

## 各種耐薬品塗料の特性試験

## Test Results of Some Chemical Resistant Varnishes and Paints

安岡嘉雄\* 桜井啓祐\*  
Yoshio Yasuoka Keisuke Sakurai

## 内 容 梗 概

設計や塗装の関係者が耐薬品塗料,特に自然乾燥の耐薬品塗料を選ぶ場合に適当な資料が少ないので,かなり不自由を感じているようである。そこで今回,市販品と日立製作所の耐薬品塗料について,二,三の化学薬品やガスに対する抵抗の程度および劣化前における塗膜の鉄板との付着性を試験し,耐薬品塗料を選択する際の参考に供しうるデータを求めた。

試験結果は試験法や試験片の作製法などによつて多少変るので,この試験結果からただちに各種塗料の間に絶対的な優劣をつけることはできないが,この報告の範囲では,次のような結論が得られた。

二,三の代表的な酸,アルカリに対してはビニル樹脂系と塩化ゴム系の塗料が特にすぐれ,亜硫酸ガスや硫化水素に対しては塩化ゴム系とフェノール樹脂系の塗料がすぐれていた。また付着性では比較のためとり入れた自然乾燥のアルキッド樹脂系統の塗料がすぐれている。

## 〔I〕 緒 言

現在市販されている塗料の中では,エチレン弗化物重合体やヒタフラン(フラン樹脂)エポキシ樹脂のような塗料はきわめて耐薬品性に富んだものであるが,特に前者は非常に耐薬品性にすぐれているけれども,付着性がわるく,その上,塗膜形成のための処理温度が高くまた高価であるなど,なお使用上幾多の問題を残している。また後者は前者ほどではないが,やはりやや高価である上に加熱焼付が必要であり,しかも処理温度が低いときはその本来の性能を十分に発揮できないという欠点を有している。

最近種々の機器の価格競争が激しくなり,このしわよせが一部塗装経費にふりかかってくる。いかなる塗料にせよ,自然乾燥で使用できることは最も理想的である。しかし,現在自然乾燥のまま使用できる耐薬品塗料について,適当な参考資料が少ないので,設計者や塗装関係者が耐薬品塗料を選ぶ際にかなり不自由を感じているようである。一般に顧客が機器に塗装する耐薬品塗料を特に指定しない限り,市場の耐薬品塗料を使用するが,その選択を誤ると塗装後思わぬ事故を引き起す場合が多い。硫黄泉地帯の炭鉱に納めた機器の塗装の剥離事故や,ビニル樹脂系塗料とウオッシュプライマとの併用による接着性の優秀性の過信から起きた剥離事故などは塗装作業の適否にもよるが,その主因は塗料の選択を誤ったことによるものである。

そこで国内の有名耐薬品塗料と日立製作所の耐薬品塗料の中から,適当と思われる試料を選び,これまでたびたび問題となつた化学薬品に対する抵抗性およびそれらの塗膜の鉄板との付着性について,一連の実験を行つた。

一般塗料の耐薬品性を試験するための一定の方法はな

\*・日立製作所日立絶縁物工場

く,試験方法や試験片の作製方法は試験者によつて一様でない。試験者が異なるときは同一の塗料について行つた試験結果でもかなり著しい差を生ずることがある。さらに試験結果を評価する際,視覚によつて外観を観察することが多く,ある程度の個人差はまぬかれえない。したがつて,今回の実験で得られた結果も当然絶対的なものとはいえないが,一応の傾向を知ることができたものとする。

## 〔II〕 耐薬品試験に関する二,三の知見

自然乾燥性の耐薬品塗料として市販されている塗料は多数あるが,いずれも一長一短があつて,すべての条件を満足させるものはまだ見当たらないし,近い将来においても期待されそうもない。ゆえに個々の塗料について,その塗料の特長を把握し,適材を適所に用いるように務めなければならない。それにはまず,裏付けとなる検査ならびに試験を十分に行つて,個々の塗装に対する特長を実験的に知らなければならない。

塗料の耐薬品性といえば,一応酸,アルカリが代表的な対称薬品としてあげられるが,酸にも,塩酸,硫酸のような無機酸,酢酸,蟻酸のような有機酸など,その種類は非常に多く,しかも,これらの酸の一,二について行つた耐酸試験の結果からほかのすべての酸に対する性能を推察することは間違いをおこす基になるものであつて,やはりそれらのすべてについて試験を行うことが望ましい。ほかの薬品についてもまた同様である。

ここで現在知られている耐薬品性についての試験法,試験片の作り方および結果の評価法の中の一般的な方法を,二,三簡単に紹介してみよう。

## (1) 試 験 法

試験法は一般に二つに大別できる。その一つは結果を定量的に知る方法で,ほかの一つは結果を外観の観察に



よつて判定する方法である。

(A) 結果を定量的に知る方法

- (a) 塗膜を所定の薬品で劣化させたのち、その塗膜の絶縁抵抗や破壊電圧を測定する。
- (b) 塗膜を所定の薬品で劣化させたのち、その塗膜の重量の増減を測定する。
- (c) 鉄板、銅板またはアルミニウム板などの表面に塗膜を作り、それを所定の薬液に浸漬して、発生するガスの圧力または量を測定する。
- (d) ガラス板などの表面に塗膜を作り、それを剥がして水と電解質の隔膜に用いて、透過性を測定する。

(B) 結果を外観の観察によつて判定する方法

この方法は塗膜または塗膜板を作り、それを所定の薬品に浸したのち、一定期間ごとに取出して外観を観察し、劣化の過程および終点などを記録して最後に結論を出す方法で、広く一般に用いられている。

