

パプアニューギニア材の加工の性質 第5報

東ニューブリテン産材の曲げ加工・釘打ち・

セメント硬化障害および化学的変色

未利用樹種研究班⁽¹⁾

Working Group on Utilization of Tropical Woods :
 Properties of Some Papua New Guinea Woods Relating
 with Manufacturing Processes V
 Wood bending, nailing, inhibition of cement hardening and
 chemical discoloration of some East New Britain woods

要 旨：ニューブリテン島オープンベイ地区で採集した24種30個体の木材について、曲げ加工、釘打ち、セメント硬化障害および化学的変色に関する試験を行った。曲げ加工は蒸煮材について曲率別に行い、曲げ破壊の程度と頻度から曲げ加工可能な曲率を判定した。24樹種の中ではタウンが最も加工しやすく、マラス、クイラ、ウォーターガム、セルチスがこれに次いだ。釘打ちは気乾材について圧入および打撃の2法で行い、釘打ち抵抗と引き抜き抵抗はいずれも木材比重の高いほど増大する傾向が認められた。また釘打ちによる割れやすさも比重と比例的でマラス、クイラが最も著しくダイゾックス、タウンがこれに次いだ。セメント硬化障害の程度はセメント・木粉ブロックの養生後の部分圧縮強さによって調べた。その結果、クイラ、アンチアリス、アルトカルプス、セルチスなどで特に硬化障害をおこす危険性が著しいと判断された。化学的変色としては、鉄汚染、アルカリ汚染、酸汚染および太陽光による比較的短期の変色をとりあげ、各処理前後の色差により各変色に対する各樹種の感性を比較した。このうち心材で鉄汚染および太陽光による変色の特に生じやすい樹種はそれぞれイエローターミナリア、レッドブラウンターミナリア、クワンドンおよびイエローターミナリア、カロフィルム、クイラであった。

目 次

ま え が き	175
1. 曲 げ 加 工	176
2. 釘 打 ち	183
3. セメント硬化障害	193
4. 化学的変色	196
文 献	215
Summary	216

ま え が き

1975年3月東ニューブリテンのオープンベイ地区で採集した大径木24種30個体の諸性質については第1~3報にとりまとめたが、その後追加した表記項目の試験結果を一括して報告する。なおこれらのうち曲げ加工の試験は岐阜県林業センターとの共同で実施した。

供試材は第 1～3 報の諸試験に用いたものと同じ個体で、丸太の形状等は第 1 報に示したとおりである。本報はデータを主とする簡潔な記載にとどめ立ち入った考察は加えていない。他の特性値との関連性や樹種別の利用適性については全試験の終了後総合的に検討を行うことにする。

本研究を進めるにあたり各方面より多大のご協力を賜っている。特に供試木の採集・同定についてはパプアニューギニア国の Department of Forests のご支援によるところが多い。また採集の現地作業と採集木の輸送については総武通商株式会社と Open Bay Timber Pty. Ltd. のご協力を得た。ここに深甚の謝意を表する。

研究の計画と実施に際しては、上村 武場長および加納 孟木材部長のご配慮にあずかり、試験材の木取り・加工等については製材研究室・木工室・応用研究室をはじめ部内関係各位に大へんお骨折りをいただいた。この機会をかりて厚くお礼申し上げる。

1. 曲 げ 加 工

野原正人⁽¹⁾、熊谷洋二⁽¹⁾、岩田隆昭⁽¹⁾、筒本卓造⁽²⁾

樹種別にひき材の曲げ加工適性を検討するため、各種曲率半径における曲げ加工の可否と加工後の曲率半径の変化（もどり）について試験を実施した。

(1) 試 験 方 法

1) 試 験 材

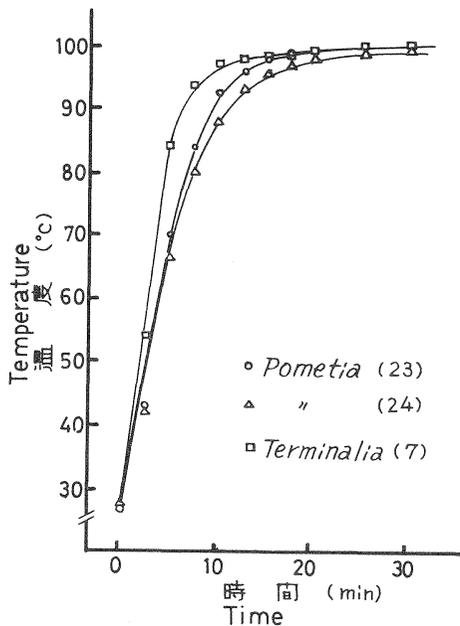


Fig. 1 蒸煮による温度上昇経過
Rising process of wood temperature
by steaming.

供試樹種は東ニューブリテン産 24 樹種、30 個体であり、この原木から厚さ 2.5 cm の心材板目の無欠点材を採取した。

天然乾燥 および 人工乾燥により含水率 15% まで乾燥し（一部天然乾燥のみの樹種も含まれる）、幅 5 cm、厚さ 2 cm、長さ 60 cm の試験材に鉋削仕上げを行った。

試験材は 1 樹種より 15 本以上を採取した。また、対照樹種として、末口径 40 cm の丸太より採取したブナ板目材についても、同様の試験を行った。

2) 曲げ加工試験

i) 蒸煮の装置と方法

供試材の軟化処理は蒸煮により実施した。蒸煮罐は幅 40 cm、深さ 40 cm、長さ 100 cm の鉄板製のものを用いた。

使用蒸気圧は 2.5 kg/cm² であるが、蒸煮罐内は常圧のままであった。蒸煮時間は、予備試験に

より供試材の中心部が 100°C に達するまでの時間をしらべ、この結果から 30~60 分とした (Fig. 1)。

ii) 曲げ加工の装置と方法

曲げ加工の曲率半径は、加工時の外面のそれを 80 cm, 58 cm, 45 cm, 36 cm および 30 cm の 5 段階とした。曲げ加工治具は、ナラ材の集成材を用い、それぞれ上記の曲率半径をもつ雄型、雌型を作成した。曲げ加工は一般に行われているトーネット法によって行い、試験材の引張り側に当てる帯鉄として、厚さ 1.5 mm, 幅 80 mm の軟鉄を用い、木口止め金はボルトにより調整できるようにした (Fig. 2)。加圧は油圧プレス (26 ton) を用い、最大圧力が 3 kg/cm² 以上にならないように調整し、曲げ加工時のラムの上昇速度を 6 mm/sec とした。

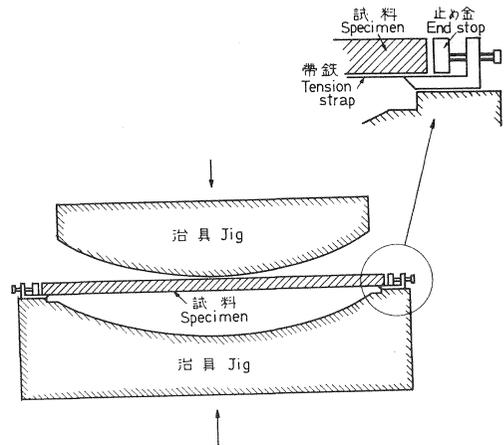


Fig. 2 曲げ加工の方法
Method of wood bending.

曲げ加工は、圧縮側が木裏、引張り側が木表となるようにし、曲げ加工前の木口と帯鉄の止め金との間隙は、各曲率とも、材長と両端止め金の距離との差が木裏、木表の計算上の弧長差の約 1/10 になるように調整した¹⁾。曲げ加工治具の条件をまとめて Table 1 に示す。

試験の進め方は各樹種についてまず、曲率半径 45 cm で曲げ加工を行い、この曲率半径で損傷の生じた樹種は順次より大きい曲率半径で加工し、損傷の生じなかった樹種はより小さい曲率半径で加工した。なお、1 曲率半径について 5 本の試験材を用いた。

曲げ加工の結果は加工材の状態により、(A) 圧縮側、引張り側とも全く損傷のないもの、および圧縮側に若干の圧潰がみられるが、研削により目だたなくなるもの、(B) 一応曲げることはできるが、圧縮破壊の大きいもの、(C) 折損または引張り破壊の出るものの 3 段階にわけた。

iii) 曲げ加工後の乾燥

曲げ加工した試験材はその後の曲率半径の変化 (もどり) を防ぐため帯鉄で拘束したままの状態乾燥を行った。使用した乾燥装置は電熱式の自動温度調節式 I. F. 型試験装置であり、風速は約 1 m/sec である。乾燥条件は、乾球温度 80°C, 乾湿球温度差 12°C とし、帯鉄に固定したまま 15 時間乾燥し、1 時間冷却した後帯鉄からとりはずした。

Table 1. 曲げ加工治具の条件
Condition of bending processing jig

曲率半径 (cm) Radius of curvature	80	58	45	36	30
曲率半径/板厚 Radius of curvature/ thickness of specimens	40	29	22.5	18	15
木口止め金部の間隙 (mm) Total clearance of end stop	1.05	1.80	2.50	3.35	3.90

Table 2. 曲 げ 加 工
Results of bending

樹 種 名 Species	原木番号 Log No.	比 重 (気 乾) Specific gravity in air dry	含 水 率 (蒸 煮 前) Moisture content before steaming (%)	各 曲 率 半 径 の 損 傷 Number of specimens graded in bending with various radii								
				80 cm			58 cm			45 cm		
				A	B	C	A	B	C	A	B	C
スポンジヤス <i>Spondias dulcis</i>	1	0.41 0.37~0.48	13.0 11.0~14.6	1	0	4				0	0	5
アルストニア <i>Alstonia scholaris</i>	2	0.31 0.29~0.34	14.5 13.0~16.3	0	0	5				0	0	5
カナリウム <i>Canarium indicum</i>	3	0.62 0.56~0.66	13.2 12.2~14.4	5	0	0	2	2	1	1	2	2
イエローターミナリア <i>Terminalia calamansanai</i>	4	0.66 0.55~0.80	13.2 12.3~14.1	4	0	1	0	3	2	1	0	4
レッドブラウンターミ ナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	5	0.46 0.39~0.52	13.5 11.2~14.6	3	2	0	0	1	4	2	0	3
”	6	0.47 0.43~0.54	13.5 12.4~14.4	4	0	1	0	1	4	0	0	5
”	7	0.47 0.38~0.52	13.9 12.1~16.1	2	1	2	0	0	5	0	0	5
エリマ <i>Octomeles sumatrana</i>	8	0.36 0.32~0.39	13.8 11.3~15.6	1	0	4				0	0	5
クワンドン <i>Elaeocarpus sphaericus</i>	9	0.48 0.41~0.55	13.2 11.8~14.9	2	2	1	0	1	4	0	0	5
マラス <i>Homalium foetidum</i>	10	0.85 0.77~0.90	12.6 11.3~14.4				4	0	1	2	0	3
カロフィルム <i>Calophyllum vexans</i>	11	0.44 0.41~0.47	13.0 11.6~16.4	3	0	2	1	3	1	0	0	5
マソイア <i>Cryptocarya massoy</i>	12	0.40 0.38~0.41	14.1 12.9~15.7	5	0	0	1	0	4	0	0	5
クイラ <i>Intsia bijuga</i>	13	0.79 0.73~0.83	11.0 10.3~11.7	5	0	0	4	1	0	2	1	2
ダイゾックス <i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	14	0.71 0.66~0.76	14.3 10.6~27.3	3	0	2	0	0	5	0	0	5
アンチアリス <i>Antiaris toxicaria</i>	15	0.33 0.27~0.38	14.2 13.0~15.1	0	0	5				0	0	5
アルトカルプス <i>Artocarpus incisus</i>	16	0.33 0.28~0.35	13.3 12.4~14.3	1	0	4	0	0	5	0	0	5
カメレレ <i>Eucalyptus deglupta</i>	17	0.59 0.49~0.74	14.2 13.4~15.3	4	1	0	0	1	4	0	4	1

試 験 の 結 果

processing test

程度別本数 to A, B, C* of curvature						評価区分 Rank of bending possi- bility	曲率半径の変化(1か月後) Change in radius of curvature after one month exposure (%)				
36 cm			30 cm				80 cm	58 cm	45 cm	36 cm	30 cm
A	B	C	A	B	C						
						V					
						V					
						IV	2.0 -3.0~8.8				
						IV	0.9 -1.3~3.2				
						IV	-10.8 -4.2~12.9				
						IV	6.3 0.5~8.8				
						V					
						V					
						V					
0	1	4				III		6.2 4.4~7.2			
						IV	3.3 -4.2~9.1				
						IV	0.9 -14.4~11.0				
						III	1.8 -1.3~9.3	1.8 -4.9~10.3			
						IV	1.0 -3.5~7.9				
						V					
						V					
						IV	-2.2 -9.1~6.1				

Table 2. つづき (Continued)

樹 種 名 Species	原木番号 Log No.	比 重 (気 乾) Specific gravity in air dry	含 水 率 (蒸 煮 前) Moisture content before steaming (%)	各 曲 率 半 径 の 損 傷 Number of specimens graded in bending with various radii								
				80 cm			58 cm			45 cm		
				A	B	C	A	B	C	A	B	C
カ メ レ レ <i>Eucalyptus deglupta</i>	18	0.47 0.40~0.61	12.6 10.6~14.4	0	4	1	1	0	4	0	0	5
”	19	0.58 0.50~0.67	13.7 7.9~16.5	4	0	1	0	0	5	2	0	3
ウ ォ ー タ ー ガ ム <i>Syzygium</i> sp.	20	0.62 0.57~0.68	13.6 11.5~15.6	5	0	0	3	2	0	2	0	3
ラ ブ ラ <i>Anthocephalus cadamba</i>	21	0.44 0.37~0.49	13.0 8.7~14.6	5	0	0	1	1	3	0	0	5
エ ボ ジ ア <i>Evodia elleryana</i>	22	0.39 0.36~0.44	15.4 12.5~21.8	1	3	1	0	1	4	0	0	5
タ ウ ン <i>Pometia pinnata</i>	23	0.64 0.56~0.75	13.8 12.9~15.3	5	0	0	3	2	0	4	1	0
”	24	0.78 0.74~0.82	12.0 10.8~12.8							5	0	0
”	25	0.74 0.60~0.80	12.3 11.2~14.8				4	0	1	4	0	1
タ ウ ン <i>Pometia</i> sp.	26	0.66 0.62~0.70	13.9 12.1~16.0				5	0	0	5	0	0
パ ラ キ ュ ウ ム <i>Palaquium erythrospermum</i>	27	0.48 0.43~0.53	13.5 12.8~14.2	4	0	1	0	0	5	0	0	5
プ ラ ン チ ョ ネ ラ <i>Planchonella thyrsoidea</i>	28	0.46 0.41~0.56	12.6 11.4~15.5	4	0	1	0	0	5	0	0	5
ア ン ベ ロ イ <i>Pterocymbium beccarii</i>	29	0.33 0.32~0.35	13.1 11.8~14.2	0	0	5				0	0	5
セ ル チ ス <i>Celtis kajewskii</i>	30	0.61 0.59~0.63	12.6 11.5~13.7	5	0	0	4	0	1	0	2	3
ブ ナ <i>Fagus crenata</i>		0.60 0.56~0.65	14.1 12.1~15.8	5	0	0	5	0	0	5	0	0

注 A : 全く損傷がないか、わずかな圧縮破壊がみられるが、実用上支障のないもの
 B : 一応曲げることができるが、圧縮破壊の顕著なもの
 C : 折れるか、引張り破壊のみられるもの

程度別本数 to A, B, C*						評価区分 Rank of bending possi- bility	曲率半径の変化(1か月後) Change in radius of curvature after one month exposure (%)				
36 cm			30 cm				80 cm	58 cm	45 cm	36 cm	30 cm
A	B	C	A	B	C						
						V					
						IV	8.3 -6.6~17.8				
						III	-4.5 -13.7~2.9	-6.4 -8.1~-3.9			
						IV	-2.4 -7.9~3.5				
						V					
						II	-0.4 -9.6~13.9	-6.2 -7.7~-3.9	-5.2 -8.8~-2.9		
5	0	0	1	0	4	I			2.7 1.8~4.4	0.2 -2.3~1.5	
1	0	4				II		3.4 -1.4~7.8	4.5 1.0~8.4		
5	0	0				I		-3.1 -6.7~1.4	-3.6 -6.6~2.4	-6.9 -8.9~-4.5	
						IV	-1.5 -2.0~-1.0				
						IV	-3.4 -10.3~6.7				
						V					
						III	-0.1 -8.8~6.1	-2.0 -3.2~1.1			
5	0	0	5	0	0	I	-11.3 -16.8~-4.5	-6.8 -11.3~-3.4	-11.2 -11.6~-10.1	-5.8 -8.6~-3.9	-7.7 -11.6~-5.8

Notes A : Specimens with or without minor compressive failure in the concave side.

