

## 異樹種材の接着

井村 純夫 森屋 和美\*  
峯村 伸哉

### Adhesion of Lumber of Different Wood Species

Sumio IMURA Kazumi MORIYA  
Nobuya MINEMURA

Lumber from Japanese larch, poplar, white birch, Japanese cedar, and oak was laminated with a urea-formaldehyde adhesive (UF), or a resorcinol-formaldehyde adhesive (RF), and its adhesive property was examined. As a result, the following facts were known. Under an ordinary condition, all the laminated lumber had a desirable adhesive property. With respect to waterproof, the lumber laminated with UF passed a hot-water-soaking test described in the JAS of laminated wood, and the lumber laminated with RF passed a boiling-water-soaking test. Even after ten such soaking tests repeated successively, all the lumber still retained a good adhesive property except only some which suffered from a little more than ten percent delamination. The RF-laminated lumber preserved seventy to ninety percent of the starting shear strength, and eighty to a hundred percent of the starting wood failure rate. These results indicate that RF gives the lumber an excellent waterproof adhesive property. The shear strength of the lumber laminated with high density lumber and low density lumber was controlled by the shear strength of the low density lumber.

カラマツ、ポプラ、シラカンバ、スギ、ミズナラを、ユリア樹脂接着剤又はレゾルシノール樹脂接着剤で接着し、その接着性能を検討した。その結果、いずれの樹種の組み合わせでも、初期接着性能は良好であった。また耐水接着性能はユリア樹脂使用のものが、集成材のJASに規定する浸せきはく離試験に、またレゾルシノール樹脂使用のものが煮沸はく離試験に合格した。さらにはく離試験を10回くり返した結果、一部に10%を超えるはく離がみられたが、おおむね良好な接着力を保持し、レゾルシノール樹脂使用の場合、せん断強さと木部破断率の保持量はそれぞれ処理前の7~9割と8~10割であって、この接着剤の耐水性能の高さを示した。高比重材と低比重材を組み合わせる場合のせん断強さは、低比重材のせん断強さに支配された。

#### はじめに

将来素材供給における優良大径材の枯渇・小径化、外材輸入量の増加に伴う樹種の多様化などにより、物性の異なる樹種を混用し接着する機会が多くなると思われる。このような異樹種材の接着は、端材の有効利用、製品価格の引下げという効果をもたらすほか、箱根細

工にみるように、各種の材色の幾何学的配置による美的装飾効果の付与にも役立つ。

異樹種接着は吸脱湿に伴う膨張収縮の異なる材を接着するものであるため、この膨張収縮の差が接着力にどのように影響するかという問題がある。そこで針葉樹と広葉樹から5樹種を選び、相互の接着性を検討し

第2表 供試接着剤及び接着条件

項目		単位	レゾルシノール樹脂 (プライオーヘン #6000)	ユリア樹脂 (ユーロイド #120)
配合割合	接着剤	部部	100	100
	硬化剤		15 (TD475)	5 (20%塩安)
塗布量 (両面塗布 一接着層当たり)		g / cm <sup>2</sup>	300	300
堆積時間		分	50	25
接着時の温度		℃	22.5	26.0
圧縮	圧力	kg / cm <sup>2</sup>	8	8
	時間		24	24
養生期間		週	3	4

た。樹種には今後の積極的な利用が望まれる意味から、カラマツとシラカンバを含めた。また接着性能の評価にあたっては、集成材のJASにもとづく通常の試験のほか、吸水乾燥処理を10回くり返す促進劣化試験も行った。

なお、本報告の要旨は日本木材学会北海道支部研究発表会(昭和56年11月・札幌市)で報告した。

1. 試験方法

1.1 供試樹種

ポプラ、スギ、カラマツ、シラカンバ、ミズナラの気乾材について検討した。これらの気乾比重は第1表に示すように0.37から0.68の範囲にある。

1.2 供試材の接着

厚さ2cm、幅10cm、長さ35cm又は200cmの挽板の5プライ接着とした。樹種構成は2樹種の交互の組み合わせ又は5樹種混合とした。比較のために同樹種の3プライ接着も行った。

