

水性ビニルウレタン樹脂接着剤を用いた カラマツ L V L の製造とその性能

真田 康弘 窪田 純一*1
森 泉 周*2 高橋 利男*2

The Test-Manufacturing of Karamatsu L V L with Aqueous Vinyl Polymer Solution-Isocyanate Adhesives

Yasuhiro SANADA
Shu MORIIZUMI

Junichi KUBOTA
Toshio TAKAHASHI

L V L was made of Karamatsu with aqueous vinyl polymer solution-isocyanate adhesives, and examinations were made of the efficiency of the manufacturing processes and the workability in sawing and strength properties of the L V L. Compared with L V L made with urea and resorcinol resin adhesives, the L V L made with the aqueous vinyl polymer solution-isocyanate adhesives was found to possess no advantages worth mentioning at all.

林産試型の製造システムによるカラマツ L V L の製造に水性ビニルウレタン樹脂接着剤を用いた場合の作業性、加工性、強度性能について検討した。

その結果、尿素樹脂及びフェノール変性レゾルシノール樹脂接着剤を用いた場合に比べ、特に優れた点は認められなかった。

1. はじめに

林産試型の製造システムによる L V L (単板積層材) の特長の一つに、積層数を多くすることが可能なことが挙げられる¹⁾。この L V L は大型ブロックからさまざまな断面形状、長さ加工して使用されるが、特にグルーラインを生かした面材としての用途が造作用として有望視されている。

当場では L V L の製造に尿素樹脂接着剤及びフェノール変性レゾルシノール樹脂接着剤(以下レゾルシノール樹脂接着剤と略記する)を製品の用途に合わせて用いている。この場合、大型ブロックからの帯のご盤などによるひき材、自動かんな盤などによる表面加工時に、接着層の影響と思われる刃物の摩耗や欠けが多い

という指摘があった²⁾。そこで前記の接着剤に比較して硬化後も柔軟性を持つ、水性ビニルウレタン樹脂接着剤を用いて L V L を製造し、加工性の改善などについて検討した。

2. 試験方法

2.1 製造試験

水性ビニルウレタン樹脂接着剤を用いた林産試型 L V L の製造上の問題点の有無、高周波加熱条件などを求める試験を行った。

使用した単板は通常の林産試型 L V L の製造で用いるカラマツ間伐材(径級16~22cm)から切削した4mm厚で辺材、心材を区分せずを用いた。単板は幅48cm、

長さ45cmと22.5cmに切断して組み合わせ、幅48cm、長さ90cm、5プライのLVLとし、1回の圧蹄で10ブロック製造した。

供試剤は光洋産業株式会社製高周波用接着剤KR-8を、主剤：架橋剤=10：1（JAS 類相当）に配合して用いた。塗布量は200g/m²（片面塗布）を目標とした。

高周波加熱条件は場極電流としては積層厚10cm当たり1Aが適正条件として求められている³⁾。ここでは1プレス当たり1.9A-7分及び1.9A-5分の2条件を設定した。なお接着作業時における閉鎖堆積時間の接着力への影響を調べるため、1回に製造する10ブロックのうち4ブロック目を塗布開始後13分後から、8ブロック目を28分後から塗布作業を行い、その後すみやかに圧縮・加熱した。なお圧縮圧は14kgf/cm²とした。

高周波加熱条件の比較及び閉鎖堆積時間の影響は浸せきはく離試験によって行った。この試験片は1回の圧蹄で製造したLVLの、上から1番目、5番目及び10番目のブロックのそれぞれ中央部から各10片ずつ採取した。また各圧蹄時の最上層には到達した最高温度を確認するためにサーモラベル（温度指示範囲75～120℃、5℃間隔）を挿入した。

2.2 ひき材試験

自動送材車付帯のこ盤でカラマツLVLをひいた場合のこの摩擦、欠け歯の発生について試験を行った。

供試LVLの寸法は103(R)×450(T)×3710(L)mmとし、尿素樹脂接着剤を用いたLVL3ブロック及びレゾルシノール樹脂接着剤を用いたLVL4ブロックのひき材試験と、水性ビニルウレタン樹脂接着剤を用いたLVL7ブロックのひき材試験結果を比較した。

供試帯のこは約半数の歯にステライト盛金（三菱ヘインズ・ステライトNo.12を使用）し、接着剤の種類とともに歯の材質の影響も調べた。帯のこの条件を第1表に示す。この速度は42.5m/秒、送材速度は30m/分とし、3mm厚の板にひき材した。

2.3 曲げ強度試験

水性ビニルウレタン樹脂接着剤を用いたカラマツL

第1表 使用した帯のこの形状

	のこ厚 (B.W.G.)	歯距 (mm)	歯高 (mm)	歯喉 角(°)	歯端 角(°)	歯背 角(°)	歯 数
A ^{a)}	19	39	11	29	41	20	216(111) ^{b)}
B ^{a)}	19	38	12	30	39	21	224(112) ^{b)}

