

(研究資料)

コンクリート型わく用合板の 実用的試験について

—特に表面性能と樹種適合性—

(Research materials)

In the Practical Experiment on the Plywood

Concrete Forms

Masashi YAGISHITA⁽¹⁾ and Hitoshi KARASAWA⁽²⁾

柳 下 正⁽¹⁾

唐 沢 仁 志⁽²⁾

1. はじめに

1-1. 合板型わくの現状と実験実施の背景

合板がコンクリート型わくに用いられはじめたのは昭和27年ごろからであり、昭和30年ごろにはかなり使用されたこともあったが、当時は合板型わくの工法に関する本格的かつ総合的な研究がまだ行なわれていなかった。

しかるに、昭和37年ごろから型わく工事の合理化、経済性をはかろうとする気運がしだいに高まり、合板の型わくとしての利用が注目され、施工業者、合板業者、型わく金物業者等が、合板型わく工法の積極的利用開発を研究しはじめた。このような情勢により、コンクリート型わくに使用した際の合板の特徴が一般に認識され、昭和40年末ごろには、需要が著しく増大する結果となった。

ここに、合板型わく工法の正しい普及と合板の円滑な流通をはかるために、昭和41年8月ごろから、型わく用合板の日本農林規格の作成の作業が始まり、昭和42年6月30日に“コンクリート型わく用合板”の日本農林規格¹⁾(JAS)が制定され、公布されるにいった。

この間において、合板を型わくに使用した際に、合板表面の性能、特に耐アルカリ性能については、最近輸入される多樹種の南洋材では、樹種により特異な挙動を示すことがわかっていたが、これに対する試験方法、判定基準を定めるに必要なデータが全くなく、成案をうるにはかなりの実験と時日を要する見込みであった。

1969年6月23日受理

(1) 木材部材質改良科接着研究室長 (2) 木材部材質改良科接着研究室
Received June 23, 1969.

(1) Chief, Gluing Unit, Wood Improvement Section, Wood Technology Division.

(2) Gluing Unit, Wood Improvement Section, Wood Technology Division.

他方、近年の合板原木の多様化から樹種によっては、耐アルカリ性能に著しく差があり、製品品質の均一性を保ち、かつ需要者の不安を除くためにも何らかの規制を望む声が大であった。よって、日本合板工業組合連合会では、そのときまでの実験室的試験結果⁴⁾にもとづいて“コンクリート型わく用合板の耐アルカリ性能に関する規制について（製造基準）”²⁾の中に試験方法を定め、自主規制を行ない、この試験に合格する製品をコンクリート型わく用合板JAS受検の対象とすることとし、製品の品質の保証も期した。

しかるに、前記型わく用合板の製造基準による自主規制の試験方法は、実験室的試験結果にもとづくものであり、試験方法としては実験室において比較的簡便に行なうことができ、かつ樹種相互間の差異を判別しうる価値はあるが、コンクリート打込みに実際に使用した結果と対比されていない実状である。

よって、筆者らは建築業者、合板製造業者および検査機関の協力により、南洋材（11樹種）、国産材（4樹種）、および米材（1樹種）を試料とし、次項に示す現場規模における実験を行なった。

本実験を行なうにあたり、その実施に協力をいただいた株式会社竹中工務店技術研究所近藤基樹、山根昭両氏ならびに清水建設株式会社研究所野中 稔、曾田俊記両氏、また測定、試料の収集に協力いただいた日本合板工業組合連合会高橋 久、秋山禎孝両氏、ならびに日本合板検査会佐々木哲二、土屋大二両氏に深く感謝する次第である。

1-2. 実験の目的と項目

(1) 実験の目的

本実験の目的はつぎの2項である。

(a) 耐アルカリ性能試験とコンクリート打込み実験との対比

試料合板について、実験室で耐アルカリ性能試験を行なうと同時に、同一の合板を実大規模において型わくに組み、同一調合のコンクリート打込み実験を行ない、この実験結果と前記実験室的試験結果を比較し、実験室的試験の方法および判定基準の妥当性を検討する。

(b) 合板を型わくに使用した際の樹種による適性度合について

型わく用合板に使用する南洋材の樹種は最近多様化する傾向であり、樹種により特異な挙動を示すことがしばしば指摘されるために、樹種による適性度合を検討する。

(2) 実験の項目

上記実験目的を検討し、追究するために、つぎに示す項目について観察および測定を行なった。

(a) 試料合板の構成単板厚、接着力および含水率の測定。

(b) 耐アルカリ性能試験。

(c) 使用回数による材面への影響（7回繰返し使用）。

(d) 使用回数によるコンクリート面への影響（7回繰返し使用）。

(e) コンクリート表面の着色および色差の測定。

1-3. 実験実施場所

コンクリート打込み実験の実施場所は、つぎの2か所において同時に打込み、それぞれについて測定を行なった。

株式会社竹中工務店技術研究所（以下竹中技研という） 東京都江東区南砂2～5～14

清水建設株式会社研究所（以下清水研という） 東京都江東区塩浜町2～9～5

1-4. 供 試 材 料

第 1-1 表 合板および挽き板

試料の種類 および記号		表 面 材			寸 法 (mm)
		一 般 名	属 名	産 地	そ の 他
合 板 (5 プ ラ イ)	A-1	ブ ナ	<i>Fagus</i>	国 内	12×600×1,800 内層は南洋材
	E-1	マ ヤ ビ ス*	<i>Shorea</i>	ブ ツ ア ン (フィリピン)	12×600×1,800
	E-2	レッド ラウン*	<i>Shorea</i>	マ コ (フィリピン)	12×600×1,800
	E-3	マ ヤ ビ ス*	<i>Shorea</i>	パ ラ ン (フィリピン)	12×600×1,800
	O-1	レッド ラウン*	<i>Shorea</i>	マ コ (フィリピン)	12×600×1,800
	O-2	イエロー ラウン*	<i>Shorea</i>	マ コ (フィリピン)	12×600×1,800
	O-3	イエロー セラヤ	<i>Shorea</i>	サ ン ダ カ ン (北ボルネオ)	12×600×1,800
	O-4	レッド メランチ	<i>Shorea</i>	クェラマンダラ (北ボルネオ)	12×600×1,800
	O-5	ホワイト メランチ	<i>Shorea</i>	クェラマンダラ (北ボルネオ)	12×600×1,800
	O-6	ホワイト セラヤ	<i>Shorea</i>	サ ン ダ カ ン (北ボルネオ)	12×600×1,800
	O-7	カ プ ール	<i>Dryobalanops</i>	サ ン ダ カ ン (北ボルネオ)	12×600×1,800
	O-8	ビンタンゴール	<i>Calophyllum</i>	ギ ゾ (ニューギニア)	12×600×1,800
	T-1	マンガシノロ	<i>Shorea</i>	不 明 (フィリピン)	12×600×1,800
	T-2	ホワイト ラウン*	<i>Parashorea</i>	ブ ル ー 島 (フィリピン)	12×600×1,800
	T-3	マンガシノロ	<i>Shorea</i>	オ ビ 島 (フィリピン)	12×600×1,800
	T-4	マ ヤ ビ ス*	<i>Shorea</i>	ミ ン ド ロ 島 (フィリピン)	12×600×1,800
	T-5	レッド ラウン*	<i>Shorea</i>	カ マ リ ネ ス 島 (フィリピン)	12×600×1,800
D-B	ダグラス ファー	<i>Pseudotsuga</i>	北 ア メ リ カ	12×1,200×1,200 グレード B-C	
D-C	ダグラス ファー	<i>Pseudotsuga</i>	北 ア メ リ カ	12×1,200×1,200 グレード C-D	
挽 き 板	L-H	ヒ ノ キ	<i>Chamaecyparis</i>	国 内	15×95×1,280
	L-S	ス ギ	<i>Cryptomeria</i>	国 内	15×127×1,230
	L-M	エ ゾ マ ツ	<i>Picea</i>	国 内	15×115×1,230

注：* 印は明確ではないが、ほぼそのグループと見られるもの。

(1) 試料の種類

本実験に使用した試料は南洋材合板、ブナ合板、ダグラス ファー合板および在来挽き板（ばら板）であり、南洋材合板では現在普通に生産に供されている樹種、および実験のため欠陥が出やすいと推測される樹種を含めて合板を作製した。試料合板の寸法は 12×600×1,800mm、ただしダグラス ファー合板は 12×1,200×1,200mm である。第 1-1 表に供試体合板の明細を示す。

(2) 試験板の採取

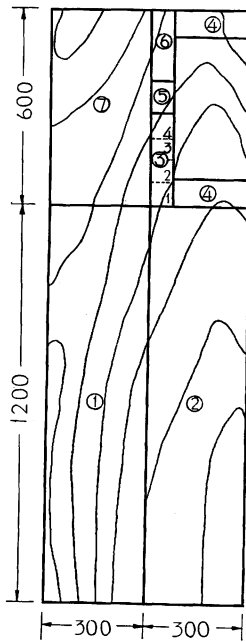
試料からコンクリート打込み実験用、耐アルカリ性能試験用、接着力、含水率測定用および保存用の試験板を採取した。なおコンクリート打込み実験用の試験板は、竹中・清水両研究所において、それぞれ同一合板から採取した試験板について実験するように考慮した。

