

土木分野への直交集成板（CLT）の利用拡大に向けた取り組み

－(3) 圧縮方法の違いによる環境への負荷－

秋田県立大学 木材高度加工研究所 正会員 ○野田 龍

秋田県立大学 木材高度加工研究所 非会員 足立幸司、山内秀文

1. はじめに

直交集成板（Cross Laminated Timber、以下 CLT と呼ぶ）はラミナと呼ばれる挽き板を並列に並べて単層を構成し、その単層の軸方向を直交させながら積層接着することで大きな面材料が構築できる木質材料である。CLT は主に建築構造物の床や壁に用いられているが、他分野、とりわけ土木分野で利用する取り組みが進められている^{1),2)}。CLT を土木構造物で利用する場合、用途によっては建築材料ほどの品質の高さは求められない一方、コストダウンが必要となる。また、CLT を製造できる JAS 認定工場は 2022 年 7 月時点で全国に 8 社³⁾しかなく、より汎用性の高いものにしていくためには、製造に対して新規参入しやすい環境作りも必要となる。

そこで、初期投資費用を抑え、かつ製造価格を抑える製造方法として、製造時の圧縮に真空プレスを用いる方法と接着剤を使わずに木釘のみを用いる方法の可能性が示されている²⁾。本研究では、これら 2 つの圧縮方法について製造時に消費する電力量を計量し、初期投資費用や製造価格だけでなく、製造に伴う環境への負荷について検討を行った。

2. 実験方法

2.1 土木用 CLT の製造

樹齢約 55 年生の秋田市産スギ丸太からラミナ（幅 100 mm、長さ 1900 mm 以上）を作製し、土木用 CLT に供した。土木用 CLT は 3 層 3 プライとし、仕上がり寸法は 1900 mm×1900 mm とした。ラミナ厚は、真空プレスでは厚さ 30 mm に統一した。木釘接合ではだら挽きした挽板厚のまま使用した。

圧縮方法は真空プレス、木釘の 2 条件とし、各 1 体作製した（図-1）。真空プレス（0.1MPa、圧縮時間 60 分）は農ポリ、クッションマット等でラミナを覆ったあと、真空ポンプ（三相モーター）を用いて内部空気の排気を行った。排気は圧縮時間である 60 分間、連続して行った。接着剤には水性高分子アソシアネートを使用した。木釘接合では、まず木釘打ち込み箇所インパクトドライバーを用いて先穴（φ3mm、L28mm）を開け、その後、□-4.5×4.5 mm、長さ約 55 mm に加工したニセアカシア製木釘を下～中層（1 段目）および中～上層（2 段目）のラミナの各交点に 1 本打ち込んだ。接着剤は使用しなかった。

2.2 電力消費量の計量

圧縮方法別に各作業工程の電力消費量を計量した。電力を消費する作業工程は、真空プレスでは接着剤塗布用ローラーおよび真空ポンプの稼働時である。木釘接合では先穴用のインパクトドライバーおよび木釘の打ち込みに用いるコンプレッサーの稼働時である。インパクトドライバーは使用前に満充電にしておき、使用後に

