

木材の諸因子が接着に及ぼす影響について

松 田 健 一

Effect of the Properties of Woods in the Adhesion.

Kenichi MATSUDA




I. 緒 言

被着材が木材の場合の接着については、多くの実験報告が行われている事は衆知の通りであるが、今回は被着材としての木材を、木材個有の諸因子別に採り上げ、これらが合成樹脂系接着剤で接合された場合、どのような接着現象を呈するかを究明してみた。

本実験では、暖帯産樹木の中から5樹種、熱帯産樹の内から4樹種を選び、これらの材料がもつ性質、すなわち、比重、含有水分、繊維走向度、及び、人為的に加工された材表面の粗さ、耐水、耐温湯性等の諸因子を挙げて、これらが4系統の接着剤で接着されたときの接着特性を検討したのでその結果を報告する。

II. 実 験 方 法

1. 実 験 項 目

- (1) 樹種間接着 暖帯産5樹種(スギ, クス, シイ, ブナ, モツコク), 熱帯産4樹種(ラワン, ラミン, セプター, アピトン)を尿素系, 酢ビ系, 石炭酸系接着剤で接着した場合の接着性
- (2) 平滑度と接着 スギ, モツコク, ラワンの3樹種を夫々 ① Circular Saw ② Hand Planer ③ Automatic Planer で表面切削仕上げを行い, この切削面に酢ビ系接着剤で 100, 200, 300g/m² 塗布した時の接着性
- (3) 木取面と接着 スギ, シイの2樹種を用いて, 次の3接着面(接線面×接線面 , 接線面×半径面 , 半径面×半径面 )を構成して酢ビ系で接着
- (4) 含水率と接着 被着材(ブナ)の含水率を5~45%の間に分けて調湿し, 3系統の接着剤で接着し含水率と接着力との関係について
- (5) 耐水性と接着 被着材(ブナ)を15%に調湿して尿素系, 石炭酸系接着剤で接着し, 30日間水中に浸漬した時の接着性について,

2. 供 試 材

暖帯産材	スギ (sg=0.35, MC=11.5%), クス (sg=0.51, MC=13.9%), シイ (sg=0.61, MC=12%), ブナ (sg=0.63, MC=10.3%) モツコク (sg=0.72, MC=15.4%)
熱帯産材	ラワン (sg=0.56, MC=13.9%) ラミン (sg=0.65, MC=14.1%) セプター (sg=0.68, MC=15.9%) アピトン (sg=0.72, MC=13.1%)
接着剤	酢酸ビニルエマルジョン系 (ポンドCH ₂), 尿素樹脂系 (イゲタライム, 硬化剤3%添加), 石炭酸樹脂系 (ポンドPR, 硬化剤10%添加) レゾルシノール樹脂系 (ポンドKR, 硬化剤30%添加)

3. 試験材

- (1) 形状 B V F 型 Z (平行滑脱型)
 (2) 数量 1項目につき5ピース 合計 570ピース

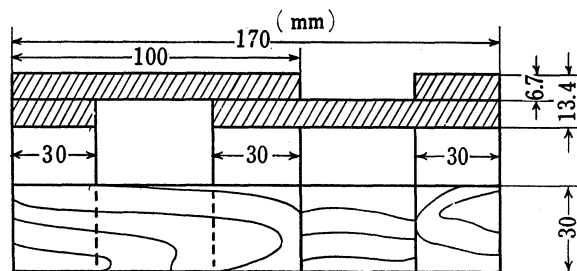


Fig. 1. BVF 型

4. 接着条件

圧縮条件	Cold press	放置時間	48時間
圧縮圧力	10kg/cm ²	塗布量	200g/m ²
圧縮時間	24時間	試験時温度	20°C, RH=60%

5. 試験機器

オルゼン型 4 ton 材料試験機 (森製作所製)
 加熱装置付圧縮試験機 (油圧式) (辻鉄工所製)
 昇降丸鋸盤, 自動一面鉋盤他 (常盤鉄工所製)

III. 実験結果

1. 樹種間接着

三系統の合成樹脂接着剤を用いて, 9樹種の被着材を常態接着試験した結果は, fig 2 の通りである。使用した接着剤と被着材との親和性の問題はあるが, いずれも樹種間における接着の傾向は同じであった。

