

Hokkaido CLT Pavilionにおける測定データの紹介（その1） 壁パネルCLTの乾燥に伴う表面劣化の観察

技術部 生産技術グループ 石原 亘

■はじめに

直交集成板（Cross Laminated Timber, 以下CLT）は、幅100mm、厚み30mm程度のラミナ（挽き板）を並べ、繊維方向が直交するように積層接着した木質材料で、厚く、大きなパネルをつくることができます。北海道内においてもCLTパネルを用いた建築物が相次いで竣工しており、過去の林産試だよりの中で紹介した例^{1,2)}もあります（写真1）。

CLTを用いた建築では、室内空間において木材の質感を演出するために、天井パネルや壁パネルに内装材等を張らずに“現し（あらわし）”仕様とする例が多くみられます（写真2）。しかし、冬期の室内外の気温差が大きい寒冷地においては、室内環境が著しい乾燥状態になる場合も多くみられます³⁻⁵⁾。CLTは前述のようにラミナを直交させて積層接着しているため、寸法安定性に優れているのですが、乾燥時にはラミナが互いに収縮を拘束し合うため、表面に“干割れ”が生じやすくなります。また、ラミナは羽目板などと異なり厚く（一般的な羽目板の厚さが9-15mmなのに対し、ラミナは30mm前後），“目隙き”は深い溝となり、美観を大きく損ねてしまう例もあります⁶⁾。図1に、CLTで生じる目隙き・干割れの例を示します。

そこで、筆者らは、このような低湿度環境下においても目隙き・干割れが生じにくいCLTの製造条件の検討を行い、①ラミナの含水率を8-9%に抑え、②幅はぎ接着を行い、③木裏を表面側に向けることで、目隙きと干割れの双方が生じにくいCLTが製造できることを提案しました（図2）^{6,7)}。

しかし、こうした製造条件の検証は、実験室内での測定に合わせた小型サイズのCLTパネルを用いて実施しており、実大サイズのCLTにおける検証は行っていませんでした。そこで、2019年にCLT性能評価実験棟「Hokkaido CLT Pavilion」（以下、「CLT



写真2 道内のCLT建築における内装現しの例



写真1 道内のCLT建築の例

平行層と直交層の収縮率が大きく異なる
➤CLTは乾燥収縮による
表面劣化が生じやすい

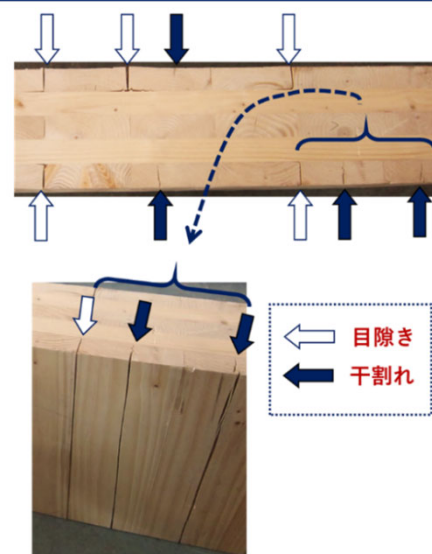
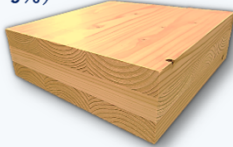


図1 CLT表面の乾燥による干割れ・目隙き

実験棟」)を林産試験場内に建設する際に、壁パネルCLTを現し仕様とし(写真3)⁸⁾、CLT表面の乾燥による劣化状況を概ね1ヵ月ごとに観察することになりました。また、壁パネルCLTは複数の製造条件で製造し、製造条件による目隙きと干割れの発生状況を比較できるようにしました。今回は、2019年5月～2020年9月における壁パネルCLT表面の観察結果について報告します。

内装現し仕様に対応したCLTの製造条件

- ①含水率を低く抑える(含水率:8~9%)
 - 目隙き・干割れの抑制
- ②幅はぎ接着をする
 - 目隙きの抑制
- ③表面側を「木裏」にする
 - 干割れの抑制



