で1階2階をRC造とした建築物と規定し、かつ、(2)～(11)に該当するもの以外の建築物と規定しています。また、第四号ロは、(1)において階数が2階で1階をRC造とし2階を木造とした建築物と規定し、かつ、(2)～(5)に該当するもの以外の建築物と規定しています。

CLTパネル工法は、第四号イの(10)に「平成28年国土交通省告示第611号第九第二号の構造計算を行ったもの」と規定されており、よって、第九の計算ルート2の第二号を適用し第十第1項第二号の規定による令第82条各号及び令第82条の4に定めるところによる計算をした建物は、構造計算適合性判定の対象とならないことになります。

建物の規模は、「高さが13m以下かつ軒の高さが9m以下で延べ面積が500m^{2}以下で、3階建ての1階が鉄筋コンクリート造で2階以上が木造の建物、および、1階、2階が鉄筋コンクリート造で3階が木造の建物」、並びに、「1階が鉄筋コンクリート造で2階が木造の建物で、高さが13m以下かつ軒の高さが9m以下で延べ面積が3000m^{2}以下」と規定されています。混構造でない場合は、第十第1項第一号および第十第2項第一から第九の規定によることになります。

【本文42】(第十　令第82条各号及び令第82条の4に定めるところによる構造計算と同等以上に安全性を確かめることのできる構造計算（ルート1）　第2項第一号の逐条解説)

ルート 1 の適用対象は、小幅パネル架構および大版パネル架構①に限定される。また、後に解説する第四号(ハ)の規定は、外層ラミナが下記の方向であることが前提となっている。

小幅パネル架構　　袖壁パネル:鉛直方向、垂れ壁パネル・腰壁パネル:水平方向

大版パネル架構①　鉛直方向

【説明 42】

第十ルート 1 の設計を行う場合の鉛直構面の条件が示されています。

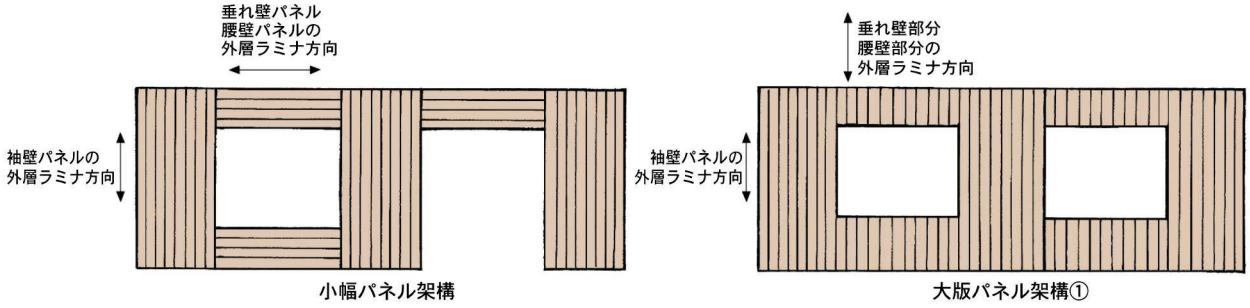


図 42-1　小幅パネル架構、大版パネル架構①の壁パネルの外層ラミナ方向

金物配置は、告示解説書第 2 章第五　壁等第三号の逐条解説　イ　小幅パネル架構、ロ　大版パネル架構を参照してください。

【本文43】（第十　令第82条各号及び令第82条の4に定めるところによる構造計算と同等以上に安全性を確かめることのできる構造計算（ルート1）　第2項第二号の逐条解説）

耐力壁として用いる壁パネルに設ける設備用等の小開口は 24cm 角の正方形に包含される大きさでなければならない。なお、小開口を設けた壁パネルは第四号における n および L の算定に含めない。

【説明 43】

「耐力壁として用いる壁パネル」とありますが、第十第2項第四号のLにおいて（・・・・第二号の規定による開口部等を設けたものを除く。）と規定されていることから、開口を設けた壁パネルは、耐力壁としては使用できません。

耐力壁としない袖壁パネル、垂れ壁パネル、腰壁パネルに設ける開口の規定が第十第2項第二号であり、24cm角以下の正方形に包含される開口が、設けることのできる開口として規定されています。「nおよびLの算定に含めない」は、耐力壁として扱わないことを示しています。ここで記載している耐力壁とは、無開口壁パネルで第十第2項第四号の水平耐力算定において耐力上有効に機能する袖壁パネル、垂れ壁パネル、腰壁パネル、袖壁部分、垂れ壁部分、腰壁部分のことです。

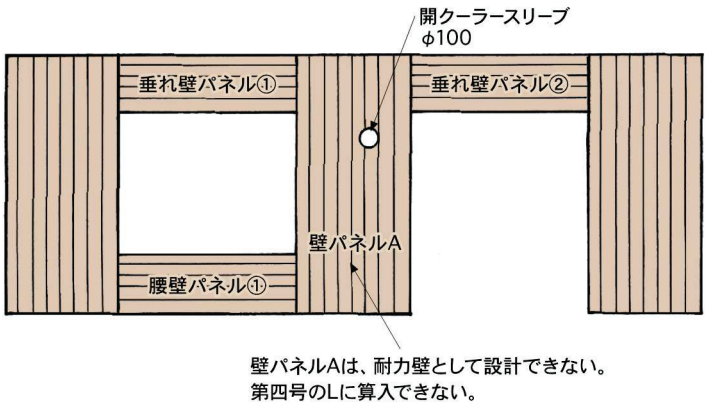


図 43-1　壁パネルに開口を設けた例

構成例を図43-1に示します。壁パネルAは、スリーブΦ100を設けているので耐力壁パネルとして扱えません。また、壁パネルAに取り付く垂れ壁パネル①、垂れ壁パネル②、腰壁パネル①は、第五第三号に規定されている耐力壁となる無開口壁パネルが両側にないことから、水平耐力の算定において耐力上有効に機能する部材として扱うことができません。よって、第十第2項第四号より壁パネルAは、Lには算入できません。また、垂れ壁パネル①、垂れ壁パネル②、腰壁パネル①は、nには算入できません。

図43-2に示すように開口を設けた壁パネルの鉛直支持能力は、壁の水平断面から開口部分を除いた斜線部分の断面積によります。 また、左の壁パネルでは、イ部分の開口左の残存部分、開口上の残存部分が支持する鉛直荷重で局部的な変形、損傷を生じない設計が求められます。

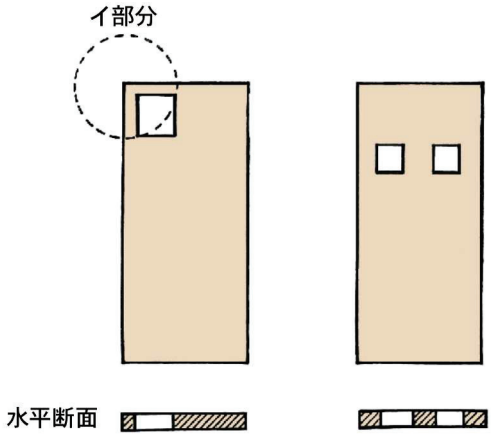
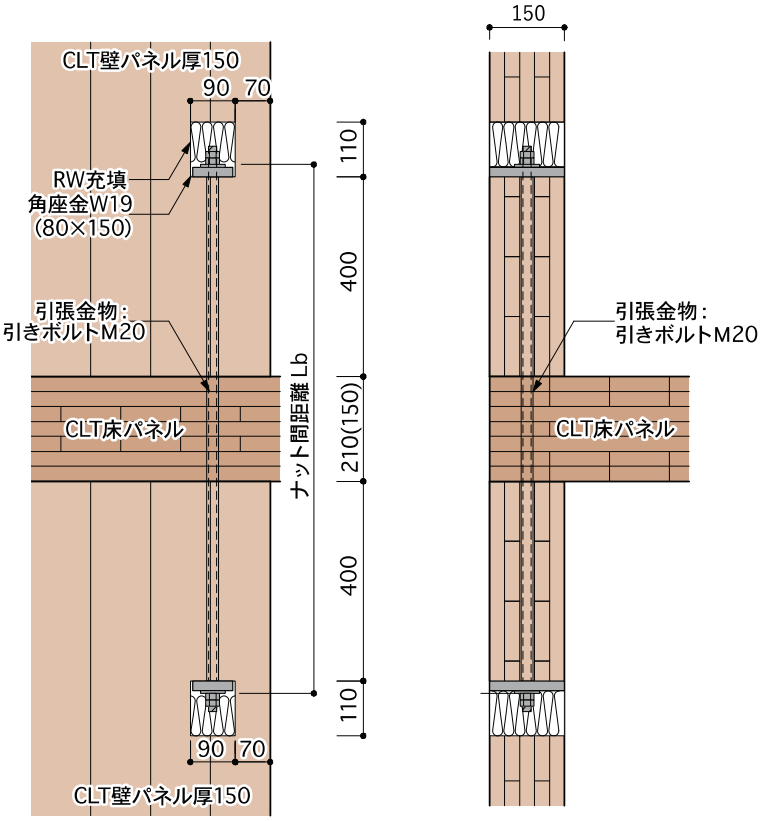


図 43-2　開口を設けたパネル例

小開口を設けたパネルの扱いは、設計施工マニュアルの「第Ⅲ部　第3章　3.3　3.3.2小開口を有するCLTパネルの剛性・強度」に記載されています。3.3.2には、ルート1において耐力壁パネルにU型の引張金物ではなく、図のような引きボルト接合を用いて座金、ナットを設置するために設ける開口については、面内耐力低減は不要としているので、開口はないものとして無開口壁パネルとして扱えます。



<JIS B 1220 構造用アンカーボルトセット ABR490 M20 使用方例>

図 43-3　引くボルト接合の使用例（単位 mm）

また、座金、ナットを設置するための開口として設けるのではなく、他の目的のために前述の開口と等しい大きさで開口を設けた壁パネルは、無開口壁パネルとして扱うことはできません。

【本文44】（第十　令第82条各号及び令第82条の4に定めるところによる構造計算と同等以上に安全性を確かめることのできる構造計算（ルート1）　第2項第三号の逐条解説）

・・・・小幅パネル架構の袖壁パネルおよび大版パネル架構①の袖壁部分、独立無開口壁パネルの長さ（幅）は上階の無開口壁パネル等の長さと同じとし、厚さは上階の無開口壁パネル等以上とする。なお、本規定中の無開口壁パネル等には第二号の規定による小開口を設けたものも含まれる。・・・・・連層する耐力壁群ごとに、耐力壁−基礎の接合部を除いて、上階の接合部と同等の性能とする。

【説明 44】

壁パネルの厚さについては、上階の壁パネル以上としていますが、ルート1で用いる（公財）日本住宅・木材技術センターが規格・制定しているクロス（χ）マーク金物は、壁パネルの厚さを90mmと150mmを対象に規格化しているため、設計できる壁パネル厚さの組み合わせには制限があります。

以下のURLより、クロスマーク金物の寸法を確認してください。

https://www.howtec.or.jp/publics/index/134/

「耐力壁群」とは、耐力壁で構成される連層部分のことです。小幅パネル架構における例を図44−1で示します。

第二号に規定している開口を設けた壁パネルは、無開口壁パネル等として扱えるとありますが、【解説43】で示す通り引きボルト接合のための開口以外を設けた壁パネルは、耐力壁パネルとして扱うことはできません。

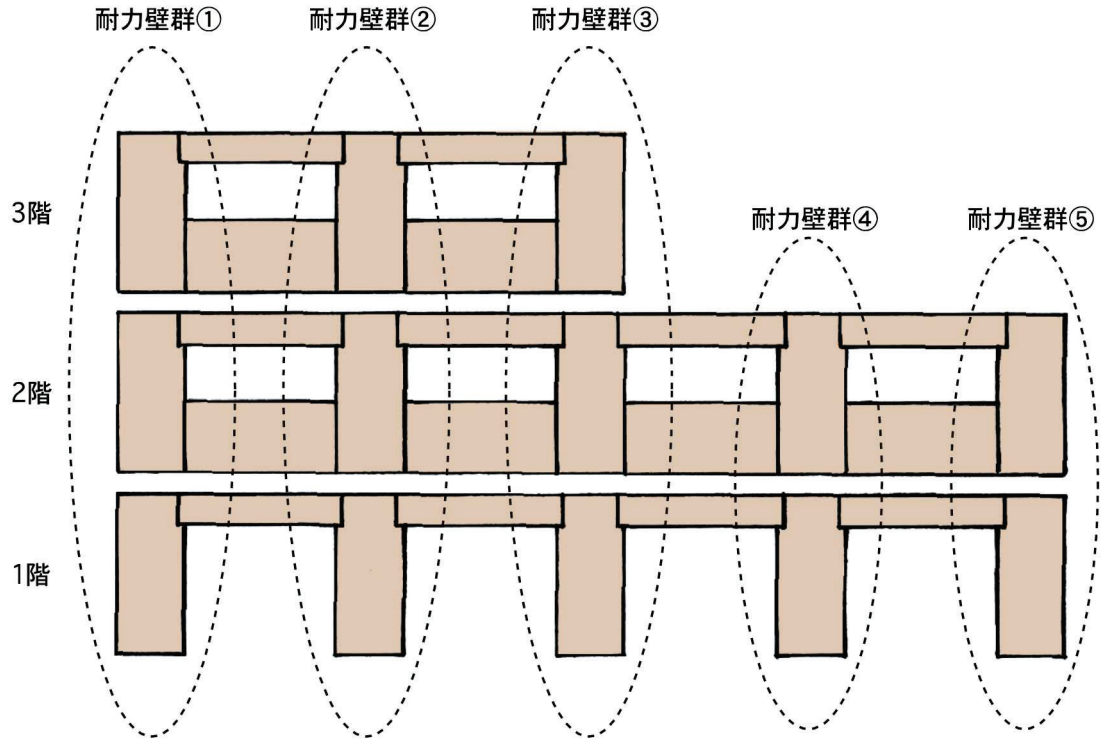


図 44−1　耐力壁群の例

【本文45】（第十　令第82条各号及び令第82条の4に定めるところによる構造計算と同等以上に安全性を確かめることのできる構造計算（ルート1）　第2項第四号の逐条解説）

・・・・*n*は当該耐力壁群に取付く垂れ壁パネル、腰壁パネルの合計数であり、図 2.2.10-2 のように計数する。また、*n*に算入することのできる垂れ壁・腰壁の長さおよび高さには図 2.2.10-3 に示す制限がある。その他、第二号の規定による小開口を設けた無開口壁パネル等は*n*に算入しない。

【説明 45】

nは、耐力壁群に取り付いている以下の寸法に適合している垂れ壁パネル、腰壁パネル、垂れ壁部分、腰壁部分の合計数です。

(イ)長さ 90cm以上 4m以下

(ロ)高さ 50cm以上

nは、各階の許容せん断耐力を算定するQa＝3/H(Q$_0$+1.5n)式において各階共通な合計値を用います。Hは、階高 3m以下の場合は 3mとします。

Q$_0$は無開口壁パネルの許容せん断耐力で、2 階建ての 1 階、2 階は 15kN/m、3 階建ての 1 階、2 階、3 階は 10kN/m として算定します。

壁倍率に換算すると 2 階建ての 15kN/m は約 7.5 倍、3 階建ての 10kN/m は約 5.0 倍となります。

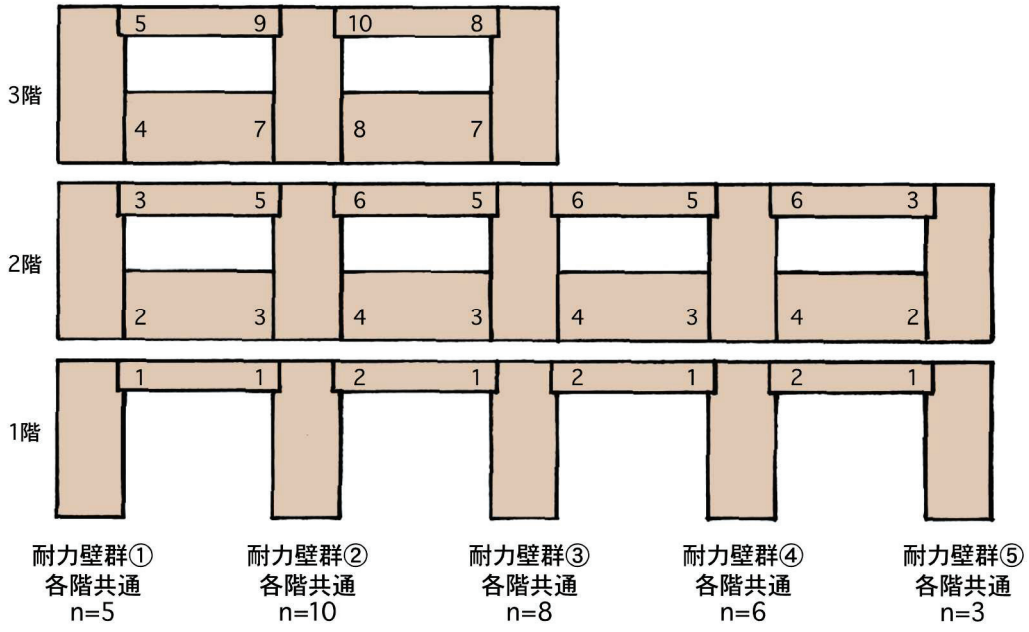


図 45-1　耐力壁群と n

【本文46】（第十　令第82条各号及び令第82条の4に定めるところによる構造計算と同等以上に安全性を確かめることのできる構造計算（ルート1）　第2項第四号の条文）

（ハ） 高さが、当該垂れ壁部分又は腰壁部分に接する独立無開口壁パネル又は有開口壁パネルの袖壁部分の長さに 1.67（当該独立無開口壁パネル又は有開口壁パネルの袖壁部分が 2 の垂れ壁部分又は腰壁部分に接する場合にあっては、0.83）を乗じて得た数値以下であること。ただし、当該垂れ壁部分又は腰壁部分

に接する独立無開口壁パネル又は有開口壁パネルの袖壁部分が曲げ破壊又はせん断破壊する時の力が、当該独立無開口壁パネル又は有開口壁パネルの袖壁部分のQ_aに 3.75 を乗じて得た数値以上であることが確かめられた場合にあっては、この限りでない。

【説明 46】

以下に検定方法の例を示します。

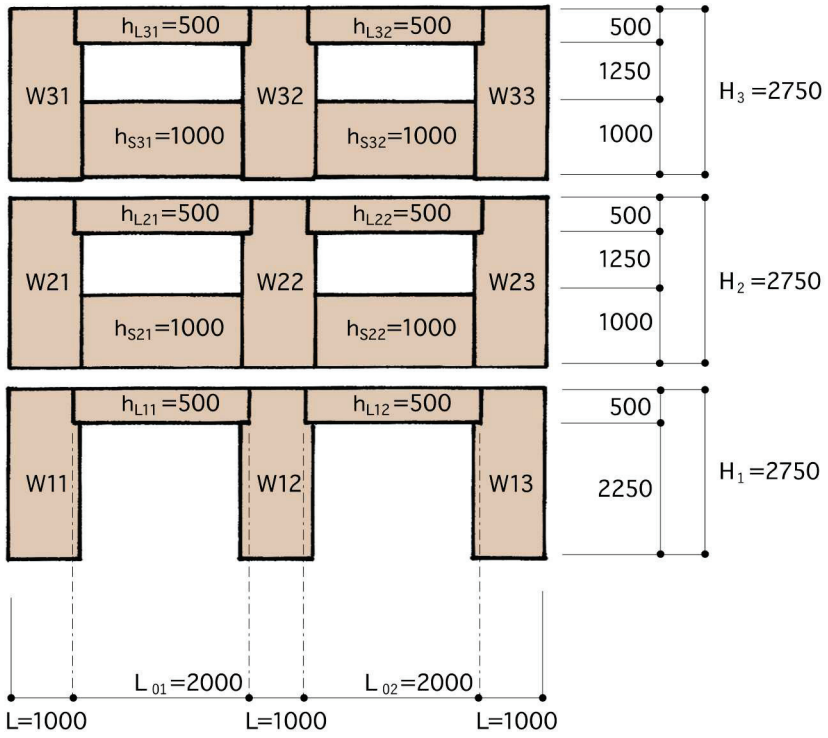


図 46-1　検定用鉛直構面

片側付き W11、W13　h_{L11}、h_{L12} 500mm ≦ 1.67×1,000＝1,670mm

W21、W23　h_{L21}、h_{S21}、h_{L22}、h_{S22} 500mm、1,000mm ≦ 1.67×1,000＝1,670mm

W31、W33　h_{L31}、h_{S31}、h_{L32}、h_{S32} 500mm、1,000mm ≦ 1.67×1,000＝1,670mm

両側付き W12　h_{L11}、h_{L12} 500mm ≦ 0.83×1,000＝830mm

W22　h_{L21}、h_{S21}、h_{L22}、h_{S22} 500mm、1,000mm≦ 0.83×1,000＝830mm　式を満足していない。腰壁高さが NG

W32　h_{L31}、h_{S31}、h_{L32}、h_{S32} 500mm、1,000mm≦ 0.83×1,000＝830mm　式を満足していない。腰壁高さが NG

よって、以下により曲げ破壊、せん断破壊の有無について算定し、腰壁高さを検定します。

2 階壁 W22 の許容せん断耐力 Qa=3/3×(10+1.5×10)＝25kN/m、L＝1.0m、Qa･L＝25,000N

CLT の等級が S60-3-3 とした場合、面内強軸方向の曲げ基準強度 Fb＝10.80N/mm^2 (設計施工マニュアル第Ⅲ部第 3 章 3.3　3.3.1　表 3.3.1-1 より)、

面内方向のせん断基準強度 Fs＝2.04 N/mm^2 (平成 13 年告示第 1024 号の式から算定)、

断面積 A＝90×1,000＝90,000mm^2、

断面係数 Z＝b･L^2/6＝90×1,000^2/6＝15,000,000mm^3、

パネル高さHi＝H_2＝2,750mm、

よって W22 が曲げ破壊又はせん断破壊する時の力 Qb は、
Qb＝min[Fb・Z/{Hi−min(h1,h2)},Fs・A]より、

h1＝h_{Li}+h_{Si}＝左垂れ壁高さ+右腰壁高さ　h2＝h_{Li}+h_{Si}＝右垂れ壁高さ+左腰壁高さ
h1＝500+1,000＝1,500mm　h2＝500+1,000＝1,500mm

Qb=min[10.80×15,000,000/(2,750−1,500),2.04×90,000]＝min[129,600N,183,600N]＝129,600N

以上より 3.75Qa・L≦Qbは、
3.75×25,000＝93,750N ≦ 129,600N となり OK となります。
従って、垂れ壁高さ、腰壁高さは図の寸法で成立します。3 階壁 W32 も、同様に OK となります。

【本文47】（第十　令第82条各号及び令第82条の4に定めるところによる構造計算と同等以上に安全性を確かめることのできる構造計算（ルート1）　第2項第六号の逐条解説）

耐力壁に用いる CLT パネルは 3 層 3 プライ（強度等級 S60）または 5 層 5 プライ（強度等級 Mx60）のいずれかとし、ラミナ厚さ 24mm 以上 36mm 以下とする。また、これらの同等以上の耐力を有することが確認できる場合は当該パネルを耐力壁に用いることができる。

【説明 47】

耐力壁に用いるCLTパネルは、（強度等級S60）と規定しているので、ラミナM60を用いた同一等級構成のS60−3−3が該当します。また、（強度等級Mx60）と規定しているので、ラミナM60とM30を用いた異等級構成のMx60−5−5が該当します。

「同等以上の耐力を有する」CLTパネルとは、S60−3−3、Mx60−5−5と基準強度を比較して、同等以上であることが確認できるパネルとなります。したがって、Mx60−5−5を同一等級S60−5−5とした場合、及び、ラミナをM60に替えてM90を用いたMx90−3−3、S90−3−3、S90−5−5、Mx90−5−5、または、M120を用いたMx120−3−3、S120−3−3、Mx120−5−5、S120−5−5が該当します。また、Mx60−5−5を、ラミナ厚さが等しいMx60−5−7に替えた場合は、基準強度が同等以上でないことから使用できません。

また、耐力壁に用いる引張金物は、クロス（χ）マーク金物では厚さ90mmと150mmのCLTパネルを対象として規格しているので、厚さが異なると用いることができなくなります。参考にクロス（χ）マーク引張金物の形状を図47−1に示します。左図がTB−90、右図がTB−150となります。

基準強度を確認する場合は、設計施工マニュアル第Ⅲ部　第3章　3.3の表3.3.1に基準強度が示されているので参考になります。

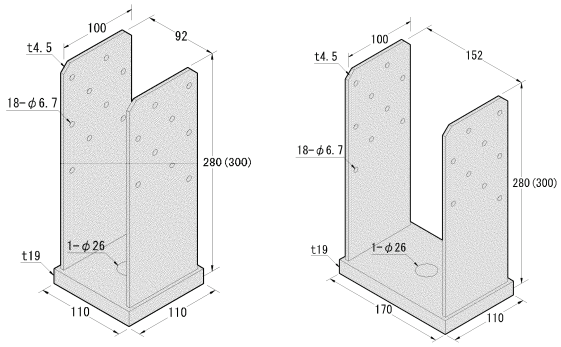


図 47-1　クロス（χ）マーク引張金物の形状

【本文48】（第十　令第82条各号及び令第82条の4に定めるところによる構造計算と同等以上に安全性を確かめることのできる構造計算（ルート1）　第2項第七号の条文）

引張接合部が、緊結する部分に応じ、それぞれ次に掲げるものであること。

【説明 48】

（公財）日本住宅・木材技術センターが規格・制定しているクロス（χ）マーク金物の引張接合部に用いる引張金物は、第七号に規定している性能を満たしています。ただし、ボルトは、JIS B 1220による規格なので、クロスマーク金物としては規格されていません。また、ボルト長さは、設計者が第七号の規定寸法以上で設定することができる規定ですが、設計施工マニュアルには「第Ⅲ部　第9章　9.3」で納まり図を示しているので、設計にあたっては、納まり図を参考にしてボルト長さなどの設定をすることが求められます。

【本文49】（第十　令第82条各号及び令第82条の4に定めるところによる構造計算と同等以上に安全性を確かめることのできる構造計算（ルート1）　第2項第七号の逐条解説）

ロ　上下階の耐力壁相互、耐力壁-床版、耐力壁-小屋組等

(1)　　（略）

(2) 引きボルト（写真 2.2.10-4）

- ボルトは ABR490（JIS B 1220）、M20 以上、有効長さ（上下のナット間内法距離）≧20cm
- ボルトと壁パネル接合部(座金部)の終局引張耐力≧135kN

【説明 49】

引きボルトの有効長さを 20cm以上としていますが、引きボルトの場合は図 49-1 に示すように座金、ナットを設置するための開口位置は、壁パネルの端部から所定の距離を確保しなければなりません。

図の寸法 A 又は寸法 B が所定の間隔を有していない場合には、引きボルトが第七号で規定している終局引張耐力 135kN に達する前に、座金を設置するための開口隅角部から壁パネル外端に向かって赤破線の亀裂が生じて耐力低下してしまうため、所定の寸法を有していることが求められます。

寸法A及び寸法Bの確認の方法は、設計施工マニュアル「第Ⅲ部　第9章　9.4　9.4.2引きボルト接合」に算定式が記載されています。

図49-1の右図に示している寸法は、「第Ⅲ部　第9章　9.3　(2)図9.3-5」で記載されている所定の間隔を満足している寸法です。

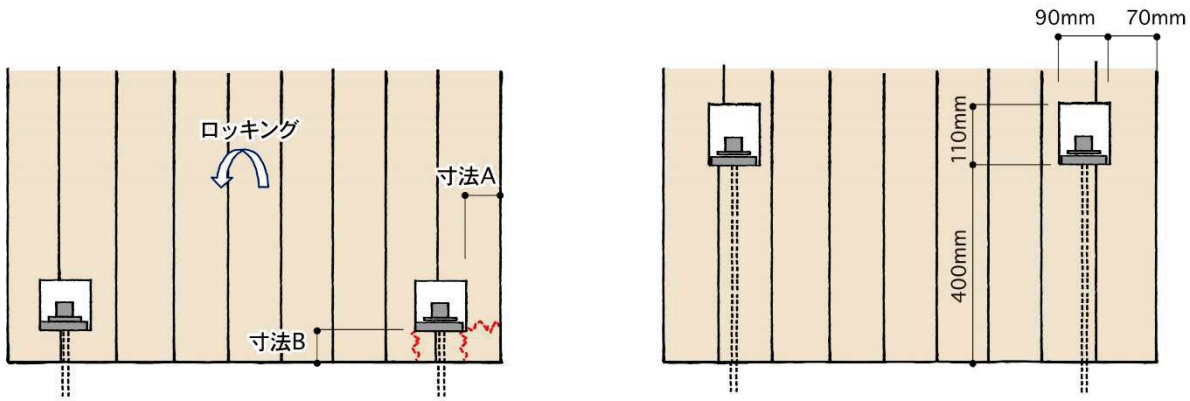


図 49-1　座金を設置する開口位置の寸法

【本文50】(第十　令第82条各号及び令第82条の4に定めるところによる構造計算と同等以上に安全性を確かめることのできる構造計算（ルート1）　第2項第八号の逐条解説)

壁パネル相互(耐力壁-垂壁、耐力壁-腰壁)せん断接合部、床パネル相互・横架材相互の引張接合部の仕様が次のように規定されている。

- 壁パネル相互　短期許容せん断耐力≧52kN （写真 2.2.10-5）
- 床パネル相互・横架材相互(耐力壁線上)　短期許容引張耐力≧52kN （写真 2.2.10-6、7）

【説明 50】

「壁パネル相互(耐力壁-垂壁、耐力壁-腰壁)せん断接合部」は、図 50-1 の納まりとなります。赤線□囲み部分に配置されている金物⑦は、クロス(χ)マーク金物 SP です。2 枚一組で第八号の規定する 52kN の短期許容せん断耐力を有し、耐力壁の袖壁パネルと垂れ壁パネル、腰壁パネルを接合するのに用います。

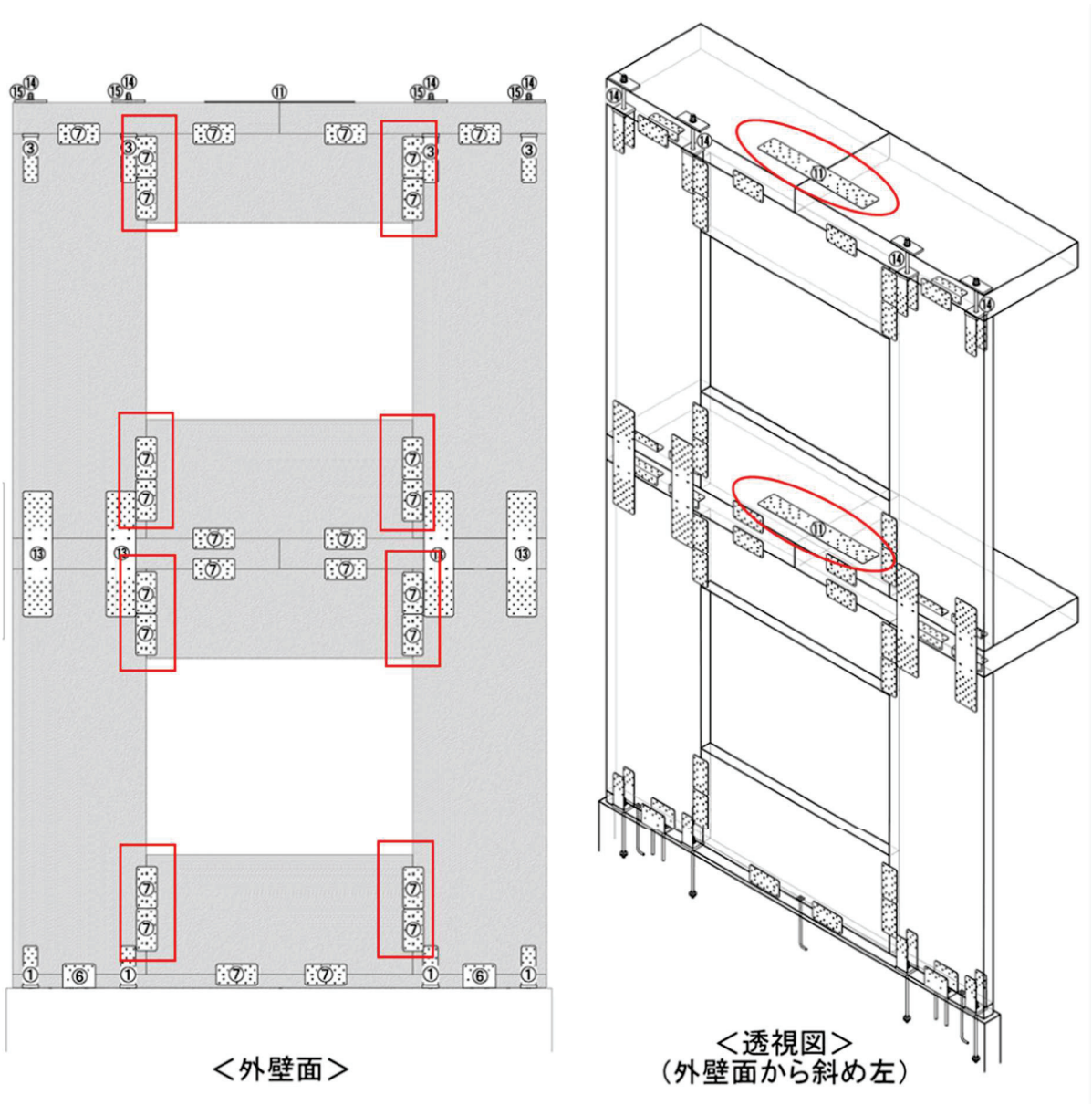


図 50-1　クロス（χ）マーク金物の配置例

（公財　日本住宅・木材技術センターHOWTEC　木造建築物用接合金物承認・認定制度より抜粋）

SP金物を用いて接合するのは、第十第2項第四号に規定されている寸法を満足している垂れ壁パネル、腰壁パネルです。該当しない垂れ壁パネル、腰壁パネルは、設計者が接合方法を定めることになります。例としては、図50-1に準じた仕様とするか、又は、作用する外力に対して検討を行うことで長ビスなどを用いて接合する方法があります。

図50-1のようにSP金物は、縦に2箇所片面に配置して納めることができますが、SP金物は高さが280mmあるので垂れ壁パネル、腰壁パネルの高さが560mm未満の場合は、表裏に各1箇所のSP金物を配置するなどして納めることが求められます。

図の赤〇囲み部分の金物⑪は、クロス（χ）マーク金物STFです。第十第2項第八号で規定されている52kNの短期許容引張耐力を有しています。

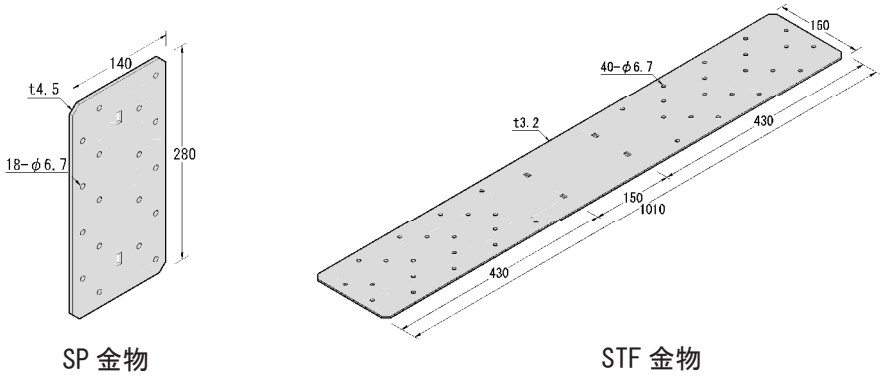


図 50-2　クロス（χ）マーク金物 SP と STF

【本文51】（第十　令第82条各号及び令第82条の4に定めるところによる構造計算と同等以上に安全性を確かめることのできる構造計算（ルート1）　第2項第八号の逐条解説）

第四第四号の規定と同様に、引張接合部は図 2.2.10-4 のように、床パネル相互が接する線と耐力壁線が交さする部分および床パネルと横架材が接する部分に設ける。このほか、吹抜きの隅角部にも引張接合部を設ける必要がある。なお、これらの接合部の配置では、壁パネル等と接合金物のクリアランスを 10mm 程度以下とするなどして、接合部の中心から耐力壁線あるいは吹抜き隅角部までの距離はできるだけ小さくする。

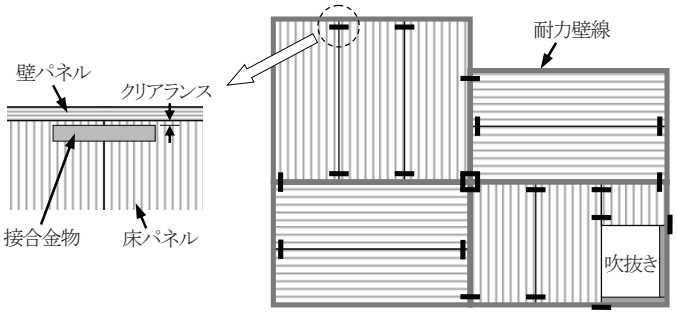


図 2.2.10-4　床パネル相互引張接合部の配置

【説明 51】

引張金物であるクロス（χ）マーク金物STFの配置例は、**【解説15】**に解説しています。「クリアランス10mm程度以下とするなど」は、金物の中心から耐力壁線までの距離などをできるだけ小さくし、金物が有効に機能する様に考慮して定められている寸法です。周辺の状況から10mm程度を確保できない場合は、配置可能なクリアランスとします。

図2.2.10-4の右図の内部耐力壁線交差部では、下階の耐力壁パネルのロッキングによる上部床パネルの開き防止のために図51-1のように配置することになります。また、耐力壁パネル下部にSTF金物が配置される際は、STF金物が納まる様に壁パネルを欠き取ることが求められます。

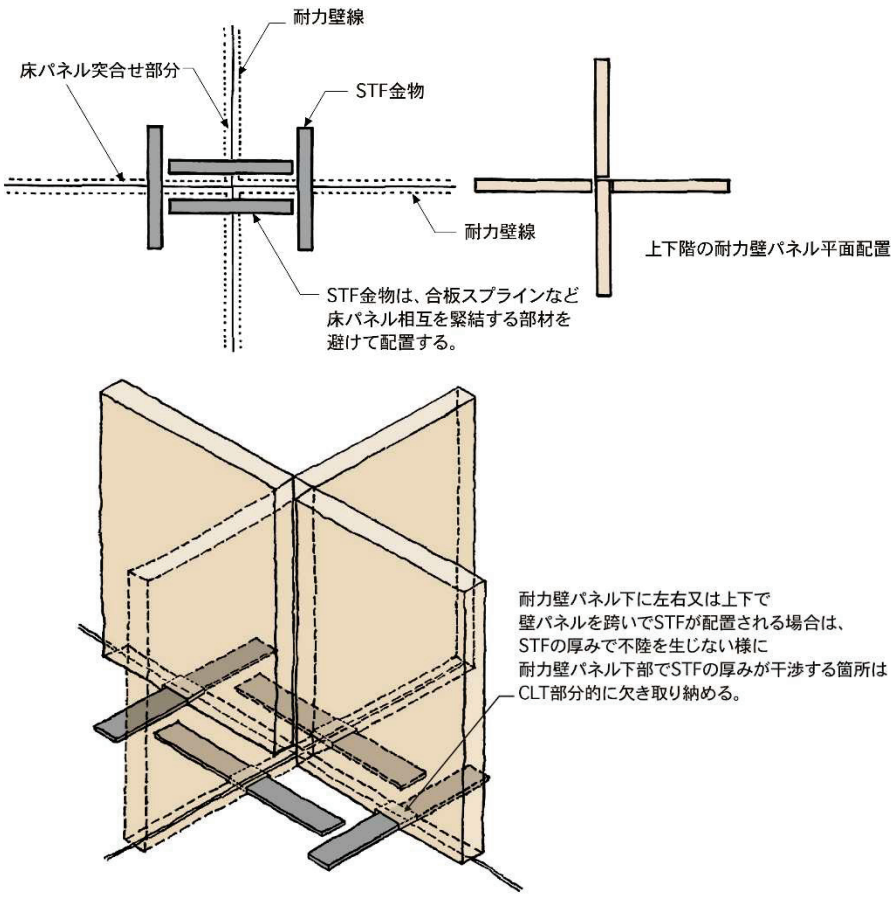


図 51-1　クロス（χ）マーク金物 STF の配置例 1

引張接合部中心からの距離については、図 51-2 によります。

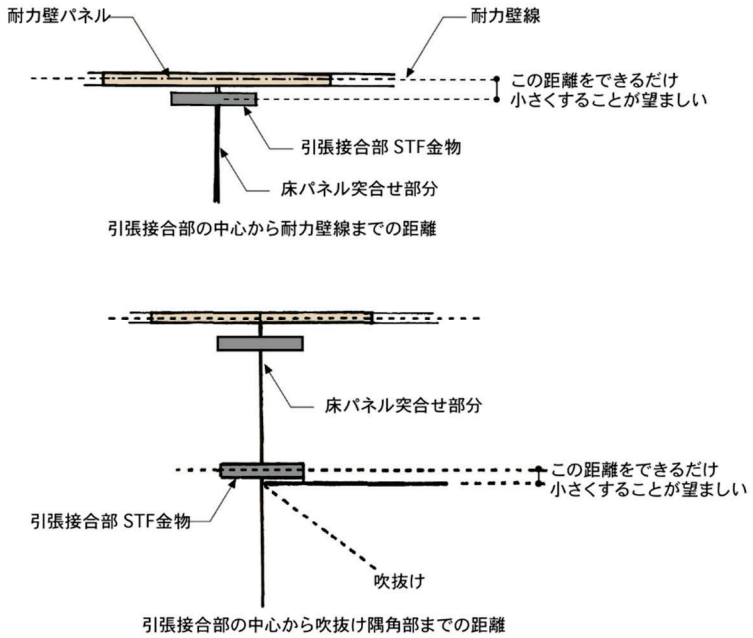


図 51-2　クロス（χ）マーク金物 STF の配置例 2

【本文52】(第十　令第82条各号及び令第82条の4に定めるところによる構造計算と同等以上に安全性を確かめることのできる構造計算（ルート1）　第2項第九号の条文)

耐力壁である壁パネルと次に掲げる部分を緊結する場合にあっては、金物その他これに類するものの間隔を1メートル以下として当該壁パネルの部分に配置するとともに、・・・・

【説明 52】

告示第十第2項第八号のせん断接合部、引張接合部は、接合具について規定が示されていないことから、告示で定めている耐力を満足すれば金物以外による接合具を用いることができます。しかし、第九では「金物その他これに類するもの」と接合具の規定があるので、金物その他に類したものとしてLSB、GIR、丸鋼、鋼管によるダボなどを用いることができます。ただし、それらの荷重変形関係は、クロス(χ)マーク金物の荷重変形関係と著しく異なることが無いことが求められます。

クロス(χ)マーク金物によるせん断接合部は、間隔を1m以下で配置することになるので図52-1のように耐力壁長さLが1.0mを超え2.0m以下では、54kN以上のせん断接合部を2箇所設けることになります。したがって、1.0mの耐力壁長さで設計した場合と比べて、1.25mの耐力壁長さで設計した場合は、クロス(χ)マークのせん断接合金物が2倍配置されることになります。金物配置の合理性を考慮して耐力壁長さを設定することが望まれます。

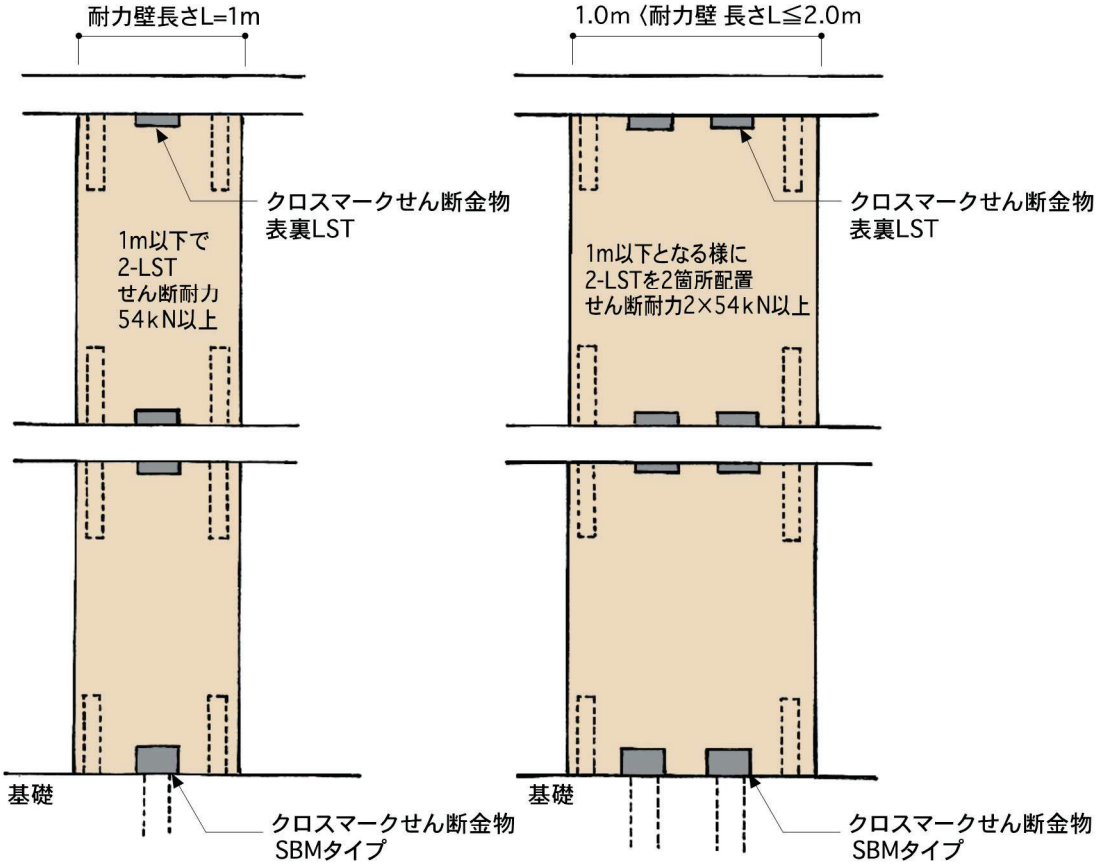


図 52-1　耐力壁長さとクロス（χ）マークせん断接合金物の配置

巻末資料

資料２

モデル設計の計算例の解説

第１章　ルート構造計算例解説
第２章　計算例の設計図書
参考資料

第１章　ルート構造計算例解説

- ルート１構造計算例の解説
  - 1.1　計算例の対象とした建築物の概要
  - 1.2　解説の方法
  - 1.3　参考図書

- 計算書例（解説付）

第1章　ルート1構造計算例の解説

1.1　計算例の対象とした建物の概要

ルート1構造計算例の建築物は、対象建物をCLTパネル工法の3階建て共同住宅としています。防耐火仕様は、1時間準耐火構造としています。よって、施行令第109条の2の2を適用しています。

室内側の壁には、居室に平成28年国土交通省告示第563号を適用した燃えしろ設計を採用し、CLT現わしの壁を設けています。

設備スリーブは、設備開口を設けられる設備壁を設け、CLT耐力壁パネルには開口を設けていません。設備壁は、製材による軸組と構造用面材で構成としていますが、設計者の選択によってはCLTパネルによる設備壁とする設計も可能です。その場合は、CLT耐力壁パネルとは区別したCLT壁として設ける必要があり、設備壁となるCLTパネルと周辺部材との接合方法は、設計図書で示す必要があります。

1.2　解説の方法

構造計算例では、「CLT関連告示解説書」、「CLTを用いた建築物の設計施工マニュアル」（発行　公益財団法人日本住宅・木材技術センター）に記載されている内容で、計算方法が該当している箇所を「第〇部〇章〇.〇」として記載しています。

また、どのような計算が行われているかを、吹き出しに記載し解説しています。

1.3　参考図書

CLT関連告示等解説書（以下、告示解説書）

CLTを用いた建築物の設計施工マニュアル（以下、設計施工マニュアル）

【目次】

1. 一般事項
- 1-1 建築物概要 ―――― 設計例P1
- 1-2 構造設計概要 ―――― 設計例P22
- 1-3 法的合チェックリスト ―――― 設計例P24
- 1-4 構造計算ルート ―――― 設計例P26
- 1-5 設計クライテリア ―――― 設計例P27
- 1-6 準拠図書 ―――― 設計例P27
- 1-7 使用構造材料一覧表 ―――― 設計例P28
- 1-8 使用材料の許容応力度及び許容耐力 ―――― 設計例P30

2. 荷重
- 2-1 仮定荷重、積載荷重 ―――― 設計例P33
- 2-2 風圧力の算定 ―――― 設計例P38
- 2-3 地震力の算定 ―――― 設計例P40
- 2-4 地震力と風圧力の比較 ―――― 設計例P43

3. 耐力壁配置の検討
- 3-1 各階の許容せん断耐力の算定 ―――― 設計例P44
- 3-2 各階各方向の許容せん断耐力の算定 ―――― 設計例P50
- 3-3 水平力に対する壁配置の検定 ―――― 設計例P51
- 3-4 施行令第109条の2の2に規定される層間変形角1/150以内の確認 ―― 設計例P52

4. 壁軸力の算定
- 4-1 各階軸力分担図 ―――― 設計例P54
- 4-2 軸力の算定 ―――― 設計例P55
- 4-3 各階軸力図 ―――― 設計例P71

5. 偏心率の算定
- 5-1 重心の算定 ―――― 設計例P74
- 5-2 剛心の算定 ―――― 設計例P80
- 5-3 重心、剛心の位置 ―――― 設計例P81
- 5-4 偏芯率の算定 ―――― 設計例P82

6. 断面検定
- 6-1 壁パネルの検定 ―――― 設計例P83
- 6-2 床・屋根パネルの検定 ―――― 設計例P93
- 6-3 垂れ壁パネルの検定 ―――― 設計例P104
- 6-4 梁の検定 ―――― 設計例P110

7. 水平構面の検定
- 7-1 耐力壁配置図と各通りの剛性割合の算定 ―――― 設計例P112
- 7-2 水平構面の各通りの負せん断力Pxiの算定 ―――― 設計例P113
- 7-3 水平構面の各階の通りの負せん断力Qi-jの算定 ―――― 設計例P118
- 7-4 水平構面の曲げモーメントの算定 ―――― 設計例P122
- 7-5 水平構面の接合部の検定 ―――― 設計例P137

8. 基礎の設計

8-1 接地圧の検定 ---------- 設計例P144
8-2 地中梁の検定 ---------- 設計例P152
8-3 底版の検定 ---------- 設計例P184
8-4 引張金物アンカーボルトの検定(コーン破壊の検定---------- 設計例P185

1.一般事項

1-1建築物の概要

①建築物概要

建築物の名称	ルート1構造計算例
建設場所	東京都
用途	共同住宅

②建築物構造概要

建築面積	202.64㎡
延べ面積	680.00㎡
階数	3階建て　　塔屋なし、地下なし
軒の高さ 最高高さ	8.975m 9.425m
各階階高	2.850m
構造種別	木造　CLTパネル工法
構造形式	壁式構造
多雪区域指定	指定なし　　垂直積雪量30cm以下
地盤	関東ローム層（第二種地盤）
基礎	直接基礎　（べた基礎）

地盤の種別は、昭和55年建設省告示第1793号第2により
ます。

③平面図、立面図、矩計図

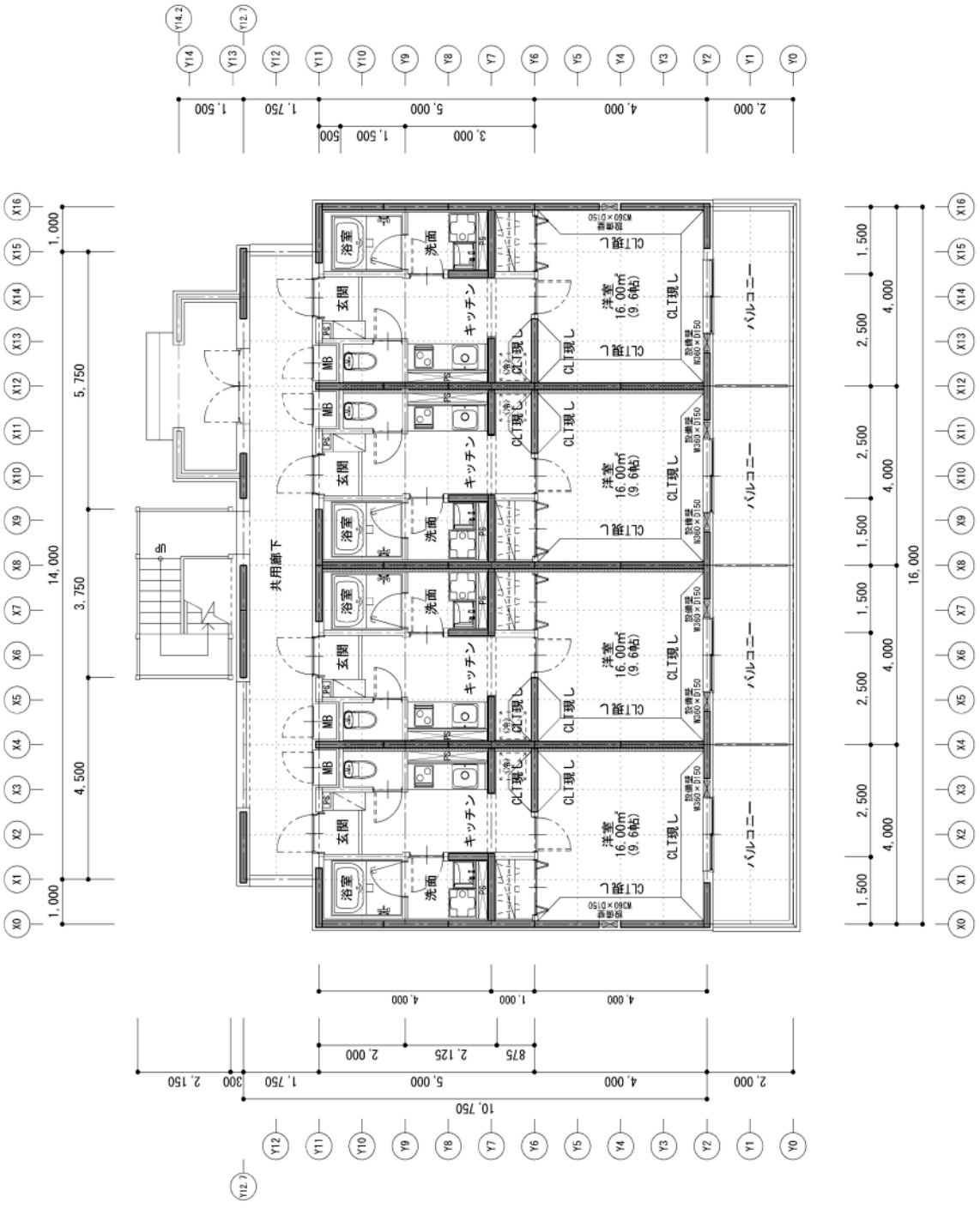


図1-1-1　1階平面図

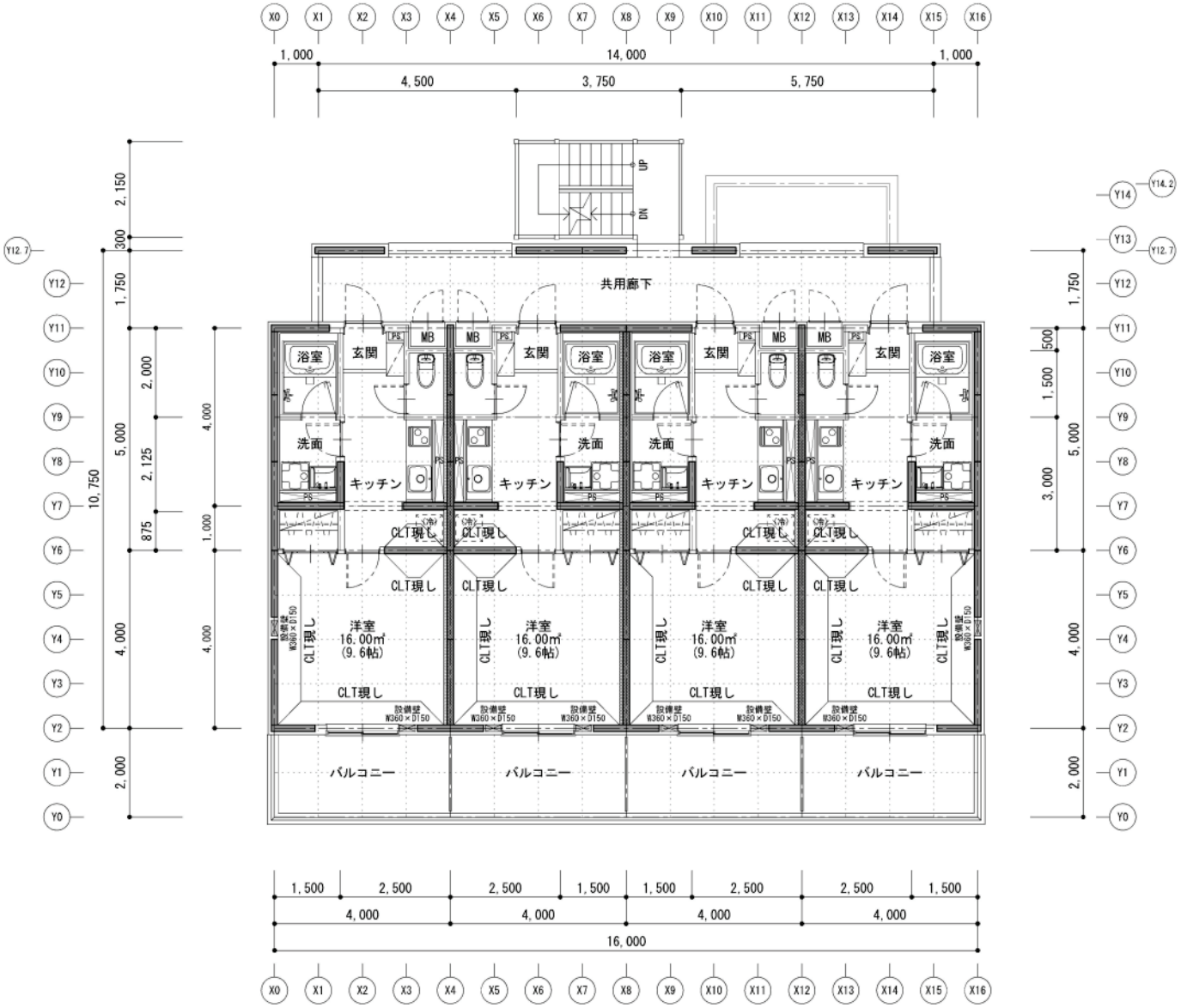


図1-1-2 2階平面図、3階平面図

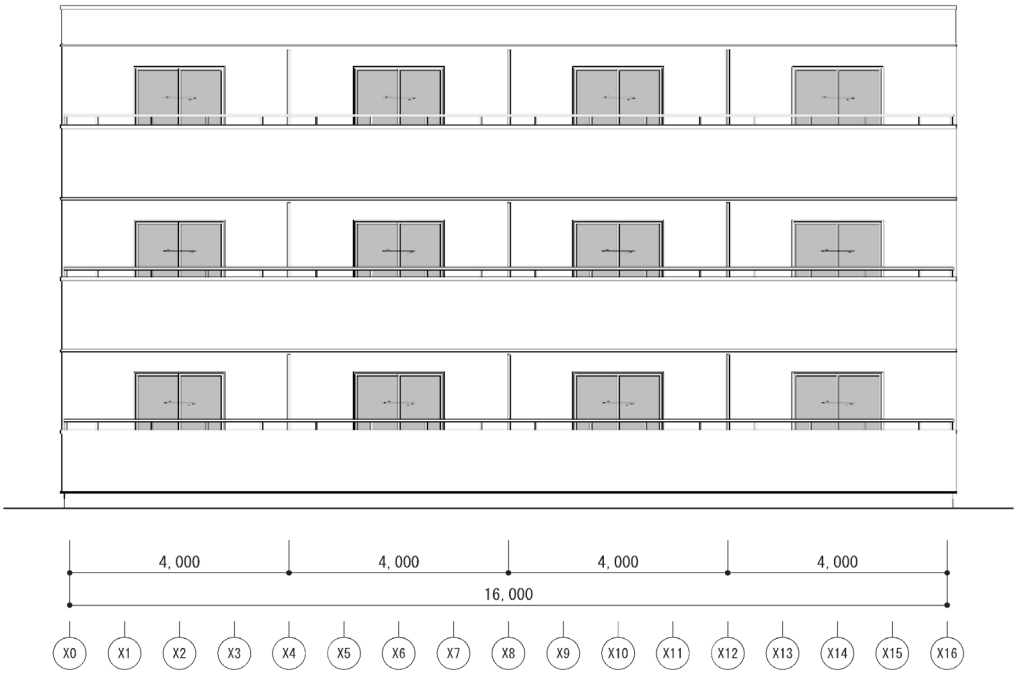


図1-1-3 南立面図

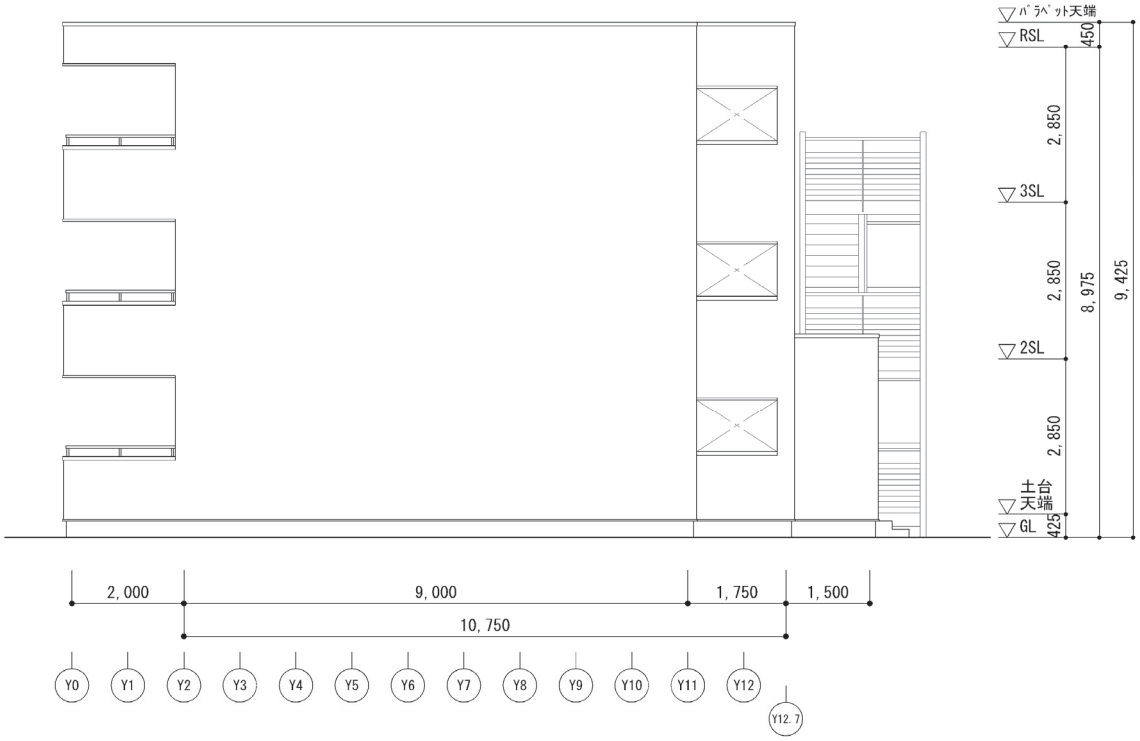


図1-1-4 東立面図

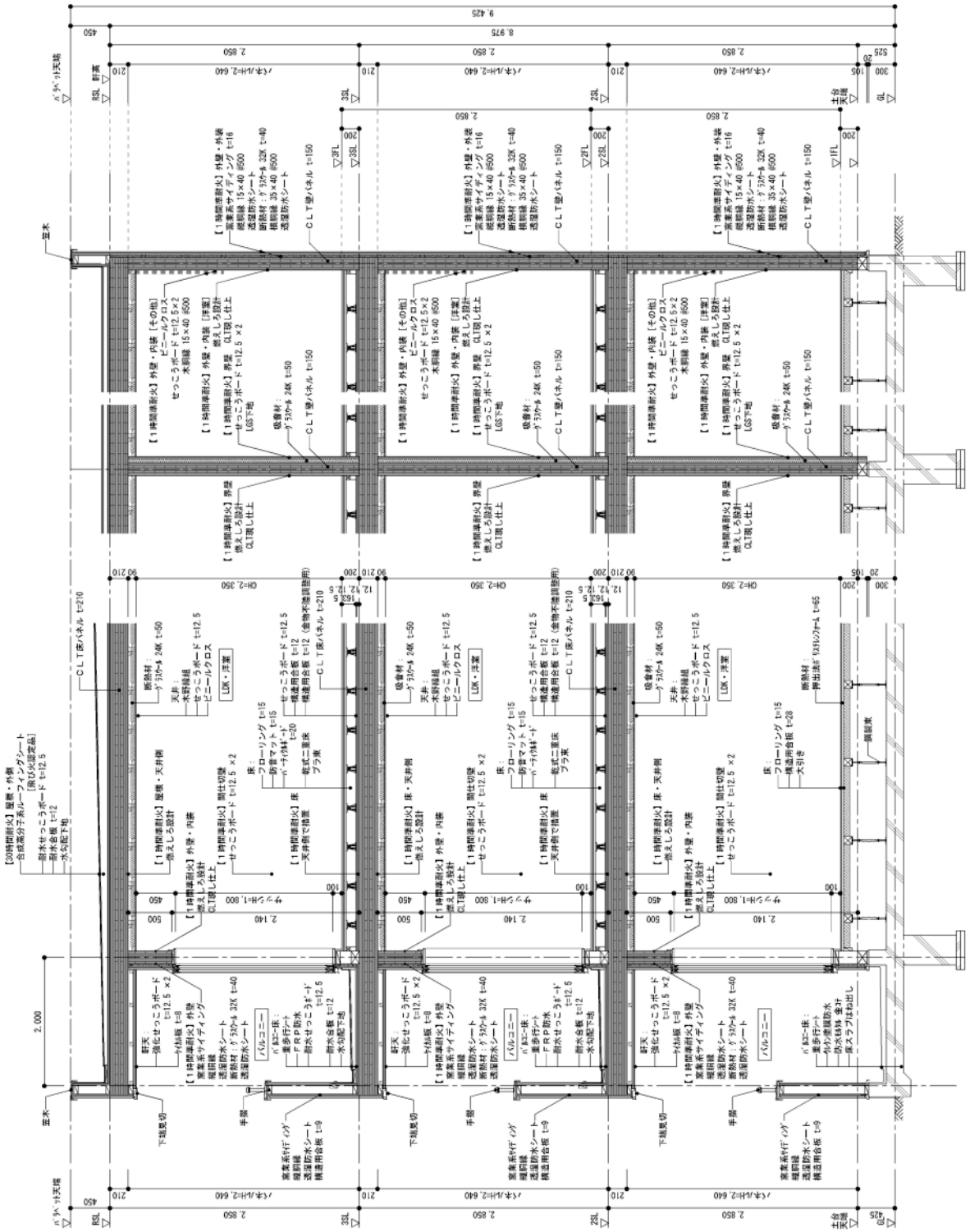


図1-1-5 矩計図

表1-1-1 構造図凡例

	CLT壁パネル
	設備壁(W=360 D=150)
	CLT垂れ壁
	集成材梁
	梁受材
	非耐力壁

	合板スプライン t=28 W=147 構造用合板 特類 2級
	帯金物 STF
	最外層ラミナ方向

④基礎図、各階パネル伏図、軸組図

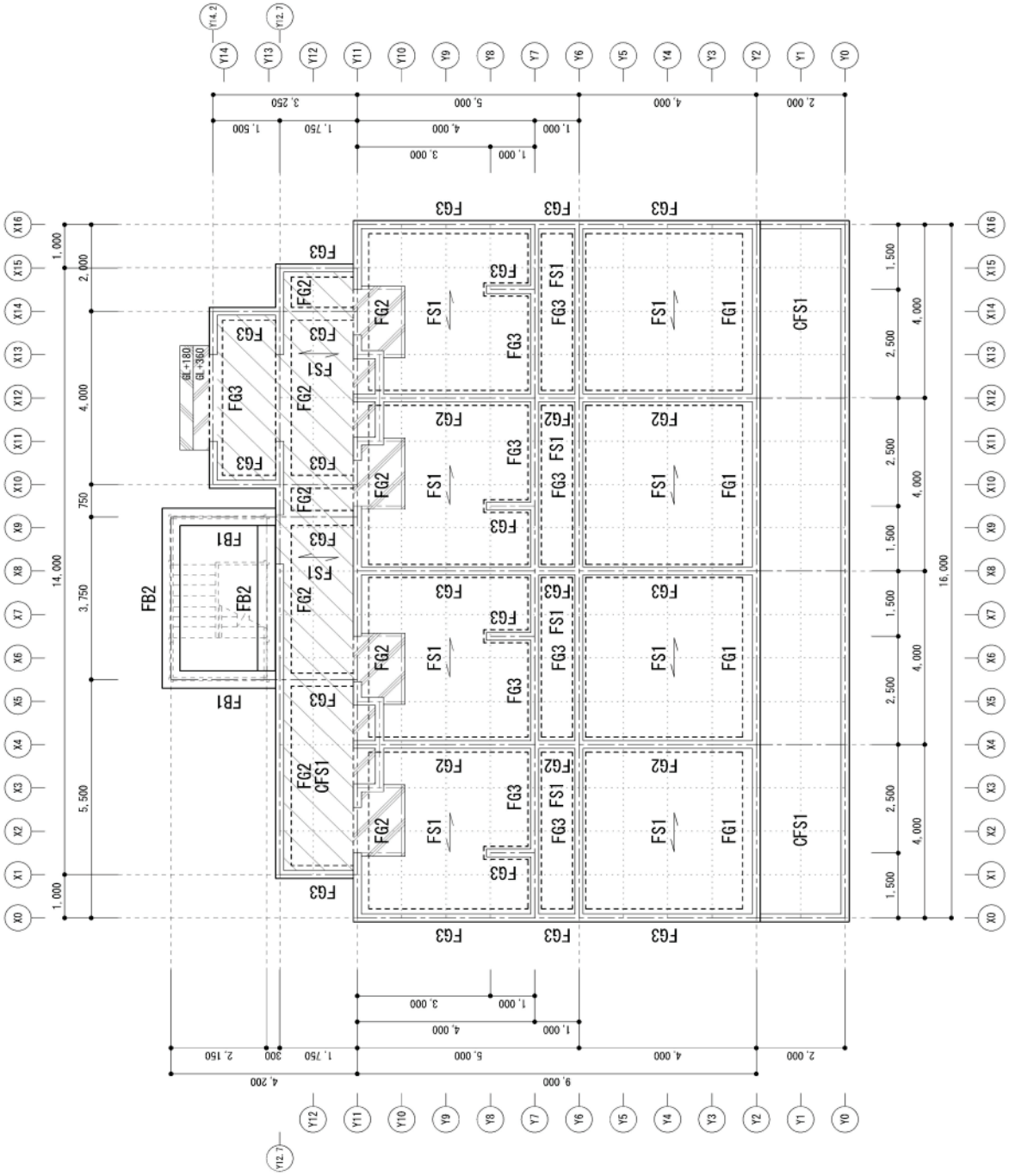


図1-1-6 基礎伏図

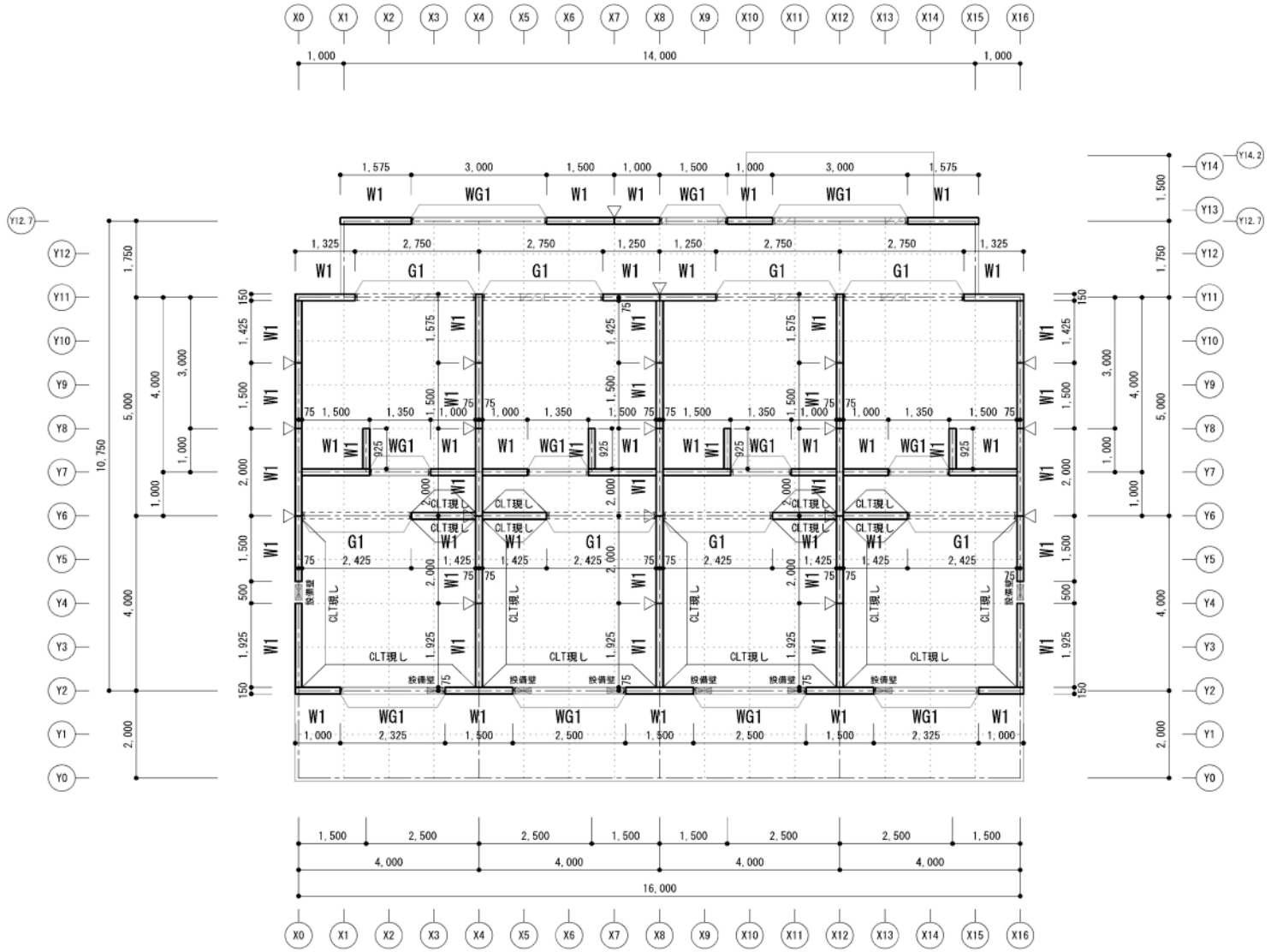


図1-1-7　1階パネル伏図

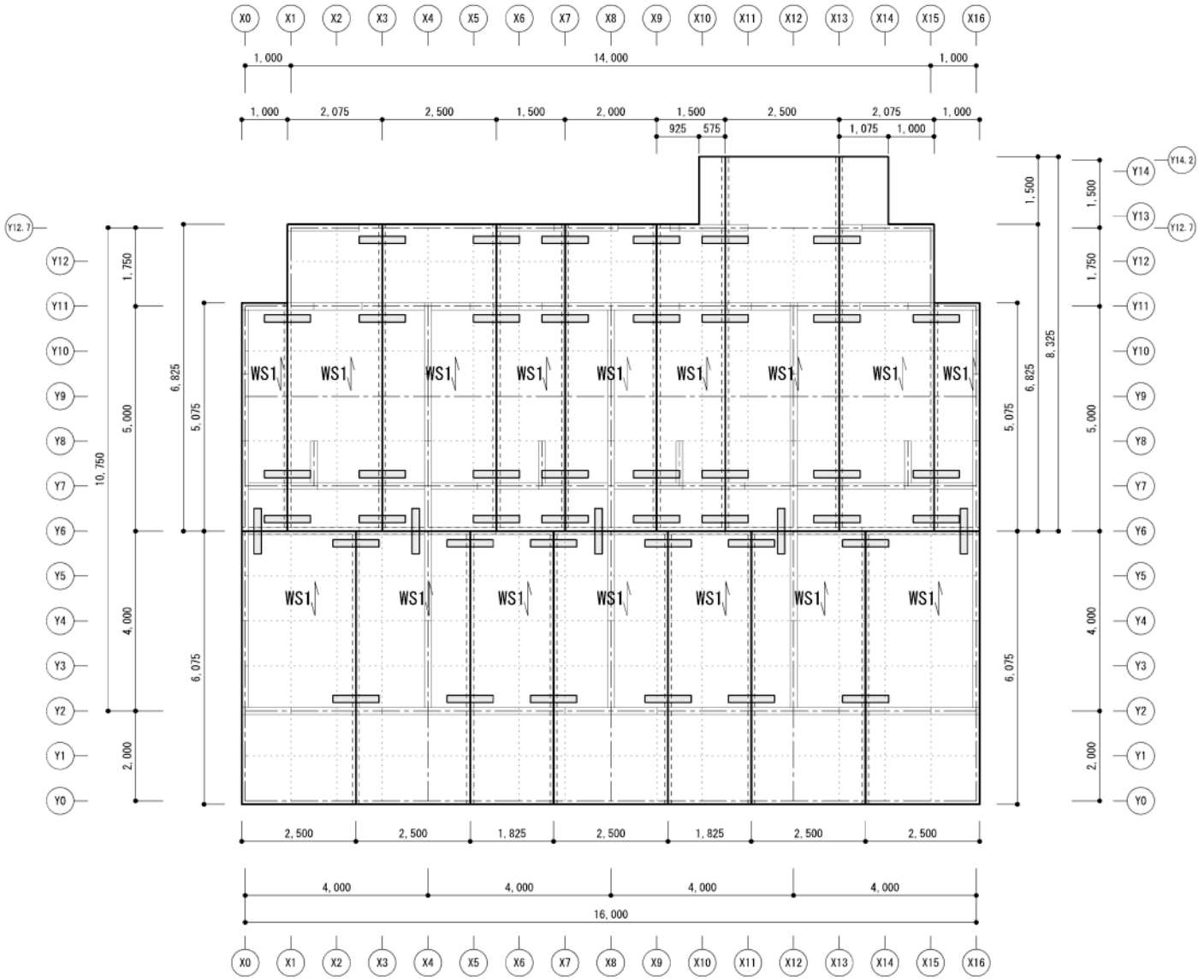


図1-1-8　2階床パネル伏図

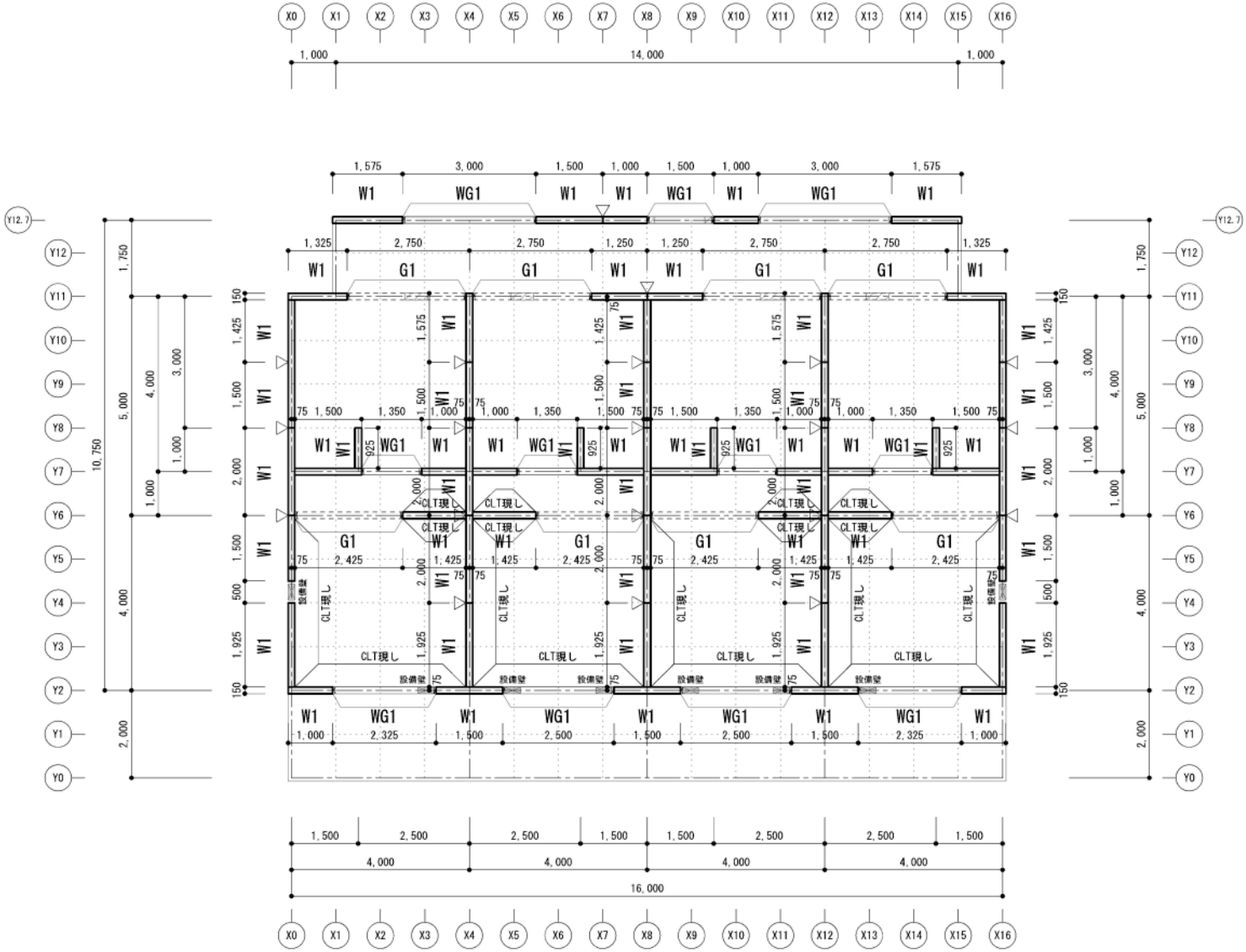


図1-1-9 2階壁パネル伏図

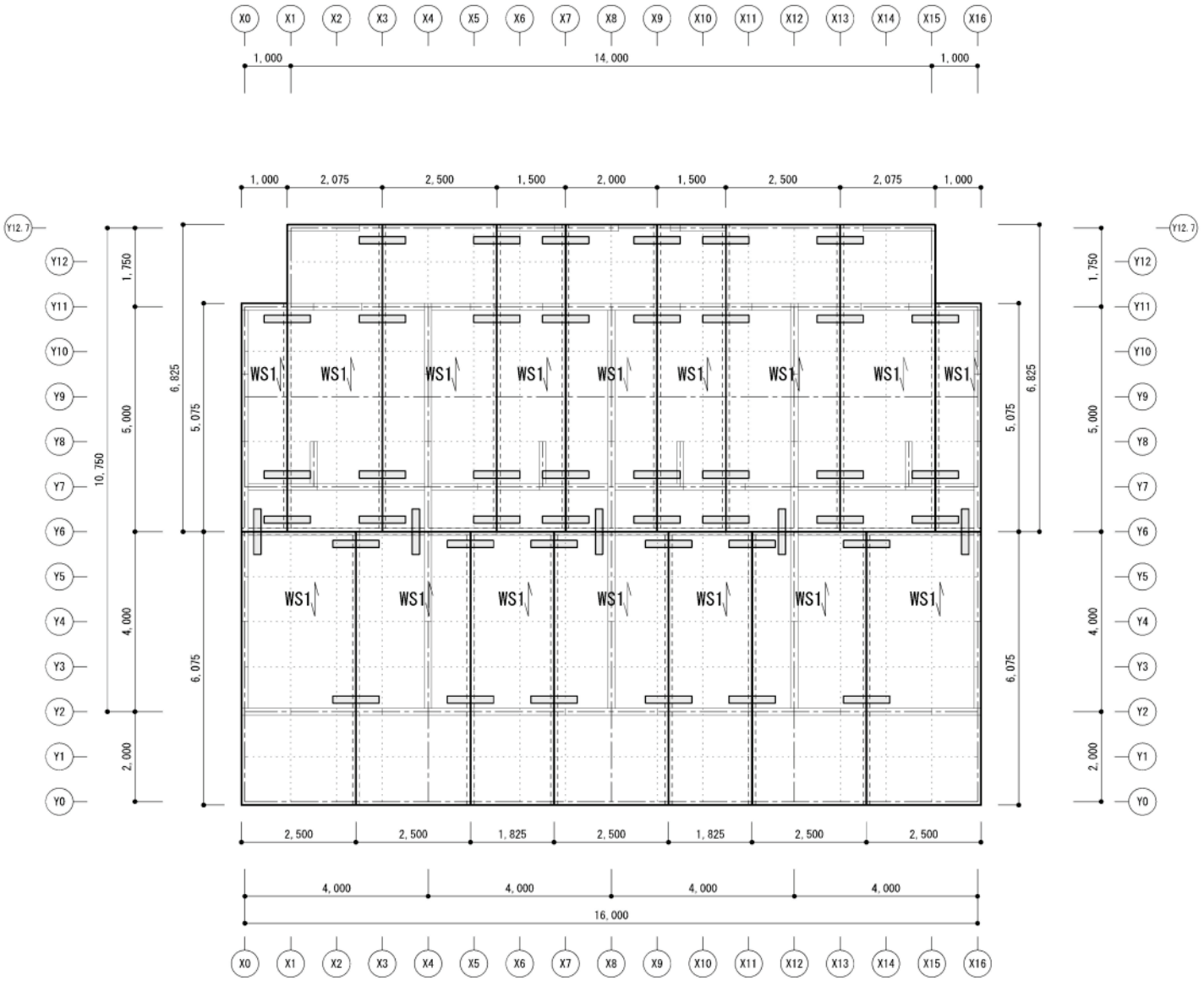


図1-1-10 3階床パネル伏図

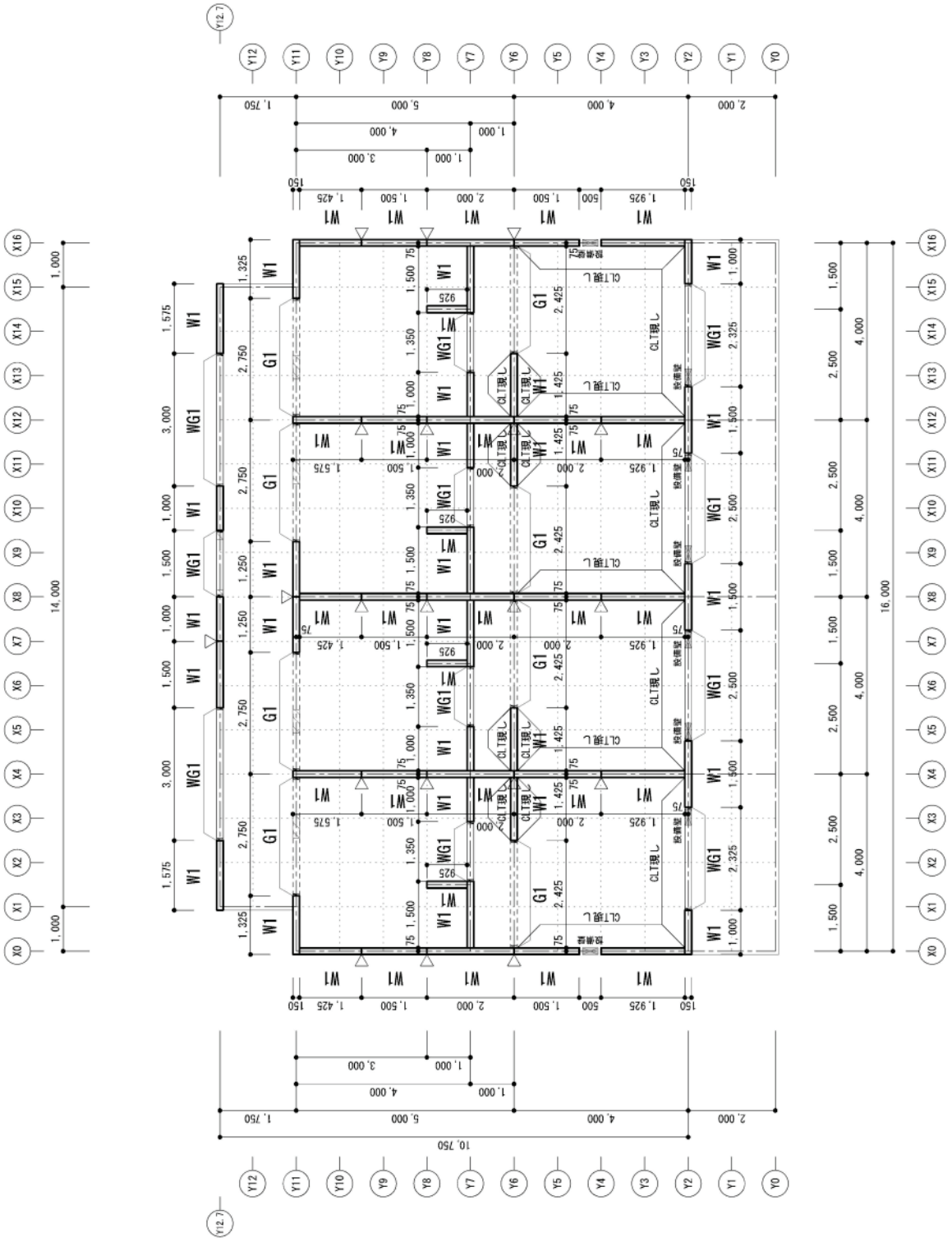


図1−1−11　3階壁パネル伏図

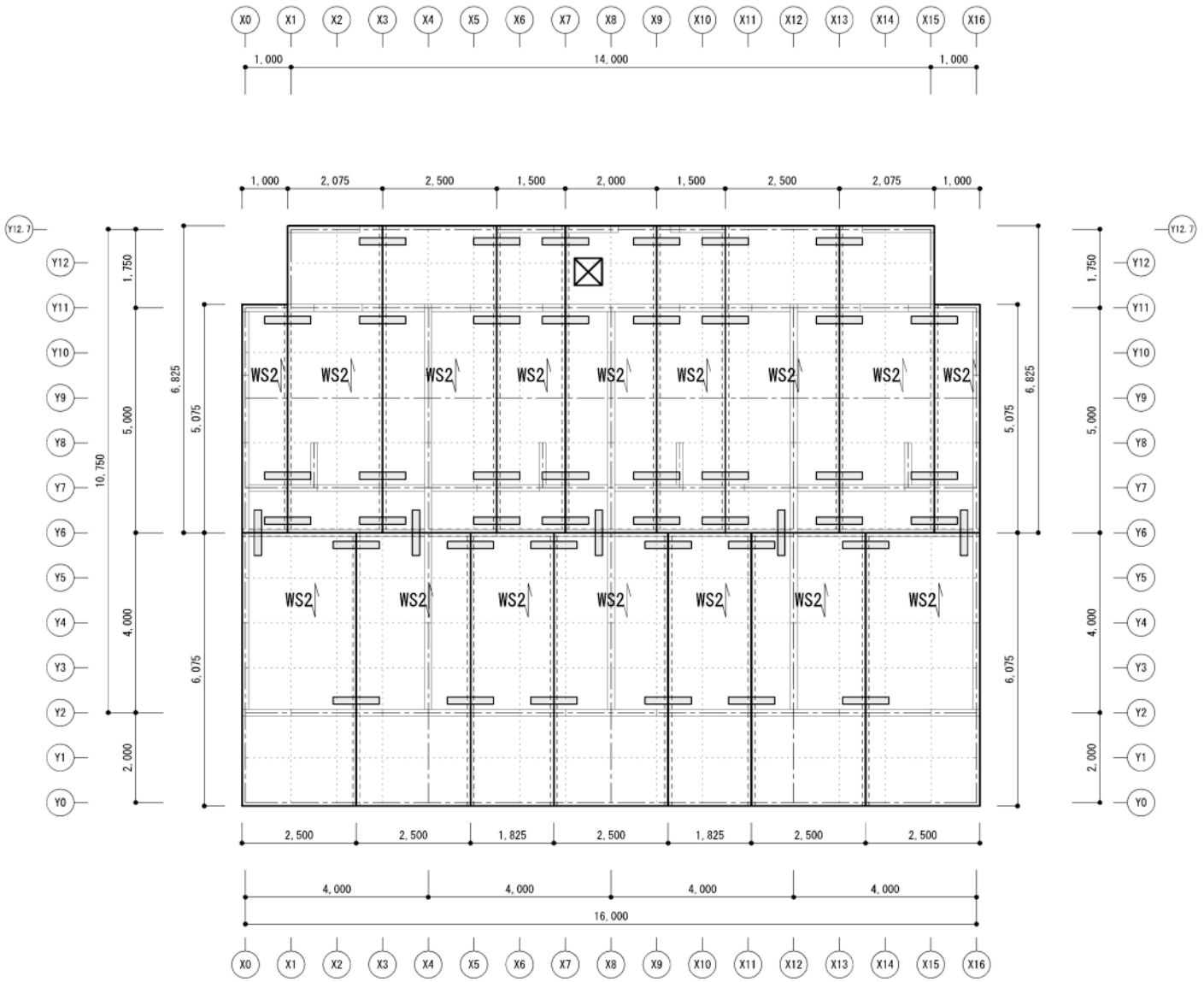


図1-1-12 R階床パネル伏図

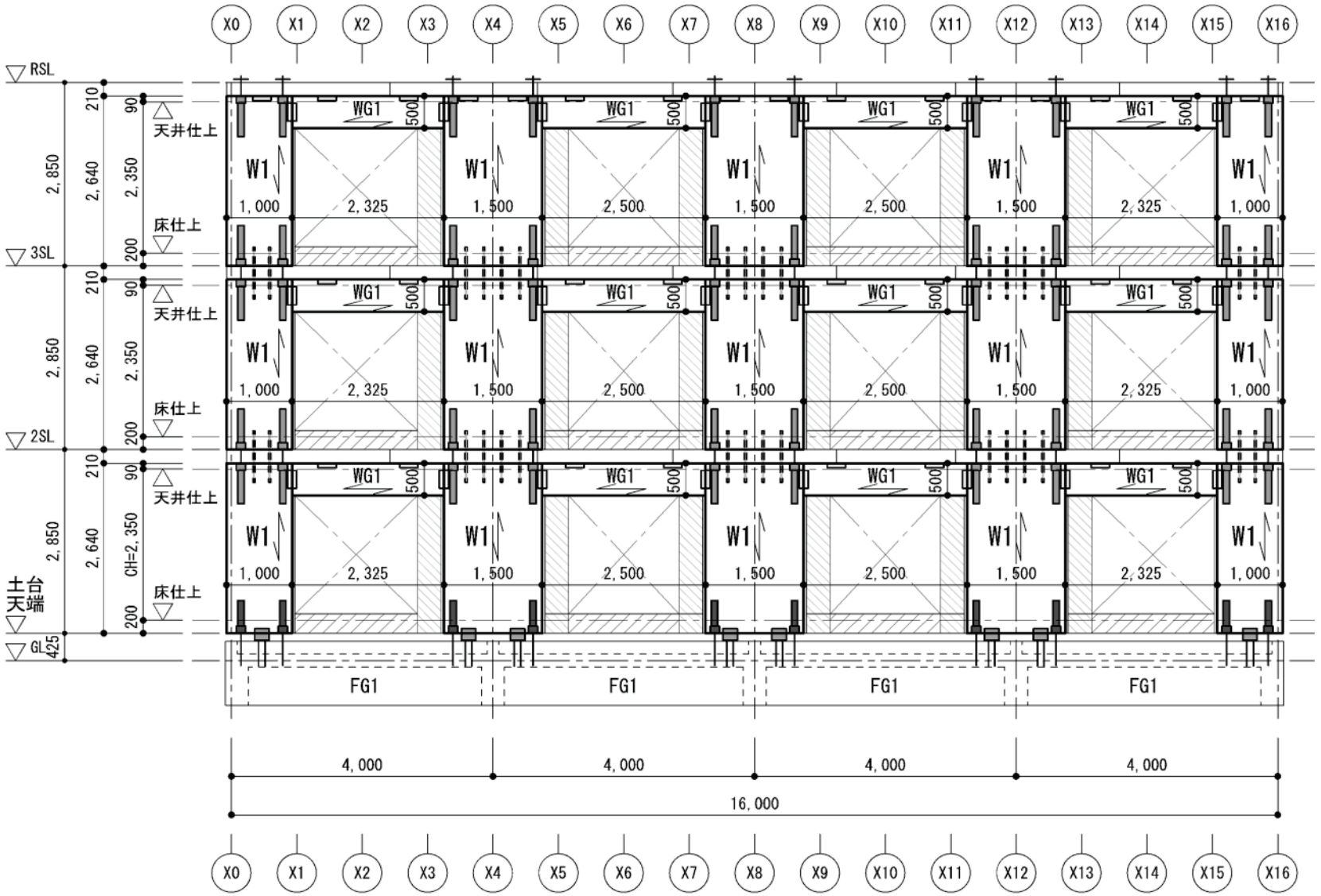


図1-1-13 Y2通り軸組図

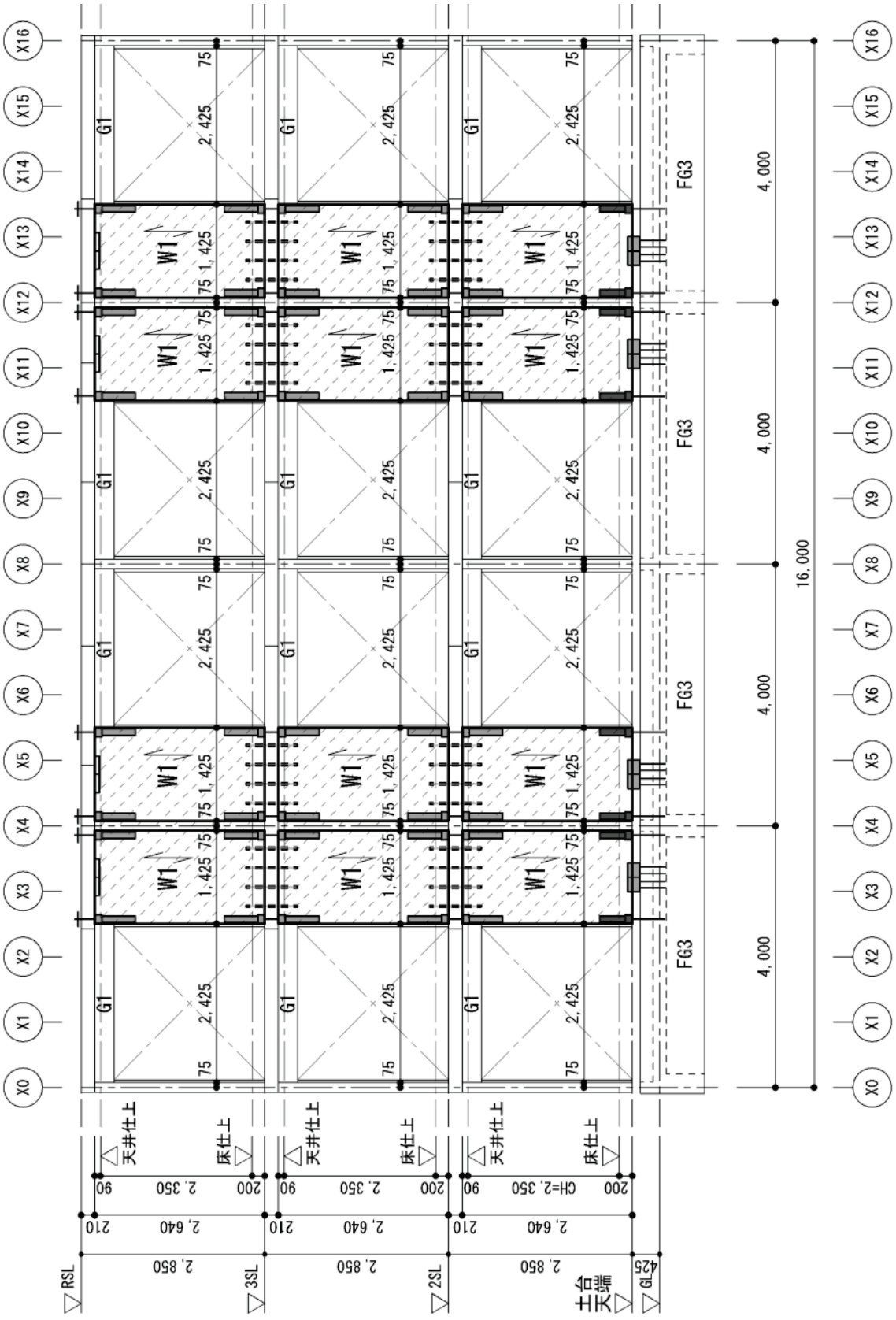


図1-1-14 Y6通り軸組図

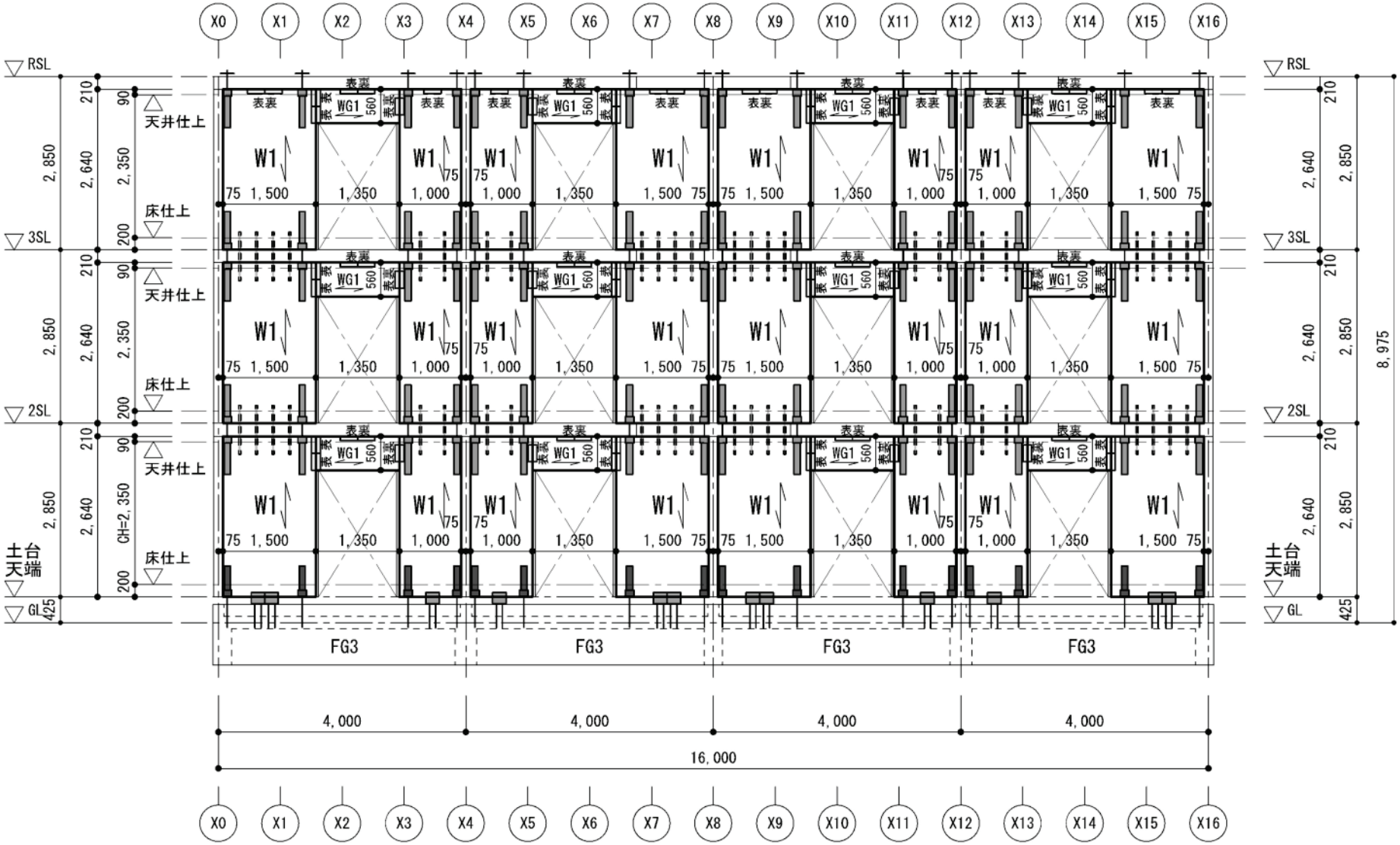


図1-1-15 Y7通り軸組図

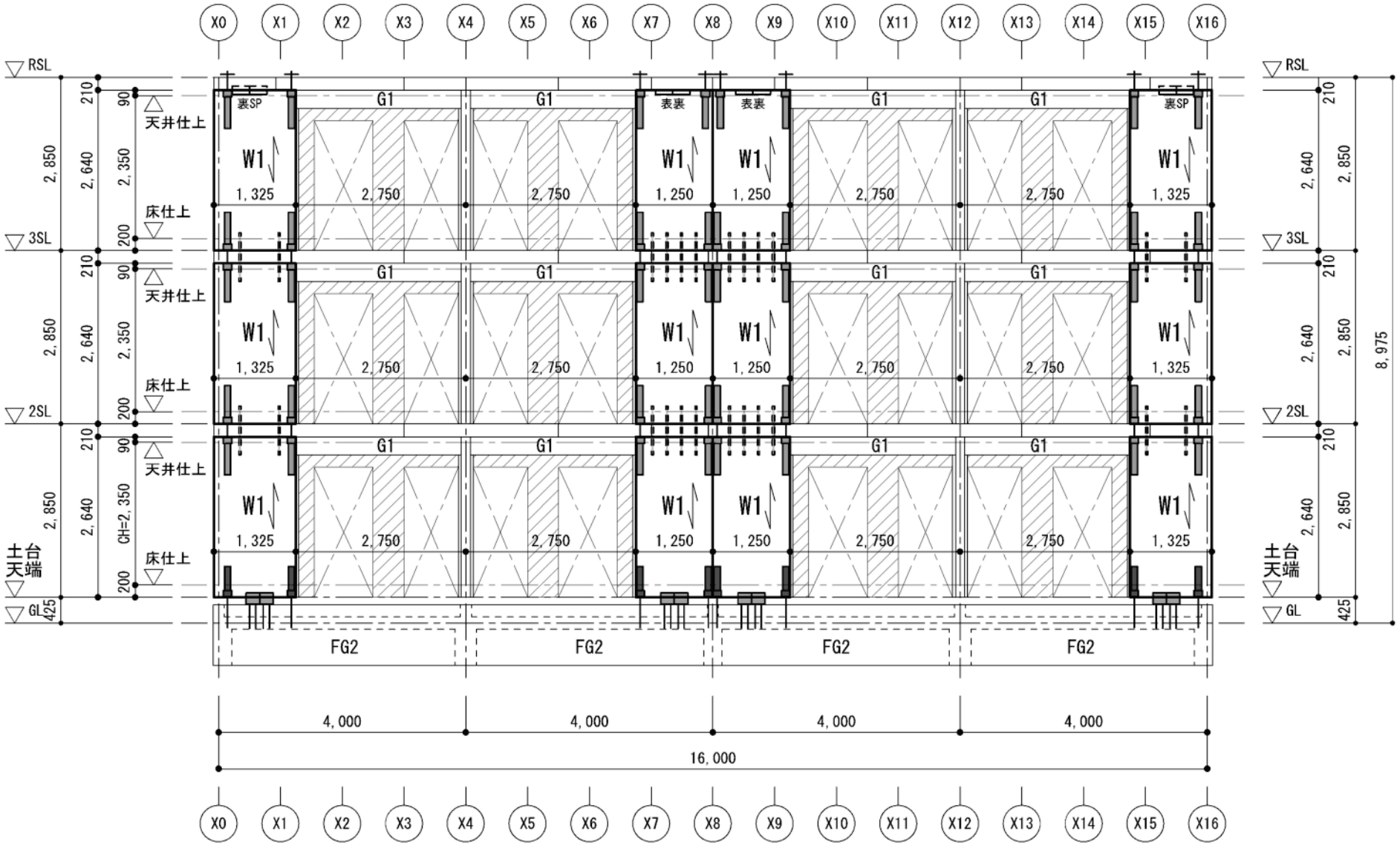


図1-1-16 Y11通り軸組図

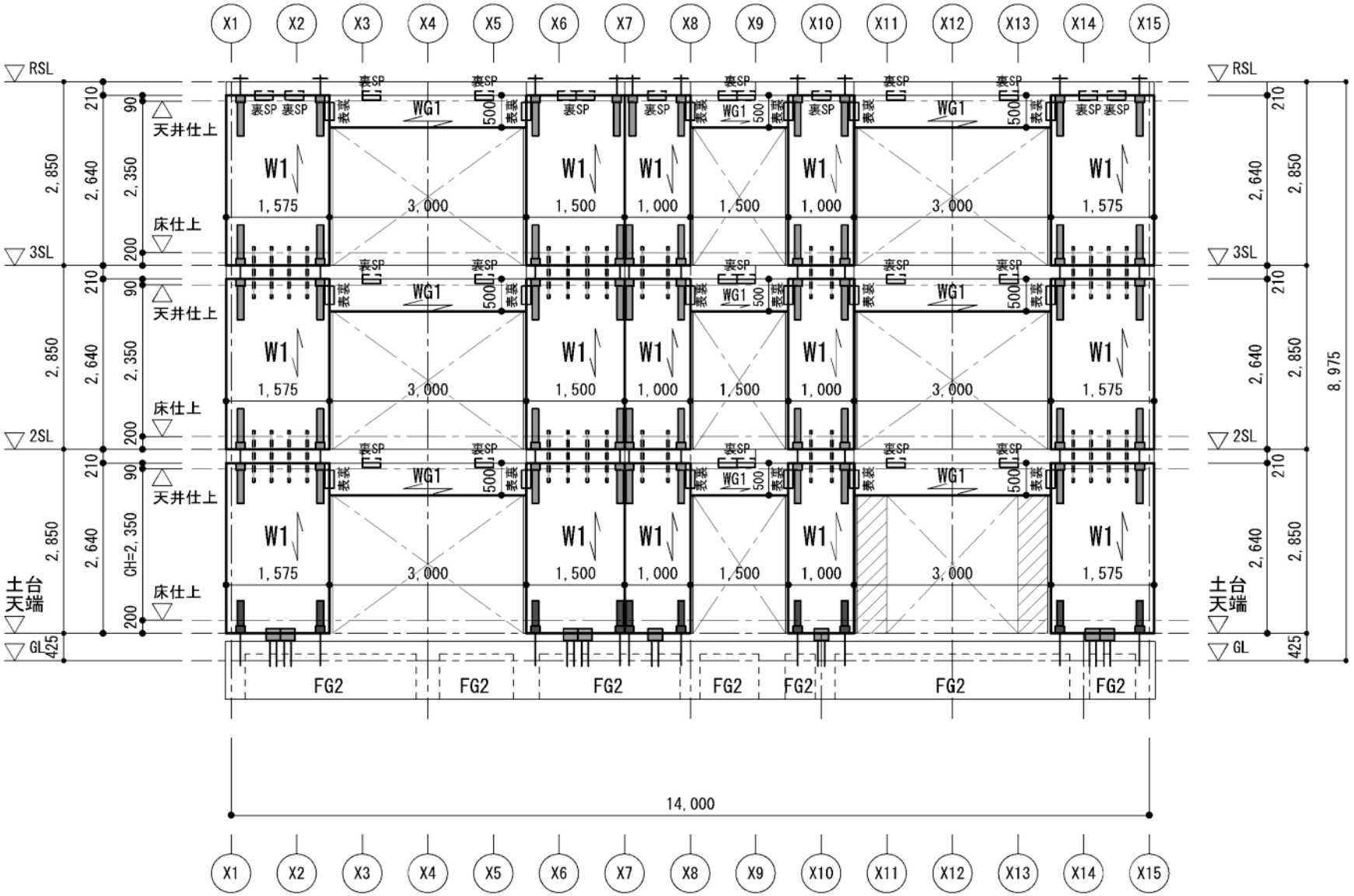


図1-1-17 Y12.7通り軸組図

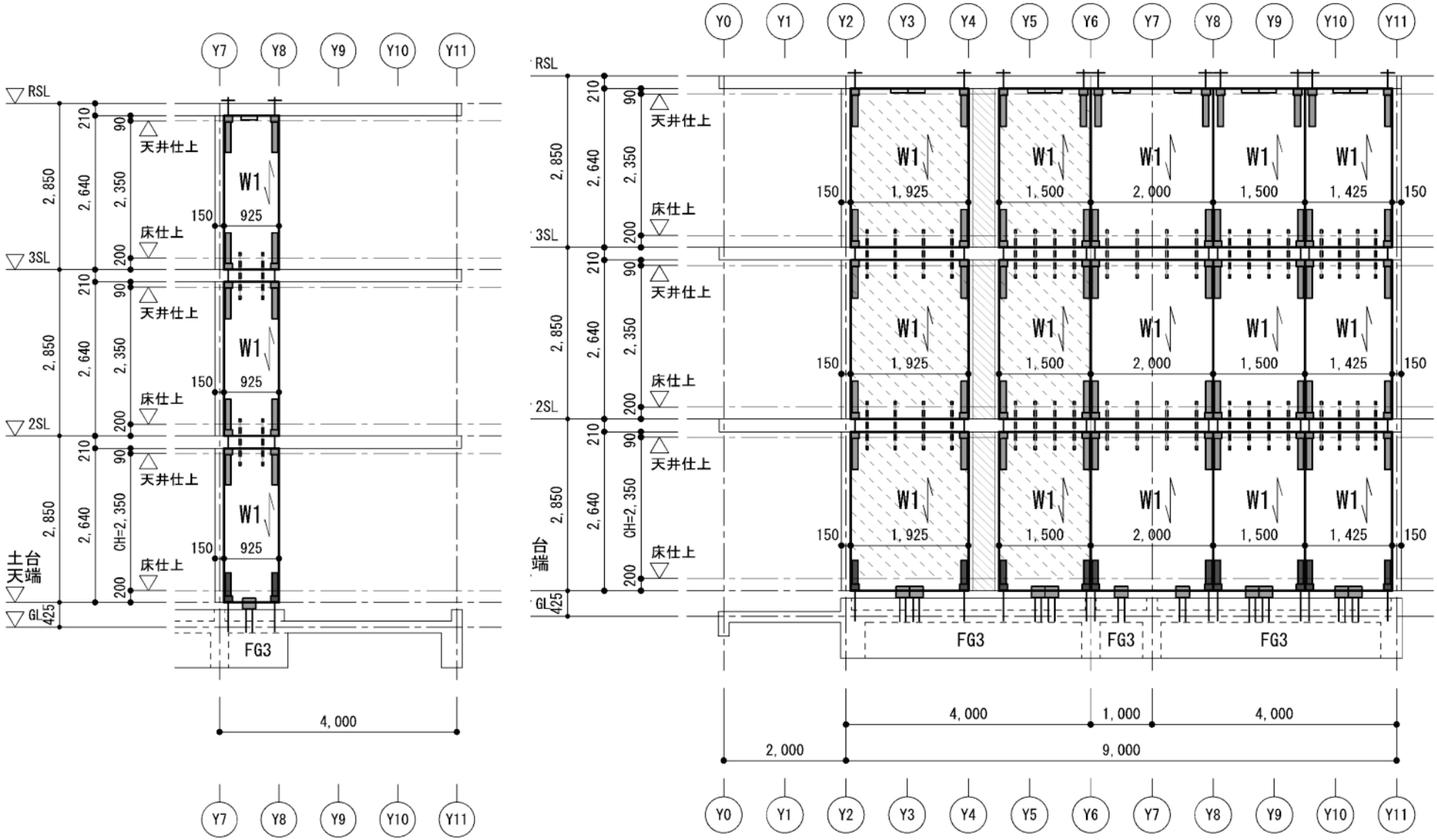


図1-1-18　X0通り軸組図

図1-1-19　X1.5・X6.5・X9.5・X14.5通り軸組図

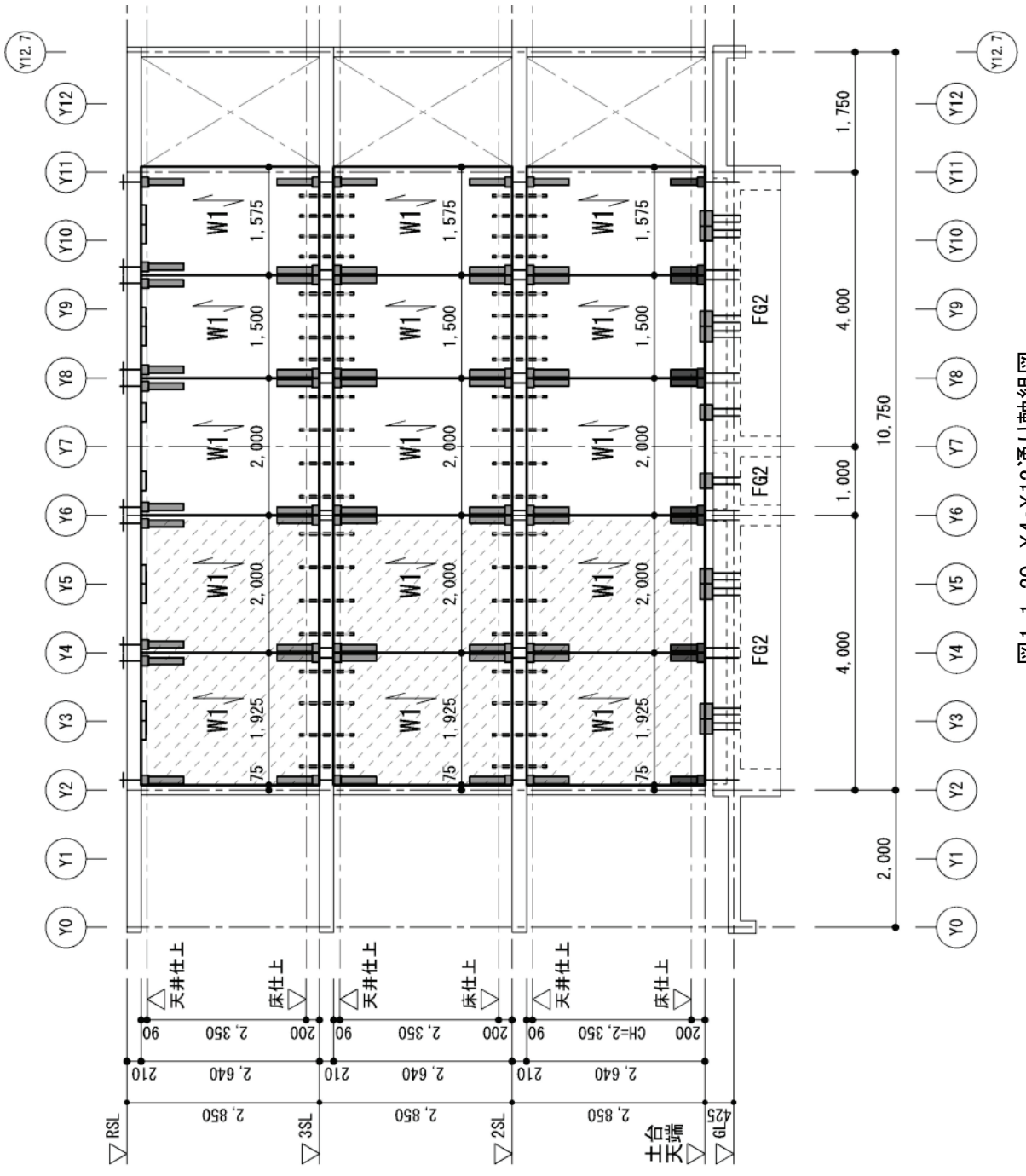


図1-1-20 X4・X12通り軸組図

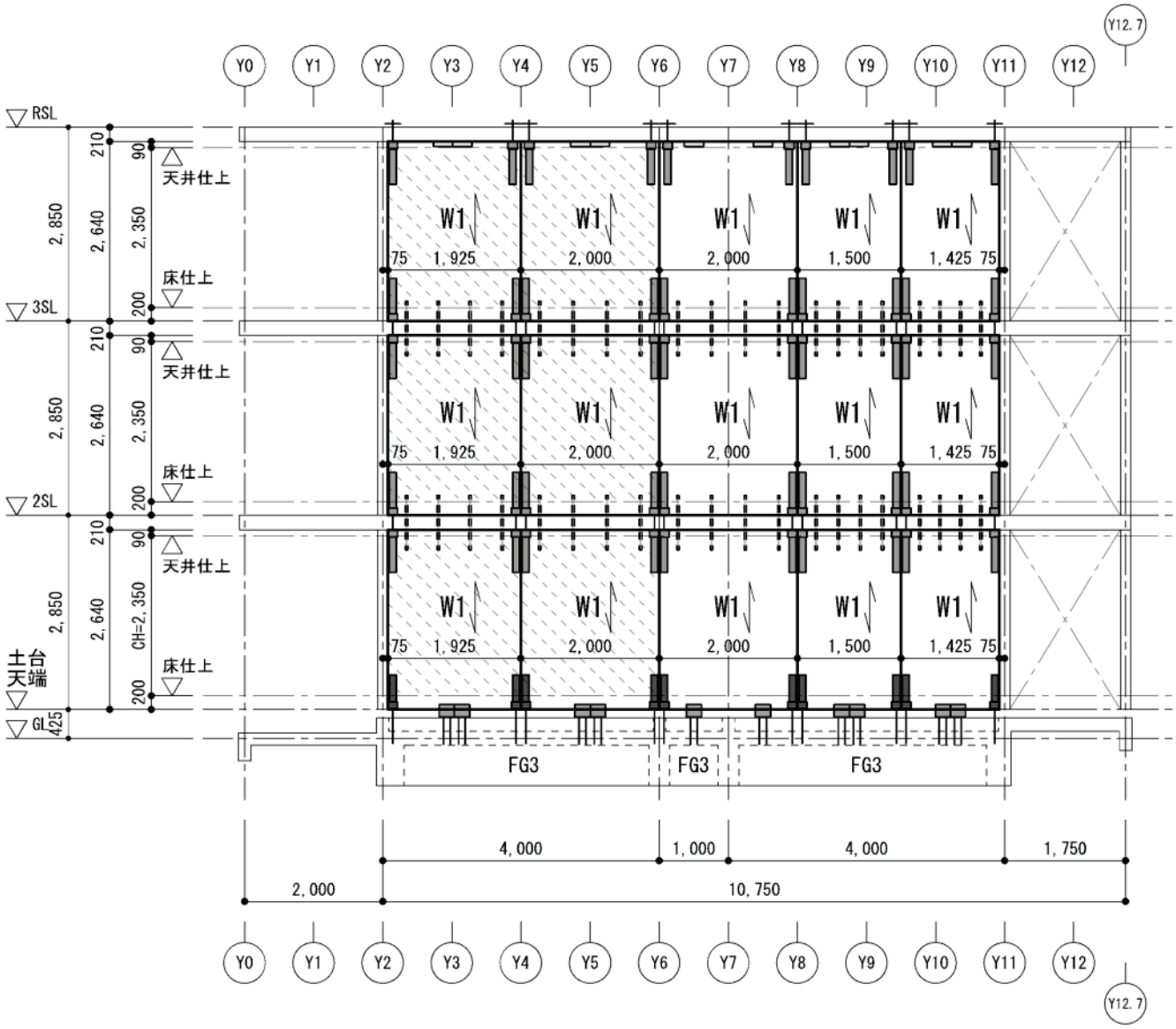


図1-1-21　X8通り軸組図

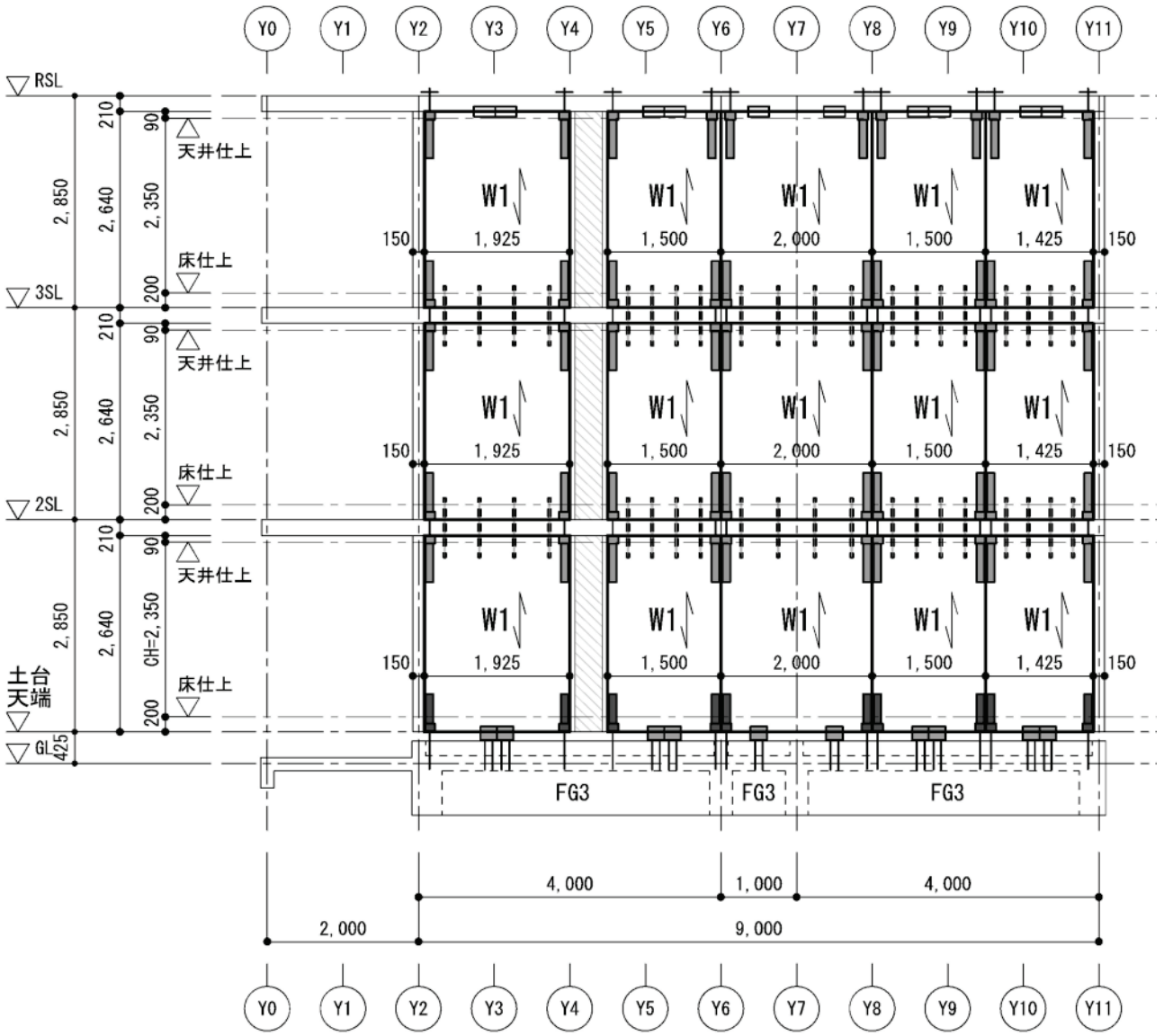


図1-1-22 X16通り軸組図

1-2 構造設計概要

① 構造概要

1) 本建物は、3階建ての共同住宅で構造形式は、直交集成板（CLT）を用いた壁式構造である。1階床は鋼製束で支持される大引の上に構造用合板を張る構成し、それ以外の躯体は、CLTで構成している。 基礎はべた基礎とし、階段は外部鉄骨階段で独立している。

