

2. 1 1 銘建工業(株)／(株)PERSIMMON HILLS architects

2. 1 1. 1 建築物の仕様一覧

事業名		四角プロジェクト施設新築工事の設計実証、性能実証	
実施者（担当者）		銘建工業株式会社／株式会社PERSIMMON HILLS architects	
建築物の概要	用途	共同住宅・飲食店・レンタルスペース	
	建設地	岡山県真庭市	
	構造・工法	木造軸組工法+CLT折板構造	
	階数	地上2階	
	高さ（m）	10.8	
	軒高（m）	9.1	
	敷地面積（㎡）	5,471.30	
	建築面積（㎡）	2,113.25	
	延べ面積（㎡）	2993.325	
	階別面積（㎡）	1階	1,633.87
		2階	1,359.46
C L T の仕様	C L T採用部位		床
	C L T使用量（㎡）		337.2
	床パネル1	寸法	90mm厚
		ラミナ構成	3層3プライ
		強度区分	Mx60
		樹種	スギ
	床パネル2	寸法	150mm厚
		ラミナ構成	5層5プライ
		強度区分	Mx60
		樹種	スギ
	床パネル3	寸法	210mm厚
		ラミナ構成	5層7プライ
		強度区分	Mx60
		樹種	スギ
木材	主な使用部位（CLT以外の構造材）		柱・梁：欧州あかまつ 耐力壁：構造用合板 C種2級以上
	木材使用量（㎡）※構造材、羽柄材、下地材、仕上材等とし、CLT以外とする		集成材：329.7㎡、製材（床合板、土台のみ）95.4㎡
仕上	主な外部仕上	屋根	ガルバリウム鋼板(t=0.6)ハゼ締め折板1
		外壁	左官調塗材
		開口部	アルミサッシ+Low-Eペアガラス
	主な内部仕上	界壁	クロス仕上げ（準不燃以上）
		間仕切り壁	クロス仕上げ（準不燃以上）
		床	硬質PB12.5+構造用合板24+フローリング15
		天井	クロス仕上げ（準不燃以上）
構造	構造計算ルート		ルート2
	接合方法		ラグスクリューボルト接合
	最大スパン		7.28m
	問題点・課題とその解決策		CLT折板構造は一方のみしかスパンを飛ばせないため、開放的なビロティ空間を作ることが難しい。集成材を弦材として組み合わせて直交方向をトラス構造とすることで、に方向にスパンを飛ばすことを可能にした。
耐火	防火上の地域区分		その他地域
	耐火建築物等の要件		無
	本建築物の防耐火仕様		1時間準耐火
	問題点・課題とその解決策		防火壁を免除するため準耐火建築物としている
温熱	建築物省エネ法の該当有無		該当あり 規制対象
	温熱環境確保に関する課題と解決策		-
	主な断熱仕様（断熱材の種類・厚さ）	屋根（又は天井）	高性能GW16K t90 + 高性能GW16K t75
		外壁	高性能GW t105
		床	スタイロエース t65
施工	遮音性確保に関する課題と解決策		-
	建て方における課題と解決策		-
	給排水・電気配線設置上の工夫		-
	劣化対策		-
工程	設計期間		2024年5月～2024年12月（8ヶ月）
	施工期間		（予定）2025年6月～2026年7月（13ヵ月）
		C L T 躯体施工期間	（予定）2025年9月～2025年12月（3ヶ月）
	竣工（予定）年月日		（予定）2026年7月末
体制	発注者		銘建工業株式会社
	設計者（複数の場合はそれぞれ役割を記載）		基本設計・実施設計：株式会社 PERSIMMON HILLS architects
	構造設計者		合同会社 Graph studio
	施工者		銘建工業株式会社、大本組
	C L T 供給者		銘建工業株式会社

2. 1 1. 2 実証事業概要

実証事業名：四角プロジェクト施設新築工事の設計実証

建築主等／協議会運営者：銘建工業株式会社／株式会社 PERSIMMON HILLS architects

1. 実証した建築物の概要

用途		共同住宅・飲食店・レンタルスペース		
建設地		岡山県真庭市		
構造・工法		木造軸組工法+CLT 折板構造		
階数		地上 2 階		
高さ (m)		10.8	軒高 (m)	9.1
敷地面積 (㎡)		5,471.3	建築面積 (㎡)	2,113.25
階別面積(㎡)	1 階	1,633.867	延べ面積 (㎡)	2993.325
	2 階	1,359.458		
CLT 採用部位		床		
CLT 使用量 (m³)		337.2m³		
CLT を除く木材使用量 (m³)		集成材：329.7m³、製材：95.4m³		
CLT の仕様	(部位)	(寸法 / ラミナ構成 / 強度区分 / 樹種)		
	壁	90mm 厚/3 層 3 プライ/Mx60/スギ		
	床	150mm 厚/5 層 5 プライ/Mx60/スギ		
	屋根	210mm 厚/5 層 7 プライ/Mx60/スギ		
設計期間		2024 年 5 月～2024 年 12 月		
施工期間 (予定)		2025 年 6 月～2026 年 7 月		
CLT 躯体施工期間 (予定)		2025 年 9 月～2025 年 12 月		
竣工 (予定) 年月日		2026 年 7 月末		

2. 実証事業の目的と設定した課題

CLT 折板構造を用いた従来の事例では、折板構造の直交方向は壁体などで連続的に支持している。本建物では、折板構造の直交方向について、集成材を弦材として組み合わせ、CLT を斜材として効かせることで、独立柱で支持された開放的な CLT 折板構造を設計する。このような架構に関する実証データが存在しないため、接合部の納まりや力学的特性について実験により確認する必要がある。CLT と折板構造は相性がよいため、折板構造の設計の幅を広げることが、CLT の特徴を活かした建築物の普及に寄与することが期待できる。

本実証事業で設定した課題は以下のとおりである。

- ① 集成材を弦材、CLT 折板構造を斜材としたトラス架構の接合部の仕様選定、およびその構造特性値の取得
- ② 集成材を弦材、CLT 折板構造を斜材としたトラス架構と S 造トラス架構との比較検討

3. 協議会構成員

(設計) PERSIMMON HILLS architects: 柿木佑介 (協議会運営者)

(構造設計) Graph Studio: 福島佳浩

(試験) 東京大学生産技術研究所

(材料) 銘建工業: 田中修平

(メーカー設計アドバイザー) 銘建工業設計部: 田中駿太郎

(メーカー技術コンサルタント) 銘建工業営業部: 高橋正明

4. 課題解決の方法と実施工程

CLT と弦材の接合部の仕様については、強度・剛性などの構造的な条件に加え、施工性に関するヒアリングを行い、鋼製箱形金物を用いたラグスクリーボルト接合に決定した。

CLT 折板＋トラス架構の鉛直荷重支持能力に関する構造性能を確認するため、トラス方向と折板方向のそれぞれについて実大架構実験を計画した。加力は H 形鋼を組み合わせた自己釣合式の加力フレームを用いて行った。

