

木材之化學改質及其膠合性之研究(II) 不同醚化處理材之膠合性

劉正宇¹ 李文昭² 林福元³

【摘要】本研究乃探討硬槭木、台灣杉、麻六甲合歡等三種木材經丙烯腈、正氯丁烷、環氧丙烷等行醚化處理後，其醚化處理材之膠合性能。由其結果得知，硬槭木醚化處理材直接進行膠合時，除PVAc膠者外，其膠合強度均降低；然若將醚化材表面加以鉋光時，則其膠合強度可大幅提升；以甲醇或醇苯擦拭鉋光試材表面對其膠合性無改善效果。台灣杉醚化處理材以RF、PU或Epoxy膠合時，其膠合強度較未醚化處理材提高，以UF膠合者則降低；若將醚化處理材表面鉋光後再行膠合時亦可提高其膠合強度。麻六甲合歡醚化處理材表面經鉋光後再行膠合者，其常態膠合強度均較未醚化處理材高，且木破率幾達100%。

【關鍵詞】化學改質、醚化處理、膠合性

Chemically modified wood and it's gluing properties(II) The gluing properties of various etherified wood

Cheng-Tzu Liu¹ Wen-Jau Lee² Fwu-Yuan Lin³

(Abstract) This study investigated the gluing properties of Hard maple (*Acer sp.*), Taiwania (*Taiwania cryptomerioides*) and Malacca albizzia (*Albizzia falcata*) which etherified with acrylonitrile, n-butyl chloride and propylene oxide under various treatment condition. The results were summarized as follows: The bonding strength of etherified hard maple without any surface treatment were lower than unetherified wood, except PVAc as adhesive, but planed the wood surface previous to be gluing could raise the bonding strength greatly, but further treatment by wiping the planed surface with methanol or alcohol-benzene were useless. Etherified Taiwania bonded with RF, PU and epoxy adhesives but with UF adhesive had higher bonding strength than unetherified wood, planed the surface of etherified Taiwania previous to be gluing could raise the bonding strength too. Etherified Malacca albizzia with planed surface had higher dry bonding strength than unetherified wood, and they had almost 100% of wood failure at dry bonding test.

【Key words】chemical modification, etherification, gluing property

1 國立中興大學森林學系教授
Professor, Dept. of Forestry, NCHU.

2 國立中興大學森林系講師
Instructor, Dept. of Forestry, NCHU.

3 國立中興大學森林系研究生
Graduate Student, Dept. of Forestry, NCHU.

註:本研究為行政院國科會補助之專題研究計畫(NSC-86-2321-B-005-093-A09)

一、前言

由於木材組成結構中具備許多親水性之羥基，因此易受水分影響而發生吸、脫濕現象，並進而造成木材尺寸之變異，為改善其尺寸安定性，利用可與木材組成分之羥基反應之化學藥劑對木材行改質處理，使羥基改變而降低或失去親水性，而達尺寸安定之效果(Kumar 1994；Rowell *et al.* 1979；張上鑽 張惠婷 1995；劉正字 1997)。本研究前報曾利用丙烯腈、正氯丁烷及環氧丙烷等藥劑對木材行醃化之化學改質，由其結果得知，木材經醃化處理後之尺寸安定性提高，且其改善效果隨醃化處理材之重量增加百分率增加而提高(劉正字等 1998)。然木質材料在加工過程中常須經過膠合、塗裝等作業程序，而膠合力或塗膜附著力形成之最基本要素乃膠合劑或塗料能對木材表面產生濕潤性。醃化處理材由於其親水性之羥基被轉換成疏水性之醃鍵結構，且醃化處理後木材表面可能殘留部分醃化藥劑，因此其表面性質與未處理木材不同，將其應用於膠合作業時，水溶性或非水溶性膠合劑對此醃化處理材之膠合力亦可能產生不同之效應。林氏等曾探討木材經乙二醇、亞麻仁油等行尺寸安定處理後其處理材之膠合性(林正榮 黃耀富 1992)。洪氏等曾探討聚乙二醇加熱聚合木塑材之膠合性質(洪國榮 廖坤福 1978)。本研究乃進一步探討木材經丙烯腈、正氯丁烷及環氧丙烷等行醃化處理後，其處理材以尿素樹脂膠合劑、間苯二酚樹脂膠合劑、聚醋酸乙烯乳膠、聚胺基甲酸酯膠合劑及環氧樹脂膠合劑等膠合時之膠合效果。

