

平成 25 年度補正予算 林野庁委託事業

CLT 等新製品・新技術利用促進事業のうち CLT 実用化促進（接合部データの収集・分析）

「鋼構造オフィスビル床の CLT 化」研究成果報告書

平成 27 年 2 月

山佐木材株式会社

もくじ

頁

はじめに

1. 木床と鉄骨梁の接合方法	1
1.1 スタッド押し抜き試験	
1.2 せん断試験による端距離、縁距離の影響	
1.3 木床付き鉄骨梁の曲げ試験	
2. 木床と木床の接合方法	33
2.1 ビス押し抜き試験	
2.2 クロスビス接合された木床の曲げ試験	
3. 木小梁の検討	49
4. 木床と木小梁の接合方法	63
5. S造フレーム+CLT床の構面せん断試験	91
6. 施工性確認	107
7. 試設計	147
まとめ	221
委員会議事録	225

はじめに

さる学会誌上にて非木造建築の一部(主に床)を使用する事で新たに膨大な木材需要の道が開けるという主張を見ました。それを書いたのが、福岡大学工学部教授稲田達夫氏でした。更に先生のご意見や方法論を直接伺いました。その話を九州内の信頼する大学や公設試験場などの専門家に打診したところ、思いがけない強い共感を得られ、ここに「超高層ビルに木材を使用する研究会」が生まれました。

共感を得られた1つの理由に、木造建築の新しい構法や材料を開発しても、新しく木材需要が生まれるのではなく、ただ単に木造建築内での場所取り争いになるケースが多かった事が上げられます。

稲田先生の提案はまさに新たな木材需要開拓先として「盲点を突いたもの」、「夢のような話」でした(各委員の先生方の最初の感想です)。

林野庁の本事業公募に際し、幸いにも私どもの提案が認められ、採択されました。林野庁や関係機関、委員の先生や多くのアドバイザーの方々のおかげで、「夢のような話」が実現に向け大きく進展、このような成果を得られたことを心から感謝申し上げます。

平成27年2月
山佐木材株式会社
代表取締役 佐々木 幸久

(1) 事業目的

従来補強コンクリート構造（RC 造）で造られていた非住宅建物（特に超高層鋼構造オフィスビル等）の床の構造体に CLT を使用することにより、国産材の新たな市場分野を開拓し、国産材の使用量を飛躍的に増大させることが、本事業の目的である。

我が国の国産材の利用促進を図るためには、国内に新たな木材市場を開拓することが必要である。具体的には、従来、我国では木材の積極的利用が行われることの殆ど無かった、非住宅建物分野への木質材料の使用促進を進めることを提案する。試算によれば、仮に年間に建設される全ての非住宅建物の床を木質化すれば、丸太ベースで約 1 0 0 0 万 m³ 超の木材需要の拡大に繋がるが（表 1 参照）、現況における年間の我が国の国産材需要が約 2 0 0 0 万 m³ であることを考慮すると、非住宅建物の床の木質化が、極めて効果的な試みであることは明らかである。

表 1) 新たな国産材市場の開拓

項目	計算結果
年間新築着工床面積	1.5 億m ²
非住宅非木造建築比率	40 %
地上階比率	75 %
CLT床厚	150 mm
木材使用量(製材)	675 万m ³
歩留り	60 %
木材使用量(丸太)	1125 万m ³

(2) 本事業の利点と実施内容

本事業が提案する「非住宅建物（特に超高層鋼構造オフィスビル等）の床のCLT化」が実現すれば、以下の利点がある。

ア、建物の軽量化

- ・耐震性の確保を考える場合、建物の軽量化は極めて有効な方法の一つである。例えば、標準的なオフィス建物で地上部の床を全て木質化できれば、積載荷重を含めて約 2 割の建物重量の軽量化が図れる。
- ・超高層ビルを考える場合、当該敷地で想定される地震動の卓越周期と建物の固有周期が合致することは、共振現象を引き起こし、耐震性確保の観点からは大きな脅威となる。この現象を回避する方法は、従来は建物の剛性を調整するしか方法がなかったが、床の CLT 化により軽量化が図れれば、その調整の幅を大幅に広げることが可能となる。

イ、建築計画上の自由度の拡大

- ・超高層オフィスビルでは、従来から上下隣接する 2 層のフロアを階段で繋ぎたい等のテナントニーズが潜在的に存在したが、床が RC 造の場合には、そのような要求に対し応えることはほとんど不可能であった。床を木質化（CLT 化）することにより、そのようなテナントニーズに対しても、建物竣工後も柔軟に対応が可能となる。また将来にわたっての、建物の用途・機能の変更等の要求に対しても柔軟に対応可能となる。

ウ、環境価値の創出

- ・床は建物の中でも最も多くのコンクリート材料を使用する部位である。コンクリートはその製造段階において、CO₂ 排出量が極めて多いことが知られるが、その床のコンクリートを木材に置き換えることは、大量の CO₂ 排出量削減に繋がる。標準的なオフィスビルの床を木質化（CLT 化）することによる CO₂ 排出削減効果を見てみると、建設時に排出される CO₂ 量が約 20%削減されることになるが、これが、環境価値として制度的にも評価されるようになれば、結果としては、ビル事業者等に対しても、大きな環境価値をもたらす可能性がある。

エ、製品化の容易さ

- ・木床の製品化を考える場合、オフィスビルの床は、デッキプレート、エレベータ等の納まりの関係から、モジュールが 3～4 m と寸法の統一化が図られており、製品化を進めることは比較的容易である。

オ、森林資源の有効活用

- ・従来ほとんど使用されることのなかった超高層鋼構造オフィス建物の床に、木材の大量使用を進めることは、木材の新しい市場分野の開拓につながり、森林資源の有効活用の観点からも極めて有意義である。

カ、地球環境問題への貢献

- ・植林することにより、比較的短期間で再生可能という意味で、環境共生材料である木材の大量使用を進めることは、地球環境問題、とりわけ気候変動問題への対策としても、有効である。

次に、本事業が提案する「非住宅建物（特に超高層鋼構造オフィスビル等）の床の CLT 化」の実用化に向けての検討すべき課題を列記すれば、以下の通りである。

- ①防耐火性能の問題（これについては 2 時間耐火確保のための性能確認実験が必要である）
- ②遮音性能（住宅とは異なり、事務所ビルの場合大きな問題とはならないと思われる）
- ③防水性、撥水性（工事中の雨水対策等についての性能確認が必要である）
- ④構造性能（床だけであれば、弾性論の範囲であり、これについては大きな問題は無い）
- ⑤木床荷重を S 造大梁に伝達する為の木製小梁の性能、接合方法等の検討
- ⑥木床と梁の接合方法
- ⑦木床と木床の接合方法
- ⑧設備配管等により生じる床の開口・貫通孔等が構造性能に与える影響
- ⑨工期短縮、ローコスト化を目指した合理的施工方法の検討
- ⑩配筋とクリープ変形の関係（配筋でクリープ変形が抑制できれば床を薄くすることが可能となる）
- ⑪木材および接着剤の経年劣化（劣化促進試験等による性能確認が必要である）

とくに今回の事業が対象とするのは④から⑨の検討項目である。

(3) 委員会構成

「鋼構造オフィスビル床の CLT 化」委員会名簿 (順不同・敬称略)

	氏 名	所 属
委員長	稲田 達夫	福岡大学 工学部建築学科 教授
副委員長	塩屋 晋一	鹿児島大学大学院 理工学研究科 教授
委員	倉富 洋	福岡大学 工学部建築学科 助教
委員	堺 純一	福岡大学 工学部建築学科 教授
委員	藤本 登留	九州大学 農学研究院 環境農学部門 准教授
委員	井上 正文	大分大学 工学部・福祉環境工学科 建築コース 教授
委員	田中 圭	大分大学 工学部・福祉環境工学科 建築コース 助教
委員	網野 禎昭	法政大学 デザイン工学部 建築学科 教授
委員	池田 元吉	熊本県林業研究指導所 次長兼企画研修部長
委員	荒木 博章	熊本県林業研究指導所 林産加工部長
委員	平田 晃久	熊本県林業研究指導所
委員	梶原 茂	(株)オーシカ 九州営業所長
委員	中島 史郎	建築研究所 建築生産研究グループ 上席研究員
委員	佐々木 幸久	山佐木材(株) 代表取締役
委員	塩崎 征男	山佐木材(株) 常務取締役
委員	村田 忠	山佐木材(株) 取締役部長
委員	前田 和浩	山佐木材(株)
アドバイザー	青井 秀樹	森林総合研究所 木材利用動向分析担当 チーム長
事務局	佐々木 真理	山佐木材(株)

(4) 事業期間 平成26年3月～平成27年2月

(5) 委員会の開催

平成26年3月27日(木) 第1回委員会

場所：福岡大学 工学部5号館 2階 523教室

平成26年4月29日(火) 第2回委員会

場所：くまもと県民交流館パレア 10階 多目的スタジオ

平成26年6月7日(土) 第3回委員会

場所：全労済ソレイユ 7階会議室「ローズ」

平成26年8月23日(土) 第4回委員会

場所：鹿児島大学 工学部

平成27年1月24日(土) 第5回委員会

場所：福岡大学 工学部5号館4階544教室

1. 木床の接合方法

1.1 スタッド押し抜き試験

1.1.1 実験概要

a) 実験の目的

本実験の目的は、CLT 床と鉄骨梁の接合方法について、特に床から鉄骨梁へのせん断力の伝達が、適切に行われるかを確認するために行うものである。CLT 床と鉄骨梁の接合方法は、あらかじめ鉄骨梁に打設された頭無しスタッド（13φ）に、あらかじめ穴開けを行った CLT パネルを差し込み、充填剤で固結させる方法とする。充填剤としては、本実験では、エポキシ樹脂を使用した。具体的な、CLT 床と鉄骨梁の接合方法を図 1.1-1 に示す。



図 1.1-1 CLT 床と鉄骨梁の接合方法

接合方式としては、スタッド1列方式と2列方式の2方式を想定している。いずれの方式を採用するかは、建物の特性を考慮して設計者が選定する。

本実験を行うことにより、建築の構造計算で重要な、剛床仮定の成立の有無に関するデータを得ることができる。

b) 実験の実施機関・場所

機関名： 福岡大学工学部建築学科 稲田倉富研究室

場 所： 福岡大学工学部建築学科 第一構造実験室 5000kN 万能試験機

c) 実験の実施時期： 2014年9月

1.1.2 実験の方法

a) 試験体

実験は、スタッド1列方式、2列方式の双方を、対象とする。本実験で採用した試験体図を図1.1-2に示す。

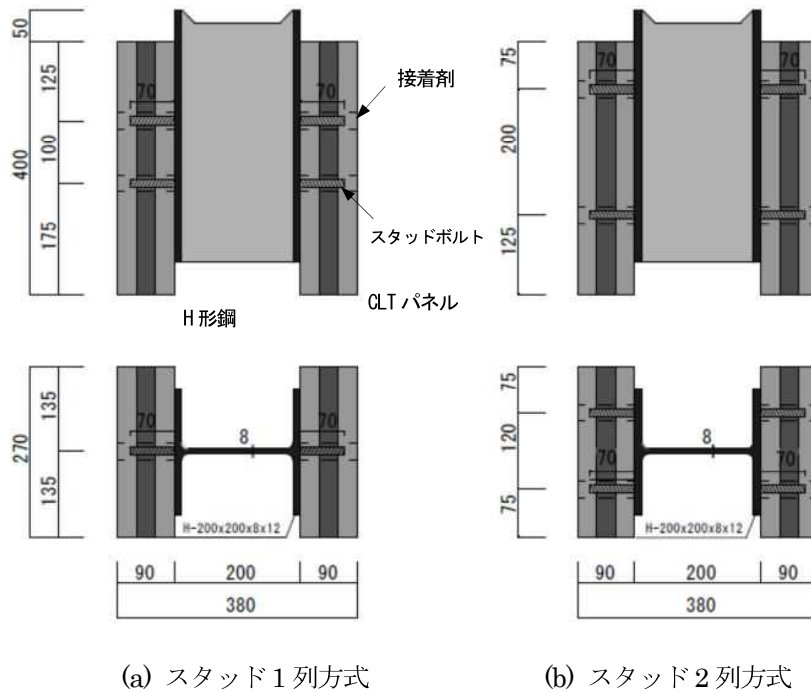


図 1.1-2 試験体図

実験は、スタッドの列数の他、ピッチを変えたものについても実施する。具体的な試験体の一覧を表1.1-1に示す。

表 1.1-1 試験体一覧

試験体名	CLT	鉄骨	スタッド			試験体数
			サイズ	ピッチ	列数	
STD ₁ -100	270x90x400 (30mm x 3枚)	H-200x200x8x12 材長 $l=400$ mm	径13mm 長さ70mm	100	1	3
STD ₂ -200				200	2	3

各試験体の構成要素となるH型鋼およびCLTパネルの写真を写真1.1-1に示す。また、エポキシ樹脂を充填する様子を写真1.1-2に示す。



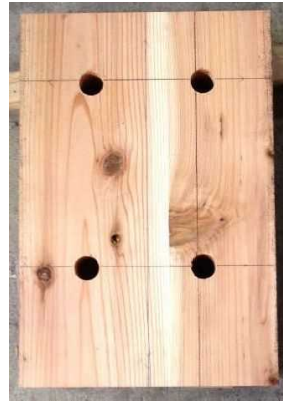
(a) スタッド1列方式用



(b) スタッド2列方式用



(a) スタッド1列方式用



(b) スタッド2列方式用

写真 1.1-1 試験体を構成する H 形鋼および CLT



写真 1.1-2 エポキシ系接着剤充填風景

b) 載荷方法

写真 1.1-3 に、載荷方法および変位計等の装着状況を示す。写真に示すように、試験体下部には試験体が倒れたり離れたりするのを防止するための離れ止めが装着されている。

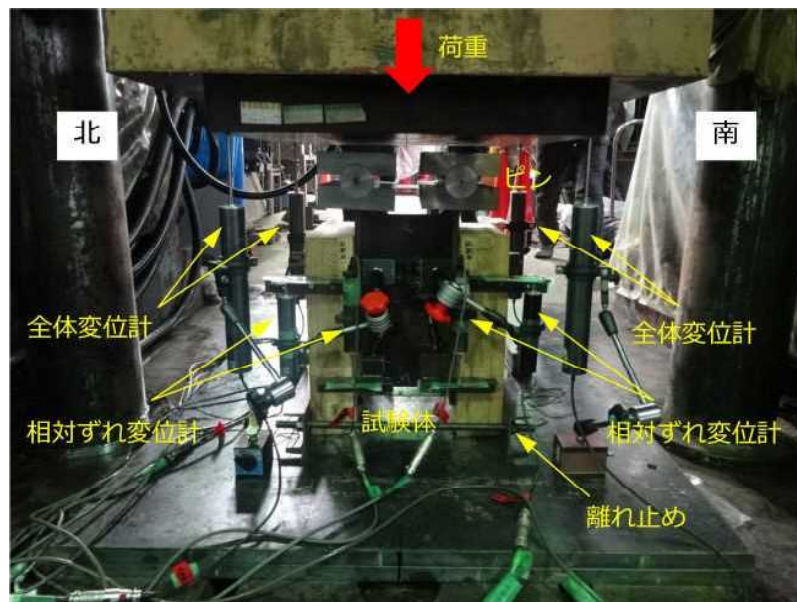
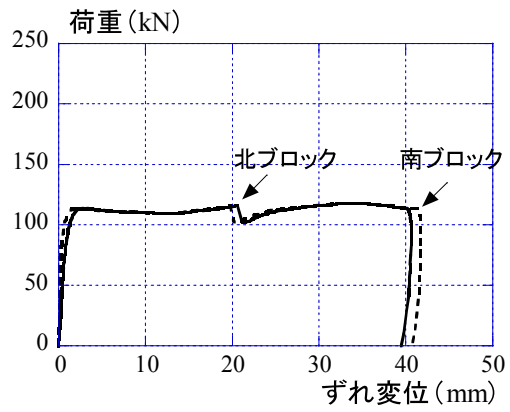


写真 1.1-3 載荷方法

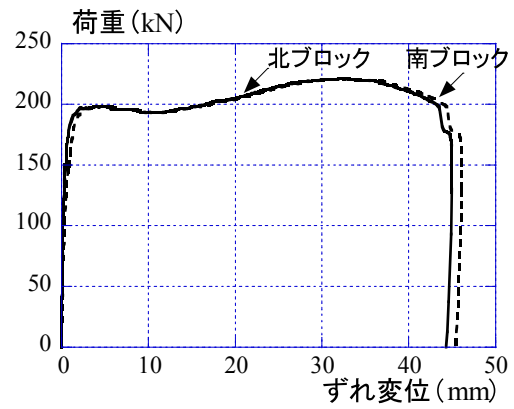
1.1.3 実験結果

a) 荷重変形関係

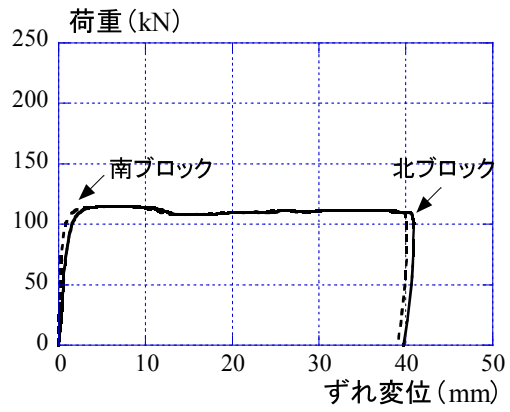
実験結果を図 1.1-3 及び表 1.1-2 に示す。図及び表より求められる、CLT 床とスタッドの 1 本当たりの接合強度は、降伏レベルで約 17kN/本、終局レベルで約 25kN/本である。



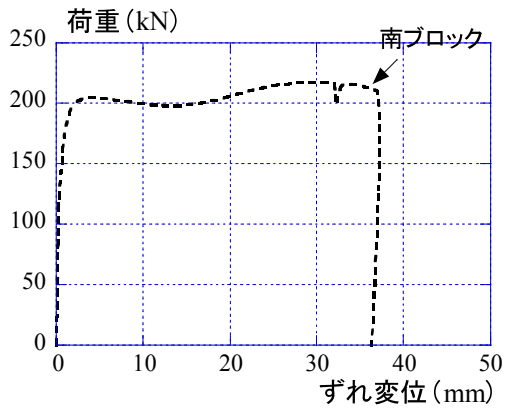
(a) STD1@100①



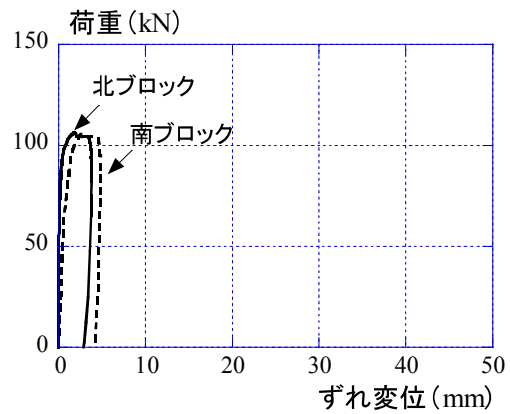
(b) STD2@200①



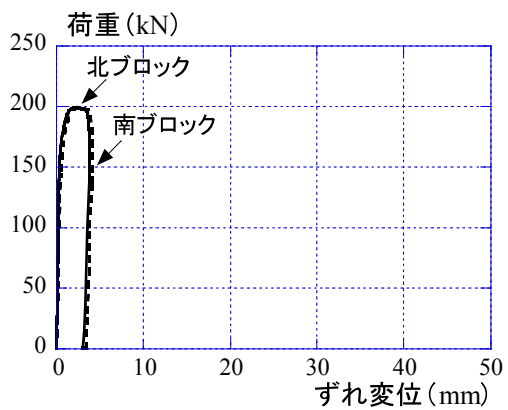
(c) STD1@100②



(d) STD2@200②



(e) STD1@100③



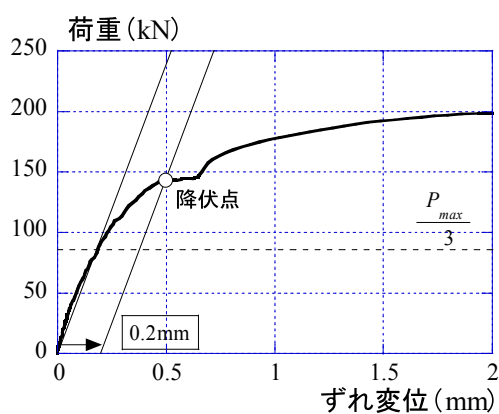
(f) STD2@200③

図 1.1-3 荷重-ずれ変形関係

表 1.1-2 実験結果

試験体	K (kNmm)	P_y (kN)	δ_y (mm)	P_{max} (kN)	δ_{max} (mm)	1本あたり		
						P_y (kN)	P_u (kN)	
STD ₂ @200 ①	北面	895	141	0.359	221	32.1	17.7	27.7
	南面	384	133	0.548	221	33.3	16.6	27.7
STD ₂ @200 ②	北面	-	-	-	-	-	-	-
	南面	510	144	0.485	217	28.5	18.0	27.2
STD ₂ @200 ③	北面	670	143	0.422	199	2.78	17.8	24.9
	南面	322	141	0.638	199	3.21	17.6	24.9
STD ₁ @100 ④	北面	123	88.0	0.913	118	33.0	22.0	29.5
	南面	505	86.3	0.370	118	32.5	21.6	29.5
STD ₁ @100 ⑤	北面	117	76.6	0.864	115	7.19	19.1	28.7
	南面	787	71.8	0.291	115	7.19	18.0	28.7
STD ₁ @100 ⑥	北面	145	66.2	0.658	106	2.92	16.6	26.6
	南面	34.4	103	3.30	106	4.14	25.7	26.6

* K : 初期剛性, P_y : 降伏せん断耐力, δ_y : 降伏時ずれ変形, P_{max} : 最大せん断耐力, δ_{max} : 最大耐力時ずれ変形



b) 崩壊性状

本実験終了後の試験体の状況を撮影した写真を写真 1.1-4 に示す。



(a) 実験後正面



(b) 実験後側面



(c) 解体後（木側）



(d) 解体後（鉄骨側）



(e) 降伏時の木側



(f) 降伏時の鉄骨側

写真 1.1-4 実験後の写真

1.2 せん断試験による端距離、縁距離の影響

1.2.1 接合部概要

本研究はフレームを鉄骨で構成し、CLT パネルを床スラブとして用いる混構造における接合部を提案するものである。



図 1.2.1-1 鉄骨フレームと CLT 床スラブ

提案する接合部の説明と図を以下に示す。

図に示す通り、あらかじめ H 鋼の梁に対してボルト(今回は M20)を溶接しておき、そのボルト径よりも大きな先孔(今回は $\phi 40\text{mm}$)を CLT パネルにあけておく。CLT パネルを梁の上に設置した後、ボルトと CLT に開けた孔の隙間に金網を挿入し、最後に無収縮モルタルを充填するという方法である。

この接合方法による利点は以下の 2 点である。

①施工性の向上

施工する際、ボルトとほぼ同じ径の先孔をあけた場合、CLT パネルの伸縮やボルトの溶接の精度、鉄骨梁自体の精度などの影響を受け、接合することは困難である。そこで CLT に設ける先孔をボルト径よりも大きくし、その隙間を充填材で充填することで各種材料の誤差による影響を抑えることが出来、施工性が上がると考えられる。

②初期剛性の向上

また無収縮モルタルを充填し、ボルトと先孔との隙間が無くなることで、初期すべりを抑えることが出来、初期剛性が上昇すると考えられる。

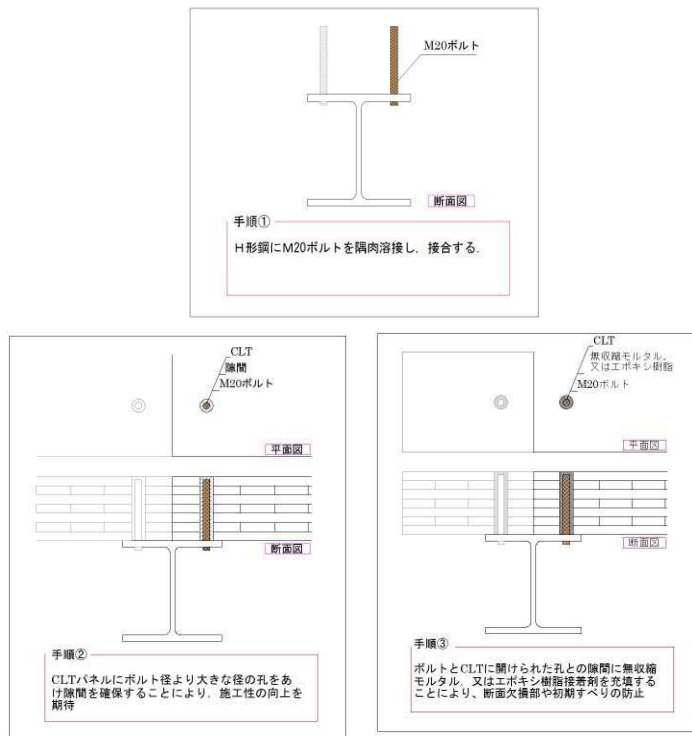


図 1.2.1-2,-3,-4. 接合方法の説明

1.2.2 試験方法

本研究では 2 種類の実験を行った。

①実験 A 「端距離検証のためのせん断試験」

実験 A では端距離による影響を検証するため端距離を 50mm、100mm とした試験体を作製し、一面せん断試験を行った。

試験体は端距離 2 種類(50mm、100mm)×CLT の最外層ラミナの繊維方向 2 種類(繊維直交方向、繊維平行方向)の計 4 種類である。

②実験 B 「縁距離及び接合部ピッチ検証のためのせん断試験」

実験 B では縁距離及びピッチの影響を検証するため、ピッチを 150mm、200mm とした試験体を作製し、一面せん断試験を行った。縁距離は全試験体 50mm で統一した。

試験体は接合部ピッチ 2 種類(150mm、200mm)×CLT の最外層ラミナの繊維方向 2 種類(繊維直交方向、繊維平行方向)の計 4 種類である。

※繊維直交方向=荷重に対して繊維が直交、繊維平行方向=荷重に対して繊維が平行である。

試験体の名称は以下に示す。

表 1.2.2-1.試験体名称一覧

	試験体種類	試験体名
実験A	端距離50mm(繊維平行方向)	a50h
	端距離50mm(繊維直交方向)	a50v
	端距離100mm(繊維平行方向)	a100h
	端距離100mm(繊維直交方向)	a100v
実験B	ピッチ150mm(繊維平行方向)	b150h
	ピッチ150mm(繊維直交方向)	b150v
	ピッチ200mm(繊維平行方向)	b200h
	ピッチ200mm(繊維直交方向)	b200v

実験装置及び試験体の図面を次ページ以降に示す。

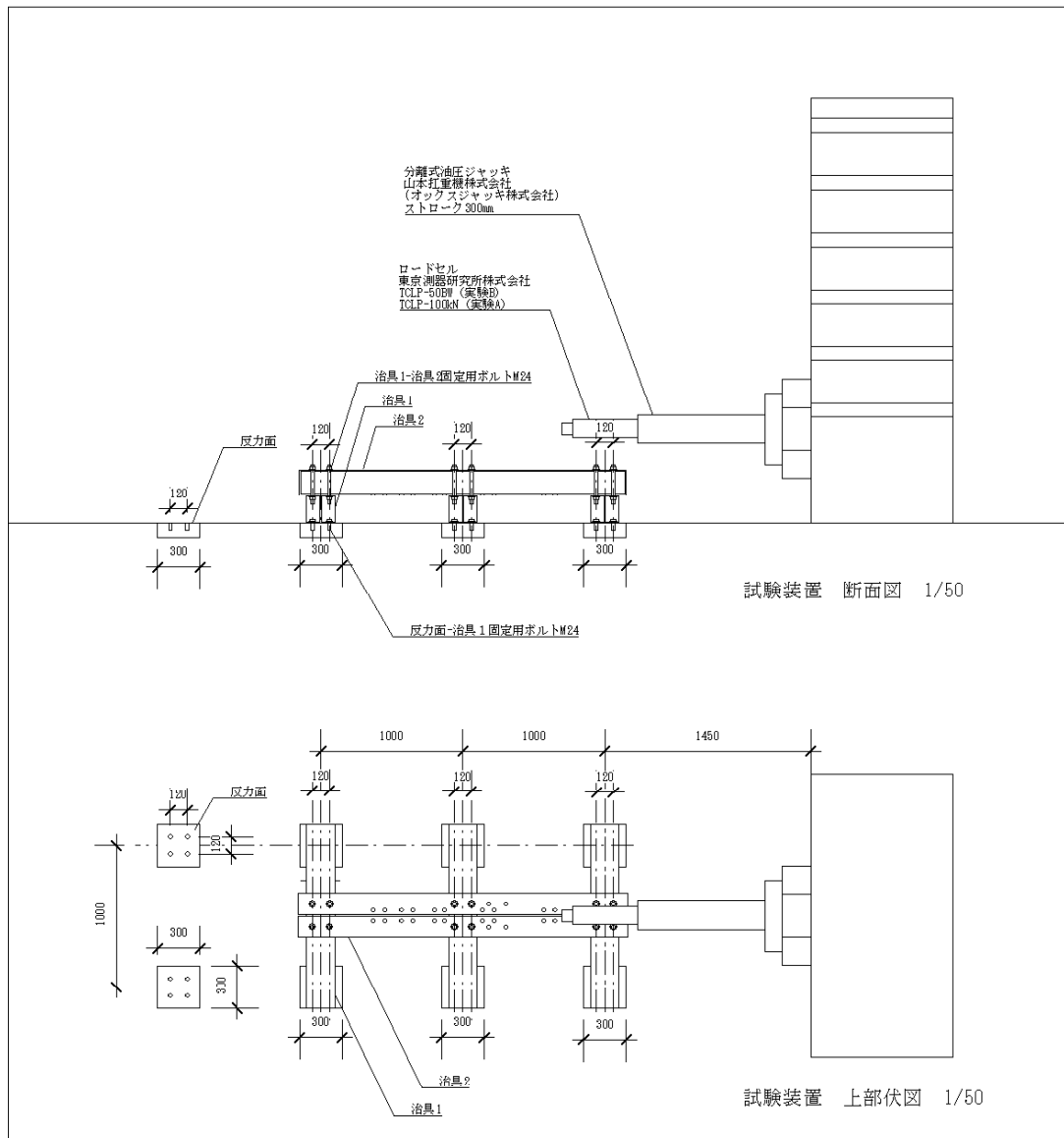


図 1.2.2-1.試験装置

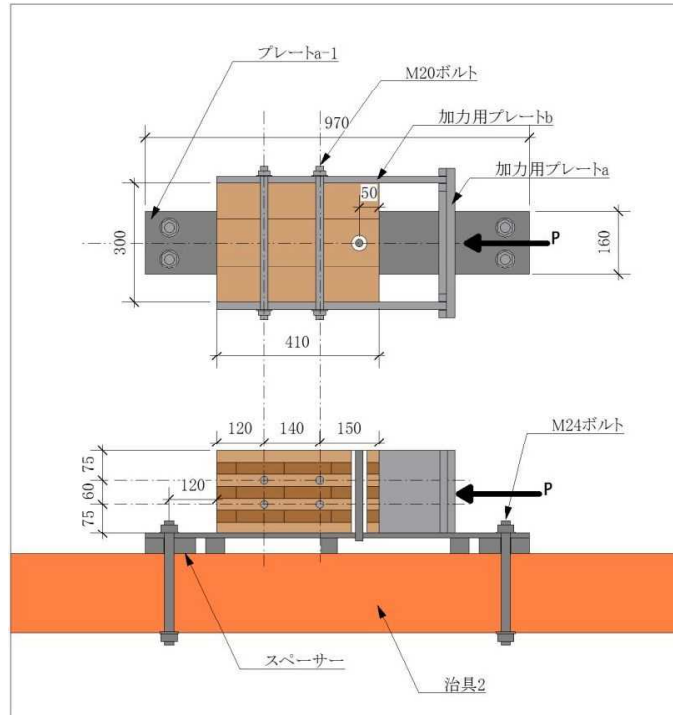


図 1.2.2-2. 試験体 a50h

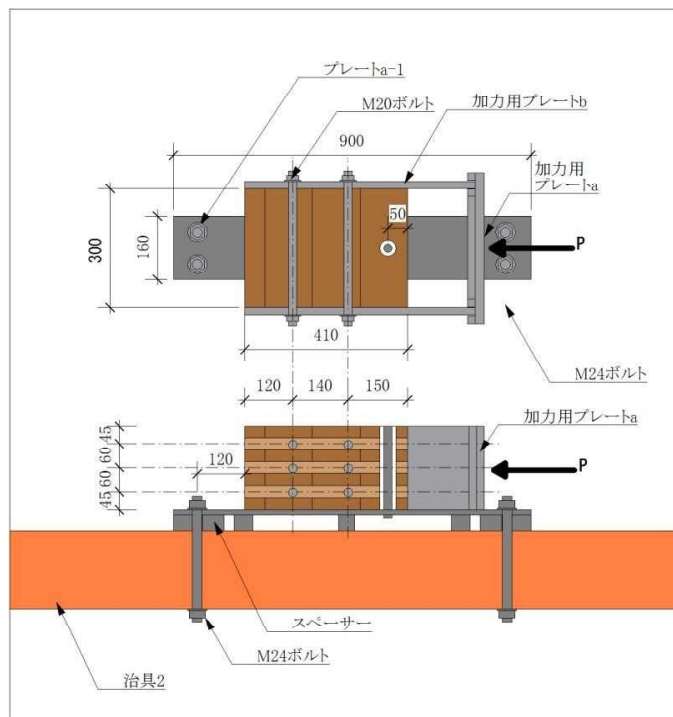


図 1.2.2-3. 試験体 a50v

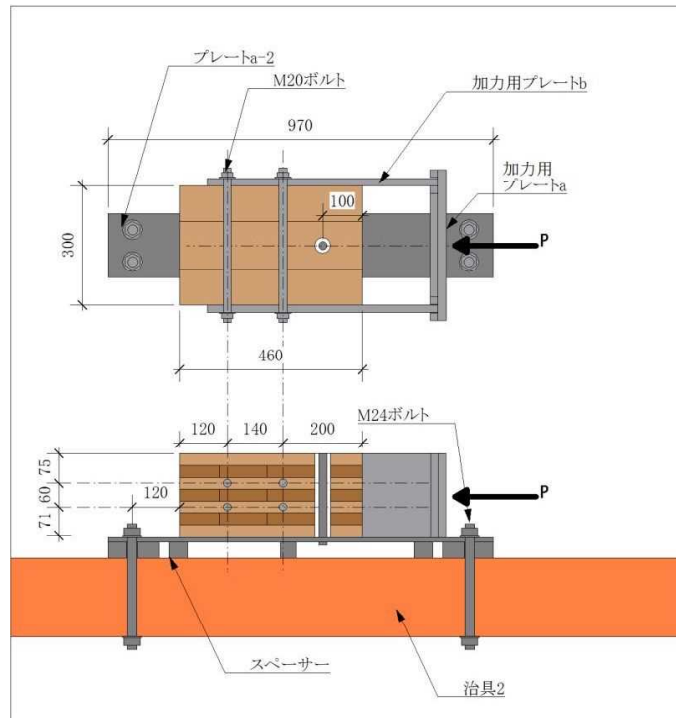


図 1.2.2-4. 試験体 a100h

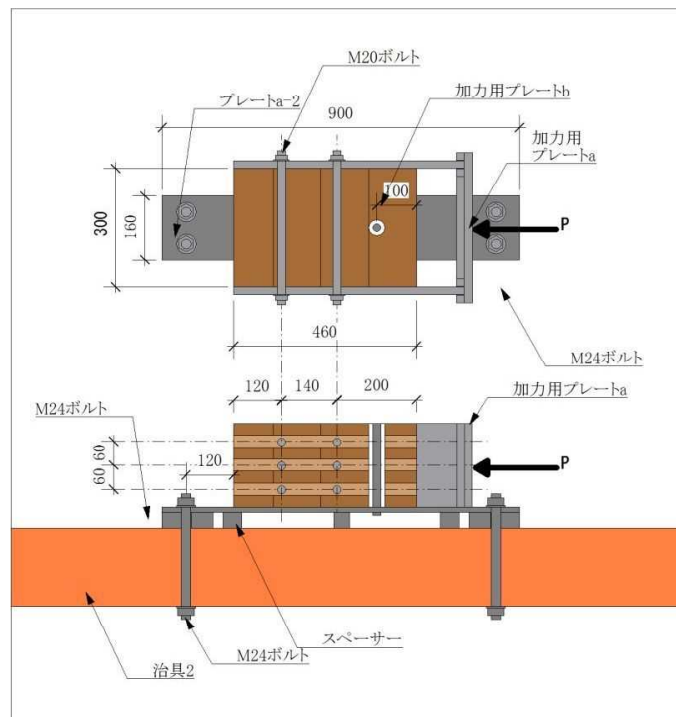


図 1.2.2-5. 試験体 a100v

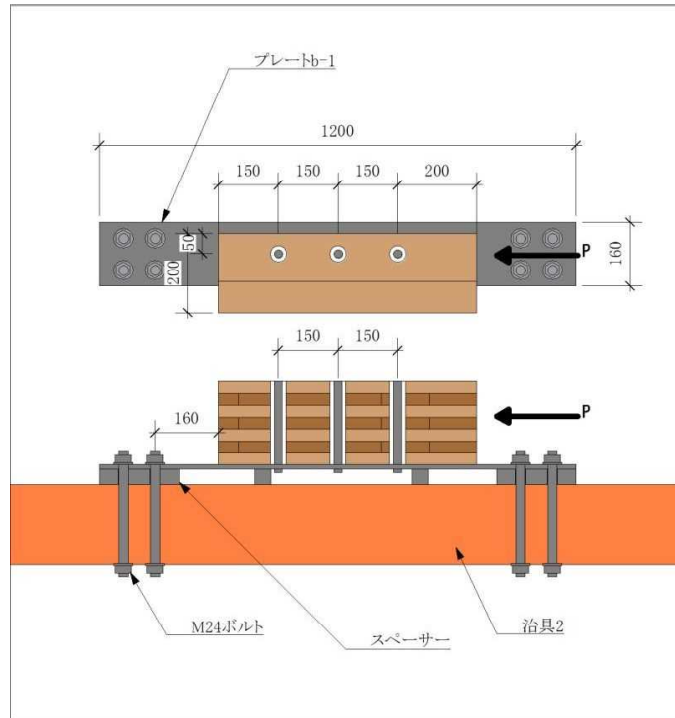


図 1.2.2-6. 試験体 b150h

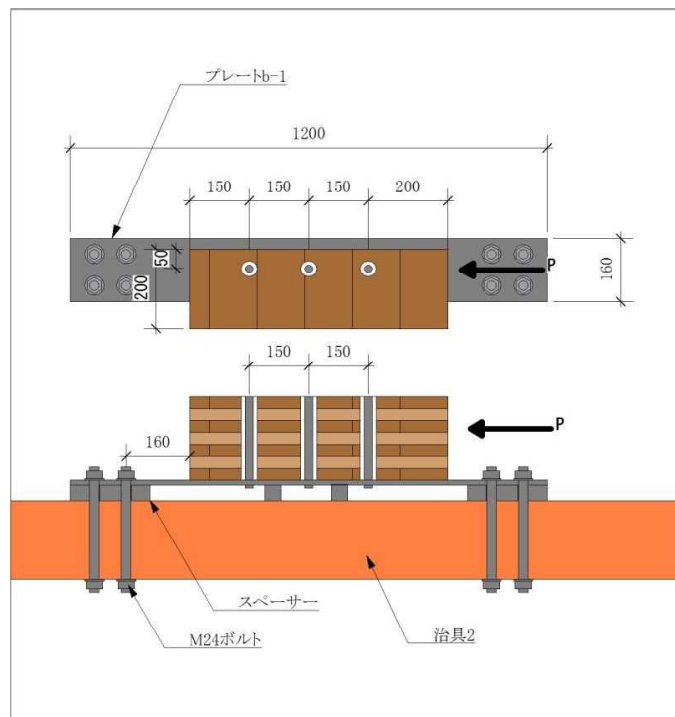


図 1.2.2-7. 試験体 b150v

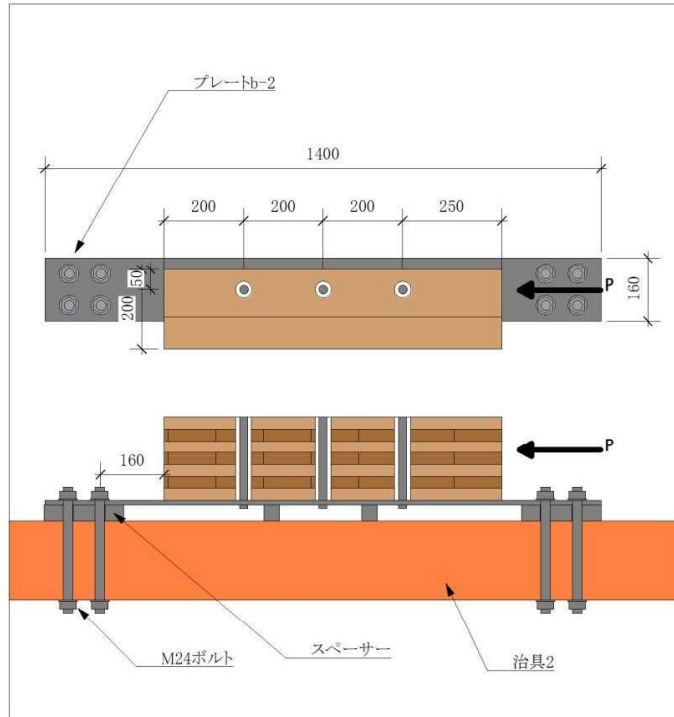


図 1.2.2-8. 試験体 b200h

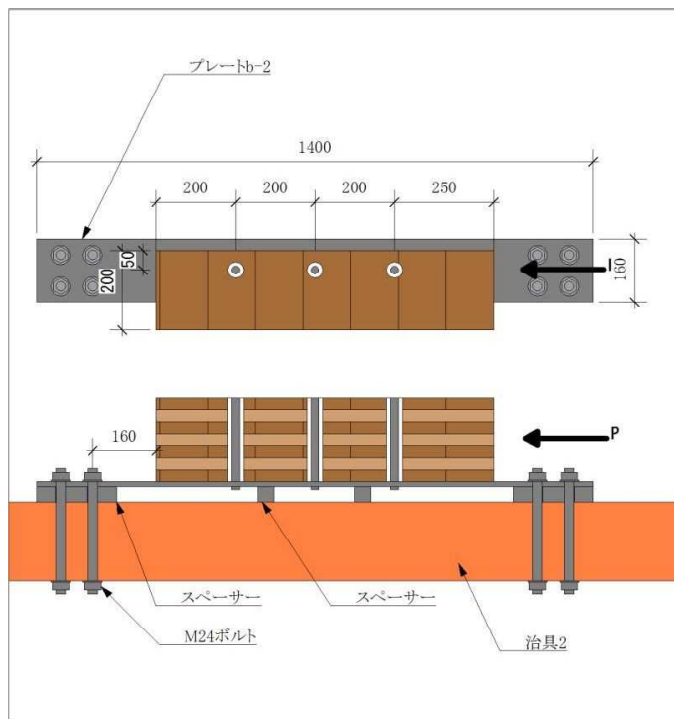


図 1.2.2-9. 試験体 b200v

1.2.3 試験結果

試験体ごとの荷重変位曲線と実験ごとの降伏荷重、降伏変位、最大荷重を示したグラフを以下に示す。

黄緑色の棒グラフは平均値を示し、プロットされた点は各試験体の数値である。

※端距離 50 の試験体（繊維直交方向）の 1 体は降伏荷重が算出できなかったため、グラフからは除外している。

※今回 100mm の変位計を用いたが、実験 B に関しては計測範囲の限界を超えても終局を迎えなかったため、最大荷重は最初に荷重のピークが来た時（荷重が上昇していき最初に低下した時）の値を最大荷重として掲載している。

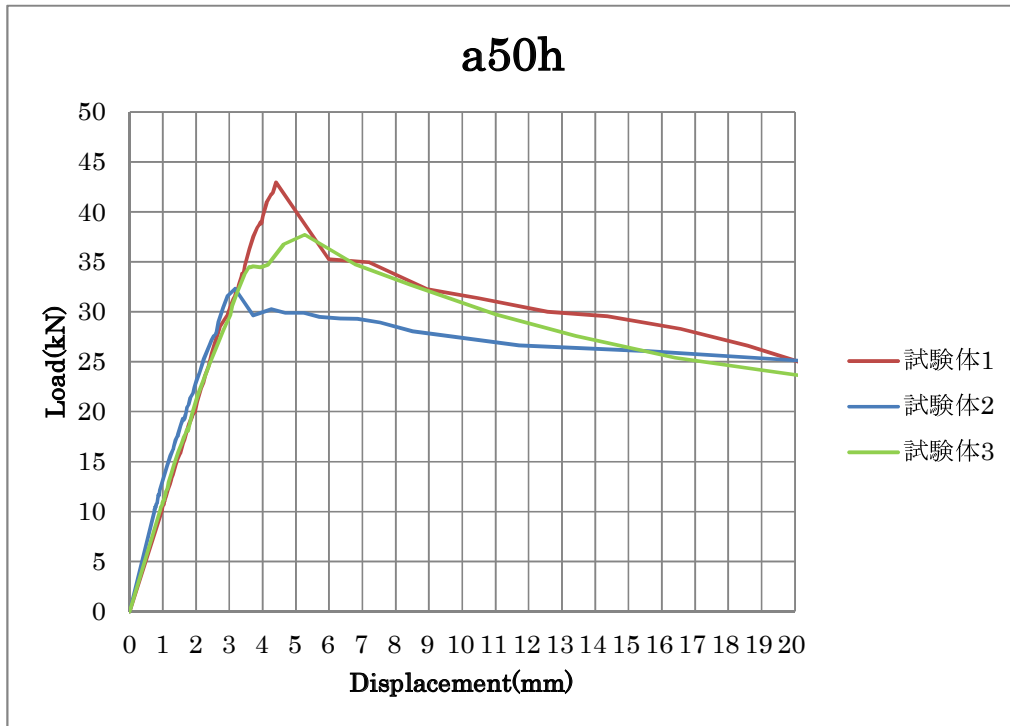


図 1.2.3-1. a50h 荷重変位曲線

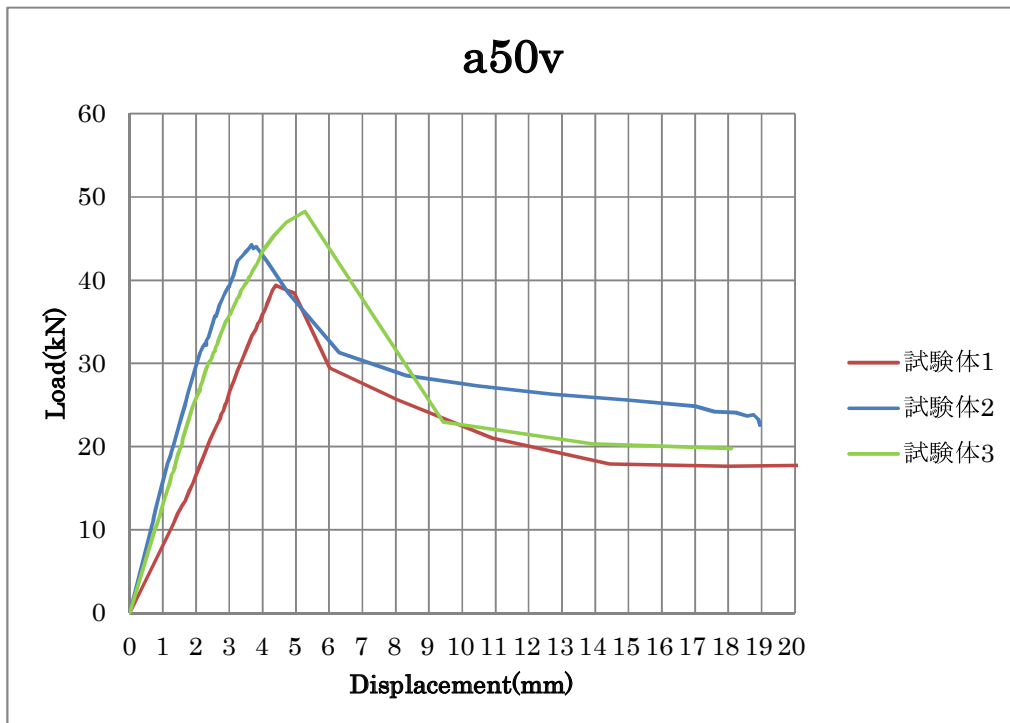


図 1.2.3-2. a50v 荷重変位曲線

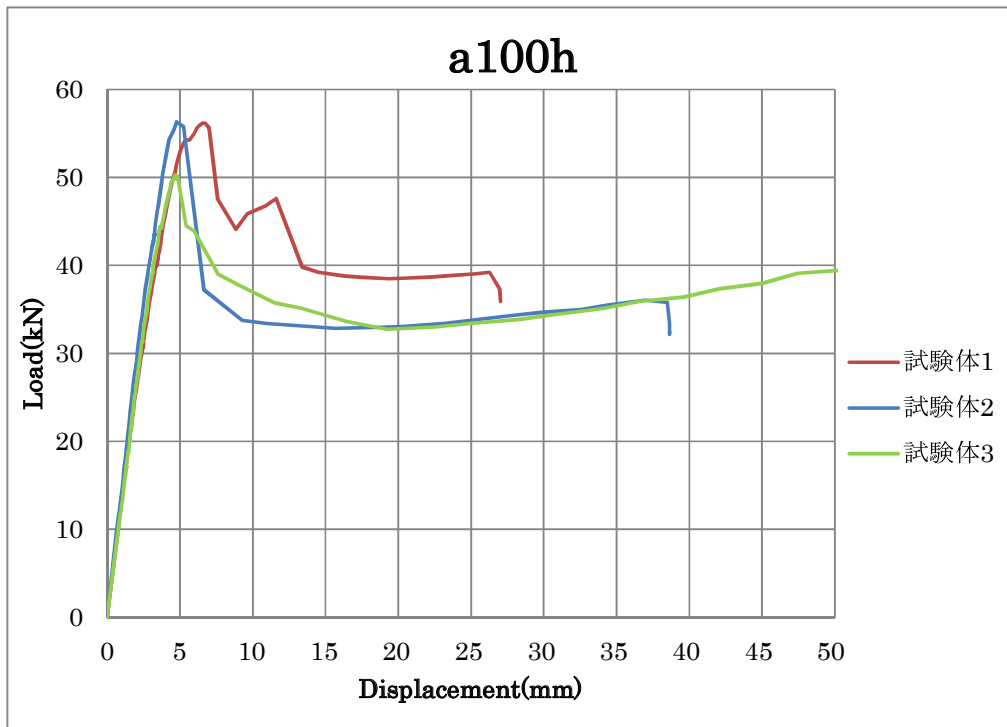


図 1.2.3-3. a100h 荷重変位曲線

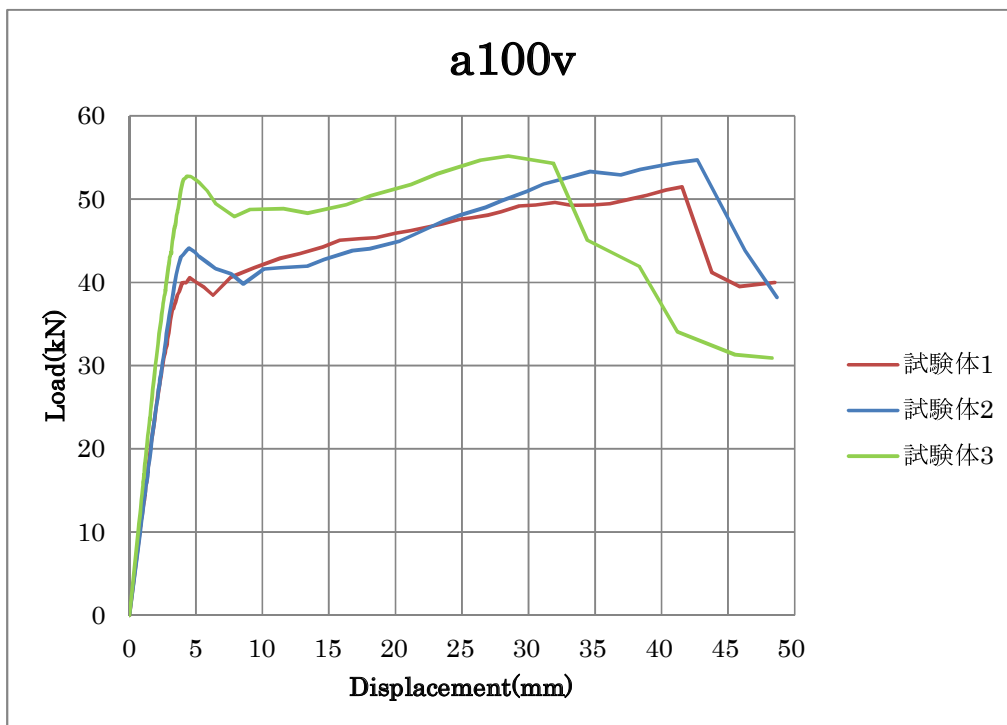


図 1.2.3-4. a100v 荷重変位曲線

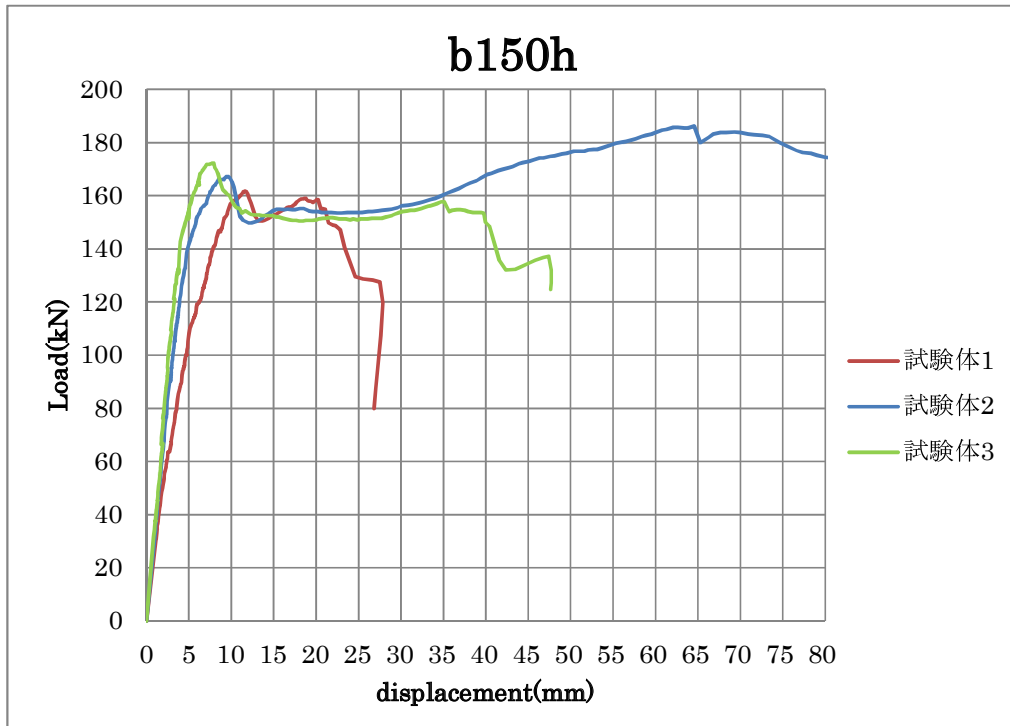


図 1.2.3-5. b150h 荷重変位曲線

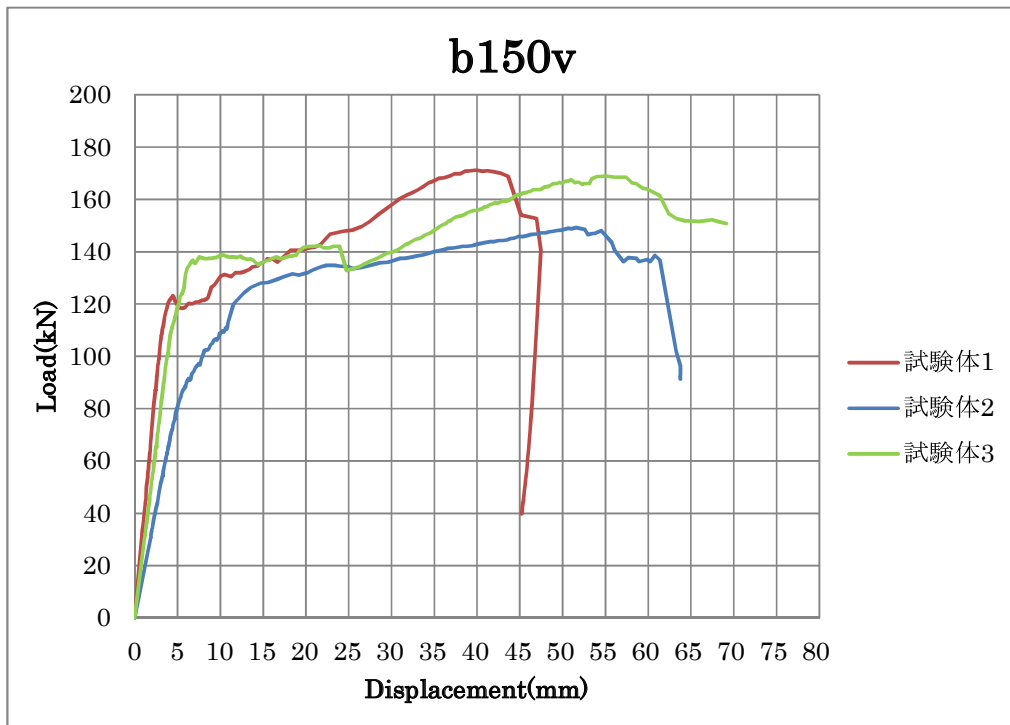


図 1.2.3-6. b150v 荷重変位曲線

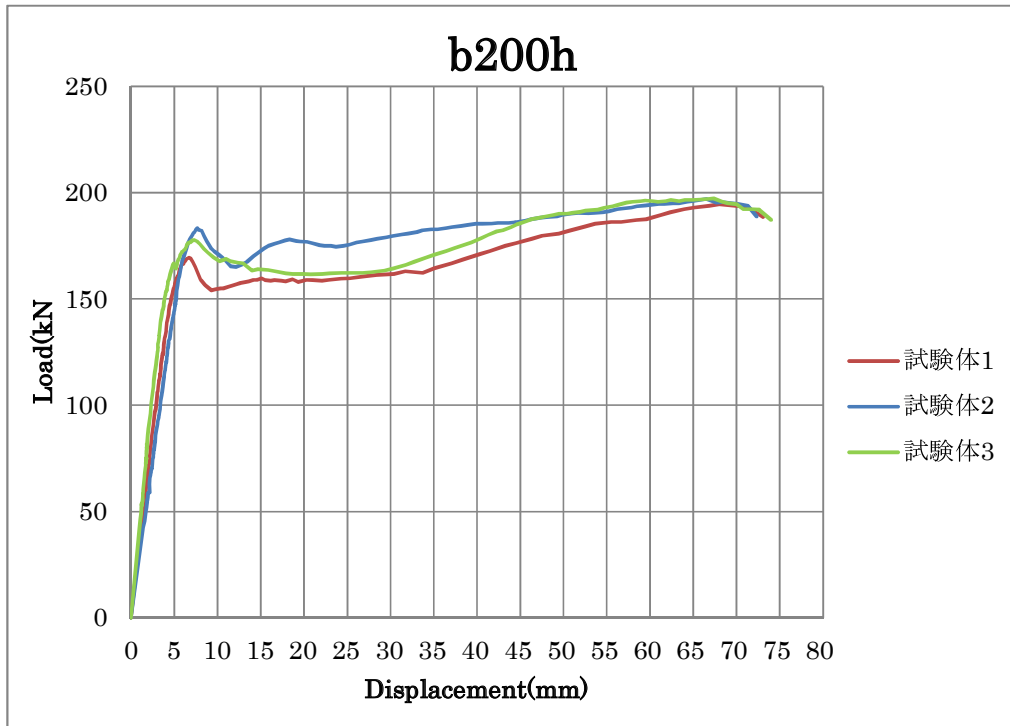


図 1.2.3-7. b200h 荷重変位曲線

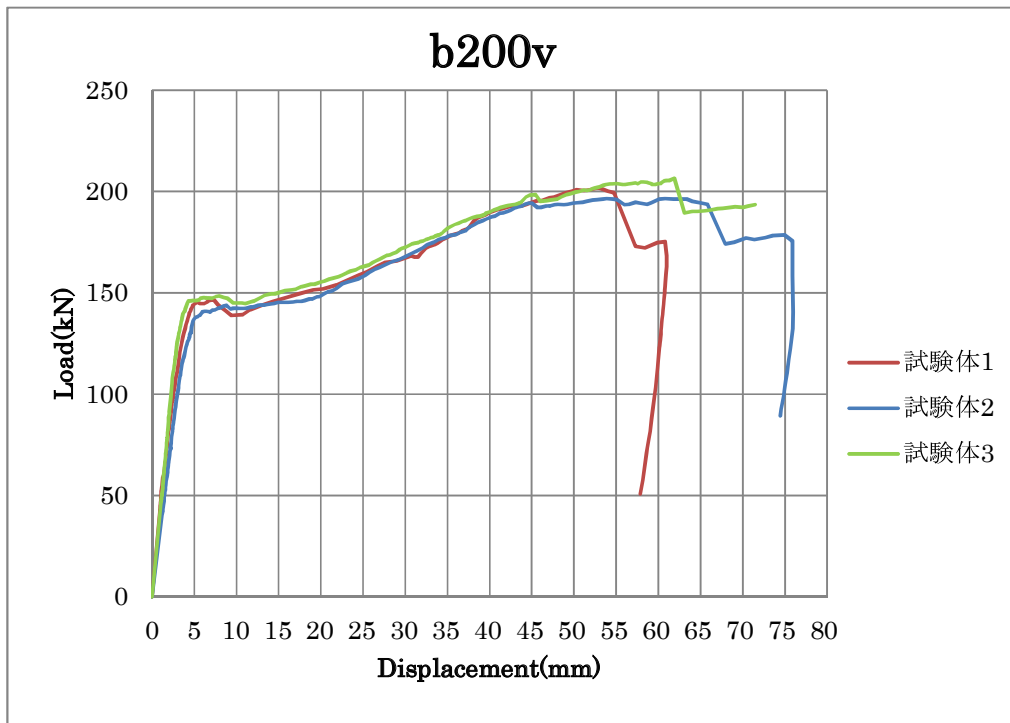


図 1.2.3-8. b200v 荷重変位曲線

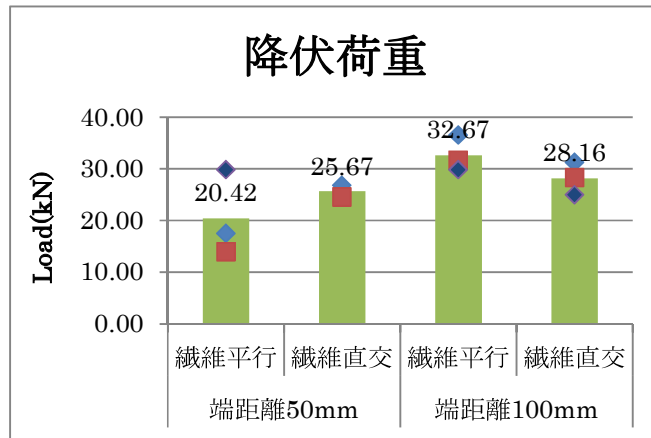


図 1.2.3-9. 実験 A 降伏荷重グラフ

表 1.2.3-1. 実験 A 降伏荷重

		AVERAGE	STDEV	降伏荷重(kN)		
				試験体1	試験体2	試験体3
端距離50mm	繊維平行	20.42	8.3	29.81	13.97	17.49
	繊維直交	25.67	1.6		24.54	26.81
端距離100mm	繊維平行	32.67	3.5	29.81	31.64	36.55
	繊維直交	28.16	3.2	24.93	28.29	31.27

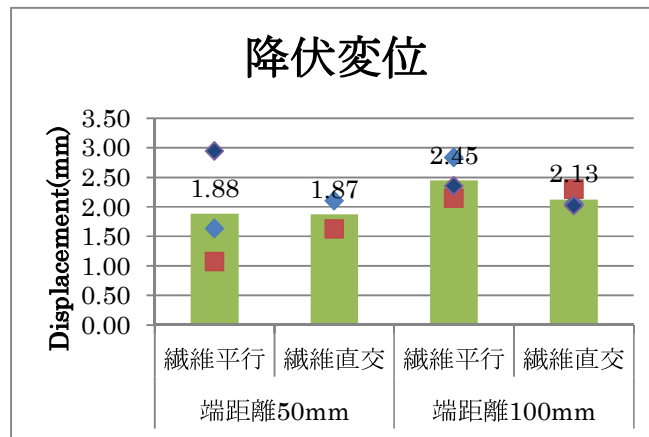


図 1.2.3-10. 実験 A 降伏変位グラフ

表 1.2.3-2. 実験 A 降伏変位

		AVERAGE	STDEV	降伏変位(mm)		
				試験体1	試験体2	試験体3
端距離50mm	繊維平行	1.88	1.0	2.95	1.07	1.63
	繊維直交	1.87	0.3		1.63	2.11
端距離100mm	繊維平行	2.45	0.4	2.35	2.15	2.84
	繊維直交	2.13	0.2	2.02	2.30	2.06

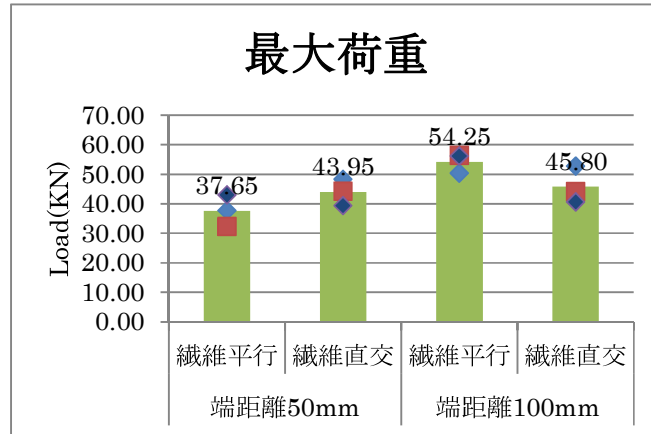


図 1.2.3-11. 実験 A 最大荷重グラフ

表 1.2.3-3. 実験 A 最大荷重

		AVERAGE	STDEV	最大荷重(kN)		
				試験体1	試験体2	試験体3
端距離50mm	繊維平行	37.65	5.3	42.95	32.30	37.70
	繊維直交	43.95	4.5	39.35	44.25	48.25
端距離100mm	繊維平行	54.25	3.4	56.15	56.30	50.30
	繊維直交	45.80	6.3	40.55	44.10	52.75

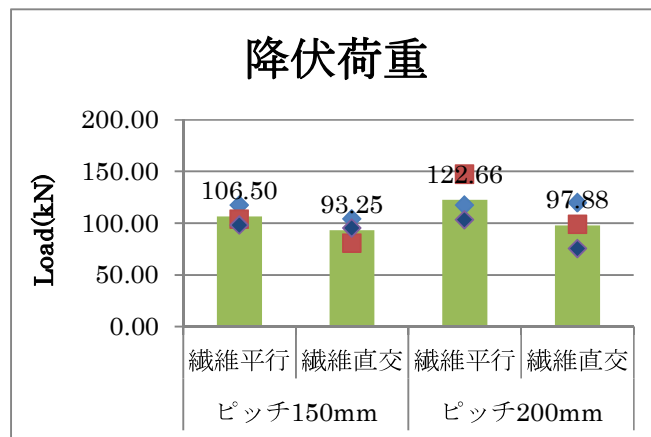


図 1.2.3-12. 実験 B 降伏荷重グラフ

表 1.2.3-4. 実験 B 降伏荷重

		AVERAGE	STDEV	降伏荷重(kN)		
				試験体1	試験体2	試験体3
ピッチ150mm	繊維平行	106.50	10.0	98.06	103.91	117.52
	繊維直交	93.25	11.7	95.04	80.77	103.95
ピッチ200mm	繊維平行	122.66	22.5	103.20	147.30	117.47
	繊維直交	97.88	22.2	75.23	98.69	119.71

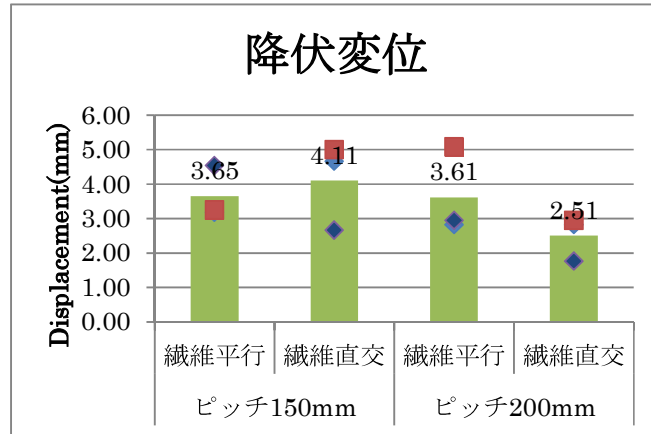


図 1.2.3-12. 実験 B 降伏変位グラフ

表 1.2.3-5. 実験 B 降伏変

		AVERAGE	STDEV	降伏変位(mm)		
				試験体1	試験体2	試験体3
ピッチ150mm	繊維平行	3.65	0.8	4.53	3.24	3.18
	繊維直交	4.11	1.3	2.66	5.00	4.66
ピッチ200mm	繊維平行	3.61	1.3	2.94	5.08	2.82
	繊維直交	2.51	0.6	1.76	2.94	2.82

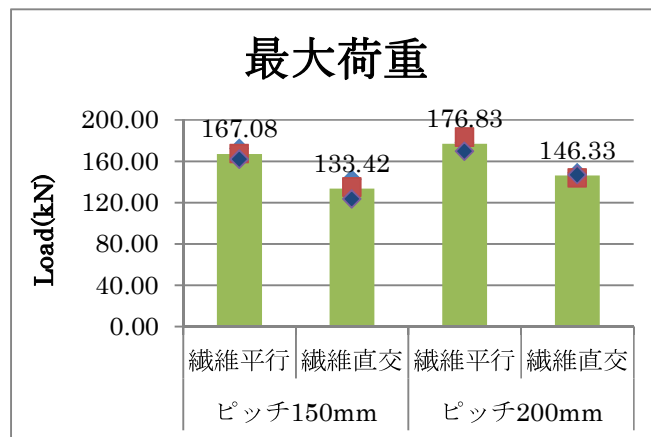


図 1.2.3-12. 実験 B 最大荷重グラフ

表 1.2.3-6. 実験 B 最大荷重

		AVERAGE	STDEV	最大荷重(kN)		
				試験体1	試験体2	試験体3
ピッチ150mm	繊維平行	167.08	5.3	161.75	167.25	172.25
	繊維直交	133.42	9.6	123.25	134.75	142.25
ピッチ200mm	繊維平行	176.83	6.9	169.50	183.25	177.75
	繊維直交	146.33	2.4	146.75	143.75	148.50

1.2.4 結果のまとめ

論文執筆途中ではあるが、現時点での考察を示す。

①実験 A「端距離検証のためのせん断試験」

端距離 50mm では繊維直交の試験体の方が降伏荷重、最大荷重共に平行方向の試験体よりも大きい結果となった一方で、端距離 100mm では繊維直交方向の方が降伏荷重、最大荷重共に大きくなるという逆転現象が起こった。逆転現象が起こった理由としては距離 50mm の試験体（繊維平行）の最下層が降伏を迎える前に端抜けを起こしている可能性がある。繊維直交方向においては端距離 50mm と 100mm を比較すると、わずかではあるが 100mm の方が降伏荷重、最大荷重ともに大きな値を示した。

最下層が繊維平行のときは端抜けによる破壊、繊維直交のときは割裂による破壊が見られた。



図 1.2.4-1.端抜けによる破壊(実験 A)



図 1.2.4-2.割裂による破壊(実験 A)

②実験 B 「縁距離及び接合部ピッチ検証のためのせん断試験」

降伏荷重、最大荷重共に繊維平行方向の試験体の方が繊維直交方向の試験体より大きくなった。これはピッチ 150mm、200mm の試験体両方に共通している。また、ピッチ 150mm と 200mm を比較すると 200mm の方が降伏荷重、最大荷重共に若干ではあるが高い結果となった。

最下層が繊維平行のときは縁の割裂による破壊、繊維直交のときはローリングシアによる破壊が見られた。



図 1.2.4-3.割裂による破壊(実験 B)



図 1.2.4-4.ローリングシアによる破壊(実験 B)

1.3 木床付き鉄骨梁の曲げ試験

1.3.1 実験概要

a) 実験の目的

本実験は、CLT 床と鉄骨梁の接合において、床と鉄骨梁相互の補剛効果が適切に発揮されており、合成梁として機能しているかを確認することを目的として実施するものである。

b) 実験の実施機関名・場所

機関名： 福岡大学工学部建築学科 稲田倉富研究室

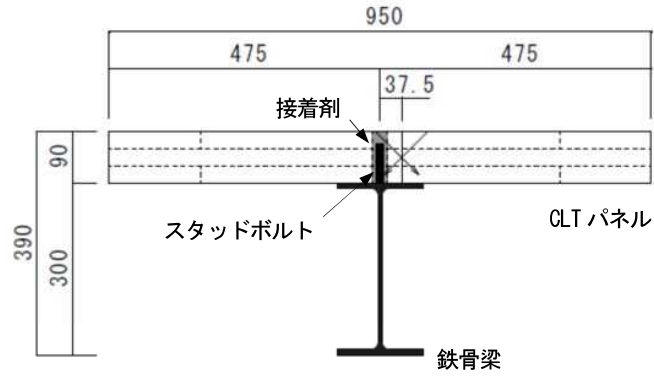
場 所： 福岡大学工学部建築学科 第一構造実験室 5000kN 万能試験機

c) 実験の実施時期： 2014 年 9 月

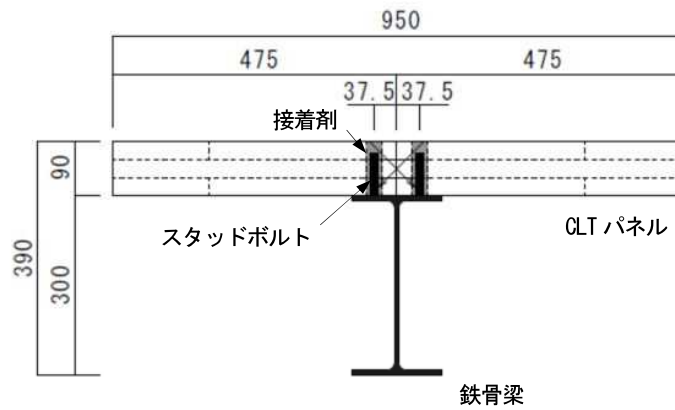
1.3.2 実験の方法

a) 試験体

実験は、スタッド1列方式、2列方式の双方を、対象とする。本実験で採用した試験体図を図 1.3-1 に示す。また表 1.3-1 に本実験で実施する実験試験体の一覧を示す。



