

合板に関する研究（第4報）

防腐剤ソディウムペンタクロロフェネートが 合板の接着力および耐久性に及ぼす影響

繁 澤 静 夫¹⁾

緒 言

近年合板接着剤および接着技術の進歩により、著しく耐水性の高い合板が生産せられ、外装用或いはコンクリートフォームとして合板が使用される情勢にあり、従来の合板用途以上に微生物の発生に好適の条件で合板を使用する機会が多くなった。

これらの外装用合板は普通は微生物に対する抵抗の大きな接着剤を使用しているが、接着剤そのものは安定していても、各層を構成している単板は保護されなければならない。

また、蛋白系接着剤等で接着された内装用合板では、吸湿した場合には特に微生物の発生しやすいので、接着剤自体をも保護する必要がある。

合板の防腐処理方法としては（1）接着剤に防腐剤を添加する方法、（2）防腐剤で処理した単板を接着する方法、および（3）合板に防腐剤を注入する方法等があるが、この報告では第3の方法は行っていない。

この研究は4樹種の優良なロータリー単板をソディウムペンタクロロフェネートの水溶液で処理し、これを各種接着剤で接着し、その接着力に及ぼす影響を検討し、さらにこれらを微生物の発生に好適の条件に長期間放置して、その耐久性について研究したもので、目的とするところはソディウムペンタクロロフェネートで処理した単板の接着性能およびその防霉効力について一般的な智識を求め、合板の防腐処理を推進する一助となることである。

この研究に種々御教示を賜わった堀岡技官、阿部技官、青島技官並びに実験計測に御協力下さった嵯峨技官、川村技官に深甚の謝意を表する。

実験Ⅰ．ソディウムペンタクロロフェネートが合板の接着力に及ぼす影響

1. 試験資料

a. 単板および処理

樹種はブナ、セン、ナラおよびラワンの4種とし、いずれも心材または偽心材で木理通直無欠点のロータリー単板の厚さ 1.3 mm のものを選び、気乾状態（含水率 11~13%）のままス

1) 木材部材質改良科合板および積層材研究室

ティーピング (Steeping) によつて処理を行つた。処理には深いバットを用い、単板各枚ごとに棧をほどこして 1 回に 100 枚づつ浸漬した。処理の程度は 2 種類で比較のため無処理のものを併用した。すなわち、処理の種類は

A : 無処理のもの

B : ソディウムペentakクロロフェネートの 2 % 水溶液に 1 時間ステイーピングしたもの

C : ソディウムペentakクロロフェネートの 5 % 水溶液に 20 時間ステイーピングしたもの
の 3 種である。

第 1 表 接着前単板含水率 (%)

樹種	処 理	A		B	C
ブ	ナ	12.3	12.2		11.0
セ	ン	12.6	10.9		13.1
ナ	ラ	12.6	11.7		14.1
ラ	ワ	12.5	12.2		13.8

処理した単板は 2 ~ 4 日間天然乾燥を行い、後 7 日間以上室内に放置してから各接着剤で接着した。接着前の単板含水率は第 1 表に示すごとく、処理した単板の一部に多少含水率の高いものがあるが、大体において 11 ~ 13 % であつて、無処理の単板では十分に接着し得る条件である。

b. 接着剤および接着条件

使用した接着剤は次の 6 種である。

S : 大豆グルー

S.P : 大豆グルー + ソディウムペentakクロロフェネート 5 % (乾燥重量比)

C : カゼイングルー

C.P : カゼイングルー + ソディウムペentakクロロフェネート 5 % (乾燥重量比)

u : 尿素樹脂接着剤

Ph : 中温硬化石炭酸樹脂

大豆グルーには味の素株式会社製の脱脂大豆粉を使用し、カゼインは純正化学株式会社調製のもの、尿素樹脂は大日本塗料株式会社の「ニツトリア」、石炭酸樹脂は三井化学株式会社の「ソリダイト 1 号」を用い、いずれも無処理単板に適当とされる条件で使用した。ソリダイト 1 号およびニツトリアは常温でも硬化するが、100°C 以下の温度で熱圧した方が結果がよいので、80°C でそれぞれ 10 分間および 5 分間熱圧した。

接着条件は接着剤の配合とともに第 2 表に示した。

大豆グルーおよびカゼイングルーにソディウムペentakクロロフェネートを添加する場合はいくつかの問題がある。すなわち、添加量による防黴効力の程度、人体に対する毒性、配合する方法、接着前の粘度および可使時間におよぼす影響等である。添加量についてはソディウムペentakクロロフェネートの場合は接着剤の乾燥重量に対して 5 % 程度で十分な防黴効力を有するといわれている (2, 4, 5) ので、この実験においてもおおむねその規準により、カゼイン或いは脱脂大豆粉重量に対して 5 % 添加した。添加する際は刺激性の物質の飛散しないように注

第 2 表 接着剤の配合および接着条件

接 着 剤	S	SP	C	CP	u	Ph
配 合	大豆粉 100gr 苛性ソーダ 8gr 消石灰 15gr 水 400cc	大豆グルーの配合+ソディウムペンタクロロフェネート 5gr	カゼイン 100gr 苛性ソーダ 11gr 消石灰 20gr 水 300cc	カゼイングルーの配合+ソディウムペンタクロロフェネート 5gr	尿素樹脂 100gr 塩化アンモニウム 20%溶液 5gr	石炭酸樹脂 100gr 硬化剤 (β ナフタリンズルホン酸) 10gr
塗 付 量 (gr/尺 ²)	60	60	60	60	45	30
圧 縮 力 (lbs/in ²)	140	140	140	140	140	140
圧縮温度 (°C)	常温	常温	常温	常温	80	80
圧縮時間 (時)	18	18	18	18	5 (分)	10 (分)

意を要する。配合の方法はいろいろあり、あらかじめ微粉にしたものを粉末グルーに混じてもよいが、この実験においては、ソディウムペンタクロロフェネートをやや多量の水に苛性ソーダとともに溶解しておき、あらかじめ水に膨潤せしめておいたカゼイン或いは大豆粉に徐々にこれを注ぎ、最後に石灰乳を加えて製糊した。この場合「ママコ」を生じやすく、かつ著しく粘度を増すので注意を要する。一般にフェノール塩化物はカツパーナフテネート等の銅化合物について粘度増加の著しい防腐剤 (2) であり、場合によつては混水量を増加する必要がある、ソディウムペンタクロロフェネートを 5% 添加して、接着剤の粘度を添加しないものと同等に保つには 5~8% 混水量を多くすべきであり、不純物の多い防腐剤ではこの量はさらに多くなると報告されている (2) が、この実験においては特に混水量を多くすることはしなかつた。