試料合板から試験板の採取方法を、南洋材およびブナ合板については第 1-1 図に、ダグラス ファー合板については第 1-2 図に示す。

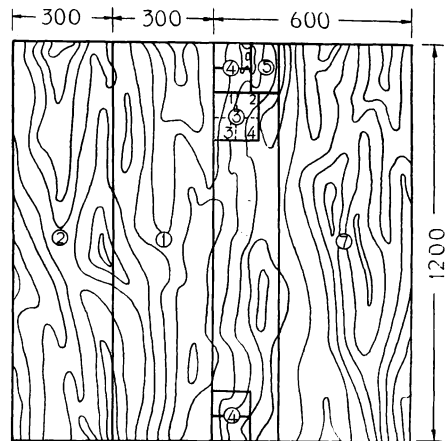
1-5. 型わくの組立

試験板の寸法は 300(幅)×1,200(長)mm であり、これを連続してならべて型わくを作った。この型わくの組立図および配筋図を第 1-3～1-8 図に示す。

1-6. コンクリートの打込み

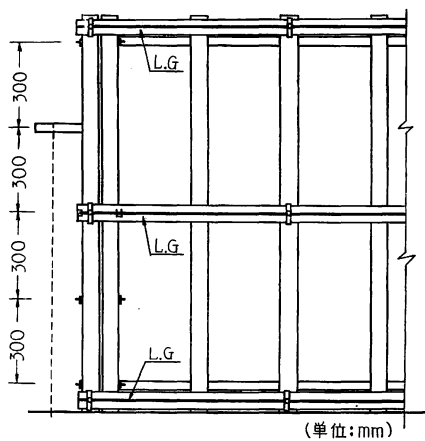


第 1-1 図 南洋材およびブナ合板木取図

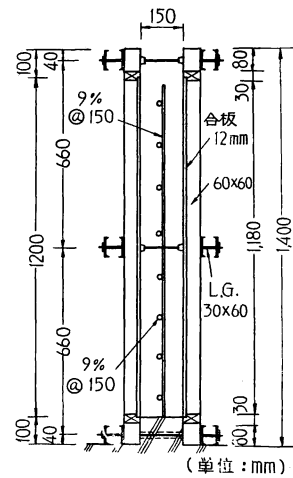


- ① 現場実験 竹中技研
 - ② " 清水研
 - ③ アルカリ試験 3 片
 - ④ 接着力試験 16 片
 - ⑤ 含水率・構成の測定
 - ⑥ 樹種鑑定
 - ⑦ 保存用
- (単位: mm)

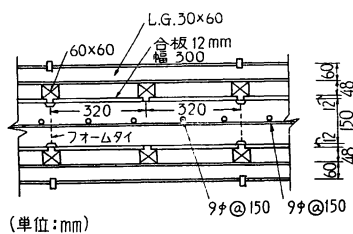
第 1-2 図 ダグラス ファー合板木取図



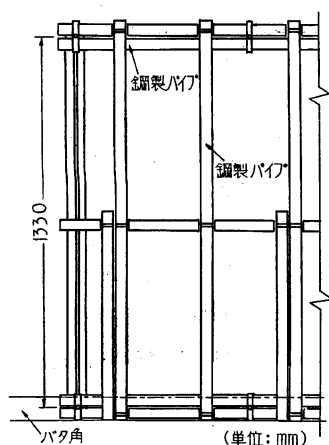
第 1-3 図 型わく側面図 (清水研)



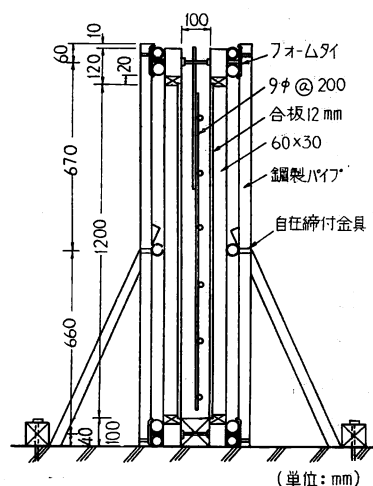
第 1-4 図 型わく断面図 (清水研)



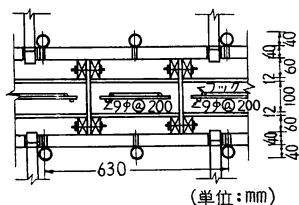
第 1-5 図
型わく平面図 (清水研)



第1-6図 型わく側面図（竹中技研）



第1-7図 型わく断面図(竹中技研)



第1-8図 型わく平面図（竹中技研）

コンクリートの打込みは、竹中・清水両研究所において同時に行なった。生コン車1台に2m³の生コンをとう載して清水研に搬入し(5分間)、同所の型わくに20分間で打ち込み、その後直ちに竹中技研に搬送し(5分間)、同所の型わくに残量を20分間で打ち込んだ。この間の所要時間は合計約50分間であった。

コンクリートの調合と材質試験の結果を第1-2表に示す。

コンクリートの打込み方法を第1-3表に示す。表に示すように、試験板には剥離剤を用いず、締固めには200Vパイプレータを用い、型わく内に垂直に振動棒を降し、10秒間、配筋の両側において行なった。

1-7. 実施した実験工程

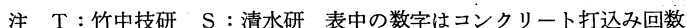
本実験は合板を型わくに使用した際に、原木の樹種による影響を検討するとともに、使

第 1-2 表 コンクリートの調合と試験結果

最粒大径	スラン	w/c	細骨材率		水 量		セメント量	
25mm	21cm	62.5%	45.9%		204 kg/m ³		329 kg/m ³	
実 験 回	1	2	3	4	5	6	7	
スラン (cm)	22.4	22.2	22.7	22.6	22.0	22.8	22.0	
圧縮強度 1 W	131	106	115	103	136	145	166	
(kg/cm ²) 4 W	279	249	214	218	214	310	298	
養生条件	竹中技研 5 回脱型まで 20~24°C. 40~98% RH				清水研 同 左 5~19°C. 24~73% RH			

第 1-3 表 コンクリート打込み方法

コンクリート製造 東コン砂町工場	竹 中 技 研 江東区南砂	清 水 研 江東区塩崎町
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・1/2 Hで1"パイプレータ・両側	生コン車直投入1/2 Hで2"パイプレータ・両側



用回数の増加にともなう影響もあわせ検討するため、型わくを7回繰返し使用した。各回数ごとに型わくの組立て、コンクリート打込み、型わくの脱型、型わく材面の測定、コンクリート面の観察および色差計による測定を行なった。実験の工程を第1-9図に示す。なお4回および6回目は観察・測定を省略した。

2-1. 試料合板の構成単板厚、接着力および含水率の測定

一般に合板の品質を決定する事項としては表面的な外観上の品等区分、すなわち欠点の有無あるいは程度のほかに接着の程度、含水率および強度的性質に重大な因子となる構成のあり方などが挙げられる。ここでは全般の実験経過ないしは結果に対する参考資料とするために、今回の実験に使用した各種試料のうち試料合板についてそれぞれの構成単板の厚さ、接着力および含水率の測定を行なった。

(1) 試験片

対象試料はすべて5プライ合板であるために、接着力試験片は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）と裏面単板を含む3プライ（記号B）のおおのについて、順逆交互に同数を作成した。試験片の形状はコンクリート型わく用合板の日本農林規格によるB型とした。

含水率試験片は約5 cm平方の大きさとした。

(2) 測定方法

単板厚の測定は試験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、0.05 mm 単位に測定した。

接着力の測定はコンクリート型わく用合板の日本農林規格に準じて煮沸繰返し試験を行なった（試験片を沸とう水中に4時間浸漬後、60±3℃の温度で20時間乾燥し、さらに沸とう水中に4時間浸漬し、これを室温の水中にさめるまで浸漬し、ぬれたままの状態で引張剪断接着力試験を行なう）。

含水率試験は全乾重量法によって行なった。

2-1-3. 測定結果

測定結果は第2-1表に示す。

2-1-4. 測定結果の検討

対象とした試料のうち、A-1は表層に1 mm厚ブナ単板を使用したもので、D-BおよびD-Cはダ

第 2-1 表 試料に関する各項目測定結果

試料記号	樹 種	構 成 厚 (mm)						含水率 (%)	接着力 (kg/cm ²)				木部破断率(%)		
		合板	表	そえ心	心	そえ心	裏		層別	平均	最高	最低	平均	最高	最低
A-1	ブ ナ	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 73	100 100	80 0
E-1	マヤピス	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	53 40	100 80	0 0
E-2	レッド ラワン	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 90	100 100	80 60
E-3	マヤピス	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	90 100	100 100	20 100
O-1	レッド ラワン	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	98 100	100 100	80 100
O-2	イエロー ラワン	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 53	100 100	20 0
O-3	イエロー セラヤ	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 85	100 100	100 60
O-4	レッド メランチ	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	23 60	60 100	0 20
O-5	ホワイト メランチ	12.40	2.50	2.25	2.45	2.50	2.70	9.7 10.4	F B	12.8 12.7	20 19	9 8	100 100	100 100	100 100
O-6	ホワイト セラヤ	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	98 100	100 100	80 100
O-7	カプール	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	8 43	20 100	0 0
O-8	ビンタン ゴール	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 73	100 100	0 40
T-1	マンガ シノロ	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	98 88	100 100	80 60
T-2	ホワイト ラワン	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	80 100	100 100	40 100
T-3	マンガ シノロ	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	90 100	100 100	60 100
T-4	マヤピス	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	95 100	100 100	80 100
T-5	レッド ラワン	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	98 100	100 100	80 100
D-B	ダグラス ファー	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 98	100 100	60 80
D-C	ダグラス ファー	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 93	100 100	20 40

注) 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。

層別欄の記号Fは表面単板を含む3層について、Bは裏面単板を含む3層について行なった試験結果である。

グラス ファー合板で、いずれもコンクリート型わく用として製造されたものかどうかは明確でない。

記号E, OおよびTのそれぞれのグループによって単板構成が異なり, Oグループがほぼ等厚に近い構成となっている。

含水率は8~11%の間にあった。

ダグラス ファー合板を除いては平均接着力値がほぼ 10 kg/cm^2 以上で, 良好な結果であるが, 全般に高い水準にあるとはいいがたい。特にOグループには低い値のものが含まれているが, これは合板には不適材と見られる原木を故意に使用して, 普通の工程によっ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。ダグラス ファー合板の測定値は最高, 最低の差がかなり大きく; 最低値は日本農林規格の基準を下まわるものが多く見られた。しかし, 米国軟材合板製品規格 (U. S. Product Standard PS 1—66) においては煮沸試験の場合, 木部破断率のみによって接着性の判定をすることとなっているので, この試験結果によって品質を断定することは早計であろう。なお, 試験片の切込み深さは PS 1—66 では心板の厚さの $2/3$ までとしているが, この測定では日本農林規格に従って接着層までの切込みを採用した。

2-2. 耐アルカリ性能試験

2-2-1. 実験の目的

合板の耐アルカリ性能試験は, 日本合板工業組合連合会が製造基準として規制した合板の耐アルカリ性能に関する試験方法²⁾ (以下製造基準と称す) による判定基準と, コンクリート打込み 実験の結果とを対比し, 適合性を検討する目的で行なった試験である。