2) 本建物の架構は、平28国交省告示611号第五第三号イに適合する小幅パネル架構を採用している。

袖壁パネル及び垂れ壁パネル、腰壁パネルの強度等級は、Mx60-5-5（厚さ150mm）とし、床版・屋根版については、平28国交省告示611号第四に適合する床版を用いている。床パネル及び屋根パネルの強度等級は、Mx60-5-7（厚さ210mm）としている。

外層ラミナ方向は、壁パネルが鉛直方向、垂れ壁パネル及び腰壁パネルは水平方向に配置し床パネルの外層ラミナは長辺方向としている。

3) 壁パネルと基礎並びに他のパネル相互の接合には、クロスマーク金物を用いている。

以下に各部の接合について記載する。

a) 壁パネルと基礎接合の引張抵抗用金物は、基礎にアンカーボルトを埋込みクロスマーク金物TB-DPにより緊結する。壁パネルとはドリフトピンで固定する。また、アンカーボルトは引張力に対して機能するのでABR490を用いる。

壁パネルと基礎接合のせん断抵抗用金物は、クロスマーク金物SBM-150Pをアンカーボルトで基礎に緊結し、壁パネルにはビス止めで固定する。

アンカーボルトは、せん断力に対して機能するのでJISB1180に規定する強度区分4.6以上を用いる。基礎－CLTパネル間には土台を介し、土台と基礎は強度区分4.6以上のアンカーボルトで緊結する。

b) 壁パネル－床パネル・天井パネルの接合は、せん断抵抗用クロスマーク金物LSTを、壁パネルと壁パネルの接合は、引張抵抗用としてTC-DP金物を用いる。引張抵抗用ボルトはクロスマーク金物の両ねじボルトセットを用いる。

c) 床パネル・屋根パネル相互間の接合は、せん断抵抗用にパネル面を一部切欠き、合板を挿入し、ビスにて接合するスプライン接合を用いる。 引張対抗用にはクロスマーク金物 STFを用いる。

4) 接合金物の仕様

a) CLTパネル接合部に使用する金物は、（公財） 日本住宅・木材技術センターの規格であるクロス（χ）マーク金物とする。

b) ビスは、（公財）日本住宅・木材技術センターの規格であるクロス（χ）マーク金物とする。

計算例なので丁寧に記載していますが、
実施設計では、ポイントを箇条書きで簡潔
に記載すればよいです。

②構造設計方針

②-1上部構造

1) X方向、Y方向ともにルート1の構造計算を行う。

2) 応力計算は以下に示す検定を行う。

a) 地震力と風圧力に対して、「第2章　第十　令第82条各号及び令第82条の4に定めるところによる構造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1）」に従い計算を行う。ただし、計算例の建築物は、陸屋根なので令第82条の4の屋根ふき材の構造計算は行わない。

3) 断面計算は以下に示す検定を行う。

a) 長期荷重時の袖壁パネルの、圧縮座屈に対する断面検定を行う。

b) 長期荷重時の床・屋根パネルは、単純梁モデルにより面外曲げ、面外せん断及びたわみに対する断面検定を行う。

c) 長期荷重時の垂れ壁パネルは、単純梁モデルにより面内曲げ、面内せん断に対する断面検定を行う。

d) 長期荷重と風圧力に対して、壁パネルの圧縮力と面外曲げに対する断面検定を行う。

e) 長期荷重時の梁は、単純梁モデルにより曲げ、せん断及びたわみに対する断面検定を行う。

f) 地震力に対して連続梁モデルによる水平構面の面内せん断の断面検定を行うこと。及び、せん断接合部、引張接合部の検定を行う。

4) 燃えしろ設計

a) 片面を耐火被覆していない壁パネル(t=150mm)は、燃えしろt=60mmとし支持力検定を行う。

b) 片面を耐火被覆していない床パネル(t=270mm)は、燃えしろt=60mmとし支持力検定を行う。

②-2基礎構造

1） 基礎設計は以下に示す検定を行う。

a) べた基礎の接地圧に対する地盤の許容応力度の検定を行う。

b) 基礎梁に生じる長期及び短期の曲げモーメントとせん断力に対する検討を行う。

1-3 法適合チェックリスト

設計施工マニュアル第Ⅲ部 第2章 2.2 表2.3-1をアレンジして法適合チェックリストの表を作成しています。

告示第1446号 建築物の基礎、主要構造部等に使用する建築材料並びにこれらの建築材料が適合すべき産業規格及び品質に関する技術的基準を定める件

表1-3-1 法適合チェックリスト

番号等			規定の概要	適合確認	備考
■品質基準告示（平12建告第1446号（最終改正：平28国交告示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	■	JAS品を用いる。
■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	■	JAS品を用いる。
		(4)	CLTの幅・長さ36cm以上	■	最低幅50cm(垂れ壁・腰壁パネル)。
第三第九号ハ※2			長期基準強度（面外曲げ)は、強軸5-5、5-7、弱軸3-3、3-4、7-7に限る	■	床パネルはMx60-5-7を使用。
第三第九号ニ※2			長期基準強度（面外せん断）は、強軸5-5、5-7、弱軸3-3、3-4、7-7に限る	■	床パネルはMx60-5-7を使用。
■CLTパネル工法告示(平28告第611号)					
第二 材料	一		JAS品又は認定品のCLT	■	JAS品を用いる。
			ラミナ厚24mm～36mm	■	ラミナ幅＝30mm。
	二		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	■	適合している木質材料を用いる。
	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	■	クロスマーク金物を用いる。
第三 土台	一		土台基礎緊結	■	土台は基礎に緊結する。
	二		壁厚さ以上の土台	■	上部壁パネルと同厚とする。
第四 床版	一		床版は有効に壁･柱･はりに力を伝えること。	■	接合金物で緊結する。
	二		床パネルの外層ラミナ方向は当該床パネルの長辺･短辺方向と平行で次のいずれ かに該当	■	外層ラミナ方向は長辺方向で使用する。
		イ	形状が矩形で開口部等なし	■	開口は設けない。
		ロ	形状が矩形で開口部等周囲を補強したもの	□	該当しない。
		ハ	形状が矩形で開口部等を特別な調査研究により低減	□	該当しない。
	三		床パネルを平行する2つの耐力壁・はりで有効に支持	■	平行する耐力壁、梁で支待する。
	四		床パネルは相互に有効に緊結	■	接合金物で緊結する。
	五		耐風はりで有効に補強	□	該当しない。
第五 壁等	一		壁パネルを釣り合いよく配置。柱及び耐力壁以外の壁を設ける。	■	偏心率を確認している。
	一		壁パネルは床版の上部に配置（床勝ち）	■	床勝ち。
		イ	無開口壁パネルの定義	■	無開口パネルを用いる。
		ロ	有開口壁パネルの定義	□	該当しない。
	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	■	外層ラミナ方向は鉛直(長辺)方向。
	三		耐力壁架構は、小幅・大版①・大版②から選択	■	小幅パネルを用いる
		イ	小幅の定義		
			(1) 有開口壁パネルを使わない	■	無開口パネルを用いる。
			(2) 垂壁パネル・腰壁パネルの両側に袖壁パネルを設け、有効に緊結	□	該当しない。
			(3) 無開口壁パネル上下部は床版等と有効に緊結	■	接合金物で緊結する。
			(3) 袖壁パネルは四隅を十分な金物で接合	■	接合金物で緊結する。
		ロ	大版①の定義		
			(1) 有開口壁パネルを使う	□	該当しない。
			(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の定轜		
			(1) 有開口壁パネルを使う	□	該当しない。
			(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) 有関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地面から30cm以内の外周の壁はRC造	■	パネル下端でGL+300mmを確保。
第六 小屋組等	一		第四第一号～第五号に適合	■	
第七 防腐措置等	一		防水紙	■	ネコ土台を施工する。
	二		有効な防腐・防蟻措置	■	木材部分はGLより30cm上にあるため有効。
	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	■	土台下端でGL+320mmを確保。
	四		金物に有効なサビ止め	■	クロスマーク金物使用環境2の防錆防食処理

表1-3-2 法適合チェックリスト

番号等	規定の概要	適合確認	備考
第十 ルート1 一	令第81条第3項に規定する令第82条各号及び令第82条の4に定めるところによる構造計算と同等以上に安全性を確かめることのできる構造計算		
イ	令第82条各号・令第82条の4	■	許容層せん断耐力とC_0＝0.2の地震力との比較を行う。
ロ	水平構面・基礎の応力割増1.5倍	■	1.5倍の応力で検定を行う。
ハ	偏心率計算	■	Re≦0.15とする。
(1)	Re≦0.3、Co＝0.2でFe割増し	□	割増し無し
(2)	Re≦0.3、Co＝0.2でねじれ補正	□	割増し無し
二	混構造で実質ルート2のルート：第一号イの計算	□	混構造ではない。
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		
一	小幅又は大版①	■	小幅パネルを用いる。
二	壁の設備小開口の条件	□	該当しない。
三	下階の無開口壁パネル	□	該当しない。
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	■	各階は、同じ長さ、同じ厚さで連層で配置。
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	■	クロスマーク金物で緊結する。
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	□	該当しない。
五	垂れ壁パネル･垂れ壁部分の脱落防止措置	■	袖壁パネルには、受け部分として45mmの切り欠きを設ける。
六	壁パネルはS60-3-3、Mx60-5-5でラミナ厚24mm～36mm又は同等以上の耐力	■	Mx60-5-5でラミナ厚30mmを用いる。
七	引張接合部仕様	■	告示の規定耐力を有するルート1対応のクロスマーク金物を使用する。
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	■	告示の規定耐力を有するルート1対応のクロスマーク金物を使用する。
九	壁パネル上下端のせん断接合部の耐力	■	告示の規定耐力を有するルート1対応のクロスマーク金物を使用する。

1-4 構造設計ルート

本建物の設計は許容応力度計算（ルート1）でおこなう。

本建物は、高さが9.425m（≦13m）、軒の高さが8.975m（≦9m）、地階を除く階が3（≦3）であり、チェックリスト表に示すようにCLTパネル工法告示第二から第七に規定する技術的基準に適合することを確認する。かつ第十に規定する構造計算を行う。

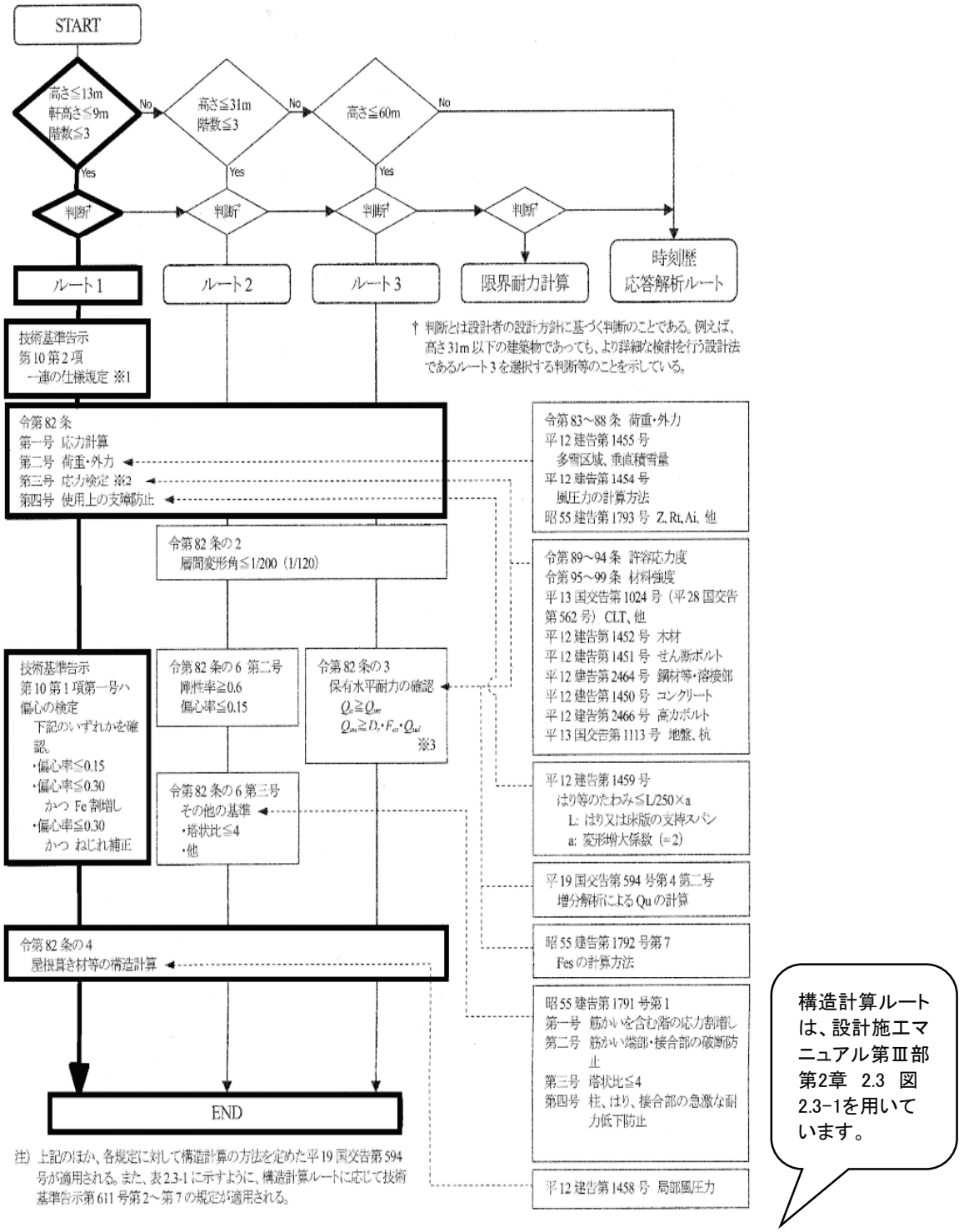


図1-4-1　CLTパネル工法建築物を含む木造建築物の構造計算ルート

1-5 設計クライテリア

設計クライテリアを表1-5-1に示す。

表1-5-1 設計クライテリア

部位等		長期荷重	短期荷重
上部構造	CLTパネル	長期許容応力度以下	短期許容応力度以下
	接合部	長期許容応力度以下	※1 ※2
下部構造	接地圧	長期許容地耐力以下	※3
	基礎梁応力	長期許容応力度以下	短期許容応力度以下
	基礎スラブ	長期許容応力度以下	短期許容応力度以下

※1 耐力壁パネル及びそれに取りつく接合金物の検討に関しては、「第2章 第十令八十二条各号及び第八十二条の四に定めるところにより構造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1)」に含めたものとして省略している。

※2 耐力壁パネル4隅の引張接合部は、第十第2項第七号の終局引張耐力以上のクロスマーク金物による。

耐力壁パネルと垂れ壁パネル、腰壁パネルのせん断接合部は、第十第2項第八号の短期せん断耐力以上のクロスマーク金物による。

床パネル相互、床パネルと梁相互の引張接合部は、第十第2項第八号の短期引張耐力以上のクロスマーク金物による。

耐力壁パネルと基礎、床版、屋根版のせん断接合部は、第十第2項第九号の短期せん断耐力以上のクロスマーク金物による。金物間隔は、1m以下で配置する。

※3 長期許容地耐力の検討で安全性の確認ができることから、短期許容地耐力の検討は行わない。

1-6 準拠資料

本設計では、以下の法令及び技術指針等に準拠して計算を行う。

1) CLT関連告示等解説書(2016年 増補版)
2) CLTを用いた建築物の設計施工マニュアル(2016年 増補版)
3) 木造軸組工法住宅の許容応力度設計(日本住宅･木材技術センター編, 2017年)
4) 鉄筋コンクリート構造計算規準.同解説(日本建築学会, 2010年)
5) 鋼構造設計規準－許容応力度設計法－(日本建築学会, 2005年)

1-7使用構造材料一覧表

CLTは、製造工場ごとに仕様が異なるため、表1-7-1は、製造工場に確認をして記載することになります。

(1) CLTパネル

表1-7-1 CLTパネル

壁パネル 垂れ壁パネル 腰壁パネル (150mm)	樹種		スギ
	ラミナ	強度等級	Mx60-5-5 （外層:M60A、内層:M30A）
		ラミナ厚	30mm
		ラミナ幅	124mm
	接着剤	縦継ぎ(ﾌｨﾝｶﾞｰｼﾞｮｲﾝﾄ)、積層部分	JISK6806に規定する水性高分子ー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
屋根・床 (210mm)	樹種		スギ
	ラミナ	強度等級	Mx60-5-7 （外層:M60A、内層:M30A）
		ラミナ厚	30mm
		ラミナ幅	124mm
	接着剤	縦継ぎ(ﾌｨﾝｶﾞｰｼﾞｮｲﾝﾄ)積層部分	JISK6806に規定する水性高分子ー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

本設計では、壁パネル、垂れ壁パネル及び床・屋根パネルに開口を設けない。

設備用貫通孔などは非耐力壁部分に設ける。

(2) 接合金物

設計に用いる金物記号を記載します。

表1-7-2 接合金物(クロスマーク金物規格)

名称	部位	記号	備考
引張金物	基礎+1階壁脚	TB-DP	
	1階壁頭+2階壁脚	TC-DP	
	2階壁頭+3階壁脚	TC-DP	
	3階壁頭+R階床版	TC-DP+W16	
せん断金物	基礎+1階壁脚	SBM-150P	
	1階壁頭+2階壁脚	2-D32	1m間隔以下
	2階壁頭+3階壁脚	2-D32	1m間隔以下
	3階壁頭+R階床版	2-LST	1m間隔以下
	耐力壁パネル+垂れ壁パネル	2-SP	

表1-7-3 使用環境と防錆防食処理 (クロスマーク金物は、使用環境2)

種類	使用環境1 室内のような乾燥した環境での使用	使用環境2 直接雨に暴露されない屋外環境又は多湿な屋内環境での使用	使用環境3 直接雨に曝される屋外環境での使用
L形金物	・JIS H 8610(電気亜鉛めっき) Ep-Fe/Zn5/CM2 ・その他、同等以上の処理	・JIS G 3302(溶融亜鉛めっき鋼板及び鋼帯)Z27 NC ・JIS H 8610(電気亜鉛めっき) Ep-Fe/Zn20/CM1 ・その他、同等以上の処理	・JIS H 8641(溶融亜鉛めっき) 2種 HDZ 35 ・JIS G 3302(溶融亜鉛めっき鋼板及び鋼帯)Z35 NC ・JIS H 8610(電気亜鉛めっき) Ep-Fe/Zn25/CM2 ・その他、同等以上の処理
引張金物			
せん断金物			
帯金物			
丸座金、角座金			
四角穴付きタッピンねじ			
せん断金物D32		・JIS H 8610(電気亜鉛めっき) Ep-Fe/Zn8/CM2 ・その他、同等以上の処理	
ドリフトピン			
両ねじボルト			
六角ナット			

(3) 木材

表1-7-4 木材

部位	材料	規格	等級	樹種
梁	構造用集成材	JAS	E105-F300	おうしゅうあかまつ
柱	構造用製材	JAS	E50	すぎ
土台	構造用製材	JAS	甲種2級	ひのき(K3加圧注入材)

(4) 基礎

表1-7-5 コンクリート、鉄筋

部品	仕様
コンクリート	JIS A5308レディーミクストコンクリート 設計基準強度:Fc=21N/mm^2
鉄筋	JISG 3112鉄筋コンクリート用棒鋼:SD295A、SD345

1-8 使用材料の基準強度、許容応力度

CLTの基準強度などは、設計施工マニュアル第Ⅲ部 第3章 3.3 3.3.1 表3.3.1の各表に記載されています。
ただし、Fsの算定は、平成30年告示第1024号の改正に合わせた値としています。基準強度は、資料1～4に算定例を記載しています。

表1-8-1 CLTパネルの基準強度

強度等級	基準強度[N/mm^2]										
	面内方向								面外方向		
	Fc		Ft		Fb		Fs		Fb		Fs
	強軸	弱軸	強軸	弱軸	強軸	弱軸	m=3	m=7	強軸	弱軸	－
Mx 60-5-5	8.10	4.68	6.00	3.45	8.10	4.68	2.02	2.45	10.37	1.97	0.90
Mx 60-5-7	10.41	3.34	7.71	2.46	10.41	3.34	－	1.75	12.14	0.72	0.90
燃えしろ60mm Mx 60-5-5	8.10	3.90	6.00	2.88	8.10	3.90	1.68	－	8.53	0.82	0.90
燃えしろ60mm Mx 60-5-7	8.10	4.68	6.00	3.45	8.10	4.68	－	－	4.05	9.27	0.90

表1-8-1のFs欄のｍは、幅方向の外層ラミナの規格幅120mmを満足している数を示している。

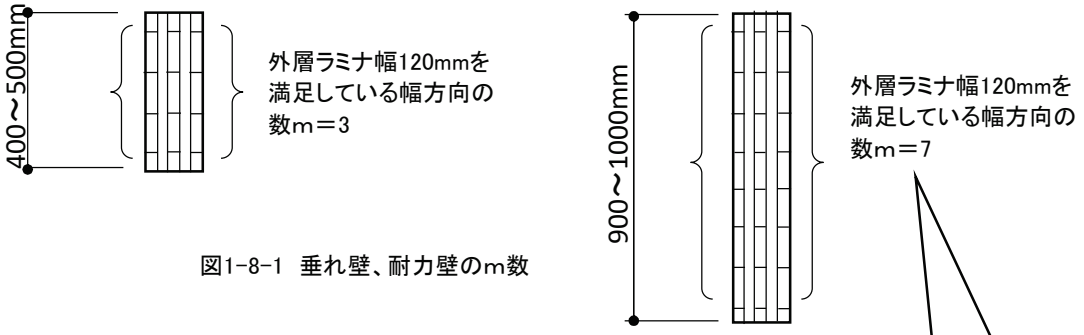


図1-8-1 垂れ壁、耐力壁のｍ数

告示解説書 第4章にせん断基準強度Fsの解説が記載されています。

表1-8-2 CLTパネルの許容応力度

許容応力度[N/mm^2]			
長期		短期	
常時	積雪時	水平時	積雪時
(l.l/3)xF	(1.43/3)xF	(2/3)xF	(1.6/3)×F

表1-8-3 せん断応力度分布係数β

強度等級	面外方向	
	β	
	強軸	弱軸
Mx 60-5-5	1.256	2.308
Mx 60-5-7	1.344	3.237
燃えしろ60mm Mx 60-5-5	1.371	9.000
燃えしろ60mm Mx 60-5-7	1.948	3.529

設計施工マニュアル第Ⅲ部 第3章 3.2 3.2.1にせん断応力度βの解説が記載されています。
資料1～4に算定例を記載しています。

弾性係数は、資料1～4に算定例を記載しています。

表1-8-4 CLTパネルの弾性係数 (N/mm^2)

強度等級	面内方向			面外方向			
	E		G	E		G	
	強軸	弱軸	共通	強軸	弱軸	強軸	弱軸
Mx60-5-5	3000	1200	500	4728	624	27.9	13.6
Mx60-5-7	3857	857	500	5536	227	29.7	9.7

（公財）日本住宅・木材技術センターHP 木造建築用接合金物承認・認定制度◇種類と耐力表から抜粋した表です。

表1-8-5 クロスマーク金物の耐力

名称	記号	耐力 (kN)	接合具
引張金物	TB-90*1,TB-150*1 TB-90P*1,TB-150P*1	終局引張耐力 86.0	STS･C65 (18本)
	TB-DP*2		DP16 (6本)
	TC-90*1,TC-150*1	終局引張耐力 135.0	STS･C65 (26本)
	TC-DP*2		DP16 (8本)
せん断金物	SB-90*1,SB-150*1	許容せん断耐力 47.0	STS･C65 (14本)
	SBM-90*1,SBM-150*1 SBM-90P*1,SBM-150P*1		STS･C65 (18本)
	SP*1	許容せん断耐力 52.0 (2枚1組)	STS･C65 (18本×2)
	SP-DP*2	許容せん断耐力 52.0	DP16 (12本)
	D32*2	許容せん断耐力 54.0 (2本1組)	D32 (1本×2)
帯金物	STF*1	許容引張耐力 52.0	STS･C65 (40本)
	STF-DP*3		DP16 (8本)
	STW-790*1	終局引張耐力 135.0	STS･C65 (58本)
	STW-850*1		
L形金物	LST*1	許容せん断耐力 54.0 (2枚1組)	STS･C65 (18本×2)
	LST+SP*1	許容せん断耐力 54.0	

注 *1 直交集成板の強度等級S60-3-3、Mx60-5-5 又はこれと同等以上
*2 直交集成板の強度等級S60-3-3 又はこれと同等以上
*3 直交集成板の強度等級Mx60-5-5 又はこれと同等以上

表1-8-6 木材の基準強度、許容応力度、ヤング係数

部位	規格	基準強度[N/mm^2]				許容応力度[N/mm^2]			
		圧縮 Fc	曲げ Fb	せん断 Fs	めり込みFcv	長期	短期	積雪時 (中長期)	積雪時 (中短期)
梁	対称異等級 E105-F300 (おうしゅうあかまつ)	23.2	30.0	3.0	6.0	(l.l/3) xF	(2/3) xF	(1.43/3) xF	(1.6/3) xF
柱	甲種3級(すぎ)	18.0	22.2	1.8	6.0				
土台	甲種3級(ひのき)	23.4	28.8	2.1	7.8				

対称異等級構成E105-F300（おうしゅうあかまつ）のヤング係数E＝9.0kN/mm^2

表1-8-7 コンクリートの許容応力度

設計基準強度 N/mm^2	許容応力度[N/mm^2]						
	長期				短期		
	圧縮 fc	せん断 fs	付着 fa		圧縮 fc	せん断 fs	付着 fa
			上端筋	その他			
F_C＝21N/mm^2	7.0	0.70	1.4	2.1	長期の2倍	長期の1.5倍	長期の1.5倍

表1-8-8 異形鉄筋の許容応力度

種類の記号	許容応力度[N/mm^2]						基準強度F [N/mm^2]
	長期			短期			
	圧縮 fc	引張 ft	せん断 fs	圧縮 fc	引張 ft	せん断 fs	
SD295A	196	196	195	295	295	295	295
SD345	215	215	195	345	345	345	345

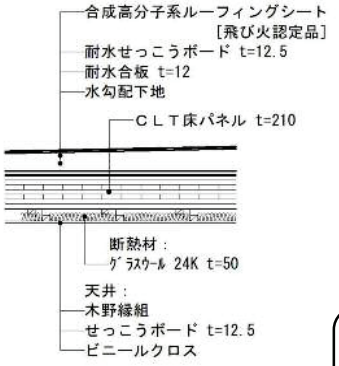
2.荷重

2-1 仮定荷重

(1)床仮定荷重

荷重については、設計施工マニュアル第Ⅲ部　第4章　4.1　4.1.1荷重・外力に解説されています。
仮定荷重は、設計されている仕様に基づき、部位ごとに根拠のある数値を設定します。
資料6に仮定荷重例を記載しています。
参考として資料5に仮定荷重例を記載しています。実際の設計に合わせて荷重を設定してください。

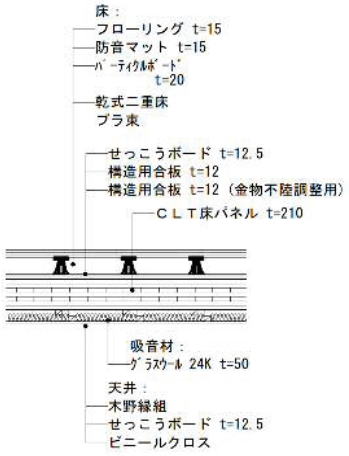
①RF床



合成高分子系ルーフィングシート		15
防火下地　耐水PB12.5		100
耐水合板12mm		80
勾配木下地組		50
CLT:Mx60-5-7　210mm (金物などを含む)	4900 N/m^3	1029
天井吊り木・野縁(30x45@500)		30
グラスウール24k50mm		12
PB12.5mm		90
天井仕上　ビニールクロス		10
		1416 N/m^2
	→	1420 N/m^2

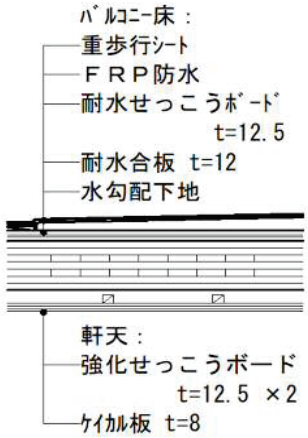
設計施工マニュアル第Ⅲ部第4章4.14.1.1(2)に、すぎを用いたCLTの比重は0.45以上とすることが記載されていることから、ここでは0.49として設定しています。

②2階～3階床



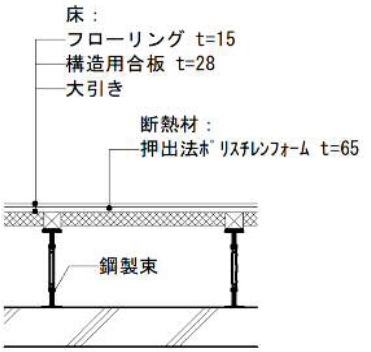
フローリング15mm		110
防音マット15mm		150
パーティクルボード20mm		150
プラ束(台板含む)		40
PB12.5mm		90
構造用合板t12　2枚貼り		200
CLT:Mx60-5-7　210mm (金物などを含む)	4900 N/m^3	1029
天井吊り木・野縁		30
グラスウール24k50mm		20
PB12.5mm		90
天井仕上　ビニールクロス		10
		1919 N/m^2
	→	1920

③バルコニー・共用廊下



重歩行シート		30
FRP防水		59
耐水PB12.5		100
耐水合板12		100
木下地		50
CLTMx60-5-7　210mm (金物などを含む)	4900 N/m^3	1029
天井吊り木・野縁		30
PB12.5　2枚貼り		180
ケイカル板　8mm		74
		1652 N/m^2
	→	1660

④1階床



フローリング15mm			30
構造用合板28mm			250
大引き+土台+鋼製束			60
押出法ポリスチレンフォーム65mm			20
底版t＝200mm	24000	N/m^3	4800
			5160 N/m^2
		→	5160

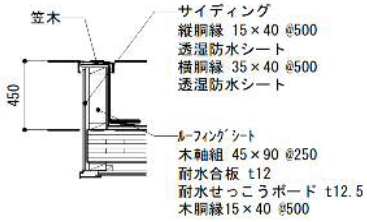
表2-1-1　床荷重一覧　　N/m^2

部位	DL	LL		TL
RF屋上	1420	床用	1000	2420
		架構用	600	2020
		地震用	400	1820
2階、3階床　共同住宅	1920	床用	1800	3720
		架構用	1300	3220
		地震用	600	2520
バルコニー・共用廊下	1660	床用	1800	3460
		架構用	1300	2960
		地震用	600	2260
1階床	5160	床用	1800	3220
		架構用	1300	2720
		地震用	600	2020

設計施工マニュアル第4章　4.1　4.1.1　(3)に解説がされています。
積載荷重LLは、設計施工マニュアル表4.1.1-3より、使用される室の種類に応じて数値を設定します。

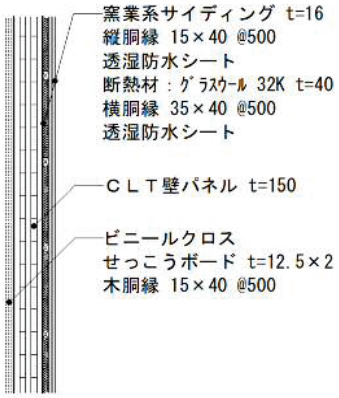
(2)壁仮定荷重

①パラペット　H=0.65m



アルミ笠木			70
サイディング			180
通気タテ胴縁　15x40@500			10
透湿防水シート			–
横胴縁　35x40@500			30
透湿防水シート			–
木軸組み　45x90@250			100
耐水合板12mm			80
耐水PB12.5			100
合成高分子系ルーイングシート			15
			585 N/m^2
		→	590 N/m^2
h=450mm	0.45x590=266	→	270 N/m

②外壁　　準耐火A(片面サイディング,片面PB/躯体:CLT)



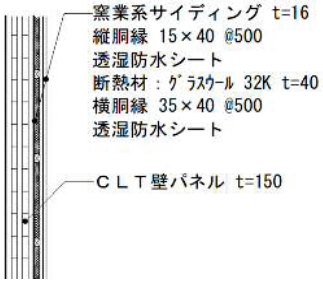
サイディング　16mm			180
通気タテ胴縁　15x40@500			10
透湿防水シート　0.16mm			–
グラスウール32K 40mm			12
横胴縁　35x40@500			30
透湿防水シート　0.16mm			–
CLTMx60-5-5　150mm (金物などを含む)	4900 N/m^3		735
木胴縁　15x40@500			10
PB12.5mm　2枚貼り			180
ビニールクロス			10
			1167 N/m^2
		→	1170 N/m^2

準耐火B(両面PB/躯体:CLT)



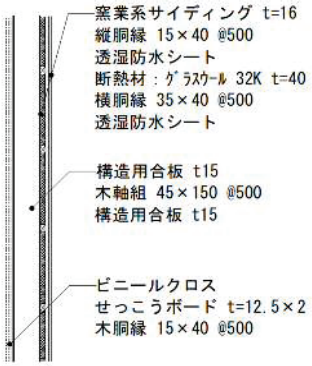
サイディング　16mm　両面			360
通気タテ胴縁　15x40@500　両面			20
透湿防水シート　0.16mm　両面			–
横胴縁　35x40@500　両面			60
透湿防水シート　0.16mm　両面			–
CLTMx60-5-5　150mm (金物などを含む)	4900 N/m^3		735
			1175 N/m^2
		→	1180 N/m^2

準耐火C(片面PB,片面燃え代/躯体:CLT)



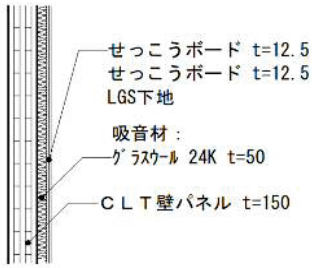
サイディング　16mm			180
通気タテ胴縁　15x40@500			10
透湿防水シート　0.16mm			–
グラスウール32K 40mm			20
横胴縁　35x40@500			30
透湿防水シート　0.16mm			–
CLTMx60-5-5　150mm (金物などを含む)	4900 N/m^3		735
			975 N/m^2
		→	980 N/m^2

準耐火D(両面PB/躯体:在来軸組み)



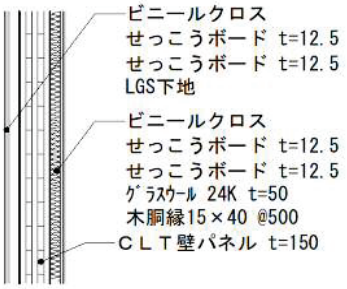
サイディング　16mm			180
通気タテ胴縁　15x40@500			10
透湿防水シート　0.16mm			–
グラスウール32K 40mm			20
横胴縁　35x40@500			30
透湿防水シート　0.16mm			–
構造用合板　15mm			90
木軸組み　45x120@500			70
構造用合板　15mm			90
木胴縁　15x40@500			10
PB12.5mm+PB12.5mm			180
ビニールクロス			10
			690 N/m^2
	→		690 N/m^2

③内壁　　界壁　準耐火(片面PB,片面燃え代/躯体:CLT)



CLTMx60-5-5　150mm (金物などを含む)	4900 N/m^3		735
軽鉄スタッド			30
グラスウール24K 50mm			12
PB12.5　2枚貼り			180
ビニールクロス			10
			967 N/m^2
	→		970 N/m^2

内壁A　準耐火(両面PB/躯体:CLT)



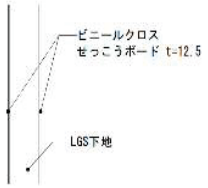
PB12.5　2枚貼り			180
LGS			30
グラスウール24K 50mm			12
CLTMx60-5-5　150mm (金物などを含む)	4900 N/m^3		735
木胴縁　15x40@400			10
PB12.5　2枚貼り			180
ビニールクロス　両面貼り			20
			1167 N/m^2
	→		1170 N/m^2

内壁B　準耐火(CLT表し)



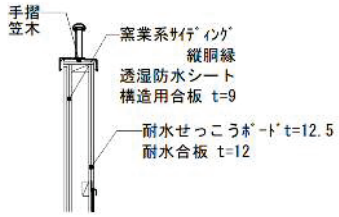
CLTMx60-5-5　150mm (金物などを含む)	4900 N/m^3		735
			735 N/m^2
	→		740 N/m^2

間仕切り壁(LGS下地)



PB12.5　2枚貼り			180
LGS			30
ビニールクロス　両面貼り			20
			230 N/m^2
	→		240 N/m^2

④手摺



笠木+手摺	100	
サイディング　16mm	180	
通気タテ胴縁　15x40@500	10	
構造用合板9mm	60	
木軸組み　45x90@250	100	
構造用合板9mm	60	
通気タテ胴縁　15x40@500	10	
ケイカル板　12mm	180	
	700	N/m^2
→	700	N/m^2

⑤サッシ

アルミ	400	N/m^2
玄関ドア	400	N/m^2

2-2 風圧力の算定

設計施工マニュアル第Ⅲ部 第4章 4.1 4.1.1 (5)に解説されています。
平成12年建設省告示第1454号で規定されている算定式、各数値を用いて、建設地ごと算定を行います。

(1) 見付面積の算定

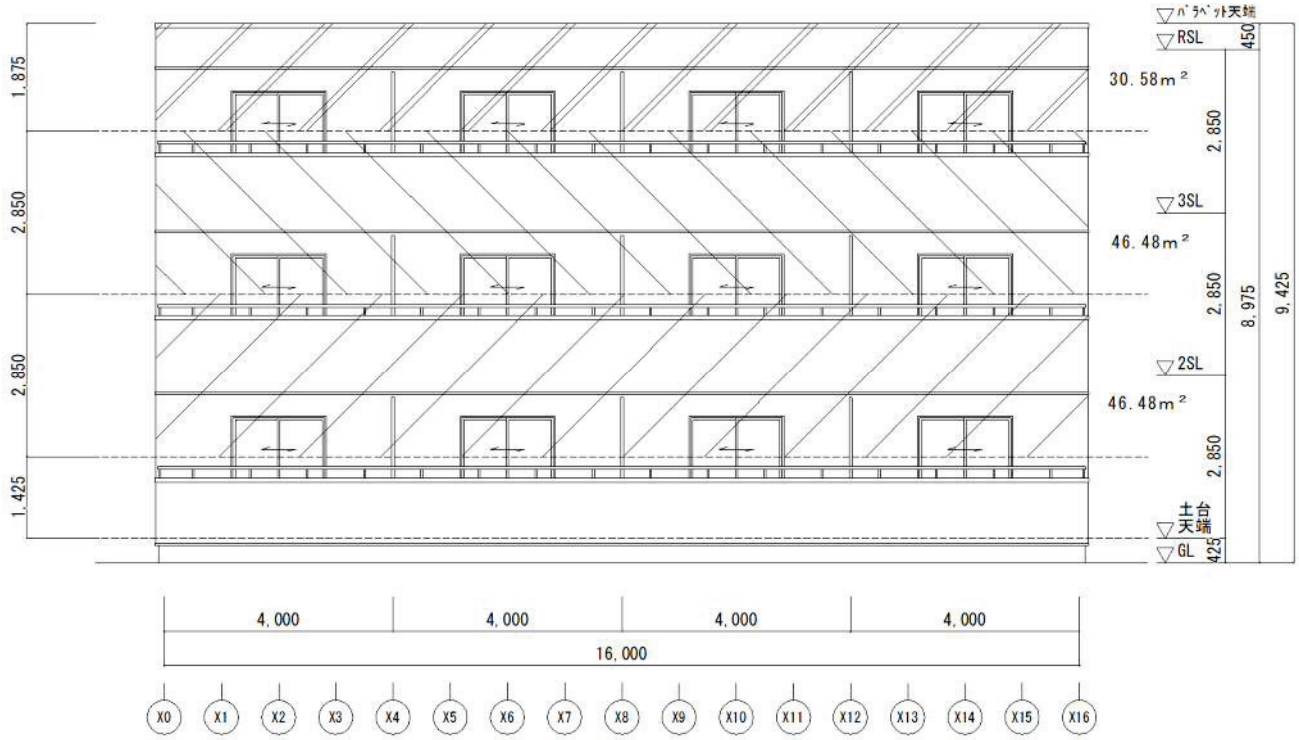


図2-2-1 Y方向用(長辺方向)見付け面積

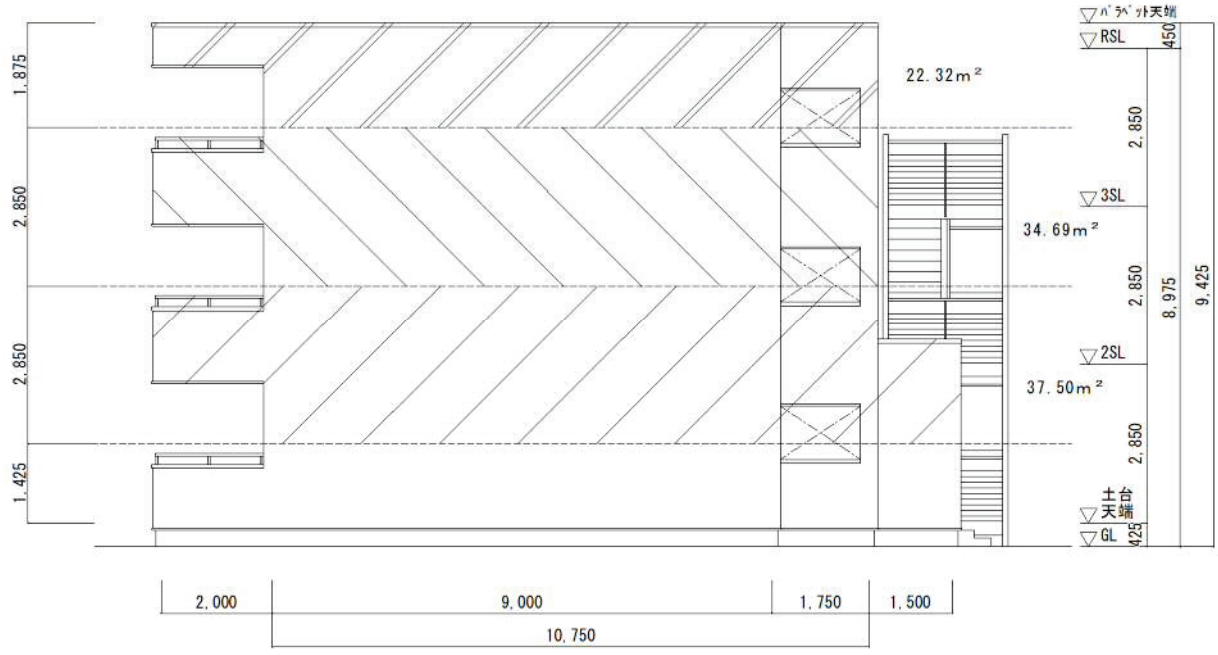


図2-2-2 X方向用(短辺方向)見付け面積

(2) 風圧力の算定

① 速度圧の算定

風速 V0＝ 30 (m/s)

地表面粗度区分 Ⅲ よって Z_b＝ 5 、Z_G＝ 450 、α＝ 0.20

平均高さH＝ 9.425 (m)よって、$Er=1.7(H/Z_G)^{\alpha}=1.7\times(9.425/450)^{0.20}$＝ 0.78

ガスト影響係数Gf＝ 2.5 より

$E=Er^2\cdot Gf=0.78^2\times2.5=$ 1.54

速度圧$q=0.6EV_O^2=0.6\times1.54\times30^2=$ 831.11 (N/m^2) ⟶ 0.83 (kN/m^2)

② 風圧力の算定

$Q_{Wi}=q\times C_f\times A$

ここで

Q_{wi} : i階の風圧力 (kN)

q :速度圧 (kN/m^2)

C_f :風力係数

A :見付面積 (m^2)

表2-2-1 X方向(建物短辺方向)風圧力

層	q	勾配面		鉛直面		Qwi	ΣQ
		A	Cf	A	Cf		
	$[kN/m^2]$	$[m^2]$	−	$[m^2]$	−	[kN]	[kN]
3	0.83	0.0	0.0	22.32	1.2	22.23	22.23
2	0.83	0.0	0.0	34.69	1.2	34.55	56.78
1	0.83	0.0	0.0	37.50	1.2	37.35	94.13

表2-2-2 Y方向(建物長辺方向)風圧力

層	q	勾配面		鉛直面		Qwi	ΣQ
		A	Cf	A	Cf		
	$[kN/m^2]$	$[m^2]$	−	$[m^2]$	−	[kN]	[kN]
3	0.83	0.0	0.0	30.58	1.2	30.46	30.46
2	0.83	0.0	0.0	46.48	1.2	46.29	76.75
1	0.83	0.0	0.0	46.48	1.2	46.29	123.05

2-3 地震力の算定

設計施工マニュアル第Ⅲ部 第4章 4.1 4.1.1 (6)に解説されています。
昭和55年建設省告示第1793号で規定されている算定式各数値を用いて、建設地ごと算定を行います。

①地震力算定用軸力の算定

表2-3-1 地震力算定用軸力の算定

階	部位	面積A(㎡)又は長さL(m)		TL(kN/㎡)又はDL(kN/m)	A・TL又はL・DL(kN)	ΣWi(kN)	ΣW(kN)
R階	パラペット	(16.0+12.75)×2	57.50	0.27	15.53		
	R階床	(11.15×16.15)+(1.75×14.15)	204.84	1.82	372.80		
	3階外壁上1/2 準耐火A	(16.0+5.0×2)×2.64×1/2-2.75×4×2.64×1/2	19.80	1.17	23.17		
	3階外壁上1/2 準耐火B	(1.5×2+1.5+1.0×2)×2.64/2+(3.0×2+1.5)×0.5	12.33	1.18	14.55		
	3階外壁上1/2 準耐火C	(4.0×2+16.0)×2.64×1/2-1.8×1.875×4×1/2	24.93	0.98	24.43		
	3階外壁上1/2 準耐火D	2.75×4×2.64×1/2-((0.95×2.14×4)+(0.88×2.14×4))×1/2	6.69	0.69	4.61		
	3階外壁ドア上1/2	((0.95×2.14×4)+(0.88×2.14×4))×1/2	7.83	0.40	3.13		
	3階外壁サッシ上1/2	1.8×1.875×4×1/2	6.75	0.40	2.70		
	3階内壁A上1/2	((1.5+1.0×2)×4+5.0×3)×2.64×1/2	38.28	1.17	44.79		
	3階内壁B上1/2	1.5×4×2.64×1/2	7.92	0.74	5.86		
	3階内壁(界壁)上1/2	4×3×2.64×1/2	10.56	0.97	10.24		
	3階間仕切り上1/2	(2.5+1.5+5.0-1.0+2.0+1.0×2)×4×2.64×1/2	63.36	0.24	15.21	537.01	537.01
3階	3階外壁下1/2 準耐火A	(16.0+5.0×2)×2.64×1/2-2.75×4×2.64×1/2	19.80	1.17	23.17		
	3階外壁下1/2 準耐火B	(1.5×2+1.5+1.0×2)×2.64/2	8.58	1.18	10.12		
	3階外壁下1/2 準耐火C	(4.0×2+16.0)×2.64×1/2-1.8×1.875×4×1/2	24.93	0.98	24.43		
	3階外壁下1/2 準耐火D	2.75×4×2.64×1/2-((0.95×2.14×4)+(0.88×2.14×4))×1/2	6.69	0.69	4.61		
	3階外壁ドア下1/2	((0.95×2.14×4)+(0.88×2.14×4))×1/2	7.83	0.40	3.13		
	3階外壁サッシ下1/2	1.8×1.875×4×1/2	6.75	0.40	2.70		
	3階内壁A下1/2	((1.5+1.0×2)×4+5.0×3)×2.64×1/2	38.28	1.17	44.79		
	3階内壁B下1/2	1.5×4×2.64×1/2	7.92	0.74	5.86		
	3階内壁(界壁)下1/2	4×3×2.64×1/2	10.56	0.97	10.24		
	3階間仕切り下1/2	(2.5+1.5+5.0-1.0+2.0+1.0×2)×4×2.64×1/2	63.36	0.24	15.21		
	3階床	9.15×16.15	147.77	2.52	372.39		
	3階床(バルコニー・共用廊下)	1.75×14.15+2.0×16.15	57.06	2.26	128.96		
	3階手摺	(16+2×2+1.75×2+3×2)×1.1	32.45	0.70	22.72		
	2階外壁上1/2 準耐火A	(16.0+5.0×2)×2.64×1/2-2.75×4×2.64×1/2	19.80	1.17	23.17		
	2階外壁上1/2 準耐火B	(1.5×2+1.5+1.0×2)×2.64/2+(3.0×2+1.5)×0.5	12.33	1.18	14.55		
	2階外壁上1/2 準耐火C	(4.0×2+16.0)×2.64×1/2-1.8×1.875×4×1/2	24.93	0.98	24.43		
	2階外壁上1/2 準耐火D	2.75×4×2.64×1/2-((0.95×2.14×4)+(0.88×2.14×4))×1/2	6.69	0.69	4.61		
	2階外壁ドア上1/2	((0.95×2.14×4)+(0.88×2.14×4))×1/2	7.83	0.40	3.13		
	2階外壁サッシ上1/2	1.8×1.875×4×1/2	6.75	0.40	2.70		
	2階内壁A上1/2	((1.5+1.0×2)×4+5.0×3)×2.64×1/2	38.28	1.17	44.79		
	2階内壁B上1/2	1.5×4×2.64×1/2	7.92	0.74	5.86		
	2階内壁(界壁)上1/2	4×3×2.64×1/2	10.56	0.97	10.24		
	2階間仕切り上1/2	(2.5+1.5+5.0-1.0+2.0+1.0×2)×4×2.64×1/2	63.36	0.24	15.21	817.02	1354.03

表2-3-2 地震力算定用軸力の算定

階	部位	面積A(㎡)又は長さL(m)		TL(kN/㎡)又はDL(kN/m)	A・TL又はL・DL(kN)	ΣWi(kN)	ΣW(kN)
2階	2階外壁下1/2 準耐火A	(16.0+5.0×2)×2.64×1/2−2.75×4×2.64×1/2	19.80	1.17	23.17		
	2階外壁下1/2 準耐火B	(1.5×2+1.5+1.0×2)×2.64/2	8.58	1.18	10.12		
	2階外壁下1/2 準耐火C	(4.0×2+16.0)×2.64×1/2−1.8×1.875×4×1/2	24.93	0.98	24.43		
	2階外壁下1/2 準耐火D	2.75×4×2.64×1/2−((0.95×2.14×4)+(0.88×2.14×4))×1/2	6.69	0.69	4.61		
	2階外壁ドア下1/2	((0.95×2.14×4)+(0.88×2.14×4))×1/2	7.83	0.40	3.13		
	2階外壁サッシ下1/2	1.8×1.875×4×1/2	6.75	0.40	2.70		
	2階内壁A下1/2	((1.5+1.0×2)×4+5.0×3)×2.64×1/2	38.28	1.17	44.79		
	2階内壁B下1/2	1.5×4×2.64×1/2	7.92	0.74	5.86		
	2階内壁(界壁)下1/2	4×3×2.64×1/2	10.56	0.97	10.24		
	2階間仕切り下1/2	(2.5+1.5+5.0−1.0+2.0+1.0×2)×4×2.64×1/2	63.36	0.24	15.21		
	2階玄関上パラペット	4+1.5×2	7.00	0.27	1.89		
	2階床	9.15×16.15	147.77	2.52	372.39		
	2階床(バルコニー・共用廊下)	1.75×14.15+2.0×16.15	57.06	2.26	128.96		
	2階玄関上屋根	1.5×4.15	6.23	1.82	11.33		
	2階手摺	(16+2×2+1.75×2+3×2)×1.1	32.45	0.70	22.72		
	1階外壁上1/2 準耐火A	(16.0+5.0×2)×2.64×1/2−2.75×4×2.64×1/2	19.80	1.17	23.17		
	1階外壁上1/2 準耐火B	(1.5×2+1.5+1.0×2)×2.64/2+(3.0×2+1.5)×0.5	12.33	1.18	14.55		
	1階外壁上1/2 準耐火C	(4.0×2+16.0)×2.64×1/2−1.8×1.875×4×1/2	24.93	0.98	24.43		
	1階外壁上1/2 準耐火D	2.75×4×2.64×1/2−((0.95×2.14×4)+(0.88×2.14×4))×1/2	6.69	0.69	4.61		
	1階外壁上1/2 準耐火D(玄関	(1.5×2+4)×2.64×1/2−1.6×2.3×1/2	7.40	0.69	5.11		
	1階外壁ドア上1/2	((0.95×2.14×4)+(0.88×2.14×4))×1/2	7.83	0.40	3.13		
	1階外壁サッシ上1/2	1.8×1.875×4×1/2	6.75	0.40	2.70		
	1階内壁A上1/2	((1.5+1.0×2)×4+5.0×3)×2.64×1/2	38.28	1.17	44.79		
	1階内壁B上1/2	1.5×4×2.64×1/2	7.92	0.97	7.68		
	1階内壁(界壁)上1/2	4×3×2.64×1/2	10.56				
	1階間仕切り上1/2	(2.5+1.5+5.0−1.0+2.0+1.0×2)×4×2.64×1/2	63.36	0.24	15.21	826.92	2180.95

②地震力の算定

$\alpha i = \Sigma Wi / \Sigma W1$

$Ai = 1+(1/\sqrt{\alpha i - \alpha i})\cdot 2T/(1+3T)$

$Ci = Z\cdot Rt\cdot Ai\cdot C_0$

建物高さ　　H＝　9.425　m

設計用1次固有周期　　T= 0.03×H＝ 0.283

地震地域係数　　Z＝　1.0

振動特性係数　　Rt＝　1.0

標準層せん断力係数　　C_0＝　0.2

階	Wi kN	ΣWi kN	αi	Ai	Ci	Qei kN
3	537.01	537.01	0.2462	1.541	0.308	165.54
2	817.02	1354.03	0.6208	1.198	0.240	324.52
1	826.92	2180.95	1.0000	1.000	0.200	436.19

2-4 地震力と風圧力の比較

表2-4-1、表2-4-2に地震力と風圧力の比較を示す。各階各方向で水平力の大きな地震力を採用する。

外力の大きな数値を用いて計算することにより、安全側な判定とすることができます。

表2-4-1 X方向(建物短辺方向)水平力の比較

階	風圧力	地震力(C_0=0.2)	
	ΣQ_{wi} [kN]	Q_{Ei} [kN]	$\Sigma Q_{wi}／Q_{Ei}$
3	22.23	165.54	0.13
2	56.78	324.52	0.17
1	94.13	436.19	0.22

表2-4-2 Y方向(建物長辺方向)水平力の比較

階	風圧力	地震力(C_0=0.2)	
	ΣQ_{wi} [kN]	Q_{Ei} [kN]	$\Sigma Q_{wi}／Q_{Ei}$
3	30.46	165.54	0.18
2	76.75	324.52	0.24
1	123.05	436.19	0.28

3.耐力壁配置の検定

3-1各階の許容層せん断耐力の算定

ここでは「H28告示第611号　第十　四」の規定に従い、各層の許容せん断耐力（Qai）がC_0＝0.2で計算した地震力（Q_e）以上であることを確認する。

i階の許容せん断耐力Qaiの算出は以下による。

$$Qai = \frac{Q_{ei}}{Q_{e1}} \times \Sigma(Qa \times Li)$$

$$Qa = \frac{3}{H} \times (Q_0 + 1.5n)$$

告示第611号第十第2項第四号に規定されている算定式です。設計施工マニュアル第Ⅲ部　第7章7.2 7.21に解説されています。

ここで

Qa	[kN]	：	当該階許容せん断耐力（ここでは1階の許容せん断耐力。）
Li	[m]	：	当該階の耐力壁のうち計算しようとする方向に設けたものの長さ （耐力壁の長さの規定　0.9m≦L≦2m）
H	[m]	：	当該階の階高（3m以下である場合3とする。）
Q_0	[kN/m]	：	10（地階を除く階数が3の場合。）
n		：	当該壁パネルに緊結された垂れ壁パネル及び腰壁パネルを合計した数値

（nに算入できる腰壁・垂れ壁の規定　腰壁・垂れ壁高さ≧0.5m　0.9m≦腰壁・垂れ壁長さ≦4.0m）

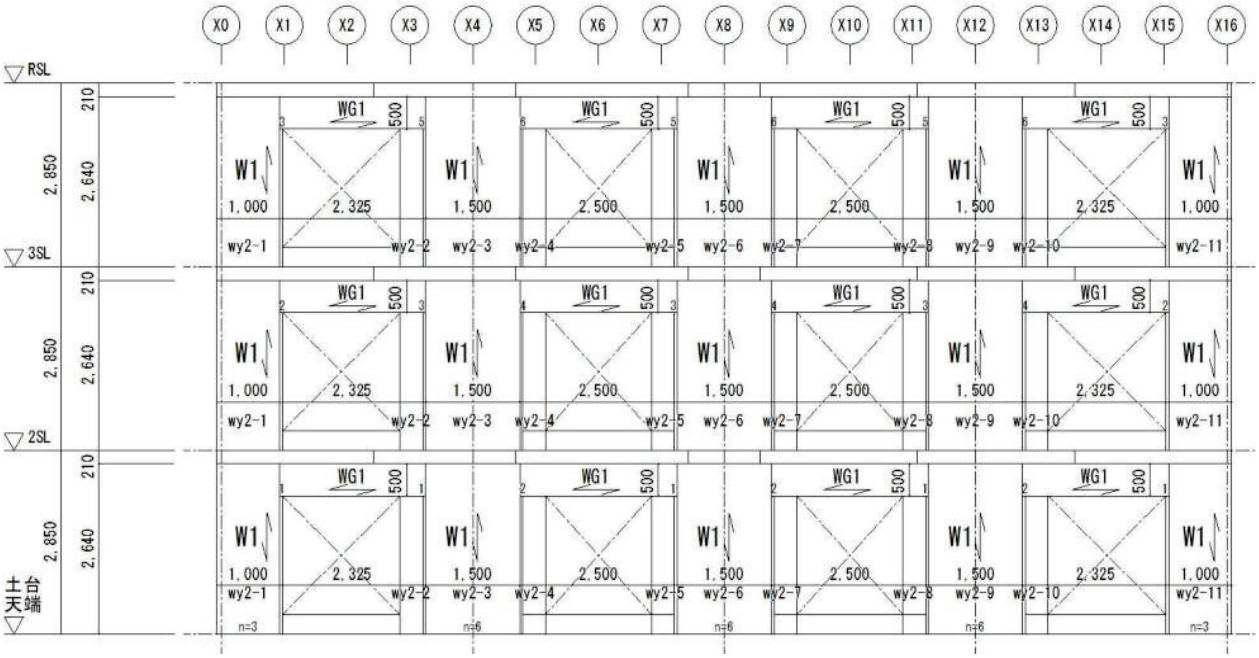


図3-1-1　Y2通り軸組図

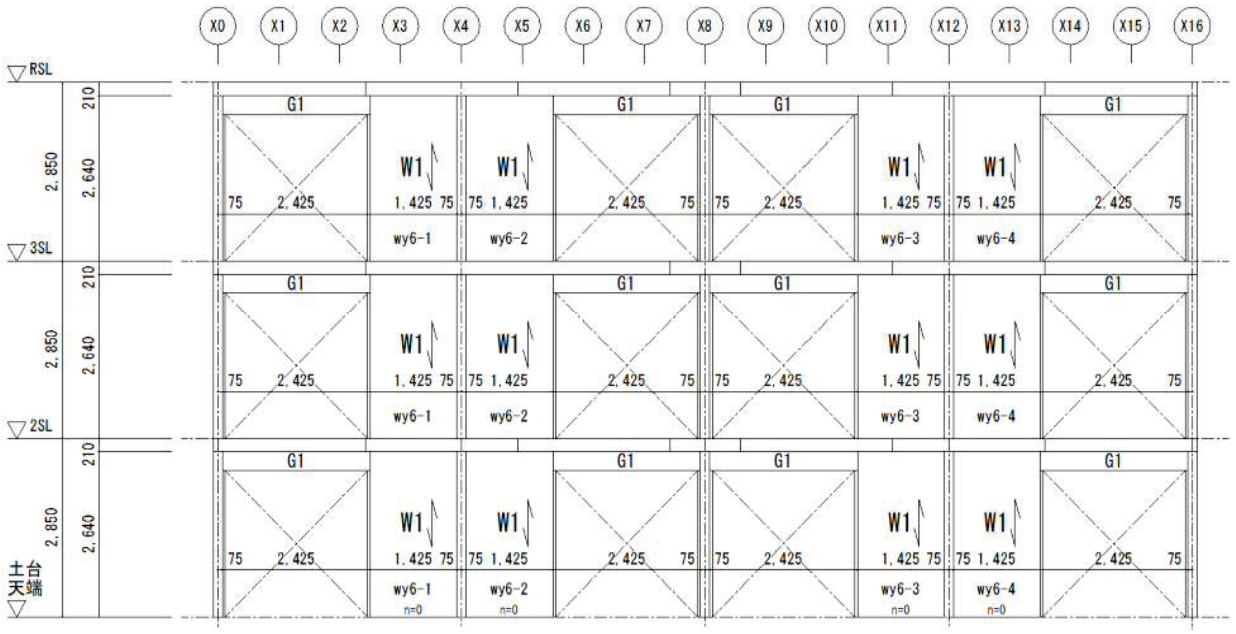


図3-1-2 Y6通り軸組図

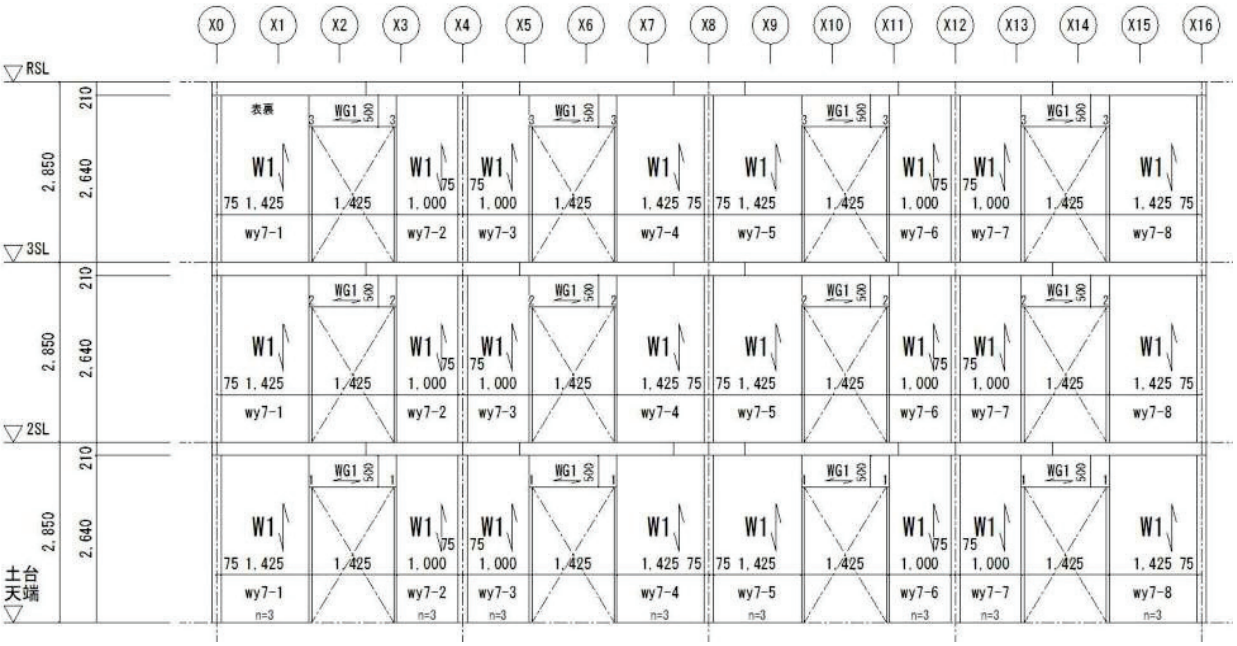


図3-1-3 Y7通り軸組図

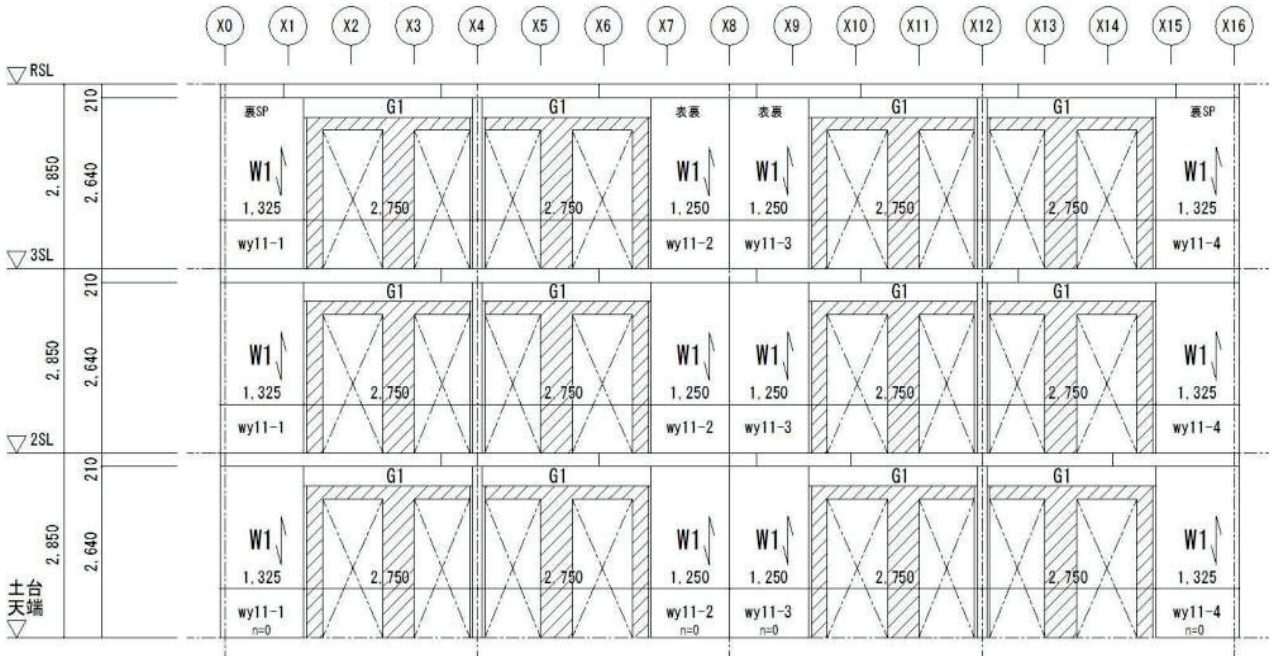


図3-1-4 Y11通り軸組図

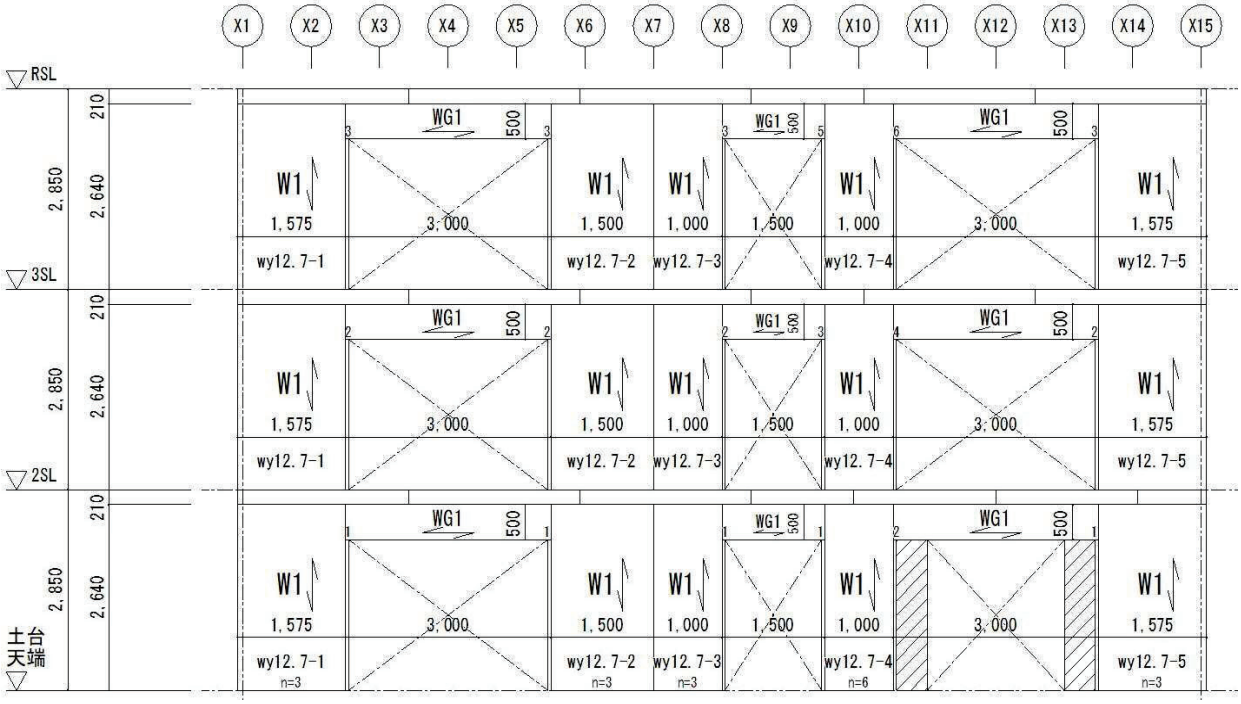


図3-1-5 Y12.7通り軸組図

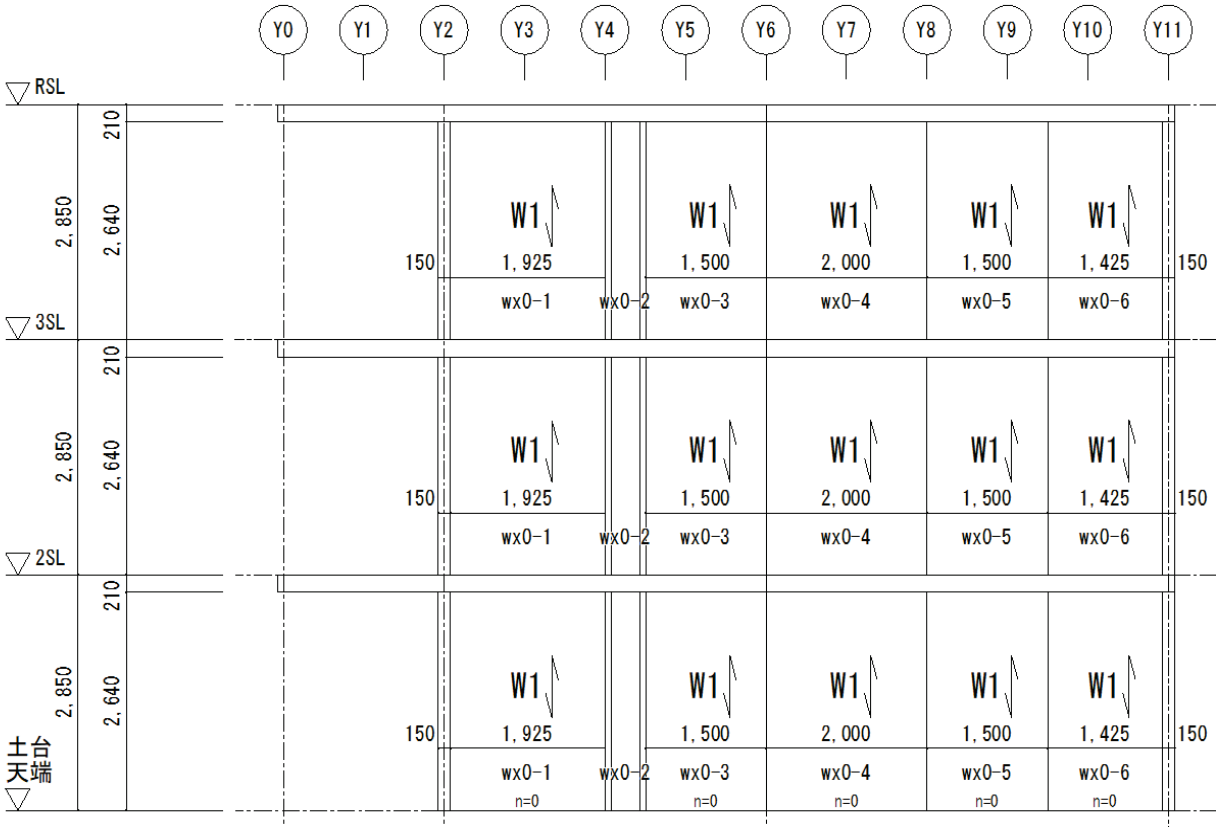


図3-1-6　X0通り軸組図

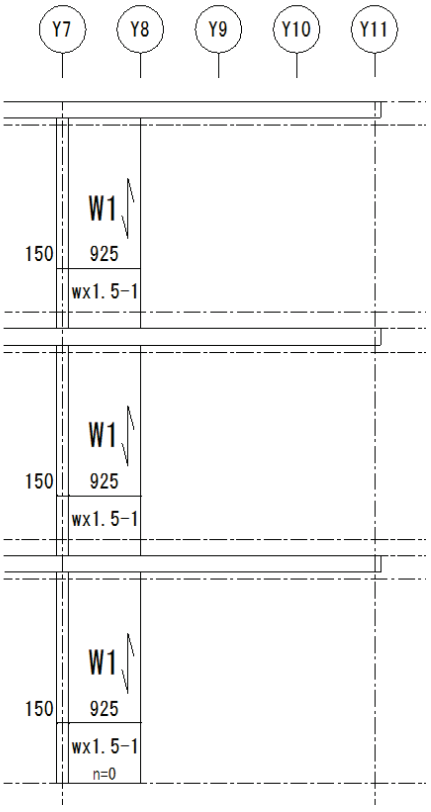


図3-1-7　X1.5通り、X6.5通り、X9.5通り、X14.5通り軸組図

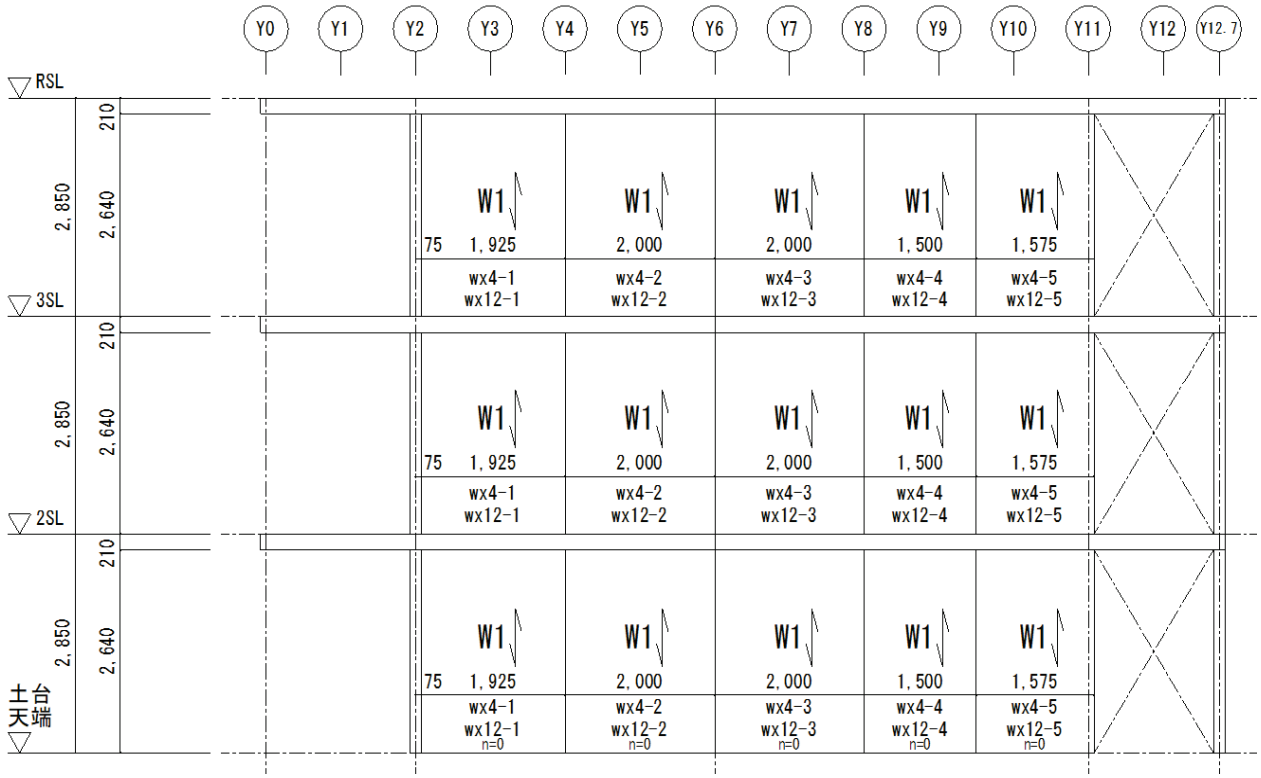


図3-1-8　X4通り、12通り軸組図

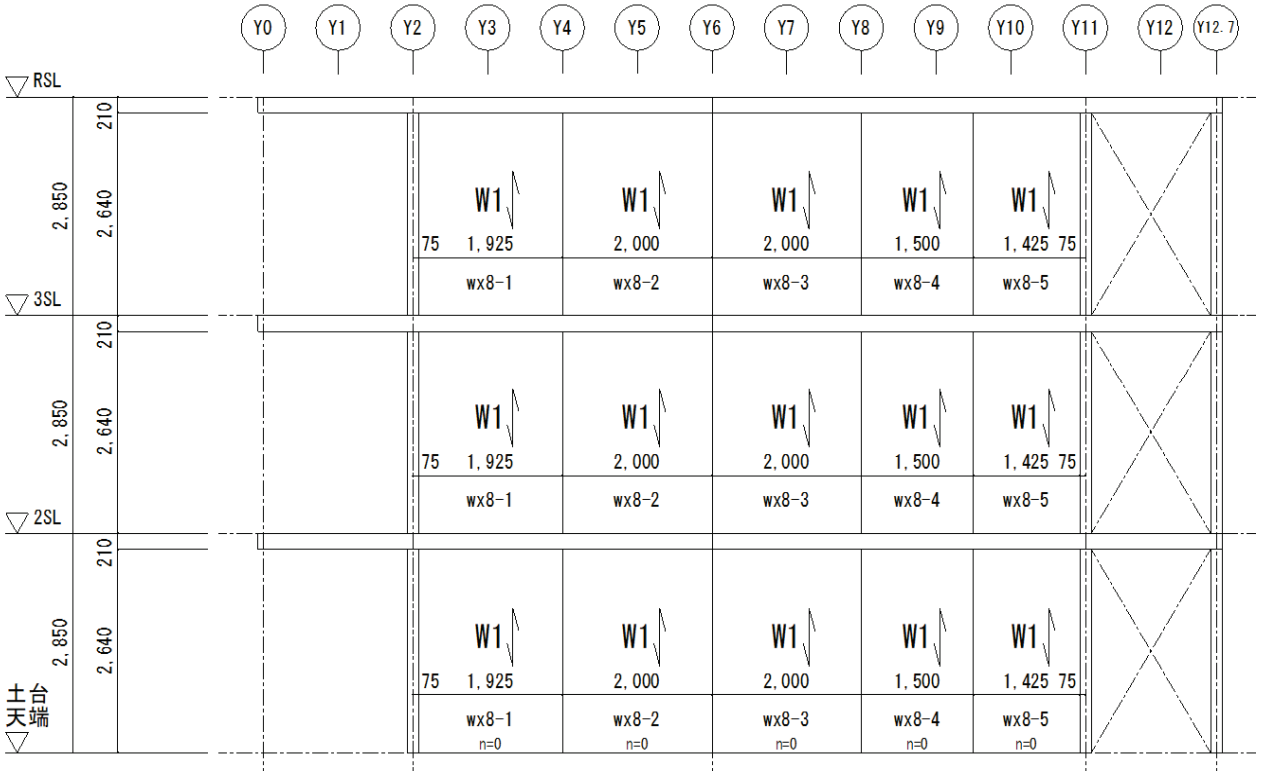


図3-1-9　X8通り軸組図

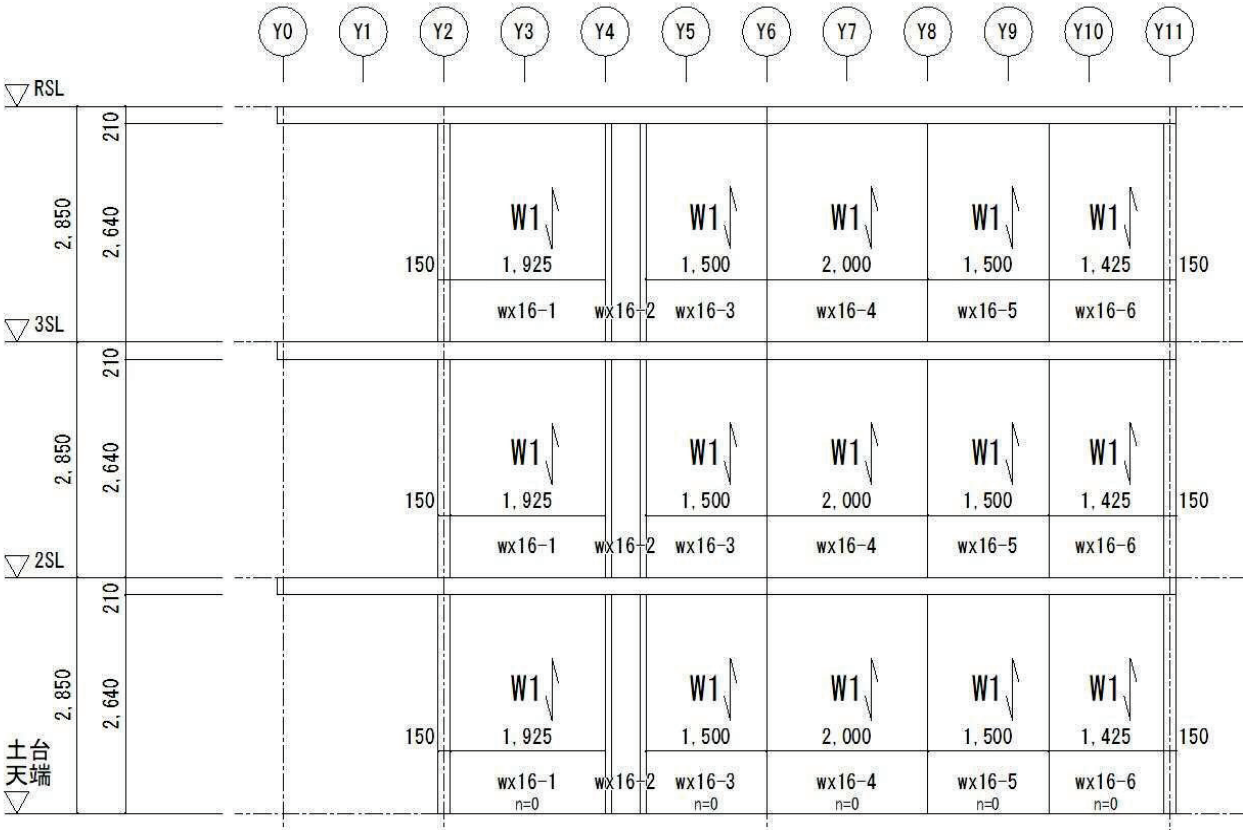


図3-1-10　X16通り軸組図

3-2 各階各方向の許容せん断耐力の算定

階高H＝2.85mは、3.0m以下であることから

H＝3.0mとして扱う。

第十第2項第四号の算定を表で行っています。
1階、2階、3階の耐力壁配置が同一なので、各階共通の算定表となっています。各階で耐力壁配置が異なる場合は、各階ごとの算定表が必要となります。

表3-2-1 1階～3階共通 X方向(長辺方向)許容せん断耐力　　例:Qa=3/3×(10+1.5×3)=14.5

種類	通り	Li [m]	H [m]	Qo [kN]	n	Qa [kN]	Qa・Li [kN]	各通りのΣQa・Li [kN]	Σ(Qa・Li) [kN]
X方向	Y2	1.000	3.00	10.00	3	14.50	14.50	114.50	464.58
		1.500	3.00	10.00	6	19.00	28.50		
		1.500	3.00	10.00	6	19.00	28.50		
		1.500	3.00	10.00	6	19.00	28.50		
		1.000	3.00	10.00	3	14.50	14.50		
	Y6	1.425	3.00	10.00	0	10.00	14.25	57.00	
		1.425	3.00	10.00	0	10.00	14.25		
		1.425	3.00	10.00	0	10.00	14.25		
		1.425	3.00	10.00	0	10.00	14.25		
	Y7	1.425	3.00	10.00	3	14.50	20.66	140.65	
		1.000	3.00	10.00	3	14.50	14.50		
		1.000	3.00	10.00	3	14.50	14.50		
		1.425	3.00	10.00	3	14.50	20.66		
		1.425	3.00	10.00	3	14.50	20.66		
		1.000	3.00	10.00	3	14.50	14.50		
		1.000	3.00	10.00	3	14.50	14.50		
		1.425	3.00	10.00	3	14.50	20.66		
	Y11	1.325	3.00	10.00	0	10.00	13.25	51.50	
		1.250	3.00	10.00	0	10.00	12.50		
		1.250	3.00	10.00	0	10.00	12.50		
		1.325	3.00	10.00	0	10.00	13.25		
	Y12.7	1.575	3.00	10.00	3	14.50	22.84	100.93	
		1.500	3.00	10.00	3	14.50	21.75		
		1.000	3.00	10.00	3	14.50	14.50		
		1.000	3.00	10.00	6	19.00	19.00		
		1.575	3.00	10.00	3	14.50	22.84		

表3-2-2 1階～3階共通 Y方向(短辺方向)許容せん断耐力

種類	通り	Li [m]	H [m]	Qo [kN]	n	Qa [kN]	Qa・Li [kN]	各通りのΣQa・Li [kN]	Σ(Qa・Li) [kN]
Y方向	X0	1.925	3.00	10.00	0	10.00	19.25	83.50	472.50
		1.500	3.00	10.00	0	10.00	15.00		
		2.000	3.00	10.00	0	10.00	20.00		
		1.500	3.00	10.00	0	10.00	15.00		
		1.425	3.00	10.00	0	10.00	14.25		
	X1.5	0.925	3.00	10.00	0	10.00	9.25	9.25	
	X4	1.925	3.00	10.00	0	10.00	19.25	90.00	
		2.000	3.00	10.00	0	10.00	20.00		
		2.000	3.00	10.00	0	10.00	20.00		
		1.500	3.00	10.00	0	10.00	15.00		
		1.575	3.00	10.00	0	10.00	15.75		
	X6.5	0.925	3.00	10.00	0	10.00	9.25	9.25	
	X8	1.925	3.00	10.00	0	10.00	19.25	88.50	
		2.000	3.00	10.00	0	10.00	20.00		
		2.000	3.00	10.00	0	10.00	20.00		
		1.500	3.00	10.00	0	10.00	15.00		
		1.425	3.00	10.00	0	10.00	14.25		
	X9.5	0.925	3.00	10.00	0	10.00	9.25	9.25	
	X12	1.925	3.00	10.00	0	10.00	19.25	90.00	
		2.000	3.00	10.00	0	10.00	20.00		
		2.000	3.00	10.00	0	10.00	20.00		
		1.500	3.00	10.00	0	10.00	15.00		
		1.575	3.00	10.00	0	10.00	15.75		
	X14.5	0.925	3.00	10.00	0	10.00	9.25	9.25	
	X16	1.925	3.00	10.00	0	10.00	19.25	83.50	
		1.500	3.00	10.00	0	10.00	15.00		
		2.000	3.00	10.00	0	10.00	20.00		
		1.500	3.00	10.00	0	10.00	15.00		
		1.425	3.00	10.00	0	10.00	14.25		

3-3 水平力に対する壁配置の検定

本建物では耐力壁の配置が1～3階で共通なことから、各階の許容せん断耐力Σ(Qa･Li)は同一の値となる。

Σ(Qa･Li) ： 各階の許容せん断耐力 [kN]

Q_{ei} ： i階の地震層せん断力 [kN]

κ ： i階の地震力/1階の地震力

$Q_{ai}=\Sigma(Qa･Li)\times\kappa$ ： 各階の許容層せん断耐力 [kN]

$\gamma=Q_{ei}/Q_{ai}$ ： 検定比1.0以上を確認する。

設計施工マニュアル第Ⅲ部 第7章 7.2 7.2.1に記載されている耐力壁の水平耐力の検定を表で行っています。

検定比γは、各階が連層耐力壁で同一配置となる場合は各方向で各階の値は同一となります。

表3-3-1 地震力に対する許容層せん断耐力の検定

階	方向	Σ(Qa･Li) [kN]	Q_{ei} [kN]	$\kappa=Q_{ei}/Q_{e1}$	$Q_{ai}=\Sigma(Qa･Li)\times\kappa$ [kN]	検定比 γ Q_{ei}/Q_{ai}	判定 1.0以下
3	X(長辺)	464.58	165.54	0.38	176.31	0.94	OK
	Y(短辺)	472.50			179.32	0.92	OK
2	X(長辺)	464.58	324.52	0.74	345.64	0.94	OK
	Y(短辺)	472.50			351.54	0.92	OK
1	X(長辺)	464.58	436.19	1.00	464.58	0.94	OK
	Y(短辺)	472.50			472.50	0.92	OK

Σ(Qa･Li)にκを乗じることで各階各方向の許容せん断耐力を算定します。
この計算方法は、設計施工マニュアル第Ⅲ部第7章「7.2応力計算」に記載されています。

3-4 施行令第109条の2の2に規定される層間変形角1/150以内の確認

準耐火建築物に該当することから、施行令第109条の2の2の規定を満足していることを確認する。
CLTパネル工法建築物のルート1において、耐力壁の変形クライテリアは、1/150以下である。
よって、検討は下記とする。

告示解説書、設計施工マニュアルには、耐力壁の特定変形角に関して記載はありませんが、ルート1では、耐力壁の特定変形角を1/150以内として設計法が定められています。

λ＝1.0の場合、層間変形角は、1/150以内であることから
検定比λ＝mの場合の層間変形角は下式となる。
層間変形角＝1/(150×m)

表3-3-2 令第109条の2の2の規定における層間変形角の確認

階	方向	各階壁量検定比 λ	層間変形角	判定	
3階	X	0.94	1/ 160	＜ 1/150	OK
	Y	0.92	1/ 162	＜ 1/150	OK
2階	X	0.94	1/ 160	＜ 1/150	OK
	Y	0.92	1/ 162	＜ 1/150	OK
1階	X	0.94	1/ 160	＜ 1/150	OK
	Y	0.92	1/ 162	＜ 1/150	OK

施行令第109条の2の2は、主要構造部を準耐火構造等とした建築物の層間変形角の規定です。この変形角は、防火上有害となる防火被覆材の脱落、損傷、変形等を防止するために規定されています。
1/(λ/150)で層間変形角を算定しています。

□　下階の平面が上階より大きくなる場合の地震力の設定と許容層せん断耐力の算定方法の1例

モデル設計は、1階から3階までの連層耐力壁配置とした総3階建てとしていますが部分2階となる場合は、図3-3-1に示すように地震力を設定し、許容層せん断耐力を算定する方法が考えられます。

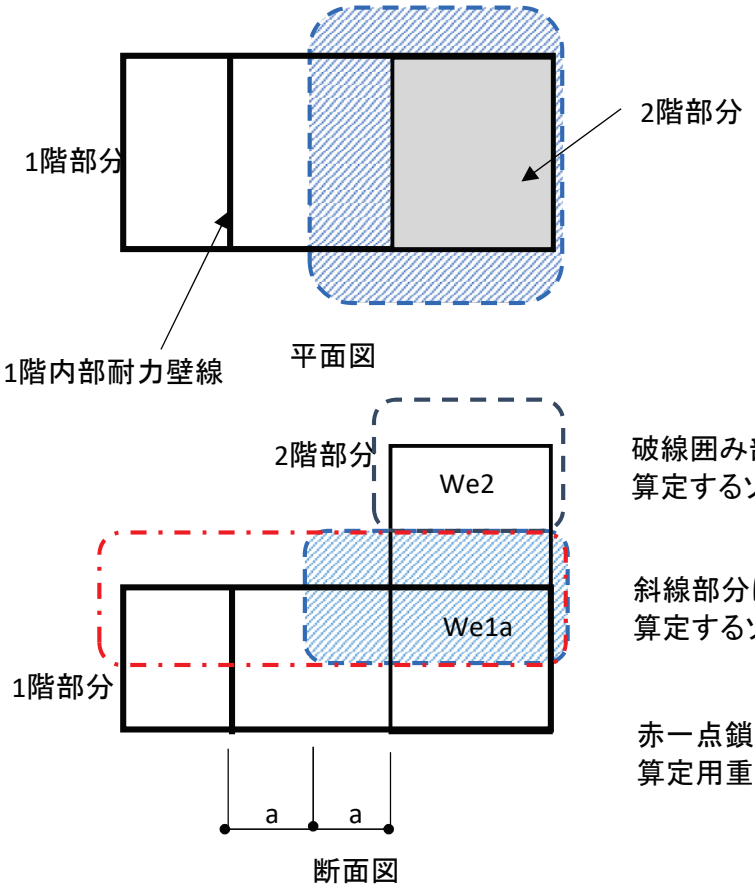


図3-3-1　2階の許容層せん断耐力算定に用いる地震力算定用重量

赤一点鎖線囲み部分の1階地震力算定用重量We1を用いて$\kappa = Q_{e2}/Q_{e1}$を算定すると2階の許容層せん断耐力が、小さな値となり設計が成立しないことがあります。
そこで図3-3-1で示している2階地震力算定用重量We2、1階地震力算定用重量We1aを用いて2階地震力Q_{e2}、1階地震力Q_{e1a}を算定し、$\kappa = Q_{e2}/Q_{e1a}$として2階の許容層せん断耐力を設定することで、設計を成立させることが可能となります。

4.壁軸力の算定

4-1 各階軸力分担図

設計施工マニュアル第Ⅲ部　第3章　3.1　3.1.3(3)で解説しています。
壁などへの鉛直荷重の伝達は、「一つの方法である。」として亀甲形の分担とする荷重伝達の例が図3.1.3-2示されています。

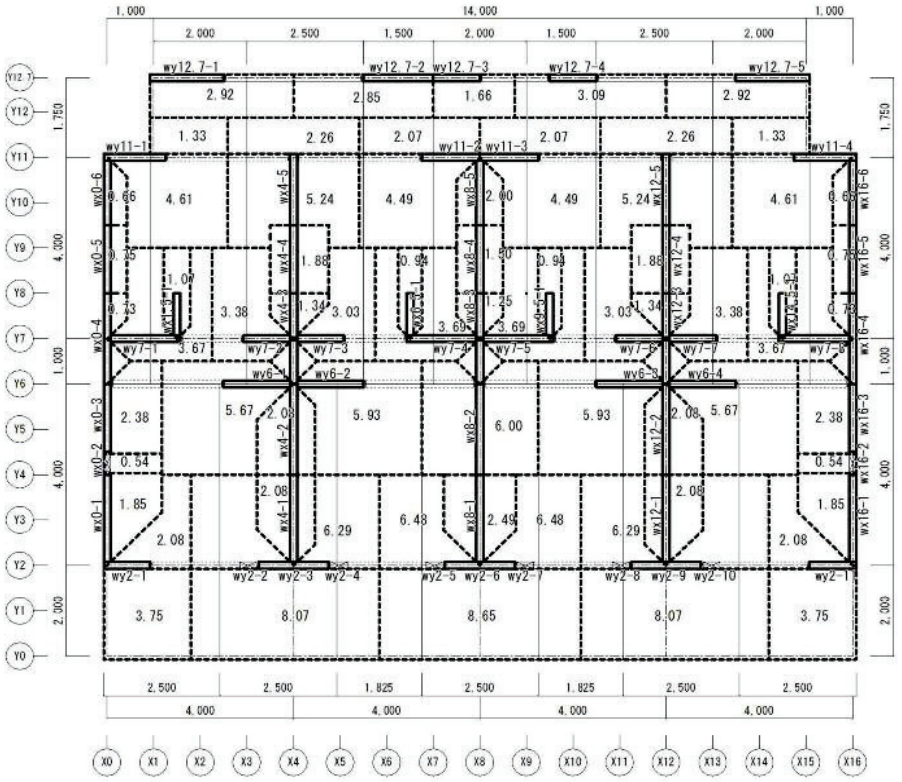


図4-1-1　3階壁、2階壁軸力分担図

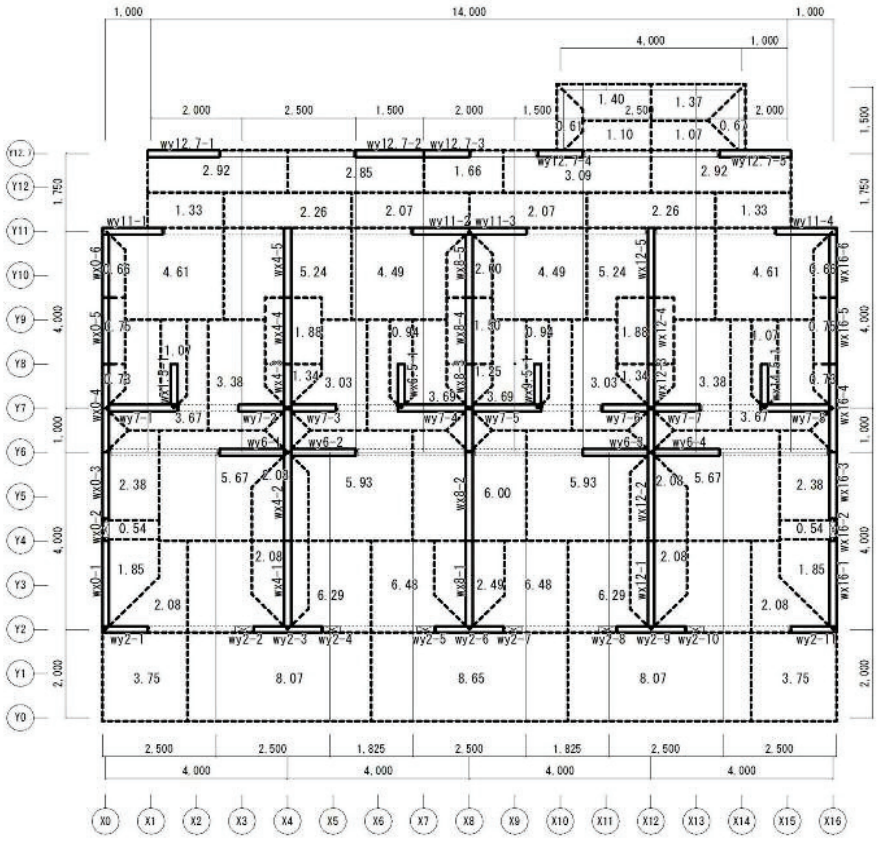


図4-1-2　1階壁軸力分担図

4-2 軸力の算定

表4-1-1

通り	i 階	壁符号	部位	面積（A㎡）又は長さL（m）		W（kN/㎡）又はLw（kN/m）	A*W 又はL*Lw（kN）	Ni（kN）	ΣN（kN）
X0	3	3Fwx0-1	パラペット	2.0+0.035	2.04	0.27	0.55		
			RF床	1.85	1.85	2.02	3.74		
			外壁　準耐火C	(2.0+0.035)×2.64	5.37	0.98	5.26	9.55	9.55
	2	2Fwx0-1	3F床	1.85	1.85	3.22	5.96		
			外壁　準耐火C	(2.0+0.035)×2.64	5.37	0.98	5.26		
								11.22	20.77
	1	1Fwx0-1	2F床	1.85	1.85	3.22	5.96		
			外壁　準耐火C	(2.0+0.035)×2.64	5.37	0.98	5.26		
								11.22	32.00
X0	3	3Fwx0-2	パラペット	0.5-0.07	0.43	0.27	0.12		
			RF床	0.54	0.54	2.02	1.09		
			外壁　準耐火C	(0.5-0.07)×2.64	1.14	0.98	1.11	2.32	2.32
	2	2Fwx0-2	3F床	0.54	0.54	3.22	1.74		
			外壁　準耐火C	(0.5-0.07)×2.64	1.14	0.98	1.11		
								2.85	5.17
	1	1Fwx0-2	2F床	0.54	0.54	3.22	1.74		
			外壁　準耐火C	(0.5-0.07)×2.64	1.14	0.98	1.11		
								2.85	8.02
X0	3	3Fwx0-3	パラペット	1.5+0.035	1.54	0.27	0.41		
			RF床	2.38	2.38	2.02	4.81		
			外壁　準耐火C	0.5×2.64	1.32	0.98	1.29		
			間仕切り壁	1.175×2.64	3.10	0.24	0.74	7.26	7.26
	2	2Fwx0-3	2F床	2.38	2.38	3.22	7.66		
			外壁　準耐火C	0.5×2.64	1.32	0.98	1.29		
			間仕切り壁	1.175×2.64	3.10	0.24	0.74	9.70	16.96
	1	1Fwx0-3	2F床	2.38	2.38	3.22	7.66		
			外壁　準耐火C	0.5×2.64	1.32	0.98	1.29		
			間仕切り壁	1.175×2.64	3.10	0.24	0.74	9.70	26.66
X0	3	3Fwx0-4	パラペット	2.00	2.00	0.27	0.54		
			RF床	0.73	0.73	2.02	1.47		
			外壁　準耐火A	2×2.64	5.28	1.17	6.18	8.19	8.19
	2	2Fwx0-4	2F床	0.73	0.73	3.22	2.35		
			外壁　準耐火A	2×2.64	5.28	1.17	6.18	8.53	16.72
	1	1Fwx0-4	2F床	0.73	0.73	3.22	2.35		
			外壁　準耐火A	2×2.64	5.28	1.17	6.18	8.53	25.25

表4-1-2

通り	i 階	壁符号	部位	面積（A㎡）又は長さL（m）		W（kN/㎡）又はLw（kN/m）	A*W 又はL*Lw（kN）	Ni（kN）	ΣN（kN）
X0	3	3Fwx0-5	パラペット	1.50	1.50	0.27	0.41		
			RF床	0.75	0.75	2.02	1.52		
			外壁　準耐火A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63		
			間仕切り壁	0.425×2.64	1.12	0.24	0.27	6.82	6.82
	2	2Fwx0-5	3F床	0.75	0.75	3.22	2.42		
			外壁　準耐火A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63		
			間仕切り壁	0.425×2.64	1.12	0.24	0.27	7.32	14.14
	1	1Fwx0-5	2F床	0.75	0.75	3.22	2.42		
			外壁　準耐火A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63		
			間仕切り壁	0.425×2.64	1.12	0.24	0.27	7.32	21.46
X0	3	3Fwx0-6	パラペット	1.50	1.50	0.27	0.41		
			RF床	0.66	0.66	2.02	1.33		
			外壁　準耐火A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63	6.37	6.37
	2	2Fwx0-6	3F床	0.66	0.66	3.22	2.13		
			外壁　準耐火A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63	6.76	13.13
	1	1Fwx0-6	2F床	0.66	0.66	3.22	2.13		
			外壁　準耐火A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63	6.76	19.89
X1.5	3	3Fwx1.5-1	RF床	1.07	1.07	2.02	2.16		
			内壁A	1×2.64	2.64	1.17	3.09		
			間仕切り壁	1×2.64	2.64	0.24	0.63	5.88	5.88
	2	2Fwx1.5-1	3F床	1.07	1.07	3.22	3.45		
			内壁A	1×2.64	2.64	1.17	3.09		
			間仕切り壁	1×2.64	2.64	0.24	0.63	7.17	13.05
	1	1Fwx1.5-1	2F床	1.07	1.07	3.22	3.45		
			内壁A	1×2.64	2.64	1.17	3.09		
			間仕切り壁	1×2.64	2.64	0.24	0.63	7.17	20.22
X4	3	3Fwx4-1	RF床	2.08	2.08	2.02	4.20		
			界壁	2×2.64	5.28	0.97	5.12	9.32	9.32
	2	2Fwx4-1	3F床	2.08	2.08	3.22	6.70		
			界壁	2×2.64	5.28	0.97	5.12	11.82	21.14
	1	1Fwx4-1	2F床	2.08	2.08	3.22	6.70		
			界壁	2×2.64	5.28	0.97	5.12	11.82	32.96
X4	3	3Fwx4-2	RF床	2.08	2.08	2.02	4.20		
			界壁	2×2.64	5.28	0.97	5.12	9.32	9.32
	2	2Fwx4-2	3F床	2.08	2.08	3.22	6.70		
			界壁	2×2.64	5.28	0.97	5.12	11.82	21.14
	1	1Fwx4-2	2F床	2.08	2.08	3.22	6.70		
			界壁	2×2.64	5.28	0.97	5.12	11.82	32.96

表4-1-3

通り	i 階	壁符号	部位	面積（A㎡）又は長さL（m）		W（kN/㎡）又はLw（kN/m）	A*W 又はL*Lw（kN）	Ni（kN）	ΣN（kN）
X4	3	3Fwx4-3	RF床	1.34	1.34	2.02	2.71		
			内壁A	2×2.64	5.28	1.17	6.18	8.88	8.88
	2	2Fwx4-3	3F床	1.34	1.34	3.22	4.31		
			内壁A	2×2.64	5.28	1.17	6.18	10.49	19.38
	1	1Fwx4-3	2F床	1.34	1.34	3.22	4.31		
			内壁A	2×2.64	5.28	1.17	6.18	10.49	29.87
X4	3	3Fwx4-4	RF床	1.88	1.88	2.02	3.80		
			内壁A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63		
			間仕切り壁	1.25×2.64	3.30	0.24	0.79	9.22	9.22
	2	2Fwx4-4	3F床	1.88	1.88	3.22	6.05		
			内壁A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63		
			間仕切り壁	1.25×2.64	3.30	0.24	0.79	11.48	20.70
	1	1Fwx4-4	2F床	1.88	1.88	3.22	6.05		
			内壁A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63		
			間仕切り壁	1.25×2.64	3.30	0.24	0.79	11.48	32.18
X4	3	3Fwx4-5	パラペット	2.83	2.83	0.27	0.76		
			RF床	5.24+2.26	7.50	2.02	15.15		
			外壁　準耐火A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63		
			間仕切り壁	(2.0×2+0.5+0.25)×2×2.64	25.08	0.24	6.02		
			外壁　準耐火D	2.825×2.64	7.46	0.69	5.15	31.71	31.71
	2	2Fwx4-5	3F床	5.24	5.24	3.22	16.87		
			共用廊下床	2.26	2.26	2.96	6.69		
			外壁　準耐火A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63		
			間仕切り壁	(2.0×2+0.5+0.25)×2×2.64	25.08	0.24	6.02		
			外壁　準耐火D	2.825×2.64	7.46	0.69	5.15	39.36	71.07
	1	1Fwx4-5	2F床	5.24	5.24	3.22	16.87		
			共用廊下床	2.26	2.26	2.96	6.69		
			外壁　準耐火A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63		
			間仕切り壁	(2.0×2+0.5+0.25)×2×2.64	25.08	0.24	6.02		
			外壁　準耐火D	2.825×2.64	7.46	0.69	5.15	39.36	110.43
X6.5	3	3Fwx6.5-1	RF床	0.94	0.94	2.02	1.90		
			内壁A	1×2.64	2.64	1.17	3.09		
			間仕切り壁	1×2.64	2.64	0.24	0.63	5.62	5.62
	2	2Fwx6.5-1	3F床	0.94	0.94	3.22	3.03		
			内壁A	1×2.64	2.64	1.17	3.09		
			間仕切り壁	1×2.64	2.64	0.24	0.63	6.75	12.37
	1	1Fwx6.5-1	2F床	0.94	0.94	3.22	3.03		
			内壁A	1×2.64	2.64	1.17	3.09		
			間仕切り壁	1×2.64	2.64	0.24	0.63	6.75	19.12

表4-1-4

通り	i 階	壁符号	部位	面積(A㎡)又は長さL(m)		W(kN/㎡)又はLw(kN/m)	A*W又はL*Lw(kN)	Ni(kN)	ΣN(kN)
X8	3	3Fwx8-1	RF床	2.49	2.49	2.02	5.03		
			界壁	2×2.64	5.28	0.97	5.12	10.15	10.15
	2	2Fwx8-1	3F床	2.49	2.49	3.22	8.02		
			界壁	2×2.64	5.28	0.97	5.12	13.14	23.29
	1	1Fwx8-1	2F床	2.49	2.49	3.22	8.02		
			界壁	2×2.64	5.28	0.97	5.12	13.14	36.43
X8	3	3Fwx8-2	RF床	6.00	6.00	2.02	12.12		
			界壁	2×2.64	5.28	0.97	5.12		
			間仕切り壁	1.25×2×2.64	6.60	0.24	1.58	18.83	18.83
	2	2Fwx8-2	3F床	6.00	6.00	3.22	19.32		
			界壁	2×2.64	5.28	0.97	5.12		
			間仕切り壁	1.25×2×2.64	6.60	0.24	1.58	26.03	44.85
	1	1Fwx8-2	2F床	6.00	6.00	3.22	19.32		
			界壁	2×2.64	5.28	0.97	5.12		
			間仕切り壁	1.25×2×2.64	6.60	0.24	1.584	26.03	70.88
X8	3	3Fwx8-3	RF床	1.25	1.25	2.02	2.53		
			内壁A	2×2.64	5.28	1.17	6.18	8.70	8.70
	2	2Fwx8-3	3F床	1.25	1.25	3.22	4.03		
			内壁A	2×2.64	5.28	1.17	6.18	10.20	18.91
	1	1Fwx8-3	2F床	1.25	1.25	3.22	4.03		
			内壁A	2×2.64	5.28	1.17	6.18	10.20	29.11
X8	3	3Fwx8-4	RF床	1.50	1.50	2.02	3.03		
			内壁A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63		
			間仕切り壁	0.5×2×2.64	2.64	0.24	0.63	8.30	8.30
	2	2Fwx8-4	3F床	1.50	1.50	3.22	4.83		
			内壁A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63		
			間仕切り壁	0.5×2×2.64	2.64	0.24	0.63	10.10	18.39
	1	1Fwx8-4	2F床	1.50	1.50	3.22	4.83		
			内壁A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63		
			間仕切り壁	0.5×2×2.64	2.64	0.24	0.63	10.10	28.49
X8	3	3Fwx8-5	RF床	2.00	2.00	2.02	4.04		
			内壁A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63	8.67	8.67
	2	2Fwx8-5	3F床	2.00	2.00	3.22	6.44		
			内壁A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63	11.07	19.75
	1	1Fwx8-5	2F床	2.00	2.00	3.22	6.44		
			内壁A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63	11.07	30.82

