

付.2 実験報告書

直接グラウト接合(表面加工)におけるコブ一節の引張実験<実験 B>

実験 B

直接グラウト接合(表面加工)における
コブ一節の引張実験

実験報告書

目次

1. 一般事項	付 2-1
2. 試験体	付 2-3
3. 実験方法	付 2-4
4. 実験結果	付 2-7
5. 実験写真	付 2-9

1. 一般事項

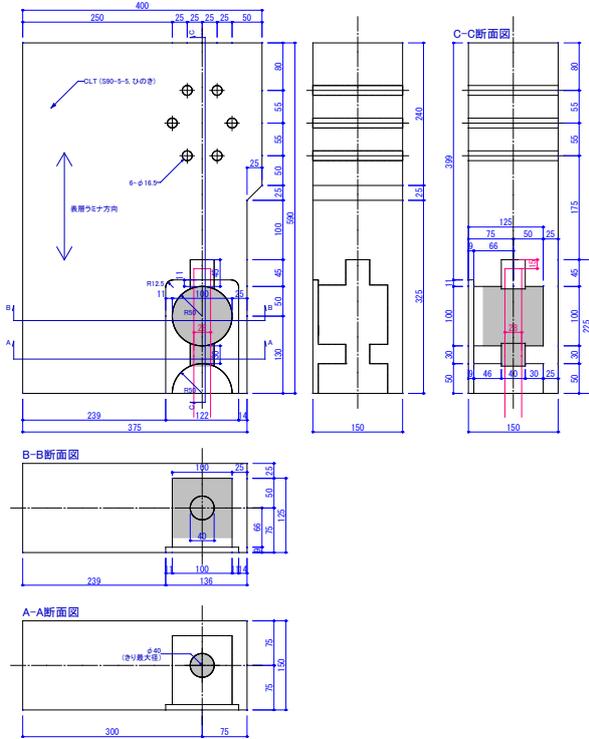
<p>(1) 件名</p>	<p>CLT パネル工法等による中層建築物に適したグラウトジョイントの開発と設計情報整備に関する検討 直接グラウト接合(表面加工)におけるコブ一節の引張実験</p>
<p>(2) 実験概要</p>	<p>[1] 目的 グラウトジョイントを用いた CLT パネル工法等の構造計算の技術資料とすることを目的とする。</p> <p>[2] 実験実施期間 試験体製作：9月19日～9月20日 (CLT パネル製作・加工期間等除く、 グラウト養生期間：10日～12日間程度) 実験実施：9月30日</p> <p>[3] 試験体 1) 試験体名</p> <div data-bbox="523 909 1342 1200" style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>試験体名の説明</p> <p>↑ C ↑ D ↑ fl ↑ Ce ↑ T - 1</p> <p>↑ 試験体番号(1:1/2体目、2:2/2体目)</p> <p>↑ 実験方法(T:引張)</p> <p>↑ コブの形状(C:円形、S:四角形、L:長丸形(eは縁あき部無効))</p> <p>↑ コブの節数(fl:1節)</p> <p>↑ 接合仕様(S:スリーブ接合(使用無)、D:直接グラウト接合)</p> <p>↑ 木材仕様(C:CLT、L:集成材(使用無))</p> </div> <p>円形コブ仕様 CDflCT-1・2、CDflCeT-1・2 コブ形状：円形φ100 (深さ125mm,グラウト注入範囲100mm) 鋼棒：異形鉄筋(D25,SD345)</p> <p>四角形コブ仕様 CDflST-1・2、CDflSeT-1・2 コブ形状：四角形100×100 角R12.5 (深さ125mm,グラウト注入範囲100mm) 鋼棒：異形鉄筋(D25,SD345)</p> <p>長丸形コブ仕様 CDflLT-1・2、CDflLeT-1・2 コブ形状：長丸形2-φ100 中心距離20mm (深さ125mm,グラウト注入範囲100mm) 鋼棒：異形鉄筋(D25,SD345)</p>

	<p>2) 使用材料</p> <p>モルタルグラウト : SS モルタル 120N (日本スプライススリーブ株式会社)</p> <p>実験時の圧縮応力度 117.3N/mm² (テストピース 3 体の平均値)</p> <p>CLT 壁パネル : S90-5-5(厚さ 150mm) 樹種ヒノキ</p> <p>異形鉄筋 : D25 SD345</p> <p>3) 試験体数</p> <p>CDfICT、CDfICeT : 各 2 体 (合計 4 体)</p> <p>CDfIST、CDfISeT : 各 2 体 (合計 4 体)</p> <p>CDfILT、CDfILeT : 各 2 体 (合計 4 体)</p> <p>[4] 載荷方法</p> <p>・引張加力</p>
(3) 実験実施機関 及び実施場所	<p>株式会社エヌ・シー・エヌ 埼玉県川口市本蓮 1-12-13 木構造技術センター (Timber Structure Lab.)</p>

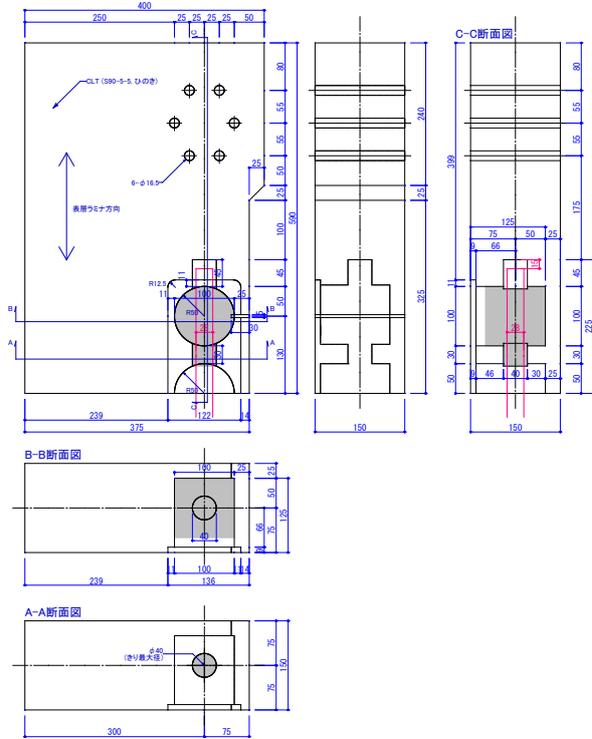
2. 試験体

(1) 試験体図を以下に示す。

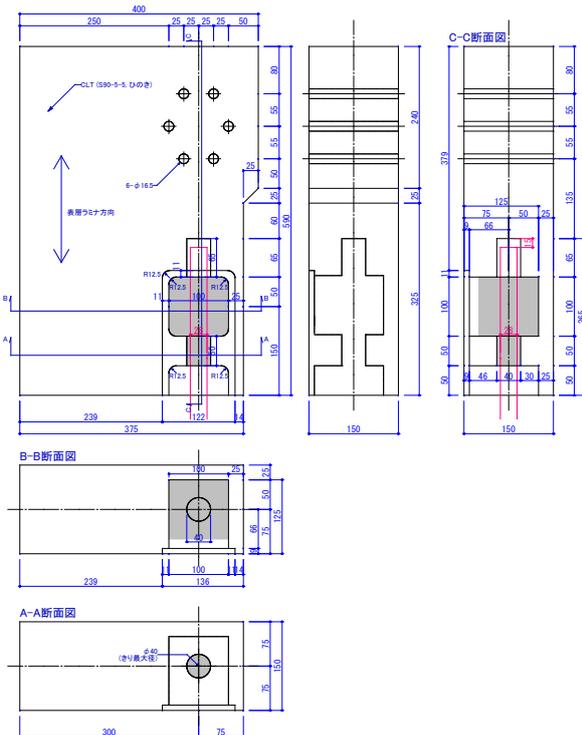
円形コブ仕様 CDf1CT



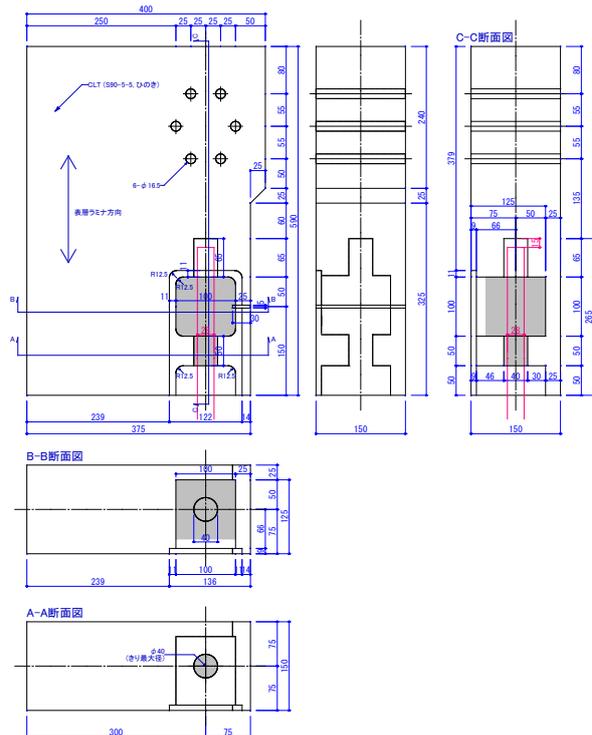
円形コブ仕様(縁あき部無効) CDf1CeT



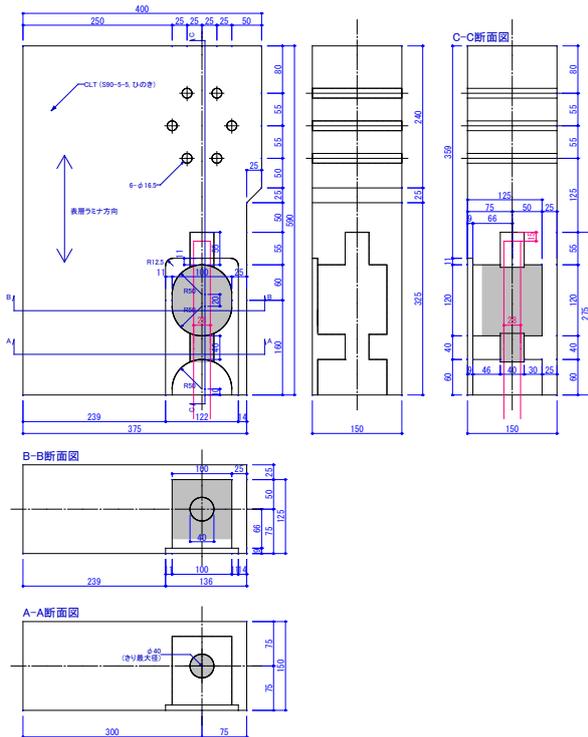
四角形コブ仕様 CDf1ST



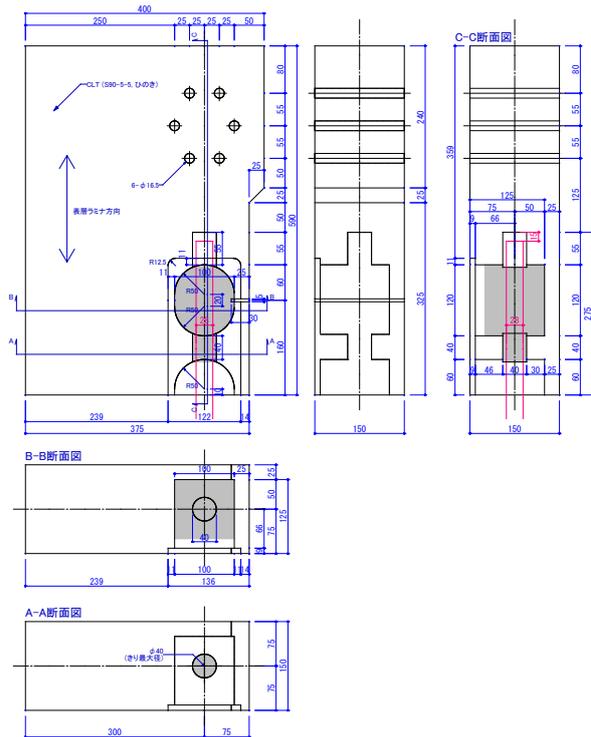
四角形コブ仕様(縁あき部無効) CDf1SeT



長丸形コブ仕様 CDfILt



長丸形コブ仕様(縁あき部無効) CDfILeT



3. 実験方法

(1) 実験方法

実験は、接合部の引張実験とし(財)日本住宅・木材技術センター「2016年版 CLTを用いた建築物の設計施工マニュアル」の「第10章 CLTパネル工法における接合部試験・評価方法」を参考にして行う。なお、実験の種類は、上記マニュアルの「10.3.1 試験の種類」の試験方法B(接合部の一部分を評価するための試験)とする。

