

# 半板含水率と接着力について

野崎 兼司 吉田 弥明  
田口 崇

## 1. まえがき

合板の製造において、接着時の単板含水率は接着性能や合板の品質に与える影響が大きく、このことについて従来から多くの研究がおこなわれ、中でも接着時の単板含水率と接着力についてとりあげたものが多い。しかし、そのほとんどが等しい含水率の単板を組合せた場合であり、異なる含水率の単板を組合せた場合の報告は、極く一部にすぎない。

合板の製造では、接着力が最も重視され、良好な接着力を得るためには、接着剤の種類や接着工法を考慮した適正な含水率でなければならぬ。

しかし、実際の工程では使用される樹種も多く、ドライヤーの性能や、単板の初期含水率の差、乾燥の仕方、その他の要因などによって、仕上がり含水率を均一化することは困難であり、そのばらつきは相当大きい。

このようなことから、実際にはある範囲の含水率の単板がいろいろの形で組合せられている。合板の製造において最も重視される接着力を管理する上からも、含水率の異なる単板を組合せて接着した場合、どのような接着力が得られるかを知ることが大切であろうと思われる。

今回、道産材を主体にして、生産規模によるJAS類合板を製造し、接着時の単板含水率と接着力との関係について検討した。

## 2. 試験方法

### 2.1 試験条件

試験条件の組合せを第1表に示す。表裏単板および心板単板の含水率をそれぞれ6、12、および18%の3種類、表裏単板にシナ、カバ、セン、タモの4樹種、心板単板にシナ、ラワンの2樹種を用いた4mm合板(単板構成0.9+2.5+0.9mm)72条件、また、含水率

第1表 試験条件の組合せ

心板単板			表裏単板 0.9mm	
樹種	厚さ (mm)	含水率 (%)	樹種	含水率 (%)
シナ	2.5	6	シナ	6, 12, 18
		12	カバ	〃
		18	セン	〃
			タモ	〃
ラワン	2.5	6	シナ	〃
		12	カバ	〃
		18	セン	〃
			タモ	〃
	4.5	6	カバ	〃
		12		〃
		18	セン	〃

3種類のラワン単板を心板として、表裏単板2樹種、含水率をそれぞれ3種類とした。6mm合板(単板構成0.9+4.5+0.9mm)18条件、計90条件とし、各構成毎に表裏単板と心板単板の含水率をそれぞれ3水準とした2元配置、3回繰返し実験により各因子の接着力におよぼす効果について検討した。

### 2.2 単板の製造

供試単板は、原木の差による影響をできるだけさけるため、各樹種とも1木の原木から採取するようにしたが、シナ単板のみ表裏単板用1本、心板単板用1本の計2本から採取した。原木は、各樹種とも一般的な煮沸条件で煮沸し、すべて、水平、垂直距離を単板切削厚さ×90%および35%の条件で切削した。

単板は、ドライヤーで約6%の含水率に乾燥し、6%の含水率で使用する単板は、そのままビニールシートに包み、12、18%の含水率で使用する単板は、平衡含水率12および18%になるような恒温恒湿室で平衡状態に達するまで調湿をおこなった。なお、調湿単板からサンプリングをおこない全乾法により含水率を測定

第2表 供試単板の予定含水率と実測含水率

樹種	厚さ (mm)	予定含水率 (%)	実測含水率 (%)
シナ	0.9	6	5.0
		12	12.1
		18	18.9
カバ	0.9	6	5.7
		12	12.4
		18	17.1
セン	0.9	6	5.8
		12	12.8
		18	18.1
タモ	0.9	6	5.6
		12	12.2
		18	17.8
シナ	2.5	6	5.5
		12	10.8
		18	17.9
ラワン	2.5	6	5.4
		12	10.6
		18	18.9
ラワン	4.5	6	7.2
		12	11.1
		18	19.8

した。その結果を第2表に示す。

2.3 合板の製造

接着剤は、尿素メラミン共縮合樹脂を用い、普通増量法による類配合とし、91×91cm<sup>3</sup>プライ合板を1条件につき3枚、計270枚を次の接着条件で製作した。

