

## 速生木材製造建築用粒片板之適用性<sup>1)</sup>

### I. 杉木、麻六甲合歡及山黃麻製造長薄片型與方薄片型粒片板

陳載永<sup>2)</sup>

摘要：長薄片型及方薄片型粒片板之靜曲破壞強度約為一般裂片型粒片板之 2.2 ~ 2.6 倍；長薄片型粒片板之靜曲破壞強度高於方薄片型粒片板約 6 ~ 17%，定向排列粒片板之靜曲破壞強度又高於長薄片型粒片板。粒片排列對其粒片板螺絲釘保持力之影響不顯著。以非破壞性應力波計時儀而測定之彈性係數較以破壞性萬能試驗機測定者約低 12.5 ~ 15.1 %。

〔關鍵詞〕：長薄片型粒片板，方薄片型粒片板，定向排列粒片板，非破壞性測定，應力波計時儀。

#### 一、前言

提高速生木材之利用價值及利用率為本省林業界及木材工業界目前重要課題之一，分析速生木材之基本性質而研究製造建築用粒片板是為可行方法之一。鑑於本省對於建築用粒片板之研究，惟國外之研究而積極試驗<sup>(1,2,5,6)</sup>。於是本計畫，乃將分四年完成十二種速生木材製造建築用粒片板之基本性質分析與適用性之研究。

本篇僅就杉木、麻六甲合歡及山黃麻製造長薄片型粒片板 (Flakeboard) 及方薄片型粒片板 (Waferboard) 報告之。

#### 二、試驗材料

(一)、杉木 (China fir, *Cunninghamia*

*lanceolata* Hook)，56-57 年生，直徑 20 ~ 30 cm，取自中興大學惠蓀林場第三林班。73 年伐採。

(二)、麻六甲合歡 (*Falcate leaved albizzia*, *Albizzia falcata* Backer)，11-12 年生，胸徑 20-32 cm，樹高 18-28 m，74 年 12 月 7 日伐於中興大學新化林場第一林班。

(三)、山黃麻 (*India-Charcoal trema*, *Trema orientalis* Blume)，14-15 年生，胸徑 24-34 cm，樹高 15-20 m，74 年 10 月 17 日伐於中興大學惠蓀林場 1-2 林班。

(四)、膠合劑為商用尿素甲醛樹脂，勝一化工公司製造，取自振昌興業公司豐原廠，固體含量 (Solid content) 60 ~ 61 %。

1) 行政院國科會補助專題研究計畫，NSC 75-0409-B005-04。

2) 國立中興大學森林學系教授。

### 三、試驗方法

(一)、長薄片型粒片 (Flakes) 與方薄片型粒片 (Wafers) 之準備，乃採實驗室模式製切，先將原木鋸除邊皮材而成角材，隨之將角材平切為厚度 0.5 mm 之單板 (Veneer)，繼之將該單板以帶鋸機 (Band scroll saw) 裁鋸成長度約 75 mm 及寬度約 10 mm 之長薄片型粒片；另一部份單板則裁成長度與寬度約同為 40 mm 之方薄片型粒片。此兩種粒片物均經乾燥至含水率 3% 而備用。

(二)、為瞭解此等粒片物在壓製粒片板過程中，其粒片尺寸之變化情形，則以頻度累積和分佈法 (Cumulative distribution) 求粒片尺寸之分佈與平均值。

(三)、粒片板製造之共同條件：用膠量 7%；熱壓溫度 140°C ~ 150°C；熱壓壓力分五段，為 50 - 30 - 20 - 10 - 0 kgf/cm<sup>2</sup>；熱壓時間，每段 2 分，全程 10 分；預定密度分為 0.55 g/cm<sup>3</sup>，0.65 g/cm<sup>3</sup> 及 0.75 g/cm<sup>3</sup>。

(四)、性質測定：以萬能試驗機作傳統式破壞性測定法 (Destructive test) 與以應力波計時儀 (Stress - Wave - Timer) 作非破壞性測定法 (Non - destructive test) 分別測其靜曲破壞強度 (Modulus of Rupture, MOR) 及彈性係數 (Modulus of Elasticity, MOE)；另外測定螺絲釘保持力 (Screw holding strength)，厚度膨脹率 (Thickness swelling) 與吸水率 (Water absorption)。

### 四、結果與討論

(一)、粒片之尺寸 (Dimension of partic-

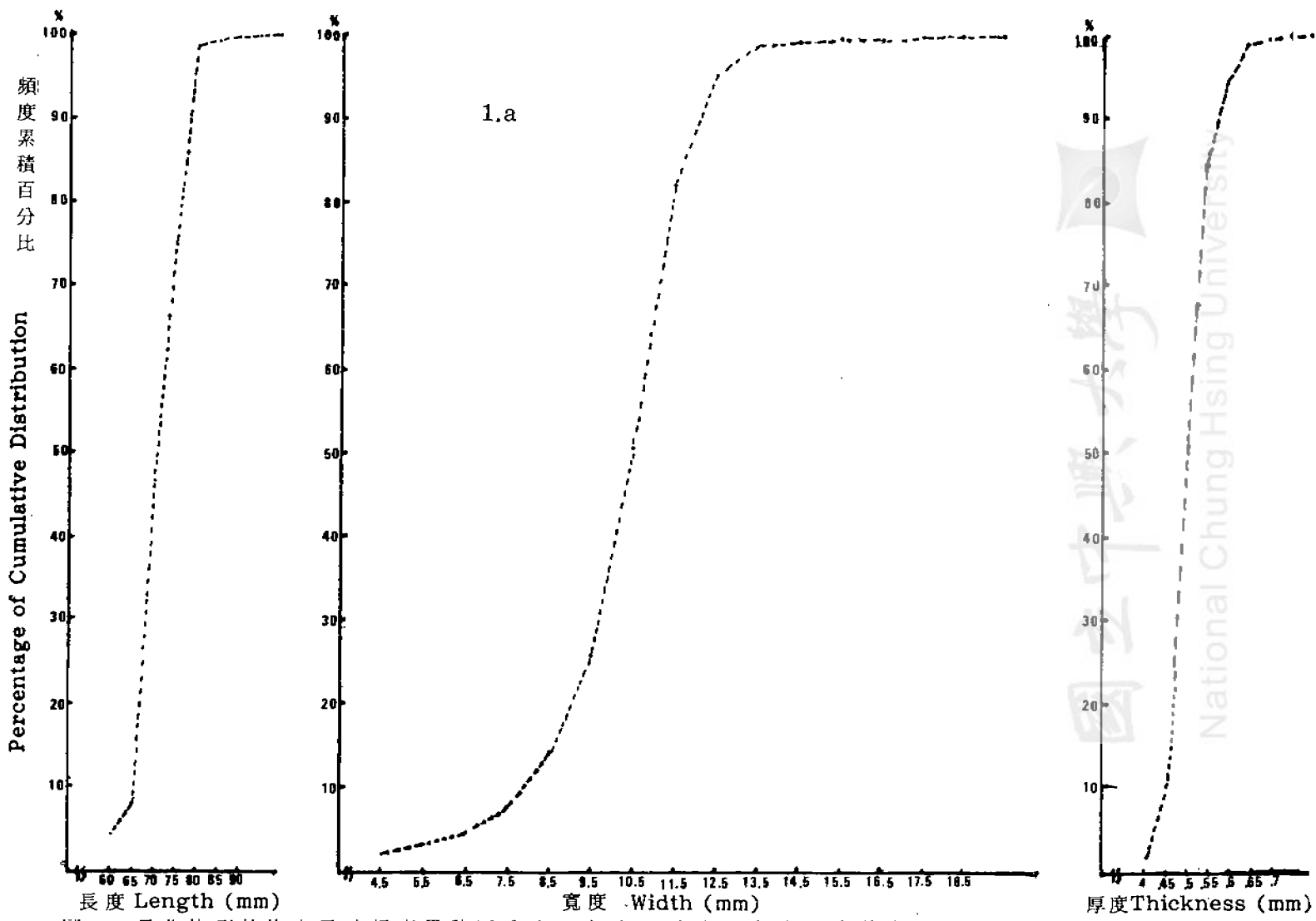
les)：

本實驗三個材種之長薄片型粒片尺寸與方薄片型粒片尺寸之分佈及平均值，以圖 1 及圖 2 表示之。其實際平均值大致與預定平均值吻合，由圖 1 直讀杉木長薄片型粒片之長度約為 71.0 mm，寬度約為 10.5 mm，厚度約為 0.50 mm；麻六甲合歡長薄片型粒片尺寸平均約為長度 75.0 mm，寬度 10.7 mm，厚度 0.48 mm；以及山黃麻長薄片型粒片尺寸平均約為長度 74.0 mm，寬度 12.0 mm 及厚度 0.55 mm。至於方薄片型粒片之幾何形狀，亦可由圖 2 直讀平均值，杉木方薄片型粒片，長度 37.5 mm，寬度 33.0 mm，厚度 0.51 mm；山黃麻方薄片型粒片，長度 42.0 mm，寬度 38.0 mm 及厚度 0.53 mm。各粒片之細長度 (Slenderness) 如表 1 所列。

