

〈資 料〉

CLCS工法により作製した4種類のフレームの面内せん断試験 接合部における部材の接着の有無および金属プレート厚さが異なる場合の一例

和田 博

Racking Tests of Four Types of Wood Frames Constructed by CLCS (Coupled Lumber Construction with Surface-treated Steel)

Hiroshi WADA

CLCS工法により、金属プレートの厚さや接合方法の異なる4種類のフレームを作製し、面内せん断試験を行った結果、今回の試験条件内では金属プレートの厚さが同じであれば、フレームの剛性は柱や横架材の曲げ剛性でほぼ決定され、フレーム間の最大荷重の差は小さかった。金属プレートの厚さを小さくすると、フレームの剛性および最大荷重が低下することがわかった。

1. はじめに

筆者らは初期剛性が高く、終局耐力も大きい接着接合の特長を活かしながら、これまでの接着接合の欠点を補う簡便な工法を開発し、CLCS工法 (Coupled Lumber Construction with Surface-treated Steel) と呼んでいる¹⁾。本工法の特徴は、接合部における木材の有する大きな圧縮変形能と、金属の有する延性 (この場合は引張変形能) により接合部が靱性を保ちながら大変形するというものである。

ところで、本報は多くの不備を含んでいる。すなわち、実験の実施時期は既報¹⁾におけるそれよりも早かったが、面内せん断試験に不慣れなためにミスが発生した。すなわち、試験時にフレームが引っかけた変形が拘束されるなど初歩的な間違いがあった。

その後、一部について再度試験を行った結果、柱と梁の接合を想定した簡易なL型加力試験による荷重-変形角の関係²⁾をもとに、面内せん断試験のフレームの降伏点以下の領域における荷重-変形の関係についての予測を可能とした¹⁾。さらに、CLCS工法により小規模の建物の試作・材料費の計算も行い^{3, 4)}、建物も県内で実際に使用されていることから、本研究の当初の目的はほぼ達成したと思われる。

そこで、上述したように、不完全な実験であったために未発表であった結果のうち、実験が支障なく行われたフレームの荷重-変形に関して、接合部における部材の接着の有無、および金属プレート厚さが異なる場合について敢えて報告することにした。

2. 材料および方法

幅130mm、厚さ30mmのスギ集成材2枚を合わせ梁、および合わせ柱として、図1に示すような4種類のフレーム (A~D) を1体ずつ作製した (実際に作製したのは、部材の曲げヤング係数を大小2グループに分けて、それぞれからA~Dに1体ずつ計2体ずつであったが、今回報告できるのは1体ずつ)。Aでは、すべての柱と梁が接合部においてL字型金属プレート (以下、金属プレートという) を介して接着されているのに対し、Bではフレームの内側に壁材を挿入、あるいは取り外しが可能なタイプとした。すなわち、接合部において間柱の片側を除く、すべての柱と梁が金属プレートを介して接着・接合されており、間柱は他の片側の集成材とボルトを用いて結合して合わせ柱となる (これらは、既報¹⁾のA-typeおよびB-typeと同じである)。Cはすべての柱と梁の片面のみが接合部において金属プレートを介して接着されており、他の片面の部材とボルトを用いて結合して合わせ柱、および合わせ梁となる。金属プレートの厚さはいずれも3.2mmである。Dではフレームの構成はAと同じであるが、金属プレートの厚さを1.6mmとした。

使用した集成材の曲げヤング係数を表1に示す。既報¹⁾で示したように、試験時にフレームを固定した部材の曲げヤング係数の値は、フレーム全体の強度に与える影響が少ないので、表1では土台と表記した。Bのみが曲げヤング係数の大きいグループからの部材を使用した試験体であった。

