

高周波加熱による合板の接着力に就て

梶田 茂・加藤信義・満久崇磨

(木材物理第2研究室)

On the Strength of Joint of Radio-heated Plywood
by Shigeru KADITA, Nobuyoshi KATO and Takamaro MAKU

I 緒 言

近年高周波による木材の乾燥接着その他の木材処理に関する研究が各方面に於て盛に行はれ漸次實用方面への應用が企圖せられて急激な發展をなしつゝあるが現在の所その合理的な利用を行ふに當つて尙研究すべき多くの基本的問題が残されており、高周波技術を全面的に木材工業界へ導入し得る可否かはかゝつて今後の研究如何によるものと見なければならぬ。

その爲本研究所に於ても最近本學電氣工學加藤研究室と協同して高周波の木材への應用に関する基本的問題に對して廣範なる研究を開始してゐるが本文は此等の一部であつて木材工業界に於て樞要なる分野を占める合板の製造に高周波電波を利用した場合その接着力が從來の冷壓法による場合に比較してどの様に變化するかを検討したものである。

抑々合板の接着力は極めて多くの因子によつて影響され例へば現在我國で最も普通に行はれてゐる冷壓法の場合について考へると、

- (1) 接着剤の種類並にその品質
- (2) 接着剤の調製法並に調整後使用する迄の時間
- (3) 單板の剝肌並に含水率
- (4) 樹種
- (5) 接着剤の塗布量
- (6) 塗布後壓縮する迄の時間、所謂堆積時間
- (7) 壓縮力
- (8) 壓縮時間
- (9) 其の後の處理特に乾燥條件

等が接着力に影響を及ぼす主因子と見做す事が出來従つてある條件に對する接着力の優劣を比較する場合には上述せる諸因子の中當面せる條件に關係するもの以外はすべて一定の條件の下に接着試験を行ふのが普通である。

扱此等の内 (1)~(3) は合板の品質等級に最も重要な役割を演ずる因子であつてその使用目的に應じて如何なる接着剤を如何なる配合によつて單獨又は併用して調整使用するかは合板工業に携はる技術者の最も苦心する處であり又目割れ(裏割れ)や剝荒び又は厚さのむら等の諸缺點のない良質の單板を得る爲にロータリーやスライサーの切削速度、切削角、ナイフの研磨法その他各種の自動調節機構

等木材切削に關する諸問題についても不斷の研究が行はれてゐる。次に (4)~(9) も又合板の接着力は勿論その品質等級に大なる影響を與へる因子で此等の各項目についても又從來數多くの研究が行はれてゐる。

熱壓法による場合には上述の各因子の外に更に加熱溫度、加熱時間等が接着力に影響を與へる因子として追加され例へば石炭酸系樹脂に對しては加熱溫度 $135\sim 140^{\circ}\text{C}$ 、尿素系樹脂に對しては $100\sim 110^{\circ}\text{C}$ 、蛋白質系接着剤に對しては 120°C 前後が最適溫度として知られてゐる。

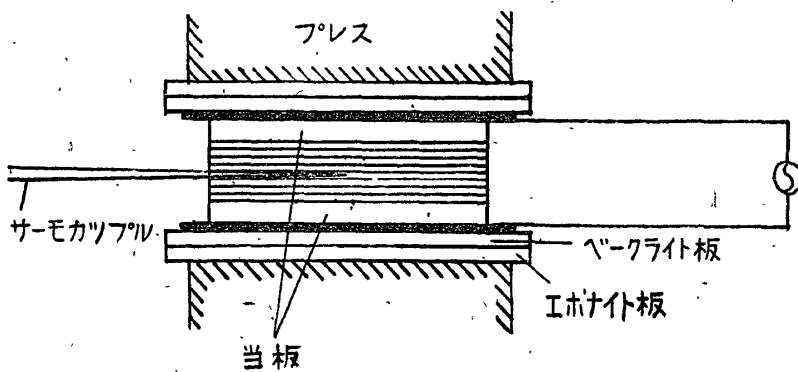
高周波加熱による場合には更にその上に波長の影響等も考へられるのであるが本實驗に於ては一先づ波長、接着剤の種類、調整法、單板の性狀、塗布量、壓縮力その他の製作條件を一定にして高周波加熱溫度並に印加時間の合板接着力に及ぼす影響を測定すると共に更に塗布量壓縮力及び壓縮時間の影響についても比較検討して取纏め一應此處に報告する次第である。