B : Specimens bent with remarkable compressive failure.

C : Specimens bent with breakage or tension failure.

なお、試験材の含水率については蒸煮前、蒸煮後、乾燥後および次項の曲率半径の変化の測定時に重量を測定し、試験材作成時に求めた両端の含水率から各測定時の含水率を算出した。

3) 曲げ加工後の曲率半径の変化

乾燥した試験材は帯鉄からとりはずし、その後の曲率半径の変化をしらべた。方法は帯鉄をはずした直後と 1, 6, 24 時間および 1 か月間放置後に曲げ材の内面（木裏側）3 か所の曲率半径を求め、その平均値から経時的な曲率半径の変化率を次式のように求めた²⁾。

$$\text{曲率半径の変化率} = (r' - r) / r \times 100 (\%)$$

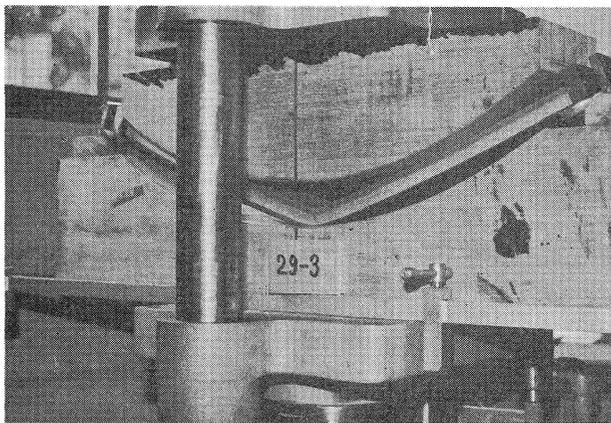
r = 曲げ治具の曲率半径

r' = 測定時の曲率半径

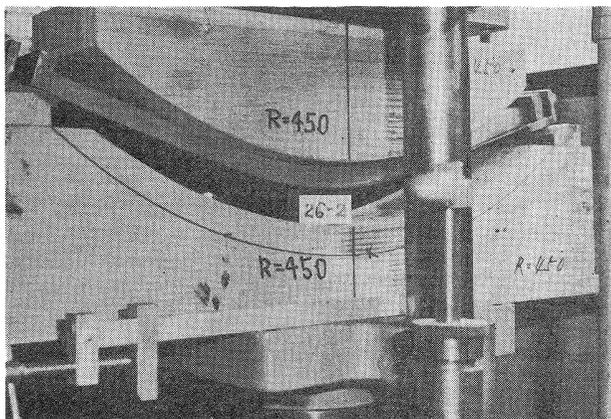
(2) 試験結果

樹種別の各曲率半径における曲げ加工の結果と帯鉄をはずしてからの曲率半径の変化を一括して Table 2 に示す。

1) 曲げ加工



エリマ *Octomeles* (8)



タウン *Pometia* (24)

Fig. 3 曲げ加工中の試験材
Specimen in bending operation.

Table 2 では各曲率半径について、曲げ加工材の損傷程度が前記の A, B, C に該当するものの本数をあげており、供試材 5 本中 A が 3 本以上の組を曲げ加工可能と判定することにする。

i) 曲率半径 80 cm においても曲げ加工の全く不能と思われた樹種は、アルストニア、アンチアリスおよびアンペロイであり、これらの樹種はすべて若干のたわみを与えた時点で簡単に折損した。

また、スポンジラス、エリマ、アルトカルプス、およびエボジアは 1 本のみが A であり、他の 4 本は折損するか、圧縮側に大きな圧潰が発生し、曲げ加工は不能に分類される (Fig. 3)。

ii) 曲率半径 80 cm で加工可能 (58 cm では不能) なものが Table 2 のように 10 樹種 12 個体あり、カナリウム、マソイアおよびラブラは全試験材とも A に該当する。

iii) 曲率半径 58 cm で曲げ加工

可能な樹種は、マラス、クイラ、ウォーターガムおよびセルチスであるが、各樹種とも容積重の小さい1～2本の試験材は圧潰が大きくBまたはCであった。

なお、マラスについては試験材に割れなどの欠点が含まれていたが、無欠点材であればさらに曲げ加工の可能性は増大するものと思われる。

iv) 45 cm ないしそれ以下の曲率半径で曲げ加工可能な樹種はタウン (23～26) である (Fig. 3)。個体による差が大きく、(24) は曲率半径 30 cm でも A のものがあつた。タウンの曲率半径 36 cm および 30 cm における損傷は引張り側の破壊によるものが多く、曲げ加工条件の検討によってさらに改善しうるものと考えられる。なお、対照材として選んだブナは曲率半径 30 cm でも全試験材が A に該当する。

Table 2 には各曲率半径における曲げ加工の可否により I～V までの評価区分を行って併記している。I, II, III, IV はそれぞれ曲率半径 36 cm, 45 cm, 58 cm, 80 cm について曲げ加工可能 (A が3本以上), V は曲率半径 80 cm についても曲げ加工不能 (A が2本以下) である。

今回とりあげた樹種については、概して高比重材の方が小さな曲率半径に曲げ加工できる傾向がみられた。

なお、曲げ加工時、蒸煮によって含水率は3～10%程度増加し、乾燥によって蒸煮後の含水率より5～15%程度減少し、以後の放置中はそれほどかわらないようである。

2) 曲率半径の変化

Table 2 には曲げ加工後1か月間経過後の曲率半径の変化率を示している。変化率の負の値は加工後曲率半径が小さくなったことを意味する。曲げ加工直後 (帯鉄からはずした直後) の値は全体としてさらに変化率が小さいか、負側に大きいものが多い。

このように曲げ加工後曲率半径が小さくなるもの、大きくなるものがあるが、同一条件についても変化率のばらつきが非常に大きく、樹種、曲率半径などとの関係は明らかでない。しかし、いずれの場合も実用上支障をきたすほど大きな曲率半径の変化ではないといえる。

なお、変化率のばらつきの大きい原因として、試験方法でのべたように、帯鉄で固定し乾燥を終わった時期の曲率半径を治具のそれとみなしたが、実際には乾燥による厚さの減少により曲率半径が小さくなったり²⁾、部分的に曲率半径に差があつたためではないかと思われる。

2. 釘 打 ち

千葉保人¹⁾

釘打ち性について、つぎの4項目の試験をした。

- a) 釘の圧入抵抗：定速で釘を圧入したときの抵抗を柁目面、板目面、木口面について測定。
- b) 釘の引き抜き抵抗：定速で釘を引き抜いたときの抵抗を柁目面、板目面、木口面について測定。
- c) 打ち込みによる釘の進入深さ：一定の力で釘を打撃したときに釘が進入する深さを柁目面について測定。
- d) 釘打ちによる割れやすさ：板材に釘打ちしたときの割れやすさの程度を、端部からの距離を変えて測定。

(1) 木 材 部

項目 a, b は釘打ちの難易と保持力の樹種による比較, d は実用上の目安として試験した。項目 c は通常の釘打ちと圧入の比較のためにおこなった。

(1) 試験方法

1) 試験材

パプアニューギニア産 24 樹種 30 個体と比較のために加えた本邦産材 6 樹種について試験した。板材で天然乾燥後, 試験片を作製し, 20°C, 70~75% R. H. の室内で 2 か月間調湿して試験に供した。

2) 釘

試験に用いた釘はつぎの 2 種類である。

鉄丸釘 N 45 直径 2.41 mm 長さ 45 mm

鉄丸釘 N 65 直径 3.05 mm 長さ 65 mm

(JIS A 5508 鉄丸くぎ)

3) 測定方法

a) 釘の圧入抵抗

試験片の形状は JIS Z 2121 (木材のクギ引抜抵抗試験方法) によった (Fig. 4)。

釘 (N 45) の圧入は Fig. 5-1 の材料試験機 (島津オートグラフ IS-5, 000, ロードセル圧縮用 500 kg) を用い, 釘を治具で材面に垂直にセットしたのち, 圧入速度: 100 mm/min, 圧入深さ: 30 mm でおこない, 荷重—圧入深さ曲線を記録した。試験片は各 2 片, 測定数は各条件 4 本である。

圧入抵抗は次式から求めた。

$$P_d : \text{釘の圧入抵抗 (kg/cm)} = P_d / l$$

ここに

P_d : 釘の圧入に要した最大荷重 (kg)

l : 釘の進入深さ (cm)

b) 釘の引き抜き抵抗

圧入抵抗を測定した試験片と釘を用い, Fig. 5-2 の装置で測定した。引き抜き速度は 50 mm/min とし, 荷重—引き抜き長を記録した。圧入より引き抜きまでの経過時間は約 3 時間である。

引き抜き抵抗は次式から求めた。

$$P_w : \text{釘の引き抜き抵抗 (kg/cm)} = P_w / l$$

ここに

P_w : 釘の引き抜きに要した最大荷重 (kg)

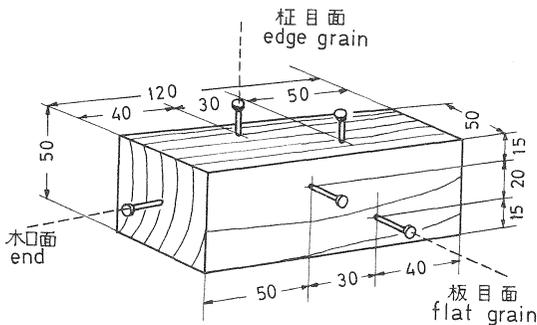
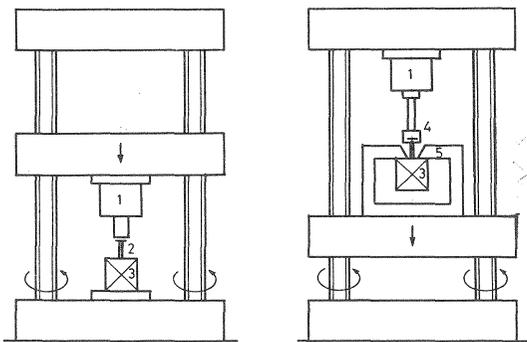


Fig. 4 圧入抵抗, 引抜き抵抗, 進入深さ試験片 (mm)

Specimen for driving resistance, withdrawal resistance and depth of penetration.



(1) 圧入抵抗
Driving resistance

(2) 引抜き抵抗
Withdrawal resistance

Fig. 5 圧入抵抗, 引抜き抵抗測定装置

Apparatus for measurement of static driving and withdrawal.

- | | | | |
|----------|-----------|---------|--------|
| 1: ロードセル | Load cell | 4: チャック | Chuck |
| 2: 釘 | Nail | 5: ホルダー | Holder |
| 3: 試験片 | Specimen | | |

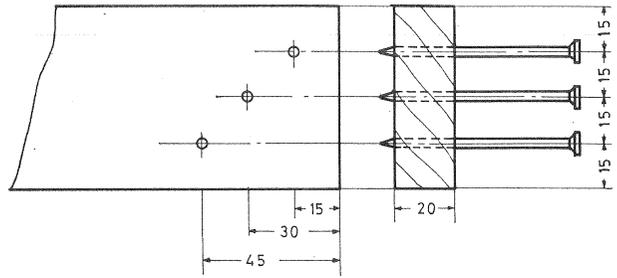
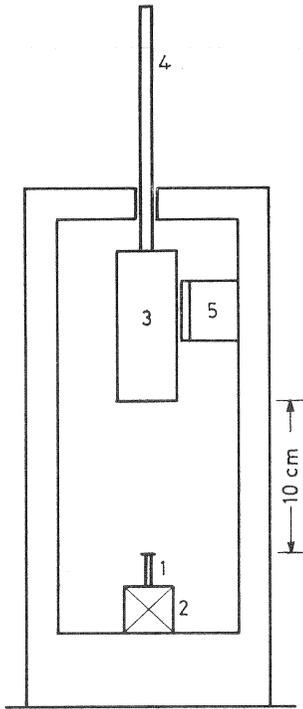


Fig. 7 釘打ちによる割れの試験片
Specimen for splitting with nail.

Fig. 6 釘打ち装置
Apparatus for impact driving.