(2) 結果の表現法

耐薬品塗料のみならず、一般塗料の試験においては、その試験法が結果を定量的に測定できるような方法であれば問題ないが、それが外観の観察によつてなされる方法では、その結果をいかによく表現するかということはきわめて重要なことであつて、苦心を要するところである。

一般に用いられている方法としては優、良、可、不可または、Excellent, Very good, Good, Fair, Poor, などのように文字でその程度を表わしたり、◎, ○, △, ×などのように記号で表わすことが行われているほか、一定のオーダによる点数で採点することなどが用いられている。しかし、点数制の場合でも、文字や記号の序列を点数に換えただけで、やはり抽象的であることは免れない。これらのほか写真で表現する方法などもあるが、いずれにしても試験者がその目的とする結果を表現するのにさらに効果的な方法があれば、もちろんその方法を用いた方がよい。

〔III〕 実験方法

(1) 本実験に用いた試験法

本実験で用いた試験法は〔II〕の(1)の(B)であるが、この方法を用いた理由は〔II〕の(1)の(A)の方法は一般に理論の追究とか学術的興味において多く用いられているもので、試験のための劣化時間がきわめて短い時期において一応の差が現われ、塗膜の最終結果を待たずに初期における劣化速度だけで結論付けられることを嫌つたためである。これに反し(B)の方法は方法自体に具体性があり、実際的であるため、広く諸外国でも用いられている。

また付着性については、屈曲、衝撃、エリクセン、ク

ロスカットの各試験を行い、これらの総合的な結果で判定した。

(2) 試験片

(A) 鉄板

本実験に用いた鉄板は、65×130×1mmの磨鉄板で完全に清浄したものであるが、屈曲試験用には0.25mmの厚さのものを用いた。

(B) 塗料

本実験に用いた塗料は、市販のA社、B社、C社およびD社のものおよび、日立製作所の耐薬品塗料で概要をそれぞれ第1表に示した。

(C) 塗膜

塗膜はすべて鉄板の表裏に流し塗りを2回を行い、周囲をアスファルトで封じ、D-2以外は一様に2週間自然乾燥した。乾燥塗膜の諸性能は膜厚によつ

第1表 供試塗料

品名	製造所	主成分	色相	備考
# 106 (N)	日立製作所	塩化ゴム	無色	上塗用
# 106 (P)	日立製作所	塩化ゴム	無色	上塗用
# 103	日立製作所	瀝青物質	黒色	上塗用
フタルキッド-355	日立製作所	フタル酸樹脂	無色	上塗用
# 121 (C)	日立製作所	油性100%フェノール樹脂	無色	上塗用
# 121 (E)	日立製作所	油性100%フェノール樹脂	灰色	上塗用
D-1 (自)	D社	スチレン化アルキッド	無色	上塗用
D-2 (加)	D社	スチレン化アルキッド	無色	上塗用
A-1	A社	ビニル樹脂	濃緑色	上塗用
B-1	B社	ビニル樹脂	淡灰色	上塗用, 下塗用
B-2	B社	—	赤色	上塗用, 下塗用
C-1	C社	—	灰色	上塗用, 下塗用
C-2	C社	ビニル樹脂	緑色	上塗用, 下塗用

注 自…自然乾燥, 加…加熱乾燥, N…無処理  
C…クリヤー, P…下塗りを施したもの, E…エナメル  
備考に上塗, 下塗とあるは同じ商品名で上塗り用と下塗り用の2種あることを意味するものである。

第2表 塗膜の組成と厚さ

供試塗料	下塗		上塗		塗膜全体の厚さ (mm)
	名称	厚さ (mm)	名称	厚さ (mm)	
# 106 (N)			# 106	0.055	0.055
# 106 (P)	メタルプライマー	0.025	# 106	0.035	0.060
# 103			# 103	0.050	0.050
フタルキッド-355			フタルキッド-355	0.050	0.050
# 121 (C)			# 121	0.056	0.055
# 121 (E)			# 121	0.060	0.060
D-1 (自)			D-1	0.050	0.050
D-2 (加)			D-1	0.050	0.050
A-1	A-1 下塗	0.026	A-1	0.035	0.061
B-1	B-1 下塗	0.025	B-1	0.035	0.070
B-2			B-2	0.070	0.070
C-1	C-1 下塗	0.030	C-1	0.030	0.060
C-2	C-2 下塗	0.028	C-2	0.034	0.062



第3表 使用した薬品とその濃度

薬品の名称	濃度 (%)		
硫酸	50	23	12
酢酸	50	25	10
苛性ソーダ	50	30	10
アンモニア水	28	10	—
塩水	20	10	5
亜硫酸ガス	飽和		和
硫化水素	飽和		和

て大きく変わるので、あらかじめ塗料の粘度を調整し均一な肉付きを得るようにした。

また、ビニル樹脂系の塗料にはそのメーカーのエッチングプライマーを使用した。塗膜の組成と肉厚を第2表に示す。

(3) 薬品とその濃度

本実験に選んだ薬品の種類と濃度を第3表に示した。

〔IV〕 実験の結果と考察

(1) 図の見方 (第1~5図)

耐薬品性の試験の結果は、その劣化の過程を簡単に図示し、摘要欄には5箇月後の塗膜状態を記録した。さらに性能の欄には該当する薬品に対するその塗膜の抵抗の度合を、最低を1最高を10として点数で記録した。