尙本實驗に使用した單板や接着剤について御協力を頂いた大阪材産合板組合、戸田合板工業株式會社、日本ベニヤ製造株式會社、日國工業株式會社の各位に厚く謝意を表する次第である。

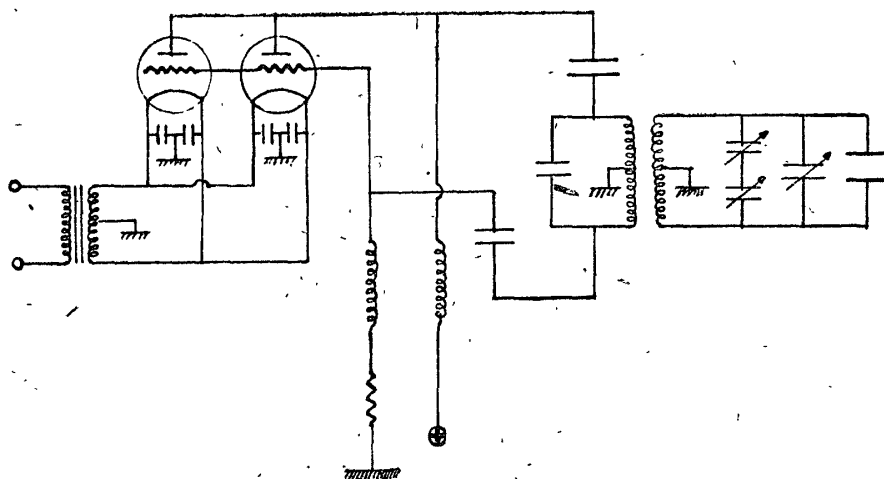
Ⅱ 試 料 の 製 造

(1) 供試用合板の製造

單板はブナ 1.3mm 、シナ 1.5mm 、カバ 1.0mm 、何れも含水率 $12\sim 13\%$ 位のロータリーベニヤで上記各工場に於て製造乾燥されたものの中から品質良好で出来るだけ條件の一定したものを選び各實驗項目に對しては何れも同一工場の單板を用いた。



第 1 圖



第 2 圖

驗項目に對しては何れも同一工場の單板を用いた。

接着剤は市販の尿素樹脂、酪豆 2 號、大豆グルー及び本學に於て製造せるビスコースを用ひ塗布量を夫々尿素樹脂 $29\sim 30\text{g}/\text{尺}^2$ 、酪豆 2 號 $58\text{g}/\text{尺}^2$ 、大豆グルー、ビスコース 共に $60\text{g}/\text{尺}^2$ 、壓縮力 $7\text{kg}/\text{cm}^2$ とした。

先づ單板を $15 \times 15\text{cm}^2$ に切断し心板の両面に所定の塗布量を正しく秤量して均一に塗布し 3 枚合せ 2~4 枚分を重ねその兩側に第 1 圖の如く順次極板距離調節用の當板、面積 $16 \times 16\text{cm}^2$ の鐵製極板並に絶縁用エポナイト及びベークライ

ト板を重ねた後 4 ton 小型プレスにより所定の圧縮力迄加圧し極板距離を常に一定にして高周波電波を印加製作した。尙兩極板の中央平面即ち中性點に銅・コンスタンタン熱電對を挿入して加熱溫度を測定した。

(2) 發振器

高周波加熱裝置としては(第2圖)の如き發振器を使用した。即、

發振用真空管	C-146	2個並列
整流管	972-A	3個
發振方式	ハートレー式自動發振	
周波數	5.7MC ($\lambda=52.6m$)	
入 力	約3.0KW	