(a)スタッド一列方式 (CLTS-STD1@100)



(b)スタッド二列方式 (CLTS-STD2@200)

図 1.3-1 試験体断面図

表 1.3-1 試験体一覧

試験体名	CLTパネル (mm)	鉄骨	スタッド		
			サイズ	ピッチ	列数
CLTS-STD ₁ @100	950x90 (1枚当たり475x90)	H-300x150x6.5x9	軸径13mm 長さ70mm	100	1
CLTS-STD ₁ @200				200	
CLTS-STD ₂ @200					2
CLTS-STD ₂ @200N					
CLT		—			
S	—	H-300x150x6.5x9			

※試験体名CLTS-STD₂@200NはCLT床パネル同士をクロスビスで接合していない試験体

1.3.3 載荷方法

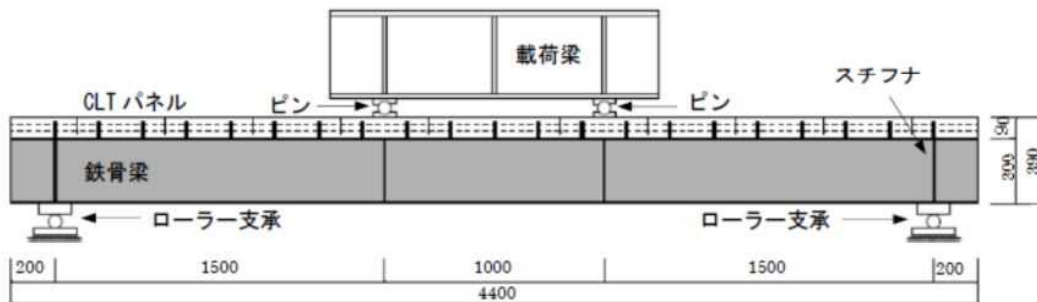


図 1.3.2 載荷装置図



写真 1.3.1 実験風景

1.3.4 実験結果

a) 荷重変形関係

試験体ごとの荷重変形関係を図 1.3-3 に、各試験体相互の荷重変形関係の比較図を図 1.3-4 に示す。また、鉄骨梁に対する剛性・強度の増大率を求めた表を、表 1.3-2 示す。

表 1.3-2 より、剛性・強度ともに鉄骨梁に対し 1.3~1.5 倍程度増加が見られることから、合成梁としての効果が充分発揮されていることが確認できた。

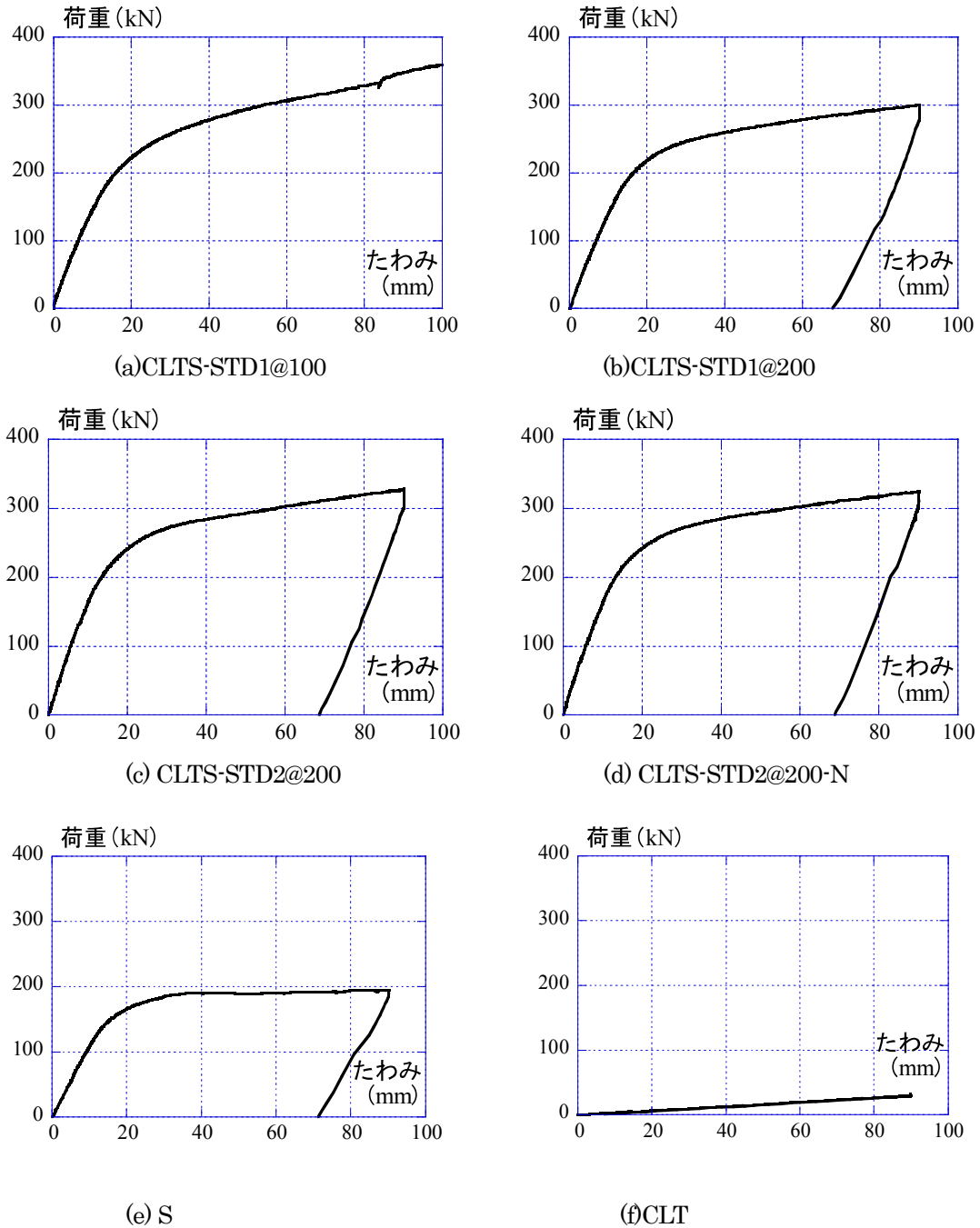


図 1.3-3 荷重－たわみ関係

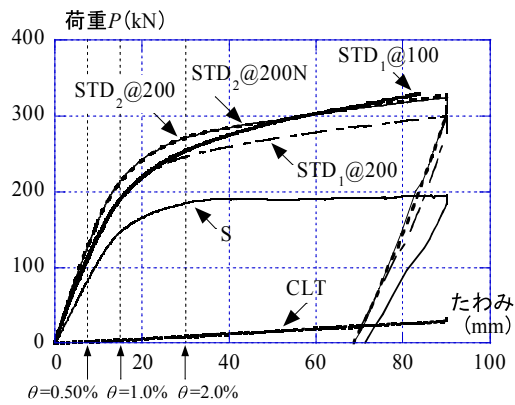


図 1.3-4 試験体の比較

表 1.3-2 実験結果

試験体名	K (kN/mm)	$P_{\theta=0.5\%}$ (kN)	$P_{\theta=1.0\%}$ (kN)	$P_{\theta=2.0\%}$ (kN)	純鉄骨梁に対する比率		
					K	$P_{\theta=1.0\%}$	$P_{\theta=2.0\%}$
CLTS-STD1@100	14.9	112	190	254	1.36	1.29	1.37
CLTS-STD1@200	14.4	108	190	246	1.31	1.29	1.33
CLTS-STD2@200	17.3	130	213	271	1.58	1.45	1.46
CLTS-STD2@200N	17.1	128	214	271	1.55	1.46	1.46
CLT	0.26	1.95	4.81	9.36	0.02	0.03	0.05
S	11.0	82.5	147	185	1.00	1.00	1.00

K:変形角 $\theta=0.50\%$ 時における割線剛性, $P_{\theta=0.5\%}$:変形角 $\theta=0.50\%$ 時における耐力 ($P_{\theta=1.0\%}$, $P_{\theta=2.0\%}$ も同義)

b) 載荷中および実験終了後の写真

以下に載荷中および実験終了後の写真を示す。



(a) CLTS-STD2@200



(b) 鉄骨のみの実験風景



(c) 木床パネルのみの実験風景

写真 1.3-2 載荷中および実験終了後の写真

2. 木床と木床の接合方法

2.1 ビス押し抜き実験

2.1.1 実験概要

a) 実験の目的

本実験の目的は、隣接する CLT 床相互の接合方法について、せん断力の伝達が、適切に行われるかを確認するために行うものである。CLT 床相互の接合は、長尺の全ネジビス 2 本を斜め 45 度方向にクロスするようにねじ込むことで行われる。(以下クロスビス接合と呼ぶ、下図参照)

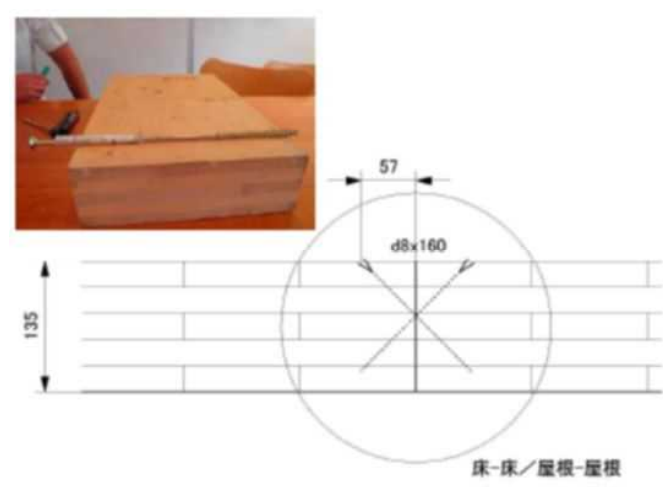


図 2.1-1 長尺の全ネジビスによるクロスビス接合

b) 実験の実施機関名・場所

機関名： 福岡大学工学部建築学科 稲田倉富研究室

場 所： 福岡大学工学部建築学科 第一構造実験室 5000kN 万能試験機

c) 実験の実施時期： 2014 年 10 月

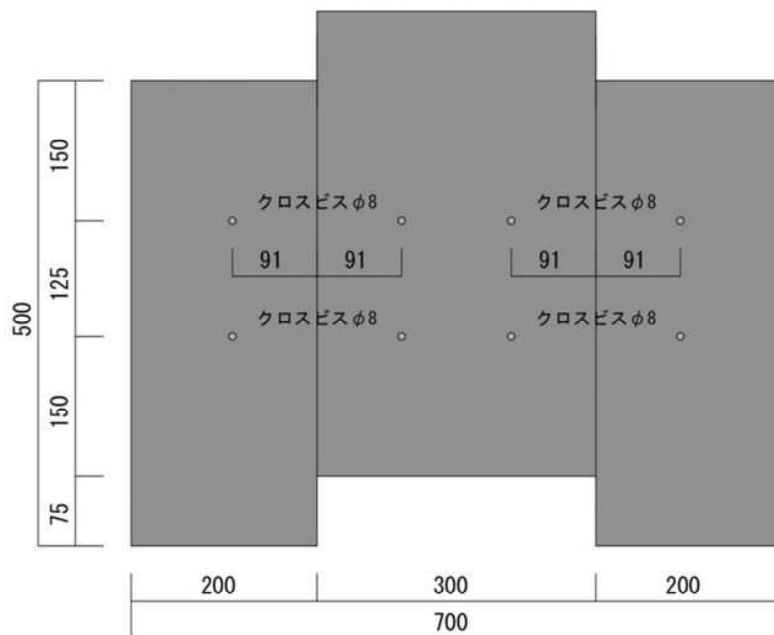
2.1.2 実験の方法

a) 試験体

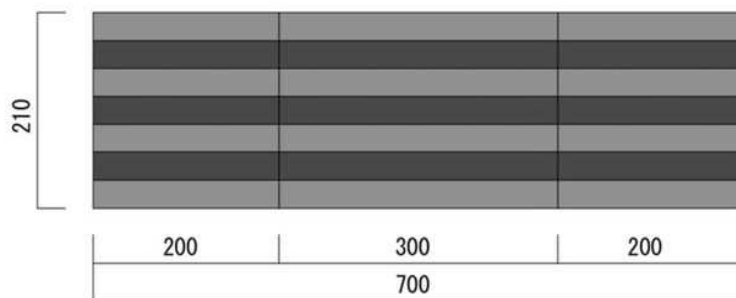
表 2.1-1 に本実験で実施する実験試験体の一覧を示す。また、本実験で採用した試験体詳細図を図 2.1-2 に示す。

表 2.1-1 試験体一覧

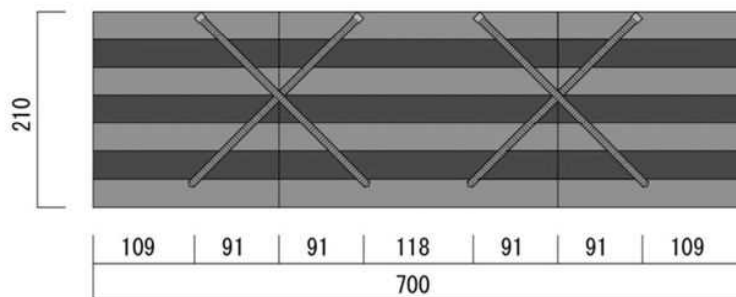
試験体名	CLT	クロスビス	
		サイズ	ピッチ
CV-125	200 x 210 x 500 (mm) (厚さ: 30mm x 7枚)	径8mm 長さ260mm	125
CV-250	300 x 210 x 500 (mm) (厚さ: 30mm x 7枚)		250
CV-250-S	200 x 90 x 500 (mm) (厚さ: 30mm x 3枚) 300 x 90 x 500 (mm) (厚さ: 30mm x 3枚)		250



CV-125 押し抜き試験正面図



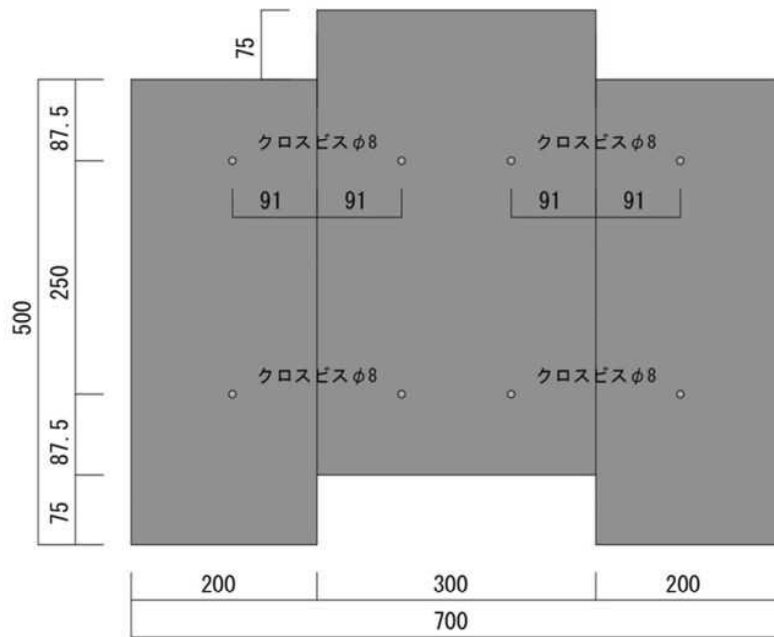
CV-125 平面図



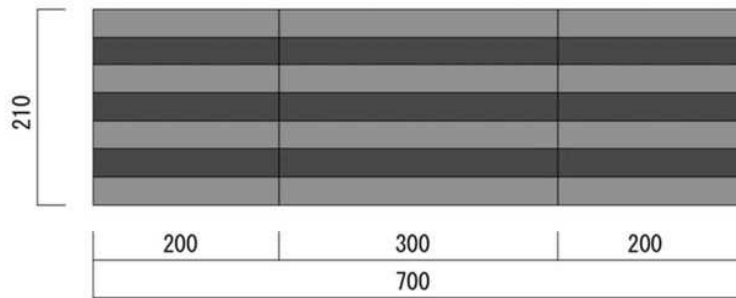
CV-125 ビス打ち込み位置断面図

(a) CV-125

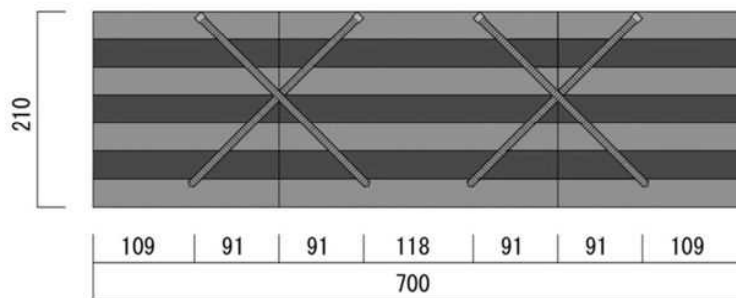
図 2.1-2a 試験体詳細図 (つづく)



CV-250 押し抜き試験正面図



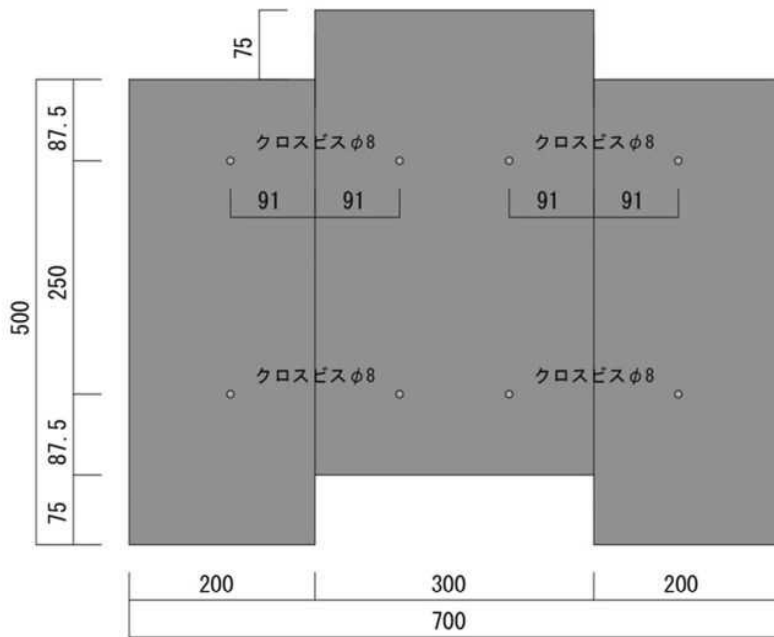
CV-250 平面図



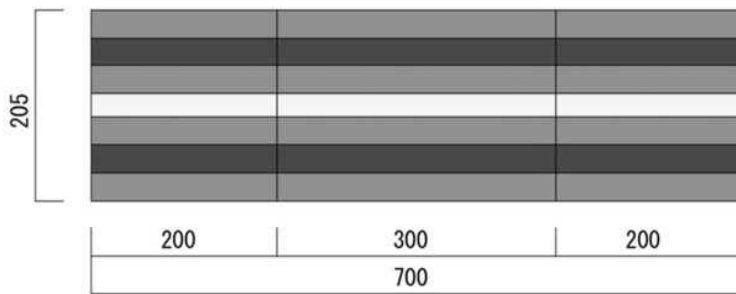
CV-250 ビス打ち込み位置断面図

(b) CV-250

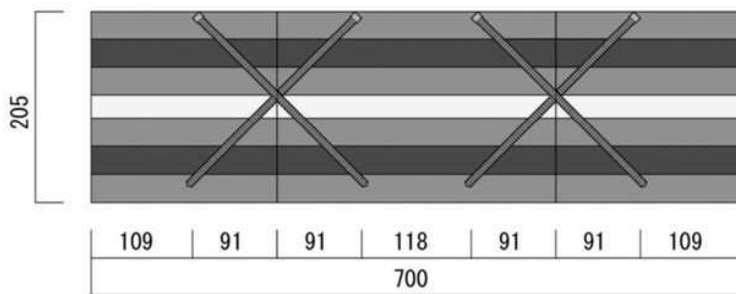
図 2.1-2b 試験体詳細図 (つづく)



CV-250-S 押し抜き試験正面図



CV-250-S 平面図



CV-250-S ビス打ち込み位置断面図

(b) CV-250-S

図 2.1-2c 試験体詳細図 (つづき)

b) 載荷方法

写真 2.1-1 に、載荷方法および変位計等の装着状況を示す。写真に示すように、試験体下部には試験体が倒れたり離れたりするのを防止するための離れ止めが、装着されている。

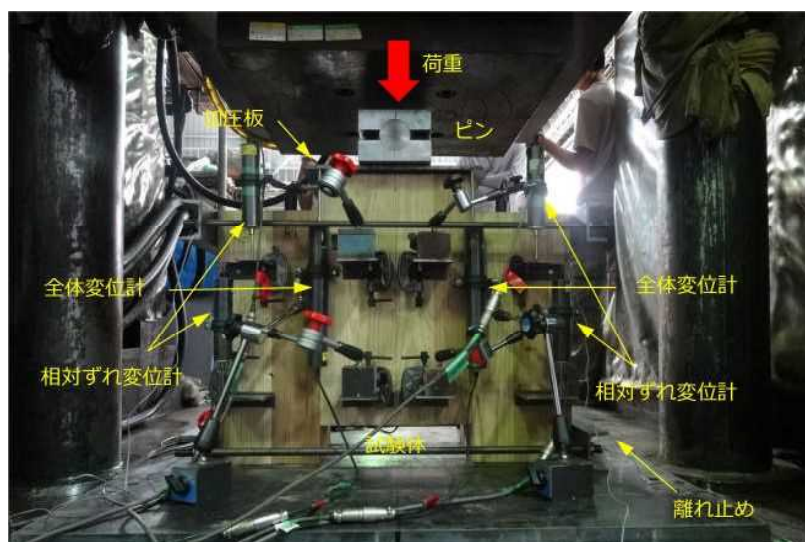
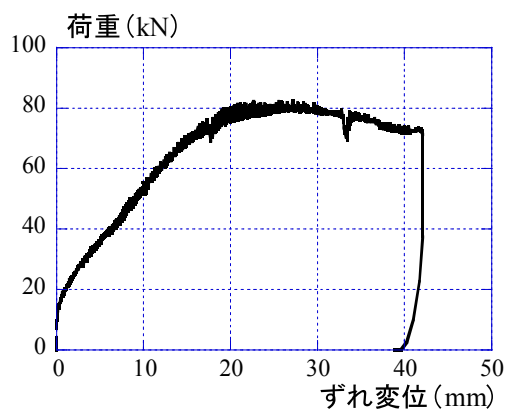


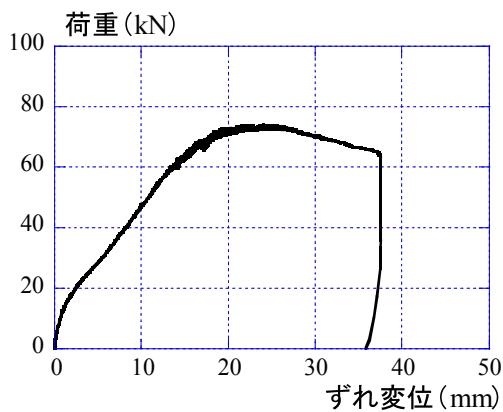
写真 2.1-1 載荷方法

2.1.3 実験結果

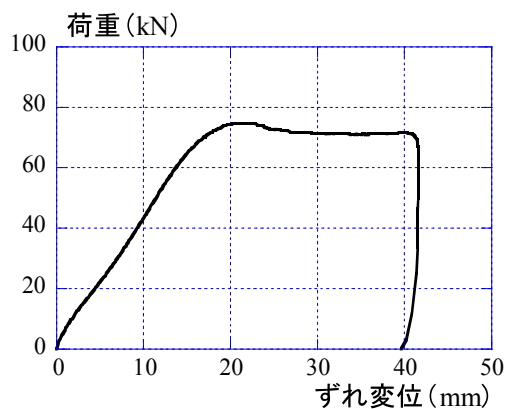
試験体ごとの荷重変形関係を図 2.1-3 に、各試験体相互の荷重変形関係の比較図を図 2.1-4 に示す。また、クロスビス一組あたりの強度を表 2.1-2 示す。



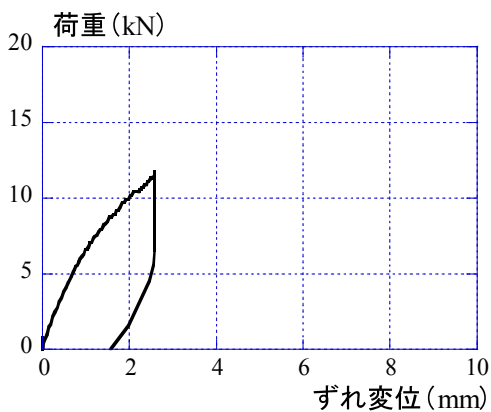
(a) CV-125



(b) CV-250



(c) CV-250-S



(d) CV-250* (拡大)

※CV-250*は全ネジビスの降伏時で載荷を終了している。

図 2.1-3 荷重－変形関係

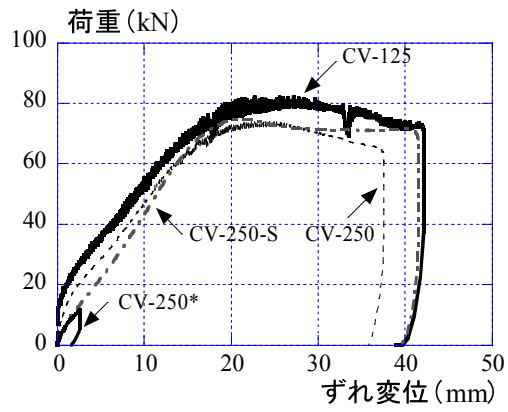


図 2.1-4 試験体の比較

表 2.1-2 実験結果

試験体名	K (kNmm)	P_y (kN)	δ_y (mm)	ビス一組当たり P_y (kN)	P_{max} (kN)	δ_{max} (mm)	ビス一組当たり P_{max} (kN)
CV-125	95.1	8.56	0.090	2.14	79.0	24.6	19.7
CV-250	92.8	4.12	0.044	1.03	74.0	24.6	18.5
CV-250-S	30.1	2.35	0.078	0.59	74.9	21.2	18.7
CV-250*	11.0	2.75	0.25	0.69	-	-	-

* K :初期剛性, P_y :降伏せん断耐力, δ_y :降伏時変形, P_{max} :最大せん断耐力, δ_{max} :最大耐力時変形

2.2 クロスビス接合された木床の曲げ試験

2.2.1 実験概要

a) 実験の目的

本実験の目的は、隣接する CLT 床同士をクロスビス接合した場合の、床の曲げ性能を把握するために行ったものである。CLT 床に設備配管等のための床開口が生じた場合等の、床の性状を検討するために有用な実験である。

b) 実験の実施機関名・場所

機関名： 福岡大学工学部建築学科 稲田倉富研究室

場 所： 福岡大学工学部建築学科 第一構造実験室 5000kN 万能試験機

c) 実験の実施時期： 2014 年 10 月

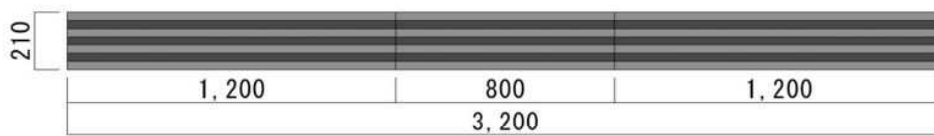
2.2.2 実験の方法

a) 試験体

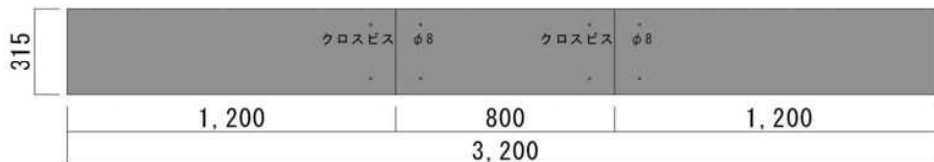
表 2.2-1 に本実験で使用する実験試験体の一覧を示す。また、本実験で採用した試験体詳細図を図 2.2-1 に示す。

表 2.2-1 試験体一覧

試験体番号	クロスビス			CLT		載荷方法
	ピッチ	ビス本数	接合数	断面	材長 (mm)	
1	200	8	2	315×210	1200+800+1200	1点載荷
2	100	12				
3	200	8				2点載荷
4	100	12				
5	なし				3200	2点載荷



立面図

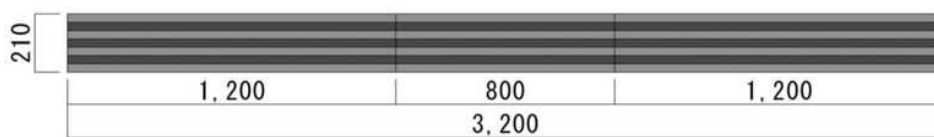


平面図

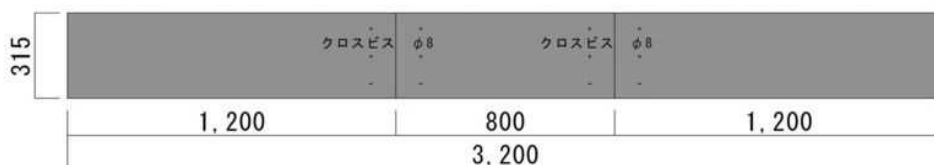


断面図

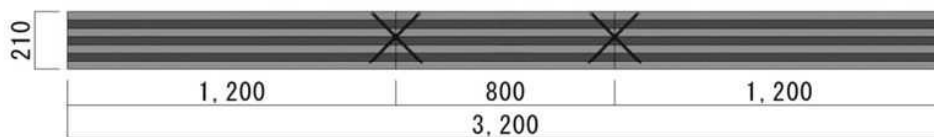
(a) 試験体 1 および試験体 3



立面図



平面図



断面図

(b) 試験体 2 および試験体 4

図 2.2-1 試験体詳細図

b) 載荷方法

図 2.2-2 に、載荷方法を示す。また、写真 2.2-1 に載荷方法及び変位計等の装着状況を示す。

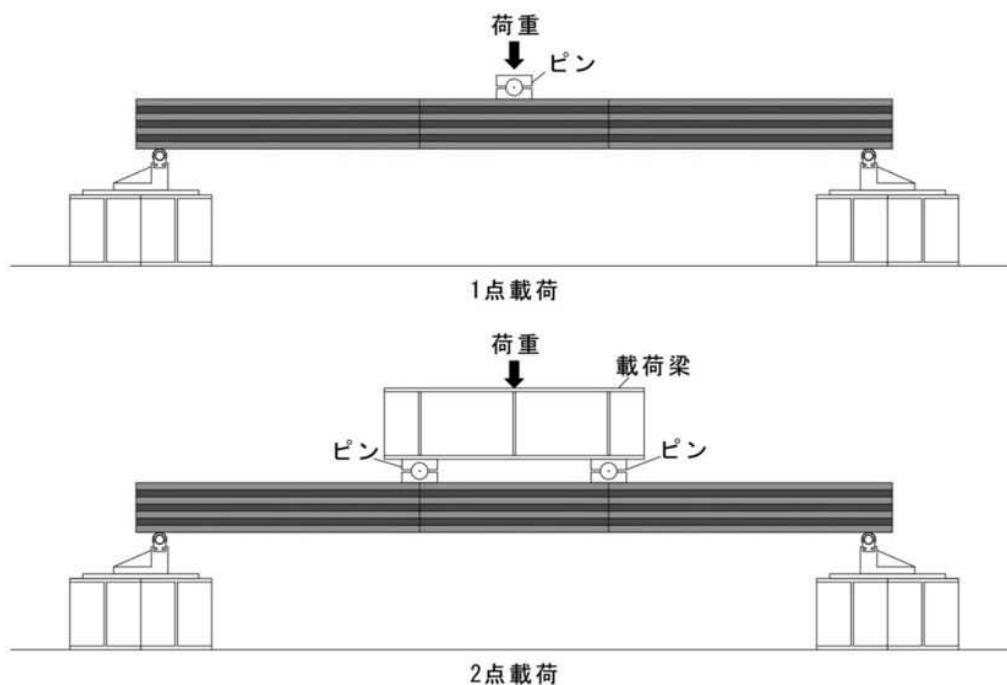


図 2.2-2 載荷方法

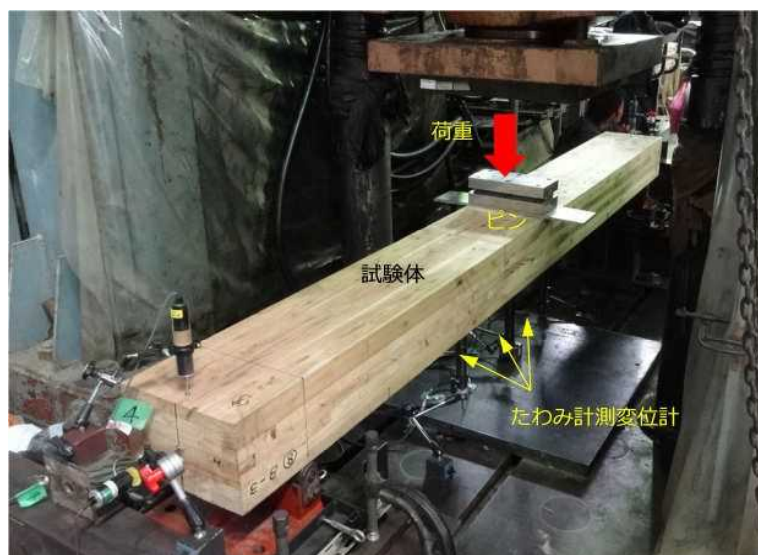
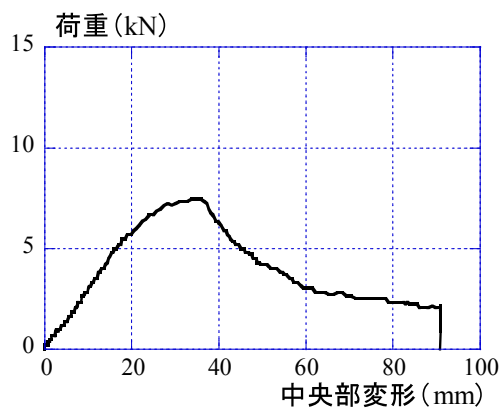


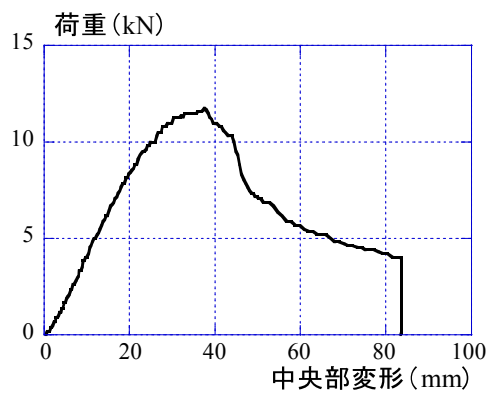
写真 2.2-1 載荷風景

2.2.3 実験結果

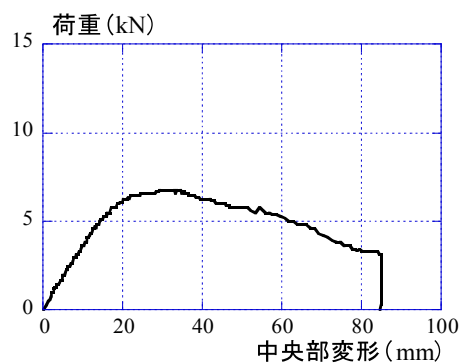
試験体ごとの荷重変形関係を図 2.2-3 に、各試験体相互の荷重変形関係の比較図を図 2.2-4 に示す。また、実験結果一覧を表 2.2-2 示す。



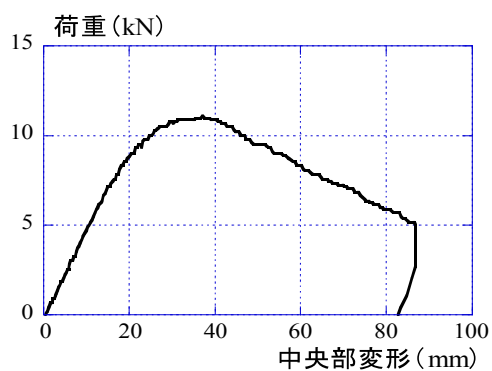
(a) 試験体 1



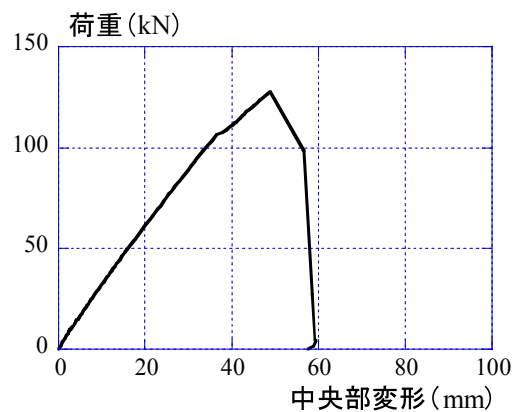
(b) 試験体 2



(c) 試験体 3

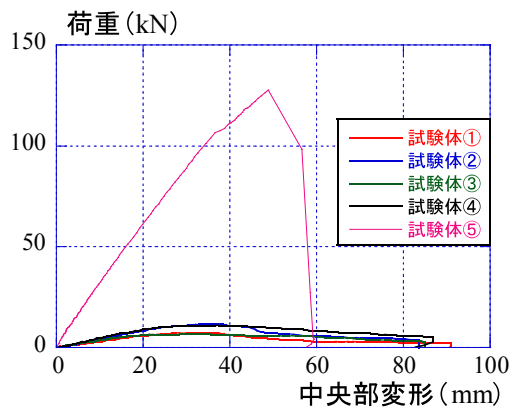


(d) 試験体 4

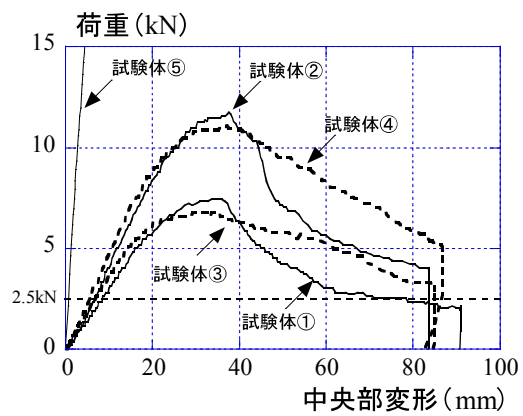


(e) 試験体 5

図 2.2-3 荷重－変形関係



(a) 試験体比較



(b) 試験体比較 (拡大)

図 2.2-4 試験体ごとの比較

表 2.2-2 実験結果

試験体	K (kN/mm)	P_{max} (kN)	δ_{max} (mm)	全ネジボルトの耐力 (kN)		2.5kN時の変位量 (mm)
				1組あたり	1本あたり	
1	0.347	7.45	35.7	3.73	1.86	8.42
2	0.386	12.4	40.6	4.13	2.07	6.95
3	0.380	6.77	36.2	3.39	1.69	8.34
4	0.504	11.1	36.6	3.70	1.85	6.40
5	3.10	128	49.7	-		1.00

b) 実験終了後の試験体写真

以下に実験終了後の試験体の写真を示す。



(a) 試験体 1



(b) 試験体 2



(c) 試験体 3



(d) 試験体 4



(e) 試験体 5

写真 2.2-3 実験終了後の写真

3. 木小梁の検討

3.1 はじめに

塩屋ら¹⁾は鉄筋で曲げ補強した集成材を用いて建築物を造る構法を考案し、設計方法を確立している。鉄筋は集成材内にエポキシ接着剤(以後、接着剤と称する)で接着される。同構法において部材中の鉄筋の付着特性は極めて重要である。しかし、その特性はまだ十分に把握されていない。小梁に同集成材をも用いる計画であり、合理的に設計を行うためには、その付着特性を実験より把握し、その付着特性がせん断力を受ける部材の曲げ変形成分に及ぼす影響を、数値解析により明らかにした。

本章では、鉄筋の付着実験の結果および曲げ変形成分に及ぼす影響について述べる。

3.2 集成材内における鉄筋の付着試験

3.2.1 試験変数

図3.1に示すように部材中の曲げ鉄筋の軸は、部材軸と同じ方向に配筋する。部材に曲げモーメントとせん断力が生じると、鉄筋は部材方向にずれようとする。木材の繊維方向は材軸方向となるため、鉄筋は繊維方向にずれようとする。

一方、柱と梁は図3.2に示すように接合鉄筋により接合される。接合鉄筋は、柱梁接合部内では柱の繊維方向と直交する方向にずれようとする。

鉄筋は接着剤で接着されるため、接着剤のアンカー効果を考慮すると、鉄筋の付着性能は繊維方向により異なることが考えられる。

集成材には異等級対称断面(E65-F225)を用いるため、柱梁接合部内においては、鉄筋は等級が異なるラミナと接着される。また部材においては図3.2に示すように補強筋が2段で配筋されると等級が異なるラミナに接着される。そのため、ラミナ等級による影響も考えられる。

部材内に鉄筋を接着する場合、図3.5(c)に示すように、ラミナは鉄筋径よりさらに深く削る。また、深く掘った分だけ接着剤を充填する必要がある。よって、接着剤の使用量を少なくするために木の角棒Aを上方から落とし込む方法が考えられる。角棒Aの材長は2m程度を想定しているため、その切断箇所では、角棒Aは曲げ応力を伝達できない。これを補うために細径鉄筋(D6)を挿入することも考えられる。

さらに、富吉ら²⁾は薄板の厚さを30mmに限定して鉄筋の引き抜き試験を行っている。その厚さが付着性能に影響を与えることも考えられる。

また、建て方は屋外で行われる。柱と梁の鉄筋の接合は現場で行うため、雨天の場合には、水が接着剤に与える影響も考えられる。

今回の試験では、試験片の厚さ、繊維方向、ラミナ等級、角棒・細径鉄筋の有無、水の影響を変数とした。

3.2.2 共通事項と試験方法

鉄筋はD22, SD345とし、接着材で接着した。接着剤の充填の前日に、あらかじめ同じ接着剤で木の接着面に薄くコーティング（プライマー処理）を施した。

図3.3に加力状況を示す。鉄筋を押し抜く方法により付着特性を調べた。鉄筋を付着した薄板を支持鋼板の上に載せて、鉄筋の上方の面に加工したへこみに鋼球（直径25mm）を設置して鋼球を押し込んだ。支持鋼板の中央の鉄筋貫通孔の直径は50mmの1種類とした。付着強度は接着剤と木の界面の面積に対して算出した。すべり係数(k_s)は図3.4に示すように付着強度(τ_w)の約20%の点と比例限界強度の点を結ぶ傾きとした。鉄筋のすべり変形(以後、すべりと称する)は支持鋼板の下側で、鋼板に固定された変位計を鉄筋の下面に接触させて測定した。

3.2.3 試験片の厚さを調べる実験

図3.5(a)に試験片の切断面と形状および寸法を示す。120×120mmの断面中央に孔（直径30mm, 深さ350mm）を加工し、そこに異形鉄筋を挿入して接着剤を充填した。接着剤の硬化後、所定の厚さに角材を切断して試験片を製作した。切断厚さは30, 45, 60, 75, 90mmとした。試験片はそれぞれ1個とした。

図3.6に押し抜き荷重-すべり変形関係を示す。図3.7に付着強度(τ_w)およびすべり係数(k_s)を示す。また、表3.1に実験値を示す。

付着強度(τ_w)とすべり係数(k_s)は、厚い試験体ほど値が大きくなる。60mmと75mmの値は違いがあり、75mmと90mmの値がほとんど変わらない。75mm以上であればより信頼性のある実験値が得られると判断できる。

3.2.4 繊維方向とラミナ等級の影響を調べる試験

図3.5(b)に試験片の製作方法及び形状および寸法を示す。ラミナとスチレンペーパー（厚さ5mm）を交互に重ね、四隅をボルトで固定し、簡易的に集成した。断面中央に孔（直径30mm, 深さ350mm）を加工し、そこに異形鉄筋を挿入して接着剤を充填した。硬化後、スチレンペーパーの位置で切断し、試験片を製作した。ラミナの等級はL50, L60, L80とした。

図3.8(a)にすべり係数(k_s)の分布を示す。図3.8(b)に付着強度の分布を示す。また、表3.2に実験値を示す。

図3.8の等級別の違いによる結果をみると、すべり係数と付着強度の平均値は、等級の違いによる優位な差は生じていない。本試験片の厚さは30mmである。厚さの同じ図3.7のデータまたは図3.8の水の影響を調べたデータと比較すると、付着強度が大きくなり、すべり係数は同程度である。鉄筋が木の繊維方向と直交する場合、鉄筋の付着強度は前述した接着剤のアンカー効果により増加し、すべり係数はあまり繊維方向の影響を受けないと言える。

3.2.5 角棒と細径鉄筋の影響を調べる試験

図3.2.5(c)に試験片の製作方法及び形状と寸法を示す。150×68mm断面に張り合わせたラミナの板（長さ2200mm）に深さ31.5mmのU型の溝を2列掘り、異形鉄筋（D22, SD345）を、接着剤

を用いて接着させた。試験体はN, C, CP, CPSの4種類とした。Nは従来通り接着剤だけとした。Cは溝に入れた異形鉄筋の上に8×26mm（長さ2000mm）の角棒Aを載せ、接着剤を充填した。また、CPは角棒Aを載せたが、角棒Aによる接着剤の吸収を防止するため、プライマー処理を施した。CPSはプライマー処理をした角棒Aと異形鉄筋の間に、2本の細径鉄筋（D6）を入れた。ラミナの等級はL80とした。硬化後、上面に鉋をかけ、L70のラミナ薄板と接着した。厚さ75mmに切断し、さらに中央位置で2つに切断し、試験片を製作した。

図3.2.8(a)にすべり係数(k_s)の分布を示す。図3.8(b)に付着強度の分布を示す。また、表3.2に実験値を示す。

図3.8の部材中に鉄筋を接着する方法の違いによる結果をみると、すべり係数と付着強度の平均値は、角棒を接着した方が多少大きい結果となっている。角棒を接着したデータで比較すると、3種類とも平均値はほぼ同程度であるが細径鉄筋を接着した方がバラツキが大きい。

3.2.6 水の影響を調べる試験

図3.5(d)に試験片の製作方法及び形状と寸法を示す。120×120mm断面の角材の断面中央に孔（直径30mm、深さ350mm）を加工した。実際の施工現場での雨を考慮するため、孔の上面まで水を入れ、流し出した後、再び深さ1cm（8.03g）の水を入れ、鉄筋を挿入し、接着剤を充填した。硬化後、厚さ30mmに切断して試験片を製作した。

図3.8(a)にすべり係数(k_s)の分布を示す。図3.8(b)に付着強度(τ_w)の分布を示す。また、表3.2に実験値を示す。

図3.8の水の有無の違いによる結果をみると、すべり係数の平均値は同程度で、付着強度は水を入れた方が大きくなっている。これについては、試験片の破壊状況が木のせん断破壊であり、付着強度は木のせん断強度により決まり、木のせん断強度のバラツキにより、結果として水を入れた方の付着強度が大きくなったと考えられる。接着剤の強度に水が影響を与えることは考えられるが、木のせん断強度が相対的に小さく、その影響が実験値に差を生じさせなかったと考えられる。

3.3. 部材の曲げ剛性の評価方法

3.3.1 命題と方針

既往の研究によると、鉄筋と集成材は一体に挙動するものとして平面保持を仮定して部材の曲げ剛性を用いても部材の曲げ変形や曲げクリープ変形を評価できる³⁾。一方、前述したように鉄筋と木には一定の付着剛性があり、集成材内で鉄筋をずらす内力が生じると鉄筋まわりの木にせん断力が生じる。これにより、鉄筋がずれる。この場合、部材内部のひずみまたは応力は、厳密には平面保持の仮定に基づいて得られるものと異なる。

これらのことから、「鉄筋と木に一定の付着剛性があれば、平面保持を仮定して部材の応力やひずみおよび変形を評価しても問題は生じない。本構法の部材ではそれより大きな付着剛性が

発揮され、平面保持を仮定しても問題はない。」という命題が考えられる。

しかし、この命題を一般化するためには、既往の部材の実験データは数が限られる。ここでは、3.2節で得られた付着剛性と、簡単な力学モデルを用いて数値計算を行い、その命題を立証する。

3.3.2 力学モデル

図3.9(a)に示すように部材断面を考える。鉄筋をずらす力が生じる場合に、鉄筋周りの木にせん断変形する領域を考える。図3.9(b)のように材長方向にある長さWの区間を考える。せん断力と曲げモーメントが生じている状態を考える。上端筋に圧縮力、下端筋には引張力が生じる。左右で曲げモーメントが異なり、鉄筋をずらす内力が生じる。この時の変形状態は図3.9(c)のようになる。

鉄筋の両端は、それぞれ、木部が従っている両端の断面からずれる。集成材の木部は、平面保持の仮定に基づいて挙動するものとし、木部の断面図心に線材として置換する。鉄筋は鉄筋位置で、その木部の線材と協力して曲げ抵抗する。しかし、その鉄筋は図3.9(c)のように長さWの線材の両側の回転した面からずれる状態で抵抗する。この抵抗状態は、図3.9(d)に示すように集成材の線材から鉄筋位置までキャンチレバーを設け、その剛性を調整することで表すことができる。キャンチレバーと鉄筋、または鉄筋同士の接合はピンとする。図3.9(e)に示すように、キャンチレバーの剛性はそのピン位置に部材の材軸方向に作用力Qが生じている場合の材軸方向の変形Sの剛性とする。剛性は曲げ変形だけで調整する。QとSの関係は式(3.1)で表される。

$$Q = \left(3 E I / y_s^3 \right) S \quad (3.1)$$

ここに、EI：キャンチレバーの曲げ剛性

y_s ：断面図心位置から鉄筋までの距離

S：すべり変形

このキャンチレバーの剛性は区間長さWの間の鉄筋の付着剛性と等価にする必要がある。この区間の付着応力の合力Fは式(3.2)で表される。付着応力度 τ と滑りSの関係を代入すると式(3.3)が得られる。

$$F = \tau \cdot \phi \cdot w \quad (3.2)$$

$$F = \left(k_b \cdot \phi \cdot w \right) S \quad (3.3)$$

ここに、 k_b ：2.6章の付着剛性

ϕ ：鉄筋周長

w：図3.9(b)の区分長さ

QとFは釣り合い、式(3.1)と式(3.3)のSは同じ変形であるので式(3.1)と式(3.3)の右辺の()の項は等しく、調節すべきキャンチレバーの曲げ剛性は式(3.4)で表される。

$$E I = (k_b \cdot \phi \cdot w \cdot y_s^3) / 3 \quad (3.4)$$

鉄筋が平面保持の仮定に従う場合は、EIが無限大であることを意味する。図3.10に検討を行った具体的な断面を示す。文献4)の試験体である。ヤング係数は木を6500N/mm²鉄筋を2.05×10⁵ N/mm²とした。材長方向の区間を100mmとした。

3.3.3 数値計算結果

図3.11に付着のすべり係数を変化させた場合の中央のたわみの変化を示す。縦軸をたわみとし、横軸は前述のすべり係数の実験の最小値eks(=9.38N)に対するすべり係数cksの比(cks/eks)として示している。平面保持を仮定した場合の計算値δeと、付着が全くなく集成材だけが抵抗する場合の計算値δoの値を水平の一点鎖線で示す。曲げ変形成分だけを考慮している。

横軸の値が0.2以上になると平面保持による計算値δeにほぼ近づいている。仮に本構法のすべり係数が20%まで低下しても、平面保持を仮定して曲げ変形成分を評価してよいことになる。

3.4 まとめ

- (1)押し込み試験により部材中の鉄筋の付着特性を調べる場合、試験片の厚さを75mm以上にする必要がある。
- (2)ラミナの等級は鉄筋の付着特性に影響を与えない。
- (3)木の繊維方向に対する鉄筋の向きは付着強度に影響を与え、すべり係数(付着剛性)には与えない。鉄筋が繊維方向に平行な場合に比べて直交する場合の付着強度は平均値で1.25~1.79倍になった。
- (4)接着剤を充填する際に水分が混入しても、鉄筋の付着強度は、本構法の範囲においては、その水分の影響を受けない。
- (5)本構法の部材の曲げ変形成分は、平面保持を仮定して鉄筋を含めた部材の断面二次モーメントを用いても、精度よく評価できる。

参考文献

- 1)日刊木材新聞，一面，2014.7.19
- 2)富吉恵理子・他：鉄筋で曲げ補強する木質ラーメン構法の実用化研究(その4)
日本建築学会研究報告九州支部第53号.1,構造系 pp.685-688,2014.3
- 3)塩屋晋一，他：鉄筋で曲げ補強する木造集成材の高剛性ラーメン架構の開発
日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸) pp.39-42, 2010.9
- 4) 児玉高志・他：鉄筋で曲げ補強する木質ラーメン構法の実用化研究(その1)
日本建築学会研究報告九州支部第53号.1,構造系 pp.673-676,2014.3

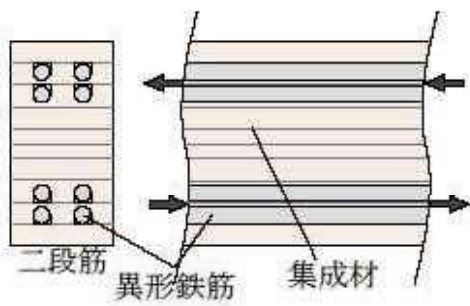


図 3.1 集成材中の異形鉄筋と部材軸

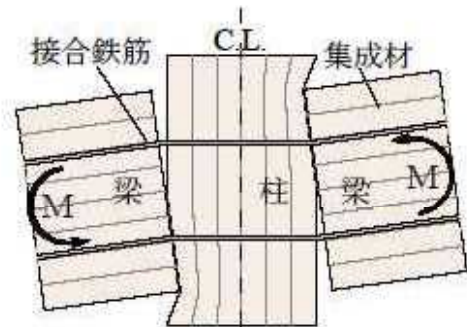
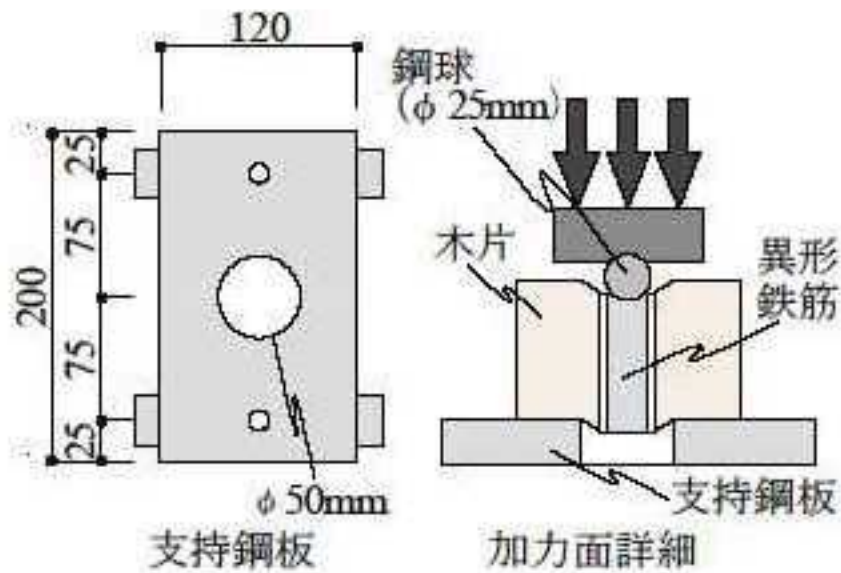


図 3.2 梁端のめり込みと
抜け出しのバネモデル



支持鋼板

加力面詳細

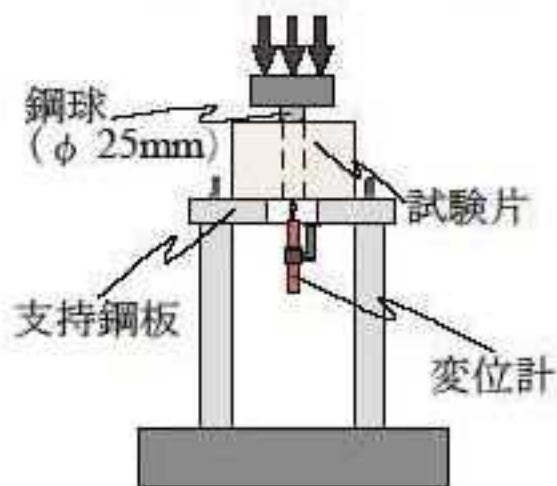


図 3.3 試験体の加力状況

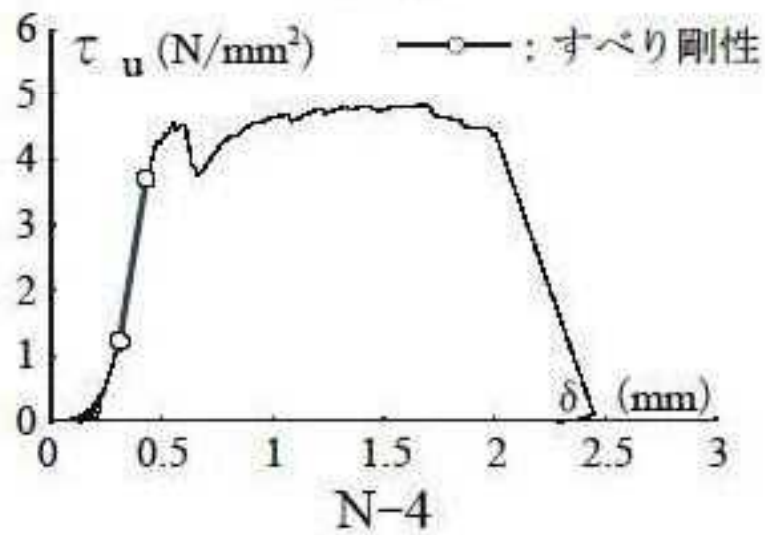
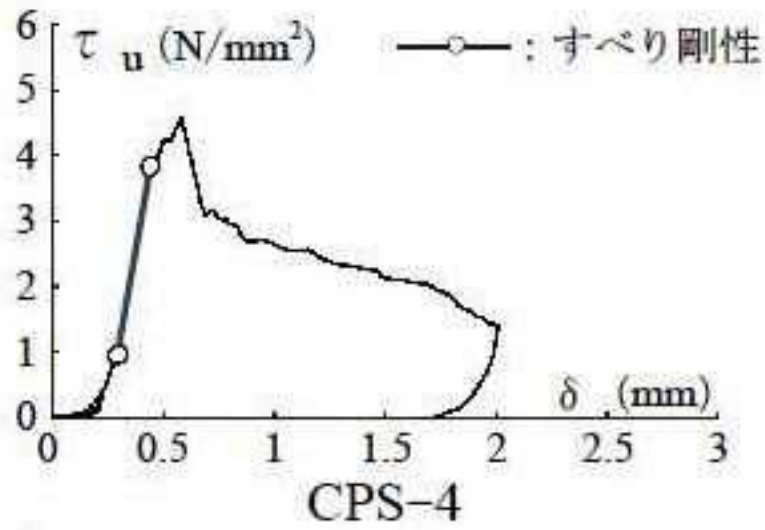


図 3.4 付着応力度
- すべり変形関係

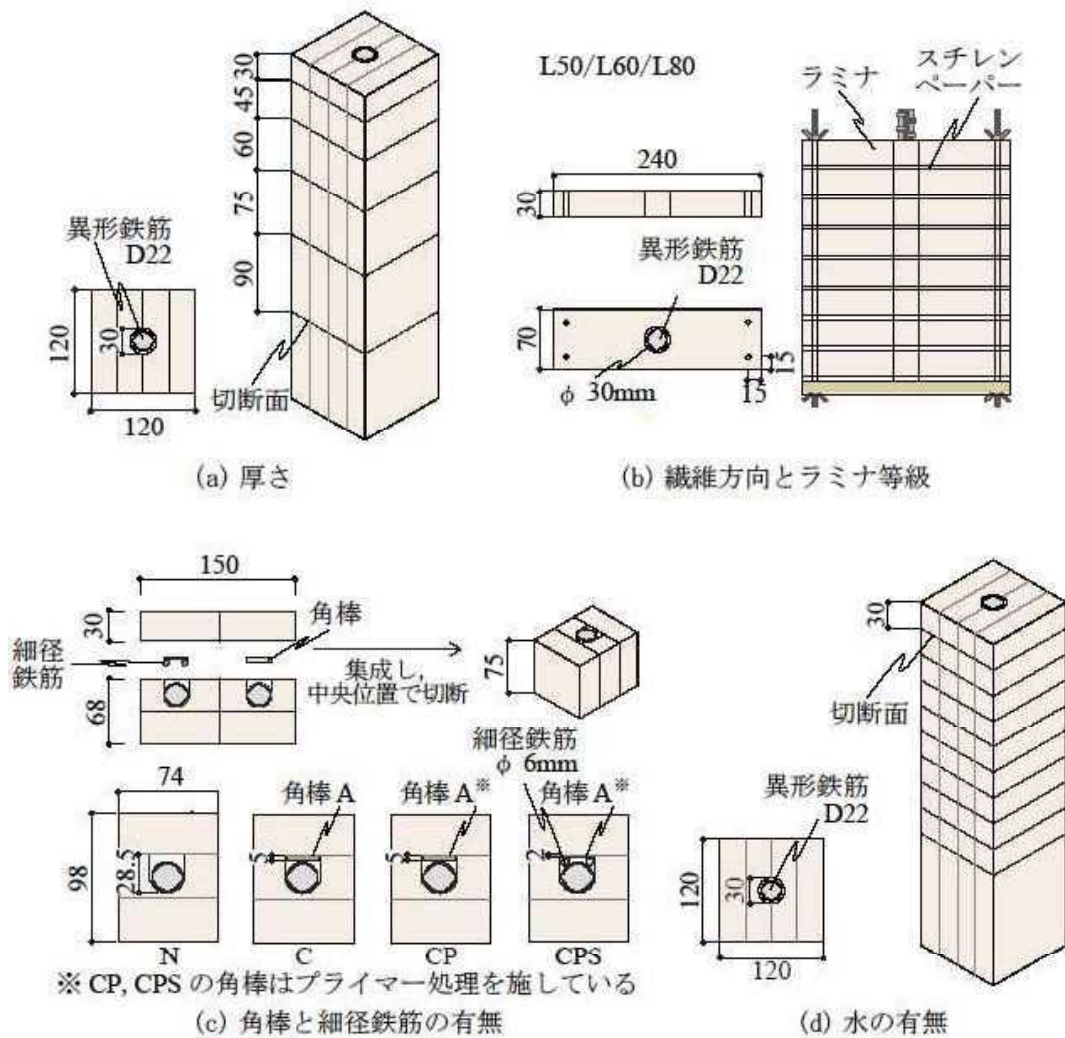


図 3.5 試験体製作方法および形状と寸法

表 3.1 実験値 (変数: 厚さ)

繊維方向と平行に接着

No.	試験体		実験値		
	L	B × D	τ_u	τ_v	k_s
1	30	70 × 240	3.51	2.39	10.25
2	45	70 × 240	5.08	3.10	13.06
3	60	70 × 240	5.74	3.77	13.25
4	75	70 × 240	6.18	3.49	17.13
5	90	70 × 240	6.13	3.46	18.07

B: 縦幅, D: 横幅, L: 厚さ, τ_u : 付着強度,
 τ_v : 比例限界付着強度, k_s : すべり剛性
 ※単位は表 3.2 を参照

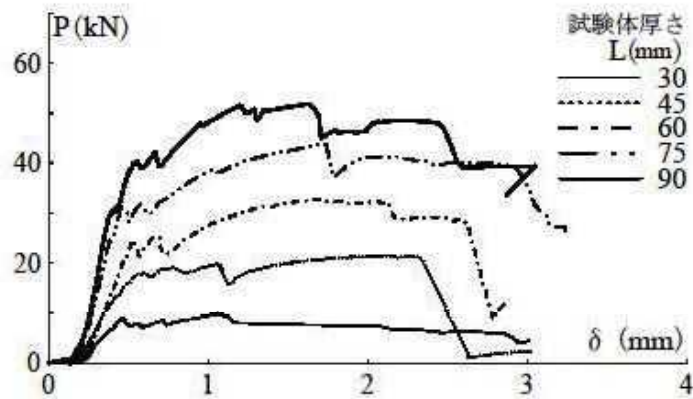


図 3.6 押し抜き荷重 - すべり変形関係

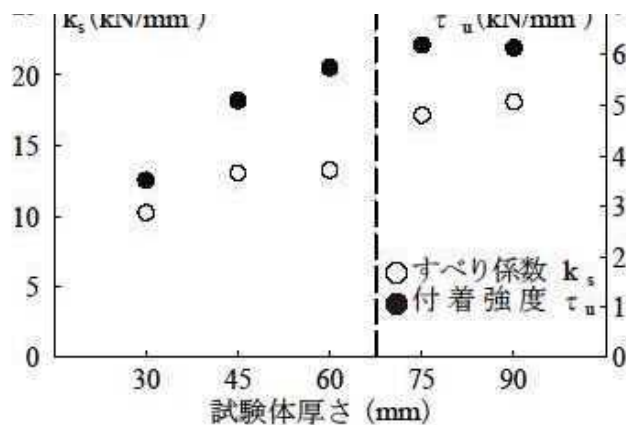


図 3.7 k_s , τ_u と厚さの関係

表 3.2 実験値の一覧（変数：ラミナ等級、角棒と細径鉄筋の有無、水の影響）

繊維方向と 直交に接着		等級別 / 集成方向の影響																	
		L50 / 個数：8			L60 / 個数：7			L80 / 個数：10			水なし / 個数：14								
		τ_u	τ_v	k_s	τ_u	τ_v	k_s	τ_u	τ_v	k_s	τ_u	τ_v	k_s						
最大値	8.13	5.61	10.59	9.38	6.72	11.89	8.53	4.95	11.67										
最小値	6.49	4.30	6.88	6.69	3.77	8.82	5.67	3.22	7.30										
平均	7.30	5.06	8.42	8.01	5.16	10.67	6.94	4.36	9.46										
分散	0.19	0.18	0.96	0.86	1.03	1.02	0.69	0.31	1.61										
標準偏差	0.47	0.46	1.05	1.00	1.10	1.09	0.87	0.59	1.34										
信頼水準	95%	6.27	4.06	6.13	5.76	2.70	8.22	5.10	3.13	6.64									
75%	50%			8.15		10.38			9.16										
繊維方向と 平行に接着		角棒 A と細径鉄筋の有無の影響																	
		N / 個数：9			C / 個数：9			CP / 個数：9			CPS / 個数：9			水あり / 個数：9			水なし / 個数：14		
		τ_u	τ_v	k_s	τ_u	τ_v	k_s	τ_u	τ_v	k_s	τ_u	τ_v	k_s	τ_u	τ_v	k_s	τ_u	τ_v	k_s
最大値	4.93	4.91	22.09	4.90	4.55	32.03	4.98	4.14	20.36	4.91	4.33	32.03	6.36	4.29	13.96	5.66	3.14	12.78	
最小値	3.19	2.42	9.39	3.97	3.38	16.00	3.79	3.17	12.90	3.76	3.33	15.22	4.96	3.29	6.75	3.51	2.67	6.33	
平均	4.28	3.55	16.24	4.54	3.97	20.74	4.46	3.72	17.75	4.35	3.78	19.74	5.54	3.64	9.99	4.74	2.86	10.00	
分散	0.33	0.56	15.61	0.07	0.15	19.25	0.11	0.09	5.06	0.11	0.10	21.82	0.23	0.09	3.69	0.26	0.04	7.34	
標準偏差	0.61	0.79	4.19	0.29	0.42	4.65	0.36	0.31	2.39	0.35	0.33	4.95	0.50	0.32	2.04	0.53	0.25	3.32	
信頼水準	95%	2.97	1.85	7.26	3.93	3.08	10.77	3.70	3.03	12.64	3.59	3.08	9.13	4.46	2.97	5.63	3.68	2.08	-0.45
75%	50%			15.25		19.64			17.18			18.57			9.51			8.44	

B: 縦幅 [mm], D: 横幅 [mm], L: 厚さ [mm], τ_u : 付着芯力度 [kN/mm²], τ_v : 比例限界付着芯力度 [kN/mm²], k_s : すべり係数 [kN/mm³]

<繊維方向の影響を調べる試験体において>
 試験体の鉄筋はすべて集成材に対し、直交に接着している。
 <角棒と鉄筋の有無の影響を調べる試験体において>
 各個数 14 個のうち 5 個は 60mm, 9 個は 75mm である。
 N において 60mm の 5 個は接着不良が見られた。
 5 個のデータを除き平均、分散、限度等を計算している。
 <水の影響を調べる試験体において>
 水なしの試験体において試験体個数 14 個のうち 11 個は半年度
 に加力したものである。 τ_u , k_s の各実験値は 3 個の試験体のデー
 タに寄与している。下限度においても下限許容限度値を求める
 ための係数 K はデータ数 3 の数値を用いている。

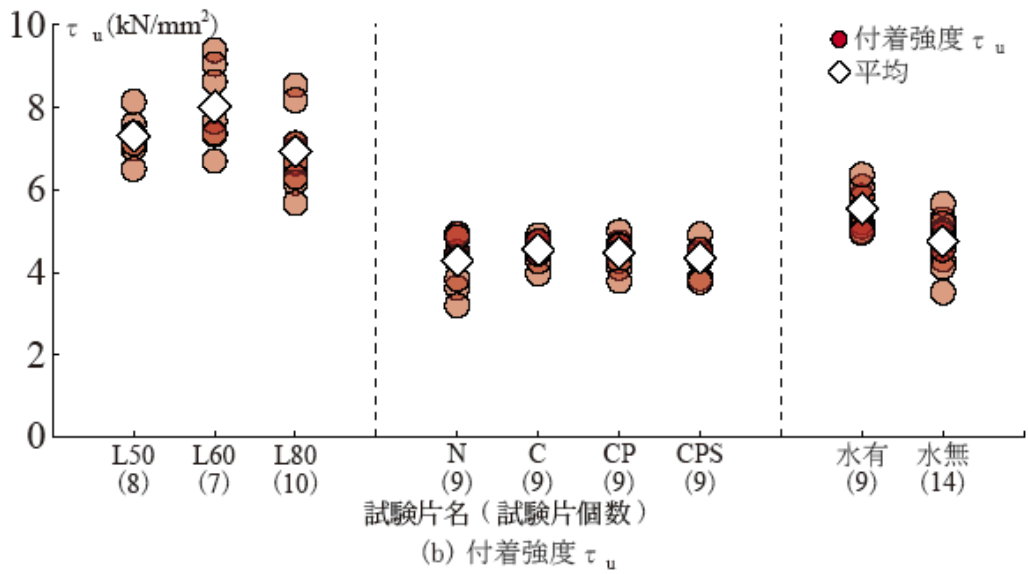
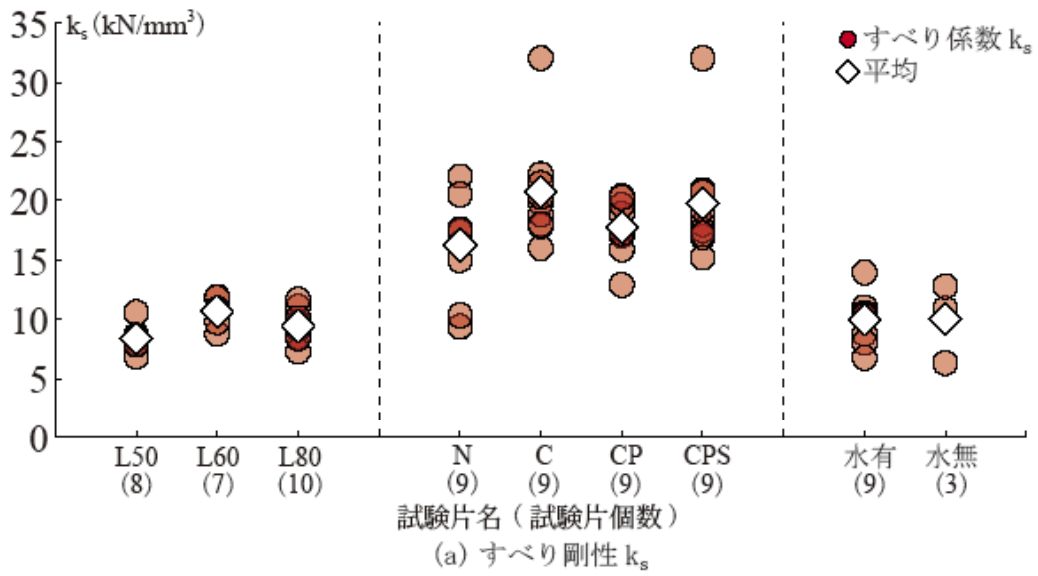


図 3.8 実験値の分布 (変数: ラミナ等級, 角棒と細径鉄筋の有無, 水の有無)