- | | |
|---------|-----------------|
| 1: 釘 | Nail |
| 2: 試験片 | Specimen |
| 3: ハンマー | Hammer |
| 4: ガイド | Guide rod |
| 5: ホルダー | Magnetic holder |

l : 釘の進入深さ (cm)

c) 打ち込みによる釘の進入深さ

落錘式の釘打ち装置 (Fig. 6) を用い、圧入抵抗の試験片の柢目面に釘打ちした。釘はあらかじめ先端部を打ち込んで固定させ、重さ 1 kg のハンマーを釘頭の 10 cm 上から自然落下させ、3 回くり返した。釘の進入深さは釘打ち前後にノギスで測定して求めた。

d) 釘打ちによる割れやすさ

試験片 (厚 2 cm, 幅 6 cm, 長 30 cm, 追柢目) の端部から釘直径の約 5, 10, 15 倍の位置に木表から釘打ちし、割れの発生状況を観察した (Fig. 7)。

釘打ちは試験片 2 片について両端に通常のハンマー (390 g) で釘が貫通するまでおこなった。打ち込み回数は 4 ~ 13 回であった。

割れの測定は、肉眼で割れの見えないもの (-), 釘の周辺に微小な割れが生じたもの (+), 木口に達する割れが発生したもの (++) の 3 段階に分けて個数を求め、割れやすさの程度を 5 段階に分けて表した。

(2) 試験結果

釘の圧入抵抗, 引き抜き抵抗, 打ち込みによる進入深さの試験結果を Table 3 にまとめた。

圧入抵抗, 引き抜き抵抗と比重との関係の例として柢目面に対するものを Fig. 8, 9 にしめす。

Table 4 は釘打ちによる割れの発生状況から割れやすさの程度を区分したもので、これを比重と比較すると Fig. 10 のようになる。

これらの結果から、つぎのことができた。

Table 3. 釘の圧入・引抜き抵抗と
Driving resistance withdrawal resistance

樹種名 Species	原木番号 Log No.	比重 (気乾) Specific gravity (air dry)	含水率 % Moisture content	圧
				柁目面 Edge grain
スポンジアス <i>Spondias dulcis</i>	1	0.40	12.7	17.3 15.7~19.7
アルストニア <i>Alstonia scholaris</i>	2	0.29	12.3	11.5 9.3~13.0
カナリウム <i>Canarium indicum</i>	3	0.64	12.4	39.8 38.3~41.7
イエローターミナリア <i>Terminalia calamansanai</i>	4	0.62	13.2	44.5 36.7~52.7
レッドブラウンターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	5	0.41	13.4	22.5 15.3~30.0
” ”	6	0.41	12.8	20.3 19.0~22.7
” ”	7	0.47	12.2	24.8 23.0~26.3
エリマ <i>Octomeles smatrana</i>	8	0.36	11.7	10.5 9.7~12.0
クワンドン <i>Elaeocarpus sphaericus</i>	9	0.45	13.9	23.7 19.7~25.7
マラス <i>Homalium foetidum</i>	10	0.89	13.0	69.1 60.0~75.0
カロフィルム <i>Calophyllum vexans</i>	11	0.43	12.7	23.1 21.3~25.3
マソイア <i>Cryptocarya massoy</i>	12	0.36	12.1	10.2 8.0~11.7
クイラ <i>Intsia bijuga</i>	13	0.76	12.2	53.3 42.3~62.3
ダイゾックス <i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	14	0.71	15.5	41.4 33.3~46.0
アンチアリス <i>Antiaris toxicaria</i>	15	0.26	12.8	7.3 6.0~9.0
アルトカルプス <i>Artocarpus incisus</i>	16	0.31	12.8	13.4 11.3~15.7
カメレレ <i>Eucalyptus deglupta</i>	17	0.49	14.4	25.2 19.7~30.3
” ”	18	0.43	13.4	18.3 16.0~21.0
” ”	19	0.60	13.5	27.5 21.3~38.0

打込みによる進入深さ
and depth of penetration

Static driving					打込み Impact driving
入抵抗 (kg/cm) Driving resistance		引抜き抵抗 (kg/cm) Withdrawal resistance			進入深さ mm Depth of penetration
板目面 Flat grain	木口面 End	柁目面 Edge grain	板目面 Flat grain	木口面 End	柁目面 Edge grain
14.5 11.3~18.0	7.3 5.0~10.3	10.8 8.3~13.3	8.9 7.7~10.3	4.4 2.7~6.3	9.4
11.8 10.0~15.0	7.8 6.3~8.3	7.6 6.0~9.0	6.8 6.0~8.0	4.8 4.3~5.7	14.6
40.9 38.3~44.0	29.7 28.0~31.0	35.6 34.0~37.7	35.6 3.33~41.0	21.8 20.3~22.7	2.8
40.2 37.7~41.7	24.3 21.0~26.0	37.5 25.7~48.7	34.8 30.0~38.3	18.6 14.3~21.3	4.8
23.5 19~30.0	16.9 12.7~24.7	17.4 10.7~23.3	19.8 17.3~23.0	9.0 7.7~10.7	8.3
19.6 19.3~20.0	11.3 10.3~13.0	13.7 12.3~15.0	14.2 13.0~16.7	7.1 5.0~8.7	10.1
25.8 22.3~28.7	18.8 16.0~22.0	19.3 18.0~21.0	21.3 19.0~23.3	13.3 11.7~16.7	6.0
9.2 9.0~9.3	7.3 7.0~7.3	6.1 5.0~8.0	5.5 5.0~6.0	5.3 3.7~7.0	10.8
23.3 20.3~24.3	14.3 11.3~18.7	17.5 16.3~20.3	18.3 16.0~21.0	9.6 7.3~12.7	8.9
61.1 56.7~67.0	55.2 53.3~58.3	65.3 55.0~73.3	53.8 48.3~57.0	43.1 39.7~47.7	1.5
24.3 23.0~27.3	18.1 17.0~19.7	16.8 15.3~20.0	19.6 17.3~23.0	11.6 10.0~13.3	6.2
9.7 9.0~11.0	7.2 6.3~8.0	6.6 5.3~7.3	7.0 5.7~7.3	4.3 3.3~4.7	15.1
58.5 51.7~63.0	43.7 41.3~48.3	47.8 36.7~60.7	48.7 46.7~54.3	30.3 21.7~40.0	2.1
40.1 28.3~46.0	28.8 24.7~35.0	31.8 23.7~40.7	34.3 19.0~44.7	22.4 18.3~26.0	2.3
8.0 6.3~10.0	6.1 5.3~7.7	5.7 5.3~6.0	5.1 4.7~5.7	4.2 3.7~5.7	17.9
13.3 12.0~14.3	10.8 8.7~12.3	8.6 6.7~10.3	8.3 7.3~9.3	6.2 5.0~7.3	13.4
27.4 19.3~34.3	17.5 11.7~25.0	16.9 11.0~22.7	18.7 12.3~23.3	11.9 7.3~19.3	7.9
19.4 17.0~22.7	8.9 8.0~10.0	12.8 9.0~16.3	12.6 10.3~14.7	4.8 4.0~5.7	8.2
26.4 25.0~28.3	11.8 9.3~14.0	20.2 15.0~32.0	20.9 18.7~24.0	7.3 7.0~8.0	6.2

Table 3. つづき (Continued)

樹 種 名 Species	原木番号 Log No.	比 重 (気 乾) Specific gravity (air dry)	含 水 率 % Moisture content	圧
				柁 目 面 Edge grain
ウ ォ ー タ ー ガ ム <i>Syzygium</i> sp.	20	0.68	44.2	25.8 20.0~33.7
ラ ブ ラ <i>Anthocephalus cadamba</i>	21	0.40	13.3	17.5 15.0~19.7
エ ボ ジ ア <i>Evodia elleryana</i>	22	0.34	13.4	13.6 12.3~15.7
タ ウ ソ <i>Pometia pinnata</i>	23	0.61	15.0	38.0 27.3~49.0
” ”	24	0.81	14.6	55.3 49.7~61.0
” ”	25	0.76	15.1	49.8 45.3~58.7
タ ウ ソ <i>Pometia</i> sp.	26	0.62	13.8	43.8 35.3~50.0
パ ラ キ ウ ム <i>Palaquium erythrospermum</i>	27	0.45	12.9	23.0 22.0~24.3
プ ラ ン チ ョ ネ ラ <i>Planchonella thyrsoidea</i>	28	0.45	11.0	17.9 15.3~19.3
ア ン ベ ロ イ <i>Pterocymbium beccarii</i>	29	0.30	11.3	9.6 7.7~12.0
セ ル チ ス <i>Celtis kajewskii</i>	30	0.58	14.3	32.7 26.3~40.0
ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>	S (18F)	0.36	12.6	12.6 8.7~16.7
ヒ ノ キ <i>Chamaecyparis obtusa</i>	H (20J)	0.45	12.6	23.8 20.3~28.0
エ ゾ マ ツ <i>Picea jezoensis</i>	E (10C)	0.45	12.2	25.4 24.3~26.3
カ ラ マ ツ <i>Larix leptolepis</i>	K (9J)	0.53	12.0	25.4 17.7~34.3
ブ ナ <i>Fagus crenata</i>	B (38F)	0.63	11.6	40.3 33.7~52.3
ミ ズ ナ ラ <i>Quercus crispula</i>	M (45D)	0.61	12.1	41.5 34.0~55.3

Static driving					打込み Impact driving
入抵抗 (kg/cm) Driving resistance		引抜き抵抗 (kg/cm) Withdrawal resistance			進入深さ mm Depth of penetration
板目面 Flat grain	木口面 End	柁目面 Edge grain	板目面 Flat grain	木口面 End	柁目面 Edge grain
24.7 20.7~27.0	15.9 12.3~18.0	30.6 25.0~38.7	28.3 21.7~34.3	14.3 12.0~15.3	9.2
17.6 15.7~20.3	13.2 12.3~14.0	10.2 8.3~12.0	11.8 10.0~14.7	7.5 6.7~8.7	7.6
14.5 11.3~17.7	10.4 9.7~11.3	9.1 7.7~10.3	9.6 8.0~12.0	7.2 6.0~8.0	10.8
37.3 28.0~47.3	22.1 18.3~25.0	31.2 21.0~40.0	31.9 23.3~42.0	14.4 12.0~16.7	5.7
58.5 49.7~66.0	43.4 41.7~45.0	49.2 43.0~53.7	52.3 43.0~66.7	35.9 32.3~41.3	2.0
50.8 46.7~54.7	40.6 33.7~46.0	44.5 39.3~50.7	47.2 41.7~53.7	30.9 24.7~38.3	2.6
43.4 39.0~46.7	30.8 29.7~33.3	38.4 26.7~45.0	40.6 32.0~47.0	23.6 21.3~27.7	3.9
22.2 21.0~24.3	14.9 13.3~16.0	15.3 13.3~16.0	15.5 12.0~18.7	9.3 8.7~10.0	6.7
17.8 15.3~20.0	12.8 11.7~14.0	14.5 13.0~16.0	12.7 11.7~14.3	10.5 9.7~11.3	8.2
10.8 10.0~11.3	6.4 6.0~7.0	6.6 5.0~8.0	6.7 5.7~8.0	3.7 3.3~4.0	13.2
33.4 31.7~35.3	23.7 21.3~27.3	22.2 18.3~28.7	23.1 20.0~26.3	16.6 14.0~20.3	4.2
14.2 12.7~15.7	7.4 7.0~8.0	9.3 8.7~10.3	9.3 8.7~10.3	5.4 4.7~6.0	11.5
21.6 20.3~23.3	12.8 12.0~15.0	15.5 12.0~17.7	16.1 15.0~16.7	10.4 9.7~12.0	6.6
30.8 27.7~35.0	11.8 10.7~13.0	18.5 15.7~22.0	22.4 20.7~24.0	8.6 7.0~9.7	6.6
27.9 25.0~31.0	13.8 10.3~20.3	14.2 10.0~18.3	17.3 15.3~21.3	11.0 8.0~18.3	9.5
42.6 40.0~46.7	34.8 31.7~38.3	28.6 24.7~34.0	30.9 25.3~34.0	25.9 23.7~28.7	2.2
35.5 33.3~36.7	29.1 26.3~33.3	28.4 22.0~37.3	23.7 21.0~25.3	19.0 17.3~20.7	4.0

Table 4. 釘打ちによる割れ頻度
Frequency of sprittings by nailing

樹種名 Species	原木番号 Log No.	比重 Specific gravity	釘間隔(端部からの距離) End distance									区分 ³⁾ Grade
			15 mm (≒5 D) ¹⁾			30 mm (≒10 D)			45 mm (≒15 D)			
			≡ ²⁾	+	-	≡	+	-	≡	+	-	
スポンジマス <i>Spondias dulcis</i>	1	0.40	0	0	4	0	0	4	0	0	4	I
アルストニア <i>Alstonia scholaris</i>	2	0.29	0	0	4	0	0	4	0	0	4	I
カナリウム <i>Canarium indicum</i>	3	0.64	4	0	0	1	2	1	0	0	4	III
イエローターミナリア <i>Terminalia calamansanai</i>	4	0.62	4	0	0	0	2	2	0	1	3	III
レッドブラウンターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	5	0.41	1	2	1	0	0	4	0	0	4	II
" "	6	0.41	0	4	0	0	0	4	0	0	4	II
" "	7	0.47	4	0	0	0	1	3	0	0	4	II
エリマ <i>Octomeles smatrana</i>	8	0.36	0	0	4	0	0	4	0	0	4	I
グワンドン <i>Elaeocarpus sphaericus</i>	9	0.45	2	0	2	0	0	4	0	0	4	II
マラス <i>Homalium foetidum</i>	10	0.89	4	0	0	4	0	0	2	2	0	V
カロフィルム <i>Calophyllum vexans</i>	11	0.43	0	1	3	0	0	4	0	0	4	I
マソイア <i>Cryptocarya massoy</i>	12	0.36	0	0	4	0	0	4	0	0	4	I
クイラ <i>Intsia bijuga</i>	13	0.76	4	0	0	4	0	0	1	3	0	V
ダイゾックス <i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	14	0.71	4	0	0	1	3	0	0	2	2	IV
アンチアリス <i>Antiaris toxicaria</i>	15	0.26	0	0	4	0	0	4	0	0	4	I
アルトカルプス <i>Artocarpus incisus</i>	16	0.31	0	0	4	0	0	4	0	0	4	I
カメレレ <i>Eucalyptus deglupta</i>	17	0.49	1	2	1	0	1	3	0	0	4	II
" "	18	0.43	2	0	2	0	1	3	0	0	4	II

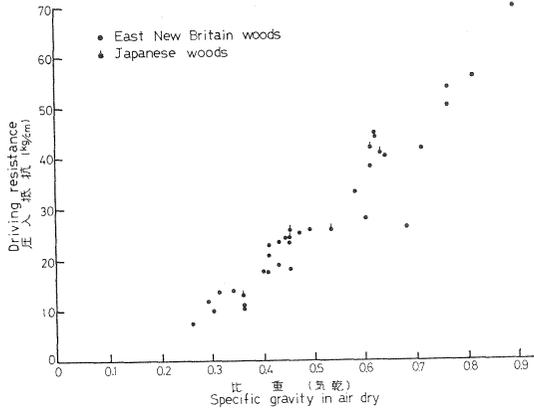


Fig. 8 圧入抵抗と比重の関係 (柾目)
The relation between driving resistance (edge grain) and specific gravity.

Fig. 9 引抜き抵抗と比重の関係 (柾目)
The relation between withdrawal resistance (edge grain) and specific gravity.

