

CLT-木ねじ接合部の降伏理論適用のための支圧強度試験

正 ○ 岡部 実 *1
 // 安村 基 *2
 // 小林 研治 *3

CLT 支圧強度 木ねじ 降伏理論

1. はじめに

ひき板を直交積層接着した Cross Laminated Timber (以下 CLT とする)は、大規模木造建築の新たな可能性を広げ、ヨーロッパを中心に普及している。CLT 自体は、大型平板形状となっているため、CLT を用いた木造建築物では、CLT 同士の接合や柱脚金物の設計が耐震設計では重要となる⁽¹⁾。CLT 接合では、大型の木ねじを用いる例が見られるが⁽²⁾、木ねじを用いた CLT 接合部のせん断性能は、接合具の曲げ降伏型になると考えられる。CLT は大型パネルであるため、その接合部のせん断試験も容易ではないが、設計段階では CLT の支圧強度と木ねじの強度特性から、曲げ降伏理論を用いてせん断耐力を推定することができる。そこで CLT の支圧試験を接合具のラミナに対する角度を考慮して実施し、ひき板直交積層された CLT の支圧強度の強度特性を把握することを目的とする。

2. 試験方法

(1) 試験体

CLT は、Finnforest Merk 社製で、3層積層・厚さ 71mm と 5層積層・厚さ 85mm の 2種類とした。樹種はスプルース、接着材にはウレタン樹脂系接着剤が用いられている。ラミナ構成は 3層では 27-17-27mm、5層は 17-17-17-17-17mm となる。試験片は、3層では 100mm×100mm、5層では 100mm×120mm で切り出した。密度は 5層試験体では平均で 510(kg/m³)、含水率は 13%、3層試験体では 420(kg/m³)、10%であった。

(2) 支圧用丸棒

CLT を用いた過去の試験では、胴部径 5.8mm でねじ部山径 8.0mm、木ねじ長さ 100mm~260mm の木ねじ(Rotho 社製 Wood Screw HBS8)を用いたことから、この木ねじの胴

部を切り出し、支圧用丸棒(φ5.8mm)とした。木ねじの詳細を図 1 に示す。なお L260mm の木ねじを用い、胴部の引張試験及び曲げ試験(スパン 120mm)を行い、木ねじの材料特性もあわせて測定した。

(3) 支圧試験

5層 CLT では、支圧方向に対し 3層が木口となる場合と 2層木口の条件で、3層ラミナでは 2層木口と 1層木口の条件の合計 4条件で試験を行った。これらの支圧面に対し、支圧用丸棒を角度 0度から 90度まで 15度刻みで回転させた支圧試験を実施した。CLT 支圧面と支圧用丸棒の配置を図 2 に示す。試験は温度 20℃、湿度 65%環境下に設置された万能材料試験装置(Instron 社製)を用い、荷重速度は 1分間に 1mm とした。クロスヘッドが CLT 面に接触し荷重が急激に増加し始めたところ