また、本事業で実証する「CLTを用いた木造によるピロティ空間を持つ大規模建築物」と「トラス梁を用いた S 造によるピロティ空間を持つ大規模建築物(従前の構法)」について、木質化を前提とした場合の総コスト、工期、人工等を比較した。

<協議会の開催>

令和 6 年

6 月 25 日: 第 1 回開催、スケジュール整理、接合方法・実験方法検討

7 月 12 日: 第 2 回開催、試験体詳細検討、実験場・試験体製作・作業員の確認

7 月 23 日: 第 3 回開催、LSB 接合部の検討、施工性に関するフィードバック

7 月 30 日: 第 4 回開催、スケジュール調整

8 月 5 日: 第 5 回開催、LSB 接合部の検討、施工性に関するフィードバック

8 月 6 日: 第 6 回開催、LSB 接合部の検討、施工性に関するフィードバック

8 月 22 日: 第 7 回開催、建物全体の設計・施工方法検討、実験計画の詳細検討

9 月 20 日: 第 8 回開催、建物全体の設計・施工方法検討、実験計画の詳細検討

10 月 4 日: 第 9 回開催、実験準備 (計測機器類、準備・加力日程の確認)

10 月 31 日: 第 10 回開催、スケジュール調整

11 月 12 日: 第 11 回開催、実大実験立会い

11 月 29 日: 第 12 回開催、実験結果速報

12 月 13 日: 第 13 回開催、実施設計図書確認

12 月 29 日: 第 14 回開催、実験結果を踏まえた建物設計へのフィードバック

1 月 31 日: 第 15 回開催、実証事業の総括

<性能確認>

令和 6 年

11 月 6 日～11 月 14 日：実大実験（担当：東京大学生産技術研究所）

5. 得られた実証データ等の詳細

- (1) 実大実験により、CLT 折板＋トラス架構の折板方向およびトラス方向の二方向について、計画建物の 2 階床として用いた場合に想定される鉛直荷重に対して、十分な強度・剛性を有することが確認された。
- (2) 格子梁モデルによる弾性解析を行い、実験結果と概ね整合する解析結果が得られることが確認された。

6. 本実証により得られた成果

大版を製造可能な CLT の特性を活かした架構形式である CLT 折板構造について、集成材を弦材として上下に取り付けることで、折板直交方向にトラス構造を形成し、二方向にスパンを架け渡すことができることを確認した。CLT と集成材の接合方法については、LSB 接合および鋼製箱型金物を用いた接合部を提案し、十分な構造性能を有することや CLT の加工や現場での建方について、実大試験体を用いた実験を通じて確認した。

コスト比較では、CLT 折板＋トラス架構を用いた木造とした場合と、鉄骨造ラーメン構造に木仕上げとした場合を比較した。結果、CLT 建築物は 31.8 万円/坪、鉄骨造建築物は 33.2 万円/坪となった。

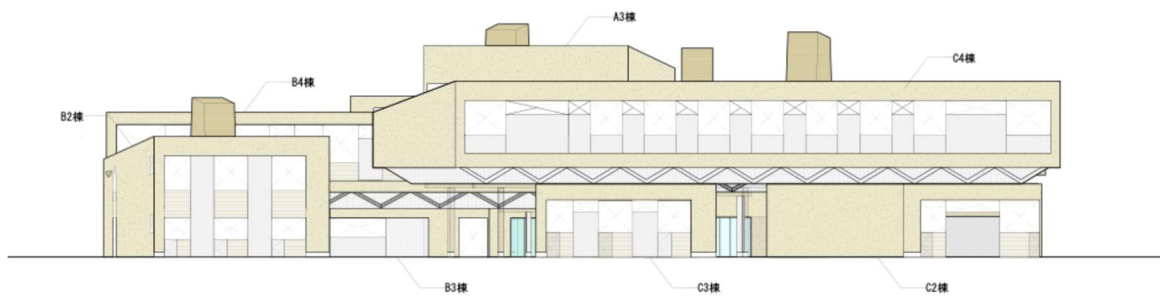
7. 建築物の平面図・立面図・写真等



鳥瞰模型写真



パース



立面図



1 階平面図



2 階平面図

2. 1. 1. 3 成果物

1. 接合部仕様の検討

1.1 CLT 折板+トラス架構の構成

本事業で計画している四角プロジェクト新築計画において、CLT 折板+トラス架構（図 1.1）は 2 階床を支持する架構として用いている。この架構は、CLT を用いた折板構造の上下に集成材を弦材として組み合わせることでトラス構造を形成し、折板方向とトラス方向の 2 方向にスパンを架け渡すためのシステムであり、折板方向・トラス方向とも最大 7.28m スパンとしている。図 1.1 の「基本モデル」のように、CLT 折板構造の端部に折板方向に直交するように弦材を配置した構成を基本とするが、①CLT 折板構造による片持ちが可能であること、②平面的に角度を振ってもトラスを形成することができること、の 2 点を踏まえると、図 1.1 の「応用モデル」のような構成も可能である。

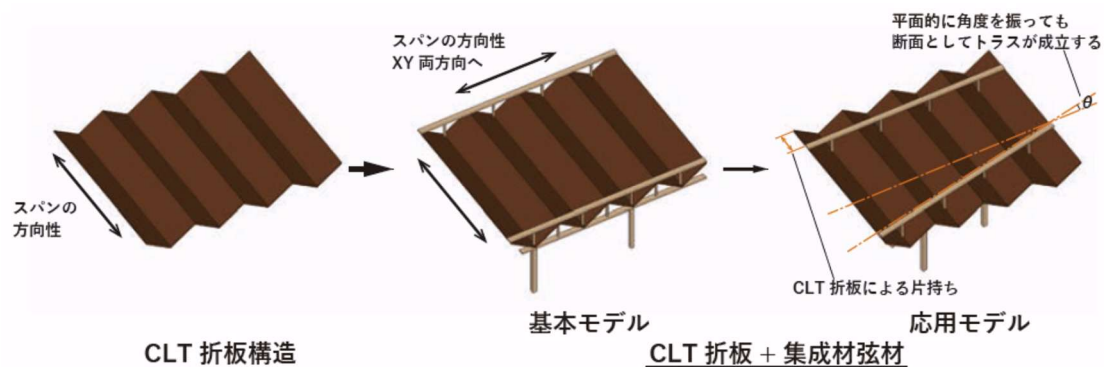


図 1.1 CLT 折板+トラス構造

1.2 CLT と集成材の接合部

トラス構造の弦材—斜材接合部を図 1.2 に示す。

弦材と斜材の位置関係

力学的には弦材と斜材の中心線が一点で交わるような配置とすることが望ましいが、トラス方向と折板方向が直交しない場合に CLT に複雑な加工を要することになるため、CLT 折板の頂部よりも弦材が外側に位置するように偏心させている。

弦材および斜材の接合方法

弦材端部は鋼板挿入型のドリフトピン接合、斜材端部はラグスクリューボルト（LSB）接合としている。LSB はダイロック製の雄ネジタイプのものを用いており、ボルト径は $\phi 19$ 、全長は 590mm、材質は SNR490B である。

