

Q&A 先月の技術相談から

釘やビスなどを用いた接合部の強さについて

Q：釘やビスなどを用いた接合部の強さはどうすればわかりますか？

A：釘やビス、ボルトなどで木材と木材（もしくは木材と鋼材など）が つなぎ合わされた部分を「接合部」と呼びます。接合部に作用する力の向きによって、外部から加えられる力は「せん断力」と「引抜力」に分けられます（図1）。また、接合部の強さ、つまり、接合部が耐える力の大きさを、それぞれ「せん断耐力」「引抜耐力」といいます。今回は接合部にせん断力が働く場合について解説したいと思います（ビスの引抜耐力に関しては、「林産試だより2014年10月号Q&A」¹⁾で解説しているので参考にしてください）。

■ 接合部の強度試験

接合部の強度性能は強度試験により確認する方法が確実です（図2）。強度試験を実施することで荷重変位曲線（加えられた力と変形の関係）を得ることができます（図3）。この荷重変位曲線をもとに、接合部のせん断耐力を総合的に評価して決定します。評価には複数の指標を用いますが、なかでも重要な指標のひとつが降伏せん断耐力です。

力を加えると物体は変形します。全ての物体は、加えた力を取り除くと変形がもとに戻る「弾性」という性質を持っています。さらに加える力を大きく

していくと、ある時点で、力を取り除いても変形がもとに戻らない「塑性」という性質に転じます。この現象を「降伏」といいます。接合部の降伏せん断耐力の決め方はいくつかありますが、5%オフセット法という、荷重変位曲線の最初の直線部分を接合具径の5%だけずらした直線（径5mmの接合具なら0.25mm分ずらした直線）と曲線の交点の荷重を降伏せん断耐力とする決め方が代表的です（図3）。

