

P-10 北海道産人工林材を活用した単板集成材の開発（1）

接着剤混入処理法を用いて製造したLVLラミナの接着性能

（道総研 林産試験場） ○古田 直之、宮崎 淳子、宮内 輝久、大橋 義徳

1. はじめに

「長期優良住宅普及促進法」の施行により、木造住宅の土台や大引等の腐朽や蟻害の恐れのある部分には保存処理木材や耐久性の高い部材の使用が求められている。また、同法や林野庁の「森林林業再生プラン」等において地域材の利用促進が明記されたことなどから、国産製品へのニーズが高まっている。北海道の主要樹種であるカラマツ、トドマツは難浸透性であるため、一般的な加圧注入処理では土台に要求される保存処理基準の達成が難しい。本研究では、比較的簡便に材料の内部まで薬剤を浸透させる手段として、接着剤混入処理法を用いたLVLに着目し、既存の合板工場で製造したLVLラミナを集成材工場で積層する新しい構造材「単板集成材（LVG）」の生産システムの確立を目指している。

単板集成材の開発にあたっては、十分な接着耐久性を有し、かつ土台に要求される保存処理基準を満たす必要がある。本報では、接着剤混入処理法を用いて製造したLVLラミナについて、接着剤および薬剤の配合や熱圧条件が接着性能に及ぼす影響について報告する。

2. 試験方法

2. 1 LVLの製造

厚さ3.17mmのカラマツ、トドマツ単板（470×470mm）を用い、10ply構成のLVLを製造した。単板は合板工場で切削し、絶乾近くまで乾燥したものを使用した。接着剤の配合は表1に示す3条件とし、製造枚数は各条件3枚ずつとした。薬剤量はメーカーの仕様に従い、A社は2.5kg/m³、B社は3.5kg/m³となるようにした。冷圧は1MPaで60分とし、熱圧は130℃で0.8MPa、時間は30、40、50秒/mmとした。接着剤塗布量は、標準配合（DC）においては片面あたり20g/900cm²とし、薬剤を混入したものは主剤量が標準配合と同じになるように調整した。LVL製造時には各接着層端部に熱電対を挿入し、データロガー（グラフテック製GL220）により熱圧時の接着層の温度を測定した。LVLの製造にあたっては、単板密度が各配合条件間ではほぼ等しくなるように単板を振り分けた。

2. 2 接着性能試験

製造したLVLについて、単板積層材の日本農林規格に従い、以下に示す冷水浸せきはく離試験、煮沸はく離試験および水平せん断試験を行った。

【冷水浸せきはく離試験】

各LVL原板から75×75mmの試験片を3片ずつ採取した。試験片を室温の水中に24時間浸せきした後、70℃の恒温乾燥機で、試験片質量が試験前の100～110%の範囲になるように乾燥した。

【煮沸はく離試験】

各LVL原板から75×75mmの試験片を3片ずつ採取した。試験片を沸騰水中に4時間浸せきし、さらに室温の水中に1時間浸せきした後、70℃の恒温乾燥機で、試験片質量が試験前の100～110%の範囲になるように乾燥した。

冷水浸せきはく離試験、煮沸はく離試験とも、上記処理を2回繰り返した後、4側面におけるはく離長さを測定し、同一接着層におけるはく離長さの合計および以下の式からはく離率を算出した。

$$\text{はく離率 (\%)} = (4 \text{ 側面のはく離長さの合計}) / (4 \text{ 側面の接着層長さの合計}) \times 100$$

表1. 接着剤と薬剤の配合

メーカーと記号 配合(部)	DIC北日本ポリマ(株)		
	DC	DA	DB
フェノール樹脂接着剤	100	100	100
小麦粉	10	10	10
炭酸カルシウム	16.6	16.6	16.6
重曹	3	3	3
水	8	8	8
薬剤(A社)		5.2	
薬剤(B社)			7.3
合計	137.6	142.8	144.9

【水平せん断試験】

各 LVL 原板から平使い方向用として 40×180mm、縦使い方向用として 30×180mm の試験片をそれぞれ 4 片ずつ採取した。試験片を 20℃-65%R.H.の恒温恒湿室で重量が恒量に達するまで調湿した後、スパン 120mm の中央集中荷重方式のせん断試験を行い、次式によりせん断強さを算出した。

$$\text{せん断強さ (MPa)} = (3P) / (4bh)$$

ここで、P は最大荷重(N)、b は試験片の幅(mm)、h は試験片の厚さ(mm) である。

3. 試験結果

3. 1 冷水浸せきはく離試験および煮沸はく離試験

冷水浸せきはく離試験および煮沸はく離試験における、はく離率および最大はく離長さを図 1 に示す。最大はく離長さとは、1 片の試験片における各接着層のはく離長さの最大値を示している。また、図中の接着剤配合の記号の後に付した数字は、熱圧時間を示している。いずれの接着剤配合においても、熱圧時間が長くなるほど、はく離率および最大はく離長さは減少した。はく離率はいずれも JAS 基準の「5%以下」を満たしているのに対し、最大はく離長さは JAS 基準である「接着層長さの 1/4」を超えるものが多く見られた。最大はく離長さについて、標準配合 (DC) では、カラマツにおいては熱圧時間 40 秒/mm で基準を満たしていたが、トドマツでは基準を満たすには 50 秒/mm の熱圧時間が必要であった。薬剤を添加した場合 (DA、DB) は、両樹種とも 40 秒/mm では基準を満たすことができなかったが、50 秒/mm で基準を満たしており、標準配合よりも熱圧時間を延長することで十分な接着性能が得られることが確認された。