粘度増加はカゼイングルーの場合よりも、大豆グルーの方が著しい。この粘度増加に伴つて可使時間が短くなり、カゼイングルーに 5% ソディウムペンタクロロフェネートを添加したものは可使時間が約 3 時間で添加しないものの約半分だと報告されている²⁾。

c. 試験片の採取

4 種の樹種、6 種の接着剤、3 種の処理方法の組合せ 72 種類について、大きさ 28×28cm² の直交 3 プライ合板各 5 枚づつ接着し、冷圧法のものは 2~4 日間天然乾燥してから室内に 7 日間以上放置し、熱圧法のものはプレスから取り出してから冷却するまで厚板の間に挿入クランプし、取り出してから 7 日間以上放置後、試験片は各合板から 16 コづつ採取した。

試験片の形は輸出合板の標準によるもので剪断面積は 1×1 in² である。

これらのうち同一条件のものは任意に 10 コづつ取り、8 組として 2 組は常態および耐水接着力試験に使用し、他は実験Ⅲの耐久性試験に使用した。

2. 試験方法

a. 常態接着力試験

使用した試験機は東京衡器製作所製 500 kg 合板引張試験機で荷重速度毎分 1600 lbs で剪断接着力は気乾状態 (含水率 11~13%) で測定し、木部破断率を測定した。

b. 耐水接着力

測定の方法は大体常態接着力と同様であるが、各接着剤ごとに測定前に異なつた水漬処理を行つた。大豆グルーおよびカゼイングルーで接着した合板試験片は約 30 秒室温の水に浸漬してから 40°C の飽和水蒸気の中に 2 週間放置して、その接着力および木部破断率を測定した。試験時の合板含水率は多少の変動はあるが、大体 35~40% で平均 37.4% である。

尿素樹脂で接着した合板試験片は輸出合板の標準でⅡ類合板に適用する温冷水浸漬試験を行つた。すなわち、試験片を 63±3°C の温水中に 3 時間浸漬してから室温の水に冷めるまで浸漬し、ぬれたままの状態で接着力試験を行い、接着力および木部破断率を測定した。

石炭酸樹脂で接着した合板試験片は輸出合板の標準でⅠ類合板に適用する煮沸試験を行つた。すなわち、試験片を 3 時間煮沸した後、室温の水に 2 時間浸漬後ぬれたままの状態で接着力試験を行い、接着力、木部破断率を求めた。

3. 試験結果および討議

a. 単板の処理

合板は一般には外観の美しいことを要求される用途に使用されることが多いので、単板を処理する場合にはその外観を損じないことが大きな問題になる。そのため単板用の防腐剤としては単板の本来の色をできるだけ害わないものを選ばなければならない。

ソディウムペンタクロロフェネートは新鮮な溶液であれば、きわめて僅かに材の生色を損ずるのみであるが、これを繰返して使用すると材の成分が溶出して着色してくるので、そういう溶液で処理する場合には材色を損ずるおそれがあり、特に材が白色であることを要求される場合には新鮮な溶液を使用する方が安全である。

単板のソディウムペンタクロロフェネート吸収量は処理前後の重量変化から計算によつて求めた。気乾単板重量当りの吸収量は第 3 表に示した。この結果では吸収量はセンが最大である。大体において木材の空隙量に比例すると思われる。単板が心材または偽心材であるため、ブナ、ナラにおいては細胞内の充填物のために防腐剤の浸透が幾分阻害されていることも考えられるが、薄物であるからその影響は比較的少ないと思われる。

5% 溶液で 20 時間処理したものは乾燥後単板表面にソディウムペンタクロロフェネートの結晶が浮き出て、いわゆる“Blooming”の現象が見られるが、2% 溶液で 1 時間処理した物にはそれはほとんど見られない。

第 3 表 気乾単板重量当りのソディウムペンタクロロフェネート (乾量) の吸収量 (%)

樹種	処 理	B	C
		2% 溶液 1 時間	5% 溶液 20 時間
ブナ		0.55	2.51
セン		0.83	3.58
ナラ		0.71	2.62
ラワン		0.74	2.69

b. ソディウムペンタクロロフェネートが合板接着力および

常態接着力試験および耐水接着力試験の結果はそれぞれ第 4, 5 表に示した。大豆グルーを使用した場合、単板を防腐

第 4 表 常態接着力 (lbs/in²) および木部破断率 (%)

接着剤	樹 種	A				B				C			
		最大	最小	平均	木破率	最大	最小	平均	木破率	最大	最小	平均	木破率
S	ブ ナ	284	196	209	13	253	154	191	13	253	172	209	28
	セ ン	253	147	216	19	233	154	205	40	277	185	220	25
	ナ ラ	233	145	187	4	229	158	194	3	205	130	172	10
	ラ ワン	196	110	132	0	202	174	189	19	271	147	194	22
SP	ブ ナ	275	110	198	1	222	145	183	0	275	176	218	6
	セ ン	202	114	174	21	200	128	161	0	295	112	169	5
	ナ ラ	202	141	165	2	202	150	167	4	191	108	132	7
	ラ ワン	167	97	130	3	194	110	139	2	150	95	117	3
C	ブ ナ	409	227	339	61	466	299	348	20	363	169	260	68
	セ ン	400	191	238	67	506	310	409	69	231	121	189	85
	ナ ラ	394	183	273	58	438	222	330	59	341	196	301	41
	ラ ワン	273	145	220	45	339	216	253	53	249	139	183	97
CP	ブ ナ	488	293	365	50	466	244	385	46	396	260	328	13
	セ ン	429	224	234	51	493	235	363	89	409	233	334	60
	ナ ラ	260	165	222	45	431	266	319	55	310	198	251	48
	ラ ワン	295	205	238	54	249	145	185	17	262	154	211	52
U	ブ ナ	587	290	436	89	493	286	381	96	315	121	207	26
	セ ン	477	262	374	96	436	244	321	96	277	176	229	70
	ナ ラ	571	242	425	98	352	229	286	97	312	128	218	67
	ラ ワン	295	198	242	89	293	165	249	95	235	156	200	26
Ph	ブ ナ	462	222	381	98	447	224	328	57	301	152	218	5
	セ ン	477	235	398	84	444	304	376	46	202	73	143	13
	ナ ラ	442	290	350	56	359	216	288	70	191	66	119	0
	ラ ワン	352	191	279	78	286	213	251	30	130	44	86	20

