

## 2.2 (株)平吹設計事務所

### 1. 建築物の仕様一覧

事業名		板垣商店三日町アパート新築工事の設計・性能実証		
実施者(担当者)		株式会社平吹設計事務所		
建築物の概要	用途	長屋		
	建設地	山形県山形市		
	構造・工法	CLTパネル工法		
	階数	2		
	高さ(m)	6.8		
	軒高(m)	6.41		
	敷地面積(m <sup>2</sup> )	843.54		
	建築面積(m <sup>2</sup> )	235.31		
	延べ面積(m <sup>2</sup> )	414.46		
	階別面積	1階	207.23	
2階		207.23		
3階		-		
CLTの仕様	CLT採用部位		壁、床、屋根	
	CLT使用量(m <sup>3</sup> )		128.67m <sup>3</sup>	
	壁パネル	寸法	120・150mm厚	
		ラミナ構成	5層5プライ	
		強度区分	Mx60A相当	
		樹種	スギ	
	床パネル	寸法	120mm厚	
		ラミナ構成	5層5プライ	
		強度区分	Mx60A相当	
		樹種	スギ	
	屋根パネル	寸法	120mm厚	
		ラミナ構成	5層5プライ	
強度区分		Mx60A相当		
樹種		スギ		
木材	主な使用部位 (CLT以外の構造材)		土台：ベイツガ、ヒノキ 梁：スギ集成材	
	木材使用量(m <sup>3</sup> )※構造材、羽柄材、下地材、仕上材等とし、CLT以外とする		95m <sup>3</sup>	
仕上	主な外部仕上	屋根	ガルバリウム鋼板(t=0.35)立てハゼ葺き	
		外壁	窯業系サイディング(厚16)	
		開口部	住宅用アルミサッシ(ペアガラス)	
	主な内部仕上	界壁	PB12.5×2+木軸(GW24K50mm)+CLT	
		間仕切り壁	CLT現し、PB12.5ビニルクロス	
		床	フローリング	
	天井	CLT現し、PB9.5ビニルクロス		
構造	構造計算ルート		ルート1	
	接合方法		せん断：専用コネクタ・ボルト・ドリフトピン、引張：専用シャフト・ドリフトピン	
	最大スパン		2.8m	
	問題点・課題とその解決策		パネル相互の接合金物を隠蔽型とする為、CLTパネル工法告示仕様ルート1で求められている耐力以上であることを接合部試験により確認した。	
防耐火	防火上の地域区分		法22条地域	
	耐火建築物等の要件		無	
	本建築物の防耐火仕様		界壁、延焼の恐れのある部分の準防火性能	
	問題点・課題とその解決策		マグネット型のシンプルな平面計画とし界壁を屋根パネルまで達せしめた	
温熱	建築物省エネ法の該当有無		届出対象	
	温熱環境確保に関する課題と解決策			
	主な断熱仕様(断熱材の種類・厚さ)	屋根(又は天井)	押出法ポリスチレンフォーム 保温板 2種・25mm	
		外壁	グラスウール 密度32kg/m <sup>3</sup> ・25mm	
床		押出法ポリスチレンフォーム 保温板 3種・25mm		
施工	遮音性確保に関する課題と解決策		認定工法の界壁とした	
	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		外壁：防水シート及び通気胴縁	
工程	設計期間		H29.1月～5月(4カ月)	
	施工期間		-	
	CLT躯体施工期間		-	
	竣工(予定)年月日		平成30年9月	
体制	発注者		(株)平吹設計事務所	
	設計者(複数の場合はそれぞれ役割を記載)		(株)平吹設計事務所	
	構造設計者		(株)ホルツストラ	
	施工者		榮大建設(株)	
	CLT供給者		西北プライウッド(株)	
	ラミナ供給者		(株)山形城南木材市場	

実証事業名：板垣商店三日町アパート新築工事の設計・性能実証

実施者／協議会運営者または担当者：(株)平吹設計事務所

## 2. 実証事業の概要

### 2-1. 実証した建築物の概要

用途	長屋		
建設地	山形県山形市		
構造・工法	CLT パネル工法		
階数	2		
高さ (m)	6.80	軒高 (m)	6.41
敷地面積 (m <sup>2</sup> )	843.54	建築面積 (m <sup>2</sup> )	235.31
階別面積 (m <sup>2</sup> )	1階	207.23	延べ面積 (m <sup>2</sup> ) 414.46
	2階	207.23	
	3階	—	
CLT 採用部位	壁、床、屋根		
CLT 使用量 (m <sup>3</sup> )	128.67		
CLT を除く木材使用量 (m <sup>3</sup> )	95		
CLT の仕様	(部位)	(寸法/ラミナ集成/強度区分/樹種)	
	壁	120mm・150mm厚/5層5プライ/Mx60相当/スギ	
	床	120mm厚/5層5プライ/Mx60相当/スギ	
	屋根	120mm厚/5層5プライ/Mx60相当/スギ	
設計期間	H29.1月～5月(4ヶ月)		
施工期間	—		
CLT 躯体施工期間	—		
竣工(予定)年月日	H30.9月		

### 2-2. 実証事業の目的と設定した課題

<建築物の設計実証>

木造2階建て長屋をCLT告示仕様(ルート1)で設計した。

CLTパネルを壁・2階床・屋根に使用し内部居室側を木現しとした居住空間とするため、接合金物が外部に露出しない、安全性と美観性を考慮した金物を設計した。

住戸間の界壁はCLT+片面石膏ボードの仕様を採用し、CLT側に居室、ボード側に階段や水廻りを配置した計画としている。

<接合金物の性能実証>

ルート1の仕様規定を満たす接合金物の仕様選定及びその構造特性の取得。

### 2-3. 実証事業の実施体制（または協議会構成員）

- （設計） ㈱平吹設計事務所
- （構造設計） ㈱ホルツストラ
- （施工） 榮大建設㈱
- （原木提供） ㈱山形城南木材市場
- （材料） 西北プライウッド㈱
- （材料加工） ㈱オノツカ
- （金物） ㈱ストローク
- （試験） 富山県農林水産総合技術センター木材研究所

### 2-4. 課題解決の方法と実施工程

- ・ 接合部の仕様については既存の金物（引張用金物ホゾパイプ+ドリフトピン等）を応用し設計仕様、試験条件をとりまとめた。接合部の性能試験は富山県農林水産総合技術センター木材研究所に依頼した。
- ・ 性能確認については、土台・壁パネル、壁パネル・床パネル、壁パネル・壁パネルのせん断試験及び引張り試験を6条件6試験体実施した。

#### <協議会の開催>

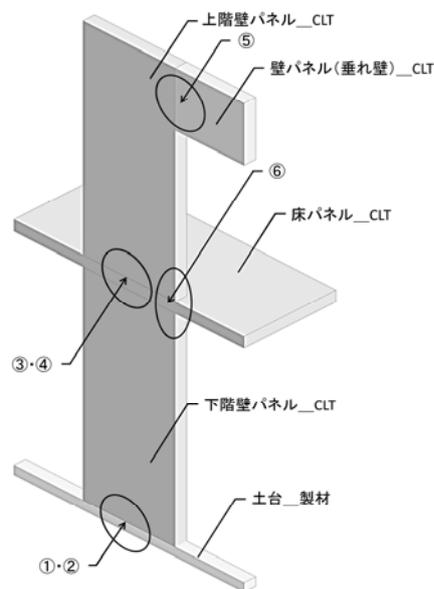
- H 29. 3. 1. 第1回協議会開催
- H 29.11.28. 第2回協議会開催

