

マイクロ波加熱による合板のスカーフジョイント*

松 田 健 一

Application of Microwave Heating to Scarf Joining of Plywood with Adhesives

Kenichi MATSUDA

1. はじめに

木材の接着についての基礎実験から、マイクロ波加熱は出力や照射時間が適切であれば、十分な接着効果が得られることが判った。マイクロ波加熱法は木材加工の分野での応用が可能であり、とくに挽板、木質材料を長手方向に接合してゆく、コーナージョイント、フィンガージョイント、バットジョイント、スカーフジョイント等を含めたエンドジョイントに適合していると着目し一連の実験を行った。本報は、既報¹⁾の合板のコーナージョイントの実験の補足をも含めながら、合板のスカーフジョイントを2種類の接着剤を用いて、マイクロ波加熱による温度特性、およびジョイント強度を検討したものである。

2. 実験方法

2.1 マクロ波加熱装置

マイクロ波加熱は、前報で使用した三菱電機製の周波数 2.450 MHz で、0~750W 出力可変型の1号機と、松下電機製の 650w, 1300w の出力2段可変型の2号機の二基の加熱装置で行った。

2.2 試供材と接着剤

供試材には、厚さ 15mm, 比重0.62, 含水率10~11%で、7ply のラワンII類合板を用いた。試験片は、表板の繊維方向長さを 100mm, 同直角方向長さを 50mm に木取り、直角方向の端面を超硬丸鋸で、9°の傾斜で切断後、手鉋仕上げしてスカーフ長さを 62mm とした。

一对の試験片のスカーフ接ぎのクランク法は Fig. 1のとおりで、クランプはその圧力をトルクレンチ (F.S.-15kg.cm) で一定に規定した。

接着剤は、前報で使用した大鹿振興KK製のユリヤ樹脂接着剤 (同接着剤 100部に対し硬化剤1部) と、ユリヤ樹脂接着剤 100部に対し酢酸ビニル樹脂エマルジョン30部、硬化剤1部を加えた混合接着剤の2種類を用いた。

* 1975年11月10日 受理

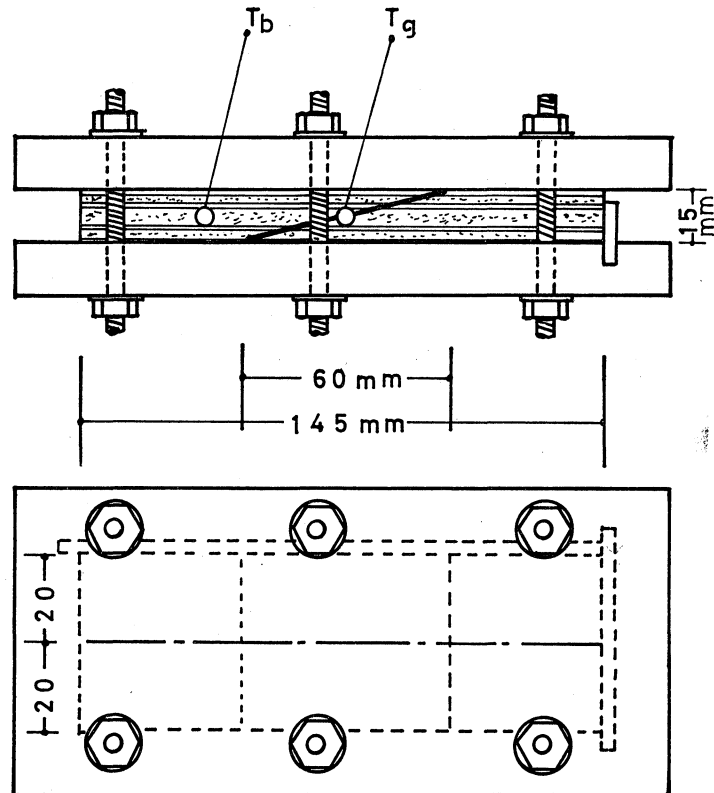


Fig. 1 試験片のクランプと温度測定位置 T_b …木質部, T_g …接着層

2.3 接着条件

上記2種類の接着剤を用い、マイクロ波加熱による接着と、これに対応して冷圧と一般に行われている条件での接着法の両者を行った。塗布量、圧縮圧力は両種接着法ともに $400\text{g}/\text{m}^2$, $10\text{kg}/\text{cm}^2$ と一定にした。ただし冷圧法の圧縮時間は24時間である。マイクロ波加熱では出力を 100, 300, 650, 1300W の4出力に区分し、照射時間は出力別に試験片にコゲが発生しない時間内で組合せた。

