

旅客車車体塗装法の一考察

Study of Car Body Painting

松 本 二 郎*
Jirô Matsumoto

内 容 梗 概

旅客車（客車，電車，気動車）の塗装は国鉄私鉄ともに通常国鉄規定の塗料と塗装工程により行なわれているが，使用開始後最短1年，最長2年以内で補修塗装を必要としている。補修の場合車体外板の塗膜の下塗りからのき裂，はく離や上塗りの変退色，光沢の減少が不良事項として高率を占め，最近車両が軽量化されてから不良率が増加しつつある。今回超高速車両（国鉄新幹線）の製作を契機に車体塗装用として最も性能の高い塗装系を選定するためさび止め塗料から上塗りまでの試験検討を行なった。その結果良好な性能を示した塗装系（エポキシ系プライマ，ポリエステル系パテ，エポキシ系パテ，ポリエステル系サーフェーサ，グランドコート，ハイソリッドラッカー）を北九州交直両用電車で試験塗装を行なった。上塗り塗料はさらに高性能のものを必要とするが，下塗り塗料はほぼ満足する結果を得，修繕回帰を現在より延長できる見通しを得た。

1. 緒 言

国鉄旅客車の車体塗装は「客車，電車，気動車の塗装法および塗色規定」によって塗料と塗装工程が指示され，私鉄車両もこれに準じている。その塗料はさび止めから中塗りまでは油性合成樹脂系（オイルプライマ，オイルパテ，オイルサーフェーサなど）と油性漆系（カシュー系）で，上塗りはフタル酸樹脂エナメルとなっている。これらの塗料は化学分子構造上比較的性能は高くなく，作業性，価格，性能の3点から非常に使いやすいため広く使用されてきた。

昭和30年ころまでは車体の鋼板も厚く（2.3～3.2 mm）ひずみが少ないのでひずみ修正のためのパテの使用量は1.0～1.2 kg/m²であったが，薄い鋼板（1.6 mm）が使われるようになった現在では1.2～1.4 kg/m²と増加している。これらの塗膜は日光，風雨，じんあい，寒暖などの物理的，化学的作用とさらにじんあい洗浄のため，酸やアルカリ的作用を受けて徐々に劣化する。塗料は高分子化合物に属し，その物性を窮めることは非常に困難であるが，従来から広く行なわれている試験方法により車体塗膜としての性能（密着性，耐水性，耐洗剤性，耐候性，耐摩耗性）を現在使用されているものを含め，各種の塗料について判定しあわせて作業性，経済性も検討した結果はほぼ満足する塗装系をうることができた。

2. 試験検討方針

高分子化合物に属する塗料の諸性能をは握するためには塗膜の内部構造，物性の究明が重要であるが，同系統の塗料でも原料，配合，反応によりその塗料の性能の差が大であり，物性に関しての文献は比較的少ない。

われわれは塗料メーカーの検討した結果の製品に対して，現在の塗料規格や試験方法で判定を行なっているが，国内はもちろん諸外国でも特定の条件下の性質を調べ品質の最低保証に役だつだけで，本質に触れた研究結果を発表したものは少ない。

今回は工業技術審議会，品質管理専門委員会制定の塗料試験方法に準じて試験ならびに判定を行なうこととし，塗料段階，塗装段階，塗膜第1段階（塗装直後より使用まで），塗膜第2段階（使用後の状態）の4段階に分け，それぞれの段階において車両用として重要な項目を第1表のように選出した。

2.1 供試塗料の選定

さび止めより上塗りまで一貫した同一系統の塗料を選出することにした。車体の構造上100℃以上の高温乾燥はひずみの残留のため使用しがたいので加熱乾燥の場合の乾燥温度は80～90℃までとし

* 日立製作所笠戸工場

第1表 試 験 項 目

段 階	試 験 項 目
塗 料	粘度，希釈率安定度，均等性
塗 装	作業性，乾燥時間，塗り重ね，ニジミ，上塗り試験
塗膜第1	しわ，ピンホール，はじき，すけ，色，光沢，硬度，耐水，耐薬品
塗膜第2	耐摩耗，変色，色，光沢，白亜化，ワレ，ハクリ，フクレ，さび，軟化，汚染，膨潤

第2表 各塗料メーカーより提出された塗料類

	No.	品 名	メーカ 一 名	塗 料 系 統	形態	乾燥 方法
プ ラ イ マ	1	ウ オ ッ シ ュ プ ラ イ マ	A	ポリビニールブ チラール	2液	常温
	2	エ ポ キ シ プ ラ イ マ A	B	エ ポ キ シ	2液	常温
	3	メ ラ ミ ン プ ラ イ マ	B	メ ラ ミ ン	1液	120℃ ～30分
	4	油 性 漆 プ ラ イ マ	C	カ シ ュ ー	1液	常温
	5	オ イ ル プ ラ イ マ	D	油 性	1液	常温
	6	エ ポ キ シ プ ラ イ マ B	A	エ ポ キ シ	2液	常温
	7	ウ レ タ ン プ ラ イ マ	E	ウ レ タ ン	2液	常温
パ テ	1	エ ポ キ シ パ テ A	B	エ ポ キ シ	2液	常温
	2	ポ リ エ ス テ ル パ テ A	B	ポ リ エ ス テ ル	2液	常温
	3	ポ リ エ ス テ ル パ テ B	B	ポ リ エ ス テ ル	2液	80℃ ～30分
	4	ポ リ ウ レ タ ン パ テ	E	ウ レ タ ン	2液	常温
	5	エ ポ キ シ パ テ B	A	エ ポ キ シ	2液	常温
	6	油 性 漆 パ テ	C	カ シ ュ ー	1液	常温
	7	ビ ニ ー ル パ テ	F	ビ ニ ー ル	1液	常温
	8	水 晶 系 エ ポ キ シ パ テ	G	エ ポ キ シ	2液	常温
	9	鉄 系 エ ポ キ シ パ テ	G	エ ポ キ シ	2液	常温
中 塗 り	1	ポ リ エ ス テ ル サ ー フ ェ ー サ	B	ポ リ エ ス テ ル	1液	常温
	2	ポ リ ウ レ タ ン サ ー フ ェ ー サ	H	ウ レ タ ン	2液	常温
	3	メ ラ ミ ン サ ー フ ェ ー サ	B	メ ラ ミ ン	1液	120℃ ～30分
	4	オ イ ル サ ー フ ェ ー サ	B	油性合成樹脂	1液	常温
	5	エ ポ キ シ サ ー フ ェ ー サ	A	エ ポ キ シ	2液	常温
	6	ハイソリッドラッカーグランドコート	B	ハイソリッドラ ッカー フタル酸アルキ ッド	1液	常温
	7	フタル酸グランドコート	B		1液	常温
上 塗 り	1	フタル酸レジンエナメル	B,D,A	フタル酸アルキ ッド	1液	常温
	2	メラミンレジンエナメル	B,D,E	メ ラ ミ ン	1液	120℃ ～30分
	3	ハイソリッドラッカー	B, D	ハイソリッドラ ッカー	1液	常温
	4	アクリルレジンエナメル	B,A,E	アクリルレジン エナメル	1液	常温
	5	ポリエステルエナメル	D	ポ リ エ ス テ ル	2液	常温

た。

その結果第2表の塗料を試料とし，メラミンアルキッドは比較の対象とするため高温乾燥であるが採り上げた。これらの塗料全部を

第3表 試験項目と試験方法

試験項目	試験方法
たわみ性	上島製作所製屈曲試験機で折り曲げ塗膜にき裂のはいらぬ折り曲げ径
描画	描画試験機で10mmの交錯円を番針で書き塗膜のハクリ度合の判定
耐水性	20～25℃の水中に垂直に浸漬し塗膜の変化の判定
洗剤性(内部用)	規定洗剤中に垂直に浸漬し塗膜の変化の判定
洗剤性(外部用)	規定洗剤中に垂直に浸漬し塗膜の変化の判定
促進暴露	促進暴露試験機で処理し塗膜の変化の判定
天然暴露	屋上南面45度に暴露し塗膜の変化の判定

