

以小徑杉木為粒片板廠原料之可行性

雷永康 黃國雄 邱耀輝*

摘 要

本研究計畫係探討能否以省產小徑杉木或進口麻六甲合歡所製之粒片，與粒片板廠所使用之廢料粒片混合製板，藉降低板比重及含膠率等因素，以達到改善國產粒片板品質之目的，進而探討是否能為省產疏伐杉木謀求合理之用途及市場。

試驗方法係將杉木片或麻六甲合歡粒片，與廢料粒片混合使用，以降低板比重 (0.65、0.60、0.55、0.50) 與含膠率 (9%、8%、7%) 等因素製造單層均質粒片板。同時在本研究所探討之品質改善，係着重於內聚力，並以比重0.70、含膠率10.5%廢料粒片板之內聚力，作為基準。

研究結果顯示杉木粒片與麻六甲合歡粒片對降低國產粒片板之比重與含膠率，均可獲得良好之效果。建議條件為30%之重量比摻入廢料粒片中，製造比重0.66、含膠9%之混合粒片板。然而，從成本分析來看，麻六甲合歡粒片可降低原料成本，杉木粒片則否，此乃因杉木價格較進口麻六甲合歡高出甚多。因此，尚且不論杉木供應來源是否俱可靠性，僅就成本因素的考慮，以小徑杉木作為粒片板之部分原料，在短期內尚不俱可行性。

關鍵字：杉木，粒片板，原料。

雷永康,黃國雄,邱耀輝. 1987. 以小徑杉木為粒片板廠原料之可行性. 林業試驗所研究報告季刊,2(2): 155-163.

The Feasibility of Using China-fir Particles as Furnish in a Particleboard Mill

Young-Kong, Lei Gwo-Shyong, Hwang Yao-Huei, Chiou*

[Summary]

The objective of this project is to study whether by mixing the particles either made from locally grown Ching-fir or from import Malacca albizzia into the traditionally used sawmill-waste furnish can make better quality particleboards than the 100% sawmill-waste particleboard, however, still maintaining the material cost within limit

* 振昌興業股份有限公司生產部經理

Production manager of Chen Chang Corporation

1987年2月送審

1987年2月接受

The mixing of pure particles into sawmill-waste particles was by weight in three different levels, i.e. 15%, 30%, and 50%. The experimental works also included varying the specific gravity of the particleboards (0.65, 0.60, 0.55, 0.50) being made, as well as varying the resin content (10.5%, 9%, 8%, 7%) in the particleboards. The internal-bond strength of the particleboards was used as the measurement for board quality.

With the oven-dried China-fir particles priced at NT\$ 4,000/ton, and Malacca albizzia particles at NT\$ 2,200/ton, the study showed that by mixing of Malacca albizzia particles into sawmill-waste furnish to make particleboard, both the specific gravity and the resin content of the board be reduced, but not at the expense of the board quality and material cost. The study also revealed that mixing China-fir particles into sawmill-waste furnish to make particleboard was also acceptable in board quality, not but economically feasible.

Key Words: China-fir, Particles, Furnish

Lei, Y.K., G.S. Hwang, and Y. H. Chion 1987. The Feasibility of Using China-fir Particles as Furnish in a Particleboard mill. For. Res. Inst. New Series, 2(2):155-163.

一、緒 言

本研究計畫之執行，係基於兩個原始動機。

由於國內粒片板工廠慣以取用價廉物不美的木工廠廢料作為原料，因為該原料來源複雜，樹種繁多且粒片形狀不良、多屬飽花、鋸屑、細粉等，所以在製造粒片板時，必須提高含膠率並增加板比重，以使粒片板機械性質達到品質標準。然而比重大、含膠多之粒片板對於加工刀具之壽命却有非常不利之影響。因此，在合於成本原則之條件下，能否以優質純種之粒片摻入原有廢料中製板來達到改善國產粒片板品質的目的，即為本研究計畫的動機之一。又根據林業經營方針，人工造林木應定期施以疏伐，以期促進後伐林木材積與形質的優良生長。然而在現有市場的狀況下，若對本省主要人工造林木柳杉，杉木等施行疏伐作業，其疏伐木將難獲得有利之出處，因而導致疏伐作業滯礙難行。林業學者有鑑於此，嘗或建議用疏伐木作為粒片板廠之原料，而為疏伐木尋找有利之出處。為探討此項建議與構想是否可行，乃是本研究計畫動機之二。