接着剤配合比 (重量) 住友 U A - 152 100  
小麦粉 20  
水 25  
硬化剤 (NH<sub>4</sub>Cl) 1

塗布量 4mm合板 24~25g / 30×30cm<sup>2</sup>  
6mm合板 28~29g / 30×30cm<sup>2</sup>

堆積時間 25分

冷圧 (4mm, 6mm同じ) 12kg / cm<sup>2</sup> 60分

熱圧 4mm合板110 8kg / cm<sup>2</sup> 180秒

6mm合板110 8kg / cm<sup>2</sup> 270秒

2.4 接着力試験

接着力試験は、JAS 類合板の試験方法に準じ、常態および温冷水浸せき試験をおこなった。試験片は合板のほぼ中央から合板1枚につき常態および温冷水浸せき試験片 (B型) を各10枚採取し、順逆をそれぞれ

半数づつとした。したがって、1条件の試験片数は常態および温冷水浸せき試験とも各30片 (順逆、各15片) である。なお常態接着力試験片は平衡含水率12%になるような恒温恒湿室で調湿後接着力試験をおこなった。

3. 試験結果および考察

単板含水率が接着力におよぼす効果について検討をおこなった。第3, 4表は接着力試験結果を示す。

第3表 接着力試験結果 心板樹種 シナ

心板単板		表裏単板 (0.9mm)	常態接着力試験 (kg/cm <sup>2</sup> )	温冷水浸せき試験 (kg/cm <sup>2</sup> )
厚さ mm	含水率 (%)	樹種 含水率 (%)	平均	平均
2.5	5.5	シナ	5.0 (80)	15.8 (68)
			12.1 (87)	13.4 (10)
			18.9 (77)	15.1 (10)
		カバ	5.7 (60)	24.1 (96)
			12.4 (81)	18.1 (68)
			17.1 (95)	19.8 (28)
	セン	5.8 (96)	14.9 (29)	
		12.8 (99)	15.0 (16)	
		18.1 (89)	14.1 (9)	
	タモ	5.6 (100)	15.8 (86)	
		12.2 (99)	14.0 (49)	
		17.8 (98)	14.3 (41)	
10.8	5.5	シナ	5.0 (71)	16.3 (7)
			12.1 (5)	12.5 (5)
			18.9 (6)	10.7 (0)
		カバ	5.7 (33)	15.9 (1)
			12.4 (37)	13.3 (2)
			17.1 (41)	15.6 (1)
	セン	5.8 (85)	13.7 (19)	
		12.8 (32)	9.8 (0)	
		18.1 (47)	8.3 (0)	
	タモ	5.6 (94)	13.7 (18)	
		12.2 (92)	12.0 (0)	
		17.8 (89)	10.4 (0)	
17.9	5.5	シナ	5.0 (7)	10.7 (0)
			12.1 (6)	10.3 (1)
			18.9 (21)	8.4 (0)
		カバ	5.7 (3)	13.0 (0)
			12.4 (36)	12.5 (0)
			17.1 (5)	13.8 (1)
	セン	5.8 (42)	10.3 (0)	
		12.8 (4)	6.0 (0)	
		18.1 (11)	6.1 (0)	
	タモ	5.6 (76)	8.8 (0)	
		12.2 (73)	6.9 (0)	
		17.8 (33)	6.5 (0)	