#### <設計>

- H 29. 1月～ 実施設計
- H 29. 1月～ 構造設計
- H 29. 5.17. 建築確認申請

#### <性能試験>

- H 29. 3月 接合部せん断試験
- 引張り試験



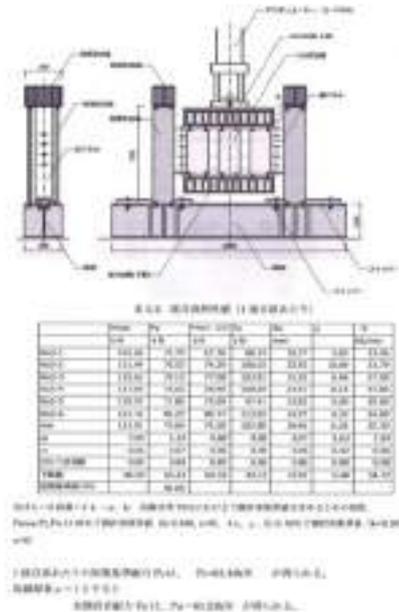
#### 【試験箇所】

- ①・②せん断試験
- ③・④せん断試験
- ⑤せん断(鉛直荷重)試験
- ⑥引張り試験

## 2-5. 得られた実証データ等の詳細

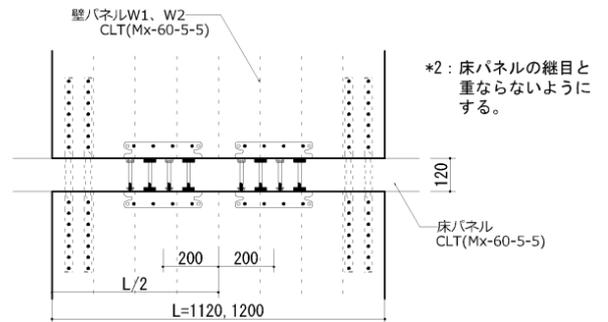
本事業にて、設計を行うために得られたデータは下記の通りである。

### (1) せん断試験データ及び採用した接合部の詳細（抜粋）



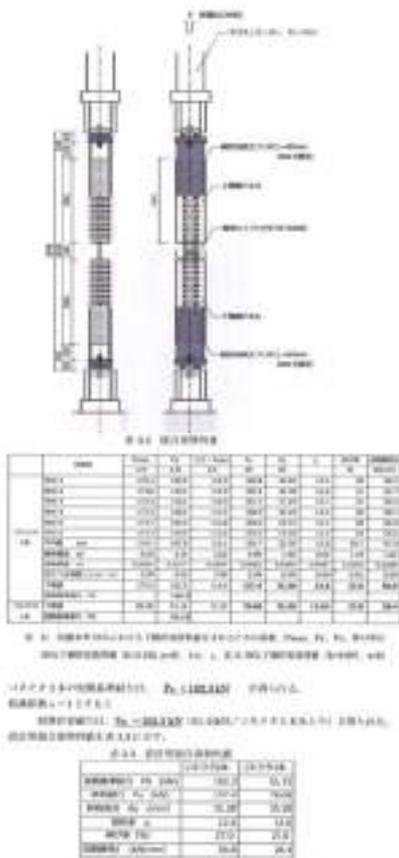
せん断試験データ

壁長さ L > 1000 の場合： (1120mm と 1200mm)  
L/2 から左右にそれぞれ 200 の位置\*2 に、  
梁受コネクタ HSML-4 (2-せん断キー) 上下

