

日本船舶振興会昭和52年度補助事業  
“船舶の構造・性能に関する基礎的研究”

研究資料 No. 295

## 第165研究部会

# 新船舶用塗料および塗装の技術開発 報 告 書

昭和53年3月

社 団 法 人  
日 本 造 船 研 究 協 会

本年度は、炭化水素類の規制に関する対策として水性塗料、非光化学反応性溶剤塗料、無溶剤型塗料、低溶剤型塗料について船体外板、デッキ、上部構造物内外部およびタンクの各用途別に塗料物性、塗膜物性および塗装作業性を調査し、実用化をはかるための指針を得るとともに、コールタールの規制に関する対策として、現在造船所で使われているタール含有塗料の調査および安全性の高い重防食塗料の調査を行なった。

## はしがき

本報告書は、日本船舶振興会の昭和52年度補助事業「船舶の構造・性能に関する基礎的研究」の一部として日本造船研究協会第165研究部会においてとりまとめたものである。

第165研究部会委員会名簿（敬称略・五十音）

部会長	賀田秀夫(東京商船大学)	阿部晃(日立造船)
幹事	青木精一(神戸ペイント)	小川信行(日本ペイント)
	秋山重雄(中國塗料)	勝田基平(三菱重工業)
	石田富之輔(日本ペイント)	佐野隆一(関西ペイント)
	岸野敏郎(神東塗料)	瀬尾正雄
	鳴谷四郎(三井造船)	藤敬輔(石川島播磨重工業)
	土井浩(日本油脂)	宮島時三(東京商船大学)
	宮本芳文(兔田化学工業)	森稔(川崎重工業)
	三好貢	山崎啓司(日本钢管)
	山本清文(大日本塗料)	
	吉田守男(東亜ペイント)	朝野秀次郎(新日本製鉄)
委員	秋葉徹郎(中川防蝕工業)	宇都宮武彦(大阪造船)
	石川爽(東亜ペイント)	大西正次(日本アマコート)
	大塚研二(三井造船)	梶山駿(佐世保重工業)
	斎木昇(大日本塗料)	神例昭一(住友重機械工業)
	川路正(昭和海運)	劍持雄治(岩田塗装機械工業)
	北野三夫(出光タンカー)	柴田幸夫(ジャパンライン)
	近藤利博(石川島播磨重工業)	実藤公一(三井金属鉱業)
	白石圭一(日本海事協会)	高橋弘孝(三菱重工業)
	鈴木茂(関西ペイント)	徳永勝行(来島ドック)
	高橋二郎(日本造船技術センター)	永田三郎(住友金属工業)
	辻本順一(カナエ塗料)	
	日尾勇次(太平洋海運)	殖田新一(東亜ペイント)
討議参加者	朝倉宏司(東亜ペイント)	岡本一(三井造船)
	太田昭二(三菱重工業)	相木栄一(大日本塗料)
	織田凌司(三井造船)	佐野信一(日本油脂)
	栗林求(石川島播磨重工業)	竹本勲(日本ペイント)
	仙波亨(東亜ペイント)	林利実(兔田化学工業)
	二瓶衛(日本アマコート)	前田重義(新日本製鉄)
	平井靖男(日立造船)	松本光生(川崎重工業)
	松本秀敏(日立造船)	森本茂樹(中國塗料)
	宮原健次(兔田化学工業)	柳瀬元昭(川崎重工業)
	安井敏之(日本钢管)	

## 目 次

1. まえがき .....	1
2. 炭化水素類の規制に関する対策 .....	2
2.1 炭化水素の光化学反応性調査 .....	2
2.1.1 概要 .....	2
2.1.2 光化学反応性試験 .....	2
2.1.3 試験結果 .....	6
2.2 外板用塗装 .....	21
2.2.1 概要 .....	21
2.2.2 供試塗料 .....	21
2.2.3 調査項目とその試験方法 .....	30
2.2.4 性能試験用塗装板作製方法 .....	33
2.2.5 試験結果とその考察 .....	37
2.3 デッキおよび上構内外部用塗料 .....	47
2.3.1 供試塗料および塗装系 .....	47
2.3.2 塗料の加熱残分 .....	47
2.3.3 塗膜性試験 .....	70
2.3.4 塗装作業性試験 .....	78
2.3.5 結び .....	82
2.4 タンク用炭化水素類対策塗料 .....	84
2.4.1 概要 .....	84
2.4.2 供試塗料 .....	84
2.4.3 試験方法 .....	87
2.5 タンク用炭化水素類対策塗料試験結果 .....	94
2.5.1 試験結果（その1） .....	94
2.5.2 試験結果（その2） .....	107
2.5.3 基礎試験 .....	126
3. コールタールの規制に関する対策 .....	141
3.1 概要 .....	141
3.2 造船所で使われているタール含有塗料調査 .....	141
3.2.1 タール含有塗料 .....	141
3.3 安全性の高い重防食塗料 .....	144
4. あとがき .....	145

## 1. ま え が き

本研究では、昭和51年度に造船所で使用中の各種塗料の有機溶剤対策について検討し、その成果として次に示す新しい塗料を試作開発した。

- (1) 水性塗料
- (2) 非光化学反応性溶剤型塗料
- (3) 無溶剤型無塗料
- (4) 低溶剤型塗料

本年度は、上記塗料について船体外板、デッキ、上部構造物内外部、およびタンクの各用途別に塗料物性、塗膜物性および塗装作業性を調査し、実用化をはかるための指針を得ると共に、昭和51年度の保留事項であった各種溶剤の光化学反応性の調査結果について報告する。また、コールタールの規制に関する対策として、現在造船所で使われているタール含有塗料の調査および安全性の高い重防食塗料の調査について報告する。

なお、本報告書では、供試塗料を示す場合に表1.1の記号を用いた。

表1.1. 記号説明

記 号	記 号 説 明
W P	ウォッシュ・プライマ
E Z P	エポキシ・ジンク・プライマ
I Z P	無機ジンク・プライマ
O L	油性塗料
A R	アクリル塗料
C R	塩化ゴム塗料
V	ビニル塗料
P E	エポキシ塗料
T E	コールタール・エポキシ塗料
U	ウレタン塗料
T U	コールタール・ウレタン塗料
I Z	無機ジンク塗料
E M	水性塗料
N P	非光化学反応性溶剤型塗料
N S	無溶剤型塗料
S L	低溶剤型塗料
N L	非光化学反応性低溶剤型塗料
S T	現用溶剤型塗料
A / C	船底さび止塗料
A / F	船底防汚塗料
T / S	外げん塗料
R / P	さび止塗料
F / C	上塗り塗料
D / P	デッキペイント
(O)	デッキおよび上構内部用塗料
(I)	上構内部用塗料

## 2. 炭化水素類の規制に関する対策

### 2.1 炭化水素の光化学反応性調査

#### 2.1.1 概要

最近、光化学スモッグが大気汚染の中できわめて大きな問題とされるようになった。その光化学汚染物質発生の主たる要因としては窒素酸化物と炭化水素が考えられる。炭化水素については非常に種類が多く光化学反応の発生形態も広範囲に渡っている。それらすべての炭化水素類の光化学反応性を調査するのは不可能なため、本研究においては船舶用塗料に使用されている種々の有機溶剤について単独溶剤、混合溶剤、および今後使用が増加すると思われる非光化学反応性の溶剤を取り上げ、オキシダント濃度、NO<sub>x</sub>濃度、炭化水素濃度等の経時変化を調査した。

#### 2.1.2 供試溶剤

##### (1) 供試溶剤

本試験で用いた単独溶剤を表2.1.1、混合溶剤を表2.1.3に示す。

表2.1.1. 単独溶剤

番号	供試溶剤	備考
1	プロピレン	基準試料とする
2	キシレン	
3	トルエン	
4	イソプロパノール (IPA)	
5	メチルイソブチルケトン (MIBK)	
6	酢酸エチル	
7	n-ブタノール	
8	セレソルブアセテート	
9	スワゾール310	
10	エチルセロゾルブ	
11	スワゾール1500	
12	ミネラルスピリット	
13	ミネラルスピリットEC	(シェル)
14	IP1620	(出光)
15	エチルシクロヘキサン (ECH)	(丸善)
16	ナフテゾール1000	(日石)
17	シクロヘキサン	
18	酢酸ブチル	
19	イソブタノール	
20	2-ニトロブロパン	
21	トリクロルエチレン	

表 2.1.2. 混合溶剤

適用塗料	供試溶剤(現用溶剤)				供試溶剤(非光学反応性溶剤)			
	番号		溶剤組成	重量比	番号		溶剤組成	重量比
ウォッシュ・プライマ	22	WPシンナ	I P A	60	—	—	—	—
			トルエン	30				
			M I B K	10				
エポキシシンクプライマ	23	E Z P シンナ	トルエン	50	—	—	—	—
			M I B K	30				
			エチルセロソルブ	10				
			ループタノール	10				
エポキシおよび コールタール・エポキシ 塗料	24	P E & T E シンナ	キシレン	60	27	P E · 1 シンナ	E C H	15
			M I B K	20			キシレン	15
			エチルセロソロブ	10			エチルセロソルブ	40
			ループタノール	10			ループタノール	30
					28	P E · 2 シンナ	E C H	15
ウレタン及び コールタール・ウレタン 塗料	25	U & T U シンナ	キシレン	40	29	U シンナ	トルエン	15
			M I B K	20			エチルセロソルブ	40
			酢酸エチル	20			ループタノール	30
			セロソルブアセテート	20			酢酸エチル	20
							シクロヘキサン	10
塩化ゴム塗料	26	C R · 1 シンナ	キシレン	70	30	C R · 2 シンナ	E C H	70
			スワゾール 1500	20			キシレン	30
			スワゾール 310	10	31	C R · 3 シンナ	E C H	40
							酢酸ブチル	30
							セロソルブアセテート	40
水性塗料	—	—			32	E M シンナ	水	90
							キシレン	5
							I P A	5
ビニル塗料	—	—			33	V シンナ	酢酸ブチル	60
							E C H	20
							酢酸エチル	10
							M E K	10

(2) 光化学反応試験条件

試験条件を表 2.1.3 に示す。

表 2.1.3 試験条件

項 目	条 係
供 試 溶 剂 量	2 mol ppm
N O 量	2 mol ppm
純 空 気 量	250 l
温 度	35 ± 3 ℃
湿 度	55 ± 5 %
紫 外 線 照 射 時 間	ma × 4.5 h
紫 外 線 ラ ン プ	ブラックライト 40 W · 30 本

(3) 試験装置

(a) 試験装置

試験装置概略を図 2.1.1 に示す。

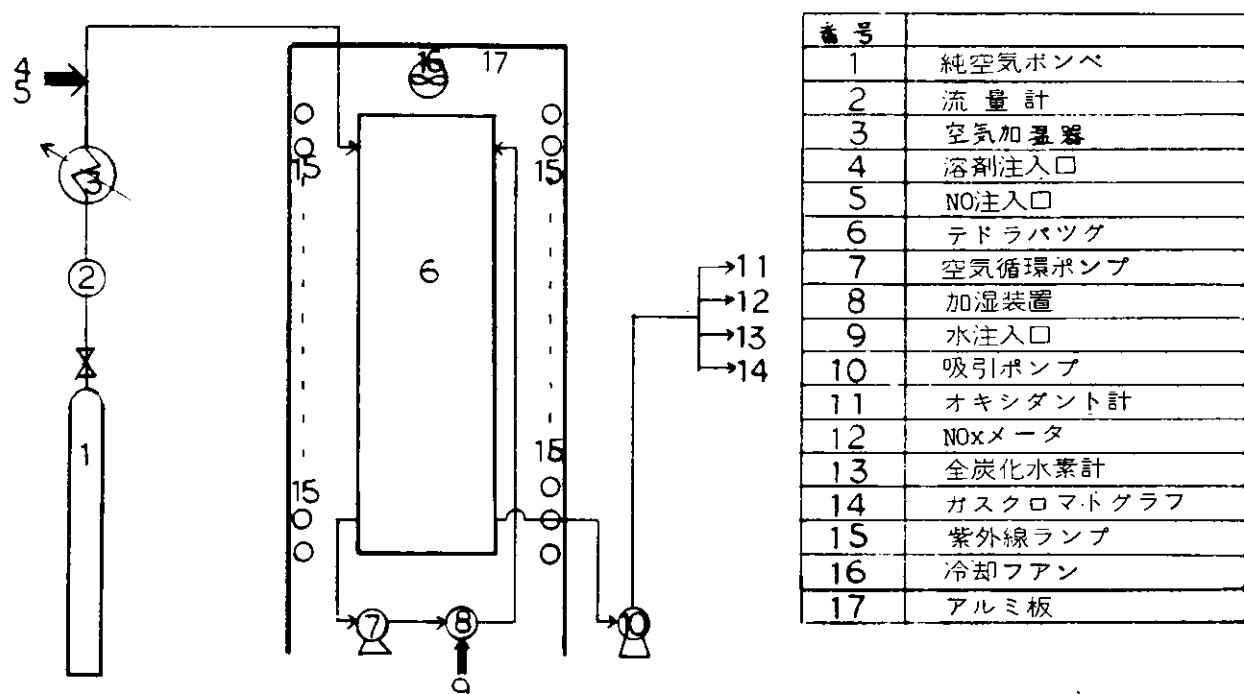


図 2.1.1 装置概略（大阪市立環境科学研究所の御指導により製作）

(b) 照射装置

紫外線照射装置は高さ 1.8 m、長さ 1.5 m、幅 1.2 m の直方体でアルミ板で全面しゃへいされており両側に 15 本づつ計 30 本のブラックライト（ナショナル FL 40 SB-B）が取り付けられている。その中に内容積約 250 ℥ のテドラバッケと空気循環ポンプ、加湿装置、冷却ファンを備える。

(c) ガス分析装置

試験に使用するガス分析装置および分析方法を下記に示す。

(i) オキシダント計

オキシダント計仕様を表 2.1.4 に示す。

表 2.1.4 オキシダント計

項目	
分析法	2%ヨウ化カリ吸光度法
型式	京都電子工業 OX 15 型
使用レンジ	max 2 ppm
試料接集量	500 ml/回

(ii) NOx メータ

NOx メータ仕様を表 2.1.5 に示す

表 2.1.5 NOx メータ

項目	
分析法	ケミルミネッセンス方式
型式	ベックマン製 NO NOx 分析計 951 型
使用レンジ	max 10 ppm

(iii) 全炭化水素計

全炭化水素計仕様を表 2.1.6 に示す。

項目	
分析法	FID 方式非メタン炭化水素濃度測定方式
型式	島津製作所製 HCM 3 AS 型
使用レンジ	max 10 ppm

(iv) ガスクロマトグラフ

ガスクロマトグラフ仕様を表 2.1.7 に示す。

表 2.1.7 ガスクロマトグラフ

項目	
型式	島津製作所製 GC 6 AM
使用カラム	PEG 20M
カラム槽温度	100~120 ℃
キャリヤガス	He
検出器	FID
H <sub>2</sub> 流量	30 ml/min
空気流量	0.8 ℥/min
試料採取量	1~5 ml

### (3) 試験方法

照射実験を開始する前に各分析装置を十分ウォームアップし、バッグ内を純空気で清浄にした後、純空気 250 l を 35 ℃ に調整した空気加温器を通してバック内に導入し、加湿装置でバック内の相体温度が 55 % となるようにする。その間循環ポンプを動かし、バック内の温度および湿度が一定になるようになり、供試溶剤 2 mol ppm、NO 1 vol ppm を注入し、均一になるまで循環させる。その後、ただちに紫外線を照射し、30 分毎に上記の各濃度の経時変化を求める。紫外線の最大照射時間は 4.5 時間とする。なお照射装置内の温度が 35 ℃ を保つように適宜冷却ファンを動かす。

### (4) 光化学反応性の評価

光化学反応性評価基準を表 2.1.8 に示す。評価基準はプロピレン等の光化学反応性試験結果とこれまでの実験結果<sup>1)</sup>を比べ反応性のランク付けを行なった。

なお、オキシダント生成速度については（オキシダント max 値／オキシダント max 値発生までの時間）で示す。

表 2.1.8. 評価基準

評価 項目	NOx-NO t-max (min)	オキシダント max (ppm)	オキシダント (ppb) 生成速度 max
3 (高反応性)	0 ~ 60	0.49 以上	3.26 以上
2 (中反応性)	61 ~ 90	0.25 ~ 0.48	1.26 ~ 3.25
1 (低反応性)	91 以上	0 ~ 0.24	0 ~ 1.25

### 2.1.3 試験結果

単独溶剤、混合溶剤の光化学反応性試験結果を図 2.1.2 ~ 図 2.1.34 に示す。

$$\text{各図は縦軸に濃度変化率 (\%)} = \frac{(\text{初期濃度} - \text{測定時濃度})}{\text{初期濃度}} \times 100$$

(全炭化水素濃度、炭化水素濃度、NO 濃度) と NOx - NO 濃度、オキシダント濃度単位は ppm (= 1/10<sup>3</sup>) を、横軸に時間 (h) を表わす。また光化学反応性の評価を表 2.1.8 に基づき、表 2.1.9、および表 2.1.10 に示す。