(二)、靜曲破壞強度 (Modulus of Rupture, Bending Strength)

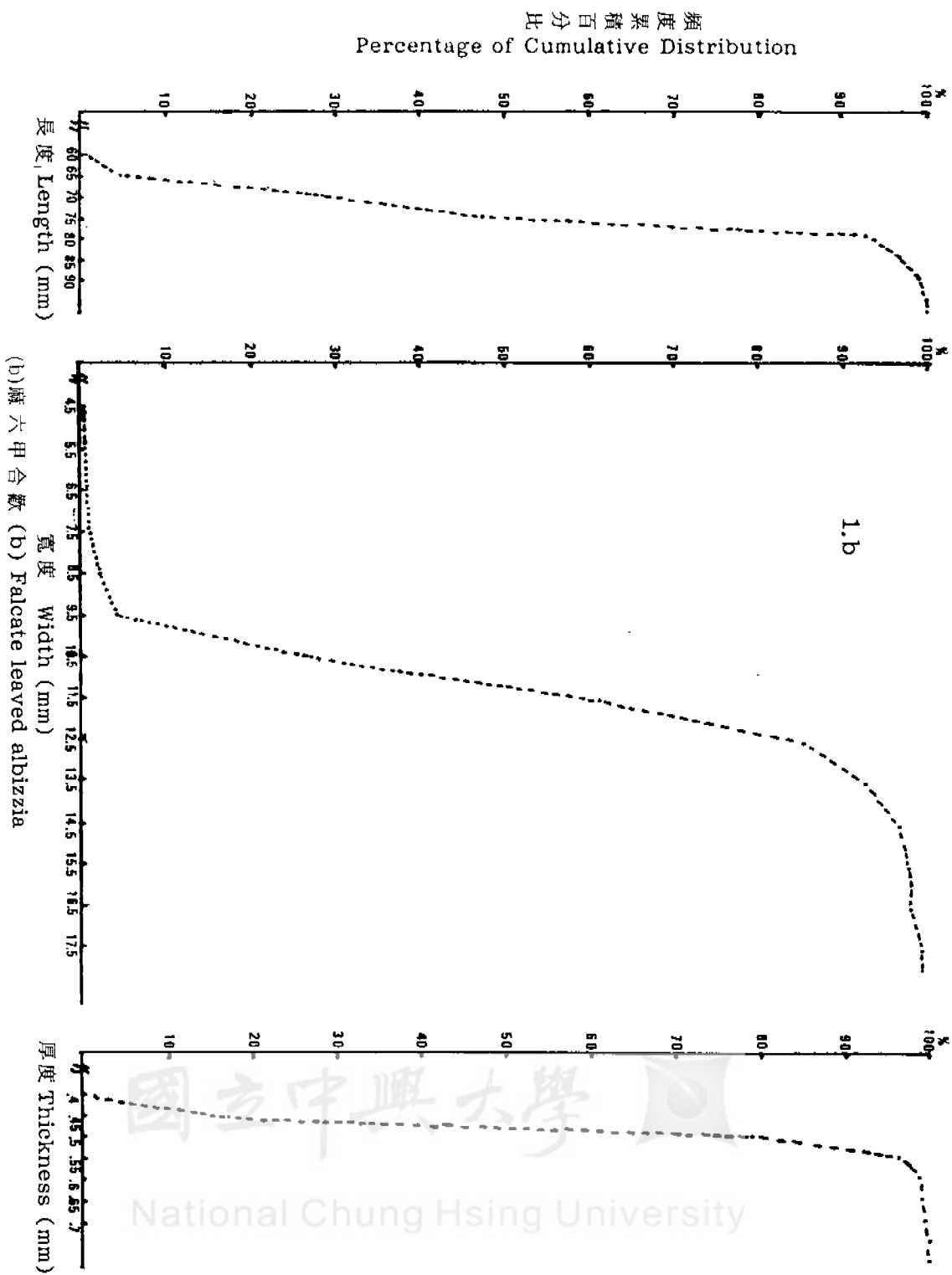
本試驗建築用粒片板靜曲破壞強度與密度之關係，由圖 3 及圖 4 表示之，除麻六甲合歡長薄片型粒片板外，其他各類型粒片板之靜曲破壞強度均與其密度成直線方程式之正相關，惟其  $r$  值偏低。

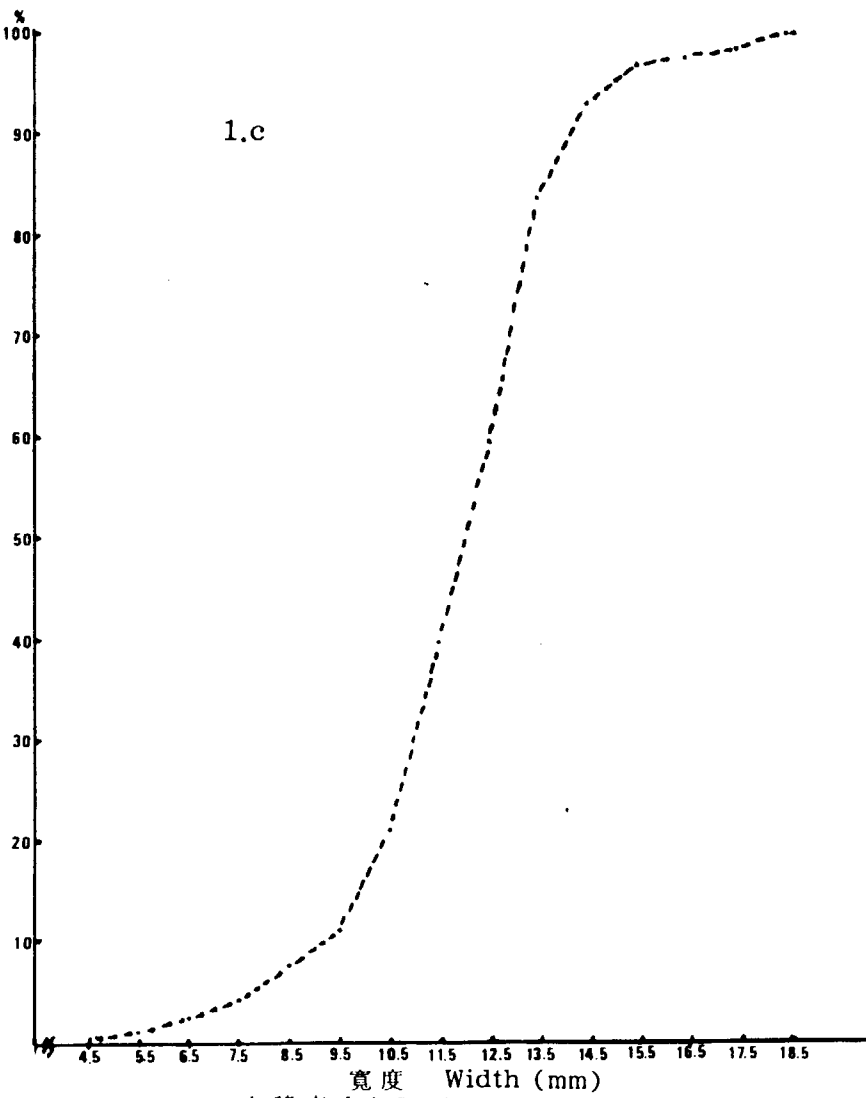
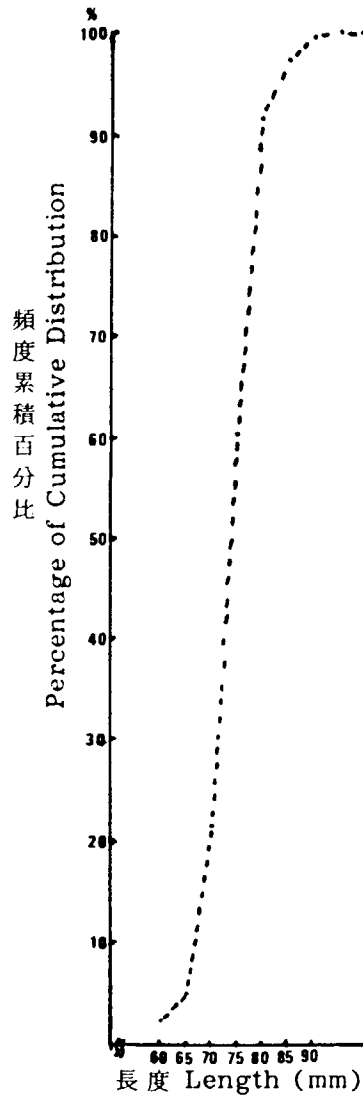
在相同密度情況下，長薄片型粒片板之靜曲破壞強度高於方薄片型粒片板，約 6-17%。以密度 0.65 g/cm<sup>3</sup> 為例，由長薄片型粒片所製得之粒片板，其靜曲破壞強度約為 345 ~ 410 kgf/cm<sup>2</sup>，由方薄片型粒片而製得之粒片板，其靜曲破壞強度約為 325 ~ 350 kgf/cm<sup>2</sup>。此等杉木或山黃麻為原料之長薄片型粒片板與方薄片型粒片板，其靜曲破壞強度為由相同材種之一般裂片型粒片所製得之粒片板 2.2 ~ 2.6 倍 (比較筆者 1979 年杉木及山黃麻全株樹製造粒片板之報告)。



