

木材・木質材料の

長期的な変形について

林業研究部 山本 健

はじめに

木材・木質材料は軽くて強い材料であり、住宅などの構造用材料として多く使用されています。また、木材は大気中の二酸化炭素固定が可能であり、森林・林業は持続可能な開発目標（SDGs）の達成に大いに貢献しています。平成22年には「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が、平成30年には「広島県県産木材利用促進条例」が施行され、公共建築物の木造化・木質化を後押ししています。

構造用材料は建物の寿命と同程度の長期間にわたって荷重を受け続けます。木材に荷重をかけ続けた場合、そのたわみ量は時間と共に増加し、最後には破壊することもあります。

たわみ量が増える現象はクリープ現象と呼ばれています。特に含水率が変化した場合にはたわみ量

が大きく増加します。そのため、長期的なたわみ量を小さくするためには、含水率が低い乾燥材を使うことが重要です。

どこまでたわみ量が増えると建物が危険になるか、の目安は、建設省告示第1459号に示されています。告示では木造の床梁についての記載もあり、その「変形増大係数」が「2」になっています。例えば、建物を50年使う場合、50年後の木造床梁のたわみ量が初期の2倍以内であれば、支障なく使うことができます。

また、短時間では破壊しない荷重であっても数日後、数か月後、数年後に破壊することもあります。この現象はクリープ破壊と呼ばれています。身近では、安価な3段木製ボックスに重い図鑑や辞書をたくさん並べて置いた際に、棚板のたわみ量が徐々に増えていき、気が付くと棚板が壊れていた、という事はありませんか。構造用材料がこのようなクリープ破壊をすると大変なことになります。この現象に対応するために、建

築材料には「長期許容応力度」が決められています。建物の耐用期間中に地震や風などの様々な外力を受けて、各部材にはそれに抵抗する力（応力）が発生します。この応力が、許容応力度を超えないように建物は設計されます。

材料、期間によってさまざまな許容応力度があります。例えば、木材の曲げ強度では、短期（10分）許容応力度に対して、中長期（3日）は0.8倍、中長期（3か月）は0.72倍、長期（50年）は0.55倍した値が長期許容応力度になっています。つまり、木材に55の荷重を50年間受け持たせようとすると、10分以内で100の荷重を受け持つ強度がある木材を使わなければなりません。この数値の根拠になっているのはアメリカ合衆国の林業試験場で行われたクリープ試験の結果とされています。その結果をまとめたグラフの曲線は、試験場のあるマディソン州にちなんでマディソンカーブ（図1）と呼ばれています。木材が破壊する荷重と時間の

関係が、このカーブより右上にあれば、既存の方法で構造用材料として使っても安全な材料と言えます。

長期荷重試験の例

林業技術センターでは、クリープ現象やクリープ破壊現象に対応した試験を行っています。今回は、直交集成板（CLT）で行った試験の例をご紹介します。

CLTについては、平成25年752号などの林業技術センター情報に解説があります（図2）。最近では建築物など幅広く使われて

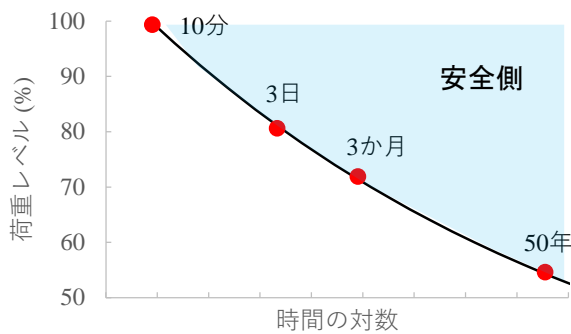


図1 マディソンカーブ

おり、ひき板の方向によって強軸、弱軸と呼ばれる方向があります。その方向によって強度などの性能が大きく異なります。

林業技術センターでは、モーメントアーム式の試験機（写真1）によりCLTに長期にわたって荷重をかけてその変化を調べています。その結果、クリープ現象については、強軸方向、弱軸方向共に既存の木質材料と同程度の性能であることが分かりました。

