

た、なお実験工程は表-1 に示す通りである。

§ 4. 供試材料

4.1 供試材料の種類

本実験に供したものは無処理合板と表面処理合板（合板の表面を合成樹脂系の塗料またはシートで被覆したものである）および挽き板である。

無処理合板は南洋材、国内材のブナおよび北米産のダグラスファーである。南洋材合板は3か所の製造会社より、現在市販されているものから任意に取り出し、また本実験のために欠陥が出やすいと推測されるものも含めて実験に供した。ダグラスファー合板は米国商務省標準規格CS45-60のBおよびCにそれぞれ合格したものを各1枚ずつ供した。比較用として従来から使用されてきたヒノキ、スギ、マツの3種の挽き板と型わく用として製造されたかどうか解らないが、ブナ合板をも加えた。

記号	加工略号 ¹⁾	樹脂名または系統	塗布量および回数 ²⁾	処理方法 ³⁾	現場塗装
C-1	TPW	ポリウレタ	50g/m ² 2回	塗 装	不可
C-2	TKS	塩ビとプロピオン酸ビニールの共重合	68 // 2回	塗 装	可
C-3			46 // 2回	//	可
C-4			66 // 3回	//	可
C-5			70 // 3回	//	可
C-6			70 // 3回	//	可
C-7			44 // 3回	//	可
C-8	DNT	セルローズ系	60 // 2回	塗 装	可
C-9			30 // 2回	//	可
C-10	FSK	スチロール系	74 // 3回	塗 装	不可
C-11			80 // 2回	//	可
C-12	OKB	ポリエステル系	916 // 1回	含浸・HP	不可
C-13			916 // 1回	含浸・熱乾	不可
C-14	OSK	ベンゾグアナミン	80 // 1回	オーパーレイ	不可
C-15			80 // 1回	//	不可

注 1) 表面処理メーカー、2) 溶剤を含む、3) 処理方法：含浸は真空含浸、熱乾は熱風乾性、HPは120℃以上でホットプレスによるもの、現場塗装不可は工場処理のみ

表-3 表面処理合板の種類

記号	通 称	産 地(国名)	樹 種	属 名
A-1	ブ ナ	[合 板](内地)	ブ ナ	Fagus sp.
A-1	レッドラワン	ブツアン(フィリピン)	マ ヤ ビ ス*	Shorea sp.
E-2	レッドラワン	マ コ(同上)	レッドラワン*	Shorea sp.
E-3	レッドラワン	バラ ン(同上)	マ ヤ ビ ス*	Shorea sp.
O-1	レッドラワン	マ コ(同上)	レッドラワン*	Shorea sp.
O-2	イエローラワン	マ コ(同上)	イエローラワン	Shorea sp.
O-3	イエローセラヤ	サンダカン(北ボルネオ)	イエローセラヤ	Shorea sp.
O-4	レッドメランチ	クアラマンダラ(同上)	レッドメランチ	Shorea sp.
O-5	イエローメランチ	クアラマンダラ(同上)	ホワイトメランチ	Shorea sp.
O-6	メ ラ ビ	サンダカン(同上)	ホワイトセラヤ	Shorea sp.
O-7	カ ボ ー ル	サンダカン(同上)	カ ブ ー ル	Dryobalanops sp.
O-8	ピンタンゴ	ギ ズ(ニューギニア)	ピンタンゴ	Calophyllum sp.
T-1	マンガシノ	不 明(フィリピン)	マンガシノ	Shorea sp.
T-2	ホワイトラワン	ブルー 島(同上)	ホワイトラワン*	Parashorea sp.
T-3	マンガシノ	オ ビ 島(同上)	マンガシノ	Shorea sp.
T-4	マ ヤ ビ ス	ミンドロ島(同上)	マ ヤ ビ ス*	Shorea sp.
T-5	レッドラワン	カマリネス(同上)	レッドラワン*	Shorea sp.
D-B	ベ イ マ ツ	[Bグレード](北米)	ダグラスファー	Pseudotsuga sp.
D-C	ベ イ マ ツ	[Cグレード](同上)	ダグラスファー	Pseudotsuga sp.
L-H	ヒ ノ キ	[挽 き 板](内地)	ヒ ノ キ	Chamaecyparis sp.
L-S	ス ギ	[挽 き 板](同上)	ス ギ	Cryptomeria sp.
L-M	マ ツ	[挽 き 板](同上)	エ ズ マ ツ	Picea sp.

注 *印は明確でないが、ほぼそのグループと見られるもの

表-2 無処理合板と挽き板の種類

表-2に無処理合板と挽き板を、表-3に表面処理合板のそれぞれの種類を示す。

4.2 供試体の採取方法

南洋材およびブナ合板は12×600×1,800mmの大きさに搬入され、図-1(a)に示すように、コンクリート打込み用、耐アルカリ試験用および保存用を採取した。なおダグラスファー合板は図-1(b)、挽き板は図-1(c)に示すように試験板を採取した。

4.3 供試体の構成単板厚、接着力および含水率

コンクリート型わく用合板の日本農林規格には接着の程度、含水率、曲げ剛性、板面の品質(1種, 2種)、構成単板、そりまたはねじれ、辺の曲り、そして寸法の範囲が決められている。今回の実験に必要な「接着の程度」「構成単板」および「含水率」について調査した。

4.3.1 調査方法

A. 構成単板 測定試験片1片の側面を平滑に仕上げ、万能投影機によって約10倍に拡大し、0.05mm単位で

試料記号	構成厚 (mm)						含水率 (%)	層別	接着力 (kg/cm ²)			木部破断率 (%)		
	合板	表	そえ心	心	そえ心	裏			平均	最高	最低	平均	最高	最低
A-1	12.20	1.00	3.30	3.50	3.40	1.00	11.1 11.1	F B	11.8 11.8	14 16	9 9	60.0 72.5	100 100	20 0
E-1	12.35	1.90	3.15	2.10	3.15	2.05	10.2 10.2	F B	13.1 11.4	19 18	7 7	52.5 40.0	100 80	0 0
E-2	12.35	1.90	3.05	2.20	3.05	2.15	10.9 10.8	F B	12.3 13.0	17 19	8 9	90.0 90.0	100 100	80 60
E-3	12.15	1.85	3.10	2.10	3.10	2.00	9.3 9.2	F B	12.6 15.4	14 21	9 8	90.0 100.0	100 100	20 100
O-1	12.15	2.35	2.50	2.40	2.60	2.30	9.3 10.0	F B	13.0 13.7	20 20	8 7	98.0 100.0	100 100	80 100
O-2	12.20	2.50	2.45	2.45	2.45	2.35	10.3 9.9	F B	14.5 10.7	17 16	10 8	80.0 52.5	100 100	20 0
O-3	12.40	2.45	2.60	2.45	2.60	2.30	10.1 9.7	F B	12.1 15.0	18 17	7 12	100.0 85.0	100 100	100 60
O-4	12.50	2.45	2.60	2.45	2.60	2.40	9.9 10.0	F B	11.4 8.2	17 9	8 7	22.5 60.0	60 100	0 20
O-5	12.40	2.50	2.25	2.45	2.50	2.70	9.7 10.4	F B	12.8 12.7	20 19	8 9	100.0 100.0	100 100	100 100
O-6	12.00	2.30	2.45	2.50	2.40	2.35	9.4 9.7	F B	14.1 13.5	17 21	10 8	97.5 100.0	100 100	80 100
O-7	12.30	2.40	2.65	2.40	2.50	2.35	8.2 8.2	F B	10.5 8.6	14 11	9 8	7.5 42.5	20 100	0 0
O-8	12.60	2.30	2.70	2.40	2.75	2.45	8.3 9.1	F B	16.5 14.2	20 16	13 11	40.0 72.5	100 100	0 40
T-1	12.50	1.65	3.55	2.30	3.40	1.60	9.9 9.2	F B	14.6 17.9	17 21	11 14	97.5 87.5	100 100	80 60
T-2	12.20	1.70	3.45	2.10	3.30	1.65	9.6 9.7	F B	17.9 14.9	22 20	15 10	80.0 100.0	100 100	40 100
T-3	12.05	1.60	3.45	2.15	3.40	1.45	9.3 9.3	F B	16.8 14.0	20 17	13 9	90.0 100.0	100 100	10 100
T-4	11.80	1.50	3.40	2.05	3.40	1.45	9.6 10.1	F B	15.3 13.6	18 16	13 12	95.0 100.0	100 100	80 100
T-5	12.00	1.50	3.45	2.05	3.45	1.55	10.0 9.9	F B	12.8 16.6	15 20	9 13	97.5 100.0	100 100	80 100
D-B	12.75	1.95	1.95	4.00	2.40	2.45	10.8 10.6	F B	9.8 11.0	17 17	4 8	90.0 97.5	100 100	60 80
D-C	12.50	2.45	2.50	2.45	2.70	2.40	10.6 10.4	F B	8.0 7.9	14 11	5 4	65.0 92.5	100 100	20 40