2.4 測定方法

マイクロ波加熱による試験片の温度上昇経過を、木質部とスカート面の接着層について測定した。Fig. 1の合板の厚さの中央部の木質部 T_b に径 2mm, 深さ 25mm の孔を明け、また、同図の接着層 T_g に径 2mm, 深さ 25mm の孔をあけ同質材で木栓をし、オープン内で所定時間照射して、スイッチオフし直ちに孔深部の温度をサーミスター針状検出器で測定した。ジョイント強度は、被着材を10日間室内にて保養したのち、直角方向長さ 59mm を半分切断して試験片とし、オルゼン型 (4ton) 試験機用い引張試験で測定した。一部のジョイント強度は従来の接着法による強度 (P_c) に対するマイクロ波加熱法による強度 (P_m) の比 (P) で表わし、その他は、すべて (P_m) の値で示した。

3. 実験結果と考察

3.1 被接着材の内部温度

マイクロ波加熱と外部加熱法による合板の木質部の温度上昇の経過を Fig. 2 に示す。これはマイ

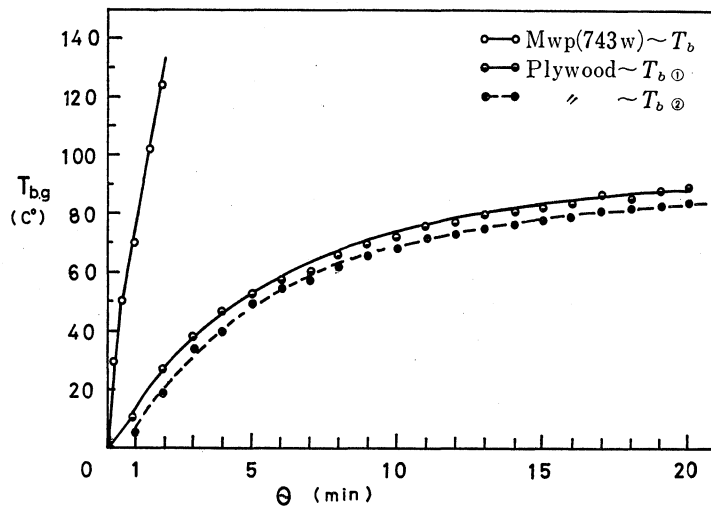


Fig. 2 マイクロ波加熱と外部加熱による合板の木質部温度 T_b の上昇の差異

クロ波出力 743 W と、130 $^{\circ}C$ にセットした熱風循環式電気恒温器内で外部から加熱したときの温度上昇の変化をみたもので、マイクロ波加熱による温度上昇の時間的的速度と、外部加熱のそれとの差が明白である。外部加熱の場合、合板の木質部の表層部の温度 $T_{b\textcircled{1}}$ は、中央部の温度 $T_{b\textcircled{2}}$ を本実験の加熱時間内では、常に上まわっていて熱伝導の特徴が判る。

Fig. 3, 4 はユリア樹脂接着剤と、混合接着剤で接着した被接着材のマイクロ波を照射した場合の照射時間 (θ) と、木質部温度 T_b と接着層温度 T_g の実質上昇温度経過を出力別に両対数グラフ上にプロットした図である。この図から、1300W の高出力、100W の低出力域に出力範囲が広がっても、木質部温度 T_b 、接着層温度 T_g はマイクロ波の照射初期における上昇温度に高い、低いの差を示すだけで、その後の上昇の程度は既報¹⁾、前報のそれと同じ傾向にあることを知る。