図の中の○は最初に生じた塗膜の変化を示したもので主として水泡または、突起物(ブツ)である。

△は○が生長を開始したことを示す。

△xは塗膜自体はそれほど劣化していないが、アスファルトで封じた側面から薬液が浸入し、鉄板と塗膜とが剥離したため実験を中止したことを示す。

→は劣化試験開始後5箇月に達しても、最初とあまり変ることなく、しかも、劣化の進行が緩慢であるため、この上さらに薬液浸漬にたえることを示したものである。

(2) 耐薬品性

耐薬品試験は、薬品の濃度変化を防ぐため、薬品の種類ごとおよび濃度ごとに異なるデシケータの中で行った。

塗膜変化の観察は最初の1箇月間は毎日、その後急激な変化が起らないと判断したものについては、1週間ごとに実施した。

(A) 硫酸

塗膜の劣化と薬液の濃度との関係については、今までにもしばしば論議されている。友部氏<sup>(1)</sup>は電気絶縁ワニスについて塗

膜の劣化後その絶縁破壊電圧を測定しているが、硫酸の場合塗膜に及ぼす影響は20~30%の濃度で最大となり、塗膜の重量増加は30%の濃度で最大となる。また、それ以上の濃度では逆に減少することを知り、硫酸の電離度から考察を加えている。

われわれは今回の実験結果から次のように考える。

すなわち、塗膜のような有機物質を、種々の濃度の硫酸に浸漬した場合、一般に濃度の高い方ものから先に劣化を始め塗膜の崩壊を来たすが、塗膜が耐硫酸性にすぐれている場合はその塗膜の崩壊前に、塗膜の表面から透過した硫酸のために鉄板から剥れる。

この現象は硫酸の濃度に関係がある。

まず、硫酸の濃度がおよそ50%以下のときは塗膜から透過した硫酸によつて鉄板が腐蝕され、そこから生ずるガスのために塗膜との間に剥れが起る。しかし、濃度が50%以上になると鉄板の表面に硫酸鉄が形成され、それが鉄面を不活性化するため鉄の腐蝕が停止し、剥れがおこりにくくなることによるものであろう。

これらのことは第1図からもわかるが、ほかの文献<sup>(5)</sup>ともよく一致した。

(B) 酢酸

塗膜の耐酢酸性について友部氏<sup>(1)</sup>は、#103以外は全体的に若干軟化したが一般に影響は少ないとの結果をえているが、この場合の実験は試験片を75時間酢酸に浸漬した後絶縁破壊電圧を測定したものであるため、初期におけるごくわずかな変化についていえるもので、初期の変化がそのまま必ずしも最終的な結果を意味するものではない。むしろ往々にして、その逆の場合もある。長期の曝露や薬液浸漬試験の必要な一般塗料に対して、その結果をそのま

第1図 耐硫酸性

塗料	濃度	0~30日	31~60日	61~90日	91~120日	121~150日	性能	摘要
#106(N)	30%	○	○	△x			6	一般に側面から小さなフクレができて薬液が浸入してハガレを生じた。
#106(P)	22%		○	△x			8	全上
#103		○	○	△x			2	フクレ、ハガレが速かに現われ劣化が著しい。
フタルキッド-355		○	○	△x			3	全上
#121(C)				△x		△x	5	塗膜自体は強靱であるが鉄板の裏面から侵蝕された。
#121(E)		○	○	△			8	23%で上記のような現象が生じた。両者共再試験を要す。
D-1(自)		○	○	△x			3	フクレ、ハガレが速かに現われ劣化が著しい。
D-2(加)						△x	6	上記の状態よりは勝っているが他向は同じである。
A-1						△x	7	徐々にハガレ 鉄板が侵蝕された。
B-1							10	ほとんど変化がなかった。
B-2		○	○	△x			4	フクレ、ハガレ共に著しい。
C-1		○	○	△x			3	全上
C-2						△x	7	側面から鉄板が侵蝕された。



塗料	濃度	0~30日	31~60日	61~90日	91~120日	121~150日	性能	摘要
# 106 (N)	50% 25% 10%	○	○				9	鉄板上に臭錆が生じた。
# 106 (P)	"						10	ほとんど変化なし。
# 103	"	○	○	○	○	○	2	塗膜はボロボロに劣化した。
フタルキッド -355	"	○	○	○	○	○	3	フクレからハガレが生じて、鉄板がはなはだしく錆た。
# 121 (C)	"	○	○	○	○	○	9	小さなフクレ、黒錆などが若干生じたが、その進行は緩慢である。
# 121 (E)	"	○	○	○	○	○	9	全上
D-1 (白)	"	○	○	○	○	○	4	フクレ多し、小さなハガレも生じ、鉄板に錆が生じた。
D-2 (加)	"	○	○	○	○	○	3	全上
A-1	"	○	○	○	○	○	7	10%では無数の星錆。
B-1	"	○	○	○	○	○	9	50%、25%ではフクレ、ハガレが生じ、10%では徐々にフクレが多くなる。
B-2	"	○	○	○	○	○	9	全面に小さなフクレを生じたが、その後の進行は緩慢である。
C-1	"	○	○	○	○	○	6	フクレ、ハガレ、ワレなど多し。
C-2	"	○	○	○	○	○	7	全面に、フクレ、ハガレを生じた。