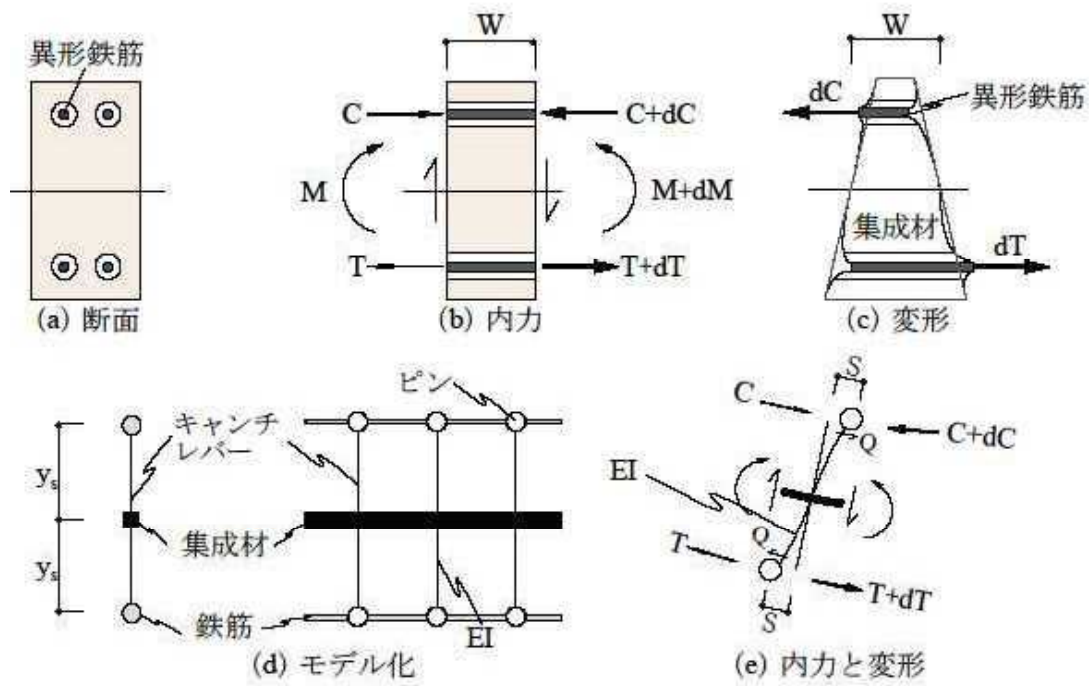


図 3.9 鉄筋のずれ変形の影響を検証する力学的モデル

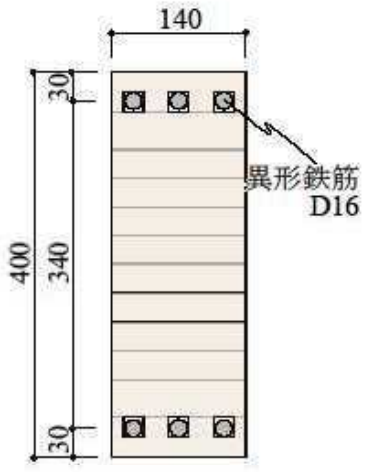


図 3.10 検討断面の形状と寸法

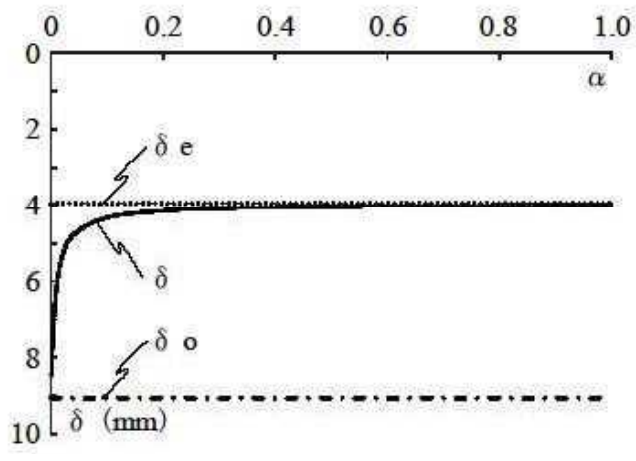


図 3.11 付着剛性の低下比 - 中央のたわみ



写真 3.1 鉄筋の押し抜き試験状況

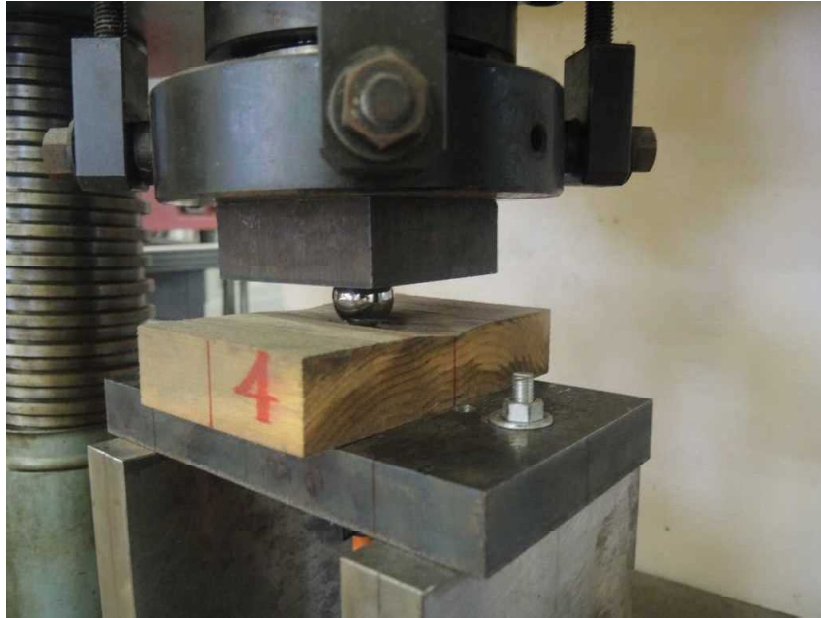


写真 3.2 試験片の変形と破壊状況

4. 木床と木小梁の接合方法

4.1 はじめに

鉄筋補強杉集成材の小梁の上にクロスラミナ(以後、CLTと称する)を設置して場合の合成効果を明らかにする。床スラブは梁に全ネジビスにより接合する。これにより長期荷重時の梁のたわみを抑制する効果が見込まれる。

全ネジビス(以後、LSボルトと称する)の打ち込み角度と、打ち込み長さの違いによる床スラブと梁の接合面のせん断すべり特性を加力実験により把握し、そのすべり特性を用いて梁のたわみを数値計算により検証した。また、最も接合剛性が大きいと見込まれる接合方法を用いた床付き小梁の曲げ加力試験を行った。

本章ではLSボルトの打ち込み方法を検討した縮小試験体によるせん断試験、有効な打ち込み方法を用いた実大試験体によるせん断試験および梁のたわみ抑制効果を調べた数値計算について概要と検討結果を述べる。最後に直近、実施された床付き小梁の曲げ加力試験の概要と結果を示す。

4.2 全ネジビスの打ち込み方法を検討する試験 I

長期荷重時では床スラブと梁の接合面にせん断応力が生じ、この応力伝達により梁の鉛直たわみは抑制される。この抑制効果を解明するためには接合面のせん断剛性と強度を把握する必要がある。LSボルトの打ち込み方法を検討するせん断加力試験を行った。

4.2.1 試験体

図4.1に試験体の形状と寸法を示す。試験体の寸法は実大の1/2を想定している。中央部分は梁を想定し、左右の部分はスラブを想定している。

LSボルトは呼び径がM8、全長が320mmの1種類とした。図4.2に試験体の一覧を示す。No.1～No.3は、打ち込み角度を90度、45度の2種類とした。No.2とNo.3は加力方向に対してLSボルトの向きが異なる。

No.4とNo.5は打ち込み長さと区間を変化させた。集成材はスギ異等級対称断面でE65-F225とした。LSボルトを打ち込む時には梁とスラブの接合面を人力で押さえつけた。

4.2.2 加力と測定方法

図4.3に変形の測定方法を示す。図4.4に加力方法を示す。接合面の鉛直すべり変形(以後、すべり)を、表と裏で合わせて4箇所計測した。加力は2000kN耐圧試験機に設置して一方向の圧縮加力を行った。No.1とNo.4、No.5では20kN、40kNを目標に載荷、減力、載荷を行った。またNo.3とNo.4では40kNと60kNで、No.3では130kNでも行った。後は一方向漸増載荷を行った。

4.2.3 破壊状況

写真4.1に最終破壊状況を示す。全試験体とも接合面で滑って破壊した。LSボルトにより木部が支圧破壊し、ボルトが折れ曲がった。LSボルトは破断しなかった。

4.2.4 打ち込み角度の影響

図4.5に鉛直荷重—すべり関係を示す。すべりは、4箇所平均とした。図4.5(a)はボルトの角度の違いを比較したものである。

No.3の初期剛性と最大荷重が最も大きくなった。No.1の比例限界荷重の60kNで剛性を比較すると、No.3はNo.1に対して21倍となった。No.3の打ち込み角度は極めて有効であると言える。図4.5(b)に初期荷重の包絡線を示す。No.1とNo.2は約4kNで剛性が急激に低下している。図4.6に鉛直荷重と接合面の開き変形の関係を示す。開き変形はNo.1は左下、No.2は右上、No.3は右下の変位計とした。No.1は約5kNから開き変形が急増し、No.2は初期から急増している。これに対してNo.3は初期から最大荷重の141kNまで圧縮変形が生じて開き変形は全く生じていない。接合面で木同士の摩擦力が生じていることを示唆している。

図4.5(a)で観られるように打ち込み角度が同じ45度でも加力方向に対するLSボルトの向きの違いにより剛性と耐力が全く異なる。No.3は最大荷重がNo.2の約3.5倍で、剛性と耐力ともに上回っている。これは、図4.7に示すようにNo.2は加力によりボルトが接合面を開かせる変形成分を生じさせ、木部の接合面での摩擦力を發揮させないメカニズムに成っていることによる。これに対してNo.3は図4.7(b)のように鉛直荷重に伴いLSボルトに張力が生じ、これにより接合面に対して垂直の圧縮力を生じさせ、その面の摩擦力を増大させていることによる。

一方、No.1は接合面近傍でボルトが図4.7(c)のように多少、斜め向きに傾き、前述のメカニズムによる摩擦力も生じるが、主にはボルトと木部のダボ作用により抵抗する。

4.2.5 打ち込み長ささと打ち込み間隔の違い

図4.5(c)は打ち込み角度が90度の試験体を比較したものである。No.1とNo.4は打ち込み長さが異なっている。

打ち込み長さが100mmのNo.1に対して、150mmのNo.4は剛性が大きい耐力はほぼ同じとなっている。

一定の打ち込み長さ以上、確保されていると、ボルトの定着破壊は生じないで、接合面近傍のボルトと木部の支圧破壊で耐力が決定するためと考えられる。耐力を低下させない必要定着長さが存在し、必要長さ以上の余長は剛性を増大させると推察できる。

4.3 実大試験体によるせん断加力試験Ⅱ

前述の実験で明らかになったように床スラブの下面と梁の上面のせん断接合は、LSボルトを上面に対して斜め45度に打ち込み、せん断力に対してLSボルトに引張力が生じるように向けることが重要である。

長期荷重時の大梁や小梁では接合面のせん断力の向きが特定できる。またせん断力の大きさもスパン中央近傍は小さく梁端近傍が大きくなる特徴がある。床スラブと梁の接合面のせん断剛性を増大させるためには、図4.8のようにLSボルトを打ち込む方法が考えられる。

4.3.1 試験体

図4.9に試験体の形状と寸法を示す。床スラブの厚さは210mmとし、梁の断面は210×420mmとした。スラブはCLTとし、梁は集成材とした。CLTの厚さは耐火建築を想定して設定した。CLT同士は梁の上面で継ぐことを想定し、上面の梁幅の中央でCLTを突き合わせて継いだ。継ぐ方法はLSボルトを150mm間隔でクロス打ちした。CLTと梁の接合には前述の実験で最も接合性能が良かったNo.3の45度打ちを採用した。このLSボルトの長さは、CLTの厚さとほぼ同じ深さが梁に対して入る長さ(580mm)とした。このLSボルトの打ち込み間隔を変数とした。No.1は打ち込み間隔をまず300mmとして40kNまで圧縮加力して初期剛性を測定して除荷した。その後にさらにLSボルトを打ち込み、間隔を150mmにして再度、加力し、一方向加力を行った。No.2は最初から150mmとし、No.3は300mmとして一方向加力を行った。

梁はスギ集成材で異等級対称断面のE65-F225とした。CLTはE65-F225で5プライとした。

4.3.2 加力と変形の測定方法

加力方法は前述の図4.4と同じとした。図4.10に変形の測定方法を示す。前述の図4.3に準じた。

4.3.3 破壊状況

いずれの試験体とも片側のスラブの接合面において45度打ちしたLSボルトが引張破断した。写真4.2に分離した接合面の状況を示す。接合面においてLSボルトまわりの木部の支圧破壊はほとんど観られなかった。

4.3.4 せん断応力—すべり関係

図4.11(a)に鉛直荷重—すべり関係を示す。図4.11(b)は初期荷重時の範囲を示す。No.1は最初の加力ではLSボルトの打ち込み間隔を300mmとし、2サイクル以降からは150mmとしている。

いずれの試験体とも最大荷重の80%までは剛性は変化しなかった。LSボルトが降伏後、すぐに破断し、最大荷重直後に急激に荷重が低下した。LSボルトは焼き入れされており延性が小さいことによる。

表4.1に初期剛性、比例限界、最大荷重の実験値を示す。初期剛性は鉛直荷重をすべりで除した値とした。LSボルトの打ち込み間隔が300mmの実験値の平均値に対する150mm間隔の実験値も、それぞれ示す。打ち込み間隔を1/2に狭くしても、それらの実験値は2倍までは増加しない結果になっている。

図4.12に接合面あたりのせん断応力—すべり関係を示す。せん断応力は圧縮荷重の半分を片側のスラブと梁の接合面の面積で除した応力度である。すべりは図4.11と同じである。すべりを測定している箇所から変位計固定位置の間の水平距離は100mmである。この区間で木がせん断ひずみを一様に生じたと仮定して算出される鉛直方向の変形とせん断応力の関係を図4.中に一点鎖線で示す。この剛性はCLTと梁が接着剤により完全に接着されていると仮定した場合に発揮される。

せん断弾性係数はヤング係数の1/15とした。ヤング係数は6500N/mm²とした。計算値に対する

実験値の比も表4.1に示す。打ち込み間隔を150mmにしても、その接合剛性は計算値の約10%しか発揮しないことになる。

4.4 スラブのたわみ抑制効果の評価

梁にCLT床スラブを接合することにより、そのたわみを減少させる効果が期待される。ここでは、3章の接合方法を用いた場合のCLTスラブ付き梁のたわみを数値計算により検証する。長期荷重時を対象にして全ネジビスの打ち込みは図4.8の状況を想定する。

4.4.1 力学モデル

図4.13に力学モデルを示す。図4.13(a)に断面を示す。図4.13(b)のように梁とスラブを分けて考え、それらをカンチレバーで接合するモデルを考える。鉄筋で曲げ補強した梁は平面保持を仮定して曲げ剛性を算出して梁の図心で線材に置換する。スラブも厚さの中心に線材に置換する。スラブの協力幅の与え方は現時点では不明であるが、既知とする。図4.13(b)に示すように材長方向にwの区間長さで材が連続するモデルを考える。梁またはスラブの各節点位置にカンチレバーを接合して、上下のカンチレバーの先端をピン接合する。そのカンチレバーの剛性を調節することで梁とスラブの接合面のすべり係数を表す。ここでは下側のカンチレバーで調節することにしてスラブ側は剛とした。

梁に曲げモーメントとせん断力が生じると変形と応力は、図4.13(c)のようになる。図4.中のSは梁とスラブのすべりを意味する。すべり変形が全く生じない場合はSが零で、スラブ付き梁に平面保持を仮定していることを意味する。カンチレバーの剛性は曲げ変形だけで調節する。せん断力QとSの関係は式(4.1)で表される。

$$Q = (3EI / h^3) \cdot S \quad (4.1)$$

ここに EI : 曲げ剛性, h : 梁断面図心からスラブ下面までの距離

カンチレバーの剛性は区間長さwの間の梁とスラブの接合面のすべり係数と等価にする必要がある。この区間の接合面のせん断応力の合力Fは式(2)で表される。せん断応力 τ とすべりSの関係を代入すると式(4.3)が得られる。

$$F = \tau \cdot B \cdot w \quad (4.2)$$

$$F = (k_s \cdot B \cdot w) \cdot S \quad (4.3)$$

ここに k_s : 表4.1のすべり係数 k_{se}

B : 梁幅, w : 図4.13(b)の区分長さ

QとFは釣り合い、式(4.1)と式(4.3)のSは同じ変形であるので式(4.1)と式(4.3)の右辺の()の項は等しく、カンチレバーの曲げ剛性は式(4)で表される。

$$EI = k_s \cdot B \cdot w \cdot h^3 / 3 \quad (4.4)$$

図4.13(a)の断面を検討した。図4.13(d)に梁の加力状況を示す。超高層の小梁に用いることを

想定した梁の試験体である。ヤング係数は木を $6500\text{N}/\text{mm}^2$ ，鉄筋を $2.05 \times 10^5\text{N}/\text{mm}^2$ とした。材長方向の区間を 100mm とした。

4.4.2 解析結果

図4.14にたわみ-すべり係数関係を示す。図中にはスラブと梁が一体とし、平面保持を仮定して求められるたわみ δ_e と、スラブと梁が分離して重ね梁として求められるたわみ δ_o を水平線で示す。すべり係数の増加に伴ってたわみは減少して δ_e に収束している。 δ_e は重ね梁のたわみ δ_o の33%に抑制される。図4.中に前掲の実験値のすべり係数に対応するたわみを記号で示す。90度打ちであれば92%に留まる。これに対して本接合方法を用いると重ね梁のたわみの59%に抑制できる結果になる。

4.5 床小梁の曲げ加力試験

4.5.1 試験体の形状

図4.16～3.20に試験体の形状を示す。鉄筋補強集成材の小梁の上部にCLTの床を接合した。小梁の試験体は2体である。B1は曲げ補強筋を一段筋とし、B2は二段筋としている。補強筋にはSD345のD32を用いた。エポキシ接着剤(コニシE206)で集成材に接着した。小梁とCLTの接合には全ネジビスM8を斜め45度に打ち込んだ。並行2列とした。梁への加力時に全ネジビスは引張抵抗する方に向けた。小梁の上面側の鉄筋に対しては、かぶりに相当する木ラミナは接着しなかった。小梁の曲げ剛性の増加率は下記のとおりである。

一段筋の場合 2-0-D32 (pt=1.80%)

見掛ヤング係数増加率 約3.5倍 クリープ考慮 6倍

二段筋の場合 2-2-D32 (pt=3.60%)

見掛ヤング係数増加率 約5.5倍 クリープ考慮 10倍

小梁は異等級スギ集成材E65-F22に準じた。燃え代設計も想定して燃え代を 45mm となるように配筋した。小梁とCLTの接合で全ネジビスの打ち込みを考慮して、上端筋の間隔を調整した。CLTスラブの厚さは、B1に対して 150mm とし、B2に対して 210mm とした。

4.5.2 加力方法と測定方法

図4.15に加力状況を示す。単純梁で、中央二点集中荷重による曲げせん断試験を行った。まず、CLTスラブを設けず、小梁(B1, B2)の初期剛性を測定した。次にCLTスラブを接合して初期剛性を測定した。小梁とCLTスラブを接合する斜め45度の全ネジビスの間隔は全て 300mm 間隔とした。この状態の加力に対して試験体名をBT1-30(一段筋)、またはBT2-30とした。この次に両端よりそれぞれ 1m の範囲に全ネジビスを追加して間隔を 150mm にした。この状態の加力

に対して試験体名を BT1-3015(一段筋)、または BT2-3015 とした。

次にさらに全ネジビスを追加して全ての間隔が 150mm になるようにした。この状態の加力に対して試験体名を BT1-15(一段筋)、または BT2-15 とした。梁中央の純曲げ区間に対しては全ネジビスを打ち込まなかった。

初期剛性を測定する加力はスパン中央の鉛直荷重を 80~100kN まで加力して測定した。

BT1-15 に対しては梁が破壊するまで一方向の加力を行った。BT2-15 に対しては 100kN の加力して除荷して、再加力を行い、破壊するまで一方向の加力を行った。

変形は梁中央のたわみと左右の支持のめり込み変形を測定した。中央のたわみは左右のめり込み変形を差し引いた変形とした。集成材の曲げひずみ、鉄筋の軸ひずみ、集成材のせん断ひずみなどをひずみゲージ(東京測器 PL-60)で測定した。CLT スラブと小梁上面の接合面のずれ変形も変位計で測定した。

4.5.3 実験結果

図4.20~3.28に実験結果を示す。写真4.3~4.8に実験状況と破壊状況を示す。また表4.2と表4.3に実験値の一覧を示す。

4.6 まとめ

床スラブにCLTを用いて全ネジビス(LSボルト)により梁に接合する場合の接合面のせん断加力実験を行い、有効な打ち込み角度を明らかにした。その方法を用いた場合にCLTスラブにより発揮される梁のたわみの抑制効果を数値計算により明らかにした。以下に結論をまとめる。

- (1) 梁の上面に対してLSボルトを45度方向で打ち込み、LSボルトを引張抵抗させる方向が最も有効で、直角に打ち込む場合に較べて接合部のせん断剛性は21倍となり、せん断強度は1.8倍となった。
- (2) 前述の接合方法により梁たわみを、スラブと梁が全く接合されていない場合のたわみに対して59%に抑制できる見込みがある。これに対して90° 打ちであれば、92%に留まる見込みがある。
- (3) LSボルトの打込み長さが長い方が剛性は大きい
耐力はほとんど同じである。
- (4) CLTスラブを接合した小梁の強度特性と変形特性のデータを測定できた。

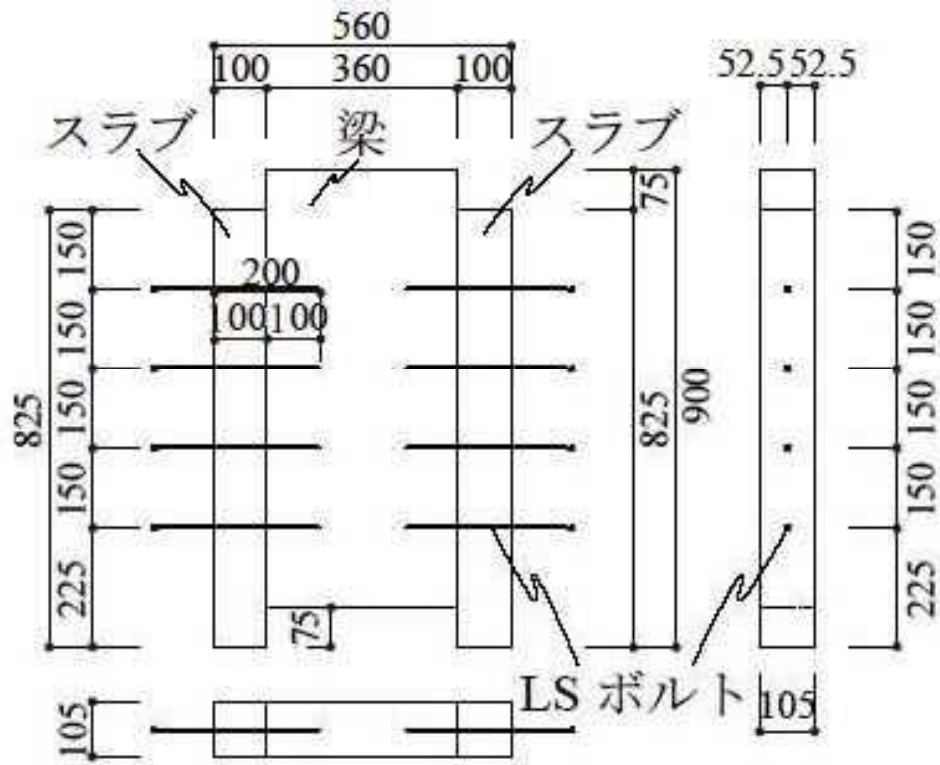


図 4.1 縮小試験体の形状と寸法 (No. 1)

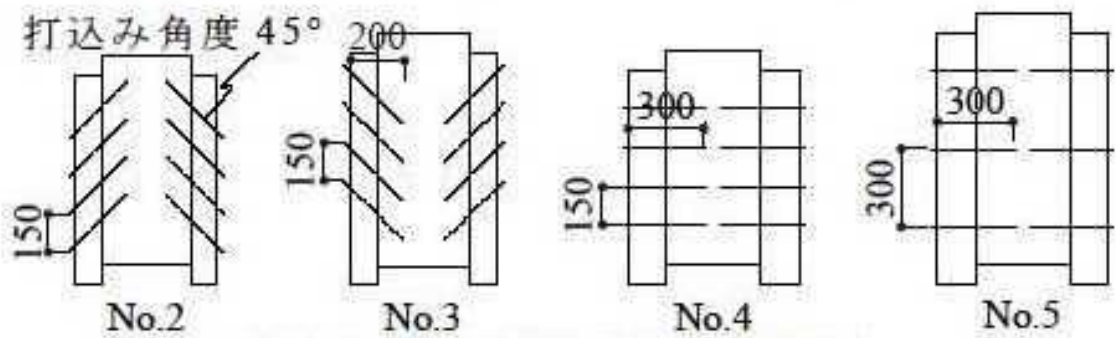


図 4.2 縮小試験体一覧 (No. 1 以外)

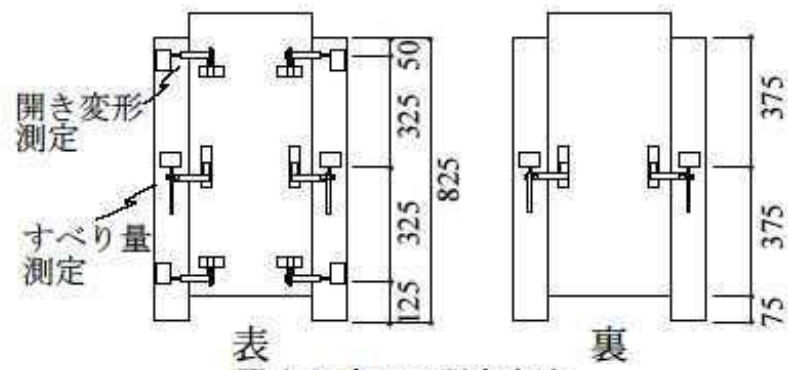


表
裏
図 4.3 変形の測定方法

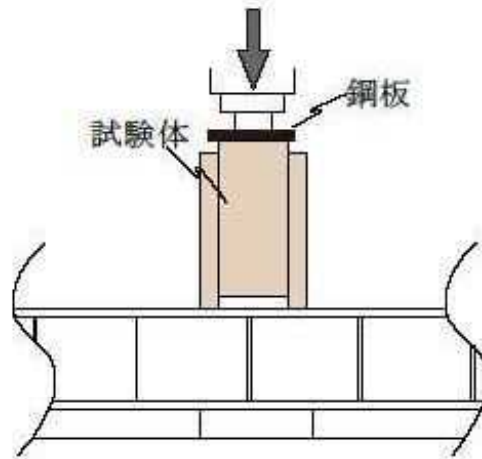


図 4.4 加力方法

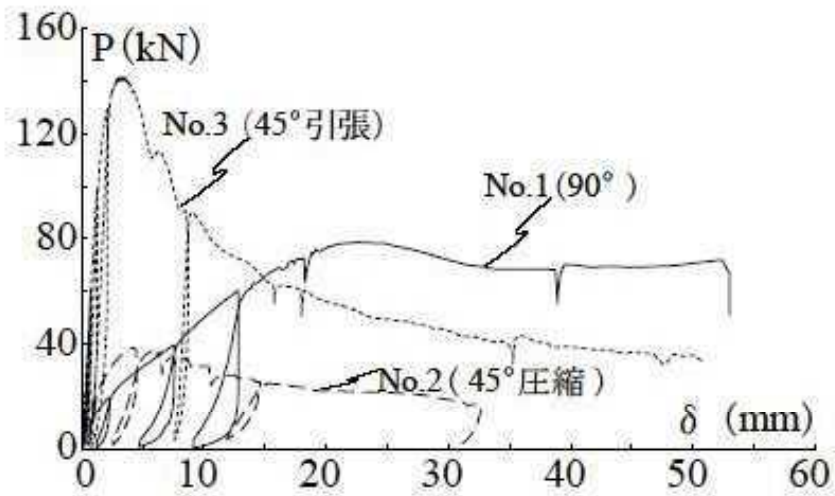


No.1

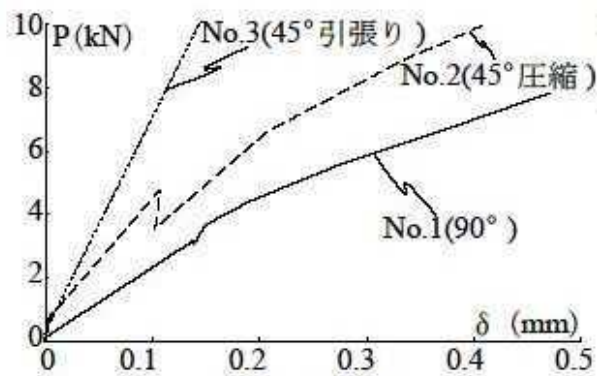


No.3

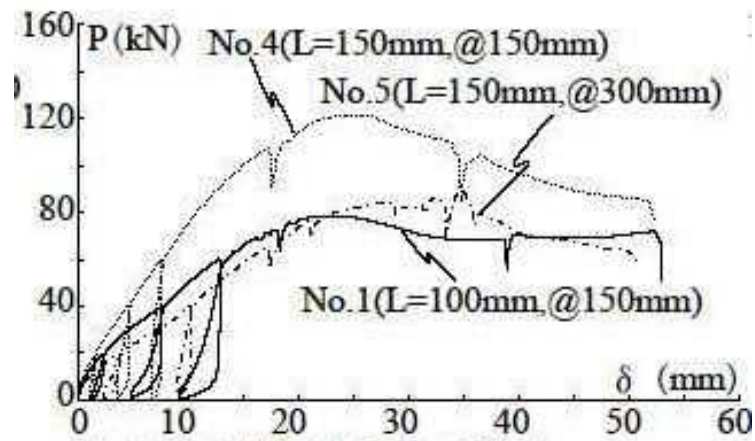
写真 4.1 最終破壊状況



(a) 角度の違い

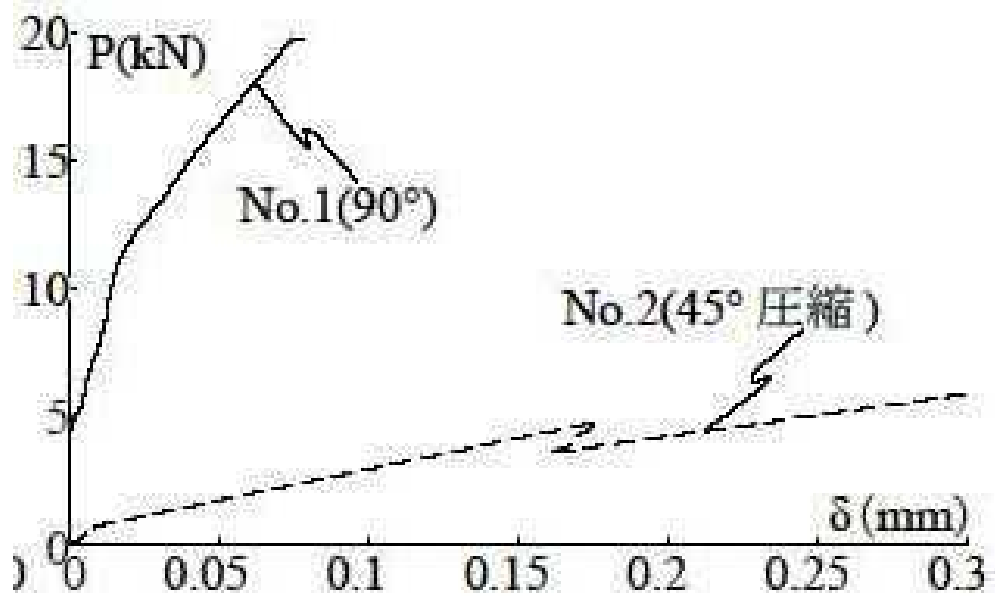


(b) 初期荷重時

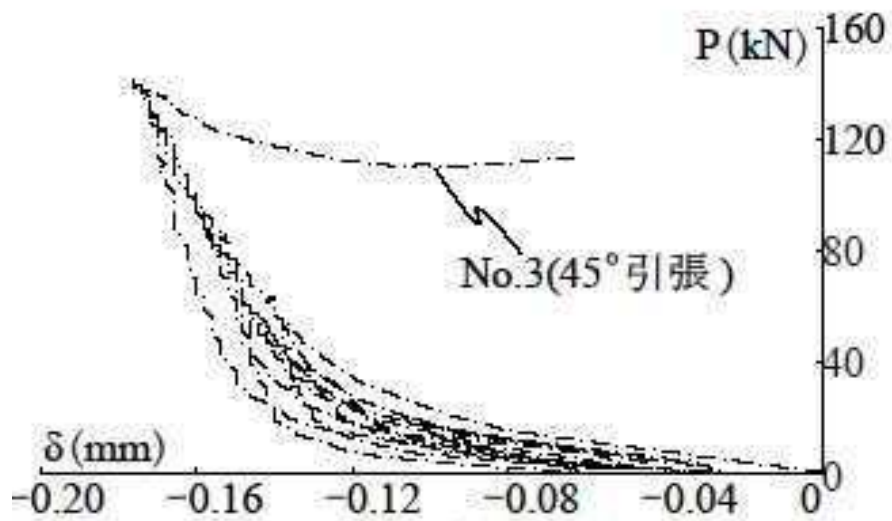


(c) 打込み間隔 (角度: 90°)

図 4.5 鉛直荷重—すべり関係



(a) No. 1, No. 2



(b) No. 3

図 4.6 鉛直荷重—開き変形関係

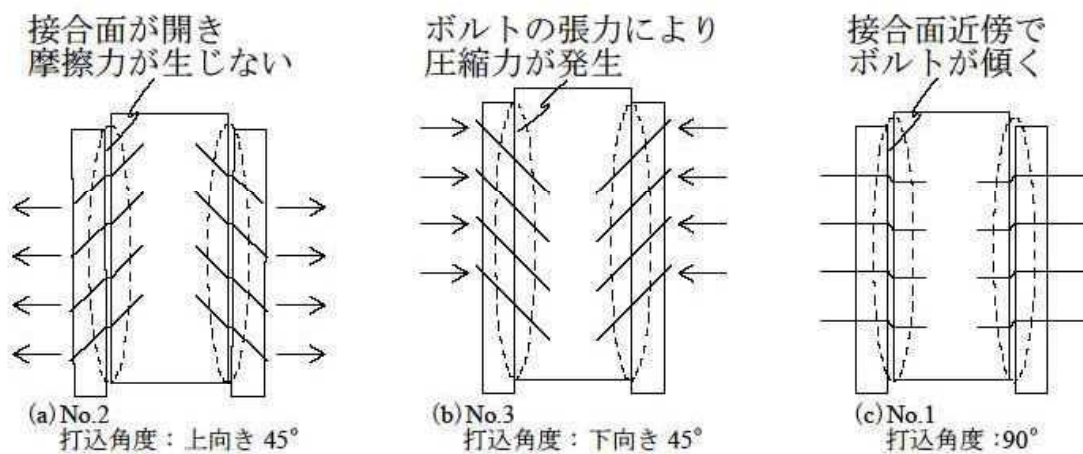


図 4.7 接合面の変形

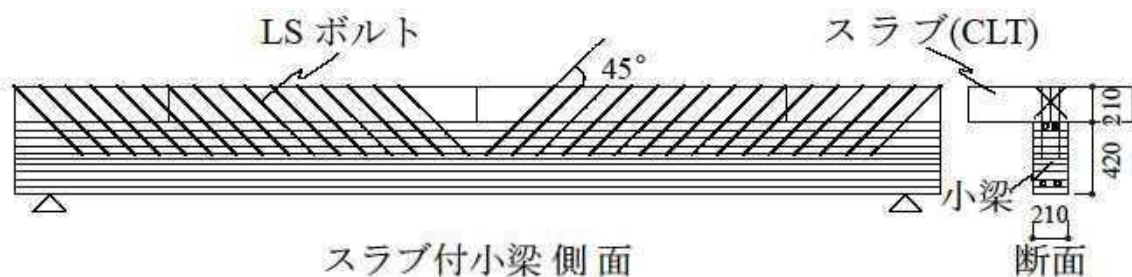


図 4.8 ボルト打込み方法

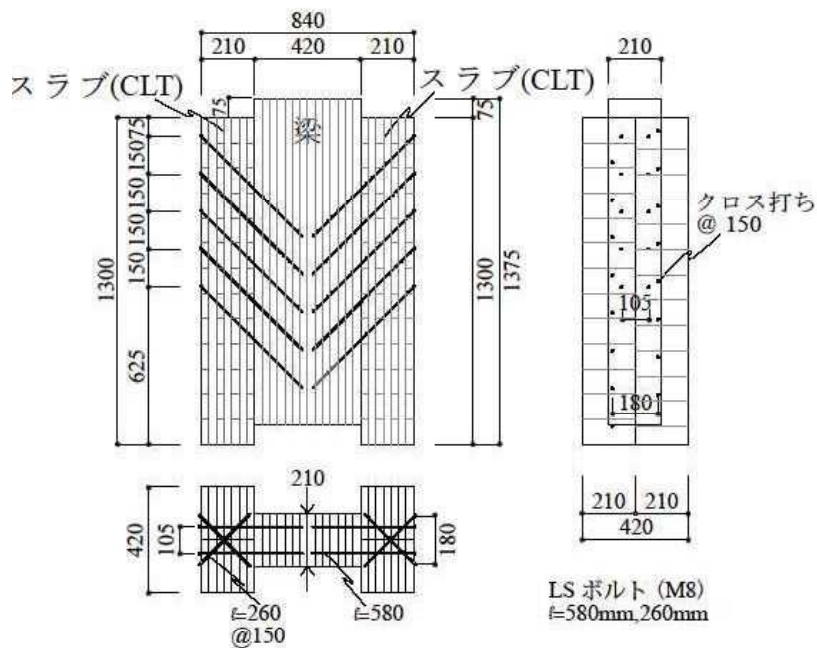


図 4.9 試験体の形状と寸法

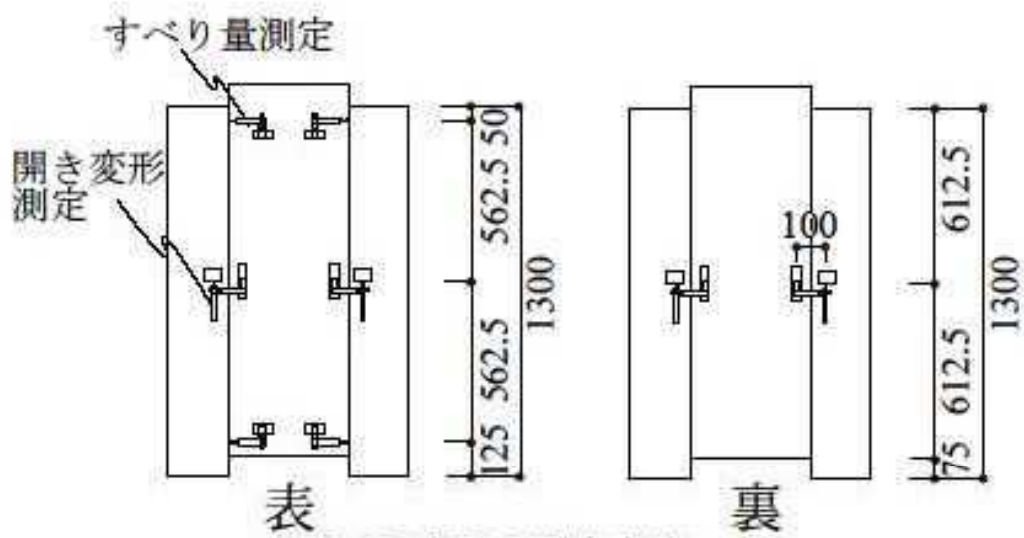


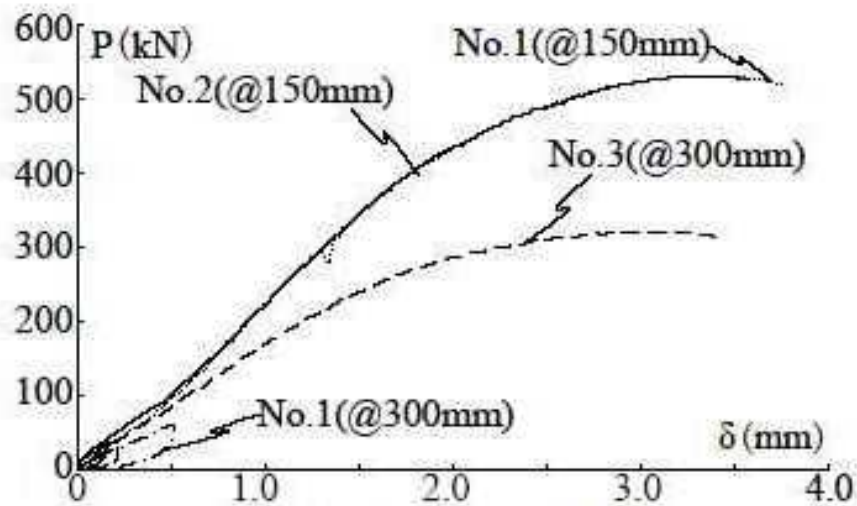
表 裏
図 4.10 変形の測定方法



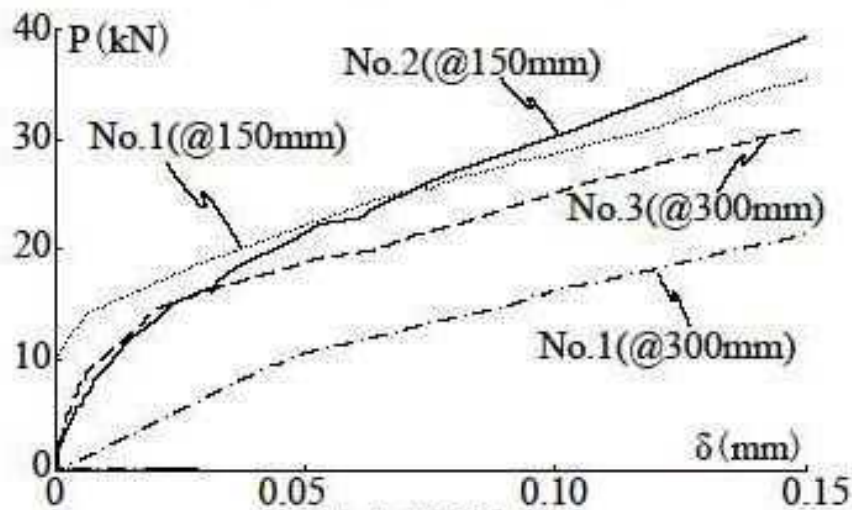
写真 4.2 接合面状況

表 4.1 実験値の一覧と計算値

試験体	打込み 間隔	実験値					計算値		k_{se}/k_{sc}
		初期剛性	比例限界	最大荷重	最大 荷重 の比	k_{se}	k_{sc}		
		kN/mm	kN	kN		N/mm ³	N/mm ³		
No.1	300	103.7	/	/	/	0.212	4.64	0.05	
	150	134.3	335	531.5	1.65	0.527		0.11	
No.2	150	173.3	335	531.4	1.64	0.477		0.10	
No.3	300	128.3	239	321.1	1.00	0.322		0.07	



(a) 鉛直荷重—すべり関係



(b) 初期荷重時

図 4.11 鉛直荷重—すべり関係

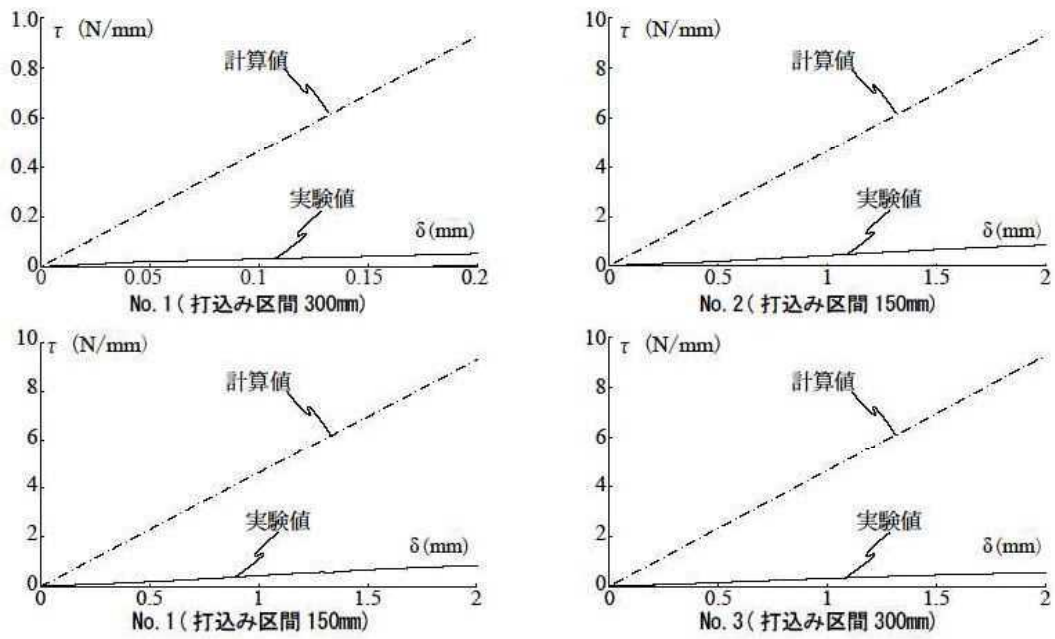


図 4.12 せん断応力-すべり関係

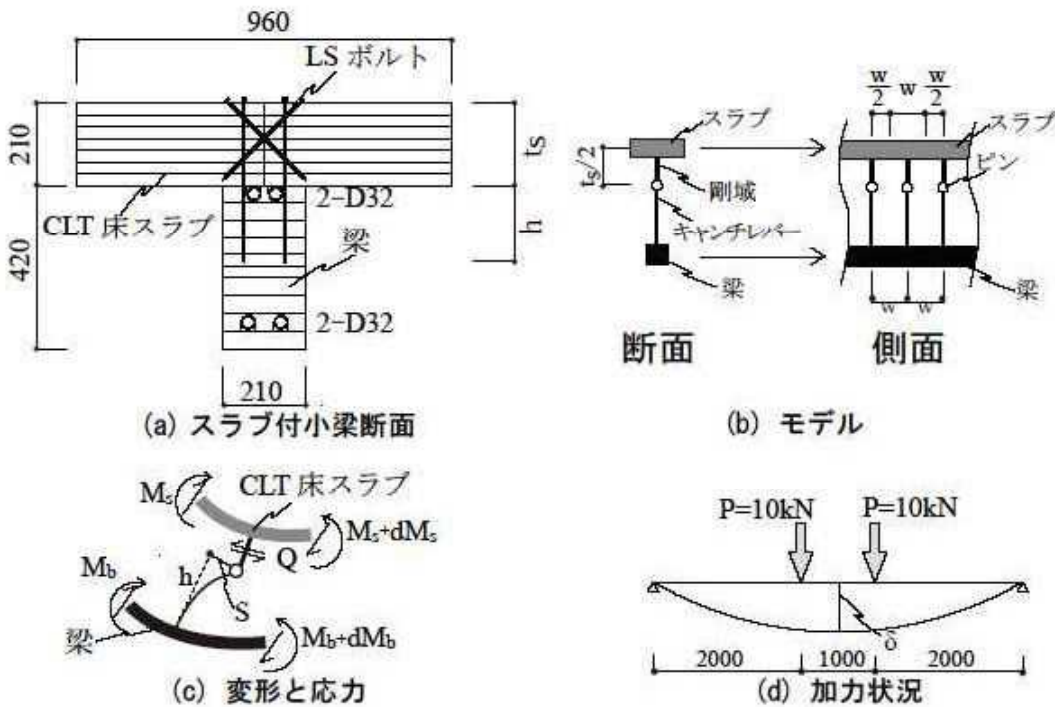


図 4.13 スラブの影響を検証する力学モデル

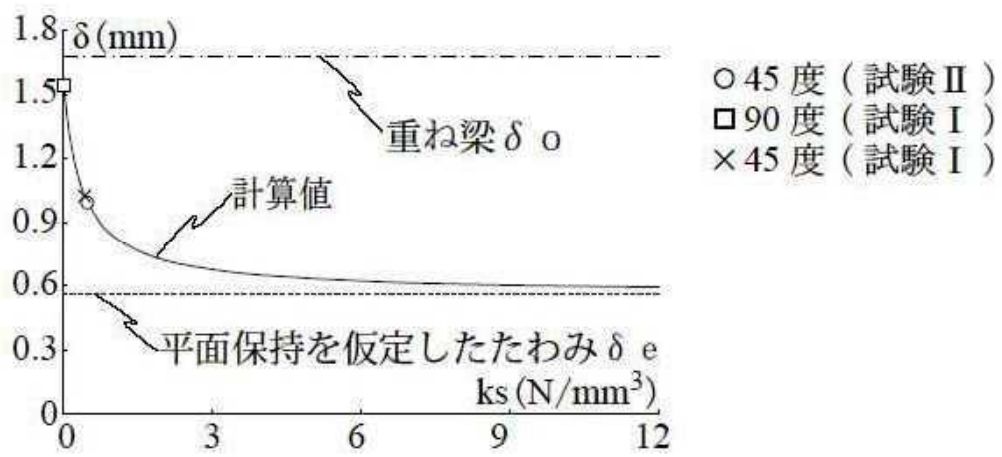


図 4.14 たわみ—すべり係数関係

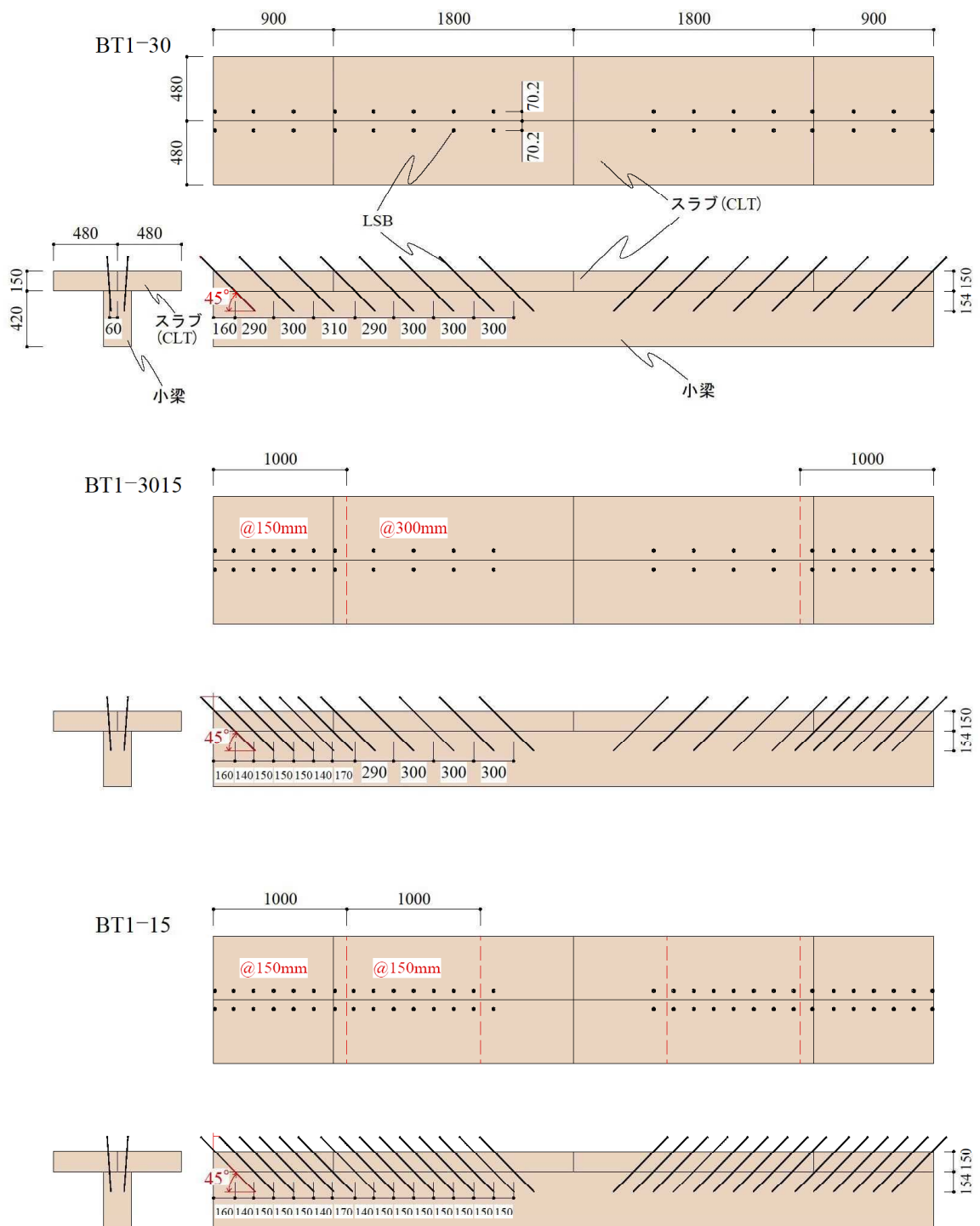


図 4.18 BT1 の CLT と小梁の接合の全ネジボルト (M8) の打ち込み状況
先穴Φ4 を空けた。

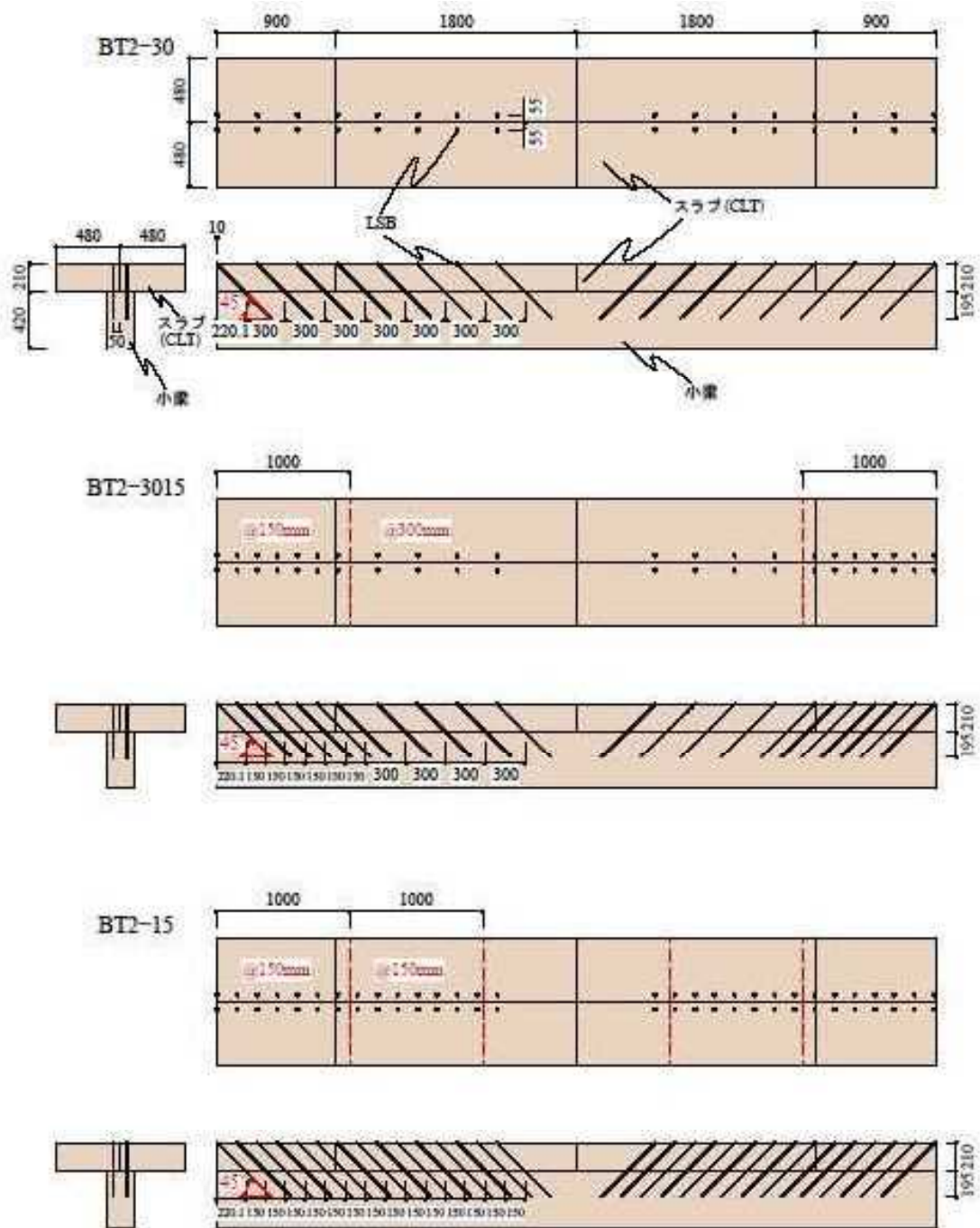


図 4.19 BT2 の CLT と小梁の接合の全ネジボルト (M8) の打ち込み状況
先穴Φ4 を空けた。

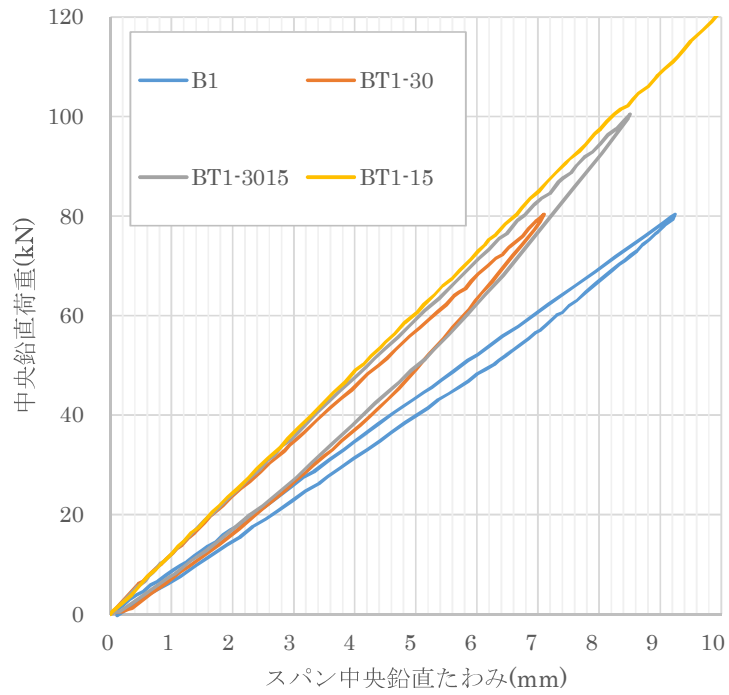


図 4.21 初期変形における加力ループ(一段筋試験体)

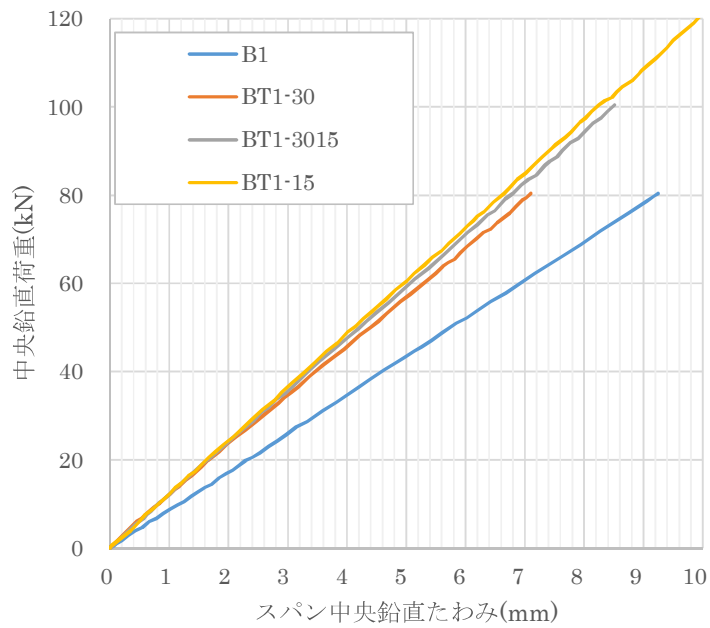


図 4.22 初期加力の鉛直剛性(一段筋試験体)

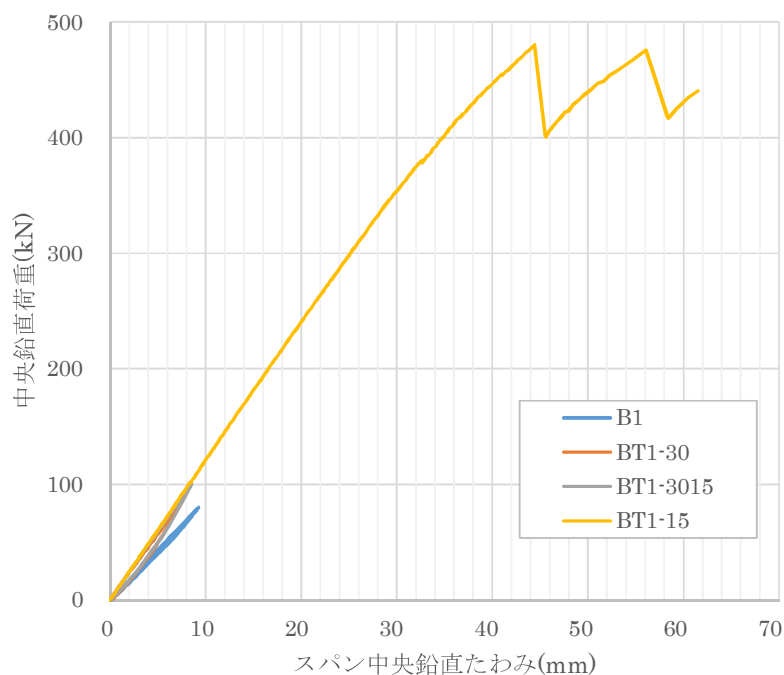


図 4.23 一段筋試験体の荷重－鉛直たわみ関係

表 4.2 一段筋試験体の初期剛性と比例限界荷重および最大荷重

試験体名	B1	BT1-30	BT1-3015	BT1-15
スラブ厚さ(mm)	150			
ボルト間隔(mm)	0	300	300,150	150
初期剛性	K_0	K_1	K_2	K_3
K_i (kN/mm)	8.7	11.3	11.8	12.1
K_i/K_0	1.00	1.30	1.36	1.39
K_i/K_w	3.56	4.64	4.85	4.95
比例限界(kN)	弾性範囲の加力のため無し			301.8
最大荷重(kN)	弾性範囲の加力のため無し			480.2

K_w : 鉄筋を配筋しない集成材の小梁だけの初期剛性の計算値(曲げ変形とせん断変形を考慮、 E_w は6500N/mm²とし G_w は $E_w/15$ とする。



写真 4.3 一段筋試験体の加力前破壊状況



写真 4.4 一段筋試験体の加力前破壊状況



写真 4.5 一段筋試験体の破壊状況

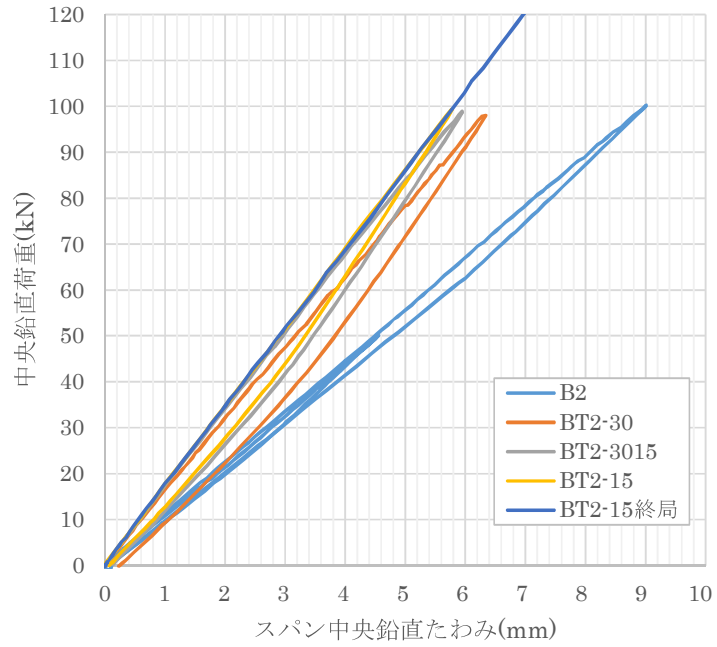


図 4.24 初期変形における加力ループ(二段筋試験体)

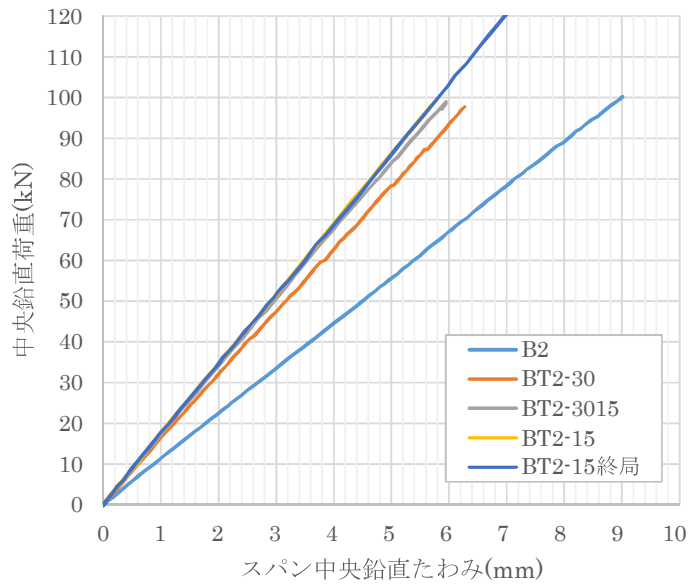


図 4.25 初期加力の鉛直剛性(二段筋試験体)

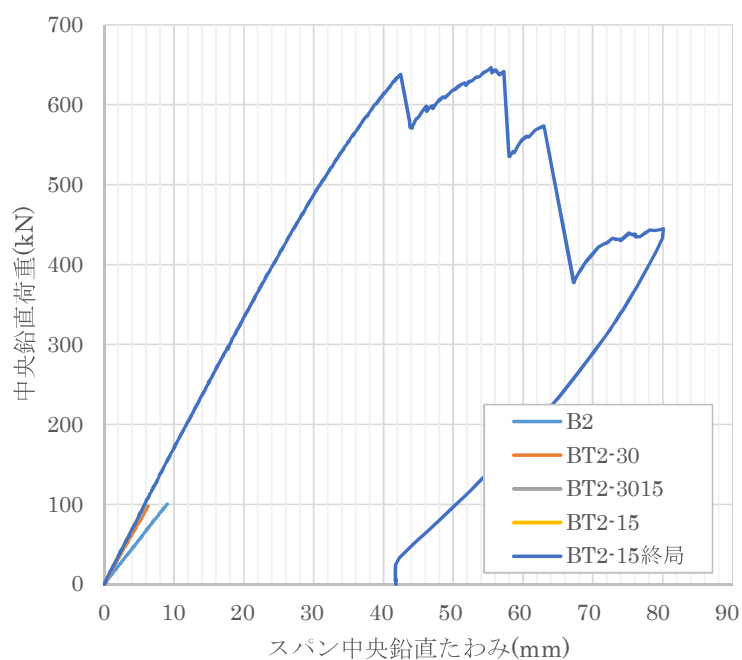


図 4.26 一段筋試験体の荷重－鉛直たわみ関係

表 4.3 二段筋試験体の初期剛性と比例限界荷重および最大荷重

試験体名	B2	BT2-30	BT2-3015	BT2-15
スラブ厚さ(mm)	210			
ボルト間隔(mm)	0	300	300,150	150
初期剛性	K_0	K_1	K_2	K_3
K_i (kN/mm)	11.1	15.5	16.6	17.2
K_i/K_0	1.00	1.39	1.50	1.55
K_i/K_w	4.56	6.34	6.82	7.05
比例限界(kN)	弾性範囲の加力のため無し			387.1
最大荷重(kN)	弾性範囲の加力のため無し			637.7

K_w : 鉄筋を配筋しない集成材の小梁だけの初期剛性の計算値(曲げ変形とせん断変形を考慮, E_w は6500N/mm²とし G_w は $E_w/15$ とする。

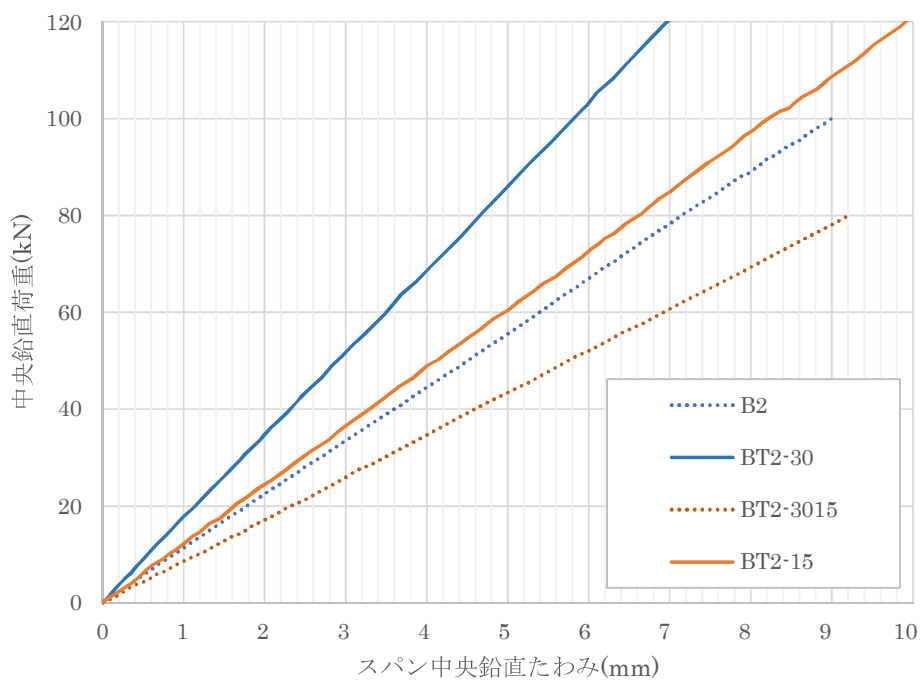


図 4.27 一段筋試験体と二段筋試験体の初期剛性の比較

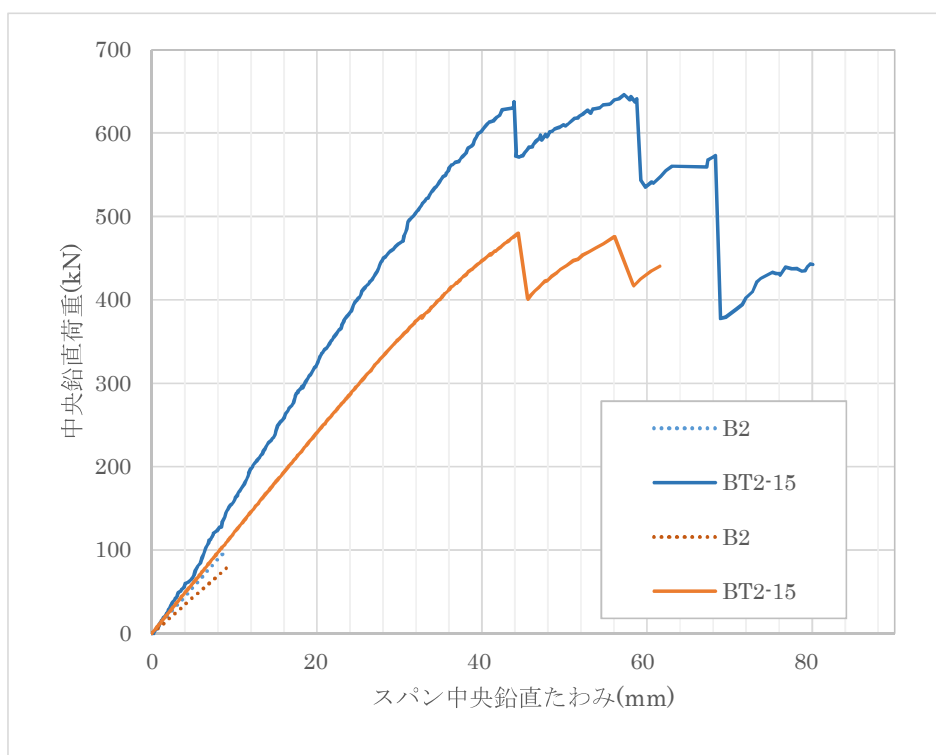


図 4.28 一段筋試験体と二段筋試験体の鉛直荷重－たわみ関係の比較

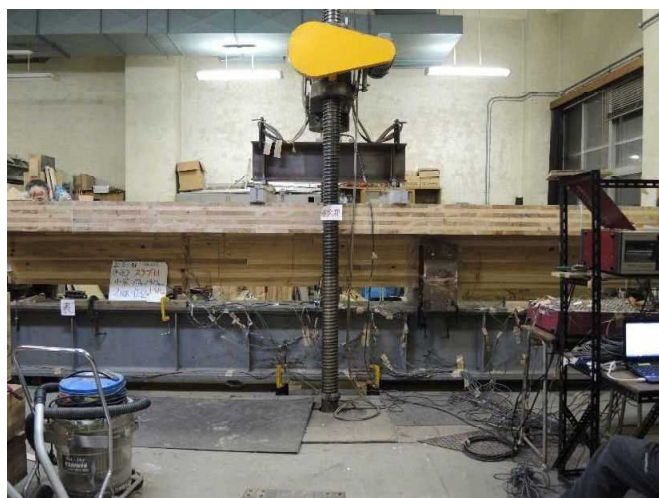


写真 4.6 二段筋試験体の加力前破壊状況



写真 4.7 二段筋試験体の加力前破壊状況



写真 4.8 二段筋試験体の破壊状況

5. S造フレーム + CLT床の構面せん断試験

5.1 試験概要

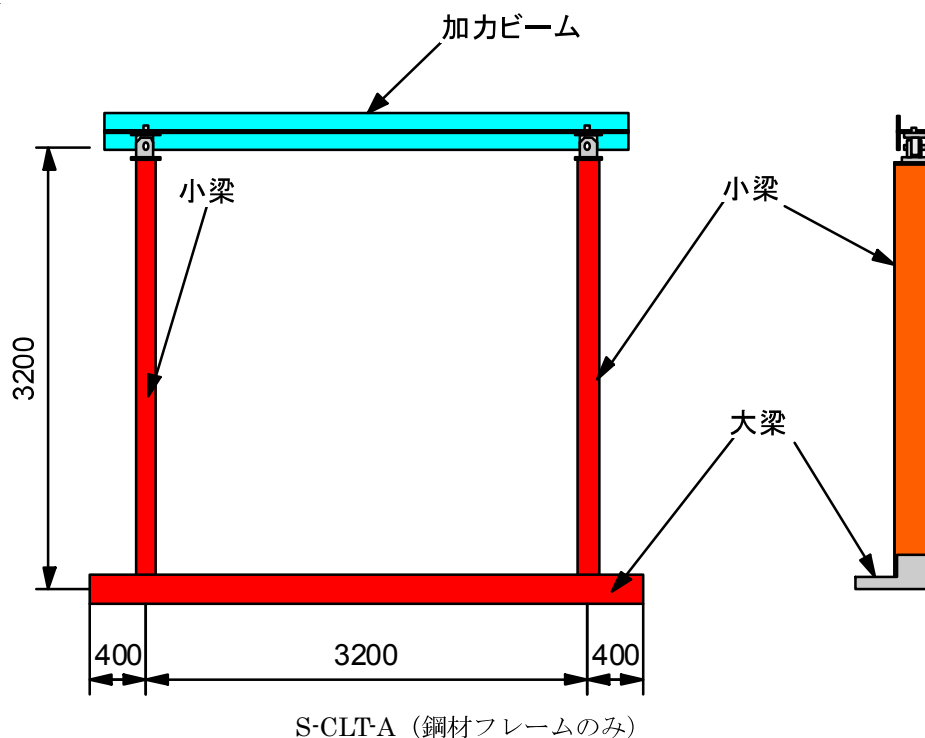
5.1.1 試験体

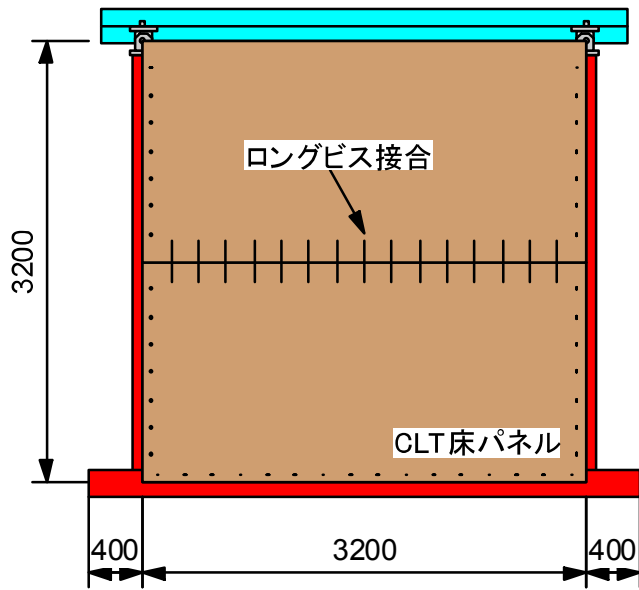
図1に試験体形状及び寸法を示す。本事業では、CLTパネルの有無及びCLTパネルの開口部の有無をパラメータとした。