表4-1-5

通り	i 階	壁符号	部位	面積(A㎡)又は長さL(m)		W(kN/㎡)又はLw(kN/m)	A*W又はL*Lw(kN)	Ni(kN)	ΣN(kN)
X9.5	3	3Fwx9.5-1	RF床	0.94	0.94	2.02	1.90		
			内壁A	1×2.64	2.64	1.17	3.09		
			間仕切り壁	1×2.64	2.64	0.24	0.63	5.62	5.62
	2	2Fwx9.5-1	3F床	0.94	0.94	3.22	3.03		
			内壁A	1×2.64	2.64	1.17	3.09		
			間仕切り壁	1×2.64	2.64	0.24	0.63	6.75	12.37
	1	1Fwx9.5-1	2F床	0.94	0.94	3.22	3.03		
			内壁A	1×2.64	2.64	1.17	3.09		
			間仕切り壁	1×2.64	2.64	0.24	0.63	6.75	19.12
X12	3	3Fwx12-1	RF床	2.08	2.08	2.02	4.20		
			界壁	2×2.64	5.28	0.97	5.12	9.32	9.32
	2	2Fwx12-1	3F床	2.08	2.08	3.22	6.70		
			界壁	2×2.64	5.28	0.97	5.12	11.82	21.14
	1	1Fwx12-1	2F床	2.08	2.08	3.22	6.70		
			界壁	2×2.64	5.28	0.97	5.12	11.82	32.96
X12	3	3Fwx12-2	RF床	2.08	2.08	2.02	4.20		
			界壁	2×2.64	5.28	0.97	5.12	9.32	9.32
	2	2Fwx12-2	3F床	2.08	2.08	3.22	6.70		
			界壁	2×2.64	5.28	0.97	5.12	11.82	21.14
	1	1Fwx12-2	2F床	2.08	2.08	3.22	6.70		
			界壁	2×2.64	5.28	0.97	5.12	11.82	32.96
X12	3	3Fwx12-3	RF床	1.34	1.34	2.02	2.71		
			内壁A	2×2.64	5.28	1.17	6.18	8.88	8.88
	2	2Fwx12-3	3F床	1.34	1.34	3.22	4.31		
			内壁A	2×2.64	5.28	1.17	6.18	10.49	19.38
	1	1Fwx12-3	2F床	1.34	1.34	3.22	4.31		
			内壁A	2×2.64	5.28	1.17	6.18	10.49	29.87
X12	3	3Fwx12-4	RF床	1.88	1.88	2.02	3.80		
			内壁A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63		
			間仕切り壁	1.25×2.64	3.30	0.24	0.79	9.22	9.22
	2	2Fwx12-4	3F床	1.88	1.88	3.22	6.05		
			内壁A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63		
			間仕切り壁	1.25×2.64	3.30	0.24	0.79	11.48	20.70
	1	1Fwx12-4	2F床	1.88	1.88	3.22	6.05		
			内壁A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63		
			間仕切り壁	1.25×2.64	3.30	0.24	0.79	11.48	32.18

表4-1-6

通り	i 階	壁符号	部位	面積(A㎡)又は長さL(m)		W(kN/㎡)又はLw(kN/m)	A*W又はL*Lw(kN)	Ni(kN)	ΣN(kN)
X12	3	3Fwx12-5	パラペット	2.83	2.83	0.27	0.76		
			RF床	5.24+2.26	7.50	2.02	15.15		
			外壁 準耐火A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63		
			間仕切り壁	(2.0×2+0.5+0.25)×2×2.64	25.08	0.24	6.02		
			外壁 準耐火D	2.825×2.64	7.46	0.69	5.15	31.71	31.71
	2	2Fwx12-5	3F床	5.24	5.24	3.22	16.87		
			共用廊下床	2.26	2.26	2.96	6.69		
			外壁 準耐火A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63		
			間仕切り壁	(2.0×2+0.5+0.25)×2×2.64	25.08	0.24	6.02		
			外壁 準耐火D	2.825×2.64	7.46	0.69	5.15	39.36	71.07
	1	1Fwx12-5	2F床	5.24	5.24	3.22	16.87		
			共用廊下床	2.26	2.26	2.96	6.69		
			外壁 準耐火A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63		
			間仕切り壁	(2.0×2+0.5+0.25)×2×2.64	25.08	0.24	6.02		
			外壁 準耐火D	2.825×2.64	7.46	0.69	5.15	39.36	110.43
X14.5	3	3Fwx14.5-1	RF床	1.07	1.07	2.02	2.16		
			内壁A	1×2.64	2.64	1.17	3.09		
			間仕切り壁	1×2.64	2.64	0.24	0.63	5.88	5.88
	2	2Fwx14.5-1	3F床	1.07	1.07	3.22	3.45		
			内壁A	1×2.64	2.64	1.17	3.09		
			間仕切り壁	1×2.64	2.64	0.24	0.63	7.17	13.05
	1	1Fwx14.5-1	2F床	1.07	1.07	3.22	3.45		
			内壁A	1×2.64	2.64	1.17	3.09		
			間仕切り壁	1×2.64	2.64	0.24	0.63	7.17	20.22
X16	3	3Fwx16-1	パラペット	2.0+0.035	2.04	0.27	0.55		
			RF床	1.85	1.85	2.02	3.74		
			外壁 準耐火C	(2.0+0.035)×2.64	5.37	0.98	5.26	9.55	9.55
	2	2Fwx16-1	3F床	1.85	1.85	3.22	5.96		
			外壁 準耐火C	(2.0+0.035)×2.64	5.37	0.98	5.26		
								11.22	20.77
	1	1Fwx16-1	2F床	1.85	1.85	3.22	5.96		
			外壁 準耐火C	(2.0+0.035)×2.64	5.37	0.98	5.26		
								11.22	32.00

表4-1-7

通り	i 階	壁符号	部位	面積(A㎡)又は長さL(m)		W(kN/㎡)又はLw(kN/m)	A*W又はL*Lw(kN)	Ni(kN)	ΣN(kN)
X16	3	3Fwx16-2	パラペット	0.5-0.07	0.43	0.27	0.12		
			RF床	0.54	0.54	2.02	1.09		
			外壁 準耐火C	(0.5-0.07)×2.64	1.14	0.98	1.11	2.32	2.32
	2	2Fwx16-2	3F床	0.54	0.54	3.22	1.74		
			外壁 準耐火C	(0.5-0.07)×2.64	1.14	0.98	1.11		
								2.85	5.17
	1	1Fwx16-2	2F床	0.54	0.54	3.22	1.74		
			外壁 準耐火C	(0.5-0.07)×2.64	1.14	0.98	1.11		
								2.85	8.02
X16	3	3Fwx16-3	パラペット	1.5+0.035	1.54	0.27	0.41		
			RF床	2.38	2.38	2.02	4.81		
			外壁 準耐火C	0.5×2.64	1.32	0.98	1.29		
			間仕切り壁	1.175×2.64	3.10	0.24	0.74	7.26	7.26
	2	2Fwx16-3	2F床	2.38	2.38	3.22	7.66		
			外壁 準耐火C	0.5×2.64	1.32	0.98	1.29		
			間仕切り壁	1.175×2.64	3.10	0.24	0.74	9.70	16.96
	1	1Fwx16-3	2F床	2.38	2.38	3.22	7.66		
			外壁 準耐火C	0.5×2.64	1.32	0.98	1.29		
			間仕切り壁	1.175×2.64	3.10	0.24	0.74	9.70	26.66
X16	3	3Fwx16-4	パラペット	2.00	2.00	0.27	0.54		
			RF床	0.73	0.73	2.02	1.47		
			外壁 準耐火A	2×2.64	5.28	1.17	6.18	8.19	8.19
	2	2Fwx16-4	2F床	0.73	0.73	3.22	2.35		
			外壁 準耐火A	2×2.64	5.28	1.17	6.18	8.53	16.72
	1	1Fwx16-4	2F床	0.73	0.73	3.22	2.35		
			外壁 準耐火A	2×2.64	5.28	1.17	6.18	8.53	25.25
X16	3	3Fwx16-5	パラペット	1.50	1.50	0.27	0.41		
			RF床	0.75	0.75	2.02	1.52		
			外壁 準耐火A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63		
			間仕切り壁	0.425×2.64	1.12	0.24	0.27	6.82	6.82
	2	2Fwx16-5	3F床	0.75	0.75	3.22	2.42		
			外壁 準耐火A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63		
			間仕切り壁	0.425×2.64	1.12	0.24	0.27	7.32	14.14
	1	1Fwx16-5	2F床	0.75	0.75	3.22	2.42		
			外壁 準耐火A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63		
			間仕切り壁	0.425×2.64	1.12	0.24	0.27	7.32	21.46

表4-1-8

通り	i 階	壁符号	部位	面積(A㎡)又は長さL(m)		W(kN/㎡)又はLw(kN/m)	A*W又はL*Lw(kN)	Ni(kN)	ΣN(kN)
X16	3	3Fwx16-6	パラペット	1.50	1.50	0.27	0.41		
			RF床	0.66	0.66	2.02	1.33		
			外壁　準耐火A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63	6.37	6.37
	2	2Fwx16-6	3F床	0.66	0.66	3.22	2.13		
			外壁　準耐火A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63	6.76	13.13
	1	1Fwx16-6	2F床	0.66	0.66	3.22	2.13		
			外壁　準耐火A	1.5×2.64	3.96	1.17	4.63	6.76	19.89

表4-1-9

設備壁のwy2-2、wy2-4、wy2-5、wy2-7、wy2-8、wy2-10は、軸力を負担しない為、算定はしていない。

通り	i 階	壁符号	部位	面積A㎡又は長さLm		W kN/㎡ 又は Lw kN/m	A*W 又は L*Lw kN	Ni kN	ΣN kN
Y2	3	3Fwy2-1	パラペット	1.80	1.80	0.27	0.49		
			RF床	3.75+2.08	5.83	2.02	11.78		
			外壁 準耐火A	1.8*2.64-1.8*0.83	3.26	1.17	3.81		
			サッシ	1.8*0.83	1.49	0.40	0.60	16.67	16.67
	2	2Fwy2-1	3F床	2.08	2.08	3.22	6.70		
			3Fベランダ	3.75	3.75	2.96	11.10		
			外壁 準耐火A	1.8*2.64-1.8*0.83	3.26	1.17	3.81		
			サッシ	1.8*0.83	1.49	0.40	0.60	22.21	38.88
	1	1Fwy2-1	2F床	2.08	2.08	3.22	6.70		
			2Fベランダ	3.75	3.75	2.96	11.10		
			外壁 準耐火A	1.8*2.64-1.8*0.83	3.26	1.17	3.81		
			サッシ	1.8*0.83	1.49	0.40	0.60	22.21	61.09
Y2	3	3Fwy2-3	パラペット	4.04	4.04	0.27	1.09		
			RF床	8.07+6.29	14.36	2.02	29.01		
			外壁 準耐火A	4.037*2.64-1.8*(1.045+0.6825)	7.55	1.17	8.83		
			サッシ	1.8*(1.045+0.6825)	3.11	0.40	1.24	40.17	40.17
	2	2Fwy2-3	3F床	6.29	6.29	3.22	20.25		
			3Fベランダ	8.07	8.07	2.96	23.89		
			外壁 準耐火A	4.037*2.64-1.8*(1.045+0.6825)	7.55	1.17	8.83		
			サッシ	1.8*(1.045+0.6825)	3.11	0.40	1.24	54.22	94.39
	1	1Fwy2-3	2F床	6.29	6.29	3.22	20.25		
			2Fベランダ	8.07	8.07	2.96	23.89		
			外壁 準耐火A	4.037*2.64-1.8*(1.045+0.6825)	7.55	1.17	8.83		
			サッシ	1.8*(1.045+0.6825)	3.11	0.40	1.24	54.22	148.60
Y2	3	3Fwy2-6	パラペット	4.33	4.04	0.27	1.09		
			RF床	8.65+6.46	15.11	2.02	30.52		
			外壁 準耐火A	4.325*2.64-1.8*(1.0075+1.0075)	7.79	1.17	9.12		
			サッシ	1.8*(1.0075+1.0075)	3.63	0.40	1.45	42.18	42.18
	2	2Fwy2-6	3F床	6.29	6.29	3.22	20.25		
			3Fベランダ	8.07	8.07	2.96	23.89		
			外壁 準耐火A	4.325*2.64-1.8*(1.0075+1.0075)	7.79	1.17	9.12		
			サッシ	1.8*(1.0075+1.0075)	3.63	0.40	1.45	54.71	96.89
	1	1Fwy2-6	2F床	6.29	6.29	3.22	20.25		
			2Fベランダ	8.07	8.07	2.96	23.89		
			外壁 準耐火A	4.325*2.64-1.8*(1.0075+1.0075)	7.79	1.17	9.12		
			サッシ	1.8*(1.0075+1.0075)	3.63	0.40	1.45	54.71	151.59

表4-1-10

通り	i 階	壁符号	部位	面積A㎡又は長さLm		W kN/㎡ 又は Lw kN/m	A*W 又は L*Lw kN	Ni kN	ΣN kN
Y2	3	3Fwy2-9	パラペット	4.04	4.04	0.27	1.09		
			RF床	8.07+6.29	14.36	2.02	29.01		
			外壁 準耐火A	4.037*2.64-1.8*(1.045+0.6825)	7.55	1.17	8.83		
			サッシ	1.8*(1.045+0.6825)	3.11	0.40	1.24	40.17	40.17
	2	2Fwy2-9	3F床	6.29	6.29	3.22	20.25		
			3Fベランダ	8.07	8.07	2.96	23.89		
			外壁 準耐火A	4.037*2.64-1.8*(1.045+0.6825)	7.55	1.17	8.83		
			サッシ	1.8*(1.045+0.6825)	3.11	0.40	1.24	54.22	94.39
	1	1Fwy2-9	2F床	6.29	6.29	3.22	20.25		
			2Fベランダ	8.07	8.07	2.96	23.89		
			外壁 準耐火A	4.037*2.64-1.8*(1.045+0.6825)	7.55	1.17	8.83		
			サッシ	1.8*(1.045+0.6825)	3.11	0.40	1.24	54.22	148.60
Y2	3	3Fwy2-11	パラペット	1.80	1.80	0.27	0.49		
			RF床	3.75+2.08	5.83	2.02	11.78		
			外壁 準耐火A	1.8*2.64-1.8*0.83	3.26	1.17	3.81		
			サッシ	1.8*0.83	1.49	0.40	0.60	16.67	16.67
	2	2Fwy2-11	3F床	2.08	2.08	3.22	6.70		
			3Fベランダ	3.75	3.75	2.96	11.10		
			外壁 準耐火A	1.8*2.64-1.8*0.83	3.26	1.17	3.81		
			サッシ	1.8*0.83	1.49	0.40	0.60	22.21	38.88
	1	1Fwy2-11	2F床	2.08	2.08	3.22	6.70		
			2Fベランダ	3.75	3.75	2.96	11.10		
			外壁 準耐火A	1.8*2.64-1.8*0.83	3.26	1.17	3.81		
			サッシ	1.8*0.83	1.49	0.40	0.60	22.21	61.09
Y6	3	3Fwy6-1	RF床	5.67	5.67	2.02	11.45		
			内壁B	1.5*2.64	3.96	0.74	2.93		
			間仕切り壁	(1.325+0.5)*2.64	4.82	0.24	1.16	15.54	15.54
	2	2Fwy6-1	3F床	5.67	5.67	3.22	18.26		
			内壁B	1.5*2.64	3.96	0.74	2.93		
			間仕切り壁	(1.325+0.5)*2.64	4.82	0.24	1.16	22.34	37.88
	1	1Fwy6-1	2F床	5.67	5.67	3.22	18.26		
			内壁B	1.5*2.64	3.96	0.74	2.93		
			間仕切り壁	(1.325+0.5)*2.64	4.82	0.24	1.16	22.34	60.23

表4-1-11

通り	i 階	壁符号	部位	面積A㎡又は長さLm		W kN/㎡ 又は Lw kN/m	A*W 又は L*Lw kN	Ni kN	ΣN kN
Y6	3	3Fwy6-2	RF床	5.93	5.93	2.02	11.98		
			内壁B	1.5*2.64	3.96	0.74	2.93		
			間仕切り壁	(1.25+0.5)*2.64	4.62	0.24	1.11	16.02	16.02
	2	2Fwy6-2	3F床	5.93	5.93	3.22	19.09		
			内壁B	1.5*2.64	3.96	0.74	2.93		
			間仕切り壁	(1.25+0.5)*2.64	4.62	0.24	1.11	23.13	39.15
	1	1Fwy6-2	2F床	5.93	5.93	3.22	19.09		
			内壁B	1.5*2.64	3.96	0.74	2.93		
			間仕切り壁	(1.25+0.5)*2.64	4.62	0.24	1.11	23.13	62.29
Y6	3	3Fwy6-3	RF床	5.93	5.93	2.02	11.98		
			内壁B	1.5*2.64	3.96	0.74	2.93		
			間仕切り壁	(1.25+0.5)*2.64	4.62	0.24	1.11	16.02	16.02
	2	2Fwy6-3	3F床	5.93	5.93	3.22	19.09		
			内壁B	1.5*2.64	3.96	0.74	2.93		
			間仕切り壁	(1.25+0.5)*2.64	4.62	0.24	1.11	23.13	39.15
	1	1Fwy6-3	2F床	5.93	5.93	3.22	19.09		
			内壁B	1.5*2.64	3.96	0.74	2.93		
			間仕切り壁	(1.25+0.5)*2.64	4.62	0.24	1.11	23.13	62.29
Y6	3	3Fwy6-4	RF床	5.67	5.67	2.02	11.45		
			内壁B	1.5*2.64	3.96	0.74	2.93		
			間仕切り壁	(1.325+0.5)*2.64	4.82	0.24	1.16	15.54	15.54
	2	2Fwy6-4	3F床	5.67	5.67	3.22	18.26		
			内壁B	1.5*2.64	3.96	0.74	2.93		
			間仕切り壁	(1.325+0.5)*2.64	4.82	0.24	1.16	22.34	37.88
	1	1Fwy6-4	2F床	5.67	5.67	3.22	18.26		
			内壁B	1.5*2.64	3.96	0.74	2.93		
			間仕切り壁	(1.325+0.5)*2.64	4.82	0.24	1.16	22.34	60.23
Y7	3	3Fwy7-1	RF床	3.67	3.67	2.02	7.41		
			内壁B	1.575*2.64	4.16	0.74	3.08		
			間仕切り壁	0.5*2.64	1.32	0.24	0.32	10.81	10.81
	2	2Fwy7-1	3F床	3.67	3.67	3.22	11.82		
			内壁B	1.575*2.64	4.16	0.74	3.08		
			間仕切り壁	0.5*2.64	1.32	0.24	0.32	15.21	26.02
	1	1Fwy7-1	2F床	3.67	3.67	3.22	11.82		
			内壁B	1.575*2.64	4.16	0.74	3.08		
			間仕切り壁	0.5*2.64	1.32	0.24	0.32	15.21	41.23

表4-1-12

通り	i 階	壁符号	部位	面積A㎡又は長さLm		W kN/㎡ 又は Lw kN/m	A*W 又は L*Lw kN	Ni kN	ΣN kN
Y7	3	3Fwy7-2	RF床	3.38	3.38	2.02	6.83		
			内壁B	1.075*2.64	2.84	0.74	2.10	8.93	8.93
	2	2Fwy7-2	3F床	3.38	3.38	3.22	10.88		
			内壁B	1.075*2.64	2.84	0.74	2.10	12.98	21.91
	1	1Fwy7-2	2F床	3.38	3.38	3.22	10.88		
			内壁B	1.075*2.64	2.84	0.74	2.10	12.98	34.90
Y7	3	3Fwy7-3	RF床	3.03	3.03	2.02	6.12		
			内壁B	1.075*2.64	2.84	0.74	2.10	8.22	8.22
	2	2Fwy7-3	3F床	3.03	3.03	3.22	9.76		
			内壁B	1.075*2.64	2.84	0.74	2.10	11.86	20.08
	1	1Fwy7-3	2F床	3.03	3.03	3.22	9.76		
			内壁B	1.075*2.64	2.84	0.74	2.10	11.86	31.93
Y7	3	3Fwy7-4	RF床	3.69	3.69	2.02	7.45		
			内壁B	1.575*2.64	4.16	0.74	3.08		
			間仕切り壁	0.5*2.64	1.32	0.24	0.32	10.85	10.85
	2	2Fwy7-4	3F床	3.69	3.69	3.22	11.88		
			内壁B	1.575*2.64	4.16	0.74	3.08		
			間仕切り壁	0.5*2.64	1.32	0.24	0.32	15.28	26.12
	1	1Fwy7-4	2F床	3.69	3.69	3.22	11.88		
			内壁B	1.575*2.64	4.16	0.74	3.08		
			間仕切り壁	0.5*2.64	1.32	0.24	0.32	15.28	41.40
Y7	3	3Fwy7-5	RF床	3.69	3.69	2.02	7.45		
			内壁B	1.575*2.64	4.16	0.74	3.08		
			間仕切り壁	0.5*2.64	1.32	0.24	0.32	10.85	10.85
	2	2Fwy7-5	3F床	3.69	3.69	3.22	11.88		
			内壁B	1.575*2.64	4.16	0.74	3.08		
			間仕切り壁	0.5*2.64	1.32	0.24	0.32	15.28	26.12
	1	1Fwy7-5	2F床	3.69	3.69	3.22	11.88		
			内壁B	1.575*2.64	4.16	0.74	3.08		
			間仕切り壁	0.5*2.64	1.32	0.24	0.32	15.28	41.40
Y7	3	3Fwy7-6	RF床	3.03	3.03	2.02	6.12		
			内壁B	1.075*2.64	2.84	0.74	2.10	8.22	8.22
	2	2Fwy7-6	3F床	3.03	3.03	3.22	9.76		
			内壁B	1.075*2.64	2.84	0.74	2.10	11.86	20.08
	1	1Fwy7-6	2F床	3.03	3.03	3.22	9.76		
			内壁B	1.075*2.64	2.84	0.74	2.10	11.86	31.93

表4-1-13

通り	i 階	壁符号	部位	面積A㎡又は長さLm		W kN/㎡ 又は Lw kN/m	A*W 又は L*Lw kN	Ni kN	ΣN kN
Y7	3	3Fwy7-7	RF床	3.38	3.38	2.02	6.83		
			内壁B	1.075*2.64	2.84	0.74	2.10	8.93	8.93
	2	2Fwy7-7	3F床	3.38	3.38	3.22	10.88		
			内壁B	1.075*2.64	2.84	0.74	2.10	12.98	21.91
	1	1Fwy7-7	2F床	3.38	3.38	3.22	10.88		
			内壁B	1.075*2.64	2.84	0.74	2.10	12.98	34.90
Y7	3	3Fwy7-8	RF床	3.67	3.67	2.02	7.41		
			内壁B	1.575*2.64	4.16	0.74	3.08		
			間仕切り壁	0.5*2.64	1.32	0.24	0.32	10.81	10.81
	2	2Fwy7-8	3F床	3.67	3.67	3.22	11.82		
			内壁B	1.575*2.64	4.16	0.74	3.08		
			間仕切り壁	0.5*2.64	1.32	0.24	0.32	15.21	26.02
	1	1Fwy7-8	2F床	3.67	3.67	3.22	11.82		
			内壁B	1.575*2.64	4.16	0.74	3.08		
			間仕切り壁	0.5*2.64	1.32	0.24	0.32	15.21	41.23
Y11	3	3Fwy11-1	パラペット	1+0.875	1.88	0.27	0.51		
			RF床	4.61+1.33	5.94	2.02	12.00		
			外壁　準耐火A	1.25*2.64	3.30	1.17	3.86		
			間仕切り壁	2.0*2.64	5.28	0.24	1.27		
			外壁　準耐火D	1.315*2.64	3.47	0.69	2.40	20.03	20.03
	2	2Fwy11-1	3F床	4.61	4.61	3.22	14.84		
			共用廊下床	1.33	1.33	2.96	3.94		
			外壁　準耐火A	1.25*2.64	3.30	1.17	3.86		
			間仕切り壁	2.0*2.64	5.28	0.24	1.27		
			外壁　準耐火D	1.315*2.64	3.47	0.69	2.40	26.30	46.33
	1	1Fwy11-1	2F床	4.61	4.61	3.22	14.84		
			共用廊下床	1.33	1.33	2.96	3.94		
			外壁　準耐火A	1.25*2.64	3.30	1.17	3.86		
			間仕切り壁	2.0*2.64	5.28	0.24	1.27		
			外壁　準耐火D	1.315*2.64	3.47	0.69	2.40	26.30	72.64

表4-1-14

通り	i 階	壁符号	部位	面積A㎡又は長さLm		W kN/㎡ 又は Lw kN/m	A*W 又は L*Lw kN	Ni kN	ΣN kN
Y11	3	3Fwy11-2	RF床	4.49+2.07	6.56	2.02	13.25		
			外壁 準耐火A	1.25*2.64	3.30	1.17	3.86		
			間仕切り壁	2.0*2.64	5.28	0.24	1.27		
			外壁 準耐火D	1.3375*2.64	3.53	0.69	2.44	20.82	20.82
	2	2Fwy11-2	3F床	4.49	4.49	3.22	14.46		
			共用廊下床	2.07	2.07	2.96	6.13		
			外壁 準耐火A	1.25*2.64	3.30	1.17	3.86		
			間仕切り壁	2.0*2.64	5.28	0.24	1.27		
			外壁 準耐火D	1.3375*2.64	3.53	0.69	2.44	28.15	48.97
	1	1Fwy11-2	2F床	4.49	4.49	3.22	14.46		
			共用廊下床	2.07	2.07	2.96	6.13		
			外壁 準耐火A	1.25*2.64	3.30	1.17	3.86		
			間仕切り壁	2.0*2.64	5.28	0.24	1.27		
			外壁 準耐火D	1.3375*2.64	3.53	0.69	2.44	28.15	77.11
Y11	3	3Fwy11-3	RF床	4.49+2.07	6.56	2.02	13.25		
			外壁 準耐火A	1.25*2.64	3.30	1.17	3.86		
			間仕切り壁	2.0*2.64	5.28	0.24	1.27		
			外壁 準耐火D	1.3375*2.64	3.53	0.69	2.44	20.82	20.82
	2	2Fwy11-3	3F床	4.49	4.49	3.22	14.46		
			共用廊下床	2.07	2.07	2.96	6.13		
			外壁 準耐火A	1.25*2.64	3.30	1.17	3.86		
			間仕切り壁	2.0*2.64	5.28	0.24	1.27		
			外壁 準耐火D	1.3375*2.64	3.53	0.69	2.44	28.15	48.97
	1	1Fwy11-3	2F床	4.49	4.49	3.22	14.46		
			共用廊下床	2.07	2.07	2.96	6.13		
			外壁 準耐火A	1.25*2.64	3.30	1.17	3.86		
			間仕切り壁	2.0*2.64	5.28	0.24	1.27		
			外壁 準耐火D	1.3375*2.64	3.53	0.69	2.44	28.15	77.11

表4-1-15

通り	i 階	壁符号	部位	面積A㎡又は長さLm		W kN/㎡ 又は Lw kN/m	A*W 又は L*Lw kN	Ni kN	ΣN kN
Y11	3	3Fwy11-4	パラペット	1+0.875	1.88	0.27	0.51		
			RF床	4.61+1.33	5.94	2.02	12.00		
			外壁 準耐火A	1.25*2.64	3.30	1.17	3.86		
			間仕切り壁	2.0*2.64	5.28	0.24	1.27		
			外壁 準耐火D	1.315*2.64	3.47	0.69	2.40	20.03	20.03
	2	2Fwy11-4	3F床	4.61	4.61	3.22	14.84		
			共用廊下床	1.33	1.33	2.96	3.94		
			外壁 準耐火A	1.25*2.64	3.30	1.17	3.86		
			間仕切り壁	2.0*2.64	5.28	0.24	1.27		
			外壁 準耐火D	1.315*2.64	3.47	0.69	2.40	26.30	46.33
	1	1Fwy11-4	2F床	4.61	4.61	3.22	14.84		
			共用廊下床	1.33	1.33	2.96	3.94		
			外壁 準耐火A	1.25*2.64	3.30	1.17	3.86		
			間仕切り壁	2.0*2.64	5.28	0.24	1.27		
			外壁 準耐火D	1.315*2.64	3.47	0.69	2.40	26.30	72.64
Y12.7	3	3Fwy12.7-1	パラペット	1+0.875	1.88	0.27	0.51		
			RF床	2.92	2.92	2.02	5.90		
			外壁 準耐火B	3.0*2.64-1.5*2.14	4.71	1.18	5.56	11.96	11.96
	2	2Fwy12.7-1	3F床	2.92	2.92	3.22	9.40		
			外壁 準耐火B	3.0*2.64-1.5*2.14	4.71	1.18	5.56	14.96	26.92
	1	1Fwy12.7-1	2F床	2.92	2.92	3.22	9.40		
			外壁 準耐火B	3.0*2.64-1.5*2.14	4.71	1.18	5.56	14.96	41.88
Y12.7	3	3Fwy12.7-2	パラペット	3.00	3.00	0.27	0.81		
			RF床	2.85	2.85	2.02	5.76		
			外壁 準耐火B	3.0*2.64-1.5*2.14	4.71	1.18	5.56	12.12	12.12
	2	2Fwy12.7-2	3F床	2.85	2.85	3.22	9.18		
			外壁 準耐火B	3.0*2.64-1.5*2.14	4.71	1.18	5.56	14.73	26.86
	1	1Fwy12.7-2	2F床	2.85	2.85	3.22	9.18		
			外壁 準耐火B	3.0*2.64-1.5*2.14	4.71	1.18	5.56	14.73	41.59
Y12.7	3	3Fwy12.7-3	パラペット	1.75	1.75	0.27	0.47		
			RF床	1.66	1.66	2.02	3.35		
			外壁 準耐火B	1.75*2.64-0.75*2.14	3.02	1.18	3.56	7.38	7.38
	2	2Fwy12.7-3	3F床	1.66	1.66	3.22	5.35		
			外壁 準耐火B	1.75*2.64-0.75*2.14	3.02	1.18	3.56	8.90	16.29
	1	1Fwy12.7-3	2F床	1.66	1.66	3.22	5.35		
			外壁 準耐火B	1.75*2.64-0.75*2.14	3.02	1.18	3.56	8.90	25.19

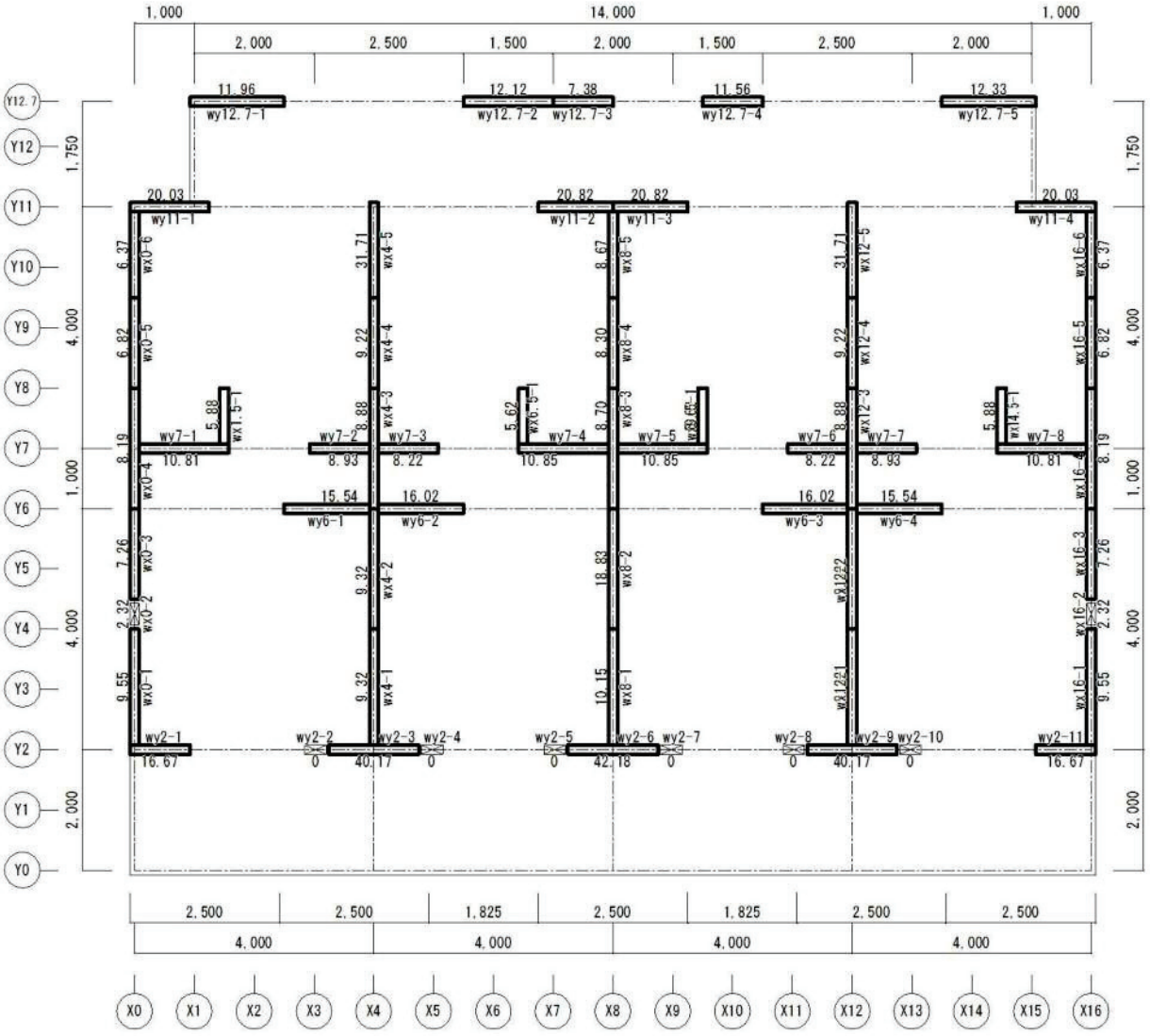
表4-1-16

通り	i 階	壁符号	部位	面積A㎡又は長さLm		W kN/㎡ 又は Lw kN/m	A*W 又は L*Lw kN	Ni kN	ΣN kN
Y12.7	3	3Fwy12.7-4	パラペット	3.25	3.25	0.27	0.88		
			RF床	3.09	3.09	2.02	6.24		
			外壁 準耐火B	3.25*2.64-(0.75+1.5)*2.14	3.77	1.18	4.44	11.56	11.56
	2	2Fwy12.7-4	3F床	3.09	3.09	3.22	9.95		
			外壁 準耐火B	3.25*2.64-(0.75+1.5)*2.14	3.77	1.18	4.44	14.39	25.95
	1	1Fwy12.7-4	2F床	3.09	3.09	3.22	9.95		
			2F屋根	1.07	1.10	2.02	2.22		
			外壁 準耐火B	3.25*2.64-(0.75+1.5)*2.14	3.77	1.18	4.44	16.61	42.57
Y12.7	3	3Fwy12.7-5	パラペット	3.00	3.00	0.27	0.81		
			RF床	2.92	2.92	2.02	5.90		
			外壁 準耐火B	3.00*2.64-1.50*2.14	4.71	1.18	5.56	12.27	12.27
	2	2Fwy12.7-5	3F床	2.92	2.92	3.22	9.40		
			外壁 準耐火B	3.00*2.64-1.50*2.14	4.71	1.18	5.56	14.96	27.23
	1	1Fwy12.7-5	2F床	2.92	2.92	3.22	9.40		
			2F屋根	1.07	1.07	2.02	2.16		
			外壁 準耐火B	3.00*2.64-1.50*2.14	4.71	1.18	5.56	17.12	44.35
X10	2		パラペット	1.50	1.50	3.22	4.83		
			2F屋根	0.61	0.61	2.02	1.23	6.06	6.06
	1		外壁 準耐火D	1.5*2.64	3.96	0.69	2.73	2.73	8.79
X14	2		パラペット	1.50	1.50	3.22	4.83		
			2F屋根	0.67	0.67	2.02	1.35	6.18	6.18
	1		外壁 準耐火D	1.5*2.64	3.96	0.69	2.73	2.73	8.92
Y14.2	2	①	パラペット	2.00	2.00	3.22	6.44		
			2F屋根	1.40	1.40	2.02	2.83	9.27	9.27
	1	①	外壁 準耐火D	2.0*2.64-(1.6/2*2.3)	3.44	0.69	2.37		
			サッシ	1.6/2*2.3	1.84	0.40	0.74	3.11	12.38
Y14.2	2	②	パラペット	2.00	2.00	3.22	6.44		
			2F屋根	1.40	1.40	2.02	2.83	9.27	9.27
	1	②	外壁 準耐火D	2.0*2.64-(1.6/2*2.3)	3.44	0.69	2.37		
			サッシ	1.6/2*2.3	1.84	0.40	0.74	3.11	12.38

上部構造総重量(kN)= 2518.64

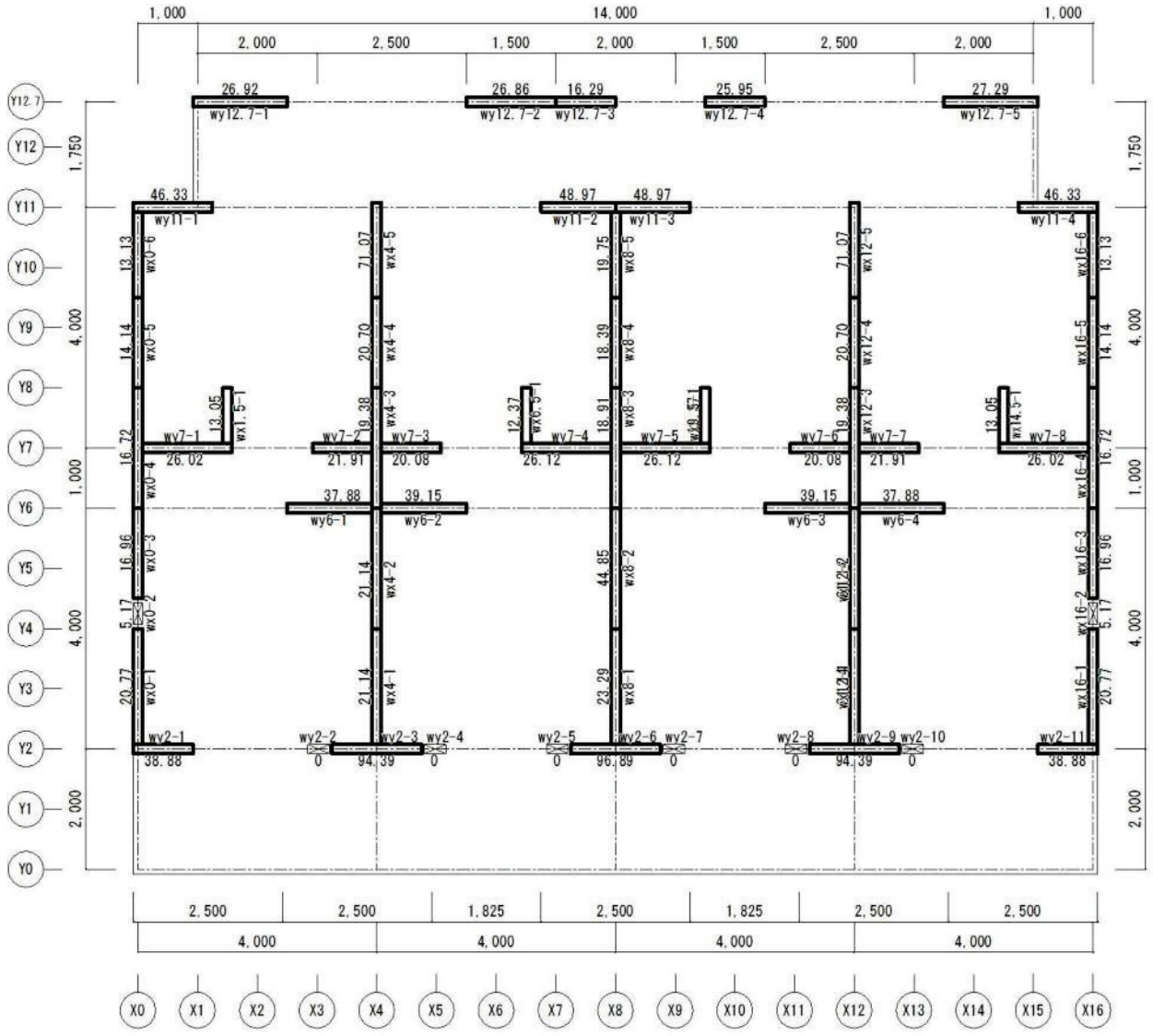
4-3 各階軸力図

（単位 kN）



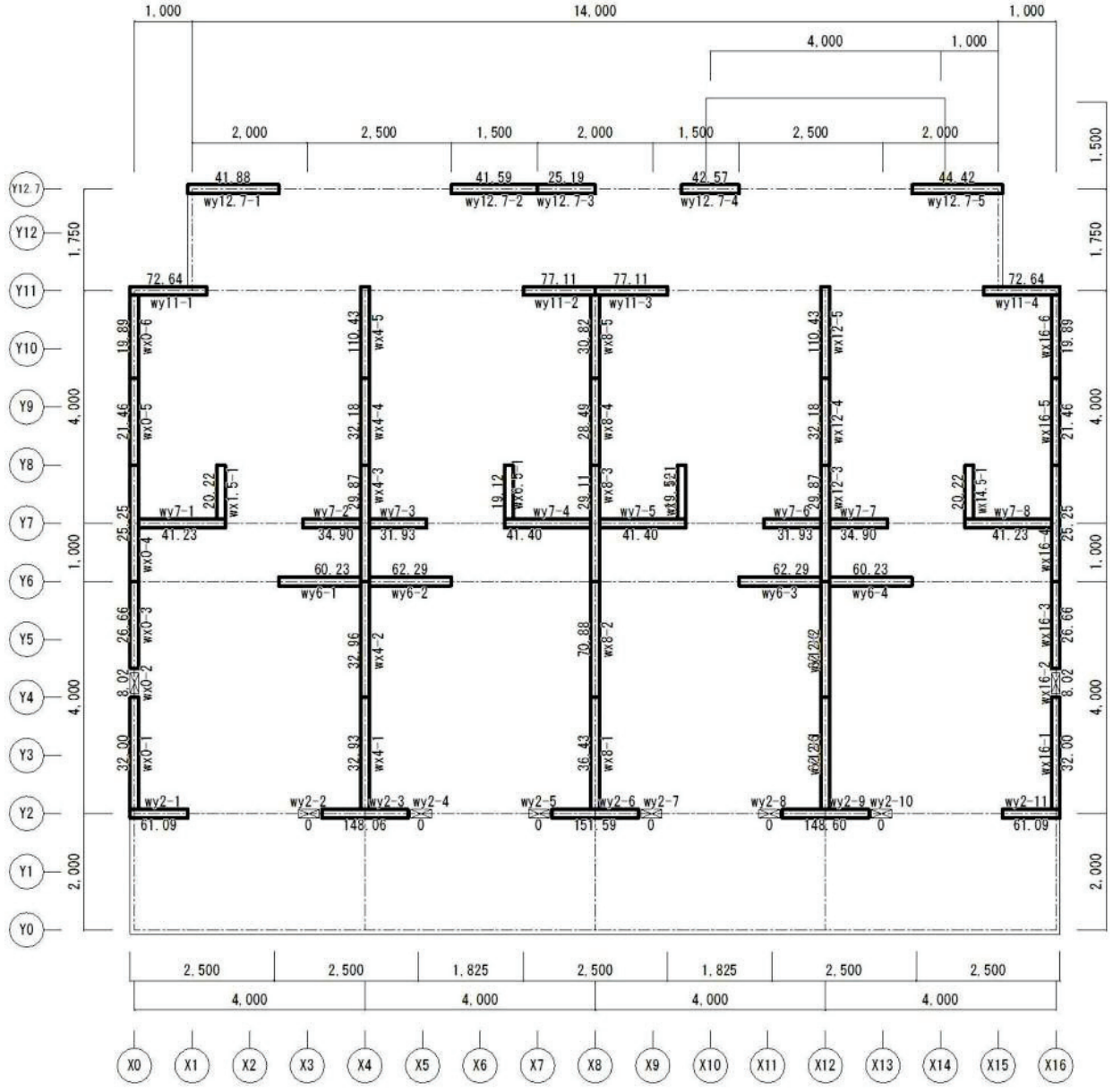
3階壁軸力図

（単位　kN）


1,000
14,000
1,000
2,000
2,500
1,500
2,000
1,500
2,500
2,000
Y12.7
Y12
Y11
Y10
Y9
Y8
Y7
Y6
Y5
Y4
Y3
Y2
Y1
Y0
1,750
4,000
1,000
4,000
1,000
4,000
2,000
26.92
wy12.7-1
26.86
wy12.7-2
16.29
wy12.7-3
25.95
wy12.7-4
27.29
wy12.7-5
46.33
wy11-1
48.97
wy11-2
48.97
wy11-3
46.33
wy11-4
wy7-1
26.02
wy7-2
21.91
wy7-3
20.08
wy7-4
26.12
wy7-5
26.12
wy7-6
20.08
wy7-7
21.91
wy7-8
26.02
37.88
wy6-1
39.15
wy6-2
39.15
wy6-3
37.88
wy6-4
wy2-1
38.88
wy2-2
0
wy2-3
94.39
wy2-4
0
wy2-5
0
wy2-6
96.89
wy2-7
0
wy2-8
0
wy2-9
94.39
wy2-10
0
wy2-11
38.88
2,500
2,500
1,825
2,500
1,825
2,500
2,500
4,000
4,000
4,000
4,000
X0
X1
X2
X3
X4
X5
X6
X7
X8
X9
X10
X11
X12
X13
X14
X15
X16

2階壁軸力図

（単位 kN）


1,000
14,000
1,000
4,000
1,000
2,000
2,500
1,500
2,000
1,500
2,500
2,000
Y12.7
Y12
Y11
Y10
Y9
Y8
Y7
Y6
Y5
Y4
Y3
Y2
Y1
Y0
1,750
4,000
1,000
2,000
41.88
wy12.7-1
41.59
25.19
wy12.7-2
wy12.7-3
42.57
wy12.7-4
44.42
wy12.7-5
72.64
wy11-1
77.11
77.11
wy11-2
wy11-3
72.64
wy11-4
wy7-1
41.23
wy7-2
34.90
wy7-3
31.93
wy7-4
41.40
wy7-5
41.40
wy7-6
31.93
wy7-7
34.90
wy7-8
41.23
60.23
wy6-1
62.29
wy6-2
62.29
wy6-3
60.23
wy6-4
wy2-1
61.09
wy2-2
0
wy2-3
148.06
wy2-4
0
wy2-5
0
wy2-6
151.59
wy2-7
0
wy2-8
0
wy2-9
148.60
wy2-10
0
wy2-11
61.09
2,500
2,500
1,825
2,500
1,825
2,500
2,500
4,000
4,000
4,000
4,000
X0
X1
X2
X3
X4
X5
X6
X7
X8
X9
X10
X11
X12
X13
X14
X15
X16

1階壁軸力図

5. 偏心率の算定

設計施工マニュアル第Ⅲ部 第7章
7.3に記載されている偏心率の算定を
行います。

5-1 重心の算定

重心は壁の座標と負担軸力により計算する。

表5-1-1 3階重心の算定

壁番号	座標		負担軸力	N・X	N・Y
	X [m]	Y [m]	[kN]	[kN・m]	[kN・m]
wx0-1	0.00	1.04	9.55	0.00	9.91
wx0-2	0.00	2.25	2.32	0.00	5.22
wx0-3	0.00	3.43	7.26	0.00	24.87
wx0-4	0.00	5.00	8.19	0.00	40.96
wx0-5	0.00	6.75	6.82	0.00	46.05
wx0-6	0.00	8.22	6.37	0.00	52.34
wx1.5-1	1.50	5.54	5.88	8.83	32.58
wx4-1	4.00	1.04	9.32	37.29	9.67
wx4-2	4.00	3.00	9.32	37.29	27.97
wx4-3	4.00	5.00	8.88	35.54	44.42
wx4-4	4.00	6.75	9.22	36.89	62.25
wx4-5	4.00	8.28	31.71	126.84	262.52
wx6.5-1	6.50	5.54	5.62	36.54	31.13
wx8-1	8.00	1.04	10.15	81.21	10.53
wx8-2	8.00	3.00	18.83	150.60	56.48
wx8-3	8.00	5.00	8.70	69.62	43.51
wx8-4	8.00	6.75	8.30	66.37	56.00
wx8-5	8.00	8.22	8.67	69.39	71.25
wx9.5-1	9.50	5.54	5.62	53.40	31.13
wx12-1	12.00	1.04	9.32	111.88	9.67
wx12-2	12.00	3.00	9.32	111.88	27.97
wx12-3	12.00	5.00	8.88	106.61	44.42
wx12-4	12.00	6.75	9.22	110.67	62.25
wx12-5	12.00	8.28	31.71	380.53	262.52
wx14.5-1	15.50	5.54	5.88	91.20	32.58
wx16-1	16.00	1.04	9.55	152.82	9.91
wx16-2	16.00	2.25	2.32	37.11	5.22
wx16-3	16.00	3.43	7.26	116.16	24.87
wx16-4	16.00	5.00	8.19	131.08	40.96
wx16-5	16.00	6.75	6.82	109.16	46.05
wx16-6	16.00	8.22	6.37	101.94	52.34

表5-1-2 3階重心の算定

壁番号	座標		負担軸力	N・X	N・Y
	X [m]	Y [m]	[kN]	[kN・m]	[kN・m]
wy2-1	0.43	0.00	16.67	7.09	0.00
wy2-2	3.03	0.00	0.00	0.00	0.00
wy2-3	4.00	0.00	40.17	160.69	0.00
wy2-4	4.98	0.00	0.00	0.00	0.00
wy2-5	7.03	0.00	0.00	0.00	0.00
wy2-6	8.00	0.00	42.18	337.43	0.00
wy2-7	8.98	0.00	0.00	0.00	0.00
wy2-8	11.03	0.00	0.00	0.00	0.00
wy2-9	12.00	0.00	40.17	482.07	0.00
wy2-10	12.98	0.00	0.00	0.00	0.00
wy2-11	15.58	0.00	16.67	259.67	0.00
wy6-1	3.22	4.00	15.54	49.96	62.16
wy6-2	4.79	4.00	16.02	76.69	64.07
wy6-3	11.21	4.00	16.02	179.60	64.07
wy6-4	12.79	4.00	15.54	198.72	62.16
wy7-1	0.83	5.00	10.81	8.92	54.04
wy7-2	3.43	5.00	8.93	30.58	44.64
wy7-3	4.58	5.00	8.22	37.61	41.10
wy7-4	7.18	5.00	10.85	77.83	54.24
wy7-5	8.83	5.00	10.85	95.73	54.24
wy7-6	11.43	5.00	8.22	93.92	41.10
wy7-7	12.58	5.00	8.93	112.27	44.64
wy7-8	15.18	5.00	10.81	164.00	54.04
wy11-1	0.59	9.00	20.03	11.77	180.26
wy11-2	7.38	9.00	20.82	153.52	187.34
wy11-3	8.63	9.00	20.82	179.54	187.34
wy11-4	15.41	9.00	20.03	308.69	180.26
wy12.7-1	1.71	10.75	11.96	20.49	128.60
wy12.7-2	6.25	10.75	12.12	75.78	130.34
wy12.7-3	7.50	10.75	7.38	55.38	79.37
wy12.7-4	10.00	10.75	11.56	115.62	124.29
wy12.7-5	14.29	10.75	12.27	175.25	131.86
		合計	729.20	5,839.65	3,507.72

表5-1-3 3階重心位置の計算

ΣN	ΣN・X	ΣN・Y	重心位置	
[kN]	[kN・m]	[kN・m]	X座標 [m]	Y座標 [m]
729.20	5,839.65	3,507.72	8.008	4.810

重心は壁の座標と負担軸力により計算する。

表5-1-4　2階重心の算定

壁番号	座標		負担軸力	N・X	N・Y
	X [m]	Y [m]	[kN]	[kN・m]	[kN・m]
wx0-1	0.00	1.04	20.77	0.00	21.55
wx0-2	0.00	2.25	5.17	0.00	11.63
wx0-3	0.00	3.43	16.96	0.00	58.09
wx0-4	0.00	5.00	16.72	0.00	83.60
wx0-5	0.00	6.75	14.14	0.00	95.44
wx0-6	0.00	8.22	13.13	0.00	107.86
wx1.5-1	1.50	5.54	13.05	19.58	72.27
wx4-1	4.00	1.04	21.14	84.57	21.94
wx4-2	4.00	3.00	21.14	84.57	63.43
wx4-3	4.00	5.00	19.38	77.51	96.88
wx4-4	4.00	6.75	20.70	82.81	139.74
wx4-5	4.00	8.28	71.07	284.29	588.37
wx6.5-1	6.50	5.54	12.37	80.41	68.50
wx8-1	8.00	1.04	23.29	186.33	24.16
wx8-2	8.00	3.00	44.85	358.81	134.55
wx8-3	8.00	5.00	18.91	151.24	94.53
wx8-4	8.00	6.75	18.39	147.15	124.16
wx8-5	8.00	8.22	19.75	157.97	162.22
wx9.5-1	9.50	5.54	12.37	117.52	68.50
wx12-1	12.00	1.04	21.14	253.71	21.94
wx12-2	12.00	3.00	21.14	253.71	63.43
wx12-3	12.00	5.00	19.38	232.52	96.88
wx12-4	12.00	6.75	20.70	248.42	139.74
wx12-5	12.00	8.28	71.07	852.86	588.37
wx14.5-1	15.50	5.54	13.05	202.30	72.27
wx16-1	16.00	1.04	20.77	332.37	21.55
wx16-2	16.00	2.25	5.17	82.73	11.63
wx16-3	16.00	3.43	16.96	271.39	58.09
wx16-4	16.00	5.00	16.72	267.53	83.60
wx16-5	16.00	6.75	14.14	226.24	95.44
wx16-6	16.00	8.22	13.13	210.08	107.86

表5-1-5　2階重心の算定

壁番号	座標		負担軸力	N・X	N・Y
	X [m]	Y [m]	[kN]	[kN・m]	[kN・m]
wy2-1	0.43	0.00	38.88	16.52	0.00
wy2-2	3.03	0.00	0.00	0.00	0.00
wy2-3	4.00	0.00	94.39	377.55	0.00
wy2-4	4.98	0.00	0.00	0.00	0.00
wy2-5	7.03	0.00	0.00	0.00	0.00
wy2-6	8.00	0.00	96.89	775.09	0.00
wy2-7	8.98	0.00	0.00	0.00	0.00
wy2-8	11.03	0.00	0.00	0.00	0.00
wy2-9	12.00	0.00	94.39	1,132.66	0.00
wy2-10	12.98	0.00	0.00	0.00	0.00
wy2-11	15.58	0.00	38.88	605.54	0.00
wy6-1	3.22	4.00	37.88	121.80	151.54
wy6-2	4.79	4.00	39.15	187.44	156.61
wy6-3	11.21	4.00	39.15	438.99	156.61
wy6-4	12.79	4.00	37.88	484.44	151.54
wy7-1	0.83	5.00	26.02	21.47	130.09
wy7-2	3.43	5.00	21.91	75.05	109.56
wy7-3	4.58	5.00	20.08	91.85	100.39
wy7-4	7.18	5.00	26.12	187.43	130.62
wy7-5	8.83	5.00	26.12	230.54	130.62
wy7-6	11.43	5.00	20.08	229.38	100.39
wy7-7	12.58	5.00	21.91	275.54	109.56
wy7-8	15.18	5.00	26.02	394.83	130.09
wy11-1	0.59	9.00	46.33	27.22	417.00
wy11-2	7.38	9.00	48.97	361.12	440.69
wy11-3	8.63	9.00	48.97	422.33	440.69
wy11-4	15.41	9.00	46.33	714.11	417.00
wy12.7-1	1.71	10.75	26.92	46.11	289.42
wy12.7-2	6.25	10.75	26.86	167.87	288.74
wy12.7-3	7.50	10.75	16.29	122.15	175.08
wy12.7-4	10.00	10.75	25.95	259.55	279.01
wy12.7-5	14.29	10.75	27.23	389.00	292.68
		合計	1,676.29	13,422.17	7,996.14

表5-1-6　2階重心位置の計算

ΣN	ΣN・X	ΣN・Y	重心位置	
[kN]	[kN・m]	[kN・m]	X座標 [m]	Y座標 [m]
1,676.29	13,422.17	7,996.14	8.007	4.770

重心は壁の座標と負担軸力により計算する。

表5-1-7　1階重心の算定

壁番号	座標		負担軸力	N・X	N・Y
	X [m]	Y [m]	[kN]	[kN・m]	[kN・m]
wx0-1	0.00	1.04	32.00	0.00	33.20
wx0-2	0.00	2.25	8.02	0.00	18.05
wx0-3	0.00	3.43	26.66	0.00	91.32
wx0-4	0.00	5.00	25.25	0.00	126.24
wx0-5	0.00	6.75	21.46	0.00	144.84
wx0-6	0.00	8.22	19.89	0.00	163.38
wx1.5-1	1.50	5.54	20.22	30.33	111.96
wx4-1	4.00	1.04	32.96	131.85	34.20
wx4-2	4.00	3.00	32.96	131.85	98.88
wx4-3	4.00	5.00	29.87	119.48	149.35
wx4-4	4.00	6.75	32.18	128.72	217.22
wx4-5	4.00	8.28	110.43	441.73	914.22
wx6.5-1	6.50	5.54	19.12	124.28	105.87
wx8-1	8.00	1.04	36.43	291.44	37.80
wx8-2	8.00	3.00	70.88	567.01	212.63
wx8-3	8.00	5.00	29.11	232.86	145.54
wx8-4	8.00	6.75	28.49	227.92	192.31
wx8-5	8.00	8.22	30.82	246.56	253.18
wx9.5-1	9.50	5.54	19.12	181.64	105.87
wx12-1	12.00	1.04	32.96	395.54	34.20
wx12-2	12.00	3.00	32.96	395.54	98.88
wx12-3	12.00	5.00	29.87	358.43	149.35
wx12-4	12.00	6.75	32.18	386.16	217.22
wx12-5	12.00	8.28	110.43	1,325.19	914.22
wx14.5-1	15.50	5.54	20.22	313.40	111.96
wx16-1	16.00	1.04	32.00	511.92	33.20
wx16-2	16.00	2.25	8.02	128.35	18.05
wx16-3	16.00	3.43	26.66	426.62	91.32
wx16-4	16.00	5.00	25.25	403.98	126.24
wx16-5	16.00	6.75	21.46	343.32	144.84
wx16-6	16.00	8.22	19.89	318.21	163.38

表5-1-8　1階重心の算定

壁番号	座標		負担軸力	N・X	N・Y
	X [m]	Y [m]	[kN]	[kN・m]	[kN・m]
wy2-1	0.43	0.00	61.09	25.96	0.00
wy2-2	3.03	0.00	0.00	0.00	0.00
wy2-3	4.00	0.00	148.60	594.42	0.00
wy2-4	4.98	0.00	0.00	0.00	0.00
wy2-5	7.03	0.00	0.00	0.00	0.00
wy2-6	8.00	0.00	151.59	1,212.75	0.00
wy2-7	8.98	0.00	0.00	0.00	0.00
wy2-8	11.03	0.00	0.00	0.00	0.00
wy2-9	12.00	0.00	148.60	1,783.26	0.00
wy2-10	12.98	0.00	0.00	0.00	0.00
wy2-11	15.58	0.00	61.09	951.42	0.00
wy6-1	3.22	4.00	60.23	193.63	240.91
wy6-2	4.79	4.00	62.29	298.19	249.14
wy6-3	11.21	4.00	62.29	698.38	249.14
wy6-4	12.79	4.00	60.23	770.17	240.91
wy7-1	0.83	5.00	41.23	34.01	206.15
wy7-2	3.43	5.00	34.90	119.52	174.48
wy7-3	4.58	5.00	31.93	146.10	159.67
wy7-4	7.18	5.00	41.40	297.03	206.99
wy7-5	8.83	5.00	41.40	365.34	206.99
wy7-6	11.43	5.00	31.93	364.85	159.67
wy7-7	12.58	5.00	34.90	438.81	174.48
wy7-8	15.18	5.00	41.23	625.66	206.15
wy11-1	0.59	9.00	72.64	42.67	653.74
wy11-2	7.38	9.00	77.11	568.72	694.03
wy11-3	8.63	9.00	77.11	665.12	694.03
wy11-4	15.41	9.00	72.64	1,119.53	653.74
wy12.7-1	1.71	10.70	41.88	71.72	448.15
wy12.7-2	6.25	10.70	41.59	259.97	445.06
wy12.7-3	7.50	10.70	25.19	188.92	269.52
wy12.7-4	10.00	10.70	42.57	425.69	455.49
wy12.7-5	14.29	10.70	44.35	633.62	474.52
		合計	2,627.77	21,057.79	12,521.90

表5-1-9　1階重心位置の計算

ΣN	ΣN・X	ΣN・Y	重心位置	
[kN]	[kN・m]	[kN・m]	X座標 [m]	Y座標 [m]
2,627.77	21,057.79	12,521.90	8.014	4.765

5-2 剛心の算定

剛心は壁の座標と許容せん断耐力(Qa)により計算する。

各階の壁の位置が同じであるため、剛心は同じとなるため、1つの階のみ検討する。

剛心は、表3-2-1、表3-2-1、表3-2-2で算定している各通りの許容せん断耐力ΣQa・Liを剛性比Qaとして算定します。

表5-2-1 X方向剛心

通り番号	座標 Y [m]	Qax [kN]	Qax・Y [kN・m]	Qax・(Y-Yk)^2
Y2	0.00	114.50	0.00	3,262.04
Y6	4.00	57.00	228.00	101.98
Y7	5.00	140.65	703.25	16.03
Y11	9.00	51.50	463.50	690.80
Y12.7	10.75	100.93	1,084.94	2,956.56
	合計	464.58	2,479.69	7,027.40
		Yk＝	5.338	

Yk＝(ΣQax・Y) / ΣQax＝2479.69/464.58＝5.338

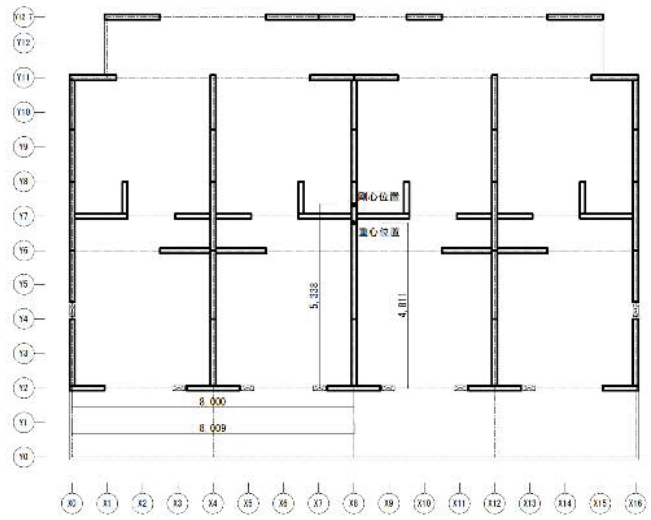
57.00×(4.00-5.338)^2＝102.04となり、表の算定結果と異なる数値となりますが、これはデータリンクにより表計算を行ったことで誤差が生じたためです。清算値は、表計算の数値が近似なことから、表計算の値を用いることに問題はありません。

表5-2-2 Y方向剛心

通り番号	座標 X [m]	Qay [kN]	Qay・X [kN・m]	Qay・(X-Xk)^2
X0	0.00	83.50	0.00	5,344.00
X1.5	1.50	9.25	13.88	390.81
X4	4.00	90.00	360.00	1,440.00
X6.5	6.50	9.25	60.13	20.81
X8	8.00	88.50	708.00	0.00
X9.5	9.50	9.25	87.88	20.81
X12	12.00	90.00	1,080.00	1,440.00
X14.5	14.50	9.25	134.13	390.81
X16	16.00	83.50	1,336.00	5,344.00
	合計	472.50	3,780.00	14,391.25
		Xk＝	8.000	

Xk＝(ΣQay・X) / ΣQay＝3780.00/472.50＝8.000

5-3 重心、剛心の位置

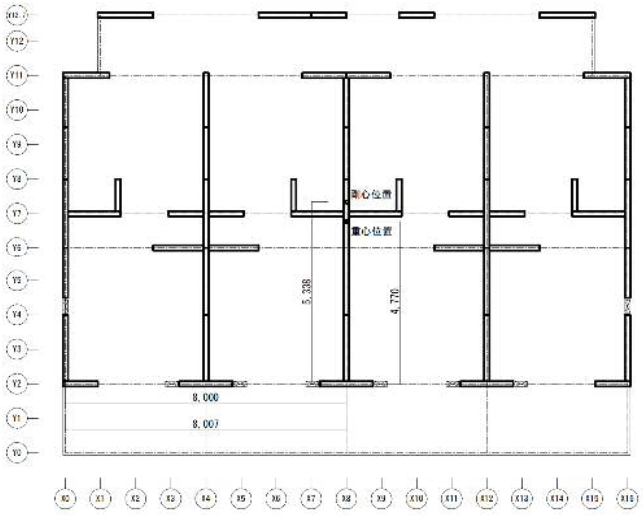


重心
Xg＝ 8.008 m
Yg＝ 4.810 m

剛心
Xk＝ 8.000 m
Yk＝ 5.338 m

ex=|Yg-Yk|＝ 0.527 m
ey=|Xg-Xk|＝ 0.008 m

図5-3-1 3階重心・剛心位置図

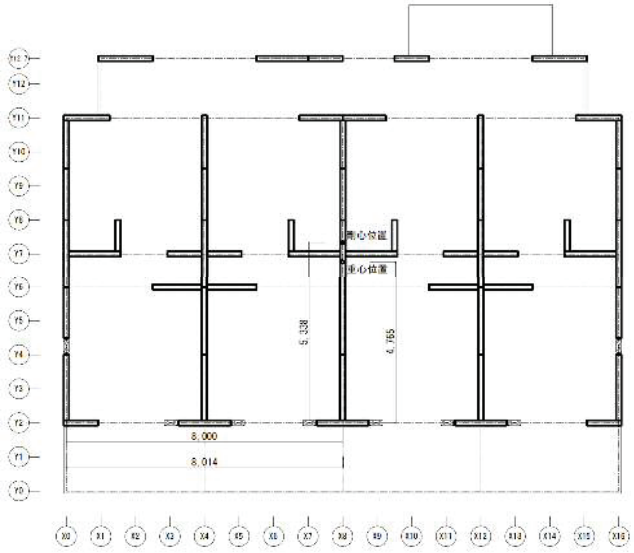


重心
Xg＝ 8.007 m
Yg＝ 4.770 m

剛心
Xk＝ 8.000 m
Yk＝ 5.338 m

ex=|Yg-Yk|＝ 0.567 m
ey=|Xg-Xk|＝ 0.007 m

図5-3-2 2階重心・剛心位置図



重心
Xg＝ 8.014 m
Yg＝ 4.765 m

剛心
Xk＝ 8.000 m
Yk＝ 5.338 m

ex=|Yg-Yk|＝ 0.572 m
ey=|Xg-Xk|＝ 0.014 m

図5-3-3 1階重心・剛心位置図

5-4 偏心率の算定

設計施工マニュアル第Ⅲ部 第4章
4.3 4.3.2に解説されています。

① ねじり剛性の算定　　ねじり剛性Kri＝Σ{Qaxi・(Yi−Yk)^2+Qayi・(Xi−Xk)^2}

表5-4-1 各階のねじり剛性Kriの算定

階	Qaxi・(Yi−Yk)^2	Qayi・(Xi−Xk)^2	Kri
3	7,027.40	14,391.25	21418.65
2	7,027.40	14,391.25	21418.65
1	7,027.40	14,391.25	21418.65

表5-2-1、表5-2-2にて算定した数値を用います。

② 弾力半径の算定　　弾力半径Rex＝√(Kri/ΣQaxi)
弾力半径Rey＝√(Kri/ΣQayi)

表5-4-2 弾力半径reの算定

階	Kri	ΣQaxi	rexi
3	21418.65	464.58	6.790
2		464.58	6.790
1		464.58	6.790

表5-2-1にて算定した数値を用います。

階	Kri	ΣQayi	reyi
3	21418.65	472.50	6.733
2		472.50	6.733
1		472.50	6.733

表5-2-2にて算定した数値を用います。

③ 偏心率の算定　　偏心率Rey＝ey/rey
偏心率Rex＝ex/rex

表5-4-3 3階偏心率

重心		剛心		偏心距離		弾力半径		偏心率	
Yg	Xg	Yk	Xk	ey	ex	rey	rex	R_{eY}	R_{eX}
4.810	8.008	5.338	8.000	0.527	0.008	6.733	6.790	0.078	0.001

表5-4-4 2階偏心率

重心		剛心		偏心距離		弾力半径		偏心率	
Yg	Xg	Yk	Xk	ey	ex	rey	rex	R_{eY}	R_{eX}
4.770	8.007	5.338	8.000	0.567	0.007	6.733	6.790	0.084	0.001

表5-4-5 1階偏心率

重心		剛心		偏心距離		弾力半径		偏心率	
Yg	Xg	Yk	Xk	ey	ex	rey	rex	R_{eY}	R_{eX}
4.765	8.014	5.338	8.000	0.572	0.014	6.733	6.790	0.085	0.002

各階各方向ともに偏心率Reは、15/100以下である。

6.断面検定

6-1 壁パネルの検定

① 壁パネルの圧縮座屈に関する検定

CLT壁パネルの圧縮座屈強度F_kは国土交通省告示第1024号による。

軸力が最大となる1階壁で検討を行う。負担軸力が同じ箇所については省略する。

以下に計算内容について記載する。

					算定例：wx0-1
荷重条件	：長期、短期等の荷重条件				長期荷重時
壁番号	：検定箇所の壁番号				wx0-1
強度等級	：CLTパネルの種別				Mx60-5-5
CLTパネル厚 t[mm]	：厚み			=	150
パネル幅 L[mm]	：幅			=	1,925
I_0[mm^4]	：面外方向の断面二次モーメント	$=(L\times t^3)/12=(1925\times 150^3)/12$		=	541,406,250
A_0[mm^2]	：断面積	$t\times L=150\times 19.5$		=	288,750
i_0[mm]	：断面二次半径	$\sqrt{(I_0/A_0)}=\sqrt{(541,406,250/288,750)}$		=	43.30
ℓ_k [mm]	：座屈長さ(CLT壁高さ)			=	2,640
λ	：有効細長比(弱軸)	$\ell_k/i_0=2,640/43.3$		=	60.97
座屈低減係数	：平成13年国土交通省告示第1024号による				
	$=\lambda<100\rightarrow 1.3-0.01\times\lambda$	$=1.3-0.01\times 60.97$		=	0.69
Fc[N/mm^2]	：圧縮基準強度 8.10N/m㎡			=	8.10
F_k[N/mm^2]	：座屈強度(座屈低減係数×Fc)	$=8.10\times 0.69$		=	5.59
N(鉛直荷重)[N]	：4-2で算定した鉛直荷重(単位kNからNに換算している。)			=	31,995
${}_L\sigma c$[N/mm^2]	：長期圧縮応力度	$N/A_0=31,995/288,750$		=	0.11
${}_Lf_k$[N/mm^2]	：長期許容座屈応力度	$1.1/3\times Fk=1.1/3\times 5.59$		=	2.05
検定比	：${}_L\sigma c/{}_Lf_k$	$=0.11/2.05$		=	0.05
判定	：検定比が1.0以下であるかの判定	0.05≦1.0より		=	OK

4-2の算定表の単位kNの軸力を単位Nに換算して表のN(鉛直荷重)の欄に記載しています。

表6-1-1 壁パネルの圧縮座屈に関する検定

荷重条件	長期荷重時					
壁番号	wx0-1	wx0-2	wx0-3	wx0-4	wx0-5	wx0-6
強度等級	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5
CLT壁パネル厚 [mm]	150	150	150	150	150	150
パネル幅 [mm]	1,925	500	1,500	2,000	1,500	1,425
I_0 [mm^4]	541,406,250	140,625,000	421,875,000	562,500,000	421,875,000	400,781,250
i_0 [mm]	43.30	43.30	43.30	43.30	43.30	43.30
ℓ_k [mm]	2,640	2,640	2,640	2,640	2,640	2,640
λ	60.97	60.97	60.97	60.97	60.97	60.97
座屈低減係数	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
Fc [N/mm^2]	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10
F_k [N/mm^2]	5.59	5.59	6	6	6	6
N(鉛直荷重) [N]	31,995	8,022	26,663	25,249	21,457	19,888
A_0 [mm^2]	288,750	75,000	225,000	300,000	225,000	213,750
$_L\sigma_{cm}$ [N/mm^2]	0.11	0.11	0.12	0.08	0.10	0.09
$_{短期}fk$ [N/mm^2]	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05
検定比	0.05	0.05	0.06	0.04	0.05	0.05
判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK

表6-1-2 壁パネルの圧縮座屈に関する検定

荷重条件	長期荷重時					
壁番号	wx1.5-1	wx4-1	wx4-2	wx4-3	wx4-4	wx4-5
強度等級	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5
CLT壁パネル厚 [mm]	150	150	150	150	150	150
パネル幅 [mm]	925.00	1,925.00	2,000	2,000	1,500	1,575.0
I_0 [mm^4]	260,156,250	541,406,250	562,500,000	562,500,000	421,875,000	442,968,750
i_0 [mm]	43.30	43.30	43.30	43.30	43.30	43.30
ℓ_k [mm]	2,640	2,640	2,640	2,640	2,640	2,640
λ	60.97	60.97	60.97	60.97	60.97	60.97
座屈低減係数	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
Fc [N/mm^2]	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10
F_k [N/mm^2]	5.59	5.59	5.59	5.59	5.59	5.59
N(鉛直荷重) [N]	20,219	32,962	32,962	29,869	32,180	110,433
A_0 [mm^2]	138,750	288,750	300,000	300,000	225,000	236,250
$_L\sigma_{cm}$ [N/mm^2]	0.15	0.11	0.11	0.10	0.14	0.47
$_{短期}fk$ [N/mm^2]	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05
検定比	0.07	0.06	0.05	0.05	0.07	0.23
判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK

表6-1-3 壁パネルの圧縮座屈に関する検定

荷重条件	長期荷重時					
壁番号	wx6.5-1	wx8-1	wx8-2	wx8-3	wx8-4	wx8-5
強度等級	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5
CLT壁パネル厚 [mm]	150	150	150	150	150	150
パネル幅 [mm]	925	1,925	2,000	2,000	1,500	1,425
I_0 [mm^4]	260,156,250	541,406,250	562,500,000	562,500,000	421,875,000	400,781,250
i_0 [mm]	43.30	43.30	43.30	43.30	43.30	43.30
ℓ_k [mm]	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00
λ	60.97	60.97	60.97	60.97	60.97	60.97
座屈低減係数	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
Fc [N/mm^2]	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10
F_k [N/mm^2]	5.59	5.59	5.59	5.59	5.59	5.59
N(鉛直荷重) [N]	19,120	36,430	70,877	29,108	28,490	30,820
A_0 [mm^2]	138,750	288,750	300,000	300,000	225,000	213,750
$_L\sigma_{cm}$ [N/mm^2]	0.14	0.13	0.24	0.10	0.13	0.14
$_{短期}f_k$ [N/mm^2]	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05
検定比	0.07	0.06	0.12	0.05	0.06	0.07
判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK

表6-1-4 壁パネルの圧縮座屈に関する検定

荷重条件	長期荷重時					
壁番号	wy2-1	wy2-3	wy2-6	wy6-1	wy6-2	wy7-1
強度等級	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5
CLT壁パネル厚 [mm]	150	150	150	150	150	150
パネル幅 [mm]	1,000	1,500	1,500	1,425	1,425	1,425
I_0 [mm^4]	281,250,000	421,875,000	421,875,000	400,781,250	400,781,250	400,781,250
i_0 [mm]	43.30	43.30	43.30	43.30	43.30	43.30
ℓ_k [mm]	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00
λ	60.97	60.97	60.97	60.97	60.97	60.97
座屈低減係数	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
Fc [N/mm^2]	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10
F_k [N/mm^2]	5.59	5.59	5.59	5.59	5.59	5.59
N(鉛直荷重) [N]	61,086	148,605	151,593	60,228	62,285	41,229
A_0 [mm^2]	150,000	225,000	225,000	213,750	213,750	213,750
$_L\sigma_{cm}$ [N/mm^2]	0.41	0.66	0.67	0.28	0.29	0.19
$_{短期}f_k$ [N/mm^2]	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05
検定比	0.20	0.32	0.33	0.14	0.14	0.09
判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK

表6-1-5 壁パネルの圧縮座屈に関する検定

荷重条件	長期荷重時					
壁番号	wy7-2	wy7-3	wy7-4	wy11-1	wy11-2	wy12.7-1
強度等級	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5
CLT壁パネル厚 [mm]	150	150	150	150	150	150
パネル幅 [mm]	1,000	1,000	1,425	1,325	1,250	1,575
I_0 [mm^4]	281,250,000	281,250,000	400,781,250	372,656,250	351,562,500	442,968,750
i_0 [mm]	43.30	43.30	43.30	43.30	43.30	43.30
ℓ_k [mm]	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00
λ	60.97	60.97	60.97	60.97	60.97	60.97
座屈低減係数	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
Fc [N/mm^2]	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10
F_k [N/mm^2]	5.59	5.59	5.59	5.59	5.59	5.59
N(鉛直荷重) [N]	34,895	31,934	41,399	72,638	77,115	41,883
A_0 [mm^2]	150,000	150,000	213,750	198,750	187,500	236,250
$_L\sigma_{cm}$ [N/mm^2]	0.23	0.21	0.19	0.37	0.41	0.18
$_{短期}fk$ [N/mm^2]	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05	2.05
検定比	0.11	0.10	0.09	0.18	0.20	0.09
判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK

表6-1-6 壁パネルの圧縮座屈に関する検定

荷重条件	長期荷重時					
壁番号	wy12.7-2	wy12.7-3	wy12.7-4	wy12.7-5		
強度等級	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5		
CLT壁パネル厚 [mm]	150	150	150	150		
パネル幅 [mm]	1,500	1,000	1,000	1,575		
I_0 [mm^4]	421,875,000	281,250,000	281,250,000	442,968,750		
i_0 [mm]	43.30	43.30	43.30	43.30		
ℓ_k [mm]	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00		
λ	60.97	60.97	60.97	60.97		
座屈低減係数	0.69	0.69	0.69	0.69		
Fc [N/mm^2]	8.10	8.10	8.10	8.10		
F_k [N/mm^2]	5.59	5.59	5.59	5.59		
N(鉛直荷重) [N]	41,594	25,189	42,569	44,348		
A_0 [mm^2]	225,000	150,000	150,000	236,250		
$_L\sigma_{cm}$ [N/mm^2]	0.18	0.17	0.28	0.19		
$_{短期}fk$ [N/mm^2]	2.05	2.05	2.05	2.05		
検定比	0.09	0.08	0.14	0.09		
判定	OK	OK	OK	OK		

② 燃えしろ設計を行う壁パネルの圧縮座屈に関する検定

設計施工マニュアル第Ⅴ部 第2章 2.2.4 (2)に検討方法が解説されています。

CLT壁パネルの圧縮座屈強度F_kは国土交通省告示第1024号による。

軸力が最大となる1階壁で検討を行う。負担軸力が同じ箇所については省略する。

燃えしろ部分を考慮した箇所については、残存断面(150-60=90mm)にて断面算定を行う。

短期圧縮強度2/3*Fcに対して検定する。

以下に計算内容について記載する。

計算例:wx0-1

荷重条件	: 長期、短期等の荷重条件			短期荷重時
壁番号	: 検定箇所の壁番号			wx0-1
強度等級	: CLTパネルの種別			Mx60-5-5
CLTパネル厚 t[mm]	: 厚み t=150-60		=	90
パネル幅 L[mm]	: 幅		=	1,925
I_0[mm^4]	: 面外方向の断面二次モーメント	$=(L\times t^3)/12=(1925\times 90^3)/12$	=	116,943,750
A_0[mm^2]	: 断面積	$t\times L=90\times 1925$	=	173,250.00
i_0[mm]	: 断面二次半径	$\sqrt{}(I_0/A_0)=\sqrt{}(,1169,438/173,250)$	=	25.98
ℓ_k [mm]	: 座屈長さ(CLT壁高さ)		=	2,640
λ	: 有効細長比(弱軸)	$\ell k/i_0=2640/25.98$	=	101.61
座屈低減係数	: 平成13年国土交通省告示第1024号による			
	$=\lambda>100\rightarrow 3000/\lambda^2$	$=3,000/101.61^2$	=	0.29
Fc[N/mm^2]	: 圧縮基準強度 8.10N/m㎡		=	8.10
F_k[N/mm^2]	: 座屈強度(座屈低減係数×Fc)	$=810.0\times 0.29$	=	2.35
N(鉛直荷重)[N]	: 4-2で算定した鉛直荷重(単位kNからNに換算している。)		=	31,995
$_L\sigma c$[N/mm^2]	: 長期圧縮応力度(N/Ao)	=31,995/1,732.5	=	0.18
$_{短期}f_k$[N/mm^2]	: 短期許容座屈応力度$(2/3\times F_k)$	$=2/3\times 235.34$	=	1.57
検定比	: $_L\sigma c/_Lf_k$	=18.47/156.90	=	0.12
判定	: 検定比が1.0以下であるかの判定	0.12≦1.0より	=	OK

表6-1-7 資料2より1時間準耐火構造Mx60-5-5(150mm) 強軸の場合の圧縮強度Fc

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000
2	1000	30	30000	0	直交	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000
炭化層 4	900	0	0	0	直交	0
炭化層 5	1000	0	0	6000	平行	0
					Σ Ei・Ai	270000000

E_0 = 6000 (N/㎟)

A_0 = 90000 (㎟)

$A_A=\Sigma EiAi/E_0$ = 45000 (㎟)

$\sigma_{c,oml}$ = 21.6 (N/㎟) 表1.1による。

以上より、強軸Fc = **8.10** (N/㎟)

参考資料2で計算している燃えしろ60mmを考慮した場合の基準圧縮強度です。

燃えしろ設計に該当している壁パネルについて計算をします。

表6-1-8 燃えしろ設計を行う壁パネルの圧縮座屈に関する検定

荷重条件	長期荷重時					
壁番号	wx0-1	wx0-2	wx0-3	wx4-1	wx4-2	wx8-1
強度等級	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5
CLT壁パネル厚 [mm]	90	90	90	90	90	90
パネル幅 [mm]	1,925	500	1,500	1,925.0	2,000	1,925
I_0 [mm^4]	116,943,750	30,375,000	91,125,000	116,943,750	121,500,000	116,943,750
i_0 [mm]	25.98	25.98	25.98	25.98	25.98	25.98
ℓ_k [mm]	2,640	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00
λ	101.61	101.61	101.61	101.61	101.61	101.61
座屈低減係数	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
Fc [N/mm^2]	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10
F_k [N/mm^2]	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
N(鉛直荷重) [N]	31,995	8,022	26,663	32,962	32,962	36,430
A_0 [mm^2]	173,250	45,000	135,000	173,250	180,000	173,250
$_L\sigma_{cm}$ [N/mm^2]	0.18	0.18	0.20	0.19	0.18	0.21
$_{短期}fk$ [N/mm^2]	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57
検定比	0.12	0.11	0.13	0.12	0.12	0.13
判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK

表6-1-9 燃えしろ設計を行う壁パネルの圧縮座屈に関する検定

荷重条件	長期荷重時					
壁番号	wx8-2	wy2-1	wy2-3	wy2-6	wy6-1	wy6-2
強度等級	Mx60-5-5	M33.1.0	M33.1.0	M33.1.0	M33.1.0	M33.1.0
CLT壁パネル厚 [mm]	90	90	90	90	90	90
パネル幅 [mm]	2,000	1,000	1,500	1,500	1,425	1,425
I_0 [mm^4]	121,500,000	60,750,000	91,125,000	91,125,000	86,568,750	86,568,750
i_0 [mm]	25.98	25.98	25.98	25.98	25.98	25.98
ℓ_k [mm]	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00
λ	101.61	101.61	101.61	101.61	101.61	101.61
座屈低減係数	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
Fc [N/mm^2]	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10
F_k [N/mm^2]	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35	2.35
N(鉛直荷重) [N]	70,877	61,086	148,605	151,593	60,228	62,285
A_0 [mm^2]	180,000	90,000	135,000	135,000	128,250	128,250
$_L\sigma_{cm}$ [N/mm^2]	0.39	0.68	1.10	1.12	0.47	0.49
$_{短期}fk$ [N/mm^2]	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57	1.57
検定比	0.25	0.43	0.70	0.72	0.30	0.31
判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK

③ 風圧力に対する壁パネルの圧縮座屈に関する検定

鉛直構面の長期荷重と風圧力に対する検定は、壁パネルの巾毎に検定する。

軸力が最大となる1階壁のみ検討を行う。以下に計算内容について記載する。　　計算例：wx0-1

CLT壁パネル厚t[mm] ：				150
パネル幅L[mm] ：				1,925
パネル高さh[mm] ：				2,640
壁断面積A_0[mm^2] ：		t×L＝150×1,925	＝	288,750
${}_S\sigma c$[N/mm^2]	：短期圧縮応力度	N/A_0=31,995/288,750	＝	0.11
${}_Sf_k$[N/mm^2]	：短期座屈許容応力度	Fk×2/3=5.59×2/3	＝	3.73
圧縮検定比	：${}_S\sigma c/{}_Sf_k$	=0.11/3.73	＝	0.03
速度圧q[N/mm^2]	：速度圧　2-2より、q＝0.82kN/m^2		＝	0.00082
風力係数Cf	：風力係数		＝	0.80
負担巾[mm]	：図6-1-1による。		＝	1,925
風圧力による荷重[N/mm]	：速度圧×風力係数×負担巾	=0.00082×0.8×2175	＝	1.26
M[Nmm]	：作用モーメント	(風圧力分布荷重×lk2)/8=(1.43×2,640^2)/8	＝	1,100,151
Z_0[mm^3]	：面外座屈方向断面係数	=(1,925×150^2)/6	＝	7,218,750
${}_S\sigma_b$[N/mm^2]	：短期曲げ応力度	M/Z_0=1,243,028/7,218,750	＝	0.15
${}_{面外}Fb$[N/mm^2]	：面外曲げ強度		＝	10.37
${}_Sf_b$[N/mm^2]	：短期許容曲げ応力度(${}_{面外}Fb$×2/3)	=2/3×10.37	＝	6.91
曲げ検定比	：${}_S\sigma_b/{}_Sf_b$	=0.17/6.91	＝	0.02
複合検定比	：圧縮検定比+曲げ検定比	=0.03+0.02	＝	0.05
判定	：検定比が1.0以下であるかの判定	0.05≦1.0より	＝	OK
Q[N]	：作用せん断力(風圧力分布荷重×l_k)	=1.43×2640/2	＝	1,667
β	：せん断応力度分布係数		＝	1.256
${}_S\tau$[N/mm^2]	：短期せん断応力度	β・Q/A_0=1.276×1,883/288,750	＝	0.01
${}_{面外}F_S$[N/mm^2]	：面外せん断基準強度		＝	0.9
${}_Sf_S$[N/mm^2]	：短期許容せん断応力度(${}_{面外}Fs$×2/3)	=2/3×90	＝	0.6
せん断検定比	：${}_S\tau/{}_Sf_S$	=0.80/60.00	＝	0.01
判定	：検定比が1.0以下であるかの判定	0.01≦1.0より	＝	OK

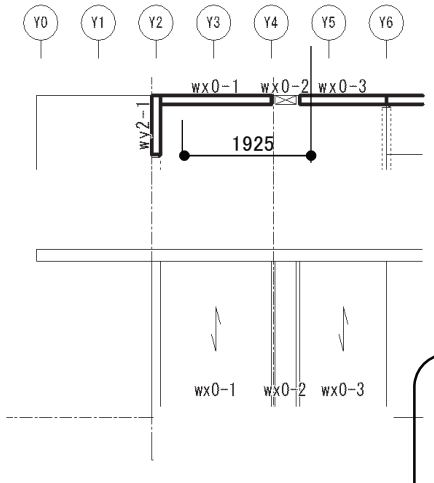
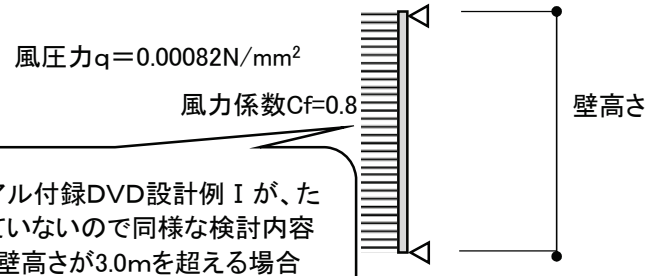


図6-1-1　wx0-1の配置状況

壁の上下をピン支点とし、単純梁に風圧力が等分布荷重で作用するものとして応力を算定しています。
応力検定の面外せん断応力度算定式は、設計施工マニュアル第Ⅲ部第3章3.2　3.2.1で解説しています。



設計施工マニュアル付録DVD設計例Ⅰが、たわみの検討をしていないので同様な検討内容にしていますが、壁高さが3.0mを超える場合は、たわみの検討を行うことが望まれます。

表6-1-10 風圧力に対する壁パネルの圧縮座屈に関する検定

荷重条件	短期風圧時					
壁番号	wx0-1	wx0-2	wx0-3	wx0-4	wx0-5	wx0-6
強度等級	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5
CLT壁パネル厚 [mm]	150	150	150	150	150	150
パネル幅 [mm]	1,925	500	1,500	2,000	1,500	1,425
I_0 [mm^4]	541,406,250	140,625,000	421,875,000	562,500,000	421,875,000	400,781,250
i_0 [mm]	43.30	43.30	43.30	43.30	43.30	43.30
ℓ_k [mm]	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00	2,640.00
λ	60.97	60.97	60.97	60.97	60.97	60.97
座屈低減係数	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
Fc [N/mm^2]	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10
F_k [N/mm^2]	5.59	5.59	5.59	5.59	5.59	5.59
N(鉛直荷重) [N]	31,995	8,022	26,663	25,249	21,457	19,888
A_0 [mm^2]	288,750	75,000	225,000	300,000	225,000	213,750
$s\sigma c$ [N/mm^2]	0.11	0.11	0.12	0.08	0.10	0.09
sfk [N/mm^2]	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73
圧縮検定比	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02
速度圧 [N/mm^2]	0.00082	0.00082	0.00082	0.00082	0.00082	0.00082
風力係数Cf	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
負担巾 [mm]	1,925	500	1,500	2,000	1,500	1,425
風圧力分布荷重 [N/mm]	1.26	0.33	0.98	1.31	0.98	0.93
M [Nmm]	1,100,151	285,754	857,261	1,143,014	857,261	814,398
Z_0 [mm^3]	7,218,750	1,875,000	5,625,000	7,500,000	5,625,000	5,343,750
$s\sigma b$ [N/mm^2]	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
$_{面外}$Fb [N/mm^2]	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37
sfb [N/mm^2]	6.91	6.91	6.91	6.91	6.91	6.91
曲げ検定比	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
複合検定比	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05
判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Q [N]	1,667	433	1,299	1,732	1,299	1,234
$_S\tau$ [N/mm^2]	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
せん断応力度分布係数β	1.257	1.257	1.257	1.257	1.257	1.257
$_{面外}F_S$ [N/mm^2]	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
$_Sf_S$ [N/mm^2]	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
せん断検定比	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK

表6-1-11　風圧力に対する壁パネルの圧縮座屈に関する検定

wy12.7-1～5は、開口部も風圧力を受け、隣接する壁に作用するとして安産側な算定をしている。

荷重条件	短期風圧時					
壁番号	wy2-1	wy2-3,wy2-9	wy2-6	wy11-1	wy12.7-1	wy12.7-2
強度等級	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5
CLT壁パネル厚 [mm]	150	150	150	150	150	150
パネル幅 [mm]	1,000	1,500	1,500	1,325	1,575	1,500
I_0 [mm^4]	281,250,000	421,875,000	421,875,000	372,656,250	442,968,750	421,875,000
i_0 [mm]	43.30	43.30	43.30	43.30	43.30	43.30
ℓ_k [mm]	2,640	2,640	2,640	2,640	2,640	2,640
λ	60.97	60.97	60.97	60.97	60.97	60.97
座屈低減係数	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69	0.69
Fc [N/mm^2]	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10	8.10
F_k [N/mm^2]	5.59	5.59	5.59	5.59	5.59	5.59
N(鉛直荷重) [N]	61,086	148,605	151,593	72,638	41,883	41,594
A_0 [mm^2]	150,000	225,000	225,000	198,750	236,250	225,000
$s\sigma c$ [N/mm^2]	0.41	0.66	0.67	0.37	0.18	0.18
sfk [N/mm^2]	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73	3.73
圧縮検定比	0.11	0.18	0.18	0.10	0.05	0.05
速度圧 [N/mm^2]	0.00082	0.00082	0.00082	0.00082	0.00082	0.00082
風力係数Cf	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
負担巾 [mm]	2,163	3,913	4,000	2,700	3,075	3,000
風圧力分布荷重 [N/mm]	1.42	2.57	2.62	1.77	2.02	1.97
M [Nmm]	1,235,884	2,236,022	2,286,029	1,543,069	1,757,385	1,714,522
Z_0 [mm^3]	3,750,000	5,625,000	5,625,000	4,968,750	5,906,250	5,625,000
$s\sigma b$ [N/mm^2]	0.33	0.40	0.41	0.31	0.30	0.30
$_{面外}Fb$ [N/mm^2]	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37	10.37
sfb [N/mm^2]	6.91	6.91	6.91	6.91	6.91	6.91
曲げ検定比	0.05	0.06	0.06	0.04	0.04	0.04
複合検定比	0.16	0.23	0.24	0.14	0.09	0.09
判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Q [N]	1,873	3,388	3,464	2,338	2,663	2,598
$_S\tau$ [N/mm^2]	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
せん断応力度分布係数β	1.257	1.257	1.257	1.257	1.257	1.257
$_{面外}F_S$ [N/mm^2]	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
$_Sf_S$ [N/mm^2]	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
せん断検定比	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
判定	OK	OK	OK	OK	OK	OK

表6-1-12 風圧力に対する壁パネルの圧縮座屈に関する検定

荷重条件	短期風圧時					
壁番号	wy12.7-3	wy12.7-4	wy12.7-5			
強度等級	Mx60-5-5	Mx60-5-5	Mx60-5-5			
CLT壁パネル厚 [mm]	150	150	150			
パネル幅 [mm]	1,000	1,000	1,575			
I_0 [mm^4]	281,250,000	281,250,000	442,968,750			
i_0 [mm]	43.30	43.30	43.30			
ℓ_k [mm]	2,640	2,640	2,640			
λ	60.97	60.97	60.97			
座屈低減係数	0.69	0.69	0.69			
Fc [N/mm^2]	8.10	8.10	8.10			
F_k [N/mm^2]	5.59	5.59	5.59			
N(鉛直荷重) [N]	25,189	42,569	44,348			
A_0 [mm^2]	150,000	150,000	236,250			
$s\sigma c$ [N/mm^2]	0.17	0.28	0.19			
sfk [N/mm^2]	3.73	3.73	3.73			
圧縮検定比	0.05	0.08	0.05			
速度圧 [N/mm^2]	0.00082	0.00082	0.00082			
風力係数Cf	0.80	0.80	0.80			
負担巾 [mm]	1,750	3,250	3,075			
風圧力分布荷重 [N/mm]	1.15	2.13	2.02			
M [Nmm]	1,000,138	1,857,398	1,757,385			
Z_0 [mm^3]	3,750,000	3,750,000	5,906,250			
$s\sigma b$ [N/mm^2]	0.27	0.50	0.30			
$_{面外}Fb$ [N/mm^2]	10.37	10.37	10.37			
sfb [N/mm^2]	6.91	6.91	6.91			
曲げ検定比	0.039	0.072	0.043			
複合検定比	0.08	0.15	0.09			
判定	OK	OK	OK			
Q [N]	1,515.36	2,814.24	2,662.70			
$_S\tau$ [N/mm^2]	0.01	0.02	0.01			
せん断応力度分布係数β	1.257	1.257	1.257			
$_{面外}F_S$ [N/mm^2]	0.90	0.90	0.90			
$_Sf_S$ [N/mm^2]	0.60	0.60	0.60			
せん断検定比	0.02	0.04	0.02			
判定	OK	OK	OK			

6-2 床・屋根パネルの検定

① 長期荷重

床・屋根パネルを単純梁モデルに、片持ち床・屋根パネルを連梁モデルにそれぞれ置換し、長期荷重による曲げ、せん断及びたわみに対する断面検定を行う。スパンが最大となる箇所に対して検定を行う。今回の検討では床パネル・屋根パネルは同スパン、同材を使用しており、なおかつ床荷重の方が重い為、屋根パネルの検討は省略する。以下に検定に用いる数値の計算内容について記載する。

算定例：床パネルY7-Y11間

荷重条件	:長期、短期等の荷重条件			長期時(DL+LL)
検定箇所	:検討箇所			2,3階床
強度等級	:CLTパネルの種別		=	Mx60-5-7
CLT屋根パネル厚 [mm]	:厚み		=	210
負担幅 [cm]	:幅		=	2500
応力検定用重量 [N/mm^2]	:応力検定用重量は、表2-1-1の3720N/m^{2}を用いている。		=	0.00372
スパンL [mm]	:スパン		=	4,000
応力検定用等分布荷重w[N/mm]	:荷重	=0.372×2,500	=	9.30
M [Nmm]	:曲げモーメント	=(930×4,000^2)/8	=	18,600,000
Z_0 [mm^3]	:断面係数	=(2,500×210^2)/6	=	18,375,000.00
$_L\sigma_b$ [N/mm^2]	:長期曲げ応力度	=1,860,000,000/18,375,000	=	1.01
$_{面外}F_b$ [N/mm^2]	:面外曲げ基準強度		=	12.14
$_Lf_b$ [N/mm^2]	:長期曲げ許容応力度	面外Fbx1.1/3=12.14×1.1/3	=	4.45
検定比	:$_L\sigma b/_LFb$	=101.22/4.45	=	0.23
判定	:検定値が1未満であるかの判定		=	OK
Q[N]	:作用せん断力	=930×4000/2	=	18,600
A_0 [mm^2]	:断面積	=210×2500	=	525,000
$_L\tau$ [N/mm^2]	:長期せん断応力度	=1,860,000/525,000	=	0.04
$_{面外}F_S$ [N/mm^2]	:面外せん断基準強度		=	0.9
$_Lf_S$[N/mm^2]	:長期許容せん断応力度($_{面外}$Fsx1.1/	=0.9×1.1/3	=	0.33
β	:せん断応力度分布係数		=	1.344
I_0 [mm^4]	:断面二次モーメント	=(2500×210^3)/12	=	1,929,375,000
$_{面外}E_{強軸}$ [N/mm^2]	:面外強軸方向の曲げヤング係数		=	5,536
曲げたわみδ_b [mm]	:曲げたわみ($5wL^4/384EI_0$)			
	=(5×6.30×4000^4)/(384×5,536×1,929,375,000)		=	1.97
G[N/mm^2]	:せん断弾性係数		=	29.76
せん断たわみδ_S [mm]	:せん断たわみ($\beta wl^2/8GA_0$)			
	（せん断たわみの計算式は、設計施工マニュアルDVD計算例Ⅰに記載されている。）			
	=(1.344×6.30×4000^2)/(8×29.76×525,000)		=	1.08
変形増大係数	:変形増大係数		=	2.0
たわみ [rad]	:たわみ（角度）	=1/(4000/((1.97+1.08)×2.0)	=	1/ 656
制限値 [rad]	:平成12年建設省告示第1459号による制限値		=	1/250
判定		1/656≦1/250		OK

曲げたわみ、せん断たわみを算定するための荷重wは、平12建告1459号第2第一号の規定より、積載荷重が地震時用の床荷重2520N/m^{2}を用いて計算を行っていま

①-(1)　床パネルY7～Y11間は、安全側なので単純梁モデルで算定する。

表6-2-1　設計条件

荷重条件	長期時(DL+LL)
検定箇所	2,3階床
CLT屋根パネル厚	210.0　[mm]
スパンL	4000　[mm]
強度等級	Mx60-5-7

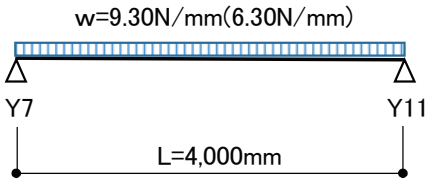


図6-2-1　荷重状態

表6-2-2　設計荷重

応力検定用重量(2,3階床)	0.00372　[N/mm^2]
たわみ量検定用重量(2,3階床)	0.00252　[N/mm^2]
負担幅	2500　[mm]
応力検定用等分布荷重w	9.30　[N/mm]
たわみ量検定用等分布荷重w	6.30　[N/mm]

応力検定用重量は、表2-1-1の3720N/m^{2}を用いている。
積載荷重LL＝600N/m^{2}を採用し2520N/m^{2}を用いる。

表6-2-3　曲げの検定

M [N/mm]	Z_0 [mm^3]	$_L\sigma_b$ [N/mm^2]	$_{面外}F_b$ [N/mm^2]	$_LF_b$ [N/mm^2]	検定比	判定
18,600,000	18,375,000	1.01	12.14	4	0.23	OK

表6-2-4　せん断の検定

Q [N]	A_0 [mm^2]	$_L\tau$ [N/mm^2]	$_{面外}F_S$ [N/mm^2]	$_Lf_S$ [N/mm^2]	β	検定比	判定
18,600	525,000	0.05	0.9	0.33	1.344	0.22	OK

表6-2-5　たわみの検討

I_0 [mm^4]	$_{面外}E_{強軸}$ [N/mm^2]	曲げたわみ δ_b [mm]	せん断たわみ δ_S [mm]	変形増大係数	たわみ [rad]	制限値 [rad]	検定比	判定
1,929,375,000	553,600	1.97	1.08	2.0	1/ 656	1/250	0.38	OK

①-(2)　Y0～Y6間は、跳ね出しバルコニーを有する床パネルなので連梁モデルとして算定する。

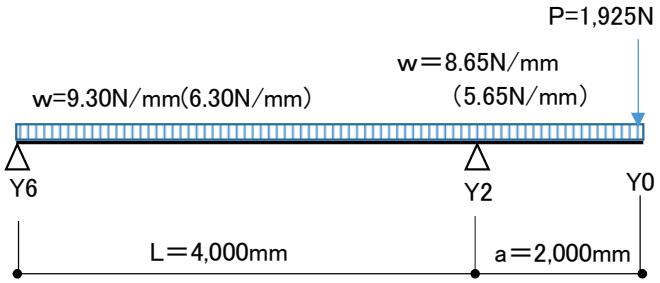


図6-2-2　荷重状態

表6-2-6　設計条件：跳ね出し部分

荷重条件	バルコニー・共用廊下
検定箇所	バルコニー
CLT屋根パネル厚	210　[mm]
スパンa	2000　[mm]
強度等級	Mx60-5-7

床部分は、表6-2-1を用いる。

表6-2-7　設計荷重

応力検定用重量(2,3階床)	0.00372 [N/mm^2]	応力検定用重量は、表6-2-2の3720N/m^{2}を用いる。
たわみ量検定用重量(2,3階床)	0.00252 [N/mm^2]	積載荷重LL＝600N/m^{2}を採用し2520N/m^{2}を用いる。
負担幅	2500 [mm]	
応力検定用等分布荷重w1	9.30 [N/mm]	
たわみ量検定用等分布荷重w1	6.30 [N/mm]	
応力検定用重量(バルコニー)	0.00346 [N/mm^2]	応力検定用重量は、表2-1-1の3460N/m^{2}を用いている。
たわみ検定用重量(バルコニー)	0.00226 [N/mm^2]	積載荷重LL＝600N/m^{2}を採用し2260N/m^{2}を用いる。
先端荷重(手摺)	700 [N/m^2]	
手摺高さ	1.10 [m]	
応力検定用先端荷重P	1,925 [N]	＝700×1.1×2.5
負担幅	2500 [mm]	
応力検定用等分布荷重w2	8.65 [N/mm]	
たわみ量検定用等分布荷重w2	5.65 [N/mm]	

跳ね出しバルコニー部分BC間は、支点を固定端として応力、たわみを算定します。
算定値は、連梁モデルより安全側な数値になります。

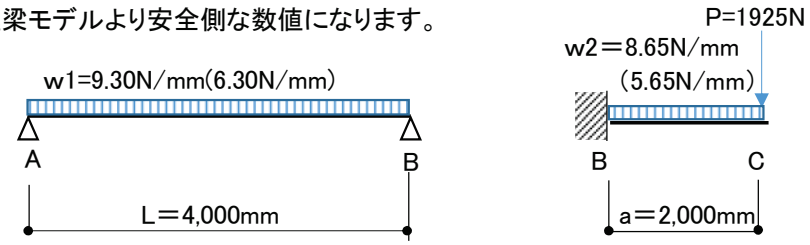


図6-2-2　荷重状態

a.　断面検定用応力の算定

M_{BC}＝1/2・w2・a^2+P・a＝1/2×8.65×,2000^2+1,925×2,000＝　　21,150,000 Ncm

$M_{AB中央}$＝1/8・w1・L^2−M_{BC}/2＝1/8×9.30×4,000^2−21,150,000/2＝　　8,025,000 Ncm

上記は、単純梁AB間のB端に跳ね出し部分B端の曲げモーメントが作用した場合のAB間中央の曲げモーメントを算定しています。

Q_{BC}＝w2・a+P＝8.65×2000+1925＝　　19,225 N

a-1.集中荷重Pの作用している場合のせん断力の算定

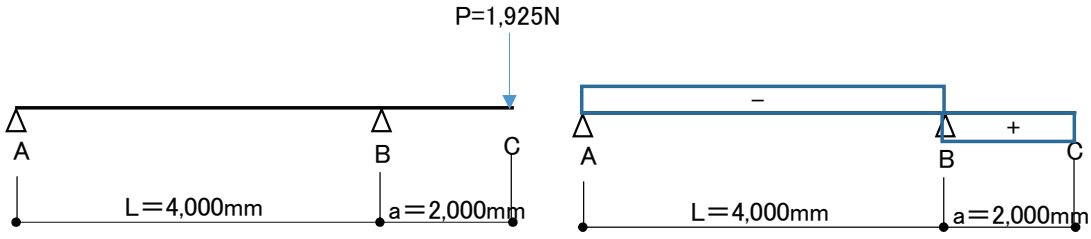


図6-2-3　荷重状態・Q図

$_PQ_{AB}$＝R_A＝−(P・a)/L＝−(,1925×2,000)/4,000＝　　−965 N

$_PQ_{BA}$＝　　−965 N

$_PQ_{BC}$＝　　1925 N

a-2.等分布荷重wの作用している場合のせん断力の算定

バルコニー部分w2＝8.65N/mmを、w1＝9.30N/mmとして均一な等分布荷重とみなして算定する。

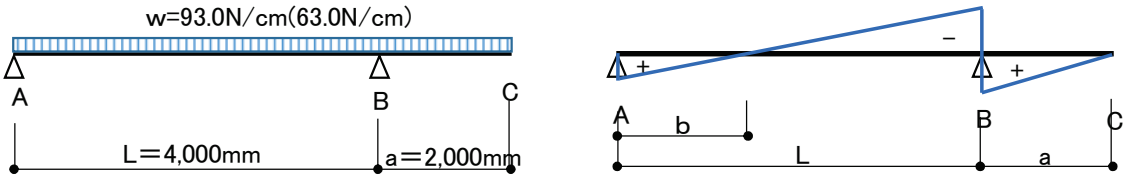


図6-2-4　荷重状態・Q図

wQ_{AB}＝RA＝(w・(L^2−a^2))/(2・L)＝　13,950 N

wQ_{BA}＝RA−w・L＝　−23,250 N

wQ_{BC}＝w・L＝　18,600 N

a-3.集中荷重P、等分布荷重wの作用したせん断力を、a-1、a-2の結果を足し合わせて算定する。

Q_{AB}＝$_PQ_{AB}$+wQ_{AB}＝　12,985 N

Q_{BA}＝$_PQ_{BA}$+wQ_{BA}＝　−24,215 N

Q_{BC}＝$_PQ_{BC}$+wQ_{BC}＝　20,525 N

b.　バルコニー先端のたわみδcの算定

先端荷重P＝1930Nは、固定端支点で等しい曲げモーメントになる等分布荷重に換算して扱う。

作用荷重を等分布荷重にすることで、計算を簡単にする。

1,925×,2000＝1/2×W_P×a^2　　W_P＝(1,925×2,000)×2/$2{,}000^2$＝　1.93 N/mmをw2に加算する。

δbc＝w2・a^4/8EI＝((5.65+1.93)×$2{,}000^4$)/(8×5,536×1,929,375,000)＝　1.42 mm

δsc＝β・w2・a^2/2GA_0＝(1.344×(5.65+1.93)×$2{,}000^2$)/(2×29.76×525,000)＝　1.30 mm

δc＝δsc+δbc＝　2.72 mm

c.　AB間中央のたわみ$\delta_{AB中央}$の算定

M_{BC}＝1/2w2・a^2+P・a＝−(1/2×5.65×$2{,}000^2$+1,925×2,000)＝　−15,150,000 Ncm

$M_{AB中央}$＝1/8w1・L^2−M_{BC}/2＝1/8×6.30×$4{,}000^2$−15,150,000/2＝　5025000 Ncm

$w1_{中央}$＝(8・$M_{AB中央}$)/L^2＝(8×502,500)/4000^2＝　2.51 N/mm

AB間中央に生じる曲げモーメントを、両端ピンの単純梁中央の曲げモーメントに置き換えて等分布荷重を算定し、スパンLの単純梁としてせん断剛性を考慮したたわみの算定をします。

$\delta b_{AB中央}$＝(5・$w1_{中央}$・L^4)/(384・E・I)＝(5×2.51×4000^4)/(384×5536×1929375000)＝　0.78 mm

$\delta s_{AB中央}$＝(β・$w1_{中央}$・L^2)/(8・G・A_0)＝(1.344×2.51×4000^2)/(8×29.76×525000)＝　0.43 mm

$\delta_{AB中央}$＝$\delta b_{AB中央}$+$\delta s_{AB中央}$＝　1.22 mm

表6-2-8　曲げの検定

M [Nmm]	Z_0 [mm^2]	$_L\sigma b$ [N/mm^2]	$_{面外}F_b$ [N/mm^2]	$_LF_b$ [N/mm^2]	検定比	判定
21,150,000	18,375,000	1.15	12.14	4.45	0.26	OK

表6-2-9 せん断の検定

Q [N]	A_0 [mm^2]	$_L\tau$ [N/mm^2]	$_{面外}F_S$ [N/mm^2]	$_Lf_S$ [N/mm^2]	β	検定比	判定
24,215	525,000	0.05	0.9	0.33	1.344	0.19	OK

表6-2-10 たわみの検討 （たわみ量計算用積載荷重は施行令85条(い)欄を採用する

Io [mm^4]	$_{面外}E_{強軸}$ [N/mm^2]	たわみ （曲げたわみ＋せん断たわみ） [mm]	変形増大係数	たわみ [rad]	制限値 [rad]	検定比	判定
1,929,375,000	5,536	2.72	2.0	1/ 367	1/250	0.68	OK

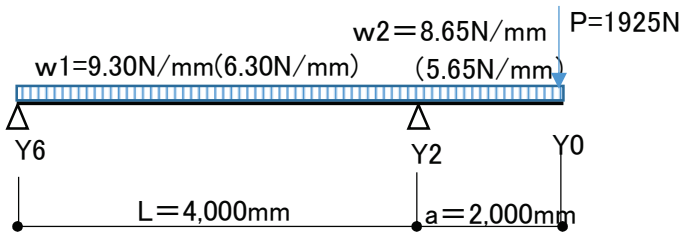
G＝ 29.76 N/mm^2

□跳ね出し部分を有する連梁の計算方法の例

計算例で示した計算方法以外に以下に示す方法①、方法②が考えられます。

ここで示す計算方法を用いる場合は、構造設計者の判断で行ってください。

設計荷重状態は、下記としています。

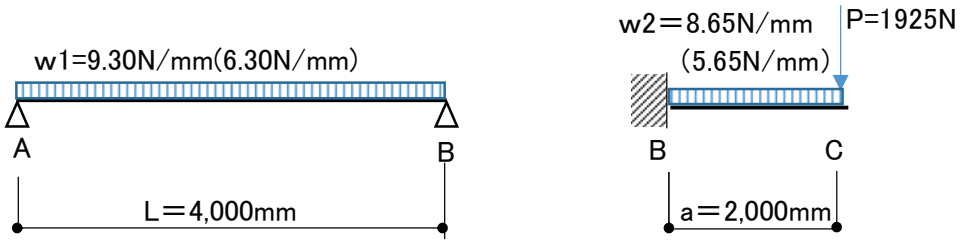


設計施工マニュアル
DVDの設計例Ⅰは、右図の片持ち梁モデルで検定しています。

(1) 方法①

Y0～Y2間の跳ね出し部分とY2～Y6間の単純梁部分に分けて計算する方法です。

跳ね出しバルコニー部分を、片持ち梁固定端モデルで応力、たわみを算定します。



a. 断面検定用応力の算定

M_{BC}＝1/2w2・a^2+P・a＝−(1/2×8.65×$2{,}000^2$+1,925×2,000)＝ −21,150,000 Nmm

$M_{AB中央}$＝1/8w1・L^2−M_{BC}/2＝1/8×9.30×$4{,}000^2$−21,150,000/2＝ 8,025,000 Nmm

Q_{BC}＝w2・a+P＝8.65×2,000+1,925＝ 19,225 N

Q_{BA}＝Q_{AB}＝w1・L/2＝9.30×4,000/2＝ 18,600 N

b. バルコニー先端のたわみδcの算定

先端荷重P＝1925Nは、固定端支点で等しい曲げモーメントになる等分布荷重に換算して扱います。

1,925×2,000＝1/2×W_P×a^2　W_P＝(1,925×2,000)×2/$2{,}000^2$＝ 1.925 N/mmをw2に加算する。

曲げ δbc＝w2・a^4/8EI＝(((5.65+1.925)+×$2{,}000^4$)/(8×5,536×1,929,375,000)＝ 1.42 mm

せん断 δbc＝β・w2・a^2/2GA_0＝(1.344×(5.65+1.925)×$2{,}000^2$)/(2×29.76×525,000)＝ 1.30 mm

δc＝δsc+δbc＝ 2.72 mm

c. AB間の中央のたわみ$\delta_{AB中央}$の算定

AB間を単純梁として算定する。

曲げ $\delta_{AB中央}$＝(5$w1_{中央}$・L^4)/(384E・I)＝(5×6.30×$4{,}000^4$)/(384×5,536×192,937,5 1.97 mm

せん断 $\delta_{AB中央}$＝(β・$w1_{中央}$・L^2)/(8G・A_0)＝(1.344×6.30×$4{,}000^2$)/(8×29.76×525 1.08 mm

$\delta_{AB中央}$＝$\delta b_{AB中央}$+$\delta s_{AB中央}$＝ 3.05 mm

ΣM_B＝ **−21,150,000** Nmm

ΣM_{ABmax}＝ 8,025,000 Nmm

ΣQ_{BC}＝ **19,225** N

ΣQ_{BA}＝ **−18,600** N

ΣQ_{AB}＝ 18,600 N

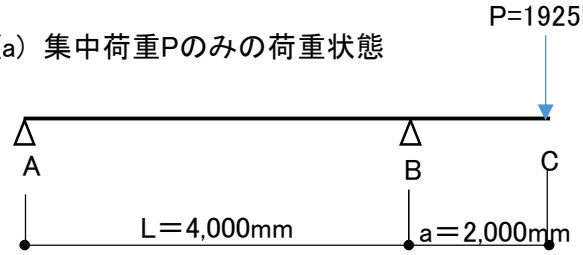
跳ね出し先端Σδc＝　**2.72**　mm　（せん断力によるたわみを考慮している。）

Σ$\delta_{AB中央}$＝　3.05　mm　（せん断力によるたわみを考慮している。）

(2)　方法②　　連梁として算定する場合には、せん断応力度分布係数βを用いたたわみ算定式が設計施工マニュアルに示されていないので、曲げたわみのみ算定することになる点に注意が必要となります。

方法②は、設計荷重を作用している集中荷重と等分布荷重に分けて連梁モデルで計算する方法です。
連梁モデルで応力、たわみを算定します。

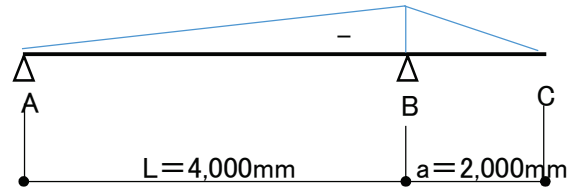
(a) 集中荷重Pのみの荷重状態



跳ね出し部分の曲げモーメント$_PM_{BC}$

$_PM_{BC}$＝P・a＝　−3,850,000　Nmm

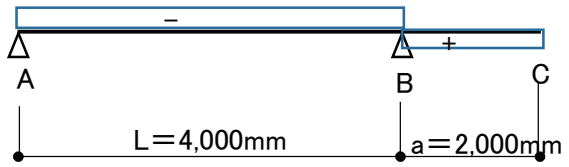
$_PM$図



AB間中央の曲げモーメント$_PM_{AB}$

$_PM_{AB}$＝M_{BC}/2＝　−1,925,000 Nmm

$_PQ$図



せん断力の算定

$_PQ_{AB}$＝RA＝−(P・a)/L＝　−963　N

$_PQ_{BA}$＝　−963　N

$_PQ_{BC}$＝P＝　1,925　N

跳ね出し部分先端たわみの算定

$_P\delta_C$＝(P・a^2/3E・I)・(L+a)＝((1,925×2,000^2)/(3×5,536×,1929,375,000))×(4,000+2,000)　1.44　mm

AB間最大たわみの算定

$_P\delta_{AB}$＝−0.0642・(P・a・L^2)/E・I＝−0.0642×(1,925×2,000×4,000^2)/(5,536×1,912,375,000)＝　−0.37　mm

$_P\delta_{AB}$位置　x＝L/√3＝　2309　mm

(b) 等分布荷重wのみの荷重状態

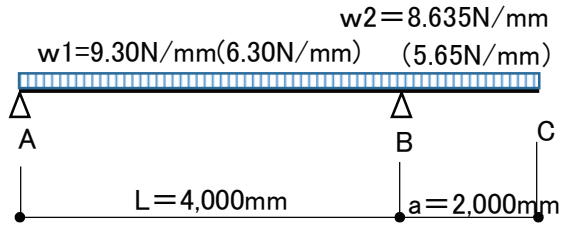


図6-2-5　荷重状態

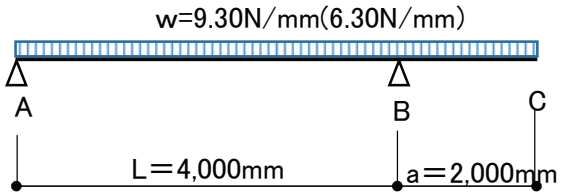


図6-2-6　算定用荷重状態

安全側なのでw2を、w1と等しい荷重として扱い
以下は、w1を荷重w＝9.30N/mmとして算定します。

跳ね出し部分の曲げモーメントwM_{BC}

$wM_{BC}=(w\cdot a^2)/2=(9.30\times 2{,}000^2)/2=$　−18,600,000 Nmm

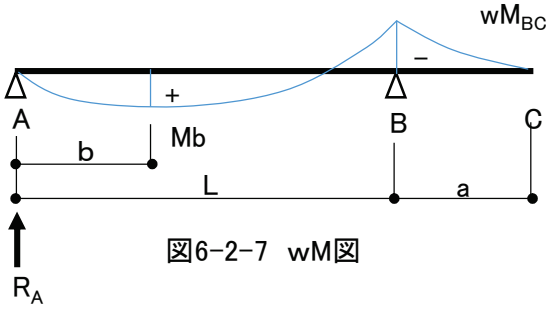


図6-2-7　wM図

AB間最大曲げモーメントwMb

$R_A=(w\cdot(L^2-a^2))/(2\cdot L)=$　13,950 N

$b=(L2-a2)/(2\cdot L)$　　$wMb=R_A\cdot b-w\cdot b^2/2$

$b=((4{,}000^2-,2000^2)/(2\times 4{,}000)=$　1500 mm

$wMb=13{,}950\times 1{,}500-9.30\times 1{,}500^2/2=$　10,462,500 Nmm

たわみ算定に用いる跳ね出し部分の曲げモーメントwM_B

$wM_B=(w\cdot a^2)/2=(6.30\times 2{,}000^2)/2=$　−12,600,000 Nmm

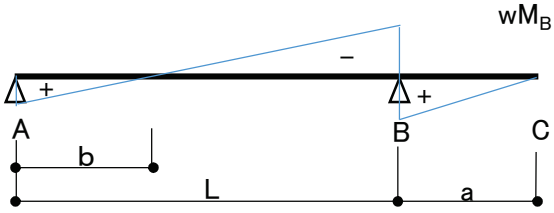


図6-2-7　wQ図

せん断力の算定

$wQ_{AB}=RA=(w\cdot(L^2-a^2))/(2\cdot L)=$　13,950 N

$wQ_{BA}=RA-w\cdot L=$　−23,250 N

$wQ_{BC}=w\cdot L=$　18,600 N

跳ね出し部分先端たわみの算定

$_W\delta_C=(w\cdot a^4)/(8E\cdot I)+((w\cdot L\cdot a)/(24E\cdot I))\cdot(4a^2-L^2)=$　1.18 mm

