

南洋材の性質 3  
カンボジア産材の性質 (2)

The Properties of Tropical Woods. 3  
Studies on the utilization of Cambodian woods. (2)

Wood Technology Division

木 材 部

目 次

|                                    |                     |    |
|------------------------------------|---------------------|----|
| I. 緒 言 .....                       | 寺 沢 真.....          | 2  |
| II. カンボジア産材 8 樹種の強度的性質 .....       | 山井良三郎・近藤孝一.....     | 7  |
| III. カンボジア産材 8 樹種の回転鉋における被削性 ..... | 星 通.....            | 39 |
| IV. カンボジア産材 4 樹種のひき板接着適性 .....     | 菅野装作・森屋和美・西原 実..... | 49 |
| V. カンボジア産材 8 樹種の単板の接着性 .....       | 柳下 正・嵯峨途利・岡西高男..... | 65 |
| VI. カンボジア産材 7 樹種の塗装適性 .....        | 川村二郎・中村 章.....      | 85 |

Contents

|                                                                                                                                                  |                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----|
| I. Introduction .....                                                                                                                            | Shin TERAZAWA..... | 2  |
| II. Mechanical properties of eight species of Cambodian woods.<br>.....Ryôzaburô YAMAI and Kôichi KONDÔ.....                                     |                    | 7  |
| III. Cutting properties of eight species of Cambodian woods<br>by rotating nife, .....                                                           | Tooru HOSHI.....   | 39 |
| IV. Gluing faculties of laminated wood made of four species of Cambodian woods.<br>.....Minosaku SUGANO, Kazumi MORIYA and Minoru NISHIHARA..... |                    | 49 |
| V. Gluing test of plywood made of eight species of Cambodian woods.<br>.....Masashi YAGISHITA, Michitoshi SAGA and Takao OKANISHI.....           |                    | 65 |
| VI. Paintability of seven species of Cambodian woods.<br>.....Jirô KAWAMURA and Akira NAKAMURA.....                                              |                    | 85 |

Ⅰ. 緒 言

寺 沢 真<sup>(1)</sup>

最近の合板工業に利用される南洋材の量はきわめて多く、さらに家具、床板に至るまで、その利用は年々広まっている。

このような現況から木材部においては、南洋材の重要な樹種につき材質試験と加工に際しての諸問題を早急に解決するため、昭和39年より共同研究の形式をとり実験を進め、すでに、南洋材の性質1、として、カンボジア産の8樹種について、組織構造、物理的諸性質、乾燥、単板切削などの試験結果を、林試研報 No. 190 に報告している。

今回はこれらにひきつづき試験を完了したカンボジア産材の強度、プレーナー切削、板材および単板接着、塗装について資料をとりまとめ発表する。

供試した樹種、原木、試験方法などは、南洋材の性質1および2に記載してあるが、樹種、木取りについての概略を第1、2表に示す。また長尺のままか、あるいは一定寸法に玉切りしたものを一括して製材した供試原木については、Fig. 1~10 にその木取図と材長(L)および中央平均直径(L)とを示し、各試験部門での供試板番号の採材位置を明らかにしておく。

なお、チュテールバンコイ、チュテールサル、コムニヤン、ブジックの4樹種については同時に輸入された同一樹種の径級分布を第3表に示す。平均して50~70cmの直径のものがいちばん多く、供試原木はおおむね平均的な直径のものといえよう。

第1表 使用した原木の樹種名と内訳

| カンボジア名                            | 学 名                                      | 原木番号              | 本 数<br>(本) | 材 積<br>(m <sup>3</sup> ) | 備 考                         |
|-----------------------------------|------------------------------------------|-------------------|------------|--------------------------|-----------------------------|
| チュテール バンコイ<br>Chhoeuteal bangkuoi | <i>Dipterocarpus insularis</i><br>HANCE  | Ⅱ A-1<br>~ Ⅱ A-8  | 8          | 7.797                    | 長さ 3.6~4.2 m<br>径級 50~60 cm |
| チュテール サール<br>Chhoeuteal sar       | <i>Dipterocarpus alatus</i><br>BOXB.     | Ⅱ A-1<br>~ Ⅱ A-6  | 6          | 7.314                    | 長さ 3.8~4.0 m<br>径級 58~65 cm |
| コムニヤン<br>Kornhan                  | <i>Shorea hypochra</i> HANCE             | Ⅱ B-1<br>~ Ⅱ B-14 | 14         | 11.099                   | 長さ 3.8~4.0 m<br>径級 48~54 cm |
| ブジック<br>Phdiek                    | <i>Anisoptera glabra</i> KURZ            | Ⅱ C-1<br>~ Ⅱ C-4  | 4          | 4.318                    | 長さ 3.6~3.8 m<br>径級 62~66 cm |
| ロ ヨン<br>Ro yong                   | <i>Parkia streptocarpa</i><br>HANCE      | Ⅱ D-1             | 1          | 0.817                    | 長さ 4.0 m<br>径級 51 cm        |
| コキークサイ<br>Koki khsach             | <i>Hopsea pierrei</i> HANCE              | Ⅱ E-1             | 1          | 0.882                    | 長さ 4.0 m<br>径級 53 cm        |
| スロール クラハム<br>Srol kraham          | <i>Dacrydium elatum</i><br>(BOXB.) WALL. | Ⅱ F-1             | 1          | 0.916                    | 長さ 4.0 m<br>径級 54 cm        |
| ロン リアン<br>Rong leang              | <i>Tristania</i> sp.                     | Ⅱ G-1             | 1          | 0.581                    | 長さ 4.0 m<br>径級 43 cm        |
|                                   | 合 計                                      |                   | 36         | 33.724                   |                             |

(1) 木材部加工科長・農学博士

第2表 各試験項目に供した試料とその木取り

| 試験内容 と 木 取 り                                                                    | 原 木 番 号                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 短く玉切って組織, 物理, 強度, 加工, 製材, 乾燥, 防腐, 塗装, 合板試験に供したもの                                | D-1    E-1<br>   F-1    G-1                                                          |
| 短く玉切って組織, 物理, 強度, 加工, 製材, 塗装, 接着, 合板試験に供したもの                                    | A-3    B-12<br>   A-1                                                                |
| 短く玉切って組織, 物理, 強度, 加工, 製材, 乾燥, 合板試験に供したもの                                        | A-8    A-2<br>   B-8    C-2                                                          |
| 短く玉切って組織, 物理, 強度, 加工, 製材, 接着, 合板試験に供したもの                                        | A-4    A-5<br>   B-10                                                                |
| 短く玉切って組織, 物理, 強度, 加工, 合板試験に供したもの                                                | C-3                                                                                  |
| 端部 70 cm を物理, 塗装試験に玉切り, 残部を一括製材し, 加工, 製材, 接着, 防腐試験に供したもの                        | B-9                                                                                  |
| 端部 30 cm を玉切り物理試験に供し, 残部を一括製材して, 主として製材試験とし, 残りを(組織), 加工, 接着, 防腐試験に供したもの        | A-1    B-1    B-5<br>   B-7    B-13                                                  |
| 端部 30 cm を玉切り物理試験に供し, 残部を一括製材し, 主として強度(構造)試験とし, 残部を(組織), 加工, 製材, 防腐, 接着試験に供したもの | A-2    A-6    A-7<br>   A-3    A-4    A-6<br>   B-4    B-11<br>   B-14    C-1    C-4 |
| 端部 30 cm を玉切り物理試験に供し, 残部を合板試験に供したもの                                             | A-5                                                                                  |
| そのまま合板試験, あるいは予備材として保存したもの                                                      | B-2    B-3    B-6                                                                    |

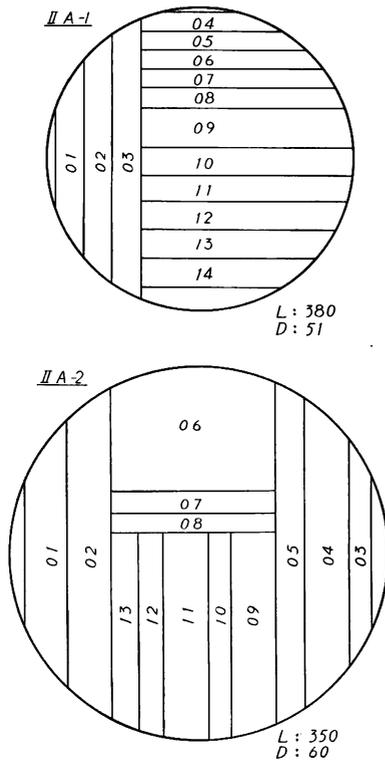


Fig. 1 Chhoeuteal bangkuoi の木取り

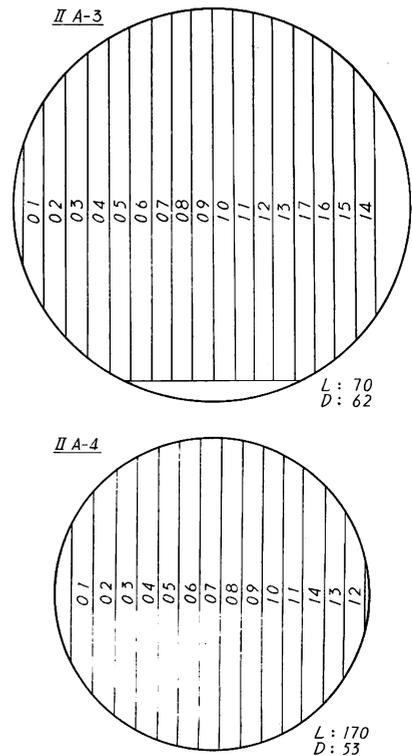


Fig. 2 Chhoeuteal bangkuoi の木取り

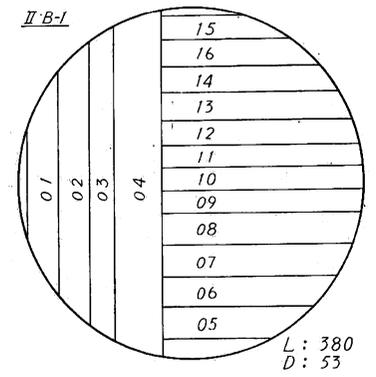
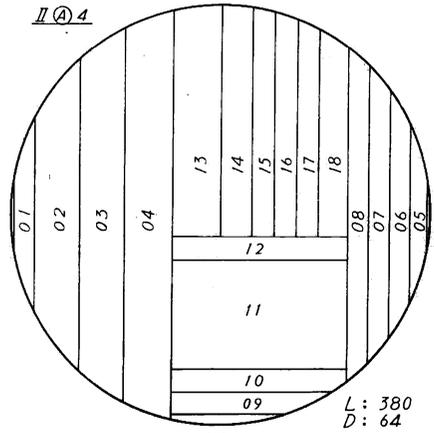
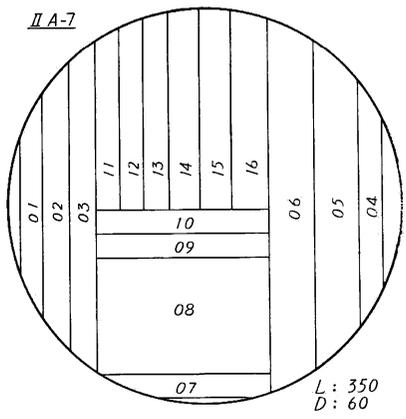
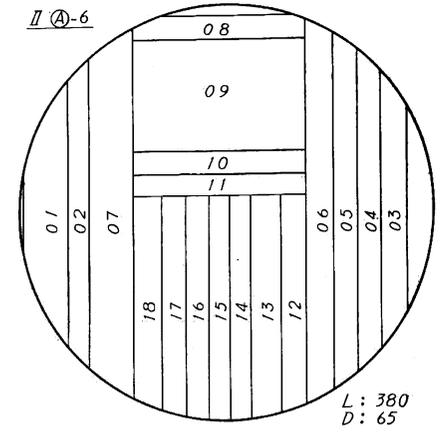
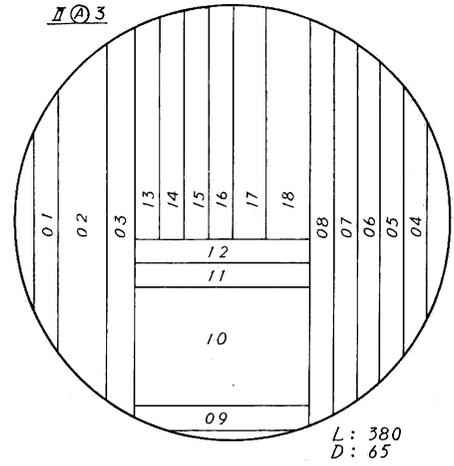
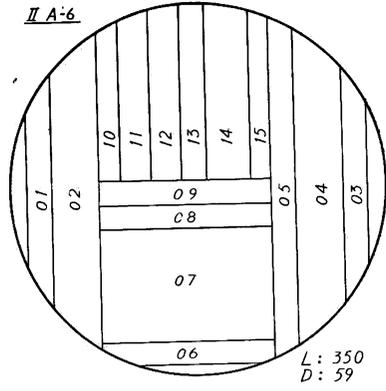


Fig. 3 Chhoeuteal bangkuoi の木取り

Fig. 4 Chhoeuteal sar の木取り

Fig. 5 Chhoeuteal sar と Komnhan の木取り

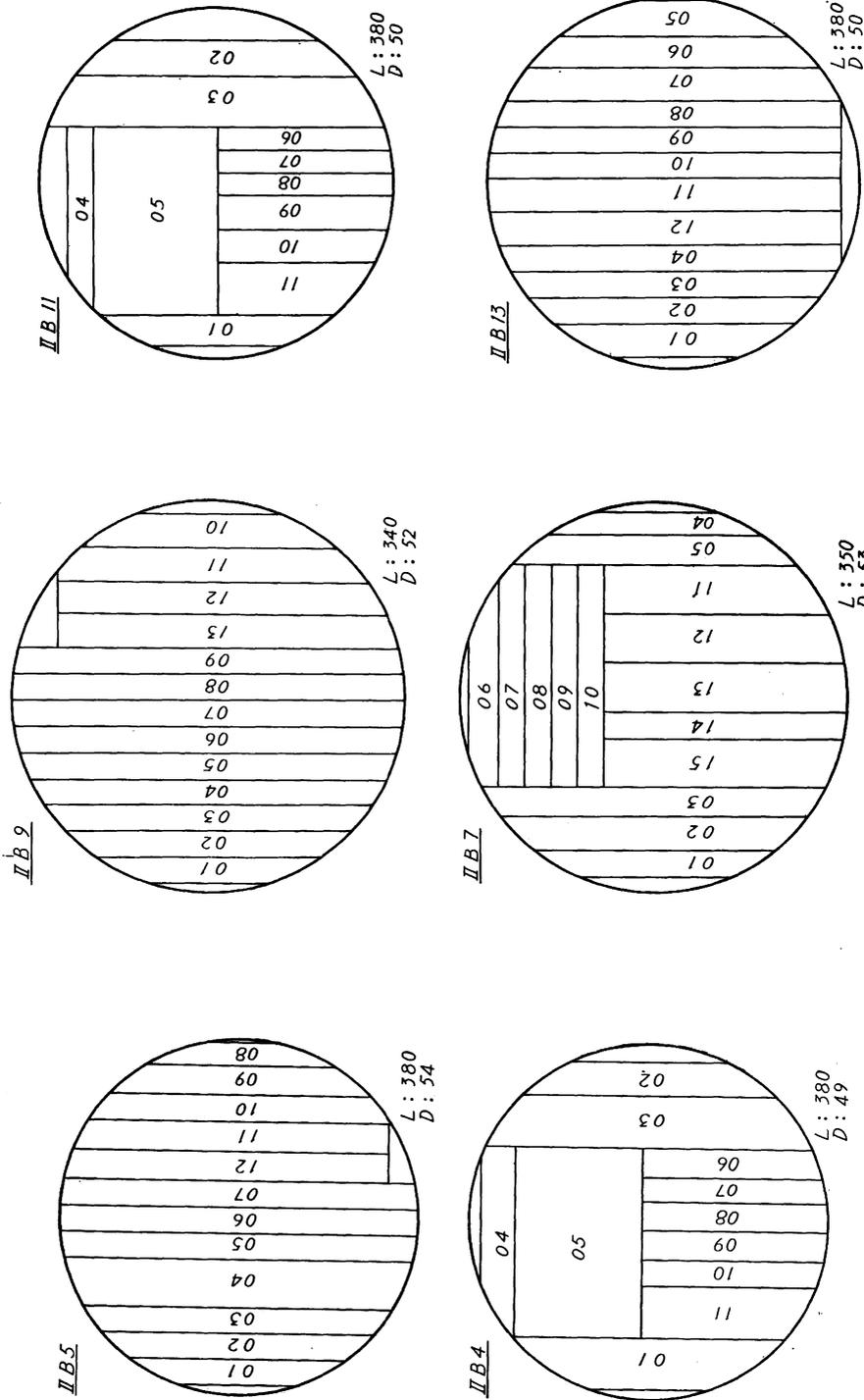


Fig. 6 Komnhan の木取り

Fig. 7 Komnhan の木取り

Fig. 8 Komnhan の木取り

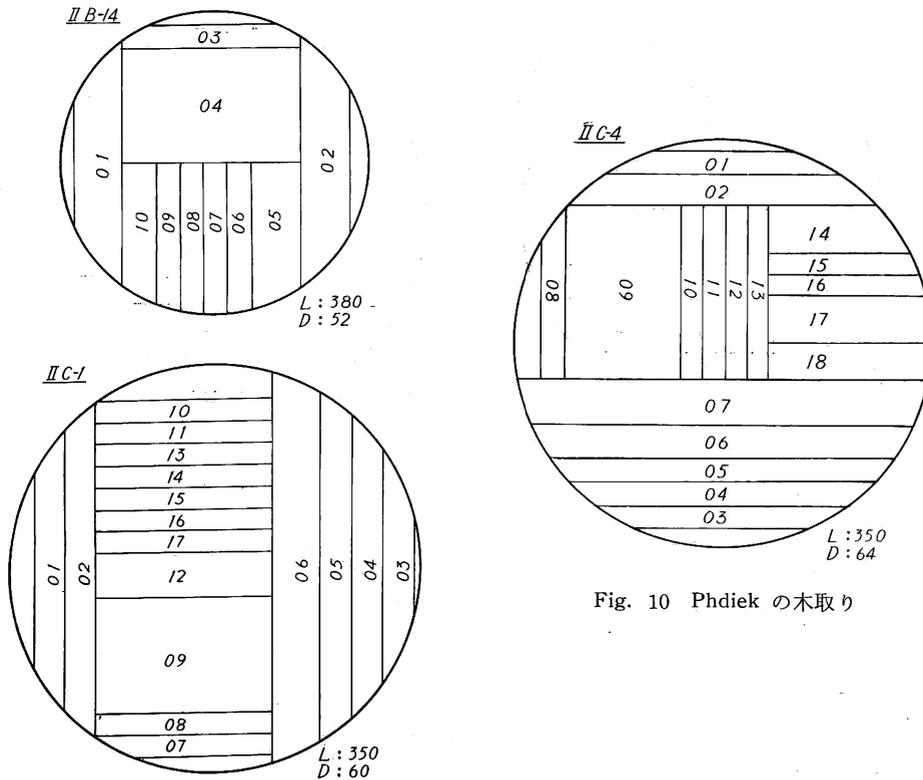


Fig. 10 Phdiek の木取り

Fig. 9 Komnhan と Phdiek の木取り

第3表 供試原木と同時に輸入された丸太の径級と比率

| 径級 cm   | Choeuteal bangkuoi |      | Choeuteal sar |      | Komnhan |      | Phdiek |      |
|---------|--------------------|------|---------------|------|---------|------|--------|------|
|         | 本数                 | %    | 本数            | %    | 本数      | %    | 本数     | %    |
| 30~39   |                    |      | 1             | 0.2  | 14      | 1.4  |        |      |
| 40~49   | 4                  | 2    | 40            | 11.8 | 343     | 34.3 | 31     | 8.5  |
| 50~59   | 49                 | 24.5 | 85            | 25.0 | 385     | 38.6 | 107    | 29.0 |
| 60~69   | 73                 | 36.5 | 107           | 31.5 | 175     | 17.5 | 110    | 30.3 |
| 70~79   | 55                 | 27.5 | 55            | 16.4 | 61      | 6.1  | 69     | 18.7 |
| 80~89   | 19                 | 9.5  | 37            | 10.9 | 19      | 1.9  | 35     | 9.7  |
| 90~99   |                    |      | 11            | 3.2  |         |      | 12     | 3.2  |
| 100~109 |                    |      | 2             | 0.5  | 1       | 0.1  | 3      | 0.8  |
| 110~119 |                    |      | 2             | 0.5  | 1       | 0.1  |        |      |
| 合計本数    | 200                |      | 340           |      | 999     |      | 367    |      |

現在南洋材の共同研究としてとりあげ試験している樹種は、北ボルネオ産 カプル、カリマンタン産 クルイン、フィリピン産 アピトン等で、これらについては順次試験結果を発表していき、試験内容も抽出成分、パルプ、繊維板などを加えていく予定である。また林試研報 No. 190 では南洋材の性質 2 としてサラワク産メランチについての報告をしている。本試験を進めるにあたり、特に予算面でお世話された 上村 武 木材部長に深謝する。

## Ⅱ. カンボジア産材 8 樹種の強度的性質

山井良三郎<sup>(1)</sup>近藤孝一<sup>(2)</sup>

## ま え が き

前報<sup>1)</sup>にひきつづき、カンボジア産の 8 樹種につき無欠点小試験体による強度的性質を求めた。この試験におけるおもなねらいは、これらの樹種を強度部材として利用する場合の一般的指標をうることに、単板切削の対象となる多湿状態の心材部分について、単板の切削条件や品質に関連する横引張応力—歪関係を求めることにおかれている。

## 1. 供試材料および試験体木取法

試験に供した材料の樹種名、記号、番号などを Table 1 に示す。スロール クラハムが針葉樹に属するほかはすべて広葉樹である。木取法は水分状態、試験目的、供試丸太の差異などによりつぎの 3 群に区別される。すなわち、Ⅰ群は厚さ約 10 cm の多湿円板から横引張試験体のみを木取った場合であり、Ⅱ群は気乾状態に関するもので、上記Ⅰ群の円板に隣接する約 50 cm の丸太から横方向および縦方向の試験体を木取った場合である。Ⅲ群は実大梁の試験終了後、非破壊部分から縦方向の無欠点小試験体を木取

Table 1. 供試材料の樹種名、記号および番号  
Name and mark of materials tested.

| 樹種名<br>Species<br>(Common name)   | 学名<br>Botanical name                     | Ⅰ群<br>Group I           |                     | Ⅱ群<br>Group II        | Ⅲ群<br>Group III         |
|-----------------------------------|------------------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|
|                                   |                                          | Mark                    | Radius of disk (cm) |                       |                         |
| チュテール バンコイ<br>Chhoeuteal bangkuoi | <i>Dipterocarpus insularis</i><br>HANCE  | Ⅱ A-3<br>Ⅱ A-4<br>Ⅱ A-8 | 30<br>27<br>30      | Ⅱ A-3, Ⅱ A-4<br>Ⅱ A-8 | Ⅱ A-2, Ⅱ A-6<br>Ⅱ A-7   |
| チュテール サール<br>Chhoeuteal sar       | <i>Dipterocarpus alatus</i><br>BOXB.     | Ⅱ A-1<br>Ⅱ A-2<br>Ⅱ A-5 | 31<br>30<br>32      | Ⅱ A-1, Ⅱ A-2<br>Ⅱ A-5 | Ⅱ A-3, Ⅱ A-4<br>Ⅱ A-6   |
| コムニヤン<br>Komnhan                  | <i>Shorea hypochra</i> HANCE             | Ⅱ B-8<br>Ⅱ B-10         | 23<br>23            | Ⅱ B-8, Ⅱ B-10         | Ⅱ B-4, Ⅱ B-11<br>Ⅱ B-14 |
| ブジック<br>Phdiek                    | <i>Anisoptera glabra</i> KURZ            | Ⅱ C-2<br>Ⅱ C-3          | 29<br>33            | Ⅱ C-2, Ⅱ C-3          | Ⅱ C-1, Ⅱ C-4            |
| ロ ヨン<br>Ro yong                   | <i>Parkia streptocarpa</i><br>HANCE      | Ⅱ D-1                   | 24                  | Ⅱ D-1                 | —                       |
| コキー クサイ<br>Koki khsach            | <i>Hopea pierrei</i> HANCE               | Ⅱ E-1                   | 29                  | Ⅱ E-1                 | —                       |
| スロール クラハム<br>Srol kraham          | <i>Dacrydium elatum</i><br>(BOXB.) WALL. | Ⅱ F-1                   | 24                  | Ⅱ F-1                 | —                       |
| ロン リアン<br>Rong leang              | <i>Tristania</i> sp.                     | —                       | —                   | Ⅱ G-1                 | —                       |

(1) 木材部材料科強度研究室長・農学博士 (2) 木材部材料科強度研究室

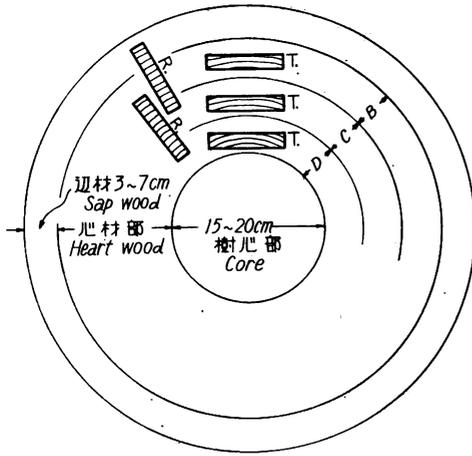


Fig. 1 横引張試験体の木取法 (試験群 I, II)  
Cutting method of tension-perpendicular-to-grain test specimen (Group I, II).  
R. 半径方向 Radial direction.  
T. 接線方向 Tangential direction.

分し、各部位から接線方向の横引張試験体を木取った。また、これに隣接する位置で、BおよびCの部位がそれぞれ試験体の中央平行部になるように半径方向の試験体を木取った。試験体の形状寸法は Fig. 2 に示すものであり、樹幹方向に連続して約5個ずつ作製した。なお、供試円板の平均半径は Table 1 に

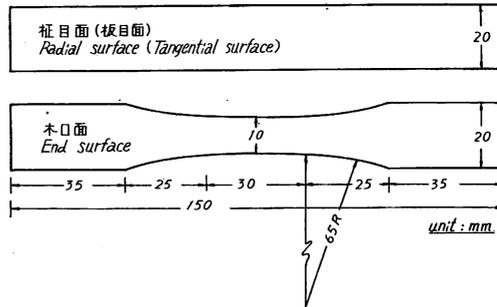


Fig. 2 横引張試験体 (半径方向, 接線方向)  
Tension-perpendicular-to-grain test specimen  
(Radial or tangential direction).

った場合である。

I 群の木取法を Fig. 1 に示す。すなわち、横断面を観察し、平均的な成長をしている部分の半径をえらび、その線上の辺材部および樹心部 (直径約 15~20cm) を除き、残った心材部を B, C, D に 3 等

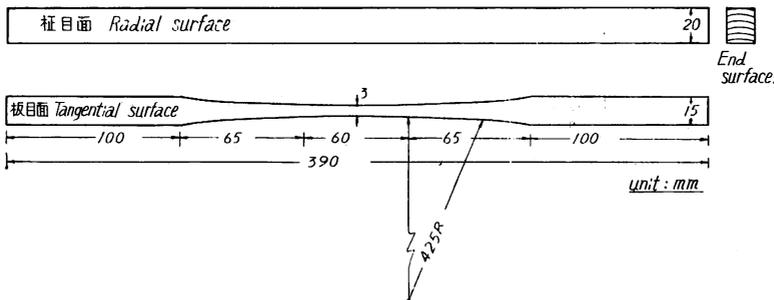


Fig. 3 縦引張試験体  
Tension-parallel-to-grain test specimen.

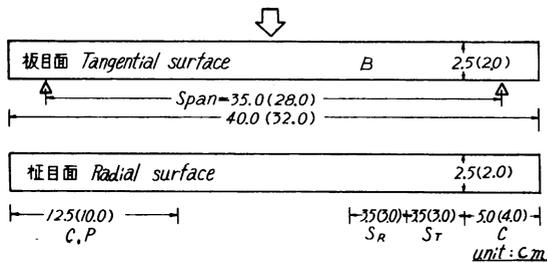


Fig. 4 静的曲げ試験体からの木取法  
Cutting method from static bending test specimen.

- B : 静的曲げ試験体  
Static bending test specimen.
- C,P : 部分圧縮試験体  
Partial compression-perpendicular-to-grain test specimen.
- S<sub>R</sub> : 征目面せん断試験体  
Shear-parallel-to-grain test specimen. (Radial surface)
- S<sub>T</sub> : 板目面せん断試験体  
Shear-parallel-to-grain test specimen. (Tangential surface)
- C : 縦圧縮試験体  
Compression-parallel-to-grain test specimen.

示されている。

Ⅱ群の場合はⅠ群の場合と同じ要領で横引張試験体および横圧縮試験体(3×3×6 cm)を約5個ずつ木取ったほか、残りの心材部分から縦引張試験体(Fig. 3)、静的曲げ試験体(Fig. 4)、衝撃曲げ試験体を約10本ずつ木取った。さらに、静的曲げ試験終了後、非破壊部分からFig. 4に併記した要領で縦圧縮試験体、部分圧縮試験体(Fig. 5)、せん断試験体

(Fig. 6)を作製した。なお、静的曲げ試験体の辺長ほどの樹種も2.5 cmに統一する計画であったが、ロンリアンとココークサイの2樹種は干割れの発生がはげしいため2 cmとした。

Ⅲ群の場合は巻頭の緒言で示した製材木取り図Fig. 1, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10の各位置から横断面14×24 cm、長さ約360 cmの実大梁を採取し、試験終了後、両端の非破壊部分を圧縮側、引張側、中央部分に分け、Ⅱ群の場合と全く同一の縦方向試験体を供試丸太1本あたり約10個ずつ作製した。

なお、Ⅲ群の試験体は粗木取りしたのち人工乾燥処理をしたが、Ⅱ群の場合は室内で自然乾燥を行なった。また、この試験で多湿状態と称しているのは、鋸断した円板を水槽内に浸漬した状態で、いわゆる生材状態とは異なっている。

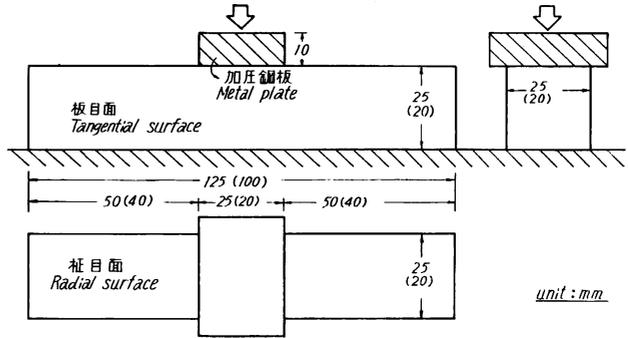


Fig. 5 部分圧縮試験体  
Partial compression-perpendicular-to-grain test specimen.

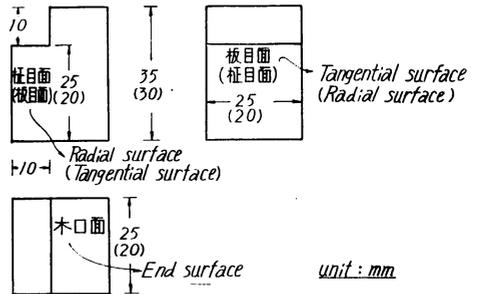


Fig. 6 せん断試験体(板目面または柁目面)  
Shear-parallel-to-grain test specimen  
(Tangential or radial surface).

## 2. 試験方法

試験の種類および方法はほぼJISにしたがったので詳細は省略することにする。すなわち、圧縮試験(JIS Z 2111)では縦圧縮、横圧縮(半径および接線方向)、部分圧縮(柁目面負荷)の各試験を行ない、引張試験(JIS Z 2112)では縦引張、横引張(半径および接線方向)の試験を行なった。変形量の測定には部分圧縮以外は鏡式歪計を用いた。部分圧縮の場合は精度1/1,000 mm、ストローク5 mmのダイヤルゲージを使用し、比例限度と辺長の5%部分圧縮強さのほか、被圧部の全変形量が1 mmおよび2 mmに達するときの応力値も求めた。

静的曲げ試験(JIS Z 2113)の場合はスパンをはりたけの14倍とし、柁目面に中央集中荷重を加え、たわみは精度1/100 mm、ストローク30 mmのダイヤルゲージで測定した。せん断試験(JIS Z 2114)では柁目面および板目面のせん断強さを求めた。衝撃曲げ試験(JIS Z 2116)は柁目面中央を10 kg・mのエネルギーをもつ衝撃試験機で打撃した。かたさ試験(JIS Z 2117)は規格に準じて行なったが、試験体をとくに作らないで、木口面かたさは縦圧縮試験体の両木口面、柁目面かたさと板目面かたさは部分圧

縮試験体の側面を利用した。

### 3. 試験結果と考察

最初に、試験時比重、含水率、静的曲げ、縦圧縮、縦引張、せん断、部分圧縮、かたさ、衝撃曲げなどの試験結果を一括して Table 2 に示す。この試験では同一樹種に属する丸太間ではあまりいちじるしい差異が認められなかったため、論議をすすめていく便宜上、樹種別の総平均を求めて代表値とした。つづいて、横圧縮、横引張などの試験結果を Table 3 に示す。この表には対応する供試丸太の縦圧縮および縦引張試験結果を比較のため付記しておく。なお、Appendix 1, 2, 3, 4 に各測定値の丸太別および樹種別の平均値と範囲を示す。

気乾状態に処理された供試材の含水率は圧縮試験体で求めた。その範囲は 13~17% で、平均値は約 15% であった。また、試験時比重はいわゆる容積重 (g/cm<sup>3</sup>) であり、針葉樹に属するスローラ クラハ

Table 2. 強度  
Results of several

| 樹種および記号<br>Species and mark | 比重<br>Specific gravity at test<br><i>Ru</i><br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 含水率<br>Moisture content<br><i>u</i> % | 静的曲げ<br>Static bending                                     |                                            |                                            | 縦圧縮<br>Compression-parallel-to-grain                       |                                            |                                            | 縦引張<br>Tension-to-                                         |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
|                             |                                                                     |                                       | <i>E<sub>b</sub></i><br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> | <i>σ<sub>p</sub></i><br>kg/cm <sup>2</sup> | <i>σ<sub>b</sub></i><br>kg/cm <sup>2</sup> | <i>E<sub>c</sub></i><br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> | <i>σ<sub>p</sub></i><br>kg/cm <sup>2</sup> | <i>σ<sub>c</sub></i><br>kg/cm <sup>2</sup> | <i>E<sub>t</sub></i><br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> |
| Chhoeutal bangkuoi<br>   A  | 0.82                                                                | 15.0                                  | 140                                                        | 715                                        | 1255                                       | 172                                                        | 504                                        | 645                                        | 143                                                        |
| Chhoeuteal sar<br>   A      | 0.76                                                                | 15.0                                  | 127                                                        | 622                                        | 1062                                       | 168                                                        | 452                                        | 596                                        | 155                                                        |
| Komnhan<br>   B             | 0.74                                                                | 14.5                                  | 145                                                        | 724                                        | 1206                                       | 171                                                        | 507                                        | 654                                        | 152                                                        |
| Phdiek<br>   C              | 0.67                                                                | 15.0                                  | 101                                                        | 480                                        | 856                                        | 130                                                        | 334                                        | 475                                        | 116                                                        |
| Ro yong<br>   D             | 0.56                                                                | 14.0                                  | 102                                                        | 561                                        | 927                                        | 113                                                        | 311                                        | 443                                        | 93.5                                                       |
| Koki khsach<br>   E         | 0.84                                                                | 15.0                                  | 157                                                        | 985                                        | 1653                                       | 193                                                        | 470                                        | 695                                        | 210                                                        |
| Srol kraham<br>   F         | 0.53                                                                | 14.0                                  | 77.8                                                       | 467                                        | 853                                        | 84.5                                                       | 327                                        | 438                                        | 65.5                                                       |
| Rong leang<br>   G          | 1.18                                                                | 16.0                                  | 203                                                        | 1346                                       | 2240                                       | 238                                                        | 607                                        | 901                                        | 230                                                        |

- E<sub>b</sub>* : 曲げヤング係数      YOUNG'S modulus in static bending.
- E<sub>c</sub>* : 縦圧縮ヤング係数      YOUNG'S modulus in compression-parallel-to-grain.
- E<sub>t</sub>* : 縦引張ヤング係数      YOUNG'S modulus in tension-parallel-to-grain.
- σ<sub>p</sub>* : 比例限度      Stress at proportional limit.
- σ<sub>b</sub>* : 曲げ強さ      Modulus of rupture in static bending.
- σ<sub>c</sub>* : 縦圧縮強さ      Maximum crushing strength in compression-parallel-to-grain.
- σ<sub>t</sub>* : 縦引張強さ      Maximum strength in tension-parallel-to-grain.
- τ<sub>R</sub>* : せん断強さ (柱目面)      Shearing strength (Radial surface).
- τ<sub>T</sub>* : せん断強さ (板目面)      Shearing strength (Tangential surface).

ムが 0.53, 広葉樹に属するものではロヨンが最小で 0.56, ロンリアンが最大で 1.18, その他の樹種は約 0.7 から 0.8 程度の値を示していた。

いま、横軸に試験時比重をとり、縦軸に静的曲げ強さ、縦圧縮強さ、柁目面せん断強さ、縦圧縮ヤング係数、半径方向および、接線方向の横圧縮ヤング係数などをもって図示すると Fig. 7 のようになる。図中の測点はそれぞれ丸太ごとの平均値であり、どの場合も概観的にはかなり密接な直線関係が認められる。また、強度値を容積重で除したいわゆる形質商 (km) を求めて Table 4 に示す。静的曲げの場合はコキークサイが 20.2 km, ロンリアンが 19.1 km とともに大きく特徴的である。その他の樹種は 12.7 ~ 16.7 km で、本邦産広葉樹材の値<sup>4)</sup>と同程度である。縦圧縮の場合は 7.2~8.7 km でコムニヤンが最大である。柁目面せん断の場合は 1.5~2.3 km で、チュテールバンコイ、チュテールサル、ブジックなどはやや低い値を示している。

つぎに、最大強さをヤング係数で除した値 ( $\sigma_{max}/E$ ) を Table 4 に併記する。この値は比例限におけ

試験結果  
mechanical tests.

| 張<br>parallel-<br>grain | せん断<br>Shear-parallel-<br>to-grain |                                | 部分圧縮<br>Partial compression-<br>perpendicular-to-grain |                                  |                                     |                                     | かたさ<br>Hardness                    |                             |                             | 衝撃曲げ<br>Impact<br>bending   |
|-------------------------|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|                         | $\sigma_t$<br>kg/cm <sup>2</sup>   | $\tau_R$<br>kg/cm <sup>2</sup> | $\tau_T$<br>kg/cm <sup>2</sup>                         | $\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_1$ mm<br>kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_2$ mm<br>kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_5$ %<br>kg/cm <sup>2</sup> | $H_t$<br>kg/mm <sup>2</sup> | $H_r$<br>kg/mm <sup>2</sup> | $H_l$<br>kg/mm <sup>2</sup> |
| 1530                    | 131                                | 141                            | 58.2                                                   | 161                              | 213                                 | 180                                 | 7.5                                | 2.7                         | 2.1                         | 0.91                        |
| 1352                    | 116                                | 128                            | 47.3                                                   | 129                              | 166                                 | 141                                 | 6.8                                | 2.5                         | 2.0                         | 0.82                        |
| 1448                    | 135                                | 117                            | 71.8                                                   | 181                              | 226                                 | 194                                 | 7.2                                | 2.7                         | 2.5                         | 1.08                        |
| 1194                    | 99                                 | 107                            | 50.6                                                   | 112                              | 143                                 | 120                                 | 5.7                                | 2.1                         | 1.7                         | 0.73                        |
| 1156                    | 130                                | 125                            | 69.6                                                   | 131                              | 160                                 | 139                                 | 5.6                                | 1.7                         | 1.5                         | 0.68                        |
| 2616                    | 173                                | 194                            | 83.0                                                   | 237                              | 319                                 | 237                                 | 9.7                                | 4.0                         | 3.0                         | 1.44                        |
| 884                     | 116                                | 138                            | 61.9                                                   | 126                              | 147                                 | 133                                 | 5.2                                | 1.7                         | 1.5                         | 0.32                        |
| 2640                    | 273                                | 310                            | —                                                      | —                                | —                                   | —                                   | 13.6                               | 6.6                         | 6.4                         | 1.91                        |

$\sigma_1$  mm : 1 mm 部分圧縮強さ Compressive strength when compressed to 1 mm of side length in tangential direction.

$\sigma_2$  mm : 2 mm 部分圧縮強さ Compressive strength when compressed to 2 mm of side length in tangential direction.

$\sigma_5$  % : 5% 部分圧縮強さ Compressive strength when compressed to 5% of side length in tangential direction.

$H_t$  : 木口面かたさ End hardness.

$H_r$  : 板目面かたさ Side hardness (Tangential surface).

$H_l$  : 柁目面かたさ Side hardness (Radial surface).

$a$  : 吸収エネルギー Absorbed energy in impact bending.

Table 3. 横方向強度  
Results of compression and tension

| 樹種および記号<br>Species and mark | 縦 圧 縮<br>Compression-Parallel-to-grain      |                                  | 横 圧 縮<br>Compression-perpendicular-to-grain |                                  |                                             |                                  | 縦引<br>Tension-to-grain<br>$E_t$<br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> |
|-----------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|                             | $E_c$<br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup> | 半 径 方 向<br>Radial direction                 |                                  | 接 線 方 向<br>Tangential direction             |                                  |                                                                       |
|                             |                                             |                                  | $E_R$<br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup> | $E_T$<br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup> |                                                                       |
| Choeteal bangkuoi<br>   A   | 161                                         | 564                              | 14.4                                        | 45.9                             | 8.70                                        | 31.3                             | 137                                                                   |
| Chhoeuteal sar    (A)       | 156                                         | 471                              | 14.5                                        | 44.5                             | 7.43                                        | 27.1                             | 136                                                                   |
| Komnhan    B                | 206                                         | 721                              | 18.4                                        | 58.1                             | 11.1                                        | 40.2                             | 193                                                                   |
| Phdiek    C                 | 133                                         | 431                              | 12.1                                        | 37.4                             | 7.47                                        | 24.2                             | 141                                                                   |
| Ro yong    D                | 113                                         | 311                              | 11.0                                        | 42.3                             | 5.17                                        | 26.7                             | 93.5                                                                  |
| Koki khsach    E            | 193                                         | 470                              | 20.5                                        | 83.9                             | 10.2                                        | 43.3                             | 210                                                                   |
| Srol kraham    F            | 84.5                                        | 327                              | 11.9                                        | 50.6                             | 5.53                                        | 21.7                             | 65.5                                                                  |
| Rong leang    G             | 238                                         | 607                              | 27.2                                        | 109                              | —                                           | —                                | 230                                                                   |

$E_R$  : 半径方向のヤング係数 YOUNG'S modulus (Radial direction).

$E_T$  : 接線方向のヤング係数 YOUNG'S modulus (Tangential direction).

$\epsilon_{max}$  : 破壊歪 Strain at maximum tension strength.

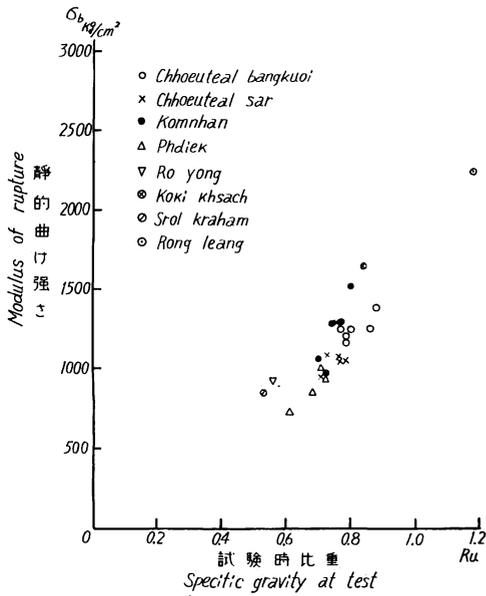


Fig. 7-1 試験時比重と静的曲げ強さとの関係  
Relation between specific gravity at test and modulus of rupture in static bending.

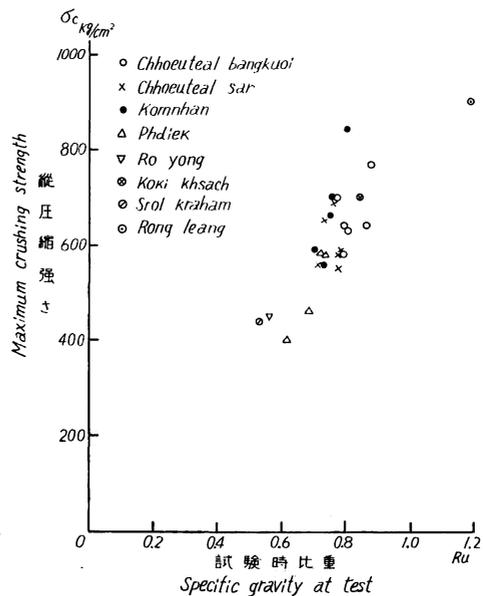


Fig. 7-2 試験時比重と縦圧縮強さとの関係  
Relation between specific gravity at test and maximum crushing strength in compression-parallel-to-grain.

試験結果

perpendicular to grain tests.

| 張<br>parallel- | 横引張 Tension-perpendicular-to-grain |                                             |                                  |                                  |                                      |                                             |                                  |                                  |
|----------------|------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|                | 半径方向 Radial direction              |                                             |                                  |                                  | 接線方向 Tangential direction            |                                             |                                  |                                  |
|                | $\sigma_t$<br>kg/cm <sup>2</sup>   | $E_R$<br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_R$<br>kg/cm <sup>2</sup> | $\epsilon_{max}$<br>10 <sup>-2</sup> | $E_T$<br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_T$<br>kg/cm <sup>2</sup> |
| 1512           | 13.2                               | 55.7                                        | 129                              | 1.47                             | 8.11                                 | 33.3                                        | 79.3                             | 2.44                             |
| 1369           | 14.8                               | 62.8                                        | 130                              | 1.18                             | 6.83                                 | 32.5                                        | 76.0                             | 2.00                             |
| 2102           | —                                  | —                                           | —                                | —                                | 12.0                                 | 51.8                                        | 89.0                             | 0.92                             |
| 1549           | —                                  | —                                           | —                                | —                                | 6.49                                 | 25.8                                        | 64.5                             | 1.42                             |
| 1156           | 11.0                               | 64.4                                        | 119                              | 1.19                             | 5.68                                 | 39.2                                        | 63.8                             | 1.32                             |
| 2616           | —                                  | —                                           | —                                | —                                | —                                    | —                                           | —                                | —                                |
| 884            | 9.91                               | 46.9                                        | 80.2                             | 0.89                             | 4.67                                 | 25.5                                        | 53.1                             | 1.50                             |
| 2640           | —                                  | —                                           | —                                | —                                | —                                    | —                                           | —                                | —                                |

$\sigma_R$  : 半径方向の引張強さ Maximum tension strength (Radial direction).

$\sigma_T$  : 接線方向の引張強さ Maximum tension strength (Tangential direction).