接合部はコア部の金物（コア金物）、弦材用のガセットプレート（弦材 G.PL）、LSB 用の箱型金物（箱型金物）を高力ボルト（HTB）で接合する構成になっている。3 つの金物に分

LSB は応力に応じて 2 本打ちと 4 本打ちの 2 通りの納まりを設定している。2 本打ち用の箱型金物には銘建工業とダイロックが開発した鑄造金物（図 2.2 中央）を用い、4 本打ち用の箱型金物は鋼板溶接により製作した。コア金物側の HTB 本数は 2 本打ちの場合は 1 本、4 本打ちの場合は 2 本となっているが、コア金物はいずれの場合にも対応できるようにすべて 2 つずつボルト孔を設けている。

CLT

520

130

15

19

埋木

G11

12°

35

35

150

80

35

35

30

115

115

115

115

115

115

30

12

762

16

148

16

210

35

40

95

80

40

75

80

75

230

コア部
1xJ05

C1側
1xJ02
ドリフトピン 6-16φ

G11側
1xJ01
ドリフトピン 6-16φ

CLT側（2本打ちの場合）
1xダブルジョイントBOX
雄ネジLSB 2xφ19, L=590

CLT側（4本打ちの場合）
1xJ08
雄ネジLSB 4xφ19, L=590



コア金物

箱型金物 (2 本打ち用)

箱型金物 (4 本打ち用)

図 1.3 弦材—斜材接合部の金物

1.3 CLT 同士の接合部

CLT 同士の接合部を図 1.4 に示す。

銘建工業では最大 $3\text{m} \times 12\text{m}$ の CLT を製作でき、本計画では搬入も可能であることから、大版の CLT を用いることで CLT 折板+トラス架構では支保工の設置範囲を大幅に減らすことができる。さらに、CLT 下部からの施工を不要にできれば、足場も設けずに済むため、CLT 同士の接合部は CLT 上面から施工できるように山部分と谷部分で仕様を変えている。山部分はパネリード PX10-320@455、谷部分は鋼板 PL-6+パネリード PX8-170, 3 本により接合している。

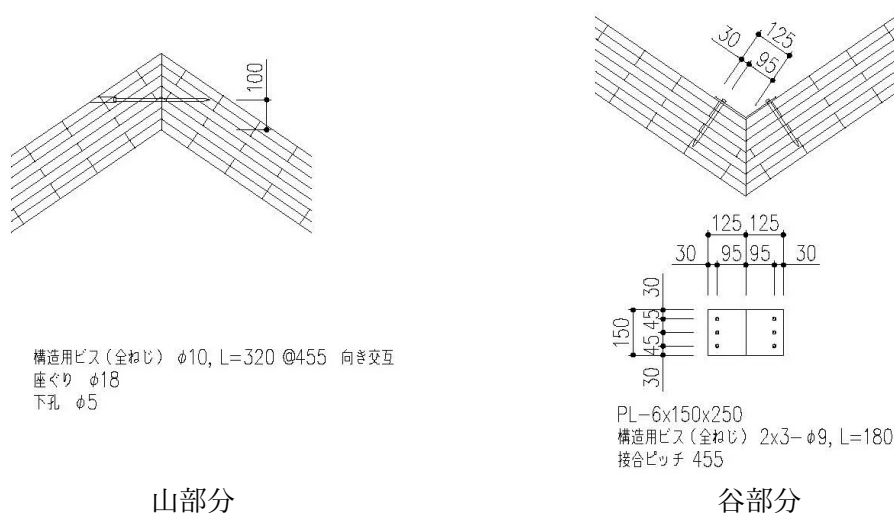


図 1.4 CLT 接合部

2. 実験概要

CLT 折板+トラス架構の鉛直荷重支持能力に関する構造性能を確認するため、トラス方向と折板方向のそれぞれについて実大架構実験を実施する。折板方向は、トラス間のスパン 7.280m にトラス外側の片持ちスパン 2.275m ずつを加えた長さ 11.780m の CLT 折板構造とし、折板部分の形状は幅 3.640m $\times$ 高さ 1.500m とする。トラス方向は、集成材を弦材、CLT を斜材としてトラス構造を形成し、折板 2 山分に相当するスパン 7.280m を架け渡す。

本実験では、各方向の鉛直荷重支持能力を確認することを目的とし、トラス方向はスパン 7.28m の単純支持部分、折板方向はスパン 2.275m の片持ち部分について加力を行った。

実験は広島県内にある工場の一部を借りて実施し、2024 年 11 月 6 日から同 14 日にかけて準備・加力を行った。

3. 試験体

3.1 トラス方向試験体

トラス方向試験体形状を図 3.1 に、部材リストを表 3.1 に示す。正面図の左側が南側、右側が北側にあたる。

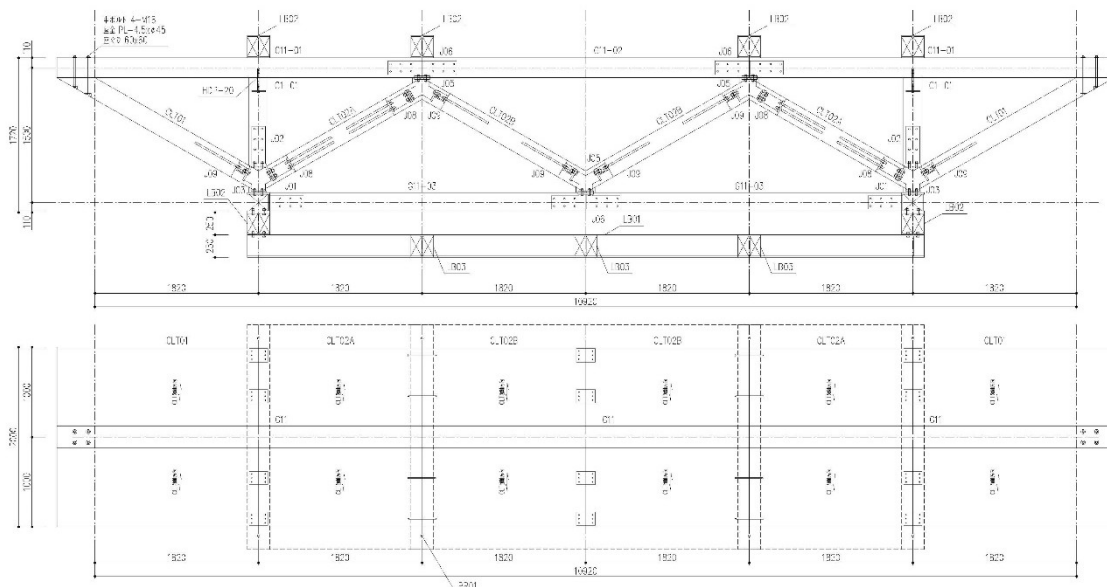


図 3.1 トラス方向試験体

表 3.1 部材リスト

種別	記号	部材	材質
弦材	C1	220×220	欧州あかまつ E95-F315
束材	G11	220×220	欧州あかまつ E95-F315
斜材	CLT	t=210	すぎ CLT 5 層 7 プライ, Mx60

