

Hokkaido CLT Pavilion における測定データの紹介（その2） 屋根パネルはね出し部のたわみの経過

技術部 生産技術グループ 高梨 隆也

■はじめに

林産試験場では、北海道産CLT（Cross Laminated Timber，直交集成板）に関する研究の一環として、多雪寒冷地域におけるCLT建築物の材料・構造・環境性能を多年にわたり検証し、北海道産CLTを用いた建築物の実用性を実証することを目的に、2019年3月に試験場構内にCLT実験棟「Hokkaido CLT Pavilion」を建設しました（写真1）¹⁾。本実験棟を対象にこれまで様々な研究を行っており、本誌では2021年5月号にて「（その1）壁パネルCLTの乾燥に伴う表面劣化の観察」として研究成果の一部をご紹介しました²⁾。本稿では、「（その2）屋根パネルはね出し部のたわみの経過」として冬季の積雪を受けて屋根CLTパネルの変形がどのように経過してきたかをご報告します。



写真1 Hokkaido CLT Pavilionの外観

CLTはラミナ（挽き板）を並べた層を、繊維方向が直交するように配置して積層接着した木質材料で、大きな平面を構成します。これにより、強軸・弱軸（図1）の2方向に強度性能を担保することができるため、従来の木質材料とは異なり単体で平面構造部材を構成することができます。このことを活かして本実験棟では2方向に屋根CLTパネルをはね出して庇（ひさし）を形作っています。このような設計により、建物周辺の除雪作業の省力化が実現され、庇に覆われた箇所をバルコニーや駐車スペースとして利用できます。

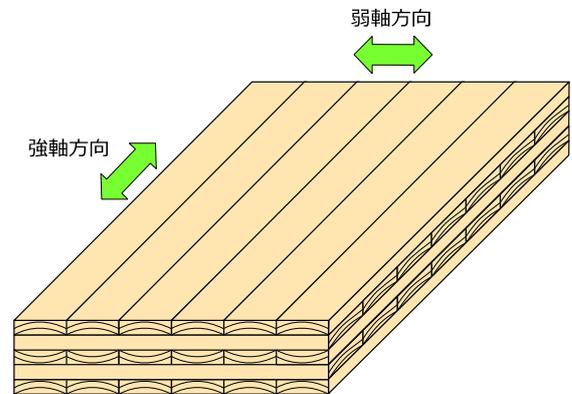


図1 CLTの強軸・弱軸方向

一方で、多雪地域では冬季の積雪荷重を考慮する必要があります。木材に特徴的な性質として、一定の荷重をかけ続けたときに変形が徐々に増大していくという「クリープ」という現象があります。また、その荷重が除かれた後は、増大した変形が徐々に解消されます。この性質により、積雪荷重が生じている期間は変形が徐々に増大し、積雪解消後は変形が回復します。本実験棟のように大きく屋根パネルをはね出した構造では、そのような変形挙動が観察されることが予想されますが、実在構造物にて積雪荷重による変形挙動を観察した例は国内外にほとんどありません。そこで、本実験棟にて得られるデータは多雪寒冷地域でのCLT建築物の有用性を示すものになると考え、屋根パネルのたわみを経時的に測定することとしました。また、この実験により多雪寒冷地域でのCLT建築物の優位性を証明することができれば、比較的高い強度等級が実現可能な北海道産CLTの利用拡大につながるとも考えています。

■実験棟および屋根パネルの概要

本実験棟は、鋼管杭とその上の鉄骨梁を基礎として、その上に床・壁・屋根CLTパネルを配置した構造です。建物の中央部を境界として、南側にカラマツCLT、北側にトドマツCLTをほぼ対称に配置しています。屋根パネルと壁パネルは長ビス（直径8mm、長さ230mm）を斜めに打ち込むことで、屋根パネル同士は長ビス（直径8mm、長さ140mm）で接合しています。屋根パネル上には幅925mmまたは850mmの