➢相対湿度20%程度の著しい乾燥環境においても
目隙き・干割れがほとんど生じない

図2 干割れ・目隙きの生じにくいCLTの製造条件



写真3 内外装現し仕様としたCLT実験棟の壁パネル

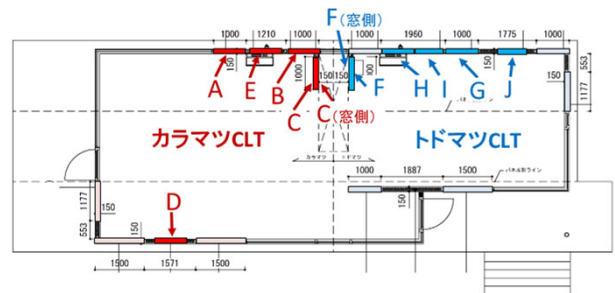
■壁パネルCLTの製造条件と観察方法

観察の対象としたのは、CLT実験棟内における10枚の壁パネルCLT(5層5プライ、カラマツ・トドマツCLT各5枚)です。測定対象としたCLTパネルの製造条件と配置状況は図3に示す通りです。なお、パネルの含水率(絶乾法)は、施工時の端材などで測定した結果、9-10%程度でした。これは、構造用集成材などに使用されるラミナの一般的な含水率(12-15%)よりも低い値となっています。

これらのパネルに対し、高さ方向に50cmごとの区画を設け、区画ごとに観察し、目隙きと干割れの評価を行いました。なお、これらの区画ごとに異なる

表面塗装を行っており、目隙き・干割れの観察と平行して塗膜の観察も行っています。この結果については追って報告する予定です。

目隙きは、隣り合うラミナの目隙き幅が最も広がっている箇所を隙間ゲージ(最小測定単位: mm)により測定することで評価しました。干割れは、各パネルにおいて、ラミナに生じた割れの長さを測定・累計し、パネルにおけるラミナ全長に占める割合を計算して評価しました。なお、割れは幅が0.05mm以上のものを計測の対象としています。また、各ラミナにおいて、高周波容量式含水率計を用いて、表面より深さ1mm, 13mm, 25mmでの含水率を計測しました。評価方法の概略について図4に示します。



樹種	配置場所	製造条件		樹種	配置場所	製造条件	
		幅はぎ接着	表面			幅はぎ接着	表面
カラマツ	A	あり	木表	トドマツ	F	なし	ランダム
	B	あり	木裏		F(窓側)	なし	ランダム
	C	あり	木表		G	なし	ランダム
	C(窓側)	あり	木裏		H	あり	木表
	D	なし	木裏		I	なし	木裏
	E	なし	木表	J	あり	木裏	

図3 観察対象のCLTパネルの製造条件と配置状況

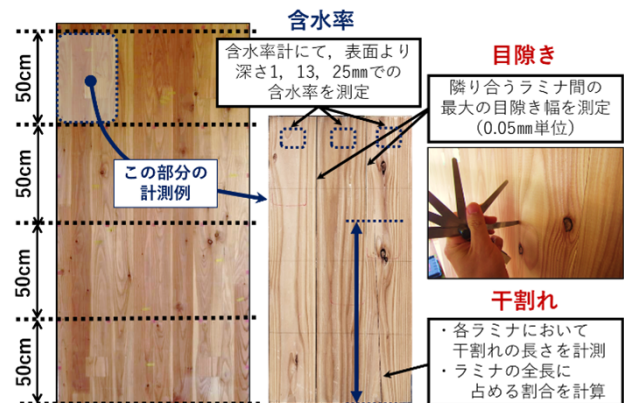


図4 目隙きと干割れの測定方法

■観察の結果

CLT実験棟内の温湿度と、CLTの含水率の推移を図5に示します。2019年度は、冬期に暖房装置を稼働させませんでした(ただし、換気扇による換気は行っています)。断熱性能測定試験⁹⁾のため断熱材を壁面や窓に貼っていたため、気温は20℃程度に保たれていました。そのため、室内外の気温差が大き