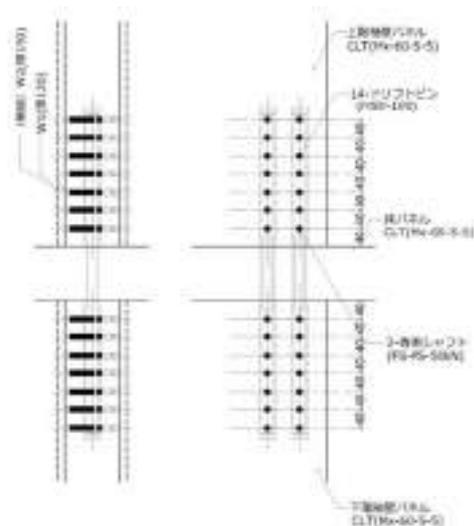


接合部詳細

### (2) 引張試験データ及び採用した接合部の詳細（抜粋）



引張試験データ



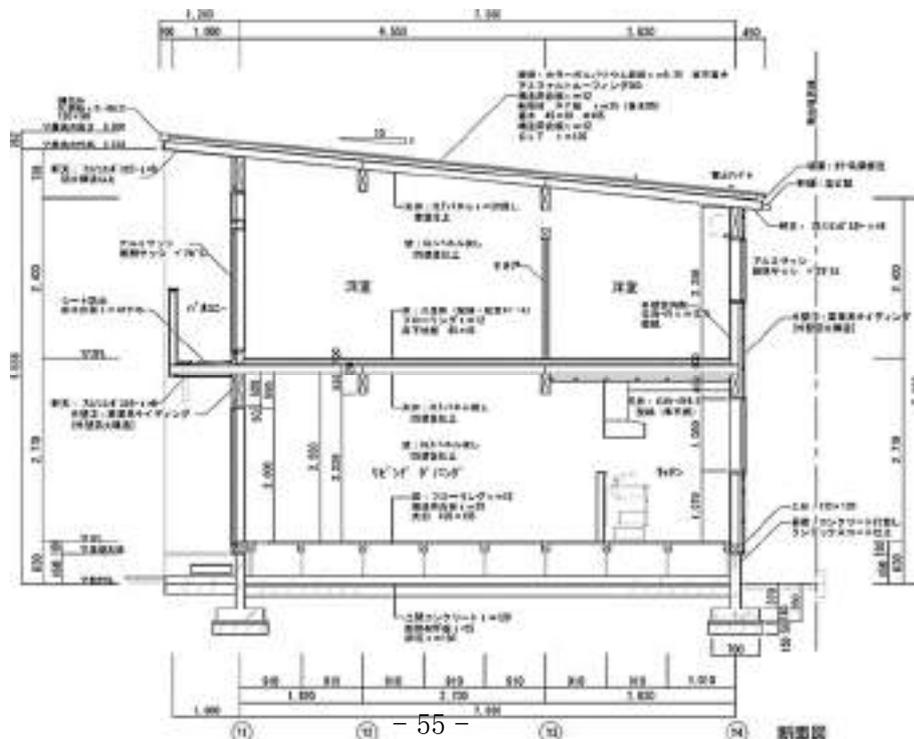
接合部詳細

## 2-6. 本実証により得られた成果

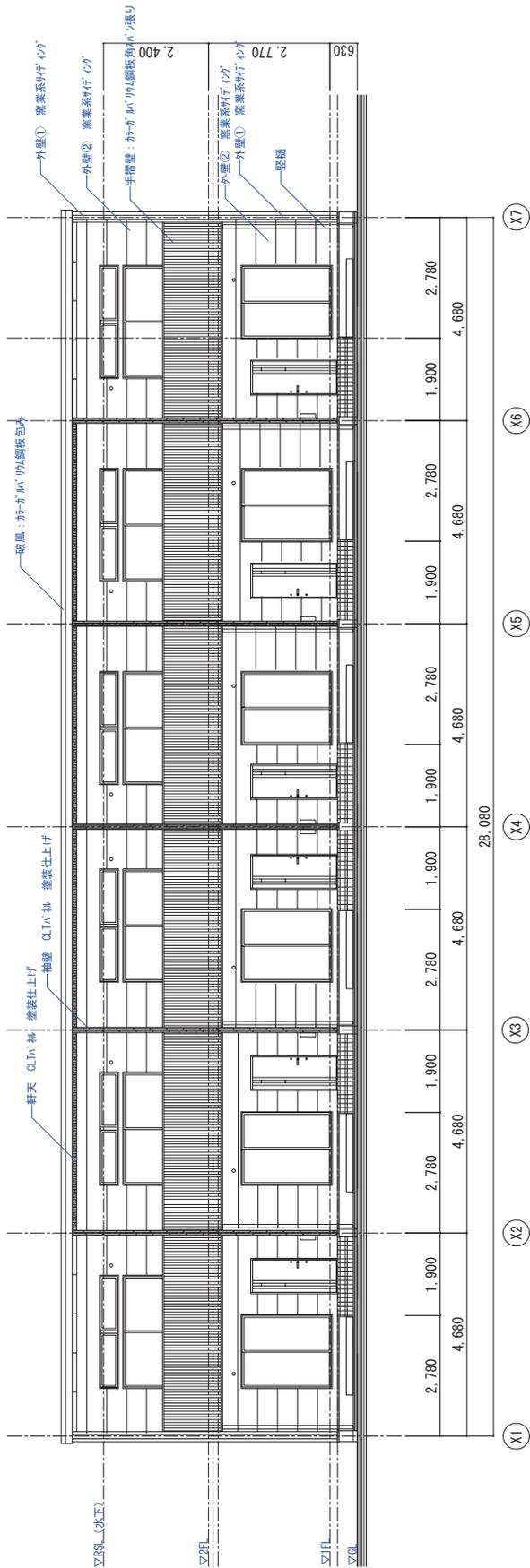
CLT パネル工法のルート1の接合金物で、隠蔽に対応できる金物を開発し、各金物の性能・及び構造特性を確認した。既存金物工法の接合部と互換性があり、製作金物よりコストが安く、加工設備も既存のプレカット設備を使用できる。