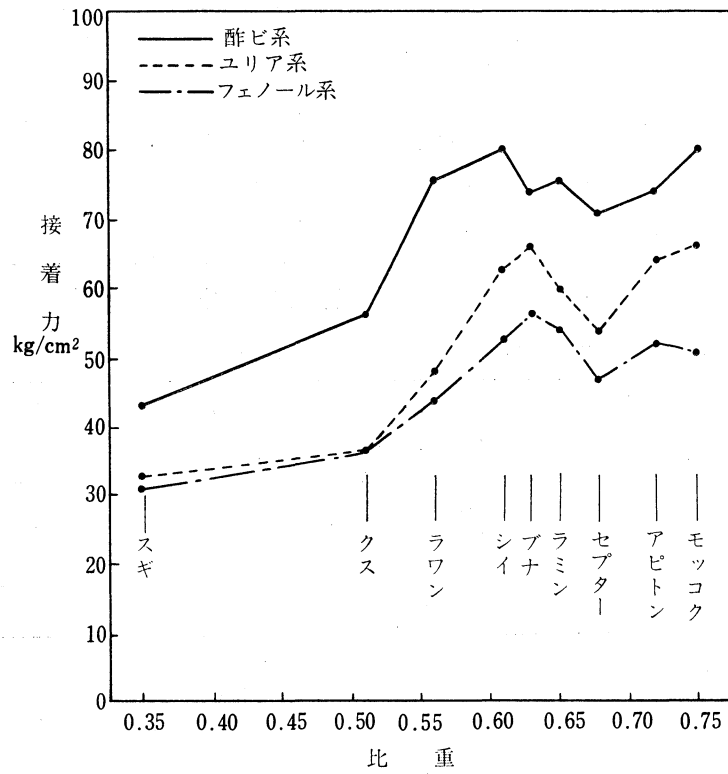


Fig. 2. 接着剤と樹種間の接着性

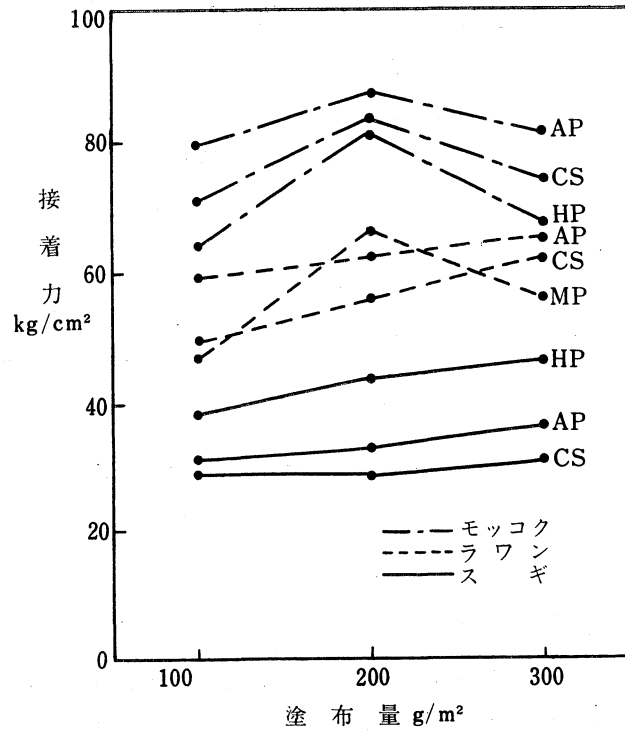


Fig. 3. 塗布量と加工面との接着

Table 1. 分散分析表 (スギ)

要因	平方和	自由度	不偏分散	F ₀	F (0.05)表
塗布量 加工面精度 交互作用	S _A =18387 S _B =174901 S _{A×B} =18859	φ _A =2 φ _B =2 φ _{A×B} =4	V _A =9193.5 V _B =87450.5 V _{A×B} =4714.8	6.88* > 65.47* >	3.27 3.27
級誤全 変 間差動	S _{AB} =174429 S _E =48087 S=2225.16	φ _{AB} =8 φ _E =36 φ=44	V _E =1335.8		