註 試験片各 10 個

処理しても常態接着力にはほとんど影響がない。しかしながら耐水接着力においてはいずれの樹種にあつても防腐処理したものは若干低下する。

カゼイングルーでは防腐剤吸収量の少ないものでは耐水接着力の低下は顕著でないが、吸収量の多いものでは大豆グルーの場合と同様である。これはソディウムペンタクロロフェネートが水溶液でアルカリ性を呈し、単板に塗付された接着剤がこれに接触して pH が変化し、アルカリ性が強くなるため耐水性が幾分減少するのであると思われる。また、吸収量の多いものでは表面に防腐剤の結晶が附着しているため、木材と接着剤との充分な接触が妨げられることもあろう。吸収量の多い単板を接着する場合には接着剤のアルカリ性を多少減じておくことが耐水性の見地からは望ましいかもしれない。

大豆グルー或いはカゼイングルーに 5% ソディウムペンタクロロフェネートを添加したものは、常態接着力、耐水接着力ともに極めて僅かに低下しているものが目立つが、合板試験片そのものに偏差があるので、これのみでは低下するとはいえないし、低下したとしてもこの程度であれば、実用上の支障はほとんどない。処理した単板を使用した場合に、耐水接着力が無処理のものよりも若干低下する傾向があることは防腐剤を添加しない接着剤の場合とほぼ同様である。

大豆グルーおよびカゼイングルーはアルカリ性で硬化するグルーであつて、ソディウムペンタクロロフェネートのアルカリ性によつてあまり苦しい影響を受けないが、酸性で硬化する

第 5 表 耐水接着力 (lbs/in²) および木部破断率 (%)

接着剤	樹 種	A				B				C			
		最大	最小	平均	木破率	最大	最小	平均	木破率	最大	最小	平均	木破率
S	ブ ナ	246	132	191	5	143	88	119	0	150	77	112	0
	セ ン	198	95	145	5	141	84	112	0	128	81	103	5
	ナ ラ	220	95	147	4	156	99	130	3	139	81	103	1
	ラ ワン	141	84	112	5	139	86	106	1	134	68	103	11
SP	ブ ナ	194	99	139	1	141	66	103	0	156	101	125	4
	セ ン	161	99	132	2	128	44	101	0	90	68	75	0
	ナ ラ	156	114	141	3	121	64	92	2	125	75	92	2
	ラ ワン	150	101	128	3	103	64	88	0	103	44	73	0
C	ブ ナ	301	205	249	23	268	196	235	16	255	172	205	39
	セ ン	260	141	207	46	246	191	216	25	216	132	150	47
	ナ ラ	253	161	207	46	290	163	227	18	257	152	191	0
	ラ ワン	233	132	205	26	231	158	196	25	209	134	172	29
CP	ブ ナ	295	136	233	38	275	143	211	30	246	163	202	11
	セ ン	271	172	213	33	286	187	213	59	233	150	187	20
	ナ ラ	255	136	187	44	279	167	213	20	233	150	187	0
	ラ ワン	238	174	196	65	211	132	178	17	246	143	185	25
U	ブ ナ	328	207	253	5	290	198	242	31	0	0	0	0
	セ ン	343	178	262	64	321	196	251	74	0	0	0	0
	ナ ラ	328	193	268	55	279	196	231	38	0	0	0	0
	ラ ワン	323	180	233	30	238	123	165	7	0	0	0	0
Ph	ブ ナ	359	271	317	91	343	176	244	25	0	0	0	0
	セ ン	295	198	246	59	308	141	240	60	0	0	0	0
	ナ ラ	352	187	268	15	282	119	178	37	0	0	0	0
	ラ ワン	286	176	218	56	251	174	218	32	0	0	0	0

註 試験片は各 10 個

尿素樹脂および石炭酸樹脂には極めて顕著な影響を持つ。これはソディウムペンタクロロフェネートに触れることによつて接着剤の pH が変化し、硬化が阻害されるためである。常態接着力において尿素樹脂で接着したブナの例を見ても、無処理材で平均 436 lbs/in² で処理したものは吸収量の少ないもので 381 lbs/in²、吸収量の多いものは 270 lbs/in² で著しい低下を示している。この値は石炭酸樹脂でもブナの場合にそれぞれ 381, 328, 218 lbs/in² となつてゐる。この傾向は他の樹種についてもだいたい同様である。耐水接着力では影響はさらに顕著であり、吸収量の多いものを温冷水浸漬試験および煮沸試験を行つた場合は尿素樹脂のものも石炭酸樹脂のものも約 15 分間で全部剝離する。そのためこれらの接着剤を、この実験に用いた接着条件で使用することは困難であり、これらの場合には接着条件を変えるか、別の防腐剤を使用するかしなければならない。テゴフィルムのように粘度が大で比較的接着剤の pH が影響を受けないと思われる接着剤であれば、結果は若干向上することが考えられるが、この実験において補助的に行つた試験では著しい効果はみられない。

実験Ⅱ．処理単板の合成樹脂接着剤による接着

実験Ⅰ．においては合成樹脂接着剤を用いたものの接着条件は、無処理単板の場合にほぼ適当と考えられる条件を用いて接着を行つてゐる。そのためソディウムペンタクロロフェネートのアルカリ性によつて硬化が阻害せられ、接着は必ずしも満足すべきものではなかつた。この

実験は工業的に可能な接着条件のうちで、処理単板を十分に接着する方法を見出すために、硬化剤の添加量を変化せしめ、すなわち、接着剤の pH を変えることによつて良好な接着を期待したものである。

1. 試験資料

a. 単板および処理

樹種はすべてブナ偽心材部で、木理通直無欠点のロータリー単板厚さ 1.3 mm のものを選んだ。処理の方法は実験 I. と同様で、気乾単板をソディウムペンタクロロフェネートの 2～5% 水溶液に 1～5 時間浸漬して種々の吸収程度の単板を得た。処理および吸収量は第 6、7 表に示した。処理した単板は室内に放置乾燥後、さらに 40°C で含水率約 10% に乾燥してから接着に使用した。

b. 接着剤および接着条件

接着剤は尿素樹脂接着剤としては住友化工材工業株式会社製の「イゲタライム」を、石炭酸樹脂接着剤としては「ソリダイト 1 号」を用い、硬化剤は前者では塩化アモモニウムの 20% 水溶液を、後者では専用のものをいずれも 5～20% 添加した。圧縮温度は 80°C で一部 110°C のものを行つているが、この場合は単板処理は吸収量 0.37% の比較的少ない 1 種類のみであ