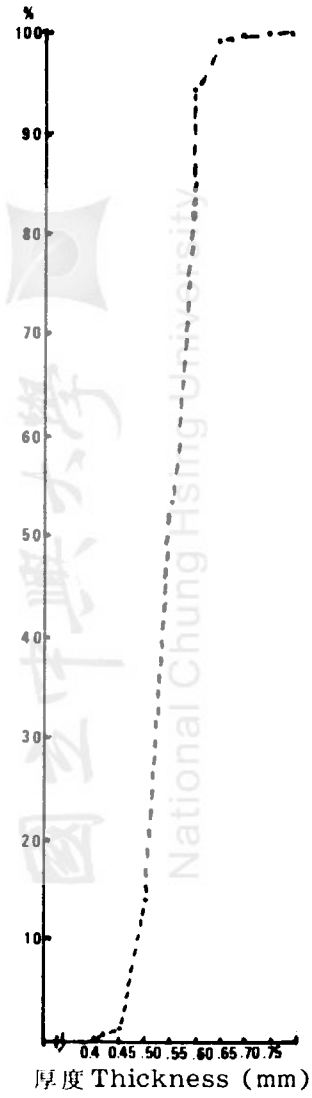
1.a

圖 1：長薄片型粒片之尺寸頻度累積百分比 (a)杉木 (b)麻六甲合歡 (c)山黃麻  
 Fig. 1. Cumulative distribution of Flakes (a) China fir (b) Falcate leaved albizzia (c) India-charcoal trema.





(c)山黃麻 (c) India-charcoal trema.



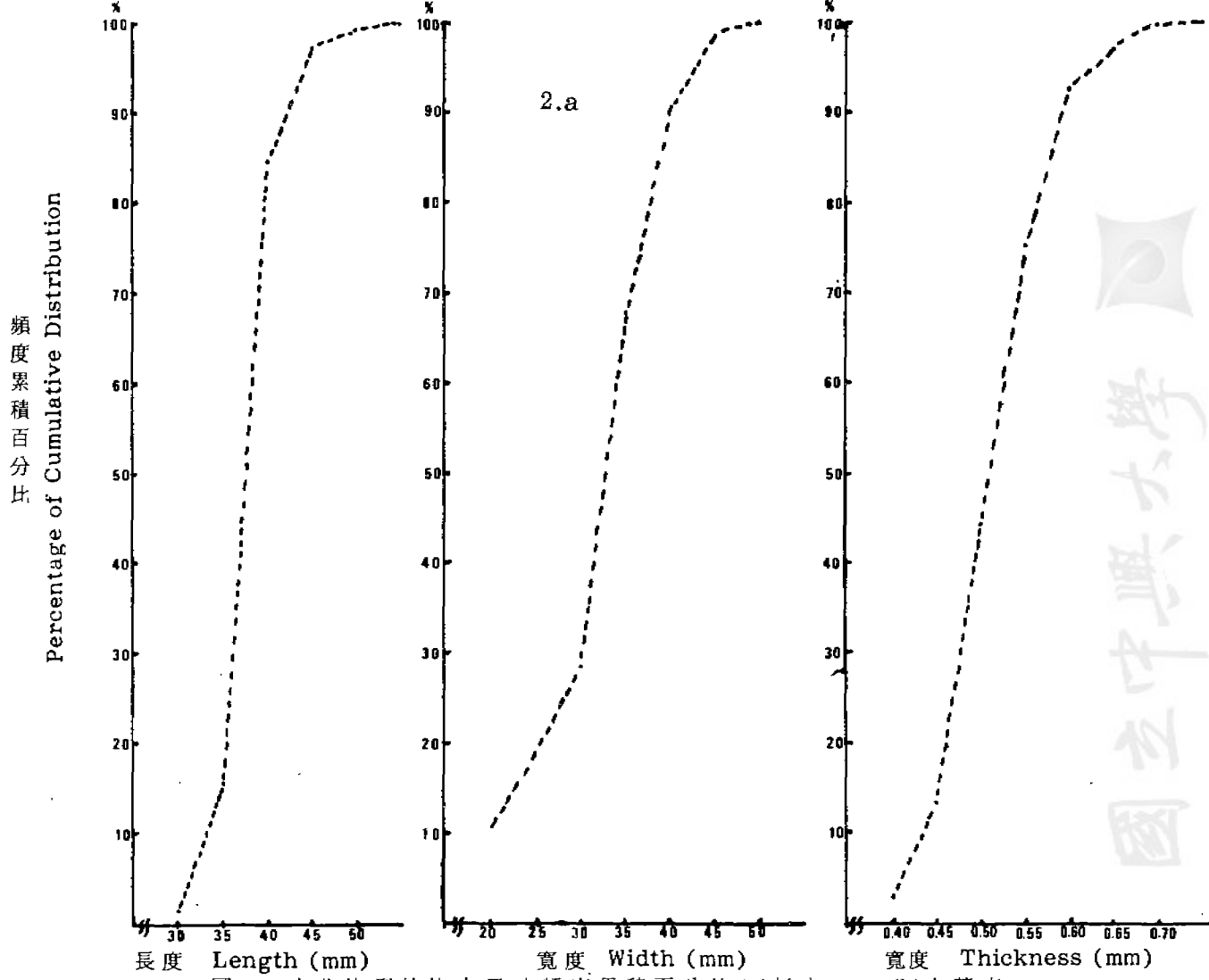
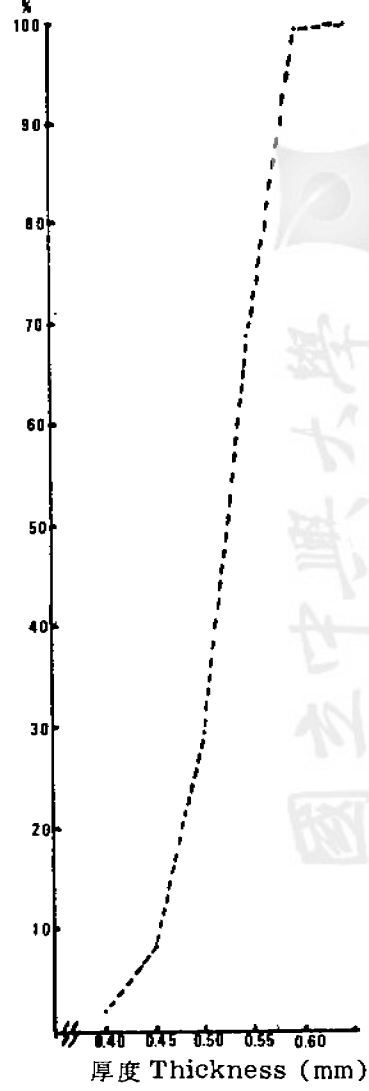
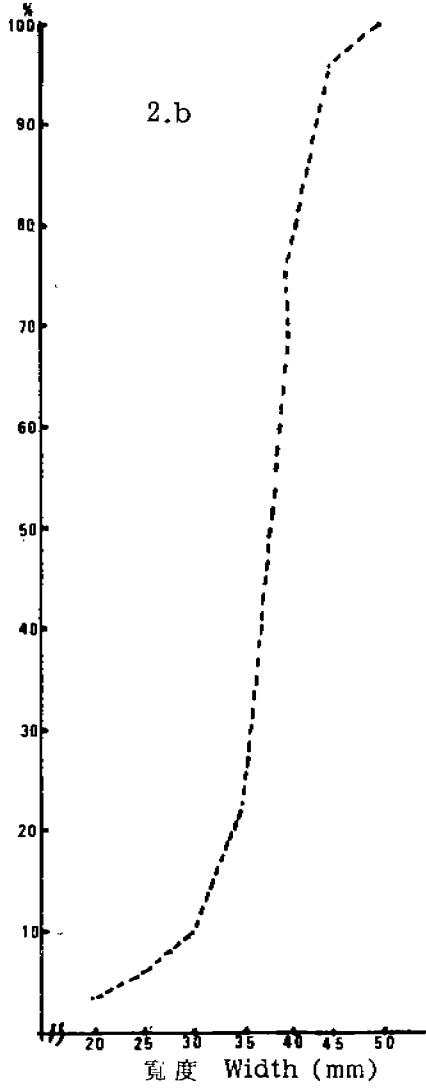
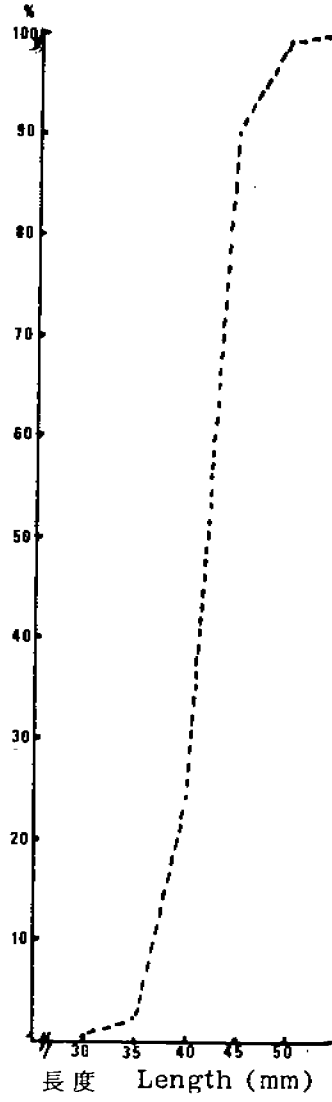