(2) 試験体の設置

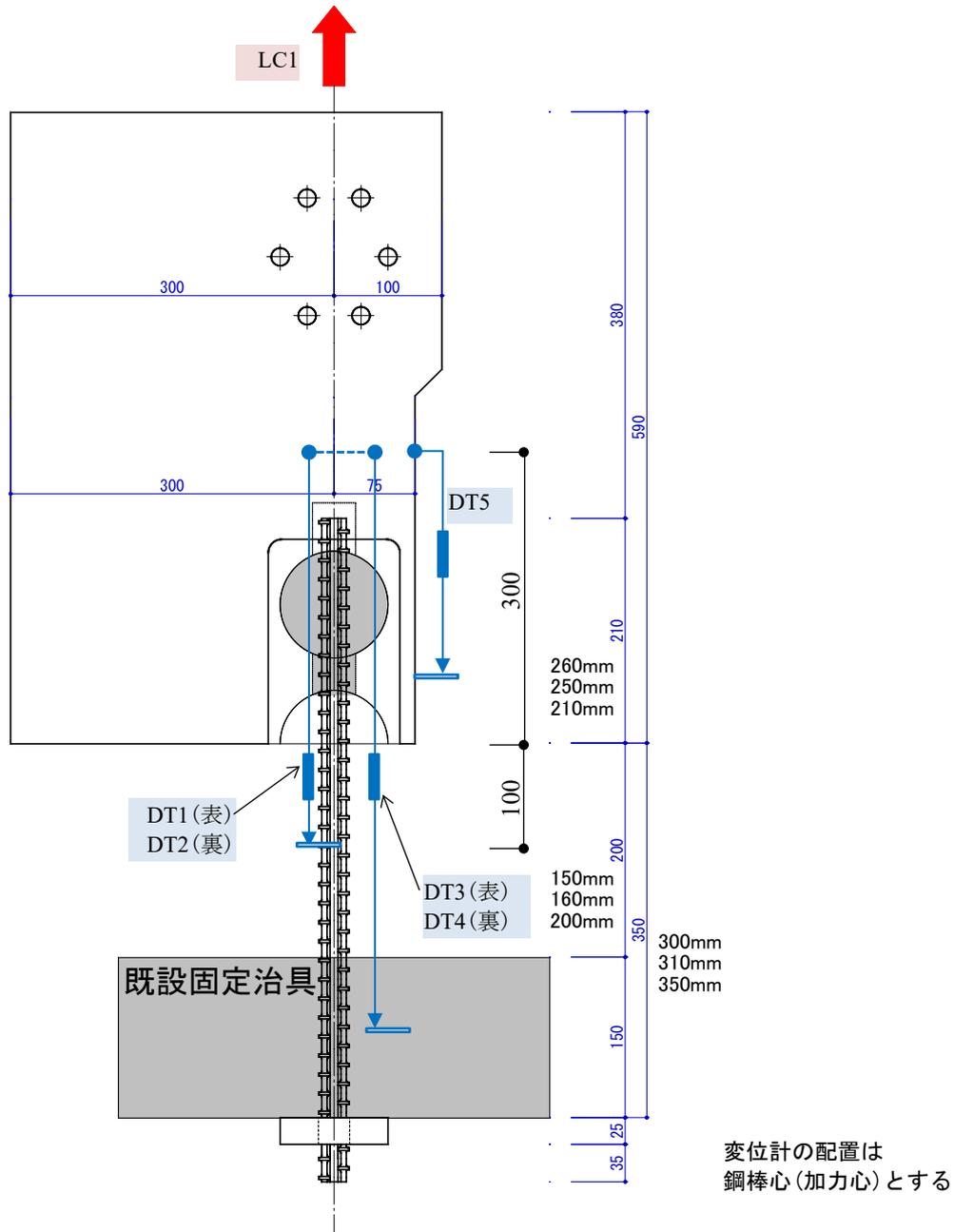
試験体は、以下に示す万能試験機に設置した。



(株式会社エヌ・シー・エヌ
木構造技術センターHP より)

(3) 荷重及び変位の計測

荷重及び変位の計測を以下に示す。



記号	計測項目
LC1	鉛直荷重(kN) 試験機荷重計
DT1、DT2	接合部上部(CLT 底部から高さ 300mm)の鉛直方向変位【鋼棒との相対変位】
DT3、DT4	接合部上部(CLT 底部から高さ 300mm)の鉛直方向変位【固定治具との相対変位】
DT5	コブ位置上下の CLT 側面の鉛直方向変位【相対変位】

(4) 荷重方法

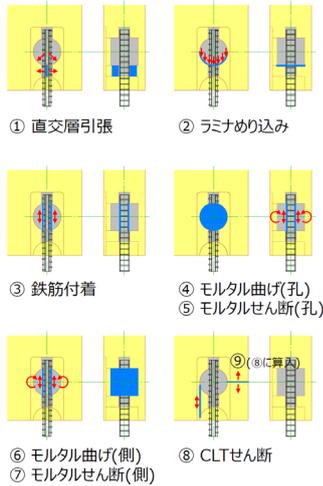
荷重方法は、引張方向の単調加力とする。荷重には万能試験機（容量：1000kN）を用いる。加力は、最大荷重に達した後、最大荷重の80%に荷重が低下するまでとする。

最大耐力の推定

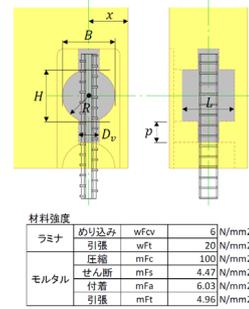
- ・円形コブ仕様 CDFICT：42.4kN CLT直交層の引張破壊(縁あき有効として推定, B列)
CDFICeT：42.4kN CLT直交層の引張破壊(縁あき無効として推定, B列)
- ・四角形コブ仕様 CDFIST：48.1kN 異形鉄筋の付着破壊(縁あき有効として推定, C列)
CDFISeT：44.7kN モルタル(側)のせん断破壊(縁あき無効として推定, C列)
- ・長丸形コブ仕様 CDFILT：52.5kN CLTラミナへのめり込み破壊(縁あき有効として推定, D列)
CDFILeT：52.5kN CLTラミナへのめり込み破壊(縁あき無効として推定, D列)

◆縁あき有効(縁あき75mm)として推定

✓ 接合部形状の設定根拠 (Case 2, 定着鉄筋D25) - 必要コブ数はD29と同じ



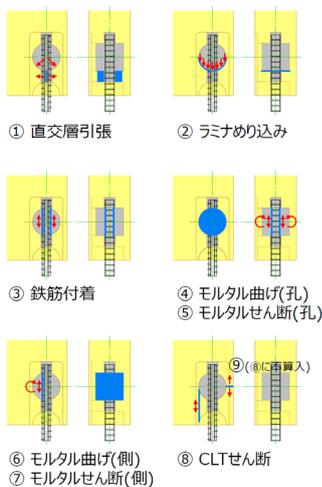
	A	B	C	D	
横孔高さ	H	100	100	100	120
横孔幅	B	100	100	100	100
横孔R	R	50	50	25	50
横孔長さ	L	100	100	100	100
横孔位置	x	125	125	125	125
横孔間隔内法	p	25	30	50	40
縦孔径	Dv	40	40	40	40
鉄筋径	Sd	28	28	28	28
鉄筋周長	C	79.8	79.8	79.8	79.8
横孔有効Zc	Ze	98175	98175	145289	151576
横孔有効Ae	Ae	7856	7856	9465	9856
①直交層引張	Tb	35.4	42.4	141.4	56.6
②ラミナめり込み	Tb	52.5	52.5	52.5	52.5
③鉄筋付着	Le	100.0	100.0	100.0	120.0
	Tb	48.1	48.1	48.1	57.8
	Mb	486.5	486.5	719.9	751.1
④モルタル曲げ(孔)	Lc	36.0	36.0	36.0	36.0
	Tb	65.6	65.6	97.1	101.3
⑤モルタルせん断(孔)	Tb	97.6	97.6	117.5	122.4
	Mb	825.8	825.8	825.9	1189.1
⑥モルタル曲げ(側)	Lc	36.0	36.0	36.0	36.0
	Tb	111.4	111.4	111.4	160.4
⑦モルタルせん断(側)	Tb	89.4	89.4	89.4	107.3
最小引張強さ	Tb.min	35.4	42.4	48.1	52.5
目標引張強さ	Treq	280.0	280.0	280.0	280.0
必要な横孔数	Nreq	7.9	6.6	5.8	5.3
	ctFt	9.22	9.22	9.22	9.22
	ctFs	2.59	2.59	2.59	2.59
⑧CLT集合型せん断	横孔数n	7	6	5	5
	t	141	141	141	141
	Lx	75	75	75	75
	Ly	792.5	722.5	548.75	667.5
	ITb	393.1	367.6	304.1	347.5
	ITb/1.3Ty	1.73	1.62	1.34	1.53
⑨CLT縁あき引張	Tb	283.0	283.0	283.0	283.0
	Tb/Treq	1.01	1.01	1.01	1.01



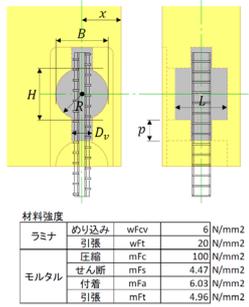
2023実験Tmax
アンカー推定上限破断耐力は
D22: 232.2kN, D25: 304.2kN
小数点以下切り捨て
→ ①～⑦のTbは多分過小、⑧に対して安全側
CLT強度が規格値なので1.3Tyに対して検定
Tb/2を縁あき部負担と仮定
Treq=280kNに対する検定比

◆縁あき無効(縁あき25mm)として推定

✓ 接合部形状の設定根拠 (Case 1, 定着鉄筋D25) - Tb.min, 必要コブ数はD29と同じ



	A	B	C	D	
横孔高さ	H	100	100	100	120
横孔幅	B	100	100	100	100
横孔R	R	50	50	25	50
横孔長さ	L	100	100	100	100
横孔位置	x	75	75	75	75
横孔間隔内法	p	25	30	50	40
縦孔径	Dv	40	40	40	40
鉄筋径	Sd	28	28	28	28
鉄筋周長	C	79.8	79.8	79.8	79.8
横孔有効Zc	Ze	98175	98175	145289	151576
横孔有効Ae	Ae	7856	7856	9465	9856
①直交層引張	Tb	35.4	42.4	141.4	56.6
②ラミナめり込み	Tb	52.5	52.5	52.5	52.5
③鉄筋付着	Le	100.0	100.0	100.0	120.0
	Tb	48.1	48.1	48.1	57.8
	Mb	486.5	486.5	719.9	751.1
④モルタル曲げ(孔)	Lc	36.0	36.0	36.0	36.0
	Tb	65.6	65.6	97.1	101.3
⑤モルタルせん断(孔)	Tb	97.6	97.6	117.5	122.4
	Mb	825.8	825.8	825.9	1189.1
⑥モルタル曲げ(側)	Lc	36.0	36.0	36.0	36.0
	Tb	55.7	55.7	55.7	80.2
⑦モルタルせん断(側)	Tb	44.7	44.7	44.7	53.6
最小引張強さ	Tb.min	35.4	42.4	44.7	52.5
目標引張強さ	Treq	280.0	280.0	280.0	280.0
必要な横孔数	Nreq	7.9	6.6	6.3	5.3
	ctFt	—	—	—	—
	ctFs	2.59	2.59	2.59	2.59
⑧CLT集合型せん断	横孔数n	7	6	6	5
	t	141	141	141	141
	Lx	—	—	—	—
	Ly	792.5	722.5	636.25	667.5
	ITb	289.4	263.8	232.4	243.8
	ITb/1.3Ty	1.27	1.16	1.02	1.07
⑨CLT縁あき引張	Tb	121.0	121.0	121.0	121.0
	Tb/Treq	0.43	0.43	0.43	0.43



