(48) 柱梁鉄骨造一床木質化システムの開発に 関する実験的研究

倉富 洋¹·松山 礼佳²·堺 純一³·稲田 達夫⁴

 ¹正会員 福岡大学助教 工学部建築学科(〒814-0180 福岡市城南区七隈8-19-1) E-mail:ykuratomi@fukuoka-u.ac.jp
 ²正会員 福岡大学大学院生 工学研究科建設工学専攻(〒814-0180 福岡市城南区七隈8-19-1)

³正会員 福岡大学教授 工学部建築学科(〒814-0180 福岡市城南区七隈8-19-1) E-mail:sakaij@fukuoka-u.ac.jp

E-mail:td194016@cis.fukuoka-u.ac.jp

⁴正会員 山佐木材株式会社顧問 (〒893-1206 鹿児島県肝属郡肝付町前田2090) E-mail:inada@woodist.co.jp

中高層建築物の柱梁鉄骨造の床を,クロス・ラミネイティド・ティンバー(以下,CLTと略記)と呼ばれ る木質材料に置換する試みを行なっている.鉄骨梁とCLT床の接合方法は,鉄骨梁の上フランジに頭無しス タッドを溶接し,貫通孔を設けたCLT床を嵌め込み,その後貫通孔にエポキシ系接着剤を充填することで 一体化を図るものである.本研究では,鉄骨梁とCLT床間のせん断力の伝達について検討するために,押抜 きせん断実験を実施した.その結果,本接合方法で鉄骨梁とCLT床間でせん断力が円滑に伝達できること を示した.また,鉄骨梁とCLT床の合成梁効果を調べるために四点曲げ載荷実験を実施したところ,純鉄骨 梁に対して,本合成梁は初期剛性および曲げ耐力が向上することを明らかとした.

Key Words: Steel frame, Cross laminated timber, Epoxy adhesive, Push-out shear test, Composite beam effect

1. 序

現在のわが国では、戦後植林された人工林が木質材 料として使用可能となり、これらを消費し国産木材の需 要を拡大していくことが求められている.国産木材の 利用促進を図るためには、国内に新たな木材市場を開拓 する必要があり、非住宅分野における中高層建築物の構 造材料にも木質材料を適用し、広く普及させる必要があ る. その解決策の一つとして、著者らは、鋼構造オフィ スビルなどの柱梁鉄骨造において鉄筋コンクリートで造 られている床(以下, RC床と略記)を, クロス・ラミ ネイティド・ティンバー(以下, CLT と略記)と呼ばれ る木質材料に置き換える試みを行なっている.RC床を CLT 床へ置換することにより、建物重量の軽量化や、配 筋作業および型枠工事の省略に伴う施工の簡素化、森林 資源の有効活用につながるなど、利点は大きいものと考 えられる¹⁾.一方で、柱梁鉄骨造の床を木質化するにあ たり、鉄骨梁とCLT 床における接合方法の検討や、可燃 物である CLT 床の耐火性能を確保する必要があるなど,

課題も存在する.

鉄骨梁とCLT床の接合方法について概略説明する.本研究で提案する鉄骨梁とCLT床の接合方法を図-1に示す.鉄骨梁には上フランジに頭無しスタッドを溶接しておき、CLT床には所定の位置にスタッド径の二倍に相当する貫通孔を設けておく(図-1(a)参照).その後,現場にてCLT床を鉄骨梁フランジに落とし込み,頭無しスタッ



ドと貫通孔の隙間をエポキシ系接着剤にて充填すること で一体化を図る(図-1(b)参照).通常,RC床では頭付き スタッドが使用されるが,本構法ではCLTを設置する際 において頭部分の干渉を避けることを意図し,施工性を 考慮して頭無しスタッドを使用することとしている.ま た,CLT床に設ける貫通孔径は,頭無しスタッド軸径の 二倍とすることで円滑に設置できることを施工性確認実 験²⁾にて検証するとともに,接合強度についても実験的 に検討している³⁾.なお,スタッドとエポキシ系接着剤に よる鋼と木の接合は,集成材とH形鋼を組み合わせた複 合梁とCLT床との接合⁴⁾や,H形鋼と製材との接合⁵⁾などが 報告されている.また,エポキシ系接着剤の代わりに無 収縮モルタルと金網を用いた研究⁶⁾も報告されてお り,いずれも鋼と木の接合部においてせん断応力を伝 達できることが示されている.

