

せん断を受ける木質構造ボルト接合部の降伏及び終局耐力の推定

(北海道大学大学院農学研究院) 澤田 圭

はじめに

近年我が国では、体育館や木橋等の構造物に木材を用いた大規模木質構造物が多く見られるようになってきた。こうした構造物は木材や木質系材料からなる構造部材をボルト等の機械的接合具を用いて接合することが一般的であり、通常接合部の耐力性能が構造物全体の耐力性能を左右する。

現在ボルト接合部の設計には木材とボルトの材料強度からボルト接合部のせん断耐力を推定するヨーロッパ型降伏理論式が用いられているが、材料の強度データが不足している点やボルト接合部の本来の力学的挙動と降伏理論で想定している降伏条件との関係が不明瞭であるといった問題点が残っていた。また木質構造物の大規模化に伴って設計規準にはないボルト接合部が実際に使われており、こうした接合部のせん断耐力推定方法が求められていた。

木材の面圧強度とボルトの引張強度

ボルト接合部のせん断耐力を推定するため、木材の面圧強度データとボルトの強度データを強度試験より得た。両者はボルト接合部のせん断耐力を支配する重要な因子である。

断面直径が異なる数種の棒鋼を用いて木材の面圧試験およびボルトの引張試験を行った。ボルト径が大きくなるに従い、ボルトの引張強度は低い値を示した。木材の面圧強度の場合は、棒鋼径の影響は加力方向や荷重レベルによって異なることが確認された(図1)。

ボルト接合部のせん断耐力

ボルト接合部の降伏時、終局時の耐力を

把握することは建築物の構造性能を予測する上で重要となる。そこで、木材およびボ

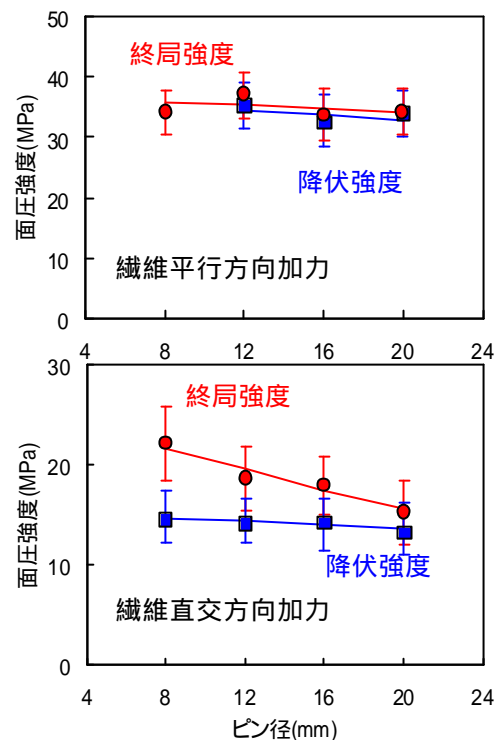


図1. 面圧強度とピン径の関係

ルトの降伏挙動とボルト接合部の変形挙動との関係を調べるためボルト接合部の非線形解析を行った。

解析からボルト接合部の変形が進むにつれて木材とボルトは順次降伏していき、そしてボルト接合部が降伏に達することが確認できた。ボルト接合部が降伏している時のボルトの変形形状は、降伏理論で想定している接合部の降伏モードと対応している。

木材およびボルトの降伏強度・終局強度を用いて算出した降伏理論値は実験から得られたボルト接合部の降伏耐力・終局耐力とそれぞれ概ね近い値を示した(図2)。これらの結果から、ボルト接合部の降伏耐力

や終局耐力は、木材とボルトの強度を適切に用いることで降伏理論により推定可能であることが示された。

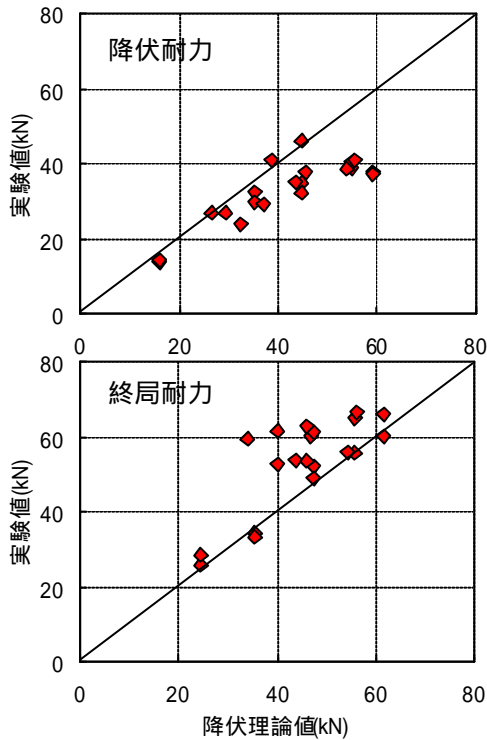


図 2. ボルト接合部せん断耐力と降伏理論値の比較

大断面構造部材を想定したドリフトピン・ボルト接合部

近年の大規模木質構造物では、複数枚の鋼板を木材へ差し込み、木材と鋼板をボルト（ドリフトピン）で緊結した接合部が見られるようになってきた（写真 1）。設計規準には鋼板 1 枚挿入型接合部の推定式はあるが、上述の接合部に関しては未だ推定式が整備されていない。そこで、この接合部のせん断耐力の推定式をヨーロッパ型降伏理論に基づいて求め、推定値と実験値との比較を行った。

推定式から得られた接合部の降伏モードは実験より得られた破壊性状と近似しており、推定値と実験値は極めて近い値を示し

た（図 3）。このことから、降伏理論に基づく本推定式の妥当性が確認された。またこの推定式を用いることで、ボルト・ドリフトピン接合部が最も高いせん断耐力を示す鋼板の配置間隔や鋼板枚数も予測可能であることが示された。

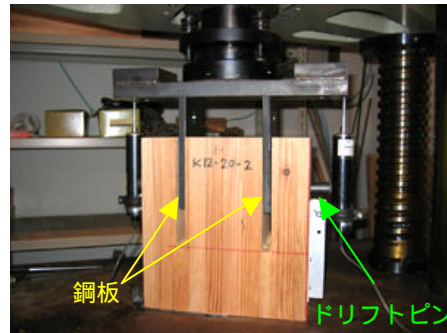


写真 1. 鋼板 2 枚挿入型ドリフトピン接合部のせん断試験

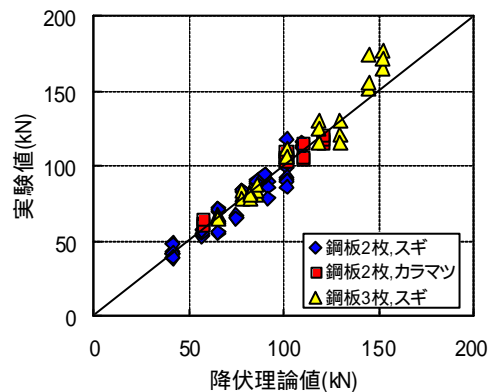


図 3. 鋼板複数枚挿入ドリフトピン接合部の降伏耐力と降伏理論値の比較

ボルト接合部は構造性能上重要な箇所であるため、これら一連の研究成果によって、構造物を安全に使用するための満たすべき性能が把握でき、信頼性を有した設計が行えるようになると考えられる。