

動的負荷を受けた釘の引き抜き抵抗

琉球大学農学部 林 弘也
石垣リゾート学院 石田 貴博

1. はじめに

構造物接合部の剛性は構造物の強度性能に大きな影響を及ぼすので、部材接合方法は重要である。木構造部材の接合方法には、継手、仕口のように伝統的な接合方法、すなわち接合用補助材料を全く使わず木材の機械的加工による接合方法、ボルト、釘などを使用した接合方法、接合用の補助金具を釘、ボルトで固定した接合方法及びこれらの方法を併用した方法などがあるが、これらの方法が一つの木構造物に併用されているのが実状である。しかし住宅の様に比較的小規模の木構造物では釘による接合法が主流を占めている。

釘接合には、部材のせん断力によるせん断耐力と釘の軸方向に作用する引抜き耐力が作用する。せん断耐力は、釘のせん断性能と木材の部分圧縮性能の両者に影響されるが、引抜き耐力は主に木材と釘表面に作用する力に影響され、釘の引張り強さはほとんど影響していない。

引抜き抵抗に影響する因子は、木材側では木材の樹種、比重、含水率、釘の打込面、釘の打込後の経過時間などの影響を受け、釘側では釘の断面の形状、表面形状、釘径、打込深さなど¹⁾である。ある因子の影響は、一定条件下で、特定因子の条件だけを変化させる方法で研究されてきた。しかしこれらの因子の作用機構は複雑であり、かつ因子は相互に作用し合うので、各因子の特性が変動範囲全体について、必ずしも体系的に明らかにされていない。また、これらの耐力は構造物の築造時の耐力を対象にしており、構造の性能維持を考慮していない、すなわち構造耐力の耐久性を考慮していない様に思われる。

本報告では、影響因子の作用を一定にするために、二次的な因子を出来るだけ単一の条件に設定した。対象にした変動因子は、2種類の釘直径については、釘の打込み深さと荷重の繰返し負荷回数である。部材に作用した力によって繰返荷重を受ける釘の荷重繰返回数と引抜き抵抗との関係を耐久性能の一つとして実験的に検討した。

2. 材料及び実験方法

実験は合板とベイツガ材を釘で固定した試験体を使用し、合板に繰返し荷重を負荷した。合板は厚さ5.29mm、3プライの1類合板である。ベイツガ材(*Tsuga heterophylla*)は気乾比重0.65と0.41の2種類である。釘はJIS A5508²⁾に規定された鉄丸釘のN19(胴部径1.24mm、長さ19.2mm)とN25(胴部径1.65mm、長さ25.2mm)である。合板とベイツガ材は釘で固定する以前に先穴(径は釘の胴部径に大してN19は75%、N25は75%、深さは両者とも釘の長さの65%³⁾)をYUASA製 Bench Drilling Machineで穿孔した。合板とベイツガ材は1本のN釘で固定した。

釘打ちは、釘を垂直に打ち込むために木製釘ガイドを併用し、高さ50cmの塩化ビニール管中を、重さ665gの鋼棒を4回落下させて打ちつけた。釘はN19釘は打ち込み前にアセトンでクリーニングしたが、N25釘はクリーニングしていない。

試験片への負荷は振動発生器の軸を合板に固定し、発振器で振動発生器を振動させて行った。繰返し周波数は90Hzであり、最大振幅は4.0-4.5mmで行った。繰返し数は周波数カウンターに積算計数した。測定装置の模式図を図-1に示した。

釘の引抜き抵抗は試験片から合板をはずし、釘引抜き用のチャックを釘にセットした。釘の引抜き速度は1.1mm/min.の一定速度とし、オルセン型万能試験機で荷重を、引抜き量をダイヤルゲージで測定した。引抜き抵抗は最大荷重値で示した。

3. 実験結果および考察

釘の引抜き抵抗は、同一試験材、同一種の釘の場合には、釘の打ち込み深さに比例すると報告されている⁴⁾。図-2に示すように、本実験のN19、N25釘でも比例関係が認められた。実験式の係数が異なるのは実験に使用したベイツガ材の比重が異なること、釘の種類が異なること、打ち込み前の釘の処理方法などに起因すると思われる。

る。釘の表面積はN19よりN25が大きいので、引抜き抵抗はN19よりN25が大きいと考えられるが、N19の測定値はN25の測定値よりも大であった。このことから釘のクリーニングは引抜き抵抗を大きくし、釘表面の汚染状態が引抜き抵抗に影響を与えていると思われる。