接着剤には濃縮型ユリア樹脂とレゾルシノール樹脂を用い、第2表に示す条件で接着した。

1.3 促進劣化処理

木口断面寸法をそのままとする長さ75mmの試験体について、集成材のJASに記載する浸せきはく離又は煮沸はく離試験の吸水一乾燥処理を10回くり返した。

1.4 接着力の測定

集成材JASに基づくブロックせん断試験を、常態及び促進劣化処理後の試験体について行った。

また、劣化処理に伴う両木口面の接着層のはく離長さを、集成材のJASに準じて経時的に測定した。一

第1表 供試樹種とその性状

樹種名	略号	気乾比重	含水率 (%)
ポプラ	(P)	0.37	10
スギ	(SU)	0.42	15
カラマツ	(K)	0.48	10
シラカンバ	(SI)	0.57	10
ミズナラ	(M)	0.68	12

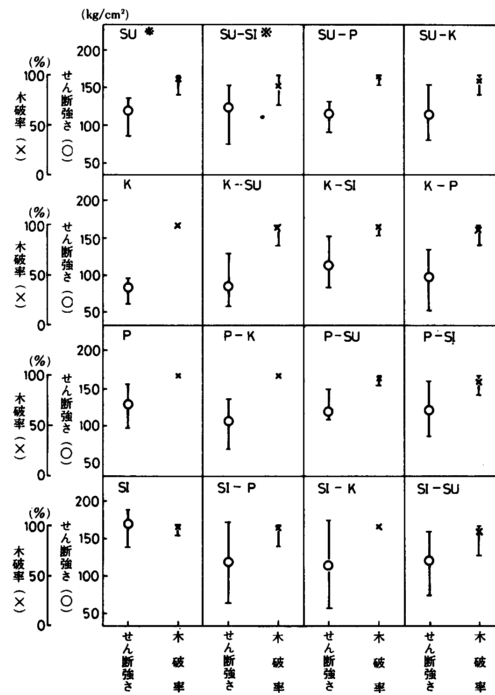
部の試験片については煮沸はく離試験の過程での重量変化と膨脹収縮量を測定した。

1,5 長期放置に伴う寸度変化

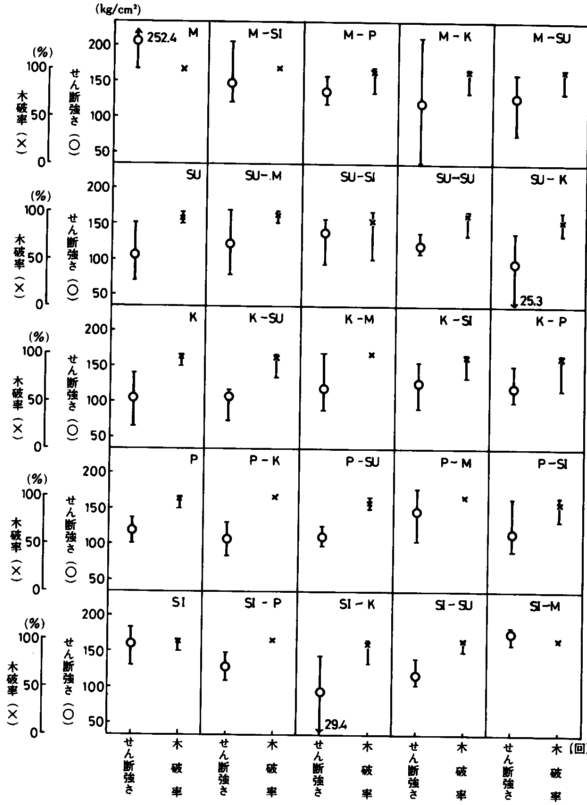
長さ2mの実大材について屋内に1年間放置するときの、木口面を除く各側面の矢高を測定した。

2. 試験結果

2.1 2樹種構成材の接着性能



第1図 常態ブロックせん断試験の結果(ユリア樹脂使用) SUはスギ同志の接着を示し、SU-SIは1, 3, 5枚目がスギで2, 4枚目がシラカンバであることを示す。その他の記号の表示は第1表を参照