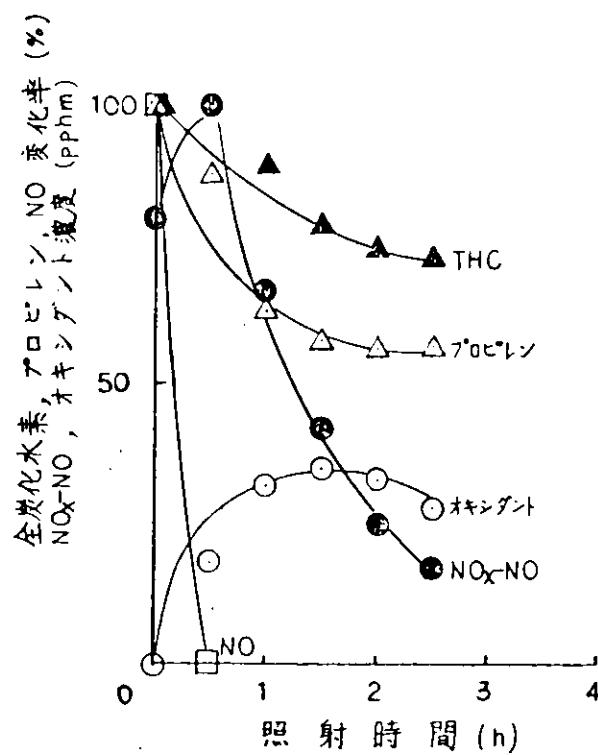


図2.1.2 プロピレン

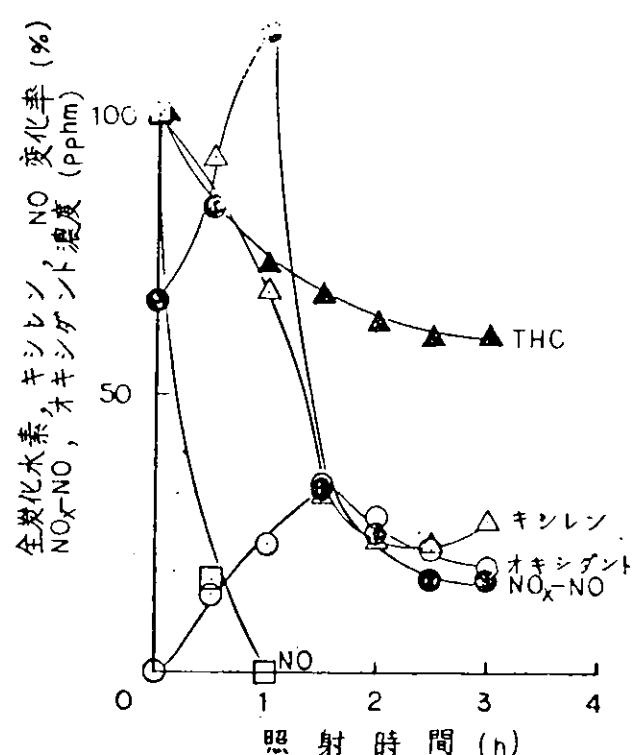


図2.1.3 キシレン

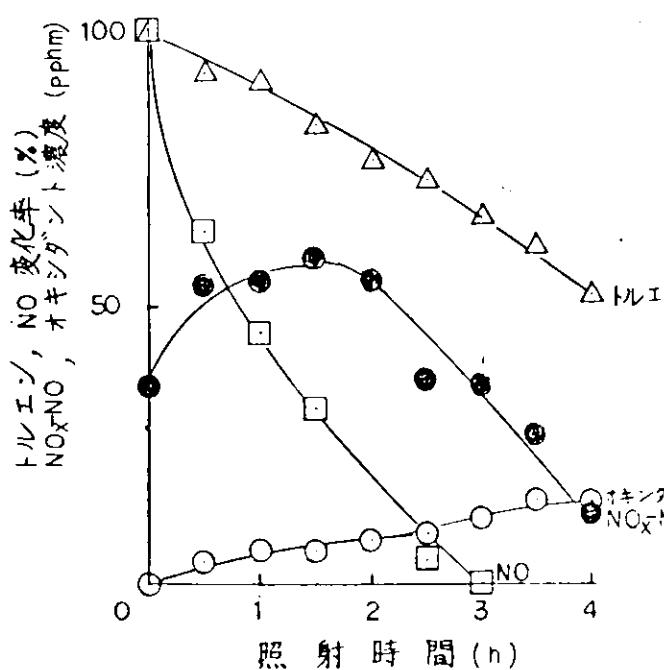


図2.1.4 トルエン

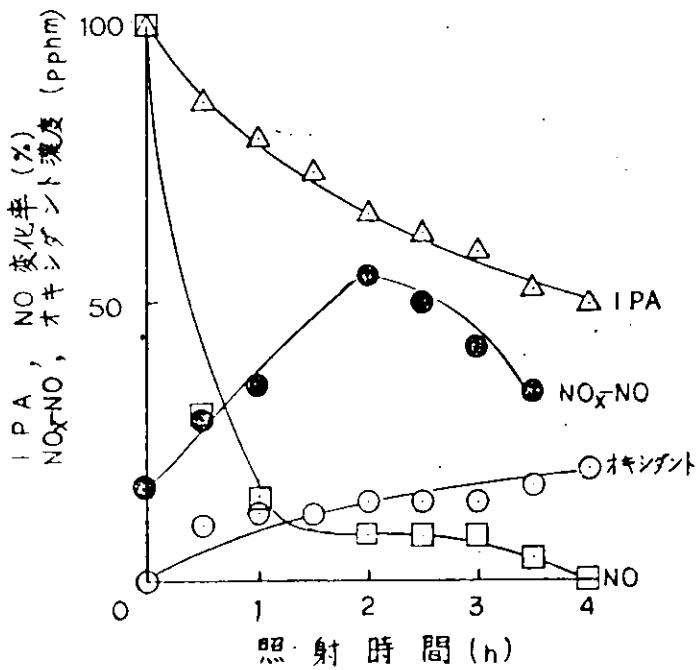


図2.1.5 IPA

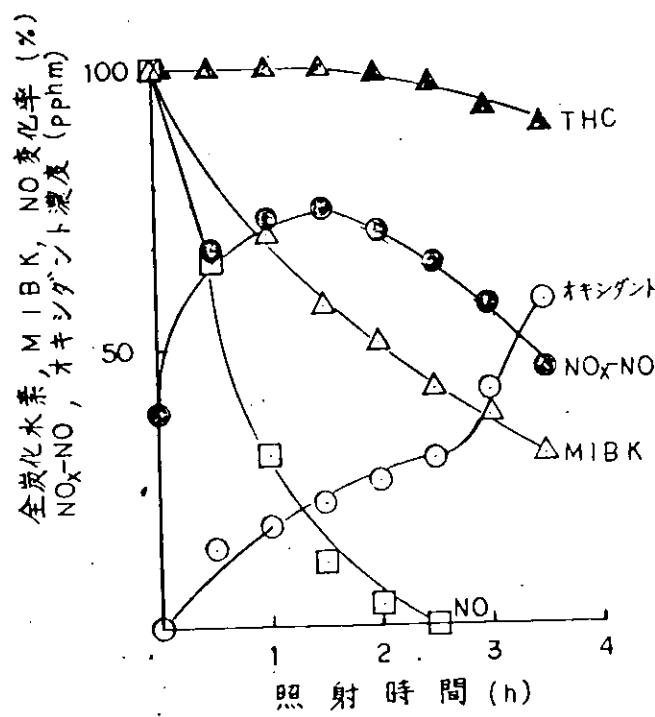


図2.1.6 MIBK

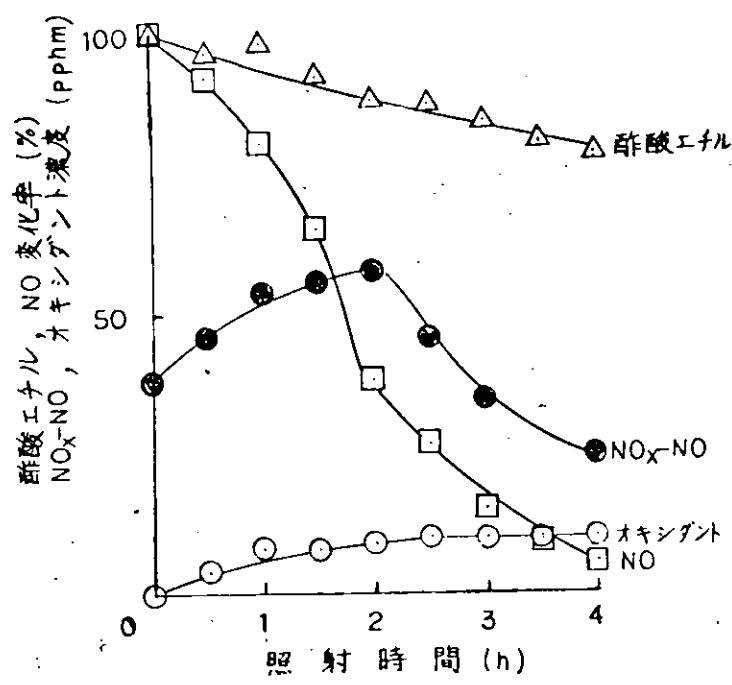


図2.1.7 酢酸エチル

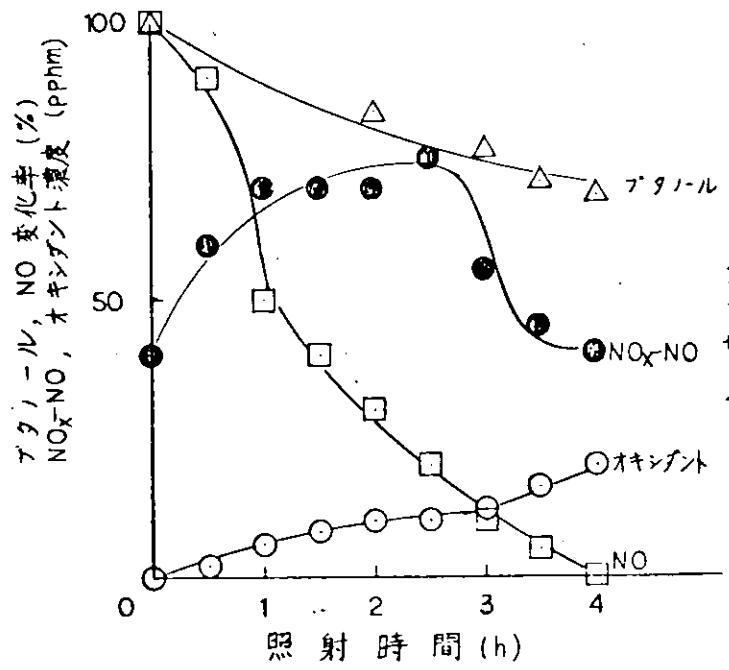


図2.1.8 ブタノール

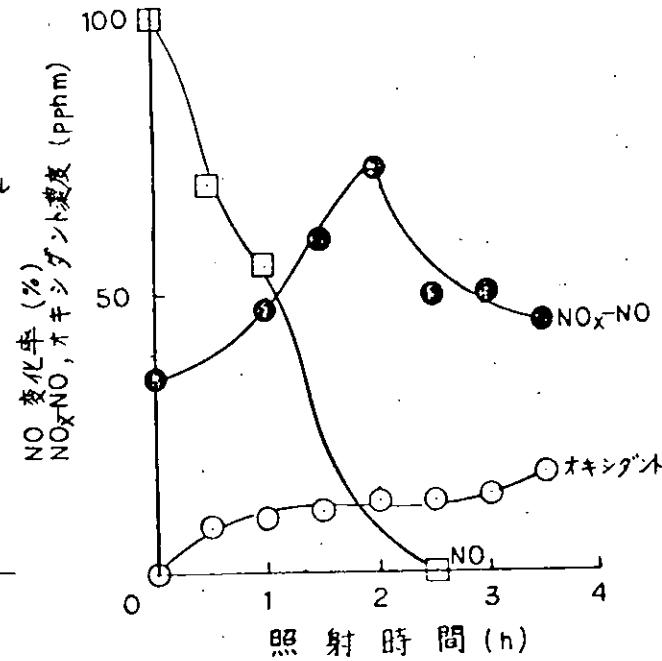


図2.1.9 セロソルブアセテート

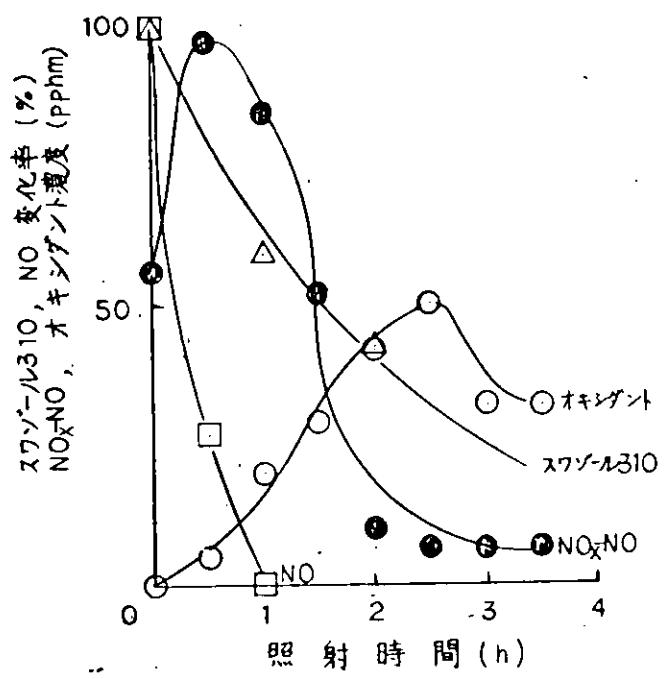


図 2.1.10 スワゾール 310

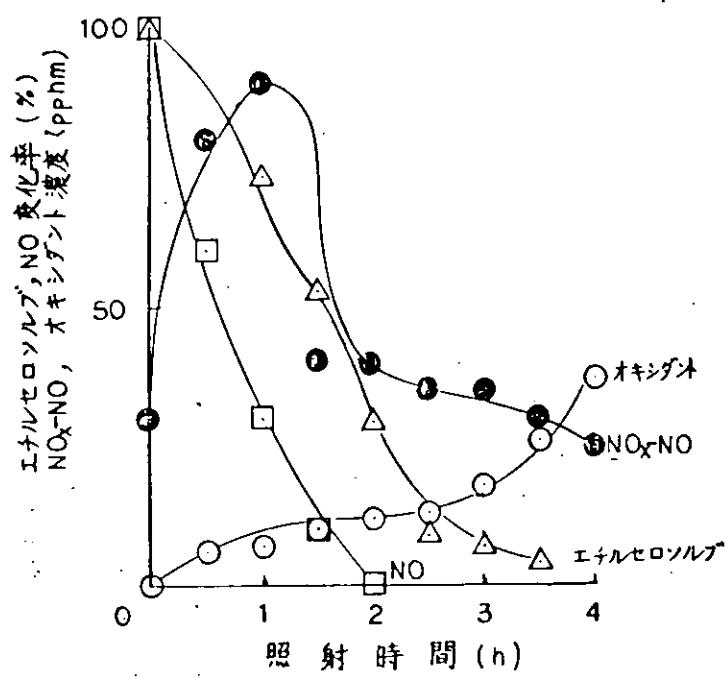


図 2.1.11 エチルセロソルブ

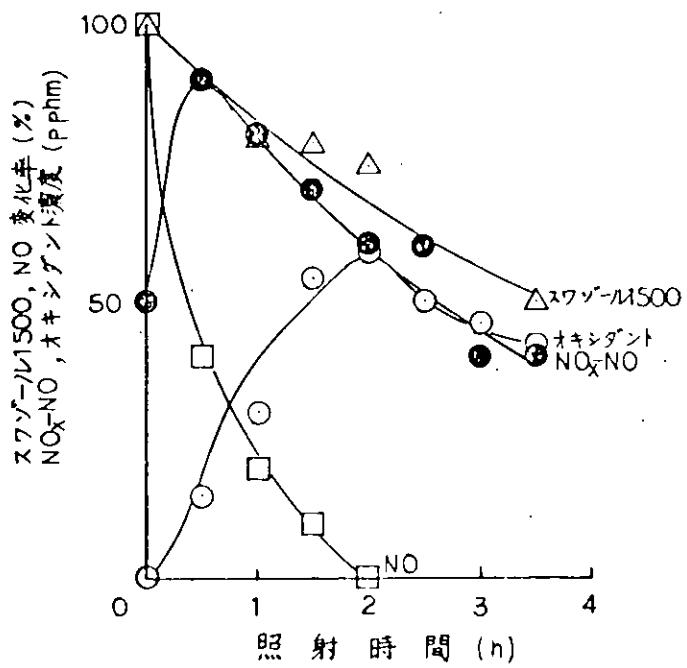


図 2.1.12 スワゾール 1500

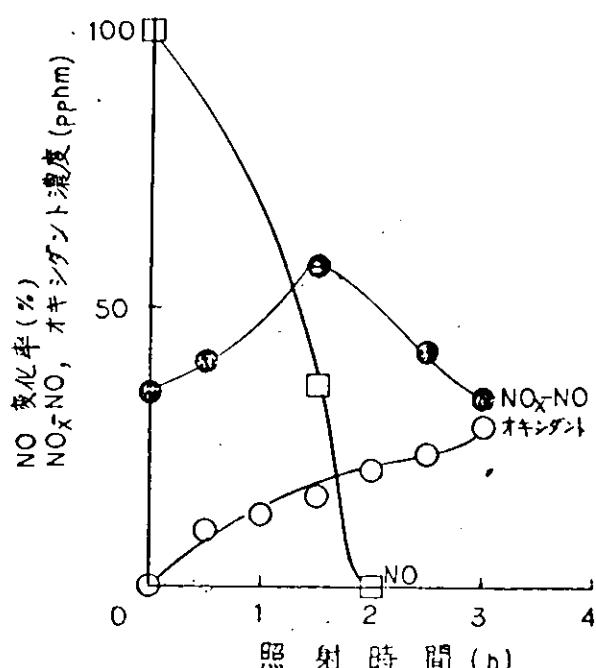


図 2.1.13 ミネラルスピリット

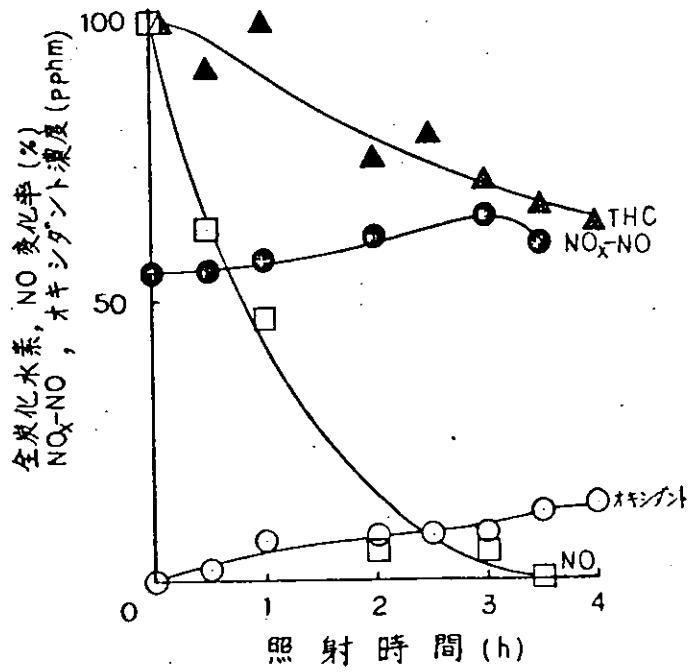


図 2.1.14 ミネラルスピリット EC

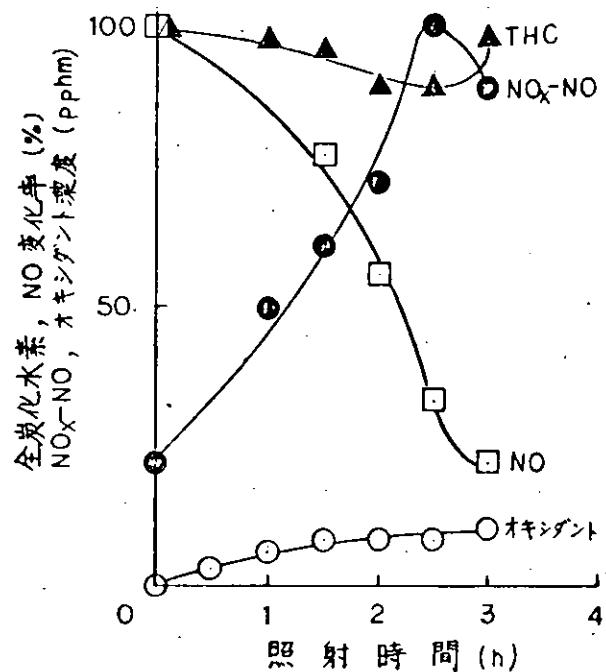


図 2.1.15 IP-1620

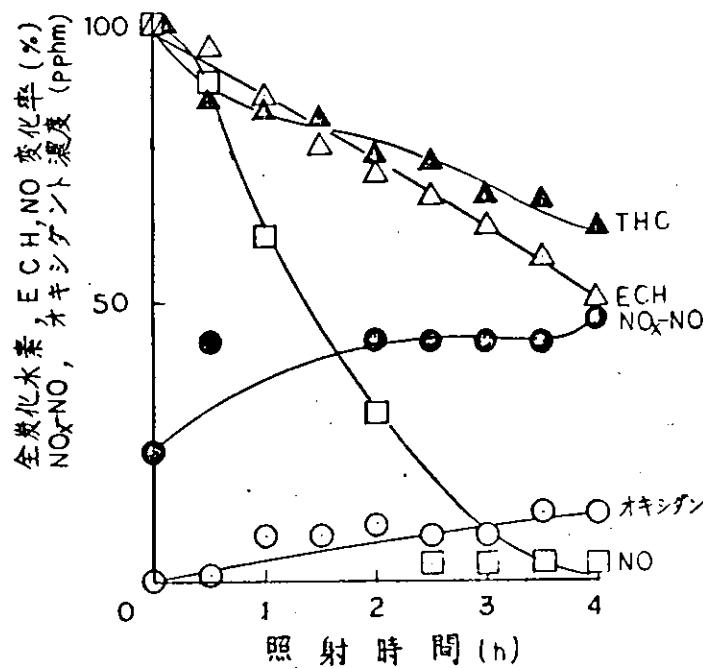


図 2.1.16 ECH

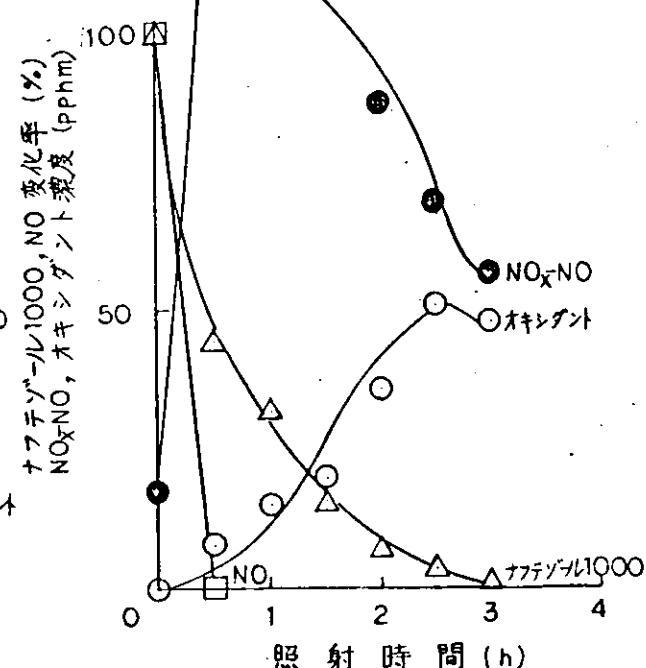


図 2.1.17 ナフテゾール1000

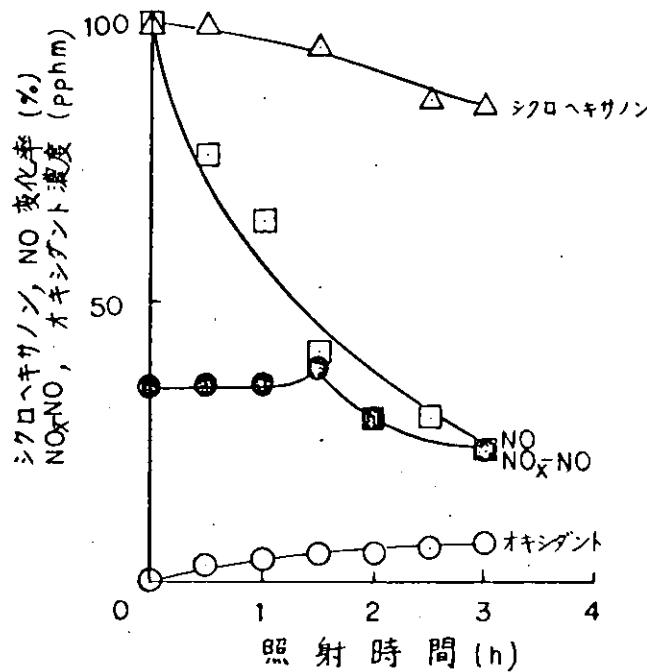


図2.1.18 シクロヘキサン

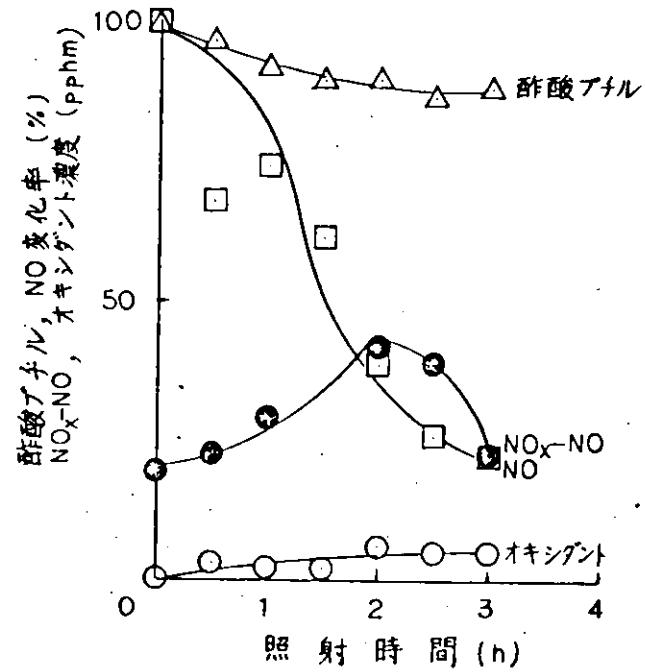


図2.1.19 酢酸アセチル

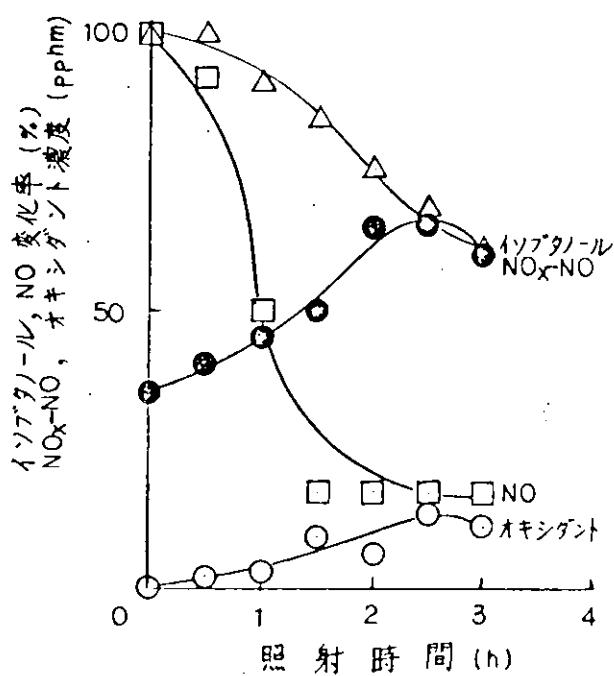


図2.1.20 イソブタノール

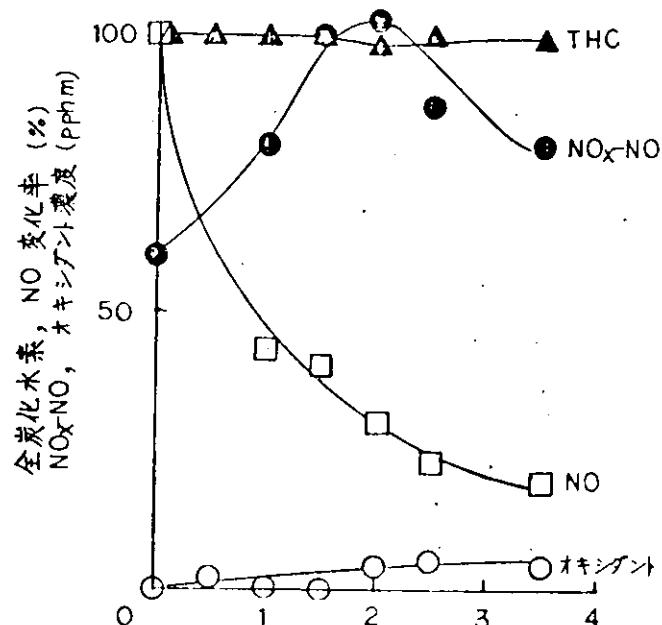


図2.1.21 2-エチルプロパン

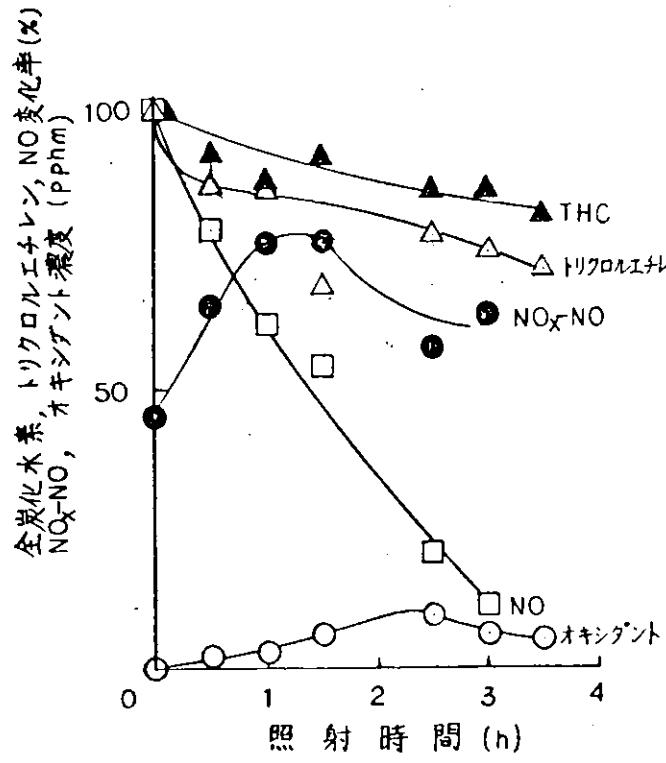


図 2.1.22 トリクロロエチレン

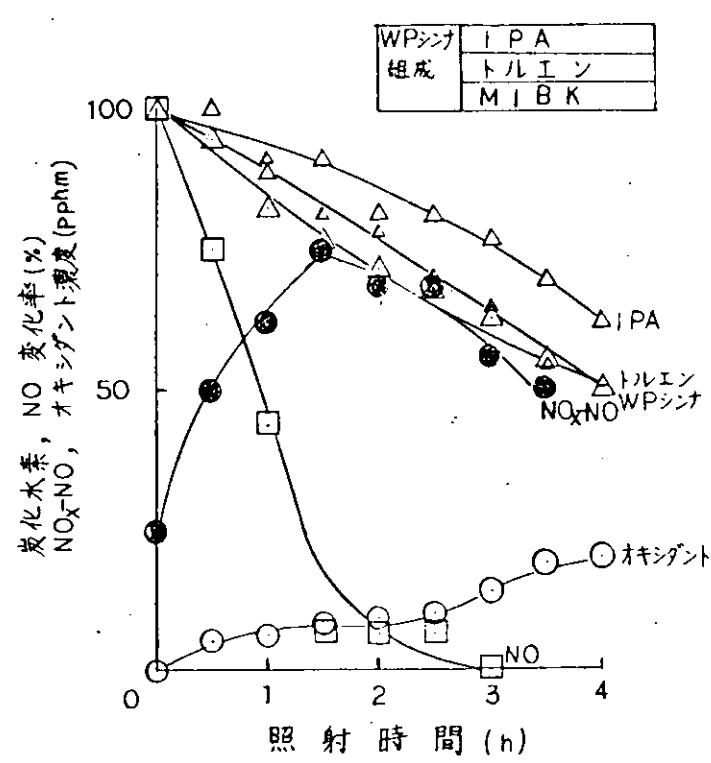


図 2.1.23 WP シンナ

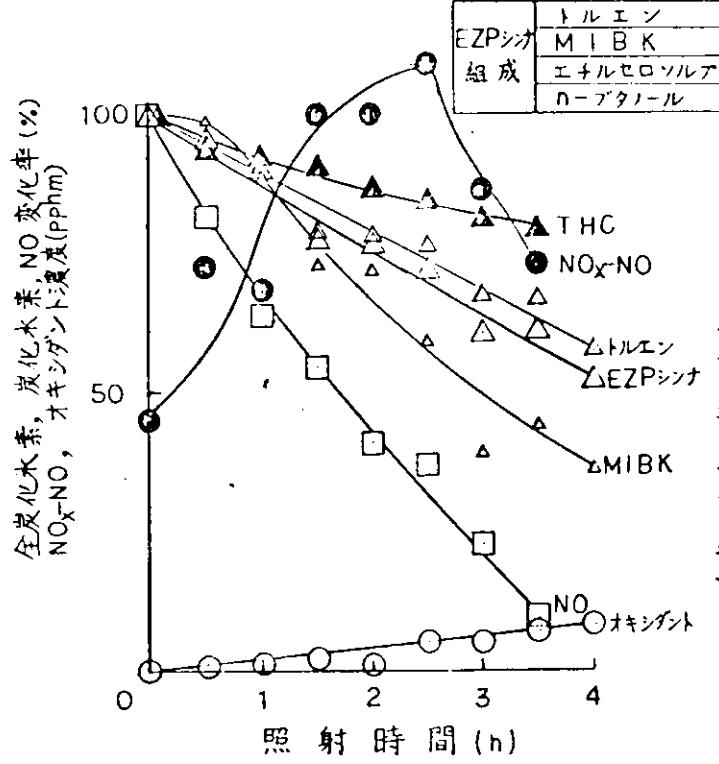


図 2.1.24 EZP シンナ

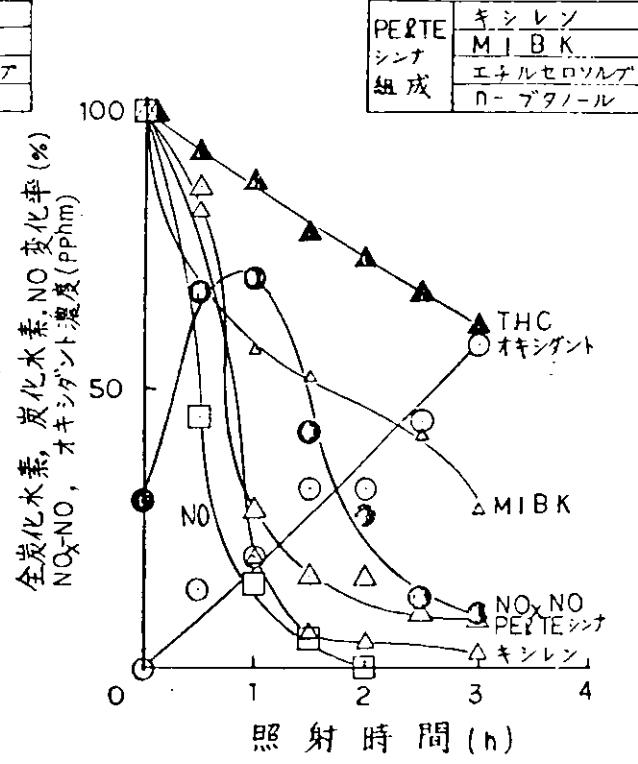


図 2.1.25 PE & TE シンナ

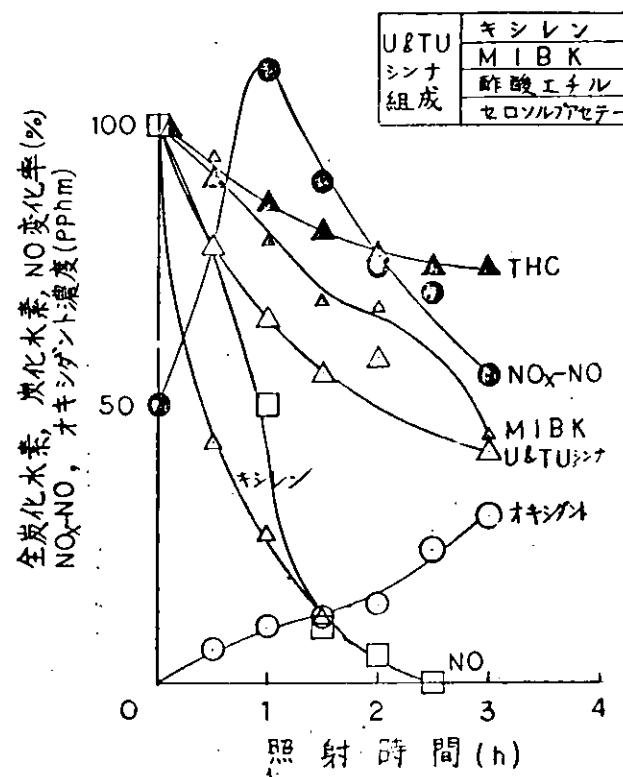


図 2.1.26 U & TU シンナ

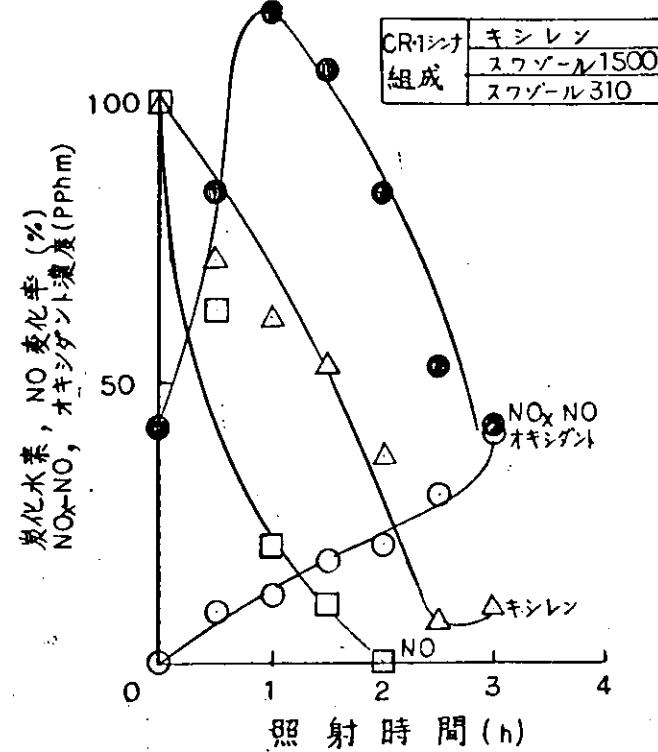


図 2.1.27 CR・1 シンナ

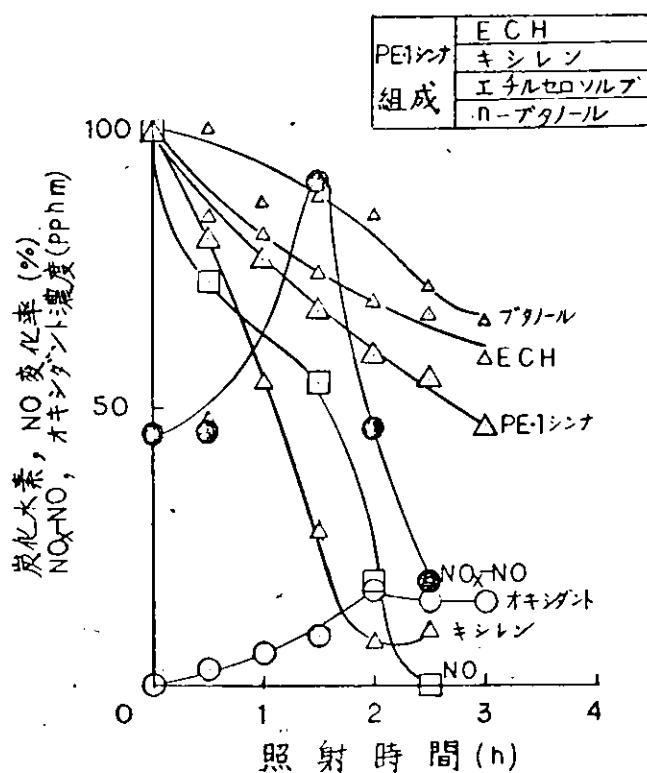


図 2.1.28 PE・1 シンナ

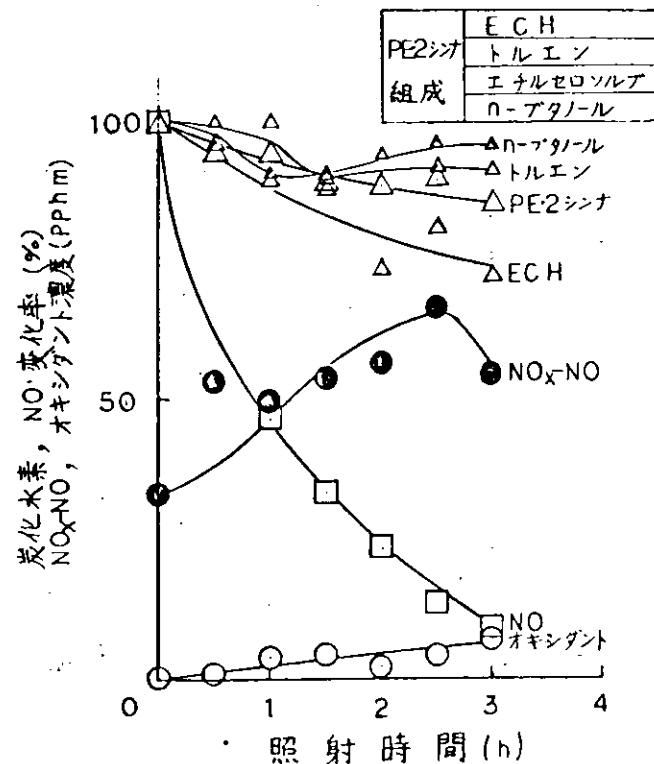


図 2.1.29 PE・2 シンナ

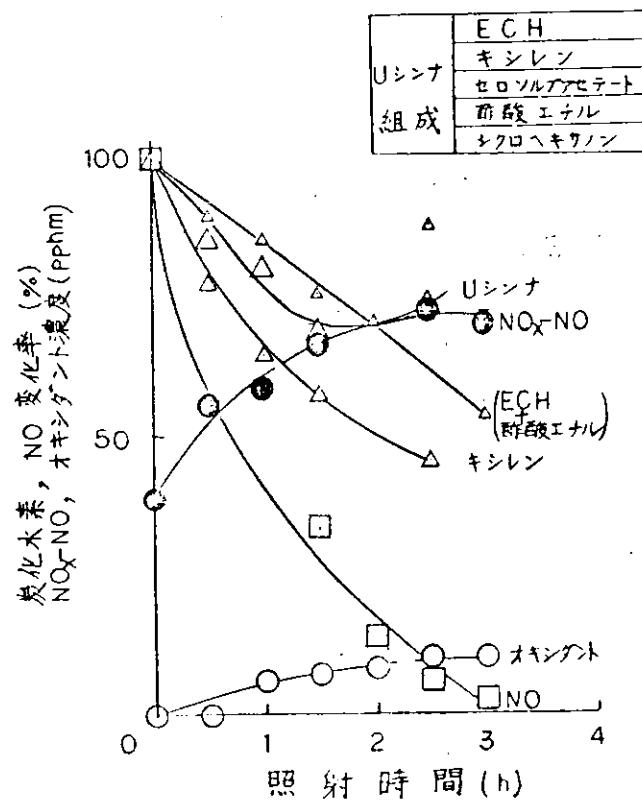


図2.1.30 Uシンナ

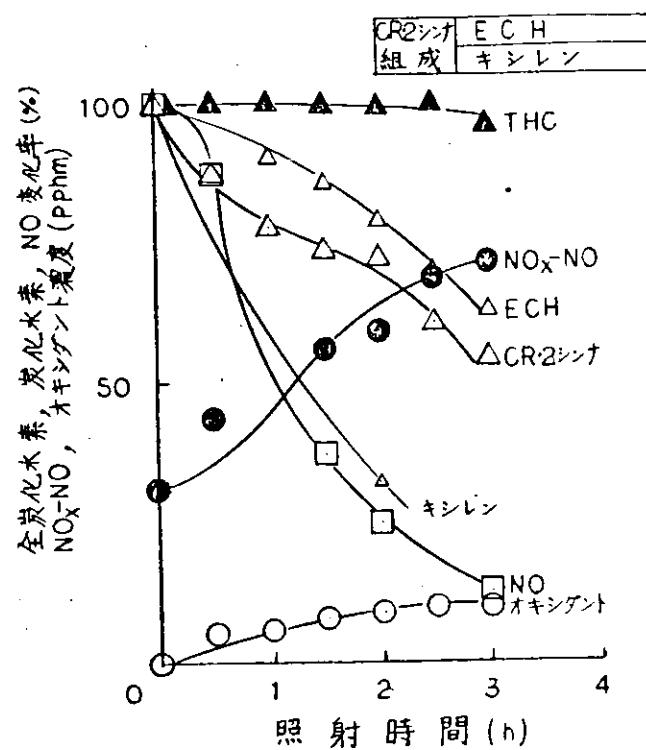


図2.1.31 CR・2シンナ

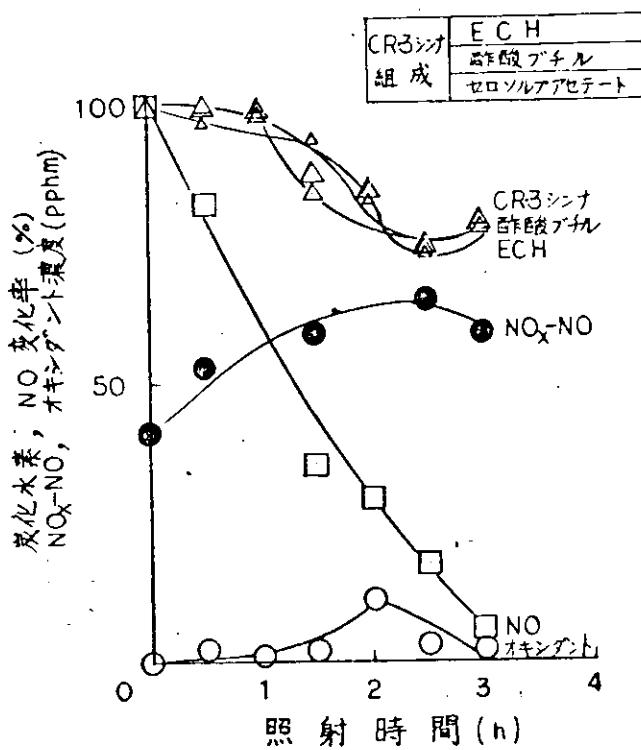


図2.1.32 CR・3シンナ

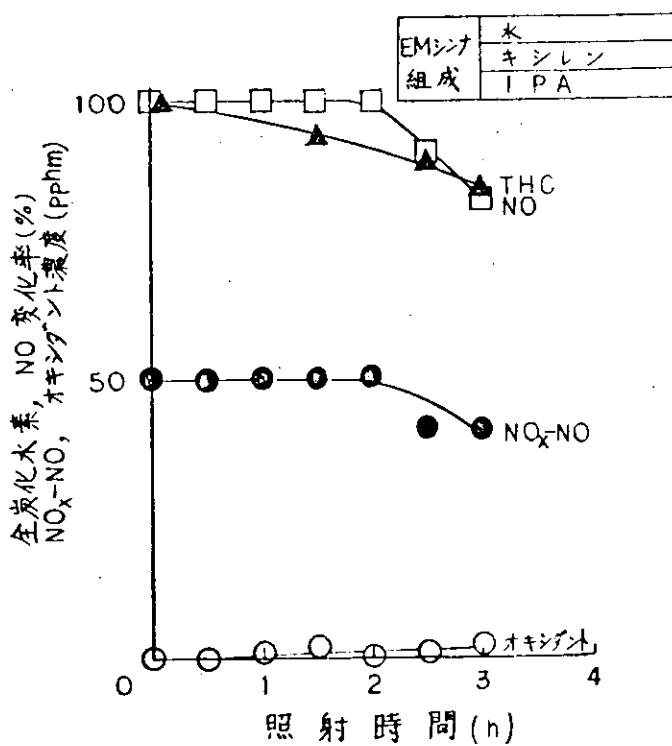


図2.1.33 EMシンナ

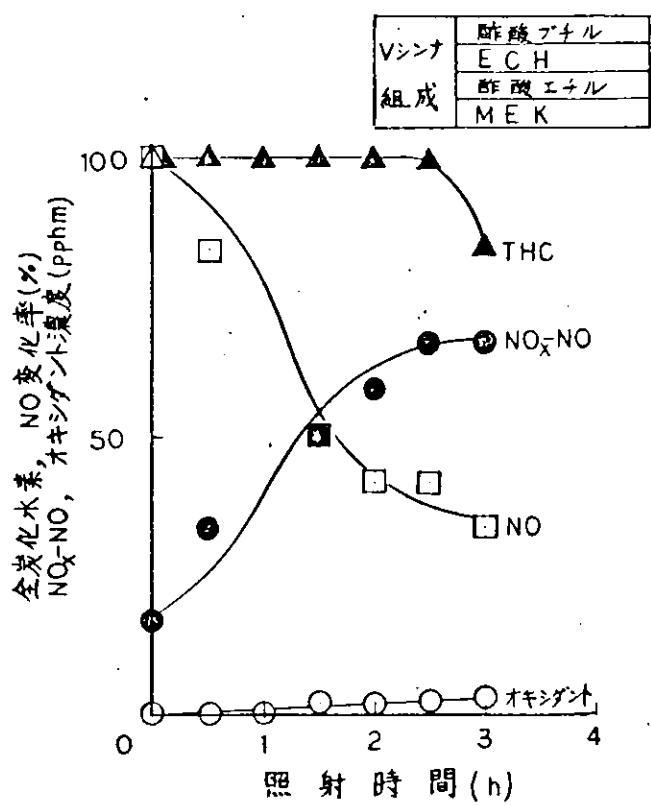


図 2.1.3.4 Vシンナ

表2.1.9 単独溶剤の光化学反応性の評価

番号	供試溶剤	評価項目		オキシダント max	オキシゲント 生成速度	平均
		NO <sub>x</sub> -NO t-max				
1	アロヒレン	3	2	3	2.7	
2	キシレン	3	2	3	2.7	
3	トルエン	2	1	1	1.3	
4	IPA	1	1	1	1.0	
5	MIBK	2	3	2	2.3	
6	酢酸エチル	1	1	1	1.0	
7	n-ブタノール	1	1	1	1.0	
8	セロソルブアセテート	1	1	1	1.0	
9	スワゾール310	3	3	3	3.0	
10	エチルセロソルブ	3	2	2	2.3	
11	スワゾール1500	3	3	3	3.0	
12	ミネラルスピリット	2	2	2	2.0	
13	ミネラルスピリットEC	1	1	1	1.0	
14	IP-1620	1	1	1	1.0	
15	ECH	1	1	1	1.0	
16	ナフテゾール1000	3	3	3	3.0	
17	シクロヘキサン	1	1	1	1.0	
18	酢酸エチル	1	1	1	1.0	
19	イソブタノール	1	1	1	1.0	
20	2-ニトロアロパ	1	1	1	1.0	
21	トリクロルエチレン	2	1	1	1.3	

表2.1.1.0 混合溶剤の光化学反応性の評価

適用塗料	供試溶剤(現用溶剤)				供試溶剤(非光化学反応性溶剤)			
	番号	供試溶剤	NO <sub>x</sub> -NO t <sub>max</sub>	オキシダント max	番号	供試溶剤	NO <sub>x</sub> -NO t <sub>max</sub>	オキシダント max
WP	22 WP シンナ	2	1	1	1,3	—	—	—
EZP	23 EZP シンナ	1	1	1	1,0	—	—	—
PE & TE	24 PE&TE シンナ	3	3	2	2,7	27 PE・1 シンナ	1	1
U & TU	25 U&TU シンナ	3	2	2	2,3	28 PE・2 シンナ	1	1
CR	26 CR・1 シンナ	3	2	2	2,3	29 U シンナ	1	1
						30 CR2 シンナ	1	1
						31 CR・3 シンナ	1	1
EM	—	—	—	—	—	32 EM シンナ	1	1
V	—	—	—	—	—	33 V シンナ	1	1
							—	10

## 2.1.4 考 察

### (1) 単 独 溶 剤

#### (a) プロピレン

今回の試験では基準試料として選択した。プロピレンについてはこれまでの実験例<sup>1), 2)</sup>が多く反応性は高い。図 2.1.2 より NO が酸化して消滅する時間は 30 分、 NO<sub>x</sub> - NO 濃度の最大値は 90 分、オキシダント濃度の最大値は 90 分で達しており、かなり反応性は高い。

#### (b) キシレン

NO が酸化して消滅する時間は 60 分、 NO<sub>x</sub> - NO 濃度の最大値は 60 分で達しておりプロピレン同様、反応性は高い。

#### (c) トルエン

NO の酸化は比較的緩やかであり、オキシダント濃度の最大値は低く反応性は高くない。

#### (d) I P A

NO の酸化は遅く、 NO<sub>x</sub> - NO 濃度の最大値に 120 分で達している。炭化水素濃度の減少も比較的緩やかであり、オキシダント濃度も低く、反応性は低い。

#### (e) M I B K

炭化水素の減少速度が比較的早く、オキシダント濃度の最大値もかなり高いので反応性は高い。

#### (f) 酢酸エチル

NO の酸化および炭化水素の減少速度も緩やかであり、オキシダント濃度の増加も少ないので反応性は低い。

#### (g) ループタノール

NO の酸化および炭化水素の減少速度も緩やかであり、オキシダント濃度の増加も比較的少ないので反応性は低い。

#### (h) セロソルブアセテート

NO が酸化して消滅する時間は 150 分、 NO<sub>x</sub> - NO 濃度の最大値は 120 分で達しており、オキシダント濃度の最大値は割と低く、反応性は低い。

#### (i) スワゾール 310

NO が酸化して消滅する時間は 60 分、 NO<sub>x</sub> - NO 濃度の最大値は 30 分で達しており、オキシダント濃度の最大値も高く、反応性は高い。

#### (j) エチルセロソルブ

炭化水素の減少速度が早く、オキシダント濃度も増加の傾向にあり、反応性はかなり高い。

#### (k) スワゾール 1500

NO<sub>x</sub> - NO 濃度の最大値には 30 分で達し、オキシダント濃度の生成速度も早いので、反応性は高い。

#### (l) ミネラルスピリット

NO<sub>x</sub> - NO 濃度の最大値には 90 分で達し、オキシダント濃度の生成速度も早いので、反応性は比較的高い。

#### (m) ミネラルスピリット E C

非光学反応性溶剤であり、オキシダント濃度の最大値は低く、生成速度も遅いので反応性は低い。

#### (n) I P 1620

NO の酸化速度は遅く、オキシダント濃度の最大値も低いので、ミネラルスピリット E C 同様、反応性は低い。

#### (o) E C H

全炭化水素濃度とガスクロマトグラフによる炭化水素濃度の減少は比較的似かよっている。オキシダント濃度の最大値は低く、生成速度も遅いので、反応性は低い。

(p) ナフテゾール 1000

本溶剤は非光化学反応性溶剤であるがNOが酸化して消滅する時間は30分NO<sub>x</sub>-NO濃度の最大値にも30分で達し、オキシダント濃度の最大値も高いので反応性は高い。

(q) シクロヘキサン

NO<sub>x</sub>-NO濃度の最大値には90分で達しているがNOの酸化速度は遅く、オキシダント濃度の最大値も低いので反応性は低い。

(r) 酢酸ブチル

NOの酸化速度、オキシダント濃度の生成速度も遅いので反応性は低い。

(s) イソブタノール

NO<sub>x</sub>-NO濃度の最大値には150分で達しており、オキシダント濃度の最大値も低くオキシダント生成速度も遅いので反応性は低い。

(t) 2-ニトロブロバン

NOが酸化して消滅する時間は210分以上、NO<sub>x</sub>-NO濃度の最大値は120分で達しており、オキシダント濃度の最大値は低く反応性は低い。

(u) トリクロルエチレン

NO<sub>x</sub>-NO濃度の最大値は90分で達しているがNOの酸化速度は遅く、オキシダント濃度の最大値も低いので反応性は低い。

(2) 混合溶剤

(a) WPシンナ

混合溶剤の場合、反応性は必ずしも単純な濃度比で説明できない。本溶剤の場合、反応性はMIBKより低く、IPAよりは高く、トルエンと同程度であるから反応性はそれほど高くない。

(b) EZPシンナ

本溶剤の場合、NOの酸化は遅く、オキシダント濃度の生成速度も遅く、最大値も低いので反応性は低い。

(c) PE&TEシンナ

本溶剤中のキシレン、MIBKとともに濃度の減少速度が早い。NO<sub>x</sub>-NO濃度の最大値には60分で達し、オキシダント濃度の最大値も高いので反応性はかなり高い。

(d) U&TUシンナ

PE&TEシンナと同様、キシレン、MIBKとともに濃度の減少速度が早い。NO<sub>x</sub>-NO濃度の最大値には60分で達し、オキシダント濃度の増加も比較的早いので反応性はかなり高い。

(e) CR・1シンナ

本溶剤の場合、NO<sub>x</sub>-NO濃度の最大値には60分で達しており、オキシダント濃度も増加の傾向にあるので反応性はかなり高い。

(3) 非光化学反応性混合溶剤

(a) PE・1シンナ

NOが酸化して消滅する時間は150分、NO<sub>x</sub>-NO濃度の最大値は90分で達している。オキシダント濃度は12分で最大値に達し、その後若干ではあるが減少している。反応性は、キシレン、エチルセロソルブ配合されているにもかかわらず低い。

(b) PE・2シンナ

NOの酸化は比較的緩やかであり、オキシダント濃度の最大値も低いので反応性は低い。

(c) Uシンナ

NO<sub>x</sub>-NO濃度の最大値には150で達しており、オキシダント濃度の増加も比較的緩やかであるので反応性は低い。

(d) CR・2シンナ

本溶剤の場合、NOの酸化は比較的遅く、NO<sub>x</sub>-NO濃度の増加はみられるが180以内では最大値が現われない。オキシダント濃度の増加も遅いので反応性は低い。

(e) CR・3シンナ

NO<sub>x</sub>-NO濃度の最大値は150であり、オキシダント濃度も低く反応性は低い。

(f) EMシンナ

NOの酸化もほとんどなくオキシダント濃度の増加も遅いので反応性は低い。

(g) Vシンナ

NOの酸化は遅く、NO<sub>x</sub>-NO濃度の増加傾向はみられるが180分以内では最大値が現われない。オキシダント濃度の増加も緩やかであるので反応性は低い。

### 2.1.5 結　　び

単独溶剤21種、混合溶剤12種について光化学反応性試験を行なった。単独溶剤については、現在塗料用溶剤として使用されている溶剤中で反応性が高いのは、キシレン、スワゾール310、スワゾール1500であり、前記の溶剤よりわずかに反応性が低いのは、MIBK、エチルセロソルブ、ミネラルスピリットがある。他の溶剤については反応性が低い。

非光化学反応性溶剤はナフテゾール1500を除いていずれも反応性が低い。PE&TEシンナ、U&Tシンナ、CR・1シンナの反応性が高いのは、キシレン、MIBKなどが比較的多く配合されているためである。