然而，以杉木林疏伐木製造粒片板之經濟性，

已有陳載永氏（1979）探討過。其研究報告中指出，以杉木原木製造粒片板是不經濟的。又王松永氏等（1986）曾以柳杉粒片按比例與國產粒片板原料混合使用，並探討對國產粒片板加工性之改善情形。其結論為國產粒片板原料如混入50%之柳杉粒片，則可降低密度及用膠量，並可維持符合中國國家標準之強度。

照說，綜合上述兩篇研究報告之結果，應不難判斷利用小徑杉木為粒片板廠原料之可行。然而，一則因為上述兩篇報告之討論，仍較偏重於學術性；二則粒片板業界仍然感覺到改善粒片板品質及確保料源需求之壓力，而樂於主動參與類似但以實用為導向之研究計畫。有鑑於此，擬訂本研究計畫之目的乃在於不提高原料成本之原則下，探討可否以單純樹種之粒片與廢料粒片混合使用製板，而獲得改善國產粒片板品質（即減輕板比重、降低含膠率）之效果。

二、試驗設計

(一)材 料

1.粒片：試驗所用之粒片包括下列三種

(1) 廢料粒片：係取自於粒片工廠可供直接製板之粒片。

(2) 杉木粒片：杉木取自於林試所蓮花池分所15年生之人工林，胸高直徑為10~15cm。

(3) 合歡粒片：係麻六甲合歡粒片之簡稱，麻六甲合歡由東南亞進口，平均直徑在20cm以下，運抵臺中港時，其含水率保證在30%以下。合歡與杉木之比重相近，皆在0.40左右。

以上杉木及麻六甲合歡係將原木運回實驗室後，經過切片機 (Chipper) 及粒片切削機 (Flaker) 處理成粒片，並經振動篩除去過大粒片而得。各種粒片皆經乾燥至含水率 2~4%，以供製板。粒片之大小及分佈狀態，如表 1 所示。

2. 膠合劑：係採用粒片板工廠所使用之尿素膠，其固形分為60%，硬化劑添加量為0.4%。

(一) 粒片板之備製與測試

1. 粒片板之備製

本試驗之製板條件，以儘可能仿照工廠實際製板之條件為原則。但工廠生產之粒片板係以風選方式將粒片分為三層板胚 (表底兩層多細粉，而較粗大之粒片位於中層) 後，再熱壓成板。所幸本研究為一前瞻性之實驗，其着重於國產粒片板品質較弱之一環即內聚力之改善，而內聚力之大小，多由粒片板之中層結構來決定。所以於實驗工廠所製成之均勻單層粒片板，以仿製國產粒片板之中層為原則。為了達到這個目的，對列於表 1 之廢料粒片係經過篩選除去高比例之細粉 (原廢料粒片中 35mesh 及bottom 兩者共佔58.7%，容積重為201g/l)。

本試驗所製造之粒片板均為 2cm×45cm×45

cm 之單層均質粒片板。含膠率及板比重依試驗因子 (見後節) 之不同而調整。製板時進入熱壓機之粒片含水率約為 8~9%，熱壓溫度為 180°C。分三段加壓，第一段為加壓至預定厚度2cm。所使用壓力為 30kg/cm²，時間為 1分30秒；第二段為 15kg/cm²，2分30秒；第三段為 3kg/cm²，30秒，總計 4分30秒。以上加壓過程係模擬工廠中實際製造過程而設定。

(2) 測試

針對每項試驗因子 (見後節) 所製造之粒片板均為 3 片，參照 CNS 2215 每粒片板均測試抗彎強度，內聚力、厚度膨脹率 (浸水24小時) 及含水率等 4 種性質。各項測試均取 3 個試片 (請圖 1 所示)，每一試片之比重均予量取。