接合部

LSB 接合部はスパン端部の CLT は両端とも 4 本打ち、スパン中央部の CLT は両端とも 2 本打ちとした。

実際の建物では下階柱が接合される部分を加力フレームに固定している（加力フレームの詳細は次項を参照）。

加力方法

H 形鋼を井桁状に組み合わせた架台に試験体を設置し、支点および加力点に H 形鋼を載せた上で、架台と加力点の梁をターンバックル付きブレースで引き寄せることで加力を行った。H 形鋼はいずれも H-250×250×9×14 で、ターンバックル付きブレースは M22（保

証荷重 74.3kN) のものを用いた。加力点はスパンの 1/4 ずつの位置にあたる CLT 折板の山位置の 2 箇所とし、2 本の加力梁を均等に押し下げる 4 点曲げ载荷と、1 本の加力梁のみを押し下げる 3 点曲げ载荷（南加力梁のみ、北加力梁のみ）の計 3 パターンを実施した。

荷重の大きさはターンバックル付きブレースの軸部に対面で貼付したひずみゲージの値で管理した。

計測計画

計測はポータブルデータロガー TS-360 (東京測器) と Visual LOG (同) を用いて行った。チャンネルリストを表 3.2 に示す。

荷重はターンバックル付きブレース (BR1) の軸部分の両面に貼付したひずみゲージの値により計測し、変位は棒状変位計を用いてスパン中央部および加力点の鉛直変位を計測した。また、弦材の軸力を推定するため、上弦材と下弦材の中央部の上下面にひずみゲージを貼付した。ターンバックル付きブレースおよび弦材のひずみゲージについては、2 枚 1 ゲージ 3 線式結線法で軸ひずみのみを計測した。

CLT については、斜材の軸方向が CLT の弱軸方向にあたり、主に 3 プライ目と 5 プライ目のラミナに軸ひずみが生じると考えられるため、表層部分でのひずみ計測から軸力を推定することは困難であると判断し、ひずみ計測は省略した。

表 3.2 トラス方向試験体 チャンネルリスト

CH 番号	項目	品番	備考
0	BR1 南東	FLAB-5	軸部分の両面に貼付し、2 枚 1 ゲージ 3 線式結線法で軸ひずみを計測
1	BR1 南西	FLAB-5	
2	BR1 北東	FLAB-5	
3	BR1 北西	FLAB-5	
4	中央変位	SDP-100R	
5	南側加力点変位	CDP-50M	
6	北側加力点変位	CDP-50M	
7	南側下弦材ひずみ	PL-60	木材の上下面に貼付し、2 枚 1 ゲージ 3 線式結線法で軸ひずみを計測
8	北側下弦材ひずみ	PL-60	
9	上弦材ひずみ	PL-60	

3.2 折板方向試験体

折板方向試験体を図 3.2 に示す。左側の正面図の左側が東側、右側が西側にあたる。部材リストはトラス方向試験体と同様である。

接合部

LSB 接合部はすべて 2 本打ちとした。

折板の片持ち部分の根元にあたるトラスの下弦材を加力フレームに固定している。

加力方法

H 形鋼の架台と加力梁を用いた加力方式はトラス方向試験体と同様とし、片持ち部分の先端に載せた加力梁の両端に取り付けたターンバックル付きブレースを均等に押し下げて加力を行った。

計測計画

チャンネルリストを表 3.3 に示す。荷重および変位の計測方法はトラス方向試験体と同様である。

ひずみ計測について、弦材には片持ち構造による応力がほとんど生じないため、弦材のひずみ計測は省略した。CLT には軸力および面外曲げモーメントが生じることが予想されたため、CLT の両面にひずみゲージを貼付した。

