

木材接着に関する研究(第9報)

材面調製後の経過期間と接着性との関係(その1)^{※1}

作野友康^{※2}・後藤輝男^{※2}・勝部理市^{※3}

Tomoyasu SAKUNO^{※2}, Teruo GOTO^{※2} and Riichi KATSUBE^{※3}

Studies on the Wood Gluing IX
Influence of Surface Aging Prior to Gluing
on Wettability and Gluability of Wood (part 1)^{※1}

1 はじめに

集成材製造において、その接着性に影響をおよぼす因子として、とくに抽出成分の多い材では被着材の切削加工後の履歴が問題となる。これらの材では接着操作に至るまでの放置期間に接着を阻害するような含有成分が浸出して被着材面のぬれを悪くして接着性を低下させる。そのために切削後接着までの時間をできるだけ短かくすることが好ましいとされている¹⁾。

そこで本研究では集成材用ラミナとしてのアカマツ、クロマツおよびエゾマツ材について、切削後接着に至る

までの期間がぬれならびに接着性におよぼす影響について検討した。

2 実験材料および方法

2.1. 供試材および接着剤

アカマツ (*Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC.), クロマツ (*Pinus thunbergii* PARL.) およびエゾマツ (*Picea jezoensis* CARR.) の木理通直、無欠点の心材(含水率10%)より集成材用ラミナとして幅6cm、長さ40cm、厚さ1.5cmのまき目板を採取した。

これらの材をプレーナー仕上げ後一部分は直ちに試験

Table 1. Properties of wood in this experiment

Species	Specific gravity	Compressive strength (kg/cm ²)	Modulus of rupture in bending * (kg/cm ²)	Modulus of elasticity in bending * (×10 ⁸ kg/cm ²)
Akamatsu (<i>Pinus densiflora</i> SIEB. et ZUCC.)	0.58	1180	1054 (1000)	102 (96)
Kuromatsu (<i>Pinus thunbergii</i> PARL.)	0.66	1270	1135 (1162)	97 (96)
Ezomatsu (<i>Picea jezoensis</i> CARR.)	0.56	891	850 (842)	93 (87)

* : Values in parentheses are for heated (100°C, 24hr) specimens.

※1 第6回接着研究発表会において発表(1968年6月)

※2 改良木材学研究室
Laboratory of Chemical and Physical Processing of Wood

※3 島根県木材研究所
Wood Research Institute in Shimane Prefecture

に供し、残りは常温室内にてさん積して透明ポリエチレンシートで被覆放置した。放置後1ヶ月、3ヶ月、6ヶ月間経過後に接着性試験に供した。

また湿潤性試験用として同一材より幅1cm、長さ8

cm, 厚さ 0.2cm の試験片を採取して同様の方法で放置し, 湿潤性試験に供した。

供試材の比重および機械的性質を Table 1 に示す。

接着剤にはユリア樹脂, レゾルシノール樹脂, 酢酸ビニルエマルジョンおよびカゼイングルーを用い, これらは製造業者の使用規準によって使用した。

2. 2 実験方法

2. 2. 1 湿潤性試験

協和コンタクトアンゲルメーターを用いて液滴法および傾板法によって蒸溜水 (20°C) と材の接触角を測定した。1 回の測定は各材の10個の試片について行なった。

2. 2. 2 接着性試験

一定期間放置後に同一材を 2 枚集成して接着した。

接着はすべての接着剤について塗布量 330g/m² (片面塗布), クローズドアアSEMBリータイム50分, 圧縮圧力 8kg/cm², 硬化温度20°C, 関係湿度70%で24時間圧縮の条件で行なった。

各接着剤で接着した試験片について JIS K 6804 に準拠した方法で常態および乾熱処理後のブロックせん断接着力試験を行なった。

乾熱処理は接着層の乾熱劣化状態をみるために, 試験片を耐圧缶に封入し, 100°C で24時間加熱後常温まで冷却して接着力試験を行なった。なおこの際試験片とほぼ

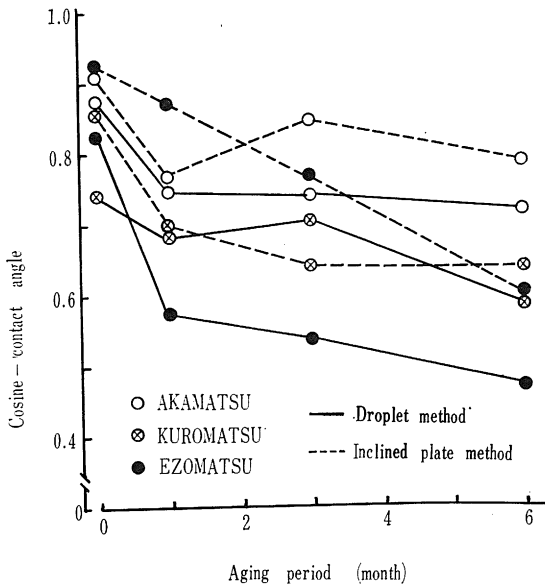


Fig. 1 Relation between wettability and aging period.

