

第3章 垂壁一壁接合部の水平加力(面内曲げ)実験

3.1 実験目的

CLT パネル工法における垂壁一壁接合部を有する壁体に水平力が作用した場合の、せん断補強金物の鉛直荷重支持能力に関する性能を確認することを目的とする。

3.2 試験体

3.2.1 試験体概要

本試験は、CLT パネル工法における垂壁一壁パネル接合部を模した逆 L 形状からなり、垂壁一壁パネル上部に構造用集成材もしくは CLT 床パネルを配した 6 仕様の試験体(試験体記号:LW1~LW6)で行った。試験体概要を図 3.2.1 に示す。(試験体仕様および形状詳細は 3.2.2 項以降に示す。)

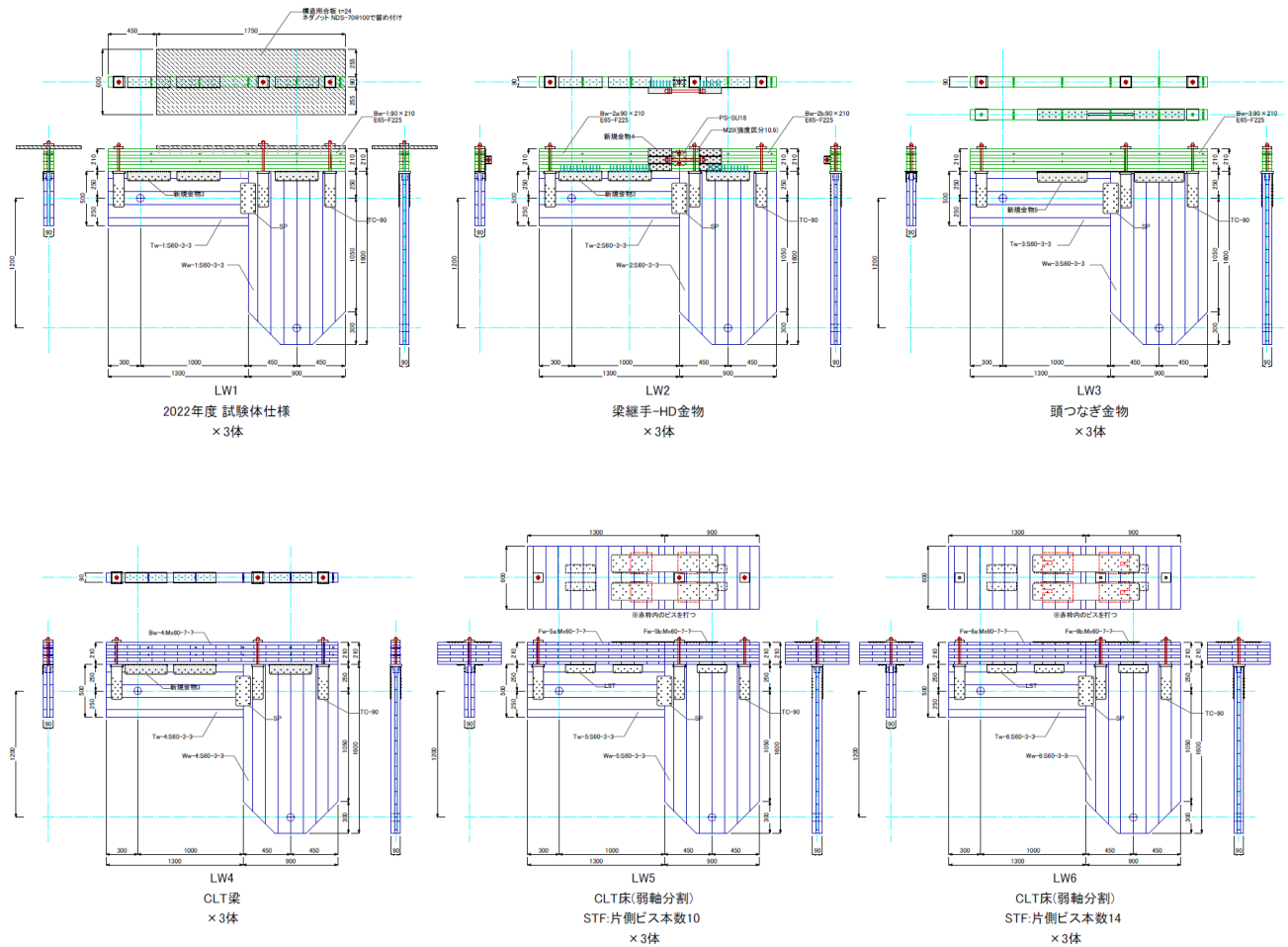


図 3.2.1 試験体概要

3.2.2 試験体仕様及び形状

試験体を構成する CLT 壁パネル、せん断金物及他、せん断金物緊結接合具、構造用集成材等および CLT 床パネルの仕様を表 3.2.1 に示す。また接合金物等詳細図を図 3.2.2～3.2.10 に、試験体図を図 3.2.11～3.2.13 に示す。

表 3.2.1 試験体仕様

部材名	仕様
CLT 壁パネル 及び 垂壁パネル	日本農林規格 JAS 3079 : 2019 直交集成板 強度等級 : S60-3-3 同一等級構成直交集成板 厚さ(mm) : 90 樹種 : スギ ラミナ厚(mm) : 30 ラミナ幅(mm) : 122 (CLT 切断時に端部ラミナ幅は 122mm 以下) 層構成 : 3層3プライ 積層接着剤 : 水性高分子ーイソシアネート系接着剤 (使用環境 C) 幅はぎ接着 : なし ラミナ区分 : 機械等級区分機による A 種ラミナ 製造 : 銘建工業株式会社 (JAS 認定番号 : JPIC-CL6)
CLT 床パネル (試験体 LW4 は、床パネルを幅 90mm 高さ 210mm の梁として利用)	日本農林規格 JAS 3079 : 2019 直交集成板 強度等級 : Mx60-7-7 異等級構成直交集成板 厚さ(mm) : 210 樹種 : スギ ラミナ厚(mm) : 30 ラミナ幅(mm) : 122 (CLT 切断時に端部ラミナ幅は 122mm 以下) 層構成 : 7層7プライ 積層接着剤 : 水性高分子ーイソシアネート系接着剤 (使用環境 C) 幅はぎ接着 : なし ラミナ区分 : 機械等級区分機による A 種ラミナ 製造 : 銘建工業株式会社 (JAS 認定番号 : JPIC-CL6)
構造用集成材 および 構造用合板	【構造用集成材】 日本農林規格 JAS 1152 : 2023 集成材で規定する構造用集成材 強度等級 : E65-F225 対称異等級構成集成材 寸法(mm) : H210×W90 樹種 : スギ 【構造用合板】 合板の日本農林規格で規定する構造用合板 区分 : 特類 2 級 厚さ(mm) : 24 構造用集成材に木ねじ L70mm 山径 5.5mm 頭部径 10.5mm (ネダノット ND5-70 (シネジック製)) 20 本で緊結

部材名	仕様
せん断金物等 緊結接合具	四角穴付きタッピンねじ STS・C65 (図 3.2.2 参照) χマーク金物 ((公財)日本住宅・木材技術センターχマーク承認) 長さ 65mm ねじ部山径 6.5mm 頭部径 10.5mm
垂壁－壁接合部 せん断金物	せん断金物 SP (図 3.2.3 参照) χマーク金物 ((公財)日本住宅・木材技術センターχマーク承認) 幅 140mm×高さ 280mm 板厚 4.5mm 垂壁パネルに四角穴付きタッピンねじ 9 本、壁パネルに 9 本 計 18 本 垂壁－壁接合部両面にせん断金物 SP を設置
壁－CLT 床パネル接合部 L 形金物	L 形金物 LST (図 3.2.4 参照) χマーク金物 ((公財)本住宅・木材技術センターχマーク承認) 長さ 200mm×高さ 70mm 板厚 3.2mm 床パネルおよび壁パネルに四角穴付きタッピンねじ (STS・C65) 各 9 本 計 18 本
壁パネル頭部 引張金物	引張金物 TC-90 (図 3.2.5 参照) χマーク金物 ((公財)日本住宅・木材技術センターχマーク承認) 底部 110×110mm(PL19mm)×高さ 330mm 板厚 4.5mm 床パネルに四角穴付きタッピンねじ (STS・C65) 26 本
床パネル接合部 帯金物	帯金物 STF (図 3.2.6 参照) χマーク金物 ((公財)日本住宅・木材技術センターχマーク承認) 幅 160mm×長さ 1010mm 板厚 3.2mm LW5 は、床パネルに四角穴付きタッピンねじ (STS・C65) 両側に各 10 本 計 20 本 LW6 は、床パネルに四角穴付きタッピンねじ (STS・C65) 両側に各 14 本 計 24 本 ※試験体に帯金物 2 枚平行設置しているため、1 枚設置と同様の接合具本数に調整
壁－構造用集成材接合部 コの字金物 1	コの字金物 (製作金物) (図 3.2.7 参照) 高さ 90mm×長さ 400mm 板厚 4.5mm 壁パネルに四角穴付きタッピンねじ (STS・C65) 両側に各 13 本計 26 本 構造用集成材に四角穴付きタッピンねじ (STS・C65) 19 本
構造用集成材間 GLT 接続金物 (LW2 用)	GLT 接続金物 (製作金物) (図 3.2.8 参照) 幅 210mm×高さ 201mm 板厚 4.5mm GLT に対して四角穴付きタッピンねじ (STS・C65) 31 本 接続金物間は M20 ボルト(強度区分 4.8)で緊結
構造用集成材間 頭つなぎ金物 (LW3 用)	頭つなぎ金物 (製作金物) (図 3.2.9 参照) 高さ 99mm×長さ 1340mm 板厚 4.5mm GLT に対して四角穴付きタッピンねじ (STS・C65) 44 本 CLT 垂壁及び壁パネルに対して四角穴付きタッピンねじ (STS・C65) 30 本

部材名	仕様
構造用集成材間 梁受金物	梁受金物 PS-18SU プレセッターSU 梁受金物 (カネシン) (図 3.2.10 参照) 短期基準せん断耐力 17.4kN 試験成績証 HP-12-KT082 ハウスプラス確認検査株式会社 短期基準引張耐力 18.3kN 試験成績証 HP-13-KT019 ハウスプラス確認検査株式会社

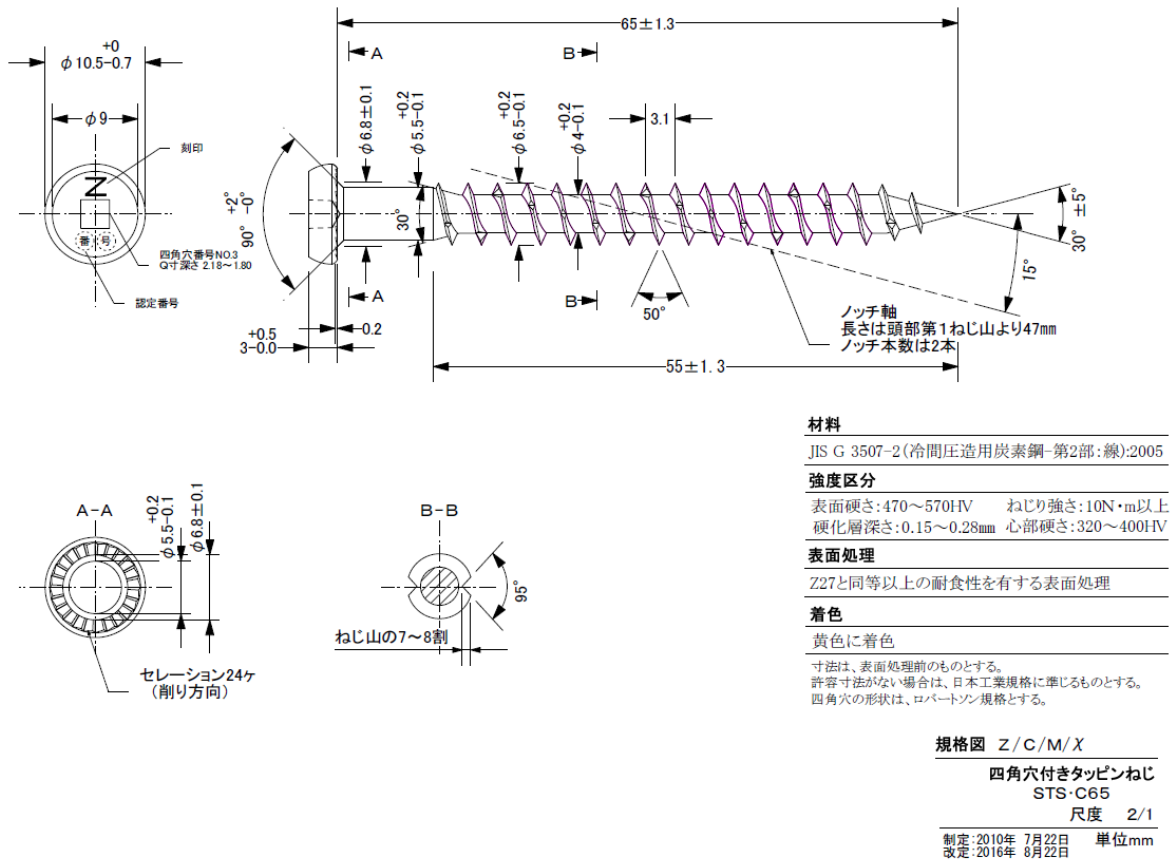


図 3.2.2 せん断金物緊結接合具 四角穴付きタッピンねじ (STS・C65 χ マーク金物)