全体として、冷水浸せきはく離試験よりも煮沸はく離試験の方がはく離が小さい傾向が認められた。これは、煮沸処理の熱によって未硬化部分の樹脂の硬化が促進されたこと¹⁾によるものと考えられた。図 2 は、冷水浸せきはく離試験でののはく離率が比較的大きかった DC40、DB40 について、各接着層のはく離率を示したものである。表層部の 1、9 層目でははく離していないが、内層部の 3~7 層目ではく離が大きい傾向が認められた。

熱圧時の接着層の温度の一例を図 3 に示す。内層部に向かうほど接着層の温度は低下し、5 層目の解圧時の温度は 30 秒/mm で 80℃、40 秒/mm で 90℃、50 秒/mm で 100℃程度であった。熱圧時間が短い場合、内部の接着剤の硬化が不十分となり、内層部のはく離が大きくなったものと考えられる。なお、多段プレスを用

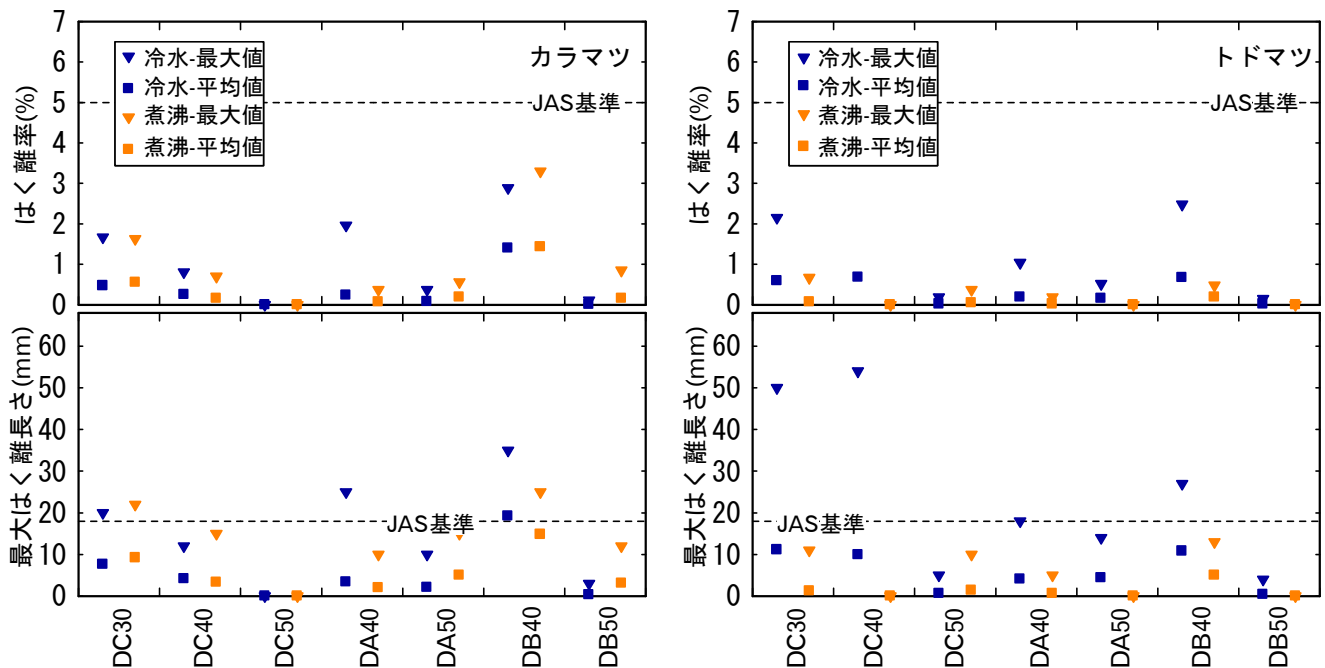


図 1. 冷水浸せきはく離および煮沸はく離試験におけるはく離率と最大はく離長さ

いて複数枚を同時に熱圧した場合、解压後に LVL を堆積するため、接着層温度は比較的高温が維持されるが、本試験では、単段プレスにより 1 枚ずつ熱圧したことで解压後の温度低下が速くなり、はく離が比較的大きくなったものと推察される。

3. 2 水平せん断試験

接着剤の配合とせん断強さの関係を図 4 に示す。接着剤の配合や熱圧時間が異なっても、水平せん断強さには大きな差は見られなかった。試験時の破壊形態については、平使い方向ではカラマツは全体の 26%、トドマツは全体の 87% がせん断破壊した。縦使い方向ではトドマツは全体の 24% がせん断破壊し、カラマツはすべて曲げ破壊であった。

