

高強度カラマツ材の接着性改善の取組み

技術部 生産技術グループ 中村 神衣, 宮崎 淳子

■はじめに

大径化したカラマツでは、強度の高い成熟材の部位から得られるラミナが増加します。林産試験場では、高強度カラマツ集成材の製造を目的とした研究が進められてきました。その検討中、これまで通常のカラマツ材に使用されてきた接着剤である水性高分子ーイソシアネート系接着剤（API）で高強度カラマツ材を接着した場合、接着不良が発生することが明らかになりました。本報告では、APIを用いた高強度カラマツ材の接着不良が生じる条件の解明およびその改善に向けた取組みについてご紹介します。

■北海道産カラマツ高強度集成材の取組み

林産試験場では、中大径のカラマツ丸太の外側から得られる高強度な部位を用いて、LVL¹⁾や集成材²⁾の研究開発を行ってきました。一般的にカラマツ集成材は、強度等級E95が主流ですが、強度の高いラミナを用いることでE120の製造も可能となり、北海道内の集成材メーカーで製品化されています（図1）。

■カラマツ高強度集成材の接着

構造用集成材に用いられる代表的な接着剤を表1に示します。接着層の色が黒褐色になるレゾルシノール樹脂（PRF）は、耐水性等の性能が現状では最も高く、PRFを用いて製造した集成材は集成材の日本農林規格（JAS）³⁾に規定される使用環境におけるA（屋外用途）、B（屋内用途、耐火性能）においても使用することができます。接着条件は、常温でプレスする場合、8時間以上を要します。高周波プレスを用いれば、数十分程度に短縮され、効率的に生産することができます。

一方、接着層が白色系であるAPIは、主に使用環境C（屋内用途）で使用され、PRFよりも安価で、常温で20～60分程度のプレスで接着が可能です。最近の接着剤価格の高騰がさらにAPIの需要を後押ししています。

しかし、E120、E135の高強度カラマツ集成材を上記2種類の接着剤を用いて製造し、接着性能を調べたところ、PRFでは、良好な接着性能が得られた一方、APIを用いた場合、JAS³⁾の基準に満たないものがある

【従来の強度等級】

E95
L110
L100
L90～70
L100
L110

E105
L125
L110
L100～80
L110
L125

【高強度集成材】

E120
L140
L125
L110～90
L125
L140

E135
L160
L140
L125～100
L140
L160

図1 カラマツ高強度集成材（数字が高いほどヤング係数が高いことを示す）

表1 構造用集成材に使用される代表的な接着剤

	耐水性 耐久性	使用 環境	価格	ホルム アルデヒド	接着層 の色	プレス
PRF	◎	A, B, C	高価	含む	黒褐色	常温 8～24時間 高周波 数分
API	○	C (一部B)	安価	なし	白色系	常温20～60分

りました²⁾。そこで、APIを用いた高強度カラマツ材の接着不良が生じる条件の解明およびその改善方法について検討を行いました。

■ラミナ強度等級と密度

今回使用したラミナについて、ラミナの強度等級と密度の関係を調べたところ、強度等級が上がるにつれて、密度も上がる傾向が認められました(図2)。また、L100以上では、各強度等級内における密度のばらつきが大きくなる傾向が見受けられました。L110~L140は、平均値が550kg/m³程度で、それほど差はありませんでしたが、L160以上になると密度550kg/m³以下のラミナがほとんど出現しなくなることが分かりました。

■高強度カラマツ集成材における接着不良

高強度カラマツ材にAPIを用いた場合の接着不良が発生する条件を明らかにするため、厚さ30×幅105×300mmのラミナを5層積層した集成材の小型試験体を作製し(図3)、JASに準拠した減圧加圧剥離試験を行いました(図4)。E95、E105、E120、E135、E150の同一等級集成材について、2つの接着条件を検討しました。①主剤と硬化剤を100:15の配合比率とし、プレスを60分行う一般的な接着条件、②主剤:硬化剤を100:20となるよう硬化剤を増量し、

プレスを120分に延長する条件で、製造試験を行いました。

得られた剥離試験の結果について、強度等級と接着性能の関係、およびラミナ密度と接着性能の関係を検討しました。その結果、強度等級がE105以上で剥離率が高いものが発生しました(図5、15部60分)。そのうち、接着不良が生じた試験体は、密度550kg/m³以上で発生し、密度550kg/m³未満では、接着不良が発生しにくいことが分かりました。

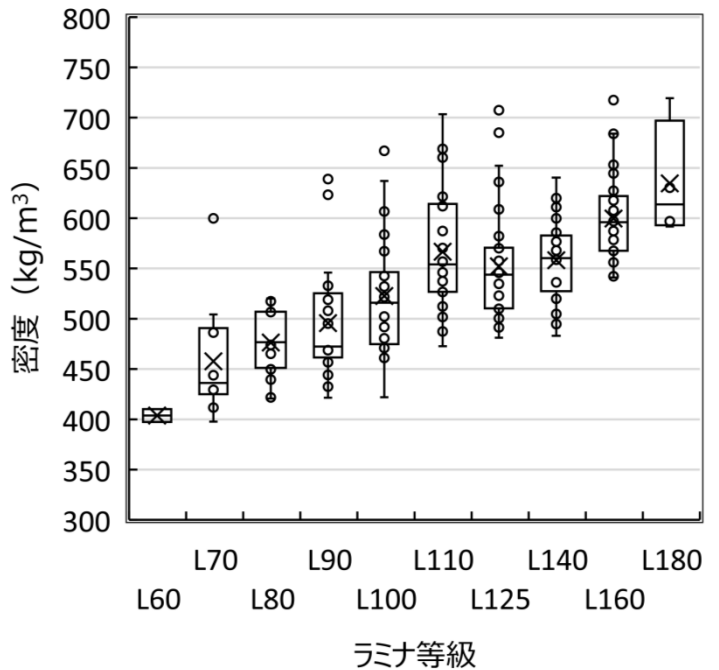
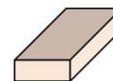