注) 1. ( ) は木破率を示す  
2. 平均は順逆各15片、計30片の平均を示す

各単板構成毎に表裏単板含水率と心板単板含水率が接着力におよぼす効果について、2元配置により分散

第4表 接着力試験結果 心板種類 ラワン

心板単板		表裏単板 (0.9mm)	常態接着力試験 (kg/cm <sup>2</sup> )		温冷水浸せき試験 (kg/cm <sup>2</sup> )	
厚さ mm	含水率 (%)	樹種 含水率 (%)	平	均	平	均
2.5	5.4	シナ	5.0	15.8 (93)	14.3	(51)
			12.1	16.7 (50)	12.8	(1)
			18.9	15.8 (92)	14.8	(34)
		カバ	5.7	19.8 (100)	18.5	(92)
	12.4		18.9 (96)	16.8	(66)	
	17.1		17.8 (96)	17.2	(72)	
	セン	5.8	15.4 (100)	16.1	(53)	
		12.8	14.3 (100)	14.2	(33)	
		18.1	13.9 (99)	12.3	(21)	
	タモ	5.6	13.5 (100)	14.6	(96)	
		12.2	12.1 (100)	14.4	(50)	
		17.8	13.3 (100)	13.3	(26)	
10.6	シナ	5.0	16.5 (90)	15.5	(16)	
		12.1	16.7 (84)	12.5	(5)	
		18.9	15.0 (55)	11.4	(0)	
		カバ	5.7	17.5 (100)	17.6	(79)
	12.4		17.5 (98)	15.6	(25)	
	17.1		18.0 (86)	16.0	(14)	
	セン	5.8	14.7 (98)	14.4	(30)	
		12.8	13.5 (91)	11.4	(0)	
		18.1	14.2 (95)	10.2	(1)	
	タモ	5.6	11.3 (100)	13.1	(29)	
		12.2	13.2 (100)	12.2	(6)	
		17.8	13.1 (93)	10.0	(0)	
18.9	シナ	5.0	17.2 (92)	14.2	(22)	
		12.1	15.9 (5)	9.7	(0)	
		18.9	14.6 (10)	9.3	(0)	
		カバ	5.7	18.0 (98)	17.6	(31)
	12.4		17.8 (72)	14.5	(3)	
	17.1		16.7 (64)	13.8	(9)	
	セン	5.8	14.8 (96)	12.3	(1)	
		12.8	14.0 (87)	10.4	(1)	
		18.1	13.6 (60)	8.1	(1)	
	タモ	5.6	12.1 (100)	12.1	(12)	
		12.2	11.0 (100)	10.0	(0)	
		17.8	11.5 (89)	8.3	(0)	
4.5	7.2	カバ	5.7	19.5 (95)	18.5	(80)
			12.4	19.1 (96)	18.3	(70)
			17.1	19.2 (90)	18.6	(62)
		セン	5.8	14.6 (100)	13.3	(70)
	12.8		14.8 (100)	13.6	(37)	
	18.1		16.5 (92)	13.8	(10)	
	11.1	カバ	5.7	18.5 (100)	18.0	(66)
			12.4	19.5 (99)	17.9	(30)
			17.1	19.7 (71)	17.2	(8)
		セン	5.8	14.7 (100)	12.1	(24)
	12.8		16.4 (100)	14.2	(12)	
	18.1		15.2 (73)	11.5	(5)	
19.8	カバ	5.7	18.9 (95)	18.5	(38)	
		12.4	18.0 (85)	16.5	(40)	
		17.1	19.7 (55)	14.9	(1)	
	セン	5.8	15.6 (99)	11.8	(18)	
12.8		14.4 (92)	11.0	(9)		
18.1		14.2 (57)	10.0	(0)		

注) 1. ( )は木破率を示す  
2. 平均は樹種各15片, 計30片の平均を示す

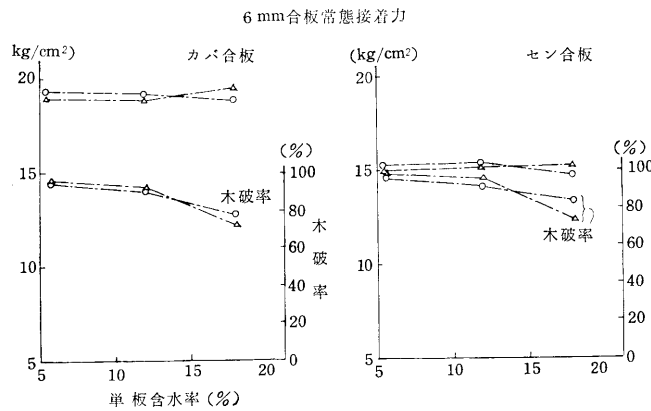
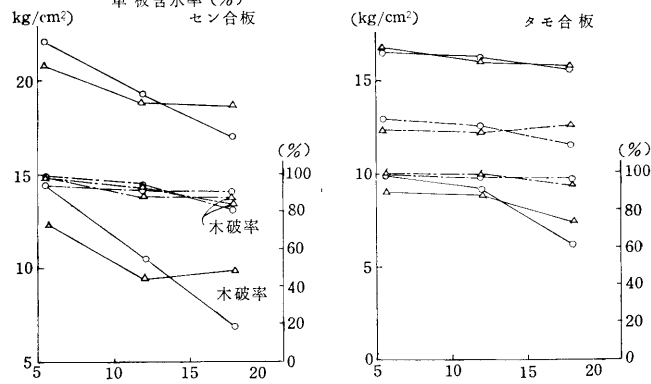
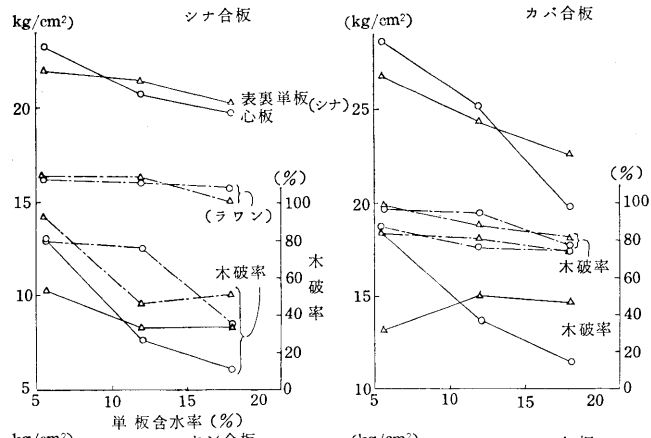
分析をおこない検討した。第5表は分散分析の結果を示したものである。分散分析は、常態および温冷水浸せき試験の接着力および木部破壊率についてF検定をおこなった。第3, 4表に示した常態試験では、心板単板含水率の変動に対する接着力との関係では、シナ心板でシナ、カバ、セン合板がF0が危険率1%以下で有意、ラワン心板では、カバ合板が5%以下で有意であった。表裏単板の含水率の変動に対する接着力の関係では、シナ+ラワンの構成で1%, セン+シナ, セン+ラワンの構成のとき5%で有意であり、其の他の構成においては有意差が認められなかった。

