

## 水性ビニルウレタン系接着剤による木材の高周波接着†

4種類のAPIレジンによる高周波接着性\*<sup>1</sup>滝 欽二\*<sup>2</sup>, 山岸祥恭\*<sup>2</sup>Application of Radio Frequency Heating  
to Wood Bonding with Aqueous Vinyl  
Polymer Solution-Isocyanate Adhesives †Bond quality of four API adhesives\*<sup>2</sup>Kinji TAKI\*<sup>3</sup> and Yoshiyasu YAMAGISHI\*<sup>3</sup>

The application of four aqueous vinyl polymer solution-isocyanate (API-resin) adhesives (Koyo Sangyo Co.) to wood bonding with radio frequency (RF) heating was examined. Two different types of cure systems, that is, room-temperature-cure type (Resins A and B) and heat-cure type (Resins C and D) were used. However, all of these adhesives can be used with both cure systems.

Two-ply lumber (red meranti, *Shorea spp.*) was bonded with either RF-through heating or room-temperature curing. The bond quality of these laminates was evaluated with the compression-shear test specified in the Japan Agricultural Standard for laminated lumber.

Before actually bonding the wood, dynamic viscoelastic measurements of cured adhesive films were conducted with a Vibron DDV-II (Toyo Baldwin Co.) to clarify the effects of the viscoelastic behaviors to gluing conditions such as the prepress time prior to RF charging and the time of press releasing after the cessation of RF heating.

All adhesives tested were not made specially for RF heating use, but can be used with this system without any trouble. Except for Resin C, the bond quality of RF heated joints were not as good as those obtained with room-temperature-cured joints. However, when a large amount of isocyanate compound was added, RF joints had a good bond quality although the use of much isocyanate compound was not economical because of its high cost.

According to viscoelastic measurements of cured base-emulsion films without isocyanate compound as a cross-linker, it was found that heat-cure type adhesives contained considerably less poly vinyl alcohol than room-temperature-cure type adhesives. However, when isocyanate compound was added to base emulsions, all cured adhesive films had a similar viscoelastic behavior over a wide range of temperatures ( $-50^{\circ}\text{C}$  to  $150^{\circ}\text{C}$ ), and Resin C seemed to have a much greater content of fillers than Resin D.

Prepress time prior to RF heating did not influence bond quality greatly, but time of press releasing after cessation of RF heating had considerably influence because of the viscoelastic properties of glue lines at elevated temperatures. Therefore, it is necessary to further investigate some of the variables such as glue formulations and gluing conditions in the RF heating system.

市販の水性ビニルウレタン系接着剤 (APIレジン) の高周波木材接着への利用適性を検討するため、常温硬化型 (レジン A, B) と加熱硬化型 (レジン C, D) の4種類のAPIレジンを用いた。レッドメランチ材 (*Shorea spp.*) の2枚合わせ接着を高周波全体加熱法 (RF法) と常温接着法 (CP

† 前報: 本誌, 26, 81-86 (1980). この研究を水性ビニルウレタン系接着剤の接着性第4報とする。

\*<sup>1</sup> Received March 14, 1984. この研究の一部は第33回日本木材学会 (1983年3-4月, 京都), 第1回日本木材加工技術協会年次大会 (1983年10月, 東京) で一部発表した。

\*<sup>2</sup> 静岡大学農学部 Faculty of Agriculture, Shizuoka University, Ohya, Shizuoka 422

法)の両者で行い, JAS 集成材規格のブロックせん断試験により, その接着性能を判定した。

(1) 常温硬化型レジン (A, B) と加熱硬化型レジン (C, D) のそれぞれの主剤フィルムの動的粘弾性によると, 後者はポリビニルアルコール (PVA) の配合量が前者に比べてかなり少ないタイプである。しかし, 架橋剤であるイソシアネート (NCO) 化合物を添加することによって, 全てのレジンは一50°C から 150°C の広い温度領域において類似した粘弾性挙動を示す。(2) 主剤のみで接着した場合は PVA 配合量が少ない加熱型の D レジンの接着性能がかなり小さいが, 同 C レジンに比べて架橋剤の量が多いため, PVA 配合が少量でも常温型 A, B 両レジンとほぼ同程度の接着性能であった。NCO 添加系では, C レジンによる RF 接着法は CP 接着法に比べて, とくに煮沸くり返し後の木破率の発現が低いが, 接着強さは同程度であった。(3) 常温型の B レジンの結果は C レジンの場合とほぼ同様な傾向であったが, A レジンによる RF 接着法の処理後の接着強さは CP 法のそれに比較して 10—20 Kg/cm<sup>2</sup> 程度低い。(4) 高周波電界を被着体に印加するまでのプリプレス時間 (2—120 分間) は接着性能へ大きな影響を与えないが, 印加終了後, 圧縮を解圧するまでの後圧縮時間は長い方が接着性能が向上した。