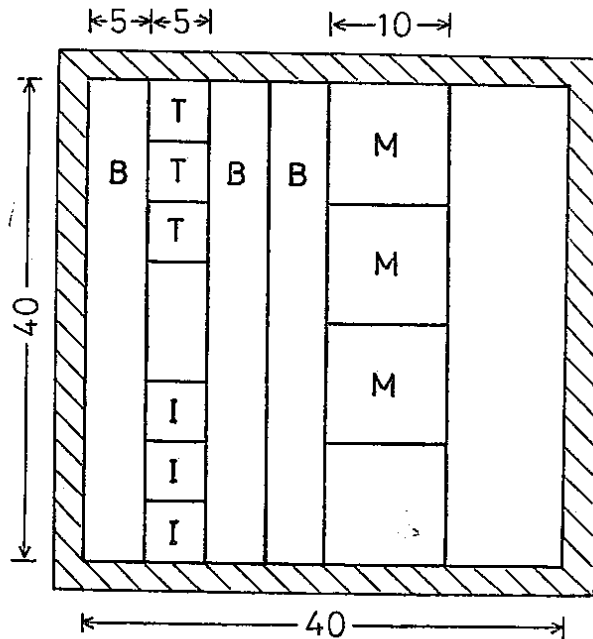


圖 1. 試片製取圖 (cm)

(B: 抗彎強度, T: 厚度膨脹率, I: 內聚力, M: 含水率)

表 1: 試驗用粒片之性質

粒片種類	粒片大小分佈 (%)							容積重(g/l)
	6 mesh	10 mesh	14 mesh	18 mesh	20 mesh	35 mesh	bottom	
工廠廢料	4.4	12.7	19.8	9.9	8.8	26.6	17.8	180
杉木	2.4	19.5	31.0	11.1	8.8	17.1	10.1	64
麻六甲合歡	2.0	27.8	24.9	10.1	7.2	16.1	7.3	67

(二) 試驗因子

1. 單種粒片

本項實驗係為瞭解使用 100% 單種粒片所製之板，是否優於廢料粒片板。所以在本項目中，共測試了 4 種粒片板，即廢料粒片板，杉木粒片板，合歡粒片板及國產三層粒片板，前三者設定之板重量均相同，含膠率為 10.5%。

2. 混合粒片（依重量比例混合）

即將比重 0.70 廢料粒片板重量之 15、30、50%，分別以相同重量之杉木粒片或合歡粒片取代製板。含膠率為 10.5%。

3. 降低板比重

此為經過上述二項實驗獲知結果後而進行之第二階段實驗。其主要目的為了瞭解隨滲入單種粒片之比例增加（15、30、50、100%）而板比重逐次遞減（0.65、0.60、0.55、0.50）的情況下，粒片板之品質是否受到影響。在此項試驗中，僅以合歡粒片按上述重量混合比與廢料粒片混合製板，而達到降低板比重之目的。

4. 降低含膠率

此為完成上述三項實驗後之第三階段試驗。即由上述實驗之結果，決定以重量混合比 30%，將杉木粒片，合歡粒片與廢料粒片混合，含膠率由原來之 10.5%，降低為 9、8、7%，同時為了比較，廢料粒片板亦同樣地降低含膠率。

三、結果與討論

本研究所有測試之結果皆列於附錄 1 中。以下就各試驗因子之影響，分項逐一討論。然而，有一點必須事先說明與強調的，是本研究所探討之粒片板品質改善，係著重於內聚力，所以各試驗因子中之品質比較，將以 100% 廢料粒片板之內聚力 8.6 kg/cm^2 作為基準。即混合粒片板之內聚力應高於 8.6 kg/cm^2 ，方可視為達成改善之效果。

(一) 單種粒片

以成本而論，目前粒片板廠所使用之廢料粒片

雷永康等—以小徑杉木為粒片板廠原料之可行性

，絕乾後每噸價格為 1100 元，相同條件下之合歡粒片為 2200 元，杉木粒片為 4000 元，上述三種粒片之成本價格，將另在原料成本分析之項目中詳加說明。由於原料成本差距甚大，若單以合歡或杉木製造粒片板，以目前來看，是絕對不切實際。但本項試驗中，仍以單種之合歡或杉木粒片製板之原因，主要是為了測取基準，以供比較之用。