S造フレームには、小梁にH形鋼(H-300×150×6.5×9 SS400)及び大梁にH形鋼(H-600×200×11×17 SS400)を用い、それぞれ高力ボルト(M20)3本により接合したものをを用いた。

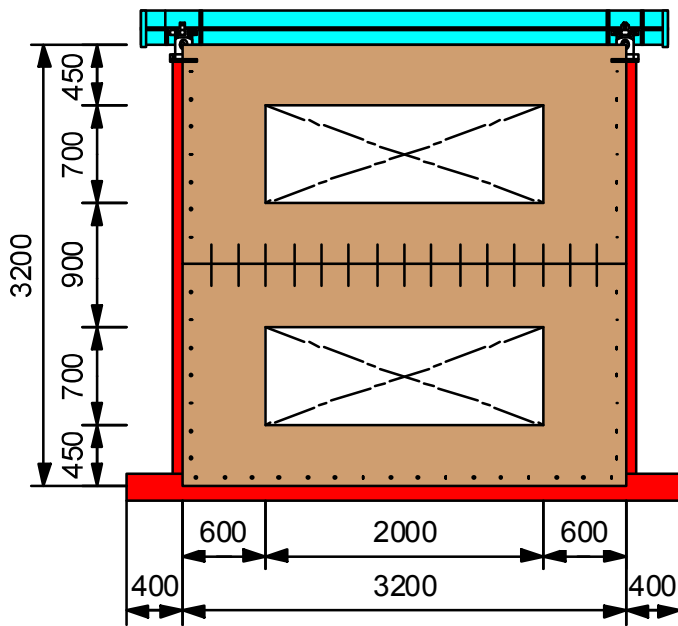
面材に用いたCLTパネルは、MX60A 5層5プライ 150mm厚とし、ラミナの樹種はスギ、接着剤には水性高分子イソシアネート系樹脂接着剤(API)を用いており、幅はぎ接着を行っている。

フレームと面材の接合は、鋼材に200mmピッチで溶接したスタッド(φ13mm長さ70mm)をCLTパネルに設けた先孔に通し、エポキシ樹脂接着剤(TE-243L2:オーシカ)を充填し接着を行った。また、面材間の接合は、ロングビス(ASSY 3.0 200mm)を用いて、200mmピッチで45°で斜め打ちした。





S-CLT-B (鋼材フレーム+CLT床 (開口なし))



S-CLT-C (鋼材フレーム+CLT床 (開口あり))

図1 試験体形状及び寸法 (単位: mm)

5.1.2 加力方法

図2に本試験に用いた加力装置を示す。

試験方法は『2008年版木造軸組工法住宅の許容応力度設計』の床の水平せん断試験法に準拠して行った。加力は、350kN 複動油圧ジャッキ（株）理研精機：D3.5-300）により、正負交番1回繰り返し加力とした。目標変形角は1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50radとし、その後1/25radに達するまで正加力側に加力を行った。なお、ジャッキの引き方向を正加力側、押し方向を負加力側とした。

荷重の測定にはロードセル（東京測器研究所：TCLP-30B）、制御はジャッキに水平に設置したレーザー変位計（KEYENCE：LK-500）による変位制御とした。

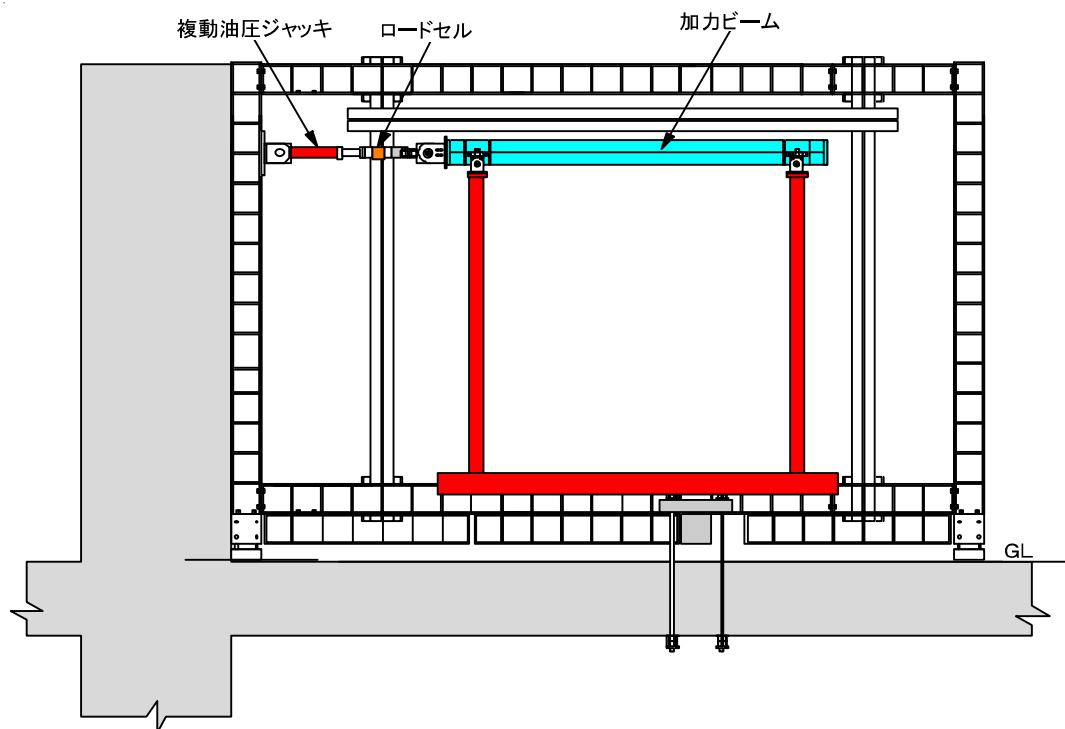


図2 加力装置

5.2 試験結果

5.2.1 荷重—変形角曲線及び破壊性状

図3～5に各試験体の荷重—変形角曲線、写真1～7に代表的な破壊性状を示す。

[S-CLT-A]

1～7サイクルまで試験体に接合部のプレートの曲げ変形のみで、そのほかに変化がみられなかった。その後、1/25radに達したため、試験終了とした。

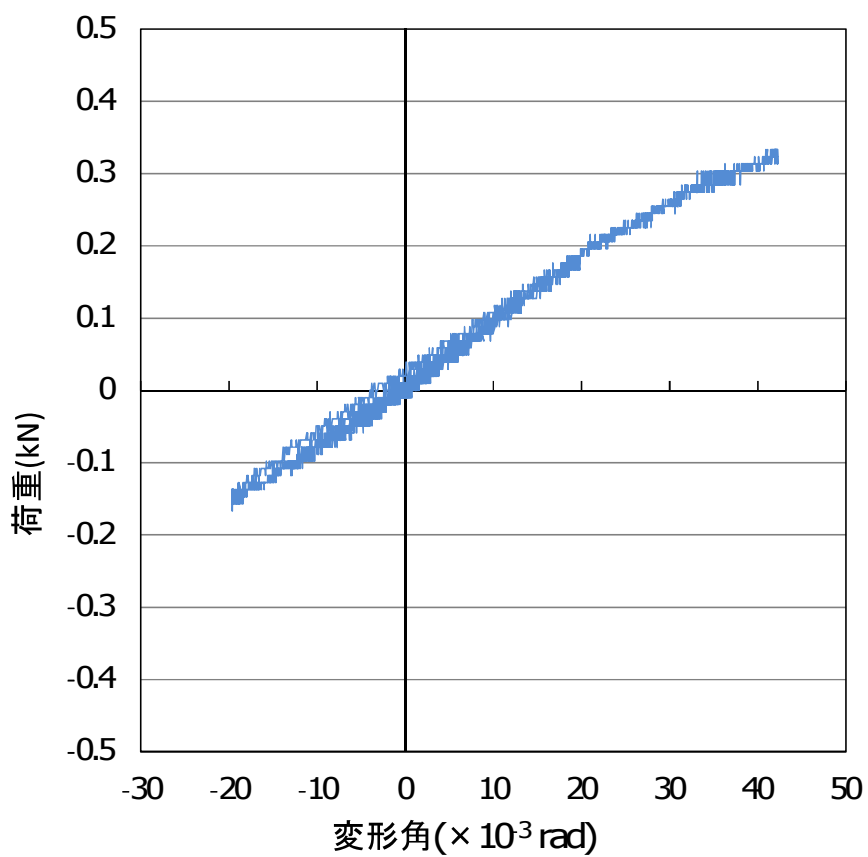


図3 荷重—変形角曲線



写真1 試験終了時全景

[S-CLT-B]

1～5サイクルまで試験体にほとんど変化がみられなかった。6サイクル目で試験体上側の CLT パネルにスタッドの端抜けによる亀裂が入り、その後完全に抜けだした。最終サイクルでは小梁の曲げ変形及びスタッドの溶接部からの破断も確認された。

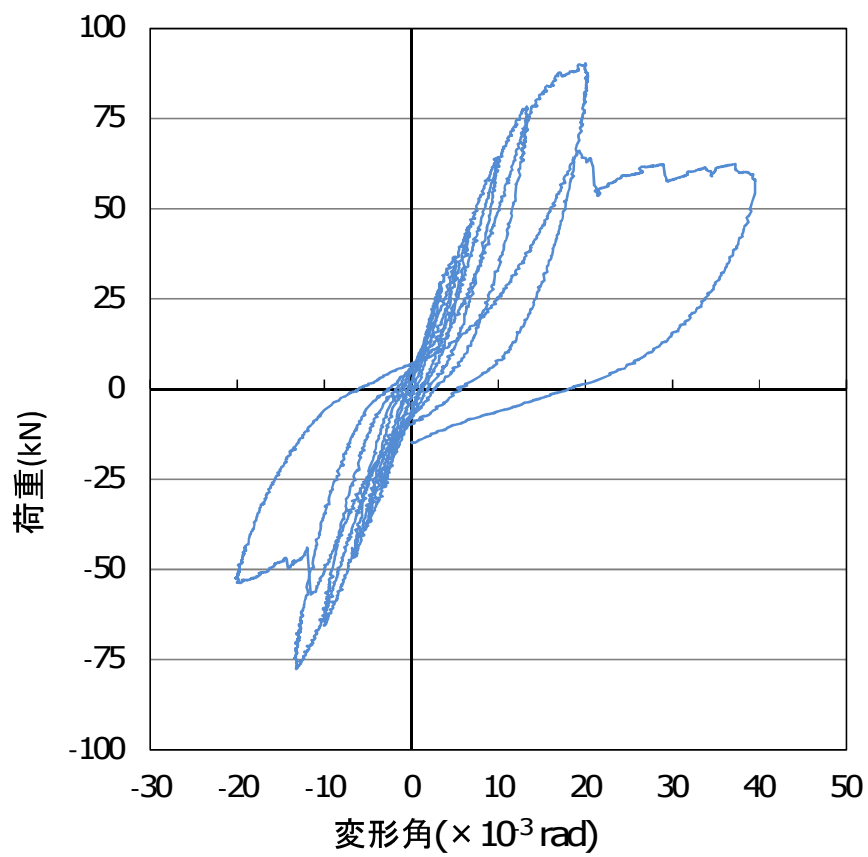


図4 荷重－変形角曲線



写真2 試験終了時全景



写真3 CLTの端抜け及びスタッドの破断



写真4 小梁の変形

[S-CLT-C]

1～5サイクルまで試験体にほとんど変化がみられなかった。6サイクル目で試験体上側の CLT パネルにスタッドの端抜けによる亀裂が入り、その後完全に抜けだした。最終サイクルでは小梁の曲げ変形及びスタッドの溶接部からの破断も確認された。また、開口部付近に大きな変化はみられなかった。

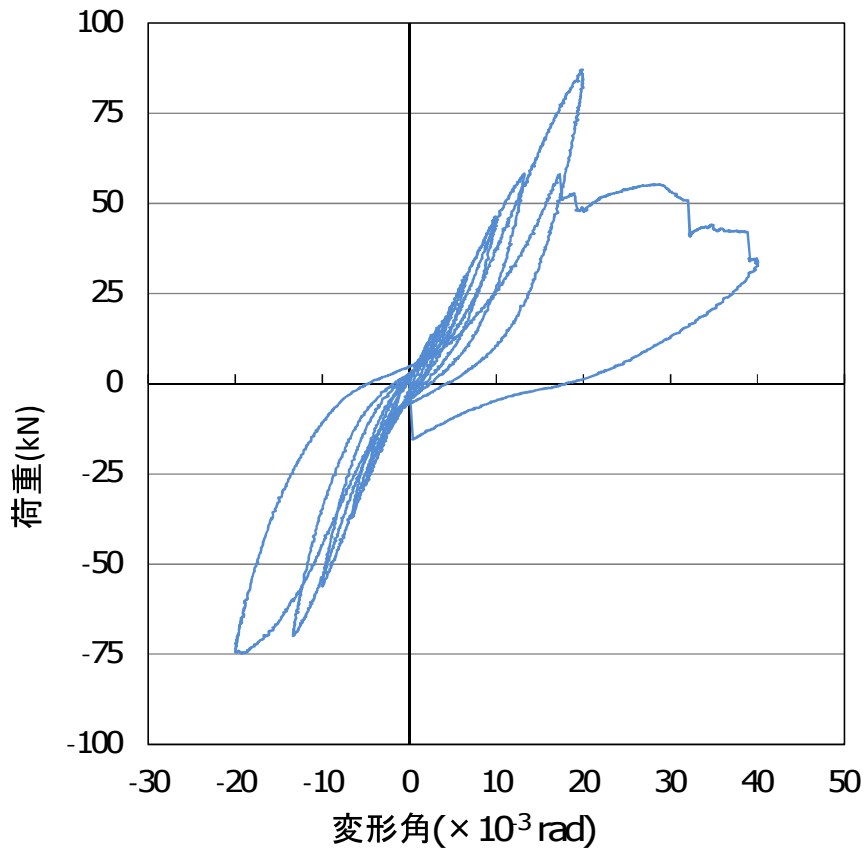


図5 荷重－変形角曲線



写真5 試験終了時全景



写真6 CLTの端抜け及びスタッドの破断



写真7 小梁の変形

5.2.2 特性値一覧

表1に試験から得られた特性値一覧を示す。なお、特性値については、『木質構造設計規
準・同解説』に基づき包絡線を完全弾塑性モデルに置換して算出した。

表1 特性値一覧

試験体名	初期剛性	降伏耐力	最大耐力	せん断弾性係数(見かけ)
	($\times 10^3$ kN/rad)	(kN)	(kN)	
S-CLT-A	0.10	0.23	0.33	
S-CLT-B	6.71	52.10	90.34	15.35
S-CLT-C	4.49	47.07	87.04	14.54

[初期剛性]

図6に各試験体の初期剛性を示す。鋼材フレームのみ試験体であるS-CLT-Aは初期剛性の値がほぼ0であった。またCLTを設置した試験体は、開口部を設けたことで初期剛性が30%程度低下した。

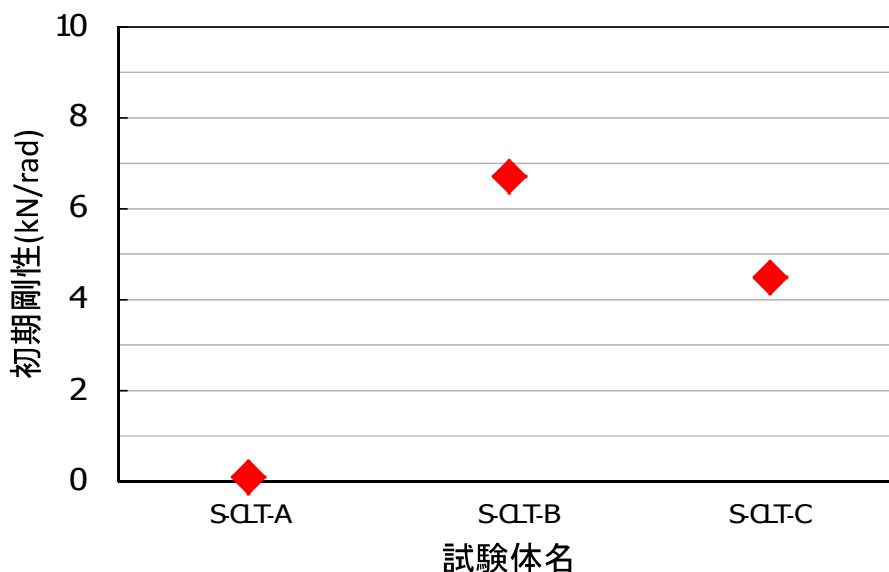


図6 初期剛性

[降伏耐力]

図7に各試験体の降伏耐力を示す。鋼材フレームのみ試験体であるS-CLT-Aは降伏耐力の値がほぼ0kNであった。また面材を設けた試験体は、開口部の有無に関わらず同等の値を示した。

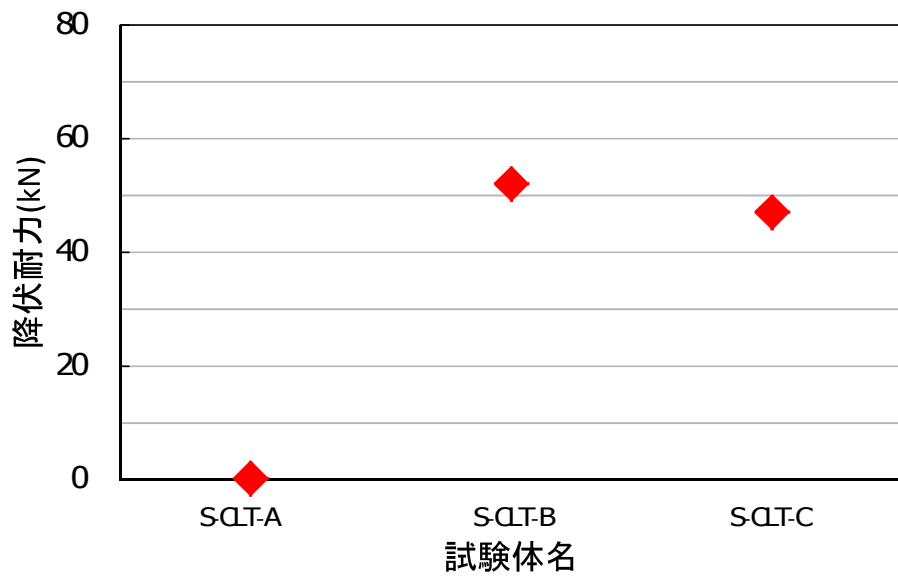


図7 降伏耐力

[最大耐力]

図8に各試験体の最大耐力を示す。鋼材フレームのみ試験体であるS-CLT-Aは最大耐力の値がほぼ0kNであった。また面材を設けた試験体は、開口部の有無に関わらず同等の値を示した。

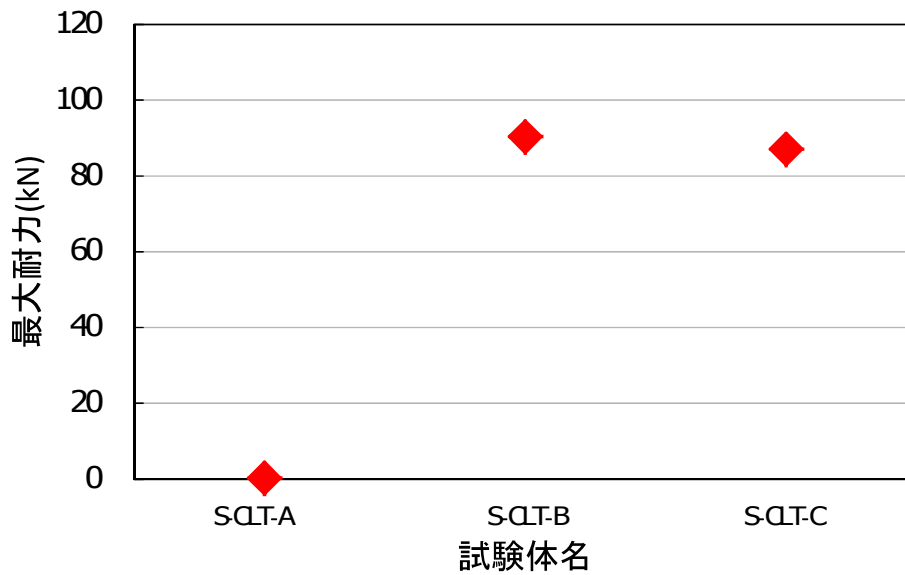


図8 最大耐力

[見かけのせん断弾性係数]

図9に面材を設けた試験体のせん断弾性係数を示す。面材に開口部を設けたことでせん断弾性係数が30%程度低下した。

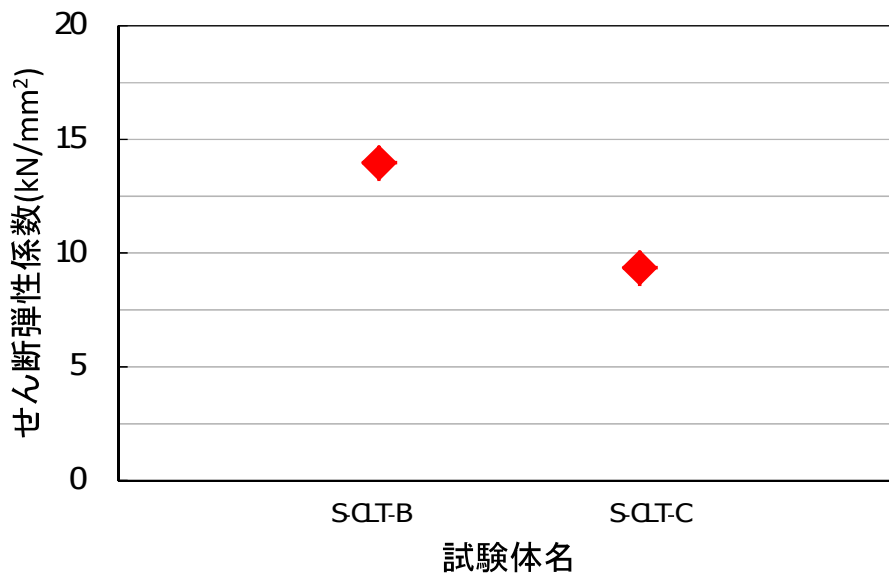


図9 見かけのせん断弾性係数

[床倍率]

表2に床倍率の算定に用いた各評価項目、図10に面材を設けた試験体の床倍率を示す。面材に開口部を設けたことで床倍率が30%程度低下した。

ここで、床倍率とは1mあたりの短期基準せん断耐力が1.96kNのものを1.0として基準化したものである。

表2 各評価項目と床倍率算出結果

	各評価項目(単位:kN)				短期基準 せん断耐力 Po(単位:kN)	床倍率
	P ₁₂₀ (見かけ)	2/3P _{max}	P _y (見かけ)	P _u * (0.2/D _s)		
S-CLT-B	26.83	60.23	52.10	25.13	25.13	4.01
S-CLT-C	37.79	58.03	47.07	17.87	17.87	2.85

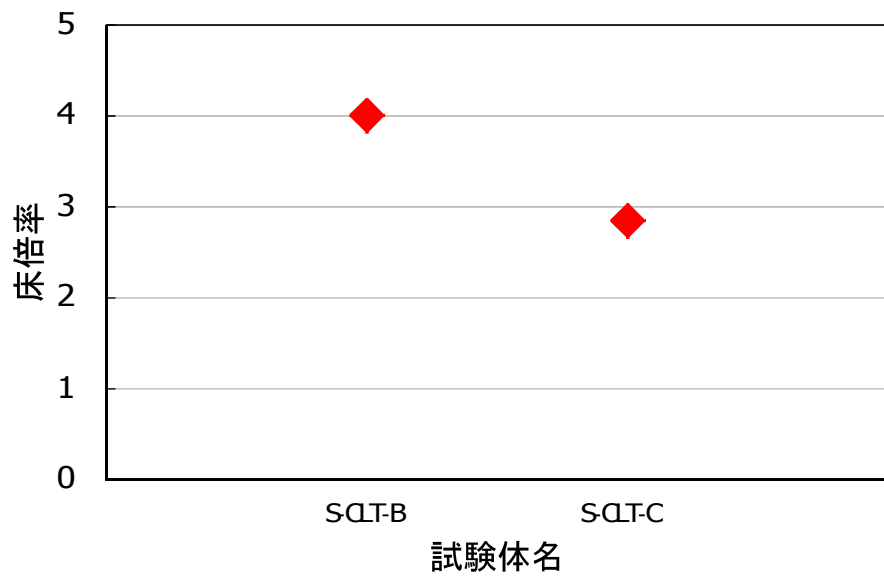


图 10 床倍率

5.3 まとめ

本章では、S造建築の床にCLTパネルを使用することを想定し、建物の耐震性能に大きく影響する床構面の面内せん断性能を把握するため、水平加力試験を行った。その結果、以下の知見が得られた。

破壊性状において、S造フレームのみの試験体は接合プレートの曲げ変形のみで、ほかの部分には、ほぼ変化がみられなかった。CLT床を設置した試験体は、パネル上部にスタッドの端抜けによりCLTに亀裂が生じた。また、小梁の曲げ変形及びスタッドの溶接部からの破断がみられた。また開口部付近には破壊はみられなかった。

各特性には、初期剛性及びせん断弾性係数、床倍率において、CLTパネルに開口部を設けたことでやや低下した。降伏耐力及び最大耐力において、CLTパネルの開口部による影響はほぼみられなかった。その性能は、木造住宅の厚物合板床（床倍率 3.0～5.0）と同等程度の性能であることが確認された。

これらの結果から、面内せん断性能をさらに向上するには、CLTパネルとH形鋼の接合部の性能を改善する必要がある。具体的には、端距離を大きくすることやスタッドの溶接部の改良等が考えられる。

6. 施工性確認

6.1 実験概要

a) 実験の目的

本実験の目的は、CLT 床パネルを実際に、実大の鉄骨フレームに敷設し、施工に要する時間、精度等の情報を取得することである。

b) 実験の実施機関名・場所

機関名： 福岡大学工学部建築学科 稲田倉富研究室

場 所： 山佐木材下住工場

c) 実験の実施時期： 2014 年 8 月

6.2 実験の方法

a) 鉄骨フレームの形状

モックアップ構成要素

平面形状： 10800mm×7200mm

基礎形状： 独立基礎、露出柱脚

柱材： 冷間成形角型鋼管柱とし、断面寸法は、 \square -400×400×16×16

大梁材： H形断面とし、断面寸法は、H-600×200×11×17

小梁材： H形断面とし、断面寸法は、H-300×150×6.5×9



写真 6.2-1 フレーム全景

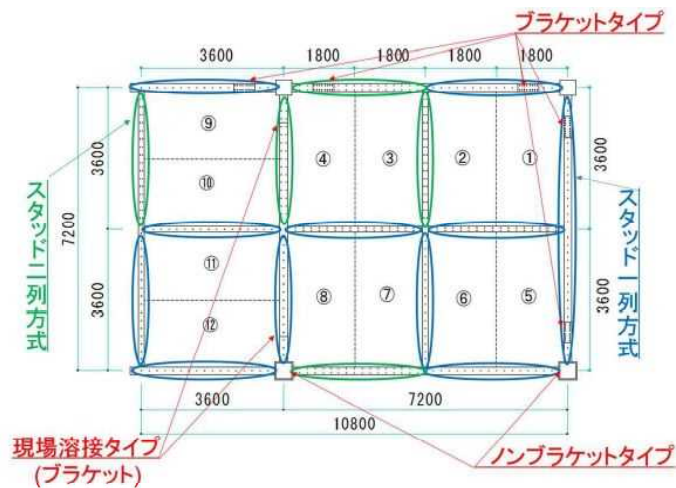
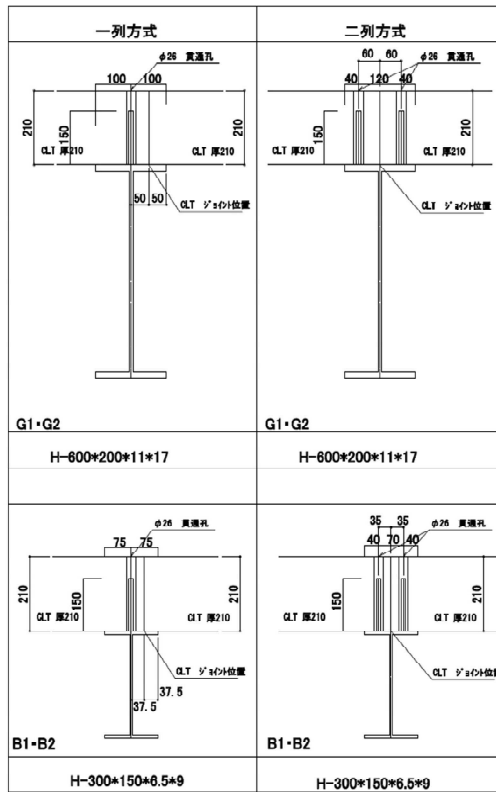


図 6.2-1 平面詳細図



頭なしスタッド 丸鋼φ13 L=150
 ※工場溶接とする
 φ13 L=150 総本数320本

図 6.2-2 スタッド詳細図

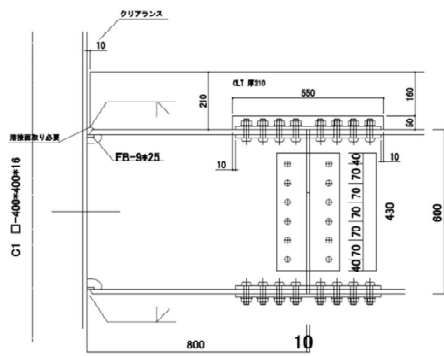


(a) 一列方式

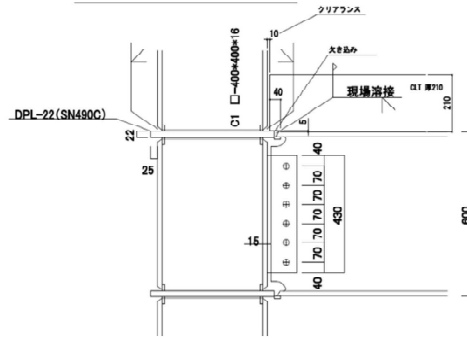


(b) 二列方式

写真 6.2-2 スタッドの配列状況



(a) ブラケットタイプ



(b) ノンブラケットタイプ

図 6.2-3 柱梁接合部詳細図



(a) ブラケットタイプ



(b) 現場溶接タイプ



(c) ノンブラケットタイプ

写真 6.2-3 柱梁接合部のタイプ別写真

b) CLT床パネルの形状・配置

パネルの割り当てを図 6.2-4 に、加工図を図 6.2-5 から図 6.2-10 に示す。
 パネル寸法は、長さ約 3600mm×幅約 1800mm の厚さは 210mm である。

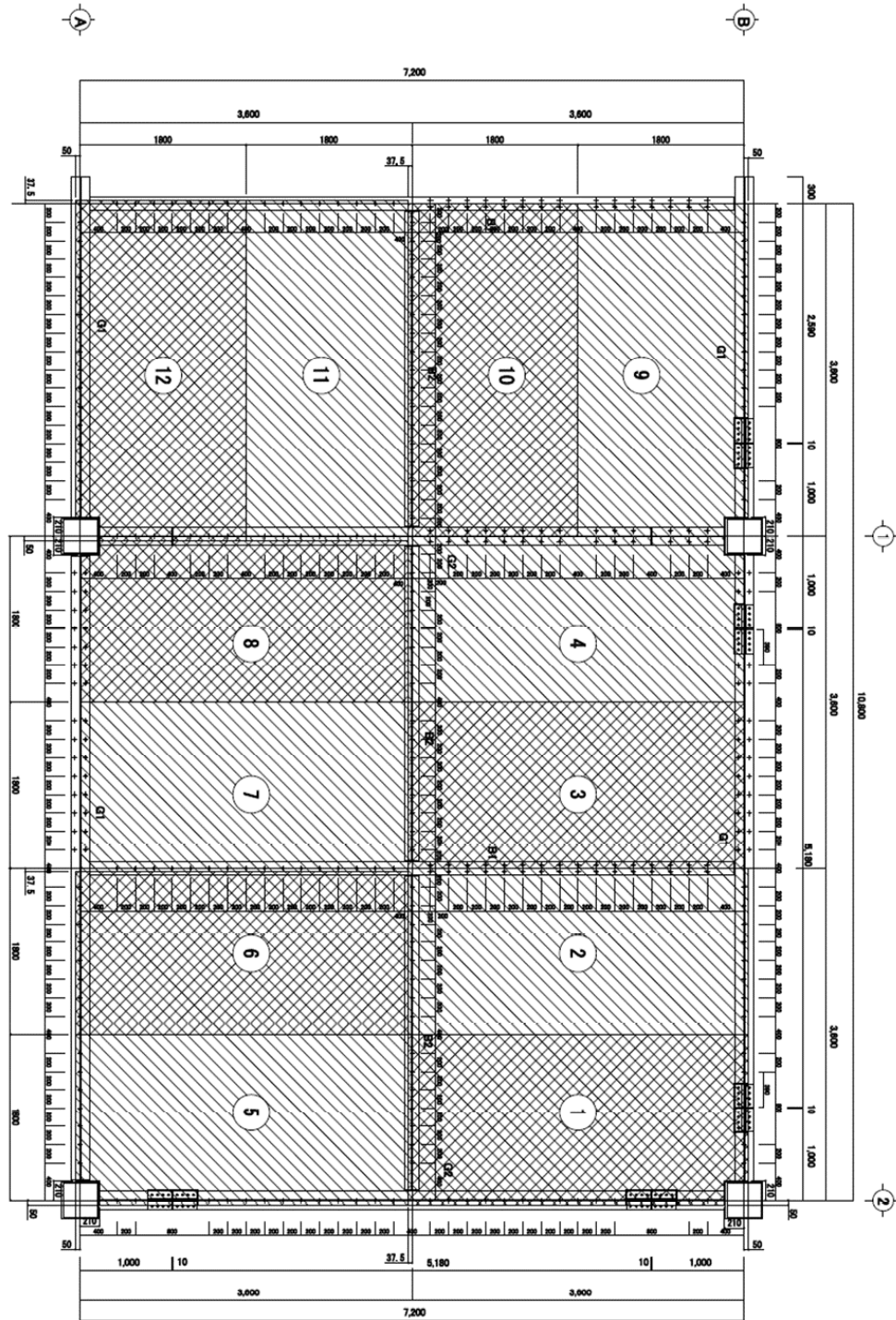
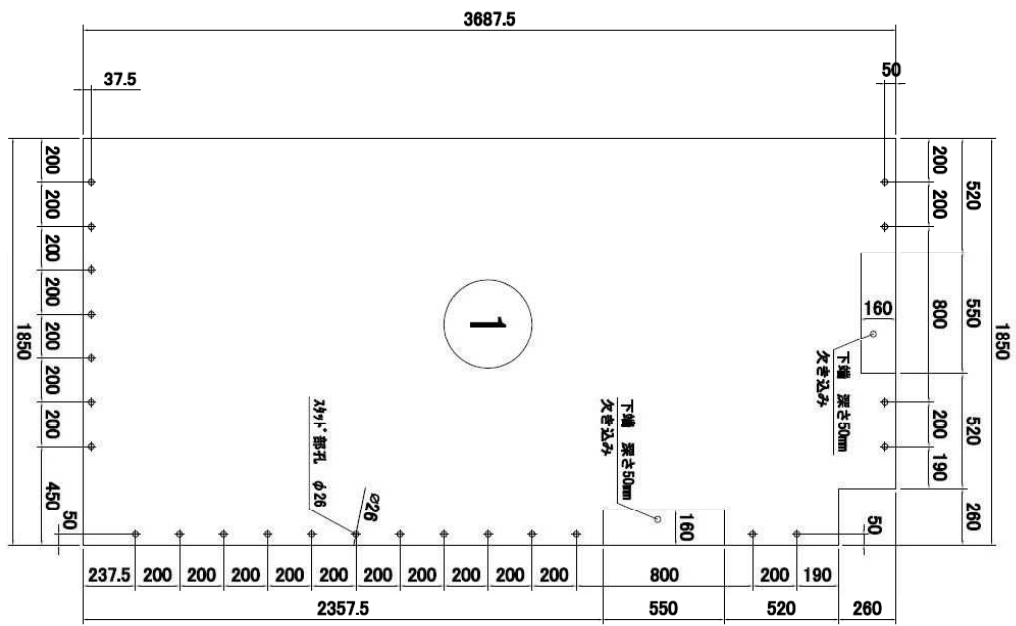
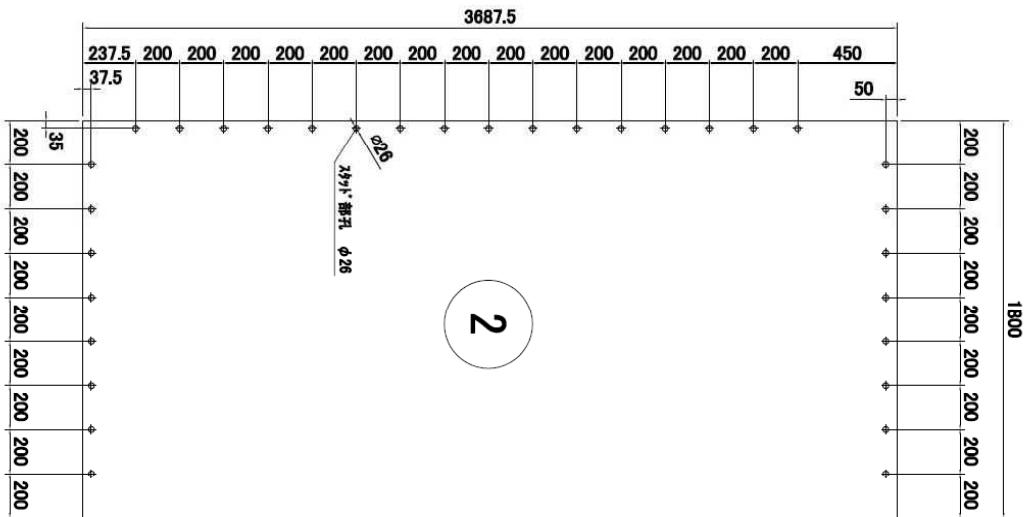


図 6.2-4 床パネル割り当て図

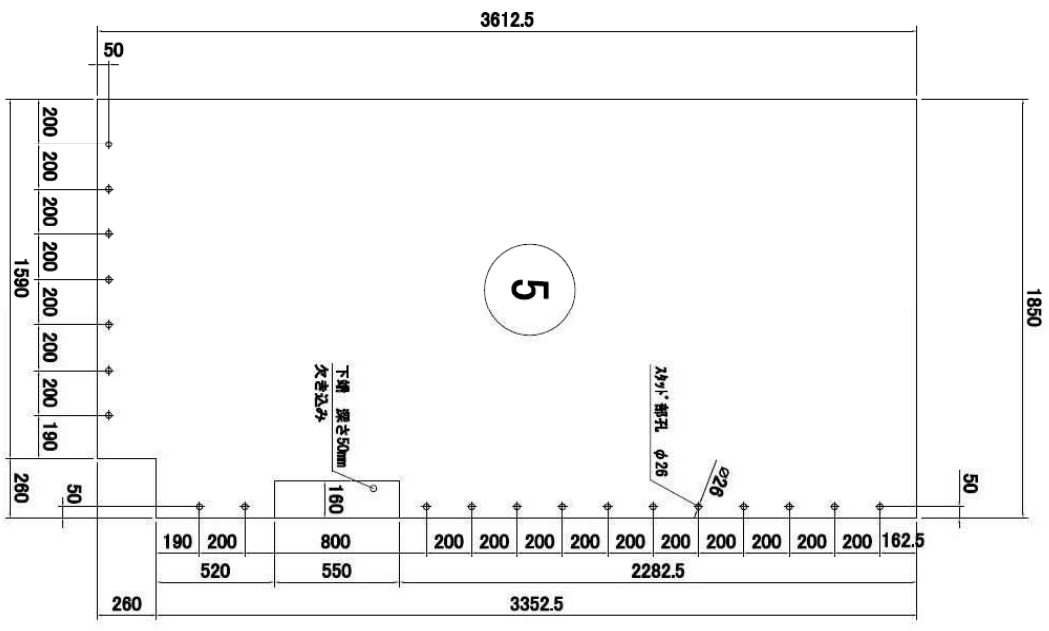


(a) 床パネル①

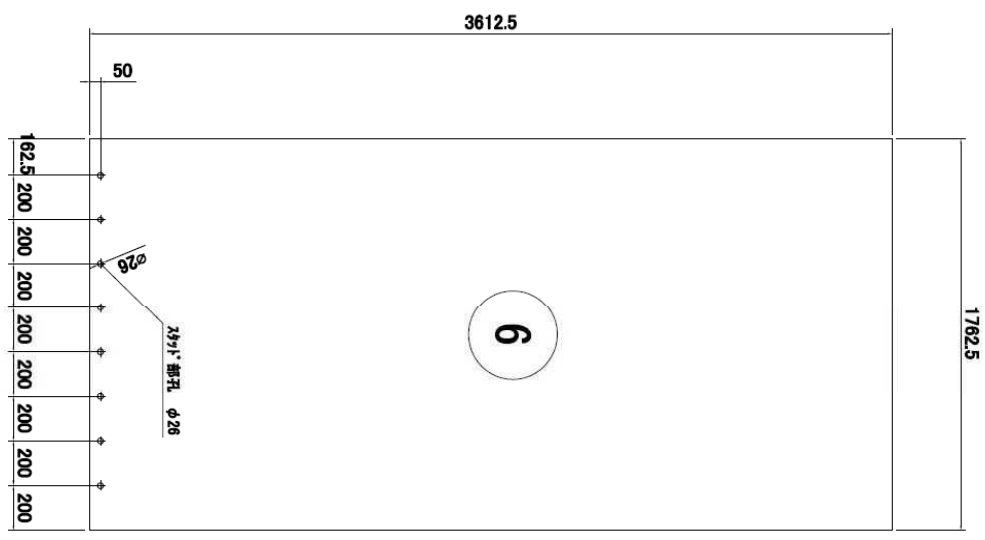


(b) 床パネル②

図 6.2-5 床パネル詳細図 (つづく)

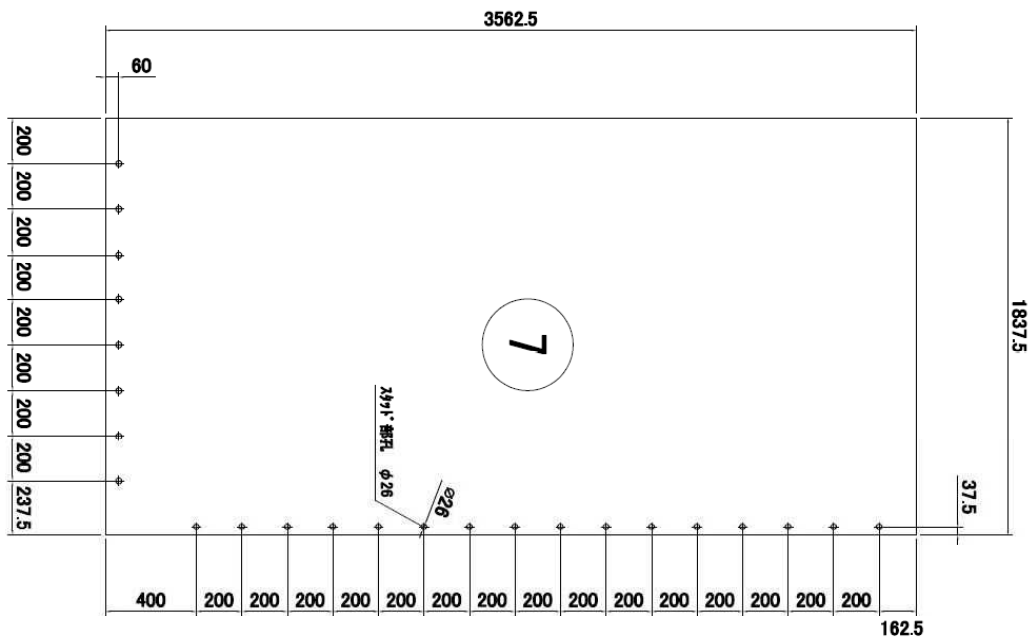


(e) 床パネル⑤

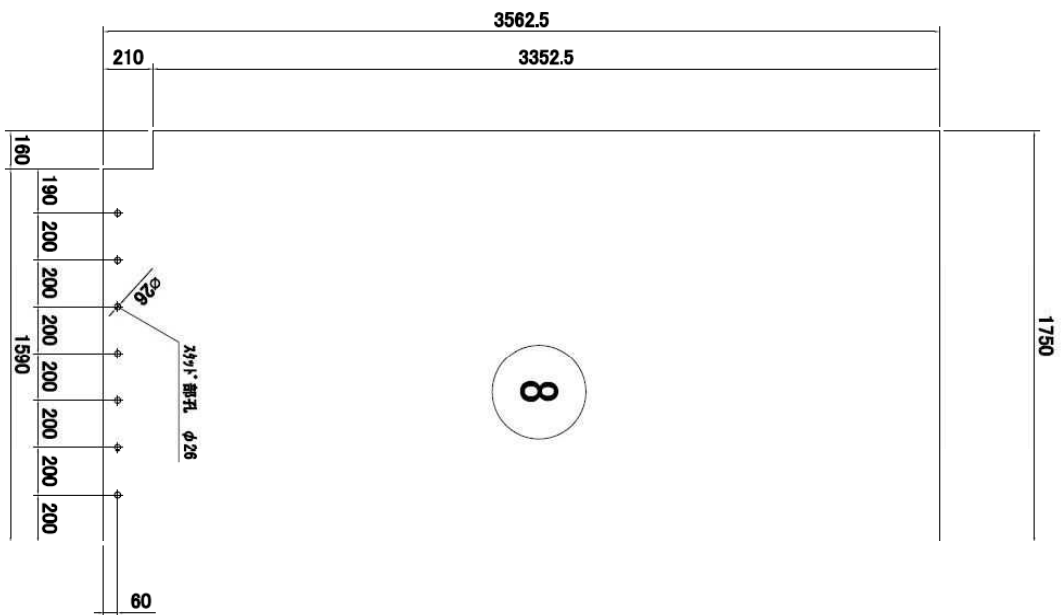


(f) 床パネル⑥

図 6.2-7 床パネル詳細図 (つづく)

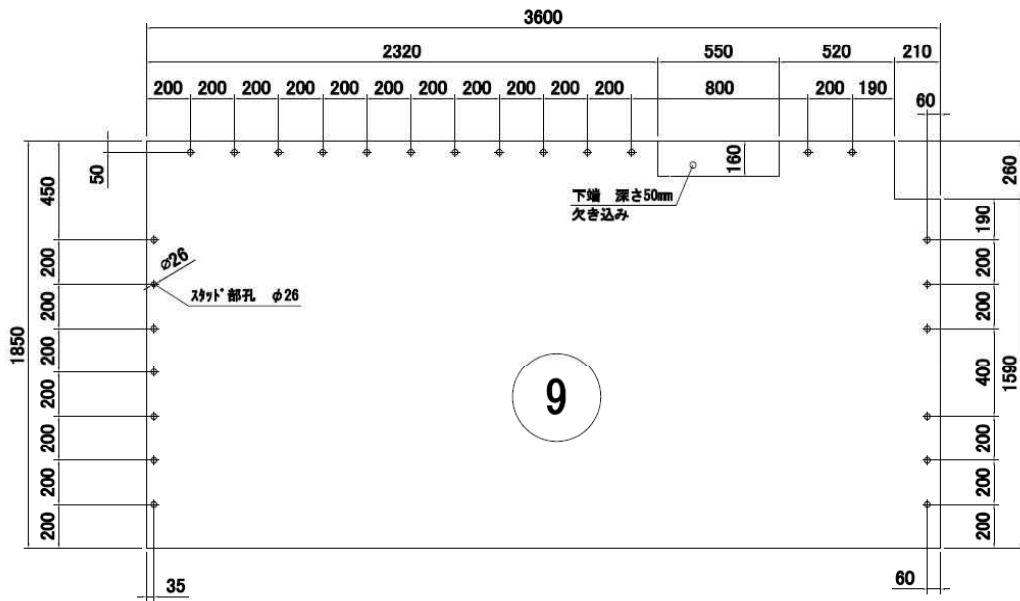


(g) 床パネル⑦

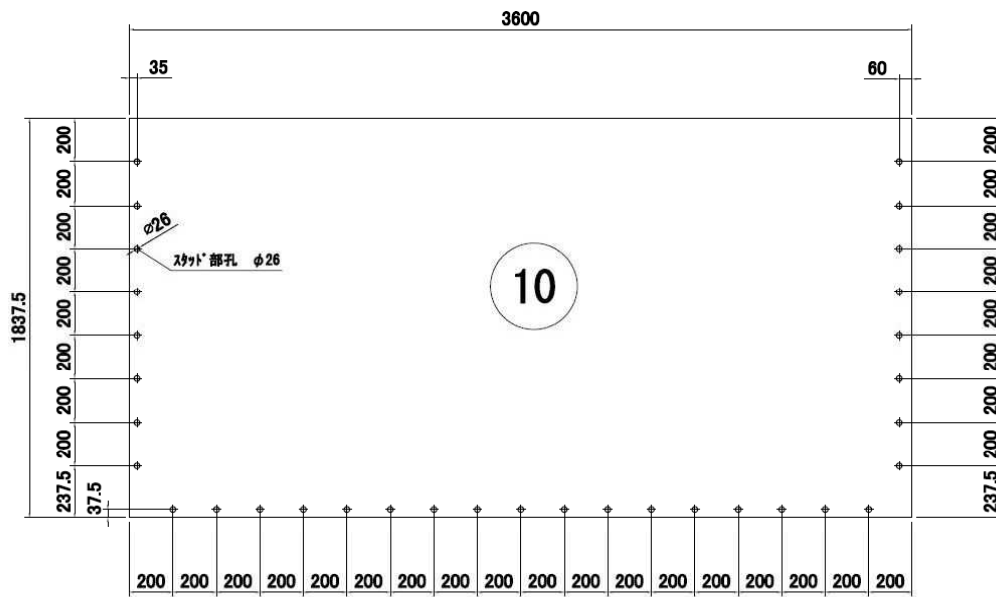


(h) 床パネル⑧

図 6.2-8 床パネル詳細図 (つづく)



(i) 床パネル⑨



(j) 床パネル⑩

図 6.2-9 床パネル詳細図 (つづく)

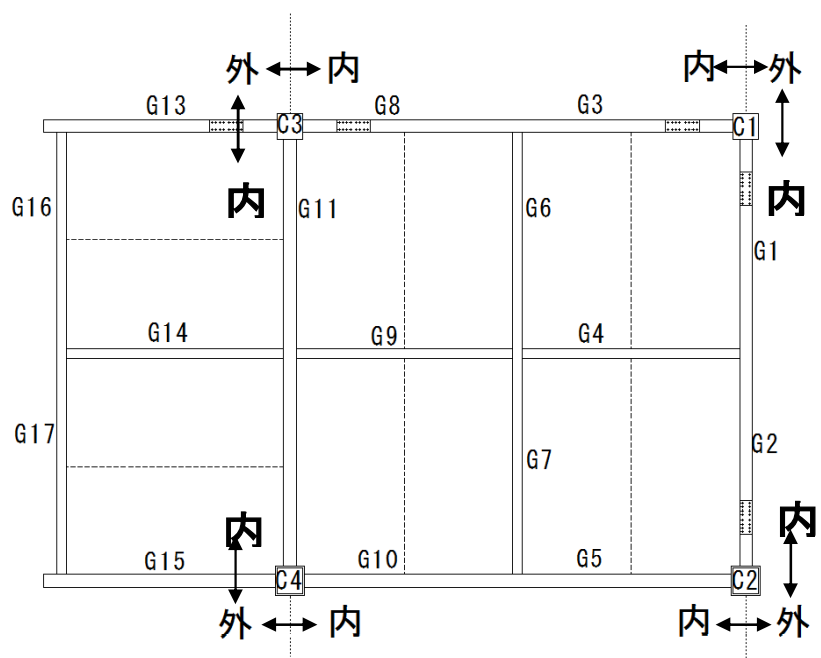
c) チェック項目

表 6.2-1 計測項目

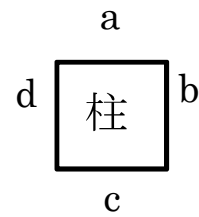
チェック項目	計測に使用した道具
a.鉄骨の精度(柱、梁)	水準器
b.木床の精度(厚さ)	ノギス
c.木床の精度(長さ)	メジャー
d.木床の含水率(内部、外部)	含水率計
e.木床の設置時間	ストップウォッチ
f.全ネジビス打ち込み時間	ストップウォッチ
g.木床と梁フランジ間の隙間	アルミ板(0.5mm)、金定規
h.木床と木床の隙間	アルミ板(0.5mm)、金定規
i.木床と柱の隙間	アルミ板(0.5mm)、金定規
j.木床と木床の段差	アルミ板(0.5mm)、金定規
k.木床の傾き	水準器

6.3 実験結果

a) 鉄骨の精度検証



(a) 柱および梁符号



(b) 測定位置詳細図

図 6.3-1 測定位置ならびに測定記号

表 6.3-1 梁および柱の精度一覧表

(a) 梁の精度

8月25日		
部位	計測値	
	x/1000	度
G1	5.24	0.3
G2	1.75	0.1
G3	0.00	0.0
G4	0.00	0.0
G5	1.75	0.1
G6	1.75	0.1
G7	3.49	0.2
G8	3.49	0.2
G9	0.00	0.0
G10	3.49	0.2
G11	5.24	0.3
G12	1.75	0.1
G13	5.24	0.3
G14	1.75	0.1
G15	1.75	0.1
G16	1.75	0.1
G17	1.75	0.1
平均	2.36	0.14

(b) 柱の精度

8月25日				
部位		計測値(度)		
		上	中	下
C1	a	89.9内	90.0	90.0
	b	89.9内	90.0	90.0
C2	b	90.0	90.0	90.0
	c	90.0	89.9内	89.9内
C3	a	90.0	90.0	89.9外
	b	89.9外	90.0	89.9外
C4	c	89.9内	89.8外	89.9外
	d	89.8内	89.9外	90.0

b) 床パネル厚みの精度検証

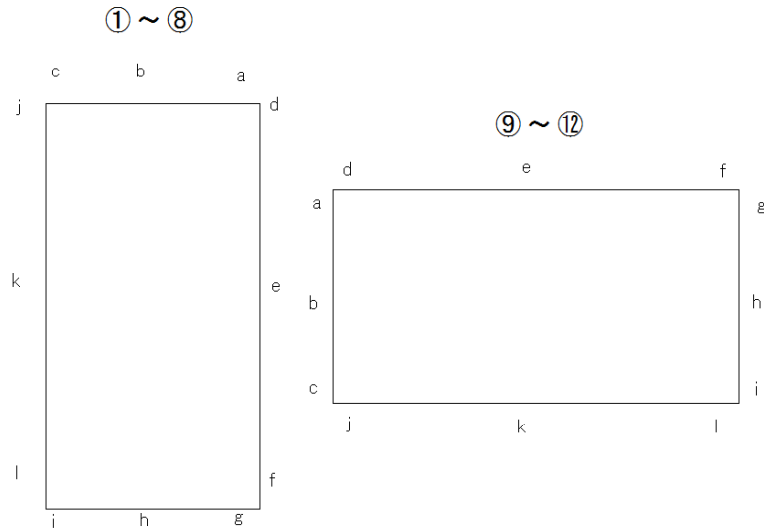


図 6.3-2 床パネル厚みの測定位置詳細図

表 6.3-2 床パネル厚みの精度一覧表

8月25日												
部位	計測値(mm)											
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
①	210.75	測定不可	211.40	211.95	210.70	211.10	210.75	210.50	210.50	210.50	211.00	210.90
②	210.05	210.45	210.60	210.45	210.80	210.95	211.95	211.95	211.95	211.85	211.55	211.75
③	210.20	210.00	210.05	210.50	210.05	210.80	210.60	210.80	210.50	210.70	210.00	210.20
④	211.15	測定不可	211.15	211.30	211.85	211.15	210.70	211.05	211.65	210.50	210.40	210.80
⑤	211.85	211.20	211.30	211.10	211.10	211.70	211.90	211.90	211.90	211.70	211.90	211.25
⑥	211.50	213.90	213.50	213.90	215.15	212.45	212.15	214.50	212.45	213.93	217.50	213.60
⑦	211.85	210.10	210.10	211.40	210.90	211.95	213.00	212.35	212.00	210.10	211.50	211.45
⑧	209.90	210.50	211.05	211.05	210.05	211.55	210.15	211.85	211.00	210.85	210.75	210.95
⑨	211.90	211.10	211.40	211.30	211.50	211.70	211.50	210.40	211.80	212.10	211.90	212.10
⑩	214.35	210.95	214.40	210.85	211.20	210.55	210.40	209.75	210.05	214.05	211.30	210.05
⑪	208.05	208.50	207.95	208.40	209.40	208.60	207.70	208.50	207.80	207.60	209.40	208.30
⑫	208.70	209.65	209.00	208.95	209.65	208.95	209.75	208.85	209.00	209.20	209.70	209.40

c) 床パネル幅、長さの精度検証

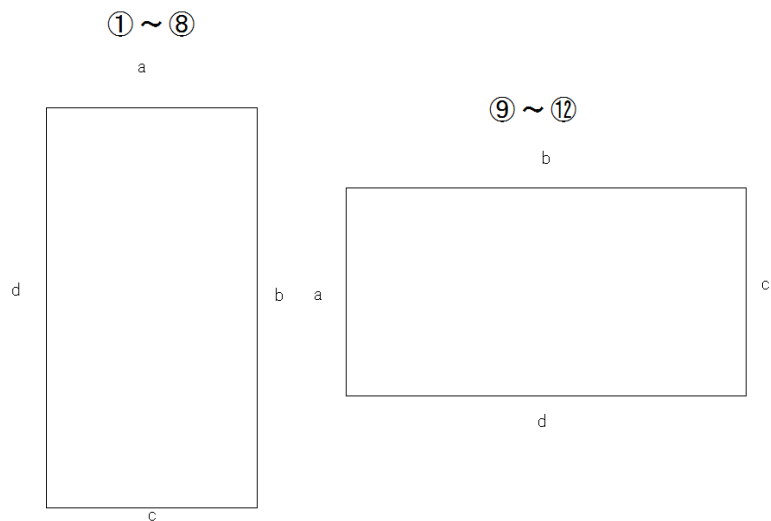


図 6.3-3 幅、長さ測定位置詳細図

表 6.3-3 床パネル幅、長さの精度一覧表

8月25日				
部位	計測値(cm)			
	a	b	c	d
①	158.9	342.5	184.9	368.4
②	179.7	368.3	179.7	368.3
③	179.6	363.2	179.9	363.4
④	158.8	342.5	180.0	363.2
⑤	184.7	334.9	158.9	360.6
⑥	176.2	360.6	176.2	360.6
⑦	183.4	355.7	183.3	355.6
⑧	174.7	355.6	158.8	334.8
⑨	184.6	338.6	158.6	359.4
⑩	183.4	359.4	183.4	359.4
⑪	176.1	368.2	176.0	368.0
⑫	184.8	368.2	158.8	342.1

※赤字は柱に合わせて切り抜いているため数値が低い

d) 床パネルの含水率

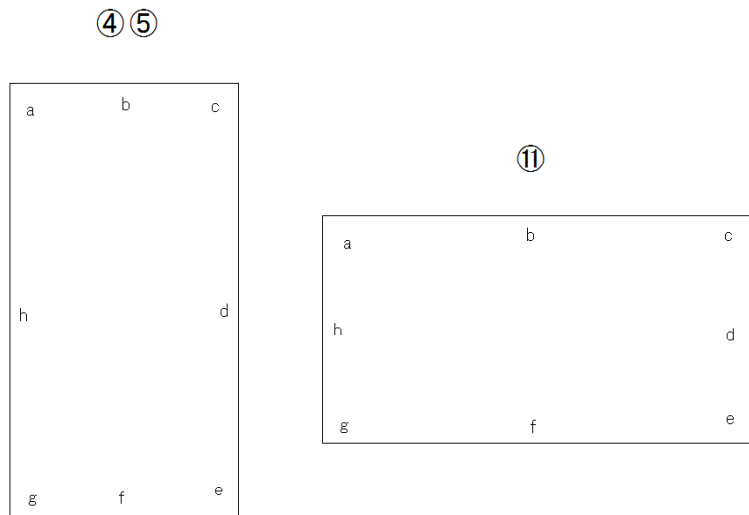


図 6.3-4-1 含水率の測定位置詳細図

表 6.3-4 含水率の計測結果一覧表 (つづく)

8/25 9:30 晴れ				8/25 16:07 雨上がり			
部位	計測値		部位	計測値			
	内	外		内	外		
④	a	14.6	9.0	a	14.8	12.5	
	b	15.0	8.5	b	17.5	14.0	
	c	15.5	12.0	c	17.9	17.5	
	d	16.0	18.5	d	15.3	13.0	
	e	14.9	11.5	e	19.7	14.5	
	f	13.1	8.5	f	21.0	12.0	
	g	13.4	9.5	g	15.7	11.5	
	h	17.2	13.0	h	17.9	10.5	
	平均	15.0	11.3	平均	17.5	13.2	
⑤	a	15.6	12.0	a	15.4	13.0	
	b	15.6	11.0	b	16.9	9.5	
	c	15.5	12.5	c	16.1	13.5	
	d	15.2	11.5	d	18.0	12.5	
	e	15.0	12.0	e	16.2	12.5	
	f	15.2	14.5	f	36.3	29.5	
	g	15.6	11.0	g	30.1	20.0	
	h	15.4	16.0	h	16.7	15.5	
	平均	15.4	12.6	平均	20.7	15.8	
⑪	a	14.5	13.5	a	13.6	13.5	
	b	13.6	10.5	b	22.6	13.0	
	c	16.3	13.0	c	18.7	12.0	
	d	14.7	11.0	d	32.7	16.0	
	e	13.6	14.0	e	21.0	17.0	
	f	15.4	12.5	f	28.1	19.0	
	g	15.5	11.5	g	31.7	20.0	
	h	13.9	10.5	h	14.3	12.5	
	平均	14.7	12.1	平均	22.8	15.4	

8/26 9:00 曇り			
部位	計測値		部位
	内	外	
④	a	29.5	18.0
	b	26.8	15.5
	c	36.5	22.0
	d	33.8	27.0
	e	35.2	21.5
	f	25.5	15.5
	g	21.7	15.0
	h	37.0	17.0
	平均	30.8	18.9
⑤	a	23.8	20.0
	b	25.0	17.0
	c	24.3	16.5
	d	45.9	22.5
	e	30.0	22.5
	f	43.2	33.0
	g	35.7	22.0
	h	23.1	19.5
	平均	31.4	21.6
⑪	a	57.2	43.5
	b	27.9	15.0
	c	36.8	18.5
	d	30.6	21.0
	e	23.0	19.0
	f	26.5	20.5
	g	35.7	19.5
	h	33.3	32.5
	平均	33.9	23.7

8/26 13:05 晴れ			
部位	計測値		部位
	内	外	
④	a	19.4	13.0
	b	19.3	9.5
	c	23.1	13.0
	d	17.0	11.5
	e	25.5	15.0
	f	18.2	9.0
	g	17.4	10.0
	h	24.1	10.5
	平均	20.5	11.4
⑤	a	21.6	17.5
	b	15.9	10.0
	c	17.5	11.0
	d	30.2	11.5
	e	18.5	14.0
	f	18.2	13.0
	g	20.4	14.5
	h	15.6	17.0
	平均	19.7	13.6
⑪	a	24.0	19.0
	b	18.3	10.5
	c	20.7	13.5
	d	17.9	9.5
	e	16.8	13.0
	f	15.4	11.5
	g	22.0	12.0
	h	16.3	11.5
	平均	18.9	12.6

8/26 15:30 晴れ			
部位	計測値		部位
	内	外	
④	a	13.2	11.0
	b	14.5	11.0
	c	14.0	15.0
	d	14.2	10.0
	e	17.9	11.0
	f	13.8	8.5
	g	14.8	9.5
	h	15.7	9.5
	平均	14.8	10.7
⑤	a	19.6	16.0
	b	13.4	9.5
	c	14.9	13.0
	d	16.1	10.0
	e	15.3	11.5
	f	14.8	11.0
	g	15.4	12.5
	h	13.8	12.5
	平均	15.4	12.0
⑪	a	18.0	15.5
	b	15.2	10.5
	c	15.4	10.5
	d	15.6	9.5
	e	14.5	11.5
	f	14.0	10.0
	g	16.5	10.0
	h	13.7	10.5
	平均	15.4	11.0

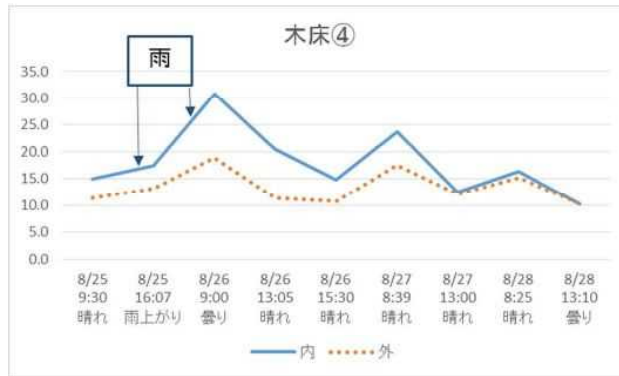
表 6.3-4 含水率の計測結果一覧表 (つづき)

8/27 8:39 晴れ			
部位	計測値		
	内	外	
④	a	22.1	18.0
	b	22.2	14.5
	c	24.0	16.5
	d	21.1	23.0
	e	27.8	18.0
	f	24.1	14.0
	g	22.7	18.0
	h	26.6	18.0
	平均	23.8	17.5
⑤	a	22.8	13.0
	b	24.7	18.5
	c	18.4	16.5
	d	29.9	17.0
	e	19.8	24.5
	f	21.0	19.5
	g	20.5	20.0
	h	20.5	22.5
	平均	22.2	18.9
⑪	a	22.1	24.5
	b	20.2	15.0
	c	26.7	18.0
	d	19.2	16.0
	e	20.8	18.5
	f	20.7	18.5
	g	21.5	19.0
	h	19.5	18.0
	平均	21.3	18.4

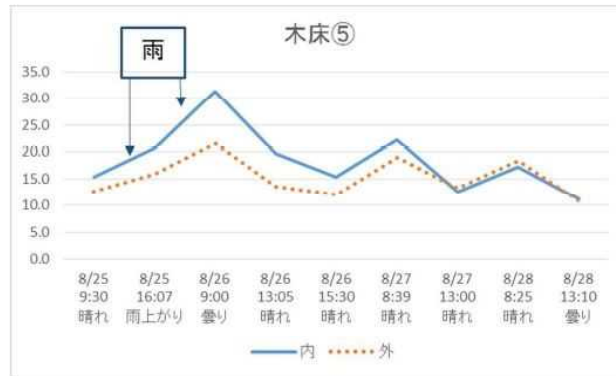
8/27 13:00 晴れ			
部位	計測値		
	内	外	
④	a	11.9	12.0
	b	12.3	9.0
	c	12.9	11.5
	d	13.1	20.0
	e	13.8	11.0
	f	11.4	9.5
	g	11.7	12.0
	h	13.2	11.5
	平均	12.5	12.1
⑤	a	12.7	13.5
	b	11.6	12.0
	c	11.7	13.0
	d	13.6	11.0
	e	12.8	14.5
	f	11.7	11.0
	g	13.2	15.0
	h	13.2	16.0
	平均	12.6	13.3
⑪	a	13.8	14.0
	b	11.4	10.0
	c	15.9	12.5
	d	12.1	10.0
	e	12.5	11.0
	f	11.4	10.0
	g	13.1	10.0
	h	12.2	10.0
	平均	12.8	10.9

8/28 8:25 晴れ			
部位	計測値		
	内	外	
④	a	16.9	15.0
	b	16.4	13.5
	c	16.8	16.0
	d	16.3	20.0
	e	17.2	15.5
	f	15.1	12.5
	g	15.5	14.5
	h	16.7	14.5
	平均	16.4	15.2
⑤	a	17.2	19.5
	b	16.5	14.5
	c	16.3	16.5
	d	18.0	15.0
	e	16.5	21.5
	f	18.2	18.5
	g	17.4	19.0
	h	17.2	21.5
	平均	17.2	18.3
⑪	a	17.1	16.5
	b	15.4	15.0
	c	18.9	15.5
	d	15.7	13.0
	e	15.0	14.5
	f	15.5	13.5
	g	15.2	13.5
	h	14.9	14.5
	平均	16.0	14.5

8/28 13:10 曇り			
部位	計測値		
	内	外	
④	a	8.4	11.0
	b	10.6	10.0
	c	10.6	8.5
	d	12.0	17.0
	e	11.2	9.0
	f	8.8	8.0
	g	10.6	9.5
	h	9.3	8.5
	平均	10.2	10.2
⑤	a	11.4	13.5
	b	10.3	9.0
	c	10.4	11.0
	d	11.3	9.0
	e	11.3	11.0
	f	11.0	9.0
	g	10.8	10.5
	h	11.9	13.0
	平均	11.1	10.8
⑪	a	10.8	9.5
	b	8.6	8.0
	c	12.5	9.5
	d	9.9	8.5
	e	9.8	8.5
	f	11.3	9.0
	g	10.2	8.5
	h	9.6	7.5
	平均	10.3	8.6



(a) 床パネル④



(b) 床パネル⑤



(c) 床パネル⑪

図 6.3-4-2 床パネルごとの含水率の変動

e) 床パネルの設置時間

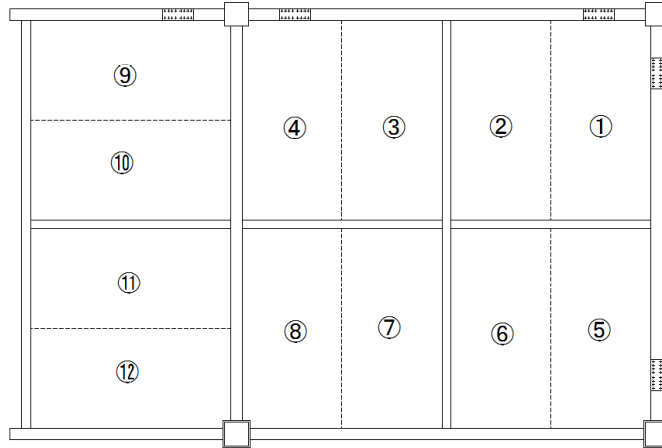
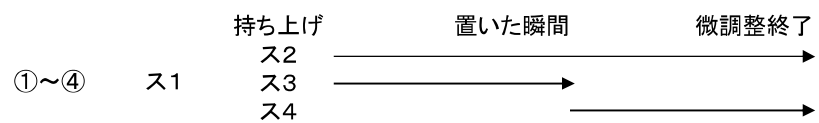


図 6.3-5 床パネルの番号

表 6.3-5 床パネルの設置に要した時間

8月25日					
部位	計測値(時間)				
	ス1	ス2	ス3	ス4	
①	55分58秒	5'55	2'25	3'50	
②		8'23	1'20	6'38	
③		3'36	1'37	2'03	
④		8'51	1'53	6'55	
⑤	54分06秒	5'14	1'08	4'07	
⑥		6'20	1'09	5'14	
⑦		2'12	1'36	1'36	
⑧		4'49	0'57	3'34	
⑨	29分22秒	20'10	8'21	19'56	(トラブル有)
⑩		4'14	2'36	1'40	
⑪		5'45	2'42	3'10	
⑫		12'57	6'26	6'48	(トラブル有)

8月27日 見学会				
部位	計測値(時間)			
	ス1	ス2	ス3	ス4
④		2'33	1'19	1'15
⑩		1'57	1'59	1'05
⑪		2'41	1'31	0'43

