

# 木材接着に関する研究 (第3報)

## 木材とアルミニウム板の接着について<sup>※</sup>

後藤 輝男<sup>※※</sup>・作野 友康<sup>※※</sup>

Teruo GOTO<sup>※※</sup> and Tomoyasu SAKUNO<sup>※※</sup>

Studies on the Wood Gluing III  
On the Gluing of Wood and Aluminium Plate

### I ま え が き

合板やハードボードの表面にアルミニウム板やジュラルミン板などの金属板を張り合せたものをプライメタル (plymetal) と称し、多くの特性を有しているので構造用材などに利用範囲が拡大されつつある。

ところが木材と金属との接着の場合、木材が多孔質、極性物質であるのに対して金属は非孔質、無極性物質である。さらに熱や湿気に対する挙動、その他多くの物理的、化学的諸性質が著しく異り、これらの接着に際しては木材相互の接着に比べてより複雑な因子が関与し、多くの困難性が伴う。そこでこれに適した接着剤や接着方法が必要であって、これに関する研究は今日まで若干行<sup>(1)-(8)</sup>なわれている。

本報では合板とアルミニウム板との接着において接着力を向上させるためのアルミニウム板の表面処理と接着力との関係について検討した。特に化学的な表面処理によるぬれ性質の改良が接着力の向上におよぼす効果を検討した。

### II 実験材料および方法

#### 1. 実験材料

試材にはブナ1類合板(3プライ、等厚構成、厚さ3mm、含水率10%)と市販のアルミニウム板(厚さ0.8mmおよび0.1mm)を用いた。接着剤にはエポキシ樹脂接着剤および構造用接着剤としてのネオプレン・フェノール接着剤とニトリル・フェノール接着剤を用いた。

#### 2. アルミニウム板の表面処理

アルミニウム板の材面処理には種々の方法が行なわれているが本実験ではアメリカ陸軍航空使用書 20032<sup>(9)</sup>で推せんされている次の方法を用いて行なった。

##### (a) クリーニング処理

表面をアセトンを含ませた布で拭いて脱脂する。そしてメタリン酸ソーダ $\{(\text{NaPO}_3)_6\}$  3.6部を蒸留水128部に混合した70~80°Cの溶液中に7~12分間浸漬したのち冷水で洗浄し風乾する処理を行なった。

##### (b) エッチング処理

表面をアセトンで脱脂後、重クロム酸ソーダ $(\text{NaCr}_2\text{O}_7)$  1部、濃硫酸 $(\text{H}_2\text{SO}_4)$  10部、蒸留水30部を混合した60~65°Cの溶液中に20分間浸漬したのち冷水で洗浄し風乾する処理を行なった。

##### (c) クリーニング・エッチング処理

前述のクリーニング処理をしたものをさらにエッチング処理を行なった。

### 3. アルミニウム材面のぬれ測定

表面処理をしたアルミニウム材面のぬれを調べるため

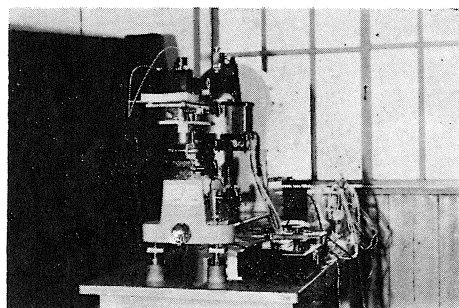


Photo. 1 Apparatus for determination of wettability by the water droplet method.

※ 第17回日本木材学会大会において発表した。(1967年4月)  
※※ 改良木材学研究室

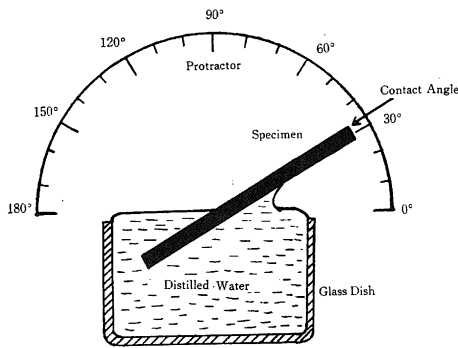


Fig. 1 Contact angle measurement by the inclined plate method.