注 1. 接着力値は規格における構成比による係数を乗じた値である
2. 層別のFは試験片の表面単板を含む3プライ、Bは裏面単板を含む3プライである

表-4 試料に関する各項目測定結果

測定した。

B. 接着力試験 コンクリート型わく用合板の日本農林規格に準じ、煮沸繰り返し試験を行なった。(試験片を沸騰水中に4時間浸漬した後、 $60 \pm 3^\circ\text{C}$ の温度で20時間乾燥し、さらに沸騰水中に4時間浸漬し、これを水温が室温になるまで試験片を浸漬し、ぬれたままの状態で見張りせん断接着力試験を行なう)

試験片数は16片で、すべてが5プライであったので、2枚の試験板のそれぞれから表面単板を含む3プライ(記号F)と表面単板を含む3プライ(記号B)の各々について、順逆交互に同数を作製した。形状は規格のB型とした。

C. 含水率 含水率試験は全乾重量法によって行なった。(試験体5cm角を、まず重量を計り、 $60 \pm 3^\circ\text{C}$ の恒温槽内で重量減少が停止するまで行ない、その差を含水量とする)試験片数は2片とした。

以上の結果を表-4に示す。

4.3.2 結果

含水率に関してはすべて合格であった。構成単板厚ではA-1のブナ合板が不合格であるが、これはコンクリート型わく用合板として製造されたものかどうか解らな

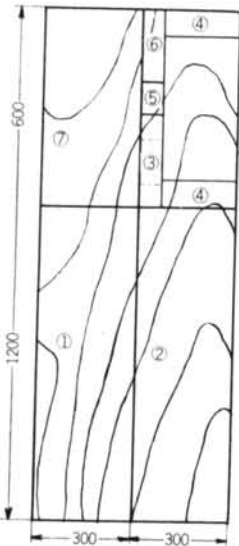
い。

また接着力試験では米松合板が日本の規格値より下回るものもあるが、これは規模の相違であるから、品質を断定するのは早計であろう。南洋材の中に特にOグループのものに低い値のものがあるが、これは合板に不適材と見られる原木を故意に使用して、一般工程に乗せて製造されたために接着条件が適合していなかったものも含まれていると推測される。

§ 5. 合板の耐アルカリ性能試験

5.1 実験の目的

型わく用合板の材質によっては、実際にコンクリートを打込んだ場合に、コンクリート表面に着色や硬化不良などの現象が起き、また型わく用の合板においてはコンクリートのセメントや水によって、その材質の劣化の速度が異なる。これらのことを実際にコンクリートの打込み実験を行わずに、実験室内でその適否を判定する方法を日本合板工業組合連合会が型わく用合板の製造基準として「合板の耐アルカリ試験方法」を規制した。



- ① 実大実験T型わく用
- ② 実大実験S型わく用
- ③ 耐アルカリ試験
- ④ 接着力試験
- ⑤ 含水率・構成の測定
- ⑥ 樹種鑑定
- ⑦ 試料保存用

図-1(a)南洋材およびブナ合板

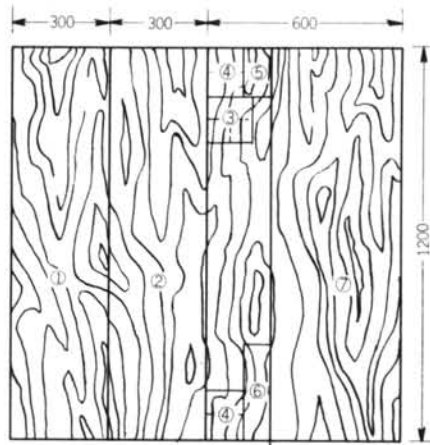


図-1(b)ダグラスファー合板

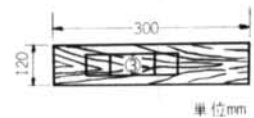


図-1(c)抜き板

図-1 供試体の採取方法

この方法の結果とコンクリート打込みによる実験結果とを対比し、適用性を検討することを目的としている。

5.2 試験片の作製および処理

5.2.1 試験片の作製

試験片は供試体合板(図-1(a), 図-1(b), 図-1(c)参照)より7cm角3個を切りとり、試験を行なう材面を残して、ポリウレタン塗料の2回塗りでシールし完全に硬化させる。塗布の方法は試験片に1回目はアルミ粉末600番2とポリウレタン塗料10の配合比のものを塗布し、硬化した後に2回目は塗料のみで行なう。

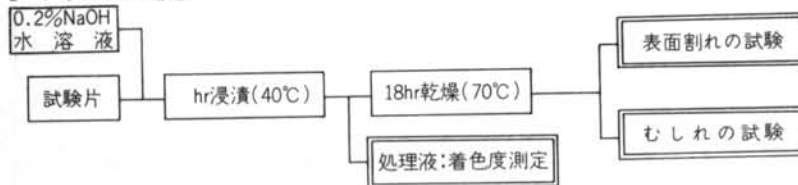
5.2.2 試験片の処理

試験片を1ℓガラスピーカーに1片ずつ入れ、0.2%水酸化ナトリウム水溶液250mlを注ぎ、アルミ箔によってピーカーの口を包み、40±3℃の恒温器中に4時間放置したのち試験片を取り出し、乾いた布でぬぐって、70±3℃の恒温器中にて18時間乾燥した。この操作を1サイクルとし、処理液を着色度試験に、処理した試験片を表面割れおよびむしれ試験に供した。

3片の試験片中2片は1サイクルのみ、1片は3サイクルまで行なった。繰り返しの場合の処理液はその都度更新した。試験の関係を図-2に示す。

5.3.1 試験方法

1 サイクルの場合



3 サイクルまでの場合

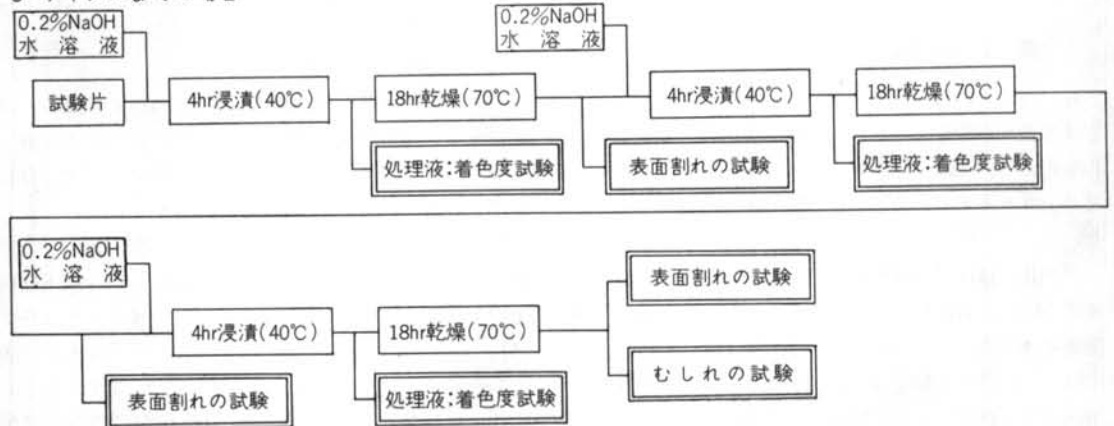


図-2 耐アルカリ性能試験の処理方法および試験の時期

A. 着色度試験

(i) 標準液法 これは製造基準に規定されている方法で、ヨウ化カリウム200mlにヨウ素0.1gを溶解したものを標準液とし、処理後の抽出液の着色程度と比較した。着色程度の比較を行なう場合は標準液を封入したアンプルと同色同形状のアンプルに試験した抽出液を入れて行ない、表-5および表-9に基づいて定めた表の点数によって行なう。

着色の標準	点数の基準	点数の範囲	記録点数	判定
H ₂ O (蒸留水)	0点	0以上~2未満	1点	合格
標準液の1/2濃度	2点	2〃~4	3点	
標準液	4点	4〃~6	5点	不合格
標準液の2倍の濃度	6点	6〃~	7点	

表-5 着色の基準

表-6 判定

しかし、この試験結果は抽出試液の色が薄く、いずれも標準液の1/2濃度以下であったので、後述する吸光度による方法でも行なった。

(ii) 吸光度による試験 液体の色の濃さすなわち溶液中における着色物質の濃度は、それぞれの液の光の透過率によって比較することができる。そしてこの光の波長や強さを一定にしておけば液の濃度によって、その透過

