

木材の腐朽と力学特性

高知工科大学 フェロー ○藤澤 伸光
高知工科大学 学生会員 遠藤 芳洋

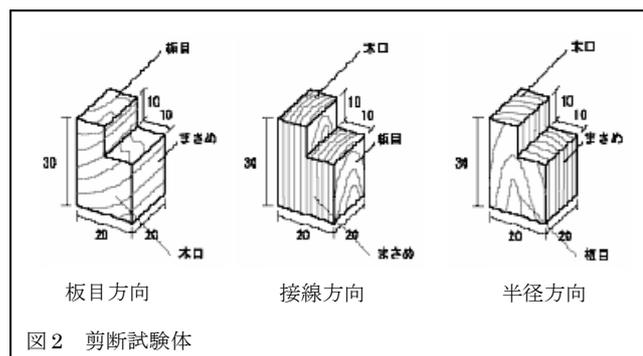
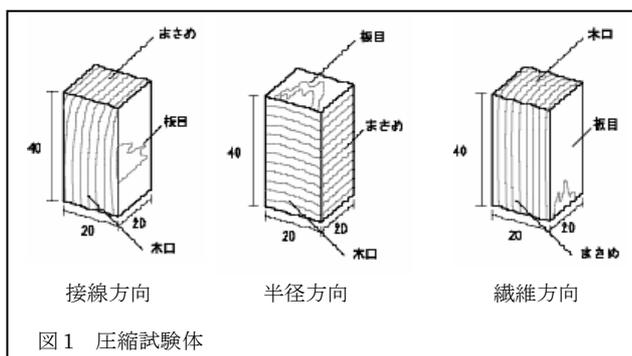
1. まえがき 木質系構造物の信頼性に関わる大きな問題のひとつに、木材の腐朽、とりわけ腐朽が強度、剛性などの力学特性に及ぼす影響が挙げられる。現状では、これらに関するデータがほとんどないことから、木材の腐朽と力学特性に関する実験を試みた。具体的には、腐朽前後の供試体の戴荷試験を行い、強度、降伏応力、ヤング率などを計測した。特性評価にあたっては、木材特有の特性値のバラツキや異方性を考慮に入れている。なお、対象樹種は、高知県において用途開発が大きな課題となっている杉材に限定した。

2. 曝露試験 腐朽方法は、JIS を参考にしながら若干の修正を加えた。腐朽菌にはオオウズラタケ菌を使用し、腐朽期間は1ヶ月とした。容器も、試験体の個数や大きさを考慮し、JIS 標準とは異なるものを用いた。一般に、腐朽したか否かの判断は重量減少率 5%程度が目安とされているが、今回の曝露試験では腐朽した試験体の個数が少なかったため、重量減少率 3%以上で腐朽と判断することにした。曝露試験によって腐朽に成功した試験体の数は、圧縮試験体 5 個/120 個、せん断試験体 16 個/120 個、曲げ試験体 23 個/40 個であった。

腐朽した試験体の個数が少なかった主な原因は、腐朽期間を JIS 規定の2ヶ月ではなく1ヶ月と短く設定したことにあると考えられる。腐朽期間を短縮したのは、腐朽が過度に進行して、腐朽後の載荷試験が実施不能になることを恐れたためである。また、試験の都合上、圧縮、せん断に関しては固体の菌、曲げに関しては液体の菌と2種類の菌を使用した。腐朽期間1ヶ月では固体の菌が十分繁殖しなかった。このため、圧縮、せん断の試験体では、曲げ試験体に比べて腐朽した試験体の個数が少ない結果となっている。

3. 腐朽前木材の載荷試験 載荷試験は圧縮、せん断、曲げの3方向について行った。載荷試験法は、JIS を参考に定めた。繊維や年輪の方向から、引張、圧縮試験では3通り、せん断試験では6通りの載荷方向が考えられることになるが、実際には、試験体の製作が極度に困難な試験体、あるいは試験しても有意な結果が期待できない試験体がある。今回は、下に示した3方向の圧縮、3方向のせん断、および曲げに関する試験のみを実施した。なお、せん断試験に関しては、高さ30mmの側の上下端を固定し、段差の低い部分の面に上部より垂直に荷重を載荷した。試験体の形、寸法は以下に示す通りである。

単位:mm



曲げ試験体は20×320×20mmの直方体である。紙面の都合上、図は省略する。

4. 腐朽前木材の力学特性 圧縮試験の結果を図3～5、せん断試験(接線方向)の結果を図6に示す。縦軸は降伏応力、横軸は単位重量である。試験の結果、最大荷重に達した後、急激に変形が増加する場合もあったが、降伏した後、荷重が漸増を続け、最大荷重の判断が困難な場合も多々見られた。このため、今回の試験では、強度ではなく、降伏応力に着目して結果を整理することとした。