第4表 プライマより中塗りまでの試験結果

No.	品名	可とう性mm	耐水性(196h)	内部用洗剤剤	外部用洗剤剤
1	エポキシプライマ A	3	◎	△120h フクレ	× 20h フクレ
2	メラミンプライマ	3	◎	△120h フクレ	△ 80h フクレ
3	オイルプライマ	3	× 40h さび	× 20h 溶解	× 40h フクレ
4	油性漆プライマ	3	◎	× 20h 溶解	× 40h フクレ
5	エポキシプライマ B	3	◎	◎	◎
6	ポリウレタンプライマ	3	◎	○100h フクレ	△ 40h フクレ
7	ハイソリッドラッカーグランドコート	8	× 90h フクレ	○	× 24h フクレ
8	ポリエステルサーフェーサ	4	× 20h フクレ	× 16h フクレ	× 14h フクレ
9	オイルサーフェーサ	6	△100h フクレ	× 20h 溶解	× 10h フクレ
10	フタル酸グランドコート	3	× 90h フクレ	× 20h 溶解	× 48h フクレ
11	エポキシサーフェーサ	3	△120h フクレ	△ 60h フクレ	× 40h フクレ
12	ポリウレタンサーフェーサ	3	◎	○	○
13	メラミンサーフェーサ	3	◎	○ 12h フクレ	○ 100h フクレ
14	No.1+No.8	6	◎	× 20h 溶解	△
15	No.1+No.8+No.9	8	◎	○ 10h オイルサフ溶解	△ 40h フクレ
16	No.1+No.8+No.9+No.10	8	◎	○	△
17	No.1+No.8+No.9+No.7	8	◎	○	△ 40h フクレ
18	No.5+No.11	3	◎	○	△ 100h フクレ
19	No.2+No.13	6	◎	○	○
20	No.6+No.12	6	◎	○	○

◎ 異常なし ○ わずかに変化 △ 変化中位 × 変化はなはだしい
資料 No.14 以降の数字はそれぞれの No. の塗料の組み合わせを表示した。

全試験項目にわたり試験するには設備、期間などの面から困難であるので、まず予備実験を行ないその結果良好な系統のものについて詳細な試験を行なう方針とした。

3. 第1次試験

3.1 試験方法

パテの性能は試験装置、人員、能力、日程を考慮し、別途検討することにし塗料個々の性能とパテを除いた塗装系の性能について検討調査を行なった。供試塗料をそれぞれの仕様に基づいて調整し、試験片には鋼板 (SS 41 P) を使用し大きさ 1.2 t×50×100 mm のものを各試験項目ごとに2枚ずつとし、たわみ性試験のみ 0.3 t×50×100 mm のブリキ板を使用した。鋼板の表面はグリットブラストで表面処理を行ない、油脂やさびを完全に除去したのち塗装した。

乾燥は各工程ごとに常温乾燥形の塗料は48時間室内で乾燥し、全塗装完了後は14日間室内で乾燥を行なったのち試験に供し、加熱形の塗料はそれぞれの規定乾燥を行なったのち試験に供した。試験項目とその試験方法を第3表に示す。

国鉄規定の洗浄剤の組成は次のとおりである。

(イ) 車体内部用

ケイ酸ソーダ	(JIS K 1408 1級)	20 g
水酸化ナトリウム	(JIS K 8576 1級)	2 g
炭酸ナトリウム	(JIS K 8625 1級)	3 g

(ロ) 車体外部用

シユウ酸	(JIS K 8519 1級)	26 g
塩酸	(JIS K 8180 1級)	380 cc
硫酸	(JIS K 8591 1級)	40 cc
グリセリン	(JIS K 8295 1級)	100 g

(イ)、(ロ)に水を加えて1,000 cc とし、さらに5,000 cc に希釈したものが規定の洗浄剤となる。

第5表 耐水試験結果

上塗り塗料	色	黄かっ色1号	青2号	クリム2号	赤13号	淡5	緑号	緑2号
メーカー	N	B	N	B	N	B	N	B
フタル酸レジンエナメル	B D D A	△ — △	— — —	△ — × △	△ — △ △	— — △ △	— — △ △	— — — △
メラミンレジンエナメル	B D E	— — —	— △ —	— — —	— △ —	— — —	— △ —	— — △
ハイソリッドラッカーエナメル	B D	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
アクリルレジンエナメル	B E A	△ — △	△ — △	△ △ —	△ △ △	△ △ △	△ — △	△ — △

25～28℃ 浸漬 160 時間 N=自然乾燥 B=加熱乾燥
空欄は異常のないことを示し、△はフクレ発生が100時間以後かフクレがわずかの物、×は100時間以内に発生またはフクレの大きいものを示す。

第6表 洗浄試験結果

(内 部 用)

上塗り塗料	色	黄かっ色1号	青2号	クリム2号	赤13号	淡5	緑号	緑2号
メーカー	N	B	N	B	N	B	N	B
フタル酸レジンエナメル	B D D A	× — × ×	× — × ×	× — × ×	× — × ×	× — × ×	× — △ △	× — × △
メラミンレジンエナメル	B D E	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
ハイソリッドラッカーエナメル	B D	△ —	△ —	△ —	△ —	△ —	△ —	△ —
アクリルレジンエナメル	B E A	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —

(外 部 用)

上塗り塗料	色	黄かっ色1号	青2号	クリム2号	淡5	緑号	緑2号	赤13号
メーカー	N	B	N	B	N	B	N	B
フタル酸レジンエナメル	B D D A	— △ — —	— △ — —	— △ — △	— △ — △	— △ — △	— △ — △	— ○ — —
メラミンレジンエナメル	B D E	— — —	— △ —	— △ —	— △ —	— △ —	— △ —	— △ —
ハイソリッドラッカーエナメル	B D	△ —	○ —	△ —	△ —	△ —	△ —	△ —
アクリルレジンエナメル	B E A	△ — —	△ — —	△ — —	△ — —	△ — —	△ — —	△ — —

25℃～28℃ 浸漬 160 時間 △は48時間以内で溶解または変色したもの
×は24時間以内で溶解または変色のはなはだしいものを示す

3.2 試験結果

耐水性はオイルプライマを除き比較的良好であるが中塗り塗料が全般に悪いのは中塗りの目的がパテと上塗りとの密着ならびに塗面をよくすることにあるので、その塗料の性質から高度の耐水性はウレタン、エポキシ系を除いては期待できない。油性合成樹脂系が酸とアルカリに弱いのは樹脂本来の性質であろう。プライマから中塗りまでを塗装したものは単独よりも良い結果を示したが、これは全体の膜厚が厚くなり処理液の作用が緩慢となったためであろう。

総合して使用樹脂の化学構造より良好と推定できるエポキシ、ウレタン系が良好で、メラミンが予期以上の好結果を示した。描画試験、促進暴露試験、天然暴露3箇月の結果は特別の不良現象を生じなかった。

第 7 表 耐候性試験結果（8 箇月後の状況）

上塗り塗料	色	黄 1 号		青 2 号		クリーム 2 号		赤 13 号		淡緑 5 号		緑 2 号	
		光沢保持 (%)	色 其他	光沢保持 (%)	色 其他	光沢保持 (%)	色 其他	光沢保持 (%)	色 其他	光沢保持 (%)	色 其他	光沢保持 (%)	色 其他
	メーカー												
フタル酸レジンエナメル	B	73		54		68		82		56	△変色	64	△変化
	D	84		76		87		98	×変色	90		98	
	D	88		80		90	△粉化	86	×変色	82		84	△変色
	A	80		97		65	△粉化	89		91		85	△
メラミンレジンエナメル	B	74		83	△変色	93	△粉化	82		77	△粉化	74	
	D	83		81	△変色	82		77		—		84	
	E	75		81		96	△粉化	89		59		85	
ハイソリッドラッカーエナメル	B	83		90		90	△粉化	100	×変色	88		89	
	D	73	×変色	80		78	△粉化	63	×変色	79		90	△変色
アクリルレジンエナメル	B	51	△変色	83		80	△粉化	61	×変色	62		78	
	E	96		90		94		87		100		—	
	A	91		81		76	△粉化	93		59		67	

第 8 表 促進暴露試験

1,100 時間後のパテの伸率(%) (−10~15℃)