Table 2. 分散分析表 (ラワン)

要因	平方和	自由度	不偏分散	F ₀	F (0.05)表
塗布量 加工面精度 交互作用	S _A =88460 S _B =39937 S _{A×B} =23189	φ _A =2 φ _B =2 φ _{A×B} =4	V _A =44230 V _B =19969 V _{A×B} =5797	7.51* > 3.39* >	3.27 3.27
級誤全 変 間差動	S _{AB} =151586 S _E =211910 S=363496	φ _{AB} =8 φ _E =36 φ=44	V _E =5886		

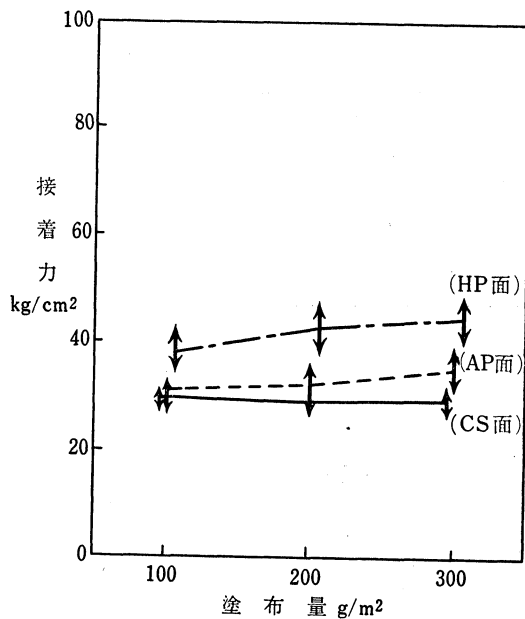


Fig. 4. 塗布量と加工面との接着 (スギ)

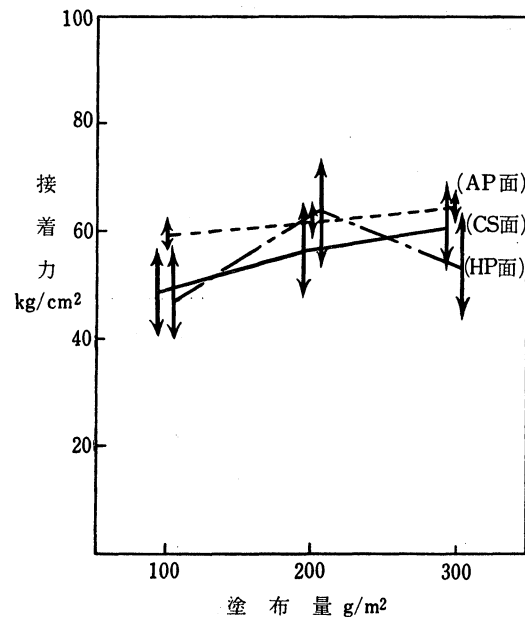


Fig. 5. 塗布量と加工面との接着 (ラワン)

2. 平滑度と接着

塗布量と加工面の平滑度が接着に及ぼす効果をみると、スギの塗布量との関係は、fig 4 に示す通りであるが Circular Saw の加工面の接着を除けば、いずれも塗布量が多くなれば接着力は向上している。

ラワンの塗布量との関係は fig 5 に示すが、ラワンの場合、塗布量が多くなるにつれて、各加工面間の接着力の差は縮る傾向を呈している。唯、今回の実験の場合 Hand Planer の加工面の接着が塗布量 300g/m² で著しく低下したが、これは加工面の平滑度そのものでなく、被着材の加工未熟による全体的なウネリが、加圧ムラ、塗布ムラを生じる原因になったものと推察される。更に、

加工面の平滑度と接着の関係は、fig 6 の結果を得た。

スギの場合、Circular Saw の加工面の接着では塗布量に関係なく近似値を示した。Automatic Planer, Hand Planer の加工面の接着になると塗布量の効果が明らかに生じ、スギの接着には Hand Planer の加工面で 300g/m² の塗布量が効果的である。又、ラワンの場合は fig 7 から判る様に、各々の加工面の塗布量との間には差が生じているが、Automatic Planer の加工面でも十分な接着性を示している。ラワンの接着は Automatic Planer 加工面で塗布量 200~300g/m² が良好である。