AB間中央たわみの算定

$_W\delta_{AB中央}=(5w\cdot L^4)/(384E\cdot I)-((wM_B\cdot L^2)/(16E\cdot I)=$　3.15 mm

片持ち梁のW1＝5.65N/mmをw2＝9.30N/mmとしているので、方法①より曲げモーメントは安全側の算定となります。

$\Sigma M_B={}_PM_{BC}+wM_{BC}=$　**−22,450,000** Nmm

$\Sigma M_{ABmax}={}_PM_{AB}+wMb=$　8,537,500 Nmm

$\Sigma Q_{BC}={}_PQ_{BC}+wQ_{BC}=$　**20,525** N

$\Sigma Q_{BA}={}_PQ_{BA}+wQ_{BA}=$　**−24,213** N

$\Sigma Q_{AB}={}_PQ_{AB}+wQ_{AB}=$　12,988 N

方法②のせん断力は、方法①よりΣQ_{BC}、ΣQ_{BA}大きくなります。安全側の算定となります。

たわみの算定は、せん断力によるたわみを考慮していないので、方法①に比べて小さな値とります。よって、方法②を用いる場合には、断面の検定比が1.1以上ある場合に用いることが条件となります。

跳ね出し先端$\Sigma\delta_C={}_P\delta_C+{}_W\delta_C=$　**2.62**　mm　（せん断力によるたわみを考慮していない。）

$\Sigma\delta_{AB中央}={}_P\delta_{AB}+w\delta_{AB中央}=$　2.78　mm　（せん断力によるたわみを考慮していない。）

②長期荷重 [燃えしろ設計]

床・屋根パネルを単純梁モデルに、片持ち床・屋根パネルを連梁モデルにそれぞれ置換し、長期荷重による曲げ、せん断及びたわみに対する断面検定を行う。スパンが最大となる箇所に対して検定を行う。床・屋根パネルは同スパン、同材を使用し床荷重の方が重い為、屋根パネルの検討は省略する。

燃えしろ設計については、設計施工マニュアル第Ⅴ部第2章に記載されています。

表6-2-11 資料4 燃えしろを考慮したMx60-5-7のFb

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai	断面二次モーメント Ii (mm4)	中立軸との距離 zi (mm)	Ei・Ii+ Ei・Ai・zi^2
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000	2250000	30	1.755E+11
2	1000	30	30000	6000	平行	180000000	2250000	0	1.35E+10
3	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	30	0
4	1000	30	30000	3000	平行	90000000	2250000	60	3.308E+11
5	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	90	0
炭化層6	1000	0	0	6000	平行	0	0	0	0
炭化層7	1000	0	0	6000	平行	0	0	0	0
					Σ Ei・Ai	450000000	Σ Ei・Ii+Ei・Ai・zi^2		5.198E+11

E_0 = 6000 (N/㎟)
I_0 = 2.81E+08 (mm^4)　　A_0 = 150000 (㎟)
I_A = 86625000 (mm^4)　　A_A = 75000 (㎟)
$\sigma_{b,oml}$ = 27.0 (N/㎟)　表1.3による。

以上より、 積層(面外)方向強軸 ***Fb*** **4.05** (N/㎟)

表6-2-12 資料4 燃えしろを考慮したMx60-5-7のせん断応力度分布係数 β

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	CLTパネル中立軸より外側のラミナ総数 m
	5層7プライ	Mx60-5-7	150	1000	1

E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)
6000	30
3000	30

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	xi	$xi^2 - xi_{-1}^2$	Ei・($xi^2 - xi_{-1}^2$)	$E_1 \cdot x_1^2$
X2	1000	30	6000	平行	45	1800	10800000	-
X1	1000	30	6000	平行	15	225	1350000	1350000
	1000	30	0	直交				
	1000	30	3000	平行				
	1000	30	0	直交				
炭化層6	1000	0	6000	平行				
炭化層7	1000	0	6000	平行				
				x1を除く		$\Sigma Ei \cdot (xi^2 - xi_{-1}^2)$	12150000	

面外方向の弾性係数・断面二次モーメント

E = 1848.00 (N/㎟)　面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。
I_0 = 2.81E+08 (mm^4)　面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。
A_0 = 150000 (㎟)　面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。

以上より、 β = **1.948**

②-(1) 床パネルY7～Y11間は、安全側なので単純梁モデルで算定する。
[燃えしろ]準耐火性能1時間とし燃えしろ寸法を60mmとしている。 (t=210-60=150)

表6-2-13 設計条件

荷重条件	長期時(DL+LL)
検定箇所	2,3階床
CLT屋根パネル厚t	150 [mm]
強度等級	Mx60-5-7

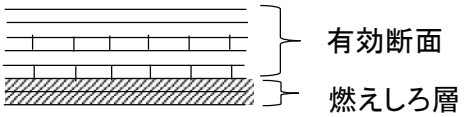


表6-2-14 設計荷重

応力検定用重量(2,3階床)	0.00372 [N/mm^2]
負担幅b	2500 [mm]
スパンL	4000 [mm]
応力検定用等分布荷重w	9.30 [N/mm]

曲げモーメントM、せん断力Qは、6-2①で算定した値を用います。
断面検定では、長期荷重で生じる応力に対して、短期許容応力度を用いた検定を行います。

表6-2-15 曲げの検定 $Z_0=(b\cdot t^2)/6=(250\times 15^2)/6$

M [N.cm]	Z_0 [cm^3]	$_F\sigma b$ [N/cm^2]	面外F_b [N/cm^2]	sfb [N/cm^2]	検定比	判定
18,600,000.00	9,375,000.00	1.98	4.05	2.70	0.73	OK

表6-2-16 せん断の検定 $A_0=b\cdot t=250\times 15$

Q [N]	A_0 [cm^2]	$_F\tau$ [N/cm^2]	面外Fs [N/cm^2]	sfs [N/cm^2]	β	検定比	判定
18,600.00	375,000.00	0.07	0.9	0.60	1.948	0.24	OK

②-(2) Y0～Y6間は、跳ね出しバルコニーを有する床パネルなので連梁モデルとして算定する。
[燃えしろ] (t=210-60=150)

表6-2-17 設計条件

荷重条件	バルコニー・共用廊下
検定箇所	バルコニー
CLT屋根パネル厚	150 [mm]
強度等級	Mx60-5-7

表6-2-18 設計荷重

応力検定用重量(ベランダ)	0.00346 [N/mm^2]
先端荷重(手摺)	700 [N/m^2]
手摺高さ	1.10 [m]
応力検定用先端荷重P	1,925 [N]
負担幅	2500 [mm]
スパンL	2000 [mm]
応力検定用等分布荷重w	0.0009 [N/cm]

応力検定用重量は、表2-1-1の3460N/m^{2}を用いている。

表6-2-19 曲げの検定

M [N.cm]	Z_0 [cm³]	$_F\sigma b$ [N/cm²]	面外F_b [N/cm²]	sfb [N/cm²]	検定比	判定
21,150,000.00	9,375,000.00	2.26	4.05	2.70	0.84	OK

表6-2-20 せん断の検定

Q [N]	A_0 [cm²]	$_F\tau$ [N/cm²]	$_{面外}Fs$ [N/cm²]	sfs [N/cm²]	β	検定比	判定
24,215.00	375,000.00	0.06	0.9	0.60	1.948	0.21	OK

6-3 垂れ壁パネルの検定

①長期荷重

垂れ壁パネルを単純梁モデルに置換し、長期荷重による面内応力に対する検定及び壁パネルとの接合部に対する検定を行う。

R階垂れ壁の検定は、同一部材を使用しR階より作用荷重の大きな2、3階の検定による。

計算内容は、[6-2 床・屋根パネルの検定」と同様であるため、省略する。

①-(1) 垂れ壁パネルスパン3,000mm (t=150) (2,3階)

表6-3-1 設計条件

荷重条件	長期時(DL+LL)
検定箇所	Y12.7通り:X2.5～5.5間
CLTパネル厚	150 [mm]
CLTパネルせい	500 [mm]
強度等級、ラミナ構成	S60-5-5

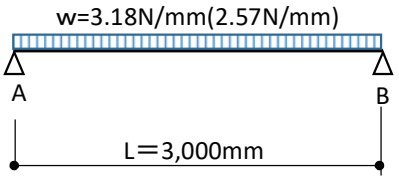


図6-3-1 荷重状態

表6-3-2 設計荷重

応力検定用重量(2,3階通路)	0.00296 [N/mm^2]	応力検定用重量は、表2-1-1の2960N/m^{2}を用いている。
たわみ量検定用重量(2,3階通路)	0.00226 [N/mm^2]	応力検定用重量は、表2-1-1の2260N/m^{2}を用いている。
通路負担幅	875 [mm]	=175/2
スパンL	3000 [mm]	
垂れ壁重量	0.00118 [N/mm^2]	2-1 (2) ②外壁より1180N/m^2
垂れ壁高さ	500 [mm]	
応力検定用等分布荷重w	3.18 [N/mm]	=(0.00296×875)+(0.00118×500)
たわみ量検定用等分布荷重w	2.57 [N/mm]	=(0.00226×875)+(0.00118×500)

表6-3-3 曲げの検定

M [Nmm]	Zo [mm^3]	$_L\sigma b$ [N/mm^2]	面内F_b [N/mm^2]	$_LFb$ [N/mm^2]	検定比	判定
3,577,500	6,250,000	0.57	8.10	2.970	0.19	OK

表6-3-4 せん断の検定

Q [N]	Ao [mm^2]	$_L\tau$ [N/mm^2]	Fs [N/mm^2]	$_Lfs$ [N/mm^2]	検定比	判定
4,770	75,000	0.06	2.02	0.74	0.09	OK

表6-3-5 たわみの検討

Io [mm^4]	面内$E_{強軸}$ [N/mm^2]	曲げたわみ δb [mm]	せん断たわみ δs [mm]	変形増大係数	たわみ [rad]	制限値 [rad]	検定比	判定
###########	3,000	0.58	0.08	2.0	1/ ###	1/ 250	0.11	OK

※G= 500 N/mm^2

表6-3-6 接合部(せん断金物 SP)の検討

Q [N]	長期Qa [N]	検定比	判定
4,770.00	28,600	0.17	OK

SP金物の短期せん断耐力は、2/3F＝52kNより
長期Qa＝1.1/3×(3/2×52)＝ 28.6 kN

垂れ壁パネルと耐力壁パネルの接合部に用いているクロスマーク金物2枚1組のSPは、告示解説書 第2章 2.2 図2.2.4-1に示されている様に、水平力が鉛直構面に作用した際に垂れ壁パネルの両端に生じる鉛直方向のせん断力に抵抗させる目的で配置されています。長期の鉛直力を支持する金物ではありません。
計算例では、鉛直荷重を平成28国土交通省告示第611号第八第二号ホに規定されている受け材を設けて支持されています。従って、せん断力は生じていない状態です。
しかし、設計施工マニュアルDVDの設計例Ⅰに計算が示されているので、同様に表6-3-6を記載しています。
SP金物は、地震時に機能する金物なので、表6-3-6の検討は意味がないと考えられます。よって、設計者判断で省略することができます。

表6-3-7 CLTパネルのめり込み検討

Q/2 [N]	A_0 [mm]	${}_L\sigma cv$ [N/mm^2]	Fcv [N/mm^2]	${}_Lfcv$ [N/mm^2]	検定比	判定
2,385.00	6,750	0.35	6.0	2.20	0.16	OK

A_0＝受け材面積＝45mm*150mm=6750mm^2

①-(2) 垂れ壁パネルスパン2,500mm (t=150) (2,3階)

Fcvは、1-8 表1-8-6によります。

表6-3-8 設計条件

荷重条件	長期時(DL+LL)
検定箇所	Y2通り:X4.75～7.25間
CLTパネル厚	150 [mm]
CLTパネルせい	500 [mm]
強度等級、ラミナ構成	S60-5-5

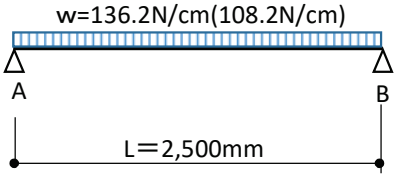


図6-3-2 荷重状態

表6-3-9 設計荷重

応力検定用重量(2,3階床)	0.00322 [N/mm^2]	応力検定用重量は、表2-1-1の3220N/m^{2}を用いている。
たわみ量検定用重量(2,3階床)	0.00252 [N/mm^2]	応力検定用重量は、表2-1-1の2520N/m^{2}を用いている。
応力検定用重量(ﾊﾞﾙｺﾆｰ)	0.00296 [N/mm^2]	応力検定用重量は、表2-1-1の2960N/m^{2}を用いている。
たわみ量検定用重量(バルコニー)	0.00226 [N/mm^2]	応力検定用重量は、表2-1-1の2260N/m^{2}を用いている。
バルコニー先端荷重	0.77 [N/mm]	700×手摺高さ1.1/1000＝0.77N/mm
床負担幅	2000 [mm]	床パネル支持スパンの1/2＝4000/2
バルコニー負担幅	2000 [mm]	
スパンL	2500 [mm]	
垂れ壁重量	0.00098 [N/mm^2]	2-1 (2) ②外壁より980N/m^2
垂れ壁高さ	500 [mm]	
応力検定用等分布荷重w	13.62 [N/mm]	=(0.00322×2000+0.00296×2000)+0.77+(0.00098×500)
たわみ量検定用等分布荷重w	10.82 [N/mm]	=(0.00252×2000+0.00226×2000)+0.77+(0.00098×500)

表6-3-10 曲げの検定

M [N.cm]	Z_0 [cm³]	$_L\sigma b$ [N/cm²]	面内F_b [N/cm²]	$_LFb$ [N/cm²]	検定比	判定
10,640,625	6,250,000	1.70	8.10	2.97	0.57	OK

表6-3-11 せん断の検定

Q [N]	A_0 [cm²]	$_L\tau$ [N/cm²]	Fs [N/cm²]	$_Lfs$ [N/cm²]	検定比	判定
17,025	75,000	0.23	2.02	0.74	0.31	OK

表6-3-12 たわみの検討

I_0 [mm⁴]	面内$E_{強軸}$ [N/mm²]	曲げたわみ δb [mm]	せん断たわみ δs [mm]	変形増大係数	たわみ [rad]	制限値 [rad]	検定比	判定
##########	3,000	1.17	0.23	2.0	1/ 893	1/ 250	0.28	OK

※G＝ 500 N/mm²

表6-3-6の吹き出しを参照してください。

表6-3-13 接合部（せん断金物 SP）の検討

Q [N]	長期Qa [N]	検定比	判定
17,025.00	28,600	0.60	OK

表6-3-14 CLTパネルのめり込み検討

Q/2 [N]	A_0 [mm²]	$_L\sigma cv$ [N/mm²]	Fcv [N/mm²]	$_Lfcv$ [N/mm²]	検定比	判定
8,513	6,750	1.26	6.0	2.20	0.57	OK

A_0＝受け材面積＝45mm*150mm=6750mm² 受け材は、平28国交告第611号第八第二号ホより厚さ45mmとした。

②長期荷重 [燃えしろ]

垂れ壁パネルを単純梁モデルに置換し、長期荷重による曲げ、せん断及び接合部に対する断面検定を行う。

R階垂れ壁は、同材を使用し2、3階の床荷重の方が重い為、検討を省略する。

表6-3-15 資料2より1時間準耐火構造Mx60-5-5(150mm) 強軸の場合の曲げ強度Fb

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000
2	1000	30	30000	0	直交	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000
炭化層 4	1000	0	0	0	直交	0
炭化層 5	1000	0	0	6000	平行	0
					Σ Ei・Ai	270000000

E_0 ＝ 6000 (N/㎟)

I_0 ＝ 60750000 (mm^4)

A_0 ＝ 90000 (㎟)

A_A ＝ 45000 (㎟)

$\sigma_{b,oml}$ ＝ 27.0 (N/㎟) 表13による。

以上より、 幅(面内)方向強軸 ***Fb*** ＝ **8.10** (N/㎟)

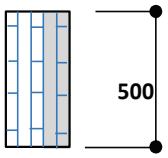
表6-3-16 資料2より1時間準耐火構造Mx60-5-5(150mm) 強軸の場合のせん断強度Fs

m=3	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	ラミナ幅 b (mm)	CLTパネルの直交接着層の数 n_{ca}	ラミナ幅方向の数の最小値 m
	5層5プライ	Mx60-5-5	90	500	120	2	3

150-60=90　　4から2へ

$f_{v,lam,0}$	5層5プライ	2.700	**1.68**
$f_{v,lam,90}$・(t_{net}＝30/t_{gross}＝90)		2.700	
(3b・n_{ca}/8・t_{gross})・1/(1/fv,tor・(1-1/m^2)+2/fR・(1/m-1/m^2))		1.688	

算定結果は、小数点第3位切り捨てとする。



左図より、m＝3とする。
ラミナ幅120mmを有する箇所をカウントする。

以上より、

積層(面外)方向 ***Fs***y ＝	**0.9** (N/㎟)
幅(面内)方向 ***Fs***x ＝	**1.68** (N/㎟)

面外方向は、ラミナ構成に関係なく$_{面外}$***Fs***＝0.9N/mm^2とする。

②-(1) 垂れ壁パネルスパン3,000mm (t=150-60=90)　　(2,3階)

表6-3-17 設計条件

荷重条件	長期時(DL+LL)
検定箇所	Y12.7通り:X2.5～5.5間
CLTパネル厚	90 [mm]
CLTパネルせい	500 [mm]
強度等級、ラミナ構成	S60-5-5

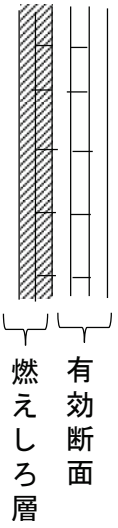


表6-3-18 設計荷重

応力検定用重量(2,3階通路)	0.00296 [N/mm^2]
たわみ量検定用重量(2,3階通路)	0.00226 [N/mm^2]
通路負担幅	875.0 [mm]
スパンL	3000.0 [mm]
垂れ壁重量	0.00118 [N/mm^2]
垂れ壁高さ	500.0 [mm]
応力検定用等分布荷重w	3.18 [N/mm]
たわみ量検定用等分布荷重w	2.57 [N/mm]

曲げモーメントM、せん断力Qは、6-3①で算定した値を用います。

表6-3-19 曲げの検定

M [Nmm]	Z_0 [mm^2]	$_F\sigma b$ [N/mm^2]	面内F_b [N/mm^2]	sFb [N/mm^2]	検定比	判定
3,577,500	3,750,000	0.95	8.10	5.40	0.18	OK

表6-3-20 せん断の検定

Q [N]	A_0 [mm^2]	$_F\tau$ [N/mm^2]	Fs [N/mm^2]	sfs [N/mm^2]	検定比	判定
4,770	45,000	0.11	1.68	1.12	0.09	OK

②-(2)　垂れ壁パネルスパン2,500mm　(t=150-60=90)　　(2,3階)

表6-3-20　設計条件

荷重条件	長期時(DL+LL)
検定箇所	Y2通り:X4.75～7.25間
CLTパネル厚	90 [mm]
CLTパネルせい	500 [mm]
強度等級、ラミナ構成	Mx60-5-5

表6-3-21　設計荷重

応力検定用重量(2,3階床)	0.00322 [N/mm^2]
たわみ量検定用重量(2,3階床)	0.00252 [N/mm^2]
応力検定用重量(ﾊﾞﾙｺﾆｰ)	0.00296 [N/mm^2]
たわみ量検定用重量(バルコニー)	0.00226 [N/mm^2]
バルコニー先端荷重	0.77 [N/mm]
床負担幅	2000 [mm]
バルコニー負担幅	2000 [mm]
スパンL	2500 [mm]
垂れ壁重量	0.00098 [N/mm^2]
垂れ壁高さ	500 [mm]
応力検定用等分布荷重w	13.62 [N/mm]
たわみ量検定用等分布荷重w	10.82 [N/mm]

表6-3-22　面外曲げの検定

M [N.cm]	Z_0 [mm^3]	$_F\sigma b$ [N/mm^2]	面内F_b [N/mm^2]	sfb [N/mm^2]	検定比	判定
10,640,625	3,750,000	2.84	8.10	5.40	0.53	OK

○面内せん断の検定

Q [N]	A_0 [mm^2]	$_F\tau$ [N/mm^2]	Fs [N/mm^2]	sfs [N/mm^2]	検定比	判定
17,025	45,000	0.38	1.68	1.12	0.34	OK

6-4 梁の検定

① 長期荷重

梁を単純梁モデルに置換し、長期荷重による曲げ、せん断及び接合部に対する断面検定を行う。R階に設ける梁は、同材を使用し2，3階の床荷重の方が重い為、検討を省略する。

①-(1) 梁スパン2,750mm (2,3階)

表6-4-1 設計条件

荷重条件	長期時(DL+LL)
検定箇所	Y11通り:X1～X4間
梁幅	150 [mm]
梁高さ	330 [mm]
強度等級、ラミナ構成	欧州赤松E105-F300

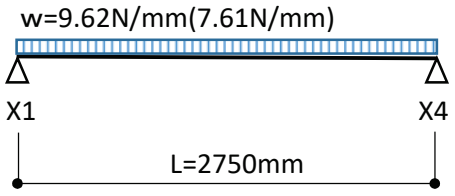


表6-4-2 設計荷重

応力検定用重量(2,3階床)	0.00322 [N/mm^2]
たわみ検定用重量(2,3階床)	0.00252 [N/mm^2]
床負担幅	2000 [mm]
応力検定用重量(共用廊下)	0.00296 [N/mm^2]
たわみ検定用重量(共用廊下)	0.00226 [N/mm^2]
共用廊下負担幅	875 [mm]
垂れ壁重量	0.00118 [N/mm^2]
垂れ壁高さ	500 [mm]
スパンL	2750 [mm]
応力検定用等分布荷重w	9.62 [N/mm]
たわみ検定用等分布荷重w	7.61 [N/mm]

表6-4-3 曲げの検定

M [Nmm]	Z_0 [mm^3]	$_L\sigma b$ [N/mm^2]	Fb [N/mm^2]	$_LFb$ [N/mm^2]	検定比	判定
9,093,906	2,722,500	3.34	30.0	11.0	0.30	OK

表6-4-4 せん断の検定

Q [N]	A_0 [mm^2]	$_L\tau$ [N/mm^2]	Fs [N/mm^2]	$_Lfs$ [N/mm^2]	検定比	判定
13,227.50	49,500.00	0.27	3.0	1.10	0.24	OK

表6-4-5 たわみの検討

Io [mm^4]	$E_{強軸}$ [N/mm^2]	たわみ δ [mm]	変形増大係数	たわみ [rad]	制限値 [rad]	検定比	判定
449,212,500	9,000	1.401	2.00	1/ 981	1/ 250	0.25	OK

981＝L/(δ×2)＝2750/(1.401×2)

①-(2) 梁スパン2,425mm (2,3階)

表6-4-6 設計条件

荷重条件	長期時(DL+LL)
検定箇所	Y6通り:X1～X2.5間
梁幅	150 [mm]
梁高さ	300 [mm]
強度等級、ラミナ構成	欧州赤松E105-F300

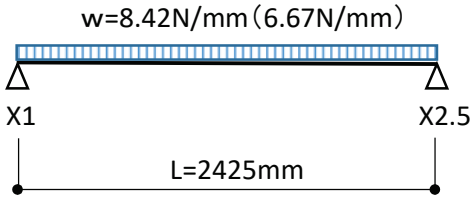


表6-4-7 設計荷重

応力検定用重量(2,3階床)	0.00322 [N/mm^2]	
たわみ検定用重量(2,3階床)	0.00252 [N/mm^2]	
負担幅	2500 [mm]	＝5000/2
垂れ壁荷重	0.00074 [N/mm^2]	
垂れ壁高さ	500 [mm]	
スパンL	2425 [mm]	
応力検定用等分布荷重w	8.42 [N/mm]	
たわみ検定用等分布荷重w	6.67 [N/mm]	

表6-4-8 曲げの検定

M [Nmm]	Z_0 [mm^3]	$_L\sigma b$ [N/mm^2]	面内F_b [N/mm^2]	$_LFb$ [N/mm^2]	検定比	判定
6,189,358	2,250,000	2.75	30.0	11.0	0.25	OK

表6-4-9 せん断の検定

Q [N]	A_0 [mm^2]	$_L\tau$ [N/mm^2]	Fs [N/mm^2]	$_Lfs$ [N/mm^2]	検定比	判定
10,209.25	45,000.00	0.23	3.0	1.10	0.21	OK

表6-4-10 たわみの検定

Io [cm^4]	$E_{強軸}$ [N/cm^2]	たわみ [cm]	変形増大係数	たわみ [rad]	制限値 [rad]	検定比	判定
337,500,000	9,000	0.989	2.00	1/ 1,226	1/ 250	0.20	OK

1,226＝L/(δ×2)＝2425/(0.989×2)

7. 水平構面の設計

水平構面に作用する荷重により生じるせん断応力、曲げモーメントを算定して検討を行う。

検討方向は、荷重作用時に不利な応力となるY方向について検討を行う。

地震力については、C_0＝0.3となるように3-1で算定した地震力を1.5倍し、各通りの負担

7-1 耐力壁配置図と各通りの剛性割合の算定

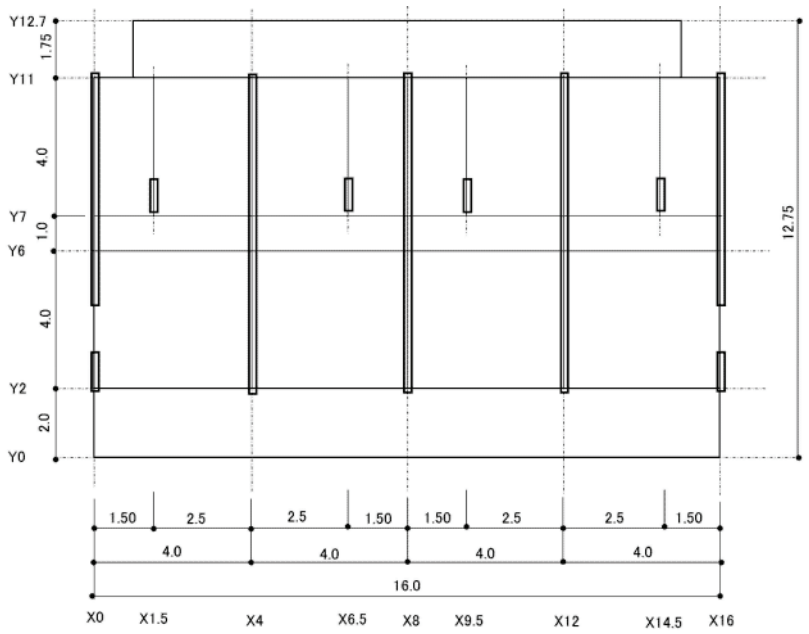


図7-1-1 壁配置図

QaLは、剛性に比例している値なので（通りのQaL）/ΣQaLを算定し、各通りの剛性割合を求める。

表7-1-1 各通りの剛性割合

通り	壁長さの算定	表3-2-2で算定した各通りのQaLi（kN）	剛性割合（通りのQa・Li）/ΣQa・Li
X0	1.925+1.5+2.0+1.5+1.425	83.50	0.18
X1.5	0.925	9.25	0.02
X4	1.925+2.0+2.0+1.5+1.575	90.00	0.19
X6.5	0.925	9.25	0.02
X8	1.925+2.0+2.0+1.5+1.425	88.50	0.19
X9.5	0.925	9.25	0.02
X12	1.925+2.0+2.0+1.5+1.575	90.00	0.19
X14.5	0.925	9.25	0.02
X16	1.925+1.5+2.0+1.5+1.425	83.50	0.18
	ΣQa・Li	472.50	1.00

7-2 水平構面の各通りの負担せん断力Pxiの算定

（1） 各階の地震力 （2-3の算定結果を下表に記載する。この地震力はC0＝0.2の場合である。）

表7-2-1 各階地震力

階	Q_{ei} kN
3	164.78
2	323.82
1	436.19

（2） Y方向各階の各通り耐力壁の負担せん断力の算定

表7-2-2 3階の各通り耐力壁の負担せん断力の算定

階	通り	剛性割合 （通りのQa・Li）／ΣQa・Li	1.5×Q_{ei} （kN）	負担せん断力P_{Xi} （kN）
3	X0	0.18	247.17	43.68
	X1.5	0.02		4.84
	X4	0.19		47.08
	X6.5	0.02		4.84
	X8	0.19		46.30
	X9.5	0.02		4.84
	X12	0.19		47.08
	X14.5	0.02		4.84
	X16	0.18		43.68
	Σ	1.00		494.34

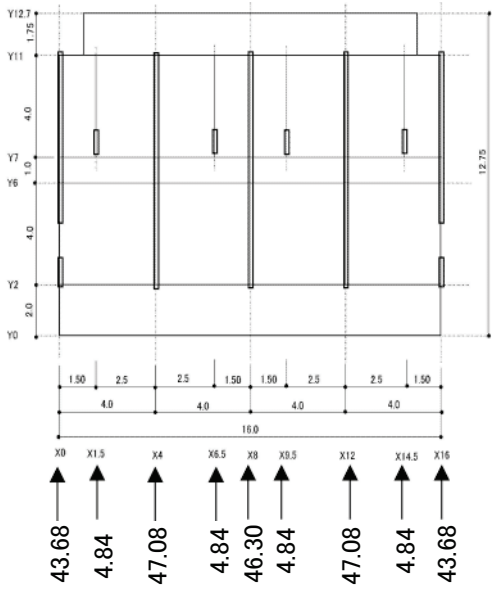


図7-2-1 3階負担せん断力

表7-2-3　2階の各通り耐力壁の負担せん断力の算定

階	通り	剛性割合 （通りのQa・Li）／ΣQa・Li	$1.5\times Q_{ei}$ （kN）	負担せん断力P_{Xi} （kN）
2	X0	0.18	485.73	85.84
	X1.5	0.02		9.51
	X4	0.19		92.52
	X6.5	0.02		9.51
	X8	0.19		90.98
	X9.5	0.02		9.51
	X12	0.19		92.52
	X14.5	0.02		9.51
	X16	0.18		85.84
	Σ	1.00		485.73

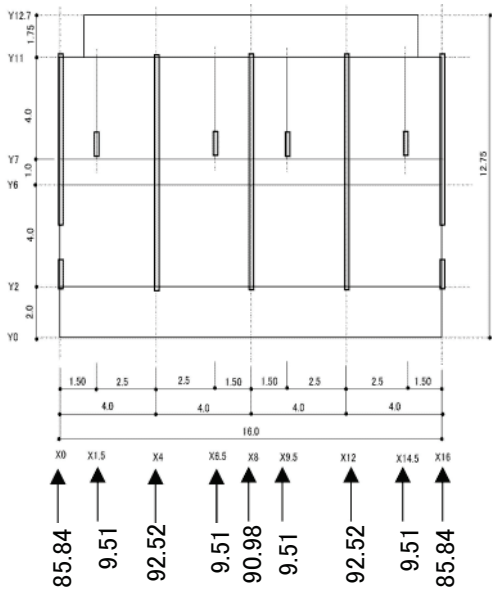


図7-2-2　2階負担せん断力

表7-2-4　1階の各通り耐力壁の負担せん断力の算定

階	通り	剛性割合 （通りのQa・Li）/ΣQa・Li	$1.5\times Q_{ei}$ （kN）	負担せん断力P_{Xi} （kN）
1	X0	0.18	654.29	115.62
	X1.5	0.02		12.81
	X4	0.19		124.63
	X6.5	0.02		12.81
	X8	0.19		122.55
	X9.5	0.02		12.81
	X12	0.19		124.63
	X14.5	0.02		12.81
	X16	0.18		115.62
	Σ	1.00		654.29

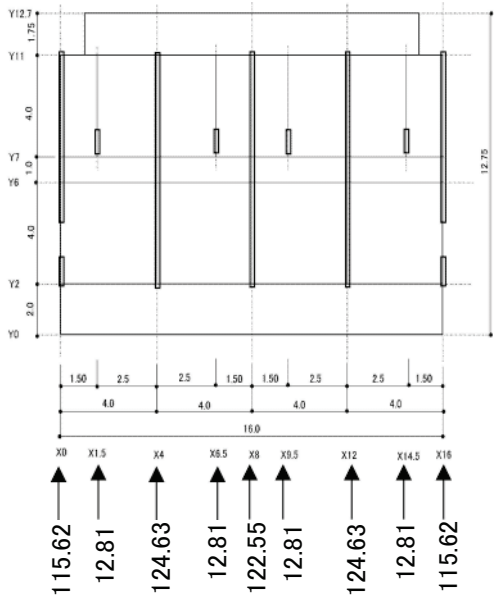


図7-2-3　1階負担せん断力

（3） 各区画の地震力の算定

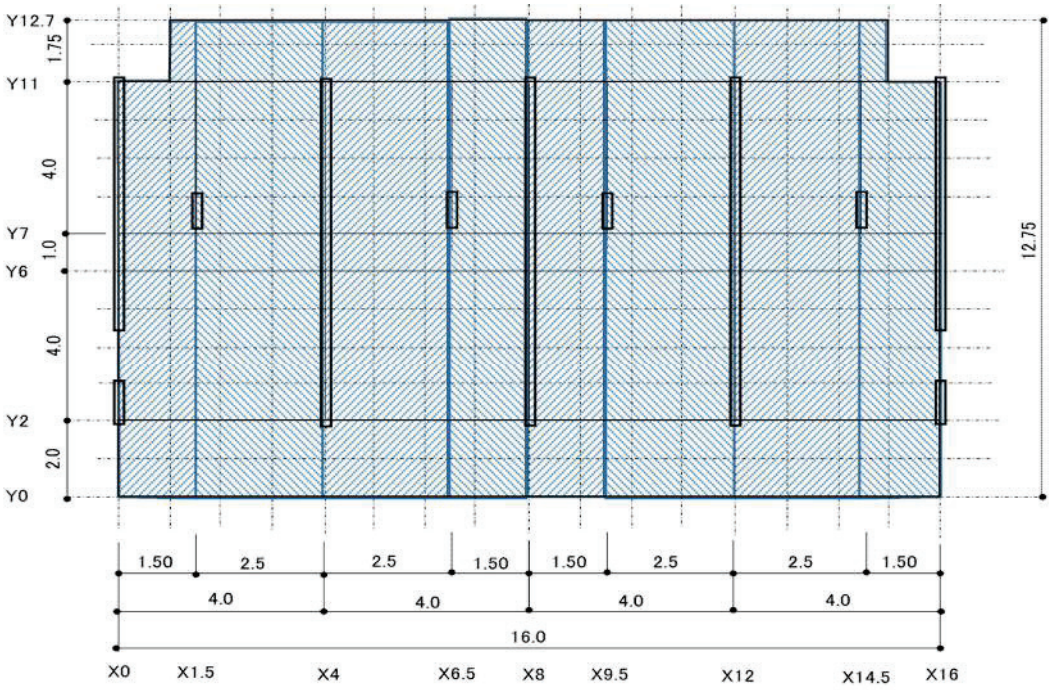


図7-2-4

区間面積の算定及び負担割合

表7-2-5 区間面積の算定及び負担割合

位置	算定式	区間面積 Axi-xj (m^2)	Xi-Xj区間 地震力負担割合 R＝Axi-xj/ΣAxi-xj
X0-X1.5	1.50×(2.0+9.0)+0.5×1.75	17.38	0.087
X1.5-X4	2.50×(2.0+9.0+1.75)	31.88	0.159
X4-X6.5	2.50×(2.0+9.0+1.75)	31.88	0.159
X6.5-X8	1.50×(2.0+9.0+1.75)	19.13	0.095
X8-X9.5	1.50×(2.0+9.0+1.75)	19.13	0.095
X9.5-X12	2.50×(2.0+9.0+1.75)	31.88	0.159
XC12-X14.5	2.50×(2.0+9.0+1.75)	31.88	0.159
X14.5-X16	1.50×(2.0+9.0)+0.5×1.75	17.38	0.087
	ΣAxi-xj	200.50	1.000

表7-2-6 R階屋根区間地震力の算定

位置	算定式⊿Qe ＝1.50×(Qe下-Qe上) (kN)	⊿Qe(kN)	区間地震力 Pki-j＝R×⊿Qe (kN)
X0-X1.5	1.5×(164.78-0.00)	247.17	21.42
X1.5-X4			39.29
X4-X6.5			39.29
X6.5-X8			23.58
X8-X9.5			23.58
X9.5-X12			39.29
XC12-X14.5			39.29
X14.5-X16			21.42
		Σ	247.17

表7-2-7 3階床区間地震力の算定

位置	算定式⊿Qe ＝1.50×(Qe下-Qe上) (kN)	⊿Qe(kN)	区間地震力 Pki-j＝R×⊿Qe (kN)
X0-X1.5	1.50×(323.82-164.78)	238.56	20.67
X1.5-X4			37.93
X4-X6.5			37.93
X6.5-X8			22.76
X8-X9.5			22.76
X9.5-X12			37.93
XC12-X14.5			37.93
X14.5-X16			20.67
		Σ	238.56

表7-2-8 2階床区間地震力の算定

位置	算定式⊿Qe ＝1.50×(Qe下-Qe上) (kN)	⊿Qe(kN)	区間地震力 Pki-j＝R×⊿Qe (kN)
X0-X1.5	1.50×(436.19-323.82)	168.56	14.61
X1.5-X4			26.80
X4-X6.5			26.80
X6.5-X8			16.08
X8-X9.5			16.08
X9.5-X12			26.80
XC12-X14.5			26.80
X14.5-X16			14.61
		Σ	168.56

7-3 水平構面の各階の通りの負担せん断力Qi-jの算定

以下に水平構面の各階の通りの負担せん断力Qi-jの算定式を記載します。

表7-3-1 せん断力算定式

位置	算定式	Qij (kN)
Qx0-x1.5	$P_{X0上}-P_{XO下}$	$Q_{0-1.5}$
Qx1.5-x0	$(Q_{0-1.5})-P_{K0-1.5}$	$Q_{1.5-0}$
Qx1.5-x4	$(Q_{1.5-0})+P_{X1.5上}-P_{X1.5下}$	$Q_{1.5-4}$
Qx4-x1.5	$(Q_{1.5-4})-P_{K1.5-4}$	$Q_{4-1.5}$
Qx4-x6.5	$(Q_{4-1.5})+P_{X4上}-P_{X4下}$	$Q_{4-6.5}$
Qx6.5-x4	$(Q_{4-6.5})-P_{K4-6.5}$	$Q_{6.5-4}$
Qx6.5-x8	$(Q_{6.5-4})+P_{X6.5上}-P_{X6.5下}$	$Q_{6.5-8}$
Qx8-x6.5	$(Q_{6.5-8})-P_{K6.5-8}$	$Q_{8-6.5}$
Qx8-x9.5	$Q_{8-6.5}+P_{X8上}-P_{X8下}$	$Q_{8-9.5}$
Qx9.5-x8	$(Q_{8-9.5})-P_{K8-9.5}$	$Q_{9.5-8}$
Qx9.5-x12	$(Q_{9.5-8})+P_{X9.5上}-P_{X9.5下}$	$Q_{9.5-12}$
Qx12-x9.5	$(Q_{9.5-12})-P_{K9.5-12}$	$Q_{12-9.5}$
Qx12-x14.5	$(Q_{12-9.5})+P_{X12上}-P_{X12下}$	$Q_{12-14.5}$
Qx14.5-x12	$(Q_{12-14.5})-P_{K12-14.5}$	$Q_{14.5-12}$
Qx14.5-x16	$(Q_{14.5-12}))+P_{X14.5上}-P_{X14.5下}$	$Q_{14.5-16}$
Qx16-x14.5	$(Q_{14.5-16})-P_{K14.5-16}$	$Q_{16-14.5}$

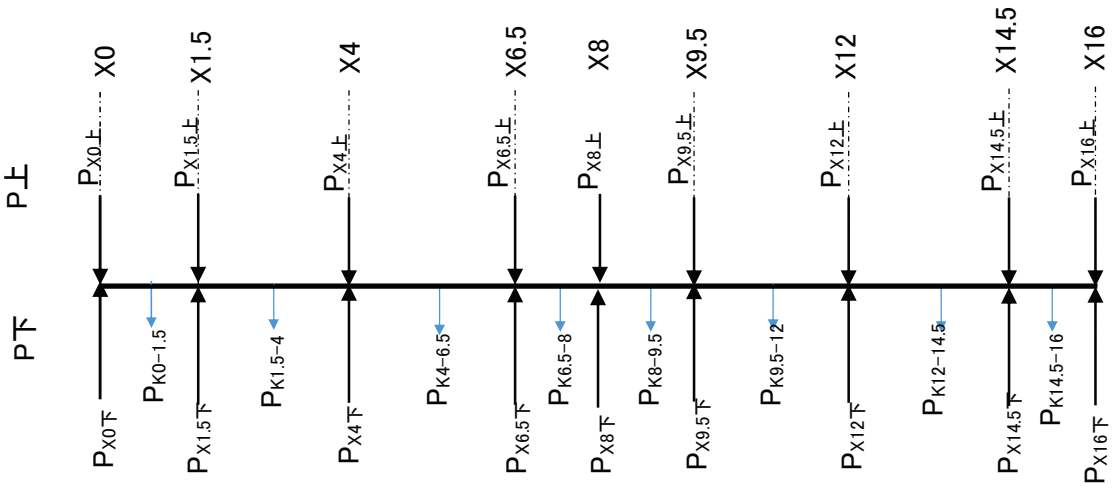


表7-3-2　R階屋根水平構面の負担せん断力

位置	算定式	Qij (kN)
Qx0-x1.5	43.68	43.68
Qx1.5-x0	43.68-21.42	22.26
Qx1.5-x4	22.26+4.84	27.1
Qx4-x1.5	27.10-39.29	-12.19
Qx4-x6.5	(-12.19)+47.08	34.89
Qx6.5-x4	34.89-39.29	-4.4
Qx6.5-x8	(-4.4)+4.84	0.44
Qx8-x6.5	0.44-23.58	-23.14
Qx8-x9.5	(-23.14)+46.30	23.16
Qx9.5-x8	23.16-23.58	-0.42
Qx9.5-x12	(-0.42)+4.84	4.42
Qx12-x9.5	4.42-39.29	-34.87
Qx12-x14.5	(-34.87)+47.08	12.21
Qx14.5-x12	12.21-39.29	-27.08
Qx14.5-x16	(-27.08)+4.84	-22.24
Qx16-x14.5	(-22.24)-21.42	-43.66

小数点2桁以降の影響で計算に
誤差が生じているが
安全性の確認には問題が無いので、
算定式の値を示している。

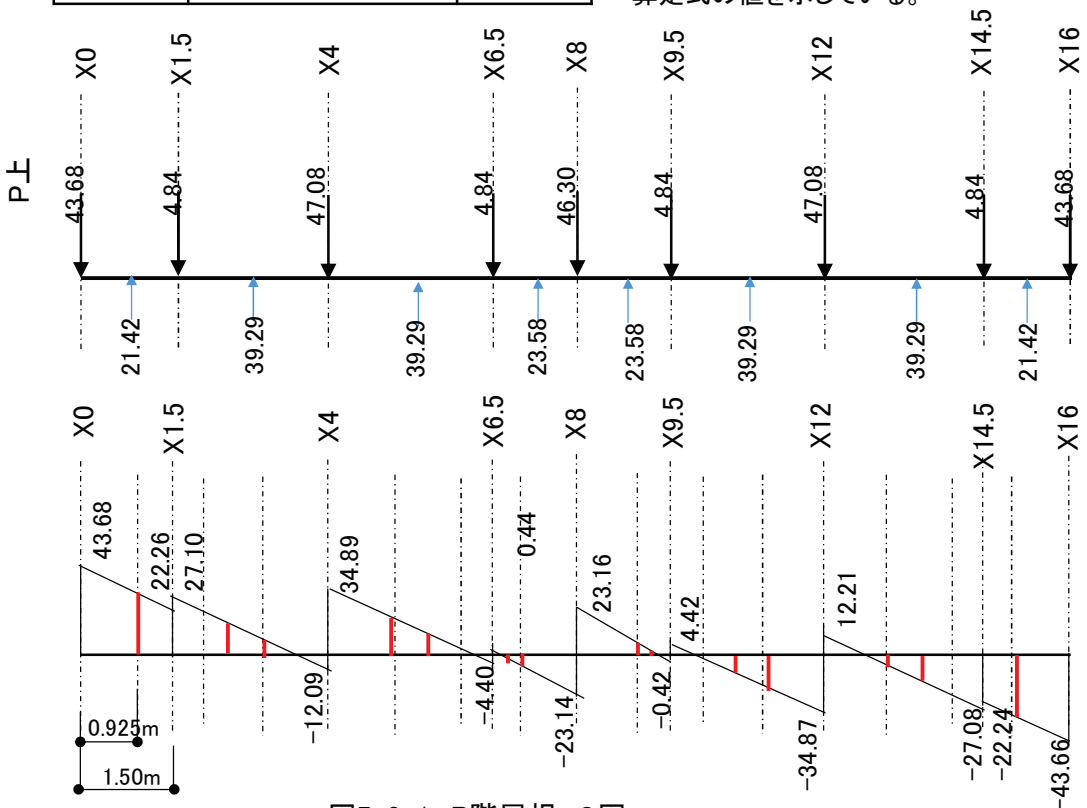


図7-3-1　R階屋根　Q図

床パネル突合せ長さ Lt＝5.0m　（R階床パネル伏図X1通りY6～Y11間）

X1通りスプライン接合部分Qmax＝(43.86-(43.86-22.26)/1.50×0.925)/5.0＝　　6.11 kN/m

表7-3-3　3階床水平構面の負担せん断力

位置	算定式	Qij (kN)
Qx0-x1.5	85.84-43.68	42.16
Qx1.5-x0	42.16-20.67	21.49
Qx1.5-x4	21.46+9.51-4.84	26.13
Qx4-x1.5	26.13-37.93	-11.80
Qx4-x6.5	(-11.8)+92.52-47.08	33.64
Qx6.5-x4	33.64-37.93	-4.29
Qx6.5-x8	(-4.29)+9.51-4.84	0.38
Qx8-x6.5	0.38-22.76	-22.38
Qx8-x9.5	(-22.38)+90.98-46.30	22.30
Qx9.5-x8	22.30-22.76	-0.46
Qx9.5-x12	(-0.46)+9.51-4.84	4.21
Qx12-x9.5	4.21-37.93	-33.72
Qx12-x14.5	(-33.72)+92.52-47.08	11.72
Qx14.5-x12	11.72-37.93	-26.21
Qx14.5-x16	(-26.21)+9.51-4.84	-21.54
Qx16-x14.5	(-21.54)-20.67	-42.21

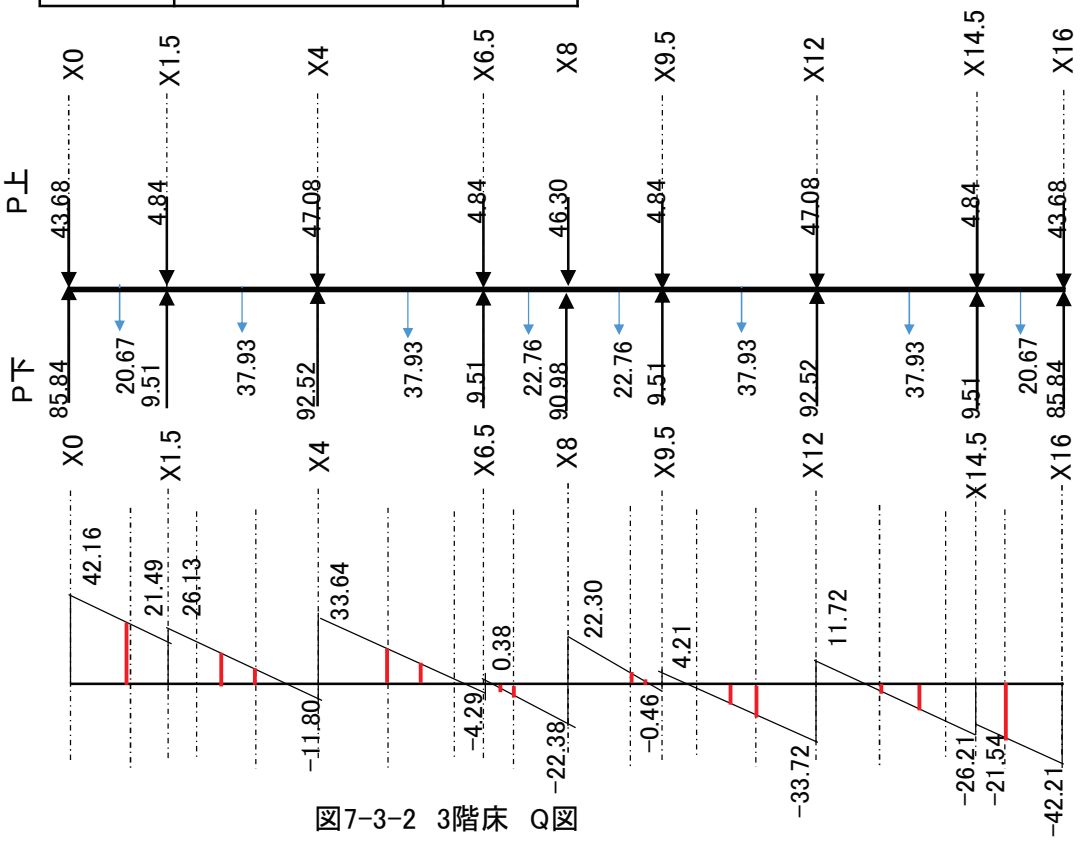


図7-3-2　3階床　Q図

床パネル突合せ長さLt＝5.0m　（3階床パネル伏図X1通りY6～Y11間）

X1通りスプライン接合部分Qmax＝(42.16-(42.16-21.49)/1.50×0.925)/5.0＝　　5.88 kN/m

表7-3-4　2階床水平構面の負担せん断力

位置	算定式	Qij (kN)
Qx0-x1.5	115.62-85.84	29.78
Qx1.5-x0	29.78-14.61	15.17
Qx1.5-x4	15.17+12.81-9.51	18.47
Qx4-x1.5	18.47-26.80	-8.33
Qx4-x6.5	(-8.33)+124.63-92.52	23.78
Qx6.5-x4	23.78-26.80	-3.02
Qx6.5-x8	(-3.02)+12.81-9.51	0.28
Qx8-x6.5	0.28-16.08	-15.80
Qx8-x9.5	(-15.80)+122.55-90.98	15.77
Qx9.5-x8	15.77-16.08	-0.31
Qx9.5-x12	(-0.31)+12.81-9.51	2.99
Qx12-x9.5	2.99-26.80	-23.81
Qx12-x14.5	(-23.81)+124.63-92.52	8.30
Qx14.5-x12	8.30-26.80	-18.50
Qx14.5-x16	(-18.50)+12.81-9.51	-15.20
Qx16-x14.5	(-15.20)-14.61	-29.81

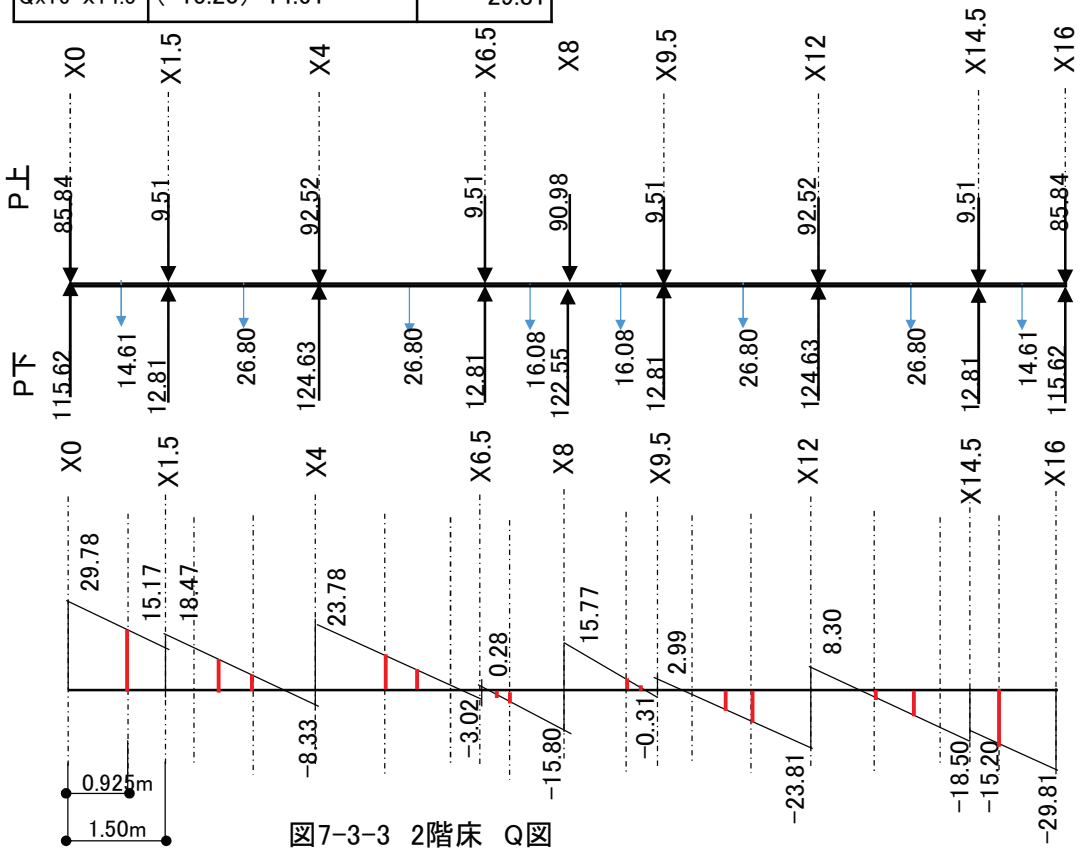


図7-3-3　2階床　Q図

床パネル突合せ長さLt＝5.0m　（2階床パネル伏図X1通りY6～Y11間）

X1通りスプライン接合部分Qmax＝(29.78-(29.78-15.17)/1.50×0.925)/5.0＝　　4.15 kN/m

7-4 水平構面引張接合部の引張応力の計算方法 （水平構面の曲げモーメントの算定）

（1） R階屋根水平構面の曲げモーメント

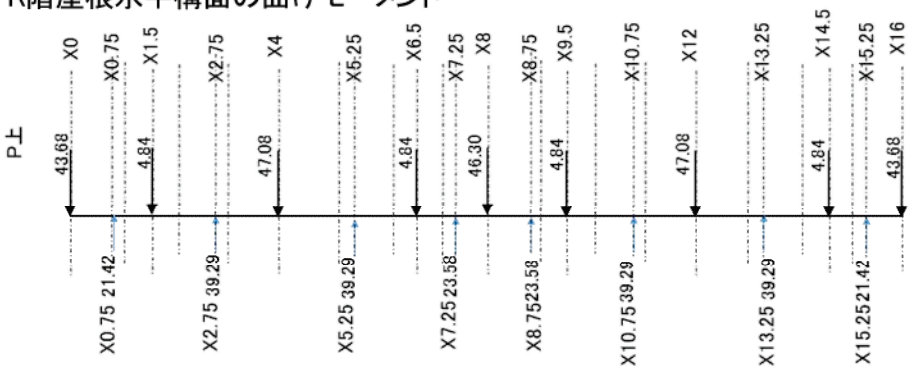


図7-4-1 R階床作用荷重

表7-4-1 R階屋根の曲げモーメント①

位置	荷重位置	P_{Xi} (kN)	Pki-j (kN)	ℓ m	$P_{Xi}\times\ell$ 又は $P_{Ki-j}\times\ell$ kNm	$Mi=\Sigma P_{Xi}\times\ell+P_{Ki-j}\times\ell$ (kNm)
$M_{x0.75}$	X0.75	43.68		0.75	32.76	32.76
$M_{x1.5}$	X0	43.68		1.50	65.52	
	X0.75		-21.42	0.75	-16.07	49.46
$M_{x2.75}$	X0	43.68		2.75	120.12	
	X0.75		-21.42	2.00	-42.84	
	X1.5	4.84		1.25	6.05	83.33
M_{x4}	X0	43.68		4.00	174.72	
	X0.75		-21.42	3.25	-69.62	
	X1.5	4.84		2.50	12.1	
	X2.75		-39.29	1.25	-49.11	68.09
$M_{x5.25}$	X0	43.68		5.25	229.32	
	X0.75		-21.42	4.50	-96.39	
	X1.5	4.84		3.75	18.15	
	X2.75		-39.29	2.50	-98.23	
	X4	47.08		1.25	58.85	111.71
$M_{x6.5}$	X0	43.68		6.50	283.92	
	X0.75		-21.42	5.75	-123.17	
	X1.5	4.84		5.00	24.20	
	X2.75		-39.29	3.75	-147.34	
	X4	47.08		2.50	117.70	
	X5.25		-39.29	1.25	-49.11	106.21
$M_{x7.25}$	X0	43.68		7.25	316.68	
	X0.75		-21.42	6.50	-139.23	
	X1.5	4.84		5.75	27.83	
	X2.75		-39.29	4.50	-176.81	
	X4	47.08		3.25	153.01	
	X5.25		-39.29	2.00	-78.58	
	X6.5	4.84		0.75	3.63	106.54

表7-4-2 R階屋根の曲げモーメント②

位置	荷重位置	P_{Xi} (kN)	Pki−j (kN)	ℓ m	$P_{Xi}\times\ell$ 又は $P_{Ki-j}\times\ell$ kNm	$Mi=\Sigma P_{Xi}\times\ell+P_{Ki-j}\times\ell$ (kNm)
M_{x8}	X0	43.68		8.00	349.44	
	X0.75		−21.42	7.25	−155.30	
	X1.5	4.84		6.50	31.46	
	X2.75		−39.29	5.25	−206.27	
	X4	47.08		4.00	188.32	
	X5.25		−39.29	2.75	−108.05	
	X6.5	4.84		1.50	7.26	
	X7.25		−23.58	0.75	−17.69	89.18
$M_{x8.75}$	X0	43.68		8.75	382.20	
	X0.75		−21.42	8.00	−171.36	
	X1.5	4.84		7.25	35.09	
	X2.75		−39.29	6.00	−235.74	
	X4	47.08		4.75	223.63	
	X5.25		−39.29	3.50	−137.52	
	X6.5	4.84		2.25	10.89	
	X7.25		−23.58	1.50	−35.37	
	X8	46.30		0.75	34.73	106.55
$M_{x9.5}$	X0	43.68		9.50	414.96	
	X0.75		−21.42	8.75	−187.43	
	X1.5	4.84		8.00	38.72	
	X2.75		−39.29	6.75	−265.21	
	X4	47.08		5.50	258.94	
	X5.25		−39.29	4.25	−166.98	
	X6.5	4.84		3.00	14.52	
	X7.25		−23.58	2.25	−53.06	
	X8	46.30		1.50	69.45	
	X8.75		−23.58	0.75	−17.69	106.24
$M_{x10.75}$	X0	43.68		10.75	469.56	
	X0.75		−21.42	10.00	−214.20	
	X1.5	4.84		9.25	44.77	
	X2.75		−39.29	8.00	−314.32	
	X4	47.08		6.75	317.79	
	X5.25		−39.29	5.50	−216.10	
	X6.5	4.84		4.25	20.57	
	X7.25		−23.58	3.50	−82.53	
	X8	46.30		2.75	127.33	
	X8.75		−23.58	2.00	−47.16	
	X9.5	4.84		1.25	6.05	111.76

表7-4-3 R階屋根の曲げモーメント③

位置	荷重位置	P_{Xi} (kN)	Pki−j (kN)	ℓ m	$P_{Xi}\times\ell$ 又は $P_{Ki-j}\times\ell$ kNm	$Mi=\Sigma P_{Xi}\times\ell+P_{Ki-j}\times\ell$ (kNm)
M_{x12}	X0	43.68		12.00	524.16	
	X0.75		−21.42	11.25	−240.98	
	X1.5	4.84		10.50	50.82	
	X2.75		−39.29	9.25	−363.43	
	X4	47.08		8.00	376.64	
	X5.25		−39.29	6.75	−265.21	
	X6.5	4.84		5.50	26.62	
	X7.25		−23.58	4.75	−112.01	
	X8	46.30		4.00	185.20	
	X8.75		−23.58	3.25	−76.64	
	X9.5	4.84		2.50	12.10	
	X10.75		−39.29	1.25	−49.11	68.17
$M_{x13.25}$	X0	43.68		13.25	578.76	
	X0.75		−21.42	12.50	−267.75	
	X1.5	4.84		11.75	56.87	
	X2.75		−39.29	11.00	−432.19	
	X4	47.08		9.75	459.03	
	X5.25		−39.29	8.50	−333.97	
	X6.5	4.84		7.25	35.09	
	X7.25		−23.58	6.50	−153.27	
	X8	46.30		5.75	266.23	
	X8.75		−23.58	5.00	−117.90	
	X9.5	4.84		4.25	20.57	
	X10.75		−39.29	3.00	−117.87	
	X12	47.08		1.75	82.39	75.99
$M_{x14.5}$	X0	43.68		14.50	633.36	
	X0.75		−21.42	13.75	−294.53	
	X1.5	4.84		13.00	62.92	
	X2.75		−39.29	11.75	−461.66	
	X4	47.08		10.50	494.34	
	X5.25		−39.29	9.25	−363.43	
	X6.5	4.84		8.00	38.72	
	X7.25		−23.58	7.25	−170.96	
	X8	46.30		6.50	300.95	
	X8.75		−23.58	5.75	−135.59	
	X9.5	4.84		5.00	24.20	
	X10.75		−39.29	3.75	−147.34	
	X12	47.08		2.50	117.70	
	X13.25		−39.29	1.25	−49.11	49.59

表7-4-4　R階屋根の曲げモーメント④

位置	荷重位置	P_{Xi} (kN)	Pki-j (kN)	ℓ　m	$P_{Xi}\times\ell$ 又は $P_{Ki-j}\times\ell$ kNm	$Mi=\Sigma P_{Xi}\times\ell+P_{Ki-j}\times\ell$ (kNm)
$M_{x15.25}$	X0	43.68		15.25	666.12	
	X0.75		-21.42	14.50	-310.59	
	X1.5	4.84		13.75	66.55	
	X2.75		-39.29	12.50	-491.13	
	X4	47.08		11.25	529.65	
	X5.25		-39.29	10.00	-392.90	
	X6.5	4.84		8.75	42.35	
	X7.25		-23.58	8.00	-188.64	
	X8	46.30		7.25	335.68	
	X8.75		-23.58	6.50	-153.27	
	X9.5	4.84		5.75	27.83	
	X10.75		-39.29	4.50	-176.81	
	X12	47.08		3.25	153.01	
	X13.25		-39.29	2.00	-78.58	
	X14.5	4.84		0.75	3.63	32.90

表7-4-5　X0をM＝0とした力の補正モーメントΣMiの算定

位置	荷重位置	P_{Xi} (kN)	Pki-j (kN)	ℓ　m	$P_{Xi}\times\ell$ 又は $P_{Ki-j}\times\ell$ kNm	$\Sigma Mi=\Sigma P_{Xi}\times\ell+P_{Ki-j}\times\ell$ (kNm)
M_{x0}	X0.75		-21.42	0.75	-16.07	
	X1.5	4.84		1.50	7.26	
	X2.75		-39.29	2.75	-108.05	
	X4	47.08		4.00	188.32	
	X5.25		-39.29	5.25	-206.27	
	X6.5	4.84		6.50	31.46	
	X7.25		-23.58	7.25	-170.96	
	X8	46.30		8.00	370.40	
	X8.75		-23.58	8.75	-206.33	
	X9.5	4.84		9.50	45.98	
	X10.75		-39.29	10.75	-422.37	
	X12	47.08		12.00	564.96	
	X13.25		-39.29	13.25	-520.59	
	X14.5	4.84		14.5	70.18	
	X15.25		-21.42	15.25	-326.66	
	X16	43.68		16.00	698.88	0.16

補正モーメントが小さいことから補正しない応力状態を採用して引張力の検定を行う。

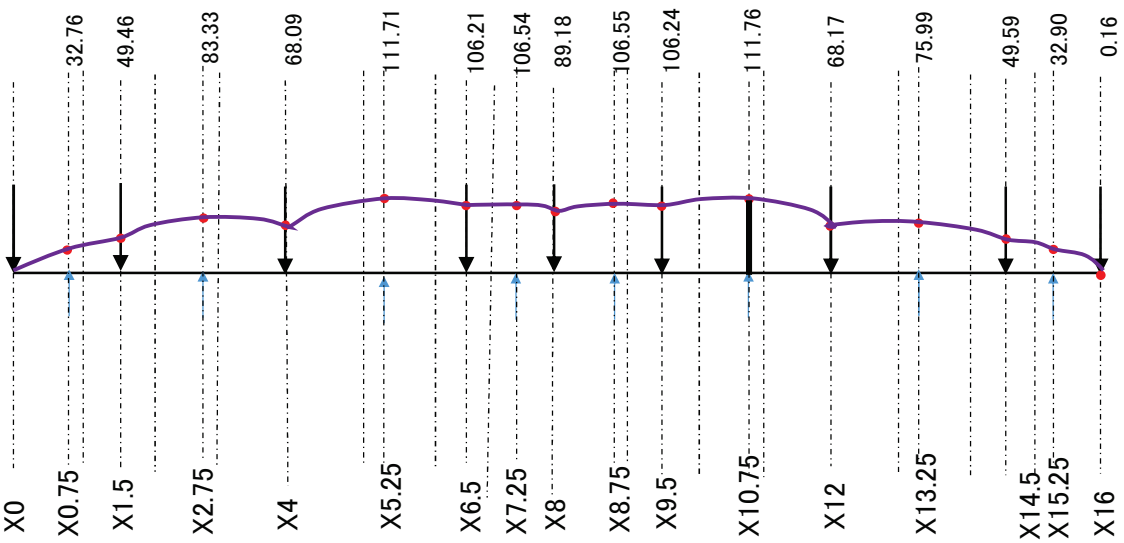


図7-4-2　R階屋根M図

Mmax＝　　111.76 kNm　　水平構面の奥行D＝　　10.75 m

突合せ部最大引張力：X10.75通り　T_{RF}＝Mmax/D＝　　10.40 kN

□X4通りの曲げモーメントの求め方

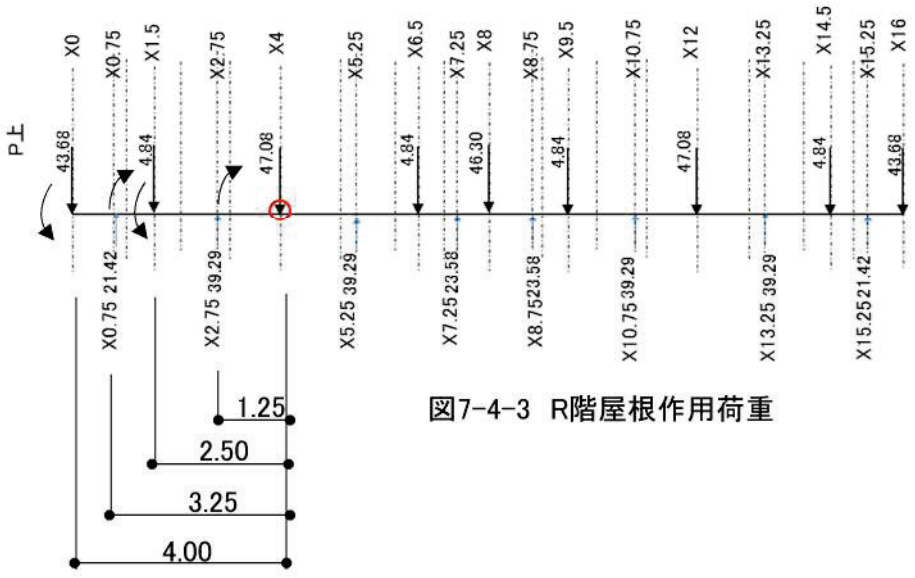


図7-4-3　R階屋根作用荷重

以下の釣合い式からX4通りの位置の曲げモーメントを算定します。

X4通りの曲げモーメント算定式　43.68×4.00+(−21.42)×3.25+4.84×2.50+(−39.29)×1.25

＝　　68.09　　kNm

2） 3階床水平構面の曲げモーメント

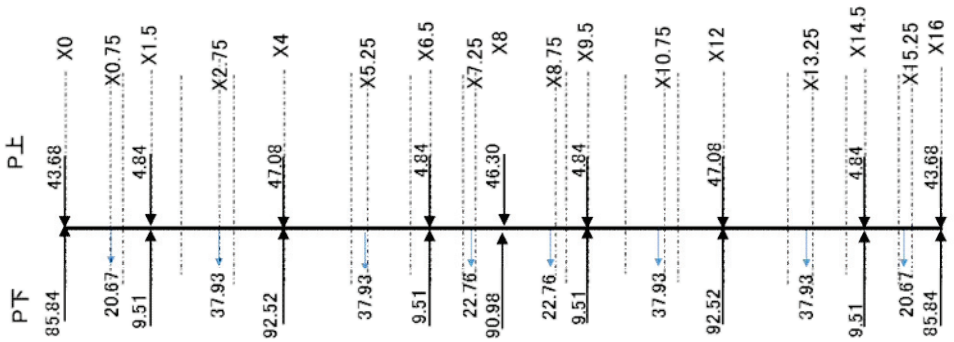


図7-4-4 3階床作用荷重

表7-4-6 3階床の曲げモーメント①

位置	荷重位置	P下-P上 （kN）	P_{Xi} (kN)	Pki-j（kN）	ℓ m	$P_{Xi}\times\ell$ 又は $P_{Ki-j}\times\ell$ kNm	$Mi=\Sigma P_{Xi}\times\ell+P_{Ki-j}\times\ell$ （kNm）
$M_{x0.75}$	X0.75	85.84-43.68	42.16		0.75	31.62	31.62
$M_{x1.5}$	X0	85.84-43.68	42.16		1.50	63.24	
	X0.75			-20.67	0.75	-15.50	47.74
$M_{x2.75}$	X0	85.84-43.68	42.16		2.75	115.94	
	X0.75			-20.67	2.00	-41.34	
	X1.5	9.51-4.84	4.67		1.25	5.8375	80.44
M_{x4}	X0	85.84-43.68	42.16		4.00	168.64	
	X0.75			-20.67	3.25	-67.18	
	X1.5	9.51-4.84	4.67		2.50	11.675	
	X2.75			-37.93	1.25	-47.41	65.73
$M_{x5.25}$	X0	85.84-43.68	42.16		5.25	221.34	
	X0.75			-20.67	4.50	-93.02	
	X1.5	9.51-4.84	4.67		3.75	17.5125	
	X2.75			-37.93	2.50	-94.83	
	X4	92.52-47.08	45.44		1.25	56.8	107.81
$M_{x6.5}$	X0	85.84-43.68	42.16		6.50	274.04	
	X0.75			-20.67	5.75	-118.85	
	X1.5	9.51-4.84	4.67		5.00	23.35	
	X2.75			-37.93	3.75	-142.24	
	X4	92.52-47.08	45.44		2.50	113.60	
	X5.25			-37.93	1.25	-47.41	102.49
$M_{x7.25}$	X0	85.84-43.68	42.16		7.25	305.66	
	X0.75			-20.67	6.50	-134.36	
	X1.5	9.51-4.84	4.67		5.75	26.85	
	X2.75			-37.93	4.50	-170.69	
	X4	92.52-47.08	45.44		3.25	147.68	
	X5.25			-37.93	2.00	-75.86	
	X6.5	9.51-4.84	4.67		0.75	3.50	102.80

表7-4-7　3階床の曲げモーメント②

位置	荷重位置	P下-P上　(kN)	P_{Xi} (kN)	Pki-j (kN)	ℓ　m	$P_{Xi}\times\ell$ 又は $P_{Ki-j}\times\ell$ kNm	$Mi=\Sigma P_{Xi}\times\ell+P_{Ki-j}\times\ell$ (kNm)
M_{x8}	X0	85.84-43.68	42.16		8.00	337.28	
	X0.75			-20.67	7.25	-149.86	
	X1.5	9.51-4.84	4.67		6.50	30.36	
	X2.75			-37.93	5.25	-199.13	
	X4	92.52-47.08	45.44		4.00	181.76	
	X5.25			-37.93	2.75	-104.31	
	X6.5	9.51-4.84	4.67		1.50	7.01	
	X7.25			-22.76	0.75	-17.07	86.03
$M_{x8.75}$	X0	85.84-43.68	42.16		8.75	368.90	
	X0.75			-20.67	8.00	-165.36	
	X1.5	9.51-4.84	4.67		7.25	33.86	
	X2.75			-37.93	6.00	-227.58	
	X4	92.52-47.08	45.44		4.75	215.84	
	X5.25			-37.93	3.50	-132.76	
	X6.5	9.51-4.84	4.67		2.25	10.51	
	X7.25			-22.76	1.50	-34.14	
	X8	90.98-46.30	44.68		0.75	33.51	102.78
$M_{x9.5}$	X0	85.84-43.68	42.16		9.50	400.52	
	X0.75			-20.67	8.75	-180.86	
	X1.5	9.51-4.84	4.67		8.00	37.36	
	X2.75			-37.93	6.75	-256.03	
	X4	92.52-47.08	45.44		5.50	249.92	
	X5.25			-37.93	4.25	-161.20	
	X6.5	9.51-4.84	4.67		3.00	14.01	
	X7.25			-22.76	2.25	-51.21	
	X8	90.98-46.30	44.68		1.50	67.02	
	X8.75			-22.76	0.75	-17.07	102.46
$M_{x10.75}$	X0	85.84-43.68	42.16		10.75	453.22	
	X0.75			-20.67	10.00	-206.70	
	X1.5	9.51-4.84	4.67		9.25	43.20	
	X2.75			-37.93	8.00	-303.44	
	X4	92.52-47.08	45.44		6.75	306.72	
	X5.25			-37.93	5.50	-208.62	
	X6.5	9.51-4.84	4.67		4.25	19.85	
	X7.25			-22.76	3.50	-79.66	
	X8	90.98-46.30	44.68		2.75	122.87	
	X8.75			-22.76	2.00	-45.52	
	X9.5	9.51-4.84	4.67		1.25	5.84	107.76

表7-4-8　3階床の曲げモーメント③

位置	荷重位置	P下-P上　(kN)	P_{Xi} (kN)	Pki-j (kN)	ℓ　m	$P_{Xi}\times\ell$ 又は $P_{Ki-j}\times\ell$ kNm	$Mi=\Sigma P_{Xi}\times\ell+P_{Ki-j}\times\ell$ (kNm)
M_{x12}	X0	85.84-43.68	42.16		12.00	505.92	
	X0.75			-20.67	11.25	-232.54	
	X1.5	9.51-4.84	4.67		10.50	49.04	
	X2.75			-37.93	9.25	-350.85	
	X4	92.52-47.08	45.44		8.00	363.52	
	X5.25			-37.93	6.75	-256.03	
	X6.5	9.51-4.84	4.67		5.50	25.69	
	X7.25			-22.76	4.75	-108.11	
	X8	90.98-46.30	44.68		4.00	178.72	
	X8.75			-22.76	3.25	-73.97	
	X9.5	9.51-4.84	4.67		2.50	11.68	
	X10.75			-37.93	1.25	-47.41	65.65
$M_{x13.25}$	X0	85.84-43.68	42.16		13.25	558.62	
	X0.75			-20.67	12.50	-258.38	
	X1.5	9.51-4.84	4.67		11.75	54.87	
	X2.75			-37.93	11.00	-417.23	
	X4	92.52-47.08	45.44		9.75	443.04	
	X5.25			-37.93	8.50	-322.41	
	X6.5	9.51-4.84	4.67		7.25	33.86	
	X7.25			-22.76	6.50	-147.94	
	X8	90.98-46.30	44.68		5.75	256.91	
	X8.75			-22.76	5.00	-113.80	
	X9.5	9.51-4.84	4.67		4.25	19.85	
	X10.75			-37.93	3.00	-113.79	
	X12	92.52-47.08	45.44		1.75	79.52	73.13
$M_{x14.5}$	X0	85.84-43.68	42.16		14.50	611.32	
	X0.75			-20.67	13.75	-284.21	
	X1.5	9.51-4.84	4.67		13.00	60.71	
	X2.75			-37.93	11.75	-445.68	
	X4	92.52-47.08	45.44		10.50	477.12	
	X5.25			-37.93	9.25	-350.85	
	X6.5	9.51-4.84	4.67		8.00	37.36	
	X7.25			-22.76	7.25	-165.01	
	X8	90.98-46.30	44.68		6.50	290.42	
	X8.75			-22.76	5.75	-130.87	
	X9.5	9.51-4.84	4.67		5.00	23.35	
	X10.75			-37.93	3.75	-142.24	
	X12	92.52-47.08	45.44		2.50	113.60	
	X13.25			-37.93	1.25	-47.41	47.61

表7-4-9　3階床の曲げモーメント④

位置	荷重位置	P下-P上　(kN)	P_{Xi} (kN)	Pki-j (kN)	ℓ　m	$P_{Xi}\times\ell$ 又は $P_{Ki-j}\times\ell$ kNm	$Mi=\Sigma P_{Xi}\times\ell+P_{Ki-j}\times\ell$ (kNm)
$M_{x15.25}$	X0	85.84-43.68	42.16		15.25	642.94	
	X0.75			-20.67	14.50	-299.72	
	X1.5	9.51-4.84	4.67		13.75	64.21	
	X2.75			-37.93	12.50	-474.13	
	X4	92.52-47.08	45.44		11.25	511.20	
	X5.25			-37.93	10.00	-379.30	
	X6.5	9.51-4.84	4.67		8.75	40.86	
	X7.25			-22.76	8.00	-182.08	
	X8	90.98-46.30	44.68		7.25	323.93	
	X8.75			-22.76	6.50	-147.94	
	X9.5	9.51-4.84	4.67		5.75	26.85	
	X10.75			-37.93	4.50	-170.69	
	X12	92.52-47.08	45.44		3.25	147.68	
	X13.25			-37.93	2.00	-75.86	
	X14.5	9.51-4.84	4.67		0.75	3.50	31.48

表7-4-10　X0をM＝0とした力の補正モーメントΣMiの算定

位置	荷重位置	P_{Xi} (kN)	Pki-j (kN)	ℓ　m	$P_{Xi}\times\ell$ 又は $P_{Ki-j}\times\ell$ kNm	$\Sigma Mi=\Sigma P_{Xi}\times\ell+P_{Ki-j}\times\ell$ (kNm)
M_{x0}	X0.75		-20.67	0.75	-15.50	
	X1.5	4.67		1.50	7.01	
	X2.75		-37.93	2.75	-104.31	
	X4	45.44		4.00	181.76	
	X5.25		-37.93	5.25	-199.13	
	X6.5	4.67		6.50	30.36	
	X7.25		-22.76	7.25	-165.01	
	X8	44.68		8.00	357.44	
	X8.75		-22.76	8.75	-199.15	
	X9.5	4.67		9.50	44.37	
	X10.75		-37.93	10.75	-407.75	
	X12	45.44		12.00	545.28	
	X13.25		-37.93	13.25	-502.57	
	X14.5	4.67		14.5	67.72	
	X15.25		-20.67	15.25	-315.22	
	X16	42.16		16.00	674.56	-0.16

補正モーメントが小さいことから補正しない応力状態を採用して引張力の検定を行う。

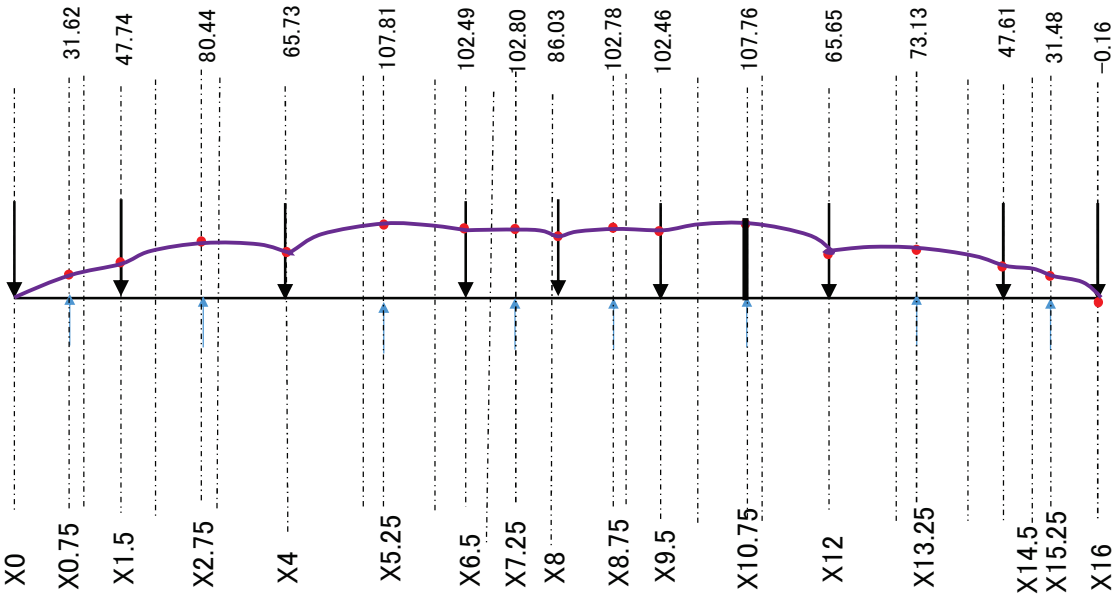


図7-4-5　3階床M図

Mmax＝　　107.76 kNm　　水平構面の奥行D＝　　10.75 m

突合せ部最大引張力:X10.75通り　T_{3F}＝Mmax/D＝　　10.02 kN

3） 2階床水平構面の曲げモーメント

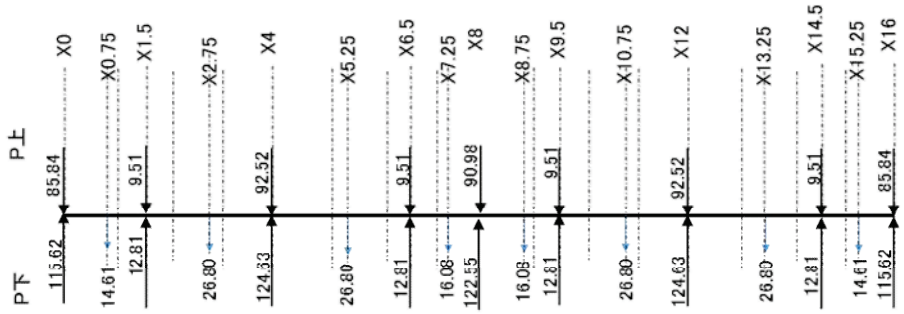


図7-4-6 2階床作用荷重

表7-4-11 2階床の曲げモーメント①

位置	荷重位置	P下-P上 （kN）	P_{Xi} (kN)	Pki-j （kN）	ℓ m	$P_{Xi}\times\ell$ 又は $P_{Ki-j}\times\ell$ kNm	$Mi=\Sigma P_{Xi}\times\ell+P_{Ki-j}\times\ell$ （kNm）
$M_{x0.75}$	X0.75	115.62-85.84	29.78		0.75	22.34	22.34
$M_{x1.5}$	X0	115.62-85.84	29.78		1.50	44.67	
	X0.75			-14.61	0.75	-10.96	33.71
$M_{x2.75}$	X0	115.62-85.84	29.78		2.75	81.895	
	X0.75			-14.61	2.00	-29.22	
	X1.5	12.81-9.51	3.30		1.25	4.125	56.80
M_{x4}	X0	115.62-85.84	29.78		4.00	119.12	
	X0.75			-14.61	3.25	-47.48	
	X1.5	12.81-9.51	3.30		2.50	8.25	
	X2.75			-26.80	1.25	-33.50	46.39
$M_{x5.25}$	X0	115.62-85.84	29.78		5.25	156.345	
	X0.75			-14.61	4.50	-65.75	
	X1.5	12.81-9.51	3.30		3.75	12.375	
	X2.75			-26.80	2.50	-67.00	
	X4	124.63-92.52	32.11		1.25	40.1375	76.11
$M_{x6.5}$	X0	115.62-85.84	29.78		6.50	193.57	
	X0.75			-14.61	5.75	-84.01	
	X1.5	12.81-9.51	3.30		5.00	16.50	
	X2.75			-26.80	3.75	-100.50	
	X4	124.63-92.52	32.11		2.50	80.28	
	X5.25			-26.80	1.25	-33.50	72.34
$M_{x7.25}$	X0	115.62-85.84	29.78		7.25	215.91	
	X0.75			-14.61	6.50	-94.97	
	X1.5	12.81-9.51	3.30		5.75	18.98	
	X2.75			-26.80	4.50	-120.60	
	X4	124.63-92.52	32.11		3.25	104.36	
	X5.25			-26.80	2.00	-53.60	
	X6.5	12.81-9.51	3.30		0.75	2.48	72.55

表7-4-12　2階床の曲げモーメント②

位置	荷重位置	P下-P上　(kN)	P_{Xi} (kN)	Pki-j (kN)	ℓ　m	$P_{Xi}\times\ell$ 又は $P_{Ki-j}\times\ell$ kNm	$Mi=\Sigma P_{Xi}\times\ell+P_{Ki-j}\times\ell$ (kNm)
M_{x8}	X0	115.62-85.84	29.78		8.00	238.24	
	X0.75			-14.61	7.25	-105.92	
	X1.5	12.81-9.51	3.30		6.50	21.45	
	X2.75			-26.80	5.25	-140.70	
	X4	124.63-92.52	32.11		4.00	128.44	
	X5.25			-26.80	2.75	-73.70	
	X6.5	12.81-9.51	3.30		1.50	4.95	
	X7.25			-16.08	0.75	-12.06	60.70
$M_{x8.75}$	X0	115.62-85.84	29.78		8.75	260.58	
	X0.75			-14.61	8.00	-116.88	
	X1.5	12.81-9.51	3.30		7.25	23.93	
	X2.75			-26.80	6.00	-160.80	
	X4	124.63-92.52	32.11		4.75	152.52	
	X5.25			-26.80	3.50	-93.80	
	X6.5	12.81-9.51	3.30		2.25	7.43	
	X7.25			-16.08	1.50	-24.12	
	X8	122.55-90.98	31.57		0.75	23.68	72.53
$M_{x9.5}$	X0	115.62-85.84	29.78		9.50	282.91	
	X0.75			-14.61	8.75	-127.84	
	X1.5	12.81-9.51	3.30		8.00	26.40	
	X2.75			-26.80	6.75	-180.90	
	X4	124.63-92.52	32.11		5.50	176.61	
	X5.25			-26.80	4.25	-113.90	
	X6.5	12.81-9.51	3.30		3.00	9.90	
	X7.25			-16.08	2.25	-36.18	
	X8	122.55-90.98	31.57		1.50	47.36	
	X8.75			-16.08	0.75	-12.06	72.29
$M_{x10.75}$	X0	115.62-85.84	29.78		10.75	320.14	
	X0.75			-14.61	10.00	-146.10	
	X1.5	12.81-9.51	3.30		9.25	30.53	
	X2.75			-26.80	8.00	-214.40	
	X4	124.63-92.52	32.11		6.75	216.74	
	X5.25			-26.80	5.50	-147.40	
	X6.5	12.81-9.51	3.30		4.25	14.03	
	X7.25			-16.08	3.50	-56.28	
	X8	122.55-90.98	31.57		2.75	86.82	
	X8.75			-16.08	2.00	-32.16	
	X9.5	12.81-9.51	3.30		1.25	4.13	76.03

表7-4-13　2階床の曲げモーメント③

位置	荷重位置	P下-P上　(kN)	P_{Xi} (kN)	Pki-j (kN)	ℓ　m	$P_{Xi}\times\ell$ 又は $P_{Ki-j}\times\ell$ kNm	$Mi=\Sigma P_{Xi}\times\ell+P_{Ki-j}\times\ell$ (kNm)
M_{x12}	X0	115.62-85.84	29.78		12.00	357.36	
	X0.75			-14.61	11.25	-164.36	
	X1.5	12.81-9.51	3.30		10.50	34.65	
	X2.75			-26.80	9.25	-247.90	
	X4	124.63-92.52	32.11		8.00	256.88	
	X5.25			-26.80	6.75	-180.90	
	X6.5	12.81-9.51	3.30		5.50	18.15	
	X7.25			-16.08	4.75	-76.38	
	X8	122.55-90.98	31.57		4.00	126.28	
	X8.75			-16.08	3.25	-52.26	
	X9.5	12.81-9.51	3.30		2.50	8.25	
	X10.75			-26.80	1.25	-33.50	46.27
$M_{x13.25}$	X0	115.62-85.84	29.78		13.25	394.59	
	X0.75			-14.61	12.50	-182.63	
	X1.5	12.81-9.51	3.30		11.75	38.78	
	X2.75			-26.80	11.00	-294.80	
	X4	124.63-92.52	32.11		9.75	313.07	
	X5.25			-26.80	8.50	-227.80	
	X6.5	12.81-9.51	3.30		7.25	23.93	
	X7.25			-16.08	6.50	-104.52	
	X8	122.55-90.98	31.57		5.75	181.53	
	X8.75			-16.08	5.00	-80.40	
	X9.5	12.81-9.51	3.30		4.25	14.03	
	X10.75			-26.80	3.00	-80.40	
	X12	124.63-92.52	32.11		1.75	56.19	51.56
$M_{x14.5}$	X0	115.62-85.84	29.78		14.50	431.81	
	X0.75			-14.61	13.75	-200.89	
	X1.5	12.81-9.51	3.30		13.00	42.90	
	X2.75			-26.80	11.75	-314.90	
	X4	124.63-92.52	32.11		10.50	337.16	
	X5.25			-26.80	9.25	-247.90	
	X6.5	12.81-9.51	3.30		8.00	26.40	
	X7.25			-16.08	7.25	-116.58	
	X8	122.55-90.98	31.57		6.50	205.21	
	X8.75			-16.08	5.75	-92.46	
	X9.5	12.81-9.51	3.30		5.00	16.50	
	X10.75			-26.80	3.75	-100.50	
	X12	124.63-92.52	32.11		2.50	80.28	
	X13.25			-26.80	1.25	-33.50	33.52

表7-4-14　2階床の曲げモーメント④

位置	荷重位置	P下-P上　(kN)	P_{Xi} (kN)	Pki-j (kN)	ℓ　m	$P_{Xi}\times\ell$ 又は $P_{Ki-j}\times\ell$ kNm	$Mi=\Sigma P_{Xi}\times\ell+P_{Ki-j}\times\ell$ (kNm)
$M_{x15.25}$	X0	115.62-85.84	29.78		15.25	454.15	
	X0.75			-14.61	14.50	-211.85	
	X1.5	12.81-9.51	3.30		13.75	45.38	
	X2.75			-26.80	12.50	-335.00	
	X4	124.63-92.52	32.11		11.25	361.24	
	X5.25			-26.80	10.00	-268.00	
	X6.5	12.81-9.51	3.30		8.75	28.88	
	X7.25			-16.08	8.00	-128.64	
	X8	122.55-90.98	31.57		7.25	228.88	
	X8.75			-16.08	6.50	-104.52	
	X9.5	12.81-9.51	3.30		5.75	18.98	
	X10.75			-26.80	4.50	-120.60	
	X12	124.63-92.52	32.11		3.25	104.36	
	X13.25			-26.80	2.00	-53.60	
	X14.5	12.81-9.51	3.30		0.75	2.48	22.12

表7-4-15　X0をM＝0とした力の補正モーメントΣMiの算定

位置	荷重位置	P_{Xi} (kN)	Pki-j (kN)	ℓ　m	$P_{Xi}\times\ell$ 又は $P_{Ki-j}\times\ell$ kNm	$\Sigma Mi=\Sigma P_{Xi}\times\ell+P_{Ki-j}\times\ell$ (kNm)
M_{x0}	X0.75		-14.61	0.75	-10.96	
	X1.5	3.30		1.50	4.95	
	X2.75		-26.80	2.75	-73.70	
	X4	32.11		4.00	128.44	
	X5.25		-26.80	5.25	-140.70	
	X6.5	3.30		6.50	21.45	
	X7.25		-16.08	7.25	-116.58	
	X8	31.57		8.00	252.56	
	X8.75		-16.08	8.75	-140.70	
	X9.5	3.30		9.50	31.35	
	X10.75		-26.80	10.75	-288.10	
	X12	32.11		12.00	385.32	
	X13.25		-26.80	13.25	-355.10	
	X14.5	3.30		14.5	47.85	
	X15.25		-14.61	15.25	-222.80	
	X16	29.78		16.00	476.48	-0.24

補正モーメントが小さいことから補正しない応力状態を採用して引張力の検定を行う。

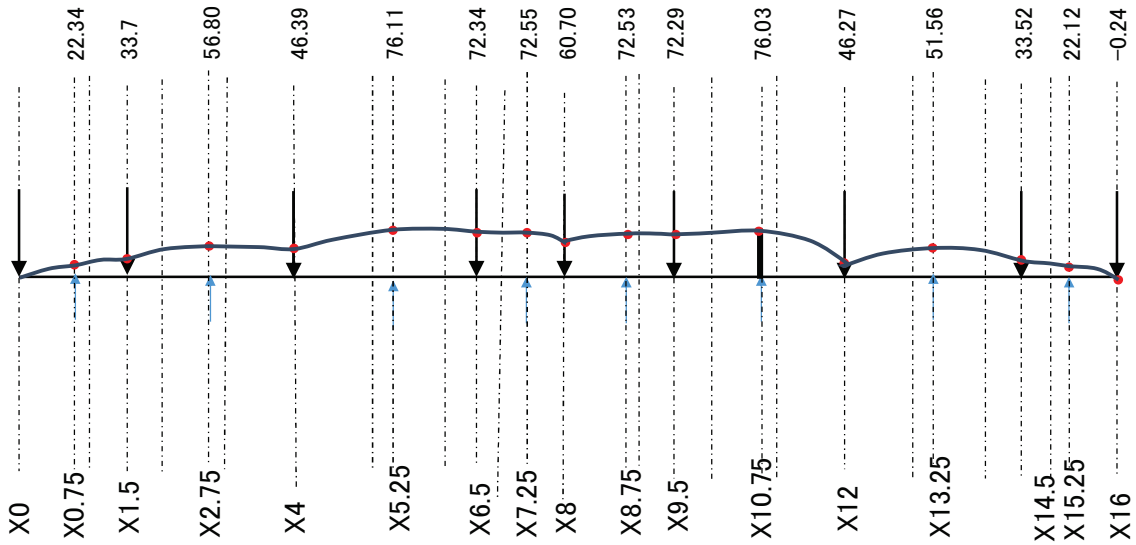


図7-4-7　2階床M図

Mmax＝　　76.03 kNm　　水平構面の奥行D＝　　10.75 m

突合せ部最大引張力:X10.75通り　T_{2F}＝Mmax/D＝　　7.07 kN

7-5　水平構面の接合部の検定

(1)各階床パネルの面内せん断応力度の検定

最大せん断力は、R階床パネルの水平構面X0通り　Qx0＝43.68kN

構成等級　S60-5-7　　厚さt＝　　210 mm

パネル面積A＝210×5000＝　　1,050,000 mm^2

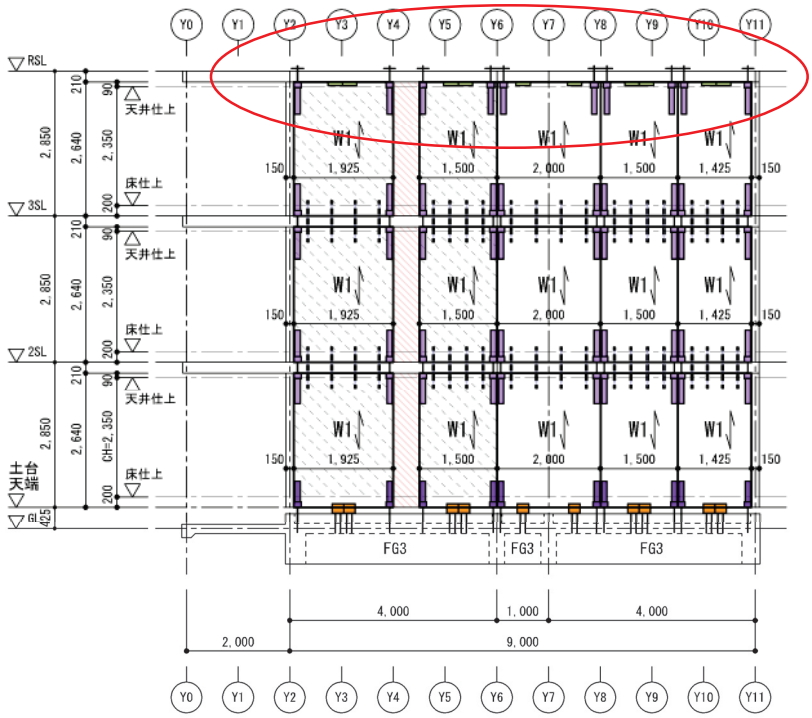
短期せん断応力度 τ ＝(43.68×1,000)/1,050,000＝　　0.042 N/mm^2

＜　sfs＝2/3×1.65＝1.10　N/mm^2　OK

(2)水平構面の接合部の検定

①　R階水平構面

①-1　3階耐力壁とR階水平構面のせん断接合部の検定



X0 通り軸組図 （B方向・現し側）

図7-4-8　X0通りせん断接合部検討箇所

最大せん断力は、X0通り　Q_{X0}＝43.68kN

配置壁パネル枚数　　5枚　　壁長さ2.0mm～1.425mm

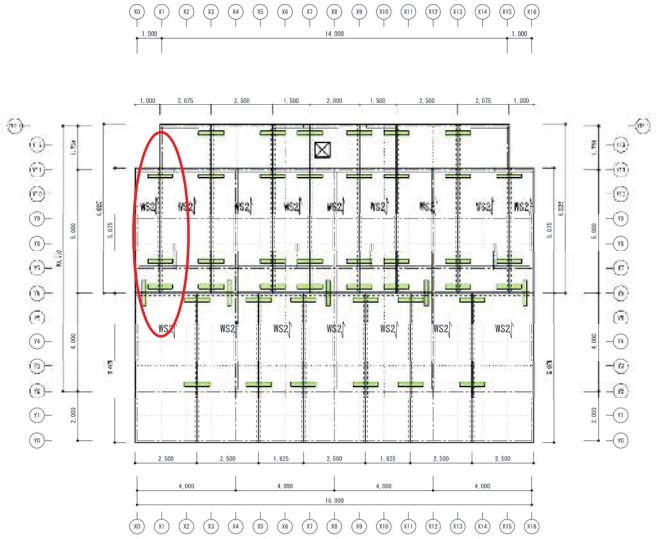
せん断接合部用の金物は、1m以内ごとにクロスマーク金物(LST+SP)を1組配置することになるので

壁パネル1枚に2組の(LST+SP)が配置される。（1組の(LST+SP)短期許容せん断耐力　54.0kN）

通りの短期許容せん断耐力　5枚×2組×54.0＝540kN　＞　Q_{X0}＝43.68kN　　OK

耐力壁1枚に2組で5枚に配置されいる。

①-2　床パネル突合せ部分のせん断接合部の検定（スプライン接合部）



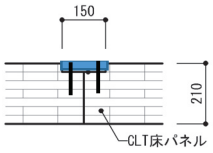


図7-4-9　突合せ部分検討箇所

最大せん断力は、水平構面のせん断力図より、

R階　X1～X15通り間　Q_{X1}＝　　6.11 kN/m

接合ビスSTS6.5F-85（Pa＝2.2kN/対）　（左右のパネルに各1本を接合した1対の場合の耐力）

m当り接合耐力　P＝2.2×1000/200＝　　11.00 kN/m　＞　6.11kN/m　OK

①-3　床パネル突合せ部の引張接合部の検定

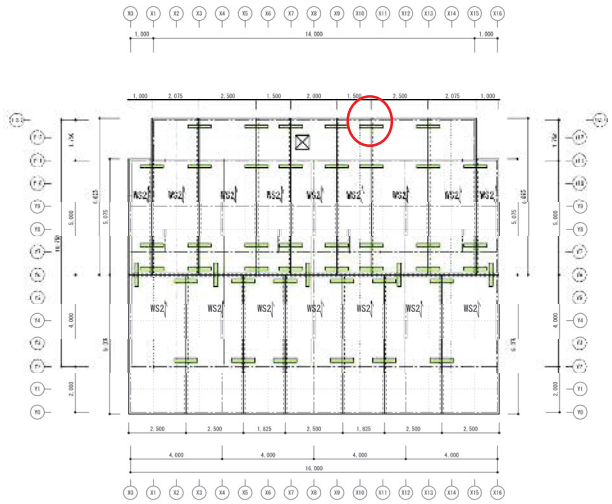


図7-4-10　引張接合部検討箇所

クロスマーク金物STF　　（許容引張耐力　52.0kN）

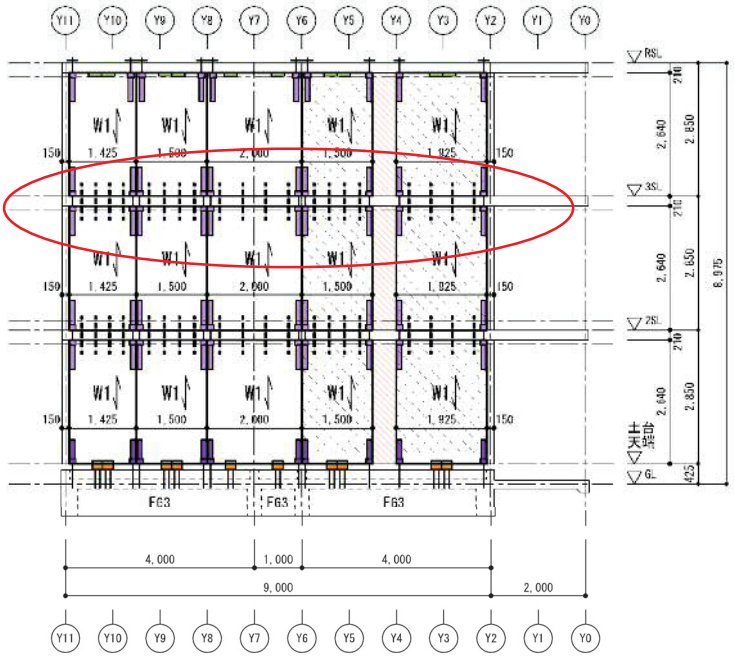
曲げモーメントは、10.5通りの近傍の10.75通りのMmax＝111.76kNmを用いる。

水平構面の奥行D＝10.75m

R階　　X10.5突合せ部最大引張力T_{RF}＝Mmax/D＝　　10.40 kN　＜　52.0kN　OK

② 3階水平構面

②-1 3階耐力壁と3階水平構面のせん断接合部の検定



X16 通り軸組図 （D方向・現し側）

図7-4-11 X16通りせん断接合部検討箇所

最大せん断力は、X16通り Q_{X16}＝23.38kN

配置壁パネル枚数 5枚 壁長さ2.0mm～1.425mm

せん断接合部用の金物は、1m以内ごとにクロスマーク金物（2-D32）を1組配置することになるので

壁パネル1枚に2組の（2-D32）が配置される。（1組の（2-D32）短期許容せん断耐力 54.0kN）

壁パネル1枚に配置されるクロスマーク金物 D32 （許容せん断耐力2-D32 54.0kN）

接合部耐力 5枚×2組×54.0＝540kN ＞ Q_{X16}＝23.38kN OK

耐力壁1枚に2組で5枚に配置されいる。

②-2　床パネル突合せ部分のせん断接合部の検定

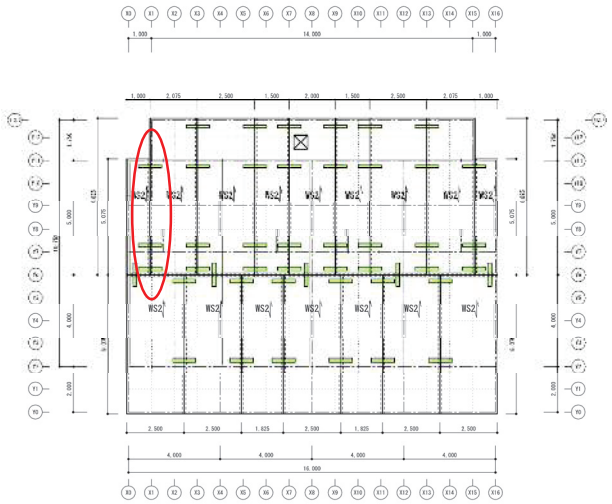


図7-4-12　突合せ部分検討箇所

最大せん断力は、水平構面のせん断力図より、

3階　X1～X15通り間　Q_{X1}＝　　5.88 kN/m

接合ビスSTS6.5F-85（Pa＝2.2kN/対）　（左右のパネルに各1本を接合した1対の場合の耐力）

m当り接合耐力　P＝2.2×1000/200＝　　11.00 kN/m　＞　5.88kN/m　OK

②-3　床パネル突合せ部の引張接合部の検定

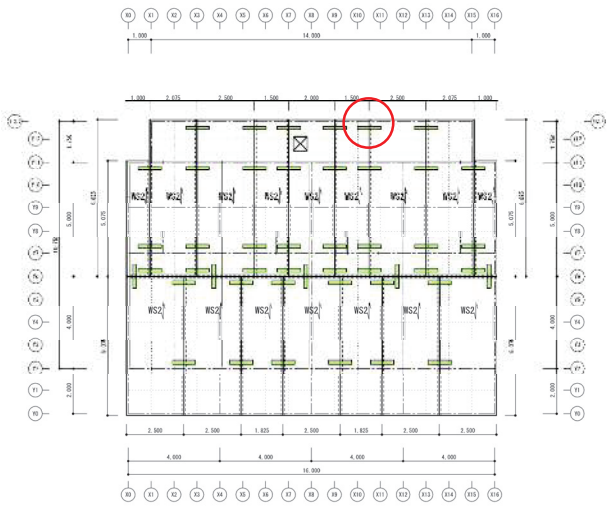


図7-4-12　引張接合部検討箇所

クロスマーク金物STF　　（許容引張耐力　52.0kN）

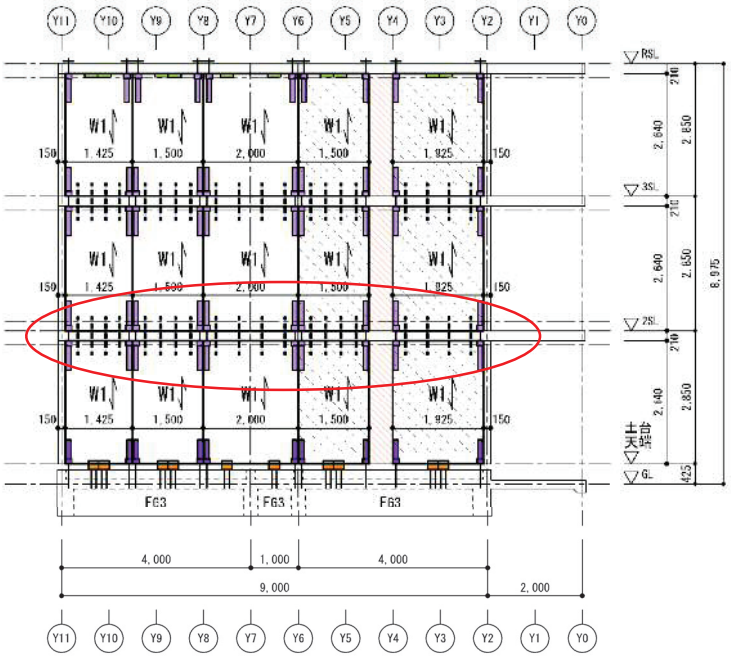
曲げモーメントは、10.5通りの近傍の10.75通りのMmax＝107.76kNmを用いる。

水平構面の奥行D＝10.75m

3階　X10.5突合せ部最大引張力T_{3F}＝Mmax/D＝　　10.02 kN　＜　52.0kN　OK

③　2階水平構面

③-1　1階耐力壁と2階水構面のせん断接合部の検定



X16 通り軸組図（D方向・現し側）

図7-4-13　X16通りせん断接合部検討箇所

最大せん断力は、X16通り　Q_{X16}＝29.81kN

配置壁パネル枚数　5枚　　壁長さ2.0mm～1.425mm

せん断接合部用の金物は、1m以内ごとにクロスマーク金物（2-D32）を1組配置することになるので

壁パネル1枚に2組の（2-D32）が配置される。（1組の（2-D32）短期許容せん断耐力　54.0kN）

接合部耐力　5枚×2組×54.0＝540kN　＞　Q_{X16}＝29.81kN　　OK

耐力壁1枚に2組で5枚に配置されいる。

③-2　床パネル突合せ部分のせん断接合部の検定

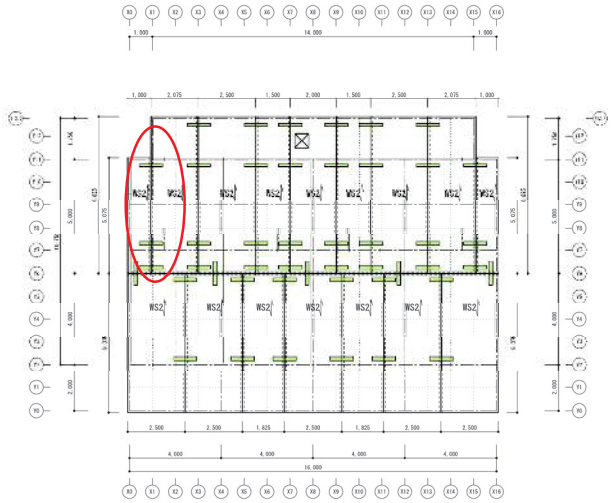


図7-4-14　突合せ部分検討箇所

最大せん断力は、水平構面のせん断力図より、

2階　X1～X15通り間　Q_{X1}＝　　4.15 kN/m

接合ビスSTS6.5F-85（Pa＝2.2kN/対）　（左右のパネルに各1本を接合した1対の場合の耐力）

m当り接合耐力　P＝2.2×1000/200＝　　11.00 kN/m　　＞4.15kN/m　OK

③-3　床パネル突合せ部の引張接合部の検定

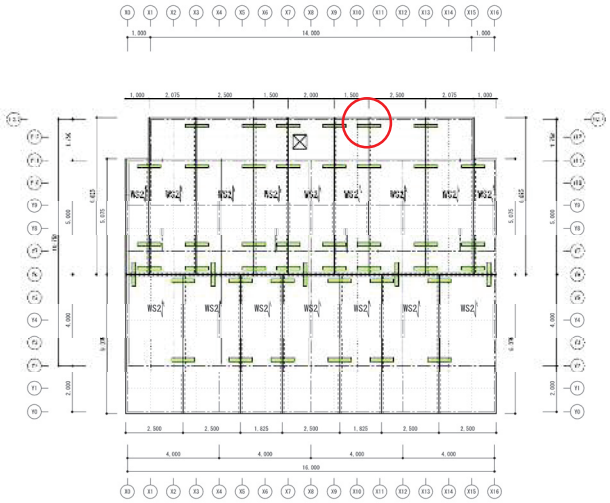


図7-4-15　引張接合部検討箇所

クロスマーク金物STF

曲げモーメントは、10.5通りの近傍の10.75通りのMmax＝76.03kNmを用いる。

水平構面の奥行D＝10.75m

2階　X10.5突合せ部最大引張力T_{3F}＝Mmax/D＝　　7.07 kN　＜　52.0kN　OK

④ 1階耐力壁と基礎のせん断接合部の検討



X16 通り軸組図（D方向・現し側）

図7-4-16 X16通りせん断接合部検討箇所

最大せん断力は、X16通り Q_{X16}＝115.62kN

配置壁パネル枚数　5枚　　壁長さ2.0mm～1.425mm

せん断接合部用の金物は、1m以内ごとにクロスマーク金物（SBM-150P）を1組配置することになるので

壁パネル1枚に2箇所の（SBM-150P）が配置される。

（1箇所の（SBM-150P）短期許容せん断耐力　47.0kN）

接合部耐力　5枚×2箇所×47.0＝470kN　＞　Q_{X16}＝115.62kN　OK

8. 基礎の設計

基礎は、平成12年建設省告示第1347号第一第3項の規定により設計を行う。

本建物は、べた基礎を採用している。地盤の長期地耐力は50kN/㎡としている。

基礎の検討は、接地圧の検定、基礎梁の検定、アンカーボルトの検定を行う。

8-1基礎接地圧の算定

(1)地中梁重量

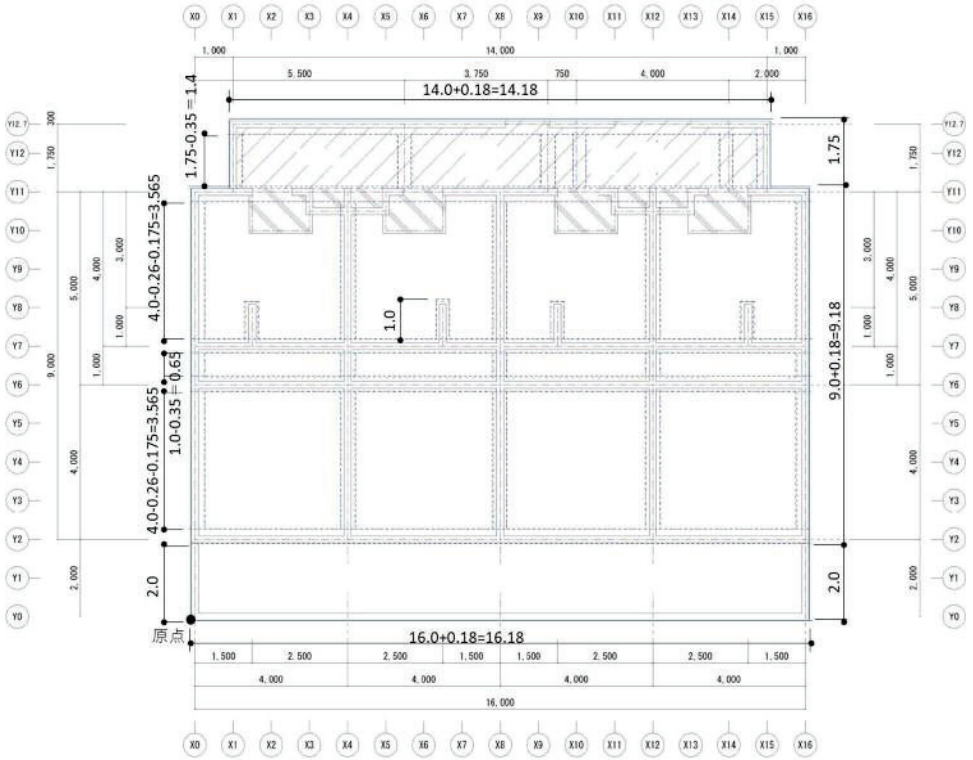


図8-1-1 地中梁位置

表8-1-1　地中梁重量と図芯算定用モーメントの算定

通り	地中梁符号	w [kN/m]	L [m]	W=w・L [kN]	X [m]	W・X [kNm]	Y [m]	W・Y [kNm]
Y12.7	FG2	3.36	14.18	47.64	8.09	385.45	12.71	605.33
Y11	FG2	3.36	16.18	54.36	8.09	439.81	11.01	598.28
Y7	FG3	2.88	16.18	46.60	8.09	376.98	7.09	330.38
Y2	FG1	3.84	16.18	62.13	8.09	502.64	2.23	138.24
Y6	FG3	2.88	16.18	46.60	8.09	376.98	6.09	283.78
X0	FG3	2.88	3.54	10.20	0.175	1.78	4.23	43.15
	FG3	2.88	0.7	2.02	0.175	0.35	6.69	13.49
	FG3	2.88	3.59	10.34	0.175	1.81	9.15	94.58
X4	FG2	3.36	3.54	11.89	4.09	48.65	4.23	50.34
	FG2	3.36	0.7	2.35	4.09	9.62	6.69	15.73
	FG2	3.36	3.59	12.06	4.09	49.34	9.15	110.34
X8	FG3	2.88	3.54	10.20	8.09	82.48	4.23	43.15
	FG3	2.88	0.7	2.02	8.09	16.31	6.69	13.49
	FG3	2.88	3.59	10.34	8.09	83.64	9.15	94.58
X12	FG2	3.36	3.54	11.89	12.09	143.80	4.23	50.34
	FG2	3.36	0.7	2.35	12.09	28.44	6.69	15.73
	FG2	3.36	3.59	12.06	12.09	145.83	9.15	110.34
X16	FG3	2.88	3.54	10.20	16.01	163.17	4.23	43.15
	FG3	2.88	0.7	2.02	16.01	32.27	6.69	13.49
	FG3	2.88	3.59	10.34	16.01	165.48	9.15	94.58
X1.5	FG3	2.88	1.00	2.88	1.59	4.58	7.87	22.65
X6.5	FG3	2.88	1.00	2.88	6.59	18.98	7.87	22.65
X9.5	FG3	2.88	1.00	2.88	9.59	27.62	7.87	22.65
X14.5	FG3	2.88	1.00	2.88	14.59	42.02	7.87	22.65
X1	FG3	2.88	1.4	4.03	1.18	4.74	22.06	88.93
X5.5	FG3	2.88	1.4	4.03	5.59	22.54	22.06	88.93
X9.25	FG3	2.88	1.4	4.03	9.34	37.66	22.06	88.93
X10	FG3	2.88	1.4	4.03	10.18	41.03	22.06	88.93
X14	FG3	2.88	1.4	4.03	14.01	56.47	22.06	88.93
X15	FG3	2.88	1.4	4.03	15.01	60.50	22.06	88.93
Σ				413.32		3,371		3,387

(2)基礎立上り重量

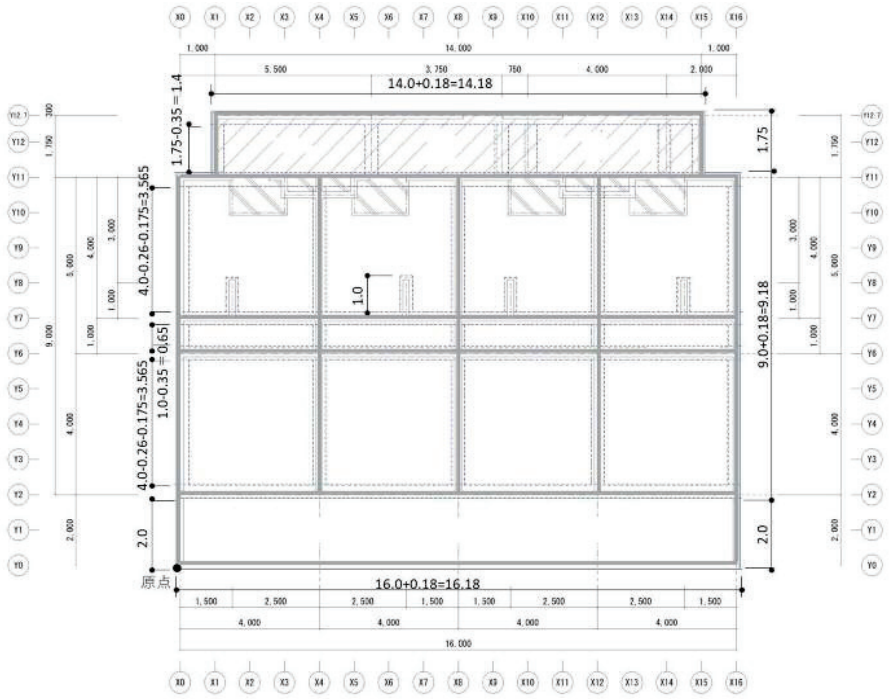


図8-1-2 基礎立上り位置

表8-1-2 基礎立上り重量と図芯算定用モーメントの算定

通り	立上り	w [kN/m]	L [m]	W=w・L [kN]	X [m]	W・X [kNm]	Y [m]	W・Y [kNm]
Y12.7	0.2×0.18	0.86	14.00	12.10	8.09	97.86	12.84	155.31
Y11	0.2×0.18	0.86	16.00	13.82	8.09	111.84	11.09	153.31
Y7	0.2×0.18	0.86	16.00	13.82	8.09	111.84	7.09	98.01
Y6	0.2×0.18	0.86	16.00	13.82	8.09	111.84	6.09	84.19
Y2	0.2×0.18	0.86	16.00	13.82	8.09	111.84	2.09	28.89
Y0	0.2×0.18	0.86	16.00	13.82	8.09	111.84	0.09	1.24
X0	0.2×0.18	0.86	11.00	9.50	0.09	0.86	5.59	53.13
X1	0.2×0.18	0.86	1.75	1.51	1.09	1.65	11.965	18.09
X4	0.2×0.18	0.86	9.00	7.78	4.09	31.80	6.59	51.24
X8	0.2×0.18	0.86	9.00	7.78	8.09	62.91	6.59	51.24
X12	0.2×0.18	0.86	9.00	7.78	12.09	94.01	6.59	51.24
X15	0.2×0.18	0.86	1.75	1.51	15.09	22.82	11.965	18.09
X16	0.2×0.18	0.86	9.00	7.78	16.09	125.12	5.59	43.47
Σ				124.85		996.20		807.47