条件	上塗り塗料	(劣化前)	無	有	有	有
パテ	エポキシパテ	0.18	0.18	0.18	0.17	0.18
	ポリエステルパテ	0.28	0.21	0.22	0.23	0.22
	油性漆パテ	0.12	—	—	0.10	0.10

3.3 さび止めより上塗りまでの試験結果

パテを除いたプライマ、中塗り、上塗りの塗装系の性能試験を行なった。上塗りは前記第 2 表の 5 種類で色は国鉄見本帳の 6 色（黄 1 号、青 2 号、クリーム 2 号、赤 13 号、緑 2 号、淡緑 5 号）である。

試験片（1.2t×50×100 mm）にグリットブラスト処理を行ない常温乾燥の場合は工程間隔を 48 時間とり、加熱形はそれぞれの規定温度と時間で乾燥した。上塗りはそれぞれ 3 回塗装し現車と同一にし、常温乾燥形は上塗り後試験までに 14 日間自然乾燥を行ない十分乾燥した。また常温乾燥形の塗料を 80℃ 前後の温度で 30 分程度加温すると性能が向上することを実験と実際の経験から確認しているので、80℃ 30 分乾燥を行なった試験片と比較した。

試験結果は第 5~7 表で色ならびにメーカーにより差を生じたが、耐水性はハイソリッドラッカーが最も良好でフタル酸レジンエナメル、アクリルレジンエナメルは常温乾燥の場合異常を生じたが、加熱乾燥を行なった場合は異常を生ぜず、加熱乾燥を行なったほうが性能が向上することを示している。耐洗剤性は、内部用洗剤のほうが外部用洗剤より塗膜への影響が大きく、塗料ではアクリルレジンエナメルがほかの塗料より影響が少ない。

耐候試験による光沢の保持は、ハイソリッドラッカーが最良でメラミンが次いでいるが、アクリルはバラツキが多かった。

色は赤 13 号、クリーム 2 号に変色したものが多いが、これは顔料の性能によると思われる。この色は各種の現車に使用されているが、変色の多い問題の色合いで、使用側としても一考を要する。

促進暴露を 100 時間行なった結果では、フクレやき裂はく離を発

第 10 表 塗 料 諸 元

塗 料 名	配 合 率			可使時間 (h)	標準膜厚	乾燥時間 h (20℃)
	主 剤	硬化剤	シンナー			
エポキシプライマ A	100	10	20~30	3~5	30 μ	16
ポリエステルパテ A	100	10	0~10	1~2	0.4mm	5
ポリエステルパテ B	100	10	0~10	20	0.4mm	80℃~30分
ポリエステルサーフェーサ	100	1~3	20~30	5	50~60 μ	5
エポキシパテ A	100	10	0~10	1~3	0.4mm	5
エポキシプライマ B	100	25	30~50	3~5	30 μ	16
エポキシパテ B	100	1~2	0~10	1~3	0.4mm	5
エポキシサーフェーサ	100	20~25	30~40	3~5	50~60 μ	5

生したものはなく、天然暴露の結果と同様の傾向であった。

一方パテの性能はエポキシ系、ポリエステル系パテが良好でほかのメラミン、ビニール、油性漆や、ウレタンパテは性能が低いか、または作業性が非常に悪く実用性の乏しいことがわかった。

試験結果の一部を第 8 表に示したが、1,100 時間の促進暴露後の伸びは、油性漆パテに比し、エポキシパテ、ポリエステルパテが大きく、油性漆パテは、上塗り塗膜のない場合はき裂を生じ、伸びを測定できなかった。

エポキシパテ、ポリエステルパテは上塗り塗膜の有無による差はなく、良好な性能を示した⁽¹⁾。

4. 第 2 次 試 験

4.1 塗 装 系

第 1 次試験の結果を参考にして塗装系(さび止めより上塗りまで)として良好な塗料を採り上げて詳細に検討することにし、第 9 表の塗装系を決定した。

現用の油性漆パテも比較対照のため検討試料に採り入れた。

中塗りまでは、5 系統の塗装工程で塗装し、上塗りはその中塗りの上にそれぞれの上塗りを塗装した。

4.2 塗 料 の 諸 元

従来から一般に広く使用されている 1 液形で、作業性や取り扱い、上問題がないフタル酸系、メラミン系、油性漆系以外の 2 液性反応形の供試塗料の諸元を第 10 表に示す。

4.3 試 験 片

試験片は ① 1.2 t×50×100 mm、② 1.2 t×300×300 mm の 2 種のほか、耐摩耗性試験用、促進暴露試験用として試験機械所定の大きさの試験片を作り、それぞれの試験に供した。

表面処理はリン酸塩皮膜化成を行なうのが理想であるが、旅客車のような大形の車体を行なうことは、設備上実現困難なので現在の作業と同じグリット処理を行なった。

各塗装間隔は、常温形の塗料は常温でもさしつかえないが 80℃ 程度の加温乾燥を行なったほうが性能が向上するので、80℃-30 分の乾燥を行なった。

メラミンレジンエナメルは規定の 120℃ 30 分の加熱乾燥を行なった。

パテは膜の厚さが問題になるが、現車では往々局部的に 1 mm 以

第 9 表 試 験 塗 装 工 程

	No.1 工 程	No.2 工 程	No.3 工 程	No.4 工 程	No.5 工 程
さび止め	エポキシプライマ A	エポキシプライマ A	エポキシプライマ A	エポキシプライマ B	油性漆プライマ
パテ	ポリエステルパテ A	ポリエステルパテ B	エポキシパテ A	エポキシパテ B	油性漆パテ
中塗り	ポリエステルサーフェーサ ハイソリッドグランドコート	ポリエステルサーフェーサ	ポリエステルサーフェーサ	エポキシサーフェーサ	オイルサーフェーサ
上塗り	ハイソリッドラッカー B アクリルレジンエナメル B メラミンレジンエナメル B フタル酸レジンエナメル B	ハイソリッドラッカー B アクリルレジンエナメル B メラミンレジンエナメル B フタル酸レジンエナメル B	ハイソリッドラッカー B アクリルレジンエナメル B メラミンレジンエナメル B フタル酸レジンエナメル B		ハイソリッドラッカー B メラミンレジンエナメル B メラミンレジンエナメル B フタル酸レジンエナメル B

第 11 表 350時間促進暴露による光沢の変化

色	塗料名	メーカー	0	24	50	100	200	300	350h	350h 後の保持率
黄 か っ 色 一 号	フタル酸	A	93	71	70	67	59	46	46	50
	フタル酸	B	94	74	71	69	56	45	43	46
	アクリル	A	75	75	74	62	49	30	29	39
	アクリル	B	85	76	75	70	55	48	46	54
	メラミン	B	92	88	79	73	58	38	37	40
青 二 号	フタル酸	A	94	72	67	65	57	49	47	50
	フタル酸	B	95	76	73	71	60	49	45	47
	アクリル	A	82	81	75	61	46	32	32	49
	アクリル	B	86	73	71	66	11	—	—	—
	メラミン	B	94	80	77	72	57	38	36	48
ク リ ー ム 二 号	フタル酸	A	86	59	57	54	37	23	23	27
	フタル酸	B	96	74	74	70	64	56	55	57
	アクリル	A	79	82	77	68	47	31	30	48
	アクリル	B	83	74	71	69	59	55	52	62
	メラミン	B	93	82	80	75	59	44	43	46
赤 十 三 号	フタル酸	A	94	77	75	71	61	48	46	49
	フタル酸	B	93	72	70	65	57	50	49	52
	アクリル	A	71	74	70	62	49	37	37	52
	アクリル	B	85	78	76	73	61	52	52	61
	メラミン	B	92	77	74	72	49	36	36	49
淡 緑 五 号	フタル酸	A	98	77	76	73	59	49	48	41
	フタル酸	B	85	70	69	67	55	44	44	52
	アクリル	A	78	78	75	65	50	38	36	41
	アクリル	B	81	71	70	67	60	52	35	43
	メラミン	B	94	87	83	76	61	39	37	39
緑 二 号	フタル酸	A	100	82	79	74	65	54	53	53
	フタル酸	B	96	82	78	74	68	55	55	57
	アクリル	A	75	79	73	62	41	29	28	37
	アクリル	B	83	78	73	72	12	—	—	—
	メラミン	B	93	89	84	77	57	47	47	50