圖 2：方薄片型粒片之尺寸頻度累積百分比 (a) 杉木 (b) 山黃麻  
Fig. 2. Cumulative distribution of wafers (a) China fir (b) India-Charcoal trema



頻度累積百分比  
Percentage of Cumulative Distribution



(b)山黃麻 (b) India-Charcoal tremā

國立中興大學

National Chung Hsing University

表 1：粒片之細長度

Tab.1 : Slenderness of particles

材 種 Wood species	長薄片型粒片 Flakes	方薄片型粒片 Wafers	註 解 Comment
杉 木 China fir	$S_1 = \frac{71.0}{0.5} = 142$ $S_2 = \frac{71.0}{0.5 \times 0.42} = 338$	$S_1 = \frac{37.5}{0.51} = 74$ $S_2 = \frac{37.5}{0.51 \times 0.42} = 175$	$S_1 = \frac{l}{d}$ $S_2 = \frac{l}{d \times r_0}$
麻六甲合歡 Falcate leaved albizzia	$S_1 = \frac{75.0}{0.48} = 156$ $S_2 = \frac{75.0}{0.48 \times 0.34} = 459$	—	S : 細長度 l : 粒片長度 d : 粒片厚度 r <sub>0</sub> : 絕乾比重
山 黃 麻 India-Charcoal trema	$S_1 = \frac{74.0}{0.55} = 135$ $S_2 = \frac{74.0}{0.55 \times 0.40} = 336$	$S_1 = \frac{42.0}{0.53} = 79$ $S_2 = \frac{42.0}{0.53 \times 0.40} = 198$	

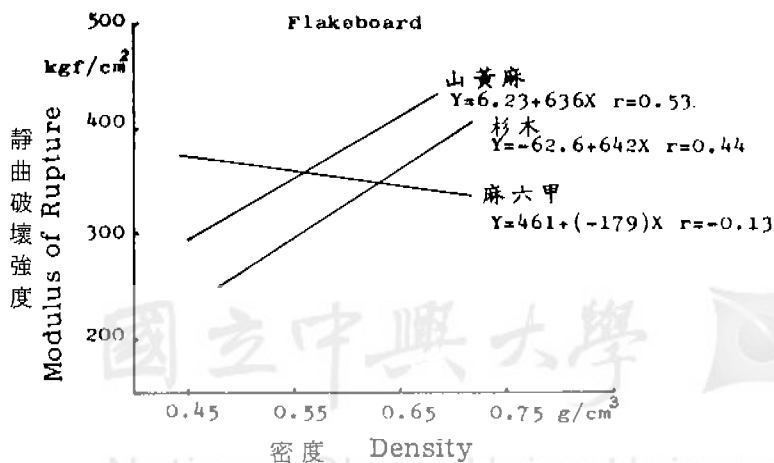


圖 3：長薄片型粒片板之靜曲破壞強度  
Fig. 3. Modulus of Rupture of Flakeboard.

(三)、螺絲釘保持力  
(Screw holding  
Strength) :

本試驗各類型建築用粒片板之螺絲釘保持力，均隨着粒片板密度之增加而增強，亦如靜曲破壞強度呈直線方程式之正相關，其 r 值較高(參照圖 5 及圖 6)。又類似靜曲破壞強度，長薄片型粒片板之螺絲釘保持力高於方薄片



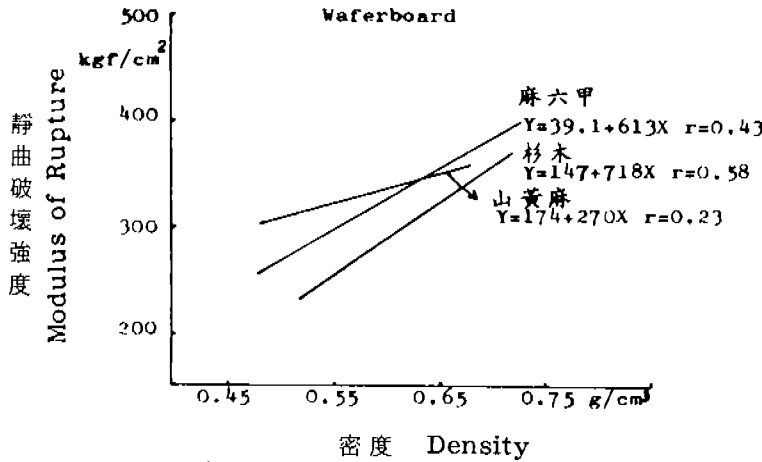


圖 4：方薄片型粒片板之靜曲破壞強度

Fig. 4. Modulus of Rupture of Waferboard.

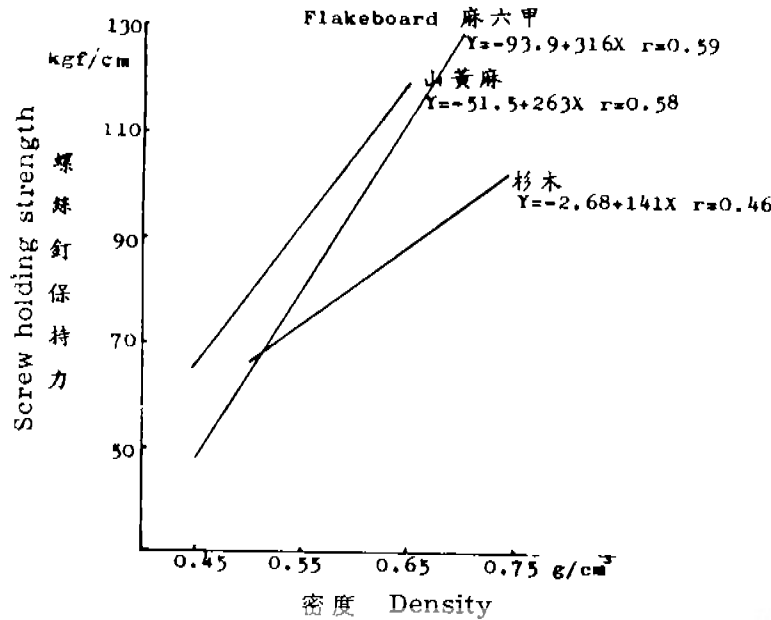


圖 5：長薄片型粒片板之螺絲釘保持力

Fig. 5. Screw holding strength of Flakeboard.