(3)底版重量

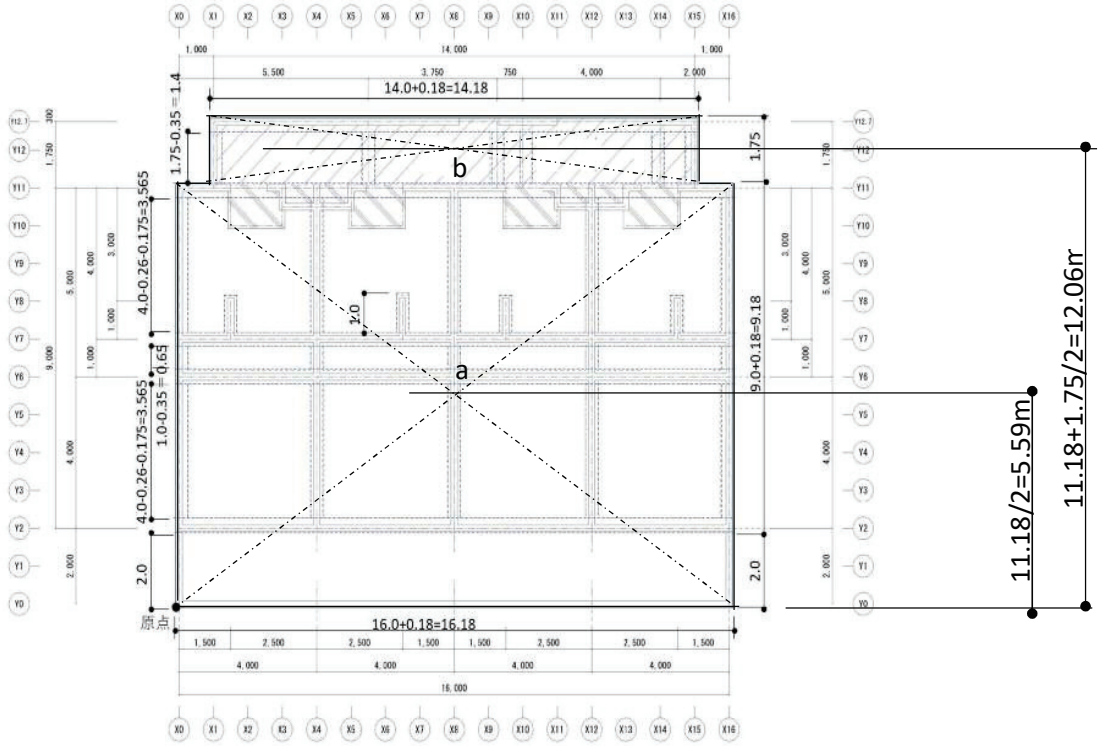


図8-1-3 底版位置

表8-1-3 底版重量と図芯算定用モーメントの算定

部位	底版厚m	w [kN/m^2]	D [m]	B [m]	W [kN]	X [m]	W･X [kNm]	Y [m]	W･Y [kNm]
a	0.2	4.80	9.18	16.18	712.96	8.09	5,768	6	3,985
b	0.2	4.80	1.75	14.18	119.11	8.09	964	12	1,436
Σ					832.07		6,731		5,421

(4)1階床重量 (DL+LL)

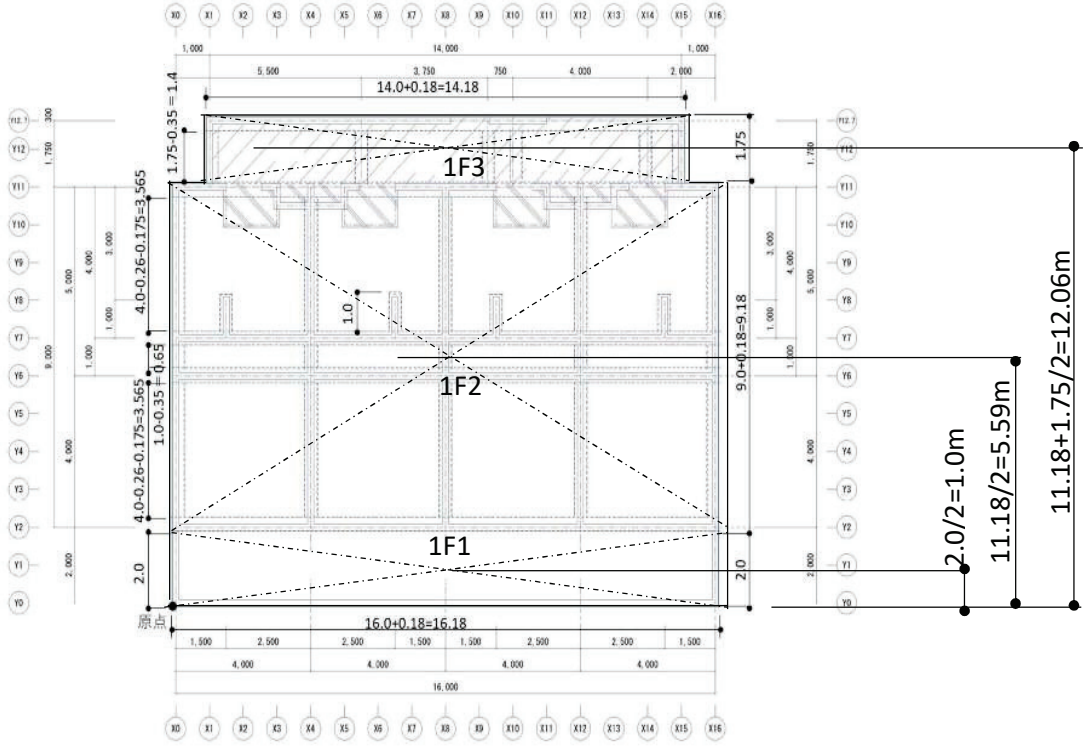


図8-1-4 1階床位置

表8-1-4 1階床重量と図芯算定用モーメントの算定

部位	DL [kN/m^2]	LL [kN/m^2]	w [kN/m^2]	D [m]	B [m]	W [kN]	X [m]	W･X [kNm]	Y [m]	W･Y [kNm]
1F1	-	1.30	1.30	2.00	16.18	42.07	8.09	340.33	1.00	42.07
1F2	0.36	1.30	1.66	19.18	16.18	515.15	8.09	4,168	6	2,880
1F3	-	1.30	1.30	1.75	14.18	32.26	8.09	260.98	12.06	388.89
Σ						589.48		4,769		3,311

DLは、底版を除いている。

(5)基礎図芯位置

表8-1-5 基礎図心位置の算定

部位	D [m]	B [m]	面積A [m^2]	X [m]	A･X [kNm]	Y [m]	A･Y [kNm]
a	11.18	16.18	180.89	8.09	1,463	6	1,011
b	1.75	14.18	24.82	8.09	201	12	299
Σ			205.71		1,664		1,310

基礎図芯位置

X_0＝(A･X)/A＝ 8.09 m

Y_0＝(A･Y)/A＝ 6.37 m

(6)基礎重心位置

表8-1-6 基礎重心位置の算定

位置	W [kN]	W･X [kNm]	W･Y [kNm]
建物重量	2,628	21,058	12,522
地中梁	413	3,371	3,387
1階床	589	4,769	3,311
基礎立上り	125	996	807
底版	832	6,731	5,421
Σ	4,587	36,925	25,448

「5-1 重心の算定」より

基礎重心位置

Xg＝(w･X)/w＝ 8.05 m

Yg＝(w･Y)/w＝ 5.55 m

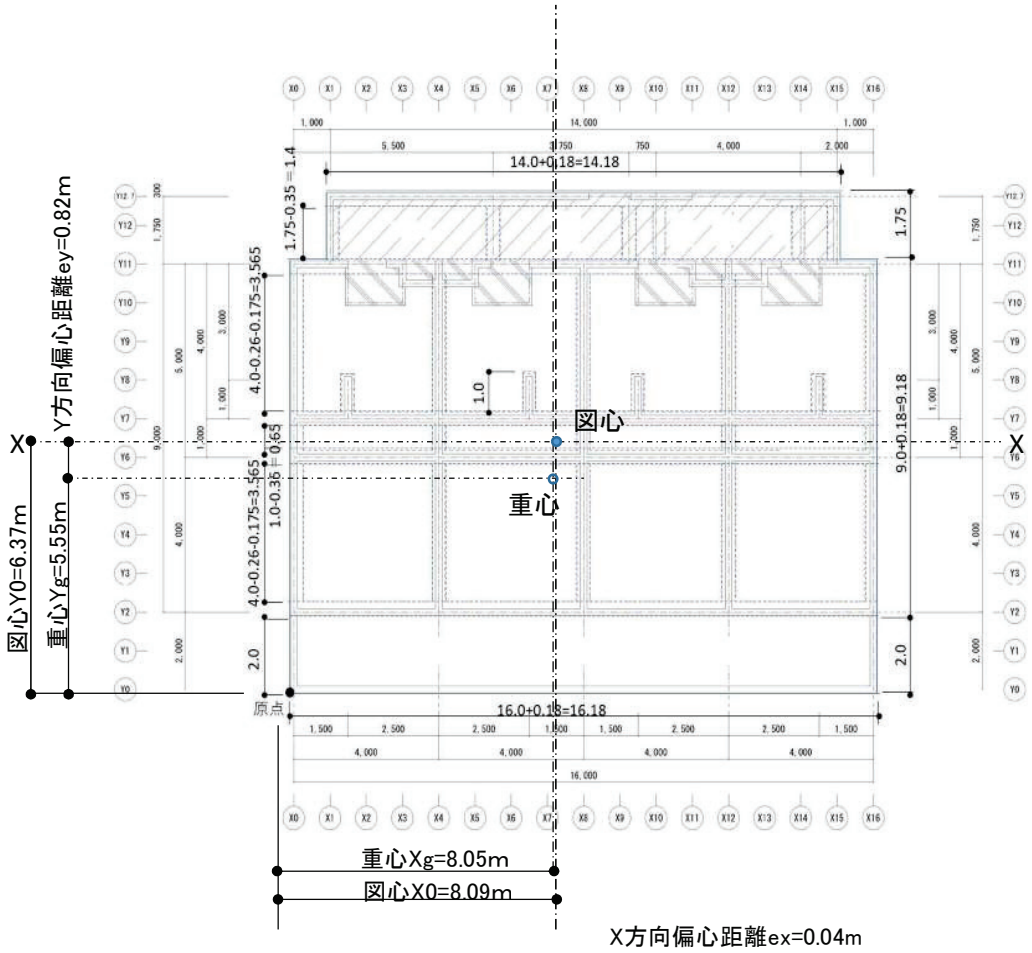


図8-1-5 基礎重心、図心位置

(7)底版断面係数Zの算定

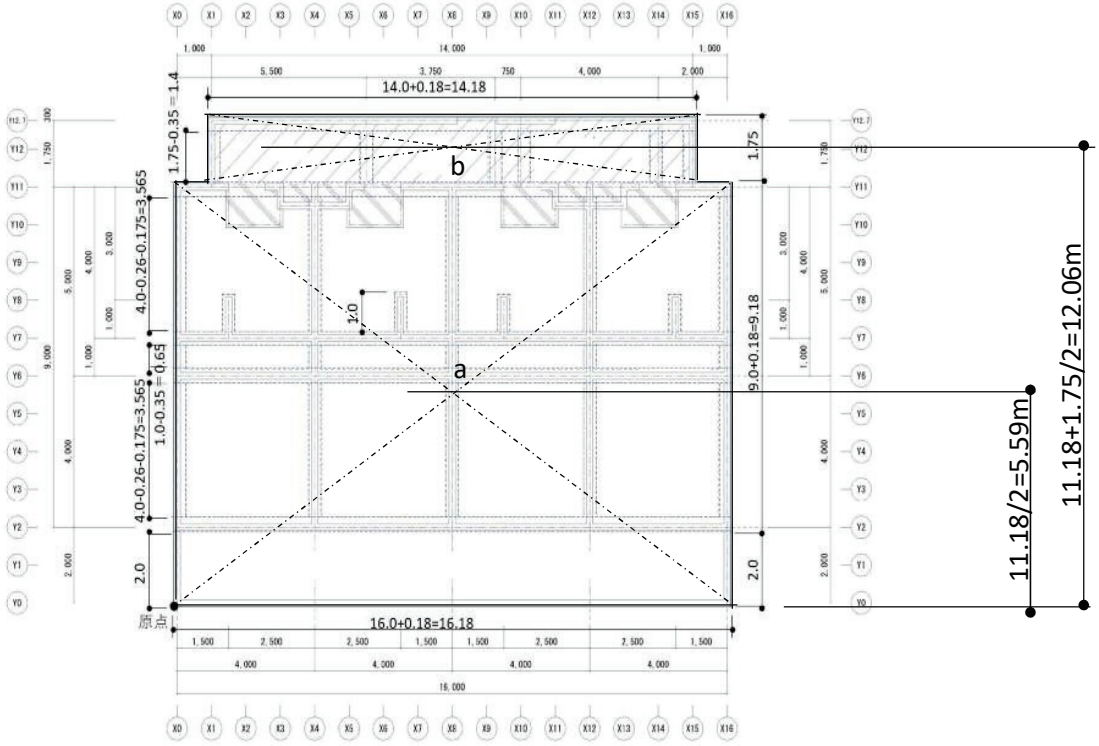


図8-1-6 底版位置

a部分断面2次モーメント

$Ia = (16.18 \times 11.18^3)/12 + (11.18 \times 16.18) \times (6.37-5.59)^2 =$ 1994.24 m^4

b部分断面2次モーメント

$Ib = (14.18 \times 1.75^3)/12 + (14.18 \times 1.75) \times (12.06-6.37)^2 =$ 809.75 m^4

底版の断面係数$Z = (Ia+Ib)/Y_0 = (1{,}994.24+809.75)/6.37 =$ 440.19 m^3

(8)接地圧の算定

重量　　ΣW＝　　4587.48 kN

偏心距離 ey m＝　　0.8 m

偏心モーメントMe＝ΣW×ey＝ 3,669.99 kN/m

底版の断面係数Z=　440.19 m^3

底版面積A＝(2.0+9.18)×16.18+1.75×14.18＝　205.707 ⟶　205.7 m^2

σ＝N/A±Me/Z＝4,587.48/205.7±3,669.99/440.19=　30.64 kN/m^2　～　13.96 kN/m^2

σmax＝　30.64 kN/m^2　＜　許容地耐力 50kN/m^2　OK

(9)地反力の算定

30.64−24×0.2＝　25.84 kN/m^2　左記値を底版応力算定、地中梁応力算定に用いる。

コンクリートの重量24kN/m3に底版の厚み0.2mを乗じて底版重量とします。
「建築基礎構造設計指針」 社団法人日本建築学会
第7章7.4節に従い、接地圧から底版自重を差し引いた地反力により地中梁、底版の応力を算定します。

8-2 地中梁の検定

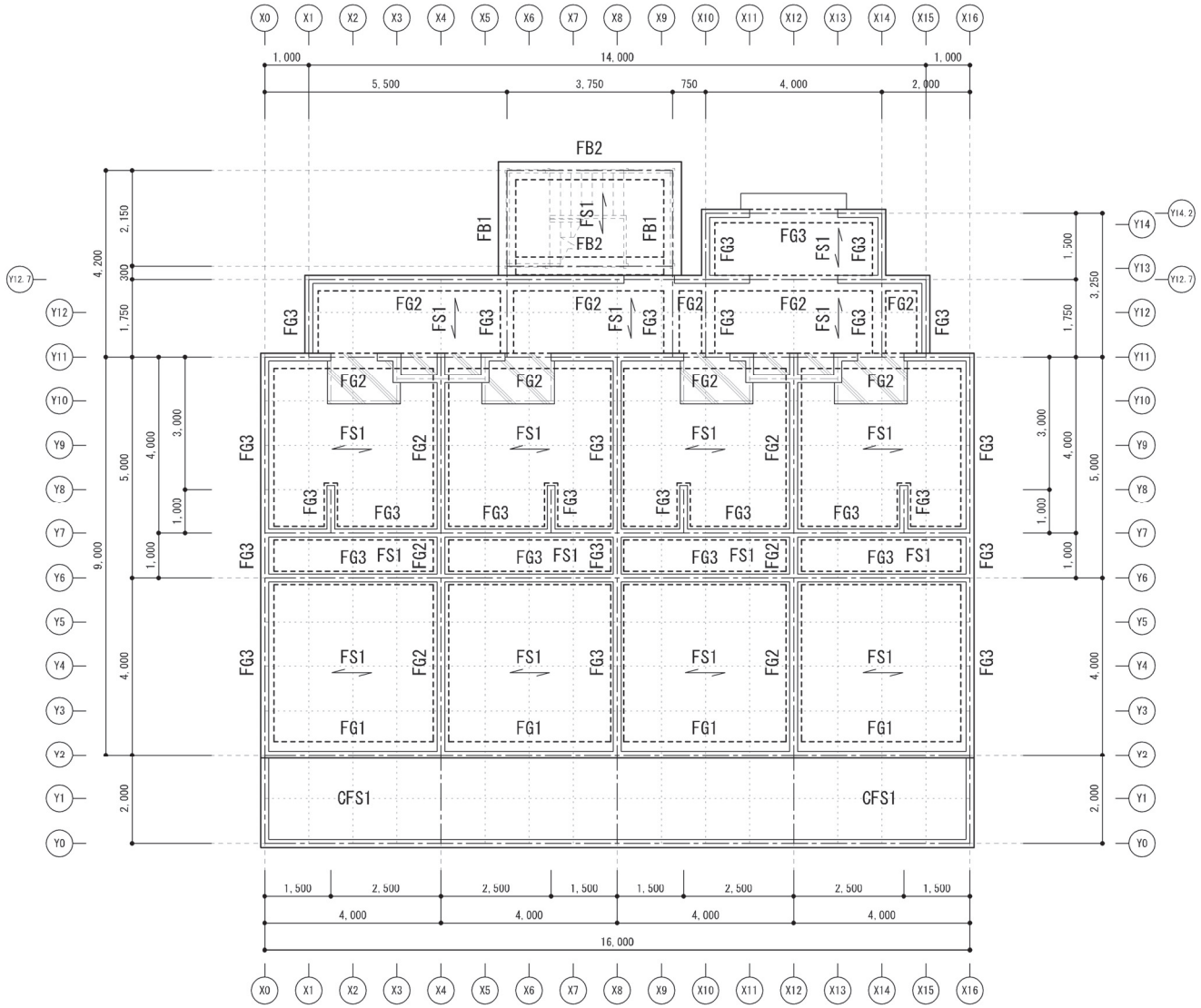
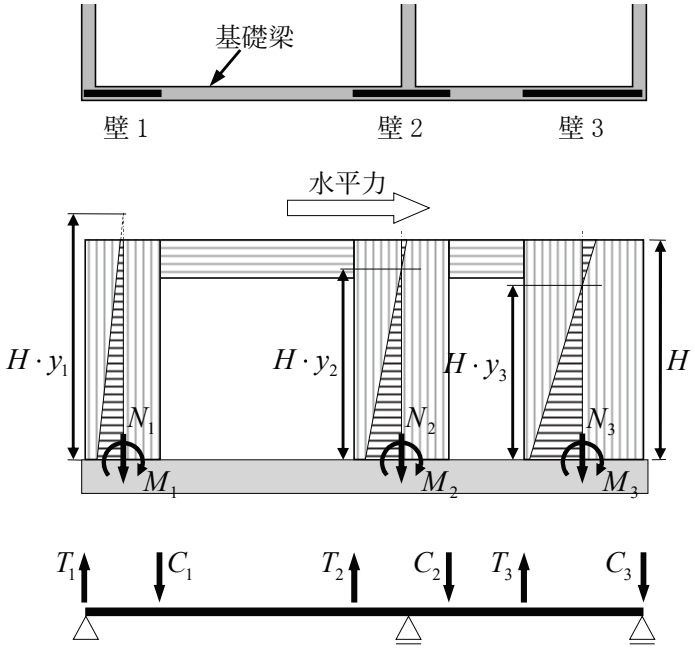


図8-2-1基礎図

(1)地中梁に作用する荷重の算定

設計施工マニュアル第Ⅲ部第7章7.2　7.2.3の規定から地中梁に作用する引張力、圧縮力を算定する。直交する地中梁の位置をピン支点として連続梁としてモデル化し、引張金物のボルト位置に算定した引張力を配置し、算定した圧縮力は、耐力壁パネル端部に配置する。

地中梁に作用する引張力、圧縮力は、設計施工マニュアル第Ⅲ部　第7章　7.2.3に基づき算定します。



Q=壁の負担せん断力
H=耐力壁の高さ
y=壁の反曲点高さ比
D=壁の幅

M=壁脚部の曲げ応力
=1.5Q×H×y
T=脚部に加わる短期引張力
=M/D−N/2
C=脚部に加わる短期圧縮力
=M/D+N/2

脚部に加わる短期引張力Tが短期許容引張耐力Taより大きい場合は次式による。
T=Ta
C=2M/D−Ta=Ca

図8-2-2 水平力作用時に1階壁パネルから基礎梁に作用する鉛直力

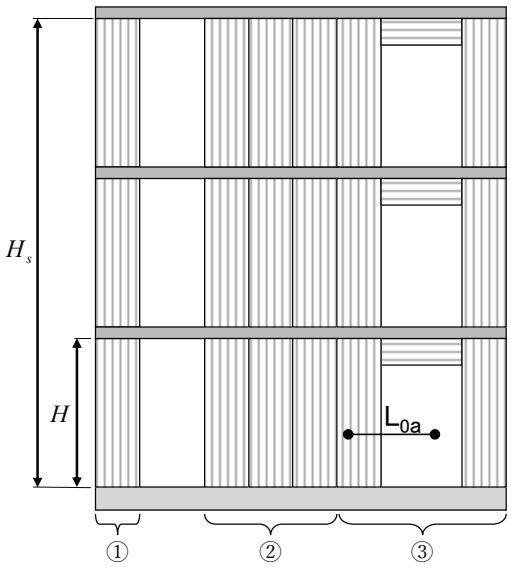
作用荷重の算定方法は、設計施工マニュアル第Ⅲ部第7章7.2 7.2.3による。

短期許容引張耐力Taは、引張金物のボルトによる。
ABR490 M16 Ta＝325×157/1,000＝51.0kNを用いる。

引張金物に使用されるボルトの耐力は、設計施工マニュアル第Ⅲ部 第10章 10.6.2 (2) 2)表10.6.2-1によります。Pyd＝F・Abeより算定されています。Fは、ボルトのF値、Abeは、ボルトのねじ部有効断面積です。

表8-2-1 反曲点高さ比y
(各階に垂れ壁がある場合)

開口幅	層数	
L_{0a}(cm)	2以下	3
100以下	0.8	0.9
200以下	1.0	1.2
300以下	1.1	1.3
400以下	1.2	1.3



①床パネルのみで接続する耐力壁
反曲点高さ比 y=Hs/H

②連続耐力壁(Y方向に該当)
反曲点高さ比 y=1.0

③各床レベルで垂れ壁に接する耐力壁
反曲点高さ比 y=表8-2-1による。

図8-2-3 反曲点高さ比y設定方法による耐力壁配置パターンの分類

応力は、任意形状応力解析プログラム「FAP-3」にて算定する。以下に「FAP-3」への入力値を算定する。
応力算定用荷重は、標準層せん断力係数C_0＝0.2の地震力を1.5倍しC_0＝0.3とし、地震力Qj=Qix1.5により算定する。

平成28年国土交通省告示第611号第十第1項第一号ロに規定されている標準層せん断力係数

表5-1-7、表5-1-8の1階重心算定表の負担軸力Nを表に記載しています。

表8-2-2 Y方向 CLT耐力壁の脚部曲げ応力Mi及びパネル端部鉛直力Ti、Ciの算定

通り	壁番号	壁長さ Di [m]	負担水平力 Qi [kN]	1.5倍 Qj=Qix1.5 [kN]	耐力壁の高さ H [m]	反曲点高さ比 y	負担軸力 N [kN]	等分布荷重 N/Di [kN/m]	曲げ応力Mi Mi=Qjxh・y [kN・m]	引張Ti Ti=Mi/Di−N/2 [kN]	圧縮Ci Ci=Mi/Di+N/2 [kN]
X0	wx0-1	1.93	17.77	26.66	2.64	1.0	32.00	16.62	70.37	20.56	52.55
	wx0-2	0.36	0.00	0.00	2.64	1.0	8.02	22.28	0.00	0.00	0.00
	wx0-3	1.50	13.85	20.77	2.64	1.0	26.66	17.78	54.84	23.23	49.89
	wx0-4	2.00	18.46	27.69	2.64	1.0	25.25	12.62	73.11	23.93	49.18
	wx0-5	1.50	13.85	20.77	2.64	1.0	21.46	14.30	54.84	25.83	47.29
	wx0-6	1.43	13.15	19.73	2.64	1.0	19.89	13.96	52.09	26.61	46.50
X1+0.5	wx1.5-1	0.93	8.54	12.81	2.64	1.0	20.22	21.86	33.82	26.45	46.67
X4	wx4-1	1.93	17.77	26.66	2.64	1.0	32.96	17.12	70.37	20.08	53.04
	wx4-2	2.00	18.46	27.69	2.64	1.0	32.96	16.48	73.11	20.08	53.04
	wx4-3	2.00	18.46	27.69	2.64	1.0	29.87	14.93	73.11	21.62	51.49
	wx4-4	1.50	13.85	20.77	2.64	1.0	32.18	21.45	54.84	20.47	52.65
	wx4-5	1.58	14.54	21.81	2.64	1.0	110.43	70.12	57.58	−18.66	91.77
X6+0.5	wx6.5-1	0.93	8.54	12.81	2.64	1.0	19.12	20.67	33.82	27.00	46.12
X8	wx8-1	1.93	17.77	26.66	2.64	1.0	36.43	18.92	70.37	18.34	54.77
	wx8-2	2.00	18.46	27.69	2.64	1.0	70.88	35.44	73.11	1.12	72.00
	wx8-3	2.00	18.46	27.69	2.64	1.0	29.11	14.55	73.11	22.00	51.11
	wx8-4	1.50	13.85	20.77	2.64	1.0	28.49	18.99	54.84	22.31	50.80
	wx8-5	1.43	13.15	19.73	2.64	1.0	30.82	21.63	52.09	21.15	51.97
X9+0.5	wx9.5-1	0.93	8.54	12.81	2.64	1.0	19.12	20.67	33.82	27.00	46.12
X12	wx12-1	1.93	17.77	26.66	2.64	1.0	32.96	17.12	70.37	20.08	53.04
	wx12-2	2.00	18.46	27.69	2.64	1.0	32.96	16.48	73.11	20.08	53.04
	wx12-3	2.00	18.46	27.69	2.64	1.0	29.87	14.93	73.11	21.62	51.49
	wx12-4	1.50	13.85	20.77	2.64	1.0	32.18	21.45	54.84	20.47	52.65
	wx12-5	1.58	14.54	21.81	2.64	1.0	110.43	70.12	57.58	−18.66	91.77
X14+0.5	wx14.5-1	0.93	8.54	12.81	2.64	1.0	20.22	21.86	33.82	26.45	46.67
	wx16-1	1.93	17.77	26.66	2.64	1.0	32.00	16.62	70.37	20.56	52.55
	wx16-2	0.36	0.00	0.00	2.64	1.0	8.02	22.28	0.00	0.00	0.00
	wx16-3	1.50	13.85	20.77	2.64	1.0	26.66	17.78	54.84	23.23	49.89
	wx16-4	2.00	18.46	27.69	2.64	1.0	25.25	12.62	73.11	23.93	49.18
	wx16-5	1.50	13.85	20.77	2.64	1.0	21.46	14.30	54.84	25.83	47.29
	wx16-6	1.43	13.15	19.73	2.64	1.0	19.89	13.96	52.09	26.61	46.50

表8-2-3 X方向 CLT耐力壁の脚部曲げ応力Mi及びパネル端部鉛直力Ti、Ciの算定

通り	壁番号	壁長さ Di [m]	負担水平力 Qi [kN]	1.5倍 Qj=Qix1.5 [kN]	耐力壁の高さ H [m]	反曲点高さ比 y	負担軸力 N [kN]	等分布荷重 N/Di [kN/m]	曲げ応力Mi Mi=Qjxh・y [kN・m]	引張Ti Ti=Mi/Di−N/2 [kN]	圧縮Ci Ci=Mi/Di+N/2 [kN]	引張Ti [kN]	圧縮Ci Ci=2xMi/Di−Ti [kN]
Y2	wy2-1	1.00	13.61	20.42	2.64	1.3	61.09	61.09	70.09	39.54	100.63	−	−
	wy2-3	1.50	26.76	40.14	2.64	1.3	148.60	99.07	137.75	17.53	166.14	−	−
	wy2-6	1.50	26.76	40.14	2.64	1.3	151.59	101.06	137.75	16.04	167.63	−	−
	wy2-9	1.50	26.76	40.14	2.64	1.3	148.60	99.07	137.75	17.53	166.14	−	−
	wy2-11	1.00	13.61	20.42	2.64	1.3	61.09	61.09	70.09	39.54	100.63	−	−
Y6	wy6-1	1.43	13.38	20.07	2.64	1.0	60.23	42.27	52.98	7.07	67.29	−	−
	wy6-2	1.43	13.38	20.07	2.64	1.0	62.29	43.71	52.98	6.04	68.32	−	−
	wy6-3	1.43	13.38	20.07	2.64	1.0	62.29	43.71	52.98	6.04	68.32	−	−
	wy6-4	1.43	13.38	20.07	2.64	1.0	60.23	42.27	52.98	7.07	67.29	−	−
Y7	wy7-1	1.43	19.40	29.10	2.64	1.2	41.23	28.93	92.19	44.08	85.31	−	−
	wy7-2	1.00	13.61	20.42	2.64	1.2	34.90	34.90	64.69	47.25	82.14	−	−
	wy7-3	1.00	13.61	20.42	2.64	1.2	31.93	31.93	64.69	48.73	80.66	−	−
	wy7-4	1.43	19.40	29.10	2.64	1.2	41.40	29.05	92.19	43.99	85.39	−	−
	wy7-5	1.43	19.40	29.10	2.64	1.2	41.40	29.05	92.19	43.99	85.39	−	−
	wy7-6	1.00	13.61	20.42	2.64	1.2	31.93	31.93	64.69	48.73	80.66	−	−
	wy7-7	1.00	13.61	20.42	2.64	1.2	34.90	34.90	64.69	47.25	82.14	−	−
	wy7-8	1.43	19.40	29.10	2.64	1.2	41.23	28.93	92.19	44.08	85.31	−	−
Y11	wy11-1	1.33	12.44	18.66	2.64	1.0	72.64	54.82	49.26	0.86	73.50	−	−
	wy11-2	1.25	11.74	17.60	2.64	1.0	77.11	61.69	46.48	−1.38	75.74	−	−
	wy11-3	1.25	11.74	17.60	2.64	1.0	77.11	61.69	46.48	−1.38	75.74	−	−
	wy11-4	1.33	12.44	18.66	2.64	1.0	72.64	54.82	49.26	0.86	73.50	−	−
Y12.7	wy12.7-1	1.58	21.44	32.16	2.64	1.3	41.88	26.59	110.38	49.14	91.03	−	−
	wy12.7-2	1.50	20.42	30.63	2.64	1.3	41.59	27.73	105.13	49.29	90.88	−	−
	wy12.7-3	1.00	13.61	20.42	2.64	1.2	25.19	25.19	64.69	52.10	77.29	51.00	78.39
	wy12.7-4	1.00	17.84	26.76	2.64	1.3	42.57	42.57	91.84	70.55	113.12	51.00	132.67
	wy12.7-5	1.58	21.44	32.16	2.64	1.3	44.35	28.16	110.38	47.91	92.26	−	−

表8-2-3のwy12.7-3およびwy12.7-4の耐力壁パネルの引張力Tiは、壁－基礎接合部耐力の短期許容引張耐力Ta＝51.0kNより大きい場合に該当している。
よって、設計施工マニュアルの算定方法に従い引張Ti＝Ta、圧縮Ci＝(2×Mi)/Di−Taにより算定している。

（2） 地中梁の検討

基礎梁設計に対する応力の組合わせを示す。（以下のようにFAP-3に入力している。）

応力が最大の箇所について検討する。

入力値の相違が無く確認し易くする為に「スラブ・長期分布荷重」を分けて入力している。

・長期時モーメント　　$_{L}M$ （長期荷重時応力）

・地震時モーメント　　$_{S}M = {}_{L}M + 1.5_{ES}M$ （地震荷重時の曲げモーメント）

・地震時せん断力　　$SQ = LQ + 1.5_{ES}Q$ （地震荷重時のせん断力）

(2)-① 荷重入力データ

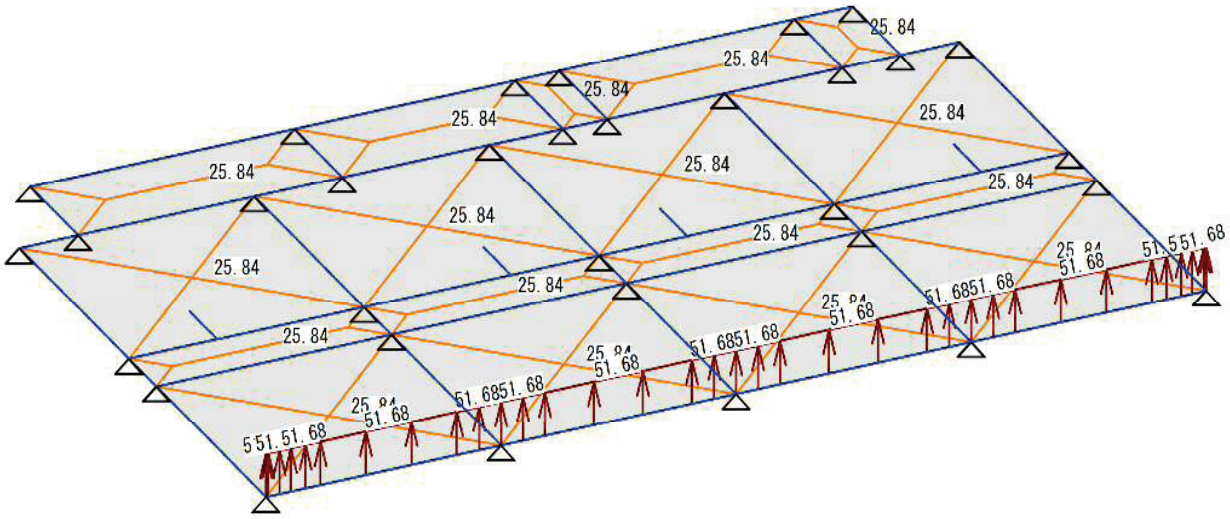


図8-2-4 底版地反力入力データ

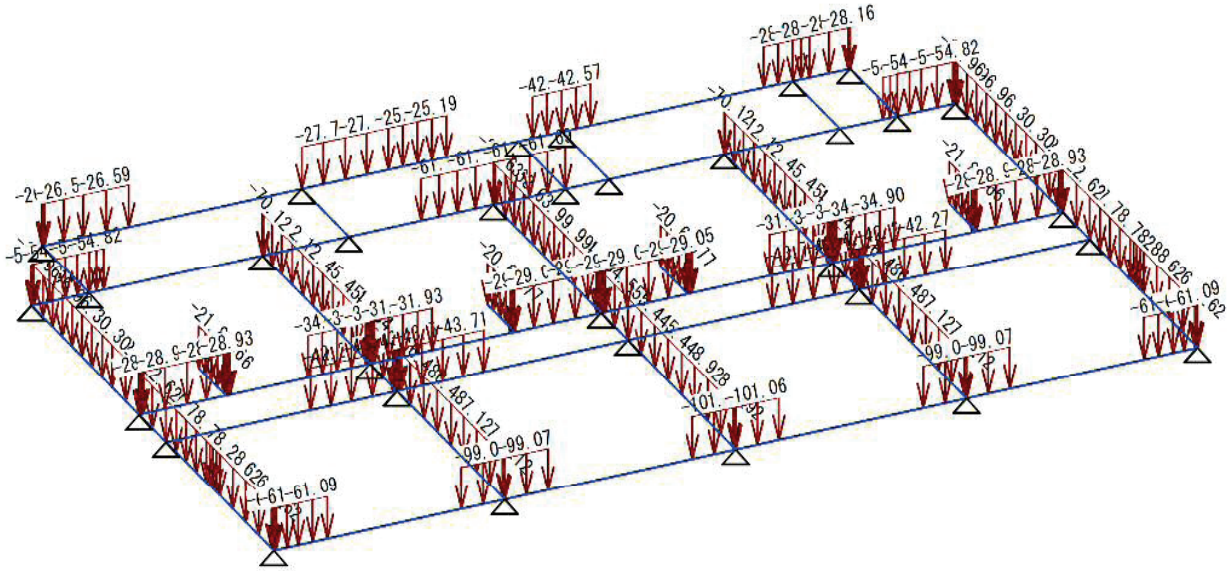


図8-2-5 長期鉛直荷重入力データ

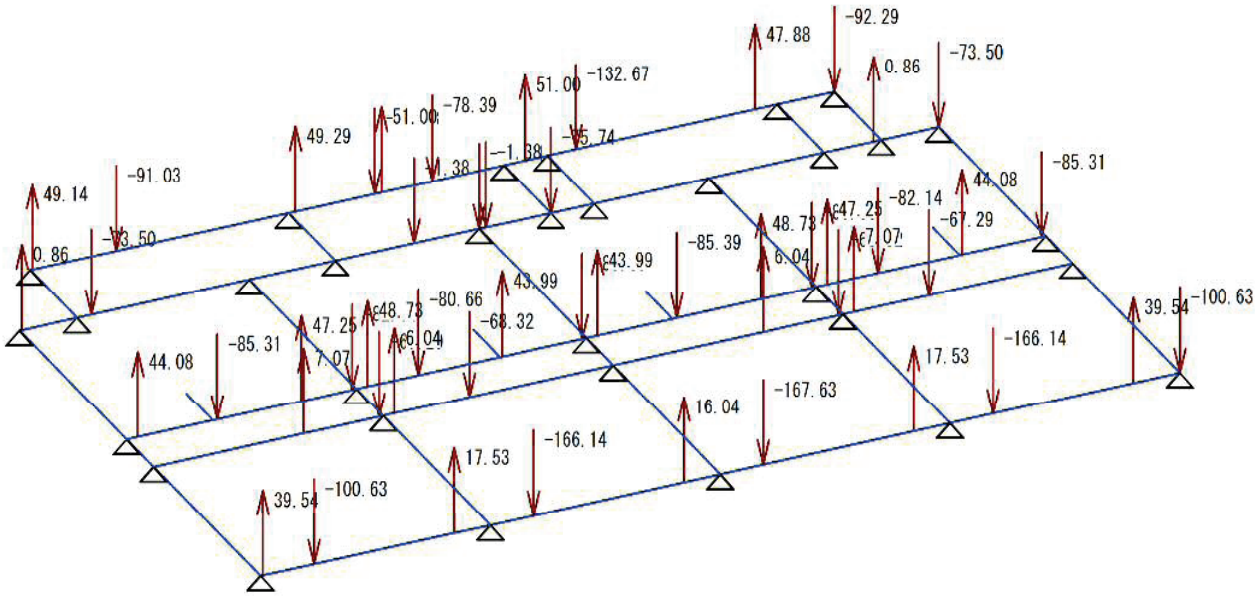


図8-2-6　X方向正　地震時引張力、圧縮力入力データ

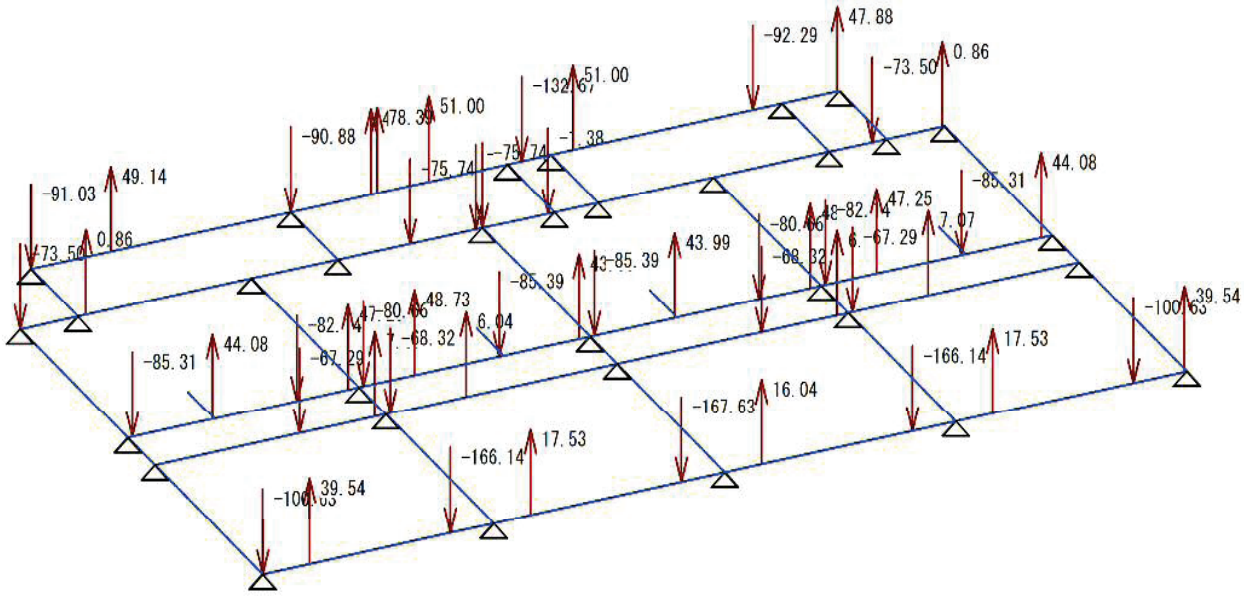


図8-2-7　X方向負　地震時引張力、圧縮力入力データ

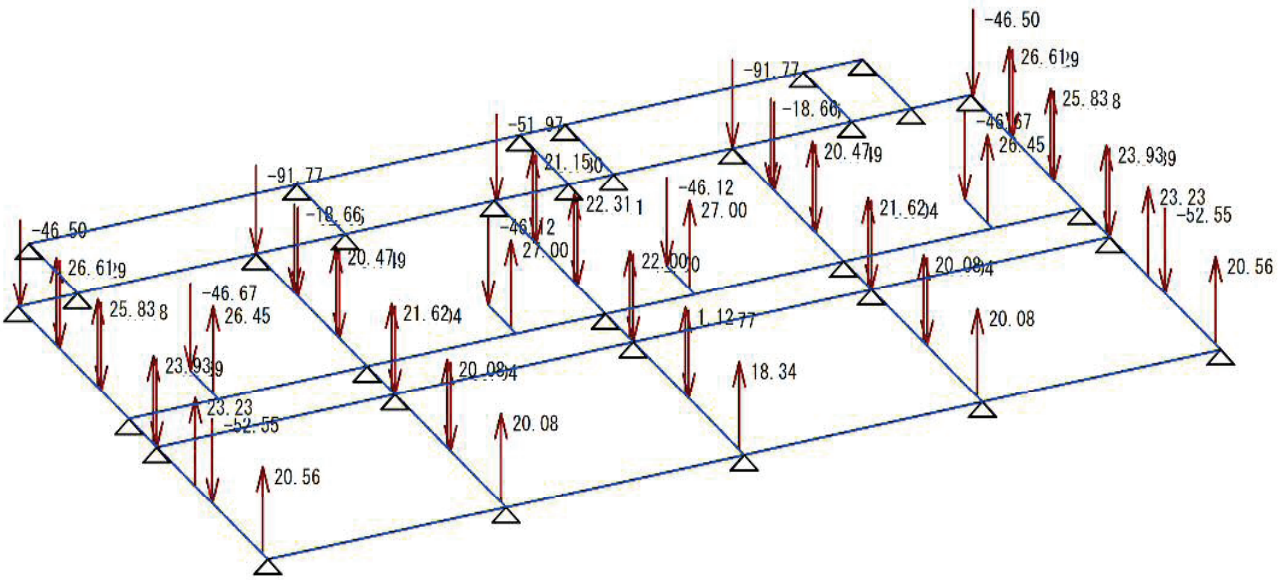


図8-2-8　Y方向正　地震時引張力、圧縮力入力データ

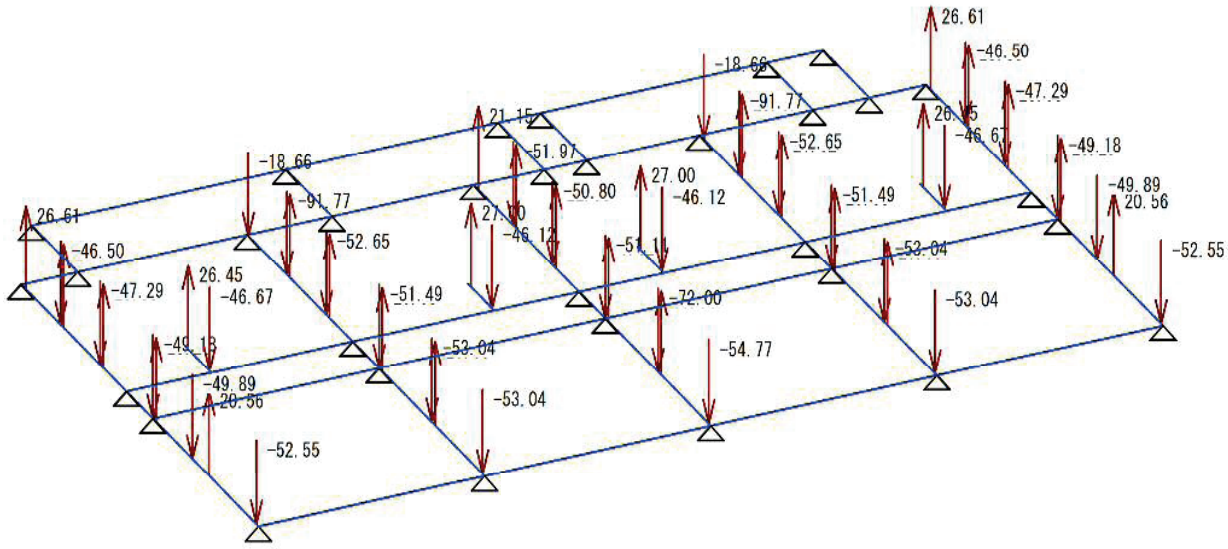


図8-2-9　Y方向負　地震時引張力、圧縮力入力データ

(2)-② 地中梁応力図 （FAP-3出力）

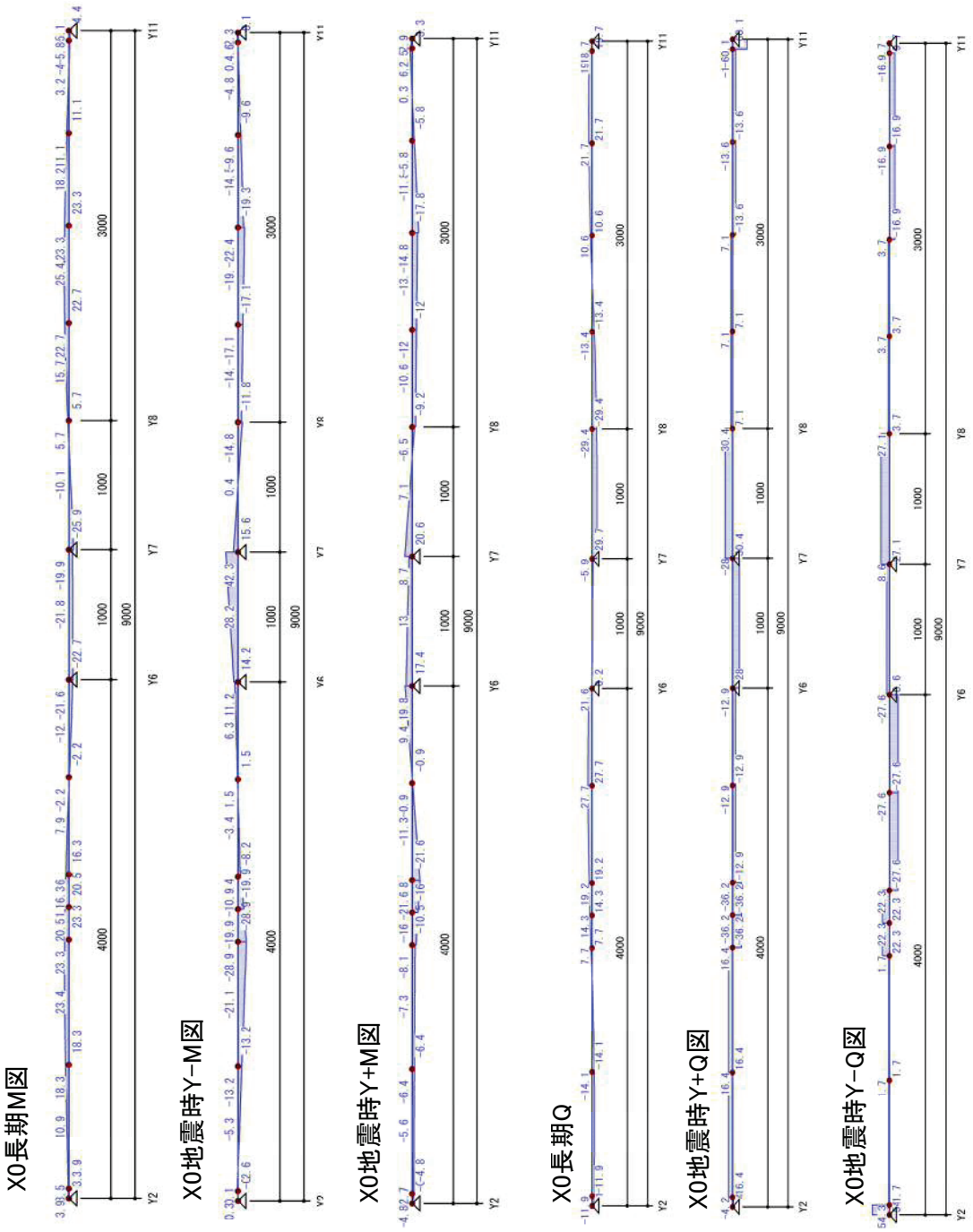
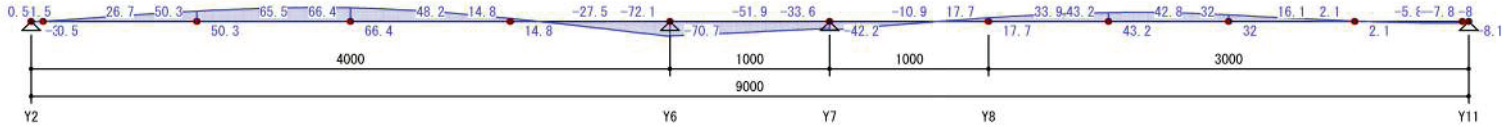
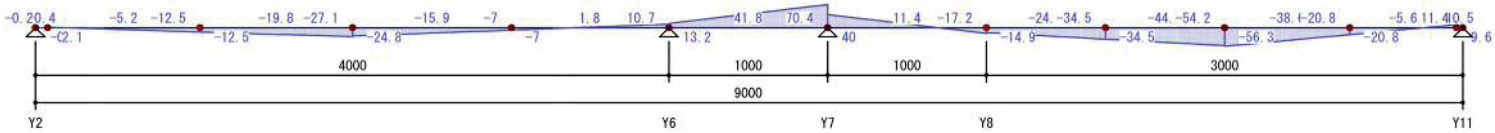


図8-2-10 X0通り応力図

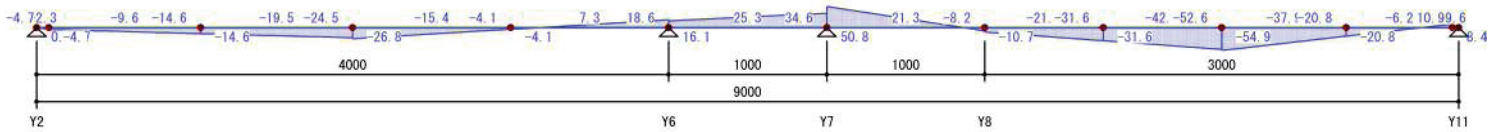
X4長期M図



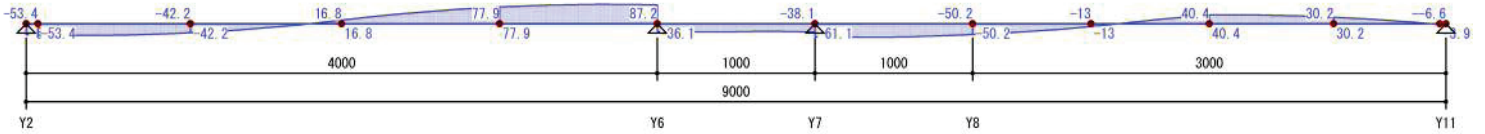
X4地震時Y+M図



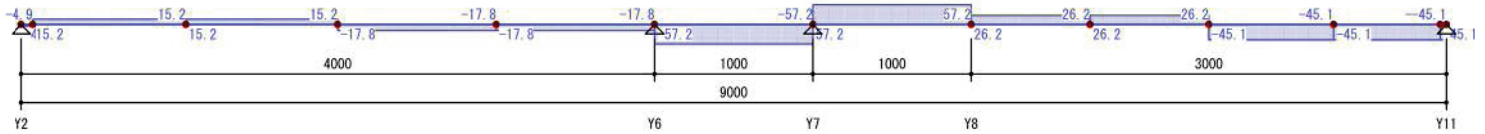
X4地震時Y−M図



X4長期Q図



X4地震時Y+Q図



X4地震時Y−Q図

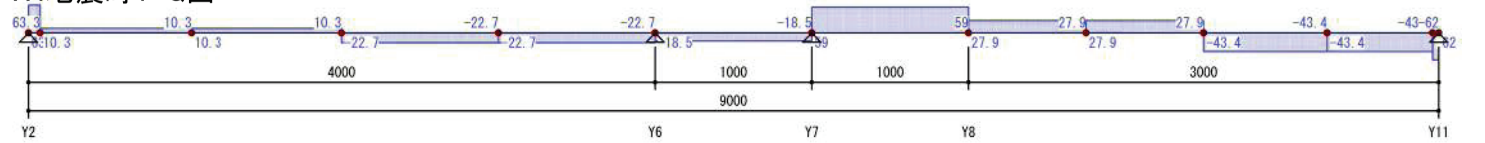
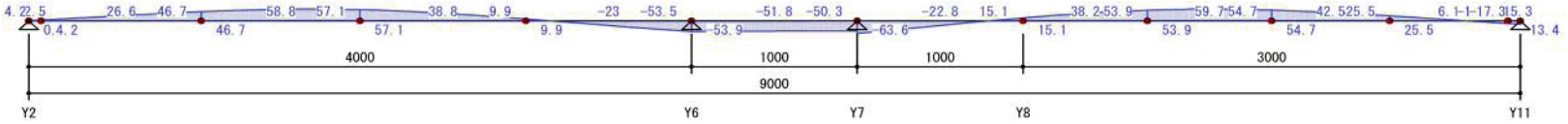
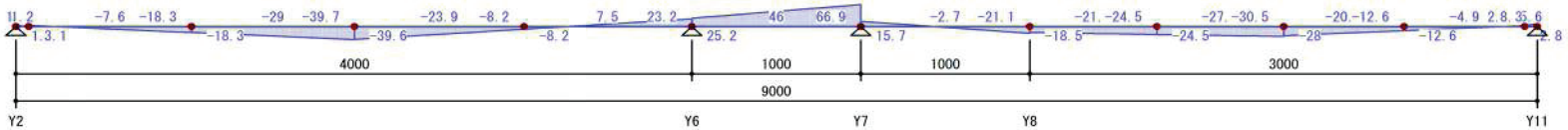


図8-2-11　X4通り応力図

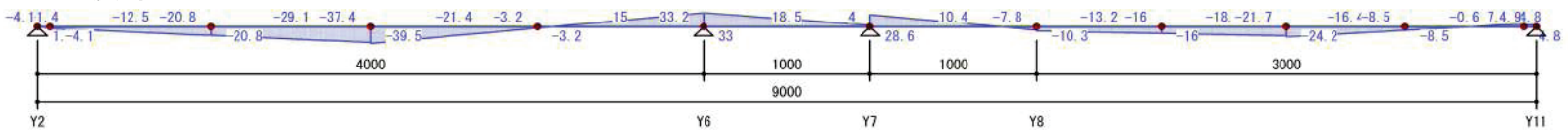
X8長期M図



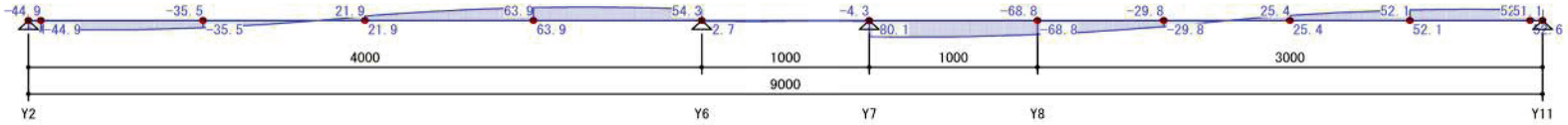
X8地震時Y+M図



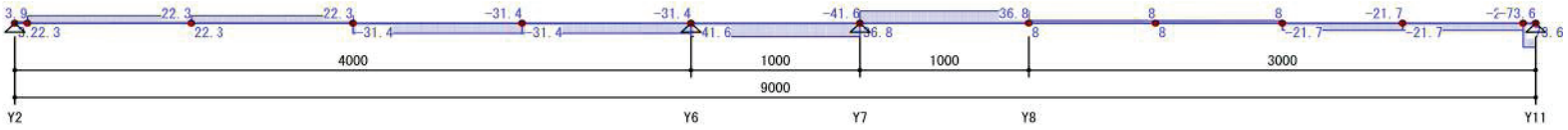
X8地震時Y−M図



X8長期Q図



X8地震時Y+Q図



X8地震時Y-Q図

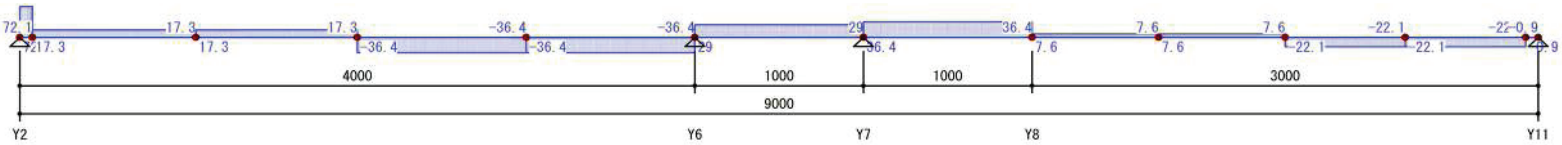
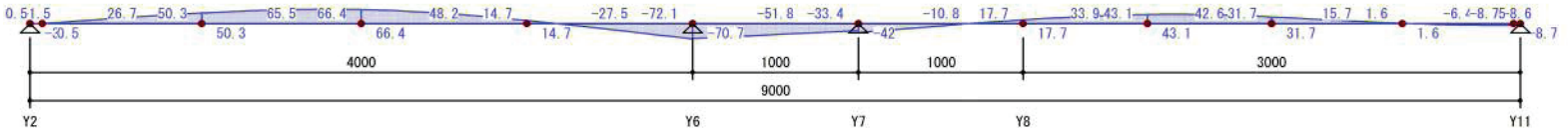
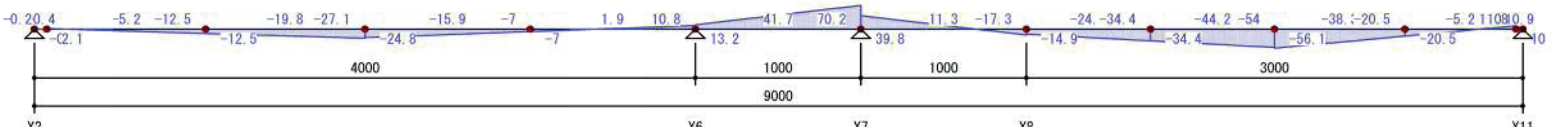


図8-2-12　X8通り応力図

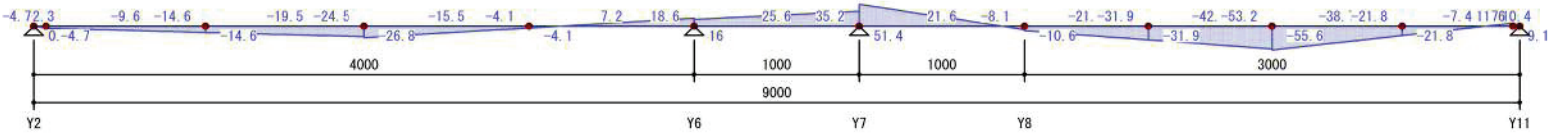
X12長期M図



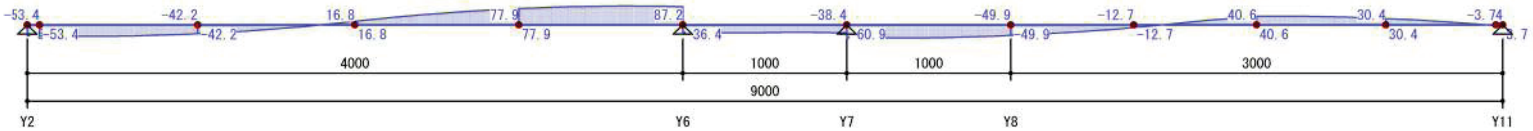
X12地震時Y+M図



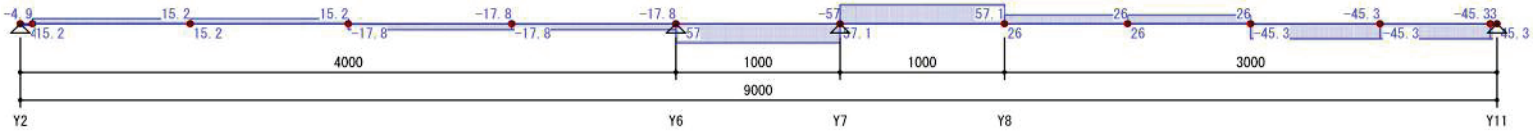
X12地震時Y-M図



X12長期Q図



X12地震時Y+Q図



X12地震時Y－Q図

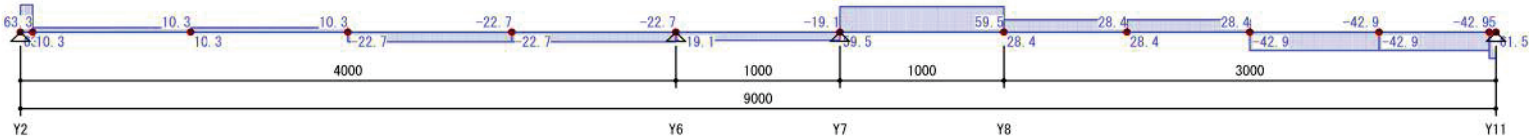
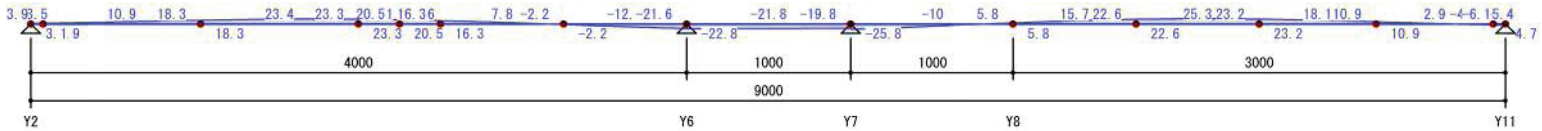
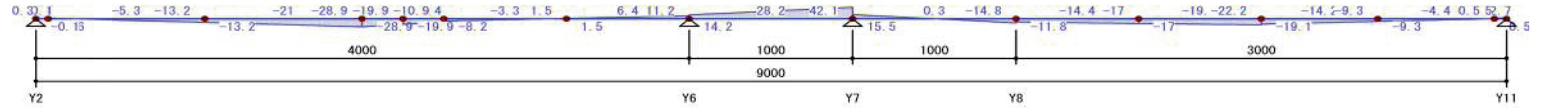


図8-2-13　X12通り応力図

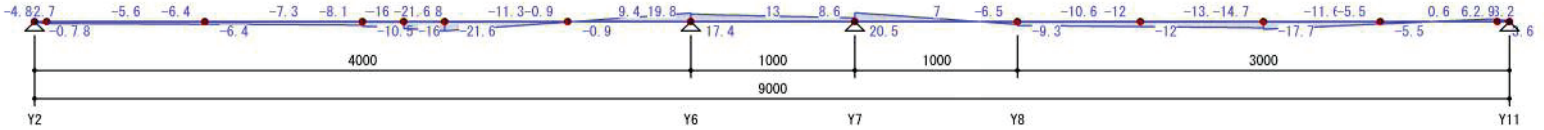
X16長期M図



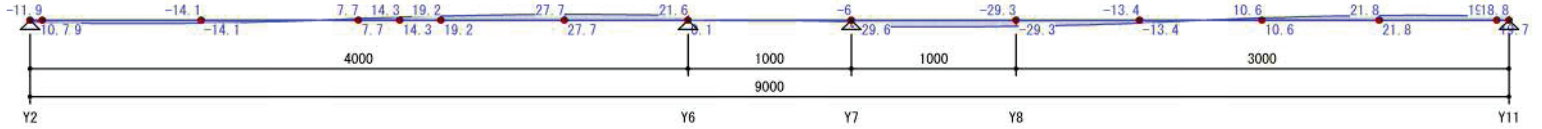
X16地震時Y+M図



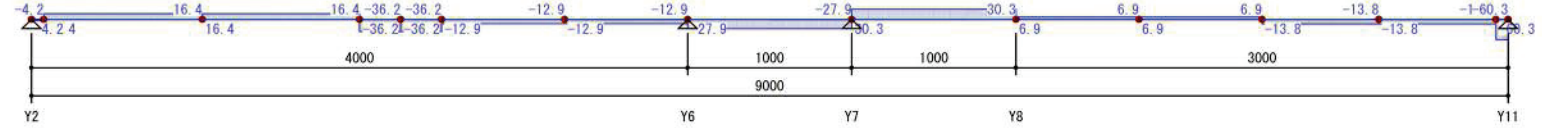
X16地震時Y−M図



X16長期Q図



X16地震時Y+Q図



X16地震時Y−Q図

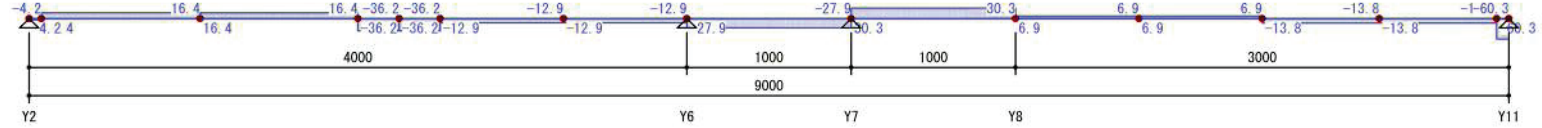
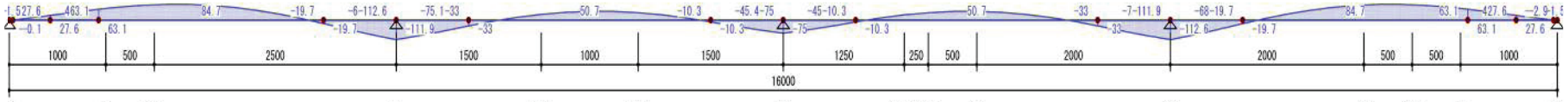
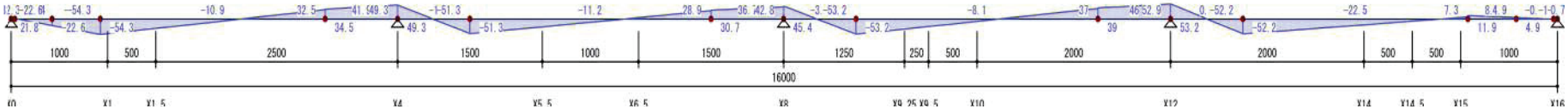


図8-2-14　X16通り応力図

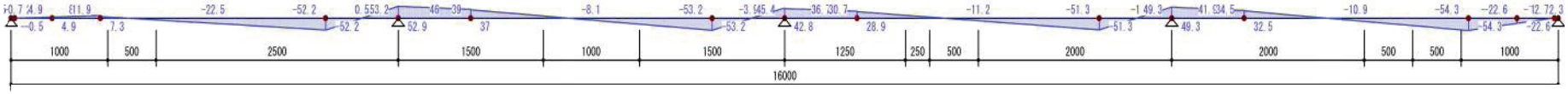
Y2長期M図



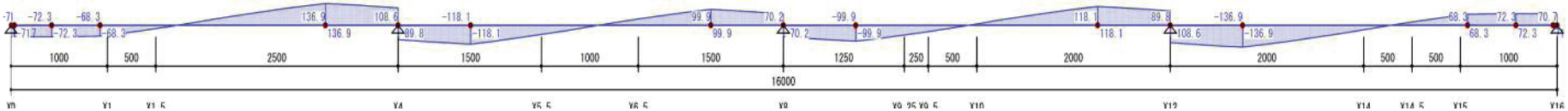
Y2地震時X+M図



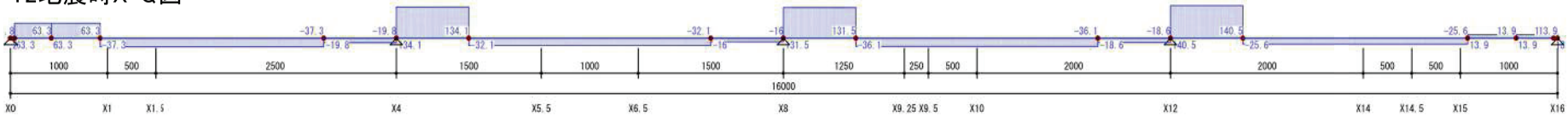
Y2地震時X-M図



Y2長期Q図



Y2地震時X+Q図



Y2地震時X-Q図

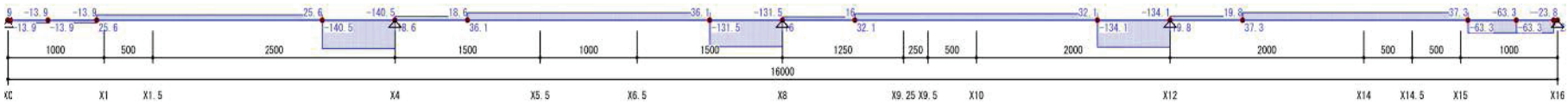
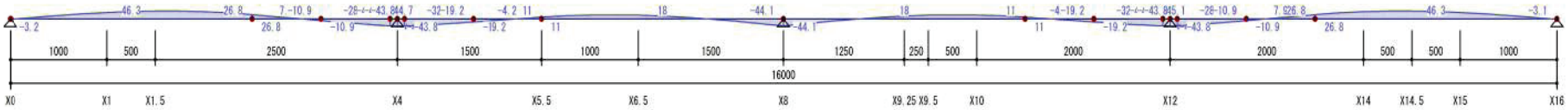
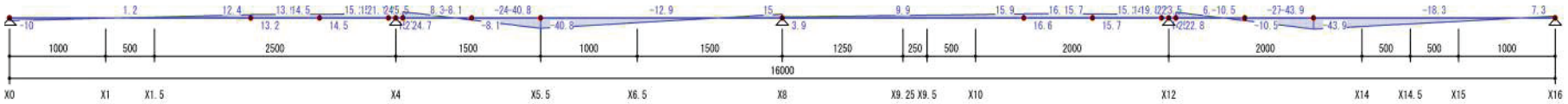


図8-2-15 Y2通り応力図

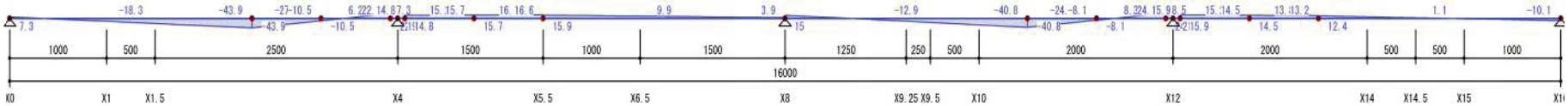
Y6長期M図



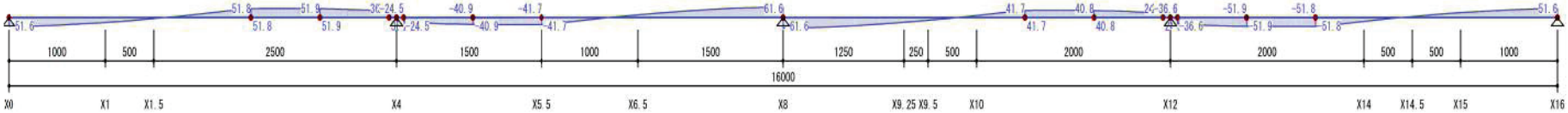
Y6地震時X+M図



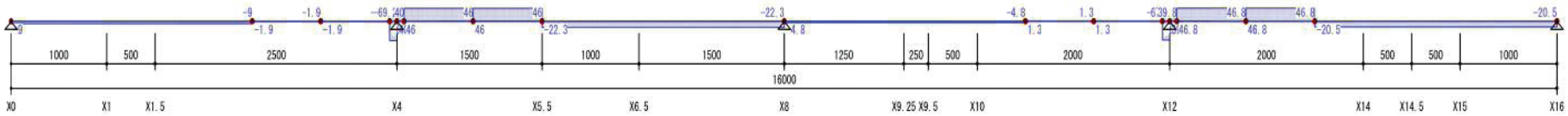
Y6地震時X-M図



Y6長期Q図



Y6地震時X+Q図



Y6地震時X-Q図

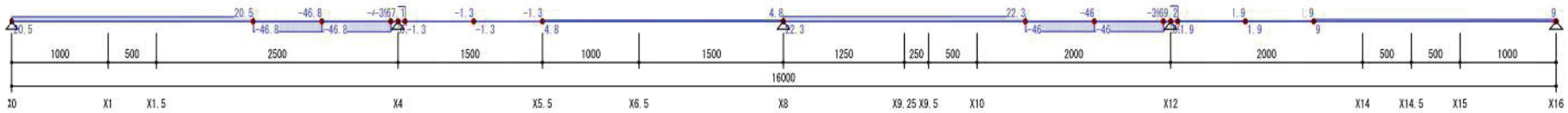
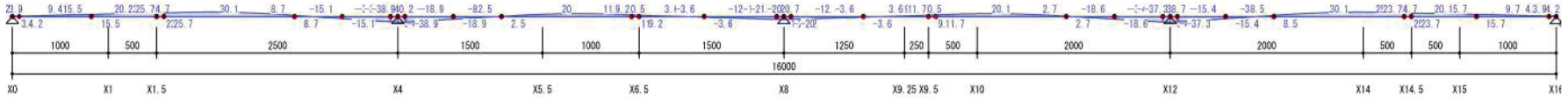
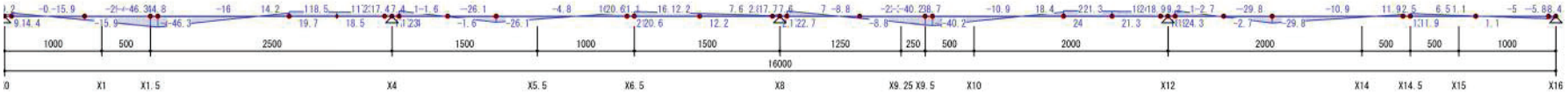


図8-2-16　Y6通り応力図

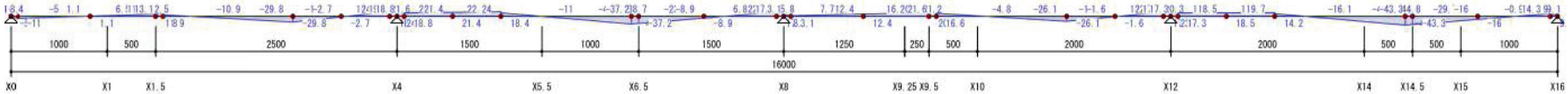
Y7長期M図



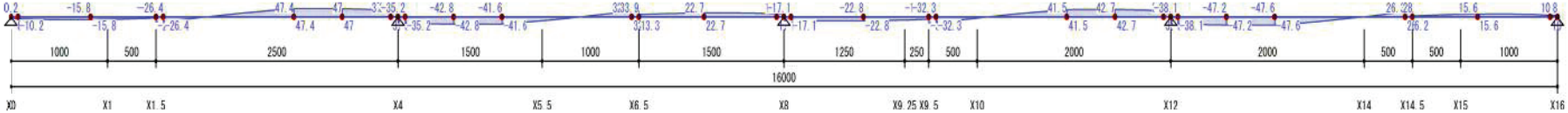
Y7地震時X+M図



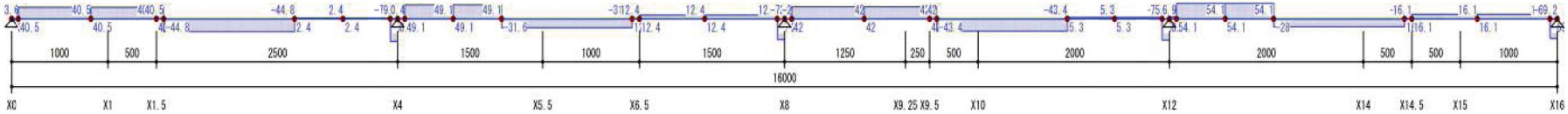
Y7地震時X-M図



Y7長期Q図



Y7地震時X+Q図



Y7地震時X-Q図

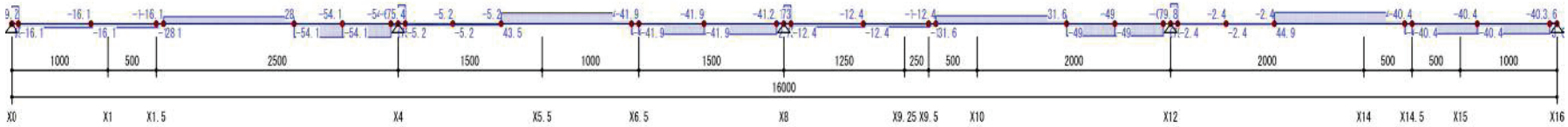
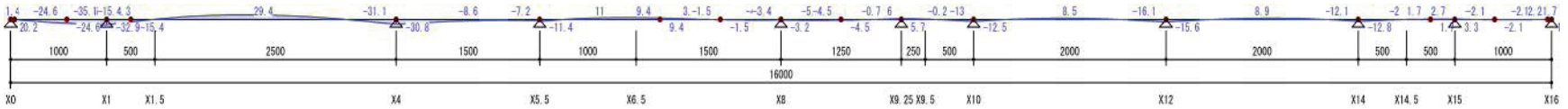
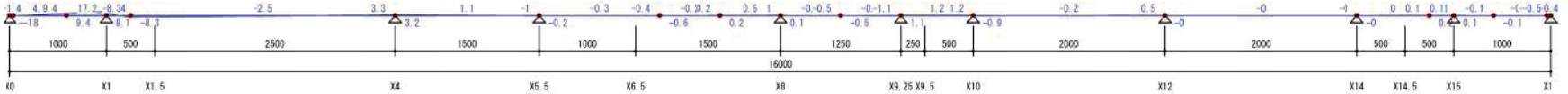


図8-2-17　Y7通り応力図

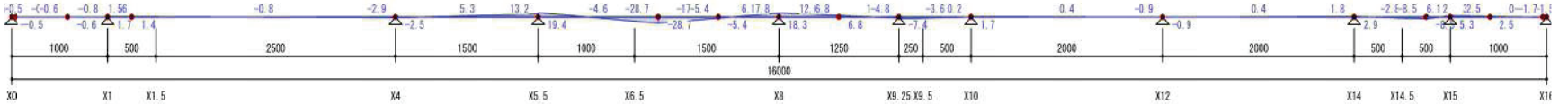
Y11長期M図



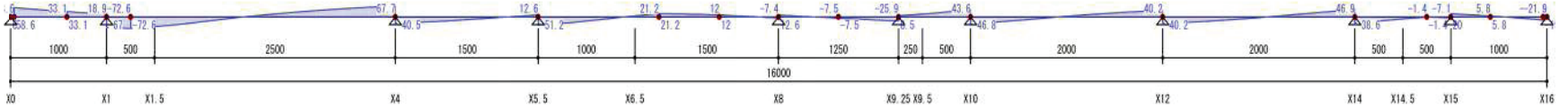
Y11地震時X+M図



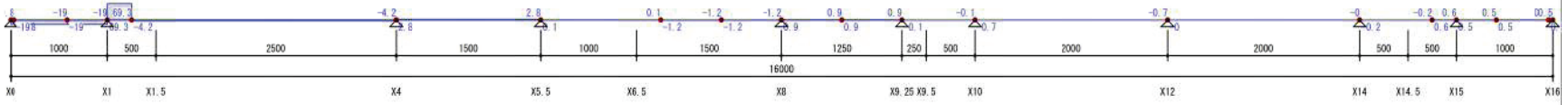
Y11地震時X-M図



Y11長期Q図



Y11地震時X+Q図



Y11地震時X-Q図

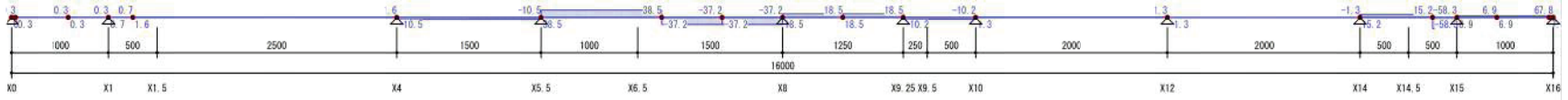
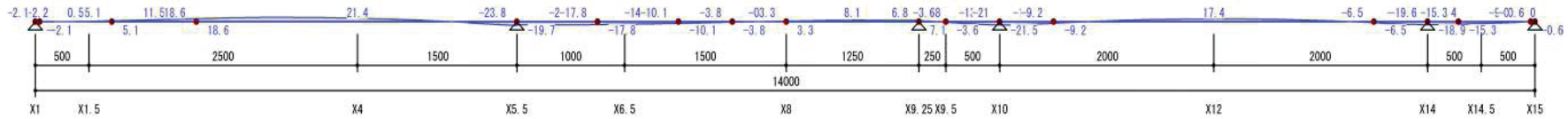
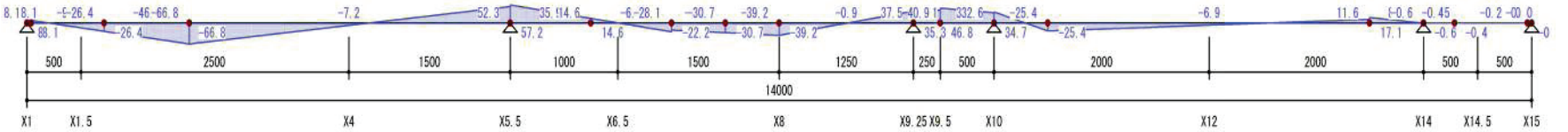


図8-2-18　Y11通り応力図

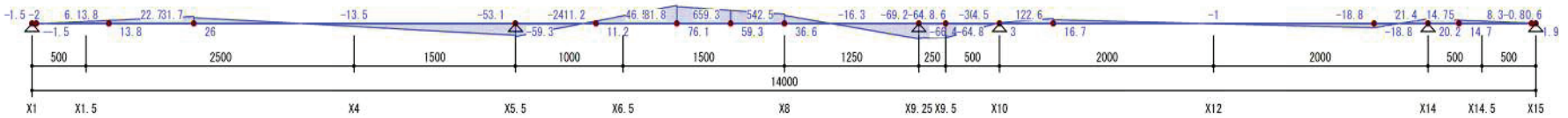
Y12.7長期M図



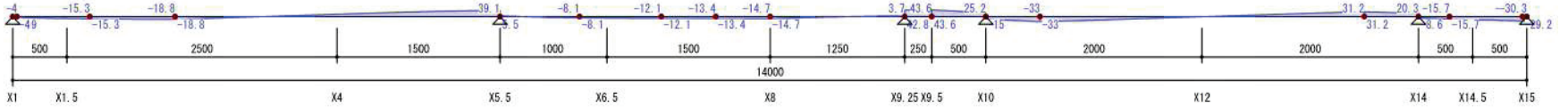
Y12.7地震時X+M図



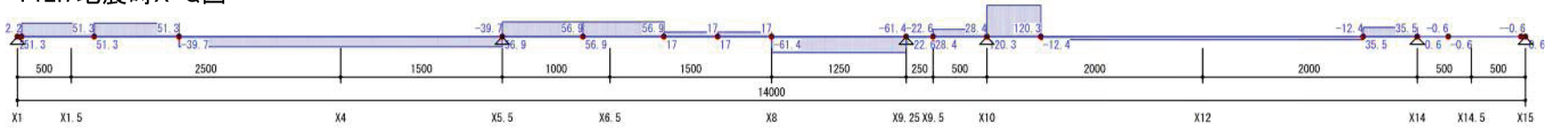
Y12.7地震時X-M図



Y12.7長期Q図



Y12.7地震時X+Q図



Y12.7地震時X-Q図

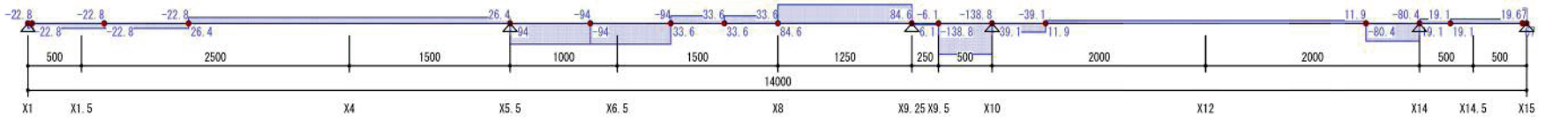


図8-2-19　Y12.7通り応力図

(2)-③ 各通りの応力 （FAP-3出力結果）

太文字表示の応力が、各通りの最大値を示す。

表8-2-5 各通りの応力一覧

地中梁符号	通り	長期応力				短期応力					
		位置	部材	M (kNm)	Q (kN)	位置	部材	M(kNm)		Q(kN)	
								正	負	正	負
FG3	X0	Y7-Y11	59-100	**25.93**	**29.67**	Y6-Y7	42-59	8.52		27.78	
								22.34		33.94	
						Y7-Y11	24-129	0.09		**60.13**	
								4.60		60.13	
				5.74	29.37	Y2-Y6	23-28		11.90		12.32
									15.19		9.46
						Y2-Y6	1-18		2.39		43.57
									0.84		42.40
FG2	X4	Y2-Y6	37-46	14.77	77.86	Y2-Y6	37-46	7.72		60.08	
								61.35		69.44	
						Y6-Y7	46-67	57.54		93.32	
								36.79		**95.33**	
				72.08	**87.22**	Y6-Y7	46-67		54.61		54.60
									0.99		56.61
						Y2-Y6	37-46		10.69		55.17
									53.46		64.53
FG3	X8	Y7-Y11	75-104	**63.64**	**80.12**	Y7-Y11	75-104	**47.89**		43.32	
								5.91		32.03	
						Y7-Y11	104-111	3.35		60.83	
								29.45		21.78	
				15.14	68.83	Y6-Y7	50-75		20.89		26.26
									46.33		24.63
						Y7-Y11	104-111		4.82		**61.26**
									37.93		22.21

表8-2-6 各通りの応力一覧

地中梁符号	通り	長期応力				短期応力					
		位置	部材	M (kNm)	Q (kN)	位置	部材	M(kNm)		Q(kN)	
								正	負	正	負
FG2	X12	Y2-Y6	39-54	14.75	77.87	Y2-Y6	39-54	7.71		60.08	
								61.36		69.44	
						Y6-Y7	54-83	57.55		93.40	
								36.85		**95.41**	
				72.11	**87.23**	Y6-Y7	54-83		54.71		55.49
									1.78		57.50
						Y7-Y11	112-117		11.14		15.70
									21.52		69.06
FG3	X16	Y7-Y11	91-108	**25.83**	**29.58**	Y6-Y7	58-91	8.52		27.72	
								22.28		33.87	
						Y7-Y11	126-148	4.18		40.52	
								1.11		41.50	
				5.75	29.28	Y2-Y6	27-32		11.90		12.83
									15.19		9.46
						Y2-Y6	17-22		2.38		**43.57**
									0.84		42.40
FG1	Y2	X0-X4	5-6	19.66	136.86	X4-X8	7-8	**84.30**		150.17	
								18.60		67.85	
						X12-X16	13-14	71.89		**162.48**	
								70.38		42.72	
				112.61	**108.59**	X8-X12	11-12		84.30		15.97
									62.63		44.24
						X0-X4	4-5		70.38		42.47
									71.89		162.48

表8-2-7 各通りの応力一覧

地中梁符号	通り	長期応力				短期応力					
		位置	部材	M (kNm)	Q (kN)	位置	部材	M(kNm)		Q(kN)	
								正	負	正	負
FG3	Y6	X12-X16	54-55	**46.40**	33.59	X8-X12	50-51	40.12		66.41	
								26.85		36.95	
				43.76	36.62	X12-X16	57-58	17.12		**72.24**	
								4.13		31.12	
		X4-X8	49-50	10.95	41.73	X4-X8	50-49		26.83		36.95
									40.14		66.41
				44.06	**61.63**	X0-X4	42-43		4.09		31.15
									17.10		72.21
FG3	Y7	X4-X8	67-68	**41.44**	32.91	X4-X8	71-72	33.26		44.61	
								29.85		46.38	
				38.88	35.16	X0-X4	66-67	17.27		**79.73**	
								23.25		79.73	
		X4-X8	68-69	38.88	35.16	X0-X4	62-63		35.52		44.29
									38.78		42.51
				18.70	**42.80**	X4-X8	70-71		20.91		1.85
									28.61		75.67
FG2	Y11	X0-X1	131-132	24.58	33.06	X1-X4	133-134	23.67		**76.83**	
								27.85		63.48	
				35.14	18.90	X4-X5.5	134-135	27.65		37.68	
								8.21		15.41	
		X1-X4	133-134	15.41	**72.64**	X0-X1	131-132		25.21		33.38
									35.91		19.23
				31.11	67.66	X1-X4	133-134		14.00		71.06
									34.04		69.24

表8-2-8 各通りの応力一覧

地中梁符号	通り	長期応力				短期応力					
		位置	部材	M (kNm)	Q (kN)	位置	部材	M(kNm)		Q(kN)	
								正	負	正	負
FG2	Y12.7	X1-X5.5	152-153	18.63	18.80	X1-X5.5	151-152	21.36		35.98	
								48.21		32.50	
				23.82	39.13	X10-X14	160-161	13.22		105.35	
								34.67		87.30	
		X9.25-X10	159-160	3.64	**43.61**	X5.5-X9.25	153-154		**78.94**		88.57
									6.53		102.10
				21.02	25.51	X9.25-X10	159-160		68.49		95.17
									16.47		**113.62**

(2)-④ 地中梁の検討

基礎梁設計に対する応力の組合わせを示す。(以下のようにFAP-3に入力している。)

応力が最大の箇所について検討する。

入力値の相違が無く確認し易くする為に「スラブ・長期分布荷重」を分けて入力している。

・長期時モーメント　　$_{L}M$ (長期荷重時応力)

・地震時モーメント　　$_{S}M = _{L}M + 1.5_{ES}M$ (地震荷重時の曲げモーメント)

・地震時せん断力　　$SQ = LQ + 1.5_{ES}Q$ (地震荷重時のせん断力)

地震時応力を1.5倍しているのは、C_0=0.2の応力に対し1.5を乗じてC_0=0.3における応力を用いることを示しています。
応力解析ソフトFAP3に入力している地震時作用荷重は、1.5を乗じた荷重を入力して応力を算定しているので、FAP-3の算定値を用いて断面の検定をしています。

(2)-④-1 X0通り地中梁の検定

FG3　300 x 600　上下主筋3-D19 strpD10-□-@200

・長期

○曲げモーメント

${}_{L}M$＝ 25.93 kN・m

ft＝ 215 N/mm^2 (SD345)　d＝600-70＝ 530 mm

$$j=\frac{7}{8}\times d=\frac{7}{8}\times 530=463.75\ mm$$

$$at=\frac{{}_{L}M}{ft\cdot j}=\frac{25{,}930{,}000}{215\times 463.75}=260.06\ mm^2 < 860mm^2$$ 3-D19 OK

○せん断力

${}_{L}Q$＝ 29.67 kN

$$\alpha=\frac{4}{\frac{M}{Qd}+1}=\frac{4}{\frac{29.53}{29.67\times 530}+1}=3.99$$ よって、α＝2.0

αfsbj＝2.0×0.7×300×463.75/1000＝ 194.78 kN ＞ ${}_{L}Q$＝ 29.67 kN

よって、Pw＝0.2%とする。

strp 2-D10 a_W ＝ 143 mm^2

strp@x＝a_W /(b・P_W)＝143/(300×0.002)＝ 238.3 mm D10-□-@200 OK

・短期

○曲げモーメント

${}_{S}M$＝ 22.34 kN・m

ft＝ 345 N/mm^2 (SD345)　d＝600-70＝ 530 mm

$$j=\frac{7}{8}\times d=\frac{7}{8}\times 530=463.75\ mm$$

$$at=\frac{{}_{L}M}{ft\cdot j}=\frac{22{,}340{,}000}{345\times 463.75}=139.63\ mm^2 < 860mm^2$$ 3-D19 OK

○せん断力

${}_{S}Q$＝ 60.13 kN　Ms＝ 0.09 kN/m

$$\alpha=\frac{4}{\frac{M}{Qd}+1}=\frac{4}{\frac{0.09}{60.13\times 530}+1}=4.00$$ よって、α＝2.0

fsbj＝2.0×(0.7×1.5)×300×463.75/1000＝ 292.16 kN ＞ ${}_{S}Q$＝ 60.13 kN

よって、Pw＝0.2%とする。

strp 2-D10 a_W ＝ 143 mm^2

strp@x＝a_W /(b・P_W)＝143/(300×0.002)＝ 238.3 mm D10-□-@200 OK

(2)-④-2 X4通り地中梁の検定

FG2　300 x 600　上下主筋3-D19 strpD10-□-@200

・長期

○曲げモーメント

${}_{L}M$＝ 72.08 kN・m

ft＝ 215 N/mm^2 (SD345)　d＝600-70＝ 530 mm

$$j=\frac{7}{8}\times d=\frac{7}{8}\times 530=463.75\ mm$$

$$at=\frac{{}_{L}M}{ft\cdot j}=\frac{72,080,000}{215\times 463.75}=722.92\ mm^2 < 860mm^2$$ 3-D19 OK

○せん断力

${}_{L}Q$＝ 87.22 kN

$$\alpha=\frac{4}{\frac{M}{Qd}+1}=\frac{4}{\frac{72.08}{87.22\times 530}+1}=3.99$$ よって、α＝2.0

αfsbj＝2.0×0.7×300×463.75/1000＝ 194.78 kN ＞ ${}_{L}Q$＝ 87.22 kN

よって、Pw＝0.2%とする。

strp 2-D10 a_W ＝ 143 mm^2

strp@x＝a_W /(b・P_W)＝143/(300×0.002)＝ 238.3 mm D10-□-@200 OK

・短期

○曲げモーメント

${}_{S}M$＝ 61.35 kN・m

ft＝ 345 N/mm^2 (SD345)　d＝600-70＝ 530 mm

$$j=\frac{7}{8}\times d=\frac{7}{8}\times 530=463.75\ mm$$

$$at=\frac{{}_{L}M}{ft\cdot j}=\frac{61,350,000}{345\times 463.75}=383.45\ mm^2 < 860mm^2$$ 3-D19 OK

○せん断力

${}_{S}Q$＝ 95.33 kN　Ms＝ 36.79 kN/m

$$\alpha=\frac{4}{\frac{M}{Qd}+1}=\frac{4}{\frac{36.79}{95.33\times 530}+1}=4.00$$ よって、α＝2.0

αfsbj＝2.0×(0.7×1.5)×300×463.75/1000＝ 292.2 kN ＞ ${}_{S}Q$＝ 95.33 kN

よって、Pw＝0.2%とする。

strp 2-D10 a_W ＝ 143 mm^2

strp@x＝a_W /(b・P_W)＝143/(300×0.002)＝ 238.3 mm D10-□-@200 OK

(2)-④-3 X8通り地中梁の検定

FG3　300 x 600　上下主筋3-D19 strpD10-□-@200

・長期

○曲げモーメント

${}_LM$＝ 63.64 kN・m

ft＝ 215 N/mm^2 (SD345)　d＝600-70＝ 530 mm

$$j=\frac{7}{8}\times d=\frac{7}{8}\times 530=463.75\ mm$$

$$at=\frac{{}_LM}{ft\cdot j}=\frac{63{,}640{,}000}{215\times 463.75}=638.27\ mm^2 < 860mm^2$$ 3-D19 OK

○せん断力

${}_LQ$＝ 80.12 kN

$$\alpha=\frac{4}{\frac{M}{Qd}+1}=\frac{4}{\frac{63.64}{62.50\times 530}+1}=3.99$$ よって、α＝2.0

αfsbj＝2.0×0.7×300×463.75/1000＝ 194.78 kN ＞ ${}_LQ$＝ 80.12 kN

よって、Pw＝0.2%とする。

strp 2-D10 a_W ＝ 143 mm^2

strp@x＝a_W /(b・P_W)＝143/(300×0.002)＝ 238.3 mm D10-□-@200 OK

・短期

○曲げモーメント

${}_SM$＝ 47.89 kN・m

ft＝ 345 N/mm^2 (SD345)　d＝600-70＝ 530 mm

$$j=\frac{7}{8}\times d=\frac{7}{8}\times 530=463.75\ mm$$

$$at=\frac{{}_LM}{ft\cdot j}=\frac{47{,}890{,}000}{345\times 463.75}=299.32\ mm^2 < 860mm^2$$ 3-D19 OK

○せん断力

${}_SQ$＝ 61.26 kN　Ms＝ 4.82 kN/m

$$\alpha=\frac{4}{\frac{M}{Qd}+1}=\frac{4}{\frac{4.82}{61.26\times 463.75}+1}=4.00$$ よって、α＝2.0

αfsbj＝2.0×(0.7×1.5)×300×463.75/1000＝ 292.2 kN ＞ ${}_SQ$＝ 61.26 kN

よって、Pw＝0.2%とする。

strp 2-D10 a_W ＝ 143 mm^2

strp@x＝a_W /(b・P_W)＝143/(300×0.002)＝ 238.3 mm D10-□-@200 OK

(2)-④-4 X12通り地中梁の検定

FG2　300 x 600　上下主筋3-D19 strpD10-□-@200

・長期

○曲げモーメント

${}_LM$＝ 72.11 kN・m

ft＝ 215 N/mm^2 (SD345)　d＝600-70＝ 530 mm

$$j=\frac{7}{8}\times d=\frac{7}{8}\times 530 = 463.75\ mm$$

$$at=\frac{{}_LM}{ft\cdot j}=\frac{72{,}110{,}000}{215\times 463.75}=723.22\ mm^2 < 860mm^2$$ 3-D19 OK

○せん断力

${}_LQ$＝ 87.23 kN

$$\alpha=\frac{4}{\frac{M}{Qd}+1}=\frac{4}{\frac{72.11}{87.23\times 530}+1}=3.99$$ よって、α＝2.0

αfsbj＝2.0×0.7×300×463.75/1000＝ 194.78 kN ＞ ${}_LQ$＝ 87.23 kN

よって、Pw＝0.2%とする。

strp 2-D10 a_W ＝ 143 mm^2

strp@x＝a_W /(b・P_W)＝143/(300×0.002)＝ 238.3 mm D10-□-@200 OK

・短期

○曲げモーメント

${}_SM$＝ 61.36 kN・m

ft＝ 345 N/mm^2 (SD345)　d＝600-70＝ 530 mm

$$j=\frac{7}{8}\times d=\frac{7}{8}\times 530 = 463.75\ mm$$

$$at=\frac{{}_LM}{ft\cdot j}=\frac{61{,}360{,}000}{345\times 463.75}=383.51\ mm^2 < 860mm^2$$ 3-D19 OK

○せん断力

${}_SQ$＝ 95.41 kN　Ms＝ 36.85 kN/m

$$\alpha=\frac{4}{\frac{M}{Qd}+1}=\frac{4}{\frac{36.85}{95.41\times 463.75}+1}=4.00$$ よって、α＝2.0

αfsbj＝2.0×(0.7×1.5)×300×463.75/1000＝ 292.2 kN ＞ ${}_SQ$＝ 95.41 kN

よって、Pw＝0.2%とする。

strp 2-D10 a_W ＝ 143 mm^2

strp@x＝a_W /(b・P_W)＝143/(300×0.002)＝ 238.3 mm D10-□-@200 OK

(2)-④-5 X16通り地中梁の検定

FG3　300 x 600　上下主筋3-D19 strpD10-□-@200

・長期

○曲げモーメント

${}_LM$＝ 25.83 kN・m

ft＝ 215 N/mm^2 (SD345)　d＝600-70＝ 530 mm

$$j=\frac{7}{8}\times d=\frac{7}{8}\times 530 = 463.75\ mm$$

$$at=\frac{{}_LM}{ft\cdot j}=\frac{25{,}830{,}000}{215\times 463.75}=259.06\ mm^2 < 860mm^2$$ 3-D19 OK

○せん断力

${}_LQ$＝ 29.58 kN

$$\alpha=\frac{4}{\frac{M}{Qd}+1}=\frac{4}{\frac{25.83}{87.23\times 530}+1}=3.99$$ よって、α＝2.0

αfsbj＝2.0×0.7×300×463.75/1000＝ 194.78 kN ＞ ${}_LQ$＝ 29.58 kN

よって、Pw＝0.2%とする。

strp 2-D10 a_W ＝ 143 mm^2

strp@x＝a_W /(b・P_W)＝143/(300×0.002)＝ 238.3 mm D10-□-@200 OK

・短期

○曲げモーメント

${}_SM$＝ 22.28 kN・m

ft＝ 345 N/mm^2 (SD345)　d＝600-70＝ 530 mm

$$j=\frac{7}{8}\times d=\frac{7}{8}\times 530 = 463.75\ mm$$

$$at=\frac{{}_LM}{ft\cdot j}=\frac{22{,}280{,}000}{345\times 463.75}=139.26\ mm^2 < 860mm^2$$ 3-D19 OK

○せん断力

${}_SQ$＝ 43.57 kN　Ms＝ 2.38 kN/m

$$\alpha=\frac{4}{\frac{M}{Qd}+1}=\frac{4}{\frac{2.38}{43.57\times 463.75}+1}=4.00$$ よって、α＝2.0

αfsbj＝2.0×(0.7×1.5)×300×463.75/1000＝ 292.2 kN ＞ ${}_SQ$＝ 43.57 kN

よって、Pw＝0.2%とする。

strp 2-D10 a_W ＝ 143 mm^2

strp@x＝a_W /(b・P_W)＝143/(300×0.002)＝ 238.3 mm D10-□-@200 OK

(2)-④-6 Y2通り地中梁の検定

FG1　300 x 600　上下主筋4-D19 strpD10-□-@200

・長期

○曲げモーメント

${}_{L}M$＝ 112.61 kN・m

ft＝ 215 N/mm^2 (SD345)　d＝600-70＝ 530 mm

$$j=\frac{7}{8}\times d=\frac{7}{8}\times 530 = 463.75\ mm$$

$$at=\frac{{}_{L}M}{ft\cdot j}=\frac{112{,}610{,}000}{215\times 463.75}= 1{,}129\ mm^2 < 1146mm^2$$ 4-D19 OK

○せん断力

${}_{L}Q$＝ 108.59 kN

$$\alpha=\frac{4}{\frac{M}{Qd}+1}=\frac{4}{\frac{112.61}{108.59\times 530}+1}= 3.99$$ よって、α＝2.0

αfsbj＝2.0×0.7×300×463.75/1000＝ 194.78 kN ＞ ${}_{L}Q$＝ 108.59 kN

よって、Pw＝0.2%とする。

strp 2-D10 a_W ＝ 143 mm^2

strp@x＝a_W /(b・P_W)＝143/(300×0.002)＝ 238.3 mm D10-□-@200 OK

・短期

○曲げモーメント

${}_{S}M$＝ 84.30 kN・m

ft＝ 345 N/mm^2 (SD345)　d＝600-70＝ 530 mm

$$j=\frac{7}{8}\times d=\frac{7}{8}\times 530 = 463.75\ mm$$

$$at=\frac{{}_{L}M}{ft\cdot j}=\frac{84{,}300{,}000}{345\times 463.75}= 526.90\ mm^2 < 1146mm^2$$ 4-D19 OK

○せん断力

${}_{S}Q$＝ 162.48 kN　Ms＝ 71.89 kN/m

$$\alpha=\frac{4}{\frac{M}{Qd}+1}=\frac{4}{\frac{71.89}{162.48\times 463.75}+1}= 4.00$$ よって、α＝2.0

αfsbj＝2.0×(0.7×1.5)×300×463.75/1000＝ 292.2 kN ＞ ${}_{S}Q$＝ 162.48 kN

よって、Pw＝0.2%とする。

strp 2-D10 a_W ＝ 143 mm^2

strp@x＝a_W /(b・P_W)＝143/(300×0.002)＝ 238.3 mm D10-□-@200 OK

(2)-④-7 Y6通り地中梁の検定

FG3　300 x 600　上下主筋3-D19 strpD10-□-@200

・長期

○曲げモーメント

${}_LM$＝ 46.40 kN・m

ft＝ 215 N/mm^2 (SD345)　d＝600-70＝ 530 mm

$$j=\frac{7}{8}\times d=\frac{7}{8}\times 530 = 463.75\ mm$$

$$at=\frac{{}_LM}{ft\cdot j}=\frac{46{,}400{,}000}{215\times 463.75}= 465\ mm^2 < 860mm^2$$ 3-D19 OK

○せん断力

${}_LQ$＝ 61.63 kN　${}_LM$＝ 44.06 kN/m

$$\alpha=\frac{4}{\frac{M}{Qd}+1}=\frac{4}{\frac{44.06}{61.63\times 530}+1}= 3.99$$ よって、α＝2.0

αfsbj＝2.0×0.7×300×463.75/1000＝ 194.78 kN ＞ ${}_LQ$＝ 61.63 kN

よって、Pw＝0.2%とする。

strp 2-D10 a_W ＝ 143 mm^2

strp@x＝a_W /(b・P_W)＝143/(300×0.002)＝ 238.3 mm D10-□-@200 OK

・短期

○曲げモーメント

${}_SM$＝ 40.14 kN・m

ft＝ 345 N/mm^2 (SD345)　d＝600-70＝ 530 mm

$$j=\frac{7}{8}\times d=\frac{7}{8}\times 530 = 463.75\ mm$$

$$at=\frac{{}_LM}{ft\cdot j}=\frac{40{,}140{,}000}{345\times 463.75}= 250.88\ mm^2 < 860mm^2$$ 3-D19 OK

○せん断力

${}_SQ$＝ 72.24 kN　Ms＝ 17.12 kN/m

$$\alpha=\frac{4}{\frac{M}{Qd}+1}=\frac{4}{\frac{17.12}{72.24\times 463.75}+1}= 4.00$$ よって、α＝2.0

αfsbj＝2.0×(0.7×1.5)×300×463.75/1000＝ 292.2 kN ＞ ${}_SQ$＝ 72.24 kN

よって、Pw＝0.2%とする。

strp 2-D10 a_W ＝ 143 mm^2

strp@x＝a_W /(b・P_W)＝143/(300×0.002)＝ 238.3 mm D10-□-@200 OK

(2)-④-8 Y7通り地中梁の検定

FG3　300 x 600　上下主筋3-D19 strpD10-□-@200

・長期

○曲げモーメント

${}_LM$＝ 41.44 kN・m

ft＝ 215 N/mm^2 (SD345)　d＝600-70＝ 530 mm

$$j=\frac{7}{8}\times d=\frac{7}{8}\times 530 = 463.75\ mm$$

$$at=\frac{{}_LM}{ft\cdot j}=\frac{41{,}440{,}000}{215\times 463.75}= 416\ mm^2 < 860mm^2$$ 3-D19 OK

○せん断力

${}_LQ$＝ 42.80 kN　${}_LM$＝ 18.70 kN/m

$$\alpha=\frac{4}{\frac{M}{Qd}+1}=\frac{4}{\frac{18.70}{61.63\times 530}+1}= 4.00$$ よって、α＝2.0

αfsbj＝2.0×0.7×300×463.75/1000＝ 194.78 kN ＞ ${}_LQ$＝ 42.80 kN

よって、Pw＝0.2%とする。

strp 2-D10 a_W ＝ 143 mm^2

strp@x＝a_W /(b・P_W)＝143/(300×0.002)＝ 238.3 mm D10-□-@200 OK

・短期

○曲げモーメント

${}_SM$＝ 38.78 kN・m

ft＝ 345 N/mm^2 (SD345)　d＝600-70＝ 530 mm

$$j=\frac{7}{8}\times d=\frac{7}{8}\times 530 = 463.75\ mm$$

$$at=\frac{{}_LM}{ft\cdot j}=\frac{38{,}780{,}000}{345\times 463.75}= 242.38\ mm^2 < 860mm^2$$ 3-D19 OK

○せん断力

${}_SQ$＝ 79.73 kN　Ms＝ 17.27 kN/m

$$\alpha=\frac{4}{\frac{M}{Qd}+1}=\frac{4}{\frac{17.27}{72.24\times 463.75}+1}= 4.00$$ よって、α＝2.0

αfsbj＝2.0×(0.7×1.5)×300×463.75/1000＝ 292.2 kN ＞ ${}_SQ$＝ 79.73 kN

よって、Pw＝0.2%とする。

strp 2-D10 a_W ＝ 143 mm^2

strp@x＝a_W /(b・P_W)＝143/(300×0.002)＝ 238.3 mm D10-□-@200 OK

(2)-④-9 Y11通り地中梁の検定

FG2　300 x 600　上下主筋3-D19 strpD10-□-@200

・長期

○曲げモーメント

${}_{L}M$＝ 35.14 kN・m

ft＝ 215 N/mm^2 (SD345)　d＝600-70＝ 530 mm

$$j=\frac{7}{8}\times d=\frac{7}{8}\times 530 = 463.75\ mm$$

$$at=\frac{{}_{L}M}{ft\cdot j}=\frac{35{,}140{,}000}{215\times 463.75}= 352\ mm^2 < 860mm^2$$ 3-D19 OK

○せん断力

${}_{L}Q$＝ 72.64 kN　${}_{L}M$＝ 15.41 kN/m

$$\alpha=\frac{4}{\frac{M}{Qd}+1}=\frac{4}{\frac{15.41}{72.64\times 530}+1}= 4.00$$ よって、α＝2.0

αfsbj＝2.0×0.7×300×463.75/1000＝ 194.78 kN ＞ ${}_{L}Q$＝ 72.64 kN

よって、Pw＝0.2%とする。

strp 2-D10 a_W ＝ 143 mm^2

strp@x＝a_W /(b・P_W)＝143/(300×0.002)＝ 238.3 mm D10-□-@200 OK

・短期

○曲げモーメント

${}_{S}M$＝ 35.91 kN・m

ft＝ 345 N/mm^2 (SD345)　d＝600-70＝ 530 mm

$$j=\frac{7}{8}\times d=\frac{7}{8}\times 530 = 463.75\ mm$$

$$at=\frac{{}_{L}M}{ft\cdot j}=\frac{35{,}910{,}000}{345\times 463.75}= 224.45\ mm^2 < 860mm^2$$ 3-D19 OK

○せん断力

${}_{S}Q$＝ 76.83 kN　Ms＝ 23.67 kN/m

$$\alpha=\frac{4}{\frac{M}{Qd}+1}=\frac{4}{\frac{23.67}{76.83\times 463.75}+1}= 4.00$$ よって、α＝2.0

αfsbj＝2.0×(0.7×1.5)×300×463.75/1000＝ 292.2 kN ＞ ${}_{S}Q$＝ 76.83 kN

よって、Pw＝0.2%とする。

strp 2-D10 a_W ＝ 143 mm^2

strp@x＝a_W /(b・P_W)＝143/(300×0.002)＝ 238.3 mm D10-□-@200 OK

(2)-④-10 Y12.7通り地中梁の検定

FG2　300 x 600　上下主筋3-D19 strpD10-□-@200

・長期

○曲げモーメント

${}_LM$＝ 23.82 kN・m

ft＝ 215 N/mm^2 (SD345)　d＝600-70＝ 530 mm

$$j=\frac{7}{8}\times d=\frac{7}{8}\times 530 = 463.75\ mm$$

$$at=\frac{{}_LM}{ft\cdot j}=\frac{23{,}820{,}000}{215\times 463.75}= 239\ mm^2 < 860mm^2$$ 3-D19 OK

○せん断力

${}_LQ$＝ 43.61 kN　${}_LM$＝ 3.64 kN/m

$$\alpha=\frac{4}{\frac{M}{Qd}+1}=\frac{4}{\frac{3.64}{43.61\times 530}+1}= 4.00$$ よって、α＝2.0

αfsbj＝2.0×0.7×300×463.75/1000＝ 194.78 kN ＞ ${}_LQ$＝ 43.61 kN

よって、Pw＝0.2%とする。

strp 2-D10 a_W ＝ 143 mm^2

strp@x＝a_W /(b・P_W)＝143/(300×0.002)＝ 238.3 mm D10-□-@200 OK

・短期

○曲げモーメント

${}_SM$＝ 78.94 kN・m

ft＝ 345 N/mm^2 (SD345)　d＝600-70＝ 530 mm

$$j=\frac{7}{8}\times d=\frac{7}{8}\times 530 = 463.75\ mm$$

$$at=\frac{{}_LM}{ft\cdot j}=\frac{78{,}940{,}000}{345\times 463.75}= 493.39\ mm^2 < 860mm^2$$ 3-D19 OK

○せん断力

${}_SQ$＝ 113.62 kN　Ms＝ 16.47 kN/m

$$\alpha=\frac{4}{\frac{M}{Qd}+1}=\frac{4}{\frac{16.47}{113.62\times 463.75}+1}= 4.00$$ よって、α＝2.0

αfsbj＝2.0×(0.7×1.5)×300×463.75/1000＝ 292.2 kN ＞ ${}_SQ$＝ 113.62 kN

よって、Pw＝0.2%とする。

strp 2-D10 a_W ＝ 143 mm^2

strp@x＝a_W /(b・P_W)＝143/(300×0.002)＝ 238.3 mm D10-□-@200 OK

8-3 底版の検定

底版の検定は、負担面積が最も大きい箇所にて検定する。負担応力は「8-1基礎接地圧の算定」で求めた地反力にて検討を行う。断面算定は、断面計算プログラム「RCチャート(ver.8.0.4)」にて算定する。

（1） 検討ヶ所 Y2-6/X4-8

表8-3-1 底版配筋の算定

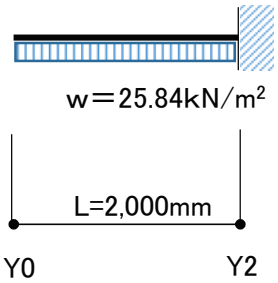
FS1

lx = 4.00m, ly = 4.00m, t = 200mm, dt = 67mm
w = 25.84kN/m2,
支持条件：四辺固定（精算），使用材料：Fc21, SD295
荷重の種別：長期, 応力の割増率：1.00, 変形増大係数：16

	短辺端部	短辺中央	長辺端部	長辺中央
M kN･m	21.4	7.2	21.4	7.2
at mm2	944	319	1020	345
Q kN	45.4		45.4	
上端筋	D13@100	D13@100	D13@100	D13@100
下端筋	D13@100	D13@100	D13@100	D13@100
検定比	0.74	0.25	0.80	0.27

表8-3-1は、下向きに作用する荷重に対して断面算定が行われていることから
表中の上端筋は下端筋、下端筋は上端筋に読み替えて設計を行う。

（2） 検討箇所 Y0～Y2/X0～X16 片持ちスラブ



$M＝1/2wL^2＝1/2×(25.84×2.0^2＝$ 51.68 kNm/m

Q＝(25.84×1000)×2000＝ 51680 N/m

${}_SM＝$ 51.68 kN･m

ft＝ 215 N/mm^2 (SD345A)

t＝ 250 mm

d＝250-70＝ 180 mm

$$j＝\frac{7}{8}×d＝\frac{7}{8}×180＝157.50\ mm$$

$$at＝\frac{{}_LM}{ft･j}＝\frac{51,680,000}{215×157.50}＝1,526\ mm^2$$

D16 ## mm^2 n＝2318/127＝ 7.67 本/m

ピッチ 1000/18.25＝ 130.39 mm 上端 D13-@ 200

下端 D16-@ 100

8-4 引張金物アンカーボルトの検定(コーン破壊の検定)

アンカーボルトには、M16の構造用アンカーボルト(ABR490)を用いている。アンカーボルトの検討では、コンクリートのコーン状破壊に対する短期許容耐力を上回ることを確認する。
なお、定着板についてはJISB1220に準拠した仕様とする。

アンカーボルト :M16(ABR490) F= 325.00 N/mm²
コンクリート :設計基準強度 Fc= 21.00 N/mm²

アンカーボルト接合部の検定 : $T/\min(P_{a1}, P_{a2}) \leqq 1.0$
A_b[mm²] : アンカーボルト軸断面積 M16:166mm²

アンカーボルトの規格降伏耐力の上限値[kN]: $T = F \times 1.37 \times A_b$
$T = 325*1.37*166 = 73.9$ kN

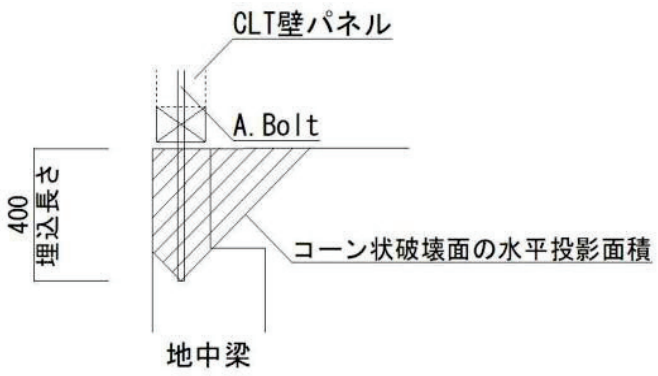
A_0 [mm²] : 支圧板の支圧面積 M16用定着板50mm×50mm ボルト径16mmより
$A_0 = 50 \times 50 - (16/2)^2 \times \pi =$ 2,299 mm²

Ac [mm²] : コンクリートのコーン状破壊面の有効水平投影面積
Ac =((130+400)×90/2)×2+(3.14*×400²)×26/360= 83,984 mm²

fnコンクリートの支圧強度[N/mm²] : $\min(\sqrt{Ac/A_0} \times Fc, 6 \times Fc)$
$fn = (\sqrt{83,984/2,299} \times 21, 6 \times 21) =$ (126.93 , 126)= 126 N/mm²