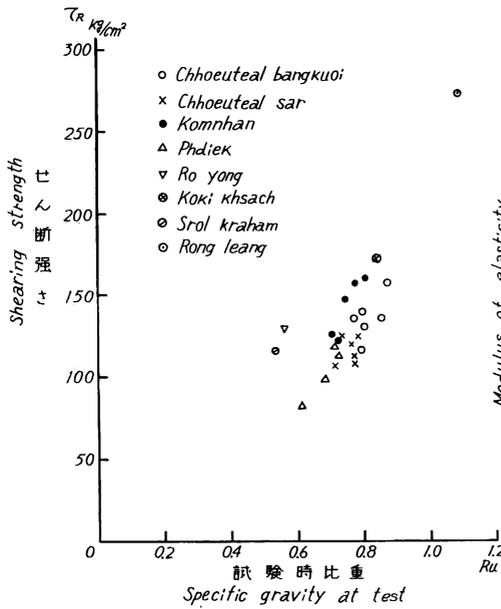


Fig. 7-3 試験時比重と柱目面せん断強さとの関係  
Relation between specific gravity at test and shearing strength (Radial surface).

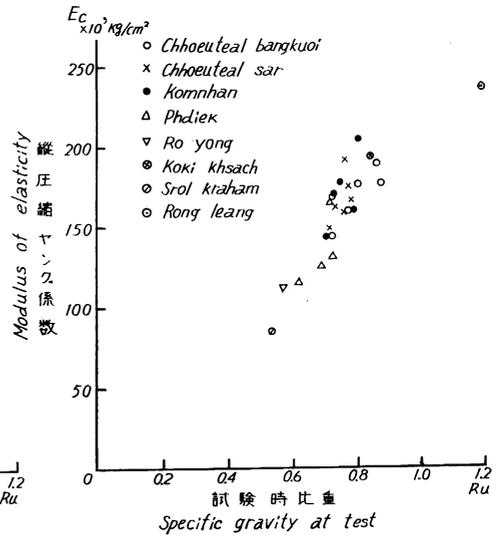


Fig. 7-4 試験時比重と縦圧縮ヤング係数との関係  
Relation between specific gravity at test and modulus of elasticity (=YOUNG's modulus) in compression-parallel-to-grain.

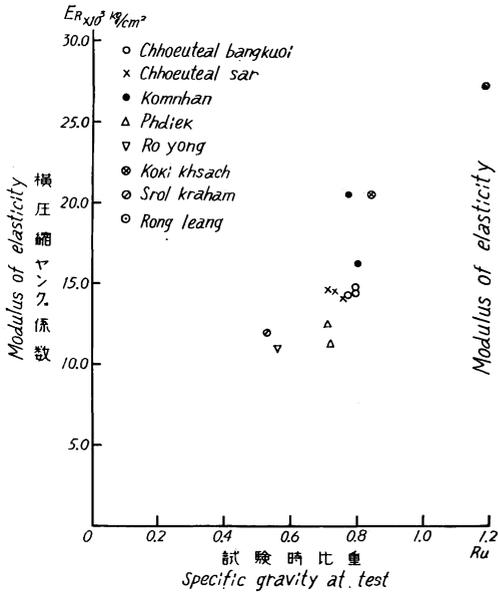


Fig. 7-5 試験時比重と横圧縮ヤング係数(半径方向)との関係  
Relation between specific gravity at test and modulus of elasticity (=YOUNG'S modulus) in compression-perpendicular-to-grain (Radial direction).

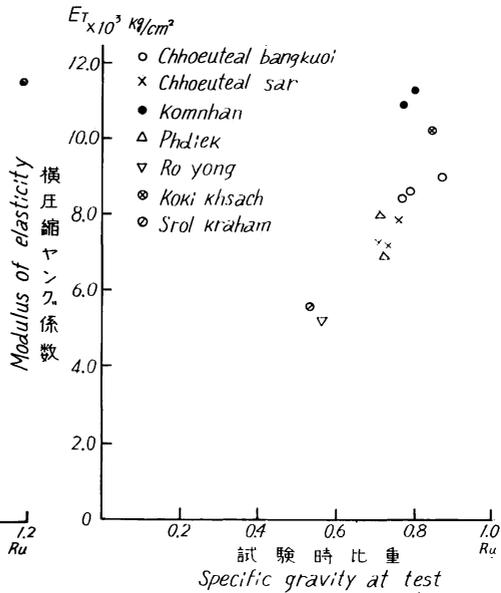


Fig. 7-6 試験時比重と横圧縮ヤング係数(接線方向)との関係  
Relation between specific gravity at test and modulus of elasticity (=YOUNG'S modulus) in compression-perpendicular-to-grain (Tangential direction).

Table 4. 各強度値の Relations among mechanical

| 樹種および記号<br>Species and mark | 静的曲げ<br>Static bending |                                 | 縦圧縮<br>Compression-parallel-to-grain |                                 | 縦引張<br>Tension-parallel-to-grain | せん断<br>Shear-parallel-to-grain |
|-----------------------------|------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
|                             | $\sigma_b/R_u$ km      | $\sigma_b/E_b$ 10 <sup>-2</sup> | $\sigma_c/R_u$ km                    | $\sigma_c/E_c$ 10 <sup>-2</sup> | $\sigma_t/E_t$ 10 <sup>-2</sup>  | $\tau_R/R_u$ km                |
| Chhoeuteal bangkuoi    A    | 15.4                   | 0.89                            | 7.9                                  | 0.38                            | 1.08                             | 1.7                            |
| Chhoeuteal sar    A         | 13.9                   | 0.84                            | 7.9                                  | 0.34                            | 0.88                             | 1.6                            |
| Komnhan    B                | 16.3                   | 0.83                            | 8.7                                  | 0.38                            | 0.94                             | 1.9                            |
| Phdiek    C                 | 12.7                   | 0.85                            | 7.2                                  | 0.37                            | 1.04                             | 1.5                            |
| Ro yong    D                | 16.7                   | 0.91                            | 7.7                                  | 0.40                            | 1.27                             | 2.3                            |
| Koki khsach    E            | 20.2                   | 1.05                            | 8.3                                  | 0.37                            | 1.24                             | 2.0                            |
| Srol kraham    F            | 16.1                   | 1.11                            | 8.4                                  | 0.52                            | 1.53                             | 2.2                            |
| Rong leang    G             | 19.1                   | 1.11                            | 7.7                                  | 0.39                            | 1.15                             | 2.3                            |

る応力-歪線図を最大強さに達するまで延長した場合の仮想歪である。縦圧縮の場合は針葉樹に属するスロー クラハムが  $0.52 \times 10^{-2}$  であるのに対し、広葉樹に属する樹種は  $0.34 \sim 0.40 \times 10^{-2}$  と小さな値を示している。縦引張の場合もスロー クラハムが大きく  $1.53 \times 10^{-2}$  で、その他の樹種では  $0.88 \sim 1.27 \times 10^{-2}$  となっている。また、静的曲げの場合は  $0.83 \sim 1.11 \times 10^{-2}$  の値を示している。横引張の場合は試験結果を欠く樹種もあるが、半径方向で  $0.83 \sim 1.09 \times 10^{-2}$ 、接線方向で  $0.75 \sim 1.18 \times 10^{-2}$  となってい

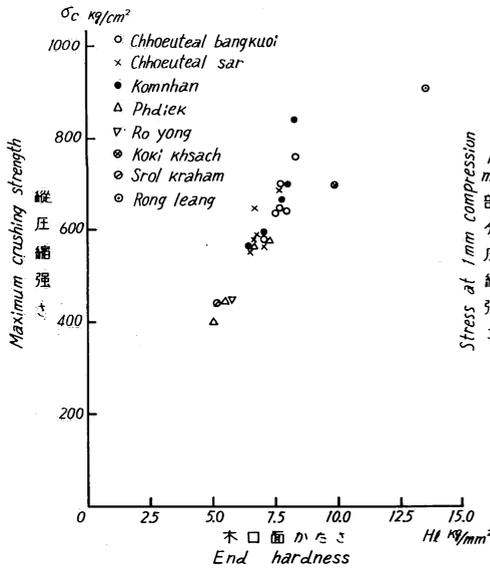


Fig. 8-1 木口面かたさと縦圧縮強さの関係  
Relation between end hardness and maximum crushing strength in compression-parallel-to-grain.

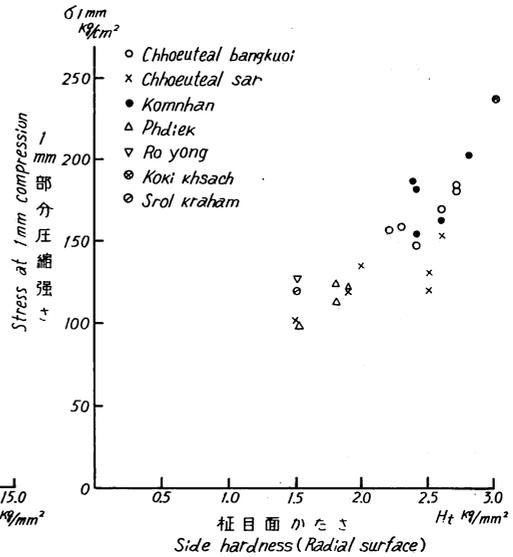


Fig. 8-2 柎目面かたさと1mm部分圧縮強さとの関係  
Relation between side hardness (Radial surface) and compressive strength when compressed to 1mm of side length in tangential direction.

相互関係  
properties.

| 横引張<br>Tension-perpendicular-<br>to-grain |                              | 相互関係<br>Relation |                   |                    |
|-------------------------------------------|------------------------------|------------------|-------------------|--------------------|
| Radial direction                          | Tangential direction         | $\sigma_c/H_t$   | $\sigma_c/\tau_R$ | $\sigma_{1mm}/H_t$ |
| $\sigma_R/E_R \cdot 10^{-2}$              | $\sigma_T/E_T \cdot 10^{-2}$ |                  |                   |                    |
| 0.99                                      | 0.96                         | 85               | 4.9               | 65                 |
| 0.89                                      | 1.12                         | 85               | 5.1               | 63                 |
| —                                         | 0.75                         | 89               | 4.7               | 68                 |
| —                                         | 1.00                         | 84               | 4.8               | 67                 |
| 1.09                                      | 1.12                         | 80               | 3.4               | 90                 |
| —                                         | —                            | 72               | 4.1               | 81                 |
| 0.83                                      | 1.18                         | 86               | 3.7               | 83                 |
| —                                         | —                            | 66               | 3.3               | —                  |

63~90 となっている。これらの関係を Fig. 8 に示す。つぎに縦圧縮強さを柎目面せん断強さで除した値を求めると同表に示すように、3.3~5.1 となり、チュテール パンコイ、チュテール サール、コムニヤン、ブジックなどは5.0前後で、本邦産広葉樹材にくらべやや高い値を示している。なお、柎目面せん断強さと板目面せん断強さの間には必ずしも明確な差はないが、コムニヤンとロコン以外はわずかに板目面せん断強さの方が大きい。また、部分圧縮比例限度と接線方向の横圧縮比例限度を比較すると、

る。なお、横引張試験体では肉眼的に割れの存在が認められないものでも、強度値がかなり低く、妥当性を欠くと思われる場合も散見された。それらの値は検討のうえ割愛したが、木取りに際してはとくに細心の考慮を必要とする。

縦圧縮強さと木口面かたさの比を単位を無視して求めると Table 4 に示すように、コキークサイとロンリアンは70前後でやや小さいが、他の樹種では80~89で一般に評価されている数値とほぼ同様である。また、柎目面を1mm部分圧縮した場合の強さと柎目面かたさの比を同様にして求めると

前者が大きく、スロール クラハムで約 3 倍、その他の樹種では 2 倍前後になっている。

このほか、繊維方向 ( $L$ )、半径方向 ( $R$ )、接線方向 ( $T$ ) の直交 3 軸に関するヤング係数や強さの比較を対応する丸太を対象に行ない、その結果を総括して Table 5 および Table 6 に示す。Table 5 はヤング係数に関するものであり、繊維方向を 100 にした場合の他の 2 方向の比率を示す。また、同表に半径

Table 5. 直交 3 軸に関するヤング係数の比較  
Comparisons of YOUNG's moduli along three mutually perpendicular axes.

| 樹種および記号<br>Species and mark | 圧縮試験<br>Compression test |      |     |            | 引張試験<br>Tension test |      |     |            | 引張ヤング係数 ( $E_t$ )<br>と圧縮ヤング係数 ( $E_c$ ) の比較 |      |      |
|-----------------------------|--------------------------|------|-----|------------|----------------------|------|-----|------------|---------------------------------------------|------|------|
|                             | 比率 Percentage            |      |     | 比<br>Ratio | 比率 Percentage        |      |     | 比<br>Ratio | $E_t/E_c$                                   |      |      |
|                             | $L$                      | $R$  | $T$ | $R/T$      | $L$                  | $R$  | $T$ | $R/T$      | $L$                                         | $R$  | $T$  |
| Chhoeuteal bangkuoi    A    | 100                      | 9.0  | 5.4 | 1.7        | 100                  | 9.6  | 5.9 | 1.6        | 0.85                                        | 0.92 | 0.93 |
| Chhoeuteal sar    ㉔         | 100                      | 9.3  | 4.8 | 2.0        | 100                  | 10.9 | 5.0 | 2.2        | 0.87                                        | 1.02 | 0.92 |
| Komnhan    B                | 100                      | 8.9  | 5.4 | 1.7        | 100                  | —    | 6.2 | —          | 0.94                                        | —    | 1.08 |
| Phdiek    C                 | 100                      | 9.1  | 5.6 | 1.6        | 100                  | —    | 4.6 | —          | 1.06                                        | —    | 0.87 |
| Ro yong    D                | 100                      | 9.7  | 4.6 | 2.1        | 100                  | 11.8 | 6.1 | 1.9        | 0.83                                        | 1.00 | 1.10 |
| Koki khsach    E            | 100                      | 10.6 | 5.3 | 2.0        | 100                  | —    | —   | —          | 1.09                                        | —    | —    |
| Srol kraham    F            | 100                      | 14.1 | 6.5 | 2.2        | 100                  | 15.1 | 7.1 | 2.1        | 0.78                                        | 0.83 | 0.84 |
| Rong leang    G             | 100                      | 11.4 | —   | —          | 100                  | —    | —   | —          | 0.97                                        | —    | —    |

$L$  : Longitudinal axis,  $R$  : Radial axis,  $T$  : Tangential axis

Table 6. 直交 3 軸に関する強度値の比較  
Comparisons of strength properties along three mutually perpendicular axes.

| 樹種および記号<br>Species and mark | 圧縮比例限度<br>Stress at P. L. in compression |      |     |            | 引張強さ<br>Tensile strength |      |     |            |
|-----------------------------|------------------------------------------|------|-----|------------|--------------------------|------|-----|------------|
|                             | 比率 Percentage                            |      |     | 比<br>Ratio | 比率 Percentage            |      |     | 比<br>Ratio |
|                             | $L$                                      | $R$  | $T$ | $R/T$      | $L$                      | $R$  | $T$ | $R/T$      |
| Chhoeuteal bangkuoi    A    | 100                                      | 8.1  | 5.5 | 1.5        | 100                      | 8.5  | 5.2 | 1.6        |
| Chhoeuteal sar    ㉔         | 100                                      | 9.5  | 5.8 | 1.6        | 100                      | 9.5  | 5.5 | 1.7        |
| Komnhan    B                | 100                                      | 8.1  | 5.6 | 1.4        | 100                      | —    | 4.2 | —          |
| Phdiek    C                 | 100                                      | 8.7  | 5.6 | 1.5        | 100                      | —    | 4.2 | —          |
| Ro yong    D                | 100                                      | 13.3 | 8.4 | 1.6        | 100                      | 10.3 | 5.5 | 1.9        |
| Koki khsach    E            | 100                                      | 17.9 | 9.2 | 1.9        | 100                      | —    | —   | —          |
| Srol kraham    F            | 100                                      | 15.5 | 6.6 | 2.3        | 100                      | 9.1  | 6.0 | 1.5        |
| Rong leang    G             | 100                                      | 18.0 | —   | —          | 100                      | —    | —   | —          |

P. L. = Proportional limit

方向と接線方向の比、および引張と圧縮試験で求めた値の比を併記する。圧縮ヤング係数と引張ヤング係数の値はかなり近似しているが、引張試験体で中央断面の小さな場合は局部的な交錯木理の影響が著しくあらわれ、ヤング係数や強さを低減させることがある。Table 6 は圧縮比例限度および引張強さを3軸に関して比較した比率と、それらの値の半径方向と接線方向の比を示す。これらの結果からカンボジア産材もかなり異方性がつよいことが認められる。

これらの結果はすべて気乾状態の無欠点小試験体について求めたものであり、構造材としての等級などを評価するには、欠点をふくんだ実大材による強度試験結果や耐久性などの資料にもとづき総合的に判断しなければならないので、これらについては逐次資料を集積していく必要がある。なお、カンボジアでの等級規定については前報<sup>2)</sup>のカンボジアの森林および木材事情に紹介されている。

多湿状態の円板につき行なった横引張試験結果の詳細を Appendix 5 に示す。ロン リアンは試験体の加工中に微細な割れが発生したので試験を中止した。各円板の部位別に求めた接線方向のヤング係数と横引張強さの変化を Fig. 9 に示す。図中の % で示す数値は樹皮側の材縁から試験体採材部位までの距離を半径に対する比率であらわしたものである。また、単板の切削条件や品質に関連すると考えられる  $\sigma_T/E_T$  の値を求め、その変化を Fig. 10 に示した。これらの数値は樹心に向かって上昇するもの、下降するもの

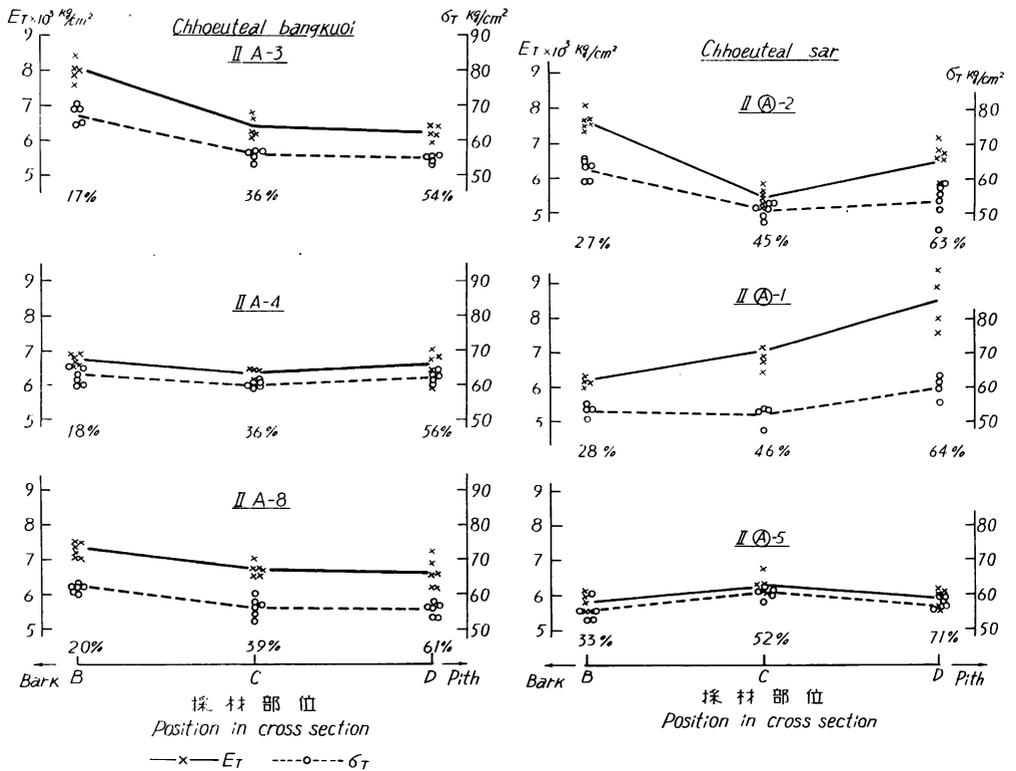


Fig. 9—1

Fig. 9—2

Fig. 9 多湿円板における採材部位と  $\sigma_T$  および  $E_T$  の関係  
 Relations between position in cross section and values of  $\sigma_T$ ,  $E_T$  in tension along tangential direction (Wet condition).

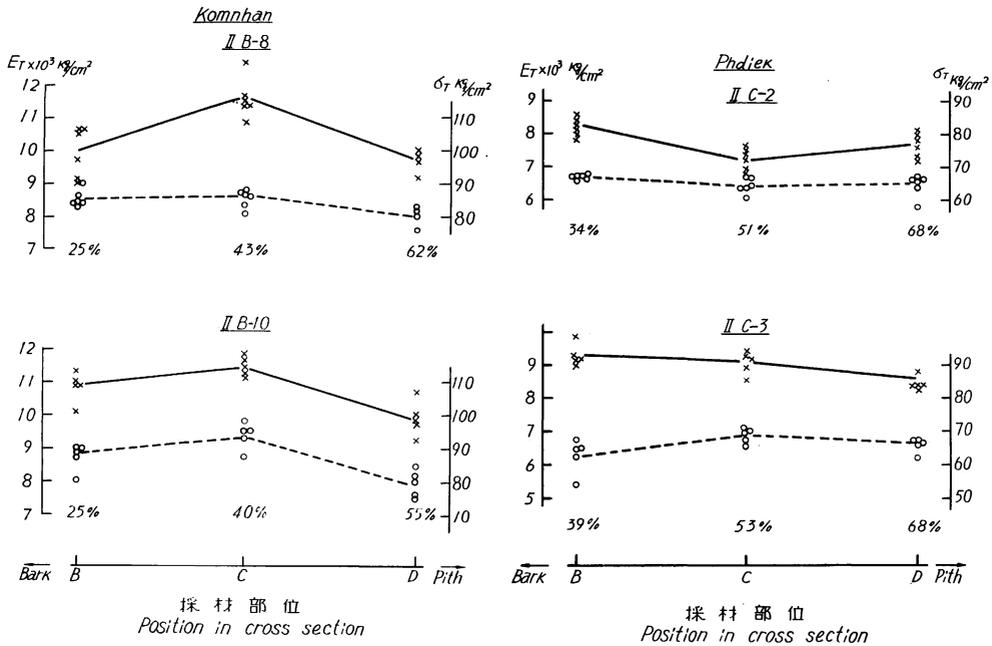


Fig. 9—3

Fig. 9—4

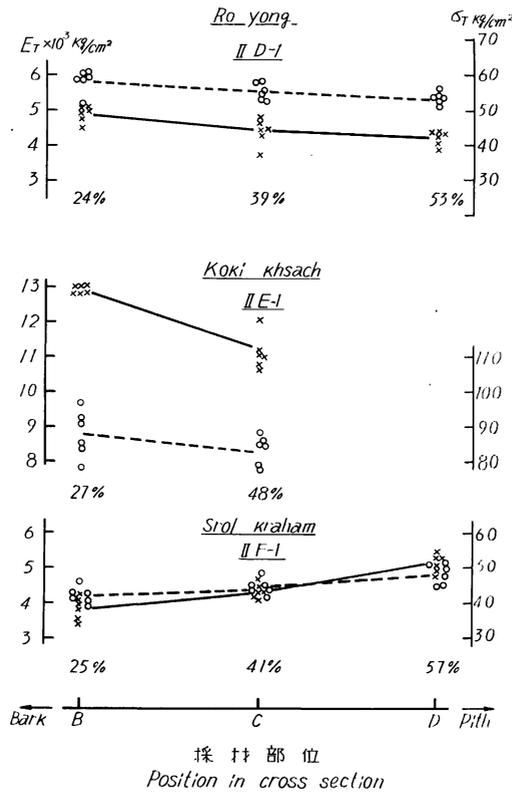
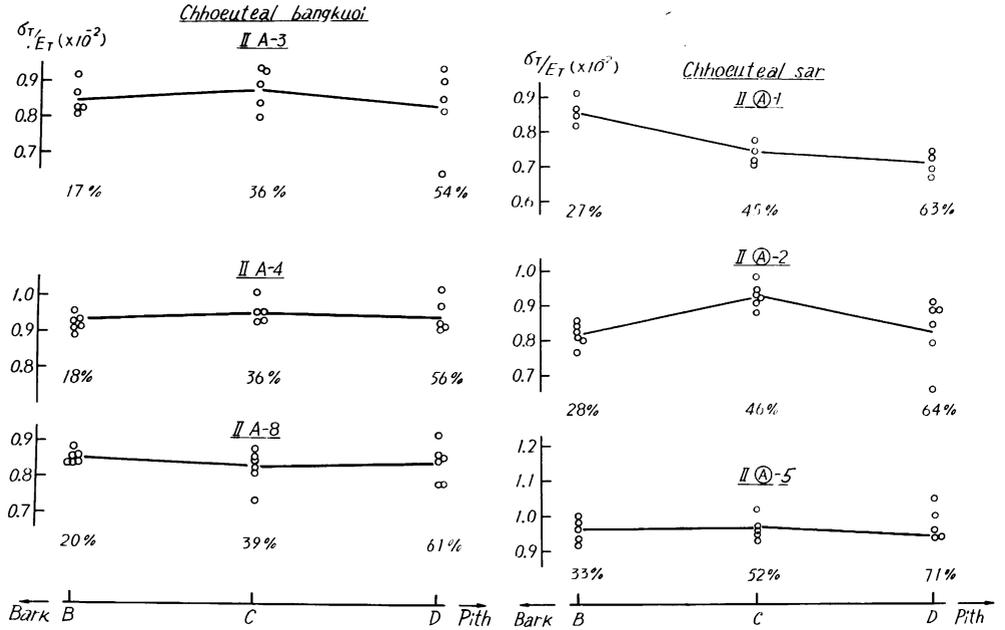


Fig. 9—5 (Continued)

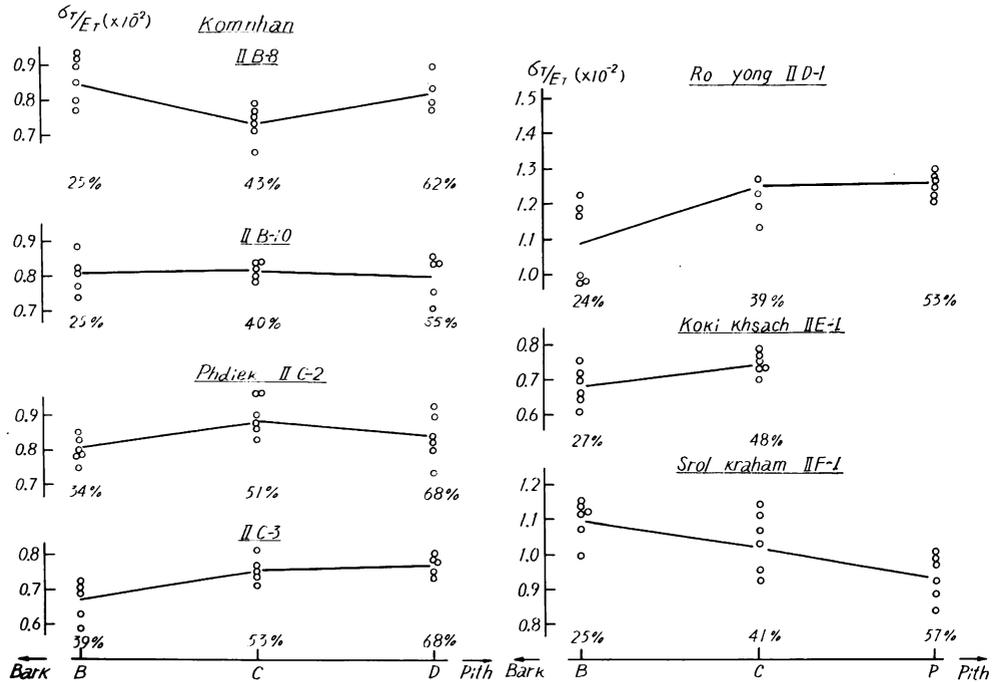


採材部位  
Position in cross section

採材部位  
Position in cross section

Fig. 10-1

Fig. 10-2



採材部位  
Position in cross section

採材部位  
Position in cross section

Fig. 10-3

Fig. 10-4

Fig. 10 多湿円板における採材部位と  $\sigma_T/E_T$  の関係  
Relations between position in cross section and values of  $\sigma_T/E_T$  in tension along tangential direction (Wet condition).

の、ほとんど変化しないもの、それらの部分的組合せと考えられるものなどいろいろで、採材部位の差異による特性的な傾向は認められなかった。しかし、ここでのねらいは半径方向における材質の変異性そのものではなく、切削条件に関連する基礎資料の提供であるので、その方面の参考になれば幸いである。

む す び (摘 要)

カンボジア産の 8 樹種につき強度的性質を求め、強度評価上の一般的指標を検討するとともに、単板切削条件に関連する多湿円板の接線方向横引張試験を行なった。得られた結果を摘記すればつぎのごとくなる。

(1) 供試材料の試験時比重(容積重)は針葉樹に属するスローラ クラハムが 0.53、広葉樹に属する 7 樹種ではロ ヨンの 0.56 からロン リアンの 1.18 まで広範囲におよんでいる。

(2) 試験時比重と強度的性質の間にはほぼ直線関係が認められる。強度値を容積重で除した形質商は、縦圧縮の場合に 7.2~8.7 km となり、静的曲げの場合に 12.7~20.2 km となっている。とくに、ココークサイとロ ヨンの静的曲げの形質商が大きく特徴的である。

(3) せん断強さは板目面と柾目面の間に必ずしも明確な差は認められないが、コムニヤンとロ ヨン以外はわずかに板目面の場合が大きい。なお、チュテールバンコイ、チュテールサル、コムニヤン、プジックなどは試験時比重や縦圧縮強さに比してせん断強さがやや小さい。

(4) かたさは木口面、板目面、柾目面の順に低減するが、板目面と柾目面の差は僅少である。縦圧縮強さを木口面かたさで除した値はココークサイとロン リアンを除けば 80~90 で一般に評価されている値とほぼ同等である。

Appendix 1. 強度試験  
Results of several mechanical

| 原木番号<br>Mark of study logs | 比 重<br>Specific gravity at test<br>$R_u$ (g/cm <sup>3</sup> ) | 含 水 率<br>Moisture content<br>$u$<br>% | 静 的 曲 げ<br>Static bending                            |                                          |                                         |           |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|
|                            |                                                               |                                       | ヤング係数<br>$E_b$<br>10 <sup>8</sup> kg/cm <sup>2</sup> | 比例限度<br>$\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup> | 強 さ<br>$\sigma_b$<br>kg/cm <sup>2</sup> |           |
| Ⅱ A-2                      | 平均値<br>Mean                                                   | 0.80                                  | 16.5                                                 | 135                                      | 659                                     | 1200      |
|                            | 範囲<br>Range                                                   | 0.78~0.82                             | 14.0~17.0                                            | 117~157                                  | 605~714                                 | 1055~1301 |
| Ⅱ A-3                      | 平均値<br>Mean                                                   | 0.78                                  | 14.0                                                 | 127                                      | 702                                     | 1230      |
|                            | 範囲<br>Range                                                   | 0.77~0.80                             | 13.5~14.5                                            | 116~134                                  | 664~759                                 | 1136~1308 |
| Ⅱ A-4                      | 平均値<br>Mean                                                   | 0.87                                  | 13.5                                                 | 154                                      | 868                                     | 1379      |
|                            | 範囲<br>Range                                                   | 0.86~0.87                             | 13.0~13.5                                            | 139~164                                  | 858~886                                 | 1337~1425 |
| Ⅱ A-6                      | 平均値<br>Mean                                                   | 0.80                                  | 15.5                                                 | 147                                      | 687                                     | 1243      |
|                            | 範囲<br>Range                                                   | 0.78~0.84                             | 15.5~16.0                                            | 130~158                                  | 539~756                                 | 1053~1410 |
| Ⅱ A-7                      | 平均値<br>Mean                                                   | 0.86                                  | 16.0                                                 | 146                                      | 704                                     | 1182      |
|                            | 範囲<br>Range                                                   | 0.83~0.92                             | 15.5~16.5                                            | 130~160                                  | 605~808                                 | 1102~1386 |

(5) 強度値をヤング係数で除した値 ( $\sigma_{max}/E$ ) は縦圧縮ではスロー クラハムが  $0.52 \times 10^{-2}$ 、広葉樹材では  $0.34 \sim 0.40 \times 10^{-2}$  となっている。縦引張でもスロー クラハムが大きく  $1.53 \times 10^{-2}$ 、広葉樹材では  $0.88 \sim 1.27 \times 10^{-2}$  となっている。横引張の場合は試験結果を欠く樹種もあるので、樹種間の比較には多少問題があるが、コムニヤンの接線方向およびスロー クラハムの半径方向はやや小さく、 $0.80 \times 10^{-2}$  前後である。

(6) 直交3軸に関する圧縮ヤング係数の比率、すなわち、 $L : R : T$  の値はスロー クラハム、ロンリアンを除けばほぼ  $100 : 10 : 5$  となっている。また、引張強さについても類似の傾向が認められる。

(7) 単板の切削条件に対する基礎資料として多湿円板を部位別に区分して接線方向の横引張試験を行ない、ヤング係数、引張強さ、 $\sigma_T/E_T$  の変化を Fig. 9 および Fig. 10 に示したが、採材部位の差異による特性的な傾向は認められなかった。

文 献

- 1) 林試木材部：南洋材の性質 2, 林試研報, 190, pp. 127~133, (1966)
- 2) 林試木材部：南洋材の性質 1, 林試研報, 190, pp. 6~13, (1966)
- 3) 林試木材部編：南洋材 1000種, (1965)
- 4) 堀岡邦典：材質改良に関する研究 (第1報), 林試研報, 68, pp. 15~66, (1954)

結果 (気乾状態)  
tests (Air dry condition).

| 縦 圧 縮<br>Compression-parallel-to-grain               |                                          |                                         | 縦 引 張<br>Tension-parallel-to-grain                   |                                         | せ ん 断<br>Shear-parallel-to-grain        |                                         |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| ヤング係数<br>$E_c$<br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> | 比例限度<br>$\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup> | 強 さ<br>$\sigma_c$<br>kg/cm <sup>2</sup> | ヤング係数<br>$E_t$<br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> | 強 さ<br>$\sigma_t$<br>kg/cm <sup>2</sup> | 柱目面強さ<br>$\tau_R$<br>kg/cm <sup>2</sup> | 板目面強さ<br>$\tau_T$<br>kg/cm <sup>2</sup> |
| 169                                                  | 484                                      | 581                                     | 148                                                  | 1610                                    | 117                                     | 122                                     |
| 155~196                                              | 382~513                                  | 544~626                                 | 137~157                                              | 1205~1844                               | 106~127                                 | 116~139                                 |
| 144                                                  | 495                                      | 638                                     | 134                                                  | 1585                                    | 139                                     | —                                       |
| 124~166                                              | 441~519                                  | 553~695                                 | 116~166                                              | 1287~1892                               | 132~151                                 | —                                       |
| 178                                                  | 634                                      | 768                                     | 139                                                  | 1376                                    | 157                                     | —                                       |
| 150~191                                              | 575~681                                  | 748~786                                 | 112~163                                              | 1100~1874                               | 148~163                                 | —                                       |
| 176                                                  | 486                                      | 633                                     | 149                                                  | 1571                                    | 131                                     | 151                                     |
| 149~208                                              | 412~544                                  | 602~677                                 | 129~163                                              | 1280~1947                               | 120~139                                 | 131~161                                 |
| 190                                                  | 455                                      | 639                                     | 149                                                  | 1413                                    | 136                                     | 151                                     |
| 169~233                                              | 352~512                                  | 605~698                                 | 134~165                                              | 1110~1946                               | 126~143                                 | 144~156                                 |

Appendix 1.  
(Results)

| 原木番号<br>Mark of study logs | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range | 比重<br>Specific gravity at test<br>$R_u$ (g/cm <sup>3</sup> ) | 含水率<br>Moisture content<br>$u$<br>% | 静的曲げ<br>Static bending                               |                                          |                                        |
|----------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|
|                            |                            |                                                              |                                     | ヤング係数<br>$E_b$<br>10 <sup>8</sup> kg/cm <sup>2</sup> | 比例限度<br>$\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup> | 強さ<br>$\sigma_b$<br>kg/cm <sup>2</sup> |
| Ⅱ A-8                      | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range | 0.77<br>0.77~0.78                                            | 13.5<br>13.0~14.0                   | 132<br>121~141                                       | 762<br>710~844                           | 1239<br>1156~1297                      |
| 総括<br>Over all             | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range | 0.82<br>0.76~0.92                                            | 15.0<br>13.0~17.0                   | 140<br>116~157                                       | 715<br>539~886                           | 1255<br>1053~1425                      |
| Ⅱ ㉔-1                      | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range | 0.71<br>0.68~0.75                                            | 14.0<br>14.0~14.5                   | 117<br>105~130                                       | 636<br>538~774                           | 945<br>749~1082                        |
| Ⅱ ㉔-2                      | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range | 0.76<br>0.74~0.78                                            | 14.0<br>13.0~15.5                   | 143<br>138~148                                       | 726<br>677~816                           | 1156<br>1019~1309                      |
| Ⅱ ㉔-3                      | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range | 0.77<br>0.75~0.80                                            | 17.0<br>16.5~17.0                   | 121<br>107~136                                       | 610<br>504~703                           | 1063<br>907~1263                       |
| Ⅱ ㉔-4                      | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range | 0.78<br>0.76~0.80                                            | 16.5<br>16.0~17.0                   | 124<br>112~137                                       | 583<br>510~689                           | 1041<br>947~1195                       |
| Ⅱ ㉔-5                      | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range | 0.73<br>0.71~0.75                                            | 13.5<br>13.0~13.5                   | 131<br>126~137                                       | 617<br>537~675                           | 1088<br>933~1193                       |
| Ⅱ ㉔-6                      | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range | 0.77<br>0.72~0.79                                            | 16.0<br>15.0~17.0                   | 130<br>125~137                                       | 614<br>555~689                           | 1087<br>1007~1150                      |
| 総括<br>Over all             | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range | 0.76<br>0.68~0.80                                            | 15.0<br>13.0~17.0                   | 127<br>105~148                                       | 622<br>504~816                           | 1062<br>749~1309                       |
| Ⅱ B-4                      | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range | 0.74<br>0.67~0.77                                            | 15.5<br>14.5~16.0                   | 138<br>118~158                                       | 651<br>538~756                           | 1050<br>854~1260                       |
| Ⅱ B-8                      | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range | 0.77<br>0.73~0.81                                            | 14.0<br>13.5~15.5                   | 141<br>131~150                                       | 789<br>735~836                           | 1285<br>1163~1368                      |
| Ⅱ B-10                     | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range | 0.80<br>0.76~0.84                                            | 13.0<br>13.0~13.5                   | 155<br>140~163                                       | 1035<br>992~1098                         | 1523<br>1406~1650                      |

(つづき)  
continued)

| 縦 圧 縮<br>Compression-parallel-to-grain               |                                          |                                         | 縦 引 張<br>Tension-parallel-to-grain                   |                                         | せん断<br>Shear-parallel-to-grain          |                                         |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| ヤング係数<br>$E_c$<br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> | 比例限度<br>$\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup> | 強 さ<br>$\sigma_c$<br>kg/cm <sup>2</sup> | ヤング係数<br>$E_t$<br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> | 強 さ<br>$\sigma_t$<br>kg/cm <sup>2</sup> | 柁目面強さ<br>$\tau_R$<br>kg/cm <sup>2</sup> | 板目面強さ<br>$\tau_r$<br>kg/cm <sup>2</sup> |
| 160<br>145~171                                       | 564<br>522~605                           | 698<br>667~735                          | 134<br>129~139                                       | 1602<br>1313~1823                       | 135<br>130~141                          | —                                       |
| 172<br>124~233                                       | 504<br>352~681                           | 645<br>544~786                          | 143<br>112~166                                       | 1530<br>1100~1947                       | 131<br>106~163                          | 141<br>116~161                          |
| 150<br>116~197                                       | 468<br>442~560                           | 578<br>544~656                          | 131<br>100~153                                       | 1402<br>1102~1600                       | 107<br>103~119                          | —                                       |
| 193<br>159~218                                       | 571<br>556~603                           | 693<br>674~716                          | 207<br>174~253                                       | 1548<br>1648~1848                       | 120<br>110~124                          | —                                       |
| 160<br>126~199                                       | 387<br>332~453                           | 548<br>518~581                          | 146<br>107~167                                       | 1960<br>775~1220                        | 109<br>96~120                           | 135<br>119~146                          |
| 168<br>148~191                                       | 403<br>320~484                           | 590<br>544~616                          | 141<br>121~165                                       | 1122<br>866~1270                        | 120<br>109~126                          | 125<br>106~145                          |
| 163<br>138~185                                       | 494<br>424~523                           | 650<br>626~676                          | 140<br>118~150                                       | 1336<br>1109~1567                       | 126<br>123~131                          | —                                       |
| 176<br>126~194                                       | 463<br>324~514                           | 579<br>547~624                          | 168<br>141~199                                       | 1478<br>1160~2005                       | 113<br>108~128                          | 133<br>118~150                          |
| 168<br>116~218                                       | 452<br>320~603                           | 596<br>518~716                          | 155<br>100~253                                       | 1352<br>775~2005                        | 116<br>96~128                           | 128<br>106~150                          |
| 174<br>134~210                                       | 477<br>373~576                           | 585<br>539~641                          | 174<br>163~189                                       | 1232<br>1054~1416                       | 122<br>114~134                          | 117<br>79~133                           |
| 160<br>143~190                                       | 575<br>519~639                           | 699<br>647~743                          | 146<br>127~161                                       | 1892<br>1459~2420                       | 157<br>149~178                          | —                                       |
| 206<br>187~224                                       | 721<br>683~764                           | 841<br>817~870                          | 193<br>165~222                                       | 2102<br>1749~2431                       | 160<br>151~166                          | —                                       |

Appendix 1.  
(Results)

| 原木番号<br>Mark of<br>study logs |             | 比 重<br>Specific<br>gravity at test<br>$R_u$ (g/cm <sup>3</sup> ) | 含 水 率<br>Moisture<br>content<br>$u$<br>% | 静 的 曲 げ<br>Static bending                            |                                             |                                         |
|-------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------|
|                               |             |                                                                  |                                          | ヤング係数<br>$E_b$<br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> | 比 例 限 度<br>$\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup> | 強 さ<br>$\sigma_b$<br>kg/cm <sup>2</sup> |
| Ⅱ B-11                        | 平均値<br>Mean | 0.70                                                             | 15.0                                     | 135                                                  | 572                                         | 1059                                    |
|                               | 範囲<br>Range | 0.65~0.74                                                        | 15.0~15.0                                | 118~149                                              | 538~672                                     | 931~1184                                |
| Ⅱ B-14                        | 平均値<br>Mean | 0.74                                                             | 15.5                                     | 161                                                  | 742                                         | 1279                                    |
|                               | 範囲<br>Range | 0.61~0.87                                                        | 15.0~15.5                                | 151~178                                              | 605~949                                     | 1035~1605                               |
| 総 括<br>Over all               | 平均値<br>Mean | 0.74                                                             | 14.5                                     | 145                                                  | 724                                         | 1206                                    |
|                               | 範囲<br>Range | 0.61~0.87                                                        | 13.0~16.0                                | 118~178                                              | 538~1098                                    | 854~1650                                |
| Ⅱ C-1                         | 平均値<br>Mean | 0.68                                                             | 15.5                                     | 101                                                  | 454                                         | 854                                     |
|                               | 範囲<br>Range | 0.65~0.72                                                        | 15.0~15.5                                | 90.5~118                                             | 353~569                                     | 803~949                                 |
| Ⅱ C-2                         | 平均値<br>Mean | 0.71                                                             | 14.0                                     | 117                                                  | 609                                         | 1003                                    |
|                               | 範囲<br>Range | 0.69~0.73                                                        | 14.0~14.5                                | 101~130                                              | 531~669                                     | 907~1147                                |
| Ⅱ C-3                         | 平均値<br>Mean | 0.72                                                             | 14.0                                     | 116                                                  | 568                                         | 963                                     |
|                               | 範囲<br>Range | 0.69~0.73                                                        | 13.5~14.0                                | 105~122                                              | 539~638                                     | 930~1000                                |
| Ⅱ C-4                         | 平均値<br>Mean | 0.61                                                             | 16.0                                     | 85.5                                                 | 398                                         | 732                                     |
|                               | 範囲<br>Range | 0.58~0.64                                                        | 15.5~16.5                                | 76.5~95.3                                            | 353~468                                     | 638~806                                 |
| 総 括<br>Over all               | 平均値<br>Mean | 0.67                                                             | 15.0                                     | 101                                                  | 480                                         | 856                                     |
|                               | 範囲<br>Range | 0.58~0.73                                                        | 13.5~16.5                                | 76.5~130                                             | 353~669                                     | 638~1147                                |
| Ⅱ D-1                         | 平均値<br>Mean | 0.56                                                             | 14.0                                     | 102                                                  | 561                                         | 927                                     |
|                               | 範囲<br>Range | 0.52~0.60                                                        | 12.0~15.5                                | 96.8~109                                             | 460~666                                     | 772~1055                                |
| Ⅱ E-1                         | 平均値<br>Mean | 0.84                                                             | 15.0                                     | 157                                                  | 985                                         | 1653                                    |
|                               | 範囲<br>Range | 0.78~0.90                                                        | 13.5~15.5                                | 130~174                                              | 762~1130                                    | 1300~1818                               |
| Ⅱ F-1                         | 平均値<br>Mean | 0.53                                                             | 14.0                                     | 77.8                                                 | 467                                         | 853                                     |
|                               | 範囲<br>Range | 0.48~0.54                                                        | 13.0~16.5                                | 70.7~98.2                                            | 403~517                                     | 743~910                                 |
| Ⅱ G-1                         | 平均値<br>Mean | 1.18                                                             | 16.0                                     | 203                                                  | 1346                                        | 2240                                    |
|                               | 範囲<br>Range | 1.15~1.20                                                        | 1.40~17.0                                | 190~229                                              | 1233~1590                                   | 2020~2500                               |

(つづき)  
continued)

| 縦 圧 縮<br>Compression-parallel-to-grain               |                                          |                                         | 縦 引 張<br>Tension-parallel-to-grain                   |                                         | せん断<br>Shear-parallel-to-grain          |                                         |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| ヤング係数<br>$E_c$<br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> | 比例限度<br>$\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup> | 強 さ<br>$\sigma_c$<br>kg/cm <sup>2</sup> | ヤング係数<br>$E_t$<br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> | 強 さ<br>$\sigma_t$<br>kg/cm <sup>2</sup> | 柱目面強さ<br>$\tau_R$<br>kg/cm <sup>2</sup> | 板目面強さ<br>$\tau_P$<br>kg/cm <sup>2</sup> |
| 149<br>135~162                                       | 440<br>384~512                           | 591<br>548~634                          | 124<br>99.0~142                                      | 1006<br>808~1276                        | 125<br>119~131                          | 118<br>108~127                          |
| 178<br>166~217                                       | 507<br>419~609                           | 660<br>562~764                          | 164<br>144~178                                       | 1959<br>1411~2130                       | 147<br>110~188                          | 126<br>103~163                          |
| 171<br>134~224                                       | 507<br>373~764                           | 654<br>539~870                          | 152<br>99.0~222                                      | 1448<br>808~2431                        | 135<br>110~188                          | 117<br>79~163                           |
| 126<br>102~152                                       | 317<br>291~358                           | 457<br>418~489                          | 111<br>93.2~129                                      | 1130<br>938~1312                        | 99<br>95~103                            | 109<br>103~119                          |
| 162<br>137~192                                       | 437<br>404~484                           | 579<br>525~625                          | 125<br>118~131                                       | 1327<br>1220~1433                       | 120<br>116~122                          | —                                       |
| 133<br>105~157                                       | 431<br>362~510                           | 580<br>537~603                          | 141<br>105~170                                       | 1549<br>1294~1900                       | 114<br>111~116                          | —                                       |
| 118<br>100~132                                       | 251<br>196~294                           | 399<br>378~424                          | 100<br>86.3~114                                      | 974<br>794~1202                         | 83<br>77~87                             | 103<br>97~126                           |
| 130<br>100~192                                       | 334<br>196~510                           | 475<br>378~625                          | 116<br>86.3~170                                      | 1194<br>794~1900                        | 99<br>77~122                            | 107<br>97~126                           |
| 113<br>95.4~133                                      | 311<br>197~377                           | 443<br>378~524                          | 93.5<br>79.8~109                                     | 1156<br>902~1277                        | 130<br>115~143                          | 125<br>109~138                          |
| 193<br>174~230                                       | 470<br>400~557                           | 695<br>668~726                          | 210<br>179~233                                       | 2616<br>1982~3365                       | 173<br>152~190                          | 194<br>166~214                          |
| 84.5<br>75.5~105                                     | 327<br>278~398                           | 438<br>413~502                          | 65.5<br>59.0~73.1                                    | 884<br>657~1029                         | 116<br>105~139                          | 138<br>—                                |
| 238<br>187~292                                       | 607<br>560~666                           | 901<br>866~925                          | 230<br>219~236                                       | 2640<br>2318~2835                       | 273<br>236~286                          | 310<br>292~326                          |