III. 實 驗 方 法

(1) 實驗事項

(a) 高周波加熱溫度並に印加時間の接着力に及ぼす影響

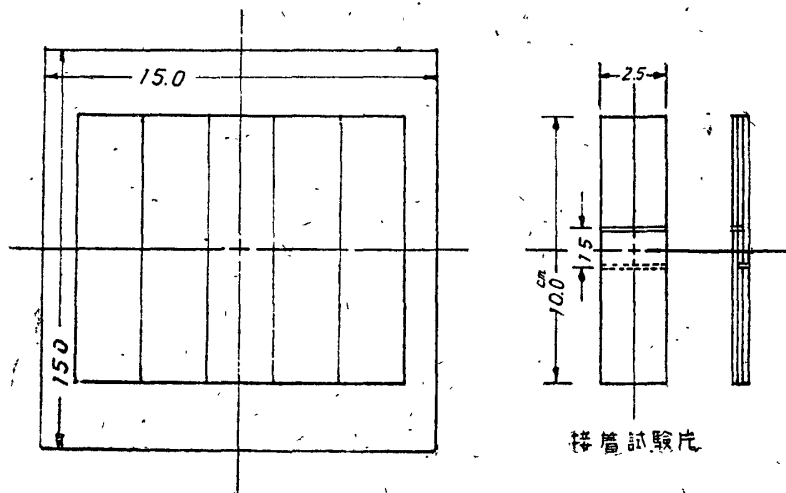
高周波加熱溫度を夫々 60, 80, 100, 120°C とし各溫度に達する迄の印加時間を種々變化してその影響を調べた。

(b) 接着劑塗布量の接着力に及ぼす影響

(c) 壓縮力の接着力に及ぼす影響

(d) 壓縮時間の接着力に及ぼす影響

(2) 接着試驗既述の方法によつて製作した合板は約4日間風乾した後各合板から規格に準じて(第3圖)の如き10個の試験片を採取し約40°Cで3時間熱氣乾燥して含水率を12~13%にした後島津製



第 3 圖

作所製 500 kg ショツパー引張試験機によつて接着力を測定した。尙接着力の比較試験に對してこの試験片を採用することは徒らに關係因子が多くなり必ずしも妥當であるとは考へられないのであるが合板を對象とする目的上一應この型を採用する事とした。

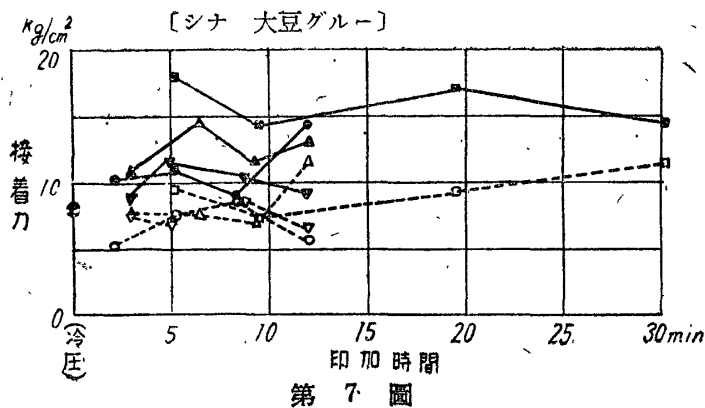
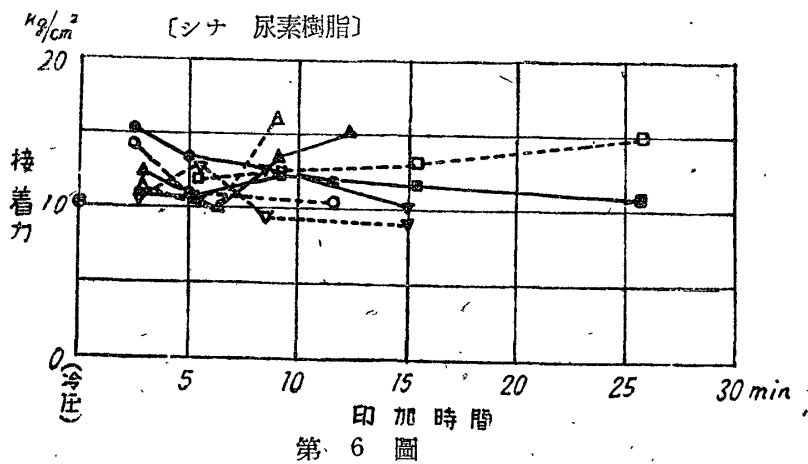
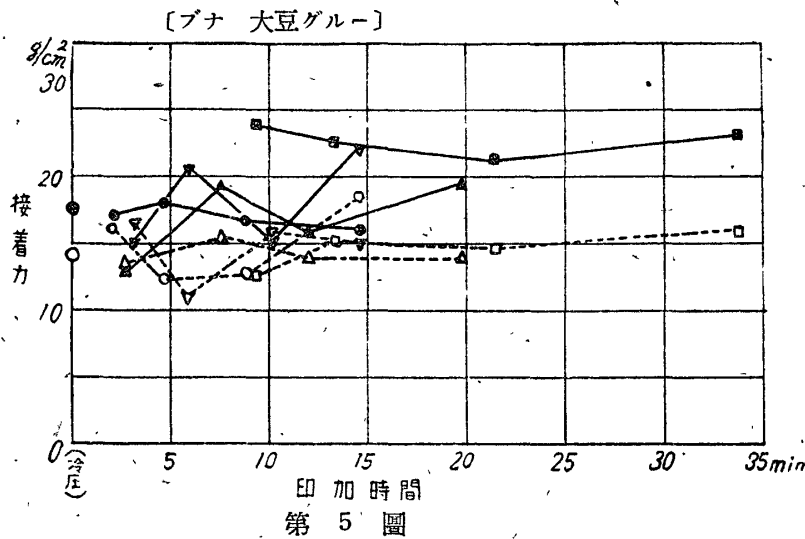
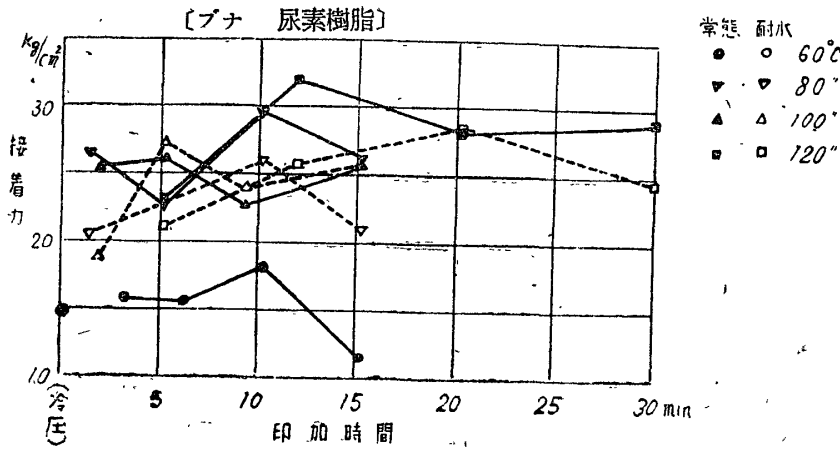
(3) 耐水試験

