

### 3. 1. 2 接合部試験

#### 3. 1. 2. 1 試験目的及び試験体構成

##### 1) 試験目的

接合部特性をもとに CLT 耐力壁の挙動や耐力を予測するために CLT 耐力壁端部引き抜き力抵抗用の金物ならびに接合具について接合部試験を行い、接合部特性のデータを収集する。端部引き抜き力抵抗用の金物ならびに接合具としては 2 章で提案した HD 金物、L 型ビス用金物、長ビスとする。異なる接合部仕様の特性を得ることで、接合部仕様と CLT パネルの組み合わせによって、耐力壁特性がどのように変化するかなどを検証するための基礎データとする。

##### 2) 試験体構成

###### ①ホールダウン金物

木造軸組工法向けに日本住宅木材技術センターで開発されたホールダウン金物を 90mm 厚さの CLT ラミナ構成を考慮し、ビス配置は積層接着面から可能な限り離れた千鳥配置とした。なお、ボルトの設計芯は従来の C マーク金物と同様に取り付け面から 40mm とし、可動範囲±5mm 以上は確保し、アンカーボルトの施工精度を吸収できるようにした。またボルトについては汎用サイズの M16 を採用し、高耐力を目指すため強度区分は 10.9 とした。また座金のめり込みが剛性に直接影響するため、9mm 厚の座金とした。

CLT は Mx60A とし、ホールダウン金物を取り付く部分のラミナ幅は 103mm とし両端に金物を取り付け、偏心しないよう配慮した。金物図面を図 3.1.2.1-1 に、試験体図を図 3.1.2.1-2 に、加力及び測定位置を図 3.1.2.1-3 に示した。