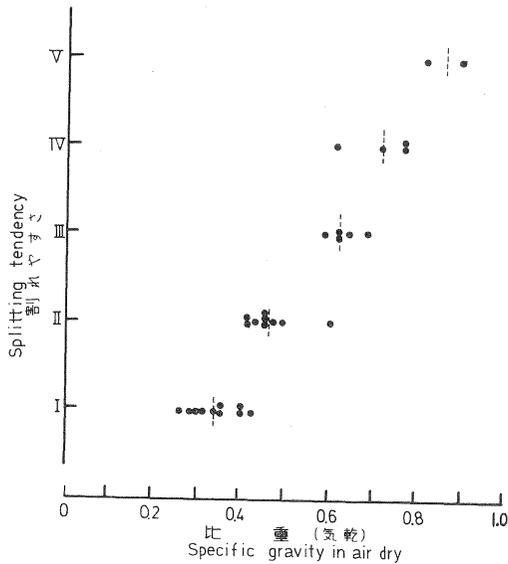
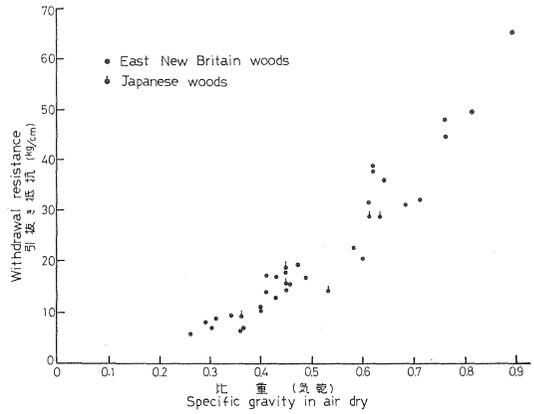


Fig. 10 割れやすさと比重の関係
The relations between splitting tendency and specific gravity.

1) 圧入抵抗, 引き抜き抵抗と比重との間には密接な関係があり, いずれも比重とともに増加する。引き抜き抵抗 P_w (kg) と気乾比重 r との関係は $P_w = 77 r^{2.0}$ でしめされ, 米国内産試験場による同形の関係式³⁾の指数 2.5 とくらべて, やや低い。

2) 割れやすさの程度は, 一般に比重とともに増大し, 高比重材ほど割れやすい。木構造における釘接合の場合, 端部からの距離を, わが国では釘の直径の 15 倍以上にすることが推奨されているが⁴⁾⁵⁾, 本実験では, マラス, クイラが 15D で木口までの割れを生じ, ダイゾックス, タウン (23, 24, 25) も釘のまわりに小さな割れを生じた。これらの樹種に釘打ちする場合には, あらかじめドリルによって先孔をあけることが必要である。

3. セメント硬化障害

高 木 純⁽¹⁾

木質セメント板の原料に使用する場合の資料として, セメント硬化に対するこれら木材の挙動を検討した。セメントと木粉を混合して, ブロックを作り, 部分圧縮強さを測定する方法によって, セメント硬化の障害の程度を調べた。

(1) 試験方法

セメント・木粉ブロックは約 20 mm × 20 mm × 25 mm のものを作った。

セメントと木粉と水の重量比については, セメント, 木粉は気乾重量をとり, 180 : 10 : 75 とした。

実験に使用した木材の全乾比重は, 0.26 から 0.79 の間に分布しており⁶⁾, 使用した木粉の同一重量でのかさばり率は比重によりかなりの差を示し, さらに木材の材質の相違により, 木粉の形状にもかなりの差があった。

木粉のこれら, 形状あるいはかさの違ひにより, 木粉表面積に差が生じ, ブロック製造時に, 木粉吸水量が樹種によって異なり, また, セメントブロック中の木質の占める体積比も変化することが考えられる。これらの要因は互いに関連しており, 木材の比重に応じてセメント, 木粉, 水の重量比を有効に変えることは困難であった。

本実験は, セメント, 木粉ブロックの強さそのものより, セメント硬化障害の有無を検討することが目的であるので, 木材の比重の差を考慮しないで, セメント, 木粉, 水の重量比は一定にした。

1) 木 粉

試験場土場に搬入された丸太をチェーンソーで玉切りした際の, のこくずで木粉を作った。したがって, 採取部位の樹高は一定でなく, 辺材, 心材は混合している。のこくずは 40°C 以下で十分乾燥させ, 小型粉砕器で粉砕し, 100~24 メッシュの粒度のものを気乾にして使用した。

2) セメント

市販のクラフト袋 40 kg 詰のものを使用した。秩父セメント株式会社製普通ポルトランドセメントである。

3) セメント・木粉ブロックの製造

ブロックの大きさ: 高さ 20 mm, 幅 20 mm, 長さ 25 mm

(1) 木 材 部

ブロックの数は 1 個体に対し 10 個

混合重量比：セメント（気乾）	180
木粉（気乾）	10
水	75

セメントに木粉を混合し、十分にませあわせたのち、所定量の水を加え、よくねった。型枠の中へ棒ですきまのできないよう、よくつきこみ、型枠中に 48 時間放置後、型枠を分解してブロックをとり出し、室内に放置した。

部分圧縮試験は、脱型後 4 日目に行った。

4) 部分圧縮試験

ブロック製造時に型枠の中で垂直であった 20 mm × 25 mm の面を上面にし、その中央を底面の平らなスチール丸棒で圧縮した。圧縮面は、直径 9.80 mm、断面積 0.7543 cm² である。

スチール丸棒のセメント面への降下速度は毎分 1 mm で、最大荷重を測定した。測定には島津製作所オートグラフ IS-5,000 を用いた。

測定結果から部分圧縮強さを求め、各樹種ごとに整理した。

$$\text{部分圧縮強さ (kg/cm}^2\text{)} = \frac{\text{部分圧縮最大荷重 (kg)}}{0.7543(\text{cm}^2)}$$

(2) 試験結果

結果を Table 5 に示した。比較として、セメントのみのもの、セメント硬化障害のみとみられないとされているエゾマツ⁷⁾、セメント硬化障害のあるとされているカラマツ心材⁸⁾を用いたものも Table 5 の下部に示した。

セメントのみの場合のセメントと水の重量比は 180 : 56 である。カラマツ心材は群馬県沼田営林署管内 40 年生のものである。

Table 5 により、セメント硬化障害がないとされているエゾマツの部分圧縮強さが 638 kg/cm²、セメント硬化障害があるとされているカラマツが 469 kg/cm² である。このことより考えて、試験をおこなったパプアニューギニア材のうち、セメント硬化障害がないと考えられるものは次のとおりである。

カナリウム、イエローターミナリア、レッドブラウンターミナリア (5, 6, 7)、エリマ、カロフィルム、ダイゾックス、カメレレ (18)

その他のものは硬化障害をおこす危険性をもつものと考えられ、特に著しいものは次のとおりである。

クワンドン、クイラ、アンチアリス、アルトカルプス、ラブラ、タウン (24, 25)、アンペロイ、セルチス。

Table 5. セメント・木粉ブロックの密度と部分圧縮強さ
Density and partial compressive strength of cement-wood powder block

樹種 Species	原木番号 Log No.	密度 Density (g/cm ³)	部分圧縮強さ Partial compressive strength (kg/cm ²)	
			平均(最小~最大) Average (min.~max.)	標準偏差 Standard deviation
スポンジアス <i>Spondias dulcis</i>	1	1.73	465 419~502	32
アルストニア <i>Alstonia scholaris</i>	2	1.56	418 384~472	25
カナリウム <i>Canarium indicum</i>	3	1.79	534 480~602	42
イエローターミナリア <i>Terminalia calamansanai</i>	4	1.85	597 540~630	25
レッドブラウンターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	5	1.69	620 569~689	38
”	6	1.75	552 448~622	48
”	7	1.68	534 434~619	58
エリマ <i>Octomeles sumatrana</i>	8	1.68	520 455~612	48
クワンドン <i>Elaeocarpus sphaericus</i>	9	1.68	387 293~473	57
マラス <i>Homalium foetidum</i>	10	1.75	427 375~500	33
カロフィルム <i>Calophyllum vexans</i>	11	1.83	628 591~676	25
マソイア <i>Cryptocarya masseyi</i>	12	1.66	460 414~497	27
クイラ <i>Intsia bijuga</i>	13	1.63	245 220~288	26
ダイゾックス <i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	14	1.73	504 463~566	33
アンチアリス <i>Antiaris toxicaria</i>	15	1.48	298 251~371	33
アルトカルプス <i>Artocarpus incisus</i>	16	1.45	277 253~309	19
カメレレ <i>Eucalyptus deglupta</i>	17	1.78	473 406~516	32
”	18	1.76	540 502~561	18
”	19	1.75	514 362~595	59
ウォーターガム <i>Syzygium</i> sp.	20	1.71	479 456~514	23
ラブラ <i>Anthocephalus cadamba</i>	21	1.73	321 284~373	22
エボジア <i>Evodia elleryana</i>	22	1.71	496 406~549	43
タウン <i>Pometia pinnata</i>	23	1.72	468 420~518	36
”	24	1.63	358 320~410	29
”	25	1.64	339 286~411	37
タウン <i>Pometia</i> sp.	26	1.64	459 408~544	34
パラキュウム <i>Palaquium erythrospermum</i>	27	1.63	455 399~526	37
プランチョネラ <i>Planchonella thyrsoides</i>	28	1.70	448 406~483	26
アンベロイ <i>Pterocymbium beccarii</i>	29	1.64	351 314~384	19
セルチス <i>Celtis kajewskii</i>	30	1.66	308 265~331	19
セメントのみ Cement (without wood powder)		2.07	935 772~1,083	100
エゾマツ <i>Picea jezoensis</i>		1.72	638 534~701	49
カラマツ <i>Larix leptolepis</i>		1.73	469 380~532	50

4. 化学的変色

堀池 清⁽¹⁾, 後藤君子⁽¹⁾, 加藤昭四郎⁽¹⁾

ひき材の化学的変色について、次の4項目の試験を実施した。

- a) 鉄汚染に対する樹種の感性
- b) アルカリ汚染に対する樹種の感性
- c) 酸汚染に対する樹種の感性
- d) 太陽光による変色に対する樹種の感性

(1) 試験方法

1) 試験材

供試樹種は24樹種30個体である。「鋸断性」の試験でひきたてられた厚さ5mm、幅7cm、長さ2mの薄片(第1報 Fig. 2)を、回転鉋で表面を平滑にし、厚さ3.5mm、幅7cm、長さ7.5cmの寸法の試験片を作成した。辺材・心材の区別のはっきりしない樹種については、試験材の内側部より試験片を作成し、これを心部と称し、試験に供した。また、コントロール材として国産材の針葉樹3樹種、広葉樹2樹種を同時に試験した。

2) 材色測定方法

材色の測定は測色色差計(日本電色工業株式会社製ND-K5型)により三刺激値X, Y, Zを測定した。測定面積は直径30mmの円形で7.07cm²である。また、測色色差計に試験片をセットする方向を一定にし、また処理前後の測定場所が異なる様に、治具を工夫して測定機器に固定した。

後述の汚染処理ならびに太陽光暴露前後のLab系による色差ΔEはJIS Z 8730「色差表示法」に従って(1)~(4)式により算出し、さらに試験片3枚の平均値をもとめた。

$$L = 10Y^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(1)$$

$$a = 17.5(1.02X - Y)/Y^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2)$$

$$b = 7.0(Y - 0.847Z)/Y^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(3)$$

$$\Delta E = \{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2\}^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(4)$$

ここにΔL, Δa, Δbは処理前後のL, a, bの差

また、三刺激値のうちYは明度に対応するので、供試樹種相互の汚染の程度を比較するため、(5)式により明度減少率Y_dを算出した。

$$Y_d = \frac{Y_0 - Y_1}{Y_0} \times 100 \dots\dots\dots(5)$$

ここにY₀は処理前のY, Y₁は処理後のY

3) 処理方法

a) 鉄による汚染

GRAY⁹⁾, 武南¹⁰⁾および後藤ら¹¹⁾も採用している塩化第2鉄水溶液による変色の度合いを測定することにより、各樹種の鉄汚染に対する感性を判定した。

(1) 林産化学部

0.1% 塩化第2鉄水溶液 ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 和光純薬製1級で調製) 1 l を入れたステンレス製のタンクに、各樹種3枚ずつ3樹種(合計9枚)のすでに材色が測定されている試験片を垂直に固定して、5分間浸漬した。浸漬時の温度は 20°C である。

浸漬後、試験片は室内で4日間乾燥した(平衡含水率になっていることを含水率計で確認した)。

b) アルカリによる汚染

カセイソーダ水溶液による変色の度合いを測定することにより、各樹種のアルカリ汚染に対する感性を判定した。

武南の研究¹²⁾によると、木材のアルカリ汚染は pH 11.0~11.5 以上で急激に著しくなるので、本試験においては pH 12.0 (ガラス電極 pH メーターで測定) のカセイソーダ水溶液 (NaOH 和光純薬製特級で調製) を使用した。

処理方法は鉄汚染の場合と同様で、 20°C で5分間浸漬、室内で4日間乾燥した。

c) 酸による汚染

シュウ酸水溶液による変色の度合いを測定することにより、各樹種の酸汚染に対する感性を判定した。

武南の研究¹³⁾によると、木材の酸汚染はシュウ酸・塩化水素酸ともに pH 5.0~pH 2.0 まではほとんど汚染しないが、pH 2.0~1.5 以下では急激に著しくなるので、本試験においては pH 1.0 (ガラス電極 pH メーターで測定) のシュウ酸水溶液 ($\text{C}_2\text{O}_4\text{H}_2$ 和光純薬製特級で調製) を使用した。

処理方法は鉄汚染の場合と同様で、 20°C で5分間浸漬、室内で4日間乾燥した。

d) 太陽光による変色

各樹種の太陽光による変色の度合いをしるために、あらかじめ材色を測定した試験片をラワン合板の上に固定し、通算40時間林業試験場の屋上(東京都目黒区)で太陽光に暴露した。暴露日数は8日間にわたり、ほぼ晴天の日や、曇天の日もあった。太陽エネルギーの測定はスガ試験機株式会社製積算照度計 PH-11-UT 型、受光器は太陽光用紫外部 (300~400 nm) 測定用を使用し、受光エネルギー量の積算値は 70.75 Langley (=cal/cm²) であった。暴露の終了はコントロール材として使用され変色が少ないと言われているヒノキ材が肉眼であきらかに変色した時点をもってした。

(2) 試験結果

a) 鉄汚染に対する樹種の感性

前記した 0.1% $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 水溶液中への浸漬により、供試各樹種は程度こそ異なるがいずれも灰黒色の汚染を生じた。Table 6 に各樹種の処理前後の材色を示す三刺激値 X, Y, Z (試験片3枚のうちの代表的な1枚の材色を示す) および色差 ΔE , 明度減少率 Y_d の平均値(試験片3枚)を示した。汚染の程度の判定は、色差 $\Delta E=12.0$ 以上を示した樹種を鉄汚染に対して強い感性をもつもの(特号 S), また色差 $\Delta E=2.5$ 以下を示した樹種を弱い感性をもつもの(符号 L)とした。