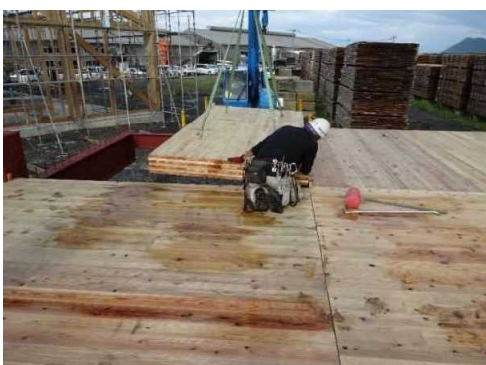




(a) 吊り具装着



(b) クレーン運搬



(c) 吊り下げ時



(b) 微調整

写真 6.3-1 床パネル設置状況

f) 全ネジビス打ち込み時間

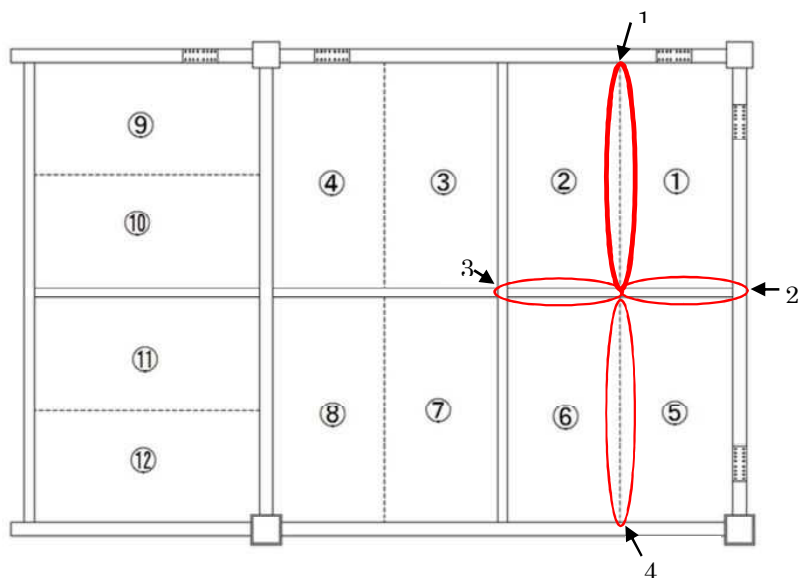


図 6.3-6 全ネジビス打ち込み位置

表 6.3-6 全ネジビス打ち込みに要した時間

8月27日					
番号	距離(mm)	メーカー	取付人数	ビス本数	計測値(時間)
1	3600	マキタ	1	18組36本	26'35
2	1800	マキタ	1	9組18本	10'44
3	1800	マキタ	1	9組18本	14'16
4	3600	マキタ&ヒタチ	2	18組36本	11'24



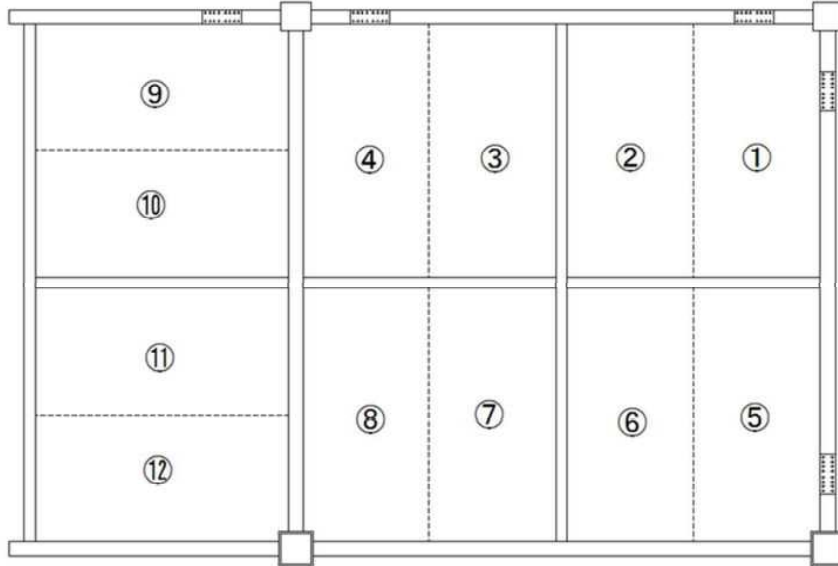
(a) 打ち込みの様子



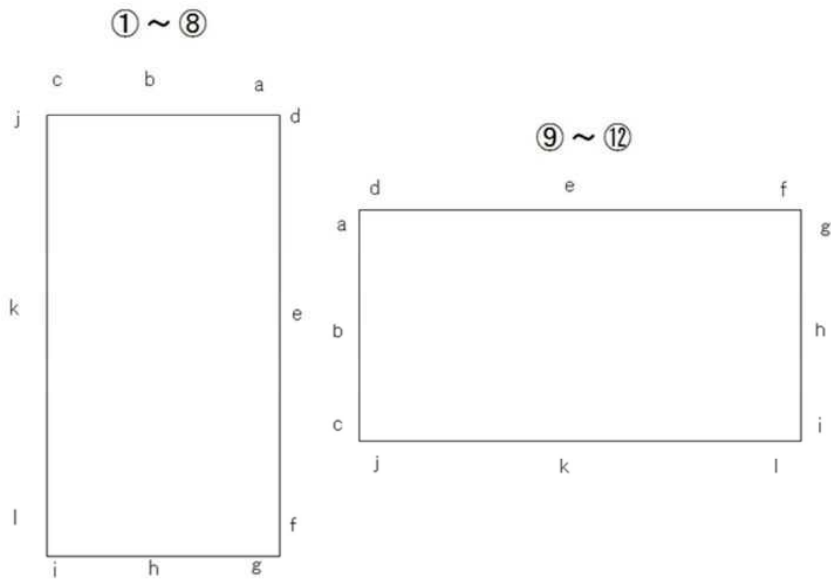
(b) 二人体制時

写真 6.3-2 全ネジビスの打ち込み状況

g) 床パネルと梁フランジ間の隙間



(a) 床パネルの番号



(b) 計測位置の詳細記号

図 6.3-7-1 計測位置詳細図

表 6.3-7 床パネルと梁フランジ間の隙間の計測結果

8月25日												
部位	計測値(mm)											
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
①	0.0		1.5	1.5	2.0	5.0	2.0	0.5	0.0			
②	0.0	0.0	0.5				1.0	0.0	1.0	1.0	0.5	1.0
③	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	1.0	2.0	0.5	0.0			
④	7.0	1.5	0.5				0.0	0.5	5.0	5.0	1.0	6.0
⑤				1.0	1.5	4.0	4.0	1.5	0.0			
⑥							0.5	0.0	0.0	0.5	0.5	1.5
⑦							0.5	1.0	1.0			
⑧							0.5	0.0	1.0	8.0	1.0	2.0
⑨	1.5	1.5	5.0							0.0	1.0	4.0
⑩						2.0	6.0	0.5	5.0	0.0	1.0	0.0
⑪										0.0	0.0	0.0
⑫							5.0	0.0	1.0	5.0	1.0	0.0

8月26日												
部位	計測値(mm)											
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
①				1.0	1.5	3.0						
②												
③												
④												
⑤	1.0			0.0	1.0	1.5	3.0	0.5	0.0			
⑥							0.0	0.0	0.0			
⑦							0.0	0.0	1.0			
⑧							0.5	0.0	0.0			
⑨												
⑩												
⑪												
⑫							5.0	0.0	0.5			

8月27日												
部位	計測値(mm)											
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
①	0.0	0.5	1.5	1.0	1.5	4.0						
②	0.0	0.0	0.5									
③	1.0	0.0	0.0									
④	5.0	2.0	0.0									
⑤				0.5	1.0	2.0	3.0	0.5	0.0			
⑥							0.5	0.0	0.5			
⑦							0.5	0.5	1.0			
⑧							0.5	0.0	0.5			
⑨	1.5	1.5	6.0							0.0	0.5	5.0
⑩										0.0	0.5	0.0
⑪										0.0	0.0	0.5
⑫							5.0	0.0	1.0	5.0	1.0	0.0

8月28日												
部位	計測値(mm)											
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
①	0.0	0.0	1.5	1.5	2.0	4.0						
②	0.0	0.0	0.5									
③	1.0	0.0	0.0									
④	6.0	4.0	0.0									
⑤				0.5	1.0	2.0	3.0	1.0	0.0			
⑥							0.5	0.0	0.5			
⑦							0.5	0.5	1.5			
⑧							0.5	0.5	0.5			
⑨	2.0	1.5	6.0							0.0	0.5	4.0
⑩										0.0	1.0	0.0
⑪										0.0	0.0	0.5
⑫							5.0	0.0	1.5	5.0	2.5	0.0

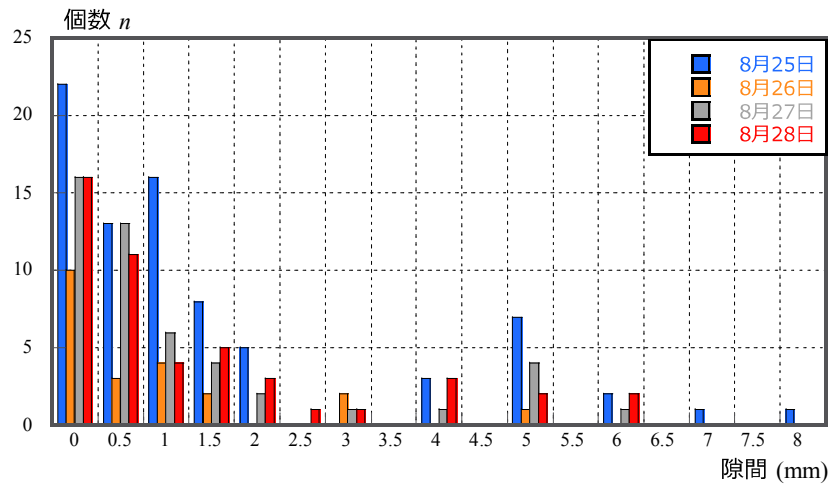


図 6.3-7-2 計測結果ヒストグラム

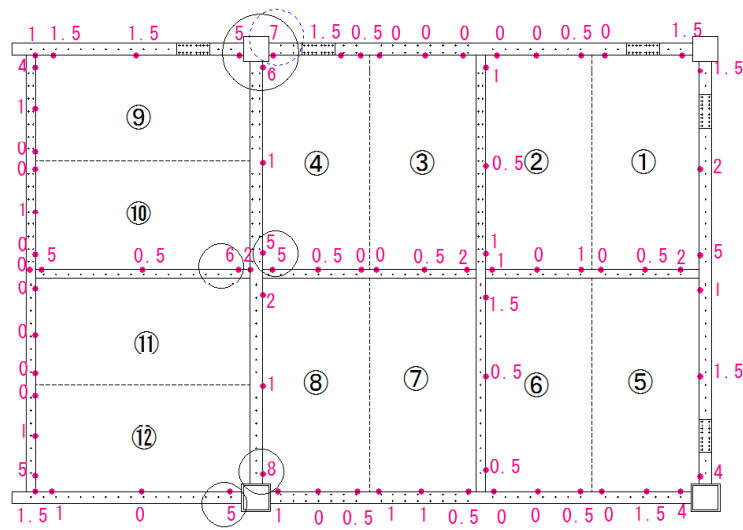


図 6.3-7-3 隙間分布図



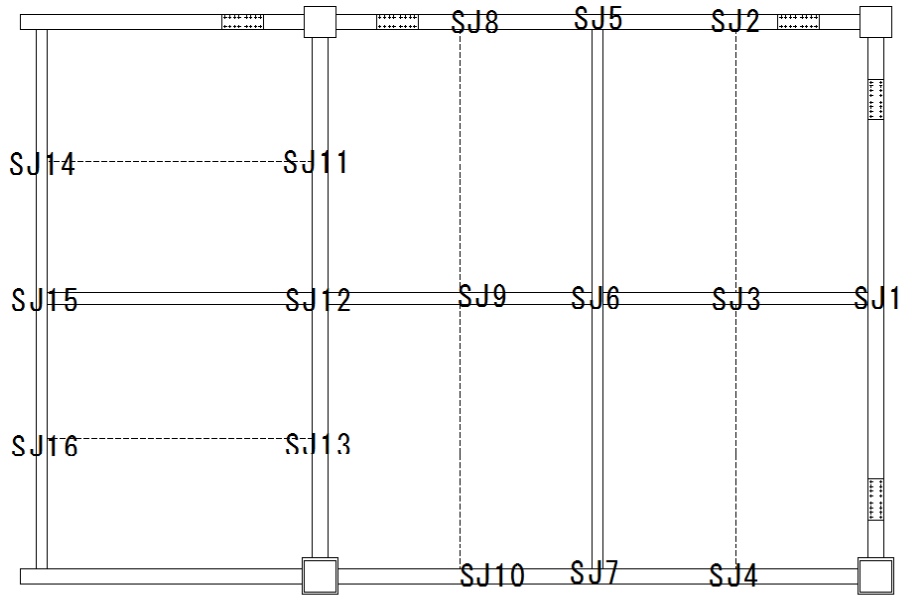
(a) アルミ板による計測



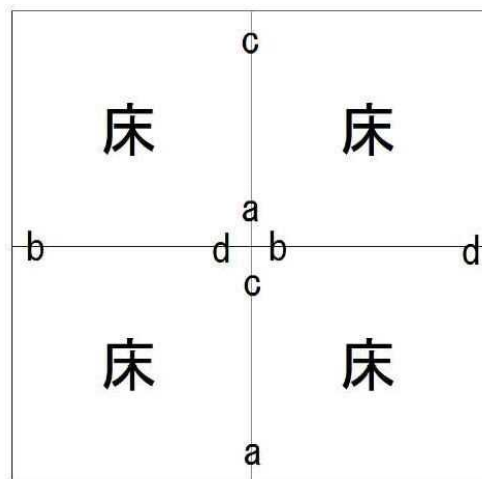
(b) 定規による計測

写真 6.3-3 計測状況

h) 床パネルと床パネルの隙間



(a) 計測位置の記号



(b) 計測位置の詳細

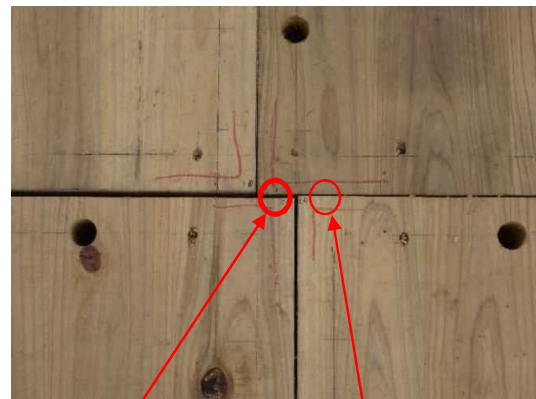
図 6.3-8-1 床パネルと床パネルの隙間の測定位置

表 6.3-8 床パネル同士の隙間の計測結果一覧表

8月25日26日					
部位	計測値(mm)				
	a	b		c	d
SJ 1					3.0
SJ 2				1.0	
SJ 3	1.5	8.0		0.5	4.0
SJ 4	1.0				
SJ 5				2.0	
SJ 6	4.0	4.0	6.0	1.0	1.0
SJ 7	1.0				
SJ 8				3.0	
SJ 9	1.0	5.0		6.0	3.5
SJ 10	5.0				
SJ 11	5.0			3.0	0.0
SJ 12	1.5	0.5	5.0	5.0	0.5
SJ 13	5.0			1.0	2.0
SJ 14		1.5			
SJ 15		3.0			
SJ 16		1.5			

8月27日					
部位	計測値(mm)				
	a	b		c	d
SJ 1					2.5
SJ 2				1.5	
SJ 3	0.5	9.0		0.5	4.0
SJ 4	1.5				
SJ 5				2.0	
SJ 6	2.5	4.0	6.0	0.5	1.0
SJ 7	0.5				
SJ 8				1.0	
SJ 9	0.5	5.0		3.0	4.0
SJ 10	5.0				
SJ 11	5.0			3.0	0.0
SJ 12	1.5	0.5	5.0	5.0	1.5
SJ 13	5.0			1.0	2.0
SJ 14		4.0			
SJ 15		5.0			
SJ 16		2.0			

8月28日					
部位	計測値(mm)				
	a	b		c	d
SJ 1					2.0
SJ 2				1.5	
SJ 3	1.0	8.0		0.5	4.0
SJ 4	1.5				
SJ 5				2.0	
SJ 6	2.5	4.0	6.0	1.0	1.0
SJ 7	1.0				
SJ 8				1.0	
SJ 9	0.0	5.0		4.0	4.0
SJ 10	5.0				
SJ 11	5.0			3.0	0.0
SJ 12	1.5	0.5	6.0	5.0	0.5
SJ 13	6.0			2.0	1.5
SJ 14		5.0			
SJ 15		5.0			
SJ 16		3.0			



実験結果 b の記入欄(左)

実験結果 b の記入欄

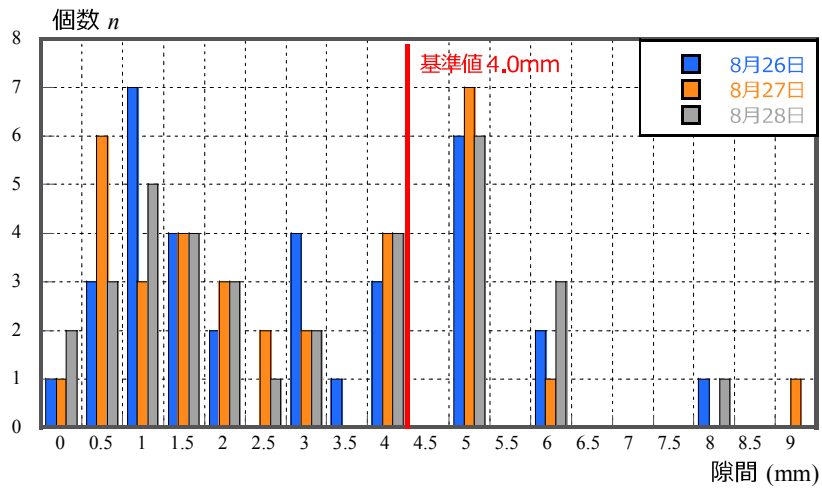


図 6.3-8-2 計測結果ヒストグラム

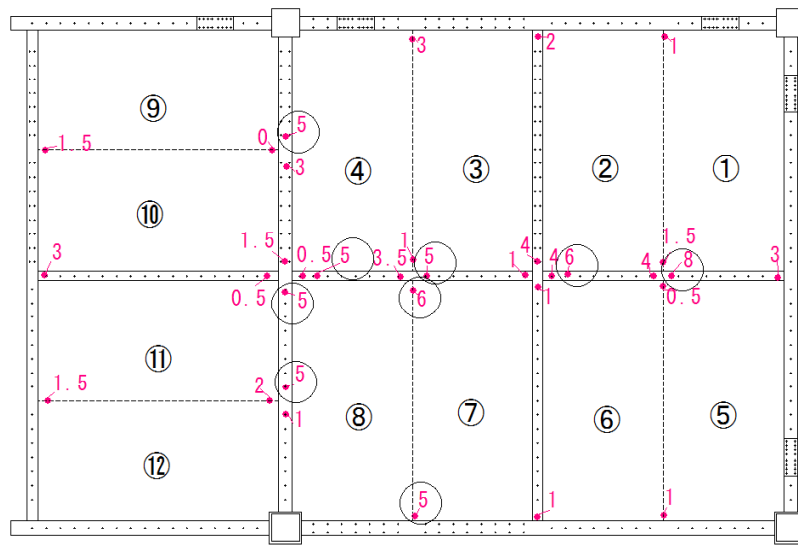


図 6.3-8-3 隙間分布図



(a) 床パネル同士の隙間一例



(b) 計測方法

写真 6.3-4 計測状況

i) 床パネルと柱との隙間

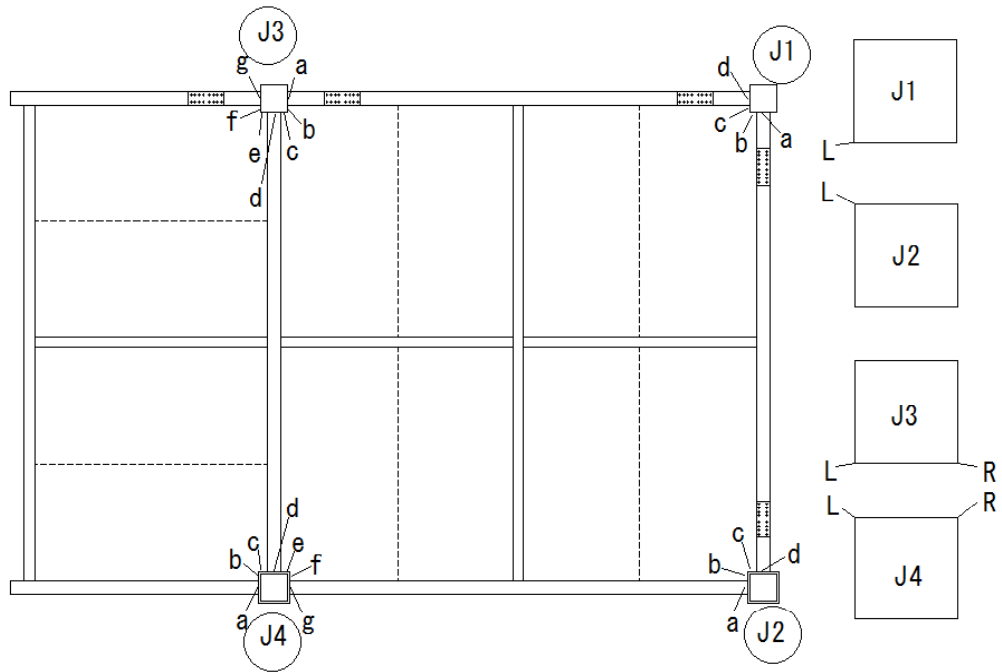


図 6.3-9 床パネルと柱の隙間の測定位置

表 6.3-9 床パネル柱の隙間の計測結果一覧表

8月26日									
部位	計測値(mm)								
	a	b	c	d	e	f	g	R	L
J1	8.0	8.0	6.0	8.0					27.0
J2	6.0	6.0	10.0	12.0					28.0
J3	6.0	6.0	9.0	10.0	10.0	13.0	14.0	35.0	35.0
J4	10.0	10.0	12.0	9.0	6.0	10.0	9.0	32.0	32.0

8月27日									
部位	計測値(mm)								
	a	b	c	d	e	f	g	R	L
J1	8.0	8.0	6.0	7.5					28.0
J2	6.0	6.0	10.0	12.0					29.0
J3	6.5	6.0	8.0	10.0	11.0	12.5	13.5	25.0	34.0
J4	11.0	10.0	12.0	10.0	6.0	10.0	10.0	27.0	32.0

8月28日									
部位	計測値(mm)								
	a	b	c	d	e	f	g	R	L
J1	9.0	9.0	7.0	7.0					28.0
J2	5.5	6.0	10.0	12.0					29.0
J3	7.0	6.5	8.0	10.0	11.0	12.0	13.0	27.0	33.0
J4	10.5	10.0	12.0	10.0	5.5	10.0	9.0	25.0	32.0



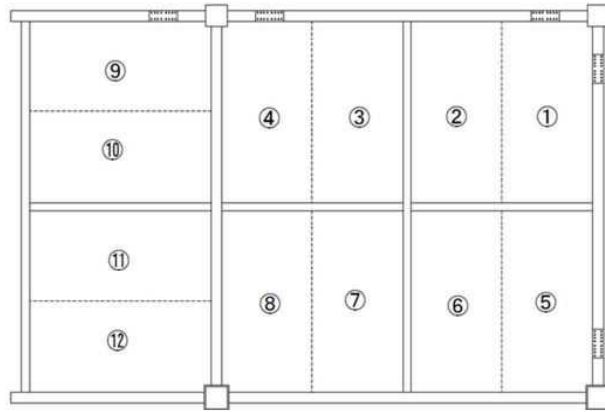
(a) X 方向および Y 方向



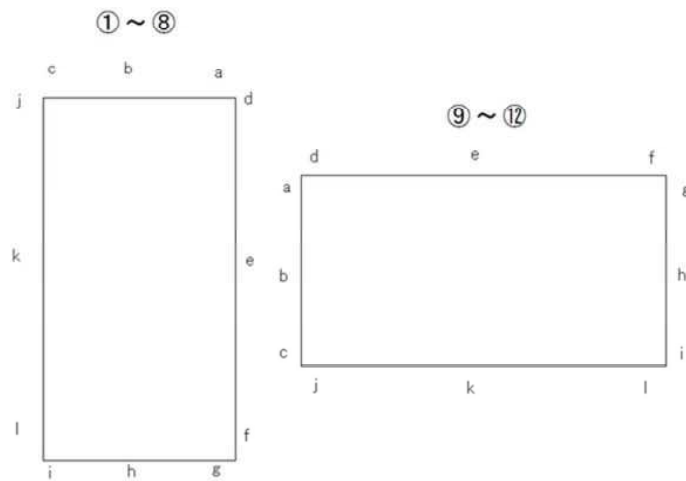
(b) 斜め方向

写真 6.3-5 計測状況

j) 床パネルと床パネルの段差



(a) 床パネルの番号



(b) 計測位置の詳細記号



(c) 記入方法

図 6.3-10-1 計測位置詳細図

表 6.3-10 床パネルと床パネルの段差の計測結果一覧表

8月26日												
部位	計測値(mm)											
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
①												
②				+0.5	+2.0	+1.0	+1.0			+1.0	+2.0	+0.5
③							+2.0	+0.5		+0.5		+0.5
④					+1.0		+0.5	+0.5	+6.0	+2.0		+0.5
⑤	+1.0	+1.0	+0.5									+1.5
⑥	+1.0	+0.5			+2.0	+1.0					+8.0	+4.0
⑦	+0.5					+1.0				+1.0	+2.0	+1.0
⑧										+0.5		+4.5
⑨					-1.0	-0.5	+1.0	+2.0				
⑩	+1.0			-1.0	-2.0		+4.0		+4.0			
⑪		+0.5			-3.0	-3.0	+0.5					
⑫	+1.0	+1.0		-2.0	-2.0							

8月27日												
部位	計測値(mm)											
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
①							0.0					0.0
②					+0.5	+1.0	+2.0			+0.5	+1.5	+0.5
③							+0.5	+0.5	0.0	+1.0		+0.5
④					+1.0		+0.5		+6.0		+1.5	
⑤	+1.0	+1.5										+1.5
⑥	+2.5	+1.0			+2.0	+1.0					+9.0	+2.5
⑦						+2.0				+2.0	+2.5	+2.0
⑧		+1.0								+0.5		+4.5
⑨				+1.0	-1.0		+1.0	+2.5				
⑩	+0.5				-1.0	+2.0	+3.0		+5.0			
⑪		+0.5			-2.5	-3.0						
⑫	+1.0	+1.0	+1.0	-2.0	-1.0							

8月28日												
部位	計測値(mm)											
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
①							+0.5					
②				+0.5	+1.0	+1.5		+1.0	+1.5	+0.5	+1.5	+1.0
③									+0.5	+1.0		+1.5
④					+1.0					+1.5		+0.5
⑤	+1.5	+1.0										+2.0
⑥			+1.5		+2.0	+1.0					+9.0	
⑦		+0.5	+1.0	+2.5		+1.0					+2.0	
⑧	+6.0	+1.0	+1.0	+2.0		+2.0				0.0		+4.5
⑨					-1.0	-0.5	+1.0	+2.0				
⑩	+0.5			-1.0	-3.0		+3.0		+3.0			
⑪		+0.5			-2.0	-4.0						
⑫	+1.0	+1.0	+1.0	-2.0	-1.5							



写真 6.3-6 計測状況

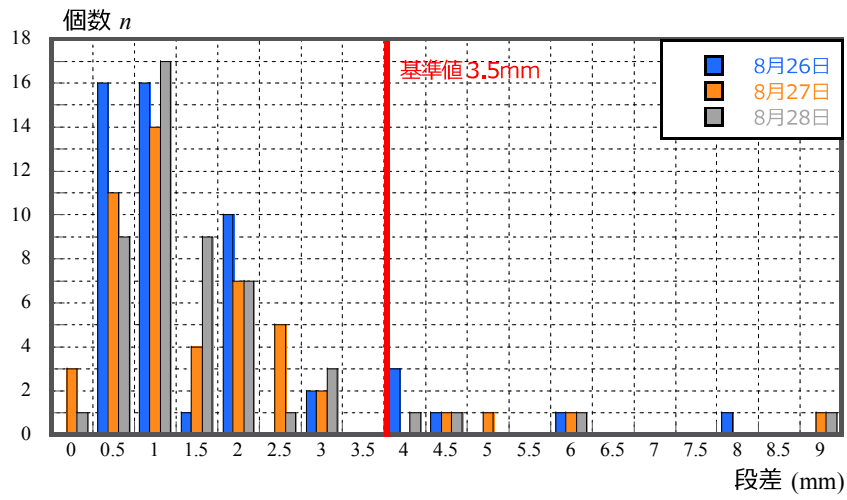


図 6.3-10-2 計測結果ヒストグラム

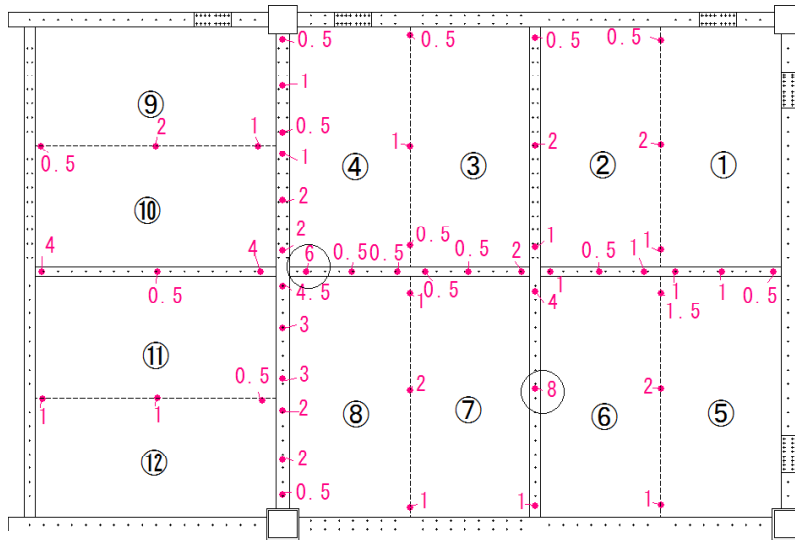


図 6.3-10-3 段差分布図

表 6.3-11 床パネルの傾きの計測結果一覧表 (つづく)

部位		8月26日 計測値(°/1000)																			
		a		b		c		d		e		f		g		h		i			
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
①	+7.0	-1.7	+1.7	+1.7	+5.2	+3.5	+1.7	0.0	+3.5	+1.7	+3.5	+1.7	+3.5	+1.7	+3.5	+1.7	+3.5	+1.7	+3.5	0.0	
②	+1.7	-1.7	+3.5	-1.7	+3.5	0.0	+1.7	-1.7	+3.5	-1.7	+3.5	-1.7	+3.5	-1.7	+3.5	0.0	+1.7	+3.5	+1.7	+3.5	
③	+1.7	0.0	+1.7	0.0	+3.5	-1.7	+3.5	-1.7	+3.5	0.0	+1.7	+3.5	0.0	+1.7	0.0	0.0	-1.7	0.0	-1.7	+1.7	
④	+1.7	0.0	-3.5	-1.7	-1.7	0.0	-1.7	0.0	-1.7	-1.7	-3.5	0.0	-3.5	0.0	-3.5	0.0	-3.5	-1.7	-3.5	-1.7	
⑤	+3.5	+3.5	+3.5	-1.7	+7.0	+1.7	+3.5	+1.7	+3.5	+1.7	+5.2	+3.5	+1.7	+3.5	+1.7	+3.5	+1.7	+3.5	+1.7	+5.2	
⑥	+1.7	+7.0	0.0	+5.2	-1.7	0.0	+5.2	0.0	+1.7	+1.7	+5.2	0.0	+3.5	+1.7	+7.0	+3.5	+1.7	+3.5	+1.7	+5.2	
⑦	+3.5	+1.7	+3.5	+1.7	+3.5	+7.0	+5.2	+3.5	+1.7	+3.5	+1.7	+1.7	+3.5	+1.7	+3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	+1.7	+7.0
⑧	-5.2	0.0	-3.5	+1.7	-1.7	+3.5	+1.7	0.0	+3.5	0.0	+1.7	+1.7	-3.5	0.0	-1.7	0.0	-1.7	0.0	-1.7	-3.5	+3.5
⑨	+7.0	-3.5	0.0	-5.2	+3.5	-5.2	+1.7	-5.2	+3.5	+1.7	-5.2	+1.7	+1.7	+1.7	+1.7	+1.7	+1.7	+1.7	+1.7	+1.7	0.0
⑩	+1.7	0.0	+1.7	-1.7	+1.7	-3.5	-1.7	+1.7	+1.7	+1.7	+1.7	+1.7	+3.5	+1.7	+1.7	-1.7	+1.7	+1.7	+3.5	+1.7	+1.7
⑪	0.0	+1.7	0.0	0.0	+1.7	0.0	+3.5	+1.7	+1.7	-1.7	+1.7	+1.7	+1.7	+1.7	+1.7	-1.7	+1.7	0.0	+3.5	+1.7	-1.7
⑫	0.0	+5.2	0.0	+3.5	0.0	+3.5	0.0	-1.7	-1.7	+5.2	+1.7	+1.7	-5.2	+3.5	-5.2	+3.5	0.0	-5.2	+3.5	+3.5	+3.5

部位		8月26日 計測値(度)																			
		a		b		c		d		e		f		g		h		i			
X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
①	+0.4	-0.1	+0.1	+0.1	+0.3	+0.2	+0.1	0.0	+0.2	+0.1	+0.2	+0.2	+0.1	+0.2	+0.2	-0.1	0.0	+0.1	+0.1	+0.2	0.0
②	+0.1	-0.1	+0.2	-0.1	+0.2	0.0	+0.1	-0.1	+0.2	-0.1	+0.2	-0.1	+0.2	-0.1	+0.2	+0.1	+0.1	+0.1	+0.2	+0.1	+0.2
③	+0.1	0.0	+0.1	0.0	+0.2	-0.1	+0.2	-0.1	+0.2	0.0	+0.1	0.0	+0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	-0.1	+0.1
④	+0.1	0.0	-0.2	-0.1	-0.1	0.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.1	-0.2	-0.1	-0.2	-0.1	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1
⑤	+0.2	+0.2	+0.2	+0.1	+0.4	+0.1	+0.2	+0.1	+0.3	+0.2	+0.2	+0.1	+0.2	+0.2	+0.1	+0.2	+0.1	+0.2	+0.2	+0.1	+0.3
⑥	+0.1	+0.4	0.0	+0.3	-0.1	0.0	-0.1	+0.1	-0.1	+0.3	0.0	-0.1	+0.2	0.0	+0.2	+0.4	0.0	+0.2	+0.1	+0.3	-0.1
⑦	+0.2	+0.1	+0.2	+0.1	+0.2	+0.4	+0.3	+0.2	+0.2	-0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.2	+0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	-0.1	+0.4
⑧	-0.3	0.0	-0.2	+0.1	-0.1	+0.2	-0.1	0.0	+0.2	0.0	+0.2	0.0	+0.1	-0.2	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-0.2	-0.2	+0.2
⑨	+0.4	-0.2	0.0	-0.3	+0.2	-0.3	+0.1	-0.3	+0.2	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	-0.1	+0.1	+0.1	-0.1	0.0	0.0
⑩	+0.1	0.0	+0.1	-0.1	+0.1	-0.2	-0.1	-0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.2	+0.2	-0.1	-0.1	+0.1	+0.1	-0.2	+0.2	+0.1
⑪	0.0	+0.1	0.0	0.0	+0.1	0.0	+0.2	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	-0.1	+0.1	+0.1	0.0	+0.2	-0.1
⑫	0.0	+0.3	0.0	+0.2	0.0	-0.1	-0.1	+0.3	+0.1	+0.1	+0.1	-0.3	+0.2	-0.3	-0.3	0.0	-0.3	-0.3	0.0	-0.2	+0.2

表 6.3-12 床パネルの傾きの計測結果一覧表 (つづき)

部位		8月27日28日 計測値(×/1000)																			
		a		b		c		d		e		f		g		h		i			
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
①	+1.7	0.0	+5.2	+1.7	+6.2	+1.7	+3.5	0.0	+5.2	+1.7	+3.5	0.0	+3.5	0.0	-1.7	+3.5	0.0	+5.2	0.0		
②	+3.5	0.0	+3.5	0.0	0.0	0.0	+3.5	+3.5	+3.5	0.0	+3.5	+1.7	+1.7	0.0	+1.7	0.0	+1.7	0.0	+3.5	0.0	
③	+1.7	-1.7	+1.7	+1.7	+1.7	0.0	0.0	-1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+1.7	0.0	+1.7	0.0
④	-1.7	+1.7	-1.7	0.0	-1.7	0.0	-1.7	0.0	-1.7	0.0	-1.7	+1.7	+1.7	-3.5	-1.7	-3.5	+1.7	+1.7	-3.5	0.0	
⑤	+3.5	0.0	+1.7	+1.7	+3.5	0.0	+3.5	0.0	+3.5	+1.7	+1.7	+1.7	+3.5	0.0	+1.7	+1.7	+1.7	+3.5	+3.5	0.0	
⑥	0.0	+3.5	0.0	+5.2	-1.7	0.0	-1.7	0.0	-1.7	+5.2	0.0	+5.2	0.0	+1.7	+1.7	0.0	+3.5	0.0	+1.7	0.0	
⑦	+1.7	0.0	0.0	0.0	+1.7	+3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+5.2	+1.7	+3.5	0.0	+1.7	0.0	+1.7	+1.7	0.0	
⑧	-1.7	+1.7	-1.7	0.0	-3.5	+1.7	0.0	-3.5	0.0	+1.7	+3.5	+3.5	0.0	+1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	+1.7	0.0	
⑨	+1.7	-1.7	+5.2	-5.2	+3.5	-5.2	+3.5	+3.5	-3.5	0.0	+3.5	-1.7	0.0	+1.7	0.0	+1.7	0.0	+1.7	+1.7	0.0	
⑩	-1.7	0.0	0.0	0.0	+3.5	0.0	0.0	+1.7	0.0	+1.7	0.0	+3.5	0.0	+3.5	0.0	+1.7	+1.7	+1.7	+1.7	0.0	
⑪	0.0	0.0	+1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+1.7	+1.7	+1.7	+1.7	0.0	0.0	
⑫	0.0	+3.5	0.0	+5.2	+1.7	+3.5	+1.7	+5.2	0.0	+3.5	0.0	+3.5	0.0	+3.5	0.0	+3.5	0.0	+1.7	+1.7	+5.2	0.0

部位		8月27日28日 計測値(°)																			
		a		b		c		d		e		f		g		h		i			
		X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
①	+0.1	0.0	+0.3	+0.1	+0.3	+0.1	+0.2	0.0	+0.3	+0.1	+0.2	0.0	+0.2	0.0	-0.1	+0.2	0.0	+0.3	0.0		
②	+0.2	0.0	+0.2	0.0	0.0	0.0	+0.2	+0.2	0.0	+0.2	+0.1	+0.1	+0.1	0.0	0.0	+0.1	0.0	+0.2	0.0		
③	+0.1	-0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+0.1	0.0	+0.1	0.0
④	-0.1	+0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	+0.1	-0.2	-0.1	-0.2	+0.1	+0.1	-0.2	+0.1	0.0	
⑤	+0.2	0.0	+0.1	+0.1	+0.2	0.0	+0.2	0.0	+0.2	0.0	+0.1	+0.1	+0.2	0.0	+0.1	+0.1	+0.2	+0.2	+0.2	0.0	
⑥	0.0	+0.2	0.0	+0.3	-0.1	0.0	-0.1	0.0	+0.3	0.0	+0.3	0.0	+0.1	+0.1	+0.1	0.0	+0.2	0.0	+0.1	0.0	
⑦	+0.1	0.0	0.0	0.0	+0.1	+0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	+0.3	+0.1	+0.2	0.0	+0.2	0.0	+0.1	+0.1	+0.1	0.0	
⑧	-0.1	+0.1	-0.1	0.0	-0.2	+0.2	+0.1	0.0	+0.3	0.0	+0.1	+0.2	+0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+0.1	0.0	
⑨	+0.1	-0.1	+0.3	-0.3	+0.3	-0.3	+0.2	-0.2	+0.2	0.0	+0.2	-0.1	0.0	+0.1	0.0	0.0	0.0	+0.1	+0.1	0.0	
⑩	-0.1	0.0	0.0	0.0	+0.2	0.0	0.0	+0.1	0.0	0.0	+0.2	0.0	-0.1	0.0	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	0.0	0.0	
⑪	0.0	0.0	+0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	0.0	0.0	
⑫	0.0	+0.2	0.0	+0.3	+0.1	+0.2	+0.1	+0.3	0.0	+0.2	0.0	+0.2	0.0	+0.2	0.0	+0.2	0.0	+0.1	+0.1	+0.3	0.0

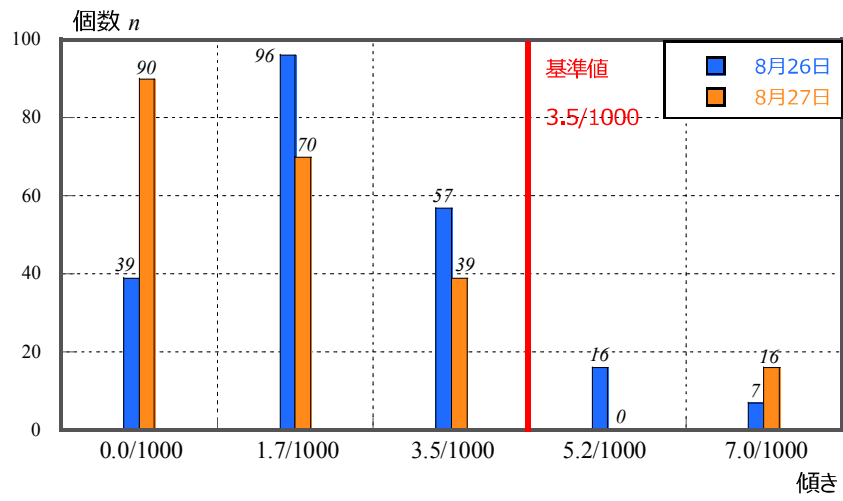


図 6.3-11-2 計測結果ヒストグラム



写真 6.3-7 計測状況

7. 試設計

構造計算概要書

建物概要：30階建てオフィスビル

設計ルート：ルート3

構造計算概要書

1. 建物の概要

建築物名称：木床 30 階建て事務所

1.1 構造計画

1.1.1 モデルビルの基本計画

省略

1.1.2 モデルビル概要

敷地：省略

用途：オフィス

建物：階数 : 30 階 地下・塔屋・

高さ : 121m

軒の高さ : 120m

延床面積 : 54067.2m²

建築面積 : 1802.24m²

構造：地上部分 : 鉄骨造

地下部分 : 鉄骨鉄筋コンクリート造

床(1 階) : 鉄筋コンクリート造

床(2 階以上) : 木質造

設備：暖冷房 セントラル方式

1.1.3 構造上の特徴

(上部構造)

- ・本建物は 51.2m×35.2m の長方形平面で、高さ 120m のオフィスビルである。
- ・構造種別は、鉄骨造で、架構形式は X 方向、Y 方向共に純ラーメン構造としている。
- ・平面・立面形状は整形の安定型であり、形態上は特に配慮を要する部分・部位はない
- ・コンクリート床は鉄筋コンクリート造のデッキプレートを配置した床である。
- ・木床は CLT に耐火被覆を施した床である。

1.1.4 構造計算方針

(上部構造)

- ・構造計算は X 方向ルート 3、Y 方向ルート 3 とする。
- ・地盤は、第二種地盤と仮定し、 A_i 、 R_t 、一次固有周期は告示による略算式を用いて算出する。
- ・応力解析には、一貫計算プログラム「SEIN La CREA」を使用する。
- ・外力分布は一次設計、保有水平耐力計算とも A_i 分布に基づく外力分布とする。
- ・構造部材は、柱、梁、床、基礎とする。非構造部材は、雑壁とし、荷重のみを評価し、長期・地震荷重には抵抗しないものとする。
- ・部材のモデル化は柱梁を線材置換とする。
- ・各階の床はコンクリート床・木床に関わらず、大きな開口、くびれ等がないので、剛床仮定が成り立つものとする。

- ・外壁は重量のみ考慮し、剛性は考慮しない。

(許容応力度・層間変形角計算)

- ・地震力によって生ずる各階の層間変形角が 1/200 を超えないことを確認する。
- ・断面算定用応力の位置は、長期荷重は部材芯応力、水平荷重は部材芯応力とする。
- ・柱の断面算定は一軸曲げを考慮する。

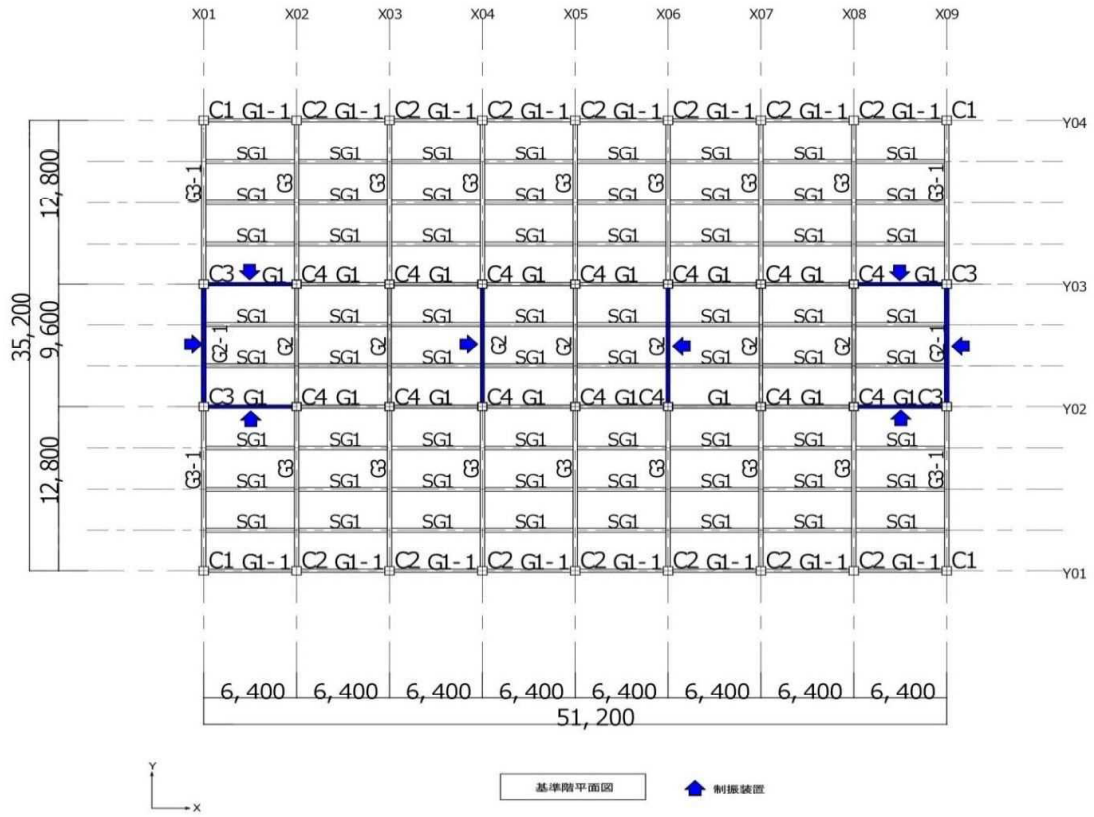
1.2 構造計算書

1.2.1 材料

鋼材：柱	角形鋼管	SN490C
梁	H形鋼	SN490B
小梁	H形鋼	SN400B
座屈拘束ブレース	平鋼	BCP235(SS400B)
接合部	プレート	SN490B
	高力ボルト	F10T
床：木	杉材 等級	E50
コンクリート	普通コンクリート	Fc24
	鉄筋	SD345

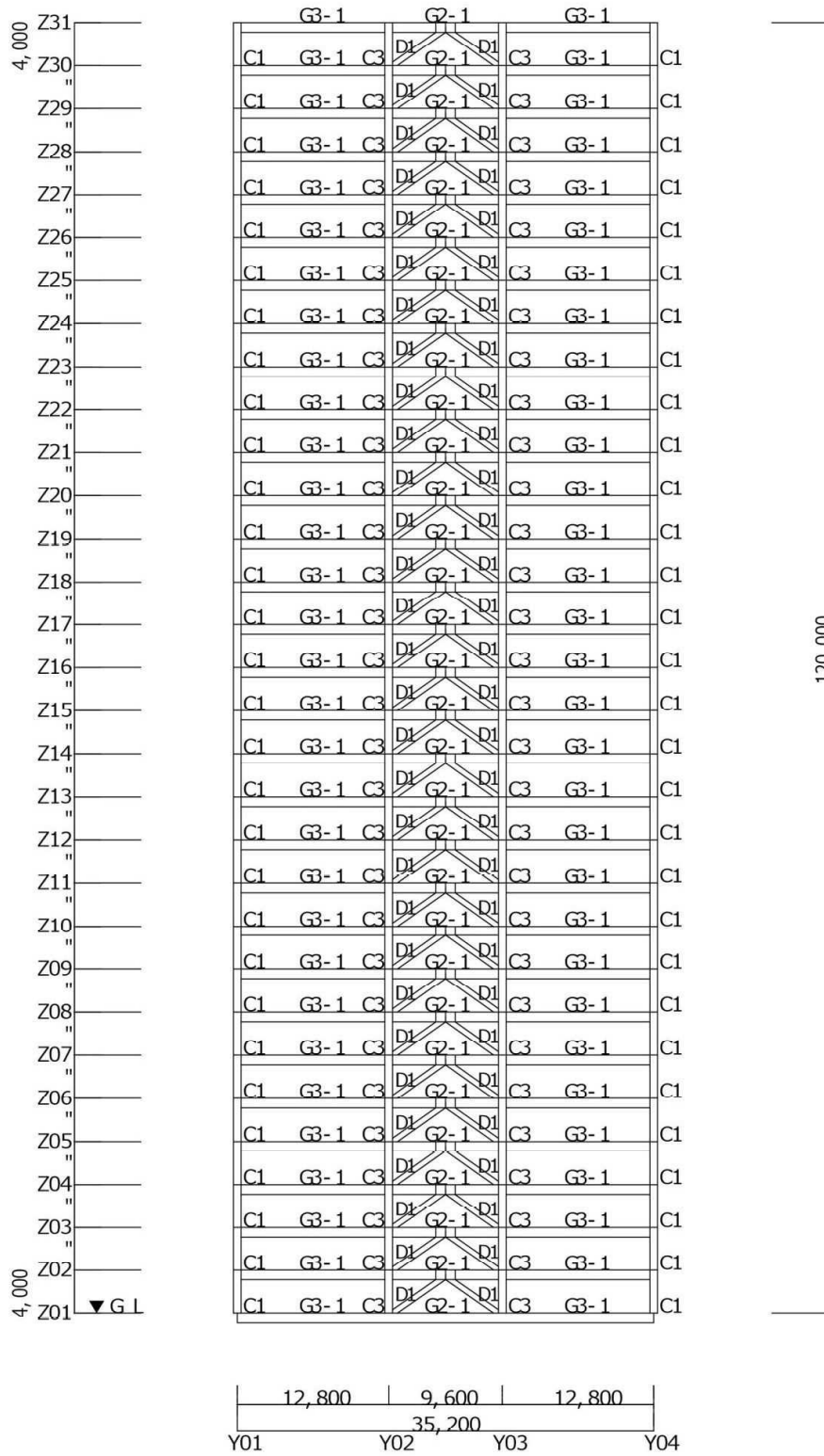
1.2.2 伏図及び軸組図

・略伏図等

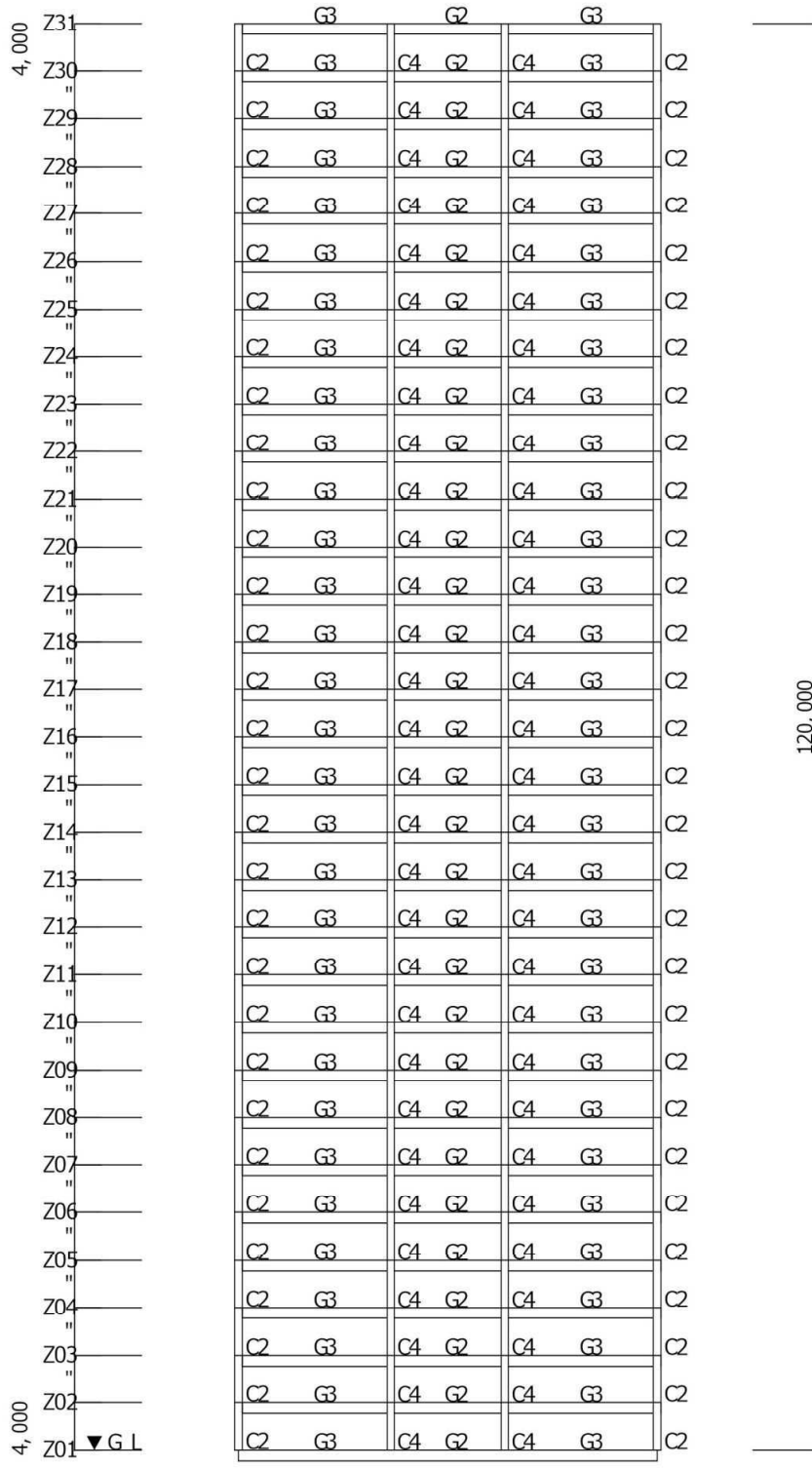


01~30階 伏図

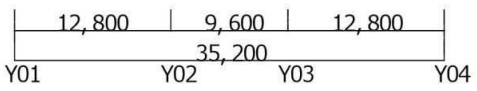
・略軸組図等

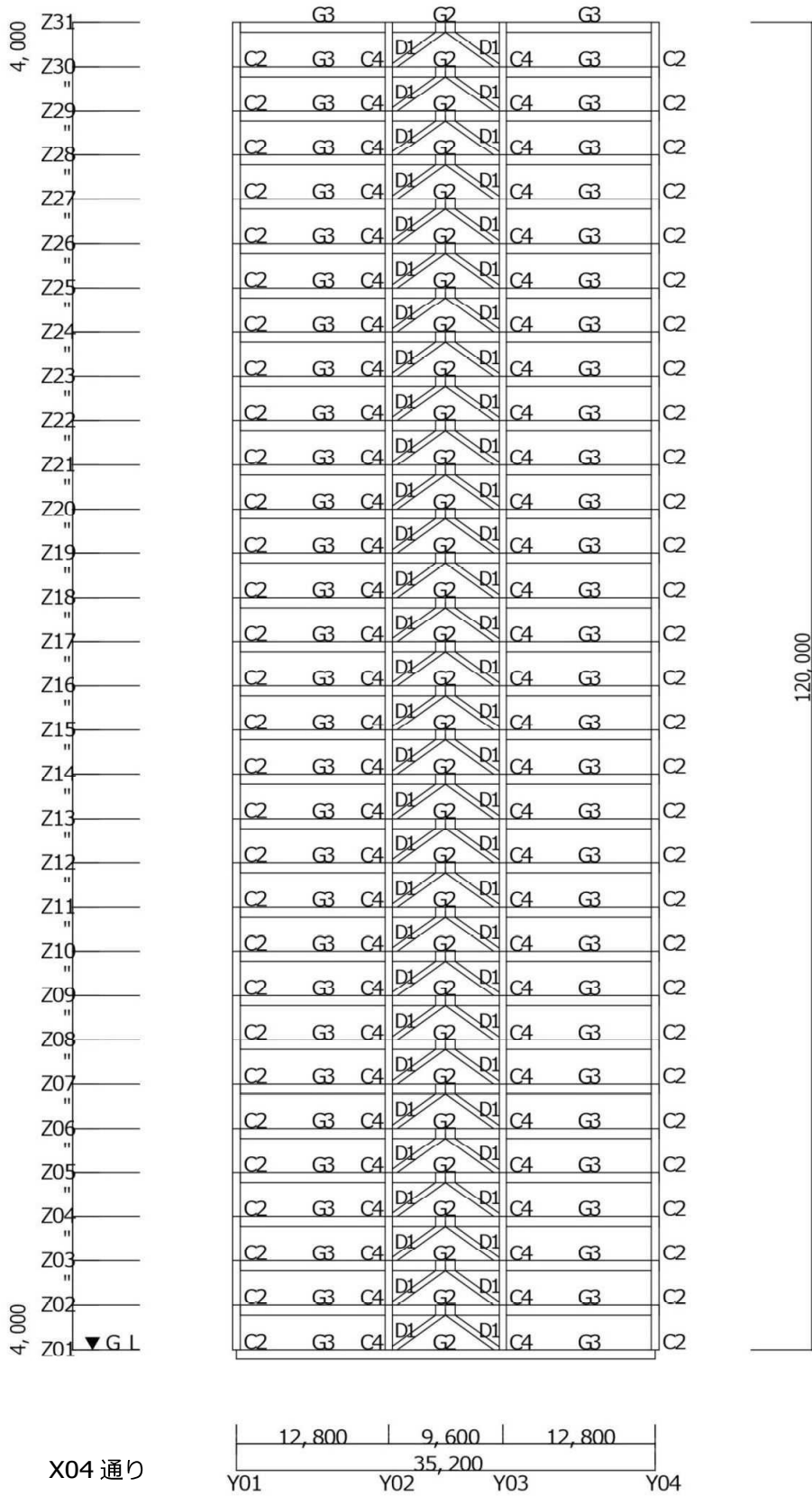


X01 通り



X02 通り





・部材断面表

2 荷重、外力

2.1 固定荷重

・屋根

防水押えコンクリート	70	1610
防水層		150
RCスラブ	130	3120
デッキプレート		200
天井		200
計		5280(N/m ²)

・事務室・機械室・廊下・便所(木床)

床仕上げ		100
木床	210	840
天井		200
計		1140(N/m ²)

・事務室・機械室・廊下・便所(RC床)

床仕上げ		100
RCスラブ	150	3600
デッキプレート		200
天井		200
計		4100(N/m ²)

・階段

木材		132
鉄板		700
ササラ桁		100
計		932(N/m ²)

・その他の重量

内壁：	軽量鉄骨下地間仕切り	0.5(kN/m ²)
外壁：	金属カーテンウォール	1.0(kN/m ²)

2.2 積載荷重(単位:N/m²)

	床・小梁	フレーム	地震
屋根	1800	1300	600
事務室	3000	1800	800
機械室	4900	2400	1300
階段	3000	1800	800

2.3 積雪荷重

該当なし

2.4 風荷重

- ・ 地表面粗度区分：Ⅲ
- ・ 基準風速 V_0 : $V_0=46.0\text{m/s}$
- ・ E 値 : $E=Er^2 \times Gf=3.58$
- ・ 速度圧 : $q=0.6EV_0^2=4541.2\text{N/m}^2$
- ・ 風力係数 : 平成 12 年建設省告示第 1454 号第 3 に規定する式に基づき算出

2.5 地震力

- 地震地域係数 $Z=1.0$
- 地盤種別 第二種地盤
- 設計用一次固有周期 $T=3.6(\text{s})$ 【X,Y 方向共】
- 設計用一次固有周期の算出方 略算法
- 振動特性係数 $R_t=0.27$
- 標準せん断力係数 $C_0=0.20.1.0$
- 地震力 $Q_i=C_i \times W_i$
 $C_i=Z \times R_t \times A_i \times C_0$

層	層重量 (kN)	Σ 層重量 (kN)	α _i	A _i	C ₀ =0.2 R _t =0.27 Z=1.0		C ₀ =1.0 R _t =0.27 Z=1.0		w _i /A (kN/m ²)
					s _{C0}	Q _i (kN)	s _{C0}	Q _i (kN)	
31	13175.9	13175.9	0.05	3.58	0.191	2515.0	0.954	12575.0	7.3
30	7325.3	20501.2	0.08	3.04	0.162	1188.6	0.811	5943.0	4.1
29	7362.4	27863.6	0.12	2.73	0.145	1070.4	0.727	5351.8	4.1
28	7411.4	35275.0	0.15	2.51	0.134	991.1	0.669	4955.6	4.1
27	7411.7	42686.7	0.18	2.34	0.125	926.4	0.625	4631.8	4.1
26	7412.0	50098.8	0.21	2.21	0.118	874.9	0.590	4374.3	4.1
25	7472.4	57571.2	0.24	2.10	0.112	838.6	0.561	4193.0	4.1
24	7594.0	65165.2	0.27	2.01	0.107	814.1	0.536	4070.4	4.2
23	7594.4	72759.6	0.30	1.93	0.103	780.8	0.514	3904.1	4.2
22	7594.7	80354.4	0.33	1.85	0.099	751.3	0.495	3756.4	4.2
21	7662.8	88017.2	0.36	1.79	0.095	730.9	0.477	3654.3	4.3
20	7743.2	95760.4	0.40	1.73	0.092	713.2	0.461	3566.1	4.3
19	7743.5	103503.9	0.43	1.67	0.089	689.9	0.445	3449.5	4.3
18	7743.9	111247.8	0.46	1.62	0.086	668.2	0.431	3341.1	4.3
17	7801.4	119049.2	0.49	1.57	0.084	652.5	0.418	3262.6	4.3
16	7940.7	126989.9	0.53	1.52	0.081	644.0	0.405	3219.9	4.4
15	7941.2	134931.1	0.56	1.48	0.079	624.9	0.393	3124.4	4.4
14	7941.6	142872.7	0.59	1.43	0.076	606.7	0.382	3033.3	4.4
13	7997.4	150870.1	0.62	1.39	0.074	593.2	0.371	2966.1	4.4
12	8065.4	158935.5	0.66	1.35	0.072	581.0	0.360	2904.8	4.5
11	8066.0	167001.5	0.69	1.31	0.070	564.3	0.350	2821.6	4.5
10	8066.7	175068.2	0.72	1.27	0.068	548.2	0.340	2741.2	4.5
9	8120.7	183188.9	0.76	1.24	0.066	536.1	0.330	2680.4	4.5
8	8266.7	191455.6	0.79	1.20	0.064	529.8	0.320	2648.8	4.6
7	8267.7	199723.4	0.83	1.17	0.062	514.3	0.311	2571.5	4.6
6	8268.9	207992.2	0.86	1.13	0.060	499.2	0.302	2496.0	4.6
5	8321.9	216314.1	0.90	1.10	0.059	487.4	0.293	2437.0	4.6
4	8391.5	224705.6	0.93	1.06	0.057	476.6	0.284	2382.8	4.7
3	8394.4	233100.0	0.97	1.03	0.055	462.1	0.275	2310.4	4.7
2	8399.4	241499.4	1.00	1.00	0.053	448.0	0.267	2239.8	4.7
1	13222.5	254721.9							7.3

3 応力計算

3.1 架構モデル図

3.1.1 鉛直荷重時応力

SEIN の設定上、スラブの材料を自由に選択できない。そのため本来 RC 床の床荷重については木床との差分を特殊荷重に入力することで解決を図った。

表 3.1.1 建物重量詳細

層	柱 (kN)	梁 (kN)	小梁 (kN)	床 (kN)	ブレース (kN)	積載・固定・ 特殊荷重 (kN)	層重量 (kN)
31	477.6	1118.5	353.5	2108.1	4.7	9113.5	13175.9
30	955.1	1128.8	353.5	2108.1	9.5	2770.3	7325.3
29	991.9	1128.8	353.5	2108.1	9.8	2770.3	7362.4
28	1028.8	1140.7	353.5	2108.1	10.1	2770.2	7411.4
27	1028.8	1140.7	353.5	2108.1	10.4	2770.2	7411.7
26	1028.8	1140.7	353.5	2108.1	10.7	2770.2	7412.0
25	1088.8	1140.7	353.5	2108.1	11.0	2770.3	7472.4
24	1148.9	1202.0	353.5	2108.1	11.4	2770.1	7594.0
23	1148.9	1202.0	353.5	2108.1	11.7	2770.2	7594.4
22	1148.9	1202.0	353.5	2108.1	12.1	2770.1	7594.7
21	1216.6	1202.0	353.5	2108.1	12.4	2770.2	7662.8
20	1284.3	1214.2	353.5	2108.1	12.8	2770.3	7743.2
19	1284.3	1214.2	353.5	2108.1	13.1	2770.3	7743.5
18	1284.3	1214.2	353.5	2108.1	13.5	2770.3	7743.9
17	1341.4	1214.2	353.5	2108.1	13.9	2770.3	7801.4
16	1398.4	1296.1	353.5	2108.1	14.4	2770.2	7940.7
15	1398.4	1296.1	353.5	2108.1	14.8	2770.3	7941.2
14	1398.4	1296.1	353.5	2108.1	15.3	2770.2	7941.6
13	1453.6	1296.1	353.5	2108.1	15.8	2770.3	7997.4
12	1508.8	1308.3	353.5	2108.1	16.4	2770.3	8065.4
11	1508.8	1308.3	353.5	2108.1	17.0	2770.3	8066.0
10	1508.8	1308.3	353.5	2108.1	17.7	2770.3	8066.7
9	1562.2	1308.3	353.5	2108.1	18.4	2770.2	8120.7
8	1615.6	1400.0	353.5	2108.1	19.2	2770.3	8266.7
7	1615.6	1400.0	353.5	2108.1	20.2	2770.3	8267.7
6	1615.6	1400.0	353.5	2108.1	21.4	2770.3	8268.9
5	1667.2	1400.0	353.5	2108.1	22.8	2770.3	8321.9
4	1718.7	1416.1	353.5	2108.1	24.8	2770.3	8391.5
3	1718.7	1416.1	353.5	2108.1	27.6	2770.4	8394.4
2	1718.7	1416.1	353.5	2108.1	32.7	2770.3	8399.4
1	1246.1	1416.1	353.5	2108.1	18.0	8080.7	13222.5

3.1.2 水平荷重時応力

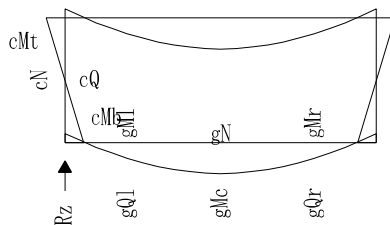
表 3.1.2 水平荷重

層	地震荷重時		風荷重時	
	X方向	Y方向	X方向	Y方向
30	2515.0	2515.0	159.9	232.5
29	3326.6	3326.6	479.6	697.5
28	4050.9	4050.9	799.3	1162.5
27	4717.2	4717.2	1119.0	1627.6
26	5335.2	5335.2	1438.7	2092.6
25	5913.2	5913.2	1758.4	2557.6
24	6461.0	6461.0	2078.1	3022.6
23	6985.7	6985.7	2397.8	3487.6
22	7480.9	7480.9	2717.5	3952.7
21	7948.8	7948.8	3037.2	4417.7
20	8394.8	8394.8	3356.9	4882.7
19	8820.3	8820.3	3676.6	5347.7
18	9221.6	9221.6	3996.3	5812.7
17	9599.5	9599.5	4316.0	6277.8
16	9957.4	9957.4	4635.7	6742.8
15	10298.6	10298.6	4955.4	7207.8
14	10617.4	10617.4	5275.1	7672.8
13	10914.1	10914.1	5594.8	8137.8
12	11190.9	11190.9	5914.5	8602.9
11	11448.2	11448.2	6234.2	9067.9
10	11683.9	11683.9	6553.9	9532.9
9	11898.3	11898.3	6873.6	9997.9
8	12092.8	12092.8	7193.3	10462.9
7	12269.1	12269.1	7513.0	10928.0
6	12423.7	12423.7	7832.7	11393.0
5	12556.9	12556.9	8152.4	11858.0
4	12669.4	12669.4	8472.1	12323.0
3	12761.1	12761.1	8791.8	12788.0
2	12831.3	12831.3	9111.5	13253.1
1	12880.0	12880.0	9431.3	13718.3

6.2. 鉛直荷重時

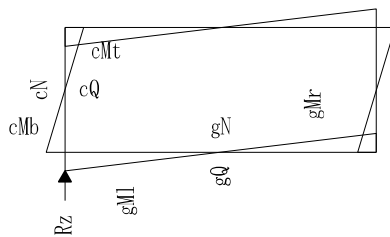
凡例

鉛直荷重時



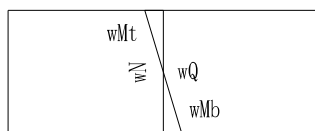
- cMt : 柱の柱頭曲げモーメント (kN・m)
- cMb : 柱の柱脚曲げモーメント (kN・m)
- cQ : 柱のせん断力 (kN)
- cN : 柱の軸力 +: 圧縮 -: 引張り (kN)
- Rz : 支点反力 +: 上向 -: 下向 (kN)

水平荷重時



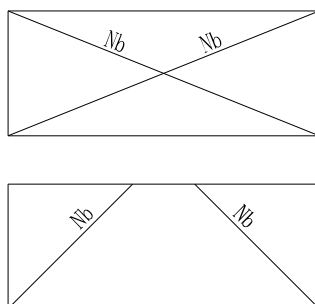
- gMl : はりの左端曲げモーメント (kN・m) 引張り側に表示
- gMr : はりの右端曲げモーメント (kN・m) 引張り側に表示
- gMc : はりの中央曲げモーメント (kN・m) 引張り側に表示
- gQl : はりの左端せん断力 (kN)
- gQr : はりの右端せん断力 (kN)
- gQ : はりの水平荷重時せん断力 (kN)
- gN : はりの軸力 +: 圧縮 -: 引張り (kN)
- Rz : 支点反力 +: 上向 -: 下向 (kN)

耐力壁



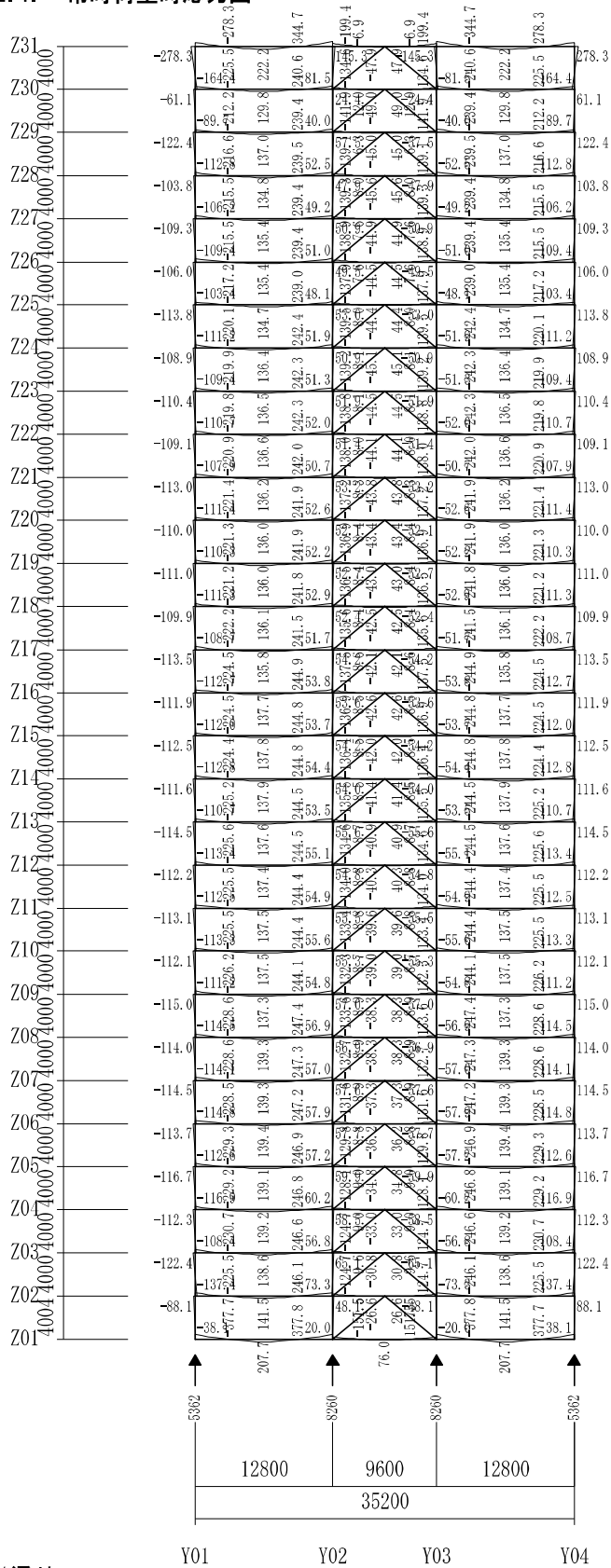
- wQ : 耐力壁のせん断力 (kN)
- wMt : 壁柱の柱頭曲げモーメント (kN・m)
- wMb : 壁柱の柱脚曲げモーメント (kN・m)
- wN : 壁柱の軸力 +: 圧縮 -: 引張り (kN)