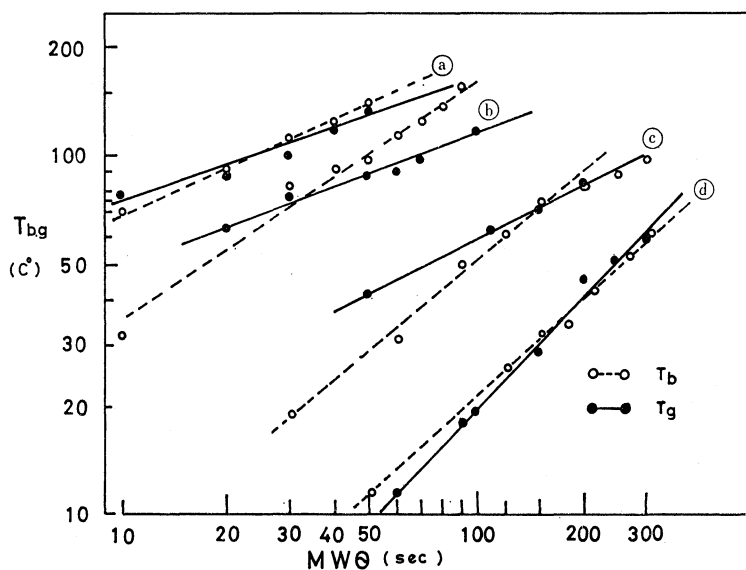


Fig. 3 マイクロ波出力別の照射時間 ($MW\theta$) にともなう試験片の木質部温度 T_b と接着層温度 T_g の上昇経過 (ユリア樹脂接着剤使用)
 ①...1300W, ②...650W, ③...300W, ④...100W

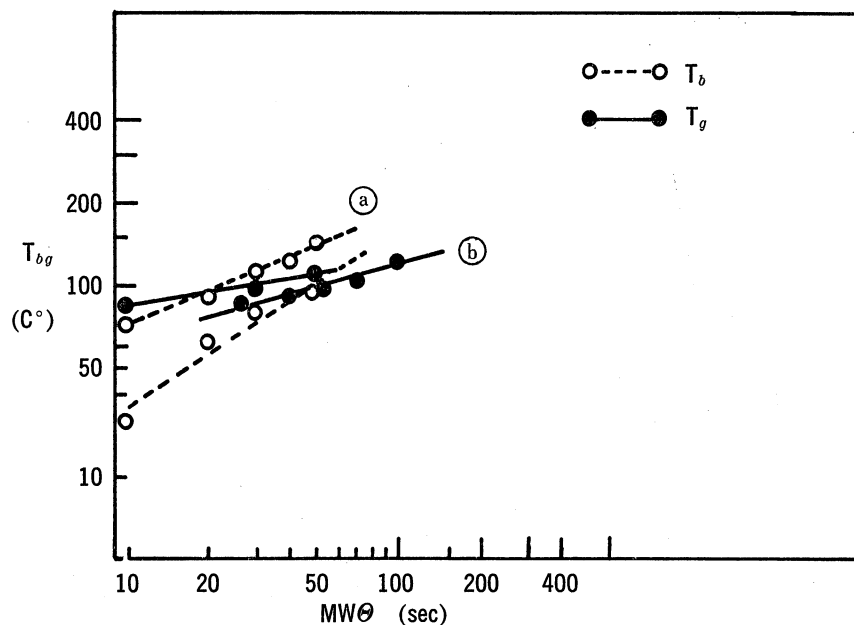


Fig. 4 マイクロ波出力別の照射時間 (MW θ) にともなう試験片の T_b と T_g の上昇経過 (混合接着剤使用)
 (a)…1300W, (b)…650W

3.2 ジョイント強度

ユリヤ樹脂接着剤について、マイクロ波出力 (MWP) と照射時間 (MW θ) とスカートジョイント強度 (P) の関係を Fig. 5 に示した。

ユリヤ樹脂接着剤で接合するときは、1300Wという高出力域での急速高温の条件下よりも、前回で行った 272W の出力より、さらに低い出力域で、ゆるやかな加熱、すなわち、出力 100W で 300～600 秒と時間をかけた方が、従来の冷圧法でえたジョイント強度を、 $P=1.1\sim 1.2$ と増加させる。

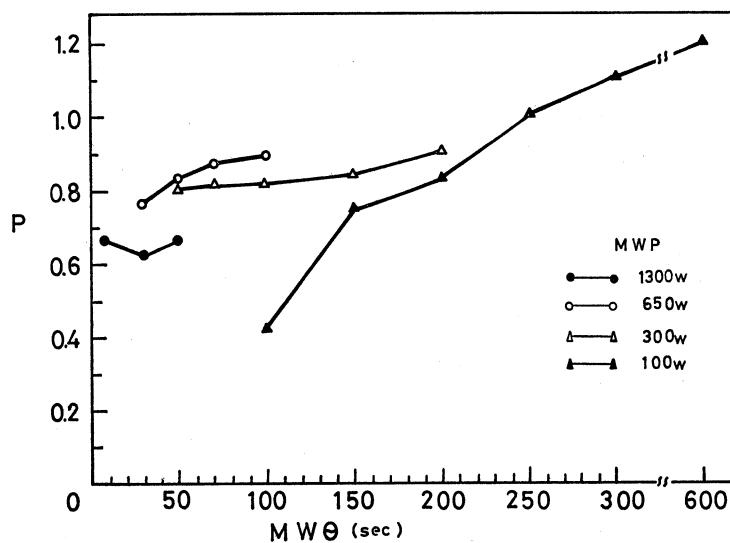


Fig. 5 マイクロ出力 (MWP) と照射時間 (MW θ) とジョイント強度 P, (ユリヤ樹脂接着剤使用)

