

# 木材が濡れたらどうなる？

性能部 構造・環境グループ 今井 良

## ■はじめに

私たちは、これまで長らくの間、建築向けの道産木材の利用技術を中心に、研究開発や試験を実施してきました。その一方で、数はそれほど多くありませんが、木製デッキや木製遊具、ガードレールなどの木製土木構造物の研究開発に取り組んできた実績もあります。

木材の屋外利用には、木材腐朽などの耐久性が課題となることが多く、建築分野とは異なり、なかなか広く普及しにくいのが実情です。そのため、木製土木構造物の開発では、耐久性に関する課題解決に向けた取り組みがこれまでの研究の中心でした。

## ■CLTの土木利用

林産試だよりでも度々話題提供させていただいたCLT(図1)の土木利用<sup>1) 2)</sup>など、CLTに関しては、林野庁などによる国を挙げた新たな木材需要の発掘や、利用技術の開発が進められており、これらの取り組みの中から、CLTを工事用の敷鉄板のように利用する「CLT敷板」(図2)が、道内企業によって令和7年度より事業化されています。そのほかにも、CLTを用いた高機能防雪柵や、駅プラットフォームとしての活用など、新たな分野での利用技術開発や実用化の取り組みが進められています。

私たちも令和3年度から、全国の研究機関と協働してCLTの土木利用に関する様々な技術開発や性能評価に取り組んでおり、令和7年度からは道総研の重点研究として道産材を用いたCLTの土木分野での利用技術開発を進めています。

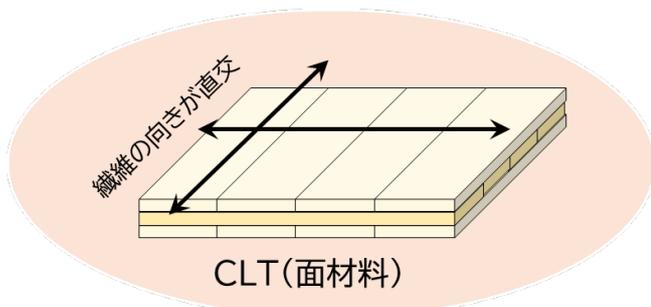


図1 CLTの概要



図2 CLT敷板の使用例

## ■吸水した木材は腐りやすい

屋外環境に木材が置かれると、雨水や地面の水分の影響によって、木材はどんどん吸水が進み、部位によっては中が常に水で満たされた状態になります。この「木材の中が水で満たされた状態になる境目」を繊維飽和点(含水率約30%)といいます。水中や地中に置かれる場合は、含水率が100%を超えてきます。このような状況になってくると、建築や家具で培われた繊維飽和点以下の含水率での乾燥収縮の考え方だけでは、高含水率による材質的影響を十分に説明できません。

木材の含水率が、繊維飽和点を超えた状態で長い時間が経過した場合、(温度や空気的环境にも因りますが)木材を栄養源とする「木材腐朽菌(キノコの仲間)」が木材に根付き、繁殖して木材を分解してしまいます。これが木材腐朽と呼ばれるものの正体です。

通常は、木材が腐朽しないよう、なるべく乾燥した条件で使われたり、吸水しにくいように塗料で膜を作ったり、防腐薬剤によって木材腐朽菌が繁殖しにくくして利用しますが、屋外環境ではこれらの条件の完全なコントロールは難しいです。

## ■濡れた木材は滑りやすい？

物体は濡れると、表面の摩擦が低下し、滑りやすくなる傾向があります。木材の場合も同様で、水に濡れた木製デッキが普段より滑りやすく感じられるのはそのためです。ただし、木材は多孔質(目に見えない小さな穴が多数ある構造)であるため、軽い濡れであ

れば水分を内部に吸収します。そのため、すぐに表面に水の膜ができるとは限りません。一方、プラスチックや鋼材のように水を吸収しない材料では、水が表面に残りやすく、条件によっては非常に滑りやすい状態になることがあります。

事業化が始まっている CLT 敷板ですが、従来の敷鉄板などに比べて優位となる性能の一つに「滑りにくさ」が挙げられます。工事現場では雨や雪のほか、砂や砂利なども板の上に載ってきます。敷鉄板の場合には、砂や砂利も「コロ」のようになって鉄板とタイヤの接地面積を減らすため滑りやすくなりますが、木材である CLT の敷板では、多少の砂や砂利の場合なら適度に木材に食い込んで、逆にスパイクタイヤのような滑り止め効果をもたらします。水濡れに関しては前述のとおりですが、実際に敷鉄板と CLT 敷板の上をダンプカーで走行した現場の運転手からも、「CLT の方が滑りにくくて走りやすい」という声を聞いています。