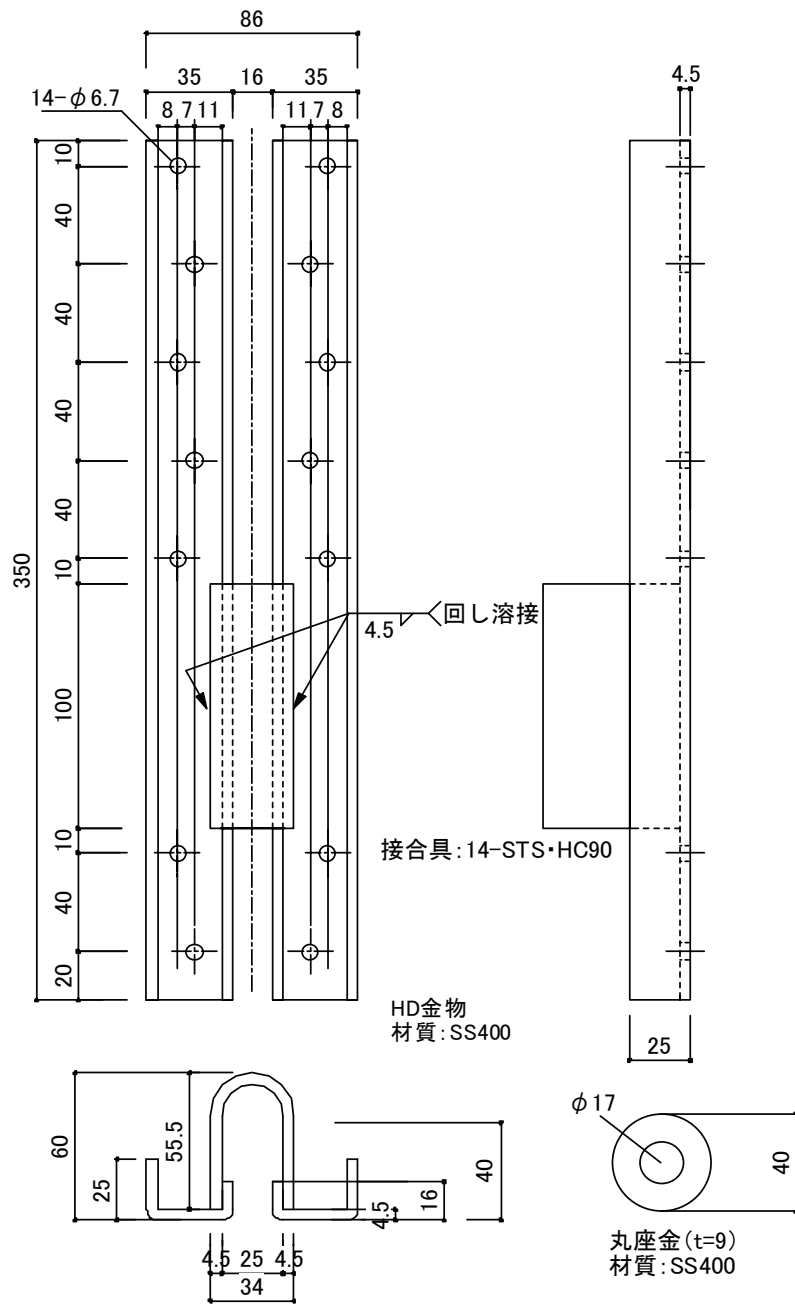


図 3.1.2.1-1 ホールドダウン金物図

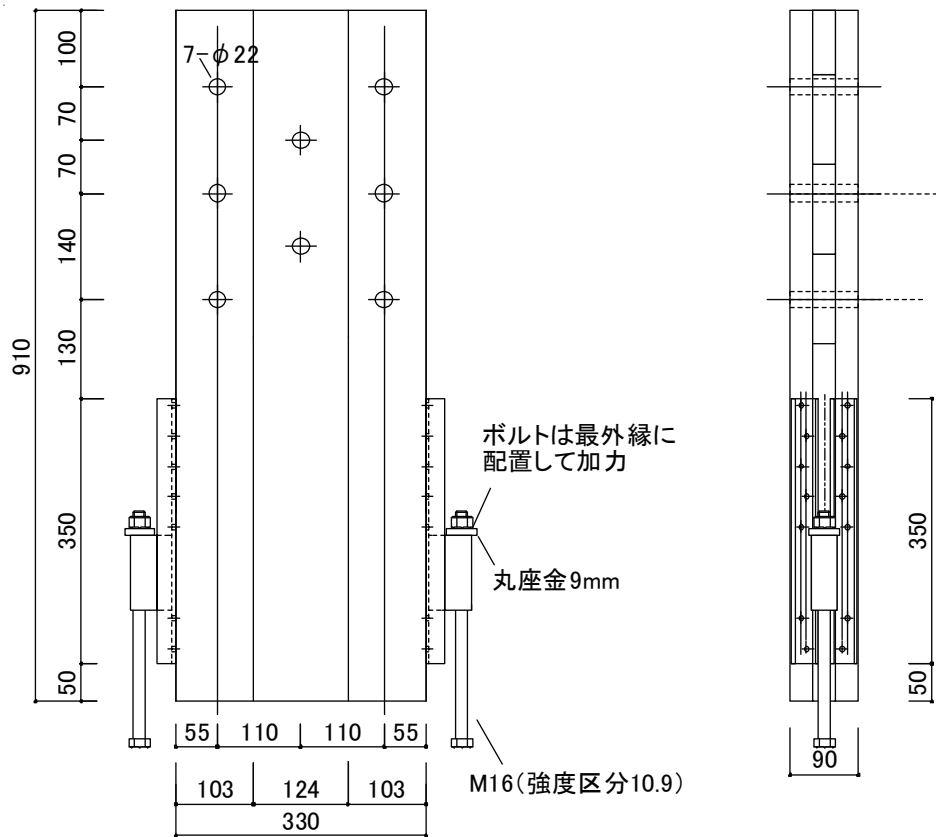


図 3.1.2.1-2 試験体図 (ホールダウン金物)

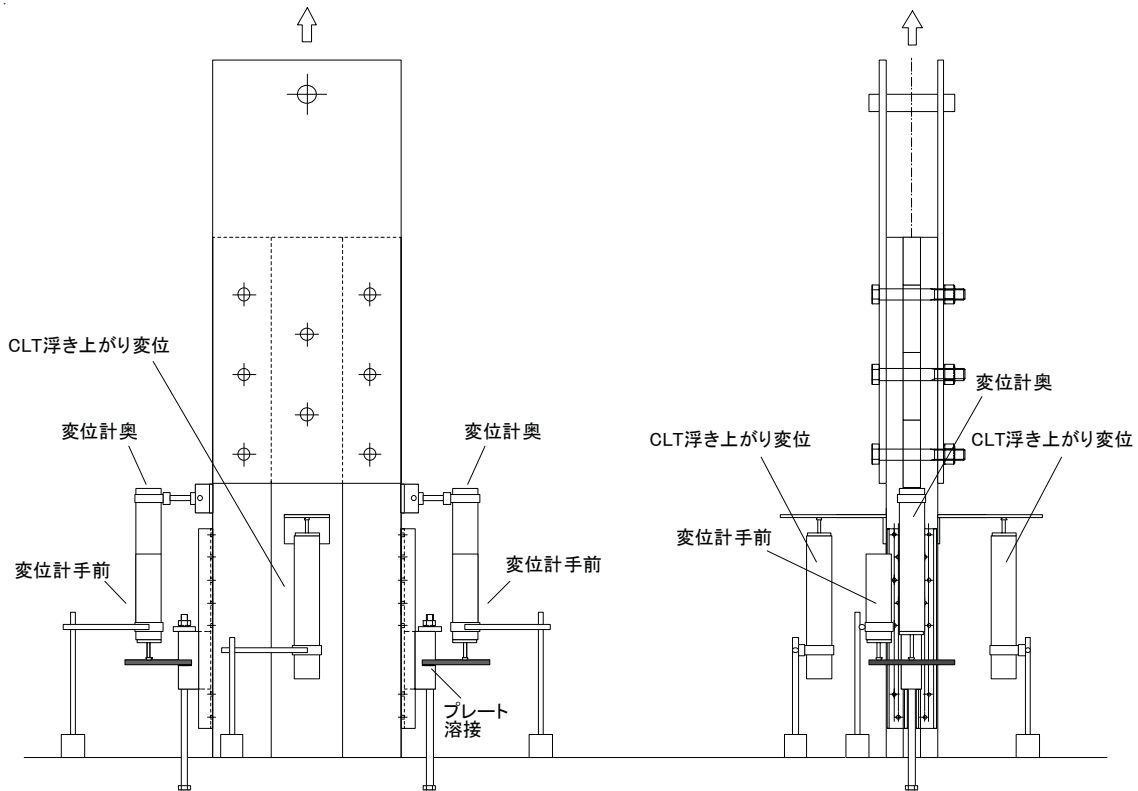


図 3.1.2.1-3 加力及び測定位置 (ホールダウン金物)

L型ビス用金物はビス配列や金物形状など新規に検討し形状を決定した。ビスが打たれる鋼板部分は面外曲げが生じるため、15mmのリブを設けて断面係数を大きくした。また溶接部分で破壊することがないように両面溶接とし耐力を高めた。底盤の板厚は基礎パッキンの厚みと合わせ、納まり上問題ない形状とした。CLTはMx60Aとし、ラミナ構成はホールダウン金物と同一とした。土台はスギ製材E70~90程度SD20以下とした。金物図面を図3.1.2.1-4に、試験体図を図3.1.2.1-5に、加力及び測定位置を図3.1.2.1-6に示した。