2-2-2. 測定の方法

(1) 測定項目

本実験において測定を行なった項目をつぎに示す。

(a) 着色度試験

- ┌ 標準液による方法 (製造基準)
- └ 吸光度による方法

(b) 表面割れの試験 (製造基準)

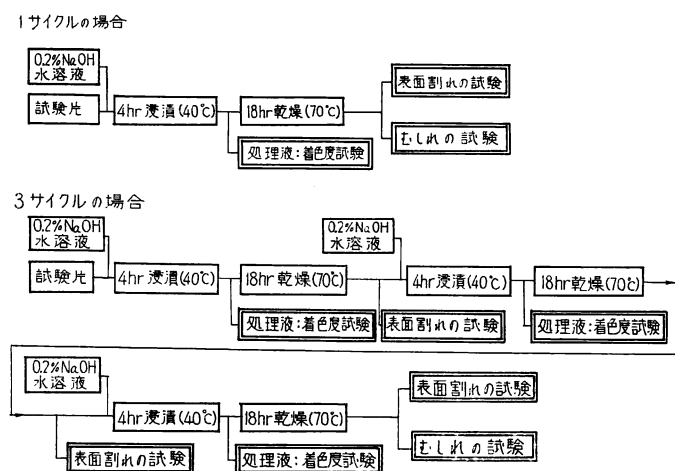
(c) むしれの試験 (製造基準)

(2) 試験片の作成

試料から採取した試験板 (第 1-1 図および第 1-2 図参照) より 7 cm 角の試験片を 3 片作成し, 試験を行なう面 (合板表面) を残し, 他の面および側面をポリウレタン塗料 2 回塗付によりシールし, 完全に硬化させた。塗料ならびに塗付方法は製造基準²⁾ による。

(3) 試験片の処理

試験片を 1 l ガラスビーカーに 1 片ずつ入れ, 0.2% 水酸化ナトリウム水溶液 250 ml を注ぎ, アルミ箔によってビーカーの開口部を包み, $40 \pm 3^\circ\text{C}$ 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, $70 \pm 3^\circ\text{C}$ の恒温器中で 18 時間乾燥し, この操作を 1 サイクルとした。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。なお試験片 3 片中 2 片は 1 サイクル処理, 1 片は 3 サイクル処理を行ない, 処理回数の影響も検討した。サイクルを繰り返す際には, そのつど処理液を更新した。



第 2-1 図 処理回数と試験実施との関係

処理回数と試験実施の関係を第 2-1 図に示す。

(4) 試験方法

(a) 着色度試験

各サイクルの処理を行なったのちの処理液について、着色の程度を標準液および吸光度による方法により測定を行なった。

(i) 標準液による方法

製造基準に規定されている方法による。20% ヨウ化カリウム 200 ml にヨウ素 0.1 g 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処理液を入れて行ない、第 2-2 表により判定を行なった。

(ii) 吸光度による方法⁹⁾

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。液体における光の吸収・透過に関するランバート・ベール (Lambert-Beer) の法則によれば、

$$E = -\log T = k \cdot c \cdot d$$

ここで、 E : 吸光度

T : 透過率 (溶媒を 1 としたときの
透光量)

k : 物質に関する定数

c : 試料の濃度

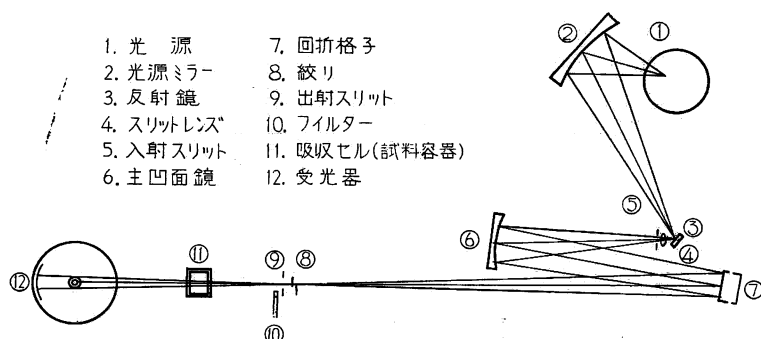
d : 光が透過した液層の長さ

の関係があり、同一物質について d を一定にしておけば吸光度は濃度に比例することとなり、吸光度によって液体の色、換言すれば着色物質の濃度を比較することができる。

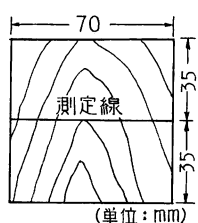
第 2-2 表 標準液による判定

着 色 の 標 準	点数の基準
蒸 留 水	0
標準液の 1/2 濃度	2
標 準 液	4
標準液の 2 倍の濃度	6

点数の範囲	記録点数	判 定
0 以上 ~ 2 未満	1 点	} 合 格
2 " ~ 4 "	3 点	
4 " ~ 6 "	5 点	} 不 合 格
6 " ~ "	7 点	



第 2-2 図 日立分光光度計 101 型光学系



第 2-3 図 表面割れの測定位置

この吸光度は光の波長とともに変化し、色の種類、溶質の種類によって変化の仕方が異なっている。すなわち、吸光度—波長のカーブ（吸光曲線）が異なる。したがって、類似している吸光曲線をもつ液体の間では、任意の波長における吸光度によって色の濃さを比較することができる。

試みに、アルカリ処理液について分光光度計によって可視部における吸光度（ E ）の測定を行なったところ、各試料の吸収曲線が類似していると認められたので、濃度の比較に任意の波長における吸光度を用いることとした。

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 $m\mu$ の波長における吸光度を測定した。本光度計の光学系については第 2-2 図に示す。測定は溶媒である 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、試料抽出液の場合の透光量（ T ）から吸光度（ $E = -\log T$ ）を求めたものである。

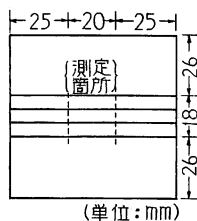
各種試験片のアルカリ処理液の見かけの濃淡は 1, 2 の例外を除いてほぼ吸光度と平行しているので、最も大きい差を示している 350 $m\mu$ における吸光度をもって試料の代表値とした。

(b) 表面割れの試験

製造基準に規定されている方法による。各サイクルごとに乾燥終了後の試験片の材面の中央に繊維に直角方向に直線をひき（第 2-3 図）、この直線に交わる幅 0.5 mm 以上の割れの本数を倍率約 7 倍のルーペ（最小目盛 0.1 mm）で測定した。なお製造基準では 10 本以下を合格としている。

(c) むしれの試験

製造基準に規定されている方法による。表面割れの測定を行なった試験片を用い、1 サイクル後のものについて 2 片、3 サイクル後のものについて 1 片の試験片に、第 2-4 図に示すように材面のほぼ中央に鋭



第 2-4 図 むしれの測定位置

第 2-3 表 むしれの破断による判定

実測破断率 (%)	破断記録値	判 定
5 以下	0	合 格
5 をこえ 15 以下	10	
15 をこえ 25 以下	20	
25 をこえ 35 以下	30	
...	...	不 合 格
85 をこえ 95 以下	90	
95 をこえ 100 以下	100	

第 2-4 表 耐アルカリ性能試験結果

試料 記号	項目 試験種	着色度の試験									表面割れの試験						むしれの試験		
		標準液法(%)			吸光度法						肉眼判定			本数(本)			木部破断率(%)		
		1	2	3	0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5	0.5	1.0	1.5	1	2	3	1	2	3
A-1	ア ナ																		
E-1	マビス																		
E-2	レッド ラワン																		
E-3	マビス																		
O-1	レッド ラワン																		
O-2	イエロー ラワン																		
O-3	イエロー セラヤ																		
O-4	レッド マンチ																		
O-5	ホワイト マンチ																		
O-6	ホワイト セラヤ																		
O-7	カパル																		
O-8	ビント アル																		
T-1	マンガ シロ																		
T-2	ホワイト ラワン																		
T-3	マンガ シロ																		
T-4	マビス																		
T-5	レッド ラワン																		
D-B	ダグラス ファー																		
D-C	ダグラス ファー																		
L-H	ヒノキ																		
L-S	スギ																		
L-M	インツ																		

利な薄刃の刃物を用い、繊維方向に直交させて長さ20mm以上、深さ0.5mmの切込みを6mm間隔に4本入れ、この切込みに幅18mmのセロテープをはり、指頭で十分圧着し、密着試験機を使用してセロテープを急激にはぎとり、セロテープに付着した木部破断の割合を第2-3表に示す方法で判定した。

2-2-3. 測定結果

着色度、表面割れおよびむしれの試験結果を第2-4表に示す。

2-2-4. 測定結果の検討

(a) 着色度試験について

着色度試験結果は第2-4表に示されているが、この結果について標準液法と吸光度法に分けて説明する。

標準液法 記録点数がすべての試料において1を示していることは、標準液の1/2の濃度より薄いことであり、試料の間の差異を判別することができなかった。このため標準液の濃度、処理法などで今後検討を必要とする。

吸光度法 試料間の差異を判断することができ、1サイクル後において吸光度が1.0以上のものはイエロー ラワン、イエロー セラヤ、カプールであり、吸光度0.5~1.0のものはマンガシノロ、ホワイト セラヤ、マヤピス (T-4)、ダグラス フェーであった。ブナ、レッド ラワン、レッド メランチ、ホワイト ラワン、ヒノキおよびエゾマツ挽き板は吸光度0.3以下であった。

肉眼判定 標準液法では記録点数が1であったため試料間の差異は認められなかった。しかし、処理液を封入したアンプル中の液を肉眼で比較した際に、明らかに着色の程度に差異が認められた。よって肉眼観察により序列を付し、4階段に区分した(第2-4表)。この結果は吸光度の測定値とほぼ同じ傾向を示している。

(b) 表面割れの試験について

合板の表面割れの本数は処理サイクルが繰り返されるにつれて増加することは当然であるが、浸漬-乾燥のサイクルが1回ではほとんど割れは発生せず、2サイクルより試料間の差異が認められる傾向である。3サイクルにおいてはマヤピス (E-1, E-3) が多く、ついでレッド メランチ、イエロー ラワンが多く測定された。ブナ、カプール、挽き板には表面割れが認められず、レッド ラワン (T-5)、ダグラス フェー (D-B) は割れの発生が少なかった。