温冷水浸せき試験におけるく4mm合板の分散分析の結果、心板単板含水率の変動に対する接着力との関係では、すべての構成においてF0が危険率1%で有意であり、表裏単板含水率の変動に対しても、セン+シナの構成において5%, 其の他の構成では1%以下で有意であった。また、表裏単板と心板単板含水率の変動に対する交互作用は、約半数の樹種、構成について有意が認められた。6mm合板では、心板単板含水率の変動に対して、カバ合板が5%以下、セン合板で1%以下で有意であり、表裏単板含水率の変動に対しては、セン合板が5%以下で有意で、第1, 2図は表裏単板と心板単板含水率の接着力におよぼす主効果を示した。

常態接着力試験では、心板単板がシナの場合、表裏単板含水率より心板単板含水率が接着力におよぼす効果が大きいことが認められるが、ラワン心板では木部破壊率が高く、明らかな差は認められない。また、心板樹種による接着力の差が大きいのが、これはシナとラワンの材質的な強度の差が木部破壊率となって表れたためと考えられる。

4mm合板の温冷水浸せき試験において、心板単板にシナを用いた場合の表裏単板含水率と接着力との関係は、シナ合板、6% > 12% > 18%、カバ合板、6% > 18% > 12%の順となり、セン、タモ合板では、6% > 12% > 18%と含水率が高くなるにつれて接着力が低下する傾向を示す、また、ラワン心板では、シナ、カバ合板が6% > 12% > 18%、セン、タモ合板では6

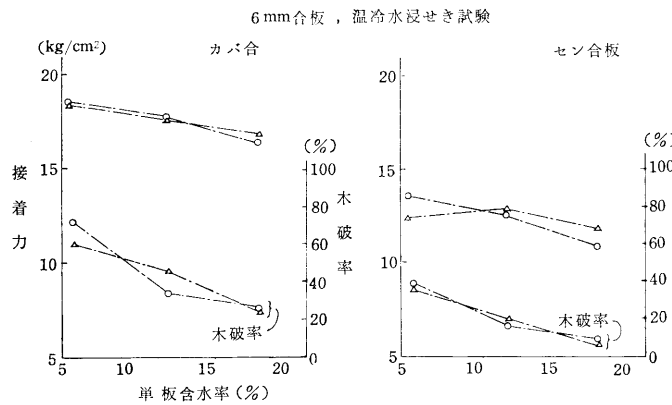
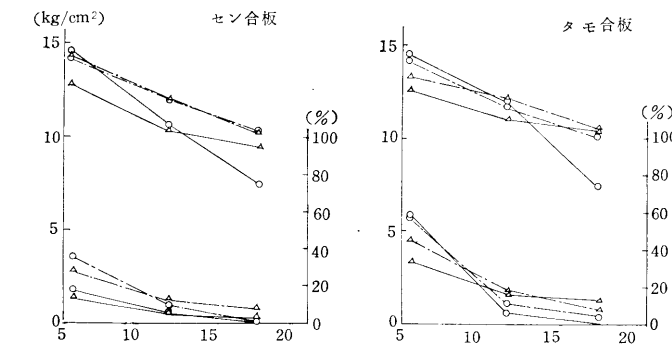
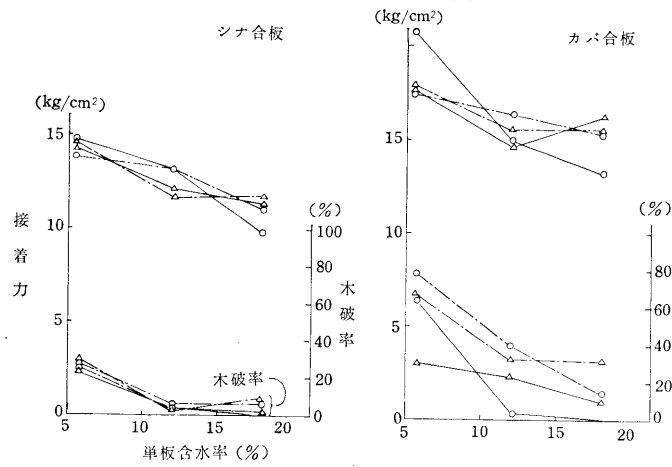
4 mm合板常態接着力