(2)と同時に製作採取乾燥せる試験片を50°Cの溫水中に4時間浸漬した後再び風乾熱氣乾燥して含水率12~13%にしたものについて接着試験を行つた。

IV. 實 驗 結 果

上述の如き方法によつて得た實驗結果を各項目について検討して見ると、

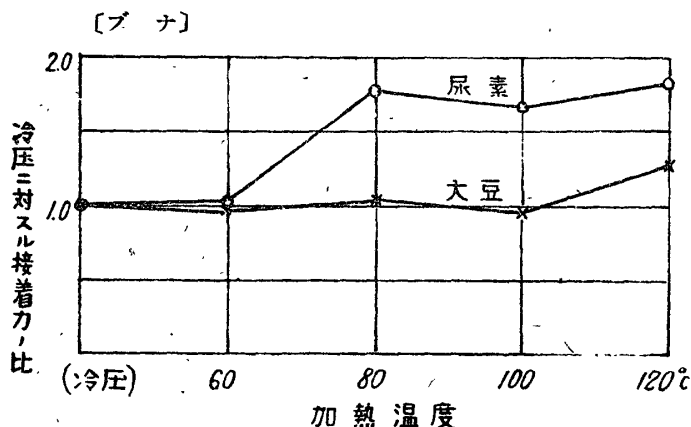
(1) 高周波印加時間並に加熱溫度の接着力に及ぼす影響



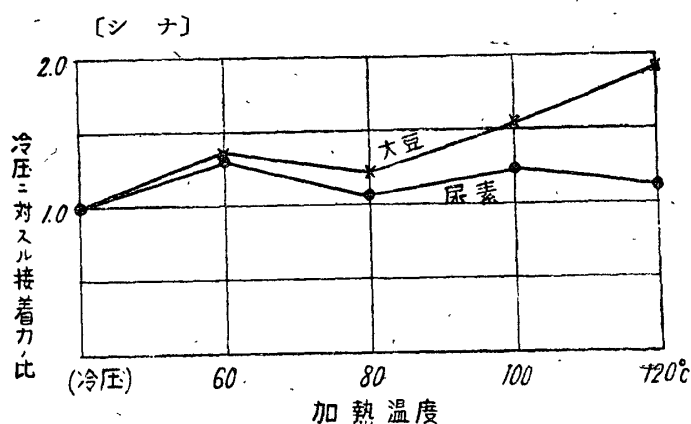
比較し易くする爲にこれに關する實驗結果をグラフに示すと第 4 圖～第 7 圖となる。