## 1. 緒 言

著者らはこれまでイソシアネート化合物 (NCO) を水系 (水溶性ポリマー, エマルジョンなど) で適用するタイプであり, ホルムアルデヒドを含まない水性ビニルウレタン系接着剤 (Aqueous Vinyl Polymer Solution-Isocyanate Adhesives, API レジン) に関する研究を報告してきた<sup>1)~4)</sup>。さらに, この接着剤のベースポリマーであるポリビニルアルコール (PVA) とスチレン・ブタジエン共重合体ラテックス (SBR) の組成を変え, その物性と接着性の検討<sup>5)~9)</sup>, イソシアネート基の反応メカニズム<sup>7)</sup> などについて基礎的研究を進めてきた。

API レジンは二液性で, レゾルシノール樹脂接着剤に匹敵するほどの耐水性を有する。そして, 一般には常温接着で使用されることが多く, 加熱接着による報告は少ない。最近, 省エネルギー, 短時間接着の立場から高周波あるいはマイクロ波加熱による木材の接着が再び注目を浴びてきている。例えば, 北海道立林産試験場ではここ数年來, ユリア樹脂やレゾルシノール樹脂接着剤を用いて造林カラマツの単板積層材 (LVL) の製造工程に大型の高周波発振装置を導入して検討している<sup>8)~9)</sup>。

本報では API レジンの接着性に関する応用研究として, 加熱接着に高周波誘電法 (RF 法) を取り入れて 4 種類の API レジンによる高周波接着を試みた。被着材にはレッドメランチを用い, 高周波印加条件, 塗付条件などを変えて接着した。また, とくに高周波印加終了後に圧縮圧を解除するまでの後圧縮時間と接着剤の物性との関連性を知るため, 接着剤の動的粘弾性測定も実施した。

## 2. 実験方法

### 2.1 供試 API レジン

供試 API レジンの要目を Table 1 に示す。A, B レ

Table 1. Four API-resin adhesives.

Resin	Commercial name	Name of crosslinking agent*	Use
A	KR 7700	AE	Cold press; laminated (hardwood)
B	KR 120	AE	Cold press; laminated (softwood)
C	KR 3100A	AF	Heating, cold press, sliced veneer-plywood
D	KR 6460	AHB	Heating, plywood

\* main component; polymeric MDI (diphenyl methane 4,4' diisocyanate).

ジンは常温硬化型, C, D レジンは加熱硬化型として市販されている接着剤である。供試レジンには全て光洋産業 kk より提供を受けた。

### 2.2 接着剤フィルムの粘弾性測定

上記 4 種類の API レジンにそれぞれの架橋剤 (イソシアネート化合物) を 0—30 部 (主剤 100 部に対して) 添加し, よく攪拌したあとテフロン板上でフィルムを作製した。常温でそのまま 1 日放置したあと, 60°C, 48 時間減圧乾燥して十分硬化させた。乾燥後のフィルムの厚さは約 0.1—0.2 mm である。これらの切片を用い, 直読型動的粘弾性測定装置 Vibron DDV-II (東洋ボールドウイン社) により, -50°—200°C 付近まで粘弾性を測定した。測定周波数は 110 Hz, 昇温速度は約 1.5°C/min とした<sup>10)</sup>。

### 2.3 供試材

供試材は南洋材のレッドメランチ (Red meranti, *Shorea spp.* 全乾比重約 0.5, 含水率 8—10%) で, 大きさは幅 12 × 長 26 × 厚 1 cm の柁目材を準備した。接着面はサーフェーサーで仕上げた。

## 2.4 塗付条件

各 API レジンに架橋剤を 0—30 部添加して十分に混合攪拌した。塗付量は接着剤が接着端面よりの滲み出しによる RF 法上のトラブルを出来るだけ防止するため、一般よりやや少ない約  $220 \text{ g/m}^2$  とし、ハンドローラにより両面塗付を行なった。塗付後、二枚合わせ材を一組つつあるいは二組同時に圧縮治具に入れ加圧圧縮した。圧縮圧は約  $10 \text{ kg/cm}^2$  とした。

## 2.5 高周波印加条件

高周波発振機には RH-04 型 (パール工業 kk, 13.56 MHz, 最大出力 4 kw) を用いた。電極板にはアルミニウム板 (厚さ 0.1 mm) を使用し、被加熱物を電極間にはさみ、全体加熱法 (Through heating)<sup>11)</sup> により高周波を印加した。プレート電流 (陽極電流) を一定に保つため、印加中はローディングコイルを用いて整合した。既報<sup>11)</sup> や予備実験の結果から、プレート電流が小さい場合は温度上昇が遅く目標の温度に到達するのに時間がかかり、一方、大きすぎると木材の水分、抽出成分の蒸発、吹き出しや接着剤の流出部分にアークなどを生じ易くなることが判明しているので、本実験ではプレート電流を 0.35 Amp または 0.40 Amp と設定した。接着層温度の簡便な測定法として、アルコール温度計を被着体接着層部分に差し込み、温度上昇経過をみながら印加を停止した。印加時間は 1.5 分—2.5 分である。