由附錄 1 之(一)項中，得知杉木粒片板與合歡粒片板之內聚力均比廢料粒片板之 8.6 kg/cm^2 為低。其原因有二，一是由於用膠量係以粒片重量來計算，而杉木與合歡兩種粒片之比重皆較廢料粒片為低（或容積重小，如表 1 所示），所以在製造同重量之粒片板時，須要更多體積之粒片，此致使粒片表面上之含膠量相對減少，並導致內聚力降低。二則是由於杉木與合歡兩粒片中之細粉含量較廢料粒為少。細粉對粒片板具有填充板內空隙之作用。一般而論，在相同的生產條件下，粒片板中細粉含量高者，內聚力也相對較高。在本研究計畫之一附加試驗，亦顯示若在合歡粒片中添加細粉並使得細粉含量與廢料粒片者相同，可使內聚力由 5.6 kg/cm^2 增加為 7.1 kg/cm^2 。

在附錄 1 之各試驗結果中，對於後面幾項之試驗有若干共同之現象，可在此一併提出解析。一是當以相同重量之杉木或合歡粒片取代廢料粒片時，由於單位體積內粒片數重增多，使得浸水 24 小時後之厚度膨脹率遠大於廢料粒片板。此應為低比重粒片製造粒片板之不利因素。二是杉木粒片板與合歡粒片板之抗彎強度，皆較廢料粒片板高出甚多，此係因為前二者在粒片板表層含有較多有助於抗彎之長纖維粒片，而後者則含細粉較多。

(二) 混合粒片

如前所述，單獨使用杉木或合歡製造粒片板時，在成本上不切實際，本項試驗是探討將其與廢料粒片混合使用時，可否達到品質基準（內聚力 8.6 kg/cm^2 ）。

試驗結果顯示（如圖 2）以杉木或合歡粒片製

板，在重量混合比30%內時，均可達到品質基準。

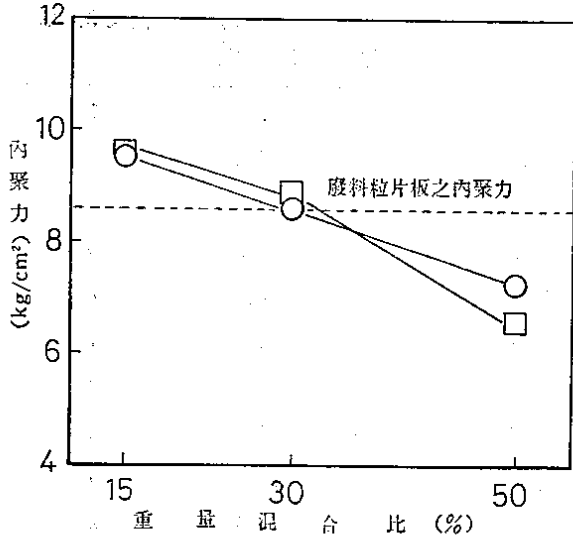


圖2. 杉木粒片 (○)，合歡粒片 (□) 與廢料粒片混合之試驗結果 (含膠率為10.5%)

(三)降低板比重

由上項粒片混合試驗得知，若以比重較低之純杉木或合歡粒片摻入廢料粒片中，可改善廢料粒片板之品質。因此，進探討降低粒片板比重對品質之影響。在本項試驗中即按不同之重量比例，將合歡粒片摻入廢料粒片中製板，並控制粒片板比重。即隨混入純種粒片比例之增加而降低板比重。試驗結果如圖3所示。