(a) ブナ合板の場合

先ず常態接着力について見るに尿素樹脂を使用した場合 (第 4 圖) 各溫度共印加時間により接着力に若干の差異を生じ何れも印加時間のある程度長くした方が良好な結果を與へる様ではあるがその程度は微弱であつて實用上は略差異がないと見做して差支へなく大豆グルーを用いた場合 (第 5 圖) に対しても亦之と同様の事をいふ事が出来る。次に加熱溫度の影響を比較する爲に各溫度に於ける平均値を求め冷壓法による接着力に対する比をグラフに示すと第 8 圖の如くなり尿素樹脂の場合加熱溫度 60°C では冷壓による接着力と殆ど差異を認める事は出来ないが 80, 100 並に 120°C では大體冷壓法の 1.7~1.8 倍増加する事を知る事が出来る。之に對し大豆グルーの場合高周波加熱法は 60, 80, 100°C では冷壓法と殆ど差異がなく 120°C に於て平均約 3 割の増加を示してゐる事を認める事が出来る。次に耐水接着力は尿素に於ては (第 4 圖) 冷壓の場合全部剝離したのに對し高周波加熱によるものは 80°C 以上では平均して常態接着力の約 9 割以上の接着力を得る事が出来、高周波加熱の



第 8 圖



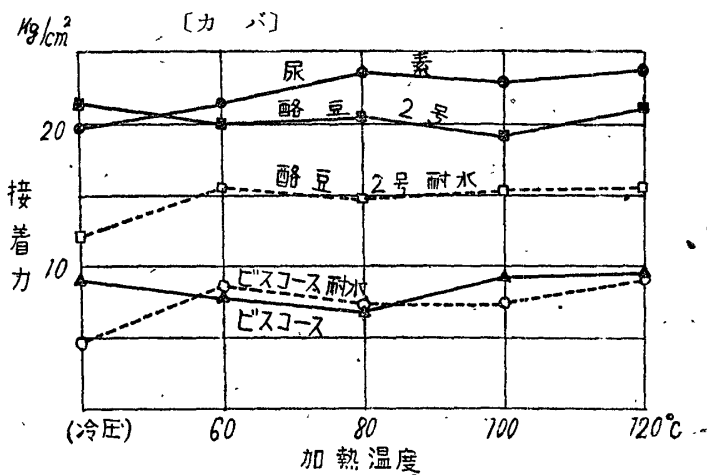
第 9 圖

熱温度の影響を見る爲に各温度に於ける平均値を求めて冷圧法の値に對する比をグラフに示すと第9圖の如くなり尿素樹脂の場合 60°C に於て約3割, 100°C に於て約2割接着力が増加しているが他は冷圧法と殆ど差異が認められない。之に對して大豆グルーを使用した場合は 60°C 及び 80°C で約2~3割にすぎないが 100°C, 120°C では冷圧法に比して夫々5割及び9割も接着力が増加してブナ合板に比較すると接着剤に關しては逆の現象を呈してゐる事が知られる。

次に耐水接着力は冷圧法が全部剝離したのに對し高周波加熱によるものは尿素樹脂による場合は何れも常態接着力に劣らぬ優秀な接着力を示し、又大豆グルーによる場合も平均6~7割の接着力を示し高周波加熱の有利な事を立證してゐるがこの場合もブナ合板に於けると同様耐水性は尿素 100°C 及 120°C の場合を除き必ずしも安全なものではないことに注意しなければならない。

