

CLT を耐震壁として挿入した鉄骨造の構造性能 その1 構面縮小実験

正会員 ○金澤和寿美*1 正会員 五十田博*2
同 北守頭久*3 同 宇佐美徹*4
同 荒木康弘*5 同 服部和徳*6

CLT 耐震壁 混構造

1.はじめに

CLT のもつ高いせん断能力を活かす方法の一つに他構造の耐震壁としての利用が挙げられる。その中でも鉄骨造との組み合わせは耐火性能を要求されないことより、CLT をあらかしで使用することができる。既往研究で、新築鉄骨造への CLT 耐震壁の適用について、CLT と鉄骨の接合部の検討、解析による接合部の性能把握や構面の挙動把握がなされ、実現可能性が示唆されている^[1]。本研究では既往研究で決定した鋼板挿入ドリフトピン接合を用いた CLT 耐震壁と鉄骨フレームの構面について、1/2 スケールの縮小実験を行い、その挙動を把握した。

2.試験概要

試験体の概略を図1に示す。試験体は、CLT の有無、CLT の強度等級、CLT 挿入位置をパラメータとして各1体、全4体とした。基本仕様とした試験体は S60-DP-C1 で、強度等級 S60 の CLT を鉄骨フレームの中央に配置している。F-00 は鉄骨フレームのみの試験体、S90-DP-C1 は CLT の強度等級が高く中央配置の試験体、S60-DP-E1 は CLT を端に配置した試験体とした。

鉄骨フレームの寸法は共通であり、柱心間距離 3600mm、梁心間距離 2000mm であり、柱には SN490B の RH-300×300×10×15、梁には SN400B の RH-294×200×8×12 をそれぞれ使用した。柱と梁は剛に溶接されている。それぞれの試験体で適宜補強用のリブを設けた。鉄骨と CLT は鋼板挿入ドリフトピン接合で、径 $\Phi=10$ 、長さ $l=105$ のドリフトピンを4隅に各32本とせん断力伝達用の中央に上下各10本を用いて留め付けている。鋼板の厚さは 6mm である。鋼板と上部鉄骨は L 型治具を前後から挟み込んで高力ボルトで留め付けている。鋼板と下部鉄骨は、下部鉄骨にあらかじめ溶接した鋼板と高力ボルトで留め付け、さらに鉄骨から CLT の下端まで無収縮モルタルを充填した。

使用する CLT は、ラミナ厚が 21mm の 5 層 5 プライであり、高さは 1531mm、幅は鉄骨フレームの内法の 1/3 である 1100mm である。S60-DP-E1 のみ、おさまりの都合上幅が 1075mm となっている。

加力装置を図2に示す。試験体の右柱柱頭部分に加力

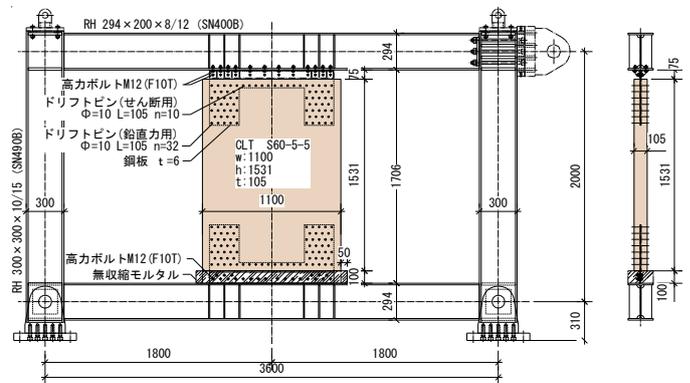


図1 試験体概要

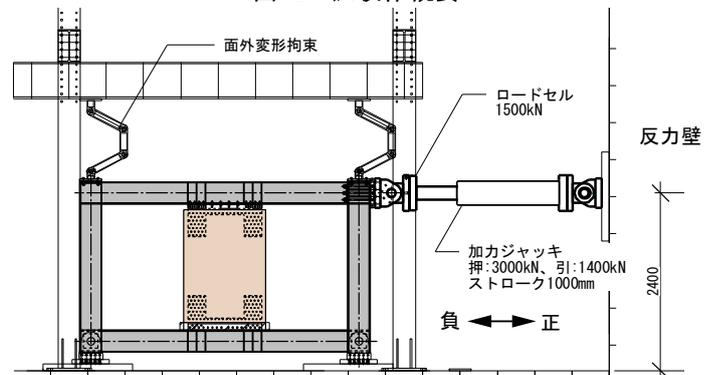


図2 加力装置



CLT 圧壊・鋼板の座屈 CLT スリットの開き
図3 破壊性状(S60-DP-C1)

ジャッキを取り付け、引き側を正、押し側を負として正負交番の3回繰り返し加力とした。加力スケジュールは、制御変形角 R が 1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、

1/50、1/30rad で、その後 1/10rad を目安に引き壊しとした。

3.実験結果

基本仕様の S60-DP-C1 の破壊性状を図 3 に示す。R=1/150rad でモルタルの割れが生じ、その後サイクルが増えるごとに広がった。R=1/50rad で CLT の表層ラミナがずれせん断変形する様子が顕著になり、最大荷重 931.7kN を記録した。1/30rad で鉄骨梁の柱梁端部接続部付近で降伏が見られ、荷重が停滞した。その後引き壊しの際に、圧縮側ではモルタルの圧壊、CLT の圧壊、挿入鋼板の座屈が見られ、引張側では CLT スリットの開き、挿入鋼板の破断が観察された。S90-DP-C1 でもほとんど同じ破壊性状が観察された。S60-DP-E1 では、CLT の大きな破壊が起こる前に鉄骨フレームの座屈が見られ、そのあとにドリフトピン接合部の破断が見られた。

