

[ 別紙 2 ]

## 論文審査の結果の要旨

申請者氏名 鈴木 圭

本研究は、CLT 構造における引きボルト接合について、構造要素の特徴や力学的特性を実験的に明らかにし、接合部の寸法や仕様の変化に追従できる設計法について提案を行ったものであり、8 章から構成される。

1 章では、CLT 構造の歴史的な背景と、CLT パネル工法の構造的な特徴を述べ、引きボルト接合の特色について述べた。また、材料としての CLT 材の製造方法や品質についての整理を行っている。CLT パネル工法の構造計算ルートの位置づけとそれに対応する接合方法について、述べた。

2 章では、既往の研究内容について纏めており、CLT 接合部に関する研究として、国内外の文献調査に加え、CLT 以外の引きボルトに関する研究を纏めている。

3 章では、ラミナの縦圧縮性能及び部分圧縮性能(めり込み性能)から引きボルト接合部の面圧剛性及び圧縮降伏耐力を求めるため、集成材及び CLT 材の圧縮(めり込み)試験を実施し、木材の縦圧縮及び部分めり込みの強度性能から CLT の圧縮の最大耐力及び剛性の推定を行った。

結果、CLT の圧縮性能について力学的性能が明らかになり、試験結果から力学的モデルとその推定式を作成した。推定結果は実験結果と比較しよく一致する結果となった。

4 章では、CLT 材の材料物性について着目し、ヤング係数と密度の違いによって引きボルト接合部の強度性能に与える影響について確認した。

試験体は、直交集成板の日本農林規格(農林水産省告示第 3079 号)に基づき製造された CLT パネルを用いた仕様に加え、ラミナの品質制御を同規格と異なる方法によって製造された CLT を用いた場合との比較を行った。

結果として、曲げヤング係数と初期剛性、密度と最大荷重の間には僅かに比例関係が見られた。しかしながら、少なくとも引きボルト接合部においては、A 種構成と B 種構成、異等級と同一等級では、個体間のばらつきによる影響の方が大きく、構造設計においてはこれらを意図的に使い分けることはあまり意味がなさそうであることがわかった。また、A 種構成より材質のばらつきを抑えた B 種構成、曲げヤング係数を調整した試験体 60S においては強度性能のばらつきへの影響がほとんど見られなかったが、密度管理を行った DS については強度性能のばらつきが少なくなる傾向にあり、結果的に降伏耐力や最大荷重が他の試験体より高くなった。

5 章では、せん断面積や引張断面積の違いによる影響を調べるため、縁距離、端距離及びラミ

ナ境界部位置をパラメータとした試験を行うこととした。

結果として、縁距離が短くなると引張破壊によって最大耐力が決定し、その値も減少する。端距離が短くなるとせん断破壊によって最大耐力が決定し、その値も減少する結果となった。引きボルト接合は座金による木部の圧縮降伏によって降伏していくが、縁距離及び端距離が短いと最大荷重も小さくなるため、降伏前に破断することが分かった。

6章では、試験体厚さによる影響を確認するため、3層3プライから7層7プライまでのCLTパネルを使って接合部試験を行った。単純に面圧面積の違いだけではなく、構成方法にも違いがある。また、偏心荷重の低減効果を期待して、5層5プライCLTの2層目と4層目にボルトを合計2本入れた仕様についても確認を行う。

結果として、最大荷重及び降伏耐力は試験体の厚さに比例して大きくなるが、剛性については想定よりCLTの厚みによる差が出ない結果となった。ボルトの本数の違いによる座金のめり込みの偏心による影響は見られなかった。

7章では、3～6章までの試験結果を踏まえて、接合部の強度性能についての推定式の提案を行った。

初期剛性は、座金直下の面圧剛性、角孔横の部分のCLT材の引張剛性、ボルトの引張剛性の直列バネとした。降伏耐力は繊維平行層の圧縮強度とした。最大耐力は、座金直下の積層接着面付近でのせん断耐力、座金直下真横の積層接着面付近でのせん断耐力、角孔横部分のCLT材の引張耐力の内、一番低い耐力で決まるものとした。

推定値と実験値を比較した結果、よく一致する結果となったが、6章の実験結果では前述のとおりCLTの厚みによる差が出ない結果となったため、面圧面積が大きい7層7プライは剛性が小さめに評価される結果となり、剛性の評価に課題を残した。

8章では、第7章までに行った引きボルト接合部の性能について、実設計を想定した壁のせん断性能へ変換する過程を示した。また、アンカーボルトで先行降伏させる場合の算定方法も示した。

9章では、全体を通しての纏めを行い、本接合部設計についての適用範囲や留意点などを示した。

以上、本研究はCLT構造における引きボルト接合についての力学的特性を実験的に明らかにしたうえで、接合部の寸法や仕様の変化に追従できる設計法の提案を行ったものとなっており、CLTによる木質構造分野に新たな知見を加えたものであり、学術上、応用上貢献するところが少なくない。よって審査委員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文として価値のあるものと認めた。