

木材の腐朽と木造建築の接合性能

性能部 構造・環境グループ 戸田 正彦

●はじめに

2020年10月に日本政府が発表した「2050年カーボンニュートラル宣言」では、2050年までに脱炭素社会を実現し、温室効果ガスの排出を実質ゼロにすることを目標としています。その実現のためには森林や木材の貢献が欠かせません。森林はCO₂吸収源として大きな役割を果たし、また木造建築物や木材製品は「都市の中の森林」と呼ばれるなど炭素固定の重要な役割を担っています。炭素固定の観点からは、木造建築物に使われている柱や梁などの木材が廃棄されるまでの時間をどれだけ伸ばすことができるか、言い換えれば建物としての寿命をどこまで伸ばせるかが重要と考えられます。特に木造建築物の場合は、鉄骨造や鉄筋コンクリート造とは違って木材腐朽菌やシロアリによる生物劣化が生じる可能性があります。柱や土台などの部材だけでなく、それらをつなぐ接合部の性能が低下すると大地震時に建物が倒壊してしまう危険性もあります。そこで本稿では、木造建築で多く使われている釘接合を対象に検討した腐朽と強度の関係について紹介します。

●腐朽診断方法

木材の腐朽は、木材成分であるセルロースやリグニンが木材腐朽菌によって分解される現象です。建築用材として使用される針葉樹材での腐朽は、多くが褐色腐朽菌によるものです。どのくらい腐朽したかを評価するには、目視やドライバーを突き刺したときの抵抗による方法もありますが、一定の強さで鋼製のピンを打ち込む装置を用いて、ピン打ち込み深さを装置の目盛りで読み取ることによって、測定者によらずほぼ一定の評価が可能となります。

●腐朽と木材強度

まず、腐朽によって木材強度がどのように低下するかについて確認するために、実験室で強制的に腐らせた木材を使って強度試験を実施しました。腐朽処理は、褐色腐朽菌であるオオウズラタケをポテトデキストロース培地で成長させ、そこに試験体を載せることによって行いました。処理開始から60日後、120日後に試験体を取り出して、縦圧縮試験を行って強度を調べました(図1)。その結果、腐朽処理期間が長くなるに従い強度が低下することが確認されま



図1 木材の縦圧縮試験の様子

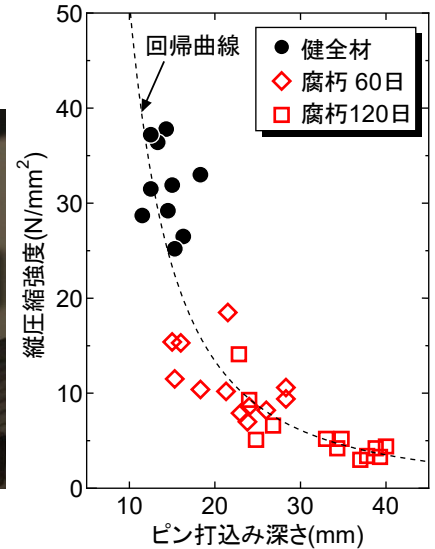


図2 ピン打ち込み深さと縦圧縮強度の関係

した。同時に、鋼製ピン打ち込み深さを測定し、強度との関係を調べたところ、ピン打ち込み深さと圧縮強度との間に指数関数的な相関関係を確認することができました(図2)。すなわちピン打ち込み深さから、縦圧縮強度を推定することが可能であると言えます。

●腐朽と接合部強度

続いて、接合部の腐朽について検討を行いました。木質構造における接合部は、ほぞや欠き込みを加工する嵌合接合や、接着接合もありますが、在来構法や枠組壁工法などでは釘やボルトなどの接合具を使った接合方法が多く用いられています。実験では木材に鋼板を釘で打ち付けた接合部モデルを作製し、先ほどと同様な腐朽処理を行いました。その後、約1~6か月後に取り出して、接合部の一面せん断試験(図3)を行うとともに、鋼製ピン打ち込み深さを測定しました。実験の結果、ピン打ち込み深さとせん断耐力との間に相関が認められましたが、耐力低下の度合いは圧縮強度に比べて緩やかでした(図4)。これは、釘が単純に木材にめり込むのではなく、釘自体の曲げ変形を伴うためです。なお、図5は試験終了後に釘打ち部を切断して撮影した断面の様子です。腐朽するにしたがって、形状もいびつになっていく様子が見て取れます。



図3 釘接合部の一面せん断試験の様子

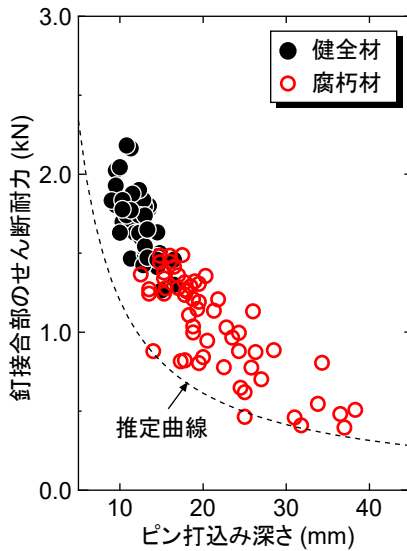


図4 ピン打ち込み深さと釘せん断耐力の関係



腐朽前



60日



120日



180日

図5 腐朽した釘接合部の切断面

●腐朽した接合部の耐力推定

さて、釘接合部の耐力は、木材の圧縮強度をもとに釘の曲げ変形を考慮することによって計算可能です。これまででは健全な木材を対象にした検証しか行われていませんでしたが、今回のデータをもとに、腐朽した釘接合部についても計算可能かどうかを検

証しました。必要なパラメータは木材の圧縮強度と釘の直径、長さ、強度です。任意のピン打ち込み深さに対応する木材の圧縮強度の値は、図2の回帰曲線をもとに算出しました。その結果、釘接合部の耐力推定値を図4に破線で重ねてみると、概ね安全側で接合部の耐力を評価することが可能でした。したがって、既存建築物において腐朽の可能性がある接合部近傍のピン打ち込み深さを測定すれば、腐朽しているかどうか判断できるだけでなく、接合部の耐力を推定することが可能です。同様の考え方は、ボルトやビスを用いた接合にも適用できます。また金物ではなく合板を釘打ちした接合部についても同様に推定可能ですが、合板自体も腐朽によって強度が低下することを考慮する必要があります。なお実際には木材の腐朽だけでなく、金物や接合具自体も錆の発生などによって断面が欠損することが考えられます。その場合は、釘や金物の残っている断面での残存耐力を評価するとともに、接合具の場合は、先ほどの推定式に接合具の直径を減じて代入することで耐力を推定することができます。

●おわりに

経済産業省は、カーボンニュートラル実現に向け「グリーン成長戦略」を2020年12月に策定しました(2020年6月改定)。この中には非住宅・中高層建築物の木造化に向けた取り組みが盛り込まれており、今後の「都市の中の森林」の増大が期待されます。しかし炭素長期固定のためには建築物を木造で建てるだけでなく、できるだけ長く使用することが大事です。そのためには適切な維持管理が必要であり、現在、日本建築学会では既存木造建築物の健全性調査と診断に関する資料を整備しているところです。ここで紹介した内容も盛り込まれていますので、興味のある方はぜひ御覧ください。

(事務局より:本稿は「山づくり」2021年9月号に寄稿した記事を再編集したものです。)