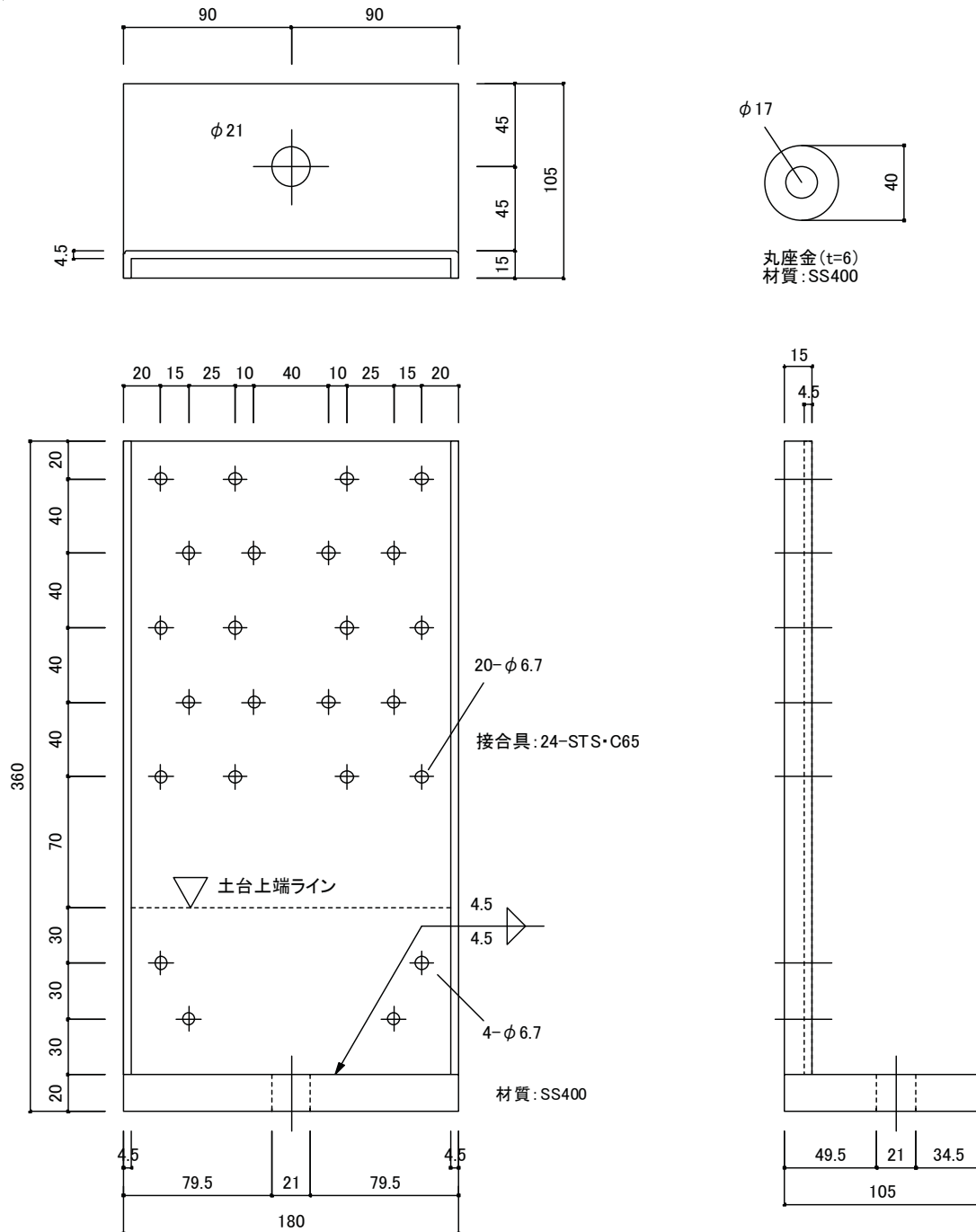


図 3.1.2.1-4 L型ビス用金物図

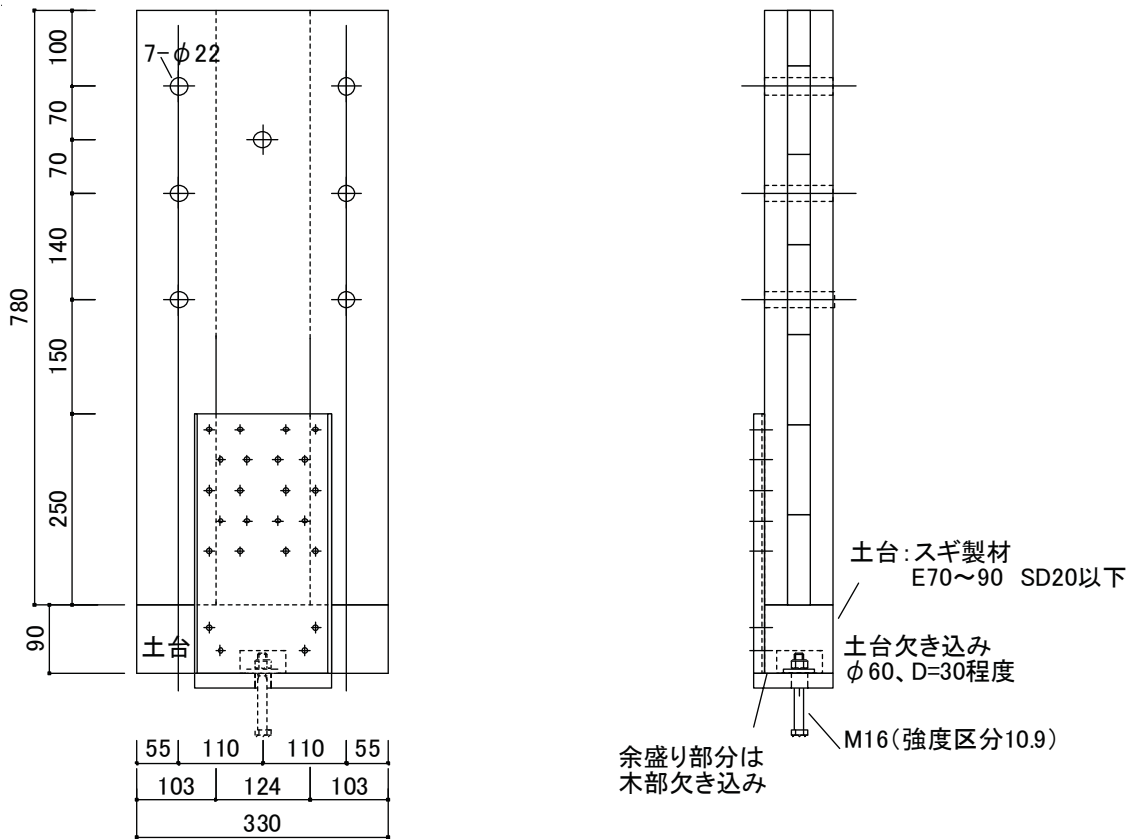


図 3.1.2.1-5 試験体図 (L型ビス用金物)

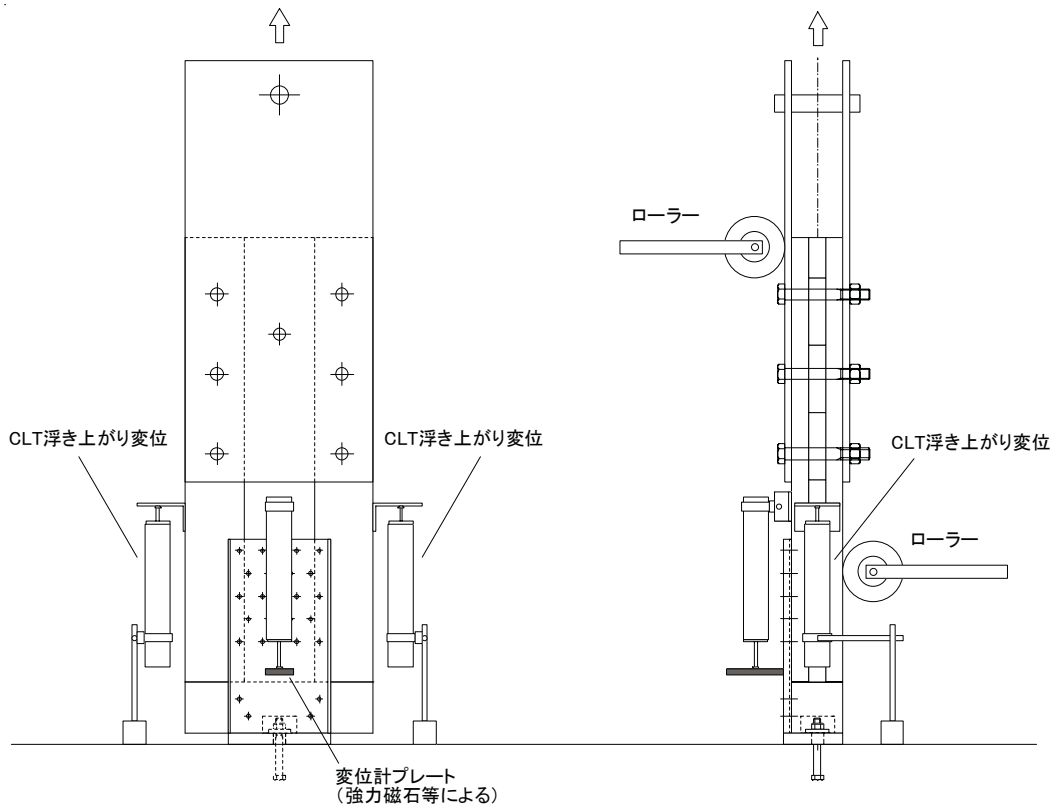


図 3.1.2.1-6 加力及び測定位置 (L型ビス用金物)

長ビスは東日本パワーファスニング製のパネリード PX8-170 とした。ビス本数はある程度耐力を単位化して把握できるように多数本とはせず、かつ加力時に回転が生じないように表2本裏2本の計4本とした。打ち込み角度は  $60^\circ$  とし CLT と土台の打ち込み深さが 1:1 程度となるようにした。CLT は Mx60A とし、ラミナ構成はホールダウン金物と同一とし、土台はスギ製材 E70~90 程度 SD20 以下とした。長ビス図面を図 3.1.2.1-7 に、試験体図を図 3.1.2.1-8 に、加力及び測定位置を図 3.1.2.1-9 に示した。