本構法における既往の研究では、頭無しスタッドとエ ポキシ系接着剤を用いて鉄骨梁とCLT床を接合し、応力 を伝達できることを明らかとしている³⁾.しかしながら、 試験体数が少なく、実験の条件も限定的であることか ら、本研究では、頭無しスタッドの軸径と長さが本接合 部の挙動に及ぼす影響を実験的に検討することを目的と し、押抜きせん断実験を実施した.また、床材に求め られる性能の一つに、鉄骨梁の曲げ剛性および曲げ耐力 の向上を期待できる合成梁効果がある.鉄骨梁とCLT床 との合成梁効果についても検討し、四点曲げ載荷実験を 実施した.

2. 押抜きせん断実験

(1) 試験体

試験体詳細を図-2に示す.試験体は梁材を想定したH 形鋼を中央に,床材を想定したCLTを両側に配置した.H 形鋼フランジには頭無しスタッドが所定の位置にアーク 溶接され,CLTには頭無しスタッド軸径の二倍に相当す る貫通孔が設けられている.実際の施工方法と同様の手 順で製作するため,横に寝かせた状態で片側ずつH形鋼 とCLTをエポキシ系接着剤にて一体化させた.なお,エ ポキシ系接着剤を充填する直前に,頭無しスタッド溶接 部付近のフランジ面にグリスを塗布した.H形鋼には H-200x200x8x12(SS400鋼材)を,CLTにはスギMx60-5-7(ラ ミナ厚30mm,パネル厚210mm)を,接着剤には二液常温硬 化型エポキシ系接着剤を,それぞれ使用した.同図中の CLTには,荷重に対して弱軸方向となるラミナに斜線を 記入している.

試験体一覧を表-1に示す.実験変数には頭無しス タッドの軸径および長さを選定した.軸径には13mm (SWRCH10A)と19mm(SS400)の二種類,長さには70mmと 150mmの二種類を選んだ.これらの変数を組み合わせた 四つの実験条件とした試験体を6体ずつ準備し,計24体 の実験を行なった.試験体名は,STD[軸径]-[長さ]とし



試験体名	H 形 鋼	CLT 幅 x高さ x厚さ (mm)		頭無しス	貫通孔径						
			軸径 (mm)	長さ (mm)	降伏応力度 (N/mm ²)	(mm)	武 高兴 144 女父				
STD13-70	H-200x200x8x12	8x12 300x400x210	13	70	407	26					
STD13-150			13	150	407	26	6				
STD19-70			19	70	326	36	- 0				
STD19-150			19	150	326	36					

表-1 試験体一覧

て表記している.なお、CLT に設ける貫通孔は頭無しス タッド軸径の二倍であるが、製作上の都合により軸径 19mmの試験体のみ、CLT に設ける貫通孔径は36mm とし ている.

(2) 載荷方法

載荷装置を図-3に示す. 試験機には 1000kN 万能試験 機を用い,載荷形式は一方向単調載荷とした.載荷は鉄 骨両フランジの上にピンを設置し,加圧板を介して荷重 を与えた.変形は,H形鋼とCLTの相対ずれ変位を計測 するために,頭無しスタッド軸心と同じ高さに設置した 変位計を四箇所設置して計測した.

(3) 実験結果





図-4に荷重-変形関係を示す.実験は変形 30mm ま で載荷しているが、同図には変形 10mm までの拡大を示 している.なお、同図中の横軸は四本の変位計の平均値 で評価している.本実験では同一条件で6試験体ずつ実 施していることから、各々①~⑥までの通し番号で管 理した.図-4より、いずれの試験体も変形が増大して も耐力はほぼ横ばいで推移し、靭性に優れた挙動を示し ていることが分かる.本報では降伏時の荷重を、0.1 P_{max} と 0.4 P_{max} 発揮時の荷重変形点を結んだ直線と、0.4 P_{max} と 0.9 P_{max} 発揮時の支験データを結んだ勾配で荷重-変形曲 線に接する直線との交点として算出した(図-4(f)参 照)⁷⁾.ここで、 P_{max} は実験で得られた最大耐力である. 実験の荷重-変形関係から読み取った降伏点を図-4 中に●印で表記した.