Appendix 2. 強度試験  
Results of several mechanical

| 原木番号<br>Mark of study logs |               | 部 分 圧 縮<br>Partial compression-perpendicular-to-grain |                                                          |                                                          |                                                       |
|----------------------------|---------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                            |               | 比 例 限 度<br>$\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup>           | 1 mm 部 分<br>圧 縮 強 さ<br>$\sigma_{1mm}$ kg/cm <sup>2</sup> | 2 mm 部 分<br>圧 縮 強 さ<br>$\sigma_{2mm}$ kg/cm <sup>2</sup> | 5 % 部 分<br>圧 縮 強 さ<br>$\sigma_5$ % kg/cm <sup>2</sup> |
| Ⅱ A-2                      | 平 均 値<br>Mean | 49.0                                                  | 156                                                      | 196                                                      | 169                                                   |
|                            | 範 囲<br>Range  | 43.2~67.2                                             | 149~163                                                  | 183~205                                                  | 159~176                                               |
| Ⅱ A-2                      | 平 均 値<br>Mean | 70.4                                                  | 158                                                      | 205                                                      | 172                                                   |
|                            | 範 囲<br>Range  | 62.5~76.8                                             | 150~163                                                  | 191~221                                                  | 163~177                                               |
| Ⅱ A-3                      | 平 均 値<br>Mean | 75.8                                                  | 180                                                      | 243                                                      | 198                                                   |
|                            | 範 囲<br>Range  | 62.5~86.4                                             | 168~195                                                  | 217~272                                                  | 183~222                                               |
| Ⅱ A-6                      | 平 均 値<br>Mean | 53.0                                                  | 169                                                      | 208                                                      | 181                                                   |
|                            | 範 囲<br>Range  | 38.4~64.0                                             | 155~187                                                  | 193~233                                                  | 167~200                                               |
| Ⅱ A-7                      | 平 均 値<br>Mean | 53.6                                                  | 182                                                      | 234                                                      | 198                                                   |
|                            | 範 囲<br>Range  | 48.0~92.0                                             | 174~197                                                  | 219~255                                                  | 189~255                                               |
| Ⅱ A-8                      | 平 均 値<br>Mean | 64.4                                                  | 146                                                      | 189                                                      | 158                                                   |
|                            | 範 囲<br>Range  | 57.4~67.6                                             | 131~158                                                  | 170~213                                                  | 142~173                                               |
| 総 括<br>Over all            | 平 均 値<br>Mean | 58.2                                                  | 165                                                      | 213                                                      | 180                                                   |
|                            | 範 囲<br>Range  | 38.4~86.4                                             | 131~197                                                  | 170~272                                                  | 142~255                                               |
| Ⅱ ㊤-1                      | 平 均 値<br>Mean | 46.1                                                  | 101                                                      | 132                                                      | 110                                                   |
|                            | 範 囲<br>Range  | 42.1~51.5                                             | 93.1~114                                                 | 120~152                                                  | 100~125                                               |
| Ⅱ ㊤-2                      | 平 均 値<br>Mean | 49.4                                                  | 119                                                      | 163                                                      | 134                                                   |
|                            | 範 囲<br>Range  | 44.9~51.3                                             | 75.1~130                                                 | 159~171                                                  | 131~141                                               |
| Ⅱ ㊤-3                      | 平 均 値<br>Mean | 43.8                                                  | 135                                                      | 171                                                      | 146                                                   |
|                            | 範 囲<br>Range  | 32.0~53.1                                             | 122~158                                                  | 154~198                                                  | 131~169                                               |

結果 (気乾状態)  
tests (Air dry condition).

| 木口面<br>$H_t$<br>kg/mm <sup>2</sup> | か た さ<br>Hardness                  |                                    | 衝撃曲げ<br>Impact bending<br>吸収エネルギー<br>$a$<br>kg·m/cm <sup>2</sup> | 相 互 関 係<br>Relation |                   |                    |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
|                                    | 板目面<br>$H_r$<br>kg/mm <sup>2</sup> | 柁目面<br>$H_l$<br>kg/mm <sup>2</sup> |                                                                  | $\sigma_c/H_t$      | $\sigma_c/\tau_R$ | $\sigma_{1mm}/H_t$ |
| 7.0                                | 2.7                                | 2.2                                | 0.91                                                             | 83                  | 5.0               | 64                 |
| 6.6~7.8                            | 2.3~3.0                            | 2.2~2.7                            | 0.80~1.08                                                        | 74~88               | 4.6~5.6           | 58~71              |
| 7.7                                | 2.5                                | 2.3                                | 0.77                                                             | 84                  | 4.6               | 70                 |
| 6.6~8.1                            | 2.1~3.0                            | 1.9~2.9                            | 0.58~1.02                                                        | 75~94               | 3.7~5.3           | 53~81              |
| 8.3                                | 2.8                                | 2.7                                | 0.82                                                             | 92                  | 4.9               | 68                 |
| 7.8~9.0                            | 0.4~3.0                            | 2.4~3.0                            | 0.75~0.91                                                        | 86~97               | 4.8~5.1           | 61~81              |
| 7.4                                | 2.9                                | 2.6                                | 0.87                                                             | 85                  | 4.9               | 65                 |
| 6.7~8.0                            | 2.5~3.3                            | 2.3~3.2                            | 0.80~0.92                                                        | 81~90               | 4.6~5.2           | 57~76              |
| 7.6                                | 3.0                                | 2.7                                | 1.21                                                             | 85                  | 4.7               | 68                 |
| 6.5~8.5                            | 2.7~3.3                            | 2.4~3.1                            | 1.04~1.44                                                        | 79~93               | 4.5~5.2           | 64~73              |
| 7.7                                | 2.4                                | 2.4                                | 0.77                                                             | 91                  | 5.2               | 61                 |
| 6.5~8.7                            | 1.8~2.6                            | 2.2~2.7                            | 0.71~0.82                                                        | 81~103              | 5.0~5.5           | 57~67              |
| 7.5                                | 2.7                                | 2.7                                | 0.91                                                             | 85                  | 4.9               | 65                 |
| 6.5~9.0                            | 1.8~3.3                            | 1.9~3.2                            | 0.58~1.44                                                        | 74~103              | 3.7~5.6           | 53~81              |
| 7.0                                | 1.9                                | 1.5                                | 0.56                                                             | 83                  | 5.4               | 69                 |
| 6.1~7.4                            | 1.6~2.2                            | 1.3~1.8                            | 0.48~0.74                                                        | 74~99               | 5.2~5.5           | 55~72              |
| 7.7                                | 2.2                                | 1.8                                | 0.71                                                             | 91                  | 5.8               | 65                 |
| 6.5~8.2                            | 2.0~2.5                            | 1.6~2.0                            | 0.53~0.88                                                        | 80~102              | 5.5~6.1           | 59~68              |
| 6.6                                | 2.7                                | 2.0                                | 0.83                                                             | 84                  | 5.0               | 68                 |
| 5.9~7.4                            | 2.2~3.4                            | 2.2~2.7                            | 0.62~1.02                                                        | 76~89               | 4.6~5.6           | 58~85              |

Appendix 2.  
(Results)

| 原木番号<br>Mark of<br>study logs |               | 部 分 圧 縮<br>Partial compression-perpendicular-to-grain |                                                          |                                                          |                                                         |
|-------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
|                               |               | 比 例 限 度<br>$\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup>           | 1 mm 部 分<br>圧 縮 強 さ<br>$\sigma_{1mm}$ kg/cm <sup>2</sup> | 2 mm 部 分<br>圧 縮 強 さ<br>$\sigma_{2mm}$ kg/cm <sup>2</sup> | 5 % 部 分<br>圧 縮 強 さ<br>$\sigma_{5\%}$ kg/cm <sup>2</sup> |
| Ⅱ ㉔-4                         | 平 均 値<br>Mean | 51.8                                                  | 153                                                      | 194                                                      | 166                                                     |
|                               | 範 囲<br>Range  | 38.4~76.8                                             | 145~171                                                  | 179~210                                                  | 157~191                                                 |
| Ⅱ ㉔-5                         | 平 均 値<br>Mean | 60.3                                                  | 131                                                      | 170                                                      | 142                                                     |
|                               | 範 囲<br>Range  | 51.4~70.9                                             | 119~150                                                  | 155~194                                                  | 130~163                                                 |
| Ⅱ ㉔-6                         | 平 均 値<br>Mean | 39.9                                                  | 120                                                      | 153                                                      | 129                                                     |
|                               | 範 囲<br>Range  | 33.8~48.0                                             | 110~133                                                  | 140~165                                                  | 118~142                                                 |
| 総 括<br>Over all               | 平 均 値<br>Mean | 47.3                                                  | 129                                                      | 166                                                      | 141                                                     |
|                               | 範 囲<br>Range  | 32.0~76.8                                             | 75.1~171                                                 | 120~210                                                  | 100~191                                                 |
| Ⅱ B-4                         | 平 均 値<br>Mean | 51.0                                                  | 164                                                      | 203                                                      | 175                                                     |
|                               | 範 囲<br>Range  | 32.0~64.0                                             | 140~181                                                  | 175~225                                                  | 149~194                                                 |
| Ⅱ B-8                         | 平 均 値<br>Mean | 90.2                                                  | 182                                                      | 231                                                      | 195                                                     |
|                               | 範 囲<br>Range  | 76.9~10.2                                             | 163~204                                                  | 212~264                                                  | 174~222                                                 |
| Ⅱ B-10                        | 平 均 値<br>Mean | 90.7                                                  | 203                                                      | 259                                                      | 218                                                     |
|                               | 範 囲<br>Range  | 82.8~96.2                                             | 186~214                                                  | 234~276                                                  | 197~236                                                 |
| Ⅱ B-11                        | 平 均 値<br>Mean | 61.0                                                  | 162                                                      | 201                                                      | 173                                                     |
|                               | 範 囲<br>Range  | 39.9~76.8                                             | 138~178                                                  | 168~222                                                  | 146~191                                                 |
| Ⅱ B-14                        | 平 均 値<br>Mean | 73.7                                                  | 186                                                      | 230                                                      | 198                                                     |
|                               | 範 囲<br>Range  | 40.0~120                                              | 122~261                                                  | 151~315                                                  | 130~274                                                 |
| 総 括<br>Over all               | 平 均 値<br>Mean | 71.8                                                  | 181                                                      | 226                                                      | 194                                                     |
|                               | 範 囲<br>Range  | 32.0~120                                              | 122~261                                                  | 151~315                                                  | 130~274                                                 |

(つづき)  
continued)

| 木口面<br>$H_t$<br>kg/mm <sup>2</sup> | か た さ<br>Hardness                  |                                    | 衝撃曲げ<br>Impact bending<br>吸収エネルギー<br>$a$<br>kg·m/cm <sup>2</sup> | 相 互 関 係<br>Relation |                   |                   |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
|                                    | 板目面<br>$H_r$<br>kg/mm <sup>2</sup> | 柾目面<br>$H_t$<br>kg/mm <sup>2</sup> |                                                                  | $\sigma_c/H_t$      | $\sigma_c/\tau_R$ | $\sigma_1 mm/H_t$ |
| 6.8                                | 2.6                                | 2.3                                | 0.79                                                             | 87                  | 4.9               | 66                |
| 6.4~7.1                            | 2.4~3.0                            | 2.0~3.0                            | 0.59~1.06                                                        | 78~94               | 4.6~5.4           | 51~81             |
| 6.8                                | 2.6                                | 2.2                                | 0.57                                                             | 95                  | 5.1               | 61                |
| 6.0~7.5                            | 2.4~2.9                            | 1.9~2.5                            | 0.45~0.76                                                        | 88~104              | 5.0~5.3           | 50~68             |
| 6.7                                | 2.7                                | 2.2                                | 1.03                                                             | 87                  | 5.1               | 55                |
| 5.7~7.8                            | 1.3~3.1                            | 1.9~2.4                            | 0.82~1.19                                                        | 76~96               | 4.7~5.8           | 46~63             |
| 6.8                                | 2.5                                | 2.0                                | 0.82                                                             | 85                  | 5.1               | 63                |
| 5.7~8.2                            | 1.6~3.4                            | 1.3~3.0                            | 0.45~1.19                                                        | 74~104              | 4.6~6.1           | 46~85             |
| 6.7                                | 2.8                                | 2.4                                | 1.04                                                             | 84                  | 4.6               | 68                |
| 5.7~7.9                            | 2.2~3.4                            | 2.2~2.7                            | 0.67~1.38                                                        | 75~95               | 3.3~5.3           | 58~76             |
| 8.0                                | 2.6                                | 2.5                                | 1.26                                                             | 88                  | 4.5               | 74                |
| 7.3~9.0                            | 2.1~3.4                            | 2.1~2.8                            | 1.06~1.58                                                        | 80~102              | 3.9~5.0           | 65~82             |
| 8.1                                | 3.0                                | 2.8                                | 1.15                                                             | 105                 | 5.2               | 72                |
| 7.2~9.2                            | 2.6~3.5                            | 2.5~3.1                            | 1.00~1.28                                                        | 93~114              | 5.1~5.4           | 64~79             |
| 6.9                                | 2.9                                | 2.6                                | 1.00                                                             | 86                  | 4.7               | 62                |
| 5.9~7.6                            | 2.4~3.5                            | 2.2~2.9                            | 0.67~1.17                                                        | 79~102              | 4.4~5.0           | 60~67             |
| 7.8                                | 2.6                                | 2.5                                | 1.11                                                             | 87                  | 4.7               | 81                |
| 6.3~9.3                            | 1.7~3.8                            | 1.7~3.3                            | 0.94~1.43                                                        | 74~95               | 3.8~5.3           | 67~93             |
| 7.2                                | 2.7                                | 2.5                                | 1.08                                                             | 89                  | 4.7               | 68                |
| 5.7~9.3                            | 1.7~3.8                            | 1.7~3.3                            | 0.67~1.58                                                        | 74~114              | 3.3~5.4           | 58~93             |

Appendix 2.

(Results)

| 原木番号<br>Mark of<br>study logs |               | 部 分 圧 縮<br>Partial compression-perpendicular-to-grain |                                                          |                                                          |                                                       |
|-------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                               |               | 比 例 限 度<br>$\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup>           | 1 mm 部 分<br>圧 縮 強 さ<br>$\sigma_{1mm}$ kg/cm <sup>2</sup> | 2 mm 部 分<br>圧 縮 強 さ<br>$\sigma_{2mm}$ kg/cm <sup>2</sup> | 5 % 部 分<br>圧 縮 強 さ<br>$\sigma_5\%$ kg/cm <sup>2</sup> |
| Ⅱ C-1                         | 平 均 値<br>Mean | 43.5                                                  | 113                                                      | 143                                                      | 121                                                   |
|                               | 範 囲<br>Range  | 38.6~48.4                                             | 107~116                                                  | 135~146                                                  | 114~124                                               |
| Ⅱ C-2                         | 平 均 値<br>Mean | 65.3                                                  | 125                                                      | 162                                                      | 136                                                   |
|                               | 範 囲<br>Range  | 57.6~76.3                                             | 121~127                                                  | 157~166                                                  | 131~139                                               |
| Ⅱ C-3                         | 平 均 値<br>Mean | 61.5                                                  | 124                                                      | 162                                                      | 133                                                   |
|                               | 範 囲<br>Range  | 44.9~70.5                                             | 121~126                                                  | 161~165                                                  | 130~135                                               |
| Ⅱ C-4                         | 平 均 値<br>Mean | 41.4                                                  | 99                                                       | 125                                                      | 106                                                   |
|                               | 範 囲<br>Range  | 33.8~48.0                                             | 93.0~117                                                 | 119~141                                                  | 98.0~124                                              |
| 総 括<br>Over all               | 平 均 値<br>Mean | 50.6                                                  | 112                                                      | 143                                                      | 120                                                   |
|                               | 範 囲<br>Range  | 33.8~76.3                                             | 93.0~127                                                 | 119~166                                                  | 98.0~139                                              |
| Ⅱ D-1                         | 平 均 値<br>Mean | 69.6                                                  | 131                                                      | 160                                                      | 139                                                   |
|                               | 範 囲<br>Range  | 57.3~83.2                                             | 108~150                                                  | 128~182                                                  | 114~160                                               |
| Ⅱ E-1                         | 平 均 値<br>Mean | 83.0                                                  | 237                                                      | 319                                                      | 237                                                   |
|                               | 範 囲<br>Range  | 61.0~95.4                                             | 193~360                                                  | 247~417                                                  | 193~360                                               |
| Ⅱ F-1                         | 平 均 値<br>Mean | 61.9                                                  | 126                                                      | 147                                                      | 133                                                   |
|                               | 範 囲<br>Range  | 44.8~83.2                                             | 106~133                                                  | 119~181                                                  | 111~161                                               |
| Ⅱ G-1                         | 平 均 値<br>Mean | —                                                     | —                                                        | —                                                        | —                                                     |
|                               | 範 囲<br>Range  | —                                                     | —                                                        | —                                                        | —                                                     |

(つづき)  
continued)

| か た さ<br>Hardness                  |                                    |                                    | 衝撃曲げ<br>Impact bending                 | 相 互 関 係<br>Relation |                   |                    |
|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| 木口面<br>$H_t$<br>kg/mm <sup>2</sup> | 板目面<br>$H_r$<br>kg/mm <sup>2</sup> | 柁目面<br>$H_t$<br>kg/mm <sup>2</sup> | 吸収エネルギー<br>$a$<br>kg·m/cm <sup>2</sup> | $\sigma_c/H_t$      | $\sigma_c/\tau_R$ | $\sigma_{1mm}/H_t$ |
| 5.4                                | 1.9                                | 1.8                                | 0.67                                   | 85                  | 4.6               | 64                 |
| 4.7~6.6                            | 1.7~2.2                            | 1.6~2.1                            | 0.40~0.82                              | 74~98               | 4.4~5.1           | 53~72              |
| 6.7                                | 2.3                                | 1.9                                | 0.46                                   | 90                  | 4.9               | 67                 |
| 6.4~7.6                            | 1.9~2.7                            | 1.6~2.1                            | 0.40~0.52                              | 82~99               | 4.4~5.3           | 61~76              |
| 6.9                                | 2.3                                | 1.8                                | 0.83                                   | 85                  | 5.1               | 70                 |
| 6.3~7.9                            | 2.1~2.6                            | 1.5~2.1                            | 0.76~0.92                              | 72~95               | 4.9~5.4           | 60~84              |
| 5.0                                | 2.0                                | 1.5                                | 0.83                                   | 79                  | 4.8               | 66                 |
| 4.4~5.8                            | 1.8~2.2                            | 1.3~1.8                            | 0.70~0.95                              | 73~87               | 4.4~5.5           | 56~79              |
| 5.7                                | 2.1                                | 1.7                                | 0.73                                   | 84                  | 4.8               | 67                 |
| 4.4~7.9                            | 1.7~2.7                            | 1.3~2.1                            | 0.40~0.95                              | 72~99               | 4.4~5.5           | 53~84              |
| 5.6                                | 1.7                                | 1.5                                | 0.68                                   | 80                  | 3.4               | 90                 |
| 4.4~6.7                            | 1.5~2.0                            | 1.2~1.9                            | 0.45~0.81                              | 71~97               | 3.2~3.4           | 74~112             |
| 9.7                                | 4.0                                | 3.0                                | 1.44                                   | 72                  | 4.1               | 81                 |
| 8.2~10.5                           | 3.3~4.8                            | 2.4~4.5                            | 1.33~1.64                              | 68~81               | 3.8~6.3           | 71~93              |
| 5.2                                | 1.7                                | 1.5                                | 0.32                                   | 86                  | 3.7               | 83                 |
| 4.0~6.4                            | 1.5~2.0                            | 1.2~1.7                            | 0.26~0.44                              | 68~104              | 3.5~3.9           | 71~96              |
| 13.6                               | 6.6                                | 6.4                                | 1.91                                   | 66                  | 3.3               | —                  |
| 13.3~14.0                          | —                                  | —                                  | 1.21~2.55                              | 64~68               | 3.1~3.8           | —                  |

Appendix 3. 横圧縮試験結果(気乾状態)  
Results of compression-perpendicular-to-grain tests (Air dry condition).

| 原木番号<br>Mark of study logs | 荷重方向<br>Direction of load<br>性質<br>Properties | 半 径 方 向<br>Radial direction       |                                                      |                                          | 接 線 方 向<br>Tangential direction   |                                                      |                                          |
|----------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|                            |                                               | 比 $R_u$ 重<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | ヤング係数<br>$E_R$<br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> | 比例限度<br>$\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup> | 比 $R_u$ 重<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | ヤング係数<br>$E_T$<br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> | 比例限度<br>$\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup> |
| Ⅱ A-3                      | 平 均 値<br>Mean                                 | 0.78                              | 14.8                                                 | 45.5                                     | 0.79                              | 8.61                                                 | 27.5                                     |
|                            | 範 囲<br>Range                                  | 0.77~0.78                         | 14.4~15.2                                            | 38.9~52.7                                | 0.76~0.82                         | 8.00~9.54                                            | 22.0~33.4                                |
| Ⅱ A-4                      | 平 均 値<br>Mean                                 | 0.84                              | 14.5                                                 | 54.0                                     | 0.83                              | 9.04                                                 | 36.7                                     |
|                            | 範 囲<br>Range                                  | 0.83~0.85                         | 14.0~14.7                                            | 50.0~58.3                                | 0.81~0.85                         | 8.77~9.36                                            | 33.4~39.0                                |
| Ⅱ A-8                      | 平 均 値<br>Mean                                 | 0.78                              | 14.4                                                 | 44.2                                     | 0.77                              | 8.45                                                 | 28.8                                     |
|                            | 範 囲<br>Range                                  | 0.77~0.78                         | 13.9~14.8                                            | 41.3~47.1                                | 0.76~0.77                         | 8.30~8.67                                            | 27.7~30.5                                |
| 総 括<br>Over all            | 平 均 値<br>Mean                                 | 0.80                              | 14.4                                                 | 45.9                                     | 0.80                              | 8.70                                                 | 31.3                                     |
|                            | 範 囲<br>Range                                  | 0.77~0.85                         | 13.9~15.2                                            | 38.9~58.3                                | 0.76~0.85                         | 8.00~9.54                                            | 22.0~39.0                                |
| Ⅱ ㊤-1                      | 平 均 値<br>Mean                                 | 0.76                              | 14.7                                                 | 47.8                                     | 0.72                              | 7.25                                                 | 30.9                                     |
|                            | 範 囲<br>Range                                  | 0.75~0.77                         | 14.2~15.7                                            | 41.7~53.0                                | 0.68~0.75                         | 6.60~8.22                                            | 27.8~33.2                                |
| Ⅱ ㊤-2                      | 平 均 値<br>Mean                                 | 0.76                              | 14.1                                                 | 41.7                                     | 0.77                              | 7.87                                                 | 28.3                                     |
|                            | 範 囲<br>Range                                  | 0.72~0.78                         | 13.4~14.4                                            | 36.1~44.4                                | 0.74~0.78                         | 7.18~9.99                                            | 24.5~30.7                                |
| Ⅱ ㊤-5                      | 平 均 値<br>Mean                                 | 0.72                              | 14.6                                                 | 43.9                                     | 0.72                              | 7.17                                                 | 22.1                                     |
|                            | 範 囲<br>Range                                  | 0.72~0.73                         | 14.0~15.2                                            | 36.1~50.0                                | 0.71~0.72                         | 6.87~7.47                                            | 19.4~24.4                                |
| 総 括<br>Over all            | 平 均 値<br>Mean                                 | 0.75                              | 14.5                                                 | 44.5                                     | 0.74                              | 7.43                                                 | 27.1                                     |
|                            | 範 囲<br>Range                                  | 0.72~0.78                         | 13.4~15.7                                            | 36.1~53.0                                | 0.68~0.78                         | 6.60~9.99                                            | 19.4~33.2                                |
| Ⅱ B-8                      | 平 均 値<br>Mean                                 | 0.81                              | 20.6                                                 | 54.0                                     | 0.81                              | 10.9                                                 | 42.7                                     |
|                            | 範 囲<br>Range                                  | 0.80~0.84                         | 20.4~20.9                                            | 49.8~55.3                                | —                                 | 10.6~11.1                                            | 41.5~47.1                                |
| Ⅱ B-10                     | 平 均 値<br>Mean                                 | 0.84                              | 16.2                                                 | 62.2                                     | 0.84                              | 11.2                                                 | 37.8                                     |
|                            | 範 囲<br>Range                                  | 0.84~0.85                         | 15.5~16.5                                            | 55.6~66.7                                | 0.84~0.85                         | 10.8~12.0                                            | 33.3~41.7                                |
| 総 括<br>Over all            | 平 均 値<br>Mean                                 | 0.82                              | 18.4                                                 | 58.1                                     | 0.83                              | 11.1                                                 | 40.2                                     |
|                            | 範 囲<br>Range                                  | 0.80~0.85                         | 15.5~20.9                                            | 49.8~66.7                                | 0.81~0.85                         | 10.6~12.0                                            | 33.3~47.1                                |
| Ⅱ C-2                      | 平 均 値<br>Mean                                 | 0.71                              | 12.6                                                 | 40.7                                     | 0.69                              | 7.97                                                 | 26.8                                     |
|                            | 範 囲<br>Range                                  | 0.71~0.72                         | 11.7~14.3                                            | 35.5~42.1                                | 0.68~0.71                         | 7.32~8.47                                            | 20.0~30.5                                |

Appendix 3. (つづき) (Results continued)

| 原木番号<br>Mark of study logs | 荷重方向<br>Direction of load<br>性質<br>Properties | 半径方向<br>Radial direction            |                                                      |                                          | 接線方向<br>Tangential direction        |                                                      |                                          |
|----------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|                            |                                               | 比重<br>$R_u$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | ヤング係数<br>$E_R$<br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> | 比例限度<br>$\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup> | 比重<br>$R_u$<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | ヤング係数<br>$E_T$<br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> | 比例限度<br>$\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup> |
| Ⅱ C-3                      | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 0.72<br>0.71~0.72                   | 11.5<br>10.9~12.5                                    | 34.1<br>30.7~39.2                        | 0.71<br>0.70~0.71                   | 6.96<br>6.25~7.26                                    | 21.6<br>19.4~25.0                        |
| 総括<br>Over all             | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 0.72<br>0.71~0.72                   | 12.1<br>10.9~14.3                                    | 37.4<br>30.7~42.1                        | 0.70<br>0.68~0.71                   | 7.47<br>6.25~8.47                                    | 24.2<br>19.4~30.5                        |
| Ⅱ D-1                      | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 0.58<br>0.57~0.60                   | 11.0<br>9.60~12.2                                    | 42.3<br>38.8~46.9                        | 0.54<br>0.52~0.55                   | 5.17<br>4.86~5.67                                    | 26.7<br>25.0~27.8                        |
| Ⅱ E-1                      | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 0.82<br>0.81~0.82                   | 20.5<br>20.0~21.0                                    | 83.9<br>78.3~89.4                        | 0.80<br>0.78~0.81                   | 10.2<br>9.40~11.1                                    | 43.3<br>38.8~49.7                        |
| Ⅱ F-1                      | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 0.50<br>0.50~0.51                   | 11.9<br>10.9~13.2                                    | 50.6<br>47.3~52.8                        | 0.49<br>0.48~0.50                   | 5.53<br>5.07~7.01                                    | 21.7<br>16.6~27.8                        |
| Ⅱ G-1                      | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 1.17<br>1.15~1.20                   | 27.2<br>25.2~28.3                                    | 10.9<br>88.4~122                         | —                                   | —                                                    | —                                        |

Appendix 4. 横引張試験結果  
Results of tension-perpendicular-grain test.

| 原木番号<br>Mark of study logs | 採材部<br>Position in cross section |                            | 気乾状態<br>Air dry condition                          |                                          |                                            | 多湿状態<br>Wet condition                              |                                          |                                            |
|----------------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------|
|                            |                                  |                            | ヤング係数<br>$E$<br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> | 比例限度<br>$\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup> | 強さ<br>$\sigma_{max}$<br>kg/cm <sup>2</sup> | ヤング係数<br>$E$<br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> | 比例限度<br>$\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup> | 強さ<br>$\sigma_{max}$<br>kg/cm <sup>2</sup> |
| 半径方向 (Radial direction)    |                                  |                            |                                                    |                                          |                                            |                                                    |                                          |                                            |
| Ⅱ A-3                      | C                                | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range | 13.9<br>12.5~15.1                                  | 53.8<br>40.0~69.4                        | 122<br>113~136                             | 12.6<br>11.5~14.4                                  | 51.6<br>45.5~55.6                        | 107<br>99.4~110                            |
| Ⅱ A-4                      | B. C                             | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range | 12.8<br>10.4~15.3                                  | 58.0<br>49.8~70.3                        | 137<br>131~140                             | 11.2<br>10.1~11.8                                  | 54.7<br>50.4~56.0                        | 101<br>95.0~107                            |
| Ⅱ A-8                      | C                                | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range | 12.8<br>10.5~14.3                                  | 55.3<br>50.1~60.3                        | 127<br>116~137                             | 12.5<br>12.2~13.1                                  | 52.0<br>50.0~59.7                        | 108<br>102~115                             |
| Ⅱ A-1                      | B. C                             | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range | 15.7<br>14.9~16.6                                  | 62.3<br>50.2~80.8                        | 123<br>113~134                             | 10.7<br>9.30~12.4                                  | 52.0<br>49.7~60.5                        | 87.2<br>78.4~96.4                          |

Appendix 4. (つづき) (Results continued)

| 原木番号<br>Mark of<br>study logs | 採材部<br>Position in<br>cross<br>section | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range | 気 乾 状 態<br>Air dry condition           |                                        |                                           | 多 湿 状 態<br>Wet condition               |                                        |                                           |
|-------------------------------|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|
|                               |                                        |                            | ヤング係数<br>$E$<br>$10^8 \text{ kg/cm}^2$ | 比例限度<br>$\sigma_p$<br>$\text{kg/cm}^2$ | 強 さ<br>$\sigma_{max}$<br>$\text{kg/cm}^2$ | ヤング係数<br>$E$<br>$10^3 \text{ kg/cm}^2$ | 比例限度<br>$\sigma_p$<br>$\text{kg/cm}^2$ | 強 さ<br>$\sigma_{max}$<br>$\text{kg/cm}^2$ |
|                               |                                        |                            | Ⅱ ㉔-5                                  | B                                      | 13.9<br>12.6~16.2                         | 63.2<br>59.2~69.8                      | 136<br>133~140                         | 11.1<br>10.9~11.6                         |
| Ⅱ D-1                         | B                                      | 11.0<br>9.71~12.5          | 64.4<br>47.6~79.0                      | 119<br>105~124                         | 7.21<br>6.57~7.58                         | 41.0<br>35.0~50.1                      | 73.0<br>58.0~83.4                      |                                           |
| Ⅱ F-1                         | C                                      | 9.91<br>8.76~11.8          | 46.9<br>39.2~57.7                      | 80.2<br>72.4~81.9                      | 9.15<br>8.95~9.37                         | 45.0<br>—                              | 65.9<br>63.5~69.6                      |                                           |

接 線 方 向 (Tangential direction)

|        |         |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|--------|---------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Ⅱ A-3  | D       | 7.61<br>6.82~8.82 | 31.5<br>29.1~34.3 | 71.2<br>67.3~76.2 | 6.24<br>5.96~6.47 | 26.9<br>25.2~30.5 | 54.8<br>52.8~55.7 |
| Ⅱ A-4  | B. C. D | 8.43<br>7.28~9.92 | 37.6<br>28.9~42.0 | 90.5<br>84.2~94.0 | 6.56<br>5.94~7.08 | 32.1<br>28.4~35.3 | 61.7<br>59.0~65.5 |
| Ⅱ A-8  | C. D    | 8.27<br>6.80~9.42 | 30.8<br>27.3~37.2 | 76.3<br>71.3~81.8 | 6.80<br>6.22~7.41 | 28.5<br>25.1~32.6 | 56.0<br>52.6~60.2 |
| Ⅱ ㉔-1  | C       | 7.34<br>6.37~7.79 | 34.8<br>30.6~42.6 | 76.5<br>70.4~82.3 | 7.06<br>6.73~7.46 | 28.0<br>24.7~29.9 | 51.8<br>47.5~53.4 |
| Ⅱ ㉔-5  | D       | 6.32<br>6.01~6.80 | 30.1<br>27.9~32.5 | 75.5<br>74.2~77.5 | 5.91<br>5.58~6.21 | 28.1<br>27.7~28.6 | 56.8<br>51.1~59.1 |
| Ⅱ B-10 | B       | 12.0<br>10.6~13.8 | 51.8<br>46.0~58.0 | 89.0<br>84.0~94.1 | 11.4<br>10.6~12.3 | 41.6<br>40.2~45.2 | 86.8<br>80.3~90.0 |
| Ⅱ C-3  | B       | 6.49<br>5.81~7.56 | 25.8<br>23.4~23.1 | 64.5<br>58.1~69.2 | 5.93<br>5.10~6.61 | 23.3<br>22.5~25.0 | 48.0<br>41.7~54.3 |
| Ⅱ D-1  | B. C    | 5.68<br>4.69~6.53 | 39.2<br>32.3~48.1 | 63.8<br>49.5~76.9 | 4.67<br>3.76~5.08 | 32.5<br>25.4~38.0 | 56.7<br>51.1~60.3 |
| Ⅱ F-1  | B. C    | 4.67<br>4.01~6.07 | 25.5<br>21.8~32.7 | 53.1<br>47.8~58.5 | 3.94<br>3.40~4.36 | 22.4<br>20.3~23.1 | 43.0<br>38.7~48.1 |

Appendix 5. 多湿円板からの横引張試験結果 (接線方向)  
Results of tension-perpendicular-to-grain tests of specimen from disk  
in wet condition (Tangential direction).

| 原木番号<br>Mark of<br>study logs | 採材部位<br>Position<br>in cross<br>section | 荷重方向<br>Direction<br>of load<br>性質<br>Properties | 接線方向<br>Tangential direction                         |                                          |                                          |                                        |                                    |                     |
|-------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|---------------------|
|                               |                                         |                                                  | ヤング係数<br>$E_T$<br>10 <sup>8</sup> kg/cm <sup>2</sup> | 比例限度<br>$\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup> | 比例限歪<br>$\epsilon_p$<br>10 <sup>-2</sup> | 強さ<br>$\sigma_T$<br>kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_T/E_T$<br>10 <sup>-2</sup> | $\sigma_p/\sigma_T$ |
| II A-3                        | B                                       | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                       | 8.11<br>0.62~8.39                                    | 39.8<br>37.8~42.4                        | 0.50<br>0.45~0.54                        | 67.5<br>64.9~69.7                      | 0.85<br>0.81~0.92                  | 0.59<br>0.55~0.66   |
|                               | C                                       | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                       | 6.42<br>6.16~6.66                                    | 30.6<br>27.5~32.5                        | 0.48<br>0.41~0.52                        | 55.8<br>53.0~57.2                      | 0.88<br>0.80~0.93                  | 0.55<br>0.53~0.59   |
|                               | D                                       | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                       | 6.24<br>5.96~64.7                                    | 26.9<br>25.2~30.5                        | 0.43<br>0.39~0.50                        | 54.8<br>52.8~55.7                      | 0.83<br>0.64~0.94                  | 0.49<br>0.46~0.55   |
| II A-4                        | B                                       | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                       | 6.75<br>6.60~6.90                                    | 31.5<br>29.8~33.0                        | 0.47<br>0.43~0.50                        | 62.7<br>60.0~65.5                      | 0.93<br>0.89~0.95                  | 0.50<br>0.48~0.60   |
|                               | C                                       | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                       | 6.33<br>5.98~6.49                                    | 31.1<br>28.4~33.0                        | 0.49<br>0.44~0.54                        | 60.2<br>59.0~61.7                      | 0.95<br>0.92~1.01                  | 0.52<br>0.48~0.56   |
|                               | D                                       | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                       | 6.61<br>5.94~7.08                                    | 33.7<br>30.6~35.3                        | 0.49<br>0.45~0.54                        | 62.3<br>60.6~64.0                      | 0.94<br>0.90~1.02                  | 0.53<br>0.49~0.58   |
| II A-8                        | B                                       | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                       | 7.29<br>7.06~7.49                                    | 35.0<br>32.4~38.0                        | 0.45<br>0.43~0.51                        | 62.0<br>60.1~63.3                      | 0.85<br>0.84~0.88                  | 0.56<br>0.52~0.61   |
|                               | C                                       | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                       | 6.95<br>6.76~7.41                                    | 26.5<br>25.1~27.8                        | 0.38<br>0.36~0.41                        | 56.4<br>52.6~60.2                      | 0.81<br>0.78~0.85                  | 0.47<br>0.44~0.53   |
|                               | D                                       | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                       | 6.64<br>6.22~7.27                                    | 30.5<br>27.6~32.6                        | 0.46<br>0.38~0.52                        | 55.6<br>53.0~57.4                      | 0.84<br>0.78~0.92                  | 0.55<br>0.49~0.62   |
| II A-1                        | B                                       | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                       | 6.18<br>6.01~6.22                                    | 28.8<br>25.7~33.3                        | 0.47<br>0.41~0.56                        | 53.1<br>50.7~54.8                      | 0.86<br>0.82~0.91                  | 0.54<br>0.48~0.61   |
|                               | C                                       | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                       | 7.06<br>6.73~7.46                                    | 28.0<br>24.7~29.9                        | 0.40<br>0.37~0.42                        | 51.8<br>47.5~53.4                      | 0.73<br>0.71~0.78                  | 0.54<br>0.52~0.56   |
|                               | D                                       | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                       | 8.51<br>7.60~8.97                                    | 34.6<br>30.4~37.4                        | 0.41<br>0.37~0.44                        | 60.0<br>55.2~63.1                      | 0.73<br>0.67~0.75                  | 0.58<br>0.55~0.61   |

Appendix 5. (つづき) (Results continued)

| 原木番号<br>Mark of study logs | 採材部位<br>Position in cross section | 荷重方向<br>Direction of load<br>性質<br>Properties | 接線方向<br>Tangential direction                         |                                          |                                          |                                        |                                    |                   |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|-------------------|
|                            |                                   |                                               | ヤング係数<br>$E_T$<br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> | 比例限度<br>$\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup> | 比例限歪<br>$\epsilon_p$<br>10 <sup>-2</sup> | 強さ<br>$\sigma_T$<br>kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_T/E_T$<br>10 <sup>-2</sup> | $\sigma_p/\tau_T$ |
| II A-2                     | B                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 7.65<br>7.38~8.08                                    | 39.6<br>38.0~44.0                        | 0.52<br>0.47~0.60                        | 62.4<br>58.8~65.5                      | 0.82<br>0.76~0.85                  | 0.64<br>0.58~0.74 |
|                            | C                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 5.47<br>5.13~5.85                                    | 26.4<br>25.6~28.2                        | 0.49<br>0.44~0.54                        | 50.7<br>47.2~53.2                      | 0.93<br>0.88~0.98                  | 0.52<br>0.48~0.55 |
|                            | D                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 6.50<br>5.75~7.22                                    | 32.8<br>30.2~38.0                        | 0.51<br>0.45~0.57                        | 53.5<br>44.9~58.3                      | 0.82<br>0.66~0.91                  | 0.61<br>0.56~0.73 |
| II A-5                     | B                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 5.80<br>5.53~6.14                                    | 33.6<br>30.7~35.6                        | 0.58<br>0.51~0.64                        | 55.6<br>53.1~60.3                      | 0.96<br>0.92~1.00                  | 0.60<br>0.55~0.67 |
|                            | C                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 6.31<br>6.04~6.74                                    | 33.8<br>30.9~35.7                        | 0.54<br>0.50~0.59                        | 60.8<br>58.7~62.2                      | 0.96<br>0.92~1.02                  | 0.56<br>0.53~0.57 |
|                            | D                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 5.91<br>5.58~6.21                                    | 28.1<br>27.7~28.6                        | 0.48<br>0.45~0.50                        | 56.8<br>51.1~59.1                      | 0.96<br>0.90~1.05                  | 0.49<br>0.47~0.54 |
| II B-8                     | B                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 9.96<br>9.05~10.74                                   | 45.5<br>40.4~55.2                        | 0.46<br>0.38~0.57                        | 85.4<br>82.8~89.8                      | 0.85<br>0.73~0.94                  | 0.54<br>0.48~0.64 |
|                            | C                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 11.6<br>10.8~12.74                                   | 47.9<br>40.2~55.3                        | 0.42<br>0.35~0.49                        | 86.1<br>80.6~87.6                      | 0.74<br>0.66~0.79                  | 0.56<br>0.46~0.63 |
|                            | D                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 9.66<br>9.14~10.03                                   | 42.7<br>35.1~50.2                        | 0.44<br>0.35~0.55                        | 80.1<br>76.2~82.5                      | 0.83<br>0.78~0.90                  | 0.53<br>0.44~0.61 |
| II B-10                    | B                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 11.4<br>10.6~12.34                                   | 41.6<br>40.2~45.2                        | 0.38<br>0.33~0.40                        | 86.8<br>80.3~90.0                      | 0.75<br>0.65~0.84                  | 0.48<br>0.45~0.51 |
|                            | C                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 11.4<br>11.1~11.9                                    | 63.2<br>55.5~65.3                        | 0.55<br>0.47~0.58                        | 93.6<br>87.2~98.0                      | 0.72<br>0.78~0.84                  | 0.68<br>0.58~0.74 |
|                            | D                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 9.92<br>9.24~10.7                                    | 48.4<br>45.0~51.2                        | 0.49<br>0.42~0.54                        | 79.5<br>75.0~84.2                      | 0.80<br>0.71~0.87                  | 0.61<br>0.60~0.62 |

Appendix 5. (つづき) (Results continued)

| 原木番号<br>Mark of study logs | 採材部位<br>Position in cross section | 荷重方向<br>Direction of load<br>性質<br>Properties | 接線方向<br>Tangential direction                         |                                          |                                          |                                        |                                    |                     |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|---------------------|
|                            |                                   |                                               | ヤング係数<br>$E_T$<br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> | 比例限度<br>$\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup> | 比例限度<br>$\epsilon_p$<br>10 <sup>-2</sup> | 強さ<br>$\sigma_T$<br>kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_T/E_T$<br>10 <sup>-2</sup> | $\sigma_p/\sigma_T$ |
| Ⅱ C-2                      | B                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 7.70<br>7.24~8.09                                    | 34.7<br>30.4~35.7                        | 0.45<br>0.39~0.49                        | 64.5<br>57.9~67.3                      | 0.84<br>0.74~0.94                  | 0.54<br>0.53~0.56   |
|                            | C                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 7.20<br>6.82~7.60                                    | 35.5<br>30.5~40.6                        | 0.49<br>0.45~0.59                        | 64.1<br>60.4~66.9                      | 0.89<br>0.81~0.97                  | 0.55<br>0.51~0.61   |
|                            | D                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 7.82<br>7.82~8.61                                    | 29.0<br>25.4~31.0                        | 0.36<br>0.30~0.39                        | 66.9<br>66.0~67.4                      | 0.80<br>0.76~0.86                  | 0.43<br>0.38~0.46   |
| Ⅱ C-3                      | B                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 5.93<br>5.10~6.61                                    | 23.3<br>22.5~25.0                        | 0.40<br>0.34~0.49                        | 48.0<br>41.7~54.3                      | 0.83<br>0.63~1.06                  | 0.49<br>0.46~0.54   |
|                            | C                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 9.06<br>8.50~9.44                                    | 34.7<br>31.7~35.7                        | 0.38<br>0.37~0.40                        | 68.9<br>66.3~70.8                      | 0.76<br>0.72~0.82                  | 0.50<br>0.45~0.53   |
|                            | D                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 8.66<br>8.28~8.89                                    | 34.3<br>30.3~35.4                        | 0.40<br>0.34~0.42                        | 65.6<br>61.8~67.3                      | 0.77<br>0.73~0.81                  | 0.52<br>0.45~0.57   |
| Ⅱ D-1                      | B                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 4.89<br>4.51~5.08                                    | 35.0<br>32.8~38.0                        | 0.72<br>0.65~0.84                        | 58.0<br>51.1~60.3                      | 1.09<br>0.97~1.23                  | 0.60<br>0.55~0.65   |
|                            | C                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 4.45<br>3.76~4.87                                    | 30.6<br>25.4~35.1                        | 0.70<br>0.55~0.93                        | 55.5<br>52.3~58.1                      | 1.25<br>1.13~1.51                  | 0.55<br>0.48~0.62   |
|                            | D                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 4.24<br>3.93~4.41                                    | 30.1<br>25.4~33.3                        | 0.71<br>0.59~0.78                        | 53.2<br>51.0~56.1                      | 1.26<br>1.21~1.30                  | 0.57<br>0.48~0.63   |
| Ⅱ E-1                      | B                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 12.9<br>12.8~13.1                                    | 57.8<br>50.7~70.2                        | 0.45<br>0.39~0.55                        | 87.6<br>77.5~91.8                      | 0.68<br>0.61~0.75                  | 0.63<br>0.57~0.78   |
|                            | C                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 11.2<br>10.7~12.1                                    | 53.1<br>45.7~55.6                        | 0.48<br>0.41~0.52                        | 82.3<br>77.8~88.4                      | 0.75<br>0.70~0.79                  | 0.65<br>0.54~0.72   |
| Ⅱ F-1                      | B                                 | 平均値<br>Mean<br>範囲<br>Range                    | 3.80<br>3.40~4.21                                    | 21.9<br>20.3~22.8                        | 0.57<br>0.49~0.67                        | 42.0<br>38.7~46.0                      | 1.10<br>0.99~1.15                  | 0.52<br>0.44~0.59   |

Appendix 5. (つづき) (Results continued)

| 原木番号<br>Mark of study logs | 採材部位<br>Position in cross section | 荷重方向<br>Direction of load<br>性質<br>Properties | 接線方向<br>Tangential direction                         |                                          |                                          |                                        |                                    |                     |
|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------|---------------------|
|                            |                                   |                                               | ヤング係数<br>$E_T$<br>10 <sup>3</sup> kg/cm <sup>2</sup> | 比例限度<br>$\sigma_p$<br>kg/cm <sup>2</sup> | 比例限度<br>$\epsilon_p$<br>10 <sup>-2</sup> | 強さ<br>$\sigma_T$<br>kg/cm <sup>2</sup> | $\sigma_T/E_T$<br>10 <sup>-2</sup> | $\sigma_p/\sigma_T$ |
| Ⅱ F-1                      | C                                 | 平均値<br>Mean                                   | 4.08                                                 | 22.9                                     | 0.56                                     | 44.1                                   | 1.07                               | 0.52                |
|                            |                                   | 範囲<br>Range                                   | 3.90~4.36                                            | 22.7~23.1                                | 0.53~0.59                                | 41.2~48.1                              | 1.00~1.12                          | 0.48~0.55           |
|                            | D                                 | 平均値<br>Mean                                   | 5.19                                                 | 31.2                                     | 0.61                                     | 48.1                                   | 0.94                               | 0.65                |
|                            |                                   | 範囲<br>Range                                   | 4.78~5.51                                            | 28.0~35.2                                | 0.53~0.72                                | 44.3~51.7                              | 0.84~1.01                          | 0.59~0.71           |

Mechanical Properties of Eight Species of  
Cambodian Woods.