(c) カバ合板の場合

第10圖は電界強度一定の下に加熱温度を種々變化した場合のカバ合板に對する實驗結果で、先ず常態接着力では尿素樹脂、酪豆2號、ビ

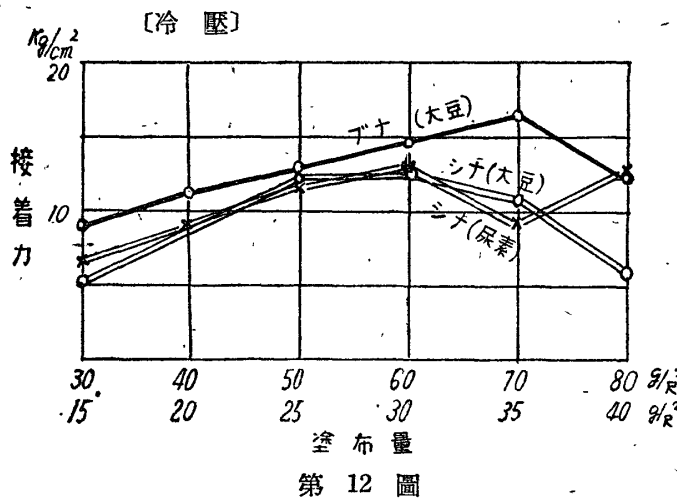
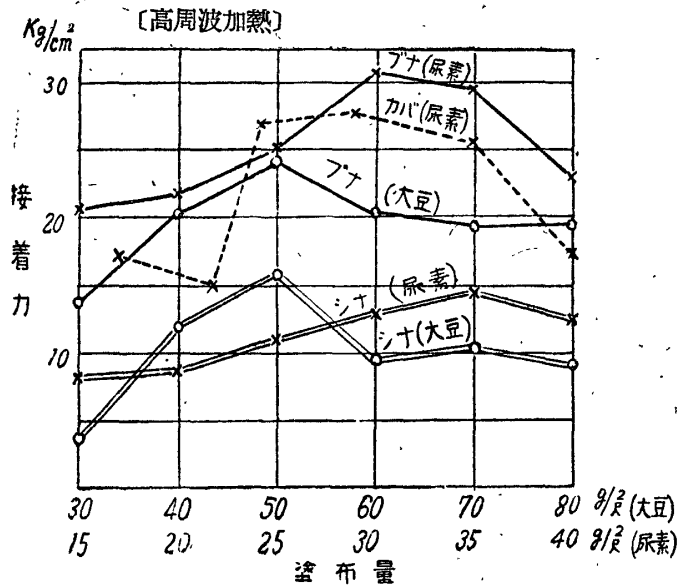


第 10 圖

効果極めて大なる事を知る事が出来る。然し乍らこの場合も 60°C が全部剝離した事及び各温度共印加時間の短かいもの即ち急激に加熱したものは何れも耐水性が劣つてゐることは注意を要する現象である。之に對し大豆グルーを用ひた場合の耐水接着力は(第5圖)印加時間並に加熱温度に略無關係であり且つ冷壓法とも差異を認める事が出来ない、然し乍ら尿素 120°C 以外は何れも1~5割の剝離試験片を生じており此の耐水性が必ずしも安全なものでない事を知る事が出来る。

(b) シナ合板の場合

先ず尿素樹脂を使用した場合(第6圖)印加時間と接着力との關係はブナ合板に於けると同様若干不規則な状態を生ずるが實用上略無關係であると見做しても差支へないと考へられ大豆グルーを使用した場合も(第7圖)同様の現象が認められる。次に加



スコース共に温度による接着力の變化は殆どなく且つ冷壓法の場合に比較しても殆ど差異がない様である。次に耐水接着力に對する温度の影響も殆ど認める事が出來ず酪豆 2 號の場合は常態接着力の約 7~8 割、ビスコースでは常態接着力に殆ど遜色のないことが認められる。唯冷壓の場合の耐水性は高周波加熱に比して極く僅か劣つてゐる様である。

