

客電車塗装の特質について

宝 迫 一 郎* 松 本 二 郎**

Requirements on Coach Finishing

By Ichiro Hōsako and Jirō Matsumoto

Kasado Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

For passenger coaches for electric railroad service, it is imperative to be finished in paint which fulfills the next requirements, i.e. the paint must be highly durable against weather, can protect effectively the coach from corrosion, retains strong adherence for long, and, in addition, these qualities must not sacrifice the attractive coloring of its own. And the selection of such a paint is not a job anything easy but requires meticulous research and experience, and for a good finishing result, it must be combined with an excellent coating technique.

The writers publish in the article their studies on the aforesaid requirements and various problems regarding coating technique, including the selection of paint, improvement of paint film property, and light metal alloy coating.

〔I〕 緒 言

客電車の塗装は、強い防錆力と防蝕力とによる車輛の保護は勿論のこと、絶えず美観と清潔さを保持し、乗客に快感を与えるものでなければならない。

一方これらに用いられる塗料は、車輛用として特殊な塗料があるわけではなく、多くの塗料のうちから目的に合致したものを選択し塗装するのである。一般にペイント、エナメル、ラッカー等の塗料の種類や、錆止、上塗り等のごとき塗料の用途別区分により、その性能と塗装方法が違うことは良く知られているが、同種類、同用途の塗料でも、色や塗料メーカーにより、各々異つた性能を有するのである。また被塗装物にも鉄材、木材、アルミニウム合金等の種類があり、使用される土地の気象条件と、市内、郊外、運行区間の長短等の使用条件によつても異なるので、塗料の選択と塗装には相当の技術を要する。

しかしながら従来の塗装はそのほとんどが経験と熟練にのみ依存していたので、思わぬ事故を起したこともあった。そこで筆者等は客電車の塗装の特質を分析し、要

求される条件に合致する塗料の選択と塗装方法を検討し、これらに改善を加え、従来の経験と相まつて、客電車の塗装の出来栄の向上を計つて来た。以下客電車塗装の特質の大要と諸対策の概略について述べる。

〔II〕 客電車の塗装の特質

客電車の外部は、常に外界における天然現象の諸作用を直接受け、内部は乗客や荷物と絶えず接触するので、その塗装は強い耐久力と防錆力および美観と清潔さを保持することが必要である。ゆえに客電車の塗装には次に述べるごとき特質が要求される。

(1) 車体外部の塗装

(A) 耐候性が強いこと

天然外界の日光、風雨、氷雪に曝されながら長期間の連続使用に耐えるため、塗膜は耐水性が強く、太陽光線による粉化や褪色、光沢の変化が少なく、またこれらの原因により亀裂やふくれなど生じないものでなければならぬ。

(B) 防錆力が強いこと

自動車等の他の車輛に比し、客電車の寿命は長いので特に強い防錆力が必要である。

* ** 日立製作所笠戸工場

(C) 密着力と耐振動性が強いこと

客電車の外板の温度は、太陽の輻射熱と気温により、一般に最高は 70°C まで上昇し最低は氷点下まで低下することが考えられる。

この間の鋼体の膨脹、収縮や運転による振動に対し、塗膜は十分な密着力と耐振動性を必要とする。

(D) 保守が容易であること

運転中の煤煙や塵埃の附着による汚れをできるだけ少くするため、塗膜は平滑で、戻りが無く、また一定期間毎に行われる微弱な酸や石鹼による洗滌に対し、ある程度の耐酸、耐アルカリ性を持つとともに、これらの磨耗に耐えうるよう、適当な硬度を保持し、なお容易に塗り替えができることが必要である。

(E) 木材製品の吸水防止

外部に曝される木材製品は、雨水や洗滌水により、膨脹したり腐蝕したりするから、完全に吸水を防止する必要がある。

(2) 室内塗装**(A) 常に美観を保持すること**

乗客に清潔感と美観を与えるため、人体特に頭髪の油脂や手垢等に汚れず、洗滌が容易であること。

(B) 人や荷物が絶えず接触するので、そのために塗料が戻つたり、傷が付かぬよう適当な硬度を保持すること。

(C) 塗り替えが容易であること**(3) その他**

以上の外、使用地が高温高湿な地方である場合は、耐熱および耐湿性が、極寒地の場合は耐寒性が要求される。

また材料が鉄鋼以外、たとえばアルミニウム、合成樹脂等の場合は、これらの材料に適合した特質が要求されることは勿論である。

〔III〕 塗料の選択**(1) 塗料選択の意義**

耐久力ある美しい塗膜をうるためには、要求された条件に合致した塗料を選ぶことが最も大切なことである。塗料に関する資料は枚挙に遑なき程であるが、これらのは多くは塗料メーカー発行のもので、とかく宣伝的意図の強いものであり、技術的に公平な立場から論ぜられているものは少い憾がある。かつ同一メーカーの同一製品でも、製作毎に幾分その性能に差異を生じ、これらの資料をそのまま卒直に受け入れがたい。ゆえに塗料の選択は塗料を使用する者の責任と判断においてなさなければ、製品の塗装に確信を持ち得ないのが現状である。

筆者等は極くありふれた。しかも長年月使用実績のある少数の塗料を除く、大部分の塗料についてはその選択

のいかんは塗装の死命を制する重要なものと考え、十分な試験設備と技術の充実に努め、細心の注意と大なる努力を払っている。

以下塗料の選択に際し実施している試験の概要について述べる。

(2) 塗料試験の概要

塗料の検査基準は JIS に制定せられており、これに準拠すべきことは当然であるが、その内容の大部分は塗料の成分および組成が主体であつて、性能に関する検査項目が割合に少く、また JIS の基準は広範なる一般塗料を対象として制定されているため、客電車のごとき特殊な用途に使用する塗料に対する検査基準としてこれのみに準拠するには不十分な部分が多い。

たとえば JIS の中で光沢、透明度、塗膜試験等は見本品に劣らざることゝあり、凝結性、刷毛捌き等は塗料を棒で掻き回したり、刷毛で塗つてみて判定する等その方法は非常に熟練を要する。また見本品の選定に数値的基準がないから、個人差による判定の振れが大きい。

したがつて成分組成は JIS による外、特に下記のごとく耐候性、耐薬品性を検査基準に入れ、検収検査を実施している。

(A) 一般試験

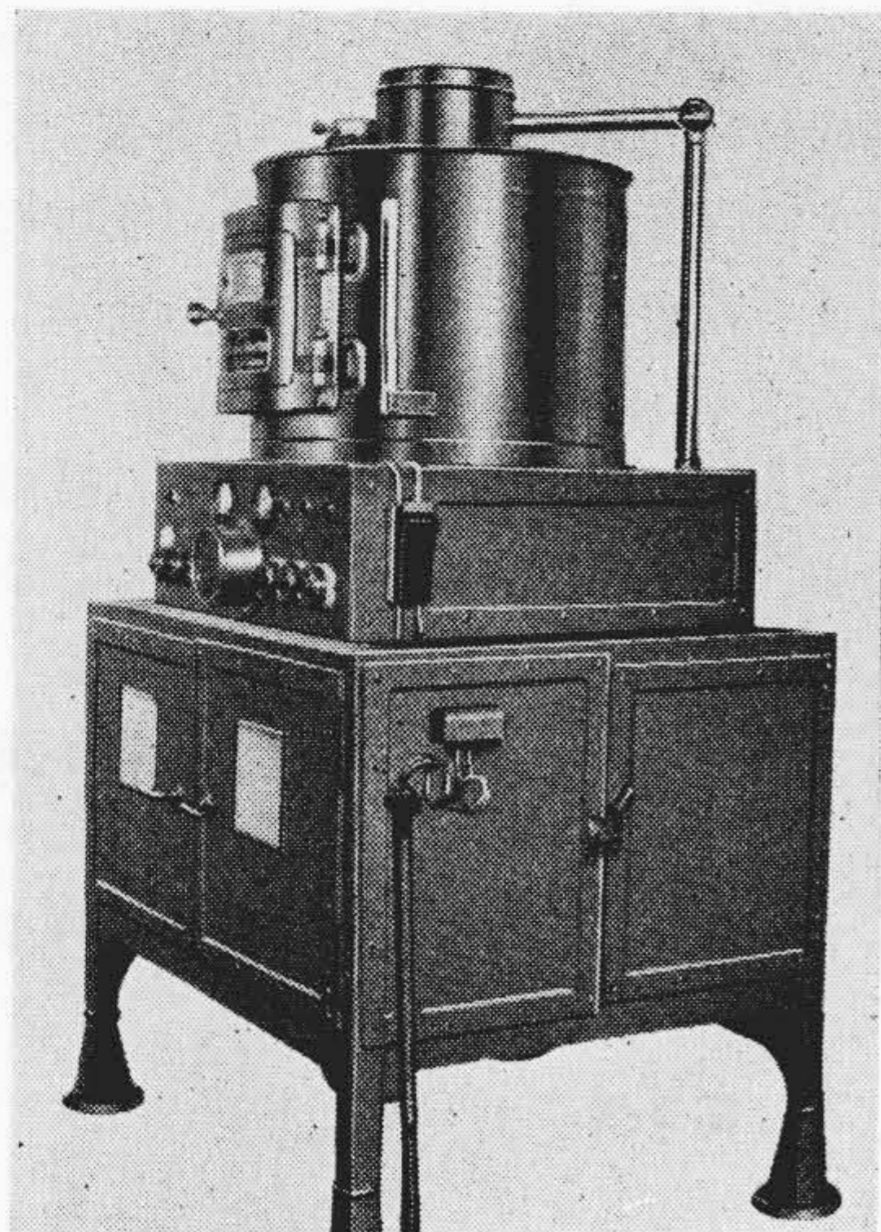
試料の採り方、組成、色、透明度、粘度、可撓性、耐溶剤性、隠蔽の判定は JIS により試験を行つているが、光沢の測定には色沢計を、硬度の測定には引掻式硬度計を、また色の測定で特に必要な場合は、日立製作所中央研究所において日立式分光々度計により反射率曲線で表す等数値的に表現するよう努めている。