注a) Aは尿素樹脂及びレゾルシノール樹脂接着剤を用いたLVLの、Bは水性ビニルウレタン樹脂接着剤を用いたLVLのひき材に使用した帯のこの諸元

注b) ()内はステライト盛金歯の数

VLの曲げ強度試験を行った。

供試LVLは10プライ、38(R)×88(T)mmとし、スパン240cmの3等分点4点荷重法により20体について試験した。荷重方向は接着層と平行（パーティカル方向）とした。なお単板は径級16～22cmの原木から得られた辺材単板のみを用いた。圧縮圧は14kgf/cm²、接着剤塗布量は144g/m²とした。

3. 試験結果

3.1 接着性能と作業性

第2表に浸せきはく離試験の結果を示す。閉鎖堆積時間が数分程度の場合、加熱条件にかかわらずすべての試験片が適合基準に達したが、15分程度では半数以上が、更に30分程度ではほぼ全数が適合基準を満たさなかった。この結果については接着作業時の工場内温度が5分加熱時で29℃、7分加熱時で26℃と高めであったこと及び単板含水率が全乾に近かったことなどが影響していると考えられる。このような傾向は林産試験型LVLのように接着層が多く、1回の接着作業に時間のかかる場合には非常に不利な条件となる。なお加熱時間については、浸せきはく離試験によれば5

第2表 浸せきはく離試験の結果

	閉鎖堆積時間		
	5分以内	15分程度	30分程度
5分加熱	10 / 10	3 / 10	1 / 10
7分加熱	10 / 10	4 / 10	0 / 10

注) 数値は各試験片数に対する基準適合試験片数を示す。

分と7分の間に差はないものと見ることができる。

挿入したサーモラベルが示した高周波加熱による到達最高温度は5分加熱，7分加熱とも120 以上を示した。浸せきはく離試験で両者の差が現れなかったのは温度が十分に上昇したためと見ることができる。

接着作業上の問題点として，スプレッターの洗浄性が悪いこと，片面塗布の場合にはねた接着剤が非塗布側のドクターロール及び塗布ロールにこびり付くことなどが挙げられる。しかしこれらの問題は作業上の工夫である程度の解決が可能と考えられる。

なお接着剤塗布量は200g/m²を予定していたが，この配合条件では，塗布開始時144g/m²，終了時167g/m²と低めになり，いわゆる“糊がのらない”状態となった。

3.2 ひき材試験の結果

第3表にひき材実績及びアサリ幅の減少量，歯先の欠けについての結果を示す。また参考値としてエゾマツのひき材について過去に発表された結果⁴⁾を引用する。

アサリ幅減少量はステライト盛金歯が無処理歯に対し，尿素樹脂及びレゾルシノール樹脂を用いたLVLで約1/3，水性ビニルウレタン樹脂接着剤を用いたLVLで約2/3となった。ステライト盛金歯が無処理歯に比べ優れているが，どちらの場合もLVLにおける減少量がエゾマツにおける減少量に比べ小さな値となっている。第3表の3種の試験においてのこの材質，歯の形状，ステライトの焼入れ，送材速度などの条件が異なるが，LVLのひき材におけるアサリ幅の減少量は丸太のひき材に比べ特に大きくはならないものと思われる。

なお尿素樹脂及びレゾルシノール樹脂接着剤を用いたLVLと水性ビニルウレタン樹脂接着剤を用いたLVLのアサリ幅減少量は，無処理歯においてはほぼ等しく，ステライト盛金歯においては水性ビニルウレタン樹脂接着剤を用いたLVLが約2倍の値となった。

欠け歯の発生率について見ると，エゾマツひき材の場合，無処理歯で約4%，ステライト盛金歯で約17%であるのに対し，LVLはいずれも著しく高い発生率

第3表 ひき材試験の結果

		無処理歯	ステライト盛金歯	
尿素樹脂及びレゾルシノール樹脂接着剤を用いたLVLのひき材結果	ひき材面積 (m ²)	228.2		
	1歯当たり切削長 (m)	2305		
	アサリ幅 (mm)	ひき材前平均	2.459	2.559
		標準偏差	0.026	0.009
		ひき材後平均	2.425	2.548
		標準偏差	0.026	0.014
		減少量	0.034	0.011
	欠け歯発生率 (%)	5.7	52.7	
水性ビニルウレタン樹脂接着剤を用いたLVLのひき材結果	ひき材面積 (m ²)	230.5		
	1歯当たり切削長 (m)	2304		
	アサリ幅 (mm)	ひき材前平均	2.485	2.485
		標準偏差	0.066	0.037
		ひき材後平均	2.449	2.461
		標準偏差	0.063	0.035
		減少量	0.036	0.024
	欠け歯発生率 (%)	11.6	28.6	
エゾマツひき材結果	ひき材面積 (m ²)	230		
	アサリ幅減少量 (mm)	0.063	0.044	
	欠け歯発生率 (%)	3.8	17.1	