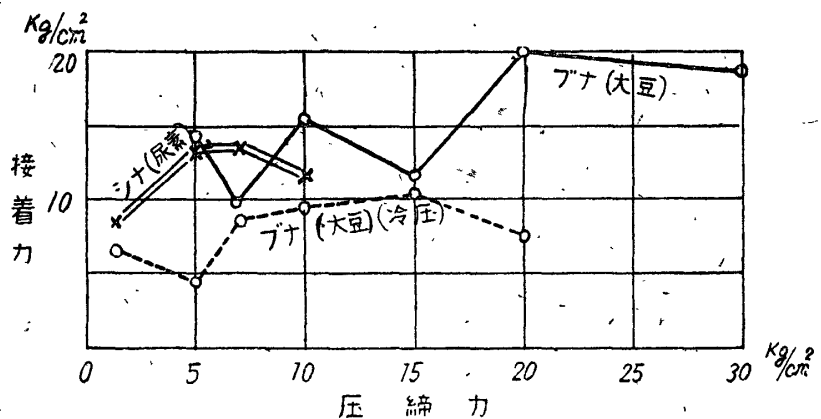
(2) 接着剤塗布量の接着力に及ぼす影響

第11圖は塗布量と接着力との關係を示したもので尿素樹脂を用いた場合ブナ、カバ合板は共に塗布量 30 g/尺²、シナ合板は 35 g/尺²が最もよい接着力を示し大豆グルーの場合はブナ、シナ合板共に 50 g/尺²が最もよい接着力を出してゐる。第12圖は同じく冷壓法に於ける塗布量の影響を示したもので尿素樹脂はシナ合板に對して 30 g/尺²、大豆グルーはブナ合板に對して 70 g/尺²、シナ合板に對して 60 g/尺²が最高の接着力と與へてゐる。この結果から最高接着力と與へる塗布量は尿素樹脂を用いた場合は冷壓法高周波加熱法何れも大なる變化はないが大豆グルーを用いた場合

には明かに後者による方が接着剤を節約する事が出来るものと考へられる。

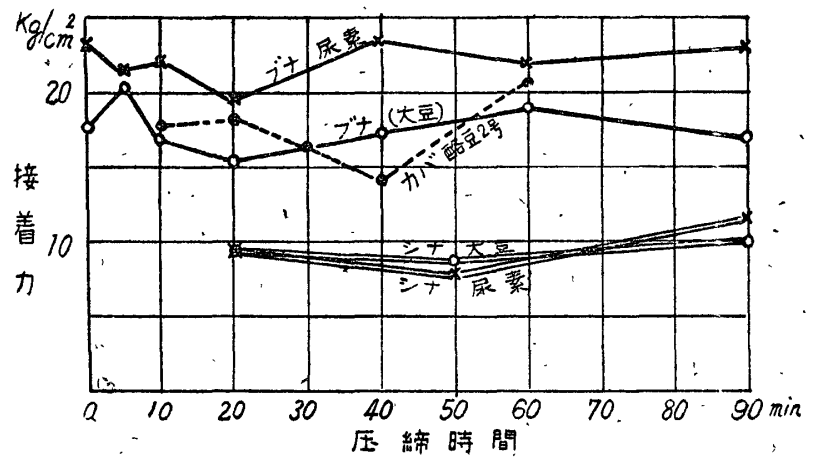
(3) 壓縮力の接着力に及ぼす影響

實驗結果は第13圖に見る如く大豆グルーによるブナ合板では壓縮力 20 kg/cm² 尿素樹脂によるシナ合板では 7 kg/cm² が夫々最高の接着力と示してゐる。圖中の點線は冷壓法に於ける大豆グルーによるシナ合板の接着力と示したもので 15 kg/cm² が最高接着力と與へてゐる。之丈の結果から最高接着力と與へる爲の最適壓縮力を斷定する事は避けなければならないが大體冷壓法の場合と同様であると見做して差支へないと考へられる。



(4) 壓縮時間の接着力に及ぼす影響

第14圖は高周波の印加を停止した後除壓する迄の壓縮時間と接着力との關係を示したものであるがこのグラフから明かな如く樹種、⁴⁾接着剤の如何を問はず壓縮時間は接着力に對して殆ど無關係であると見做すことが出来る。然し乍ら特に尿素樹脂を用ひた場合あまり早く除壓すると硬化不充分の爲に部分的に剝離を來す惧れがある故少くとも印加後10分以上は壓縮しておかねばならない。



第 14 圖

V 結 論

以上の實驗結果に基き主として尿素樹脂並に大豆グルーを用ひてブナ、シナ及びカバ合板を高周波加熱により接着した場合次の如く結論する事が出来るが他の樹種の場合に對しても略この結論に準じて判斷して差支へないと考へられる。