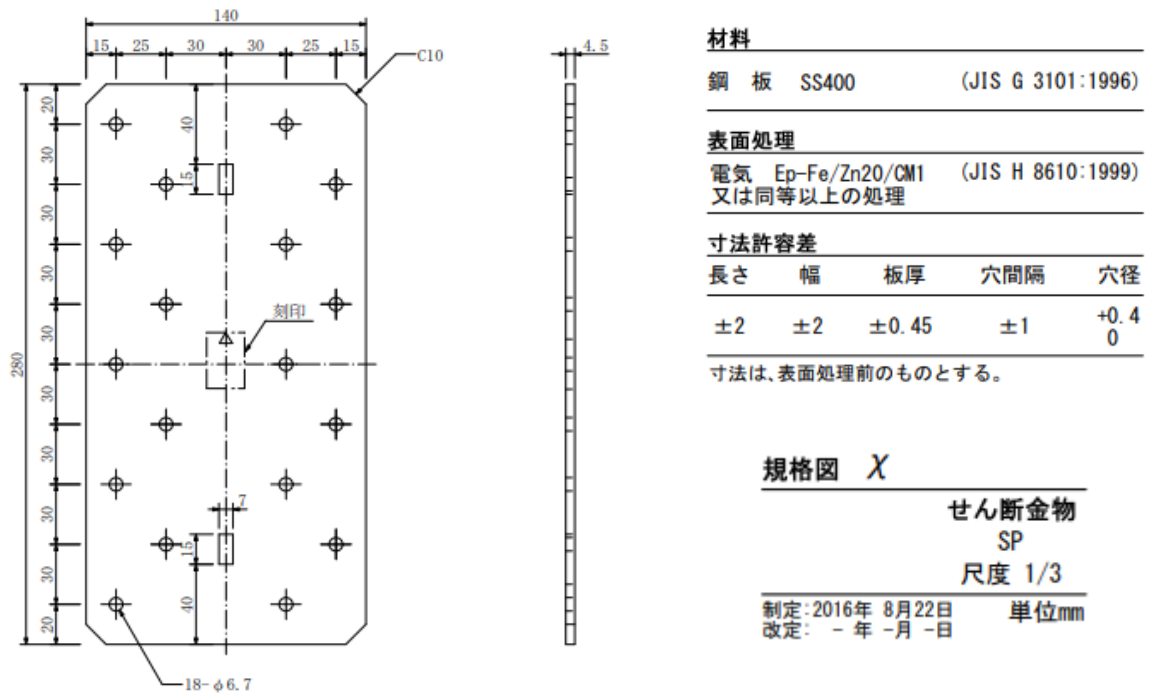
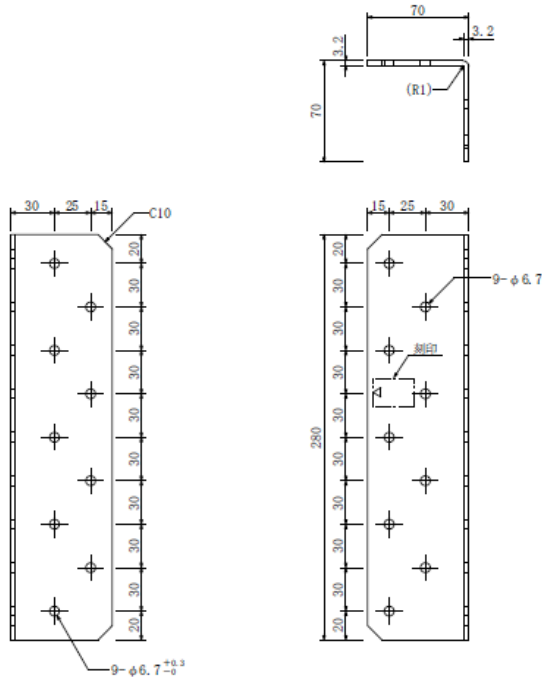


図 3.2.3 垂壁一壁接合部せん断金物 (SP χ マーク金物)



材料		
鋼板	SS400 (JIS G 3101:1996) SGH400 (JIS G 3302:2007)	

表面処理		
SS400	電気 Ep-Fe/Zn20/CM1 (JIS H 8610:1999)	
SGH400	溶融 Z27 (JIS G 3302:2007)	
又は同等以上の処理		

寸法許容差				
長さ	幅	板厚	穴間隔	穴径
±2	±2	±0.35	±1	+0.4 0

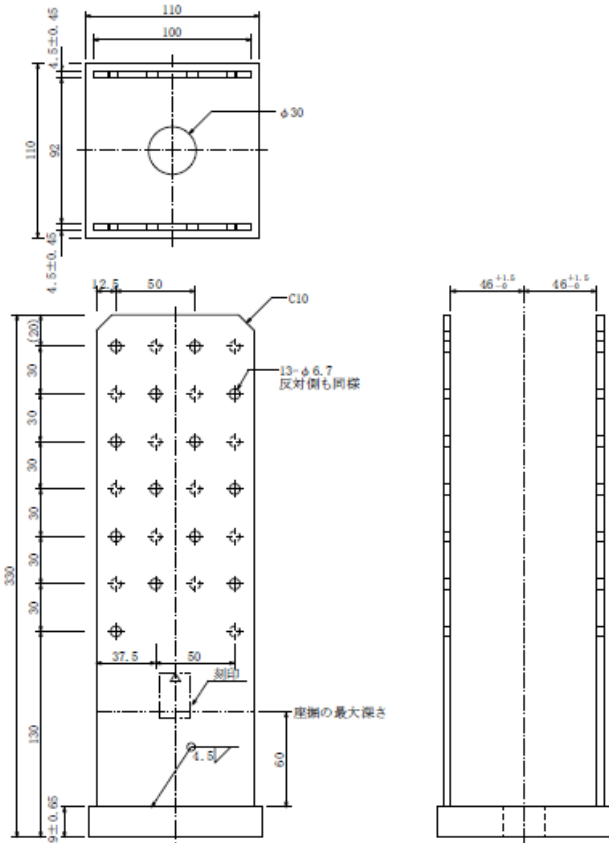
寸法は、表面処理前のものとする。

規格図 χ

L形金物
LST
尺度 1/3

制定: 2016年 8月22日 単位mm
改定: - 年 -月 -日

図 3.2.4 壁-CLT 床パネル接合部 L形金物 (LST χ マーク金物)



材料		
鋼板	SS400 (JIS G 3101:1996)	

表面処理		
電気	Ep-Fe/Zn20/CM1 (JIS H 8610:1999)	
又は同等以上の処理		

寸法許容差				
長さ	幅	板厚	穴間隔	穴径
±2	±2	図に示す	±1	+0.4 0

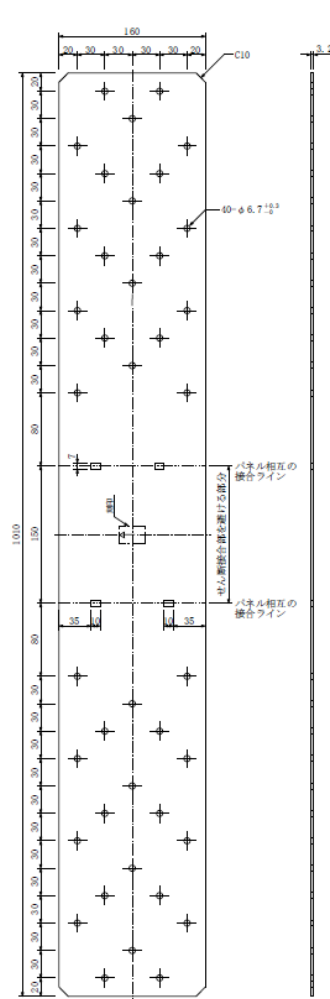
寸法は、表面処理前のものとする。

規格図 χ

引張金物
TC-90
尺度 1/3

制定: 2016年 8月22日 単位mm
改定: - 年 -月 -日

図 3.2.5 壁パネル頭部 引張金物 (TC-90 χ マーク金物)



材料

鋼板	SS400	(JIS G 3101:1996)
	SGH400	(JIS G 3302:2007)

表面処理

SS400	電気 Ep-Fe/Zn20/DM	(JIS H 8610:1999)
SGH400	溶融 Z27	(JIS G 3302:2007)
又は同等以上の処理		

寸法許容差

長さ	幅	板厚	穴間隔	穴径
±2	±2	±0.35	±1	+0.4 0

寸法は、表面処理前のものとする。

規格図 X

帯金物
STF

尺度 1/4

制定 2016年 8月22日 単位mm

改定 年 月 日

図 3.2.6 床パネル接合部 帯金物 (STF Xマーク金物)

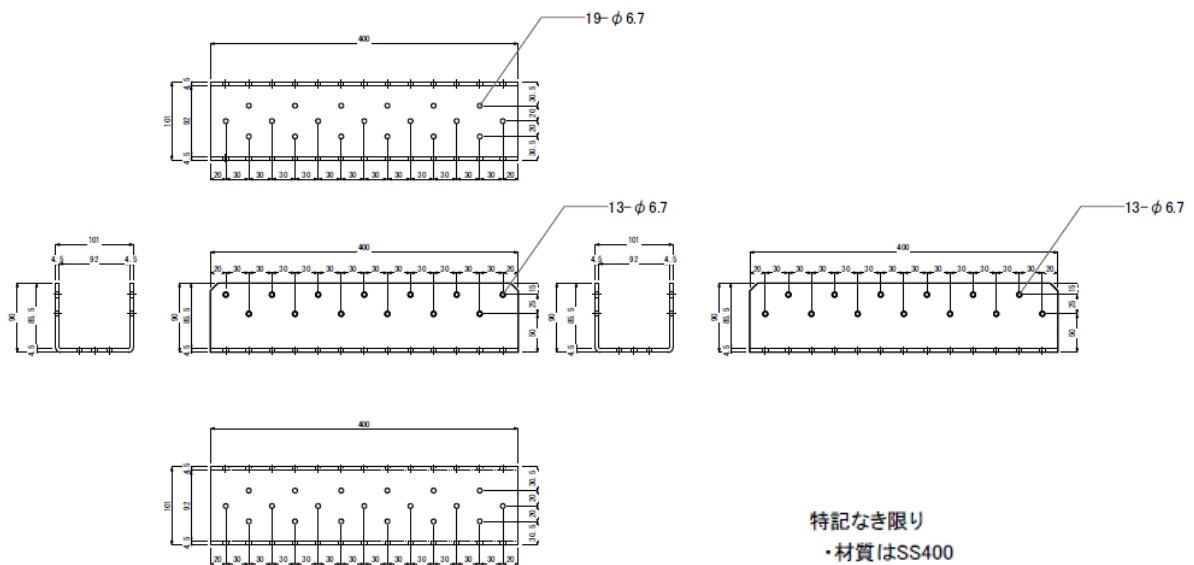


図 3.2.7 壁一構造用集成材接合部 コの字金物 (製作金物) (依頼者提出資料)

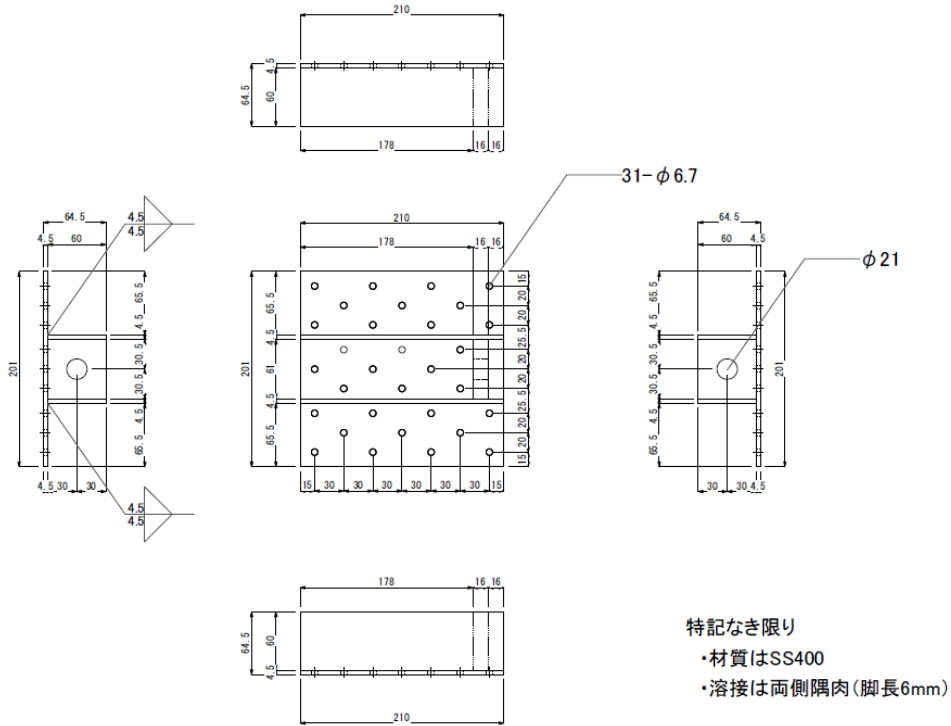


図 3.2.8 構造用集成材間 GLT 接続金物 (製作金物) (依頼者提出資料)