## 2.6 接着性能試験

高周波加熱および比較のため実施した常温接着 (24 時間圧縮) により製造した接着試験材は  $20^\circ\text{C}$ 、65%RH 室内で 1 週間養生したのち、これから JAS 集成材ブロックせん断試験片を作製し、常態および煮沸くり返し後のせん断試験を行った。試片数は 1 条件 8—12 個準備した。試験にはアムスラー試験機 (東京衡機製作所 kk) を用い、荷重速度は約  $1000 \text{ kg/min}$  とした。

## 3. 結果および考察

### 3.1 接着剤の粘弾性

Fig. 1 は広葉樹、集成材用の常温硬化型の A レジン、Fig. 2 は化粧単板接着用の加熱硬化型の C レジンの動的粘弾性測定結果をそれぞれ示す。図中の  $E'$  は貯蔵弾性率、 $E''$  は損失弾性率を表わす。

A レジンの主剤のみ (×印) の粘弾性については既報<sup>2)</sup> で一部論述したが、 $E'$  は  $-50^\circ\text{C}$  から  $10^\circ\text{C}$  付近までは  $3 \times 10^{10} \text{ dyne/cm}^2$  程度あり、その後、温度が上昇するにつれてやや減少しはじめる。そして、 $90^\circ\text{C}$  付近では  $E'$  値は  $5 \times 10^9 \text{ dyne/cm}^2$  程度と 1 ケ

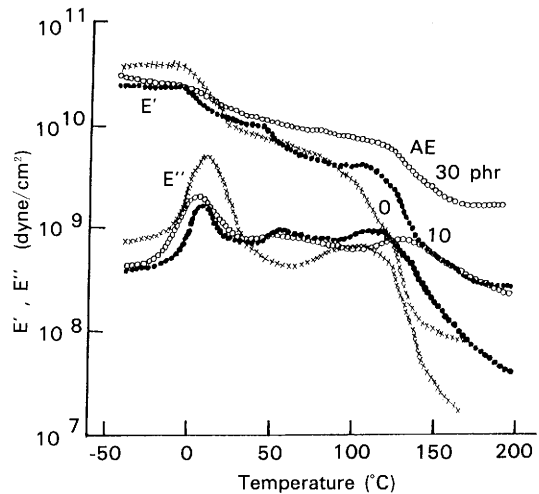


Fig. 1. Dynamic viscoelastic properties at 110 Hz of Resin A adhesive films.

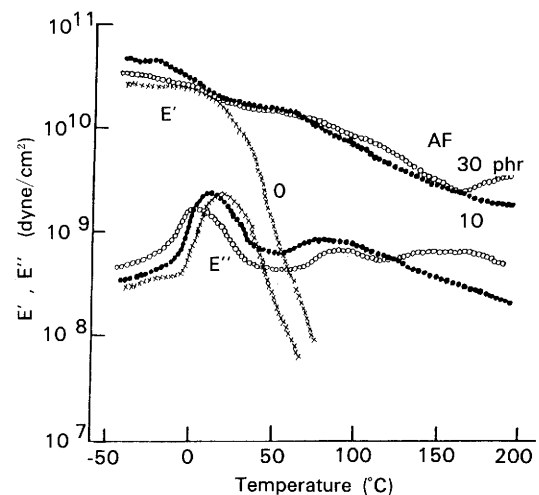


Fig. 2. Dynamic viscoelastic properties at 110 Hz of Resin C adhesive films.

タ小さいところまで低下し、さらに温度の増加にもなって減少する。しかし、主剤に NCO 基を添加した系 (●, ○印) になると  $50^\circ\text{C}$ — $100^\circ\text{C}$  付近の  $E'$  値が主剤 (×印) の場合よりもやや大きく保持され、とくに  $150^\circ\text{C}$  以上になると  $E'$  の低下がゆるやかになるか、またはゴム状態への移行による平坦部がみられる。この A レジンの皮膜相構造は図から明らかのように二相系であり、既報<sup>2)</sup> のように  $90^\circ\text{C}$  付近に  $E''$  ショルダーがみられるポリビニルアルコール (PVA) 成分が母体をなす連続相を形成し、 $10^\circ\text{C}$  付