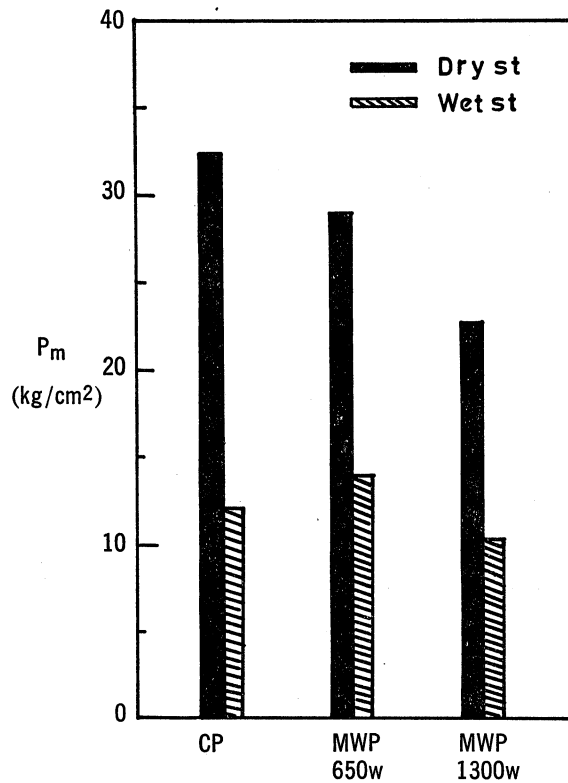


Fig. 6 ユリア樹脂接着剤の冷圧接着 (CP) とマイクロ波接着 (MWP) の耐水ジョイント強度 (P_m)

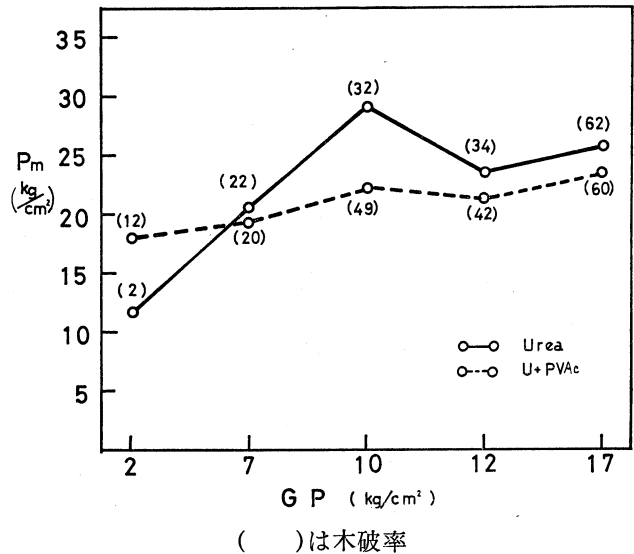


Fig. 7 圧縮圧力 (GP) とジョイント強度 (P_m)

しかし、マイクロ波加熱の長所は短時間での接合工程の完了を目的としている点から、 $P=1$ あるいは、それに近い値を得ることの出来る条件として、出力が650~300W, 照射時間が50~100秒の間が望ましいことが明らかになった。

次に示す Fig. 6~8 は、Fig. 5 を検討し、ユリヤ樹脂接着剤を用い、マイクロ波加熱条件を、(1) 出力 650 W, 照射時間 100 秒, (2) 出力 1300 W, 照射時間 50 秒に設定して実験した結果である。

Fig. 6 は、冷圧法による接着 (CP) と、マイクロ波加熱法による接着 (MWP) で接着した被接着材の耐水ジョイント強度 ($60^\circ \pm 3^\circ\text{C}$ の温水中に 3 時間, 冷水中に 10 分間浸漬後, 直ちに測定) を示す。冷圧法の場合は、常態ジョイント強度に対する耐水強度比は 0.37 の減少値である。マイクロ波加熱では、耐水強度比は夫々の出力域で 0.47, 0.45 の減少を呈していて、耐水性が幾分か改善されていることが判る。