第 6 表 尿素樹脂接着剤による処理単板の接着力 (lbs in²) および木部破断率 (%)

記 号	処理 濃度	処理 時間	吸収量	硬化剤 5%		硬化剤 10%		硬化剤 15%		硬化剤 20%	
	(%)	(時)		(%)	接着力	木破率	接着力	木破率	接着力	木破率	接着力
常 態 接 着 力 試 験											
コントロール				327	100	383	98	363	98	381	89
a	2	1	0.63	392	99	401	91	388	40	415	54
b	2	5	1.21	232	52	392	94	304	71	361	83
c	3	1	1.36	268	24	393	80	346	99	300	71
d	3	5	1.85	262	59	381	71	332	64	297	39
e	4	1	2.06	295	90	304	65	291	100	308	40
f	5	1	2.22	178	14	372	88	354	91	405	51
g	4	5	2.40	215	31	354	80	392	82	301	55
h	5	5	2.70	216	33	224	85	330	89	293	72
温 冷 水 浸 漬 試 験											
コントロール				314	91	294	74	281	47	325	80
a	2	1	0.63	296	57	224	30	300	46	364	98
b	2	5	1.21	29	0	275	55	283	59	207	43
c	3	1	1.36	0	0	296	20	289	18	246	50
d	3	5	1.85	0	0	278	29	232	64	206	11
e	4	1	2.06	28	0	242	36	276	26	187	10
f	5	1	2.22	0	0	220	14	232	28	218	3
g	4	5	2.40	18	0	121	22	205	25	257	3
h	5	5	2.70	0	0	211	30	243	0	156	0

註 樹種ブナ、厚 1.3 mm 単板、試験片各 20 個、コントロールのみ 30 個

第 7 表 石炭酸樹脂接着剤による処理単板の接着力 (lbs/in²) および木部破断率 (%)

記 号	処理濃度	処理時間	吸収量	硬化剤 5%		硬化剤 10%		硬化剤 15%		硬化剤 20%	
	(%)	(時)		(%)	接着力	木破率	接着力	木破率	接着力	木破率	接着力
常 態 接 着 力 試 験											
コントロール				356	73	411	98	381	96	375	91
a	2	1	0.63	175	0	289	69	361	88	391	95
b	2	5	1.21	139	0	256	67	264	93	337	96
c	3	1	1.36	143	24	294	52	200	100	284	100
d	3	5	1.85	123	20	242	75	270	75	375	70
e	4	1	2.06	89	0	242	65	265	85	312	98
f	5	1	2.22	77	0	242	33	255	40	311	61
g	4	5	2.40	105	11	265	41	242	49	323	80
h	5	5	2.70	79	0	244	32	259	78	321	55
温 冷 水 浸 漬 試 験											
コントロール				389	0	375	60	352	97	360	63
a	2	1	0.63	0	0	361	42	457	45	381	52
b	2	5	1.21	0	0	305	25	301	50	260	73
c	3	1	1.36	0	0	288	33	281	60	255	99
d	3	5	1.85	0	0	310	31	275	74	343	73
e	4	1	2.06	0	0	288	43	316	46	299	87
f	5	1	2.22	0	0	286	13	237	3	226	80
g	4	5	2.40	0	0	323	13	283	10	409	75
h	5	5	2.70	0	0	233	13	226	14	343	23
煮 沸 試 験											
コントロール				234	0	360	65	294	88	325	87
a	2	1	0.63	0	0	313	30	347	50	328	88
b	2	5	1.21	0	0	231	11	216	49	301	81
c	3	1	1.36	0	0	279	88	213	80	253	100
d	3	5	1.85	0	0	192	1	238	25	285	70
e	4	1	2.06	0	0	259	56	286	70	312	32
f	5	1	2.22	0	0	172	17	146	13	212	29
g	4	5	2.40	0	0	244	21	235	40	271	38
h	5	5	2.70	0	0	83	0	172	20	205	41

註 樹種ブナ、厚 1.3 mm 単板、試験片各 20 個、コントロールのみ 30 個

る。温度以外の接着条件はいずれも共通で塗付量 45 g/尺²、圧縮力 10 kg/cm²、圧縮時間 10 分である。別にアルカリ性で硬化する水溶性石炭酸樹脂として“Plyophen”を選び、塗付量 40 g/尺²、圧縮力 10 kg/cm²、圧縮は 100°C で 8 分間熱圧したものと、140°C で 5 分間熱圧したものについて、接着力に及ぼすこの薬剤の影響について検討した。

c. 結果および討議

接着力の測定方法は実験 I. の場合と全く同様である。

80°C で接着した場合の尿素樹脂および石炭酸樹脂の硬化剤添加量別の接着力試験の結果は第 6, 7 表に示した。

使用した接着剤に対して硬化剤添加量 20% を超えるものは可使時間その他の関係から使用上支障があり、20%がだいたいにおいて実用上の最高添加量と考えられる。これらの結果によって見るとソディウムペンタクロロフェネートの吸収量の著しく多いものは、単に硬化剤の添加量を増加することのみによつて完全な接着を期待することはできないが、硬化剤の量を通常の配合よりも多くすることは処理単板の接着性能の向上にかなり効果がある。吸収量が 1.8% (d) 以下のものであれば、硬化剤を 15~20% に増加することによつてほぼ良好な接着が得られる。実用上吸収量がこれ以上多いものを接着せねばならぬことはきわめて稀であると考えられる。しかし、吸収量の少ないものでも無処理の単板と全く同等に接着しうるとは必ずしもいい難く、特に耐水性において幾分影響を受けている。

第 8 表

 接着温度 110°C による硬化剤添加量別接着試験における接着力 (lbs/in²) および木部破断率 (%)

接着剤	硬化剤 (%)	常態接着力試験				温冷水浸漬試験				煮 沸 試 験			
		最大	最小	平均	木破率	最大	最小	平均	木破率	最大	最小	平均	木破率
尿素樹脂	5	319	167	226	87	255	0	99	15	—	—	—	—
	10	361	231	301	100	304	198	253	83	—	—	—	—
	15	365	200	293	94	233	62	169	37	—	—	—	—
石炭酸樹脂	5	249	123	161	4	54	0	11	1	0	0	0	0
	10	360	161	277	26	304	163	218	11	317	141	222	11
	15	304	224	282	86	293	163	242	73	301	178	200	61