二、試驗材料與方法

(一)試驗材料

1. 木材

硬槭木

(*Acer sp.*，Hard maple)

台灣杉

(*Taiwania cryptomerioides*，Taiwania)

麻六甲合歡

(*Albizia falcata*，Malacca albizzia)

2. 化學藥劑：丙烯腈(Acrylonitrile)、正氯丁烷(*n*-Butyl chloride)、環氧丙烷(Propylene oxide)、氫氧化銨(Ammonium hydroxide)、吡啶(Pyridine)、三乙胺(Triethylamine)、尿素(Urea)、間苯二酚(Resorcinol)、苯磺酸(Benzene sulfonic acid)、福馬林(Formalin)、聚甲醛(Paraformaldehyde)、醋酸乙烯(Vinyl acetate)、聚乙烯醇(Polyvinyl alcohol，皂化度=86~89%)、過硫酸鉀(Potassium persulfate)、亞硫酸氫鈉(Sodium bisulfite)、雙酚A(Bisphenol A)、環氧氯丙烷(Epichlorohydrin)、三乙基四胺(Triethylene tetramine)、乙二醇(Ethylene glycol)、鄰苯二甲酸酐(Phthalic anhydride)、聚異氰酸鹽化合物(Polyisocyanate；Desmodur L)、甲醇(Methanol)、鹽酸(Chlorhydric acid)、氫氧化鈉(Sodium hydroxide)。

(二)試驗方法

1. 膠合劑之合成與調配

(1) 尿素甲醛膠合劑(Urea-formaldehyde resin adhesive；UF)：尿素樹脂之合成乃取相當於 2 mole 甲醛之福馬林於 500 mL 分離式四口圓底燒瓶中，調整其 pH 值為 8.0~8.2，並加入 1 mole 尿素，於反應瓶各口分別裝上攪拌器、溫度計、冷凝管及反應瓶內部冷卻器，攪拌並開始加熱，於 20~30 分鐘內升至 85°C，並維持 15 分鐘，停止加熱並將反應液冷卻至室溫，調整其 pH 值至 4.9~5.0，再加熱至 85°C，並維持溫度反應 60 分鐘，冷卻至室溫，調整其 pH 值至 7.0~7.2，在 60°C 下行減壓蒸餾。

(2) 間苯二酚甲醛膠合劑(Resorcinol-formaldehyde adhesive；RF)：RF 樹脂之合成乃先取 1 mole(110g) 間苯二酚於 500 mL 分離式四口圓底燒瓶中，並加入 50g 甲醇為溶劑，苯磺酸 1 g 為催化劑，於反應瓶各接口分別裝上攪拌器、溫度計、冷凝管、分液漏斗及反應瓶內部冷卻器。攪拌並微加熱至約 45°C 使間苯二酚完全溶解，停止加熱。取相當於 0.65 mole 甲醛含量之福馬林置於分液漏斗中，將福馬林緩慢滴入反應瓶中，並

控制滴入速度使反應液之液溫不超過80°C，俟福馬林加入完畢後，再加熱，並維持液溫於80°C反應1小時，冷卻，以NaOH溶液調整樹脂液之pH值至7.0(劉正字 李文昭 1986)。使用前加入RF樹脂液重10%之聚甲醛粉末為硬化劑，硬化劑添加後須經常加以攪拌，並放置2小時後使用。