接合部に用いた金属プレートは、厚さ3.2mm (Dのみが厚さ1.6mm) の構造用鋼板 (Z-S処理鋼⁵⁾) とした。

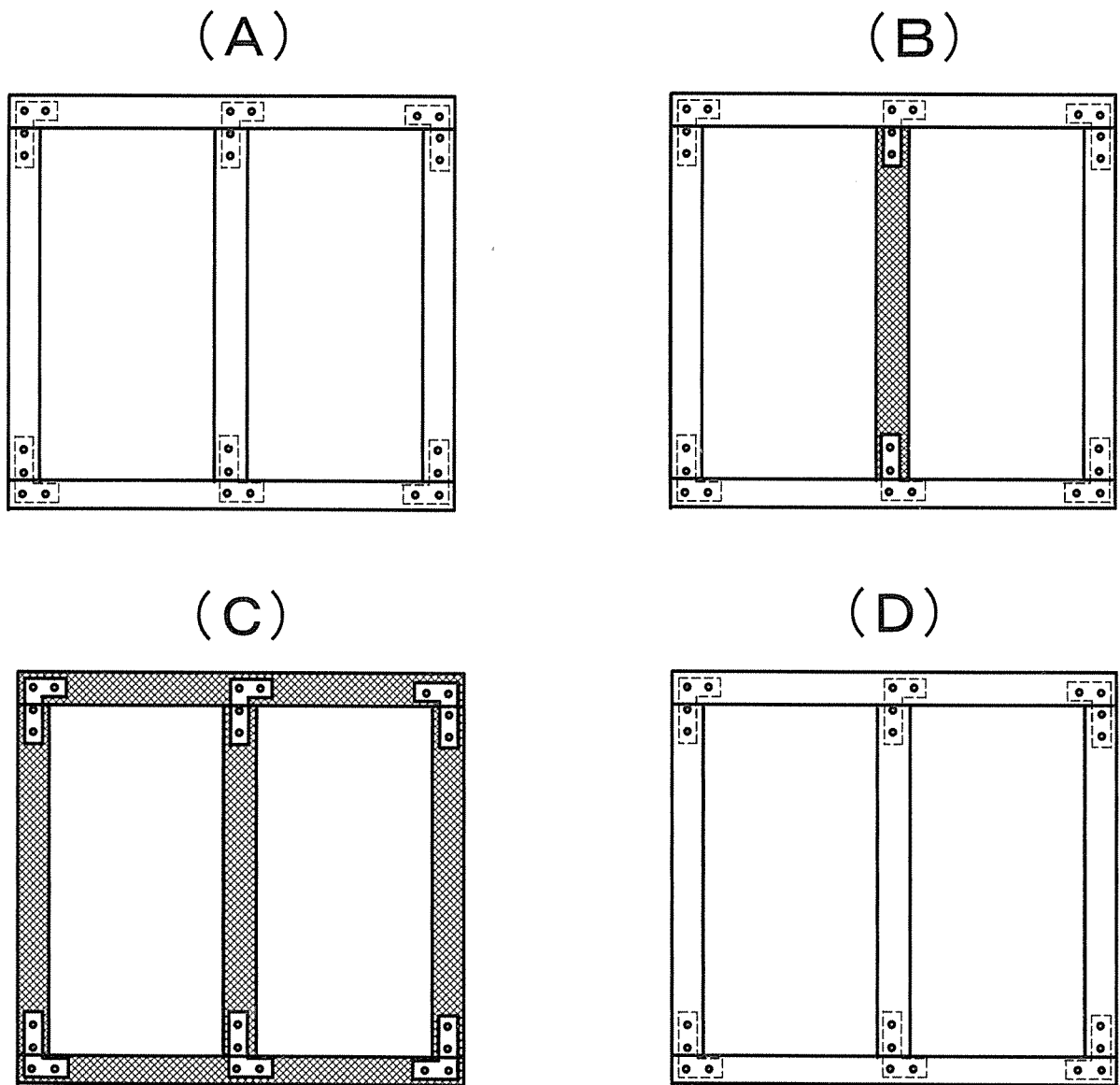


図1 試験体（フレーム）の形状

- (A) 鋼板厚さ：3.2mm 柱および梁はすべて金属プレートを介して接着・接合している。
 (B) 鋼板厚さ：3.2mm 間柱の片側を除く柱、および梁はすべて金属プレートを介して接着・接合している。
 (C) 鋼板厚さ：3.2mm すべての柱、間柱および梁は片側のみ金属プレートを介して接着・接合している。
 (D) 鋼板厚さ：1.6mm 柱および梁はすべて金属プレートを介して接着・接合している。