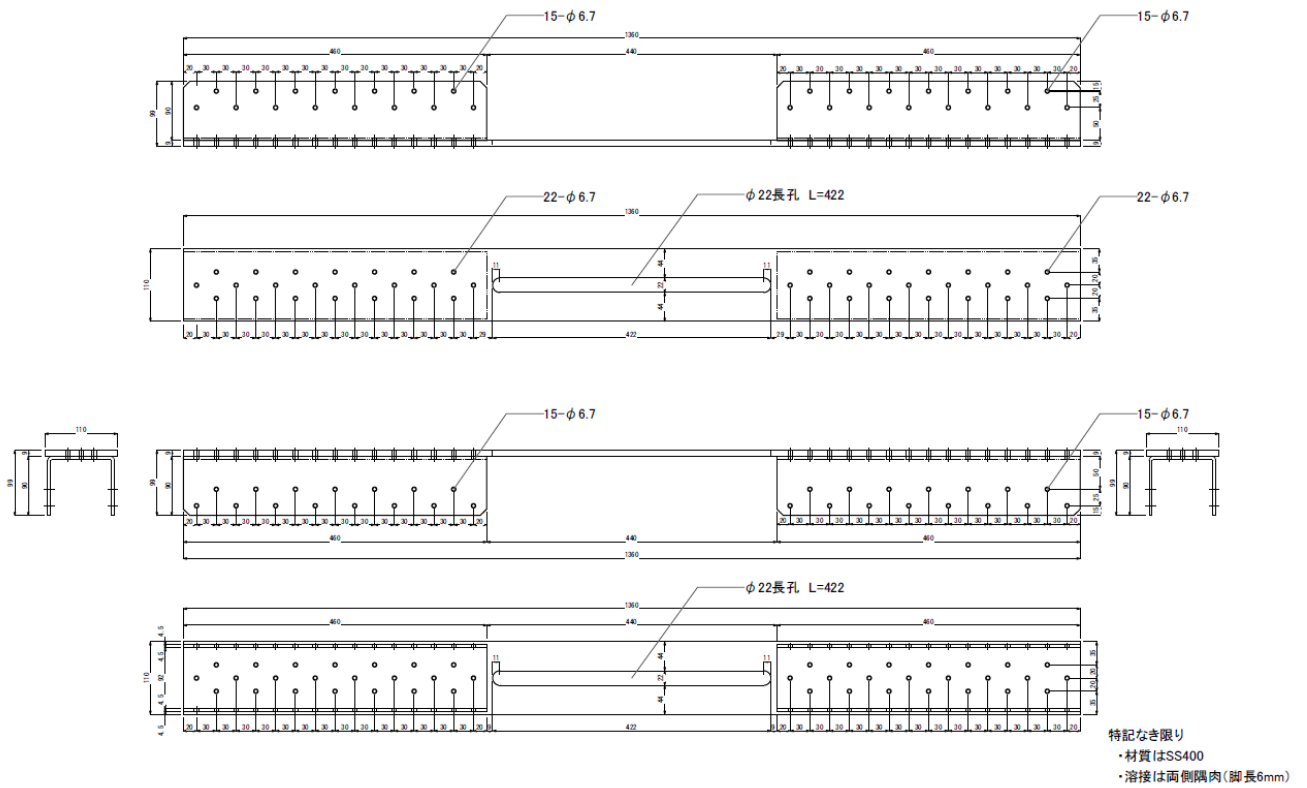
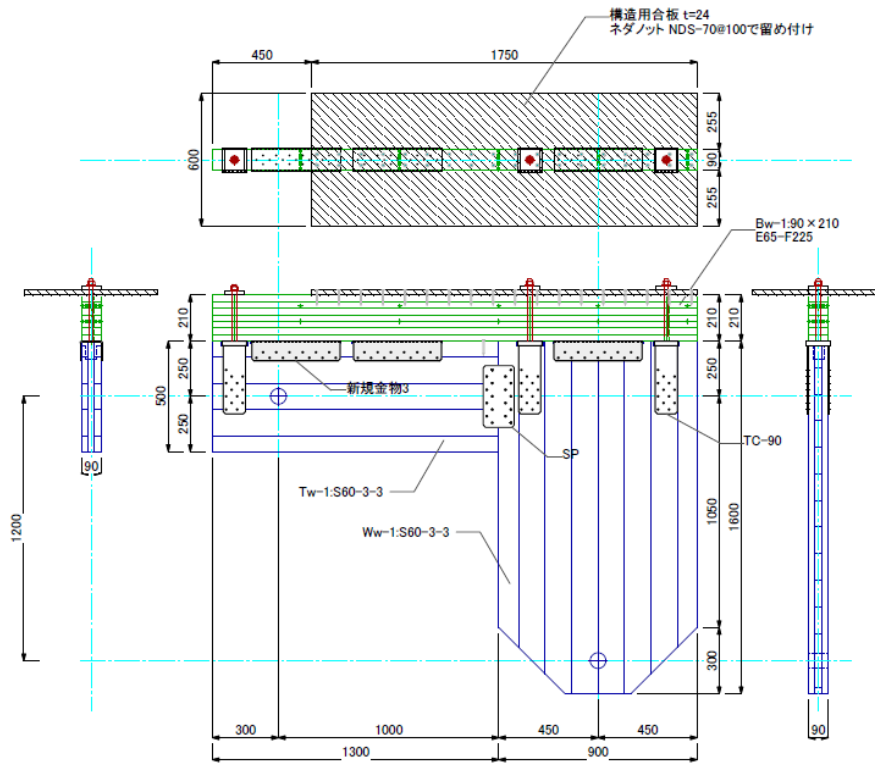
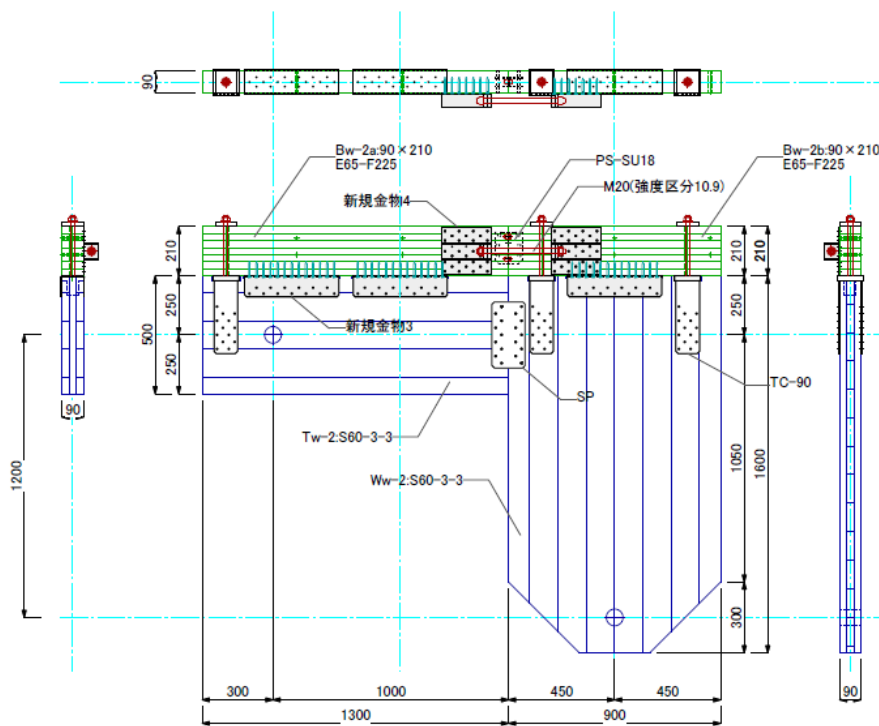


図 3.2.9 構造用集成材間 頭つなぎ金物 (依頼者提出資料)

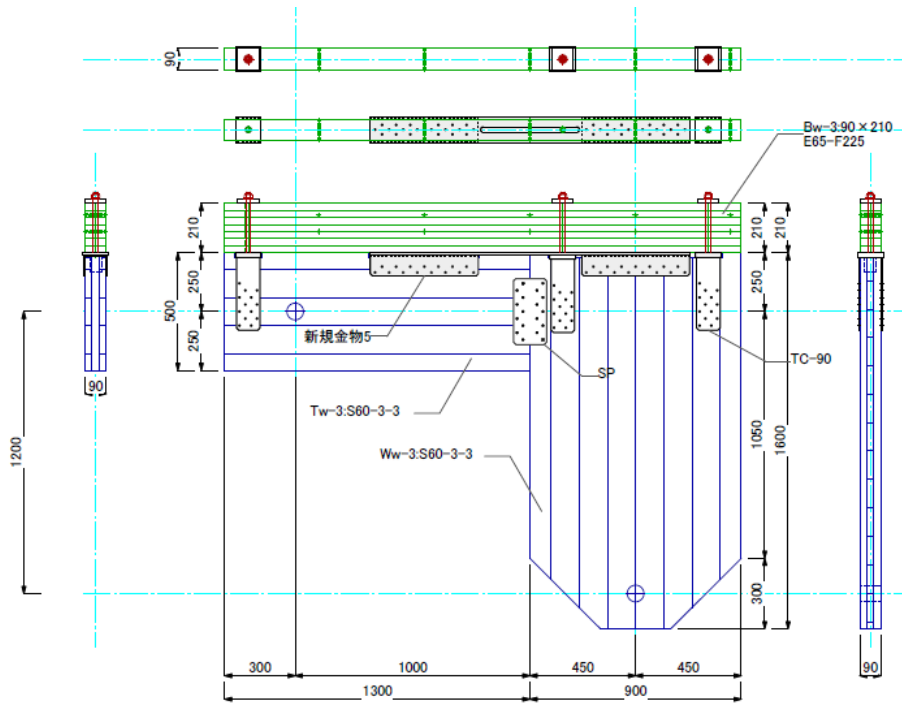


LW1
2022年度 試験体仕様
×3体

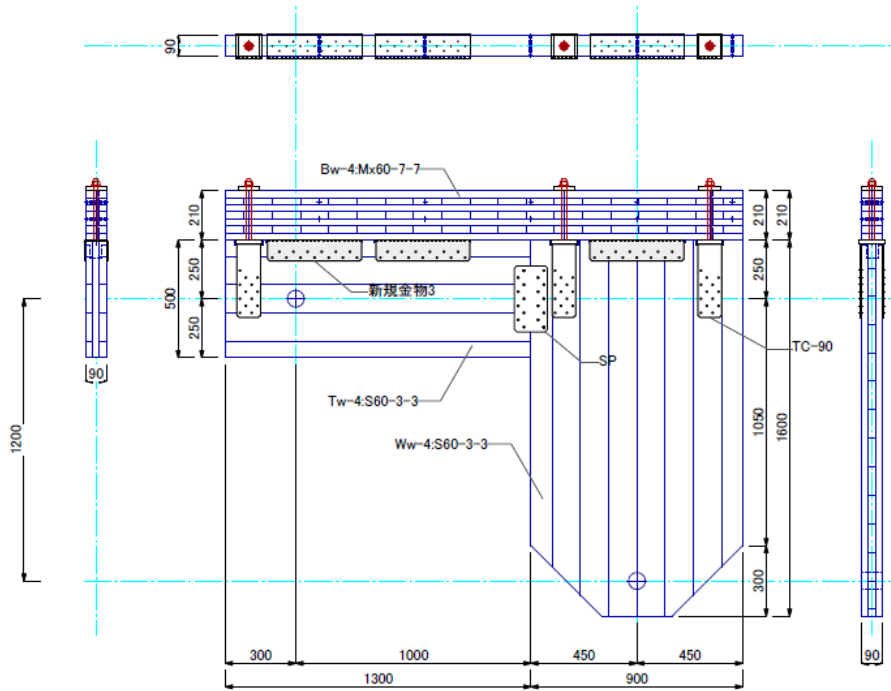


LW2
梁継手-HD金物
×3体

図 3.2.11 試験体図 LW1、LW2 (依頼者提出資料)

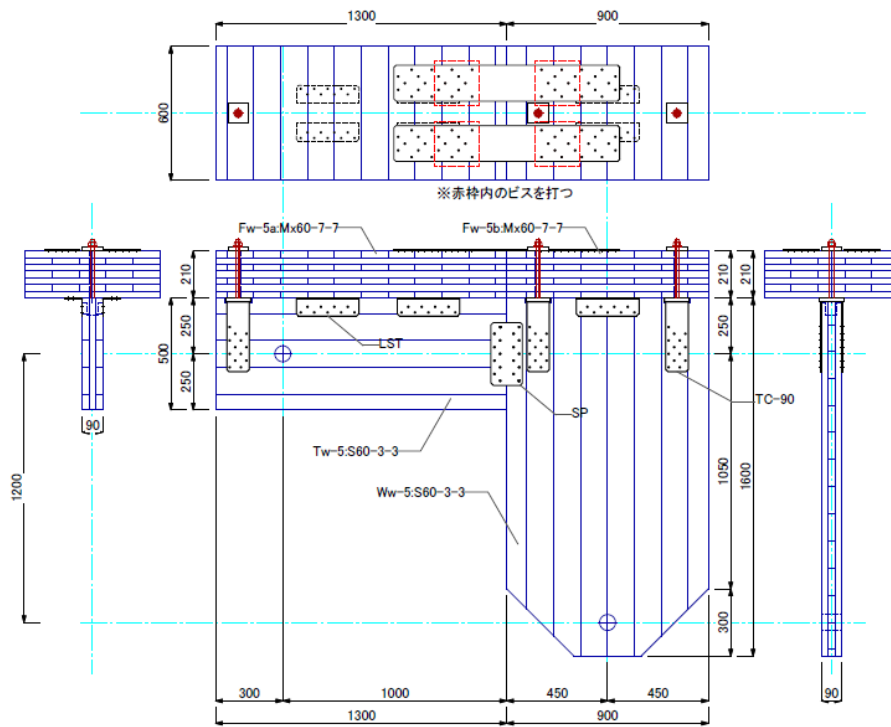


LW3
頭つなぎ金物
× 3体



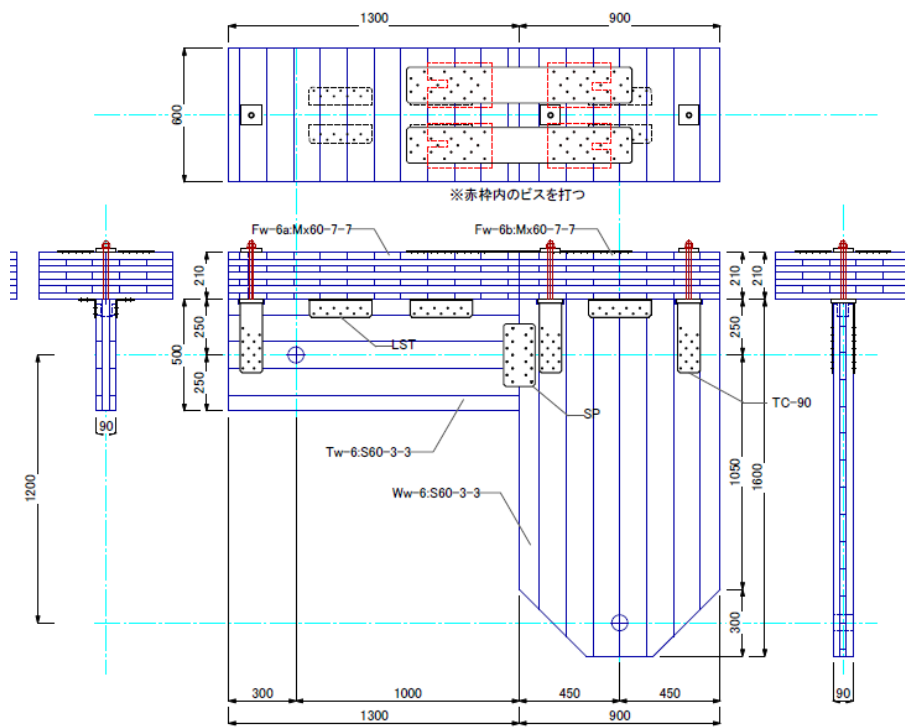
LW4
CLT梁
× 3体

図 3.2.12 試験体図 LW3、LW4 (依頼者提出資料)