註 樹種ブナ、厚 1.3 mm 単板、ソディウムペンタクロロフェネート吸収量 0.87% のもの、試験片各 20 個

第 9 表

 水溶性フェノールレジンによる処理単板の接着力 (lbs/in²) および木部破断率 (%)

記 号	処理濃度 (%)	処理時間 (時)	吸収量 (%)	常 態		温 冷 水		煮 沸	
	(%)	(時)	(%)	接着力	木破率	接着力	木破率	接着力	木破率

圧縮温度 100°C 圧縮時間 8 分

	コントロール			318	2	271	20	291	21
b	2	5	1.21	204	3	194	6	153	1
d	3	5	1.85	173	1	140	2	122	2
f	4	5	2.40	199	1	123	0	154	6
h	5	5	2.70	143	0	89	0	48	0

圧縮温度 140°C 圧縮時間 5 分

	コントロール			471	48	464	49	368	71
b	2	5	1.21	288	34	311	43	208	75
d	3	5	1.85	228	5	239	0	164	0
f	4	5	2.40	256	3	240	1	234	20
h	5	5	2.70	234	8	189	0	137	1

註 接着剤は “Plyophen”，樹種 ブナ、厚 1.3 mm 単板、試験片各 20 個

第8表はソディウムペentakクロロフェネートの2%水溶液で2時間処理し、吸収量0.87%のブナ単板を110°Cで接着した場合の結果であるが、アルコール可溶の石炭酸樹脂および尿素樹脂においては接着温度を100°C以上に高めてもあまり著しい効果はないようである。温度を高めることは接着剤の硬化速度を促進することはもちろん考えられるが、無処理単板を用いた場合と同様な「フクレ」等の現象を生じやすく、部分的に接着力の均一でない製品が生じやすいから100°C以上の温度を用いることは推奨できない。

“Plyophen”によるものはこの様子は少しく異なり、接着温度はかなり高い方がよい。この接着剤は100°Cよりも高い温度ではじめて完全に硬化する接着剤で100°C附近よりは140°C附近の方が接着がよい。この結果は第9表に示した。この接着剤はアルカリ性で硬化するものであるにもかかわらず、ソディウムペentakクロロフェネートを吸収せしめた単板を使用する場合はやはり著しい接着障害を受け、常態接着力、耐水接着力ともに著しく低下する。この接着剤は硬化剤を別に添加しない形式のもので、単板処理の程度によつて接着条件を著しく変化させることはできないという不利がある。非常に粘度が低い接着剤で充填剤、増量剤とともに使用するのが常識的であるが、この実験においてはこれらを含むものについては行っていないので、それに対する状況はこの実験のみでは不明である。

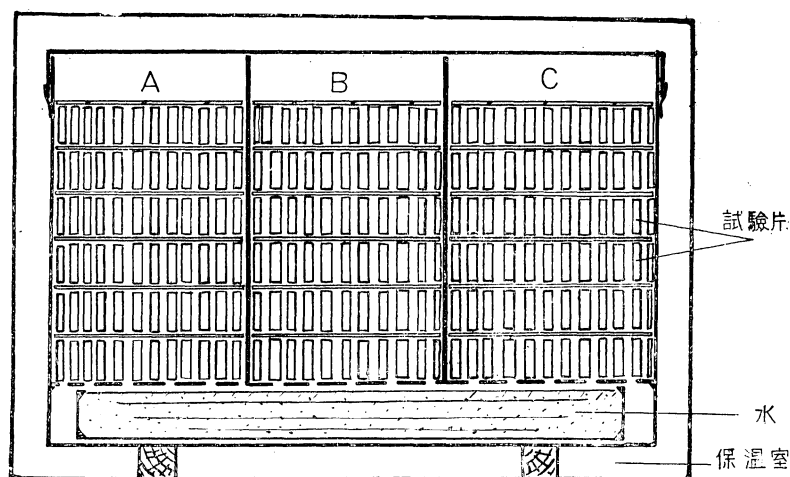
実験Ⅲ．ソディウムペentakクロロフェネートが合板の耐久性におよぼす効果

1. 試験資料

使用した試験資料は実験Ⅰ．に使用したものと同様で、実験Ⅰ．によつて得た合板の試験片のうち、同一条件のものを任意に10箇所づつ取り8組として2組を実験Ⅰ．に使用した残りの6組をこの耐久性試験に使用したものである。

2. 耐久性試験の方法

耐久性試験としてはその促進試験を行つた。すなわち、微生物および木材腐朽菌を純粋培養して



第1図 試験片の設置

おき、その孢子或いは菌糸を水に充分混じておき、これに試験片を約 30 秒ないし 1 分間浸漬してから 10 箇つつ堆積し、第 1 図に示すごとく下に充分な水を入れたデシケーターに入れ、石炭酸樹脂含浸紙で密閉し、一定期間ごとに各組ごとに取り出して、菌の発生状態を観察してから約 40°C 以下で含水率 11~13% まで乾燥し、実験 I. に記載した方法で常態接着力を測定し木部破断率を観測した。

実験に使用した黴および木材腐朽菌は当场保護部青島技官により鋸屑および米糠に接種された次の 4 種である。

- ア オ カ ビ *Penicillium* sp.
- コウジカビ *Aspergillus oryzae*
- ヒイロタケ *Trametes Sanguinea*
- クデラタケ *Trametes orientalis*

接種したものは 30°C で 2 週間放置し、充分生長してからその孢子または菌糸を水に混じた。

3. 試験結果および討議

黴の発生状況は全般的にみると、予想よりも若干遅れた。これは試験片をできるだけ同一条件に放置するために、1 箇の大きな容器に全部の試験片を収めた。そのため合成樹脂接着剤で接着した合板が放出する微量のフォルムアルデヒドが影響したものか、或いは処理したもののソディウムペンタクロロフェネートが微量溶出附着したものであろう。

無処理 (A) の試験片で合成樹脂以外の接着剤を用いたものは、3 週間の終りには全面的にかなり黴の発生が著しく、20 週の終りには全試験片のほとんど全面が黴で被われた。合成樹脂接着剤を使用したものは無処理のものでも黴の発生はかなり遅く、6 週間後に試験片の切込みの部分に僅かに発生しはじめ、20 週間後にも表面の黴で被われている部分の面積は比較的少ない。