率は変化し、その濃度の比較ができる。この比較値(吸光度)は光の波長はもちろんであるが、色彩、溶液によって変化の仕方が異なっている。

この実験では日立分光光度計 101 型を使用し、可視部光線のうち 350, 400, 450, 500 μ m で行なったが、最も大きい差を示した 350 μ m における吸光度の測定値をもって試料の代表値とした。なお溶媒である 0.2% 水酸化ナトリウム水溶液を透過した光束の強さを「1」とし、試料抽出液の吸光度を求めたものである。

なお、標準液法では記録点数が 1 であったので、試料間の差異が認められなかった。そこで、吸光度測定用のアンプルを肉眼で比較し、ある程度の差異が認められたので、それを色の薄い順にならべ、序列をつくって、それを 4 段階に区分し、観察の評価値として表-8 に示した。

B. 表面割れの試験

5.2 項で示した通り、アルカリ浸漬処理を行なったものを乾いた布でぬぐってから 70 \pm 3 $^{\circ}$ C で 18 時間乾燥させ、測定材面の中央(図-3 参照)に表単板の繊維方向に対して直角に直線をひき、この直線に交わる幅 0.5mm 以上の割れの本数を倍率約 7 倍のルーペ(最少目盛 0.1mm)を使用して測定し、その本数が 11 本以上を不合格とし、その本数を記録した。

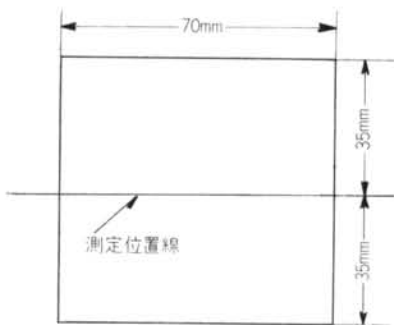


図-3 表面割れの測定位置

C. むしれの試験

表面割れの測定を行なった試験片を用い、0 サイクルのものについては 1 片、1 サイクル後のものについては 2 片、3 サイクル後のものについて 1 片の試験を行なった。

試験片のほぼ中央(図-4 参照)に鋭利な薄刃を用いて、木理方向に直角に長さ約 20mm、深さ 0.5mm の切込みを 6mm 間隔に 4 本入れ、この切込みの上に幅 18mm のセロテープをはり、指頭で十分圧着し、日本農林規格の特殊合板の解説に示されている密着試験機により、セロテープをはぎとり、それに付着した木部破断の割合を限度見本(写

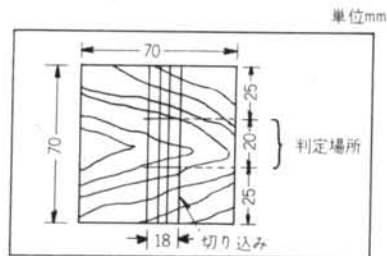
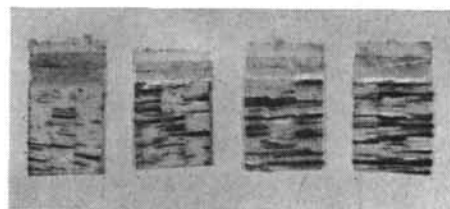


図-4 むしれの試験位置



見本破断率 5% | 15% | 25% | 35%

写真-1 むしれ限度見本

実測破断率	記録(単位: %)破断率	判定
5以下	0	合格
5 ~ 15以下	10	
15 ~ 25以下	20	
25 ~ 35以下	30	不合格
85 ~ 95以下	90	
95 ~ 100以下	100	

表-7 むしれの判定

真-1 参照)に従って、表-7 に示す方法で記録し、30% 以上を不合格とする。

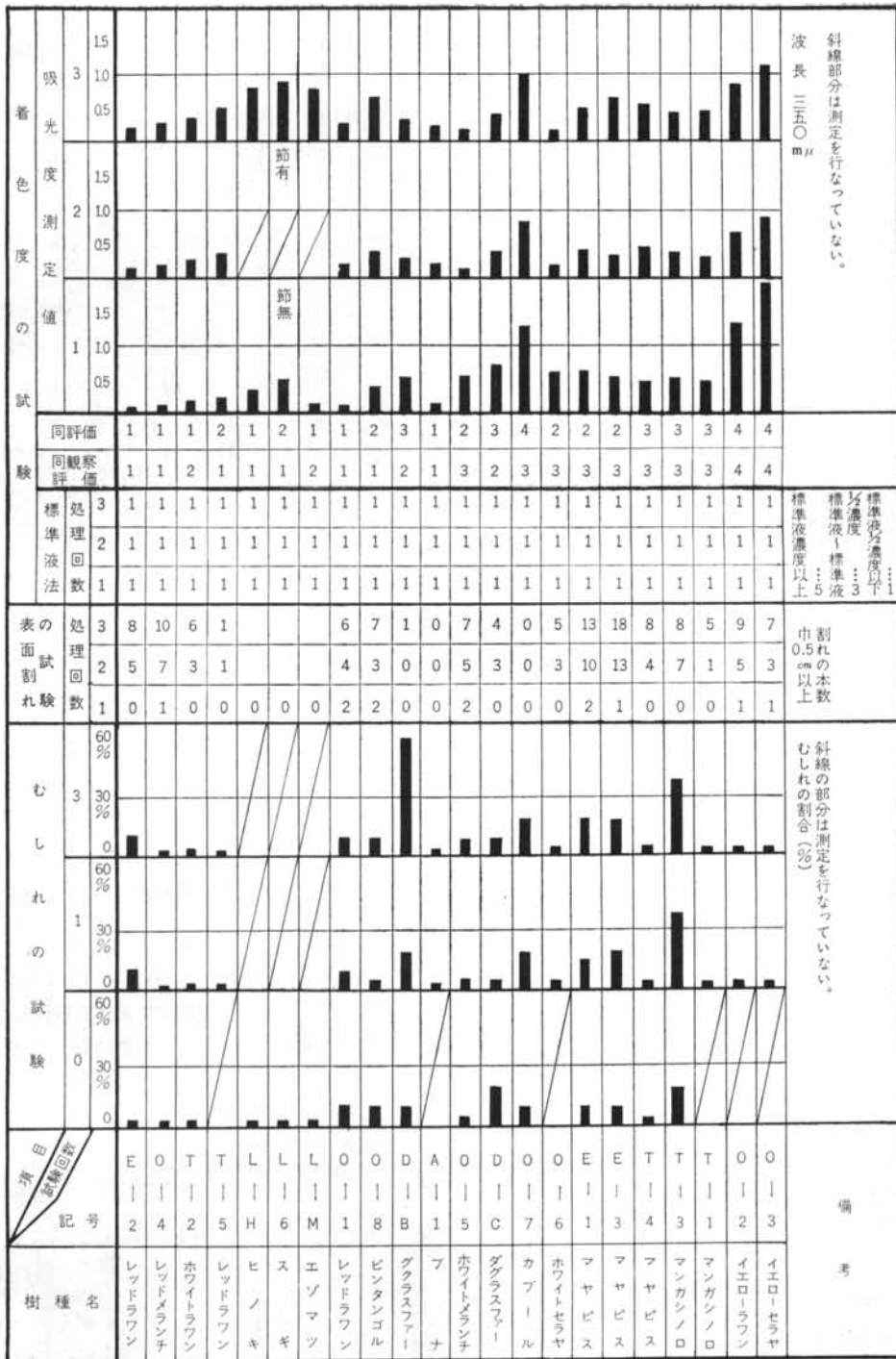
5.3.2 試験結果および考察

着色度、表面割れおよびむしれの試験結果を表-8 に示す。

A. 着色度試験

標準液法 試料の抽出液は標準液の 1/2 の濃度より薄く、すべて判定値は 1 点であったので、試料間の差異が認められないので、標準液の濃度、処理法などで今後検討する必要がある。

吸光度法 この測定方法によれば試料間の差異がみとめられ、アルカリ処理第 1 回目においては吸光度 1.0 以上のものはイエローセラヤ(O-3)、イエローラワン(O-2)、カプール(O-7)であった。吸光度 0.5~1.0 のものはマンガシノロ(T-1, T-3)、マヤビス(E-3, E-1)、ホワイトセラヤ(O-6)、ダグラスファー(D-B, D-C)、それにスギの挽き板である。なお



表—8 合板の耐アルカリ性能試験結果

挽き板(スギ, ヒノキおよびエゾマツ)の節のある部分も0.5~1.0の範囲に入る。

アルカリ処理の回数によって吸光度値が減少するものはイエローセラヤ, イエローラワン, カプール, ホワイトセラヤ, ダグラスファーなどであり, 逆に増加するのはレッドラワン, レッドメランチ, ホワイトラワン, ピンタンゴルなどである。そして吸光度値の変化のないものはブナ, マンガシノロ, マヤピスなどである。