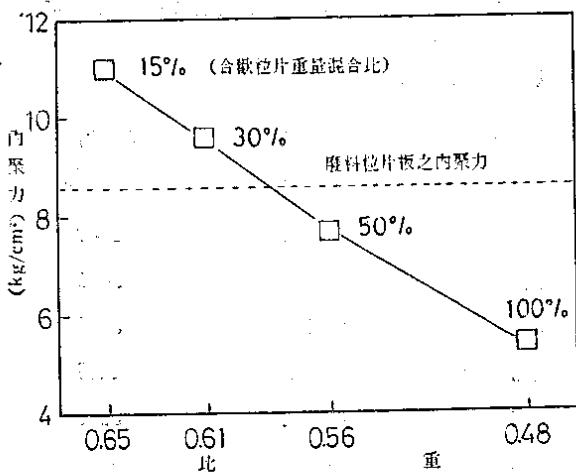


圖3. 合歡粒片與廢料粒片混合使用降低板比重之試驗結果

由圖3可知，純種粒片重量混合比在30%以內時，只要板比重不低於0.61則可達到品質基準。然重量混合50%，比重降至0.56時，其內聚力仍相當

接近基準值。杉木粒片雖無進行本項試驗，但從杉木之粒片大小、形態及上二項之實驗結果，均與合歡粒片具有極相似之處，推測杉木若進行本項試驗，其結果應與圖3合歡粒片相近。

(四)降低含膠率

粒片板中含膠量過高除了對刀具壽命不利外，同時也增加了製造成本（膠水費用佔製造總成本之25%）。由上項試驗結果（如圖3）得知，若將30%之廢料粒片以同重量之合歡粒片取代製板時，其品質尚可超出基準值（8.6kg/cm²）。所以在不損及內聚力的前題下，是否能再降低含膠率，即成為本項試驗探討之目的。試驗之杉木粒片或合歡粒片，與廢料粒片的重量混合比均定為30%，並分別測試將含膠率降為9、8、7%之粒片板。測試結果如圖4所示。

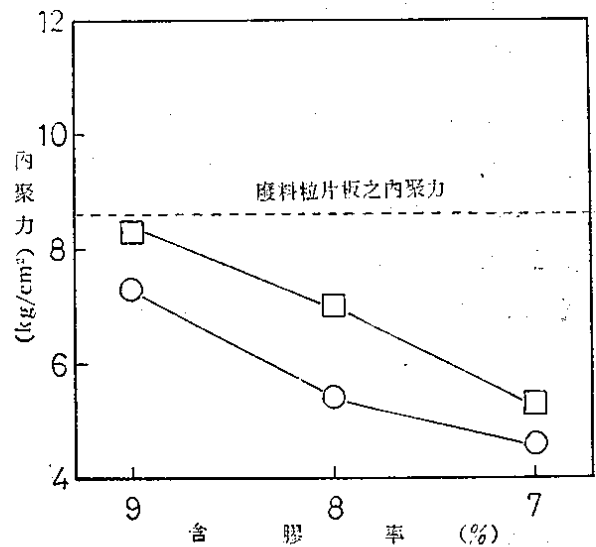


圖4. 降低含膠率之試驗結果

(○：杉木粒片30%，廢料粒片70%)
(□：合歡粒片30%，廢料粒片70%)

由圖4可知，當含膠率降至9%時，將杉木或合歡粒片與廢料粒片混合製板時，混合粒片板之內聚力，相當接近廢料粒片板之內聚力 8.6kg/cm²，且經統計方法檢定，其誤差在0.01之水準仍不顯著。

(五)原料成本分析

綜合附錄1之試驗結果及上述各節之討論，茲將符合內聚力要求之各種粒片板列於表2，並將其依原料成本之高低而排名。表2之原料成本僅包括

表 2：粒片板內聚力符合要求之原料成本與排名

編號	粒片種類與重量混合比 (%)			含膠率 (%)	比重	內聚力 (kg/cm ²)	原料成本 (元/m ³)	低成本排名
	廢料	杉木	合歡					
1	100			10.5	0.69	8.6	1647	5
2	85	15		10.5	0.67	9.5	1844	8
3	70	30		10.5	0.66	8.6	2057	10
4	85		15	10.5	0.67	9.6	1692	6
5	70		30	10.5	0.67	8.9	1785	7
6	85		15	10.5	0.65	11.0	1642	4
7	70		30	10.5	0.61	9.6	1625	3
8	50		50	10.5	0.56	7.7 ⁽¹⁾	1595	1
9	70	30		9	0.64	7.3 ⁽¹⁾	1887	9
10	70		30	9	0.65	8.3 ⁽²⁾	1618	2