第1図主 効果 グラフ

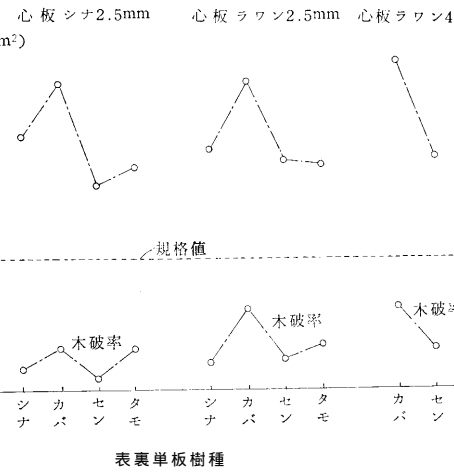
— シナ心板  
 - - - ラワン心板  
 ○ 心板単板  
 △ 表裏単板

4 mm合板温冷水浸せき試験

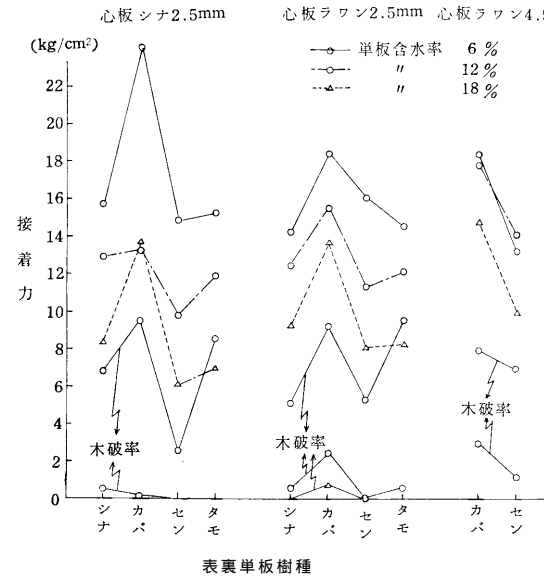


第2図主 効果 グラフ

— シナ心板  
 - - - ラワン心板  
 ○ 心板単板  
 △ 表裏単板



表裏単板樹種  
 第3図 樹種別、温冷水浸せき試験結果



表裏単板樹種  
 第4図 表裏、心板単板が同含水率の掛合の接着力 (温冷水浸せき試験)