本事業の成果は、CLT パネル現しに対応できる金物の普及に向けて、製品開発の参考資料となる。

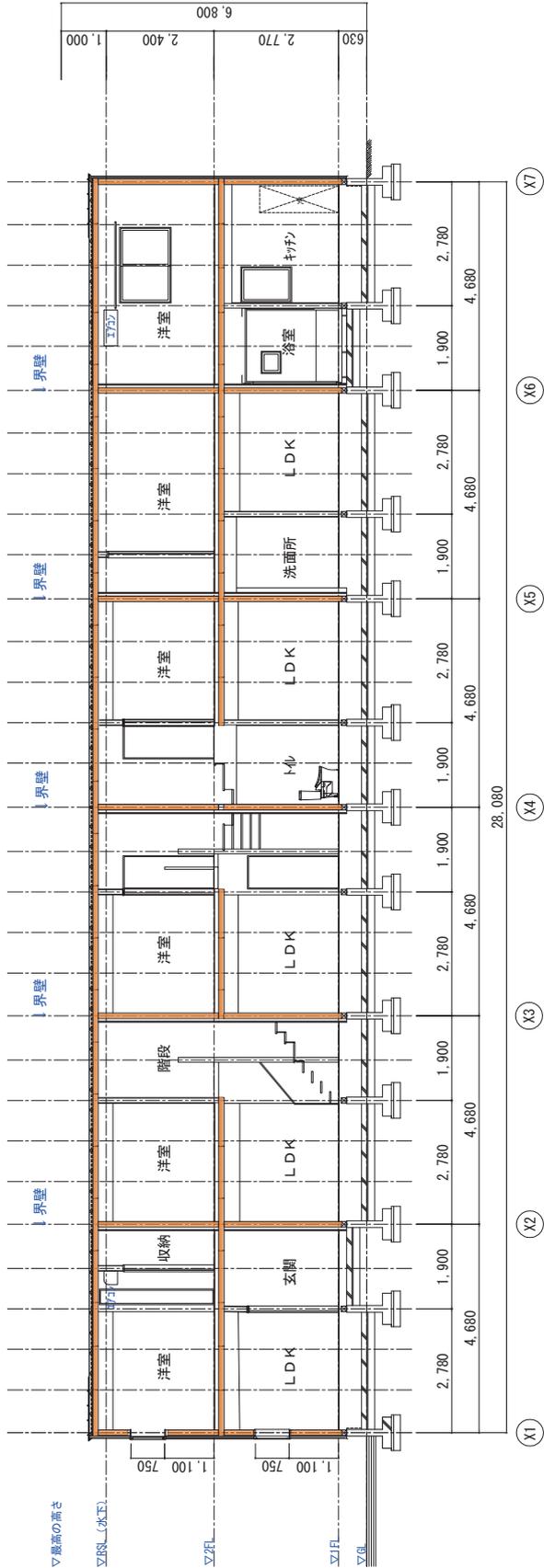
## 2-7. 建築物の平面図・立面図・写真等







東立面図

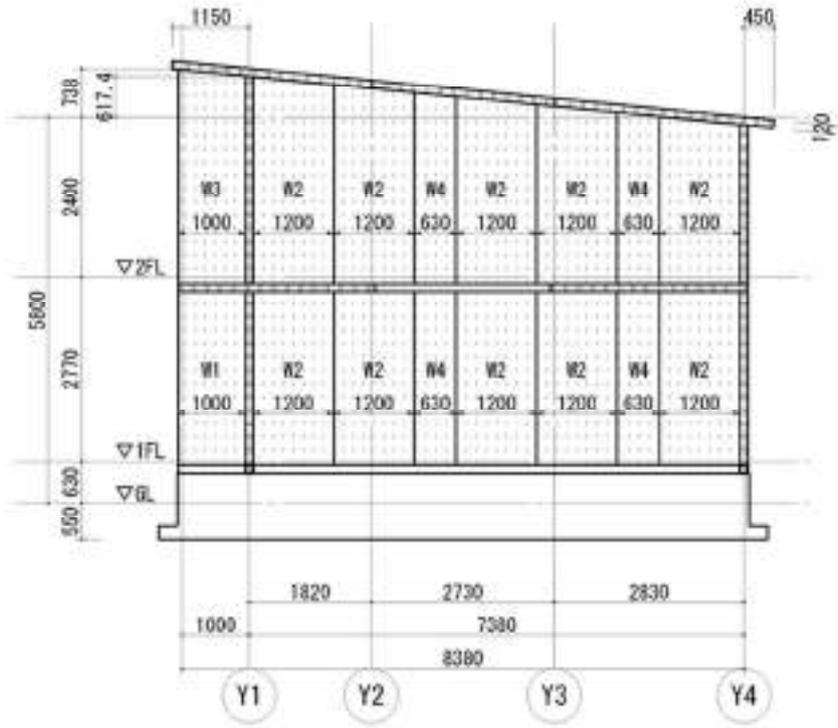
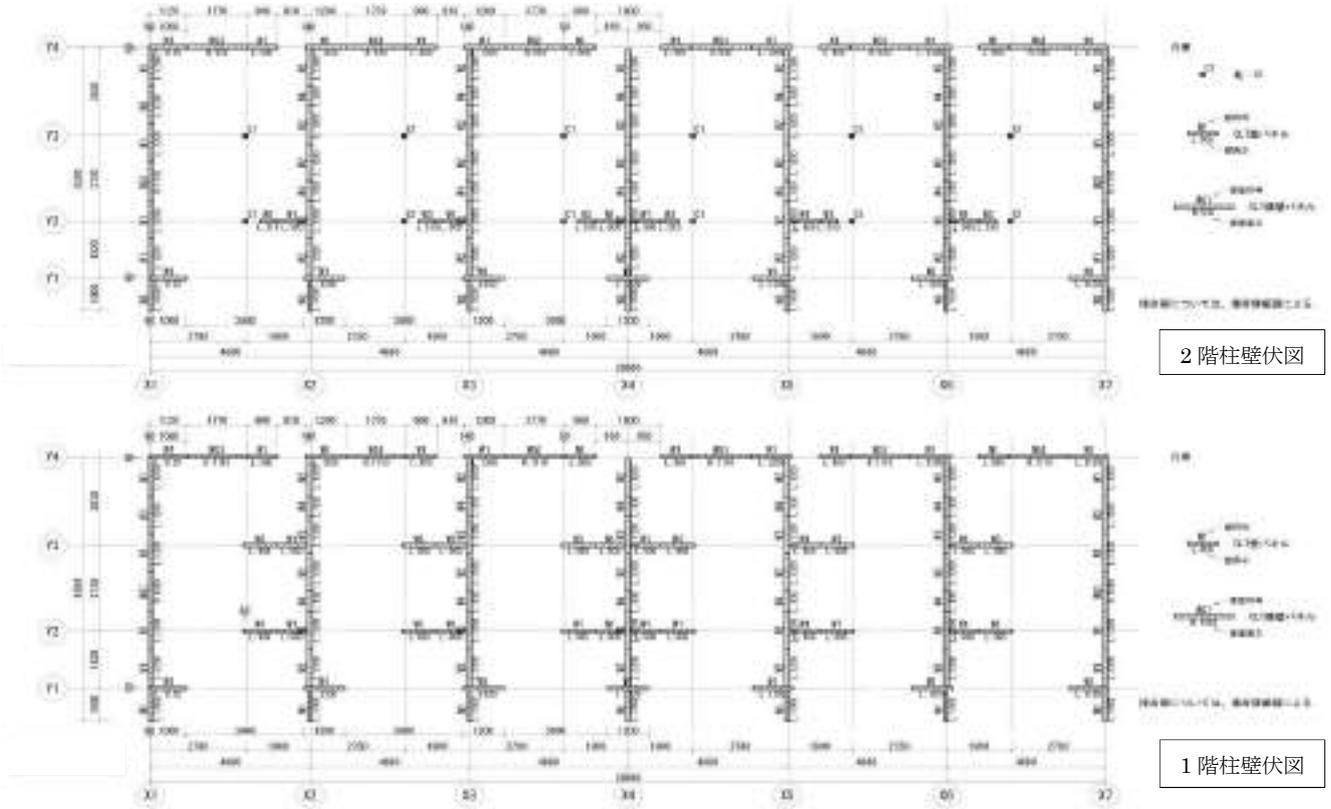


断面図

- ・設備配管用開口の計画：開口可能な垂壁・腰壁・胴縁組壁・CLT非耐力壁を計画的に配置した。
- ・界壁計画：シンプルな平面計画とし、屋根パネルに達せしめた。  
界壁CLT現し側へのコンセント埋め込みを計画したが、耐火性・遮音性を満足せず実施まで至らなかった。
- ・CLTパネル工法は劣化対策等級の基準に適合しない。
- ・使用するCLTパネルサイズ寸法1.2×6.0mが前提となり、パネル及び金物の数が増えコストアップの要因となった。



構造図



### 3 - 2. 性能実証の成果

#### (1) 開発目的

板垣商店三日町アパートの設計にあたり、CLT パネル工法を採用した。しかし、設計にあたり、現在では接合部に使用できる金物が仕様規定のもの（クロスマーク金物）か一部の実験成果物しか存在しない。クロスマーク金物も CLT パネル表面に取りつくタイプであり、本物件は設計コンセプトを CLT を現しで表現しているため採用は難しいと考えた。

以上の経緯から CLT パネル工法ルート 1 の各部接合金物の仕様規定に対応する金物として株式会社ストロークの既製品を CLT 用に対応できる金物の開発を目的とした。

#### (2) 設計方針

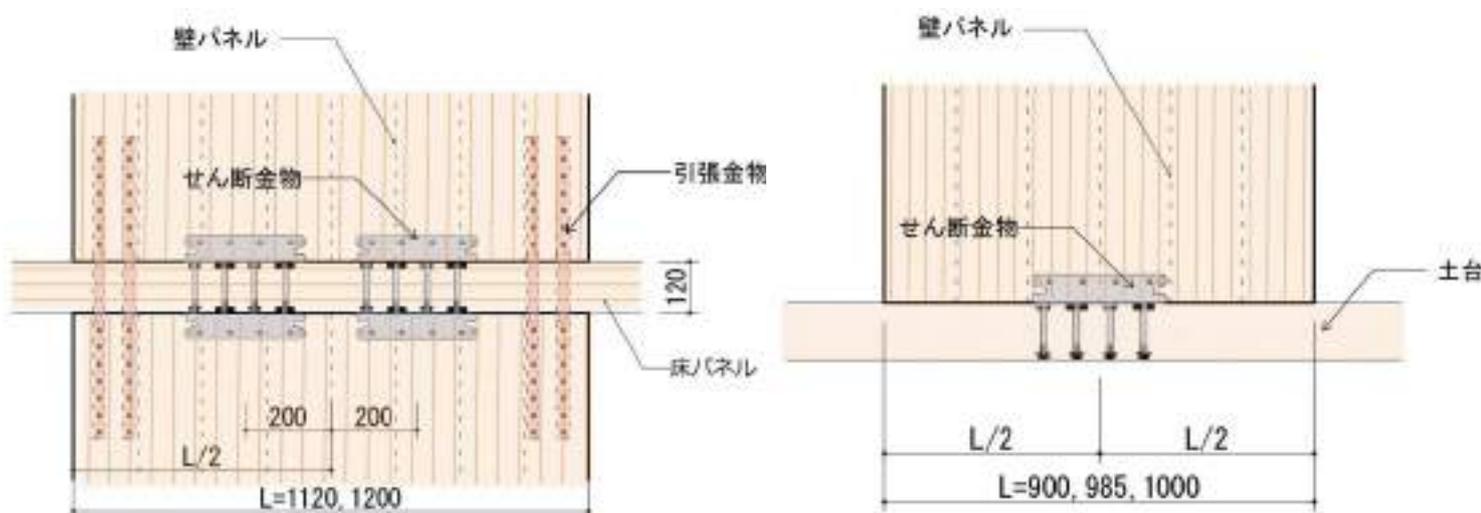
現し仕様として、梁受けコネクタ・シャフトをドリフトピンで接合する仕様を採用した。