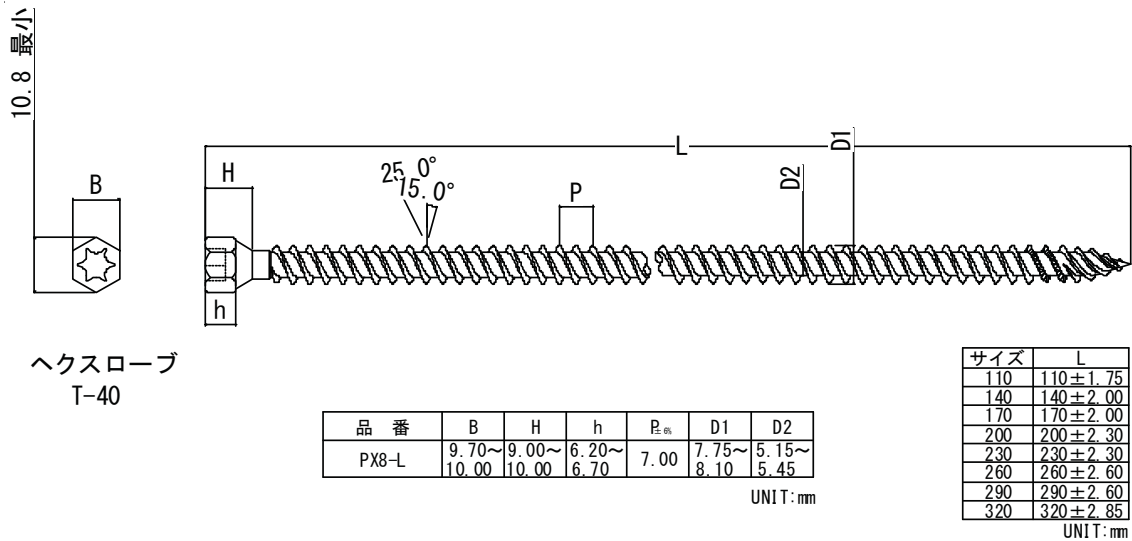


図 3.1.2.1-7 長ビス図面 (PX8-170)

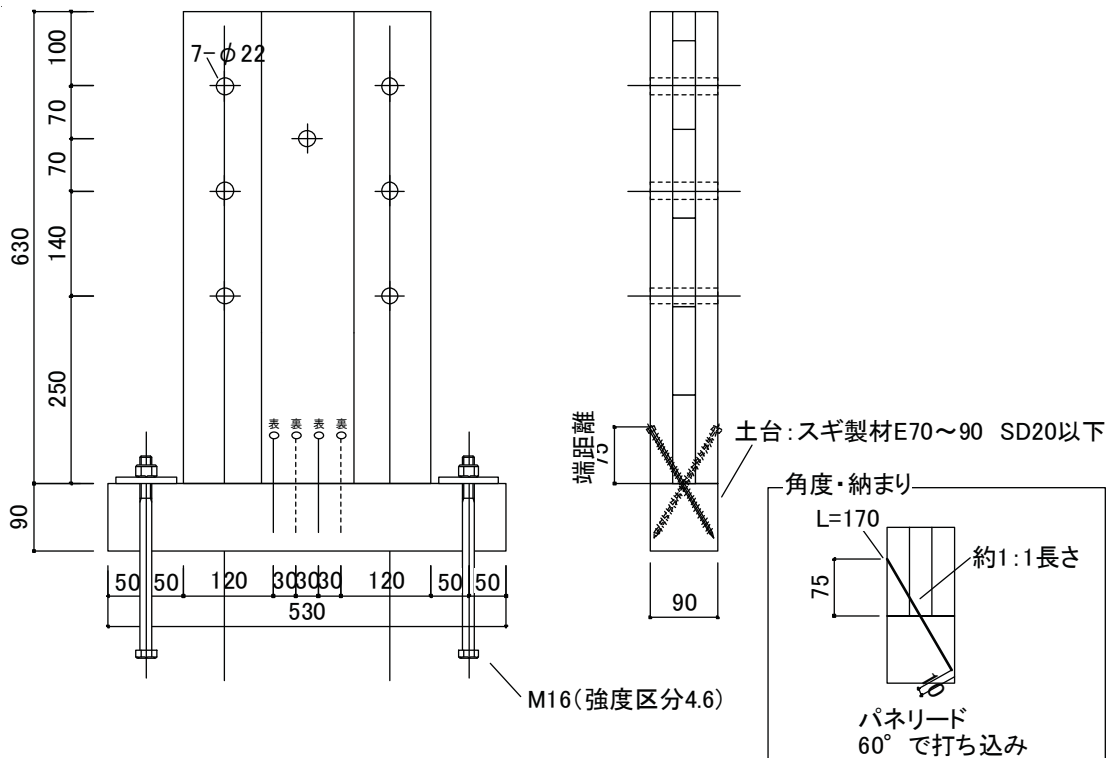


図 3.1.2.1-8 試験体図 (長ビス)