第 1 図 ポリエステルパテ系に生じたアクリルレジンエナメル
のき裂状況

上の厚いところができる場合が考えられるので、2 mm を基準にしてガイドを作り 2 mm 厚みとした。

油性漆パテは 1 回に厚くつけると割れたり、ふくれたりするの
で 5 回に分けて塗り、そのほかのパテは 1 回で行なった。パテ以外の
塗料の厚みは標準厚みとした。

試験片調整段階において、基本的試験を第 1 次試験と同様に行な
ったが特記すべき事項はなかった。

しかしながら作業性についてはいろいろ問題があるので項を改め
て述べる。

試験項目と試験方法とは第 1 次試験の場合と同様にし、耐洗剤性
は大形 B の試験片の右半面を週 2 回(火、金)外部用洗剤で洗浄し、
洗浄しない面との差を握して洗剤の影響をみた。

促進暴露試験は 350 時間天然暴露約 18 箇月相当の結果を握し
た。

第 12 表 屋外暴露 13 箇月後の洗浄面と放置面との光沢

フタル酸レジン エナメル B (No.5)	暴露のまま		暴露後 水洗した		アクリルレジン エナメル B (No.5)	暴露のまま		暴露後 水洗した	
	放置面	洗浄面	放置面	洗浄面		放置面	洗浄面	放置面	洗浄面
黄かっ色 1 号	8	40	20	45	黄かっ色 1 号	—	—	—	—
青 2 号	4	20	18	25	青 2 号	—	—	—	—
クリーム 2 号	6	25	13	25	クリーム 2 号	20	35	53	54
赤 13 号	4	18	11	18	赤 13 号	—	—	—	—
淡緑 3 号	4	21	10	25	淡緑 5 号	—	—	—	—
緑 2 号	2	24	8	25	緑 2 号	—	—	—	—
フタル酸レジン エナメル B (No.2)					アクリルレジン エナメル B (No.2)				
黄かっ色 1 号	8	40	20	40	黄かっ色 1 号	40	45	55	55
青 2 号	3	22	20	23	青 2 号	30	45	50	51
クリーム 2 号	20	25	21	28	クリーム 2 号	29	35	55	57
赤 13 号	3	21	8	21	赤 13 号	21	31	57	50
淡緑 5 号	3	22	20	23	淡緑 5 号	—	—	—	—
緑 2 号	2	32	17	40	緑 2 号	26	38	56	55
メラミンレジン エナメル B (No.5)					ハイソリッド ラッカー B (No.5)				
黄かっ色 1 号	5	18	11	22	黄かっ色 1 号	—	—	—	—
青 2 号	10	30	24	35	青 2 号	—	—	—	—
クリーム 2 号	10	28	11	41	クリーム 2 号	5	25	20	35
赤 13 号	5	24	14	26	赤 13 号	4	28	15	35
淡緑 5 号	8	24	14	24	淡緑 5 号	17	42	22	44
緑 2 号	5	30	14	30	緑 2 号	—	—	—	—
メラミンレジン エナメル B (No.5)					ハイソリッド ラッカー B (No.5)				
黄かっ色 1 号	14	35	23	52	黄かっ色 1 号	—	—	—	—
青 2 号	5	15	25	30	青 2 号	—	—	—	—
クリーム 2 号	20	25	27	35	クリーム 2 号	25	39	60	60
赤 13 号	10	30	27	37	赤 13 号	—	—	—	—
淡緑 5 号	5	20	24	39	淡緑 5 号	21	36	50	50
緑 2 号	4	34	21	40	緑 2 号	—	—	—	—
メラミンレジン エナメル B (No.2)					ハイソリッド ラッカー B (No.2)				
黄かっ色 1 号	25	46	48	49	黄かっ色 1 号	41	55	65	68
青 2 号	18	33	40	58	青 2 号	40	61	60	62
クリーム 2 号	26	30	36	38	クリーム 2 号	38	45	56	58
赤 13 号	20	30	35	40	赤 13 号	30	46	46	66
淡緑 5 号	20	34	29	35	淡緑 5 号	30	45	50	50
緑 2 号	9	31	33	45	緑 2 号	51	58	64	65

() 内 No. は試験片の塗光工程種別を示す(第 9 表参照)。

4.4 試験結果

浸漬による耐水性

耐洗剤性の試験結果は第 1 次試験の場合と同様でパテの影響は見
受けられなかった。促進暴露 350 時間後の光沢保持率を第 11 表に
示したが

フタル酸レジンエナメル	A	45
	B	52
アクリルレジンエナメル	A	52
	B	55
メラミンレジンエナメル	B	45

で、三者ともあまり差を生じなかった。アクリルレジンエナメル B
は 6 色中 2 色が 300 時間経過後全面にしわを発生して光沢が消失した
が、これは常乾形アクリルレジンエナメルの耐熱性がやや不良のため
と思われる。

耐洗剤性

規定の外部洗剤で週 2 回洗浄した程度では色彩への影響はあまり
見られなかった。現車で洗浄により変色や光沢の減少が生ずるのは
洗浄剤の不適合洗浄後の水洗いが不完全のためと思われる。光沢は
洗浄を続けてきた面のほうがまざっているのはじんあいの付着が少
ないためであろう。ハイソリッドラッカーはほかの塗料より光沢の
減少が少なく、洗浄面と放置面との差がほとんどなく良好な成績を
示した。