に厚さ0.1mmのアルミニウム板表面について蒸溜水の接触角を傾板法および液滴法によって測定した。測定はコンタクタングルメーター（Photo. 1）を用いた。

1) 傾板法

10×80×0.1mmのアルミニウム板を試片取付部に垂直に取付ける。ガラス容器中の蒸溜水（水温20°C）に試片の下端部約30mmを浸漬させる。そしてアルミニウム板を徐々に倒していき、アルミニウム材面的一方が接している蒸溜水面が水平になった時の角度をガラス容器後方の分度板で読みこれを接触角とする。水面に対してアルミニウム材面が垂直な場合を接触角90度、平行になった場合を0度とする。（Fig. 1 参照）

なおこの方法は ADAM<sup>(9)</sup> によって用いられた方法に準拠したもので FREEMAN<sup>(10)</sup> および BODIG<sup>(11)</sup> もこの方法を用いて水に対する木材の接触角の測定を行なっている。

2) 液滴法

傾板法に用いたものと同じアルミニウム板を試片固定部分に水平に固定し、この表面に5μlの蒸溜水水滴を超微量注入器 Micro Jector を用いて滴下する。滴下後1分間経過した時の液滴の状態を写真に撮る。撮影したネガフィルムを万能投影器で拡大して液滴とアルミニウム板との接触角を測定した。

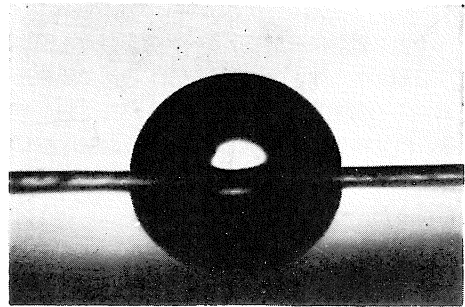
写真撮影した液滴の状態の一例を Photo. 2 に示す。

4. 接着力試験

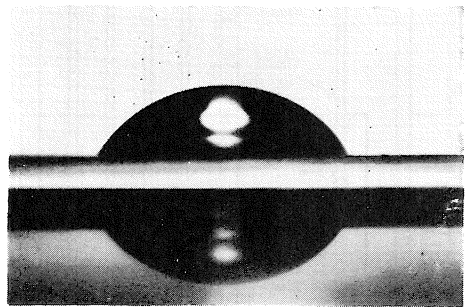
1) 引張せん断接着力試験

厚さ0.8mmのアルミニウム板を中心にブナ台板を上下にいわゆるサンドウィッチ構造に接着した試料（大きさ20×20cm）を各条件について2枚づつ作製した。接着剤は前述の3種類でいずれも市販のものを用いた。エポキ

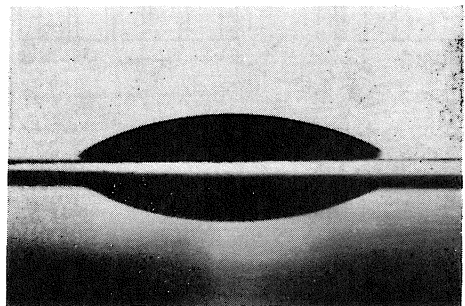
※ 液滴の最も安定する時間



Control  $\theta = 90^\circ$



Cleaning treatment  $\theta = 50^\circ$



Etching treatment  $\theta = 25^\circ$

Photo. 2 Water droplet on the surface of treated aluminium.

シ樹脂接着剤は粘度を下げて作業性をよくするために希釈剤（トルエン74部、ブチルアセテート41部、ブチルアルコール11.7部を混合）をエポキシ樹脂接着剤100部に対して15部を添加した。接着条件は塗布量140g/m<sup>2</sup>（アルミニウム板の両面に塗布）、ニトリル・フェノールおよ

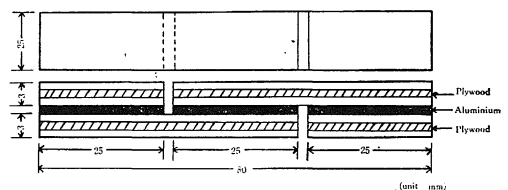


Fig. 2 Tensile shear strength test specimen.