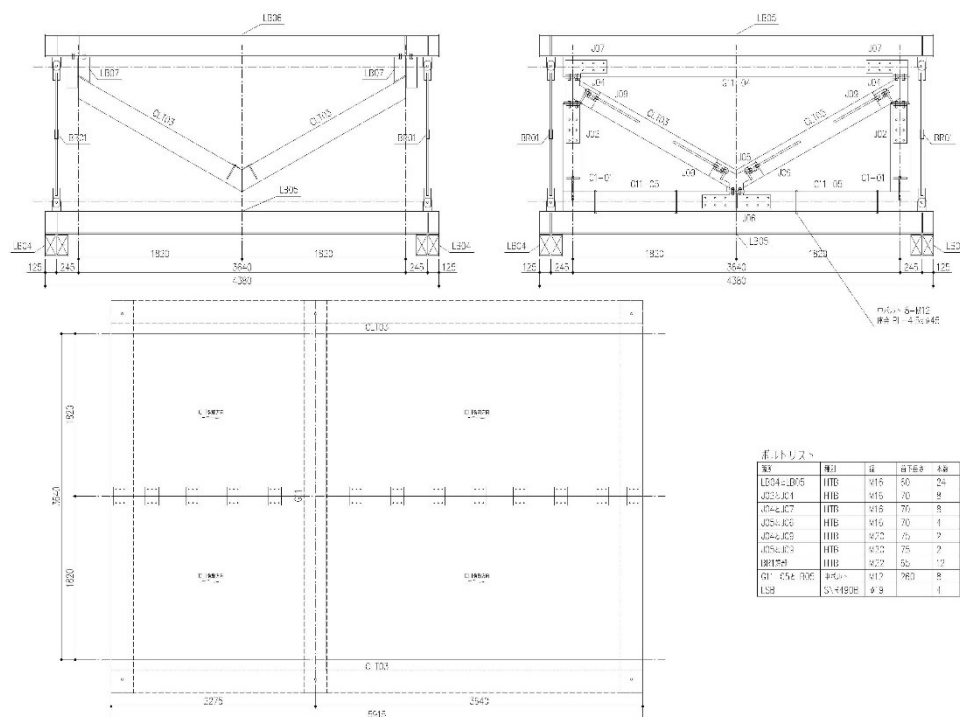


図 3.2 折板方向試験体

表 3.3 折板方向試験体 チャンネルリスト

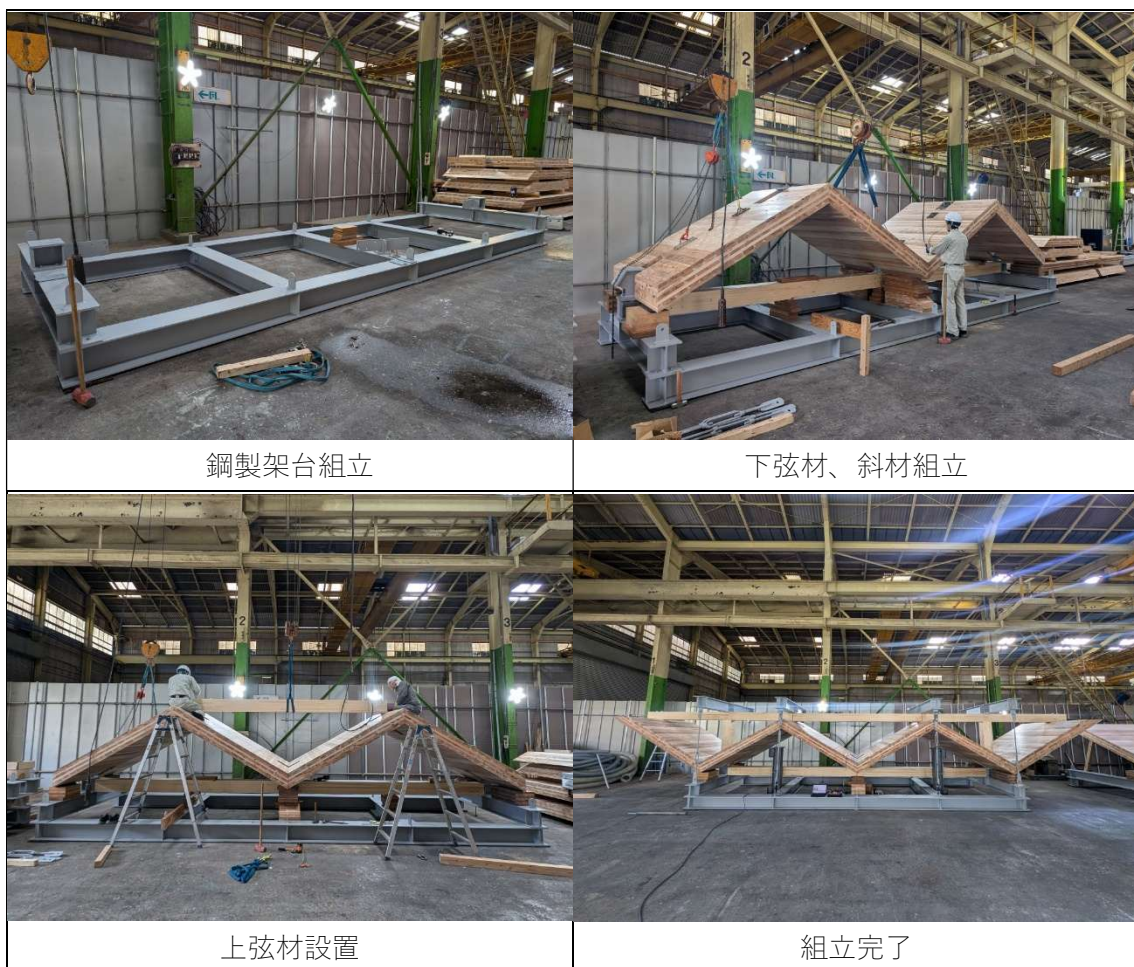
CH 番号	項目	品番	備考
-------	----	----	----

0	BR1 東	FLAB-5	軸部分の両面に貼付し、2枚1ゲージ 3線式結線法で軸ひずみを計測
1	BR1 西	FLAB-5	
2	中央変位	SDP-100R	
3	東側加力点変位	CDP-50M	
4	西側加力点変位	CDP-50M	
5	CLT ひずみ 東表	PL-60	
6	CLT ひずみ 東裏	PL-60	
7	CLT ひずみ 西表	PL-60	
8	CLT ひずみ 西裏	PL-60	
9	CLT ひずみ 中央表	PL-60	

4. 実験手順

4.1 試験体組立

トラス方向試験体



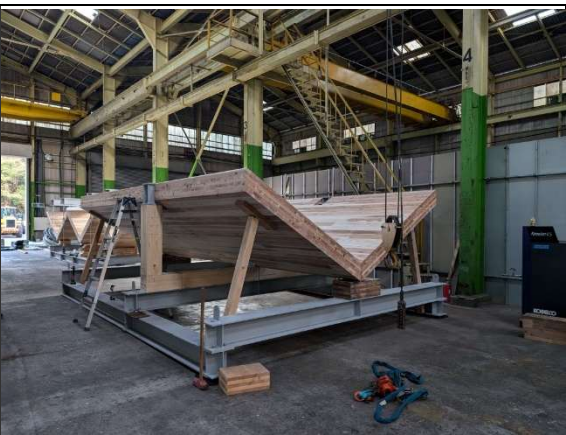


CLT 接合部

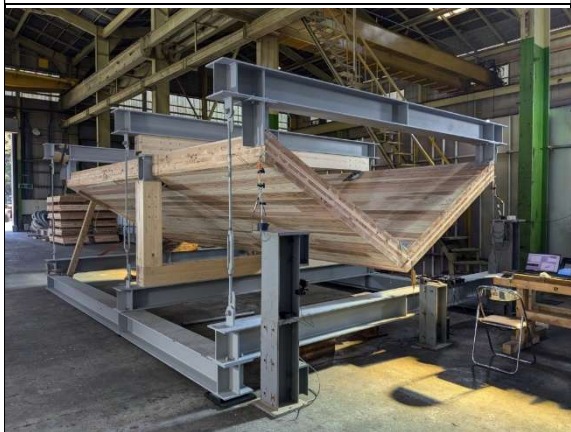
折板方向試験体



片側 CLT 設置



CLT 設置完了



組立完了



組立完了（側面）

加力方法

加力は以下の手順で実施した。

1. 建方時に設置したサポートを撤去
2. 試験体上部に H 形鋼加力梁を設置
3. 加力用ターンバックル付きブレースを上端のみ取り付け、軸部に応力が入らない状態で計測値のイニシャルを取る
4. 加力用ターンバックル付きブレースの下端を取り付け、ターンバックル付きブレースを順次締めていくことで加力を実施
5. 加力順序

(ア) トラス方向試験体

- ① 4 本均等→南側の 2 本のみ→北側の 2 本のみの順でターンバックルを回し、載荷と除荷を繰り返す
- ② 想定される長期荷重（ブレース 1 本あたり 17.8kN）を基準とし、0.2 倍、0.5 倍、1.0 倍、1.5 倍、2.0 倍、2.5 倍、3.0 倍の順で加力

(イ) 折板方向試験体

- ① ブレース 2 本のターンバックルを均等に回し、載荷と除荷を繰り返す
- ② 想定される長期荷重（ブレース 1 本あたり 20.3kN）を基準とし、0.2 倍、0.5 倍、1.0 倍、1.5 倍、2.0 倍、2.5 倍の順で加力

5. 実験結果

5.1 要素試験

実大試験体の集成材および CLT から切り出した要素試験体（幅 20mm×奥行 20mm×高さ 40mm）の圧縮試験を行い、縦弾性係数を求めた。結果を表 5.1 に示す。

表 5.1 要素試験体の縦弾性係数 [kN/mm²]

項目	試験体 1	試験体 2	試験体 3	平均
集成材	12.009	12.854	15.247	13.370
CLT 1 プライ目	14.954	10.013	15.301	13.423
CLT 3 プライ目	5.203	6.970	8.473	6.882

5.2 トラス方向試験体

加力準備

加力前日の夕方に、建方時に設置したスパン中央部の CLT 下のスペーサーの撤去と、加力梁の設置を行った。各時点における変形量を表 5.2 に示す。加力直前にも改めて変形量を確認したが、一晩での変形量の増加はみられなかった。