強い汚染を示した、すなわち符号 S (Strong stain) をつけた強い感性をもつものは、イエローターミナリアの心部、レッドブラウンターミナリア (5, 7) の心材および辺材、クワンドンの心部、カメレレ (18) の心部、タウン (25) の辺材およびコントロール材として同時に試験した国産材のミズナラ (心材) である。

弱い汚染を示した、すなわち符号 L (Light stain) をつけた弱い感性をもつものは、アルストニヤの心部、エリマの心材、カロフィルム的心部、マソイアの心部、ダイゾックスの心部、ラブラの心部、パラ

Table 6. 鉄汚染に対する
Staining sensitivity of

樹種名 Species	原木番号 Log No.	心材辺材の別 Heartwood or sapwood	処理前後 Change of color of wood with 0.1% FeCl ₃ ·6H ₂ O		
			未処理 Untreated parts		
			X	Y	Z
スポンジアス <i>Spondias dulcis</i>	1	Heart.	44.61	43.11	31.53
		Sap.	40.91	40.96	32.52
アルストニア <i>Alstonia scholaris</i>	2	Inner part	50.35	49.88	32.22
カナリウム <i>Canarium indicum</i>	3	Heart.	39.24	37.80	27.88
		Sap.	44.67	43.37	31.37
イエローターミナリア <i>Terminalia calamansanai</i>	4	Inner part	38.38	38.68	24.41
レッドブラウンターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	5	Heart.	33.49	31.60	23.17
		Sap.	36.22	35.44	24.74
"	6	Heart.	37.33	36.28	28.75
		Sap.	37.55	37.25	26.48
"	7	Heart.	42.91	42.67	34.29
		Sap.	42.04	41.95	24.47
エリマ <i>Octomeles sumatrana</i>	8	Heart.	38.78	38.81	30.19
		Sap.	35.19	35.41	26.41
クワンドン <i>Elaeocarpus sphaericus</i>	9	Inner part	59.98	60.50	46.67
マラス <i>Homalium foetidum</i>	10	Heart.	22.31	20.31	12.54
		Sap.	31.53	29.00	16.82
カロフィラム <i>Calophyllum vexans</i>	11	Inner part	40.52	37.99	26.41
マソイア <i>Cryptocarya massoy</i>	12	Inner part	57.51	57.76	46.32
クイラ <i>Intsia bijuga</i>	13	Heart.	27.70	25.99	13.65
		Sap.	38.73	37.85	21.07
ダイゾックス <i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	14	Inner part	48.54	47.83	32.52
アンチアリス <i>Antiaris toxicaria</i>	15	Inner part	60.03	61.59	47.53
アルトカルプス <i>Artocarpus incisus</i>	16	Inner part	56.80	57.08	42.64
カメレレ <i>Eucalyptus deglupta</i>	17	Inner part	45.62	43.30	31.28
"	18	Inner part	41.03	38.38	27.22
"	19	Inner part	47.32	45.07	32.90
ウォーターガム <i>Syzygium</i> sp.	20	Heart.	28.78	27.64	19.56

樹種の感性

species to iron

の材色 due to the treatment solution			色 差 ¹⁾ ΔE Color difference	明度減少率 ¹⁾ Y_d (%) Decrease ratio of lightness	汚染度の 判定 ²⁾ Stain grade
処 理 後 Treated parts					
X	Y	Z			
39.52	37.92	27.04	5.7 3.5~ 9.6	12.1 11.0~13.2	M
34.47	34.48	27.79	5.0 3.9~ 5.5	14.3 11.3~15.9	M
48.24	47.22	29.72	2.4 1.6~ 3.8	6.5 3.9~10.6	L
28.78	27.91	22.41	10.9 8.8~14.2	28.6 23.9~35.6	M
35.31	34.57	25.83	7.9 7.2~ 8.9	20.9 19.4~22.9	M
18.96	19.17	14.43	20.0 18.3~21.2	49.1 46.5~50.5	S
21.73	21.07	16.58	11.7 11.4~12.0	33.9 31.8~36.5	M
23.22	23.27	17.54	12.7 12.5~12.9	34.4 33.3~35.5	S
27.98	27.55	22.49	8.6 8.2~ 9.2	24.5 23.3~26.1	M
27.51	27.61	20.47	8.9 7.4~10.0	25.1 21.5~27.9	M
27.91	28.08	24.38	14.6 13.0~17.6	37.2 33.5~44.0	S
20.43	20.79	15.35	21.9 19.3~24.3	49.6 45.7~52.7	S
36.47	36.52	28.34	2.3 1.5~ 3.2	6.5 4.4~ 9.2	L
32.34	32.51	24.35	3.0 2.2~ 4.1	9.6 7.4~13.1	M
39.74	40.10	33.73	15.7 15.2~16.2	33.8 33.0~34.7	S
17.09	15.23	10.48	8.7 7.0~12.0	27.5 23.3~34.2	M
24.11	21.53	14.13	8.7 8.0~ 9.1	24.6 22.6~25.8	M
37.03	34.48	23.42	2.9 2.9~ 2.9	9.2 9.0~ 9.5	L
54.94	55.07	44.27	1.9 1.3~ 2.4	3.3 2.3~ 4.7	L
19.27	18.31	10.18	8.9 7.9~ 9.6	27.2 25.4~29.5	M
26.86	26.35	16.23	11.6 10.7~12.5	30.1 27.5~32.4	M
47.63	46.80	31.34	0.9 0.8~ 1.1	2.3 1.8~ 2.9	L
53.71	54.45	39.14	5.2 4.9~ 5.6	12.4 11.5~13.8	M
46.12	45.80	32.31	7.7 6.8~ 8.3	19.2 17.4~20.4	M
33.15	31.79	23.64	8.4 6.9~10.0	23.8 19.1~26.6	M
24.20	23.31	19.26	16.0 15.3~16.6	39.0 37.9~39.8	S
33.89	32.59	24.46	10.6 10.0~10.9	26.9 25.6~27.7	M
20.88	20.43	15.70	7.9 6.0~ 9.0	23.9 18.4~27.1	M

Table 6. つづき (Continued)

樹 種 名 Species	原木番号 Log No.	心材辺材の別 Heartwood or sapwood	処 理 前 後 Change of color of wood with 0.1% FeCl ₃ ·6 H ₂ O		
			未 処 理 Untreated parts		
			X	Y	Z
ウォーターガム <i>Syzygium</i> sp.	20	Sap.	29.42	28.21	20.72
ラブラ <i>Anthocephalus cadamba</i>	21	Inner part	51.64	51.64	35.55
エボジア <i>Evodia elleryana</i>	22	Inner part	59.52	59.52	44.22
タウソ <i>Pometia pinnata</i>	23	Heart.	37.18	34.93	23.98
		Sap.	29.18	26.81	17.51
"	24	Heart.	34.24	32.16	22.81
		Sap.	30.78	28.25	20.29
"	25	Heart.	25.92	23.54	15.99
		Sap.	38.02	35.39	26.77
タウソ <i>Pometia</i> sp.	26	Heart.	41.87	39.83	28.23
		Sap.	37.61	35.71	25.55
パラキウム <i>Palaquium erythrospermum</i>	27	Heart.	35.44	33.18	20.86
		Sap.	33.73	31.30	21.11
プランツォネラ <i>Planchonella thyrsoidea</i>	28	Inner part	49.83	49.06	37.83
アンベロイ <i>Pterocymbium beccarii</i>	29	Inner part	60.25	61.54	48.32
セルチス <i>Celtis kajeuskii</i>	30	Inner part	55.23	55.34	34.98
スギ <i>Cryptomeria japonica</i>		Heart.	41.64	39.12	25.42
		Sap.	54.38	54.32	39.60
カラマツ <i>Larix leptolepis</i>		Heart.	49.38	46.42	28.42
ヒノキ <i>Chamaecyparis obtusa</i>		Heart.	56.70	55.50	36.52
ミズナラ <i>Quercus crispula</i>		Heart.	34.43	33.42	22.15
ケヤキ <i>Zelkova serrata</i>		Heart.	43.93	41.40	25.10

注：1) 試験片 3 枚の平均値

2) L：弱い汚染，M：中程度の汚染，S：強い汚染

の 材 色 due to the treatment solution			色 差 ¹⁾ ΔE		明 度 減 少 率 ¹⁾ Y_d (%)		汚染度の 判 定 ²⁾ Stain grade
処 理 後 Treated parts			Color difference		Decrease ratio of lightness		
X	Y	Z					
23.02	22.55	17.54	7.3	6.7~ 8.3	21.6	20.1~24.2	M
49.57	49.15	32.58	2.2	1.8~ 2.7	5.4	4.5~ 7.0	L
54.11	53.83	37.71	3.9	3.8~ 4.0	9.7	9.6~ 9.9	M
25.46	24.44	17.99	11.0	10.4~11.6	30.2	29.0~31.7	M
23.27	21.68	14.76	6.1	5.1~ 6.9	18.0	15.1~19.7	M
22.81	21.63	15.42	11.1	10.5~11.8	32.6	30.7~34.5	M
18.44	17.51	14.04	13.7	13.4~14.2	39.8	38.0~42.6	M
19.42	17.93	12.47	7.4	6.6~ 8.7	24.0	22.0~26.1	M
20.03	19.36	15.69	17.3	16.9~17.6	45.4	44.9~45.9	S
31.08	29.67	21.76	9.6	9.1~10.4	26.0	24.7~27.8	M
30.82	29.43	21.54	6.4	5.8~ 7.3	18.5	17.2~20.7	M
33.43	30.96	18.81	2.0	1.6~ 2.2	6.2	4.9~ 7.1	L
26.83	25.04	17.91	6.5	4.5~ 7.9	19.4	14.8~23.3	M
46.00	45.38	34.88	3.3	2.6~ 4.4	8.4	6.9~10.9	M
51.35	52.17	39.88	6.1	5.8~ 6.3	14.8	14.1~15.2	M
53.25	53.24	33.07	1.4	1.3~ 1.6	3.6	3.0~ 4.0	L
38.43	36.22	23.55	2.7	2.4~ 3.0	7.7	7.0~ 8.7	L
48.43	48.50	35.70	4.1	3.6~ 4.4	10.3	9.3~11.0	M
39.05	36.60	22.58	7.9	7.2~ 8.5	20.7	18.8~22.1	M
51.00	49.57	32.35	3.6	3.1~ 3.9	9.4	7.8~10.7	M
19.60	19.48	15.35	16.0	15.7~16.5	41.0	39.7~41.7	S
33.12	31.10	18.80	8.8	8.3~ 9.1	24.3	22.9~25.1	M

Notes : 1) Number of specimens : 3

2) L : Light stain, M : Medium stain, S : Strong stain.

Table 7. アルカリ汚染に
Staining sensitivity of

樹 種 名 Species	原木番号 Log No.	心材辺材の別 Heartwood or sapwood	処 理 前 後 Change of color of wood with pH 12.0 NaOH		
			未 処 理 Untreated parts		
			X	Y	Z
スポンジアス <i>Spondias dulcis</i>	1	Heart.	39.80	37.70	25.74
		Sap.	51.65	51.70	40.05
アルストニア <i>Alstonia scholaris</i>	2	Inner part	50.25	49.01	30.05
カナリウム <i>Canarium indicum</i>	3	Heart.	40.87	39.71	29.70
		Sap.	42.50	40.95	29.18
イエローターミナリア <i>Terminalia calamansanai</i>	4	Inner part	40.20	40.36	24.99
レッドブラウンターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	5	Heart.	34.14	31.98	22.89
		Sap.	30.88	29.90	20.98
"	6	Heart.	38.42	37.50	29.42
		Sap.	43.24	42.68	29.54
"	7	Heart.	41.74	41.73	33.45
		Sap.	43.51	43.28	25.70
エリマ <i>Octomeles sumatrana</i>	8	Heart.	39.12	39.11	30.20
		Sap.	35.30	35.70	27.00
クワンドン <i>Elaeocarpus sphaericus</i>	9	Inner part	57.68	57.82	44.22
マラス <i>Homalium foetidum</i>	10	Heart.	24.95	22.38	12.94
		Sap.	32.92	30.40	16.25
カロフィルム <i>Calophyllum vexans</i>	11	Inner part	38.34	35.91	25.00
マソイア <i>Cryptocarya massoy</i>	12	Inner part	53.81	53.95	42.96
クイラ <i>Intsia bijuga</i>	13	Heart.	27.62	25.75	13.68
		Sap.	53.15	52.65	37.66
ダイゾックス <i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	14	Inner part	52.70	52.60	35.30
アンチアリス <i>Antiaris toxicaria</i>	15	Inner part	60.54	61.75	47.72
アルトカルプス <i>Artocarpus incisus</i>	16	Inner part	55.65	54.35	38.45
カメレレ <i>Eucalyptus deglupta</i>	17	Inner part	44.32	41.65	29.75
"	18	Inner part	38.86	35.68	24.51
"	19	Inner part	43.23	40.60	28.80
ウォーターガム <i>Syzygium</i> sp.	20	Heart.	29.64	28.55	20.14

対する樹種の感性
species to alkaline

の材色 due to the treatment solution			色 差 ¹⁾		明度減少率 ¹⁾	汚染度の 判定 ²⁾
処 理 後 Treated parts			ΔE		Y_d (%)	Stain grade
X	Y	Z	Color difference		Decrease ratio of lightness	
33.24	31.32	20.80	5.4	5.1~ 5.7	16.6 15.7~17.0	M
47.60	47.66	36.07	4.6	2.3~ 8.6	6.9 6.0~ 7.8	M
47.68	46.54	27.85	1.7	1.5~ 1.9	4.1 3.1~ 5.0	L
32.28	31.20	22.62	7.2	6.9~ 7.6	21.4 20.4~22.5	M
38.64	37.10	25.54	3.7	3.1~ 5.0	11.0 9.4~14.5	M
30.09	29.70	14.80	9.6	8.3~11.2	27.5 23.5~32.6	M
27.38	25.49	17.34	6.1	6.1~ 6.2	20.3 19.9~20.6	M
24.02	23.30	16.30	6.8	6.5~ 7.2	22.3 21.1~23.8	M
32.62	31.70	23.22	4.9	4.8~ 5.0	15.4 15.0~15.6	M
35.35	34.58	25.14	7.4	7.0~ 8.0	18.9 18.6~19.1	M
34.10	34.05	24.10	6.7	6.4~ 7.1	19.0 18.4~19.7	M
34.30	33.54	20.55	8.5	7.8~ 9.0	22.4 21.4~23.3	M
35.78	35.70	25.59	3.0	2.6~ 3.3	8.1 6.5~ 9.0	L
35.05	35.20	24.70	2.0	1.8~ 2.3	1.6 1.4~ 2.3	L
51.24	51.00	36.13	5.5	4.8~ 6.7	13.0 11.6~15.7	M
14.82	12.28	7.68	13.5	12.8~14.1	44.9 43.4~46.2	S
29.90	27.10	12.61	3.3	3.1~ 3.5	10.3 9.7~10.9	L
28.74	26.70	17.43	8.2	7.9~ 8.5	25.3 24.1~26.0	M
48.18	47.78	37.28	4.6	4.3~ 5.0	11.5 10.4~12.6	M
20.20	18.10	9.99	9.3	9.1~ 9.5	29.8 29.4~30.1	M
46.72	45.24	31.67	6.2	5.7~ 7.1	15.2 13.4~18.2	M
46.65	46.68	31.00	4.1	3.6~ 4.5	11.0 9.7~12.0	M
55.68	56.52	40.19	4.0	3.9~ 4.2	8.5 8.1~ 9.0	M
47.28	46.21	29.64	5.7	5.1~ 6.0	13.2 11.3~15.0	M
32.70	29.95	20.30	10.1	10.0~10.3	28.3 27.5~29.3	S
29.14	26.70	19.10	9.1	8.6~ 9.9	26.1 24.9~28.3	S
31.29	29.24	21.11	10.3	9.8~11.0	28.2 27.1~29.4	S
24.30	23.21	14.85	5.1	4.0~ 6.1	18.2 14.3~21.5	M

