

道産CLTの接合部設計技術開発

性能部 構造・環境グループ 富高 亮介

■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す。厚く、大きなパネルをつくることのできるため、CLTを用いることで、建築設計の可能性は大きく広がります。また、品質の安定性、シンプルな施工、鉄筋コンクリート（RC）と比較し重量が軽い点などもメリットとして挙げられます。

北海道で1例目のCLT建築物は、2015年に北見市の協同組合オホーツクウッドピア敷地内に建設された「CLTセミナーハウス」でした。2018年竣工の「しりうち地域産業担い手センター」（写真1）は、知内町に建設された研修施設で、CLTのメリットを活かし、RC造と比較して、工期が約14%短縮されています¹⁾。また、林産試験場でも、道産CLTの利用法の



写真1 しりうち地域産業担い手センター



写真2 Hokkaido CLT Pavilion (CLT実験棟)

提案と多雪寒冷地におけるCLTパネルの各種性能の実証を目的に、CLT性能評価実験棟「Hokkaido CLT Pavilion（以下、CLT実験棟）」（写真2）を敷地内に建設しました²⁾。軒（外壁から張り出した屋根部分）が2方向に張り出した建築デザインで、ラミナを直交して積層することで木材の強度の異方性を改善したという、CLTの特徴を活かしています。

このように、CLTの強度特性は構造設計に大きな自由度を与えます。例えば、壁を減らしたり、大きく張り出した屋根やバルコニーを設けたりすることも設計によっては可能です。一方、CLTそのものが大きな荷重に耐えられるということは、CLTを繋ぐ接合部にも大きな力が働くことを意味します。CLT構造の接合部は、材料強度に見合った性能を有する必要があります³⁾。

CLTを用いた建築物の普及のためには、多様な接合部技術の開発が必須と考えられます。本稿では、CLT接合部に関する林産試験場の取り組みを報告します。

■CLT構造の接合部

建築物には、地震、風等の水平力や、自重、積雪などの鉛直力等の外力が作用します。建築物の構造が成立するには、これらの外力に耐えられるよう、外力に抵抗する要素（耐力要素）が適切に配置されている必要があります。水平力に対する耐力要素の基本は「壁」です（水平力に抵抗する壁を「耐力壁」といいます）。一般的な木造建築物における耐

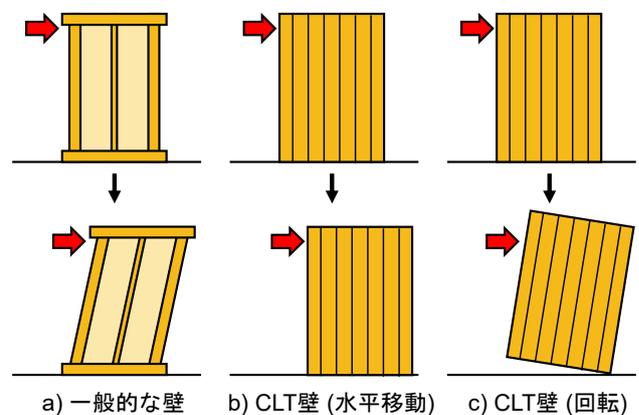


図1 水平力を受ける壁の主要な応答

力壁は、平行四辺形に変形しながら抵抗します（図1左）。一方、CLT壁は材料強度（とくに面内剛性）が高いため、長方形を保ったままの水平移動および回転が主要な応答となります（図1中央、右）。CLT壁の接合部は、このような力の流れを効率的に伝達することが求められます（水平移動に抵抗する接合＝せん断接合、回転に抵抗する接合＝引張接合）。以下では、CLT構造の代表的な接合部仕様について、研究成果を交えつつ紹介します。

1) 引きボルト接合・通しボルト接合（引張接合）

引きボルト接合は、ボルトとナット、座金しか必要とせず、シンプルな構成で大きな引張力に耐えることができます（写真3）。施工は、クレーンにより壁パネルを引きボルトの位置に合わせて設置、固定します。このため、引きボルトの施工位置や壁パネルの加工に一定程度の精度が求められます（写真4）。



写真3 引きボルト接合



写真4 壁パネルの設置（引きボルト接合部）

また、CLT実験棟では、長尺の通しボルトにより床と屋根を緊結する、通しボルト接合を新たに考案しました（写真5）。加工や施工の手間が少なく、意匠的にも優れた接合部を実現させました。

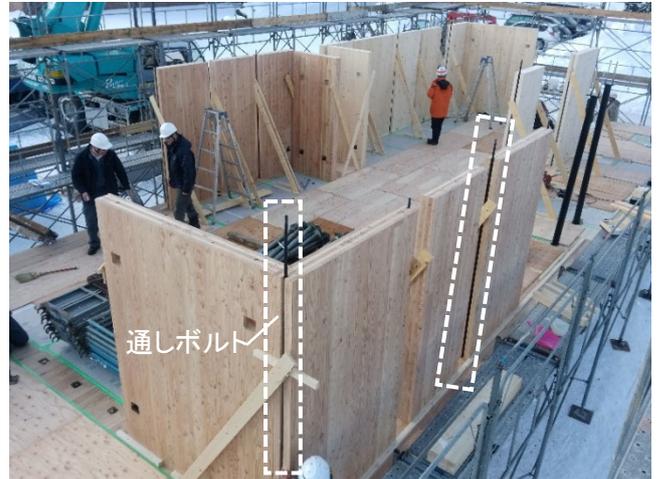


写真5 通しボルト接合

2) 金物ビス接合・長ビス接合（せん断・引張接合）

木造建築におけるビスを用いた接合は、近年普及が進み、多種多様なビスが市場に流通しています（写真6）。ビスを用いた接合は、接合金物とビスを併用する方法（金物ビス接合、写真7）と長尺のビスを用いて木材同士を接合する方法（長ビス接合、写真8）があり、それぞれ異なる特徴を有します。