(1) 經 t 檢定在 0.01 之水準下與編號廢 1 料粒片板差異不顯著。

(2) 經 t 檢定在 0.1 之水準下與編號 1 廢料粒片板差異不顯著。

膠水與粒片。膠水之成本依市價 10 元/kg (固形分 60%) 計算，絕乾粒片成本為廢料 1100 元/噸，合歡 2200 元/噸，杉木 4000 元/噸。廢料粒片成本是根據工廠統計之結果。合歡粒片之成本根據合歡原木 (直徑 20cm 以下) 進口到臺中港價格每噸 35 美元，若以匯率 36 元/美元計算，則合歡原木進口價格為 1260 元/噸；因其含水率保證在 30% 以下

，換算成絕乾價格應為 1260 元/噸 ÷ 0.7 = 1800 元/噸，加上絕乾粒片每噸需 400 元之運費與處理費，故合歡之絕乾粒片價格為 2200 元/噸。而杉木之價格根據林務局各地區原木價格之月報表為 2500 ~ 2700 元/M³，此係杉木之平均價格，而杉木之實際市場價格因直徑及長度而異，因其中長材可供建築使用，故僅採用杉木之最低價格 1440 元/M³ (

表 3：嘉義地區杉木批發價格 (民國 75 年 7 月)

長度 (m)	直徑 (cm)	價格 (元/m ³)	長度 (m)	直徑 (cm)	價格 (元/m ³)
0.8	7 以上	1440	3.6	8 ~ 14	2880
1.2	7 以上	1440	3.6	15 ~ 17	3060
1.8	3 ~ 14	1620	3.6	18 以上	3240
1.8	15 ~ 17	2160	4.2	7 ~ 9	4140
1.8	18 以上	2340	4.2	10 ~ 14	3240
2.4	3 ~ 7	2880	4.2	15 ~ 17	3240
2.4	8 以上	2160	4.8	7 ~ 14	2700
3.0	3 ~ 7	3600	4.8	15 ~ 17	2880
3.0	7 以上	2700	6.0	12 以上	2880
3.6	3 ~ 8	2780	7.2	12 以上	2880

見表 3) 來計算杉木粒片成本。同時假設杉木之絕乾比重為 0.4, 亦即每立方公尺之杉木絕乾重為 400 kg, 故杉木之絕乾價格為 1440 元/噸 ÷ 0.4 = 3600 元/噸, 再加上每噸絕乾粒片需 400 元之運費與處理費, 因此杉木絕乾粒片之價格為 4000 元/噸。

由表 2 得知廢料粒片板之原料成本為 1674 元/M³ (其計算方法, 詳列於附錄 2), 名列第 5, 而名列第 1 至第 4 者均為合歡粒片與廢料粒片混合使用, 在降低粒片板比重或含膠率之情況下所獲得。相反地, 若不降低比重或含膠率而使用合歡粒片混合時, 仍不能達到降低原料成本之效果, 如編號 4 與 5, 其排名為 6 與 7。研究雖未對杉木粒片進行隨混合比增加而降低比重之試驗, 但前已述及, 其試驗結果應與合歡粒片者相近。以編號 8 排名第 1 之合歡粒片混合 50%, 比重降至 0.56 者為例, 若以杉木粒片代替合歡粒片時, 計算其原料成本則為 2018 元/M³, 仍然較廢料粒片板者高出甚多。同時杉木粒片 30% 與廢料粒片 70% 混合, 含膠率降至 9% 時, 其原料成本亦仍較廢料粒片板者高出甚多, 如表 2 編號 9 所示。

綜合以上之討論, 合歡粒片對於國產粒片板具有改善品質與降低原料成本之效果, 而杉木粒片雖具改善品質之效果, 即使完全不考慮其來源及獲取量之實質限制, 僅以每立方公尺 1440 元之杉木最低價格, 已使得原料成本偏高而不符製造經營之原則。由此可見, 在短期內小徑杉木能成為國產粒片板原料之可行性不大。

四、結 論

本研究計畫係探討能否以比重較低之省產杉木或進口麻六甲合歡所製之粒片, 與國內粒片板廠所使用之廢料粒片混合使用, 而達到改善國產粒片板品質之目的, 進而為疏伐杉木尋求合理之用途及市場。