表1 フレーム部材（集成材）のヤング係数 (GPa)

部材	A	B	C	D
柱	75	85	75	74
梁	71	79	72	73
土台	78	81	77	76

この金属プレートの表面にウレタン樹脂系接着剤（コニシ（株）：パネルボンドKU）を塗布した後、2枚の集成材の間に挟み込み、他の1組のスギ集成材2枚とともに、1接合部につき直径10mmのボルト4本を用いて接着・接合した（上述したようにBの一部およびCは片面接着）。

集成材および金属プレートにはあらかじめ径12mmの孔加工が施しており、接合部の集成材の表面にも接着剤が塗布されている。

2.2 試験方法

図2に示すように、試験体の土台を4本のボルトで固定し、対辺の一端に油圧ジャッキで片振り荷重によるせん断荷重を加えた。試験体の固定には試験体の接合部における金属プレートの4箇所のボルト孔を利用した。なお、片振り荷重にした理由は装置の能力の制約によるものである。

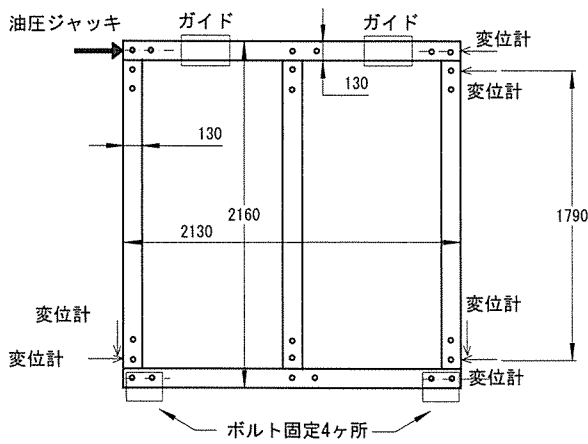


図2 面内せん断試験方法

3 結果および考察

フレームの荷重と真のせん断変形角（以下、変形角という）の関係を図3に示す。図3から得られた知見を以下に示す。

- ・試験体AおよびBは既報¹⁾におけるA-type、B-typeと同様に試験開始から4kN～5kN、すなわち変形角 1.5×10^{-3} rad付近までは荷重—変形角は直線関係を示した。
- ・降伏点以下の領域における試験体AおよびBの荷重—変形角の勾配（以下、勾配という）には大きな差は認められなかった。この理由として、Bの柱と横架材の曲げヤング係数はAより大きかったが、Bの間柱を構成する片側の集成材は接着されていなかったためにフ

レーム全体として同様の値を示したと思われる。最大荷重はAのほうがやや高く、A、Bともに9kN前後であったことも既報¹⁾と同様であった。

- ・すべて部材の片側のみが接着されている試験体Cでは勾配は小さく、試験体Aの約1/2であった。一方、最大荷重はA、Bと大差なかった。このことより、金属プレートの強度性能がフレームの最大荷重に及ぼす影響の大きいことがわかった。
- ・金属プレートの厚さを1/2にしたDでは最大荷重はAの約1/2になったが、フレーム部材の片面のみを接着したCと比較して剛性の低下は小さかった。
- ・いずれの試験体も1/10 rad付近まで破壊は生じずに変形が進行し、荷重が大きく減少することもなかった。以上のことから、今回の条件（A、B、C）のように、金属プレートの厚さが同じであれば、フレームの剛性は柱や横架材の曲げ剛性で決定されるが、最大荷重の差は小さいことがわかる。また、金属プレートの厚さを薄く（D）すると、フレームの剛性および最大荷重に影響することがわかった。

引用文献

- 1) 和田 博、柳川靖夫、鬼木俊也、小松幸平：CLCS工法によるフレームの面内せん断試験，木材工業，62，(12)，613-618（2007）
- 2) 和田 博、増田勝則、鬼木俊也：木材の横圧縮変形