非光化学反応性混合溶剤は、いずれも反応性は低い、従って既存の反応性の高い溶剤を使用する場合においても、反応性の低い非光化学反応性溶剤とともに使用する事によって反応性の低い混合溶剤の作成が可能である。

炭化水素類の光化学反応性を調査するにあたり、実験装置、試験条件、および分析方法について、大阪市立環境科学研究所、環境医学課長岡三知夫氏同課主任研究員中土井隆氏の指導を賜わった。ここに感謝の意を表わし、厚く御礼申しあげる。

### 参　考　文　献

- 1) 炭化水素類発生源対策調査委員会：炭化水素類発生源対策調査委員会報告 昭和50年6月
- 2) 柳原茂等：有機溶剤等の光化学反応性  
機械技術研究所報告No.86

## 2.2 外板用塗料

### 2.2.1 概 要

炭化水素類対策として開発した溶剤変更型塗料および溶剤低減型塗料などの新塗料について、船体外板部を対象にその諸特性を調査した。

調査内容の概要是、これら新塗料の塗料性状、および対象区画である船体外板部をさらに船底部と外舷部の2区画に大別し、各区画に対するこれらの新塗料による塗装系塗膜としての耐食性や層間付着性などの諸特性について検討した。また、個々の塗料に対しては塗装作業性についても若干の検討を試みた。

### 2.2.2 供 試 塗 料

対象とした塗料は溶剤変更型塗料として水性塗料および非光化学反応性溶剤型塗料として無溶剤型塗料および低溶剤型塗料であり、塗料樹脂系としては塩化ゴム系、ビニル系、エポキシ系、タールエポキシ系およびアクリル系とした。

また、本研究のために開発したこれらの新塗料に対し、次の諸特性を具備するように、あらかじめ設定した。

- (1) 塗料粘度：塗装作業においてシンナーを添加することなく、現用の1液型エアレス塗装機でスプレー塗装が可能な粘度範囲にあること。
- (2) 可使時間：2液型塗料の場合、30℃で2時間以上の可使時間を有すること。
- (3) 乾燥時間：室温条件下で塗装後15時間以内で塗膜面歩行が可能であること。
- (4) 不揮発分：溶剤低減型塗料の不揮発分は各樹脂系ごとに以下のとおりとする。

- ① 塩化ゴム系塗料 ..... 70 wt %以上
- ② エポキシ系塗料 ..... 80 wt %以上
- ③ タールエポキシ系塗料 ..... 80 wt %以上

なお、本研究における供試塗料の種類としては表2.2.1に示すものが新塗料として開発可能なものであった。また、これらの新塗料に対し、現用溶剤型塗料である塩化ゴム系、ビニル系、エポキシ系、タールエポキシ系および無機質ジンク系（アルキルシリケート系）の各種塗料とそれぞれ比較検討した。これらの供試塗料の塗料性状の概要を表2.2.2に示す。

また、ショッププライマ（以下S/Pと略す）としては有機質ジンクプライマ、無機質ジンクプライマおよびウォッシュプライマの3種であり、これらのS/Pの塗料性状を表2.2.3に示す。さらに、船底部区画に適用した船底防汚塗料（以下A/Fと略す）としては、亜酸化銅を含有した現用塗料である。このA/Fについては塗料性状などは省略する。

以上に示した各種供試塗料による船体外板部を対象とした塗装系として、船底部区画については表2.2.4に、また外舷部区画については表2.2.5にそれぞれ示す。

表2.2.1 炭化水素類対策塗料の種類（船体外板用）

塗料の種類		炭化水素類対策塗料				現用溶剤型 基材
		溶剤変更型塗料	溶剤低減型塗料	無溶剤型 塗料	低溶剤型 塗料	
塗料の樹脂系	水性塗料	非光化学反応性 溶剤型塗料				
	下塗	-	CR <sup>A</sup> / <sub>C</sub> ·NP	-	CR <sup>A</sup> / <sub>C</sub> ·SL	CR <sup>A</sup> / <sub>C</sub>
	上塗	-	CR <sup>T</sup> / <sub>S</sub> ·NP	-	CR <sup>T</sup> / <sub>S</sub> ·SL	CR <sup>T</sup> / <sub>S</sub>
ビニル系	A/F	-	-	-	-	CR <sup>A</sup> / <sub>F</sub>
	下塗	-	V· <sup>A</sup> / <sub>C</sub> ·NP	-	-	V· <sup>A</sup> / <sub>C</sub>
	上塗	-	V· <sup>T</sup> / <sub>S</sub> ·NP	-	-	V· <sup>T</sup> / <sub>S</sub>
エポキシ系	A/F	-	-	-	-	V· <sup>A</sup> / <sub>F</sub>
	下塗	PE· <sup>A</sup> / <sub>C</sub> ·EM	PE· <sup>A</sup> / <sub>C</sub> ·NP	PE· <sup>A</sup> / <sub>C</sub> ·NS	PE· <sup>A</sup> / <sub>C</sub> ·SL	PE <sup>A</sup> / <sub>C</sub>
	上塗	PE· <sup>T</sup> / <sub>S</sub> ·EM	PE· <sup>T</sup> / <sub>S</sub> ·NP	PE· <sup>T</sup> / <sub>S</sub> ·NS	PE· <sup>T</sup> / <sub>S</sub> ·SL	PE <sup>T</sup> / <sub>S</sub>
タリホキ系	A/F	-	-	-	-	PE <sup>A</sup> / <sub>F</sub>
	下塗	TE <sup>A</sup> / <sub>C</sub> ·EM	TE <sup>A</sup> / <sub>C</sub> ·NP	TE <sup>A</sup> / <sub>C</sub> ·NS	TE <sup>A</sup> / <sub>C</sub> ·SL	TE <sup>A</sup> / <sub>C</sub>
	A/F	-	-	-	-	TE <sup>A</sup> / <sub>F</sub>
マクセル系	下塗	AR <sup>A</sup> / <sub>C</sub> ·EM	-	-	-	-
	上塗	AR <sup>T</sup> / <sub>S</sub> ·EM	-	-	-	-
無機塗料	下塗	-	-	-	-	I <sub>Z</sub> <sup>A</sup> / <sub>C</sub>

表2.2.2-(1) 供試塗料性状(塩化ゴム系塗料)

項目	種類	CR-%	CR/A-C-NP		CR/A-C-SL		CR/T/S		CR/T/S-NP		CR/T/S-ST	
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
色相	シルバーブラック	シルバーブラック	シルバーブラック	シルバーブラック	シルバーブラック	シルバーブラック	シルバーブラック	シルバーブラック	シルバーブラック	シルバーブラック	シルバーブラック	シルバーブラック
比重	1.41	1.43	1.27	1.52	1.34	1.30			1.27	1.30	1.52	1.51
粘度(20°C)	31.5P	18.0P	77KU	78KU	100KU	31.5P	17.5P	72KU	73KU	92KU		
不揮発分(wt%)	60.7	67.7	59.0	73.7	70.0	58.0	59.3	60.0	72.3	73.0		
塗布量(g/m <sup>2</sup> )	184	147	130	155	100	205	120	115	110	105		
膜厚(μm)(wet/dry)	130/60	103/60	100/40	125/60	75/40	162/60	95/35	88/35	125/40	68/35		
硬化時間(20°C)	指触硬化	30 min	30 min	30 min	10 min	50 min	30 min	30 min	45 min	10 min	50 min	
溶剤	MIBK(MIBK) +ジレート +アセトニトリル +アセトアルデヒド +アセト酸	○ ○ ○ ○ ○										
溶剂量(wt%)	30.3	30.3	41.0	27.0	30.0	45.7	45.7	40.0	23.5	27.0		

表2.2-2(2) 供試塗料性状(ビニル系、アクリル系塗料)

種類 目	V.A/C		V.A/C-NP		V.T/S		V.T/S-NP		37℃-EM		AR/T/S-EM	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
色相	シルバ-	シルバ-	シルバ-	シルバ-	白	白	白	白	赤ぶら	赤ぶら	白	白
比重	0.96	0.99	0.98	1.06			1.07	1.06	1.23	1.40	1.20	1.23
粘度 (20°C)	3.0 P	10.0 P	5.0 P	3.75 P			10.0 P	8.0 P	48.5 P	50 P	42.0 P	40.0 P
不揮発分 (wt %)	29.0	30.0	29.0	43.0			41.0	32.7	52.4	60.1	49.0	49.0
塗布量 (g/m²)	135	149	125	98			117	139	237	160	155	135
膜厚 (μm) (wet/dry)	141/25	150/25	123/20	92/25			109/25	126/25	190/80	113/50	139/50	108/40
乾燥時間 (20°C)	指触 10min	10min	20min	15min			15min	30min	30min	30min	30min	1 h
	硬化 30min		2 h	2 h			2 h	2 h	4 h	2 h	4 h	8 h
MIBK	0		(check)	0					0	0		
着料組成	アロマジカルアセテート 酢酸ジカルエスチル 酢酸エチルエスチル ジカルカルブターニ 酢酸メチル エチルシクロヘキサン トルエン								0	0		
溶解性 (wt %)	72.8	72.8	71.0	60.0			60.0	66.0	0	3.0	0	5.0

表2.2.2-(3) 供試塗料の塗料性状(エボキシ系, 塗料)

種類 供試塗料	PE% <sup>A</sup> <sub>C</sub>	PE% <sup>A</sup> <sub>EM</sub>	PE% <sup>A</sup> <sub>C·NP</sub>	PE% <sup>A</sup> <sub>C·NS</sub>	PE% <sup>A</sup> <sub>SL</sub>	PE% <sup>T</sup> <sub>S</sub>	PE% <sup>T</sup> <sub>EM</sub>	PE% <sup>T</sup> <sub>NP</sub>	PE% <sup>T</sup> <sub>NS</sub>	PE% <sup>T</sup> <sub>SL</sub>
内容物		1	2	1	2	1	2	1	2	1
色 相		白	白	白	白	白	白	白	白	白
付着性 (20°C) 塗料 (Wt%)	1.21 1.15	1.20 1.21	1.12 1.43	1.43 1.38	1.48 1.49	1.33 1.33	1.26 1.33	1.09 1.30	1.25 1.30	1.38 1.43
粘度 (20°C) 溶剤 (Wt%)	10.0 p 60 g 10 10	10.0 p 77 77 23 10	50 P 18 P 15 P	60 p 19 p vol. 2	220 p 85 85 15 1	30 p 85 85 15 10	40 p 50 50 10 10	11 p 75 75 10 25	5 p 18 p 10 10	16.5 p 50 p 10 15
溶解性 (%)	62.0 61.0	62.6 64.3	66.0 66.0	100 100	89.8 89.8	89.8 89.8	64.6 64.6	49.3 49.3	53.4 62.6	93.6 93.6
塗膜厚 (μm)	24.0 28.5	28.0 25.4	20.5 4.00	35.0 4.20	39.5 39.5	120 120	17.1 17.1	27.4 27.4	11.3 11.3	14.5 14.5
附着性 (μm) (Wet/dry)	220/240 /100	234/210 /125	181/100	320/250 /100	320/250 /250 /250	90/300 /250 /40	125/250 /40	250/87 /100 /40	99/40 /40	150/250 /100 /250 /100
干燥時間 (20°C)	2 h 4 h 10 h 20 h	3 h 2 h 14 h 12 h	1.5 h 1.5 h 24 h 24 h	12 h 12 h 10 h 10 h	3 h 3 h 4 h 12 h 18 h 18 h	12 h 12 h 8 h 12 h 18 h 12 h	4 h 3 h 1.5 h 1.5 h 12 h 14 h 24 h 24 h	3 h 1.5 h 10 h 10 h 12 h 14 h 5 h 24 h	10 h 10 h 1.5 h 1.5 h 12 h 14 h 5 h 24 h	3 h 3 h 10 h 10 h 12 h 14 h 24 h 24 h
可燃時間 (20°C)	8 h 3 h	2.5 h 8 h	12 h 2 h	30 min 2 h	1.5 h 1.5 h	8 h 8 h	8 h 10 h	8 h 10 h	1.5 h 2 h	1.5 h 2 h
燃焼性 酸素量 吸 入 量 燃 燒 時 間					○ ○ ○ ○ ○			○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○
燃焼性 酸素量 吸 入 量 燃 燒 時 間	7.9 / 11 %	34.6 0	2.9 34.6	32.0 0	0 0	10.2 10.2	1.1 1.1	36.1 36.1	0 0	3.4 3.4
燃燒量 (kg/m <sup>2</sup> )	34.6	0	2.9	34.6	32.0	0	0	39.5	0 0	10.2