また、クリープ破壊現象についても調べています。CLTが短期（10分程度）で破壊する荷重の平均値を荷重レベル100%とし、

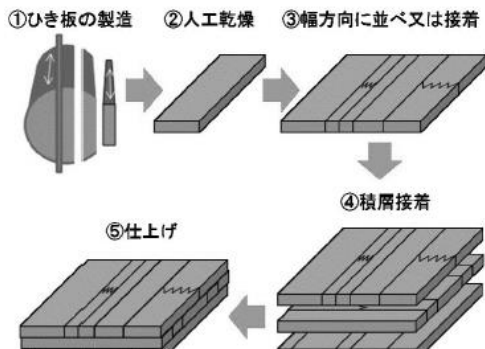


図2 CLTの作り方(農林物資規格調査会資料より)

その荷重の70から90%程度の荷重をかけ続けます。写真2のようにCLTが破壊した時間を調べてグラフにしたものが図3と図4(※)です。これらのグラフは縦軸

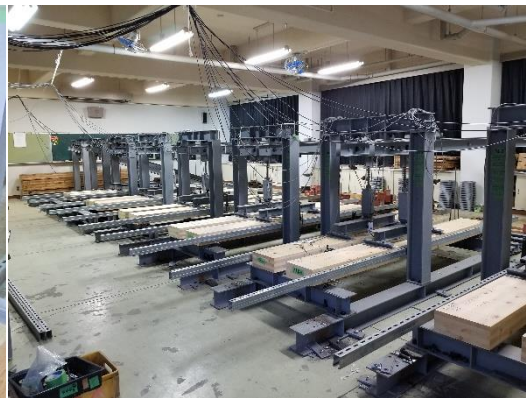


写真1 クリープ試験機



写真2 試験で破壊したCLT

が荷重レベル、横軸が破壊した時間の対数です。実線は先ほどのマデysonカーブです。図3は強軸方向で試験した結果を、図4は弱

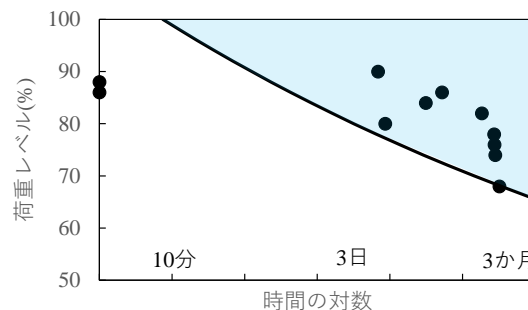


図3 強軸方向の荷重レベルと破壊までの時間

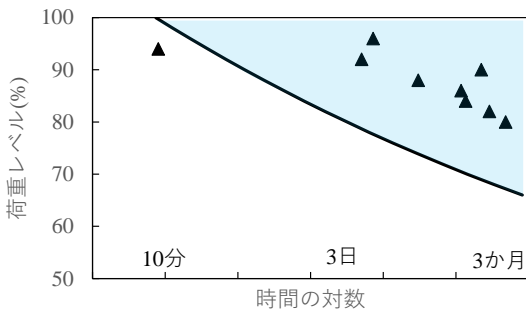


図4 弱軸方向の荷重レベルと破壊までの時間

軸方向の結果を表しています。図を見ると、カーブの左下側にいくつか点があります。これらは試験開始から10分以内に破壊しており、クリープ現象とは異なる短期の変形破壊で、節などの欠点による強度のバラツキが原因と考えられます。実際に建物に使う場合は、バラツキを考慮して材料を選びます。そのため、これらのCLTが使われても建物の寿命に影響はありません。10分以内に破壊した点を除くと、すべての点はマデysonカーブの実線より右上側にあります。つまり、クリープ破壊現象については、CLTは既存の木質材料と同程度以上の性能があり、CLTを構造用材料として問題なく使用できることが分かりました。

引用文献

※山本 健・藤田和彦・渡辺靖崇・宮武 敦・洪沢龍也・田中聡一・金山公三…異等級構成スギ直交集成板(CLT)の面外曲げ性能、「材料」Vol170, No. 7, pp. 561-566 (2021).