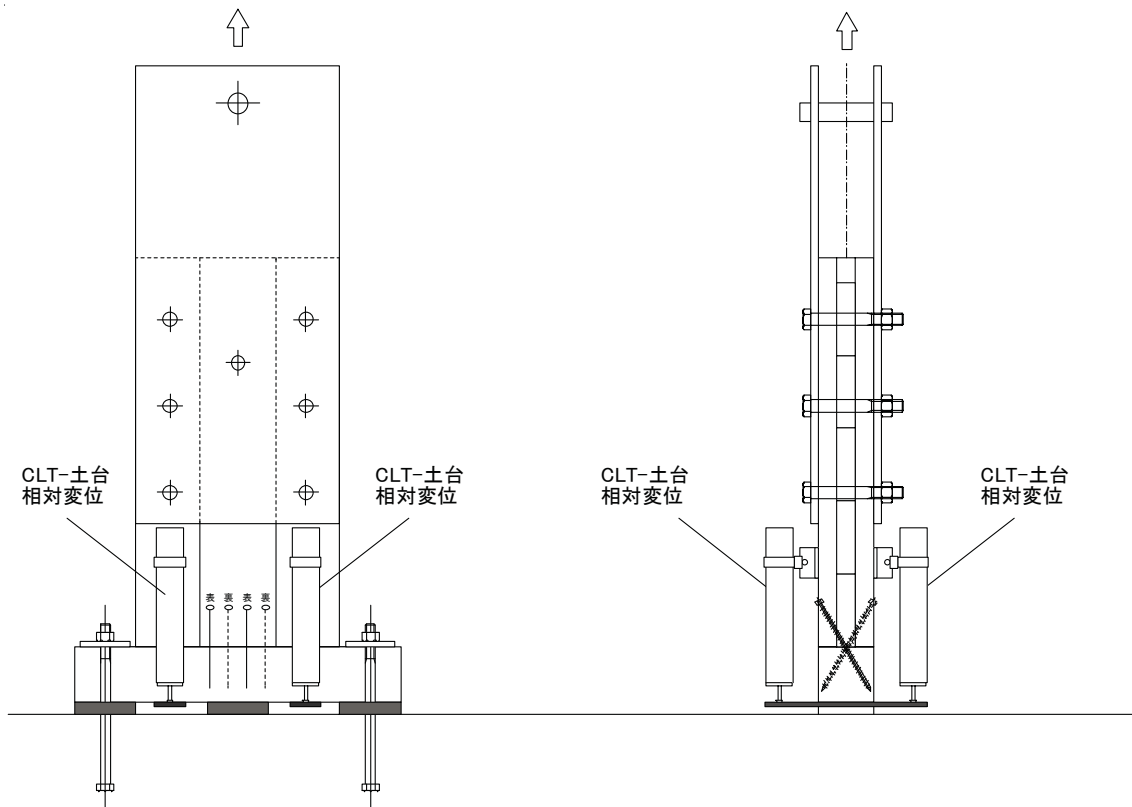


図 3.1.2.1-9 加力及び測定位置（長ビス）

### 3. 1. 2. 2 接合部試験結果

#### 1) ホールダウン金物

試験は2種類実施した。概要は表 3.1.2.2-1 に示す。

また、試験結果を表 3.1.2.2-2、図 3.1.2.2-1、写真 3.1.2.2-1 に示す。

表 3.1.2.2-1 試験体の概要

試験体記号	CLT 側使用ビス	アンカーボルト	備考
TK015-102	STS・HC90 14本	M16 (強度区分 10.9)	
TK015-112	STS・C65 14本	M16 (強度区分 10.9)	

表 3.1.2.2-2 試験結果

試験体記号	Pmax (kN)	$\delta$ max (mm)	2/3Pmax (kN)	2/3 $\delta$ max (mm)	Py (kN)	$\delta$ y (mm)	破壊状況
TK015-102	133.89 (66.94)	13.52	89.26 (44.63)	4.68	78.84 (39.42)	3.89	材木割れ、ビスの曲がり
TK015-112	126.16 (63.08)	7.94	84.11 (42.05)	2.78	65.56 (32.78)	1.87	材木割れ、ビスの曲がり

※試験体1体での結果を示す。また ( ) 内の数値は金物1ヶあたりの数値を示す。

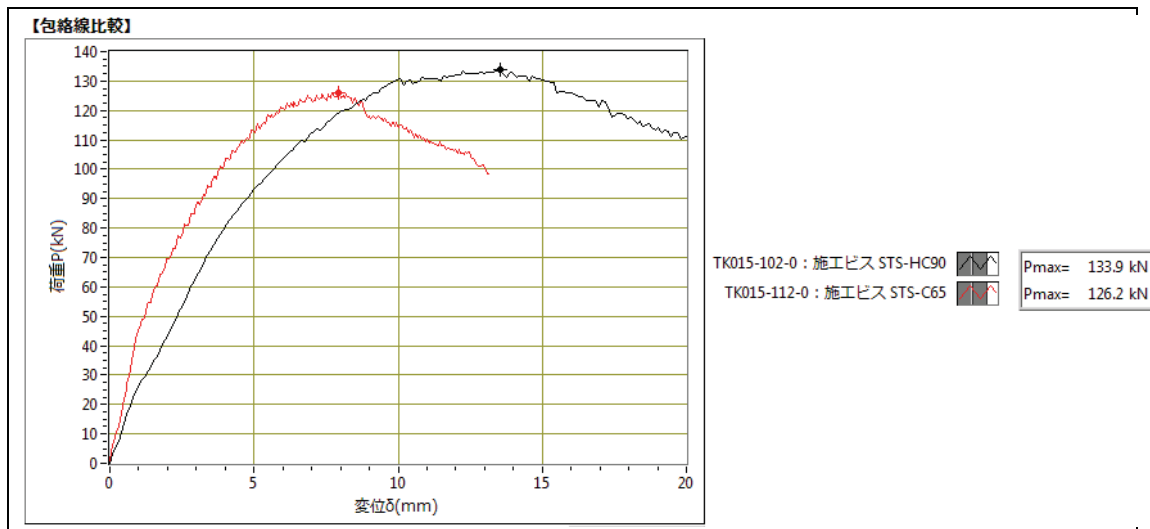


図 3.1.2.2-1 試験結果 (グラフ)





TK015-102

写真 3.1.2.2-1 代表的な破壊状況

## 2) L型ビス用金物

試験は5種類実施した。概要は表 3.1.2.2-3 に示す。

また、試験結果を表 3.1.2.2-4、図 3.1.2.2-2、写真 3.1.2.2-2 に示す。

表 3.1.2.2-3 試験体の概要

試験体記号	CLT 側使用ビス	土台側使用ビス	アンカーボルト	備考
TK015-100	STS・C65 20本	STS・C65 4本	M16 (強度区分 10.9)	
TK015-101	STS・C65 20本	STS・C65 4本	M20 (強度区分 10.9)	
TK015-105	STS・C65 16本	STS・C65 4本	M16 (強度区分 10.9)	
TK015-108	STS・C65 12本	STS・C65 4本	M16 (強度区分 10.9)	
TK015-109	STS・C65 14本	STS・C65 4本	M16 (強度区分 10.9)	

