

CLT 床版のコンクリート地覆接合部の挙動

環境構造工学分野 7015821 鈴木 康介
指導教員 後藤 文彦

1. はじめに

CLT はヨーロッパの建築分野で広く使われている材料だが、近年では耐震性能や耐火性能の試験も行われ、日本の建築分野でも使われるようになった。CLT は、2 方向の曲げに一定の剛性を有するため、壁材や床材などのパネルとして用いられるが、木材ゆえに軽量で疲労の影響も少ないことから、土木分野でも橋梁床版への適用等の用途で期待されている。各種の防腐加工を施した CLT 床版を用いた橋梁が既に試験的に施工されている。こうした CLT 床版の更なる実用化を考えた場合、容易に防護柵を取り付けられることが重要である。コンクリート地覆に設置される規格品の防護柵を取り付けるには、コンクリート地覆を CLT 床版に設置し、風荷重や車の衝突に対して十分な強度を発揮する必要がある。現在、CLT とコンクリートをラグスクリューによって固定した際、どの程度まで荷重に耐えられるかを見るために、押し抜き試験が行われている図-1。そこで本研究ではこの押し抜き試験を FEM でモデル化し、押し抜き試験から得られた破壊挙動をある程度再現できるか検討した。

2. 押し抜き試験概要

押し抜き試験の試験体は 7 層 8 プライの CLT (1 層の幅 30mm) とコンクリートを図-2 にあるラグスクリューで接合したものを左右対称に置いて添接板によって接合し (図-3) 地覆と CLT 床版の接合面に作用するせん断荷重を押し抜きによって与える。荷重は CLT の上面に面載荷しており、最大荷重は 484.57kN である。このとき CLT はめり込みの挙動を示し、ラグスクリューは降伏していることが確認された。

3. 解析手法

計算の負荷を減らすために、 $\frac{1}{4}$ 解析を用いる。CLT の材料定数は一層モデルのヤング率 3.5GPa



図-1 押し抜き試験の試験体

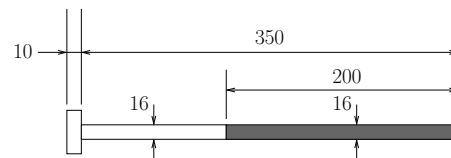


図-2 ラグスクリューの寸法 単位 (mm)

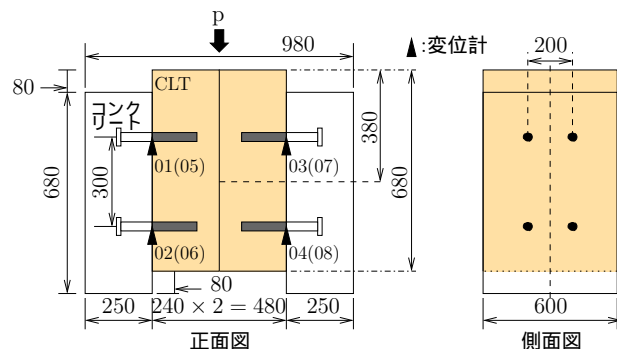


図-3 試験体の寸法 単位 (mm)

を用いて等方性材料とし¹⁾、ポアソン比は $\nu=0.4$ とする。コンクリートの材料定数は $E = 30\text{GPa}$ 、 $\nu = 0.2$ とする。ラグスクリューは文献²⁾ からヤング率 $E = 185.4\text{GPa}$ とし、ポアソン比は $\nu = 0.3$ とする。

今回の解析では、弾塑性解析を用いて木材のめり込みの影響などを近似的に表すことを試みる。ラグスクリューの応力-ひずみ関係は 4 点曲げ試験の値を参考にして²⁾、降伏応力 $\sigma_y=278.1\text{MPa}$ の完全弾塑性モデルとする。CLT の応力-ひずみ関係は一