第2図 常態ブロックせん断試験の結果(レゾルシノール樹脂使用)記号の表示は第1図に同じ。

2.1.1 初期接着性能

常態のブロックせん断試験の結果を第1.2図に示す。第1図はユリア樹脂で接着した同樹種及び2樹種構成の結果である。木部破壊率(以下、木破率とする)をみるといずれもほぼ100%となっており、ユリア樹脂による初期接着性能の良好であることがわかる。木破の状態をみると2樹種構成の場合、低比重材側で破壊しているものが多い。つぎにせん断強さについてみると高比重のシラカンバ同志を接着したものが最も高く、これに低比重材を組み合わせることにより低下する。高比重材と低比重材の組み合わせで得られるせん断強さをみると、低比重材同志のせん断強さにほぼ等しい。これは前述の低比重材側での木破とも一致する。このことから異樹種の組み合わせ接着のせん断強さは、低比重材側のせん断強さに支配されることがわかる。

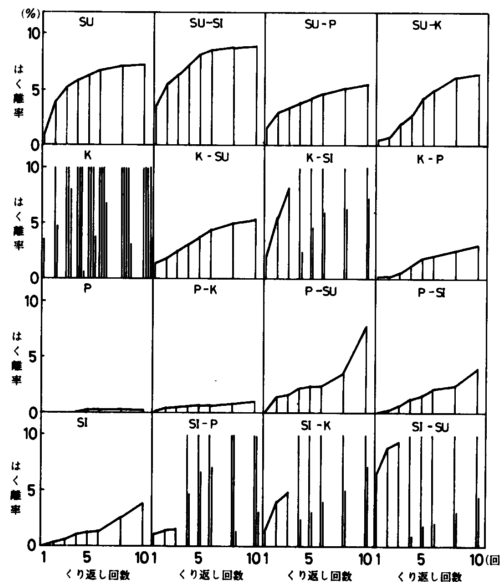
第2図はレゾルシノール樹脂を使用したときのせん断強さと木破率を示すが、ユリア樹脂とほぼ同様の結

果が得られている。木破の状態も低比重材側で破壊するものが多かった。

2.1.2 耐久接着性能

第3図はユリア樹脂で接着した試験材の10回くり返し試験の結果を示す。JASの浸せきはく離試験は1回のみであり、その適合規準は両木口面のはく離率が10%以下であることとなっている。試験材はいずれもこの規準に適合している。しかしくり返し処理を行うとこの規準を超えるものがみられる。

カラマツ同志の接着では2回目以降の処理で10%を超えるはく離となっているが、この原因の一つとして、早材部と晩材部の吸脱湿に伴う膨長収縮量の違いと、ユリア樹脂の晩材部に対する親和性の低さが考えられる。すなわち、カラマツ材の半径方向の収縮率は早材部で2.1%、晩材部で7.3%であり、接着方向ではそれぞれ6.3%、9.8%である<sup>1)</sup>ため、吸水-乾燥の過程で大きな応力が発生したことが考えられる。また、はく離部分をみると晩材部ではく離しているものが非常に多いことから、晩材部の接着剤に対する親和性が悪く、その材質の硬いことと



第3図 浸せきはく離試験の結果(ユリア樹脂使用)記号の表示は第1図に同じ。

も合わせて、晩材部に十分な量の接着剤が塗布されなかったことも考えられる。そしてこれらが総合されはく離が生じたものと思われる。なお後述するようにレゾルシノール樹脂で接着したカラマツ材には問題が認められていないが、それはこの接着剤の基本構造が、木材の主要成分の一つであるリグニンにきわめて類似することから、接着剤とカラマツ材との間に、高い親和性が生じたためと思われる。