それぞれの試験体の実験結果の包絡線を図 4 に、実験結果のまとめを表 1 に示す。初期剛性は最大荷重 Pmax の 0.1 倍、0.4 倍の荷重とその時の変形を結ぶ直線の傾きとする。これらの結果より以下が明らかになった。

1) CLT を 1 枚挿入することによって最大荷重はおよそ 1.2~1.4 倍に、初期剛性は 1.5~2.1 倍となり、補強効果が十分にあることが確認できた。

2) CLT の強度等級が S90 になると、初期剛性は上がったが、最大荷重はわずかに大きくなった。破壊性状や挙動に大きな差は見られなかった。

3) CLT の挿入位置を端とすると初期剛性は小さくなり、CLT の破壊が起こる前に鉄骨フレームの座屈が見られ、その後ドリフトピン接合部が破壊し、破壊性状に大きく違いが見られた。

次に、CLT 負担せん断力を計測荷重から各試験体のひずみゲージ計測値より算出した鉄骨の負担せん断力を差し引いて求め、これを CLT の実断面積で除することで算出した CLT の負担せん断応力とせん断変形角関係の包絡線を図 5 に示し、以下が明らかとなった。表中の破線で示すせん断弾性係数は CLT の材料実験で得られた値である。

1) 全ての試験体で、CLT の面内せん断基準強度 2.70 N/mm² 以上の耐力が得られた。

2) CLT を中央に配置した試験体では CLT のせん断変形角が 0.01rad 付近のときせん断破壊が生じ、応力低下が見られた。

3) CLT の強度等級が S60 のものと S90 のものでは、S90 の方が剛性が高いことが確認でき、それぞれせん断弾性係数と同程度となった。

4) CLT を端に配置した試験体ではせん断破壊が如実で

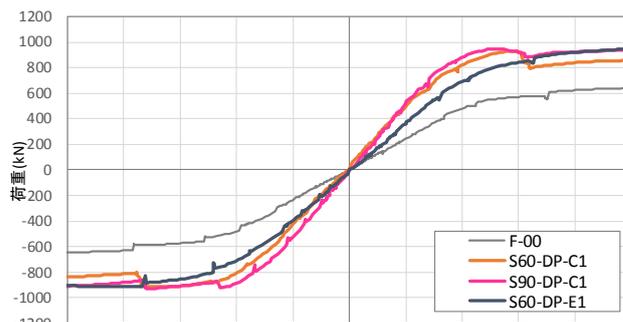


図 4 各試験体実験結果

		F-00	S60-DP-C1	S90-DP-C1	S60-DP-E1
正側	最大荷重 P _{max} [kN]	791.3	931.7	950.4	1003.4
	F-00に対する比(P _{max})		1.18	1.20	1.27
	初期剛性 K [kN/mm]	24.32	46.08	51.88	37.11
	F-00に対する比(K)		1.89	2.13	1.53
負側	最大荷重 P _{max} [kN]	-664.7	-915.1	-928.9	-915.3
	F-00に対する比(P _{max})		1.38	1.40	1.38
	初期剛性 K [kN/mm]	-23.70	-45.15	-54.33	-38.31
	F-00に対する比(K)		1.90	2.29	1.62

表 1 実験結果まとめ

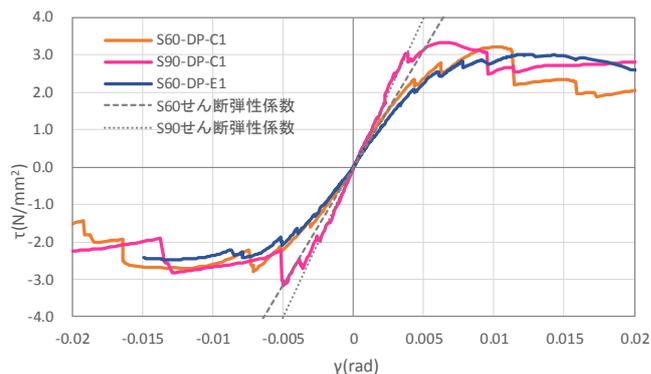


図 5 CLT 負担せん断力—せん断変形角関係

はなかったため大きな応力低下は見られなかった。

4.まとめ

本報では、鉄骨造に CLT 耐震壁を挿入する構造について、1/2 縮小実験を行い、その挙動把握を行った。この実験により CLT 耐震壁の補強効果が確認できた。

謝辞：本研究は林野庁平成 30 年度 CLT 等新たな木質建築部材利用促進・定着委託事業により実施されました。ここに謝意を表します。

参考文献：[1] 株式会社ドット・コーポレーション，“第 5 章 鉄骨造建築物への CLT 耐震壁の適用に関する検討,” 著: 平成 28 年度 林野庁委託事業 CLT 等の木質系材料による非木造建築物の耐震壁構成技術の開発報告書, 平成 29 年 3 月。

*1 竹中工務店
 *2 京大生生存圏研究所 教授 博士(工学)
 *3 京大生生存圏研究所 研究員 博士(農学)
 *4 竹中技術研究所 博士(工学)
 *5 国土技術政策総合研究所 主任研究官 博士(工学)
 *6 ベターリビングつくば建築研究センター 博士(工学)

*1 Takeneka Corp.
 *2 Professor, RISH, Kyoto University, Dr.Eng.
 *3 Researcher, RISH, Kyoto University, Dr.Agr.
 *4 R. & D. Inst. Takenaka Corp, Dr. Eng.
 *5 Senior Researcher, NILIM, Dr.Eng.
 *6 Tsukuba Building Test Laboratory of Center for Better Living, Dr.Eng