近に E'' ピークが存在するスチレン・ブタジエンゴム (SBR) 成分が分散した構造 (分散相) になっているものと考えられる。

A レジンに比較して, Fig. 2 の加熱硬化型 C レジンの主剤 (×印) の粘弾性挙動は明らかに異なる。すなわち, E'' は 10°C 付近に明瞭な吸収が 1 つ存在するだけである。この吸収をもたらす成分は前述の A レジンの主剤の低温域にみられる E'' 吸収温度と全く同位置にあるので同一の SBR 成分と思われるが, C レジンではこの SBR 成分が母体である連続相を形成している。この主剤の E' は 0°C 以下の温度域では  $10^{10}$  dyne/cm<sup>2</sup> とガラス状態のオーダーに在るが, 0°C を越えると急激に減少し, 50°C 以上になるとゴム状に近い  $10^8$  dyne/cm<sup>2</sup> 程度まで低下する。

ところで, C レジンの主剤に架橋剤の NCO 基を添加したレジンの粘弾性 (●, ○印) には 0°-10°C にみられる E'' 吸収以外に, 80°-100°C 付近にブロードであるがもう一つの E'' 吸収が存在している。そして, 主剤の場合と異なって 50°C 以上の温度域になっても E' は大きな低下がみられず, Fig. 1 の A レジンの E' の傾向と同様に, 150°C 以上の高温域まで E' 値が高く保持されるようになる。すなわち, C レジンに NCO 基を添加したレジンの皮膜相構造は今度は SBR 成分が分散相となり, 80°-100°C にブロードな吸収をもつ成分が連続相を形成するようになって, 主剤のみの皮膜相構造とは明らかに異なる。このような相転換が生じる例は無臭合板用の D レジン<sup>10)</sup>にも認められた。ただし, D レジンは C レジンと異なり低温域の E'' 吸収ピーク温度が -2°C 付近 (110 Hz) に認められたので, D レジンには C レジンよりもガラス転移温度がやや低い成分が含まれているものと考えられる。また, Fig. 2 の 80°-100°C の温度域に E'' 吸収をもたらす成分は PVA と考えられる。したがって, C レジンには A レジンや B レジン<sup>10)</sup>に比べてかなり少量ではあるが, 保護コロイド, 界面活性剤の役割をしている PVA が配合されていると推察される。また, この C レジンは目止め, 隠ぺい効果をもたらすための無機質の充てん剤が多く含まれた高濃度 (固形分 68%) タイプである。これらの粘弾性測定結果から, C レジンは他の API レジンと同様に, NCO 基を添加することにより NCO 基が PVA の OH 基とウレタン結合したり, レジン中の水と反応してユリア, ビウレットなどのイソシアネート誘導体が形成されて<sup>7)</sup>架橋構造を有するようになる。

常温硬化型, 加熱硬化型 API レジンは以上の粘弾性結果からわかるように, 主剤に含まれる成分, 配

合量が明らかに異なり, 後者はとくに PVA 成分の配合量が少ない。また, いずれの API レジンにも無機質などの充てん剤や添加剤が多く含まれているが, その種類, 量ともすべて異なっているにもかかわらず, 主剤に NCO 基を添加した系になると, 興味あることに粘弾性挙動は両タイプのレジンとも非常に類似した傾向を示すようになる。すなわち, 常温, 加熱硬化型のレジンの主剤に NCO 基を添加した系ではともに低温域から 150°C 程度の高温度域までは E' 値が  $3 \times 10^{10} - 7 \times 10^9$  dyne/cm<sup>2</sup> の範囲に存在するようになる。針葉樹, 集成材用の常温硬化型 B レジンの粘弾性は既報<sup>10)</sup>のように, E'' のピークが 10°C 付近と 100°C 付近にみられる二相構造を成しており, 基本的には Fig. 1 の A レジンと同様な挙動を示した。

### 3.2 NCO 添加量が高周波接着性へおよぼす影響

#### 3.2.1 常温硬化型レジンの場合

Fig. 3 は常温硬化型の A レジンと B レジンを用い, NCO 量を変えて高周波加熱法 (RF 法) によって二枚合わせ接着をした場合のブロックせん断性能を示す。比較のため, 常温 (20°C) 24 時間圧縮 (CP 法) した場合の結果も併示した。ただし, プリプレス時間 (塗付したあとと印加するまでの圧縮時間) は 2 分間以内とし, 印加終了後解圧するまでの後圧縮時間はいずれも 10 分間とした。到達接着層温度は約 100°C である。

常温硬化型 API レジンを CP 法によって接着し

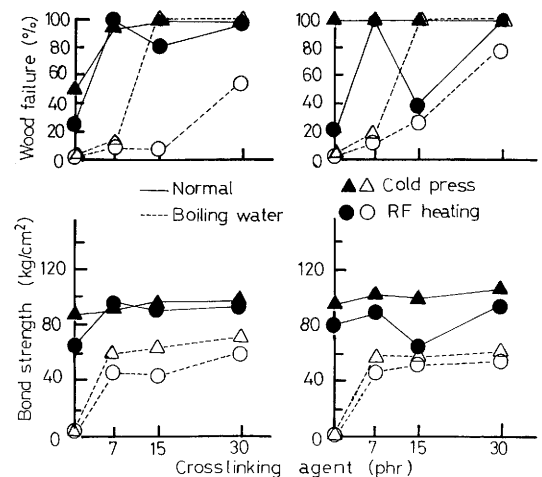


Fig. 3. Relationship between amounts of crosslinking agent and bond quality by RF heating and cold press.  
Left: Resin A adhesive, right: Resin B adhesive.