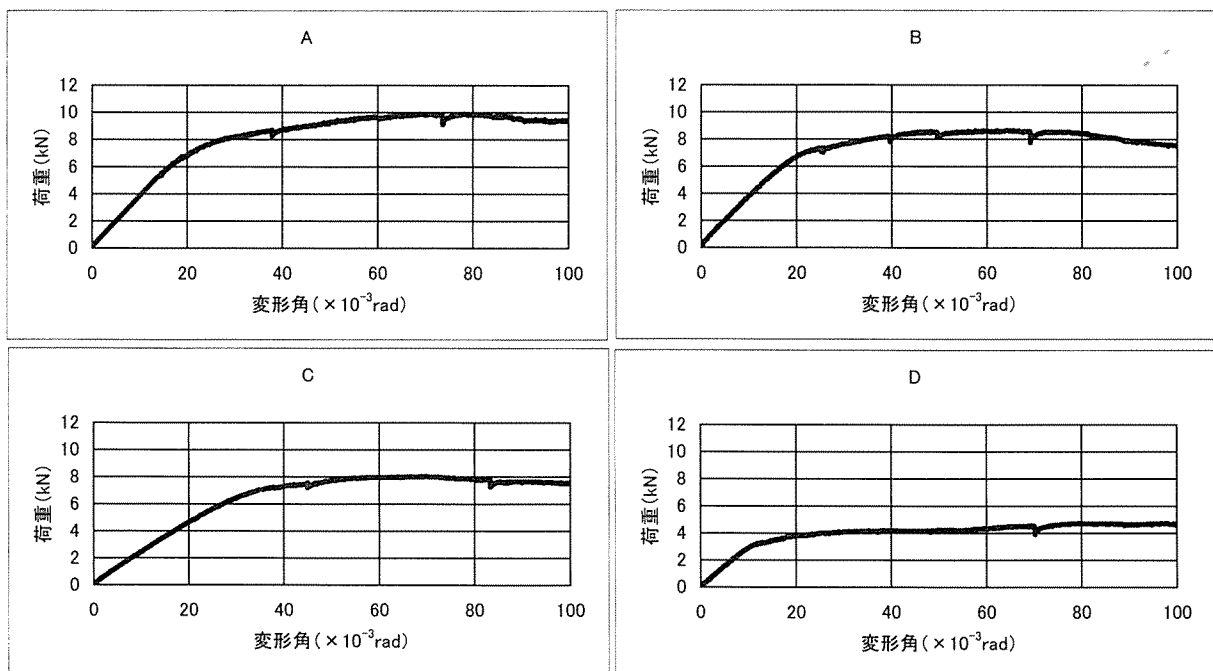


図3 フレームの荷重と真のせん断変形角の関係

- 能と鋼の引張変形能の組み合わせによる高い初期剛性と大きな変形能を有する接合部. 木材工業. 61, (5), 206-211 (2006)
- 3) 和田 博ほか6名: 表面処理金属を用いた接着接合によるスギ合わせばり簡易工法の開発 (第4報). 奈良県森林技術センター研究報告. 33, 55-59 (2004)
- 4) 柳川靖夫、和田 博、鬼木俊也: CLCS工法により作製した切妻屋根小屋. 奈良県森林技術センター研究報告. 34, 87-90 (2005)
- 5) 和田 博ほか4名: Z-S処理鋼とベイマツ材の接着性能およびZ-S処理鋼を用いた現場接合の一方
6) 和田 博ほか4名: 表面処理金属を用いた接着接合によるスギ合わせばり簡易工法の開発 (第1報). 奈良県森林技術センター研究報告. 31, 13-19 (2001)
7) 和田 博、満名香織、増田勝則: 表面処理金属を用いた接着接合によるスギ合わせばり簡易工法の開発 (第2報). 奈良県森林技術センター木材加工資料. 31, 1-5 (2002).
8) 和田 博ほか6名: 表面処理金属を用いた接着接合によるスギ合わせばり簡易工法の開発 (第3報). 奈良県森林技術センター研究報告. 32, 75-78 (2003).
9) 特願2000-98882: 木質系軸組工法.
(2007年12月14日受理)