第2図 耐酢酸性

塗料	濃度	0~30日	31~60日	61~90日	91~120日	121~150日	性能	摘要
# 106 (N)	50% 25% 10%						10	白化、変色以外はほとんど変化なし。
# 106 (P)	"						10	全上
# 103	"						10	全上
フタルキッド -355	"						9	塗膜は軟化したのが溶解崩壊なし。
# 121 (C)	"						9	極小さいフクレが二三あったが、他はほとんど変化なし。
# 121 (E)	"						10	塗膜が幾分ザラザラしたが、その他変化なし。
B-1 (白)	"						7	急激な変化はないが初期にフクレ、小さなハガレが生じた。
D-2 (加)	"						8	上記よりかなりよい。
A-1	"						10	白化、変色以外はほとんど変化なし。
B-1	"						10	全上
B-2	"						8	水泡が徐々に多くなり、塗面のザラザラ著しい。
C-1	"						9	小さなフクレが徐々に水泡が多くなっていく。
C-2	"						9	幾分もろくなった。

第3図 耐苛性ソーダ性

塗料	濃度	0~30日	31~60日	61~90日	91~120日	121~150日	性能	摘要
# 106 (N)	28% 10%	○	○	○	○	○	8	28%ではシワが生じ、若干凹凸になった。
# 106 (P)	"	○	○	○	○	○	9	小さなフクレが極少生じたのみ。
# 103	"						10	ほとんど変化なし。
フタルキッド -355	"	○	○	○	○	○	3	塗膜が極めて脆くなり、さわると剥落する。
# 121 (C)	"						10	変色以外ほとんど変化なし。
# 121 (E)	"						9	極小さいフクレが生じたが、劣化の進行は極めて緩慢。
D-1 (白)	"	○	○	○	○	○	3	塗膜がボロボロになった。
D-2 (加)	"	○	○	○	○	○	5	28%では全上、10%ではフクレが多いがその進行は緩慢。
A-1	"						8	若干のフクレを生ず。
B-1	"						9	小さなフクレを生ず。
B-2	"						7	フクレ多し、徐々に進行す。
C-1	"						7	全面的にフクレを生じ、徐々に進行す。
C-2	"						6	フクレ、シワ多し、徐々に進行す。

第4図 耐アンモニア水性

まあてはめることは危険である。浸漬法による試験結果は第2図のとおりで、アルキッド樹脂スチレン化アルキッド樹脂および一部のビニル樹脂系は2~4箇月の間に著しく塗膜が劣化し、ほとんどが塗膜の崩壊をきたした。塩化ゴムおよびフェノール樹脂系はいくらかの劣化はみられたが、塗膜の崩壊まで

には到らなかった。

(C) 苛性ソーダ

本報告で一番問題となる薬品である。一般に塗料の塗膜は耐薬品塗料以外のものでも酸にはかなりよく耐えるものが多いが、苛性ソーダのようなアルカリに対しては、きわめて抵抗性がなく、アルキッド樹脂系統の塗料は、ほとんどは塗膜が溶解するものと考えていた。

しかし、全般を通じて軟化、白化、変色などの現象は生じたが、剥離や溶解などのようなはなはだしい劣化現象はみられない(第3図)。

塗膜の鉄板からの剥離現象は、前にも述べたように薬液の滲透による鉄板の腐食から生ずることの方が多いため、苛性ソーダの場合は塗膜が溶解してしまわなければ、外観的には一応アルカリに耐えているように見えるが、これらのすべての塗膜が真の意味でアルカリに対しよく耐えているというわけではない。これについてはさらに試験法を変えて実験したい。

(D) アンモニア水

耐アンモニア水性はアルキッド樹脂、スチレン化アルキッド樹脂系統以外の塗料はいずれもすぐれた抵抗性を有しているが、一般にビニル樹脂系は塩化ゴムに比べてかなり劣る<sup>(8)</sup>といわれていることから、さらに長期にわたる実験が必要であろう。

(E) 塩水

全般的に塗膜の剥れ現象はなかつたが、フタルキッド-345は

かなり脆くなつた。また#103, #106の鉄板上にわずかながら発錆した。しかし鉄板をエッチングプライヤーで処理したものについては全然異状なかつた。特に#121のクリヤーは完全な状態を保持していた。

(F) 淡水

塩水の場合と異なる点は#106, #103の鉄板上に



塗料	浸水 20% 5%	0~30日	31~60日	61~90日	91~120日	121~150日	性能	摘要
#106(N)	○	○	○	○	○	○	8	塗膜は完全であるが膜下に錆ができた。
#106(P)	○	○	○	○	○	○	10	ほとんど変化なし。
#103	○	○	○	○	○	○	7	塗膜が脆くなり、フクレ、錆を生ず。
フタルキッド -355	○	○	○	○	○	○	7	塗膜が白化して脆くなる。
#121(C)	○	○	○	○	○	○	9	20%に小さなチエッキングができたが進行せず。
#121(E)	○	○	○	○	○	○	10	ほとんど変化なし。
D-1(自)	○	○	○	○	○	○	8	白化して小さなフクレと実錆を生ず。
D-2(加)	○	○	○	○	○	○	8	15%は全上その他白化す。
A-1	○	○	○	○	○	○	10	ほとんど変化なし。
B-1	○	○	○	○	○	○	10	全上
B-2	○	○	○	○	○	○	10	全上
C-1	○	○	○	○	○	○	9	小さなフクレを生じたが進行せず。
C-2	○	○	○	○	○	○	10	ほとんど変化なし。