た場合は、NCO 添加量と接着性との関係は既報<sup>1)</sup>したように、NCO 量の増加にともない接着剤皮膜の架橋密度が増大して接着性能が向上することが認められる。とくに、耐煮沸後の木部破断率が NCO 添加にともなって大きくなる。一般的に API レジンでは造作用などの耐水性を余り必要としない場合は、主剤 100 部に対して架橋剤量 (NCO 量) は 5 部程度で十分であるが、耐水性などを必要とする構造用では NCO 量は 15 部以上が必要であるとされている。しかし、本実験に使用したレッドメランチ材は中一低比重材のため NCO 量が 7 部添加で十分な耐煮沸強度が得られている。

次にこの 2 種の API レジンを RF 法により接着した場合について検討する。本研究では被着体全体が同時に誘電加熱される全体加熱法により実施した。このため、被着体含水率が余り高いと水分蒸発などに電力が奪われて電力ロスが多くなるので、含水率は 8—10% に調湿した。

A レジンでは NCO 基が無添加の場合を除き、RF 接着法の常態せん断接着強度は CP 法に劣らずほぼ同程度の値が得られる。しかし、煮沸くり返し処理後の接着性能になると木部破断率が CP 法に比べて小さくなり、せん断強度は 20 kg/cm<sup>2</sup> 程度低くなる。

B レジンの結果は A レジンに比べ接着強度は一般的にやや低い。常態試験ではいずれの NCO 基添加量の場合も RF 法による接着性能が CP 法よりも劣る。一方、煮沸処理後は、前述の A レジンの場合程ではないが、RF 法による接着強度は CP 法に比べ 10 kg/cm<sup>2</sup> 程度小さい傾向を示した。

RF 法による接着では、全体的に木部破断率が CP 接着法の結果に比較して低い傾向を示す。とくに A、B レジンとも 15 部以下の NCO 量の場合には煮沸処理後の木破率が非常に低い。ただし、NCO 量を 30 部とかなり多く添加すれば木破率は 50—80% まで得られるが、CP 法の場合のように 100% には達しない。

### 3.2.2 加熱硬化型レジンの場合

Fig. 4 (左) は加熱硬化型 C レジンの RF 法、CP 法による接着性能を示す。このレジンでは常温硬化も可能な接着剤といわれるが、架橋剤添加量と木破率との関係が、前節で述べた常温硬化型 (A、B レジン) とよく似た傾向を示す。すなわち、RF 法で接着した場合は煮沸くり返し後の木破率が 7—15 部の NCO 量ではかなり小さいが、NCO 量を 30 部添加すると木破率は 80% 近くまで増大する。しかし、RF 接着の場合には、上述のように木破率が低いにもかかわらず、

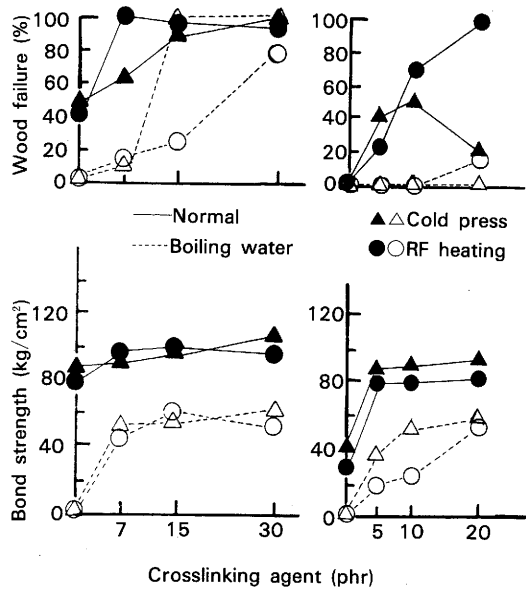


Fig. 4. Relationship between amounts of crosslinking agent and bond quality by RF heating and cold press. Left: Resin C adhesive, right: Resin D adhesive.