つまり、木材は濡れると滑りやすくなることは事実ですが、鉄板などと比較して濡れても滑りにくい素材であるとも言えます。

### ■乾燥収縮と膨潤

CLT の研究の中で、長期間屋外で使用された場合、CLT にどのような影響が生ずるか、どのような条件・環境で腐朽が発生するのか等について調べるため、4年間の屋外暴露試験や地中への埋設試験を行いました。

地中深くに4年間埋設された CLT 試験体の写真を図 3 に示します。色が黒っぽく変色しているのは、湿りによるものや、地下水・土壌成分との反応によるものと考えられます。しかし、ここで見ていただきたいのは「形状」です。

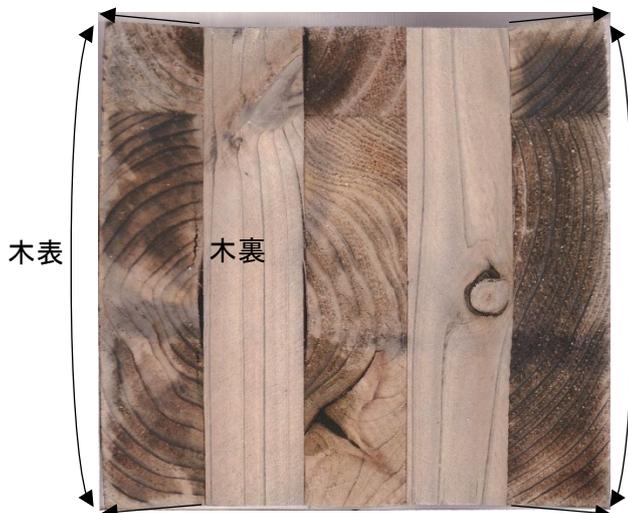


図 3 4 年間地中深くに埋設されていた CLT 試験体 (幅 150mm × 高さ 150mm の立方体)

通常、木材は乾燥が進むと、細胞中の水分が失われていき、繊維が収縮していきます。この時、繊維の方向によって収縮率が異なる (異方性)<sup>3)</sup> ため、木材は単に縮むのではなく、反ったり、ねじれたりします。板材の場合、木表側が木裏側よりも大きく縮むため、木表面が反って凹状に、木裏面が凸状に変形します (図 4)。

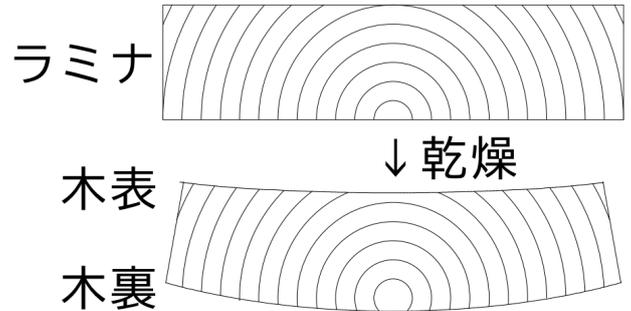


図 4 板目板の反り

しかし、この CLT 試験体は、図 3 の矢印で示したように木表側が膨らんで広がり、「鼓 (つづみ)」のような形状になっているのがわかるでしょうか。なかなか見ることのない特殊な形状です。日頃、乾燥した木材の木表側が縮んで反ったり、表面に割れが発生したりする事例ばかり見ていると、“木裏側が縮んで反ったように見える”この変形に、とても違和感を覚えました。冷静に考えると、乾燥で収縮するのだから、水分を吸って湿ると逆の挙動を示すのは当たり前のことなのですが。

これまで木材の主な利用先であった、住宅建材や家具の場合、基本的には乾燥状態で用いられ、繊維飽和点と呼ばれる含水率約 30% を超えた状態にはなりません。そのため恐らくは皆さんも「木材が水分を吸ったらどうなるか？膨らみますよね？」というくらいの認識だと思います。実際、酒樽やワイン樽、ヒノキ風呂の浴槽や風呂桶などは、水分を吸って膨らむことを前提とした使われ方です。しかし、私たち木材の研究者ですら、膨潤したときの「変形」にまで意識を及ぼす機会ほとんどありません。