註 (各加工面の平滑度は後述の参考資料を参照)

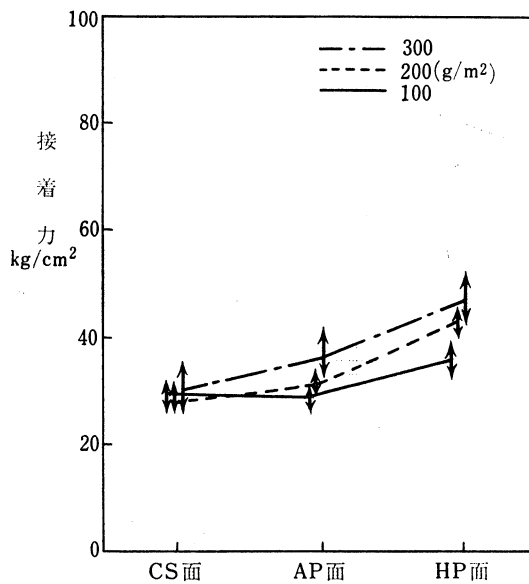


Fig. 6. 加工面が接着力に及ぼす効果 (樹種スギ)

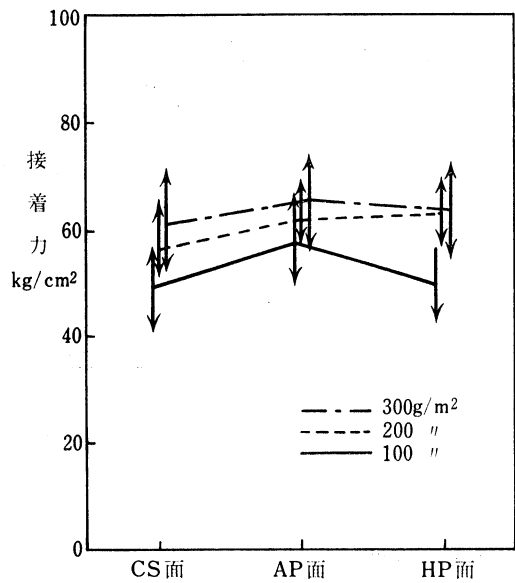


Fig. 7. 加工面が接着力に及ぼす効果 (樹種ラワン)

Table 3.

樹種	接着面	接着力	接線面×接線面	接線面×半径面	半径面×半径面
			kg/cm ² (%)	kg/cm ² (%)	kg/cm ² (%)
スギ		max	37.1(100)	36.0(100)	48.3(100)
		min	23.4(100)	30.1(100)	39.0(80)
		ave	30.1(100)	34.1(100)	43.8(93)
シイ		max	98.3(100)	84.1(100)	94.0(90)
		min	66.7(0)	63.7(80)	73.3(60)
		ave	86.9(50)	74.7(90)	80.8(79)

() は木破率

3. 木取面と接着

fig 8 から、針葉樹のスギの接着面間 (接線面×接線面, 接線面×半径面, 半径面×半径面) の接着力は、危険率 5% で有意差を生じている。よって、級間の分散は単なる誤差の分散とは考えられないので、要因 (半径面×半径面) の接着力が最も良好で効果的な結果を得た。