第5表 分散分析結果

合板厚さ 樹種構成	因子	常態試験		温冷水浸せき試験	
		F <sub>0</sub>		F <sub>0</sub>	
		接着力	木部破断	接着力	木部破断
4mm シナ+シナ+シナ	心板単板含水率の変動 (B)	9.06**	78.00**	40.07**	16.50**
	表裏単板含水率の変動 (A)	1.63	0.72	13.80**	8.45**
	交互作用 (B×A)	2.71	19.00**	4.71**	7.96**
4mm シナ+ラワン+シナ	心板単板含水率の変動 (B)	1.31	30.90**	29.62**	4.42*
	表裏単板含水率の変動 (A)	31.27**	33.40**	38.14**	4.46*
	交互作用 (B×A)	9.81**	13.39**	9.41**	6.95**
4mm カバ+シナ+カバ	心板単板含水率の変動 (B)	11.21**	23.80**	60.40**	17.80**
	表裏単板含水率の変動 (A)	0.82	3.28	9.02**	15.50**
	交互作用 (B×A)	1.27	1.12	3.44*	15.10**
4mm カバ+ラワン+カバ	心板単板含水率の変動 (B)	4.99*	9.15**	13.24**	53.02**
	表裏単板含水率の変動 (A)	1.99	4.74*	17.49**	23.93**
	交互作用 (B×A)	1.82	1.97	1.87	2.94*
4mm セン+シナ+セン	心板単板含水率の変動 (B)	12.91**	34.64**	20.47**	7.14**
	表裏単板含水率の変動 (A)	3.30*	6.44**	5.16*	2.97
	交互作用 (B×A)	2.30	1.38	0.43	2.23
4mm セン+ラワン+セン	心板単板含水率の変動 (B)	0.38	16.53**	69.43**	39.67**
	表裏単板含水率の変動 (A)	3.69*	6.88**	85.87**	18.57**
	交互作用 (B×A)	0.42	5.49**	0.85	5.03**
4mm タモ+シナ+タモ	心板単板含水率の変動 (B)	0.47	41.93**	71.63**	150.78**
	表裏単板含水率の変動 (A)	0.95	8.14**	8.77**	18.93**
	交互作用 (B×A)	2.04	5.55**	0.87	6.41**
4mm タモ+ラワン+タモ	心板単板含水率の変動 (B)	2.99	2.92	30.96**	12.50**
	表裏単板含水率の変動 (A)	0.53	6.42**	15.60**	5.24*
	交互作用 (B×A)	1.58	2.67	26.31**	1.21
6mm カバ+ラワン+カバ	心板単板含水率の変動 (B)	0.23	5.02*	5.37*	11.52**
	表裏単板含水率の変動 (A)	1.23	14.01**	3.21	7.30**
	交互作用 (B×A)	0.49	1.28	2.39	1.13
6mm セン+ラワン+セン	心板単板含水率の変動 (B)	0.55	9.49**	22.81**	37.73**
	表裏単板含水率の変動 (A)	0.23	35.73**	4.58*	30.55**
	交互作用 (B×A)	1.95	5.04**	2.46**	6.01**

注) F<sub>0</sub>: 試験結果にもとづくF値  
 \*: 危険率5%以下で有意  
 \*\*: 危険率1%以下で有意

% > 12% > 18%とほぼ直線的に接着力が低下する。

心板単板含水率と接着力との関係は、シナを心板に用いた場合、各樹種との組合せにおいて、いずれも含水率が高くなるにつれて接着力が低下する傾向にあるが特にカバとの組合せにおいて、6 12%タモとの組合せで12 18%での接着力の低下が大きい。ラワン心板はシナとの組合せを除き、含水率が高くなるにつれてほぼ直線的に接着力が低下する傾向にある。シナ心板は、ラワン心板より、含水率の変化に対する接着力の変化が大きい。

6mm合板は、シナ、カバとも、4mm合板とほぼ同様の傾向を示すが、その傾向は4mm合板に比べてやや小さい。

第3図に樹種別、接着力を示した。この結果によると、樹種の接着力におよぼす効果が極めて大きい。又含水率の等しい単板を組合せた場合の接着力を第4図に示す。

4. むすび

道産材を主とした合板の製造において、接着時の単

板含水率が接着力におよぼす効果について、試験をおこなったが、試験結果を総括すると、(1)樹種の接着力におよぼす効果が極めて大きい。(2)表裏単板含水率は、全般的に低含水率において高い接着力を示し、含水率が高くなるにつれて接着力が低下する傾向を示す。シナ、カバ合板において、特に低含水率の心板との組合せにおいて特異な傾向を示す。(3)心板単板含水率は、表裏単板より接着力におよぼす効果が大きく、シナはラワンより大きい。(4)心板厚さが接着力におよぼす効果については、大差は認められない。

なお、本試験では、含水率の範囲が調湿装置の関係で6~18%としたが、実際にはこれ以上の範囲の単板が使用されていることから、更に広範囲の試験が必要であると考えられる。また、シナ、カバ合板において心板単板の低含水率単板との組合せで特異な傾向が認められたが、これらについて今後更に検討をおこなう必要があると考えられる。

- 試験部 合板試験科 -

(原稿受理 44.11.29)