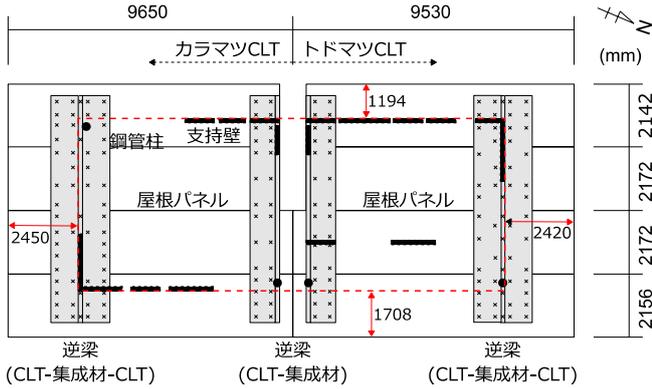


図2 実験棟の屋根伏図（数字は各寸法）



写真2 たわみ測定の様子

CLTパネルおよび幅150mmの集成材を屋根パネルの弱軸方向（東西方向）に高力ボルトで固定し、逆梁（屋根の上に架かる梁）として屋根パネルの弱軸方向の補強を施してあります。これにより、強軸方向には約2.4m、弱軸方向には約1.2mおよび約1.7mの底のはね出しを実現しています（図2）。CLTの層構成および強度等級は、床および逆梁パネルで5層7プライMx90、壁および屋根パネルで5層5プライS90です。強度等級のMx90、S90という用語は、直交集成板の日本農林規格に規定されている等級名称です。

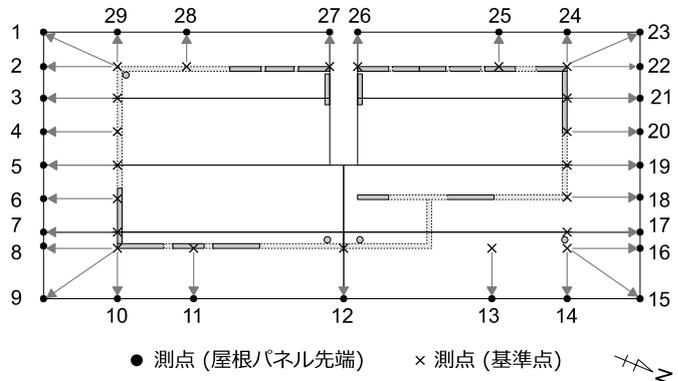


図3 たわみ測定箇所

■屋根パネルのたわみ測定方法

屋根パネルのたわみ測定は、オートレベルと呼ばれる機器を用いて行いました。この機器は測量に用いられるもので、地面の高さを測定するものです。本実験では、屋根パネル下面を地面とみなし、スタッフ（標尺）と呼ばれる定規をあてて、視準線（オートレベルで覗いた水平面）と屋根下面の距離を測定しました（写真2）。屋根パネル先端部下縁（図3、●29か所）と、壁面の外側壁面線上（図3、×21か所）の合わせて50か所で測定し、屋根パネル先端部とそれに隣接する壁面線での測定値の差分から壁面線上を基準とするたわみ量を計算しました。これまでの測定期間は2019年7月31日から2021年9月16日の51回で、無積雪期間にはおおむね1か月間隔、積雪期間にはおおむね1週間間隔で測定しました。

■測定結果

測定結果の一部を図4にたわみ角度（たわみ量をはね出し長さで割った値）の推移として示します。グラフ中の凡例番号は図3の測点番号に対応しています。南北の強軸方向では積雪に伴うたわみ量の増大が観察されました。また、最大たわみ量は2019～2020年の積雪期よりも、2020～2021年の積雪期でより大き

くなりました。これは、各積雪期の日最深積雪の最大値がそれぞれ65cm（2020年2月21日）、109cm（2021年3月2日）であり、積雪量の違いによるものと思われます。また、2021年1月から3月にかけて弱軸方向東側で雪庇が形成されて（写真3）、それによりたわみ量は増加したと考えられます。すべての方向で、たわみ量の最大値ははね出し長さの1/100未満