Ryôzaburô YAMAï and Kôichi KONDô

(Résumé)

The main purposes of this study are to obtain the mechanical properties of eight wood species grown in Cambodia and the stress-strain relations in tension perpendicular to the grain regarded as one of the factors for the cutting condition of good veneer from logs. The botanical names and the common names of test materials are given in Table 1. The tests were mainly conducted by the methods provided in the Japanese Industrial Standards on clear wood, free from defects. Two moisture conditions were prepared for these tests, namely, (1) wet condition for the specimens of group I cut from the wet disks (about 10 cm in thickness) and (2) air dry condition for those of group II, III cut from the logs (about 50 cm in length) and beams in structural size. The main results obtained from these tests may be summarized as follows :

(1) The mean values of several tests for each species are given in Tables 2 and 3. The range of the specific gravity of test specimens is from 0.53 for Srol kraham to 1.18 for Rong leang. The strength properties show some tendency to increase with the specific gravity. Approximate relations between the specific gravity and various strength properties are shown graphically in Fig. 7.

(2) The values of specific strength ( $\sigma_{max}/R_u$ ) are given in Table 4. The values in the compression parallel to grain test are about 7 to 9 km and no remarkable differences among each species are recognized. The values in the static bending test for Koki khsach and Rong leang are somewhat high in comparison with other species.

(3) The values of shearing strength for Chhoeuteal bangkuoi, Chhoeuteal sar, Komnhan and Phdiek are low in comparison with the high specific gravity and maximum strength in the longitudinal compression as shown in the same table.

(4) The values of  $\sigma_{max}/E$  in the various tests are given in the same table. The values in the compression parallel to grain test are  $0.34\sim0.40\times 10^{-2}$ , except Srol kraham belonging to the coniferous woods.

(5) The comparisons of strength properties along three mutually perpendicular axes of symmetry are presented in Table 5 & 6. The ratios  $L : R : T$  in YOUNG's modulus are about 100 : 10 : 5 except Srol kraham and Rong leang. The ratios  $L : R : T$  in stress at proportional limit in compression are about 100 : 9 : 6 for Chhoeuteal bangkuoi, Chhoeuteal sar, Komnhan and Phdiek.

(6) The relations between the position in cross section of the wet disk and the values of YOUNG's modulus maximum strength and  $\sigma_T/E_T$  in tension along tangential axis are respectively shown in Fig. 9, Fig 10 and Appendix 5. No definite relations due to the difference of position along the radius could be detected.

### Ⅲ. カンボジア産材 8 樹種の回転鉋における被削性

(南洋材の回転鉋における被削性試験 第 2 報)

星 通<sup>(1)</sup>

#### 1. ま え が き

南洋材の研究の一環として、サラワク産材レッド メランチについて、カンボジア産材、チュテールバンコイ、チュテール サール、コムニヤン、プジック、ロ ヨン、コキークサイ、スロール クラハム、ロン リアンの 8 樹種と参考のためにフィリッピンのリヤング地区産レッド ラワンの計 9 樹種について、サラワク産材の回転鉋における被削性試験に付記した試験法<sup>1)</sup>により試験を実施した。

#### 2. 試 験 方 法

##### 2-1. 試験の概要

回転鉋における被削性試験は、切削抵抗試験と、切削面を基準とする刃先の寿命試験の 2 項により、その性質を比較し、検討しようとするものである。

1) 切削抵抗試験は、厚さ 60 mm の挽板および 45 mm の円板に木取りした供試材を約 25% まで天然乾燥したのち最高 50°C の温度で平均含水率 10% 程度まで人工乾燥し、試験法に示す試験材を木取りして 12% 前後に調湿する。この縦、横、木口の 3 種類の試験材を回転鉋により切削し。(送り速度 3~7 m/min, 切削角 56°), ナイフに加わる切削抵抗 (主分力) を、回転軸に取り付けたトルクメーターによりトルクに変え、ストレンメーター、増幅器を用いてベンがきオシログラフに記録させる。

このトルク値を切削抵抗に換算し、1 刃あたりの送り量 ( $f$  cm) と、単位幅あたりの切削抵抗 ( $P$  kg/cm) の関係図を作り、得られる直線式  $F=af+a$  における、 $\alpha$  および  $a$  の両係数により表示する。また、この試験の範囲において比重の大きいものなどで直線式により処理できないものは、 $P=af^\beta+a$  の式における指数を加え、 $\alpha$ ,  $a$ ,  $\beta$ , の 3 係数により表示する。

2) 切削面を基準とする刃先の寿命試験は前記の試験材同様に人工乾燥した挽板から、幅 60 mm×厚さ 30~50 mm×長さ 2,000 mm に木取りした試験材を、自動 1 面鉋盤 (有効刃数 1 刃, 回転数 6,180

(1) 木材部加工科加工研究室

r. p. m, 送り速度 20 m/min, 切削角 56°) により切削する。一定切削材長ごとに、切削面を見るための試験材 25 本を切削し、長さ 500 mm を単位として、欠点材面と無欠点材面（実用上支障のない欠点を含む）に分け、その欠点率を求める<sup>2)</sup>。この方法により切削材長 (L m) と欠点率 (D %) の関係を求め、欠点率 70% に達した切削材長をもって、その供試材における刃先の寿命試験の指標とする。

2-2. 供試材

供試材には前記の 8 樹種を用い、このうちチュテール パンコイ、チュテール サール、コムニヤン、ブジックの 4 樹種は緒言の木取り図 (Fig. 1~Fig. 10) に示された挽板から Table 1 に示す板を選び、横切削試験材は Table 2 に示すように丸太から長さ 45 mm の円板を横切りして用いた。レッド・ラワンの木取りも同様な挽板および円板を用いた。また、ロ ヨン、コキー クサイ、スロール クラハム、ロン リアンの 4 樹種は供試材の都合により縦切削における切削抵抗のみを測定するため、丸太を 30 cm の長さに横切りしたものから厚さ 60 mm の挽板を製材し、乾燥中の割れによる欠点を除き追径面の木取りができるもの 3 枚を試験材とした。

試験材の寸法および数量は、前報の試験法に示したとおりであるが、木口切削試験材の切削部分の厚さは 10 mm とした。なお、これらの樹種の切削抵抗試験材に使用した挽板を一括して Table 2 に示す。本表に示す横切削試験材の挽板番号は、原木樹種記号—丸太番号—円板番号 (1~5), の順に記入してあ

Table 1. 供試挽板  
Sown board.

| 樹種<br>Species          | 挽板番号<br>Sown board No. | 樹種<br>Species     | 挽板番号<br>Sown board No. | 樹種<br>Species | 挽板番号<br>Sown board No. |
|------------------------|------------------------|-------------------|------------------------|---------------|------------------------|
| Chhoeuteal<br>bangkuoi | A-2-01                 | Chhoeuteal<br>sar | A-4-03                 | Komnhan       | B-7-12                 |
|                        | " 02                   |                   | " 04                   |               | " 13                   |
|                        | " 04                   |                   | " 13                   |               | " 15                   |
|                        | " 05                   |                   | " 14                   |               | B-11-01                |
|                        | " 09                   |                   | " 18                   |               | " 02                   |
|                        | " 11                   |                   | A-6-01                 |               | " 03                   |
|                        | " 13                   |                   | " 06                   |               | " 09                   |
|                        | A-6-02                 |                   | " 07                   |               | " 10                   |
|                        | " 04                   | " 13              | " 11                   |               |                        |
|                        | " 11                   | " 18              | B-13-05                |               |                        |
|                        | " 12                   | Komnhan           | Phdiek                 |               | C-1-01                 |
|                        | " 14                   |                   |                        | B-1-04        | " 02                   |
|                        | A-7-02                 |                   |                        | B-4-01        | " 03                   |
|                        | " 03                   |                   |                        | " 02          | " 04                   |
|                        | " 05                   |                   |                        | " 03          | " 05                   |
|                        | " 06                   |                   |                        | " 04          | " 06                   |
| " 14                   | " 08                   |                   |                        | " 06          |                        |
| " 15                   | " 09                   |                   |                        | C-4-02        |                        |
| " 16                   | " 11                   | " 06              |                        |               |                        |
| Chhoeuteal<br>sar      | A-3-02                 | B-5-04            |                        | " 07          |                        |
|                        | " 03                   | B-7-02            |                        | " 14          |                        |
|                        | A-4-02                 | " 05              | " 17                   |               |                        |
|                        |                        | " 06              | " 18                   |               |                        |
|                        |                        | " 11              |                        |               |                        |

Table 2. 切削抵抗試験用供試挽板  
Sawn board for cutting force.

| カンボジア名<br>Common name             | 学名<br>Botanical name                     | 試験材<br>No. | 挽板記号 Sawn board |         |          |
|-----------------------------------|------------------------------------------|------------|-----------------|---------|----------|
|                                   |                                          |            | 縦切削 (L)         | 横切削 (T) | 木口切削 (C) |
| チュテール バンコイ<br>Chhoeuteal bangkuoi | <i>Dipterocarpus insularis</i><br>HANCE  | 1          | A-2-09          | A-3-4   | A-2-09   |
|                                   |                                          | 2          | -6-15           | -4-2    | -6-15    |
|                                   |                                          | 3          | -7-06           | -8-4    | -7-06    |
| チュテール サール<br>Chhoeuteal sar       | <i>Dipterocarpus alatus</i> BOXB.        | 1          | A-3-02          | A-1-2   | A-3-02   |
|                                   |                                          | 2          | -4-03           | -1-3    | -4-03    |
|                                   |                                          | 3          | -6-07           | -5-3    | -6-07    |
| コムニヤン<br>Kommhan                  | <i>Shorea hypochra</i> HANCE             | 1          | B-4-03          | B-8-2   | B-4-03   |
|                                   |                                          | 2          | -5-04           | -8-5    | -5-04    |
|                                   |                                          | 3          | -7-11           | -12-4   | -7-11    |
| ブジック<br>Phdiek                    | <i>Anisoptera glabra</i> KURZ            | 1          | C-4-17          | C-2-5   | C-4-17   |
|                                   |                                          | 2          | "               | -3-5    | -4-07    |
|                                   |                                          | 3          | -4-07           | —       | -1-06    |
| ロ ヨン<br>Ro yong                   | <i>Parkia streptocarpa</i> HANCE         | 1          | D-1             | —       | —        |
|                                   |                                          | 2          | "               | —       | —        |
|                                   |                                          | 3          | "               | —       | —        |
| コキー クサイ<br>Koki khsach            | <i>Hopea pierrei</i> HANCE               | 1          | E-1             | —       | —        |
|                                   |                                          | 2          | "               | —       | —        |
|                                   |                                          | 3          | "               | —       | —        |
| スロール クラハム<br>Srol kraham          | <i>Dacrydium elatum</i> (BOXB.)<br>WALL. | 1          | F-1             | —       | —        |
|                                   |                                          | 2          | "               | —       | —        |
|                                   |                                          | 3          | "               | —       | —        |
| ロン リアン<br>Rong leang              | <i>Tristania</i> sp.                     | 1          | G-1             | —       | —        |
|                                   |                                          | 2          | "               | —       | —        |
|                                   |                                          | 3          | "               | —       | —        |

- 注 1. 横切削試験材の末字の数字は一般製材の挽板番号と異なる。  
2. 試験材の数は1樹種3枚とし、可能な範囲で多くの丸太から採材。

るものであって他の試験材の挽板番号とは異なるものである。3枚の試験材は3本の丸太より選ぶこととしたが、材料の関係により同じ丸太の挽板を用いたものもある。切削面を基準とする刃先の寿命試験に用いた試験材は Table 1 に示す供試挽板より木取りした試験材 (50 mm × 60 mm × 2,000 mm) が均等に含まれるように配慮した。

### 2-3. 試験材の含水率および比重測定

1) 切削抵抗試験材の含水率および比重は試験法に示す方法により測定し、その結果を縦、横および木口切削試験材についてそれぞれ Table 3, 4 および 5 に示す。

2) 刃先の寿命試験材の含水率は Kett M-8 型含水率計により測定した。また、比重は試験材を長さ 50 mm に横切りした部分より測定した。これらの測定結果を Table 6 に示す。

## 3. 試験結果および考察

### 3-1. 切削抵抗試験

前記の試験法により切削抵抗試験を行なった。先きのべたようにチュテール バンコイ、チュテール サール、コムニヤン、ブジック、および比較のために用いたレッド ラワンの5樹種については、縦、横、

Table 3. 縦切削における含水率, 比重および測定結果  
Moisture content, specific gravity  $\alpha$ ,  $\beta$  and  $a$  of longitudinal cutting force.

| 樹種<br>Species          | 試材<br>No.<br>Test<br>piece<br>No. | 切削時含水率<br>Moisture content at cutting |                                |                      | 比重<br>Specific gravity             |                             | $a$  | $\alpha$ | $\beta$ |
|------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------------|------|----------|---------|
|                        |                                   | 切削前<br>Before<br>cutting<br>(%)       | 切削後<br>After<br>cutting<br>(%) | 平均<br>Average<br>(%) | 調湿時<br>At con-<br>ditioning<br>(%) | 全乾<br>At<br>oven dry<br>(%) |      |          |         |
| Chhoeuteal<br>bangkuoi | 1                                 | 14.1                                  | 14.9                           | 14.5                 | 0.860                              | 0.761                       | 1.63 | 6.03     |         |
|                        | 2                                 | 14.3                                  | 17.3                           | 15.8                 | 0.791                              | 0.692                       | 2.00 | 3.65     |         |
|                        | 3                                 | 13.7                                  | 14.9                           | 14.3                 | 0.842                              | 0.737                       | 1.20 | 3.18     |         |
| Chhoeuteal<br>sar      | 1                                 | 14.6                                  | 14.4                           | 14.5                 | 0.765                              | 0.666                       | 1.30 | 2.80     |         |
|                        | 2                                 | 14.9                                  | 15.2                           | 15.1                 | 0.790                              | 0.682                       | 1.02 | 4.77     |         |
|                        | 3                                 | 14.4                                  | 13.6                           | 14.0                 | 0.714                              | 0.622                       | 0.82 | 6.64     |         |
| Komnhan                | 1                                 | 10.5                                  | 10.8                           | 10.7                 | 0.743                              | 0.670                       | 0.85 | 7.23     |         |
|                        | 2                                 | 10.1                                  | 11.4                           | 10.8                 | 0.737                              | 0.662                       | 0.95 | 5.58     |         |
|                        | 3                                 | 10.6                                  | 13.1                           | 11.9                 | 0.621                              | 0.558                       | 0.90 | 5.28     |         |
| Phdiek                 | 1                                 | 9.6                                   | 17.8                           | 13.7                 | 0.629                              | 0.561                       | 1.40 | 4.14     |         |
|                        | 2                                 | 9.3                                   | 17.5                           | 13.4                 | 0.617                              | 0.551                       | 1.58 | 3.74     |         |
|                        | 3                                 | 9.3                                   | 16.3                           | 12.8                 | 0.643                              | 0.557                       | 1.76 | 3.49     |         |
| Ro yong                | 1                                 | 14.2                                  | 13.8                           | 14.0                 | 0.593                              | 0.522                       | 1.30 | 2.75     |         |
|                        | 2                                 | 14.7                                  | 13.5                           | 14.1                 | 0.562                              | 0.495                       | 0.90 | 5.00     |         |
|                        | 3                                 | 14.0                                  | 13.6                           | 13.8                 | 0.576                              | 0.508                       | 0.80 | 5.25     |         |
| Koki<br>khsach         | 1                                 | 10.8                                  | 9.7                            | 10.3                 | 0.789                              | 0.713                       | 0.90 | 3.84     |         |
|                        | 2                                 | 10.3                                  | 10.7                           | 10.5                 | 0.877                              | 0.790                       | 1.56 | 5.38     |         |
|                        | 3                                 | 10.4                                  | 10.1                           | 10.3                 | 0.899                              | 0.813                       | 1.56 | 5.30     |         |
| Srol<br>kraham         | 1                                 | 12.7                                  | 13.9                           | 13.3                 | 0.487                              | 0.428                       | 0.62 | 3.80     |         |
|                        | 2                                 | 12.9                                  | 13.7                           | 13.3                 | 0.485                              | 0.428                       | 0.10 | 4.75     |         |
|                        | 3                                 | 14.3                                  | 15.5                           | 14.9                 | 0.492                              | 0.430                       | 1.38 | 5.15     |         |
| Rong<br>leang          | 1                                 | 16.1                                  | 17.2                           | 16.7                 | 1.164                              | 1.003                       | 3.00 | 9.80     | 1.508   |
|                        | 2                                 | 14.6                                  | 18.2                           | 16.4                 | 1.153                              | 0.998                       | 3.00 | 9.80     | 1.508   |
|                        | 3                                 | 15.2                                  | 15.9                           | 15.6                 | 1.120                              | 0.968                       | 2.80 | 12.80    | 1.415   |
| Red lauan              | 1                                 | 12.4                                  | 13.5                           | 13.0                 | 0.574                              | 0.507                       | 0.75 | 4.81     |         |
|                        | 2                                 | 12.2                                  | 13.4                           | 12.8                 | 0.565                              | 0.499                       | 0.40 | 5.74     |         |
|                        | 3                                 | 12.2                                  | 13.9                           | 13.1                 | 0.521                              | 0.462                       | 0.45 | 4.95     |         |

Table 4. 横切削における含水率, 比重および測定結果  
Moisture content, specific gravity  $\alpha$ ,  $\beta$  and  $a$  of transverse cutting force.

| 樹種<br>Species          | 試材<br>No.<br>Test<br>piece<br>No. | 切削時含水率<br>Moisture content at cutting |                                |                      | 比重<br>Specific gravity             |                             | $a$  | $\alpha$ | $\beta$ |
|------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------------|------|----------|---------|
|                        |                                   | 切削前<br>Before<br>cutting<br>(%)       | 切削後<br>After<br>cutting<br>(%) | 平均<br>Average<br>(%) | 調湿時<br>At con-<br>ditioning<br>(%) | 全乾<br>At<br>oven dry<br>(%) |      |          |         |
| Chhoeuteal<br>bangkuoi | 1                                 | 11.9                                  | 12.1                           | 12.0                 | 0.735                              | 0.659                       | 1.30 | 3.00     |         |
|                        | 2                                 | 12.2                                  | 13.1                           | 12.7                 | 0.837                              | 0.751                       | 2.02 | 2.02     |         |
|                        | 3                                 | 12.2                                  | 12.0                           | 12.1                 | 0.738                              | 0.662                       | 1.00 | 1.00     |         |
| Chhoeuteal<br>sar      | 1                                 | 12.7                                  | 12.6                           | 12.7                 | 0.810                              | 0.727                       | 1.77 | 2.03     |         |
|                        | 2                                 | 12.7                                  | 12.5                           | 12.6                 | 0.779                              | 0.699                       | 2.12 | 1.66     |         |
|                        | 3                                 | 12.2                                  | 12.7                           | 12.5                 | 0.706                              | 0.634                       | 1.40 | 2.60     |         |
| Komnhan                | 1                                 | 11.6                                  | 11.8                           | 11.7                 | 0.787                              | 0.707                       | 1.44 | 2.21     |         |
|                        | 2                                 | 12.3                                  | 13.2                           | 12.8                 | 0.792                              | 0.711                       | 1.85 | 3.64     |         |
|                        | 3                                 | 12.0                                  | 11.7                           | 11.9                 | 0.811                              | 0.728                       | 2.54 | 2.29     |         |

Table 4. (つづき) (continued)

| 樹種<br>Species | 試材<br>No.<br>Test<br>piece<br>No. | 切削時含水率<br>Moisture content at cutting |                                |                      | 比重<br>Specific gravity             |                             | a    | α    | β |
|---------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------------|------|------|---|
|               |                                   | 切削前<br>Before<br>cutting<br>(%)       | 切削後<br>After<br>cutting<br>(%) | 平均<br>Average<br>(%) | 調湿時<br>At con-<br>ditioning<br>(%) | 全乾<br>At oven<br>dry<br>(%) |      |      |   |
| Phdiek        | 1                                 | 12.0                                  | 12.4                           | 12.2                 | 0.719                              | 0.647                       | 1.54 | 2.57 |   |
|               | 2                                 | 12.4                                  | 12.5                           | 12.5                 | 0.699                              | 0.628                       | 1.72 | 2.43 |   |
| Red lauan     | 1                                 | 11.7                                  | 11.9                           | 11.8                 | 0.593                              | 0.533                       | 1.37 | 2.23 |   |
|               | 2                                 | 11.3                                  | 11.5                           | 11.4                 | 0.491                              | 0.442                       | 0.80 | 2.70 |   |
|               | 3                                 | 11.6                                  | 11.2                           | 11.4                 | 0.489                              | 0.440                       | 1.43 | 1.66 |   |

Table 5. 木口切削における含水率, 比重および測定結果  
Moisture content, specific gravity, α, β and a of cross cutting force.

| 樹種<br>Species          | 試材<br>No.<br>Test<br>piece<br>No. | 切削時含水率<br>Moisture content at cutting |                                |                      | 比重<br>Specific gravity             |                             | a     | α     | β |
|------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|----------------------|------------------------------------|-----------------------------|-------|-------|---|
|                        |                                   | 切削前<br>Before<br>cutting<br>(%)       | 切削後<br>After<br>cutting<br>(%) | 平均<br>Average<br>(%) | 調湿時<br>At con-<br>ditioning<br>(%) | 全乾<br>At oven<br>dry<br>(%) |       |       |   |
| Chhoeuteal<br>bangkuoi | 1                                 | 12.4                                  | 14.8                           | 13.6                 | 0.842                              | 0.741                       | 9.60  | 21.71 |   |
|                        | 2                                 | 12.6                                  | 14.8                           | 13.7                 | 0.825                              | 0.728                       | 10.60 | 17.29 |   |
|                        | 3                                 | 12.2                                  | 14.5                           | 13.4                 | 0.836                              | 0.739                       | 9.37  | 22.90 |   |
| Chhoeuteal<br>sar      | 1                                 | 12.6                                  | 14.3                           | 13.5                 | 0.769                              | 0.673                       | 7.48  | 15.89 |   |
|                        | 2                                 | 12.6                                  | 14.1                           | 13.4                 | 0.780                              | 0.682                       | 8.56  | 18.91 |   |
|                        | 3                                 | 12.6                                  | 14.2                           | 13.4                 | 0.749                              | 0.657                       | 8.30  | 14.42 |   |
| Komnhan                | 1                                 | 10.2                                  | 10.7                           | 10.4                 | 0.762                              | 0.688                       | 8.70  | 17.14 |   |
|                        | 2                                 | 10.2                                  | 10.9                           | 10.6                 | 0.747                              | 0.673                       | 10.57 | 16.04 |   |
|                        | 3                                 | 10.5                                  | 11.0                           | 10.8                 | 0.636                              | 0.562                       | 8.10  | 13.00 |   |
| Phdiek                 | 1                                 | 10.1                                  | 11.2                           | 10.7                 | 0.627                              | 0.564                       | 5.40  | 12.26 |   |
|                        | 2                                 | 10.1                                  | 10.0                           | 10.1                 | 0.601                              | 0.551                       | 5.30  | 12.36 |   |
|                        | 3                                 | 8.9                                   | 8.7                            | 8.8                  | 0.653                              | 0.559                       | 6.02  | 11.40 |   |
| Red lauan              | 1                                 | 12.5                                  | 12.9                           | 12.7                 | 0.567                              | 0.502                       | 7.20  | 18.86 |   |
|                        | 2                                 | 12.2                                  | 12.8                           | 12.5                 | 0.557                              | 0.492                       | 7.38  | 20.03 |   |
|                        | 3                                 | 12.0                                  | 12.8                           | 12.4                 | 0.557                              | 0.492                       | 8.06  | 19.97 |   |

Table 6. 刃先の寿命, 試験材の含水率および比重  
Moisture content, and specific gravity by test piece of dulling property of woods.

| 樹種<br>Species       | 含水率 (%)<br>Moisture content |               | 比重<br>Specific gravity |               |
|---------------------|-----------------------------|---------------|------------------------|---------------|
|                     | 範囲<br>Range                 | 平均<br>Average | 範囲<br>Range            | 平均<br>Average |
| Chhoeuteal bangkuoi | 9.6~12.9                    | 11.2          | 0.771~0.898            | 0.820         |
| Chhoeuteal sar      | 10.0~12.9                   | 11.4          | 0.686~0.858            | 0.749         |
| Komnhan             | 9.0~11.4                    | 10.0          | 0.652~0.842            | 0.734         |
| Phdiek              | 10.5~14.9                   | 12.5          | 0.591~0.659            | 0.609         |

注 比重は調湿時(切削時)比重。含水率は Kett M-8 抵抗式含水率計による。  
Specific gravity at conditioning.

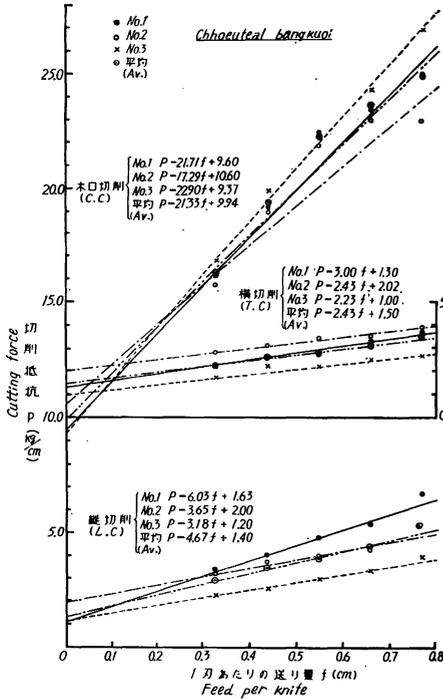


Fig. 1 1刃あたりの送り量( $f$ )と切削抵抗( $P$ )の関係  
Relation between cutting force ( $P$ ) and feed per knife ( $f$ ).

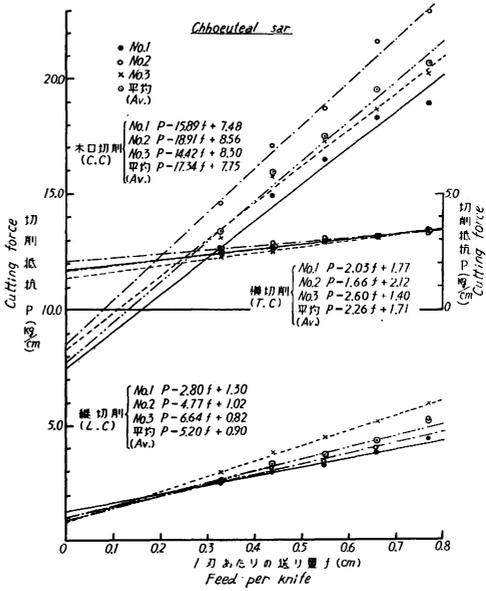


Fig. 2 1刃あたりの送り量( $f$ )と切削抵抗( $P$ )の関係  
Relation between cutting force ( $P$ ) and feed per knife ( $f$ ).

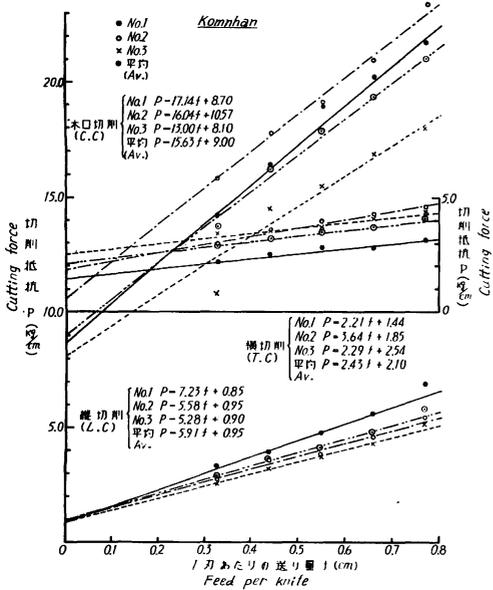


Fig. 3 1刃あたりの送り量( $f$ )と切削抵抗( $P$ )の関係  
Relation between cutting force ( $P$ ) and feed per knife ( $f$ ).

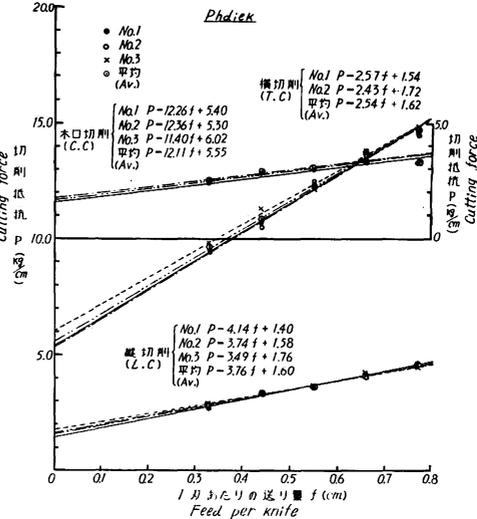


Fig. 4 1刃あたりの送り量( $f$ )と切削抵抗( $P$ )の関係  
Relation between cutting force ( $P$ ) and feed per knife ( $f$ ).

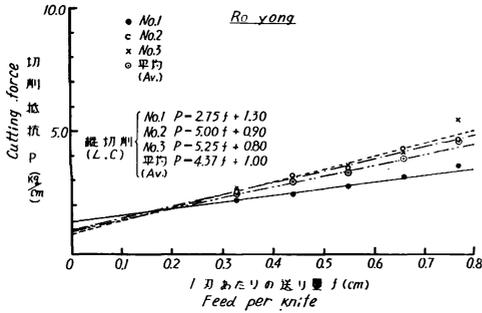


Fig. 5 1刃あたりの送り量 ( $f$ )と切削抵抗 ( $P$ )の関係  
Relation between cutting force ( $P$ ) and feed per knife ( $f$ ).

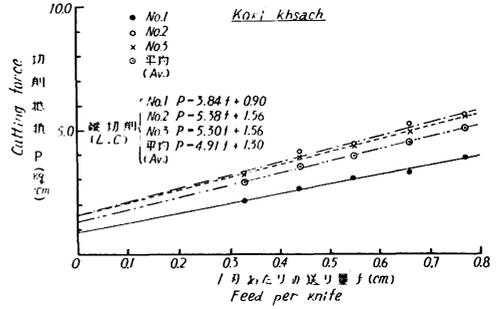


Fig. 6 1刃あたりの送り量 ( $f$ )と切削抵抗 ( $P$ )の関係  
Relation between cutting force ( $P$ ) and feed per knife ( $f$ ).

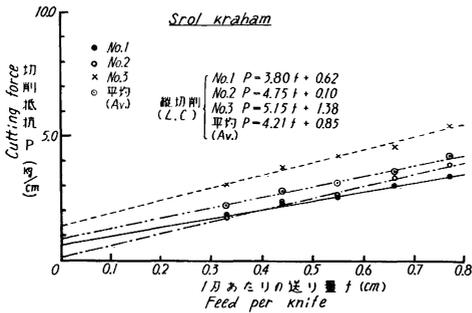


Fig. 7 1刃あたりの送り量 ( $f$ )と切削抵抗 ( $P$ )の関係  
Relation between cutting force ( $P$ ) and feed per knife ( $f$ ).

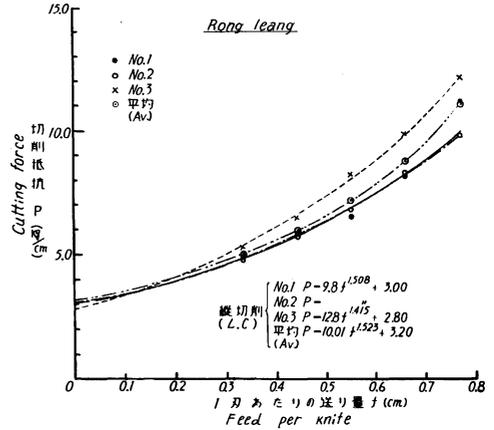


Fig. 8 1刃あたりの送り量 ( $f$ )と切削抵抗 ( $P$ )の関係  
Relation between cutting force ( $P$ ) and feed per knife ( $f$ ).

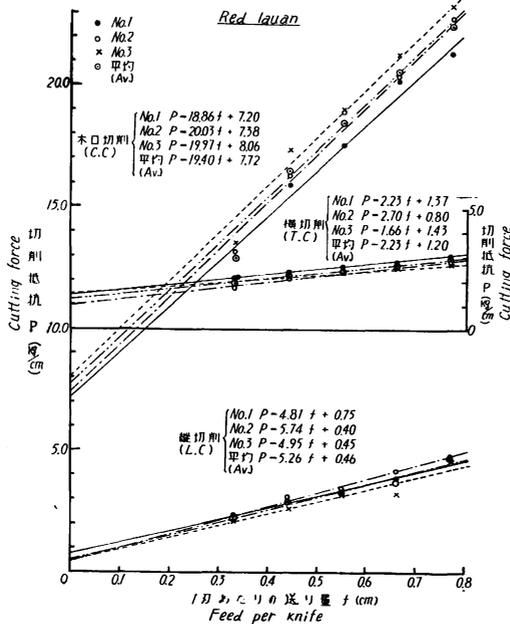


Fig. 9 1刃あたりの送り量 ( $f$ )と切削抵抗 ( $P$ )の関係  
Relation between cutting force ( $P$ ) and feed per knife ( $f$ ).

木口の3切削試験, また, ロ ヨン, コキークサイ, スロール クラハム, ロン リアンの4樹種については縦切削試験をそれぞれ実施し, 1刃あたりの送り量 ( $f$  cm) と単位幅あたりの切削抵抗 ( $P$  kg/cm) の関係を求めた。その結果を Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 および 9 に示す。この関係図より切削抵抗  $P=af+a$  の直線式および  $P=af^\beta+a$  の式における  $\alpha, \beta, a$ , を求め Table 3, 4 および 5 に示した。

これらの結果からおおのの樹種について3枚の試験材における平均切削抵抗を求め, 1刃あたりの送り量と単位幅あたりの切削抵抗の関係式における  $\alpha$  および  $a$  の係数を, Table 7 に示した。なお, 同表におけるロン リアンについては, 直線式による係数で処理することができないので,  $P=af^\beta+a$  の式における指数を加え,  $\alpha, a$  および  $\beta$  の3係数により表示した。この場合の計算値  $P_{th}$  と実験値 ( $P$ ) の差と実験値の比  $\left(\frac{P_{th}-P}{P}\right) \times 100$  は 3.2~1.4%, 平均値においては, +2.0~-5.1% の範囲であった。

3-2. 刃先の寿命試験

前記の試験法により先にのべたチュテール バンコイ, チュテール サール, コムニヤン, プジックの4樹種について刃先の寿命試験を実施した。その結果を Fig. 10, 11, 12 および 13 に示した。これらの結果をまとめ Table 8 に示した。なお同表に刃先の寿命時点における刃先の摩耗長さを測定し付記した。

以上の結果について考察すると,

1) ロン リアンを除いては, 本試験の範囲において1刃あたりの送り量と単位幅あたりの切削抵抗の関係は  $P=af+a$  の直線式であらわすことができる。ロン リアンは  $P=af^\beta+a$  の指数をもつ式とし

Table 7. 切削抵抗試験結果  
 $\alpha, \beta$  and  $a$  of cutting force.

| 樹種<br>Species       | 切削の種類  | 平均調湿比重<br>Average specific gravity at conditioning | 平均全乾比重<br>Average specific gravity at oven dry | $a$  | $\alpha$ | $\beta$ |
|---------------------|--------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|------|----------|---------|
| Chhoeuteal bangkuoi | 縦 (L)  | 0.831                                              | 0.730                                          | 1.40 | 4.67     |         |
|                     | 横 (T)  | 0.770                                              | 0.691                                          | 1.50 | 2.43     |         |
|                     | 木口 (C) | 0.834                                              | 0.736                                          | 9.94 | 21.33    |         |
| Chhoeuteal sar      | 縦 (L)  | 0.763                                              | 0.657                                          | 0.90 | 5.20     |         |
|                     | 横 (T)  | 0.765                                              | 0.681                                          | 1.71 | 2.26     |         |
|                     | 木口 (C) | 0.766                                              | 0.671                                          | 7.75 | 17.34    |         |
| Komnhan             | 縦 (L)  | 0.700                                              | 0.630                                          | 0.95 | 5.91     |         |
|                     | 横 (T)  | 0.796                                              | 0.715                                          | 2.10 | 2.43     |         |
|                     | 木口 (C) | 0.715                                              | 0.641                                          | 9.00 | 15.63    |         |
| Phdiek              | 縦 (L)  | 0.623                                              | 0.557                                          | 1.60 | 3.76     |         |
|                     | 横 (T)  | 0.709                                              | 0.638                                          | 1.62 | 2.54     |         |
|                     | 木口 (C) | 0.629                                              | 0.558                                          | 5.55 | 12.11    |         |
| Ro yong             | 縦 (L)  | 0.577                                              | 0.508                                          | 1.00 | 4.37     |         |
| Koki khsach         | 縦 (L)  | 0.855                                              | 0.772                                          | 1.30 | 4.91     |         |
| Srol kraham         | 縦 (L)  | 0.488                                              | 0.429                                          | 0.85 | 4.21     |         |
| Rong leang          | 縦 (L)  | 1.146                                              | 0.990                                          | 3.20 | 10.01    | 1.523   |
| Red lauan           | 縦 (L)  | 0.553                                              | 0.489                                          | 0.46 | 5.26     |         |
|                     | 横 (T)  | 0.524                                              | 0.471                                          | 1.20 | 2.23     |         |
|                     | 木口 (C) | 0.554                                              | 0.496                                          | 7.72 | 19.40    |         |

L; Longitudinal cut, T; Transverse cut, C; Cross cut.

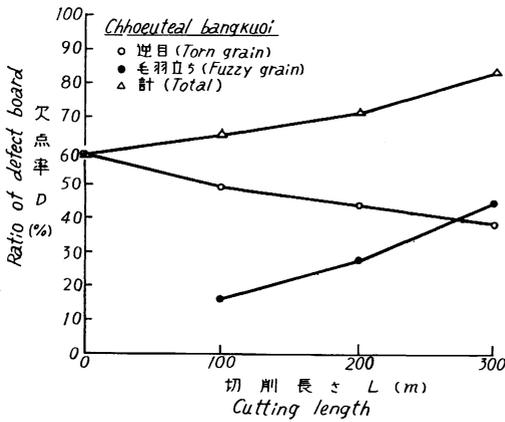


Fig. 10 切削材長 (L) と欠点率 (D) の関係  
Relation between D and L.

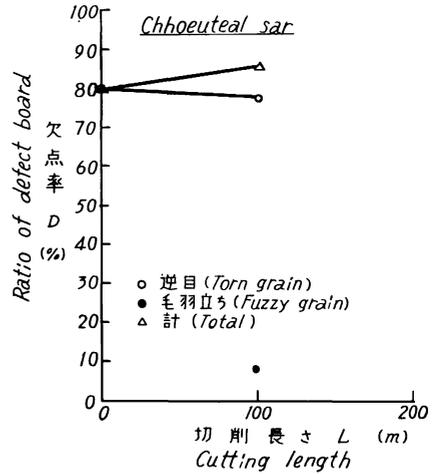


Fig. 11 切削材長 (L) と欠点率 (D) の関係  
Relation between D and L.

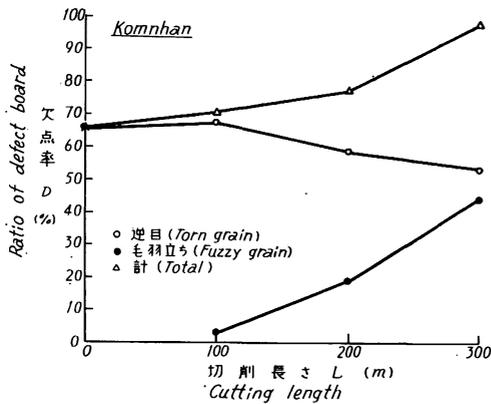


Fig. 12 切削材長 (L) と欠点率 (D) の関係  
Relation between D and L.

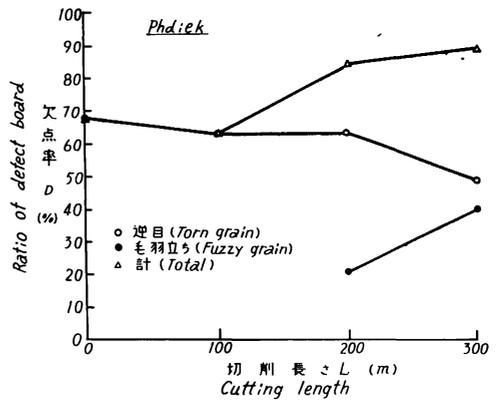


Fig. 13 切削材長 (L) と欠点率 (D) の関係  
Relation between D and L.

てあらわれ、Table 3 および Table 7 に示すように  $\alpha$  は 2.80~3.00,  $\beta$  は 9.80~12.8,  $\gamma$  は 1.415~1.508 であった。この場合は非常に比重が高く、調湿時において 1.12~1.16 であり、この影響が大きく作用しているものと考えられるが断定はできない。

2) これらの結果から平均比重と変化係数  $\alpha$  の関係を求めると、Fig. 14 にみられるように一定の関係があるように思われる。

3) 切削面を基準とする刃先の寿命試験においては、Fig. 10, 11, 12, 13 および Table 8 にみられるように供試樹種 4 種とも切削初期より欠点率が 60~80% に達しているため、刃先の寿命は 0~250 m と切削材長が非常に短かった。この結果から、これらの供試材は、交錯木理の程度が大きく、切削初期か

Table 8. 刃先の寿命試験結果  
Results of dulling test.

| 樹種                | 切削材長 (L m)<br>Cutting length | 刃先の摩耗長 (l mm)<br>Wear of knife edge |
|-------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| Choeteal bangkuoi | 200~250                      | 0.029                               |
| Choeteal sar      | 0                            | —                                   |
| Komnhan           | 100~150                      | 0.035                               |
| Phdiek            | 150~200                      | 0.029                               |

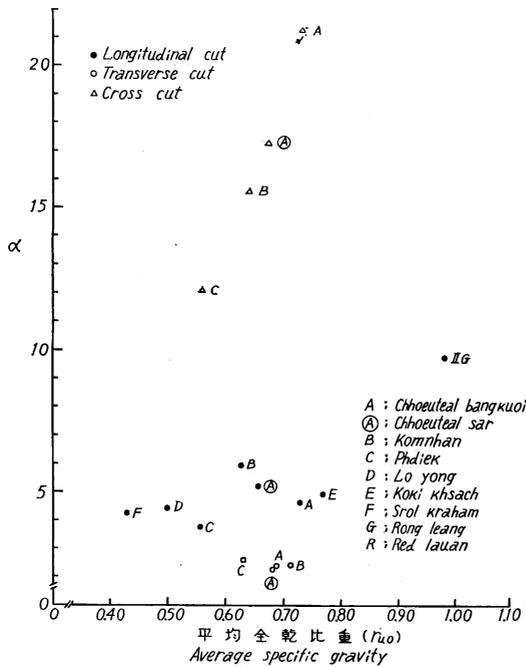


Fig. 14 平均全乾比重 ( $r_{uo}$ ) と  $\alpha$  の関係

Relation between  $\alpha$  and  $r_{uo}$ .

ら逆目による欠点が多いとともに、刃先が若干摩耗すると順目方向にあたる部分に影響し毛羽立ちが発生しやすくなるため<sup>3)</sup>、さらに欠点率を増加させる傾向にあり、回転鉋により実用的な仕上げ面をうることはなかなかむずかしいものと思われる。

### 文 献

- 1) 星 通：南洋材の性質 2. サラワク産メランチ類木材の回転鉋における被削性，林試研報，190，(1966)
- 2) 森 総・星 通：プレーナによる木材の面仕上げ (Ⅱ) 仕上げ面の品質におよぼす切削条件の影響，林試研報，160，(1963)
- 3) 星 通：日本産主要樹種の性質，回転鉋における被削性試験 第 1 報，林試研報，189，(1966)

### Cutting Properties of Eight Species of Cambodian Wood's by Rotating Knife.

Tooru HOSHI

(Résumé)

In this experiment the cutting properties of Cambodian woods were investigated. The cutting force and duration of knife were tested by the test methods which were described in the test on Sarawaku woods (Bulletin No. 190).

The results obtained were as follows:

- 1) The relation between cutting force  $P$  (kg/cm) and feed per Knife  $f$  (cm) are expres-

sed in a formula  $P = \alpha f + a$  except for Rong leang. The formula for Rong leang is expressed in the form  $P = \alpha f^\beta + a$ . The values of constants are indicated in Tables 3 and 7. Rong leang had very high specific gravities and showed 1.12~1.16 at the conditioning time of moisture content. This high specific gravity seemed to influence the result of test.

2) The relation between  $\alpha$  and specific gravity is shown in Fig. 14.

3) The durability of knife determined by the cut surface is shown in Figs. 10~13 and Table 8, and the ratios of defects on the surface reached 60~80% even at the beginning, so they had a very short length of cut ranging 0~250 m in every species.

These species contained considerable interlocked grains, and the torn grain appeared at the beginning of cutting. The fuzzy grain occurred with increasing wear of knife edge. It seemed to be difficult to obtain good surfaces for practical use.