(B) 耐候性試験

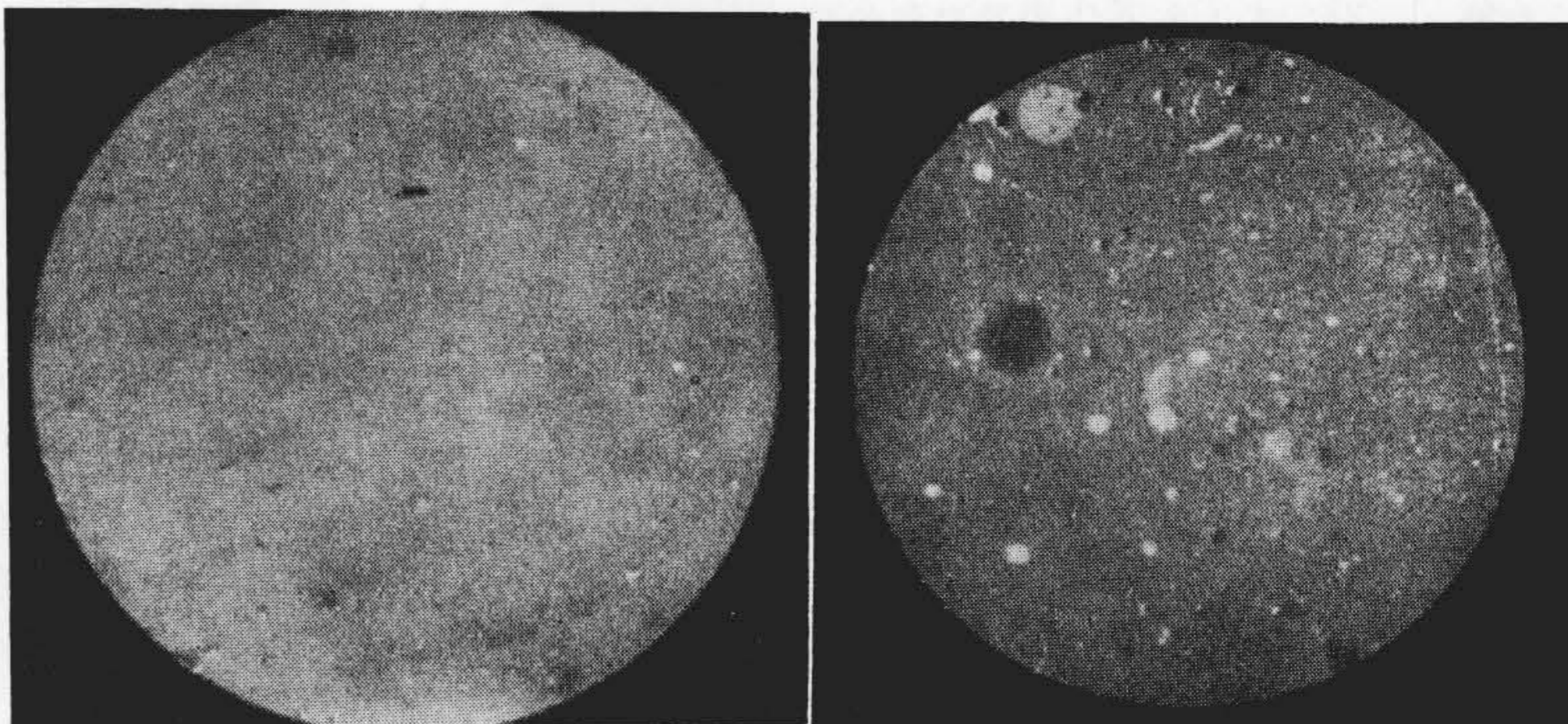
塗装後の塗膜の変化を知るために、実際塗装されたと同様な試験片を作り、2 箇年間屋外に曝露して、3 箇月毎にその状態を調査、検討し、納入した製品の状態を観察している。

しかしながら天然曝露によると、その判定に少くとも 6 箇月を要するので、工程の関係上これにより得ない場合が多い。そのために促進曝露試験機によりきわめて短時間に試験されている。第 1 図は日立製作所笠戸工場の促進曝露試験機で、上部円筒の内部が曝露室である。その中心に紫外線電球があり、試験片は周囲を自動的に回転し、その間平均降雨量から割出された比率をもつて、一定時間毎に散水され、かつ曝露室内部は所望の温湿度に調整せられる。試験時間比率は塗料の色と種類により異なるが天然曝露試験と比較して、色別種類別に比率表を作製して判定を行つている。一般的に本機の 30~50 時間は天然曝露の 6~10 箇月に等しい。

第 2 図は本機で試験されたフタル酸レジンエナメル



第1図 曝露試験機
Fig.1. Weather-Ometer



促進曝露 50 時間

天然曝露 10 箇月

第2図 促進曝露と天然曝露による塗面の比較
(×150)

Fig.2. Micrographs of Paint Film Tested by Weather-Ometer and Exposure to Weather
(×150)

塗膜で、50 時間処理したものは、天然曝露 10 箇月の状態とほぼ等しいことがわかる。

塗膜が水に浸透されたり侵されることは、発錆や塗膜の崩壊の原因となるので、その良否は耐候性に大きく影響する。このことは、現在迄の塗料に対する諸試験の結果から、そのほとんどが耐水性の強い塗料は耐候性が強く、弱いものは耐候性に劣っていることからでも容易に立証できる。この場合の試験方法は 20°C の水中に20時間浸漬し白化やふくれ等で判定を行っている。

塗膜には高温高湿により軟化やふくれを生ずる欠点がある。輸出車輛その他、特に必要性を認めたものについ

ては、種々の試験片を作り、恒温恒湿機で必要条件に合わせた高温高湿試験を行つている。第3図は本機の外観で、0°C~80°C、湿度は30%~95%まで調整できるものであり、第4図は本機でテストされて、ふくれを生じた塗膜の一例を示す。

(C) 耐薬品性試験

石鹼洗滌や萘酸洗滌の場合に、弱アルカリあるいは酸に耐えうるため、苛性ソーダ1%、または萘酸3% 20°C の水溶液中に、前者は4時間、後者は20時間浸漬して、塗膜に異状のないものを選んでいく。また、室内塗料が頭髮のポマードに侵されぬために、30°C のヒマシ油中に30時間浸漬して、軟化、ふくれ等の変化のないものを選んで完璧を期している。