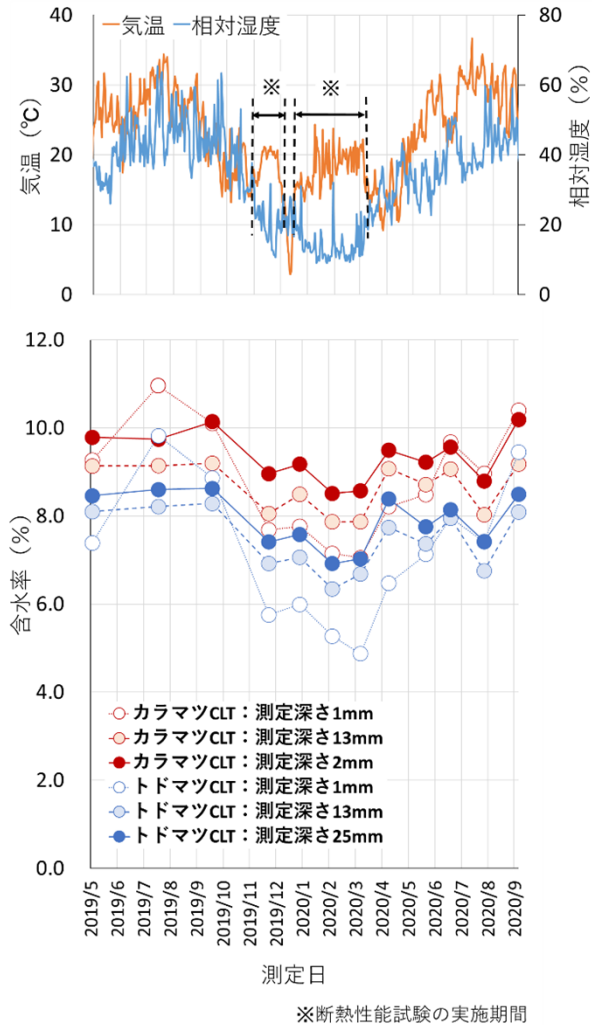


図5 室内の温湿度と含水率の変化

くなり、室内の相対湿度は10%程度となっていました。また、含水率は相対湿度の変化に追従し増減をしており、表面付近（測定深さ1mm）の含水率は年間を通じてみると約5%変化していました。

各パネルにおける目隙き幅の推移を図6に、顕著な目隙きの例を写真4に示します。温湿度と含水率の変化に応じて、目隙き幅が増減（冬期に拡大，夏期に縮小）する傾向がみられました（なお、7月の測定において、目隙き幅が減少しているのは、塗装作業によりラミナ間に塗料が充填されたためです）。また、幅はぎ接着を行うことで、目隙きは抑えられる傾向がみられました。

各パネルにおける干割れ長さの推移を図7に、顕著な目隙きの例を写真5に示します。干割れも目隙きと同様に、温湿度と含水率の変化に応じて増減（冬期に拡大，夏期に縮小）する傾向がみられました。幅はぎ接着を行うと、幅方向の乾燥収縮が拘束されるために、干割れが生じやすくなると考えられるのですが、木裏を表面側とすることで、幅はぎ接着を