びネオプレン・フェノール 接着剤では開放時間 20～25 分, エポキシ樹脂接着剤では 3～5 分を与え, 硬化温度 25°C, 圧縮力  $7 \text{ kg/cm}^2$  で 24 時間一段法で圧縮接着した。接着した試料を温度 25°C, 湿度 65% で約 1 週間開放後, 各試料より Fig. 2 に示すような試片を 12 枚ずつ採取した。これらの試片について引張せん断接着力試験を行なった。

2) はくり接着力試験

厚さ 0.1mm のアルミニウム板 (大きさ 15×30cm) をブ

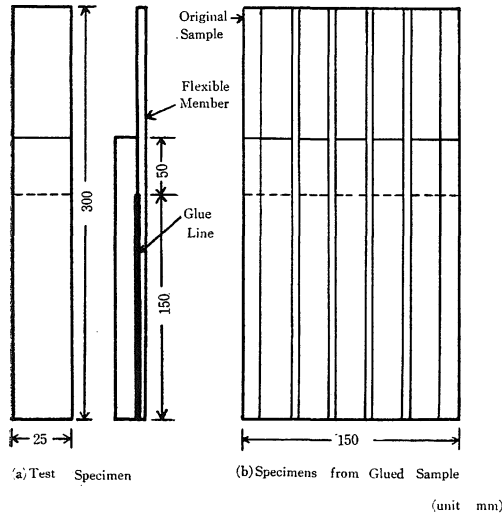


Fig. 3 Peel strength test specimen.  
Flexible member: Aluminum sheet  
(thickness: 0.1mm)

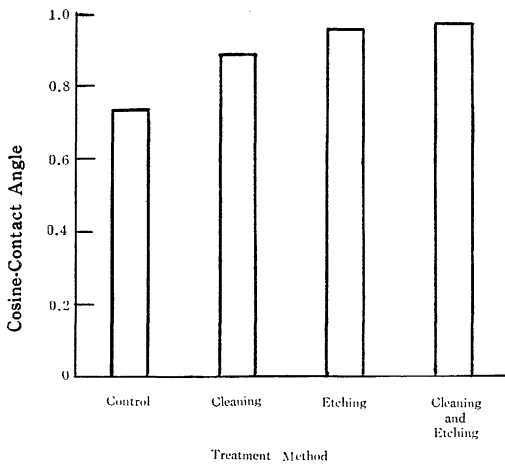


Fig. 4 Wettability of treated aluminium plate which was measured by inclined plate method, and expressed by cosine-contact angle.

ナ合板 (大きさ 15×20cm) に Fig. 3 に示すように接着した。接着条件は引張せん断試験の場合と同様にしたが, エポキシ樹脂接着剤については 硬化温度 80°C で圧縮時間 1 時間の熱圧接着も行なった。接着した試料は引張せん断試験の場合と同様の条件で調湿後はくり接着力試片 (Fig. 3) を各試料から 5 枚ずつ採取した。これらの試片について ASTM D 903-49 に準拠した試験方法ではくり試験を行なった。

III 実験結果および考察

1. アルミニウム板のぬれ

傾板法で測定したアルミニウム板と蒸溜水の接触角の測定結果を Fig. 4 に示す。無処理の場合に比べてクリーニング処理, エッチング処理, クリーニング・エッチング処理の順にぬれはよくなる。しかしエッチング処理とクリーニング・エッチング処理との差はわずかであった。液滴法で測定した接触角の測定結果は Fig. 5 に示す。この場合, 液滴の両側で接触角を測定し, その平均値をもって示した。

これによるとやはりアルミニウム板のぬれは無処理のものに比べて傾板法の場合と同様に表面処理をすることによって向上することが明らかである。傾板法の場合に比べて接触角の値はいく分低いが各処理によるぬれの差は明らかにあらわれている。