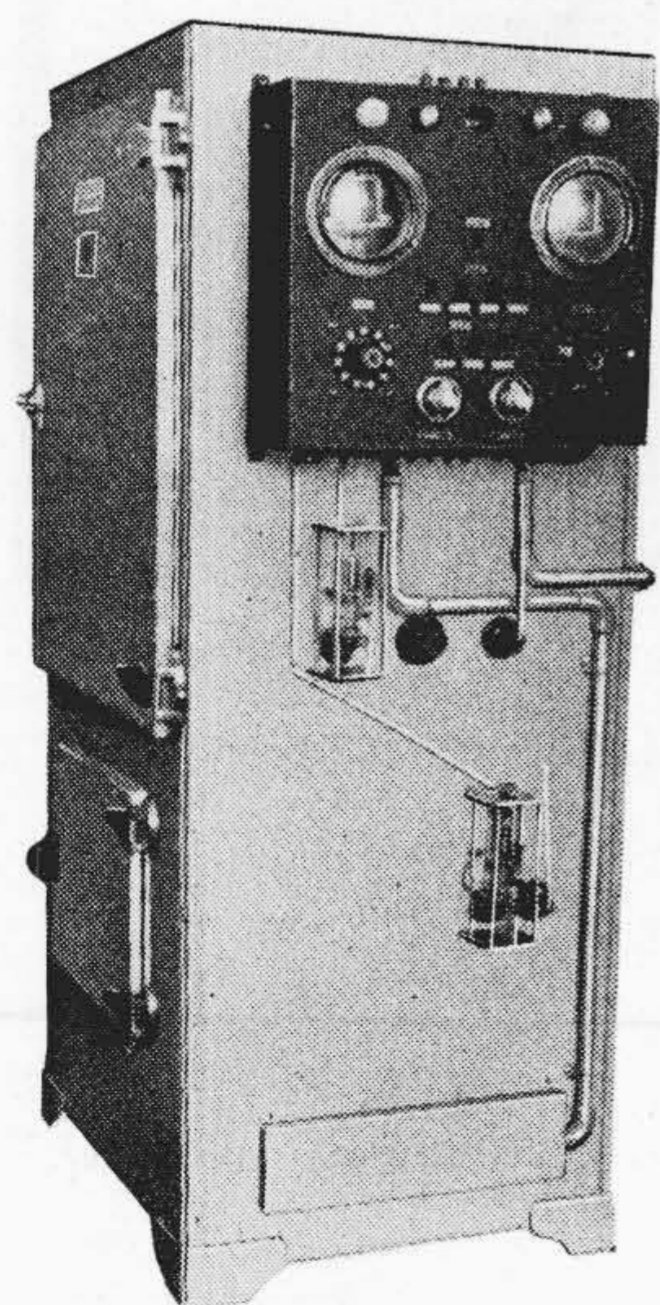
(D) 作業性試験

乾燥時間および塗り重ね試験等 JIS に準じて行つているが、前者は乾燥時間測定器で数値的に表わされている。

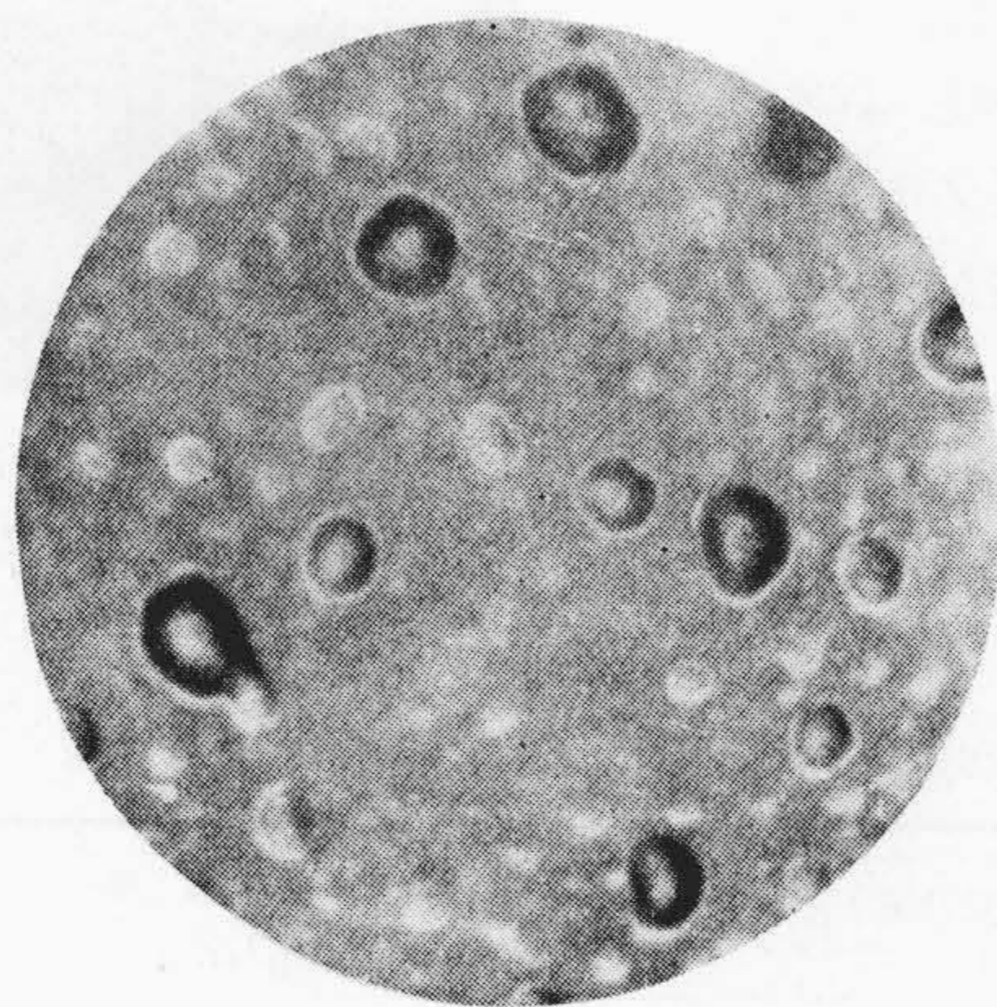
〔IV〕 車体外部塗装

客電車の外部塗装は鋼板に除錆、防錆塗装、パテ付け、中塗り、上塗りの工程で、扉や窓枠のごとき木製品に対しては、吸水防止、木地固め、パテ付け、中塗り、上塗りの工程で各々塗装される。

これらの塗料全般について、下記のごとく、最も使用目的に合致したものを採用している。



第3図 電気恒温恒湿機
Fig.3. Electric Constant Humidity Incubator



第4図 高温高湿による塗膜のふくれ
(×160)

Fig.4. Blister of Paint Film Affected by High Temperature and High Humidity

第 1 表 オイルプライマーならびにジंकクロメートプライマーの防錆力

Table 1. Anti-Corrosive Qualities of Oil Primer and Zinc-chromate Primer

資料	試験項目 処理時間	耐 水 20°C			耐塩水 NaCl 5% 20°C			耐 候 性 発錆まで
		50 h	100h	150h	50 h	100h	150h	
オイルプライマー-A		○	○	△	○	○	△	4 箇月
オイルプライマー-B		○	△	×	○	△	×	20 日
オイルプライマー-C		○	○	△	○	○	×	40 日
オイルプライマー-D		△	△	×	△	×	×	10 日
オイルプライマー-E		○	○	×	△	△	×	60 日
ジंकクロメート プライマー-A		○	○	○	○	○	○	1 箇年半
ジंकクロメート プライマー-B		○	○	△	○	○	○	1 箇年半
ジंकクロメート プライマー-C		○	○	△	○	○	○	1 箇年半
ジंकクロメート プライマー-D		○	△	△	○	×	×	1 箇年
ジंकクロメート プライマー-E		○	○	○	○	○	○	1 箇年半

備考: ○ 異状なし。 △ 僅かに発錆。 × 発錆甚し。

(1) 防 錆 塗 料

防錆塗料は防錆力が強いことは勿論、被塗装物およびパテとの密着がよく、このほか上塗り塗料との相溶性が良好でなければならない。

これらの点より、防錆塗料にはフタル酸系オイルプライマー、ジंकクロメートプライマーが最も適している。

これら両者の間には第 1 表の防錆力試験に示すごとく、一般的にジंकクロメートプライマーがオイルプライマーより性能がはるかにまさっているが、両者の上に上塗りまで塗装した場合、その塗料の選択と塗装方法が適正であれば、天然曝露 2 箇年を経過してもその差は非常に僅少である。

したがって両者の選定は車体の使用材料、客電車の使用条件および塗装仕様によつて適正に判断すれば支障を生ずるときことはない。問題はむしろ同系統、同種類の間における差異の判別である。特にオイルプライマーは塗料メーカーによつてはなほだしい差異があるから、選定に誤なきを期さねばならない。

(2) パ テ

パテは塗膜を形成する塗料の中で、最も乾燥性、作業

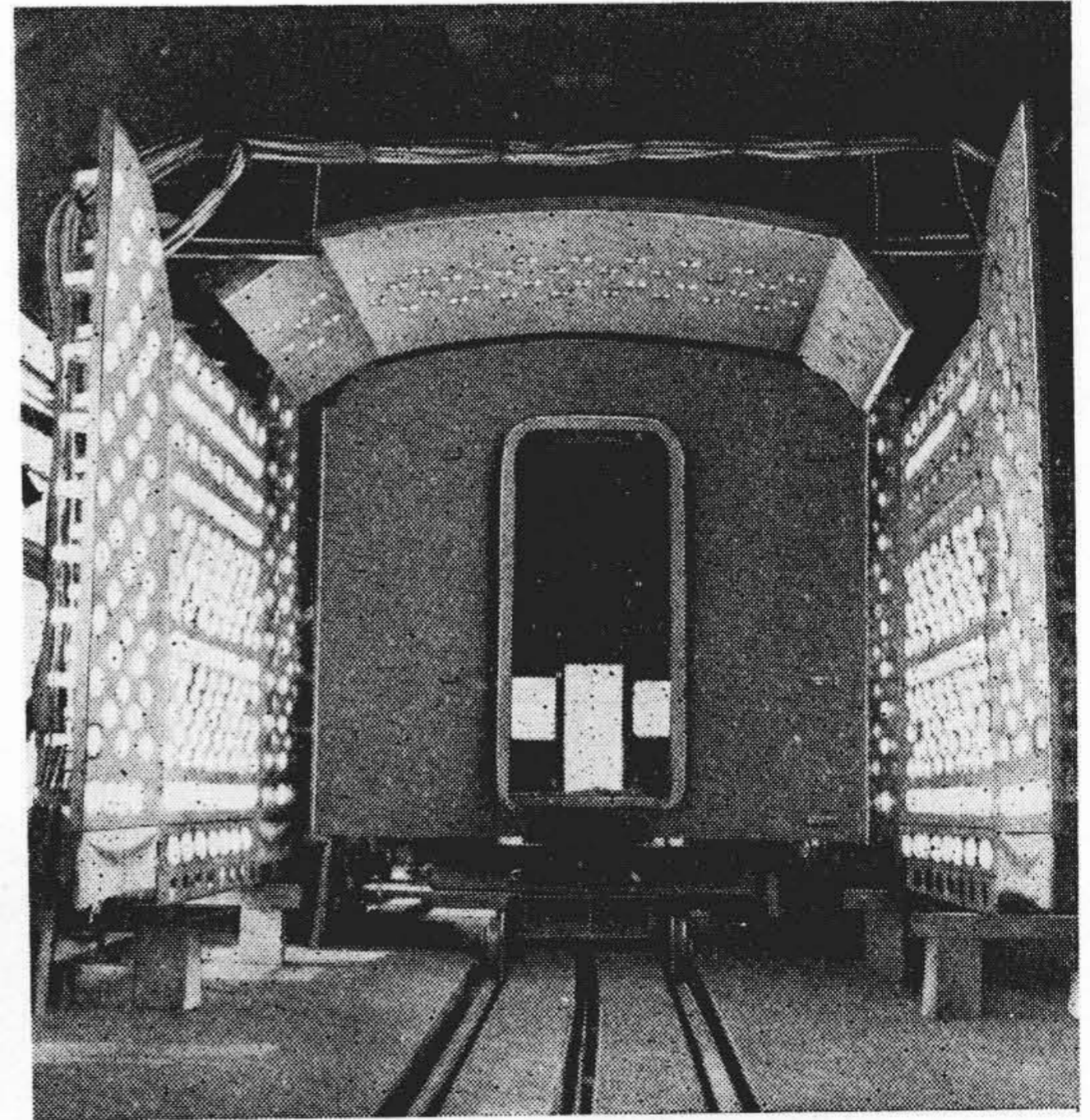
性、耐水性が悪くかつ脆弱である。これらの性能は溶剤は勿論、その他の構成材料の配合割合によつても著しく異なるものである。パテの成分、配合割合、厚みと乾燥および性能の関係、温度と乾燥の関係その他作業性等については次のごとく要約することができる。

(A) 乾燥時間は厚み、温度に著しく影響され、乾燥温度が 5°C 以下の場合にはほとんど乾燥しなくなる。またビヒクル含有量の増加とともにその時間は遅れる。

(B) 1 回の厚みがある限度以上になると、乾燥不良または亀裂を生ずる。

(C) 密着性はビヒクル含有量が少い程、かつ厚みの多い程低下する。

各種パテの総合結果は第 2 表に示したごとく、パテの成分により性能が著しく異なることがわかる。作業上最も問題となるのは乾燥性であつて、20°C で完全乾燥するためには 20~35 時間を要する。特に冬季は数日を要し実際工程に支障を来す場合が多い。しかも従来の自然乾燥用パテをそのままに加熱乾燥することはできない。筆者はこの問題を解決すべく、その成分、組成、厚み、