2023実験Tmax
アンカー推定上限破断耐力は
D22: 232.2kN, D25: 304.2kN
小数点以下切り捨て
→ ①～⑦のTbは多分過小、⑧に対して安全側
CLT強度が規格値なので1.3Tyに対して検定
Tb/2を縁あき部負担と仮定
Treq=280kNに対する検定比

(5) データの集録

変位計、ひずみゲージ、ロードセルを静デジタルひずみ測定器、コンピュータシステムに接続して行う。

4. 実験結果

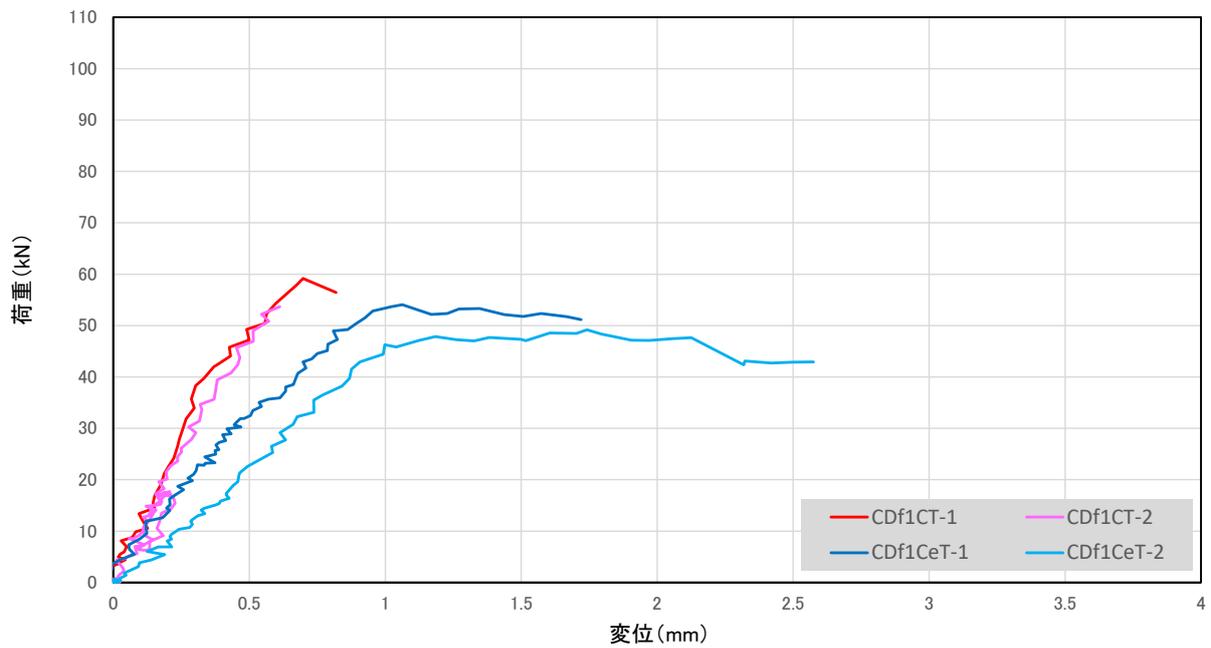
荷重はロードセルにより測定された値とし、変位は下式による。

$$\text{変位 } \delta = (\delta_1 + \delta_2) / 2$$

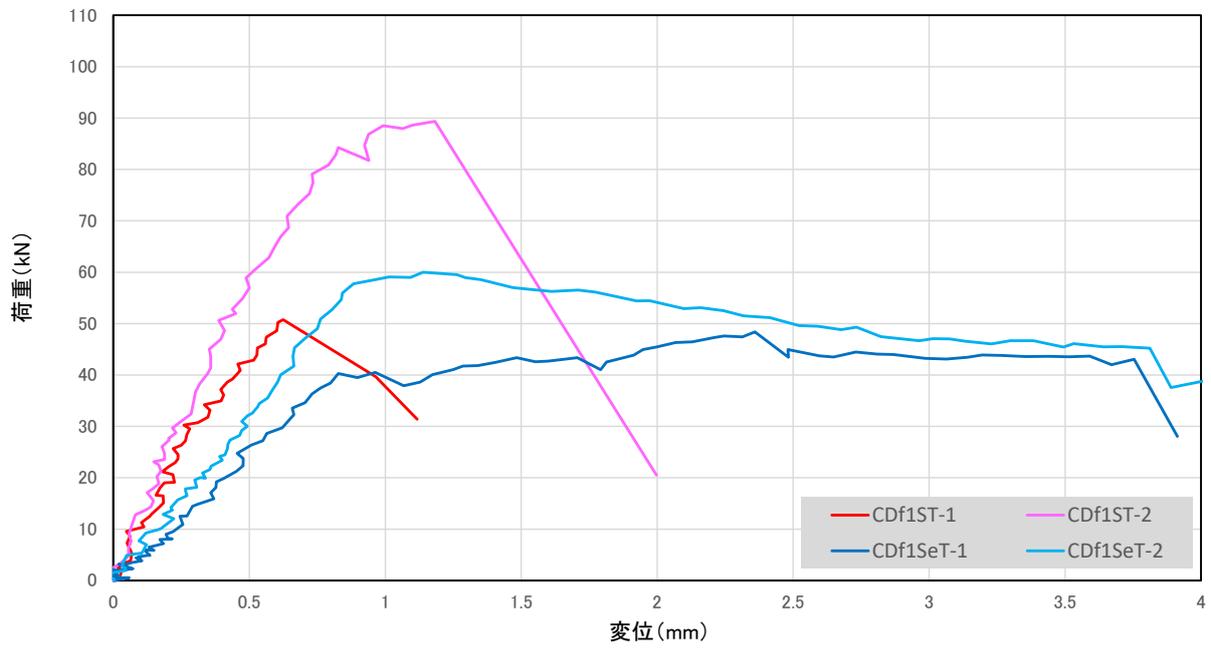
ここで、 δ_1 : 変位計 DT1 による計測値 δ_2 : 変位計 DT2 による計測値

円形コブ仕様 CDf1CT 円形縁あき有効

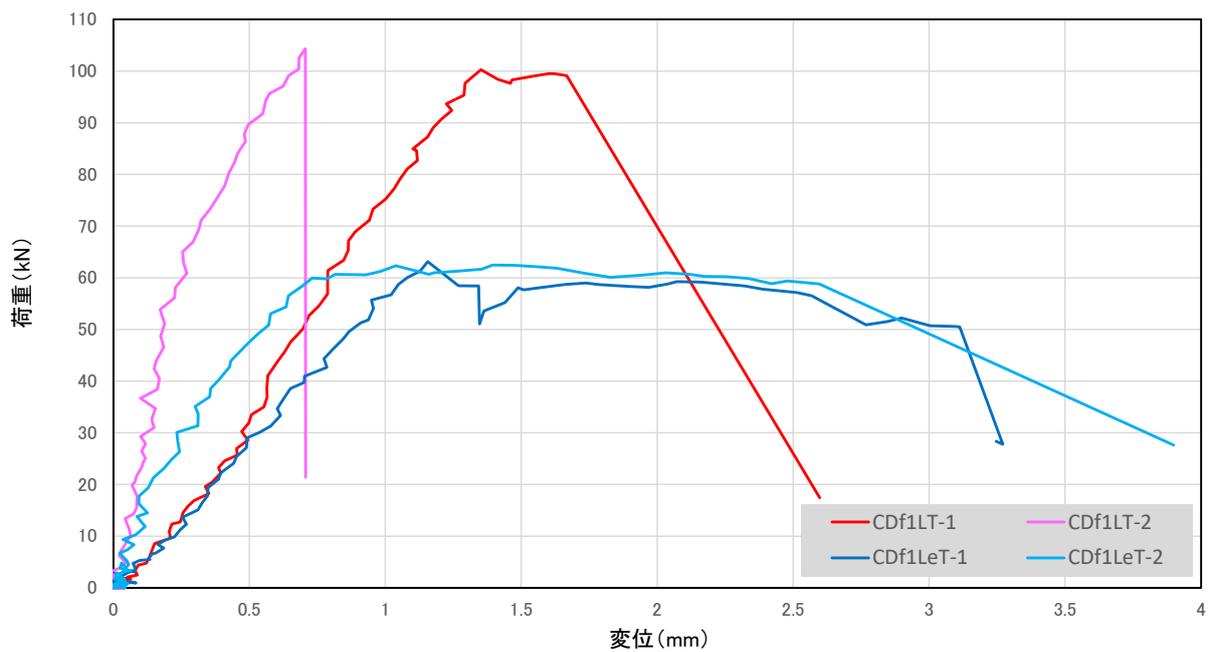
円形コブ仕様 CDf1CeT 円形縁あき無効 (スリット)



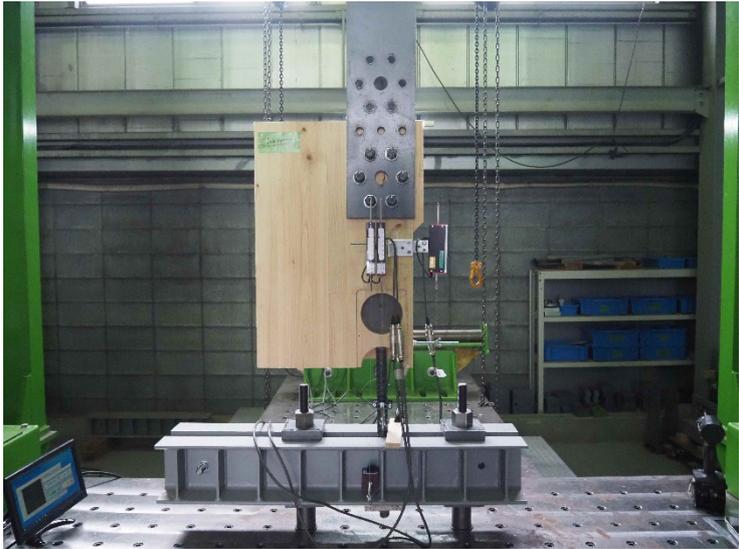
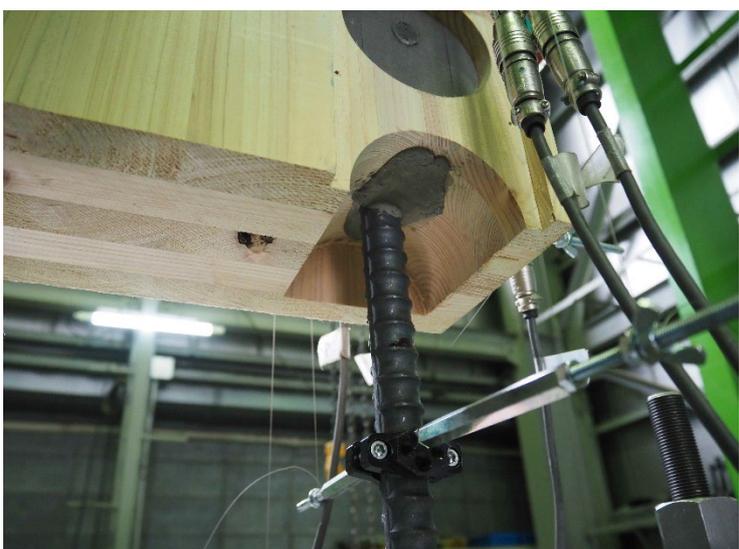
四角形コブ仕様 Cdf1ST 四角形縁あき有効
 四角形コブ仕様 Cdf1SeT 四角形縁あき無効 (スリット)