### ■CLT 特有の変形

さて、この鼓のような CLT の変形のメカニズムを説明できるでしょうか？

CLT は挽き板 (ラミナ) の繊維の方向を積層方向に直交させて貼り合わせているので、隣り合うラミナの接着面では、片一方のラミナが水分を吸って膨らもうと

しますが、もう片一方のラミナは繊維が長手方向で水分を吸っても伸びにくい（収縮率が低い）ため、接着剤と共に相手のラミナに対する拘束具として働きます。結果的にラミナ同士の接着面ではほとんど変形が生じません。反対に、最も外側のラミナには、外側に“拘束具”が存在しないため、水分を吸って膨らみます。これが鼓のように変形したメカニズムです。

吸水により木表側が凸状に、木裏側が凹状に変形した理由について、もう少し詳しく説明します。接着する前のラミナが乾燥され、乾燥による変形で出来た凹凸（図5の②の状態）を平らに削って長方形断面に仕上げられてから接着しています。こうして作られたラミナは、水分を吸収したときに「元の状態」に戻ろうと膨らみますが、削り落とされた部分は元には戻りません。その結果、このように木表側が凸に膨らんで、木裏側が逆に凹むという見慣れない形状に変形するのです（図5の④の状態）。

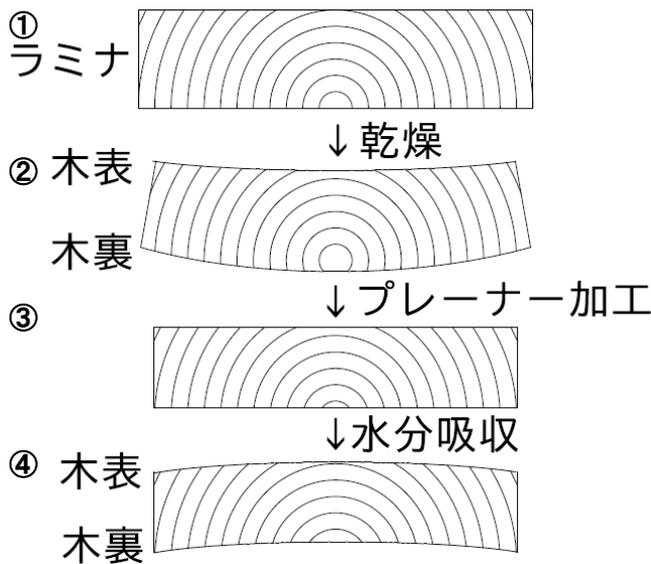


図5 ラミナの水分吸収後の形状変化

貼り合わせる板材の繊維の向きが揃っている集成材（軸材料）の場合であれば、水分を大量に吸って膨らんだとしても、これほどはっきりと目に見える“歪（いびつ）な変形”は見られません。そういう意味では、CLT 特有の変形、特に土木利用における CLT 特有の現象ともいえます。

このような変形が、どのような影響を与えるのか、あるいは逆にどのようなメリットがあるのか、今後も継続して検討を進めていきます。

### ■おわりに

木材の土木利用は、これまでの建築利用では極力避けてきた「木材を濡らす」という行為に対して、むしろ“濡れることが前提である利用方法”とも言えます。このことが、木材腐朽の観点から利用者の懸念となり、導入に対して慎重な判断が求められる要因となっています。

また、濡れた時に起こる形状や性質の変化について、CLT のような新しい素材の場合は、まだまだ十分な知見が揃っていないわけではありません。

今後も、木材や CLT の土木利用は増えていくと見込まれます。これからも研究開発を行いながら、得られる新たな知見を製品の機能や特長に活かすような取り組みを進めていきます。

### ■参考文献

- 1) 今井良：CLTを土木分野で活用するための技術開発，林産試だより，2024年6月号，p.6, <https://www.hro.or.jp/upload/51002/2406-5.pdf> (2025年2月16日参照)
- 2) 今井良：CLT（直交集成板）を土木で使う意義とは，林産試だより，2022年10月号，pp.4-6, <https://www.hro.or.jp/upload/8978/2210-4.pdf> (2025年2月16日参照)
- 3) 土橋英亮：乾燥による木材の変形－収縮異方性と水分傾斜－，林産試だより，2023年3月号，pp.1-3, <https://www.hro.or.jp/upload/8942/2303-1.pdf> (2025年2月16日参照)