2. 引張せん断接着力

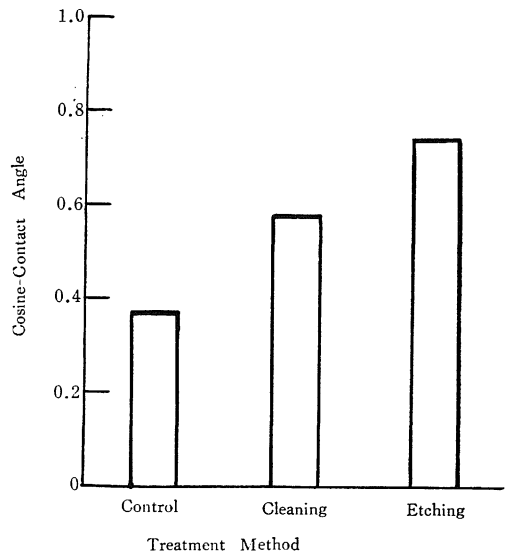


Fig. 5 Wettability of treated aluminium plate which was measured by water droplet method, and expressed by cosine-contact angle.

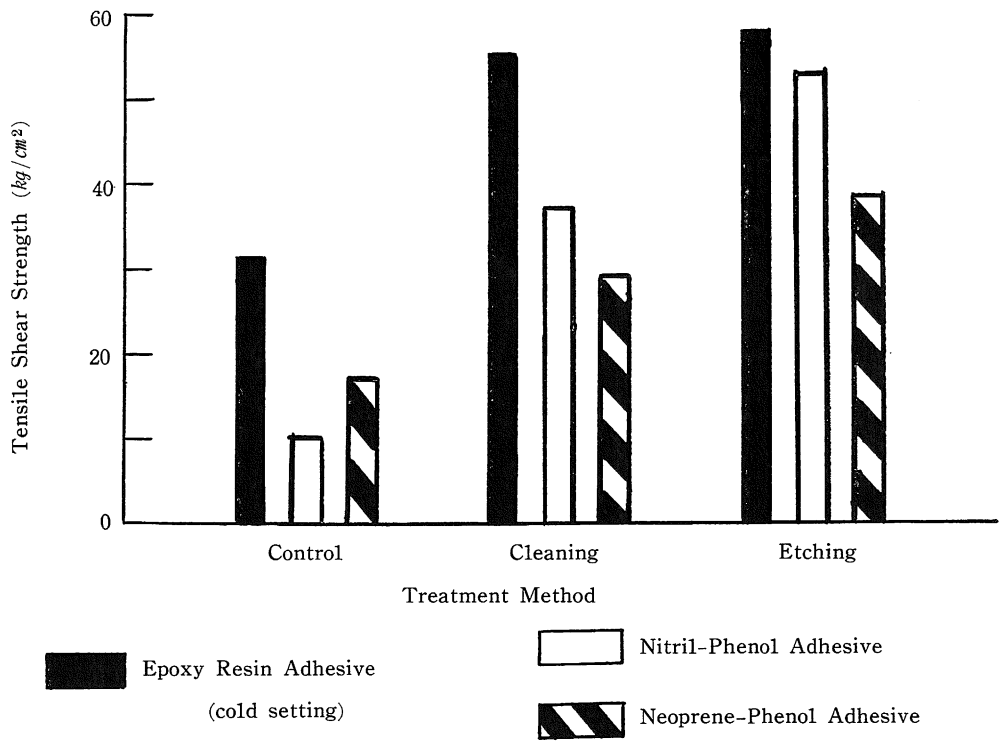


Fig. 6 Tensile shear strength on glue-joint of plywood and aluminium plate glued with three adhesives.