(3) 聚醋酸乙烯樹脂膠合劑(Polyvinyl acetate emulsion adhesive: PVAc) (劉正字 劉昭吟 1994)：合成時乃先取皂化度86~89%之聚乙烯醇(PVA)5g、水110g於500mL分離式四口圓底燒瓶中，於80°C下攪拌並加熱至PVA完全溶解，隨後將其冷卻至40°C以下，將80g醋酸乙烯單體置於一分液漏斗中，另取0.3g過硫酸鉀及0.2g亞硫酸氫鈉溶於20g水中，並將其置於另一分液漏斗中做為反應起始劑，四口燒瓶各口分別接攪拌器、溫度計、冷凝管、反應瓶內部冷卻器、接有二分液漏斗之Y型接管，由分液漏斗中先分別加入約1/4之醋酸乙烯單體及起始劑於反應瓶中，徐徐加熱至約50~60°C，停止加熱，此時反應瓶內之醋酸乙烯單體開始產生聚合反應並大量放熱，並伴隨產生發泡、產生白濁、激烈迴流等現象，約30分鐘後迴流漸停，此時再由分液漏斗逐漸滴入其餘之醋酸乙烯單體及起始劑，全部滴入時間約3小時，至添加完畢後再升溫至75°C~80°C，並維持20分鐘，冷卻。

(4) 聚胺基甲酸酯膠合劑(Polyurethane adhesive: PU)：由市售異氰酸鹽化合物(Desmodur L)與實驗室自行合成之聚酯樹脂混合調配而成。聚酯合成時乃取2 mole 乙二醇、1 mole 鄰苯二甲酸酐及醇酸總重之10%的二甲苯於500 mL 分離式四口圓底燒瓶中，裝上攪拌器、溫度計、冷凝管及卻水器，加熱速度為第一小時升溫至130~140°C，第二小時升溫至160~170°C，第三小時升溫至190~200°C，隨後維持該溫度至反應終點。反應過程中每隔一定時間取反應液測定其酸價，以酸價降低至50時為其反應終點，冷卻後再測定其酸價(58)及理價

(559.4)，並由其酸價及理價計算每克聚酯中所含OH基及COOH基之mole數之和(紀麗美 1982)。異氰酸鹽化合物則先定量其NCO基含量(11.9%)，並計算每克異氰酸鹽化合物中所含NCO基之mole數。PU膠合劑調配時乃依異氰酸鹽化合物之NCO基mole數與聚酯樹脂之OH基及COOH基mole數和之比設定為1.5，分別取定量之異氰酸鹽化合物與聚酯樹脂，將其攪拌均勻後使用。

(5) 環氧樹脂膠合劑(Epoxy resin adhesive, Epoxy)：環氧樹脂合成時乃取0.5 mole 雙酚A及2.5 mole 環氧氯丙烷於500 mL 分離式四口圓底燒瓶中，裝置攪拌器、溫度計、分液漏斗、冷凝管及卻水器，另取濃度40%之氫氧化鈉1 mole於分液漏斗中，將反應液加熱至99~119°C使迴流，並由分液漏斗將氫氧化鈉溶液逐漸滴入反應瓶中，此時有白色食鹽沈澱產生，控制滴入速度以避免劇烈放熱，反應過程中應經常將卻水器中冷凝之環氧氯丙烷導回反應瓶中，全部氫氧化鈉滴入時間於3.5~4.0小時，隨後維持加熱反應1小時，冷卻，過濾去除食鹽，減壓蒸餾，除去水及未反應之環氧氯丙烷，加入100 mL 苯使溶解樹脂，並使食鹽微粒再沈澱，再過濾之，並減壓蒸餾去除苯，所得樹脂液並測定其環氧基之當量(196.9)；環氧樹脂膠合劑調配時以三乙基四胺為硬化劑，硬化劑添加量依(胺當量/環氧基當量)×100%計算之(劉正字 林正榮 1987)。

2. 膠合劑性質之測定

(1) 固形分含量：取1克樹脂液於鋁箔皿中，並將其置於熱風循環烘箱，UF、PVAc及PU樹脂以105±2°C乾燥3小時，RF樹脂以135±2°C乾燥1小時，Epoxy樹脂以105±2°C乾燥24小時，各樹脂經設定之乾燥溫度及時間後，取出並置於玻璃乾燥器中冷卻、稱重、計算其固形分含量。

(2) 黏度：以迴轉式黏度計(Brookfield Synchro-electric viscometer, Model: LVF)測定之，單位cps，測定溫度25°C。

(3)pH值：以玻璃電極pH計測定(SUNTEX Micro processor pH meter 200A)。

(4)可使用時間：分別稱取各樹脂液10克於塑膠杯中，RF樹脂及UF樹脂並加入樹脂液重10%之硬化劑，Epoxy樹脂及PU樹脂則加入計算所得之硬化劑，測定各樹脂液至不易攪動且塗佈困難所需時間。