広葉樹のシイの場合は、有意差がなく、接着面間は単なる誤差分散であり、シイの接着には被着材の木取面には関係ないものと推察する。

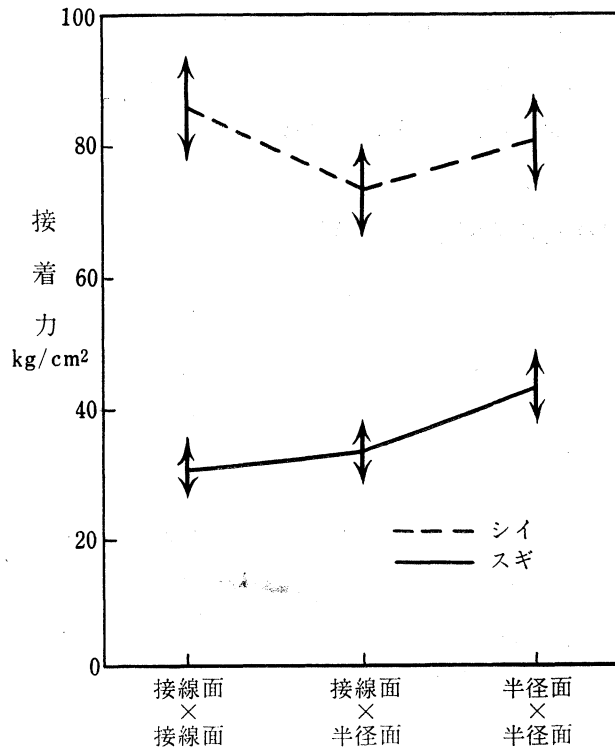


Fig. 8. 接着面と接着力との関係

4. 含水率と接着

fig 9 は、被着材の含水率と接着力との関係を示したものであるが、被着材の含水率が15%のときに最も良好な結果をえた。

各接着剤の被着材の含水率15%時における接着力を基準として各含水率における接着性の変化を検討すると、酢ビ系接着剤の場合、含水率30%時の接着力の減衰率は11.9%、含水率45%で66.8%低下した。

尿素樹脂系の場合は、含水率30%時で接着力9%上昇し、含水率45%で31.7%減衰している。レゾルシノール系は、含水率30%で、19.8%、45%時で、32%の減衰を示し、石炭酸樹脂系は、含水率30%時で、23.1%、45%時で52%も減衰の傾向が生じている。只、含水率5%時の各接着剤の強度が20%余も減衰しているのが、意外であると共に、接着剤の「ぬれ」を考慮に入れたとしても、異常な値としか考えられない。

5. 耐水性

含水率15%に調湿した被着材に、2系統の接着剤を使って、耐水性を実験した結果が fig 10 である。レゾルシノール系は接着後、浸水処理して、20日までは接着力の減衰を測定したが、これを境として向上のきざしがみえ、30日後には接着力の減衰率は19.2%にとどまっている。これに対し

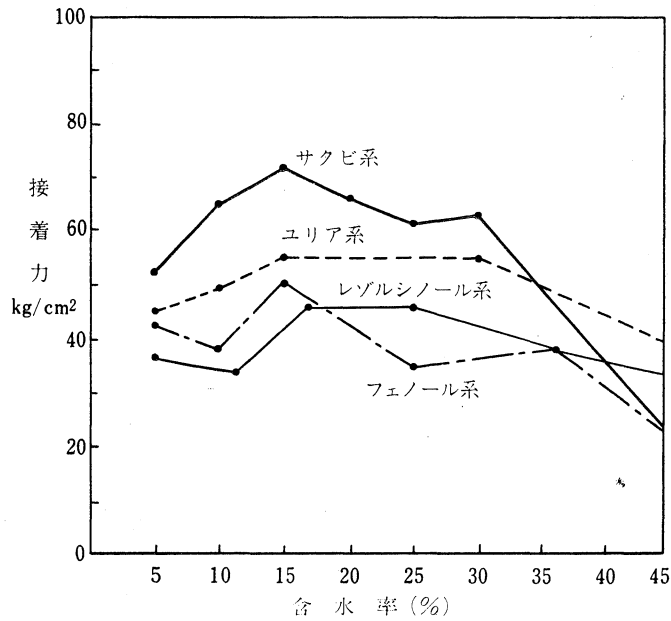


Fig. 9. 含水率と接着性 (樹種ブナ)