写真3 東側に形成された雪庇（2021年3月4日撮影）

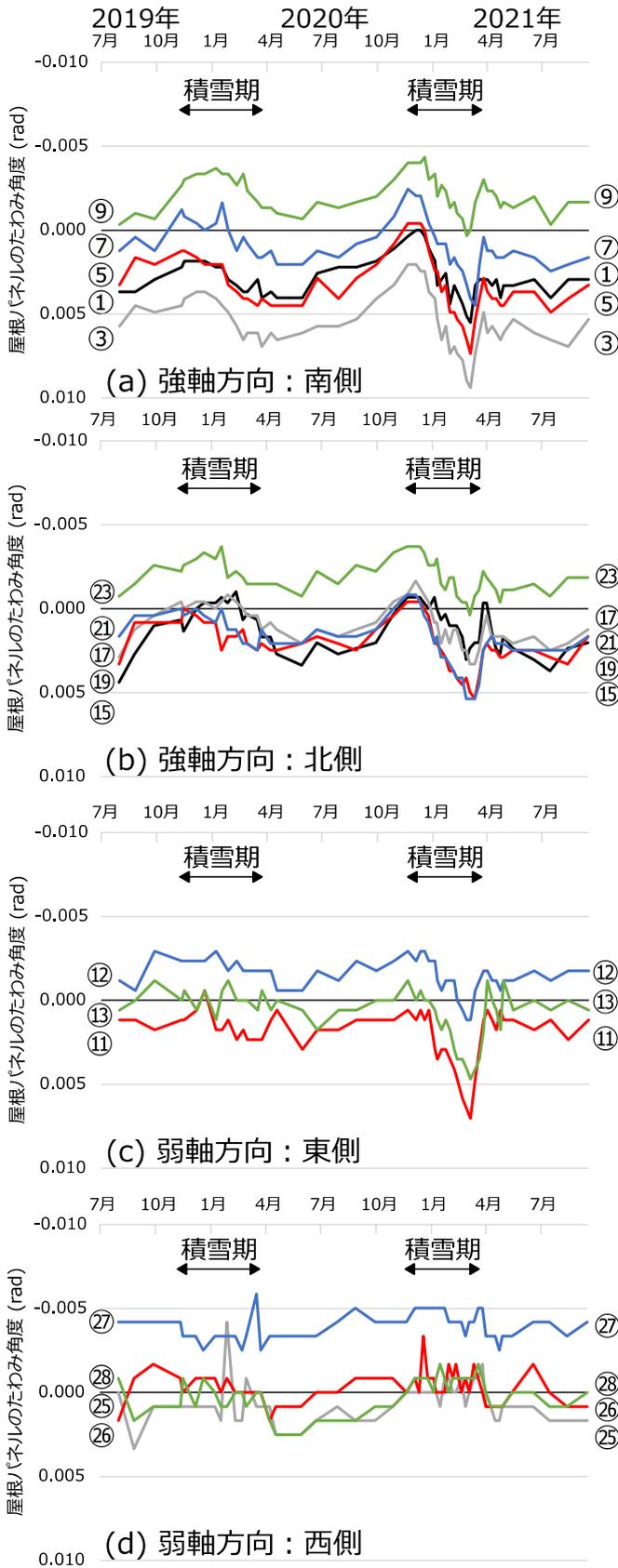


図4 屋根パネルのたわみ角度の経過

に収まりました。また、積雪が解消されると急激にたわみが減少することが確認されました。西側では年間を通してたわみ量の変動はほとんど観察されませんでした。これは、西側では雪底の形成がなかったことによるものと考えられます。

隣接する測点で屋根パネルのたわみ角度を結び、パネル全体のたわみとして方角別に図5に示します。この図では、各年の積雪前(9月)および最大積雪時付近の値を示しています。この図からも、南、北、東側では2020~2021年の積雪期でより大きなたわみが観測されたこと、西側ではほとんどたわみの変動が観測されなかったことがわかりました。3か年の9月時点の値を比較すると、南および北側で2021年のたわみが大きく、積雪による変形が一定程度残留している可能性が考えられます。また、弱軸方向のいくつかの箇所で負のたわみ角度、すなわち跳ね上がりが生じていることがわかりました。これは、逆梁によって屋根パネル弱軸方向の変形が抑制されている効果が表れているものと考えられます。積雪解消によって弱軸方向東側の変形が急激に回復したことも、そのことが影響していた可能性があります。

以上のことから、屋根パネルはね出し部が積雪荷重に応答して変形増大とその回復を繰り返していること、逆梁の効果により弱軸方向の変形が抑制されていることがわかりました。強軸方向に残留しているたわみが元の値まで回復するかどうか、一定程度の蓄積が続くのかについては今後の測定により観察を続けていきます。

■おわりに

約2か年に渡って継続して行ってきた屋根パネルのたわみ量測定から、多雪地域でも支障なくCLTを底として二方向に大きくはね出させることが可能であることがわかりました。今後も測定を継続して長期に渡って問題が生じないことを確認し、多雪地域でのCLT建築物の実用性をお示しできればと考えています。

■参考文献

- 1) 大橋義徳ほか, 林産試だより2019年5月号, pp. 1-8 (2019).
- 2) 石原亘, 林産試だより2021年5月号, pp. 2-5 (2021).