せん断強度は常態、煮沸処理後とも CP 法のとほとんど同程度得られている。

合板用の D レジン (Fig. 4 右) を用いた場合、RF あるいは CP 法ともに他の 3 種の API レジンに比較して接着性能が低く、とくに CP 法のとときの木破率がかなり小さいことが目立っている。このように、D レジンの接着性能が低い原因としては、このレジンが合板用で固形分が他のレジンよりも少ない 32% 程度であること、および前章で述べたように、ガラス転移温度が他の API レジンよりも低温側に存在する主剤成分が接着強度をやや小さくするものと考えられる。接着剤の粘弾性が接着強度に強く反映することは広い温度域にわたる接着強度を検討した結果<sup>5b)</sup>により明らかにされているが、20°C 付近における 4 種の API レジンの粘弾性挙動をみると、主剤のみの場合、D レジンを除き 3 種のレジンの貯蔵弾性率  $E'$  の値は大差なく、また、常態せん断強度はいずれも 70—80 kg/cm<sup>2</sup> 程度である。D レジンは常温では他のレジンに比べてやや軟く、その性質がせん断強度に強く反映し、木破率もほとんど 0 となってせん断強度は 30—40 kg/cm<sup>2</sup> しか得られない。しかし、NCO 添加系になるといずれの API レジンも 20°C 付近における  $E'$  値は大きな差がなくなり、したがって常態せん断強度はどのレジンの場合も 80

—90 kg/cm<sup>2</sup>を示す。ただし、煮沸処理後のせん断性能は接着剤の粘弾的性質以外に種々の要因が介入するので、ここでは一概に言及できない。

加熱硬化型の2種のAPIレジンを用いてRF接着を試みても、上述のように、架橋剤添加量と接着性能との関係は常温硬化型APIレジンの場合とほぼ同様な傾向であり、15部以下のNCO量添加系では煮沸くり返し後の木破率は小さく10—30%しか生じない。ただし、NCO量をさらに増加して30部添加すればいずれのAPIレジンの場合も木破率が增大して接着性能が向上する。しかし、実用的にはこのような多量のNCO基を添加することは経済的にも実用上(可使時間等)からも得策ではない。架橋剤量を10—15部程度に抑えるためには本実験の高周波条件では接着性能がまだ十分でない。おそらく、プリプレス時間や後圧縮時間の設定、さらに接

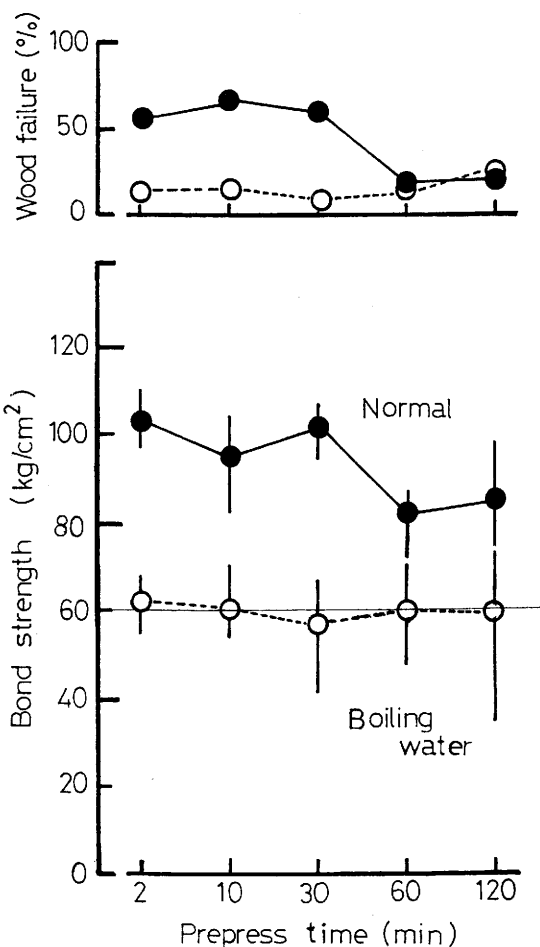


Fig. 5. Relationship between prepress time prior to RF heating and bond quality (Resin A adhesive).

着層の到達温度が低いことなどが考えられる。次節以降ではこれらについて検討する。

### 3.3 プリプレス時間の影響

APIレジンにはユリア樹脂やレゾルシノール樹脂接着剤に比べると粘度が高く、Aレジンの主剤粘度は約100 Poise (25°C)、Cレジンのそれは約160 Poise (同)程度である。最近では低粘度の製品も開発されているが、APIレジンには粘度が比較的大きくても塗付しやすい特徴を有している。添加されるNCO基はPVAのOH基以外にレジン中の水とも反応し、粘度が増大してゲル化が促進される。とくに、ゲル化の際の皮膜中の水分状態が最終的には接着性能にかなり影響する。したがって、加熱接着の場合にも塗付したあと高周波を印加するまでのプリプレス時間の大小が硬化反応に影響すると思われる。そこで、プリプレス時間の高周波接着性への影響を検討した。