(c) むしれの試験について

合板のむしれの試験結果より、むしれの木部破断率が60%程度に達するものにダグラス フェー (D-B)、マンガシノロ (T-3) があり、20%程度のものにマヤピス (E-1, E-3)、カプールがあった。なお、むしれの発生が認められない樹種が多くあった。

むしれの試験は処理回数1サイクルと3サイクルで行なったが、1サイクルで大体の傾向は推測されるものと考ええる。

2-3. 使用回数による材面への影響

2-3-1. 実験の目的

試験板を型わくとして使用し、実際にコンクリートの打込みを行なった際に、使用回数の増加につれて試験板の材面の状態が変化することが予想される。よって、表面割れおよびむしれを測定することにより材面の変化の程度を検討し、樹種による特性を調査する目的において実験を行なった。

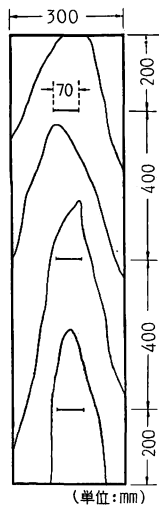
2-3-2. 測定の方法

(1) 表面割れ

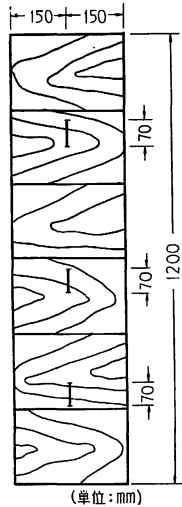
型わくを脱型してのち、試験板の表面を倍率約7倍のルーペ(最小目盛0.1mm)を使用し、発生した表面割れを測定した。測定箇所は試験板が合板の場合には第2-5図に示す3か所について繊維方向に直交する線(70mm)であり、この線に交差する表面割れのうち幅0.5mm以上および幅0.5mm未満の本数を測定した。また試験板が挽き板の場合には第2-6図に示す3か所の線(70mm)を測定箇所とし、この線に交差する表面割れを同様の方法で測定した。

(2) むしれ

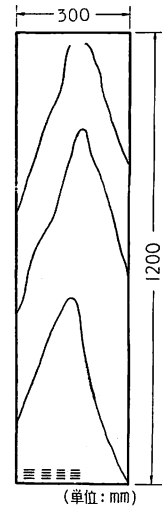
試験板のむしれの測定は、材面のむしれ状態の観察と、材面の一部におけるむしれ試験とを行なった。



第 2-5 図 合板型わくの表面割れ測定位置



第 2-6 図 挽き板型わくの表面割れの測定位置



第 2-7 図 むしれの試験位置

（a）材面のむしれの観察

試験板の表面のむしれの状態を直接観察することは、むしれの部分が僅少であり、かつ木繊維が付着する程度が多いため、測定はいちじるしく困難であった。よって2-4 “使用回数によるコンクリート面への影響”の測定結果にゆずった。すなわち、試験板の一部がコンクリート面へ付着したことは、試験板の表面がむしれたことになるという考え方による。

（b）むしれの試験

脱型後の試験板について、側圧が最大と考えられる第2-7図に示す箇所に鋭利な薄刃の刃物を用い、繊維に直角方向に長さ約20mm以上、深さ0.5mmの切り込みを6mm間隔に4本入れ、この切り込みの上に幅18mmの市販セロテープをはり、指頭で十分圧着してのち急激にはぎとり、セロテープに付着した木部破断の状況を観察した。これは製造基準に規制されているむしれの試験方法の現場への応用である。

2-3-3. 測定結果

測定結果を第2-5表に示す。

なお、表面割れおよびむしれ試験の測定のうち、3回までは脱型から1日以内に測定し、5および7回は脱型後自然乾燥し4日目に測定を行なった（第1-9図参照）。

2-3-4. 測定結果の検討

（1）表面割れについて

第2-5表に示すように幅0.5mm以上の表面割れは全く測定されなかったため、試料間の傾向を検討する目的で、幅0.5mm未満の割れを測定した。幅0.5mm未満の表面割れにおいて3回までは割れの発生を見ず、5回から急に割れが発生しているのは、前記のように型わく脱型時から測定までの経過時間の差によるものと考えられる。すなわち、5および7回は乾燥期間があるため割れが生じたものである。

幅0.5mm未満として測定したが、大部分の割れが0.2mm以下のものであり、実際使用には問題にならない程度のものであった。しかし、乾燥期間が延びたり、乾燥条件が過酷になれば、割れの幅および本数は当然増大するものと考えられる。

第 2-5 表 合板および挽き板材面の測定結果

試料 記号	樹種	項目 回数	むしれの試験					表面の割れ(巾0.5mm以上)					表面の割れ(巾0.5mm未満)				
			1	2	3	5	7	1	2	3	5	7	1	2	3	5	7
A-1	ブナ																
E-1	マヤヒス		+	+												6 5	8 6
E-2	イエローラワン		+													3 4	5 4
E-3	マヤヒス		+													6 3	8 3
O-1	レッドラワン		+													2 2	5 1
O-2	イエローラワン															8 8	9 9
O-3	イエローセラヤ		+	+												7	9
O-4	レッドメランチ															2 2	3 2
O-5	ホワイトメランチ															6 1	8 1
O-6	ホワイトセラヤ															6 5	7 2
O-7	カプール		+													2	6
O-8	ピンダンゴール															2 3	6 3
T-1	マンガシノロ		+														1
T-2	ホワイトラワン		+													1 4	3 4
T-3	マンガシノロ			+	++												2
T-4	マヤヒス		+													1	4 2
T-5	レッドラワン		+													1	4
D-B	ダグラスファー		+	++	+	+										1 1	5 1
D-C	ダグラスファー		+	+			+									4 6	6 1
L-H	ヒノキ																
L-S	スギ																
L-M	エゾマツ																
備考	上段: 清水研	木部破断率						測定箇所3箇所の平均本数					測定箇所3箇所の平均本数				
	下段: 竹中技研	□+: 軽微なもの □++: 顕著なもの □+++: 甚しく顕著なもの						□: なし					□: なし				

(2) むしれについて

第2-5表に示されるように、むしれ試験では1サイクルでむしれが生じて、サイクルが増加するにつれてむしれが発生しなくなる傾向があった。これは脱離しやすい状態にある木片や木材質繊維が初回で取り除かれた結果であろう。しかし、ダグラスファーはむしれが継続して発生する傾向であり、マンガシノロ(T-3)は2サイクルよりむしれが発生した。サイクルが増加するにつれて木材質がコンクリートのアルカリにより劣化し、むしれの発生が増加することは当然考えられるが、7サイクル程度では木質部の劣化が生じにくい樹種が多いと考えられる。

本実験では型わくに剥離剤を用いなかったが、米国商務省標準規格 C S 45-60 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、剥離剤の使用を前提としているように考えられる。

なお、清水研と竹中技研を比較した場合、竹中技研にむしれの発生が多いのは、試験体の厚さが10cmで薄いこと、各試験板ごとに仕切られている(第1-8図参照)ため、パイプレーターの効果が大きかったものと考えられる。

2-4. 使用回数によるコンクリート面への影響

2-4-1. 実験の目的

合板をコンクリート型わくとして使用した場合、表面単板から木片が脱落してコンクリート面に付着する状態（以下むしれという）が見られることがある。また、表面単板が生コンクリートに接する際に、色素を含む可溶分が抽出されてコンクリート面に着色を及ぼす現象もしばしば見受けられる。これらの現象は、コンクリート打設工事においては好ましくない仕上りとされ、とくに打ち放しコンクリート仕上げでは合板型わくの欠陥として数えられるものである。

この実験は上記の事項について、型わく表面の材種あるいは樹種による特性を把握するため行なったものである。

2-4-2. 測定の方法

コンクリート打設回数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することとした。

観察にはコンクリート表面から約1 m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。

なお、階級区分は次のとおりである。

第2-6表のマーク

特にはなはだしく顕著なもの	冊
はなはだしく顕著なもの	卅
顕著なもの	卅
軽微なもの	+
認められないもの	(なし)

着色には色調において、褐色系の場合と白色の場合（以下白華という）の2種が認められ、様相としては全面あるいは部分的であっても広がりをもった面の着色と、斑点あるいは線条として現われる着色の2種に大別できる。これらの区分も付記した。

2-4-3. 測定結果

測定結果は第2-6表に示す。

2-4-4. 測定結果の検討

この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。観察時の材齢はいずれも4週以上ではあるが、打設回数によって異なっている。しかし、同一回数の試料については同時点において観察しているから、各試料間の比較には支障なく、また、コンクリート表面の経時変化は打設回数を増すたびに生ずる変化に比して明らかに小さいために、観察時の材齢の相違は考慮しなくともよいと考える。

なお、表中のマークの数は、それぞれの項目における程度を示すものであって、褐色系の着色および白華におけるマーク数が同数であっても、必ずしも同列ではない。

(1) むしれについて

南洋材を表面単板に使用した合板および挽き板3種にあっては、むしれはきわめて少なく、実際上の支障はほとんど考えられない程度と思われる。

第 2-6 表 コンクリート表面観察結果 (表面無処理材)

試料 記号	表 面 樹種	項目		む し れ					褐色系着色					白 華					硬化 不良			
		打 設 回 数	回 数	1	2	3	5	7	1	2	3	5	7	1	2	3	5	7				
A-1	ブナ														+	+			+			
E-1	マヤビス		+						+	+			+	+	+	+			+			
E-2	レッドラワン		+	+																		
E-3	マヤビス		+						+	+			+	+	+							
O-1	レッドラワン								+	+												
O-2	イエローラワン								+	+	+	+		+					+			
O-3	イエローセイヤ								+	+	+	+		+					+			
O-4	レッドメランチ		+				+															
O-5	ホワイメラマンチ								+	+			+	+					+			
O-6	ホワイセイヤ								+	+	+		+	+	+	+			+			
O-7	カプール																					
O-8	ピンタンゴール		+				+	+					+									
T-1	マンガシノロ								+	+				+	+				+			
T-2	ホワイトラワン				+				+	+					+				+			
T-3	マンガシノロ			+	+		+		+	+	+				+				+			
T-4	マヤビス								+	+												
T-5	レッドラワン														+	+						
D-B	ダグラスファー-B-C		+	+	+	+	+						+	+					+			
D-C	ダグラスファー-C-D							+	+				+	+	+	+			+			
L-H	ヒノキ						+			+												
L-S	スギ						+	+	+													
L-M	エゾマツ			+		+	+	+														
備考	上段は清水研 下段は竹中技研	卍は破損により生じたもの							△印は斑点状に現れたもの							△印は斑点状に現れたもの						