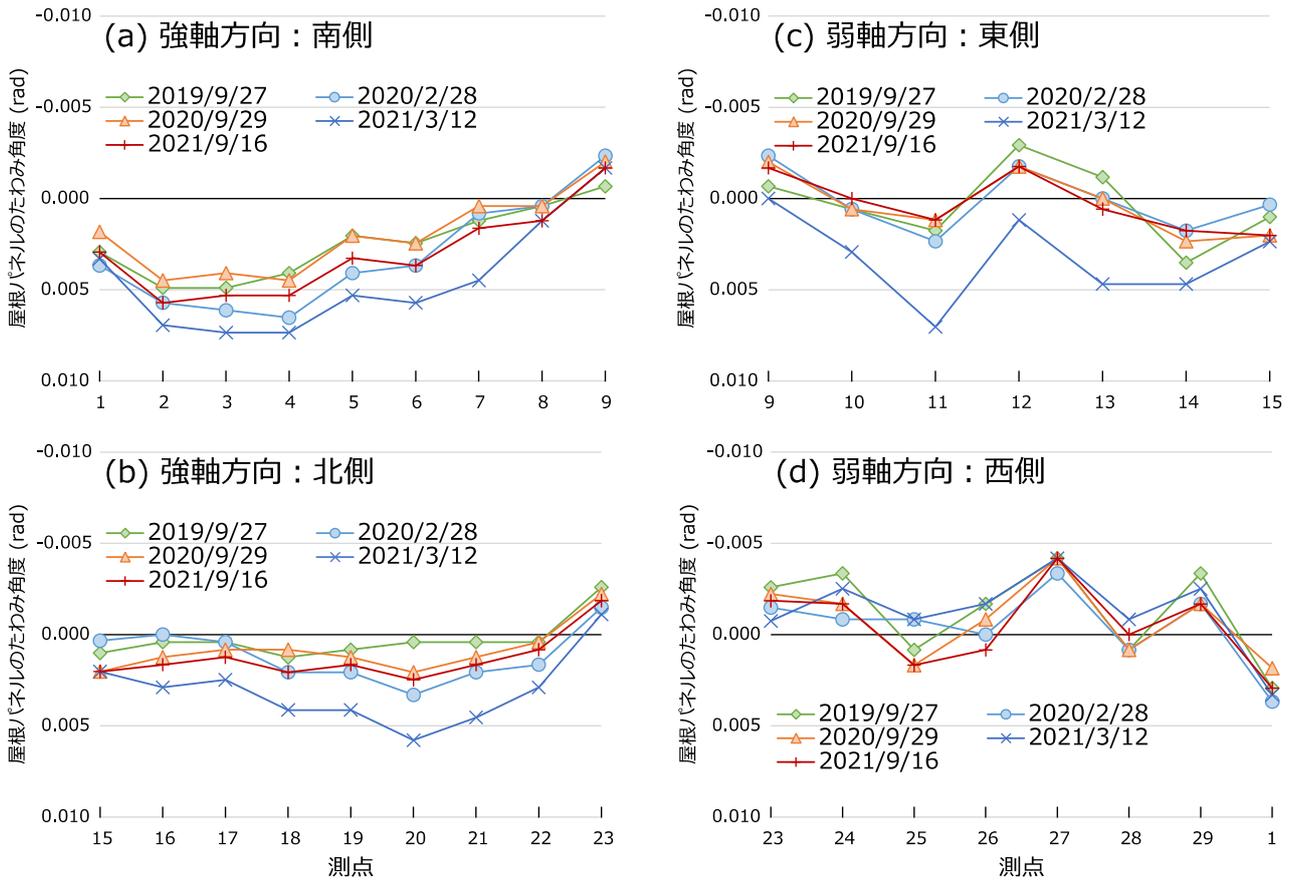


図5 屋根パネルのたわみ曲線