表 3.1.2.2-4 試験結果

試験体記号	Pm30 (kN)	$\delta$ m30 (mm)	2/3Pmax (kN)	2/3 $\delta$ max (mm)	Py (kN)	$\delta$ y (mm)	破壊状況
TK015-100	96.22	15.34	64.15	6.10	52.40	4.63	アンカーボルト破断
TK015-101	119.21	28.95	79.47	8.72	72.78	7.77	ビスのめり込み、曲がり
TK015-105	96.87	21.09	64.58	6.71	50.82	4.26	アンカーボルト破断
TK015-108	74.78	29.85	49.85	5.59	47.46	5.14	ビスのめり込み、曲がり
TK015-109-0	90.44	27.07	60.29	5.95	52.03	4.70	ビスのめり込み、曲がり
TK015-109-1	85.19	27.51	56.79	5.30	53.08	4.59	ビスのめり込み、曲がり
TK015-109-2	81.96	20.27	54.64	4.72	42.64	3.07	ビスのめり込み、曲がり

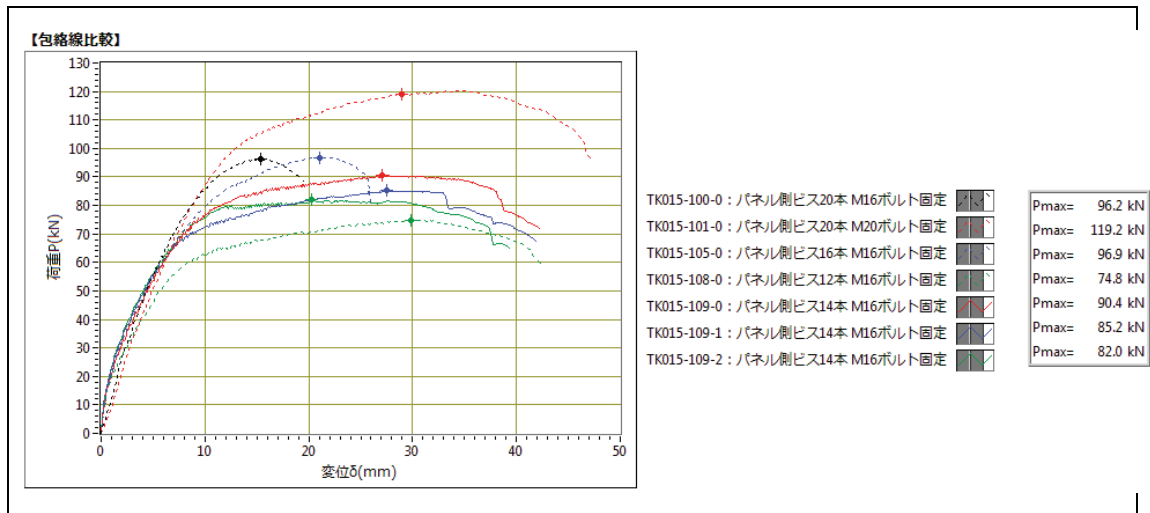


図 3.1.2.2-2 試験結果 (グラフ)

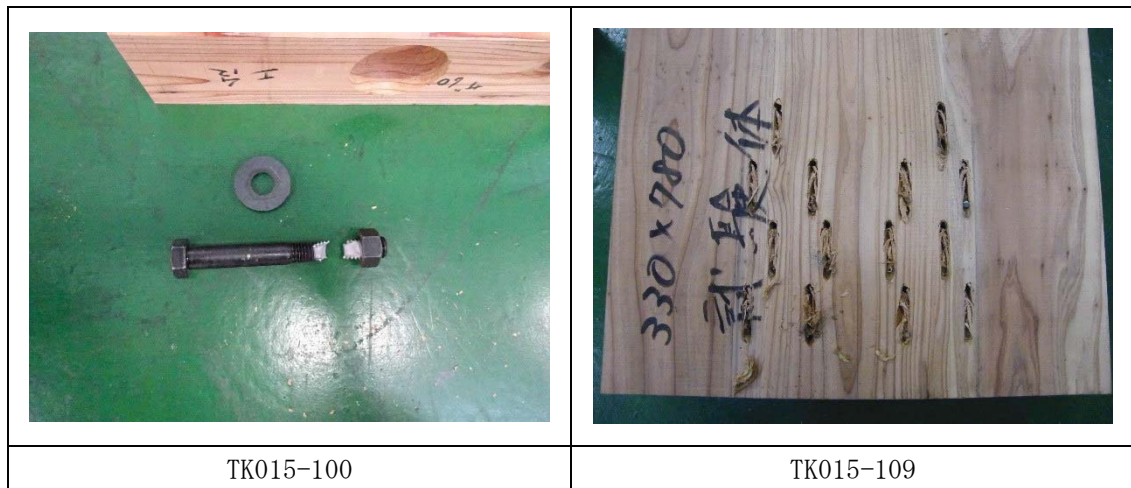


写真 3.1.2.2-2 代表的な破壊状況

### 3) 長ビス

試験は1種類実施した。

試験結果を表 3.1.2.2-5、図 3.1.2.2-3、写真 3.1.2.2-3 に示す。

表 3.1.2.2-5 試験結果

試験体記号	Pmax (kN)	$\delta$ max (mm)	2/3Pmax (kN)	2/3 $\delta$ max (mm)	Py (kN)	$\delta$ y (mm)	破壊状況
TK015-103-0	26.92	1.05	17.95	0.29	16.65	0.26	ビスの抜け、土台割れ
TK015-103-1	24.97	1.03	16.65	0.24	12.30	0.05	ビスの抜け、土台割れ
TK015-103-2	29.65	0.82	19.77	0.20	16.52	0.14	ビスの抜け、土台割れ
TK015-103-3	31.08	1.53	20.72	0.66	15.65	0.45	ビスの抜け
TK015-103-4	28.79	1.40	19.19	0.37	13.46	0.10	ビスの抜け、土台割れ
TK015-103-5	26.34	1.51	17.56	0.49	12.61	0.23	ビスの抜け
TK015-103-6	34.63	1.76	23.09	0.74	23.96	0.76	ビスの抜け
Ave.	29.24	1.34	19.50	0.45	15.75	0.29	