ブレース

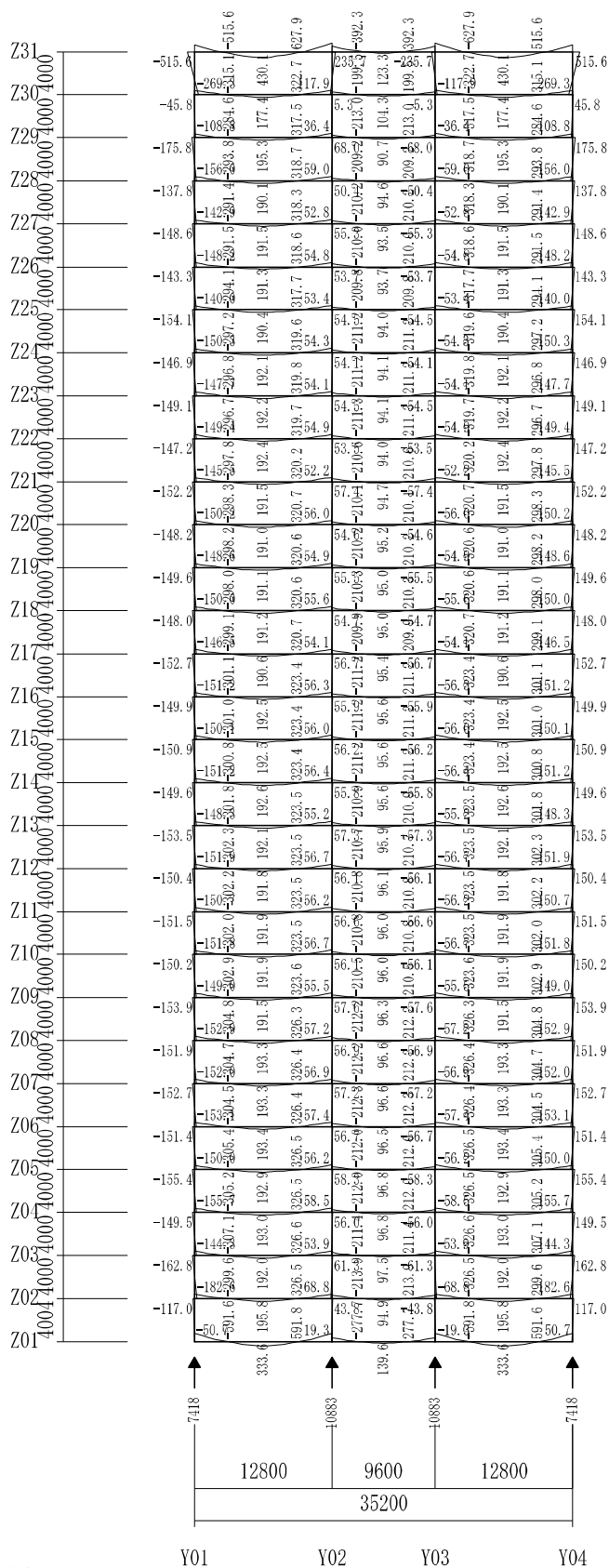


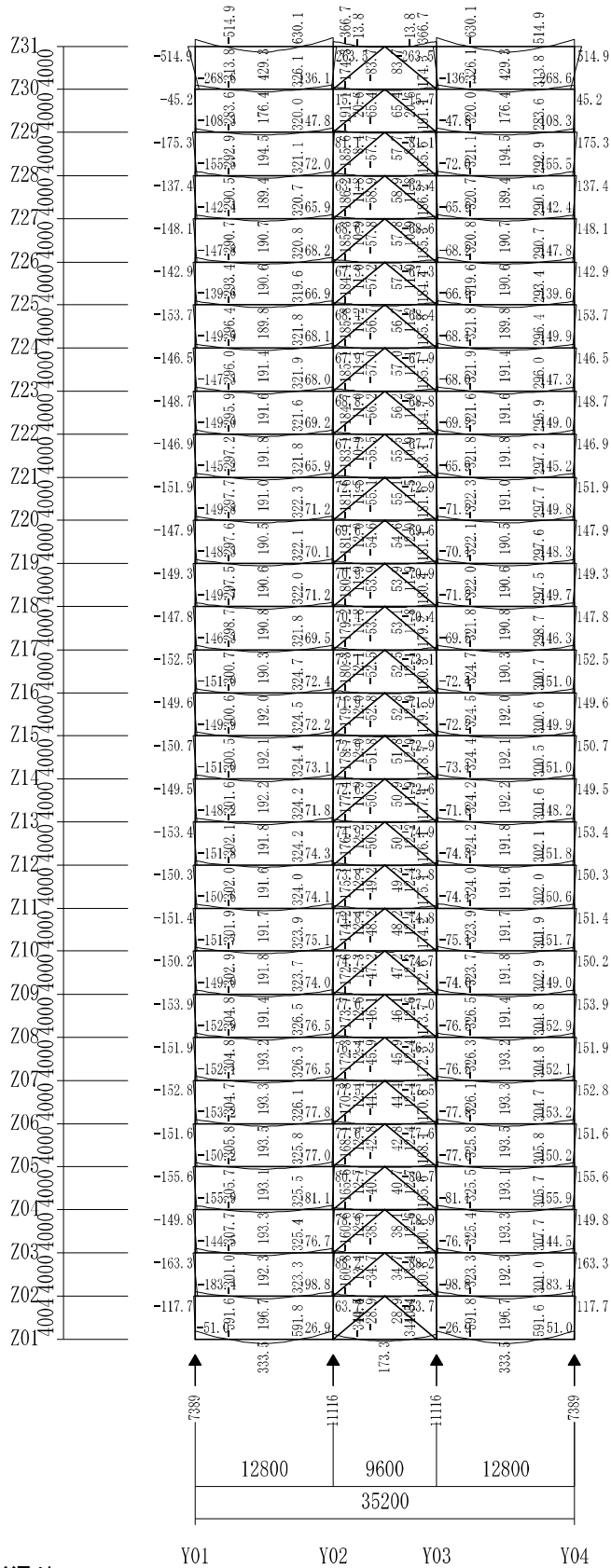
- Nb : ブレースの軸力
- + : 圧縮 - : 引張 (kN)

6.2.1. 常時荷重時応力図

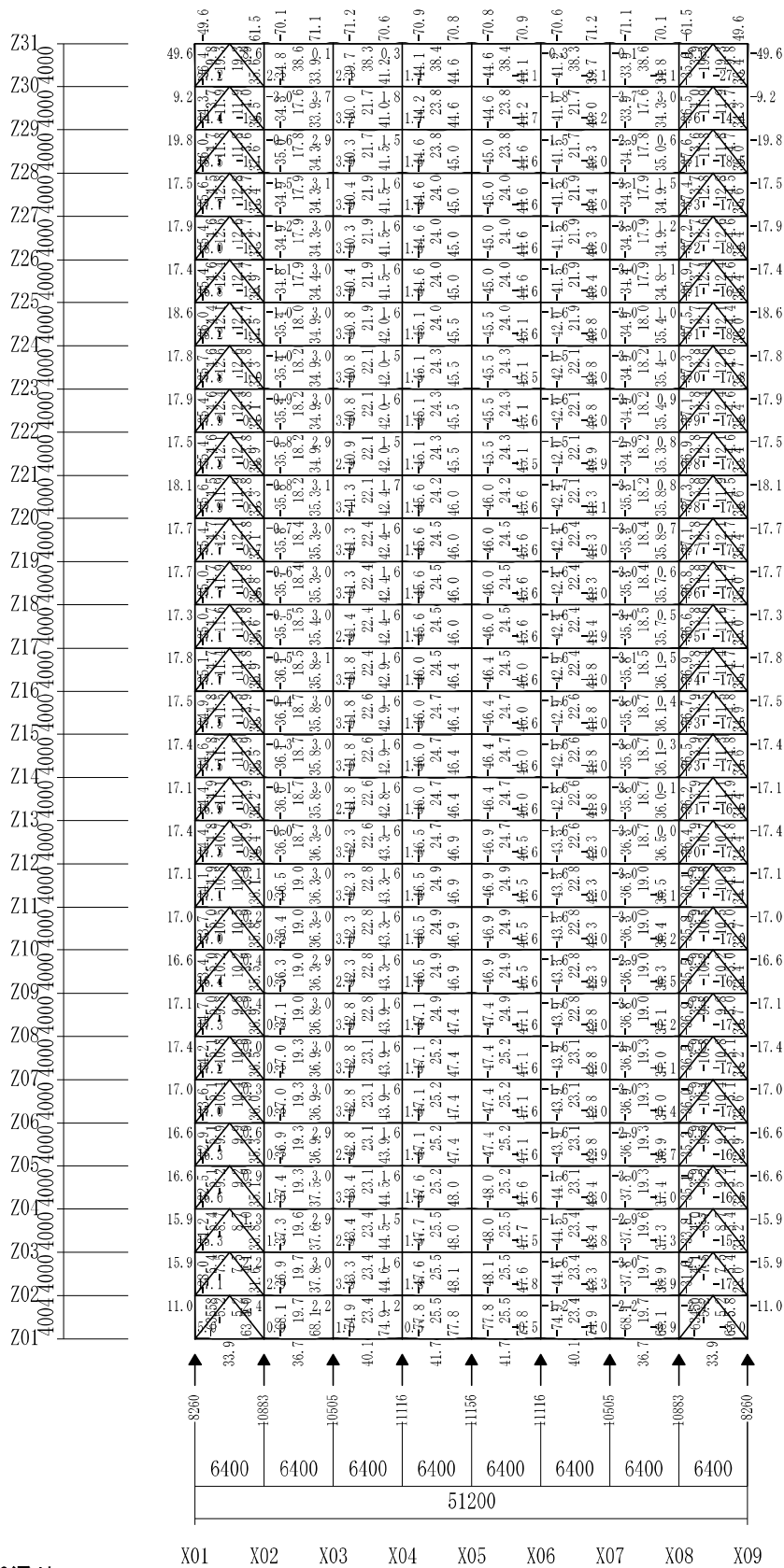


X01通り





X04通り

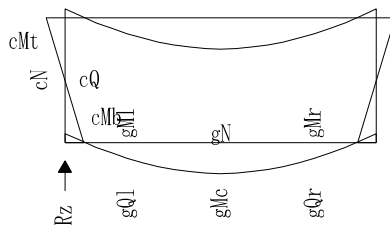


Y02通り

6.3. 水平荷重時

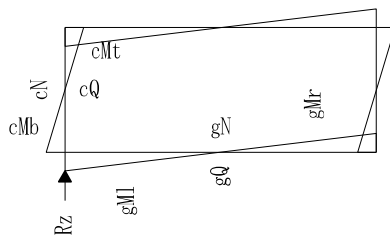
凡例

鉛直荷重時



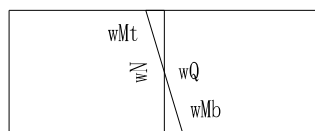
- cMt : 柱の柱頭曲げモーメント (kN・m)
- cMb : 柱の柱脚曲げモーメント (kN・m)
- cQ : 柱のせん断力 (kN)
- cN : 柱の軸力 +: 圧縮 -: 引張り (kN)
- Rz : 支点反力 +: 上向 -: 下向 (kN)

水平荷重時



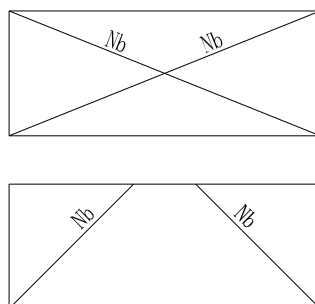
- gMl : はりの左端曲げモーメント (kN・m) 引張り側に表示
- gMr : はりの右端曲げモーメント (kN・m) 引張り側に表示
- gMc : はりの中央曲げモーメント (kN・m) 引張り側に表示
- gQl : はりの左端せん断力 (kN)
- gQr : はりの右端せん断力 (kN)
- gQ : はりの水平荷重時せん断力 (kN)
- gN : はりの軸力 +: 圧縮 -: 引張り (kN)
- Rz : 支点反力 +: 上向 -: 下向 (kN)

耐力壁



- wQ : 耐力壁のせん断力 (kN)
- wMt : 壁柱の柱頭曲げモーメント (kN・m)
- wMb : 壁柱の柱脚曲げモーメント (kN・m)
- wN : 壁柱の軸力 +: 圧縮 -: 引張り (kN)

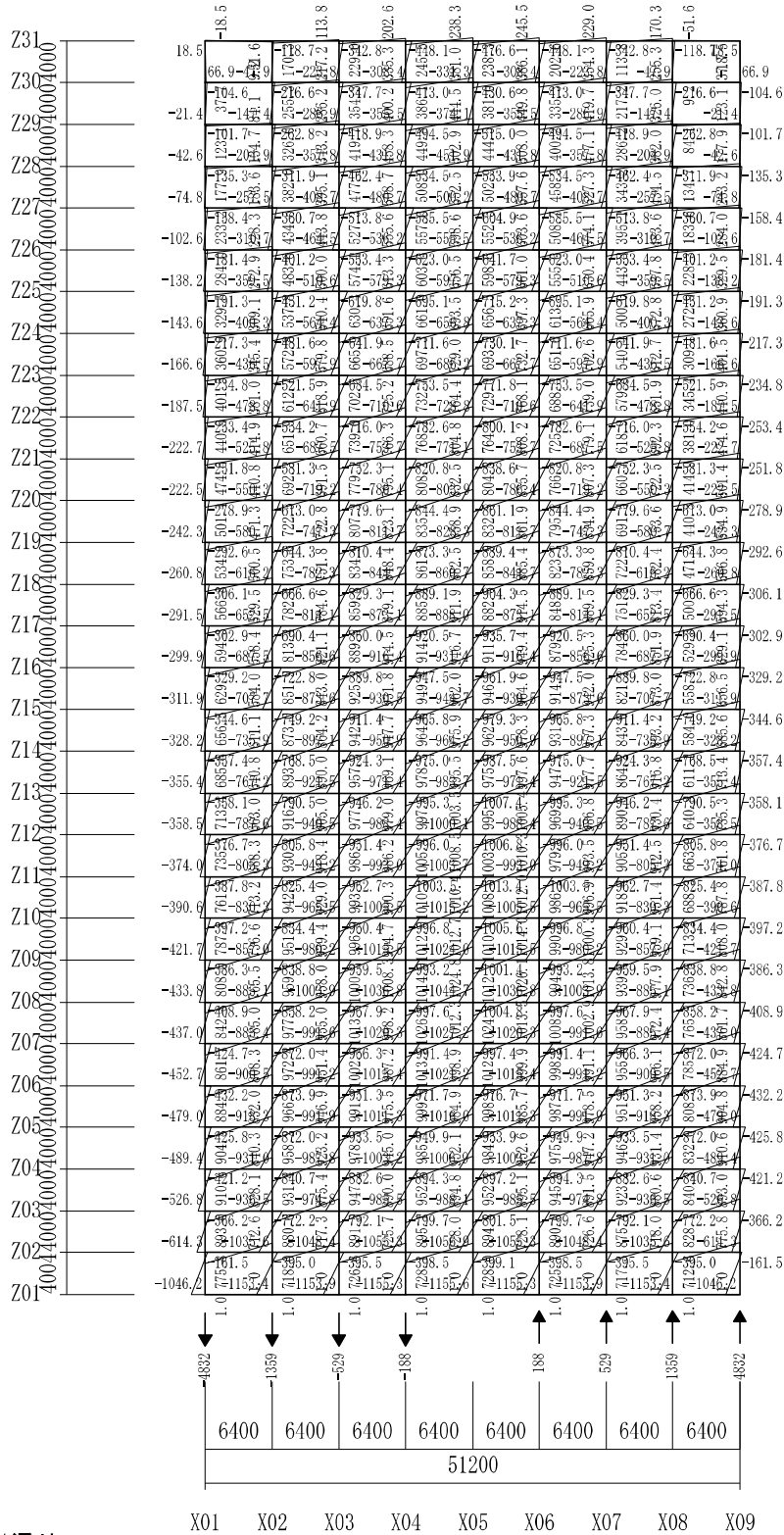
ブレース



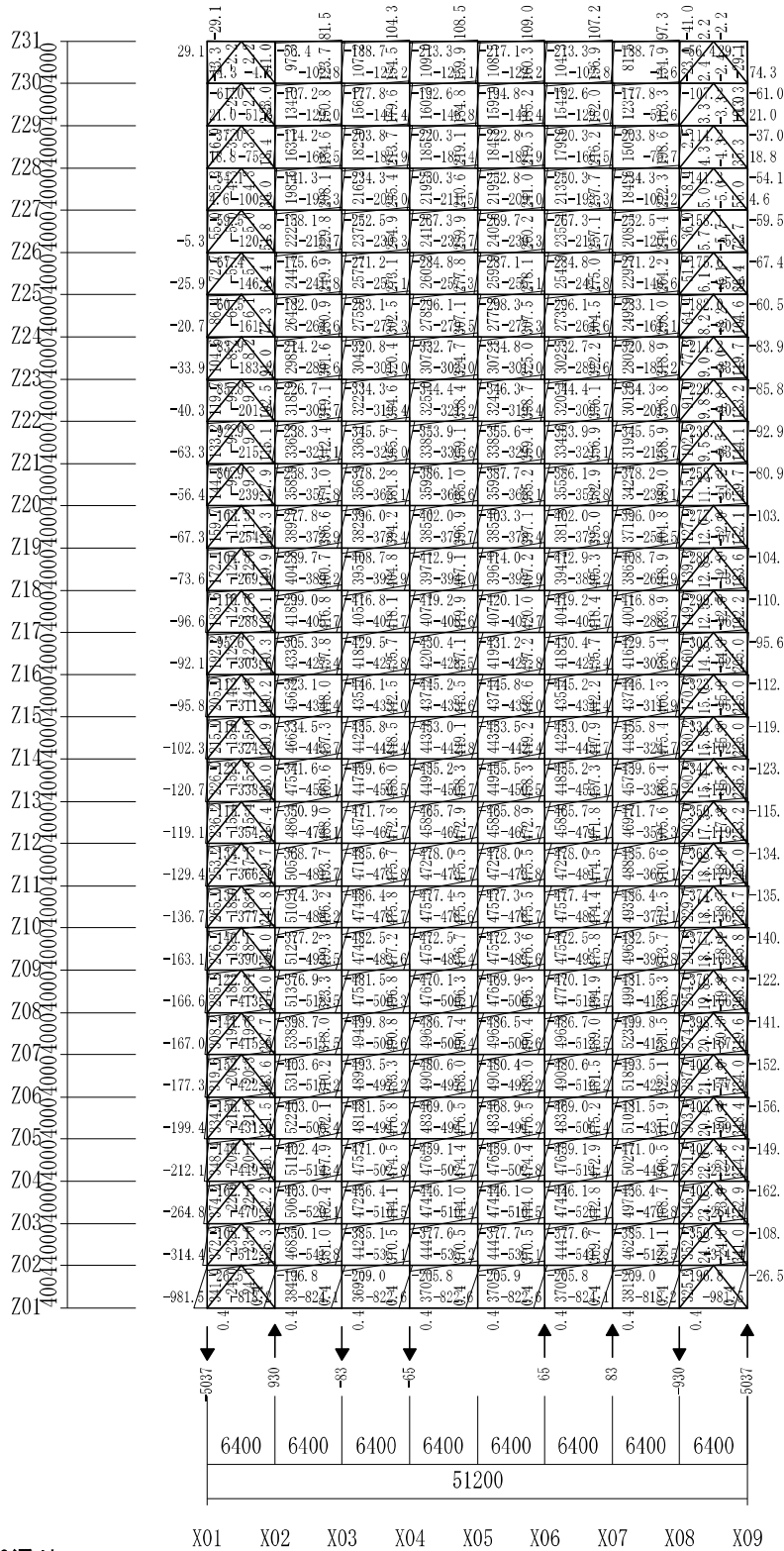
- Nb : ブレースの軸力
- + : 圧縮 - : 引張 (kN)

6.3.1. 地震荷重時応力図

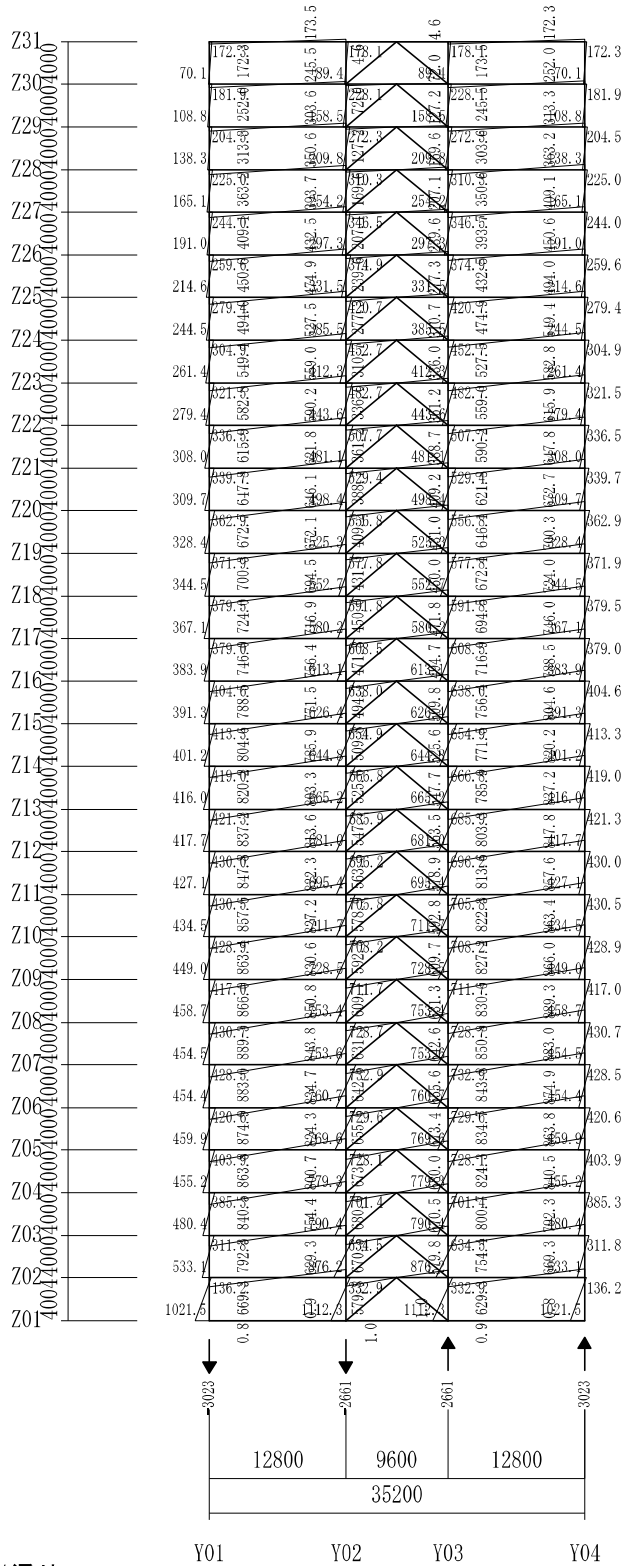
地震1正加力時

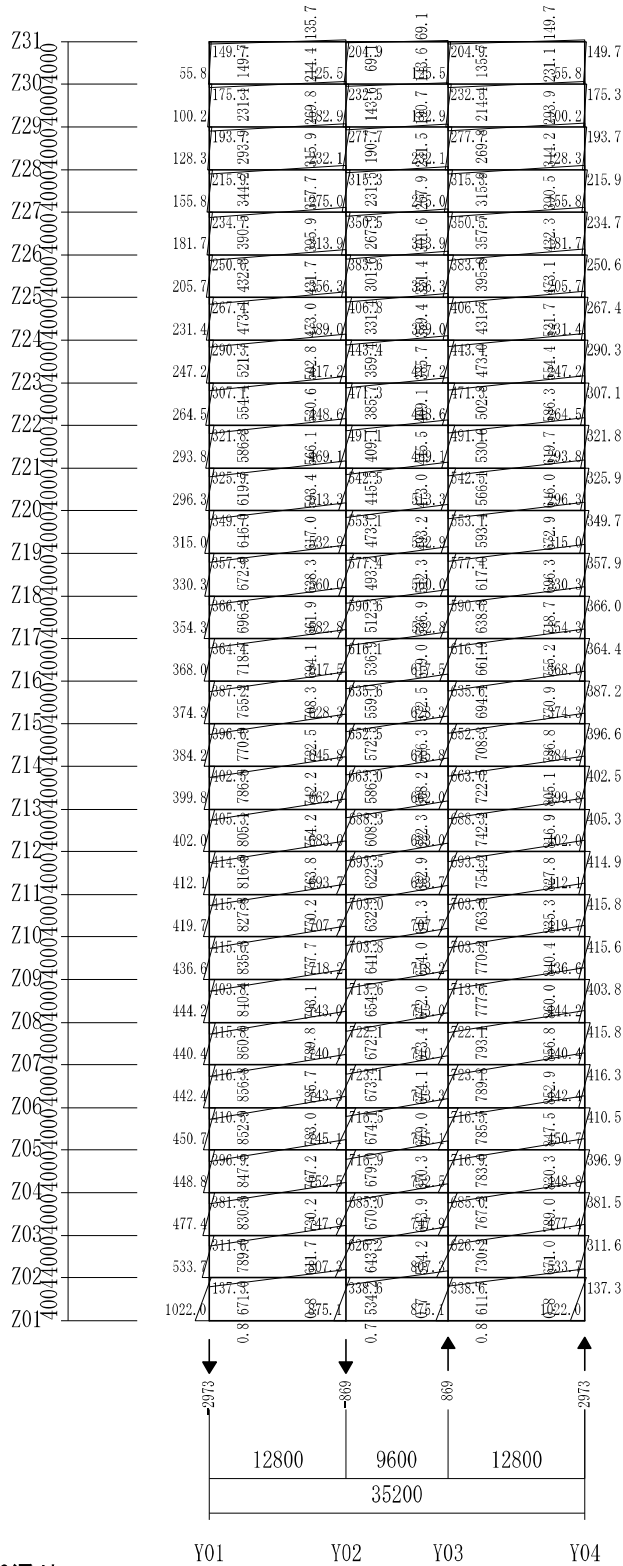


Y01通り

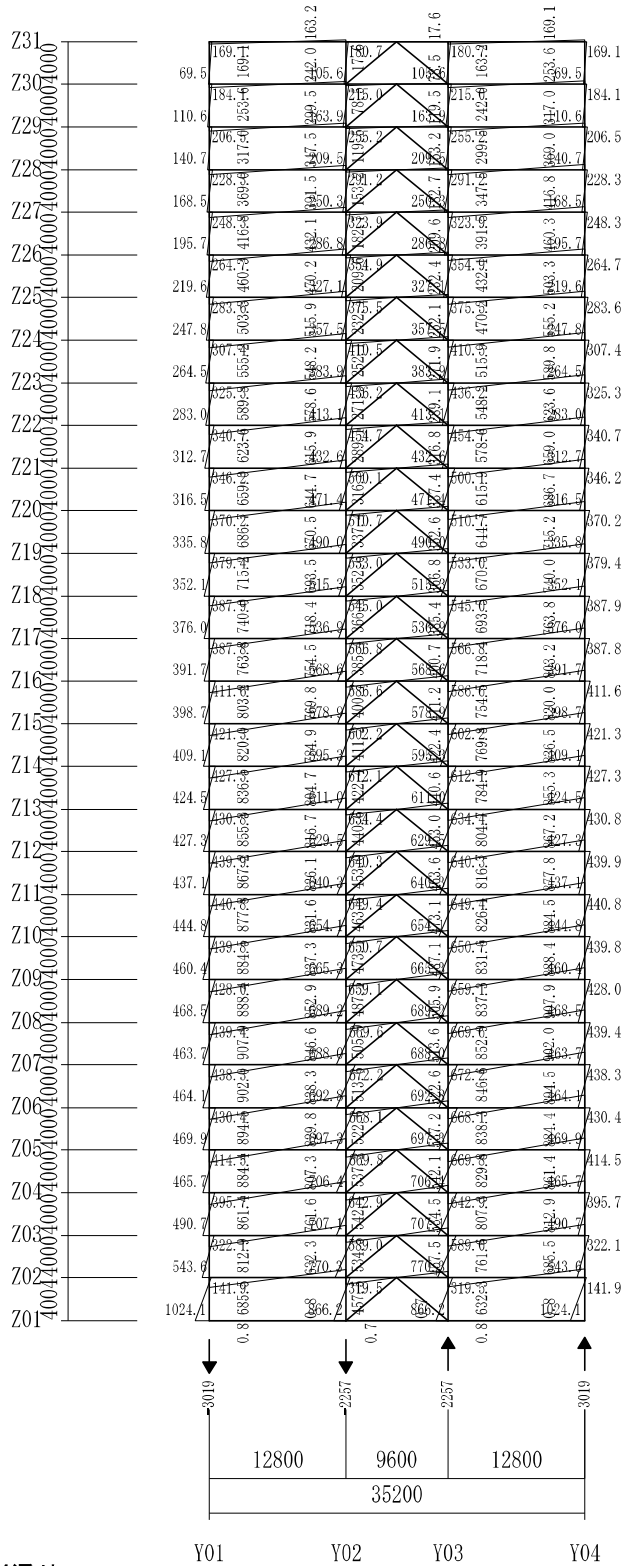


地震 2 正加力時





X02通り



X04通り

4 断面計算

4.1 断面検定表

4.1.1 柱断面表

表 4.1.1 柱断面表

	C1	C2	C3	C4	鋼材
Z30	□- 700*700*36*126	□- 700*700*36*126	□- 700*700*36*126	□- 650*650*36*126	SN490C
Z29	□- 700*700*36*126	□- 700*700*36*126	□- 700*700*36*126	□- 650*650*36*126	SN490C
Z28	□- 700*700*40*140	□- 700*700*40*140	□- 700*700*40*140	□- 650*650*38*133	SN490C
Z27	□- 700*700*40*140	□- 700*700*40*140	□- 700*700*40*140	□- 650*650*38*133	SN490C
Z26	□- 700*700*40*140	□- 700*700*40*140	□- 700*700*40*140	□- 650*650*38*133	SN490C
Z25	□- 700*700*40*140	□- 700*700*40*140	□- 700*700*40*140	□- 650*650*38*133	SN490C
Z24	□- 700*700*45*90	□- 700*700*45*90	□- 700*700*45*90	□- 650*650*40*140	SN490C
Z23	□- 700*700*45*90	□- 700*700*45*90	□- 700*700*45*90	□- 650*650*40*140	SN490C
Z22	□- 700*700*45*90	□- 700*700*45*90	□- 700*700*45*90	□- 650*650*40*140	SN490C
Z21	□- 700*700*45*90	□- 700*700*45*90	□- 700*700*45*90	□- 650*650*40*140	SN490C
Z20	□- 700*700*50*100	□- 700*700*50*100	□- 700*700*50*100	□- 650*650*45*90	SN490C
Z19	□- 700*700*50*100	□- 700*700*50*100	□- 700*700*50*100	□- 650*650*45*90	SN490C
Z18	□- 700*700*50*100	□- 700*700*50*100	□- 700*700*50*100	□- 650*650*45*90	SN490C
Z17	□- 700*700*50*100	□- 700*700*50*100	□- 700*700*50*100	□- 650*650*45*90	SN490C
Z16	□- 700*700*55*110	□- 700*700*55*110	□- 700*700*55*110	□- 650*650*50*100	SN490C
Z15	□- 700*700*55*110	□- 700*700*55*110	□- 700*700*55*110	□- 650*650*50*100	SN490C
Z14	□- 700*700*55*110	□- 700*700*55*110	□- 700*700*55*110	□- 650*650*50*100	SN490C
Z13	□- 700*700*55*110	□- 700*700*55*110	□- 700*700*55*110	□- 650*650*50*100	SN490C
Z12	□- 700*700*60*120	□- 700*700*60*120	□- 700*700*60*120	□- 650*650*55*110	SN490C
Z11	□- 700*700*60*120	□- 700*700*60*120	□- 700*700*60*120	□- 650*650*55*110	SN490C
Z10	□- 700*700*60*120	□- 700*700*60*120	□- 700*700*60*120	□- 650*650*55*110	SN490C
Z9	□- 700*700*60*120	□- 700*700*60*120	□- 700*700*60*120	□- 650*650*55*110	SN490C
Z8	□- 700*700*65*130	□- 700*700*65*130	□- 700*700*65*130	□- 650*650*60*120	SN490C
Z7	□- 700*700*65*130	□- 700*700*65*130	□- 700*700*65*130	□- 650*650*60*120	SN490C
Z6	□- 700*700*65*130	□- 700*700*65*130	□- 700*700*65*130	□- 650*650*60*120	SN490C
Z5	□- 700*700*65*130	□- 700*700*65*130	□- 700*700*65*130	□- 650*650*60*120	SN490C
Z4	□- 700*700*70*140	□- 700*700*70*140	□- 700*700*70*140	□- 650*650*65*130	SN490C
Z3	□- 700*700*70*140	□- 700*700*70*140	□- 700*700*70*140	□- 650*650*65*130	SN490C
Z2	□- 700*700*70*140	□- 700*700*70*140	□- 700*700*70*140	□- 650*650*65*130	SN490C
Z1	□- 700*700*70*140	□- 700*700*70*140	□- 700*700*70*140	□- 650*650*65*130	SN490C

7. 4. 短期荷重時断面検定比図

凡例

	MG		MG	QP
MC	QG	MC	QG	MC
QC	MG	QC	MG	QC
MC	NBQG	MC	QG	MC
QC	MG	QC	QW	QC
	QG		QG	

MG : はりM/M 〇 MC : 柱M/M 〇
 QG : はりQ/Q 〇 QC : 柱Q/Q 〇
 QP : 接合部 QW : 壁Q/Q 〇
 NB : ブレース

数値の後の文字は、検定値が最大となった部位を示す。

柱では、 T : 柱頭 B : 柱脚
 C : 中央
 はりでは、 L : 左端 R : 右端
 H : ハチ端 C : 中央
 J : 継手

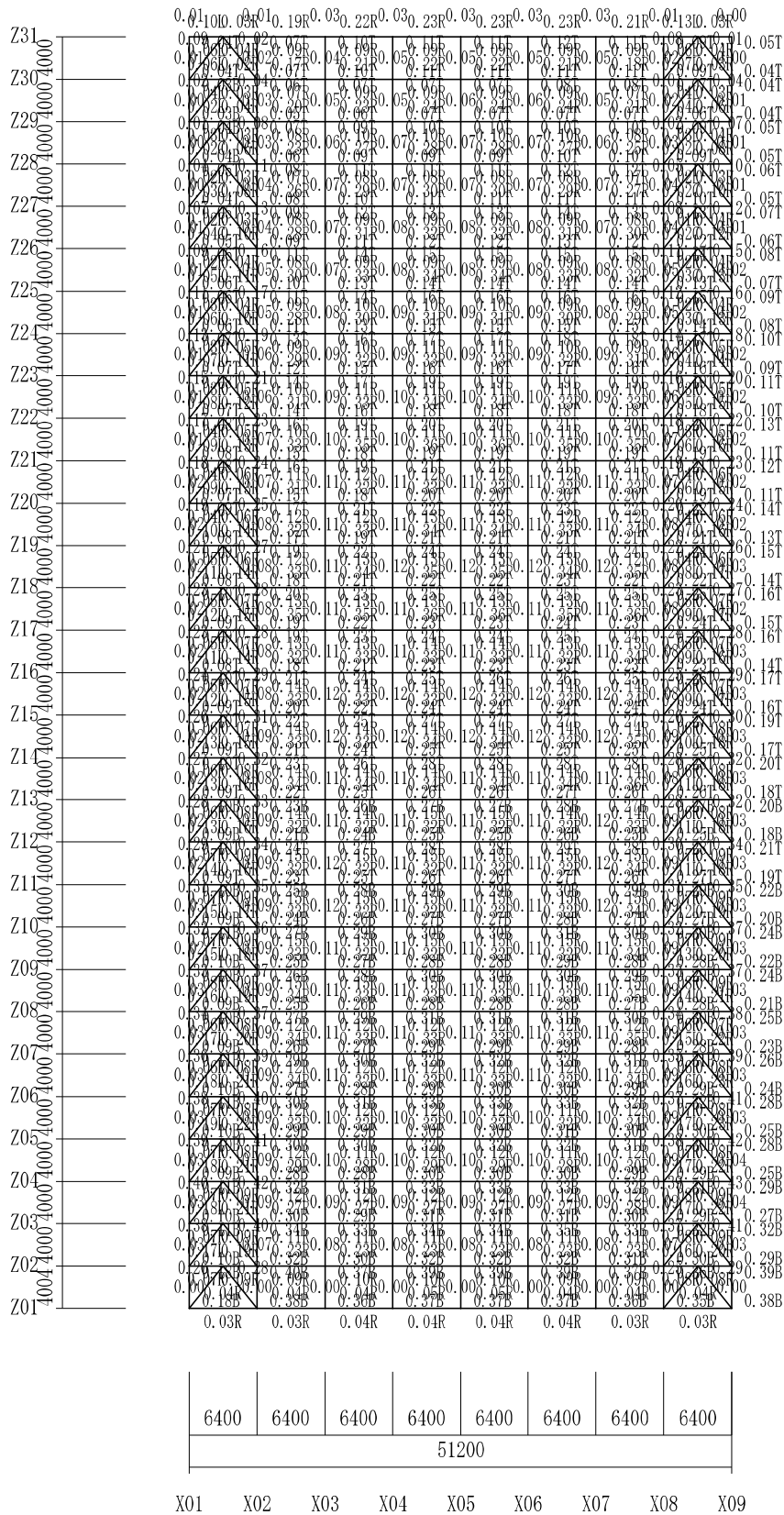
7.4.1. 地震荷重時断面検定比図

組合	0.00	0.02L	0.01	0.05R	0.03	0.09R	0.04	0.10R	0.05	0.10R	0.04	0.10R	0.03	0.08R	0.01	0.04L	0.00
Z30	0.00	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z29	0.01	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z28	0.01	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z27	0.02	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z26	0.02	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z25	0.03	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z24	0.03	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z23	0.03	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z22	0.04	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z21	0.04	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z20	0.04	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z19	0.04	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z18	0.04	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z17	0.04	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z16	0.04	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z15	0.04	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z14	0.04	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z13	0.04	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z12	0.04	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z11	0.04	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z10	0.04	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z09	0.04	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z08	0.04	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z07	0.04	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z06	0.04	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z05	0.04	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z04	0.04	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z03	0.04	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z02	0.04	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00
Z01	0.04	0.02	0.01	0.05	0.03	0.09	0.04	0.10	0.05	0.10	0.04	0.10	0.03	0.08	0.01	0.04	0.00

6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400	6400
51200								

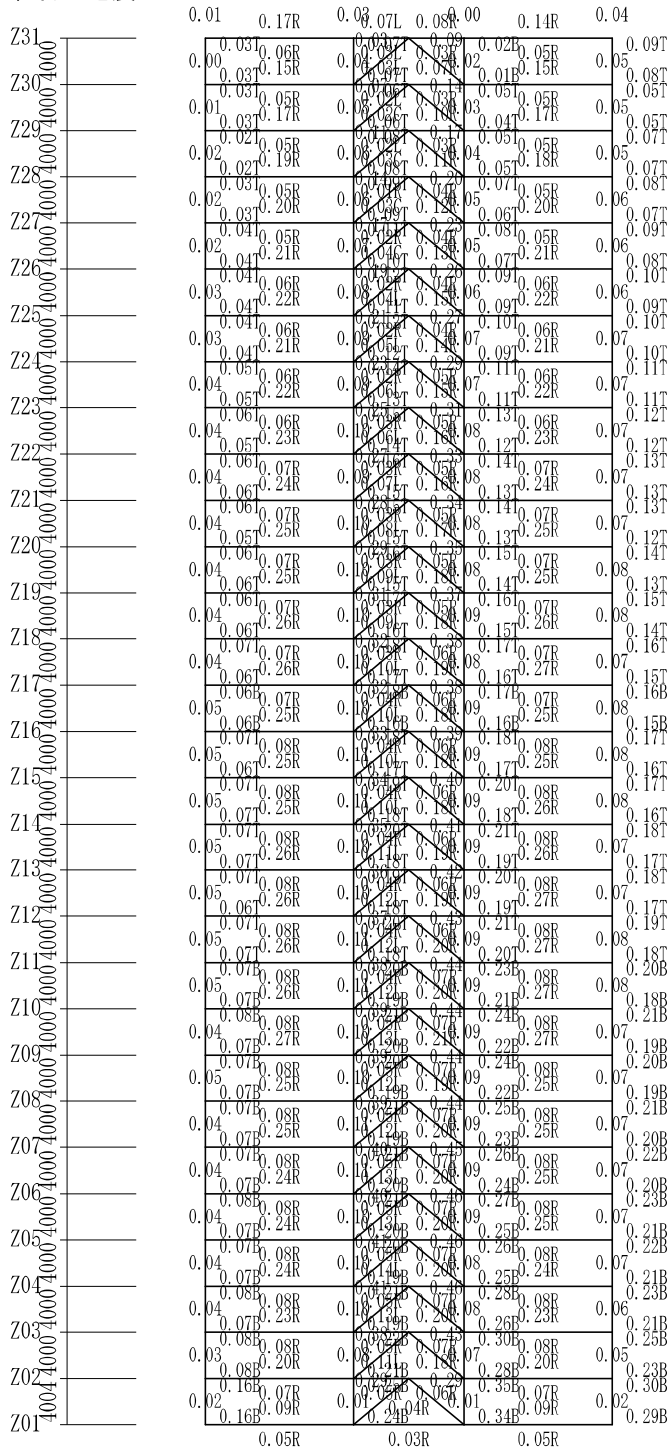
X01 X02 X03 X04 X05 X06 X07 X08 X09

Y01通り



Y02通り
2015/02/02 13:12:00

組合せ地震 2 正



X01通り

	0.03	0.28R	0.05	0.25R	0.00	0.24R	0.06	
Z31	0.08T	0.10R	0.05	0.07R	0.03	0.04T	0.09R	0.13T
	0.08T	0.20R	0.05	0.18R	0.03	0.04T	0.20R	0.12T
Z30	0.04T	0.05R	0.06	0.05R	0.04	0.08T	0.05R	0.06T
	0.03T	0.21R	0.06	0.21R	0.04	0.07T	0.21R	0.05T
Z29	0.03B	0.06R	0.07	0.06R	0.05	0.08T	0.06R	0.08T
	0.03B	0.23R	0.07	0.23R	0.05	0.08T	0.23R	0.06T
Z28	0.04T	0.06R	0.08	0.06R	0.05	0.10T	0.06R	0.09T
	0.03T	0.24R	0.08	0.25R	0.05	0.10T	0.25R	0.06T
Z27	0.04T	0.06R	0.08	0.06R	0.06	0.12T	0.06R	0.09T
	0.04T	0.26R	0.08	0.27R	0.06	0.12T	0.26R	0.10T
Z26	0.05T	0.07R	0.09	0.07R	0.07	0.14T	0.06R	0.10T
	0.05T	0.27R	0.09	0.28R	0.07	0.13T	0.28R	0.12T
Z25	0.05T	0.07R	0.09	0.07R	0.07	0.15T	0.07R	0.11T
	0.05T	0.25R	0.09	0.26R	0.07	0.14T	0.26R	0.12T
Z24	0.06T	0.07R	0.10	0.07R	0.08	0.17T	0.07R	0.12T
	0.06T	0.26R	0.10	0.28R	0.08	0.16T	0.27R	0.13T
Z23	0.07T	0.07R	0.10	0.07R	0.08	0.19T	0.07R	0.13T
	0.06T	0.27R	0.10	0.29R	0.08	0.18T	0.28R	0.15T
Z22	0.07T	0.07R	0.11	0.08R	0.09	0.20T	0.07R	0.14T
	0.07T	0.28R	0.11	0.30R	0.09	0.19T	0.29R	0.16T
Z21	0.07T	0.08R	0.12	0.08R	0.09	0.21T	0.07R	0.15T
	0.07T	0.29R	0.12	0.31R	0.09	0.20T	0.30R	0.16T
Z20	0.08T	0.08R	0.12	0.08R	0.10	0.22T	0.08R	0.15T
	0.07T	0.30R	0.12	0.32R	0.10	0.21T	0.31R	0.17T
Z19	0.08T	0.08R	0.12	0.08R	0.10	0.24T	0.08R	0.16T
	0.08T	0.30R	0.12	0.33R	0.10	0.23T	0.32R	0.18T
Z18	0.09T	0.08R	0.12	0.08R	0.10	0.25T	0.08R	0.17T
	0.08T	0.31R	0.12	0.34R	0.10	0.24T	0.32R	0.19T
Z17	0.08T	0.08R	0.12	0.08R	0.10	0.26T	0.08R	0.18T
	0.08T	0.29R	0.12	0.32R	0.10	0.25T	0.30R	0.19B
Z16	0.09T	0.08R	0.12	0.08R	0.10	0.28T	0.08R	0.17B
	0.08T	0.29R	0.12	0.32R	0.10	0.26T	0.30R	0.20T
Z15	0.09T	0.08R	0.13	0.09R	0.11	0.28T	0.08R	0.19T
	0.09T	0.30R	0.13	0.33R	0.11	0.26T	0.31R	0.21T
Z14	0.10T	0.09R	0.12	0.09R	0.10	0.29T	0.08R	0.20T
	0.09T	0.30R	0.12	0.34R	0.10	0.28T	0.31R	0.22T
Z13	0.09T	0.09R	0.12	0.09R	0.10	0.28T	0.09R	0.20T
	0.09T	0.31R	0.12	0.34R	0.10	0.27T	0.32R	0.21T
Z12	0.10T	0.09R	0.12	0.09R	0.11	0.30T	0.09R	0.22T
	0.09T	0.31R	0.12	0.35R	0.11	0.28T	0.32R	0.22T
Z11	0.10B	0.09R	0.13	0.09R	0.11	0.31B	0.09R	0.21T
	0.09B	0.31R	0.13	0.35R	0.11	0.29B	0.32R	0.23B
Z10	0.10B	0.09R	0.12	0.09R	0.10	0.32B	0.09R	0.22B
	0.10B	0.31R	0.12	0.36R	0.10	0.31B	0.32R	0.24B
Z09	0.10B	0.09R	0.12	0.09R	0.10	0.31B	0.09R	0.23B
	0.10B	0.29R	0.12	0.32R	0.10	0.30B	0.30R	0.24B
Z08	0.10B	0.09R	0.12	0.09R	0.10	0.32B	0.09R	0.22B
	0.10B	0.29R	0.12	0.32R	0.10	0.31B	0.30R	0.25B
Z07	0.11B	0.09R	0.12	0.09R	0.10	0.33B	0.09R	0.23B
	0.10B	0.29R	0.12	0.32R	0.10	0.32B	0.30R	0.26B
Z06	0.11B	0.09R	0.11	0.09R	0.10	0.35B	0.09R	0.24B
	0.10B	0.29R	0.11	0.33R	0.10	0.33B	0.30R	0.27B
Z05	0.11B	0.09R	0.11	0.09R	0.09	0.34B	0.09R	0.25B
	0.11B	0.28R	0.11	0.30R	0.09	0.32B	0.29R	0.26B
Z04	0.11B	0.09R	0.11	0.09R	0.09	0.34B	0.09R	0.24B
	0.11B	0.27R	0.11	0.31R	0.09	0.33B	0.28R	0.27B
Z03	0.12B	0.09R	0.09	0.09R	0.07	0.36B	0.09R	0.25B
	0.11B	0.24R	0.09	0.32R	0.07	0.34B	0.25R	0.29B
Z02	0.11B	0.08R	0.02	0.09R	0.02	0.40B	0.08R	0.27B
	0.20B	0.16R	0.02	0.11R	0.02	0.39B	0.16R	0.34B
Z01	0.20B	0.16R	0.02	0.36B	0.02	0.39B	0.16R	0.33B

12800	9600	12800
35200		

Y01 Y02 Y03 Y04

X02通り

	0.03	0.29R	0.05	0.19L	0.21R	0.01	0.25R	0.06	
Z31	0.08T	0.10R	0.09T	0.08T	0.06R	0.05T	0.09R	0.13T	
Z30	0.08T	0.21R	0.09T	0.08T	0.18R	0.04T	0.21R	0.13T	
Z29	0.04T	0.06R	0.09T	0.08T	0.18R	0.07T	0.08R	0.06T	
Z28	0.04T	0.22R	0.09T	0.08T	0.18R	0.06T	0.22R	0.06T	
Z27	0.03B	0.06R	0.09T	0.08T	0.18R	0.07T	0.06R	0.09T	
Z26	0.01	0.24R	0.09T	0.08T	0.18R	0.07T	0.24R	0.06	
Z25	0.04T	0.06R	0.09T	0.08T	0.18R	0.09T	0.06R	0.08T	
Z24	0.01	0.26R	0.09T	0.08T	0.18R	0.05	0.26R	0.06	
Z23	0.03T	0.06R	0.09T	0.08T	0.18R	0.09T	0.06R	0.09T	
Z22	0.04T	0.27R	0.09T	0.08T	0.18R	0.11T	0.27R	0.10T	
Z21	0.02	0.06R	0.09T	0.08T	0.18R	0.10T	0.06R	0.07	
Z20	0.04T	0.27R	0.09T	0.08T	0.18R	0.10T	0.27R	0.10T	
Z19	0.05T	0.07R	0.09T	0.08T	0.18R	0.13T	0.07R	0.12T	
Z18	0.02	0.28R	0.09T	0.08T	0.18R	0.06	0.28R	0.07	
Z17	0.05T	0.07R	0.09T	0.08T	0.18R	0.12T	0.07R	0.11T	
Z16	0.03	0.27R	0.09T	0.08T	0.18R	0.06	0.27R	0.12T	
Z15	0.06T	0.07R	0.09T	0.08T	0.18R	0.13T	0.07R	0.12T	
Z14	0.03	0.28R	0.09T	0.08T	0.18R	0.15T	0.28R	0.13T	
Z13	0.07T	0.07R	0.09T	0.08T	0.18R	0.17T	0.07R	0.15T	
Z12	0.06T	0.29R	0.09T	0.08T	0.18R	0.16T	0.29R	0.14T	
Z11	0.07T	0.08R	0.09T	0.08T	0.18R	0.19T	0.08R	0.16T	
Z10	0.03	0.30R	0.09T	0.08T	0.18R	0.08	0.30R	0.15T	
Z09	0.07T	0.08R	0.09T	0.08T	0.18R	0.20T	0.08R	0.16T	
Z08	0.04	0.31R	0.09T	0.08T	0.18R	0.19T	0.31R	0.15T	
Z07	0.08T	0.08R	0.09T	0.08T	0.18R	0.23T	0.08R	0.17T	
Z06	0.04	0.32R	0.09T	0.08T	0.18R	0.09	0.32R	0.18T	
Z05	0.08T	0.08R	0.09T	0.08T	0.18R	0.22T	0.08R	0.18T	
Z04	0.09T	0.33R	0.09T	0.08T	0.18R	0.21T	0.33R	0.19T	
Z03	0.08T	0.08R	0.09T	0.08T	0.18R	0.24T	0.08R	0.19T	
Z02	0.04	0.31R	0.09T	0.08T	0.18R	0.23T	0.31R	0.18T	
Z01	0.08T	0.08R	0.09T	0.08T	0.18R	0.23T	0.08R	0.18T	

12800	9600	12800
35200		

Y01 Y02 Y03 Y04

X04通り

4.1.3 ブレース断面表

本建物では座屈拘束ブレースを想定しているため座屈の影響は見えていない。

表 4.1.3 ブレース断面表

層	ブレース詳細							
	X方向				Y方向			
	断面積A (mm ²)	板厚t (mm)	板幅B (mm)	幅厚比 B/t	断面積A (mm ²)	板厚t (mm)	板幅B (mm)	幅厚比 B/t
30	1452.7	12	121	7.57	1190.6	12	99	6.20
29	1498.5	12	125	7.80	1221.9	12	102	6.36
28	1545.1	12	129	8.05	1260.6	12	105	6.57
27	1592.7	12	133	8.30	1300.0	12	108	6.77
26	1641.0	12	137	8.55	1340.4	12	112	6.98
25	1690.0	12	141	8.80	1381.4	12	115	7.19
24	1740.3	12	145	9.06	1423.2	12	119	7.41
23	1792.0	12	149	9.33	1466.2	12	122	7.64
22	1844.2	12	154	9.61	1510.5	12	126	7.87
21	1897.7	12	158	9.88	1555.5	12	130	8.10
20	1953.1	16	122	7.63	1601.9	12	133	8.34
19	2010.5	16	126	7.85	1650.1	12	138	8.59
18	2069.8	16	129	8.09	1700.4	16	106	6.64
17	2131.3	16	133	8.33	1752.6	16	110	6.85
16	2195.8	16	137	8.58	1807.2	16	113	7.06
15	2263.9	16	141	8.84	1864.9	16	117	7.28
14	2334.8	19	123	7.68	1926.2	16	120	7.52
13	2409.9	19	127	7.93	1991.1	16	124	7.78
12	2490.6	19	131	8.19	2060.6	16	129	8.05
11	2578.2	19	136	8.48	2136.5	16	134	8.35
10	2673.0	19	141	8.79	2220.2	16	139	8.67
9	2777.3	19	146	9.14	2313.1	19	122	7.61
8	2894.7	19	152	9.52	2418.2	19	127	7.95
7	3029.2	22	138	8.61	2540.5	19	134	8.36
6	3184.6	22	145	9.05	2687.2	19	141	8.84
5	3370.8	22	153	9.58	2867.4	22	130	8.15
4	3604.8	22	164	10.24	3102.2	22	141	8.81
3	3916.7	22	178	11.13	3436.2	22	156	9.76
2	4368.3	25	175	10.92	3982.5	25	159	9.96
1	5133.7	28	183	11.46	5184.3	28	185	11.57

5 保有水平耐力計算結果

表 5.1 X 方向保有水平耐力計算結果

X方向							
階	地震水平力 Q _{ud} (kN)	構造特性係数 D _S	形状特性係数 F _{ES}	必要保有水平耐力 Q _{un} (kN)	保有水平耐力 Q _u (kN)	Q _u /Q _{un}	判定
30	12575.0	0.40	1.00	5030.0	6630.5	1.32	OK
29	16632.8	0.40	1.00	6653.1	8770.0	1.32	OK
28	20254.6	0.40	1.00	8101.8	10679.7	1.32	OK
27	23586.2	0.30	1.00	7075.9	12436.4	1.76	OK
26	26676.0	0.30	1.00	8002.8	14065.5	1.76	OK
25	29566.1	0.30	1.00	8869.8	15589.4	1.76	OK
24	32305.0	0.30	1.00	9691.5	17033.6	1.76	OK
23	34928.3	0.25	1.00	8732.1	18416.7	2.11	OK
22	37404.4	0.25	1.00	9351.1	19722.3	2.11	OK
21	39743.9	0.25	1.00	9936.0	20955.9	2.11	OK
20	41974.2	0.25	1.00	10493.5	22131.9	2.11	OK
19	44101.7	0.25	1.00	11025.4	23253.7	2.11	OK
18	46108.1	0.25	1.00	11527.0	24311.6	2.11	OK
17	47997.6	0.25	1.00	11999.4	25307.9	2.11	OK
16	49786.8	0.25	1.00	12446.7	26251.2	2.11	OK
15	51493.2	0.25	1.00	12873.3	27151.0	2.11	OK
14	53086.9	0.25	1.00	13271.7	27991.3	2.11	OK
13	54570.3	0.25	1.00	13642.6	28773.4	2.11	OK
12	55954.5	0.25	1.00	13988.6	29503.3	2.11	OK
11	57241.1	0.25	1.00	14310.3	30181.7	2.11	OK
10	58419.6	0.25	1.00	14604.9	30803.1	2.11	OK
9	59491.5	0.25	1.00	14872.9	31368.3	2.11	OK
8	60464.0	0.25	1.00	15116.0	31881.1	2.11	OK
7	61345.5	0.25	1.00	15336.4	32345.8	2.11	OK
6	62118.6	0.25	1.00	15529.7	32753.5	2.11	OK
5	62784.4	0.25	1.00	15696.1	33104.6	2.11	OK
4	63346.9	0.25	1.00	15836.7	33401.2	2.11	OK
3	63805.7	0.25	1.00	15951.4	33643.0	2.11	OK
2	64156.4	0.25	1.00	16039.1	33828.0	2.11	OK
1	64399.8	0.25	1.00	16100.0	33956.3	2.11	OK

表 5.1 Y 方向保有水平耐力計算結果

Y方向							
階	地震水平力 Q _{ud} (kN)	構造特性係数 D _S	形状特性係数 F _{ES}	必要保有水平耐力 Q _{un} (kN)	保有水平耐力 Q _u (kN)	Q _u /Q _{un}	判定
30	12575.0	0.25	1.00	3143.8	6152.8	1.96	OK
29	16632.8	0.25	1.00	4158.2	8138.2	1.96	OK
28	20254.6	0.25	1.00	5063.6	9910.3	1.96	OK
27	23586.2	0.25	1.00	5896.6	11540.5	1.96	OK
26	26676.0	0.25	1.00	6669.0	13052.2	1.96	OK
25	29566.1	0.25	1.00	7391.5	14466.3	1.96	OK
24	32305.0	0.25	1.00	8076.2	15806.5	1.96	OK
23	34928.3	0.25	1.00	8732.1	17090.0	1.96	OK
22	37404.4	0.25	1.00	9351.1	18301.5	1.96	OK
21	39743.9	0.25	1.00	9936.0	19446.2	1.96	OK
20	41974.2	0.25	1.00	10493.5	20537.5	1.96	OK
19	44101.7	0.25	1.00	11025.4	21578.5	1.96	OK
18	46108.1	0.25	1.00	11527.0	22560.2	1.96	OK
17	47997.6	0.25	1.00	11999.4	23484.7	1.96	OK
16	49786.8	0.25	1.00	12446.7	24360.1	1.96	OK
15	51493.2	0.25	1.00	12873.3	25195.1	1.96	OK
14	53086.9	0.25	1.00	13271.7	25974.8	1.96	OK
13	54570.3	0.25	1.00	13642.6	26700.6	1.96	OK
12	55954.5	0.25	1.00	13988.6	27377.9	1.96	OK
11	57241.1	0.25	1.00	14310.3	28007.4	1.96	OK
10	58419.6	0.25	1.00	14604.9	28584.1	1.96	OK
9	59491.5	0.25	1.00	14872.9	29108.5	1.96	OK
8	60464.0	0.25	1.00	15116.0	29584.4	1.96	OK
7	61345.5	0.25	1.00	15336.4	30015.7	1.96	OK
6	62118.6	0.25	1.00	15529.7	30393.9	1.96	OK
5	62784.4	0.25	1.00	15696.1	30719.7	1.96	OK
4	63346.9	0.25	1.00	15836.7	30994.9	1.96	OK
3	63805.7	0.25	1.00	15951.4	31219.4	1.96	OK
2	64156.4	0.25	1.00	16039.1	31391.0	1.96	OK
1	64399.8	0.25	1.00	16100.0	31510.1	1.96	OK

6 基礎杭等の検討

省略

剛床仮定の成立に関する検討

各階地震力の計算

階	W (kN)	ΣW (kN)	α	A_i	C_i	Q_d (kN)	P (kN)	各階震度
30	13175	13175	0.055	3.536	0.226	2982	2982	0.226
29	7325	20500	0.085	3.008	0.193	3947	965	0.132
28	7362	27862	0.115	2.697	0.173	4810	863	0.117
27	7411	35273	0.146	2.482	0.159	5604	794	0.107
26	7411	42684	0.177	2.321	0.149	6341	737	0.099
25	7412	50096	0.207	2.193	0.140	7031	690	0.093
24	7472	57568	0.238	2.086	0.133	7685	654	0.088
23	7594	65162	0.270	1.993	0.128	8312	627	0.083
22	7594	72756	0.301	1.912	0.122	8905	592	0.078
21	7594	80350	0.333	1.841	0.118	9465	560	0.074
20	7662	88012	0.364	1.775	0.114	9999	534	0.070
19	7743	95755	0.397	1.715	0.110	10510	510	0.066
18	7743	103498	0.429	1.659	0.106	10991	482	0.062
17	7743	111241	0.461	1.608	0.103	11445	454	0.059
16	7801	119042	0.493	1.559	0.100	11876	431	0.055
15	7940	126982	0.526	1.512	0.097	12287	411	0.052
14	7941	134923	0.559	1.467	0.094	12672	385	0.048
13	7941	142864	0.592	1.425	0.091	13030	359	0.045
12	7997	150861	0.625	1.384	0.089	13365	335	0.042
11	8065	158926	0.658	1.345	0.086	13678	312	0.039
10	8066	166992	0.692	1.307	0.084	13964	287	0.036
9	8066	175058	0.725	1.270	0.081	14226	262	0.032
8	8120	183178	0.759	1.234	0.079	14464	238	0.029
7	8266	191444	0.793	1.198	0.077	14681	217	0.026
6	8267	199711	0.827	1.164	0.074	14872	191	0.023
5	8268	207979	0.861	1.130	0.072	15038	166	0.020
4	8321	216300	0.896	1.097	0.070	15180	142	0.017
3	8391	224691	0.930	1.064	0.068	15297	117	0.014
2	8394	233085	0.965	1.032	0.066	15389	92	0.011
1	8399	241484	1.000	1.000	0.064	15455	66	0.008

地域係数 $Z = 1.00$

建物高さ $h = 34.2$

1次固有周期 $T = 3.00$

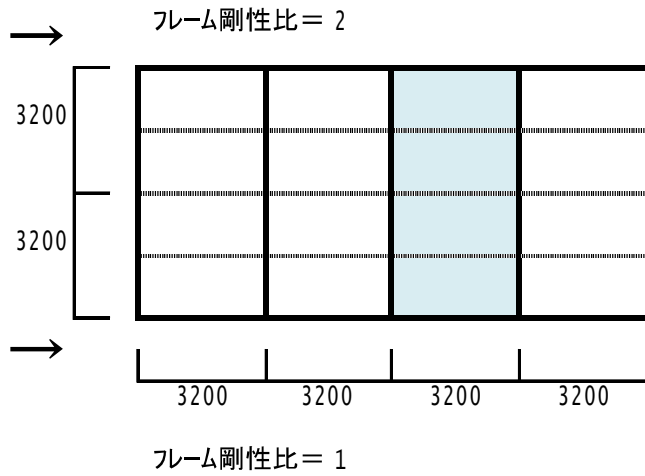
振動特性係数 $R_t = 0.32$

ベースシア係数 $C_0 = 0.20$

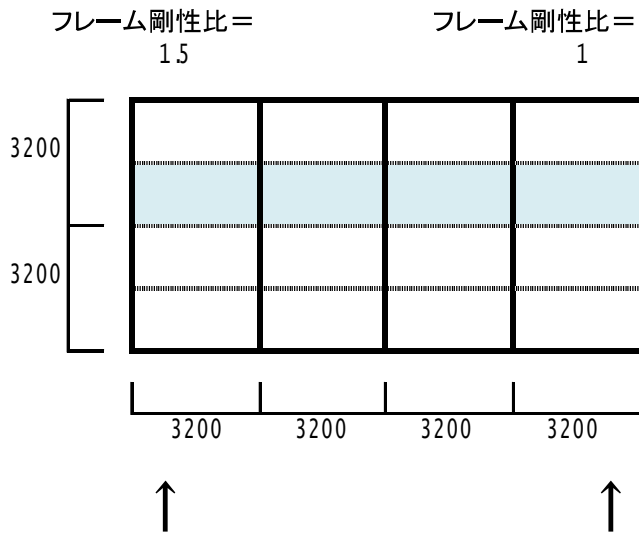
床の単位重量の計算

	コンクリート	CLT
床仕上げ	0.10	0.10
スラブ	2.88	0.60
耐火被覆		1.08
デッキプレート	0.20	
天井	0.20	0.20
柱・梁	1.50	1.50
内壁	0.21	0.21
外壁	0.63	0.63
積載荷重	0.80	0.80
総重量	6.51	5.11
重量比	1.000	0.785

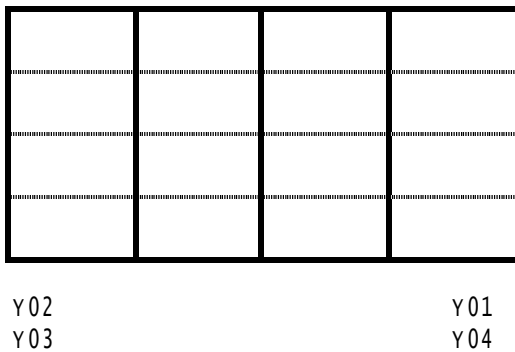
1～8階に関する剛床仮定成立の検討



床厚 =	150 mm	
震度 =	0.03	
単位重量 =	5.1 kN/m ²	
総せん断力 =	12.6 kN	
1ユニット当たりせん断力 =	3.1 kN	
上梁分担せん断力 =	2.1 kN	
下梁分担せん断力 =	1.0 kN	
床負担せん断力 =	1.0 kN	
床上下端曲げモーメント =	3.4 kNm	
左右梁負担せん断力 =	2.1 kN	
床1枚当たりせん断力 =	0.5 kN	
床左右端曲げモーメント =	0.8 kNm	
スタッド許容反力 =	0.9 kN	OK
スタッド終局反力 =	4.6 kN	OK
CLTのヤング係数 =	5000 N/mm ²	
CLTのせん断弾性係数 =	333.3 N/mm ²	
CLT1枚あたりの変形 =	0.021 mm	
全体変形 =	0.042 mm	
CLT床せん断応力度 =	0.002 N/mm ²	OK

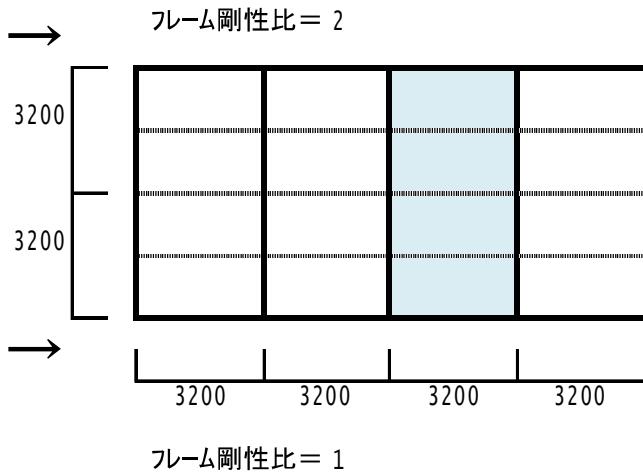


床厚 =	150 mm	
震度 =	0.03	
単位重量 =	5.1 kN/m ²	
総せん断力 =	12.6 kN	
1ユニット当たりせん断力 =	3.1 kN	
左梁分担せん断力 =	1.9 kN	
右梁分担せん断力 =	1.3 kN	
床負担せん断力 =	0.6 kN	
床左右端曲げモーメント =	4.0 kNm	
スタッド許容反力 =	4.4 kN	OK
スタッド終局反力 =	22.0 kN	OK
CLTのヤング係数 =	5000 N/mm ²	
CLTのせん断弾性係数 =	333.3 N/mm ²	
CLT1枚あたりの変形 =	0.025 mm	
全体変形 =	0.101 mm	
CLT床せん断応力度 =	0.003 N/mm ²	OK

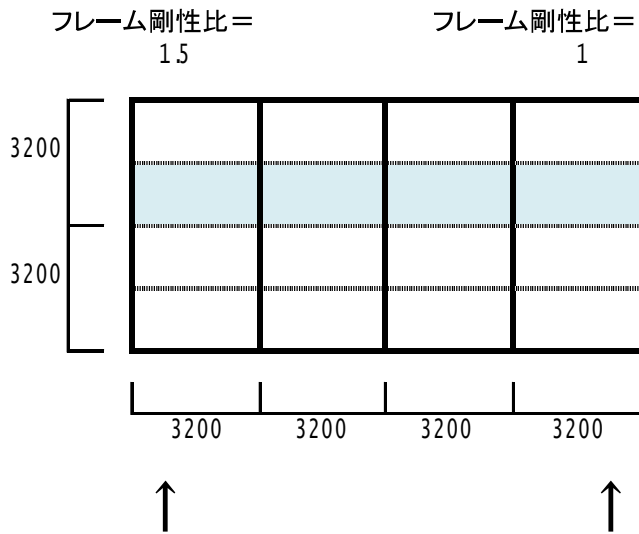


全てのスタッド @200とする

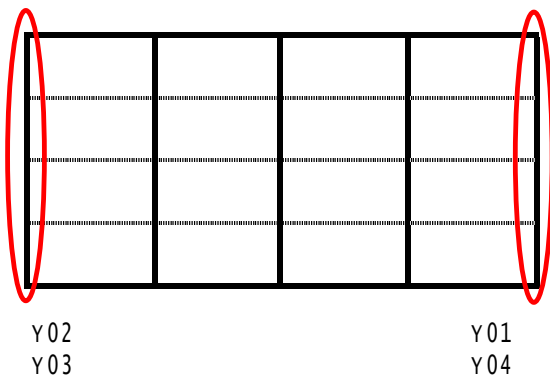
9~17階に関する剛床假定成立の検討



床厚 =	150 mm	
震度 =	0.06	
単位重量 =	5.1 kN/m ²	
総せん断力 =	25.1 kN	
1ユニット当たりせん断力 =	6.3 kN	
上梁分担せん断力 =	4.2 kN	
下梁分担せん断力 =	2.1 kN	
床負担せん断力 =	2.1 kN	
床上下端曲げモーメント =	6.7 kNm	
左右梁負担せん断力 =	4.2 kN	
床1枚当たりせん断力 =	1.0 kN	
床左右端曲げモーメント =	1.7 kNm	
スタッド許容反力 =	1.0 kN	OK
スタッド終局反力 =	4.9 kN	OK
CLTのヤング係数 =	5000 N/mm ²	
CLTのせん断弾性係数 =	333.3 N/mm ²	
CLT1枚あたりの変形 =	0.042 mm	
全体変形 =	0.084 mm	
CLT床せん断応力度 =	0.004 N/mm ²	OK

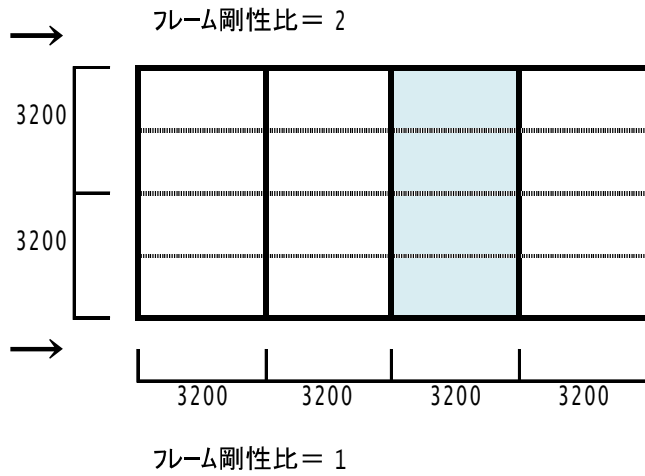


床厚 =	150 mm	
震度 =	0.06	
単位重量 =	5.1 kN/m ²	
総せん断力 =	25.1 kN	
1ユニット当たりせん断力 =	6.3 kN	
左梁分担せん断力 =	3.8 kN	
右梁分担せん断力 =	2.5 kN	
床負担せん断力 =	1.3 kN	
床左右端曲げモーメント =	8.0 kNm	
スタッド許容反力 =	4.7 kN	OK
スタッド終局反力 =	23.6 kN	OK
CLTのヤング係数 =	5000 N/mm ²	
CLTのせん断弾性係数 =	333.3 N/mm ²	
CLT1枚あたりの変形 =	0.050 mm	
全体変形 =	0.201 mm	
CLT床せん断応力度 =	0.005 N/mm ²	OK

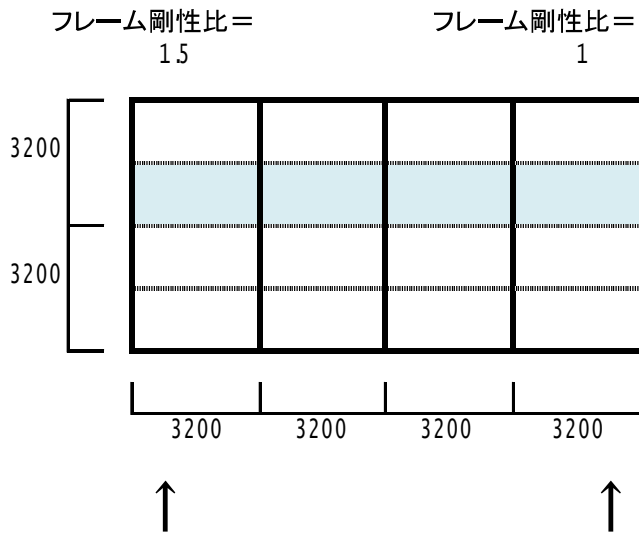


Y01,Y02,Y03,Y04通りスタッド @100とする

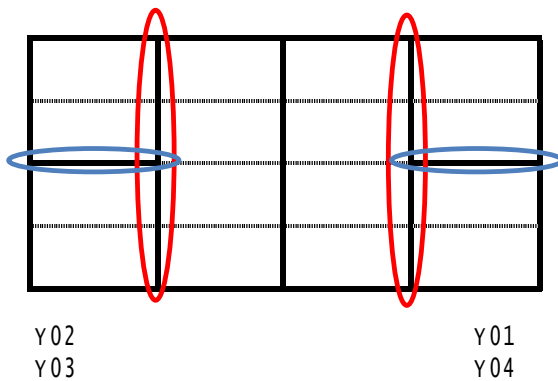
18~28階に関する剛床仮定成立の検討



床厚 =	150 mm	
震度 =	0.12	
単位重量 =	5.1 kN/m ²	
総せん断力 =	50.3 kN	
1ユニット当たりせん断力 =	12.6 kN	
上梁分担せん断力 =	8.4 kN	
下梁分担せん断力 =	4.2 kN	
床負担せん断力 =	4.2 kN	
床上下端曲げモーメント =	13.4 kNm	
左右梁負担せん断力 =	8.4 kN	
床1枚当たりせん断力 =	2.1 kN	
床左右端曲げモーメント =	3.4 kNm	
スタッド許容反力 =	2.0 kN	OK
スタッド終局反力 =	9.8 kN	OK
CLTのヤング係数 =	5000 N/mm ²	
CLTのせん断弾性係数 =	333.3 N/mm ²	
CLT1枚あたりの変形 =	0.084 mm	
全体変形 =	0.168 mm	
CLT床せん断応力度 =	0.009 N/mm ²	

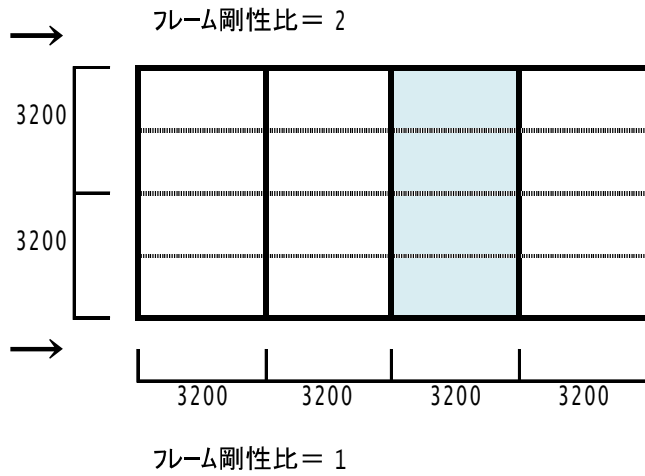


床厚 =	150 mm	
震度 =	0.12	
単位重量 =	5.1 kN/m ²	
総せん断力 =	50.3 kN	
1ユニット当たりせん断力 =	12.6 kN	
左梁分担せん断力 =	7.5 kN	
右梁分担せん断力 =	5.0 kN	
床負担せん断力 =	2.5 kN	
床左右端曲げモーメント =	16.1 kNm	
スタッド許容反力 =	9.4 kN	OK
スタッド終局反力 =	47.1 kN	OUT
CLTのヤング係数 =	5000 N/mm ²	
CLTのせん断弾性係数 =	333.3 N/mm ²	
CLT1枚あたりの変形 =	0.101 mm	
全体変形 =	0.402 mm	
CLT床せん断応力度 =	0.010 N/mm ²	OK