図2 ラミナ等級と密度

◆材料



	道産カラマツ原木	ラミナ	供試ラミナ
寸法等	末口径32~34cm	厚37×幅115×長3650 mm	厚30×幅105×長300mm
作業		縦振動法でヤング係数測定	密度測定→550kg/m ³ で分類

◆集成材の製造

ローラー塗布



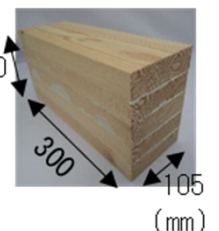
積層



プレス



小型試験体



接着剤	水性高分子-イソシアネート系接着剤
配合比	主剤:硬化剤=100:15, 100:20
塗布量	250 g/m ²
積層数	5層
強度等級	同一等級E95, E105, E120, E135, E150

プレス圧	1.0MPa
プレス時間	60分, 120分
周辺温度	20°C

図3 試験体作製概要

■接着性改善の試み

密度550kg/m³以上の高密度材における剥離の抑制を期待して、硬化剤を通常の15部から20部に増量しプレス時間を60分から120分に延長したところ、高密度材であっても、剥離率が減少しました（図5, 20部120分）。

■おわりに

カラマツの大径化により高強度なラミナが生産され、カラマツ材の用途拡大、付加価値向上が進められています。その一つにカラマツ高強度集成材があり、APIによる接着が確実になることで、生産コストの削減、生産性の向上等が期待されます。今回は、小型試験体による試験で得られたデータですが、実用化に向けた接着技術の開発に展開できるよう、さらなる検討を進めていきます。

■参考文献

- 1) 古田直之, 中村神衣, 平林靖, 宮崎淳子, 松本和茂: 北海道産カラマツにおける原木半径方向の位置による単板選別がLVLの強度性能に及ぼす影響, 木材学会誌, 66(2), 93-100 (2020).
- 2) 松本和茂: 外国産樹種並みの高い強度の集成材を道産カラマツで, 林産試だより12月号, 4-6(2019).
- 3) JAS 1152: 集成材. 農林水産省 (2023年7月31日改正).

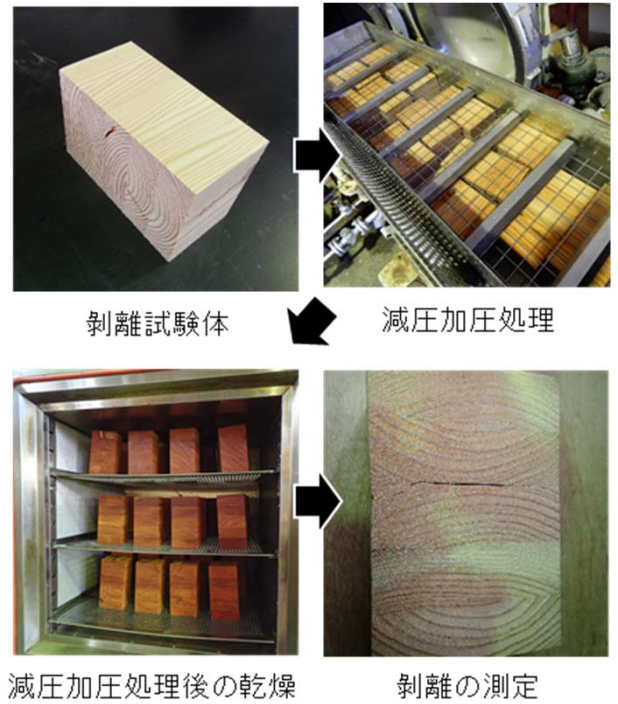


図4 減圧加圧剥離試験の様子

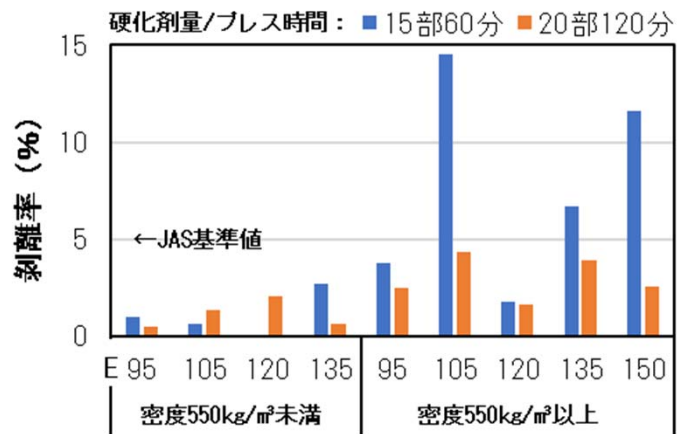


図5 剥離試験の結果