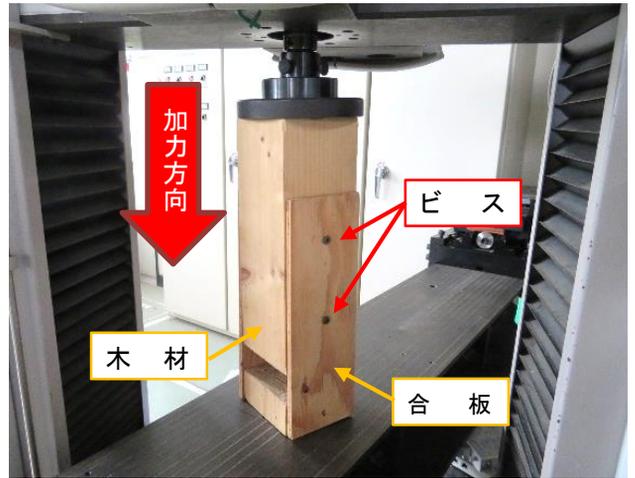


図2 接合部の強度試験の一例

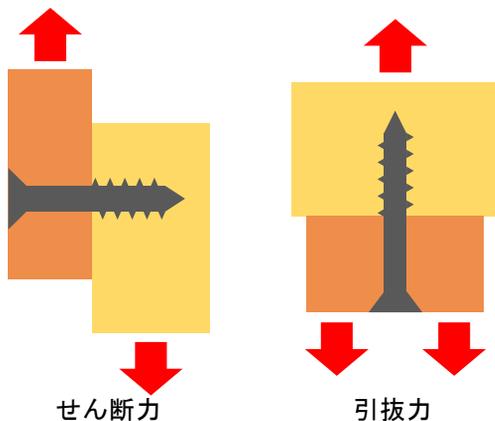


図1 接合部に加わる力の種類

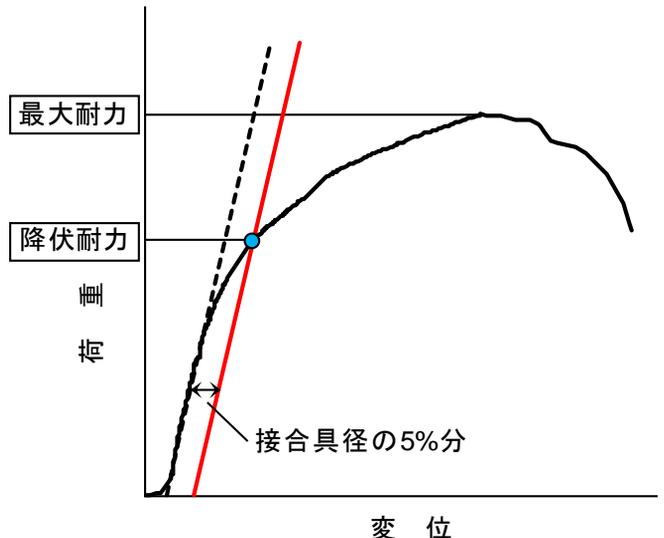
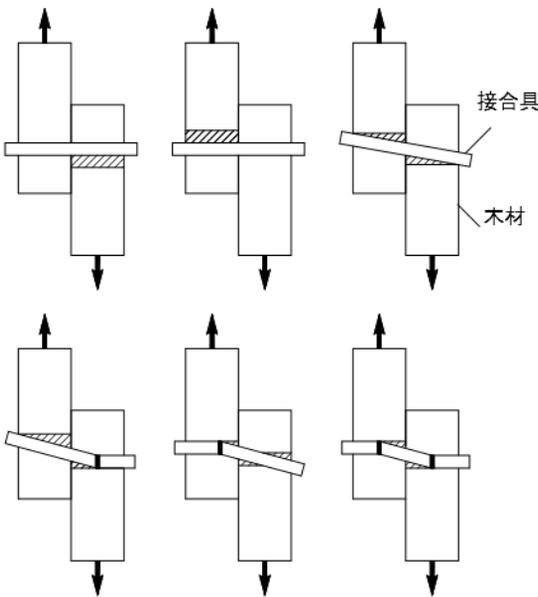


図3 荷重変異曲線と降伏耐力(概念図)

■ 計算による降伏耐力の推定

ある接合部の降伏せん断耐力を知るために、そのつど強度試験を実施できるとは限りません。そこで、計算により降伏せん断耐力を推定する方法を紹介します。

日本建築学会により、接合具を用いた木材と木材（もしくは木材と鋼板）の接合部の降伏せん断耐力を算定する方法が示されています²⁾。この計算方法は、ヨーロッパ型降伏理論という木質構造接合部に関する理論に基づいたものです。基本的な考え方としては、木材および接合具の降伏状態（これを降伏モードと呼びます）について想定される全ての組合せ（図4、この場合、降伏モードは6パターン）について、力のつり合い条件から降伏せん断耐力をそれぞれ計算します。このうち最も小さいものを接合部の降伏せん断耐力とします。少々ややこしいですが、規準書²⁾において、全ての降伏モードおよびそれらに対応する降伏せん断耐力の計算式が示されているため、電卓もしくは表計算ソフトがあれば、誰でも計算することができます。計算には、接合具の径・長さ、木材の厚さ・樹種などの情報が必要になります。



斜線部分は接合具が木材にめり込むことで生じた空隙を表わす

図4 木材同士の接合部の降伏モード

■ 多様な木質材料への展開

最後に、今回取り上げた接合部のせん断耐力に関して、林産試験場が行っている研究の取り組みの一部を紹介します。

降伏せん断耐力の推定式では、木材を「全長に渡って材質が均一であるもの」と仮定して計算しています。木材が製材である場合は、ほぼ問題ありません。ところが、例えば、CLT（Cross Laminated Timber, 直交集成板）という木質材料は、層ごとに繊維方向が直交しています（図5）。このCLTのように、層によって強度の性質が異なる材料は、計算の仮定とマッチしていません。このような多様な木質材料を用いた接合部について、強度試験によるデータの蓄積・解析や、材料の特性を反映させた耐力推定式の提案などを通して、安全で合理的な接合部の設計を可能にする研究に取り組んでいます。

参考資料

- 1) 戸田正彦：林産試だより2014年10月号，pp.12-13（2014）
- 2) 日本建築学会：木質構造設計規準・同解説，日本建築学会編，丸善，pp.222-234（2006）

（性能部 構造・環境グループ 富高亮介）

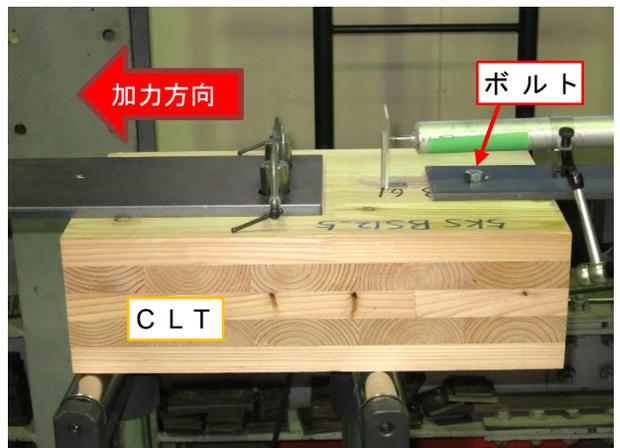


図5 CLT接合部の強度試験