LW5

CLT床(弱軸分割)
STF:片側ビス本数10
×3体



LW6

CLT床(弱軸分割)
STF:片側ビス本数14
×3体

図 3.2.13 試験体図 LW5、LW6 (依頼者提出資料)

3.2.3 CLT パネル等の密度・含水率

試験体を構成する CLT パネル等の密度・含水率測定結果を表 3.2.2 に示す。

表 3.2.2 CLT パネル等の密度・含水率測定結果

試験体記号	部材	密度 (kg/m ³)	含水率 (%)	試験体記号	部材	密度 (kg/m ³)	含水率 (%)
LW1-1	壁パネル	398	13.3	LW4-1	壁パネル	430	14.0
	垂壁パネル	396	14.0		垂壁パネル	413	16.3
	集成材梁	423	14.2		CLT 梁	410	17.7
LW1-2	壁パネル	402	13.7	LW4-2	壁パネル	441	15.5
	垂壁パネル	390	13.5		垂壁パネル	419	13.8
	集成材梁	422	15.3		CLT 梁	431	15.8
LW1-3	壁パネル	393	11.5	LW4-3	壁パネル	425	14.5
	垂壁パネル	387	12.7		垂壁パネル	399	14.0
	集成材梁	419	15.2		CLT 梁	428	17.3
LW2-1	壁パネル	428	14.2	LW5-1	壁パネル	418	14.0
	垂壁パネル	400	12.7		垂壁パネル	428	15.3
	集成材梁 1	413	13.8		CLT 床 1	437	15.3
	集成材梁 2	432	16.5		CLT 床 2	428	16.2
LW2-2	壁パネル	420	13.7	LW5-2	壁パネル	427	12.7
	垂壁パネル	411	14.2		垂壁パネル	408	14.2
	集成材梁 1	412	16.7		CLT 床 1	437	14.7
	集成材梁 2	419	18.3		CLT 床 2	437	15.8
LW2-3	壁パネル	410	12.0	LW5-3	壁パネル	425	14.0
	垂壁パネル	391	12.5		垂壁パネル	418	15.7
	集成材梁 1	415	13.5		CLT 床 1	446	12.7
	集成材梁 2	408	15.5		CLT 床 2	431	13.0
LW3-1	壁パネル	416	12.5	LW6-1	壁パネル	430	12.8
	垂壁パネル	398	14.0		垂壁パネル	407	12.7
	集成材梁	422	14.7		CLT 床 1	437	14.5
LW3-2	壁パネル	413	12.2	LW6-1	CLT 床 2	420	12.8
	垂壁パネル	378	12.5		壁パネル	413	12.8
	集成材梁	429	13.3		垂壁パネル	409	12.8
					CLT 床 1	424	15.8
LW3-3	壁パネル	418	14.0	LW6-3	CLT 床 2	427	11.8
	垂壁パネル	394	15.7		壁パネル	428	13.7
	集成材梁	424	16.8		垂壁パネル	419	14.2
					CLT 床 1	433	15.2
				CLT 床 2	428	14.5	
				全体	平均	417	14.3
					標準偏差	15	1.5
					変動係数(%)	3.5	10.6

備考：

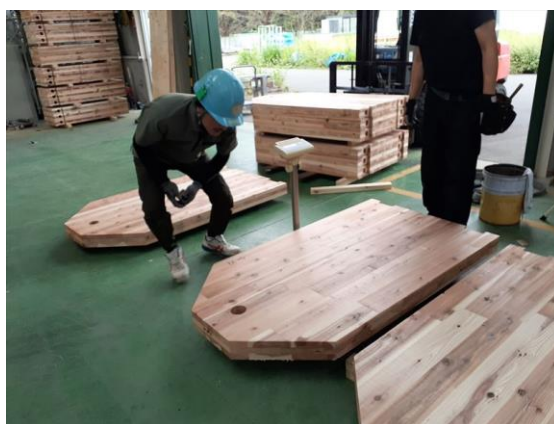
- ・密度は実測質量(kg)を公称寸法から計算した体積 (m³)で除して算出した。
- ・含水率は電気式木材水分計(株式会社ケツト科学研究所 HM-520) 3 ヶ所測定の平均値とした。
- ・集成材梁、CLT 床のうち番号付き部材は、1 が垂壁上、2 が CLT 壁パネル上設置を示す。

3.2.4 CLT 垂壁－壁接合部の試験体製作状況

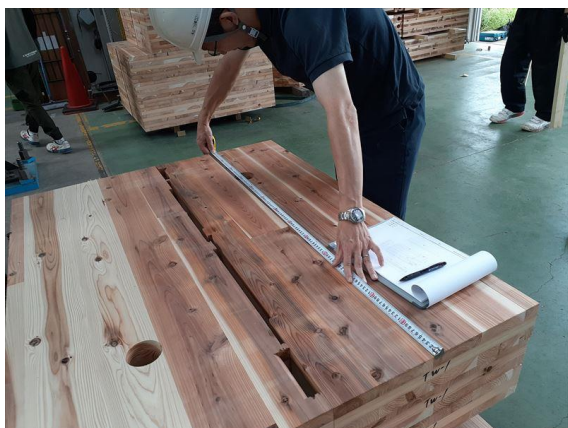
CLT 垂壁－壁接合部の試験体製作状況例を写真 3.2.1 に示す。



CLT パネル等搬入状況



CLT パネル質量測定状況



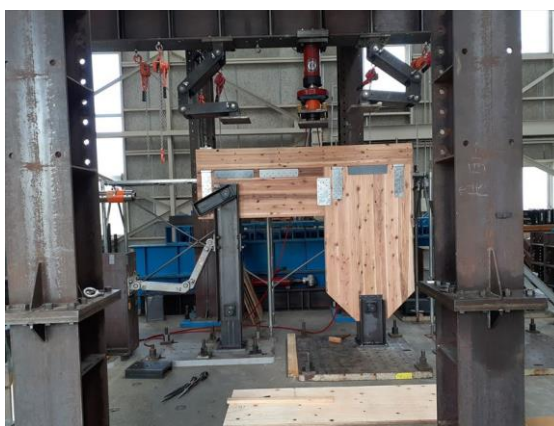
パネル寸法等確認



地組状況



木ねじによる接合金物緊結



試験装置への試験体設置

写真 3.2.1 CLT 垂壁－壁接合部の試験体製作状況例

3.3 試験方法

3.3.1 加力方法

試験体の CLT 垂壁パネルを水平加力ジャッキ側に配置し、反力床上に設置したピン治具に垂壁パネルと壁パネルを取り付けた。また CLT 垂壁一壁パネル接合部逆 L 形試験体上に設置した構造用集成材もしくは CLT 床パネルは、面外拘束のパンタグラフを取り付けた。また CLT 壁パネル及び垂壁支持溝形鋼 (2-C150-75-6.5-10) も、面外拘束のパンタグラフを取り付けている。

水平加力の加力点は、垂壁パネル中央高さで垂壁端部から 300mm 壁パネル側とした。また壁パネル脚部ピンは、壁パネル中央で下端から 150mm 上の位置とした。加力点および支持点は直径 60mm の丸鋼を用いたピン支持とし、CLT パネル側は鋼板と木ねじを用いて補強している。

試験体に作用させる水平力は、反力壁に取り付けた油圧ジャッキ (引 1000kN 押 400kN、ストローク ± 500 mm (両端クレビスジャッキ JTP-100100 オックスジャッキ (株)) を用いた。水平荷重は、油圧ジャッキ先端に取り付けた荷重計 (± 500 kN (TCLM-500KNB (株) 東京測器研究所) で測定した。荷重計の先端には加力治具を取り付け、溝形鋼 (C150-75-6.5-10) を介して直径 60mm 丸鋼ピンで試験体と接続している。

変位制御による水平加力は、自動制御静的加力装置 (理研機器 (株)) を用い、ジャッキストローク計測用ワイヤー式変位計での変位制御とした。

油圧ジャッキ押し側の変位を正、引き側を負として、特定変形角での正負繰り返しを行い、設定した特定変形角で、水平変位を保持した状態で、垂壁一壁接合部に鉛直方向にせん断力を作用させるため、垂壁一壁せん断面から垂壁側に 100mm の位置を鉛直油圧ジャッキ (押 1000kN、ストローク 150mm (SD10-150 理研機器 (株)、荷重計 1000kN (KCE-1MNA (株) 東京測器研究所)) を用いて加力できるようにしている。

加力装置への試験体設置図を図 3.3.1 に、計測機器設置図を図 3.3.2 に、試験体設置状況を写真 3.3.1 に示す。また計測機器リストを表 3.3.1 に示す。

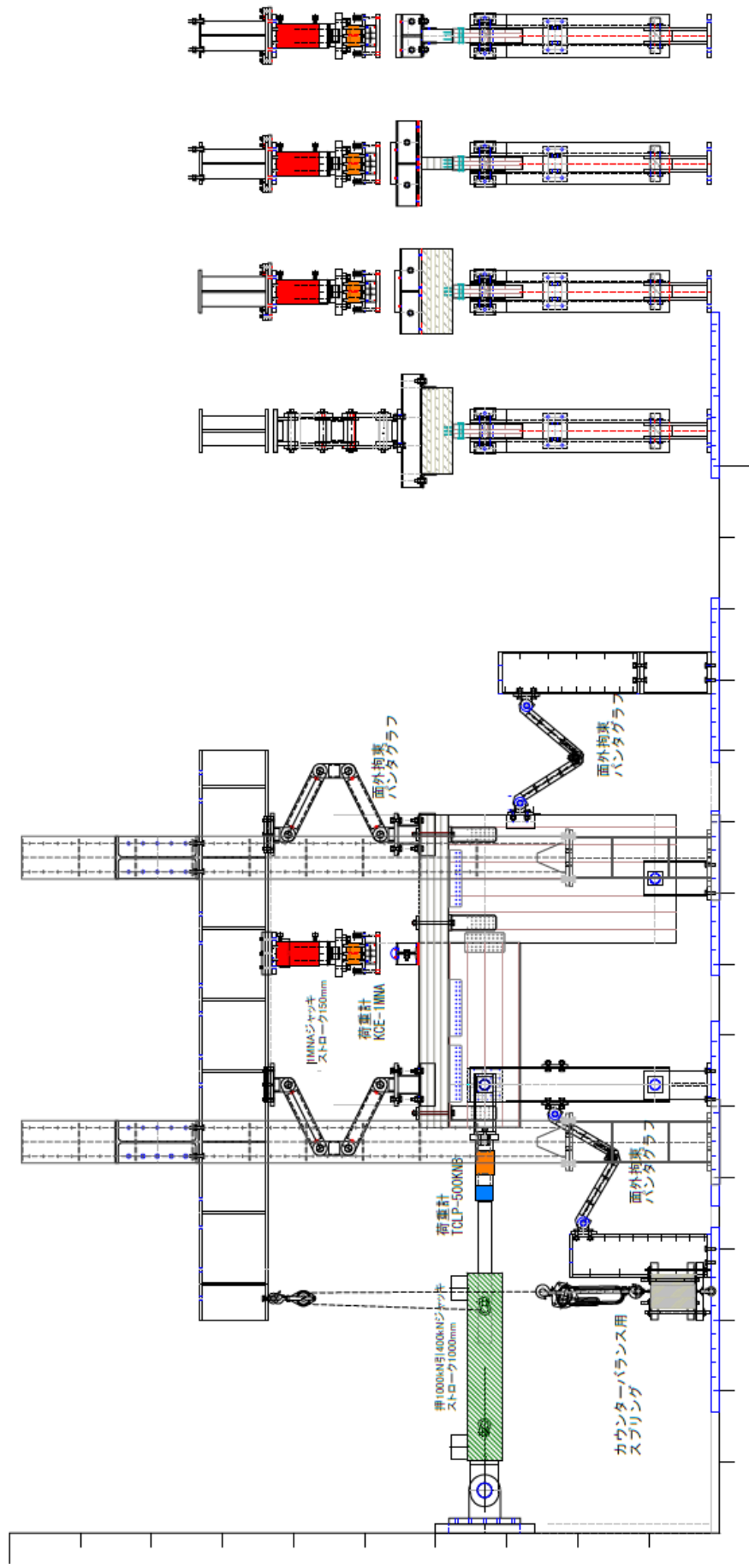


図 3.3.1 加力装置への試験体設置図

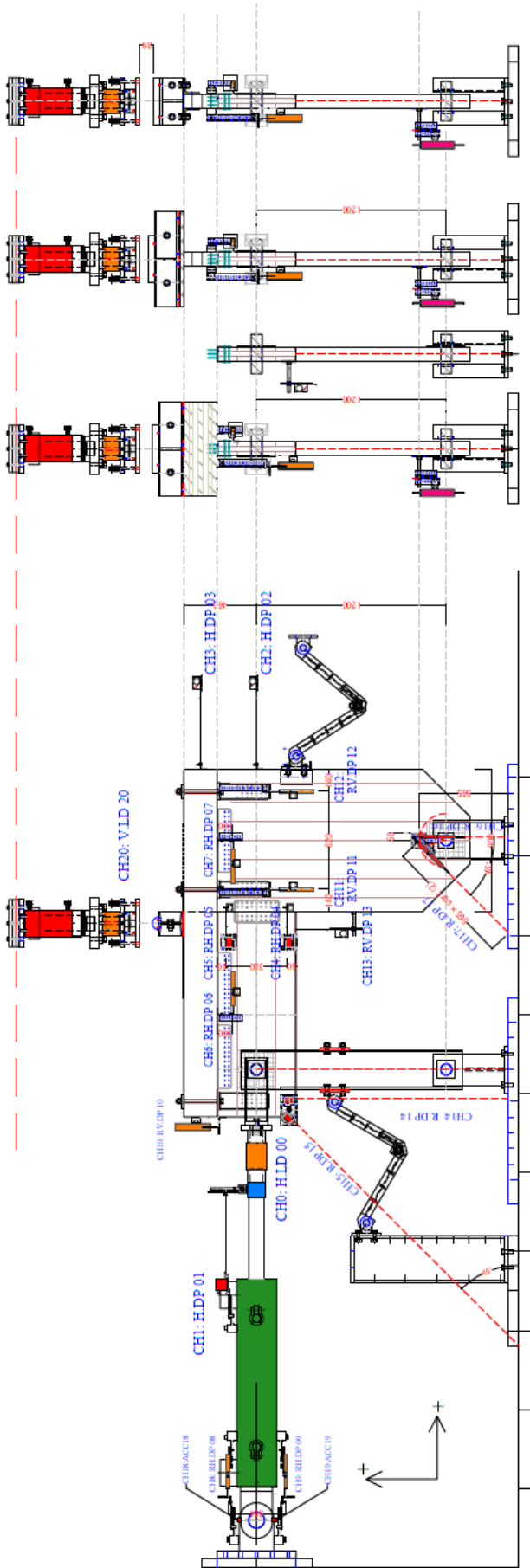


图 3.3.2 計測機器設置図 (極性：押を正、上を正)