E-1, 2 および 3 に現われたむしれは、全面にケバ状に現われたもので、微細な木片が無数に付着している。これは表面単板の材質と仕上げの状態に関連して発生するものと考えられる。この状態のむしれは 1 回の打設によって動きやすい小木片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った。

エゾマツ (L-M) において木片の付着のはなはだしいものが見られたが、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とは断定できないが、破損しやすい材質であればむしれを生じやすいのは当然考えられるところである。

ダグラス フェア (D-B) においては、はなはだしいむしれを示している。現われ方としてはケバ状の微細な木片が無数に付着し、一見して着色状を呈している。この場合、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 フェア (D-C) はむしれはほとんど認められなかった。2 つの試料については表面単板の外観上の差異が見られる。その相違はダグラス フェア (D-B) の試料の表面は年輪の現われ方が少数で幅広であり、(D-C) の試料は年輪が多数で幅が狭くなっている。むしれの原因がこのような木理の状態によるものか、また、生育条件の相違からくる材質によるものか、あるいは加工的品质によるものか、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。

(2) 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としては、(a) 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、(b) 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、(c) 硬化不

良のコンクリートに見られるセメントの粉末の色が乾燥後もそのまま残って正常な色調と異なってい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）、ホワイト セラヤ（O-6）、マンガシノロ（T-1、T-3）、イエロー ラワン（O-2）などの黄白色系樹種にはなほだしい。このことは一般の通説でもあって、現在はこれらの樹種を表層単板に使用して、型わく用合板を製造することはほとんど見かけられない。赤色系の樹種であるレッド ラワン（E-2、O-1、T-5）、レッド メランチ（O-4）、カプール（O-7）、ピンタンゴール（O-8）においてはほとんど発生しない。ただし、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）にあつては、若干の着色が見られる。

この褐色の着色は1回目の打設において最も強く現われ、2回目にはイエロー セラヤ（O-3）を除いては非常に軽微となり痕跡をとどめるにすぎない。打設1回目に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ある程度の広がりをもって着色するが、2回目以後は斑点、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が限定され、たとえば表面割れの深い箇所あるいは虫穴などの欠点部分において、内部からの浸出があるものと思われる。イエロー セラヤ（O-3）にあつては、溶出される色素の濃度が高いために、2回目においても点が密集して部分的に面として観察されたものと考えられる。

打設3および5回目では大部分の試料に褐色の着色は見られなくなり、7回目にはたゞたゞ現われる。しかし、これらはすべて斑点状であつて程度も僅少である。これは繰返し使用によって表面割れが進行し、内部の新しい面が生コンクリートに接して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）の挽き板においては節の部分に着色を生じた。色彩は淡色で節の形をそのまま浮きだしている。

白色の着色（白華）も現われ方に2種類が見られる。特に見苦しい状態は全面にわたつて膜状となる場合で、濃淡の部分が混在するためにいさう美観をそこなっている。これは打設1回目に現われることが多く、2回目以後は斑点もしくは線条となる。2回目においてもなお膜状を呈したのものには、ダグラス フェー（D-B、D-C）がある。ブナ（A-1）の場合には木目に沿つて現われ、見方によっては特長ともなつてと思われる。

一般に、褐色の着色をもたらす樹種は同時に白色の着色をも呈することが多い。しかし、両者の程度は必ずしも一致しない。褐色の強いイエロー セラヤ（O-3）では白色は少なく、褐色の着色が中程度のマンガシノロ（T-1、T-3）、および軽微なダグラス フェー（D-B、D-C）において白色膜状の着色はなほだしい。

今回の実験において硬化不良を生じた試料が見られた。硬化不良のはなほだしい場合には表面が粉状となつて硬化せず、その深さも3～4 mmに達することもあるが軽微な場合は変色するか、わずかにざらつく程度である。硬化不良の度合を判定するには粉状となつて脱落する部分の深さ、強度的性質の低下および視覚・触覚による比較などによることが考えられるが、この実験においては打込み1回目のコンクリート面について、表面の色調とざらつきの程度から判断して4段階に区分し、第2-6表に示した。硬化不良部分が乾燥するにつれて前述の白華現象が増してくる。したがつて、白華のはなほだしい試料は硬化不良の度合も大きくなつてゐる。

2-5. コンクリート表面の色差および明度の測定

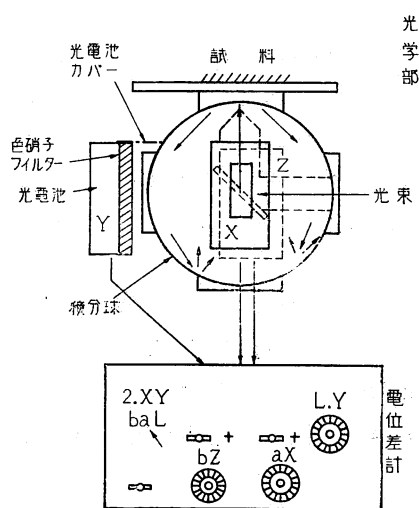
2-5-1. 実験の目的

前節に示したように、型わくに使用した樹種によりコンクリート表面に着色するが、この着色の程度を数値によって表示する目的で色差計を用いて測定し、色差および明度により表面の着色度合を表示する実験を行なった。

2-5-2. 測定の方法⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾

(1) 測定装置

測定器は日本電色株式会社製 Type : NDK-5 を使用した。この色差計は光学部および電位差計からなり、その機構は第 2-8 図に示すとおりである。光学部は JIS Z 8722 に準拠した積分球方式で、積分球内



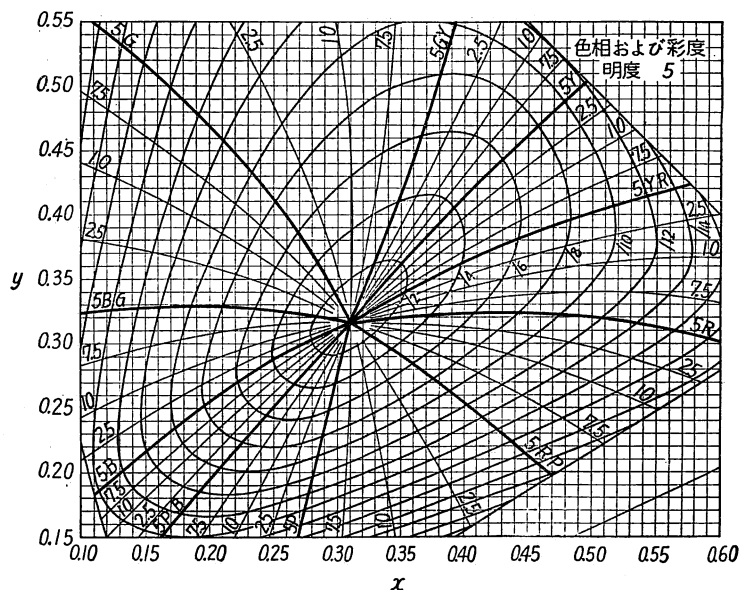
部には 90° に曲がった筒が取り付けられてあり、その筒から投射される光束は反射鏡によって試料面に対して垂直に投射され、積分球内部で拡散混合される。均一化された光は積分球内部にある X, Y, Z の 3 つのフィルターを透過し、光電池によって電流に変えられる。光源ランプのエネルギー分布、フィルターの分光透過率および光電池の分光感度を相乗した総合分光感度は CIE (国際照明委員会) の標準観測者の分光感度に近似している。また、この電流は CIE 表色系の 3 刺激値 (X, Y, Z) に相当するもので、簡便に X, Y, Z を直読できる。

(2) 表示方法

(a) マンセル表色系

コンクリート表面の着色の表示方法としては、JIS Z

第 2-8 図 色差計の原理



第 2-9 図 修正マンセル表色系図表例

8721に採用されている修正マンセル表色系を用い、その記号は H v/c（色相：明度／彩度）で表わした。その算出方法は次に示すとおりである。

（i）測定値 X, Y, Z から（1）式によって C I E 表色系の x, y を求める。

$$x = \frac{X}{X+Y+Z} \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z} \quad \dots\dots\dots(1)$$

（ii）測定値 Y からマンセル明度関数表（JIS Z 8721 無彩色）を用いて V_r 欄の数値すなわち明度を読みとる。

（iii）（ii）で求めた明度および（i）で求めた x, y から第 2-9 図に示す修正マンセル表色系図表を用いてマンセル記号を求める。本実験で明度が整数にならないものについては、前後の数値の表色系図表を用いて補間法で求めた。

（iv）第 2-9 図に示す明度は 1～9 までとし、数値が大きくなるにつれて明度が高くなることを示す。

（b）色 差

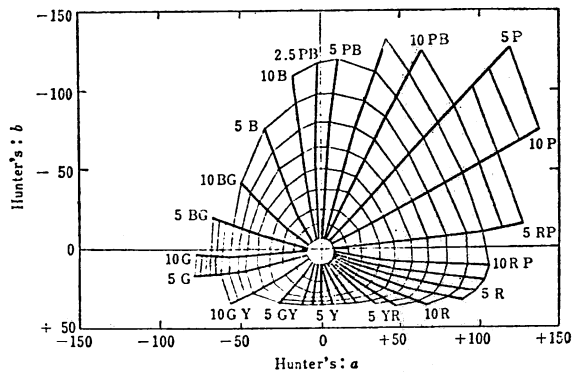
色差の感覚を数量的に表わす方法 U C S には 2 種類あるが、本実験では感覚色度の差ばかりでなく明度の差をも組み合わせ、色空間の中にとった 2 点間の距離が 2 つの色の感覚差と比例させることを目標とし、C I E の色度座標 x および y の値から（2）式に示すよう一次変換して色差をうる R. S. HUNTER の方式によった（第 2-10 図）。

$$\begin{aligned} a &= 175 (1.02X - Y) / Y^{\frac{1}{2}}, \Delta a = a_1 - a_2, \Delta b = b_1 - b_2, \\ \Delta L &= L_1 - L_2 \\ b &= 70 (Y - 0.847Z) / Y^{\frac{1}{2}}, \Delta E = (\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2)^{\frac{1}{2}} \\ L &= 100 Y^{\frac{1}{2}} \quad \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