第5図 耐塩水性

第4表 耐水および耐ガス性

塗料	浸水(6箇月)	性能	亜硫酸ガス (飽和)	性能	硫化水素 (飽和)	性能
#106(N)	塗面の白化以外はほとんど変化なし	9	ほとんど変化なし	10	少々の点錆を生じた	8
#106(P)	塗面の白化以外はほとんど変化なし	9	ほとんど変化なし	10	ほとんど変化なし	10
#103	塗膜が脆くなる	7	ほとんど変化なし	10	かなり多くの点錆を生じた	5
フタルキッド -355	塗膜が脆くなる	7	粟粒大の突起物が一面に生じた	6	ごく少々の点錆を生じた	9
#121(C)	ほとんど変化なし	10	粟粒大の突起物が若干生じた	9	少々の点錆を生じた	8
#121(E)	ほとんど変化なし	10	粟粒大の突起物がごく少し生じた	8	変色以外の変化なし	10
D-1(自)	塗膜が脆くなる	7	粟粒大の突起物が一面にはなはだしく生じた	5	変色以外の変化なし	10
D-2(加)	塗膜が脆くなる	7	ほとんど変化なし	10	変色以外の変化なし	10
A-1	ほとんど変化なし	10	ほとんど変化なし	10	変色以外の変化なし	10
B-1	ほとんど変化なし	10	水泡が生じた	8	ごく少々の点錆を生じた	9
B-2	ほとんど変化なし	10	ところどころがチリメン状となる	6	点錆とシワが少々生じた	6
C-1	ほとんど変化なし	10	粟粒大の突起物少々あり	9	全面に錆が発生した	4
C-2	ほとんど変化なし	10	ほとんど変化なし	10	若干の点錆を生じた	7

錆が生じないことで、その他については塩水の場合と大差ない。

(3) 耐ガス性

今までの耐薬品性試験はすべて水溶液状のものについて行つたので、ガス状の場合の試験を特に耐ガス性として区別した。試験方法は、デシケーター中にそれぞれ、亜硫酸ガスと硫化水素ガスの飽和ガスを作り、その中に試験片を放置して塗膜の変化の過程を観察した。しかし、このような方法では酸素や水分の影響がほとんどなく、劣化の進行がきわめて緩慢で実際的でないことがわかつたので、5箇月後にデシケーターの蓋を取り、そのままの状態を室内に1箇月間放置した。以上のように試験法に若干の問題はあつたが傾向だけはわかるので、その結果を第4表に示した。

(A) 亜硫酸ガス

亜硫酸ガスに対しては塩化ゴム系と一部のビニル樹脂系加熱乾燥したスチレン化アルキッドおよび瀝青系のものがよく、アルキッド樹脂、自然乾燥のスチレン化アルキッド系統のものは特に劣りそのほかのものは若干塗膜に異状を呈したのみである。

(B) 硫化水素

亜硫酸ガスの場合とは大分傾向が異なり、スチレン化アルキッドビニル樹脂系の一部のものおよび素地をプライマーで処理した塩化ゴム系と、エナメルにしたフェノール樹脂系統のものがすぐれ、特に劣るものは、瀝青系の塗料B社およびC社の塗料があげられる。

(4) 付着性

塗装後早期におこる事故は塗膜の剥れが最も多い。その中には下地処理法の欠陥や塗装作業の不手際によることもあるが、付着性に劣る塗料を使用したためにおこる場合が非常に多い。そのため塗料の実用性を知るためには、付着力試験を行う必要がある。付着力以外のすべてにどんなにすぐれた性能を示しても付着力の劣つた塗料はそれだけで、ほとんど塗料としての価値はない。

塗膜の付着性は柔軟性や脆さとも大いに関係があり、それらとともに考慮し、総合的に判定する必要がある。一般に行われている試験法では、次のようなものがある。曲げ試験、エリクセン試験、碁盤目試験またはナイフテスト、描画試験または引掻試験および衝撃試験などである。

(A) 曲げ試験

屈曲性、柔軟性を試験するために広く用いられている方法で、Federal Spec. TT-P-141b では試験温度 23 ± 0.5°C、鉄芯の太さ1/8インチ、試験後の観察は7.5倍に拡大して行うよう規定されているが、本実験では25度、3φ、7倍拡大<sup>(4)</sup>で試験した。その結果瀝青系、一部のビニル樹脂エナメルおよび成分不明のB社、C社の4種類以外はすべて合格した。屈曲試験にはさらに苛酷な方法(A. S. T. M D-522-41によるConical Mandrel Testによる方法)もある。

(B) エリクセン試験

温度の影響が当然考えられるので、15度と30度について行つた。この結果B社とC社の成分不明の2種類がはなはだしく劣つているほかは大差なかつた。われわれは15度で6mm、30度で7mm以上であれば一般的な使用目的にはさしつかえないものと



第5表 付 着 性

塗 料	衝撃試験 (ガードナー) (20°C)		屈曲試験 (25°C)		碁盤目試験 (20°C)		エリクセン試験 (mm)		性 能	
	Inch-Pounds	能	3φ 7倍 拡大	能	A	B	能	15°C		30°C
# 106 (N)	32	8	良	10	100	100	10	7.6	9.5	9
# 106 (P)	32	8	良	10	100	100	10	7.5	9.0	8
# 103	32以上	10	不	4	100	97	9	7.2	8.8	7
フタルキッド -355	32以上	10	良	10	100	100	10	7.8	9.8	9
# 121 (C)	5	2	良	10	100	100	10	6.5	9.1	8
# 121 (E)	6	2	良	10	100	100	10	7.0	8.8	7
D-1 (自)	32以上	10	良	10	100	100	10	6.5	9.5	9
D-2 (加)	32以上	10	良	10	100	100	10	6.3	8.5	7
A-1	5	2	良	10	100	95	8	6.0	8.3	7
B-1	32以上	10	良	10	100	100	10	7.9	9.0	8
B-2	32	8	不	2	75	6	5	1.0	1.5	1
C-1	5	2	不	2	29	0	2	0.2	0.6	1
C-2	32	8	不	3	100	100	10	6.4	9.0	8

