CLT（直交集成板）を土木で使う意義とは

性能部　構造・環境グループ　今井 良

■はじめに

令和3年度から(一社)日本CLT協会は木構造振興株式会社からの委託を受けて，「CLTの土木利用技術の開発と実用化のための低コストCLT製造技術の検証」というテーマでCLTの土木利用について研究開発を行っています。林産試験場もこのプロジェクトに参加して，土木用CLTやその土木利用技術の開発を行っています。

では，今なぜ土木でCLTなのでしょう。CLTを土木で使う意義とは何でしょうか。

■国内におけるCLT事情

直交集成板ことCLT（**図1**，Cross-Laminated Timber の略称）は，欧州で開発された木質材料で，ラミナ（厚さ3cmほどのひき板）を直交させながら積層接着した集成加工材料です[1)]。圧倒的な木材量を有するパネルで，建築物あたりの木材使用量が相当見込めるため，CLT建築物の増加による「国産材の需要拡大」が期待されています。

しかしながら日本の建築分野において，木造建築物は構造的な合理性に基づき，“資材の断面を小さく薄くするスリム化”に向かって技術発展してきた[2)]ため，CLTには懐疑的な見方をする設計者や研究者も多かったようです。

元々海外ではCLTのメリットとして，曲がりや節，腐れなどの欠点が多く製材として使えないような低質材料であっても，強度性能や外観にあまり影響しない内層部分に大量利用できることがありました。このことで原料コストを低く抑えつつ要求性能を保つ安価な木質材料が実現されるはずでした。ところが日本では，安定した性能を担保するためJAS規格を設け，内層であっても外層と品質的に同等な材料を求めることとなり，性能や品質は高いものの価格もそれなりに高い木質材料になりました。そのため一般の小規模建築物では使いにくく，大規模な公共建築物やデザイン・コンセプト重視のホテル，商用施設などの限定された用途にとどまっているのが現状です。これでは本来の大幅な「国産材の需要拡大」の実現が困難なものになってしまうため，CLTの低価格化が求められています。

図1　CLT（スギ5層5プライ）

図2　ヨーロッパのCLT建築物の例（ドイツ）

■CLTの価格を下げるには

CLTの価格が高い理由の一つには，前述したとおり，ラミナや使用する接着剤の品質がJASにより厳格に定められており，安価で低質な原材料を利用しにくいことがあげられます。

海外のCLT建築物（**図2**）には大壁構造といって構造材が壁の仕上げ材で隠される建築が多く，CLTそのものの外観は重視されず，表面仕上げはラフ（粗い）仕上げでもあまり問題にはなりません。一方の日本には，良くも悪くも「木造建築物は構造材が見えてこそ」という“あらわし（現し）仕上げ信仰”のようなものがあり，工場から出荷されるCLTの表面には欠点（節など）が少ないことを求められます。

工場から出荷して現地で施工されるまでの間も表面に傷一つ付けることが許されないため，厳格に養生されるとともに，搬送業者や施工業者には繊細な取り扱いが要求されます。

このような状況下では，日本で製品コストを下げることがとても困難であると想像できるかと思います。今後CLT建築が活発になって需要が大幅に増え，工場稼働率や製材効率が高まることによる製造の合理化が進めば，もちろん自然と低価格化されていく可能性もありますが…。

ここで視点を変えてみると，「CLTの表面品質を求めなければ良い？」「JAS規格に則らない品質でもよい使途ならあり？」ということが思いつきます。前者は現行のJAS規格の範疇でも大壁構造なら，あるいは節などの欠点を“特徴”として受け入れてくれるユーザーなら，今すぐにでも対応できます。後者は，不特定多数向けの公共建築物や商用建築物などではJAS規格外の木質材料を受け入れ難いため，建築分野では難しいと思われます。そこで考えられるのが，土木分野におけるCLTの利用です。

■土木分野でCLTに活路はあるのか

土木の分野では，木材が使われること自体が少ないため，土木構造物を構成する木質材料に対して，JAS規格であることを求めていません。もちろん土木構造物の種類ごとに満たさなければならない性能などは技術基準等により性能規定化が進んでいる[3)]ものの，何らかの根拠により部材の性能や耐久性が保証できれば良いことになっています。つまり部材がJAS規格製品であれば性能の確認や証明の手間が省けますが，JAS規格外の製品でも材料強度等の基準値やそれを基にした計算結果，試験結果などを示せば使用できます。