無処理単板でカゼイン或いは大豆グルーにソディウムペンタクロロフェネートを加えたものは、接着層そのものにはほとんど黴が発生しないが、それのみでは木材自体を保護することはできない。表面の黴の発生には添加したものもしないものもほとんど差異は認められない。2% 溶液で 1 時間処理した単板を接着したものは黴の発生にはかなり効果があり、6 週間後に切込み部分にきわめて僅かに発生し、20 週間後でも表面の材色をあまり損じない。

5% 溶液で 20 時間処理した単板を接着したものは全期間を通じて黴の発生はほとんどない。

樹種別にみるとブナは最も黴の発生が著しく、他の樹種ではあまり顕著な差異はみとめられない。ブナは元来微生物におかされやすい樹種であり、かつ、この場合ソディウムペンタクロロフェネートの吸収量も比較的少ないためであろうと考えられる。

期間中における接着力の変化は第 10, 11, 12 表に示した。無処理の単板 (第 10 表) は大豆グ

ルーで接着したものはだいたいにおいて接着力は著しく弱まり、20 週間の終りにはいずれの樹種でも測定し得る接着力を保持していない。これに 5% ソディウムペentakクロロフェネートを添加したものは、期間経過とともに接着力は減少するが、20 週間の終りにもなお若干の測定しうる接着力を保持している。

カゼインルーで接着したものは 20 週間の終りには僅か 50 lbs/in² 以下の強度を残しているのみであるが、これに 5% ソディウムペentakクロロフェネートを添加したものは、いずれも 100 lbs/in² 以上の接着力を持つている。尿素樹脂および石炭酸樹脂で接着したものは若干低下したものもあるが、ほとんど著しい低下は認められない。

2% 溶液で 1 時間処理した単板を用いたものは (第 11 表) 接着力の保持にはかなり著しい効果があり、大豆ルーで接着したもののでも 20 週間後になお若干の測定し得る接着力を持つている。大豆ルーに 5% ソディウムペentakクロロフェネートを添加したものは、ブナにおける例外を除けば、だいたい 90 lbs/in² 程度の接着力は 20 週間後でも残つている。カゼインルー使用のものは 20 週間後にもはじめの常態接着力の 70% 程度を保持しており、尿素樹脂および石炭酸樹脂ではほとんど強度変化は認められない。

5% 溶液に 20 時間浸漬処理した単板を使用したものは (第 12 表) ほとんど黴の発生がないので、そのための接着力の著しい低下はないが、接着剤にソディウムペentakクロロフェネー

第 10 表 耐久性試験における合板接着力の変化および黴の発生状況 無処理単板 A

接着剤	樹 種	接着力および木部破断率					
		常 態	耐久性試験 (放置時間: 週)				
			3	6	10	15	20
S	ブ ナ	209-13	189-11±	178-18±	0-- 0±	0- 0±	0- 0±
	セ シ	216-19	141- 4±	128- 1±	44- 0±	20- 1±	0- 0±
	ナ ラ	187- 4	176- 5±	191-10±	110- 0±	18- 0±	0- 0±
SP	ラ ヲ	132- 0	112- 2+	130- 0±	15- 0±	31- 0±	0- 0±
	ブ ナ	198- 1	172- 0±	141- 2±	59- 0±	57- 0±	22- 0±
	セ シ	174-21	196-19+	180-29+	154-10+	84- 1±	44- 0±
C	ナ ラ	165- 2	156- 0+	125- 4+	163- 0±	156- 0±	55- 0±
	ラ ヲ	130- 3	108- 0+	95- 0+	62- 0±	22- 0±	22- 0±
	ブ ナ	339-61	312-50±	286-37±	279-15±	99- 0±	44- 0±
CP	セ シ	238-67	251-59+	176-61±	207-20±	92-30±	22- 0±
	ナ ラ	273-58	218-50±	213-60±	246-31±	117-16±	22- 0±
	ラ ヲ	220-45	235- 9±	211-29±	86- 0±	81-10±	- 0±
U	ブ ナ	365-60	308-20±	271-45±	272-31±	238-49±	121- 0±
	セ シ	334-51	343-63+	246-48+	239-65±	224-28±	154- 0±
	ナ ラ	222-45	246-57+	218-59+	242-54±	233-34±	121- 0±
Ph	ラ ヲ	238-54	205-43+	216-41+	227-66±	187-34±	110- 0±
	ブ ナ	436-89	429-93	363-100	431-93	407-50	295- 90+
	セ シ	374-76	310-92	224- 88	249-73	268-98	266-100+
	ナ ラ	425-98	315-82	242- 97	363-94	306-92	301- 70+
	ラ ヲ	242-89	257-64	251- 77	244-40	244-58	213- 97+
	ブ ナ	381-98	387-78	361- 77	403-60	436-44	353- 44+
	セ シ	389-84	381-75	374- 61	458-83	370-66	328- 91+
	ナ ラ	350-56	271-86	264- 89	339-67	399-62	332- 27+
	ラ ヲ	279-78	282-59	315- 93	345-77	337-66	277- 82+

註 前の値は接着力 lbs/in², 後の値は木部破断率 %, ±記号は黴の発生状況, +: 試験片の鋸目に僅か発生したもの, ±: 側面および表面にも一部発生したもの, ±: ほぼ全表面に発生したもの, 試験片各 10 個

第 11 表 耐久性試験における合板接着力の変化および黴の発生状況 単板処理 B

接着剤	樹 種	接着力および木部破断率					
		常 態	耐久試験 (放置時間: 週)				
			3	6	10	15	20
S	ブ ナ	191-13	200-9	154-12+	158-14+	125-9±	22-0±
	セ シ	205-40	183-40	165-36+	80-2+	132-67+	40-0±
	ナ ラ	194-3	178-15	161-18+	185-15+	185-5+	161-21±
SP	ラ ワ	189-19	185-30	161± 0+	110-3+	88-24+	18-0±
	ブ ナ	183-0	134-2	97-0+	64-0+	66-3±	22-0±
	セ シ	161-0	163-3	174-1	158-14	101-0+	95-1+
C	ナ ラ	167-4	99-0	123-1+	81-1+	130-1+	130-1+
	ラ ワ	139-2	121-0	108-0+	88-0+	114-2+	95-3+
CP	ブ ナ	348-20	290-63	235-61+	319-56+	235-18±	202-5±
	セ シ	409-69	362-97	246-66	229-58+	229-61+	290-8+
	ナ ラ	330-59	260-76	251-32	220-52	260-5+	216-16+
U	ラ ワ	253-53	180-55	189-49+	191-36	194-32+	198-42+
	ブ ナ	385-46	350-44	244-48+	310-71+	308-69±	224-0±
	セ シ	363-89	235-94	229-76	227-96+	238-87+	220-49±
P	ナ ラ	319-55	304-47	282-40	297-43+	253-14+	209-10±
	ラ ワ	185-17	213-17	161-20	198-35+	216-8±	200-27±
S	ブ ナ	381-96	330-98	275-100	288-98	332-99	308-100
	セ シ	321-96	268-91	191-98	275-99	321-78	359-98
	ナ ラ	286-97	343-94	255-100	231-98	251-88	238-100
U	ラ ワ	249-95	178-40	191-59	176-59	222-64	218-90
	ブ ナ	328-57	299-78	268-90	350-90	350-62	370-50
	セ シ	376-46	231-80	242-88	262-88	240-86	244-95
P	ナ ラ	288-70	233-72	211-65	297-65	227-72	229-52
	ラ ワ	251-30	196-26	189-44	169-44	246-13	205-37