定着部の短期許容支圧耐力[kN] : $P_{a1} = 2/3 \times fn \times A_0 \times 10^{-3}$
$P_{a1} = 2/3 \times 126 \times 2,299 \times 10^{-3} =$ 193.12 kN

コーン状破壊による短期許容支圧耐力[kN] : $P_a = 2/3*0.31*\sqrt{Fc}*A_c*10^{-3}$
$P_{a2} = 2/3 \times 0.31 \times \sqrt{21} \times 8,3984 \times 10^{-3} =$ 79.54 kN



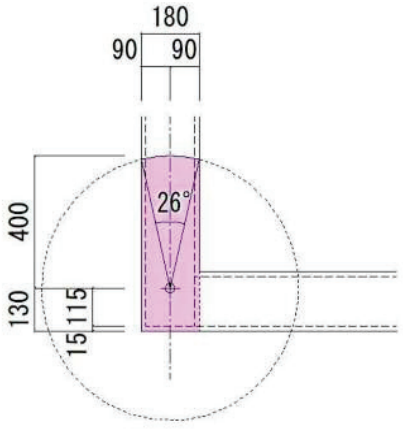


図8-4-1 コーン状破壊面の鉛直方向投影面積　　図8-4-2 コーン状破壊面の水平方向投影面積

表8-4-1 ボルトの規格降伏耐力

アンカーボルト		軸断面積	ボルト	引張力
径	材種		F	T(上限値)
		[mm²]	[N/mm²]	[kN]
M16	SBR490	166	325	73.9

表8-4-2 コーン状破壊による短期許容耐力及び定着部の短期支圧耐力の検定

アンカーボルト	梁幅	埋込長	設計基準強度	支圧面積	支圧強度	短期許容支圧耐力	水平投影面積	コーン状破壊による短期許容耐力	ボルト本数	検定 T/min(P_{a1} , P_{a2})
径	B [mm]	l [mm]	Fc [N/mm^2]	A_0 [mm^2]	fn [N/mm^2]	P_{a1} [kN]	Ac [mm^2]	P_{a2} [kN]	n [kN]	
M16	180	400	21	2,299	126	193.12	83,984	79.54	1	0.93

今回のモデル設計は、引張ボルトと基礎の外端までの離間距離が130mmと小さい。検定を安全側にしたい場合は、離間距離130mmを150mmとするなど距離を大きくすれば改善ができます。

第２章　計算例の設計図書

- 設計図書１　3 階建て共同住宅
  - ・意匠図
  - ・構造図

- 設計図書 2　平屋建て集会所
  - ・意匠図

図面NO.	図　面　名　称	SCALE	図面NO.	図　面　名　称	SCALE
プラン11 A-01	仕上表	ー	プラン11 S-01	１階基礎梁伏図	1/100
プラン11 A-02	平面図(1)	1/100	プラン11 S-02	基礎リスト・スラブリスト	1/40
プラン11 A-03	平面図(2)	1/100	プラン11 S-03	１階床伏図	1/100
プラン11 A-04	屋根伏図	1/100	プラン11 S-04	１階壁パネル伏図	1/100
プラン11 A-05	立面図(1)	1/100	プラン11 S-05	２階床パネル伏図	1/100
プラン11 A-06	立面図(2)	1/100	プラン11 S-06	２階壁パネル伏図	1/100
プラン11 A-07	断面図	1/100	プラン11 S-07	３階床パネル伏図	1/100
プラン11 A-08	矩計図	1/50	プラン11 S-08	３階壁パネル伏図	1/100
プラン11 A-09	階段詳細図	1/30・1/10	プラン11 S-09	Ｒ階床パネル伏図	1/100
			プラン11 S-10	軸組図(1) [Y2通り]	1/100
			プラン11 S-11	軸組図(2) [Y6通り]	1/100
			プラン11 S-12	軸組図(3) [Y7通り]	1/100
			プラン11 S-13	軸組図(4) [Y11通り]	1/100
			プラン11 S-14	軸組図(5) [Y12.7通り]	1/100
			プラン11 S-15	軸組図(6) [X0通り] [X1.5・X6.5・X9.5・X14.5 通り]	1/100
			プラン11 S-16	軸組図(7) [X4・X12通り]	1/100
			プラン11 S-17	軸組図(8) [X8通り]	1/100
			プラン11 S-18	軸組図(9) [X16通り]	1/100

設計図書 P1

3階建て共同住宅(意匠図、構造図)

	プラン 11	３階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING 図面リスト	SCALE ー	DATE 2022.01.04	NO プラン11 A-00

■ 外部仕上

部　位	仕　様
屋根(屋上)	合成高分子系ルーフィングシート[飛び火認定品]
	耐水せっこうボード t=12.5　耐水合板 t=12
	水勾配下地　水勾配：1/100
	脱気装置：ｽﾃﾝﾚｽ製(40㎡・1箇所)
	屋上点検口：ステンレス製600角　点検用タラップ
パラペット	外側：外壁仕上　内側：木造下地の上セメント板 t=18　防水巻込
	アルミ笠木 W=225
バルコニー	床：重歩行シート
共用廊下	ＦＲＰ防水　(1階はウレタン塗膜防水　土間コンクリート下地)
	耐水せっこうボード t=12.5　耐水合板 t=12
	水勾配下地　水勾配：1/100
	軒天：ケイカル板 t=8 AEP
	強化せっこうボード t=12.5×2　木製野縁下地
	外側：外壁仕上　内側：木造下地の上窯業系サイディング　防水巻込
	手摺：アルミ笠木 W=225　アルミ手摺
	水切：アルミ下端水切　隔板：アルミ枠　物干金物（各戸）

部　位	仕　様
外壁	窯業系サイディング t=16
	縦胴縁 15×40 @500（接合部 15×90）　透湿防水シート
	横胴縁 35×40 @500　透湿防水シート
	横胴縁間に断熱材挿入
断熱材	外張断熱：グラスウール 32K t=40
	天井：グラスウール 24K t=50
	1階床：押出法ポリスチレンフォーム t=65
吸音材	各階天井：グラスウール 24K t=50
	界壁：グラスウール 24K t=50
防湿	CLT現し仕上を除く外周部室内側：防湿気密フィルム
	土台水切：ガルバリウム鋼板

部　位	仕　様
開口部	アルミビル用サッシ　網戸　ガラス：Low-e複層ガラス
	住戸玄関：化粧鋼板ドア
	集合玄関：両開きアルミ框ガラスドア　オートロック
階段	鉄骨階段　防錆：溶融亜鉛メッキ仕上
	踏面・段鼻：防滑性階段用ビニル床材　蹴上：蹴込シート(踏面同材)
	踏面下地：モルタル金コテ(溶接金網入)
	ササラ・段裏：プレート現し 溶融亜鉛メッキ仕上
	手摺：アルミ製 横格子
エントランス	床：タイル貼　土間コンクリート　水勾配付
	壁：タイル貼
	軒天：ガルバリウム鋼板　LGS下地
	屋根部：屋上と同仕上

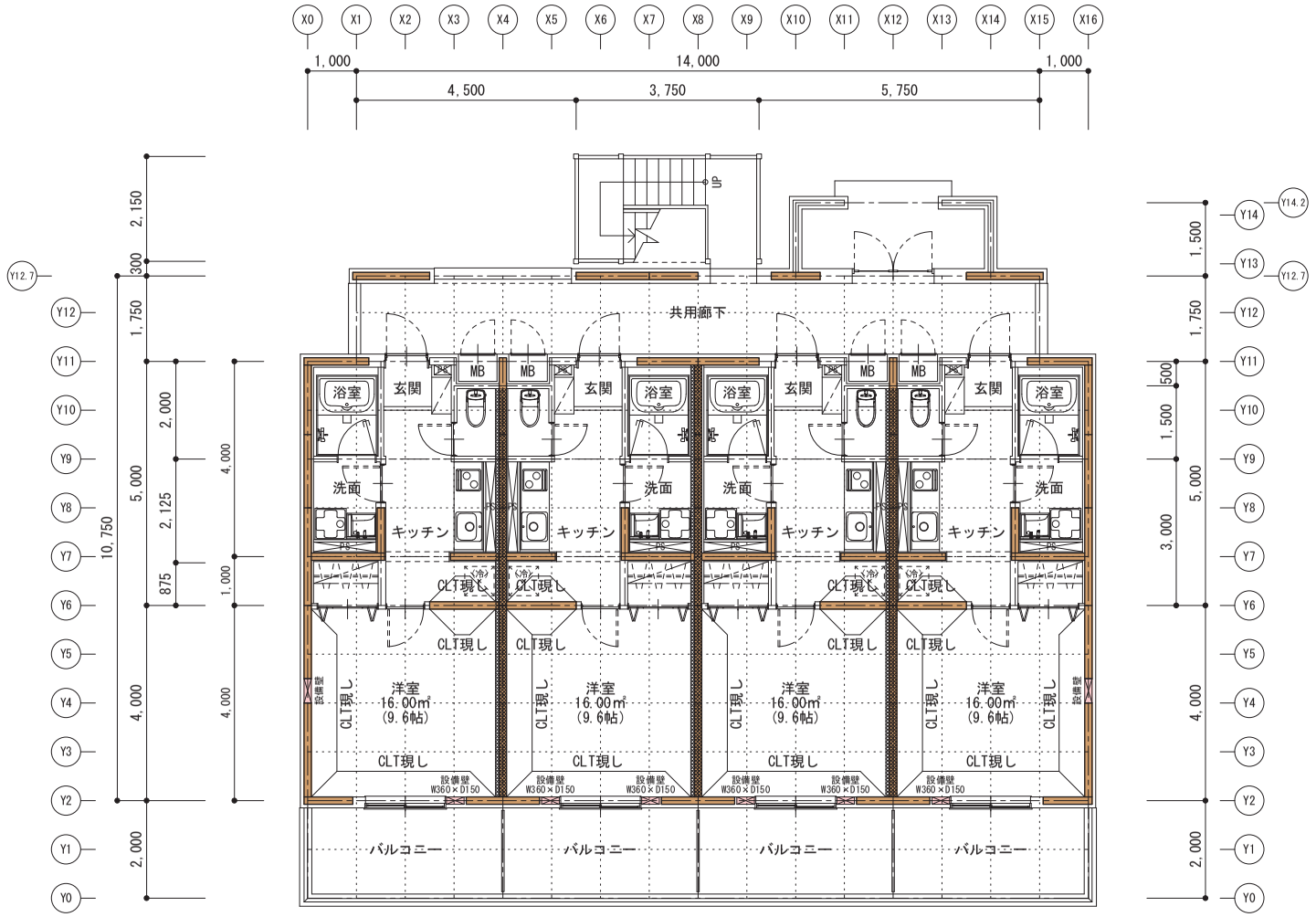
■ 防耐火措置

部　位	仕　様
[1時間準耐火]外壁［洋室］	(屋外側)：一般的な外装材 ＋ 無機系断熱材
	(屋内側)：燃えしろ60㎜(使用環境B 水性高分子ｲｿｼｱﾈｰﾄ系樹脂接着剤)
[1時間準耐火]外壁［その他］	(屋外側)：窯業系サイディング［1時間準耐火認定品］
	(屋内側)：せっこうボード t=12.5 ×2
[1時間準耐火]間仕切壁	(両側)：せっこうボード t=12.5 ×2
[1時間準耐火]界壁	(片側)：燃えしろ60㎜(使用環境B 水性高分子ｲｿｼｱﾈｰﾄ系樹脂接着剤)
	(片側)：せっこうボード t=12.5 ×2
[1時間準耐火]床［屋内］	(天井側)：燃えしろ60㎜(使用環境B 水性高分子ｲｿｼｱﾈｰﾄ系樹脂接着剤)
[1時間準耐火]床［屋外］	(床上側)：せっこうボード t=12.5 ＋ 合板 t=12
	(天井側)：強化せっこうボード t=12.5 ×2
[30分準耐火]屋根	(天井側)：燃えしろ30㎜(使用環境B 水性高分子ｲｿｼｱﾈｰﾄ系樹脂接着剤)

■ 内部仕上

階	室　名	床	巾　木	壁　(腰)	天　井	摘　要
			H	H	CH	廻り縁	カーテンボックス	ﾚｰﾙ	造り付け造作	照明器具	附属器具	そ の 他
住戸部分	玄　関	重歩行シート	重歩行シート立上げ	ビニールクロス	ビニールクロス 2,350	塩ビ			上框			玄関収納
		ＦＲＰ防水	化粧巾木	(雑壁下地)せっこうボード t=12.5 LGS下地	せっこうボード t=12.5							
		耐水合板 t=9			木製野縁下地							
	キッチン・ホール	フローリング t=15	化粧巾木	ビニールクロス	ビニールクロス 2,350	塩ビ			コンロ廻り：キッチンパネル		換気扇	システムキッチン L=1800
		ﾊﾟｰﾃｨｸﾙﾎﾞｰﾄﾞ t=20　乾式二重床		(雑壁下地)せっこうボード t=12.5 LGS下地	せっこうボード t=12.5							
					木製野縁下地							
	洋　室	フローリング t=15	化粧巾木	CLT現し仕上	ビニールクロス 2,350	塩ビ			片開きガラスドア		給気口 150φ FD付	ｶｰﾃﾝﾎﾞｯｸｽ：木製　ｶｰﾃﾝﾚｰﾙ：SUS製ﾀﾞﾌﾞﾙ
		防音マット t=15		ビニールクロス	せっこうボード t=12.5						ACｽﾘｰﾌﾞ	
		ﾊﾟｰﾃｨｸﾙﾎﾞｰﾄﾞ t=20　乾式二重床		(雑壁下地)せっこうボード t=12.5 LGS下地	木製野縁下地							
	洗面・脱衣	CFシート　下地：耐水合板 t=9	化粧巾木	ビニールクロス	ビニールクロス 2,200	塩ビ					換気扇	洗面化粧台 W=600　タオル掛
		ﾊﾟｰﾃｨｸﾙﾎﾞｰﾄﾞ t=20　乾式二重床		(雑壁下地)せっこうボード t=12.5 LGS下地	せっこうボード t=12.5							洗濯機パン
					木製野縁下地							
	トイレ	CFシート　下地：耐水合板 t=9	化粧巾木	ビニールクロス	ビニールクロス 2,200	塩ビ					換気扇	洋便器　紙巻器　タオル掛
		ﾊﾟｰﾃｨｸﾙﾎﾞｰﾄﾞ t=20　乾式二重床		(雑壁下地)せっこうボード t=12.5 LGS下地	せっこうボード t=12.5							
					木製野縁下地							
	浴　室	ユニットバス 1216タイプ									換気乾燥機(24時間換気)	
	洋服入	フローリング t=15	化粧巾木	ビニールクロス	ビニールクロス 2,350	塩ビ			枕棚＋ハンガーパイプ			
		ﾊﾟｰﾃｨｸﾙﾎﾞｰﾄﾞ t=20　乾式二重床		(雑壁下地)せっこうボード t=12.5 LGS下地	せっこうボード t=12.5							
					木製野縁下地							
共用部分	共用廊下	重歩行シート	重歩行シート立上げ	手摺内：窯業系ｻｲﾃﾞｨﾝｸﾞ	塗装仕上							アルミ笠木　アルミ下端水切
		ＦＲＰ防水			ケイカル板 t=12							
		耐水合板 t=9			木製野縁下地							
	ＭＢ	ＦＲＰ防水	ＦＲＰ防水立上げ	窯業系サイディング	耐火被覆素地							
		耐水合板 t=9		LGS下地								

	プラン 11	3階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING 仕 上 表	SCALE －	DATE 2022.01.04	NO プラン11 A-01



住戸(A)
36.00 ㎡
10.89 坪

住戸(B)
36.00 ㎡
10.89 坪

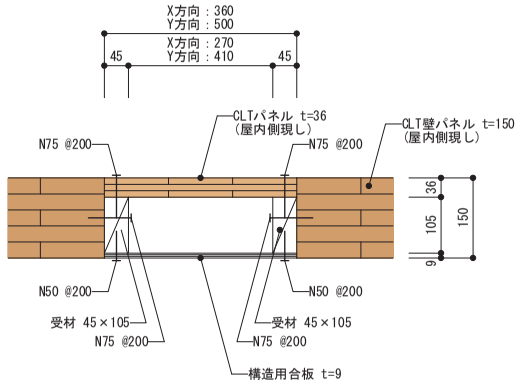
住戸(C)
36.00 ㎡
10.89 坪

住戸(D)
36.00 ㎡
10.89 坪



1階平面図　S:1/100

1時間準耐火仕様



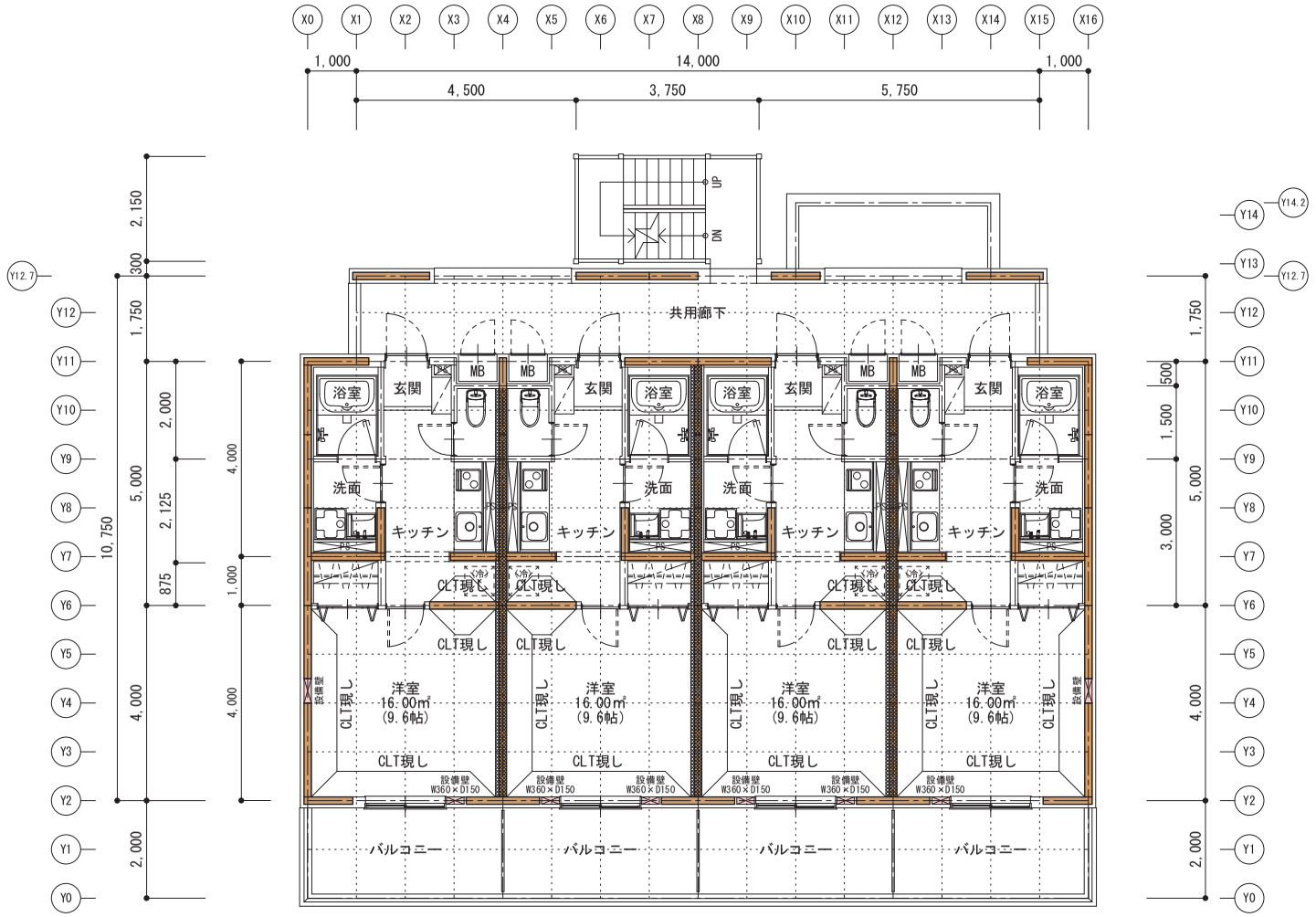
設備壁詳細図　S:1/10

面　積　表	
3階床面積	168.50 ㎡　(50.97坪)
2階床面積	168.50 ㎡　(50.97坪)
1階床面積	174.50 ㎡　(52.78坪)
延床面積	511.50 ㎡　(154.72坪)
建築面積	202.64 ㎡　(61.29坪)

	プラン 11	3階建て共同住宅	TYPE CLTパネル工法（ルート1）	DRAWING 平面図(1)	SCALE 1/100	DATE 2022.01.04	NO プラン11 A-02

設計図書 1 P3

3階建て共同住宅(意匠図、構造図)

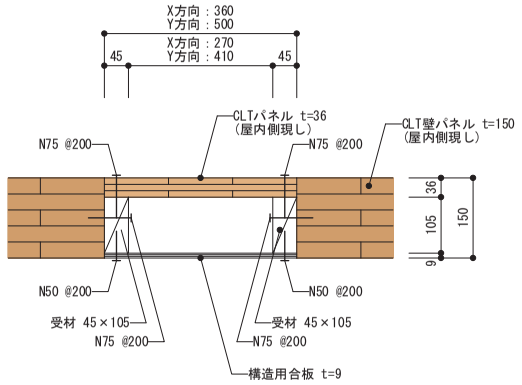


住戸(A)	住戸(B)	住戸(C)	住戸(D)
36.00 ㎡	36.00 ㎡	36.00 ㎡	36.00 ㎡
10.89 坪	10.89 坪	10.89 坪	10.89 坪

2・3階平面図　S:1/100

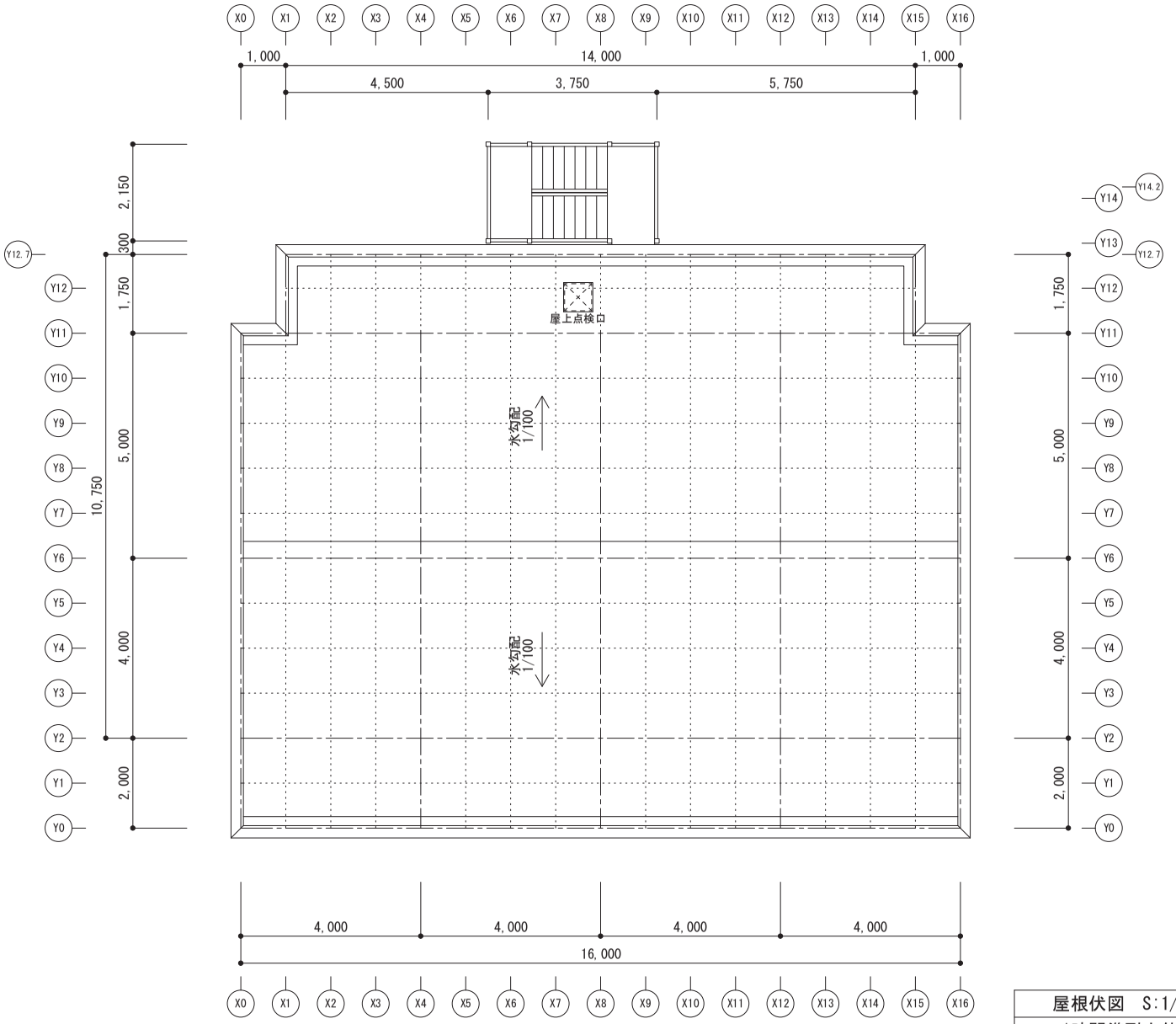
1時間準耐火仕様





設備壁詳細図　S:1/10

	プラン 11	3階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING 平面図(2)	SCALE 1/100	DATE 2022.01.04	NO プラン11 A-03



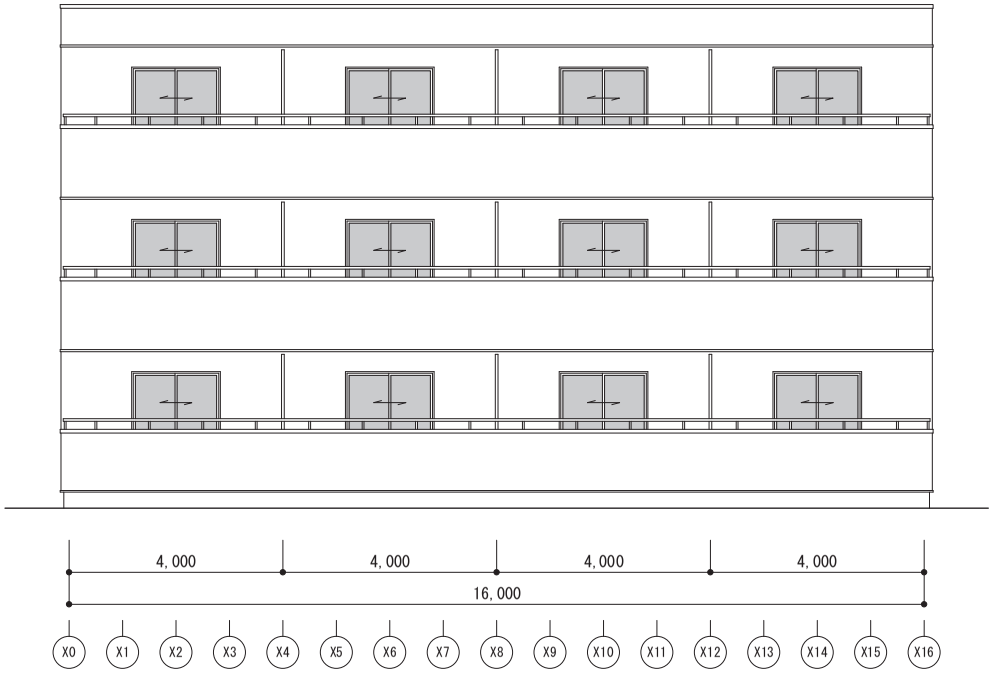
屋根伏図　S:1/100

1時間準耐火仕様

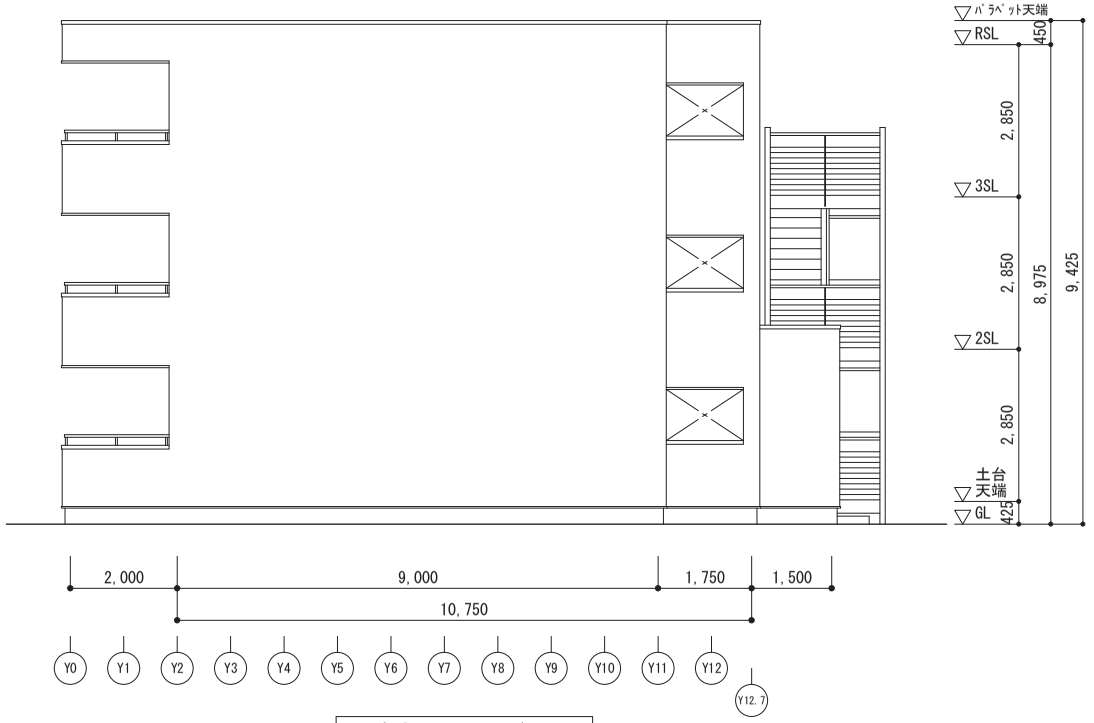
	プラン 11	３階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING 屋根伏図	SCALE 1/100	DATE 2022.01.04	NO プラン11 A-04

設計図書 | P5

3階建て共同住宅(意匠図、構造図)

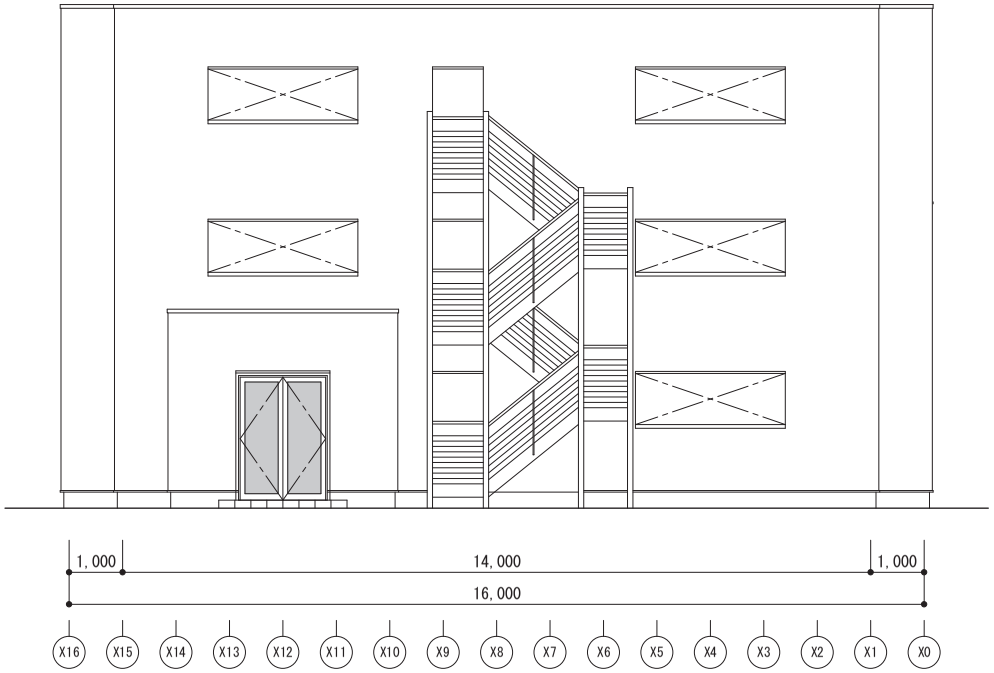


南立面図　S:1/100

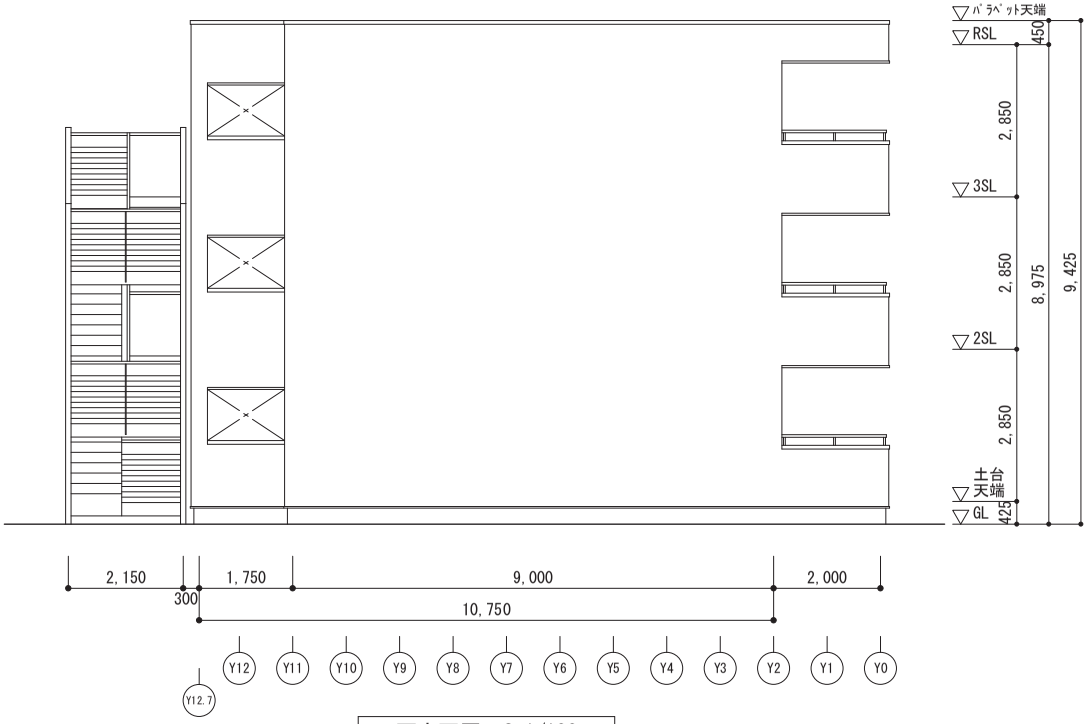


東立面図　S:1/100

	プラン 11	３階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING 立面図(1)	SCALE 1/100	DATE 2022.01.04	NO プラン11 A-05

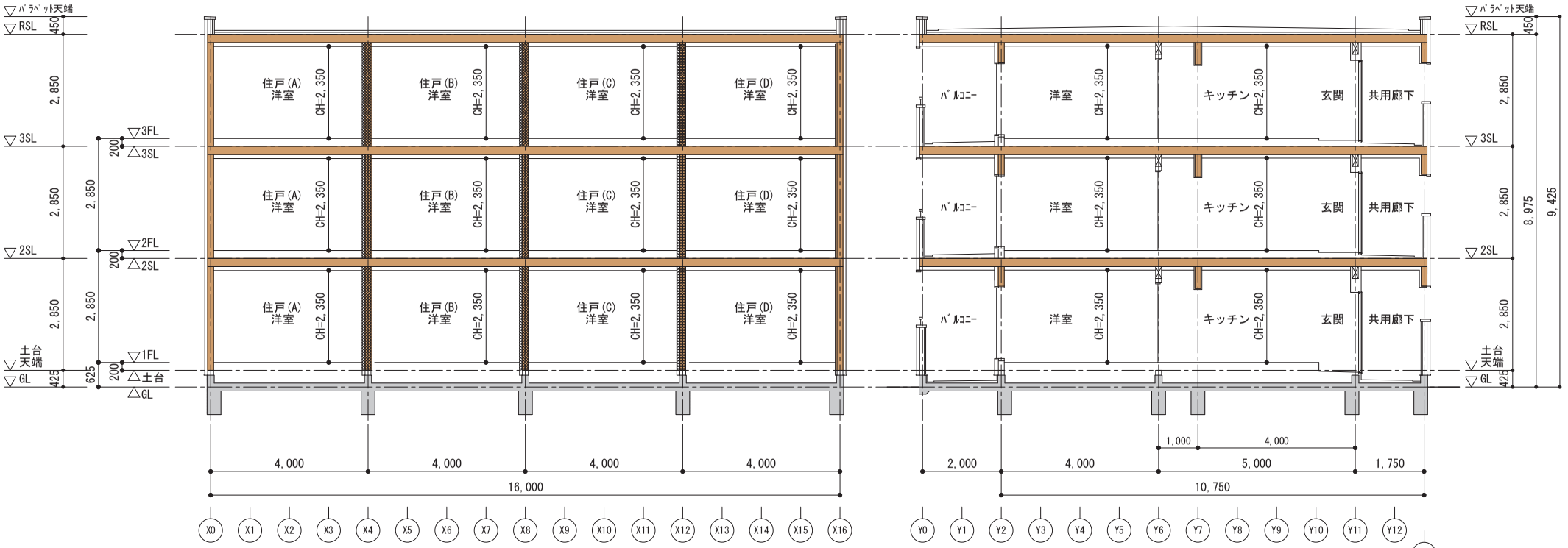


北立面図　S:1/100



西立面図　S:1/100

	プラン 11	3階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING 立面図(2)	SCALE 1/100	DATE 2022.01.04	NO プラン11 A-06

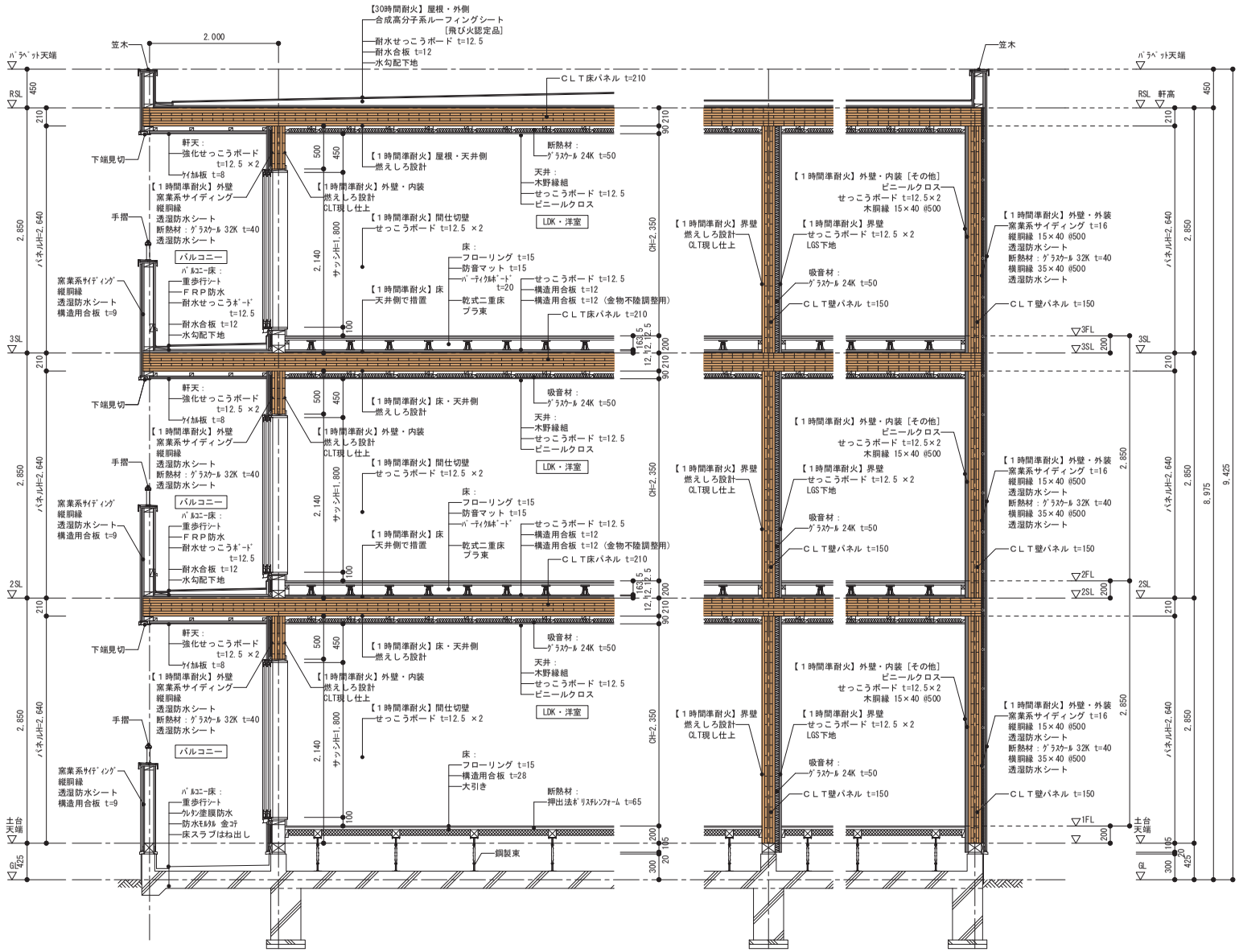


X-X断面図　S:1/100

Y-Y断面図　S:1/100

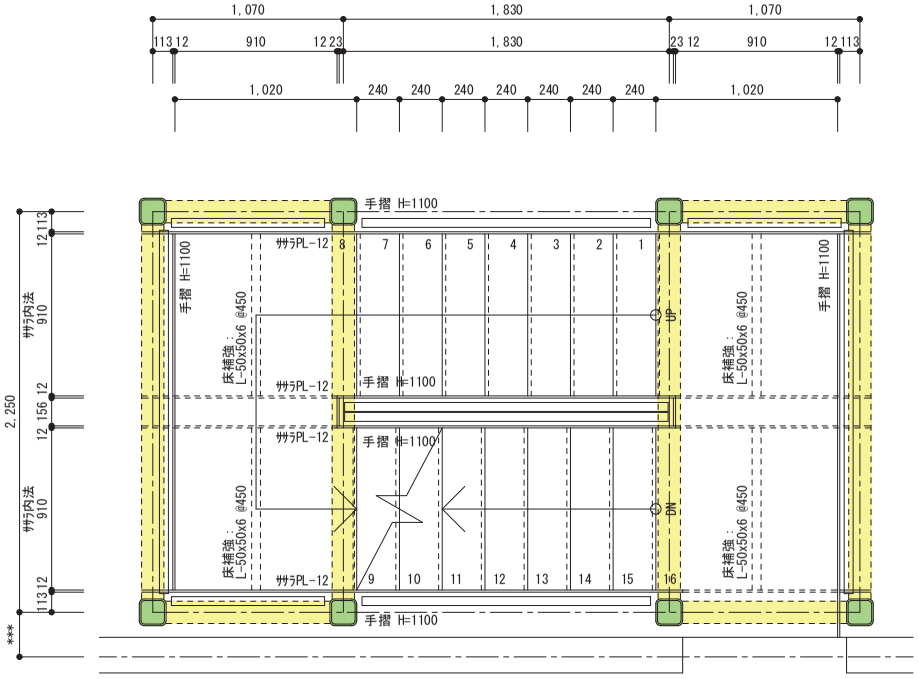
	CLT壁パネル t=150
	界壁： CLT壁パネル t=150 片面現し
	CLT床パネル t=210

	プラン 11	3階建て共同住宅	TYPE CLTパネル工法（ルート1）	DRAWING 断 面 図	SCALE 1/100	DATE 2022.01.04	NO プラン11 A-07

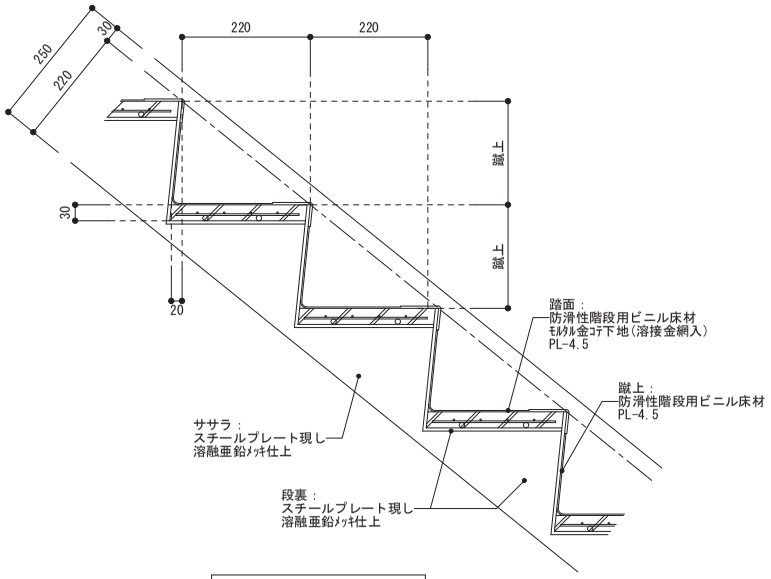


界壁部分

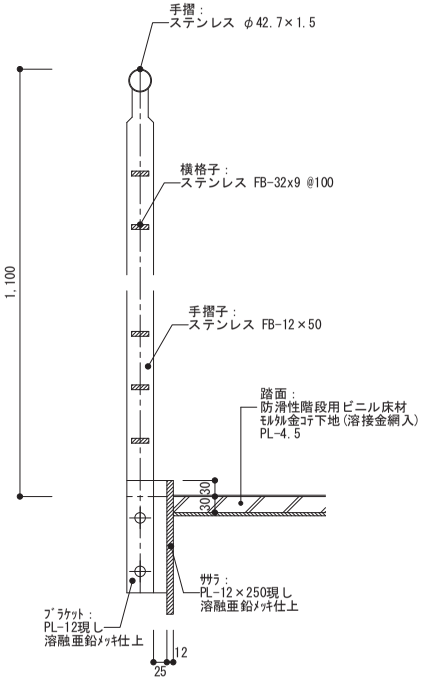
	プラン 11	3階建て共同住宅	TYPE CLTパネル工法（ルート1）	DRAWING 矩 計 図	SCALE 1/50	DATE 2022.01.05	NO プラン11 A-08



階段平面図　S：1/30

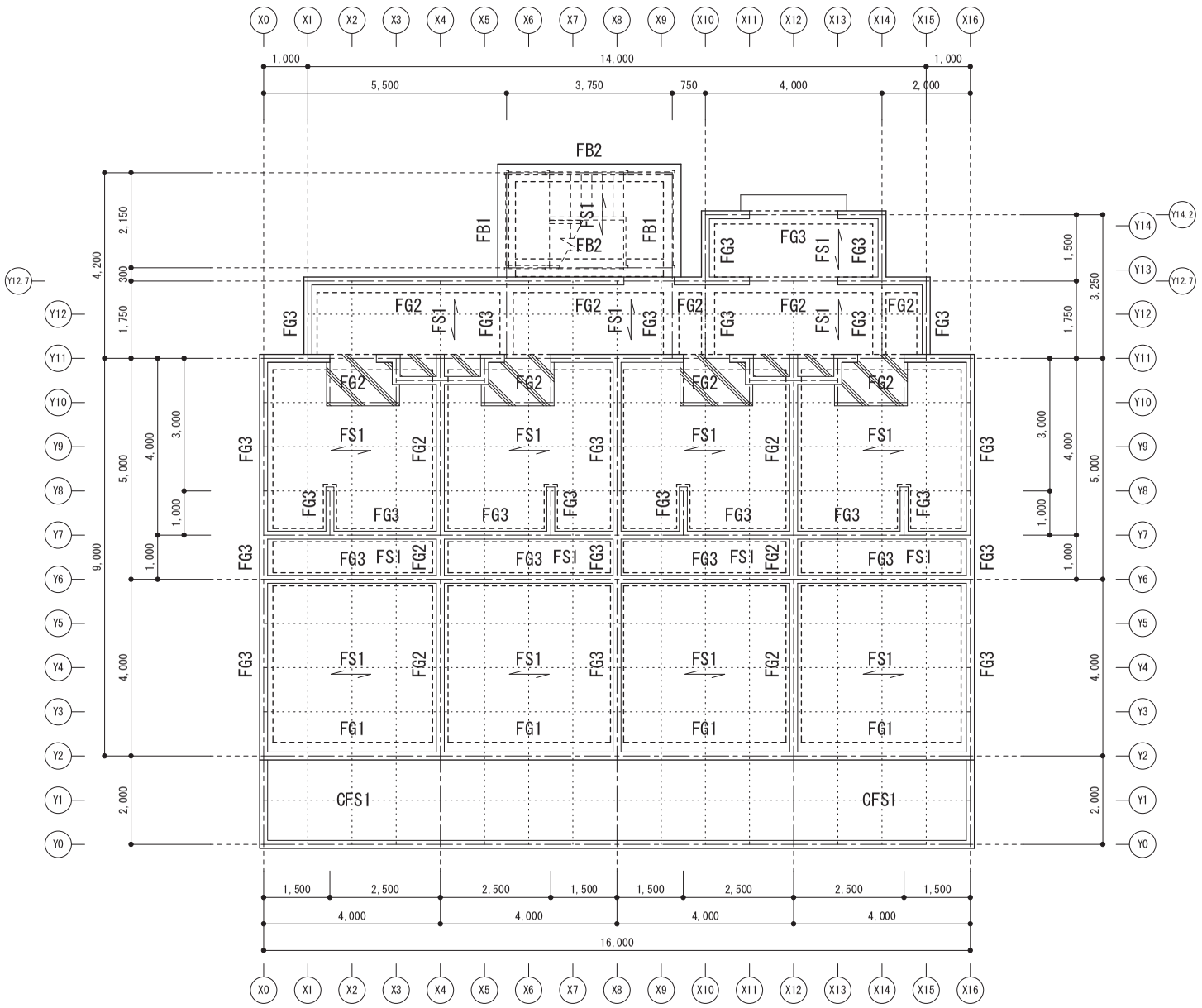


段板部分詳細図　S：1/10

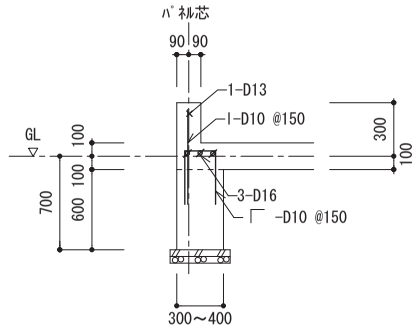


階段手摺詳細図　S：1/10

	プラン 11	３階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING 階段詳細図	SCALE 1/30・1/10	DATE 2022.01.04	NO プラン11 A-09



１階基礎梁伏図　S:1/100　（ 1SL = GL+100 ）



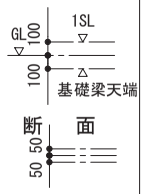
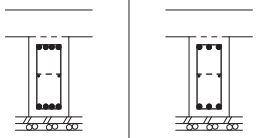
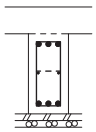
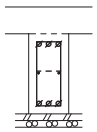
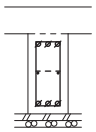
梁フカシ部分

特記なき限り、下記による。
1. 地中梁符号 FG1
2. スラブ符号の向きは短辺(主筋)方向 ⟵ を示す。
3. 基礎梁・基礎小梁天端レベルは、1SL-200 とする。
4. 床天端レベルは、1SL±0 ＝ GL+100 とする。
（床上増打ちは、意匠図参照）

仕様材料	
鉄　筋	基準強度　SD295A　D16以下 SD345　D19以上
コンクリート	設計基準強度　Fc=21 N/mm² 強度補正値　S ＝ 3 N/mm²

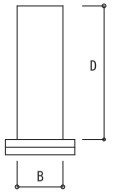
	プラン 11	３階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING １階基礎梁伏図	SCALE 1/100	DATE 2022.01.04	NO プラン11 S-01

基礎梁リスト　S=1/40

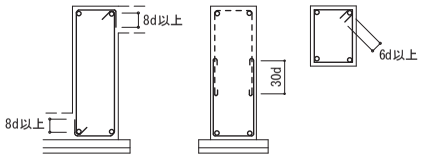
符　号	FG1	FG2	FG3	FB1	FB2
位　置	全断面	全断面	全断面	全断面	全断面
断面					
BxD	300 x 600	300 x 600	300 x 600	300 x 600	300 x 600
上端筋	4 - D19	3 - D19	3 - D19	3 - D16	3 - D16
下端筋	4 - D19	3 - D19	3 - D19	3 - D16	3 - D16
スターラップ	□- D10 @200	□- D10 @200	□- D10 @200	□- D10 @200	□- D10 @200
腹筋	2 - D10	2 - D10	2 - D10	2 - D10	2 - D10

共通事項　（特記なき限り下記による）

1．BxD



2．ＳＴＰ配筋要領　（下記いずれかによる。）



（スラブ側に限る。）

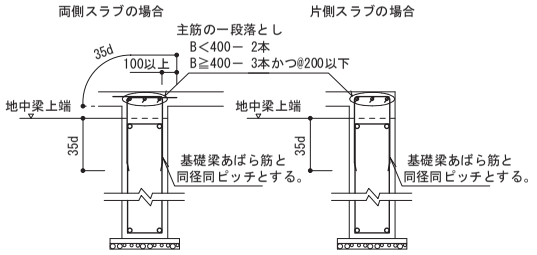
3．幅止筋

D10-@1000

4．鉄筋

D16以下　SD295A 使用
D19以上　SD345 使用
D29以上　SD390 使用

5．置スラブ配筋要領



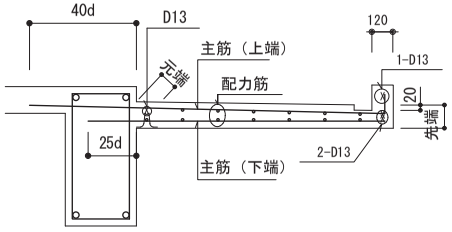
フカシ補強筋は、柱手前でアンカーとする。

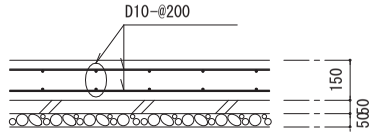
スラブリスト

符号	スラブ厚			短辺方向主筋	長辺方向配力筋
FS1	200		上筋	D13-@100	D13-@100
			下筋	D13-@100	D13-@100
			上筋		
			下筋		
			上筋		
			下筋		
			上筋		
			下筋		
			上筋		
			下筋		
			上筋		
			下筋		
			上筋		
			下筋		
			上筋		
			下筋		
			上筋		
			下筋		
			上筋		
			下筋		
			上筋		
			下筋		
			上筋		
			下筋		
			上筋		
			下筋		
CFS1	元端	250	上筋	D13-@200	D13-@200
	先端	200	下筋	D16-@100	D13-@200
	元端		上筋		
	先端		下筋		
	元端		上筋		
	先端		下筋		
	元端		上筋		
	先端		下筋		
	元端		上筋		
	先端		下筋		

（注）

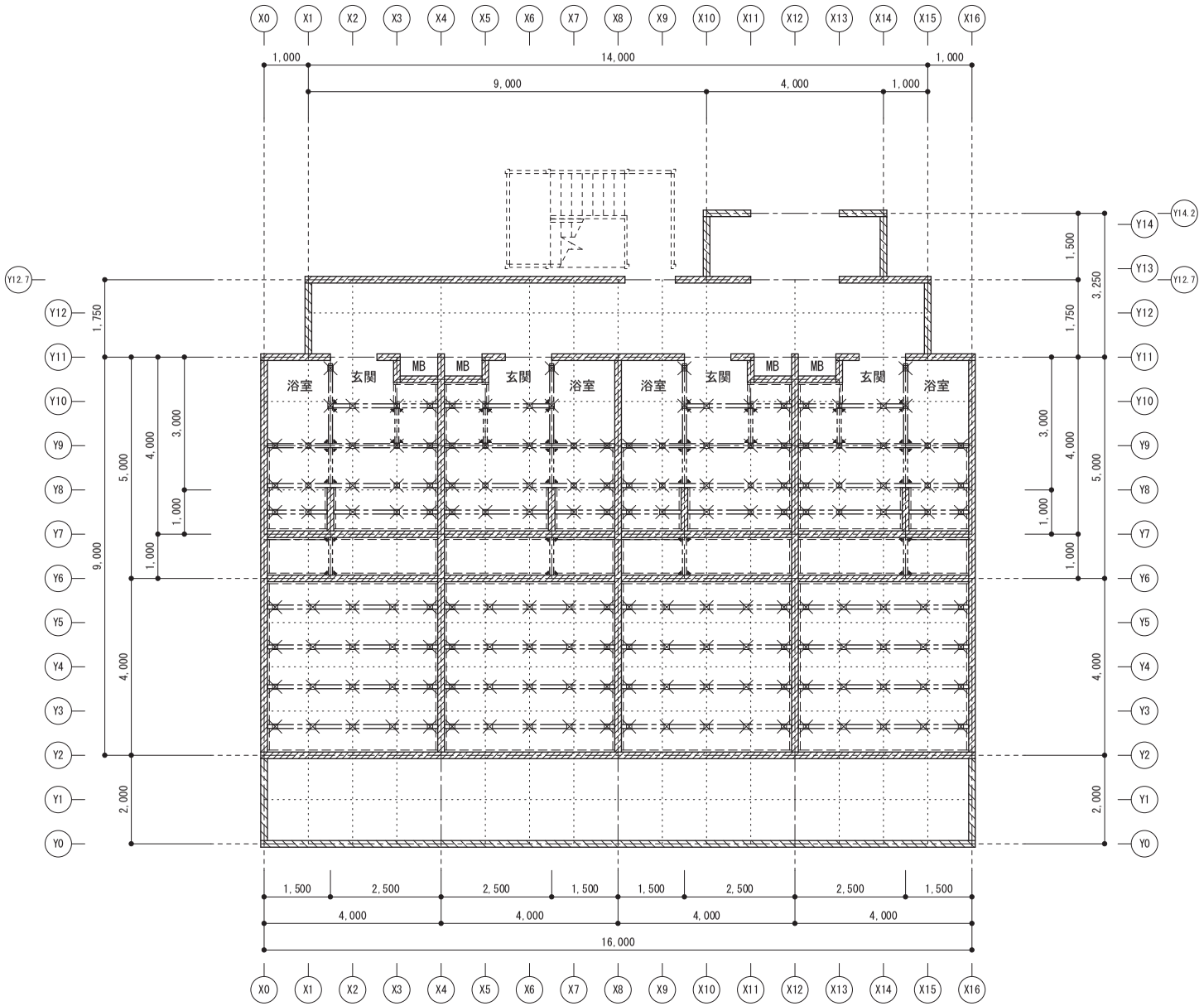
1. S はモチアミダブル配筋，CS は片持スラブの基準配筋を示す。
2. スラブと梁に高低差がある場合には、スラブ上端筋が下がるのを防ぐ為、ＳＴＰの脇に、D13を流す。
3. 片持スラブの配筋要領は下記とする。





土間コンクリート配筋要領

	プラン 11	3階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING 基礎リスト・スラブリスト	SCALE 1/40	DATE 2022.02.19	NO プラン11 S-02



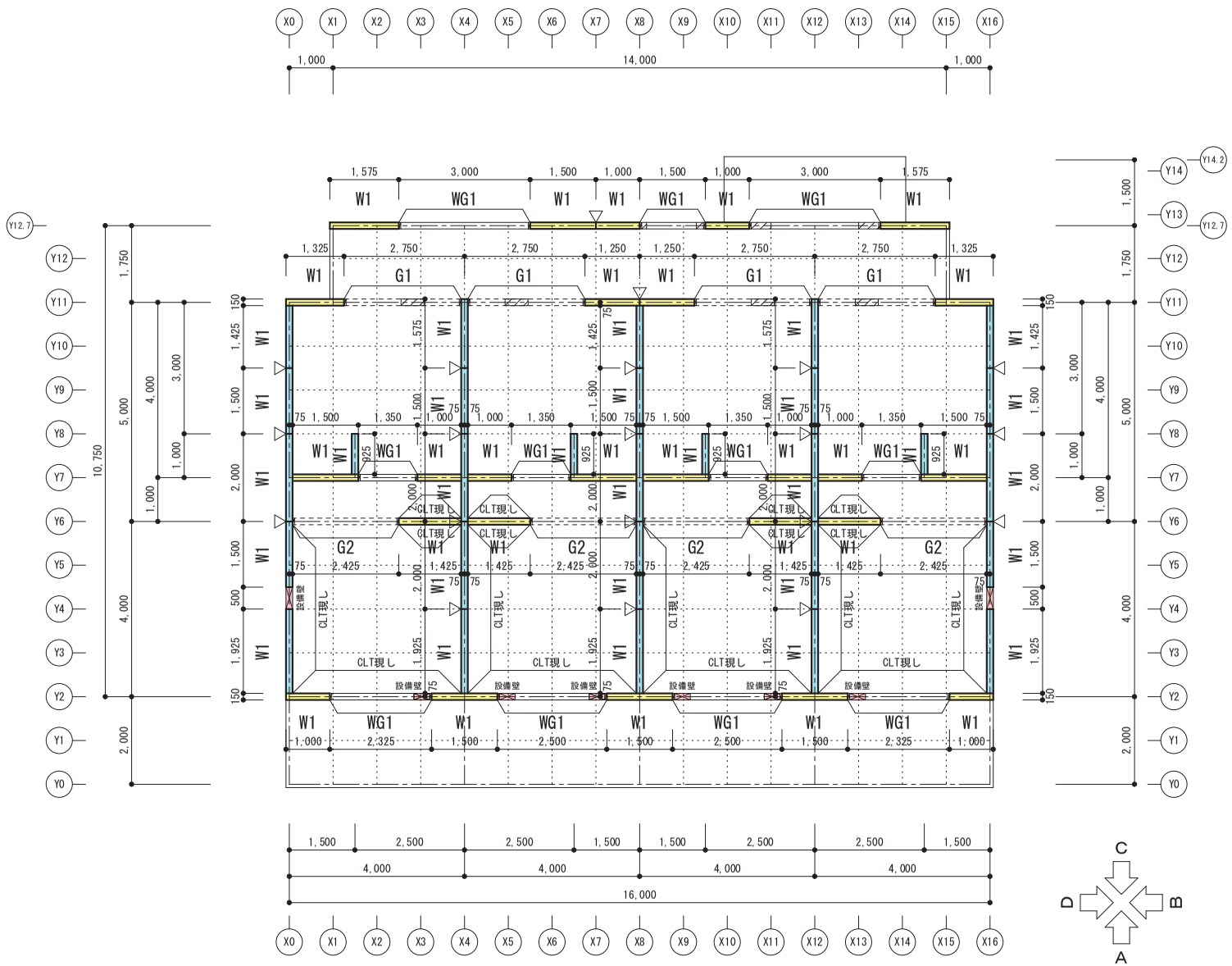
１階床伏図　S:1/100

凡　例		
	土台　150×105	天端 GL+525
	土台　105×105	天端 GL+525
	大引き　90×　90 @1000	天端 GL+735
	際根太　45×　90	天端 GL+735
	鋼製束 @1000	
	大引き受け金物	
大引き上部 構造用合板 t=28 張り		

部材リスト

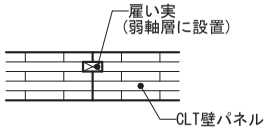
部位		断面	樹種・規格
土台		150×105	ベイツガ 加圧注入 AQ認証材
土台		105×105	ベイツガ 加圧注入 AQ認証材
大引		90×90	ベイツガ
ｷｿﾜ根太		90×45	ベイツガ
構造用合板		t=28	特類 2級 サネ加工品
特記			
構造用合板は住木センター認定接着剤併用の上くぎ打ちとする			

	プラン 11	３階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING １階床伏図	SCALE 1/100	DATE 2022.01.04	NO プラン11 S-03



1階壁パネル伏図（見上げ） S:1/100

軸組図方向



CLT壁パネル接合部

凡例

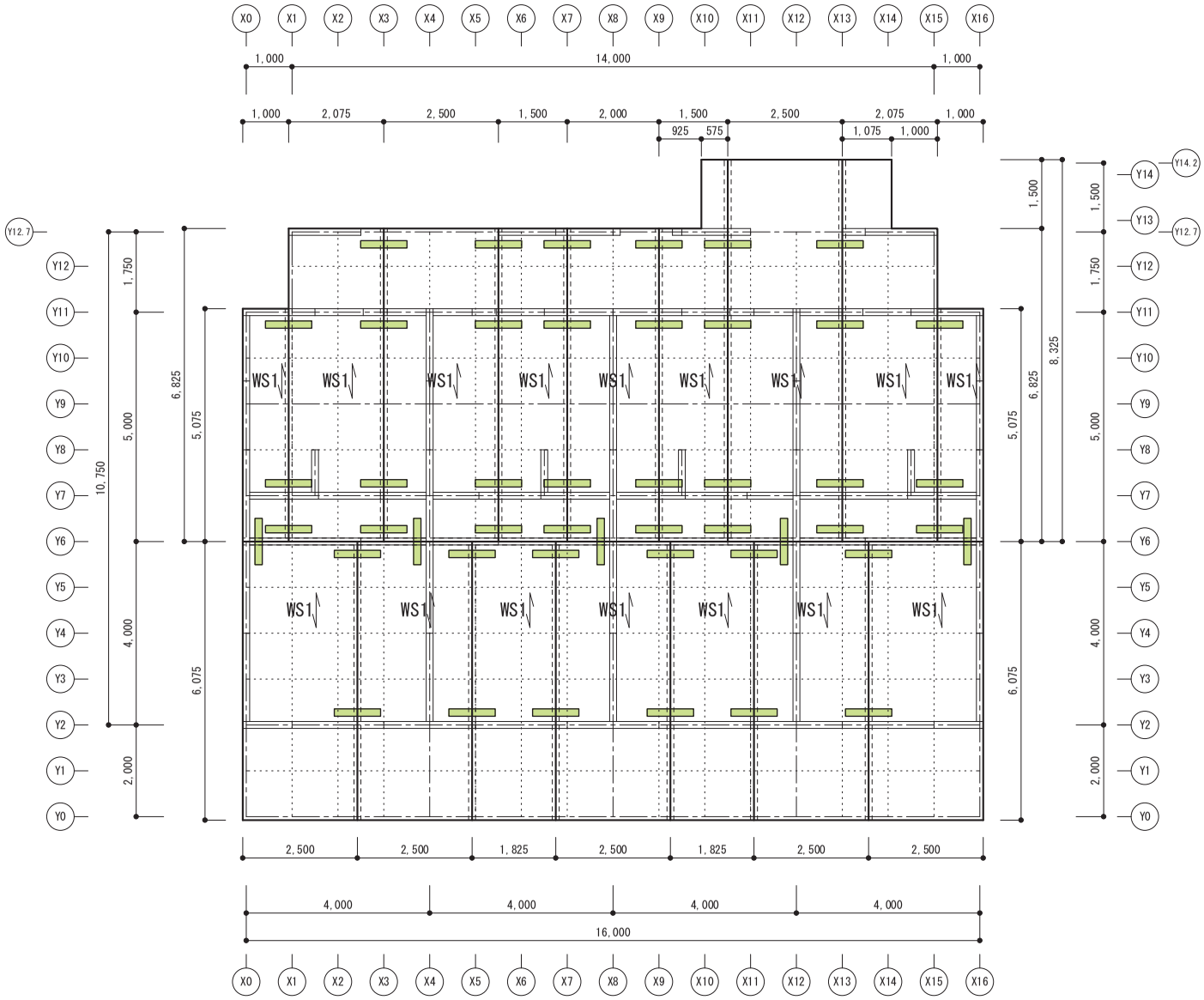
	CLT壁パネル
	設備壁 (Y2通りW=360 D=150)
	CLT垂れ壁
	集成材梁
	梁受材
	非耐力壁

部材リスト

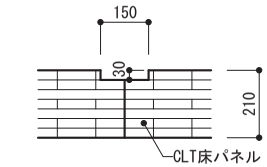
部位	符号	断面	樹種・規格
CLT壁ﾊﾟﾈﾙ	W1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5
CLT垂れ壁ﾊﾟﾈﾙ	WG1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5

部位	符号	断面	樹種・規格
集成材梁	G1	150×330	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
集成材梁	G2	150×300	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
梁受材		150×45	スギ

	プラン 11	３階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING １階壁パネル伏図	SCALE 1/100	DATE 2022.01.04	NO プラン11 S-04



２階床パネル伏図（見下げ） S:1/100



スプライン部分切欠き加工

凡例

	合板スプライン t=28 W=147 構造用合板 特類 2級
	帯金物 STF
	最外層ラミナ方向

部材リスト

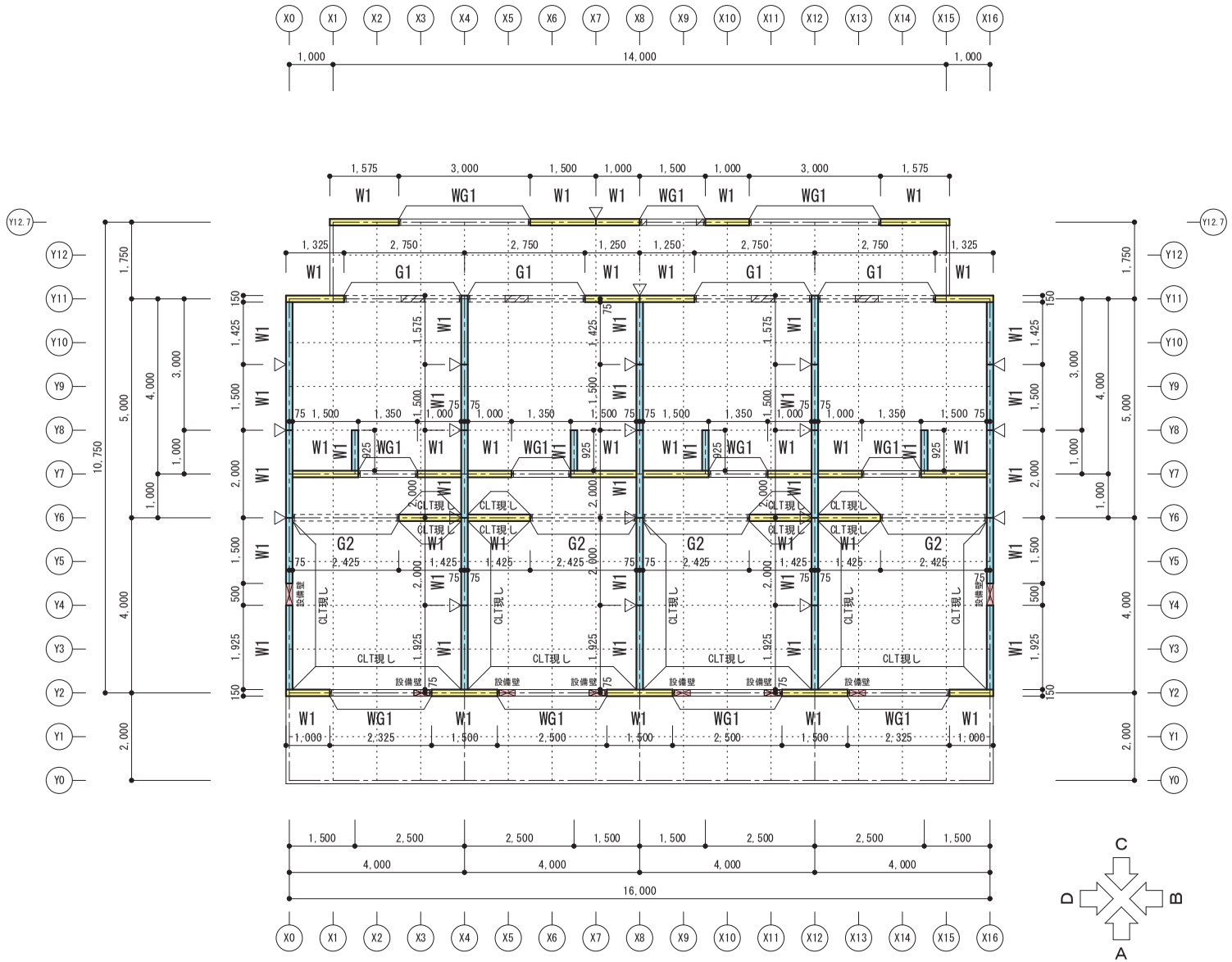
部位	符号	断面	樹種・規格
CLT床ﾊﾟﾈﾙ	WS1	5層7プライ t=210	スギ Mx60-5-7

部位	符号	断面	樹種・規格

設計図書1 P15

3階建て共同住宅(意匠図、構造図)

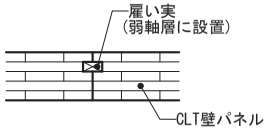
	プラン 11	３階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING ２階床パネル伏図	SCALE 1/100	DATE 2022.01.04	NO プラン11 S-05



２階壁パネル伏図（見上げ） S:1/100

C
D
B
A

軸組図方向



CLT壁パネル接合部

凡例

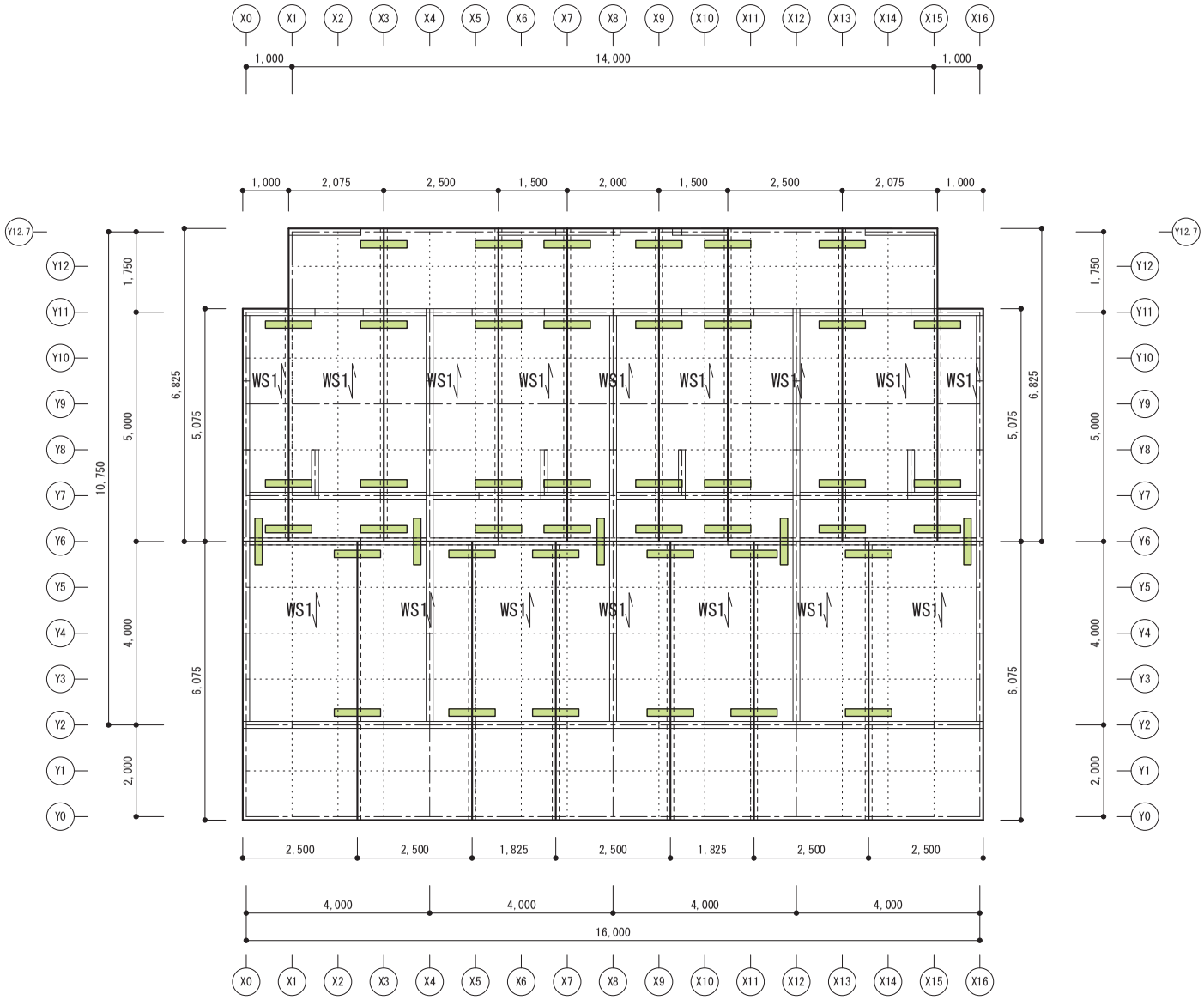
	CLT壁パネル
	設備壁 (Y2通りW=360 D=150)
	CLT垂れ壁
	集成材梁
	梁受材
	非耐力壁

部材リスト

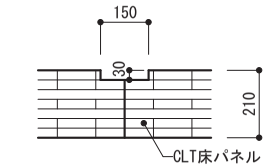
部位	符号	断面	樹種・規格
CLT壁ﾊﾟﾈﾙ	W1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5
CLT垂れ壁ﾊﾟﾈﾙ	WG1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5

部位	符号	断面	樹種・規格
集成材梁	G1	150×330	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
集成材梁	G2	150×300	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
梁受材		150×45	スギ

	プラン 11	３階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING ２階壁パネル伏図	SCALE 1/100	DATE 2022.01.04	NO プラン11 S-06



3階床パネル伏図（見下げ） S:1/100



ｽﾌﾟﾗｲﾝ部分切欠き加工

凡例

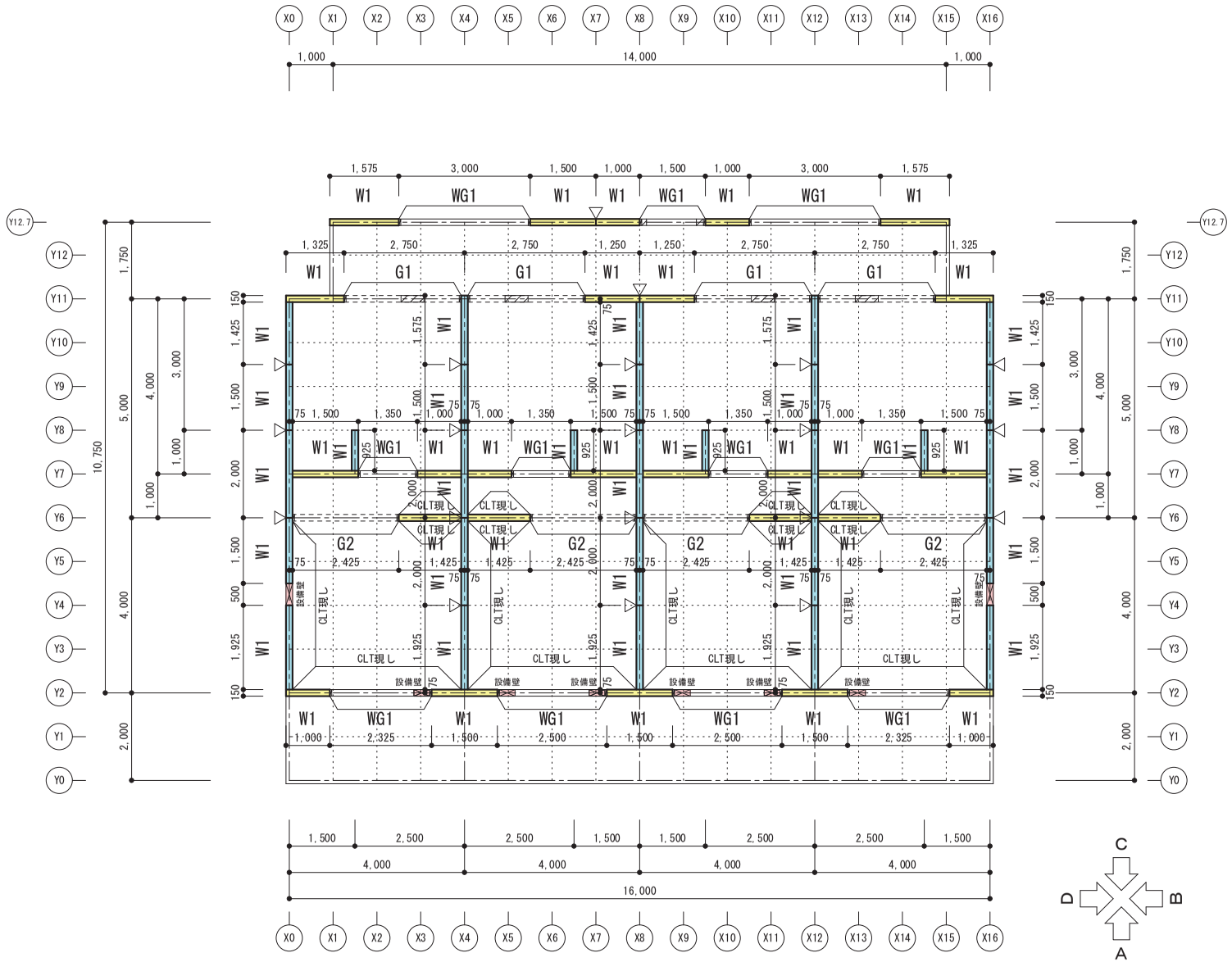
	合板スプライン t=28 W=147 構造用合板 特類 2級
	帯金物 STF
	最外層ラミナ方向

部材リスト

部位	符号	断面	樹種・規格
CLT床ﾊﾟﾈﾙ	WS1	5層7プライ t=210	スギ Mx60-5-7

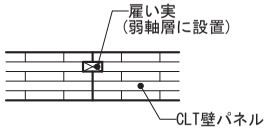
部位	符号	断面	樹種・規格

	プラン 11	3階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING 3階床パネル伏図	SCALE 1/100	DATE 2022.01.04	NO プラン11 S-07



3階壁パネル伏図（見上げ） S:1/100

軸組図方向



CLT壁パネル接合部

凡例

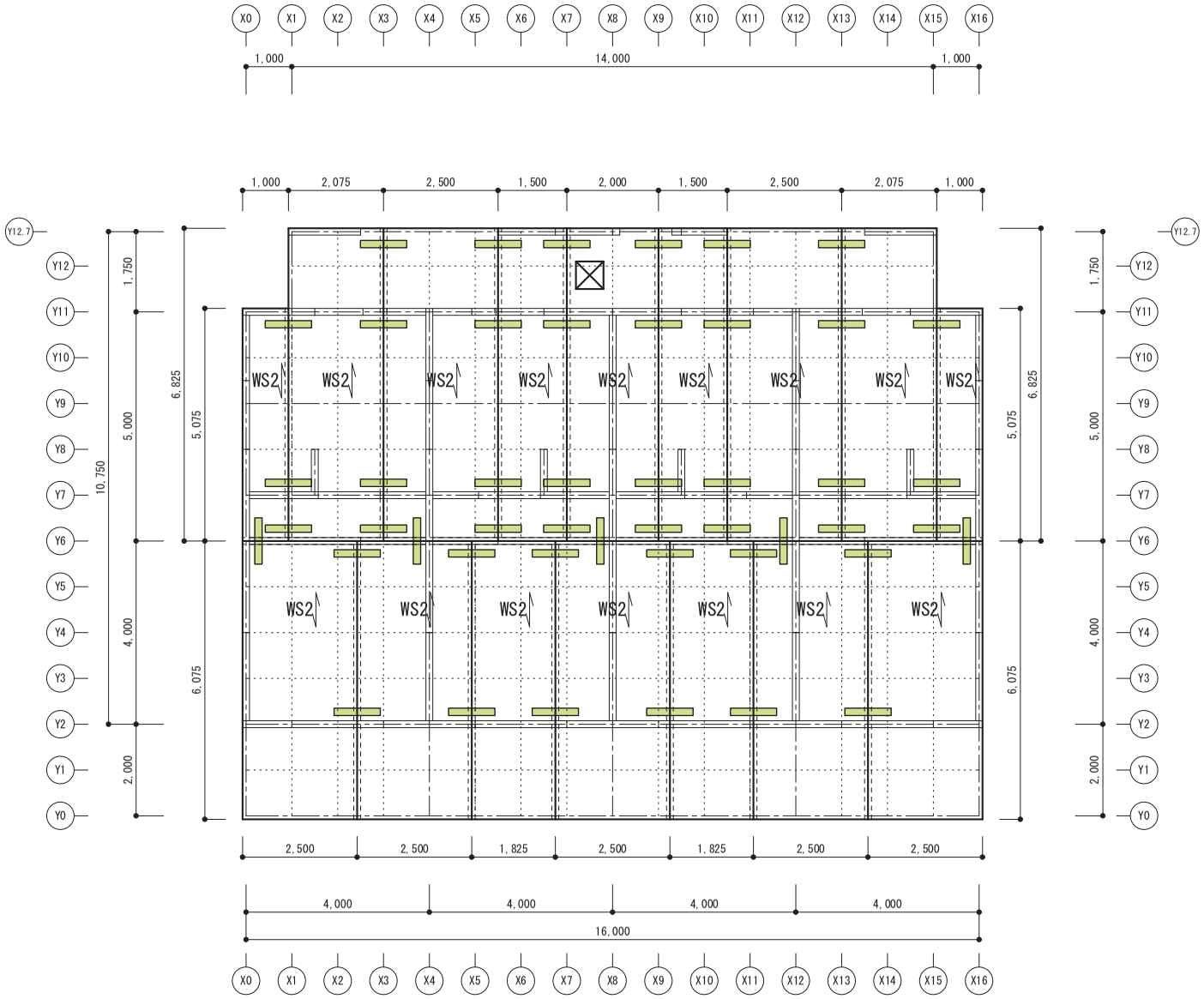
	CLT壁パネル
	設備壁 (Y2通りW=360 D=150)
	CLT垂れ壁
	集成材梁
	梁受材
	非耐力壁

部材リスト

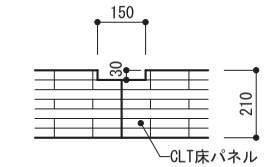
部位	符号	断面	樹種・規格
CLT壁ﾊﾟﾈﾙ	W1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5
CLT垂れ壁ﾊﾟﾈﾙ	WG1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5

部位	符号	断面	樹種・規格
集成材梁	G1	150×330	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
集成材梁	G2	150×300	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
梁受材		150×45	スギ

	プラン 11	3階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING 3階壁パネル伏図	SCALE 1/100	DATE 2022.01.04	NO プラン11 S-08



R階床パネル伏図（見下げ） S:1/100



スプライン部分切欠き加工

凡例

	合板スプライン t=28 W=147 構造用合板 特類 2級
	帯金物 STF
	最外層ラミナ方向

部材リスト

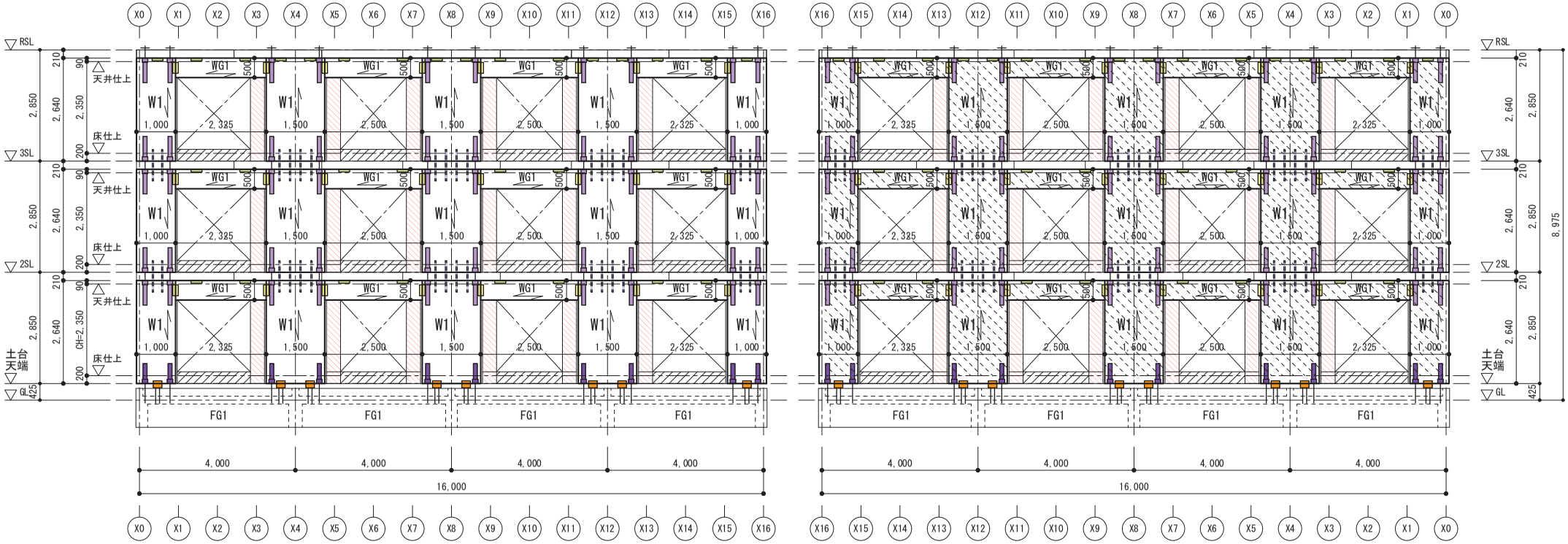
部位	符号	断面	樹種・規格
CLT天井ﾊﾟﾈﾙ	WS2	5層7プライ t=210	スギ Mx60-5-7

部位	符号	断面	樹種・規格

設計図書1 P19

3階建て共同住宅(意匠図、構造図)

	プラン 11	3階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING Ｒ階床パネル伏図	SCALE 1/100	DATE 2022.01.04	NO プラン11 S-09

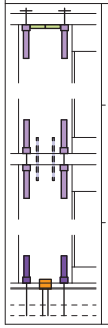


Y2 通り軸組図（A方向・外側）

Y2 通り軸組図（C方向・現し側）

設計図書1 P20

引張金物凡例（挿入型）



RSL 3階壁頭 ＋ R階床版 TC-DP ＋ W16 せん断金物 2-LST(1m当たり)	
2SL・3SL 2階壁頭 ＋ 3階壁脚 1階壁頭 ＋ 2階壁脚 TC-DP せん断金物 2-D32(1m当たり)	
1SL 基礎 ＋ 1階壁脚 TB-DP せん断金物 SBM-150P(1m当たり)	

せん断金物凡例

SBM-150P	
SP	
LST	

LST LST SP SP	床・天井：外周部 SPとLSTをセットで取付 (壁長1mにつき1セット)
LST LST LST LST	LSTを2枚セットで取付 (壁長1mにつき1セット)
LST LST LST LST	床・天井：内部 LSTを2枚セットで取付 (壁長1mにつき1セット)
SP SP SP SP	垂れ壁・腰壁： SPを2枚セットで取付 (片側2段または両側)

	室内側CLT現し仕上
	軸組による壁部分
	最外層ラミナ方向
	設備壁 (Y2通りW=360 D=150)

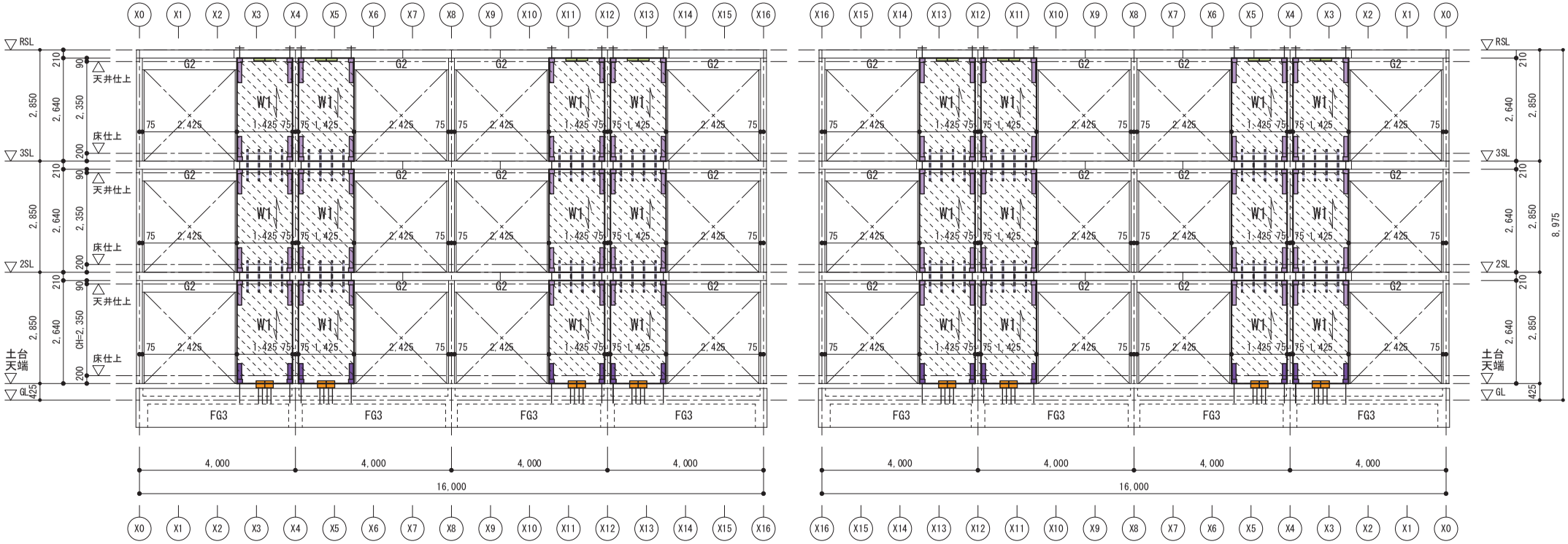
部材リスト

部位	符号	断面	樹種・規格
CLT壁ﾊﾟﾈﾙ	W1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5
CLT垂れ壁ﾊﾟﾈﾙ	WG1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5
CLT床ﾊﾟﾈﾙ	WS1	5層7プライ t=210	スギ Mx60-5-7
CLT天井ﾊﾟﾈﾙ	WS2	5層5プライ t=210	スギ Mx60-5-7

部位	符号	断面	樹種・規格
集成材梁	G1	150×330	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
集成材梁	G2	150×300	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
梁受材		150×45	スギ

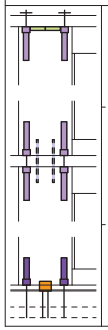
3階建て共同住宅(意匠図、構造図)

	プラン 11	3階建て共同住宅	TYPE CLTパネル工法（ルート1）	DRAWING 軸組図(1) [Y2通り]	SCALE 1/100	DATE 2022.02.07	NO プラン11 S-10



Y6 通り軸組図（Ａ方向・現し側）

Y6 通り軸組図（Ｃ方向・現し側）

引張金物凡例（挿入型）	
	RSL 3階壁頭 ＋ R階床版 TC-DP ＋ W16 せん断金物 2-LST(1m当たり) 2SL・3SL 2階壁頭 ＋ 3階壁脚 1階壁頭 ＋ 2階壁脚 TC-DP せん断金物 2-D32(1m当たり) 1SL 基礎 ＋ 1階壁脚 TB-DP せん断金物 SBM-150P(1m当たり)

せん断金物凡例	
	SBM-150P
	SP
	LST

LST LST SP SP	床・天井：外周部 SPとLSTをセットで取付 (壁長1mにつき1セット)
LST LST LST LST	LSTを2枚セットで取付 (壁長1mにつき1セット)
LST LST LST LST	床・天井：内部 LSTを2枚セットで取付 (壁長1mにつき1セット)
SP SP SP SP	垂れ壁・腰壁： SPを2枚セットで取付 (片側2段または両側)

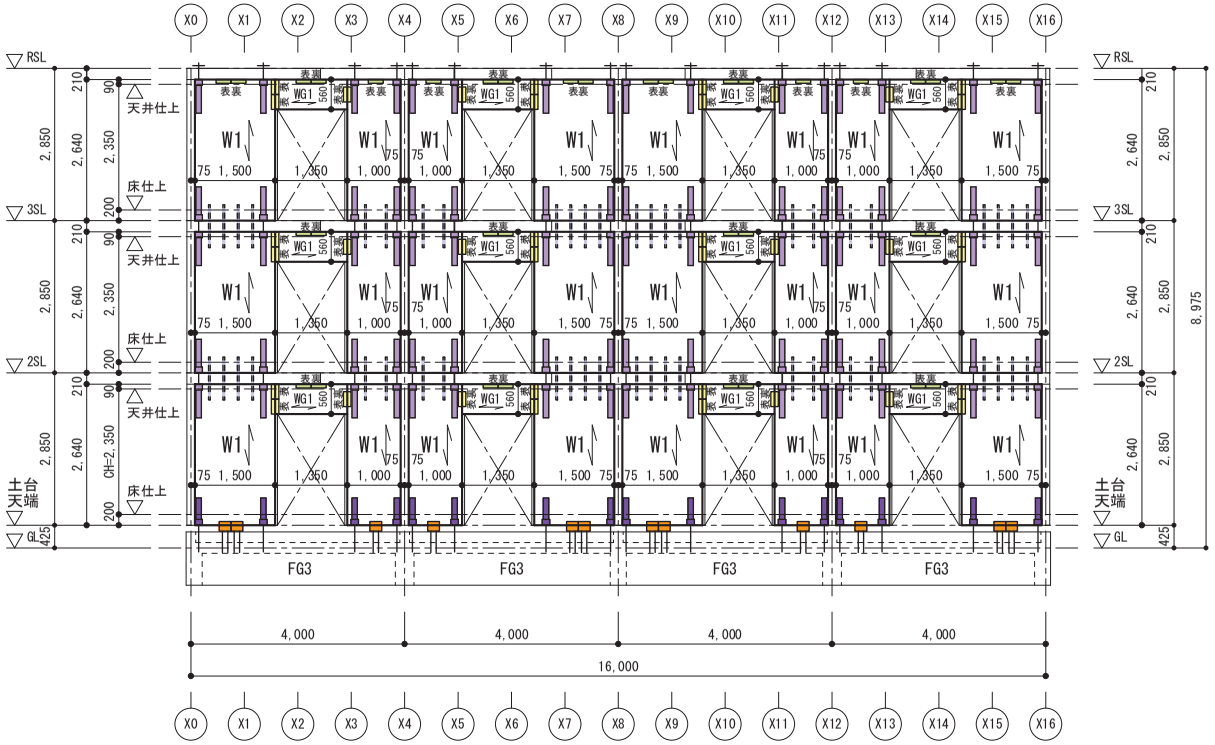
	室内側CLT現し仕上
	軸組による壁部分
	最外層ラミナ方向

部材リスト

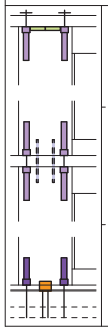
部位	符号	断面	樹種・規格
CLT壁ﾊﾟﾈﾙ	W1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5
CLT垂れ壁ﾊﾟﾈﾙ	WG1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5
CLT床ﾊﾟﾈﾙ	WS1	5層7プライ t=210	スギ Mx60-5-7
CLT天井ﾊﾟﾈﾙ	WS2	5層5プライ t=210	スギ Mx60-5-7

部位	符号	断面	樹種・規格
集成材梁	G1	150×330	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
集成材梁	G2	150×300	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
梁受材		150×45	スギ

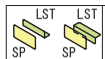
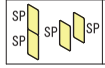
	プラン 11	３階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING 軸組図(2) [Y6通り]	SCALE 1/100	DATE 2022.02.07	NO プラン11 S-11



Y7 通り軸組図 （A方向）

引張金物凡例（挿入型）	
	RSL 3階壁頭 ＋ R階床版 TC-DP ＋ W16 せん断金物 2-LST（1m当たり）
	2SL・3SL 2階壁頭 ＋ 3階壁脚 1階壁頭 ＋ 2階壁脚 TC-DP せん断金物 2-D32（1m当たり）
	1SL 基礎 ＋ 1階壁脚 TB-DP せん断金物 SBM-150P（1m当たり）

せん断金物凡例	
	SBM-150P
	SP
	LST

	床・天井：外周部 SPとLSTをセットで取付 （壁長1mにつき1セット）
	LSTを2枚セットで取付 （壁長1mにつき1セット）
	床・天井：内部 LSTを2枚セットで取付 （壁長1mにつき1セット）
	垂れ壁・腰壁： SPを2枚セットで取付 （片側2段または両側）

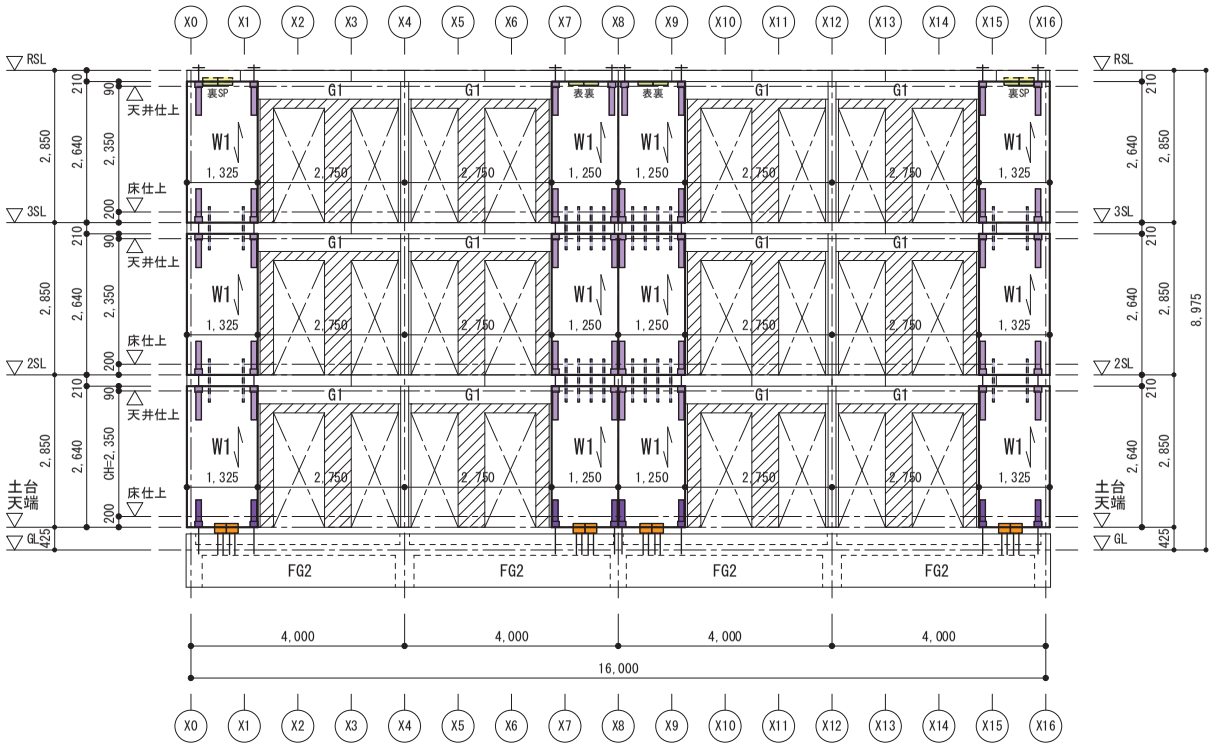
	室内側CLT現し仕上
	軸組による壁部分
	最外層ラミナ方向

部材リスト

部位	符号	断面	樹種・規格
CLT壁ﾊﾟﾈﾙ	W1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5
CLT垂れ壁ﾊﾟﾈﾙ	WG1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5
CLT床ﾊﾟﾈﾙ	WS1	5層7プライ t=210	スギ Mx60-5-7
CLT天井ﾊﾟﾈﾙ	WS2	5層5プライ t=210	スギ Mx60-5-7

部位	符号	断面	樹種・規格
集成材梁	G1	150×330	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
集成材梁	G2	150×300	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
梁受材		150×45	スギ

	プラン 11	3階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING 軸組図(3) [Y7通り]	SCALE 1/100	DATE 2022.02.07	NO プラン11 S-12



Y11 通り軸組図（A方向）

引張金物凡例（挿入型）

RSL	3階壁頭 ＋ R階床版 TC-DP ＋ W16 せん断金物 2-LST(1m当たり)
2SL・3SL	2階壁頭 ＋ 3階壁脚 1階壁頭 ＋ 2階壁脚 TC-DP せん断金物 2-D32(1m当たり)
1SL	基礎 ＋ 1階壁脚 TB-DP せん断金物 SBM-150P(1m当たり)

せん断金物凡例	
	SBM-150P
	SP
	LST

	床・天井：外周部 SPとLSTをセットで取付 (壁長1mにつき1セット)
	LSTを2枚セットで取付 (壁長1mにつき1セット)
	床・天井：内部 LSTを2枚セットで取付 (壁長1mにつき1セット)
	垂れ壁・腰壁： SPを2枚セットで取付 (片側2段または両側)

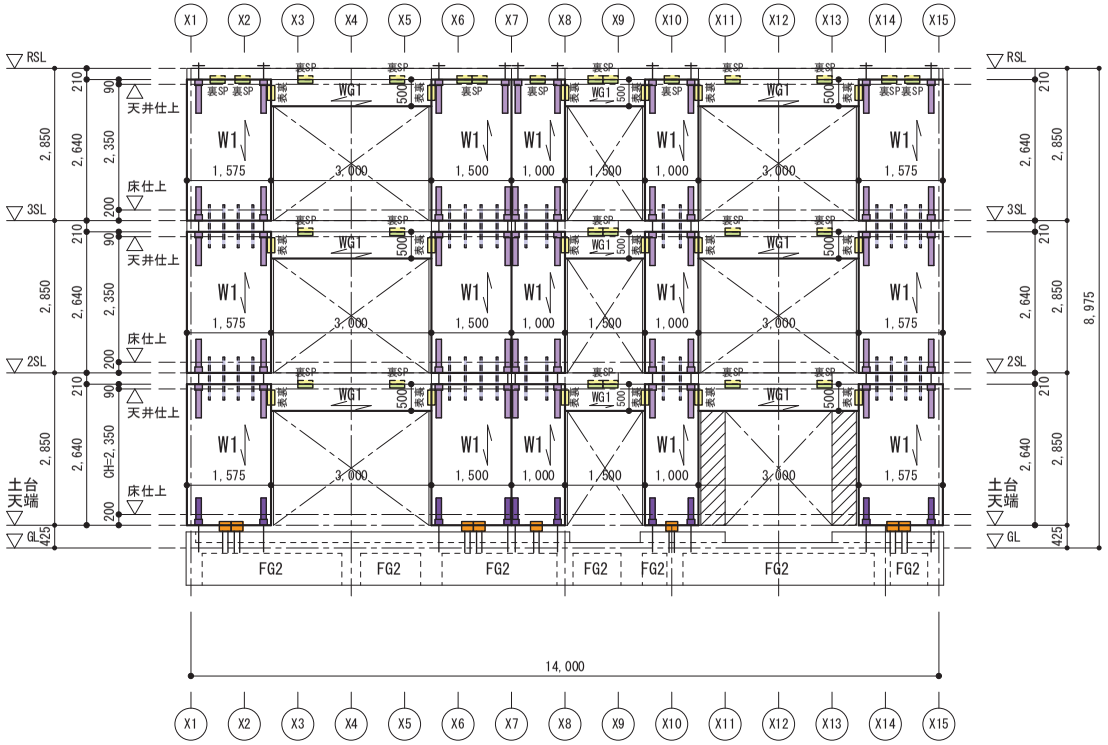
	室内側CLT現し仕上
	軸組による壁部分
	最外層ラミナ方向

部材リスト

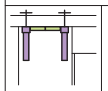
部位	符号	断面	樹種・規格
CLT壁ﾊﾟﾈﾙ	W1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5
CLT垂れ壁ﾊﾟﾈﾙ	WG1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5
CLT床ﾊﾟﾈﾙ	WS1	5層7プライ t=210	スギ Mx60-5-7
CLT天井ﾊﾟﾈﾙ	WS2	5層5プライ t=210	スギ Mx60-5-7

部位	符号	断面	樹種・規格
集成材梁	G1	150×330	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
集成材梁	G2	150×300	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
梁受材		150×45	スギ

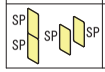
	プラン 11	３階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING 軸組図(4) [Y11通り]	SCALE 1/100	DATE 2022.02.07	NO プラン11 S-13



Y12.7 通り軸組図（A方向）

引張金物凡例（挿入型）	
	RSL 3階壁頭 ＋ R階床版 TC-DP ＋ W16 せん断金物 2-LST(1m当たり)
	2SL・3SL 2階壁頭 ＋ 3階壁脚 1階壁頭 ＋ 2階壁脚 TC-DP せん断金物 2-D32(1m当たり)
	1SL 基礎 ＋ 1階壁脚 TB-DP せん断金物 SBM-150P(1m当たり)

せん断金物凡例	
	SBM-150P
	SP
	LST

	床・天井：外周部 SPとLSTをセットで取付 (壁長1mにつき1セット)
	LSTを2枚セットで取付 (壁長1mにつき1セット)
	床・天井：内部 LSTを2枚セットで取付 (壁長1mにつき1セット)
	垂れ壁・腰壁： SPを2枚セットで取付 (片側2段または両側)

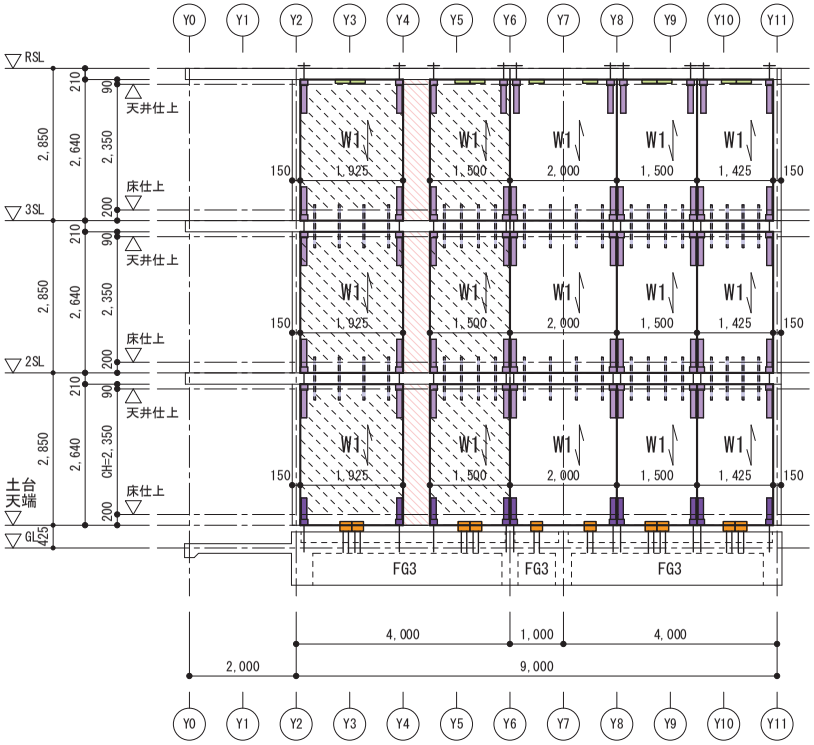
	室内側CLT現し仕上
	軸組による壁部分
	最外層ラミナ方向

部材リスト

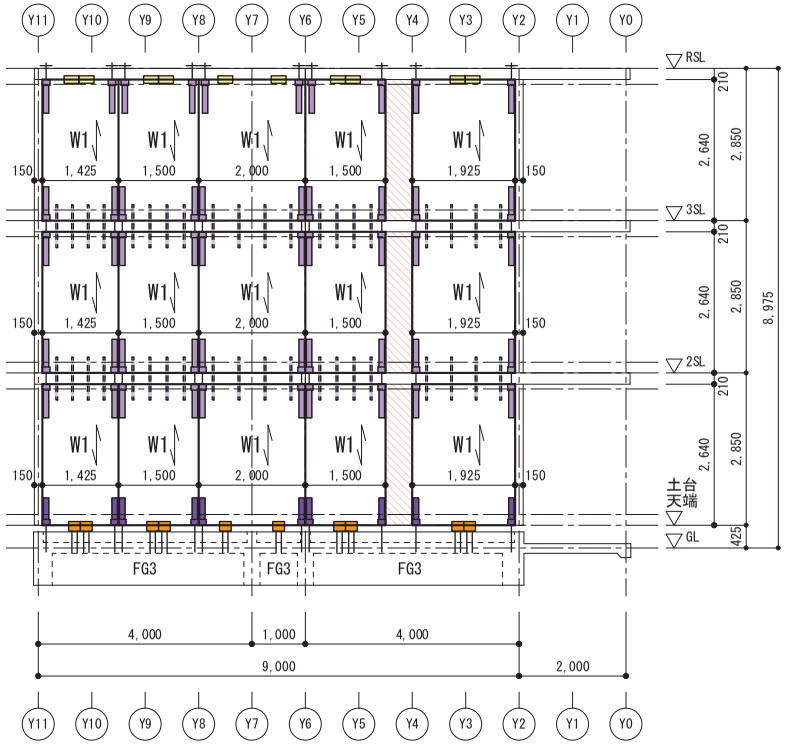
部位	符号	断面	樹種・規格
CLT壁ﾊﾟﾈﾙ	W1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5
CLT垂れ壁ﾊﾟﾈﾙ	WG1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5
CLT床ﾊﾟﾈﾙ	WS1	5層7プライ t=210	スギ Mx60-5-7
CLT天井ﾊﾟﾈﾙ	WS2	5層5プライ t=210	スギ Mx60-5-7

部位	符号	断面	樹種・規格
集成材梁	G1	150×330	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
集成材梁	G2	150×300	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
梁受材		150×45	スギ

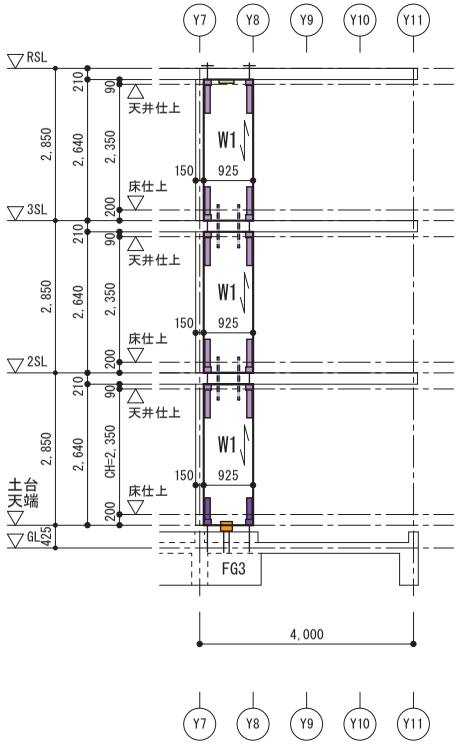
	プラン 11	3階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING 軸組図(5) [Y12.7通り]	SCALE 1/100	DATE 2022.02.07	NO プラン11 S-14



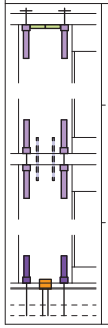
X0 通り軸組図（B方向・現し側）



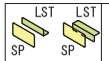
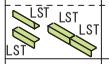
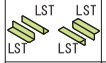
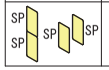
X0 通り軸組図（D方向・外側）



X1.5・X6.5・X9.5・X14.5 通り軸組図（B方向）

引張金物凡例（挿入型）	
	RSL 3階壁頭 ＋ R階床版 TC-DP ＋ W16 せん断金物 2-LST(1m当たり) 2SL・3SL 2階壁頭 ＋ 3階壁脚 1階壁頭 ＋ 2階壁脚 TC-DP せん断金物 2-D32(1m当たり) 1SL 基礎 ＋ 1階壁脚 TB-DP せん断金物 SBM-150P(1m当たり)

せん断金物凡例	
	SBM-150P
	SP
	LST

	床・天井：外周部 SPとLSTをセットで取付 （壁長1mにつき1セット）
	LSTを2枚セットで取付 （壁長1mにつき1セット）
	床・天井：内部 LSTを2枚セットで取付 （壁長1mにつき1セット）
	垂れ壁・腰壁： SPを2枚セットで取付 （片側2段または両側）

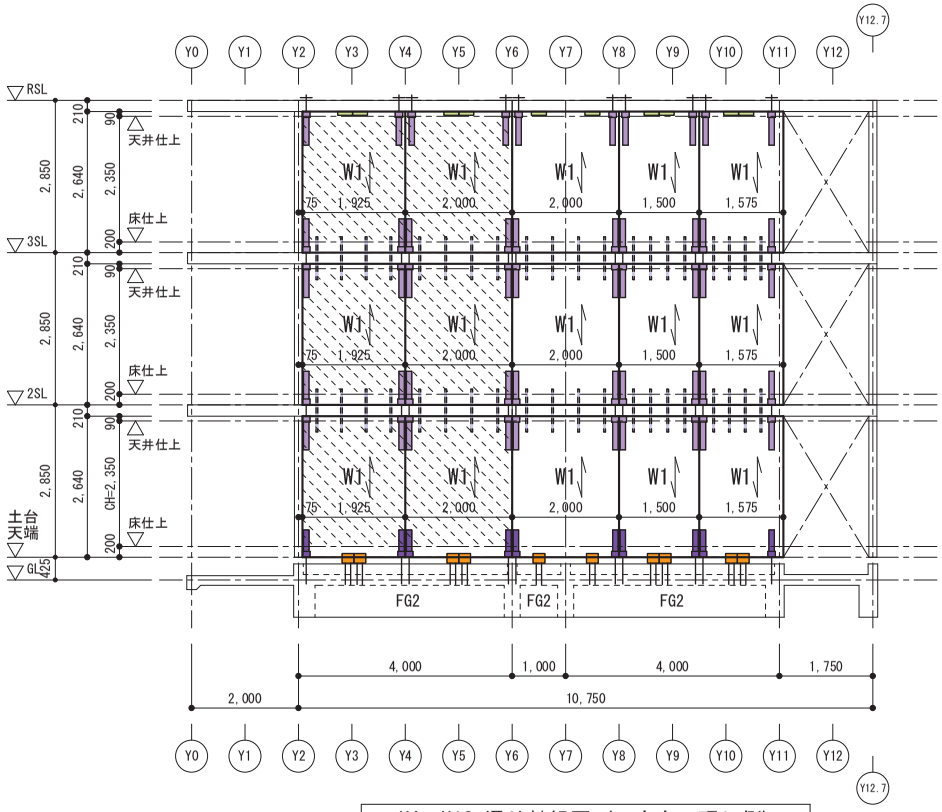
	室内側CLT現し仕上
	軸組による壁部分
	最外層ラミナ方向
	設備壁

部材リスト

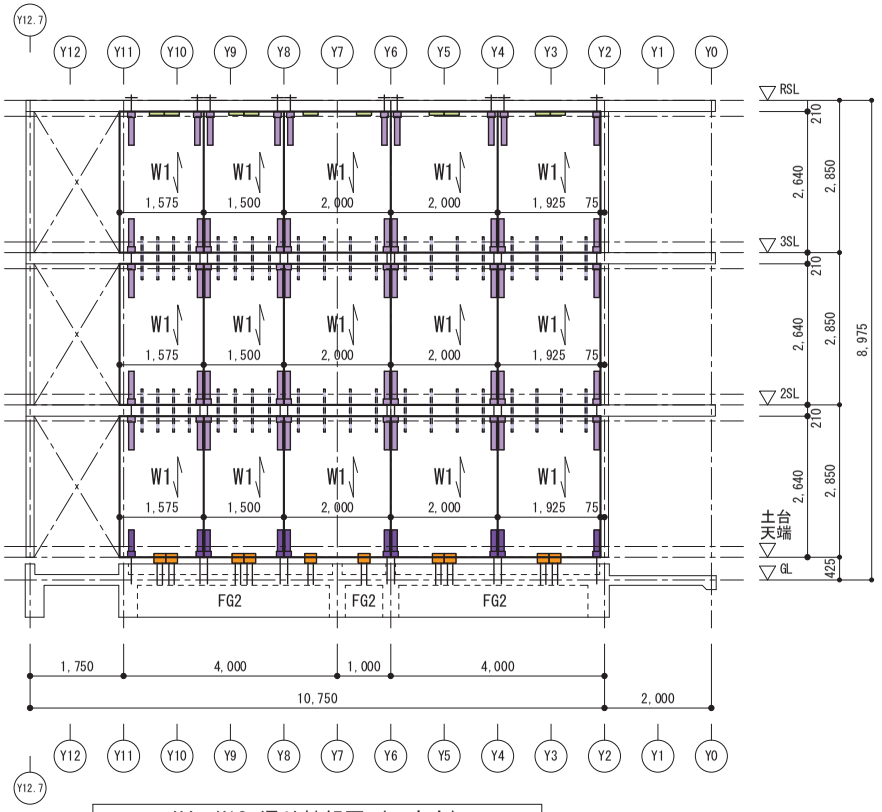
部位	符号	断面	樹種・規格
CLT壁ﾊﾟﾈﾙ	W1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5
CLT垂れ壁ﾊﾟﾈﾙ	WG1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5
CLT床ﾊﾟﾈﾙ	WS1	5層7プライ t=210	スギ Mx60-5-7
CLT天井ﾊﾟﾈﾙ	WS2	5層5プライ t=210	スギ Mx60-5-7