#### Ⅳ. カンボジア産材 4 樹種のひき板接着適性

菅 野 蓑 作<sup>(1)</sup>  
森 屋 和 美<sup>(2)</sup>  
西 原 実<sup>(3)</sup>

林試研報 第 190 号 p. 160~167 (1966) において、サラワク地区産出のレッド メランチのひき板についてその接着適性を試験したので、今回はカンボジア産フタバガキ科の 4 樹種を対象にして同様の試験を行ない以下のとおり報告する。

##### 1. 試験方法

###### 1. 供試材料

###### (1) ひき板

供試ひき板を採取した原木丸太記号およびひき板番号を Table 1 に示す。なお、ひき板の採材位置に関しては緒言の Fig. 1~Fig. 10 を参照されたい。ひき板の製材、乾燥、加工および加工後のひき板の寸法などは上記の前報<sup>1)</sup>と同様である。

###### (2) 接着剤

レゾルシノール樹脂接着剤、フェノール樹脂接着剤、ユリア樹脂接着剤、酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤およびカゼイン接着剤の 5 種類について、それぞれ前報と同じ銘柄の市販品を使用した。

###### 2. 供試材の調製

供試材は Fig. 1 に示す形状寸法のもを各接着剤ごとに 3 本ずつ調製した。

###### (1) ひき板の組合せ

各ひき板について、気乾比重および木理の測定と分類を行ない、これらひき板を各接着剤ごとにそれぞれ割りあてて組み合わせた。その結果を各接着剤各樹種について Table 2~Table 6 に示す。

(2) 接着時のひき板含水率は全乾法および含水率計によって測定計算し、その結果を Table 2~Table

---

(1) 木材部材質改良科接着研究室長 (2), (3) 木材部材質改良科接着研究室員

Table 1. 供試原木番号とひき板番号  
Species and mark of the board used for the test.

| カンボジア名<br>Local name | 原木丸太番号<br>Log number | ひき板番号<br>Sown board number     | カンボジア名<br>Local name | 原木丸太番号<br>Log number | ひき板番号<br>Sown board number         |
|----------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|------------------------------------|
| Chhoeuteal bangkuoi  | A-1                  | 07                             | Komnhan              | B-1                  | 09                                 |
|                      | A-2                  | 03, 10, 12                     |                      | B-4                  | 07, 10                             |
|                      | A-3                  | 08, 09, 10, 12, 13, 14, 16, 17 |                      | B-5                  | 05, 06                             |
|                      | A-4                  | 14                             |                      | B-9                  | 04, 05, 06, 07, 08, 09,            |
|                      | A-6                  | 06                             |                      | B-11                 | 08                                 |
|                      | A-7                  | 07, 09, 12, 13                 |                      | B-13                 | 08, 09                             |
|                      |                      |                                |                      | B-14                 | 06, 07, 08, 09                     |
| Chhoeuteal sar       | (A)-3                | 05, 08, 14, 16                 | Phdiek               | C-1                  | 15, 17                             |
|                      | (A)-4                | 12, 15                         |                      | C-4                  | 01, 03, 04, 05, 08, 12, 13, 15, 16 |
|                      | (A)-6                | 10, 11, 12, 14, 16, 17         |                      |                      |                                    |

Table 2. レゾルシノール樹脂  
Gluing conditions and gluing fa-

|                               |                                             | 樹種 Wood species                                      | Chhoeuteal bangkuoi.     |                  |
|-------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------------|------------------|
| 接着条件<br>Gluing condition      | ひき板条件<br>Condition of lamination            | 比重 Specific gravity                                  | 0.82 (0.72~1.01)         |                  |
|                               |                                             | 木理 Grain                                             | *F=2, B=13, V=0          |                  |
|                               |                                             | 含水率 Moisture content (%)                             | 15.6                     |                  |
|                               | 工程<br>Gluing processes                      | 全乾法 By oven dry method                               | 全乾法 By oven dry method   | 15.6             |
|                               |                                             |                                                      | **含水率計 By moisture meter | 10.9 (11.0~13.1) |
|                               |                                             | 乾球温度 Dry bulb temp.                                  | 乾球温度 Dry bulb temp.      | 29.5             |
|                               |                                             |                                                      | 湿球温度 Wet bulb temp.      | 26.0             |
|                               |                                             | 塗付量 The amount of spreading glue (g/m <sup>2</sup> ) |                          | 330              |
|                               |                                             | たい積時間 Assembling time (min.)                         |                          | 10               |
|                               |                                             | 圧縮圧力 Gluing pressure (kg/cm <sup>2</sup> )           |                          | 20               |
| 硬化条件 Curing condition         |                                             | 常温硬化<br>Room temp. setting                           |                          |                  |
| 接着性能試験<br>Gluing faculty test | せん断試験<br>Block shear test                   | せん断強さ Shear strength (kg/cm <sup>2</sup> )           | 123±12 (99~144)          |                  |
|                               |                                             | 木部破断率 Wood failure (%)                               | 95 (15~100)              |                  |
|                               |                                             | 含水率 Moisture content (%)                             | 13.0±1.2 (10.9~14.3)     |                  |
|                               |                                             | 測定個数 Number of testing                               | 24                       |                  |
|                               | 試験時の温度<br>Temp. at the time of testing (°C) | 乾球温度 Dry bulb temp.                                  | 31.2                     |                  |
|                               |                                             | 湿球温度 Wet bulb temp.                                  | 26.2                     |                  |
| はく離試験<br>Delamination test    | A法<br>A method                              | はく離率 Percentage of delamination (%)                  | —                        |                  |
|                               |                                             | 測定個数 Number of testing                               | —                        |                  |
|                               | B法<br>B method                              | はく離率 Percentage of delamination (%)                  | 19 (6~29)                |                  |
|                               |                                             | 測定個数 Number of testing                               | 6                        |                  |

\* F=板目 Flat grain, B=迫まさ Bastard grain, V=まさ目 Vertical grain

\* 温度補正のみを行なって樹種補正はしていない。 Effect of temperature was calculated, but

6に示す。

(3) ひき板は被接着面をプレーナー加工してから20~30日後に接着した。

(4) 製糊にはかくはん機を用い Table 7に示す処方により接着剤をそれぞれ配合して十分にかくはん混和した。

(5) 塗付はドクターロールつきグルースプレッダーによる塗付,あるいはは毛塗りによって両面塗付を行ない,塗付量は1接着層につき約 330 g/m<sup>2</sup>とした。

(6) 塗付後のひき板は1クランプ分ごとにたい積した。各接着剤,各樹種ごとにたい積時間を Table 2~Table 6に示す。

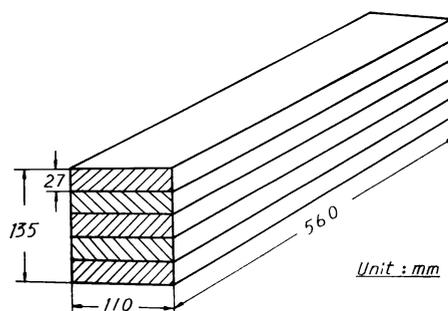


Fig. 1 供試材の形状寸法  
Appearing figure of the prepared sample.

接着剤の接着条件と接着試験結果  
culties (Resorcinol resin adhesive).

| Chhoeuteal sar                | Komnhan                       | Phdiek                        |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 0.80 (0.69~0.94)              | 0.70 (0.62~0.81)              | 0.62 (0.58~0.68)              |
| F=2, B=10, V=3                | F=1, B=10, V=4                | F=1, B=12, V=2                |
| 17.2                          | 14.2                          | 15.0                          |
| 10.8 (9.0~12.0)               | 9.9 (8.0~11.0)                | 17.1 (11.5~21.9)              |
| 29.5                          | 29.5                          | 29.5                          |
| 26.0                          | 26.0                          | 26.0                          |
| 330                           | 330                           | 330                           |
| 9                             | 7                             | 7                             |
| 20                            | 15                            | 15                            |
| 常 温 硬 化<br>Room temp. setting | 常 温 硬 化<br>Room temp. setting | 常 温 硬 化<br>Room temp. setting |
| 121 ± 21 (88~160)             | 125 ± 18 (103~169)            | 87 ± 17 (33~106)              |
| 88 (60~100)                   | 94 (40~100)                   | 90 (60~100)                   |
| 13.8 ± 1.3 (12.3~15.4)        | 12.5 ± 0.8 (11.1~13.5)        | 17.6 ± 2.8 (15.3~23.1)        |
| 24                            | 24                            | 24                            |
| 30.5                          | 29.0                          | 30.0                          |
| 25.5                          | 25.0                          | 26.0                          |
| —                             | —                             | —                             |
| —                             | —                             | —                             |
| 23 (16~39)                    | 1 (1~2)                       | 17 (9~23)                     |
| 6                             | 6                             | 6                             |

effect of wood species was not done.

Table 3. フェノール樹脂接着  
Gluing conditions and gluing fa-

|                               |                                             | 樹 種 Wood species                                     | Chhoeuteal bangkuoi                 |                                  |
|-------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| 接着条件<br>Gluing condition      | ひき板条件<br>Condition of lamination            | 比重 Specific gravity                                  | 0.82 (0.72~1.00)                    |                                  |
|                               |                                             | 木理 Grain                                             | *F=2, B=8, V=5                      |                                  |
|                               | 含水率<br>Moisture content (%)                 | 全乾法 By oven dry method                               | 15.6                                |                                  |
|                               |                                             | **含水率計 By moisture meter                             | —                                   |                                  |
|                               | 工程<br>Processes                             | 接着時の温度<br>Temp. at the time of gluing (°C)           | 乾球温度 Dry bulb temp.                 | 23.5                             |
|                               |                                             |                                                      | 湿球温度 Wet bulb temp.                 | 22.5                             |
|                               | 接着工程<br>Gluing processes                    | 塗付量 The amount of spreading glue (g/m <sup>2</sup> ) |                                     | 330                              |
|                               |                                             | たい積時間 Assembling time (min.)                         |                                     | 14                               |
|                               |                                             | 圧縮圧力 Gluing pressure (kg/cm <sup>2</sup> )           |                                     | 20                               |
|                               |                                             | 硬化条件 Curing condition                                |                                     | D. B. T. ≐40°C<br>W. B. T. ≐35°C |
| 接着性能試験<br>Gluing faculty test | せん断試験<br>Block shear test                   | せん断強さ Shear strength (kg/cm <sup>2</sup> )           | 103±13 (71~130)                     |                                  |
|                               |                                             | 木部破断率 Wood failure (%)                               | 74 (20~100)                         |                                  |
|                               | 含水率 Moisture content (%)                    |                                                      | 13.1±0.4 (12.4~13.4)                |                                  |
|                               | 測定個数 Number of testing                      |                                                      | 24                                  |                                  |
|                               | 試験時の温度<br>Temp. at the time of testing (°C) | 乾球温度 Dry bulb temp.                                  |                                     | 31.2                             |
|                               |                                             | 湿球温度 Wet bulb temp.                                  |                                     | 26.2                             |
|                               | はく離試験<br>Delamination test                  | A 法                                                  | はく離率 Percentage of delamination (%) | —                                |
|                               |                                             | A method                                             | 測定個数 Number of testing              | —                                |
| B 法                           | はく離率 Percentage of delamination (%)         |                                                      | 85 (70~92)                          |                                  |
|                               | B method                                    | 測定個数 Number of testing                               | 6                                   |                                  |

Table 4. ユリア樹脂接着  
Gluing conditions and gluing

|                          |                                  | 樹 種 Wood species                                     | Chhoeuteal bangkuoi |                            |
|--------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------|
| 接着条件<br>Gluing condition | ひき板条件<br>Condition of lamination | 比重 Specific gravity                                  | 0.82 (0.70~0.98)    |                            |
|                          |                                  | 木理 Grain                                             | *F=3, B=12, V=0     |                            |
|                          | 含水率<br>Moisture content (%)      | 全乾法 By oven dry method                               | 15.6                |                            |
|                          |                                  | **含水率計 By moisture meter                             | 10.7 (9.4~12.5)     |                            |
|                          | 工程<br>Processes                  | 接着時の温度<br>Temp. at the time of gluing (°C)           | 乾球温度 Dry bulb temp. | 26.5                       |
|                          |                                  |                                                      | 湿球温度 Wet bulb temp. | 22.5                       |
|                          | 接着工程<br>Gluing processes         | 塗付量 The amount of spreading glue (g/m <sup>2</sup> ) |                     | 330                        |
|                          |                                  | たい積時間 Assembling time (min.)                         |                     | 11                         |
|                          |                                  | 圧縮圧力 Gluing pressure (kg/cm <sup>2</sup> )           |                     | 20                         |
|                          |                                  | 硬化条件 Curing condition                                |                     | 常温硬化<br>Room temp. setting |

着剤の接着条件と接着試験結果  
culties (Phenol resin adhesive).

| Chhoouteal sar                                     | Komnhan                                            | Phdiek                                             |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 0.80 (0.69~0.91)                                   | 0.70 (0.62~0.80)                                   | 0.62 (0.57~0.68)                                   |
| F=4, B=9, V=2                                      | F=0, B=9, V=6                                      | F=5, B=4, V=6                                      |
| 17.2                                               | 14.2                                               | 15.0                                               |
| —                                                  | —                                                  | —                                                  |
| 23.5                                               | 23.5                                               | 23.5                                               |
| 22.5                                               | 22.5                                               | 22.5                                               |
| 330                                                | 330                                                | 330                                                |
| 13                                                 | 11                                                 | 16                                                 |
| 20                                                 | 15                                                 | 15                                                 |
| D. B. T. $\approx$ 40°C<br>W. B. T. $\approx$ 35°C | D. B. T. $\approx$ 40°C<br>W. B. T. $\approx$ 35°C | D. B. T. $\approx$ 40°C<br>W. B. T. $\approx$ 35°C |
| 113±15 (75~139)                                    | 106±18 (68~139)                                    | 67±17 (40~96)                                      |
| 73 (30~100)                                        | 81 (30~100)                                        | 63 (5~100)                                         |
| 14.0±0.8 (12.7~14.8)                               | 13.5±0.6 (12.8~14.4)                               | 16.0±0.8 (15.1~16.9)                               |
| 24                                                 | 24                                                 | 24                                                 |
| 29.0                                               | 26.0                                               | 27.0                                               |
| 25.5                                               | 25.5                                               | 24.0                                               |
| —                                                  | —                                                  | —                                                  |
| —                                                  | —                                                  | —                                                  |
| 77 (60~90)                                         | 33 (18~54)                                         | 95 (85~100)                                        |
| 6                                                  | 6                                                  | 6                                                  |

剤の接着条件と接着試験結果  
faculties (Urea resin adhesive).

| Chhoouteal sar                | Komnhan                       | Phdiek                        |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 0.80 (0.71~0.89)              | 0.70 (0.61~0.80)              | 0.62 (0.59~0.68)              |
| F=2, B=10, V=3                | F=0, B=12, V=3                | F=4, B=10, V=1                |
| 17.2                          | 14.2                          | 15.0                          |
| 10.7 (9.3~11.9)               | 9.7 (9.1~11.1)                | 17.2 (12.2~23.5)              |
| 26.5                          | 26.5                          | 26.5                          |
| 22.5                          | 22.5                          | 22.5                          |
| 330                           | 330                           | 330                           |
| 12                            | 12                            | 10                            |
| 20                            | 15                            | 15                            |
| 常 温 硬 化<br>Room temp. setting | 常 温 硬 化<br>Room temp. setting | 常 温 硬 化<br>Room temp. setting |

Table 4. (つづき) (Continued)

|                             |                           | 樹 種 Wood species                            | Chhoeuteal bangkuoi   |
|-----------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|-----------------------|
| Gluing faculty test         | せん断試験<br>Block shear test | せん断強さ Shear strength (kg/cm <sup>2</sup> )  | 116 ± 19 (63~147)     |
|                             |                           | 木部破断率 Wood failure (%)                      | 60 (5~100)            |
|                             |                           | 含水率 Moisture content (%)                    | 12.2 ± 2.4 (8.0~15.5) |
|                             |                           | 測定個数 Number of testing                      | 24                    |
|                             |                           | 試験時の温度<br>Temp. at the time of testing (°C) | 乾球温度 Dry bulb temp.   |
| 湿球温度 Wet bulb temp.         | 25.5                      |                                             |                       |
| 接着性能試験<br>Delamination test | A 法<br>A method           | はく離率 Percentage of delamination (%)         | 88 (75~99)            |
|                             |                           | 測定個数 Number of testing                      | 6                     |
|                             | B 法<br>B method           | はく離率 Percentage of delamination (%)         | —                     |
|                             |                           | 測定個数 Number of testing                      | —                     |

Table 5. 酢酸ビニル樹脂エマルジ  
Gluing conditions and gluing faculties

|                             |                                                      | 樹 種 Wood species                            | Chhoeuteal bangkuoi        |
|-----------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------|
| 接着条件<br>Gluing condition    | 板条<br>Condition of lamination                        | 比重 Specific gravity                         | 0.82 (0.70~0.98)           |
|                             |                                                      | 木理 Grain                                    | *F=3, B=10, V=2            |
|                             | 含水率<br>Moisture content (%)                          | 全乾法 By oven dry method                      | 15.6                       |
|                             |                                                      | **含水率計 By moisture meter                    | 10.7 (9.0~13.0)            |
|                             | 接着時の温度<br>Temp. at the time of gluing (°C)           | 乾球温度 Dry bulb temp.                         | 31.5                       |
|                             |                                                      | 湿球温度 Wet bulb temp.                         | 27.0                       |
|                             | 塗付量 The amount of spreading glue (g/m <sup>2</sup> ) |                                             | 330                        |
|                             | たい積時間 Assembling time (min.)                         |                                             | 14                         |
|                             | 圧縮圧力 Gluing pressure (kg/cm <sup>2</sup> )           |                                             | 20                         |
|                             | 硬化条件 Curing condition                                |                                             | 常温硬化<br>Room temp. setting |
| Gluing faculty test         | せん断試験<br>Block shear test                            | せん断強さ Shear strength (kg/cm <sup>2</sup> )  | 47 ± 12 (28~68)            |
|                             |                                                      | 木部破断率 Wood failure (%)                      | 6 (0~95)                   |
|                             |                                                      | 含水率 Moisture content (%)                    | 12.7 ± 0.9 (11.1~13.5)     |
|                             |                                                      | 測定個数 Number of testing                      | 24                         |
|                             |                                                      | 試験時の温度<br>Temp. at the time of testing (°C) | 乾球温度 Dry bulb temp.        |
| 湿球温度 Wet bulb temp.         | 26.5                                                 |                                             |                            |
| 接着性能試験<br>Delamination test | A 法<br>A method                                      | はく離率 Percentage of delamination (%)         | 94 (83~100)                |
|                             |                                                      | 測定個数 Number of testing                      | 6                          |
|                             | B 法<br>B method                                      | はく離率 Percentage of delamination (%)         | —                          |
|                             |                                                      | 測定個数 Number of testing                      | —                          |

| Chhoeuteal sar       | Komnhan             | Phdiek               |
|----------------------|---------------------|----------------------|
| 103±21 (43~143)      | 120±13 (96~152)     | 82±21 (33~109)       |
| 63 (0~100)           | 99 (90~100)         | 78 (15~100)          |
| 13.2±0.7 (12.4~14.4) | 11.7±1.0 (9.8~12.7) | 16.8±2.7 (14.4~21.8) |
| 24                   | 24                  | 24                   |
| 30.5                 | 31.3                | 27.0                 |
| 26.2                 | 26.7                | 24.0                 |
| 64 (48~81)           | 3 (0~11)            | 66 (46~85)           |
| 6                    | 6                   | 6                    |
| —                    | —                   | —                    |
| —                    | —                   | —                    |

㊦ ン接着剤の接着条件と接着試験結果  
(Polyvinylacetate resin emulsion adhesive).

| Chhoeuteal sar                | Komnhan                       | Phdiek                        |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 0.80 (0.77~0.87)              | 0.70 (0.60~0.80)              | 0.63 (0.59~0.71)              |
| F=2, B=9, V=4                 | F=0, B=10, V=5                | F=2, B=10, V=3                |
| 17.2                          | 14.2                          | 15.0                          |
| 9.7 (7.7~10.8)                | 9.8 (9.1~13.0)                | —                             |
| 31.5                          | 31.5                          | 31.5                          |
| 27.0                          | 27.0                          | 27.0                          |
| 330                           | 330                           | 330                           |
| 12                            | 13                            | 9                             |
| 20                            | 15                            | 15                            |
| 常 温 硬 化<br>Room temp. setting | 常 温 硬 化<br>Room temp. setting | 常 温 硬 化<br>Room temp. setting |
| 49±15 (9~70)                  | 74±8 (63~98)                  | 54±24 (53~99)                 |
| 8 (0~50)                      | 28 (0~70)                     | 60 (30~100)                   |
| 13.8±0.7 (13.5~14.1)          | 12.3±0.8 (11.7~13.3)          | 16.4±0.4 (15.7~16.8)          |
| 24                            | 24                            | 24                            |
| 30.2                          | 30.2                          | 21.0                          |
| 25.7                          | 26.2                          | 20.5                          |
| 83 (70~88)                    | 10 (2~22)                     | 14 (10~17)                    |
| 6                             | 6                             | 6                             |
| —                             | —                             | —                             |
| —                             | —                             | —                             |

Table 6. カゼイン接着剤  
Gluing conditions and gluing

|                                             |                                     | 樹 種 Wood species                                     | Chhoeteul bangkuoi                                                            |                |
|---------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 接着条件<br>Gluing condition                    | 板条件<br>Condition of lamination      | 比 重 Specific gravity                                 | 0.82 (0.67~0.97)                                                              |                |
|                                             |                                     | 木 理 Grain                                            | *F=1, B=12, V=2                                                               |                |
|                                             |                                     | 含 水 率 Moisture content (%)                           | 全乾法 By oven dry method<br>15.6<br>**含水率計 By moisture meter<br>10.2 (8.1~13.3) |                |
|                                             | 工程<br>Gluing processes              | 接着時の温度<br>Temp. at the time of gluing (°C)           | 乾球温度 Dry bulb temp.                                                           | 23.5           |
|                                             |                                     |                                                      | 湿球温度 Wet bulb temp.                                                           | 23.0           |
|                                             |                                     | 塗付量 The amount of spreading glue (g/m <sup>2</sup> ) | 330                                                                           |                |
|                                             |                                     | たい積時間 Assembling time (min.)                         | 13                                                                            |                |
|                                             | 接着<br>Gluing                        | 圧縮圧力 Gluing pressure (kg/cm <sup>2</sup> )           | 20                                                                            |                |
|                                             |                                     | 硬化条件 Curing condition                                | 常 温 硬 化<br>Room temp. setting                                                 |                |
|                                             | 接着性能試験<br>Gluing faculty test       | せん断試験<br>Block shear test                            | せん断強さ Shear strength (kg/cm <sup>2</sup> )                                    | 87±21 (51~120) |
| 木部破断率 Wood failure (%)                      |                                     |                                                      | 39 (5~90)                                                                     |                |
| 含 水 率 Moisture content (%)                  |                                     |                                                      | 14.1±0.4 (13.4~14.5)                                                          |                |
| 測定個数 Number of testing                      |                                     |                                                      | 24                                                                            |                |
| 試験時の温度<br>Temp. at the time of testing (°C) |                                     | 乾球温度 Dry bulb temp.                                  | 33.0                                                                          |                |
|                                             |                                     | 湿球温度 Wet bulb temp.                                  | 26.0                                                                          |                |
| はく離試験<br>Delamination test                  |                                     | A 法<br>A method                                      | はく離率 Percentage of delamination (%)                                           | 98 (97~99)     |
|                                             |                                     |                                                      | 測定個数 Number of testing                                                        | 6              |
| B 法<br>B method                             | はく離率 Percentage of delamination (%) | —                                                    |                                                                               |                |
|                                             | 測定個数 Number of testing              | —                                                    |                                                                               |                |

Table 7. 接着剤の配合割合  
Formulation of adhesives.

| 接 着 剤<br>Adhesive          | メチルアルコール<br>Methyle alcohol | 硬 化 剤<br>Hardner                        | 水<br>Water |
|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|------------|
| Plyphen 6000 100 parts     | —                           | TD-473 15 parts                         | —          |
| Plyphen 5023 100 parts     | 15 parts                    | 5023-JB 10 parts                        | —          |
| Plyamine P-364 B 100 parts | —                           | NH <sub>4</sub> Cl 20% solution 5 parts | —          |
| Yodosol EQ-04 100 parts    | —                           | —                                       | —          |
| Utom p-100 S 100 parts     | —                           | —                                       | 200 parts  |

(7) 圧縮にはボルトナット形式のネジクランプを用い、トルクレンチによって圧縮圧力を調整した。各樹種ごとに圧縮圧力をそれぞれ Table 2~Table 6 に示す。

(8) 接着硬化は前報と同じ要領で行ない、その内容はすべて Table 2~Table 6 に示した。

### 3. 接着性能試験

接着性能は常態におけるブロックせん断試験による初期接着性と、乾湿くり返し処理によってはく離を

の接着条件と接着試験結果  
 faculties (Casein adhesive).

| Chhoeuteal sar             | Komnhan                    | Phdiek                     |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 0.80 (0.72~0.87)           | 0.70 (0.59~0.80)           | 0.63 (0.59~0.74)           |
| F=2, B=12, V=1             | F=2, B=11, V=2             | F=4, B=9, V=2              |
| 17.2                       | 14.2                       | 15.0                       |
| 9.8 (7.3~10.7)             | 10.1 (7.9~13.0)            | 16.1 (10.9~24.0)           |
| 23.5                       | 23.5                       | 23.5                       |
| 23.0                       | 23.0                       | 23.0                       |
| 330                        | 330                        | 330                        |
| 13                         | 16                         | 15                         |
| 20                         | 15                         | 15                         |
| 常温硬化<br>Room temp. setting | 常温硬化<br>Room temp. setting | 常温硬化<br>Room temp. setting |
| 88±15 (39~111)             | 96±18 (47~127)             | 75±13 (39~98)              |
| 41 (10~75)                 | 67 (10~95)                 | 55 (5~100)                 |
| 14.8±0.6 (14.0~15.3)       | 13.4±0.4 (13.0~14.0)       | 16.1±1.3 (14.3~17.6)       |
| 24                         | 24                         | 24                         |
| 33.0                       | 33.5                       | 30.0                       |
| 26.0                       | 26.0                       | 26.0                       |
| 43 (33~61)                 | 29 (3~58)                  | 64 (49~79)                 |
| 6                          | 6                          | 6                          |
| —                          | —                          | —                          |
| —                          | —                          | —                          |

促進させる耐久接着性について試験することとし、各供試材の Fig. 2 に示す位置からそれぞれ試験片を採取して試験に供した。

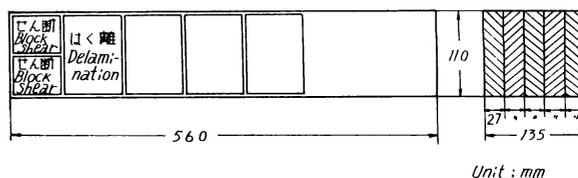


Fig. 2 試験片採取位置

The portions of test specimens cut from each sample.

(1) 初期接着性試験

ASTM D 805 に準拠する常態ブロックせん断試験を行ない、せん断強さ、木部破断率および含水率をそれぞれ測定計算した<sup>1)</sup>。

(2) 耐久接着性試験

A 法 屋内用集成材の耐久接着性を試験するために、試験片に乾湿くり返しの促進処理をほどこし、処理後はく離を測定しはく離率を計算した<sup>1)</sup>。

B 法 ASTM D 1101 に準拠する屋外用集成材の乾湿くり返し試験を行なった。

## 2. 試験結果

試験の結果を一括して Table 2～Table 6 および Phot. 1～Phot. 5 に示す。

### 1. 初期接着性

#### (1) せん断強さ

この試験でえられた結果からカンボジア産材 4 樹種のせん断強さがそれぞれ本邦産樹種のそれと比較して、どのような位置にあるかを検討することとした。そのために、林試研報 第130号 p.125～p.132 (1961)<sup>2)</sup> により、北海道産主要樹種マカンバ、ミズナラ、ヤチダモ、エゾマツおよびトドマツ 5 樹種を対象とし、レゾルシノール樹脂接着剤、フェノール樹脂接着剤、ユリア樹脂接着剤およびカゼイン接着剤の各接着剤について行なわれた試験結果のなかから、樹種の気乾比重とせん断強さとの関係を各接着剤ごとに図示し、さらに、Table 2～Table 6 からそれぞれ該当する数字をとり出して各図に記入し、Fig. 3～Fig. 6 を調製した。

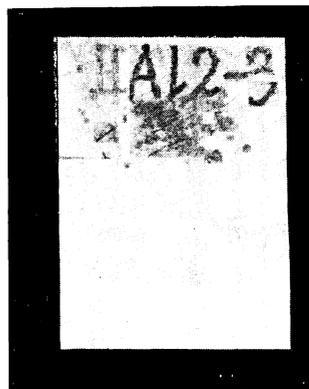
これらの各図を観察すると、この試験の対象にしたカンボジア産材 4 樹種は本邦北海道産の前記 5 樹種に比較して、どの接着剤を使用した場合にも、せん断強さから判定される接着性能は著しく劣り、なかでもチュテール パンコイ (ⅡA-1, ⅡA-2, ⅡA-3, ⅡA-4, ⅡA-6, ⅡA-7) およびチュテール サール (ⅡA-3, ⅡA-4, ⅡA-6) は最も性能がわるい。なお、参考のために前報におけるレッド メランチ (IC-1) を各図上に記入してみると、今回の 4 樹種よりもかなり良好な性能であることが認められる。

#### (2) 木部破断率

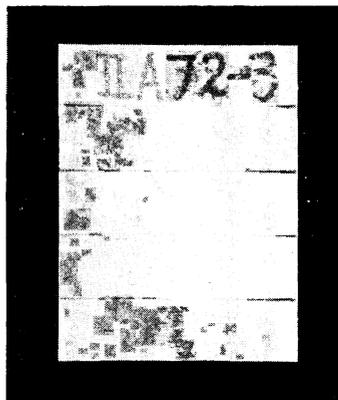
Table 2～Table 6 に示されている木部破断率の各平均値を、3 階級に区分した規準によってそれぞれ分類し Table 8 に示した。チュテール パンコイ (ⅡA-1, ⅡA-2, ⅡA-3, ⅡA-4, ⅡA-6, ⅡA-7) およびチュテール サール (ⅡA-3, ⅡA-4, ⅡA-6) は、レゾルシノール樹脂接着剤以外の接着剤ではすべて木部破断率の平均値が 75% 未満で性能がわるく、コムニヤン (ⅡB-1, ⅡB-4, ⅡB-5, ⅡB-9, ⅡB-11, ⅡB-13, ⅡB-14) およびブジック (ⅡC-1, ⅡC-4) はレゾルシノール樹脂接着剤およびユリア樹脂接着剤の木部破断率の平均値が 75% 以上で、ほぼ良好な性能と判断される。

### 2. 耐久接着性

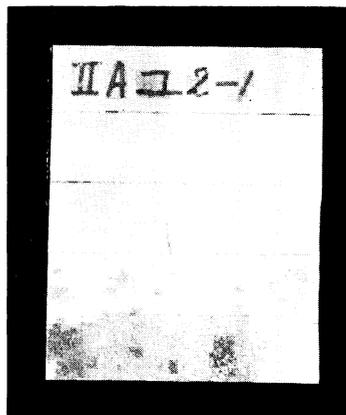
木部破断率の場合と同様にして、はく離率の各平均値をそれぞれ



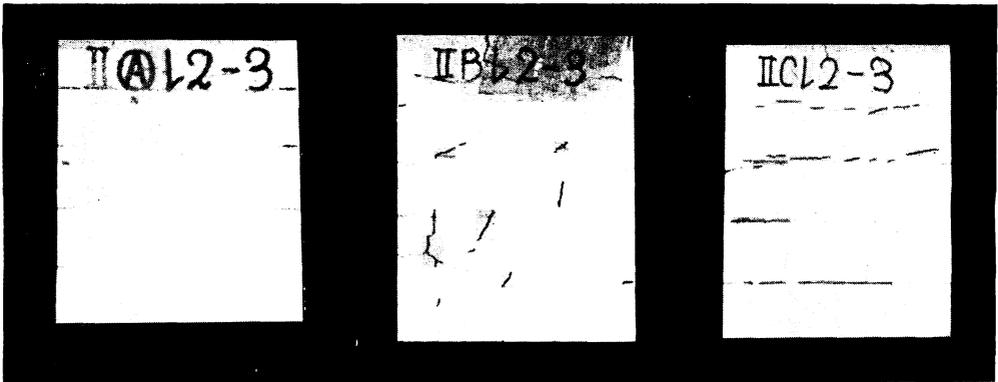
Phot. 1  
Test specimens  
(Note) ⅡA:



Phot. 2

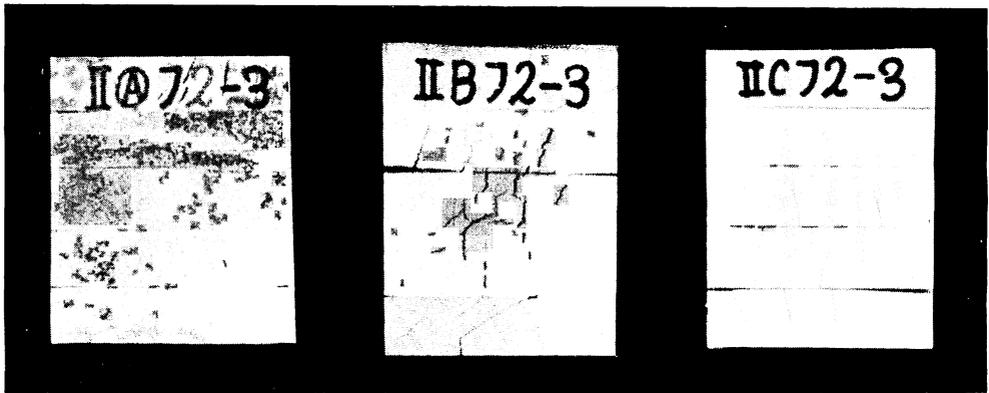


Phot. 3  
Test



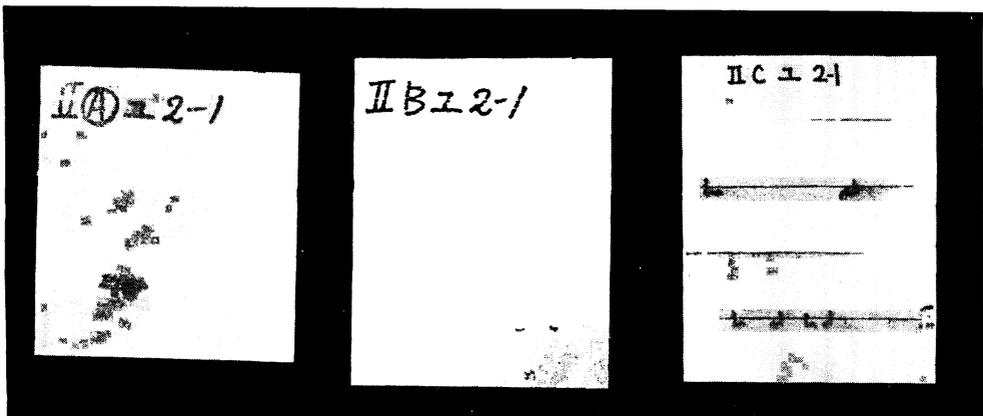
ASTM D 1101 による試験後の試験片 (レゾルシノール樹脂接着剤)  
after ASTM D 1101 test (Resorcinol resin adhesive).

Chhoeuteal bangkuoi, II A : Chhoeuteal sar, II B : Komnhan, II C : Phdiek.



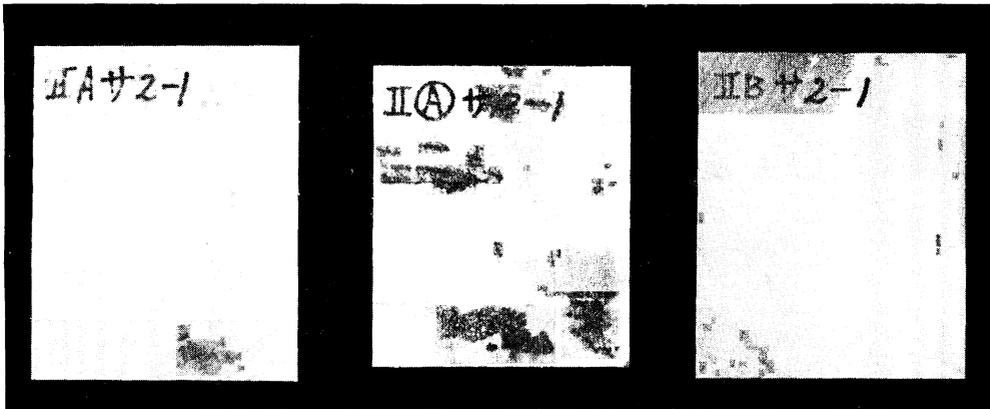
同上 (フェノール樹脂接着剤)

Above the same (Phenol resin adhesive).

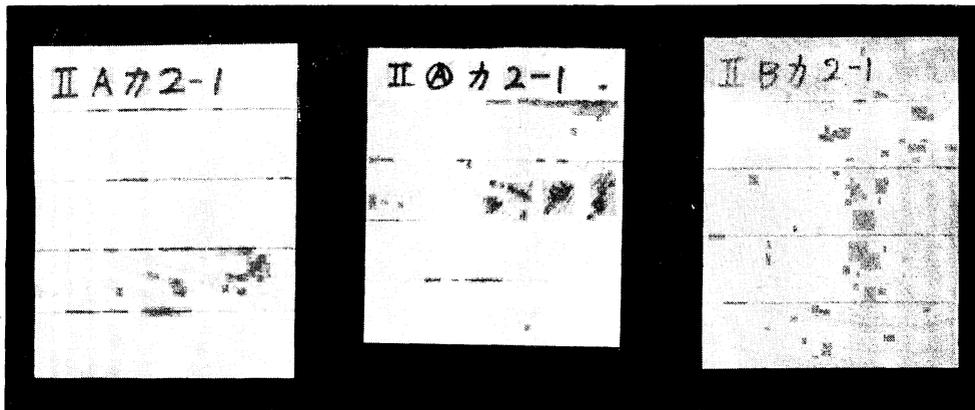


屋内用集成材はく離試験後の試験片 (ユリア樹脂接着剤)

specimens after delamination test for interior laminated wood (Urea resin adhesive).



Phot. 4 屋内用集成材はく離試験後の試験片 (酢酸ビニル樹脂エマルジョン)  
Test specimens after delamination test for interior laminated wood (Polyvinylacetate resin)



Phot. 5 同上 (カゼイン)  
Above the same (Casein)

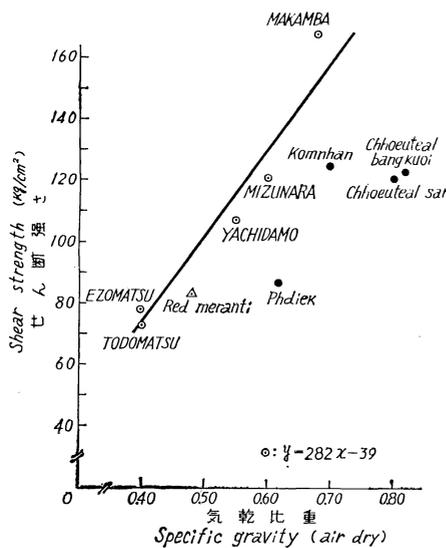
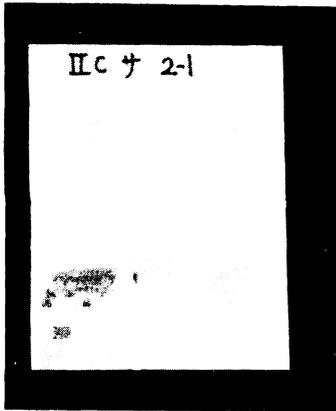
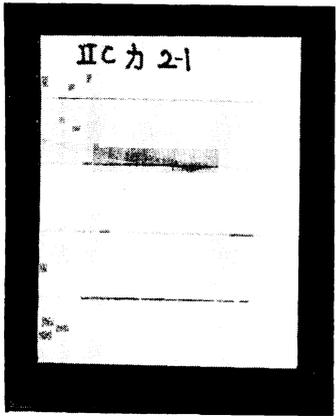


Fig. 3 樹種の比重とせん断強さ (レジノール樹脂接着剤)

Relation between specific gravities of wood species and shear strength values (Resorcinol resin adhesive).



接着剤)  
emulsion adhesive).



接着剤)  
adhesive).

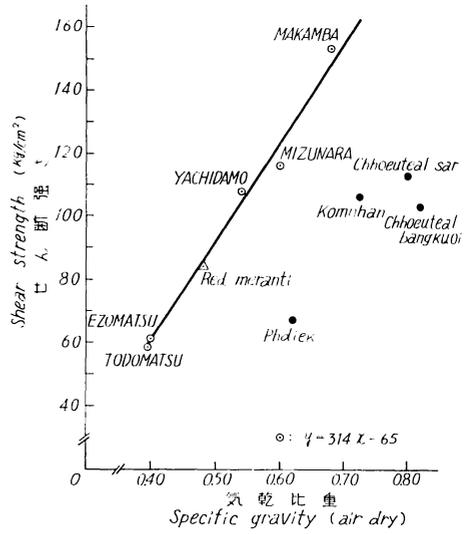
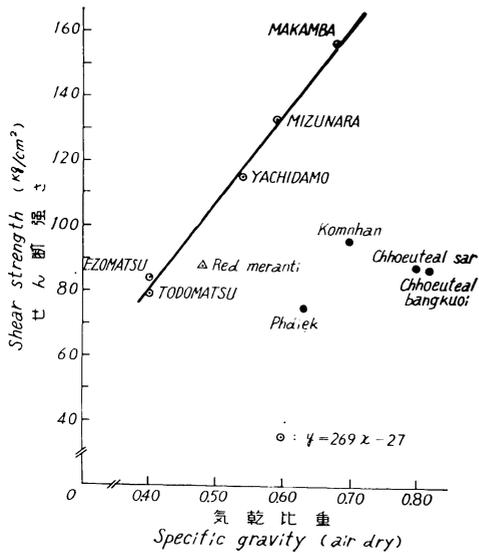


Fig. 4 樹種の比重とせん断強さ (フェノール樹脂接着剤)

Relation between specific gravities of wood species and shear strength values (Phenol resin adhesive).

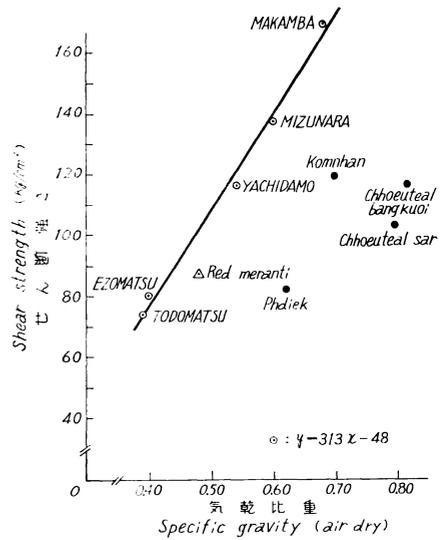


Fig. 5 樹種の比重とせん断強さ (ユリア樹脂接着剤)

Relation between specific gravities of wood species and shear strength values (Urea resin adhesive).

Fig. 6 樹種の比重とせん断強さ (カゼイン接着剤)

Relation between specific gravities of wood species and shear strength values (Casein adhesive).

Table 8. 木部破断率による初期接着性能の評価  
Evaluation of initial gluing faculty with wood failure.

| 接 着 剤<br>Adhesive                                               | 樹 種<br>Wood species | Chhoeuteal<br>bangkuoi | Chhoeuteal<br>sar | Komnhan | Phdiak |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------|-------------------|---------|--------|
| レゾルシノール樹脂接着剤<br>Resorcinol resin adhesive                       |                     | +                      | ±                 | +       | +      |
| フェノール樹脂接着剤<br>Phenol resin adhesive                             |                     | -                      | -                 | ±       | -      |
| ユリア樹脂接着剤<br>Urea resin adhesive                                 |                     | -                      | -                 | +       | ±      |
| 酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤<br>Polyvinylacetate resin<br>emulsion adhesive |                     | -                      | -                 | -       | -      |
| カゼイン接着剤<br>Casein adhesive                                      |                     | -                      | -                 | -       | -      |

(Note) + 木部破断率の平均値が 90% 以上のもの。  
(Mean value of W.F.)  $\geq 90\%$   
± 木部破断率の平均値が 90% 未満で 75% 以上のもの。  
 $90\% > (\text{Mean value of W.F.}) \geq 75\%$   
- 木部破断率の平均値が 75% 未満のもの。  
(Mean value of W.F.)  $< 75\%$

Table 9. はく離率による耐久接着性の評価  
Evaluation of durability with percentage of delamination.

| 接 着 剤<br>Adhesive                                               | 樹 種<br>Wood species | Chhoeuteal<br>bangkuoi | Chhoeuteal<br>sar | Komnhan | Phdiak |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------|------------------------|-------------------|---------|--------|
| レゾルシノール樹脂接着剤<br>Resorcinol resin adhesive                       |                     | ±                      | ±                 | +       | ±      |
| フェノール樹脂接着剤<br>Phenol resin adhesive                             |                     | -                      | -                 | -       | -      |
| ユリア樹脂接着剤<br>Urea resin adhesive                                 |                     | -                      | -                 | +       | -      |
| 酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤<br>Polyvinylacetate resin<br>emulsion adhesive |                     | -                      | -                 | +       | ±      |
| カゼイン接着剤<br>Casein adhesive                                      |                     | -                      | -                 | ±       | -      |

(Note) + はく離率の平均値が 10% 以下のもの。  
(Mean value of delamination)  $\leq 10\%$   
± はく離率の平均値が 10% をこえ 30% 以下のもの。  
 $10\% < (\text{Mean value of delamination}) \leq 30\%$   
- はく離率の平均値が 30% をこえるもの。  
 $30\% < (\text{Mean value of delamination})$

分類して Table 9 に示し、耐久接着性を評価した。チュテール バンコイ (Ⅱ A-1, Ⅱ A-2, Ⅱ A-3, Ⅱ A-4, Ⅱ A-6, Ⅱ A-7) およびチュテール サール (Ⅱ A-3, Ⅱ A-4, Ⅱ A-6) はレゾルシノール樹脂接着剤以外の接着剤ではすべてはく離率の平均値が 30% 以上で耐久接着性が劣り、コムニヤン (Ⅱ B-1, Ⅱ B-4, Ⅱ B-5, Ⅱ B-9, Ⅱ B-11, Ⅱ B-13, Ⅱ B-14) はフェノール樹脂接着剤の性能がわるく、プ

ジック (Ⅱ C-1, Ⅱ C-4) はフェノール樹脂接着剤, ユリア樹脂接着剤およびカゼイン接着剤の性能がそれぞれ不満足である。

### 3. 結 果

以上の各項においてそれぞれ評価された結果から総合的な評価をすると, 今回試験したカンボジア産材 4 樹種は, レゾルシノール樹脂接着剤を使用した場合に, それぞれの気乾比重にみあったせん断強さは期待しにくい, ある程度の接着性能がえられるように考えられる。その他の場合については, ユリア樹脂接着剤によるコムニヤン (Ⅱ B-1, Ⅱ B-4, Ⅱ B-5, Ⅱ B-9, Ⅱ B-11, Ⅱ B-13, Ⅱ B-14) の接着性能がやや良好と認められる以外は, 各樹種に対して適合性を示す接着剤は認められなかった。

### 3. 摘 要

カンボジア産フタバガキ科の 4 樹種, チュテール パンコイ, チュテール サール, コムニヤンおよびブジックについて, それぞれひき板の接着適性を試験した。

#### 1. 供試接着剤

レゾルシノール樹脂接着剤, フェノール樹脂接着剤, ユリア樹脂接着剤, 酢酸ビニル樹脂エマルジョン接着剤およびカゼイン接着剤を試験に供した。

#### 2. 供試材の調製

- (1) 供試材は Fig. 1 に示す形状寸法のもを調製することとした。
- (2) ひき板は各樹種ごとに比重および木理を測定記録して分類し, Table 2~Table 6 に示すような組合せとした。
- (3) 接着時のひき板含水率は全乾法および含水率計によって測定計算し, その数値を Table 2~Table 6 に示した。
- (4) 接着操作と条件
  - a. 接着剤の処方 Table 7 に示した。
  - b. 接着剤の塗付は両面塗付とし, 塗付量は 1 接着層につき約 330 g/m<sup>2</sup> とした。
  - c. たい積時間を Table 2~Table 6 に示す。
  - d. 圧縮はクランプ圧縮とし, 圧縮圧力は Table 2~Table 6 に示すとおり, 15 kg/cm<sup>2</sup> および 20 kg/cm<sup>2</sup> とした。
  - e. 接着硬化は常温硬化および中間温硬化とした。

#### 3. 接着性能試験

ASTM D 805 によるブロックせん断試験を行ない, せん断強さと木部破断率を測定計算して初期接着性を検討した。

また, 接着耐久性を試験するために, 屋内用集成材に対しては試験片に水中浸漬と乾燥処理をほどこすはく離試験を行ない (A 法), 屋外用集成材に対しては ASTM D 1101 に準拠するはく離試験を行なった (B 法)。

#### 4. 試験結果

試験結果を Table 2~Table 6 および Phot. 1~Phot. 5 に示した。せん断強さに関しては, これを本邦北海道産の 5 樹種と比較して Fig. 3~Fig. 6 に示した。また, 木部破断率およびはく離率について

それぞれ Table 8 および Table 9 により性能を評価した。その結果、今回試験の対象としたカンボジア産フタバガキ科の 4 樹種は、レゾルシノール樹脂接着剤を使用した場合にある程度の接着性能がえられるように判定されるが、その他の接着剤を用いて満足すべき性能を示す樹種は認められなかった。

## 文 献

- 1) 西原 実・森屋和美・菅野薫作：南洋材の性質 2 サラワク産メラランチ類木材の性質 (1), 林試研報, 190, pp. 160 (1966)
- 2) 菅野薫作・西原 実：集成材に関する研究 (第 4 報), 北海道産主要樹種の接着性能について, 林試研報, 130, pp. 125 (1961)

### **Gluing Faculties of Laminated Wood made of Four Species of Cambodian Woods.**

Minosaku SUGANO, Kazumi MORIYA and Minoru NISHIHARA

#### (Résumé)

In order to investigate suitability for gluing sawn board of tropical wood species produced in Cambodia region, test on Chhoeuteal bangkuoi, Chhoeuteal sar, Komnhan and Phdiek was carried out.