金物ビス接合は、小径のビスを用いるのが主流ですが、カラマツ等の強度の高い樹種では、木材の強さが発揮される前にビスが破断してしまい、木材の強度優位性を活かしきれないという課題がありました。林産試験場では、カラマツCLTの強度特性を発揮した高耐力な接合部を実現するため、ビスの仕様と接合部性能の関係等について研究を進めており、ビスの大径化が金物ビス接合部の高耐力化およびコスト削減に有効であることを明らかにしました。

長ビス接合は、長尺のビスを斜めに打ち込み、壁と床や屋根とを緊結する接合です（写真8）。金物が露出せず、意匠性に優れる点がメリットのひとつで、室内側のCLTを現し仕様（＝壁紙等の仕上材を施工しない）とすることも多いCLT建築物とは、相性の良い接合方法と考えられます。CLT実験棟にも、林産試験場で実施した強度試験を元に設計した長ビス接合が使用されています。



写真6 様々な形状の構造用ビス
(*: 大径ビス, **: 長尺ビス)



写真9 ドリフトピン接合

面から挿入したドリフトピンにより結合する接合方法です（写真9）。壁の内部に金物が収まり、外観に現れるのはドリフトピンの頭部のみであるため、意匠性や耐火性に優れた接合と言えます。前述のしりうち産業担い手センターには、林産試験場で強度データを収集したドリフトピン接合が使用されています。その仕様は、ドリフトピンの先孔が貫通しておらず、片面には金物が全く露出しなくなるという工夫がなされています（写真9右、ただし当該建物で実際に使用された仕様とは異なります）。



1) L型金物(壁-床接合部) 2) せん断金物(壁-壁接合部)



3) 帯金物(壁-壁接合部) 4) 引張金物(壁-基礎接合部)

写真7 金物ビス接合



写真8 長ビス接合(壁-屋根接合部)

4) ドリフトピン接合(せん断・引張接合)
ドリフトピン接合は、スリットに鋼板を挿入し、側

5) スプライン接合・ハーフラップ接合(せん断接合)
スプライン接合は、切り欠き加工したCLTを、合板やLVLといった板材(スプライン)とビスや釘で結合する接合方法です(図2左)。主に、床や屋根のパネル同士を水平方向に接合するのに使用されます。

CLT実験棟では、床と屋根のパネル同士の接合にハーフラップ接合を使用しました(図2右)。CLTに相欠き加工を施し、引き寄せ効果の高いビスで一体化します。スプライン接合と比較し、ハーフラップ接合はスプラインを必要とせず、また、ビス本数を減らすこ

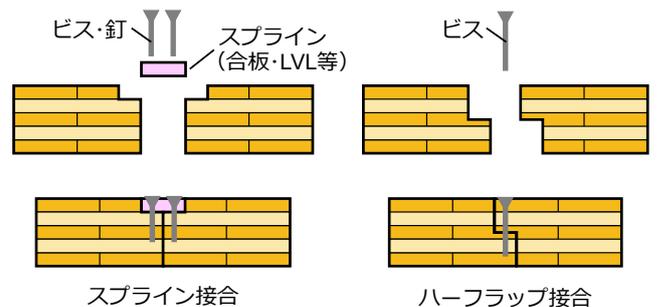


図2 スプライン接合、ハーフラップ接合

とができます。また、パネル間の密着度が高いため、気密性能の確保にも有効な接合方法です。

■おわりに

接合部は、設計で要求される力に耐えられる強度を持っていないといけませんが、同時に、粘り強さも有している必要があります。設計耐力まで耐えきった途端に壊れ、耐力が消失してしまう接合部はよくありません。特に、CLT構造においては、壁パネルの面内剛性が極めて高い（＝大きな力がかかっても変形しない）ため、大きな外力（たとえば地震力）を受けても建物が倒壊しないように設計するには、接合部が適切な「強度」と「粘り強さ（壊れても、すぐには耐力が消失しない性質）」を持っていることが求められます。本稿で紹介したように、CLT構造の接合方法には様々な種類があり、それぞ

れ異なった特徴があります。接合性能、施工方法、コスト等を考慮しつつ、最適な接合方法を選択することが、「接合部設計」であると言えます。林産試験場では、設計の選択肢の幅を拡げられる多様な接合部技術の開発を目指し、今後も研究に取り組みます。

■参考資料

- 1) 一般社団法人北海道林産技術普及協会：しりうち地域産業担い手センターが完成，ウッドエイジ2018年9月号，P.5-8（2018）<https://rinsan-fukyu.jp/wp-content/uploads/201809B.pdf>
- 2) 大橋義徳：道産CLTを用いた実験棟の建設，林産試だより2019年5月号，P.1-8（2019）
<http://www.hro.or.jp/list/forest/research/fpri/dayori/1905/1905-1.pdf>