部位	符号	断面	樹種・規格
集成材梁	G1	150×330	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
集成材梁	G2	150×300	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
梁受材		150×45	スギ

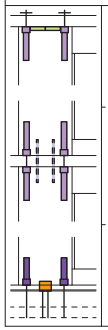
	プラン 11	３階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING 軸組図(6) [X0通り] [X1.5・X6.5・X9.5・X14.5 通り]	SCALE 1/100	DATE 2022.02.07	NO プラン11 S-15



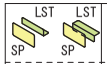
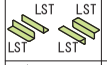
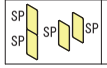
X4・X12 通り軸組図（B方向・現し側）



X4・X12 通り軸組図（D方向）

引張金物凡例（挿入型）	
	RSL 3階壁頭 ＋ R階床版 TC-DP ＋ W16 せん断金物 2-LST（1m当たり） 2SL・3SL 2階壁頭 ＋ 3階壁脚 1階壁頭 ＋ 2階壁脚 TC-DP せん断金物 2-D32（1m当たり） 1SL 基礎 ＋ 1階壁脚 TB-DP せん断金物 SBM-150P（1m当たり）

せん断金物凡例	
	SBM-150P
	SP
	LST

	床・天井：外周部 SPとLSTをセットで取付 （壁長1mにつき1セット）
	LSTを2枚セットで取付 （壁長1mにつき1セット）
	床・天井：内部 LSTを2枚セットで取付 （壁長1mにつき1セット）
	垂れ壁・腰壁： SPを2枚セットで取付 （片側2段または両側）

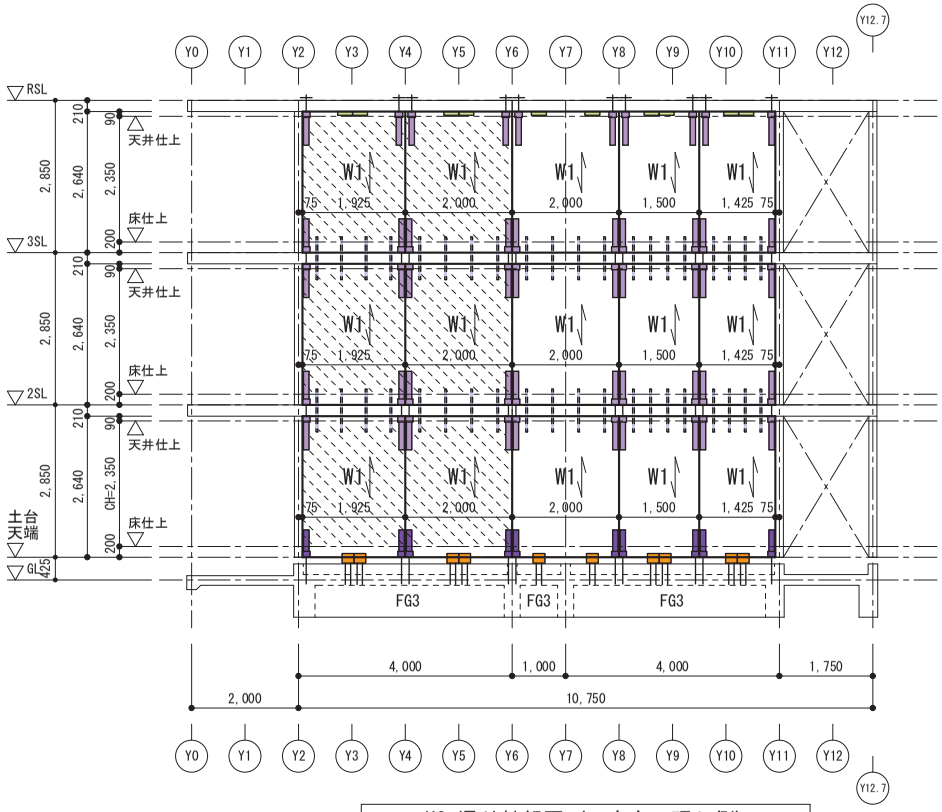
	室内側CLT現し仕上
	軸組による壁部分
	最外層ラミナ方向

部材リスト

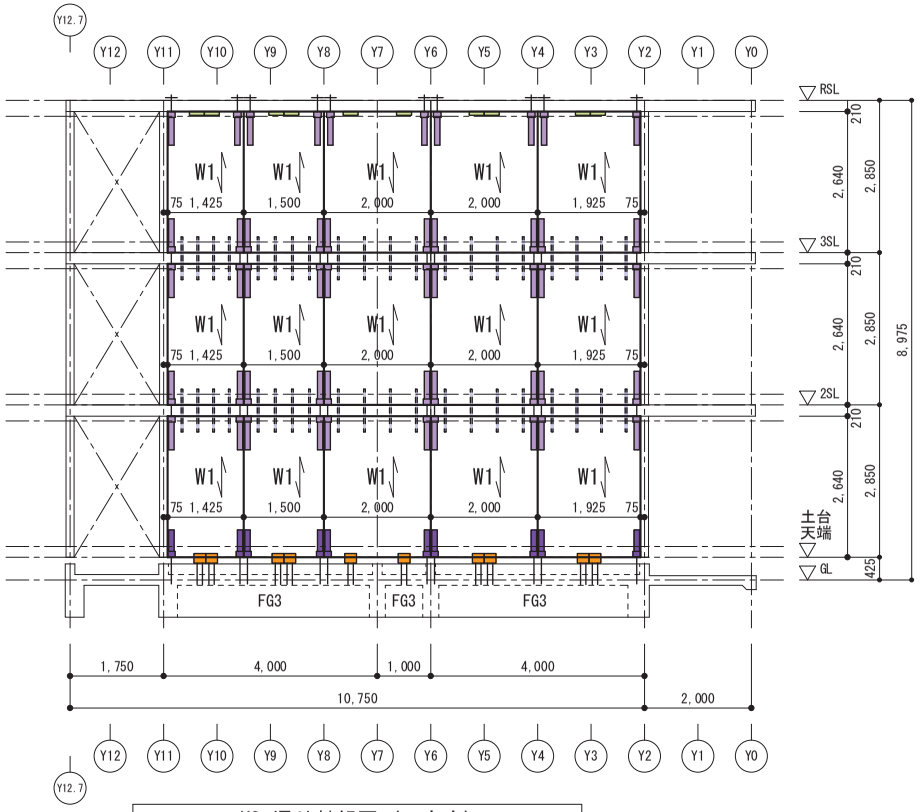
部位	符号	断面	樹種・規格
CLT壁ﾊﾟﾈﾙ	W1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5
CLT垂れ壁ﾊﾟﾈﾙ	WG1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5
CLT床ﾊﾟﾈﾙ	WS1	5層7プライ t=210	スギ Mx60-5-7
CLT天井ﾊﾟﾈﾙ	WS2	5層5プライ t=210	スギ Mx60-5-7

部位	符号	断面	樹種・規格
集成材梁	G1	150×330	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
集成材梁	G2	150×300	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
梁受材		150×45	スギ

	プラン 11	３階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING 軸組図(7) [X4・X12通り]	SCALE 1/100	DATE 2022.02.07	NO プラン11 S-16

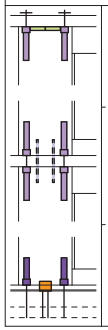


X8 通り軸組図（B方向・現し側）



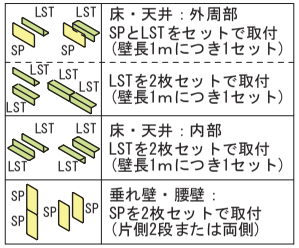
X8 通り軸組図（D方向）

引張金物凡例（挿入型）



RSL 3階壁頭 ＋ R階床版 TC-DP ＋ W16 せん断金物 2-LST(1m当たり)	
2SL・3SL 2階壁頭 ＋ 3階壁脚 1階壁頭 ＋ 2階壁脚 TC-DP せん断金物 2-D32(1m当たり)	
1SL 基礎 ＋ 1階壁脚 TB-DP せん断金物 SBM-150P(1m当たり)	

せん断金物凡例	
	SBM-150P
	SP
	LST



	床・天井：外周部 SPとLSTをセットで取付 （壁長1mにつき1セット）
	LSTを2枚セットで取付 （壁長1mにつき1セット）
	床・天井：内部 LSTを2枚セットで取付 （壁長1mにつき1セット）
	垂れ壁・腰壁： SPを2枚セットで取付 （片側2段または両側）

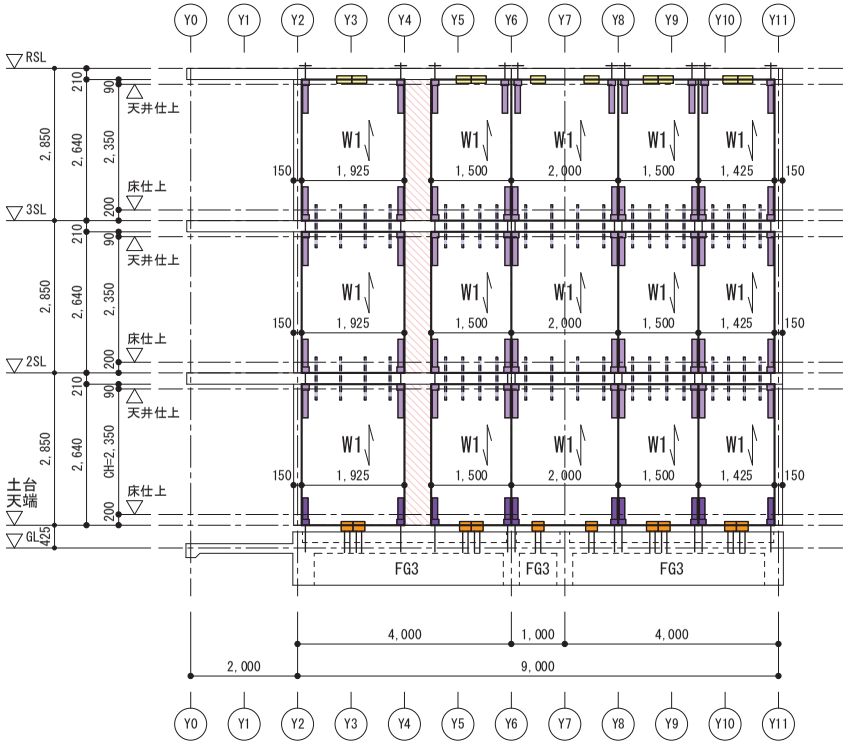
	室内側CLT現し仕上
	軸組による壁部分
	最外層ラミナ方向

部材リスト

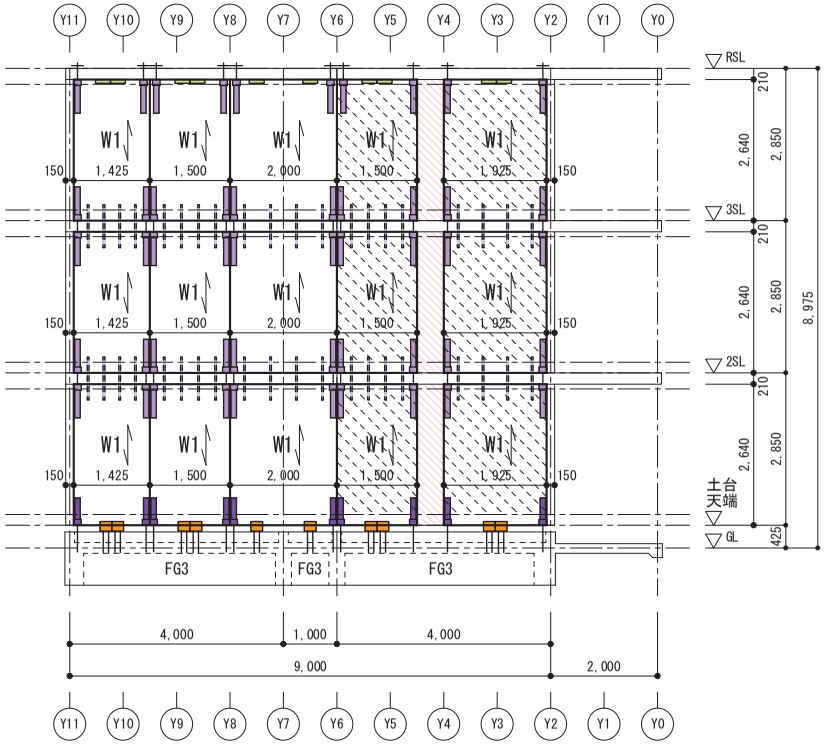
部位	符号	断面	樹種・規格
CLT壁ﾊﾟﾈﾙ	W1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5
CLT垂れ壁ﾊﾟﾈﾙ	WG1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5
CLT床ﾊﾟﾈﾙ	WS1	5層7プライ t=210	スギ Mx60-5-7
CLT天井ﾊﾟﾈﾙ	WS2	5層5プライ t=210	スギ Mx60-5-7

部位	符号	断面	樹種・規格
集成材梁	G1	150×330	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
集成材梁	G2	150×300	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
梁受材		150×45	スギ

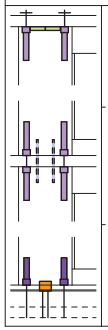
	プラン 11	３階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING 軸組図(8) [X8通り]	SCALE 1/100	DATE 2022.02.07	NO プラン11 S-17



X16 通り軸組図（B方向・外側）



X16 通り軸組図（D方向・現し側）

引張金物凡例（挿入型）	
	RSL 3階壁頭 ＋ R階床版 TC-DP ＋ W16 せん断金物 2-LST(1m当たり) 2SL・3SL 2階壁頭 ＋ 3階壁脚 1階壁頭 ＋ 2階壁脚 TC-DP せん断金物 2-D32(1m当たり) 1SL 基礎 ＋ 1階壁脚 TB-DP せん断金物 SBM-150P(1m当たり)

せん断金物凡例	
	SBM-150P
	SP
	LST

LST LST SP SP	床・天井：外周部 SPとLSTをセットで取付 （壁長1mにつき1セット）
LST LST LST LST	LSTを2枚セットで取付 （壁長1mにつき1セット）
LST LST LST LST	床・天井：内部 LSTを2枚セットで取付 （壁長1mにつき1セット）
SP SP SP SP	垂れ壁・腰壁： SPを2枚セットで取付 （片側2段または両側）

	室内側CLT現し仕上
	軸組による壁部分
	最外層ラミナ方向
	設備壁

部材リスト

部位	符号	断面	樹種・規格
CLT壁ﾊﾟﾈﾙ	W1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5
CLT垂れ壁ﾊﾟﾈﾙ	WG1	5層5プライ t=150	スギ Mx60-5-5
CLT床ﾊﾟﾈﾙ	WS1	5層7プライ t=210	スギ Mx60-5-7
CLT天井ﾊﾟﾈﾙ	WS2	5層5プライ t=210	スギ Mx60-5-7

部位	符号	断面	樹種・規格
集成材梁	G1	150×330	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
集成材梁	G2	150×300	ｵｳｼｭｳｱｶﾏﾂ E105-F300
梁受材		150×45	スギ

	プラン 11	３階建て共同住宅	TYPE ＣＬＴパネル工法（ルート１）	DRAWING 軸組図(9)［X16通り］	SCALE 1/100	DATE 2022.02.07	NO プラン11 S-18

■ 外部仕上

部　位	仕　様
屋根	カラーガルバリウム鋼板 t=0.4（切妻：2.5寸・3.75寸）
	アスファルトルーフィング
	構造用合板 t=15
	通気胴縁 15×45 @45
	透湿防水シート
	鼻隠・破風：ガルバリウム鋼板巻
	軒先・けらば端部：軒先換気部材　　棟：換気棟
	軒樋・竪樋：ガルバリウム鋼板
軒裏	ケイカル板 t=12　EP塗
	木製野縁下地

部　位	仕　様
外壁	窯業系サイディング t=15
	縦胴縁 15×45 @455（接合部 15×90）　透湿防水シート
	横胴縁 30×45 @455　透湿防水シート
	横胴縁間に断熱材挿入
断熱材	外張断熱：グラスウール 32K t=25
	天井　　：グラスウール 24K t=100
	1階床　　：押出法ポリスチレンフォーム3種b t=45
防湿	土台水切：ガルバリウム鋼板
	ねこ土台

部　位	仕　様
開口部	アルミサッシ　網戸　ガラス：Low-e複層ガラス
	玄関ドア：アルミ2枚引きドア(車イス対応)
エントランス	床：タイル貼　土間コンクリート　水勾配付
	スロープ：モルタル刷毛引　手摺
デッキ	人工木デッキ
	アルミ型材下地

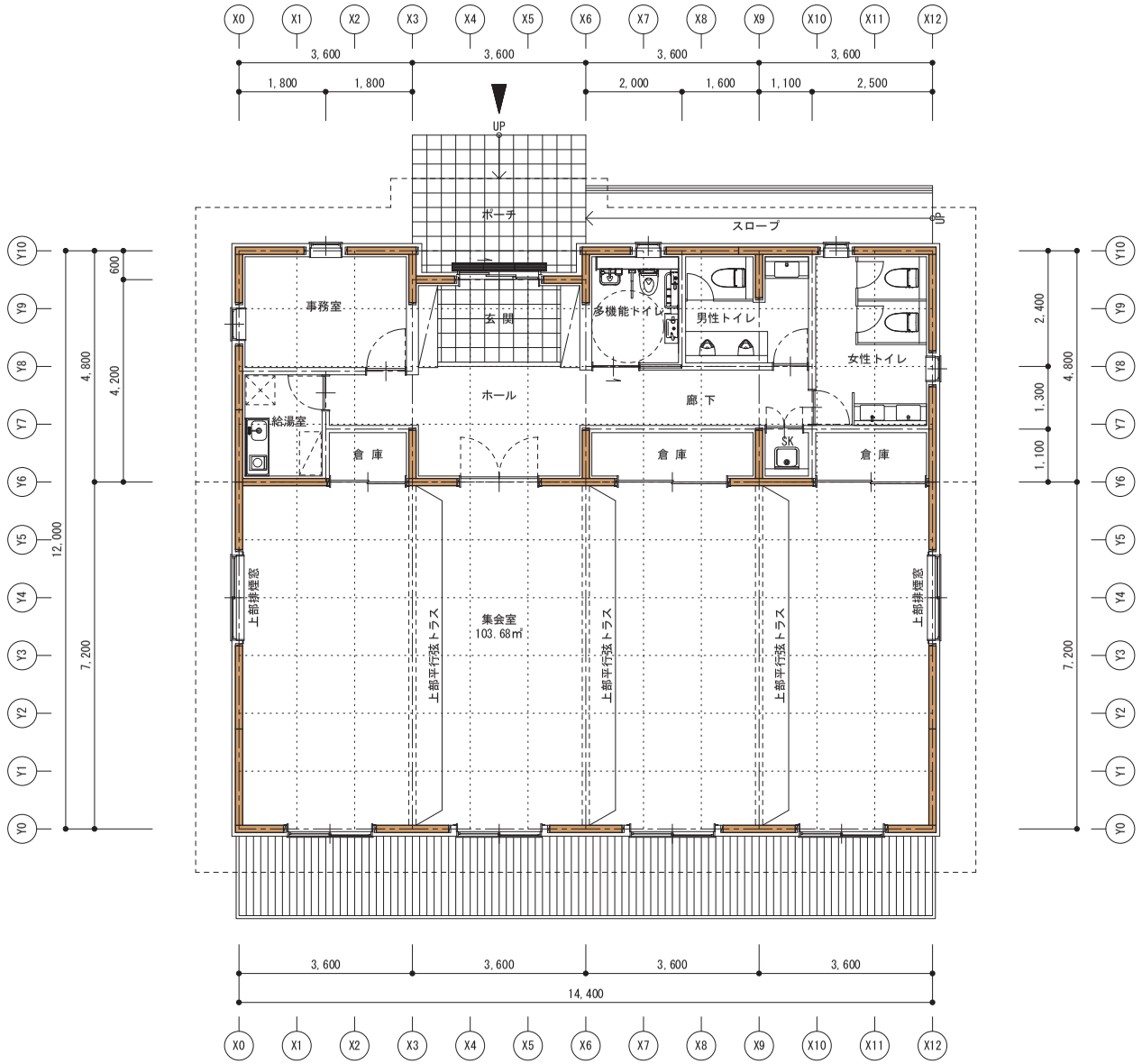
■ 特記

部　位	仕　様

■ 内部仕上

階	室　名	床		巾　木			壁　（腰）			天　井				摘　要											
					H			H			CH		廻り縁		カーテンボックス	ﾚｰﾙ	造り付け造作		照明器具		附属器具		その他	
1	玄　関	磁器質タイル		化粧巾木	100		ビニールクロス			ロックウール吸音板 t=9	2,700		塩ビ				床見切：ステンレス						玄関収納	
		土間コンクリート					せっこうボード t=12.5			せっこうボード t=12.5														
	ホール・廊下	ビニル床タイル t=3		化粧巾木	100		ビニールクロス			ロックウール吸音板 t=9	2,700		塩ビ									換気扇		
		耐水合板 t=12					せっこうボード t=12.5			せっこうボード t=12.5														
		構造用合板 t=28																						
	集会室	ビニル床タイル t=3		化粧巾木	100		CLT現し仕上			ロックウール吸音板 t=9			塩ビ									換気扇		
		耐水合板 t=12								せっこうボード t=12.5													エアコン	
		構造用合板 t=28																						
	倉　庫	ビニル床タイル t=3		化粧巾木	100		ビニールクロス			化粧せっこうボード t=12	2,700		塩ビ									換気扇		
		耐水合板 t=12					せっこうボード t=12.5																	
		構造用合板 t=28																						
	事務室	ビニル床タイル t=3		化粧巾木	100		ビニールクロス			化粧せっこうボード t=12	2,400		塩ビ		木製	SUS						換気扇		
		耐水合板 t=12					せっこうボード t=12.5																エアコン	
		構造用合板 t=28																						
	給湯室	ビニル床シート		化粧巾木	100		ビニールクロス			化粧せっこうボード t=12	2,400		塩ビ									換気扇		ミニキッチン L=1200
		耐水合板 t=12					せっこうボード t=12.5																	
		構造用合板 t=28																						
	多機能トイレ	ビニル床シート		化粧巾木	100		ビニールクロス			化粧せっこうボード t=12	2,400		塩ビ									換気扇		シャワートイレ　はねあげ手摺　L型手摺
		耐水合板 t=12					耐水せっこうボード t=12.5																	手洗器　カガミ
		構造用合板 t=28																						ベビーベッド　ベビーチェア
	トイレ	ビニル床シート		化粧巾木	100		ビニールクロス			化粧せっこうボード t=12	2,400		塩ビ				トイレブース					換気扇		シャワートイレ　小便器(男性トイレ)
		耐水合板 t=12					耐水せっこうボード t=12.5																	洗面カウンター　化粧カガミ
		構造用合板 t=28																						
	ＳＫ	ビニル床シート		化粧巾木	100		ビニールクロス			化粧せっこうボード t=12	2,400		塩ビ											掃除流し
		耐水合板 t=12					耐水せっこうボード t=12.5																	

	プラン 12	平屋集会所	TYPE ＣＬＴ壁 ＋ 屋根	DRAWING 仕 上 表	SCALE ー	DATE 2022.02.24	NO プラン12 A-01



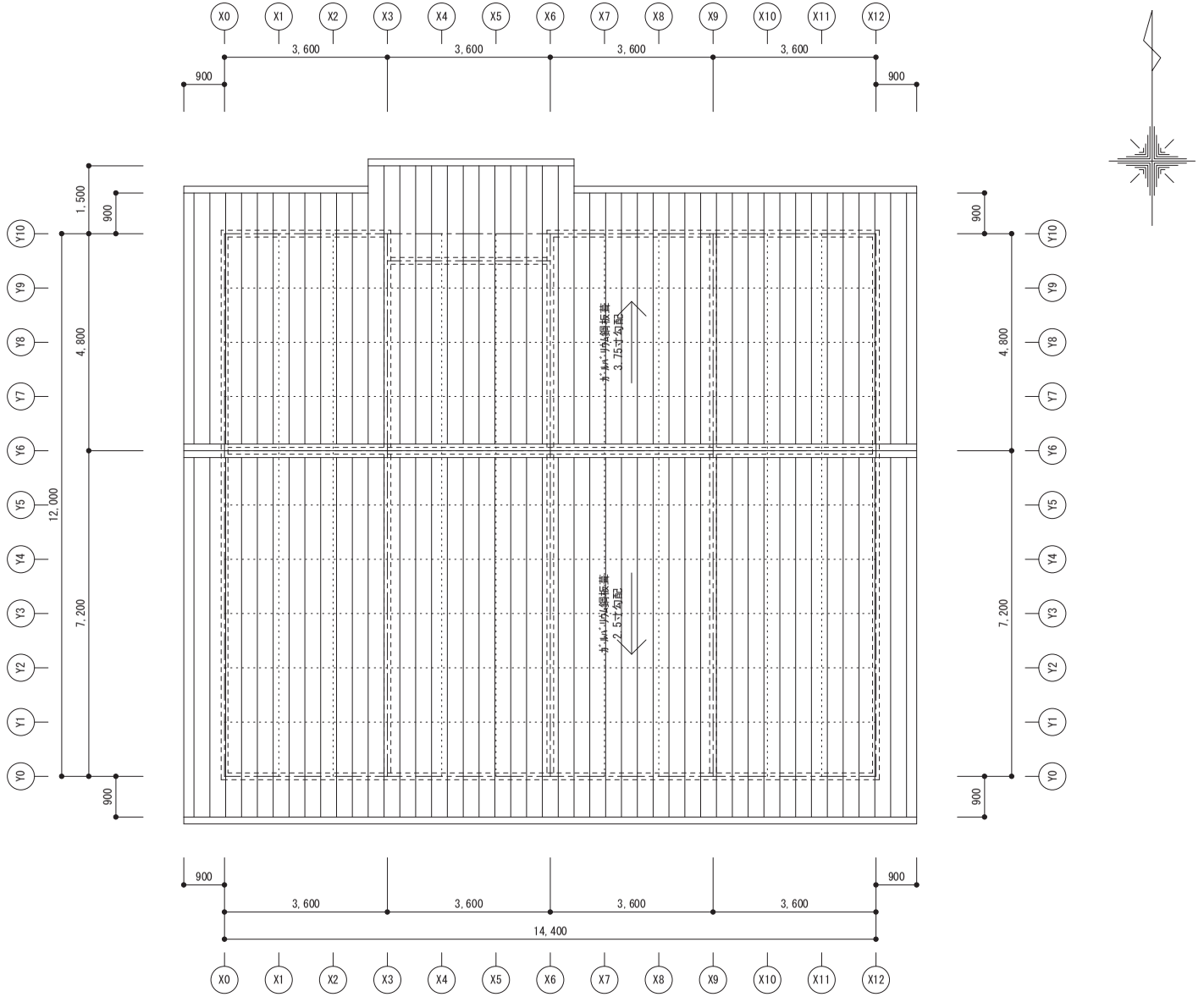
1階平面図　S:1/100

グリッド：1200×1200

CLT壁パネル t=150

面積表	
1階床面積	170.64 ㎡　(51.61坪)
延床面積	170.64 ㎡　(51.61坪)
建築面積	170.64 ㎡　(51.61坪)

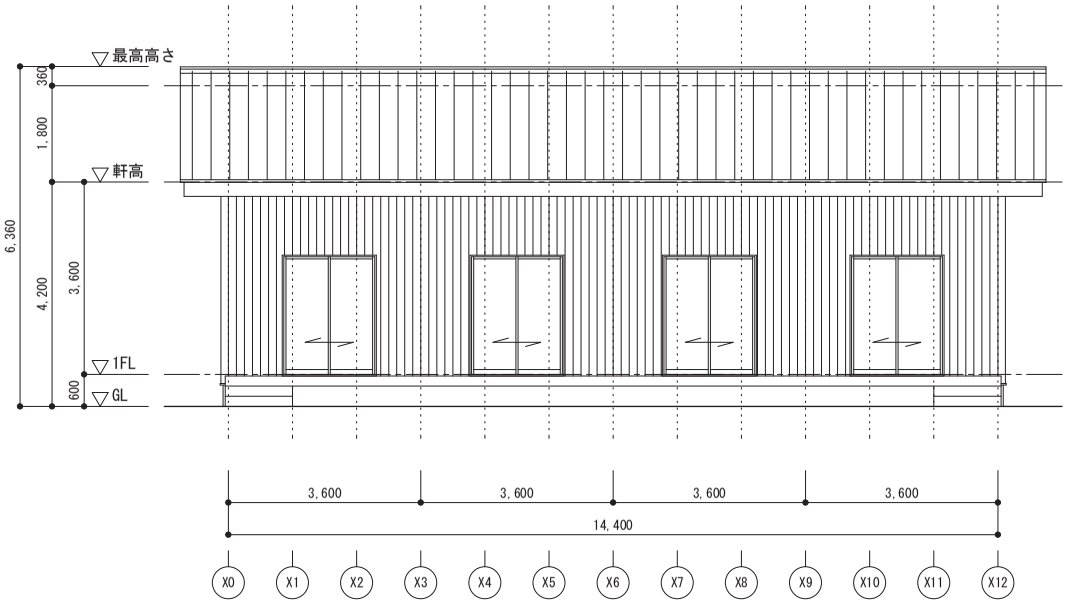
	プラン 12	平屋集会所	TYPE ＣＬＴ壁 ＋ 屋根	DRAWING 平面図	SCALE 1/100	DATE 2022.02.24	NO プラン12 A-02



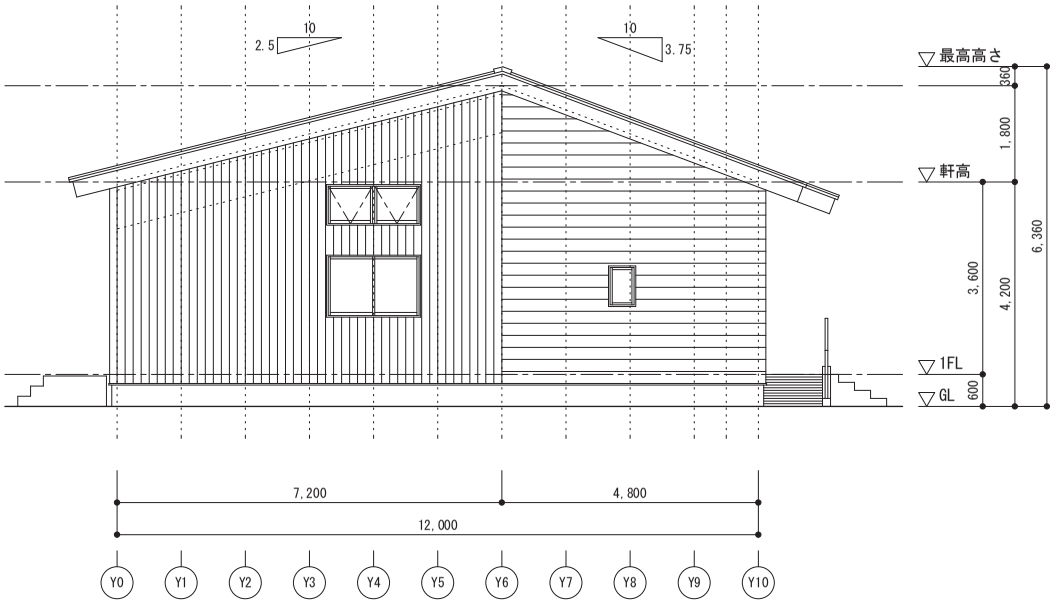
屋根伏図　S:1/100

グリッド：1200×1200

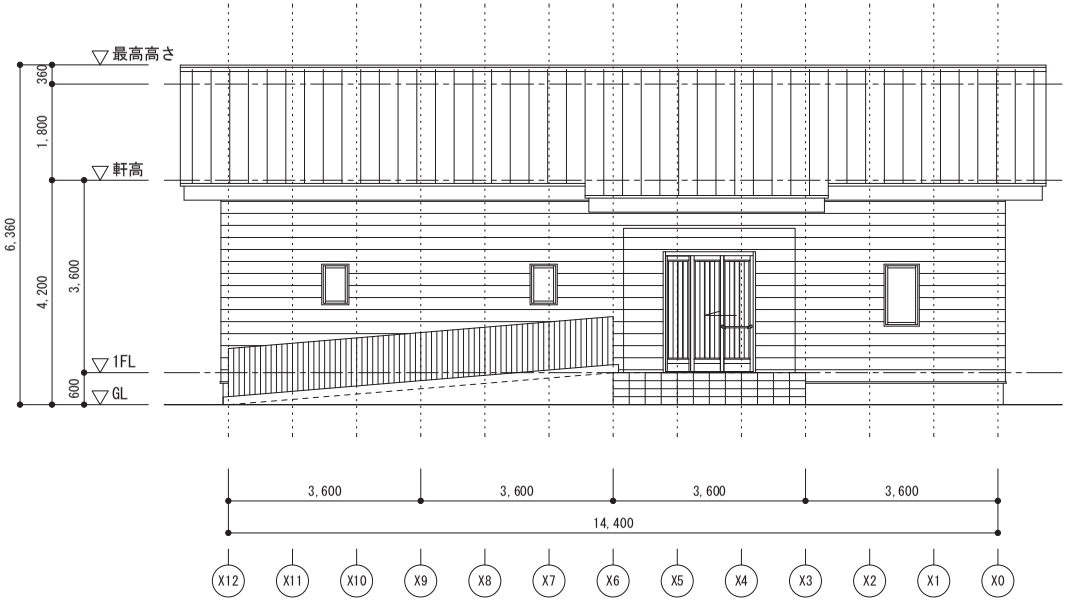
	プラン 12	平屋集会所	TYPE ＣＬＴ壁 ＋ 屋根	DRAWING 屋根伏図	SCALE 1/100	DATE 2022.02.24	NO プラン12 A-03



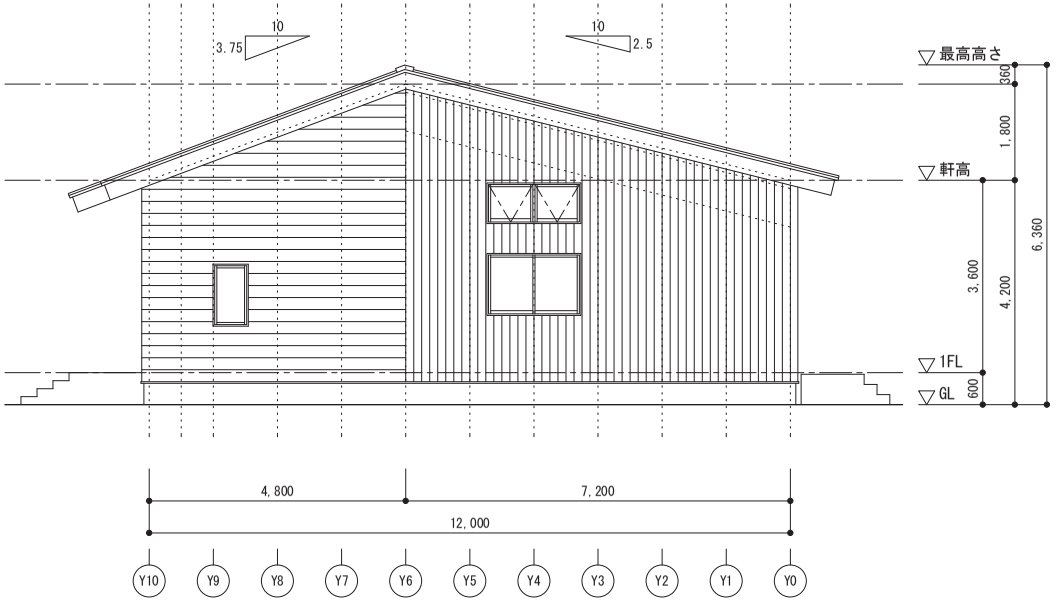
南立面図　S:1/100



東立面図　S:1/100

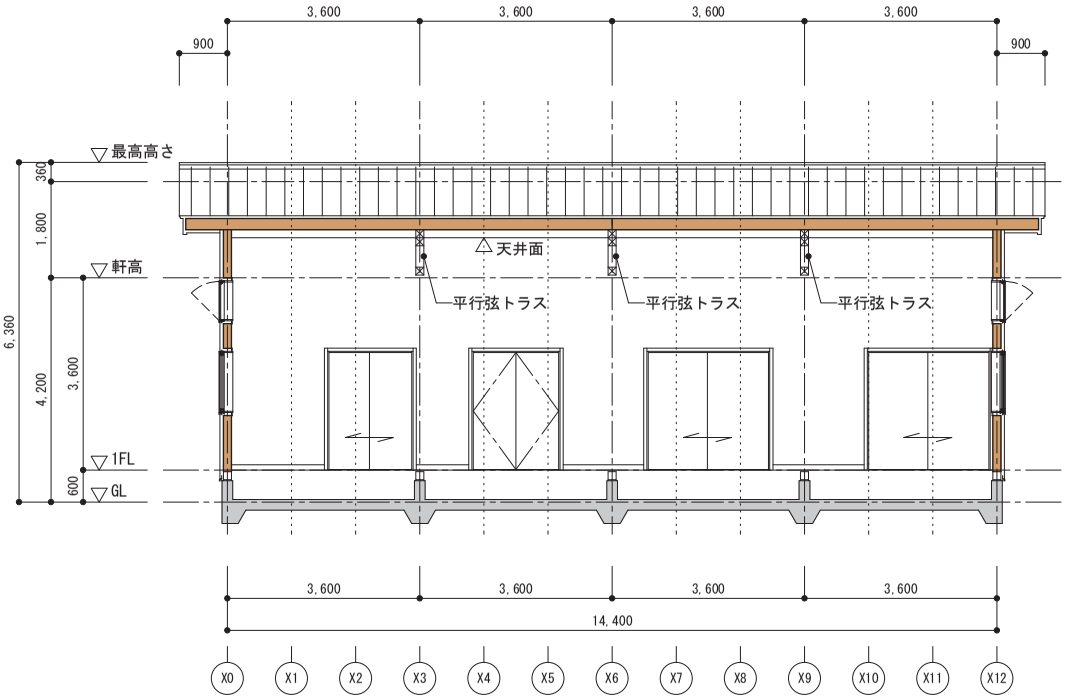


北立面図　S:1/100

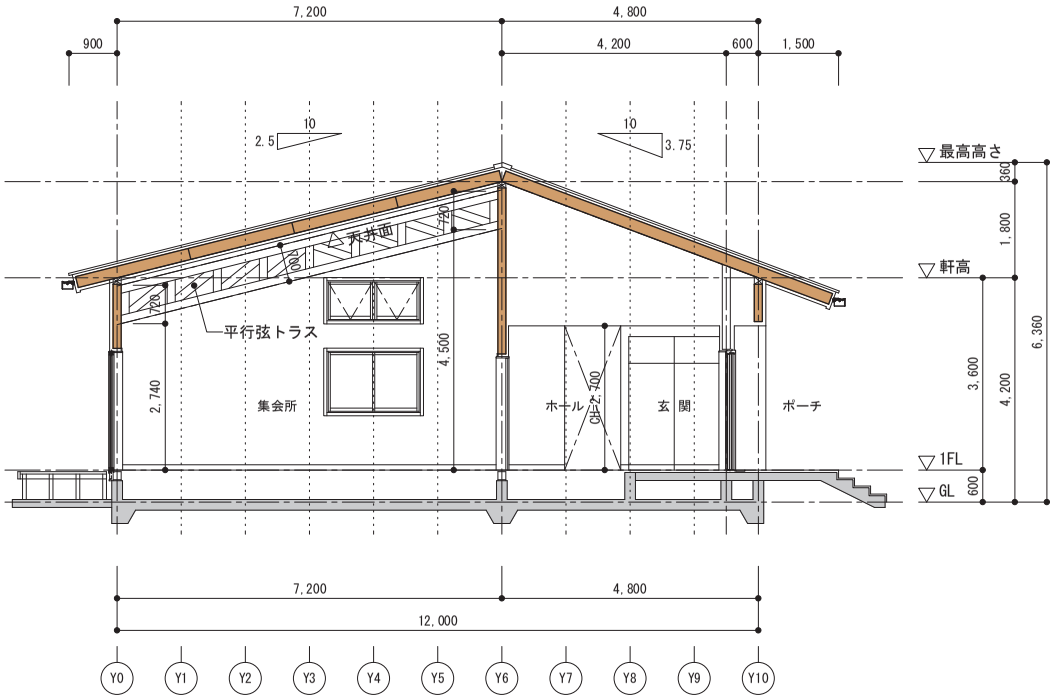


西立面図　S:1/100

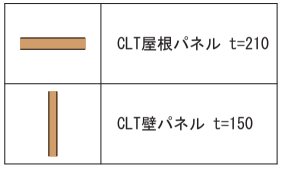
	プラン 12	平屋集会所	TYPE ＣＬＴ壁 ＋ 屋根	DRAWING 立面図	SCALE 1/100	DATE 2022.02.24	NO プラン12 A-04



X-X断面図　S:1/100



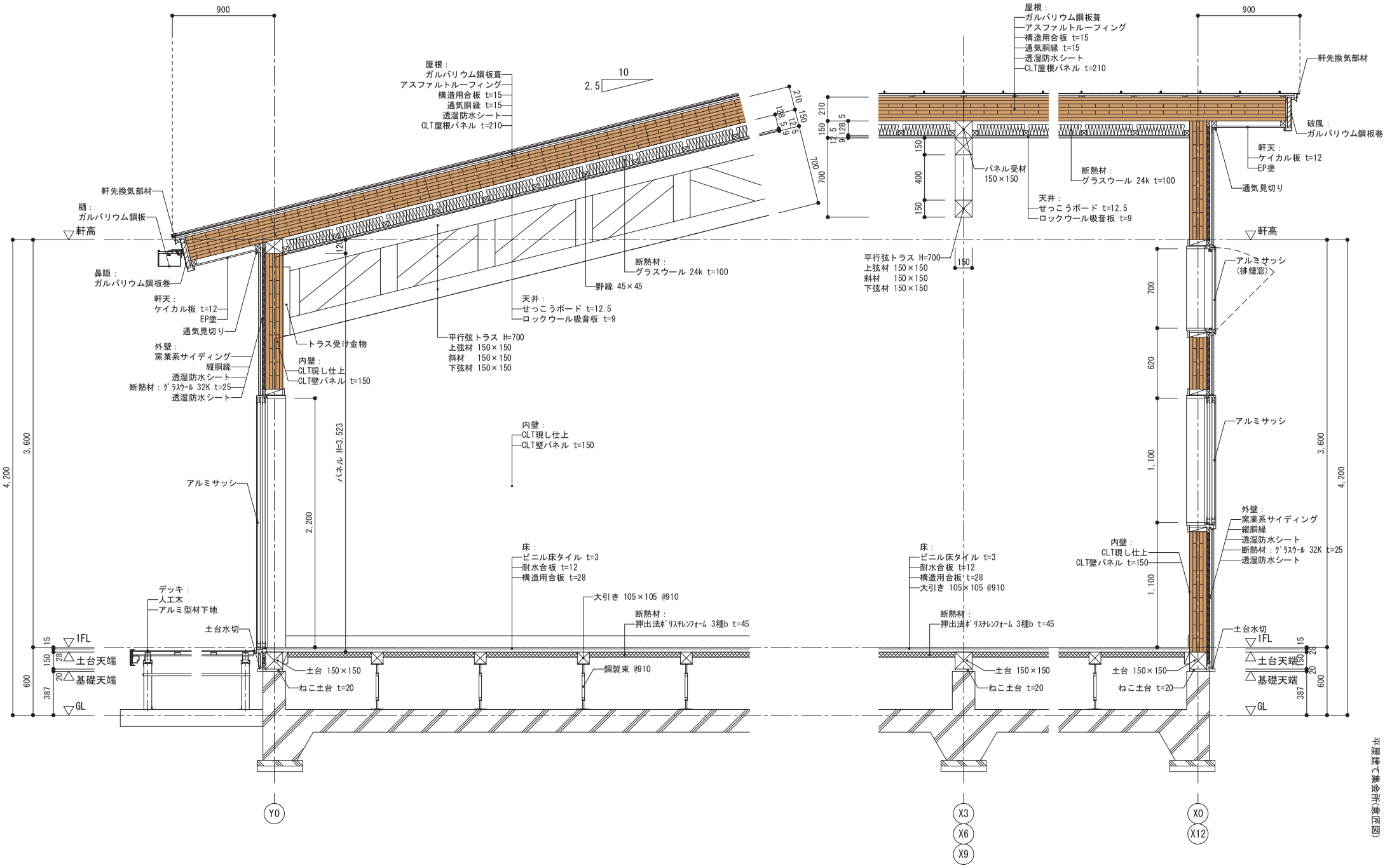
Y-Y断面図　S:1/100



設計図図書2.pdf

平屋建て集会所(意匠図)

	プラン 12	平屋集会所	TYPE ＣＬＴ壁 ＋ 屋根	DRAWING 断面図	SCALE 1/100	DATE 2022.02.24	NO プラン12 A-05



	プラン 12	平屋集会所	TYPE ＣＬＴ壁 ＋ 屋根	DRAWING 矩計図	SCALE 1/100	DATE 2022.02.24	NO プラン12 A-06

設計図書 2 p6

平屋建て集会所(意匠図)

参考資料

資料 1　Mx60-5-5 の基準強度、弾性係数等の算定
資料 2　燃えしろ 60mm の場合の Mx60-5-5 基準強度、弾性係数等の算定
資料 3　Mx60-5-7 の基準強度、弾性係数および応力度の算定
資料 4　燃えしろ 60mm の場合の Mx60-5-7 基準強度、弾性係数等の算定
資料 5　仮定荷重
資料 6　設計施工マニュアル DVD 設計例 I の水平構面の応力算定例
資料 7　大きなスパンを有する集会所モデル設計例

資料1　Mx60-5-5の基準強度、弾性係数等の算定

基準強度および弾性係数とCLT パネルに作用する荷重の方向の関係を図4.1に示す。

下記において基準強度および弾性係数の計算内容を記載する。

1. Mx60-5-5の基準強度
2. Mx60-5-5の弾性係数（曲げヤング係数E、せん断弾性係数G）

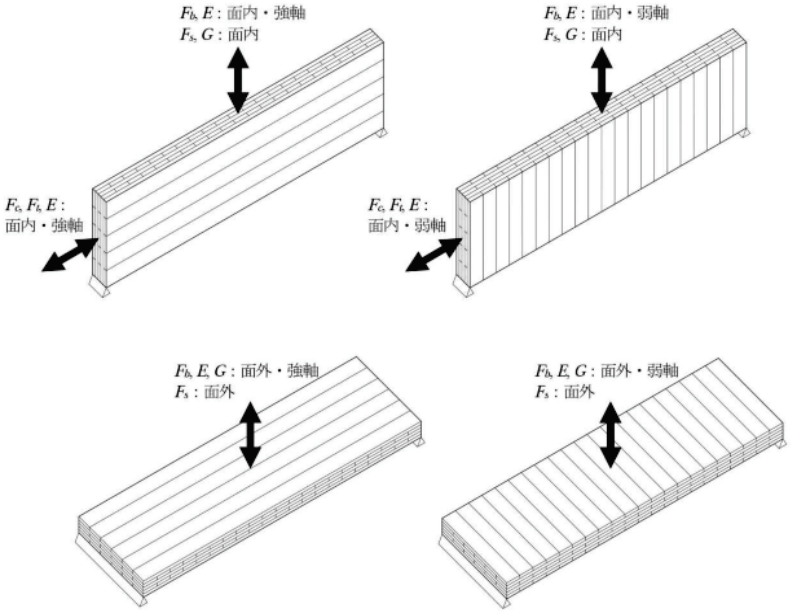


図 1　CLTパネルの基準強度・弾性係数と荷重方向の関係

1. CLT パネルの基準強度

平28 国交告第562 号(平13 国交告第1024 号の改正)によりCLT パネルの基準強度は次のように規定されている。以下、ラミナの繊維方向がCLT パネルの強軸方向とプライの繊維方向が平行な層を「平行層」、強軸方向とプライの繊維方向が直交する層を「直交層」する。

A ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法

CLTのラミナの等級区分、ラミナ強度、寸法については、表1.1の通りとする。

表1.1 ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法(幅、厚み寸法は、製造工場で異なります。必ず確認してください。)

ラミナ種類	等級区分	ラミナの強度 (N/㎟)				寸法	
		$\sigma_{c,oml}$	$\sigma_{t,oml}$	$\sigma_{b,oml}$	Ei	幅 (mm)	厚み (mm)
M60A	等級区分機による等級	21.6	16.0	27.0	6000	124	30
M30A	等級区分機による等級	15.6	11.5	19.5	3000	124	30

1.1 圧縮基準強度 *Fc* (平13国交告第1024 号第三第九号イ)

圧縮基準強度は下記式より算出する。ここで、σ_{c_oml}は、強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナの圧縮強度、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い弱軸方向に平行な内層ラミナの圧縮強度となる。

$$\text{圧縮}\quad F_c = \sigma_{c.oml} \cdot \frac{A_A}{A_0} \times 0.75 \qquad A_A = \frac{\sum E_i \cdot A_i}{E_0}$$

$Ei(N/mm^2)$:一方の外層から数えてi 番目の層のラミナのヤング係数(直交層はEi =0)
$Ai(mm^2)$:一方の外層から数えてi 番目の層の断面積
$E_0(N/mm^2)$:強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナのヤング係数、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い弱軸方向に平行な内層ラミナのヤング係数
$A_0(mm^2)$:CLT パネルの断面積

1.1.1強軸方向の圧縮基準強度*Fc*の算定

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000
2	1000	30	30000	0	直交	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000
4	1000	30	30000	0	直交	0
5	1000	30	30000	6000	平行	180000000
					Σ Ei・Ai	450000000

E_0 = 6000 (N/㎟)
A_0 = 150000 (㎟)
$A_A=\Sigma EiAi/E_0$ = 75000 (㎟)
$\sigma_{c,oml}$ = 21.6 (N/㎟) 表1.1による。

以上より、 強軸*Fc*= **8.10** (N/㎟)

1.1.2弱軸方向の圧縮基準強度*Fc*の算定

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	0	直交	0
2	1000	30	30000	3000	平行	90000000
3	1000	30	30000	0	直交	0
4	1000	30	30000	3000	平行	90000000
5	1000	30	30000	0	直交	0
					Σ Ei・Ai	180000000

E_0 = 3000 (N/㎟)
A_0 = 150000 (㎟)
$A_A=\Sigma EiAi/E_0$ = 60000 (㎟)
$\sigma_{c,oml}$ = 15.6 (N/㎟) 表1.1による。

以上より、 弱軸*Fc*= **4.68** (N/㎟)

A ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法

CLTのラミナの等級区分、ラミナ強度、寸法については、表1.2の通りとする。

表1.2 ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法(幅、厚み寸法は、製造工場で異なります。必ず確認してください。)

ラミナ種類	等級区分	ラミナの強度 (N/㎟)				寸法	
		$\sigma_{c,oml}$	$\sigma_{t,oml}$	$\sigma_{b,oml}$	Ei	幅 (mm)	厚み (mm)
M60A	等級区分機による等級	21.6	16.0	27.0	6000	124	30
M30A	等級区分機による等級	15.6	11.5	19.5	3000	124	30

1.2 引張基準強度*Ft* (平13国交告第1024 号第三第九号ロ)

引張基準強度は下記式より算出する。ここで、$\sigma_{t,oml}$は強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナの引張強度、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い弱軸方向に平行な内層ラミナの引張強度となる。

$$\text{引張}\quad F_t = \sigma_{t,oml} \cdot \frac{A_A}{A_0} \times 0.75 \qquad A_A = \frac{\sum E_i \cdot A_i}{E_0}$$

$Ei(N/mm^2)$:一方の外層から数えてi 番目の層のラミナのヤング係数(直交層はEi =0)

$Ai(mm^2)$:一方の外層から数えてi 番目の層の断面積

$E_0(N/mm^2)$:強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナのヤング係数、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い弱軸方向に平行な内層ラミナのヤング係数

$A_0(mm^2)$:CLT パネルの断面積

1.2.1強軸方向の引張基準強度*Ft*の算定

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000
2	1000	30	30000	0	直交	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000
4	1000	30	30000	0	直交	0
5	1000	30	30000	6000	平行	180000000
					Σ Ei・Ai	450000000

E_0 = 6000 (N/㎟)

A_0 = 150000 (㎟)

A_A = 75000 (㎟)

$\sigma_{t,oml}$ = 16.0 (N/㎟) 表1.2による。

以上より、 強軸*Ft* = **6.00** (N/㎟)

1.2.2弱軸方向の引張基準強度*Ft*の算定

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	0	直交	0
2	1000	30	30000	3000	平行	90000000
3	1000	30	30000	0	直交	0
4	1000	30	30000	3000	平行	90000000
5	1000	30	30000	0	直交	0
					Σ Ei・Ai	180000000

E_0 = 3000 (N/㎟)

A_0 = 150000 (㎟)

A_A = 60000 (㎟)

$\sigma_{t,oml}$ = 11.5 (N/㎟) 表1.2による。

以上より、 弱軸*Ft* = **3.45** (N/㎟)

A ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法

CLTのラミナの等級区分、ラミナ強度、寸法については、表1.3の通りとする。

表1.3 ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法

ラミナ種類	等級区分	ラミナの強度 (N/㎟)				寸法	
		$\sigma_{c,oml}$	$\sigma_{t,oml}$	$\sigma_{b,oml}$	Ei	幅 (mm)	厚み (mm)
M60A	等級区分機による等級	21.6	16.0	27.0	6000	124	30
M30A	等級区分機による等級	15.6	11.5	19.5	3000	124	30

1.3 曲げ基準強度*Fb* （平13国交告第1024 号第三第九号ハ）

曲げ基準強度は下記式より算出する。ここで、$\sigma_{b,oml}$は強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナの曲げ強度、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い弱軸方向に平行な内層ラミナの曲げ強度となる。

曲げ 積層(面外)方向 $F_b = \sigma_{b.oml} \cdot \frac{I_A}{I_0} \times 0.4875$

幅(面内)方向 $F_b = \sigma_{b.oml} \cdot \frac{A_A}{A_0} \times 0.6$

$$A_A = \frac{\sum E_i \cdot A_i}{E_0} \qquad I_A = \frac{\sum (E_i \cdot I_i + E_i \cdot A_i \cdot z_i^2)}{E_0}$$

Ei(N/mm^2) :一方の外層から数えてi 番目の層のラミナのヤング係数(直交層はEi =0)
Ai(mm^2) :一方の外層から数えてi 番目の層の断面積
E_0(N/mm^2) :強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナのヤング係数、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い弱軸方向に平行な内層ラミナのヤング係数
A_0(mm^2) :CLT パネルの断面積
Ii(mm^4) :i 番目の層の断面二次モーメント
zi(mm) :i 番目の層の重心とCLT パネルの中立軸との距離
I_0(mm^4) :CLT パネルの断面二次モーメント

1.3.1強軸方向の面内曲げ基準強度*Fb*の算定

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000
2	1000	30	30000	0	直交	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000
4	1000	30	30000	0	直交	0
5	1000	30	30000	6000	平行	180000000
					Σ Ei・Ai	450000000

E_0 ＝ 6000 (N/㎟)
I_0 ＝ 2.81E+08 (mm^4)　　A_0 ＝ 150000 (㎟)
A_A ＝ 75000 (㎟)
$\sigma_{b,oml}$ ＝ 27.0 (N/㎟)　表1.3による。

以上より、 幅(面内)方向強軸*Fb*＝ **8.10** (N/㎟)

1.3.2弱軸方向の面内曲げ基準強度*Fb*の算定

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	0	直交	0
2	1000	30	30000	3000	平行	90000000
3	1000	30	30000	0	直交	0
4	1000	30	30000	3000	平行	90000000
5	1000	30	30000	0	直交	0
					Σ Ei・Ai	180000000

E_0 ＝ 3000 (N/㎟)
I_0 ＝ 2.81E+08 (mm^4)　　A_0 ＝ 150000 (㎟)
A_A ＝ 60000 (㎟)
$\sigma_{b,oml}$ ＝ 19.5 (N/㎟)　表1.3による。

以上より、 幅(面内)方向弱軸*Fb*＝ **4.68** (N/㎟)

1.3.3強軸方向の面外曲げ基準強度*Fb*の算定

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai	断面二次モーメント Ii (mm4)	中立軸との距離 zi (mm)	Ei・Ii+ Ei・Ai・zi^2
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000	2250000	60	6.615E+11
2	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	30	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000	2250000	0	6.75E+09
4	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	30	0
5	1000	30	30000	6000	平行	180000000	2250000	60	6.615E+11
					Σ Ei・Ai	450000000	Σ Ei・Ii+Ei・Ai・zi^2		1.33E+12

E_0 ＝ 6000 (N/㎟)

I_0 ＝ 2.81E+08 (mm^4)　　A_0 ＝ 150000 (㎟)

I_A ＝ 2.22E+08 (mm^4)　　A_A ＝ 75000 (㎟)

$\sigma_{b,oml}$ ＝ 27.0 (N/㎟)　　表1.3による。

以上より、 積層(面外)方向強軸*Fb* **10.37** (N/㎟)

1.3.4弱軸方向の面外曲げ基準強度*Fb*の算定

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai	断面二次モーメント Ii (mm4)	中立軸との距離 zi (mm)	Ei・Ii+ Ei・Ai・zi^2
1	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	60	0
2	1000	30	30000	3000	平行	90000000	2250000	30	8.775E+10
3	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	0	0
4	1000	30	30000	3000	平行	90000000	2250000	30	8.775E+10
5	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	60	0
					Σ Ei・Ai	180000000	Σ Ei・Ii+Ei・Ai・zi^2		1.755E+11

E_0 ＝ 3000 (N/㎟)

I_0 ＝ 2.81E+08 (mm^4)　　A_0 ＝ 150000 (㎟)

I_A ＝ 5.85E+07 (mm^4)　　A_A ＝ 60000 (㎟)

$\sigma_{b,oml}$ ＝ 19.5 (N/㎟)　　表1.3による。

以上より、 積層(面外)方向弱軸*Fb* **1.97** (N/㎟)

1.4 せん断基準強度*Fs* （平13国交告第1024 号第三第九号ニ）

せん断基準強度は下記式より算出する。

$$f_s = \min \begin{cases} f_{v,lam,0} \\ f_{v,lam,90} \cdot (t_{net}/t_{gross}) \\ (b \cdot n_{ca}/2 \cdot t_{gross}) \cdot 1/(1/f_{v,tor} \cdot (1-1/m^2)+2/f_R \cdot (1/m-1/m^2)) \end{cases}$$

$f_{v,lam,0}$ ：ラミナの繊維方向せん断強度(N/mm^2)

ひのき、からまつ	3.6 N/mm^2
つが	3.3 N/mm^2
とどまつ	3.0 N/mm^2
すぎ	2.7 N/mm^2

$f_{v,lam,90}$ ：ラミナの繊維方向に直交する方向のせん断強度N/mm^2

設計施工マニュアル第Ⅳ部第1章1.2.6より $f_{v,lam,90}=f_{v,lam,0}\times 3$とする。

ひのき、からまつ	10.8 N/mm^2
つが	9.9 N/mm^2
とどまつ	9.0 N/mm^2
すぎ	8.1 N/mm^2

t_{net} ：総層数に占める少ない層のラミナ厚の和

3層3プライ	net 1層分	30 mm
5層5プライ	net 2層分	60 mm
7層7プライ	net 3層分	90 mm

t_{gross} ：総厚さ

3層3プライ	総厚さ	90 mm
5層5プライ	総厚さ	150 mm
7層7プライ	総厚さ	210 mm

b ：ラミナ幅 120 mm

n_{ca} ：厚さ方向の接着面数

3層3プライ	2
5層5プライ	4
7層7プライ	6

$f_{v,tor}$ ：接着された直交するラミナの交差面のねじりせん断強度

ひのき、からまつ	4.7 N/mm^2
つが	3.0 N/mm^2
とどまつ	3.0 N/mm^2
すぎ	3.0 N/mm^2

m ：幅方向のラミナの最小枚数

成500mm	3
成600mm	4
成700mm	5
成900mm	6
成1000mm	7

f_R ：ローリングシア強度

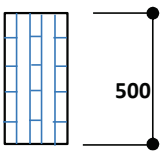
ひのき、からまつ	2.0 N/mm^2
つが	1.8 N/mm^2
とどまつ	1.6 N/mm^2
すぎ	1.5 N/mm^2

1.4.1せん断基準強度*Fs*（面外、面内）の算定

m=3	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	ラミナ幅 b (mm)	CLTパネルの直交接着層の数 n_{ca}	ラミナ幅方向の数の最小値 m
	5層5プライ	Mx60-5-5	150	500	120	4	3

$f_{v,lam,0}$	5層5プライ	2.700	**2.02**
$f_{v,lam,90} \cdot (t_{net}/t_{gross})$		3.240	
$(3b \cdot n_{ca}/8 \cdot t_{gross}) \cdot 1/(1/f_{v,tor} \cdot (1-1/m^2)+2/f_R \cdot (1/m-1/m^2))$		2.025	

算定結果は、小数点第3位切り捨てとする。



左図より、m＝3とする。
ラミナ幅120mmを有する箇所をカウントする。

以上より、

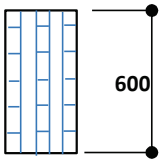
積層（面外）方向 *Fs*y ＝	**0.9** (N/㎟)
幅（面内）方向 *Fs*x ＝	**2.02** (N/㎟)

面外方向は、ラミナ構成に関係なく$_{面外}$*Fs*＝0.9N/mm^{2}とする。

m=4	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	ラミナ幅 b (mm)	CLTパネルの直交接着層の数 n_{ca}	ラミナ幅方向の数の最小値 m
	5層5プライ	Mx60-5-5	150	600	120	4	4

$f_{v,lam,0}$	5層5プライ	2.700	**2.13**
$f_{v,lam,90}\cdot(t_{net}/t_{gross})$		3.240	
$(3b\cdot n_{ca}/8\cdot t_{gross})\cdot 1/(1/f_{v,tor}\cdot(1-1/m^2)+2/f_R\cdot(1/m-1/m^2))$		2.133	

算定結果は、小数点第3位切り捨てとする。



左図より、m＝4とする。

以上より、

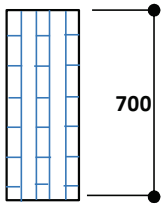
積層(面外)方向 $F_{s}y$ ＝	**0.9** (N/㎟)
幅(面内)方向 $F_{s}x$ ＝	**2.13** (N/㎟)

面外方向は、ラミナ構成に関係なく$_{面外}F_s$＝0.9N/mm^{2}とする。

m=5	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	ラミナ幅 b (mm)	CLTパネルの直交接着層の数 n_{ca}	ラミナ幅方向の数の最小値 m
	5層5プライ	Mx60-5-5	150	700	120	4	5

$f_{v,lam,0}$	5層5プライ	2.700	**2.25**
$f_{v,lam,90}\cdot(t_{net}/t_{gross})$		3.240	
$(3b\cdot n_{ca}/8\cdot t_{gross})\cdot 1/(1/f_{v,tor}\cdot(1-1/m^2)+2/f_R\cdot(1/m-1/m^2))$		2.250	

算定結果は、小数点第3位切り捨てとする。



左図より、m＝5とする。

以上より、

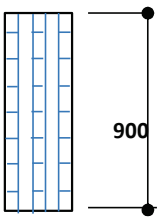
積層(面外)方向 $F_{s}y$ ＝	**0.9** (N/㎟)
幅(面内)方向 $F_{s}x$ ＝	**2.25** (N/㎟)

面外方向は、ラミナ構成に関係なく$_{面外}F_s$＝0.9N/mm^{2}とする。

m=6	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	ラミナ幅 b (mm)	CLTパネルの直交接着層の数 n_{ca}	ラミナ幅方向の数の最小値 m
	5層5プライ	Mx60-5-5	150	900	120	4	6

$f_{v,lam,0}$	5層5プライ	2.700	**2.35**
$f_{v,lam,90}\cdot(t_{net}/t_{gross})$		3.240	
$(3b\cdot n_{ca}/8\cdot t_{gross})\cdot 1/(1/f_{v,tor}\cdot(1-1/m^2)+2/f_R\cdot(1/m-1/m^2))$		2.356	

算定結果は、小数点第3位切り捨てとする。



左図より、m＝6とする。

以上より、

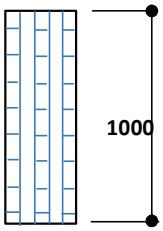
積層(面外)方向 $F_{s}y$ ＝	**0.9** (N/㎟)
幅(面内)方向 $F_{s}x$ ＝	**2.35** (N/㎟)

面外方向は、ラミナ構成に関係なく$_{面外}F_s$＝0.9N/mm^{2}とする。

m=7	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	ラミナ幅 b (mm)	CLTパネルの直交接着層の数 n_{ca}	ラミナ幅方向の数の最小値 m
	5層5プライ	Mx60-5-5	150	1000	120	4	7

$f_{v,lam,0}$	5層5プライ	2.700	**2.45**
$f_{v,lam,90}\cdot(t_{net}/t_{gross})$		3.240	
$(3b\cdot n_{ca}/8\cdot t_{gross})\cdot 1/(1/f_{v,tor}\cdot(1-1/m^2)+2/f_R\cdot(1/m-1/m^2))$		2.450	

算定結果は、小数点第3位切り捨てとする。



左図より、m＝7とする。

以上より、

積層(面外)方向 Fs_y ＝	**0.9** (N/㎟)
幅(面内)方向 Fs_x ＝	**2.45** (N/㎟)

面外方向は、ラミナ構成に関係なく$_{面外}Fs$＝0.9N/mm^{2}とする。

1.5 めり込みの基準強度*Fcv*

.

めり込みの基準強度は外層ラミナの樹種に応じて表1.4のように規定されている。

表1.4 CLTパネルのめり込みの基準強度 F_{cv}

外層ラミナの樹種	F_{cv} (N/㎟)
あかまつ、くろまつ、ダフリカからまつ、サザンパイン、べいまつ、ホワイトサイプレスパイン及びウエスタンラーチ	9.0
ひのき、ひば、からまつ及びべいひ	7.8
つが、アラスカイエローシダー、べにまつ、ラジアタパイン、べいつが、もみ、とどまつ、えぞまつ、べいもみ、スプルース、ロッジポールパイン、ポンデローサパイン、おうしゅうあかまつ、すぎ、べいすぎ及びジャックパイン	6.0

2. Mx60-5-5の弾性係数（曲げヤング係数E、せん断弾性係数G）

2.1 面外方向の弾性係数

Shear Analogy Methodに基づいて、面外方向の曲げヤング係数E とせん断弾性係数G を次のように計算する。以下、ラミナの繊維方向がCLT パネルの強軸方向とプライの繊維方向が平行な層を「平行層」、強軸方向とプライの繊維方向が直交する層を「直交層」する。

2.1.1面外方向強軸の曲げヤング係数の算定

縦弾性係数　$$E=\frac{\sum(E_i\cdot I_i+E_i\cdot A_i\cdot z_i^2)}{I_0}$$

Ei,Ii,Ai,zi,I0 ：Eの計算においては、直交層はEi=0

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	150	1000
		E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)	
		6000	30	

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai	断面二次モーメント Ii (mm^4)	中立軸との距離 zi (mm)	Ei・Ii+ Ei・Ai・zi^2
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000	2250000	60	6.615E+11
2	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	30	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000	2250000	0	6.75E+09
4	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	30	0
5	1000	30	30000	6000	平行	180000000	2250000	60	6.615E+11
		$A_0=\Sigma$ Ai	150000		Σ Ei・Ai	624.00	Σ Ei・Ii+Ei・Ai・zi^2		1.33E+12

$\Sigma(Ei\cdot Ii+Ei\cdot Ai\cdot zi^2)$ ＝ 1.33E+12 (N・㎟)

I_0 ＝ 2.81E+08 (mm^4)

以上より、 E ＝ **4728** (N/㎟)

2.1.2面外方向弱軸の曲げヤング係数の算定

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	150	1000
		E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)	
		3000	30	

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai	断面二次モーメント Ii (mm^4)	中立軸との距離 zi (mm)	Ei・Ii+ Ei・Ai・zi^2
1	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	60	0
2	1000	30	30000	3000	平行	90000000	2250000	30	8.775E+10
3	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	0	0
4	1000	30	30000	3000	平行	90000000	2250000	30	8.775E+10
5	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	60	0
					Σ Ei・Ai	180000000	Σ Ei・Ii+Ei・Ai・zi^2		1.76E+11

$\Sigma(Ei\cdot Ii+Ei\cdot Ai\cdot zi^2)$ ＝ 1.76E+11 (N・㎟)

I_0 ＝ 2.81E+08 (mm^4)

以上より、 E ＝ **624** (N/㎟)

2.1.3面外方向強軸のせん断弾性係数の算定

$$\text{せん断弾性係数}\quad G=\frac{a^2}{\frac{h_1}{2\cdot G_1}+\sum_{i=2}^{n-1}\frac{h_i}{G_i}+\frac{h_n}{2\cdot G_n}}\cdot\frac{1}{t_{gross}}$$

a(mm)　　:外層同士の重心間距離(外層が弱軸の場合、その一つ内側のラミナ同士の距離とする)
hi(mm)　:i番目の層の厚さ
Gi(N/mm^2) :i番目の層のせん断弾性係数(平行層Gi = Ei/16、直交層Gi = Ei/160)
　　(平行層Gi = Ei/16、直交層Gi = Ei/160　設計施工マニュアル第Ⅳ部第1章1.3　1.3.5による。)
t_{gross}(mm)　:CLTパネルの厚さ

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	外層同士の重心間距離　a (mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	150	1000	120
		E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)		
		6000	30		

外層ラミナが強軸の場合、1層目は1番目の外層、もう一方の外層がn層目となる。

層	ラミナ厚 hi(mm)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	層のせん断弾性係数 Gi(N/㎟)	hi/Gi	備考
1	30	6000	平行	375	0.04	$h_1/(2\cdot G_1)$
2	30	3000	直交	18.75	1.6	
3	30	3000	平行	187.5	0.16	
4	30	3000	直交	18.75	1.6	
5	30	6000	平行	375	0.04	hn/(2・Gn)
1層目と3層目のhi/Giは半分としている。				Σ hi/Gi	3.44	

以上より、　G ＝ **27.91** (N/㎟)

2.1.4面外方向弱軸のせん断弾性係数の算定

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	外層同士の重心間距離　a (mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	150	1000	60
		E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)		
		6000	30		

弱軸方向の場合、弱軸方向に対して直交方向の外層ラミナは、hi/Gi＝0とし、その一つ内側のラミナを1番目として算出する。

層	ラミナ厚 hi(mm)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	層のせん断弾性係数 Gi(N/㎟)	hi/Gi	備考
1	30	6000	直交	37.5	0	
2	30	3000	平行	187.5	0.08	hn/(2・Gn)
3	30	3000	直交	18.75	1.6	
4	30	3000	平行	187.5	0.08	hn/(2・Gn)
5	30	6000	直交	37.5	0	
				Σ hi/Gi	1.76	

以上より、　G ＝ **13.64** (N/㎟)

2.2 面内方向の弾性係数

面内方向の縦弾性係数E は、平行層のみを有効として次のように算定する。

$$E = \frac{\sum (E_i \cdot A_i)}{A_0}$$

Ei　Ai　A0　:1.2 節に同じ。

2.2.1面内方向強軸の曲げヤング係数

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅(mm)
	5層5プライ	MX60-5-5	150	1000
		E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)	
		6000	30	

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000
2	1000	30	30000	0	直交	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000
4	1000	30	30000	0	直交	0
5	1000	30	30000	6000	平行	180000000
		A0＝Σ Ai	150000		Σ Ei・Ai	4.50E+08

$A_A=\Sigma(Ei \cdot Ai)/E_0$＝　7.50E+04 (N)

A0　＝　150000 (㎟)

以上より、　E　＝　**3000** (N/㎟)

2.2.2面内方向弱軸の曲げヤング係数

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅(mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	150	1000
		E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)	
		3000	30	

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	0	直交	0
2	1000	30	30000	3000	平行	90000000
3	1000	30	30000	0	直交	0
4	1000	30	30000	3000	平行	90000000
5	1000	30	30000	0	直交	0
		A0＝Σ Ai	150000		Σ Ei・Ai	1.80E+08

$A_A=\Sigma(Ei \cdot Ai)/E_0$＝　1.80E+08 (N)

A0　＝　150000 (㎟)

以上より、　E　＝　**1200** (N/㎟)

2.2.3面内方向（強軸、弱軸共通）のせん断弾性係数

ラミナ構成、強度等級にかかわらず面内方向せん断弾性係数Gは、下記とする。

$G_{面内}$＝　**500** (N/㎟)　設計施工マニュアル第Ⅳ部第1章1.3　1.3.6による。

3. CLT パネルの応力度計算方法

CLT パネルを線要素(梁要素)にモデル化する場合に、応力変形解析によって得られる当該要素の軸方向の圧縮力をC 、引張力をT 、曲げをM 、せん断力をQ とする。このとき、CLT パネルの応力度は次のように求める。

圧縮応力度　$\sigma_c = \frac{C}{A_0}$

引張応力度　$\sigma_t = \frac{T}{A_0}$

曲げ応力度　$\sigma_b = \frac{M}{Z_0}$

面内せん断応力度　$\tau_I = 1.5 \cdot \frac{Q}{A_0}$

面外せん断応力度　$\tau_O = \beta \cdot \frac{Q}{A_0}$

ここで、A_0はCLTパネルの断面積、Z_0は面内または面外方向の断面係数で、Mの方向に応じて決定する。

いずれも直交層を含む全断面を有効とした値とする。

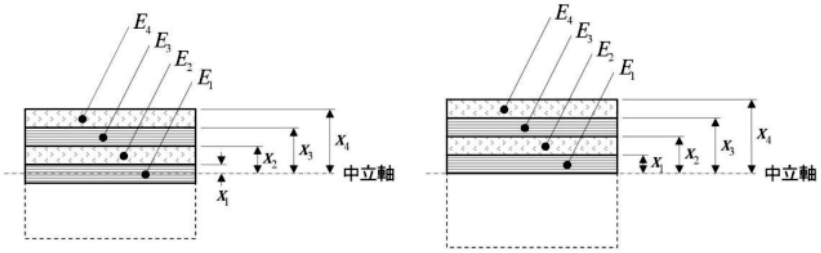
3.1面外方向強軸のせん断応力度分布係数β

β は面外方向のせん断応力度分布係数(の最大値)で、次のように求める。

$$\beta = \frac{A_0}{2 \cdot E \cdot I_0} \cdot \left\{ E_1 \cdot x_1^2 + \sum_{i=2}^{m} E_i \cdot (x_i^2 - x_{i-1}^2) \right\}$$

設計施工マニュアル第Ⅲ部　第3章　3.2　3.2.1　(1)より

E , I_0 (mm^4) :CLT パネル面外方向の弾性係数、断面二次モーメント
m :CLT パネル中立軸(対称構成の場合は厚さの中央)より外側のラミナ層数
Ei (N/mm^2) :i 番目の層の弾性係数(直交層ではEi= 0)
xi :CLT パネル中立軸から、i 番目の層のCLT パネル中立軸から遠い面までの距離



(a) 層数が奇数の場合　(b) 層数が偶数の場合

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	CLTパネル中立軸より外側のラミナ総数 m
	5層5プライ	Mx60-5-5	150	1000	2
		E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)		
		6000	30		

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	xi	$xi^2 - xi_{-1}^2$	Ei・$(xi^2 - xi_{-1}^2)$	$E_1 \cdot x_1^2$
x3	1000	30	6000	平行	75	3600	21600000	-
x2	1000	30	0	直交	45	1800	0	-
x1	1000	30	3000	平行	15	0	0	675000
				x1を除く		$\Sigma Ei \cdot (xi^2 - xi_{-1}^2)$	21600000	

面外方向の弾性係数・断面二次モーメント

E ＝ 4728.00 (N/mm^2)　2.1.1面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。
I_0 ＝ 2.81E+08 (mm^4)　2.1.1面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。
A_0 ＝ 150000 (mm^2)　2.1.1面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。

以上より、　β ＝ **1.256**

3.1.2面外方向弱軸のせん断応力度分布係数 β

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	CLTパネル中立軸より外側のラミナ総数 m
	5層5プライ	Mx60-5-5	150	1000	2

E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)
3000	30

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	xi	$xi^2 - xi_{-1}^2$	$Ei \cdot (xi^2 - xi_{-1}^2)$	$E_1 \cdot x_1^2$
x3	1000	30	0	直交	75	3600	0	ー
x2	1000	30	3000	平行	45	1800	5400000	ー
x1	1000	30	0	直交	15	0	0	0
				x1を除く		$\Sigma Ei \cdot (xi^2 - xi_{-1}^2)$	5400000	

面外方向の弾性係数・断面二次モーメント

E ＝ 624 (N/㎟) 2.1.2面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。

I_0 ＝ 2.81E+08 (mm^4) 2.1.2面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。

A_0 ＝ 150000 (㎟) 2.1.2面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。

以上より、 β ＝ **2.308**

4. Mx60-5-5の基準強度・弾性係数一覧

「1. CLT パネルの基準強度」及び 、「3. CLT パネルの応力度計算方法」によるせん断応力度分布係数 β の値を表4.1 に示す。また、「2. CLT パネルの弾性係数」による弾性係数E、Gを表4.2に示す。面内方向のせん断の基準強度Fs以外はラミナの厚さに依存しない。また、面内方向のせん断の基準強度Fs を計算する際のラミナの幅b、厚さtは、計算例で使用する下記値を採用する。ラミナ幅方向の数の最小値mは断面応力度検定時に各部材ごとに設定する事とするが、ここではm＝3～7までに設定した算定結果を示す。

ラミナ幅　b(mm)	120
ラミナ厚さ　t(mm)	30
ラミナ幅方向の数の最小値　m	－

※断面応力度検定時に各部材ごとに設定する。

表4.1　CLTパネルの基準強度、せん断応力度分布係数　　単位:N/㎟

ラミナ構成	強度等級	面内方向											面外方向				
		Fc		Ft		Fbx		Fsx					Fby		Fsy	β	
		強軸	弱軸	強軸	弱軸	強軸	弱軸	m＝3	m＝4	m＝5	m＝6	m＝7	強軸	弱軸	共通	強軸	弱軸
5層5プライ	Mx60-5-5	8.10	4.68	6.00	3.45	8.10	4.68	2.02	2.13	2.25	2.35	2.45	10.37	1.97	0.90	1.256	2.308

表4.2　CLTパネルの弾性係数　　単位:N/㎟

ラミナ構成	強度等級	面内方向			面外方向			
		E		G	E		G	
		強軸	弱軸	共通	強軸	弱軸	強軸	弱軸
5層5プライ	Mx60-5-5	3000	1200	500	4728	624	27.91	13.64

資料2　燃えしろ60mmの場合のMx60-5-5基準強度、弾性係数等の算定

基準強度および弾性係数とCLT パネルに作用する荷重の方向の関係を図4.1に示す。

下記において基準強度および弾性係数の計算内容を記載する。

1. 燃えしろ60mmのMx60-5-5の基準強度
2. 燃えしろ60mmのMx60-5-5の弾性係数（曲げヤング係数E、せん断弾性係数G）

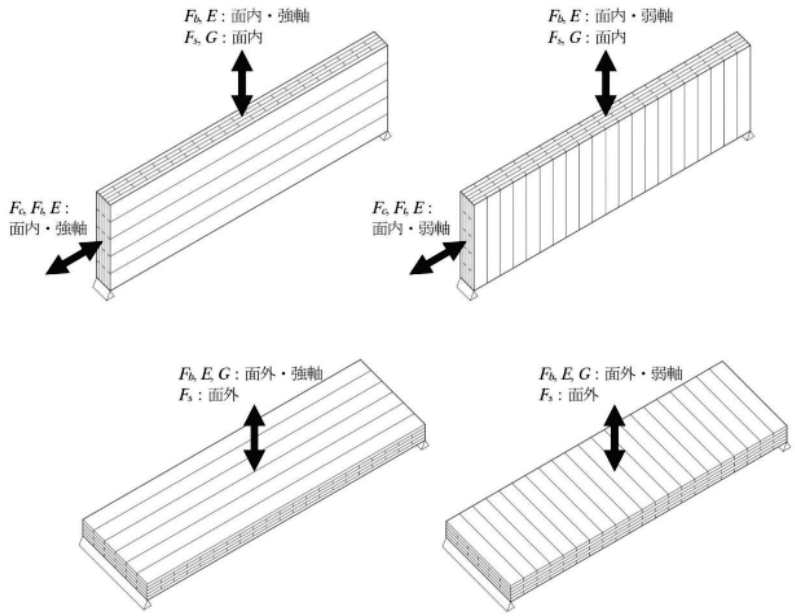


図 1　CLTパネルの基準強度・弾性係数と荷重方向の関係

1. CLT パネルの基準強度

平28 国交告第562 号(平13 国交告第1024 号の改正)によりCLT パネルの基準強度は次のように規定されている。以下、ラミナの繊維方向がCLT パネルの強軸方向とプライの繊維方向が平行な層を「平行層」、強軸方向とプライの繊維方向が直交する層を「直交層」する。

A ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法

CLTのラミナの等級区分、ラミナ強度、寸法については、表1.1の通りとする。

表1.1 ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法(幅、厚み寸法は、製造工場で異なります。必ず確認してください。)

ラミナ種類	等級区分	ラミナの強度 (N/㎟)				寸法	
		$\sigma_{c,oml}$	$\sigma_{t,oml}$	$\sigma_{b,oml}$	Ei	幅 (mm)	厚み (mm)
M60A	等級区分機による等級	21.6	16.0	27.0	6000	124	30
M30A	等級区分機による等級	15.6	11.5	19.5	3000	124	30

1.1 圧縮基準強度 *Fc* (平13国交告第1024 号第三第九号イ)

圧縮基準強度は下記式より算出する。ここで、σ_{c_oml}は、強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナの圧縮強度、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い弱軸方向に平行な内層ラミナの圧縮強度となる。

$$\text{圧縮}\quad F_c = \sigma_{c.oml} \cdot \frac{A_A}{A_0} \times 0.75 \qquad A_A = \frac{\sum E_i \cdot A_i}{E_0}$$

$Ei(N/mm^2)$:一方の外層から数えてi 番目の層のラミナのヤング係数(直交層はEi =0)
$Ai(mm^2)$:一方の外層から数えてi 番目の層の断面積
$E_0(N/mm^2)$:強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナのヤング係数、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い内層ラミナのヤング係数
$A_0(mm^2)$:CLT パネルの断面積

1.1.1強軸方向の圧縮基準強度*Fc*の算定

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000
2	1000	30	30000	0	直交	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000
炭化層 4	900	0	0	0	直交	0
炭化層 5	1000	0	0	6000	平行	0
					Σ Ei・Ai	270000000

E_0 = 6000 (N/㎟)
A_0 = 90000 (㎟)
$A_A=\Sigma EiAi/E_0$ = 45000 (㎟)
$\sigma_{c,oml}$ = 21.6 (N/㎟) 表1.1による。

以上より、 強軸*Fc*= **8.10** (N/㎟)

1.1.2弱軸方向の圧縮基準強度*Fc*の算定

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	0	直交	0
2	1000	30	30000	3000	平行	90000000
3	1000	30	30000	0	直交	0
炭化層 4	1000	0	0	3000	平行	0
炭化層 5	1000	0	0	0	直交	0
					Σ Ei・Ai	90000000

E_0 = 3000 (N/㎟)
A_0 = 90000 (㎟)
$A_A=\Sigma EiAi/E_0$ = 30000 (㎟)
$\sigma_{c,oml}$ = 15.6 (N/㎟) 表1.1による。

以上より、 弱軸*Fc*= **3.90** (N/㎟)

A ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法

CLTのラミナの等級区分、ラミナ強度、寸法については、表1.2の通りとする。

表1.2 ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法（幅、厚み寸法は、製造工場で異なります。必ず確認してください。）

ラミナ種類	等級区分	ラミナの強度 (N/㎟)				寸法	
		$\sigma_{c,oml}$	$\sigma_{t,oml}$	$\sigma_{b,oml}$	Ei	幅 (mm)	厚み (mm)
M60A	等級区分機による等級	21.6	16.0	27.0	6000	124	30
M30A	等級区分機による等級	15.6	11.5	19.5	3000	124	30

1.2 引張基準強度*Ft* （平13国交告第1024 号第三第九号ロ）

引張基準強度は下記式より算出する。ここで、$\sigma_{t,oml}$は強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナの引張強度、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い弱軸方向に平行な内層ラミナの引張強度となる。

$$\text{引張}\quad F_t = \sigma_{t,oml} \cdot \frac{A_A}{A_0} \times 0.75 \qquad A_A = \frac{\sum E_i \cdot A_i}{E_0}$$

$Ei(N/mm^2)$:一方の外層から数えてi 番目の層のラミナのヤング係数(直交層はEi =0)

$Ai(mm^2)$:一方の外層から数えてi 番目の層の断面積

$E_0(N/mm^2)$:強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナのヤング係数、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い弱軸方向に平行な内層ラミナのヤング係数

$A_0(mm^2)$:CLT パネルの断面積

1.2.1強軸方向の引張基準強度*Ft*の算定

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000
2	1000	30	30000	0	直交	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000
炭化層 4	1000	0	0	0	直交	0
炭化層 5	1000	0	0	6000	平行	0
					Σ Ei・Ai	270000000

E_0 ＝ 6000 (N/㎟)

A_0 ＝ 90000 (㎟)

A_A ＝ 45000 (㎟)

$\sigma_{t,oml}$ ＝ 16.0 (N/㎟) 表1.2による。

以上より、 強軸*Ft*＝ **6.00** (N/㎟)

1.2.2弱軸方向の引張基準強度*Ft*の算定

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	0	直交層	0
2	1000	30	30000	3000	平行層	90000000
3	1000	30	30000	0	直交層	0
炭化層 4	1000	0	0	3000	平行層	0
炭化層 5	1000	0	0	0	直交層	0
					Σ Ei・Ai	90000000

E_0 ＝ 3000 (N/㎟)

A_0 ＝ 90000 (㎟)

A_A ＝ 30000 (㎟)

$\sigma_{t,oml}$ ＝ 11.5 (N/㎟) 表1.2による。

以上より、 弱軸*Ft*＝ **2.88** (N/㎟)

A ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法

CLTのラミナの等級区分、ラミナ強度、寸法については、表1.3の通りとする。

表1.3 ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法

ラミナ種類	等級区分	ラミナの強度 (N/㎟)				寸法	
		$\sigma_{c,oml}$	$\sigma_{t,oml}$	$\sigma_{b,oml}$	Ei	幅 (mm)	厚み (mm)
M60A	等級区分機による等級	**21.6**	16.0	27.0	**6000**	124	**30**
M30A	等級区分機による等級	**15.6**	11.5	19.5	**3000**	124	**30**

1.3 曲げ基準強度*Fb* （平13国交告第1024 号第三第九号ハ）

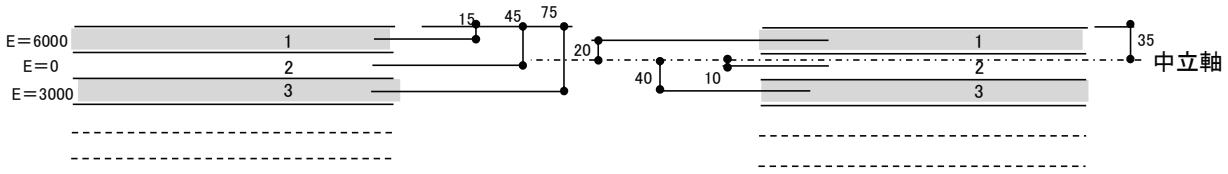
曲げ基準強度は下記式より算出する。ここで、$\sigma_{b,oml}$は強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナの曲げ強度、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い弱軸方向に平行な内層ラミナの曲げ強度となる。

曲げ 積層(面外)方向 $F_b = \sigma_{b.oml} \cdot \frac{I_A}{I_0} \times 0.4875$

幅(面内)方向 $F_b = \sigma_{b.oml} \cdot \frac{A_A}{A_0} \times 0.6$

$$A_A = \frac{\sum E_i \cdot A_i}{E_0} \qquad I_A = \frac{\sum (E_i \cdot I_i + E_i \cdot A_i \cdot z_i^2)}{E_0}$$

Ei(N/mm^2) :一方の外層から数えてi 番目の層のラミナのヤング係数(直交層はEi =0)
Ai(mm^2) :一方の外層から数えてi 番目の層の断面積
E_0(N/mm^2) :強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナのヤング係数、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い弱軸方向に平行な内層ラミナのヤング係数
A_0(mm^2) :CLT パネルの断面積
Ii(mm^4) :i 番目の層の断面二次モーメント
zi(mm) :i 番目の層の重心とCLT パネルの中立軸との距離
I_0(mm^4) :CLT パネルの断面二次モーメント



中立軸の算定

層	ラミナ厚t (mm)	Ei(N/㎟)	t･Ei	Σ t･Ei	y mm	t･Ei･y	Σt･Ei･y	中立軸 y0 mm
1	30	6000	180000		15	2700000		
2	30	0	0		45	0		
3	30	3000	90000	270000	75	6750000	9450000	35

1.3.1強軸方向の面内曲げ基準強度*Fb*の算定

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei･Ai
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000
2	1000	30	30000	0	直交	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000
炭化層 4	1000	0	0	0	直交	0
炭化層 5	1000	0	0	6000	平行	0
					Σ Ei･Ai	270000000

E_0 ＝ 6000 (N/㎟)
I_0 ＝ 60750000 (mm^4)
A_0 ＝ 90000 (㎟)
A_A ＝ 45000 (㎟)
$\sigma_{b,oml}$ ＝ 27.0 (N/㎟) 表13による。

以上より、 幅(面内)方向強軸*Fb*＝ **8.10** (N/㎟)

1.3.2弱軸方向の面内曲げ基準強度*Fb*の算定

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	0	直交	0
2	1000	30	30000	3000	平行	90000000
3	1000	30	30000	0	直交	0
炭化層 4	1000	0	0	3000	平行	0
炭化層 5	1000	0	0	0	直交	0
					Σ Ei・Ai	90000000

E_0 ＝ 3000 (N/㎟)

I_0 ＝ 60750000 (mm^4)　　A_0 ＝ 90000 (㎟)

A_A ＝ 30000 (㎟)

$\sigma_{b,oml}$ ＝ 19.5 (N/㎟)　　表1.3による。

以上より、 幅(面内)方向弱軸*Fb*＝ **3.90** (N/㎟)

1.3.3強軸方向の面外曲げ基準強度*Fb*の算定

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai	断面二次モーメント Ii (mm4)	中立軸との距離 zi (mm)	Ei・Ii+ Ei・Ai・zi^2
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000	2250000	20	8.55E+10
2	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	10	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000	2250000	40	1.508E+11
炭化層 4	1000	0	0	0	直交	0	0	0	0
炭化層 5	1000	0	0	6000	平行	0	0	0	0
					Σ Ei・Ai	270000000	Σ Ei・Ii+Ei・Ai・zi^2		2.363E+11

E_0 ＝ 6000 (N/㎟)

I_0 ＝ 60750000 (mm^4)　　A_0 ＝ 90000 (㎟)

I_A ＝ 39375000 (mm^4)　　A_A ＝ 45000 (㎟)

$\sigma_{b,oml}$ ＝ 27.0 (N/㎟)　　表1.3による。

以上より、 積層(面外)方向強軸*Fb* 8.53 (N/㎟)

1.3.4弱軸方向の面外曲げ基準強度*Fb*の算定

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai	断面二次モーメント Ii (mm4)	中立軸との距離 zi (mm)	Ei・Ii+ Ei・Ai・zi^2
1	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	20	0
2	1000	30	30000	3000	平行	90000000	2250000	10	1.575E+10
3	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	40	0
炭化層 4	1000	0	0	3000	平行	0	0	0	0
炭化層 5	1000	0	0	0	直交	0	0	0	0
					Σ Ei・Ai	90000000	Σ Ei・Ii+Ei・Ai・zi^2		1.575E+10

E_0 ＝ 3000 (N/㎟)

I_0 ＝ 6.08E+07 (mm^4)　　A_0 ＝ 90000 (㎟)

I_A ＝ 5.25E+06 (mm^4)　　A_A ＝ 30000 (㎟)

$\sigma_{b,oml}$ ＝ 19.5 (N/㎟)　　表1.3による。

以上より、 積層(面外)方向弱軸*Fb* **0.82** (N/㎟)

1.4 せん断基準強度*Fs* （平13国交告第1024 号第三第九号ニ）

幅方向せん断基準強度は下記式より算出する。

$$f_s = \min \begin{cases} f_{v,lam,0} \\ f_{v,lam,90} \cdot (t_{net}/t_{gross}) \\ (b \cdot n_{ca}/2 \cdot t_{gross}) \cdot 1/(1/f_{v,tor} \cdot (1-1/m^2)+2/f_R \cdot (1/m-1/m^2)) \end{cases}$$

$f_{v,lam,0}$ ：ラミナの繊維方向せん断強度(N/mm^2)

ひのき、からまつ	3.6 N/mm^2
つが	3.3 N/mm^2
とどまつ	3.0 N/mm^2
すぎ	2.7 N/mm^2

$f_{v,lam,90}$ ：ラミナの繊維方向に直交する方向のせん断強度N/mm^2

設計施工マニュアル第Ⅳ部第1章1.2.6より $f_{v,lam,90}=f_{v,lam,0}\times 3$とする。

ひのき、からまつ	10.8 N/mm^2
つが	9.9 N/mm^2
とどまつ	9.0 N/mm^2
すぎ	8.1 N/mm^2

t_{net} ：総層数に占める少ない層のラミナ厚の和

3層3プライ net 1層分	30 mm		
5層5プライ net 2層分	60 mm	→	30 mm
5層7プライ net 3層分	60 mm		
7層7プライ net 3層分	90 mm		

燃えしろの場合

t_{gross} ：総厚さ

3層3プライ 総厚さ	90 mm		
5層5プライ 総厚さ	150 mm	→	90 mm
5層7プライ 総厚さ	210 mm		
7層7プライ 総厚さ	210 mm		

b ：ラミナ幅 120 mm

n_{ca} ：厚さ方向の接着面数

3層3プライ	2
5層5プライ	4
5層7プライ	4
7層7プライ	6

$f_{v,tor}$ ：接着された直交するラミナの交差面のねじりせん断強度

ひのき、からまつ	4.7 N/mm^2
つが	3.0 N/mm^2
とどまつ	3.0 N/mm^2
すぎ	3.0 N/mm^2

m ：幅方向のラミナの最小枚数

成500mm	3
成600mm	4

f_R ：ローリングシア強度

ひのき、からまつ	2.0 N/mm^2
つが	1.8 N/mm^2
とどまつ	1.6 N/mm^2
すぎ	1.5 N/mm^2

1.4.1せん断基準強度*Fs*（面外、面内）の算定

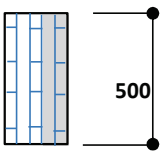
60mm燃えしろ設計の場合

m=3	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	ラミナ幅 b (mm)	CLTパネルの直交接着層の数 n_{ca}	ラミナ幅方向の数の最小値 m
	5層5プライ	Mx60-5-5	90	500	120	2	3

150−60=90　　4から2へ

$f_{v,lam,0}$	5層5プライ	2.700	1.68
$f_{v,lam,90}\cdot(t_{net}=30/t_{gross}=90)$		2.700	
$(3b\cdot n_{ca}/8\cdot t_{gross})\cdot 1/(1/f_{v,tor}\cdot(1-1/m^2)+2/f_R\cdot(1/m-1/m^2))$		1.688	

算定結果は、小数点第3位切り捨てとする。



左図より、m＝3とする。
ラミナ幅120mmを有する箇所をカウントする。

以上より、

積層（面外）方向 *Fs*y ＝	**0.9** (N/㎟)
幅（面内）方向 *Fs*x ＝	**1.68** (N/㎟)

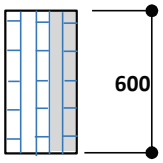
面外方向は、ラミナ構成に関係なく$_{面外}$*Fs*＝0.9N/mm^{2}とする。

m=4	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	ラミナ幅 b (mm)	CLTパネルの直交接着層の数 n_{ca}	ラミナ幅方向の数の最小値 m
	5層5プライ	Mx60-5-5	90	500	120	2	4

150-60=90　　4から2へ

$f_{v,lam,0}$	5層5プライ	2.700	1.77
$f_{v,lam,90}$・(t_{net}/t_{gross})		2.700	
$(3b \cdot n_{ca}/8 \cdot t_{gross}) \cdot 1/(1/f_{v,tor} \cdot (1-1/m^2)+2/f_R \cdot (1/m-1/m^2))$		1.778	

算定結果は、小数点第3位切り捨てとする。



左図より、m＝4とする。

以上より、

積層(面外)方向　Fs_y　＝	**0.9** (N/㎟)
幅(面内)方向　Fs_x　＝	**1.77** (N/㎟)

面外方向は、ラミナ構成に関係なく$_{面外}Fs$＝0.9N/mm^{2}とする。

1.5　めり込みの基準強度*Fcv*

めり込みの基準強度は外層ラミナの樹種に応じて表1.2のように規定されている。

表1.2　CLTパネルのめり込みの基準強度 F_{cv}

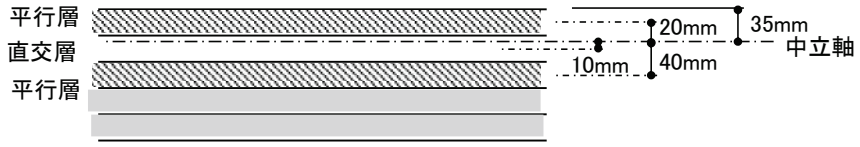
外層ラミナの樹種	F_{cv} (N/㎟)
あかまつ、くろまつ、ダフリカからまつ、サザンパイン、べいまつ、ホワイトサイプレスパイン及びウエスタンラーチ	9.0
ひのき、ひば、からまつ及びべいひ	7.8
つが、アラスカイエローシダー、べにまつ、ラジアタパイン、べいつが、もみ、とどまつ、えぞまつ、べいもみ、スプルース、ロッジポールパイン、ポンデローサパイン、おうしゅうあかまつ、すぎ、べいすぎ及びジャックパイン	6.0

2. 燃えしろ60mmの場合のMx60-5-5の弾性係数（曲げヤング係数E、せん断弾性係数G）

2.1 面外方向の弾性係数

Shear Analogy Methodに基づいて、面外方向の曲げヤング係数E とせん断弾性係数G を次のように計算する。以下、ラミナの繊維方向がCLT パネルの強軸方向とプライの繊維方向が平行な層を「平行層」、強軸方向とプライの繊維方向が直交する層を「直交層」する。

2.1.1面外方向強軸の曲げヤング係数の算定



6000	15	90000
0	45	0
3000	75	225000
9000		315000

y= 35

縦弾性係数 $E=\dfrac{\sum(E_i\cdot I_i+E_i\cdot A_i\cdot z_i^2)}{I_0}$

Ei,Ii,Ai,zi,I0 :Eの計算においては、直交層はEi=0

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	90	1000
		E_0	ラミナ厚	
		6000	30	

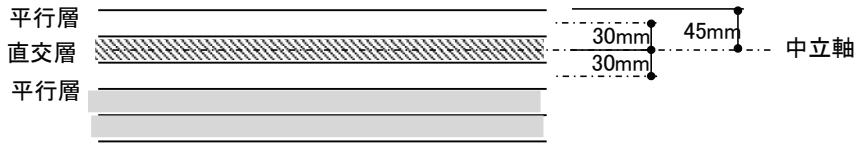
層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai	断面二次モーメント Ii (mm⁴)	中立軸との距離 zi (mm)	Ei・Ii+ Ei・Ai・zi²
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000	2250000	20	8.55E+10
2	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	10	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000	2250000	40	1.508E+11
炭化層 4	1000	0	0	0	直交	0	0	0	0
炭化層 5	1000	0	0	0	平行	0	0	0	0
		$A_0=\Sigma$ Ai	90000		Σ Ei・Ai	111.11	Σ Ei・Ii+Ei・Ai・zi²		2.36E+11

$\Sigma(Ei\cdot Ii+Ei\cdot Ai\cdot zi^2)$ ＝ 2.36E+11 (N・㎟)

I0 ＝ 60750000 (mm^4)

以上より、 E ＝ **3889** (N/㎟)

2.1.2面外方向弱軸の曲げヤング係数の算定



弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	90	1000
		E_0	ラミナ厚	
		3000	30	

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai	断面二次モーメント Ii (mm⁴)	中立軸との距離 zi (mm)	Ei・Ii+ Ei・Ai・zi²
1	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	30	0
2	1000	30	30000	3000	平行	90000000	2250000	0	6.75E+09
3	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	30	0
炭化層 4	1000	0	0	0	平行	0	0	0	0
炭化層 5	1000	0	0	0	直交	0	0	0	0
					Σ Ei・Ai	90000000	Σ Ei・Ii+Ei・Ai・zi²		6.75E+09

$\Sigma(Ei\cdot Ii+Ei\cdot Ai\cdot zi^2)$ ＝ 6.75E+09 (N・㎟)

I0 ＝ 60750000 (mm^4)

以上より、 E ＝ **111** (N/㎟)

2.1.3面外方向強軸のせん断弾性係数の算定

$$\text{せん断弾性係数}\quad G=\frac{a^2}{\frac{h_1}{2\cdot G_1}+\sum_{i=2}^{n-1}\frac{h_i}{G_i}+\frac{h_n}{2\cdot G_n}}\cdot\frac{1}{t_{gross}}$$

a(mm)　　:外層同士の重心間距離(外層が弱軸の場合、その一つ内側のラミナ同士の距離とする)
hi(mm)　　:i番目の層の厚さ
Gi(N/mm^2) :i番目の層のせん断弾性係数(平行層Gi = Ei/16、直交層Gi = Ei/160)
t_{gross}(mm)　:CLTパネルの厚さ

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	外層同士の重心間距離 a (mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	90	1000	120
		E_0	ラミナ厚		
		6000	30		

外層ラミナが強軸の場合、1層目は1番目の外層、もう一方の外層がn層目となる。

層	ラミナ厚 hi(mm)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	層のせん断弾性係数 Gi(N/㎟)	hi/Gi	備考
1	30	6000	平行	375	0.04	$h_1/(2\cdot G_1)$
2	30	3000	直交	18.75	1.6	
3	30	3000	平行	187.5	0.16	
4	0	3000	直交	18.75	0	
5	0	6000	平行	375	0	hn/(2・Gn)
1層目と3層目のhi/Giは半分としている。				Σ hi/Gi	1.8	

以上より、　G ＝　**88.89** (N/㎟)

2.1.4面外方向弱軸のせん断弾性係数の算定

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	外層同士の重心間距離 a (mm)
	5層5プライ	Mx60-5-5	90	1000	60
		E_0	ラミナ厚		
		6000	30		

弱軸方向の場合、弱軸方向に対して直交方向の外層ラミナは、hi/Gi＝0とし、その一つ内側のラミナを1番目として算出する。

層	ラミナ厚 hi(mm)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	層のせん断弾性係数 Gi(N/㎟)	hi/Gi	備考
1	30	6000	直交	37.5	0	
2	30	3000	平行	187.5	0.08	hn/(2・Gn)
3	30	3000	直交	18.75	1.6	
炭化層 4	0	3000	平行	187.5	0	hn/(2・Gn)
炭化層 5	0	6000	直交	37.5	0	
				Σ hi/Gi	1.68	

以上より、　G ＝　**23.81** (N/㎟)

2.2 面内方向の弾性係数

面内方向の縦弾性係数E は、平行層のみを有効として次のように算定する。

$$E=\frac{\sum(E_i\cdot A_i)}{A_0}$$

Ei　Ai　A0　:1.2 節に同じ。

2.2.1面内方向強軸の曲げヤング係数

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅(mm)
	5層5プライ	MX60-5-5	90	1000
		E_0	ラミナ厚	
		6000	30	

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000
2	1000	30	30000	0	直交	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000
炭化層 4	1000	0	0	0	直交	0
炭化層 5	1000	0	0	6000	平行	0
		A0＝Σ Ai	90000		Σ Ei・Ai	2.70E+08

$A_A=\Sigma(Ei\cdot Ai)/E_0=$　4.50E+04 (N)

A_0　＝　90000 (㎟)

以上より、　E　＝　**3000** (N/㎟)

2.2.2面内方向弱軸の曲げヤング係数

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅(mm)
	5層5プライ	S60-5-5	90	1000
		E_0	ラミナ厚	
		3000	30	

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	0	直交	0
2	1000	30	30000	3000	平行	90000000
3	1000	30	30000	0	直交	0
炭化層 4	1000	0	0	3000	平行	0
炭化層 5	1000	0	0	0	直交	0
		A0＝Σ Ai	90000		Σ Ei・Ai	9.00E+07

$A_A=\Sigma(Ei\cdot Ai)/E_0=$　9.00E+07 (N)

A_0　＝　90000 (㎟)

以上より、　E　＝　**1000** (N/㎟)

2.2.3面内方向（強軸、弱軸共通）のせん断弾性係数

ラミナ構成、強度等級にかかわらず面内方向せん断弾性係数Gは、下記とする。

$G_{面内}=$　**500** (N/㎟)　設計施工マニュアル第Ⅳ部第1章1.3　1.3.6による。

3. 燃えしろ60mmの場合のCLT パネルの応力度計算方法

CLT パネルを線要素(梁要素)にモデル化する場合に、応力変形解析によって得られる当該要素の軸方向の圧縮力をC 、引張力をT 、曲げをM 、せん断力をQ とする。このとき、CLT パネルの応力度は次のように求める。

圧縮応力度　$\sigma_c = \frac{C}{A_0}$

引張応力度　$\sigma_t = \frac{T}{A_0}$

曲げ応力度　$\sigma_b = \frac{M}{Z_0}$

面内せん断応力度　$\tau_I = 1.5 \cdot \frac{Q}{A_0}$

面外せん断応力度　$\tau_O = \beta \cdot \frac{Q}{A_0}$

燃えしろ設計を行う場合は、燃えしろ部分60mmを除いた断面、ラミナ構成で応力度を検討します。

ここで、A_0はCLTパネルの断面積、Z_0は面内または面外方向の断面係数で、Mの方向に応じて決定する。

いずれも直交層を含む全断面を有効とした値とする。

3.1面外方向強軸のせん断応力度分布係数β

β は面外方向のせん断応力度分布係数(の最大値)で、次のように求める。

$$\beta = \frac{A_0}{2 \cdot E \cdot I_0} \cdot \left\{ E_1 \cdot x_1^2 + \sum_{i=2}^{m} E_i \cdot (x_i^2 - x_{i-1}^2) \right\}$$

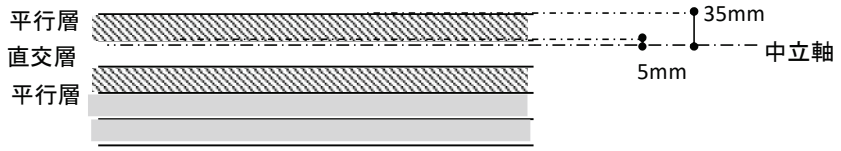
設計施工マニュアル第Ⅲ部　第3章　3.2　3.2.1　(1)より

E , I_0 (mm^4) :CLT パネル面外方向の弾性係数、断面二次モーメント

m :CLT パネル中立軸(対称構成の場合は厚さの中央)より外側のラミナ層数

Ei (N/mm^2) :i 番目の層の弾性係数(直交層ではEi= 0)

xi :CLT パネル中立軸から、i 番目の層のCLT パネル中立軸から遠い面までの距離



パネル厚＝150−60＝90mm

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	CLTパネル中立軸より外側のラミナ総数 m
	5層5プライ	Mx60-5-5	90	1000	1
		E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)		
		6000	30		

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	xi	$x_i^2 - x_{i-1}^2$	Ei・$(x_i^2 - x_{i-1}^2)$	$E_1 \cdot x_1^2$
x2	1000	30	6000	平行	35	1200	7200000	−
x1	1000	30	0	直交	5	25	0	0
	1000	30	3000	平行				
炭化層 4								
炭化層 5								
				x1を除く		$\Sigma Ei \cdot (x_i^2 - x_{i-1}^2)$	7200000	

面外方向の弾性係数・断面二次モーメント

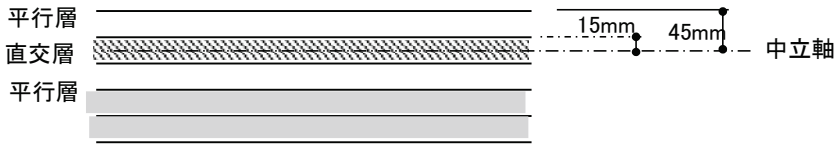
E ＝ 3888.89 (N/㎟)　**面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。**

I_0 ＝ 60750000 (mm^4)　**面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。**

A_0 ＝ 90000 (㎟)　**面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。**

以上より、　β ＝ **1.371**

3.1.2面外方向弱軸のせん断応力度分布係数β



パネル厚＝150−60＝90mm

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	CLTパネル中立軸より外側のラミナ総数 m
	5層5プライ	Mx60−5−5	90	1000	1
		E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)		
		3000	30		

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	ラミナ方向	xi	$xi^2 - xi_{-1}^2$	$Ei\cdot(xi^2 - xi_{-1}^2)$	$E_1\cdot x_1^2$
x2	1000	30	0	直交層	45	1800	0	−
x1	1000	30	3000	平行層	15	225	675000	675000
炭化層 4								
炭化層 5								
				x1を除く		$\Sigma Ei\cdot(xi^2 - xi_{-1}^2)$	675000	

面外方向の弾性係数・断面二次モーメント

E ＝ 111 (N/㎟) 面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。

I_0 ＝ 60750000 (mm^4) 面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。

A_0 ＝ 90000 (㎟) 2.1.2面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。

以上より、 β ＝ **9.000**

4. 燃えしろ60mmの場合のMx60-5-5の基準強度・弾性係数一覧

「1. CLT パネルの基準強度」及び 、「3. CLT パネルの応力度計算方法」によるせん断応力度分布係数 β の値を表4.1に示す。また、「2. CLT パネルの弾性係数」による弾性係数E、Gを表4.2に示す。面内方向のせん断の基準強度Fs 以外はラミナの厚さに依存しない。また、面内方向のせん断の基準強度Fs を計算する際のラミナの幅b、厚さtは、計算例で使用する下記値を採用する。ラミナ幅方向の数の最小値mは断面応力度検定時に各部材ごとに設定する事とするが、ここではm＝3～7までに設定した算定結果を示す。

ラミナ幅　b(mm)	120
ラミナ厚さ　t(mm)	30
ラミナ幅方向の数の最小値　m	-

※断面応力度検定時に各部材ごとに設定する。

表4.1　燃えしろ60mmにおけるMx60-5-5の基準強度、せん断応力度分布係数　　単位:N/㎟

ラミナ構成	強度等級	面内方向								面外方向				
		Fc		Ft		Fbx		Fsx		Fby		Fsy	β	
		強軸	弱軸	強軸	弱軸	強軸	弱軸	m＝3	m＝4	強軸	弱軸	共通	強軸	弱軸
5層5プライ	Mx60-5-5	8.10	3.90	6.00	2.88	8.10	3.90	1.68	1.77	8.53	0.82	0.90	1.371	9.000

表4.2　燃えしろ60mmにおけるMx60-5-5の弾性係数　　単位:N/㎟

ラミナ構成	強度等級	面内方向			面外方向			
		E		G	E		G	
		強軸	弱軸	共通	強軸	弱軸	強軸	弱軸
5層5プライ	Mx60-5-5	3000	1000	500	3889	111	88.89	23.81

資料3　Mx60-5-7の基準強度、弾性係数および応力度の算定

基準強度および弾性係数とCLT パネルに作用する荷重の方向の関係を図4.1に示す。

下記において基準強度および弾性係数の計算内容を記載する。

1. Mx60-5-7の基準強度
2. Mx60-5-7の弾性係数（曲げヤング係数E、せん断弾性係数G）

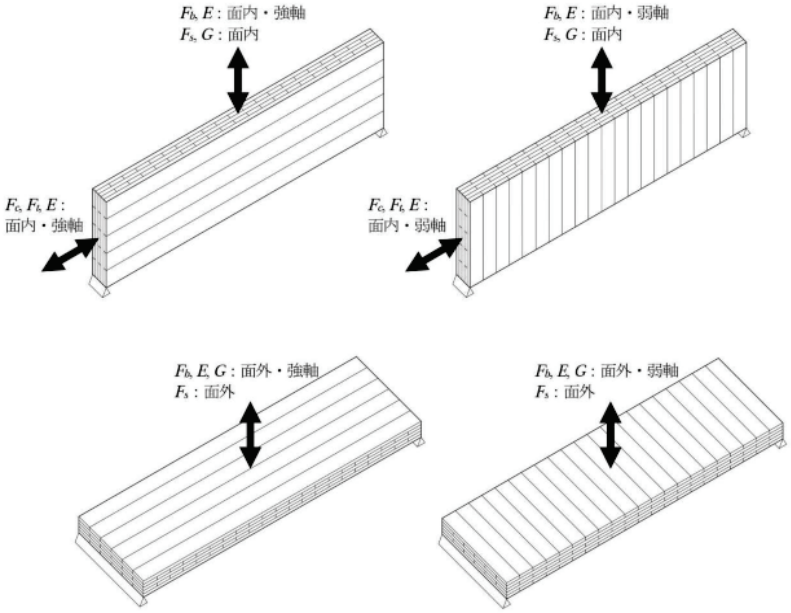


図 1　CLTパネルの基準強度・弾性係数と荷重方向の関係

1. CLT パネルの基準強度

平28 国交告第562 号(平13 国交告第1024 号の改正)によりCLT パネルの基準強度は次のように規定されている。以下、ラミナの繊維方向がCLT パネルの強軸方向とプライの繊維方向が平行な層を「平行層」、強軸方向とプライの繊維方向が直交する層を「直交層」する。

A ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法

CLTのラミナの等級区分、ラミナ強度、寸法については、表1.1の通りとする。

表1.1 ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法(幅、厚み寸法は、製造工場で異なります。必ず確認してください。)

ラミナ種類	等級区分	ラミナの強度 (N/㎟)				寸法	
		$\sigma_{c,oml}$	$\sigma_{t,oml}$	$\sigma_{b,oml}$	Ei	幅 (mm)	厚み (mm)
M60A	等級区分機による等級	21.6	16.0	27.0	6000	124	30
M30A	等級区分機による等級	15.6	11.5	19.5	3000	124	30

1.1 圧縮基準強度 *Fc* (平13国交告第1024 号第三第九号イ)

圧縮基準強度は下記式より算出する。ここで、σ_{c_oml}は、強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナの圧縮強度、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い弱軸方向に平行な内層ラミナの圧縮強度となる。

$$\text{圧縮}\quad F_c = \sigma_{c\,oml} \cdot \frac{A_A}{A_0} \times 0.75 \qquad A_A = \frac{\sum E_i \cdot A_i}{E_0}$$

$Ei(N/mm^2)$:一方の外層から数えてi 番目の層のラミナのヤング係数(直交層はEi =0)
$Ai(mm^2)$:一方の外層から数えてi 番目の層の断面積
$E_0(N/mm^2)$:強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナのヤング係数、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い弱軸方向に平行な内層ラミナのヤング係数
$A_0(mm^2)$:CLT パネルの断面積

1.1.1強軸方向の圧縮基準強度*Fc*の算定

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000
2	1000	30	30000	6000	平行	180000000
3	1000	30	30000	0	直交	0
4	1000	30	30000	3000	平行	90000000
5	1000	30	30000	0	直交	0
6	1000	30	30000	6000	平行	180000000
7	1000	30	30000	6000	平行	180000000
					Σ Ei・Ai	810000000

E_0 = 6000 (N/㎟)
A_0 = 210000 (㎟)
$A_A=\Sigma EiAi/E_0$ = 135000 (㎟)
$\sigma_{c,oml}$ = 21.6 (N/㎟) 表1.1による。

以上より、 強軸*Fc*= **10.41** (N/㎟)

1.1.2弱軸方向の圧縮基準強度*Fc*の算定

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	0	直交	0
2	1000	30	30000	0	直交	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000
4	1000	30	30000	0	直交	0
5	1000	30	30000	3000	平行	90000000
6	1000	30	30000	0	直交	0
7	1000	30	30000	0	直交	0
					Σ Ei・Ai	180000000

E_0 = 3000 (N/㎟)
A_0 = 210000 (㎟)
$A_A=\Sigma EiAi/E_0$ = 60000 (㎟)
$\sigma_{c,oml}$ = 15.6 (N/㎟) 表1.1による。

以上より、 弱軸*Fc*= **3.34** (N/㎟)

A ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法

CLTのラミナの等級区分、ラミナ強度、寸法については、表1.2の通りとする。

表1.2 ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法(幅、厚み寸法は、製造工場で異なります。必ず確認してください。)

ラミナ種類	等級区分	ラミナの強度 (N/㎟)				寸法	
		$\sigma_{c,oml}$	$\sigma_{t,oml}$	$\sigma_{b,oml}$	Ei	幅 (mm)	厚み (mm)
M60A	等級区分機による等級	21.6	16.0	27.0	6000	124	30
M30A	等級区分機による等級	15.6	11.5	19.5	3000	124	30

1.2 引張基準強度*Ft* (平13国交告第1024 号第三第九号ロ)

引張基準強度は下記式より算出する。ここで、$\sigma_{t,oml}$は強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナの引張強度、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い弱軸方向に平行な内層ラミナの引張強度となる。

$$\text{引張}\quad F_t = \sigma_{t,oml} \cdot \frac{A_A}{A_0} \times 0.75 \qquad A_A = \frac{\sum E_i \cdot A_i}{E_0}$$

Ei(N/mm^2) :一方の外層から数えてi 番目の層のラミナのヤング係数(直交層はEi =0)

Ai(mm^2) :一方の外層から数えてi 番目の層の断面積

E0(N/mm^2) :強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナのヤング係数、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い弱軸方向に平行な内層ラミナのヤング係数

A0(mm^2) :CLT パネルの断面積

1.2.1強軸方向の引張基準強度*Ft*の算定

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000
2	1000	30	30000	6000	平行	180000000
3	1000	30	30000	0	直交	0
4	1000	30	30000	3000	平行	90000000
5	1000	30	30000	0	直交	0
6	1000	30	30000	6000	平行	180000000
7	1000	30	30000	6000	平行	180000000
					Σ Ei・Ai	810000000

E0 = 6000 (N/㎟)

A0 = 210000 (㎟)

AA = 135000 (㎟)

$\sigma_{t,oml}$ = 16.0 (N/㎟) 表1.2による。

以上より、 強軸*Ft* = **7.71** (N/㎟)

1.2.2弱軸方向の引張基準強度*Ft*の算定

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	0	直交	0
2	1000	30	30000	0	直交	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000
4	1000	30	30000	0	直交	0
5	1000	30	30000	3000	平行	90000000
6	1000	30	30000	0	直交	0
7	1000	30	30000	0	直交	0
					Σ Ei・Ai	180000000

E0 = 3000 (N/㎟)

A0 = 210000 (㎟)

