

1.5 強度的性質

カラマツは、部位や成長により強度が大きく異なります。建築構造用材として活用するには、強度への信頼性を高める必要があります。

木材の需要を拡大するためには、建築構造用材として利用することが望ましいのですが、その際には強度がどれくらいあるのかが問われます。ここでは、カラマツ材を建築構造用材として利用するにあたり、その長所を生かすことができるよう、カラマツ材の強度的性質について解説します。

樹心近くの材の強度が低い

カラマツ材の強度的な特徴として、樹心近くの材質が外側に比べ劣っており、強度も低いことが挙げられます。この傾向はカラマツ材に限らず、他の樹種でも見られますが、カラマツ材では著しいものとなります(1.4材質参照)。一方、高さ方向に関しては、強度の変動は大きくありません。図1に樹心からの距離別に曲げ強さ(耐えられる強さ)と曲げヤング係数(たわみにくさ)を示しました。この値は節、腐れ、キズなどの欠点を含まない、断面が2.5㎡角の無欠点小試験体によるものです。曲げ強さ、および曲げヤング係数は樹心に最も近いときが最も低く、樹心から遠ざかるにつれて増加するものの、その後安定化するという傾向が見られます。なお、安定化する距離は成長の度合いによって変わり、年輪数で表すと樹心から15、ないし20年輪の部分に相当します。このことから、成長が良好なカラマツ材では、樹心近くの材だけを取り出して利用するような場合は、強度の面から注意が必要です。

成長によって強度が異なる

これまでに林産試験場で試験を行った産地や樹齢

が異なるカラマツ人工林材の曲げ強さを図2に示しました。この値も無欠点試験体によるものです。比較のため、日本の木材から引用したエゾマツ、およびトドマツ天然林材の値も載せています。カラマツA~Cの曲げ強さの平均値は約80N/mm²であり、エゾマツ、トドマツよりも高い値が得られています。しかし、カラマツDでは、曲げ強さの平均値はエゾマツ、トドマツよりも低くなっています。通常、カラマツは初期段階の成長が良く、樹齢が増すと成長のペースが落ちますが、このカラマツDは樹齢が増しても成長があまり低下しなかったものです。

図2で調べた同じカラマツについて、図3に曲げヤング係数を示しました。曲げヤング係数については、カラマツA~Cとエゾマツが同等で約9kN/mm²、トドマツがこれに続き、曲げ強さと同様に、成長が衰えなかったカラマツDの値が最も低くなっています。平均値で比較する限り、カラマツが特に優れているようには見えませんが、カラマツには高いヤング係数を持つものが現れやすいという特徴があります。

構造用集成材では、強度のグレードごとに使用するラミナ(集成材の各層を構成する挽き板)のヤング係数がJAS(日本農林規格)により決められているため、高いヤング係数をもつラミナを用いることで、エゾマツ・トドマツよりも上のグレードの、強い集成材を製造することができます。