以上の吸光度測定用のアンプルを肉眼観測し, 色の濃いものから序列を付し, それを4段階に区分して得た結果は吸光度の測定値とほぼ同じ傾向を示した。

B. 表面割れの試験

アルカリ処理第1回での表面割れはほとんどみられずに2回目から傾向がみられ, 処理回数3回目になって初めて樹種別の表面割れの状態が分かる。

マヤピス(E-1, E-3)が多く, ついでレッドメランチ(O-4), イエローラワン(O-2)である。ブナ(A-1), カプール(O-7), 挽き板にはほとんど表面割れがみられなかった。

C. むしれの試験

むしれ試験の結果よりみると, 約半数のものにむしれの発生が認められない。しかし, ダグラスファー(D-B)とマンガシノロはその破断率が40%以上もあり, それも処理回数によって増加する。その他にマヤピス(E-1, E-3), カプール(O-7), ダグラスファー(D-C)も破断率が多い。

§ 6. コンクリート打込み回数による合板材面およびコンクリート表面の変化

6.1 実験の目的

前章で行なった合板の耐アルカリ性能に関する実験室実験と対比するために, 供試体合板を型わくとして実際にコンクリートの打込みを行ない, 使用回数による合板材面の, 1) 表面割れ, 2) むしれ, 3) 材面の変色などについて, またコンクリート面の, 1) 着色, 2) 硬化不良, 3) 木片および繊維の付着などについて樹種による特性の検討を目的とした。

6.2 型わくの組立て

供試体合板および挽き板の寸法は図-1に示すように300(幅)×1,200(長さ)mmであり, これを図-5のように連続してならべて型わくとした。

なおこの打込み実験と同様にT研にても行なった。

6.3 コンクリートの打込み実験

コンクリート打込み実験は清水, T両研究所において同時に組立て, 生コン車1台に2.0m³を塔載してT研に搬入し(5分間), 同所打込み(20分間), その直後に清水研に搬入(5分間), 同所に残量を打込んだ。なお生コンクリートの両所打込み完了までの所要時間は合計50分間であった。打込みの方法, コンクリートの調査および試験成績は表-9, 表-10の通りである。

コンクリート製造 東コン砂町工場	T 研 江東区南砂	清水研究所(S) 江東区塩浜
運搬・打込み	5分 20分	5分 20分
合板の大きさ	12×300×1,200	12×300×1,200
型わく組立て	せき板で各個単版	9枚ごとに連続版
コンクリートの厚さ	100mm 単筋	150mm 単筋
剥離剤	塗布せず	塗布せず
コンクリート投入 締固め方法	バケツ投入・1/2Hで 1°パイププレート・両側	生コン車直投入・1/2 Hで2°パイププレート ・両側

表-9 コンクリート打込み方法

最大粒径	スランブ		w/c	細骨材率	水量	セメント量	
	25mm	21cm				204kg/m ³	329kg/m ³
実験回	1	2	3	4	5	6	7
スランブ(cm)	22.4	22.2	22.7	22.6	22.0	22.8	22.0
圧縮強度(%)	1W	131	106	115	103	136	145
	4W	279	249	214	218	214	310
養生条件	5回脱型まで T研: 2~24℃, 40~98%RH				同左 S研: 5~19℃, 24~73%		

表-10 コンクリートの調査と試験結果

6.4 合板材面についての測定

6.4.1 測定時期 コンクリート打込み回数1~3回までは脱型直後, 5, 7回は室内に供試体を放置して4日目にそれぞれ試験を行なった。(詳細は§3の実験の工程を参照)

6.4.2 表面割れの測定 測定位置は図-6(a)に示すように木理に直交する7cmの線を引き, それに交差する割

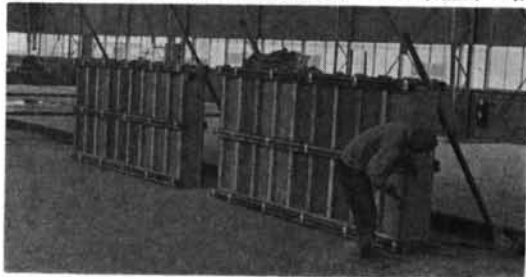


写真-2 コンクリート打込み用の型わくの組立て

れの本数を倍率約7倍のルーペ(最小目盛0.1mm)を使用して測定した。なお幅0.5mm以上と幅0.5mm以下の本数を測定した。また試験板が挽き板の場合には図-6(b)の箇

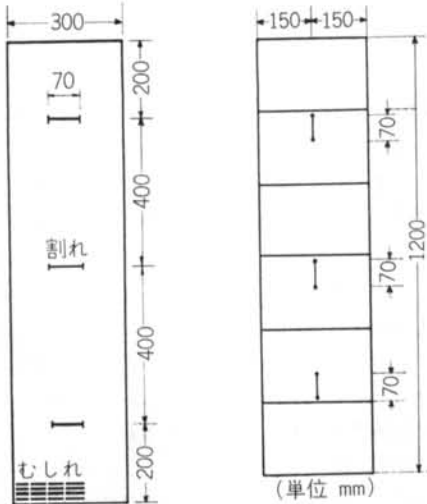


図-6(a) 表面割れおよびむしれの測定位置 (b) 挽き板型わくの表面割れの測定位置

所を測定した。

測定結果の区分方法は、割れの本数が、1) 20本以上 2) 20~11本, 3) 10本以上の3つに区分した。

むしれの試験 この打込み実験において側圧が最大と考えられる図-6(a)の位置に5.3.1 C項の実験室実験と同様に、鋭利な薄刃の刃物を用いて、木理方向に直角に長さ約20mm、深さ0.5mmの切込みを6mm間隔に4本入れる。この切り込みの上に市販のセロテープを張り、指頭で十分圧着してから急激にはぎとり、セロテープに付着した木部破断の状態を観察する。

このむしれの判別は実験室実験を参考にして、1) 甚しく顕著なもの、2) 顕著なもの、3) 軽微なもの、4) なし、の4つに区分した。

なお、表面処理合板は無処理合板と同様な試験方法で行なった。

6.5 コンクリート表面の測定

試験合板の樹種によっては表面単板から木片や繊維が脱落してコンクリート表面に付着したり、また表面単板

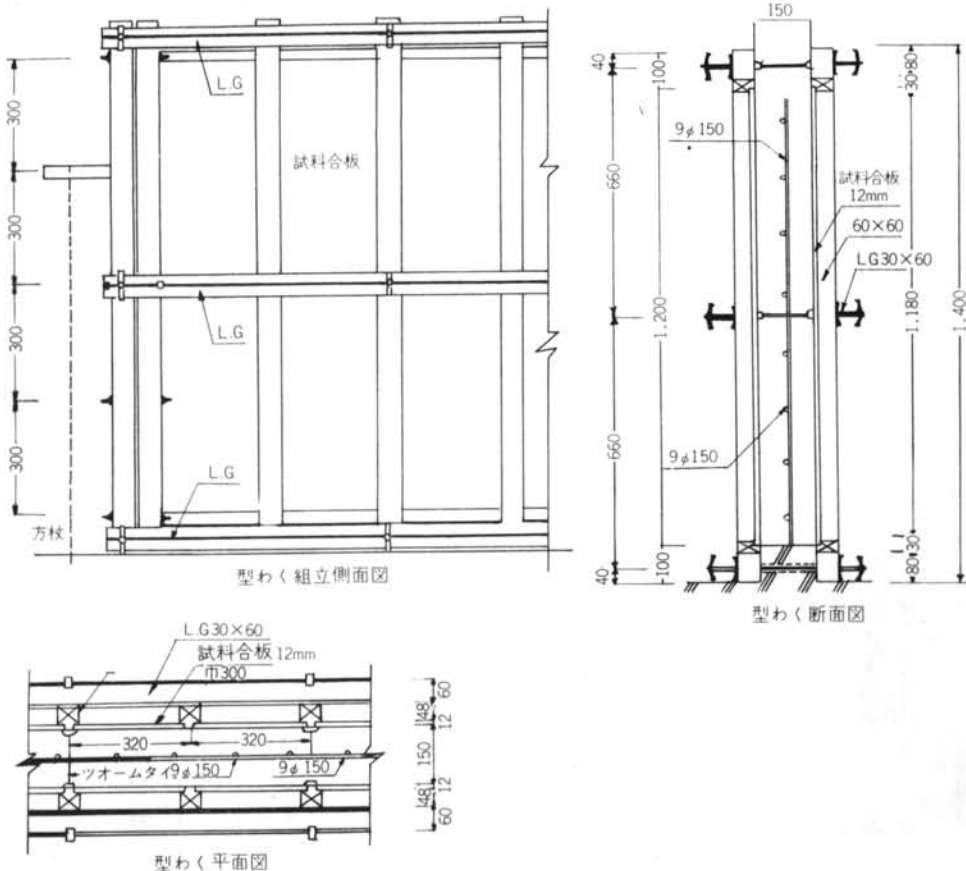


図-5 コンクリート打込み用型わくの組立ておよび配筋図

が生コンクリートに接する際に色素を含む可溶分や硬化不良成分が抽出されて、コンクリート面をよごす現象がしばしば起こる。これらのことを、1) 木片および繊維の付着、2) 着色の程度と色調、3) 硬化不良の程度、に分けて測定した。