試驗結果顯示, 由於杉木與麻六甲合歡比重相近, 且兩者所製得之粒片大小、分佈亦相似, 故與廢料粒片混合使用時, 對降低國產粒片板之比重與含膠率均可獲得良好之效果。然而基於成本因素之考慮, 合歡粒片可降低原料成本, 杉木粒片則否, 此乃因為杉木之價格較進口麻六甲合歡高出甚多, 且杉木之持續供應量問題, 更為主要之限制因素。因此, 以現階段而言, 不論欲以小徑杉木充為粒片板之部分原料, 以改善國產粒片板品質或藉以開發杉木利用之市場, 皆不俱實質意義。

本研究結果指出: 若能以到廠價格在 2200 元/噸之麻六甲合歡粒片 (含水率 30% 以下), 以 30% 之重量比摻入廢料粒片中製造比重為 0.66。含膠量 9% 之混合粒片板, 當可獲致改善國產粒片板品質而不增加原料費用之效果。

參 考 文 獻

1. 王松永 陳柏璋, 1986. 柳杉粒片應用於改善國產粒片板加工性研究. 林產工業 5(1):2-14.
2. 陳載永, 1978. 杉木林疏伐木全株製造粒片板之試驗, 中華林學季刊 12(1):65-86.

附錄 1. 各種試驗之結果

試驗別	粒片種類與重量混合比 (%)	含膠率 (%)	內聚力 (kg/cm ²)	抗彎強度 (kg/cm ²)	厚度膨脹率 (%)	含水率 (%)
(一)單種粒片	廢料: 100	10.5	8.6±1.4 (0.69±0.02)*	147.5±14.7 (0.69±0.02)	12.98±0.82 (0.68±0.01)	8.18±0.25 (0.70±0.01)
	杉木: 100	10.5	4.8±0.5 (0.68±0.01)	226.5±19.8 (0.68±0.01)	27.53±2.32 (0.63±0.01)	8.72±0.29 (0.73±0.03)
	合歡: 100	10.5	5.6±1.1 (0.65±0.02)	206±19.5 (0.65±0.02)	21.86±1.37 (0.65±0.02)	8.07±0.39 (0.68±0.05)
	國產粒片板	10.5	7.0±0.8 (0.74±0.02)	166.2±17.1 (0.75±0.02)	17.69±1.34 (0.74±0.02)	8.32±0.26 (0.75±0.02)
(二)粒片混合	廢料: 85 杉木: 15	10.5	9.5±1.3 (0.67±0.02)	152.3±12.4 (0.67±0.02)	14.62±0.68 (0.67±0.02)	8.84±0.34 (0.68±0.01)
	廢料: 70 杉木: 30	10.5	8.6±0.8 (0.66±0.02)	159.8±15.6 (0.66±0.02)	16.81±0.79 (0.66±0.02)	8.57±0.21 (0.67±0.02)
	廢料: 50 杉木: 50	10.5	7.3±1.1 (0.65±0.02)	17.6±17.9 (0.65±0.01)	19.03±0.44 (0.65±0.01)	8.02±0.02 (0.64±0.01)
	廢料: 85 合歡: 15	10.5	9.6±1.7 (0.67±0.02)	151.4±12.9 (0.67±0.01)	15.80±0.87 (0.67±0.02)	7.98±0.51 (0.68±0.01)
	廢料: 70 合歡: 30	10.5	8.9±1.8 (0.67±0.01)	166.5±20.2 (0.67±0.02)	16.16±0.86 (0.66±0.02)	7.84±0.13 (0.67±0.02)
	廢料: 50 合歡: 50	10.5	6.6±1.0 (0.66±0.01)	159.6±17.5 (0.65±0.03)	17.99±0.50 (0.65±0.01)	8.16±0.37 (0.66±0.01)
(三)降比重	廢料: 85 合歡: 15	10.5	11.±1.0 (0.65±0.02)	152.4±16.3 (0.65±0.02)	14.16±0.77 (0.65±0.03)	7.89±0.30 (0.66±0.03)
	廢料: 70 合歡: 30	10.5	9.6±1.0 (0.61±0.02)	137.1±22.0 (0.61±0.03)	15.08±0.63 (0.60±0.03)	8.23±0.48 (0.63±0.02)
	廢料: 50 合歡: 50	10.5	7.7±0.8 (0.56±0.02)	139.6±17.1 (0.56±0.02)	16.15±0.60 (0.56±0.02)	8.07±0.29 (0.56±0.03)
	合歡: 100	10.5	5.4±0.7 (0.48±0.02)	131.7±15.2 (0.50±0.02)	18.30±1.10 (0.50±0.02)	8.10±0.36 (0.50±0.02)
(四)降膠率	廢料: 100	9.0	7.9±1.7 (0.66±0.02)	119.9±19.4 (0.65±0.02)	17.15±0.56 (0.65±0.02)	6.70±0.20 (0.68±0.02)
	廢料: 100	8.0	8.1±0.6 (0.66±0.02)	121.0±10.7 (0.65±0.01)	17.47±0.71 (0.65±0.02)	6.03±1.18 (0.66±0.02)
	廢料: 100	7.0	6.1±1.0 (0.62±0.03)	99.1±16.0 (0.63±0.02)	20.46±0.69 (0.64±0.01)	6.47±0.21 (0.66±0.02)
	廢料: 70 杉木: 30	9.0	7.3±0.7 (0.64±0.01)	144.1±14.2 (0.64±0.02)	20.67±0.75 (0.64±0.01)	6.42±0.24 (0.64±0.01)
	廢料: 70 杉木: 30	8.0	5.4±0.6 (0.60±0.02)	112.8±12.9 (0.60±0.02)	24.22±1.01 (0.60±0.01)	6.13±0.30 (0.61±0.02)
	廢料: 70 杉木: 30	7.0	4.6±0.6 (0.58±0.02)	113.4±14.3 (0.59±0.02)	24.14±0.88 (0.61±0.02)	6.45±0.27 (0.60±0.02)
	廢料: 70 合歡: 30	9.0	8.3±0.9 (0.65±0.03)	154.1±14.9 (0.65±0.03)	18.64±0.98 (0.66±0.03)	8.03±0.33 (0.66±0.01)
	廢料: 70 合歡: 30	8.0	7.0±0.3 (0.62±0.01)	124.2±17.1 (0.63±0.03)	20.99±0.45 (0.63±0.01)	7.95±0.32 (0.66±0.01)
	廢料: 70 合歡: 30	7.0	5.3±0.2 (0.61±0.01)	106.9±17.3 (0.61±0.03)	22.15±0.94 (0.61±0.02)	8.00±0.21 (0.63±0.01)