同一ヤング係数では他の樹種よりも強い

実際に建築用材として使われる木材(実大材)は無欠点小試験体より寸法が大きく、節や目切れなどの

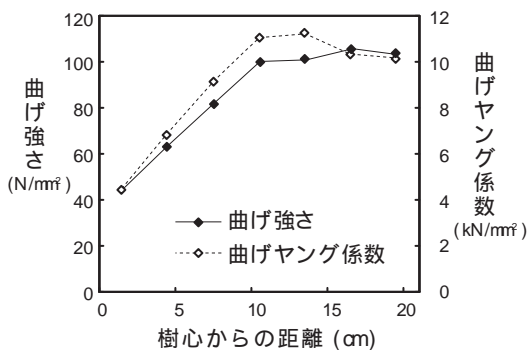


図1 樹心からの距離と曲げ強さ、曲げヤング係数の関係

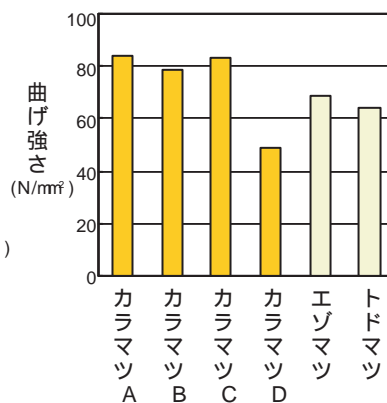


図2 曲げ強さの比較

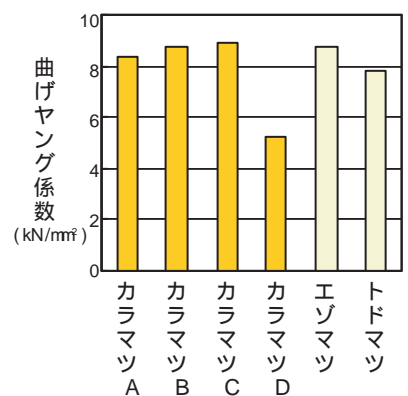


図3 曲げヤング係数の比較

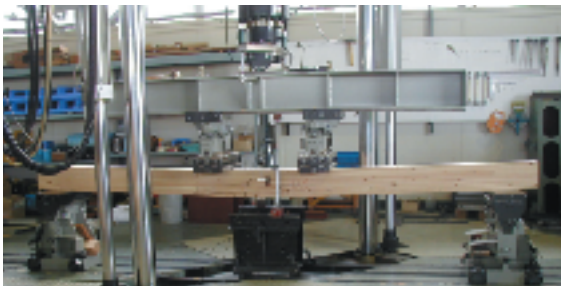


写真 1 実大材の曲げ試験の様子(上)と破壊形態(下)

欠点を含んでいます。ほとんどの場合、この欠点の原因となって破壊する(写真 1)ため、実大材の強度は無欠点小試験体よりも低くなります。ところで、欠点の現れ方や強度への影響の程度は樹種により異なりますが、節の大きさなどの制限値を樹種ごとに変えるというのは現実的ではなく、すべての樹種で同一の制限値が設定されています。このため、建物を設計するときに使われる強度では、カラマツ<エゾマツ・トドマツとなる場合もあります(図 4)。

木材に含まれる節などの欠点に基づいた目視等級区分では、カラマツの強度はエゾマツ・トドマツよりも低くなる場合がありますが、ヤング係数に基づい

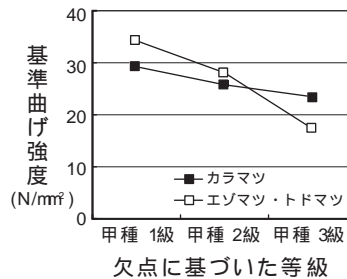


図 4 欠点に基づいた等級と強度 (目視等級区分)

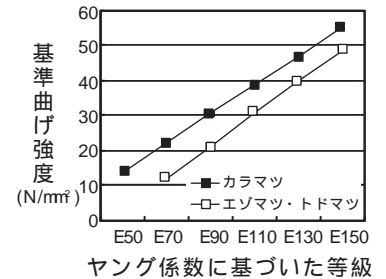


図 5 ヤング係数に基づいた等級と強度 (機械等級区分)

て強度を決める機械等級区分では、異なる結果となります。図 5はヤング係数に基づいた等級とこれに対応した基準曲げ強度を示しています。Eに続く数字が大きいほどヤング係数が高いことを表していて、すべての等級でカラマツの基準曲げ強度はエゾマツ・トドマツの基準曲げ強度を上回っています。

ヤング係数を測定して、効果的な利用を

ヤング係数は木材を壊すことなく測定できるため、実際に使う木材で数値が得られます。曲げ等の強度に関しても、ヤング係数と強度の関係を利用することにより、信頼性を向上させることができます。これまでみたようにカラマツは、丸太から切り出した部位や成長の度合いによって強度が大きく変わります。カラマツを建築構造用材として利用するには、ヤング係数の測定が重要です。それにより、効果的で信頼性の高い強度性能評価が可能と考えます。

(構造性能科)

製材の等級区分方法について

針葉樹の構造用製材の JASでは 2通りの等級区分方法が規定されています。その一つは木材が含む欠点の大きさ 程度を見ただ目で判断する目視等級区分で、もう一つは木材のヤング係数と強度の関係に基づいた機械等級区分です。目視等級区分では等級内の強度のバラツキが大きく、カラマツ材の基準曲げ強度は 1級材でも 29.4N/mm²となっています。一方、機械等級区分では強度を目視等級区分よりも高い精度で推定できるため、E150では 55.2N/mm²と 1級材のほぼ 2倍の値が割り当てられています。なお、木材を建築用材として使う場合、ヤング係数が分かっていることが望ましいのですが、目視等級区分では等級間のヤング係数の違いは小さく、高いヤング係数を持つ製材を選別できないという問題があります。