表 5.2 トラス方向試験体 加力前変形量

項目	中央変位 [mm]	南側変位[mm]	北側変位[mm]
スペーサー撤去	8.36	3.89	4.16
南側加力梁設置	9.92	4.75	4.88
北側加力梁設置	10.86	5.14	5.57
加力直前	10.91	5.07	5.59

加力

長期荷重の 0.2 倍～3.0 倍まで加力を行った。3.0 倍の南側のみ载荷の時点で南東側のターンバックル付きブレースのネジ部が回らなくなり、加力を終了した。加力終了時点で目立った損傷は確認されなかった。

均等加力時の中央変位と全荷重の関係を図 5.1 に示す。スリップ挙動はみられず、剛性は約 15.6kN/mm で、3.0 倍载荷時まで大きな剛性低下は生じなかった。3.0 倍载荷後の残留変形は 3mm 程度となった。均等加力時の南側変位と南側荷重および北側変位と北側荷重の関係を図 5.2, 図 5.3 に示す。ターンバックル付きブレースを交互に締めながら加力している都合上、細かい違いはあるものの、概ね同様の荷重変形関係が得られており、均等な加力を実施できていることが確認できる。

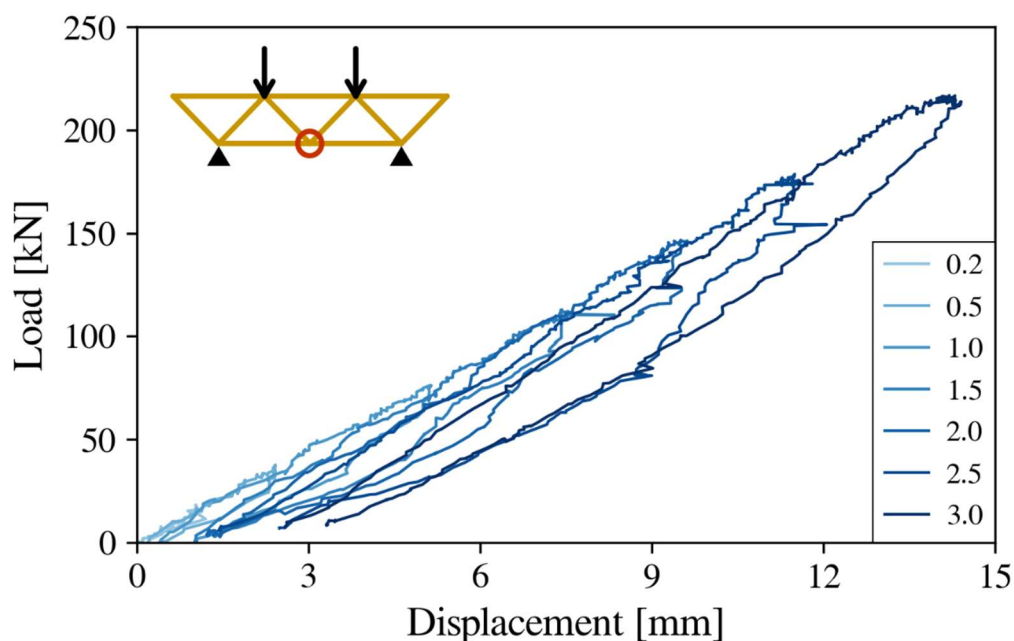


図 5.1 トラス方向試験体 荷重変形関係（均等加力、中央変位）

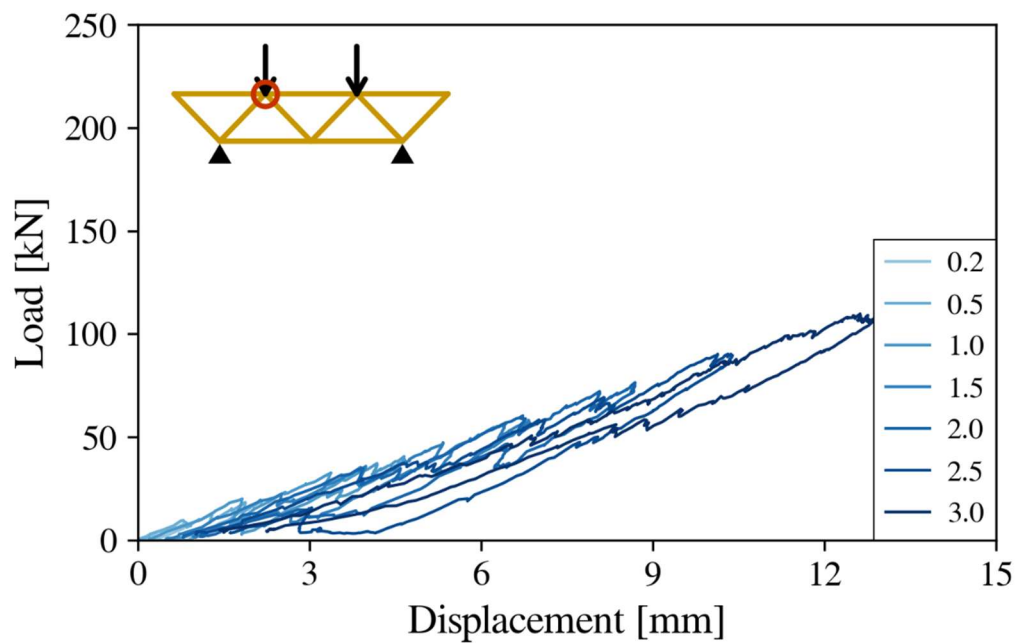


図 5.2 トラス方向試験体 荷重変形関係（均等加力、南側変位）

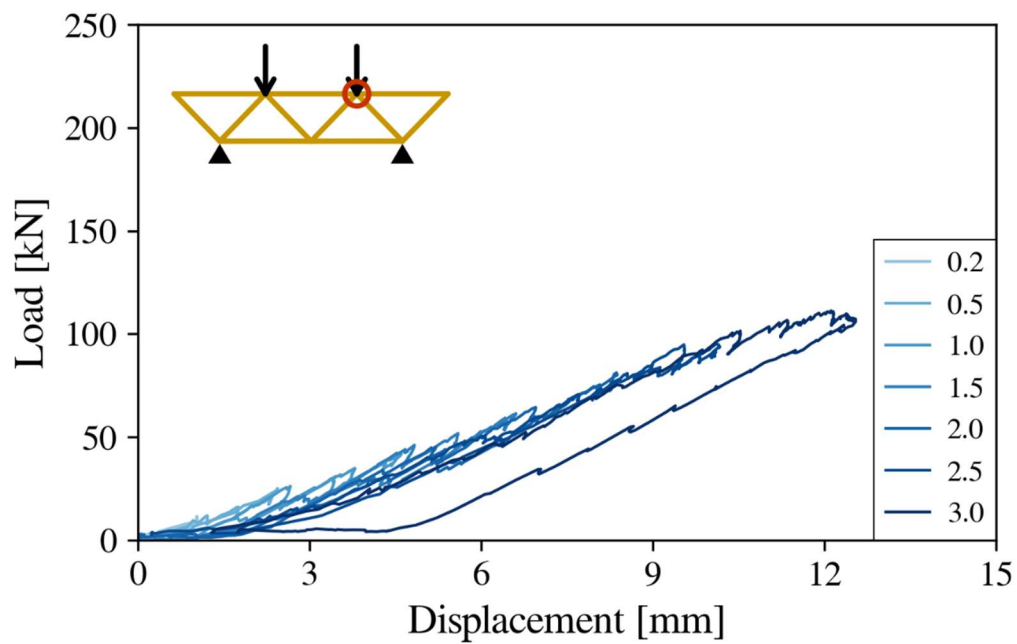


図 5.3 トラス方向試験体 荷重変形関係（均等加力、北側変位）

5.3 折板方向試験体

加力準備

加力日の朝に、建方時に設置した片持ち先端部分の CLT 下のスペーサーの撤去を行った

(加力梁はスペーサー撤去前に設置済み)。スペーサー撤去時の変形量を表 5.3 に示す。

表 5.3 折板方向試験体 加力前変形量

項目	中央変位 [mm]	東側変位[mm]	西側変位[mm]
スペーサー撤去	0.43	0.74	0.66