註 前の値は接着力 lbs/in², 後の値は木部破断率 %, +記号は黴の発生状況, +:試験片の鋸目に僅か発生したもの, ±:側面および表面にも一部発生したもの, ±:ほぼ全表面に発生したもの, 試験片各 10 個

第 12 表 耐久性試験における合板接着力の変化 単板処理 C

接着剤	樹 種	接着力および木部破断率					
		常 態	耐久試験 (放置期間: 週)				
			3	6	10	15	20
S	ブ ナ	209-28	218-7	206-3	238-0	165-2	200-6
	セ シ	220-25	222-8	185-5	194-31	141-0	220-13
	ナ ラ	172-10	172-0	154-7	172-2	130-0	172-4
SP	ラ ワ	194-22	154-1	198-3	198-4	150-0	196-5
	ブ ナ	218-6	44-0	64-0	44-0	59-0	88-3
	セ シ	169-5	121-1	125-2	136-4	142-4	136-8
C	ナ ラ	132-7	92-0	117-2	79-0	99-3	97-2
	ラ ワ	117-3	55-0	35-0	95-0	77-2	106-2
CP	ブ ナ	260-68	266-59	260-49	231-48	266-20	255-40
	セ シ	189-85	277-64	235-83	220-25	231-17	189-30
	ナ ラ	301-41	216-12	216-29	213-13	150-2	167-7
U	ラ ワ	183-97	207-72	220-75	233-62	220-57	224-70
	ブ ナ	328-13	282-45	260-36	262-30	198-16	213-3
	セ シ	334-60	262-60	235-45	260-34	233-57	293-36
Ph	ナ ラ	251-48	262-65	251-47	282-31	220-12	224-31
	ラ ワ	211-52	211-27	180-48	240-43	189-59	161-3
S	ブ ナ	207-26	251-26	222-59	240-21	262-81	194-55
	セ シ	229-70	224-60	229-47	257-56	290-61	275-72
	ナ ラ	218-67	240-9	222-98	260-95	266-100	264-88
U	ラ ワ	200-26	205-22	209-58	200-53	211-48	202-71
	ブ ナ	218-5	125-0	161-39	209-14	180-3	191-0
	セ シ	134-13	110-0	125-3	121-0	128-0	143-3
Ph	ナ ラ	119-0	132-5	110-0	117-0	165-0	-
	ラ ワ	86-20	112-1	114-0	95-1	165-6	114-3

註 前の値は接着力 lbs/in², 後の値は木部破断率 %, 期間中ほとんど黴の発生をみない, 試験片各 10 個

トを加えたものでは、3 週間の終りに急激に接着力が低下しているものがある。これは、恐らくはアルカリ性が強過ぎ、試験のはじめに 30 秒水浸したため、グルーの加水分解が促進されたためであろうと思われる。

石炭酸樹脂および尿素樹脂で接着したものでは、むしろ接着力が向上している例もある。これは接着剤が接着する際にアルカリに接触して硬化が著しく阻害されていたものが、時間の経過とともに徐々に硬化したものと考えられる。

結 論

合板用防腐剤の備えるべき要件としては、本来の防腐効力のほかに、材面を著しく汚染しないこと、接着の障害とならないこと、価格低廉で処理の容易なこと等があり、この実験結果のみによつてソディウムペンタクロロフェネートが合板用防腐剤として適當であるか否かについて適切な結論を求めることは困難であるが、或る種の接着剤を使用する場合の若干の接着障害を今後の研究によつて完全に取り除けば、広範囲に利用することができる。大豆グルー、カゼイングルー等で接着する場合は、ほとんど問題なく使用し得る。

大豆グルー或いはカゼイングルーにこの薬剤を 5% 程度添加することによつて、接着力および耐水性に著しい影響を与えないで、かなり接着層を保護することができる。ただし、これらの接着剤に添加する場合は、接着剤の粘度が著しく上昇するので、製糊に特別の注意を払うとともに適宜混水量を増す必要がある。

単板処理が接着力に及ぼす影響は接着剤によつて一様でない。アルカリ性で硬化するカゼイングルー、大豆グルー等においては処理の影響は少なく、吸収量の比較的少ないものは全く問題はない。吸収量が著しく多く、単板表面にブルーミングを生じているような場合は或る程度耐水性に悪影響を持つことは当然である。石炭酸系および尿素系合成樹脂接着剤は普通酸性で硬化するため、ソディウムペンタクロロフェネート水溶液のアルカリ性による接着障害はかなり著しく、吸収量の非常に多いものの接着は相当困難である。表面に発生する黴を防ぐ程度に処理したものであれば、硬化剤の添加量を倍程度まで増すことによつてかなり良い結果が得られる。場合によつては接着温度を高めることも接着剤の硬化促進に役立つ。水溶性石炭酸樹脂“Plyophen”はアルカリ性で硬化するが、相当の接着障害を受ける。この接着剤は硬化剤を用いないため接着条件が限定せられるので、こういう用途にはあまり好適でない。

吸収量が著しく多く単板表面にソディウムペンタクロロフェネートの結晶が附着していわゆる“Blooming”の現象を起しているものは、簡単な工業的な接着条件の変化によるのみでは完全な接着は困難であつて、かような処理を是非とも必要とする用途には単板処理後接着する方法は無理がある。その場合は合板製造後に防腐処理をほどこすべきであろう。