(5)表面張力：以表面張力測定儀(Surface Tensionmeter CBVP-A3，協和界面科學株式會社)測定之。

3.試材之醃化處理：各試材經裁切成規格為25cm×2.5cm×1.0cm試片，同本研究前報之處理方式，將各材分別以丙烯酸、環氧丙烷或正氣丁烷注入，並將其注入材置於60°C之反應槽加熱60分鐘，使進行醃化反應，取出後以103±2°C乾燥24小時，並置於溫度20°C、相對濕度60%之恆溫恆濕箱中5天，各試材平均含水率約為9.2%。

4.膠合強度試驗

(1)醃化處理材之膠合前處理：膠合前之試材表面前處理方式包含物理處理及化學處理兩種，物理處理者乃將試材於膠合前以鉋光機將表面加以鉋削，化學處理者乃就經物理表面處理之試材進一步以甲醇或體積比(1/2)之苯-醇溶液擦拭膠合面，並放置30分鐘後再進行膠合作業。

(2)膠合作業：將調配好之RF、UF、PVAc、PU及Epoxy膠合劑分別塗佈於經前處理或未經前處理之醃化試材，膠合時採雙面

佈膠，每一膠合層佈膠量為200 g/m²，冷壓鉋加壓，硬木採用壓力為15 Kgf/cm²，台灣杉和麻六甲合歡則為10 Kgf/cm²，加壓時間24小時，解壓後於常溫下靜置三天以上，並裁切成剪斷面積2.5 cm×2.5 cm之壓縮抗剪膠合強度試驗片。

(3)膠合強度測定：以木材強度試驗機分別測定各試材之壓縮抗剪膠合強度，測定時採用之荷重速度為2 mm/min，每一條件試片重複數為10。各處理條件試材除測定其常態之膠合強度外，以UF膠膠合者並測定耐60°C水(60°C水浸漬3小時，常溫水1小時，濕潤狀態下測定)之膠合強度，以RF、PU及Epoxy膠合者並測定其耐沸水返覆(100°C水浸漬4小時，60°C烘箱乾燥20小時，再100°C水浸漬4小時，常溫水1小時，濕潤狀態下測定)之膠合強度。

三、結果與討論

(一)膠合劑之基本性質

表1為5種膠合劑之基本性質，其中固形分含量以Epoxy膠合劑之100%最高，PVAc膠則僅有38.5%，粘度以PU膠之2250 cps及PVAc膠之1751 cps較高，RF膠及UF膠則僅120 cps及135 cps，各膠合劑之可使用時間以Epoxy膠之15分鐘最短，UF膠亦僅有24分鐘，PU膠及RF膠則分別為271分鐘及386分鐘，PVAc膠則無可使用時間之限制。

(二)醃化處理材之膠合強度

表2、表3、表4分別為硬木、台灣杉

表 1. 膠合劑之基本性質
Table 1. The properties of adhesives

膠合劑種類	固形分含量 (%)	pH	粘度 (cps)	可使用時間 (min)	表面張力 (dyne/cm)
UF	50.0	7.13	135	24	60.2
RF	57.2	7.35	120	386	47.0
PVAc	38.5	2.54	1751	—	—
PU	75.6	—	2250	271	45.2
Epoxy	100.0	—	775	15	42.9

及麻六甲合歡之醚化處理材經不同之表面處理後，以UF、RF、PVAc、PU及Epoxy等五種膠合劑膠合時之膠合強度。由表 2 可知，未經醚化處理之硬槭木以 UF 膠膠合時，其常態膠合強度為 87.1 Kg/cm²，木破率 98%，經 60°C 水浸漬後之耐水膠合強度 85.1 Kg/cm²，木破率 93

%；以 RF 膠膠合時，其常態膠合強度為 84.2 Kg/cm²，木破率 85%，經沸水返覆處理後之耐水膠合強度為 78.9 Kg/cm²，木破率 95%；以 Epoxy 膠膠合時，其常態膠合強度可達 88.6 Kg/cm²，然木破率僅 5%，經沸水返覆處理後之耐水膠合強度則僅 19.6 Kg/cm²，且無木破率存水

表 2. 硬槭木醚化處理材之膠合強度

Table 2. The bonding strength of etherified hard maple.