加力

長期荷重の 0.2 倍～2.5 倍まで加力を行った。2.5 倍載荷時に東側のターンバックル付きブレースのネジ部が回らなくなり、加力を終了した。加力終了時点で目立った損傷は確認されなかった。

中央変位と全荷重の関係を図 5.4 に示す。剛性は約 5.8kN/mm で、1.0 倍載荷中の荷重 30kN を超えた時点で剛性が少し下がった。残留変位が 2.0mm 程度生じたが、1.5 倍載荷以降は剛性が概ね戻り、その後は顕著な剛性低下がみられなかった。このことから、試験体の損傷による剛性低下ではなく、加力治具や接合部などのガタの影響による一時的な剛性低下だったと考えられる。2.5 倍載荷後の残留変形は 5mm 程度となった。

また、2.0 倍加力時に HTB のすべりによる音が確認された。2.0 倍載荷の最大荷重時には支点側で約 6mm の浮き上がりが確認された。2.5 倍載荷の最大荷重時の浮き上がりは約 8mm で、除荷後にも約 2mm の浮き上がりが確認された。

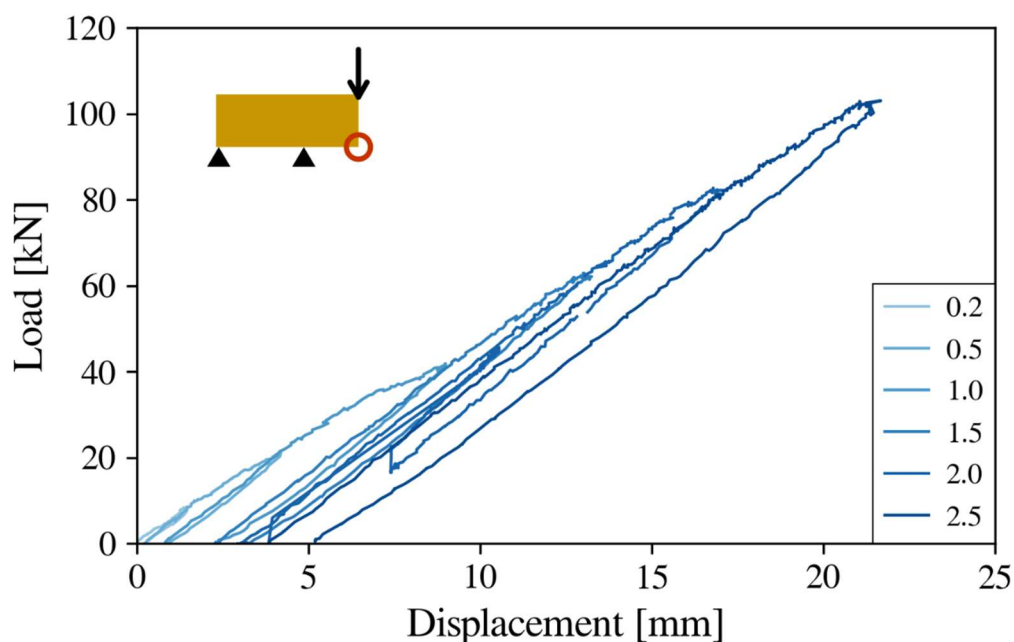


図 5.4 折板方向試験体 荷重変形関係

6. 解析

6.1 解析モデル

集成材を梁要素、CLT を格子梁として実大試験体をモデル化して解析を行う。解析モデルを図 6.1, 図 6.2 に、断面形状などの条件を表 6.1 に示す。ヤング係数は 5.1 節の要素実験で得られた縦弾性係数の値に基づき入力した。断面形状は、集成材は実際の形状を入力し、CLT は幅を格子梁間隔、せいを版厚として入力した。鋼板挿入接合部には回転バネを設け、柱端はピン接合とした。LSB 接合部は回転に対してはピン接合とし、軸力に対してはメーカーによる引張実験時の軸剛性を入力した。

支持条件は、図の▲位置をピン支点およびローラー支点とした。荷重は、加力梁位置の節点に集中荷重を加えた。加力による変形のみに着目するため、自重は 0 としている。また、折板方向試験体では折板形状が加力梁に拘束される効果を再現するために、折板頂部を加力梁でつないでいる。