表2.2.2-(4) 供試塗料の塗料性状(アールエボキン系塗料)

項目	種類	TE-%·C		TE-%·EM		TE-%·NP		TE-%·NS		TE-%·SL	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
色 相	黒 ラジン	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒	黒
比 重 (20°C) (g/cm³)	1.27	1.24	1.12	1.26	1.24	1.15	1.23	1.13	1.20		
主 材 (Wt%) 硬化剤	49 P	40 P	53 P (樹脂不溶)	25 P	25 P	30 P	20.5 P	30 P	30 P		
溶 剤 (Wt%) 溶剤	85	25	73	85	85	80	85	85	80		
溶 剤 濃 度 (wt%)	70.8	58.0	60.8	71.0	76.8	100	99.8	85.5	92.6		
溶 剤 量 (g/m²)	280	323	291	275	460	330	310	340	340		
厚 さ (μm) (Wt%) Ery	220 125	260 125	220 125	370 125	350 250	255 250	350 250	285 250	285 250		
耐 候 候 (20°C) 化	2 h	1 h	5 h	3 h	3 h	12 h	7 h	10 h	5 h		
耐 候 候 (20°C) 化	16 h	18 h	16 h	16 h	20 h	24 h	52 h	24 h	20 h		
付 着 時 間 (20°C)	8 h	2 h	3 h	8 h	7 h	2 h	4.5 h	2 h	6 h		
成 分	アクリル モノマー M B K 触媒 活性 剤 H I B K カーボン アセチル エーテル 溶剤 溶剤	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
溶 剤 (wt%)	7.7	0	2.8	7.7	23.2	0	0.2	10.8	7.5		

表2.2.3 供試ショッププライマの塗料性状

供試 S/P (記号) 項目	有機樹脂ジンクプライマ (O)	無機樹脂ジンクプライマ (I)	ラオスチフライマ (W)
(1) 一般名称	エポキシジンククリンチ フライマ	エチルシリカート型 ジンクフライマ	初期暴露型 ラオスチフライマ
(2) 色 相	グレー	グリーン	グリーン
(3) 混合割合 (wt比)	ベース : 4.5 硬化剤 : 2.25 粉 : 11.25	ベース : 6 添加剤 : 3 粉 : 9	ベース : 80 添加剤 : 20
(4) 塗料比重	2.26	1.58	0.91
(5) 干燥溶分(wt%)	78.0	63.6	23.0
(6) 標準塗量( $\text{g}/\text{m}^2$ )	103	80	100
(7) 標準膜厚( $\mu\text{m}$ )	15	17.5	15
(8) 可使時間(h)	48	24	24
乾燥時間 (20°C) (min)	指触	1	2
	硬化	—	90

表2.2.4 船底部塗装系

樹脂系	塗装系 No.	ショッププライマ No.	下塗塗料		上塗塗料(A/F)	
			種類(記号)	塗回数	種類(記号)	塗回数
塩化ゴム系	①	O,I,W	CR <sup>A</sup> /C	3	CR <sup>A</sup> /F	1
	2	O,I	CR <sup>A</sup> /C-NP	3	CR <sup>A</sup> /F	1
	3	O,I,W	CR <sup>A</sup> /C-SL	3	CR <sup>A</sup> /F	1
ビニル系	4	O,I	V·A/C	4	V·A/F	1
	5	O,I	V·A/C-NP	4	V·A/F	1
エボキン系	⑥	O,I,W	PE <sup>A</sup> /C	2	PE <sup>A</sup> /F	1
	7	O,I	PE <sup>A</sup> /C-EM	2	PE <sup>A</sup> /F	1
	8	O,I	PE <sup>A</sup> /C-NP	2	PE <sup>A</sup> /F	1
	9	O,I	PE <sup>A</sup> /C-NS	1	PE <sup>A</sup> /F	1
	10	O,I	PE <sup>A</sup> /C-NS+PE <sup>B</sup> /C-NP 各1		PE <sup>A</sup> /F	1
	11	O,I,W	PE <sup>A</sup> /C-SL	1	PE <sup>A</sup> /F	1
	12	O,I,W	TE <sup>A</sup> /C	2	TE <sup>A</sup> /F	1
アリエボキン系	13	O,I	TE <sup>A</sup> /C-EM	2	TE <sup>A</sup> /F	1
	14	O,I	TE <sup>A</sup> /C-NP	2	TE <sup>A</sup> /F	1
	15	O,I	TE <sup>A</sup> /C-NS	1	TE <sup>A</sup> /F	1
	16	O,I	TE <sup>A</sup> /C-NS+TE <sup>B</sup> /C-NP 各1		TE <sup>A</sup> /F	1
	17	O,I,W	TE <sup>A</sup> /C-SL	1	TE <sup>A</sup> /F	1
	18	I	I-Z·A/C+PE <sup>A</sup> /C	各1	PE <sup>A</sup> /F	1
無機系	19	I	TE <sup>A</sup> /C+TE <sup>A</sup> /C-NP 各1		PE <sup>A</sup> /F	1

- 備考：
- (1) ショッププライマ O；有機質ジンク系，I；無機質ジンク系，W；ウォッシュプライマ
  - (2) PE·B/C-NP, TE·B/C-NPはそれぞれ炭化水素類対策としてのバインダーコート
  - (3) I-Z·A/C；無機質ジンクリッヂペイント（アルキルラリケート系）
  - (4) 塗装系No ○印は現用溶剤型塗料による塗装系
  - (5) 上塗塗料(A/F)は性能の早期評価を見るため1回塗装とした。

表2.2.5 外舷部塗装系

樹脂系	塗装系 No.	ショッブプライマ	下塗塗料		上塗塗料	
			種類(記号)	塗回数	種類(記号)	塗回数
塩化ゴム系	(1)	なし	CR <sup>A</sup> / <sub>C</sub>	3	CR <sup>T</sup> / <sub>S</sub>	2
	2	なし	CR <sup>A</sup> / <sub>C</sub> ·NP	3	CR <sup>T</sup> / <sub>S</sub> ·NP	2
	3	なし	CR <sup>A</sup> / <sub>C</sub> ·SL	3	CR <sup>T</sup> / <sub>S</sub> ·SL	2
ビニル系	(4)	O	V· <sup>A</sup> / <sub>C</sub>	4	V· <sup>T</sup> / <sub>S</sub>	2
	5	O	V· <sup>A</sup> / <sub>C</sub> ·NP	4	V· <sup>T</sup> / <sub>S</sub> ·NP	2
エポキシ系	(6)	なし	PE <sup>A</sup> / <sub>C</sub>	2	PE <sup>T</sup> / <sub>S</sub>	2
	7	なし	PE <sup>A</sup> / <sub>C</sub> ·EM	2	PE <sup>T</sup> / <sub>S</sub> ·EM	1
	8	なし	PE <sup>A</sup> / <sub>C</sub> ·NP	2	PE <sup>T</sup> / <sub>S</sub> ·NP	2
	9	なし	PE <sup>A</sup> / <sub>C</sub> ·NS	1	PE <sup>T</sup> / <sub>S</sub> ·NS	1
	10	なし	PE <sup>A</sup> / <sub>C</sub> ·SL	1	PE <sup>T</sup> / <sub>S</sub> ·SL	1
アクリル系	11	なし	AR <sup>A</sup> / <sub>C</sub> ·EM	3	AR <sup>T</sup> / <sub>S</sub> ·EM	2
無機質系	12	なし	I <sub>Z</sub> <sup>A</sup> / <sub>C</sub>	1	PE <sup>T</sup> / <sub>S</sub>	2
	13	なし	I <sub>Z</sub> <sup>A</sup> / <sub>C</sub> + AR <sup>A</sup> / <sub>C</sub> ·EM	1	AR <sup>T</sup> / <sub>S</sub> ·EM	2

- 備考:
- (1) ショッププライマ O; 有機質ジンク系
  - (2) 塗装系No.○印は現用溶剤型塗料による塗装系
  - (3) 塗装系No. 12, 13の試験板はサンドblast処理鋼板を用いた。

### 2.2.3 調査項目とその試験方法

#### (1) 塗料の性状調査

塗料の性状調査としては、特に乾燥時間と貯蔵安定性の調査を行った。

##### (a) 乾燥時間の測定方法

所定温度（5, 10, 20 および 30 ℃）に保った恒温室内において、 $1.8 \text{ t} \times 20 \times 400 \text{ mm}$  の磨鋼板試験板に各供試塗料を wet で  $350 \mu\text{m}$  の厚さに塗布し、引掛け式 Drying timer を用いて乾燥時間の測定を行った。

##### (b) 貯蔵安定性試験

各供試塗料液（2液型塗料については主剤と硬化剤の各液を別塗にして）をそれぞれ約  $250 \text{ mL}$  採り、容量  $300 \text{ mL}$  の容器（ブリキ製）に入れて密閉し、 $35 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$  に保った恒温器に入れた。1か月ごとに恒温器より取り出し、室内に 24 時間放置してのち容器のふたを開いそ容器内の塗料の状態を観察した。本研究では 6 か月までの試験を行った。

#### (2) 塗膜の性能調査

各種 S/P（有機質ジンク系、無機質ジンク系、ウォッシュプライマ）塗装板に対し、その一部に焼損ダメージ（裏面より約  $700 \text{ }^{\circ}\text{C}$  に加熱）を与えて 1 か月間屋外に暴露したのち、一般部と焼損部に対し、それぞれ SPSS に準拠して Pt<sub>1</sub> と Pt<sub>3</sub> の 2 グレードの 2 次表面処理を施し、供試塗料を所定の塗装系に塗り重ねて塗装試験片を作製した。この塗装試験板のうち、船底部区画の塗装系試験片に対しては耐食性試験、外舷部区画の塗装系試験片に対しては耐候性試験（屋外暴露試験）を行った。

また、これらの試験片に対し、一定期間ごとに塗膜の付着性試験を行った。これらの各種の塗膜性能試験について、その概要を説明する。

##### (a) 耐食性試験

船底部塗装系を対象に行った耐食性試験は次の 2 つの方法であり、いずれも人工海水を調合して試験液とした。その人工海水調合割合を表 2.2.6 に示す。また、これらの耐食性試験においては、試験開始後、1, 3, 6 か月後にさびやふくれの有無を観察した。なお、さびやふくれなどの欠陥の評価は SSPC や ASTM に準拠して行った。

###### (i) 常温人工海水浸漬試験

$600 \times 900 \times 400^{\text{D}} \text{ mm}$  の硬質塩化ビニル製の水槽に人工海水を入れ、その中に試験片を浸漬した。

###### (ii) $40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 加温人工海水浸漬試験

加熱装置を備えた  $500 \times 1,000 \times 600^{\text{D}} \text{ mm}$  のステンレス製の水槽に人工海水を入れ、その温度を  $40 \text{ }^{\circ}\text{C}$  に保った中に試験片を浸漬した。

##### (b) 耐候性試験

海岸横に設置した暴露台に塗装片を取付け、屋外暴露による耐候性試験を実施した。

##### (c) 付着性試験

各供試塗料の付着性は S/P の種類、各種ダメージ部とその 2 次表面処理グレード、耐食性試験などによる塗膜の劣化状態など、それぞれ相関性をもつて異なるものと思われ、本研究では、供試塗料の塗装初期（塗膜が硬化乾燥した状態で浸漬や暴露に供しない塗膜）、耐食性試験 3 および 6 か月後耐候性試験では 6 か月後に次の 2 つの試験方法で付着性を調査した。なお、本研究では、特に塗り重ねの層間付着性を評価することにした。

###### (i) ナイフ試験

クロスカットテープ法ともいわれ、塗膜にカッターナイフで  $60^{\circ}$  の角度でクロス状にカットを入れ、巾  $24 \text{ mm}$  のセロテープをカット部に粘着させたのちすばやく引きはがし、その時の塗膜のは

がれ状態によって付着性を評価した。その際の評価基準を図2.2.1に示す。

(ii) 引張付着力試験

塗膜面に直径25mmの円筒形の試験ジグを接着剤を用いて接着させ、接着剤が硬化したのち試験ジグ周辺部の塗膜はナイフにより素地に達するまで切り込む。試験ジグを接着させた試験片は引張ジグに装着し、インストロン引張試験機により、塗膜面に対し垂直方向に毎分3mmの一定速度で引張った。その際、破断面が塗り重ね塗料の層間であれば、その破断応力を層間付着力とし、破断面が塗膜の凝集破断であればその破断応力は塗膜の凝集力であり、層間付着力はその凝集力よりも大きいと評価した。

(3) 塗装作業性能の調査

供試塗料の塗装作業性については、塗膜性能調査用の各種試験板の塗装時に良好な霧化状態を得るためにスプレイ2次圧や適正スプレーチップなどについて検討した。

表2.2.6 人工海水調合組成

成 分	化 学 式	配 合 飼 合
塩化ナトリウム	NaCl	375.00 (g)
塩化マグネシウム	MgCl <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	150.00 (g)
硫酸ナトリウム	NaSO <sub>4</sub> ·10H <sub>2</sub> O	142.50 (g)
塩化カルシウム	CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O	22.50 (g)
塩化カリウム	KCl	9.00 (g)
ヨードカリウム	KI	0.75 (g)
水	H <sub>2</sub> O	15.0 (l)

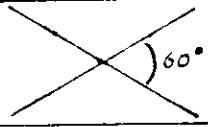
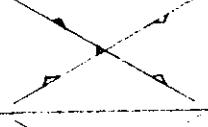
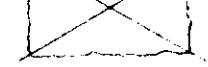
はくり形態	状況	評価点
	はくりなし	10
	カット線に沿って点状に 一部分はくり	8
	カット線に沿って約1mm 幅で部分的にはくり	6
	カット線に沿って約2mm 幅でほとんどはくり	4
	一部分の基材が残る	2
	ほとんどはくり	1

図2.2.1 ナイフ試験評価基準

## 2.2.4 性能試験用塗装板作製方法

### (1) 試験板とその寸法形状

本研究において使用した試験板は S/P 塗膜面に対してダメージを与え、その 2 次表面処理グレードなどの関連で、また塗装系としての適性を調査することから、その数量をできるだけ少なくし、多くの項目が検討できるように考慮して、図 2.2.2.に示すような寸法形状のものを用いた。またこの図にはダメージである焼損の付与場所や、2 次表面処理区分についても併記した。すなわち焼損は試験板の長さ方向に一端より 50 mm の位置に長く付与し、2 次表面処理は、長さ方向を 2 分して一方を Pt<sub>1</sub>、他方を Pt<sub>3</sub> に処理した。焼損部に対し広いスペースのある部分を一般部として試験した。

なお、この試験板の材質や S/P 塗装前処理などについては表 2.2.7 に示す。この表にも示したように船底部塗装系のすべてと、外舷部塗装系のうち塗装系 No.4 および 5 のビニル系塗料の塗装系用試験板にはそれぞれ所定の S/P を塗装した。また、外舷部の塗装系 No.12 および 13 の無機質シンク塗料を塗装する試験板はサンドブラスト処理鋼板を用いた。

### (2) 2 次表面処理とそのグレード

S/P 塗装後、焼損ダメージを付与して 1 か月間屋外に暴露した試験板に対し、図 2.2.2. に示したように、試験板を 2 分して SPSS に準拠して、それぞれ Pt<sub>1</sub>、Pt<sub>3</sub> の 2 次表面処理を行った。その表面処理手法の概要は以下のとおりである。

Pt<sub>1</sub> : ディスクサンダーによりルーズな錆やその他の異物はかなり除去されている。

Pt<sub>3</sub> : ディスクサンダーによりかなり入念に処理されており、錆や異物はなく、金属光が見られる。これらの 2 次表面処理された状態を図 2.2.3 に示す。

### (3) 供試塗料の塗装とその塗膜厚

2 次表面処理直後に各塗装系ごとに供試塗料を塗り重ねた。供試塗料の塗装に際しては、あらかじめ塗装作業時のスプレー 2 次圧やスプレーチップなど適正条件を検討しておき、最適条件で塗装した。また塗膜厚管理についても前もって wet/dry 比を求めておき、wet 膜厚で所定の膜厚が得られるようコントロールして行った。各供試塗料の塗装作業時の諸条件については後述するが、本項では各塗装系ごとに得られた塗膜の全膜厚について表 2.2.8 に示す。本表に示した全塗膜は塗膜が十分に乾燥したのち（塗装終了して 1 か月後）に電磁式微厚計 Kettt により 1 枚の試験板につき、5 点計測し得られた全試験板の膜厚の範囲で表示した。

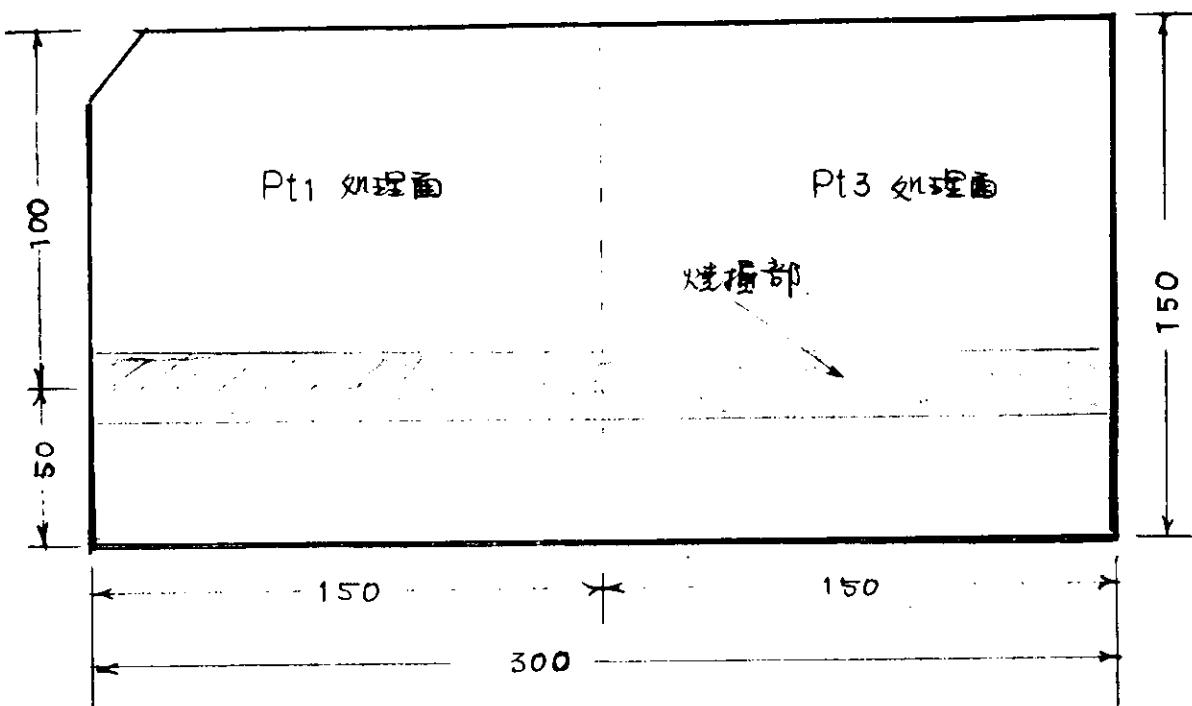


図 2.2.2 試験板の寸法と形状

表 2.2.7 塗膜性能調査に用いた試験板の諸条件

項目	条件	備考
素材・材質	SS41(熱間圧延鋼板)	板厚 3.2 mm
%塗装前処理	ショットブロスト処理	
船底部塗装用試験板	各種 部塗装	
外船部塗装用試験板	ブロスト処理の付与と塗装 番号4,5以外は部塗装せず	たれし塗装番号12,13 はサンドブロスト処理、 他はショットブロスト処理

表2.2.8 試験片の全塗膜厚

塗料の 樹脂系	船底部塗装系		外舷部塗装系	
	塗装系No.	全膜厚(μm)	塗装系No.	全膜厚(μm)
塩化ゴム系	1	273～305	1	276～300
	2	280～319	2	311～319
	3	236～252	3	239～260
ビニル系	4	207～224	4	171～200
	5	221～242	5	210～250
エポキシ系	6	317～342	6	385～400
	7	240～278	7	275～310
	8	255～292	8	280～350
	9	202～236	9	274～350
	10	248～296	-	
	11	216～273	10	278～306
	12	341～377	-	
タルエポキシ系	13	276～297	-	
	14	387～406	-	
	15	270～352	-	
	16	324～352	-	
	17	367～346	-	
アクリル系	-		11	243～319
無機質系	18	266～295	12	233～260
	19	266～286	13	213～235

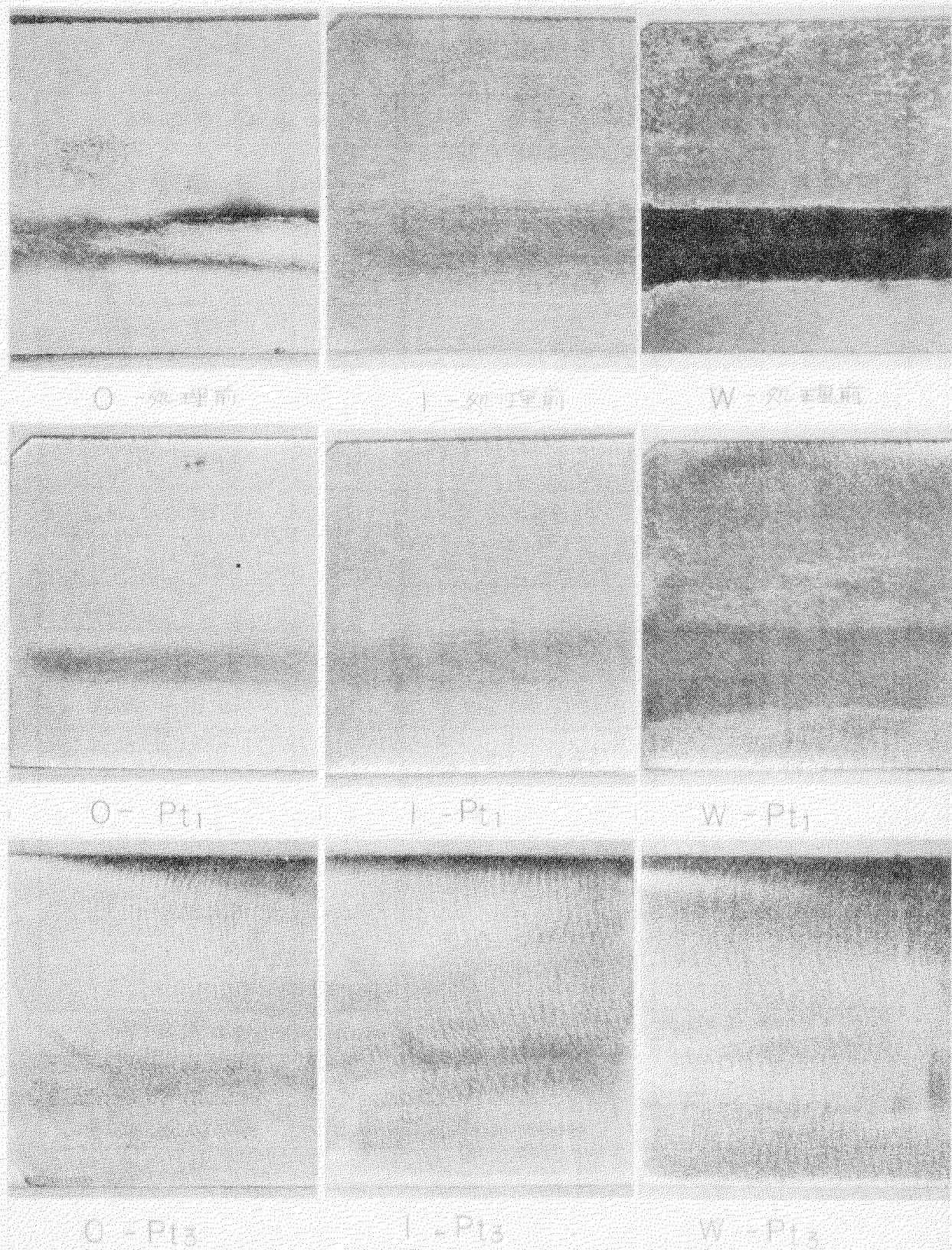


図 2.2.3 各種ショッピングプライマ面の2次表面処理状態

## 2.2.5 試験結果とその考察

### (1) 塗料の性状調査

#### (a) 塗膜乾燥時間

Drying timerを用いて測定した各供試塗料の塗膜乾燥時間について、図 2.2.4-(1)～(2)に示す。

これらの結果から炭化水素類対策塗料の中で1液型塗料である塩化ゴム系、ビニル系およびアクリル系塗料はいずれも比較的乾燥時間は早いようである。一方、2液型塗料であるエポキシ系やタールエポキシ系塗料では、低温時の乾燥（硬化）が遅く、現用の溶剤型塗料に比べるとかなり長い乾燥時間を必要とするものが多い。これらの中でも特に溶剤型や低溶剤型塗料にこの傾向が見られ、特に、タールエポキシ系の中には30℃でも30時間以上の乾燥時間を必要とするものがあった。

#### (b) 貯蔵安定性

35℃の恒温中で調査した貯蔵安定性試験結果を表 2.2.9 に示す。

この表にも示したように、塩化ゴム系、ビニル系およびアクリル系塗料のように1液型塗料ではいずれも6か月間の貯蔵に耐え、問題のないことが判明した。しかし、エポキシ系塗料の下塗（A/C）では水性塗料（PE・A/C・EM）以外はいずれも主剤に問題がある。また上塗塗料でも、水性塗料（PE・T/S・EM）の場合は、主剤、硬化剤とともに容器の内壁にさびの発生が見られ、貯蔵性に難点がある。タールエポキシ系塗料については、硬化剤に顔料などを配合した水性塗料において、6か月後に硬化剤が少し固化する傾向にあること、および非光化学反応性溶剤型塗料の主剤が2か月で粘土状になっていることがあげられる。その他の供試塗料については6か月の貯蔵に耐えることが確認された。

なお貯蔵安定性にやや難点のあった各供試塗料については、塗料メーカーにおいて検討したところ、溶剤や顔料を少し変更することによって解決できることが明らかになった。

### (2) 塗膜の性能調査

塗膜の性能調査については、塗装系としての耐食性や耐候性あるいはそれらの試験の経時変化との関連で付着性などを調査しているため、本項では船底部塗装系と外舷部塗装系に分けて説明する。

#### (a) 船底部塗装系

##### (i) 耐食性試験結果

耐食性試験としては常温人工海水浸漬試験と40℃加温人工海水浸漬試験の2試験を行っているが、これらの試験を開始して5か月間経過しているが、いずれの塗装系においてもS/Pの種類、ダメージ（焼損）の有無、2次表面処理のグレード、供試塗料など、全く有意差は見られず、すべて良好な状態にある。そのため、現時点での適性な評価はできず、さらに試験を継続してから評価する必要がある。

一方、5か月間経過した時点での試験結果を表 2.2.10 に示す。

##### (ii) 付着性試験結果

付着性試験としてナイフ試験（クロスカットテープ法）と引張付着力試験を行った。まずナイフ試験を行ったところ、船底部の塗装系については、いずれもA/F塗料を塗装しているため、このA/F塗膜の凝集力が下塗塗料（A/C）にくらべて弱い場合が多く、初期（耐食性試験に供する以前）では比較的良好に思われたものでも3か月浸漬後ではA/Fのごく表面層で破壊する傾向にあった。また、ナイフ試験で顕著に現われた現象は、無溶剤型や低溶剤型のエポキシ系やタールエポキシ系塗料にA/Fを塗装した塗装系（No.9 11. 15 および 17）で、3か月間経過後の付着試験で完全に下塗塗料（A/C）とA/Fとの層間はくりが見られたことである。

このことから、引張付着力試験では、A/F塗膜をナイフでけづり取ってA/C塗膜までの層間付着力を見ることにした。A/F塗膜を除去して試験シグを接着して引張付着力試験に供した。

このようにして行った引張付着力試験の結果では、ほとんどが塗膜の凝集破断となっており、層間付着性にはあまり問題がなく、良好であると思われる。耐食性試験の場合と同様に付着性についても今後さらに継続して追跡調査する必要があると考える。