1. Adhesives used : Resorcinol resin adhesive, phenol resin adhesive, urea resin adhesive, polyvinylacetate resin emulsion adhesive, and casein adhesive were used for the test.

2. Preparation of the samples for the test.

(1) A typical figure of a prepared sample for the test is shown in Fig. 1.

(2) Conditions of laminations and gluing processing conditions are shown in Table 2~Table 6.

(3) Testing methods of gluing faculties.

a. Initial gluing faculties were tested with a block shear test to the specification of ASTM D 805. And shear strength and wood failure were measured and calculated.

b. Durabilities were tested with delamination tests. Interior adhesives were tested with the method repeating wet and dry conditions. Exterior adhesives were tested with the specified method of ASTM D 1101.

(4) Results of the test.

The results are shown in Table 2~Table 6 and Phot. 1~Phot. 5.

Shear strength values of the four species were compared with those of the five species produced in Hokkaido region, and are shown in Fig. 3~Fig. 6. Wood failures and delaminations were classified as shown in Table 8 and Table 9, in order to evaluate the gluing faculties. It was found that the gluing faculties of the four species produced in Cambodia region were lower than the ones of the species in Hokkaido region, except that the gluing faculties were not always poor at the time of gluing with resorcinol resin adhesive.

V. カンボジア産材 8 樹種の単板の接着性

柳 下 正<sup>(1)</sup>  
 嵯 峨 途 利<sup>(2)</sup>  
 岡 西 高 男<sup>(3)</sup>

緒 言

南洋材の性質に関する試験の一環として、本試験においてはカンボジア産材 8 樹種についての単板接着性を検討した。試験合板は、1 類配合接着剤 (フェノール樹脂接着剤およびメラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤の 2 種類)、2 類配合接着剤および 3 類配合接着剤で作製し、接着力試験は日本農林規格の合板引張剪断接着力試験法を採用した。

また、南洋材は含有物質の異なる樹種が多いために、8 樹種の原木の可溶分抽出試験を日本工業規格に準じて行ない、抽出率と接着力試験結果の関係を検討した。

本試験に使用したカンボジア産材

本試験においては、カンボジア産材 8 樹種の単板を、Table 1 に示した原木から切削した。

Table 1. 本試験に使用したカンボジア産材の原木  
 Cambodian woods used in this examination.

| 樹種記号<br>Mark of species | 樹種名<br>(市場名)<br>Commercial name  | 使用した原木記号<br>Mark of log used<br>for the test |
|-------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------|
| A                       | チュテール バンコイ<br>Chhoeutel bangkuoi | A-8                                          |
| A                       | チュテール サール<br>Chhoeutel sar       | A-5                                          |
| B                       | コムニヤン<br>Komnhan                 | B-10                                         |
| C                       | プジック<br>Phdiek                   | C-3                                          |
| D                       | ロ ヨン<br>Ro yong                  | D-1                                          |
| E                       | コキー クサイ<br>Koki khsach           | E-1                                          |
| F                       | スロール クラハム<br>Srol kraham         | F-1                                          |
| G                       | ロン リアン<br>Rong leang             | G-1                                          |

- (1) 木材部材質改良科応用研究室長・兼接着研究室
- (2) 木材部材質改良科接着研究室
- (3) 元木材部材質改良科接着研究室・兼応用研究室

## 試 験

### 1. 単板接着力試験

#### (1) 単板の調整

カンボジア産材単板は加工科、加工研究室および乾燥研究室にて切削（小型ロータリー・レース）および乾燥（ベニヤ・ドライヤー）した単板である。

単板は生単板（未処理の原木より切削された単板）と煮沸単板（90°C の温度で 48 時間の間蒸煮を行なった原木より切削された単板）の 2 種類である。

切削されたカンボジア産材単板のなかで、コキークサイおよびロンリアンの 2 樹種は無処理では切削できず、すべてが煮沸単板であった。その他の 6 樹種の単板（チュテールバンコイ、チュテールサール、コムニヤン、プジック、ロヨンおよびスロールクラハム）は生単板と煮沸単板の両方が得られた。

コキークサイおよびロンリアンの煮沸単板とスロールクラハムの生単板および煮沸単板は数量が少なかった。このために、これら 3 樹種の単板は 1 類と 3 類の接着用に供することができなくて 2 類のみの接着用に供した。

チュテールバンコイ、チュテールサール、コムニヤン、プジックおよびロヨンの 5 樹種はともに 1 類、2 類および 3 類の接着用に供した。

カンボジア産材各樹種の単板（生単板および煮沸単板）は Fig. 1 に示したごとく、荒むきをした原木の外周より約 8 cm の範囲の部分から一連に切削されたもので、単板を定寸に切断した後には外周より通し番号を付した。

単板の調湿：単板は温度 20°C、関係湿度 45% の室内で、単板全面が室内空気にあたるようにして約 3 週間調湿した。

単板の寸法：30 cm × 30 cm

単板の厚さ：1.0 mm

単板の含水率：調湿後において 8.3%～9.2%（全乾法測定）であった。

#### (2) 試験合板の調整

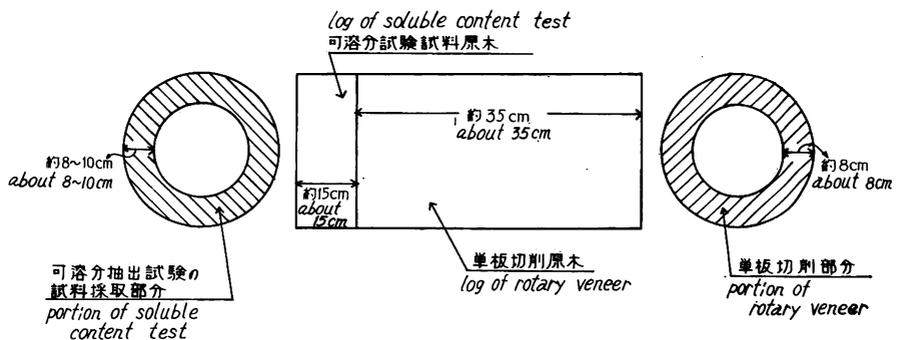


Fig. 1 カンボジア産材原木の単板切削部分と可溶分試料採取部分  
The portion of rotary veneer and the portion of soluble content test from Cambodian woods.

Table 2. 実験を行なった各樹種単板と各類別接着剤の組合せ  
The diagram of tested plywood made in this examination.

| Treatment of log<br>Glues<br>Mark of species | 生 単 板 Non-treated veneer |     |                  |                   | 煮 沸 単 板 Cooked veneer |     |                  |                   |
|----------------------------------------------|--------------------------|-----|------------------|-------------------|-----------------------|-----|------------------|-------------------|
|                                              | 1 類 Type I glues         |     | 2 類 Type II glue | 3 類 Type III glue | 1 類 Type I glues      |     | 2 類 Type II glue | 3 類 Type III glue |
|                                              | P ①                      | M ② |                  |                   | P ①                   | M ② |                  |                   |
| A                                            | ○                        | ○   | ○                | ○                 | ○                     | ○   | ○                | ○                 |
| ④                                            | ○                        | ○   | ○                | ○                 | ○                     | ○   | ○                | ○                 |
| B                                            | ○                        | ○   | ○                | ○                 | ○                     | ○   | ○                | ○                 |
| C                                            | ○                        | ○   | ○                |                   | ○                     | ○   | ○                |                   |
| D                                            | ○                        | ○   | ○                |                   | ○                     | ○   | ○                | ○                 |
| E                                            |                          |     |                  |                   |                       |     | ○                |                   |
| F                                            |                          |     | ○                |                   |                       |     | ○                |                   |
| G                                            |                          |     |                  |                   |                       |     | ○                |                   |

(Note) 表中の○印は該当するタイプの接着剤で接着を行なった。

Marks of ○ showed test plywoods.

① フェノール樹脂接着剤 (Phenol resin)

② メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤 (Melamin-urea co-condensation resin)

実験を行なったカンボジア産材 8 樹種の生単板および煮沸単板と、各類別接着剤の組合せを Table 2 に示した。

寸法：30 cm × 30 cm

構成：3 プライ，1.0 mm + 1.0 mm + 1.0 mm

試験合板の単板組合せ：1 枚の試験合板の各単板は原木の部分差異を少なくするような配慮を行なって組み合わせた。

(3) 試験合板の接着剤と接着条件

各類別の接着剤配合割合を Table 3 に、また圧縮条件を Table 4 に示した。

接着剤塗布量は、各類とも 20 g/30 cm × 30 cm および 30 g/30 cm × 30 cm の 2 種類とした。

(4) 接着力試験方法

本試験では引張剪断接着力試験を行なった。

試験機は、500 kg アムスラー型合板引張剪断試験機でカウンターバランスは 200 kg である。

試験片：日本農林規格 (JAS) の B 型試験片を採用し、試験合板 3 枚よりランダムに 40 片採取し、半数を順切入み、残り半数を逆切入みとした。

試験条件は JAS に基づいて行なった。

1 類試験条件……煮沸くり返し試験

2 類試験条件……温冷水浸漬試験

3 類試験条件……常態試験

(5) 比較試験合板

カンボジア産材 8 樹種の単板接着力試験を行なうに際し、従来良く合板に使用されてきたレッド ラフの単板接着力試験を行なって比較した。

Table 3. 各類別接着剤配合割合および接着剤液の性質  
The mixing ratio and the quality of glues.

| 配 合 剤                                              |                                          | 配 合 割 合 (部)         |       |                     |                      |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------|-------|---------------------|----------------------|
|                                                    |                                          | 1 類<br>Type I glues |       | 2 類<br>Type II glue | 3 類<br>Type III glue |
|                                                    |                                          | P                   | M     |                     |                      |
| 樹 脂<br>Resins                                      | フェノール樹脂接着剤 ①<br>Phenol resin             | 100                 |       |                     |                      |
|                                                    | メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤 ②<br>Melamin-urea resin |                     | 100   |                     |                      |
|                                                    | ユリア樹脂接着剤 ③<br>Urea resin                 |                     |       | 100                 | 100                  |
| 増量・充填<br>Extender and filler                       | ヤシ殻粉 ④<br>Coconut shell flour            | 10                  |       |                     |                      |
|                                                    | 小麦粉 ⑤<br>Wheat flour                     |                     | 13    | 15                  | 80                   |
|                                                    | 水<br>Water                               | 5                   | 3     | 10                  | 170                  |
| 硬化剤                                                | 塩化アンモニウム (NH <sub>4</sub> Cl) ⑥          |                     | 1     | 1                   | 1.5                  |
| 接着剤液の pH ⑦<br>pH of the glues (at 20°C)            |                                          | 11.3                | 7.0   | 5.0                 | 5.9                  |
| 接着剤液の粘度 (CP) ⑧<br>Viscosity of the glues (at 20°C) |                                          | 640                 | 1,410 | 1,250               | 1,600                |

- ① 日本ライヒホルド K. K. TD-683 (Japan Reichhold Chemicals, Inc. : TD-683)
- ② 東洋高圧 K. K. ユーロイド 345 (Tōyō Kōatsu, K. K. : U-345)
- ③ 東洋高圧 K. K. ユーロイド 310 (Tōyō Kōatsu, K. K. : U-310)
- ④ 200 メッシュ粉末 Powder of 200 mesh
- ⑤ 日本製粉 K. K. 扇印 (Nihon Seihun, K. K.)
- ⑥ 粉末 Powder
- ⑦ ガラス電極 pH 計 pH meter
- ⑧ B型回転粘度計 BF Viscometer

Table 4. 各接着剤の圧縮条件  
The condition of pressing in bonding.

| 接 着 剤<br>Adhesive     | 冷 圧 条 件<br>Cold pressing |                                          |                     | 熱 圧 条 件<br>Hot pressing |                            |                      |
|-----------------------|--------------------------|------------------------------------------|---------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------|
|                       | P                        | 圧 力<br>Pressure<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | 時 間<br>Time<br>(hr) | P                       | 温 度<br>Temperature<br>(°C) | 時 間<br>Time<br>(min) |
| 1 類<br>Type I glues   | P                        | 10                                       | 1                   | 8                       | 140                        | 3                    |
|                       | M                        | 10                                       | 1                   | 8                       | 120                        | 1.5                  |
| 2 類<br>Type II glue   |                          | 10                                       | 1                   | 8                       | 110                        | 1.5                  |
| 3 類<br>Type III glues |                          | 10                                       | 1                   | 8                       | 110                        | 1.5                  |

使用したレッド ラワンは、フィリッピン・リヤング産で *Shorea negrosensis* FOXW. である。

単板切削は加工科加工研究室 (小型ロータリー・レース) にて行なった。

単板の裏割れや面アラサを最小限にしかも均一にするために原木は 90°C で 48 時間蒸煮を行なって切削された。

本試験におけるレッド ラワン単板の接着は、各類別のカンボジア産材単板の接着と同時にしない、接着剤および接着条件はカンボジア産材と同じである。

## 2. 可溶分の抽出試験

本試験では、アルコール・ベンゼン可溶分、熱水可溶分および冷水可溶分を日本工業規格 (JIS) に準じて測定し、抽出率を算出した。

### (1) 試料の採取方法

試料の採取は、JIS P 8001—1959 : 1962 確認 (パルプ材分析用試料の採取方法と調製方法) に準じた。

試料を採取した原木の部位は Fig. 1 に示したごとく、単板切削原木 (蒸煮を行なわない原木) に隣接した幅 15 cm の部分の原木より、原木外周より 8~10 cm の部分を対象とした。

試料原木を気乾まで天然乾燥して丸鋸で横びきした後、その鋸くずを標準フルイ (250 μ—60 メッシュ) を通過し、177 μ—80 メッシュにとどまった木粉) にかけて試料とした。

### (2) アルコール・ベンゼン可溶分抽出試験

JIS P 8010—1961 : 1962 確認 (パルプ材のアルコール・ベンゼン可溶分試験方法) に準じて行なった。

抽出率  $E$  は次式によって算出した。

$$E(\%) = \frac{W}{S} \times 100$$

$S$ ……試料の絶乾重さ,  $W$ ……抽出物質の重さ

### (3) 熱水可溶分抽出試験

JIS P 8005—1959 : 1962 確認 (パルプ材の可溶分試験方法) に基づいて行なった。この試験に使用した蒸留水は pH 6.85 であった。

抽出率  $H$  は次式により算出した。

$$H(\%) = \frac{S-W}{S} \times 100$$

$S$ ……試料の絶乾重さ,  $W$ ……抽出残留物の絶乾重さ

### (4) 冷水可溶分試験

JIS P 8005—1959 : 1962 確認 (パルプ材の水分可溶分試験方法) に準じて行なった。この試験に使用した蒸留水は 6.85 であった。本試験では温度 20°C で行なった。

抽出率  $C$  を次式により算出した。

$$C(\%) = \frac{S-W}{S} \times 100$$

$S$ ……試料の絶乾重さ,  $W$ ……抽出残留物の絶乾重さ

(5) 各可溶分試験はそれぞれ 3 回行なった。

試 験 結 果

1. 単板接着力試験結果

(1) 1類接着力試験結果 (フェノール樹脂接着剤)

結果を Table 5 および Fig. 2 に示した。

(i) チュテール パンコイ

レッド ラワン試験合板接着力 (以下レッド ラワンという) に比較して接着力平均値 (以下平均値という) においては煮沸単板接着力 (以下煮沸単板という) は高かったが、生単板接着力 (以下生単板という) はわずかであるが低下した。接着力最低値 (以下最低値という) においては生単板および煮沸単板の塗布量 20 g (以下 20 g という) がレッド ラワンの 20 g とほぼ同じ値を示し、また生単板および煮沸単板の塗布量 30 g (以下 30 g という) がレッド ラワンの 30 g とほぼ同じ値を示した。木破率においてはあまり変化が見られなかった。

生単板と煮沸単板の間では、平均値および最低値ともに煮沸単板の方が良好であり、生単板との差がかなり大きかった。木破率においてはあまり差異が見られなかった。

塗布量の差異の間では、平均値において 30 g の方が接着力が良かったが、生単板 30 g と煮沸単板 20 g の接着力がほとんど近い値であった。最低値においては、煮沸単板では 30 g の方が高く生単板では非常にわずかであるが 30 g の方が低かった。木破率においては生単板で 30 g が高かったが煮沸単板では変化が見られなかった。

(ii) チュテール サール

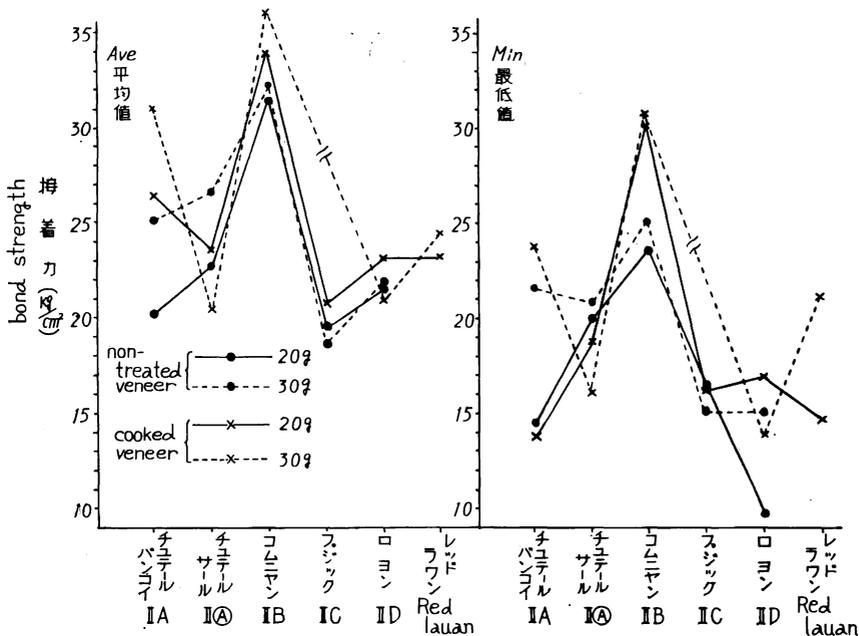


Fig. 2 各樹種と接着力の関係 (1類: フェノール樹脂接着剤)

The relationship between species and bond strength

(Type 1: phenol resin).

Table 5. 単板接着力試験結果 (1類:フェノール樹脂接着剤)  
The result of bond strength (Type I: phenol resin).

| 塗布量<br>Glue spread        | 原木処理<br>Treatment of logs | 樹種記号<br>Mark of species | 接着力 (kg/cm <sup>2</sup> )<br>Bond strength |      |      |           |      |      |              |      |      | 木破率 (%)<br>Wood failure |      |      |
|---------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------------------|------|------|-----------|------|------|--------------|------|------|-------------------------|------|------|
|                           |                           |                         | 順<br>Closed                                |      |      | 逆<br>Open |      |      | 順逆平均<br>Ave. |      |      | Ave.                    | Max. | Min. |
|                           |                           |                         | Ave.                                       | Max. | Min. | Ave.      | Max. | Min. | Ave.         | Max. | Min. |                         |      |      |
| 20<br>(g)                 | 煮沸単板<br>Cooked veneer     | A                       | 27.4                                       | 32.0 | 13.8 | 25.8      | 32.0 | 15.4 | 26.6         | 32.0 | 13.8 | 48                      | 80   | 20   |
|                           |                           | ④                       | 23.9                                       | 27.4 | 19.7 | 23.4      | 25.2 | 18.8 | 23.7         | 25.2 | 18.8 | 41                      | 100  | 20   |
|                           |                           | B                       | 34.0                                       | 36.9 | 30.8 | 34.0      | 38.1 | 30.1 | 34.0         | 38.1 | 30.1 | 67                      | 100  | 40   |
|                           |                           | C                       | 20.3                                       | 24.9 | 16.3 | 20.2      | 23.7 | 18.5 | 20.8         | 24.9 | 16.3 | 18                      | 20   | 0    |
|                           |                           | D                       | 23.8                                       | 28.6 | 18.8 | 22.6      | 26.5 | 16.9 | 23.3         | 28.6 | 16.9 | 5                       | 80   | 0    |
|                           | 生単板<br>Non-treated veneer | A                       | 20.9                                       | 25.2 | 16.0 | 16.4      | 24.9 | 14.5 | 20.2         | 25.2 | 14.5 | 34                      | 100  | 0    |
|                           |                           | ④                       | 23.8                                       | 26.5 | 20.3 | 21.8      | 24.0 | 20.0 | 22.8         | 26.5 | 20.0 | 41                      | 100  | 0    |
|                           |                           | B                       | 35.3                                       | 37.8 | 29.8 | 28.5      | 32.0 | 23.7 | 31.9         | 37.8 | 23.7 | 76                      | 100  | 40   |
|                           |                           | C                       | 20.0                                       | 23.4 | 17.2 | 19.0      | 23.5 | 16.6 | 19.5         | 23.5 | 16.6 | 38                      | 80   | 0    |
|                           |                           | D                       | 22.6                                       | 27.4 | 14.2 | 20.6      | 25.5 | 9.8  | 21.6         | 27.4 | 9.8  | 23                      | 80   | 0    |
|                           |                           | *RL                     | 24.0                                       | 26.2 | 22.5 | 22.5      | 24.3 | 19.7 | 23.3         | 26.2 | 19.7 | 40                      | 80   | 20   |
|                           | 30<br>(g)                 | 煮沸単板<br>Cooked veneer   | A                                          | 32.6 | 36.0 | 28.0      | 29.1 | 32.9 | 23.7         | 31.1 | 36.0 | 23.7                    | 45   | 80   |
| ④                         |                           |                         | 21.3                                       | 24.0 | 16.0 | 19.9      | 24.9 | 16.0 | 20.6         | 24.9 | 16.0 | 19                      | 60   | 0    |
| B                         |                           |                         | 37.4                                       | 40.3 | 31.4 | 34.7      | 37.9 | 30.8 | 36.1         | 40.3 | 30.8 | 33                      | 80   | 20   |
| C                         |                           |                         |                                            |      |      |           |      |      |              |      |      |                         |      |      |
| D                         |                           |                         | 21.3                                       | 27.4 | 16.0 | 20.6      | 24.0 | 13.9 | 21.0         | 27.4 | 13.9 | 12                      | 100  | 0    |
| 生単板<br>Non-treated veneer |                           | A                       | 25.8                                       | 30.8 | 21.5 | 24.3      | 27.1 | 21.5 | 25.1         | 30.8 | 21.5 | 43                      | 100  | 20   |
|                           |                           | ④                       | 27.9                                       | 32.3 | 20.9 | 25.4      | 27.4 | 23.7 | 26.7         | 32.3 | 20.9 | 44                      | 100  | 20   |
|                           |                           | B                       | 33.2                                       | 37.9 | 28.3 | 31.0      | 37.0 | 25.2 | 32.2         | 37.9 | 25.2 | 52                      | 100  | 20   |
|                           |                           | C                       | 21.5                                       | 25.2 | 16.6 | 15.8      | 16.9 | 15.1 | 18.7         | 25.2 | 15.1 | 21                      | 40   | 0    |
|                           |                           | D                       | 21.9                                       | 25.5 | 17.5 | 21.4      | 26.5 | 15.1 | 21.7         | 26.5 | 15.1 | 19                      | 40   | 0    |
|                           |                           | *RL                     | 25.5                                       | 27.1 | 23.1 | 23.5      | 25.2 | 21.2 | 24.5         | 23.3 | 21.2 | 39                      | 100  | 20   |

\* RL...Red lauan (Cooked-veneer)

レッド ラワンに比較して、平均値においては 20 g の生単板および煮沸単板ではあまり変わらないが、30 g において生単板が多少高い値であり、煮沸単板が低下した。最低値においてはレッド ラワンの 20 g より高いが、レッド ラワンの 30 g より低下した値であった。木破率においては煮沸単板 30 g がかなり低下した。

この樹種の接着力は平均値および最低値ともに煮沸単板 30 g が最も低い値であった。

生単板と煮沸単板の間ではあまり傾向が見られなかったが、最低値と木破率では生単板の方が多少良い傾向であった。

塗布量の間では 20 g の方が多少良い傾向であった。

#### (iii) コミュニヤン

レッド ラワンに比較して、接着力は平均値および最低値ともに非常に高い結果であった。木破率は生単板がかなり高く、煮沸単板は低下した。

生単板と煮沸単板の間では、平均値、最低値ともに煮沸単板の方がかなり高い接着力を示したが、木破率においては逆に生単板の方が非常に高かった。

塗布量の間では、接着力においてすべて 30 g の方が良かったが、20 g との差異は小さかった。木破率においては生単板で 30 g の方が逆に低下した。

#### (iv) ブジック

この樹種は煮沸単板の数量が非常に少なかったのでフェノール樹脂接着剤（以下フェノール樹脂という）において、煮沸単板 30 g の接着を行なわなかった。

レッド ラワンに比較して、平均値においてはかなり低下したが、最低値においてはあまり変化が見られなかった。木破率においても低下した。

生単板と煮沸単板の間、および塗布量の間においては大きな変化が見られなかった。

#### (v) ロ ヨン

レッド ラワンに比較して、接着力では大差がなかったが、ただ最低値の生単板 20 g が非常に低下した。木破率においては、煮沸単板がかなり低下した。

接着力では煮沸単板の方が差異は小さいが良い結果であったが、木破率では生単板の方が良い結果であった。

塗布量ではあまり顕著な差異が見られなかった。しかし最低値において、生単板 20 g が生単板 20 g よりかなり大きく低下した。

以上、フェノール樹脂で接着した 1 類接着力試験結果より、

レッド ラワンを基準にして、大体においてチュテール パンコイおよびコミュニヤンの 2 樹種は高い接着力であり、チュテール サールおよびロ ヨンは差異があまりなく、そしてブジックは低下した傾向であった。

カンボジア産材 5 樹種のなかでは、コミュニヤンが最も良く、ブジックが最も低い接着力を示した。しかし接着力の最低値ではロ ヨンの生単板 20 g が非常に低い値であった。

チュテール サールとロ ヨンの 2 樹種では、煮沸単板 30 g が低い値を示した。

### (2) 1 類接着力試験結果（メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤）

この結果を Table 6 および Fig. 3 に示した。

Table 6. 単板接着力試験結果 (1類:メラミン・ユリア共縮合樹脂)  
The result of bond strength (Type I: melamin-urea co-condensation resin).

| 塗布量<br>Glue spread | 原木処理<br>Treatment of logs | 樹種記号<br>Mark of species | 接着力 (kg/cm <sup>2</sup> )<br>Bond strength |      |      |           |      |      |              |      |      | 木破率 (%)<br>Wood failure |      |      |
|--------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------------------|------|------|-----------|------|------|--------------|------|------|-------------------------|------|------|
|                    |                           |                         | 順<br>Closed                                |      |      | 逆<br>Open |      |      | 順逆平均<br>Ave. |      |      | Ave.                    | Max. | Min. |
|                    |                           |                         | Ave.                                       | Max. | Min. | Ave.      | Max. | Min. | Ave.         | Max. | Min. |                         |      |      |
| 20<br>(g)          | 煮沸単板<br>Cooked veneer     | A                       | 17.2                                       | 20.9 | 15.7 | 16.9      | 21.2 | 10.5 | 17.0         | 21.2 | 10.5 | 21                      | 40   | 20   |
|                    |                           | (A)                     | 14.9                                       | 17.8 | 12.6 | 14.7      | 18.8 | 12.0 | 14.8         | 18.8 | 12.0 | 13                      | 20   | 0    |
|                    |                           | B                       | 23.9                                       | 26.5 | 20.3 | 22.1      | 24.3 | 19.4 | 22.9         | 26.5 | 19.4 | 26                      | 40   | 0    |
|                    |                           | C                       | 15.9                                       | 17.2 | 12.9 | 15.8      | 16.3 | 14.8 | 15.8         | 17.2 | 12.9 | 0                       | 0    | 0    |
|                    | D                         | 15.0                    | 20.9                                       | 10.8 | 14.3 | 17.8      | 8.6  | 14.6 | 20.9         | 10.8 | 10   | 40                      | 0    |      |
|                    | 生単板<br>Non-treated veneer | A                       | 13.4                                       | 16.6 | 9.5  | 13.5      | 15.7 | 10.5 | 13.4         | 16.6 | 9.5  | 11                      | 20   | 0    |
|                    |                           | (A)                     | 16.1                                       | 18.8 | 13.5 | 14.9      | 17.8 | 11.1 | 15.5         | 18.8 | 11.1 | 14                      | 40   | 0    |
|                    |                           | B                       | 22.3                                       | 25.2 | 19.4 | 21.3      | 23.4 | 18.2 | 21.8         | 25.2 | 18.2 | 29                      | 80   | 0    |
|                    |                           | C                       | 15.8                                       | 19.1 | 13.5 | 14.0      | 19.1 | 13.1 | 14.9         | 19.1 | 12.3 | 8                       | 40   | 0    |
|                    | D                         | 13.0                    | 15.7                                       | 13.5 | 12.5 | 16.9      | 12.5 | 12.8 | 16.9         | 8.0  | 15   | 40                      | 0    |      |
|                    | RL                        | 12.1                    | 13.8                                       | 9.5  | 12.1 | 14.5      | 9.5  | 12.1 | 14.5         | 9.5  | 11   | 20                      | 0    |      |
| 30<br>(g)          | 煮沸単板<br>Cooked veneer     | A                       | 21.6                                       | 26.5 | 17.2 | 20.1      | 23.4 | 16.3 | 20.4         | 26.5 | 16.3 | 28                      | 60   | 20   |
|                    |                           | (A)                     | 17.3                                       | 19.7 | 13.8 | 16.4      | 19.1 | 13.5 | 16.8         | 19.7 | 13.5 | 31                      | 40   | 20   |
|                    |                           | B                       | 25.2                                       | 29.8 | 21.5 | 23.8      | 28.0 | 19.1 | 24.5         | 29.8 | 19.1 | 28                      | 40   | 20   |
|                    |                           | C                       | 15.8                                       | 18.2 | 13.8 | 14.8      | 17.2 | 13.2 | 15.3         | 18.2 | 13.2 | 21                      | 40   | 20   |
|                    | D                         | 15.8                    | 18.2                                       | 13.8 | 14.8 | 17.2      | 13.2 | 15.3 | 18.2         | 13.2 | 21   | 40                      | 20   |      |
|                    | 生単板<br>Non-treated veneer | A                       | 18.1                                       | 20.9 | 16.6 | 20.1      | 19.7 | 15.1 | 17.9         | 20.9 | 15.1 | 17                      | 40   | 0    |
|                    |                           | (A)                     | 19.9                                       | 23.7 | 16.0 | 16.4      | 19.4 | 12.5 | 18.6         | 23.7 | 12.2 | 18                      | 60   | 0    |
|                    |                           | B                       | 25.8                                       | 28.3 | 23.4 | 23.8      | 26.2 | 21.5 | 24.8         | 28.3 | 21.5 | 39                      | 80   | 0    |
|                    |                           | C                       | 12.9                                       | 14.8 | 10.5 | 12.6      | 14.2 | 8.0  | 12.7         | 14.8 | 8.0  | 2                       | 20   | 0    |
|                    | D                         | 15.8                    | 17.5                                       | 11.4 | 14.8 | 19.1      | 12.3 | 15.4 | 14.8         | 11.4 | 14   | 40                      | 0    |      |
|                    | RL                        | 13.4                    | 16.3                                       | 11.1 | 12.9 | 14.5      | 11.4 | 13.0 | 16.3         | 11.1 | 22   | 40                      | 20   |      |

南洋材の性質 3 (木材部)

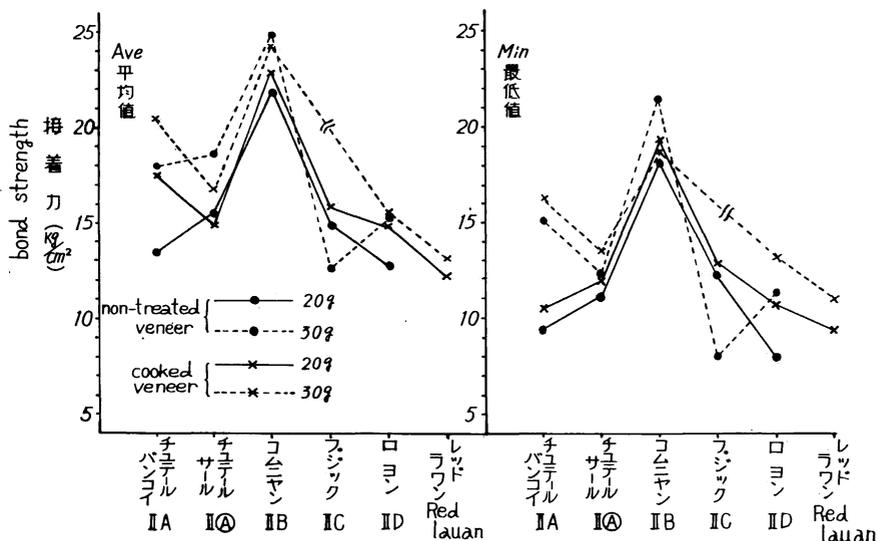


Fig. 3 各樹種と接着力の関係 (Type I : メラミン・ユリア共縮合樹脂接着剤)  
The relationship between species and bond strength (Melamin-Urea co-condensation resin).

(i) チュテール パンコイ

平均値, 最低値ともに, レッド ラワンに比較して, 煮沸単板 20g および 30g と生単板 30g が高いが, 生単板 20g は差異がなかった。木破率においてはあまり変化が見られなかった。

生単板と煮沸単板では, 煮沸単板の方が明らかに良かった。

塗布量の場合も 30g の方が生単板および煮沸単板ともに良い結果であった。

(ii) チュテール サール

レッド ラワンに比較して, 平均値, 最低値ともにかなり高い結果であった。木破率も接着力と同じ傾向であった。

生単板と煮沸単板では煮沸単板の方が良い結果であった。

塗布量の間では, 平均値において生単板, 煮沸単板ともにわずかであるが 20g の方が良かった。しかし, 最低値においてはともに 30g の方が多少良かった。木破率においては煮沸単板で 30g の方が良かったが, 生単板では差異がなかった。

(iii) コムニヤン

接着力および木破率ともに, レッド ラワンに比較して非常に高い値を示した。

生単板と煮沸単板では大差はないが煮沸単板の方が良かった。

塗布量の差異はあまり見られなかった。

(iv) フジック

この樹種は煮沸単板の数量が少なかったため, 本接着剤では煮沸単板 30g の接着は行なわなかった。

レッド ラワンに比較して, 平均値においては差異がなかったが, 最低値においては生単板 30g が多少低下した。木破率は全般的にレッド ラワンより低下した。この樹種の木破率は全体的に低かった。

煮沸単板の方が生単板より若干良かった。

塗布量の間では傾向が見られなかった。しかし、生単板では 30 g が非常に低い値であった。

(v) ロ ヨン

レッド ラワンより若干良い結果であったが、生単板 20 g の最低値が非常に低下した。

煮沸単板の方が多少良い傾向であった。

塗布量では 30 g の方が良い結果であった。

以上、レッド ラワンを基準にした場合、大体において良い結果であった。しかし最低値においてプジックとロ ヨンの 2 樹種の生単板が低下した。

5 樹種の間では、コムニヤンが最も高い接着力を示し、プジックとロ ヨンの 2 樹種が最も低かった。チュテール パンコイとチュテール サールの 2 樹種の間は大差なかった。

(3) 2 類接着力試験結果

結果を Table 7 および Fig. 4 に示した。

(i) チュテール パンコイ

レッド ラワンに比較して、接着力および木破率ともかなり高い結果であった。

生単板と煮沸単板では、接着力および木破率において、煮沸単板の方が良い結果であった。

塗布量の間では、接着力において生単板で 30 g の方が高かったが、煮沸単板では 20 g の方が高い値であった。木破率で生単板および煮沸単板ともに 20 g の方が良かった。

(ii) チュテール サール

接着力および木破率ともにレッド ラワンに比較して良い結果であった。

接着力においては煮沸単板の方が良い結果であったが、木破率ではわずかであるが生単板の方が高い結果であった。

接着力において、生単板では 30 g の方が良かったが、煮沸単板では最低値において 30 g が高く平均値では逆に 20 g の方が高かった。木破率では 30 g の方が生単板、煮沸単板ともに良い結果であった。

(iii) コムニヤン

レッド ラワンに比較してかなり高い結果であった。

煮沸単板の方が若干良い傾向であったが、あまりはっきりした結果ではなかった。木破率においては 30 g の煮沸単板がかなり低下した。

塗布量では 30 g の方が多少良い結果であったが、差異はあまり顕著でなかった。

(iv) プジック

レッド ラワンに比較してかなり高い結果であった。

生単板と煮沸単板の間では接着力において煮沸単板の方が良かったが、木破率においては逆の結果で生単板の方が高かった。

塗布量の間では接着力および木破率ともに 30 g がかなり低下した。

(v) ロ ヨン

レッド ラワンに比較して比較的良い結果であった。

煮沸単板の方が接着力では良い結果であったが、木破率では逆に低下した。

塗布量においては若干 30 g の方が低下した。

(vi) コキー クサイ

Table 7. 单板接着力試驗結果(2類)  
The result of bond strength (Type II).

| 塗布量<br>Glue spread | 原木處理<br>Treatment of logs | 樹種<br>Mark of species | 接着力<br>Bond strength (kg/cm <sup>2</sup> ) |      |      |           |      |      |              |      |      | 木破率(%)<br>Wood failure |      |      |
|--------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------------------------|------|------|-----------|------|------|--------------|------|------|------------------------|------|------|
|                    |                           |                       | 順<br>Closed                                |      |      | 逆<br>Open |      |      | 順逆平均<br>Ave. |      |      | Ave.                   | Max. | Min. |
|                    |                           |                       | Ave.                                       | Max. | Min. | Ave.      | Max. | Min. | Ave.         | Max. | Min. |                        |      |      |
| 20<br><br>(g)      | 煮沸单板<br>Cooked veneer     | A                     | 34.6                                       | 38.2 | 31.1 | 31.9      | 35.7 | 28.6 | 33.3         | 38.2 | 28.6 | 64                     | 100  | 20   |
|                    |                           | A                     | 30.2                                       | 34.0 | 22.0 | 29.6      | 32.3 | 27.7 | 29.8         | 34.0 | 22.0 | 39                     | 80   | 20   |
|                    |                           | B                     | 28.8                                       | 32.0 | 26.7 | 27.4      | 30.8 | 24.6 | 28.1         | 32.0 | 24.6 | 58                     | 80   | 20   |
|                    |                           | C                     | 28.7                                       | 31.7 | 25.2 | 27.2      | 30.8 | 23.4 | 28.0         | 31.7 | 23.4 | 41                     | 80   | 20   |
|                    |                           | D                     | 16.6                                       | 31.4 | 22.8 | 26.1      | 31.4 | 21.8 | 26.4         | 31.4 | 21.8 | 47                     | 80   | 20   |
|                    |                           | E                     | 19.5                                       | 27.1 | 12.2 | 17.0      | 30.2 | 12.2 | 18.2         | 30.2 | 12.3 | 37                     | 100  | 0    |
|                    |                           | F                     | 23.2                                       | 27.7 | 17.5 | 22.5      | 28.6 | 17.2 | 22.9         | 28.6 | 17.2 | 48                     | 100  | 0    |
|                    | G                         | 29.6                  | 37.5                                       | 18.5 | 26.6 | 32.9      | 17.2 | 24.5 | 37.5         | 17.2 | 75   | 100                    | 20   |      |
|                    | 生单板<br>Non-treated veneer | A                     | 23.0                                       | 28.9 | 16.9 | 21.9      | 25.8 | 16.3 | 22.5         | 28.9 | 16.3 | 56                     | 100  | 20   |
|                    |                           | A                     | 23.4                                       | 28.3 | 18.5 | 21.4      | 24.0 | 16.9 | 22.2         | 28.3 | 16.9 | 45                     | 80   | 20   |
|                    |                           | B                     | 28.9                                       | 32.9 | 24.6 | 27.0      | 32.3 | 19.1 | 27.9         | 32.9 | 19.1 | 64                     | 100  | 20   |
|                    |                           | C                     | 25.5                                       | 28.0 | 21.8 | 24.3      | 29.2 | 20.0 | 24.8         | 29.2 | 20.0 | 64                     | 100  | 40   |
|                    |                           | D                     | 22.8                                       | 28.9 | 19.1 | 22.4      | 29.2 | 18.2 | 22.6         | 29.2 | 18.2 | 41                     | 80   | 20   |
|                    |                           | F                     | 17.0                                       | 21.5 | 11.7 | 16.5      | 20.9 | 7.4  | 16.8         | 21.5 | 7.4  | 92                     | 100  | 60   |
|                    | RL                        | 19.0                  | 20.3                                       | 17.2 | 18.8 | 22.2      | 15.7 | 18.8 | 22.2         | 15.7 | 16   | 40                     | 20   |      |
| 30<br><br>(g)      | 煮沸单板<br>Cooked veneer     | A                     | 30.4                                       | 37.2 | 21.5 | 29.7      | 35.1 | 21.5 | 30.1         | 37.2 | 21.5 | 54                     | 80   | 20   |
|                    |                           | A                     | 30.2                                       | 33.8 | 26.7 | 27.6      | 29.2 | 24.9 | 28.9         | 33.8 | 24.9 | 30                     | 100  | 20   |
|                    |                           | B                     | 29.1                                       | 32.9 | 25.5 | 27.3      | 28.9 | 25.5 | 28.2         | 32.9 | 25.5 | 37                     | 100  | 20   |
|                    |                           | C                     | 25.6                                       | 28.3 | 21.5 | 25.1      | 28.3 | 23.1 | 25.4         | 28.3 | 21.5 | 16                     | 20   | 0    |
|                    |                           | D                     | 26.6                                       | 31.4 | 22.8 | 24.8      | 28.3 | 19.1 | 25.7         | 31.4 | 19.1 | 26                     | 100  | 0    |
|                    |                           | E                     | 25.2                                       | 30.1 | 16.9 | 24.6      | 32.9 | 17.8 | 24.9         | 32.9 | 16.9 | 50                     | 100  | 0    |
|                    |                           | F                     | 25.1                                       | 27.7 | 21.5 | 24.0      | 26.5 | 20.6 | 24.6         | 27.7 | 20.6 | 49                     | 100  | 0    |
|                    | G                         | 27.7                  | 38.8                                       | 14.5 | 26.7 | 34.5      | 15.1 | 27.2 | 38.8         | 19.4 | 35   | 100                    | 0    |      |
|                    | 生单板<br>Non-treated veneer | A                     | 25.4                                       | 28.0 | 23.7 | 24.6      | 27.7 | 21.5 | 25.1         | 28.0 | 21.5 | 43                     | 100  | 20   |
|                    |                           | A                     | 25.8                                       | 32.9 | 20.0 | 23.7      | 27.1 | 20.9 | 24.7         | 32.9 | 20.0 | 36                     | 100  | 20   |
|                    |                           | B                     | 34.3                                       | 37.8 | 29.2 | 30.2      | 34.5 | 25.8 | 32.2         | 37.8 | 25.8 | 69                     | 100  | 40   |
|                    |                           | C                     | 25.1                                       | 28.9 | 21.8 | 22.1      | 27.1 | 17.8 | 23.6         | 28.9 | 17.8 | 45                     | 80   | 20   |
|                    |                           | D                     | 23.3                                       | 26.2 | 16.6 | 22.4      | 27.4 | 16.9 | 22.8         | 27.4 | 16.6 | 37                     | 100  | 20   |
|                    |                           | F                     | 22.6                                       | 27.7 | 19.4 | 21.0      | 24.6 | 17.2 | 21.8         | 27.7 | 17.2 | 75                     | 100  | 20   |
|                    | RL                        | 17.9                  | 20.9                                       | 13.2 | 17.1 | 19.1      | 15.1 | 17.6 | 20.9         | 13.2 | 12   | 20                     | 0    |      |

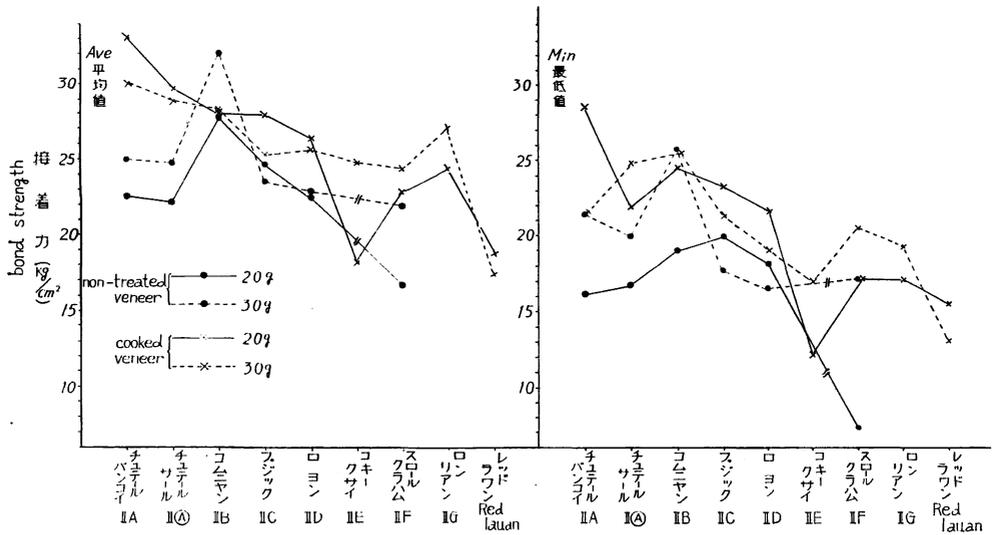


Fig. 4 各樹種と接着力の関係 (2類)  
The relationship between species and bond strength (Type II).