第 12 表中の空欄は油性漆の場合のみであるが、これは油性漆パテ

第 13 表 天 然 暴 露 に よ る 光 沢 の 変 化 状 態

上塗り	色		黄 褐 色 1 号						上塗り	色		ク リ ー ム 2 号					
	バ	テ	0 箇月	2 箇月	5 箇月	7 箇月	9 箇月	13 箇月		バ	テ	0 箇月	2 箇月	5 箇月	7 箇月	9 箇月	13 箇月
フタル酸レジンエナメル	ポリエステルバテ A		78	77	78	77	58	43	フタル酸レジンエナメル	ポリエステルバテ A		84	80	79	75	52	40
	ポリエステルバテ B		85	85	82	81	62	41		ポリエステルバテ B		94	86	77	77	61	31
	エポキシバテ A		89	84	78	75	56	35		エポキシバテ A		90	88	75	70	58	29
	エポキシバテ B		88	86	82	76	59	36		エポキシバテ B		86	70	60	57	46	25
			青 2 号									赤 13 号					
	ポリエステルバテ A		88	77	71	61	41	22		ポリエステルバテ A		93	85	85	80	69	64
	ポリエステルバテ B		88	69	75	55	63	18		ポリエステルバテ B		94	80	75	65	57	22
	エポキシバテ A		90	88	74	70	48	33		エポキシバテ A		89	82	76	70	58	36
	エポキシバテ B		85	77	85	75	61	55		エポキシバテ B		90	87	82	80	65	60
			淡 緑 5 号									緑 2 号					
	ポリエステルバテ A		91	73	75	70	64	24		ポリエステルバテ A		85	80	75	67	41	18
	ポリエステルバテ B		87	79	65	57	51	24		ポリエステルバテ B		90	87	70	69	59	24
エポキシバテ A		95	82	74	69	54	42	エポキシバテ A		90	88	74	67	48	27		
エポキシバテ B		84	78	73	73	61	52	エポキシバテ B		94	86	88	80	71	56		
アクリルレジンエナメル			黄 褐 色 1 号						アクリルレジンエナメル			ク リ ー ム 2 号					
	ポリエステルバテ A		80	80	74	65	49	25		ポリエステルバテ A		87	71	70	61	51	45
	ポリエステルバテ B		84	75	75	53	46	28		ポリエステルバテ B		78	80	75	60	51	41
	エポキシバテ A		78	69	70	58	56	55		エポキシバテ A		80	83	72	68	57	52
	エポキシバテ B		74	72	68	59	55	67		エポキシバテ B		90	85	75	63	58	54
			青 2 号									赤 13 号					
	ポリエステルバテ A		82	80	65	60	48	29		ポリエステルバテ A		78	70	72	55	50	29
	ポリエステルバテ B		70	78	75	61	42	27		ポリエステルバテ B		78	75	75	60	48	29
	エポキシバテ A		78	72	72	58	57	55		エポキシバテ A		79	77	70	59	54	53
	エポキシバテ B		70	70	63	61	55	43		エポキシバテ B		70	75	70	64	42	24
			淡 緑 5 号									緑 2 号					
	ポリエステルバテ A		84	83	84	64	56	31		ポリエステルバテ A		83	70	75	54	42	21
ポリエステルバテ B		83	77	80	63	52	31	ポリエステルバテ B		78	65	70	56	46	21		
エポキシバテ A		82	74	72	59	57	55	エポキシバテ A		70	64	58	55	46	20		
エポキシバテ B		82	86	72	60	48	22	エポキシバテ B		90	84	70	60	48	31		
メラミンレジンエナメル			黄 褐 色 1 号						メラミンレジンエナメル			ク リ ー ム 2 号					
	ポリエステルバテ A		82	81	80	70	70	68		ポリエステルバテ A		93	80	85	74	68	62
	ポリエステルバテ B		81	78	76	75	70	63		ポリエステルバテ B		85	78	78	70	62	53
	エポキシバテ A		89	83	75	74	70	67		エポキシバテ A		93	89	82	75	68	54
			青 2 号									赤 13 号					
	ポリエステルバテ A		95	94	87	79	70	68		ポリエステルバテ A		90	83	80	78	75	70
	ポリエステルバテ B		89	83	86	80	72	75		ポリエステルバテ B		83	79	82	76	72	70
	エポキシバテ A		91	80	78	76	75	73		エポキシバテ A		93	92	82	70	70	65
			淡 緑 5 号									緑 2 号					
	ポリエステルバテ A		87	88	76	77	65	56		ポリエステルバテ A		96	90	80	72	64	53
	ポリエステルバテ B		80	79	87	76	75	76		ポリエステルバテ B		94	83	88	80	69	58
	エポキシバテ A		92	98	80	77	56	49		エポキシバテ A		99	80	77	74	68	55
ハイソリッドラッカー			黄 褐 色 1 号						ハイソリッドラッカー			ク リ ー ム 2 号					
	ポリエステルバテ A		95	85	73	68	70	73		ポリエステルバテ A		90	85	73	73	70	69
	ポリエステルバテ B		93	80	72	77	75	73		ポリエステルバテ B		89	85	80	71	72	67
	エポキシバテ A		82	80	73	76	70	63		エポキシバテ A		95	75	73	55	55	66
			青 2 号									赤 13 号					
	ポリエステルバテ A		91	90	82	72	72	73		ポリエステルバテ A		88	80	82	67	70	72
	ポリエステルバテ B		91	90	85	76	75	72		ポリエステルバテ B		90	90	80	70	70	70
	エポキシバテ A		92	89	82	62	62	61		エポキシバテ A		91	85	80	63	60	57
			淡 緑 5 号									緑 2 号					
	ポリエステルバテ A		90	80	82	67	70	72		ポリエステルバテ A		90	90	82	73	73	70
	ポリエステルバテ B		95	90	80	70	70	70		ポリエステルバテ B		92	89	85	75	74	72
	エポキシバテ A		95	85	80	63	60	57		エポキシバテ A		85	83	80	65	65	63

にき裂が3箇月ころより生じ徐々に拡大し13箇月経過後はく離を生じて測定不能であったためである。油性漆パテでも測定値のていものもき裂は生じたがく離せず光沢の測定ができたものを示したので、正確とはいえない。

ポリエステルパテ（AB）を使用したアクリルレジンエナメルは6箇月目までは光沢、色合いなど非常に良好であったが、6箇月過ぎより上塗りにチェックングを生じ徐々に中塗りに拡大し、13箇月を経過した現在第1図のように5～30 mm のクロスフットクラッ

クとなった。これは中塗りのポリエステルサーフェーサまたはポリエステルパテとアクリルレジンとの間の物性のアンバランスのためと思われる。この現象は塗料メーカーの耐候試験でも生じているので今後十分に検討すべきである。

天然暴露と光沢の推移

試験片を天然に暴露し（光沢の測定時にはフランネルで軽く水洗いを行なう）時日の経過による光沢の推移を第13表に示す。

パテの種類によってわずかに差があるがハイソリッドラッカーは

第14表 塗膜の摩耗試験結果

塗料	料	B	A
フタル酸レジンエナメル	黄かっ色 1 号	160	125
	淡緑色 5 号	154	83
	赤 13 号	162	87
	緑 2 号	145	100
	青 2 号	151	108
	クリーム 2 号	148	101
ハイソリッドラッカー	黄かっ色 1 号	122	—
	淡緑色 5 号	149	—
	赤 13 号	125	—
	緑 2 号	145	—
	青 2 号	143	—
	クリーム 2 号	132	—
アクリルレジンエナメル	黄かっ色 1 号	129	121
	淡緑色 5 号	141	103
	赤 13 号	146	100
	緑 2 号	122	98
	青 2 号	138	115
	クリーム 2 号	130	109

摩耗輪 cs-10 摩擦回数 1,000 回 摩耗減量 mg

耐洗剤性を検討した結果とほぼ同様に非常に良い成績を示し、次いでメラミンが良好で、フタル酸レジンエナメル、アクリルレジンエナメルは光沢の減少が大きい。

色彩の変化は肉眼により判定したが、ハイソリッドラッカーとアクリルがよく、フタル酸とメラミンは劣っている。

耐摩耗性

現車の外板は空気中に浮遊するじんあいとの接触や洗浄時の刷毛、フェルト、ボロなどで摩擦され、また走行速度が速い場合は空気中のじんあいなどの影響も大きいと考えられる。塗膜の摩耗度合を測定する試験機は少なく、砂を塗面に落として塗膜の損耗量を測定する落砂式、はけまたは研摩紙の往復摩擦による試験機があるが今回はテーバ式ロータリブレッサによって測定した。その結果第14表のように塗料メーカーにより差があるが、B社よりA社のほうが摩耗量は少なく、B社はハイソリッドラッカーが良い結果を示した。

5. 作業性

今回は塗料の性能を主目的に検討したが、車両外板のように大形の場合は、特に塗装作業性の良否ができればや経費に大きい影響を及ぼすので塗装作業性を調査した。

1 液性の塗料は一般に使用されているため検討の必要がないので2 液性の塗料で今回の試験結果、成績良好で車両外板用として十分使用できる塗装系の塗料について検討した。