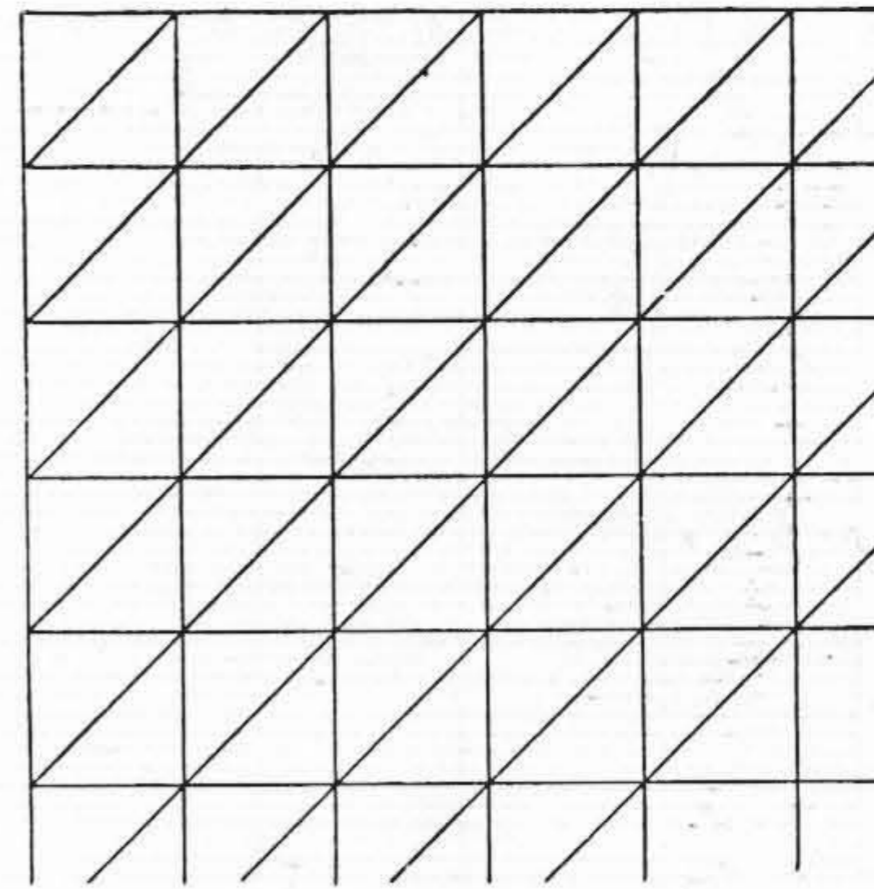
考える。

(C) 衝 撃 試 験

この試験の目的は、塗膜の脆さを験べることである。試験機にはガードナーの衝撃試験機を用い、試験温度は20度である。この試験では優劣の差がきわめて判然とでてゐる(第5表)。フェノール樹脂系塗料は異常に悪かつたが、用いたワニスが短油長であるため、この油長を中油長にわずかに近づけることで耐薬品性を犠牲にすることなく十分衝撃性に耐えることがその後の実験で確認できたので、次の機会に述べることにする。

(D) 碁盤目試験およびクロスカットテスト

この試験は塗膜の付着性を験べるためにはよい方法であつて、最初G. E. 社で用いたものである。試験の方法は塗膜板上に蓄針、ダイヤモンド針またはそのほかの適当な針で、1mm間隔の線を鉄板素地に達するよう縦横に引いて、100個の碁盤目を刻み込み、その上に粘着テープを貼つてのちそれを引剥がしたとき剥離せずに残つた碁盤目の数を読みとるものである(A)。G. E. 社では線と線の間隔を1/2インチで行つてゐる。また、Philco Radio and Television Corp. で行つてゐる線と線の間隔を1/8インチとし前とまったく同じ方法で碁盤目を作り、それに第6図のように対角線を引き前述の碁盤目試験と同様の方法で試験する対角線法クロスカットテストとも称せられるものがある(B)。この方法は前の碁盤目試験よりはやや苛酷である。この両法について試験した結果を第5表に示した。なお碁盤目試験を行うにあたり針の角度は塗膜に対し60度としたが、ダイヤモンド針を使用する場合は90度にするよう



第6図 対角線法クロスカットテストの図

第6表 耐薬品試験結果一覧表

試験項目 供試塗料	硫	酢	苛	ア	塩	淡	亜	硫	屈	碁	衝	エ
	酸	酸	性	ン	水	水	硫	化	曲	盤	撃	リ
	酸	酸	ソ	モ	水	水	酸	水	曲	目	撃	ク
			ー	ニ			ガ	素				セ
			ダ	ア			ス					ン
				水			ガ					
# 106 (N)	6	9	10	8	8	9	10	8	10	10	8	9
# 106 (P)	8	10	10	9	10	9	10	10	10	10	8	8
# 103	2	2	10	10	7	7	10	5	4	9	10	7
フタルキッド -355	3	3	9	3	7	7	6	9	10	10	10	9
# 121 (C)	5	9	9	10	9	10	9	8	10	10	2	8
# 121 (E)	8	9	10	9	10	10	8	10	10	10	2	7
D-1 (自)	3	4	7	3	8	7	5	10	10	10	10	9
D-2 (加)	5	3	8	5	8	7	10	10	10	10	10	7
A-1	7	7	10	8	10	10	10	10	10	8	2	7
B-1	10	9	10	9	10	10	8	9	10	10	10	8
B-2	4	6	8	7	10	10	6	6	2	5	8	1
C-1	3	6	9	7	9	10	9	4	2	2	2	1
C-2	7	7	9	6	10	10	10	7	3	10	8	8