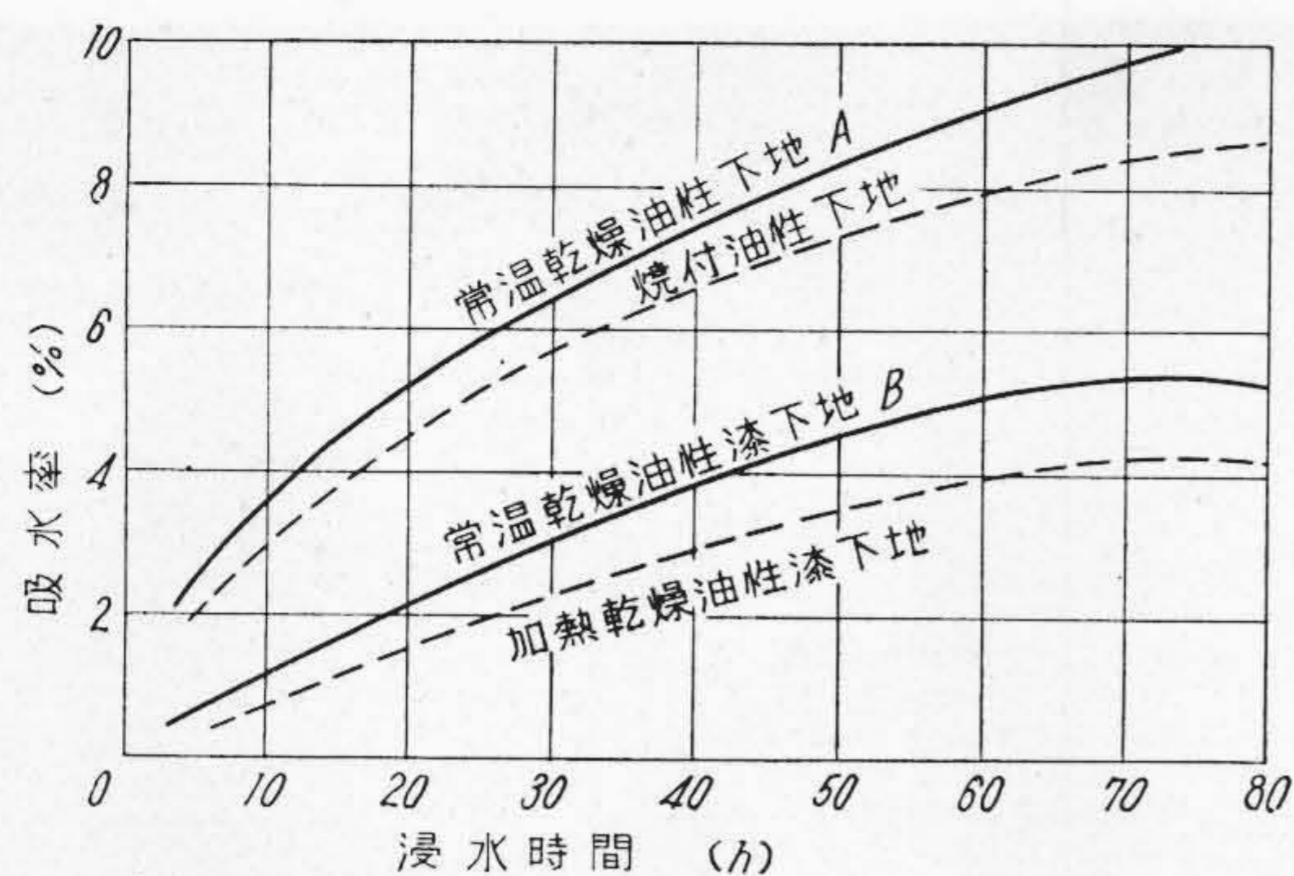


第 5 図 車体用赤外線乾燥装置
Fig. 5. Infra-Red Drier for Car Body

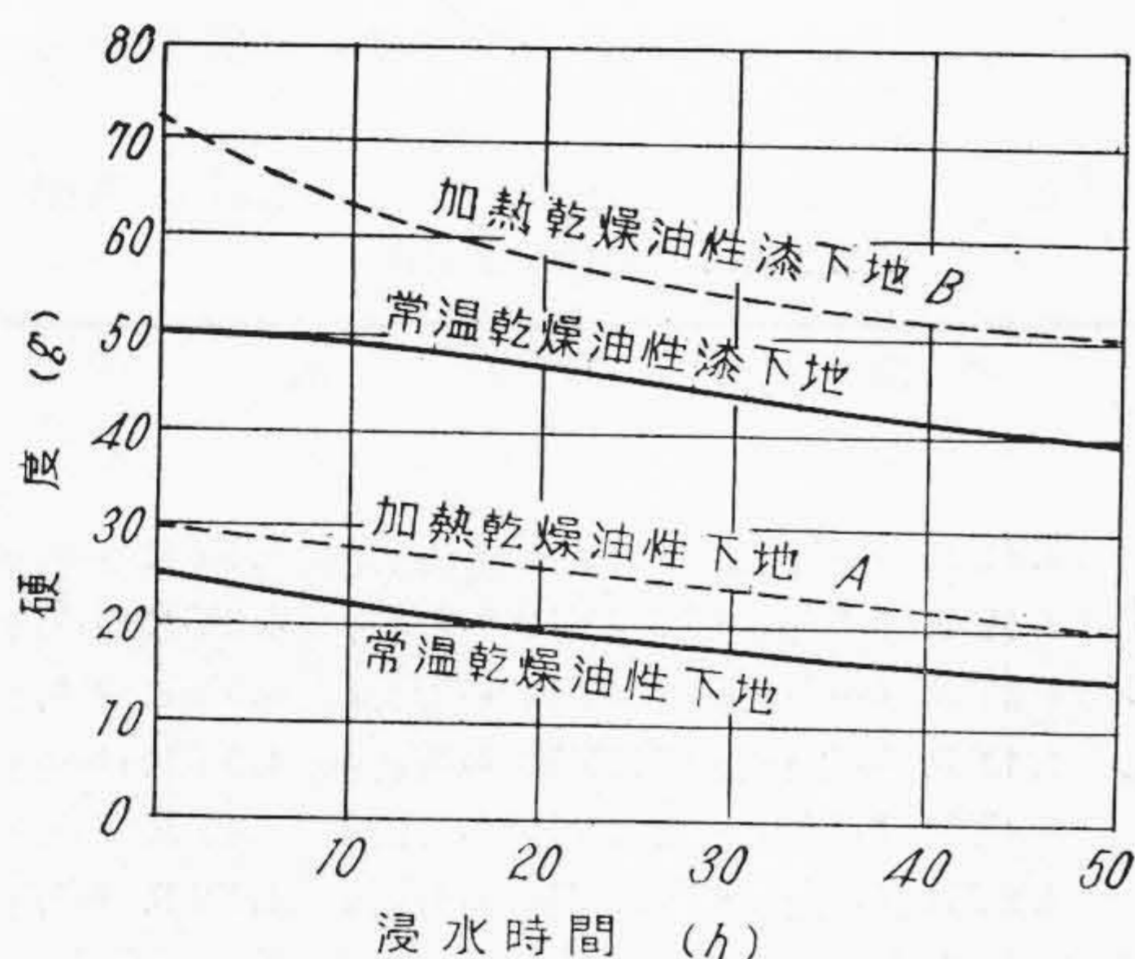
第 2 表 パ テ の 性 能 試 験 結 果
Table 2. Results of Tests of Various Putties

パ テ	項 目	耐 温 水 性	吸水率 20°C 水 中に 40 時間浸漬	乾 燥 時 間 20°C	剝 離 強 度	硬 度	可 撓 性	耐 候 性
		60°C 30 mn	(%)	(h)	(kg/cm)	(g)	(φmm)	(12箇月)
A	油 性 系	×	7	35	70	25	40	×
B	油 性 漆 系	○	5	31	105	50	24	○
C	油 性 漆 系	○	10	21	100	40	35	△

備考: 1. ○ 良 △ 僅に異状あり × 不良
2. 各試験のパテの厚みは 0.2 mm



第6図 パテの乾燥方法別の吸水性
Fig.6. Hygroscopicity by Drying Method of Putties



第7図 各種パテの浸水時間と硬度との関係
(硬度は引掻式硬度計による (g))

Fig.7. Relation between Hardness of Putties and Submerging Time

乾燥方法に改善を加え、必要に応じ加熱乾燥を採用して来たが、乾燥時間を従来の 60 分の 1 に短縮できたばかりでなく、すべての性能を向上させることができた。第 5 図は車体用赤外線乾燥装置を示す。また第 6 図は各種パテの常温および加熱乾燥の吸水性の比較を、第 7 図は浸水時間による硬度の低下状況を示したもので、いずれも加熱乾燥を行ったものの方が良好な値を示している。

(3) 上塗り塗料

上塗り塗料は直接外界に曝され、また天然の諸作用を受け、多くの人々の眼にふれるので、強い耐候性と常に美しい色彩と光沢の保持を要求せられる。これらの条件と作業性から、外部用上塗り塗料には一般にフタル酸レジンエナメルが多く用いられている。

(A) フタル酸レジンエナメルの性能

フタル酸レジンエナメルの耐候性の限界を検討するため、Dupont(米)、I.C.I.(英)と国内メーカーのサンプルについて、各種試験片を作り、12箇月間南面傾斜 35°の曝露台で天然曝露を行い、その間塗装直後、3 箇月、

第 3 表 フタル酸レジンエナメル塗膜の曝露 6 箇月間における硬度の変化

Table 3. Variation of Hardness of Phthalic Acid Resin Enamel Paint Film after 6 Months Exposed to Weather

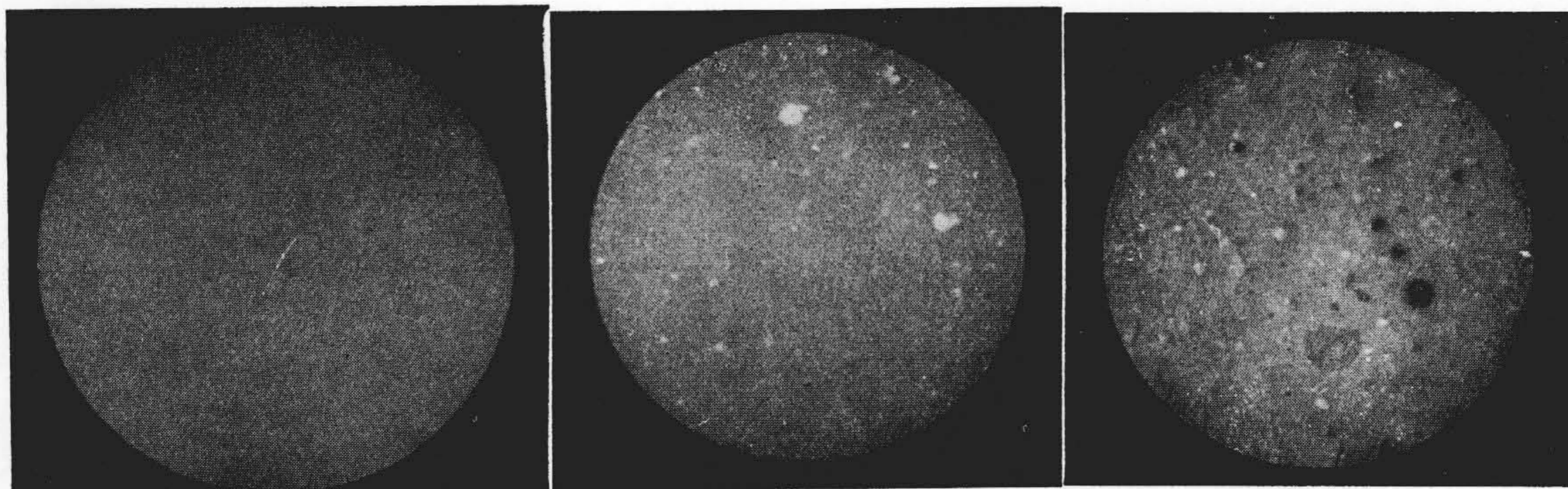
乾燥法		自然乾燥			加熱乾燥		
資料	期間	0 箇月	3 箇月	6 箇月	0 箇月	3 箇月	6 箇月
		マルーン					
A		90	85	90	90	90	80
B		120	200	190	220	220	215
C		120	150	140	160	165	155
D		200	205	190	210	200	215
レッド							
A		100	200	195	210	210	200
B		150	190	180	210	200	205
C		130	125	130	140	145	150
D		170	185	180	220	210	210
ライトグリーン							
A		120	150	140	160	150	155
B		100	195	180	200	200	195
C		120	150	150	160	160	165
D		200	200	190	200	195	195
ダークグリーン							
A		130	185	170	190	195	185
B		140	195	180	210	200	180
C		100	165	165	170	165	165
D		200	215	215	240	230	240