(b) 外舷部塗装系

(i) 耐候性試験結果

外舷部の塗装系に対しては耐候性試験として海洋横に暴露試験を行っているが、5か月間経過時の観察では塗膜欠陥としてのさびやふくれは、いずれの塗装系塗膜についても全く見られず、良好である。ただ、エポキシ系塗料の上塗塗膜にかなりチヨーキングが見られるものもある。その観察結果を表2.2.11に示す。

(ii) 付着性試験結果

外舷部の塗装系に対する付着性試験は初期の段階での試験のみであるが、いずれも何ら問題なく良好である。6か月間経過した時点で付着性試験を行い、評価する予定である。

(3) 塗装作業性能の調査

塗膜性能試験のための塗装試験板作製時に各供試塗料に対して最適塗装条件を見い出すために塗装作業性について検討した。特に良好な霧化状態を得るために必要な2次圧力やスプレイチップについて検討した。それらの結果を表2.2.12に示す。

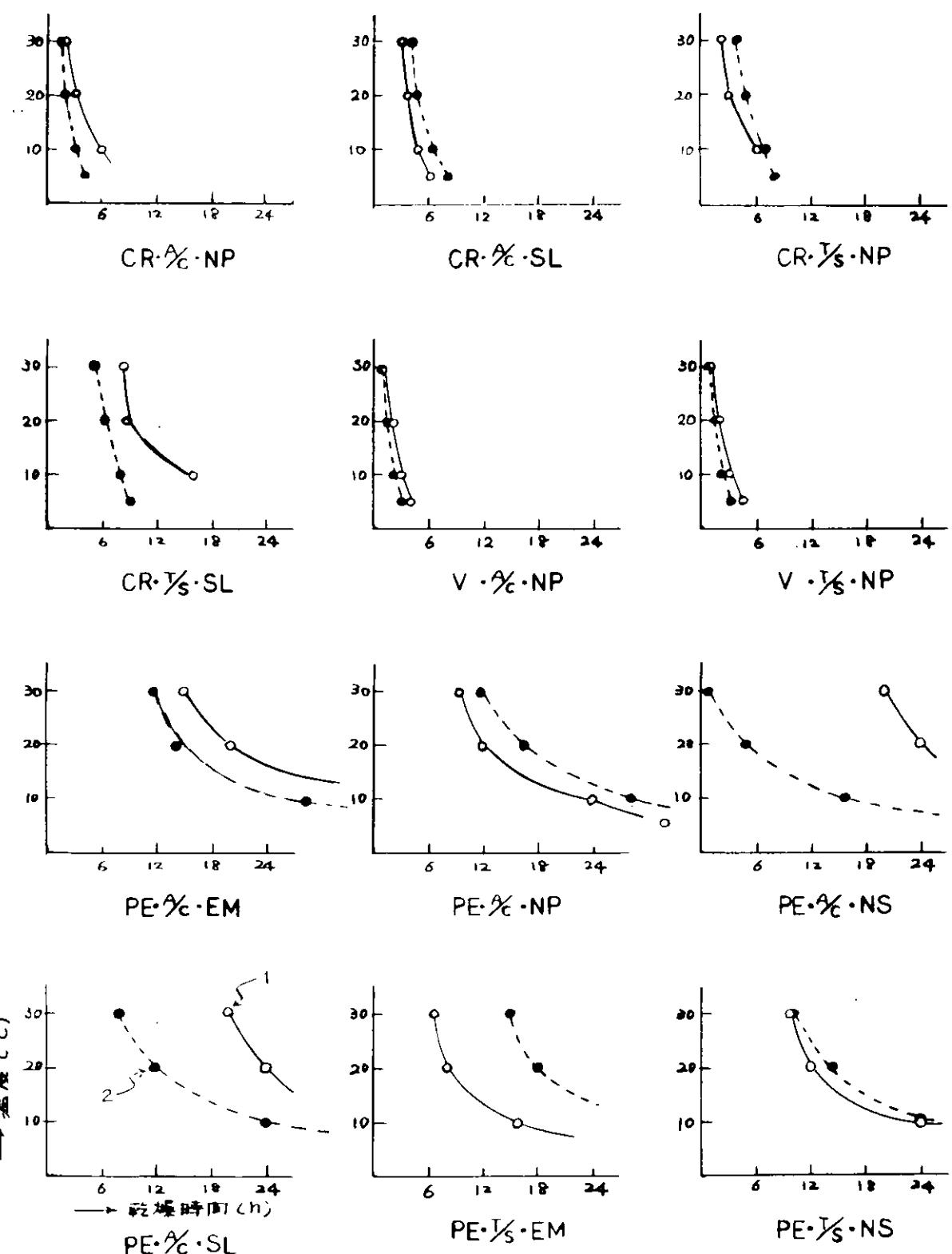
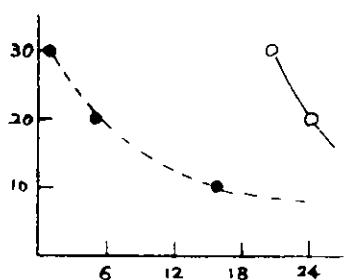
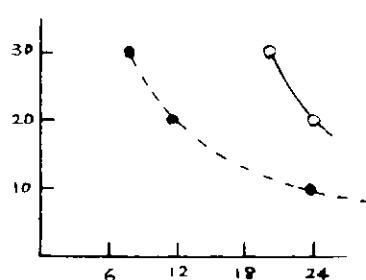


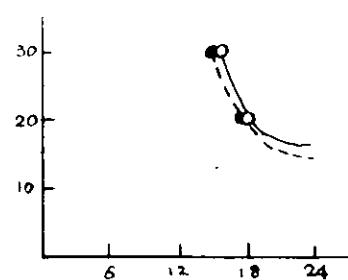
図 2.2.4-(1) 供試塗料の乾燥時間と温度の関係(1)



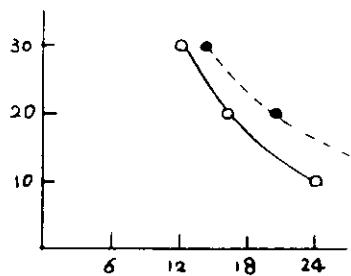
PE-TS-NS



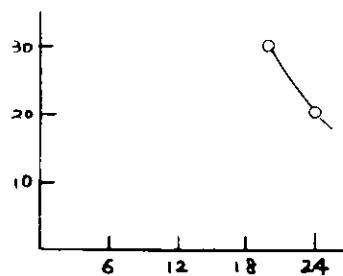
PE-TS-SL



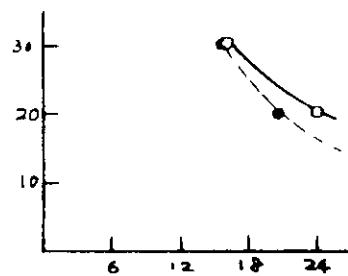
TE-AC-EM



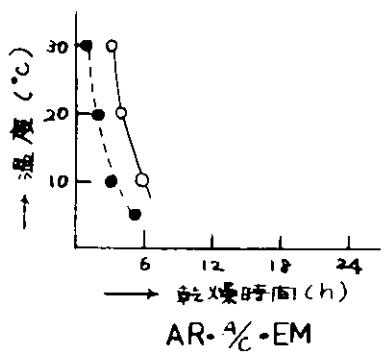
TE-AC-NP



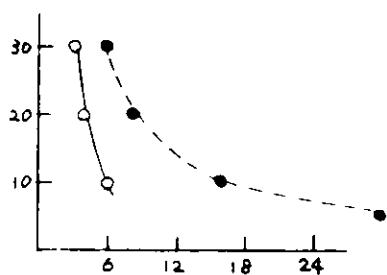
TE-AC-NS



TE-AC-SL



AR-AC-EM



AR-AC-EM

図 2.2.4-(2) 供試塗料の乾燥時間と温度の関係(2)

表2.2.9 貯蔵安定性試験結果 (35°C恒温中)

樹脂系	種類	貯蔵期間		
		2ヶ月	4ヶ月	6ヶ月
塩化ゴム系	CR-A/C-NP	○	○	○
	CR-A/C-SL	○	○	○
	CR-T/S-NP	○	○	○
	CR-T/S-SL	○	○	○
ビニル系	V-A/C-NP	○	○	○
	V-T/S-NP	○	○	○
エポキシ系	PE-A/C-EM 主	○	○	○
	PE-A/C-EM 硬	○	○	○
	PE-A/C-NP 主	2層分離し下部固化	同左	同左
	PE-A/C-NP 硬	○	○	○
	PE-A/C-NS 主	2層分離し下部固化	同左	同左
	PE-A/C-NS 硬	○	○	○
	PE-A/C-SL 主	少し固化	固化	同左
	PE-A/C-SL 硬	○	○	○
	PE-T/S-EM 主	容器内壁に錯覚	同左	同左、粘性増加
	PE-T/S-EM 硬	同上	同左	同左
テルエポキシ系	PE-T/S-NP 主	○	○	○
	PE-T/S-NP 硬	○	○	○
	PE-T/S-NS 主	○	○	○
	PE-T/S-NS 硬	○	○	○
アクリル系	PE-T/S-SSL 主	○	○	○
	PE-T/S-SSL 硬	○	○	○
	TE-A/C-EM 主	○	○	○
	TE-A/C-EM 硬	○	○	少し固化
タールエポキシ系	TE-A/C-NP 主	*粘状	同左	固化
	TE-A/C-NP 硬	○	○	○
	TE-A/C-NS 主	○	○	○
	TE-A/C-NS 硬	○	○	○
アクリル系	AK-A/C-EM 主	○	-	○
	AK-A/C-EM 硬	○	○	○

表2.2.1-0 船底部塗装系の耐食性試験結果（5ヶ月間）

被 試 材 料 名 称 及 格 等 級 No.	試験法 常温人工海水浸漬試験				40℃加温人工海水浸漬試験			
	一般部 (ダージなし)		焼損部		一般部 (ダージなし)		焼損部	
	Pt <sub>1</sub>	Pt <sub>2</sub>	Ft <sub>1</sub>	Ft <sub>3</sub>	Pt <sub>1</sub>	Pt <sub>3</sub>	Pt <sub>1</sub>	Pt <sub>3</sub>
塩化コム系	1	○	○	○	○	○	○	○
	2	○	○	○	○	○	○	○
	3	○	○	○	○	○	○	○
ビニル系	4	○	○	○	○	○	○	○
	5	○	○	○	○	○	○	○
	6	○	○	○	○	○	○	○
エポキシ系	7	○	○	○	○	○	○	○
	8	○	○	○	○	○	○	○
	9	○	-	○	○	○	○	○
タルエポキシ系	10	○	○	○	○	○	○	○
	11	○	○	○	○	○	○	○
	12	○	○	○	○	○	○	○
無機塗系	13	○	○	○	○	○	○	○
	14	○	○	○	○	○	○	○
	15	○	-	○	○	○	○	○
無機塗系	16	○	-	○	○	○	○	○
	17	○	-	○	○	○	○	○
	18	○	-	○	○	○	○	○
無機塗系	19	○	-	○	○	○	○	○

備考： (1) S/P 3種、供試塗料1と2の差は全く見られないで省略した。

(2) 塗装系No ○印は現用溶剤型塗料による塗装系を示す。

表2.2.1.1 外装部塗装系の耐候性試験結果（5ヶ月間）

樹脂系	番号 No.	耐候性項目		
		塗膜欠陥(さびふくれ)	チヨーキング	
			供試塗料1	供試塗料2
塩化ゴム系	(1)	異常なし	無	一
	2	"	無	無
	3	"	無	共
	(4)	"	無	一
ビニル系	5	"	無	無
	(6)	"	有	一
	7	"	無	有
	8	"	有	有
	9	"	有	無
アクリル系	10	"	有	無
	11	"	無	無
無機複系	12	"	有	一
	13	"	無	無

備考： 塗膜欠陥については供試塗料1と2の差は見られない。

表2.2.1.2 供試塗料の塗装作業性

塗料種類	条件	1		2		備考
		スプレー必要 2次圧力 (kgf/cm <sup>2</sup> )	スプレー チップNo. (GRACO)	スプレー必要 2次圧力 (kgf/cm <sup>2</sup> )	スプレー チップNo. (GRACO)	
塗装用	CR.A/C-NP	90~120	621, 623 721, 723	チップ821でも可	150~180 721	チップ719でも可
	CR.A/C-SL	"	"	"	621, 721	
	CR.T/S-NP	"	"	"	120~150 719	
	CR.T/S-SL	"	"	"	150< 613, 713	チップ719でも可
ビール系	V.A/C-NP	90~120	621, 623 721, 723	チップ821でも可	120~150 719, 721	
	V.T/S-NP	"	"	"	112~150	"
エドキン系	PE.A/C-EM	90~120	621, 623 721, 723	チップ821でも可	250~300 621 721, 723	150 kgf/cm <sup>2</sup> 以上 でスプレー可
	PE.A/C-NP	"	"	"	150~180 719, 721	
	PE.A/C-NS	"	"	2液型エアレス 塗装機による	623	加温状況 1液型エアレス不可
	PE.A/C-SL	"	"	"	623	遮蔽状態悪い
	PE.T/S-EM	"	"	さらに高圧力が 良い	150~180 719	
	PE.T/S-NP	"	"	チップ821でも可	"	719, 721
	PE.T/S-NS	"	"	さらに高圧力が 良い	623	(PE.A/C-NSと同じ)
	PE.T/S-SL	"	"	"	623	(PE.A/C-SLと同じ)
P-ル エバーハイ	TE.A/C-EM	90~120	621, 623 721, 723	チップ821でも可	250~300 621 721, 723	
	TE.A/C-NP	"	"	チップ821でも可 さらに高圧力が良い	150~180 623	
	TE.A/C-NS	"	"	チップ821でも可	225~270 623	
	TE.A/C-SL	"	"	チップ821でも可 さらに高圧力が良い	"	623 さらに高圧力が良好
アクリル系	AR.A/C-EM	90~120	621, 623 721, 723	チップ821でも可	140~170 719	チップ721でも可
	AR.T/S-EM	"	"	"	"	617, 719

## 2.2.6 結　び

船体外板部を対象に、炭化水素類対策として開発した新塗料について、塗料特性や塗装系としての塗膜特性について調査検討を行った。その結果、塗膜特性については各種性能試験において5か月間経過しているが、さびやふくれなどの欠陥は見られず、良好な性能を有するものと判断できるが、さらに試験を継続してのち、評価する必要があると考える。塗料特性については各種試験結果の概要をまとめて表2.2.13に示す。本表からも評価できるように塗料特性については概略以下のことがいえる。

- (1) 炭化水素類対策としての塩化ゴム系塗料やビニル系塗料の非光化学反応性溶剤型塗料については、現用溶剤型塗料とほぼ同様の塗料特性を有する。一方これらの樹脂系の低溶剤型塗料については、上塗塗料(T/S)の乾燥性がやや遅い傾向にある。
- (2) エポキシ系塗料のうち水性塗料の下塗塗料は可使時間がやや短く、一方上塗塗料では貯蔵安定性試験において、缶内面に発錆が見られるなど、若干の改良が望まれる。またエポキシ系の無溶剤型や低溶剤型塗料は可使時間や乾燥性に難点があるものもあり、一般に可使時間が短く乾燥時間の長いものが多いようである。可使時間の短いものは2液型塗装機によって塗装しなければならないものも見られる。
- (3) タールエポキシ系塗料では水性塗料、無溶剤型塗料および低溶剤型塗料において、やはり可使時間が短いのに乾燥時間を長く要するものがある。
- (4) アクリル系塗料はいずれも水性塗料であり、一般に塗料特性は比較的良好であると評価された。

表2.2.1.3 炭化水素類対策塗料の特性

樹脂系	下塗塗料					上塗塗料				
	種類	塗料粘度	加熱残分	可使時間	塗装性	種類	塗料粘度	加熱残分	可使時間	塗装性
樹脂系	CR. <sup>A</sup> / <sub>C</sub> -NP	○	○	-	○	CR. <sup>T</sup> / <sub>S</sub> -NP	○	○	-	○ ○
炭化ゴム系	CR. <sup>A</sup> / <sub>C</sub> -SL	○	○	-	○	CR. <sup>T</sup> / <sub>S</sub> -SL	○	○	-	○ ○
ビニル系	V. <sup>A</sup> / <sub>C</sub> -NP	○	○	-	○ ○	V. <sup>T</sup> / <sub>S</sub> -NP	○	○	-	○ ○
エポキシ系	PE. <sup>A</sup> / <sub>C</sub> -EM	△ ○	△	△~○	△~○	PE. <sup>T</sup> / <sub>S</sub> -EM	○	○	○ ○	○ △~○
	PE. <sup>A</sup> / <sub>C</sub> -NP	○	○	○	○ ○	PE. <sup>T</sup> / <sub>S</sub> -NP	○	○	○ ○	○ ○
	PE. <sup>A</sup> / <sub>C</sub> -NS	△~○	○	X~△ X~△	△~○	PE. <sup>T</sup> / <sub>S</sub> -NS	○	○	X~△ X~○	△~○
	PE. <sup>A</sup> / <sub>C</sub> -SL	○ ○	○	△ X~△	△~○	PE. <sup>T</sup> / <sub>S</sub> -SL	○	○	△ X~○	△~○
タール エポキシ系	TE. <sup>A</sup> / <sub>C</sub> -EM	○ ○	○	△~○	△					
	TE. <sup>A</sup> / <sub>C</sub> -NP	△~○	○	○	△~○					
	TE. <sup>A</sup> / <sub>C</sub> -NS	○ ○	○	△~○	○	X~△				
	TE. <sup>A</sup> / <sub>C</sub> -SL	○ ○	○	△~○	△~○	△				
アクリル系	AR. <sup>A</sup> / <sub>C</sub> -EM	○ ○	○	-	○ ○	AR. <sup>T</sup> / <sub>S</sub> -EM	○ ○	○	-	○ △~○

## 2.3 デッキおよび上構内外部用塗料

デッキおよび上構内外部用塗料として新しく開発された塗料について塗料物性、塗膜物性、および塗装作業性を調査した。塗料の種類は、大気汚染防止対策塗料の(イ)水性塗料、(ロ)非光化学反応性溶剤型塗料、(ハ)無溶剤型塗料、(シ)低溶剤型塗料、(リ)非光化学反応性低溶剤型塗料である。

### 2.3.1 供試塗料および塗装系

#### (1) デッキおよび上構外部用塗料

デッキおよび上構外部用塗料および塗装系を表2.3.1に示す。塗料性状を表2.3.3に示す。

デッキおよび上構外部用塗料として水性塗料4塗装系（油性塗装系3種6塗料、エポキシ塗装系1種2塗料）、非光化学反応性溶剤型塗料7塗装系（油性塗装系4種6塗料、塩化ゴム塗装系2種3塗料、エポキシ塗装系1種2塗料）無溶剤型塗料2塗装系（油性塗装系1種2塗料、エポキシ塗装系1種2塗料）低溶剤型塗料9塗装系（油性塗装系3種5塗料、塩化ゴム塗装系4種6塗料、エポキシ塗装系2種4塗料）、非光化学反応性低溶剤型塗料7塗装系（油性塗装系2種3塗料、塩化ゴム塗装系4種6塗料、エポキシ塗装系1種2塗料）を供試塗料とする。なお比較用塗料として現在造船所で使われている塗料すなわち現用溶剤型塗料のうち油性塗装系1種2塗料、塩化ゴム塗装系1種2塗料、エポキシ塗装系1種2塗料を供試塗料とする。

#### (2) 上構内部用塗料

上構内部用塗料および塗装系を表2.3.2に示す。塗料性状を表2.3.4に示す。

上構内部用塗料として水性塗料1塗装系（油性塗装系1種2塗料）、非光化学反応性溶剤型塗料2塗装系（油性塗装系2種4塗料）、無溶剤型塗料2塗装系（油性塗装系2種3塗料）、低溶剤型塗料2塗装系（油性2種3塗料）、非光化学反応性低溶剤型塗料2塗装系（油性塗装系2種3塗料）を供試塗料として現在造船所で使われている塗料すなわち現用溶剤型塗料のうち油性塗装系1種2塗料を供試塗料とする。

### 2.3.2 塗料の加熱残分

供試塗料の加熱残分を表2.3.5および表2.3.6に示す。

表 2.3.1 テッキおよび上構外部用塗料

塗料の種類	塗装系	下塗塗料		上塗塗料			
		標準膜厚 (μm)	塗装回数 (回)	標準膜厚 (μm)	塗装回数 (回)		
木性	OL (O)EM1	OL R/F(O)EM1	40	2	OLF/C(O)EM1	30	2
	OL (O)EM2	OL R/F(O)EM2	30	2	OLF/C(O)EM2	30	2
	OL (O)EM3	OL R/P(O)EM3	35	2	OL F/C(O)EM3	30	2
	PE (O)EM4	PE R/P(O)EM4	70	2	PE F/C(O)EM4	40	2
非光化学反応性溶剤型	OL (O)NP1	OL R/F(O)NP1	35	2	OL F/C(O)NP1	30	2
	OL (O)NP2	OL R/P(O)NP1	35	2	OL D/P(O)NP2	35	2
	OL (O)NP3	OL R/P(O)NP3	35	2	OL F/C(O)NP3	35	2
	OL (O)NP4	OL R/P(O)NP3	35	2	OL D/P(O)NP4	35	2
	CR (O)NP5	CR R/P(O)NP5	40	2	CR F/C(O)NP5	35	2
	CR (O)NP6	CR R/P(O)NP5	40	2	CR D/P(O)NP6	35	2
	PE (O)NP7	PE R/P(O)NP7	100	1	PE F/C(O)NP7	50	2
無溶剤型	OL (O)NS1	OL R/P(O)NS1	35	2	OL F/C(O)NS1	35	2
	PE (O)NS2	PE R/P(O)NS2	100	1	PE F/C(O)NS2	100	1
低溶剤型	OL (O)SL1	OL R/P(O)SL1	35	2	OL F/C(O)SL1	30	2
	OL (O)SL2	OL R/P(O)SL2	35	2	OL F/C(O)SL2	35	2
	OL (O)SL3	OL R/P(O)SL2	35	2	OL D/P(O)SL3	35	2
	CR (O)SL4	CR R/P(O)SL4	40	2	CR F/C(O)SL4	30	2
	CR (O)SL5	CR R/P(O)SL4	40	2	CR D/P(O)SL5	30	2
	CR (O)SL6	CR R/P(O)SL6	40	2	CR F/C(O)SL6	35	2
	CR (O)SL7	CR R/P(O)SL6	40	2	CR D/P(O)SL7	35	2
	PE (O)SL8	PE R/P(O)SL8	100	1	PE F/C(O)SL8	100	1
	PE (O)SL9	PE R/P(O)SL9	100	1	PE F/C(O)SL9	100	1
非光化学反応性低溶剤型	OL (O)NL1	OL R/P(O)NL1	35	2	OL F/C(O)NL1	35	2
	OL (O)NL2	OL R/P(O)NL1	35	2	OL D/P(O)NL2	35	2
	CR (O)NL3	CR R/P(O)NL3	40	2	CR F/C(O)NL3	30	2
	CR (O)NL4	CR R/P(O)NL3	40	2	CR D/P(O)NL4	30	2
	CR (O)NL5	CR R/P(O)NL5	40	2	CR F/C(O)NL5	35	2
	CR (O)NL6	CR R/P(O)NL5	40	2	CR D/P(O)NL6	35	2
	PE (O)NL7	PE R/P(O)NL7	100	1	PE F/C(O)NL7	100	1
現用溶剤型	OL (O)ST1	OL R/P(O)ST1	35	2	OL F/C(O)ST1	35	2
	CR (O)ST2	CR R/F(O)ST2	40	2	CR F/C(O)ST2	35	2
	PE (O)ST3	PE R/P(O)ST3	100	1	PE F/C(O)ST3	50	2

表2.3.2 上構内部用塗料

塗料の種類	塗装系	下塗塗料			上塗塗料		
			標準膜厚 (μm)	塗装回数 (回)		標準膜厚 (μm)	塗装回数 (回)
水性	OL (I)EM1	OL R/P(I)EM1	30	2	OL F/C(I)EM1	30	2
非光化学反応性 溶剤型	OL (I)NP1	OL R/P(I)NP1	35	2	OL F/C(I)NP1	25	2
	OL (I)NP2	OL R/P(I)NP2	35	2	OL F/C(I)NP2	35	2
無溶剤型	OL (I)NS1	OL R/P(I)NS1	80	1	OL F/C(I)NS1	25	2
	OL (I)NS2	OL R/P(I)NS2	30	2	OL F/C(I)NS2	30	2
低溶剤型	OL (I)SL1	OL R/P(I)SL1	60	1	OL F/C(I)SL1	30	2
	OL (I)SL2	OL R/P(I)SL2	35	2	OL F/C(I)SL2	25	2
非光化学反応性 低溶剤型	OL (I)NL1	OL R/P(I)NL1	60	1	OL F/C(I)NL1	30	2
	OL (I)NL2	OL R/P(I)NL2	35	2	OL F/C(I)NL2	35	2
現用溶剤型	OL (I)ST1	OL R/P(I)ST1	35	2	OL F/C(I)ST1	25	2

表2.3.3-(a) 供試塗料の塗料性状(油性塗料)

塗料の種類 及試験番号	性 能								低化学反応性溶剤型			
	OL (0)EX1	OL (0)EX2	OL (0)EX3	OL (0)NP1	OL (0)NP2	OL (0)NP3	OL (0)NP4	OL (0)NP5	OL R/(0)NP1	OL P/(0)NP1	OL F/(0)NP1	OL D/P/(0)NP2
色 相	ニードル 白色	アクリル 白色										
比重 (-)	1.12	1.20	1.30	1.25	1.42	1.23	1.47	1.25	1.47	1.25	1.25	1.25
粘 度 (20°C)(P)	15.0	15.0	14.0	15.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
不揮発分 (wt%)	54.4	56.4	52.6	57.0	55.0	55.0	55.0	55.0	57.0	54.5	57.2	57.2
塗 布 量 (g/m <sup>2</sup> )	1.7	1.7	1.7	1.4	2.0	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
膜 厚 (wet μm) / (dry μm)	14.5 1.5	14.5 1.5	14.5 1.5	14.5 1.5	17.5 1.5							
乾燥時間 指 韻 (20°C) (h)	C.2	C.2	1	1	0.7	0.7	0.7	0.7	2	2	1	1
塗料中の溶剤量 (wt%)												
溶剤組成												

表2.3.3-(b) 供試塗料の塗料性状(油性塗料)

項 目	性 能 系 統			作 業 性 能 系 統			稀 薄 剤 型			低 溶 剤 型		
	OL R/P(0)NP3	OL R/C(0)NP3	OL R/P(0)NP3	OL (0)NS1	OL R/P(0)NS1	OL R/P(0)NS1	OL R/P(0)SL1	OL R/P(0)SL1	OL R/P(0)SL2	OL R/P(0)SL2	OL R/P(0)SL3	
色 相	白	白	白	赤 茶	赤 茶	白	白	白	白	白	白	
比 重 ( $\text{g/cm}^3$ )	1.53	1.25	1.25	1.54	1.25	1.68	1.36	1.51	1.25	1.29	1.29	
粘 度 ( $20^\circ\text{C}$ [P])	75KU	73KU	75KU	55KU	75KU	15	12	7SKU	70KU	70KU	15	
不揮発分 (wt%)	76.3	65.0	65.0	96.2	79.0	81.6	79.1	96.3	95.0	95.0	95.0	
塗 布 量 ( $\text{g}/\text{m}^2$ )	54	54	57	62	62	109	72	77	53	53	53	
膜 厚 ( $\frac{\text{Wet \mu m}}{\text{dry \mu m}}$ )	$\frac{75}{35}$	$\frac{75}{35}$	$\frac{75}{35}$	$\frac{55}{35}$	$\frac{75}{35}$	$\frac{45}{40}$	$\frac{50}{35}$	$\frac{50}{35}$	$\frac{75}{35}$	$\frac{75}{35}$	$\frac{75}{35}$	
乾燥時間 ( $20^\circ\text{C}$ )[h]	指触 化	2	2	10	2	2	3	2	2	2	2	
溶 剂 組 成	アセトニトリル ジオキサン メタノール 水											
塗 料 中 の 溶 剤 量 (wt%)	23.7	31	32	38	21	18.4	20.9	13.7	21	22.1	22.1	

表2.3.3-(c) 供試塗料の塗料性状(油性塗料)

項 目	老樹・還暦 塗料系 供試塗料		非光化成性低溶剤型		既用溶剤型	
	OL (0)NL1 OL R/P(0)NL1	OL R/C(0)NL1	OL (0)NL2 OL R/P(0)NL2	OL R/C(0)NL2	OL (0)ST1 OL R/P(0)ST1	OL R/C(0)ST1
色相	土さじ	白	キナリ	橙	白	
比重(-)	1.62	1.55	1.29	1.64	1.21	
粘度(20°C)(P)	750	12	13	15	156	
不揮発分(wt%)	55.3	52.4	75.0	75.5	55.5	
塗布量(g/m <sup>2</sup> )	-7	1	66	117	75	
膜厚(wet μm) (dry μm)	35 35	75 35	75 35	71 35	55 25	
乾燥時間 (20°C)(h)	指触 硬化	2 15	2 15	C.5 5	C.5 7	
溶剂組成	アセトニトリル 4:6:3:3:3:3:3 メタノール 2:2:2:2:2:2:2	OL OL OL OL OL OL OL	OL OL OL OL OL OL OL	OL OL OL OL OL OL OL	OL OL OL OL OL OL OL	
塗料中の溶剤量(Mt%)	13.7	17.6	20.1	24.5	34.5	

