

ビス引き抜き耐力推定精度の向上 —木材の三次元密度分布を用いた推定の検討—

静岡大学 大学院総合科学技術研究所 農学専攻： 篠原朋樹 (指導教員:小林 研台)

ビス引き抜き耐力推定精度向上に向けて

現在、木質構造建築物における接合部は様々なものが提案・利用されており、中でもビスを用いた接合が国内外でも多く採用されている。ビス接合部に地震等の外力が加わった際、ビスには木材から引き抜ける力がかかること (図1) が想定されるため、ビス引き抜き性能の把握がビス接合部を採用する上でも重要である。

ビス引き抜き性能の把握に向け、木質部材の密度を用いてビス引き抜き性能を推定した研究は過去にいくつかみられるが、木材内部の密度のばらつきから十分な推定精度には至っていない。そこで本研究では、推定精度の向上を目指し、X線CT技術を用いて得られる木材のビス近傍の局所的な密度に注目し、これを用いたビスの引き抜き耐力の推定を行った。本研究ではその推定精度を決定係数 R^2 において評価を行った。

実験方法

試験には図2のような国産スギCLT (長さ500mm、幅、厚さ90mm) を8体用いた。ビス近傍の密度を導出するため、試験体のX線CT撮影を行った。撮影によってCLTを横断するように約2700枚の断面画像 (図3) が得られた。得られた画像に対し、1ピクセルが0.5mm×0.5mmになるように解像度を調節した後、CT撮影によって得られた試験体の輝度値を密度に変換する処理を行った。

撮影後、ビスの引き抜き試験を行った。試験の概要を図4に示す。CLT試験体の表面に垂直方向よりビスを打ち込み、それに対し逆向きに力を加えることで、ビスがCLTから引き抜かれる力を再現した。この際ビスにはPX8-320 (シネジック社製) を用い、試験体8体から46箇所において試験を実施した。加力は、最大荷重 P_{max} を迎えた後に、約5割に低下するまで続けた。また、本研究では打ち込み長さ L (mm) による影響を無視するため、単位長さ当たりの引き抜き耐力を、 $F_w = P_{max} / L$ と定め、この値でビス引き抜き耐力の評価を行った。

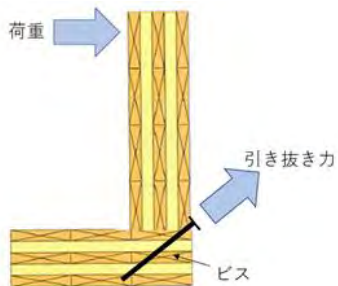


図1 ビス接合部

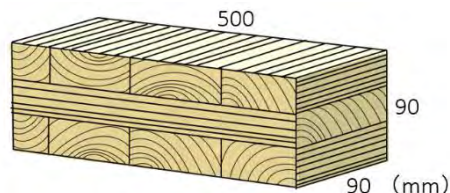


図2 試験体概要

結果・考察

X線CT撮影によって得られたCLTの三次元の密度分布より、ビスの引き抜き試験を実施した46箇所のビス近傍の密度 (10mm×10mm×90mm) を取り出した。その後、取り出した密度の統計値 (分位値 (0%~100%)、平均値、中央値、最頻値) を算出し、この統計値を用いてビス引き抜き耐力の推定を行った。このとき、分位値は密度の最も低い部分からの割合を示しており、例えば5%分位値であれば、ビス近傍の密度の中で下から5%の値を示す。分位値を横軸にその分位値と F_w の間の決定係数を縦軸にとり、各プロットを結んだものを図5に示す。これによると分位値の値が大きくなるとともに決定係数は上昇し、分位値が59%で決定係数が約0.84と最も高い結果であることが確認できた。59%以降は決定係数が緩やかに減少し、100%分位値では0.58であった。また、平均値、中央値、最頻値との決定係数はそれぞれ0.84、0.76、0.14となり、平均値と中央値での推定結果が高い結果となった。また、代表して平均値と F_w の関係を図6に示す。これらの結果より三次元密度分布を用いて得られる統計値の中でも、5%分位値などの密度の低い部分の統計値との相関は弱い一方で、50%~60%分位値、平均値、中央値といった平均的な値との相関が強いことが分かり、ビス近傍の密度の中でも **平均的な部分** の密度の統計値を用いることでビスの引き抜き耐力を **精度よく推定** できることが示唆された。これは木材からビスが引き抜ける際、密度が低い領域で破壊が起こっても高い部分がそれを補い、平均化されているからだと考えられる。

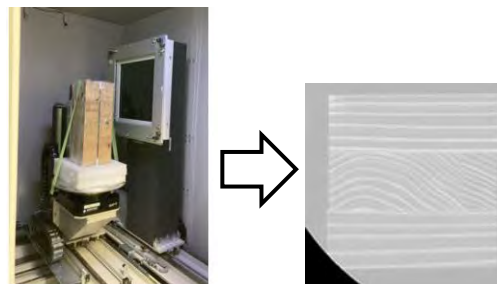


図3 X線CT撮影の様子 (左) X線CT画像 (右)

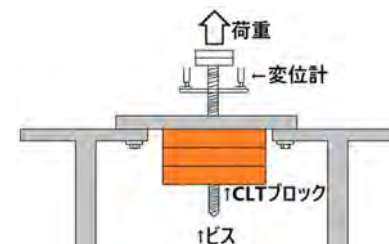


図4 ビス引き抜き試験概要

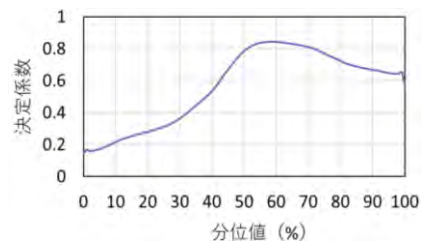


図5 分位値と決定係数の関係

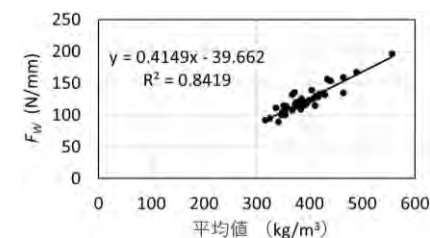


図6 平均値と F_w の関係

平均値、59%分位値などで高い推定精度 ($R^2=0.84$)