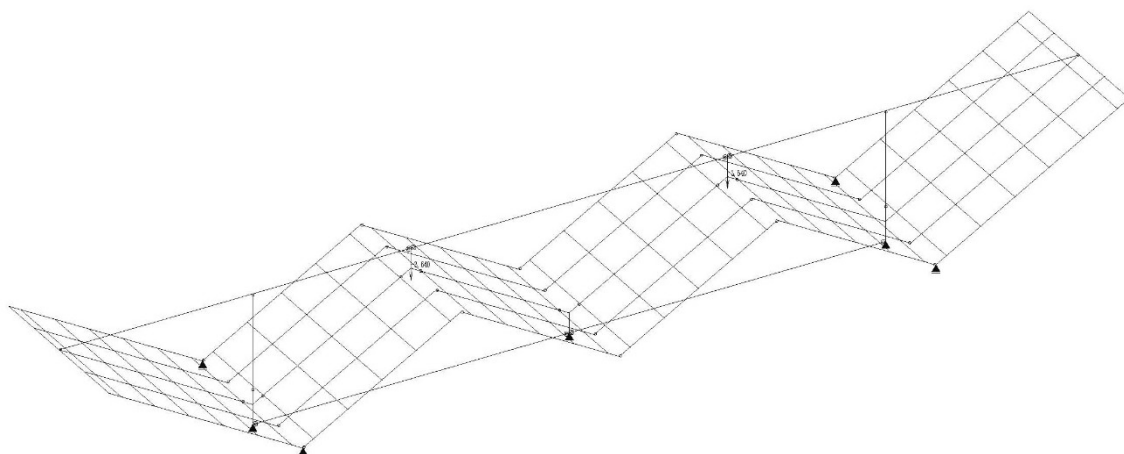


図 6.1 トラス方向試験体 解析モデル

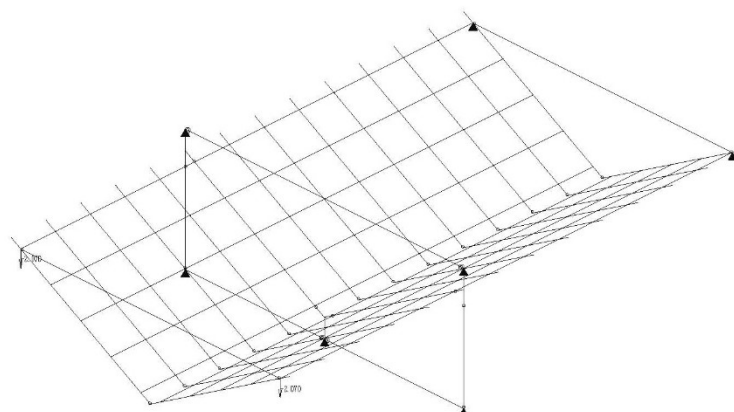


図 6.2 折板方向試験体 解析モデル

表 6.1 梁要素の条件

項目	断面形状	ヤング係数 [kN/mm ²]	接合部の回転剛性 [kNm/rad]
柱	220×220	13.370	0
弦材	220×220	13.370	767.5
CLT(強軸)	450×210	12.406	0
CLT(弱軸)	500×210※	0.522	0

6.2 解析結果

解析により求められた荷重変形関係を図 5.1 および図 5.4 に重ね合わせた結果を図 6.3、図 6.4 に示す。実験と解析の剛性を比較すると表 6.2 のとおりで概ね一致している。

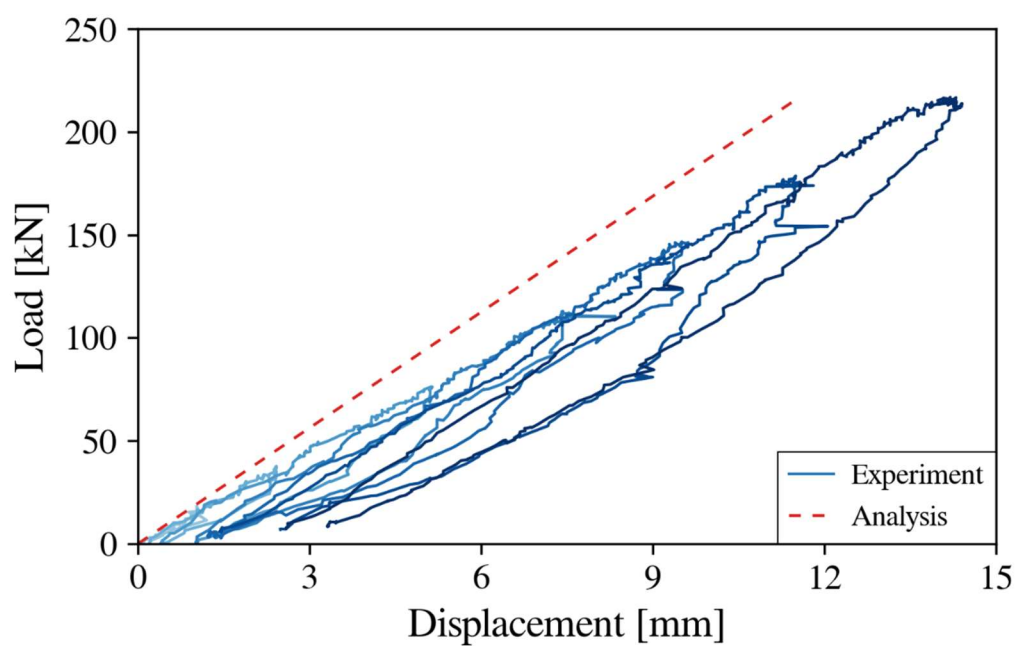


図 6.3 トラス方向試験体 荷重変形関係の比較

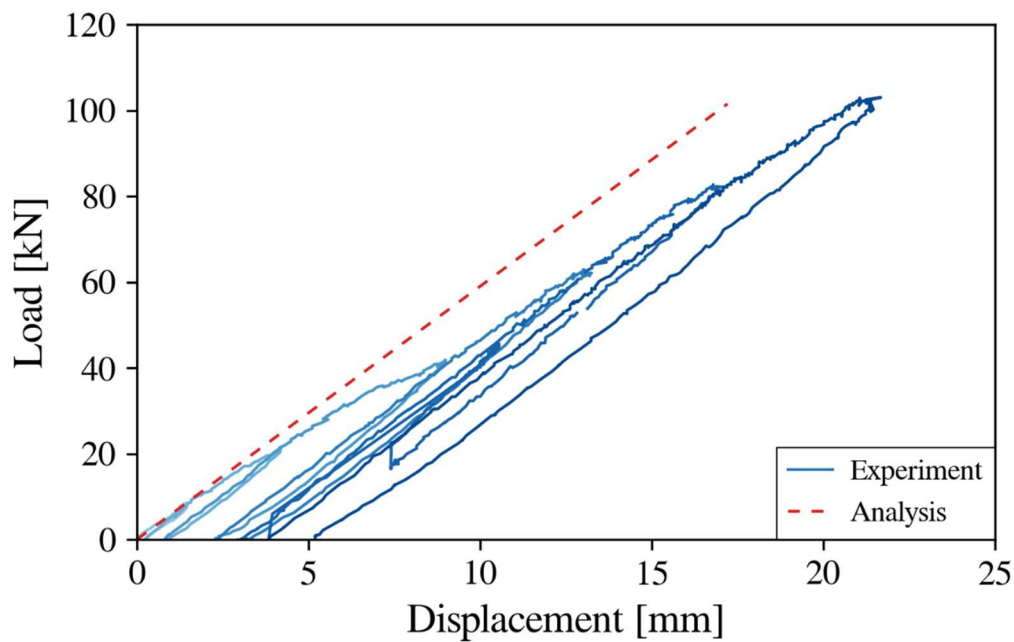


図 6.4 折板方向試験体 荷重変形関係の比較

表 6.2 剛性の比較

項目	実験値 [kN/mm]	解析値 [kN/mm]
トラス方向試験体	15.6	18.7
折板方向試験体	5.8	5.9

7. コスト比較

CLT 折板+トラス架構を用いた木造建築物と他工法の比較を行うにあたり、本事業の計画建物を鉄骨造で設計した場合を想定して比較検討した。木造建築物は CLT を現しとする計画のため、鉄骨造建築物は木仕上げのコストを含めて比較した。基礎工事範囲は共通と想定し、上部躯体工事範囲のみのコスト試算を行った結果を表 7.1 に示す。

表 7.1 コスト試算結果

CLT 折板+トラス			鉄骨造		
項目	数量	金額(千円)	項目	数量	金額(千円)
集成材	332m ³	63,935	鉄骨	407 t	284,900
製材	99m ³	11,053			
CLT	337m ³	36,888	仕上げ	1410 m ²	15,369
加工費		45,882			
建方費		63,167			

接合金物費		67,277			
合計		288,152			300,269
坪単価(905.7 坪)		318			332