(1) 印加時間は合板の接着力に對してはあまり大なる影響を與へない様である。但し尿素を用ひた場合あまり急速加熱を行ふと一部硬化不良を來す惧れがある。

(2) 尿素樹脂によるブナ合板、大豆グルーによるシナ合板に對しては高周波加熱温度はその接着力に大なる影響を與へ温度 80~120°C では冷壓法による接着力に比して 1.3~1.9 倍となり一般に温度が大なる程接着力も亦増加する傾向を有してゐる。之に反して大豆によるブナ合板、尿素によるシナ合板の場合には冷壓法に比して接着力の確實な増加を期待する事は出来ない。又尿素樹脂、酪豆 2 號、ビスコースによりカバ合板を高周波接着した場合その接着力は加熱温度の如何に拘らず冷壓法に於ける場合と略同様である。然し乍ら何れの場合に於てもあまり加熱温度が低いと接着不良を來す故少くとも 80°C 以上に加熱することが必要であり且つこの場合に於ても急速加熱は避けた方が安全である。

(3) 高周波加熱による合板の耐水性は極めてよく特に尿素樹脂を用ひた時冷壓法では剝離する如き場合でも高周波加熱では殆ど常態接着力に劣らぬ優秀な耐水接着力を示す。又大豆グルーを用ひた場合でも略同様の事が云へブナ合板ではその常態接着力の 7~9 割、シナ合板では 6~7 割の耐水接着力を有する。又ビスコースや酪豆 2 號をカバ合板に使用した場合も高周波加熱は冷壓法に比してやゝ優秀な耐水性を示してゐる。

(4) 最高接着力を得る爲の塗布量は大豆グルーでは 50 g/尺² 尿素樹脂では 30~35 g/尺² で冷壓の場合と比較して大豆グルーではやゝ塗布量を節約し得るが尿素樹脂を用ひた場合は變りはない。

(5) 壓縮力は冷壓法に於ける場合と同様に取扱つて差支ないものと考へられる。

(6) 壓縮時間は樹種接着剤の如何を問はず接着力には影響を與へない。然し乍ら尿素樹脂を用ひた場合あまり早く除壓すると硬化不充分の爲に接着不良を生ずる惧れがある。この點大豆グルー、酪豆 2 號等は尿素に比較して安全性が大きい。

Summary

We investigated the influences of the radio-heating temperature, heating period, amount of glue spreaded, applying pressure and the pressing period on the strength of joint of plywood when it was manufactured by radio-heater and compared with those of the cold pressed plywood.

A. The conditions

(1) The veneers used

BUNA (beech) 1.3 mm, SHINA (lime) 1.5 mm and KABA (birch) 1.0 mm thick rotary veneers of 12~13% moisture content.

(2) The adhesives used

Urea resin glue (amount of glue spreaded: 30 g/ft²), bean glue (" : 60 g/ft²), RAKUTO glue No. 2 (" : 60 g/ft²) and viscose glue (" : 60 g/ft²)

(3) The pressure applied

7 kg/cm²

(4) Radio-heater

Hartley's circuit, frequency 5.7 MC, power 3.0 KW.

B. Results

(1) The influences of radio-heating period on the strength of joint are irregular but negligible in practice. However, it must be noticed that too rapid heating can not bring the good results upon the veneer joint.

(2) The influences of the heating temperatures on the strength of joint are very remarkable for BUNA plywood jointed with urea resin glue and SHINA with bean glue and at over 80°C the strength of joint of these plywoods are 1.3~1.9 times higher than those of the cold pressed plywood and it seems to be increased with the heating temperature. On the other hand, for BUNA plywood jointed with urea resin glue, SHINA with bean glue and KABA with urea resin, viscose and RAKUTO glue No. 2 (casein glue 20% + bean glue 80%), the influences of the temperatures are negligible and the strength of joint is the same as that of the cold pressed plywood.

(3) About the water resistant quality the radio-heated plywood is very highly estimated when compared with the cold pressed plywood.

(4) Reasonable amount of glue spreaded to get the strongest joint is 50 g/ft² for bean glue and 30~35 g/ft² for urea resin glue. From these results we can recognize that the consumption of the bean glue can be spared a little by radio-heating but that of urea resin glue is the same as the case of cold pressed plywood.

(5) Reasonable pressure to get the tightest joint is the same as the case of cold press.

(6) The influences of the pressing periods are almost negligible but applied pressure should be holded for a while after the heating.