各金物の設計方針として、引張部金物については、柱脚専用シャフトを用いて上下階の CLT パネル相互をドリフトピンで接合するシャフト接合とした。また、せん断力については別途設計されるせん断用金物に負担させるよう個別に設計した。

せん断用金物は、床パネルに梁受けコネクタ・専用ボルトを取付け、壁パネルとの接合にはドリフトピンにて接合する。

具体的な耐力の目標値は、CLT パネル工法告示の仕様規定に基づき以下のようにした。

- ①土台・壁パネル間のせん断金物：短期許容耐力 47kN
- ②壁パネル - 床パネル間のせん断金物：短期許容耐力 54kN
- ③壁パネル - 垂れ壁パネルのせん断金物：短期許容耐力 52kN
- ④最下部以外の引張用金物：終局耐力 135kN、終局変位 20mm、伸び率 10%、  
接合部全体の許容耐力 79.6kN







○使用金物図（引張用）

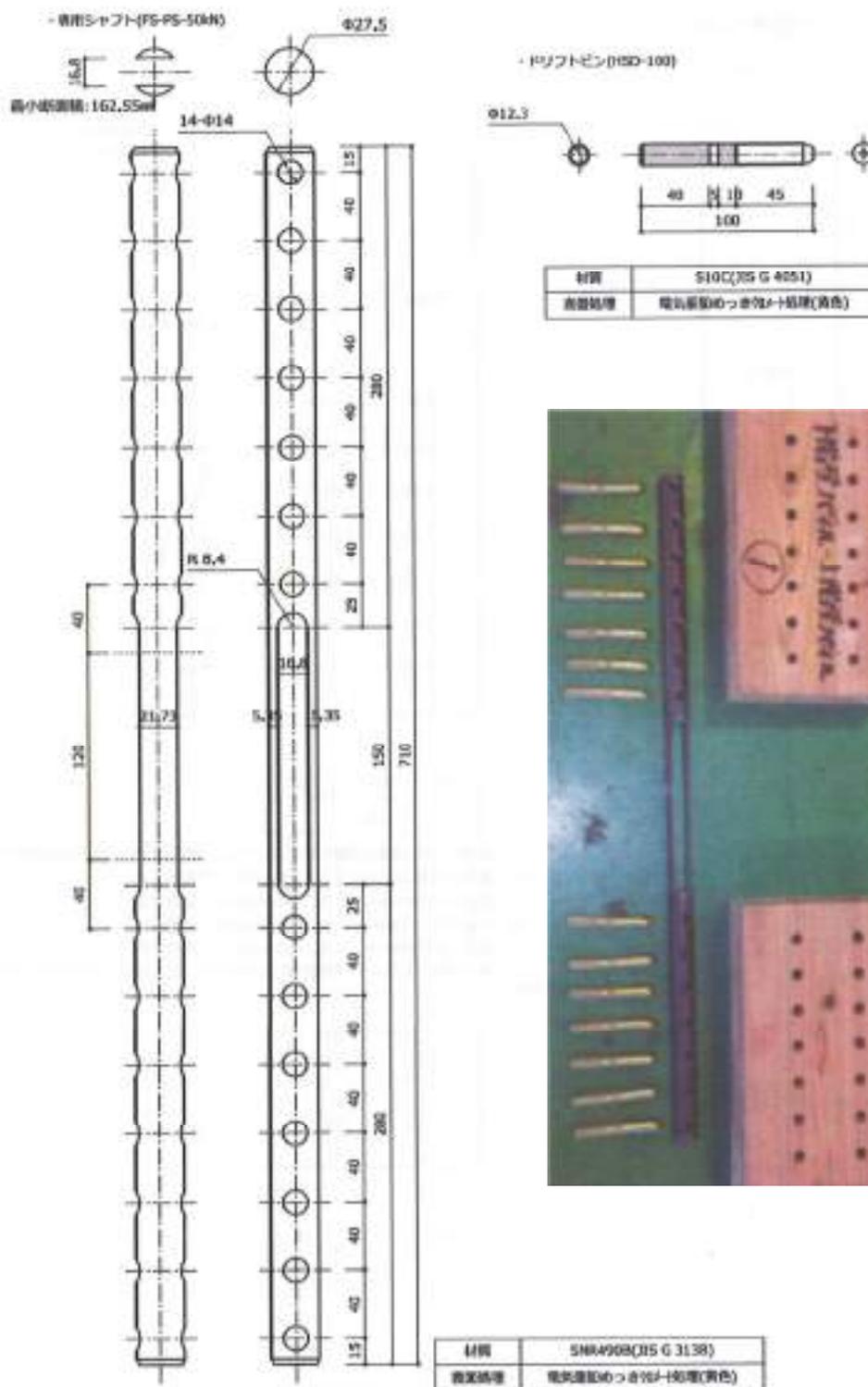


図.コネクタの詳細



(4) 接合部試験

①土台 - 壁パネル (t = 120 mm)

表 1. CLT の仕様

樹種	スギ
等級及び構成	Mx-60-5-5 A種構成
含水率	製造時の含水率は10%~14%
密度	絶乾比重0.39~0.41程度
縦継ぎ、積層部分の接着	JIS K 6806 水性高分子・イソシアネート系木材接着剤1種1号←ホルムアルデヒド基準
ラミナ間の幅方向の接着の有無	幅はぎ接着無し
ラミナ厚 (厚 120 mm CLT)	24 mm

試験結果・及び試験結果の特性値 (表 2.1 及び表 2.2) と荷重-変位曲線 (図.1)