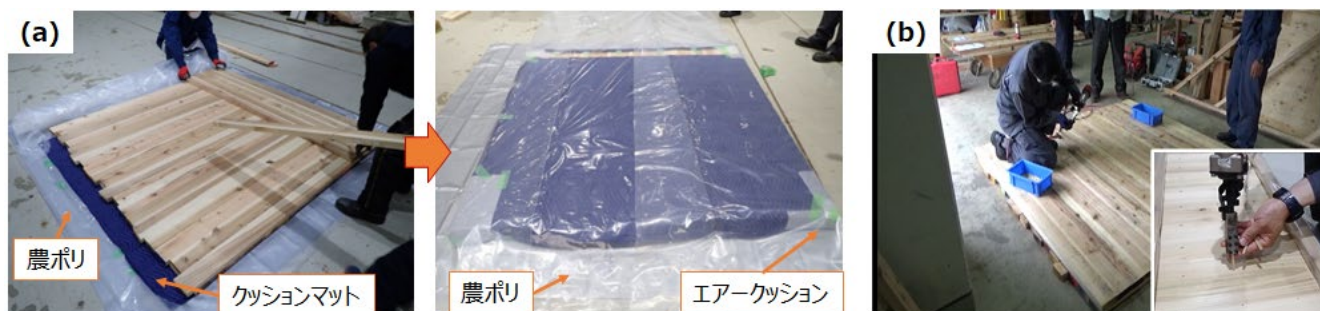


図-1 CLT の製造 (a)真空プレス、(b)木釘接合

充電を行って充電完了までの電力消費量を計量した。ラミナ製造までの工程および木釘製造までの工程については本報では対象外とした。

比較として通常の油圧プレス（圧縮圧 1 MPa、圧縮時間 60 分）で製造する場合の電力量の計量を行った。油圧プレスの場合、電力を使用する工程は接着剤塗布用ローラーおよび油圧プレス稼働時の 2 工程である。接着剤塗布用ローラーは真空プレス時の電力消費量の数値をそのまま用い、油圧プレスは実際と同様に稼働させて電力消費量を計量した。計量にはクランプオンパワーロガー PW3365（日置電機（株）製）を使用し、1 秒ごとに電力量を計測して使用期間中の積算電力量を求めた。

2.2 GHG 排出量の算出

電力消費に伴う化石燃料消費由来の GHG（CO₂、CH₄、N₂O）排出量を圧縮方法別に算出した。GHG 排出量は電力消費量に GHG 排出量原単位を乗じて算出し、地球温暖化係数 100 年値（GWP₁₀₀）（CO₂: 1, CH₄: 34, N₂O: 298）⁴⁾を用いて CO₂ 換算した GHG 排出量（kg-CO₂-eq）とした。GHG 排出量原単位には MiLCA Ver. 3.1⁵⁾を用いた。

3. 実験結果および考察

計量した電力消費量を図-2 に示す。電力消費量は真空プレス 885.0 Wh、木釘接合 518.7 Wh であった。真空プレスでは消費電力の 90%以上が真空ポンプの駆動によるものであった。真空ポンプの能力と排気速度は比例的な関係にあり、排気時間、すなわち吸引開始から十分に圧縮圧力が作用するまでの時間を現状より長くできる製造条件なら、実験に使用した真空ポンプの能力そのままでも複数枚の CLT を同時成形可能である。この場合、真空プレスによる電力消費量はさらに減少する。

木釘接合では消費電力量の 90%以上が打ち込み時のコンプレッサー駆動によるものであった。作業に慣れた 2 段目は 1 段目よりも電力消費量が 17.8 % 少なくなっており、作業の効率化により電力消費量はさらに減少すると考えられる。

圧縮方法別の GHG 排出量は真空プレスで 0.262 kg-CO₂-eq、木釘接合で 0.153 kg-CO₂-eq であった。本報サイズの木材使用量（0.3249 m³）に GHG 排出量原単位（名称：一般製材品の製造）を乗じた GHG 排出量 29.204 kg-CO₂-eq と比べても非常に小さい値であることが分かった。

4. まとめ

真空プレスおよび木釘接合による土木用 CLT の製造では、電力消費量は少なく、電力消費に伴う GHG 排出量は微々たるものであり、環境への負荷を抑えた圧縮方法であることが分かった。

参考文献

- 1) 野田龍, 足立幸司, 山内秀文: 土木分野への直交集成板 (CLT) の利用拡大に向けた取り組み ―低価値ラミナの利用と製造工程の簡略化の可能性に関する検討―, 土木学会第 77 回年次学術講演会, V-71, 2022
- 2) 野田龍, 足立幸司, 山内秀文: 土木分野への CLT 利用拡大に向けた取り組み ―製造方法の検討―, 第 72 回日本木材学会大会, Y16-03-1000, 2023
- 3) (一社) 日本 CLT 協会: CLT 製造企業・加工企業一覧, <https://clta.jp/document/>
- 4) IPCC: Climate Change 2014, Fifth Assessment Report, Mitigation of Climate Change, 2014
- 5) (一社) サステナブル経営推進機構: MiLCA (IDEA Ver. 3.1), 東京, 2022

謝辞

本研究は令和 3 年度木材製品の消費拡大対策事業のうち C L T 建築実証支援事業のうち C L T 等木質建築部材技術開発・普及事業および JST 共創の場形成支援プログラム JPMJPF2215 の支援を受けて実施した。