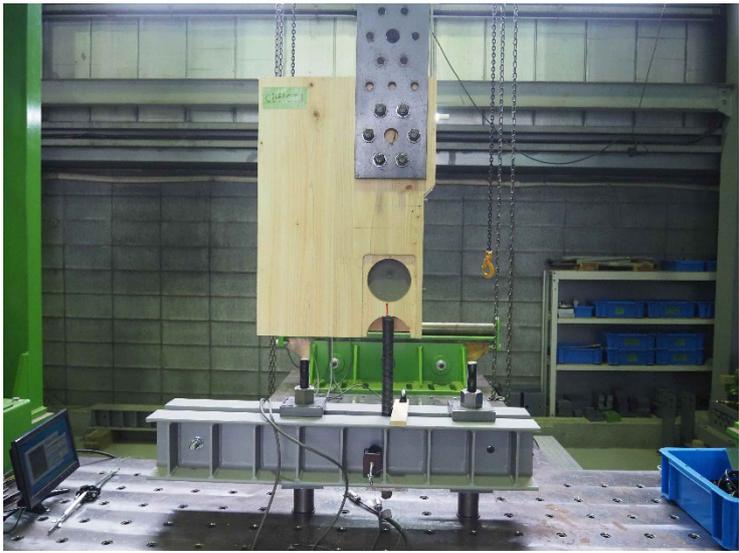


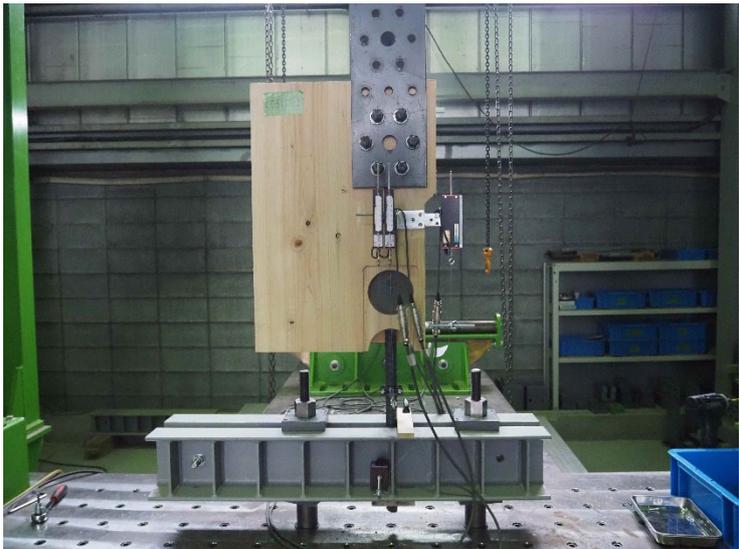
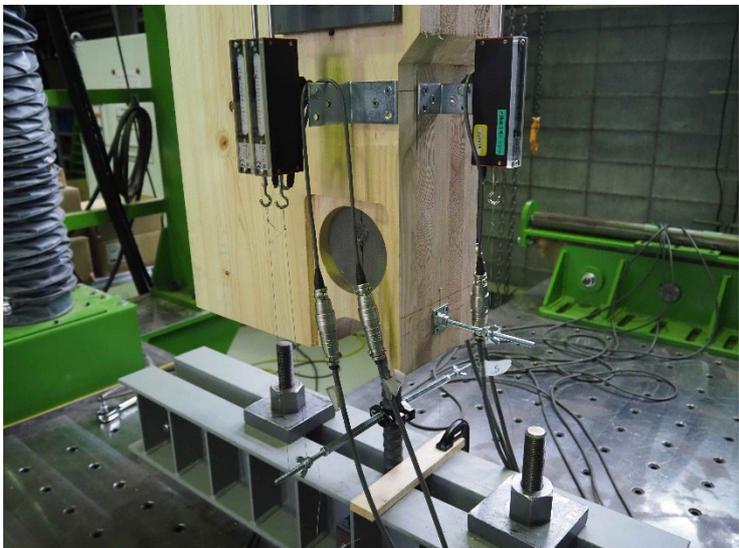
長丸形コブ仕様 Cdf1LT 長丸形縁あき有効
 長丸形コブ仕様 Cdf1LeT 長丸形縁あき無効 (スリット)

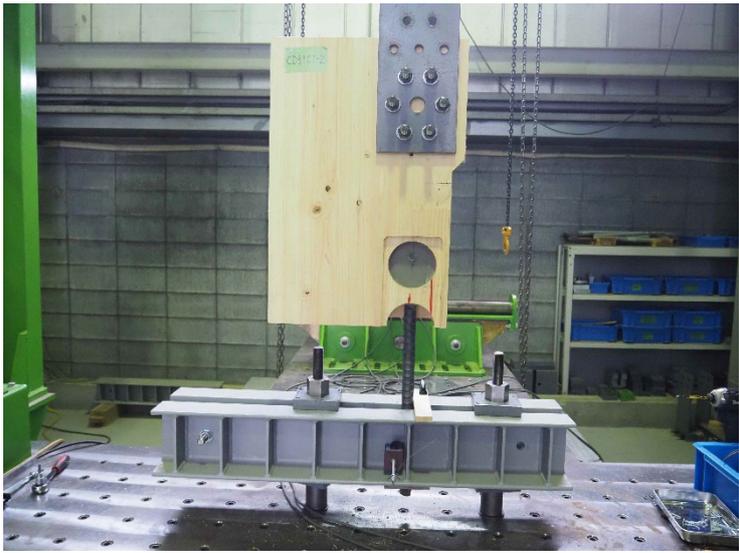
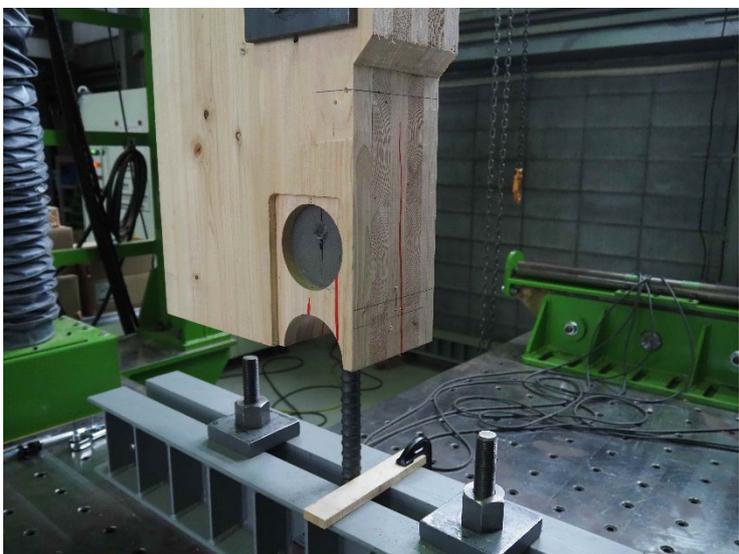
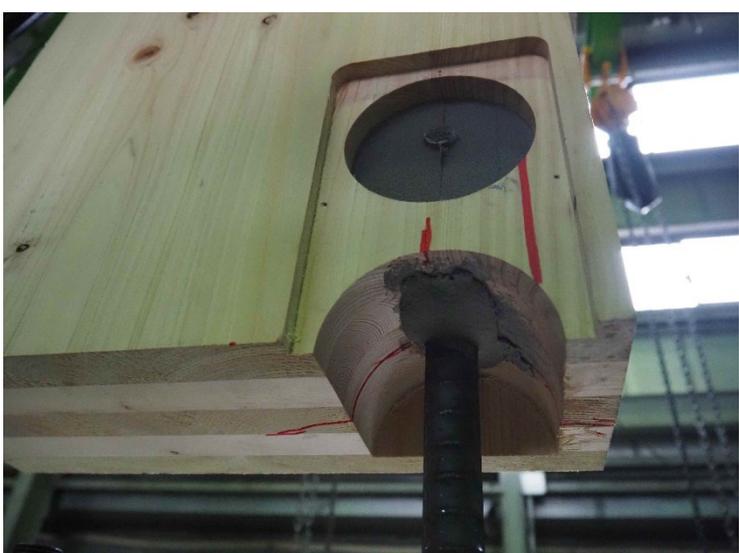


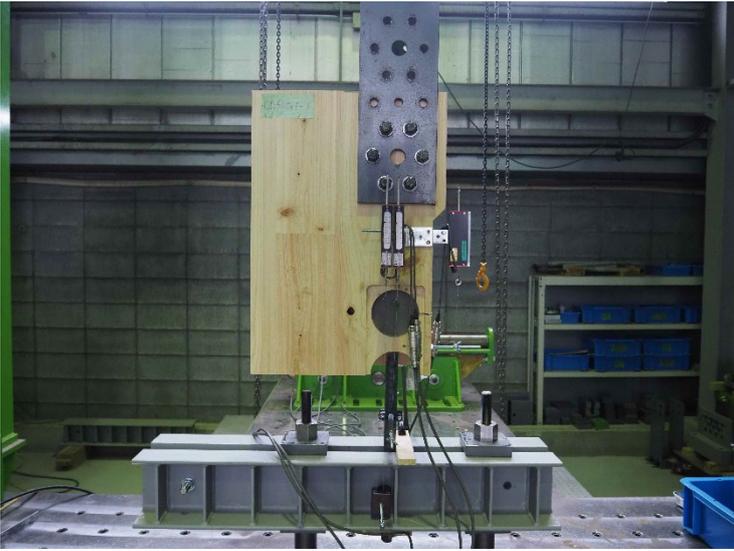
5. 実験写真

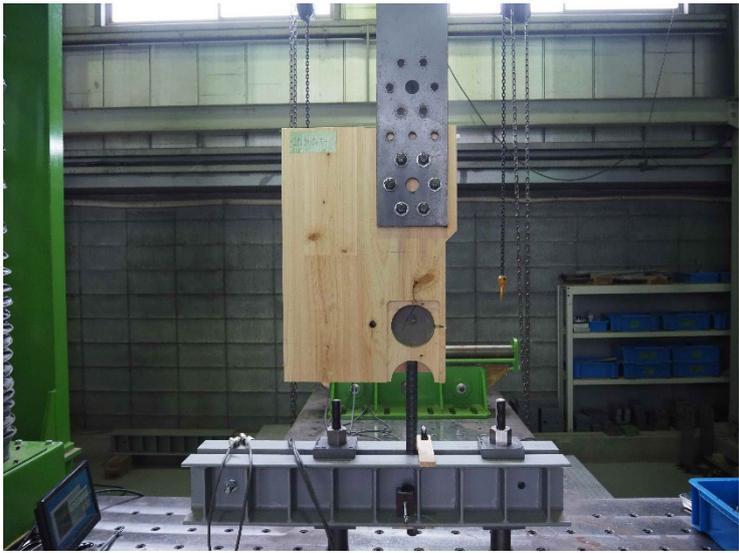
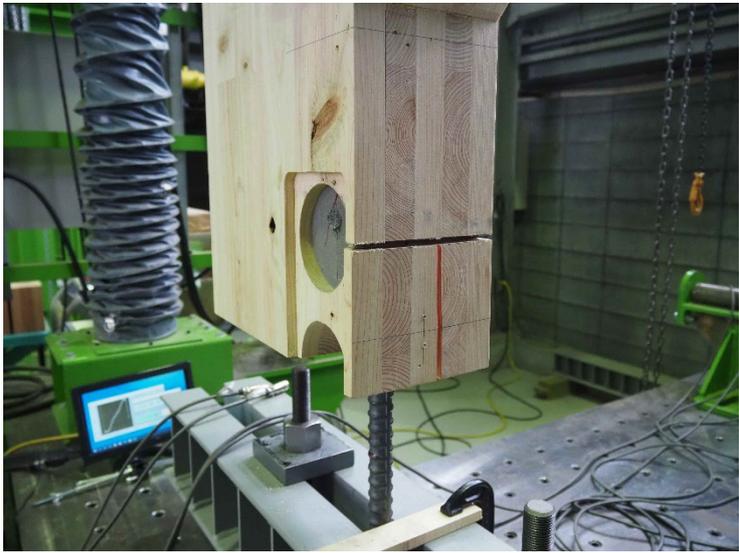
写真番号 1-1	
[試験体記号] CDfICT-1	
概要説明	
実験前	
写真番号 1-2	
[試験体記号] CDfICT-1	
概要説明	
実験前	
写真番号 1-3	
[試験体記号] CDfICT-1	
概要説明	
実験前	

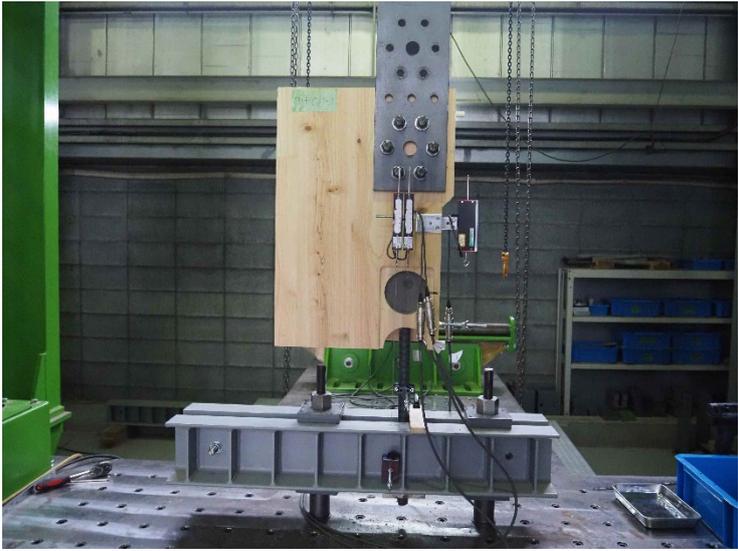
<p>写真番号 1-4</p>	
<p>[試験体記号] CDfICT-1</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ 全景</p>	
<p>写真番号 1-5</p>	
<p>[試験体記号] CDfICT-1</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ CLT パネルの割れ</p>	
<p>写真番号 1-6</p>	
<p>[試験体記号] CDfICT-1</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ CLT パネルの割れ</p>	