6.5.1 測定時期 前項の1)および2)は型わく脱型後4日目までに、2)はコンクリート表面の乾燥をまって(2~3週間)行なった。

6.5.2 測定の方法 コンクリート打込み回数の1, 2, 3, 5および7回におけるコンクリート表面を観察し、むしれおよび着色の程度を判定して相対的な階級区分に割りつけて比較した。

観察にはコンクリート表面から約1m離れた位置から、正常な視力の者3名が各自に程度の区分を行なった上で集計し、1名でも異なった評価のなされた試料については再度観察しなおし、意見の一致をみるまで検討して全試料の階級区分を完了した。

階級区分は次の通りである。

むしれについては、1) 甚だしく顕著なもの、2) 顕著なもの、3) 軽微なもの、4) 認められないもの、に区分した。

着色については、1) 特に甚だしく顕著なもの、2) 甚だしく顕著なもの、3) 顕著なもの、4) 軽微なもの、5) 認められないもの、などに区分した。

着色には赤褐色系のものが多いが、これも全面または部分的であっても拡がりをもつ面と、斑点または線条に表われるものがあり、これらも区別し表示した。

なおコンクリート表面の色を感覚的にとらえて、黒、赤、薄黒、黄、薄赤、薄黄、薄色、白に区別けし、それとも表示した。

6.6 試験結果の考察

合板の材面の変色、表面割れ、むしれおよびコンクリ

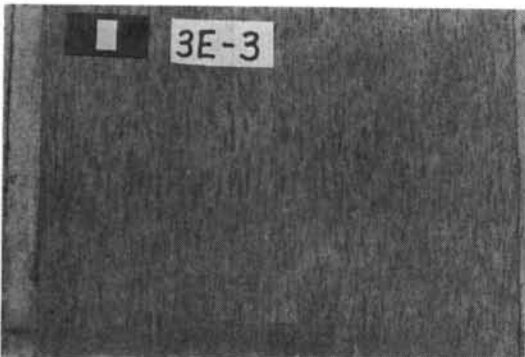


写真1-3 マヤピス(E-3)コンクリート打込み第3回目の合板表面(表面に微細な表面割れがみられる)

ート表面の着色、木片などの付着の試験結果を表11に示す。

6.6.1 試料合板の材面について

A. 表面割れについて

表11に示すように幅0.5mm以上の表面割れは全く測定されなかったもので、試料間の差異を検討する目的で幅0.5mm以下の割れの測定を行なった。割れの発生は打込み3回まではその発生が認められず、5回より急に割れの本数が増加した。これは型わく脱型時より測定までの経過時間の差によることで、4回までは脱型直後に測定を行なったが、5回以後は脱型後4日目にその測定を行なったためとも考えられる。表面割れの幅はそのほとんどが0.2mm以下であった。

なお実際に使用する場合には脱型後の再使用までの期間があり、乾燥する条件も苛酷になれば、割れの幅および本数も当然増大するものと考えられる。この実験では樹種別のその傾向がつかめたものと思われる。

表面処理合板の場合には処理剤の性能や下地にもよるが、一般に考えられることは被膜の厚さによることである。今回の実験では80g/m²以上塗布したもののC-11、C-14、C-15、のように第1回目から表面の割れを生じているものもある。

B. むしれについて

むしれ試験の結果は表11に示すようにコンクリート打込み第1回目に出ているものが無処理材の中に多くあった。これは試料合板が新しいことで、木片や木質材の繊維が脱離しやすい状態にあったものであろう。このことは実験室実験の表8のアルカリ無漬浸状態の試験結果とも一致する。マンガシノロ(T-3)は2サイクルよりむしれが発生したが、これは木質材が打込みの回数の増加によってコンクリートのアルカリにより劣化するためにむしれの発生が多くなるものと思われる。しかし大部分の樹種は7回の打込み程度では劣化は起らない。

本実験では型わく用の剝離剤を用いなかったが、米国商務省標準規格CS45-60によれば“型わく用ダグラスファー合板は指示なき限り塗油済”となっており、剝離剤の使用が原則となっている。ここではダグラスファー合板(D-B, D-C)においてはその影響が顕著に現われている。

表面処理合板はむしれの発生が見られなかった。これは剝離の効果はもちろんであるが、下地材と塗膜との密着が完全であったのであろう。またコンクリートの打込みを行なうと、塗装処理はC-1を除いてすべてが暗紫色に変色する。これは第1回で全面に変色するものと、部分的になるものがあり、塗膜の厚さや透水性などが

原因と考えられる。いずれにしても、この変化はコンクリート表面に悪影響はない。

なお清水研とT研の実験結果の相異はT研のコンクリートの打込みの厚さが10cmであり、また各試料合板の幅30cmごとに仕切られているためにパイプレーターの効果が大きく、コンクリートのアルカリ分の浸透が深かったものと考えられる。

6.6.2 コンクリート表面について

この測定における観察は脱型直後のコンクリート表面についても行なったが、未乾燥の状態における色彩と乾燥後の色彩では感覚的に差があるために、ここでは表面が乾燥された状態において観察した結果を示した。観察は脱型後2～3週間において表面が十分に乾燥してから行なった。なお同一打込み回数試料については、同時点において観察しているので、試料間の比較には支障がない。

A. 木片および繊維の付着について

むしれについての実験はコンクリート打設高さが120cmと低く、実際の打設高さのように大きな側圧もかからなかった。そのため今回の実験結果ではむしれつまりコンクリート表面に木片や繊維の付着が少なかったものと考えられる。しかし樹種間の相異は判別できた。

試料合板は数社のメーカーより取りよせたものであり、その場合の表面の仕上げ程度の指定をしなかったため、レッドラワン(E-2)、マヤピス(E-2, E-3)のものは同じメーカーで、サンダー仕上げをしていないために、打込み1回目に動きやすい小木片や繊維のほとんどがコンクリート面に転移してしまい、2回目からは肉眼的には認められなくなる。

エゾマツ(L-M)において木片の付着の甚だしいものがみられたが、これは取扱い上の破損によるものであ

り、必ずしも樹種によるものとは断定できないが、他の挽き板と同様な条件で行なったのであるから、挽き板の中では破損しやすい材質と考えられる。

ダグラスファー(D-B)は顕著にコンクリート面に付着している。現われ方としてはケバ状の微細な繊維や木片が無数に付着し、一見して黄色状を呈している。この場合に春材部分のみに限られているために木目を転写した状態となっている。一方ダグラスファー(D-C)ではほとんどみられなかった。2つの試料を比較すると、D-Bの方が年輪間隔が広く、これが原因であるか、または生育条件の相違からくる材質によるものか、または加工の品質によるものか、この点については今回の実験範囲では究明できなかった。いずれにしてもダグラスファー(D-B)は米国では型わく用として市販し、それもマシンオイルのドブ漬が一般の仕様となっているから、これらも考慮しなければならない。

B. 着色および硬化不良について

コンクリート表面に現われる色調の変化は、1)褐色系の色素が沈着するものと考えられる暗紅色ないしは赤褐色の着色、2)石灰分が析出するかのように見られる白色を呈する場合、3)硬化不良の際に見られるコンクリート表面が未乾燥のような状態、4)微細な木片や繊維が付着しその付着物の色を呈する場合、などに大別される。

褐色系の着色について見ればイエローセラヤ(O-3)イエローラワン(O-2)、マンガシノロ(T-1, T-3)などの黄色系の樹種に甚だしく表われ、レッドラワンと同じ系統の樹種であるマヤピス(E-1, E-3, T-4)にあっても部分的な広がりをもつ褐赤色の着色がみられた。

赤色系の樹種のレッドラワン(E-2, O-1, T-5)レッドメランチ(O-4)、カプル(O-7)においてはほとんど発生していない。

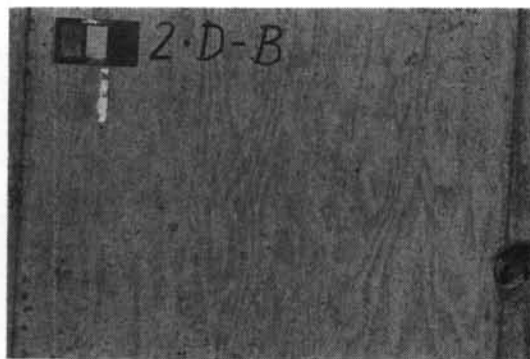


写真1-4 ダグラスファー(D-B)の第2回目打込み後のコンクリート表面(春材部分がはっきりと転写されている)