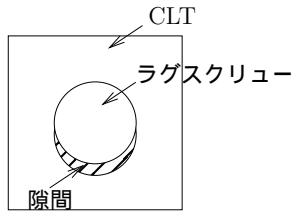


図-4 ラグスクリーウの周りの隙間

面せん断試験の試験結果を参考にして²⁾、降伏応力 $\sigma_y=3.5\text{MPa}$ の完全弾塑性モデルとする。

このような条件で計算を試みたところラグスクリーウの下部分と触れている木材に応力が発生していた。そこで、接触解析をしてみるとこの部分にはほとんど力がかからないことから、変形の異なる木材と鋼材を節点共有していることが原因だと考えられる。この部分は接触解析をしたほうが応力のかかり方が自然だが、接触解析は計算の負荷が高いため、CLT を削ることで計算の負荷を減らし、ラグスクリーウの下側と CLT を節点共有しないようにする(図-4)。また、同様の理由から CLT とコンクリートの間にも隙間を入れることにする。

4. 結果と考察

FEM による解析値と実験値を比較したグラフを図-5 に示す。解析ではモデルを $\frac{1}{4}$ にしているため、8 つの変位計のうち 2 つのみとなるが、2 つの変位に大きな差がなかったことから、ここでは上側の変位計に対応する測点の値を示す。

実験値と解析値を比べてみると概ね近い曲線が得られたが、降伏に入る前後の曲線形状は厳密には異なっている。これは今回弾塑性解析に用いた応力ひずみ値が文献²⁾ の面圧試験で得られた強度から実験値に合うように調整した値であり、木材のめり込み挙動を再現できていないことが原因だと考えられる。

実際の押し抜き試験では CLT の層間に亀裂が入ったり、CLT が回転したりという現象が起きた(図-6)。実験値の鉛直変位が左右のパネルで大きく 2 パターンに分かれたのはこれらの亀裂と回転が影響していると考えられる。亀裂は添接板を固定するためのラグスクリーウが打ち込まれた箇所や

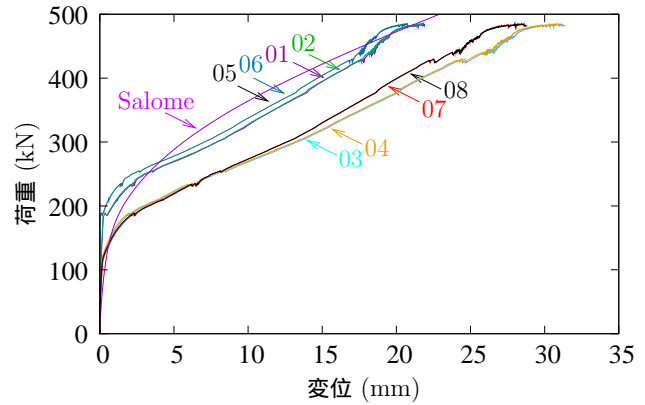


図-5 実験値と解析値の比較データ

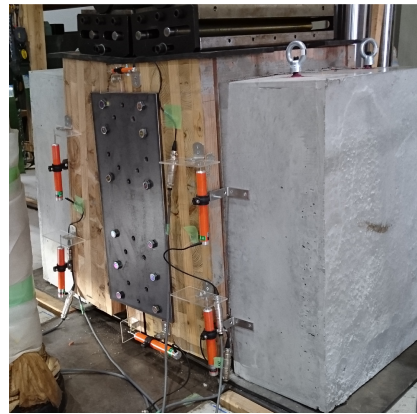


図-6 押し抜き試験時の亀裂と回転

CLT の継ぎ目で発生している。今回の解析にはこれらの亀裂や回転は考慮していないため、これらを再現することができればより実験値に近づくと考えられる。

5. まとめ

- 弾塑性解析でも実験に近い曲線を得られることが分かった。
- 節点共有させたくないところはモデルに小さな隙間を作ることである程度再現できることが分かった。
- 解析で亀裂や回転と詳細な木材のめり込みを再現できれば実際の挙動に近づくと考えられる。

参考文献

- 1) 藤田智郁, 海老名 健正, 後藤 文彦, 野田 龍, 佐々木 貴信: CLT 床版の曲げ挙動の数値モデル化, 木材利用研究発表会講演概要集 16, p.66-71, 2017.
- 2) 野田 龍, 佐々木 貴信, 千田 知弘: 大断面木質土木構造物に異形棒鋼を用いた場合のせん断性能の推定 $\phi 16\text{mm}$ の長尺ラグスクリーウと異形棒鋼を用いた試験体の性能比較, 木材学会誌, Vol. 60, No. 5, p.249-260, 2014.