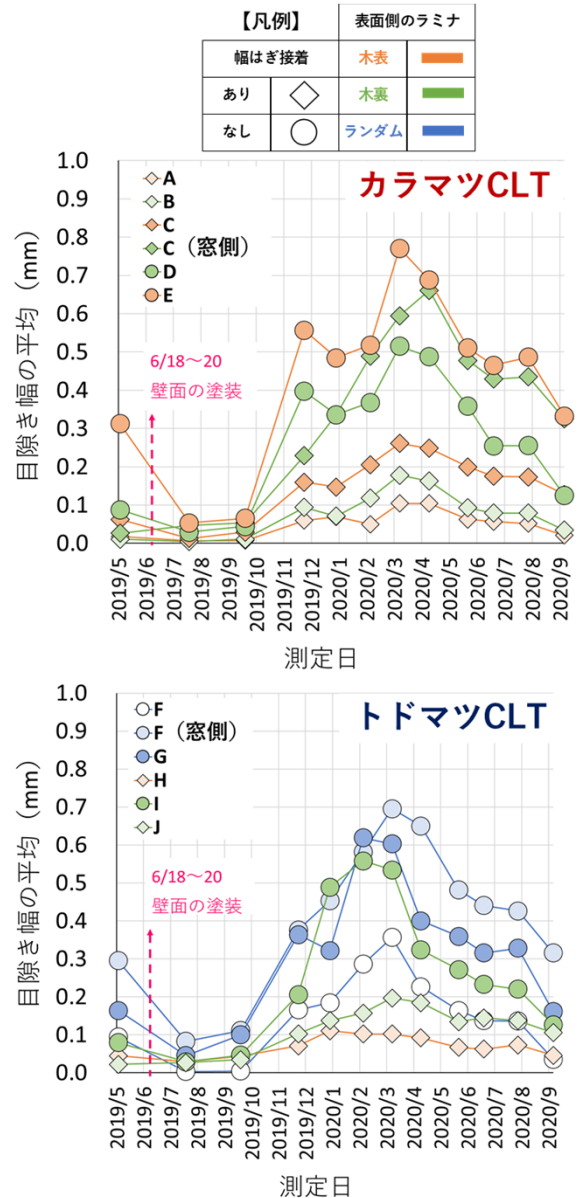


図6 目隙き幅の経時変化



写真4 顕著な目隙きの例

行っても干割れは生じにくくなりました。また、カラマツCLTにおいては、幅はぎ接着を行っていないパネルではほとんど干割れが生じませんでした、

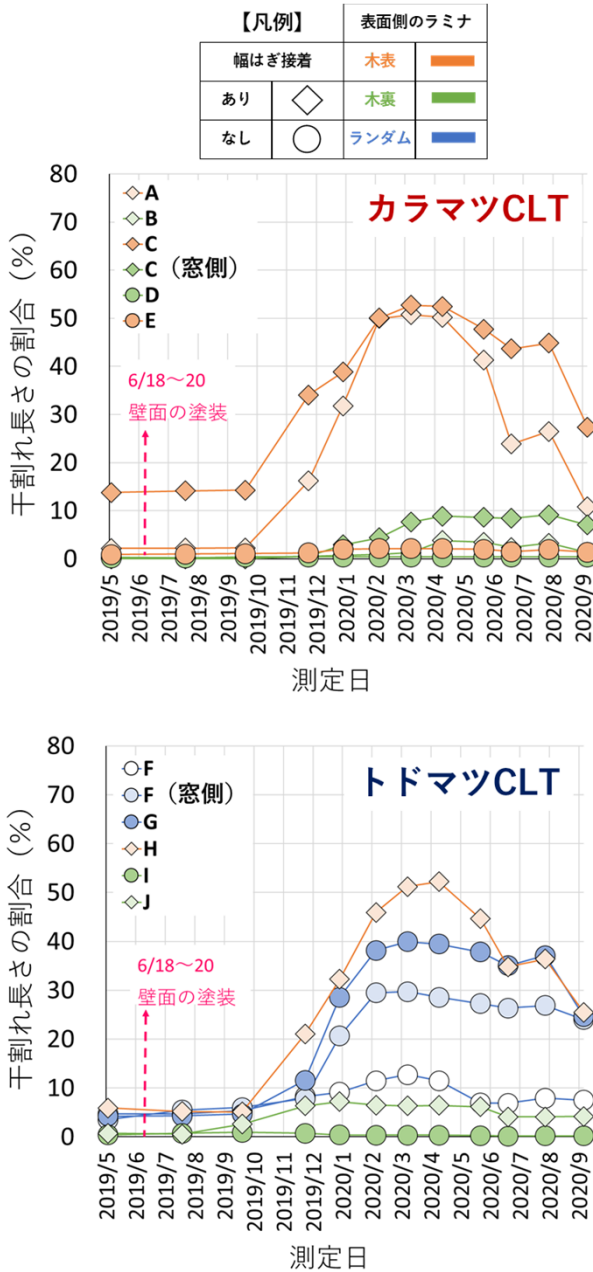


図7 干割れ長さの経時変化

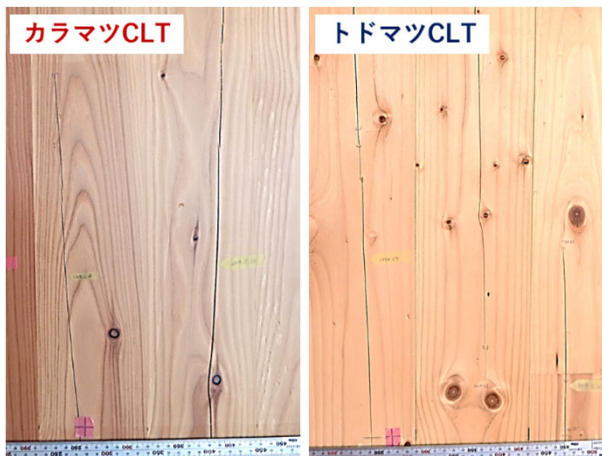


写真5 顕著な干割れの例

トドマツCLTにおいては、幅はぎ接着を行っていないパネルであっても、干割れが多く生じた例がありました。

■おわりに

壁パネルCLTの乾燥による表面劣化を観察した結果(図6, 図7), 幅はぎ接着を行い, 木裏を表面側に向けることで, 目隙き・干割れの両方が抑えられるということが示されました。これは, 過去に報告した, 小型サイズのCLTパネルでの検証結果と一致しました^{6,7)}。

ただし, 木材の木裏は表面にささくれ等が生じやすいことが知られています¹⁰⁾, その対処方法が課題となります。このほか, 竣工後1年以上が経過し, “目違い”と呼ばれる材面が凹凸に浮き出る現象や, “目離れ”と呼ばれる年輪境界で材面がめくれ上がる現象など, 目隙き・干割れ以外の劣化現象も徐々に目立つようになってきました(写真6)。