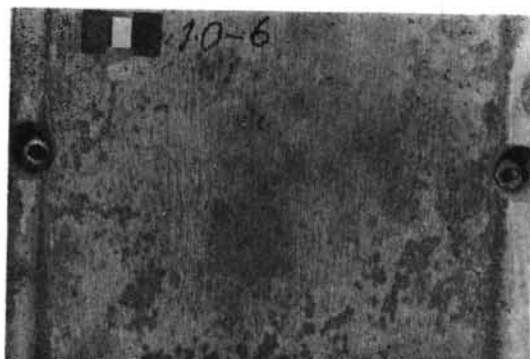


写真1-5 ホワイトセラヤ(O-6)の第1回打込み後のコンクリート表面(黒い部分が赤褐色に着色している部分)

この着色の現象は打込み第1回目において最も強く、2回目からはイエローセラヤ(O-3)を除いて非常に軽微となり痕跡をとどめるに過ぎない。

第1回目の打込み後のコンクリートの表面の着色は色素の溶出が多量のために全面に、あるいは部分的であっても拡がりをもって着色するが、2回目以後は斑点状ないしは線条をなして現われている。これは色素の溶出しやすい部分に限定され、表面割れや虫あな部分などの内部から滲出があるものと考えられる。

打設3回目以後は、大部分の試料に褐色の着色が見られなくなったが、7回目にいたって再び現われる。しかしすべて斑点または線状であって程度も軽微なものである。これは繰り返しの使用により、表面割れが進行し、内部の新しい部分から色素の溶出がおきるものと考えられる。

ヒノキ(L-H)、スギ(L-S)、マツ(L-M)の挽き板の節のある部分に着色を生ずる。色彩は淡色で節の形をそのまま浮きだしている。これは材面に対して節部分の木理が直角になっているので、木質内部の着色成分が溶出しやすくなっているものと思われる。これも2回、3回と打込むうちに着色の程度も微少となる。

白色の着色(白華)は強い着色やまた硬化不良のあった場合のものに必ず発生する。これも脱型から1週間以内に表面の部分が乾燥してから認められるもので、全面または斑点および線条として現われ、着色や硬化不良の部分の上に発生する。カプール(O-7)だけは着色や硬化不良が認められないにもかかわらず白華が現われた。これは肉眼では差別できないほどわずかに硬化不良があったのではないかと考えられる。

この白華現象は着色と同様に打込み回数の増加にともない薄くなる。レッドラワン(O-1)は薄赤に着色していたが白華は認められなかった。

表面処理板は、C-1、C-11およびC-13をのぞいてほぼ均一な仕上がりととなっている。C-13は全面がかなり甚しく硬化不良を生じているが、これは処理剤の選択の誤りであろう。C-1は下地材である合板表面のあ

らさが大きく、一部分に塗装不十分な部位があり、それに下地材が着色しやすいマンガンシロ系であったために部分的に褐色の着色を現わしたものである。現場塗装処理のように簡単に行なうものはC-11のように打込み1回目ではその効果を発揮するが、2回目に塗装がやぶれると、下地材の着色成分が溶出して、コンクリート面に着色する。

6.7 コンクリート表面の着色と色差測定

6.7.1 実験の目的

前述したように最近の型わく用合板の樹種の多様化から、コンクリート表面に着色することがあるが、表面の着色の程度を色差計を用いて定性的に測定し、耐アルカリ性能試験との対比を行なった。

6.7.2 測定装置および表示方法

測定方法は、日本電色(株)製TYPE-5を使用して刺激値直読方法によって行ない、その表示方法はマンセルの色立体で表わされた表示系、すなわちマンセル表色系および色差とで表示した。

6.7.3 測定方法

清水研およびT研とも2回の測定を行ない、第1回測定は型わく1~5回使用のコンクリート表面について脱型後ほぼ1週間目に行ない、第2回測定は、型わく1~2回使用のコンクリート表面の色がほぼ安定したと考えられる時期に再測定を行なったものである。前者の測定箇所は、清水およびT両研ともコンクリート表面の最も着色していると考えられる箇所、平均した着色箇所および最も明ると思われる箇所について各々1点ずつ合計3点について測定を行なった。また、再測定箇所について清水研は、第1回測定と同様な方法で3点を測定したもので、T研については最も着色していると考えられる箇所を1点と、平均した着色箇所2点の合計3点について測定を行なった。着色程度と対比する標準試料については、強度試験用として採取し、同一条件で養生したφ10×20cmのコンクリート圧縮試験体の底部を3点選び、測定値の平均を標準とした。また、再測定時に用い

実験場所	測定回 型わく使用回数	1					2(再測定)	
		1	2	3	4	5	1	2
S	コンクリート打設後の供試体の材令	63	58	52	48	42	126	121
	型わく脱型後の供試体の材令	60	55	49	45	39	123	118
T	コンクリート打設後の供試体の材令	16	25	29	24	17	71	66
	型わく脱型後の供試体の材令	13	22	26	20	14	68	63

表-12 色差計測定時のコンクリート供試体の材令(日)

た型わく1~2回使用のコンクリート表面については観察による色別を合わせて行なった。

なお、測定回1~2回(再測定)の測定材令は表-12に示す通りである。

6.7.4 測定結果

コンクリートの色差測定による各種型わく使用回数ごとの色差の変化については図-7に示す通りである。また型わく1~2回使用のコンクリート表面について再測定した色差・明度および観察による色別との関係については図-8に示す。なお観察の色別を色の属性すなわち色相、明度および彩度で表わすと表-13に示す範囲内にある。

A. コンクリート打込み1~2回の色相、明度および彩度については、色相は型わくの材種にかかわらず、おおむね10YR~10GYの範囲内にあり、赤色の着色の場合は観察による色別とはやや異なっている。明度は型わく1回使用のものよりも2回目の打込み後のものがやや高く、また着色しているものは一般に明度が低い。彩度は型わくの材種にかかわらず2回目の打込み後でやや薄くなり、着色の度合いが減少している。

B. 表面の色差については、図-7に示されるように使用回数が増すにつれて色差が減少する傾向は、すべての型わくに認められ、特に1~2回に色差の大なるものは、以後の色差の減少は大きく測定された。色差が大なるものほどコンクリート表面の着色度が著しいということは、厳密な意味ではいえないが、その傾向にあることはいえる。なお、着色しやすい樹種であっても使用回数が増加するにつれて、コンクリート表面の着色の程度は著しく減少することを示している。

C. 表面の色差および明度の関係については、図-8に示されるように、型わく材種により色差および明度にかなりの差異がある。また色差が大きくなるに従って、明度が逆に低下する傾向が明らかである。図示されている観察による色別で、見苦しい順から黒、赤、薄黒、黄、薄赤、薄黄、薄色、白とすると、見苦しいものは色差の値も高く、また明度は低い。

樹種では黄色系のイエローセラヤ(O-3)イエローラワン(O-2)マンガシノロ(T-1, T-3)、ホワイトセラヤ(O-6)が色差値が高く、レッドラワン(O-1, T-5)、レッドメランチ(O-4)、カプール(O-7)、