第7表 各種塗料の性能

試験項目 供試塗料または 展色剤の主成分	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐	耐	合
	候	緊	磨	熱	水	塩	溶	ア	酸	酸	計
	性	張	耗	性	性	水	剤	ル	化	化	
		お	性					カ			
		よ						リ			
		び						性			
		衝						性			
		撃						性			
		性						性			
ネオプレン	8	10	10	10	10	10	4	10	10	6	88
ビニル樹脂	10	8	7	7	10	10	5	10	10	10	87
サラン(塩化ビニリ)	7	7	7	7	10	10	5	8	10	10	81
エポキシ樹脂	9	3	6	9	10	10	8	9	10	6	80
塩化ゴム	7	7	7	5	10	10	3	10	10	9	78
スチレン共重合体	6	6	7	6	10	10	4	10	10	8	77
フラン樹脂	8	1	5	9	10	10	10	10	10	2	75
フェノール樹脂	9	2	5	10	10	10	10	2	10	7	75
アルキッド樹脂	10	4	6	8	8	8	4	6	6	3	63
アスファルト	7	5	3	4	10	10	2	7	10	2	60
油性塗料	10	4	4	7	7	6	2	1	1	1	43

注：10を最高1を最低として、種々の塗料の耐薬品性を採点したものである。



第8表 塗料の耐薬品性 (その1)

薬品名	供試塗料の展色剤の主成分												
	天然ゴム	ブタジエン スチレン ゴム	ネオペン レン	フェノー 樹脂	フラン 樹脂	エポキシ 樹脂	天然樹脂	ビニル 樹脂	塩化ビニ リデン	塩化ゴム	スチレン ブタジ エン	ポリエ チレン	瀝青
アセトアルデヒド	1	2	1	1	1	1	3	2	2	3	3	2	3
酢酸 10%	1	2	1	1	1	1	4	3	3	4	4	3	4
水酢酸	1	2	1	1	1	1	4	3	3	4	4	3	4
アセトン	3	3	3	1	1	1	4	4	4	4	4	3	4
アミルアルコール	1	1	1	1	1	1	4	3	3	3	3	2	3
ノルマル ブチルアルコール	1	1	1	1	1	1	3	2	2	2	2	1	3
エチル アルコール	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2
イソプロピル アルコール	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2
メチル アルコール	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2
塩化 アルミニウム	1	1	1	2	2	2	4	1	1	3	3	1	3
硫酸アルミニウム	1	1	1	1	1	1	4	1	1	2	2	1	2
アンモニア水	1	1	1	3	2	2	3	1	1	3	3	1	3
塩化アンモニウム	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	3	1	3
水酸化アンモニウム	1	1	1	3	2	2	3	1	1	3	3	1	3
硝酸アンモニウム	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	3	1	2
硫酸アンモニウム	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	3	1	2
アニリン	4	4	2	3	2	2	4	4	4	4	4	2	4
ベンゼン	1	1	1	1	1	1	3	3	3	4	4	3	4
硼酸	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
酢酸 ブチル	1	1	1	1	1	1	3	4	4	3	3	1	3
塩化カルシウム	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2
水酸化カルシウム	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	2	1	2
次亜塩素酸カルシウム	1	2	2	3	2	2	4	1	1	2	2	1	3
二硫化炭素	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	3	4
四塩化炭素	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4
塩素 ガゼン	1	2	2	4	4	4	4	2	1	4	4	3	4
塩化ベンゼン	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4
クローム酸 10%	2	2	2	4	3	3	4	2	2	4	4	2	4
クローム酸 60%	2	2	2	4	3	3	4	2	2	4	4	2	4
クエン酸	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2
硫酸銅	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ジエチルエーテル	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4
エチレングリコール	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2
塩化第二鉄	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	3	1	3
硫酸第二鉄	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2
フォルムアルデヒド 40%	1	1	1	1	1	1	3	1	1	2	2	1	3
蟻酸 20%	1	1	1	1	1	1	3	1	1	2	2	1	3
蟻酸 (濃)	1	1	1	1	1	1	3	1	1	2	2	1	3
グリセリン	4	4	4	1	1	1	2	1	1	4	4	2	4
塩酸 10%	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	3	1	3
塩酸 30%	1	2	2	1	1	1	3	1	1	3	3	1	3
塩酸 (濃)	1	2	2	1	1	1	3	1	1	3	3	1	3
弗化水素酸 10%	1	2	1	1	1	1	3	2	2	2	2	1	2
弗化水素酸 40%	1	2	1	1	1	1	3	2	2	2	2	1	3
クロロフォルム酸 75%	4	4	4	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4
弗過酸化水素酸 3%	1	2	1	1	1	1	3	2	2	2	2	2	3
弗過酸化水素酸 30%	2	2	1	3	2	2	3	2	2	3	3	3	4
硫酸化水素酸	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2
次亜塩素酸	1	2	1	4	3	3	4	1	1	3	3	1	4
ケ潤滑油	4	4	1	1	1	1	2	1	1	4	4	2	4
硫酸マグネシウム	4	4	1	1	1	1	2	1	1	4	4	2	4
メチルエチルケトン	1	1	2	1	1	1	4	4	4	3	3	1	3
欽酸 5%	4	4	1	1	1	1	2	1	1	4	4	2	4
硝酸 10%	1	1	1	4	2	2	4	1	1	3	3	1	3
硝酸 40%	2	2	1	4	2	2	4	2	2	4	4	1	3
硝酸 (濃)	3	3	2	4	3	3	4	2	2	4	4	2	4
ニトロベンゼン酸	4	4	4	1	1	1	3	3	3	4	4	3	4
オレイン酸	3	3	2	1	1	1	3	2	2	4	4	2	4
フェノール 15~25%	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2
フエノール	3	3	3	1	1	1	1	1	1	2	2	1	4
燐酸 10%	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	3	1	3
燐酸 60%	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	3	1	3
燐酸 (濃)	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	3	1	3
苛性明加里 20%	1	2	1	4	2	2	4	1	1	2	2	1	3
苛性明加里 95%	1	2	1	4	2	2	4	1	1	2	2	1	3
過マンガン酸加里	2	2	1	3	2	2	3	2	2	3	3	3	4
硫酸加里	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2
海酸	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
硝酸銀	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2
酸性硫酸ソーダ	1	1	1	1	1	1	3	1	1	2	2	1	2
炭酸ソーダ	1	1	1	4	2	2	4	1	1	2	2	1	4
苛性ソーダ 10%	1	2	1	4	2	2	4	1	1	1	1	1	3
苛性ソーダ 20%	1	2	1	4	2	2	4	1	1	1	1	1	3
苛性ソーダ 40%	1	2	1	4	2	2	4	1	1	1	1	1	3
次亜塩素酸ソーダ	1	2	1	4	2	2	4	1	1	1	1	1	4
硝酸ソーダ	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2
硫酸ソーダ	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2
亜硫酸ソーダ	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2
亜硫酸ガス	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2