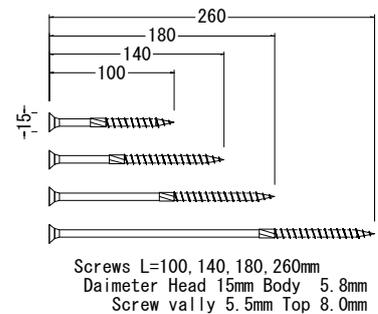


図 1 CLT 接合に用いた大型の木ねじ

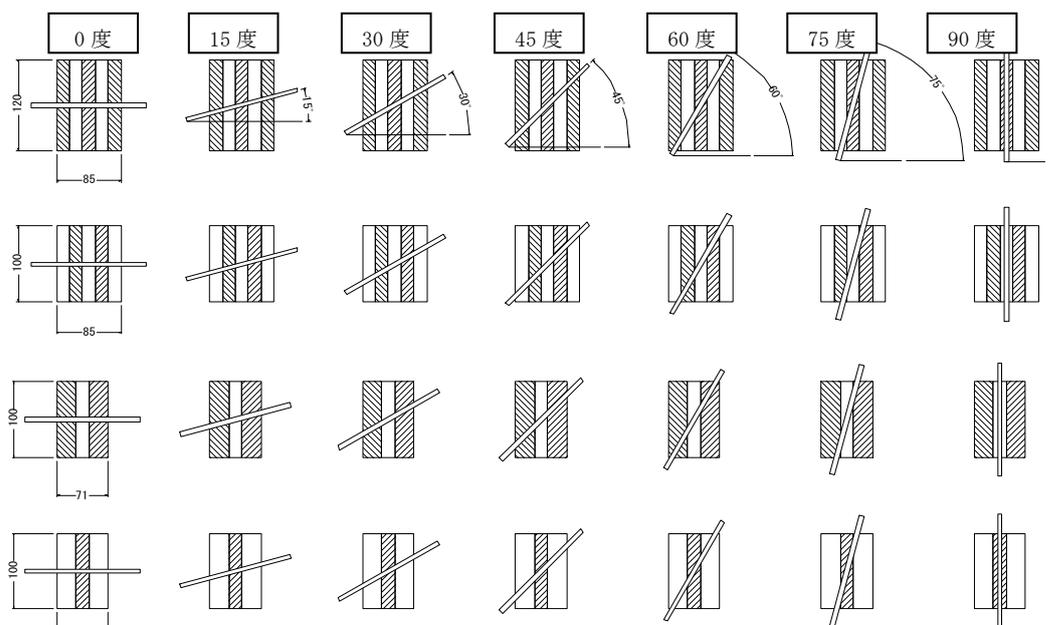


図 2 CLT 支圧面への支圧用丸棒の設置方法(斜線部がラミナ木口面)

ろで実験を終了した。実験で得られた荷重値 (N) を、CLT に対する木ねじの投影面積 (mm²) で除して支圧応力 (N/mm²) を算出した。得られた応力-変位曲線から、降伏応力 P_y 、終局耐力 P_u を木質構造設計規準の付録 2 で規定する接合部の標準試験方法に従い算出した。

3. 試験結果

(1) 木ねじの曲げ降伏強度

図 3 に木ねじの引張試験及び曲げ試験結果を示す。木ねじ胴部の引張試験 (3 本) から 0.2% オフセット時耐力を降伏引張強度 F_y とし、平均で 1053 (N/mm²) を得た。曲げ降伏モーメント M_y は、 $M_y = F_y \times d^3 / 6$ とし 34,200 (Nmm) が得られた。

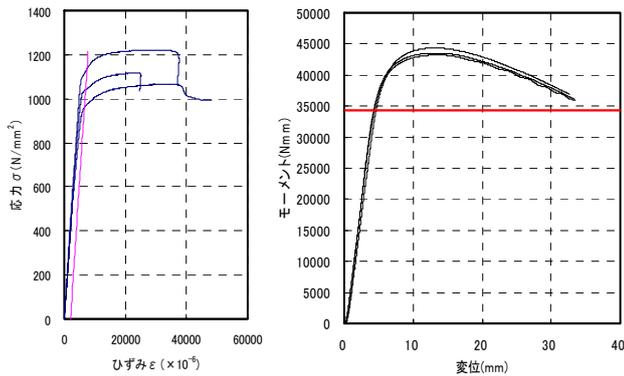


図 3 引張試験 (左) 及び曲げ試験 (右) 結果

(2) 支圧強度試験

図 4 に 5 層 CLT・3 層木口面試験体の支圧試験における支圧応力-ひずみ曲線を示す。ラミナ積層方向に対する支圧用丸棒の角度が変化すると、支圧応力-変位曲線が変化する結果となった。

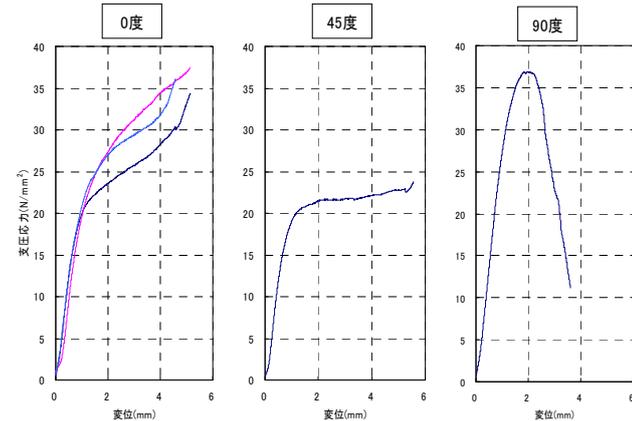


図 4 支圧応力-変位曲線 (5 層 CLT・3 層木口面)