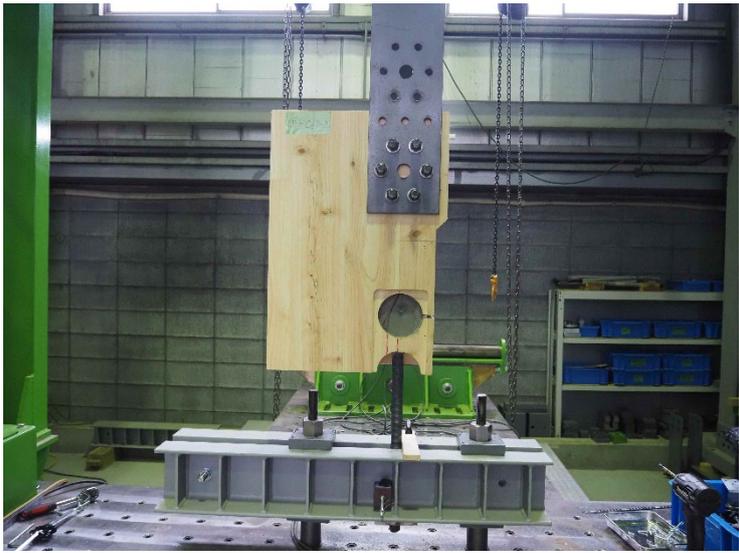
写真番号 2-1	
[試験体記号] CDfICT-2	
概要説明	
実験前	
写真番号 2-2	
[試験体記号] CDfICT-2	
概要説明	
実験前	
写真番号 2-3	
[試験体記号] CDfICT-2	
概要説明	
実験前	

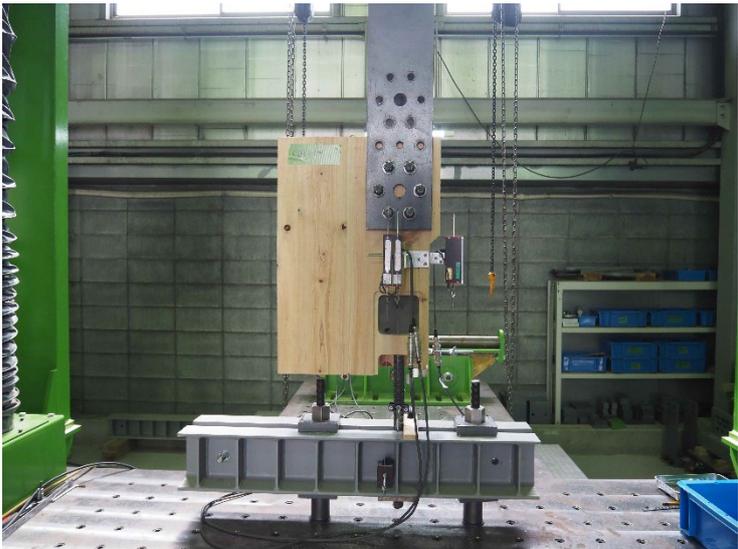
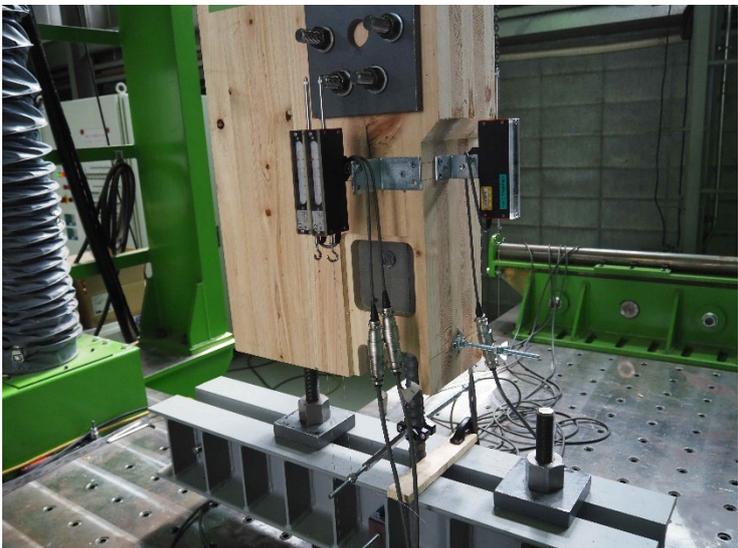
<p>写真番号 2-4</p>	
<p>[試験体記号] CDfICT-2</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ 全景</p>	
<p>写真番号 2-5</p>	
<p>[試験体記号] CDfICT-2</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ CLT パネルの割れ</p>	
<p>写真番号 2-6</p>	
<p>[試験体記号] CDfICT-2</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ CLT パネルの割れ</p>	

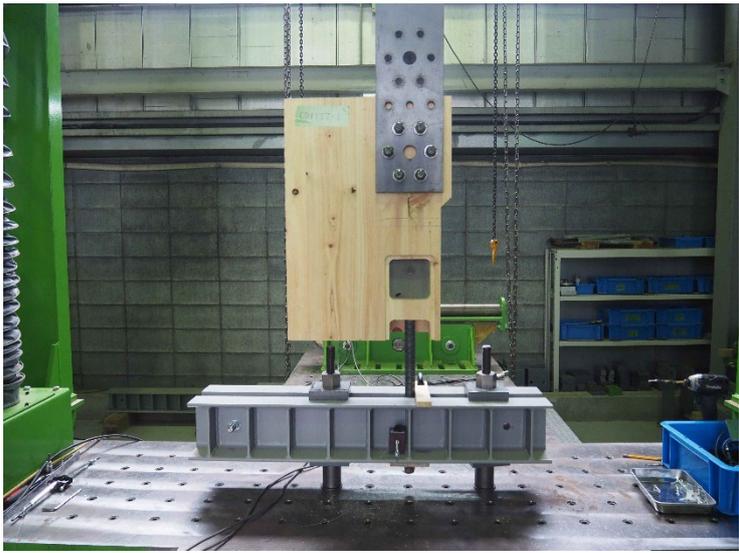
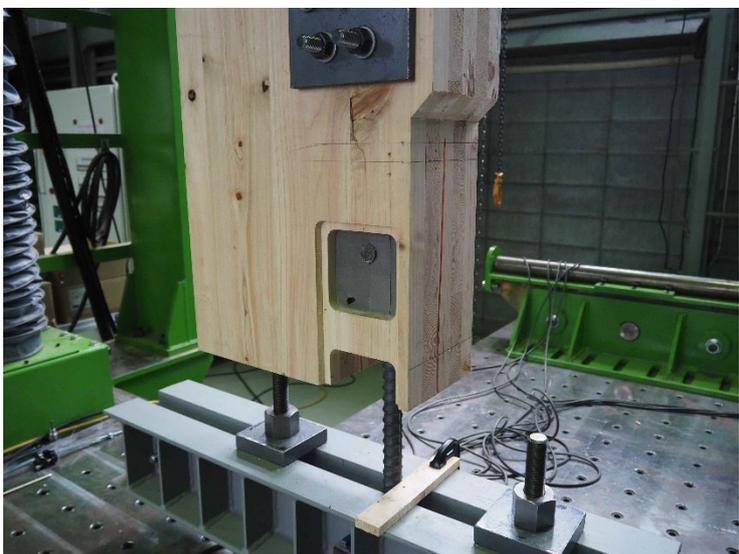
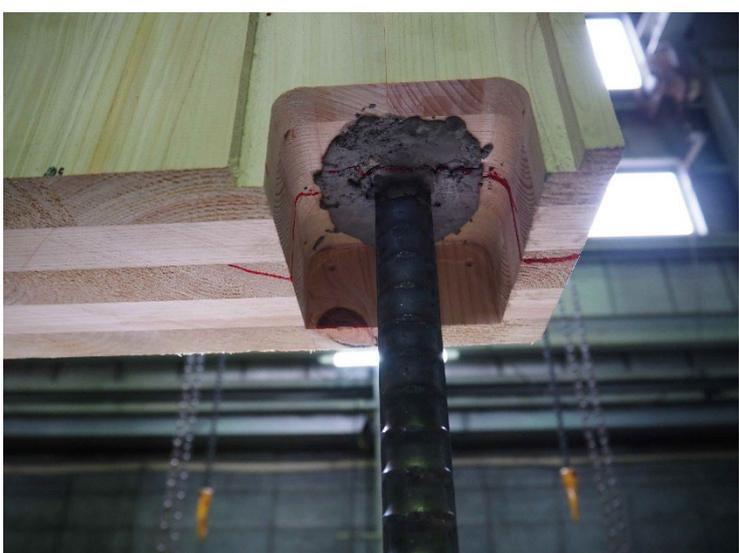
写真番号 3-1	
[試験体記号] CDf1CeT-1	
概要説明	
実験前	
写真番号 3-2	
[試験体記号] CDf1CeT-1	
概要説明	
実験前	
写真番号 3-3	
[試験体記号] CDf1CeT-1	
概要説明	
実験前	

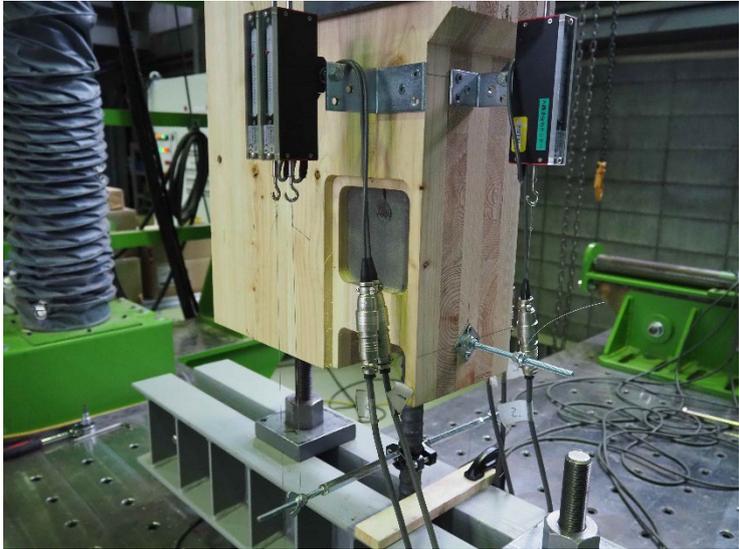
<p>写真番号 3-4</p>	
<p>[試験体記号] CDf1CeT-1</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ 全景</p>	
<p>写真番号 3-5</p>	
<p>[試験体記号] CDf1CeT-1</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ CLT パネルの割れ ・ モルタルのひび割れ</p>	
<p>写真番号 3-6</p>	
<p>[試験体記号] CDf1CeT-1</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ CLT パネルの割れ ・ モルタルのひび割れ</p>	