変形0.5mm付近よりCLTから乾いた音が鳴り始め,徐々 に剛性の低下が見られるようになり,その後は頭無しス タッドがCLTにめり込むような音とともに変形が進行し た.また,STD19-150⑤(図-4(d)参照)のみ初期剛性 および6mm付近までのせん断抵抗力が小さく発現され ているが,これは試験体製作時において一箇所のみ接着 剤が十分に硬化できておらず,製作上の不備が見られた ためである.このため,以降の考察ではSTD19-150⑤は 除外して検討する.●印で示した降伏点は,すべての試 験体において剛性が急変するおおよその変形量より小さ く評価しており,本接合部での塑性化を許容したくない 状況においては概ね妥当な評価と云える.

図-4(e)に試験体条件の違いを比較した荷重-変形 関係を示す.各条件とも,最も小さな荷重-変形曲線を



描いた試験体を選定している.同図より,頭無しスタッ ド軸径19mmの試験体の方が,軸径13mmの試験体より二 倍ほどのせん断抵抗力を発揮する挙動を示していること が分かる.一方で,長さの違いを比較すると,長さ150mm の試験体の方が,軸径70mmの試験体より一割ほど大き な荷重を保持している.表-2に降伏耐力と最大耐力の 一覧を示す.同表には,各条件における6試験体の平均 値,標準偏差,信頼水準75%の95%下限許容限界値(以 下,5%下限値と表記)を記載している.降伏耐力およ び最大耐力ともに軸径19mmの方が軸径13mmに対して, およそ二倍の耐力を発揮した.このことより,本接合部 におけるせん断耐力には,頭無しスタッドの長さより, 軸径の方が大きな影響を与えるものと考えられる.

図-5に実験後の頭無しスタッドの変形の様子を示 す.頭無しスタッドの長さが70mmを使用した試験体 (STD13-70およびSTD19-70)は、フランジ側端部に塑 性ヒンジが一箇所生じる変形が観察された.また、頭無 しスタッドの長さ150mmの試験体(STD13-150および STD19-150)は、フランジ側端部とCLT内の二箇所に塑 性ヒンジが生じる降伏モードとなった.長さ150mmの頭 無しスタッドにおいて、CLT内に生じた塑性ヒンジ位置 は、フランジ側からおよそ50mmから70mmの範囲であっ た.なお、文献8)における木材と鋼材添え板よりなる一 面せん断接合の降伏モードにおいて、本実験結果での頭 無しスタッドの長さ70mmおよび150mmの降伏モードは、 それぞれ、モードIIIとモードIVに対応する.

(4) 実験値と耐力評価式の比較

本接合方法における降伏せん断耐力を評価するため、 ヨーロッパ型降伏理論(以下, EYT 式と略記)により検 討を行なった.本実験では木質材料にCLTを使用してい るため、製材や集成材の接合部に用いられている既存の EYT 式⁸⁾をそのまま適用すると精解は得られず、ラミナ 構成に応じた強度比などを考慮する必要がある.例え ば、文献9,10)ではそれぞれ、5層5プライ CLT、5層7 プライ CLT の中央に鋼板を挿入した場合について、文献 11)では5層5プライ CLT の一面せん断接合の場合につい ての計算式が報告されている.さらに、文献12)では鋼 板2枚挿入された場合の検討がなされている.一方で、 精緻に降伏せん断耐力を計算しようとすると接合具の回 転中心位置による詳細な場合分けが必要となり、煩雑な 式となる傾向にある.本研究では、文献9)に簡易 EYT と して検証された研究例も踏まえ、簡易的な評価法による 降伏せん断耐力の導入を目的とし、既存の EYT 式を用い て実験値を評価することとした.