型粒片板。以密度  $0.65 \text{ g/cm}^3$  為例，長薄片型粒片板之螺絲釘保持力平均約為  $89 \sim 120 \text{ kgf/cm}^2$ ，而方薄片型粒片板者平均約為  $85 \sim 102 \text{ kgf/cm}^2$ 。

(四)、厚度膨脹率 (Thickness swelling) 與吸水率 (Water absorption)：

長薄片型及方薄片型粒片板浸水 24 小時後之厚度膨脹率及吸水率分別以圖 7，圖 8，圖 9 及圖 10 表示之。其厚度膨脹率隨密度增加而增加；而吸水率則相反，隨密度增加而減小，此等現象與一般粒片板性質類似。但此等粒片板之厚度膨脹率與吸水率均較市面上之產品高，亦高於中國國家標準 5-13% (CNS2215) 之規定或德國工業標準 6% (DIN 68761) 之規定，乃因本試驗在分析基本性質之原則下，於製造粒片板過程中並未添加防水劑所致。

(五)、破壞性測定 (Destructive test) 與非

破壞性測定 (Nondestructive test) 之彈性係數：

本研究以相同試片，先藉應力波計時

儀 (Stress-Wave-Timer) 作非破壞性測定，而後藉萬能試驗機實施傳統式之破壞性測定。應力波計時儀之原理，乃藉聲

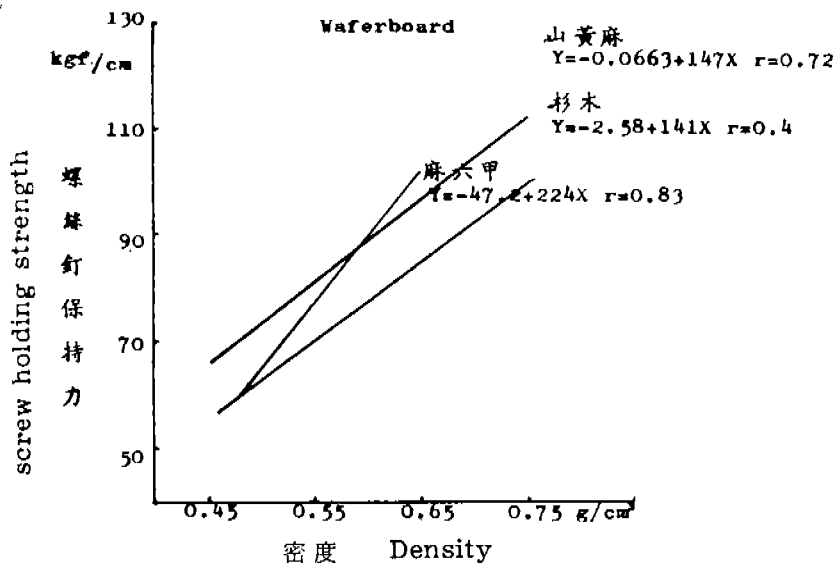


圖 6：方薄片型粒片板之螺絲釘保持力  
 Fig. 6. Screw holding strength of Waferboard.

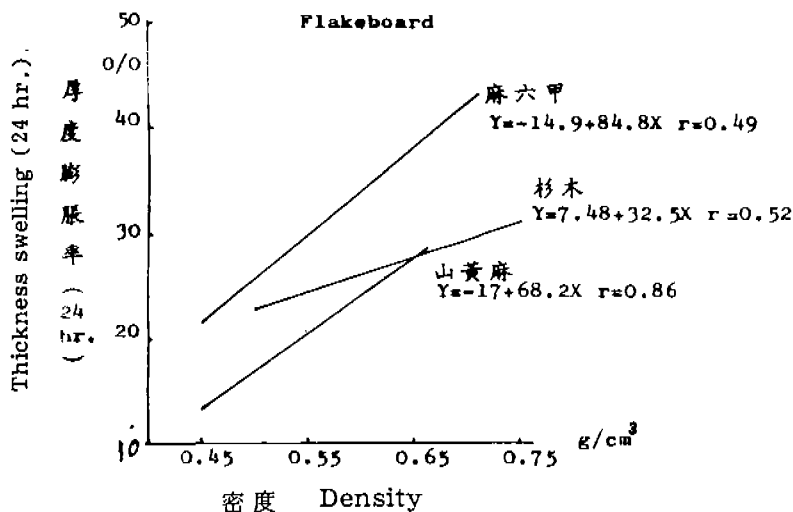


圖 7：長薄片型粒片板之厚度膨脹率  
 Fig. 7. Thickness swelling of Flakeboard.

波之傳遞速度而求彈性係數，即  $E = V^2 \cdot d \cdot \left(\frac{1}{g}\right)$ ，其中  $E$  為粒片板之彈性係數， $V$  為跨距間聲波傳遞速度 (秒)， $d$  為粒片板之密度 ( $g/cm^3$ )， $g$  為重力加速度  $980 cm/sec^2$ 。

本試驗藉萬能試驗機測定長薄片型粒片板與方薄片型粒片板之彈性係數，以圖 11 及圖 12 表示；而以應力波計時儀測定之結果，由圖 13 及圖 14 表示之。以該兩種方法測得之彈性係數均與粒片板密度成正比，並且兩種方法之測定結果，均一致顯示長薄片型粒片板之彈性係數高於方薄片型粒片板。但以此應力波計時儀所測得之彈性係數平均值低於以萬能試驗機所測得者。以密度  $0.65g/cm^3$  為例，由該三個試驗材種而製得之長薄片型粒片板，經傳統式萬能試驗機作破壞性

測定而得之彈性係數，平均約為  $43000 kgf/cm^2$ ，而經應力波計時儀作非破壞性所得者，平均約為  $36500 kgf/cm^2$ 。即由應力

波計時儀所作非破壞性測定而得之結果比由萬能試驗機所作破壞性測定而得者約低 15.1%；在同樣情形下，對方薄片型粒片

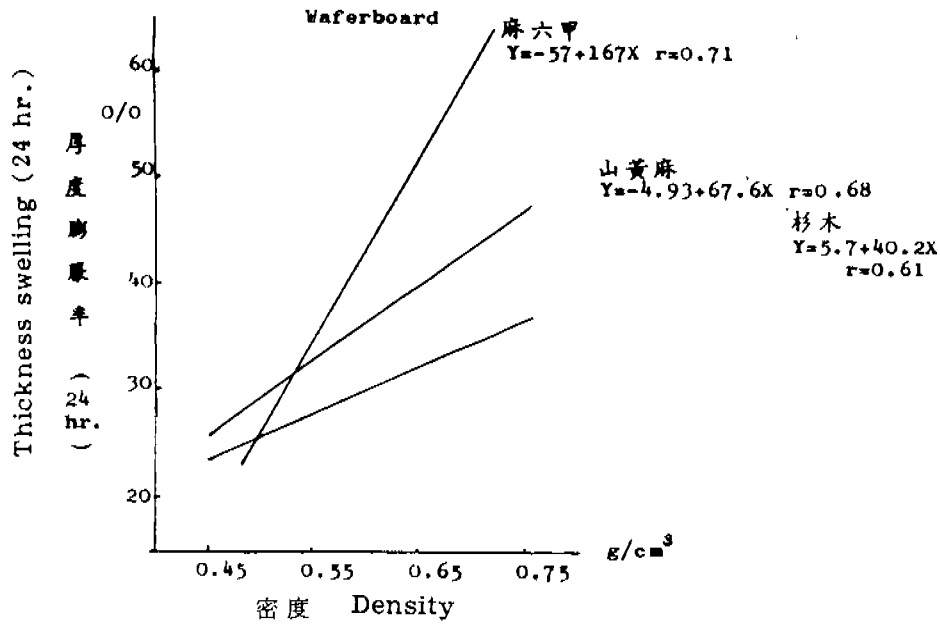


圖 8: 方薄片型粒片板之厚度膨脹率  
 Fig. 8. Thickness swelling of Waferboard.