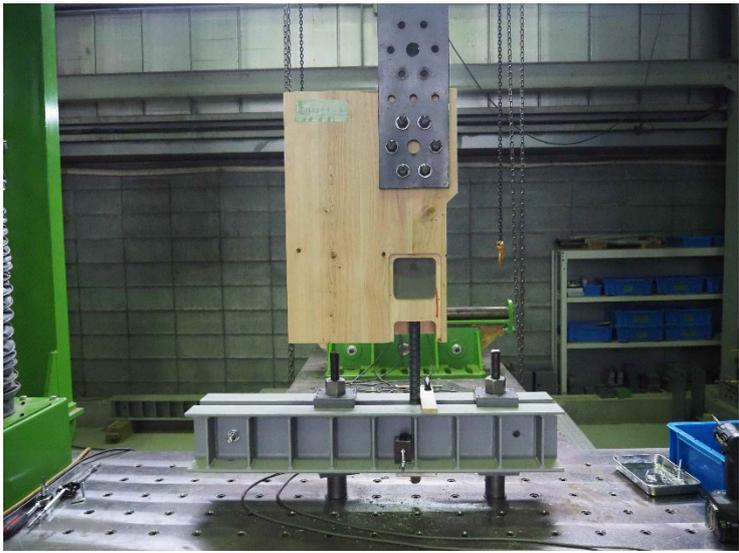
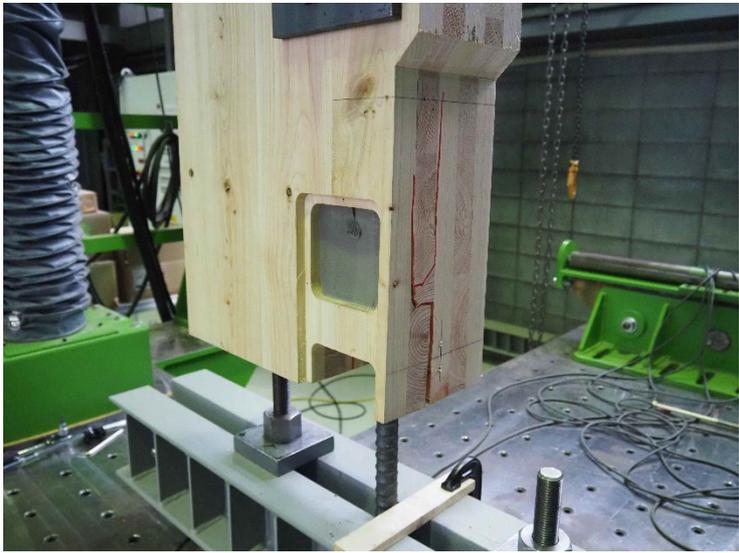
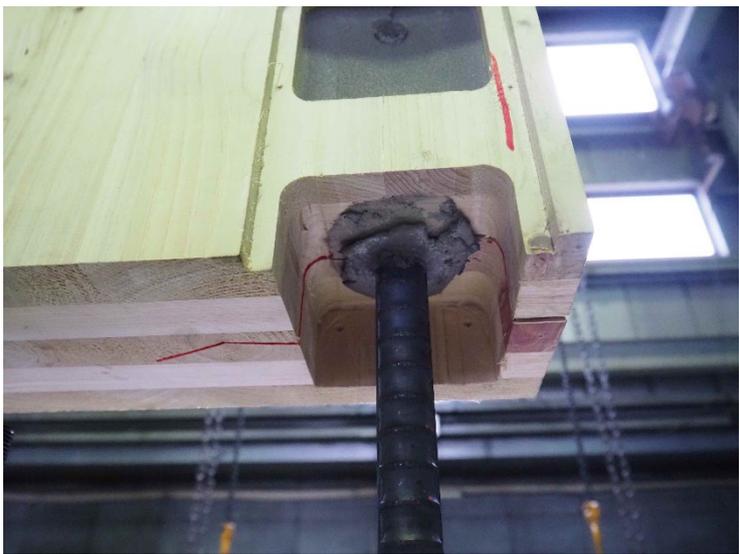
写真番号 4-1	
[試験体記号] CDf1CeT-2	
概要説明	
実験前	
写真番号 4-2	
[試験体記号] CDf1CeT-2	
概要説明	
実験前	
写真番号 4-3	
[試験体記号] CDf1CeT-2	
概要説明	
実験前	

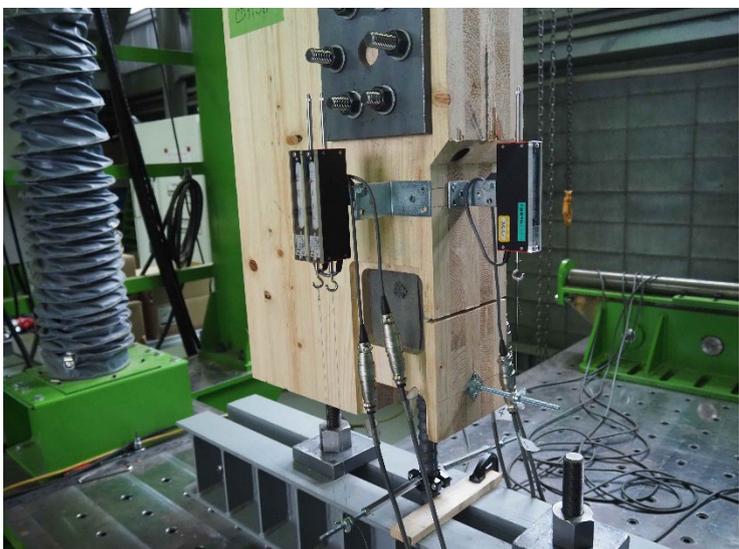
<p>写真番号 4-4</p>	
<p>[試験体記号] CDf1CeT-2</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ 全景</p>	
<p>写真番号 4-5</p>	
<p>[試験体記号] CDf1CeT-2</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ CLT パネルの割れ ・ モルタルのひび割れ</p>	
<p>写真番号 4-6</p>	
<p>[試験体記号] CDf1CeT-2</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ CLT パネルの割れ ・ モルタルのひび割れ</p>	

写真番号 5-1	
[試験体記号] CDf1ST-1	
概要説明	
実験前	
写真番号 5-2	
[試験体記号] CDf1ST-1	
概要説明	
実験前	
写真番号 5-3	
[試験体記号] CDf1ST-1	
概要説明	
実験前	

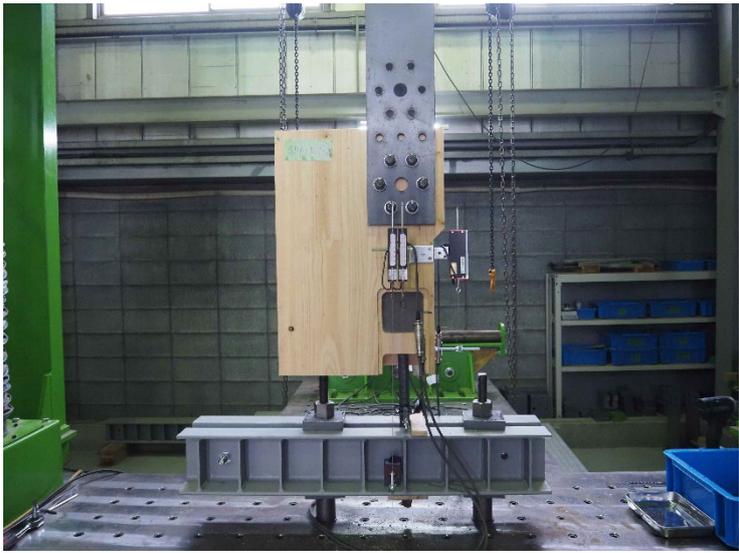
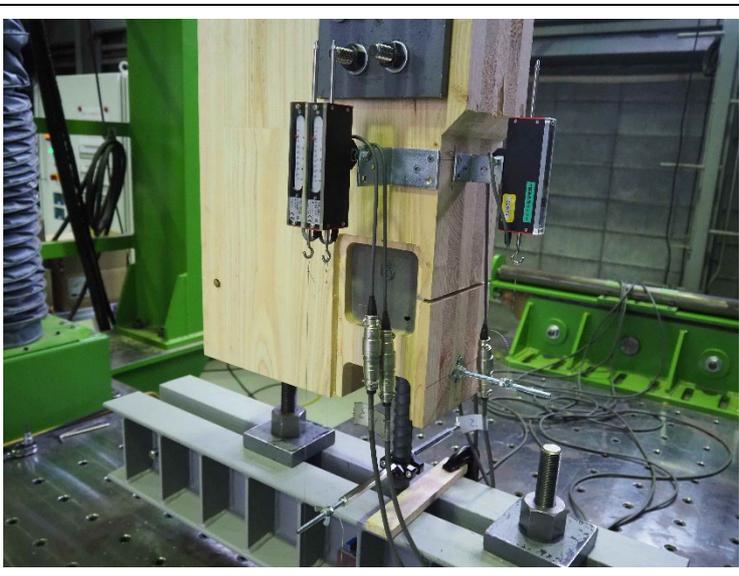
<p>写真番号 5-4</p>	
<p>[試験体記号] CDf1ST-1</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ 全景</p>	
<p>写真番号 5-5</p>	
<p>[試験体記号] CDf1ST-1</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ CLT パネルの割れ</p>	
<p>写真番号 5-6</p>	
<p>[試験体記号] CDf1ST-1</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ CLT パネルの割れ ・ モルタルの割れ</p>	

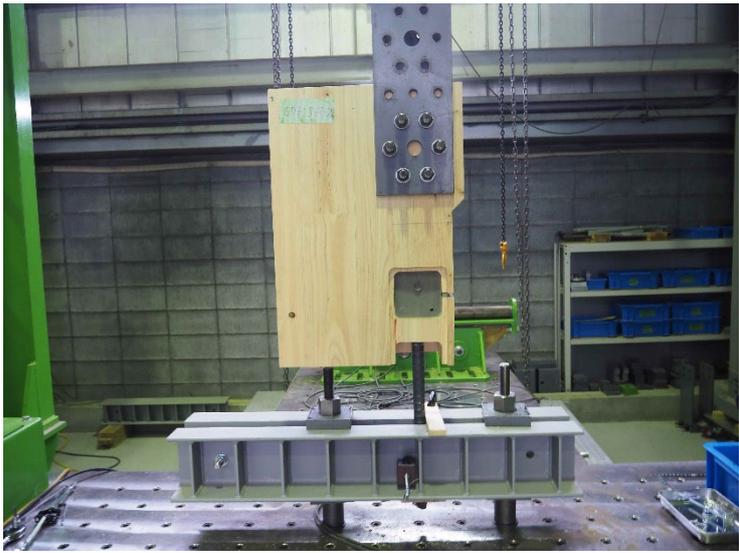
写真番号 6-1	
[試験体記号] CDf1ST-2	
概要説明	
実験前	
写真番号 6-2	
[試験体記号] CDf1ST-2	
概要説明	
実験前	
写真番号 6-3	
[試験体記号] CDf1ST-2	
概要説明	
実験前	

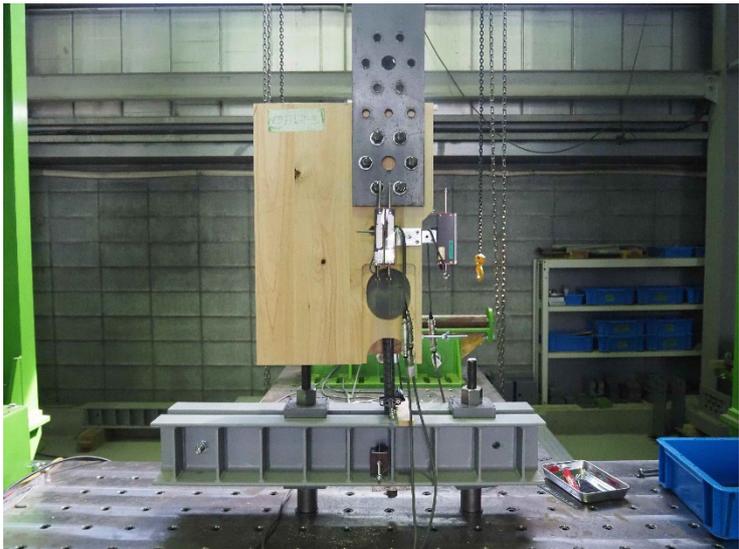
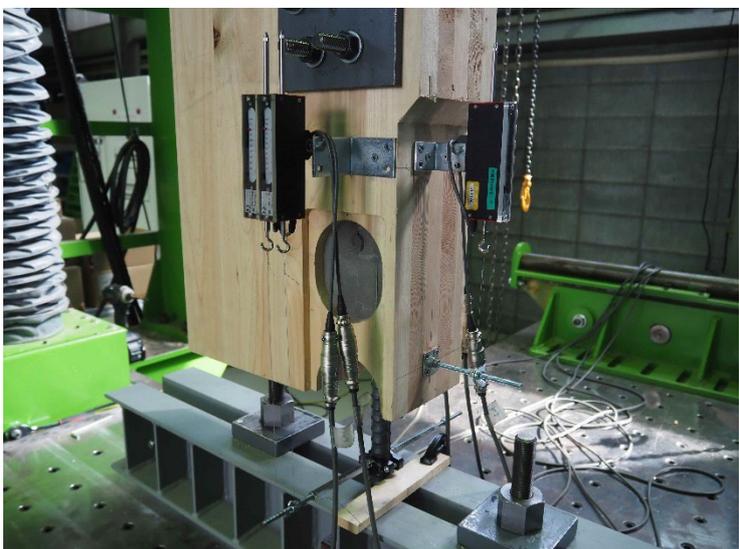
<p>写真番号 6-4</p>	
<p>[試験体記号] CDf1ST-2</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ 全景</p>	
<p>写真番号 6-5</p>	
<p>[試験体記号] CDf1ST-2</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ CLT パネルの割れ</p>	
<p>写真番号 6-6</p>	
<p>[試験体記号] CDf1ST-2</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ CLT パネルの割れ</p>	