Wettability: cosine-contact angle, Aging condition: exposure in the atmosphere

Table 2. Ether extractive, pH and wettability (CWAH) of wood stored for six months after machining.

Species	Position of sampling*1 (mm)	Extractive (%)	pH	CWAH*2 (mm)
Akamatsu	0-0.3	2.39	4.86	1069 (837)
	0.3-0.6	2.16	4.98	995
Kuro-matsu	0-0.3	5.98	5.21	734 (650)
	0.3-0.6	5.84	5.61	721
Ezomatsu	0-0.3	0.91	5.05	660 (579)
	0.3-0.6	0.84	5.03	719

*1: Numbers show distance from wood surface.

*2: Values in parentheses are for wettability after machining.

同一含水率の木削片を封入して試験片の含水率低下を防止した。

また浸漬はく離試験は巾 5cm, 長さ 7.5cm の試験片を 30°C ± 2°C の水中に浸漬し, 25mmHg で 8 時間減圧し, そのまま 16 時間放置した後 40°C の恒温器中で 18 時間乾燥し, さらに含水率約 20% になるまで常温室内に放置した。この場合の木口面におけるはく離長さを測定し次式によってはく離率を求めた。

$$\text{はく離率 (\%)} = \frac{\text{両木口面に生じたはく離の合計長さ}}{\text{両木口面の接着層の全長}} \times 100$$

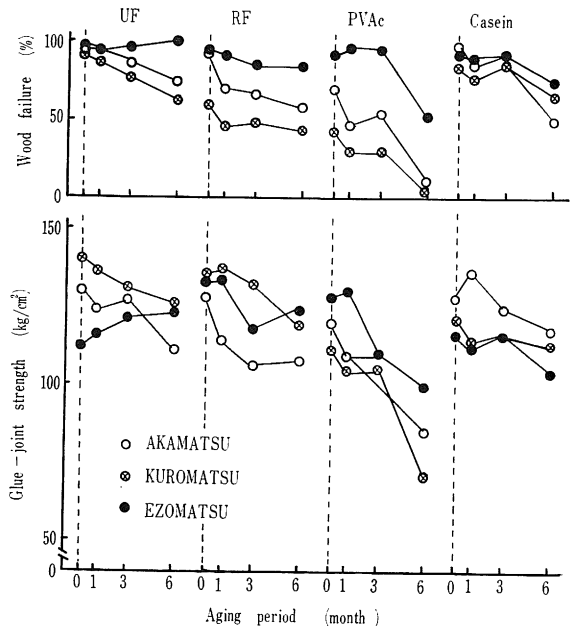


Fig. 2 Glue-joint strength and wood failure of glued wood with four adhesives at each aging period. (air-dried condition)

3 実験結果および考察

3.1 湿潤性

各材の湿潤性と放置期間の関係を Fig. 1 に示す。放置期間が経過すると湿潤性が悪くなることが明らかで、とくにエゾマツはこの傾向が顕著であり、またすべての材で1ヶ月放置後の湿潤性の低下割合が大きい。切削後の木材表面の湿潤性の経時変化については GREY²⁾ あるいは HERCZEG³⁾ によって測定されている。これによると50時間経過後までに急激に湿潤性が低下することを明らかにしている。

各材の値は両測定法によっていく分異なっているが切削直後の湿潤性はアカマツ、エゾマツがほぼ同一で、クロマツはこれらより低い。ところが木粉を用いて毛管上昇法によって測定した水分吸収高はアカマツ、クロマツ、エゾマツの順に低い値となった。また6ヶ月間放置した材について、材の表面より0.3mmの厚さおよびその下部よりさらに0.3mmの厚さの部分から採取した木粉を用いて同様の方法で測定したぬれの値も切削直後の材とほぼ同一の値を示した。これは液滴法および傾板法では材表面の湿潤性が測定されるが、毛管上昇法では木粉を用いるため材表面のみでなく新鮮な面を含んだ材料について測定することになる (Table 2)。すなわち、ごくわ