鉄骨フランジに溶接された頭無しスタッド接合を,木材の主材と鋼板添え板からなる一面せん断接合と仮定し,式(1)で降伏せん断耐力P.を算定する.

$$P_{v} = C \cdot F_{a} \cdot d \cdot l \tag{1}$$

ここで、C:接合係数、 F_e : 主材の基準支圧強度、d: 頭無しスタッドの軸径、l:頭無しスタッドの長さである. なお、頭無しスタッドの降伏応力度は $\mathbf{z} - 1$ に記載した数値を使用した.

CLTの場合,基準支圧強度F_eは製材や集成材のように 一律ではないため,繊維平行層と繊維直交層の支圧強度 を適切に評価する必要がある.文献13)では,繊維方向と 繊維直交方向それぞれ面圧実験を実施して繊維平行層と 繊維直交層の割合と配置から精緻に求める方法と,平均 面圧強度を実験から求めて既存のEYT式へ代入する方法 が示されている.また,文献9)ではCLT全体の面圧強度が 総数の割合に応じた平均面圧強度であると仮定して既存

試験体	降伏耐力 _{ex} P _y (kN)			最ナ	、耐力 _{ex} P _{max}	(kN)	平均面圧強度	計算耐力 _{cal} P _y	מ / מ		
	平均值	標準偏差	5%下限值	平均值	標準偏差	5%下限值	(N/mm^2)	(kN)	ex 1 y' cal 1 y		
STD13-70	70.2	6.55	54.9	112.7	6.25	98.1	25.7	50.3	1.09		
STD13-150	80.5	4.84	69.2	118.7	4.52	108.2	19.7	49.5	1.40		
STD19-70	137.5	8.83	116.9	225.2	15.90	188.1	25.2	83.5	1.40		
STD19-150	166.9	18.09	122.3	243.0	9.63	219.3	20.5	96.3	1.27		

表-2 降伏耐力と最大耐力の一覧



(a) STD13-70



(b) STD13-150





(d) STD19-150

図-5 実験後の頭無しスタッドの様子

のEYT式によって求める方法が報告されている.本研究 ではCLTの面圧強度として、以下に記す面圧実験を実施 して得られた平均面圧強度を使用することとした.得ら れた平均面圧強度を基準支圧強度 F_e として、既存EYT式 へ代入した.

面圧実験の試験体詳細を図-6に示す.ここでは、頭 無しスタッドの代わりに直径13mmと19mmの丸鋼を用い た.面圧実験用の試験片はCLTを70x135x210mmと150x135x21 0mmに切り出し、各々6試験体ずつ、合計24体製作した. CLTの上部に丸鋼を設置し、一方向に加圧した.面圧実 験では、荷重がめり込み変位量とともに上昇を続け、明 瞭な最大荷重が確認できない試験体も見られた.そのた め、本報では降伏耐力として、初期剛性に対し接合具径 の5%だけ平行移動した直線と荷重変形曲線との交点と して算出した⁷.面圧実験より得られた各条件6体ずつの 平均面圧強度を表-2中に示す.

面圧実験から得られたCLTの平均面圧強度を用いて、E YT式により降伏せん断耐力を計算した結果を表-2に示 す.同表中の_{cal}P_yは式(1)で算出したP_yをスタッド本数分と して四倍した値である.EYT式で計算された降伏モード は、頭無しスタッドの軸径の違いに拘らず、長さ70mmで はモードIII、長さ150mmではモードIVと判別され、本実 験における頭無しスタッドの破壊性状(図-5参照)と 良く対応している.本研究で検討した既存EYT式による 評価では、実験値に対する計算値の比は1.09~1.40となり、 安全側に評価した(表-2参照).この理由として、主に CLTに対応させた詳細な場合分けを行なっていないこと と,エポキシ系接着剤による影響を考慮していないため だと推察される.これらの影響について,今後より詳細 に検討する必要があるものと考えられる.

3. 合成梁の曲げ試験

(1) 試験体

鉄骨梁と CLT 床の合成梁効果について検討するため, 四点曲げ載荷実験を行なった.試験体の製作における鉄 骨梁と CLT 床の一体化は,押抜きせん断実験と同様の方 法で実施した.図-7に試験体断面図を示す.H形鋼にはH -350x175x7x11 (SS400),CLTは3層3プライの90mm厚(スギMx 60-3-3),接着剤には二液常温硬化型エポキシ系接着剤を 使用した.試験体の実験変数には頭無しスタッドの軸径 およびピッチ(配置間隔)を選定した.頭無しスタッド 軸径は13mmの二種類,長さは70mmで統一した.ま た,軸径13mmの試験体はピッチ100mmと200mmとし,軸径 19mmの試験体はピッチ250mmとした.