写真 3.3.1 試験体設置状況

表 3.3.1 計測機器リスト

CH 番号	ラベル	ラベル	方向	絶対 相対	設置	ターゲット	極性	容量	単位	出力	単位	係数	備考
0	HH.LD 00	頂部 水平荷重	水平	絶対			-1	500	kN	5	V	-100	±500kN ±2000μ 動ひずみアンプ
1	H.DP 01	頂部 ジャッキ	水平	絶対			1	1000	mm	5	V	200	変位制御 1,000mm 10,000μ 動ひずみアンプ
2	H.DP 02	頂部 壁パネル	水平	絶対			-1	1000	mm	10,000	×10 ⁻⁶	-0.1	
3	H.DP 03	頂部 床パネル	水平	絶対			-1	1000	mm	5,000	×10 ⁻⁶	-0.2	
4	RH.DP 04	垂壁 - 壁 下側	水平	相対	垂壁 (下)	壁パネル	-1	500	mm	10,000	×10 ⁻⁶	-0.05	
5	RH.DP 05	垂壁 - 壁 上側	水平	相対	垂壁 (上)	壁パネル	-1	500	mm	10,000	×10 ⁻⁶	-0.05	
6	RH.DP 06	垂壁 - 床パネル	水平	相対	垂壁	床パネル	1	100	mm	5,000	×10 ⁻⁶	0.02	
7	RH.DP 07	壁パネル - 床パネル	水平	相対	垂壁	床パネル	1	100	mm	5,000	×10 ⁻⁶	0.02	
8	RH.DP 08	ジャッキ端部上	水平	相対	ジャッキ	クレビス	1	100	mm	5,000	×10 ⁻⁶	0.02	
9	RH.DP 09	ジャッキ端部下	水平	相対	ジャッキ	クレビス	1	100	mm	5,000	×10 ⁻⁶	0.02	
10	RV.DP 10	加力側 床パネル - 垂壁	鉛直	相対	床パネル	垂壁	1	100	mm	5,000	×10 ⁻⁶	0.02	
11	RV.DP 11	加力側 壁パネル HD	鉛直	相対	壁パネル	床パネル	1	100	mm	5,000	×10 ⁻⁶	0.02	
12	RV.DP 12	非加力側 壁パネル HD	鉛直	相対	壁パネル	床パネル	1	100	mm	5,000	×10 ⁻⁶	0.02	
13	RV.DP 13	壁パネル - 垂壁	鉛直	相対	壁パネル	垂壁	1	1000	mm	10,000	×10 ⁻⁶	0.1	
14	R.DP 14	加力側 垂壁下部	鉛直	相対	垂壁	反力床	1	1000	mm	10,000	×10 ⁻⁶	0.1	
15	R.DP 15	加力側 垂壁下部	45 度	相対	垂壁	反力床	1	1000	mm	10,000	×10 ⁻⁶	0.1	
16	R.DP 16	壁パネル中央下部	鉛直	相対	壁パネル	反力床	1	100	mm	5000	×10 ⁻⁶	0.02	
17	R.DP 17	壁パネル中央下部	45 度	相対	壁パネル	反力床	1	100	mm	5000	×10 ⁻⁶	0.02	
18	ACC18	ジャッキ端部上			加速度計		1	10	m/s ²	5	V	2	20m/s ² 加速度計 10m/s ² 5V 動ひずみアンプ
19	ACC19	ジャッキ端部下			加速度計		1	10	m/s ²	5	V	2	20m/s ² 加速度計 10m/s ² 5V 動ひずみアンプ
20	V.LD 20	鉛直荷重	鉛直	絶対			-1	1000	kN	2500	×10 ⁻⁶	-0.4	
21	V.HD21	垂壁 (壁パネル近傍)	鉛直	絶対			-1	100	mm	5,000	×10 ⁻⁶	-0.02	

備考： 水平荷重は押しが正、引きが負出力、絶対変位は、ジャッキ押しおよび上が正となるよう極性で調整した。鉛直荷重は押を正とした。

3.3.2 加力スケジュール

水平加力は、CH1 の水平変位 δ_{CH1} (mm)で制御し、壁高さ h を壁パネルの上下丸鋼ピン間距離 1200mm とし、(2-1)式で算出した変形角 θ (rad)が 1/240 (5.0mm)、1/120 (10.0mm)、1/60 (20.0mm)、1/30 (40.0mm)、1/15 (80.0mm)、1/7.5(160.0mm)、1/3.75(320mm)を特定変形角とした。

$$\theta = \frac{\delta_{CH1}}{h} \quad (2-1)$$

水平加力は原則として正側（油圧ジャッキ押し側）から開始し、設定した特定変形角で正負 1 回繰り返し加力を行った。負側 1/7.5rad（水平変位引き -160mm）で変位保持した状態（垂壁－壁接合部の垂壁下部が開いた状態）で鉛直荷重を載荷した。鉛直荷重載荷時の状況を写真 3.3.2 に示す。また水平加力による繰り返しスケジュールと鉛直荷重載荷変形角の関係を表 3.3.2 に示す。

注 1：LW3 試験体は 3 体とも 1/3.75rad の正負 1 回繰り返しを実施し、-1/3.75rad での鉛直荷重試験とした。

注 2：LW4 試験体は 1 体目のみ 1/5rad の正負 1 回繰り返しを実施し、-1/5rad での鉛直荷重試験とした。

注 3：LW5 と LW6 は 1/7.5rad 正負繰り返しの後、+1/5rad まで加力し-1/7.5rad での鉛直荷重試験とした。



写真 3.3.2 鉛直荷重載荷状況

表 3.3.2 水平加力による繰返しスケジュールと鉛直荷重載荷変形角の関係

条件	試験体	$\pm 1/240 \sim 1/15 \text{ rad}$	$\pm 1/7.5 \text{ rad}$ (160mm)	$1/5 \text{ rad}$ (240mm)	$1/3.75 \text{ rad}$ (320mm)
1	LW1-1~LW1-3	○	○★	—	—
2	LW2-1~LW2-3	○	○★	—	—
3	LW3-1~LW3-3	○	○	—	○★
4	LW4-1	○	○	○ (正側のみ) — $1/7.5 \text{ rad}$ で鉛直荷重試験★	—
	LW4-2、LW4-3	○	○★		
5	LW5-1、LW5-3	○	○	○ (正側のみ) — $1/7.5 \text{ rad}$ で鉛直荷重試験★	
	LW5-2	○	○★		
6	LW6-1~LW6-3	○	○	○ (正側のみ) — $1/7.5 \text{ rad}$ で鉛直荷重試験★	

備考：★は鉛直荷重試験を実施した変形角(rad)を示す。

変形角は水平変位を標点高さ $h=1200\text{mm}$ で除して求めた。

3.4 試験結果

3.4.1 試験体 LW1（垂壁－壁パネル接合部上部材：構造用集成材（継ぎ目なし）＋構造用合板）

試験体 LW1（垂壁－壁パネル接合部上部材：構造用集成材（継ぎ目なし）＋構造用合板）の水平加力試験結果を表 3.4.1 に、水平荷重 P_{CH0} －水平変位 δ_{CH1} 曲線および水平変位-1/7.5rad（水平変位-160.0mm）で変位保持した状態での鉛直荷重 P_{CH8} －鉛直変位 δ_{CH9} 曲線を図 3.4.1 に示す。また試験実施状況及び破壊状況を写真 3.4.1 に示す。

表 3.4.1 試験体 LW1 水平加力試験結果

	LW1-1		LW1-2		LW1-3		平均		標準偏差	
	正側	負側	正側	負側	正側	負側	正側	負側	正側	負側
$P_y(\text{kN})=$	47.13	-16.80	49.78	-18.79	44.31	-18.27	47.07	-17.95	2.74	1.03
$D_y(\text{mm})=$	13.26	-12.50	13.26	-13.62	13.95	-11.82	13.49	-12.65	0.40	0.91
$K(\text{kN/mm})=$	3.56	1.34	3.76	1.38	3.18	1.55	3.50	1.42	0.29	0.11
$P_u(\text{kN})=$	72.42	-27.61	78.71	-32.91	74.69	-29.80	75.27	-30.11	3.19	2.66
$D_u(\text{mm})=$	39.84	-39.79	67.93	-39.96	49.64	-40.08	52.47	-39.94	14.26	0.15
$\mu=$	1.96	1.94	3.24	1.67	2.11	2.08	2.44	1.90	0.70	0.21
$D_s=$	0.586	0.590	0.427	0.652	0.56	0.56	0.523	0.602	0.085	0.046
$2/3P_{\max}(\text{kN})=$	55.00	-20.83	59.33	-25.00	55.17	-22.83	56.50	-22.89	2.45	2.09
$P_{\max}(\text{kN})=$	82.50	-31.25	89.00	-37.50	82.75	-34.25	84.75	-34.33	3.68	3.13
$D_{\max}(\text{mm})=$	38.26	-39.34	46.14	-39.23	38.92	-39.30	41.11	-39.29	4.37	0.06
$P_{1/300}(\text{kN})=$	11.58	-5.83	13.82	-4.30	4.09	-7.76	9.83	-5.96	5.10	1.73
$P_{1/200}(\text{kN})=$	20.05	-9.61	23.42	-9.78	10.00	-11.17	17.82	-10.19	6.98	0.86
$P_{1/120}(\text{kN})=$	35.94	-14.36	39.17	-15.09	29.19	-16.54	34.77	-15.33	5.09	1.11
$P_{1/60}(\text{kN})=$	59.76	-22.94	64.53	-25.73	59.20	-25.17	61.16	-24.61	2.93	1.48
$P_{1/30}(\text{kN})=$	58.21	-17.50	80.89	-21.88	75.24	-26.97	71.45	-22.12	11.81	4.74
$P_{1/20}(\text{kN})=$	68.22	-18.07	78.83	-18.90	64.71	-21.67	70.59	-19.55	7.35	1.89
$P_{1/15}(\text{kN})=$	39.25	-6.50	34.86	-7.50	49.12	-6.25	41.08	-6.75	7.30	0.66
$P_{1/8}(\text{kN})=$	7.75	-4.50	9.05	-5.25	17.47	-4.00	11.42	-4.58	5.28	0.63
鉛直荷重 $P_{\max}(\text{kN})$	60.0		79.6		67.2		68.9		9.9	

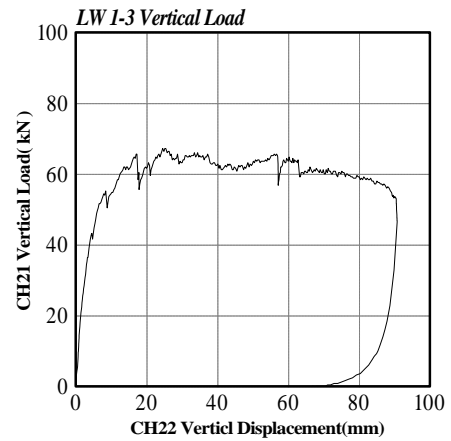
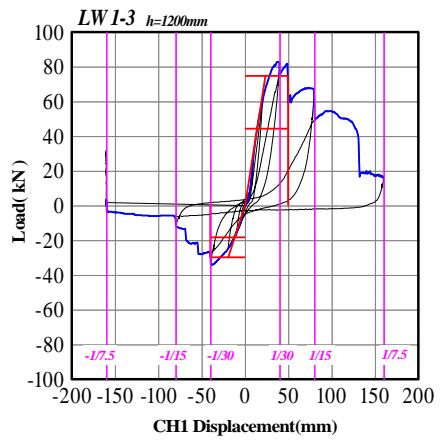
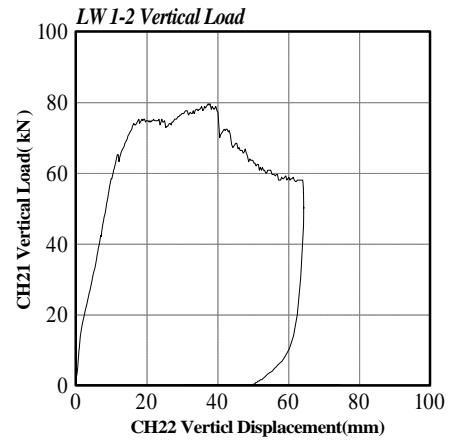
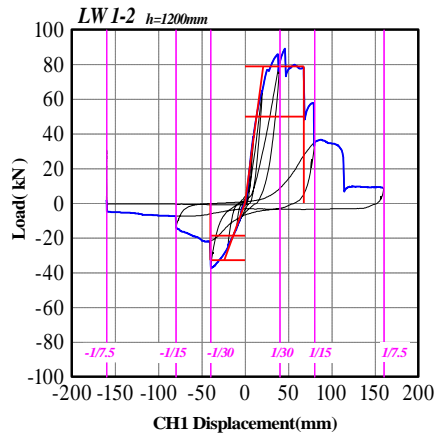
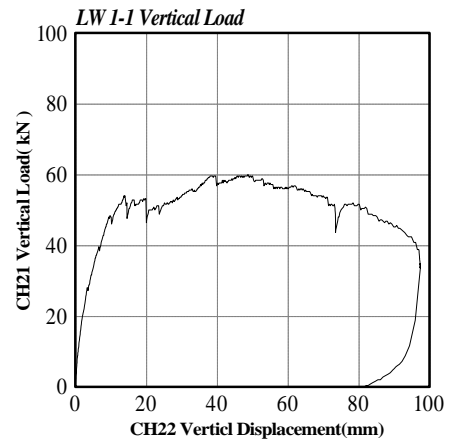
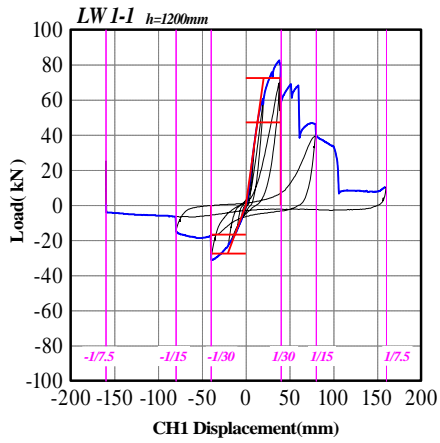