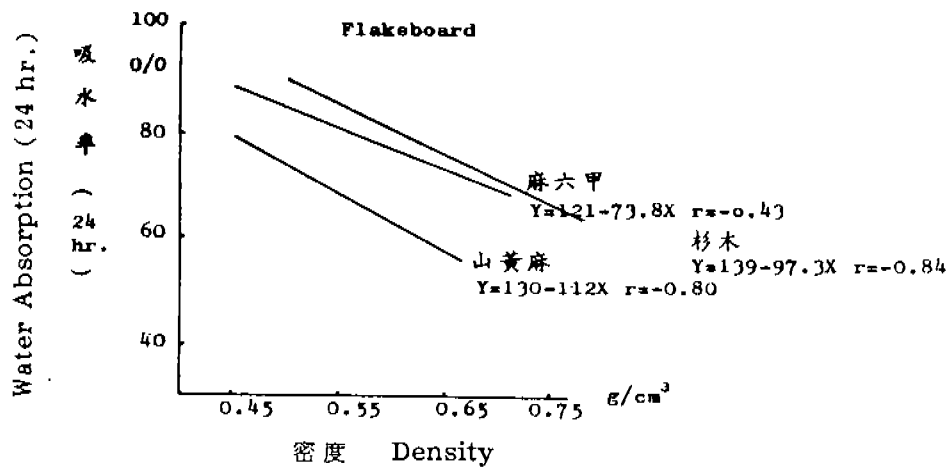


圖 9: 長薄片型粒片板之吸水率  
 Fig. 9. Water absorption of Flakeboard.

板而言，由應力波計時儀而得之測定值 (40000  $kgf/cm^2$ ) 約低 12.5%。但是低密度 (35000  $kgf/cm^2$ ) 較由萬能試驗機而得者 密度之方薄片型粒片板則不然。

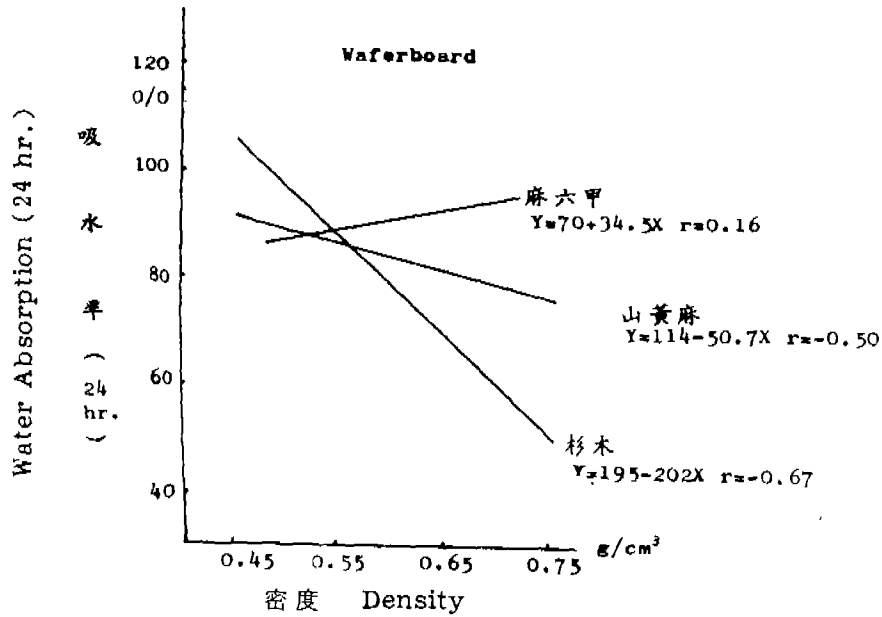


圖10：方薄片型粒片板之吸水率

Fig. 10. Water absorption of Waferboard.

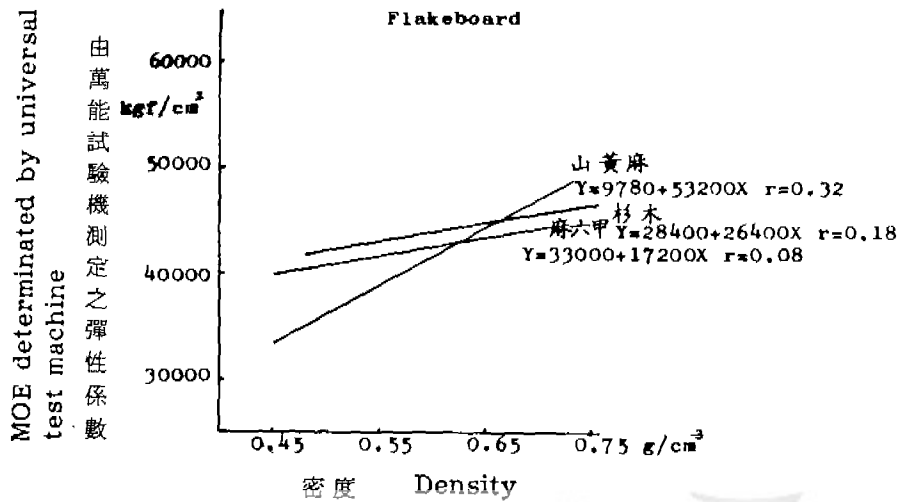


圖11：由萬能試驗機測定之長薄片型粒片板彈性係數

Fig. 11. MOE of Flakeboard by universal test machine.

(六)、定向排列粒片板 (Oriented Structural Board, OSB) , 長薄片型粒片板 (Flakeboard) 及方薄片型粒片板 (Waferboard) 之性質比較：

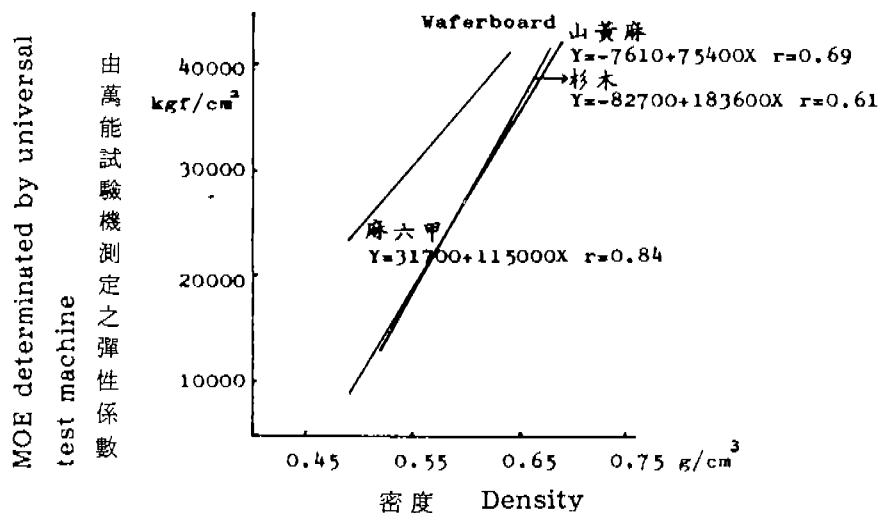


圖 12：由萬能試驗機測定之方薄片型粒片板彈性係數

Fig. 12. MOE of waferboard by universal test machine.