第8表 塗料の耐薬品性(その2)

薬品名	供試塗料の展色剤 の主成分	天然ゴム	ブタジエ ン-スチ レンゴム	ネオプ レン	フェノー ル樹脂	フラン 樹脂	エポキシ 樹脂	天然樹脂	ビニル 樹脂	塩化ビニ リデン	塩化ゴム	スチレン -ブタジ エ	ポリエ チレン	瀝青
		硫酸10%	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	2	2
硫酸30%	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	3	1	3
硫酸60%	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	3	3	1	3
硫酸(濃)	2	2	2	1	1	1	1	3	2	2	2	3	1	3
トルオール	4	4	4	1	1	1	1	3	3	3	4	4	3	4
三塩化エチレン	4	4	4	1	1	1	1	4	4	4	4	4	4	4
塩化ソーダ	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

規定されている。また厳密な意味では、線を引くときの力の加え方も一つの因子になるので、クロスカットテストを使用した方がよい。

試験の結果は成分不明のB社とC社の2種類以外は全般的に満足しうるものである。

### 〔V〕 結 言

各種の耐薬品塗料についてその特性を試験しその結果を検討したが、実験の対称にした薬品は数多い中の一のものであることと、試験片の作製および試験法についてもなお、検討すべき点も多いのでえられた結果も当然この実験範囲のものである。しかし、B社、C社の成分不明のもの性能がきわめてわるいことや、一般に耐薬品性においてはかなりすぐれた性能を示すであろうと考えられたビニル樹脂系塗料でも必ずしもよい結果を示さなかつた。比較のために用いたアルキッド樹脂(フタルキッド-355)は当然ながら悪るかつたが、塩化ゴム系統の#106がすぐれた性能を示したことは、従来われわれが耐薬品塗料として推奨してきたことを裏付けた。なお、フェノール樹脂系(#121)が試料の作業上の点で衝撃性に劣る結果となつたが、そのほかの点でははじめ考えたとおりすぐれた性能を示し、最近特殊な用途として開拓されつつあるこの系統の樹脂に期待が持てる。

以上の結果を総合して第6表に示した。すなわち、耐薬品塗料には万能的なものはなく、おのおのの目的に適合するものを選ぶべきであると考え。また、第7、8表は参考資料とし外国文献から採録した。第7表では数字の大きい方、第8表では小さい方が上位である。

今回の実験にはとりあげなかつたが日立製作所の耐酸アルカリにすぐれたヒタフラン(フラン樹脂)の耐薬品塗装への応用について、別に稿を新にして発表する予定である。

終りに本実験を行うにあたり、試料を提供下さつた、日立製作所日立工場の持永、磯部の両氏に謝意を表する。

### 参 考 文 献

- (1) 友部 進：(未発表)
- (2) 岩井信次：塗料ハンドブック(昭-29 産業図書株式会社)
- (3) 松本十九：塗料便覧
- (4) 電気化学便覧(昭-28 丸善出版株式会社)
- (5) 松本十九：防錆および防蝕塗料(昭-26 修教社)
- (6) 塗装技術便覧(昭-31 日刊工業新聞社)
- (7) Organic Finishing Handbook, 1954 (Finishing Publication Inc.)
- (8) P. L. Gordon and R. Gardon: Paint and Varnish Manual (1955-Interscience Publication, Inc.)
- (9) Physical and Chemical Examination (1950-Henry A. Gardner Laboratory, Inc.)
- (10) Joseph J. Mattiello: Protective and Decorative Coatings, Vol. 4 (1950-John Wiley and Sons, Inc.)
- (11) Steel Structures Painting Manual, Vol. 1 (1954-Steel Structure Painting Council)
- (12) A. S. T. M. Part 4, 1954
- (13) Federal Spec. TT-P-141b
- (14) Raymond B. Seymour and Robert H. Steiner: Plastic for Corrosion Resistant Applications (1955-Chapman and Hall Ltd.)