なお、本実験では色差をそのまま表わし、NBS 単位による表示を行なわなかった。

（3）測定方法

清水研および竹中技研ともに 2 回測定を行ない、第 1 回測定は型わく使用 7 回のうち 1～5 回のコンクリート面について、第 2 回測定は型わく 1～2 回使用のものについて、コンクリート表面の色がほぼ安定したとみられる時期において再測定を行なっ



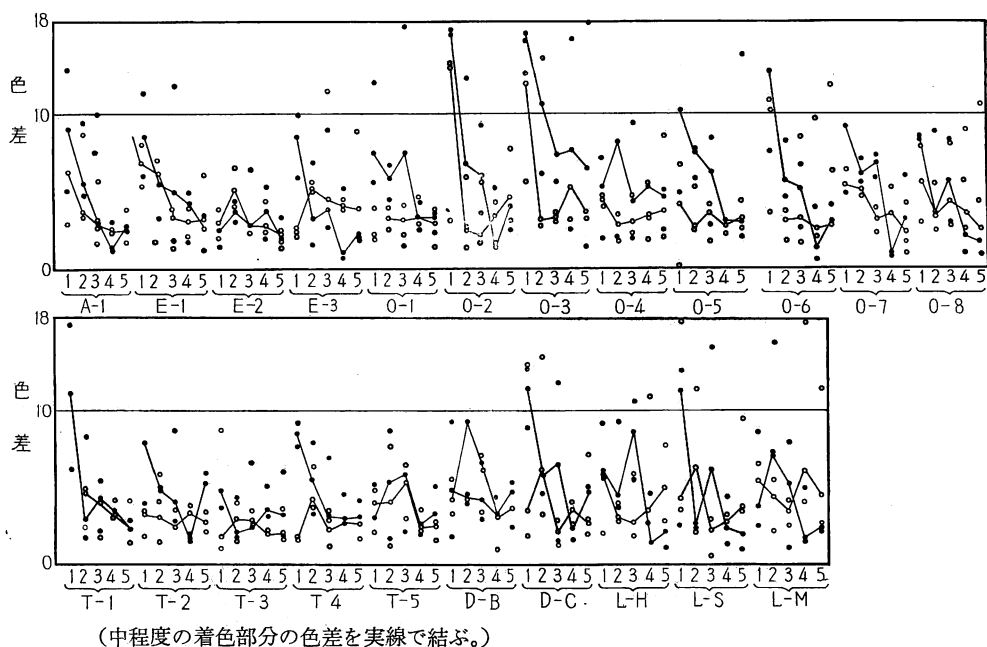
第 2-10 図 ハンターの色差計による a b 色度図（明度 5）

た。前者の測定箇所を選定については、清水研および竹中技研とも各試験板のコンクリート表面を観察により最も着色している箇所、平均した着色程度を示す箇所および最も明るい箇所についてのおおの 1 点ずつ合計 3 点について測定した。また、再測定の測定箇所は清水研では第 1 回測定と同様の 3 点で測定し、竹中技研では最も着色した箇所を 1 点と、平均した着色箇所 2 点の合計 3 点について測定した。着色程度と対比する標準試料については、コンクリート供試体と同一コンクリートから採取した $\phi 10 \times 20 \text{cm}$ のコンクリート圧縮強度試験体の底部を供試体と同一条件で養生したもので、その測定箇所は任意に 3 点を選び、測定値の平均を標準とした。

第 2-7 表 色差計測定時のコンクリート供試体の材齢

(単位：日)

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
清 水 研	コンクリート打設後の供試体の材齢	63	58	52	48	42	126	121
	型わく脱型後の供試体の材齢	60	55	49	45	39	123	118
竹中技研	コンクリート打設後の供試体の材齢	16	25	29	24	17	71	66
	型わく脱型後の供試体の材齢	13	22	26	20	14	68	63



第 2-11 図 型わく使用回数とコンクリート仕上り面の色差 (再試験は除く。)

なお、測定回 1 および 2 (再測定) の測定材齢は第 2-7 表に示すとおりである。

2-5-3. 測定結果

(1) 使用回数による色差の変化

各種型わくの使用回数ごとにコンクリート表面の色差測定を行なったが、色差の変化する過程を第 2-11 図に示す。

(2) 各種型わくの色差および明度の比較

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および明度について、その度合により配列したものを第 2-12 図に示す。

2-5-4. 測定結果の検討

(1) 使用回数による色差の変化

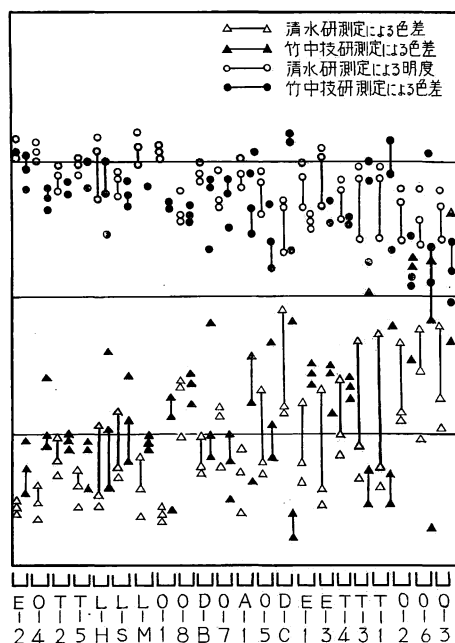
第2-11図に示されるように使用回数が増すにつれて色差が減少する傾向はすべての型わくに認められ、特に1～2回に色差の大なるものは以後の色差の減少は大きく測定された。色差計による色差が大なるものは、コンクリート表面の着色が著しいということは、厳密な意味ではいえないが、ほぼこのような傾向にあることは認められる。よって着色しやすい樹種であっても使用回数が増加するにつれ、コンクリート表面への着色度合は著しく減少することを示している。

すなわち、着色しやすい樹種でも1～2回使用すれば、着色を生ずる木材中の成分が抽出され、以後には着色の現象が生じにくくなる。

（2）各種型わくの色差および明度の比較

第2-12図に示されるように、型わくの材種により色差および明度にか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も明らかである。

樹種としてはイエロー セラヤ、イエロー ラワン、ホワイト セラヤが色差が高い値を示し、レッド ラワン、レッド メランチ、カプール、ホワイト ラワン、ヒノキ、スギ、エゾマツが低い値を示している。



第2-12図 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

3. 考 察

3-1. 耐アルカリ性能試験とコンクリート打込み実験の対比

耐アルカリ性能試験は、日本合板工業組合連合会の自主規制による実験室的試験方法であるが、この製造基準による樹種別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、製造基準の妥当性を検討する一資料とした。しかしコンクリート打込み実験は前記のように可及的に実際使用の場合に近づけたが、小規模であり、側圧等に問題点があるが傾向は検討しうるものと思われる。

（1）着色度試験

コンクリート打込み実験の着色は、2-4“使用回数によるコンクリート面への影響”の試験結果の第2-6表にコンクリート面の着色程度を褐色系および白華で肉眼観察しているが、この程度を4段階に区分して、第3-1図を作った。また“2-5コンクリート表面の色差および明度の測定”中の色差の度合を第2-12図より4段階に区分し、同じく第3-1図に付した。

耐アルカリ性能試験の着色度は、2-2“耐アルカリ性能試験”の試験結果の第2-4表より着色度試験の吸光度および肉眼判定の結果を用い、その程度を4段階に区分し、第3-1図に付した。

なお4段階をそれぞれに採点し、点数の大なる方が着色程度が大である。

打込み実験と実験室試験を対比した場合、2、3を除いては大体が類似した傾向にあり、製造基準による実験室的試験で着色の程度を推測しうるものと考えられる。ただし、ブナにおいては褐色系の着色は少

試料 記号	樹種	コンクリート面への着色												着色度の試験											
		肉眼				採点				色差計				肉眼				採点				吸光度			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
A-1	アナン	■				1	■			2	■			1	■			1	■			1	■		
E-1	マヤビス	■				2	■			2	■			3	■			3	■			2	■		
E-2	シロワ	■				1	■			1	■			1	■			1	■			1	■		
E-3	マヤビス	■				2	■			2	■			3	■			3	■			2	■		
O-1	シロワ	■				2	■			1	■			3	■			1	■			1	■		
O-2	イエロー	■				3	■			2	■			4	■			4	■			4	■		
O-3	イエロー	■				4	■			3	■			4	■			4	■			4	■		
O-4	レッド	■				1	■			1	■			2	■			1	■			1	■		
O-5	レッド	■				3	■			3	■			3	■			3	■			3	■		
O-6	ホワイト	■				3	■			3	■			4	■			3	■			2	■		
O-7	カパール	■				1	■			1	■			2	■			3	■			4	■		
O-8	ミント	■				1	■			1	■			3	■			1	■			2	■		
T-1	マンガ	■				3	■			4	■			3	■			3	■			3	■		
T-2	マンガ	■				2	■			1	■			2	■			2	■			2	■		
T-3	マンガ	■				3	■			4	■			3	■			3	■			3	■		
T-4	マヤビス	■				3	■			2	■			3	■			3	■			3	■		
T-5	レッド	■				1	■			1	■			2	■			1	■			2	■		
D-B	ダグラス	■				1	■			1	■			2	■			2	■			3	■		
D-C	ダグラス	■				2	■			4	■			3	■			2	■			3	■		
L-H	ヒノキ	■				2	■			1	■			2	■			2	■			2	■		
L-S	スギ	■				2	■			1	■			2	■			2	■			3	■		
L-M	エノキ	■				1	■			1	■			2	■			1	■			1	■		
備 考		コンクリート面に着色したものを肉眼により区別した				コンクリート面に生じたものを肉眼により区別した				色差計により測定				耐アルカリ性試験によるアンソールに封入したものを肉眼により4段階に区分した				吸光度測定値				1.- 0.25未満 2.- 0.25~0.50未満 3.- 0.50~1.00 4.- 1.00以上 波長350nm			
		第 2-6 表より				第 2-6 表より				第 2-12 図より				第 2-4 表より				第 2-4 表より							

