

## コンクリート地覆が取り付けられた CLT 床版接合部の挙動

秋田大学 理工学部	学生会員	鈴木 康介
秋田大学 大学院理工学研究科	学生会員	海老 拓紀
秋田大学 大学院理工学研究科	正会員	後藤 文彦
サンコーコンサルタント(株)	正会員	豊田 淳
秋田県立大学 木材高度加工研究所	正会員	佐々木 貴信

### 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例を見るようになった。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。現在、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。そこで本研究では CLT 床版にボルトで接合されたコンクリート地覆の接合部を FEM でモデル化し、押し抜き試験（図-1）で得られた破壊挙動をある程度再現できるか検討した。

### 2. 実験概要

押し抜き試験の試験体は 8 層 7 プライの CLT (幅 30mm, 高さ 680mm, 奥行き 600mm) とコンクリート (幅 250mm, 高さ 680mm, 奥行き 600mm) 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、載荷面積は  $0.2\text{m}^2$  で、最大荷重は 484.57kN である。



図-1 押し抜き試験の試験体

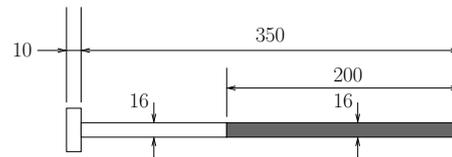


図-2 ラグスクリューの寸法 単位 (mm)

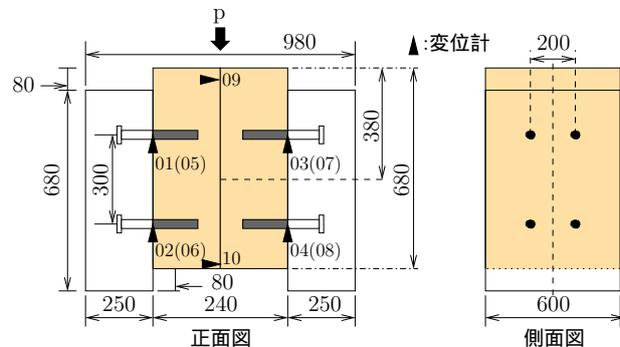


図-3 試験体の寸法 単位 (mm)

### 3. 解析手法

押し抜き試験の対称性から FEM では、 $\frac{1}{4}$  解析を用いる。CLT の材料定数は文献<sup>1)</sup>にある一層モデルのヤング率 3.5GPa を用いて等方性材料とし、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<sup>2)</sup>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。

境界条件はコンクリート底面の上下方向変位を拘束し、コンクリートと CLT の奥行き方向の対称面の奥行き方向変位を拘束し、CLT の厚さ方向の対称面（接合面）の厚さ方向変位を拘束する。

今回の解析では、接触解析と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。接触面と摩擦係数は CLT とコンクリートの間に 0.35, ラグスクリューと CLT の間に 0.5, ラグスクリューとコンクリートの間に 0.5 を用いる。ラグスクリューの応力-ひずみ関係は文献<sup>2)</sup>にある 4 点曲げ試験の値を参考にして、降伏応力  $\sigma_y=278.1\text{MPa}$ , 降伏後の傾き 0.01 のバイリニアモデルとする。CLT の応力-ひずみ関係は文献<sup>2)</sup>にある一面せん断試験の試験結果と比較的合うように降伏応力  $\sigma_y=3.5\text{MPa}$ , 降伏後の傾き 0.01 のバイリニアモデルとする。

#### 4. 解析結果

FEM による解析値と実験値を比較したグラフを(図-4)に示す。解析ではモデルを  $\frac{1}{4}$  にしているため、8 つの測点のうち 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、ここでは上側の測点の値を使っている。文献<sup>2)</sup>にある一面せん断試験に合わせて CLT の降伏応力を  $\sigma_y=3.5\text{MPa}$  とすると、曲線形状は実験値に似てはいるものの半分近く柔らかい結果となる。押し抜き試験体は、文献<sup>2)</sup>の試験体とは違い、めりこみのメカニズムも違うので、降伏応力を 10 倍の  $35\text{MPa}$  にしてみると、剛性は上がるものの、めりこみ後に一定の剛性を発揮しているように見える実験とは必ずしも曲線形状は近くはない。そこで、降伏応力をその半分の  $17.5\text{MPa}$  とすると、比較的 実験と近い曲線形状が得られる。

#### 5. まとめ

接触解析と弾塑性解析を用いて、各種係数や応力-ひずみ関係を調整することで、木材のめりこみに近い挙動を FEM で再現できる可能性が示された。ただし、これらのパラメータの調整だけで、めりこみ後に発揮される剛性なども含めてより正確に

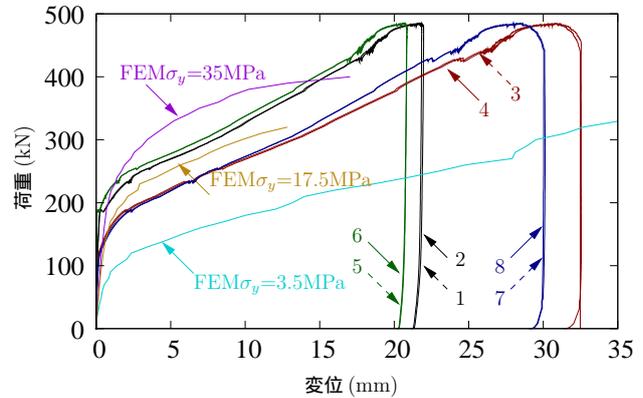


図-4 解析値と実験値の比較データ

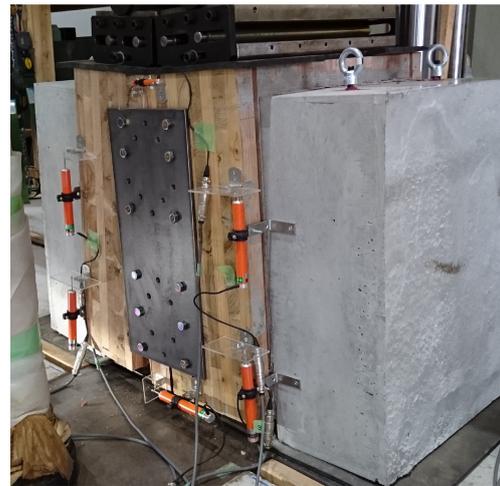


図-5 押し抜き試験時の亀裂と回転

再現するのは、難しい。

一方、実際の押し抜き試験では CLT 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-5)。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ボルトが打ち込まれた箇所や CLT の継ぎ目で発生している。今回の解析にはこれら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かもしれない。

#### 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  $\phi 16\text{mm}$  の長尺ラグスクリュー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.