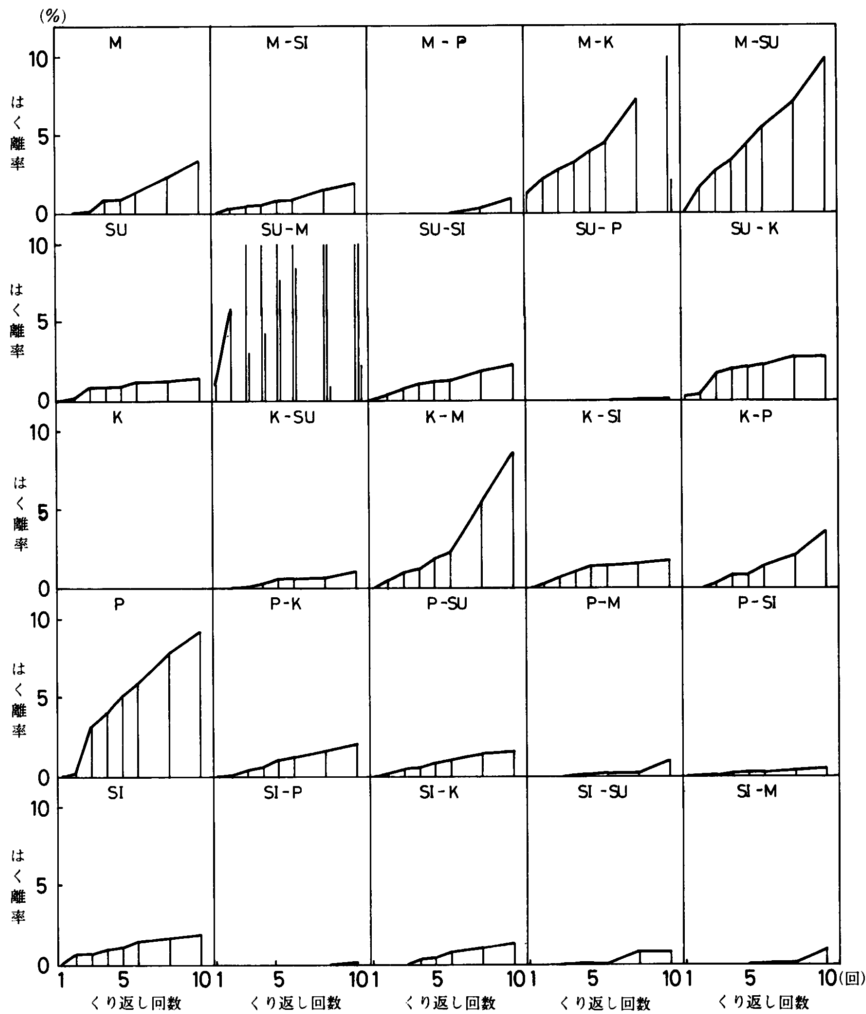
このカラマツをポプラと組み合わせて接着したものは、はく離率が著しく減少している。ポプラは軽軟な材であり膨張収縮に対しても容易に追従できると考えられるので、はく離の減少はこの影響によるものと思

われる。カラマツとスギの組み合わせのはく離率の減少も同様の理由と思われる。ポプラ又はスギを最外層とする組み合わせでは、いずれもはく離率が非常に低いながらも同じ理由と思われる。なお、シラカンバを最外層とする異樹種接着の場合に、くり返し回数が多くなると10%を超えるはく離がみられる。これについては樹種間の膨張と収縮の割合がそれぞれ異なることによる影響とも考えられるが、とくにこの組み合わせに特有の現象が否かは本試験のみでは判断できない。

第4図はレゾルシノール樹脂で接着した同樹種及び2樹種構成の煮沸はく離試験結果で

ある。1回目のはく離率は最高でも2%であり、いずれも10%以下というJASの規準に十分適合している。10回のくり返し処理を行っても、ほとんどの試験片が10%以下のはく離にとどまっている。ミズナラとの組み合わせ材の一部に10%を超えるはく離が認められるが、これについてはミズナラが環孔材であることによる塗布接着剤の材中への浸透過多、樹種間の膨張収縮量の違いなどの影響が考えられる。