各試験体の合成率 C_r を表-3に示すように設定し、合成率の違いが本合成梁の挙動に及ぼす影響を調べることとした.なお、合成率 C_r は、式(2)で計算した.

$$C_r = Q_s \cdot n_s / (B \cdot t \cdot F_{CLT})$$
(2)

ここで、 Q_s :本接合方法におけるスタッド1本当たり の最大せん断耐力、 n_s :支点から載荷点区間に配置され たスタッドボルト本数、B:CLTの幅、t:CLTの床厚、 F_{cur} : CLTの圧縮強度である.なお、CLTの圧縮強度は $90 \ge 90 \ge 180$ (mm)のCLT6体を素材試験として圧縮試験を行なった



表-3 合成梁曲げ試験の試験体一覧

計除什么		CLT		ス	合成率		
武駛14名	ロボシ 動画	幅	厚さ	径	長さ	ピッチ	(%)
S	H-350x175x7x11	-	-	-	-	-	-
CLTS-13@100	H-350x175x7x11	500	90	13	70	100	77
CLTS-13@200	H-350x175x7x11	500	90	13	70	200	39
CLTS-19@250	H-350x175x7x11	500	90	19	70	250	66

結果より得られた平均値(=22.7N/mm²)である.本接合 方法におけるスタッド1本当たりの最大せん断耐力は文 献14)から得られた結果(軸径13mm:282kN,軸径19mm: 56.3kN)を用いた.鋼材の機械的性質を表-4に示す.

(2) 載荷方法

載荷方法を図-8に示す.試験機には5000kN試験機を 用い,一方向繰返し載荷とした.載荷履歴は,試験体 中央たわみが30mmまでは7.5mm刻みで,その後は15mm 刻みで最大75mmまで各1回とした.載荷は,載荷梁を介 した四点曲げ載荷試験とし,支点はローラー支承と した.変位計は載荷点と試験体中央の鉛直たわみと,H 形鋼とCLT間のずれ変位を計測した.また,ひずみ ゲージをH形鋼およびCLTに貼付し,各々のひずみを 計測した.ひずみゲージ貼付位置は後述する図-10を 参照されたい.

(3) 実験結果

図-9 に荷重-変形関係を,表-5 に主要な実験結 果をそれぞれ示す.同図の横軸は,試験体中央の鉛直た わみと梁材の変形角(鉛直たわみを支点から載荷点まで の距離で除したもの)を記載している.

いずれの試験体も変形能力に優れた挙動を示してお り、純鉄骨梁とした試験体Sでは載荷点付近における上 フランジの局部座屈が生じた.CLTを一体化させた合成 梁では、載荷点におけるCLTの局部的なめり込みが観察 されたものの、実験終了までひび割れや割裂などの目 立った損傷は見られなかった.純鉄骨梁と比較して、合 成梁とした試験体は、いずれも初期剛性および最大耐力 の上昇が確認され、合成梁効果が発揮されていることが 分かる.合成率の違いによる明確な差異は見られなかっ たが、およそ初期剛性で1.22倍、最大耐力で1.23倍の上 昇となった.

表-4 鋼材の機械的性質

使用箇所	鋼種	t (mm)	$\sigma_y (\text{N/mm}^2)$	$\sigma_u (\text{N/mm}^2)$	$E (\text{N/mm}^2)$	Elng. (%)	<i>Y.R</i> .
ウェブ	SS400	7.0	399	494	2.05×10^5	32.0	0.81
フランジ		11.0	337	458	2.06x10 ⁵	42.6	0.74

t:板厚, σ_v:降伏点強度, σ_u:引張強さ, E:ヤング係数, Elng.: 伸び率, Y.R.: 降伏比

計除什么	K	$P_{R=0.5\%}$	P _{max}	δ_{max}	純鉄骨梁Sに対する比率		
武驶冲石	(kN/mm)	(kN)	(kN)	(mm)	K	$P_{R=0.5\%}$	P_{max}
S	18.2	137	396	66.4	1.00	1.00	1.00
CLTS-13@100	22.6	170	486	55.7	1.24	1.25	1.23
CLTS-13@200	22.5	169	484	60.1	1.23	1.24	1.22
CLTS-19@250	21.6	166	499	60.2	1.19	1.22	1.26