備考: 引掻式硬度計に依る (g)

6 箇月、12 箇月後に耐水性、耐薬品性、硬度、密着力、光沢の変化ならびに塗膜の変化状況等につき詳細な比較試験を行った結果、各メーカーにより、また色や塗装法により性能は異なるが、一般にフタル酸レジンエナメルは 3 箇月まではほとんど変化なく、6 箇月におよぶと光沢の減少と褪色を生じ、12 箇月になると粉化、変褪色し、光沢はなくなり、はなはだしいものは塗膜に亀裂や小さなふくれを生ずる。また塗料の色別による褪色の度合はマルーンおよび赤が各試料ともはなはだしいこと等がきらかになった。

第 3 表は各試料の曝露 6 箇月迄の硬度の変化で、メーカー別、色別に相当の開きがあり、自然乾燥のものは 3 箇月で全般に 20~40% 上昇し、6 箇月に至ると若干減ずるが、赤外線乾燥のものはほとんど変化がない。

密着力および耐薬品性、耐水性は塗装後と変化がなかった。一般に赤外線乾燥を行ったものの諸変化の傾向は自然乾燥と同様であったが、その変化の度合は少く、赤外線乾燥の利用が工程の短縮のみでなく、耐候性の向上に対しても好結果をもたらすことがきらかである。第



塗 装 時 6 箇 月 曝 露 後 12 箇 月 曝 露 後
 第 8 図 天 然 曝 露 に よ る 塗 膜 の 変 化 (×150)

Fig. 8. Aging of Paint Film Affected by Weather (×150)

第 4 表 フタル酸レジンエナメル塗膜の 6 箇月曝露後の耐水試験結果

Table 4. Results of Water Resistance Test of Phthalic Acid Resin Enamel Paint Film Exposed to Weather for 6 Months

塗 料	資料 状況別	乾燥法				乾燥法									
		自然乾燥				加熱乾燥									
		A	C	D	E	A	C	D	E						
マ	△	△	△	○	△	△	△	○	△	○	○	○	○	○	
ル	○	○	△	○	○	○	○	○	△	○	△	○	◎	○	○
レ	◎	○	◎	◎	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	◎	◎
ツ	○	○	△	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
ド	○	○	△	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
グ	○	○	△	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
リ	○	○	△	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
ー	○	○	△	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
ン	○	○	△	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

備考 1. 60°C 2 時間処理後の塗膜の状況を示す。
 2. 状況別における
 A: 吸水によるクモリ状況
 △クモリ大 ○僅にクモル ◎異常なし
 B: フクレの状況
 △フクレ全面 ○僅にフクレあり ◎異常なし

8 図は塗膜の 6 箇月, 12 箇月の変化状態 (×150) で, 6 箇月目には表面のビヒクルが崩壊し, 白点のごとく顔料が露出する。12 箇月目には全面に小さな亀裂が生じているのが見られる。

第 4 表は 6 箇月後の耐水試験結果で, 色別にはライトグリーンが, 資料別には E が良く, 赤外線乾燥したものは全般に良い成績である。

これらの試験結果から現在のフタル酸レジンエナメルの曝露における寿命は, 色やメーカーおよび乾燥法により異なるも約 1 箇年内外である。

(B) フタル酸レジンエナメルの耐候性の向上

前述の耐候性をさらに向上させるためには塗料自体の向上と, 塗装法の改良がある。筆者はこれ等の向上のために, 塗装方法の改善について引続き検討を加え, 上塗り塗料の上に特殊レジンワニス塗装することにより, 一段とその耐候性を向上させようことを認めた。第 5 表はその褪色の度合をマンセルで表示したもので, 処理品は

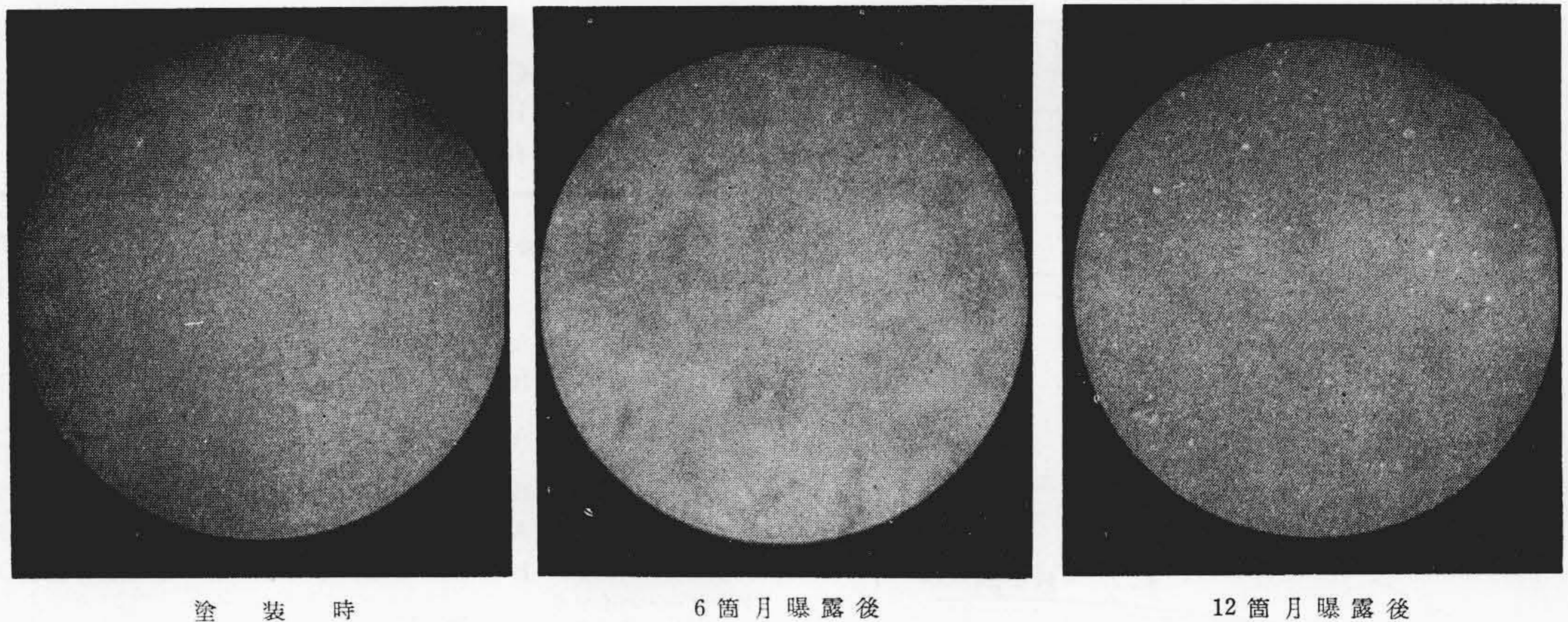
第 5 表 フタル酸エナメル塗膜の曝露 6 箇月後における変色状況

Table 5. Weatherstains of Phthalic Aid Enamel Paint Films

資料 No.	色	曝 露 前		曝 露 後			
		F		F	V		
1		4.8YR	5.4/12.2	5.4YR	1.0/7.0	5.9YR	5.6/7.8
2	オ	4.4YR	5.2/11.2	5.2YR	4.9/7.7	4.3YR	4.7/7.8
3	レ	4.2YR	5.3/12.9	2.4YR	5.3/7.4	3.0YR	5.6/11.0
4	ン	4.4YR	5.6/11.2	3.7YR	5.3/6.8	4.5YR	5.3/10.4
5		3.4YR	5.7/11.3	3.3YR	5.2/6.7	3.4YR	5.3/10.0
6	ヂ	3.6YR	5.8/12.8	3.7YR	5.4/8.5	4.1YR	5.5/11.1
7		1.8G	2.3/4.1	5.5G	3.2/2.1	3.5G	3.0/2.4
8	グ	1.5G	2.9/4.1	9.1G	3.3/2.2	4.2G	3.2/2.9
9	リ	0.1G	2.9/3.8	1.3G	3.4/1.7	8.9G	3.1/2.0
10	ー	2.4G	2.6/4.6	4.9G	3.3/1.6	0.4G	3.0/2.1
11	ン	0.4G	2.8/3.7	2.3G	3.4/1.8	9.8G	3.1/2.1
12		9.9R	1.7/3.9	5.9R	2.7/2.1	5.9R	2.9/2.1
13	マ	9.0R	1.7/3.9	4.9R	3.2/2.3	5.2R	2.9/2.3
14	ル	6.2R	2.1/3.1	2.3R	3.1/2.3	2.5R	2.8/2.4
15	ー	8.5R	1.8/2.8	2.8R	2.7/1.4	4.1R	2.4/1.9
16	ン	7.6R	2.3/2.6	2.3R	2.9/1.5	5.7R	2.3/2.3
17		0.1R	1.9/3.8	3.3R	2.9/2.1	5.9R	2.6/2.6

備考 1. F エナメル塗膜そのままの場合
 V エナメル塗膜の上にワニスを塗装した場合
 2. マンセルのよみ方 48YR 5.4/12.2 の 4.8YR は色相を, 5.4 は明度を, 12.2 は彩度を示す