図 3.4.1 LW1 水平荷重 P_{CH0} —水平変位 δ_{CH1} 曲線(左)及び鉛直荷重 P_{CH20} —鉛直変位 δ_{CH21} 曲線(右)

LW1-1		LW1-2		LW1-3	
					
試験前	+1/7.5rad 時	試験前	+1/7.5rad 時		+1/7.5rad 時
					
+1/15rad 時	-1/7.5rad 時	+1/15rad 時	-1/7.5rad 時	+1/15rad 時	-1/7.5rad 時
					
-1/15rad 時	鉛直荷重 試験終了時	-1/15rad 時	鉛直荷重 試験終了時	-1/15rad 時	鉛直荷重 試験終了時

写真 3.4.1 試験実施状況及び破壊状況 LW1

3.4.2 試験体 LW2（垂壁－壁パネル接合部上部材：構造用集成材（継ぎ目あり）＋接続金物）

試験体 LW2（垂壁－壁パネル接合部上部材：構造用集成材（継ぎ目あり）＋接続金物）の水平加力試験結果を表 3.4.2 に、水平荷重 P_{CH0} －水平変位 δ_{CH1} 曲線および水平変位-1/7.5rad（水平変位-160.0mm）で変位保持した状態での鉛直荷重 P_{CH8} －鉛直変位 δ_{CH9} 曲線を図 3.4.2 に示す。また試験実施状況及び破壊状況を写真 3.4.2 に示す。

表 3.4.2 試験体 LW2 水平加力試験結果

	LW2-1		LW2-2		LW2-3		平均		標準偏差	
	正側	負側	正側	負側	正側	負側	正側	負側	正側	負側
$P_y(\text{kN})=$	42.09	-15.37	51.17	-12.94	47.62	-12.87	46.96	-13.73	4.58	1.42
$D_y(\text{mm})=$	15.12	-10.02	21.95	-9.09	19.16	-10.13	18.74	-9.75	3.43	0.57
$K(\text{kN/mm})=$	2.78	1.53	2.33	1.42	2.49	1.27	2.53	1.41	0.23	0.13
$P_u(\text{kN})=$	65.81	-25.84	77.77	-22.73	71.34	-21.64	71.64	-23.40	5.99	2.18
$D_u(\text{mm})=$	159.90	-40.11	138.48	-40.41	159.90	-40.51	152.76	-40.34	12.37	0.21
$\mu=$	6.76	2.38	4.15	2.53	5.57	2.38	5.49	2.43	1.31	0.09
$D_s=$	0.283	0.515	0.370	0.496	0.31	0.52	0.322	0.509	0.044	0.011
$2/3P_{\max}(\text{kN})=$	47.50	-19.00	57.17	-16.83	53.33	-15.67	52.67	-17.17	4.87	1.69
$P_{\max}(\text{kN})=$	71.25	-28.50	85.75	-25.25	80.00	-23.50	79.00	-25.75	7.30	2.54
$D_{\max}(\text{mm})=$	71.47	-34.31	75.63	-36.21	153.19	-34.69	100.10	-35.07	46.03	1.01
$P_{1/300}(\text{kN})=$	4.64	-7.38	4.47	-7.31	7.69	-4.73	5.60	-6.47	1.81	1.51
$P_{1/200}(\text{kN})=$	11.27	-11.28	8.68	-10.13	15.00	-8.89	11.65	-10.10	3.18	1.20
$P_{1/120}(\text{kN})=$	27.38	-15.85	22.22	-13.76	27.62	-12.75	25.74	-14.12	3.05	1.58
$P_{1/60}(\text{kN})=$	50.75	-22.42	47.50	-19.98	46.46	-20.00	48.24	-20.80	2.24	1.40
$P_{1/30}(\text{kN})=$	66.75	-24.57	69.75	-23.68	60.79	-21.00	65.76	-23.08	4.56	1.86
$P_{1/20}(\text{kN})=$	70.50	-11.50	80.86	-12.22	67.05	-13.25	72.80	-12.32	7.19	0.88
$P_{1/15}(\text{kN})=$	69.25	-2.25	83.21	-2.50	70.58	-10.42	74.35	-5.06	7.70	4.65
$P_{1/8}(\text{kN})=$	65.25	-2.25	5.50	-2.00	79.75	-4.25	50.17	-2.83	39.36	1.23
鉛直荷重 $P_{\max}(\text{kN})$	98.8		38.8		87.6		75.1		31.9	

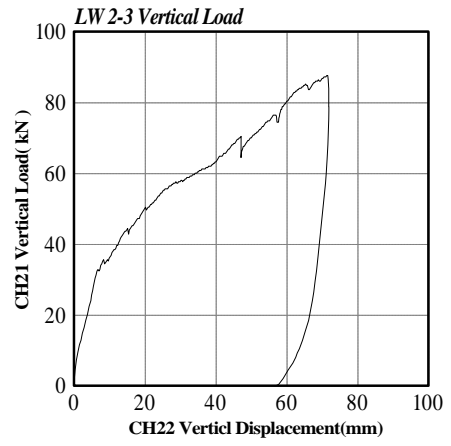
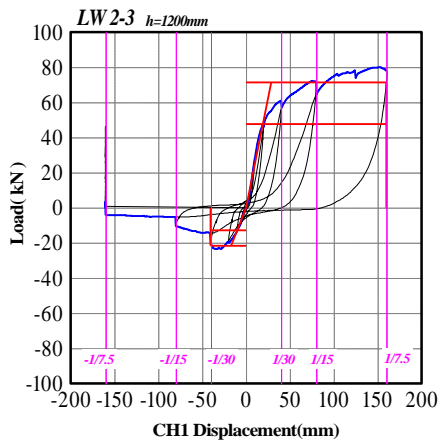
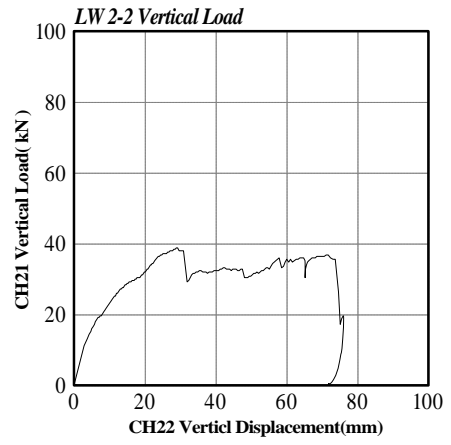
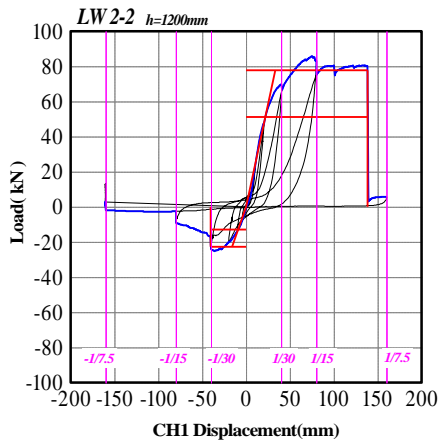
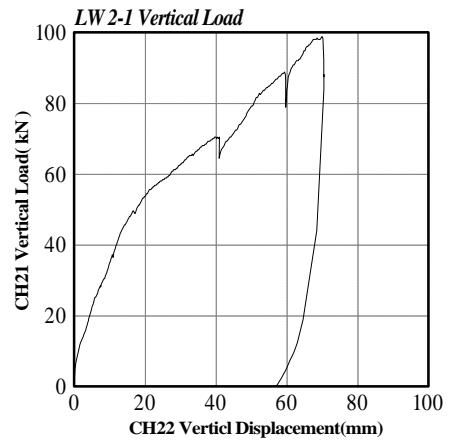
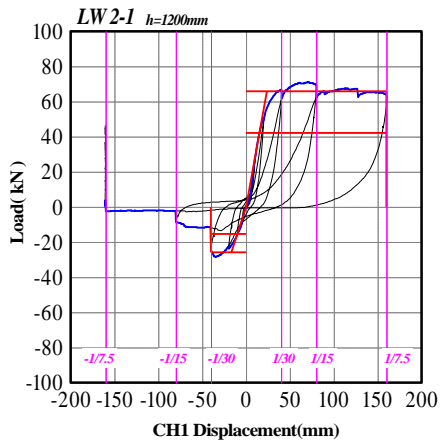


图 3.4.2 LW2 水平荷重 P_{CH0} —水平変位 δ_{CH1} 曲線(左)及び鉛直荷重 P_{CH20} —鉛直変位 δ_{CH21} 曲線(右)















LW2-1		LW2-2		LW2-3	
	試験前		+1/3.75rad 時		+1/120rad 時
	+1/1.5rad 時		+1/240rad 時		+1/7.5rad 時
	-1/7.5rad 時		-1/15rad 時		-1/7.5rad 時
	-1/1.5rad 時		-1/15rad 時		-1/1.5rad 時
	-1/7.5rad 時		-1/7.5rad 時		-1/7.5rad 時
鉛直荷重	試験終了時	鉛直荷重	試験終了時	鉛直荷重	試験終了時

写真 3.4.2 試験実施状況及び破壊状況 LW2

3.4.3 試験体 LW3（垂壁－壁パネル接合部上部材：構造用集成材（継ぎ目なし）＋頭つなぎ金物）

試験体 LW3（垂壁－壁パネル接合部上部材：構造用集成材（継ぎ目なし）＋頭つなぎ金物）の水平加力試験結果を表 3.4.3 に、水平荷重 P_{CH0} －水平変位 δ_{CH1} 曲線および水平変位-1/7.5rad（水平変位-160.0mm）で変位保持した状態での鉛直荷重 P_{CH8} －鉛直変位 δ_{CH9} 曲線を図 3.4.3 に示す。また試験実施状況及び破壊状況を写真 3.4.3 に示す。

表 3.4.3 試験体 LW3 水平加力試験結果

	LW3-1		LW3-2		LW3-3		平均		標準偏差	
	正側	負側	正側	負側	正側	負側	正側	負側	正側	負側
$P_y(\text{kN})=$	51.56	-19.90	47.19	-18.64	42.03	-17.64	46.93	-18.73	4.77	1.13
$D_y(\text{mm})=$	14.90	-11.33	13.74	-11.14	14.09	-13.07	14.24	-11.85	0.60	1.06
$K(\text{kN/mm})=$	3.46	1.76	3.43	1.67	2.98	1.35	3.29	1.59	0.27	0.22
$P_u(\text{kN})=$	81.78	-34.12	80.46	-35.05	72.36	-29.99	78.20	-33.05	5.10	2.69
$D_u(\text{mm})=$	41.03	-40.43	55.71	-80.12	55.41	-40.35	50.72	-53.63	8.39	22.94
$\mu=$	1.74	2.08	2.38	3.83	2.28	1.82	2.13	2.58	0.34	1.09
$D_s=$	0.636	0.562	0.516	0.388	0.53	0.62	0.560	0.522	0.066	0.119
$2/3P_{\max}(\text{kN})=$	62.50	-26.17	61.67	-26.33	56.33	-22.67	60.17	-25.06	3.35	2.07
$P_{\max}(\text{kN})=$	93.75	-39.25	92.50	-39.50	84.50	-34.00	90.25	-37.58	5.02	3.11
$D_{\max}(\text{mm})=$	40.07	-38.62	55.06	-39.88	40.20	-39.46	45.11	-39.32	8.62	0.64
$P_{1/300}(\text{kN})=$	8.50	-8.97	13.45	-4.96	4.55	-7.94	8.83	-7.29	4.46	2.08
$P_{1/200}(\text{kN})=$	18.22	-12.95	23.32	-12.08	11.75	-10.63	17.76	-11.89	5.80	1.17
$P_{1/120}(\text{kN})=$	34.57	-18.12	37.25	-17.31	28.48	-14.50	33.43	-16.64	4.49	1.90
$P_{1/60}(\text{kN})=$	64.31	-27.19	59.75	-26.29	56.73	-22.10	60.26	-25.19	3.82	2.72
$P_{1/30}(\text{kN})=$	93.66	-38.13	85.25	-39.29	84.50	-33.50	87.80	-36.97	5.09	3.06
$P_{1/20}(\text{kN})=$	78.25	-29.83	67.50	-37.25	65.84	-21.25	70.53	-29.44	6.74	8.01
$P_{1/15}(\text{kN})=$	75.31	-27.50	72.40	-23.32	60.39	-12.82	69.37	-21.21	7.91	7.56
$P_{1/8}(\text{kN})=$	59.61	-25.75	45.58	-16.75	64.89	-15.50	56.69	-19.33	9.98	5.59
鉛直荷重 $P_{\max}(\text{kN})$	77.2		81.2		92.4		83.6		7.9	