測定條件	醚化處理藥劑種類	表面處理條件	壓縮抗剪膠合強度(Kg/cm ²)				
			UF	RF	PVAc	PU	Epoxy
常態試驗	—	—	87.1(98)	84.2 (85)	36.7 (5)	60.0 (8)	88.6 (5)
	丙烯酸	—	49.1 (0)	46.1 (0)	42.1 (0)	68.4(33)	0.0 (0)
		鉋光	78.2(43)	62.6 (0)	91.9 (0)	63.9 (0)	42.4 (0)
		甲醇擦拭	55.5(33)	52.2 (0)	118.9 (0)	33.8 (0)	53.8 (0)
		苯醇擦拭	50.7 (0)	45.1 (0)	90.1(38)	70.3 (0)	54.3(53)
	正氮丁烷	—	16.4 (0)	16.9 (0)	34.6 (0)	44.8 (0)	47.1(20)
		鉋光	63.8(64)	45.0 (0)	109.1 (8)	60.0(15)	71.1 (0)
		甲醇擦拭	64.8 (0)	85.5 (0)	77.2(38)	61.1 (0)	53.1(18)
		苯醇擦拭	29.1 (0)	77.7 (0)	52.8 (0)	76.7 (0)	91.8(15)
	環氧丙烷	—	32.9 (0)	49.4 (0)	80.3(23)	38.0 (0)	61.6(56)
		鉋光	125.2(64)	21.4 (0)	77.1(15)	65.0(18)	85.8(17)
		甲醇擦拭	72.8(57)	70.9 (0)	108.4 (0)	54.0 (0)	85.1(80)
		苯醇擦拭	49.7 (0)	77.5 (0)	93.8(55)	73.0 (0)	71.4(68)
耐水試驗	—	—	85.1(93)	78.9 (95)	—	6.0 (0)	19.6 (0)
	丙烯酸	—	52.5(17)	62.5 (0)	—	0.0 (0)	0.0 (0)
		鉋光	61.9(23)	74.0 (23)	—	0.0 (0)	0.0 (0)
		甲醇擦拭	52.4(33)	77.7(100)	—	0.0 (0)	0.0 (0)
		苯醇擦拭	0.0 (0)	65.5 (18)	—	20.4 (0)	0.0 (0)
	正氮丁烷	—	0.0 (0)	0.0 (0)	—	0.0 (0)	0.0 (0)
		鉋光	0.0 (0)	65.8 (33)	—	23.2 (0)	0.0 (0)
		甲醇擦拭	0.0 (0)	95.0(100)	—	34.7 (0)	0.0 (0)
		苯醇擦拭	0.0 (0)	87.4(100)	—	0.0 (0)	0.0 (0)
	環氧丙烷	—	6.8 (0)	72.5(100)	—	0.0 (0)	0.0 (0)
		鉋光	108.1(65)	58.9 (0)	—	36.0 (0)	0.0 (0)
		甲醇擦拭	52.4(33)	84.2(100)	—	31.0 (0)	0.0 (0)
		苯醇擦拭	0.0 (0)	83.5(100)	—	20.0 (0)	0.0 (0)

* 以 UF 膠合者為耐 60°C 水試驗，以 RF、PU 及 Epoxy 膠合者為耐沸水返覆試驗

水膠合強度則僅 19.6 Kgf/cm²，且無木破率存在；以 PU 膠膠合時，其常態膠合強度為 60.0 Kgf/cm²，木破率 8%，經沸水反覆處理後則幾無膠合強度可言；以 PVAc 膠膠合時，其常態膠合強度偏低，僅 36.7 Kgf/cm²。