キーワード 木質系材料, 腐朽, 降伏応力, 単位重量

連絡先 〒782-0034 高知工科大学 社会システム工学科 TEL 0887-57-2417

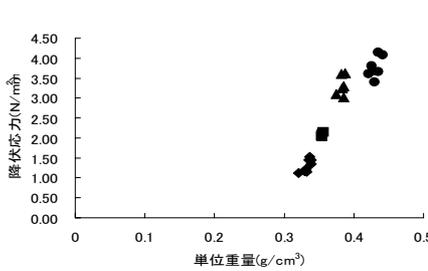


図3 接線方向圧縮試験の結果

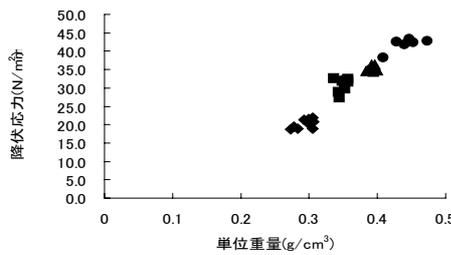


図5 繊維方向圧縮試験の結果

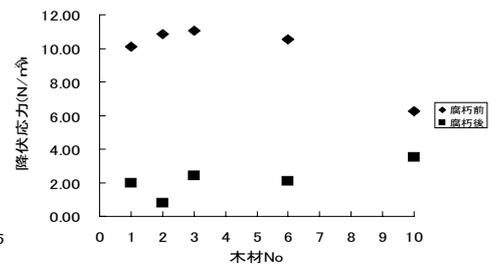


図7 腐朽前後の接線方向せん断降伏応力

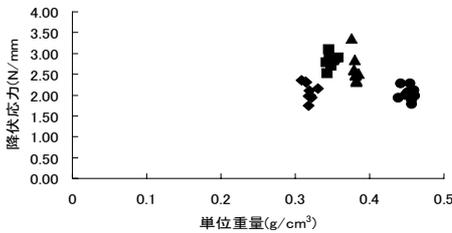


図4 半径方向圧縮試験の結果

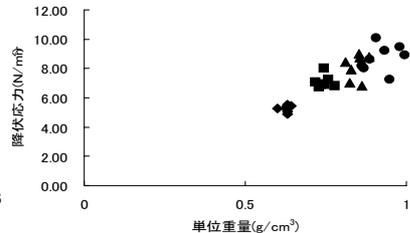


図6 接線方向せん断試験の結果

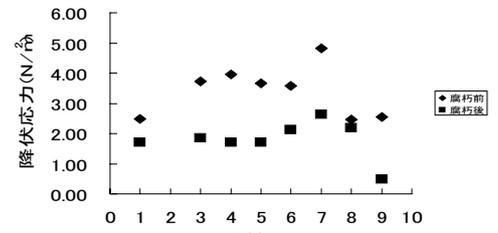


図8 腐朽前後の曲げ降伏応力

図より、繊維方向降伏応力は他の方向に比べ約10倍大きい。逆に言えば、繊維方向以外の方向に荷重を受ける場合は極端に強度・剛性が低下するので、構造設計では十分な注意が必要と言える。

一般に、木材の強度は単位重量と相関があるとされているが、今回の試験で単位重量と降伏応力に相関が見られたのは、圧縮試験では繊維方向と接線方向の2方向だけであり、半径方向では両者にほとんど相関がない。半径方向の試験では、年輪の方向が荷重と垂直のため、晩材間の早材の破壊で降伏すると考えられる。一方、繊維方向、接線方向では共に晩材が荷重方向に平行であり、晩材が強度を负担する。これより、晩材が強度を负担する場合には降伏応力と単位重量には相関があり、早材の降伏で降伏荷重が決まる場合は、両者に相関がないと言えよう。晩材は早材より密度が大きいから、木材の単位重量には晩材の比率が関係していると考えてよいであろう。従って、晩材が強度を负担する方向では、晩材比率の大きい試験体ほど降伏応力が高くなるのではないかと考えられ、これが、強度が単位重量に関係すると言われる由縁ではないかと考えられる。

圧縮試験の結果から類推すれば、層に沿って早材が破壊すると考えられる接線方向でのせん断では、単位重量と降伏応力は無相関であると考えるのが自然であろう。しかしながら、試験の結果(図6)では、単位重量と降伏応力には一定の相関が認められた。破壊した試験体の観察によれば、破壊は晩材に近い早材で発生していた。このため、晩材が若干強度を负担していたのではないかと想像されるが、詳細は不明である。

曲げ試験では破壊形態が引張り破壊であり、晩材が強度を负担するから、単位重量と降伏応力に関係があると予測される。実験結果でも、両者には相関が認められ、上記の推論が裏付けられた。

5. 腐朽後木材の力学特性 せん断試験体(接線方向)と曲げ試験体の腐朽前後の降伏応力を図7, 8に示す。図より、せん断破壊が早材で発生したせん断試験体(接線方向)では腐朽後の降伏応力の低下が大きく、晩材が強度を负担する曲げ試験体では腐朽後の降伏応力の低下は相対的に小さいことが分かる。この結果より、1) 早材の方が晩材より腐朽が早い、2) 同程度の腐朽でも早材では晩材より降伏応力の低下が著しいという2つの可能性が考えられる。今回の実験結果だけでは、どちらであるかは明らかにはできないが、少なくとも腐朽が強度に及ぼす影響は、晩材より早材で大きいことは間違いないようである。今後、より多くの腐朽後の試験を実施し、腐朽が強度に及ぼす影響を、より精緻に把握することが望まれる。

6. 結論

- 単位重量と強度は、晩材が強度を负担する場合のみ互いに相関がある。これには晩材の密度が関わっていると考えられる。早材で破壊する場合は両者に相関がない。
- 腐朽が強度に及ぼす影響は、早材の方が大きい可能性が示された。