せん断性能は、カラマツ、トドマツとも JAS の最低基準である 35V-30H を大きく上回り、カラマツの DB50 の縦使い方向を除き、最高基準の 65V-55H を満たす性能を有していた。今回の製造条件においては、水平せん断強さは単板密度や節の有無等の単板自体の品質に依存しており、接着剤配合や熱圧時間の影響は少ないものと考えられた。

4. まとめ

接着剤混入処理法を用いて製造した LVL ラミナについて、接着剤および薬剤の配合や熱圧条件が接着性能に及ぼす影響について検討し、以下の結論が得られた。

- ・全体的に煮沸はく離試験よりも、冷水浸せきはく離試験ではく離が大きい傾向が認められた。
- ・薬剤を添加した場合は、標準配合よりも熱圧時間を延長する必要がある、JAS 基準を満たすには 50 秒/mm 以上の熱圧時間が必要であった。
- ・水平せん断強さは、接着剤配合や熱圧時間の影響は少なく、カラマツ、トドマツとも JAS 基準を大きく上回る性能を有していた。

謝辞

本研究は農林水産省 新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業（課題名：「北海道産人工林材を活用した低コストで高性能な単板集成材の開発と実用化」（H22-24））により実施された。

参考文献

- 1) 井上明生：木材学会誌，38(10)，923-930（1992）

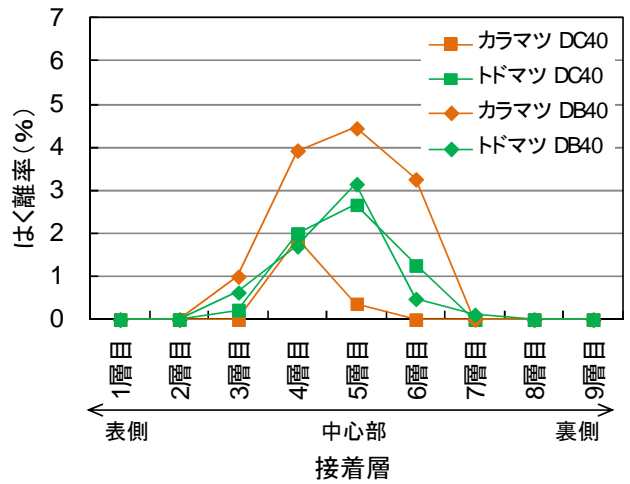


図 2. 各接着層のはく離率

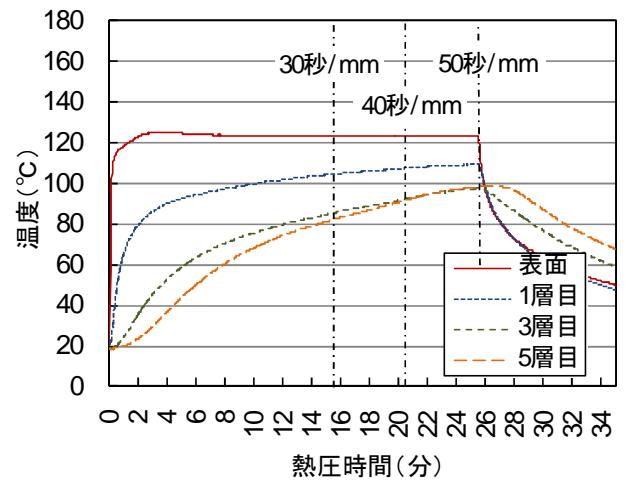


図 3. 熱圧時の接着層の温度

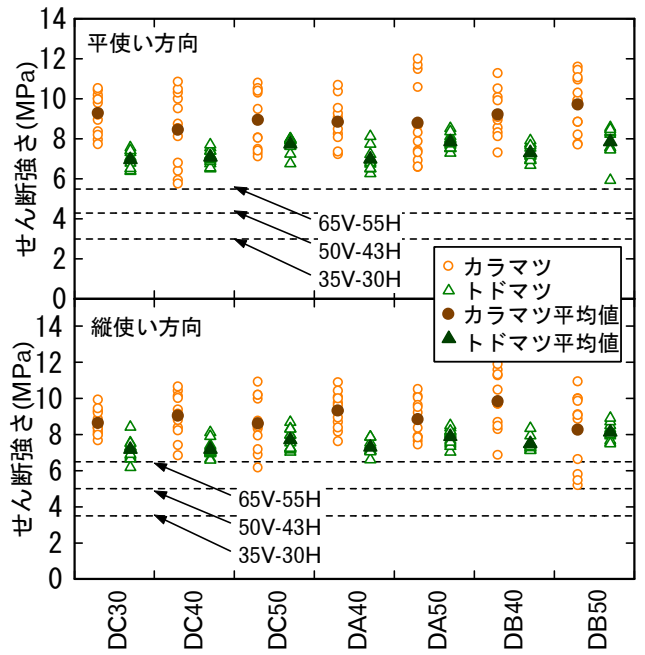


図 4. 各接着剤配合と水平せん断強さ