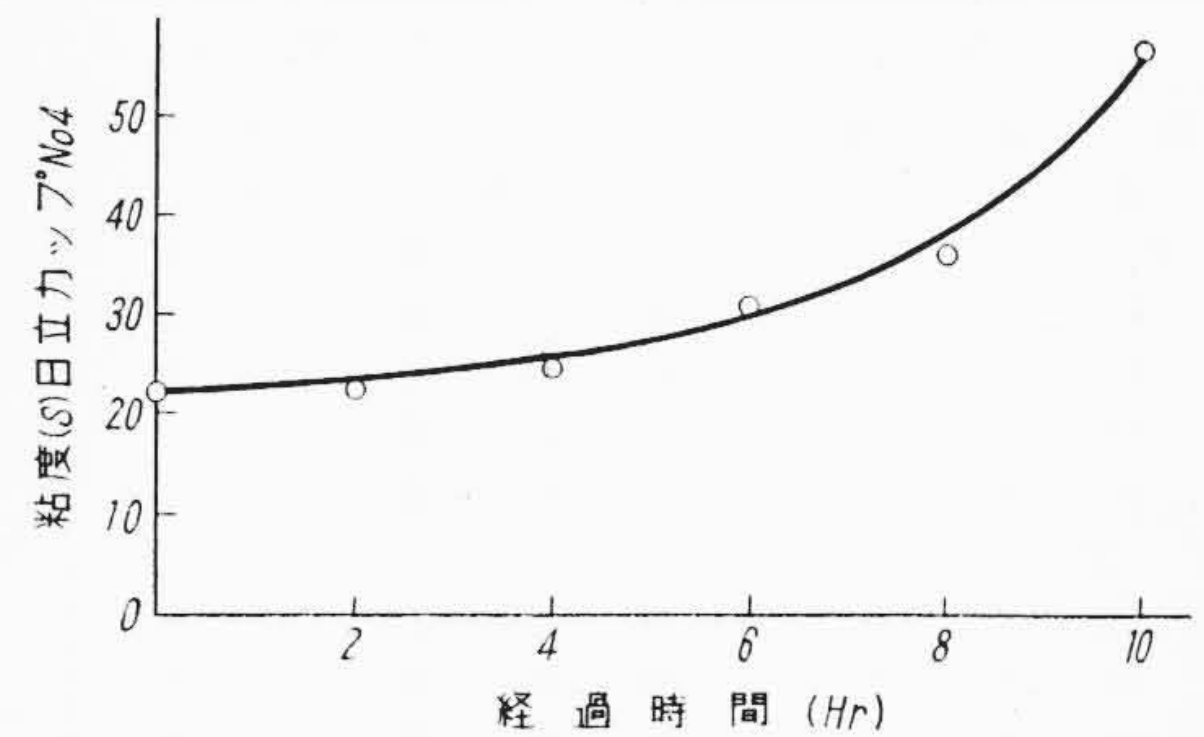
5.1 さび止めのプライマ

作業性に関係する硬化時間は、硬化剤の種類や温度により異なるがエポキシプライマA、Bともに規定の添加量では気温が30℃前後でも5～6時間は十分使用できるので、実際作業には特別の支障はない。エポキシプライマAの硬化度合(粘度変化)を第2図に示す。

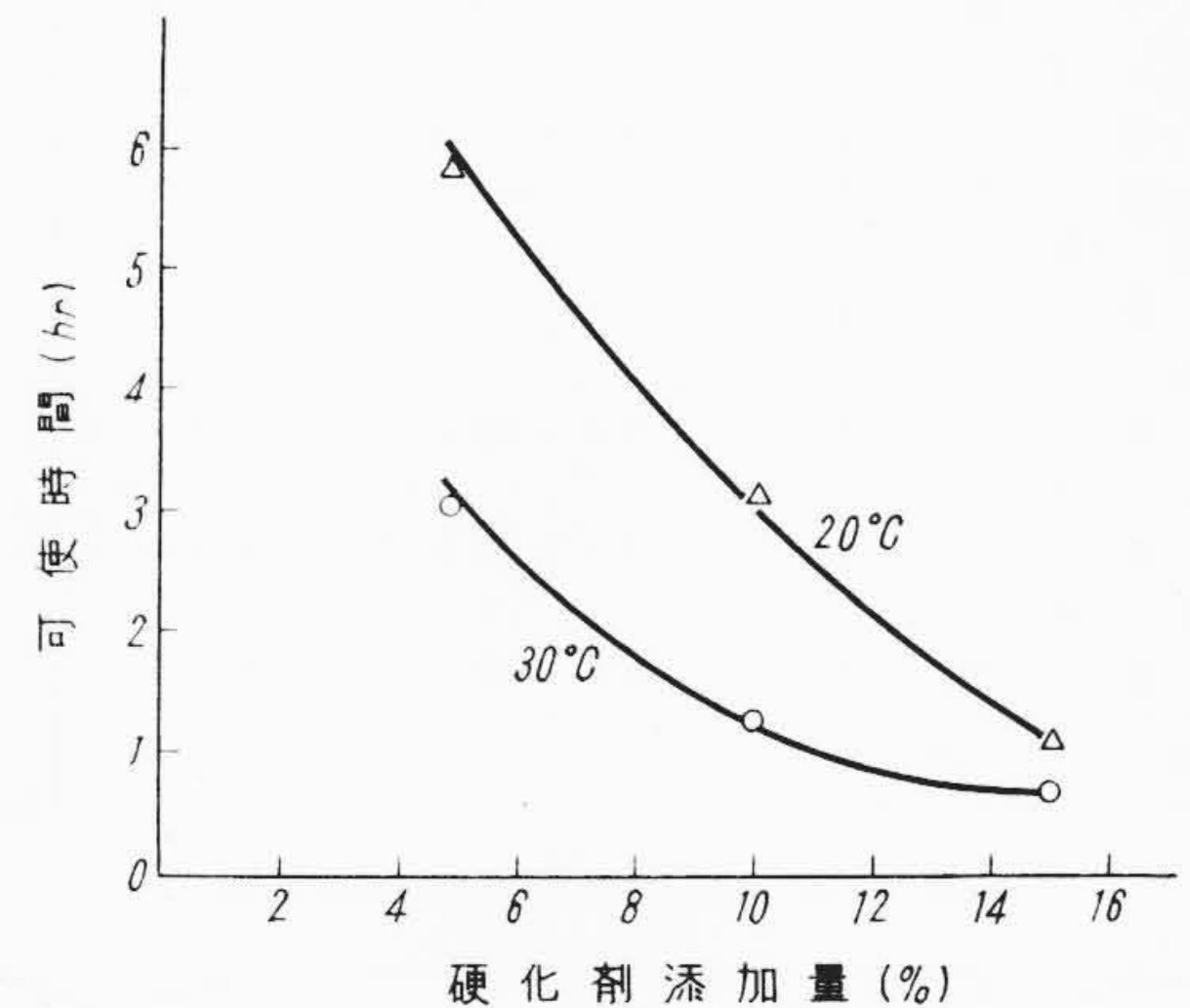
5.2 パテ

ポリエステルパテAの可使時間と温度との関係は第3図に示されるように夏季高温の場合は調合を少量ずつ行なうことになるので、作業性としてはよくない。また徐々に粘ちゅう度を増してゆくののでパテのヘラ付け性が一般のパテより悪い。これに対しポリエステルB(加熱形)は加温しないと硬化しないので約20時間使用でき、保存は非常に良好である。

エポキシパテはポリエステルパテAとほぼ同様の可使時間であるがやや粘ちゅう度が低いので流れやすく、技能の高い作業員であるとポリエステルパテAとほぼ同様の作業ができるが、技能の低い作業員であると作業時間が多くかかるばかりでなくできれば非常に



第2図 エポキシプライマの粘度変化



第3図 ポリエステルパテAの可使時間

悪い。パテと粘ちゅう度の測定については、パテがチキソトロピックな性質を示すので正確な値をうることがむずかしく、適当な方法がないようである。

パテはヘラ付け性のほかに研摩性の良否が工数とできればに大きく影響する。乾燥後の硬度は比較的低いが油性漆パテや油性パテに比し両者ともに粘着性が強いので、ラビングストーンを使用して研摩する場合は多くの時間を要するが、耐水研摩紙で研摩する場合は、ラビングストーンより良好な研摩性を示した。しかしながら塗面を平らにするためには、大形のと石で研摩するのが理想であるので大形の機械研摩に改善する必要がある。

5.3 上塗り

ハイソリッドラッカー、メラミンレジンエナメル、フタル酸レジンエナメルは常時使用しているので特に問題はないが、今回初めて試験したアクリルレジンエナメルは新製品であり種々の特長を有しているが、不揮発分が少なく肉もちが悪いので所定厚みの塗膜をうるためには塗装回数が増し、塗装費が割高となる欠点がある。また乾燥がハイソリッドラッカーより早いので、みかんはだやスプレーによる塗り重ねが表われやすく作業性が悪い。

6. 現車試験

6.1 方針

予備実験、本実験ならびにパテの検討結果より従来の塗装系よりも大幅に性能が向上することを確認したので、(1)エポキシプライマ、ポリエステルパテB、ポリエステルサーフェーサ、ハイソリッドラッカー、(2)エポキシプライマ、エポキシパテ、ポリエステルサーフェーサ、ハイソリッドラッカーの二つの塗装系を国鉄北九州線用の交直両用電車1両ずつに塗装して現車試験を行ない従来の油性漆パテ、フタル酸レジンエナメル塗装系と比較することにした。