注・採点は各回数を通じての最高値を基準とした。

第 3-1 図 コンクリート面への着色と耐アルカリ性能着色度の試験との対比

ないが、白華が生ずる傾向である。カパールは実験室的には着色が大なるも、打込みの場合には支障が生じない結果である。レッド ラワン (O-1) は色差計で竹中技研のみ大なる値が示されたが、測定上の誤差と考えられる。着色度の大きな樹種は本実験では、イエロー セラヤ、イエロー ラワンであり、マンガシノロがこれについている。またダグラス ファー (D-C)、ホワイト セラヤ、ホワイト メランチが比較的多い傾向であった。製造基準に示される着色度の試験において標準液の濃度が濃いため、試料間の差異が認められなかった (記録点数がすべて 1)。よって標準液の検討が早急に必要であるとする。標準液の設定が適切に行なえれば分光光度計による吸光度を用いなくとも、より簡便な標準液法によって十分目的を果たしうるものと思われ、かつ実際に近い結果が得られるものとする。

(2) 表面割れの試験

コンクリート型わくに使用した合板の表面割れは、2-3 “使用回数による材面への影響” の実験結果の第 2-5 表から、幅 0.5mm 未満の割れを発生した本数により 4 段階に区分して、第 3-2 図を作った。

耐アルカリ性能試験の表面割れは、2-2 “耐アルカリ性能試験” の試験結果の第 2-4 表より、割れの本数から 4 段階に区分して、第 3-2 図に付した。

なお 4 段階をそれぞれ採点した。採点の点数の大なる方が表面割れの本数が多くなる。

打込み実験と実験室的試験を対比した場合、比較的類似した傾向にあり、十分推測しうるものとする。ただカパールのみは実験室的試験で割れが生じなかったが、打込み実験では多少割れが生じていた。

試料 記号	樹種	項目	コンクリート 型わく 材面の表面割れ												耐アルカリ性表面割れの試験											
			0.5mm以上の割れ						採 点	0.5mm未満の割れ						採 点	試験 片	1		2		3		採 点		
			1・2・3		5		7			1・2・3		5		7				0	10	20	30	0	10		20	30
			0	10	20	30	0	10		20	30	0	10	20	30			0	10	20	30	0	10		20	30
A-1	ア ナ	ST						0						1	I Ⅲ									0		
E-1	マヤビス	ST						0		■		■		2	I Ⅲ	■		■		■				2		
E-2	レッド ラワン	ST						0		■		■		1	I Ⅲ			■		■				1		
E-3	マヤビス	ST						0		■		■		2	I Ⅲ	■		■		■				2		
O-1	レッド ラワン	ST						0		■		■		1	I Ⅲ	■		■		■				1		
O-2	イエロー ラワン	ST						0		■		■		2	I Ⅲ			■		■				1		
O-3	イエロー セラマ	ST						0		■		■		2	I Ⅲ	■		■		■				1		
O-4	レッド メラネ	ST						0		■		■		1	I Ⅲ	■		■		■				1		
O-5	ホワイト メラネ	ST						0		■		■		2	I Ⅲ	■		■		■				1		
O-6	ホワイト セラマ	ST						0		■		■		2	I Ⅲ			■		■				1		
O-7	カパール	ST						0		■		■		2	I Ⅲ									0		
O-8	ビンタ パール	ST						0		■		■		2	I Ⅲ	■		■		■				1		
T-1	マンガ シノロ	ST						0				■		1	I Ⅲ			■		■				1		
T-2	ホワイト ラワン	ST						0		■		■		1	I Ⅲ			■		■				1		
T-3	マンガ シノロ	ST						0				■		1	I Ⅲ			■		■				1		
T-4	マヤビス	ST						0		■		■		1	I Ⅲ			■		■				1		
T-5	レッド ラワン	ST						0		■		■		1	I Ⅲ			■		■				1		
D-B	ダーク ブルー	ST						0		■		■		1	I Ⅲ					■				1		
D-C	ダーク ブルー	ST						0		■		■		2	I Ⅲ			■		■				1		
L-H	ヒノキ	ST						0						0	I Ⅲ									0		
L-S	スギ	ST						0						0	I Ⅲ									0		
L-M	エゾマツ	ST						0						0	I Ⅲ									0		
備 考		T・S ： 清 中 水 技 研	0—なし 第2-5表より						採点は7回における測定 値を次のように区分した 0—なし 1—1～5 本 2—6～10 本 3—10 本以上 第2-5表より						採点は3サイクルにおける測定 値を次のように区分した 0—なし 1—1～10 本 2—10～20 本 3—20 本以上 第2-4表より											

第 3-2 図 コンクリート型わく材面の表面割れと耐アルカリ性能表面割れの試験との対比

型わくに表面割れが発生したとしているが、割れの幅は 0.5mm 未満、実際には 0.2mm 以下のものが大部分であり、ラワン類の道管径に比して、使用上問題にならない程度のものである。ここでは試料間の差異をうるためあえて測定したものである。表面割れは型わくの使用、保管条件により支配され、型わくが湿潤状態で使用を繰り返す場合には割れの発生が認められないが、繰返し使用の中間において長期間乾燥状態に置かれると表面割れの発生が著しくなる。

耐アルカリ性能試験の場合、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 回繰返すことが望ましい。

(3) むしれの試験

型わくのむしれの程度を評価するために、2-4 “使用回数によるコンクリート面への影響” の試験結果の第 2-6 表の中のむしれより、また、2-3 “使用回数による材面への影響” の実験結果の第 2-5 表の中のむしれ試験結果より、それぞれの試験結果を 4 段階に区分し、第 3-3 図を作った。

耐アルカリ性能試験のむしれは 2-2 “耐アルカリ性能試験” の試験結果の第 2-4 表より、むしれの程度を 4 段階に区分し、第 3-3 図に付した。なお、4 段階をそれぞれ採点した。採点の点数の大なるものが、むしれの程度が大なるものとなる。

打込み実験と実験室的試験を対比した場合、比較的類似した傾向であり、十分推測しうるものと考えられる。むしれの多い樹種として、本実験ではマンガシノロ (T-3)、ダグラス フェー (D-B) が観察された。なおエゾマツ (L-M) にコンクリート面への付着が著しかったのは、取り扱いによる木質部破損のためである。

型わくに使用した際の材面のむしれは、1～2 回目までに生ずるむしれと使用回数の増加につれて生ずるむしれとがある。前者のむしれは材面の脱落しやすい小木片やケバ等であり、後者はコンクリートアルカリにより木質部が劣化して生ずるむしれである。本実験ではほとんどが前者に属するむしれであり、本実験の範囲内での繰返し回数程度では合板の材面の劣化の程度は少ないものと推測される。実験室的試験では前者のむしれを評価するものであり、1 サイクルで試験を行えばよいと考える。

試料 記号	樹種	項目	コンクリート面への付着状態							コンクリート型わく材面におけるむしれの試験							耐アルカリ性むしれの試験												
			1		2		3		5		7		採点	1		2		3		5		7	採点	試験片	1				採点
			1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234		1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234	1234				1234	1234	1234	1234	
A-1	ブナ	ST								0							0	I											0
E-1	マヤビシ	ST								1							1	I											1
E-2	レッド ウッド	ST								1							1	I											1
E-3	マヤビシ	ST								1							1	I											1
O-1	レッド ウッド	ST								0							1	I											1
O-2	イロー ファロー	ST								0							0	I											0
O-3	イロー セラマ	ST								0							1	I											0
O-4	レッド ウッド	ST								1							0	I											0
O-5	ホワイト マン	ST								0							0	I											1
O-6	ホワイト セラマ	ST								0							0	I											0
O-7	カブール	ST								0							1	I											1
O-8	ビント ン	ST								1							0	I											1
T-1	マンガ シノロ	ST								0							1	I											0
T-2	ホワイト マン	ST								1							1	I											0
T-3	マンガ シノロ	ST								1							2	I											3
T-4	マヤビシ	ST								0							1	I											0
T-5	レッド ウッド	ST								0							1	I											0
D-B	ダグラス ファー	ST								2							2	I											1
D-C	ダグラス ファー	ST								1							1	I											1
L-H	ヒノキ	ST								1							0	I											0
L-S	スギ	ST								1							0	I											0
L-M	エゾマツ	ST								3							0	I											0
備 考			ST	0	—	0					0	—	0					木部破断率の級別											
			1	—	+						1	—	+					1	— 20% 以下										
			2	—	++						2	—	++					2	— 21 ~ 40%										
			3	—	+++						3	—	+++					3	— 41 ~ 60%										
			4	—	++++						4	—	++++					4	— 60% 以上										
			第 2-6 表より							第 2-5 表より							第 2-4 表より												

注：採点は各回数を通じての最高値を基準とした。

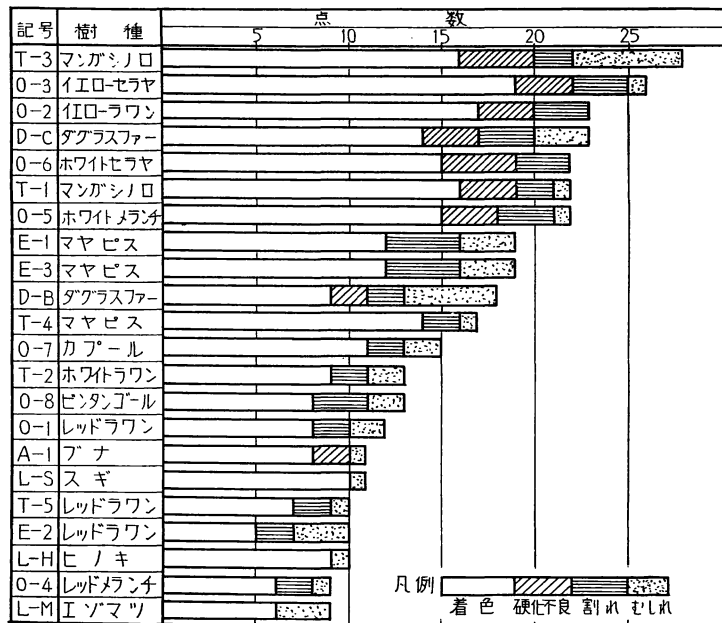
第 3-3 図 コンクリート面への付着状態，コンクリート型わく材面
におけるむしれの試験と耐アルカリ性むしれの試験との対比