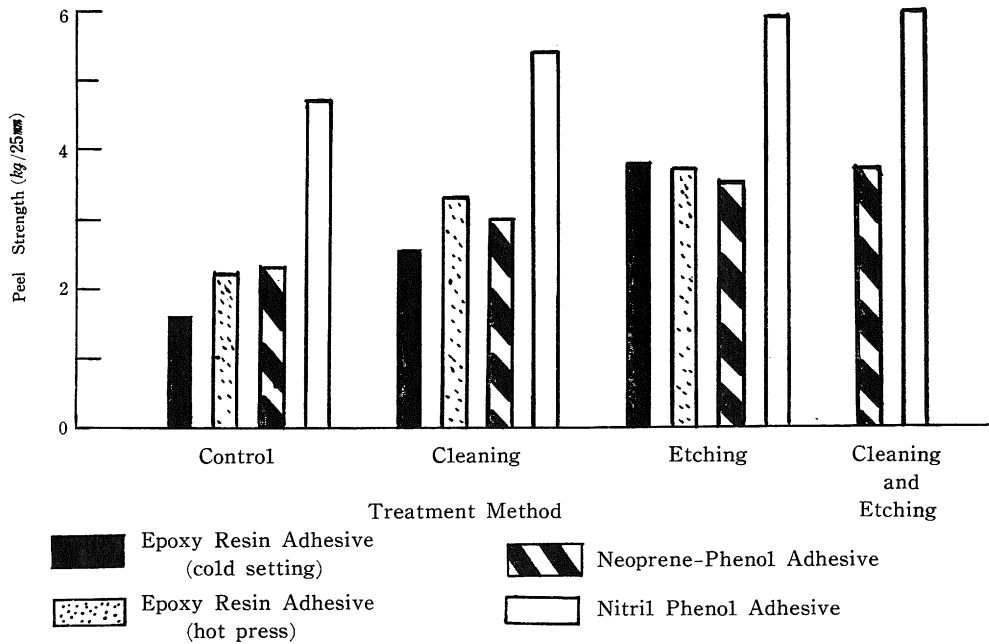


Fig. 7 Peel strength on glue-joint of plywood and aluminium plate glued with three adhesives.

引張せん断接着力試験の結果は Fig. 6 に示す。エポキシ樹脂接着剤は他の接着剤に比べていずれの場合にも最も高い値を示した。ニトリル・フェノール接着剤は無処理の場合にはネオプレン・フェノール接着剤より低かったが表面処理をした場合にはこれより高い値を示した。

いずれの接着剤を用いた場合でも接着力はアルミニウム板の表面処理によってはるかに向上することが明らかである。すなわち無処理の場合に比べてクリーニング処理、エッチング処理の順に向上している。これはアルミニウム板のぬれがよいほど接着力が高い値を示しており、表面処理によるぬれの改良が接着力の向上に効果のあることを示している。

### 3. はくり接着力

はくり接着力試験の結果は Fig. 7 に示す。接着力は引張せん断接着力と同様の傾向で無処理に比べて表面処理によって接着力が向上した。この場合には一部の接着剤についてクリーニング・エッチング処理を行なったアルミニウム板を用いて接着した。その結果はくり接着力はエッチング処理の場合とほぼ等しい値を示した。これはぬれの傾向と等しく、接着力がぬれと関係の深いことがさらに明らかになった。

ニトリル・フェノール接着剤のはくり接着力はいずれの場合でも他の接着剤に比べて高い値を示した。エポキシ樹脂接着剤では常温接着と熱圧接着の両方を行ない、それを比較するとはくり接着力は無処理およびクリーニング処理の場合には熱圧接着の方が高い接着力を示した。しかしエッチング処理の場合にはほとんど差がない。

一般に木材と金属との接着においては一段法で接着した方が接着のさいの熱歪の発生による界面での内部応力を防止するために熱圧接着より常温接着の方が望ましい。本実験でもエッチング処理をすることによって常温接着で十分な接着力が得られるのでこの方法による接着が望ましいと考える。

引張せん断接着力はエポキシ樹脂接着剤が最も高い値を示したがはくり接着力はニトリル・フェノール接着剤より低く、ネオプレン・フェノール接着剤とほぼ等しい値であった。これはエポキシ樹脂接着剤が熱硬化性樹脂

接着剤であるため硬化後の接着層はぜい性であり耐はくり抵抗が弱いためであると考えられる。これに対してニトリル・フェノールおよびネオプレン・フェノール接着剤はえん性であるためはくり接着力は高くなる。