Fig. 7 には、圧縮圧力 (GP) とジョイント強度 (P_m) との関係を示した。ユリヤ樹脂接着剤は高周波領域の加熱では、低い圧縮圧力でも接着力は期待できると云われているが、マイクロ波加熱にあっては急速に高温に達するため泡立現象が著しく、圧縮圧が不足すると、発泡性を抑制できないまま硬化してジョイント強度が低下するようである。ただ、混合接着剤の場合は、圧縮圧力間に有意差がみられないが、これは熱可塑性の樹脂である酢酸ビニル樹脂エマルジョンを混合することで泡立を抑えて、低い圧縮圧力でもジョイント強度を保持できるからであろう。

Fig. 8 は、被接着材の解圧後の保養時間 (θ) によるジョイント強度の変化を示したもので、圧縮圧力を解圧後の初期のジョイント強度、すなわち、1 時間の強度は冷圧接着にくらべて、マイクロ

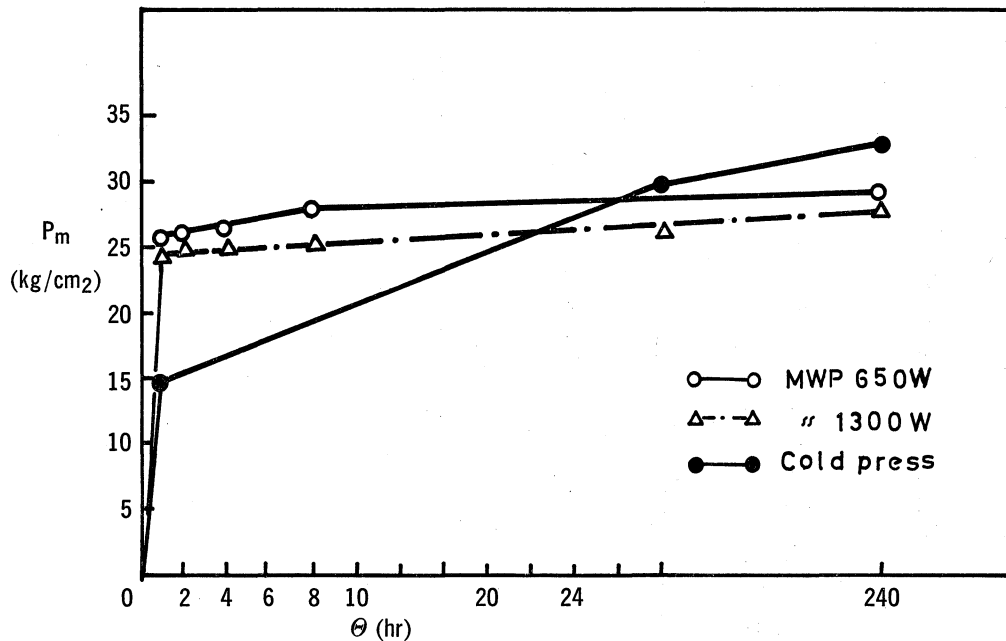


Fig. 8 保養時間 (θ) によるジョイント強度 (P_m) の変化 (ユリア樹脂接着剤使用)

波加熱接着の方が約2倍余と高い値を出している。しかし、その後の保養時間の経過ともなつての接着性の向上は認められない。

結 語

マイクロ波加熱法による木質材料の接着への実用化は、経費、その他の点で種々の問題はあるが、今回の実験から、接着剤を選択することによって、低圧縮圧下の接着操作が可能であり、また短時間の接合工程で初期のジョイント強度が高く、きわめて早い保養時間で所要の強度に達する利点は作業性等から検討しても能率的であり、木質材料のエンドジョイント工程への適用が十分に期待できる。

引用文献

- 1) 松田健一, 森 稔: マイクロ波加熱による合板のコーナージョイント, 木材工業 VOL. 30-3, p. 10-14 (1975).
- 2) E. C. OKRESS: Microwave Power Engineering, II ACADEMIC PRESS (1968).
- 3) T. I. MYNOTT: Adhesives for Radiofrequency Heating, J. Inst. Wood. Sci., 6, (1973).
- 4) 山本 孝: 高周波による木材加工に関する研究, 東京大学農学部演習林報告, 第41号 (1951).
- 5) 荒木, 三上, 本田, 高野: 木材ブロックのマイクロ波乾燥, 木材工業, 27, p. 19-21 (1972).
- 6) 松田健一, 上原守峰: マイクロ波加熱による木材の接着, 鹿児島大学教育学部研究紀要, 投稿中.