Fig. 5に示したAレジンの場合(NCO量10部、印加時間40秒、後圧縮時間5分)、プリプレス時間を2分から120分まででセットしたが、煮沸処理後の

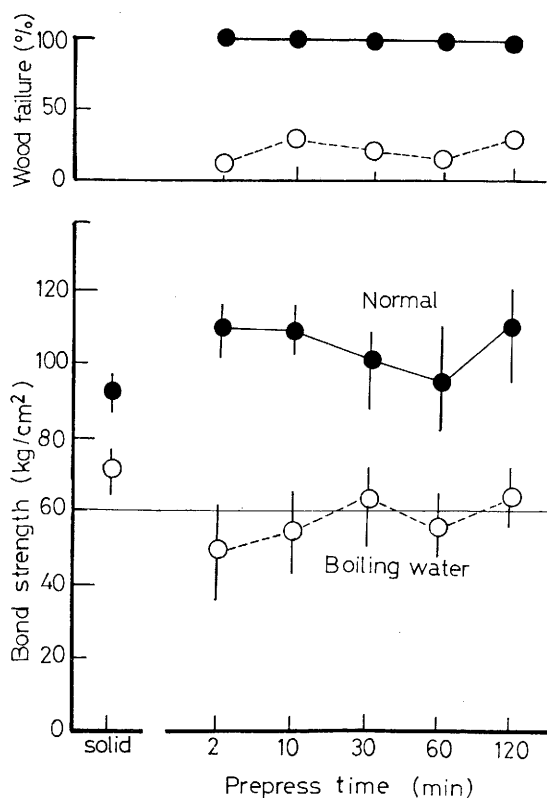


Fig. 6. Relationship between prepress time prior to RF heating and bond quality (Resin C adhesive).

せん断値はいずれも約 60 kg/cm<sup>2</sup> 程度であった。木破率はプリプレス時間を長くしてもほとんど変化なく全般的に小さい。しかし、60 分以上のプリプレス時間をとると常態の木破率が低下するにもなってせん断強度も減少した。

一方、Fig. 6 に示した C レジンの場合(NCO 量 10 部、印加時間 60 秒、後圧縮時間 5 分)には常態の木破率はプリプレス時間の如何にかかわらず素材のせん断値(約 90 kg/cm<sup>2</sup>)以上の値が得られる。煮沸後の性能をみると、プリプレス時間が 30 分間まではせん断強度はやや増加する傾向がみられるが、木破率は大きな増加がみられず 40% 以下である。プリプレス時間が長い 120 分の場合でも A レジンのときのような接着性能の低下はみられず、堆積時間が長くても接着性能は余り変わらない特徴がある。

3.4 後圧縮時間

高周波加熱接着では木材内部や接着層は急激な温度上昇をみるので、高周波印加時間は短い、印加終了後は後期硬化と接着層の急激な温度低下によって発生する内部応力を抑制する目的で加圧状態を保持するのが望ましい。通常この時間は印加時間の

2-3 倍設定される。

Fig. 7 は A レジンを用いて高周波印加終了後、圧縮圧を解除するまでの時間(後圧縮時間)を 0 分から 24 時間としたときの実験結果を示す。養生は除圧後恒温恒湿室(20°C, 65% RH)に 1 週間放置した。これによると、印加終了後直ちに除圧した場合は常態、処理後とも接着性能はかなり低いが、5 分間以上の後圧縮時間になると常態試験では木破率が 100% に達してせん断強度が増大する。5 分後と 24 時間(1 日)後の結果を比較すると、後者の方が煮沸後の接着性能は良くなり、木破率が 40 → 70%, 強度が 50 → 73 kg/cm<sup>2</sup> と向上する。

Fig. 8 の C レジンの結果をみると、印加終了直後に除圧した場合には常態せん断強度は前述の A レジンのときと同様にバラツキが大きく、平均せん断値は 30 kg/cm<sup>2</sup> 程度しかない。しかし、印加後 5 分で除圧した場合は煮沸処理後のせん断強度は約 50 kg/cm<sup>2</sup> まで増大する。印加後 24 時間圧縮保持した場合の方が煮沸処理後のせん断強度は素材のそれに近い 70 kg/cm<sup>2</sup> 程度まで達することが認められる。

API レジンの硬化速度を検討した既報<sup>2)</sup>の結果に

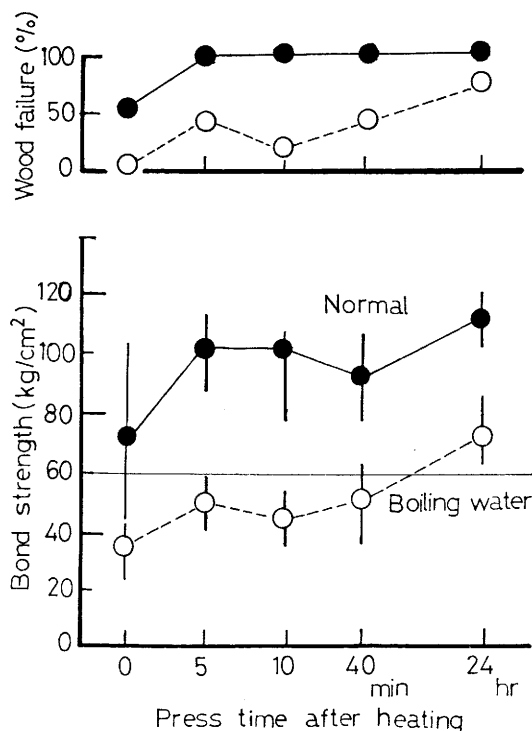


Fig. 7. Relationship between press time after cessation of RF heating and bond quality (Resin A adhesive).