表 2.1 試験結果特性

	No1-1	No1-2	No1-3	No1-4	No1-5	No1-6	ave	sd
Pmax	91.09	107.11	112.97	104.06	91.645	96.22	100.51	6.911
δ (Pmax)	8.29	9.49	5.74	6.50	8.45375	6.48	7.60	1.125
δu時の荷重	72.99	93.98	91.20	85.23	73.62	78.88	82.65	6.914
δ (δ1Pmax)	0.06	0.09	0.22	0.14	0.188907	0.09	0.13	0.083
δ (δ4Pmax)	1.00	0.94	1.13	0.98	0.978853	0.88	0.98	0.088
δ (δ6Pmax)	1.00	0.94	1.13	0.98	0.978853	0.88	0.98	0.088
δ (δ9Pmax)	2.89	3.67	3.89	3.93	3.71177	3.06	3.57	0.447
荷重に接する点P	98.24	98.21	74.01	71.77	73.925	76.88	71.60	3.267
荷重に接する点δ	1.94	1.99	1.87	2.14	2.18	2.04	2.09	0.129
二直線の交点Py	76.64	56.69	75.98	60.37	69.0647	69.24	67.46	3.216
二直線の交点δy	2.26	3.21	1.95	1.99	1.92124	1.84	1.78	0.277
荷重上の点δv	2.69	1.47	2.51	1.66	1.97001	1.71	1.98	0.463
δ (δ6Pmax) δu	18.91	8.67	7.75	8.81	25.2625	12.84	13.24	6.840
短時間係数K	29.73	38.69	30.15	36.31	35.053	38.69	34.75	3.987
Energy	1313.1	730.7	662.2	697.0	1979.8	1059.7	1070.5	513.04
Pa	84.79	106.52	109.98	95.64	81.8259	89.82	93.78	10.469
δ (Pa) δv	2.03	2.60	3.95	2.93	2.23435	2.32	2.73	0.491
μ = δu / δv	5.93	3.29	2.13	3.27	15.8649	5.52	5.17	3.148
Dn = 1 / sqrt(2μ - 1)	0.39	0.42	0.55	0.43	0.219625	0.32	0.37	0.118

※荷重Pは、1接合部あたりの耐力

Pmax: 最大荷重, Py: 降伏荷重, δy: 降伏変位, Pa: 終局耐力, δu: 終局変位, μ: 塑性率,

δv: モジュールの降伏点変位

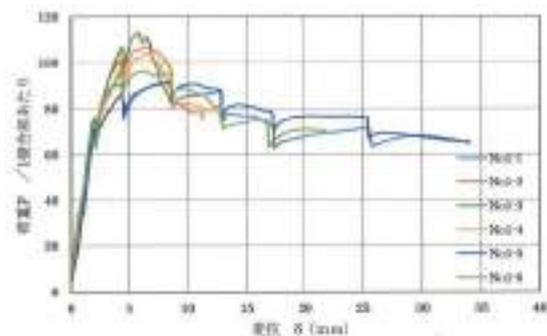


図 1.包絡曲線

表 2.2 接合部特性値

	Pmax	Py	Pmax*2/3	Pa	δu	μ	K
	kN	kN	kN	kN	mm		kN/mm
No1-1	91.09	76.64	60.73	84.79	16.91	5.93	28.73
No1-2	107.11	56.69	71.40	106.52	8.67	3.29	38.69
No1-3	112.97	75.98	75.31	109.98	7.75	2.13	30.15
No1-4	104.06	60.37	69.37	95.64	8.81	3.27	36.31
No1-5	91.65	69.05	61.10	81.83	25.26	10.88	35.05
No1-6	96.22	66.34	64.15	89.82	12.84	5.52	38.69
Ave	100.51	67.46	67.01	93.78	13.24	5.17	34.75
sd	6.91	6.02	5.24	10.49	6.64	3.15	3.98
sv	0.69	0.12	0.09	0.11	0.51	0.61	0.11
ばねつき係数	0.79	0.72	0.79	0.74	0.85	0.82	0.97
下限値	79.70	48.73	53.13	89.28	11.51	4.23	33.57
短期基準耐力P <sub>0</sub>		48.73					

※ばねつき係数 = 1/h'・ov, h': 信頼水準 70%における下側許容変位値を求めるための係数、耐力は

95%下側許容変位値 (h=2.334, n=6), δu, μ, Kは50%下側許容変位値 (h=0.997, n=6)

1接合部あたりの短期基準耐力P<sub>0</sub>は、P<sub>0</sub> = 48.73 kN が得られる。

仮減係数α=1とすると

短期許容耐力Paは、Pa = 48.73 kN が得られる。

②壁パネル - 床パネル

表 1. CLT の仕様

樹種	スギ
等級及び構成	Mx-60-5-5 A 種構成
含水率	製造時の含水率は 10%~14%
密度	絶乾比重 0.39~0.41 程度
縦継ぎ、積層部分の接着	JIS K 6806 水性高分子・イソシアネート系木材接着剤 1 種 1 号←ホルムアルデヒド基準
ラミナ間の幅方向の接着の有無	幅はぎ接着無し
ラミナ厚 (厚 120 mm CLT)	24 mm

試験結果・及び試験結果の特性値 (表 2.1 及び表 2.2) と荷重-変位曲線 (図.1)

表 2.1 試験結果特性

	No3-1	No3-2	No3-3	No3-4	No3-5	No3-6	Ave	sd
Pmax	101.04	111.44	115.62	117.69	116.53	121.16	112.91	7.026
δ(Pmax)	5.28	7.67	11.68	15.96	7.65	12.52	9.96	3.912
50%時の荷重	108.78	92.62	93.81	96.36	81.78	103.83	96.18	9.412
δ(0.5Pmax)	0.22	0.20	0.22	0.23	0.24	0.13	0.20	0.038
δ(0.4Pmax1)	1.14	1.17	1.13	1.19	1.20	1.18	1.17	0.026
δ(0.4Pmax2)	1.14	1.17	1.13	1.19	1.20	1.18	1.17	0.026
δ(0.3Pmax)	3.03	4.80	5.43	5.43	3.91	5.80	4.73	1.064
荷重に達するδP	69.13	83.82	88.67	76.80	72.67	96.90	81.33	10.457
荷重に達するδδ	1.98	2.58	3.14	2.93	2.93	3.14	2.80	0.553
二面縁のδδPy	73.75	76.53	70.13	76.63	71.85	85.23	75.69	5.332
二面縁のδδ(Py)	2.16	2.11	1.76	2.02	1.99	2.25	2.05	0.168
荷重上のδδy	2.23	2.27	1.89	2.02	2.00	2.50	2.15	0.223
δ(0.3Pmax)/δu	10.27	33.55	15.32	33.41	13.82	14.37	18.46	8.573
短時間降伏	33.06	33.79	37.09	37.86	35.90	48.09	35.30	1.995
Energy	788.41	3390.97	1445.34	2395.31	1213.63	1437.16	1777.80	948.942
Pu	88.19	106.03	103.81	108.84	97.41	113.03	102.88	8.888
δ(Pu)	2.67	3.14	2.80	2.87	2.71	3.32	2.92	0.296
μ=δu/δv	3.85	10.69	5.48	8.14	5.09	4.33	6.26	2.633
De=1/σ <sub>ult</sub> (2μ-1)	0.30	0.22	0.32	0.25	0.33	0.36	0.31	0.081