括號內之數字為比重

附錄 2：粒片板原料成本分析

編號	粒片種類與 重量混合百分比			含膠率 (%)	比重	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	廢料	杉木	合歡			絕乾粒片 每噸之成本 (元)	絕乾粒片 每噸用膠本 成 (元)	原料成本 (元)	絕乾粒片 每噸可生產 粒片板體積 (m ³)	原料成本 (元/m ³)
1	100			10.5	0.69	1100	1750	2850	1.730	1647
2	85	15		10.5	0.67	1535	1750	3285	1.781	1844
3	70	30		10.5	0.66	1970	1750	3720	1.808	2057
4	85		15	10.5	0.67	1265	1750	3015	1.781	1692
5	70		30	10.5	0.67	1430	1750	3180	1.781	1785
6	85		15	10.5	0.65	1265	1750	3015	0.836	1642
7	70		30	10.5	0.61	1430	1750	3180	1.956	1625
8	50		50	10.5	0.56	1650	1750	3400	2.131	1595
9	70	30		9.0	0.64	1970	1500	3470	1.839	1887
10	70		30	9.0	0.65	1430	1500	2930	1.811	1618

(1)= Σ (絕乾粒片每噸之價格 \times 該粒片混合百分比)

廢料：1100元 杉木：4000元 合歡：2200元

(2)=膠水價格 \times (含膠率 \div 膠水固形百分率) \times 1000公斤/噸 膠水價格：10元/公斤

(3)=(1)+(2)

(4)= [(絕乾粒片重量+膠水固形分重量) \times (1+0.08)] \div 比重

0.08係設定粒片板之含水率均為8%

(5)=(3) \div (4)