煮沸 - 乾燥のくり返しという過酷な処理にもかかわらずこのようにはく離率の低いことは、レゾルシノール樹脂の耐水接着性能のすぐれていることを示している。



第4図 煮沸はく離試験の結果(レゾルシノール樹脂使用)  
記号の表示は第1図に同じ。

ユリア樹脂及びレゾルシノール樹脂の10回くり返し処理試験材について、ブロックせん断強さを測定した結果を第3.4表に示す。第3表はユリア樹脂の測定結果であるが、はく離率の高かったカラマツ材同志の場合を除いて、せん断強さ及び木破率ともかなり高い値を示している。くり返し処理前の数値を基準とするときの保持率をみると、大部分の材がせん断強さで7割前後、木破率で9割前後の性能を保持している。またレゾルシノール樹脂使用の場合には平均せん断強さがいずれの組み合わせでも80kg/cm<sup>2</sup>以上であり、木破率も平均で79~100%の範囲にある。保持率もせん断強さで7割以上、木破率で8割以上となっている。沸とう水中での5時間の煮沸、さらに室温水1時間浸せきとこれに続く18時間の乾燥という処理を10回くり返したにもかかわらず、このような高い保持率を示す

ことは、レゾルシノールの耐水性能の高さを改めて証明するものであろう。

## 2.2 5樹種構成材の接着性能

### 2.2.1 初期接着性能

5樹種のラミナを各1枚ずつ組み合わせレゾルシノール樹脂で接着したものの試験結果を第5図に示す。構成は比重別に3種類にわけた。図からわかるようにいずれも木破率は100%に近く、ブロックせん断強さの平均値も130kg/cm<sup>2</sup>前後である。このせん断強さの数値は、第2図の結果をもとに算出したものとほぼ同じであった。初期接着性能の良好であることがわかる。

### 2.2.2 耐久接着性能

前述の3種の試験材について、煮沸はく離試験を10回くり返した結果を第6図に示す。1回目のはく離率は0~0.3%であり、JASに規定する10%以下という

第3表 耐水試験10回終了後のブロックせん断試験結果 (ユリア樹脂使用)

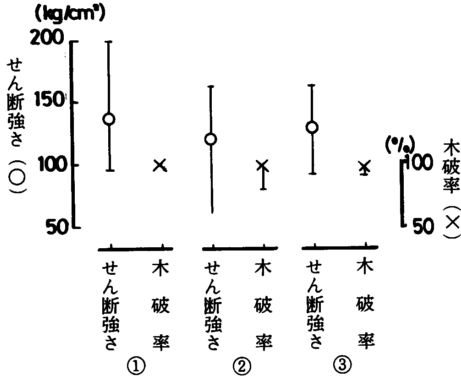
樹種構成	せん断強さ (kg/cm <sup>2</sup> )			木破率 (%)			保持率 (%)	
	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	せん断強さ	木破率
S I-S I	93.6	125.2	151.0	20	86.6	100	74.4	88.1
S I-P	75.5	106.0	164.7	20	85.4	100	88.5	89.0
S I-K	28.3	74.9	123.1	0	42.8	100	74.9	42.9
S I-SU	37.5	81.1	123.3	10	65.8	100	66.2	72.0
P-P	74.0	87.3	102.4	100	100	100	68.2	100
P-K	49.0	76.4	117.8	20	85.3	100	75.0	86.6
P-SU	57.2	89.1	114.9	30	79.9	100	75.5	81.5
K-K	0	26.1	80.0	0	38.3	100	30.4	38.3
K-SU	16.5	62.5	95.4	50	94.1	100	61.8	97.7
SU-SU	81.6	92.1	117.4	80	96.6	100	76.2	99.9

第4表 耐水試験10回終了後のブロックせん断試験結果 (レゾルシノール樹脂使用)