また, 大きな開口部(窓)に隣接した部分においては, 材面の退色が顕著になってきました。こうした課題への対応策の検討も含めて, 今後も観察を続け, データの収集に努めていきたいと思えます。

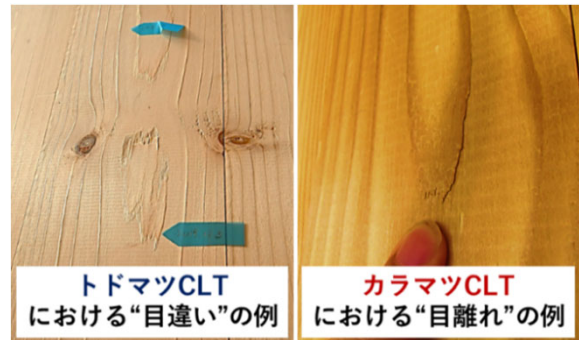


写真6 “目違い”と“目離れ”の例

■参考文献

- 1) 大橋義徳：林産試だより2016年12月号, 1-5.
- 2) 富高亮介：林産試だより2021年3月号, 1-4.
- 3) 立松宏一ほか：日本建築学会北海道支部研究報告集84, 415-418 (2011) .
- 4) 澤田哲則：林産試だより2015年1月号, 2-4.
- 5) 森太郎ほか：日本建築学会技術報告集24 (58) 1107-1112 (2018) .
- 6) 石原亘ほか：木材工業75 (1) , 10-15 (2020) .
- 7) 石原亘：林産試だより2018年4月号, 4-7.
- 8) 大橋義徳：林産試だより2019年5月号, 1-8.
- 9) 今井良ほか：林産試だより2020年6月号, 4.
- 10) 矢田茂樹：木材保存42 (3) , 127-131 (2016) .