

CLT床と無垢材梁による合成梁の開発

正会員 ○山根 光\*<sup>1</sup> 同 花井 勉\*<sup>2</sup>  
同 皆川 隆之\*<sup>3</sup>

合成梁 CLT床 無垢材梁  
ジベル接合 FEM解析 接合部実験

1 はじめに

木造建築で大空間を実現するためにラーメン構造が多く用いられているが、梁の断面は長期のたわみで決定される場合が多い。近年急速に開発が進んでいる CLT は、荷重の負担を分散できる直交方向性を持つため床材として最適であり、厚みも RC スラブと同等に厚いことから、木質の梁との一体性を図ることで合成効果を持たせ、長期のたわみや水平変形角等の性能を改善できる可能性がある(図 1)。本報では、梁-CLT 床間のせん断伝達にブルドックジベルを用いた場合のせん断性能を部分試験で確認し、この値を用いた合成梁モデルにて FEM 解析を行い、合成梁としての可能性を確認した。

2 ブルドックジベル接合部せん断試験

2.1 試験体

試験体を図 2 に示す。無垢梁(スギ E70)と CLT 床(Mx60-5-5)にジベル(φ50)をはさみ貫通ボルト(M10)で留め付けた接合部は、加力の都合で高さを変えて両側に 2 段配している。試験体は、CLT 最外面が繊維方向の QBD50-0° と繊維直交方向の QBD50-90° の 2 種類、各 6 体の計 12 体とした。なお、接合部貫通ボルトのトルク管理はスプリングワッシャーを用いた。

2.2 試験方法

試験体設置の様子を写真 1 に示す。試験は鉛直単調加力とし変位 5mm 時に観察を行っている。計測は荷重と変位を加力部で測定した。

2.3 試験結果

試験結果を図 3 に示した。QBD50-0° と QBD50-90° とともに各試験体のばらつきは小さく、ジベルがめり込む繊維方向は異なるが特性値に大きな違いはなかった。破壊性状は、QBD50-0° では繊維方向にめり込みが進行し徐々にジベルの凸部が曲り、めり込み抵抗できなくなった後ボルトがめり込んだ。QBD50-90° では木繊維を切断するようにめり込み、凸部が折れ曲がった後ボルトがめり込んだ(写真 2)。

また、既往の文献<sup>1)</sup>と同様に 2mm まで微小変形区間にて初期剛性を、終局耐力に対して 1/3 の値を長期許容耐力とし接合部の性能を評価した(表 1)。接合部 1ヶ所当たりの初期剛性は 2.3kN/mm、長期許容耐力は 4.0kN であった。

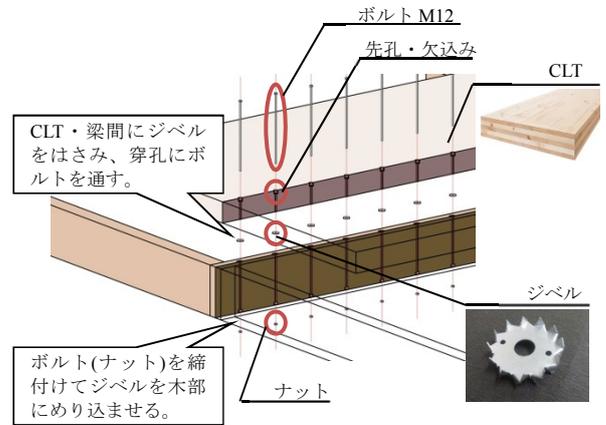


図 1 構法説明図

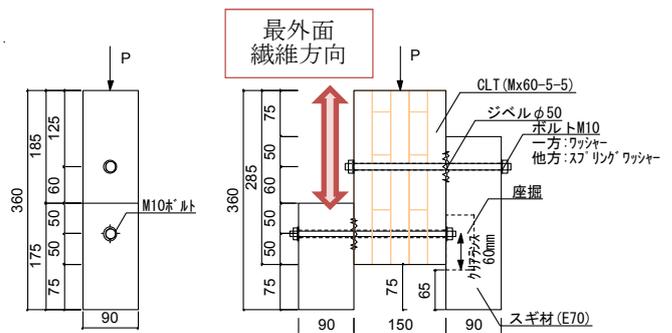


図 2 接合部試験体例(QBD50-0°)

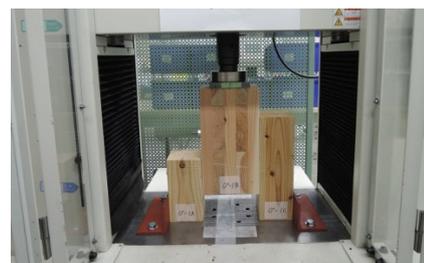


写真 1 試験体設置写真

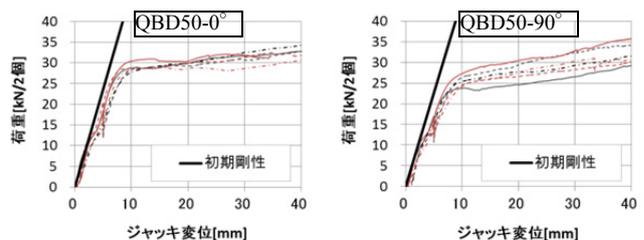


図 3 試験結果 P-δ 曲線(接合部 2ヶ所)