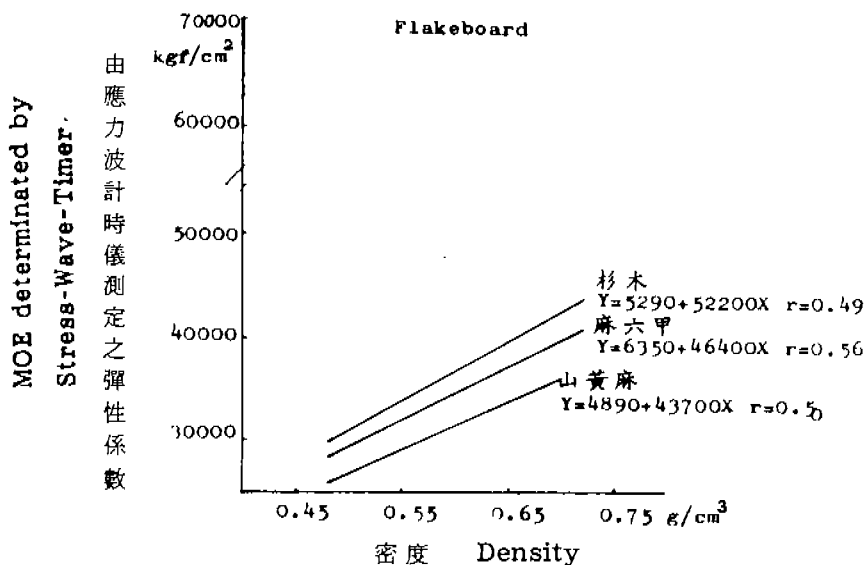


圖 13：由應力波計時儀測定之長薄片型粒片板彈性係數

Fig. 13. MOE of Flakeboard by Stress-Wave-Timer

本試驗僅以杉木試材為例，比較定向排列粒片板，長薄片型及方薄片型粒片板三類建築用粒片板之基本性質。以應力波

計時儀測定之彈性係數由圖15表示之，以萬能試驗機測定之靜曲破壞強度與彈性係數分別由圖16及圖17表示之。綜合各圖所

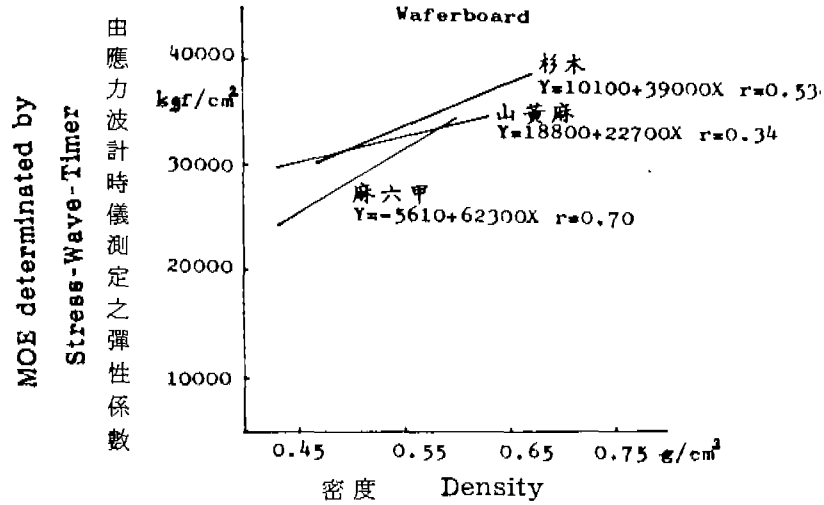


圖14：由應力波計時儀測定之方薄片型粒片板彈性係數  
Fig. 14. MOE of Waferboard by Stress-Wave-Timer.

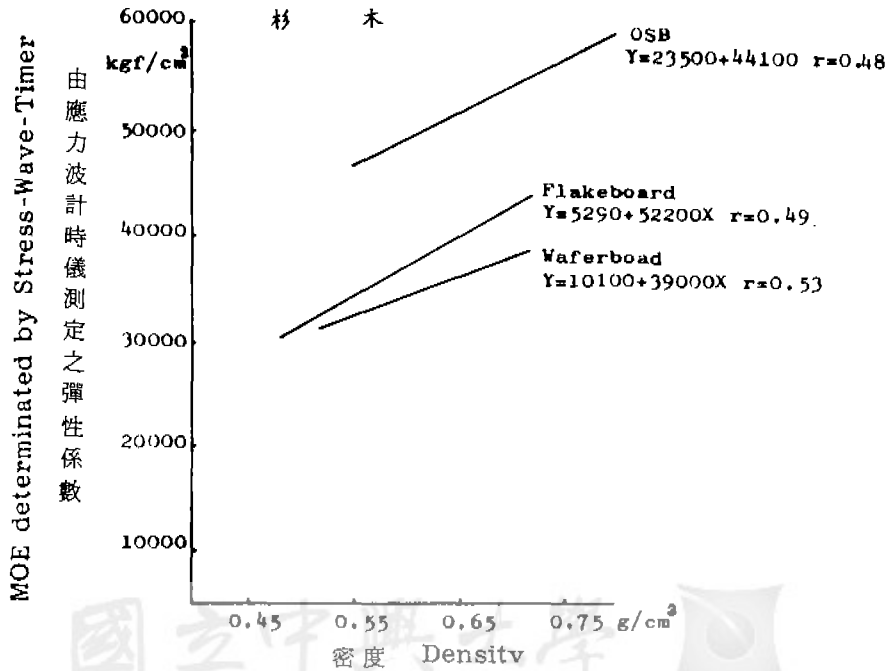


圖15：由應力波計時儀測定不同建築用粒片板之彈性係數  
Fig. 15. MOE of various structural particleboard by Stress-Wave-Timer.

示，定向排列粒片板之彈性係數與靜曲破壞強度為最高，長薄片型粒片板次之，方

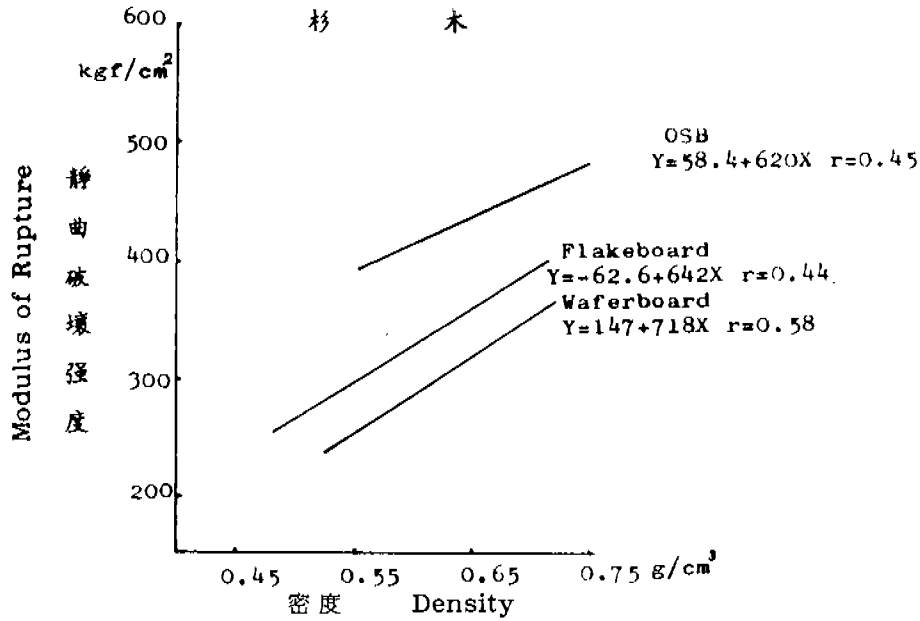


圖16：不同建築用粒片板之靜曲破壞強度  
Fig. 16. MOR of various structural particleboard.

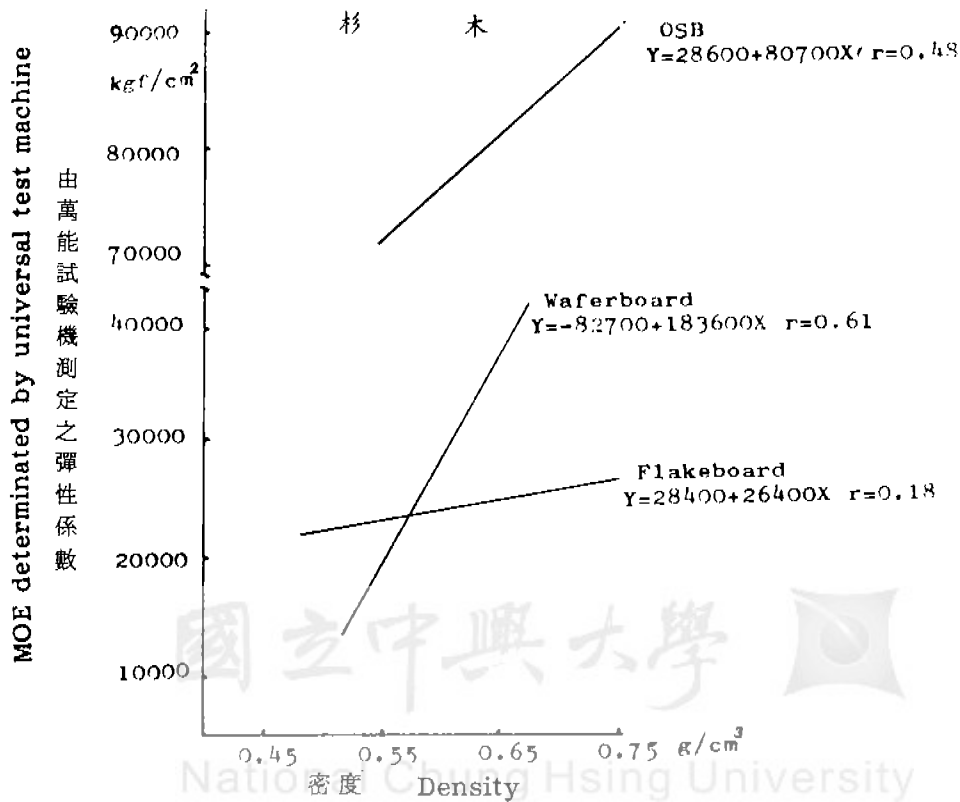


圖17：由萬能試驗機測定不同建築用粒片板之彈性係數  
Fig. 17. MOE of various structural particleboard by universal test machine.