塗料のメーカー, 色別を問わず格段の向上が見られる。第 6 表はその光沢の変化の比較を色沢計と肉眼で判定したもので, いずれも処理品の方が優秀である。12 箇月間天然曝露を行つた塗膜の変化は第 9 図に見られるごとく, 塗装時とほとんど変化なく, 第 8 図と比較すると格段にその性能が向上していることがわかる。要するに処理品は天然曝露 12 箇月で僅かに褪色は生ずるが, 塗膜に変化なく, その他耐水, 耐薬品にも非常にすぐれた性能を有する。なおこの結果を製品に応用し所期の成果をえている。



塗 装 時 6箇月曝露後 12箇月曝露後

第9図 特殊ワニスにより耐候性が向上された塗膜 (×160)

Fig.9. Weather-Resistance of Paint Film Improved by Special Varnish (×160)

第 6 表 フタル酸エナメル塗膜におけるワニス塗装の効果 (曝露6箇月後)

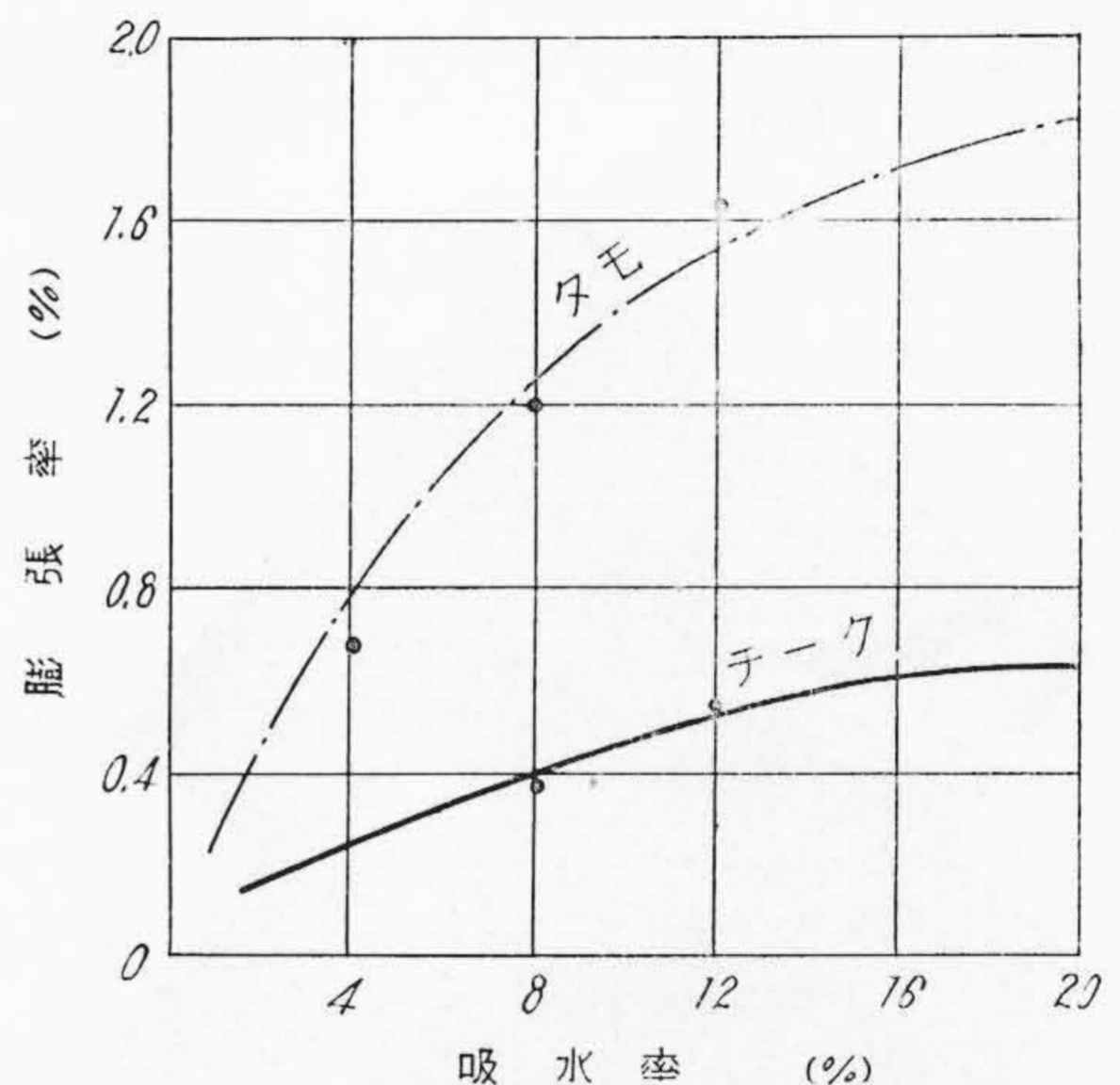
Table 6. Effect of Special Varnish Coat in Retention of Gloss

No.	区 分		色 沢 計		肉 眼 視 察	
	色	資 料	A	B	A	B
1	オ レ ン ヂ	A No. 1	3.1	3.7	±	+
2		A No. 2	3.7	3.7	+	++
3		C No. 1	1.9	4.7	-	++
4		C No. 2	1.3	4.1	-	+
5		C No. 3	1.6	4.1	-	+
6		C No. 4	2.0	4.4	-	++
7	グ リ ー ン	A No. 1	3.2	4.1	+	++
8		C No. 1	3.0	4.1	±	++
9		C No. 2	2.5	4.5	-	+
10		C No. 3	2.8	4.2	-	+
11		C No. 4	3.1	4.3	+	+
12	マ ル ー ン	A No. 1	3.8	3.8	++	++
13		A No. 2	2.3	2.3	-	+
14		C No. 1	2.8	4.3	-	±
15		C No. 3	3.7	4.4	±	+++
16		C No. 4	2.9	4.1	-	+
17		D No. 1	3.4	3.1	±	+++

備考 A エナメル塗膜そのままの場合
B エナメル塗膜上にワニスを塗装した場合

(4) 木材製品の吸水防止

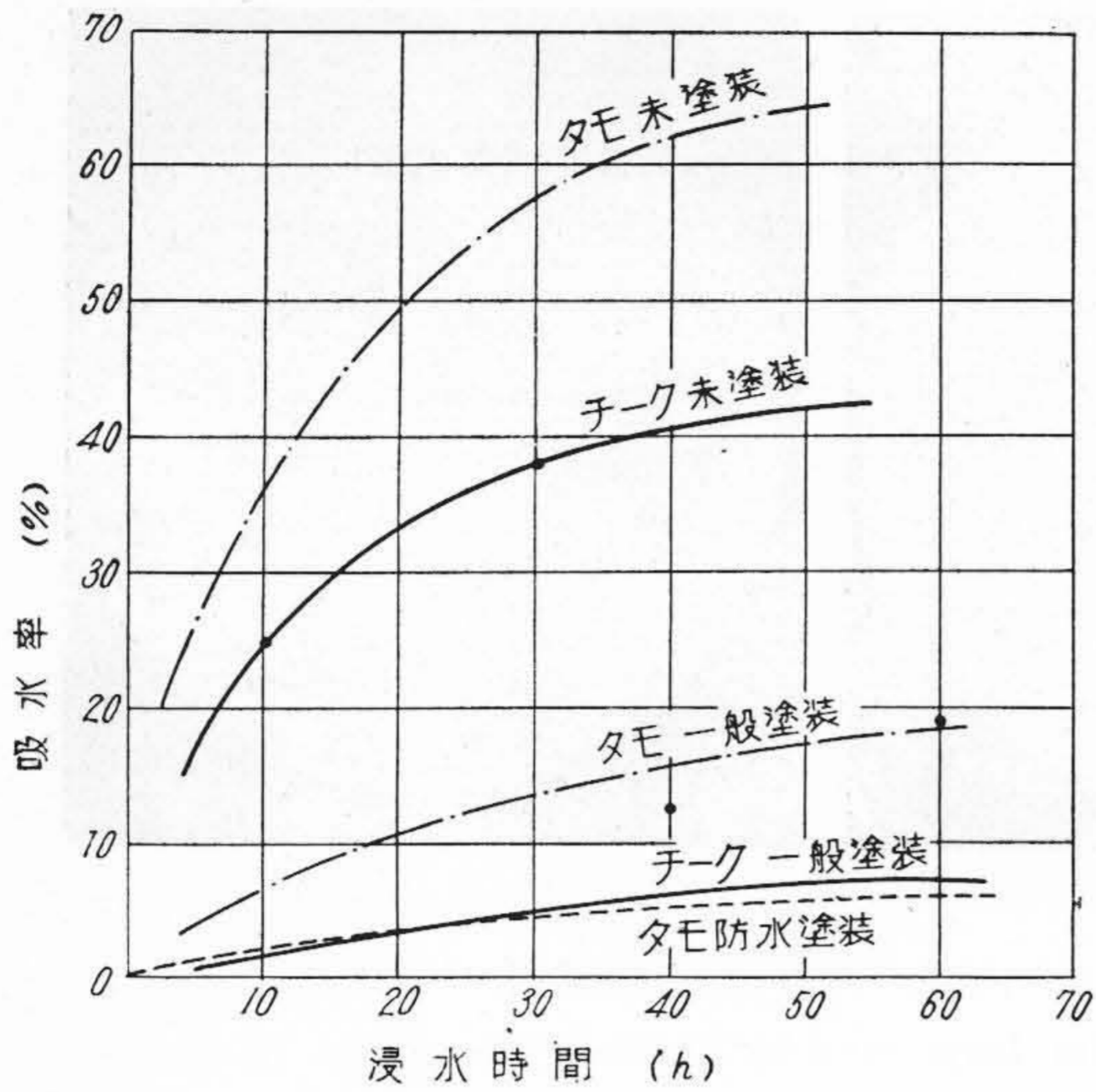
客電車の外部に曝される木製品には扉や窓の木枠があり、その材料として一般にタモとチークが用いられている。チークはその仕上りの優雅さと腐蝕しにくい性質を持っているので重用されているが、靱性強度がタモの 128.8 kg/cm² に比し、チーク 89.6 kg/cm² で低く、割れやすいのと価格が高いため、使用率はタモの方がはるかに多い。しかしながらタモは洗滌の際の水や雨水を吸