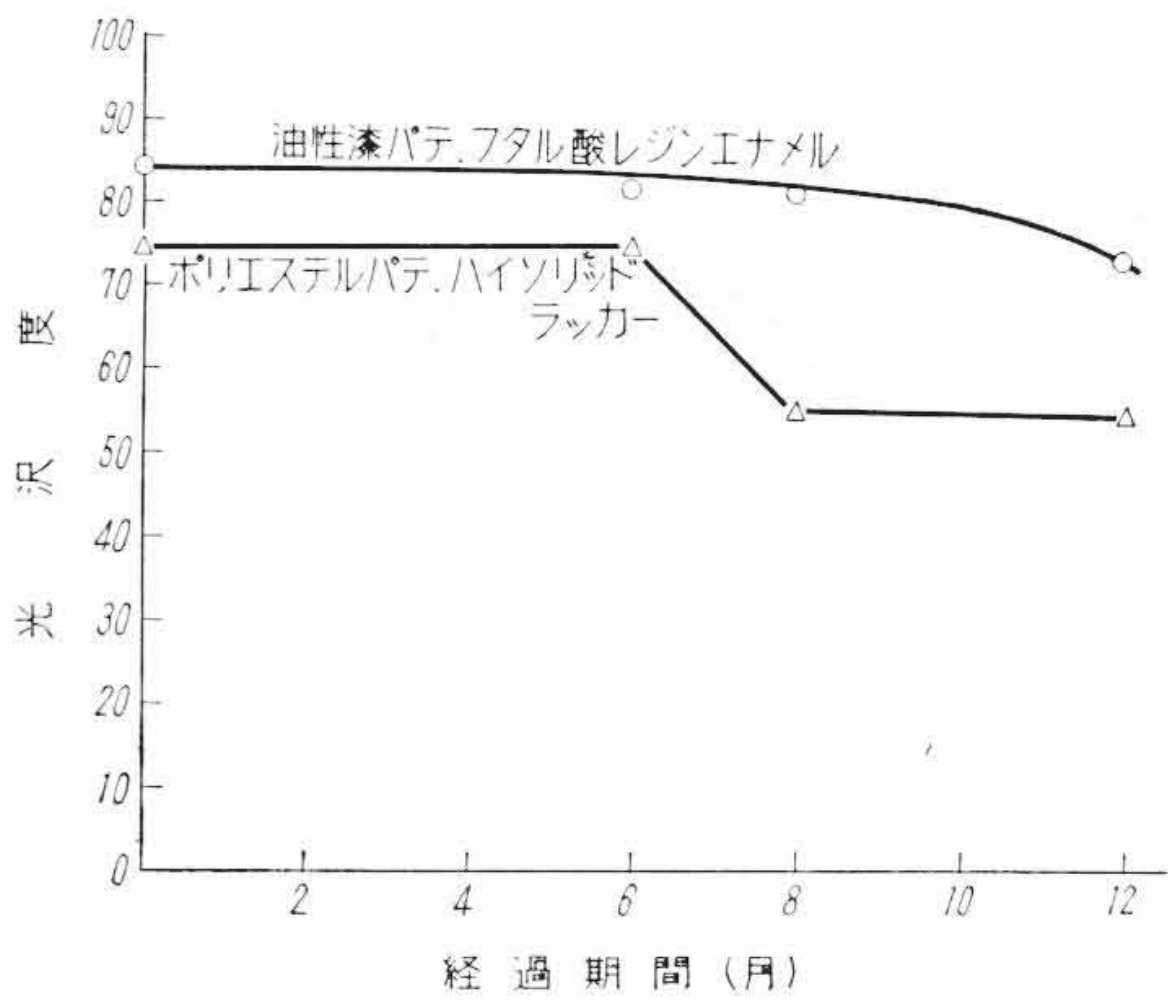
6.2 作業結果

さび止めプライマと上塗りは、一般塗料と同じで作業上さしつかえがなく問題がなかった。パテは所定の配合基準によって塗料調合

第 15 表 現 車 塗 装 工 程				(単位 kg)			
工 程		現 行 塗 装 系		ポリエステルパテB系		エポキシパテ系	
素地調整 さび止め(2) パテ拾い付け パテ付け(1) パテ付け(2) パテ付け(3) パテ付け(4) 石とぎ パテ付け(5) パテ付け(6) パテ付け(7) パテ付け(8) 石とぎ パテ繕い 縋いとぎ 中塗り(1) 中塗り(2) 水とぎ 中塗り(3) 水とぎ 上塗り(1) 水とぎ 上塗り(2) 水とぎ 上塗り(3)		グリッドブラスト		グリッドブラスト		グリッドブラスト	
		油性漆プライマ	24	エポキシプライマ	26	エポキシプライマ	26
		油性漆パテ	5	ポリエステルパテ	5	エポキシパテ	3.0
		油性漆パテ	16.5	パテ付け(1)	17.5	パテ付け(1)	3.0
		油性漆パテ	16.5	パテ付け(2)	17.5	パテ付け(2)	25
		油性漆パテ	10.0	パテ付け(3)	15.0	パテ付け(3)	33
		油性漆パテ	17.0	パテ付け(4)	15.0	パテ付け(4)	16
		油性漆パテ	15.0				
		油性漆パテ	7.5				
		油性漆パテ	3.5				
		油性漆パテ	7.0				
		油性パテ	2.0	ポリエステルパテ	2.5	エポキシパテ	2.5
		オイルプライマサーフェーサ	7.0	ポリエステルサーフェーサ	13	ポリエステルサーフェーサ	13
		オイルサーフェーサ	17.0	合成樹脂サーフェーサ	20	合成樹脂サーフェーサ	17
				ハイソリッドグランドコート	10	ハイソリッドグランドコート	10
		フタル酸レジンエナメル	12	ハイソリッドラッカー	24	ハイソリッドラッカー	24
		フタル酸レジンエナメル	12	ハイソリッドラッカー	24	ハイソリッドラッカー	24
		フタル酸レジンエナメル	12	ハイソリッドラッカー	24	ハイソリッドラッカー	24
合 計			184		213.5		240.5

第 16 表 現車の塗膜厚み測定値

車 種	測 定 部	測定個数	max (mm)	min (mm)	ave (mm)
ポリエステルパテ ハイソリッドパテ クハ-421-3	外板右	① 28	0.7	0.05	0.33
		② 28	0.7	0.02	0.29
		③ 28	0.7	0.06	0.36
	外板左	① 87	0.8	0.05	0.41
		② 87	1.3	0.00	0.39
		③ 87	1.2	0.05	0.34
	外板後	① 8	0.4	0.05	0.29
		② 8	0.55	0.20	0.35
		③ 7	0.26	0.03	0.15パテ 2 回付
エポキシパテ ハイソリッドラッカー モハ-420-1	外板右	① 32	1.4	0.20	0.54
		② 32	1.0	0.28	0.49
		③ 32	1.4	0.05	0.42
	外板左	① 31	1.3	0.30	0.58
		② 31	1.0	0.15	0.53
		③ 31	1.5	0.07	0.54
	妻 後	① 8	0.6	0.17	0.36
		② 8	0.44	0.25	0.34
		③ 8	1.2	0.44	0.69
	妻 前	① 7	1.2	0.48	0.69
		② 7	1.4	0.20	0.88
		③ 7	1.15	0.50	0.73
油性漆パテ フタル酸レジンエナメル クハ-421-4	外板右	① 35	1.15	0.32	0.64
		② 35	1.1	0.15	4.49
		③ 35	0.8	0.20	0.47
	外板左	① 35	1.1	0.28	0.71
		② 35	1.3	0.22	0.58
		③ 35	0.85	0.17	0.48
	妻 前	① 9	1.05	0.08	0.51
		② 9	0.7	0.20	0.46
		③ 9	0.7	0.15	0.35



第 4 図 試験車の光沢推移

室で調査したのち作業させたので調査の問題はなく、上塗りまでの
工程中乾燥不良や密着不良そのほか不良現象は生じなかった。第15
表はそのとき各塗装系ごとの内容を示すが、ポリエステルパテ、エ
ポキシパテを使用した場合パテ付けの回数は半減するが、作業員の
不なれもあり、油性漆パテを使用した車両より車体のひずみがやや
目だった。

工数は従来の場合を 100 とするとエポキシ系は 115%、ポリエス
テル系は 97% でポリエステル系は油性漆パテ系よりわずかに減少
する。

塗料費は従来の塗料より単価が高いので、ポリエステル系では約
2 倍、エポキシ系では 2.8 倍となったが上塗りをハイソリッドラッ
カーに統一するとポリエステル系 1.6 倍、エポキシ系 2.3 倍とな
る。