防黴効力は単に黴を防ぐ程度であれば、吸収量が乾燥木材重量当り 0.7~0.8% 程度でかなりの効果があり、おそらく 1.0% 程度で充分ではないかと思われる。2.5% 程度吸収したもの

はほぼ完全にその発生を阻止しうる。

摘 要

ブナ、セン、ナラ、白ラワンの4樹種の単板をソディウムペンタクロロフェネートの水溶液で処理し、これを様々な接着剤で接着して、接着力および耐水性に及ぼす影響、黴の発生に好適の条件に長期間放置した場合の耐久性について試験した。結果の主なものは：

1. 大豆グルーおよびカゼイングルーにソディウムペンタクロロフェネートを5%程度添加すれば、接着力、耐水性にあまり影響を与えずに接着層を保護することができる。添加する場合に接着剤の粘度はかなり増加するから適宜混水量を多くすべきである。

2. 処理した単板は大豆グルー、カゼイングルーではあまり接着の障害にならないが、尿素樹脂および石炭酸樹脂は接着が非常に悪くなり耐水性が低下するが、硬化剤の増加その他の接着条件を変えることによつて比較的吸収量の少ないものでは好結果が得られる。

3. 耐久性試験においては無処理の単板を蛋白系接着剤で接着したものは著しく強度を低下するが、ソディウムペンタクロロフェネートを吸収せしめたものは、比較的長く接着力を保持している。合成樹脂接着剤を使用したものは無処理のものでも使用した実験条件ではあまり接着力は低下しない。

4. 表面の黴の発生を防止するためにはソディウムペンタクロロフェネートの吸収量は木材の乾燥重量に対し、1%程度で充分であろうと思われるが、これは材の形状、放置される条件によつて異なるであろう。

参 考 文 献

- 1) 平井信二：合板に関する研究(第1報)，クレオソート油浸透合板の研究，木材工業 Vol. 2 No. 8 (1947)。
- 2) F. H. Kaufert: Increasing the durability of casein glue joints with preservatives. U.S. F.P.L. Rep. No. 1332 (1943.)
- 2) M. Black: The effect of fire-retardant chemicals on glues used in plywood manufacture. U.S. F.P.L. Rep. No. R 1427, (1943).
- 4) F. H. Kaufert & C. A. Richards: Procedures for measuring the mold resistance of protein glues. U.S., F.P.L., Rep. No. 1344, (1943).
- 5) F. H. Kaufert & J. O. Blew: Experiments with preservatives for soybean glue and soybean-glued plywood. U. S., F. P. L., Rep. No. R 1447 (1944).
- 6) F. H. Kaufert & W. F. Hutchins: Experiments on the gluing of wood treated with oil solutions of chlorophenols. U.S., F.P.L., Rep. No. R 1484, (1945).
- 7) F. F. Wangaard: Summery of information on the durability of water-resistant woodworking glues. U.S., F.P.L., Rep. No. 1530, (1946).
- 8) A. E. Gabriel: A comparison of the durability of 23 urea resins in glue joints exposed to nearly saturated air at 75°C (167°F). U.S., F.P.L., Rep. No. 1355, (1946).
- 9) B. G. Heebink, W. J. Kommers & J. J. Kungweiler: Durability of low-density core materials and sandwich panels of the aircraft type as determined by laboratory tests and exposure to the weather. U.S., F.P.L., Rep. No. 1573, (1947).
- 10) J. O. Blew: Comparison of wood preservatives in stake test. A. W. P. A., Proc., (1948).
- 11) T. R. Truax & M. L. Selbo: Results of accelerated tests and long-term exposures on glue joints in laminated beams. U.S. F.P.L. No D 1729, (1948).
- 12) H. W. Angell: Pressure treatment eases the pressure on plywood. "Wood" Feb (1949).
- 13) Forest Products Laboratory: Methods of applying wood preservatives. U.S., F.P.L., No, R 154 Rev. (1950).

Shizuo SHIGESAWA: Studies on Plywood. Rep. No.4. The effects of treatment with sodium-pentachlorophenate on the glue joints and the durability of plywood.

Résumé

The gluing properties of treated veneers with solutions of sodium-pentachlorophenate were investigated. The purpose of this report is to offer general information of this preservative for industrial use in plywood manufacture.

Clear rotary cut veneers of four species, BUNA (*Fagus crenata.*), SEN (*Kalopanax ricinifolium.*), NARA (*Quercus crispula.*) and White Lauan (*Pentacme contorta.*) were treated with 2~5 percent water solutions of sodium-pentachlorophenate for 1~20 hours by steeping method. These treated veneers were glued together into plywood with several types of adhesives, after being conditioned to a moisture content of about 12 percent.

With these specimens, experiments were carried out to determine the effects of these treatments on the jointing strength and water resistance. Furthermore, the durability of these specimens were tested by exposing them for a long term to a condition which was suitable for the growth of fungi and other micro-organisms.

Results obtained are as follows:

1. The addition of 5.0 percent of sodium-pentachlorophenate, based on dry weight of soy-bean meal or casein glue powders, proved to protect the glues satisfactorily against the attack of micro-organisms under the exposure condition tested, without any significant influence to the original dry and wet jointing strength. One of the most important considerations associated with the addition of this salt is its effect on viscosity of glue. In some cases, when sodium-pentachlorophenate is added, it may be necessary to add some water beyond the amount called for by the formula to correct the viscosity of a glue to a point where it is best suited to operating conditions.

2. Treated veneers can be bonded satisfactorily with soybean and casein glues. Probably, it is because of the fact that the rate of setting of joints made with these alkaline glues is not affected severely by the alkalinity of sodium-pentachlorophenate. But in the case of synthetic resin glues, this behaviour is quite different. In these glues, the jointing property of treated veneers is much inferior to that of untreated. They show low values of jointing strength especially in wet state. But veneers absorbed with relatively low amount of this salt can be bonded fairly well with these acid glues by a simple method of adding some amount of hardener beyond the normal formula.

3. In durability test, untreated specimens bonded with protein glues show rapid decrease in jointing strength, those treated with sodium-pentachlorophenate keep their strength for a relatively long exposure period. The specimens bonded with synthetic resin glues did not show significant decrease in their strength in the condition tested even in case of untreated.

4. In order to protect surfaces alone of plywood from the attack of fungi, it appears to be satisfactory that veneers (1.3 mm. in thickness) absorb 1.0 percent (dry weight base) of sodium pentachlorophenate. But this quantity may depend upon the dimension of veneers and the condition which plywood and other veneered products are exposed.