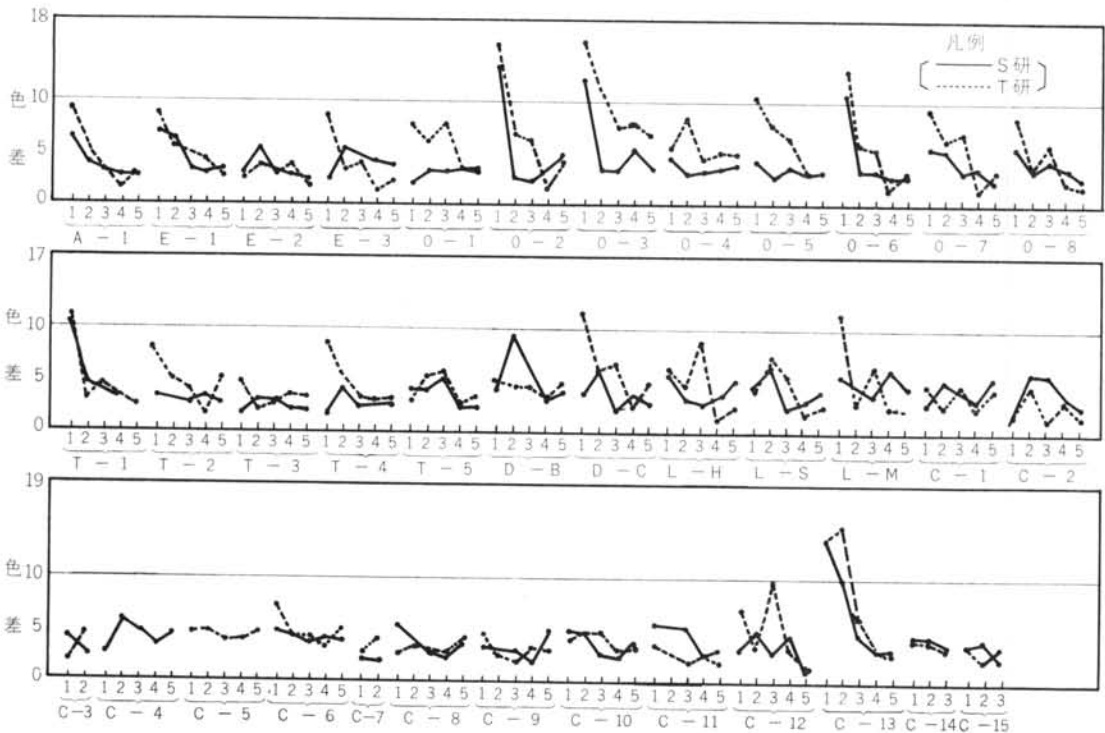


図-7 各種型わく使用回数とコンクリート表面の色差

ホワイトラワン(T-2), ヒノキ(L-H), スギ(L-S), マツ(L-M)が低い値を示している。

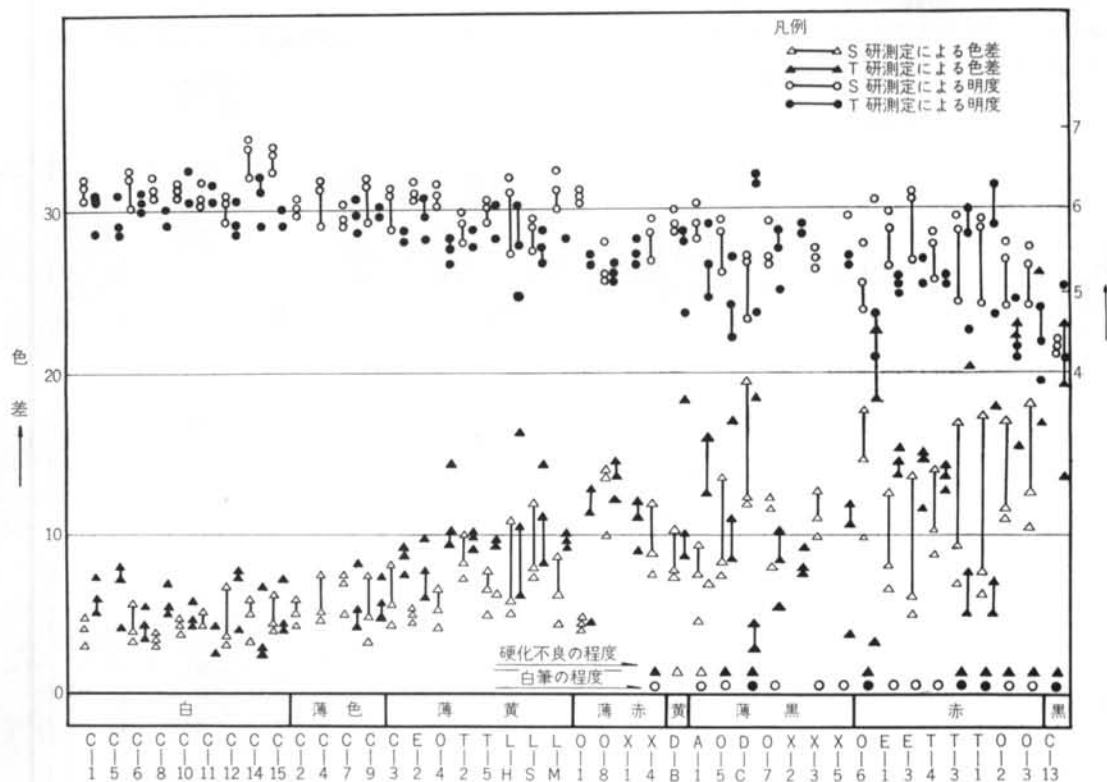
表面処理合板はC-13を除いてすべて色差値は低く, 明度は高い値である。

7.1 耐アルカリ性能試験とコンクリート打込み試験の対比

日本合板工業組合連合会の自主規制による「コンクリート型わく用合板の耐アルカリ性能試験」は, 実験的な試験方法であるが, この製造基準による樹種別の性能の判定とコンクリート打込み実験の試験結果とを比較して, この基準の妥当性を検討することとした。

しかし, コンクリート打込み実験は実際の使用に近づ

§ 7. 実験結果の総合的考察



注: 1) 表面の硬化不良は▲: はなはだ顕著, △: 顕著, △: 軽微で示す。2) 表面の白華程度は◎: 顕著, ○: 軽微で示す
3) 観察欄の白は10f × 20cm テストピース底面(空中養生)と同程度のものを示す。

図-8 各種型わく1回使用コンクリート表面の色差および明度(再測定)

	白		薄色		薄黄		薄赤		黄		薄黒		赤		黒	
	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T
色1	4.5 Y	2.5PB	4.7 Y	6.0 Y	4.6YR	3.0 Y	7.0 Y	1.0 Y	7.0 Y	0.5GY	6.3 Y	5.1 Y	9.3 Y	2.4 Y	6.3Y	6.0 Y
	5.1GY	8.3GY	7.5GY	5.0GY	3.8GY	3.1GY	5.1GY	1.0GY	1.8GY	2.5GY	5.0GY	1.4 G	4.5GY	8.0GY	5.1GY	8.0GY
相2	8.0 Y	5.0 Y	0.9 Y	8.0 Y	10.0YR	5.0Y	3.8 Y	5.0 Y	6.0 Y	8.0 Y	7.7 Y	6.6 Y	6.4 Y	9.0YR	10.0YR	7.5 Y
	7.6GY	5.4GY	5.1GY	5.0GY	5.7GY	7.9GY	6.4GY	0.7GY	0.7GY	7.5GY	6.0GY	6.2GY	5.9GY	7.7GY	2.0 G	4.2 G
明1	5.8~6.9	5.7~6.5	5.8~6.4	5.7~6.1	5.5~6.4	4.7~6.1	5.1~6.2	5.1~5.6	5.8~6.0	4.7~5.7	4.6~6.0	4.4~6.4	4.8~6.2	3.9~6.1	4.2~4.4	4.2~5.1
度2	5.9~6.9	5.8~6.4	5.9~6.5	5.7~5.9	5.4~6.4	4.6~6.1	5.5~6.4	5.1~6.0	6.2~6.6	5.6~5.7	5.3~6.3	5.1~7.2	5.5~6.5	4.8~5.8	6.4~6.8	5.8~7.0
彩1	0.6~1.1	0.4~1.3	0.8~1.2	0.9~1.2	1.0~1.5	1.0~1.5	1.0~1.6	0.8~1.3	1.2~2.2	1.4~1.8	1.1~1.8	0.2~1.9	1.0~1.9	0.3~2.0	1.1~1.8	0.5~2.0
度2	0.5~2.5	0.8~1.3	0.5~1.0	0.9~1.1	0.6~1.2	0.8~1.7	0.3~1.5	0.9~1.2	1.1~1.5	0.9~2.0	0.8~1.2	0.2~1.2	0.7~1.2	0.5~1.5	0.4~0.5	0.6~1.0

注: 表中に示すS,Tは実験場所を表わす。

表-13 観察による色別と色相, 明度および彩度

けたといえ、打込み高さも低く、コンクリートの側圧や使用方法などに問題点はあるにしても、樹種の差異の傾向はつかめたものと思う。

表-14は両者の比較を前項までの試験結果から各項目の数値の大きいものから4~0の5段階に評価し、総括的にまとめたもので、これよりみると、一部の修正により、性能規制が実際の型わく用合板に適用できるものと考えられる。

7.1.1 着色度試験について

耐アルカリ性能試験の§5における試料合板からの抽出液の吸光度および観察濃度と、§6の打込み実験において生じたコンクリート面の着色の程度を示す色差および明

度とがほぼ一致している。しかしコンクリート面への着色の度合いを判定するのに、吸光度の測定を行なわなければならないとなると、簡単に試験もできないので、標準液法における標準液の濃度を下げるか、または水酸化ナトリウムの量を増加して抽出液の濃度を上げるかして、その判定を簡略化したものである。