本樹種は生単板は切削されなかった。

レッド ラワンに比較して、接着力において 20 g では同じ程度かやや低い結果であったが、30 g ではかなり高い結果であった。木破率においては比較的高かった。

塗布量においては 30 g の方がかなり高い値を示した。

(vii) スローラ クラハム

レッド ラワンに比較して多少良い傾向であったが、しかし生単板の 20 g が、特に最低値において著しく低下した。

生単板と煮沸単板の間では、接着力においては煮沸単板が良かったが、木破率では煮沸単板が低下した。

塗布量の間では、接着力において 30 g が高い値であったが、木破率では生単板の場合 30 g が低下した。

(viii) ロン リアン

本樹種は生単板は切削されなかった。

レッド ラワンに比較してかなり高い結果であった。

塗布量の間において、接着力では 30 g の方が良い結果であったが、木破率では 30 g の方がかなり低下した。

以上の結果から、

レッド ラワンを基準にして、大体において良い結果であったが、スローラ クラハムの生単板 20 g の最低値が著しく低下した。

8 樹種の間においては、コムニヤンが生単板および煮沸単板を通じて最も高い接着力を示した。チュテール パンコイおよびチュテール サールの 2 樹種は煮沸単板の場合コムニヤンと同じ程度の高い接着力であったが、生単板ではコムニヤンより低い値であった。コキークサイが最も低い接着力であった。

(4) 3 類接着力試験結果

Table 8. 单板接着力試驗結果(3類)  
The result of bond strength (Type III).

| 塗布量<br>Glue spread          | 原木處理<br>Treatment logs      | 樹種<br>Mark of species | 接 着 力 (kg/cm <sup>2</sup> )<br>Bond strength |      |      |           |      |      |                 |      |      | 木 破 率 (%)<br>Wood failure |      |      |    |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|----------------------------------------------|------|------|-----------|------|------|-----------------|------|------|---------------------------|------|------|----|
|                             |                             |                       | 順<br>Closed                                  |      |      | 逆<br>Open |      |      | 順 逆 平 均<br>Ave. |      |      | Ave.                      | Max. | Min. |    |
|                             |                             |                       | Ave.                                         | Max. | Min. | Ave.      | Max. | Min. | Ave.            | Max. | Min. |                           |      |      |    |
| 20<br>(g)                   | 煮沸单板<br>Cooked veneer       | Ⅱ A                   | 20.4                                         | 24.0 | 15.4 | 19.1      | 25.5 | 13.5 | 19.8            | 25.5 | 13.5 | 16                        | 40   | 0    |    |
|                             |                             | Ⅱ ㉔                   | 25.8                                         | 28.9 | 22.5 | 25.4      | 29.5 | 21.8 | 25.6            | 29.5 | 21.8 | 20                        | 40   | 0    |    |
|                             |                             | Ⅱ B                   | 26.3                                         | 29.3 | 23.7 | 25.5      | 28.0 | 23.1 | 25.9            | 29.3 | 23.1 | 44                        | 100  | 20   |    |
|                             |                             | Ⅱ D                   | 27.3                                         | 31.1 | 21.8 | 23.9      | 31.7 | 22.5 | 25.6            | 31.7 | 21.8 | 63                        | 100  | 20   |    |
|                             | 生 单 板<br>Non-treated veneer | Ⅱ A                   | 21.0                                         | 27.4 | 15.1 | 19.4      | 22.8 | 13.8 | 20.2            | 27.4 | 13.8 | 32                        | 60   | 20   |    |
|                             |                             | Ⅱ ㉔                   | 20.0                                         | 22.2 | 17.8 | 19.2      | 21.8 | 9.9  | 19.6            | 22.2 | 9.9  | 33                        | 60   | 20   |    |
|                             |                             | Ⅱ B                   | 27.0                                         | 36.6 | 21.2 | 26.4      | 30.2 | 21.9 | 25.9            | 36.6 | 21.2 | 35                        | 60   | 20   |    |
|                             |                             | RL                    | 25.9                                         | 27.4 | 24.0 | 25.0      | 27.1 | 22.8 | 25.5            | 27.4 | 22.8 | 29                        | 100  | 20   |    |
|                             | 30<br>(g)                   | 煮沸单板<br>Cooked veneer | Ⅱ A                                          | 25.8 | 36.3 | 20.6      | 24.2 | 29.2 | 17.8            | 25.0 | 36.3 | 17.8                      | 22   | 60   | 0  |
|                             |                             |                       | Ⅱ ㉔                                          | 31.0 | 34.5 | 23.4      | 29.1 | 30.8 | 24.9            | 30.1 | 34.5 | 23.4                      | 25   | 60   | 0  |
|                             |                             |                       | Ⅱ B                                          | 29.2 | 33.9 | 24.3      | 27.7 | 31.1 | 23.4            | 28.5 | 33.9 | 23.4                      | 48   | 100  | 20 |
|                             |                             |                       | Ⅱ D                                          | 29.7 | 33.0 | 24.6      | 28.4 | 32.6 | 24.3            | 29.0 | 30.0 | 24.3                      | 73   | 100  | 20 |
| 生 单 板<br>Non-treated veneer |                             | Ⅱ A                   | 20.6                                         | 24.3 | 13.8 | 20.3      | 26.5 | 14.2 | 20.4            | 26.5 | 13.8 | 36                        | 100  | 20   |    |
|                             |                             | Ⅱ ㉔                   | 23.0                                         | 27.7 | 18.8 | 21.7      | 27.4 | 13.2 | 22.3            | 27.7 | 13.2 | 28                        | 100  | 20   |    |
|                             |                             | Ⅱ B                   | 31.2                                         | 38.5 | 23.1 | 29.7      | 36.0 | 21.8 | 30.4            | 38.5 | 21.8 | 50                        | 100  | 20   |    |
|                             |                             | RL                    | 23.7                                         | 25.6 | 19.1 | 22.9      | 25.9 | 17.8 | 23.3            | 25.9 | 19.1 | 35                        | 100  | 20   |    |

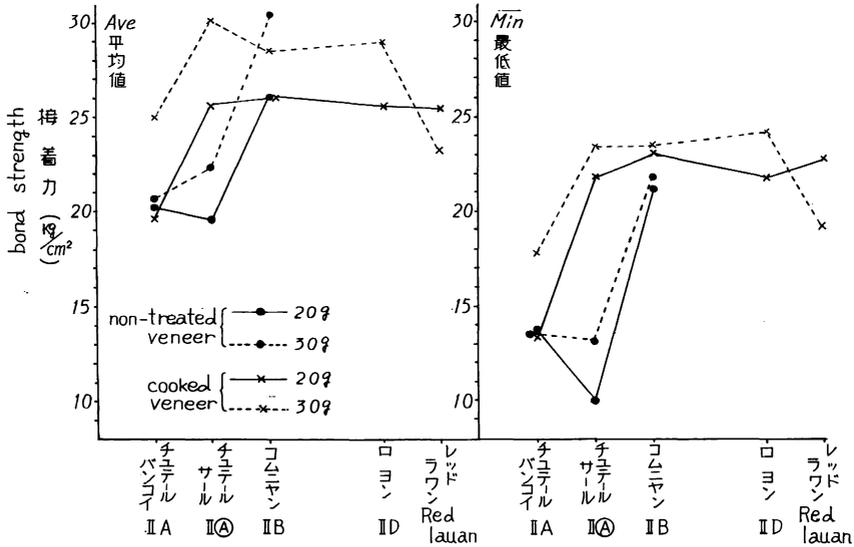


Fig. 5 各樹種と接着力の関係 (3類)  
The relationship between species and bond strength (Type III).

結果を Table 8 および Fig. 5 に示した。

(i) チュテール パンコイ

レッド ラワンに比較して、接着力平均値および木破率ともに幾分低下した。しかし最低値においてはかなり低下した。

生単板と煮沸単板の間は、接着力では多少煮沸単板が良かったが、木破率では煮沸単板の方が低下した。塗布量の間では、生単板においては差異がなかったが、煮沸単板の場合かなり 30 g の方が高い値であった。

(ii) チュテール サール

レッド ラワンに比較してあまり差異はなかったが、生単板の場合はレッド ラワンより低下した。接着力においては煮沸単板がかなり高かったが、木破率ではわずかであるが煮沸単板が低下した。塗布量の間は、30 g の方が良い結果であった。

(iii) コムニヤン

レッド ラワンに比較して、多少高い傾向であった。生単板と煮沸単板の差異および塗布量の差異はあまり変化が見られなかった。

(iv) ロ ヨン

本樹種は生単板の切削を行なわなかった。レッド ラワンに比較して、接着力は幾分良かったが、木破率はかなり高かった。塗布量の間ではすべて 30 g の方が高い結果であった。

以上の結果から、

レッド ラワンに対して、チュテール パンコイはかなり低下したが、その他のチュテール サール、コムニヤンおよびロ ヨンは差異がなかった。しかしチュテール サールの生単板の最低値はかなり低下した。

4 樹種の間では、チュテール サールおよびロ ヨンの煮沸単板，ならびにコムニヤンはともに接着力が良かった。チュテール バンコイおよびチュテール サールの生単板が低い結果であった。

2. 可溶分抽出試験結果

結果を Table 9 に示した。

(1) アルコール・ベンゼン抽出率

本試験の結果において，アルコール・ベンゼン（以下アルベンという）抽出率と各樹種の関係は次のとおりであった。

コキー クサイ>ブジック>コムニヤン>スロール クラハム>チュテール バンコイ>チュテール サール>=(レッド ラワン)>ロン リアン>ロ ヨン

(2) 熱水抽出率

本試験の結果においては次のとおりであった。

コキー クサイ>コムニヤン=スロール クラハム>ブジック=ロン リアン≧(レッド ラワン)>チュテール バンコイ=チュテール サール>ロ ヨン

(3) 冷水抽出率

本試験の結果においては次のとおりであった。

コキー クサイ>スロール クラハム=ブジック>ロン リアン=コムニヤン=チュテール サール>チュテール バンコイ=ロ ヨン>(レッド ラワン)

(4) カンボジア産材 8 樹種を通じて，各可溶分抽出率の最も多かったのはコキー クサイであり，最も少なかったのはロ ヨンであった。

Table 9. カンボジア産材樹種の可溶分抽出率  
The soluble content of Cambodian woods.

| 樹種記号<br>Mark of species | 樹種名<br>Name of species            | 抽出率<br>Soluble content       |                 |                  |
|-------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------|
|                         |                                   | アルコール・ベンゼン<br>Alcohol-benzen | 熱水<br>Hot water | 冷水<br>Cold water |
| Ⅱ A                     | チュテール バンコイ<br>Chhoeuteal bangkuoi | 3.52                         | 2.92            | 1.25             |
| Ⅱ ㊤                     | チュテール サール<br>Chhoeuteal sar       | 2.64                         | 3.04            | 1.64             |
| Ⅱ B                     | コムニヤン<br>Komnhan                  | 4.78                         | 4.68            | 1.69             |
| Ⅱ C                     | ブジック<br>Phdiek                    | 7.59                         | 3.67            | 2.03             |
| Ⅱ D                     | ロヨン<br>Ro yong                    | 1.13                         | 2.02            | 1.42             |
| Ⅱ E                     | コキー クサイ<br>Koki khsach            | 15.27                        | 9.55            | 7.63             |
| Ⅱ F                     | スロール クラハム<br>Srol kraham          | 4.14                         | 4.42            | 2.05             |
| Ⅱ G                     | ロン リアン<br>Rong leang              | 1.43                         | 3.70            | 1.77             |
| R L                     | レッド ラワン<br>Red lauan              | 2.59                         | 3.33            | 1.03             |

## 考 察

## 1. 単板接着力

## (1) レッド ラワンに比較した場合

平均値においては、メラミン樹脂接着剤で接着した1類（以下1類—Mという）接着力と2類接着力では、8樹種を通してレッド ラワンと同じ程度か、またはそれ以上の接着力結果であった。フェノール樹脂接着剤で接着した1類（以下1類—Pという）ではブジックとロ ヨンの2樹種がレッド ラワンより低下し、3類接着力ではチュテール バンコイとチュテール サールの生単板がレッド ラワンより低下した。

最低値においては、大体において平均値の結果と変わらない傾向であった。しかしながら、1類—P接着力におけるロ ヨンの生単板 20g の接着力と、1類—M接着力におけるブジックおよびロ ヨンの生単板 20g の接着力がレッド ラワンに比べて著しく低下した。また2類におけるコキー クサイおよびスロール クラハムの生単板 20g 接着力がレッド ラワンより著しく低下した。3類ではチュテール バンコイおよびチュテール サールの生単板がレッド ラワンより低下した。

木部破断率においてはあまり傾向が生じなかったが、2類では8樹種ともにレッド ラワンより高い値を示した。また1類—Mではレッド ラワンとあまり差がなかったが、ブジックだけが低下した。3類ではチュテール バンコイとチュテール サールの2樹種が多少低下した。1類—Pにおいては、ロ ヨンが低下した。

以上の結果から、本試験の範囲の各類別においてカンボジア産材8樹種の煮沸単板は大体レッド ラワンに比較して、単板接着力の点では同程度かまたはそれ以上の値を示すものとする。ただ生単板の場合では樹種によっては低下した。

(2) 本試験の範囲における各類別（1, 2および3類）で、しかも生単板と煮沸単板を接着できたチュテール バンコイ、チュテール サールおよびコムニヤンの3樹種の間では結果的にコムニヤンが最も高い接着力を示した。特に1類の接着剤ではコムニヤンと他の2樹種との差異が顕著に生じた。この3樹種はともにフタバガキ科でコムニヤンは *Shorea* 属であり、チュテール バンコイとチュテール サールは *Dipterocarpus* 属の樹種である。本試験の結果では1類の接着剤の接着力において *Shorea* と *Dipterocarpus* との間の差異は大きく、2類では小さかった。しかし比較として使用した *Shorea* に属するレッドラワンは *Dipterocarpus* の樹種より低い接着力であった。このような結果が生じた原因については、はっきりした説明はまだできないが、同属中の樹種の間において生育環境や原木部位などの関係で異なった性質をもった樹種が多いものと思われる。このように南洋材においては接着を低下させる因子をさらに今後究明する必要があると考える。

(3) 1類—P、1類—Mおよび2類接着剤で接着した5樹種、チュテール バンコイ、チュテール サール、コムニヤン、ブジックおよびロ ヨンの間の接着力においてもコムニヤンが最も良い接着力であった。しかし、5樹種間の接着力の差異については2類では1類ほどの大きな差が見られなかった。このように、原因が接着剤の種類か、あるいは各類別の接着力試験条件の差異によるかは明らかでないが、本試験の範囲では類別によって各樹種間に接着力の異なる傾向が見られた。これはカンボジア産材のみでなく南洋材全体についても考えられることであろう。

(4) 木部破断率は、本試験ではあまり傾向が見られなかった。しかし、各類別を通してはコムニヤン

が高かった。

ロ ヨンの場合は3類において木破率が著しく高かったが、1類および2類では低い値であった。

2類だけ接着を行なったスロール クラハムは生単板の方が煮沸単板より木破率が高かったが、接着力は逆の傾向であった。

コムニヤンは大体において生単板の方が木破率が高かった。

本試験の結果では、接着剤の種類や試験条件または切削前の単板処理の有無によって木破率に多少差異が生じたが、はっきりした傾向は見られなかった。

ブジックおよびロ ヨンの2樹種は3類（常態試験）ではかなり接着力および木破率ともに良好と考えられるが、1類および2類（耐水試験）では低下する傾向である。

(5) 単板を切削する際の原木の処理、すなわち生単板と煮沸単板の差異は本試験の結果ではかなり接着力に影響があると思われた。チュテール バンコイおよびチュテール サールの2樹種(*Dipterocarpus*)は大体において煮沸単板の方が良いと考えるが、チュテール サールの1類—Pでは逆の結果が生じた。コムニヤンはその差異がわずかであったがやはり煮沸単板の方が良いと思う。

木破率においては、1類—P、1類—M、2類および3類において生単板の方が大きい破断率を示した樹種が見られた。

原木の蒸煮は従来では切削の難易度のみに限って行なわれ、その方の考慮が大きかった。しかし南洋材の場合には、樹種によって接着力を向上させる意味においても考慮する必要がある。

(6) 接着剤液の塗布量の差異については、本試験では20gと30gの2種類について検討した。

コムニヤンは各類別にわたって30gの方が接着力は向上したが、木破率では20gの方が高い結果であった。

チュテール バンコイおよびチュテール サールの2樹種では、各類別を通して30gの方が著しく向上した。

各樹種のなかには、本試験の範囲の塗布量においては差異が生じなかった場合もあり、また逆に30gの方が低下した場合も見られた。

南洋材における塗布量の問題は、接着剤の種類、接着剤液の性質、接着条件および被着材としての樹種の種類によって、かなり複雑な関係があるものと思われる。塗布量との関係は接着時における接着層の水分関係が大きな因子のひとつと考えられるので、今後さらに南洋材樹種の物理的、化学的因子と関連して究明する必要があると考える。

(7) 以上の結果から総合して、

コムニヤンは各類別の接着剤を通じて、本試験の接着条件の範囲内において最も安定した接着力を示した。

*Dipterocarpus* のチュテール バンコイとチュテール サールは煮沸単板の場合はコムニヤンについて良い接着力を示した。しかし、チュテール サールの方が多少低下すると思われる。

ブジックはチュテール サールより幾分低い接着力であった。

ロ ヨンは3類合板としては良いと思われるが、耐水性を要求する場合には適当でないと考えられる。

コキー クサイ、スロール クラハムおよびロン リアンの3樹種は2類試験しか行なわなかったので適切な評価はできない。

(8) 本試験で使用したチュテール パンコイは熱圧後に合板表面にかなりはっきりした汚染状の斑点が見られたが、これは熱圧前に見られた白色の含有物質と思われるものが熱圧によって汚染状に変化したものと思われる。

ブジックとロ ヨンは熱圧後において大きな反りが生じた。

1 類—P で接着した試験合板については、ロ ヨンに全面的に接着剤による汚染が見られた。この場合生単板より煮沸単板の方が著しかった。20 g の場合においても汚染は生じた。この他の樹種ではチュテール パンコイとチュテール サールの 30 g の場合に若干汚染が見られた。コムニヤンは生単板の方に多少汚染が見られたが、このことはコムニヤンの 1 類—P 接着力結果で、生単板の木破率が非常に高い値を示した事実に基づきつけられるかもしれないと思う。

(9) 本試験における単板接着力試験はすべて単板厚さ 1.0 mm の等厚 3 プライの合板の引張剪断接着力試験である。この試験方法では合板の中板の厚さが接着力値にかなり影響をおよぼす。本試験では中板の影響を少なくするために 1.0 mm 等厚 3 プライ試験合板を作製した。

中板を厚くした場合には、表板と中板の構成比が大きくなり、しかも中板の裏割れ深さや面アラサも大きくなり、これらの因子が接着力に影響してくるものと思われる。この場合には各樹種の材質強さも関係してくるものと考えられる。したがって中板を厚くした場合には、本試験結果と多少異なる結果が生じるものと思われる。

(10) JAS で定められた合板の引張剪断接着力試験方法による接着力における不合格の数値は、ラワン合板で最低値  $7 \text{ kg/cm}^2$  である。

本試験のカンボジア産材の接着力と JAS のラワン合板接着力の間では大体において合格の範囲にあるが、1 類のフェノール樹脂におけるロ ヨンの生単板 20 g 塗布、1 類メラミン樹脂におけるロ ヨンの生単板 20 g 塗布およびブジックの生単板 30 g 塗布、および 2 類のスロール クラハムの生単板 20 g 塗布の場合に合格よりわずかに高い値であった。この結果は、構成比が小さくしかも実験室的に十分配慮を行なって接着された場合の接着力である。

## 2. 可溶分抽出結果と単板接着力

(1) 8 樹種の中でコキークサイが最も抽出率が高い結果であった。

従来から、*Dipterocarpus* の樹種は樹脂分が多いといわれているが、本試験のなかのこの属の 2 樹種はともに各可溶分試験結果が少なかった。

ブジックはアルベン抽出率がコキークサイ以外の樹種に比べて多かった。しかし、ロ ヨンは 8 樹種のなかで最も少ない結果であった。

(2) 単板接着力試験と抽出率の関係は、本試験の範囲ではあまり明白な傾向が見られなかった。

コキークサイは 8 樹種のなかですべての抽出率が最も大きかったが、この樹種については単板の数量の関係で接着力試験を十分行なうことができなかった。

ロ ヨンは 3 可溶分試験における抽出率が最も少なかった。この樹種の接着力では、3 類(常態)の場合に木破率も含めて良い接着力を示したが、1 類および 2 類(耐水)では低い接着力であった。またフェノール樹脂による汚染も著しく観察された。これらの結果と少ない抽出率を関連づけることは本試験の範囲では困難であるが、しかし何らかの関係があると思われる。

ブジックはアルベン抽出率がかなり高く、接着力も他の樹種より低い傾向であった。

(3) 本試験における接着力において煮沸単板の方が生単板より大体において良い傾向であったが、この結果も抽出率と何か関係があると思われる。

(4) 本試験の抽出試験では、アルペン、熱水および冷水の3試験であったが、今後アルカリやその他の抽出試験を行なって究明する必要がある。

### Gluing Test of Plywood made of Eight Species of Cambodian Woods.

Masashi YAGISHITA, Michitoshi SAGA and Takao OKANISHI

#### (Résumé)

The adhesion strength of plywoods produced by rotary veneers of 8 species of Cambodian woods has been estimated in the examination.

1. Species of the Cambodian woods.

Species of the Cambodian woods used in this examination are shown in Table 1.

2. Quality of veneers.

The thickness of all veneers were 1.0 mm thick. In each veneer of six species of Chhoeuteal bangkuoi, Chhoeuteal sar, Komnhan, Phdiek, Ro yong and Srol kraham, both non-treated veneer (cut from non-treated log) and cooked veneer (cut from log cooked at 90°C for 48 hrs) were used. The veneers of two species of Koki khsach and Rong leang were only cooked veneer.

3. Adhesives, glue spreading, and pressing.

The kinds of adhesives, mixing ratio of glues, and pressing are shown in Table 3 and Table 4. The quantity of glue spread were both 20 g/(30 cm)<sup>2</sup> and 30 g/(30 cm)<sup>2</sup>.

4. Test specimen.

The types of plywood used in this examination were 3 kinds of type I (phenol resin glue and melamin-urea co-condensation resin glues), type II and type III. The construction and size of the plywoods were 3 ply and 30 cm × 30 cm.

5. Bond strength test.

The bond strength was measured by the method of plywoods shear strength test established in JAS.

6. The Red lauan plywood.

The Red lauan (*Shorea negrosensis* FOXW.) was used in standard test pieces. The Red lauan plywood was produced in the same way as the Cambodian woods plywoods.

7. The measurement of soluble content.

In addition to the measurement of the bond strength of plywoods, soluble content in alcohol-benzene, soluble content in hot-water and soluble content in cold-water were measured in accordance with JIS.

8. Result of test.

The results of test of the bond strength are shown in Table 5, 6, 7 and 8, and Fig. 2, 3, 4 and 5. The results of measurement of soluble content are shown in Table 9.

9. Observation.

(1) In general, the results of the bond strength of the Cambodian woods plywoods trended to have similar values or higher values in comparison with the result of the bond

strength of the red lauan phywood.

But, the minimum values in the bond strength of Ro yong of type I (phenol resin), Phdiek and Ro yong of type I (melamin resin) and Srol kraham of type II tended to decrease slightly compared with the Red lauan value.

(2) Among the Cambodian woods and through all types the bond strength of Komnhan showed the highest bond strength.

(3) In this examination, the difference between the bond strength of cooked veneers and non-treated veneers was recognized to have some trend that the bond strength of cooked veneers was higher than the bond strength of non-treated veneers.

(4) In this examination, the difference between the bond strength of glue spread of  $30\text{ g}/(30\text{ cm})^2$  and  $20\text{ g}/(30\text{ cm})^2$  revealed that the  $30\text{ g}/(30\text{ cm})^2$  showed a tendency to be higher than the  $20\text{ g}/(30\text{ cm})^2$ .

(5) In the relationship between the bond strength and the soluble content, a clear result was not obtained.

## VI. カンボジア産材7樹種の塗装適性

川 村 二 郎<sup>(1)</sup>  
中 村 章<sup>(2)</sup>

## 1. ま え が き

当場木材部が現在行なっているカンボジア産材の材質試験の一環として、素材および合板の塗装に関する諸条件、すなわち塗装適性を調べる機会をえたので、素材と合板の塗装作業性、塗膜乾燥性、塗膜付着性、塗膜割れについて対照試験体のレッド ラワン<sup>1)</sup>と比較して調べたのでその結果を報告する。

木材塗装の目的は材面の保護および美化にあるから、塗装時には塗りやすく、平滑な塗膜ができ、塗装後に種々の欠陥がおこりにくくしかも塗装効果の持続が望まれる。

塗装性能について考えてみると、塗料はその構成因子からみて複雑であり、なかなか理論的に取り扱いにくい。これを単純化して物理化学性を究明しても、使用にさいしては種々の外力の影響を受けて塗膜の良否の決定はなかなか困難である。また被塗材たる木材を考えてみても、その性質状態は非常に複雑であり、それゆえ木材塗装の問題は一層複雑となる。

以上のことから、実験項目を選定するにあたって

- (1) 塗装することができるかどうかをみる—塗装作業性試験。
- (2) 塗膜の乾燥硬化を阻害する抽出成分を含んでいるかをみる—塗料硬化試験。
- (3) 塗膜が木材と付着し、その持続がなされているかをみる—塗膜付着性試験。
- (4) 塗膜耐久性をみる—塗膜割れ試験。

を塗装適性試験としてこの研究をすすめた。

この実験にあたってご指導をいただいた上村 武木材部部長、寺沢 真加工科長、江草義正加工研究室

(1) 木材部材質改良科材質改良研究室 (2) 木材部材質改良科長

長, 岩下 陸材質改良研究室長, 実験に多大のご協力をいただいた東京農業大学林学科学学生鈴木宏成, 辻信幸両君に深く謝意を表します。

## 2. 供試材および調整

### 素 材

使用した樹種名(市場名), 学名および原木番号を Table 1 に示す。

これらの原木丸太を長さ 40 cm に玉切り Fig. 1 のごとく厚さ 1.5 cm の板に製材後, 天然乾燥を2週間おこない, つづいて Fig. 2 の乾燥スケジュールに一括して人工乾燥をおこない, 各試験片を製作した(試験片の大きさ, 調湿は各試験項目中で記述した)。

なお, 各樹種の比重は塗膜割れ試験結果の考察に使用するため, 塗膜割れ試験片より測定したものを

Table 1. 塗装適性試験に供したカンボジア産材の原木番号および木材比重  
Mark of study logs and specific gravity of wood on Cambodian woods  
for used paintability test.

| Species                                                                 | Mark of study logs              |                              | $r_0^*$ | $r_{15}^{**}$ |
|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|---------|---------------|
|                                                                         | For test specimen of solid wood | For test specimen of plywood |         |               |
| レッド ラワン<br>Red lauan (Control)<br>( <i>Shorea negrosensis</i> )         | R-1                             | R-2                          | 0.57    | 0.64          |
| チュテール バンコイ<br>Chhoeuteal bangkuoi<br>( <i>Dipterocarpus insularis</i> ) | A-3                             | A-8                          | 0.77    | 0.86          |
| チュテール サール<br>Chhoeuteal sar<br>( <i>Dipterocarpus alatus</i> )          | A-1                             | A-5                          | 0.70    | 0.78          |
| コムニヤン<br>Komnhan<br>( <i>Shorea hypochra</i> )                          | B-9                             | B-10                         | 0.67    | 0.77          |
| ブジック<br>Phdiek<br>( <i>Anisoptera glabra</i> )                          | C-2,3                           | C-3                          | 0.61    | 0.68          |
| ロ ヨン<br>Ro yong<br>( <i>Parkia streptocarpa</i> )                       | D-1                             | D-1                          | 0.51    | 0.58          |
| コキー クサイ<br>Koki khsach<br>( <i>Hopea pierrei</i> )                      | E-1                             | E-1                          | 0.85    | 0.92          |
| スロール クラハム<br>Srol kraham<br>( <i>Dacrydium elatum</i> )                 | F-1                             | F-1                          | 0.43    | 0.50          |
| ロン リアン<br>Rong leang<br>( <i>Tristania</i> sp.)                         | G-1                             | —                            | —       | —             |

(Note) \* $r_0$ : Apparent specific gravity in oven dry from specimens of solid wood.

\*\* $r_{15}$ : Apparent specific gravity in air dry (at 15% moisture content) from specimens of solid wood.

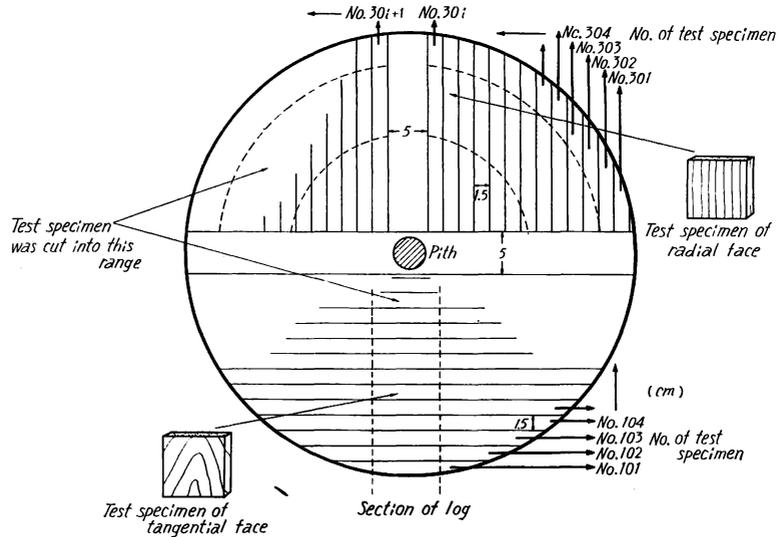


Fig. 1 供試丸太より各試験片のとり方  
Cutting diagram of test specimens from log.

Table 1 に付記した。

ロン リアンは塗料硬化試験以外は試験片に割れがはいたために使用できず各試験から除外した。

合板

試験した樹種はロン リアンをのぞいて、素材と同じ樹種を選んだ。ロン リアンは試料が少ないため全試験項目より除外した。合板に使用した原木番号を Table 1 に示す。

単板：合板原木の前処理（温度 90°C，48 時間煮沸）したものと無処理の原木よりロータリーで単板を製造した。単板含水率を約 8.5% に乾燥調湿した。単板厚さおよび裏割れ程度を Table 2 に示す。

合板製造条件：次に示すような尿素樹脂 type II 配合の接着剤を使用し，塗付量 25~29 (g)/30×30 (cm) を塗付して，冷圧 10 kg/cm<sup>2</sup> で 2~3 時間，熱圧 8 kg/cm<sup>2</sup>，温度 110°C にて 3 分間圧縮をおこなった。

接着剤配合比

|            |       |
|------------|-------|
| 尿素樹脂 U-310 | 100 部 |
| 小麦粉        | 15    |
| 水          | 10    |
| 塩化アンモン     | 1     |

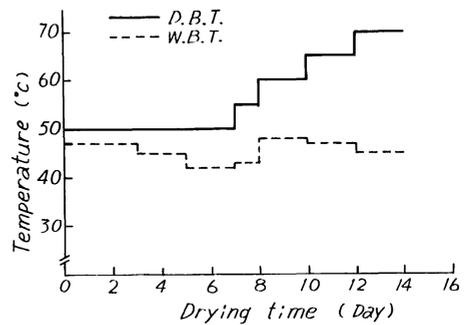


Fig. 2 素材の乾燥スケジュール (厚さ 1.5 cm)  
Drying schedule of Cambodian solid wood  
(Thickness of solid wood : 1.5 cm).

Table 2. 合板試験体に使用した単板の品質  
Veneer quality used for the plywood test specimen.

| Species                                      | Rotary cut veneer |                     |                       |                     |
|----------------------------------------------|-------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|
|                                              | Non-pretreatment  |                     | Boiling pretreatment* |                     |
|                                              | Thickness         | Lathe check ratio** | Thickness             | Lathe check ratio** |
| レッド ラワン<br><i>Shorea negrosensis</i>         | — mm              | — %                 | 1.04 (1.03~1.05) mm   | 14~36 %             |
| チュテール バンコイ<br><i>Dipterocarpus insularis</i> | 1.02 (0.90~1.17)  | 42~45               | 1.06 (1.05~1.09)      | 24~30               |
| チュテール サール<br><i>Dipterocarpus alatus</i>     | 1.09 (0.99~1.16)  | 42~45               | 1.13 (1.05~1.24)      | 25~29               |
| コムニヤン<br><i>Shorea hypochra</i>              | 1.09 (0.95~1.16)  | 64~67               | 1.11 (1.08~1.17)      | 47~50               |
| ブジック<br><i>Anisoptera glabra</i>             | 1.07 (0.98~1.10)  | 62~65               | 1.03 (1.02~1.03)      | 41~43               |
| ロ ヨ ン<br><i>Parkia streptocarpa</i>          | 1.03 (1.02~1.04)  | 23~38               | 1.04 (1.01~1.08)      | 10                  |
| コキー クサイ<br><i>Hopea pierrei</i>              | —                 | —                   | 1.11 (1.02~1.17)      | 44~57               |
| スロール クラハム<br><i>Dacrydium elatum</i>         | 1.07 (1.00~1.18)  | 12~31               | 1.10 (1.05~1.14)      | 10                  |

(Note) \* Boiling temperature: 90°C, Boiling time: 48 hours.

\*\* Lathe check ratio (%) = (Depth of lathe check/Veneer thickness) × 100.

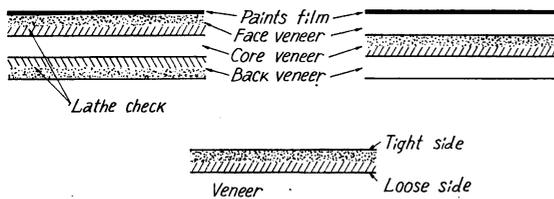


Fig. 3 塗装適性試験に使用した合板試験片の  
単板裏割れの位置  
Position of loose side in plywood test specimen  
for the study.

合板構成：等厚 3 ply, 合板中における  
単板裏割れの位置を Fig. 3 に示す。  
仕上り合板厚 3.0~3.2 (mm)。

塗 装：塗料硬化試験をのぞいて、他  
の試験には次の塗装工程によって塗装し  
た試験片を使用した。

素地調整(研磨)：# 120 ガーネットサ  
ンドペーパーにて研磨。

目止め：水性目止剤を塩化ビニリデン

の布につけ、ていねいに道管内にすり込み充填させ、目止剤が乾ききらないうちに、表面に付着している  
余分の目止剤をふき取った。この目止操作を2回おこなった。

下塗り：目止剤が乾燥してから、ラッカー系ウッドシーラー（関西ペイント製）を吹付圧力 4 kg/cm<sup>2</sup>  
でスプレー塗装をおこなった。塗布量平均 30 g/m<sup>2</sup>。

研 磨：ウッドシーラーが硬化後、# 240 ガーネットサンドペーパーにて研磨。

上塗り：ニトロセルロースラッカー（関西ペイント製）を下塗りと同じスプレー条件にて2回塗装をお  
こなった。塗布量平均 61.7 g/m<sup>2</sup>。

以上の目止剤および塗料の組成を Table 3 に塗装工程を Table 4 に示す。  
なお、試験片はすべて片面塗装とした。

Table 3. 目止剤および塗料の組成  
Composition of filler, wood sealer and lacquer.

| Finishing materials                     | Composition           | %    |
|-----------------------------------------|-----------------------|------|
| 水性目止め<br>Water filler                   | Tonoko (Body)         | 65   |
|                                         | Starch glue (Binder)  | 3    |
|                                         | Water                 | 32   |
| ウッドシーラー<br>Wood sealer                  | Nitrocellulose        | 14.0 |
|                                         | Shellac varnish       | 30.0 |
|                                         | Plasticizer           | 3.0  |
|                                         | Esters                | 15.0 |
|                                         | Alcohols              | 30.0 |
|                                         | Aromatic hydrocarbons | 8.0  |
| ニトロセルローズ ラッカー<br>Nitrocellulose lacquer | Nitrocellulose        | 16.1 |
|                                         | 50% alkyd resin       | 16.0 |
|                                         | Plasticizer           | 8.0  |
|                                         | Esters                | 28.0 |
|                                         | Alcohols              | 7.9  |
|                                         | Aromatic hydrocarbons | 24.0 |
| ラッカーシンナー<br>Lacquer thinner             | Esters                | 25.0 |
|                                         | Alcohols              | 3.0  |
|                                         | Ketones               | 7.0  |
|                                         | Aromatic hydrocarbons | 65.0 |

Table 4. 塗装適性試験に使用した塗装工程 (塗料硬化試験は除く)  
Finishing process used for the study (Other finishing process used for curing test of paint).

| Process                      | Finishing materials                           | Remark                        |
|------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|
| Sanding                      | # 120 garnet sand-paper                       |                               |
| Under coating*<br>(One coat) | Wood sealer 1 : Thinner 2                     | 16% Non-Volatile**<br>content |
| Sanding                      | # 240 garnet sand-paper                       |                               |
| Top coating*<br>(Two coats)  | Nitrocellulose clear<br>lacquer 1 : Thinner 2 | 15% Non-Volatile**<br>content |

Note : \* Spray coating.

\*\* Measured with method of JIS K 5400 8.2

### 3. 塗装適性試験

#### 1. 塗装作業性試験

全樹種の板目、柾目に塗装するとき、塗装作業に支障がないかどうか、特に刷毛塗りの場合 "ハケサバキ" すなわち刷毛で塗料を塗り広げるときの労力の多少等を調べ、塗装作業に格別困難を感じないときは "作業に支障がない" とした。

この試験のために特に試験片等は準備せず、各試験のための塗装試験片を作製するさいに調べた。

#### 結果および考察

全樹種とも吹付塗装、刷毛塗りともに木材中の含有成分によって塗料をはじいたり、極端に吸収することもなく塗装作業に支障がなかった。塗膜の平滑性も異常を認めなかった。

#### 2. 塗料硬化試験

近年木工塗装では、塗装工程の短縮化とプラスチックを貼りつけたような平滑な塗面をうるために、不飽和ポリエステル塗料（以下ポリエステル塗料と略す）が注目され、熱心に研究がおこなわれ、消費量も飛躍的に増加をつづけている。しかし、この塗料の欠点の一つに被塗物の材質によって塗料の硬化が影響を受けやすい点がある。このような硬化の遅延は木材表面に存在する水分、抽出成分<sup>4)7)</sup>（フェノール性物質等）などがポリエステル塗料の硬化反応を抑制するためである。

このように塗装される材質によって硬化障害を起こしやすい塗料でしかも現在木工塗装に大量に使用されている塗料を選定し、一方、試験法は従来から用いられている最も基本的なもので、塗面にさわってみて乾燥硬化の程度を比較する方法を用いてカンボジア産材の塗料硬化時間を測定した。

#### 実験方法

試験片（長さ 20×幅 10×厚さ 1.2 (cm)）は全樹種の素材証目板を使用し、温度 20°C, R. H. 65% 中に2か月間放置後、目止めをせずに下塗り塗料（中国塗料製ポリウレタンウッドシーラー-SA-129）を吹付塗装後、上塗り塗料（日本ペイント製ポリエステルクリアー 2220 SA）をフィルムアップリケーターにて、塗装時膜厚 250 μ に塗装を行ない、温度 20°C, R. H. 75% の室内で JIS K 5400 (1959) により指触乾燥時間、半硬化乾燥時間、硬化乾燥時間を測定した。使用した塗装工程を Table 5 に示す。

なお、指触乾燥時間（Dust free）とは、塗膜に指先を軽く触れ、指先がよごれないとき塗膜は指触乾燥の状態になっているものとし、塗布してからこの状態になるまでに要した時間である。半硬化乾燥時間（Drying semi hard）とは塗膜を指先で軽くこすり、塗膜にすりあとがつかない状態になるまでに要した時間である。硬化乾燥時間（Drying hard）とは塗膜を親指と人差指とで強くはさみ、指紋によるへコミがつかず、塗膜の動きが感じられず、はげしくこすってもスリットがつかないとき、硬化したものとしてそれまでに要した時間を記述した。

#### 結果および考察

Table 5. 塗料硬化試験に使用した塗装工程  
Finishing process used for the curing test of paint.

| Finishing process | Finishing materials                    | Composition                                                                                    | Note                                                      |
|-------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Under coating     | Polyurethane sealer                    | Polyurethane sealer :<br>Hardner 3 : 1, Thinner<br>40%, 43.0% Non-Vol-<br>atile content        | 35~45 g/m <sup>2</sup> Applied<br>quantity, Spray coating |
| Sanding           | # 240 garnet sand-paper                |                                                                                                |                                                           |
| Top coating       | Unsaturated polyester<br>resin varnish | Polyester clear :<br>Methyl ethyl ketone-<br>peroxide 100 : 1<br>5% Cobalt naphthenate :<br>1% | Film applicator<br>coating                                |

Table 6. 塗料硬化試験結果 (不飽和ポリエステル樹脂塗料)  
Results of curing test of paint on solid wood.

| Species                                      | Curing time of unsaturated polyester resin paint |                          |                     |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------|---------------------|
|                                              | Dust free (Set to touch)<br>min.                 | Drying semi hard<br>min. | Drying hard<br>min. |
| レッド ラワン<br><i>Shorea negrosensis</i>         | 7                                                | 52                       | 107                 |
| チュテール パンコイ<br><i>Dipterocarpus insularis</i> | 12                                               | 85                       | 130                 |
| チュテール サール<br><i>Dipterocarpus alatus</i>     | 14                                               | 87                       | 137                 |
| コムニヤン<br><i>Shorea hypochra</i>              | 10                                               | 79                       | 139                 |
| プジック<br><i>Anisoptera glabra</i>             | 12                                               | 98                       | 138                 |
| ロヨン<br><i>Parkia streptocarpa</i>            | 9                                                | 71                       | 111                 |
| コキー クサイ<br><i>Hopea pierrei</i>              | 9                                                | 80                       | 140                 |
| スロール クラハム<br><i>Dacrydium elatum</i>         | 8                                                | 79                       | 134                 |
| ロン リアン<br><i>Tristania sp.</i>               | 8                                                | 78                       | 118                 |

(Note) Finishing process are shown in Table 5. Thickness of wet film : 250  $\mu$ ,  
Temperature : 20°C, Relative humidity : 75%.

実験結果を Table 6 に示す。

下塗り塗料塗装後の状態をみるとチュテール パンコイ、チュテール サールには細かい気泡が発生したが、サンディングしたあとでの上塗り塗装には影響はなかった。他の樹種には下塗り塗装時に異常はみられなかった。

上塗り塗料塗装後の硬化時間の判定方法は主観がはいりやすいので、その点を考慮してこの結果をみるとロヨン、ロン リアンがコントロールのレッドラワンと同じくらいの硬化時間を示し、他の樹種間ではほとんど差がなく、硬化時間はレッド ラワンよりも 30 分くらい遅延した。

供試材のなかでポリエステル塗料の硬化を著しく阻害する樹種はなかった。30 分ぐらゐの硬化遅延の是正は、硬化剤量を適当にすることにより解決されるものと考えられる。

### 3. 塗膜付着試験

塗膜の付着試験法は沢山の種類があるが、ほとんどの場合付着力そのものでなく、塗膜の凝集力をも含めた実用上のがれ抵抗がはかられていて、決定的な良法はみだされていない。この実験においては、塗膜付着性のもっとも簡単な判定法として重宝がられ、かつ多く採用されている基バン目試験法と同時に、粘着テープ試験法を行ない、カンボジア産材の塗膜付着性を比較した。

#### 実験方法

試験片 (素材・柾目 : 20×10×1.2 (cm), 合板 : 20×10×0.3 (cm)) は Table 4 の塗装の終了した素材および合板を 20°C, R. H. 65% 中に 1 か月間以上調湿後、つぎの 2 種類の塗膜付着試験を行なった。

A. 基バン目試験

片刃のカミソリで塗膜をつらぬき被塗材にたつする平行線の傷を基バン目状に縦横に 1 mm 間隔に 11 本ずつ作り、その上にセロテープ（幅 24 mm, 日バン製）をはりつけ、急激にはがして、100 個の基バン目のなかで、1 目のうち半分以上はがれないで残った目を健全なものとして、その健全な目の数をもって各試料の付着性を比較した。

なお、試験片の測定場所による付着性の差異をなくすために、1 試験体につき 5 か所測定した。

試験片数は素材（桎目板）の場合、各樹種 1 枚、合板の場合、各樹種 2 枚としそのうち 1 枚は合板原木を前処理したものとした。

B. 粘着テープ試験

試験片は A の試験と同様に準備し、試験片に粘着テープ（包装用、幅 25 mm, 菅原工業製）を繊維方向に対し直角に試験片の幅一ぱい（剝離面積の測定は試片幅の中央部 30 mm）に、2 か所にはりつけ、そのまま温度 20°C, R. H. 75% 中に 35 日間放置後、粘着テープの上よりカミソリ刃でテープ、塗膜を通して間隔 1 cm に 2 本の切り込みをテープの長さ方向にいれ、粘着テープ長さ方向の一端をもち急激に引きはがした。そして、塗膜の剝離面積を測定し、各試料の付着性を比較した。

Table 7. カンボジア産材の塗膜付着性試験結果  
Results of test for resistance of paint film to peeling.

| Species                                      | Solid wood                                         |                                       | Plywood                                            |                                       |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------|
|                                              | Peeling test A<br>Numbers of re-<br>mained squares | Peeling test B<br>Peeling off<br>area | Peeling test A<br>Numbers of re-<br>mained squares | Peeling test B<br>Peeling off<br>area |
| レッド ラウン<br><i>Shorea negrosensis</i>         | Ave. Min. Max.<br>82.2 (51~100)                    | mm <sup>2</sup> %<br>22.0 (3.7)*      | Ave. Min. Max.<br>93.8 (77~100)                    | mm <sup>2</sup> %<br>24.0 (4.0)*      |
| チュテール バンコイ<br><i>Dipterocarpus insularis</i> | 56.8 (35~77)                                       | 20.9 (3.5)                            | 77.0 (61~89)                                       | 24.3 (4.1)                            |
| チュテール サール<br><i>Dipterocarpus alatus</i>     | 94.8 (86~100)                                      | 18.1 (3.0)                            | 99.0 (97~100)                                      | 8.0 (1.3)                             |
| コムニヤン<br><i>Shorea hypochra</i>              | 92.4 (80~100)                                      | 21.7 (3.6)                            | 67.2 (35~92)                                       | 29.0 (4.8)                            |
| プジック<br><i>Anisoptera glabra</i>             | 96.0 (91~100)                                      | 25.1 (4.2)                            | 99.4 (97~100)                                      | 11.3 (1.9)                            |
| ロヨン<br><i>Parkia streptocarpa</i>            | 70.0 (54~74)                                       | 11.4 (1.9)                            | 99.0 (96~100)                                      | 27.8 (4.6)                            |
| コキークサイ<br><i>Hopea pierrei</i>               | 80.2 (66~92)                                       | 31.0 (5.2)                            | 94.0 (90~100)                                      | 28.3 (4.7)                            |
| スロール クラハム<br><i>Dacrydium elatum</i>         | 99.6 (51~100)                                      | 17.9 (3.0)                            | 100.0(100~100)                                     | 4.0 (0.7)                             |

(Note) Peeling test A: Peeled the paint film which was previously cut to 100 squares (1 mm × 1 mm) by a razor with a cellophane stick tape.