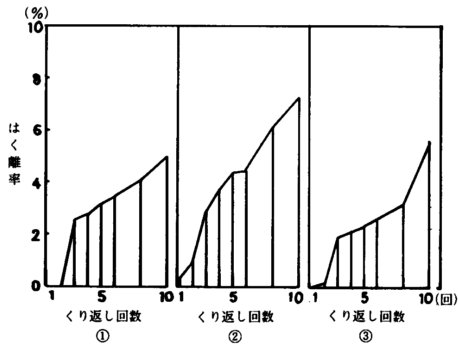
樹種構成	せん断強さ (kg/cm <sup>2</sup> )			木破率 (%)			保持率 (%)	
	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	せん断強さ	木破率
S I-S I	96.6	115.9	145.6	30	85.0	100	76.7	86.4
S I-P	29.5	94.8	129.2	20	87.8	100	77.6	90.0
S I-K	19.2	88.6	127.1	50	92.8	100	84.3	95.1
S I-SU	78.8	104.9	144.2	50	90.0	100	83.7	93.8
S I-M	94.5	139.8	176.9	30	90.8	100	86.8	90.8
P-P	56.7	86.0	110.9	100	100	100	71.4	101.7
P-K	65.3	89.6	115.0	50	91.5	100	78.0	92.6
P-SU	59.3	100.8	127.1	80	95.0	100	87.1	98.6
P-M	83.2	113.7	142.1	90	99.5	100	81.3	101.6
K-K	51.3	80.4	118.0	100	100	100	76.7	101.7
K-SU	37.5	83.5	104.0	60	89.1	100	86.1	93.7
K-M	54.2	94.7	182.4	70	92.9	100	79.6	94.8
SU-SU	87.4	95.5	109.5	70	81.6	100	89.5	85.8
SU-M	81.4	105.6	128.2	30	78.7	100	85.0	81.3
M-M	107.5	150.1	185.4	90	98.3	100	72.2	98.3

基準に十分適合している。10回のくり返し処理後でも7%以下のはく離率にとどまっている。

くり返し試験終了後の試験材についてブロックせん断試験を行い、第5表に示す結果を得た。いずれの構成とも、平均せん断強さが約105kg/cm<sup>2</sup>で、平均木破率も96%前後にある。試験前と比較したこれら物性値の保持率はせん断強さで79~87%、木破率で94~98%ときわめて高い値を示している。



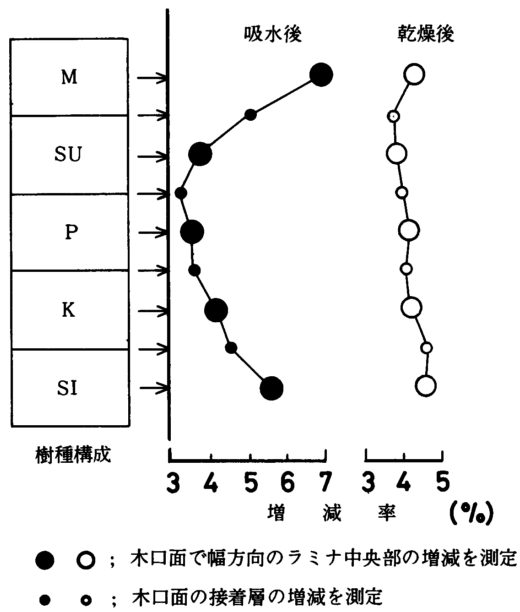
第5図 5樹種混合集成材のブロックせん断試験結果 (レゾルシノール樹脂使用)  
①, ②, ③は第5表に記載する樹種構成の試験体の番号を示す。



第6図 5樹種混合集成材の煮沸はく離試験結果  
記号の表示は第5図に同じ

第5表 5樹種混合集成材の耐水試験10回終了後のブロックせん断試験結果 (レゾルシノール樹脂使用)

記号	樹種構成	せん断強さ (kg/cm <sup>2</sup> )			木破率 (%)			保持率 (%)	
		最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値	せん断強さ	木破率
①	P-SU-K-SI-M	73.6	106.9	163.0	70	94.1	100	79.2	94.1
②	M-SU-P-K-SI	73.9	104.4	144.0	80	97.5	100	87.1	98.3
③	M-P-K-SU-SI	80.3	104.5	165.1	80	96.6	100	80.8	98.3



第7図 5樹種混合集成材の煮沸戻し処理に伴う寸度変化 (レゾルシノール樹脂使用)  
樹種の表示は第1表を参照

高比重材を最外層とする第5表の集成材について、くり返し処理の過程での木口面の幅方向の膨張、収縮の程度を調べた結果、第7図に示すように、沸とう水浸せき直後では一番外側のラミナの膨張が大きくミズナラで7%、シラカンバで5.5%の伸びを示し、木口断面が型に近い形状となった。しかし、引き続き乾燥処理の後ではいずれの層も約4%の増加にとどまり、幅はほぼ一様となった。この時の含水率は吸水直後で約140%、乾燥後で約20%であった。このような過酷な処理をうけたにもかかわらず、10回くり返し後のはく離率は第6図に示すように高々7%であり、レゾルシノール樹脂の耐久性能のすぐれていることがわかる。