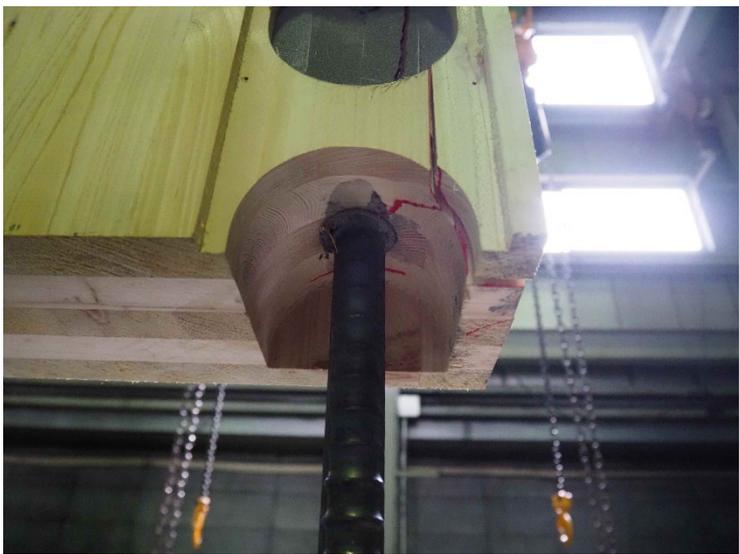
写真番号 7-1	
[試験体記号] CDf1SeT-1	
概要説明	
実験前	
写真番号 7-2	
[試験体記号] CDf1SeT-1	
概要説明	
実験前	
写真番号 7-3	
[試験体記号] CDf1SeT-1	
概要説明	
実験前	

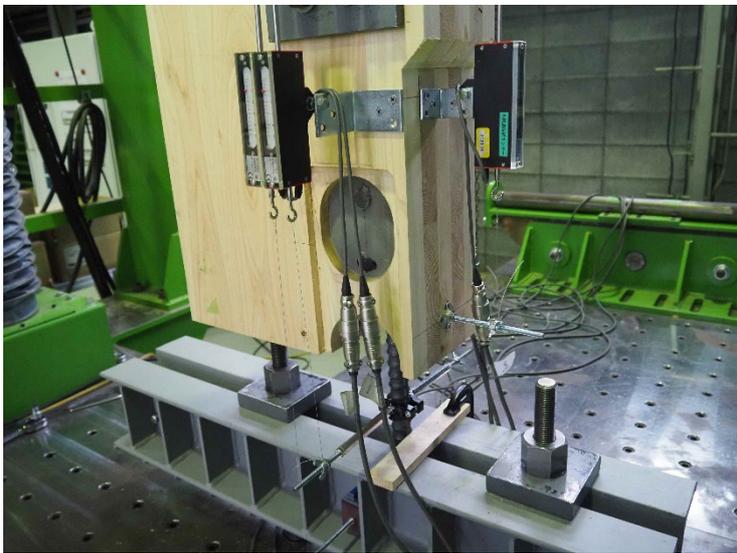
<p>写真番号 7-4</p>	
<p>[試験体記号] CDf1SeT-1</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ 全景</p>	
<p>写真番号 7-5</p>	
<p>[試験体記号] CDf1SeT-1</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ CLT パネルの割れ ・ モルタルのひび割れ</p>	
<p>写真番号 7-6</p>	
<p>[試験体記号] CDf1SeT-1</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ CLT パネルの割れ ・ モルタルのひび割れ</p>	

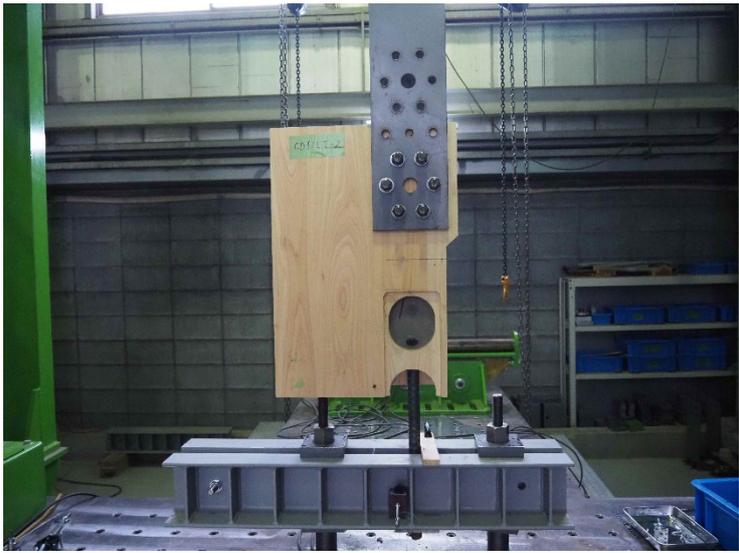
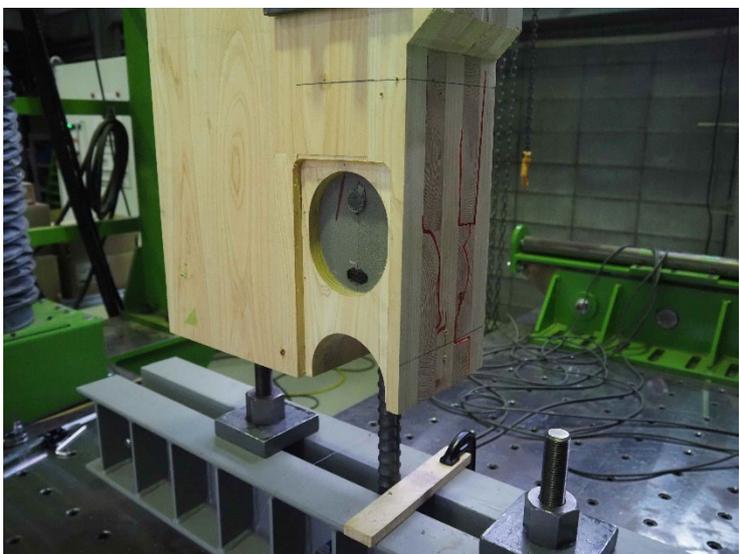
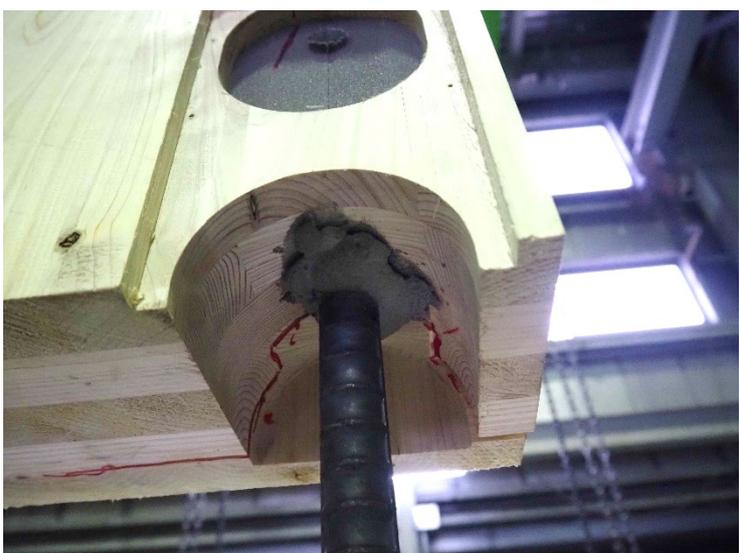
写真番号 8-1	
[試験体記号] CDf1SeT-2	
概要説明	
実験前	
[試験体記号] CDf1SeT-2	
概要説明	
実験前	
[試験体記号] CDf1SeT-2	
概要説明	
実験前	

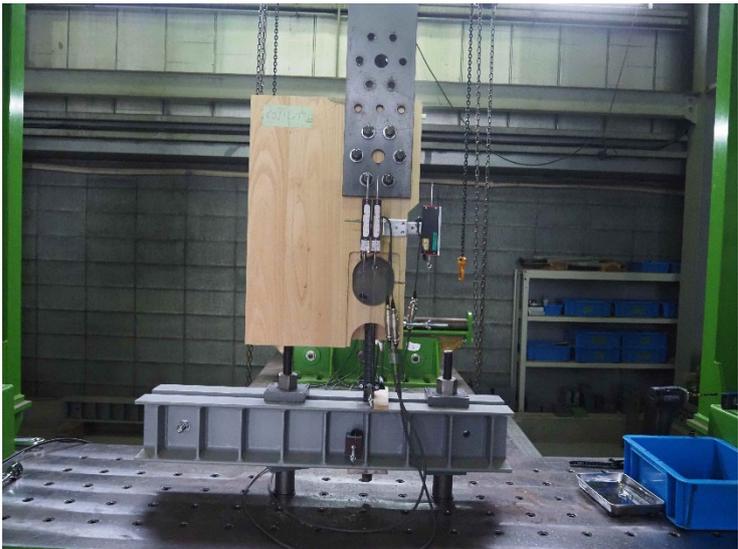
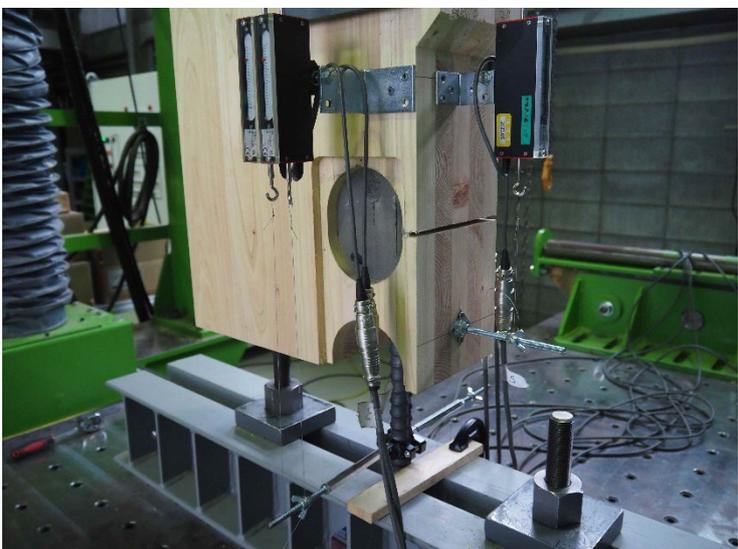
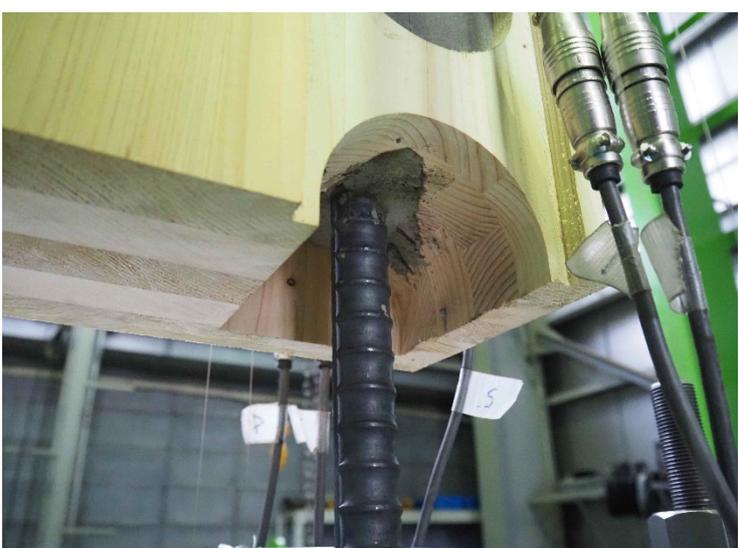
<p>写真番号 8-4</p>	
<p>[試験体記号] CDf1SeT-2</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ 全景</p>	
<p>写真番号 8-5</p>	
<p>[試験体記号] CDf1SeT-2</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ CLT パネルの割れ</p>	
<p>写真番号 8-6</p>	
<p>[試験体記号] CDf1SeT-2</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ CLT パネルの割れ</p>	