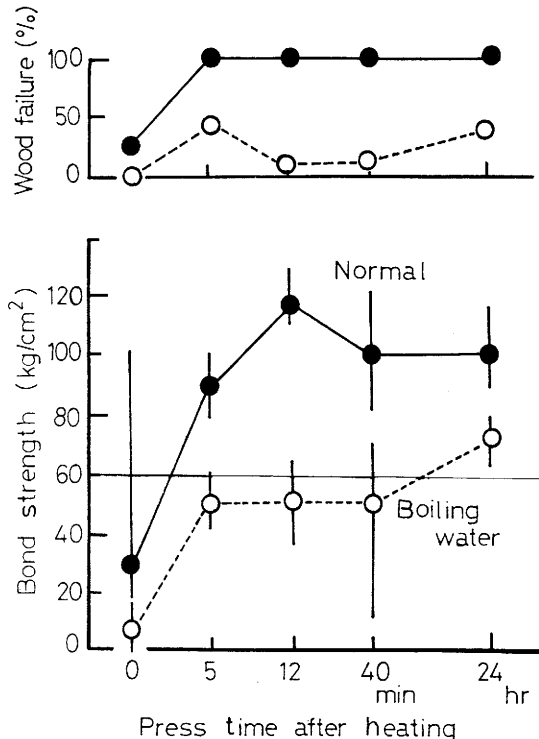


Fig. 8. Relationship between press time after cessation of RF heating and bond quality (Resin C adhesive).

よると、常温接着では圧縮時間が50—60時間で最大接着強度に到達し、40°Cの中温接着になるとその到達時間が常温接着法の1/2の20—30時間に短縮されることが確認されている。すなわち、硬化温度が高くなれば最大接着強度に達する時間は短くなるが、Fig. 7, 8の結果から明らかなように、印加終了後の除圧時間を適当に設定しないと架橋剤であるイソシアネートの反応が不十分となり、接着性が劣る。とくに、数十分間の除圧時間をとってても接着せん断強度は24時間の後圧縮時間の場合に比べて小さい。

本実験の高周波印加条件は接着層の到達温度を80—100°Cとしたが、接着剤の完全硬化にはやや不足のように見受けられ、これが除圧時間を数十分間に延長してもせん断接着強度が向上しない原因と考えられる。しかし、到達温度を高くすれば接着剤の粘弾的性質（ガラス状—ゴム状）から、また接着剤の発泡（とくにNCOとH<sub>2</sub>Oにより炭酸ガスCO<sub>2</sub>が発生する）、NCO基の分散剤である油状成分の分解などに伴う黒焦げ<sup>12)</sup>の発生なども接着性能の低下をもたらすことが考えられる。したがって、この除圧時間の問題も含め、接着層加熱法などともあわせてAPIレジンの高周波接着について現在検討中である。

#### 謝 辞

この研究を進めるにあたり供試接着剤の提供、助

言を頂いた光洋産業kk、および実験の援助をお願いした静岡大学農学部久留島通博、岩本太郎両君に深謝致します。

#### 文 献

- 1) 滝欽二, 水町浩, 山岸祥恭: 木材学会誌, **24**, 237-242 (1978).
- 2) 滝欽二, 水町浩, 山岸祥恭: 同上, **25**, 216-224 (1979).
- 3) 滝欽二, 八木繁和, 山岸祥恭: 同上, **26**, 81-86 (1980).
- 4) 滝欽二, 井脇健, 竹田俊雄, 梅崎俊一, 山岸祥恭: 木材工業, **34**, 245-249 (1979).
- 5) 滝欽二, 富田文一郎, 水町浩: 木材学会誌, **28**, 143-149 (1982).
- 6) 滝欽二, 富田文一郎, 水町浩: 同上, **28**, 150-155 (1982).
- 7) 滝欽二, 富田文一郎, 水町浩: 同上, **29**, 145-152 (1983).
- 8) 小倉高規: 木材工業, **36**, 589-595 (1981).
- 9) 小倉高規: 同上, **37**, 9-15 (1982).
- 10) 滝欽二: 同上, **38**, 474-477 (1983).
- 11) 滝欽二, 原満: 同上, **34**, 344-348 (1979).
- 12) 滝欽二, 山岸祥恭: 第21回接着研究発表会講演要旨集, p. 7-8 (1983年6月,名古屋).