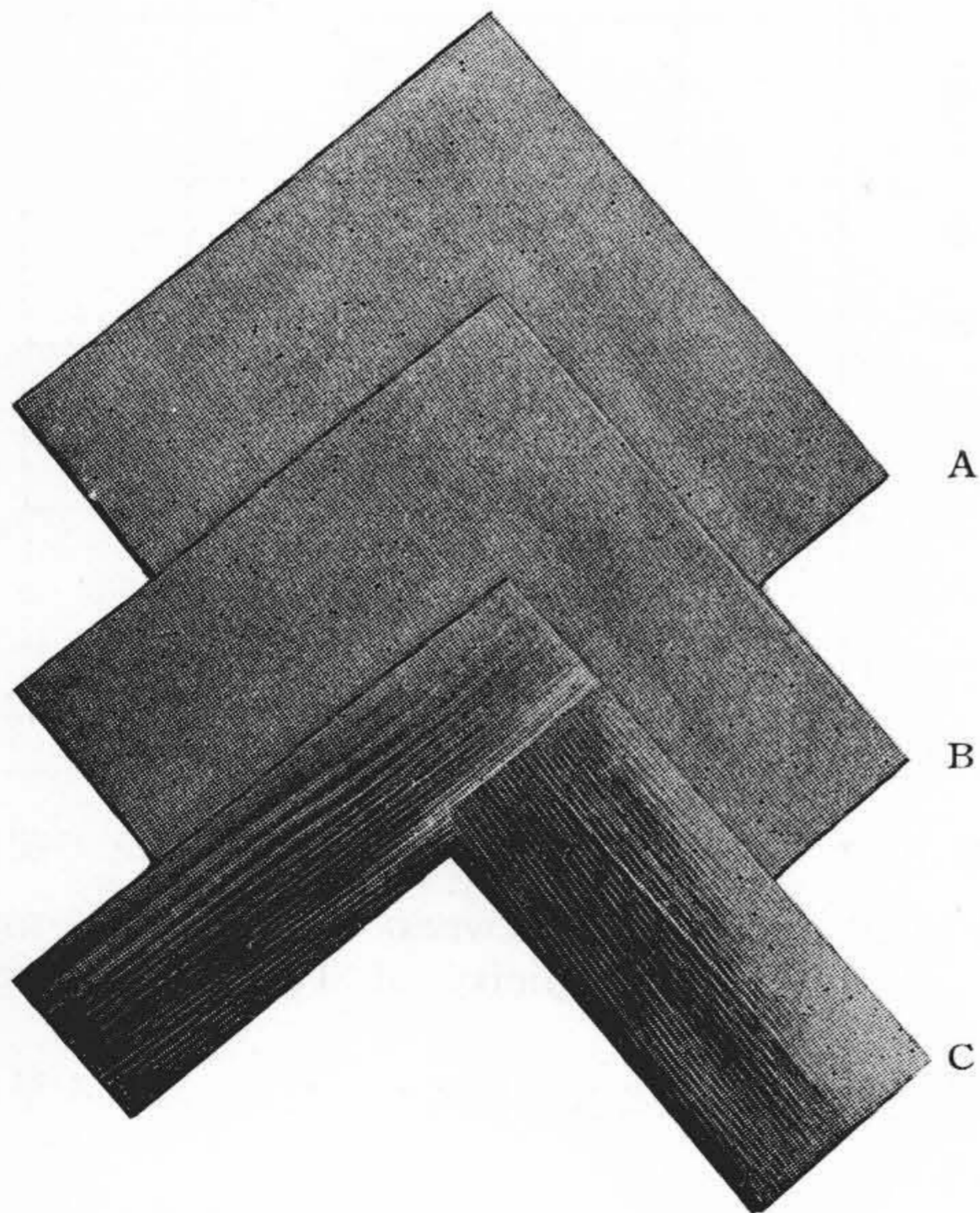
第10図 タモとチークの吸水率と膨張率との関係
Fig.10. Relation between Expansibility and Hygroscopicity of Tamo and Teak

収して膨張し、窓の作動を困難にしたり、腐蝕を早める欠点を持っている。

第10図はタモとチークの吸水率と膨張率の関係を示したもので、タモはチークの約3倍の膨張をすることがわかる。日立製作所笠戸工場ではこの欠点を解決するために吸水防止塗料について研究を加えた結果、特殊油溶性レジンワニスに非常に効果があることを認めた。第11図(次頁参照)は浸水時間と吸水率の関係で、吸水防止を行ったものは、その吸水率において、タモの一般塗装の三分の一に、チークの一般塗装品以下にそれぞれ下げた。第12図(次頁参照)はタモ材にこの塗装を行ったものと、一般塗装のものおよびチークの一般塗装品の天然曝露12箇月後の写真で、一般塗装品に比し格段の向上が見られる。



第 11 図 タモとチークの吸水性
Fig. 11. Hygroscopicity of Tamo and Teak



A チークの一般塗装 C タモの一般塗装
B タモの吸水防止塗装

第 12 図 吸水防止塗装の効果 (12 箇月曝露)
Fig. 12. Effects of Water-Proof Painting (Affected by Weather for 12 Months)

〔V〕 室 内 塗 装

室内には従来より、木目をその儘表わす木地塗装が行われて来たが、最近では色彩調節が重用視せられるようになり、色彩塗装も多く採用されて来た。木地塗装は木材に限られるが、色彩塗装は、木材は勿論、鋼板や軽合金等にも応用される。室内は外部塗装と異り、常に多数の乗客が接触するため、

第 7 表 室内用塗料の性能比較

Table 7. Comparison of Characteristics between Varnishes and Laquers for Interior Cab Finishes

資料	試験		硬 度		不粘着性		耐熱性		耐アルコール性		耐ポマード性	
	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H	N	H
スパーワニス A	40	60	×	○	×	△	○	◎	△	○		
スパーワニス B	30	55	△	○	×	△	○	◎	△	○		
フタル酸 レジンワニス A	60	85	○	◎	△	○	○	◎	△	○		
フタル酸 レジンワニス B	55	75	○	○	△	○	△	○	△	△		
クリヤー・ラッカー A	80	85	○	◎	△	○	◎	◎	○	○		
クリヤー・ラッカー B	75	80	◎	◎	△	△	○	◎	○	○		
クリヤー・ハイソリ ッド・ラッカー A	70	75	◎	◎	○	○	◎	◎	△	◎		
クリヤー・ハイソリ ッド・ラッカー B	85	90	◎	◎	○	○	◎	◎	○	◎		
フタル酸レジン・ エナメル A	80	120	△	○	◎	◎	○	○	△	○		
フタル酸レジン・ エナメル B	85	110	○	◎	○	◎	○	◎	○	◎		
ハイソリッド・ ラッカー A	70	125	◎	◎	○	○	○	◎	○	◎		
ハイソリッド・ ラッカー B	80	125	◎	◎	○	◎	○	◎	◎	◎		

備考 N 自然乾燥
H 赤外線乾燥 80°C 30 分

- (a) 優雅な美観を有すること。
- (b) 硬度が高く傷付き難く、耐磨耗性があること。
- (c) 汗や垢および頭髮の油等に侵されベタ付や汚損、剝離、亀裂等を生じないこと。
- (d) 喫煙や飲食物に対して、耐熱、耐アルコール、耐溶剤性のあること。
- (e) 塗り替え時リムーバーにより容易に剝離できること。

等が要求される。

これらの内部塗装に関し、今回 Dupont や I.C.I. の塗料をも含め、油性系、フタル酸系、メラミン系、パイロキシニン・ラッカー等 35 種類について、室内塗料としての性能を検討した。その結果はほぼ次のごとくである。油性系は不粘着性、耐熱性、耐ポマード性に乏しく、また耐候性に欠け、3~6箇月で光沢は消失し亀裂を生ずる。

パイロキシニン・ラッカーは不粘着性、耐ポマード性には強いが、耐熱性に乏しく、温水で白化する。その耐候性は油性系よりも劣り、短期間に亀裂や剝離を生ずる。

メラミン系の加熱乾燥型のものは、すべての性能が良いが、木材に使用することは後述のごとき、経費その他の面で全面的には困難である。なおメラミン系の常温乾燥型の塗料は、一般に性能が劣るようである。

フタル酸系は不粘着性、耐熱性、耐ポマード性において、ハイソリッド・ラッカーより低く、油性系よりも高いがなお不十分である。

パイロキシソ・ラッカーとメラミン・レジン配合したハイソリッド・ラッカーは、すべての性能を十分満足しますが、僅かに値段が高い。

以上の結論からハイソリッド・ラッカーが室内塗料としてもつとも適している。

第7表は各種塗料の常温、加熱乾燥別の性能試験結果で、特殊なものを除き、どの塗料も加熱乾燥を行うことにより、性能が向上することを示している。

しかし木材塗装の加熱乾燥は、加熱による歪や、塗膜のふくれ、発泡等を生じ、特別な塗料と乾燥技術を要する。含水率 13% 前後の木材に、低温で熱硬化性のある硬度の高い特殊レジン塗装して、木材内部よりの揮発性物質を抑制し、適当なる温度管理をすることにより、木材の焼付塗装が可能である。今後この特長を発揮すべき製品にはこれを適用し、性能の向上を計りたいと考えている。一般には腰掛、肘掛、内帯のごとき人体の接触や飲食物の附着するところには、ハイソリッド・ラッカーで、その他のところにはフタル酸系で十分であろう。

[VI] 軽 合 金 の 塗 装

軽合金のうちで現在多く使用されているものは、アルミニウム合金である。

アルミニウム合金には次の4つの塗装上の特質があるので、鉄板や木材に対する一般塗装とは、異つた塗装技術の研究が必要となるのである。

(1) アルミニウム合金の塗装上の特質

(A) 表面が平滑で塗膜の密着が悪い。

(B) 化学的に活性であるため、表面にただちに水酸化物や酸化物ができ、また塗膜を透して素地面に達する極く微量の水分により水酸化アルミニウムができて、これから塗膜が剥離する。

(C) 熱膨脹率が鉄の2倍以上で、塗膜の膨脹率より大きく、塗膜が割れたり剥離する。

(D) アルミニウムは電気化学的に卑なるため、鉄、

銅、鉛等のごとくアルミニウムより貴なる金属と接触すると電氣的に接触腐蝕を起す。

(2) アルミニウム合金の表面処理

アルミニウム合金の塗装には、その特質を満足させるため、特別な表面処理と異種金属と、接触する部分に対する絶縁塗料、および鉛顔料を含まないパテの解決が必要である。その表面処理には陽極酸化する電氣的方法と、薬液に浸漬処理する化学的方法と、塗装による方法の3つがある。