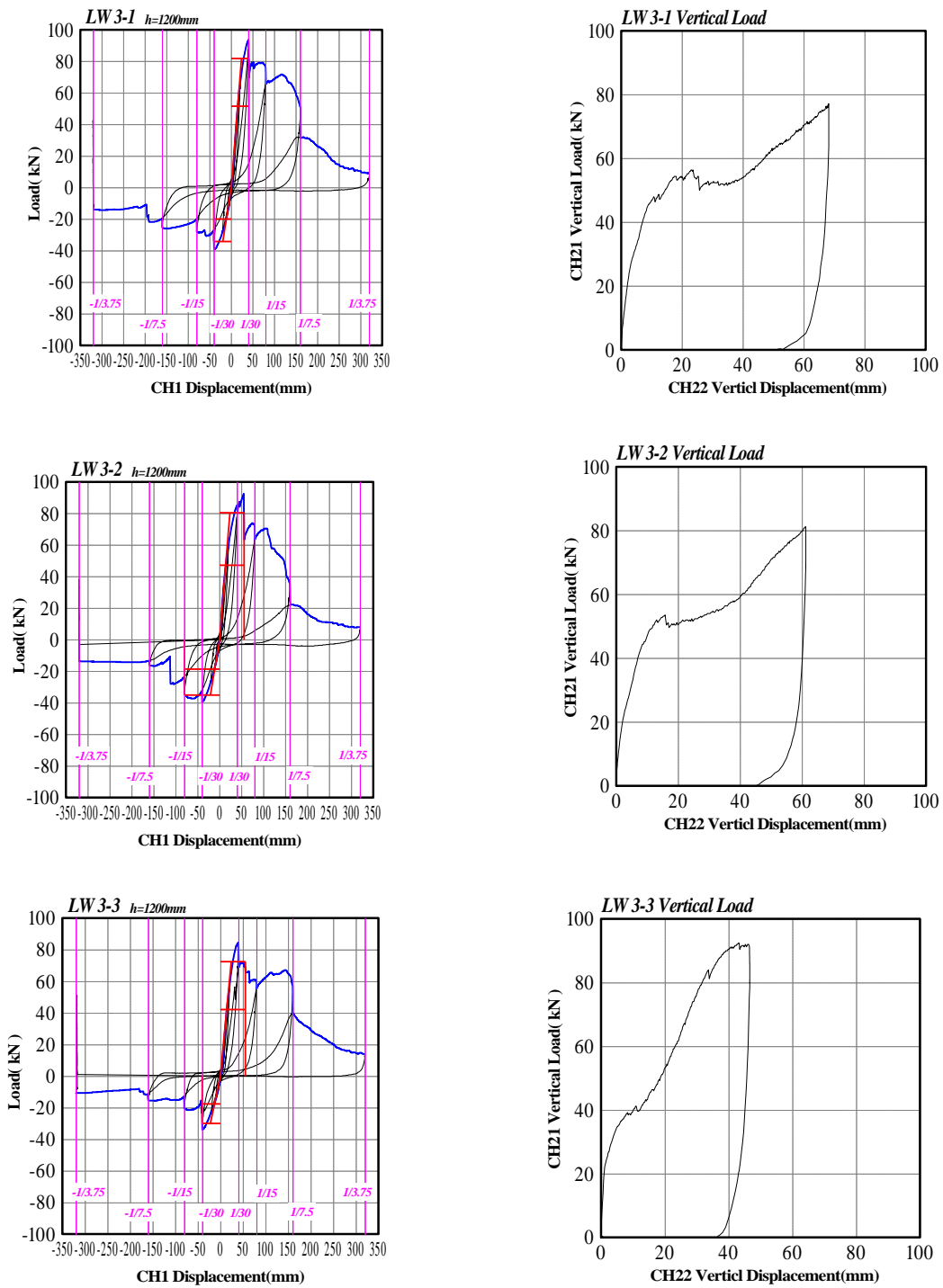


図 3.4.3 LW3 水平荷重 P_{CH0} —水平変位 δ_{CH1} 曲線(左)及び鉛直荷重 P_{CH20} —鉛直変位 δ_{CH21} 曲線(右)



















LW3-1		LW3-2		LW3-3	
					
試験前	+1/3.75rad 時	試験前	+1/3.75rad 時	試験前	+1/3.75rad 時
					
+1/1.5rad 時	-1/3.75rad 時	+1/7.5rad 時	-1/3.75rad 時	+1/1.5rad 時	-1/3.75rad 時
					
-1/7.5rad 時	鉛直荷重 試験終了時	-1/7.5rad 時	鉛直荷重 試験終了時	-1/7.5rad 時	鉛直荷重 試験終了時

写真 3.4.3 試験実施状況及び破壊状況 LW3

3.4.4 試験体 LW4 (垂壁－壁パネル接合部上部材 : CLT 梁)

試験体 LW4 (垂壁－壁パネル接合部上部材 : CLT 梁) の水平加力試験結果を表 3.4.4 に、水平荷重 P_{CH0} －水平変位 δ_{CH1} 曲線および水平変位-1/7.5rad (水平変位-160.0mm) で変位保持した状態での鉛直荷重 P_{CH8} －鉛直変位 δ_{CH9} 曲線を図 3.4.4 に示す。また試験実施状況及び破壊状況を写真 3.4.4 に示す。

表 3.4.4 試験体 LW4 水平加力試験結果

	LW4-1		LW4-2		LW4-3		平均		標準偏差	
	正側	負側	正側	負側	正側	負側	正側	負側	正側	負側
P_y (kN)=	47.41	-12.97	44.33	-15.63	39.42	-12.71	43.72	-13.77	4.03	1.62
D_y (mm)=	12.27	-6.75	13.22	-9.36	13.74	-7.86	13.08	-7.99	0.75	1.31
K (kN/mm)=	3.86	1.92	3.35	1.67	2.87	1.62	3.36	1.74	0.50	0.16
P_u (kN)=	72.30	-24.57	78.84	-28.20	66.24	-23.07	72.46	-25.28	6.30	2.64
D_u (mm)=	96.91	-40.43	75.53	-40.34	45.87	-38.08	72.77	-39.62	25.63	1.33
μ =	5.18	3.16	3.21	2.39	1.99	2.67	3.46	2.74	1.61	0.39
D_s =	0.327	0.433	0.429	0.515	0.58	0.48	0.445	0.476	0.127	0.041
$2/3P_{max}$ (kN)=	51.83	-18.17	57.33	-21.00	50.33	-17.50	53.16	-18.89	3.69	1.86
P_{max} (kN)=	77.75	-27.25	86.00	-31.50	75.50	-26.25	79.75	-28.33	5.53	2.79
D_{max} (mm)=	62.54	-28.70	63.58	-34.18	38.42	-26.15	54.85	-29.68	14.24	4.10
$P_{1/300}$ (kN)=	10.79	-6.02	8.44	-5.56	6.42	-6.88	8.55	-6.15	2.19	0.67
$P_{1/200}$ (kN)=	20.63	-11.99	18.32	-11.72	13.33	-10.60	17.43	-11.44	3.73	0.74
$P_{1/120}$ (kN)=	37.25	-16.50	33.58	-16.00	28.56	-15.22	33.13	-15.91	4.36	0.65
$P_{1/60}$ (kN)=	62.00	-25.50	57.00	-24.50	52.25	-22.95	57.08	-24.32	4.88	1.28
$P_{1/30}$ (kN)=	76.50	-25.99	81.00	-30.75	74.75	-19.05	77.42	-25.26	3.22	5.88
$P_{1/20}$ (kN)=	77.25	-17.75	85.12	-21.92	48.83	-13.00	70.40	-17.56	19.09	4.46
$P_{1/15}$ (kN)=	72.75	-17.00	56.57	-18.02	53.06	-2.00	60.79	-12.34	10.50	8.97
$P_{1/8}$ (kN)=	47.50	-7.00	51.10	-3.75	12.95	-0.75	37.18	-3.83	21.06	3.13
鉛直荷重 P_{max} (kN)	7.2		54.4		54.8		38.8		27.4	

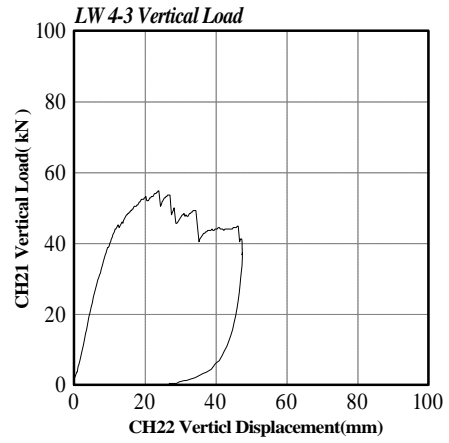
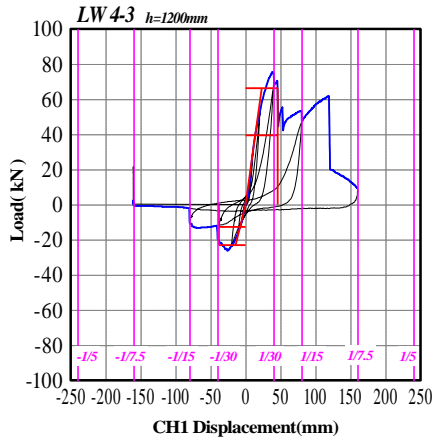
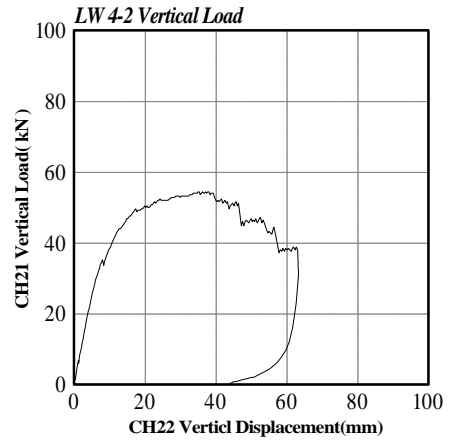
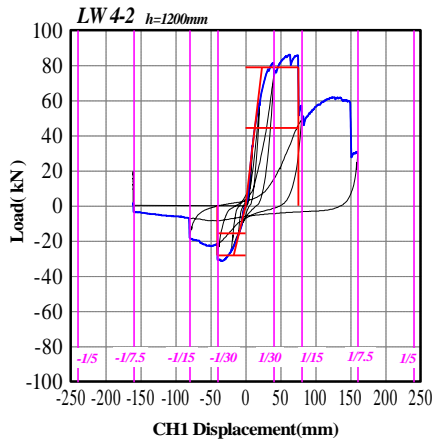
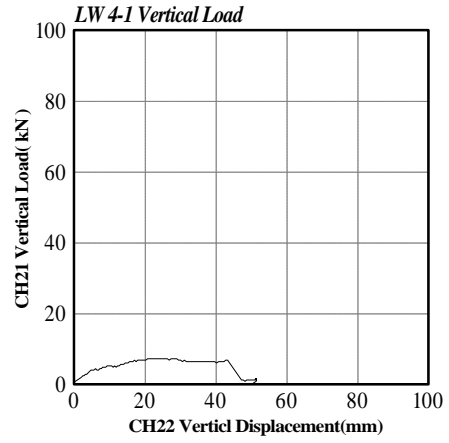
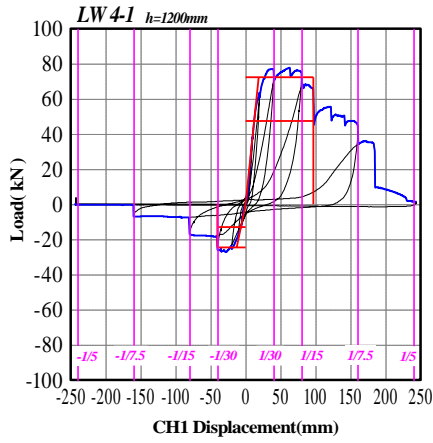


図 3.4.4 LW4 水平荷重 P_{CH0} —水平変位 δ_{CH1} 曲線(左)及び鉛直荷重 P_{CH20} —鉛直変位 δ_{CH21} 曲線(右)

LW4-1		LW4-2		LW4-3	
					
+1/60rad 時	+1/5rad 時	+1/60rad 時	+1/7.5rad 時	+1/120rad 時	+1/7.5rad 時
					
+1/15rad 時	-1/5rad 時	+1/15rad 時	-1/7.5rad 時	+1/15rad 時	-1/7.5rad 時
					
-1/15rad 時	鉛直荷重 試験終了時	-1/15rad 時	鉛直荷重 試験終了時	-1/7.5rad 時	鉛直荷重 試験終了時

写真 3.4.4 試験実施状況及び破壊状況 LW4

3.4.5 試験体 LW5 (垂壁－壁パネル接合部上部材：CLT 床パネル 帯金物 (木ねじ片側 10 本))

試験体 LW5 (垂壁－壁パネル接合部上部材：CLT 梁) の水平加力試験結果を表 3.4.5 に、水平荷重 P_{CH0} －水平変位 δ_{CH1} 曲線および水平変位-1/7.5rad (水平変位-160.0mm) で変位保持した状態での鉛直荷重 P_{CH8} －鉛直変位 δ_{CH9} 曲線を図 3.4.5 に示す。また試験実施状況及び破壊状況を写真 3.4.5 に示す。

表 3.4.5 試験体 LW5 水平加力試験結果

	LW5-1		LW5-2		LW5-3		平均		標準偏差	
	正側	負側	正側	負側 ※	正側	負側	正側	負側	正側	負側
P_y (kN)=	50.13	-13.58	51.18	----	59.10	-14.25	53.47	-13.92	4.90	0.47
D_y (mm)=	15.89	-6.85	16.19	----	17.67	-6.65	16.58	-6.75	0.95	0.14
K (kN/mm)=	3.16	1.98	3.16	----	3.35	2.14	3.22	2.06	0.11	0.11
P_u (kN)=	77.23	-17.62	76.78	----	85.87	-21.17	79.96	-19.40	5.12	2.51
D_u (mm)=	115.66	-26.80	127.57	----	201.66	-20.11	148.30	-23.46	46.60	4.73
μ =	4.72	3.02	5.25	----	7.86	2.03	5.94	2.53	1.68	0.70
D_s =	0.344	0.446	0.324	----	0.26	0.57	0.310	0.509	0.043	0.088
$2/3P_{max}$ (kN)=	57.67	-13.50	58.33	-8.33	63.50	-16.17	59.83	-12.67	3.19	3.99
P_{max} (kN)=	86.50	-20.25	87.50	-12.50	95.25	-24.25	89.75	-19.00	4.79	5.97
D_{max} (mm)=	77.06	-19.66	73.06	-18.70	155.48	-19.69	101.87	-19.35	46.47	0.56
$P_{1/300}$ (kN)=	8.42	-7.54	4.47	-4.87	11.33	-6.23	8.07	-6.21	3.44	1.34
$P_{1/200}$ (kN)=	17.00	-12.79	11.73	-7.37	22.49	-13.16	17.07	-11.11	5.38	3.24
$P_{1/120}$ (kN)=	34.04	-16.00	33.00	-11.59	39.93	-17.00	35.66	-14.86	3.74	2.88
$P_{1/60}$ (kN)=	55.25	-20.00	57.60	-9.22	61.28	-18.25	58.04	-15.82	3.04	5.79
$P_{1/30}$ (kN)=	72.25	-11.00	75.23	-7.25	78.50	-12.50	75.33	-10.25	3.13	2.70
$P_{1/20}$ (kN)=	81.79	-7.25	86.37	-6.00	84.41	-9.00	84.19	-7.42	2.30	1.51
$P_{1/15}$ (kN)=	85.31	-1.00	84.80	-0.50	86.25	-4.42	85.45	-1.97	0.74	2.13
$P_{1/8}$ (kN)=	51.47	0.00	53.96	0.50	94.34	-1.93	66.59	-0.48	24.06	1.28
鉛直荷重 P_{max} (kN)	3.2		18.4		5.6		9.1		8.2	