本試験の繰返し荷重は、荷重点と試験片の固定点との距離と荷重点の振幅を考えると、釘のせん断力よりも主として釘軸方向の力を生じている。従って釘と釘に接する材表面との間で疲労現象が発生することになる。

引抜き抵抗は図-3に示したように荷重回数に対して指数関数的に減少する。N25釘はある回数の負荷によって試験機の作動が困難になるほど試験体から抜けるが(本実験では、釘が約5mm抜けたときに試験を中止した。この時点で釘の保持力がなくなったものと仮定した。)、N19釘はある荷重回数を越えても抜けることなく、釘の引抜き抵抗はほぼ一定値となる。すなわち、荷重回数の影響が認められなくなり、効果はなくなる。今回の実験では約50万回で一定値となった。この現象は負荷された力が釘胴と材の間に作用するのではなく他の部分に作用していることを示している。繰返し荷重を負荷した後の釘頭に接する合板の変形量を測定した。合板の変形量は図-4に示した。合板の厚さの減少量と引抜き抵抗は直線関係にあり、本実験では釘頭の緩みがある値になると荷重による変位が釘頭の緩みに吸収さ

れ、釘胴と木材の接触面に力が作用しない状態になり、引抜き抵抗が大略一定になると考えられる。従って本実験系では釘胴と木材接触面と釘頭と木材接触面の2カ所に繰り返し荷重が作用する点があることになる。

4. 結論

得られた実験結果をまとめると

- (1) 釘の引抜き抵抗は釘の打ち込み長さに比例して増加する。
- (2) 釘の引抜き抵抗は負荷荷重の繰返し回数に対し、指数関数的に減少する。
- (3) 釘と木材は釘胴と釘頭の2カ所で疲労現象を発生する。

引用文献

- (1) F.P.L.(US) ed.: Wood-handbook--- Wood as an engineering materials, Agri. handbook 72 U.S.D.A., 7-2, 1989
- (2) 継田視明:釘の引抜き抵抗に関する一考察 木材工業, 36(9), 14-16, 1981
- (3) 日本規格協会:JISハンドブック 24, 1519, 1989
- (4) 若島嘉郎・平井卓郎:釘面圧性能に及ぼす釘打ち条件の影響, 日本40要旨集, 194, 1995

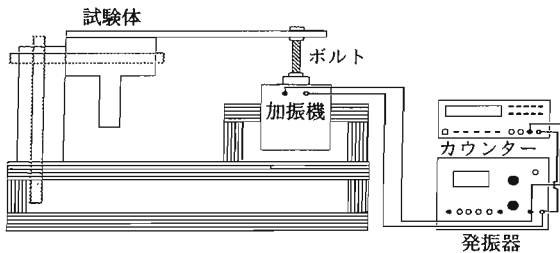


図-1 試験装置模式図

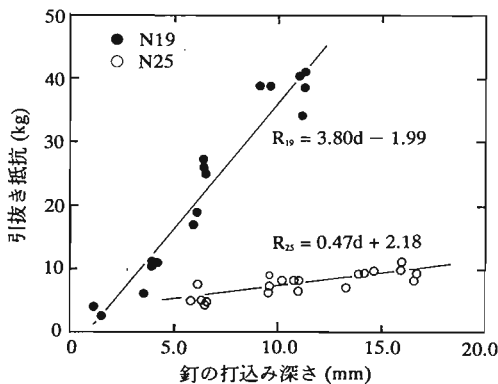


図-2 釘の打ち込み深さと引抜き抵抗

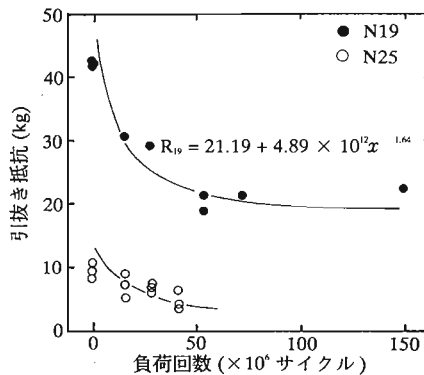


図-3 負荷くり返し回数と引抜き抵抗の減少

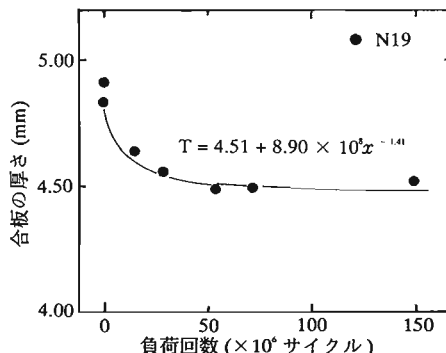


図-4 負荷くり返し回数と合板厚さの減少