塗装による処理方法は、ビニル系のビヒクルに燐酸を加えたものに溶剤としてアルコールを用い塗装する。

塗料中の燐酸アルコールは、アルミニウムの表面をエッチングすると同時に、ビニル系のビヒクルで塗膜を作り処理する方法である。第8表はアルミニウム合金に種々の処理を行い、耐曝露、土中埋没試験 12 箇月および耐アルカリ、耐塩水、耐油試験 6 箇月間の耐蝕試験を行った結果で、十分な脱脂後行われた塗装による処理は他のものよりすぐれていることが確認された。第13図(次頁参照)は土中埋没試験片の写真を示す。

なおアルミニウム合金には従来のオイルパテのごとく鉛分を含むものは使用できないので、これらに関し検討を加えた結果、パテBがその条件を満足させることを知り1年間の耐蝕試験を行ったが何等問題なく、その他の諸性能も向上されたことを認めた。

日立製作所笠戸工場では、これらの結論に基き、全アルミニウム合金製である南海電鉄株式会社納入の高野山ケーブルカー2輛に対し、室内、外部ともに全メラミンの焼付塗装を行ったが、本邦最初の試みとして、その成行が注目されている。

[VII] 輸 出 車 輻 の 塗 装

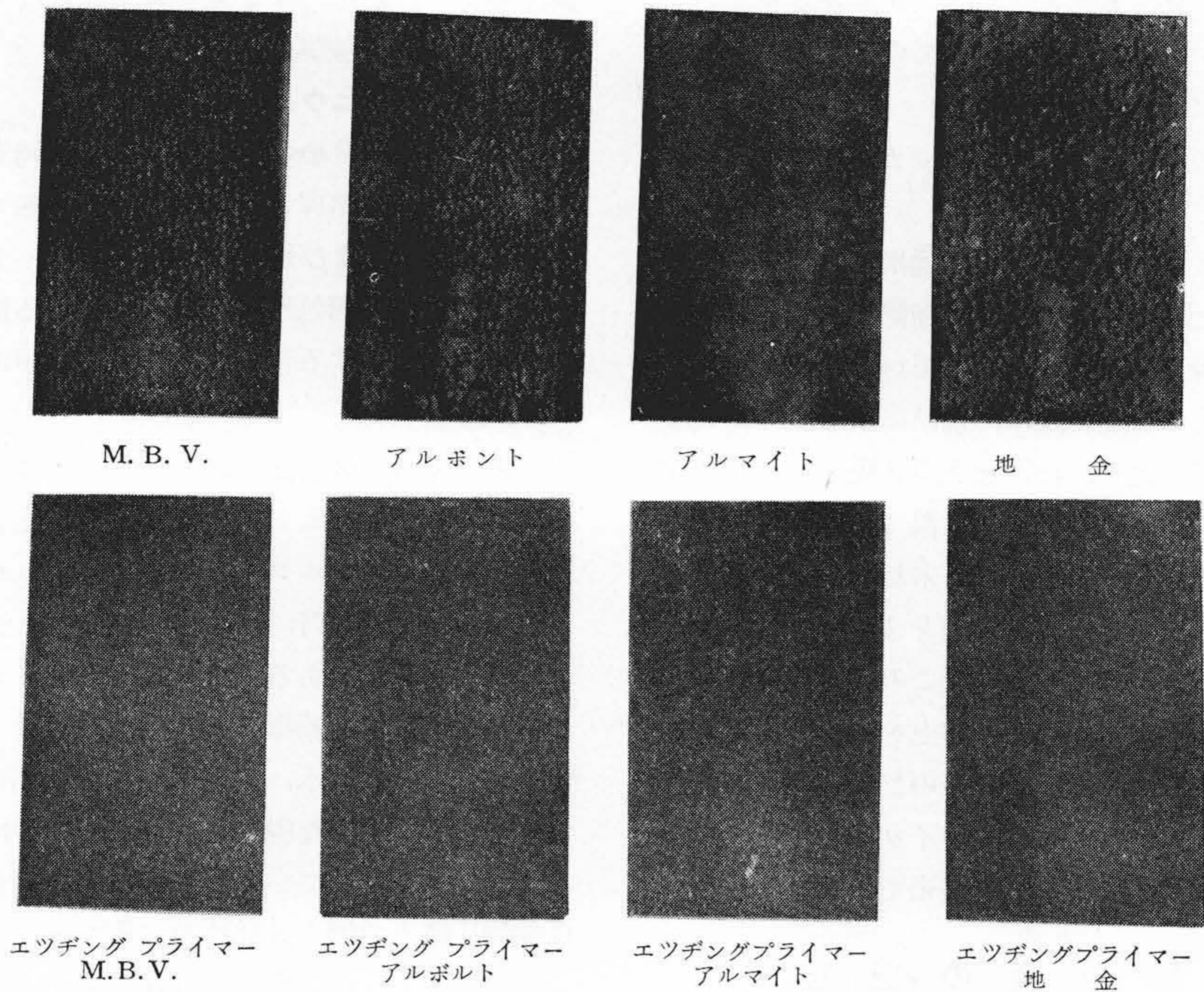
輸出車輻の塗装は、特に輸送船艙中の高温、高湿と塩風の影響および輸出地の気象と取扱の相違等により、強い耐候性と耐高温高湿性が必要である。そのためこれら

第 8 表 アルミニウム合金(3S)の耐蝕性試験

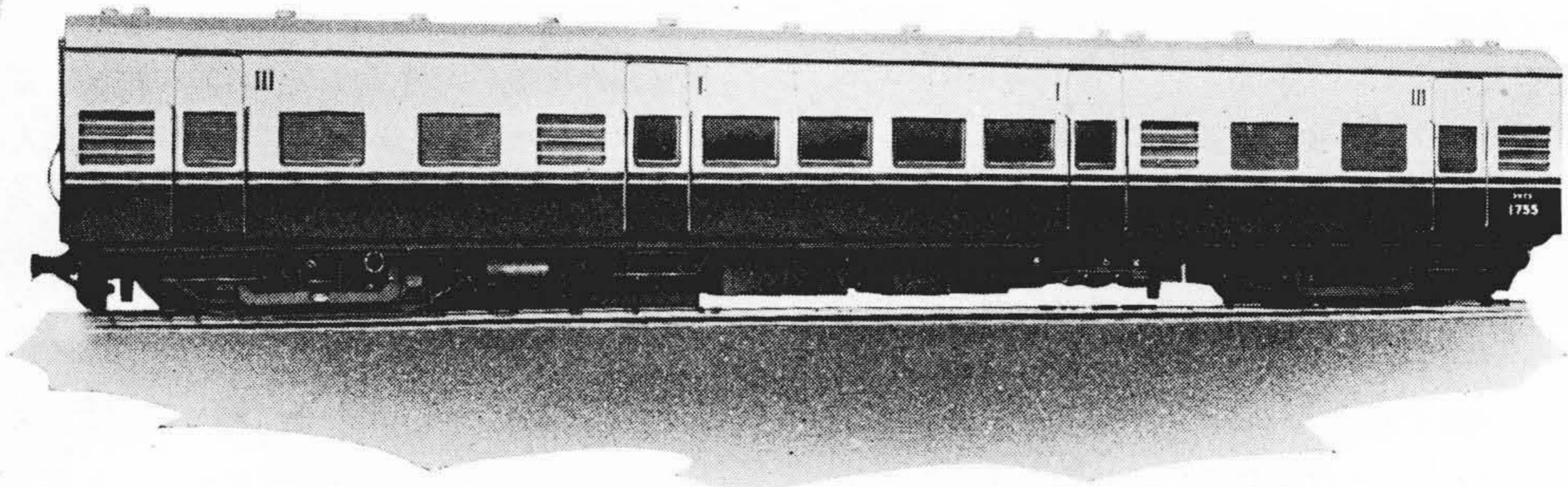
Table 8. Corrosive Resistance Test of Aluminum Alloy (3S)

項目 No.	表 面 処 理 工 程				試 験 方 法				
	1	2	3	4	土 中 埋 没 12 箇 月	NaOH 5% 20°C 6 箇 月	耐 候 性 12 箇 月	NaCl 5% 20°C 6 箇 月	マ シ ン 油 20°C 6 箇 月
1		—	—	ジ ン ク ロ メ ー ト	×	×	×	×	×
2	ガ	アルマイト	—	—	×	×	○	○	○
3	ソ	アルボンド	—	—	△	○	×	△	×
4	リ	M. B. V.	—	—	×	×	×	×	×
5	ン	—	エツチングプライマー	—	○	×	○	○	○
6	拭	アルマイト	エツチングプライマー	—	○	○	○	○	○
7	き	アルボンド	エツチングプライマー	—	○	○	△	○	○
8		M. B. V.	エツチングプライマー	—	○	○	○	×	×

備考 ○ 異常なし △ 僅に異常あり × 不良



第 13 図 各種表面処理されたアルミニウム合金の腐蝕状態 (土中埋没試験 1 箇年)
 Fig. 13. Corrosion of Aluminum Alloy Operated by Various Pretreatments of the Metal Surface (Buried in the Earth for a Year)



第 14 図 ビルマ客車の外観 Fig. 14. The Coach Exported to Burma

について事前の調査と検討に完璧を期さねばならぬ。第 14 図は今回ビルマに輸出された 1 等、3 等の混合客車で次の条件が満足できるよう検討されている。

- (a) 輸送船艙中の条件は 45°C, RH95%, 1 箇月間。
- (b) ビルマにおける最高気温 42°C, 最高湿度 95%, 雨期には 5~10 月の 6 箇月ほとんど連続降雨。
- (c) ビルマにおける外板の最高温度 80°C。

このため外板用塗料には Dupont の 88 line (フタル酸レジンエナメル) を使用し、各工程毎に赤外線焼付 (90°C 30 分以上) を行い、万全を期した。

〔VIII〕 結 言

以上は客電車塗装の特質の大要と、日立製作所笠戸工

場における塗料の選択ならびに塗装技術上の具体策の概要である。これらに対しては今後ともなお改善すべき点は非常に多いが、本研究結果が車輻塗装に対して、美観の保持と耐久力の向上にいさゝか寄与することをえれば、筆者の最も喜びとするところである。これらはひとえに、絶えず適切な御指導を賜った鉄道技術研究所の方々、および度重なる塗料試験に資料の提供と技術的御助言を頂いた関係塗料会社、ならびに終始熱心に御指導下さった日立製作所日立絶縁物工場長日月博士、および工場幹部の方々の賜とこゝに謹んで感謝の意を表す。なお本研究に御協力下さった研究課城主任、相本氏および塗装研究委員会の方々に厚く御礼を申し上げる。