ずかな表面層をけずり取り、新鮮な表面を得ればぬれが良好となる。

また6ヶ月間放置した材のエーテル抽出率および pH を測定したところ (Table 2), 抽出率はクロマツが最も多く、エゾマツはごくわずかであった。またすべての材で表面より0.3mm厚さの部分の抽出率が、それより下層部分よりいく分多く表層部分に抽出成分が浸出したことが考えられる。しかしながら pH はいずれも弱酸性でその差はほとんど認められなかった。

3.2 接着性

被着材の放置期間と各接着剤の常態および乾燥処理後の接着力ならびに木破率との関係を Fig. 2 および3に示す。

常態時の接着力および木破率はいずれの場合も放置期間が経過するにつれて低下し、とくに6ヶ月間放置の場合低下率が大きい。また酢酸ビニルエマルジョンの低下割合は大きい。そしてエゾマツは放置期間の影響を受けることが少なく、ユリア樹脂およびレゾルシノール樹脂を用いた場合はほとんど低下しなかった。

放置期間の経過とともに接着性の低下する現象は湿潤性の低下とほぼ同じ傾向である。したがってぬれが悪くなるのが接着性の低下をもたらす原因であると考えられる。しかし、ぬれは1ヶ月間放置後の低下割合が非常に大きく、6ヶ月後の低下割合との差はごくわずかである。これに対して接着性の低下割合は6ヶ月間放置した材が最も大きい。また湿潤性の低下率が最も大きい材

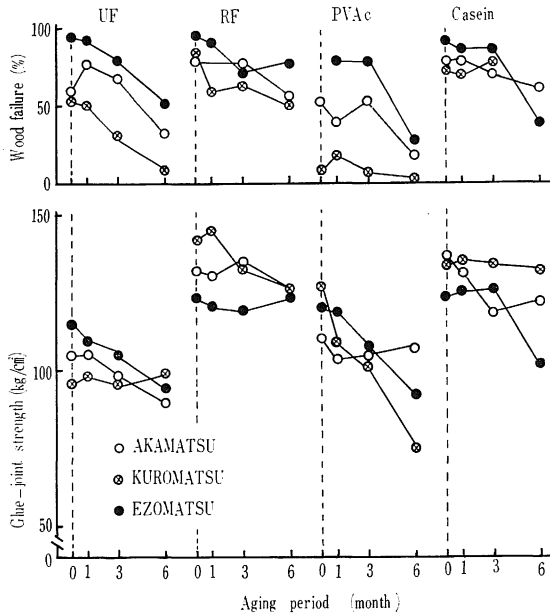


Fig. 3 Glue-joint strength and wood failure of glued wood with four adhesives at each aging period. (heat treated condition: 100°C, 24hr)

Table 3. Relation between aging period and delamination

Adhesive	Species	Aging period (month)			
		0	1	3	6
Urea-formaldehyde resin adhesive	Akamatsu	0	0	3	57
	Kuromatsu	0	0	1	15
	Ezomatsu	0	0	0	9
Resolsinol-formaldehyde resin adhesive	Akamatsu	0	0	1	2
	Kuromatsu	0	3	5	7
	Ezomatsu	0	0	0	0
Polyvinyl acetate emulsion	Akamatsu	11	24	38	67
	Kuromatsu	12	34	58	60
	Ezomatsu	0	11	22	34
Casein glue	Akamatsu	0	1	3	13
	Kuromatsu	1	3	2	2
	Ezomatsu	1	0	2	2

はエゾマツであるが、接着性の低下はごくわずかである。

このようなことから接着性を不良にする原因としては湿潤性のみではなく他の因子も複雑に関係している。すなわち前述した抽出成分の挙動などが大きな影響を与えることも考えられる。例えば TROUGHTON⁴⁾ は White spruce 単板の表面に浸出する脂肪酸と接着性との関係を検討している。CHOW⁵⁾ は針葉樹単板について color-intensity difference を測定し、それと接着性との間に密接な関係があることを報告している。STUMBO⁶⁾ は切削仕上げ後の経過期間に伴う木材表面の変化と接着性との関係について検討して、次のような点を明らかにしている。すなわち木材を光のあたらない、温湿度変化の少ない場所で大気中の塵埃による汚染がないように貯蔵しても、その貯蔵期間中に木材表面は接着力を減少させるような変化を生ずる。その原因として、(1)材表面への抽出物の移動による接着性の妨害、(2)材表面での木材成分あるいは抽出物の変化などによる接着有効面積の減少、(3)ガス、蒸気あるいは沈澱物質などの空気汚染物の吸着および化学変化あるいは分子再配列などによる木材の表面自由エネルギーの減少、(4)材表面での木繊維の強度減少の4点を指摘している。