表-5 主要な実験結果一覧

K: 初期剛性, P_{R=0.5%}: 変形角 R=0.5% 時における耐力, P_{max}: 最大耐力, δ_{max}: 最大耐力時の変形



図-8 載荷方法

また,同図中には純鉄骨梁の降伏耐力P.と全塑性耐 カP。を記載している. 合成梁とした試験体では、変形 角1.0から1.5%の間で純鉄骨梁の全塑性耐力を発揮して おり,鉄骨梁とCLT床でも合成効果が期待できることが わかる.

(4) ひずみ分布

図-10 に各試験体のひずみ分布を示す. 各除荷点に おけるひずみの値は、高さ方向における同一直線上に貼 付したゲージの平均値で示している.いずれの試験体 も、変形角1.5%までは直線的に分布しており、平面保

荷重(kN) 荷重(kN) 0.5 1.0 1.5 2.0 3.0 4.0 5.0 0.5 1.0 1.5 2.0 3.0 4.0 600 600 **変形角**(%) 変形角(%) 500 500 Р P 400 400 300 300 Ρ 200 200 100 100 形(mm) 変形(mm) 0 0 20 30 40 50 60 70 0 10 10 20 30 40 50 60 0 (a) S (b) CLTS-13@100 荷重(kN) 荷重(kN) 0.5 1.0 1.5 2.0 4.0 0.5 1.0 1.5 2.0 4.0 3.0 5.0 3.0 600 600 変形角(%) 変形角(%) 500 500 P_{p} P 400 р 400 P 300 300 Р 200 200 100 100 **変形**(mm) **変形**(mm) 0 0 10 20 30 40 60 70 0 10 20 30 40 50 60 0 50 (c) CLTS-13@200 (d) CLTS-19@250 **図-9** 荷重-変形関係



持の仮定が成立しているものと考えられる.変形角2.0% 以上になると上フランジと CLT 下面のひずみ分布にずれ が生じるようになり、合成率が小さくなるほど、その傾 向は顕著にみられる. 試験体CLTS-13@200では変形角4.0% において大きなひずみの差が生じているが、荷重-変形 関係上では耐力低下等は見られず、合成梁効果を発揮し た.

4. 結論

鉄骨梁とCLT 床の接合として, 頭無しスタッドとエポ

5.0

70

70

5.0

キシ系接着剤による方法を検討した. 接合部のせん断 性能および合成梁効果を調べるために, 押抜きせん断実 験および四点曲げ載荷実験を実施したところ, 以下の知 見を得た.

- ・頭無しスタッドの軸径が本接合部のせん断耐力に及 ぼす影響は大きく、軸径 19mm では降伏耐力および最 大耐力ともに軸径 13mmのおよそ二倍の値を示した。
- 2)本接合部の降伏せん断耐力評価式として、既存のEYT 式を適用して実験値との比較を行なったところ、降 伏モードは実験挙動とよく対応したが、計算値は実 験値をやや安全側に評価した。
- 3) 合成梁とした試験体は合成率の違いに拘らず,純鉄 骨梁に対して,初期剛性で122倍,最大耐力で123倍 ほどの上昇が確認された.

謝辞:本研究は平成29年度科学研究費助成事業・若手研究(B)(課題番号17K14768,研究代表:倉富洋)の助成を受けた.載荷実験の実施にあたり,福岡大学工学部建築学科技術職員の石橋宏一郎氏と大野敦弘氏,同学科倉富研究室の卒研生の協力を得た.また,試験体用CLTは山佐木材株式会社より提供いただいた.ここに記して,感謝の意を表します.