そもそもCLTのJAS規格は，建築用途を想定して作られた規格のため，特に欠点に起因する外観に関する部分で土木用途としては過剰な要求となっています。土木分野では構造物の土中埋設や地盤面への直置きなど接地利用（**図3**）が多いため，構造物上に土砂や別の構造物，大型重機などが載ることを想定した圧縮強度などは重要ですが，一般的な建築物に求められるせん断強度や曲げ強度などは，橋や防護柵などを除いて，あまり必要とされません。したがってせん断強度に強く影響するラミナ同士の接着性能やCLTの内層に含まれるラミナの強度性能は，地盤面へ直置きする排水溝や敷鉄板のような土木用途なら低くても良いかもしれません。

図3　コンクリート製横断排水溝の例

図4　低質材料の例（節および腐れ，変色）

つまり，従来の建築用CLTの製造において使用が難しかった低質材料（**図4**）や，JAS規格を強度面で満たせず規格外とされた材料を，土木用CLTでは有効に活用できる可能性を秘めています。また外観の良さを必要としない用途なら，製品の仕上げ工程の一部省略も可能となります。これらが実現すると，原料と加工の両面からCLTを大幅に低価格化できるかもしれません。

これらの低価格化により土木分野向けのCLT需要が増加すると，CLT工場の年間稼働率の高まりや，建築用と土木用とで原料ラミナの効率的な配分，製造の合理化などが進むと考えられ，土木用CLTのみならず同じ工場で製造される建築用CLTも製造コストが削減されて低価格化するという副次的な効果が期待できそうです。

■土木利用における課題

その一方で，土木利用には屋外ならではの木材腐朽の課題を抱えており，CLTの保存方法については従来の建築利用よりもさらに検討する必要があります（図5）。しかし，これまでの一般的な木製品のように防腐薬剤の注入処理で対応すると，ボリュームの大きいCLTだけに，必要な薬剤量も増え，より多くのコストが発生すると推察されます。

土木分野は建築分野に比べると公共事業として行われる工事が圧倒的に多いため，新しい技術や開発製品は，従来との比較で性能面だけでなくコスト面でのメリットが問われます。従来技術よりも高性能かつ低コストであれば，自然に需要が拡大していくと思いますが，たとえ新技術が極めて高性能でもコストが2倍や3倍になるような場合には，よほどの緊急性や公益性でもない限り公共事業で採用されることは非常に稀です。よって，土木用のCLTは可能な限り低価格であることが必要で，従来の一般的な防腐処理ではコスト面で採算が合わない可能性があります。

したがって用途ごとに，「通常の防腐薬剤の注入処理を行う」，「塗布などの簡易的な防腐処理を行う」，「無処理で腐朽したら交換する」等について費用対効果(B/C)を踏まえた検討を行い，目的に最も合致する保存方法を選択する必要があります。また，「無処理のまま利用して短期間で回収して再び別の現場で壊れる直前まで使いまわす」という手段も一つの選択肢かもしれません。

■おわりに

木材を高次加工したCLTのような製品を土木に利用することは一見過剰品質で無駄が大きいように見えますが，本稿で示したとおり，これまで十分に利用されなかった材料の有効活用や，低価格で取引されていた材料が従来よりも高い価格で取引されて活用されるなど，単純な「国産材の需要拡大」以上に林業・林産業への貢献が実は大きい可能性を秘めています。土木業界にとってもコンクリートより軽量なCLTを上手に活用することで，作業性や安全性の向上，設計の合理化などの効果が期待できますし，一般市民にとっても工事中の騒音軽減，構造物からの輻射熱軽減，景観の向上など様々な副次的効果が期待できることから，CLTの土木利用はあらゆる分野にとって“三方良し”（いわゆるWin-Win）となるかもしれません。そんな未来の実現に向け，我々も日々研究開発に鋭意取り組んでいきます。

図5　屋外暴露試験中のCLT試験体

■参考文献

1）木材接着講習会テキスト令和元年度：公益社団法人日本木材加工技術協会，p.V-4，(2019).
2）CLTは国産材利用拡大の救世主となりうるか：有馬孝禮,森林環境/森林環境研究会編，pp.120-127，(2015).
3）土木分野における性能規定化に関する基礎的考察：猪熊明,土木学会論文集，No.651/VI-47，pp.163-168，(2000).