## IV 結 論

アルミニウム板と台板との接着において接着力を向上させるためにアルミニウム板の表面処理を行ない、そのぬれと接着力との関係について実験を行ない次の結論を得た。

1) アルミニウム板の表面処理はクリーニング処理、エッチング処理の順にぬれを向上させ引張せん断接着力およびはくり接着力を向上させる。特にエッチング処理のような酸化皮膜をつくる方法が最もぬれをよくし接着力を向上させる。

2) アルミニウム板のぬれ（接触角）測定において傾板法と液滴法の測定結果は同一傾向を示した。ぬれは接着力と密接な関係があり、ぬれがよいほど接着力は高くなる。

3) 引張せん断接着力はエポキシ樹脂接着剤が他の接着剤より高い値を示すがはくり接着力は低い。一方ニトリル・フェノール接着剤ははくり接着力が他の接着剤より高いが引張せん断接着力は低い。

## 参 考 文 献

1. EICKNER, H. W.: F. P. L. Report 1548: 1946
2. EICKNER, H. W. et al.: F. P. L. Report 1545: 1946
3. EICKNER, H. W.: F. P. L. Report 1570: 1947
4. EICKNER, H. W.: F. P. L. Report 1566: 1950
5. EICKNER, H. W. et al.: F. P. L. Report R 1768: 1951
6. TIGELAAAR, J. H.: J. of FPRS: 41-45, 1953
7. CARLSON, C. L.: F. P. J. 9: 431-433, 1959
8. 林 大九郎ら: 木材工業 21: 19-24, 1966
9. ADAM, N. K.: Ch. I. V. Third Edition 1949 Oxford Univ., London
10. FREEMAN, H. A.: F. P. J. 9: 451-458, 1959
11. BODIG, J.: F. P. J. 12: 265-270, 1962

### Summary

It is discussed in the present paper the relation between improvement of wettability of aluminium with the chemical treatment on the surface and maximizing on the wood and aluminium gluability.

As test materials, BUNA plywood (three ply, equal construction, 3 mm of thickness, 10 percent moisture content) and aluminium plates, 0.8 mm and 0.1 mm thick, were used.

The surface of aluminium plate was wiped with an acetone wet cloth and treated as follows.

Cleaning treatment : —Aluminium plates soaked for 7—12 minutes into solution which was prepared by mixing 3.6 parts distilled water at 70—80°C. Then, it was washed with cold water and dried in the air.

Etching treatment : —Aluminium plates soaked for 20 minutes into solution which was prepared by mixing 1 part sodium dichromate, 10 parts sulphuric acid and 30 parts distilled water at 60—65°C. Then, it was washed with cold water and dried in the air.

Some parts of the plates were received either of the two treatment and other parts both in this order.

Wettability of aluminium plate was measured by the inclined method and droplet method with distilled water.

The treated aluminium plate and plywood were glued together with epoxy resin adhesive, nitril-phenol adhesive or neoprene-phenol adhesive. Tensile shear strength test for plywood was applied for the sandwich materials with the core of the aluminium plate, 0.8 mm thick (Fig. 1). Peel strength test was carried out with 0.1 mm thick aluminium plate according to ASTM D 903-49.

The gluing conditions were as follows : glued spread—140g/m<sup>2</sup> (aluminium surface spread), open assembly time—20-25 minutes (nitril-phenol and neoprene-phenol) or 3-5 minutes (epoxy resin), pressure—7 kg/cm<sup>2</sup>, curing temperature—25°C and curing time—24 hours. Also, the epoxy resin adhesive was cured at 80°C for one hour.

The results obtained are shown in Fig. 4-7. The following conclusion may be drawn from these experimental results.

- 1) The surface treatment of aluminium plate improved the wettability and gluability. The etching treatment had the most important effect on the improvement of wettability and gluability.
- 2) The cosine-contact angles of water with aluminium as measured by the inclined plate method support the same conclusion.
- 3) Use of the epoxy resin adhesive resulted in the largest tensile shear strength and the least peel strength, while that of the nitril-phenol adhesive gave largest peel strength.