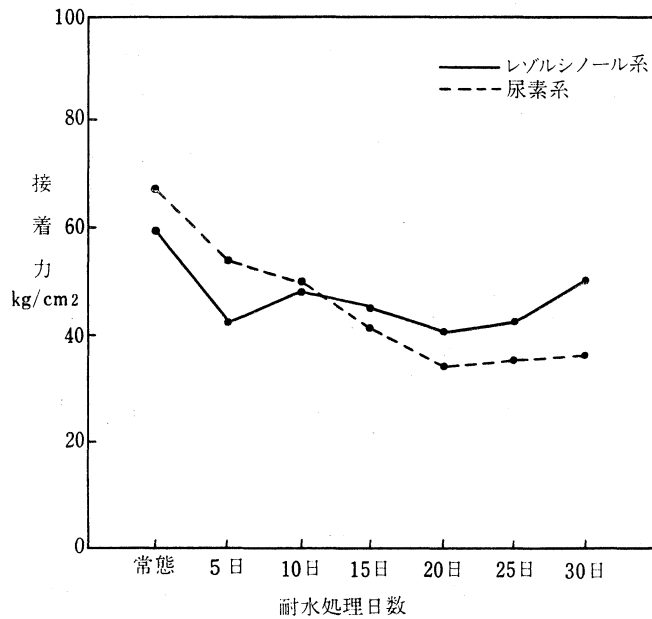


Fig. 10. 耐水性 (樹種ブナ)

て、尿素機脂系は左記と同傾向を示すものの、値は相対的に低く、又、接着力減衰率は43.2%もあった。ここに、レゾルシノール系と、尿素機脂系接着剤の性能の差を明らかにすることが出来る。

IV. 考察及び結論

各試験を通じて、接着強度が全般に低い値を示しているの、この点が少々懸念が残るが、被着材の諸因子と接着の関係については顕著に現われているので検討の対象には十分と思う。

i) 樹種間の接着は、使用した接着剤間に接着性能の差があるのは当然だが、樹種間の接着力の傾向は同じである。すなわち、樹種間の接着力の差は被着材の比重が要因として挙げられ、接着力は比重が大きくなれば、直線的に増大する事を明らかに呈した。

ii) 被着材の接着面の平滑度と接着剤の塗布量との関係は、接着加工面が Automatic Planer と Circular Saw のものでは塗布量に関係なく、Automatic Planer の加工面の接着が良好である。ラワンについて考察すると塗布量が多くなるに従って接着力の差は縮まってゆくが、これは、大きな導管への接着剤の浸透が一定してきたためと考えられる。しかし、Hand Planer の加工面の場合、塗布量が $300\text{g}/\text{m}^2$ では接着力が落ちている。これは導管への接着剤の浸透がゆきわたり、欠膠部をなくすと共に、余分な量は接着層の厚みをもたらして接着力の低下現象をきたしたのではなからうか、つまり、塗布量の相違によって、もっとも、接着力が高くなる点は、空隙部へ接着剤が十分に浸透して投錨の役割を果し、接着層の厚さが適度の比接着を立証出来る状態で接着力を高めている点と考えられる。よって、比重の高い緻密な材は、塗布量は $200\text{g}/\text{m}^2$ 、軟材は表面粗く、導管の大きい材は $300\text{g}/\text{m}^2$ 程度が適当と推察出来る。

加工面の平滑度と接着力では、塗布量が適切であれば、HP面>AP面>CS面の順となり、硬材では Automatic Planer の加工面で十分であり、軟材は機械仕上げを施すと、多分、刃物による塑性変形をおこすので Hand Planer の加工面が良好な接着が期待できる。

iii) 被着材の含水率は15%が最適であるが、接着剤について考察を加えると、酢ビ系が30%でも期待できるのに、耐水性の良いと称される尿素、石炭酸素接着剤は接着時において、繊維飽和点近くの含水率を有する材には不適で十分に乾燥されたものを被着材に供することが要求される。暖帯産材の中でも、南九州炭の樹木は接着の難度の高い材とされているので、接着時に際し、十分の検討を必要とする。これらの材についての接着データを得たことは、今後の接着に参考になるであろう。

終りにこの実験にあたって、試料作成から実験まで協力してくれた学生の福元健太郎君に厚く謝意を表す所です。

Summary

This paper presents the results from experiments on the adhesion faculties of nine species in tropical woods (Luaun, Ramin, Septer, Apitoug), sub tropical woods (Cedar, Beech, Chmphor, Pasania, Ternstro mia).

Those properties [(specific gravity, moisture content, grain face, surface roughness) made in experiment on effect of bonding strength.

参 考 文 献

- 1) 接着技術編集委員会：接着技術便覧，日刊工業新聞社
- 2) 接着科学編集委員会：接着，高分子学会
- 3) 梶田茂：木材工学，養賢堂