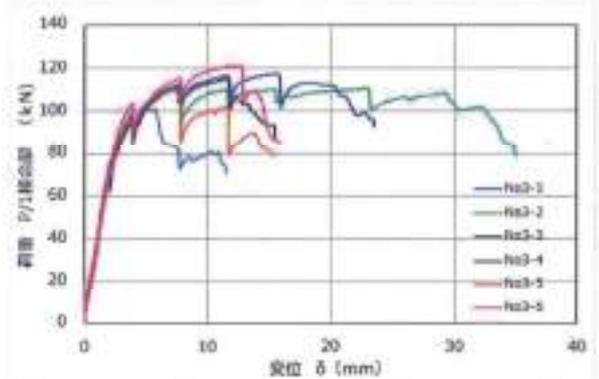


図 1.包絡曲線

※荷重 P は、1 接合部あたりの荷重

Pmax: 最大荷重, Py: 降伏荷重, δy: 降伏変位, Pu: 終局耐力, δu: 終局変位, α: 脆性率, δv: モデルの降伏点変位

表 2.2 接合部特性値

表 2.2 接合部特性値 (1 接合部あたり)

	Pmax	Py	Pmax/δy	Pu	δu	μ	K
	kN	kN	kN	kN	mm		kN/mm
No3-1	101.04	73.75	87.36	88.19	10.27	3.85	33.06
No3-2	111.44	76.53	74.29	106.03	33.55	10.69	33.79
No3-3	115.62	70.13	77.88	103.81	15.32	5.48	37.09
No3-4	117.69	76.63	78.46	108.84	33.41	8.14	37.86
No3-5	116.53	71.85	75.69	97.41	13.82	5.09	35.90
No3-6	121.16	85.23	80.77	113.03	14.37	4.33	34.09
Ave	112.91	75.69	75.28	102.88	18.46	6.26	35.30
sd	7.03	5.33	4.68	8.69	8.57	2.63	1.94
CV	0.06	0.07	0.06	0.09	0.46	0.42	0.06
ばらつき係数	0.85	0.84	0.85	0.80	0.80	0.88	0.90
下側筋	96.90	63.23	64.33	82.12	15.91	5.48	34.72
短期降伏耐力P0		63.23					

※ばらつき係数=1-k・cv, k: 信頼水準 75%における下側許容応力値を求めるための係数,

Pmax,Py,Pu は 5%下側許容限係数 (k=2.336, n=6), δu, μ, K は 75%下側許容限係数 (k=0.207, n=6)

1 接合部あたりの短期降伏耐力 P<sub>0</sub>は、 P<sub>0</sub>=63.23kN が得られる。

低減係数 α=1 とすると

短期降伏耐力 P<sub>u</sub> は、 P<sub>u</sub>=63.23kN が得られる。

③壁パネル - 垂壁パネル

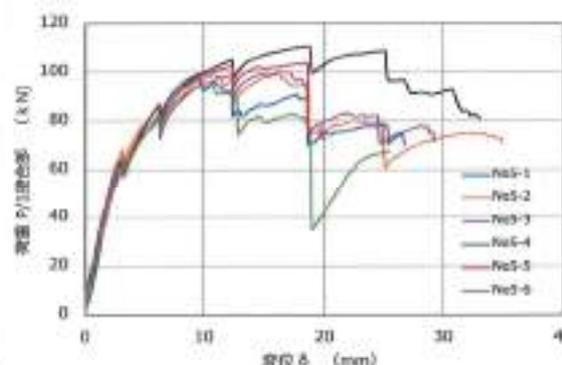
表 1. CLT の仕様

樹種	スギ
等級及び構成	Mx-60-5-5 A種構成
含水率	製造時の含水率は10%~14%
密度	絶乾比重 0.39~0.41 程度
縦継ぎ、積層部分の接着	JIS K 6806 水性高分子・イソシアネート系木材接着剤1種1号←ホルムアルデヒド基準
ラミナ間の幅方向の接着の有無	幅はぎ接着無し
ラミナ厚 (厚 120 mm CLT)	24 mm

試験結果・及び試験結果の特性値 (表 2.1 及び表 2.2) と荷重-変位曲線 (図.1)

表 2.1 試験結果特性

	NoG-1	NoG-2	NoG-3	NoG-4	NoG-5	NoG-6	Ave	s d
Pmax	99.14	100.39	100.32	110.59	103.82	94.76	101.50	5.321
$\delta_y$ (Pmax)	9.51	16.16	16.33	18.63	18.51	10.60	14.95	3.952
$\delta_u$ ( $\delta_y$ の90%)	88.27	76.86	79.65	92.80	76.26	76.75	81.45	7.334
$\delta_y$ ( $\delta_u$ の90%)	0.59	0.17	0.21	0.15	0.10	0.25	0.25	0.141
$\delta_y$ (0.4Pmax1)	1.71	1.43	1.76	1.73	1.54	1.48	1.61	0.141
$\delta_y$ (0.4Pmax2)	1.71	1.43	1.76	1.73	1.54	1.48	1.61	0.141
$\delta_y$ (0.9Pmax)	7.09	7.64	8.43	9.74	8.09	7.12	8.00	1.013
降伏に達する $\delta_y$	64.65	68.17	73.56	85.20	64.17	59.88	69.77	9.044
降伏に達する $\delta_u$	3.13	3.88	4.70	5.29	2.74	2.69	3.72	1.332
二曲線の交点 $P_y$	58.58	62.41	58.54	61.49	62.33	56.42	59.96	2.467
二曲線の交点 $(P_y)$	2.49	2.36	2.70	2.55	2.51	2.28	2.48	0.147
降伏上の $\delta_y$	2.66	2.63	2.89	2.83	2.58	2.43	2.67	0.169
$\delta_y$ (0.8Pmax) $\delta_u$	18.55	18.49	24.48	30.78	18.63	18.76	21.61	5.067
総弾性K	21.98	23.69	20.28	21.69	24.16	23.25	22.51	1.453
Energy	1451.48	1524.61	1900.26	2030.80	1582.75	1412.67	1797.10	345.866
$P_u$	87.66	92.17	88.86	99.37	84.95	83.26	91.05	5.703
$\delta_y$ ( $P_u$ ) $\delta_y$	5.99	3.89	4.38	4.58	3.93	3.58	4.06	0.361
$\mu = \delta_u / \delta_y$	4.65	4.75	5.59	6.72	4.74	5.24	5.28	0.791
$\sigma_c = 1 / \mu \alpha (2\mu - 1)$	0.35	0.34	0.31	0.38	0.34	0.32	0.33	0.004



※荷重 P は、1 接合部あたりの耐力。Pmax: 最大荷重、Py: 降伏荷重、 $\delta_y$ : 降伏変位、 $P_u$ : 終局耐力、 $\delta_u$ : 終局変位、 $\mu$ : 変位率、 $\delta_y$ : モデルの降伏点変位