ブナ合板においては褐色系の着色は少ないが、白華が生ずる傾向にあり、カプールは実験室実験では着色が大きい、打込みの場合には低い値を示している。

7.1.2 表面割れの試験について

打込み実験と実験室実験を対比した場合に表面割れはその発生現象が比較的類似した傾向にあり、後者から充

樹種	記号	耐アルカリ性能試験による評価					実大実験による評価					合計点	総合的評価	
		吸光度	同観察	割れ	むしれ	合計	色別	色差	硬化不良	割れ	むしれ			合計
イエローセラヤ	O-3	4	4	1	1	10	4	4	3	2	0	13	23	4
イエローラワン	O-2	4	4	1	1	10	4	4	3	2	0	14	24	4
マンガシノロ	T-1	3	3	1	1	8	赤4	3	3	0	0	10	18	3
〃	T-3	3	3	1	4	11	4	3	4	0	1	12	23	4
マヤピス	T-4	3	3	1	1	8	4	3	0	1	0	8	16	3
〃	E-3	2	3	2	3	10	色4	3	0	2	1	10	20	4
〃	E-1	2	3	2	3	10	4	3	0	2	1	10	20	3
ホワイトセラヤ	O-6	2	3	1	1	7	4	4	4	2	0	14	21	4
カプール	O-7	4	3	1	3	11	薄3	2	0	1	0	6	17	3
ベイマツ	D-C	3	2	1	2	8	3	3	3	2	0	11	19	3
ホワイトメランチ	O-5	3	3	1	2	9	黒3	3	3	2	0	11	20	2
ブナ	A-1	1	1	1	1	4	3	3	2	1	0	9	13	2
ベイマツ	D-B	3	2	1	4	10	黄2	2	2	1	2	9	19	3
ピンタンゴル	O-8	2	1	1	2	6	薄2	3	0	1	1	7	13	2
レッドラワン	O-1	1	1	1	2	5	赤2	3	0	1	0	6	11	2
マツ	L-M	1	2	1	1	5	1	2	0	1	1	5	10	1
スギ	L-S	2	1	1	1	5	1	2	0	1	1	5	10	1
ヒノキ	L-H	1	1	1	1	4	薄1	2	0	1	2	6	10	1
レッドメランチ	O-4	1	1	1	2	5	1	2	0	1	1	5	10	1
ホワイトラワン	T-2	1	2	1	1	5	黄1	2	0	1	1	5	10	1
レッドラワン	T-5	2	1	1	1	5	1	2	0	1	0	4	9	1
〃	E-2	1	1	1	2	5	1	1	0	1	1	4	9	1
表面処理C	1~15	1	1	1	1	4	白0	1	0	1	0	2	6	1

注 表面処理合板はC-3およびC-13を除く

表-14 実験結果の総括的考察

分推測しうるものと考えて良い。しかし、打込み実験の場合の表面割れは、その幅が0.5mm以下で、実際には0.2mm以下のものが大部分であり、ラワン類の導管径よりもわずかに幅が広いという程度である。ただ脱型から測定時までの時間がわずかであったことで、試料合板はまだ湿潤状態にあり、実際に使用するように長期間の乾燥状態に置かれると、前述の幅の狭い表面割れも、もっと広がる可能性は充分考えられるので、試料間の差異の傾向は求められた。

実験室実験の試料間の差異を求めるためには1回の浸漬—乾燥では不十分であり、2〜3回繰り返すことが必要であるが、前項の標準液法における水酸化ナトリウムの量を増やして、1〜2回でその差異が求められることが考えられ、試験の簡略化ともなることであるから検討を要す。

7.1.3 むしれの試験について

合板表面のむしれの試験は実際にコンクリートを打込んだ場合に合板の木質部がセメントのアルカリ成分によって、表面割れや劣化の現象が起り、打込んだコンクリートと型わくのせき板としての合板との付着や、表面割れの中にコンクリートが食込んで、型わくのせき板を外すときに、コンクリート面に合板表面の木片や繊維が付着する。これらの性能を判定しようとするものである。

今回の実験ではコンクリートの表面割れの中に食込む力としての側圧、コンクリート面との付着力、そして、アルカリ成分の浸透力など実際の打設よりも弱いと思われるが、試料間の差異の傾向は求められた。

また、むしれ試験についてのコンクリート打込み実験と耐アルカリ性能試験との比較も類似した傾向にあり、十分推定しうるものと考えられる。むしれの多い樹種として、マンガシノロ(T-3)、ダグラスファー(D-B)が観察された。

打込み実験において、1〜2回目までに生ずるむしれと、実験室実験における0回目のむしれの両者の値は類似している。これは合板の製造過程における合板の単板の切削方法や製品としての仕上げ方法などに起因しており、材面のけば立ちや脱落しやすい小木片などであり、このむしれも3回目になると極端に少なくなる。

また使用回数が増加するにしたがい、むしれ量も多くなるものはアルカリ成分によって木質部が劣化するもので、マンガシノロ(T-3)などがこれに属するものである。

打込み実験におけるむしれの試験とコンクリート面に付着する木片および繊維の量の比較における傾向は類似

しているが、前者のほうが大きな値を示している。しかし、前述したように今回の実験のコンクリートの打込みよりも側圧など低いから、このセロテープによるむしれの性能判定は適当と考えられる。

7.2 型わくのせき板としての合板の樹種による適性について

表一14は前項までの試験結果から各項目の数値の大きいものの順に4〜0の5段階に評価したもので、数値の大きいものほど、コンクリート型わく用合板として適さないことを意味している。本実験において今まで用いられてきた、ヒノキ、マツ、スギはもちろん適するものとして評価された。南洋材としてはレッドラワン(E-2)ホワイトラワン(T-2)、レッドメランチ(O-4)などのラワン類は合計点も小さくほぼ適性として良いが、イエローセラヤ(O-3)、イエローラワン(O-2)、マンガシノロ(T-1, T-3)、マヤピス(T-4, E-1, E-3)、ホワイトセラヤ(O-6)などが不適と考えられる。

コンクリート型わく用合板の日本農林規格には「打放し用として1種」、「左官仕上げ用として2種」の2種類が規定されているが、本実験から推定すると、1種に適するものは表一14の総合的評価の10点未満と考えられ、また左官仕上げ用としての2種は19点以下を使用したい。

なおダグラスファー(D-B)は米国商務省の規格に示されているように必ず、剝離剤などを塗布して用いることをすすめる。

以上の評価は本実験に用いた樹種に限定されているが南洋材は種類も多く、同じ種類としても育成条件などでも性質が変化する。また樹種の識別も明確に行なえない現状では、樹種による適性度を明確にすることは困難であるから、樹種の不明の場合は特に本実験の耐アルカリ試験によって適性の度を求める必要がある。

7.3 表面処理合板について

表面処理合板はコンクリート打込み実験のみを行なった。本実験結果からいえることは、型わくとして使用する場合に2〜3の処理材を除いて、材面のむしれや、コンクリート面への着色などがみられず、合板材面の保護には役立つものと思われた。

表面処理を行なう目的は乾湿の繰り返しに対する耐久性、取りあつかいに対するある程度の可撓性また塗布などに要する作業性および経済性、そして、コンクリートとの付着も小さい、コンクリートに有害でないことなどが要求される。

今回の実験に供されたもののうちC-13は硬化不良が全面に発生し、C-14、C-15のオーバーレイ合板は、表装材の弾力性不足による表面割れが生じた。

おわりに本実験に使用した南洋材の樹種は現在比較的使用されている傾向のものを撰択したために、試料数も少なく、かつ、コンクリート打込み実験も実際より小規

模であり、今回の実験結果ですべてを判断しえないが、一応の傾向は判断できるものと考えらる。

本研究を行なうにあたってご指導をいただいた建設省研究所第4部長・亀田泰弘氏、農林省林業試験場接着研究室長・柳下正氏に深く感謝し、協力を願った竹中工務店技術研究所、日本合板組合連合会、日本合板検査会各位に謝意を表す。

<参考文献>

- 1) 農林省農林経済局監修：“コンクリート型わく用合板の日本農林規格とその解説” 日本合板検査会（昭和42年6月30日、農林告示第932号）
- 2) 亀田泰弘編：“新版合板型わく工法” 建築技術 1968
- 3) 農林省林業試験場木材部編：“南洋材1,000種” 農林省林業試験場 1965
- 4) 柳下正、唐沢仁志：“各種南洋材合板の耐アルカリ性能に関する実験” 木材工業 Vol. 22 1962
- 5) J I S Z 8722—1959：“物体色の測定方法”
- 6) J I S Z 8701—1958：“色のXYZ系による表示方法”
- 7) J I S Z 8702—1958：“色の三属性による表示方法”
- 8) 武藤義一：“比色分析法” 共立全書 1955
- 9) 南享二、竹本国博、近藤基樹：“シナ材などによる打放し表面の硬化不良現象について” 日本建築学会論文報告集66号（昭35.10）
- 10) 山根、野中、久保田、曾田：“コンクリート型わく用合板の性能規制に関する実験的研究” 日本建築学会関東支部第39回学術研究発表会（昭和43年）