又由表 2 硬槭木以丙烯晴、環氧丙烷或正氯丁烷醃化處理後之試材若未經進一步之表面處理即直接進行膠合試驗時，以 PVAc 膠進行膠合者，其對未醃化處理硬槭木之膠合強度雖偏低，然對環氧丙烷及丙烯晴醃化處理硬槭木之膠合強度可獲得提升，其餘醃化處理條件及膠種試材，除丙烯晴醃化處理材以 PU 膠合者外，其膠合強度均降低，其中尤以正氯丁烷醃化處理材之膠合強度降低幅度最大，其原因一方面可能為醃化處理後之木材組成結構發生變異，其羥基被醃化而影響膠合劑對其表面之濕潤性，或部份醃化藥劑殘留材面而影響其膠合性，另一方面由於硬槭木之比重較高，木材膨脹及收縮時產生之內部應力較大，因此在醃化處理過程中，經過藥劑注入膨脹、加熱醃化反應及醃化反應後去未反應醃化藥劑之高溫處理程序中，其尺寸變化較不規則而使木材表面失去原有之平整性，致二膠合面無法完全密接，而使其膠合強度偏低。

若將醃化處理後之試材表面經鉋光後再行膠合，由表可知其膠合強度較未經鉋光處理者多大幅提升。以 PU 膠膠合者，三種醃化處理材之膠合強度值且大於未經醃化處理者，以 UF 膠膠合者之膠合強度值亦均在 63.8 Kgf/cm² 以上，其中以環氧丙烷行醃化處理試材之膠合強度值更達 125.2 Kgf/cm²。

而將鉋光後之試材表面以甲醇或醇苯加以擦拭時，其對膠合強度進一步改良之效果並不明確，部份試材之膠合強度可獲得提升，然部份試材之膠合強度則反有降低之趨勢。

比較各醃化處理材之耐水膠合強度，以 Epoxy 膠合者，其膠合試材經沸水反覆處理後已無膠合強度存在，以 PU 膠膠合者其強度值亦偏低，以 RF 膠膠合者，若其醃化試材膠合前經鉋

光並以溶劑擦拭，則其具有良好之耐沸水反覆膠合強度。

表 3 為台灣杉及其醃化處理材之膠合強度。未經醃化處理之台灣杉試材以 RF 膠等五種膠合劑膠合時，其膠合試驗片在強度測試時之破壞位置幾全發生在木材部份，其木破率達 97%~100%，由此可知此五種膠對台灣杉之膠合強度均大於台灣杉本身之木材強度，各不同膠種所得之強度值由 48.8 Kgf/cm²~63.8 Kgf/cm²，此應為台灣杉之剪斷強度。而經丙烯晴、環氧丙烷或正氯丁烷等醃化處理後之台灣杉試材直接進行膠合試驗時，其膠合強度並無明顯規律，以 RF、PU 或 Epoxy 者，其強度值多增加，且其木破率亦多維持於相當高之百分比，以 UF 膠合者則明顯下降；然若將醃化處理材經鉋光後再進行膠合，則其膠合強度多可獲得提升。

表 4 為麻六甲合歡及其醃化處理材之膠合強度。未經醃化處理之麻六甲合歡試材之常態及耐水膠合試驗之木破率幾全為 100%。其醃化處理材經鉋光後再行膠合者，除正氯丁烷醃化處理材以 RF 膠膠合者木破率 47% 偏低，環氧丙烷醃化處理材以 RF 膠膠合者木破率 77%、丙烯晴醃化處理材以 UF 膠膠合者木破率 75% 稍低外，其餘試驗條件之木破率幾全達 100%，且其破壞時之強度值均較未經醃化處理之麻六甲合歡為高。又比較各醃化處理材之耐水膠合強度，由表可知以 UF 膠合時，正氯丁烷醃化處理材之耐水膠合強度極差，環氧丙烷醃化處理材則木破率偏低。

表 3. 台灣杉醚化處理材之膠合強度

Table 3. The bonding strength of etherified Taiwania.