赤線部分スタッド @100とする
青線部分小梁追加(3点固定にする)

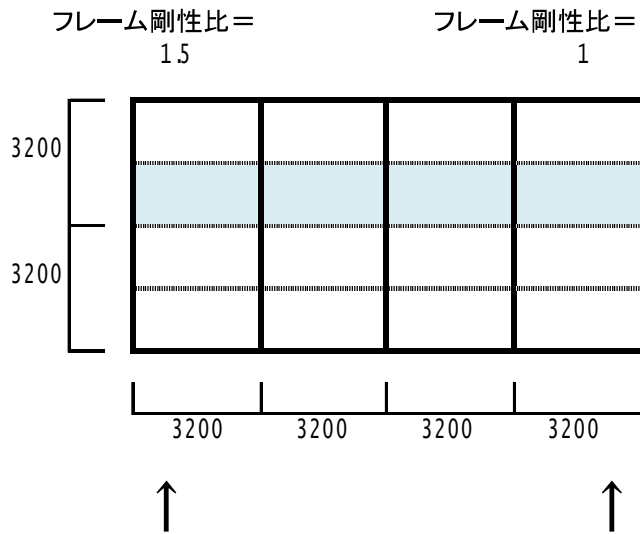
29階に関する剛床仮定成立の検討



床厚 = 150 mm
 震度 = 0.14
 単位重量 = 5.0 kN/m²
 総せん断力 = 57.3 kN
 1ユニット当たりせん断力 = 14.3 kN
 上梁分担せん断力 = 9.6 kN
 下梁分担せん断力 = 4.8 kN
 床負担せん断力 = 4.8 kN
 床上下端曲げモーメント = 15.3 kNm
 左右梁負担せん断力 = 9.6 kN
 床1枚当たりせん断力 = 2.4 kN
 床左右端曲げモーメント = 3.8 kNm
 スタッド許容反力 = 2.2 kN OK
 スタッド終局反力 = 11.2 kN OK

CLTのヤング係数 = 5000 N/mm²
 CLTのせん断弾性係数 = 333.3 N/mm²
 CLT1枚あたりの変形 = 0.096 mm
 全体変形 = 0.191 mm

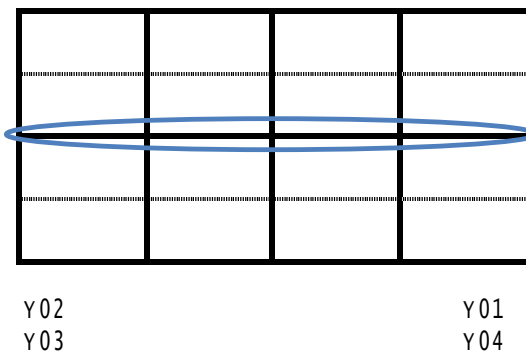
CLT床せん断応力度 = 0.010 N/mm²



床厚 = 150 mm
 震度 = 0.14
 単位重量 = 5.0 kN/m²
 総せん断力 = 57.3 kN
 1ユニット当たりせん断力 = 14.3 kN
 左梁分担せん断力 = 8.6 kN
 右梁分担せん断力 = 5.7 kN
 床負担せん断力 = 2.9 kN
 床左右端曲げモーメント = 18.4 kNm
 スタッド許容反力 = 10.8 kN OK
 スタッド終局反力 = 53.8 kN OUT

CLTのヤング係数 = 5000 N/mm²
 CLTのせん断弾性係数 = 333.3 N/mm²
 CLT1枚あたりの変形 = 0.115 mm
 全体変形 = 0.459 mm

CLT床せん断応力度 = 0.012 N/mm² OK



青線部分小梁追加

振動解析概要書

1. はじめに

床の木質化(以下、木床)はコンクリートスラブ床(以下、RC床)と比較して重量の低減に繋がる。それに伴い、振動応答解析結果にどのような影響が出るか解析を行った。

2. 解析概要

2.1 モデル建物

本報告ではS造30階建て木床の振動応答解析を行った。以下にモデル建物の詳細、伏図・軸組図を示す。

表 2.1-1 モデル建物詳細

躯体	床情報			用途	階高	建築面積	規模	地震対策
	床構造	床厚	その他					
S造	木造	210mm	ケイ酸カルシウム板 サンドウィッチモデル	オフィス	4m	1802.24m ²	30階	制震

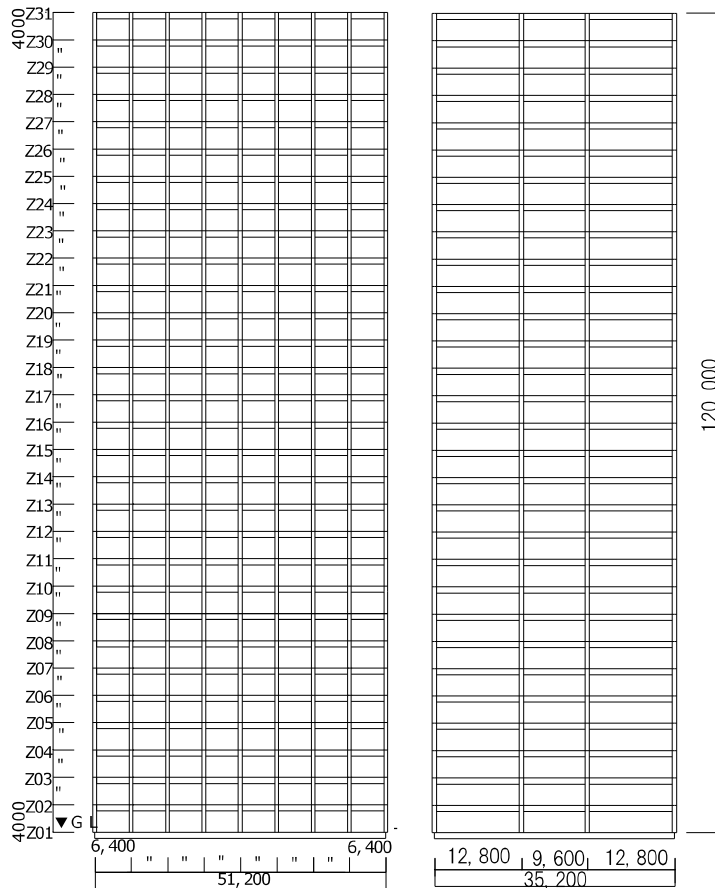


図 2.1-1 モデル建物軸組図

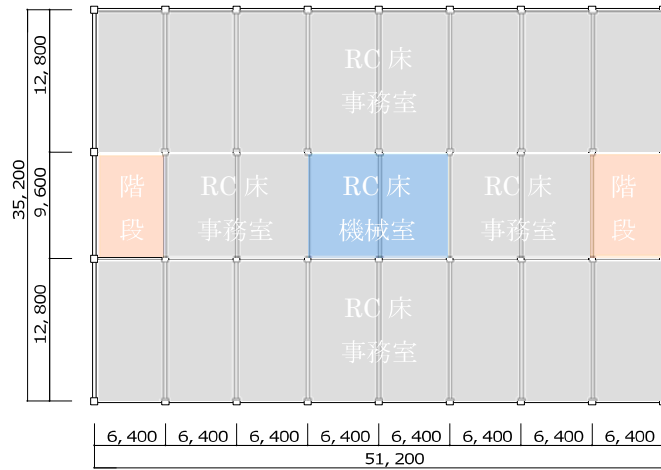


図 2.1-2 モデル建物伏図 1F

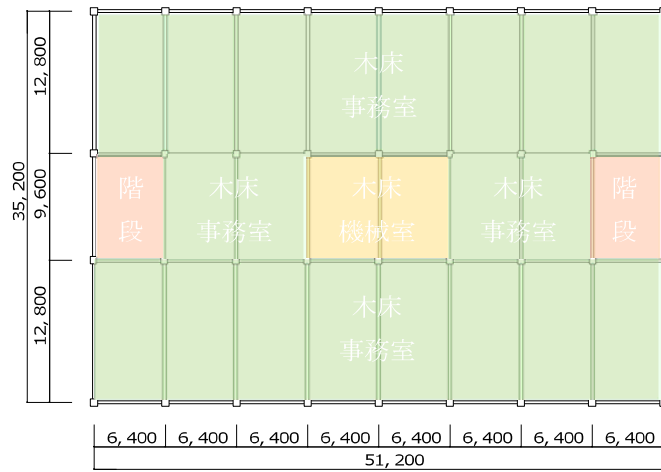


図 2.1-3 モデル建物伏図 2~30F

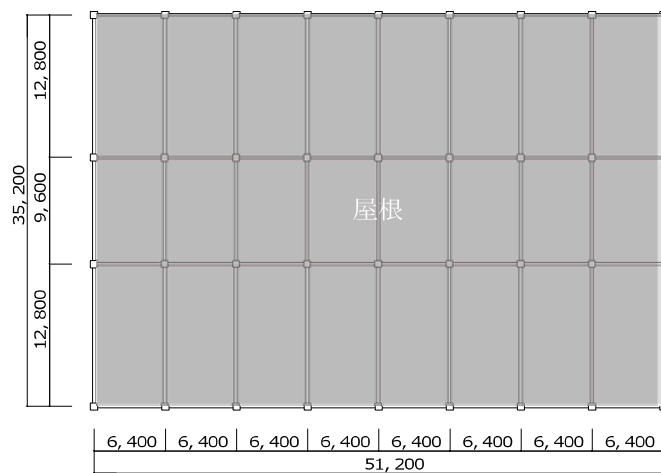


図 2.1-4 モデル建物伏図 RF

各層に配置した積載荷重・固定荷重・特殊荷重を以下に示す。

表 2.1-2 単位面積あたりの積載荷重・固定荷重合計値

積載荷重・固定荷重(N/m ²)			
	床・小梁	フレーム	地震
屋根	6256.8	5756.8	5056.8
事務室RC	6276.8	5076.8	4076.8
事務室(木)	3300.0	2100.0	1100.0
機械室(RC)	8176.8	5676.8	4576.8
機械室(木)	5200.0	2700.0	1600.0
階段	3932.0	2732.0	1732.0

表 2.1-3 特殊荷重

特殊荷重(N/m)	
外壁	4000
内壁	2000

2.1.1 床モデル

本報告で用いる木床は多種考えられる中で、30mm のラミナ材(杉材)を 3 層組み合わせた厚さ 90mm の CLT パネルを 2 枚用い、CLT パネル間に耐火被覆として 15mm のケイ酸カルシウム板を 2 枚挟み込むことで、中間部で防耐火を可能にしているサンドウィッチモデル床厚 210mm の床を使用する。

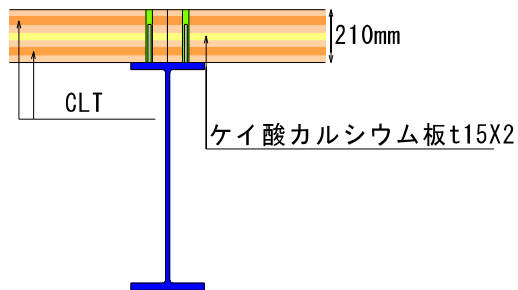


図 2.1.1 木床詳細

2.2 制震ブレース

本建物では座屈拘束ブレースを使用する。

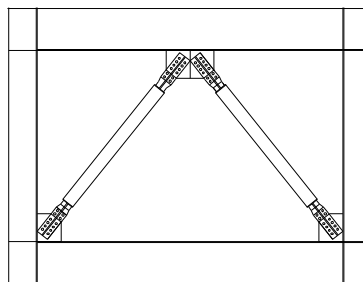


図 2.2 制震ブレース設置例図

3. 振動概要

3.1 振動解析方法

本建物の木床は RC 床同様に剛床仮定が成立すると仮定して検討をしており、振動応答解析モデルは「多質点等価せん断弾塑性モデル」とする。

3.2 入力地震波モデル

振動解析に用いる入力地震波は、表 3.2 に示すレベル 1～レベル 4 の 4 レベルの模擬地震動に加え、過去の建物との比較を行う意味から、既存の観測地震波の中から 2 波、計 7 波を選択した。

表 3.2 採用地震波

		地震名	PGA (GAL)	PGV (KINE)	位相	再現期間 (年)	継続時間 (s)	地震像	備考
採用地震波	人工地震波	レベル1 (小地震)	66.1	9.16	ランダム	50年	60	プレート型大地震	基準法レベル
		レベル2 (中地震)	330	45.8		500年	60		
		レベル3 (大地震)	440	60.9		1000年	60		
		レベル4 (極大地震)	228	32.4		1000年	300		
	観測地震波		741	103	JMA KOBE	1000年	60	直下型地震動	
		EL CENTRO NS	500	56.2		500年	50	プレート型大地震	過去の建物と
		JMA KOBE	822	90.9		1000年	50	直下型地震動	の比較用

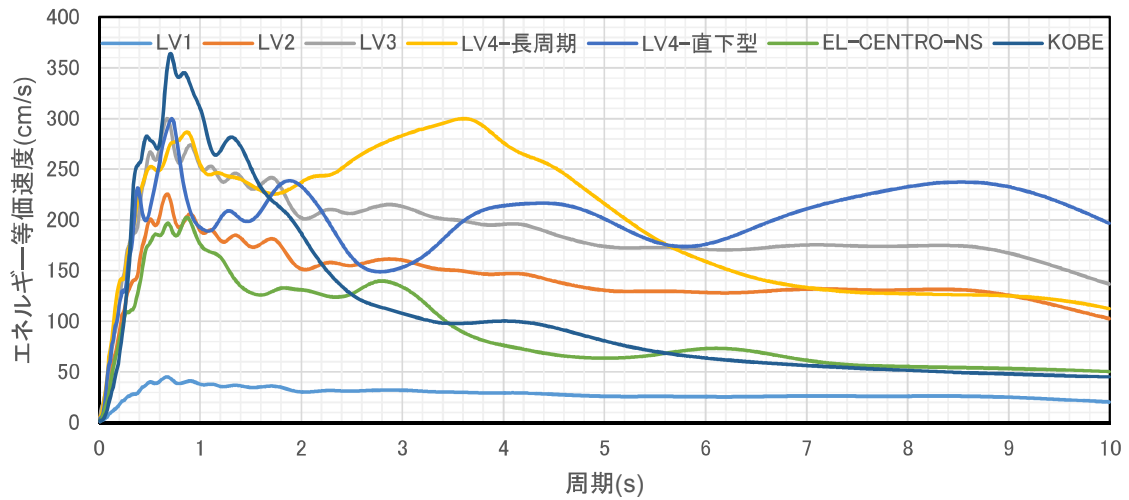


図 3.2 エネルギースペクトル

4. 振動応答解析入力データ

4.1 架構のモデル化

本建物の振動応答解析では弾塑性振動解析モデルを採用しているため、各階フレームの復元力特性を求めることが必要である。ここでは、静的解析(増分解法)によって得られた各階の最大値を降伏荷重と仮定し、完全弾塑性のバイリニアモデルを復元力とした。得られた重量、降伏荷重、剛性を以下に示す。

表 4.1 モデル建物入力データ

層	柱 (kN)	梁 (kN)	小梁 (kN)	床 (kN)	ブレース (kN)	積載・固定・ 特殊荷重 (kN)	層重量 (kN)	剛性		降伏荷重		降伏変位	
								X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向
RF	477.6	1118.5	353.5	2108.1	4.7	9113.5	13175.94	10840.4	10077.0	12473.1	15773.9	1.2	1.6
30	955.1	1128.8	353.5	2108.1	9.5	2770.3	7325.261	11863.2	11120.6	16494.7	20859.8	1.4	1.9
29	991.9	1128.8	353.5	2108.1	9.8	2770.3	7362.371	12834.8	12005.3	20084.3	25399.4	1.6	2.1
28	1028.8	1140.7	353.5	2108.1	10.1	2770.2	7411.413	13540.3	12663.4	23386.5	29575.3	1.7	2.3
27	1028.8	1140.7	353.5	2108.1	10.4	2770.2	7411.73	14061.1	13194.8	26448.7	33447.9	1.9	2.5
26	1028.8	1140.7	353.5	2108.1	10.7	2770.2	7412.047	14520.1	13676.5	29312.9	37070.1	2.0	2.7
25	1088.8	1140.7	353.5	2108.1	11.0	2770.3	7472.422	15204.8	14373.9	32027.2	40502.7	2.1	2.8
24	1148.9	1202.0	353.5	2108.1	11.4	2770.1	7594.049	15593.4	14898.1	34626.9	43790.3	2.2	2.9
23	1148.9	1202.0	353.5	2108.1	11.7	2770.2	7594.389	15905.9	15265.7	37080.5	46893.3	2.3	3.1
22	1148.9	1202.0	353.5	2108.1	12.1	2770.1	7594.748	16226.1	15617.5	39398.6	49824.9	2.4	3.2
21	1216.6	1202.0	353.5	2108.1	12.4	2770.2	7662.818	16801.2	16170.7	41608.4	52619.5	2.5	3.3
20	1284.3	1214.2	353.5	2108.1	12.8	2770.3	7743.165	17121.8	16470.6	43716.4	55285.2	2.6	3.4
19	1284.3	1214.2	353.5	2108.1	13.1	2770.3	7743.539	17383.9	16748.3	45704.0	57798.9	2.6	3.5
18	1284.3	1214.2	353.5	2108.1	13.5	2770.3	7743.918	17687.5	17082.3	47575.8	60166.1	2.7	3.5
17	1341.4	1214.2	353.5	2108.1	13.9	2770.3	7801.372	18280.0	17697.0	49348.1	62407.3	2.7	3.5
16	1398.4	1296.1	353.5	2108.1	14.4	2770.2	7940.714	18689.8	18160.7	51038.4	64544.9	2.7	3.6
15	1398.4	1296.1	353.5	2108.1	14.8	2770.3	7941.17	18965.4	18466.0	52616.8	66541.0	2.8	3.6
14	1398.4	1296.1	353.5	2108.1	15.3	2770.2	7941.649	19249.9	18763.6	54085.7	68398.7	2.8	3.6
13	1453.6	1296.1	353.5	2108.1	15.8	2770.3	7997.377	19735.7	19190.2	55456.5	70132.2	2.8	3.7
12	1508.8	1308.3	353.5	2108.1	16.4	2770.3	8065.394	20043.1	19458.7	56730.4	71743.3	2.8	3.7
11	1508.8	1308.3	353.5	2108.1	17.0	2770.3	8066.012	20322.2	19735.3	57897.2	73218.8	2.8	3.7
10	1508.8	1308.3	353.5	2108.1	17.7	2770.3	8066.653	20685.6	20092.2	58958.3	74560.7	2.9	3.7
9	1562.2	1308.3	353.5	2108.1	18.4	2770.2	8120.739	21458.2	20763.5	59920.9	75604.8	2.8	3.6
8	1615.6	1400.0	353.5	2108.1	19.2	2770.3	8266.733	22084.5	21315.2	60793.3	76881.3	2.8	3.6
7	1615.6	1400.0	353.5	2108.1	20.2	2770.3	8267.734	22487.3	21697.9	61558.3	77848.8	2.7	3.6
6	1615.6	1400.0	353.5	2108.1	21.4	2770.3	8268.864	22915.3	22102.1	62217.0	78681.8	2.7	3.6
5	1667.2	1400.0	353.5	2108.1	22.8	2770.3	8321.899	23668.3	22733.8	62773.5	79385.5	2.7	3.5
4	1718.7	1416.1	353.5	2108.1	24.8	2770.3	8391.5	24645.6	23609.3	63227.2	79959.3	2.6	3.4
3	1718.7	1416.1	353.5	2108.1	27.6	2770.4	8394.354	27290.4	26096.8	63574.0	80397.9	2.3	3.1
2	1718.7	1416.1	353.5	2108.1	32.7	2770.3	8399.436	46845.9	44565.7	63814.6	80702.2	1.4	1.8
GF	1246.1	1416.1	353.5	2108.1	18.0	8080.7	13222.51	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

4.2 制震ブレースのモデル化

各層に設置したブレースの復元力特性は降伏荷重を最大荷重とし完全弾塑性のバイリニアモデルを復元力とした。実際に配置した各層のブレースの本数と 1 本あたりの水平剛性、水平降伏荷重を以下に示す。

表 4.2 制震ブレース詳細

層	剛性 (kN/cm)		降伏荷重 (kN)		降伏変位 (cm)		本数	
	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向
30	501.5	388.7	326.9	267.9	0.65	0.69	8	8
29	517.3	398.9	337.2	274.9	0.65	0.69	8	8
28	533.4	411.5	347.7	283.6	0.65	0.69	8	8
27	549.8	424.4	358.4	292.5	0.65	0.69	8	8
26	566.5	437.6	369.2	301.6	0.65	0.69	8	8
25	583.4	451.0	380.3	310.8	0.65	0.69	8	8
24	600.7	464.6	391.6	320.2	0.65	0.69	8	8
23	618.6	478.7	403.2	329.9	0.65	0.69	8	8
22	636.6	493.1	414.9	339.9	0.65	0.69	8	8
21	655.1	507.8	427.0	350.0	0.65	0.69	8	8
20	674.2	523.0	439.4	360.4	0.65	0.69	8	8
19	694.0	538.7	452.4	371.3	0.65	0.69	8	8
18	714.5	555.1	465.7	382.6	0.65	0.69	8	8
17	735.7	572.2	479.5	394.3	0.65	0.69	8	8
16	758.0	590.0	494.1	406.6	0.65	0.69	8	8
15	781.5	608.8	509.4	419.6	0.65	0.69	8	8
14	806.0	628.9	525.3	433.4	0.65	0.69	8	8
13	831.9	650.0	542.2	448.0	0.65	0.69	8	8
12	859.8	672.7	560.4	463.6	0.65	0.69	8	8
11	890.0	697.5	580.1	480.7	0.65	0.69	8	8
10	922.7	724.8	601.4	499.5	0.65	0.69	8	8
9	958.7	755.2	624.9	520.5	0.65	0.69	8	8
8	999.2	789.5	651.3	544.1	0.65	0.69	8	8
7	1045.7	829.4	681.6	571.6	0.65	0.69	8	8
6	1099.3	877.3	716.5	604.6	0.65	0.69	8	8
5	1163.6	936.1	758.4	645.2	0.65	0.69	8	8
4	1244.4	1012.8	811.1	698.0	0.65	0.69	8	8
3	1352.0	1121.8	881.3	773.2	0.65	0.69	8	8
2	1507.9	1300.2	982.9	896.1	0.65	0.69	8	8
1	1772.2	1692.5	1155.1	1166.5	0.65	0.69	8	8

4.3 入力データ

実際に振動解析を行うに当たって入力したデータを以下に示す。

表 4.3 入力データまとめ

質点	躯体					ブレース			
	層重量 (kN)	剛性 (kN/cm)		降伏荷重 (kN)		剛性 (kN/cm)		降伏荷重 (kN)	
		X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向	X方向	Y方向
30	13175.9	10840.4	10077.0	12473.1	15773.9	4011.8	3109.6	2614.9	2143.1
29	7325.3	11863.2	11120.6	16494.7	20859.8	4138.2	3191.3	2697.3	2199.4
28	7362.4	12834.8	12005.3	20084.3	25399.4	4267.0	3292.3	2781.3	2269.0
27	7411.4	13540.3	12663.4	23386.5	29575.3	4398.5	3395.4	2866.9	2340.1
26	7411.7	14061.1	13194.8	26448.7	33447.9	4531.7	3500.7	2953.7	2412.6
25	7412.0	14520.1	13676.5	29312.9	37070.1	4667.1	3607.8	3042.0	2486.5
24	7472.4	15204.8	14373.9	32027.2	40502.7	4806.0	3717.1	3132.5	2561.8
23	7594.0	15593.4	14898.1	34626.9	43790.3	4948.6	3829.3	3225.5	2639.2
22	7594.4	15905.9	15265.7	37080.5	46893.3	5092.9	3945.0	3319.5	2718.9
21	7594.7	16226.1	15617.5	39398.6	49824.9	5240.7	4062.7	3415.9	2800.0
20	7662.8	16801.2	16170.7	41608.4	52619.5	5393.5	4183.9	3515.5	2883.5
19	7743.2	17121.8	16470.6	43716.4	55285.2	5552.1	4309.8	3618.9	2970.2
18	7743.5	17383.9	16748.3	45704.0	57798.9	5715.9	4440.9	3725.6	3060.7
17	7743.9	17687.5	17082.3	47575.8	60166.1	5885.7	4577.3	3836.3	3154.6
16	7801.4	18280.0	17697.0	49348.1	62407.3	6064.0	4719.9	3952.5	3252.9
15	7940.7	18689.8	18160.7	51038.4	64544.9	6252.0	4870.6	4075.0	3356.8
14	7941.2	18965.4	18466.0	52616.8	66541.0	6447.8	5030.9	4202.7	3467.2
13	7941.6	19249.9	18763.6	54085.7	68398.7	6655.2	5200.2	4337.9	3583.9
12	7997.4	19735.7	19190.2	55456.5	70132.2	6878.1	5381.9	4483.1	3709.1
11	8065.4	20043.1	19458.7	56730.4	71743.3	7119.8	5580.0	4640.7	3845.7
10	8066.0	20322.2	19735.3	57897.2	73218.8	7381.8	5798.6	4811.5	3996.3
9	8066.7	20685.6	20092.2	58958.3	74560.7	7669.8	6041.3	4999.2	4163.6
8	8120.7	21458.2	20763.5	59920.9	75604.8	7993.9	6315.7	5210.4	4352.8
7	8266.7	22084.5	21315.2	60793.3	76881.3	8365.5	6635.2	5452.6	4572.9
6	8267.7	22487.3	21697.9	61558.3	77848.8	8794.6	7018.2	5732.3	4836.9
5	8268.9	22915.3	22102.1	62217.0	78681.8	9308.7	7488.9	6067.4	5161.3
4	8321.9	23668.3	22733.8	62773.5	79385.5	9954.9	8102.3	6488.6	5584.0
3	8391.5	24645.6	23609.3	63227.2	79959.3	10816.4	8974.6	7050.1	6185.2
2	8394.4	27290.4	26096.8	63574.0	80397.9	12063.5	10401.2	7863.0	7168.4
1	8399.4	46845.9	44565.7	63814.6	80702.2	14177.3	13540.1	9240.7	9331.7

4.4 減衰

架構の減衰は、1次振動数に対する減衰定数を指定する方法によるものとし、初期剛性に対する比例減衰系として、減衰定数2%に定めた。

ダンパーについては、履歴減衰特性を再現した剛性要素で評価した。

5 振動応答解析結果

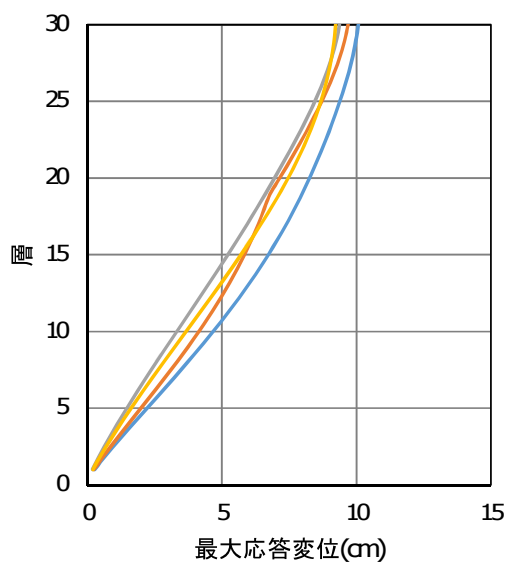
5.1 固有値解析結果

表 5.1 固有値解析

		1次固有周期 (s)	2次固有周期 (s)	3次固有周期 (s)
X方向	躯体のみ	2.40	0.86	0.52
	ブレース込み	2.06	0.74	0.45
Y方向	躯体のみ	2.44	0.88	0.54
	ブレース込み	2.14	0.78	0.47

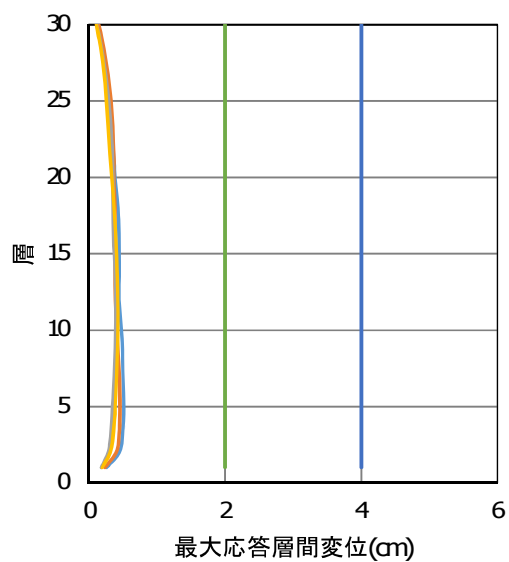
5.2 応答解析結果

5.2.1 レベル 1



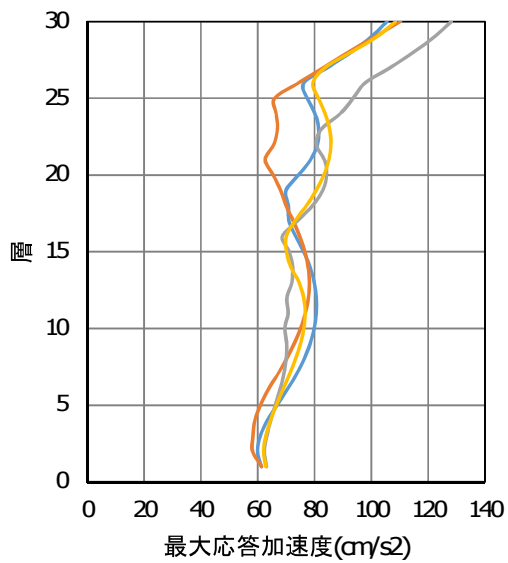
— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
— ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

図 5.2.1-a 最大応答変位



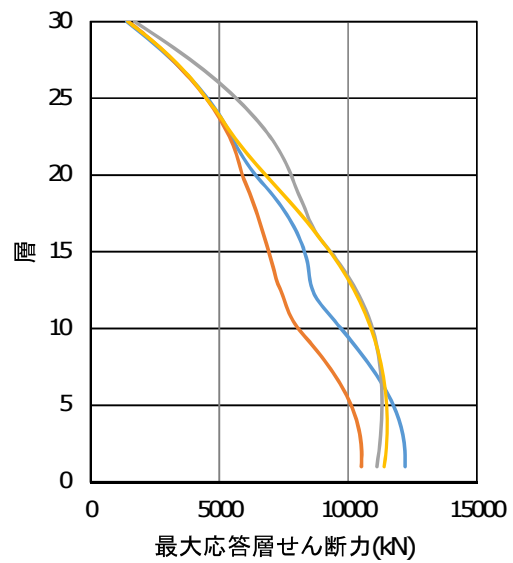
— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
— ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向
— 1/100 — 1/200

図 5.2.1-b 最大応答層間変位



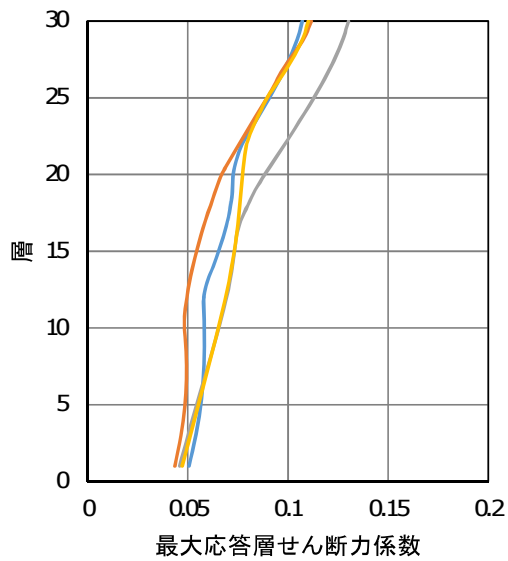
— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

図 5.2.1-c 最大応答加速度



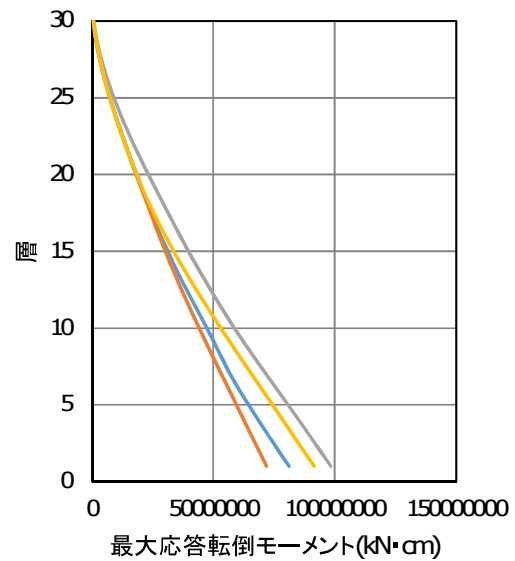
— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

図 5.2.1-d 最大応答層せん断力



— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

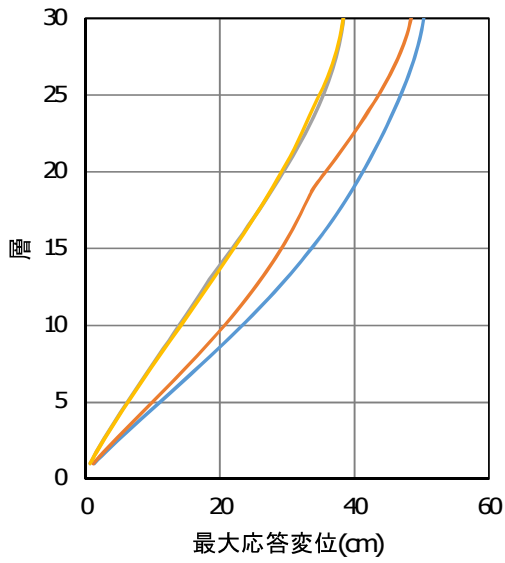
図 5.2.1-e 最大応答層せん断力係数



— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

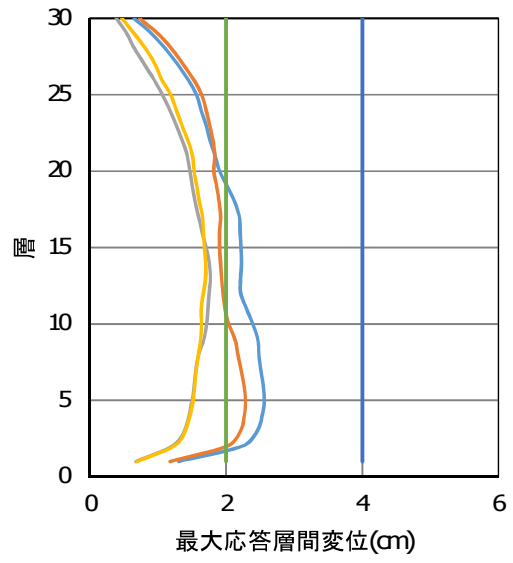
図 5.2.1-f 最大応答転倒モーメント

5.2.2 レベル 2



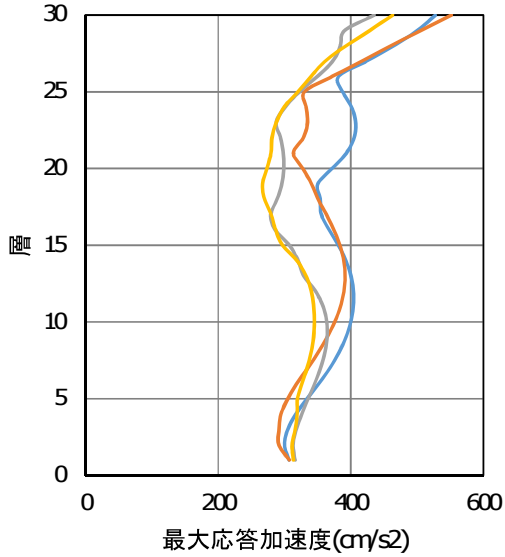
— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
— プレース込み-X方向 — プレース込み-Y方向

図 5.2.2-a 最大応答変位



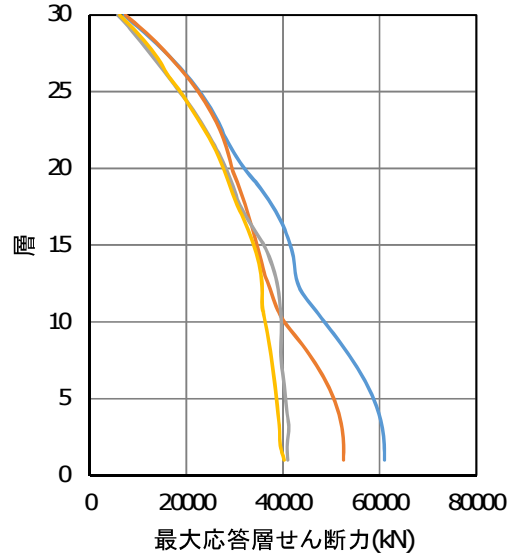
— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
— プレース込み-X方向 — プレース込み-Y方向
— 1/100 — 1/200

図 5.2.2-b 最大応答層間変位



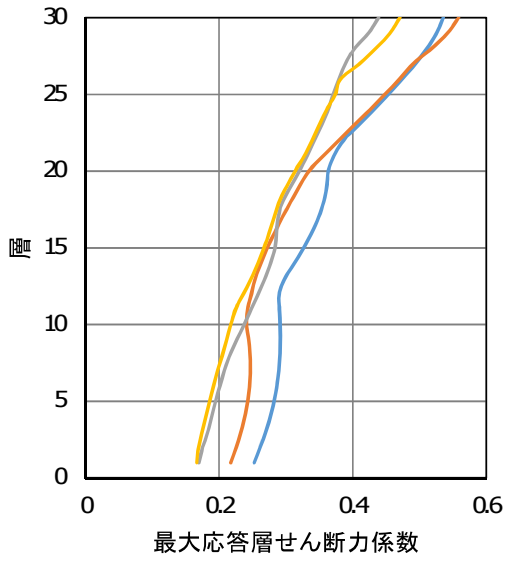
— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
— プレース込み-X方向 — プレース込み-Y方向

図 5.2.2-c 最大応答加速度



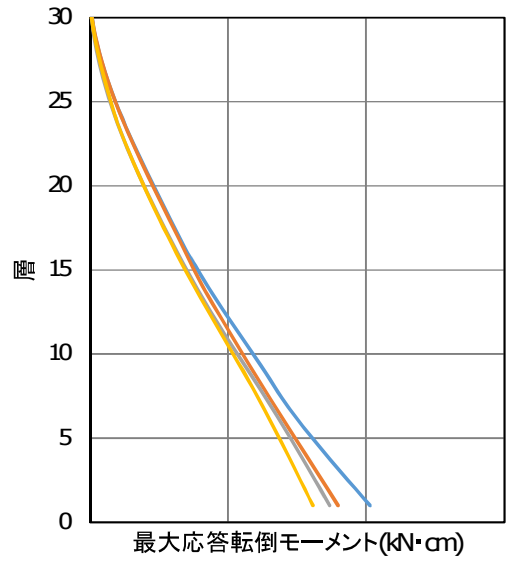
— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
— プレース込み-X方向 — プレース込み-Y方向

図 5.2.2-d 最大応答層せん断力



— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

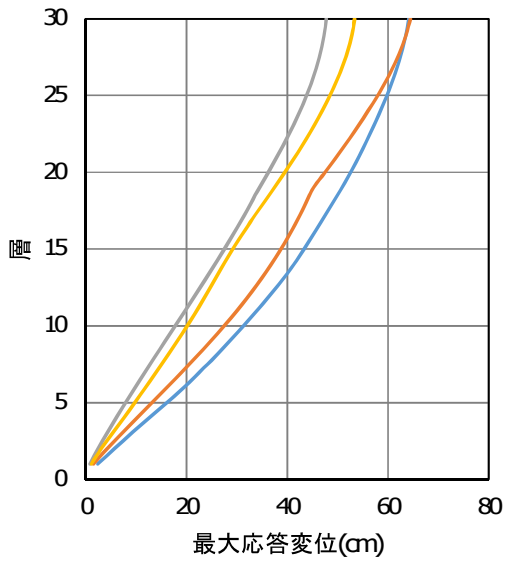
図 5.2.2-e 最大応答層せん断力係数



— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

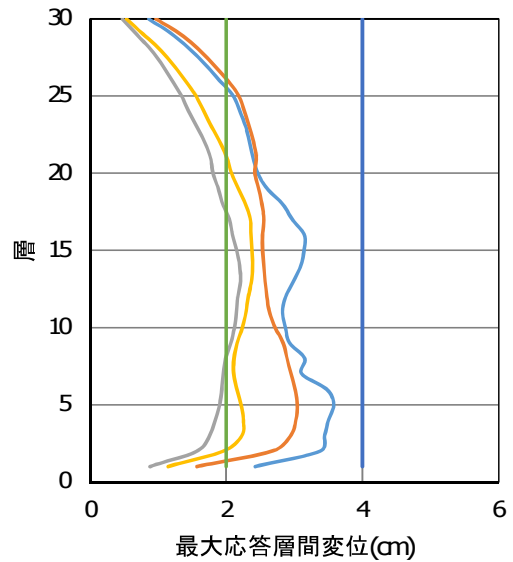
図 5.2.2-f 最大応答転倒モーメント

5.2.3 レベル 3



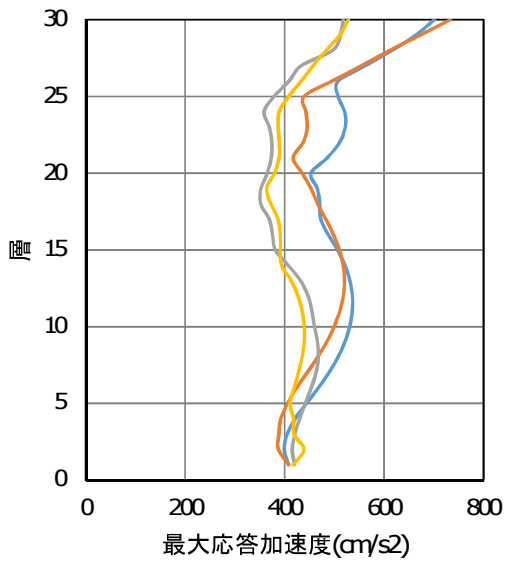
— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

図 5.2.3-a 最大応答変位



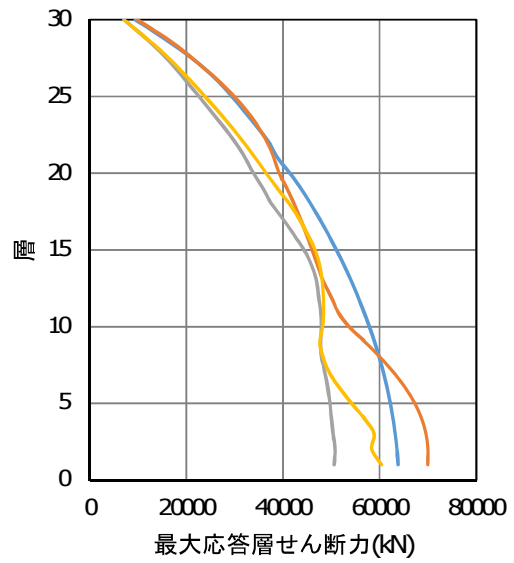
— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向
 — 1/100 — 1/200

図 5.2.3-b 最大応答層間変位



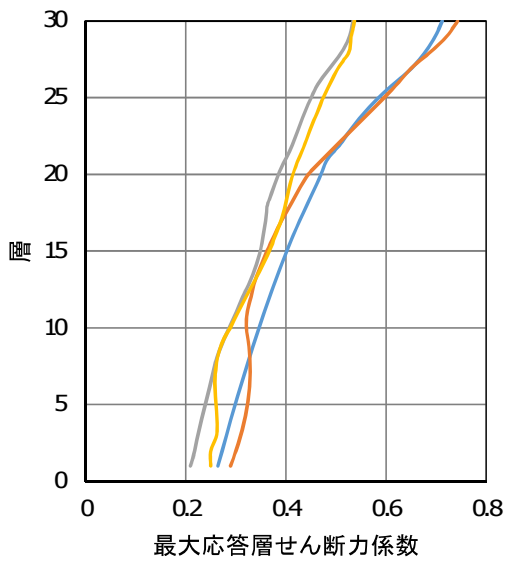
— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

図 5.2.3-c 最大応答加速度



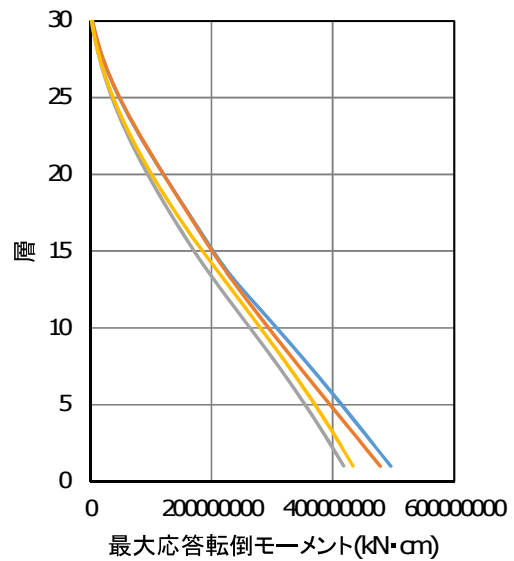
— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

図 5.2.3-d 最大応答層せん断力



— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

図 5.2.3-e 最大応答層せん断力係数



— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

図 5.2.3-f 最大応答転倒モーメント

5.2.4 レベル 4-長周期

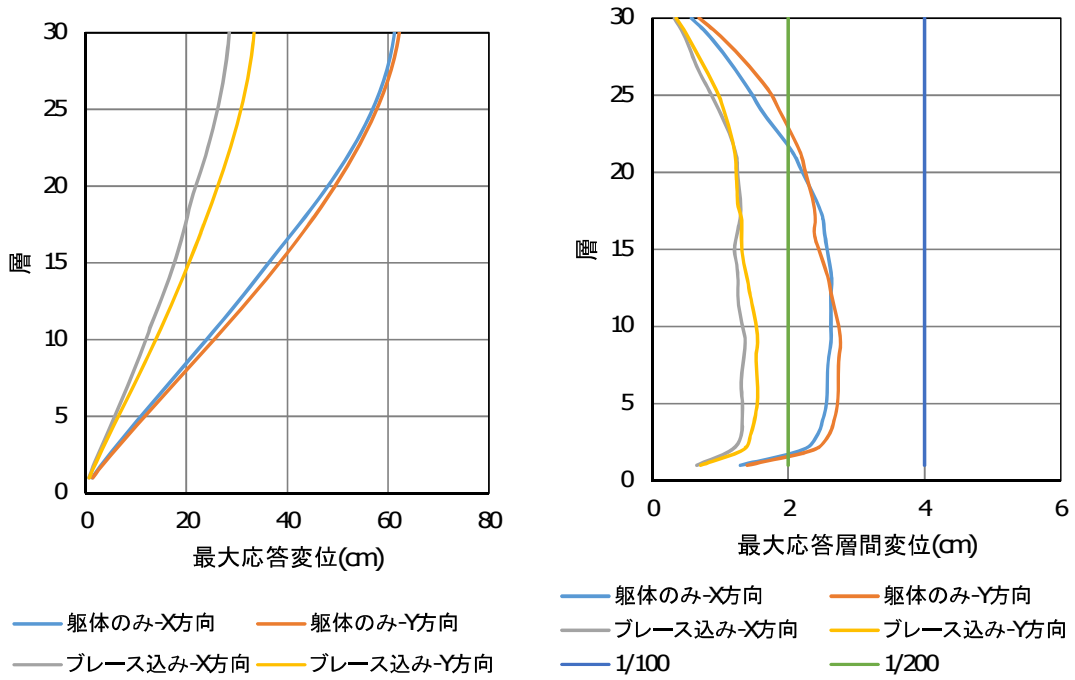


図 5.2.4-a 最大応答変位

図 5.2.4-b 最大応答層間変位

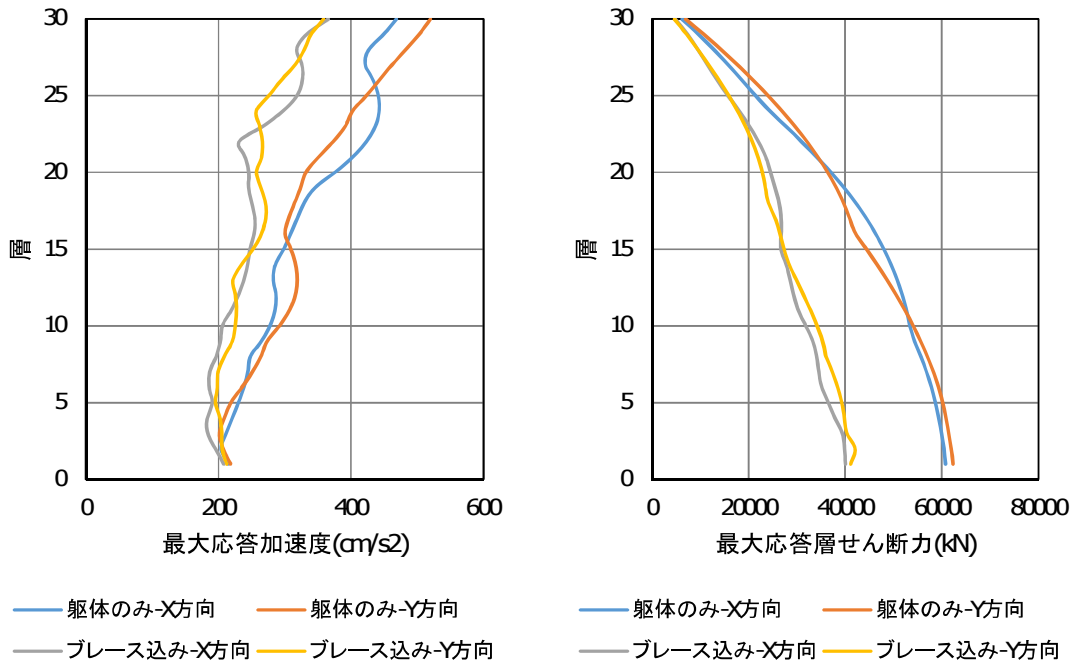
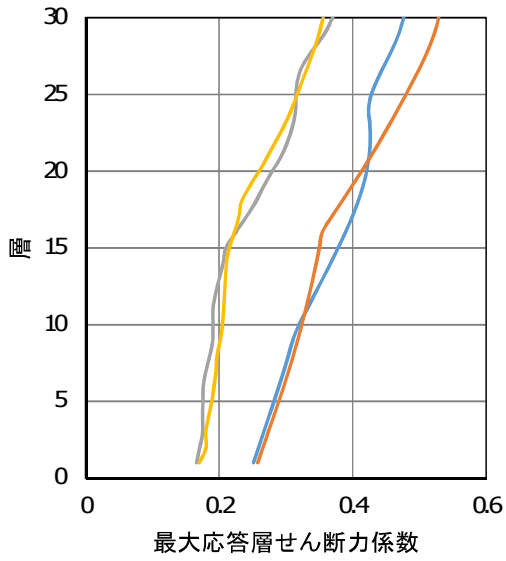


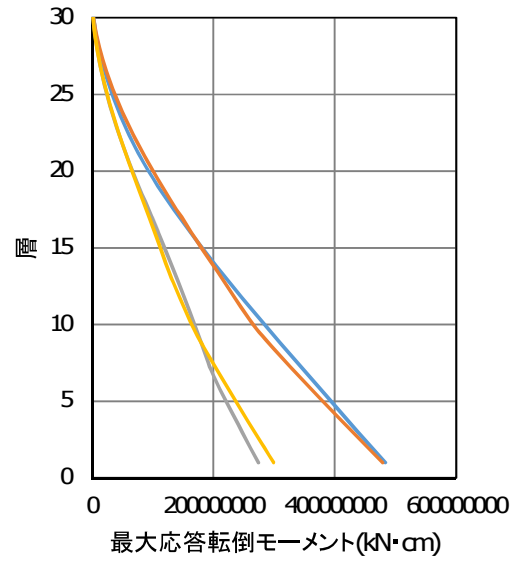
図 5.2.4-c 最大応答加速度

図 5.2.4-d 最大応答層せん断力



— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

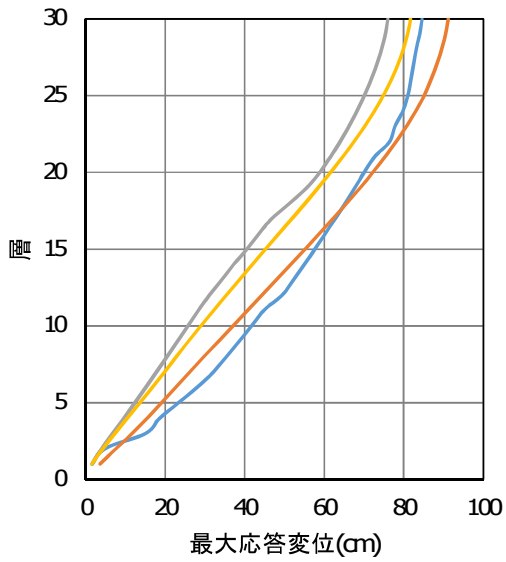
図 5.2.4-e 最大応答層せん断力係数



— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

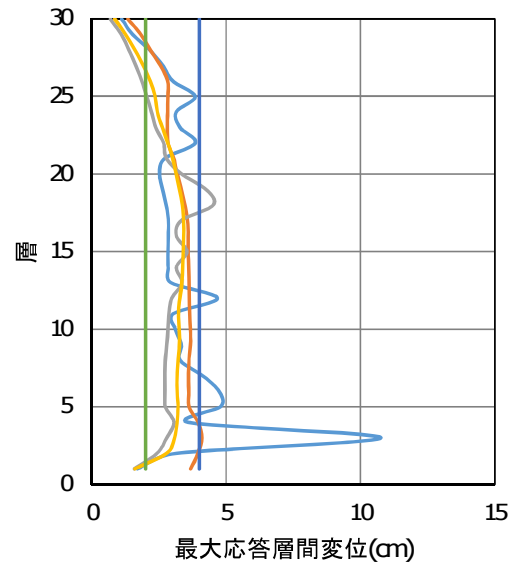
図 5.2.4-f 最大応答転倒モーメント

5.2.5 レベル 4直下型



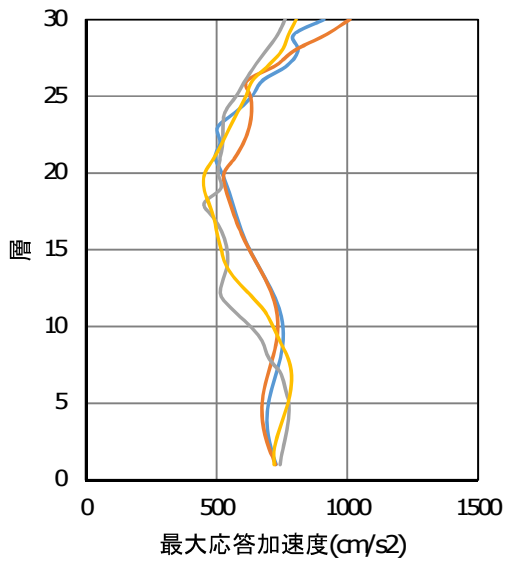
— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

図 5.2.5-a 最大応答変位



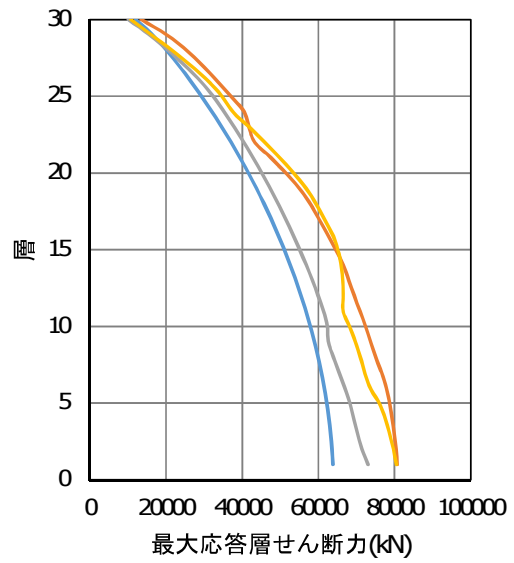
— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向
 — 1/100 — 1/200

図 5.2.5-b 最大応答層間変位



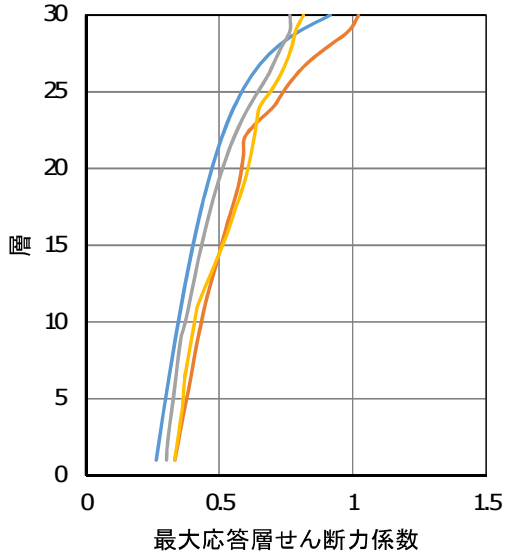
— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

図 5.2.5-c 最大応答加速度



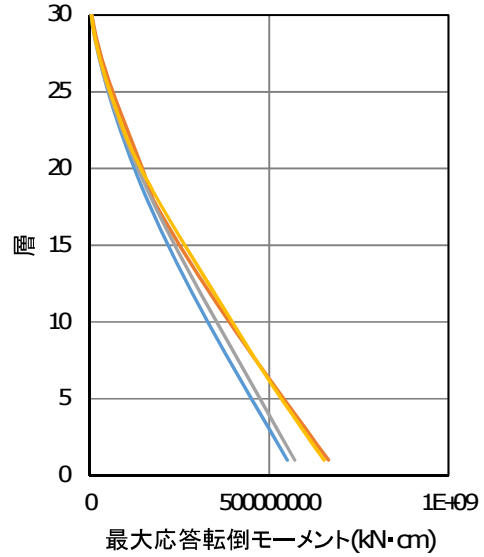
— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

図 5.2.5-d 最大応答層せん断力



— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

図 5.2.5-e 最大応答層せん断力係数



— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

図 5.2.5-f 最大応答転倒モーメント

5.2.6 EL-CENTRO-NS

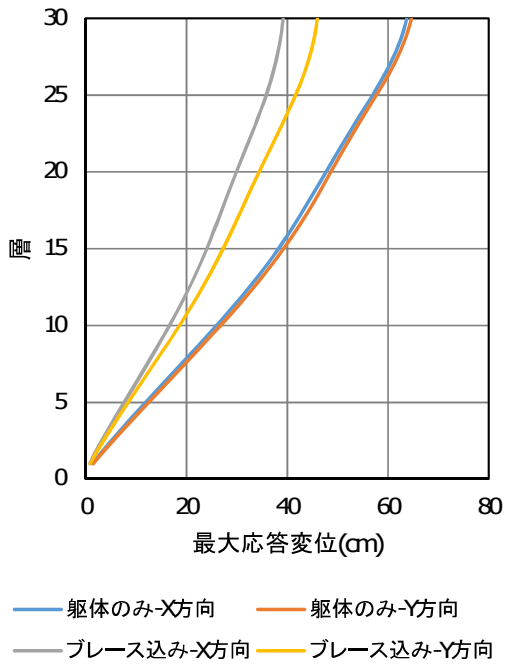


図 5.2.6-a 最大応答変位

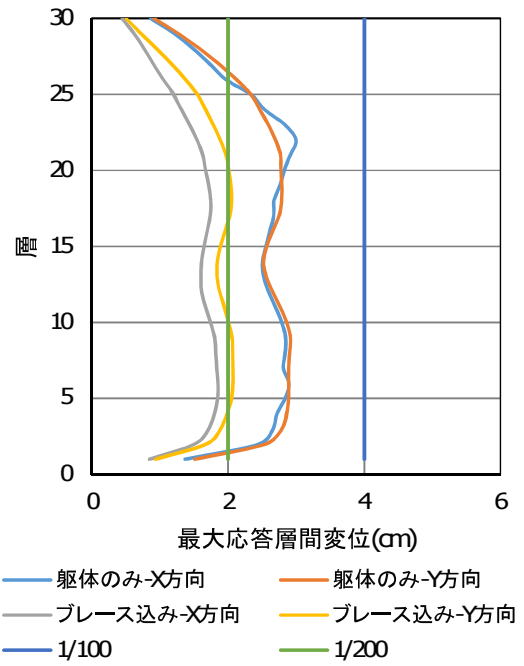


図 5.2.6-b 最大応答層間変位

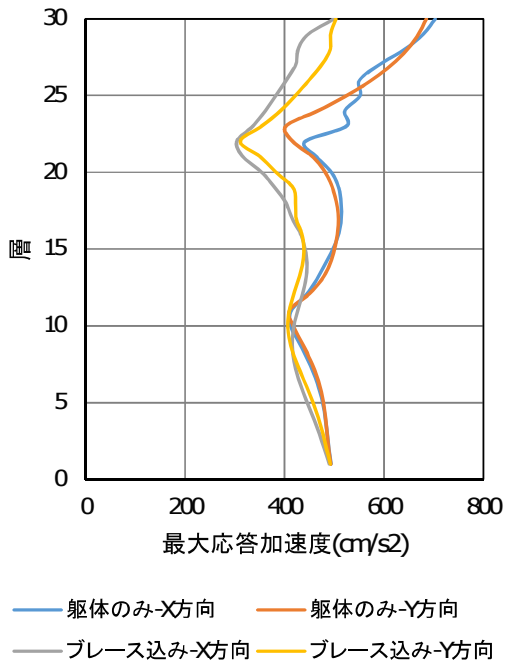


図 5.2.6-c 最大応答加速度

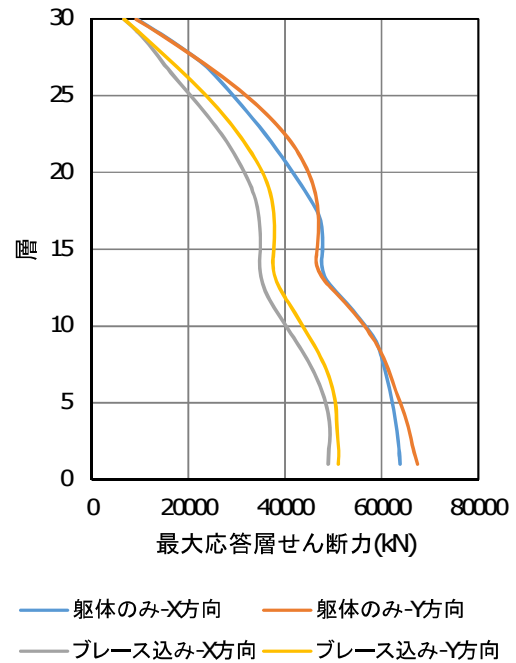
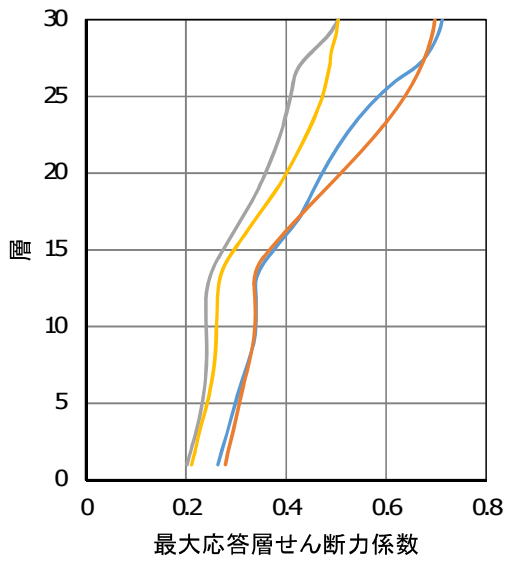
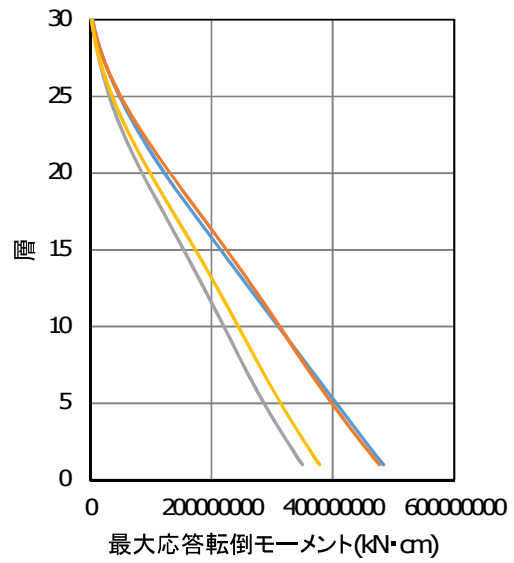


図 5.2.6-d 最大応答層せん断力



— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

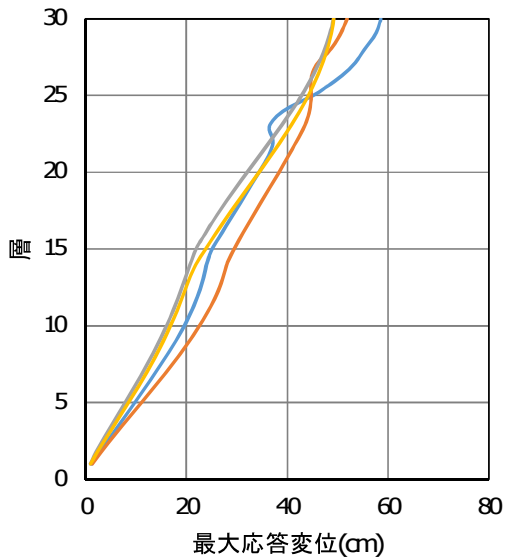
図 5.2.6-e 最大応答層せん断力係数



— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

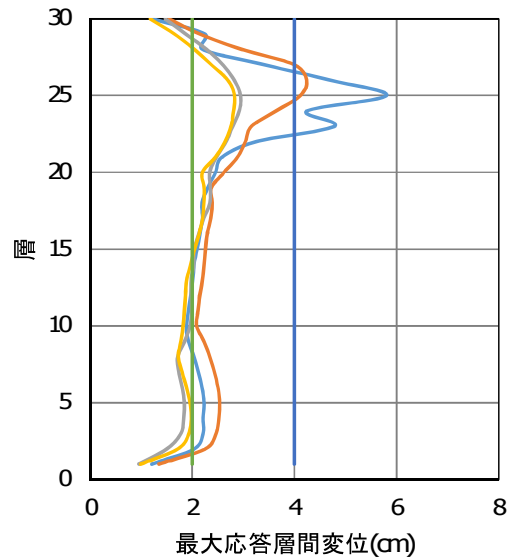
図 5.2.6-f 最大応答転倒モーメント

5.2.7 JMA-KOBE



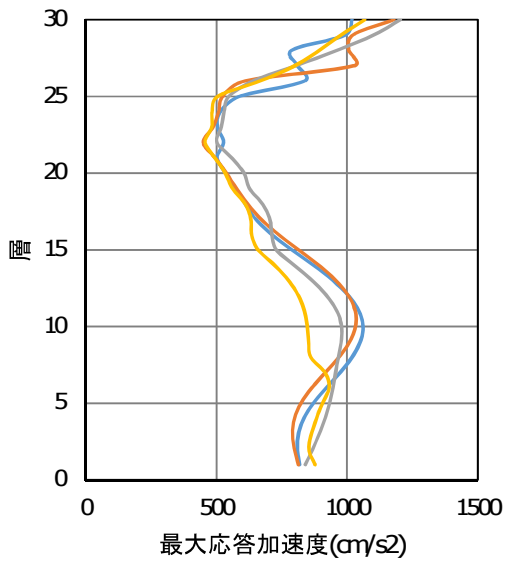
— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

図 5.2.7-a 最大応答変位



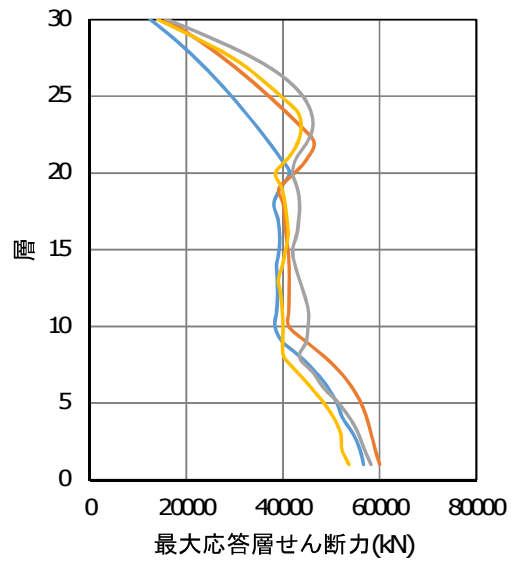
— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向
 — 1/100 — 1/200

図 5.2.7-b 最大応答層間変位



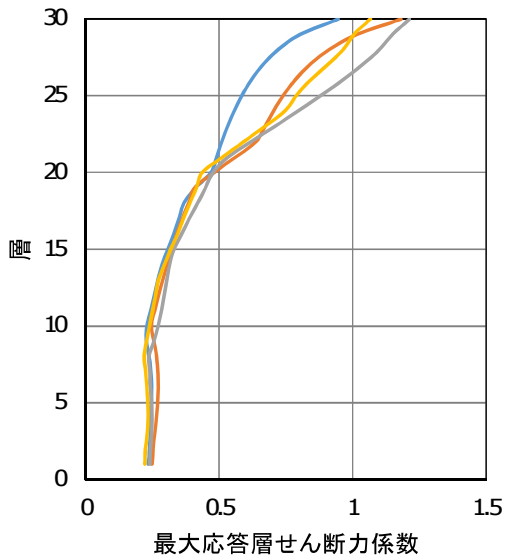
— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

図 5.2.7-c 最大応答加速度



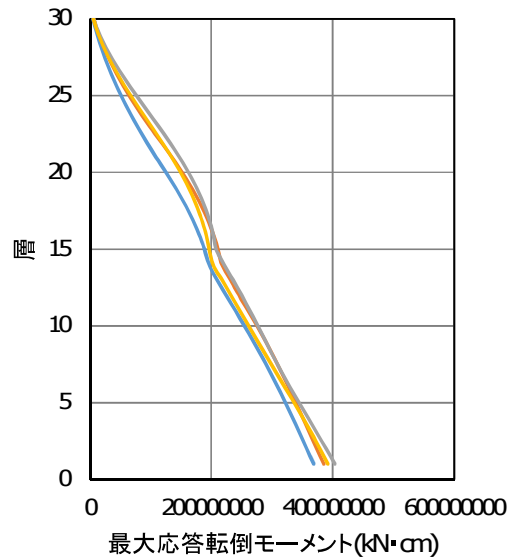
— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

図 5.2.7-d 最大応答層せん断力



— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

図 5.2.7-e 最大応答層せん断力係数



— 躯体のみ-X方向 — 躯体のみ-Y方向
 — ブレース込み-X方向 — ブレース込み-Y方向

図 5.2.7-f 最大応答転倒モーメント

床開口寸法検討バックデータ

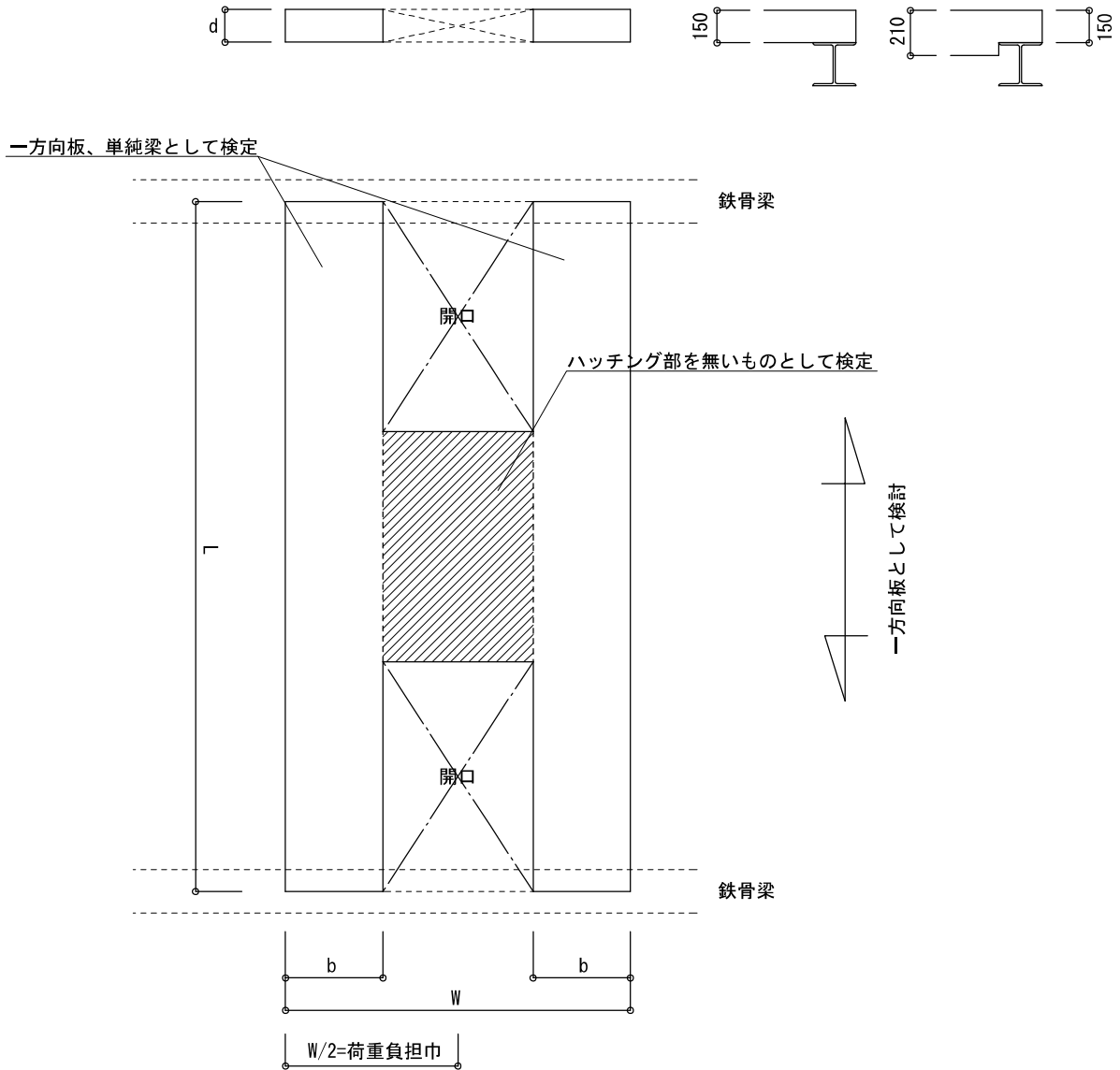
参考図

床開口検討方法

Lのスペンを持つ有効巾bの単純梁として検討を行う。

ハッチング部の断面性能は無視とする。

荷重負担巾は開口巾に関係なくw/2とする。



使わないと思いますが参考値として

開口限界値		
L (mm) * W (mm)	b (mm)	d (mm)
3600*1800	350	150
3600*1800	130	210
3200*1600	220	150
3200*1600	100	210
1800*3600	130	150
1800*3600	130	210
1600*3200	100	150
1600*3200	100	210