※試験体 1 体での結果を示す。また、Ave.は 1～6 体目の平均とした。

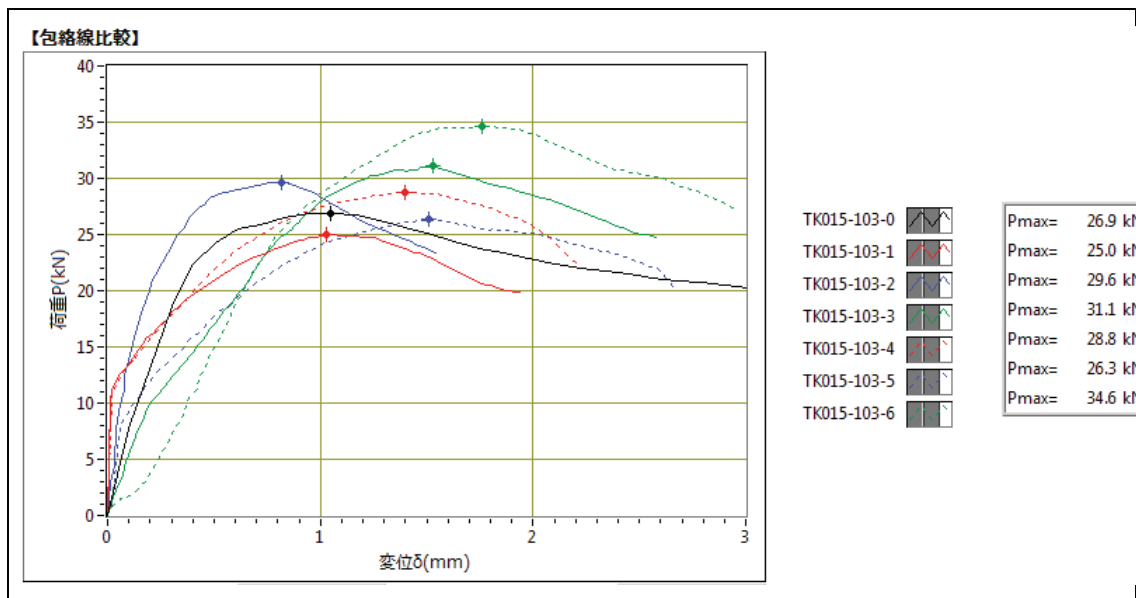


図 3.1.2.2-3 試験結果 (グラフ)



写真 3.1.2.2-3 代表的な破壊状況

#### 4) 考察

##### <ホールダウン金物>

120mm 角のスギ製材において短期基準耐力は 49.9kN（金物 1 個当たり）であったが、CLT を主材とした場合、39.42kN（金物 1 個当たり）となりスギ製材の試験結果よりも低い。CLT の場合、試験体 1 体分の耐力であるが、スギ製材の場合 6 体の 5% 下限値で耐力を表示しているため、CLT では大幅に耐力が低いという結果になる。CLT の試験では、CLT 下端に向けてビス位置で割れが繋がり、結果的に木口まで割れが拡大して耐力が低下した。120mm 角のスギ製材の場合、主材の幅が大きいため左右方向の端距離が大きく確保できるが、CLT の場合、ラミナ幅 30mm の範囲でビスを千鳥にしているため、相対的にビスの端距離が小さくなる。金物の下端から木口までの距離は製材、CLT の両試験ともに同一の 50mm としているため、CLT の耐力が低かったのは、左右方向の端距離が小さいことが大きく影響しているものと推察される。また金物の上部が加力最終付近で両側から中心に向かってすばむ方向に変形するため、それに追従した 90mm（STS・HC90）長さのビスによって繊維直交方向へ割り裂いてしまう現象が見られた。そのため金物形状は現状のままとし、長さの短い 65mm ビス（STS・C65）では割り裂きを減少させられる可能性があるため確認試験を行った。最終的な破壊性状は変わらないが、STS・C65 を用いた場合の方が、STS・HC90 に比べ初期の木部割裂の進展が緩やかなため、初期の立ち上がりの高い包絡線を描いた。この結果を受け、耐力壁試験におけるホールダウン金物のビスは 65mm 長さのビスを用いることとした。

##### <L型ビス用金物>

ビスの木部へのめり込みや曲がりによって耐力低下したものについては概ね、既往の実験結果と等しい耐力が発現できていた。CLT 側に打つビス本数が多いとアンカーボルトが引張と曲げによる複合応力で破断することが見られた。そのため CLT 側に打つビス本数の耐力と複合応力で破断してしまうアンカーボルトの耐力とをバランスさせなくてはならない。ビスの本数としては 12 本又は 14 本が適当だと思われるが、CLT の強度ばらつきの中で強い側に木材の強度が振れた場合に、本数の多い 14 本では、CLT 側が強くなりすぎ、複合応力によってアンカーボルトが先行破壊してしまう危険性が考えられる。そこで耐力壁試験においては CLT 側に打つビス本数は 12 本としアンカーボルトに余力を持たせた仕様にて試験を行うこととした。

##### <長ビス>

短期基準耐力は概ね 15kN 程度、最大荷重で 29kN 程度であった。また相対変位 1mm 以降で荷重低下を始めるというものが多く見られた。試験体の中では、大きな耐力を示すものもあり、ビスを打つ CLT や土台の木部状況によって耐力のばらつきが生じてしまうことが見受けられるが、施工性や納まりが良いため、本数や仕様は変更を加えず、接合部試験と同仕様で耐力壁試験を行うこととした。