Table 7. つづき (Continued)

樹 種 名 Species	原木番号 Log No.	心材辺材の別 Heartwood or sapwood	処 理 前 後 Change of color of wood with pH 12.0 NaOH		
			未 処 理 Untreated parts		
			X	Y	Z
ウォーターガム <i>Syzygium</i> sp.	20	Sap.	28.96	27.62	20.14
ラ プ ラ <i>Anthocephalus cadamba</i>	21	Inner part	51.09	50.60	32.98
エ ボ ジ ア <i>Evodia elleryana</i>	22	Inner part	59.68	59.83	44.88
タ ウ ン <i>Pometia pinnata</i>	23	Heart.	36.90	34.20	22.80
		Sap.	32.25	29.50	18.76
"	24	Heart.	32.60	30.60	21.00
		Sap.	28.64	26.38	18.91
"	25	Heart.	28.70	25.99	17.72
		Sap.	35.84	33.20	24.18
タ ウ ン <i>Pometia</i> sp.	26	Heart.	41.05	38.76	27.50
		Sap.	33.12	30.57	21.10
パラキュウム <i>Palaquium erythrospermum</i>	27	Heart.	35.12	32.81	20.20
		Sap.	29.24	26.70	17.21
プランチョネラ <i>Planchonella thyrsoidea</i>	28	Inner part	49.56	48.60	36.11
アンベロイ <i>Pterocymbium beccarii</i>	29	Inner part	60.70	61.82	48.00
セルチス <i>Celtis kajewskii</i>	30	Inner part	55.06	54.71	35.22
ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>		Heart.	39.76	37.65	24.53
		Sap.	53.28	52.70	36.76
カラマツ <i>Larix leptolepis</i>		Heart.	45.86	42.63	25.68
ヒノキ <i>Chamaecyparis obtusa</i>		Heart.	55.58	54.35	35.58
ミズナラ <i>Quercus crispula</i>		Heart.	38.45	37.43	25.33
ケヤキ <i>Zelkova serrata</i>		Heart.	43.41	40.80	24.75

注：1) 試験片 3 枚の平均値

2) L：弱い汚染，M：中程度の汚染，S：強い汚染

の 材 色 due to the treatment solution			色 差 ¹⁾ ΔE		明 度 減 少 率 ¹⁾ Y_d (%)		汚染度の 判 定 ²⁾ Stain grade
処 理 後 Treated parts			Color difference		Decrease ratio of lightness		
X	Y	Z					
24.10	23.10	16.10	4.8	4.4~5.3	16.8	15.8~18.2	M
48.06	47.60	29.84	2.3	2.2~2.8	4.2	1.0~5.9	L
56.60	56.70	42.46	2.1	2.0~2.3	5.1	4.8~5.2	L
25.12	22.45	15.25	11.7	10.8~12.5	33.9	31.9~35.6	S
28.88	26.10	16.05	5.2	1.7~10.7	17.4	5.4~35.4	M
19.20	16.71	11.37	15.2	14.3~15.7	44.7	42.6~46.1	S
23.72	21.10	13.45	7.4	3.1~13.1	14.3	9.9~20.0	M
19.68	17.44	12.20	9.8	9.1~10.5	32.9	31.4~34.4	S
28.00	25.40	17.69	6.4	3.6~8.3	21.1	12.5~27.4	M
29.15	26.30	18.70	11.6	11.2~11.9	31.2	29.9~32.2	S
21.70	19.15	13.48	12.3	11.7~12.9	37.2	35.9~38.3	S
24.14	21.80	13.34	11.4	10.8~12.2	34.6	33.6~36.1	S
18.86	16.52	10.40	11.7	10.6~13.1	38.7	36.0~42.1	S
44.72	43.18	32.05	4.6	4.3~5.2	11.5	10.5~12.8	M
57.15	58.20	41.80	3.6	2.9~4.8	6.7	5.1~9.1	M
51.54	51.06	31.24	2.5	2.3~2.7	6.4	6.0~6.7	L
29.62	26.60	16.57	11.3	9.1~14.0	30.9	26.5~36.8	S
45.90	45.38	30.78	5.4	5.1~5.7	13.9	13.2~14.7	M
37.15	33.90	18.06	7.2	7.0~7.6	20.8	20.2~21.6	M
52.00	50.14	33.50	3.6	3.2~4.1	7.9	7.1~9.0	L
32.32	31.36	19.68	5.1	5.0~5.2	16.1	15.7~16.4	M
35.77	33.38	19.80	6.4	6.2~6.6	18.3	17.9~18.9	M

Notes : 1) Number of specimens : 3

2) L : Light stain, M : Medium stain, S : Strong stain.

Table 8. 酸汚染に対する
Staining sensitivity of

樹 種 名 Species	原木番号 Log No.	心材辺材の別 Heartwood or sapwood	処 理 前 後 Change of color of wood with pH 1.0 C ₂ O ₄ H ₂		
			未 処 理 Untreated parts		
			X	Y	Z
スポンジ ア ス <i>Spondias dulcis</i>	1	Heart.	40.40	38.90	28.19
		Sap.	34.69	34.34	26.86
アルストニア <i>Alstonia scholaris</i>	2	Inner part	51.61	51.26	33.17
カナリウム <i>Canarium indicum</i>	3	Heart.	40.39	38.76	28.52
		Sap.	45.09	43.32	31.02
イエローターミナリア <i>Terminalia calamansanai</i>	4	Inner part	39.42	39.59	25.03
レッドブラウンターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	5	Heart.	32.99	30.83	22.62
		Sap.	34.70	33.77	22.84
"	6	Heart.	35.89	35.01	27.96
		Sap.	37.23	36.75	26.68
"	7	Heart.	40.72	40.75	32.88
		Sap.	43.33	43.44	25.75
エ リ マ <i>Octomeles sumatrana</i>	8	Heart.	43.43	42.97	33.60
		Sap.	35.31	35.78	28.09
クワンドン <i>Elaeocarpus sphaericus</i>	9	Inner part	57.71	58.00	44.52
マ ラ ス <i>Homalium foetidum</i>	10	Heart.	26.55	24.30	14.90
		Sap.	28.77	25.77	12.78
カロフィラム <i>Calophyllum vexans</i>	11	Inner part	39.26	36.77	26.13
マソイア <i>Cryptocarya massoy</i>	12	Inner part	57.54	57.59	45.89
ク イ ラ <i>Intsia bijuga</i>	13	Heart.	36.86	35.00	20.43
		Sap.	36.73	34.99	20.42
ダイゾックス <i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	14	Inner part	42.87	41.94	28.46
アンチアリス <i>Antiaris toxicaria</i>	15	Inner part	59.31	60.34	47.26
アルトカルプス <i>Artocarpus incisus</i>	16	Inner part	61.82	62.39	46.21
カメレレ <i>Eucalyptus deglupta</i>	17	Inner part	42.69	40.32	28.70
"	18	Inner part	40.84	38.00	26.72
"	19	Inner part	46.21	43.78	31.50
ウォーターガム <i>Syzygium</i> sp.	20	Heart.	30.06	28.87	20.88

樹種の感性
species to acid

の材色 due to the treatment solution			色 差 ¹⁾ ΔE Color difference	明 度 減 少 率 ¹⁾ Y_d (%) Decrease ratio of lightness	汚染度の 判 定 ²⁾ Stain grade
処 理 後 Treated parts					
X	Y	Z			
39.05	36.10	24.17	5.2 5.1~ 3.3	7.3 7.2~ 7.6	M
37.41	36.62	26.62	3.3 2.9~ 3.6	-6.3 -7.6~-4.7	M
50.71	49.56	30.90	2.4 2.1~ 2.6	3.2 2.7~ 3.6	L
40.86	38.07	26.13	3.9 3.6~ 4.2	2.0 0.9~ 3.3	M
44.13	41.73	28.49	2.2 1.6~ 2.5	3.0 1.6~ 3.7	L
40.56	40.19	24.35	1.9 1.6~ 2.2	-1.2 -1.5~-0.7	L
32.51	29.47	19.38	3.9 3.4~ 4.4	4.0 -0.1~ 7.7	M
35.13	33.78	20.22	2.8 2.5~ 3.0	0.6 -0.2~ 1.9	M
35.83	33.99	24.69	3.9 3.7~ 4.1	2.8 1.6~ 3.8	M
36.06	34.97	22.52	3.4 3.2~ 3.5	4.0 2.4~ 4.8	M
42.25	41.33	30.96	3.7 3.5~ 4.0	-0.1 -1.4~ 1.0	M
43.26	42.67	22.32	3.2 2.9~ 3.6	1.6 0.4~ 2.7	M
49.60	47.82	33.43	6.7 6.0~ 7.4	-12.4 -14.6~-11.3	M
47.53	46.97	31.18	11.6 11.1~12.0	-32.5 -34.0~-31.3	S
56.62	56.24	41.96	1.9 1.7~ 2.0	3.1 3.0~ 3.4	L
26.92	23.99	14.08	2.6 2.0~ 3.3	0.7 -1.8~ 2.5	L
28.56	25.04	11.98	2.2 2.1~ 2.4	3.5 2.5~ 5.2	L
37.74	34.17	22.78	4.2 4.1~ 4.2	7.3 7.0~ 7.8	M
57.92	57.48	44.64	1.8 1.4~ 2.4	0.0 -0.5~ 0.4	L
37.70	35.26	19.62	2.0 1.7~ 2.2	-1.7 -2.4~-0.7	L
37.59	35.37	19.71	1.8 1.7~ 2.0	-0.8 -1.1~-0.3	L
43.74	42.31	27.06	2.0 1.6~ 2.2	-0.8 -1.7~ 0.2	L
60.78	61.03	44.19	5.6 2.8~10.5	-0.5 -1.2~ 0.7	M
56.99	56.44	37.62	5.0 4.6~ 5.2	9.0 8.1~ 9.5	M
40.56	36.87	25.14	4.7 4.1~ 5.5	8.7 6.7~10.8	M
39.14	35.09	23.24	4.7 4.4~ 5.2	8.0 6.8~ 9.6	M
43.79	39.91	27.02	5.5 5.2~ 6.0	9.2 8.4~10.5	M
32.04	30.41	20.72	2.7 2.6~ 2.7	-5.7 -7.0~-4.7	L

Table 8. つづき (Continued)

樹 種 名 Species	原木番号 Log No.	心材辺材の別 Heartwood or sapwood	処 理 前 後 Change of color of wood with pH 1.0 C ₂ O ₄ H ₂		
			未 処 理 Untreated parts		
			X	Y	Z
ウオーターガム <i>Syzygium</i> sp.	20	Sap.	28.59	27.37	19.99
ラ ブ ラ <i>Anthocephalus cadamba</i>	21	Inner part	53.81	53.55	34.89
エ ボ ジ ア <i>Evodia elleryana</i>	22	Inner part	61.41	61.38	45.91
タ ウ ン <i>Pometia pinnata</i>	23	Heart.	37.78	35.87	25.52
		Sap.	36.91	34.39	23.28
"	24	Heart.	34.41	32.37	23.14
		Sap.	29.58	27.02	19.42
"	25	Heart.	26.93	24.39	16.52
		Sap.	37.33	34.39	23.89
タ ウ ン <i>Pometia</i> sp.	26	Heart.	42.29	40.30	29.10
		Sap.	39.02	36.60	25.96
パラキユウム <i>Palaquium erythrospermum</i>	27	Heart.	36.01	33.53	21.34
		Sap.	33.90	31.17	20.89
プランチョネラ <i>Planchonella thyrsoidea</i>	28	Inner part	51.42	50.48	39.81
アンベロイ <i>Pterocymbium beccarii</i>	29	Inner part	57.32	58.07	45.36
セルチス <i>Celtis kajewskii</i>	30	Inner part	56.84	57.29	37.97
ス ギ <i>Cryptomeria japonica</i>		Heart.	39.75	37.40	24.44
		Sap.	53.90	53.68	38.25
カラマツ <i>Larix leptolepis</i>		Heart.	44.50	41.38	25.60
ヒノキ <i>Chamaecyparis obtusa</i>		Heart.	56.71	55.70	36.60
ミズナラ <i>Quercus crispula</i>		Heart.	35.85	34.60	23.67
ケヤキ <i>Zelkova serrata</i>		Heart.	44.00	41.50	25.00

注：1) 試験片 3 枚の平均値

2) L：弱い汚染，M：中程度の汚染，S：強い汚染

の 材 色 due to the treatment solution			色 差 ¹⁾ ΔE Color difference	明 度 減 少 率 ¹⁾ Y_d (%) Decrease ratio of lightness	汚染度の 判 定 ²⁾ Stain grade
処 理 後 Treated parts					
X	Y	Z			
29.55	27.99	19.48	1.9 1.8~ 2.0	-1.9 -2.3~-1.3	L
53.56	53.11	33.05	1.3 1.1~ 1.5	0.7 0.5~ 0.8	L
59.38	58.43	42.68	2.4 2.1~ 2.5	4.5 4.1~ 4.8	L
36.32	33.39	21.92	4.2 3.5~ 5.0	7.4 5.7~ 9.7	M
35.88	33.00	20.37	2.5 2.1~ 2.9	4.9 3.8~ 6.9	M
32.29	29.37	18.68	4.6 3.7~ 5.6	10.4 8.4~13.5	M
27.10	24.59	15.67	3.2 2.6~ 3.9	8.8 6.4~11.1	M
26.89	23.65	14.52	3.1 2.9~ 3.3	4.2 3.0~ 5.5	M
35.39	31.80	19.29	4.0 4.0~ 4.1	7.1 6.2~ 7.6	M
41.02	37.98	25.61	3.8 3.5~ 3.9	6.0 5.8~ 6.4	M
37.28	34.34	22.56	2.8 2.7~ 2.8	5.8 4.4~ 7.0	M
33.81	30.27	17.81	4.7 4.2~ 5.2	9.7 8.7~10.8	M
33.90	29.99	16.90	5.1 4.9~ 5.3	3.9 2.4~ 5.6	M
53.33	51.84	38.07	3.0 2.8~ 3.2	-3.1 -3.5~-2.7	M
59.74	59.57	43.43	3.5 3.5~ 3.6	-2.1 -3.2~-0.6	M
57.75	57.89	37.97	1.1 0.9~ 1.5	-1.6 -3.1~-0.7	L
37.70	33.97	20.15	4.8 3.7~ 5.4	8.6 6.9~ 9.7	M
52.34	51.73	36.38	1.6 1.5~ 1.8	3.4 2.6~ 4.1	L
41.55	37.75	23.13	3.7 3.4~ 4.0	9.0 8.4~ 9.7	M
49.17	47.08	19.40	6.9 6.1~ 8.0	15.7 14.2~17.4	M
36.23	34.67	23.58	1.0 0.8~ 1.2	-0.4 -1.0~-0.1	L
42.68	39.56	23.73	2.2 2.1~ 2.4	4.7 4.5~ 4.8	L

Notes : 1) Number of specimens : 3

2) L : Light stain, M : Medium stain, S : Strong stain.