開口寸法の限界値算定
 基準強度、形無等級採用 fb=22.2(N/mm²) fs=1.8(N/mm²)
 積載オフイス程度 2900-2400-1300
 E65程度とした
 変形角制限1/600
 安全を考慮して断面検定比制限は0.8とした

継ぎ枚数	W (mm)	Hb (mm)	厚みd (mm)	厚みd セン断用 (mm)	L (mm)	E (kN/mm ²)	A (mm ²)	Z bd ² /6 (mm ³)	I db ³ /12 (mm ⁴)	固定荷重 (kN/m ²)	積載荷重 断面検討用 (kN/m ²)	積載荷重 たわみ検討用 (kN/m ²)	M vl ² /8 (kN+m)	Q wl/2 (kN)	長期 N/Z (N/mm ²)	fb (N/mm ²)	1.5σQ/A (N/mm ²)	fs (N/mm ²)	δ 9/304*wl ⁴ /E*I (mm)	変形角	検定比	合 格
3600*1800	1.8	0.100	0.15	0.15	3.6	6.5	15,000	375,000	28,125,000	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.020456862	1/176	1.910565	NG
5枚	1.8	0.110	0.15	0.15	3.6	6.5	16,500	412,500	30,937,500	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.018597147	1/194	1.736877	NG
5枚	1.8	0.120	0.15	0.15	3.6	6.5	18,000	450,000	33,750,000	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.017047385	1/211	1.592138	NG
5枚	1.8	0.130	0.15	0.15	3.6	6.5	19,500	487,500	36,562,500	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.015736047	1/229	1.463635	NG
5枚	1.8	0.140	0.15	0.15	3.6	6.5	21,000	525,000	39,375,000	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.014612044	1/246	1.364633	NG
5枚	1.8	0.150	0.15	0.15	3.6	6.5	22,500	562,500	42,187,500	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.013637908	1/264	1.273711	NG
5枚	1.8	0.160	0.15	0.15	3.6	6.5	24,000	600,000	45,000,000	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.012785538	1/282	1.194183	NG
5枚	1.8	0.170	0.15	0.15	3.6	6.5	25,500	637,500	47,812,500	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.012033448	1/299	1.123822	NG
5枚	1.8	0.180	0.15	0.15	3.6	6.5	27,000	675,000	50,625,000	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.011364923	1/317	1.061425	NG
5枚	1.8	0.190	0.15	0.15	3.6	6.5	28,500	712,500	53,437,500	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.010766769	1/334	1.005581	NG
5枚	1.8	0.200	0.15	0.15	3.6	6.5	30,000	750,000	56,250,000	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.010228431	1/352	0.952283	NG
5枚	1.8	0.210	0.15	0.15	3.6	6.5	31,500	787,500	59,062,500	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.009741363	1/370	0.901793	NG
5枚	1.8	0.220	0.15	0.15	3.6	6.5	33,000	825,000	61,875,000	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.009298573	1/387	0.864339	NG
5枚	1.8	0.230	0.15	0.15	3.6	6.5	34,500	862,500	64,687,500	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.008894288	1/405	0.830088	NG
5枚	1.8	0.240	0.15	0.15	3.6	6.5	36,000	900,000	67,500,000	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.008523892	1/422	0.798039	NG
5枚	1.8	0.250	0.15	0.15	3.6	6.5	37,500	937,500	70,312,500	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.008182745	1/440	0.764226	NG
5枚	1.8	0.260	0.15	0.15	3.6	6.5	39,000	975,000	73,125,000	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.007868024	1/458	0.728433	NG
5枚	1.8	0.270	0.15	0.15	3.6	6.5	40,500	1,012,500	75,937,500	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.007576615	1/475	0.701617	NG
5枚	1.8	0.280	0.15	0.15	3.6	6.5	42,000	1,050,000	78,750,000	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.007306022	1/493	0.682345	NG
5枚	1.8	0.290	0.15	0.15	3.6	6.5	43,500	1,087,500	81,562,500	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.007054609	1/510	0.663816	NG
5枚	1.8	0.300	0.15	0.15	3.6	6.5	45,000	1,125,000	84,375,000	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.006818894	1/528	0.653855	NG
5枚	1.8	0.310	0.15	0.15	3.6	6.5	46,500	1,162,500	87,187,500	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.006598988	1/546	0.651811	NG
5枚	1.8	0.320	0.15	0.15	3.6	6.5	48,000	1,200,000	90,000,000	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.006392769	1/563	0.657052	NG
5枚	1.8	0.330	0.15	0.15	3.6	6.5	49,500	1,237,500	92,812,500	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.006199049	1/581	0.657895	NG
5枚	1.8	0.340	0.15	0.15	3.6	6.5	51,000	1,275,000	95,625,000	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.006016724	1/599	0.661931	NG
5枚	1.8	0.350	0.15	0.15	3.6	6.5	52,500	1,312,500	98,437,500	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	14,3818	8.14	0.648	0.66	0.0058444818	1/616	0.665876	OK
3600*1800	1.8	0.100	0.21	0.15	3.6	6.5	15,000	735,000	77,175,000	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	7,934694	8.14	0.648	0.66	0.007455124	1/483	0.981818	NG
7枚	1.8	0.110	0.21	0.15	3.6	6.5	16,500	808,500	84,892,500	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	7,934694	8.14	0.648	0.66	0.006777386	1/531	0.932582	NG
7枚	1.8	0.120	0.21	0.15	3.6	6.5	18,000	882,000	92,610,000	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	6,812245	8.14	0.54	0.66	0.006212604	1/579	0.818132	NG
7枚	1.8	0.130	0.21	0.15	3.6	6.5	19,500	955,500	100,327,500	1.1	0.8	2.9	5.832	6.48	6,103611	8.14	0.498462	0.66	0.005734711	1/628	0.7529245	OK
3200*1600	1.6	0.100	0.15	0.15	3.2	6.5	15,000	375,000	28,125,000	1.1	0.8	2.9	4.098	5.12	10,92267	8.14	0.512	0.66	0.011352105	1/282	1.341851	NG
5枚	1.6	0.110	0.15	0.15	3.2	6.5	16,500	412,500	30,937,500	1.1	0.8	2.9	4.098	5.12	9,929697	8.14	0.469455	0.66	0.010320095	1/310	1.219864	NG
5枚	1.6	0.120	0.15	0.15	3.2	6.5	18,000	450,000	33,750,000	1.1	0.8	2.9	4.098	5.12	9,102222	8.14	0.428667	0.66	0.009480087	1/338	1.118209	NG
5枚	1.6	0.130	0.15	0.15	3.2	6.5	19,500	487,500	36,562,500	1.1	0.8	2.9	4.098	5.12	8,402051	8.14	0.393346	0.66	0.008732388	1/366	1.032193	NG
5枚	1.6	0.140	0.15	0.15	3.2	6.5	21,000	525,000	39,375,000	1.1	0.8	2.9	4.098	5.12	7,801905	8.14	0.365714	0.66	0.008108646	1/395	0.959485	NG
5枚	1.6	0.150	0.15	0.15	3.2	6.5	22,500	562,500	42,187,500	1.1	0.8	2.9	4.098	5.12	7,281778	8.14	0.341333	0.66	0.007568807	1/423	0.894567	NG
5枚	1.6	0.160	0.15	0.15	3.2	6.5	24,000	600,000	45,000,000	1.1	0.8	2.9	4.098	5.12	6,826667	8.14	0.318333	0.66	0.007095066	1/451	0.833657	NG
5枚	1.6	0.170	0.15	0.15	3.2	6.5	25,500	637,500	47,812,500	1.1	0.8	2.9	4.098	5.12	6,425088	8.14	0.301176	0.66	0.006677709	1/479	0.789324	NG
5枚	1.6	0.180	0.15	0.15	3.2	6.5	27,000	675,000	50,625,000	1.1	0.8	2.9	4.098	5.12	6,068148	8.14	0.284444	0.66	0.006306725	1/507	0.745473	NG
5枚	1.6	0.190	0.15	0.15	3.2	6.5	28,500	712,500	53,437,500	1.1	0.8	2.9	4.098	5.12	5,748372	8.14	0.266474	0.66	0.005974792	1/536	0.708237	NG
5枚	1.6	0.200	0.15	0.15	3.2	6.5	30,000	750,000	56,250,000	1.1	0.8	2.9	4.098	5.12	5,461333	8.14	0.256	0.66	0.005676952	1/564	0.6730925	NG
5枚	1.6	0.210	0.15	0.15	3.2	6.5	31,500	787,500	59,062,500	1.1	0.8	2.9	4.098	5.12	5,20127	8.14	0.24361	0.66	0.005405764	1/592	0.638977	NG
5枚	1.6	0.220	0.15	0.15	3.2	6.5	33,000	825,000	61,875,000	1.1	0.8	2.9	4.098	5.12	4,969888	8.14	0.232727	0.66	0.005160048	1/620	0.608982	OK
3200*1600	1.6	0.100	0.21	0.15	3.2	6.5	15,000	735,000	77,175,000	1.1	0.8	2.9	4.098	5.12	5,572789	8.14	0.512	0.66	0.004137064	1/773	0.715758	OK
7枚	1.6	0.110	0.21	0.15	3.2	6.5	16,500	808,500	84,892,500	1.1	0.8	2.9	4.098	5.12	4,969888	8.14	0.512	0.66	0.004137064	1/773	0.715758	OK

開口寸法の限界値算定
 基準強度・形無等級採用 fb=22.2(N/mm²) fs=1.8(N/mm²)
 積載オフイス程度 2900-2400-1300
 E65程度とした
 変形角制限 1/600
 安全を考慮して検定比制限0.8とした

継ぎ枚数	W (mm)	Hb (mm)	厚みd (mm)	厚みd セル間用 (mm)	L (mm)	E (kN/mm ²)	A (mm ²)	Z bd ² /6 (mm ³)	I db ³ /12 (mm ⁴)	固定荷重 (kN/m ²)	積載荷重 断面検討用 (kN/m ²)	積載荷重 たわみ検討用 (kN/m ²)	M wl ² /8 (kN・m)	Q wl/2 (kN)	長期 NI/Z (N/mm ²)	fb (N/mm ²)	1.5*Q/A (N/mm ²)	fs (N/mm ²)	δ 5/384*wl ⁴ /(E*I) (mm)	変形角	検定比	合否	
3600*1800																							
5枚	3.6	0.100	0.15	0.15	1.8	6.5	15,000	375,000	28,125,000	1.1	2.9	0.8	2,916	6.48	7,776	8.14	0.648	0.66	0.002557108	1/704	0.981818	NG	
5枚	3.6	0.110	0.15	0.15	1.8	6.5	16,500	412,500	30,937,500	1.1	2.9	0.8	2,916	6.48	7,069,091	8.14	0.589091	0.66	0.002324643	1/774	0.892562	NG	
5枚	3.6	0.120	0.15	0.15	1.8	6.5	18,000	450,000	33,750,000	1.1	2.9	0.8	2,916	6.48	6,480	8.14	0.54	0.66	0.002130923	1/845	0.816162	NG	
5枚	3.6	0.130	0.15	0.15	1.8	6.5	19,500	487,500	36,562,500	1.1	2.9	0.8	2,916	6.48	5,981,538	8.14	0.498462	0.66	0.001967006	1/915	0.755245	OK	
3600*1800																							
7枚	3.6	0.100	0.21	0.15	1.8	6.5	15,000	735,000	77,175,000	1.1	2.9	0.8	2,916	6.48	3,967,347	8.14	0.648	0.66	0.000831891	1/1932	0.981818	NG	
7枚	3.6	0.110	0.21	0.15	1.8	6.5	16,500	808,500	84,892,500	1.1	2.9	0.8	2,916	6.48	3,606,679	8.14	0.589091	0.66	0.000847173	1/2125	0.892562	NG	
7枚	3.6	0.120	0.21	0.15	1.8	6.5	18,000	882,000	92,610,000	1.1	2.9	0.8	2,916	6.48	3,308,122	8.14	0.54	0.66	0.000776575	1/2318	0.816162	NG	
7枚	3.6	0.130	0.21	0.15	1.8	6.5	19,500	955,500	100,327,500	1.1	2.9	0.8	2,916	6.48	3,051,805	8.14	0.498462	0.66	0.000716839	1/2511	0.755245	OK	
3200*1600																							
5枚	3.2	0.100	0.15	0.15	1.6	6.5	15,000	375,000	28,125,000	1.1	2.9	0.8	2,048	5.12	5,461,333	8.14	0.512	0.66	0.001419013	1/1128	0.75788	OK	
3200*1600																							
7枚	3.2	0.100	0.21	0.15	1.6	6.5	15,000	735,000	77,175,000	1.1	2.9	0.8	2,048	5.12	2,786,395	8.14	0.512	0.66	0.000517133	1/3094	0.75788	OK	

CLTスラブ設計・施工標準

品質

CLTの仕様
 ***+JAS、製造所
 寸法：3200×1800、3600×1800とする。
 厚み、脱模5枚150mm、脱模7枚210mmとする。

エポキシ樹脂
 使用エポキシ樹脂はJIS A6024適合品とする。
 可使用時間は30分(20℃)とする。
 メーカー：オーシカダイナ
 型番：TEZ43L2、2液性カートリッジ仕様とする。

スタッド
 頭なし丸頭13φL=150とする。
 材質：SM40110A
 工場溶接とする。

CLTビス
 順金ネジビスとする。

施工方法

樹脂の管理要領
 0.4kgカートリッジを1セットとし可使用時間を過ぎた物の再使用は禁止とする。
 養生期間は夏3時間、冬2時間とする。
 完全硬化養生期間は一週間とする。
 温度管理方法、特に5度を切る時の養生等

供回りしたクロスビスは供回りしたビス孔と別の近接位置に再度打ち込みとする。

施工精度

スタッドボルトの仕上がり高さは±2mm以内、傾きは5°以内とする。
 ボルト孔は26mmとし施工精度は±5mmとする。

部位	図面	精度
パネル間隙		d ≤ 4mm
傾き		phi ≤ 3.5/1000
段差		r ≤ 3.5mm
パネルと鉄骨梁フランジのすきま		e1 ≤ 3mm
パネルと鉄骨柱のすきま		e2 ≤ 10mm

防水処理

- CLT小口面及び欠込み部分処理
 工場塗装（シリコン吹付け等）
- スタッドボルト穴処理
 工場にてスタッドボルト穴に水浸入防止テープ貼り
- CLT表面処理
 必要に応じて木材保護塗料工場塗装

防蟻処理

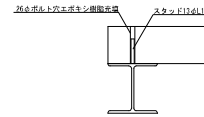
- 防蟻処理剤はホウ素系とする。
 (1) ラミナ注入の場合
 工程をグリーン材に注入→乾燥→接着とする。
 (2) 製品注入の場合
 2次加工（プレカット）後に浸透処理。（温浴法による）
 約2000T溶液+界面活性剤を配合し使用する。

施工手順

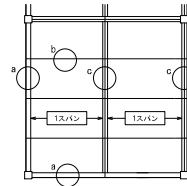
- 墨出し
- 敷きこみ、精度確認
- クロスビスの施工
- 施工精度の確認
- 樹脂充填
- 樹脂養生
- 目視による充填確認

納まり例

接合部詳細



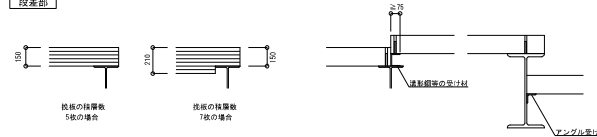
支持梁は鉄骨梁とする。



下配寸法は最低確保寸法とする。

a部	b部	c部

段差部



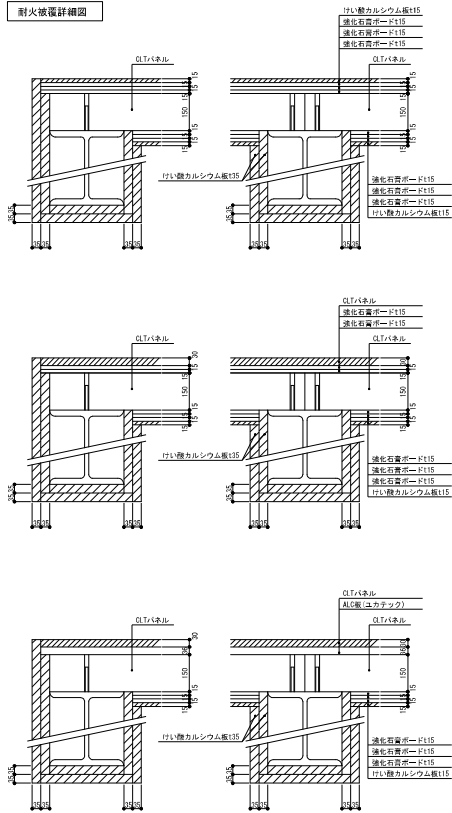
CLT床パネル30階建て事務所モデル新築工事

図面名称：CLT特記仕様書(1)

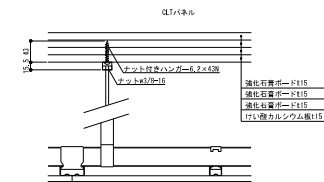
縮尺
 A1 NONE
 A3 NONE

No. 2

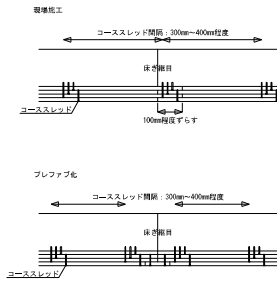
耐火被覆詳細図



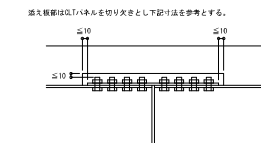
天井取り合い図



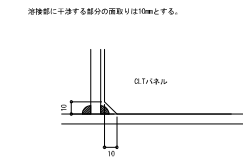
床耐火被覆自治地処理



梁継手筋え取部



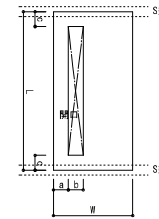
溶接部取り合い



CLT床開口の例

開口部1

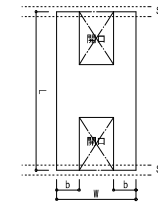
項目	(mm)
aの最低寸法	**
bの最大寸法	**
cの最低寸法	**

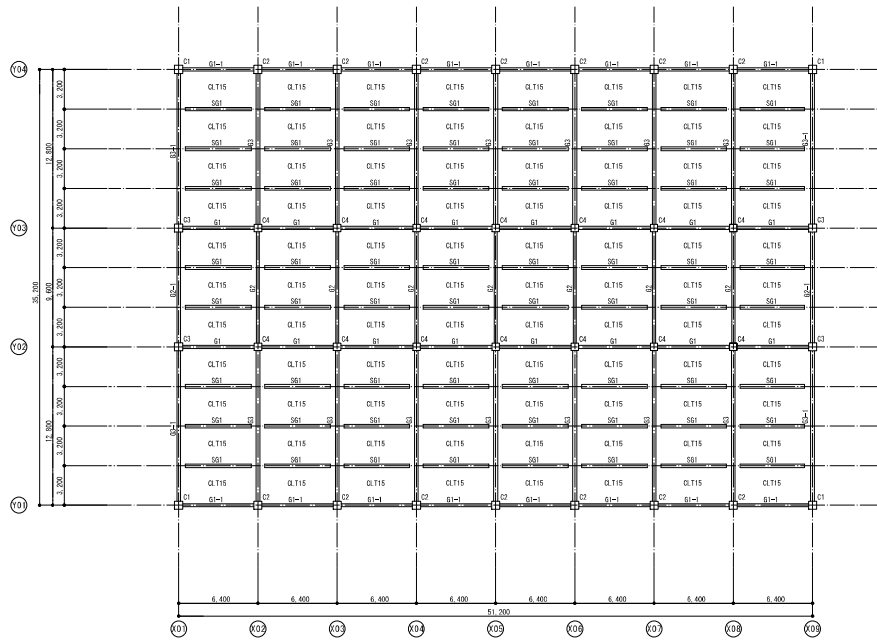


開口部2

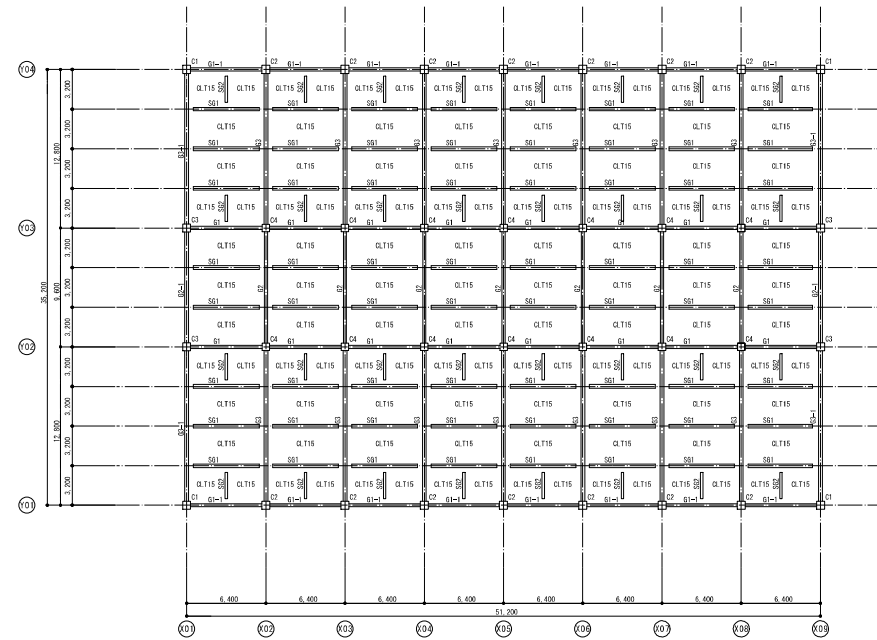
開口部最大寸法は下記を参考にbの寸法を確保すること。
開口部にかかるフリーアクセスフロアの最大スパンはメーカー仕様によること。

L (mm) × H (mm)	CLTの厚み (mm)	bの最低寸法 (mm)
3600×1800	150	350
3600×1800	210	130
3200×1600	150	220
3200×1600	210	100





Z01~Z17床図 1/200

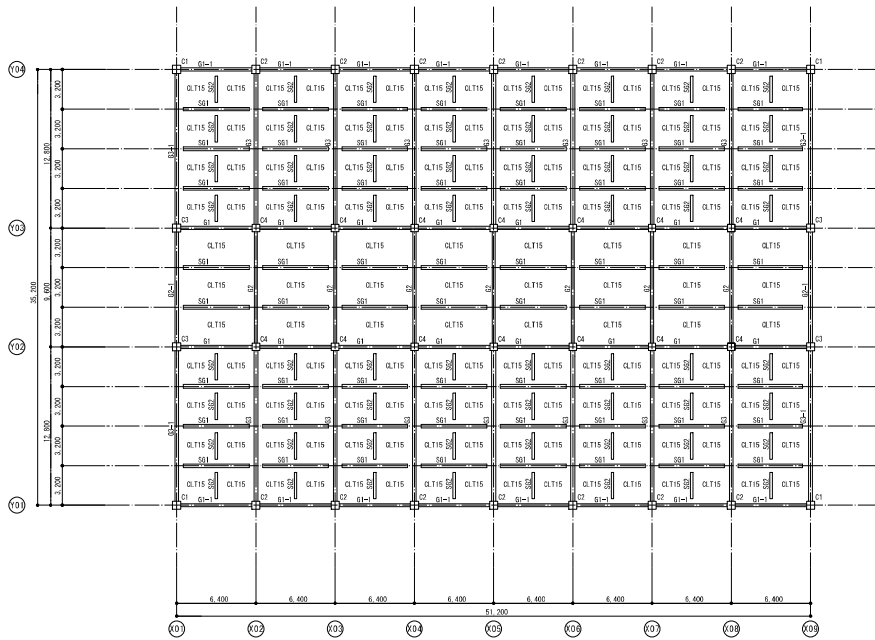


Z18~Z28床図 1/200

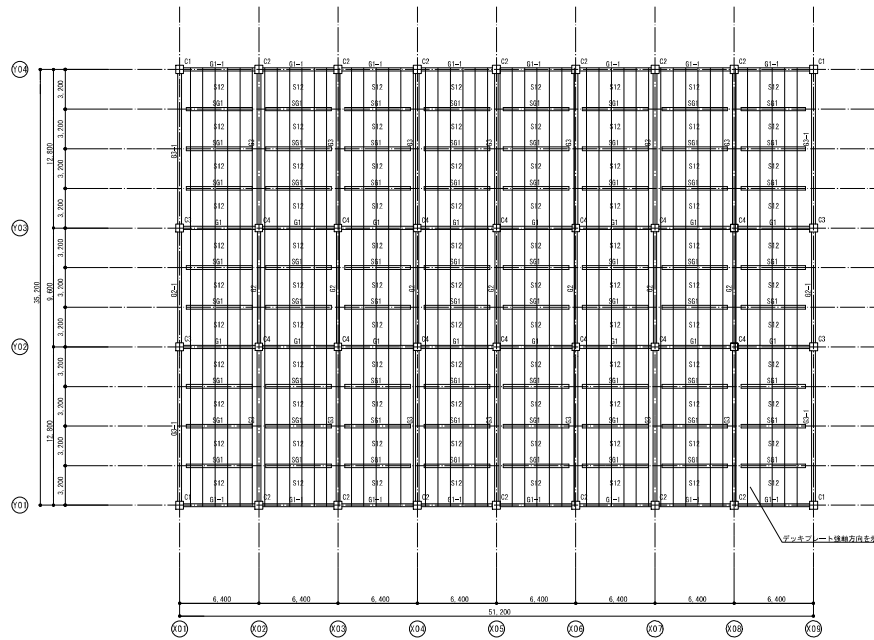
CLT床パネル30階建て事務所モデル新築工事

図面名称：梁床図1	縮尺
	A1: 1/200
	A3: 1/400

No. 4



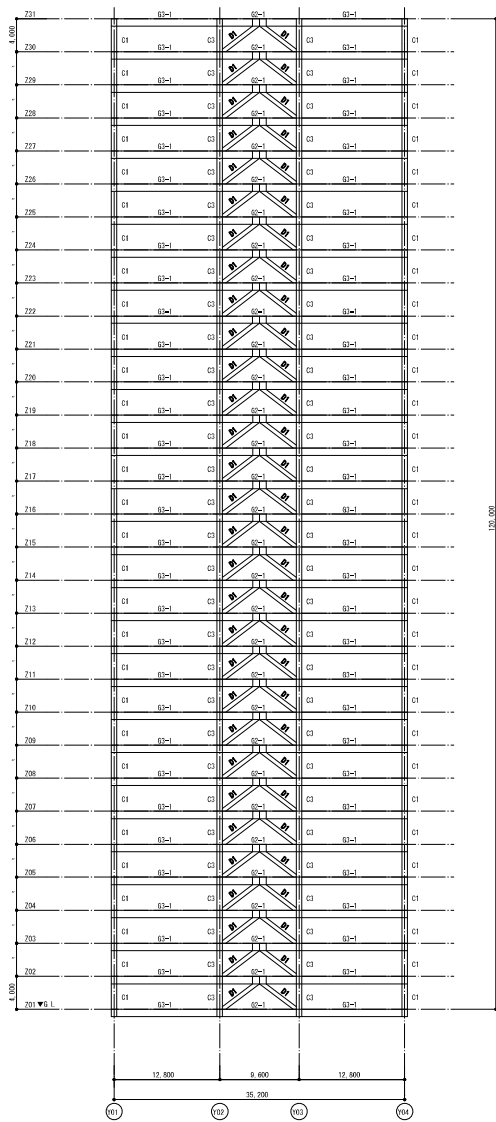
729床図 1/200



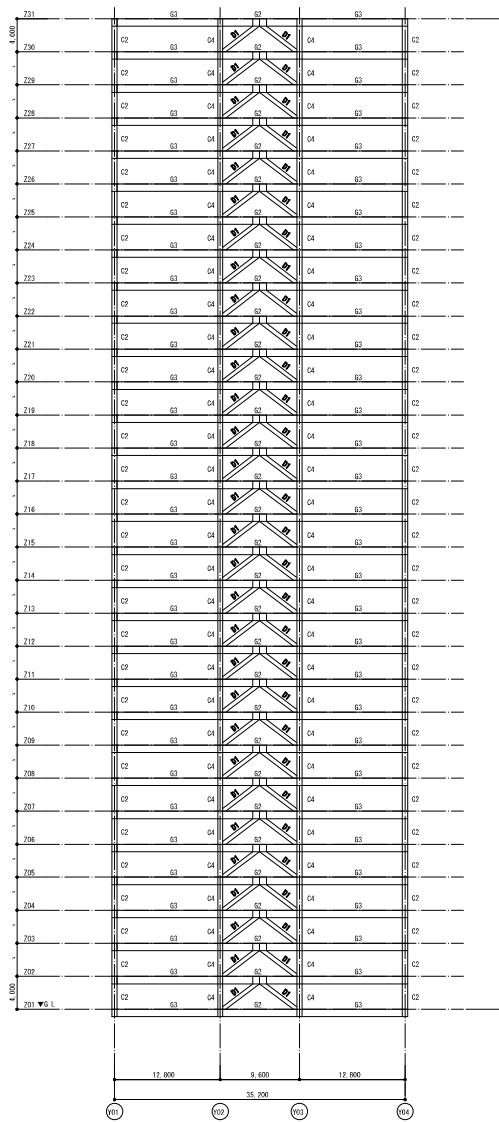
730床図 1/200

CLT床パネル30階建て事務所モデル新築工事

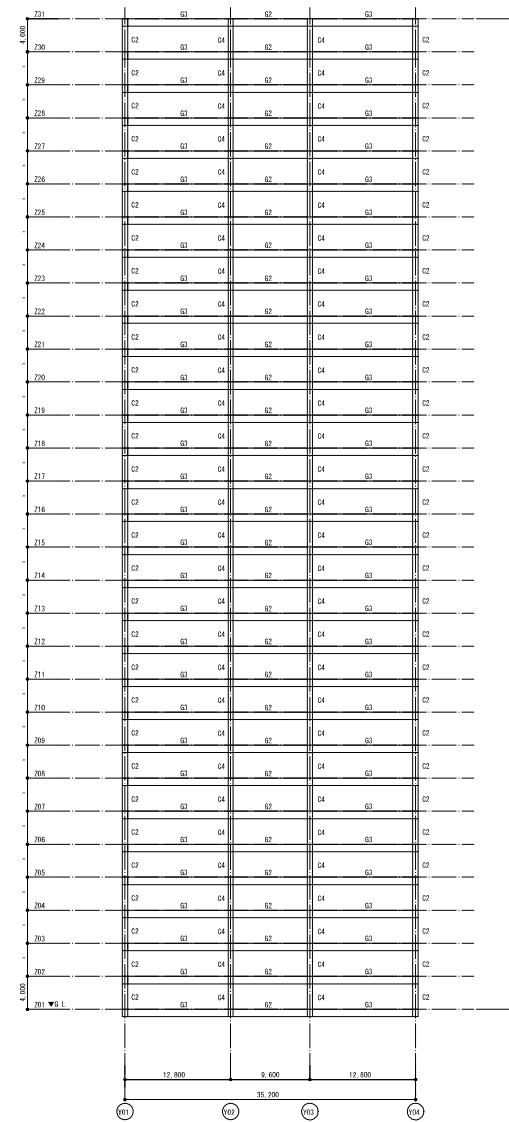
図面名称：梁床図2	縮尺	No. 5
	A1: 1/200 A3: 1/400	



X01, X06軸組図 1/300



X04, X06軸組図 1/300



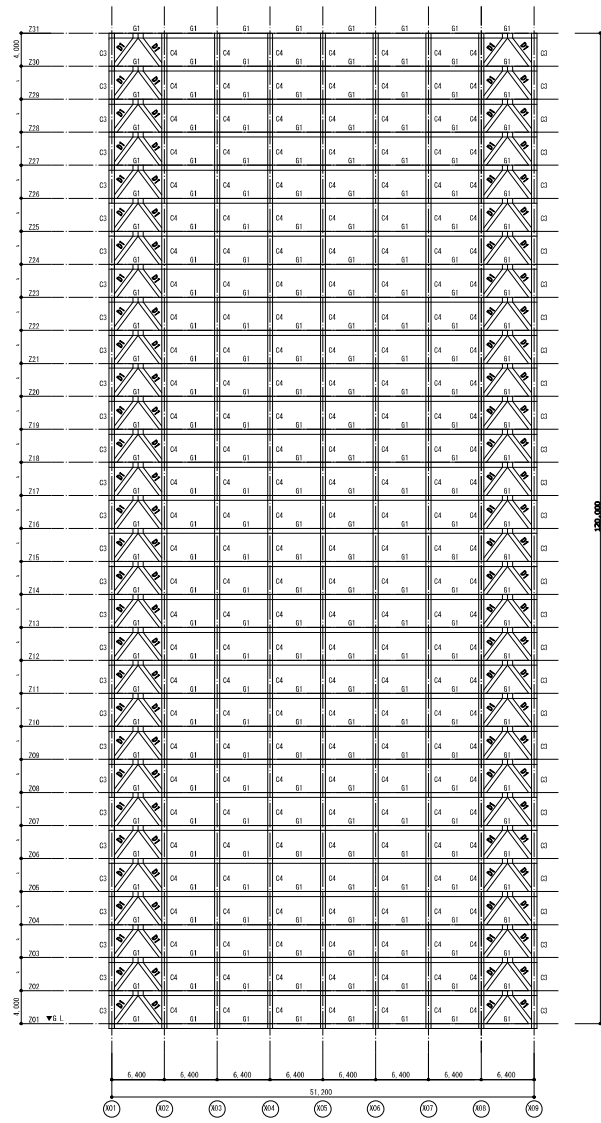
X02, X03, X05, X07, X08軸組図 1/300

CLT床パネル30階建て事務所モデル新築工事

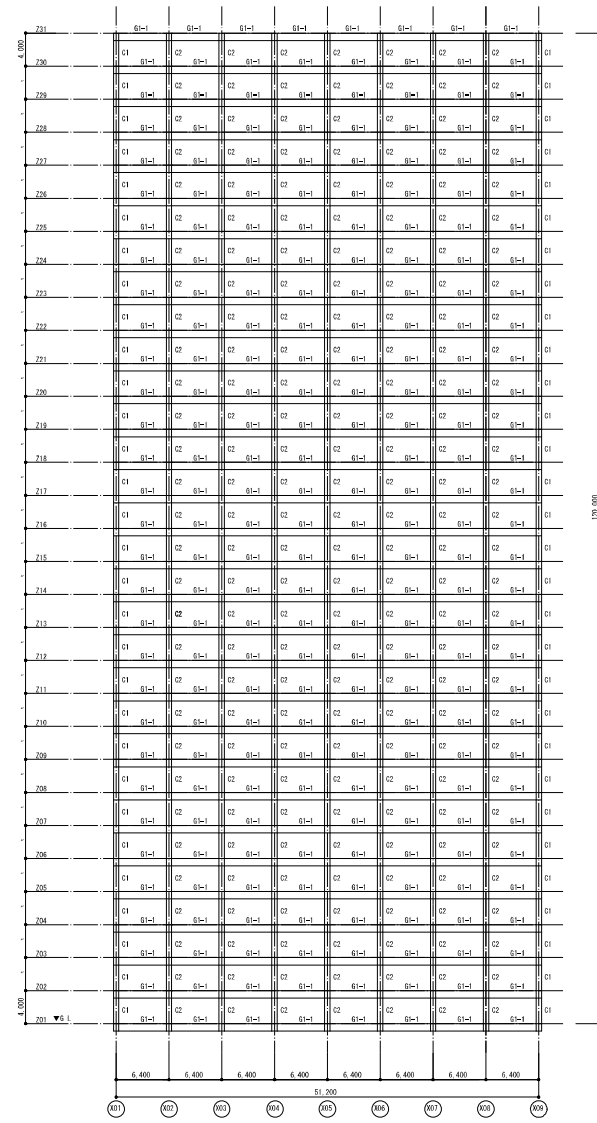
図面名称：軸組図(1)

縮尺
A1: 1/300
A2: 1/600

No. 6



Y02、Y03軸図 1/300



Y01、Y04軸図 1/300

		図面名称：軸組図(2)		縮尺	No. 7
		CLT床パネル30階建て事務所モデル新築工事		A1 1/300	
				A2 1/600	

ブレースリスト

階	X方向		Y方向	
	板厚t(mm)	板巾b(mm)	板厚t(mm)	板巾b(mm)
230	12	121	12	99
229	12	125	12	102
228	12	129	12	106
227	12	133	12	108
226	12	137	12	112
225	12	141	12	115
224	12	145	12	119
223	12	149	12	122
222	12	154	12	126
221	12	158	12	130
220	16	122	12	133
219	16	126	12	136
218	16	129	16	106
217	16	133	16	110
216	16	137	16	113
215	16	141	16	117
214	19	153	16	120
213	19	157	16	124
212	19	161	16	129
211	19	166	16	134
210	19	171	16	139
20	19	146	19	122
28	19	152	19	127
27	22	138	19	134
26	22	143	19	141
25	22	148	22	120
24	22	154	22	127
23	22	160	22	134
22	25	175	25	159
21	28	193	28	186

柱リスト

階	C1	C2	C3	C4
228~230	□=700×700×54×126	同左	同左	□=450×450×36×126
225~228	□=700×700×46×140	同左	同左	□=450×450×38×133
221~224	□=700×700×45×140	同左	同左	□=450×450×40×140
217~220	□=700×700×65×100	同左	同左	□=450×450×49×80
212~216	□=700×700×65×110	同左	同左	□=450×450×53×100
78~211	□=700×700×60×120	同左	同左	□=450×450×55×110
25~28	□=700×700×65×130	同左	同左	□=450×450×60×120
21~24	□=700×700×70×140	同左	同左	□=450×450×65×130

大梁リスト

階	01	02	03	01-1	02-1	03-1
228~231	H=500×250×94×19	H=500×300×15×22	H=500×350×19×28	H=500×300×16×22	H=500×350×19×28	H=500×400×19×28
225~228	H=400×250×15×19	同上	同上	同上	同上	同上
221~224	H=500×300×12×19	H=500×300×16×22	H=500×350×19×22	H=500×300×19×22	H=500×350×19×22	H=500×400×19×22
217~220	H=400×200×17×22	同上	同上	同上	同上	同上
212~216	H=400×200×17×22	H=500×300×16×22	H=400×250×19×26	H=500×300×19×26	H=400×350×19×26	H=500×400×19×26
78~211	H=400×200×17×22	同上	同上	同上	同上	同上
25~28	H=500×300×16×22	H=500×300×16×22	H=500×350×19×40	H=500×300×19×22	H=500×350×19×40	H=500×400×19×40
21~24	H=400×200×16×22	同上	同上	同上	同上	同上

小梁リスト

記号	断面
501	H=200×200×9×15
502	H=200×200×9×16

床板リスト

記号	階	仕様
CLT15	一階床	川島ハイデック100 t1.0 コンクリートt120 CLT厚h150

CLT床パネル30階建て事務所モデル新築工事

図面名称：鉄骨リスト

縮尺
A1: 1/200
A2: 1/400

No. 8

8. 考察およびまとめ

a) 木床と鉄骨梁の一体性（剛床仮定の成立）について

建物に働く水平力を適切にフレーム伝える機能（剛床仮定）は、床に求められる最も重要な機能である。ここでは、CLT床を用いた場合のその成立の可能性について考察する。

木床と鉄骨梁の接合については、スタッド押し抜き試験結果によれば、スタッドとエポキシ樹脂を介した木床と鉄骨梁の接合は、剛性・強度ともに安定した性能を有していることが確認された。一方、木床と木床の接合については、ビス押し抜き実験結果によれば、クロスビスを介した木床どうしの接合は、強度については比較的高い性能を有するものの、剛性については、性能的にやや不十分であることが確認された。

このことから、剛床仮定確保のためには、クロスビス接合による力の伝達には、あまり期待せず、一方向板の2面（両端部）のスタッドのみで床から鉄骨梁に水平力を伝達することが現実的解決策となる。試みに、試設計の建物について剛床仮定が、成立しているかを確認してみると、比較的フレーム間のせん断力分担のアンバランスが少ない低層階では、特に問題が生じないが、中層階以上で一部スタッドのせん断力伝達強度を超える力が作用する部分の確認された。その対応としては、試設計では、小梁を追加し、木床を3辺固定スラブとすることにより、水平力の伝達が適切に行えるよう補強を行っている。他にも、木床の向きを変え、スタッドに作用する力を押さえる、水平ブレースを設置する等、いくつかの対応策が考えられる。水平力分担のアンバランスの程度等をよく考慮し、それぞれの建物にとって、より適切な剛床確保の方法の選択が求められよう。

尚、この問題は、木床に特有の問題ではなく、プレコン等乾式工法の床を採用した場合には、共通して生じる可能性のある問題であることを付記しておく。

b) 合成梁効果について

床に求められるもう一つの重要な機能として、床と梁の合成梁としての効果が発揮できるかという問題がある。

木床付き鉄骨梁の曲げ実験結果によれば、鉄骨梁単体試験体に対し、CLT床を接合した試験体については、スタッド1本方式、スタッド2本方式ともに、充分の耐力・剛性の上昇が確認され、合成梁としての機能が発揮されていることが確認された。

c) 床開口に対する対応

実際のプロジェクトにおいては、設備配管や電気配管を貫通させるために、床に開口が設けられることはよくあることである。開口の形状寸法等に従って、仕様上の規制を設けることが現実的対応と考えられるが、そのためには、床相互の接続強度がどの程度であるかを把握することが重要なポイントとなる。その状況を把握することを目的として、クロスビス接合された木床の曲げ試験を実施した。

実験の結果としては、クロスビス接合の無い通常の梁に対し、クロスビス接合を設けた梁においては、梁中央の変形の増大が見られた。従って、床どうしのクロスビス接合に対し、過度の性能の期待は行わないこととし、床単体に対する、開口の設置方法を試設計図に示したので、参照されたい。尚、試設計に示した検討内容は、開口を有するCLT床に対しては、水平力の伝達は期待せず、鉛直荷重に対する載荷能力のみを考慮した検討であり、床開口が多く、水平力の伝達についても開口を有するCLT床に期待したい場合には別途検討が必要である。

d) CLT床と木小梁の接合

オフィスにおいては、用途により床を取り外したいというテナントニーズが予めより存在する。CLT床はそのようなニーズに応えるには比較的容易であるが、取り外し後鉄骨小梁が残ったのでは、その自由度はかなり損なわれる。従って、取り外しが容易な木小梁に対するニーズは潜在的にはかなり大きいと考えられる。

そのような主旨から行われた、CLT床と木小梁の接合実験によれば、以下の結果が得られた。

- ①梁の上面に対して全ネジビスを45度方向で打ち込み、全ネジビスを引張抵抗させる方向が最も有効で、直角に打ち込む場合に較べてせん断剛性は21倍となり、せん断強度は1.8倍となった。
- ②前述の接合方法により梁たわみを、スラブと梁が全く接合されていない場合のたわみに対して59%に抑制できる見込みがある。これに対して90°打ちであれば、92%に留まる見込みがある。
- ③全ネジビスの打ち込み長さが長い方が剛性は大きいが耐力はほとんど同じである。
この内、特に①で得られた知見については、木床どうしの接合にも応用できる可能性があり、発展が期待できる。

e) スタッドで接合されたCLT床のせん断剛性

5章に示されている大分大学で行われたせん断試験結果によれば、見かけのせん断弾性係数の値が、通常想定される数値に較べかなり小さな値となっている。理由としては、床と梁を接合するスタッド部分にめり込みが生じ、見かけの剛性に影響を与えているものと思われる。試みに、試設計の「剛床仮定の成立に関する検討」で用いた値と比較すると、せん断弾性係数は1/10程度の値となっており、逆算すると、床のせん断変形は10倍程度に増大することになる。しかし、検討対象建物では、それでも、床のせん断変形は1mm程度と極めて小さな値に収まっており、大局的に見て問題となる数値とは考えられない。しかし、条件により問題が生じる可能性も否定できないことから、この問題については、今後さらに検討が必要である。

f) 施工性の確認

実施工で、どの程度効率的に工事が行われるか、あるいは、施工するに当たってどの程度の精度管理を行えば良いか等を明らかにするため、施工性の確認実験を行った。結果としては、1枚の床の敷設を概ね5分程度で行うことが可能であることが明らかとなった。この数値は、工期の短縮に対しかなり効果的な値と考えられるが、クレーンを複数台使用することにより、さらに効率化を図ることも可能と思われる。

実施工を進めるにあたっての精度管理については、

- ・床パネルの間隔 (4mm 以下)
- ・床の傾き (3.5/1000 以下)
- ・床の段差 (3.5mm 以下)
- ・床パネルと鉄骨梁のすきま (3mm 以下)
- ・床パネルと鉄骨柱のすきま (10mm 以下)

の基準を定めた。これらの値は、実施工が進められる中で、さらに精緻に見直されることが望まれるが、品確法等で定められた値と比較しても、遜色のない程度に納まっているものと判断できる。

g) 試設計

床をCLTとして建物を設計する場合の図面の表現方法、標準仕様書に記述すべき項目、新たな検討項目等を明らかにし、床CLT構造の普及促進に努めることを目的として、30層建物の試設計を行い、一通りの設計図書を示した。標準仕様書に記述すべき項目としては、材料仕様、施工精度、防水処理、防錆処理、施工手順、耐火被覆仕様、耐火被覆目地仕様、床開口仕様、等がある。また、床をCLTにすることにより、新たに検討を要する項目としては、床開口に関する事項や、剛床の成立の可否に関する検討等がある。

h) 最後に

以上により、本報告では、柱梁S造・床CLT木質構造システムのCLT床と梁との接合部等を中心に、その接合方式、力学的性能、実際に設計する際の検討方法等を明らかにした。以下に、今後さらに検討・改善等が必要と思われる項目を列記する。

- ①建設コストに関する検討
- ②建設工期の短縮に関する検討
- ③天井等のつり下げ方等に関する検討
- ④2時間耐火の実現
- ⑤遮音性に関する検討

等が上げられよう。

しかし、本構造システムの技術は、検討・改善の余地は未だあるものの、今や実現可能なレベルにあることは間違い無いと思われる。この技術は今後のS造超高層ビルを初めと

する非住宅中大規模建築の建設に大きな技術革新をもたらすものと信じている。本構造システムの普及のために、本報告書が活用され、本構造システムが実践される中で、さらに大いなる発展を遂げることを心より祈念するものである。

平成 25 年度補正予算 林野庁委託事業

CLT 等新製品・新技術利用促進事業のうち CLT 実用化促進（接合部データの収集・分析）事業

第 1 回委員会 議事録

日時 : 2014 年 3 月 27 日 (水) 16:00~18:00

場所 : 福岡大学 工学部 5 号館 2 階 523 教室

出席者 : 出席 12 名、欠席 1 名

委員長	稲田 達夫	福岡大学	出席
委員	塩屋 晋一	鹿児島大学	出席
	倉富 洋	福岡大学	出席
	藤本 登留	九州大学	出席
	井上 正文	大分大学	出席
	池田 元吉	熊本県林業研究指導所	出席
	平田 晃久	熊本県林業研究指導所	出席
	梶原 茂	(株)オーシカ	出席
	網野 禎昭	法政大学	欠席
	佐々木 幸久	山佐木材(株)	出席
	村田 忠	山佐木材(株)	出席
	前田 和浩	山佐木材(株)	出席
事務局	佐々木 真理	山佐木材(株)	出席

(順不同・敬称略)

会議資料 : 資料 1 本事業の説明
資料 2 経費内訳書
資料 3 福岡大学 実験計画の概要
資料 4 旅費規程 (案)

以下 議事録

【本事業の説明】

- ・ 資料 1 の説明（稲田）
- ・ CLT 等新製品・新技術利用促進事業で委託されたのは、他に日本 CLT 協会、高知 CLT 協議会、森林総研、木構振、竹中工務店、日本防腐工業組合等（佐々木）
- ・ 資料 2 の説明（村田）
- ・ 外注費 各大学との再委託契約となる。各大学の試験計画を提出してもらう必要あり（村田）
- ・ 謝金 30 万円を使って講演会をしてはどうか（村田）
- ・ ターゲットをどこにするか、場所はどこで行うか、講師は誰を呼ぶか、今後検討（稲田）

【福岡大学 実験計画の概要】

- ・ 資料 3 の説明（稲田・倉富）

【出張旅費】

- ・ 資料 4 の説明（事務局）
- ・ ホテルパックの利用も可とする。航空機利用の場合の半券提出が必要かどうか確認して連絡する
⇒半券提出が必要であることをメールで連絡（事務局）

【委員会メンバー】

- ・ 大分大学・田中圭氏を委員として加えたい（井上）
- ・ 熊本県林業研究指導所・荒木博章氏を委員として加えたい（池田）
- ・ 三井住商建材(株)・塩崎征男氏を委員として加えたい（佐々木）
- ・ 森林総研・青井秀樹氏よりオオブザーブ参加の希望あり（村田）
- ・ 田中氏、荒木氏、塩崎氏の 3 名を委員に追加、青井氏のオブザーブ参加、全員異議なし。委員会名簿に追加する（稲田）

【次回スケジュール】

- ・ 第 2 回委員会は 4 月 29 日（火）15：00～熊本市内開催とする（事務局）

以上

平成 25 年度補正予算 林野庁委託事業

CLT 等新製品・新技術利用促進事業のうち CLT 実用化促進（接合部データの収集・分析）事業

第2回委員会 議事録

日時 : 2014 年 4 月 29 日 (火) 15:00~17:00

場所 : くまもと県民交流館パレオ 10 階 多目的スタジオ

出席者 : 出席 15 名、欠席 3 名

委員長	稲田 達夫	福岡大学	出席
委員	塩屋 晋一	鹿児島大学	出席
	倉富 洋	福岡大学	出席
	藤本 登留	九州大学	出席
	井上 正文	大分大学	出席
	田中 圭	大分大学	出席
	池田 元吉	熊本県林業研究指導所	出席
	荒木 博章	熊本県林業研究指導所	出席
	平田 晃久	熊本県林業研究指導所	出席
	梶原 茂	(株)オーシカ	出席
	網野 禎昭	法政大学	欠席
	塩崎 征男	三井住商建材(株)	出席
	佐々木 幸久	山佐木材(株)	出席
	村田 忠	山佐木材(株)	出席
	前田 和浩	山佐木材(株)	欠席
オブザーブ	井手 澄男	山佐木材(株)	出席
	青井 秀樹	森林総合研究所	欠席
事務局	佐々木 真理	山佐木材(株)	出席

(順不同・敬称略)

会議資料 : 資料 2-1 議事次第
資料 2-2 福岡大学
資料 2-3 鹿児島大学
資料 2-4 九州大学
資料 2-5 大分大学
資料 2-6 法政大学

以下 議事録

【各研究機関の実施計画発表】

<福岡大学>

- ・ 資料 2-2 による説明（稲田）
- ・ 施工性確認の実験は山佐木材敷地内にて行う
- ・ 試設計は三菱地所設計の小川構造部長に協力を打診
- ・ 神奈川大学の試験機を借りることを検討
- ・ 遮音性の問題はどうか（田中）

⇒接合部のすき間から音が漏れる場合が多い。上からモルタルなどで仕上げをするか、施工性実験までにディテールを固める必要あり（稲田）

- ・ 資料 2-2-1～2-2-4 による説明（倉富）
- ・ 資料 2-6 による 法政大学の事例紹介（村田）
⇒昨年実施の実験。施工性を高めるために CLT パネルにボルト径より大きな径の穴をあけてすき間を何かで充填するというもの。金網+モルタルが一番良さそうという結果。
本事業では、金網+モルタル仕様でのボルトピッチ、端・縁距離の影響についてデータを収集する方向で検討中。
- ・ 1/2スケールになっているが CLT の曲げ性能は 1/2 でよいのか（田中）
⇒1/2スケールは予備実験用。最終的には実大試験の必要あり（稲田）
- ・ メイン梁に対する CLT の張り方をどちら方向にして試験体を製作するかが重要（田中）
- ・ クロスビスの間隔をどうするか施工性マニュアルで検討（稲田）
- ・ 試験体ラミナ 30mm厚×奇数で統一してほしい（村田）

<鹿児島大学>

- ・ 資料 2-3、2-3-1 による説明（塩屋）
- ・ LSB は施工性を考慮するとロングビスタイプ（先穴無し）が良いのでは
- ・ 鉄筋と木材の接着はエポキシではなくレゾで出来ないか現在予備実験を行っている
- ・ 燃え代 45mm でよいか
⇒1時間準耐火は燃え代 45mm でよいが、耐火は燃え代でなく「燃えない」もしくは「燃え止まる」必要がある。柱、梁（小梁）は、30 階以上 3 時間耐火、5 階以上 2 時間耐火が必要。床は 2 時間耐火が必要。
⇒床は燃え止まり層をつくっては、小梁は耐火被覆しては（稲田）
⇒木材耐火被覆で 2 時間耐火を取っているのは 1 社のみ（塩崎）
⇒鉄筋が 260℃以上にならないように接合部分も熱が入らないように検討する必要がある（田中）

<九州大学>

- ・ 資料 2-4 による説明（藤本）

- ・ 接着剤は汎用性を考慮すると水ビで行った方がよいのでは（梶原）
- ・ 試験体は 20mm厚で製作
- ・ 含水率管理が難しい点は考慮する必要がある。（村田）
- ・ 試験体製作について熊本県林業研究指導所に手伝ってもらうこともあるかもしれない

<大分大学>

- ・ 高知 CLT 協議会と実験内容が重複しないよう 4 月 10 日に情報交換を行った。（原田、村田、井上、田中の 4 名）（井上）
⇒高知は設備の配管の開孔を想定、こちらは床の階段室やエレベーターなど大きな開孔を想定
⇒試設計の様子を見てから実験をやった方がよい
- ・ 資料 2-5 による説明（田中）
- ・ もし大型の実験をするようであれば大型シリンダは納期 3 ヶ月であり早めに決定する必要あり

【今後のスケジュール】

- ・ 出来る予備実験は進めていく（稲田）
- ・ 実験計画の詳細が決まっていなくても、試験体の大きさが決まっていれば試験体製作を先行する（村田）
⇒厚み 30mmが基本で 5 プレイ、7 プレイ、9 プレイ。大きさは 2×4m が基本になる。JAS でいうと Mx60-5-5、Mx60-7-7、Mx60-9-9 となる。
- ・ 研究費用については各研究機関に再委託する形になる。材料を除く必要経費を次回委員会では集計（佐々木）

【次回委員会】

- ・ 第3回委員会は6月7日（土）15：00～大分市内開催とする。委員会の前に大分県立美術館の現場見学を行う。

以上

平成 25 年度補正予算 林野庁委託事業

CLT 等新製品・新技術利用促進事業のうち CLT 実用化促進（接合部データの収集・分析）事業

第3回委員会 議事録

日時 : 2014 年6月7日(土) 15:00~17:30

場所 : 全労済ソレイユ 7階 会議室「ローズ」

出席者 : 出席 17 名(うち代理出席 1 名)、欠席 2 名

委員長	稲田 達夫	福岡大学	出席
委員	塩屋 晋一	鹿児島大学	出席
	倉富 洋	福岡大学	出席
	野田 龍(藤本登留代理)	九州大学	出席
	井上 正文	大分大学	出席
	田中 圭	大分大学	出席
	池田 元吉	熊本県林業研究指導所	出席
	荒木 博章	熊本県林業研究指導所	出席
	平田 晃久	熊本県林業研究指導所	欠席
	梶原 茂	(株)オーシカ	出席
	網野 禎昭	法政大学	欠席
	佐々木 幸久	山佐木材(株)	出席
	塩崎 征男	山佐木材(株)	出席
	村田 忠	山佐木材(株)	出席
	前田 和浩	山佐木材(株)	出席
出席依頼	小川 一郎	(株)三菱地所設計	出席
オブザーブ	青井 秀樹	森林総合研究所	出席
オブザーブ	河野 智久	大分県庁林産振興室	出席
事務局	佐々木 真理	山佐木材(株)	出席

(順不同・敬称略)

会議資料 : 資料3-1-1~3-1-3 議事次第、第1回・第2回議事録
資料3-2 経費内訳書(再配布)
資料3-3-1~3-3-3 福岡大学
資料3-4 九州大学
資料3-5 熊本県林業研究指導所
資料3-6 山佐木材
資料3-7 大分大学
資料3-8 法政大学
資料3-9 小川一郎氏

以下 議事録

【第1回、第2回委員会の議事録確認】

- ・ 資料 3-1-2、3-1-3 による説明（村田）
- ・ 特に訂正なし。何かあれば事務局に連絡するように（稲田）

【各研究機関の実施計画発表】

<福岡大学>

- ・ 資料 3-3-1 の P1~2 に誤り有。資料 3-3-2 の P2~3 に差替え（稲田）
- ・ 資料 3-3-1（P3~）、資料 3-3-2（P2~）による説明（稲田）
- ・ 施工性確認実験 ⇒ 8/24~8/30 山佐木材にて実施予定
S造フレームの実大モックアップは山佐木材から業者へ依頼する
- ・ 神奈川大学での実験は 10/6~を予定していたが、他の日程に変更してほしいとの連絡あり
- ・ 資料 3-3-2（P1）、資料 3-3-3 による説明（倉富）
- ・ 素材試験について
⇒住木センターのホームページより実大製材の強度試験方法が参考になるのでは（田中）
- ・ 床の厚さをどうする予定か（塩屋）
⇒鉄筋を入れた材料は、現状のライン（高周波で幅はぎする仕組み）では作れない。研究用であれば手作りで対応するが、製品を想定する場合は鉄筋無しでお願いしたい（佐々木）
⇒鉄筋無しということであれば 150~180mmか（稲田）
- ・ CLT 床と鉄骨梁の合成効果確認実験について（倉富）
⇒資料 3-8 法政大学の実験と重ならないような方法で検討した方がよい（村田）
⇒資料 3-3-3/B5 試験体 30mm の CLT は無い。30mm×3 層の 90mm から（佐々木）
⇒60mm と 30mm の間にケイ酸カルシウム板（25mm）を挟むことになるか（稲田）
⇒ケイ酸カルシウム板を挟む試験体の目的は何か。鉄骨の上でなくてもいいのでは。試験体は単純な方がよいのでは。
⇒間に挟んだ場合の影響を見たいと思っているが、皆さんの意見を参考に再度整理検討する（稲田）
- ・ 施工性確認実験について（倉富）
⇒図面をもとに山佐木材で業者に見積もりを取る

<九州大学>

- ・ 資料 3-4 による説明（野田）
- ・ 未乾燥は気乾状態ぐらい（25~30%）と考えてよいか（佐々木、村田）⇒それで OK（野田）
- ・ 未乾燥の場合、接着が心配。未乾燥ラミナを使用する目的は何か（梶原）
⇒元々はラミナ 1 枚ごとに含水率を変えて接着応力や変形に影響するのかどうかを試験したかったが、製作が難しいため、まずは通常に乾燥させたものと含水率が高いもので、どのような差が出るかを試験することにしたもの（野田）
⇒10%程度の過乾燥気味のもの、15~16%のものは分けて作れると思う（村田）
⇒含水率があまり高いものは必要ないのではないか

- ・ 熊本で試験体をつくるという話もあったがどうか（村田）
⇒工芸社ハヤタさんなどで作れないことはないが（荒木）
- ・ 含水率をコントロールする目的として、建て方中の降雨で雨掛かりがあった場合に性能がどのくらい低下するのか CLT のデータは無い（合板や PB のデータはある）。全体の含水率を変えるよりも、一番上のラミナの部分だけ含水率を上げることによる全体に及ぼす影響を見た方が整理しやすいのではないか（青井）
⇒高温高湿実験室では室内の条件は一定のため、一方を湿潤、一方を乾燥状態にすることはできない（野田）
⇒未乾燥材を試験体の上の層に持ってくるかということはある（稲田）
⇒幅はぎ有と無で随分変わってくることになる（池田）
⇒合板はデータがある。散水装置をつくって板に3日間水をかける試験（青井）
- ・ 15～16%のラミナで作った CLT で表面が7～8%にまで乾燥した場合どのような影響が出るかを確認したい。製造時の誤差はあまり心配していないが。施工時降雨によるものや厳しい条件で表面が過乾燥になった場合の方が懸念される。できれば5層の実験もやってほしい（佐々木）
⇒藤本先生は製造時の含水率のムラを気にしていたのではないかと（塩屋）
⇒含水率は高いものだけをはねるようになっていないため、低すぎるものははねるようになっていない。そういった意味ではムラもあることはある（佐々木、村田）
⇒含水率をどうするか、5層の実験はできないか、もう一度確認する（野田）
⇒荷重も確認してほしい（稲田）
- ・ DOL については、現在 CLT 協会・森林総研が実験で数字を出そうとしている。60mm（20mm×3層）という特殊なサイズの CLT だと、報告時に整合性が取れず悩むのではないかと（青井）
⇒曲げクリープではなく、内部応力を試験することを検討してはどうか（佐々木）
⇒持ち帰って検討する（野田）

<熊本県林業指導研究所>

- ・ 資料3-5による説明（池田）
⇒上を向いての溶接は難しいと思う。溶接せずに出来ないか検討してみる（稲田）

<山佐木材>

- ・ 資料3-6による説明（塩崎）

<大分大学>

- ・ 資料3-7による説明（田中）
⇒資料1枚目は当プロジェクト、2枚目以降は高知県プロジェクトの内容
- ・ 床板の曲げに対しては何も考えないのか（塩屋）
⇒RC の場合は開孔が大きい場合、鉄筋が切れてしまうので鉄骨小梁を付け足したりして補強する（小川）
⇒開孔を開けるときに、どれくらいまでであれば大丈夫なのか、コンクリートよりは対応性が高い

ような気がする（稲田）

- ・ 曲げに対する応力でどの程度の孔であれば大丈夫なのかということもある（塩屋）
- ・ CLT と LSB の実験はあるが、CLT と GIR の実験は無い（田中）

<法政大学>

- ・ 資料 3-8 による説明（村田）
- ・ 実験は鹿児島県工業技術センターにて、学生の夏休みを利用して行う予定

<鹿児島大学>

- ・ 鉄筋を入れた小梁の性能確認試験について（塩屋）
- ・ 試験体 梁断面 梁幅 210×梁せい 400、鉄筋 D35 と D32 を検討していたが、ラミナ厚と溝を考慮して D32 に限定、上端・下端に鉄筋を 2 本入れた場合、4 本入れた場合
- ・ 溝を掘るときの施工性についても検討
- ・ 鉄筋と集成材の接着性能についてヤング係数や繊維方向等の条件を変えた実験も実施したい

【三菱地所設計・小川部長より情報提供】

- ・ 資料 3-9 による説明（小川）
- ・ 実際のビルの平面図をもとに床開孔について、どのようなパターンがあるか紹介
⇒図面上の設備室、配管室、機械室の部分に、空調設備・ダクト（緑）、衛生配管・水回り（青）、電気配線ラック（赤）などが詰め込まれる。開孔部には鉄筋による補強、大きな開孔の場合は、小梁を追加する場合もある
- ・ CLT 木床の方が施工性は高いのではないか（稲田）

【その他】

- ・ この事業では設計は時刻歴応答解析を想定しているという前提でよいか（青井）
⇒今の段階では F 値の分からない材料を使うので時刻歴応答解析を使うが、最終的にはあらゆる設計法に対して使えるようにするところを目指す（稲田）
- ・ 事業の費用総額について次回までにある程度詰めたい（佐々木）

【次回委員会】

- ・ 第4回委員会は8月23日（土）午後、鹿児島大学で開催予定。

以上

平成 25 年度補正予算 林野庁委託事業

CLT 等新製品・新技術利用促進事業のうち CLT 実用化促進（接合部データの収集・分析）事業

第4回委員会 議事録

日時 : 2014 年 8 月 23 日 (土) 14:30~17:30

場所 : 鹿児島大学工学部 建築学科棟2階

出席者 : 出席 21 名、欠席 5 名

委員長	稲田 達夫	福岡大学	出席
委員	塩屋 晋一	鹿児島大学	出席
	堺 純一	福岡大学	出席
	倉富 洋	福岡大学	出席
	藤本 登留	九州大学	欠席
	井上 正文	大分大学	出席
	田中 圭	大分大学	出席
	池田 元吉	熊本県林業研究指導所	出席
	荒木 博章	熊本県林業研究指導所	出席
	平田 晃久	熊本県林業研究指導所	欠席
	梶原 茂	(株)オーシカ	出席
	網野 禎昭	法政大学	欠席
	佐々木 幸久	山佐木材(株)	出席
	塩崎 征男	山佐木材(株)	出席
	村田 忠	山佐木材(株)	出席
	前田 和浩	山佐木材(株)	出席
出席依頼	大畑 勝人	(株)竹中工務店	出席
出席依頼	小松 幸平	京都大学名誉教授	出席
	西村 紘明	林野庁木材産業課	出席
	青井 秀樹	森林総合研究所	欠席
	中島 史郎	建築研究所	欠席
オブザーブ	笹河 浩	鹿児島県かごしま材振興課	出席
オブザーブ	永吉 健作	鹿児島県かごしま材振興課	出席
オブザーブ	山之内 清竜	鹿児島県工業技術センター	出席
オブザーブ	中原 亨	鹿児島県工業技術センター	出席
事務局	佐々木 真理	山佐木材(株)	出席

(順不同・敬称略)

会議資料：	資料 4-1、4-2	議事次第、第 3 回議事録
	資料 4-3-1、4-3-2	福岡大学
	資料 4-4	鹿児島大学
	資料 4-5	大分大学
	資料 4-6	(株)オーシカ

以下 議事録

- ・ 今回より委員に福岡大学工学部の堺純一教授、建築研究所の中島史郎氏を追加
- ・ 竹中工務店の大畑氏、小松幸平名誉教授に出席依頼

【林野庁・西村係長より】

- ・ 資料「CLT を S 造建築物の床版に使用することの可否について」による説明（資料は説明後回収）
⇒建築基準法の解釈によっては木床版の告示が必要になるということではないか
⇒64 条はあくまで鉄骨造の柱・梁を意味していると考ええる。69 条については、釣り合い良く配置することは重要であるが、壁・屋根・床すべてが鉄筋コンクリート造である必要があると考えるのはおかしいと思う（稲田）

【各研究機関の実施計画発表】

<福岡大学>

- ・ 資料 4-3-1 による説明 P13 迄（倉富）
- ・ 接着剤の粘性がちょうど良く漏れは無かった（資料 4-6 オーシカのものを使用）（倉富）
- ・ 鉄との接合の場合は頭付きのスタッドを使うと思うが、今回は頭無し。引っ張り抵抗がきかないのではないか（田中）
- ・ 資料 4-3-1（P5）最後の解体後の写真を見ると純粋にせん断破壊ではなさそう。頭付きスタッドであればまた結果が変わるかも（大畑）
⇒頭付きスタッドにすると孔径が大きくなるので避けたいが、スタッド形状については再度検討する（稲田）
- ・ スタッドのピッチ 100 になっているが実際はそんなに細かく打たないのでは（塩屋）
- ・ CLT と CLT の隙間をどうするか（塩屋）
- ・ クロスビスの長さはどれくらいを考えているか、どれくらい打ち込むのがよいのか（塩屋）
⇒CLT 厚み 210mm に対してクロスビス長さ 260mm、45 度で打ち込んだ時 25mm かぶりを残す計算（倉富）
- ・ LSB こういう形でトルクコントロールが可能なのか。すべりの原因が特定しづらいのでは（大畑）
- ・ LSB 側がちゃんと鉄板と接触しているかどうか（田中）
⇒鉄板と接触するようにということで実験しているが、確実に接触していることを確認して再度実験しなければならないか今回の打合せを元に検討する（稲田）
- ・ P14～17 耐火性能に関する予備実験報告（倉富）
- ・ このとき木の表面には焦げや色の変色などはあったか（塩崎）

⇒CLT 側にはほとんど無し（倉富）

- ・ 今回は加熱部にビスは打っていないが、実大だとビスから炭化するということを知。2 時間耐火となるとそのあたりも厳しいのではないかと（田中）
⇒次回はそのあたりも検討して実施（稲田）

<施工性確認実験>

- ・ P18～43 明日から実施する施工性確認実験の資料について説明（倉富）
- ・ 今回は施工性の確認であるので、構造的な性能をみるものではない。（稲田）

<試設計>

- ・ P44～試設計の資料について説明。これ以外に標準図を作成する（稲田）
⇒床は全部木で検討しているか（塩崎）
⇒集中書庫を置くような場合、厚いコンクリートと併用するという可能性もある。標準図のところ
で色々検討することになる（稲田）
- ・ 床の開口部について検討はされるのか（井上）
⇒開孔については検討しないのが通常であるが、避けるべき開孔などを示すことも検討（稲田）

<鹿児島大学>

- ・ 資料 4-4 による説明（塩屋）
- ・ 5 体の試験体による予備実験を実施（P7）。結果 No3 がかなりの性能が出る。No2 は一番性能が悪かった。結果は P9 に表示（塩屋）
- ・ 前回田中先生から提案のあった P4 の右の場合が出来ればクロスビスの数を相当減らせると思うが、加工の精度がどの程度かという問題がある（塩屋）
⇒NC による加工精度をどの程度上げられるか。これから施工性実験を経て、次回があるのであれば
こういった検討もあり得る（村田）
⇒カナダで斜め 45 度という例も報告されていた（田中）
⇒45 度の精度がなかなか難しいか（村田）

<大分大学>

- ・ 資料 4-5 による説明。開孔についてはまだパターンが決まらないため、報告することは無いが、参考までカナダで行われた WCTE 資料を紹介。約 1 割が CLT に関係するもの。昨年からはと格段に増えている。本プロジェクトに関係のありそうな発表をピックアップして紹介（井上、田中）

【オーシカ・梶原所長より資料提供】

- ・ 資料 4-6 施工性確認実験に使用する接着剤紹介（梶原）

【その他】

- ・ 再委託契約を締結する場合、事前に林野庁の承認が必要。現在福岡大学のみ契約締結済（佐々木）

【次回委員会】

- ・ 次回実施時期は今後の進捗を見ながら検討。あと 1～2 回程度実施予定。以上

「平成 25 年度補正 林野庁委託事業」
「CLT 等新製品・新技術利用促進事業のうち CLT 実用化促進
(接合部データ等の収集・分析)」 第五回委員会 議事録

平成 27 年 1 月 24 日 (土) 15:15～17:30

福岡大学 工学部 5 号館 544 号室

・委員長開会挨拶

1) 議事 1 各研究機関実験結果報告

資料 5-1 に準じての説明 (福岡大学 倉富)

P4: 吊りボルトの耐火被覆材への取り付け性能検証実験

吊りボルトの強度、耐久性を調べる。

4 点のボルトバランスの取り方に注意が必要。

木材のビス引き抜き治具で足りれば大分大学が持っている。

崩壊モードなどをみるにはこの大きさが良い。

CLT への留めつけピッチと加力のピッチの影響が大きい。

P8: スタッド縁空き強度確認実験

2 列方式は、CLT に切れ目が必要。加力方向を再度確認する。

P9: CLT 床材の繰り返し載荷実験

[地震時荷重を想定]

試験体寸法 材長 4000mm、幅 950mm

[疲労試験]

別学科の疲労試験機だと試験体寸法 材長 2000mm、幅 2000mm

押しだけの加力予定。

耐火被覆の落下をみるための試験になる。1 万回程。

5-2 に準じての説明 (鹿児島大学 塩屋)

今後の予定

P9 全ネジビスの斜め打ちの効果、ピッチの違いを調べる試験を行う。

P10,11 CLT 厚さを 150、210mm で行う。

〈付着試験結果〉

繊維と直角方向はすべり剛性は低いが付着強度は高くなる。

水の影響は受けない。

P4 図 9 (C) 変形、図 11

付着剛性は実験値の 20～30% の値で平面保持を仮定した変形で評価できる。

全ネジビスの打ち方向による違い。

P6 図 7 NO.3 全ネジビスの引っ張りになる向きが強いことが判明。

5-3 に準じての説明 (大分大学 田中)

床構面試験の概要説明

試験体留め付け・想定荷重等検討 →福岡大学から資料提供する。

5-4 に準じての説明 (法政大学 欠のため代理 村田)

5-5 に準じての説明 (九州大学 藤本)

水濡れによる寸法変化を想定したデータ収集が取れないか。

2) 議事 2 基準強度試験予定について

資料 5-6 に準じての説明 (山佐木材 村田)

設計に必要な山佐木材の CLT 強度がないためデータを収集しておく。

試験体 5層 5 プライ、5層 7 プライ

接着剤 水ビ、レゾとも

巾はぎ未評価、B 種

3) 議事 3 報告書作成について

資料 5-7 に準じての説明 山佐木材 村田

各研究機関からの資料提出期限 2月13日(金)

書式詳細についてメールにて指示。

- ・ウルトビスは表現を統一する。→確認済み「全ネジビス」
- ・WORD 文書にて、半角 章立て表現は 1、1.1、1.1.1
- ・写真、図などは項ごとに番号をつける。(写真 1.1-1 など)

4) 次回

今回で委員会は終了。必要に応じて個別打合せで報告書をまとめる。

以上

平成 25 年度補正 林野庁委託事業

CLT 等新製品・新技術利用促進事業のうち CLT 実用化促進（接合部データの収集・分析）

「鋼構造オフィスビル床の CLT 化」研究成果報告書

平成 27 年 2 月発行

〒893-1206 鹿児島県肝属郡肝付町前田 972

山佐木材株式会社

TEL 0994-31-4141 FAX 0994-31-4142