第6表 長期放置に伴う寸度変化

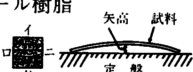
樹種構成	経過 (月)	各側面の中央の矢高 (mm)			
		イ	ロ	ハ	ニ
SI-P	6	0	0.20	0	0
	12	0.10	0.35	0	0
SI-SU	6	0.10	0.25	0	0
	12	0.15	0.30	0	0
K-P	6	0.20	0	0	0.1
	12	0.20	0	0	0.2
K-SU	6	0.15	0.20	0	0
	12	0.20	0.30	0	0

注) 寸法: 10×10×200cm

接着剤: レゾルシノール樹脂

放置場所: 居室

測定位置: 右図参照



### 2.3. 長期放置による寸度変化

レゾルシノール樹脂で接着した長さ2mの2樹種構成材を屋内に1年間放置し、木口面を除く各側面の矢高を測定してその程度を調べた。その結果、第6図に示すように、矢高が最大であったのは、シラカンバ・ポプラの組み合わせ材の接着層の現れている面であり、その値は0.35mmであった。すなわち、材長に対し0.17/1,000程度の矢高であり、中がもいの集成材としての販売時に要求される1/1,000以下<sup>2)</sup>という数値をも大きく下回る。このように寸度安定性のよい理由としては、使用したラミナの含水率が放置条件下の木材の平衡含水率とほぼ等しいものであったことが考えられる。

### 3. まとめ

カラマツ、ポプラ、シラカンバ、スギ、ミズナラをユリア樹脂又はレゾルシノール樹脂で接着し、その接着性能を検討した。その結果、次のようなことが明らかとなった。

- (1) いずれの樹種の組み合わせでも初期接着性能は良好であった。
- (2) 集成材のJASにもとづく浸せきはく離試験又は煮沸はく離試験には、いずれも適合した。
- (3) 高比重材と低比重材を組み合わせる場合、その

せん断強さは低比重材のせん断強さに支配される傾向がみられた。また、そのときの木破は低比重材側で破壊するものが多かった。

(4) 耐久接着性能を知るため、JASの浸せきはく離試験及び煮沸はく離試験を10回くり返した。ユリア樹脂接着剤使用の場合、早材部と晩材部の膨張収縮率の違いにもとづくと思われる影響が、カラマツ同志の接着で認められた。しかしこれにポプラのような軽軟で一樣な材質の材を組み合わせるとその影響の軽減されることがわかった。またレゾルシノール樹脂接着剤使用の場合には、ほとんどの材が10回のくり返し試験後でも10%以下のはく離率にとどまった。

(5) くり返し処理後のブロックせん断試験では、処理前の強度に対する保持率が、レゾルシノール樹脂使用の場合に、せん断強さで7~9割、木破率で8~10割の範囲にあり、この樹脂の耐水性能の高さを示している。

(6) 実大材を屋内に1年間放置したが、狂いはほとんど認められなかった。

(7) 本試験の範囲内では、2樹種の混用及び5樹種の混用のいずれもが、集成材のJASに規定する初期接着性能及び耐久接着性能の適合基準を満たしており、同樹種材同志の接着と異なる点はなかった。しかし、促進劣化の目的でJASに記載する耐水試験をくり返すと、レゾルシノール樹脂で接着したスギとミズナラの組み合わせ材及び、ユリア樹脂で接着した場合のカラマツ又はシラカンバと他樹種の組み合わせ材の一部に、10%を超えるはく離が認められた。

### 文献

- 1) 梶田 茂: 木材工学(養賢堂) 130(1961)
- 2) 日本合板検査会: 集成材の日本農林規格の解説, 23

- 木材部 接着科 -

- \* 農林水産省林業試験場 -

(原稿受理 昭57.12.10)