耐アルカリ性能試験とコンクリート打込み実験との結果を着色度、表面割れおよびむしれについて対比したが、本実験の範囲内では現行の製造基準による耐アルカリ性能試験方法において、合板の型わくとしての性能を評価しうるものと考えられる。ただし、着色度において標準液の濃度には問題点があり、検討すべきである。

3-2. 合板を型わくに使用した際の樹種による適性度合について

国産材、南洋材および米材による合板および挽き板について、コンクリート型わくに使用した際の樹種による適応性の程度を検討した。すなわち、第3-1、3-2図および第3-3図において採点した点数を転記し、合計して第3-1表を得た。合計点数の多いものは適性度合が少ないもの、いいかえれば不適当な傾向の樹種といえる。なお表中の硬化不良は、第2-6表の硬化不良より得たものである。第3-1表に示すように着色度が評価の高い基準を示すものであり、表面割れおよびむしれは影響の少ない試験項目であった。また、硬化不良は実際のコンクリート面において重要な欠点とされているが、着色の白華である程度推測されるものであろう。

第3-1表より、合計点数の多い順序に配列して第3-4図を得た。合板ではマンガシノロ、イエローセラヤが不適当な傾向があり、これについてイエローラワン、ダグラスファーがあった。レッドラワン、レッドメランチ、ビンタンゴール、ホワイトラワンおよびカプールは型わくに使用する傾向の樹種であり、国産のブナおよび挽き板のエゾマツ、ヒノキ、スギは適性であった。マヤピスはレッドラワンに比して着色する傾向が示された。以上のように樹種による型わく適性度合の考察を行なったが、これは本実験の範囲内であり、樹種の多い南洋材について、樹種識別が明確に行なえない現状では、樹種による適性度合を明確にすることは困難であり、いっそうの実験を必要とする。ここではイエロー系統およびマンガシノロ系統の樹種は、コンクリート型わく用合板の表単板に使用をさけた方が賢明だと考える。



第3-4図 適性度合の配列

第 3-1 表 型 わ く に 使 用 し

試料記号	樹種	着		色			着色合計
		コンクリート面		色差	耐アルカリ性能試験		
		肉眼			肉眼	吸光度	
		褐色	白華				
A-1	ブナ	1	2	3	1	1	8
E-1	マヤピス	2	2	3	3	2	12
E-2	レッドラウン	1	1	1	1	1	5
E-3	マヤピス	2	2	3	3	2	12
O-1	レッドラウン	2	1	3	1	1	8
O-2	イエローラウン	3	2	4	4	4	17
O-3	イエローセラヤ	4	3	4	4	4	19
O-4	レッドメランチ	1	1	2	1	1	6
O-5	ホワイトメランチ	3	3	3	3	3	15
O-6	ホワイトセラヤ	3	3	4	3	2	15
O-7	カブール	1	1	2	3	4	11
O-8	ピンタンゴール	1	1	3	1	2	8
T-1	マンガシノロ	3	4	3	3	3	16
T-2	ホワイトラウン	2	1	2	2	2	9
T-3	マンガシノロ	3	4	3	3	3	16
T-4	マヤピス	3	2	3	3	3	14
T-5	レッドラウン	1	1	2	1	2	7
D-B	ダグラスファー	1	1	2	2	3	9
D-C	ダグラスファー	2	4	3	2	3	14
L-H	ヒノキ	2	1	2	2	2	9
L-S	ヒノギ	2	1	2	2	3	10
L-M	エゾマツ	1	1	2	1	1	6

4. お わ り に

本実験は最近輸入されている多樹種にわたる南洋材合板を主とし、ブナ合板、ダグラス ファー合板および従来の挽き板を加えて、実大規模のコンクリート打込み実験を行ない、樹種による型わく適性度合を検討するとともに、日本合板工業組合連合会で自主的に規制している製造基準の適合性を検討する目的で行なった。合板型わくについてこのような実際的な規模の実験は従来まで少なく、本実験の結果が型わく用合板の健全なる発展に資するところがあれば幸いと考える。

しかし本実験では、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から選択したため、その範囲も狭く、かつコンクリート打込み実験も実際の使用状態より小規模であり、本実験結果のみですべてを判断しえないと考える。しかも本実験が行なわれた期間は冬季（11～1月）であり、夏季の場合はまた異なった傾向を示す可能性も考えられる。よって、この種の実験を今後も継続し、いっそう多くの実験結果を得、これらを資料として型わく用合板の基準の確立を望む次第である。

文 献

- 1) コンクリート型わく用合板の日本農林規格（昭和 42 年 6 月 30 日農林省告示第 932 号）
- 2) コンクリート型わく用合板の日本農林規格とその解説、コンクリート型わく用合板の耐アルカリ性に関する規制について（製造基準）、日本合板工業組合連合会、pp. 58～63、(1967)
- 3) 亀田泰弘：新版合板型わく工法、建築技術、297 p., (1968)

た 際 の 適 性 度 合

表 面 割 れ		耐アル カリ性 能試験	表面割 れ合計	む し れ			む し れ 合 計	硬化不良	合 計
型わく材面				コンクリ ート面へ の付着	型わく材 面への試 験	耐アルカ リ性能試 験			
0.5mm 以上	0.5mm 未満								
0	1	0	1	0	0	0	0	2	11
0	2	2	4	1	1	1	3	0	19
0	1	1	2	1	1	1	3	0	10
0	2	2	4	1	1	1	3	0	19
0	1	1	2	0	1	1	2	0	12
0	2	1	3	0	0	0	0	3	23
0	2	1	3	0	1	0	1	3	26
0	1	1	2	1	0	0	1	0	9
0	2	1	3	0	0	1	1	3	22
0	2	1	3	0	0	0	0	4	22
0	2	0	2	0	1	1	2	0	15
0	2	1	3	1	0	1	2	0	13
0	1	1	2	0	1	0	1	3	22
0	1	1	2	1	1	0	2	0	13
0	1	1	2	1	2	3	6	4	28
0	1	1	2	0	1	0	1	0	17
0	1	1	2	0	1	0	1	0	10
0	1	1	2	2	2	1	5	2	18
0	2	1	3	1	1	1	3	3	23
0	0	0	0	1	0	0	1	0	10
0	0	0	0	1	0	0	1	0	11
0	0	0	0	3	0	0	3	0	9

- 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，22，9，pp. 22～24，（1967）
- 5) 森 仁明・井上裕次：セメント技術年報，XVI，（1962）
- 6) JIS Z 8721-1964 色の3属性による表示方法
- 7) JIS Z 8722-1966 2度視野における物体色の測定方法
- 8) JIS Z 8701-1964 2度視野における色のXYZ系による表示方法
- 9) 武藤義一：比色分析法，共立全書，241 p.，（1955）

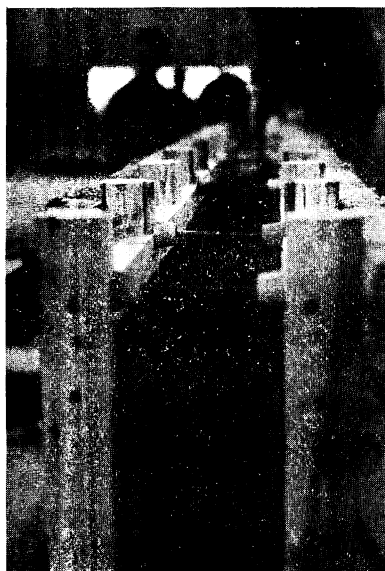


写真 1: 型わく組上りの状況
(清水研)

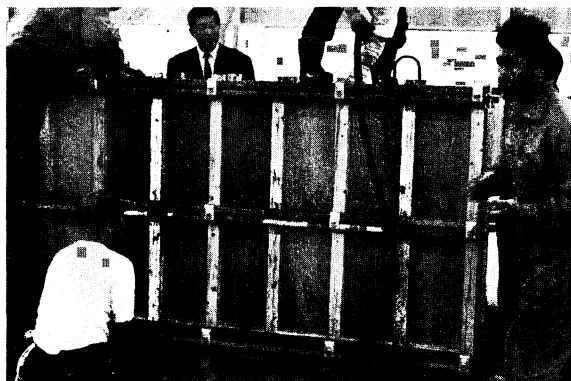


写真 3: コンクリート打込み作業 (清水研)

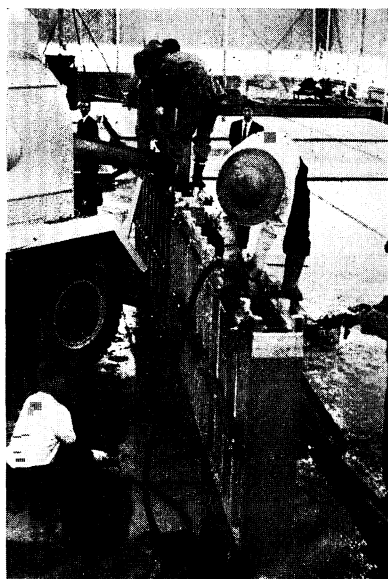


写真 2: コンクリート打込み
作業 (清水研)

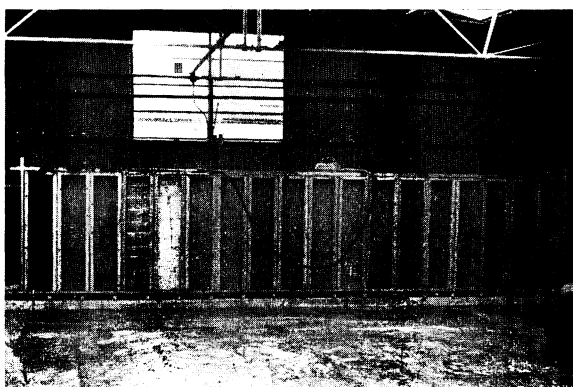


写真 4: 型わく組上りの外観 (竹中技研)