備考：※ 負側の P_y, P_u 等特性値は算出できず。

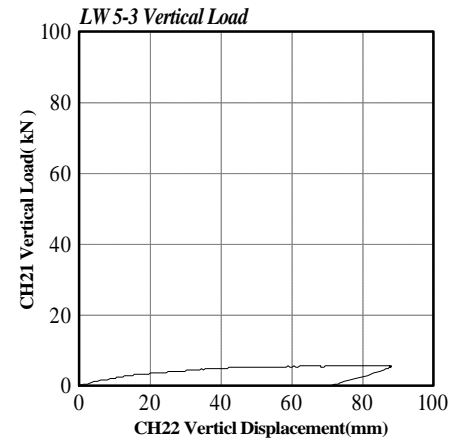
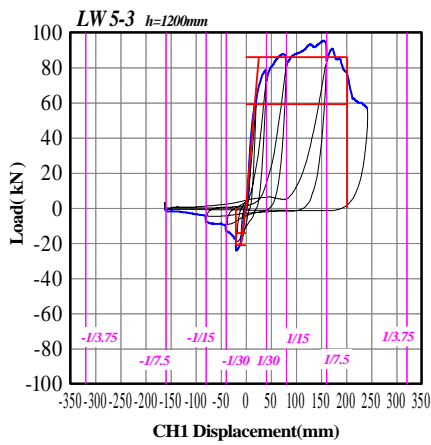
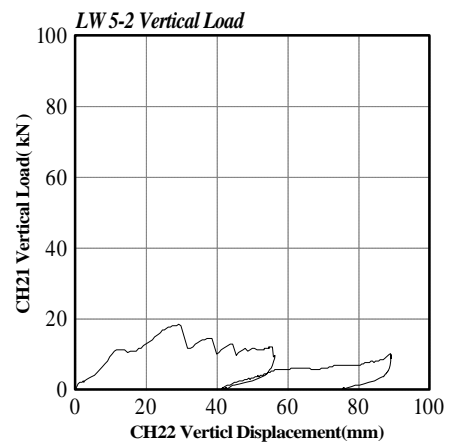
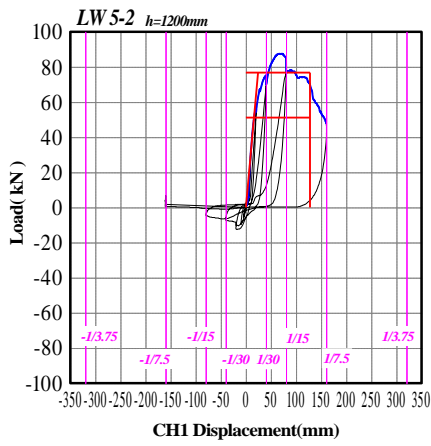
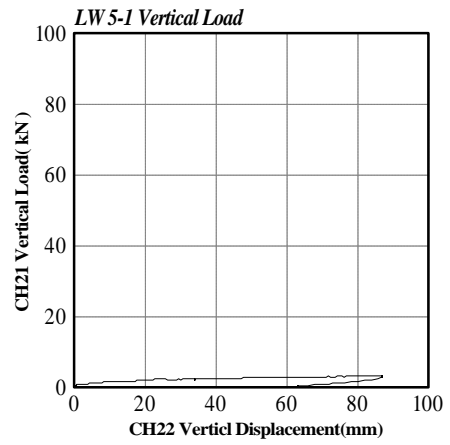
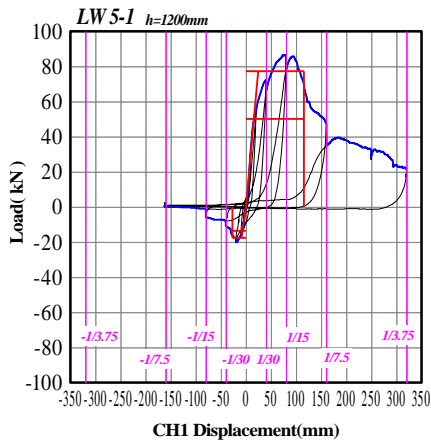


図 3.4.5 LW5 水平荷重 P_{CH0} —水平変位 δ_{CH1} 曲線(左)及び鉛直荷重 P_{CH20} —鉛直変位 δ_{CH21} 曲線(右)

LW5-1		LW5-2		LW5-3	
					
試験前	+1/3.75rad 時	+1/120rad 時	+1/7.5rad 時	試験前	+1/7.5rad 時
					
+1/15rad 時	-1/7.5rad 時 (2 回目)	+1/15rad 時	-1/7.5rad 時	+1/15rad 時	-1/7.5rad 時
					
-1/7.5rad 時	鉛直荷重 試験終了時	-1/15rad 時	鉛直荷重 試験終了時	-1/7.5rad 時	鉛直荷重 試験終了時

写真 3.4.5 試験実施状況及び破壊状況 LW5

3.4.6 試験体 LW6（垂壁－壁パネル接合部上部材：CLT 床パネル 帯金物（木ねじ片側 14 本））

試験体 LW6（垂壁－壁パネル接合部上部材：CLT 梁）の水平加力試験結果を図 3.4.6 に、水平荷重 P_{CH0} －水平変位 δ_{CH1} 曲線および水平変位-1/7.5rad（水平変位-160.0mm）で変位保持した状態での鉛直荷重 P_{CH8} －鉛直変位 δ_{CH9} 曲線を図 3.4.6 に示す。また試験実施状況及び破壊状況を写真 3.4.6 に示す。

表 3.4.6 試験体 LW6 水平加力試験結果

	LW6-1		LW6-2		LW6-3		平均		標準偏差	
	正側	負側	正側	負側 ※	正側	負側	正側	負側	正側	負側
$P_y(\text{kN})=$	65.61	-13.67	64.25	-16.10	54.14	-13.26	61.33	-14.34	6.27	1.54
$D_y(\text{mm})=$	25.56	-6.21	25.18	-8.53	18.13	-7.95	22.96	-7.56	4.18	1.21
$K(\text{kN/mm})=$	2.57	2.20	2.55	1.89	2.99	1.67	2.70	1.92	0.25	0.27
$P_u(\text{kN})=$	106.75	-22.43	100.41	-22.22	82.64	-22.37	96.60	-22.34	12.50	0.11
$D_u(\text{mm})=$	225.03	-38.28	171.82	-36.28	159.51	-40.04	185.45	-38.20	34.82	1.88
$\mu=$	5.41	3.75	4.37	3.08	5.76	2.99	5.18	3.27	0.72	0.42
$D_s=$	0.319	0.392	0.360	0.44	0.31	0.45	0.329	0.427	0.027	0.030
$2/3P_{\max}(\text{kN})=$	83.33	-16.17	78.00	-16.50	60.50	-16.17	73.94	-16.28	11.94	0.19
$P_{\max}(\text{kN})=$	125.00	-24.25	117.00	-24.75	90.75	-24.25	110.92	-24.42	17.92	0.29
$D_{\max}(\text{mm})=$	153.06	-19.62	151.58	-23.60	112.71	-31.26	139.12	-24.83	22.88	5.92
$P_{1/300}(\text{kN})=$	7.38	-9.03	14.83	-6.61	5.60	-7.49	9.27	-7.71	4.90	1.22
$P_{1/200}(\text{kN})=$	14.34	-13.47	25.13	-13.46	13.02	-11.47	17.50	-12.80	6.64	1.15
$P_{1/120}(\text{kN})=$	28.28	-17.25	39.25	-19.11	31.11	-16.92	32.88	-17.76	5.70	1.18
$P_{1/60}(\text{kN})=$	56.27	-23.40	56.98	-23.37	56.42	-22.28	56.56	-23.02	0.37	0.64
$P_{1/30}(\text{kN})=$	76.50	-18.33	77.25	-16.90	77.00	-19.48	76.92	-18.24	0.38	1.29
$P_{1/20}(\text{kN})=$	87.30	-9.25	88.97	-11.75	84.23	-12.54	86.83	-11.18	2.40	1.72
$P_{1/15}(\text{kN})=$	94.15	-6.67	94.13	-9.25	86.39	-8.88	91.56	-8.27	4.47	1.40
$P_{1/8}(\text{kN})=$	124.26	-0.25	116.75	-2.25	79.75	-0.25	106.92	-0.92	23.83	1.15
鉛直荷重 $P_{\max}(\text{kN})$	9.6		17.6		26.8		18.0		8.6	

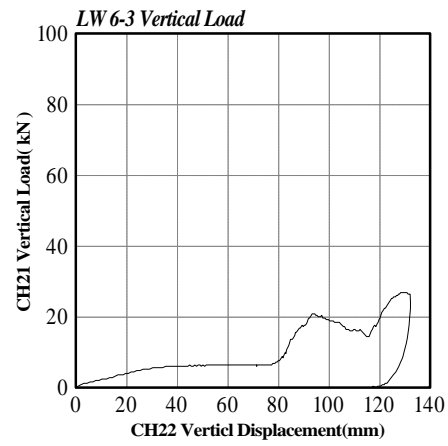
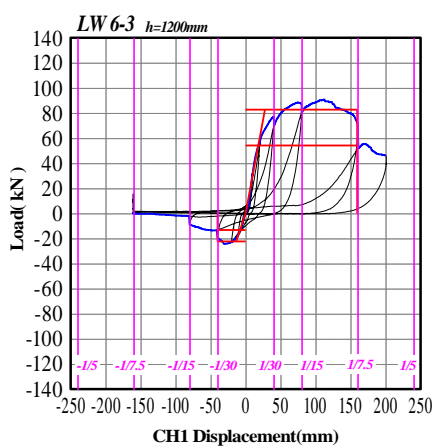
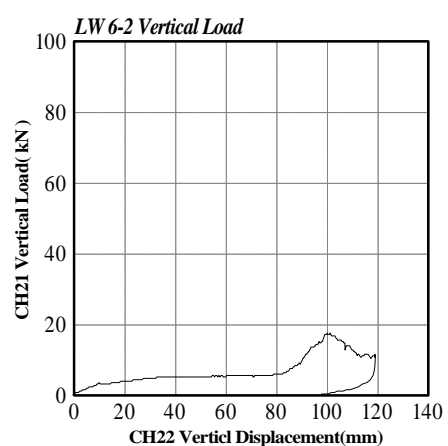
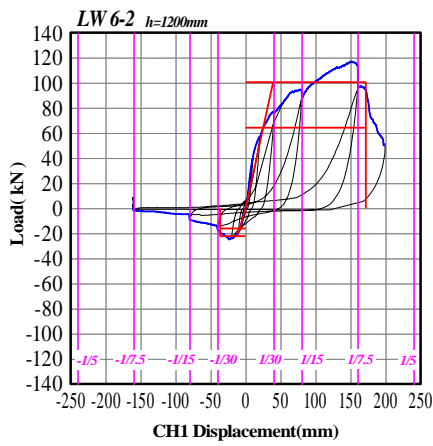
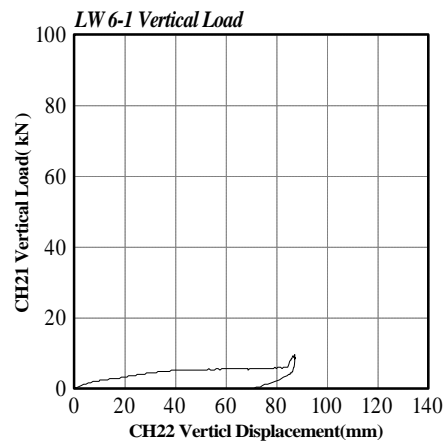
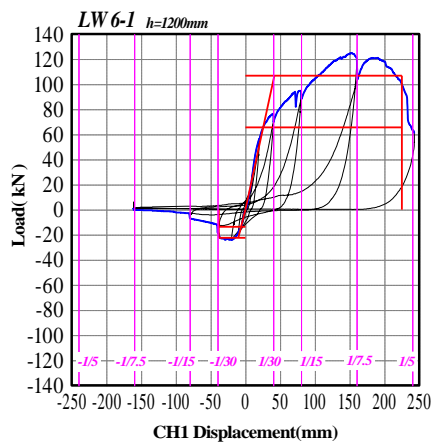


図 3.4.6 LW6 水平荷重 P_{CH0} —水平変位 δ_{CH1} 曲線(左)および鉛直荷重 P_{CH20} —鉛直変位 δ_{CH21} 曲線(右)















LW6-1		LW6-2		LW6-3	
					
試験前	+1/5 rad 時	試験前	+1/6 rad 時	+1/60 rad 時	+1/6 rad 時
					
+1/15 rad 時	-1/7.5rad 時 (2回目)	+1/15rad 時	-1/7.5rad 時 (2回目)	+1/15rad 時	-1/7.5rad 時 (2回目)
					
-1/7.5 rad 時	鉛直荷重 試験終了時	-1/7.5 rad 時	鉛直荷重 試験終了時	-1/7.5rad 時	鉛直荷重 試験終了時

写真 3.4.6 試験実施状況及び破壊状況