AA = 60000 (㎟)

$\sigma_{t,oml}$ = 11.5 (N/㎟) 表1.2による。

以上より、 弱軸*Ft* = **2.46** (N/㎟)

A ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法

CLTのラミナの等級区分、ラミナ強度、寸法については、表1.3の通りとする。

表1.3 ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法

ラミナ種類	等級区分	ラミナの強度 (N/㎟)				寸法	
		$\sigma_{c,oml}$	$\sigma_{t,oml}$	$\sigma_{b,oml}$	Ei	幅 (mm)	厚み (mm)
M60A	等級区分機による等級	21.6	16.0	27.0	6000	124	30
M30A	等級区分機による等級	15.6	11.5	19.5	3000	124	30

1.3 曲げ基準強度*Fb* （平13国交告第1024 号第三第九号ハ）

曲げ基準強度は下記式より算出する。ここで、$\sigma_{b,oml}$は強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナの曲げ強度、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い弱軸方向に平行な内層ラミナの曲げ強度となる。

曲げ 積層(面外)方向 $F_b = \sigma_{b.oml} \cdot \frac{I_A}{I_0} \times 0.4875$

幅(面内)方向 $F_b = \sigma_{b.oml} \cdot \frac{A_A}{A_0} \times 0.6$

$A_A = \frac{\sum E_i \cdot A_i}{E_0}$ $I_A = \frac{\sum (E_i \cdot I_i + E_i \cdot A_i \cdot z_i^2)}{E_0}$

Ei(N/mm^2) :一方の外層から数えてi 番目の層のラミナのヤング係数(直交層はEi =0)
Ai(mm^2) :一方の外層から数えてi 番目の層の断面積
E0(N/mm^2) :強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナのヤング係数、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い弱軸方向に平行な内層ラミナのヤング係数
A0(mm^2) :CLT パネルの断面積
Ii(mm^4) :i 番目の層の断面二次モーメント
zi(mm) :i 番目の層の重心とCLT パネルの中立軸との距離
I0(mm^4) :CLT パネルの断面二次モーメント

1.3.1強軸方向の面内曲げ基準強度*Fb*の算定

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000
2	1000	30	30000	6000	平行	180000000
3	1000	30	30000	0	直交	0
4	1000	30	30000	3000	平行	90000000
5	1000	30	30000	0	直交	0
6	1000	30	30000	6000	平行	180000000
7	1000	30	30000	6000	平行	180000000
8	−	−	−	−	−	−
9	−	−	−	−	−	−
					Σ Ei・Ai	810000000

E0 = 6000 (N/㎟)
I0 = 7.72E+08 (mm^4)
A0 = 210000 (㎟)
AA = 135000 (㎟)
$\sigma_{b,oml}$ = 27.0 (N/㎟) 表1.3による。

以上より、 幅(面内)方向強軸*Fb* = **10.41** (N/㎟)

1.3.2弱軸方向の面内曲げ基準強度*Fb*の算定

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	0	直交	0
2	1000	30	30000	0	直交	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000
4	1000	30	30000	0	直交	0
5	1000	30	30000	3000	平行	90000000
6	1000	30	30000	0	直交	0
7	1000	30	30000	0	直交	0
					Σ Ei・Ai	180000000

E0 = 3000 (N/㎟)
I0 = 7.72E+08 (mm^4)
A0 = 210000 (㎟)
AA = 60000 (㎟)
$\sigma_{b,oml}$ = 19.5 (N/㎟) 表1.3による。

以上より、 幅(面内)方向弱軸*Fb* = **3.34** (N/㎟)

1.3.3強軸方向の面外曲げ基準強度*Fb*の算定

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai	断面二次モーメント Ii (mm4)	中立軸との距離 zi (mm)	Ei・Ii+ Ei・Ai・zi^2
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000	2250000	90	1.472E+12
2	1000	30	30000	6000	平行	180000000	2250000	60	6.615E+11
3	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	30	0
4	1000	30	30000	3000	平行	90000000	2250000	0	6.75E+09
5	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	30	0
6	1000	30	30000	6000	平行	180000000	2250000	60	6.615E+11
7	1000	30	30000	6000	平行	180000000	2250000	90	1.472E+12
					Σ Ei・Ai	810000000	Σ Ei・Ii+Ei・Ai・zi^2		4.273E+12

E_0 ＝ 6000 (N/㎟)

I_0 ＝ 7.72E+08 (mm^4)　　A_0 ＝ 210000 (㎟)

I_A ＝ 7.12E+08 (mm^4)　　A_A ＝ 135000 (㎟)

$\sigma_{b,oml}$ ＝ 27.0 (N/㎟)　表1.3による。

以上より、 積層(面外)方向強軸***Fb*** **12.14** (N/㎟)

1.3.4弱軸方向の面外曲げ基準強度*Fb*の算定

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai	断面二次モーメント Ii (mm4)	中立軸との距離 zi (mm)	Ei・Ii+ Ei・Ai・zi^2
1	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	90	0
2	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	60	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000	2250000	30	8.775E+10
4	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	0	0
5	1000	30	30000	3000	平行	90000000	2250000	30	8.775E+10
6	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	60	0
7	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	90	0
					Σ Ei・Ai	180000000	Σ Ei・Ii+Ei・Ai・zi^2		1.755E+11

E_0 ＝ 3000 (N/㎟)

I_0 ＝ 7.72E+08 (mm^4)　　A_0 ＝ 210000 (㎟)

I_A ＝ 5.85E+07 (mm^4)　　A_A ＝ 60000 (㎟)

$\sigma_{b,oml}$ ＝ 19.5 (N/㎟)　表1.3による。

以上より、 積層(面外)方向弱軸***Fb*** **0.72** (N/㎟)

1.4 せん断基準強度*Fs* （平13国交告第1024 号第三第九号ニ）

幅方向のせん断基準強度は下記式より算出する。

$$f_s = \min \begin{cases} f_{v,lam,0} \\ f_{v,lam,90} \cdot (t_{net}/t_{gross}) \\ (b \cdot n_{ca}/2 \cdot t_{gross}) \cdot 1/(1/f_{v,tor} \cdot (1-1/m^2)+2/f_R \cdot (1/m-1/m^2)) \end{cases}$$

$f_{v,lam,0}$ ：ラミナの繊維方向せん断強度(N/mm^2)

ひのき、からまつ	3.6 N/mm^2
つが	3.3 N/mm^2
とどまつ	3.0 N/mm^2
すぎ	2.7 N/mm^2

$f_{v,lam,90}$ ：ラミナの繊維方向に直交する方向のせん断強度N/mm^2

設計施工マニュアル第Ⅳ部第1章1.2.6より $f_{v,lam,90}=f_{v,lam,0}\times 3$とする。

ひのき、からまつ	10.8 N/mm^2
つが	9.9 N/mm^2
とどまつ	9.0 N/mm^2
すぎ	8.1 N/mm^2

t_{net} ：総層数に占める少ない層のラミナ厚の和

3層3プライ		net 1層分	30 mm
5層7プライ	5層5プライ	net 2層分	60 mm
	7層7プライ	net 3層分	90 mm

t_{gross} ：総厚さ

3層3プライ		総厚さ	90 mm
5層7プライ	5層5プライ	総厚さ	150 mm
	7層7プライ	総厚さ	210 mm

b ：ラミナ幅 120 mm

n_{ca} ：厚さ方向の接着面数

3層3プライ		2
5層7プライ	5層5プライ	4
	7層7プライ	6

$f_{v,tor}$ ：接着された直交するラミナの交差面のねじりせん断強度

ひのき、からまつ	4.7 N/mm^2
つが	3.0 N/mm^2
とどまつ	3.0 N/mm^2
すぎ	3.0 N/mm^2

m ：幅方向のラミナの最小枚数

成500mm	3
成600mm	4
成700mm	5
成900mm	6
成1000mm	7

f_R ：ローリングシア強度

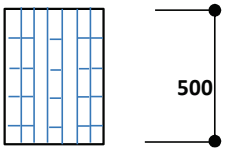
ひのき、からまつ	2.0 N/mm^2
つが	1.8 N/mm^2
とどまつ	1.6 N/mm^2
すぎ	1.5 N/mm^2

1.4.1せん断基準強度*Fs*（面外、面内）の算定

m=3	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	ラミナ幅 b (mm)	CLTパネルの直交接着層の数 n_{ca}	ラミナ幅方向の数の最小値 m
	5層7プライ	Mx60-5-7	210	500	120	4	3

$f_{v,lam,0}$	5層7プライ	2.700	**1.44**
$f_{v,lam,90} \cdot (t_{net}/t_{gross})$		2.314	
$(3b \cdot n_{ca}/8 \cdot t_{gross}) \cdot 1/(1/f_{v,tor} \cdot (1-1/m^2)+2/f_R \cdot (1/m-1/m^2))$		1.446	

算定結果は、小数点第3位切り捨てとする。



左図より、m＝3とする。
ラミナ幅120mmを有する箇所をカウントする。

以上より、

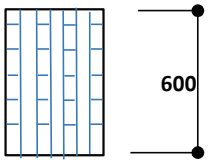
積層（面外）方向 *Fs*y ＝	**0.9** (N/mm^2)
幅（面内）方向 *Fs*x ＝	**1.44** (N/mm^2)

面外方向は、ラミナ構成に関係なく$_{面外}$*Fs*＝0.9N/mm^{2}とする。

m=4	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	ラミナ幅 b (mm)	CLTパネルの直交接着層の数 n_{ca}	ラミナ幅方向の数の最小値 m
	5層7プライ	Mx60-5-7	210	600	120	4	4

$f_{v,lam,0}$	5層7プライ	2.700	**1.52**
$f_{v,lam,90}$・(t_{net}/t_{gross})		2.314	
$(3b \cdot n_{ca}/8 \cdot t_{gross}) \cdot 1/(1/f_{v,tor} \cdot (1-1/m^2)+2/f_R \cdot (1/m-1/m^2))$		1.524	

算定結果は、小数点第3位切り捨てとする。



左図より、m＝4とする。

以上より、

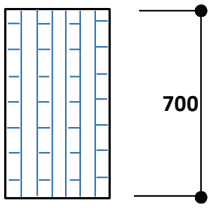
積層(面外)方向 $F_{s}y$ ＝	**0.9** (N/㎟)
幅(面内)方向 $F_{s}x$ ＝	**1.52** (N/㎟)

面外方向は、ラミナ構成に関係なく$_{面外}F_s$＝0.9N/mm^{2}とする。

m=5	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	ラミナ幅 b (mm)	CLTパネルの直交接着層の数 n_{ca}	ラミナ幅方向の数の最小値 m
	5層7プライ	Mx60-5-7	210	700	120	4	5

$f_{v,lam,0}$	5層7プライ	2.700	**1.60**
$f_{v,lam,90}$・(t_{net}/t_{gross})		2.314	
$(3b \cdot n_{ca}/8 \cdot t_{gross}) \cdot 1/(1/f_{v,tor} \cdot (1-1/m^2)+2/f_R \cdot (1/m-1/m^2))$		1.607	

算定結果は、小数点第3位切り捨てとする。



左図より、m＝5とする。

以上より、

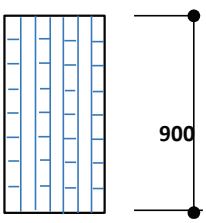
積層(面外)方向 $F_{s}y$ ＝	**0.9** (N/㎟)
幅(面内)方向 $F_{s}x$ ＝	**1.60** (N/㎟)

面外方向は、ラミナ構成に関係なく$_{面外}F_s$＝0.9N/mm^{2}とする。

m=6	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	ラミナ幅 b (mm)	CLTパネルの直交接着層の数 n_{ca}	ラミナ幅方向の数の最小値 m
	5層7プライ	Mx60-5-7	210	900	120	4	6

$f_{v,lam,0}$	5層7プライ	2.700	**1.68**
$f_{v,lam,90}$・(t_{net}/t_{gross})		3.240	
$(3b \cdot n_{ca}/8 \cdot t_{gross}) \cdot 1/(1/f_{v,tor} \cdot (1-1/m^2)+2/f_R \cdot (1/m-1/m^2))$		1.683	

算定結果は、小数点第3位切り捨てとする。



左図より、m＝6とする。

以上より、

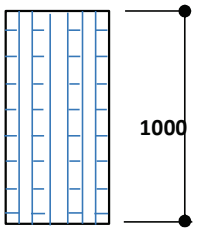
積層(面外)方向 $F_{s}y$ ＝	**0.9** (N/㎟)
幅(面内)方向 $F_{s}x$ ＝	**1.68** (N/㎟)

面外方向は、ラミナ構成に関係なく$_{面外}F_s$＝0.9N/mm^{2}とする。

m=7	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	ラミナ幅 b (mm)	CLTパネルの直交接着層の数 n_{ca}	ラミナ幅方向の数の最小値 m
	5層7プライ	Mx60-5-7	210	1000	120	4	7

$f_{v,lam,0}$	5層7プライ	2.700	**1.75**
$f_{v,lam,90}$・(t_{net}/t_{gross})		3.240	
$(3b \cdot n_{ca}/8 \cdot t_{gross}) \cdot 1/(1/f_{v,tor} \cdot (1-1/m^2)+2/f_R \cdot (1/m-1/m^2))$		1.750	

算定結果は、小数点第3位切り捨てとする。



左図より、m＝7とする。

以上より、

積層(面外)方向 Fs_y ＝	**0.9** (N/㎟)
幅(面内)方向 Fs_x ＝	**1.75** (N/㎟)

面外方向は、ラミナ構成に関係なく$_{面外}Fs$＝0.9N/mm^{2}とする。

1.5 めり込みの基準強度*Fcv*

めり込みの基準強度は外層ラミナの樹種に応じて表1.2のように規定されている。

表1.2 CLTパネルのめり込みの基準強度 F_{cv}

外層ラミナの樹種	F_{cv} (N/㎟)
あかまつ、くろまつ、ダフリカからまつ、サザンパイン、べいまつ、ホワイトサイプレスパイン及びウエスタンラーチ	9.0
ひのき、ひば、からまつ及びべいひ	7.8
つが、アラスカイエローシダー、べにまつ、ラジアタパイン、べいつが、もみ、とどまつ、えぞまつ、べいもみ、スプルース、ロッジポールパイン、ポンデローサパイン、おうしゅうあかまつ、すぎ、べいすぎ及びジャックパイン	6.0

2. CLT パネルの弾性係数（曲げヤング係数*E*、せん断弾性係数*G*）

2.1 面外方向の弾性係数

Shear Analogy Methodに基づいて、面外方向の曲げヤング係数E とせん断弾性係数G を次のように計算する。以下、ラミナの繊維方向がCLT パネルの強軸方向とプライの繊維方向が平行な層を「平行層」、強軸方向とプライの繊維方向が直交する層を「直交層」する。

2.1.1面外方向強軸の曲げヤング係数の算定

縦弾性係数　$E=\dfrac{\sum(E_i\cdot I_i+E_i\cdot A_i\cdot z_i^2)}{I_0}$

Ei,Ii,Ai,zi,I0 ：Eの計算においては、直交層はEi=0

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	210	1000

E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)
6000	30
3000	30

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai	断面二次モーメント Ii (mm^4)	中立軸との距離 zi (mm)	Ei・Ii+ Ei・Ai・zi^2
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000	2250000	90	1.472E+12
2	1000	30	30000	6000	平行	180000000	2250000	60	6.615E+11
3	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	30	0
4	1000	30	30000	3000	平行	90000000	2250000	0	6.75E+09
5	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	30	0
6	1000	30	30000	6000	平行	180000000	2250000	60	6.615E+11
7	1000	30	30000	6000	平行	180000000	2250000	90	1.472E+12
		$A_0=\Sigma$ Ai	210000		Σ Ei・Ai	810000000	Σ Ei・Ii+Ei・Ai・zi^2		4.27E+12

$\Sigma(Ei\cdot Ii+Ei\cdot Ai\cdot zi^2)$ ＝ 4.27E+12 (N・㎟)

I_0 ＝ 7.72E+08 (mm^4)

以上より、E ＝ **5536** (N/㎟)

2.1.2面外方向弱軸の曲げヤング係数の算定

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	210	1000

E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)
6000	30
3000	30

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai	断面二次モーメント Ii (mm^4)	中立軸との距離 zi (mm)	Ei・Ii+ Ei・Ai・zi^2
1	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	90	0
2	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	60	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000	2250000	30	8.775E+10
4	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	0	0
5	1000	30	30000	3000	平行	90000000	2250000	30	8.775E+10
6	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	60	0
7	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	90	0
					Σ Ei・Ai	180000000	Σ Ei・Ii+Ei・Ai・zi^2		1.76E+11

$\Sigma(Ei\cdot Ii+Ei\cdot Ai\cdot zi^2)$ ＝ 1.76E+11 (N・㎟)

I_0 ＝ 7.72E+08 (mm^4)

以上より、E ＝ **227** (N/㎟)

2.1.3面外方向強軸のせん断弾性係数の算定

$$\text{せん断弾性係数}\quad G=\frac{a^2}{\frac{h_1}{2\cdot G_1}+\sum_{i=2}^{n-1}\frac{h_i}{G_i}+\frac{h_n}{2\cdot G_n}}\cdot\frac{1}{t_{gross}}$$

a(mm)　　:外層同士の重心間距離(外層が弱軸の場合、その一つ内側のラミナ同士の距離とする)
hi(mm)　:i番目の層の厚さ
Gi(N/mm^2) :i番目の層のせん断弾性係数(平行層Gi = Ei/16、直交層Gi = Ei/160)
t_{gross}(mm) :CLTパネルの厚さ

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	外層同士の重心間距離 a (mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	210	1000	150

E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)
6000	30
3000	30

外層ラミナが強軸の場合、1層目は1番目の外層、もう一方の外層がn層目となる。

層	ラミナ厚 hi(mm)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	層のせん断弾性係数 Gi(N/㎟)	hi/Gi	備考
1	30	6000	平行	375	0.04	$h_1/(2\cdot G_1)$
2	30	6000	平行	375	0.08	
3	30	3000	直交	18.75	1.6	
4	30	3000	平行	187.5	0.16	
5	30	3000	直交	18.75	1.6	
6	30	6000	平行	375	0.08	
7	30	6000	平行	375	0.04	hn/(2・Gn)
1層目と7層目のhi/Giは半分としている。				Σ hi/Gi	3.6	

以上より、　G ＝ **29.76** (N/㎟)

2.1.4面外方向弱軸のせん断弾性係数の算定

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	外層同士の重心間距離 a (mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	210	900	60

E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)
6000	30
3000	30

弱軸方向の場合、弱軸方向に対して直交方向の外層ラミナは、hi/Gi＝0とし、その一つ内側のラミナを1番目として算出する。

層	ラミナ厚 hi(mm)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	層のせん断弾性係数 Gi(N/㎟)	hi/Gi	備考
1	30	6000	直交	37.5	0	
2	30	6000	直交	37.5	0	
3	30	3000	平行	187.5	0.08	hn/(2・Gn)
4	30	3000	直交	18.75	1.6	
5	30	3000	平行	187.5	0.08	hn/(2・Gn)
6	30	6000	直交	37.5	0	
7	30	6000	直交	37.5	0	
8	―	―	―	―	―	
9	―	―	―	―	―	
				Σ hi/Gi	1.76	

以上より、　G ＝ **9.74** (N/㎟)

2.2 面内方向の弾性係数

面内方向の縦弾性係数E は、平行層のみを有効として次のように算定する。

$$E = \frac{\sum (E_i \cdot A_i)}{A_0}$$

Ei　Ai　A0　:1.2 節に同じ。

2.2.1面内方向強軸の曲げヤング係数

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅(mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	210	1000
		E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)	
		6000	30	
		3000	30	

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000
2	1000	30	30000	6000	平行	180000000
3	1000	30	30000	0	直交	0
4	1000	30	30000	3000	平行	90000000
5	1000	30	30000	0	直交	0
6	1000	30	30000	6000	平行	180000000
7	1000	30	30000	6000	平行	180000000
		A0＝Σ Ai	210000		Σ Ei・Ai	8.10E+08

A_A=Σ(Ei・Ai)/E_0＝　1.35E+05 (N)

A0　＝　210000 (㎟)

以上より、　E　＝　**3857** (N/㎟)

2.2.2面内方向弱軸の曲げヤング係数

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅(mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	210	1000
		E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)	
		6000	30	
		3000	30	

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	0	直交	0
2	1000	30	30000	0	直交	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000
4	1000	30	30000	0	直交	0
5	1000	30	30000	3000	平行	90000000
6	1000	30	30000	0	直交	0
7	1000	30	30000	0	直交	0
		A0＝Σ Ai	210000		Σ Ei・Ai	1.80E+08

A_A=Σ(Ei・Ai)/E_0＝　1.80E+08 (N)

A0　＝　210000 (㎟)

以上より、　E　＝　**857** (N/㎟)

2.2.3面内方向（強軸、弱軸共通）のせん断弾性係数

ラミナ構成、強度等級にかかわらず面内方向せん断弾性係数Gは、下記とする。

$G_{面内}$＝	**500** (N/㎟)	設計施工マニュアル第Ⅳ部第1章1.3　1.3.6による。

3. CLT パネルの応力度計算方法

CLT パネルを線要素(梁要素)にモデル化する場合に、応力変形解析によって得られる当該要素の軸方向の圧縮力をC 、引張力をT 、曲げをM 、せん断力をQ とする。このとき、CLT パネルの応力度は次のように求める。

圧縮応力度　$\sigma_c = \frac{C}{A_0}$

引張応力度　$\sigma_t = \frac{T}{A_0}$

曲げ応力度　$\sigma_b = \frac{M}{Z_0}$

面内せん断応力度　$\tau_I = 1.5 \cdot \frac{Q}{A_0}$

面外せん断応力度　$\tau_O = \beta \cdot \frac{Q}{A_0}$

ここで、A_0はCLTパネルの断面積、Z_0は面内または面外方向の断面係数で、Mの方向に応じて決定する。

いずれも直交層を含む全断面を有効とした値とする。

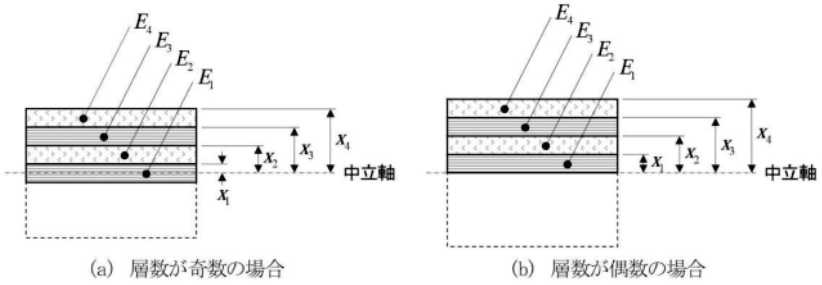
3.1面外方向強軸のせん断応力度分布係数β

β は面外方向のせん断応力度分布係数(の最大値)で、次のように求める。

$$\beta = \frac{A_0}{2 \cdot E \cdot I_0} \cdot \left\{ E_1 \cdot x_1^2 + \sum_{i=2}^{m} E_i \cdot (x_i^2 - x_{i-1}^2) \right\}$$

設計施工マニュアル第Ⅲ部　第3章　3.2　3.2.1　(1)より

E , I_0 (mm^4) :CLT パネル面外方向の弾性係数、断面二次モーメント
m :CLT パネル中立軸(対称構成の場合は厚さの中央)より外側のラミナ層数
Ei (N/mm^2) :i 番目の層の弾性係数(直交層ではEi= 0)
xi :CLT パネル中立軸から、i 番目の層のCLT パネル中立軸から遠い面までの距離



(a) 層数が奇数の場合　(b) 層数が偶数の場合

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	CLTパネル中立軸より外側のラミナ総数 m
	5層7プライ	Mx60-5-7	210	1000	3
		E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)		
		6000	30		
		3000	30		

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	xi	$xi^2 - xi_{-1}^2$	Ei・$(xi^2 - xi_{-1}^2)$	$E_1 \cdot x_1^2$
x4	1000	30	6000	平行	105	5400	32400000	−
x3	1000	30	6000	平行	75	3600	21600000	−
x2	1000	30	0	直交	45	1800	0	−
X1	1000	30	3000	平行	15	0	0	675000
				x1を除く		$\Sigma Ei \cdot (xi^2 - xi_{-1}^2)$	54000000	

面外方向の弾性係数・断面二次モーメント

E ＝ 5536.00 (N/㎟)　2.1.1面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。
I_0 ＝ 7.72E+08 (mm^4)　2.1.1面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。
A_0 ＝ 210000 (㎟)　2.1.1面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。

以上より、　β ＝ **1.344**

3.1.2面外方向弱軸のせん断応力度分布係数 β

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	CLTパネル中立軸より外側のラミナ総数 m
	5層7プライ	Mx60-5-7	210	1000	2

E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)
6000	30
3000	30

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	xi	$xi^2 - xi_{-1}^2$	$Ei \cdot (xi^2 - xi_{-1}^2)$	$E_1 \cdot x_1^2$
x4	1000	30	0	直交	105	5400	0	ー
x3	1000	30	0	直交	75	3600	0	ー
x2	1000	30	3000	平行	45	1800	5400000	-
X1	1000	30	0	直交	15	0	0	0
				x1を除く		$\Sigma Ei \cdot (xi^2 - xi_{-1}^2)$	5400000	

面外方向の弾性係数・断面二次モーメント

E ＝ 227 (N/㎟) 2.1.2面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。

I_0 ＝ 7.72E+08 (mm^4) 2.1.2面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。

A_0 ＝ 210000 (㎟) 2.1.2面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。

以上より、 β ＝ **3.237**

4. Mx60-5-7の基準強度・弾性係数一覧

「1. CLT パネルの基準強度」及び 、「3. CLT パネルの応力度計算方法」によるせん断応力度分布係数 β の値を表4.1 に示す。また、「2. CLT パネルの弾性係数」による弾性係数E、Gを表4.2に示す。面内方向のせん断の基準強度Fs以外はラミナの厚さに依存しない。また、面内方向のせん断の基準強度Fs を計算する際のラミナの幅b、厚さtは、計算例で使用する下記値を採用する。ラミナ幅方向の数の最小値mは断面応力度検定時に各部材ごとに設定する事とするが、ここではm＝3～7までに設定した算定結果を示す。

ラミナ幅　b(mm)	120
ラミナ厚さ　t(mm)	30
ラミナ幅方向の数の最小値　m	－

※断面応力度検定時に各部材ごとに設定する。

表4.1　CLTパネルの基準強度、せん断応力度分布係数　　単位:N/㎟

ラミナ構成	強度等級	面内方向											面外方向				
		Fc		Ft		Fbx		Fsx					Fby		Fsy	β	
		強軸	弱軸	強軸	弱軸	強軸	弱軸	m＝3	m＝4	m＝5	m＝6	m＝7	強軸	弱軸	共通	強軸	弱軸
5層7プライ	Mx60-5-7	10.41	3.34	7.71	2.46	10.41	3.34	1.44	1.52	1.60	1.68	1.75	12.14	0.72	0.90	1.344	3.237

表4.2　CLTパネルの弾性係数　　単位:N/㎟

ラミナ構成	強度等級	面内方向			面外方向			
		E		G	E		G	
		強軸	弱軸	共通	強軸	弱軸	強軸	弱軸
5層7プライ	Mx60-5-7	3857	857	500	5536	227	29.76	9.74

資料4　燃えしろ60mmの場合のMx60-5-7基準強度、弾性係数等の算定

基準強度および弾性係数とCLT パネルに作用する荷重の方向の関係を図4.1に示す。

下記において基準強度および弾性係数の計算内容を記載する。

1. 燃えしろ60mmのMx60-5-7の基準強度
2. 燃えしろ60mmのMx60-5-7の弾性係数（曲げヤング係数E、せん断弾性係数G）

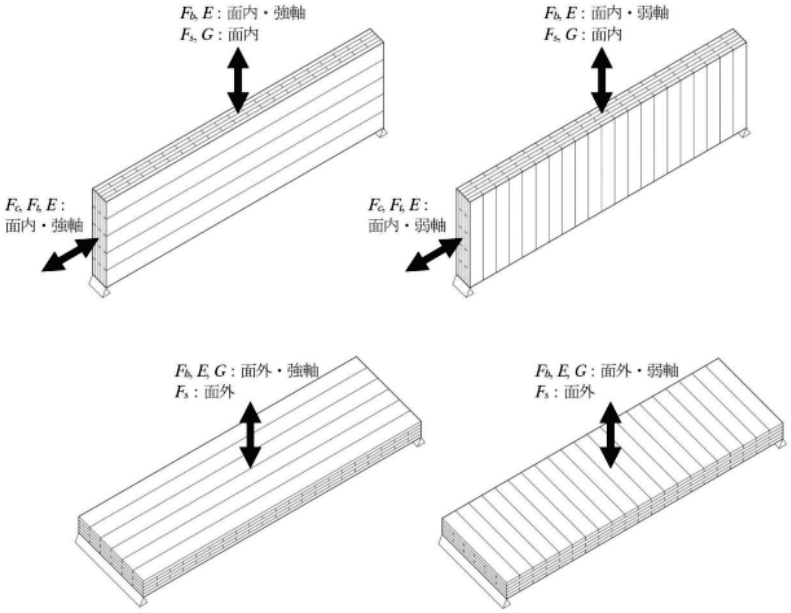


図 1　CLTパネルの基準強度・弾性係数と荷重方向の関係

1. 燃えしろ60mmのMx60-5-7の基準強度

平28 国交告第562 号(平13 国交告第1024 号の改正)によりCLT パネルの基準強度は次のように規定されている。以下、ラミナの繊維方向がCLT パネルの強軸方向とプライの繊維方向が平行な層を「平行層」、強軸方向とプライの繊維方向が直交する層を「直交層」する。

A ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法

CLTのラミナの等級区分、ラミナ強度、寸法については、表1.1の通りとする。

表1.1 ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法(幅、厚み寸法は、製造工場で異なります。必ず確認してください。)

ラミナ種類	等級区分	ラミナの強度 (N/㎟)				寸法	
		$\sigma_{c,oml}$	$\sigma_{t,oml}$	$\sigma_{b,oml}$	Ei	幅 (mm)	厚み (mm)
M60A	等級区分機による等級	21.6	16.0	27.0	6000	124	30
M30A	等級区分機による等級	15.6	11.5	19.5	3000	124	30

1.1 圧縮基準強度 *Fc* (平13国交告第1024 号第三第九号イ)

圧縮基準強度は下記式より算出する。ここで、σ_{c_oml}は、強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナの圧縮強度、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い弱軸方向に平行な内層ラミナの圧縮強度となる。

$$\text{圧縮}\quad F_c = \sigma_{c.oml} \cdot \frac{A_A}{A_0} \times 0.75 \qquad A_A = \frac{\sum E_i \cdot A_i}{E_0}$$

Ei(N/mm^2) :一方の外層から数えてi 番目の層のラミナのヤング係数(直交層はEi =0)
Ai(mm^2) :一方の外層から数えてi 番目の層の断面積
E0(N/mm^2) :強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナのヤング係数、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い弱軸方向に平行な内層ラミナのヤング係数
A0(mm^2) :CLT パネルの断面積

1.1.1強軸方向の圧縮基準強度*Fc*の算定

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000
2	1000	30	30000	6000	平行	180000000
3	1000	30	30000	0	直交	0
4	1000	30	30000	3000	平行	90000000
5	1000	30	30000	0	直交	0
炭化層6	1000	0	0	6000	平行	0
炭化層7	1000	0	0	6000	平行	0
					Σ Ei・Ai	450000000

E0 = 6000 (N/㎟)
A0 = 150000 (㎟)
AA=ΣEiAi/E0= 75000 (㎟)
$\sigma_{c,oml}$ = 21.6 (N/㎟) 表1.1による。

以上より、 強軸*Fc*= **8.10** (N/㎟)

1.1.2弱軸方向の圧縮基準強度*Fc*の算定

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	0	直交	0
2	1000	30	30000	0	直交	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000
4	1000	30	30000	0	直交	0
5	1000	30	30000	3000	平行	90000000
炭化層6	1000	0	0	0	直交	0
炭化層7	1000	0	0	0	直交	0
					Σ Ei・Ai	180000000

E0 = 3000 (N/㎟)
A0 = 150000 (㎟)
AA=ΣEiAi/E0= 60000 (㎟)
$\sigma_{c,oml}$ = 15.6 (N/㎟) 表1.1による。

以上より、 弱軸*Fc*= **4.68** (N/㎟)

A ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法

CLTのラミナの等級区分、ラミナ強度、寸法については、表1.2の通りとする。

表1.2 ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法（幅、厚み寸法は、製造工場で異なります。必ず確認してください。）

ラミナ種類	等級区分	ラミナの強度 (N/㎟)				寸法	
		$\sigma_{c,oml}$	$\sigma_{t,oml}$	$\sigma_{b,oml}$	Ei	幅 (mm)	厚み (mm)
M60A	等級区分機による等級	21.6	16.0	27.0	6000	124	30
M30A	等級区分機による等級	15.6	11.5	19.5	3000	124	30

1.2 引張基準強度*Ft* （平13国交告第1024 号第三第九号ロ）

引張基準強度は下記式より算出する。ここで、$\sigma_{t,oml}$は強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナの引張強度、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い弱軸方向に平行な内層ラミナの引張強度となる。

$$\text{引張}\quad F_t = \sigma_{t,oml} \cdot \frac{A_A}{A_0} \times 0.75 \qquad A_A = \frac{\sum E_i \cdot A_i}{E_0}$$

Ei(N/mm^2) :一方の外層から数えてi 番目の層のラミナのヤング係数(直交層はEi =0)

Ai(mm^2) :一方の外層から数えてi 番目の層の断面積

E_0(N/mm^2) :強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナのヤング係数、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い内層ラミナのヤング係数

A_0(mm^2) :CLT パネルの断面積

1.2.1強軸方向の引張基準強度*Ft*の算定

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000
2	1000	30	30000	6000	平行	180000000
3	1000	30	30000	0	直交	0
4	1000	30	30000	3000	平行	90000000
5	1000	30	30000	0	直交	0
炭化層6	1000	0	0	6000	平行	0
炭化層7	1000	0	0	6000	平行	0
					Σ Ei・Ai	450000000

E_0 ＝ 6000 (N/㎟)

A_0 ＝ 150000 (㎟)

A_A ＝ 75000 (㎟)

$\sigma_{t,oml}$ ＝ 16.0 (N/㎟) 表1.2による。

以上より、 強軸*Ft*＝ **6.00** (N/㎟)

1.2.2弱軸方向の引張基準強度*Ft*の算定

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	0	直交	0
2	1000	30	30000	0	直交	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000
4	1000	30	30000	0	直交	0
5	1000	30	30000	3000	平行	90000000
炭化層6	1000	0	0	0	直交	0
炭化層7	1000	0	0	0	直交	0
					Σ Ei・Ai	180000000

E_0 ＝ 3000 (N/㎟)

A_0 ＝ 150000 (㎟)

A_A ＝ 60000 (㎟)

$\sigma_{t,oml}$ ＝ 11.5 (N/㎟) 表1.2による。

以上より、 弱軸*Ft*＝ **3.45** (N/㎟)

A ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法

CLTのラミナの等級区分、ラミナ強度、寸法については、表1.3の通りとする。

表1.3 ラミナの強度、曲げヤング係数と寸法

ラミナ種類	等級区分	ラミナの強度 (N/㎟)				寸法	
		$\sigma_{c,oml}$	$\sigma_{t,oml}$	$\sigma_{b,oml}$	Ei	幅 (mm)	厚み (mm)
M60A	等級区分機による等級	21.6	16.0	27.0	6000	124	30
M30A	等級区分機による等級	15.6	11.5	19.5	3000		

1.3 曲げ基準強度*Fb* （平13国交告第1024 号第三第九号ハ）

曲げ基準強度は下記式より算出する。ここで、$\sigma_{b,oml}$は強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナの曲げ強度、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い弱軸方向に平行な内層ラミナの曲げ強度となる。

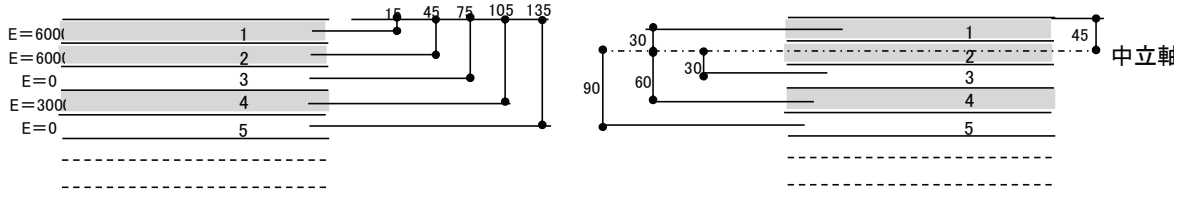
曲げ 積層(面外)方向 $F_b = \sigma_{b.oml} \cdot \frac{I_A}{I_0} \times 0.4875$

幅(面内)方向 $F_b = \sigma_{b.oml} \cdot \frac{A_A}{A_0} \times 0.6$

$$A_A = \frac{\sum E_i \cdot A_i}{E_0} \qquad I_A = \frac{\sum (E_i \cdot I_i + E_i \cdot A_i \cdot z_i^2)}{E_0}$$

Ei(N/mm^2) :一方の外層から数えてi 番目の層のラミナのヤング係数(直交層はEi =0)
Ai(mm^2) :一方の外層から数えてi 番目の層の断面積
E_0(N/mm^2) :強軸方向の基準強度を計算する場合は外層ラミナのヤング係数、弱軸方向の基準強度を計算する場合は外層に最も近い弱軸方向に平行な内層ラミナのヤング係数
A_0(mm^2) :CLT パネルの断面積
Ii(mm^4) :i 番目の層の断面二次モーメント
zi(mm) :i 番目の層の重心とCLT パネルの中立軸との距離
I_0(mm^4) :CLT パネルの断面二次モーメント

1.3.1強軸方向の面内曲げ基準強度*Fb*の算定



中立軸の算定

層	ラミナ厚t (mm)	Ei(N/㎟)	t･Ei	Σ t･Ei	y mm	t･Ei･y	Σt･Ei･y	中立軸 y0 mm
1	30	6000	180000	450000	15	2700000	20250000	45
2	30	6000	180000		45	8100000		
3	30	0	0		75	0		
4	30	3000	90000		105	9450000		
5	30	0	0		135	0		

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei･Ai
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000
2	1000	30	30000	6000	平行	180000000
3	1000	30	30000	0	直交	0
4	1000	30	30000	3000	平行	90000000
5	1000	30	30000	0	直交	0
炭化層6	1000	0	0	6000	平行	0
炭化層7	1000	0	0	6000	平行	0
					Σ Ei･Ai	450000000

E_0 ＝ 6000 (N/㎟)
Ii ＝ 2.81E+08 (mm^4)
A_0 ＝ 150000 (㎟)
A_A ＝ 75000 (㎟)
$\sigma_{b,oml}$ ＝ 27.0 (N/㎟) 表1.3による。

以上より、 幅(面内)方向強軸***Fb***＝ **8.10** (N/㎟)

1.3.2弱軸方向の面内曲げ基準強度*Fb*の算定

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	1000	30	30000	0	直交	0
2	1000	30	30000	0	直交	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000
4	1000	30	30000	0	直交	0
5	1000	30	30000	3000	平行	90000000
炭化層6	1000	0	0	0	直交	0
炭化層7	1000	0	0	0	直交	0
					Σ Ei・Ai	180000000

E_0 ＝ 3000 (N/㎟)
I_0 ＝ 2.81E+08 (mm^4)　　A_0 ＝ 150000 (㎟)
A_A ＝ 60000 (㎟)
$\sigma_{b,oml}$ ＝ 19.5 (N/㎟)　　表1.3による。

以上より、 幅(面内)方向弱軸*Fb*＝ **4.68** (N/㎟)

1.3.3強軸方向の面外曲げ基準強度*Fb*の算定

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai	断面二次モーメント Ii (mm4)	中立軸との距離 zi (mm)	Ei・Ii+ Ei・Ai・zi^2
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000	2250000	30	1.755E+11
2	1000	30	30000	6000	平行	180000000	2250000	0	1.35E+10
3	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	30	0
4	1000	30	30000	3000	平行	90000000	2250000	60	3.308E+11
5	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	90	0
炭化層6	1000	0	0	6000	平行	0	0	0	0
炭化層7	1000	0	0	6000	平行	0	0	0	0
					Σ Ei・Ai	450000000	Σ Ei・Ii+Ei・Ai・zi^2		5.198E+11

E_0 ＝ 6000 (N/㎟)
I_0 ＝ 2.81E+08 (mm^4)　　A_0 ＝ 150000 (㎟)
I_A ＝ 86625000 (mm^4)　　A_A ＝ 75000 (㎟)
$\sigma_{b,oml}$ ＝ 27.0 (N/㎟)　　表1.3による。

以上より、 積層(面外)方向強軸*Fb* **4.05** (N/㎟)

1.3.4弱軸方向の面外曲げ基準強度*Fb*の算定

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	CLT幅(mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	1000

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai	断面二次モーメント Ii (mm4)	中立軸との距離 zi (mm)	Ei・Ii+ Ei・Ai・zi^2
1	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	30	0
2	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	0	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000	2250000	30	8.775E+10
4	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	60	0
5	1000	30	30000	3000	平行	90000000	2250000	90	7.358E+11
炭化層6	1000	0	0	0	直交	0	0	0	0
炭化層7	1000	0	0	0	直交	0	0	0	0
					Σ Ei・Ai	180000000	Σ Ei・Ii+Ei・Ai・zi^2		8.235E+11

E_0 ＝ 3000 (N/㎟)
I_0 ＝ 2.81E+08 (mm^4)　　A_0 ＝ 150000 (㎟)
I_A ＝ 2.75E+08 (mm^4)　　A_A ＝ 60000 (㎟)
$\sigma_{b,oml}$ ＝ 19.5 (N/㎟)　　表1.3による。

以上より、 積層(面外)方向弱軸*Fb* **9.27** (N/㎟)

1.4 せん断基準強度*Fs* （平13国交告第1024 号第三第九号ニ）

せん断基準強度は下記式より算出する。

$$f_s = \min \begin{cases} f_{v,lam,0} \\ f_{v,lam,90} \cdot (t_{net}/t_{gross}) \\ (b \cdot n_{ca}/2 \cdot t_{gross}) \cdot 1/(1/f_{v,tor} \cdot (1-1/m^2)+2/f_R \cdot (1/m-1/m^2)) \end{cases}$$

$f_{v,lam,0}$ ：ラミナの繊維方向せん断強度（N/mm^2）

ひのき、からまつ	3.6 N/mm^2
つが	3.3 N/mm^2
とどまつ	3.0 N/mm^2
すぎ	2.7 N/mm^2

$f_{v,lam,90}$ ：ラミナの繊維方向に直交する方向のせん断強度N/mm^2

告示解説書第4章4.4第三　第九号　ニより $f_{v,lam,90} = f_{v,lam,0} \times 3$とする。

ひのき、からまつ	10.8 N/mm^2
つが	9.9 N/mm^2
とどまつ	9.0 N/mm^2
すぎ	8.1 N/mm^2

燃えしろの場合

t_{net} ：総層数に占める少ない層のラミナ厚の和

3層3プライ	net 1層分	30 mm	
5層7プライ	5層5プライ net 2層分	60 mm	
	5層7プライ net 2層分	60 mm	→ 60 mm
	7層7プライ net 3層分	90 mm	

t_{gross} ：総厚さ

3層3プライ	総厚さ	90 mm	
5層5プライ	総厚さ	150 mm	
5層7プライ	総厚さ	210 mm	→ 150 mm
7層7プライ	総厚さ	210 mm	

b ：ラミナ幅　120 mm

n_{ca} ：厚さ方向の接着面数

3層3プライ	2
5層5プライ	4
5層7プライ	4
7層7プライ	6

$f_{v,tor}$ ：接着された直交するラミナの交差面のねじりせん断強度

ひのき、からまつ	4.7 N/mm^2
つが	3.0 N/mm^2
とどまつ	3.0 N/mm^2
すぎ	3.0 N/mm^2

m ：幅方向のラミナの最小枚数

成500mm	3
成600mm	4

f_R ：ローリングシア強度

ひのき、からまつ	2.0 N/mm^2
つが	1.8 N/mm^2
とどまつ	1.6 N/mm^2
すぎ	1.5 N/mm^2

1.4.1せん断基準強度*Fs*（面外、面内）の算定　　60mm燃えしろ設計の場合

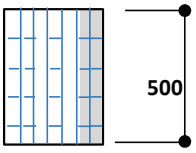
m=3	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	ラミナ幅 b (mm)	CLTパネルの直交接着層の数 n_{ca}	ラミナ幅方向の数の最小値 m
	5層7プライ	Mx60-5-7	150	500	120	3	3

210−60＝150　　4から3へ

$f_{v,lam,0}$	5層7プライ	2.700	**1.51**
$f_{v,lam,90} \cdot (t_{net}/t_{gross})$		3.240	
$(3b \cdot n_{ca}/8 \cdot t_{gross}) \cdot 1/(1/f_{v,tor} \cdot (1-1/m^2)+2/f_R \cdot (1/m-1/m^2))$		1.519	

算定結果は、小数点第3位切り捨てとする。

図が違っていた。



左図より、m＝3とする。
ラミナ幅120mmを有する箇所をカウントする。

以上より、

積層（面外）方向　*Fs*y ＝	**0.9** (N/㎟)
幅（面内）方向　*Fs*x ＝	**1.51** (N/㎟)

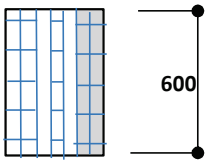
面外方向は、ラミナ構成に関係なく$_{面外}$*Fs*＝0.9N/mm^{2}とする。

m=4	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	ラミナ幅 b (mm)	CLTパネルの直交接着層の数 n_{ca}	ラミナ幅方向の数の最小値 m
	5層7プライ	Mx60-5-7	150	600	120	3	4

210-60＝150　　4から3へ

$f_{v,lam,0}$	5層7プライ	2.700	1.60
$f_{v,lam,90}\cdot(t_{net}/t_{gross})$		3.240	
$(3b\cdot n_{ca}/8\cdot t_{gross})\cdot 1/(1/f_{v,tor}\cdot(1-1/m^2)+2/f_R\cdot(1/m-1/m^2))$		1.600	

算定結果は、小数点第3位切り捨てとする。



左図より、m＝4とする。

以上より、

積層(面外)方向　Fs_y　＝	**0.9** (N/㎟)
幅(面内)方向　Fs_x　＝	**1.60** (N/㎟)

面外方向は、ラミナ構成に関係なく$_{面外}Fs$＝0.9N/mm^{2}とする。

1.5　めり込みの基準強度*Fcv*

めり込みの基準強度は外層ラミナの樹種に応じて表1.2のように規定されている。

表1.2　CLTパネルのめり込みの基準強度 F_{cv}

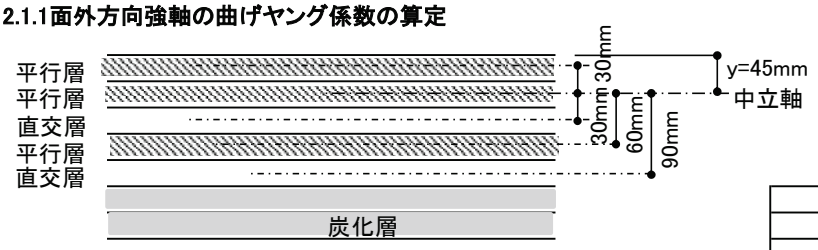
外層ラミナの樹種	F_{cv} (N/㎟)
あかまつ、くろまつ、ダフリカからまつ、サザンパイン、べいまつ、ホワイトサイプレスパイン及びウエスタンラーチ	9.0
ひのき、ひば、からまつ及びべいひ	7.8
つが、アラスカイエローシダー、べにまつ、ラジアタパイン、べいつが、もみ、とどまつ、えぞまつ、べいもみ、スプルース、ロッジポールパイン、ポンデローサパイン、おうしゅうあかまつ、すぎ、べいすぎ及びジャックパイン	6.0

2. 燃えしろ60mmのMx60-5-7の弾性係数（曲げヤング係数E、せん断弾性係数G）

2.1 面外方向の弾性係数

Shear Analogy Methodに基づいて、面外方向の曲げヤング係数E とせん断弾性係数G を次のように計算する。以下、ラミナの繊維方向がCLT パネルの強軸方向とプライの繊維方向が平行な層を「平行層」、強軸方向とプライの繊維方向が直交する層を「直交層」する。

2.1.1面外方向強軸の曲げヤング係数の算定



6000	15	90000
6000	45	270000
0	75	0
3000	105	315000
0	135	0
15000		675000

y= 45

縦弾性係数 $E=\dfrac{\sum(E_i\cdot I_i+E_i\cdot A_i\cdot z_i^2)}{I_0}$

Ei,Ii,Ai,zi,I0 :Eの計算においては、直交層はEi=0

パネル厚＝210-60＝150mm

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	150	1000

E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)
6000	30
3000	30

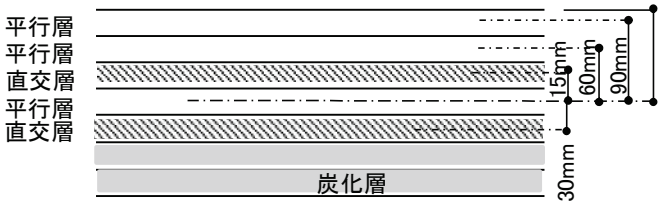
層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai	断面二次モーメント Ii (mm^4)	中立軸との距離 zi (mm)	Ei・Ii+ Ei・Ai・zi^2
1	1000	30	30000	6000	平行	180000000	2250000	**30**	1.755E+11
2	1000	30	30000	6000	平行	180000000	2250000	**0**	1.35E+10
3	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	**30**	0
4	1000	30	30000	3000	平行	90000000	2250000	**60**	3.308E+11
5	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	**90**	0
炭化層6	1000	0	0	0	平行	0	0	**0**	0
炭化層7	1000	0	0	0	平行	0	0	**0**	0
		A_0= Σ Ai	150000		Σ Ei・Ai	450000000	Σ Ei・Ii+Ei・Ai・zi^2		5.20E+11

Σ(Ei・Ii+Ei・Ai・zi^2) ＝ 5.20E+11 (N・㎟)

I_0 ＝ 2.81E+08 (mm^4)

以上より、 E ＝ **1848** (N/㎟)

2.1.2面外方向弱軸の曲げヤング係数の算定



0	15	0
0	45	0
3000	75	225000
0	105	0
3000	135	405000
6000		630000
		y= 105

パネル厚＝210−60＝150mm

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)
	5層7プライ	Mx60−5−7	150	1000

E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)
6000	30
3000	30

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai	断面二次モーメント Ii (mm4)	中立軸との距離 zi (mm)	Ei・Ii+ Ei・Ai・zi^2
1	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	**90**	0
2	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	**60**	0
3	1000	30	30000	3000	平行	90000000	2250000	**15**	2.7E+10
4	1000	30	30000	0	直交	0	2250000	**0**	0
5	1000	30	30000	3000	平行	90000000	2250000	**30**	8.775E+10
炭化層6	1000	0	0	0	直交	0	0	**0**	0
炭化層7	1000	0	0	0	直交	0	0	**0**	0
					Σ Ei・Ai	180000000	Σ Ei・Ii+Ei・Ai・zi^2		1.15E+11

$\Sigma(Ei \cdot Ii + Ei \cdot Ai \cdot zi^2)$ ＝ 1.15E+11 (N・㎟)

I_0 ＝ 2.81E+08 (mm^4)

以上より、 E ＝ **408** (N/㎟)

2.1.3面外方向強軸のせん断弾性係数の算定

せん断弾性係数 $$G = \frac{a^2}{\frac{h_1}{2 \cdot G_1} + \sum_{i=2}^{n-1} \frac{h_i}{G_i} + \frac{h_n}{2 \cdot G_n}} \cdot \frac{1}{t_{gross}}$$

a(mm) :外層同士の重心間距離(外層が弱軸の場合、その一つ内側のラミナ同士の距離とする)
hi(mm) :i番目の層の厚さ
Gi(N/mm^2) :i番目の層のせん断弾性係数(平行層Gi = Ei/16、直交層Gi = Ei/160)
t_{gross}(mm) :CLTパネルの厚さ

パネル厚＝210−60＝150mm

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	外層同士の重心間距離 a (mm)
	5層7プライ	Mx60−5−7	150	1000	150

E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)
6000	30
3000	30

外層ラミナが強軸の場合、1層目は1番目の外層、もう一方の外層がn層目となる。

層	ラミナ厚 hi(mm)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	層のせん断弾性係数 Gi(N/㎟)	hi/Gi	備考
1	30	6000	平行	375	0.04	$h_1/(2 \cdot G_1)$
2	30	6000	平行	375	0.08	
3	30	3000	直交	18.75	1.6	
4	30	3000	平行	187.5	0.16	
5	30	3000	直交	18.75	1.6	
炭化層6	0	6000	平行	375	0	
炭化層7	0	6000	平行	375	0	hn/(2・Gn)
1層目と7層目のhi/Giは半分としている。 Σ hi/Gi					3.48	

以上より、 G ＝ **43.10** (N/㎟)

2.1.4面外方向弱軸のせん断弾性係数の算定

パネル厚＝210−60＝150mm

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	外層同士の重心間距離 a (mm)
	5層7プライ	Mx60−5−7	150	1000	60

E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)
6000	30
3000	30

弱軸方向の場合、弱軸方向に対して直交方向の外層ラミナは、hi/Gi＝0とし、その一つ内側のラミナを1番目として算出する。

層	ラミナ厚 hi(mm)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	層のせん断弾性係数 Gi(N/㎟)	hi/Gi	備考
1	30	6000	直交	37.5	0	
2	30	6000	直交	37.5	0	
3	30	3000	平行	187.5	0.08	hn/(2・Gn)
4	30	3000	直交	18.75	1.6	
5	30	3000	平行	187.5	0.08	hn/(2・Gn)
炭化層6	0	6000	直交	37.5	0	
炭化層7	0	6000	直交	37.5	0	
				Σ hi/Gi	1.76	

以上より、 G ＝ **13.64** (N/㎟)

2.2 面内方向の弾性係数

面内方向の縦弾性係数E は、平行層のみを有効として次のように算定する。

$$E=\frac{\sum(E_i\cdot A_i)}{A_0}$$

Ei Ai A0 :1.2 節に同じ。

2.2.1面内方向強軸の曲げヤング係数

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅(mm)
	5層7プライ	Mx60−5−7	210	900

E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)
6000	30
3000	30

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	900	30	27000	6000	平行	162000000
2	900	30	27000	6000	平行	162000000
3	900	30	27000	0	直交	0
4	900	30	27000	3000	平行	81000000
5	900	30	27000	0	直交	0
炭化層6	900	0	0	6000	平行	0
炭化層7	900	0	0	6000	平行	0
		A0＝ΣAi	135000		Σ Ei・Ai	4.05E+08

$A_A=\Sigma(Ei\cdot Ai)/E_0=$ 6.75E+04 (N)

A0 ＝ 189000 (㎟)

以上より、 E ＝ **2142** (N/㎟)

2.2.2面内方向弱軸の曲げヤング係数

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅(mm)
	5層7プライ	Mx60-5-7	210	900

E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)
6000	30
3000	30

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	層断面積 Ai(㎟)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	Ei・Ai
1	900	30	27000	0	直交	0
2	900	30	27000	0	直交	0
3	900	30	27000	3000	平行	81000000
4	900	30	27000	0	直交	0
5	900	30	27000	3000	平行	81000000
炭化層6	900	0	0	0	直交	0
炭化層7	900	0	0	0	直交	0
		A0＝ Σ Ai	135000		Σ Ei・Ai	1.62E+08

$A_A=\Sigma(Ei\cdot Ai)/E_0$＝ 1.62E+08 (N)

A_0 ＝ 135000 (㎟)

以上より、 E ＝ **1200** (N/㎟)

2.2.3面内方向（強軸、弱軸共通）のせん断弾性係数

ラミナ構成、強度等級にかかわらず面内方向せん断弾性係数Gは、下記とする。

$G_{面内}$＝ **500** (N/㎟) 設計施工マニュアル第Ⅳ部第1章1.3 1.3.6による。

3. 燃えしろ60mmの場合のCLT パネルの応力度計算方法

CLT パネルを線要素(梁要素)にモデル化する場合に、応力変形解析によって得られる当該要素の軸方向の圧縮力をC 、引張力をT 、曲げをM 、せん断力をQ とする。このとき、CLT パネルの応力度は次のように求める。

圧縮応力度　$\sigma_c = \frac{C}{A_0}$

引張応力度　$\sigma_t = \frac{T}{A_0}$

曲げ応力度　$\sigma_b = \frac{M}{Z_0}$

面内せん断応力度　$\tau_I = 1.5 \cdot \frac{Q}{A_0}$

面外せん断応力度　$\tau_O = \beta \cdot \frac{Q}{A_0}$

燃えしろ設計を行う場合は、燃えしろ部分60mmを除いた断面、ラミナ構成で応力度を検討します。

ここで、A_0はCLTパネルの断面積、Z_0は面内または面外方向の断面係数で、Mの方向に応じて決定する。

いずれも直交層を含む全断面を有効とした値とする。

3.1面外方向強軸のせん断応力度分布係数β

β は面外方向のせん断応力度分布係数(の最大値)で、次のように求める。

$$\beta = \frac{A_0}{2 \cdot E \cdot I_0} \cdot \left\{ E_1 \cdot x_1^2 + \sum_{i=2}^{m} E_i \cdot (x_i^2 - x_{i-1}^2) \right\}$$

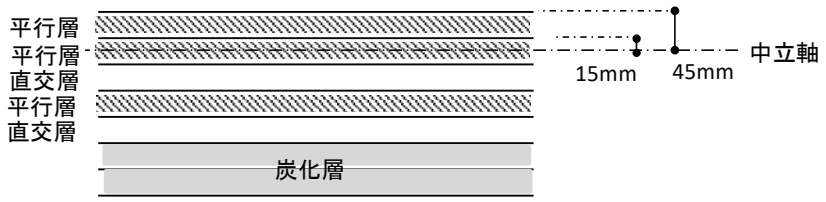
設計施工マニュアル第Ⅲ部　第3章　3.2　3.2.1　(1)より

E , I_0 (mm^4) :CLT パネル面外方向の弾性係数、断面二次モーメント

m :CLT パネル中立軸(対称構成の場合は厚さの中央)より外側のラミナ層数

Ei (N/mm^2) :i 番目の層の弾性係数(直交層ではEi= 0)

xi :CLT パネル中立軸から、i 番目の層のCLT パネル中立軸から遠い面までの距離



パネル厚＝210−60＝150mm

強軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	CLTパネル中立軸より外側のラミナ総数 m
	5層7プライ	Mx60-5-7	150	1000	1

E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)
6000	30
3000	30

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	xi	$xi^2 - xi_{-1}^2$	$Ei \cdot (xi^2 - xi_{-1}^2)$	$E_1 \cdot x_1^2$
X2	1000	30	6000	平行	45	1800	10800000	−
X1	1000	30	6000	平行	15	225	1350000	1350000
	1000	30	0	直交				
	1000	30	3000	平行				
	1000	30	0	直交				
炭化層6	1000	0	6000	平行				
炭化層7	1000	0	6000	平行				
				x1を除く		$\Sigma Ei \cdot (xi^2 - xi_{-1}^2)$	12150000	

面外方向の弾性係数・断面二次モーメント

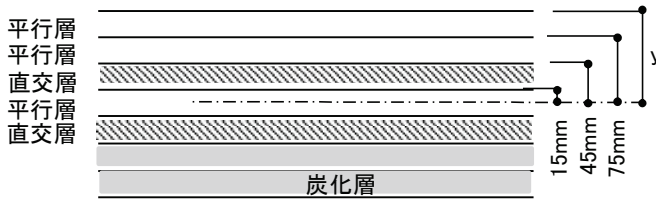
E ＝ 1848.00 (N/㎟)　面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。

I_0 ＝ 2.81E+08 (mm^4)　面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。

A_0 ＝ 150000 (㎟)　面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。

以上より、　β ＝ **1.948**

3.1.2面外方向弱軸のせん断応力度分布係数β



0	15	0
0	45	0
3000	75	225000
0	105	0
3000	135	405000
6000		630000

y= 105

パネル厚＝210−60＝150mm

弱軸方向	ラミナ構成	強度等級	パネル厚さ t_{gross} (mm)	CLT幅 (mm)	CLTパネル中立軸より外側のラミナ総数 m
	5層7プライ	Mx60−5−7	150	1000	1

E_0(N/㎟)	ラミナ厚(mm)
6000	30
3000	30

層	CLT幅 (mm)	ラミナ厚 (mm)	ヤング係数 Ei(N/㎟)	層	xi	$xi^2 - xi_{-1}^2$	$Ei\cdot(xi^2 - xi_{-1}^2)$	$E_1\cdot x_1^2$
x4	1000	30	0	直交	105	5400	0	−
X3	1000	30	0	直交	75	3600	0	−
X2	1000	30	3000	平行	45	1800	5400000	−
X1	1000	30	0	直交	15	225	0	0
	1000	30	3000	平行				
炭化層6	1000	0	0	直交				
炭化層7	1000	0	0	直交				
				x1を除く		$\Sigma Ei\cdot(xi^2 - xi_{-1}^2)$	5400000	

面外方向の弾性係数・断面二次モーメント

E ＝ 408 (N/㎟) 面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。

I_0 ＝ 2.81E+08 (mm^4) 面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。

A_0 ＝ 150000 (㎟) 面外方向強軸の曲げヤング係数の算定による。

以上より、 β ＝ **3.529**

4. 燃えしろ60mmの場合のMx60-5-7の基準強度・弾性係数一覧

「1. CLT パネルの基準強度」及び 、「3. CLT パネルの応力度計算方法」によるせん断応力度分布係数 β の値を表4.1に示す。また、「2. CLT パネルの弾性係数」による弾性係数E、Gを表4.2に示す。面内方向のせん断の基準強度Fs 以外はラミナの厚さに依存しない。また、面内方向のせん断の基準強度Fs を計算する際のラミナの幅b、厚さtは、計算例で使用する下記値を採用する。ラミナ幅方向の数の最小値mは断面応力度検定時に各部材ごとに設定する事とするが、ここではm＝3～7までに設定した算定結果を示す。

ラミナ幅　b(mm)	120
ラミナ厚さ　t(mm)	30
ラミナ幅方向の数の最小値　m	－

※断面応力度検定時に各部材ごとに設定する。

表4.1　燃えしろ60mmにおけるMx60-5-7の基準強度、せん断応力度分布係数　　単位:N/㎟

ラミナ構成	強度等級	面内方向								面外方向				
		Fc		Ft		Fbx		Fsx		Fby		Fsy	β	
		強軸	弱軸	強軸	弱軸	強軸	弱軸	m＝3	m＝4	強軸	弱軸	共通	強軸	弱軸
5層7プライ	Mx60-5-7	8.10	4.68	6.00	3.45	8.10	4.68	1.51	1.60	4.05	9.27	0.90	1.948	3.529

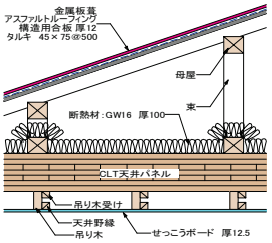
表4.2　燃えしろ60mmにおけるMx60-5-7の弾性係数　　単位:N/㎟

ラミナ構成	強度等級	面内方向			面外方向			
		E		G	E		G	
		強軸	弱軸	共通	強軸	弱軸	強軸	弱軸
5層7プライ	Mx60-5-7	2142	1200	500	1848	408	43.10	13.64

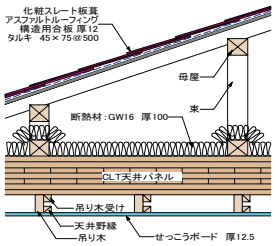
資料5 仮定荷重

□防火仕様 屋根

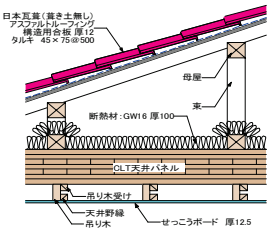
			単位 (N/m^2)	荷重設定
屋根防火①	勾配屋根	金属板葺	100	
	防火仕様	アスファルトルーフィング	20	
		構造用合板12mm	80	
		垂木 45×75@500	40	
		母屋組(母屋間隔2.0m以下) 母屋90×90@1000 束90×90@2000	50	
		グラスウール16k100mm 15.69 N/m^3	16	
		CLT Mx60-5-7 210mm(金物など含む) 4900 N/m^3	1029	
		天井吊り木・野縁 30×45@500	50	
		PB12.5mm	90	
		天井仕上 ビニールクロス	10	
			1485 →	1500



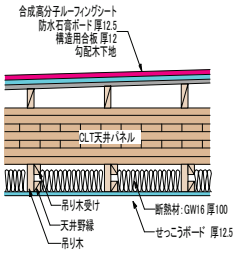
			単位 (N/m^2)	荷重設定
屋根防火②	勾配屋根	化粧スレート板葺	260	
	防火仕様	アスファルトルーフィング	20	
		構造用合板12mm	80	
		垂木 45×75@500	40	
		母屋組(母屋間隔2.0m以下) 母屋90×90@1000 束90×90@2000	50	
		グラスウール16k100mm 15.69 N/m^3	16	
		CLT Mx60-5-7 210mm(金物など含む) 4900 N/m^3	1029	
		天井吊り木・野縁 30×45@500	50	
		PB12.5mm	90	
		天井仕上 ビニールクロス	10	
			1645 →	1700



			単位 (N/m^2)	荷重設定
屋根防火③	勾配屋根	日本瓦葺(葺き土無し)	470	
	防火仕様	アスファルトルーフィング	20	
		構造用合板12mm	80	
		垂木 45×75@500	40	
		母屋組(母屋間隔2.0m以下) 母屋90×90@1000 束90×90@2000	50	
		グラスウール16k100mm 15.69 N/m^3	16	
		CLT Mx60-5-7 210mm(金物など含む) 4900 N/m^3	1029	
		天井吊り木・野縁 30×45@500	50	
		PB12.5mm	90	
		天井仕上 ビニールクロス	10	
			1855 →	1900

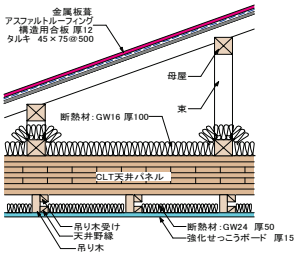


			単位 (N/m^2)	荷重設定
屋根防火④	陸屋根	合成高分子系ルーフィングシート	15	
	防火仕様	耐水PB12.5mm	90	
		構造用合板12mm	80	
		勾配木下地組	50	
		CLT Mx60-5-7 210mm(金物など含む) 4900 N/m^3	1029	
		天井吊り木・野縁 30×45@500	50	
		グラスウール16k100mm 15.69 N/m^3	16	
		PB12.5mm	90	
		天井仕上 ビニールクロス	10	
			1430 →	1500

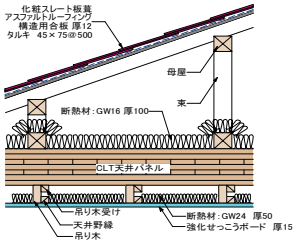


□準耐火60分仕様　屋根

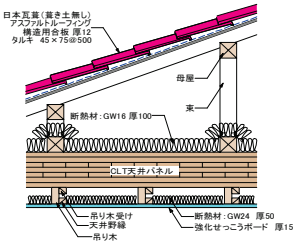
			単位 (N/m^2)	荷重設定
屋根準耐火①	勾配屋根	金属板葺	100	
	準耐火60分	アスファルトルーフィング	20	
		構造用合板12mm	80	
		垂木　45×75@500	40	
		母屋組(母屋間隔2.0m以下)　母屋90×90@1000　束90×90@2000	50	
		グラスウール16k100mm　15.69 N/m^3	16	
		CLT　Mx60-5-7　210mm(金物など含む)　4900 N/m^3	1029	
		天井吊り木・野縁　30×45@500	50	
		グラスウール24k50mm　11.77 N/m^3	12	
		強化PB15mm	120	
		天井仕上　ビニールクロス	10	
			1527 →	1600



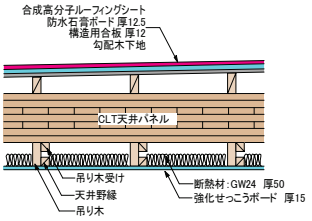
			単位 (N/m^2)	荷重設定
屋根準耐火②	勾配屋根	化粧スレート板葺	260	
	準耐火60分	アスファルトルーフィング	20	
		構造用合板12mm	80	
		垂木　45×75@500	40	
		母屋組(母屋間隔2.0m以下)　母屋90×90@1000　束90×90@2000	50	
		グラスウール16k100mm　15.69 N/m^3	16	
		CLT　Mx60-5-7　210mm(金物など含む)　4900 N/m^3	1029	
		天井吊り木・野縁　30×45@500	50	
		グラスウール24k50mm　11.77 N/m^3	12	
		強化PB15mm	120	
		天井仕上　ビニールクロス	10	
			1687 →	1700



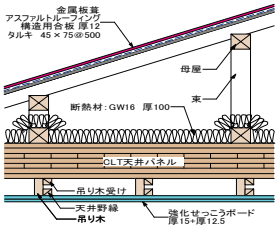
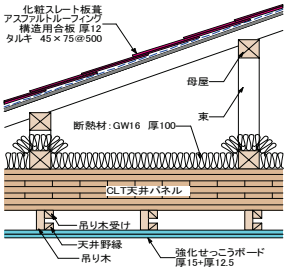
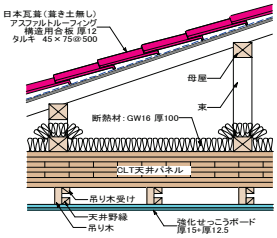
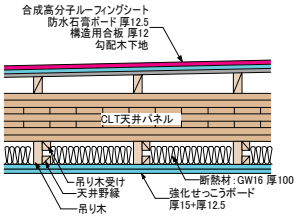
			単位 (N/m^2)	荷重設定
屋根準耐火③	勾配屋根	日本瓦葺(葺き土無し)	470	
	準耐火60分	アスファルトルーフィング	20	
		構造用合板12mm	80	
		垂木　45×75@500	40	
		母屋組(母屋間隔2.0m以下)　母屋90×90@1000　束90×90@2000	50	
		グラスウール16k100mm　15.69 N/m^3	16	
		CLT　Mx60-5-7　210mm(金物など含む)　4900 N/m^3	1029	
		天井吊り木・野縁　30×45@500	50	
		グラスウール24k50mm　11.77 N/m^3	12	
		強化PB15mm	120	
		天井仕上　ビニールクロス	10	
			1897 →	1900



			単位 (N/m^2)	荷重設定
屋根準耐火④	陸屋根	合成高分子系ルーフィングシート	15	
	準耐火60分	防水下地　耐水PB12.5mm	100	
		構造用合板12mm	80	
		勾配木下地組	50	
		CLT　Mx60-5-7　210mm(金物など含む)　4900 N/m^3	1029	
		天井吊り木・野縁　30×45@500	30	
		グラスウール24k50mm　11.77 N/m^3	12	
		強化PB15mm	120	
		天井仕上　ビニールクロス	10	
			1446 →	1500

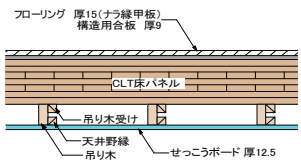


□30分耐火仕様　屋根

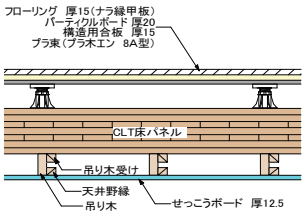
			単位 （N/m^2）	荷重設定
屋根耐火①	勾配屋根	金属板葺	100	
	30分耐火	アスファルトルーフィング	20	
		構造用合板12mm	80	
		垂木　　45×75@500	40	
		母屋組（母屋間隔2.0m以下）　母屋90×90@1000　束90×90@2000	50	
		グラスウール16k100mm　15.69 N/m^3	16	
		CLT　Mx60-5-7　210mm（金物など含む）　4900 N/m^3	1029	
		天井吊り木・野縁　　30×45@500	50	
		強化PB15mm+強化PB12.5mm	220	
		天井仕上　ビニールクロス	10	
			1615 →	1700
屋根耐火②	勾配屋根	化粧スレート板葺	260	
	30分耐火	アスファルトルーフィング	20	
		構造用合板12mm	80	
		垂木　　45×75@500	40	
		母屋組（母屋間隔2.0m以下）　母屋90×90@1000　束90×90@2000	50	
		グラスウール16k100mm　15.69 N/m^3	16	
		CLT　Mx60-5-7　210mm（金物など含む）　4900 N/m^3	1029	
		天井吊り木・野縁　　30×45@500	50	
		強化PB15mm+強化PB12.5mm	220	
		天井仕上　ビニールクロス	10	
			1775 →	1800
屋根耐火③	勾配屋根	日本瓦葺（葺き土無し）	470	
	30分耐火	アスファルトルーフィング	20	
		構造用合板12mm	80	
		垂木　　45×75@500	40	
		母屋組（母屋間隔2.0m以下）　母屋90×90@1000　束90×90@2000	50	
		グラスウール16k100mm　15.69 N/m^3	16	
		CLT　Mx60-5-7　210mm（金物など含む）　4900 N/m^3	1029	
		天井吊り木・野縁　　30×45@500	50	
		強化PB15mm+強化PB12.5mm	220	
		天井仕上　ビニールクロス	10	
			1985 →	2000
屋根耐火④	陸屋根	合成高分子系ルーフィングシート	15	
	30分耐火	防水下地　耐水PB12.5mm	100	
		構造用合板12mm	80	
		勾配木下地組	50	
		CLT　Mx60-5-7　210mm（金物など含む）　4900 N/m^3	1029	
		天井吊り木・野縁	30	
		グラスウール16k100mm　15.69 N/m^3	16	
		強化PB15mm+強化PB12.5mm	220	
		天井仕上　ビニールクロス	10	
			1550 →	1600

□防火仕様　床

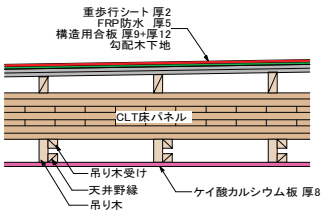
				単位 (N/m^2)	荷重設定
居室床防火①	居室床	フローリング15mm(ナラ縁甲板 t=15mm)		110	
	直張り	下地合板9mm		70	
	防火仕様	CLT　Mx60-5-7　210mm(金物など含む)	4900 N/m^3	1029	
		天井吊り木・野縁　30×45@500		50	
		PB12.5mm		90	
		天井仕上　ビニールクロス		10	
				1359	→ 1400



居室床防火②	居室床	フローリング15mm(ナラ縁甲板 t=15mm)		110	
	置床式	パーティクルボード20mm　750N/m^3	147.10	150	
	防火仕様	台板　合板15mm		20	
		プラ束(プラ木レン　8A型)		20	
		CLT　Mx60-5-7　210mm(金物など含む)	4900 N/m^3	1029	
		天井吊り木・野縁　30×45@500		50	
		PB12.5mm		90	
		天井仕上　ビニールクロス		10	
				1479	→ 1500

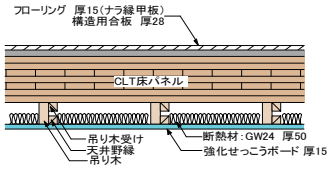


バルコニー・通路　防火①	バルコニー	重歩行シート 2mm		30	
	防火仕様	FRP防水　5mm	11800 N/m^3	59	
		防水下地　耐水合板9mm		70	
		耐水合板12mm		80	
		木下地		50	
		CLT　Mx60-5-7　210mm(金物など含む)	4900 N/m^3	1029	
		天井吊り木・野縁　30×45@500		50	
		ケイカル板　8mm		74	
				1442	→ 1500

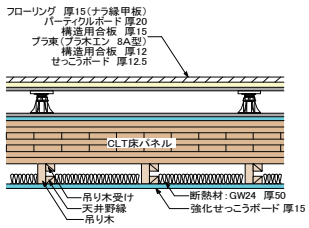


□準耐火仕様　床

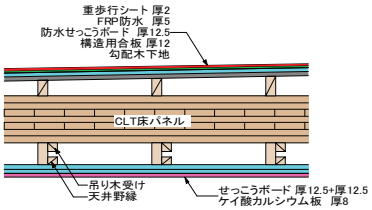
			単位 （N/m^2）	荷重設定
床準耐火①	居室床	フローリング15mm（ナラ縁甲板 t=15mm）	110	
	直張り	構造用合板28mm	230	
	準耐火60分	CLT　Mx60-5-7　210mm（金物など含む）	1029	
		天井吊り木・野縁　　30×45@500	50	
		グラスウール24K50mm	12	
		強化PB15mm	120	
		天井仕上　ビニールクロス	10	
			1561 →	1600



床準耐火②	居室床	フローリング15mm（ナラ縁甲板 t=15mm）	110	
	置床式	パーティクルボード20mm	150	
	準耐火60分	台板　合板15mm	20	
		プラ束（プラ木レン　8A型）	20	
		構造用合板12mm	100	
		PB12.5mm	90	
		CLT　Mx60-5-7　210mm（金物など含む）	1029	
		天井吊り木・野縁	50	
		グラスウール24K50mm	12	
		強化PB15mm	120	
		天井仕上　ビニールクロス	10	
			1711 →	1800

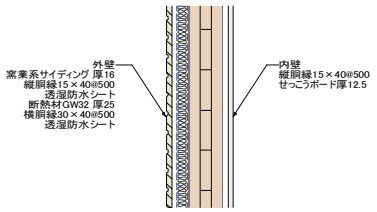


バルコニー準耐火①	バルコニー	重歩行シート 2mm	30	
		FRP防水　5mm	59	
		耐水PB12.5mm	100	
		耐水合板12mm	100	
		木下地	50	
		CLT　Mx60-5-7　210mm（金物など含む）	1029	
		天井吊り木・野縁	50	
		PB12.5mm×2	180	
		ケイカル板　8mm	74	
			1672 →	1700

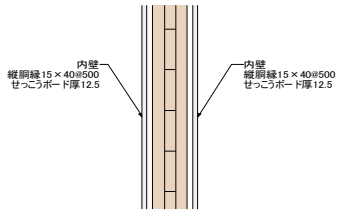


□防火仕様　壁

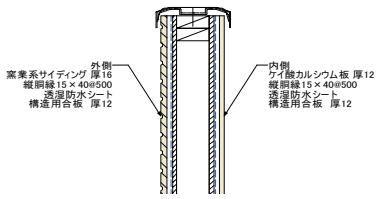
				単位 （N/m^2）	荷重設定
外壁防火①	外壁	サイディング　16mm		180	
		通気タテ胴縁　　15×40@500		10	
		透湿防水シート　0.16mm		–	
		グラスウール32K　40mm	12.6 N/m^3	13	
		横胴縁　　35×40@500		30	
		透湿防水シート　0.16mm		–	
		CLT S60-3-3 90mm（金物など含む）	4900 N/m^3	441	
		木胴縁　　15×40@500		10	
		PB12.5mm		90	
		ビニールクロス		10	
				784 →	800



内壁防火①	内壁	ビニールクロス		10	
		PB12.5mm		90	
		木胴縁　15×40@500		10	
		CLT S60-3-3 90mm（金物など含む）	4900 N/m^3	441	
		木胴縁　15×40@500		10	
		PB12.5mm		90	
		ビニールクロス		10	
				661 →	700



手摺共通①	バルコニー手摺	サイディング　16mm		180	
		木胴縁　15×40@500		10	
		透湿防水シート　0.16mm		–	
		構造用合板12mm		80	
		木軸組　30×90@500		100	
		構造用合板12mm		95	
		透湿防水シート　0.16mm		–	
		木胴縁　15×40@500		10	
		ケイカル板　12mm		111	
				586 →	600



外壁タイル仕様の場合の仮定荷重の設定について

乾式工法　　タイル+ベースサイディング　　385 N/㎡

防火・準耐火45分のみ

385−180＝205N/㎡　　乾式タイルの外壁仕様とサイディング仕様との重量差を算定している。

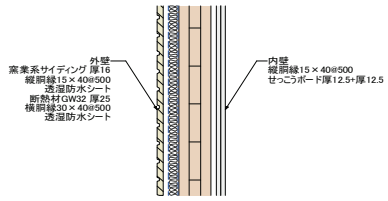
(784+205)/784＝　　1.26148

→　　サイディング仕様の外壁に比べて重さが約1.25倍となる。

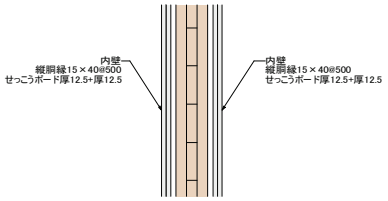
採用されるタイル重量を特定し、仮定荷重を設定することが必要です。

□準耐火仕様　壁

				単位 （N/m^2）	荷重設定
外壁準耐火①	外壁	サイディング　16mm		180	
	準耐火60分	通気タテ胴縁　　15×40@500		10	
		透湿防水シート　0.16mm		–	
		グラスウール32K　40mm	12.6 N/m^3	13	
		横胴縁　　35×40@500		30	
		透湿防水シート　0.16mm		–	
		CLT S60-3-3 90mm（金物など含む）	4900 N/m^3	441	
		木胴縁　15×40@500		10	
		PB12.5mm+PB12.5mm		180	
		ビニールクロス		10	
				874 →	1000

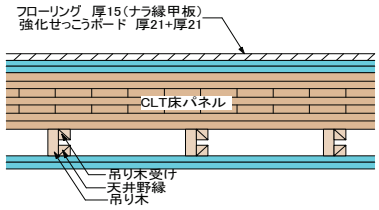


				単位 （N/m^2）	荷重設定
内壁準耐火①	内壁	ビニールクロス		10	
	準耐火60分	PB12.5mm+PB12.5mm		180	
		木胴縁　15×40@500		10	
		CLT S60-3-3 90mm（金物など含む）	4900 N/m^3	441	
		木胴縁　15×40@500		10	
		PB12.5mm+PB12.5mm		180	
		ビニールクロス		10	
				841 →	900



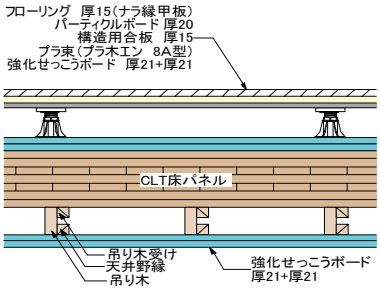
□1時間耐火仕様　床

耐火1時間床①　　居室床　直張り



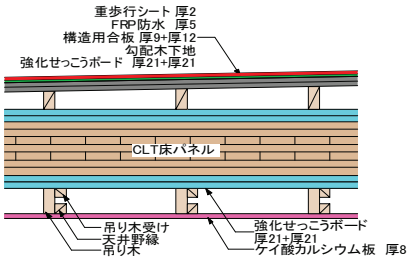
		単位 (N/m^2)	荷重設定
フローリング15mm(ナラ縁甲板 t=15mm)		110	
強化PB21mm+強化PB21mm		340	
CLT　Mx60-5-7　210mm(金物など含む)	4900 N/m^3	1029	
天井吊り木・野縁　　30×45@500		50	
強化PB21mm+強化PB21mm		340	
天井仕上　ビニールクロス		10	
		1879	→ 1900

耐火1時間床②　　居室床　置床式



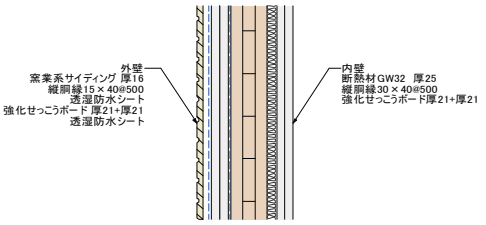
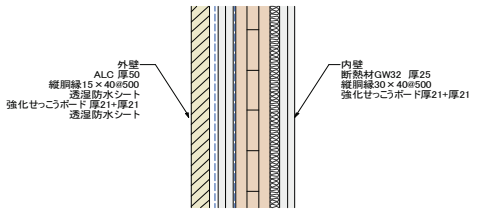
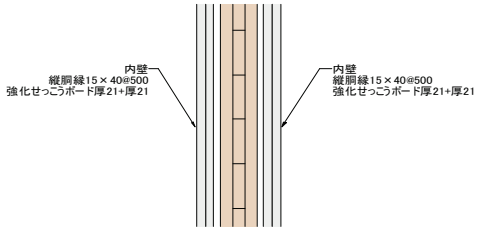
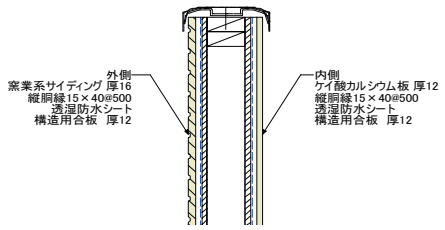
フローリング15mm(ナラ縁甲板 t=15mm)		110	
パーティクルボード20mm	147.10 N/m^2	150	
台板　合板15mm		20	
プラ束(プラ木レン　8A型)		20	
強化PB21mm+強化PB21mm		340	
CLT　Mx60-5-7　210mm(金物など含む)	4900 N/m^3	1029	
天井吊り木・野縁　　30×45@500		50	
強化PB21mm+強化PB21mm		340	
天井仕上　ビニールクロス		10	
		2069	→ 2100

バルコニー・通路①

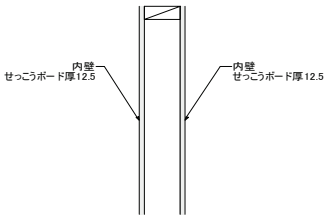
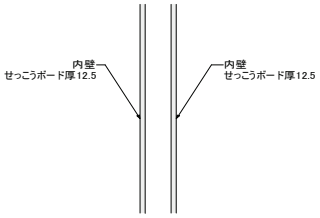


重歩行シート 2mm		30	
FRP防水　5mm	11800 N/m^3	59	
防水下地　耐水合板9mm		70	
耐水合板12mm		80	
木下地		50	
強化PB21mm+強化PB21mm		340	
CLT　Mx60-5-7　210mm(金物など含む)	4900 N/m^3	1029	
強化PB21mm+強化PB21mm		340	
天井吊り木・野縁　　30×45@500		50	
ケイカル板　8mm		74	
		2122	→ 2200

□1時間耐火仕様　壁

			単位 （N/m^2）	荷重設定
1時間耐火 外壁①				
	サイディング 16mm		180	
	通気タテ胴縁 15×40@500		10	
	防水紙 0.16mm		–	
	強化PB21mm+強化PB21mm		340	
	透湿防水シート 0.16mm		–	
	CLT S60-3-3 90mm（金物など含む）	4900 N/m^3	441	
	グラスウール32K 40mm	12.6 N/m^3	13	
	木胴縁 35×40@500		50	
	強化PB21mm+強化PB21mm		340	
	ビニールクロス		10	
			1384 →	1400
1時間耐火 外壁②				
	ALC 50mm	6374 N/m^3	400	
	通気タテ胴縁 15×40@500		10	
	防水紙 0.16mm		–	
	強化PB21mm+強化PB21mm		340	
	CLT S60-3-3 90mm（金物など含む）	4900 N/m^3	441	
	グラスウール32K 40mm	12.6 N/m^3	13	
	木胴縁 35×40@500		50	
	強化PB21mm+強化PB21mm		340	
	ビニールクロス		10	
			1604 →	1700
1時間耐火 内壁①				
	ビニールクロス		10	
	強化PB21mm+強化PB21mm		340	
	木胴縁 15×40@500		10	
	CLT S60-3-3 90mm（金物など含む）	4900 N/m^3	441	
	木胴縁 15×40@500		10	
	強化PB21mm+強化PB21mm		340	
	ビニールクロス		10	
			1161 →	1200
手摺共通①				
1時間耐火 バルコニー手摺				
	サイディング 16mm		180	
	透湿防水シート 0.16mm		–	
	構造用合板12mm		80	
	木軸組 30×90@500		100	
	構造用合板12mm		80	
	透湿防水シート 0.16mm		–	
	ケイカル板 12mm		111	
			551 →	600

□防耐火仕様　対象外

			単位 （N/m^2）		荷重設定
間仕切①	間仕切り壁	ビニールクロス	10		
		PB12.5mm	90		
		木軸組	100		
		PB12.5mm	90		
		ビニールクロス	10		
			300	→	300
間仕切②	間仕切り壁	ビニールクロス	10		
		PB12.5mm	90		
		LGS　65形	30		
		PB12.5mm	90		
		ビニールクロス	10		
			230	→	250

アルミサッシ　　400 N/m^2

玄関ドア　　350 N/m^2

資料6　設計施工マニュアルDVD設計例Ⅰの水平構面の応力算定例

設計施工マニュアルのDVDに載せている「構造設計例Ⅰ」について、2階の水平構面の検定を例として以下に記載します。

DVDの検討では、2階床版に接続している上下の壁高さ1/2Hの重量を考慮した検討をしていますが、安全側となるので壁重量を考慮しない算定方法で検定することができます。

以下は、設計例Ⅰ（ルート1　2階建て住宅設計例）の水平構面の検定です。

2階床区間地震力の算定

位置	区間地震力 Pki-j＝R×⊿QE （kN）
X1-2	17.20
X2-3	24.20
X3-4	19.40
X4-5	6.20
	67.00

DVDの計算例Ⅰの構造設計例Ⅰ-8-15ページに記載されている○2階床構面計算表の⑤P2の値が、区間地震力に該当しています。

壁重量

位置	Wi （kN）
X1	3.53
X2	0.60
X3	0.60
X4	0.77
X5	2.26
	7.76

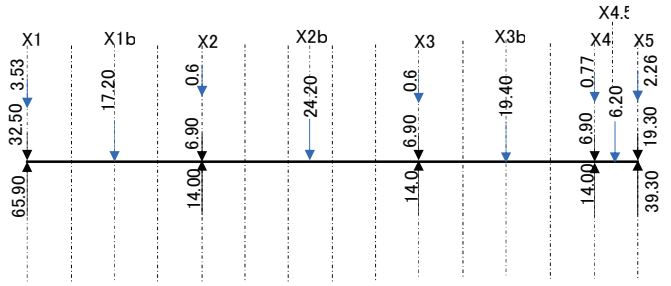
DVDの計算例Ⅰの構造設計例Ⅰ-8-15ページに記載されている○2階床構面計算表の⑨の値が、壁重量に該当しています。

通り地震力

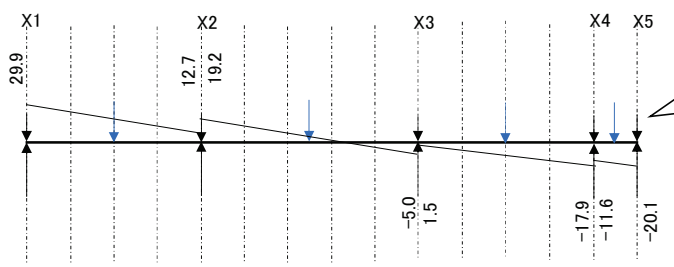
位置	Q上 （kN）	Q下 （kN）	Q下-Q上 （kN）
X1	32.50	65.90	33.40
X2	6.90	14.00	7.10
X3	6.90	14.00	7.10
X4	6.90	14.00	7.10
X5	19.30	39.30	20.00
	72.50	147.20	

上下壁半分を差し引いている。

位置	算定式	Qij （kN）
X1-2	33.40-3.53	29.9
X2-1	29.9-17.20	12.7
X2-3	12.7+7.10-0.6	19.2
X3-2	19.2-24.20	-5.0
X3-4	(-5.0)+7.10-0.6	1.5
X4-3	1.50-19.40	-17.9
X4-5	(-17.90)+7.10-0.77	-11.6
X5-4	(-11.6)-6.20-2.26	-20.1



Q図



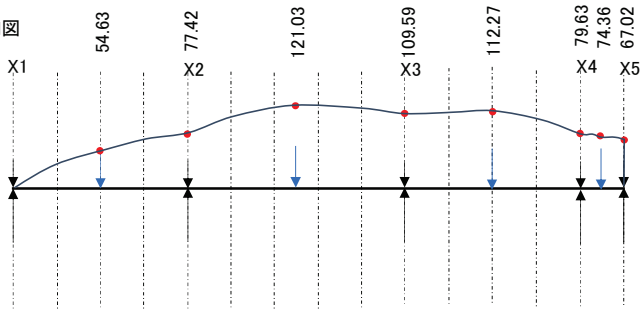
DVDの設計例Ⅰの構造計算例Ⅰ-8-15ページ図8.2-2と比較すると一部数値の取扱いに誤りがあるので、左記のQ図と図8.2-2のQ図とは異なっています。

位置	荷重位置	P_{Xi} (kN)	Pki−j (kN)	ℓ (m)	$P_{Xi}\times\ell$ 又は $P_{Ki-j}\times\ell$ (kNm)	$Mi=\Sigma P_{Xi}\times\ell+P_{Ki-j}\times\ell$ (kNm)
X1b	X1	29.87		1.82	54.36	54.36
X2	X1	29.87		3.64	108.73	
	X1b		−17.2	1.82	−31.30	77.42
X2b	X1	29.87		5.915	176.68	
	X1b		−17.2	4.095	−70.43	
	X2	6.50		2.275	14.79	121.03
X3	X1	29.87		8.19	244.6353	
	X1b		−17.2	6.37	−109.56	
	X2	6.50		4.55	29.575	
	X2b		−24.2	2.275	−55.06	109.59
X3b	X1	29.87		10.01	299.00	
	X1b		−17.2	8.19	−140.87	
	X2	6.50		6.37	41.41	
	X2b		−24.2	4.10	−99.10	
	X3	6.50		1.82	11.83	112.27
X4	X1	29.87		11.83	353.36	
	X1b		−17.2	10.01	−172.17	
	X2	6.50		8.19	53.24	
	X2b		−24.2	5.915	−143.14	
	X3	6.50		3.64	23.66	
	X3b		−19.4	1.82	−35.31	79.63
X4.5	X1	29.87		12.285	366.95	
	X1b		−17.2	10.465	−180.00	
	X2	6.50		8.645	56.19	
	X2b		−24.2	6.37	−154.15	
	X3	6.50		4.10	26.62	
	X3b		−19.4	2.28	−44.14	
	X4	6.33		0.455	2.88	74.36
X5	X1	29.87		12.74	380.54	
	X1b		−17.2	10.92	−187.82	
	X2	6.50		9.10	59.15	
	X2b		−24.2	6.825	−165.17	
	X3	6.50		4.55	29.58	
	X3b		−19.4	2.73	−52.96	
	X4	6.33		0.91	5.76	
	X4.5		−6.2	0.455	−2.82	66.26

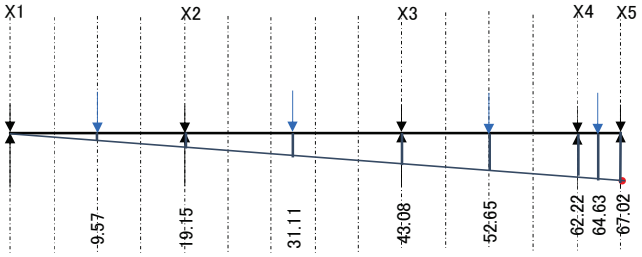
補正モーメント算定

位置	荷重位置	P_{Xi} (kN)	Pki−j (kN)	ℓ (m)	$P_{Xi}\times\ell$ 又は $P_{Ki-j}\times\ell$ (kNm)	$Mi=\Sigma P_{Xi}\times\ell+P_{Ki-j}\times\ell$ (kNm)
X1 M＝0	X1b		−17.2	1.820	−31.30	
	X2	6.50		3.640	23.66	
	X2b		−24.2	5.915	−143.14	
	X3	6.50		8.190	53.24	
	X3b		−19.4	10.010	−194.19	
	X4	6.33		11.830	74.88	
	X4.5		−6.2	12.285	−76.17	
	X5	17.74		12.740	226.01	−67.02

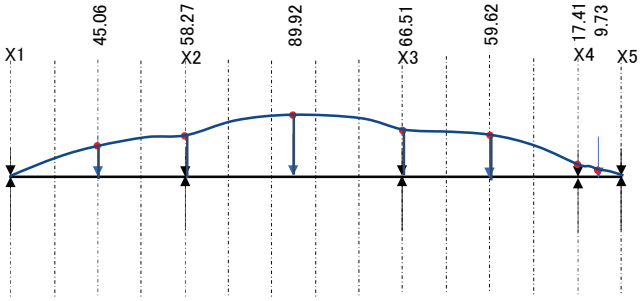
補正前M図



補正モーメント図



M図



DVDの設計例Ⅰの
構造計算例Ⅰ-8-15ページ
図8.2-2と比較すると
一部数値の取扱いに誤りがあるの
で、左記のM図と図8.2-2のM図とは
異なっています。

資料7　大きなスパンを有する集会所モデル設計例

計算例の3階建共同住宅で床版に使用しているCLTは、強度等級Mx60-5-7厚さ210mmである。この床パネルは、居住用荷重にあっては、4m程度が許容スパンとなる。

そこで資料7では、大きなスパンを構成させる設計例として、集会所のモデル設計を示す。この集会所は、7.2m×14.4mの集会室を無柱空間で構成している。構成の方法は、流通品の製材150×150で製作された成700mmの平行弦トラス長さ7.2mを、3.6mごと設けることで無柱空間を構成する設計を採用している。床パネルは、搬入、建て方を考慮して決定する必要があるが、今回のプランでは、L＝3.6m幅W＝1.8m、または、L＝7.2m幅W＝1.8mを用いて構成することが可能となっている。以下に建物概要を示す。

今回のモデル設計は、平行弦トラスを用いているが、その他では、集成材、鋼材による張弦梁などが採用できる。

項目	内容	
用途	集会所	
階数	平屋	
1階床面積 （m^2）	170.64	
延べ面積 （m^2）	170.64	
建築床面積 （m^2）	170.64	
諸室	集会室、多機能トイレ、男女トイレ、事務室、給湯室、倉庫	
建物外形	14.40m×12.0m	
屋根・天井	切妻屋根　勾配天井、一部天井高2.5m	
屋根仕上	金属板葺	
外壁仕上	窯業系サイディング	
使用しているCLT	屋根	Mx60-5-7
	壁	S60-3-3
屋根勾配	3.75/10、2.5/10	
耐火仕様	防火構造	
基礎	直接基礎　べた基礎	

集会所計算例

ルート1用壁量検討シート

□地震力算定シート
□設計壁量の確認算定シート
□壁配置バランスの簡易検討シート

口地震力算定シート

Ⅰ.地震力算定用軸力の設定

(1)設定荷重

表1-1 積雪荷重

	積雪荷重 N/㎡		備考
①積雪	一般地域	0	勾配低減なし
	100cm	1050	
	150cm	1575	
	200cm	2100	

表1-2 屋根・天井荷重

	屋根仕上	防耐火仕様	固定荷重 N/m^2
②屋根+天井荷重 (Mx60-5-7を仮定)	彩色スレート板葺	**防火仕様**	**1700**
		準耐火60分仕様	1700
		耐火30分仕様	1800
	陸屋根シート防水	防火仕様	1500
		準耐火60分仕様	1500
		耐火30分仕様	1600

表1-3 積載荷重

	用途	積載荷重 N/㎡
③床積載荷重	居室	600
	事務室	800
	教室	1100
	商品の売り場	1300
	集会室(固定席なし)	2100

③床積載荷重+④床荷重が床単位重量となる。
③は、用途に合わせて選択する。

表1-4 床荷重

	床仕上	防耐火仕様	固定荷重 N/m^2
④床仕上 (Mx60-5-7を仮定)	居室床 直貼式フローリング	防火仕様	1400
		準耐火60分仕様	1800
		耐火1時間仕様	1900
	居室床 置床式フローリング	防火仕様	1500
		準耐火60分仕様	2000
		耐火1時間仕様	2100

表1-5 バルコニー床荷重(手摺を含む)

	床仕上	防耐火仕様	固定荷重 N/m^2
⑤バルコニー (手摺含む Mx60-5-7を仮定)	重歩行シート+FRP防水	防火仕様	1500
		準耐火60分仕様	1800
		耐火1時間仕様	2200

表1-6 外壁・サッシ、ドア・内壁荷重(CLTで構成される外壁、内壁)

部位	仕上	防耐火仕様	固定荷重 N/m^2
⑥外壁(S60-3-3を仮定)	サイディング	**防火仕様**	**800**
		準耐火60分仕様	1000
		耐火1時間仕様	1400
⑦サッシ・玄関ドア	アルミサッシ Low-E複層	-	**400**
⑧内壁(S60-3-3を仮定)	ビニールクロス	**防火仕様**	**700**
		準耐火60分仕様	900
		耐火1時間仕様	1200

床面積から算定する壁、サッシ面積算定式

外壁面積AG㎡＝床面積A㎡×（1.60−（床面積A㎡/25×0.1））

窓面積AM㎡＝0.1×床面積A㎡×（1.60−（床面積A㎡/25×0.1））

内壁面積AN㎡＝0.6×（床面積A㎡×（1.60−（床面積A㎡/25×.1））

(2)地震力算定重量の算定（空欄に数値を入力する。）

表1-7 各階床面積

1階床面積	172.80 ㎡

表1-8 階、部位ごとの単位荷重表

設定荷重より該当する仕様の荷重を選択し入力する。

階	部位	①単位重量 N/㎡
1階	積雪荷重	0
	屋根+天井	1700
	外壁	800
	サッシ	400
	内壁	700

壁パネル高さHは、最大高さを3.5mとする。

H=3.0mでない場合は、壁重量は、上記のようにγ＝H/3.0を乗じて補正の算定を行う。

基準高さH_0＝3.0mと設定している。

平均壁高さH＝（3.6+6.0+3.6）/3＝ 4.40 m

表1-9 設計壁高さHに対する補正値の算定

階	壁高さHm	基準高さH_0m	γ＝H/H_0
3	0.00	3.00	0.000
2	0.00	3.00	0.000
1	4.40	3.00	1.467

壁パネル高さH＝4.40mよりγ＝4.4/3.0=1.467を各階の外壁、内壁の②面積に乗じる。

屋根仕上は金属葺で設計されているが、安全側の荷重として彩色スレート葺の荷重で算定する。

表1-10 地震力算定用重量の算定

位置	部位	①単位重量 N/㎡	②面積 ㎡	③Wi N ①×②	Σ(③wi) kN
1階	1F積雪荷重	−	−	−	
	1F屋根+天井	1700	172.80	293760.00	
	1F外壁 上1/2	800	115.16	92130.51	
	1Fサッシ 上1/2	400	5.76	2303.26	
	1F内壁 上1/2	700	69.10	48368.52	436.56

(3)地震力の算定

$Ci = Z \cdot Rt \cdot Ai \cdot C_0$

Ci: 層せん断力係数

Z: 地震地域係数　1.0

Rt: 振動特性係数　1.0

Ai: 層せん断力係数の高さ方向の分布係数 $Ai = 1+(1/(\alpha i)^{1/2}-\alpha i)\cdot 2T/(1+3T)$

C_0: 標準層せん断力係数　C_0= 0.2

H: 建物高さ　6.36 m

T: 設計用1次固有周期T＝0.03H　T= 0.191 sec

Wi: i階の重量

表1-12 地震力の算定

階	Wi kN	Σwi kN	αi	Ai	Ci	Qei kN
1	436.56	436.56	1.000	1.00	0.2	87.31

□設計壁量の確認算定シート

Ⅱ.設計壁量の算定

(1)許容せん断耐力の算定　　告示第611号第十第2項第四号による。

平屋建・2階建　　基準耐力Q_0＝　15 kN/m

Qa＝3/H*(Q0+1.5n)

H: 当該階の階高 (注記:3.0m以下の場合は、3.0mとする。)

n: 耐力に寄与する垂れ壁、腰壁の耐力壁群の各階耐力壁に取り付いている総数

ただし、成は、50cm以上、スパンは、90cm以上4.0m以下に該当している垂れ壁、腰壁を有効として扱う。

上記以外のサイズの垂れ壁、腰壁は、n＝0として扱う。

(2)壁量の算定

表2-1 軸組図とnの算定

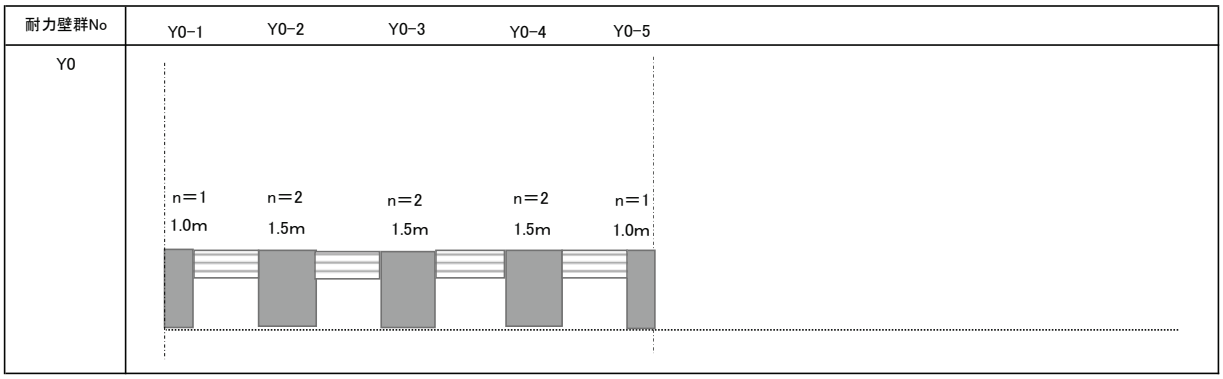


表2-2 通りの各階許容せん断耐力の算定

階	耐力壁群No	L m	H m	3/H	Q_0 kN/m	n	1.5n	Qa=3/H×(Q_0+1.5n) kN/m	Qa*L kN	Σ(Qa*L) kN
1	Y0-1	1.000	3.523	0.852	15	1	1.5	14.1	14.05	97.07
	Y0-2	1.500	3.523	0.852	15	2	3.0	15.3	22.99	
	Y0-3	1.500	3.523	0.852	15	2	3.0	15.3	22.99	
	Y0-4	1.500	3.523	0.852	15	2	3.0	15.3	22.99	
	Y0-5	1.000	3.523	0.852	15	1	1.5	14.1	14.05	

表2-3 軸組図とnの算定

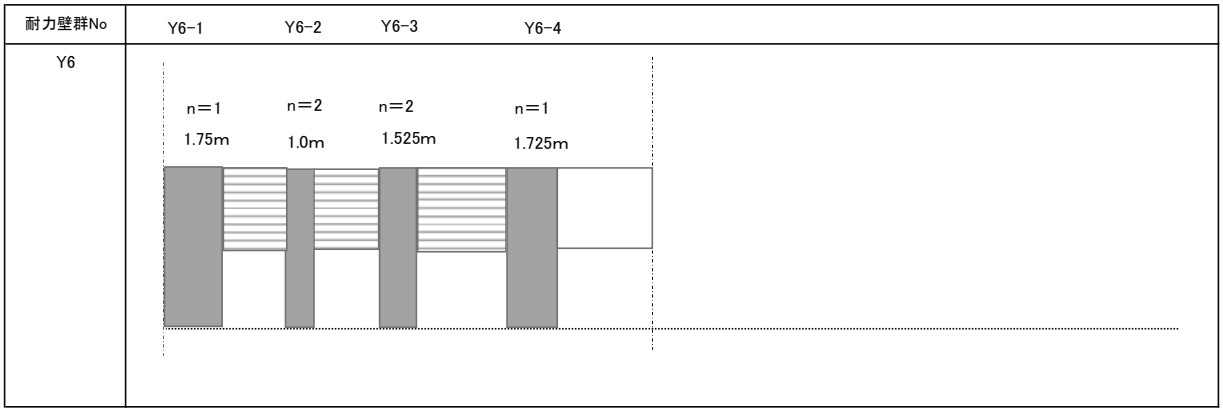


表2-4 通りの各階許容せん断耐力の算定

階	耐力壁群No	L m	H m	3/H	Q_0 kN/m	n	1.5n	Qa=3/H×(Q_0+1.5n) kN/m	Qa*L kN	Σ(Qa*L) kN
1	Y6-1	1.750	5.323	0.564	15	1	1.5	9.3	16.27	57.92
	Y6-2	1.000	5.323	0.564	15	2	3.0	10.1	10.14	
	Y6-3	1.525	5.323	0.564	15	2	3.0	10.1	15.47	
	Y6-4	1.725	5.323	0.564	15	1	1.5	9.3	16.04	

表2-5 軸組図とnの算定

耐力壁群No	Y10-1	Y10-2	Y10-3	Y10-4	Y10-5	Y10-6
Y10	n＝1 1.425m	n＝2 1.425m	n＝2 1.00m	n＝1 1.50m	n＝1 1.65m	n＝1 1.70m

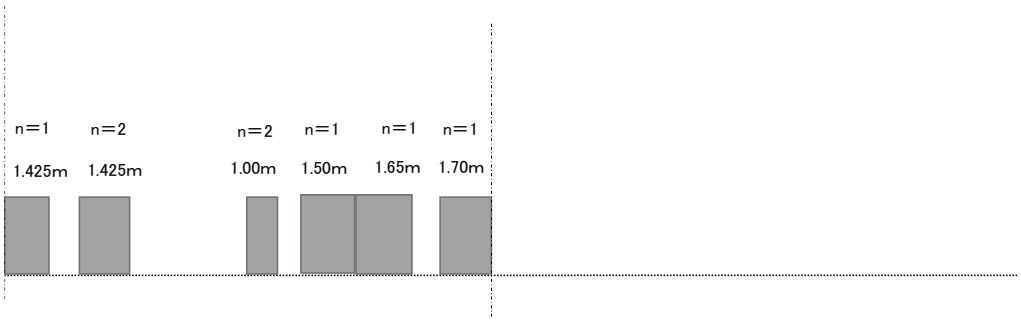


表2-6 通りの各階許容せん断耐力の算定

階	耐力壁群No	L m	H m	3/H	Q_0 kN/m	n	1.5n	Qa=3/H×(Q_0+1.5n) kN/m	Qa*L kN	Σ(Qa*L) kN
1	Y10-1	1.425	3.523	0.852	15	1	1.5	14.1	20.02	125.31
	Y10-2	1.425	3.523	0.852	15	2	3.0	15.3	21.84	
	Y10-3	1.000	3.523	0.852	15	2	3.0	15.3	15.32	
	Y10-4	1.500	3.523	0.852	15	1	1.5	14.1	21.07	
	Y10-5	1.650	3.523	0.852	15	1	1.5	14.1	23.18	
	Y10-6	1.700	3.523	0.852	15	1	1.5	14.1	23.88	

表2-7 軸組図とnの算定

耐力壁群No	X0-1	X0-2	X0-3	X0-4	X0-5	X0-6
X0	n＝0 2.00m	n＝0 1.725m	n＝0 1.40m	n＝0 1.50m	n＝2 1.325m	n＝2 1.00m

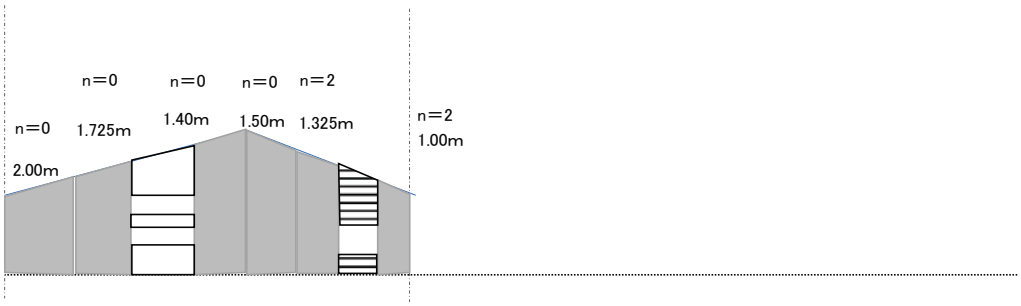


表2-8 通りの各階許容せん断耐力の算定

階	耐力壁群No	L m	H m	3/H	Q_0 kN/m	n	1.5n	Qa=3/H×(Q_0+1.5n) kN/m	Qa*L kN	Σ(Qa*L) kN
1	X0-1	2.000	3.890	0.771	15	0	0.0	11.6	23.13	203.73
	X0-2	1.725	4.359	0.688	15	0	0.0	10.3	17.80	
	X0-3	14.000	5.249	0.572	15	0	0.0	8.6	120.02	
	X0-4	1.500	5.133	0.584	15	0	0.0	8.8	13.15	
	X0-5	1.325	4.604	0.652	15	2	3.0	11.7	15.54	
	X0-6	1.000	3.830	0.783	15	2	3.0	14.1	14.09	

表2-9 軸組図とnの算定

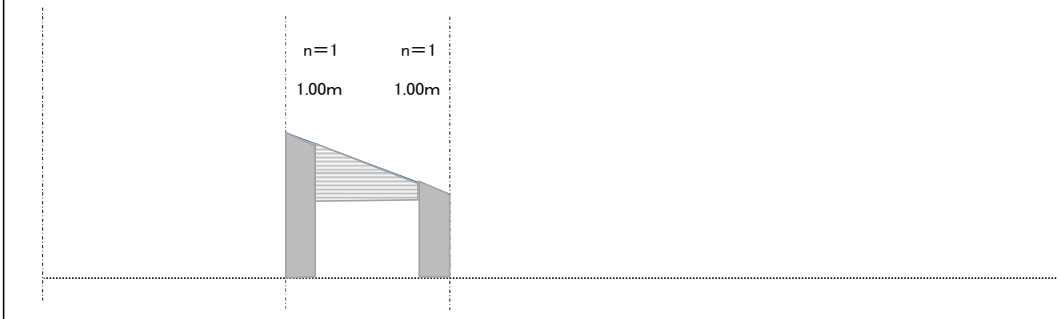
耐力壁群No	X3-1 X3-2
X3	

表2-10 通りの各階許容せん断耐力の算定

階	耐力壁群No	L m	H m	3/H	Q_0 kN/m	n	1.5n	Qa=3/H×(Q_0+1.5n) kN/m	Qa*L kN	Σ(Qa*L) kN
1	X0-1	1.000	5.260	0.570	15	1	1.0	9.1	9.12	22.04
	X0-2	1.000	3.831	0.783	15	1	1.5	12.9	12.92	

表2-11 軸組図とnの算定

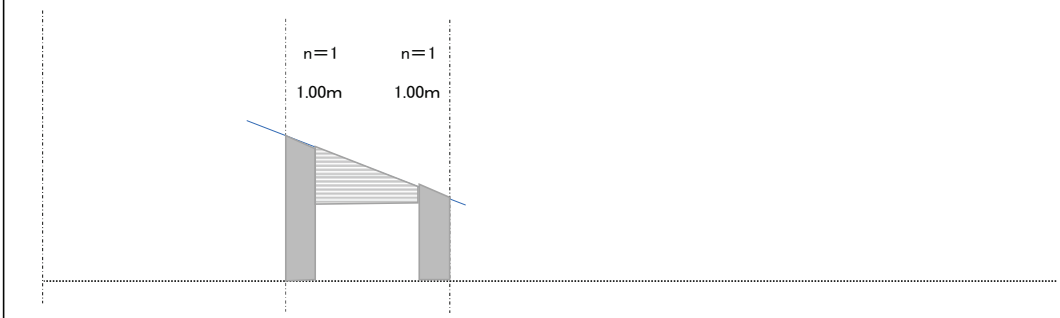
耐力壁群No	X6-1 X6-2
X6	

表2-12 通りの各階許容せん断耐力の算定

階	耐力壁群No	L m	H m	3/H	Q_0 kN/m	n	1.5n	Qa=3/H×(Q_0+1.5n) kN/m	Qa*L kN	Σ(Qa*L) kN
1	X6-1	1.000	5.260	0.570	15	1	1.0	9.1	9.12	22.04
	X6-2	1.000	3.831	0.783	15	1	1.5	12.9	12.92	

表2-13軸組図とnの算定

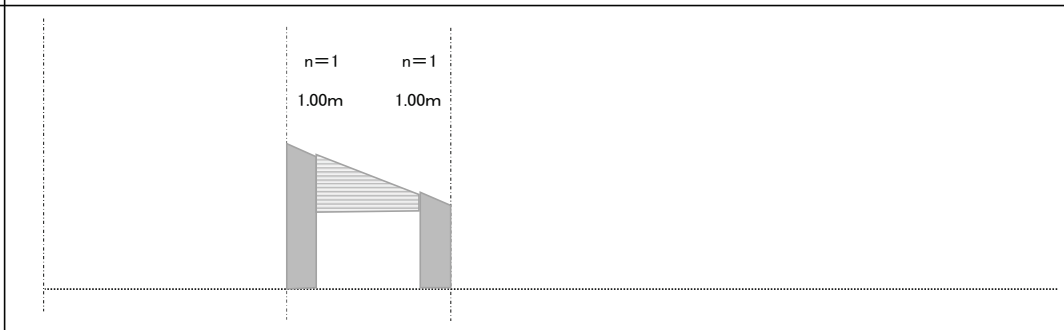
耐力壁群No	X9-1　　X9-2
X9	

表2-14　通りの各階許容せん断耐力の算定

階	耐力壁群No	L m	H m	3/H	Q_0 kN/m	n	1.5n	Qa=3/H×(Q_0+1.5n) kN/m	Qa*L kN	Σ(Qa*L) kN
1	X9-1	1.000	5.260	0.570	15	1	1.0	9.1	9.12	22.04
	X9-2	1.000	3.831	0.783	15	1	1.5	12.9	12.92	

表2-15　軸組図とnの算定

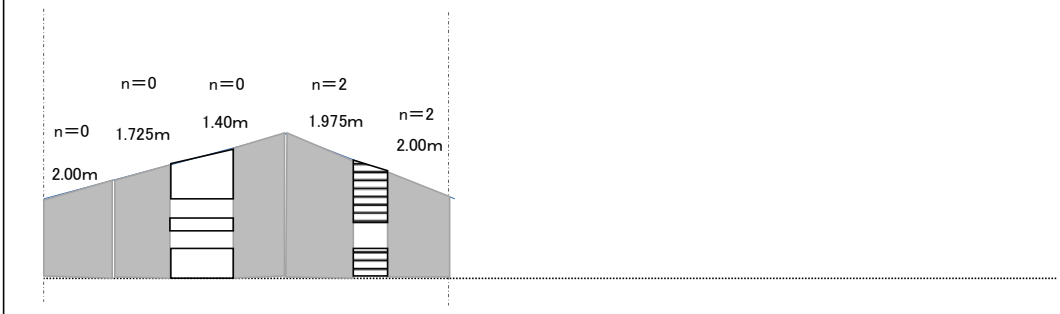
耐力壁群No	X0-1　X0-2　X0-3　X0-4　X0-5　X0-6
X12	

表2-16　通りの各階許容せん断耐力の算定

階	耐力壁群No	L m	H m	3/H	Q_0 kN/m	n	1.5n	Qa=3/H×(Q_0+1.5n) kN/m	Qa*L kN	Σ(Qa*L) kN
1	X0-1	2.000	3.890	0.771	15	0	0.0	11.6	23.13	222.10
	X0-2	1.725	4.359	0.688	15	0	0.0	10.3	17.80	
	X0-3	14.000	5.249	0.572	15	0	0.0	8.6	120.02	
	X0-4	1.500	5.133	0.584	15	0	0.0	8.8	13.15	
	X0-5	1.975	5.045	0.595	15	2	3.0	10.7	21.13	
	X0-6	2.000	4.018	0.747	15	2	3.0	13.4	26.87	

(3)各階許容せん断力の算定

方向	階	通り	Σ(Qa*L)(kN)	Qdai(kN)
X	1	Y0	97.07	280.30
		Y6	57.92	
		Y10	125.31	

方向	階	通り	Σ(Qa*L)(kN)	Qdai(kN)
Y	1	X0	203.73	491.95
		X3	22.04	
		X6	22.04	
		X9	22.04	
		X12	222.10	

(4)壁量の検討

表2-13 設計耐力壁量の判定

方向	階	①地震力 Qei kN	② Qei/Qe1	③各階の存在許容せん断耐力 Qai kN	設計用許容せん断耐力 ②×③=④Qdai kN	検定比 ④/①	判定
X	1	87.31	1.00	280.30	280.30	3.21	OK
Y	1	87.31	1.00	491.95	491.95	5.63	OK