支圧応力-変位曲線から、降伏応力、終局応力を求め、支圧角度との関係を図 5 に示す。3 層 CLT に比べ 5 層 CLT の支圧応力が大きい傾向となったが、これは試験体密度

の影響と思われる。5 層 CLT 試験体の 3 層木口は、角度 90 度で木口面支圧となるため、応力増大するが、2 層木口では 90 度で繊維直交方向支圧となるため、図中点線で示す側面繊維直交方向支圧試験で得られた結果に近い値となった。同様に 3 層 CLT 試験体の 2 層木口では、90 度で繊維直交方向支圧となるが、1 層木口では木口面支圧となり、5 層 CLT と同様の傾向を示した。5 層 CLT の 3 層木口及び 3 層 CLT の 1 層木口試験体で、60 度で最小値となる結果となったが、支圧時に接着層が破壊し、一体化していないことが原因であると思われる。

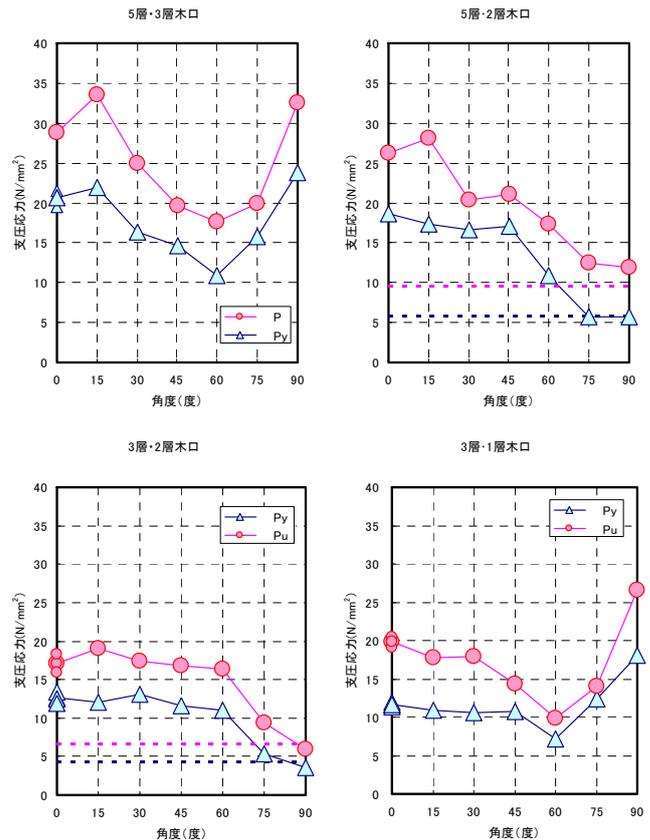


図 5 角度と支圧応力の関係 (点線：繊維直交方向支圧結果)

4. まとめ

CLT と直径 5.8mm 丸棒の支圧応力を求め、降伏理論に基づくせん断耐力算出のための基礎資料を得た。繊維直交方向ラミナのみ、もしくは接着層に木ねじが打ち込まれることは避ける施工方法が好ましいと思われる。

今後はせん断耐力検証実験を行う予定としている。

参考文献 (1) Nasu, Tubouchi et al ; Experimental Study for Big Screw Joint with Cross Laminated Panel : Part 1 Summary and Experiment 1,AIJ, 2008

(2) 須藤、岡部他 ; クロスラミナパネルを用いた 7 階建木造建築物の震動台実験 その 1 試験体建物の設計・施工, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 22086, 2008

*1 : 財団法人ベターリビングつくば建築試験研究センター・農修

岐阜大学大学院連合農学研究科博士課程

*2 : 静岡大学農学部環境森林科学科 教授・農博

*3 : 静岡大学農学部環境森林科学科 助教・博士 (農学)

*1 Center for Better Living Tsukuba Building Research and Testing Laboratory

The United Graduate School of Agricultural Science, Gifu University

*2 Professor, Faculty of Agriculture, Shizuoka University, Dr. Agr.

*3 Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Shizuoka University, Dr. Agr.