表2.3.3-(d) 供試塗料の塗料性状(塩化ゴム塗料)

項目	塗料の種類 及試験条件	非光化学反応性塗料型				低溶剤型				CR (0)SL7
		CR (0)NP5	CR (0)NP6	CR (0)SL4	CR (0)SL5	CR D/P(0)SL4	CR D/P(0)SL5	CR F/c(0)SL4	CR F/c(0)SL5	
色相	灰	白	赤さび	赤さび	白	赤さび	赤	赤さび	白	赤さび
比重(20°C)	1.56	1.51	1.54	1.44	1.64	1.58	1.56	1.51	1.54	
粘度(20°C)	30	80	80	15	25	25	80	80	80	
不揮発分(wt%)	70.9	67.0	74.5	71.1	81	78	70.9	67.0	74.5	
塗布量(g/m <sup>2</sup> )	132	124	93	110	75	79	132	124	98	
膜厚(wet μm) (dry μm)	100 45	82 35	64 35	75 40	50 30	50 30	100 40	92 35	64 35	
乾燥時間 (20°C)(h)	0.5	0.5	0.5	1	4	2	0.3	0.3	0.2	
溶剂	アセトニトリル メタノール キシレン トルエン 酢酸エチル 酢酸ナトリウム エタノール トルエン	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○								
溶剤構成										
塗料の總重量(wt%)	29.1	33	25.5	28.9	19	22	29.1	33	25.5	

表2.3.3-(e) 供試塗料の塗料性状(塩化ゴム塗料)

塗料の種類 及 試験条件	非光化半反応性低溶剤型						現用漆 利型		
	CR (0)NL3	CR (0)NL4	CR (0)NL5	CR (0)NL6	CR D/P(0)NL6	CR R/P(0)NL5	CR R/P(0)NL4	CR D/P(0)NL6	CR R/P(0)NL6
色 相	赤さび	白	赤さび	白	赤さび	白	赤さび	白	白
比 重 (-)	1.46	1.52	1.64	1.61	1.53	1.53	1.49	1.55	
粘 度 (20°C(P))	10	25	25	SOKU	SOKU	SOKU	SOKU	70KU	70KU
不揮発分 (wt%)	70.5	79.2	79.5	71.5	66.6	70.5	58.0	65.0	
塗 布 量 (g/m <sup>2</sup> )	117	70	71	136	130	114	112	104	
膜 厚 (wet μm) (dry μm)	80 40	50 30	50 30	100 40	100 35	75 35	95 45	77 35	
乾燥時間 (20°C)(h)	指 頭	1	3	3	5	5	5	3	3
液化	5	16	16	5	5	3	3	3	3
溶 沪	○	○	○	○	○	○	○	○	○
組 成	エチルビニルケタ	エチルビニルケタ	エチルビニルケタ	エチルビニルケタ	エチルビニルケタ	エチルビニルケタ	エチルビニルケタ	エチルビニルケタ	エチルビニルケタ
塗 料 中 の 塗 料 量 (M%)	29.5	20.8	20.5	28.5	33.4	29.4	42	35	

表2.3.3-(f) 供試塗料の塗料性状(エボキシ塗料)

項 目	塗 装 系 供 試 塗 料	木 性		非光化学反応性溶剤型		無溶剤型		低溶剤型	
		PE (0)SL4	PE (0)NP7	PE (0)NS2	PE R/c(0)NS2	PE R/c(0)SL8	PE R/c(0)SL9	PE R/c(0)SL8	PE R/c(0)SL9
色 相	赤さび	白	赤さび	クリム	赤さび	灰	赤さび	白	ジバクサン
塗 料 比 重 (-)	1.30	1.23	1.24	1.32	1.4	1.39	1.50	1.50	1.46
塗 料 粘 度 (20°C)(P)	36	34	8	11	12	6	15	15	13
混合割合 主剤 硬化剤	/	80 20	80 20	4 1	80 20	85 15	85 15	80 20	85 15
不揮発分 (wt%)	49	48.9	52	65.5	97.5	99.5	99.5	99.2	99.8
塗 布 量 (g/ft <sup>2</sup> )	270	120	270	142	155	154	220	220	380
膜 厚 (Wet μm) (dry μm)	260 70	100 40	215 100	105 50	110 100	110 100	152 100	152 100	155 150
乾燥時間 (20°C)(h)	1 3	1 2	2 7日	11 7日	10 7日	10 7日	0.5 7日	0.4 7日	8 7日
引 伸 時 間 (20°C)(h)						15	3	3	2 2
溶 剤	イソプロピル イソブチル	○	○	○	○	○	○	○	○
初 期 組 成	トルエン キシレン ヒドロキシン エボキシゲンテート	○	○	○	○	○	○	○	○
塗 料 中 の 溶 剤 量 (wt%)	51	51.1	348	345	25	0.5	18	18	9.8 9.2

表2.3.3-(2) 供試塗料の塗料性状(エボキシ塗料)

項 目	着 色 系 供 試 塗 料		非 化 学 反 応 性 低 溶 剤 型		規 用 溶 剤 型	
	PE R/P(O)N17	PE (O)N17	PE R/c(O)N17	PE R/c(O)S13	PE R/P(O)S13	PE P(c(O)S13)
色 相	赤 さ り	白	赤 さ り	白	白	白
塗 料 比 重 ( $20^{\circ}\text{C}$ )(P)	1.41	1.46	1.24	1.25	1.25	1.25
塗 料 粘 度 ( $20^{\circ}\text{C}$ )(P)	1.1	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0
混 合 割 合 <small>[硬]割</small>	55 15	45 15	4 1	4 1	4 1	4 1
不 揮 発 分 (wt%)	52.2	52.2	60.0	61.3	61.3	61.3
塗 布 量 (g/ $\text{m}^2$ )	17.0	25.3	30.3	14.8	14.8	14.8
膜 厚 ( $\frac{\text{wet } \mu\text{m}}{\text{dry } \mu\text{m}}$ )	12.5 15.0	12.5 15.0	24.4 10.0	12.0 5.0	12.0 5.0	12.0 5.0
乾 燥 時 間 ( $20^{\circ}\text{C}$ )(h)	指 触	8	8	2	2	2
硬 化	7日	7日	16	16	16	16
可 使 時 間( $20^{\circ}\text{C}$ )(h)	2	2	—	—	—	—
溶 剤	メタノール トルエン ・ジエチルエーテル ・アセトニトリル ・テトラヒドロフラン ・1,4-ジオキサン	メタノール トルエン ・ジエチルエーテル ・アセトニトリル ・テトラヒドロフラン ・1,4-ジオキサン	メタノール トルエン ・ジエチルエーテル ・アセトニトリル ・テトラヒドロフラン ・1,4-ジオキサン	メタノール トルエン ・ジエチルエーテル ・アセトニトリル ・テトラヒドロフラン ・1,4-ジオキサン	メタノール トルエン ・ジエチルエーテル ・アセトニトリル ・テトラヒドロフラン ・1,4-ジオキサン	メタノール トルエン ・ジエチルエーテル ・アセトニトリル ・テトラヒドロフラン ・1,4-ジオキサン
組 成	—	—	—	—	—	—
塗 料 中 の 溶 剤 量 (wt%)	9.8	9.2	4.0	38.7	38.7	38.7

表2.3.4-(a) 供試塗料の塗料性状

塗料の種類 供試塗料	水 性				非光化学反応性溶剤型				無 溶 剤 型			
	OL (1)NS1 OL P(1)EN1	OL (1)P1 OL P/c(1)EN1	OL (1)P2 OL S/P(1)EN1	OL (1)P1 OL P/c(1)EP1	OL (1)P2 OL S/P(1)EP1	OL (1)P2 OL P/c(1)EP2	OL (1)P1 OL P/c(1)EP1	OL (1)P2 OL P/c(1)EP2	OL (1)NS1 OL P(1)NS1	OL (1)NS2 OL P(1)NS2	OL (1)NS1 OL P/c(1)NS1	OL (1)NS2 OL P/c(1)NS2
色 相	赤茶色	白	白	橙	白	白	白	白色	白	白	白	白
比 重 (g/cm <sup>3</sup> )	1.31	1.15	1.54	1.34	1.60	1.25	1.67	1.34	1.93	1.57		
粘 度 (20°C P)	32	31	75	17	21	19	9.7	17	48	23		
不揮発分(wt%)	52.0	47.7	71.6	74.3	74.3	69	98.1	74.3	58.0	55.1		
塗付量(g/m <sup>2</sup> )	250	120	117	57	112	90	139	57	61	42		
膜厚(wet μm) (dry μm)	215 80	105 40	75 35	43 25	70 35	72 35	83 30	43 25	32 31	31 30		
乾燥時間 (20°C h)	指触 1	0.5	1	2.5	1	3	4	2.5	3	5		
溶剤組成	アセトニトリル メタノール イソプロピルアルコール 水	水	水	水	水	水	水	水	水	水	水	水
塗料中の溶剤量(wt%)	48	52.3	28.4	25.7	25.7	31	19	25.7	2	2	0.9	

表2.3.4-(b) 供試塗料の塗料性状

塗料の種類 供試塗料	低溶剤型				非光化学反応性低溶剤型				現用溶剤型		
	OL (I)SL1	OL (I)SL2	OL (I)RI1	OL (I)RI2	OL R/P(I)SL1	OL R/P(I)SL2	OL R/P(I)RI1	OL R/P(I)RI2	OL R/c(I)SL1	OL R/c(I)SL2	OL R/c(I)RI1
色相	赤さび	白	橙	白	赤さび	赤さび	白	白	橙	白	白
比重(20°C)(P)	1.56	1.51	1.58	1.45	1.56	1.51	1.51	1.55	1.46	1.56	1.34
不揮発分(wt%)	52.2	55	57.9	59.1	53.3	58	58.2	56.5	72	75	
塗付量(g/ft <sup>2</sup> )	16.2	13.0	9.0	6.5	10.5	13.0	12.5	12.5	12.8	11.0	
膜厚(wet μm) (dry μm)	36 35	43 35	47 35	69 60	55 45	42 35	42 35	47 35	52 35	52 35	
乾燥時間 (20°C)(h)	2.5	3	6		2.5	2	5	1	1.5		
塗剤組成											
塗料中の溶剂量(wt%)	6.7	12	12.1	13.9	6.7	12	11.8	13.2	28	25	

表 2.3.5 デッキおよび上構外部用供試塗料の加熱残分

単位 (wt %)

塗料の種類	塗装系	下塗塗料			上塗塗料		
		不揮発分	塗料会社測定値	造船所測定値	不揮発分	塗料会社測定値	造船所測定値
水性	OI (O) EM1	63.5	64.0	62.7	58.1	56.5	58.1
	OI (O) EM2	51.6	52.6	51.1	49.8	50.9	48.7
	OL (O) EM3	58.0	56.3	54.9	53.0	53.0	51.6
	PE (O) EM4	49.0	48.5	54.2	48.9	48.0	47.7
非光化学反応性溶剤型	OL (O) NP1	68.5	67.5	67.0	64.1	64.8	63.7
	OL (O) NP2	同上	同上	同上	66.2	67.2	66.9
	OL (O) NP3	76.3	78.0	78.0	69.0	68.0	69.4
	OL (O) NP4	同上	同上	同上	68.0	67.0	69.4
	CR (O) NP5	53.0	49.5	50.5	56.6	59.6	63.3
	CR (O) NP6	同上	同上	同上	57.0	55.9	58.4
	PE (O) NP7	65.2	65.2	65.8	65.5	66.5	66.6
無溶剤型	OL (O) NS1	96.2	96.2	97.3	79.0	79.1	80.0
	PE (O) NS2		97.5	96.4	99.5	97.9	96.2
低溶剤型	OL (O) SL1	82.5	82.0	82.8	81.5	80.7	78.8
	OL (O) SL2	86.3	86.5	83.2	79.0	79.1	80.8
	OL (O) SL3	同上	同上	同上	79.9	79.4	79.3
	CR (O) SL4	75.0	76.7	73.4		81.0	73.5
	CR (O) SL5	同上	同上	同上	75.1	73.7	74.0
	CR (O) SL6	70.9	70.5	71.7	67.0	67.6	68.7
	CR (O) SL7	同上	同上	同上	74.5	71.4	71.8
	PE (O) SL8	82.0	81.9	80.2	82.0	81.9	82.0
	PE (O) SL9	90.2	89.7	92.9	90.8	90.5	92.5
非光化学反応性低溶剤型	OL (O) NL1	89.2	77.9	83.0	79.9	79.4	80.0
	OL (O) NL2	同上	同上	同上	86.3	86.5	83.0
	CR (O) NL3		70.5	76.5		79.2	75.6
	CR (O) NL4	同上	同上	同上		79.5	74.8
	CR (O) NL5	71.5	69.9	72.6	66.6	65.6	66.7
	CR (O) NL6	同上	同上	同上	70.6	69.9	68.6
	PE (O) NL7	90.2	88.6	89.8	90.8	90.5	91.8
現用溶剤型	OL (O) ST1		75.5	82.6			72.1
	CR (O) ST2		58.0	51.3			55.7
	PE (O) ST3		60.0	61.1			65.1

表 2.3.6 上構内部用供試塗料の加熱残分

単位 (wt %)

塗料の種類	塗装系	下塗塗料			上塗塗料		
		不揮発分	塗料会社 測定値	造船所 測定値	不揮発分	塗料会社 測定値	造船所 測定値
水性	OL (I) EM1	52.1	51.8	54.1	47.7	47.5	49.6
非光化学反応性溶剤型	OL (I) NP1	71.6	71.2	71.0	74.3	73.3	73.9
	OL (I) NP2	74.3	76.2	73.1	69.0	68.6	68.7
無溶剤型	OL (I) NS1	98.1	94.5	93.2	74.0	73.3	73.9
	OL (I) NS2	98.1	94.5	92.3		99.1	97.5
低溶剤型	OL (I) SL1	93.3	89.1	89.9		88.0	90.8
	OL (I) SL2	87.9	88.4	89.0	86.1	86.1	87.5
非光化学反応性低溶剤型	OL (I) NL1	93.3	90.1	90.0		88.0	90.8
	OL (I) NL2	88.2	88.5	92.3	86.8	86.6	90.6
現用溶剤型	OL (I) ST1	72.0	63.7	72.0	75.0	65.5	73.5

### 2.3.2 塗料物性試験

塗料物性試験として塗料粘度、可使時間、乾燥硬化時間、貯蔵安定性、たれ限界を調査する。

#### (1) 試験項目および試験方法

##### (a) 塗料粘度および可使時間

500 ml 容器に供試塗料を入れ B型粘度計により粘度の経時変化を調べる。塗料温度は 20 ℃ とする。粘度は、粘度計回転数 100 r.p.m の時の値で示す。又、可使時間は、粘度の立ち上りまでの経過時間で示す。

##### (b) 乾燥硬化時間

アブリケータを用い塗料をガラス板に目標膜厚塗付する。この試験片をドライイング・レコーダにかけ指触乾燥時間、硬化乾燥時間を求める。又鉄板上に塗料をアブリケータで目標膜厚塗付する。この試験片を靴のかかとで踏み、塗膜に傷が付かなくなるまでの時間すなわち歩行可能時間を求める。なお乾燥硬化時間の測定は 5 ℃ および 20 ℃ とする。

##### (c) 貯蔵安定性

塗料を 250 ml ブリキ缶又はガラスピンドに入れ密栓する。これを 0 ℃ および 35 ℃ の恒温槽中に 1 ケ月間放置後取り出し、塗料の容器内の状態、塗料粘度、乾燥性、塗膜形成状態に異常がないか調べる。

##### (d) たれ発生限界

たれ試験用フィルムアブリケータを用い塗料をガラス板上に塗料する。その板を 20 ℃ の室内に垂直に立てて塗料のたれの発生が有るか調べる。たれ限界はたれが発生する wet 膜厚で示す。

#### (2) 試験結果

##### (a) 塗料粘度および可使時間

塗料粘度および可使時間の試験結果を表 2.3.7 および表 2.3.8 に示す。

##### (b) 乾燥硬化時間

塗膜の乾燥硬化時間を表 2.3.9、表 2.3.10、表 2.3.11、および表 2.3.12 に示す。

##### (c) 貯蔵安定性

貯蔵安定性試験結果を表 2.3.13、表 2.3.14、表 2.3.15、および表 2.3.16 に示す。

##### (d) たれ発生限界

たれ発生限界試験結果を表 2.3.13、表 2.3.14、表 2.3.15 および表 2.3.16 に示す。

表 2.3.7 デッキおよび上構外部用塗料粘度および可使時間測定結果

(20℃)

塗料の種類	塗装系	下塗塗料		上塗塗料	
		粘度(P)	可使時間(h)	粘度(P)	可使時間(h)
水性	OI (O) EM1	6		10	
	OI (O) EK2	7		24	
	OL (O) EM3	12		1	
	PE (O) EM4	20	7以上	17	7以上
非光化学反応性溶剤型	OL (O) NP1	7		7	
	OL (O) NP2	7		7	
	OL (O) NP3	9		7	
	OL (O) NP4	9		4	
	CR (O) NP5	5		25	
	CR (O) NP6	5		10	
	PE (O) NP7	1	7以上	3	7以上
無溶剤型	OL (O) NS1	1		10	
	PE (O) NS2	1	1	2	1
低溶剤型	OL (O) SL1	12		6	
	OL (O) SL2	12		10	
	OL (O) SL3	12		18	
	CR (O) SL4	19		25	
	CR (O) SL5	19		25	
	CR (O) SL6	25		25	
	CR (O) SL7	25		4	
	PE (O) SL8	7	3	7	4
	PE (O) SL9	2	2	2	2
非光化学反応性低溶剤型	OL (O) NL1	11		11	
	OL (O) NL2	11		25	
	CR (O) NL3	7		25	
	CR (O) NL4	7		25	
	CR (O) NL5	25		25	
	CR (O) NL6	25		25	
	PE (O) NL7	1	2	2	2
現用溶剤型	OC (O) ST1	6		10	
	CR (O) ST2	9		8	
	PE (O) ST3	1	7以上	2	7以上

注) エポキシ塗料のみ可使時間測定

表 2.3.8 上構内部用塗料粘度測定結果 (20 ℃)

塗料の種類	塗装系	下塗塗料	上塗塗料
		粘度 (P)	粘度 (P)
水性	OL (I) EM1	17	24
非光化学反応性溶剤型	OL (I) NP1	8	18
	OL (I) NP2	4	8
無溶剤型	OL (I) NS1	9	18
	OL (I) NS2	25	25
低溶剤型	OL (I) SL1	11	20
	OL (I) SL2	25	25
非光化学反応性低溶剤型	OL (I) NL1	9	18
	OL (I) NL2	25	25
現用溶剤型	OL (I) ST1	7	16

表 2.3.9 塗膜の乾燥時間測定結果 (20℃)

単位 (h)

塗料の種類	塗装系	下塗塗料			上塗塗料		
		指触乾燥	硬化乾燥	歩行可能	指触乾燥	硬化乾燥	歩行可能
水性	OL (O) EM1	0.5	1.0	2.5	0.5	1.5	2.5
	OL (O) EM2	0.5	1.5	3.5	0.5	1.5	2.5
	OL (O) EM3	0.5	1.0	1.5	0.3	0.5	2.5
	PE (O) EM4	0.5	1.0	3.5	0.5	1.0	3.0
非光化学反応性溶剤型	OL (O) NP1	0.5	1.5	3.5	0.3	0.5	3.0
	OL (O) NP2	同上	同上	同上	0.5	1.0	3.0
	OL (O) NP3	0.5	1.0	5.0	0.5	6.5	20.0
	OL (O) NP4	同上	同上	同上	0.5	1.5	15.0
	CR (O) NP5	0.5	1.0	2.5	0.5	2.0	2.5
	CR (O) NP6	同上	同上	同上	0.5	1.0	2.5
	PE (O) NP7	0.5	3.0	5.0	0.5	1.0	3.0
無溶剤型	OL (O) NS1	2.5	11.0.0	18.0.0	1.5	2.5	25.0
	PE (O) NS2	3.0	5.0	24.0	3.0	6.5	24.0
低溶剤型	OL (O) SL1	1.5	4.5	9.6.0	3.0	7.0	45.0
	OL (O) SL2	2.0	7.2.0	18.0.0	1.5	2.5	25.0
	OL (O) SL3	同上	同上	同上	0.5	1.0	2.5
	CR (O) SL4	0.5	1.5	4.0	0.5	2.0	4.0
	CR (O) SL5	同上	同上	同上	0.5	1.0	2.5
	CR (O) SL6	0.5	1.5	3.0	0.5	1.0	2.0
	CR (O) SL7	同上	同上	同上	0.5	1.5	3.5
	PE (O) SL8	1.0	3.0	4.5.0	0.5	1.5	3.5
	PE (O) SL9	3.5	10.0	30.0	2.5	5.0	20.5
非光化学反応性低溶剤型	OL (O) NL1	4.0	15.0	25.0	0.5	12.0	24.0
	OL (O) NL2	同上	同上	同上	3.0	15.0	24.0
	CR (O) NL3	0.5	2.5	6.5	0.5	3.5	26.0
	CR (O) NL4	同上	同上	同上	0.5	1.5	3.5
	CR (O) NL5	0.5	2.0	4.0	0.5	1.5	2.5
	CR (O) NL6	同上	同上	同上	0.5	1.0	2.5
	PE (O) NL7	5.5	13.5	32.0	5.5	11.5	30.0
現用溶剤型	OL (O) ST1	0.5	2.0	5.0	0.5	1.5	3.5
	CR (O) ST2	0.5	1.0	5.5	0.5	1.0	2.5
	PE (O) ST3	0.3	1.0	2.5	0.5	1.0	3.0

表 2.3.10 塗膜の乾燥時間測定結果 (5°C)

単位 (h)

塗料の種類	塗装系	下塗塗料			上塗塗料		
		指触乾燥	硬化乾燥	歩行可能	指触乾燥	硬化乾燥	歩行可能
水性	OL (O) EM1	0.5	2.0	3.0	0.5	1.0	2.0
	OL (O) EM2	1.0	20.0	25.0	2.0	5.5	24.0
	OL (O) EM3	0.5	3.0	5.0	0.5	1.0	6.0
	PE (O) EM4	0.5	1.0	10.0	0.5	1.0	3.0
非光化学反応性溶剤型	OL (O) NP1	0.5	1.0	6.0	2.0	5.0	50.0
	OL (O) NP2	同上	同上	同上	0.5	2.0	4.0
	OL (O) NP3	0.5	1.0	6.0	0.5	24.0	70.0
	OL (O) NP4	同上	同上	同上	0.5	3.5	45.0
	CR (O) NP5	0.5	1.0	3.5	0.5	1.0	4.0
	CR (O) NP6	同上	同上	同上	0.5	1.0	4.5
	PE (O) NP7	0.5	10.0	76.0	0.5	5.0	10.0
無溶剤型	OL (O) NS1	24.0	140.0	200.0	1.5	30.0	50.0
	PE (O) NS2	30.0	70.0	120.0	30.0	50.0	80.0
低溶剤型	OL (O) SL1	1.0	24.0	160.0	4.0	24.0	45.0
	OL (O) SL2	2.4	150.0	210.0	1.5	30.0	50.0
	OL (O) SL3	同上	同上	同上	0.5	1.0	5.5
	CR (O) SL4	1.0	4.0	5.0	0.5	1.5	4.5
	CR (O) SL5	同上	同上	同上	0.5	1.0	5.0
	CR (O) SL6	0.5	2.5	6.0	0.5	1.0	5.5
	CR (O) SL7	同上	同上	同上	0.5	1.0	6.5
	PE (O) SL8	1.0	60.0	90.0	0.5	4.5	15.0
	PE (O) SL9	10.0	31.0	45.0	30.0	50.0	80.0
非光化学反応性低溶剤型	OL (O) NL1	4.5	25.0	40.0	0.5	45.0	70.0
	OL (O) NL2	同上	同上	同上	4.0	15.0	40.0
	CR (O) NL3	3.0	4.5	24.0	1.0	5.5	25.0
	CR (O) NL4	同上	同上	同上	0.5	1.5	20.0
	CR (O) NL5	0.5	2.5	5.0	0.5	2.0	3.5
	CR (O) NL6	同上	同上	同上	0.5	1.0	12.0
	PE (O) NL7	1.0	33.0	45.0	31.0	60.0	85.0
現用溶剤型	OL (O) ST1	1.5	5.0	10.0	0.5	5.0	15.0
	CR (O) ST2	0.5	1.0	15.0	0.5	1.0	5.5
	PE (O) ST3	0.5	2.5	5.5	0.5	2.0	4.5

表 2.3.11 塗膜の乾燥時間測定結果 (20℃)

単位 (h)

塗料の種類	塗装系	下塗塗料			上塗塗料		
		指触乾燥	硬化乾燥	歩行可能	指触乾燥	硬化乾燥	歩行可能
水性	OL (I) EM1	0.5	1.5	2.5	0.5	1.5	3.5
非光化学反応性溶剤型	OL (I) NP1	0.5	2.0	5.5	0.3	3.0	6.0
	OL (I) NP2	0.5	1.0	2.5	0.5	1.0	2.5
無溶剤型	OL (I) NS1	2.0	5.0	30.5	0.3	3.0	6.0
	OL (I) NS2	4.0	32.0	72.0	15.0	28.0	168.0
低溶剤型	OL (I) SL1	2.5	10.0	24.0	4.0	12.0	20.0
	OL (I) SL2	0.5	2.4.0	45.0	1.0	4.8.0	60.0
非光化学反応性低溶剤型	OL (I) NL1	2.5	12.0	24.0	4.0	12.0	20.0
	OL (I) NL2	1.0	37.0	120.0	1.0	32.0	121.0
現用溶剤型	OL (I) ST1	0.3	1.0	3.0	0.5	3.0	6.0

表 2.3.12 塗膜の乾燥時間測定結果 (5℃)

単位 (h)

塗料の種類	塗装系	下塗塗料			上塗塗料		
		指触乾燥	硬化乾燥	歩行可能	指触乾燥	硬化乾燥	歩行可能
水性	OL (I) EM1	0.5	1.5	5	0.5	1.5	5
非光化学反応性溶剤型	OL (I) NP1	0.5	1	5.5	0.5	3	20
	OL (I) NP2	0.5	1.5	5	0.5	4	20
無溶剤型	OL (I) NS1	5	30	45	0.5	3	20
	OL (I) NS2	5	60	120	90	140	190
低溶剤型	OL (I) SL1	1.0	40	70	2	20	75
	OL (I) SL2	0.5	10	100	1	3	48
非光化学反応性低溶剤型	OL (I) NL1	1.0	20	80	2	20	75
	OL (I) NL2	0.5	20	168.0	1	24	140
現用溶剤型	OL (I) ST1	0.5	1.5	4.5	1	20	48

表 2.3.13 貯蔵安定性試験結果（貯蔵温度 35 ℃）

塗料対象箇所	塗料の種類	塗装系	下塗り塗料				上塗り塗料			
			粘度 [poise]	たれ限界 [μm]	乾燥性(h)		粘度 [poise]	たれ限界 [μm]	乾燥性(h)	
					指触時間	硬化時間			指触時間	硬化時間
デッキ および 上構外 部	水性塗料	OL(O)EM1	7	350	3	24	4	200	2	24
		OL(O)EM2	10	200	4	24	25	400	6	24
		OL(O)EM3	13	450 以上	2	24	1 以下	100 以下	3	24
		PE(O)EM4	11	300	2	20	20	300	2	24
	非光化学反応性溶剤含有塗料	OL(ONP1)	5	400	48	72	10	400	5	24
		OL(ONP2)	5	400	48	72	14	150	12	24
		OL(ONP3)	17	450 以上	3	24	7	450 以上	24	72
		OL(ONP4)	17	450 以上	3	24	8	100 以下	3	24
		CR(ONP5)	10	450 以上	7	24	25	450 以上	24	72
		CR(ONP6)	10	450 以上	7	24	17	450 以上	8	24
		PE(ONP7)	1	150	2	24	1	450 以上	1	2
	無溶剤塗料	OL(ONS1)	3	100	24	96	13	450 以上	12	24
		PE(ONS2)	5	150	10	48	10	150	12	96
	低溶剤塗料	OL(OSL1)	25	450 以上	24	72	12	450 以上	12	48
		OL(OSL2)	25	450 以上	24	96	25	450 以上	3	24
		OL(OSL3)	25	450 以上	24	96	25	250	12	24
		CR(OSL4)	16	300	6	24	25	300	3	24
		CR(OSL5)	16	300	6	24	25	350	2	24
		CR(OSL6)	25	450 以上	2	24	25	450 以上	3	24
		CR(OSL7)	25	450 以上	2	24	25	450 以上	10	24
		PE(OSL8)	1 以下	100 以下	24	96	1 以下	100 以下	24	96
		PE(OSL9)	1	250	6	24	1 以下	200	6	96
	低溶剤非光化学反応性溶剤含有塗料	OL(ONL1)	25	450 以上	24	96	7	450 以上	24	72
		OL(ONL2)	25	450 以上	24	96	25	150	10	24
		CR(ONL3)	11	150	3	24	25	300	2	24
		CR(ONL4)	11	150	3	24	25	300	4	48
		CR(ONL5)	25	450 以上	24	72	25	250	8	24
		CR(ONL6)	25	450 以上	24	72	25	250	2	24
		PE(ONL7)	1 以下	250	5	24	1 以下	150	6	48
	標準品	OL(O)ST1	11	450 以上	2	24	22	250	4	24
		CR(O)ST2	11	450 以上	3	24	15	450	24	49
		PE(O)ST3	10	450 以上	3	24	12	150	2	24