Table 9. 太陽光による変色に
Discoloration sensitivity of

樹種名 Species	原木番号 Log No.	心材辺材の別 Heartwood or sapwood	太陽光に暴露 Change of color of wood		
			未処理 Untreated parts		
			X	Y	Z
スポンジアス <i>Spondias dulcis</i>	1	Heart.	41.78	40.28	29.00
		Sap.	53.03	53.28	40.22
アルストニア <i>Alstonia scholaris</i>	2	Inner part	51.50	50.50	30.73
カナリウム <i>Canarium indicum</i>	3	Heart.	40.73	39.32	28.87
		Sap.	41.00	39.16	27.42
イエローターミナリア <i>Terminalia calamansanai</i>	4	Inner part	37.34	37.18	23.04
レッドブラウンターミナリア <i>Terminalia solomonensis</i>	5	Heart.	34.96	32.55	23.42
		Sap.	33.42	32.20	21.72
"	6	Heart.	37.54	35.58	28.74
		Sap.	40.88	39.94	26.18
"	7	Heart.	44.64	44.20	36.22
		Sap.	42.02	42.00	25.15
エリマ <i>Octomeles sumatrana</i>	8	Heart.	38.70	38.76	29.83
		Sap.	34.90	35.08	26.00
クワンドン <i>Elaeocarpus sphaericus</i>	9	Inner part	57.08	57.30	43.02
マラス <i>Homalium foetidum</i>	10	Heart.	22.87	20.70	12.30
		Sap.	29.28	26.00	12.33
カロフィルム <i>Calophyllum vexans</i>	11	Inner part	39.48	36.93	25.53
マソイア <i>Cryptocarya massoy</i>	12	Inner part	54.73	54.85	43.28
クイラ <i>Intsia bijuga</i>	13	Heart.	25.16	23.36	12.63
		Sap.	53.02	52.25	36.90
ダイゾックス <i>Dysoxylum gaudichaudianum</i>	14	Inner part	51.83	51.65	33.42
アンチアリス <i>Antiaris toxicaria</i>	15	Inner part	59.56	60.38	45.82
アルトカルプス <i>Artocarpus incisus</i>	16	Inner part	60.68	60.95	44.22
カメレ <i>Eucalyptus deglupta</i>	17	Inner part	46.02	43.75	32.05
"	18	Inner part	40.50	37.64	26.42
"	19	Inner part	46.97	44.40	32.32
ウォーターガム <i>Syzygium</i> sp.	20	Heart.	28.62	27.40	19.40

対する樹種の感性
species to exposing

前後の材色 due to exposing			色 差 ¹⁾ ΔE Color difference	明度減少率 ¹⁾ Y_d (%) Decrease ratio of lightness	変色度の 判定 ²⁾ Stain grade
暴露後 Exposing parts					
X	Y	Z			
39.25	37.81	27.38	2.5 1.9~ 3.5	6.7 4.4~ 9.6	L
52.76	52.82	41.65	1.9 1.5~ 2.6	1.6 0.3~ 3.7	L
49.38	48.89	33.00	3.7 2.4~ 5.0	2.0 -1.7~ 4.5	M
39.05	37.62	28.22	1.5 0.9~ 1.8	3.7 2.0~ 4.7	L
40.18	38.83	24.60	2.4 1.4~ 3.0	3.9 0.8~ 7.4	L
32.82	32.48	23.50	7.0 5.7~ 9.0	15.7 11.9~22.6	S
32.14	30.66	22.52	2.9 0.5~ 4.8	5.0 0.2~ 8.9	M
33.68	32.28	22.31	0.9 0.8~ 1.0	-1.0 -1.7~-0.2	L
36.49	34.92	28.02	1.7 1.0~ 2.7	2.1 -0.9~ 5.4	L
36.42	35.20	23.76	4.2 3.6~ 4.6	10.9 7.8~13.1	M
41.10	41.00	31.60	3.1 2.8~ 3.4	6.2 4.2~ 7.2	M
43.88	43.28	26.20	2.7 1.9~ 4.2	0.4 -3.9~ 8.1	M
41.52	41.91	34.84	3.0 2.8~ 3.2	-8.1 -9.1~-6.9	M
35.66	35.74	28.50	1.8 1.7~ 2.0	-1.6 -3.1~ 0.1	L
53.91	53.92	39.13	2.5 1.9~ 3.1	5.8 4.5~ 6.9	L
21.88	19.91	13.46	2.3 1.6~ 2.7	3.8 2.0~ 5.7	L
24.26	21.52	13.69	7.5 6.4~ 8.3	18.4 16.5~21.6	S
36.46	34.04	25.72	14.5 14.1~14.7	5.0 1.0~ 7.8	S
55.04	55.21	42.10	1.9 1.3~ 2.5	-0.7 -3.9~ 2.4	L
22.92	20.56	13.76	6.1 5.4~ 6.8	13.0 11.6~15.4	S
45.80	44.22	29.70	7.2 5.6~ 9.8	17.0 14.1~21.4	S
52.15	51.69	37.28	3.2 2.0~ 4.2	1.2 -5.1~ 8.7	M
57.80	58.33	42.70	1.4 0.7~ 1.9	2.5 0.3~ 3.9	L
54.10	53.74	38.28	5.0 4.9~ 5.0	11.6 11.4~11.8	M
40.74	38.15	25.52	5.8 4.7~ 6.8	15.6 18.4~27.7	M
36.48	34.40	23.93	3.6 3.4~ 3.9	9.9 8.6~11.9	M
40.52	37.95	27.82	5.4 5.0~ 5.8	14.9 14.0~16.3	M
29.08	27.68	19.32	1.1 0.6~ 1.8	-0.2 -0.3~ 1.9	L

Table 9. つづき (Continued)

樹 種 名 Species	原木番号 Log No.	心材辺材の別 Heartwood or sapwood	太 陽 光 に 暴 露 Change of color of wood		
			未 処 理 Untreated parts		
			X	Y	Z
ウォーターガム <i>Syzygium</i> sp.	20	Sap.	29.34	28.19	21.13
ラブ <i>Anthocephalus cadamba</i>	21	Inner part	54.52	54.58	36.39
エボジア <i>Evodia elleryana</i>	22	Inner part	61.33	61.56	46.48
タウ <i>Pometia pinnata</i>	23	Heart.	39.44	36.78	24.93
		Sap.	32.23	29.39	18.45
"	24	Heart.	31.99	29.90	20.57
		Sap.	30.84	28.33	20.28
"	25	Heart.	28.08	25.58	17.42
		Sap.	34.73	32.30	22.48
タウ <i>Pometia</i> sp.	26	Heart.	43.50	41.55	30.18
		Sap.	33.18	31.22	21.16
パラキウム <i>Palaquium erythrospermum</i>	27	Heart.	34.32	31.97	19.70
		Sap.	31.40	28.65	18.72
プランチョネラ <i>Planchonella thyrsoidea</i>	28	Inner part	53.32	52.72	41.33
アンベロイ <i>Pterocymbium beccarii</i>	29	Inner part	57.80	58.58	44.30
セルチス <i>Celtis kajewskii</i>	30	Inner part	55.45	55.53	34.63
スギ <i>Cryptomeria japonica</i>		Heart.	35.93	33.87	21.90
		Sap.	54.79	54.70	39.78
カラマツ <i>Larix leptolepis</i>		Heart.	45.66	42.98	25.95
ヒノキ <i>Chamaecyparis obtusa</i>		Heart.	56.10	54.83	35.92
ミズナラ <i>Quercus crispula</i>		Heart.	37.10	36.23	24.18
ケヤキ <i>Zelkova serrata</i>		Heart.	43.18	40.45	24.34

注：1) 試験片 3 枚の平均値

2) L：弱い汚染，M：中程度の汚染，S：強い汚染

前後の材色 due to exposing			色 差 ¹⁾ ΔE Color difference	明度減少率 ¹⁾ Y_d (%) Decrease ratio of lightness	変色度の 判定 ²⁾ Stain grade
暴 露 後 Exposing parts					
X	Y	Z			
29.04	27.93	19.34	1.8 1.7~ 1.9	-0.3 -4.0~ 2.2	L
51.73	51.84	35.95	2.8 2.2~ 3.6	4.7 1.1~ 8.1	M
59.64	59.24	45.10	2.5 1.9~ 3.5	5.2 3.8~ 7.9	L
35.78	33.04	25.18	5.2 4.7~ 6.0	8.2 6.9~10.2	M
25.75	23.30	16.10	6.5 5.0~ 7.3	19.8 16.8~22.0	S
30.58	28.52	21.25	2.6 2.5~ 2.7	5.2 4.5~ 6.5	M
25.81	23.72	16.40	4.6 3.4~ 5.9	16.1 11.8~20.3	M
26.70	25.36	19.90	5.0 4.3~ 5.4	0.9 -1.1~ 3.0	M
27.67	25.40	18.18	6.8 5.1~ 8.4	21.0 15.8~25.9	S
38.42	36.30	28.29	4.8 3.0~ 6.2	9.8 1.3~15.6	M
29.20	26.53	19.68	5.7 4.5~ 6.6	15.3 10.9~21.0	M
33.00	30.32	22.00	4.3 4.1~ 4.5	3.3 1.4~ 5.2	M
25.30	22.92	15.32	6.4 5.0~ 8.2	21.1 17.0~26.4	M
51.40	51.29	40.32	1.6 1.3~ 1.9	2.2 1.5~ 2.8	L
57.28	57.86	44.50	0.7 0.3~ 0.9	1.4 0.8~ 2.2	L
53.42	53.68	39.42	5.0 4.1~ 5.6	3.8 3.2~ 4.8	M
39.00	37.14	29.55	4.7 2.7~ 6.0	-6.0 -9.7~-2.7	M
52.52	52.14	38.84	2.1 1.8~ 2.3	4.2 3.6~ 4.7	L
37.53	35.41	21.30	6.8 5.8~ 8.2	17.3 15.7~18.6	S
50.80	49.50	31.04	3.5 3.1~ 3.8	9.3 8.2~10.0	M
37.81	36.38	25.08	2.2 1.8~ 2.7	-1.9 -5.8~ 0.6	L
39.92	37.75	25.18	3.8 3.2~ 4.1	7.6 6.7~ 8.8	M

Notes : 1) Number of specimens : 3

2) L : Light stain, M : Medium stain, S : Strong stain.

キュラムの心材，セルチスの心部，および国産材スギ（心材）である。

b) アルカリ汚染に対する樹種の感性

前記した pH 12.0 のカセイソーダ水溶液中への浸漬により，供試各樹種は程度こそ異なるがいずれも汚染を生じた。Table 7 に各樹種の処理前後の材色を示す三刺激値 X, Y, Z（試験片 3 枚のうちの代表的な 1 枚の材色を示す）および色差 ΔE ，明度減少率 Y_d の平均値（試験片 3 枚）を示した。汚染の程度の判定は，色差 $\Delta E=9.0$ 以上を示した樹種をアルカリ汚染に対して強い感性をもつもの（符号 S），また色差 $\Delta E=3.6$ 以下を示した樹種を弱い感性をもつもの（符号 L）とした。アルカリ汚染の色は樹種により種々であり，またアルカリ汚染および鉄汚染は酸汚染，太陽光による変色の場合に比較して著しい。

強い汚染を示した，すなわち符号 S (Strong stain) をつけた強い感性をもつものは，マラスの心材，カメレレ (17, 18, 19) の心部，タウン (23, 24, 25, 26) の心材および辺材，パラキユウムの心材および辺材，および国産材スギ（心材）である。

弱い汚染を示した，すなわち符号 L (Light stain) をつけた弱い感性をもつものは，アルストニヤの心部，エリマの心材および辺材，マラスの辺材，ラブラの心部，エボジヤの心部，セルチスの心部，および国産材ヒノキ（心材）である。

c) 酸汚染に対する樹種の感性

前記した pH 1.0 のシュウ酸水溶液中への浸漬により，供試各樹種は程度こそ異なるが，いずれも汚染を生じた。Table 8 に各樹種の処理前後の材色を示す三刺激値 X, Y, Z（試験片 3 枚のうち代表的な 1 枚の材色を示す）および色差 ΔE ，明度減少率 Y_d の平均値（試験片 3 枚）を示した。汚染の程度は鉄汚染，アルカリ汚染に比較して少なく，いずれの樹種も大体赤色が増加した。明度の変化も少なく，逆に明度の増加した樹種もある。汚染度の判定は，色差 $\Delta E=10.0$ 以上を強い感性をもつもの（符号 S），また色差 $\Delta E=2.5$ 以下（明度減少率の小さいものは 3.0 以下）を弱い感性をもつもの（符号 L）とした。

強い汚染を示した，すなわち符号 S (Strong stain) をつけた強い感性をもつものは，エリマ (8) の辺材のみであった。

弱い汚染を示した，すなわち符号 L (Light stain) をつけた感性をもつものは多く，アルストニヤの心部，カナリウムの辺材，イエローターミナリアの心部，クワンドンの心部，マラスの心材および辺材，マソイアの心部，クイラの心材および辺材，ダイゾックスの内側部，ウォーターガムの心材および辺材，ラブラの心部，エボジアの心部，セルチスの心部および国産材スギの辺材，ミズナラの心材，ケヤキの辺材である。

d) 太陽光による変色に対する樹種の感性

Table 9 に各樹種の太陽光に暴露する前の材色および暴露後の変色した材色を示す三刺激値 X, Y, Z（試験片 3 枚のうち代表的な 1 枚の材色を示す）および色差 ΔE ，明度減少率 Y_d の平均値（試験片 3 枚）を示した。

太陽光によりすべての樹種は程度こそ異なるが変色した。この試験は一定時間，また 40 時間という比較的短時間の暴露であるので，長時間暴露後の木材の変色を示しておらず，木製品が製造された場合の初期における変色の早さ，すなわち変色の速度の大小を示している。明度の変化は比較的少なく，逆に増加したものもある。