Peeling test B: peeled the paint film with 2 package cloth stick tapes (25 cm × 10 cm) which was stuck on the painted surface for 35 days at a room (20°C, R. H. 75%). Before peeling, 2 cut streaks were cut from the tapes to the wood surface through the paint film in 1 cm distance by a razor.

$$* : \text{Percentage of peeling off area} = \frac{\text{Peeling off area by peeling test B (mm}^2\text{)}}{\text{Area of peeling test (30 m} \times \text{10 mm} \times \text{2)}} \times 100$$

#### 結果および考察

碁バン目および粘着テープ試験の結果を Table 7 に示す。

セロテープをはり、それをただちに引き離す碁バン目試験による塗膜付着性をみると、対照試験体のレッド ラワンに比較してチュテール バンコイ（表面に樹脂分が浸出している）が素材、合板ともに付着性が劣っている。その他の樹種では素材の場合、ロ ヨン、合板の場合、コムニヤンがレッド ラワンより低い値がでたほかはそれと同等またはそれ以上の付着性を示した。特に針葉樹のスロール クラハムはよい付着性を示した。

粘着テープをはり、35 日間後にそのテープを引き離して塗膜付着性をみる粘着テープ試験では、碁バン目試験結果により最低の付着性を示したチュテール バンコイも、この試験では他の樹種と同等の付着性を示した。そのうちスロール クラハムは、やはりよい付着性を示した。以上の両試験により本研究に供試したカンボジア産材の塗膜付着性をみると、塗装に支障をきたすような付着性の悪い樹種は含まれていなかった。

#### 4. 塗膜割れ試験

現在、木製品はほとんどの場合、塗装されて用いられている。

効果的な塗装を施した木材は、外気の温湿度の変化にともなう表層の急激なる膨張、収縮を防いで、材の表面割れや狂いを防ぎ、合板等にあつては接着層を保護する。

しかし、この塗膜も時間の経過とともにメワレ、ヒワレと称する割れを生じることがしばしばあり、はなはだしくなると再塗装の必要が出てくる。このような塗膜割れが発生することは、まえにのべた塗装の目的をそこない、木製品の価値を低下させ、致命的な欠陥となることも少なくない。

塗膜割れの原因は塗料自体の欠陥、塗装工程（施工法）および被塗材（木材）に関係している<sup>9)</sup>。

それゆえ、この実験では塗料および塗装工程を一定にして、塗膜割れの原因を被塗材の影響のみにしぼって、材質よりおこる塗膜割れ発生の難易を乾湿繰り返し促進試験方法によって調べた。

#### 実験方法

試験片（大きさ 5×5 (cm)）、厚さは素材（柾、板目）が 0.5 cm、合板は 0.3 cm、この試験片に Table 4 の塗装を施し 20°C、R. H. 65% 中に 15 日間放置後、試験片の周囲の影響の少ない中央部に、繊維方向に直角に長さ 2 cm の線を引き、塗膜割れ測定用基準線とした。

塗膜割れ促進試験条件（乾湿繰り返し試験）：水温 25±1°C の水中に 2 時間浸漬後、ただちに温度 50±1°C で 2 時間乾燥を 1 サイクルとする、乾湿繰り返しを 5 サイクル行なった。

なお、この乾湿繰り返しによって試験片含水率は Table 8 のように変化した。

各サイクルごとの測定基準線を横切る塗膜割れ数を肉眼、10 倍（万能投影器）、60 倍（光学顕微鏡）で測定した。

なお、塗膜割れを決めるにあたり次のことを考慮した。

試験片に塗膜割れがおこる場合、大きな塗膜割れができるとその付近の塗膜にかかる応力が緩和され、割れができにくくなるのではないかと、また、細かい塗膜割れが促進試験の進行にしたがひ、順次大きく成長するのではないかと考えられる。

それゆえ、塗膜割れ数のみでなく、塗膜割れの大きさ（長さ、幅）を測定する必要を感じ、試みたが、その測定は非常に困難なため、それにかえて肉眼、10 倍の万能投影器および 60 倍の光学顕微鏡を使用し

Table 8. 乾湿繰り返し時の試験片含水率の変化 (%)  
Change of moisture content of test specimen in dry and wet cycle.

| Species    | At dry and wet 1 cycle                       |      |      | At dry and wet 3 cycles |      |      | At dry and wet 5 cycles |      |      |      |
|------------|----------------------------------------------|------|------|-------------------------|------|------|-------------------------|------|------|------|
|            | Air dry                                      | Wet  | Dry  | Air dry                 | Wet  | Dry  | Air dry                 | Wet  | Dry  |      |
| Solid wood | チュテール バンコイ<br><i>Dipterocarpus insularis</i> | 9.8  | 13.1 | 9.3                     | 9.8  | 14.3 | 9.3                     | 9.9  | 15.1 | 9.4  |
|            | チュテール サール<br><i>Dipterocarpus alatus</i>     | 11.2 | 15.4 | 10.1                    | 10.8 | 16.6 | 10.5                    | 11.1 | 18.0 | 11.2 |
|            | コムニヤン<br><i>Shorea hypochra</i>              | 9.7  | 15.4 | 8.8                     | 9.8  | 17.3 | 9.4                     | 10.4 | 18.1 | 9.4  |
|            | プジツク<br><i>Anisoptera glabra</i>             | 11.7 | 13.2 | 9.9                     | 10.1 | 16.3 | 10.0                    | 10.1 | 17.6 | 10.5 |
|            | ロヨン<br><i>Parkia streptocarpa</i>            | 9.5  | 22.7 | 9.5                     | 10.4 | 29.1 | 13.6                    | 11.3 | 32.1 | 12.4 |
|            | コキー クサイ<br><i>Hopea pierrei</i>              | 10.0 | 12.4 | 9.4                     | 10.0 | 13.5 | 12.0                    | 10.4 | 14.3 | 9.6  |
|            | スロール クラハム<br><i>Dacrydium elatum</i>         | 10.8 | 31.9 | 11.7                    | 11.6 | 31.6 | 9.3                     | 11.9 | 38.1 | 13.4 |
| Plywood    | チュテール バンコイ<br><i>Dipterocarpus insularis</i> | 11.7 | 16.6 | 9.2                     | 11.1 | 19.1 | 9.4                     | 11.8 | 20.7 | 10.8 |
|            | チュテール サール<br><i>Dipterocarpus alatus</i>     | 11.7 | 18.8 | 10.5                    | 12.2 | 22.0 | 10.0                    | 12.3 | 23.4 | 11.1 |
|            | コムニヤン<br><i>Shorea hypochra</i>              | 12.4 | 19.3 | 10.7                    | 12.0 | 22.8 | 10.8                    | 12.8 | 24.0 | 11.7 |
|            | プジツク<br><i>Anisoptera glabra</i>             | 11.1 | 24.6 | 10.5                    | 13.1 | 29.0 | 10.9                    | 13.0 | 28.6 | 13.5 |
|            | ロヨン<br><i>Parkia streptocarpa</i>            | 11.8 | 25.9 | 11.6                    | 13.0 | 35.8 | 11.8                    | 13.2 | 36.2 | 13.3 |
|            | コキー クサイ<br><i>Hopea pierrei</i>              | 11.3 | 19.1 | 10.8                    | 12.0 | 21.4 | 11.4                    | 12.1 | 22.5 | 12.3 |
|            | スロール クラハム<br><i>Dacrydium elatum</i>         | 13.0 | 35.4 | 11.4                    | 13.0 | 35.8 | 10.8                    | 14.7 | 36.5 | 11.4 |

Note : Average value of 8 test specimens, Average value of Koki khsach plywood of 4 test specimens.

て、識別可能な割れ数を観測するとともに、大きさの表現にも使用した。

この報告では塗膜割れの大きさおよび数量の分類を次のごとく表現した。

**塗膜割れ大きさの表現方法**

肉眼でみえる塗膜割れ：肉眼で観測できる比較的大きな塗膜割れ。

10倍でみえる塗膜割れ：10倍率の万能投影器で観測できる塗膜割れ、この中には肉眼でみえる塗膜割れのほとんどが含まれる。

60倍でみえる塗膜割れ：60倍率の光学顕微鏡で観測できる塗膜割れ、この中には肉眼、10倍でみえる塗膜割れのほとんどが含まれる。

**塗膜割れ量の表現方法**

塗膜割れ数：試験片中央に書いた長さ 2 cm の測定基準線上の塗膜割れ数，主として樹種間の比較に使用。

塗膜割れ率 (Coefficient of paint film crack) :

$$\text{塗膜割れ率 (Coefficient of paint film crack)} (\%) = \frac{\text{塗膜割れ数 (Number of paint film crack)}}{\text{道管数 (Number of vessel)}} \times 100$$

広葉樹に発生する塗膜割れを観察すると，乾湿繰り返し初期の段階 (5 cycle 以下) では塗膜割れは道管上に大部分発生する，このため塗膜割れは道管数に関係があるので，道管数に対する塗膜割れ数をみるときおよび同樹種間で塗膜割れを比較するとき，道管数の違いによって生ずる個体差をなくそうとすときに使用した。

この研究では，木材すなわち被塗材自体が割れることによっておこる塗膜割れと，それ以前におこる塗膜割れを区別し，後者についての試験を行なうため 木部割れがほとんど発生しない乾湿繰り返し 5 cycle 以下の塗膜割れを測定した。

結果および考察

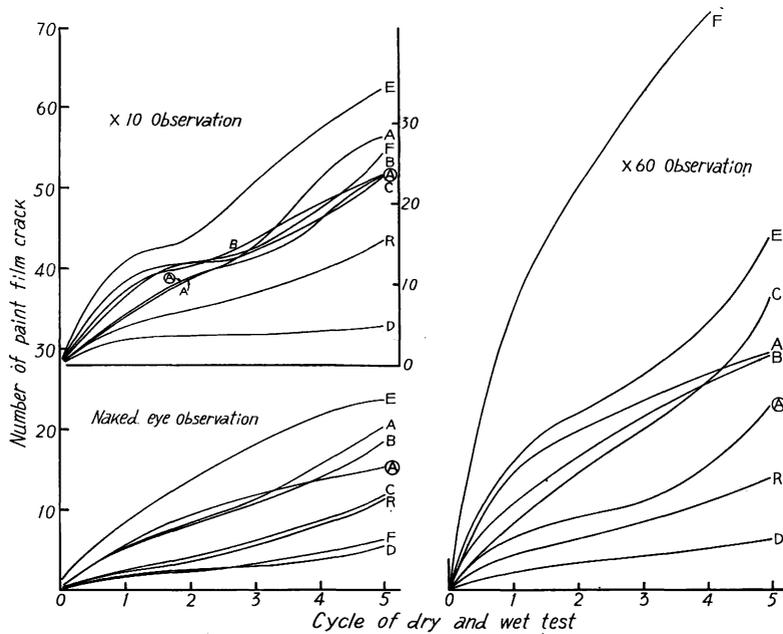


Fig. 4 カンボジア産7樹種間の塗膜割れ数の比較 (素材)  
Comparison of numbers of paint film crack among seven species of Cambodian wood and Red lauan (Solid wood).

|                   |                                |                      |
|-------------------|--------------------------------|----------------------|
| (Note) R: レッド ラワン | <i>Shorea negrosensis</i>      | No. of test specimen |
| A: チュテール パンコイ     | <i>Dipterocarpus insularis</i> | 101~104, 310         |
| Ⓐ: チュテール サール      | <i>Dipterocarpus alatus</i>    | 102, 310             |
| B: コム ニヤン         | <i>Shorea hypochra</i>         | 101, 311             |
| C: プ ジ ッ ク        | <i>Anisoptera glabra</i>       | 104, 315             |
| D: ロ ヨ ン          | <i>Parkia streptocarpa</i>     | 106~104, 313         |
| E: コキー クサイ        | <i>Hopea pierrei</i>           | 108, 317             |
| F: スローラ クラハム      | <i>Dacrydium elatum</i>        | 101, 306             |

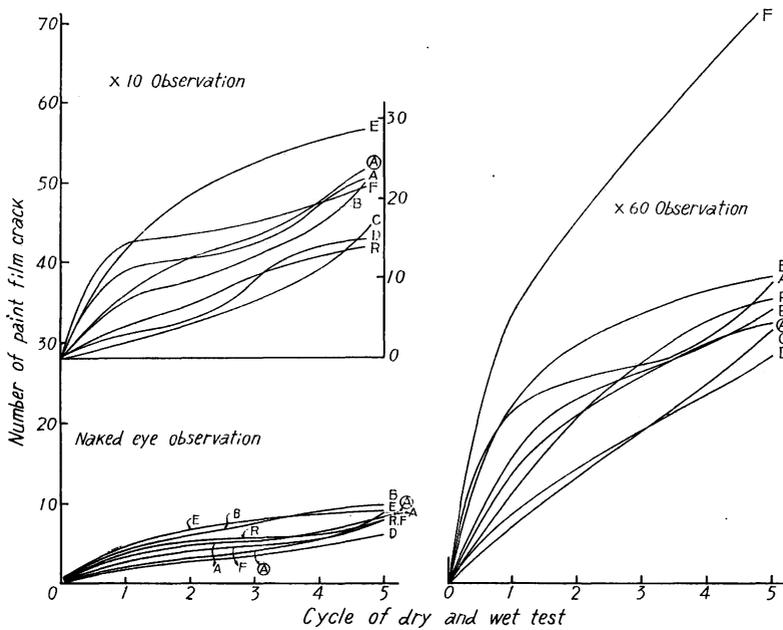


Fig. 5 カンボジア産7樹種間の塗膜割れ数の比較 (合板)

Comparison of numbers of paint film crack among seven species of Cambodian wood and Red lauan (Plywood).

- (Note) R: レッド ラワン *Shorea negrosensis*  
 A: チュテール バンコイ *Dipterocarpus insularis*  
 (A): チュテール サール *Dipterocarpus alatus*  
 B: コム ニヤン *Shorea hypochra*  
 C: プ ジ ッ ク *Anisoptera glabra*  
 D: ロ ヨ ン *Parkia streptocarpa*  
 E: コキークサイ *Hopea pierrei*  
 F: スローラ クラハム *Dacrydium elatum*

(1) 塗膜割れ数の樹種間の比較

素材の場合、実際に木材が板として使用されるさい、1枚の材面中には板目および追柢を含んでいる場合が多いのでこの実験には板目、柢目試験片あわせて8個の平均値をもって樹種間の比較を行なった。

合板の場合、原木前処理材、無処理材あわせて8個、なお、試料の都合でレッド ラワンおよびコキークサイは前処理材のみ4個の各平均値をもって樹種間の比較を行なった。

乾湿繰り返しによる塗膜割れ促進試験の結果を素材について Fig. 4, 合板について Fig. 5 に示した。

素材の場合、肉眼でみえる大きな塗膜割れでは、ロ ヨ ンが最も数が少なく、スローラ クラハムとともにレッド ラワンより塗膜割れの少ない樹種で、他の樹種はそれよりも多く塗膜割れを発生した。10倍、60倍でみえる塗膜割れでは、ロ ヨ ンのみレッド ラワンより少なく、他の樹種はみな、より多数発生した。特殊な塗膜割れをおこしたものにスローラ クラハム、ロ ヨ ンがある。Table 9をみるとスローラ クラハムの場合、肉眼でみえる塗膜割れ数1に対し、10倍でみえるものが4.3倍、60倍でみえるものが16.6倍となっている。この場合大きな塗膜割れは少ないが、細かい塗膜割れを非常に多く有している。

Table 9. 肉眼観測に対する各観測別塗膜割れ比 (肉眼でみえる塗膜割れ数を 1.0 としたとき、乾湿繰り返し 5 cycle 後の塗膜割れ数使用)  
Ratio of number of paint film crack by observation after 5 cycles of dry and wet test.

| Species                                      | Solid wood          |     |      | Plywood   |     |      |
|----------------------------------------------|---------------------|-----|------|-----------|-----|------|
|                                              | Kind of observation |     |      |           |     |      |
|                                              | Naked eye           | ×10 | ×60  | Naked eye | ×10 | ×60  |
| レッド ラワン<br><i>Shorea negrosensis</i>         | 1                   | 1.4 | 1.4  | 1         | 1.5 | 4.0  |
| チュテール パンコイ<br><i>Dipterocarpus insularis</i> | 1                   | 1.4 | 1.5  | 1         | 2.6 | 4.4  |
| チュテール サール<br><i>Dipterocarpus alatus</i>     | 1                   | 1.6 | 1.5  | 1         | 2.2 | 3.5  |
| コムニヤン<br><i>Shorea hypochra</i>              | 1                   | 1.2 | 1.5  | 1         | 2.4 | 3.5  |
| プジック<br><i>Anisoptera glabra</i>             | 1                   | 2.0 | 3.0  | 1         | 2.0 | 3.6  |
| ロヨン<br><i>Parkia streptocarpa</i>            | 1                   | 1.0 | 1.3  | 1         | 2.2 | 4.3  |
| コキークサイ<br><i>Hopea pierrei</i>               | 1                   | 1.5 | 1.9  | 1         | 3.3 | 4.3  |
| スロール クラハム<br><i>Dacrydium elatum</i>         | 1                   | 4.3 | 16.6 | 1         | 2.8 | 11.0 |

Note: These values are calculated by (Numbers crack of various observations/Numbers crack of naked eye observation).

ロヨンは肉眼でみえるものも、10、60倍でみえるものもほとんど塗膜割れ数に差がないことから、数は少ないが発生する割れがみな大きな塗膜割れであった。

合板の場合、肉眼でみえる塗膜割れでは、ロヨン、スロール クラハムがレッド ラワンより数が少なく、他の樹種には多く発生した。樹種間の差は素材より少ない。

10倍でみえる塗膜割れでは、ロヨンのみレッド ラワンより少なく、60倍でみえるものでは、ロヨン、プジック、チュテール サール、コムニヤンよりもレッド ラワンに塗膜割れが多く発生した。

特殊な塗膜割れをおこしたものは素材の場合と同じスロール クラハムで、肉眼でみえる塗膜割れは少ないが60倍でみえるものはその11倍も発生した。その原因としては、針葉樹であるため、広葉樹の道管に比較して径が小さく、かつ一様に多数分布している材面の仮道管の影響が考えられる。

塗膜割れ数について素材と合板を比較すると、10倍でみえる塗膜割れではほとんど差異はなく、肉眼でみえるものは素材に多く、60倍でみえるものは合板に多く発生する樹種が多かった。

前報<sup>3)</sup>においてマヤピスで実験した結果では、合板に10倍でみえる塗膜割れが多く発生し、60倍でみえるものは素材、合板ともかわりがなかった。

このことから、塗膜割れに対する樹種の性質、合板製造条件等の影響が異なるため、各樹種に対する詳細な研究がなされないと、耐塗膜割れ性の優劣を素材および合板につけることはできない。

合板では樹種間の塗膜割れ数の差が小さくまとまっているのに対して、素材間ではその差が大きい。

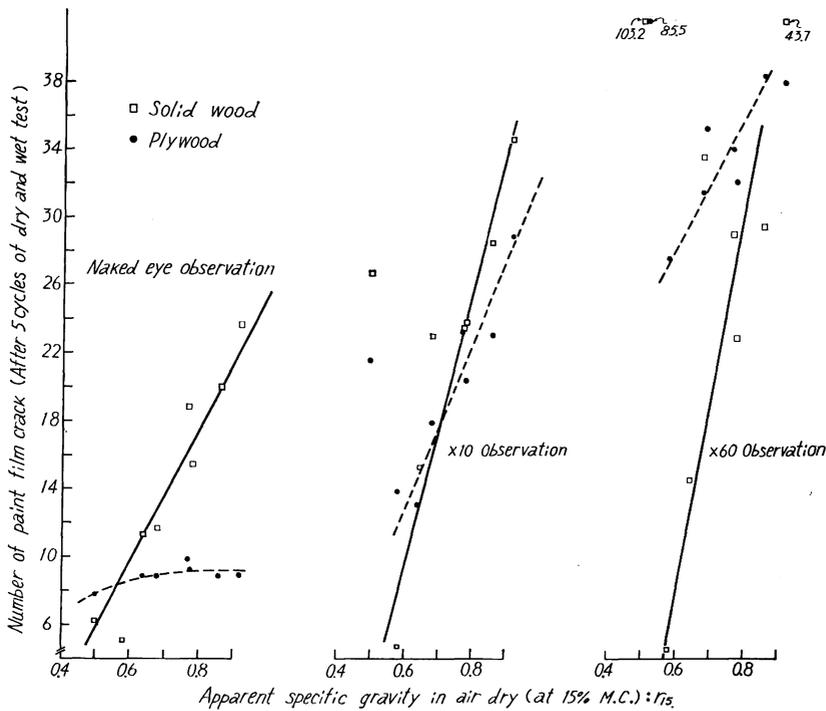


Fig. 6 塗膜割れ数と木材比重の関係  
Relation between specific gravity of wood and number of paint film crack for Cambodian woods.

|           |            |                                |                  |
|-----------|------------|--------------------------------|------------------|
| (Note) R: | レッド ラワン    | <i>Shorea negrosensis</i>      | $r_{15}$<br>0.64 |
| A:        | チュテール バンコイ | <i>Dipterocarpus insularis</i> | 0.86             |
| Ⓐ:        | チュテール サール  | <i>Dipterocarpus alatus</i>    | 0.78             |
| B:        | コム ニヤン     | <i>Shorea hypochra</i>         | 0.77             |
| C:        | ブ ジ ッ ク    | <i>Anisoptera glabra</i>       | 0.68             |
| D:        | ロ ヨ ン      | <i>Parkia streptocarpa</i>     | 0.58             |
| E:        | コキー クサイ    | <i>Hopea pierrei</i>           | 0.92             |
| F:        | スロール クラハム  | <i>Dacrydium elatum</i>        | 0.50             |

(2) 塗膜割れと比重の関係

塗膜割れ数と木材気乾比重の関係を Fig. 6 に示す。

塗膜割れ数と木材比重の関係は、比重が高くなるにしたがい塗膜割れ数も増加するが60倍観察、10倍観察の順にばらつきは少なくなっている。

この傾向を示さない特殊なものとして次のものがある。(A)合板に発生する肉眼でみえる塗膜割れにはこの傾向が顕著に現われなかった。(B)スロール クラハムは肉眼でみえるものに比較して10倍、60倍でみえる塗膜割れ数が急激に増加するためこの傾向よりはずれた。

(3) 塗膜割れと道管数の関係

塗膜割れ数と塗膜割れ測定基準線上の道管数の関係を Fig. 7, 塗膜割れ測定基準線上道管数と木材比重の関係を Fig. 8 に示す。

肉眼観察では道管数約 25 本以下は道管数の増加にしたがい塗膜割れ数が増加するが、それ以上では道

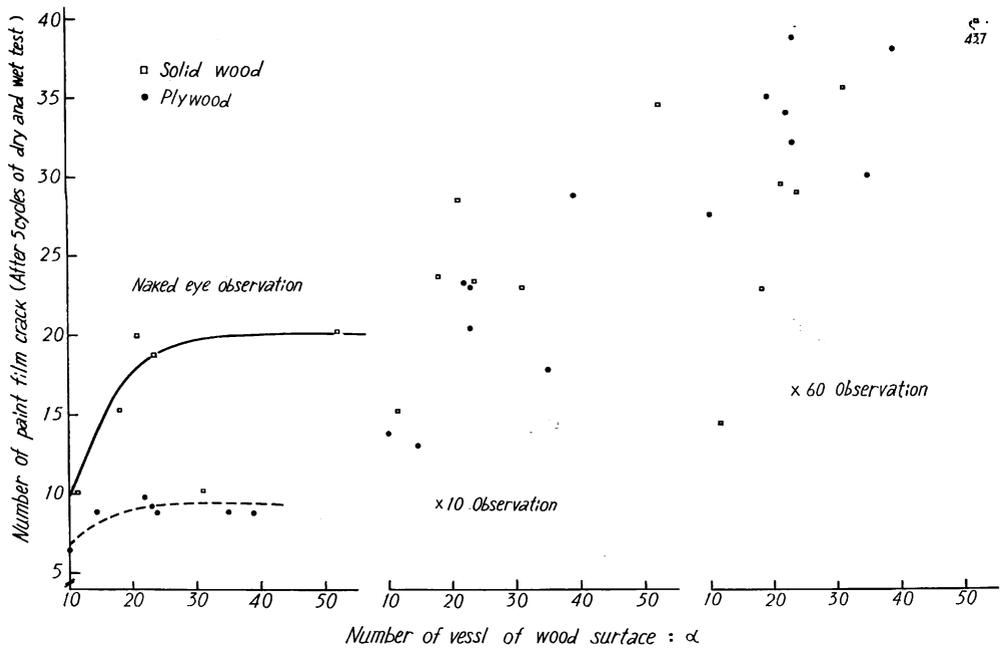


Fig. 7 塗膜割れ数と塗膜割れ測定基準線上にある道管数との関係  
Relation between number of paint film crack and number of vessel on wood surface.

|           |            |                                |         |
|-----------|------------|--------------------------------|---------|
| (Note) R: | レッド ラウン    | <i>Shorea negrosensis</i>      | 11.5~14 |
| A:        | チュテール バンコイ | <i>Dipterocarpus insularis</i> | 21~23   |
| Ⓐ:        | チュテール サール  | <i>Dipterocarpus alatus</i>    | 18~23   |
| B:        | コムニヤン      | <i>Shorea hypochra</i>         | 22~23   |
| C:        | プジック       | <i>Anisoptera glabra</i>       | 31~35   |
| D:        | ロヨン        | <i>Parkia streptocarpa</i>     | 6.5~10  |
| E:        | コキー クサイ    | <i>Hopea pierrei</i>           | 39~52   |

管数の変化に対して割れ数は平衡している。

10倍、60倍でみえる塗膜割れは傾向をつかむには数値のばらつきが多いが、しかし、道管数の多い樹種ほど塗膜割れを多数発生する傾向がやや認められた。

初期(乾湿繰り返し 5 cycle 以下)の塗膜割れがすべて道管上に発生することから、道管数が強く塗膜割れに影響すると考えられるが、一般的に道管数が多くなると道管径が小さくなり、道管径とその動きも塗膜割れに影響して、道管数と塗膜割れの関係のみでははっきりした傾向をつかめなかった。

木材比重と塗膜割れ測定基準線上の道管数の関係では、プジックが例外のほかは比重が高いものほど道管数が多かった。

(2) および (3) の結果と Fig. 8 の関係から比重の高い材および表面に現われた道管数の多い材は塗膜割れ

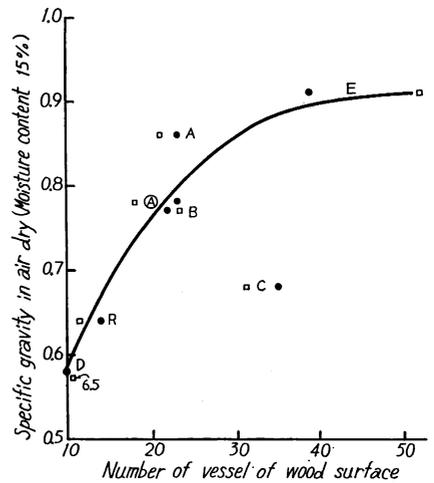


Fig. 8 木材比重 ( $r_{15}$ ) と塗膜割れ測定基準線上の道管数との関係

Relation between specific gravity of wood ( $r_{15}$ ) and number of vessel of wood surface.

Table 10. 乾湿繰り返し 5 cycle 後の肉眼でみえる塗膜割れと全容積収縮率との関係  
Relation between volumetric shrinkage of wood and numbers of paint film crack (Naked eye observation) after 5 cycles of dry and wet test.

| Species                                      | Number of paint film crack on plywood |     | Volumetric shrinkage <sup>9)</sup> of wood |        |
|----------------------------------------------|---------------------------------------|-----|--------------------------------------------|--------|
|                                              |                                       |     |                                            |        |
| チュテール バンコイ<br><i>Dipterocarpus insularis</i> | 3*                                    | 8.8 | 2**                                        | 16.01% |
| チュテール サール<br><i>Dipterocarpus alatus</i>     | 2                                     | 9.2 | 1                                          | 17.08  |
| コムニヤン<br><i>Shorea hypochra</i>              | 1                                     | 9.8 | 5                                          | 13.06  |
| フジツク<br><i>Anisoptera glabra</i>             | 3                                     | 8.8 | 3                                          | 14.92  |
| ロヨン<br><i>Parkia streptocarpa</i>            | 6                                     | 6.4 | 6                                          | 10.27  |
| コキー クキイ<br><i>Hopea pierrei</i>              | 5                                     | 6.8 | 4                                          | 14.42  |
| スロール クラハム<br><i>Dacrydium elatum</i>         | 7                                     | 5.0 | 7                                          | 9.04   |

(Note) \* : Showing order between species by paint film crack.

\*\* : Showing order between species by volumetric shrinkage of wood.

が多数発生する。

素材に発生する肉眼でみえる塗膜割れは、道管数の増加に対する塗膜割れ数の増加傾向よりも、木材比重に対する塗膜割れの増加傾向が大きく、木材比重がより強く影響しているように思われる。

傾向的にみて、木材比重および道管数による影響の少ない合板に発生する、肉眼でみえる塗膜割れの乾湿繰り返し 5 cycle 後の塗膜割れ数による樹種間の順位と、容積収縮率<sup>9)</sup>による樹種間の順位を Table 10 によって比較すると、コムニヤンを除いて他の樹種はよく一致した。10倍、60倍でみえる塗膜割れおよび素材では収縮率とあまり一致しなかった。

#### (4) 塗膜割れと木理の関係

塗膜割れ率と被塗面木理との関係を Fig. 9, 木理と木材表面に現われた道管径および乾湿繰り返しによるその変化を Table 11 に示す。

道管に対する塗膜割れの発生割合を示す塗膜割れ率について板目、柾目を比較すると、コムニヤンを除いて肉眼および 60 倍でみえる塗膜割れは、ほとんどの場合柾目面に多く発生した。このことは板目より収縮膨張率の少ない柾目により多く塗膜割れを発生することから、材内部の要因、すなわち被塗面に現われた道管径およびその動き等が塗膜割れの発生に強く影響しているものと考えられる。

乾湿繰り返しにおける材表面に現われた道管径の変化をみると、柾目面のものが板目面のものより動きが大きい。板目面、柾目面の dimensional change とは一致しない。一方、塗膜の内部応力による割れを考えると、塗膜の老化がすすめば道管上の塗膜付着力がさきに劣化し、橋かけ塗膜となった場合、道管径が板目面のものより大きい柾目面のものは、応力集中がおり破壊にまで進行する微視的欠陥が確率的に多いので、塗膜割れをより多数発生する。以上の原因により塗膜割れが柾目面に多いと考えられる。

例外であったコムニヤンは道管径の動きが板、柾目の差が少ないうえに道管径自身もその差が少なかっ

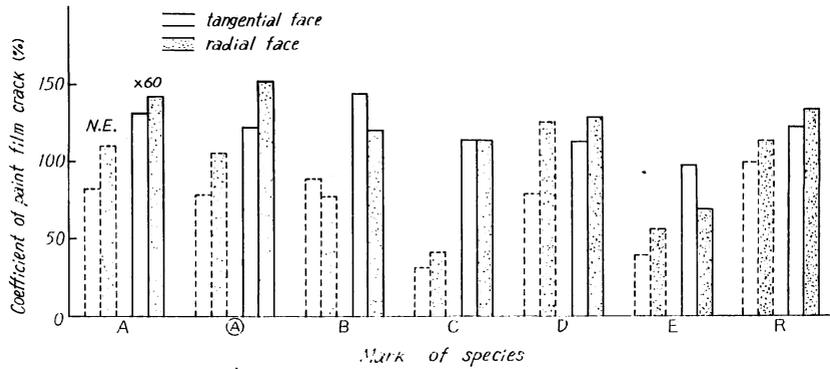


Fig. 9 乾湿繰り返し 5 cycle 後の塗膜割れ率と木理の関係  
Relation between coefficient of paint film crack and grain of wood after 5 cycles of dry and wet test.

- (Note) A: チュテール バンコイ *Dipterocarpus insularis*  
 Ⓐ: チュテール サール *Dipterocarpus alatus*  
 B: コムニヤン *Shorea hypochra*  
 C: ブジック *Anisoptera glabra*  
 D: ロヨン *Parkia streptocarpa*  
 E: コキークサイ *Hopea pierrei*  
 R: レッドラワン *Shorea negrosensis*  
 N. E.: 肉眼観察 Naked eye observation  
 ×60: 60倍観察 ×60 observation

Table 11. 乾湿繰り返し時の木材表面に現われた道管径の変化 (μ)  
Dimensional change of pore of exposed on wood surface at dry and wet cycle.

| Species                                     | Grain      | Air dry | Differ. | Wet | Differ. | Dry | Average of T., R. |     |     | Number of vessel of observed |
|---------------------------------------------|------------|---------|---------|-----|---------|-----|-------------------|-----|-----|------------------------------|
|                                             |            |         |         |     |         |     | Air dry           | Wet | Dry |                              |
| レッドラワン<br><i>Shorea negrosensis</i>         | Tangential | 255     | 49      | 206 | 65      | 190 | 241               | 189 | 203 | 86                           |
|                                             | Radial     | 226     | 55      | 171 | 11      | 215 |                   |     |     |                              |
| チュテールバンコイ<br><i>Dipterocarpus insularis</i> | Tangential | 163     | 5       | 168 | 1       | 162 | 191               | 182 | 175 | 136                          |
|                                             | Radial     | 219     | 23      | 196 | 31      | 188 |                   |     |     |                              |
| チュテールサール<br><i>Dipterocarpus alatus</i>     | Tangential | 162     | 25      | 137 | 24      | 138 | 205               | 167 | 165 | 198                          |
|                                             | Radial     | 247     | 51      | 196 | 55      | 192 |                   |     |     |                              |
| コムニヤン<br><i>Shorea hypochra</i>             | Tangential | 161     | 12      | 149 | 10      | 151 | 175               | 172 | 162 | 182                          |
|                                             | Radial     | 188     | 6       | 194 | 15      | 173 |                   |     |     |                              |
| ブジック<br><i>Anisoptera glabra</i>            | Tangential | 169     | 24      | 145 | 32      | 137 | 176               | 135 | 146 | 140                          |
|                                             | Radial     | 183     | 59      | 124 | 28      | 155 |                   |     |     |                              |
| ロヨン<br><i>Parkia streptocarpa</i>           | Tangential | 157     | 26      | 131 | 13      | 144 | 170               | 156 | 157 | 71                           |
|                                             | Radial     | 182     | 1       | 181 | 13      | 169 |                   |     |     |                              |
| コキークサイ<br><i>Hopea pierrei</i>              | Tangential | 80      | 0       | 80  | 3       | 83  | 97                | 77  | 84  | 247                          |
|                                             | Radial     | 113     | 20      | 77  | 13      | 84  |                   |     |     |                              |

た。小林<sup>9)</sup>がグレバラートにして測定した道管径も放射方向 100~290, 接線方向 100~260 (μ) でやはり両者の差が少なかった。それゆえ、柾目面より収縮膨張率の大きい板目面に多くの塗膜割れを発生したと考えられる。

(5) 塗膜割れと合板原木前処理との関係

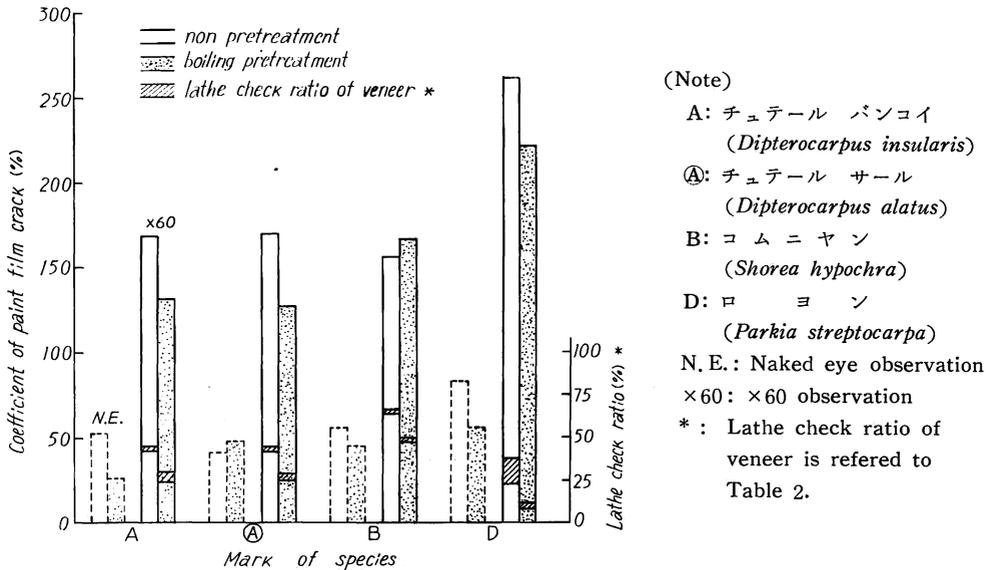


Fig. 10 塗膜割れ率におよぼす合板原木前処理および単板裏割れの影響  
Influence of pretreatment before peeling and lathe check of veneer on paint film cracking.

塗膜割れ率におよぼす合板原木前処理および単板裏割れの影響を、4 樹種につき Fig. 10 に示す。

合板原木の前処理として煮沸してからロータリーレースにかけた単板と無処理の単板とでは塗膜割れ率に差を生じ、前処理を行なったものに塗膜割れは少なかった。

煮沸が単板品質におよぼす影響のなかに単板裏割れ程度の減小、硬さの低下、ヤング係数、破壊応力の低下等<sup>2)</sup>がある。このうち、単板裏割れと塗膜割れの関係について前年度研究した結果<sup>3)</sup>によると、合板表板厚さが一定の場合、単板裏割れ程度が大きいほど塗膜割れが多数発生した。

このことよりみて、合板原木を煮沸後単板にしたものは単板裏割れが無処理単板より少ないため、塗膜割れが少なかった一原因と考えられる。このほか煮沸処理による木材収縮率の変化が塗膜割れにおよぼす影響等は、今後の研究課題であると考えられる。

#### 4. ま と め

塗装作業性試験、塗料硬化試験、塗膜付着試験、塗膜割れ試験の結果よりカンボジア産材 7 樹種 (素材および合板) の塗装適性を考察すると次のように結論される。

吹付、刷毛塗装における塗装作業性の観点からは、塗装作業に支障をきたす樹種は認められず、硬化した塗膜の平滑性等にも異常はなかった。ただ、目止めをせずに直接下塗り用ポリウレタン樹脂塗料を塗装したさいチュテール サール、チュテール パンコイの道管部に細かい気泡を発生したが、上塗り塗装に影響するほどではなかった。

塗膜の硬化乾燥の観点からは、ポリエステル樹脂塗料ではロ ヨ ン、ロン リアンを除いて他の樹種はレッド ラワンよりも約 30 分遅延した。しかし、硬化を著しく阻害する樹種はなく、硬化剤量の増加により是正できるものと考えられる。ニトロセルロースラッカーでは問題はなかった。

塗膜付着性の観点からは、付着性の良い樹種はスロール クラハム、他の樹種はレッド ラワンと同等の付着性を示し、塗装に支障をきたす付着性の悪い樹種はなかった。ただ、チュテール バンコイが他の樹種より付着性がやや劣るようである。

塗膜の耐久性の観点からは、塗膜割れは木材比重が高いもの（コキークサイ、チュテール バンコイ、コムニヤン、チュテール サール等）ほど多数発生し、塗膜割れに対する木材の一般的傾向と一致する。60倍観察より10倍観察、10倍より肉眼観察でこの傾向を示す樹種が多い。

木材比重の高いものほど被塗面に現われた道管数が多い傾向はあるが、道管数の多い樹種（コキークサイ、チュテール バンコイ、コムニヤン、チュテール サール等）ほど塗膜割れが多い。

素材に発生する大きな塗膜割れでは木材比重の関係のほうが道管数との関係より強く割れに影響していると考えられる。

以上の傾向を示さない合板に発生する肉眼でみえる塗膜割れと、容積収縮率の樹種間の順位を比較するとよく一致した。それと、針葉樹のスロール クラハムは肉眼でみえる塗膜割れは少ないが、10、60倍でみえるものが急増するためこの傾向にのらない。

一般に塗膜耐久性はレッド ラワンより劣る。

同一樹種で板目、柾目を比較すると、道管径が大きく、かつ、その乾湿による動きの多い柾目面により多く塗膜割れを発生する。

合板原木を前処理すると無処理に比較して単板裏割れ等が減少し、その結果塗膜割れは少なかった。

以上のことよりカンボジア産7樹種の塗装適性は、塗膜耐久性においてやや劣るほかは異常がないと考えられる。

この研究をすすめているうちに発生した問題点の基礎的考察は、塗膜割れの研究に発表する予定である。

## 5. 摘 要

當場木材部が現在行なっているカンボジア産材の材質試験の一環として、素材および合板の塗装適性を測定した。

試験材料はチュテール バンコイ、チュテール サール、コムニヤン、ブジック、ロ ヨン、コキークサイ、スロール クラハム、ロン リアン（塗料硬化試験のみ）、対照試験体としてレッド ラワンを使用した。塗料はニトロセルロースラッカー、塗膜硬化試験のみポリエステル樹脂塗料を使用した。

試験は塗装作業性、塗料硬化、塗膜付着、塗膜割れを測定した。その結果、

1. チュテール バンコイ、チュテール サールにやや難点はあるが、塗装作業性および塗膜状態は各樹種ともよい。
2. 塗膜の硬化乾燥性はロ ヨン、ロン リアンを除いてレッド ラワンよりもやや劣る。
3. 塗膜の付着性は針葉樹のスロール クラハムが良く、他の樹種はレッド ラワンと同等の付着性を示す。チュテール バンコイのみやや劣る。
4. 塗膜の耐久性はみなレッド ラワンより劣る。木材比重の高いもの、道管数の多い樹種ほど塗膜割れを多く発生し、同一樹種では板目より柾目に多く、合板原木の前処理は塗膜割れの発生を少なくする。
5. カンボジア産7樹種の塗装適性は塗膜耐久性においてやや劣るが、他の点では異常がない。

文 献

- 1) 江草義正・筒本卓造：ロータリー単板切削について（レッドラワン），林業試験場木材部資料，39—6，（1964）
- 2) 江草義正：煮沸条件が単板品質におよぼす影響，林業試験場木材部資料，38—5，（1963）
- 3) E. L. BROWN：Wood properties that affect paint performance，Reinhold publishing corporation (U. S. A. )，pp 226～259
- 4) 井上幸彦：塗料及び高分子，誠文堂新光社，p. 69，（1963）
- 5) 海外技術協力事業団：カンボジア国かんがいおよび森林開発計画調査報告書（森林編），（1964）
- 6) 小林弥一：南洋材の性質 1，カンボジア産材 8 樹種の構造，林試研報 No. 190，（1966）
- 7) 神津治雄：合成樹脂塗料，高分子化学刊行会，p. 79，（1964）
- 8) 中村 章・川村二郎：塗装木材の塗膜割れについて（第1報），林試研報，No. 176，pp. 187～214，（1965）
- 9) 中野達夫・蕪木自輔：カンボジア産 8 樹種の容積密度数および収縮率の分布について，第3回木工技術研究発表会要旨集，p. 163，（1965）

**Paintability of Seven Species of Cambodian Woods.**

Jirô KAWAMURA and Akira NAKAMURA

(Résumé)

As one of the wood quality tests for Cambodian woods, the paintability test was carried out on solid wood and plywood.

Workability of painting, curing time of paint, paint film adhesion and paint film cracks in accelerated weathering test when the paints were applied on these woods, were studied in comparison with those of Red lauan (grown in the Philippines) in this test.

**Experimental procedure**

Solid test specimens : Names of species tested in this experiment and their specific gravities are shown in Table 1.

Both specimens of edge grain and flat grain were prepared for all of the test. However, as Rong leang, which is one of these species had many cracks on the surface of all test specimens before the tests, these specimens could not be used for all tests excepting the film curing test.

Plywood test specimens : Species are the same as the solid test specimens, but Rong leang was omitted. Veneers were cut with a rotary lathe.

In each species, two kinds of plywood test specimens were prepared, one of them was made of rotary cut veneers which were cut from a log boiled in water at 90°C for 48 hours; another one was made of rotary cut veneers which were cut from a raw log. The thickness of veneers and the degree of lathe check are shown in Table 2.

These veneers were bonded with urea resin glue as a three-ply plywood. Glue spread was 25～29 g/ft<sup>2</sup>. These plywoods were pre-pressed at 10 kg/cm<sup>2</sup> for 2～3 hours and hot-pressed at 110°C, 8 kg/cm<sup>2</sup> for 3 minutes.

Painting on the solid wood and plywood test specimens : Coating materials used in this

experiment, this experiment, their components and their painting process are shown in Table 3, 4. But in the paint film curing test, another process shown in Table 5 was adopted.

#### Testing

**Paint workability test :** The properties of repelling and leveling of paints were observed in spraying and brushing of paints for all test specimens.

**Paint film curing test :** The solid wood specimens (size- $20 \times 10 \times 1.2$  (cm)) were used for this test. The curing times of the unsaturated polyester resin varnish coated on the test specimens were measured in the air-conditioned room of  $20^{\circ}\text{C}$ , RH 75%. All test specimens were coated with the polyurethane wood sealer and the unsaturated polyester resin varnish in  $250 \mu$  thickness without filling.

**Paint film adhesion test :** Two kinds of peeling test method were carried out on the solid wood and plywood test specimens.

**Paint film cracking test :** Numbers of cracks which occurred on the solid wood and plywood test specimens by the accelerated test method of dry and wet cycles were measured with the naked eye, the multiple projector ( $10\times$ ) and microscope ( $60\times$ ) on the measurement line (2 cm line written perpendicular to grain on the center of test specimens) at each cycle of the accelerated test within 5 cycles.

One cycle was a combination of soaking in water ( $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ )-drying ( $50 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) for 2 hours each.

#### Result

Conclusions from the results obtained by each experiment, the paintabilities of the seven Cambodian woods are as follows :

1. It seems that they do not cause any trouble as to workability, because they had no bad effects for spraying of paints or for levelling on the paint films.

2. Curing time of nitrocellulose lacquer film on those wood surfaces showed no difference in comparison with Red lauan. In the case of the unsaturated polyester resin varnish, the curing time on 5 species excepting Ro yong and Rong lean was about 30 minutes longer for Red lauan, but these curing times it is possible to shorten by the addition of the curing agents. Therefore none of the woods had any particular property to disturb curing of paints (See Table 6).

So those species do not give much trouble for curing of paint films.

3. Comparing with Red lauan concerning the paint film adhesion, Srol kraham (conifer) showed strong adhesion and other woods almost the same as Red lauan (See Table 7). Although Chhoeuteal bangkuoi showed slightly weak adhesion, it causes no trouble for painting.

Then, it may be said those woods have no trouble concerning the adhesion of nitrocellulose lacquer film.

4. The development of the film cracks increased as the specific gravity of wood became high. This tendency coincides with the tendency of film cracking for the general woods. And also the development of the film cracks increased as the numbers of the vessels exposed on the coated surface increased, but this relation is not so distinct as the relation of the specific gravity. The two relations mentioned above could not be found in the plywood specimens. In the plywoods, there was a relation between the number of film cracks observed by the naked eye and the volumetric shrinkage of wood (See Table 10). The deve-

lopment of film cracks on the Srol kraham was different from that of the other woods. On the Srol kraham, the film cracks observed by the naked eye was few, but a lot of film cracks were observed under the microscope (60×).

The development of the film cracks on the edge grain surfaces was more than those on the flat grain surfaces. The diameters of vessels in the radial direction were larger than in the tangential direction, and the differences of the mean widths of pores of exposed vessels in swelling and in drying were larger on the edge grain surfaces than on the flat grain surfaces.

By the boil-treating of raw materials, veneer lathe checks and film cracks were decreased (See Fig. 4~10).

As a conclusion it can be said that the paintability of the seven Cambodian species is almost the same as in the case of Red lauan.

---

〔訂 正〕

研究報告第 190 号の p. 178, p. 179 の Table 1 上欄項目中, 順 Open, 逆 Closed は, 順 Closed, 逆 Open に訂正します。