参考文献

- 稲田達夫,藤井秀行,森宗二郎,工藤僚恭,倉富洋:柱梁S 造・床木質(CLT)構造システムの開発-その1 開発の主 旨及び超高層オフィスへの適用に拘る理由について-,日本 建築学会九州支部研究報告,第54号, pp.709-712, 2015.3.
- 2) 山形毬乃,倉富洋,稲田達夫:柱梁S造・床木質構造システムの開発 その4 施工性確認実験,日本建築学会大会学術 講演梗概集,構造Ⅲ,pp.521-522, 2015.9.
- 倉富洋,稲田達夫:柱梁S造-床木質(CLT)構造システムの開発-その2 鉄骨梁と木床の接合方法-,日本建築学会 九州支部研究報告,第54号, pp.713-716, 2015.3.
- 4) 藤田正則, 大瀧麻世, 大越友樹, 菊池剛和, 小谷野一尚, 岩

田衛:鋼木質複合構造システムに適合するCLT床接合部の面 内せん断実験,日本建築学会技術報告集,第24巻,第56号, pp.189-193, 2018.2.

- 5) 中島史郎, 稲田達夫, 田村和夫, 大畑勝人: 製材を積層接着 したパネルを床版とする鋼構造水平構面の面内せん断性状, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造III, pp.451-452, 2017.8.
- 6) 広幡啓祐,網野禎昭,鎌田貴久,豊将太:非木造に対する CLT製床版の接合方法の開発(その1)単位接合部の一面せん断挙動の特定,日本建築学会大会学術講演梗概集,構造III, pp.535-536, 2015.9.
- 日本建築学会:木質構造設計規準・同解説一許容応力度・許 容耐力設計法一,pp.367-376,2006.12.
- 8) 日本建築学会:木質構造設計規準・同解説一許容応力度・許 容耐力設計法-,pp.222-234,2006.12.
- 9) 中島昌一,北守顕久,小松幸平:クロス・ラミネイティド・ ティンバーを用いた鋼板挿入型ドリフトピン接合部の引張加 力下の耐力指標の検討,日本建築学会構造系論文集,第78号, 第687号, pp.969-975, 2013.5.
- 10) 鈴木圭, 早崎洋一, 河合直人: 鋼板挿入ドリフトピンを用いたCLT接合部のせん断性能, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造Ⅲ, pp.35-36, 2017.8.
- 11) 富髙亮介,戸田正彦,植松武是:CLTラミナの平行層・直交層の支圧強度比を考慮した鋼板添え板ボルト接合の降伏せん 断耐力の評価,日本建築学会大会学術講演梗概集,構造III, pp.25-26,2017.8.
- 12) 澤田圭: CLTを用いた鋼板2枚挿入ドリフトピン接合の降伏 せん断耐力,日本建築学会大会学術講演梗概集,構造III, pp.27-28,2017.8.
- 13) Phommasak Soutsada, 中島昌一, 荒木康弘, 中島史郎, 五 十田博, 増田浩志: クロス・ラミネイティド・ティンバと鋼 板を用いた木ねじ接合部の降伏荷重評価, 日本建築学会大会 学術講演梗概集, 構造III, pp.117-118, 2015.9.
- 14) 倉富洋, 堺純一, 稲田達夫: 鉄骨梁と木質床の接合方法に関 する実験的研究, 日本建築学会九州支部研究報告, 第57号, pp.261-264, 2018.3.

(Received August 30, 2019)

AN EXPERIMENTAL STUDY ON DEVELOPMENT OF STRUCTURAL SYSTEM WITH STEEL FRAME AND WOODEN FLOOR

Yo KURATOMI, Reika MATSUYAMA, Junichi SAKAI and Tatsuo INADA

The authors propose to replace a reinforced concrete slab with a cross-laminated timber (CLT) floor panel as a method to increase the use of timber in moderate- or large-scale buildings. The advantages of using CLT floor are as follows: 1) the weight of the building is reduced, 2) forest resources are effectively utilized. It is necessary to investigate the method of connection of steel beams and CLT floor. Push-out shear tests and bending tests were conducted to investigate the shear performance of CLT and steel beams. The test results indicated that the shear force transferred from the H-shaped steel to the CLT. From the bending test results, the composite beam specimens exhibit higher initial stiffness and flexural strength than those of steel beam alone.