次に乾熱処理をした場合の結果は常態試験の場合とほぼ同じ傾向である。しかしユリア樹脂接着剤は常態試験の場合より低い値を示し、一方レゾルシノール樹脂接着剤はわずかに高い値を示している。ユリア樹脂接着剤は熱劣化が大きく、そのために接着力あるいは木破率が低下したものである。

ユリア樹脂接着剤の乾熱劣化（ブナ材、T型試験片）について堀岡ら⁷⁾は100°Cで24時間加熱した場合、接着力は初期接着力の約20%まで低下したことを報告している。

なおこの場合に被着材の劣化状態をみるために、同様の処理をした各材の曲げ試験を行なって無処理材と比較した（Table 1 参照）。その結果両者の間には有意な差が認められず、被着材の接着力に影響をおよぼすような劣化はほとんどないものと考えられる。

接着層はく離率の測定結果は Table 3 に示す。6ヶ月間放置した材では、はく離率が増大しとくにユリア樹

脂接着剤および酢酸ビニルエマルジョンを用いた場合に顕著であった。そしてレゾルシノールおよびカゼイングラーを用いた場合、はく離が比較的少なく、エゾマツではとくに少なかった。エゾマツが良好な接着性能を示すことは西原ら⁸⁾の報告によっても明らかである。

4 要 約

被着材の切削加工後、接着に至るまでの放置期間が湿潤性ならびに接着性におよぼす影響について検討した。その結果は次のように要約される。

1) 被着材の放置期間の経過につれて湿潤性ならびに常態時の接着性は低下したがエゾマツはその低下割合が最も少なかった。

2) 熱劣化処理をした場合の接着性も放置期間の経過につれて低下した。とくにユリア樹脂接着剤は熱劣化によってその低下割合が大きかった。

3) 6ヶ月間放置した材を用いた場合、はく離率が増大し、ユリア樹脂接着剤および酢酸ビニルエマルジョンでとくに顕著であった。

4) 被着材表面を接着直前に研削して新鮮な材面を接着すれば良好な接着性を示すことが明らかになった。

引用文献

1. 菅野襄作・今泉勝吉：集成材，森北出版，東京：1965，p. 17.
2. GREY, V. R.: For. Prod. J. **12**: 452-461, 1962.
3. HERCZEG, A.: For. Prod. J. **15**: 499-505, 1965.
4. TROUGHTON, G. E. and S.-Z. CHOW: Wood Sci. **3**: 129-133, 1971.
5. CHOW, S.-Z.: For. Prod. J. **21**, (2): 19-24, 1971.
6. STUMBO, D. A.: For. Prod. J. **14**: 582-589, 1964.
7. 堀岡邦典・石原俊夫：第6回接着研究発表会要旨集：31, 1968.
8. 西原実・菅野襄作：林試研報 No. 150: 61-65, 1963.

Summary

The effect of surface aging prior to gluing on the wettability and gluability of wood have been investigated. For experimental materials, the heartwood of Akamatsu (*Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC.), Kuromatsu (*Pinus thunbergii* PARL.) and Ezomatsu (*Picea jezoensis* CARR.) were used. Immediately after machining, the surface of lamina was exposed to the atmosphere but protected from the settling of airborne contaminant and exposure to light.

After a certain aging period, the wettability and gluability were determined. Urea- and resorcinol-formaldehyde resin adhesives, polyvinyl acetate emulsion and casein glue were used for gluing. Some of the glued wood were treated with heat at 100°C for 24 hours maintaining the moisture of the wood at a constant level. The block shear strength test in air dried condition was carried out on the treated and untreated specimens.

The results obtained are as follows :

- 1) The wettability and gluability decreased with the increase of aging period, but Ezomatsu showed only a slight decrease.
- 2) Also, the glue-joint strength and wood failure of the treated specimens decreased with the increase of aging period. Particularly, a remarkable degradation was observed on urea-formaldehyde resin adhesive.
- 3) In the specimens stored for six months, much delamination was observed.
- 4) Best gluability could be obtained when the surface was planed freshly at the time of gluing.