図 1.包絡曲線

	Pmax	Py	Pmax : 2/3	$P_u$	$\delta_u$	$\mu$	K
	kN	kN	kN	kN	mm		kN/mm
NoG-1	99.14	58.58	66.10	87.66	18.55	4.65	21.98
NoG-2	100.39	62.41	66.93	92.17	18.49	4.75	23.69
NoG-3	100.32	58.54	66.88	88.86	24.48	5.59	20.28
NoG-4	110.59	61.49	73.73	99.37	30.78	6.72	21.69
NoG-5	103.82	62.33	68.21	84.95	18.63	4.74	24.16
NoG-6	94.76	56.42	63.17	83.26	18.76	5.24	23.25
Ave	101.50	59.96	67.67	91.05	21.61	5.28	22.51
s d	5.32	2.47	3.55	5.70	5.07	0.79	1.45
cv	0.05	0.04	0.05	0.06	0.23	0.15	0.06
ばらつき係数	0.88	0.90	0.88	0.85	0.93	0.96	0.98
下耐値	89.07	54.20	59.38	77.72	20.11	5.05	22.08
短期許容耐力 $P_0$		54.20					

※ばらつき係数  $\sigma = k \cdot cv$ 、 $k$ : 信頼水準 75% における下側許容限界値を求めるための係数、耐力は 95% 下側許容限界値 ( $k = 2.33$ ,  $\alpha = 0$ )、 $\delta_u$ 、 $\mu$ 、 $K$  は 10% 下側許容限界値 ( $k = 0.207$ ,  $\alpha = 4$ )

1 接合部あたりの短期基準耐力  $P_0$  は、 $P_0 = 54.20 \text{ kN}$  が得られる。

短減係数  $\alpha = 1$  とすると

短期許容耐力  $P_0$  は、 $P_0 = 54.20 \text{ kN}$  が得られる。

④CLT パネル相互 引張試験

表 1. CLT の仕様

樹種	スギ
等級及び構成	Mx-60-5-5 A種構成
含水率	製造時の含水率は10%~14%
密度	絶乾比重0.39~0.41程度
縦継ぎ、積層部分の接着	JIS K 6806 水性高分子-イソシアネート系木材接着剤1種1号←ホルムアルデヒド基準
ラミナ間の幅方向の接着の有無	幅はぎ接着無し
ラミナ厚 (厚 120 mm CLT)	24 mm

試験結果・及び試験結果の特性値 (表 2.1 及び表 2.2) と荷重-変位曲線 (図.1)

表 2.1 試験結果特性

	No6-1	No6-2	No6-3	No6-4	No6-5	No6-6	ave.	st.
Fmax	175.3	171.8	175.3	173.5	173.7	175.4	174.1	0.95
次Fmax	38.31	38.38	38.20	38.31	27.77	31.65	36.46	1.34
50時の荷重	150.4	158.6	166.4	153.4	123.3	125.8	145.8	11.59
50(Fmax)	8.38	8.17	8.30	6.99	6.33	4.58	6.37	0.62
次50(Fmax)	1.14	1.13	1.14	1.16	1.08	1.17	1.14	0.027
50(50Fmax)	11.76	12.43	11.81	11.65	11.68	11.54	11.81	0.166
荷重に達するδx	109.4	103.8	111.8	111.8	148.4	114.8	116.6	4.18
荷重に達するδy	1.65	2.12	1.80	2.11	2.17	2.13	2.05	0.34
接合部の Py	105.4	103.1	109.1	109.1	104.5	106.4	107.6	1.34
二層間の変位 (δy)	1.65	1.72	1.72	1.78	1.68	1.76	1.70	0.080
荷重に達する δy	1.81	2.01	1.80	1.85	1.84	1.91	1.88	0.134
接合部の δu	38.04	38.78	37.04	38.10	35.72	34.28	36.70	1.88
接合部の K	58.1	54.7	59.3	58.1	56.9	56.5	57.3	1.61
Energy	2751.1	2631.5	2779.4	2819.1	2138.0	2226.3	2478.3	248.89
接合部の δv	180.8	184.4	181.3	183.9	159.0	160.0	181.7	1.09
接合部の δv	2.76	2.92	2.72	2.74	2.79	2.81	2.79	0.071
δu/δv	13.1	12.6	13.7	13.2	12.1	12.2	12.8	0.62
δu-10δv(δu+1)	0.199	0.201	0.195	0.196	0.200	0.187	0.202	0.005
伸び率 (%)	33	31	31	30	28	29	29.7	1.16

伸び率は、上下材間距離120mmから、δu/120として求めた。  
コネクタ1本あたりの耐力性能は、上記の1/2として得られる。

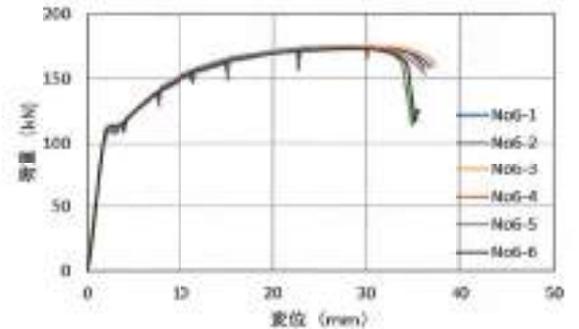


図 1.包絡曲線

表 2.2 接合部特性値

試験種	項目	Fmax	Py	2/2-Fmax	Fu	δu	μ	伸び率 (%)	初期弾性率 K (kN/mm)
		kN	kN	kN	kN	mm			
コネクタ2本	No6-1	175.3	105.4	115.9	166.8	36.04	12.1	33	58.3
	No6-2	171.8	110.1	115.9	158.4	36.78	12.6	31	54.7
	No6-3	175.3	110.1	115.9	161.1	37.34	11.7	31	59.2
	No6-4	173.3	108.1	115.5	158.9	36.10	12.2	30	58.1
	No6-5	173.7	104.5	116.8	159.9	36.72	12.1	28	56.9
	No6-6	173.4	106.4	116.6	159.0	34.28	11.2	29	56.6
コネクタ1本	平均値 ave	174.1	107.6	116.1	159.7	35.67	12.8	29.7	57.3
	標準偏差 sd	0.93	2.34	0.62	4.99	1.49	0.02	1.36	1.41
	信頼係数 cv	0.0054	0.0217	0.0054	0.0302	0.0392	0.0487	0.0291	0.0280
	ばらつき係数 (1-cv+k)	0.98	0.95	0.99	1.06	1.06	0.99	0.91	0.99
	下照値	172.8	102.3	114.6	157.4	35.28	12.6	27.4	54.8
	上照値	175.4	111.6	117.6	162.0	36.06	13.0	32.0	60.4

表 2.2 接合部特性値 (設計用)

	コネクタ2本	コネクタ1本
短期基準耐力 P0 (kN)	102.3	51.15
終局耐力 Pu (kN)	157.4	78.68
終局変位 δu (mm)	35.28	35.28
塑性率 μ	12.6	12.6
伸び率 (%)	27.0	27.0
初期弾性率 K (kN/mm)	56.8	28.4

注: k) 信頼水準 75%における下照許容耐力値を求めるための係数。Fmax, Py, Pu, 伸び率は 95%下照許容値 (k=2.150, n=10, δα, μ, Kは 50%下照許容値 (k=0.237, n=10))

コネクタ2本の短期基準耐力は、 $P_0 = 102.3 \text{ kN}$  が得られる。

低減係数  $\alpha = 1$  とすると

短期許容耐力は、 $P_n = 102.3 \text{ kN}$  (51.15kN/コネクタ1本あたり) が得られる。