表 2.3.14 貯蔵安定性試験結果（貯蔵温度0℃）

塗装対象箇所	塗料の種類	塗装系	下塗り塗料				上塗り塗料			
			粘度 [poise]	たれ限界 [μm]	乾燥性(h) 指触時間 硬化時間	粘度 [poise]	たれ限界 [μm]	乾燥性(h) 指触時間 硬化時間		
デッキ および 上構外 部	水性塗料	OL(O)EM1	6	350	4 24	5	200	3	24	
		OI(O)EM2	5	200	4 24	※ゲル化 25	450 以上	5	24	
		OL(O)EM3	13	450 以上	2 24	※分散不良 0	250	3	24	
		PE(O)EM4	13	300	2 24	20	400	2	24	
	非光化学反応性溶剤含有塗料	OL(ONP1)	5	300	2 24	10	450 以上	5	40	
		OL(ONP2)	5	300	2 24	13	150	12	24	
		OI(ONP3)	13	450	8 24	13	100 以下	12	24	
		OL(ONP4)	13	450	8 24	6	100 以下	4	24	
		CR(ONP5)	9	450 以上	7 24	※ゲル化 25	450 以上	12	24	
		CR(ONP6)	9	450 以上	7 24	25	450 以上	8	24	
		PE(ONP7)	2	150	3 24	2	150	5	20	
	無溶剤塗料	OL(ONS1)	2	150	24	96	25	450 以上	7	24
		PE(ONS2)	5	100 以下	20	96	15	200	12	96
	低溶剤塗料	OL(OSL1)	4	450 以上	24	96	10	450 以上	12	48
		OL(OSL2)	25	450 以上	24	72	11	450 以上	5	24
		OL(OSL3)	25	450 以上	24	72	25	250	12	24
		CR(OSL4)	17	200	4 24	20	211	4	24	
		CR(OSL5)	17	200	4 24	25	350	3	24	
		CR(OSL6)	25	450 以上	4 24	27	450 以上	10	24	
		CR(OSL7)	25	450 以上	4 24	25	450 以上	10	24	
		PE(OSL8)	1	150	24	96	0	150	24	96
		PE(OSL9)	1	150	10 24	1	200	20	96	
	低溶剤非光化学反応性溶剤含有塗料	OL(ONL1)	25	450	24	76	15	450	24	70
		OL(ONL2)	25	450	24	76	25	150	12	24
		CR(ONL3)	13	200	2 24	20	350	3	20	
		CR(ONL4)	13	200	2 24	25	300	8	48	
		CR(ONL5)	25	450 以上	5 24	3	150	8	24	
		CR(ONL6)	25	450 以上	5 24	※容器腐食 ゲル化				
		PE(ONL7)	1	100 以下	3 24	2	100 以下	15	48	
	標準品	OL(O)ST1	10	350	3 24	18	250	3	24	
		CR(O)ST2	12	450 以上	3 24	15	450 以上	12	24	
		PE(O)ST3	13	200	4 24	10	200	4	24	

表 2.3.15 貯蔵安定性試験結果（貯蔵温度 35 ℃）

塗装対象箇所	塗装の種類	塗装系	下塗り塗料				上塗り塗料			
			粘度 [poise]	たれ限界 [μm]	乾燥性(h)		粘度 [poise]	たれ限界 [μm]	乾燥性(h)	
					指触時間	硬化時間			指触時間	硬化時間
上構 内 部	水性塗料	OL(I)EM1	24	200	4	24		300	1	2
	非光化学反応性溶剤含有塗料	OL(I)NP1	11	250	3	24	24	350	4	24
		OL(I)NP2	10	350	3	24	25	450 以上	3	24
	無溶剤塗料	OL(INS1)	11	250	24	72	24	350	4	24
		OL(INS2)	25	250	48	72	25	300	48	72
	低溶剤塗料	OL(I)SL1	18	250	24	72	25	450 以上	24	96
		OL(I)SL2	25	450 以上	48	96	25	450 以上	48	96
	低溶剤非光化学反応性溶剤含有塗料	OL(INL1)	14	300	4	24	25	450 以上	24	96
		OL(INL2)	※ゲル化 25	450 以上	48	96	※ゲル化 25	450 以上	48	96
	標準品	OL(IST1)	9	300	4	24	22	350	6	24

表 2.3.16 貯蔵安定性試験結果（貯蔵温度 0 ℃）

塗装対象箇所	塗料の種類	塗装系	下塗り塗料				上塗り塗料			
			粘度	たれ限界	乾燥性(h)		粘度	たれ限界	乾燥性(h)	
					指触時間	硬化時間			指触時間	硬化時間
上構 内 部	水性塗料	OL(I)EM1	23	250	4	24	25	300	2	5
	非光化学反応性溶剤含有塗料	OL(I)NP1	13	250	2	24	25	250	4	24
		OL(I)NP2	13	250	3	24	25	250	4	24
	無溶剤塗料	OL(INS1)	12	250	3	24	25	250	4	24
		OL(INS2)	※ゲル化 25	450	24	96	※ゲル化 25	300	48	96
	低溶剤塗料	OL(I)SL1	16	300	3	24	25	450 以上	24	96
		OL(I)SL2	※ゲル化 25	450 以上	4	24	※ゲル化 25	400	24	48
	低溶剤非光化学反応性溶剤含有塗料	OL(INL1)	15	300	3	24	25	450 以上	24	96
		OL(INL2)	※ゲル化 25	450	3	24	※ゲル化 25	450 以上	5	24
	標準品	OL(IST1)	12	250	3	24	25	400	4	24

### 2.3.3 塗膜物性試験

表 2.3.1 および表 2.3.2 に示す塗装仕様通りに塗装した試験片について塗膜物性試験を行なう。

#### (1) 試験片作成方法

試験板寸法  $150 \times 75 \times 3.2\text{ mm}$  の普通鋼 (SS 41材) をサンドブラストにより S I S 規格 Sa 2.5以上に素地調整を行なう。その後エアレススプレーにより塗装仕様通り 1 日 1 回塗りで試験板を塗装する。塗膜の乾燥は室温 (約 20 ~ 30°C) で 1 ヶ月間行なう。

#### (2) 試験項目および試験条件

試験項目および試験条件を次に示す。

##### (a) 促進耐候性試験

塗装試験片をウェザロ試験機 (スガ試験機製 WH・SUN型) に入れ、促進耐候性試験を行なう。デッキおよび上構外部用塗料については 300 時間、上構内部用塗料については 200 時間とする。降雨サイクルは全塗料とも 1 時間当り 12 分とする。

##### (b) 塩水噴霧試験

塗装試験片を J I S に準拠した塩水噴霧試験器に入れ塩水噴霧試験を行なう。デッキおよび上構外部用塗料のうち油性塗料は 250 時間、塩化ゴム塗料は 500 時間、エポキシ塗料は 1,000 時間、上構内部用塗料は 250 時間とする。

##### (c) 耐油試験

塗装試験片を潤滑油中に 30°C 100 時間 浸漬する。

#### (3) 塗膜の検査項目および評価方法

(2)の項目終了後次の項目について検査する。

##### (a) 塗膜の光沢測定

試験前後の塗膜の光沢を光沢計 (村上色材研究所製 GM-42 型) により測定し、塗膜光沢の変化を調べる。変化の割合を光沢保持率(%)で表わす。

光沢保持率の計算式を (1) 式に示す。なお光沢は  $60^\circ$  反射について求める。

$$\text{光沢保持率} (\%) = \frac{\text{試験後の光沢} (-)}{\text{試験前の光沢} (-)} \times 100 \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

光沢の測定は促進耐候性試験について行なう。

##### (b) チョーキング発生度の測定

試験終了後の塗膜表面を指でこすり、塗膜成分が指に付く程度で 3 段階に評価する。その評価基準を表 2.3.17 に示す。チョーキング発生度の測定は促進耐候性試験終了試験片について行なう。

表 2.3.17 チョーキング発生度

評価	評価基準
○	チョーキングの発生がない
×	チョーキングの発生小で指がわずかに白くなる
××	チョーキングの発生大で指が真白くなる

##### (c) 塗膜の付着力

試験前後の塗膜と鋼板との付着力をアドヒージョンテスタ (エルコメータ社製) により求める。引張り試験は、直径  $20\text{ mm}$  の引張り試験治具を用い、無溶剤エポキシ (セメダイン 1500 使用) で塗膜にはり付け 1 日室温 (約 20°C) で養生する。治具回りをカッタにより素地に達する傷を付け調査面とそれ以外の塗膜とを切りはなしした後、アドヒージョンテスタにより行なう。

塗膜の付着力は、促進耐候性試験、塩水噴霧試験後に行なう。

(d) 塗膜状況の観察

試験終了後、塗膜の肉眼観察を行ない塗料検査協会塗膜評価基準にもとづき塗膜状況の評価点を付ける。この評価は、塩水噴霧試験片について行なう。なお耐油試験片については塗膜の変色の有無を調べる。

(e) 塗膜硬度（鉛筆硬度）測定

試験前後の塗膜硬度を J I S K・5400 の鉛筆硬度測定法により行なう。塗膜硬度測定は、耐油試験片について行なう。

(4) 試験結果

(a) 促進耐候性試験結果

促進耐候性試験結果を表 2.3.18、および表 2.3.19 に示す。

(b) 塩水噴霧試験結果

塩水噴霧試験結果を表 2.3.20 および 表 2.3.21 に示す。

(c) 耐油試験結果

耐油試験結果を 表 2.3.22 および 表 2.3.23 に示す。

表 2.3.18 促進耐候性試験結果

塗料の種類	塗装系	塗膜の光沢(一)		光沢保持率[%]	チョーキングの程度	塗膜の付着力[Kg/cm]	
		試験前	試験後			試験前	試験後
水性	OL(O) EM1	44.7	28.7	64.2	○	21.0	30.0
	OL(O) EM2	41.4	19.4	46.6	○	21.7	31.7
	OL(O) EM3	31.0	15.2	49.0	○	8.0	13.0
	PE(O) EM4	43.0	27.3	63.5	○	15.0	41.2
非光化学反応性溶剤型	OL(O) NP1	69.4	19.3	27.8	×	13.0	29.8
	OL(O) NP2	41.0	3.0	7.3	×	11.0	28.2
	OL(O) NP3	33.4	12.7	38.0	×	16.7	30.2
	OL(O) NP4	49.4	7.3	14.8	×	11.7	35.0
	CR(O) NP5	10.0	7.7	77.0	○	18.5	25.5
	CR(O) NP6	10.0	6.0	60.0	○	20.7	25.5
	PE(O) NP7	36.0	4.8	13.3	×	23.4	43.3
無溶剤型	OL(O) NS1	47.7	4.3	9.0	×	8.0	34.7
	PE(O) NS2	85.3	8.7	10.2	×	51.7	40.8
低溶剤型	OL(O) SL1	64.4	7.2	11.2	×	8.0	28.2
	OL(O) SL2	33.4	4.5	13.5	×	23.7↑	43.3
	OL(O) SL3	36.4	4.2	11.5	×	14.4	40.8
	CR(O) SL4	69.3	39.8	57.4	○	32.3	24.8
	CR(O) SL5	60.3	37.0	61.4	○	28.3	20.8
	CR(O) SL6	58.2	30.5	52.4	○	23.2	28.7
	CR(O) SL7	60.1	31.6	52.6	○	21.5	30.2
	PE(O) SL8	60.4	2.2	3.6	××	22.4↑	45.0
	PE(O) SL9	92.7	4.5	4.9	×	25.0↑	45.0
非光化学反応性低溶剤型	OL(O) NL1	32.7	4.3	13.1	×	20.4	36.7
	OL(O) NL2	38.0	4.3	11.3	×	13.0	36.7
	CR(O) NL3	73.7	44.5	60.4	○	18.7	25.5
	CR(O) NL4	63.0	35.7	56.7	○	16.7	27.3
	CR(O) NL5	39.7	12.8	32.2	○	14.3	25.2
	CR(O) NL6	39.0	8.3	21.3	○	15.7	23.0
	PE(O) NL7	92.7	5.0	5.4	××	33.4↑	44.5
現用溶剤型	OL(O) ST1	65.4	15.7	24.0	×	14.0	30.0
	CR(O) ST2	22.7	9.5	41.9	○	18.3	17.3
	PE(O) ST3	49.4	6.8	13.8	×	20.4	45.0

表 2.3.19 促進耐候性試験結果

塗料の種類	塗装系	塗膜の光沢〔-〕		光沢保持率[%]	チョーキングの程度	塗膜の付着力〔kg/cm〕	
		試験前	試験後			試験前	試験後
水性	OL (I) EM1	42.4	26.5	62.5	○	18.0	25.0
非光化学反応性溶剤型	OL (I) NP1	60.3	14.3	23.7	×	11.7	30.0
	OL (I) NP2	45.7	24.0	52.5	○	18.7	30.9
無溶剤型	OL (I) NS1	56.7	17.0	30.0	×	25↑	35.0
	OL (I) NS2	71.0	18.3	25.8	×	14.7	30.0
低溶剤型	OL (I) SL1	25.7	10.5	40.9	×	23.7	33.5
	OL (I) SL2	42.3	10.2	24.1	×	29.7	35.8
非光化学反応性低溶剤型	OL (I) NL1	24.0	11.3	47.1	×	25↑	30.5
	OL (I) NL2	47.7	12.8	26.8	×	25.3	33.3
現用溶剤型	OL (I) ST1	46.7	9.0	19.3	×	15.3	27.2

表 2.3.20 塩水噴霧試験結果

塗料の種類	塗装系	塗膜欠陥 [-]		付着力 ( $\text{kg/cm}^2$ )	
		さび	ふくれ	初期付着力	試験後
水性	OL (O) EM1	10	10	21.0	25.3
	OL (O) EM2	10	10	21.7	30.0
	OL (O) EM3	10	10	8.0	11.7
	PE (O) EM4	10	10	15.0	50.0
非光化学反応性溶剤型	OL (O) NP1	10	10	13.0	23.3
	OL (O) NP2	10	10	11.0	28.3
	OL (O) NP3	10	10	16.7	30.0
	OL (O) NP4	10	10	11.7	28.3
	CR (O) NP5	10	10	18.5	16.7
	CR (O) NP6	10	10	20.7	23.3
	PE (O) NP7	10	10	23.4	48.3
無溶剤型	OL (O) NS1	10	10	8.0	30.0
	PE (O) NS2	10	10	51.7	29.2
低溶剤型	OL (O) SL1	10	8	8.0	27.5
	OL (O) SL2	10	9	24以上	33.3
	OL (O) SL3	10	10	14.4	29.2
	CR (O) SL4	10	6	32.3	27.8
	CR (O) SL5	10	10	28.3	15.0
	CR (O) SL6	10	10	23.2	35.8
	CR (O) SL7	10	10	21.5	26.7
	PE (O) SL8	10	10	22以上	41.7
	PE (O) SL9	10	10	25以上	40.0
非光化学反応性低溶剤型	OL (O) NL1	10	10	20以上	37.5
	OL (O) NL2	10	10	13.0	35.0
	CR (O) NL3	10	10	18.7	33.3
	CR (O) NL4	10	10	16.7	36.7
	CR (O) NL5	10	10	14.3	23.3
	CR (O) NL6	10	10	15.7	26.7
	PE (O) NL7	10	10	33以上	49.7
現用溶剤型	OL (O) ST1	10	10	14.0	32.5
	CR (O) ST2	10	10	18.3	25.0
	PE (O) ST3	10	10	20.4	52.5

表 2.3.21 塩水噴霧試験結果

塗料の種類	塗装系	塗膜欠陥 [-]		付着力 [kg/cm <sup>2</sup> ]	
		さび	ふくれ	初期付着力	試験後
水性	OL (I) EM1	10	10	18.0	25.7
非光化学反応性溶剤型	OL (I) NP1	10	10	11.7	26.7
	OL (I) NP2	10	10	18.7	35.8
無溶剤型	OL (I) NS1	10	10	25以上	24.2
	OL (I) NS2	10	8	14.7	25.8
低溶剤型	OL (I) SL1	10	8	23.7	33.3
	OL (I) SL2	10	8	29.7	39.2
非光化学反応性低溶剤型	OL (I) NL1	10	8	25以上	29.2
	OL (I) NL2	10	10	25.3	33.3
現用溶剤型	OL (I) ST1	10	10	15.3	22.5

表 2.3.22 耐油試験結果

塗料の種類	塗装系	塗膜硬度(鉛筆硬度)		塗膜状況
		試験前	試験後	
水性	OL(O) EM1	< 6 B	< 6 B	変色
	OL(O) EM2	4 B	HB	変色
	OL(O) EM3	< 6 B	< 6 B	変色
	PE(O) EM4	< 6 B	< 6 B	変色
非光化学反応性溶剤型	OL(O) NP1	6 B	5 B	変色
	OL(O) NP2	2 B	3 B	○
	OL(O) NP3	B	2 B	変色
	OL(O) NP4	4 B	4 B	○
	CR(O) NP5	< 6 B	5 B	変色
	CR(O) NP6	< 6 B	4 B	変色
	PE(O) NP7	4 B	B	変色
無溶剤型	OL(O) NS1	< 6 B	5 B	変色
	PE(O) NS2	H	B	○
低溶剤型	OL(O) SL1	4 B	4 B	変色
	OL(O) SL2	B	4 B	変色
	OL(O) SL3	4 B	2 B	変色
	CR(O) SL4	4 B	B	変色
	CR(O) SL5	F	F	変色
	CR(O) SL6	< 6 B	6 B	変色
	CR(O) SL7	< 6 B	< 6 B	変色
	PE(O) SL8	2 H	3 H	○
	PE(O) SL9	HB	2 H	○
非光化学反応性低溶剤型	OL(O) NL1	4 B	4 B	変色
	OL(O) NL2	B	B	変色
	CR(O) NL3	< 6 B	5 B	変色
	CR(O) NL4	< 6 B	4 B	変色
	CR(O) NL5	4 B	4 B	変色
	CR(O) NL6	< 6 B	< 6 B	変色
	PE(O) NL7	F	3 H	○
現用溶剤型	OL(O) ST1	4 B	4 B	変色
	CR(O) ST2	< 6 B	4 B	○
	PE(O) ST3	6 B	2 B	変色

表 2.3.23 耐油試験結果

塗料の種類	塗装系	塗膜硬度(鉛筆硬度)		塗膜状況
		試験前	試験後	
水性	OL (I) EM1	< 6B	< 6B	変色
非光化学反応性溶剤型	OL (I) NP1	4B	4B	変色
	OL (I) NP2	HB	HB	変色
無溶剤型	OL (I) NS1	5B	4B	変色
	OL (I) NS2	< 6B	< 6B	変色
低溶剤型	OL (I) SL1	5B	5B	変色
	OL (I) SL2	3B	4B	変色
非光化学反応性低溶剤型	OL (I) NL1	< 6B	4B	変色
	OL (I) NL2	4B	4B	変色
現用溶剤型	OL (I) ST1	4B	3B	変色

## (5) 考 察

### (a) 促進耐候性試験

- (i) 光沢；初期光沢の大な塗料は、無溶剤型塗料の P E · (O) N S 2 , 低溶剤型塗料の P E · (O) S L 9 , および非光化学反応性低溶剤型塗料 P E · (O) N L 7 である。他の供試塗料は現用溶剤型塗料を含め初期光沢が小なのは、塗装試験片作成を溶剤無稀釈で行なったことによるレベリング不足と 1 日 1 回塗り塗装による下塗塗装による下塗塗料の未硬化塗膜上への上塗塗料の塗り重ねによると考えられる。
- 促進耐候性試験後の光沢は、初期光沢の大な塗料 P E · (O) N S 2 , P E · (O) S L 9 , および P E · (O) N L 7 も小となった。光沢の低下は、エボキシ塗料が大でありチヨーキングの発生程度も大である。
- 光沢の低下も小でチヨーキングの発生がない塗料に水性塗料がある。
- チヨーキングの発生のない塗料には他に塩化ゴム塗料がある。
- (ii) 付着力；鋼板への塗膜の初期付着力は、無溶剤型塗料 O L · (O) N S 1 , および低溶剤型塗料 O L · (O) S L 1 が  $8 \text{ Kg/cm}$  と小である。しかし促進耐候性試験後の付着力は両塗料とも大となった。これは初期付着力試験時に未硬化で促進耐候性試験中に硬化が進んだと考えられる。
- 他の塗料は全て初期および促進耐候性試験後の付着力とも優れている。従って塗膜が完全に乾燥硬化していれば付着力は全供試塗料とも優れている。
- (b) 耐油試験；潤滑油による耐油試験前後の塗膜硬度の変化は、供試塗料ごとに異なっており硬度が大になった塗膜、逆に硬度が小になった塗膜あるいは硬度変化のない塗膜がある。しかし、全供試塗料とも塗膜に膨潤の発生はないので耐油性は優れている。
- 潤滑油によって塗膜に変色を起した塗料と起きない塗料がある。
- 変色がない塗料として非光化学反応性溶剤型塗料 O L · (O) N P 2 , O L · (O) N P 4 , 無溶剤型塗料 P E · (O) N S , 低溶剤型塗料 P E · (O) S L 8 , P E · (O) S L 9 , 非光化学反応性低溶剤型塗料 P E · (O) N L 7 および現用溶剤型塗料 C R · (O) S T 2 がある。変色を起した塗料も変色の程度は小であり、現用溶剤型塗料と大差ない。

### (c) 塩水噴霧試験

- (i) 塗膜欠陥発生状況；塗膜欠陥の発生のうちさびの発生はどの塗料とも無い。しかしふくれの発生がデッキおよび上構外部用塗料の低溶剤型塗料 O L · (O) S L 1 , O L · (O) S L 2 , C R · (O) S L 4 および上構内部用塗料の無溶剤型塗料 O L · (I) N S 2 , 低溶剤型塗料 O L · (I) S L 1 , O L · (I) S L 2 , 非光化学反応性低溶剤型塗料 O L · (I) N L 1 にみられるが C R · (O) S L 4 を除きふくれの発生程度は小である。他の塗料はさびおよびふくれの発生はみられない。
- (ii) 付着力；鋼板への塗膜の付着力は、塩水噴霧試験後でも全供試塗料とも  $10 \text{ Kg/cm}$  以上の付着力を有しており、実用上問題となる塗料はないと考える。初期付着力に比べ試験後の付着力が大な塗料は、初期未硬化で塩水噴霧試験中に硬化が進んだと考えられる。

## 2.3.4 塗装作業性試験

表 2.3.1 および表 2.3.2 に示す全塗料について塗装作業試験を行なう。

### (1) 試験装置

塗装作業性試験装置を図 2.3.1 に示す。塗料缶を水浴中に入れる。水は加温可能のようにヒータを入れておき塗料粘度を下げる必要がある時に使う。

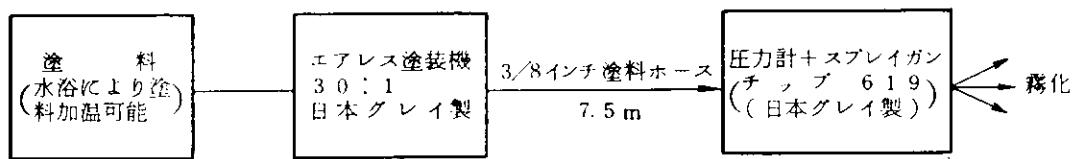


図 2.3.1 塗装作業性試験塗装ライン

一定温度になった塗料を 30:1 のエアレスポンプで加圧し、日本グレイ製 619 チップ付ガンで霧化する。吐出圧を調べるためにスプレイガンの入口に圧力計を取り付ける。

## (2) 試験項目および試験方法

### (a) 塗装可能圧力および塗装可能になる温度の測定

スプレイガンと被塗物の距離を 1 m、被塗物の大きさ縦 1 m 横 700 mm、スプレイガンの移動速度 0.3 m/秒、吐出圧（ガン前圧）250 kg/cm<sup>2</sup> に試験条件を設定する。その後塗装を行ない、霧化状態が悪くならない最低圧力を求める。吐出圧 250 kg/cm<sup>2</sup> で霧化状態が悪い場合は塗料を加温し、適正霧化が得られる塗料温度を求める。

### (b) テイル発生限界の測定

(a)と同様の方法で行ないテイルの発生する圧力を求める。

### (c) たれ限界の測定

(a)の方法で求めた適正塗装条件で 900×900×1 t の鋼板に塗装する。塗膜厚さを上部をうすく下部に行くに従って厚く塗装を行ない、たれが発生する箇所を肉眼で見つけその場所の膜厚をウェット膜厚計で測定し、たれ発生限界膜厚を求める。

### (d) 形成塗膜状態の観察

(a)で求めた適正塗装条件で 900×900×1 t の鋼板に表 2.3.1 に示す膜厚で 1 日 1 回塗装する。この条件で塗装された塗膜の状態を肉眼観察する。

## (3) 試験結果

試験結果を表 2.3.24 および表 2.3.25 に示す。

表 2.3.24 作業性試験結果

塗料の種類	塗装系	下塗り塗料				上塗り塗料			
		スプレ可能圧力/温度	ティル発生圧力/温度	たれ限界 [μm]	形成塗膜状態	スプレ可能圧力/温度	ティル発生圧力/温度	たれ限界 [μm]	形成塗膜状態
水 性	OL (O) EM1	120	55	400	○	100	50	150	○
	OL (O) EM2	130	70	100	○	200	100	100	○
	OL (O) EM3	250/33	100/33	400	○	100	70	100	○
	PE (O) EM4	250/35	100/35	350	○	200	80	100	○
非光化学反応性溶剤型	OL (O) NP1	250/35	170/35	100	○	250/40	110/40	100	○
	OL (O) NP2	250/35	170/35	100	○	250/38	100/38	100	○
	OL (O) NP3	250	150	200	○	250/43	100/43	100	○
	OL (O) NP4	250	150	200	○	250	120	100	○
	CR (O) NP5	250	90	600	○	250/50	180/50	500	○
	CR (O) NP6	250	90	600	○	250/43	100/43	450	○
	PE (O) NP7	100	80	350	○	150	100	300	○
無溶剤型	OL (O) NS1	170	80	100	○	250/36	100/36	300	○
	PE (O) NS2	250	200	100	○	150	120	100	○
低溶剤型	OL (O) SL1	250	150	500	○	250/35	100/35	500	○
	OL (O) SL2	170	70	300	○	250/36	100/36	300	○
	OL (O) SL3	170	70	300	○	250/45	170/45	100	○
	CR (O) SL4	250	120	200	○	250	150	100	○
	CR (O) SL5	250	120	200	○	250	140	100	○
	CR (O) SL6	250/50	150/50	500	レベリング悪	250/50	140/50	150	○
	CR (O) SL7	250/50	150/50	500	レベリング悪	250/40	150/40	100	○
	PE (O) SL8	150/36	120/36	600	○	250/40	150/40	500	○
	PE (O) SL9	250	200	200	○	250	170	250	○
非光化学反応性低溶剤型	OL (O) NL1	170	80	350	○	250/40	130/40	300	○
	OL (O) NL2	170	80	350	○	250/48	160/48	150	○
	CR (O) NL3	250	110	100	○	250/43	170/43	100	○
	CR (O) NL4	250	110	100	○	250/35	140/35	100	○
	CR (O) NL5	250/50	200/50	600	レベリング悪	250/35	120/35	100	○
	CR (O) NL6	250/50	200/50	600	レベリング悪	250/39	120/39	150	○
	PE (O) NL7	150	120	150	○	250	170	250	○
現用溶剤型	OL (O) ST1	170	130	200	○	250/37	110/37	100	○
	CR (O) ST2	150	80	300	○	250/50	150/50	250	レベリング悪
	PE (O) ST3	100	70	450	○	200	120	450	○

圧力 [kg/cm<sup>2</sup>] / 温度 [℃] ; 但し温度表示がない場合は宿温 (25~30 ℃)

表 2.3.25 作業性試験結果

塗料の種類	塗装系	下塗り塗料				上塗り塗料			
		スプレ可能圧力／温度	ティル発生圧力／温度	たれ限界(μm)	形成塗膜状態	スプレ可能圧力／温度	ティル発生圧力／温度	たれ限界(μm)	形成塗膜状態
水 性	OL (I) EM1	250/35	100/35	400	○	200	80	100	○
非光化学反応性溶剤型	OL (I) NP1	170	100	100	○	250	130	150	○
	OL (I) NP2	170	120	100	○	250	100	100	○
無溶剤型	OL (I) NS1	250	130	100	○	250	140	150	○
	OL (I) NS2	250	170	100	○	250	200	100	○
低溶剤型	OL (I) SL1	250	150	150	○	250	170	250	○
	OL (I) SL2	250	130	250	○	250	150	200	○
非光化学反応性低溶剤型	OL (I) NL1	250	150	150	○	250	170	250	○
	OL (I) NL2	250	130	250	○	250	150	200	○
現用溶剤型	OL (I) ST1	170	120	100	○	250	120	100	○

圧力 [kg/cm<sup>2</sup>] 圧力／温度 の併記のない場合は温度が室温 (25~30°C)

温度 [°C]