測定 條件	醚化處理 藥劑種類	表面處 理條件	壓縮抗剪膠合強度(Kg f/cm ²)				
			UF	RF	PVAc	PU	Epoxy
常態 試驗	—		63.8(100)	56.8 (98)	48.8 (97)	50.6(100)	50.8 (98)
	丙烯酸	—	37.2 (20)	60.6(100)	66.8(100)	52.6(100)	54.8 (93)
		鉋光	83.8 (95)	43.4(100)	61.8 (80)	85.3(100)	44.7(100)
		甲醇擦拭	49.9(100)	57.9(100)	64.8(100)	56.9 (65)	68.2(100)
		苯醇擦拭	39.5 (0)	49.5 (80)	70.1(100)	59.7(100)	69.6(100)
	正氯丁烷	—	18.9 (0)	61.9 (98)	46.8 (9)	68.4 (98)	50.4 (99)
		鉋光	56.0 (76)	62.2 (45)	65.6 (42)	71.0 (80)	66.6(100)
		甲醇擦拭	28.8 (17)	60.1(100)	56.7(100)	44.5 (42)	44.6(100)
		苯醇擦拭	67.1 (0)	62.4(100)	67.1(100)	62.7(100)	66.6(100)
	環氧丙烷	—	55.4 (33)	56.3 (95)	40.2 (46)	58.5(100)	51.4 (4)
		鉋光	61.9 (98)	52.8 (28)	67.8(100)	66.3(100)	56.4(100)
		甲醇擦拭	67.0(100)	69.9(100)	63.0(100)	61.0(100)	57.1(100)
		苯醇擦拭	57.3(100)	53.5(100)	59.5(100)	63.9(100)	43.1(100)
耐水* 試驗	—		49.1 (97)	52.4 (98)	—	50.2 (97)	45.7 (95)
	丙烯酸	—	40.1 (52)	43.3(100)	—	45.4 (97)	36.8 (12)
		鉋光	40.7 (40)	45.2 (65)	—	49.7 (61)	54.1 (0)
		甲醇擦拭	40.4 (33)	51.6(100)	—	22.5 (0)	49.5 (68)
		苯醇擦拭	0.0 (0)	45.2(100)	—	51.0(100)	42.8(100)
	正氯丁烷	—	0.0 (0)	45.5 (94)	—	42.4 (93)	42.1 (93)
		鉋光	28.5 (0)	51.7 (78)	—	54.0(100)	41.5 (60)
		甲醇擦拭	0.0 (0)	54.9(100)	—	48.0 (0)	49.3(100)
		苯醇擦拭	0.0 (0)	44.8(100)	—	19.0 (0)	42.1(100)
	環氧丙烷	—	34.2 (0)	32.3(100)	—	31.9(100)	36.0 (96)
		鉋光	44.5 (67)	59.7 (47)	—	53.4 (52)	37.0 (60)
		甲醇擦拭	33.3 (0)	51.0(100)	—	44.1 (72)	68.3 (40)
		苯醇擦拭	52.5 (95)	45.0(100)	—	45.0(100)	41.6(100)

* 以UF膠合者為耐60℃水試驗，以RF、PU及Epoxy膠合者為耐沸水反覆試驗

表 4. 麻六甲合歡醚化處理材之膠合強度

Table 4. The bonding strength of etherified Malacca albizzia.

測定條件	醚化處理藥劑種類	表面處理條件	壓縮抗剪膠合強度(Kg f/cm ²)				
			UF	RF	PVAc	PU	Epoxy
常態試驗	—	—	51.8(100)	56.8 (99)	54.4 (95)	43.0(100)	58.2(100)
	丙烯酸	—	52.8 (88)	51.9(100)	41.1 (95)	44.7 (97)	50.1(100)
		鉋光	69.8 (75)	59.3(100)	69.5(100)	49.8(100)	42.5(100)
		甲醇擦拭	59.3(100)	60.7(100)	57.3(100)	55.8 (83)	66.1(100)
		苯醇擦拭	63.6(100)	47.3 (98)	78.5(100)	60.3(100)	64.9(100)
	正氫丁烷	—	47.2 (0)	50.7 (93)	48.1 (17)	57.9 (99)	64.3 (86)
		鉋光	82.6(100)	53.6 (47)	69.2(100)	53.9 (98)	82.4(100)
		甲醇擦拭	43.5 (63)	56.2(100)	51.7(100)	59.7(100)	63.3(100)
		苯醇擦拭	50.8(100)	52.4(100)	50.8(100)	69.6(100)	56.7 (0)
	環氧丙烷	—	47.3 (43)	49.4 (98)	65.3 (95)	60.9 (97)	66.4 (66)
		鉋光	54.3(100)	69.2 (77)	62.1(100)	63.0(100)	60.4(100)
		甲醇擦拭	65.2(100)	77.4(100)	51.8(100)	63.1(100)	77.7(100)
		苯醇擦拭	67.9(100)	52.8(100)	72.5(100)	45.4(100)	46.9(100)
耐水*試驗	—	—	43.1 (98)	47.2(100)	—	45.0 (97)	48.1(100)
	丙烯酸	—	31.9 (35)	46.2(100)	—	42.6 (97)	40.5 (63)
		鉋光	45.7 (97)	46.7(100)	—	24.2 (0)	39.7 (0)
		甲醇擦拭	40.4(100)	43.9(100)	—	22.9 (0)	40.8(100)
		苯醇擦拭	32.0 (0)	42.8(100)	—	40.2(100)	42.2(100)
	正氫丁烷	—	0.0 (0)	50.9 (93)	—	43.8 (37)	49.6 (74)
		鉋光	35.6 (75)	44.2(100)	—	44.1(100)	44.7(100)
		甲醇擦拭	0.0 (0)	43.4(100)	—	48.4(100)	42.1(100)
		苯醇擦拭	0.0 (0)	35.2(100)	—	8.0 (0)	35.2(100)
	環氧丙烷	—	6.1 (9)	31.0(100)	—	31.2(100)	32.3(100)
		鉋光	51.9 (52)	42.2(100)	—	39.1(100)	36.7(100)
		甲醇擦拭	40.4 (0)	41.7(100)	—	37.8(100)	41.2(100)
		苯醇擦拭	21.8 (0)	29.3(100)	—	37.7(100)	39.5(100)