これらの車両の塗装完成後の塗膜の厚みを第 16 表に示す。局所
的に厚く 1.5 mm の所があるがこれはパテの影響ではなく鋼体自体
のひずみを表わしているのであって、塗装費の低減には鋼体のひず
みを少なくすることが一大要因である。

6.3 試験車の状況

35 年 12 月に営業運転を開始し 1 年 3 箇月経過後の状況は全体的
に油性漆パテ、ポリエステルパテ、エポキシパテの三者とも劣化は
少ないが油性漆パテは厚み 1 mm 以上の所が 1 両で 6 箇所ほどき裂

を生じてきた。これに対しポリエステルパテ、エポキシパテはまったく異常なく衝撃や取り扱い上の損傷によりはく離した所が2～3箇所あるだけで、油性漆パテとの性能の差が表われはじめてきたと解される。一方上塗り塗料の光沢は第4図のようにハイソリッドラッカーのほうが低い、じんあいの付着や衝撃による損傷、ブレーキシュー粉じん付着による塗膜の劣化はフタル酸レジンエナメルが非常に多く、中塗りが表われてきた部分が見受けられる。今後も状況を詳細に調査して両者の性能を比較して長期間使用後の結論を出したい。

7. 結 言

旅客車の車体用塗料としての性能の検討を塗料の調整から塗装作業および現車実験まで行なった結果

- (1) 車体用塗料として重要な要素を占めているパテは、現在規定されている油性合成樹脂、油性漆系よりもエポキシ系、ポリエステル系がはるかに良好である。
- (2) 上塗り塗料はなお耐候性、耐洗剤性を高める必要があるが、フタル酸アルキッド系よりもハイソリッドラッカーがまさっ

ている。

(3) 塗料費は現在のものより高価となるが、総合塗装費としては大差がなく十分実用できる。

(4) 下塗りと上塗りの作業性は一般塗料と差がなく良好であるがパテは従来のパテより粘ちゅう度が高いので良好とはいえないが、パテ付け回数は半減できる。

これらの結果より今後はこの塗装系が広く活用されることになろうが塗料は塗膜化して初めてその目的を達するのであるから、塗膜の形成機構と塗膜の物性について究明する必要がある。塗料のような多成分混合物では樹脂はもちろん、顔料、可塑剤、溶剤も物性論的立場から重要な研究対象であろう。しかしながらこれらの試験(試験器、判定)は非常にむずかしいようである。今回の実験結果も各塗料の一部の性能を知ったにすぎない。今後は広くこれらの塗料とさらに発展途上にあるほかの塗料(ポリウレタン、線状高分子ヒドロキシ化合物)について逐次検討を重ねてゆきたい。

参 考 文 献

- (1) 左海：日立評論，Vol. 44，871 (昭 37-6)



特 許 の 紹 介



特 許 第 283886 号

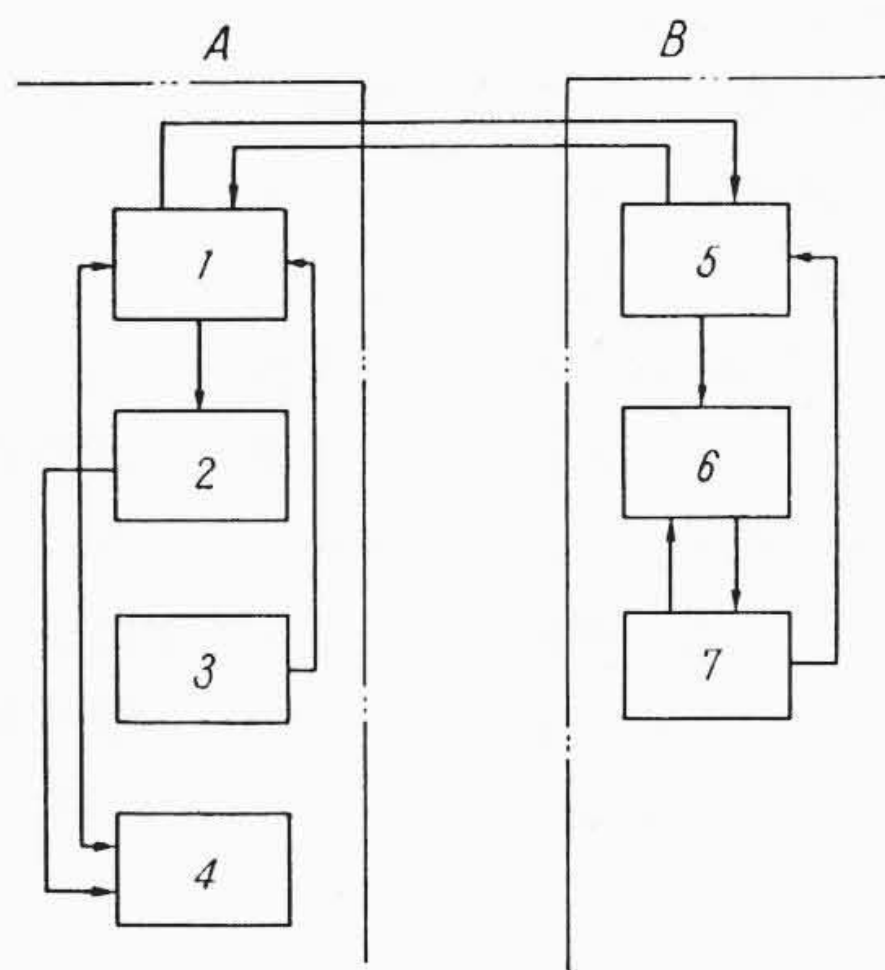
平 井 善 一 郎 ・ 中 野 修 一

デ ィ ジ タ ル 方 式 に よ る 遠 隔 測 定 装 置

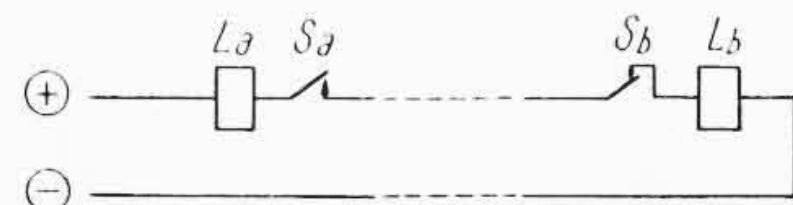
この発明は、被制御所側では水位等の物理量をデジタル符号で読み取り、その符号をパルスによって制御所側へ伝送し数字式表示器に表示したり、あるいは記録を行なったりすることを可能ならしめるものであり、従来のこの種装置に比し連絡線が少なくすみ、装置を著しく簡略化できるものである。

図は実施例の機能説明図であり、第1図においてAは制御所、Bは被制御所、1、5はパルス送受回路、2、6は計数回路、3は起動および発振パルス構成回路、4はパルス変換表示回路および符号記憶回路、7は発振パルス構成回路および符号選別回路である。

いまAで読み取り希望のとき選択スイッチを投入すると、Aの回路3が一定の間隔で選択パルスを送信し始める。回路2、6はこのパルスを計数する。これによりBの回路7が選択され始動し、あらかじめデジタル量に変換されていた被測定量をAに送り始める。Aでは、回路3からの定間隔パルスを受けて回路2が働き、各パルス数に対応して回路4にそう入してある接点が閉成して、Aから発振したパルスに対するBからの応答を受け入れ表示する。そしてBからの応答要素が0であるか1であるかによって、Aの回路4のゲートが、開路あるいは閉路して1要素が送られるときだけ回路4が動作し、これによって、0と1から十進数0-9の各けたに対して記憶する。第2図で説明すると、Aの回路3に設けられたリレーの接点Saが、発振パルスに応じて閉路するとA、BでリレーLa、Lbがそれぞれ動作する。Bよりの符号要素が零のときは、Bのリレーが動作せず接点Sbは閉路のままで、パルスの続いている間La、Lbは動作を続ける。Bよりの要素が1のときは、Bのリレーが動作して接点Sbは開路する。すなわちLaは、要素が零であれば働いたままであるが、1のときは復帰している時間間隔が存在する。この時間間隔の在否によりAのゲート4が開路あるいは閉路となされ、このようにして信号の伝送が行なわれるものである。(福 島)



第 1 図



第 2 図