一般的に強い変色を示すことが知られている国産材カラマツの色差 ΔE が 6.8 であるので，今回の試

験においては、 $4E=6.5$ 以上を示した樹種を、太陽光に対して強い感性であると判定し、符号 S をつけた。また色差 $4E=2.5$ 以下を示した樹種を弱い感性であると判定し、符号 L をつけた。

強い変色が生じた樹種は、イエローターミナリアの心部、マラスの辺材、カロフィルムの心部、クイラの心材および辺材、タウン（23, 25）の辺材および国産材カラマツの心材である。

弱い変色しか示さなかった樹種は、スポンジアスの心材および辺材、カナリウムの心材および辺材、レッドブラウターミナリア（5, 6）の心材および辺材、エリマの辺材、クワンドンの心部、マラスの心材、マソイヤの心部、アンチアリスの心部、ウォーターガムの心材および辺材、エボジアの心部、プランチョネラの心部、アンベロイの心部および国産材スギの辺材、ミズナラの心材である。

引用文献

- 1) 林業試験場編：木材工業ハンドブック，丸善，p. 436，(1973)
- 2) 米田昌也・宮野 力・若井 実：北林産試月報，209，11，(1969)
- 3) U. S. Forest Products Laboratory：Wood Handbook, No. 72, 7-2, (1974)
- 4) 日本建築学会編：木構造設計基準，丸善，44，(1973)
- 5) 金谷紀行：木材工業，31，375，(1976)
- 6) 未利用樹種研究班：林試研報，294，第3報，1~49，(1977)
- 7) 茅原正毅・高野了一・水本克夫：木材と技術（富山県木材試），4，8，(1970)
- 8) 屋代 真・川村恵洋・佐々木毅三男・継田視明：木材工業，23，428，(1968)
- 9) V. R. GRAY：Research Report C/RR/1, (1960)
- 10) 武南勝美：木材誌，10(1)，22，(1964)
- 11) 後藤輝男・往西弘次：島根農科大学研報，15A，80，(1967)
- 12) 武南勝美：木材誌，11(2)，47，(1965)
- 13) ————：木材誌，11(2)，41，(1965)

**Properties of Some Papua New Guinea Woods Relating
with Manufacturing Processes V**
**Wood bending, nailing, inhibition of cement hardening and
chemical discoloration of some East New Britain woods**

Working Group on Utilization of Tropical Woods⁽¹⁾

Summary

Test on wood bending, nailing, inhibition of cement hardening and chemical discoloration were carried out on twenty-four species collected at a lowland rainforest in East New Britain in 1975. The test materials were taken from the logs mentioned in the first series. Results of the other tests on the same sample logs were shown in the previous reports (I, II and III).

1. **Wood bending**

Bending ability of 30 logs (24 species) was investigated in this study. For this purpose, degree of bending failure with several radii of curvature and change in curvature of the bent specimens with time were measured.

Procedure

Flat-grained test pieces were obtained from the heartwood of each log and surfaced to the bending specimens with 5 cm wide by 2 cm thick by 60 cm long after drying to 15 per cent moisture content. The test specimens underwent the steaming treatment for 30 to 60 minutes at the atmospheric pressure prior to bending operation. Then, each specimen was quickly transferred to a bending jig with radii of curvature from 30 to 80 cm (5 steps as shown in Table 1). The flexible steel tension strap was arranged on the convex side of the specimen. This bending procedure is a so-called Thonet method.

After the bending operation, each bent specimen was restrained with a tie-rod and removed from the bending jig. The bent specimens were dried in a small experimental dry kiln for 15 hours with steel strap and tie-rod. The steel strap and the tie-rod were removed after the drying. Then, the changes in curvature of the specimens were measured at given intervals of time in room air condition.

The tested specimens were rated to 3 grades as below based on the degree of the bending failure. That is,

Grade A : with or without minor compressive failure—negligible for practical use—in the concave side

Grade B : with remarkable compressive failure

Grade C : with breakage or tension failure

The change in radius of curvature is calculated by the following formula :

$$\text{Changing rate} = \frac{r' - r}{r} \times 100 (\%)$$

Received January 27, 1977

(1) Wood Technology Division and Forest Product Chemistry Division

where, r is the radius of curvature of bending jig and r' is the radius of curvature after exposure in room air condition.

Results

The degree of bending failure of each log (the number of specimens rated to grade A, B or C) and change in curvature after one month exposure in room air condition are shown in Table 2. Results are summarized as follows :

a) All specimens of *Alstonia* (2), *Antiaris* (15) and *Pterocymbium* (29) could not be bent at all even with the radius curvature of 80 cm.

b) Most specimens of 10 species (12 logs) could be bent with the radius of curvature of 80 cm, but not with 58 cm. Among them, all specimens of *Canarium* (3), *Cryptocarya* (12) and *Anthocephalus* (21) were rated to grade A with the radius of 80 cm.

c) Specimens of *Homalium* (10), *Intsia* (13), *Syzygium* (20) and *Celtis* (30) could be bent with the radius of 58 cm.

d) Specimens of *Pometia* (23~26) could be bent with the radius of 45 cm. One of the specimens of *Pometia* (24) was rated to grade A even with the radius of curvature of 30 cm.

e) Some specimens gained in curvature (became smaller radius, denoted by minus sign in Table 2), while the others lost (became larger radius) after exposure in room air condition. Nevertheless changes in curvature were negligible for practical purpose.

2. Nailing

The following tests on the nailing characteristics of lumber were carried out.

- a) The driving resistance of nail when driven into wood with constant rate.
- b) The withdrawal resistance of nail.
- c) The depth of penetration of nail when driven by dropping hammer.
- d) The splitting with nail.

Procedure

1) Test material and specimen

Twenty-four species (thirty logs) from Papua New Guinea together with six Japanese species for comparison were tested. The test specimens were conditioned for about two months in 20°C, 70~75% R. H. after seasoning.

2) Nails

The following two types of nail were selected.

N 45 diameter 2.41 mm length 45 mm (experiments a, b, c)

N 65 diameter 3.05 mm length 65 mm (experiment d)

(JIS A 5508 Common nail)

3) Method of measurement

a) Driving resistance

The test specimen is shown in Fig. 4 and a general view of the static driving apparatus (testing machine, SHIMAZU AUTO-GRAPH IS-5000) is shown in Fig. 5-1. Nails were driven to 30 mm depth at a constant rate of 100 mm/min and during driving the load-depth of penetration diagram was recorded.

The formula used in the calculation of the driving resistance is :

$$\text{Driving resistance (kg/cm)} = P_d/1$$

where P_d is the maximum load of driving (kg); and 1, the depth of penetration of nail (cm).

b) Withdrawal resistance

The same specimens as those for driving resistance test were examined.

A general view of the withdrawal apparatus is shown in Fig. 5-2. Nails were withdrawn at a constant rate of 50 mm/min and during withdrawal the load-withdrawal diagrams were recorded. The elapsed time from driving till withdrawal was about three hours.

The formula used in the calculation of the withdrawal resistance is :

$$\text{Withdrawal resistance (kg/cm)} = P_w/l$$

where P_w is the maximum load of withdrawal (kg); and l , the depth of penetration of the nail (cm).

c) The depth of penetration

A general view of the impact driving apparatus is shown in Fig. 6. An 1.0 kg hammer was dropped on a nail head from the height of 10 cm. The depth of penetration was measured with a slide calipers after three droppings.

d) Splitting

The specimen is shown in Fig. 7. Nails were driven through the board with a 390 g common hammer to three different distances from the end of specimen. After driving, visible splittings were graded.

Results

The results on nailing characteristics are shown in Tables 3 and 4.

Figs. 8, 9 and 10 illustrate correlations between their characteristics and the specific gravity.

The results are summarized as follows :

1) The driving and the withdrawal resistance of nailing correlated to the specific gravity. The relation between the withdrawal resistance and the specific gravity coincided with those presented by U. S. F. P. L. exclusive of high specific gravity.

2) The splitting tendency increased with specific gravity (Fig. 10).

End splitting occurred in *Homalium* (10) and *Intsia* (13), small splitting beside the nail occurred in *Dysoxylum* (14) and *Pometia* (23~25) when the end distance was fifteen times of nail diameter, the lower limit recommended in Japanese wood structural design manual⁽⁴⁾⁽⁵⁾. Therefore, it is necessary to drive the nail into pre-drilled holes for these species.

3. Inhibition of cement hardening

To determine the inhibitory action of cement hardening caused by woods from Papua New Guinea, the partial compressive strengths of small size blocks prepared from cement and wood powder were measured.

Procedure

The wood powder was classified into the range between 24 mesh and 100 mesh. The ratio of cement/wood powder/water was 180/10/75 on a weight basis. The cement-wood powder blocks were moulded in rectangular form of 20 mm by 20 mm by 25 mm. The partial compressive tests were carried out six days after block preparation. The blocks were compressed by flat end of steel cylinder of 9.80 mm in diameter (0.7543 cm² in area).

Results

The results are shown in Table 5. For comparison, the results of the similar tests on non-wood powder, Ezomatsu (*Picea jezoensis*) and Karamatsu (*Larix leptolepis*) are shown in the table. Karamatsu indicates the inhibitory action but Ezomatsu has not action. The

species without the inhibitory action of cement hardening were : *Canarium* (log number 3), *Terminalia* (4~7), *Octomeles* (8), *Calophyllum* (11), *Dysoxylum* (14), *Eucalyptus* (18). The other species had the inhibitory action of cement hardening especially the following species showed the remarkable inhibitory action of cement hardening : *Elaeocarpus* (9), *Intsia* (13), *Antiaris* (15), *Artocarpus* (15), *Anthocephalus* (21), *Pometia* (24, 25), *Pterocymbium* (29), *Celtis* (30).

4. Chemical discoloration of wood

The following four items of experiment were carried out for the chemical discoloration of wood.

- a) Staining sensitivity to iron
- b) Staining sensitivity to alkaline
- c) Staining sensitivity to acid
- d) Discoloration sensitivity on exposure

Procedure

- 1) Test material and specimen

The dressed flat-grained specimens of 3.5 mm thick by 7 cm wide by 7.5 cm long were prepared from each of twenty four species (30 logs).

- 2) Measuring method of color

Tristimulus values X, Y and Z were measured before and after treatments by a color difference meter, and to compare the discoloration degree of specimens, a color difference ΔE (L, a, b unit) and a decrease ratio of lightness Y_d were calculated by the following formulas.

$$L = 10Y^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(1)$$

$$a = 17.5(1.02X - Y)/Y^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2)$$

$$b = 7.0(Y - 0.847Z)/Y^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(3)$$

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(4)$$

where $\Delta L = L_1 - L_2, \Delta a = a_1 - a_2, \Delta b = b_1 - b_2$

$L_1, a_1, b_1 : L, a, b$ before treatment

$L_2, a_2, b_2 : L, a, b$ after treatment

$$Y_d = \frac{Y_0 - Y_1}{Y_0} \times 100 \dots\dots\dots(5)$$

where $Y_0 : \text{the lightness before treatment}$

$Y_1 : \text{the lightness after treatment}$

- 3) Method of treatment

- a) Staining with iron

Staining sensitivity of wood species to iron were investigated. Test specimens were soaked in 0.1% Fe-solution ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) for 5 min at 20°C, and airconditioned for 4 days.

- b) Alkaline stain

The staining sensitivity of wood species to alkaline were investigated. Test specimens were soaked in pH 12.0 caustic soda solution for 5 min at 20°C, and air conditioned for 4 days.

- c) Acid stain

The staining sensitivity of wood species to acid were investigated. Test specimens were soaked in pH 1.0 oxalic acid solution for 5 min at 20°C, and air conditioned for 4 days.

- d) Discoloration on exposing

The discoloration sensitivity of wood species on exposure were investigated. Exposing time

was 40 hr.

Staining sensitivity of wood species was assessed at three levels, where L=light stain, M=medium stain and S=strong stain.

These results are also recorded in Tables 6, 7, 8 and 9.

Results

Results obtained are as follows.

a) Staining with iron

The following specimens showed the remarkable discoloration; *Terminalia* (4) (Inner part), *Terminalia* (5, 7) (Heartwood) (Sapwood), *Elaeocarpus* (9) (Inner part) *Eucalyptus* (18) (Inner part) and *Pometia* (25) (Heartwood).

On the other hand, the following specimens showed slight discoloration; *Alstonia* (2) (Inner part), *Octomeles* (8) (Heartwood), *Calophyllum* (11) (Inner part), *Cryptocarya* (12) (Inner part), *Dysoxylum* (14) (Inner part), *Anthocephalus* (21) (Inner part), *Palaquium* (27) (Heartwood) and *Celtis* (30) (Inner part).

b) Alkaline stain

The following specimens showed remarkable discoloration; *Homalium* (10) (Heartwood), *Eucalyptus* (17~19) (Inner part), *Pometia* (23~26) (Heartwood) (Sapwood) and *Palaquium* (27) (Heartwood) (Sapwood).

On the other hand, the following specimens showed slight discoloration; *Alstonia* (2) (Inner part), *Octomeles* (8) (Heartwood) (Sapwood), *Homalium* (10) (Sapwood), *Anthocephalus* (21) (Inner part), *Evodia* (22) (Inner part) and *Celtis* (30) (Inner part).

c) Acid stain

Octomeles (8) (Sapwood) showed remarkable discoloration.

On the other hand, the following specimens showed slight discoloration; *Alstonia* (2) (Inner part), *Canarium* (3) (Sapwood), *Terminalia* (4) (Inner part), *Elaeocarpus* (9) (Inner part), *Homalium* (10) (Heartwood) (Sapwood), *Cryptocarya* (12) (Inner part), *Intsia* (13) (Heartwood) (Sapwood), *Dysoxylum* (14) (Inner part), *Syzygium* (20) (Heartwood) (Sapwood), *Anthocephalus* (21) (Inner part), *Evodia* (22) (Inner part) and *Celtis* (30) (Inner part).

d) Discoloration on exposing

The following specimens showed remarkable discoloration; *Terminalia* (4) (Inner part), *Homalium* (10) (Sapwood), *Calophyllum* (11) (Inner part), *Intsia* (13) (Heartwood) (Sapwood) and *Pometia* (23, 25) (Sapwood).

On the other hand, the following specimens showed slight discoloration; *Spondias* (1) (Heartwood) (Sapwood), *Canarium* (3) (Heartwood) (Sapwood), *Terminalia* (5, 6) (Heartwood) (Sapwood), *Octomeles* (8) (Sapwood), *Elaeocarpus* (9) (Inner part), *Homalium* (10) (Heartwood), *Cryptocarya* (12) (Inner part), *Antiaris* (15) (Inner part), *Syzygium* (20) (Heartwood) (Sapwood), *Evodia* (22) (Inner part), *Planchonella* (28) (Inner part) and *Pterocymbium* (29) (Inner part).