* 以 UF 膠合者為耐 60°C 水試驗，以 RF、PU 及 Epoxy 膠合者為耐沸水反覆試驗

四、結論

(一)硬木木醃化處理材直接進行膠合時，除PVAc膠者外，其膠合強度均降低；若將醃化試材表面加以鉋光時，則其膠合強度多大幅提升；鉋光試材表面再以甲醇或醇苯加以擦拭時，對膠合強度無改善效果。

(二)台灣杉醃化處理材以RF、PU或Epoxy膠合者，其膠合強度較未醃化處理材提高，以UF膠合者則降低；各醃化處理材表面經鉋光後再行膠合者，其膠合強度可獲得提升。

(三)麻六甲合歡醃化處理材表面經鉋光後再行膠合者，其常態膠合強度均較未醃化處理材高，且木破率幾達100%。

五、參考文獻

- 1.林正榮 黃耀富 1992 木材尺寸安定處理對膠合性質之影響(2)--對木材膠合性之影響. 中華林學季刊 25(3):73-85.
- 2.洪國榮 廖坤福 1978 聚乙二醇加熱聚合木塑材之機械及膠合性質(一). 森林學報 7:97-125.
- 3.紀麗美 1982 聚尿酸之合成及其利用於木材膠合劑與塗裝上之研究. 興大森林學研究所碩士論文 pp.27-34.
- 4.張上鑽 張惠婷 1995 木材之醃化處理及其對木材性質之影響. 中華林學季刊 28(1): 157-170.
- 5.劉正字 1997 木材尺寸安定化的方法. 木質建築 2: 47-50.
- 6.劉正字 李文昭 1986 高含水率木材用膠合劑之製造及其膠合方法之研究--(2)間苯二酚膠合劑在高含水率木材膠合之利用. 興大農林學報 34(2),35(1): 11-24.
- 7.劉正字 李文昭 林福元 1998 木材之化學改質及其膠合性之研究(1)-醃化處理對木材尺寸安定性及力學性質之影響. 林產工業 17(2): 305-320.
- 8.劉正字 林正榮 1987 結構用集成材膠合劑之研究(4)-雙酚A系環氧樹脂膠合劑. 興大農林學報 36(2): 171-180.
- 9.劉正字 劉昭吟 1994 聚醋酸乙烯乳膠性質改良之研究(1)-合成條件對聚醋酸乙烯乳膠性質之影響. 興大實驗林研究報告 16(1): 29-40.
- 10.Kumar,S. 1994 Chemical modification of wood. Wood and Fiber Sci. 26(2):270-280.
- 11.Rowell,R.M., S.V.Hart and G.R.Esenthler 1979 Resistance of alkylene-oxide-modified southern pine to attack by subterranean termites. Wood Sci. 11(11): 271-274.