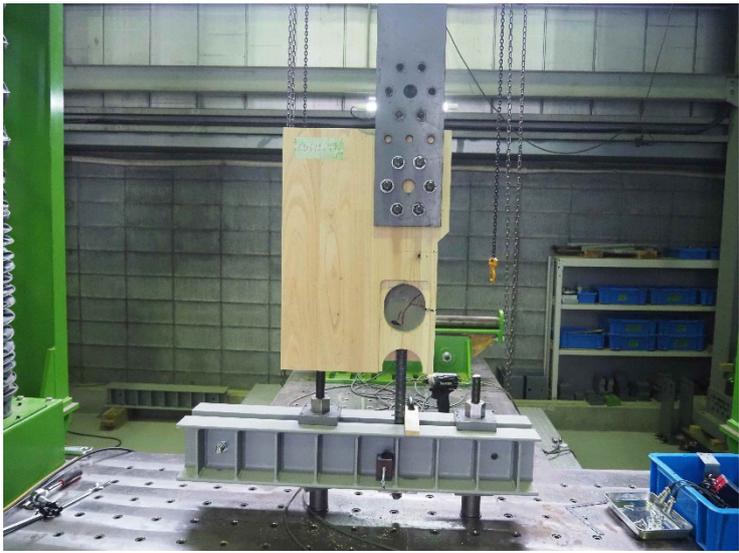
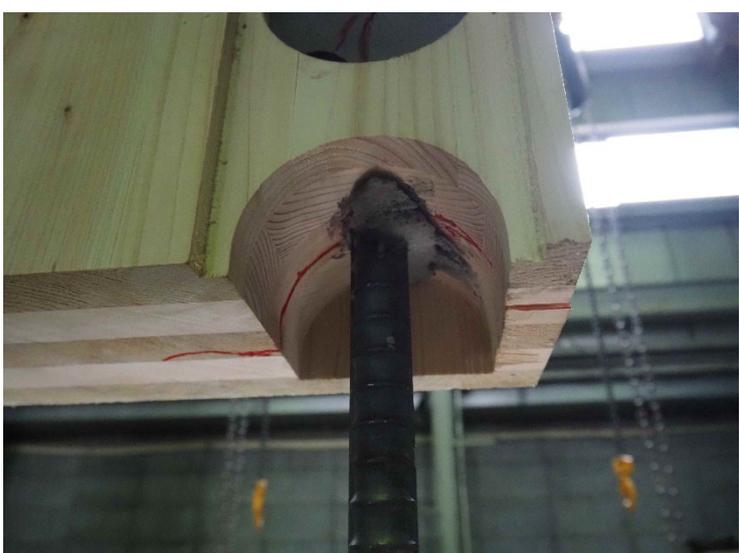
写真番号 9-1	
[試験体記号] CDfILT-1	
概要説明	
実験前	
写真番号 9-2	
[試験体記号] CDfILT-1	
概要説明	
実験前	
写真番号 9-3	
[試験体記号] CDfILT-1	
概要説明	
実験前	

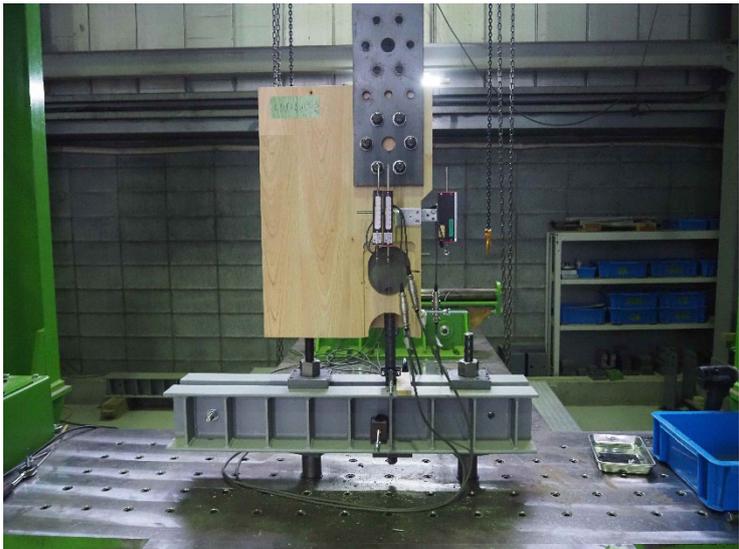
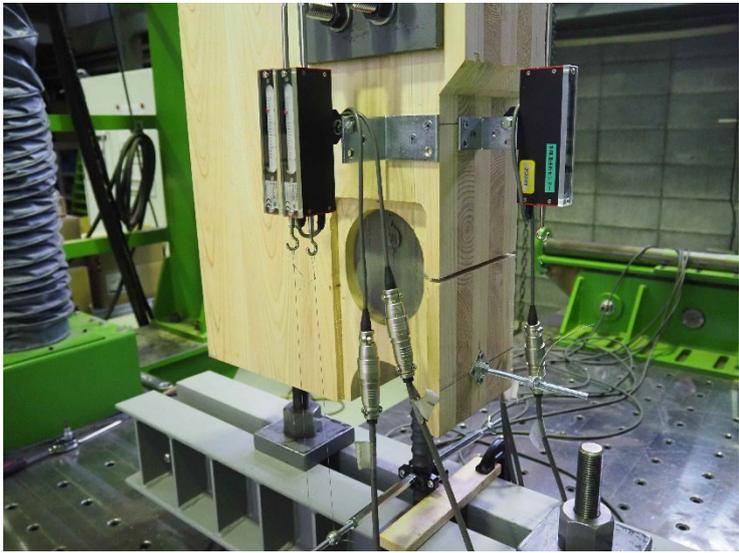
<p>写真番号 9-4</p>	
<p>[試験体記号] CDfILT-1</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ 全景</p>	
<p>写真番号 9-5</p>	
<p>[試験体記号] CDfILT-1</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ CLT パネルの割れ ・ モルタルのひび割れ</p>	
<p>写真番号 9-6</p>	
<p>[試験体記号] CDfILT-1</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ CLT パネルの割れ ・ モルタルのひび割れ</p>	

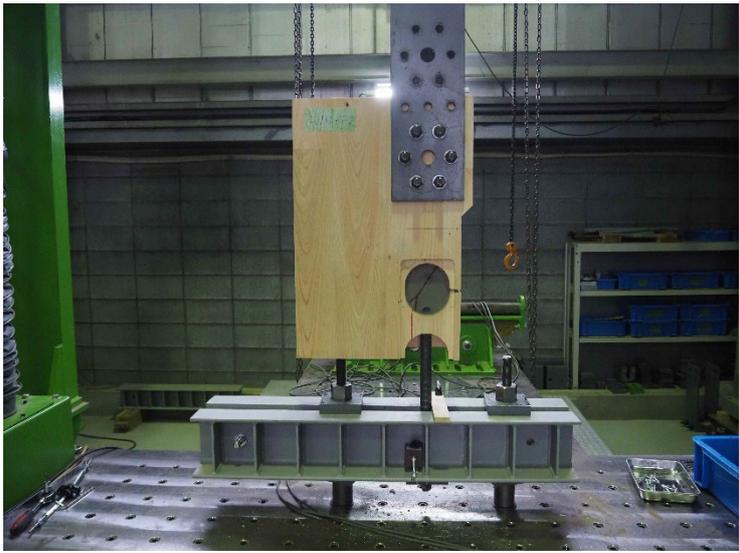
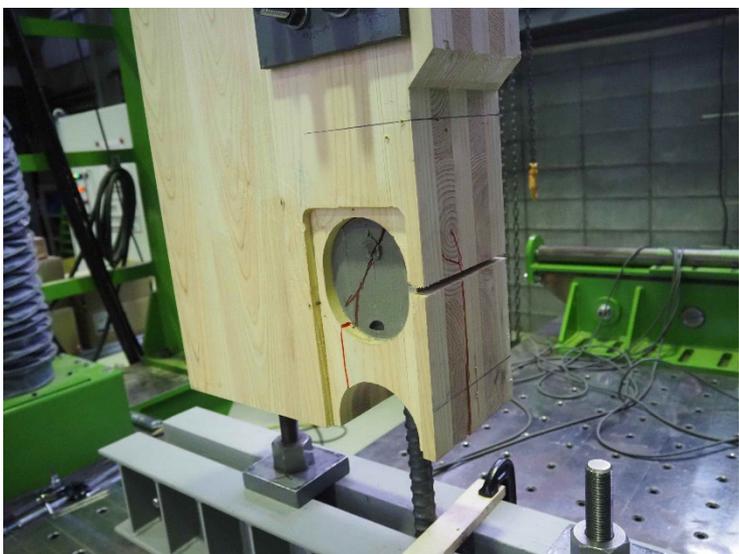
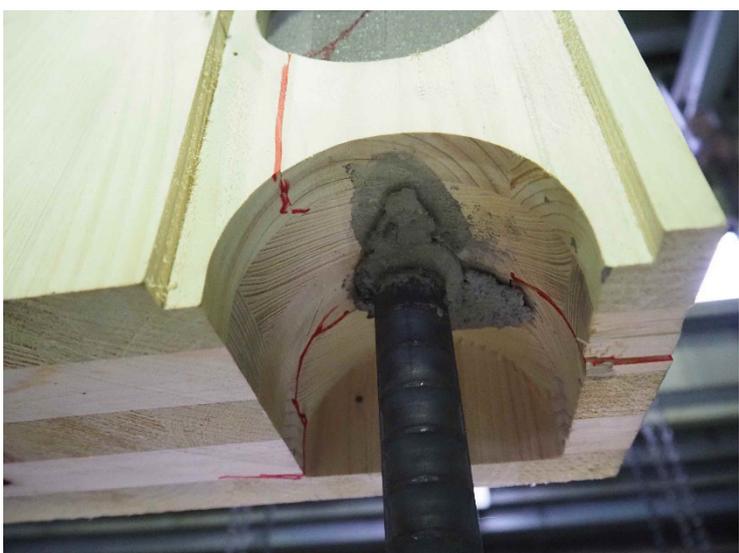
写真番号 10-1	
[試験体記号] CDfILT-2	
概要説明	
実験前	
写真番号 10-2	
[試験体記号] CDfILT-2	
概要説明	
実験前	
写真番号 10-3	
[試験体記号] CDfILT-2	
概要説明	
実験前	

<p>写真番号 10-4</p>	
<p>[試験体記号] CDfILT-2</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・全景</p>	
<p>写真番号 10-5</p>	
<p>[試験体記号] CDfILT-2</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・CLT パネルの割れ</p>	
<p>写真番号 10-6</p>	
<p>[試験体記号] CDfILT-2</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・CLT パネルの割れ</p>	

写真番号 11-1	
[試験体記号] CDf1LeT-1	
概要説明	
実験前	
写真番号 11-2	
[試験体記号] CDf1LeT-1	
概要説明	
実験前	
写真番号 11-3	
[試験体記号] CDf1LeT-1	
概要説明	
実験前	

<p>写真番号 11-4</p>	
<p>[試験体記号] CDf1LeT-1</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ 全景</p>	
<p>写真番号 11-5</p>	
<p>[試験体記号] CDf1LeT-1</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ CLT パネルの割れ</p>	
<p>写真番号 11-6</p>	
<p>[試験体記号] CDf1LeT-1</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ CLT パネルの割れ</p>	

写真番号 12-1	
[試験体記号] CDf1LeT-2	
概要説明	
実験前	
写真番号 12-2	
[試験体記号] CDf1LeT-2	
概要説明	
実験前	
写真番号 12-3	
[試験体記号] CDf1LeT-2	
概要説明	
実験前	

<p>写真番号 12-4</p>	
<p>[試験体記号] CDf1LeT-2</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ 全景</p>	
<p>写真番号 12-5</p>	
<p>[試験体記号] CDf1LeT-2</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ CLT パネルの割れ ・ モルタルのひび割れ</p>	
<p>写真番号 12-6</p>	
<p>[試験体記号] CDf1LeT-2</p>	
<p>概要説明</p>	
<p>実験後 ・ CLT パネルの割れ</p>	