写真 2 破壊性状

### 3 解析による検討

#### 3.1 解析モデル

ボルト拘束、接合部初期剛性、接合部配置、梁せいななどの条件を設定した CLT 床-無垢材梁の FEM モデルを、梁端部をピン支持した状態で鉛直単位荷重を与え、梁のみの場合と比べた変位差を確認する。

図 4 にその仕様を示す。また、各種バネは図 5 のモデルのように配置し、水平方向のバネは接合部初期剛性 5kN/mm(試験結果 2.3kN/mm の 2 個相当)を、鉛直方向のバネはボルト軸方向バネ  $1.8 \times 10^3$  kN/mm とした。

#### 3.2 解析結果

解析結果を図 6 に示す。中央部に単位荷重 1kN をかけたため、加力点から同心円状に変形が小さくなっていくのが分かる。中央の最大変位は 0.39mm であった。梁のみの場合の曲げ変位 1.4mm 比較すると 3.6 倍と 3 倍以上の合成効果を有することになる。

### 4 まとめ

CLT 床と無垢材梁間にせん断伝達用ジベルと貫通ボルトによる接合部を設けることで、合成梁として有効であることを、接合部試験と FEM 解析により確認した。今後、同剛性を確保できる接合部の必要せん断性能についてさらに検討を行っていく。また、梁材の樹種や接合部のジベル仕様毎の要素試験、実大の合成梁試験、FEM 解析等により設計法を確立していく所存である。

#### 謝辞

本開発は、福島県の平成 27 年度 CLT 等新技術導入実践事業「CLT 床と無垢材梁による合成梁の技術開発」によるものです。本開発にあたって株式会社ダイテックに多大なるご協力を頂きました。ここに謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 日本建築学会：木質構造限界状態設計指針（案）
- 2) 安達文男, 坂本功, 大橋好光：ブルドック式ジベルの強度実験, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 1988.10

表 1 特性値一覧(接合部 1ヶ所)

	初期剛性	長期せん断耐力
QBD50-0°	2.36 kN/mm	4.7 kN
QBD50-90°	2.26 kN/mm	4.1 kN
許容値	2.30 kN/mm	4.0 kN

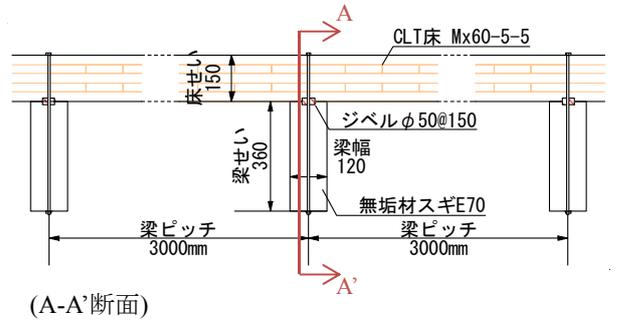


図 4 解析用合成梁仕様

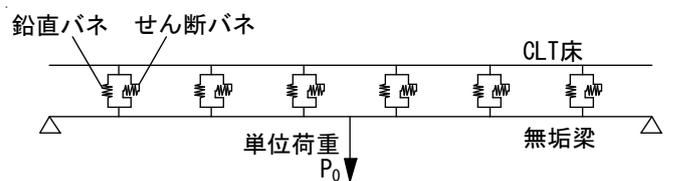


図 5 解析モデル図

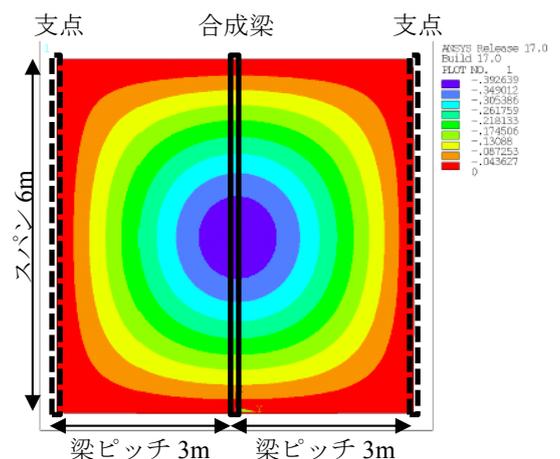


図 6 解析結果

\*<sup>1</sup> 株式会社えびす建築研究所, 修士 (工学)  
 \*<sup>2</sup> 株式会社えびす建築研究所, 博士 (工学)  
 \*<sup>3</sup> 株式会社えびす建築研究所

\*<sup>1</sup> Ebisu Building Laboratory Co., Mr.Eng.  
 \*<sup>2</sup> President, Ebisu Building Laboratory Co., Dr.Eng.  
 \*<sup>3</sup> Ebisu Building Laboratory Co.