薄片型粒片板最低。類似證明定向排列粒片板具有較高之靜曲破壞強度之研究報告，國內外均有之<sup>(1,2,7,8)</sup>；但當製造粒片板之原料，具有較高密度時，其定向排列之影響作用便減弱<sup>(6,7)</sup>。

由本研究之圖18所示，三種類型建築

用粒片板之螺絲釘保持力差異不大，此結果可藉唐氏<sup>(1)</sup>說明定向排列粒片板對其心層密度影響甚小，不致影響其釘着力，而證明之。同樣筆者<sup>(6)</sup>亦得類似結果，證明定向排列粒片板與任意排列粒片板之內聚力，相互間差異不顯著。

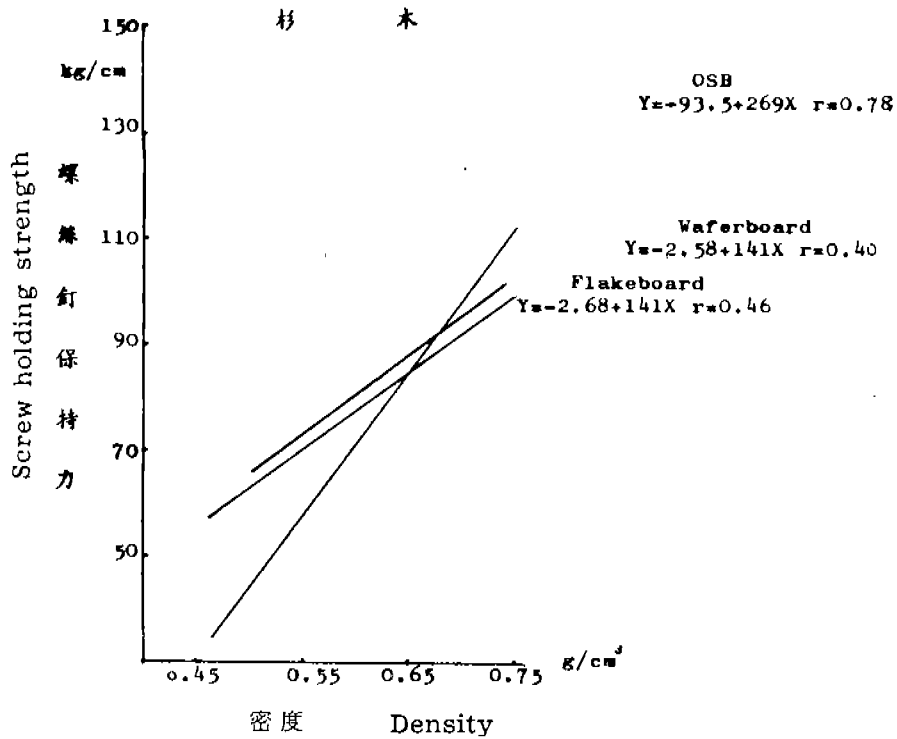


圖18：不同建築用粒片板之螺絲釘保持力

Fig. 18. Screw holding strength of various structural particleboard.

### 五、結 論

本第一年之研究，以杉木、麻六甲合歡及山黃麻為試材，藉長薄片型粒片（75 mm × 10 mm × 0.5 mm）或方薄片型粒片（40 mm × 40 mm × 0.5 mm）與尿素甲醃樹脂製造建築用粒片板。所得結果如下：

(一)、除麻六甲合歡長薄片型粒片板外，其餘之長薄片型粒片板與方薄片型粒片板之靜曲破壞強度均與粒片板之密度成正比之關係。在相同密度(0.65g/cm³)下，長薄片型粒片板之靜曲破壞強度高於方薄片型粒片板，約6-17%，即以密度0.65g/cm³為例，長薄片型粒片板之MOR約為345~410kgf/cm²，方薄片型粒片板約為



325~350 kgf/cm<sup>2</sup>，但其直線迴歸之 r 值偏低。

(二)、長薄片型及方薄片型粒片板之螺絲釘保持力均隨粒片板密度之增加而提高，亦以長薄片型粒片板較高。以密度0.65 g/cm<sup>3</sup> 為例，螺絲釘保持力在長薄片型粒片板為 89~120 kgf/cm，而方薄片型粒片板為 85~102 kgf/cm。

(三)、長薄片型及方薄片型粒片板浸於

冷水24小時後之厚度膨脹率與其密度成正比之關係，吸水率則相反。

(四)、定向排列粒片板之 MOR 最高，長薄片型粒片板居次，方薄片型粒片板殿後。

(五)、以應力波計時儀之非破壞性測定法而得之彈性係數較以萬能試驗機之傳統式破壞性測定法而得者，約低 12.5~15.1%。

### 參 考 文 獻

1. 唐讓雷。1985。粒片定向與粒片板性質之研究。林試所研究報告。458。1-14。
2. 黃耀富，森稔。1986。定向粒片板之研製(一)。林產工業5(2)。1-10。
3. 陳載永。1979。杉木林疏伐木全株樹製造粒片板之試驗。中華林學季刊。12(1):65~86。
4. 陳載永。1979。山黃麻全株樹製造粒片板之試驗。興大實驗林研究報告1。42~58。
5. 陳載永，王瀛生。1981。竹材廢料製造建築用粒片板之研究。中華林學季刊14(2)。39~60。
6. 陳載永。1982。竹材廢料製造建築用粒片板及其應用可能性之研究(二)。科學發展月刊。10(6):502~511。
7. Deppe, H.J. 1981: State of art of structural board manufacture. Holz als Roh-und Werkstoff, 39, 425-432.
8. Gerischer, G. 1977: Structural particleboard from waste materials. Holzforschung 31(4): 129-133.

## Suitability of Fast Growing Wood for the Manufacture of Structural Particleboard<sup>1)</sup>

### I. Flakeboard and Waferboard made from China fir, falcate leaved albizzia and India-Charcoal

Tsai-Yung Chen<sup>2)</sup>

#### Summary

In this first year, three wood species were used as raw materials, they are china fir (*Cunninghamia lanceolata*), falcate leaved albizzia (*Albizzia falcata*) and India-Charcoal Trema (*Trema orientalis*). The structural particleboards were made of flakes (75mmx10mmx0.5mm), wafers (40mmx40mmx0.5mm) and Urea formaldehyde resin. The results obtained by this study may be summarized as followings:

- (1). Except the falcate leaved albizzia flakeboard, the modulus of rupture (MOR) of the other flakeboard and waferboard increased with its density. Under the same density condition, the MOR of flakeboard was approximately 6-17% higher than waferboard. For example density  $0.65\text{g/cm}^3$ , the MOR of flakeboard showed  $345\text{-}410\text{kgf/cm}^2$  and the waferboard was  $325\text{-}350\text{kgf/cm}^2$ , but the r-value of the linear regression was low.
- (2). The screw holding strength of the flakeboard and waferboard increased with its density, also the flakeboard had better results. Under the same density  $0.65\text{g/cm}^3$ , the screw holding strength of the flakeboard showed  $89\text{-}120\text{kgf/cm}$  and the waferboard was  $85\text{-}102\text{kgf/cm}$ .
- (3). When the flakeboard and waferboard were soaked in the cold water for 24 hours, the thickness swelling increased with its density, on the contrary the water absorption decreased with its density.
- (4). The value of MOR of the oriented structural board (OSB) was higher than flakeboard, the waferboard had the lowest MOR.
- (5). The MOE was tested by stress-wave timer of non-destructive test method, which showed approximately 12.5-15.1% lower than the MOE from conventional destructive test.

[Key Words]: Flakeboard, Waferboard, Oriented Structural Board (OSB), Non-destructive test, Stress - Wave - Timer.

1) Research Project sponsored by National Science Council, NSC 75-0409-B005-04.

2) Pnfessor of Dept. of Forestry, National Chung Hsing University.