を示した。無処理歯では尿素樹脂及びレゾルシノール樹脂接着剤を用いたLVLが水性ビニルウレタン樹脂接着剤を用いたLVLの約1/2の値だが，ステライト盛金歯では逆に約2倍の値となっている。これらの結果には接着剤及びこの歯の硬さなどが影響しているものと思われる。

いずれにしてもこれらの結果を見る限り，尿素樹脂及びレゾルシノール樹脂を用いたLVLと水性ビニルウレタン樹脂接着剤を用いたLVLのひき材試験におけるアサリ幅減少量と欠け歯発生率の間に順逆があり，優劣をつけることは困難である。

3.3 曲げ強度試験の結果

第4表に水性ビニルウレタン樹脂接着剤を用いたL

第4表 曲げ強度試験の結果

		曲げ強さ (kgf / cm ²)	ヤング係数 (tonf / cm ²)
水性ビニルウレタン樹脂接着剤を用いたLVL	平均値	415	107
	最高値	532	118
	最低値	331	99
	標準偏差	54	5.9
尿素樹脂接着剤を用いたLVL	平均値	467	125
	最高値	537	134
	最低値	399	115
	標準偏差	42	5.5

V Lの曲げ強度試験の結果を示す。また同表には参考値として尿素樹脂接着剤を用いたLVLの曲げ強度試験の結果⁵⁾を引用する。

水性ビニルウレタン樹脂接着剤を用いたLVLは尿素樹脂接着剤を用いたLVLに比べ、曲げ強さが10%程度、曲げヤング係数で15%程度小さな値となった。このことは構造用材として考える場合、心材単板の混合割合（本試験で用いた径級の原木では未成熟材の混合割合とほぼ一致する⁶⁾）が増すと、このLVLの許容応力度がカラマツ製材の許容応力度に達しなくなる可能性があることを示している。

4. まとめ

今回使用した水性ビニルウレタン樹脂接着剤で製造した林産試型のカラマツLVLについて、製造上の問題点やひき材時の帯のこの摩耗と歯先の欠け、曲げ強度などについて検討した。その結果は以下のとおりである。

今回の配合条件では水性ビニルウレタン樹脂接着剤の塗布量は目標の200g / m²をかなり下回り144g / m²程度になった。

接着作業時にスプレッターの洗浄性が悪いこと、片面塗布の場合非塗布側のドクターロール及び塗布ロールに接着剤が付着するなどの難点が認められたが、作業上の工夫により改善できると思われる。

接着作業時、閉鎖堆積時間が約15分以上になると

接着が不十分となった。単板含水率のコントロールなどにより若干の改善は期待できると思われるが、林産試型LVLのように積層数が多く閉鎖堆積時間が長くなる場合は、この接着剤の使用は不利である。

高周波加熱時間5分及び7分の間で接着に差は認められなかった。

水性ビニルウレタン樹脂接着剤を用いたLVLのひき材における帯のこのアサリ幅の減少量は、尿素樹脂及びレゾルシノール樹脂接着剤を用いたLVLに比べ、無処理歯ではほぼ同等だが、ステライト盛金歯では約2倍の値となった。

水性ビニルウレタン樹脂接着剤を用いたLVLの欠け歯発生率は、尿素樹脂及びレゾルシノール樹脂接着剤を用いたLVLに比べ、無処理歯では2倍だがステライト盛金歯では逆に1 / 2となった。

水性ビニルウレタン樹脂接着剤を用いたLVLの曲げ強さ及び曲げヤング係数は、尿素樹脂接着剤を用いたLVLより弱く現れた。

以上の試験の結果から、林産試型のLVLに水性ビニルウレタン樹脂接着剤を用いた場合、尿素樹脂及びレゾルシノール樹脂接着剤に比べ、製造上、加工上、強度性能上で有利な点は特に見いだせなかった。今後接着剤の改良に期待したい。

文献

- 1) 小倉高規ほか4名：日本木材学会北海道支部講演集 No.13, 1981. 11
- 2) 真田康弘ほか4名：日本木材学会北海道支部講演集 No.14, 1982. 11
- 3) 高谷典良ほか3名：林産試月報, 383, 1 (1983)
- 4) 鎌田昭吉ほか1名：林産試月報, 243, 1 (1972)
- 5) 森泉 周ほか3名：林産試月報, 388, 1 (1984)
- 6) 森泉 周ほか3名：林産試月報, 384, 1 (1984)

- 池田林務署 -
(前試験部 合板試験科)

- *1 試験部 製材試験科 -
- *2 試験部 合板試験科 -
(原稿受理 昭 60. 3. 25)