#### (4) 考 察

##### (a) 作業性試験

###### (i) 塗装可能圧力および温度について

###### (1) 水性塗料

下塗塗料は若干、温度を上げなければ塗装出来ないものもあるが、少量の水で稀釈すれば塗装可能である。上塗塗料についても同様である。

###### (2) 非光化学反応性溶剤型塗料

下塗塗料と比較して上塗塗料の大半は温度を上げなければ塗装可能とはならない。これは上塗塗料の樹脂の量が下塗塗料よりも相当多い事によると考えられる。

現用溶剤型塗料の場合も同様の傾向にある。温度を上げなければ塗装できない塗料については、非光化学反応性の溶剤で稀釈すれば塗装可能となる事から塗装作業上問題ない。

###### (3) 無溶剤型塗料、低溶剤型塗料、非光化学反応性低溶剤型塗料

下塗塗料については、油性塗料およびエポキシ塗料（PE, R/P(O) SL8 除く）いずれも常温で塗装可能であり、非常に良好な塗装適性を示している。

塩化ゴム塗料は、樹脂の特性によると考えられるが、相当に温度を上げなければ塗装出来ない塗料がある。上塗塗料については上構内部用塗料は問題ないが、デッキおよび上構外部用塗料は大半の塗料が温度を上げる必要がある。特に油性塗料はいずれも温度を上げる必要がある。塩化ゴム塗料、エポキシ塗料については、常温で塗装可能な塗料もあり、塗料配合を考慮すれば塗装適性は向上すると思われる。

以上の事により、造船所でこれらの新しい塗料を塗装する際には、塗料の温度を上げる設備があれば問題はないが、ない場合には、溶剤で稀釈しなければならない。溶剤で稀釈すれば従来の塗料とならないように見えるが、従来の塗料より総溶剤量が減少している。

従って空気中への溶剤の蒸発量は低く抑えられ、溶剤量低減という初期の目的は達成されている。

###### (ii) テイル発生限界圧力について

テイル発生は(i)の塗装可能圧力および温度と同様の傾向があり、相関関係があるので、溶剤で稀釈すればテイル発生圧力は低下するので塗装しやすくなる。

###### (iii) たれ限界；

いずれの供試塗料も推奨乾燥膜厚を得る為に必要なウェット膜厚が確保されているので問題ない。

###### (iv) 形成塗膜状態；

塩化ゴム塗料の塗料の中に一部レベリングの悪い塗料が見られるが、他の塗料については問題ない。

#### 2.3.5 結 び

デッキおよび上構外部用、および上構内部用の新しい炭化水素類対策塗料として、水性塗料、非光化学反応溶剤型塗料、無溶剤型塗料、低溶剤型塗料、非光化学反応性低溶剤型塗料が開発された。

##### (1) 水 性 塗 料

水性塗料に油性（アクリルを含む）塗料とエポキシ塗料がある。

水性塗料をわずか加温するか水で稀釈し塗料粘度を小にすれば塗装可能となるので塗装作業性は良い。乾燥性は、低温、常温とも良く乾燥時間は最大1日程度である。

塗膜物性のうち耐食性、付着力とも良い性能を示す。炭化水素類対策塗料として水性塗料は塗装作業面、塗膜物性面から良好な性能を有する。

## (2) 非光化学反応性溶剤型塗料

非光化学反応性溶剤型塗料に、油性塗料、塩化ゴム塗料およびエポキシ塗料がある。有機溶剤使用量は現用溶剤型塗料と同程度であるが、非光化学反応性溶剤が使われている。

非光化学反応性溶剤型塗料のなかには、常温で塗装可能な塗料もあれば、加温して粘度を小にしなければ塗装出来ない塗料もある。塗膜の乾燥性は常温ではよいが、低温では乾燥時間が長くなる塗料がある。塗膜物性のうち耐食性、付着力とも大略良い性能を示す。炭化水素類対策塗料として非光化学反応性溶剤型塗料は、塗装作業面、塗膜物性面から良好な性能を示す塗料があるが塗料間に差がある。

## (3) 無溶剤型塗料

無溶剤型塗料に油性塗料およびエポキシ塗料がある。有機溶剤使用量は5%以下であるので蒸発量は小である。

塗料を常温ないしはわずか加温すれば塗装可能である。しかしある程度の可使時間が短いので長くする必要がある。

乾燥性は常温でも乾燥時間が長い塗料がある。

塗膜物性のうち耐食性、付着力はともに良い性能を示す。

炭化水素類対策塗料として有機溶剤蒸発の点からは優れているがさらに可使時間乾燥性を検討するとさらに良い塗料になる。

## (4) 低溶剤型塗料

低溶剤型塗料に油性塗料、塩化ゴム塗料およびエポキシ塗料がある。有機溶剤量は油性塗料で20%以下、塩化ゴム塗料で30%以下、エポキシ塗料で20%以下である。

常温で塗装可能な塗料もあれば、加温して粘度を下げないと塗装出来ない塗料もある。しかしある程度の可使時間の短い塗料もあるので可使時間について塗料面からと塗装装置面からの検討が必要である。塗膜物性のうち耐食性、付着力はともに良い性能を示す。

炭化水素類対策塗料として有機溶剤蒸発量の低減につながるがさらに可使時間について検討すれば性能の良い塗料になる。

## (5) 非光化学反応性低溶剤型塗料

非光化学反応性低溶剤型塗料に油性塗料、塩化ゴムおよびエポキシ塗料がある。有機溶剤量は、油性塗料で20%以下、塩化ゴム塗料で35%以下、エポキシ塗料で10%以下で溶剤に非光化学反応性溶剤が使われている。

常温で塗装可能な塗料もあれば、加温して粘度を下げないと塗装出来ない塗料もある。乾燥性はエポキシ塗料を除き常温でも低温でも乾燥時間は1日以内である。

塗膜物性のうち、耐食性、付着力はともに良い性能である。

本塗料は有機溶剤蒸発量の低減と光化学反応性物質低減の両面に寄与する。

炭化水素類対策として(1)～(5)の塗料を塗装作業面、塗膜物性面から検討した。その結果、炭化水素類対策として性能の良い塗料があるが、今後、実用にはさらに長期の塗膜性能試験を行なう必要がある。

## 2.4 タンク用炭化水素類対策塗料

### 2.4.1 概 要

塗料の無公害化、省資源化、塗装環境改善などは、造船工場における塗料、塗装に関する大きな問題の一つである。

本研究は、塗装時の大気汚染防止対策の一環として開発が進められている炭化水素類対策用の無溶剤型低溶剤型、非光化学反応性溶剤型タンク用塗料について、その実船適用性（塗料性状、塗膜性能）を確かめたものである。

実験は、それら塗料と現用溶剤型タールエポキシ系塗料、無機亜鉛末塗料を比較検討した。

### 2.4.2 供 試 塗 料

供試塗料の組成を表2.4.1に示すが、各供試塗料の具備すべき条件として、次の様な目標値をあらかじめ設定した。

可使時間：4時間以上（30℃）、エアレススプレーに支障のない粘度を有すること。

乾燥時間：15時間以内（20℃）で歩行可能であること。

加熱残分：低溶剤型塗料（以下SL）は90wt%以上、

無溶剤型水塗料（以下NS）は95wt%以上

非光化学反応性溶剤型塗料（以下NP）は、現用溶剤型塗料（約75wt%）と同程度であること。

表 2.4.1 供試塗料性状および組成一覧表 (メーカ資料による)

性状、組成 供試塗料	低溶剤型								無溶剤型								非光化学反応性溶剤型							
	SL・1	SL・2	SL・3	SL・4	SL・5	SL・6	SL・7	SL・8	NS・1	NS・2	NS・3	NS・4	NS・5	NS・6	NS・7	NP・1	NP・2	NP・3	NP・4	NP・5	NP・6	NP・7	NP・8	
塗料	混合比wt% (主剤/硬化剤)	86.7/13.3	83/17	85/15	85/15	90/10	90/10	80/20	85/15	80/20	80/20	90/10	80/20	80/20	80/20	90/10	88/12	85/15	85/15	90/10	90/10	85/15	85/15	
	塗布量 g/m <sup>2</sup>	3.96	3.80	3.21	3.40	5.00	4.60	3.60	4.10	3.57	2.80	3.57	2.48	4.50	3.40	3.40	4.59	3.20	3.36	4.85	5.00	5.80	4.60	4.25
	塗装回数	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	膜厚 (wet/dry) μm	350/250	275/200	233/200	350/250	300/240	300/250	300/250	305/250	300/250	230/200	250/200	280/250	300/270	260/250	275/250	350/250	240/200	265/200	370/250	300/240	460/250	370/250	325/250
	粘度 (B型粘度計 60rpm 20°C) p	20.0	12.5	29.0	20.5	36.4	25.0	30.0	30.0	20.0	27.0	27.3	27.0	31.8	19.0	30.0	22.0	21.0	21.2	17.5	34.3	22.0	25.0	35.0
	可使時間 (30°C) h	3.0	1.5	2.0	2.0	2.0	1.5	5.0	2.0	2.5	1.5	1	2.0	1.0	(40分)	3.5	4	0.5	3	12.0	2.0	4~6.0	5.0	2.0
	乾燥時間 (硬化 20°C) h	--	--	--	18.0	19.0	15.0	20.0	15.0	--	--	24.0	3.60	4.00	5.20	--	--	--	16.0	19.0	15.0	20.0	15.0	
	だれ限界最高膜厚 μm	700	400	500	500	--	--	--	600	400	400	--	--	--	--	700	420	700	--	--	--	--	--	
	不揮発物 (理論値) wt%	87.5	85.0	83.0	89.2	87.0~88.0	88.9	90.5	90.6	95.0	91.6	90.2	100.0	95.0	100.0	99.0	83.0	88.0	74.1	70.8	86.0~87.0	69.1	76.7	89.0
	比重 (20°C)	1.34	1.52	1.46	1.14	1.66	1.54	1.29	1.40	1.49	1.39	1.53	1.14	1.78	1.80	1.33	1.38	1.42	1.36	1.20	1.73	1.35	1.31	1.34
主溶剤組成(%)	溶剤濃度 (%)	8.0	4.0	6.6	6.63	9.45	9.90	5.60	7.40	0	0	0	0	0	1.0	1.60	1.0	1.0	1.670	1.215	2.565	1.90	7.40	
	キシレン	5.40	1.20	5.30	3.91	7.83	5.90	1.76	3.40						1.0					1.80	1.26		1.50	
	トルエン		1.50				2.0	3.84										1.80	3.30	5.0				
	M E K								4.0									2.50			2.79			1.1
	M B K																		6.20				7.7	
	M I B K		0.40		1.36	0.90	1.0																	
	I P A			1.3 (IBA)			1.0											1.90	6.70	1.4 (IBA)				
	エチルセロソルブ	2.6 (セロアセ)	0.90		1.36											5.5 (セロアセ)	2.0	6.70		6.84		7.90	3.30	
	酢酸エチル																					3.40		
	酢酸ブチル						0.72														0.72	24.39		
硬化剤組成(%)	エチルシクロヘキサン															10.50	1.8 (ナフサ)	4.60						1.50
	比重 (20°C)	1.0	1.0	1.06	1.05	1.07	1.02	0.96	1.06	1.05	1.13	1.09	1.11	1.077	1.09	0.98	1.0	1.0	0.94	0.91	1.07	0.87	0.97	1.06
	溶剤濃度 (%)	2.0	8.0	3.40	0.45	0.50	1.20	2.40	2.60	0	0	0	0	0	0.2	0.90	2.0	8.10	1.37	0.50	5.20	4.30	2.60	
	キシレン	1.0	2.40	3.40	0.27	0.50	0.69									0.45			0.50					
	トルエン		3.0															1.70	0.47					
	M E K							1.20	1.70									0.50					1.70	
	I P A							0.51	1.20	0.90						0.2	0.50	3.20	0.30				0.90	
	I B A					0.18 (ブタノール)														5.20				
	エチルセロソルブ	1.0	1.80													0.45	1.0	3.20					2.80	
	M B K		0.80																0.345			1.50		
	エチルシクロヘキサン																		0.255					
塗料中の溶剤量 (%)		10.0	12.0	10.0	7.08	9.95	11.10	8.0	10.0	0	0	0	0	0	1.2	16.90	12.0	24.80	18.57	12.65	30.85	23.30	10.0	

注)※ ノンタール系塗料

### 2.4.3 試験方法

#### (1) 塗料性状試験要領

##### (a) 粘度

試料（塗料液+硬化液）250 gr を手動攪拌30回後30分間規定温度で放置したのち、さらに軽く攪拌し、B型粘度計60 rpm の粘度（ボアズ）を測定した。（但し無溶剤型塗料については手動攪拌30回後に直ちに測定）

##### (b) タレ

タレ限界、だれ指数を測定した。

###### (i) タレ限界膜厚

20°C 恒温室内で板硝子試験板（100×150×0.8 mm）にサジングテスターを用いて供試塗装系を塗布し、ただちに垂直に懸架し、タレ限界膜厚の測定を行った。

###### (ii) だれ指数（チクソトロピー）

20°C に保持した塗料（上記(i)(a) 30分間 放置後軽く攪拌）についてB型粘度計60 rpm及び6 rpm の粘度測定結果から、次式を用いて“だれ指数”を算出した。

$$m = \frac{2(V_1 - V_2)}{1n \frac{(S_2)^2}{(S_1)^2}} \times \frac{1}{V_1}$$

ここに m : だれ指数  
V<sub>1</sub> : 6 rpmでの粘度 (P)  
V<sub>2</sub> : 60 rpm " "  
S<sub>1</sub> : 6 rpm測定時のローターの回転速度  
S<sub>2</sub> : 60 rpm測定時の " "

##### (c) 可使時間

250 mm ピーカに塗料 200 ml を混合後 30°C 恒温室内において、B型粘度計60 rpmでの粘度経時変化を求めて判定した。

##### (d) 乾燥時間

20°C 恒温室内で板硝子試験板（20×400×1.8 mm, 120×150×2 mm）に塗料を wet 500 μm 塗布又は Dry 250 μm に調整された wet 膜厚を塗布し、針圧 2.7 gr の引掛式 Drying Timer を用いて乾燥時間の測定を行った。

歩行可能時間は同上試験板を安全靴踏みつけ方法による時間を測定した。

##### (e) エアレス塗装性

試験板（90 cm×180 cm×0.8 mm 鋼板）及び試験用タンク（約1 m<sup>3</sup>のモデルタンク）に、グラコブルドック 205 T型エアレス塗装機（圧力比 30 : 1）を用い、1/4" ホース 1.5 m、チップ 163-621、温度 25~27°C の条件下で、噴霧性、タレ限界膜厚等について試験を行った。

##### (f) 加熱残分

試料採取量は JIS K 5400 に従い、加熱残分は試料採取後室温 24 時間放置後 105°C 3 時間にて測定を行なった。但し、無溶剤型塗料については、60°C 24 時間での加熱残分も併用試験した。

(2) 塗膜性能試験要領

(a) 試験板

表 2.4.2 試験板 詳細

試験板 項目	寸 法 (mm)	1 次 处理	ショッププライマ (要する場合)	2 次 处理
平 板 A	70×150×3.2	SPSS・sh-3	Z E P W/P	—
平 板 B	200×250×4.5	SPSS・sd-3	"	—
平 板 C	70×70×1.0	ペーパ研磨	—	—
溶接板 D (溶接棒 B-17 LB-26V)	200×250×4.5	SPSS・sd-3	Z E P W/P	SPSS・ZDPt-1 ) 一般部 " WD " ) SPSS・ZHPt-2 ) 溶接部 " WH " )

\* 1) ショッププライマ塗装後溶接肉盛し、屋外ばく露

2週間後に2次処理

2) Z E P (ジンクエポキシプライマ)

W/P (長ばく型ウオッシュプライマ)

(b) 塗装試験片

表 2.4.2 に示す試験板に規定膜厚 (Dry 250 μm 目標) をエアレススプレイ又は刷毛塗りし、室温で 7 ~ 10 日乾燥したものを試験に供した。

(c) 付着性試験

初期付着性及び耐食試験終了後室内 1 日放置の塗膜について次の方法による付着性を試験した。

(試験板 A, B, D)

(i) 塗膜の付着性試験 (以下 A 法と略)

(1) アドヒージョンテスター法

ドリー (20 mm Φ) を瞬間接着剤で接着し、10 分経過後ドリー円周に沿って塗膜をカットし  
アドヒージョンテスター (エルコメータ社) で引張り強度を測定した。

(2) オートグラフ法

軟鋼ピース (10 × 10 × 高さ 20 mm) の接着面 (1 cm<sup>2</sup>) と塗膜の両面をペーパで軽く研磨後  
瞬間接着剤で接着し、30 分以上経過後ピースの周りの塗膜をカットし、オートグラフ S-500  
(島津社) を使用し、引張り速度 5 mm/min で付着力を測定した。

(ii) 60° クロスカットナイフ試験 (以下 B 法と略) (塗膜層間付着性対象)

安全カミソリ片刃又は NT カッターで、図 2.4.1 のような  
クロスカットを入れ、巾 25 mm のスコッチ印平面マスキング  
テープ #250 を密着させた後、一気に引き剝がしたときの  
塗膜状態によって評価した。

(iii) ごばん目試験 (以下 C 法と略) (素地との付着性対象)

同上刃を用い、試験片の素地に達する 2 mm のごばん目

100 個 (10 × 10) をつくり、ごばん目上に前項に示したマスキングテープを完全に密着させ、  
直ちにテープを塗膜面に直角に保って瞬間に引き剝した塗膜状態を評価した。

(iv) 層間付着性試験

ショッププライマ (W/P) とタンク用塗料及び同塗料補修時を対象とする塗り重ね付着性とし  
て、塗装間隔 1 日、屋外ばく露 7 日、促進耐候性試験 (サンシャイン型ウェザーメータ) 75 時間

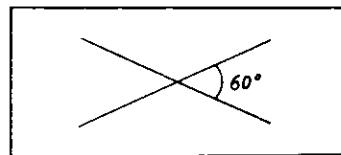


図 2.4.1 ナイフテスト法

後に同塗料を塗り重ねて、前記A法、B法による付着性を試験した。

(d) 耐食試験

次に示す常温天然海水（人工塩水）、促進天然海水（人工促進塩水）による塗膜の耐食性を試験した。（試験板 A、B、D）

(i) 促進塩水浸漬試験

促進塩水（食塩 50 gr、酢酸 10 ml、30%過酸化水素水 5 gr、純水 1000 ml の溶液を、水酸化ナトリウムにて pH 3 ± 0.2 に調整）による、60°C 7 日、及び 40°C 30 日間浸漬後の塗膜状態を調べた。

(ii) 天然海水浸漬試験

天然海水（又は 3% 食塩水）による常温浸漬及び 40°C 浸漬による塗膜の一般部、溶接部の耐久性を試験した。

(e) 耐原油試験

下記促進液組成に 20°C 7 日間浸漬後室内で 24 時間乾燥し、塗膜の重量変化を測定した。（試験板 C）

（促進液組成）

石油ベンジン（試薬）	900 ml
トルエン（試薬）	100 ml
非イオン系界面活性剤（ノイゲン EA-120）	30 gr

(f) 溶接面処理後の塗膜耐食性試験

図 2.4.2 で示す試験板（試験板 D サンドプラスチック板）に ZEP を塗装し、乾燥後 B-17 溶接棒（イルミナイト系）及び L B-26 V 溶接棒（低水素系）にて溶接肉盛し、2 週間屋外ばく露を行った。

一般部の下地処理は SPSS-ZD Pt-1 (ZEP)、SPSS-

·WD Pt-1 (W/P) のグレードで、溶接部の下地処理は SPSS-ZH Pt-2 (ZEP)、SPSS-WH Pt-2 (W/P) の造研 2 次表面下地処理基準で素地調整後に、規定の塗装を行い、耐食性を試験した。

(3) 実船条件による確認試験要領

(a) タンク形状

実船条件モデルタンクの形状は図 2.4.3 に示す蓋つきの軟鋼製 1 m³ タンクによった。

(b) 塗装前下地処理

タンクは約 5 年間海水バラストにて使用したもので、したがってタンク内面は海水腐食により肌荒れが著しい。ロンジは新規に付けたものである。

内面は蓋とも全面サンドプラスチックにて SIS Sa 2.5 にて調整後、W/P を塗装し、2 週間屋外に置したのち SPSS-WD Pt-1 程度にて 2 次表面処理を行った。

(c) 塗装

タンクを図 2.4.3 中心線に沿って二つに分け、同メーカーの低溶剤型と非光化学反応性溶剤型をエアレス塗装した。無機ジンク塗料（同系 S/P 塗装）と現用溶剤型は同タンクに塗り分け塗装した。

(d) 試験条件

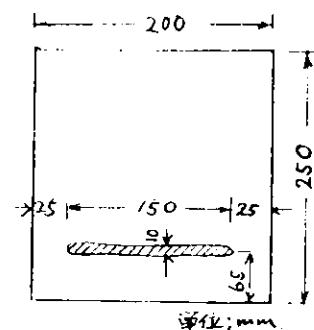


図 2.4.2 溶接ビード付試験板

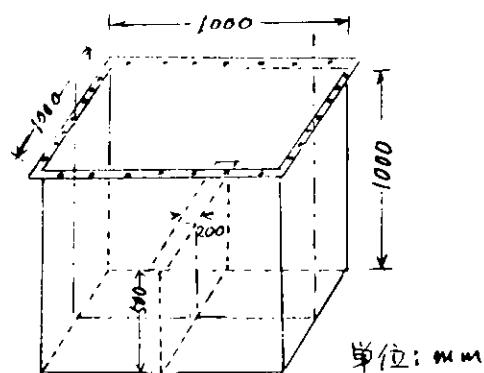


図 2.4.3 モデルタンクの形状

海水温度: 40 °C

張排水: 10日間張水(高さ 850mmまで)、10日間排水(高さ 550mmまで)の繰り返しバラスト。

塗膜の調査: 天井部、空槽部、乾湿交番部、常時没水部及びロンジ部の一般部、溶接部を対象とした。

#### (4) 判定基準

##### (a) 粘度

エアレス塗装期(塗料圧 30 : 1)の噴霧性適正粘度上限を、B型粘度計 60 rpm 約 30 ポアズとした。

##### (b) タレ

(i) タレ限界: 判定は図 2.4.4 基準によって判断した。

(ii) たれ指数: コート型厚塗り塗料の粘度を保持した塗料の指数 0.29 以上(実績よりの推定値)を合格とした。

##### (c) 可使時間

B型粘度計 60 rpm 粘度値が約 40 ポアズ以下及び 6 rpm 粘度値が 60 rpm 粘度値と比較して、4倍以上の範囲であれば可能とし、目標値を4時間(30°C)に設定した。

##### (d) 乾燥時間

造船現場塗装ブロックのハンドリングから推定して、15時間以内(20°C)を目標値として設定した。

##### (e) エアレス塗装性

試験板塗装時の噴霧性、タレ、ティル及び塗膜のピンホール(気泡)等状態を外観評価した。

##### (f) 加熱残分

低溶剤型塗料は溶剤量 20 Vo1% 以下、または残分 90 wt% 以上、無溶剤型塗料は残分 95 % 以上、非光化学反応性溶剤型塗料は規定なしの目標を設定した。

##### (g) 付着性

(i) 付着力試験

測定結果を表 2.4.3 で評価した。

表 2.4.3 付着力試験評価基準(10点満点)

ドリ一一面 破壊値 Kg/cm	Ad 占有面積		
	70~100%	20~60%	10%以下
45 以上	10	10	10
44~35	9	10	10
34~30	8	9	10
29~25	7	8	10
24~20	6	7	10
19~15	4	5	8
14~10	2	3	6
10 以下	1	2	4

\* Ad 素地からの剥離

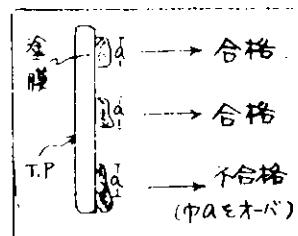


図 2.4.4 タレ判定基準

(ii)  $60^\circ$  クロスカットナイフ試験

試験結果を表 2.4.4 で評価した。

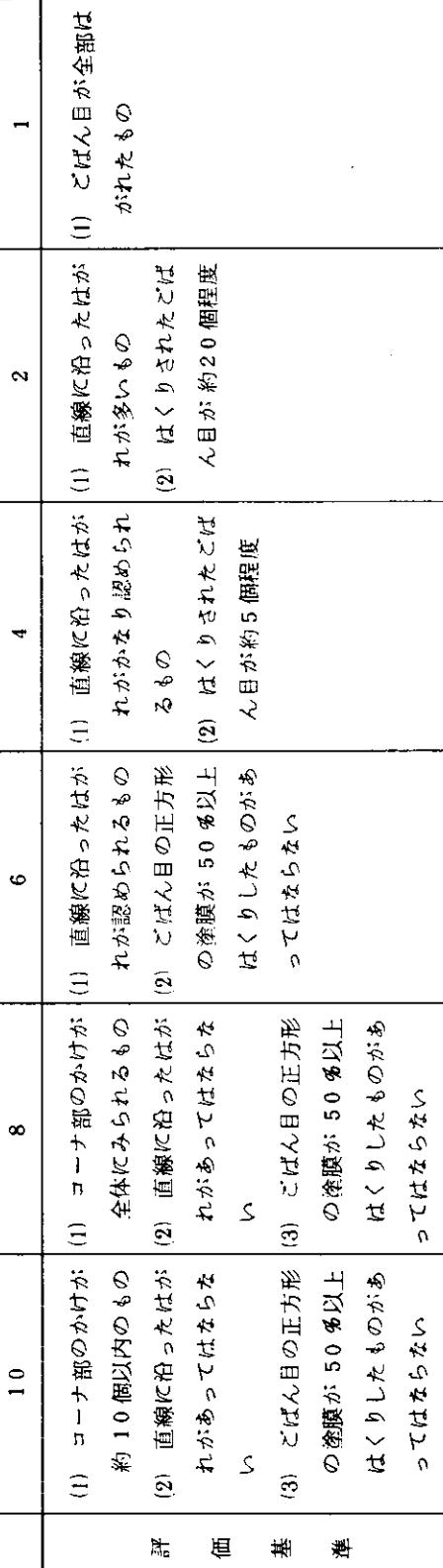
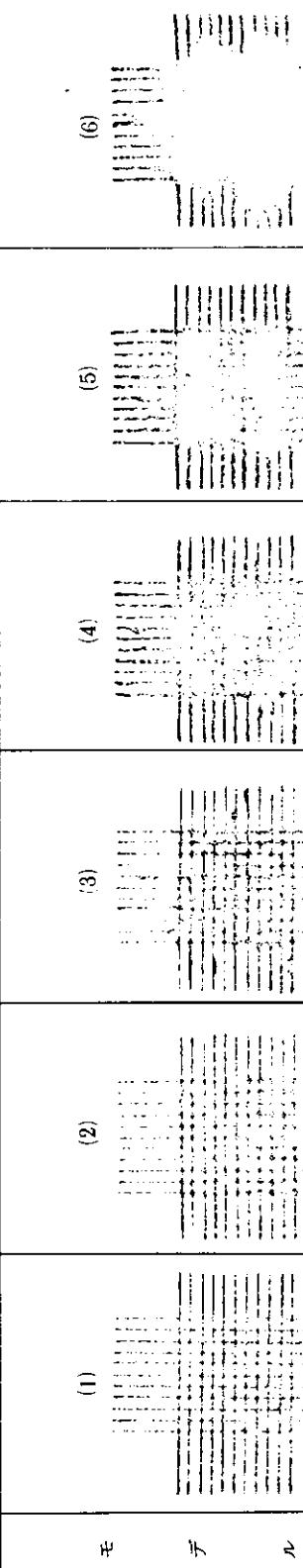
表 2.4.4  $60^\circ$  クロスカット付着性評価基準（10点満点）

10	8	6	4	2	1
ほとんど はくりなし	カットの線が 点状に一部分 はくりする	カットの線が 一部分はくり する	カットの線が ほとんどはく りする	一部分の塗膜 が残留する	ほとんど はくりする

(iii) ごばん目試験

試験結果を表 2.4.5 で評価した。

図 2.4.5 ごばん目試験評価基準

	10	8	6	4	2	1
評 価 基 準	(1) コーナ部のかけが 約 10 個以内のもの (2) 直線に沿ったはが れがあつてはならな い (3) ごばん目の正方形 の塗膜が 50 %以上 はくりしたものがあ ってはならない	(1) コーナ部のかけが 全体にみられるもの (2) 直線に沿ったはが れがあつてはならな い (3) ごばん目の正方形 の塗膜が 50 %以上 はくりしたものがあ ってはならない	(1) 直線に沿ったはが れが認められるもの (2) ごばん目の正方形 の塗膜が 50 %以上 はくりしたものがあ ってはならない	(1) 直線に沿ったはが れがかなり認められ るもの (2) はくりされたごば ん目が約 20 個程度	(1) 直線に沿ったはが れが多いもの (2) はくりされたごば ん目が約 5 個程度	(1) ごばん目が全部は がれたもの (2) はくりされたごば ん目が約 20 個程度
モ デ ル	(1) 	(2) 	(3) 	(4) 	(5) 	(6) 

(h) 耐食性

規定期間浸漬後の試験片について、ふくれ、さび、を次お基準で外観判定し評価した。

(i) ふくれ

サイズ及び頻度は ASTM-D-714-56 に従い、評価基準は表 2.4.6 の方法に準じた。

表 2.4.6 ふくれの評価基準 (10 点満点)

頻度 フクレ サイズ	M 2 M 2 以上	M 4	M 6	M 8
OK	10	10	10	10
F	5	6	7	8
M	4	5	6	7
MD	3	4	5	6
D	2	3	4	5
D 以上	1	2	3	4

F : Few の略

M : Medium の略

MD : Medium Dense の略

D : Dense の略

(ii) さび

判定方法は SSPC 法 に従い、その評価基準は表 2.4.7 の方法に準じた。

表 2.4.7 さびの評価基準

さび (%)	評価点
0.1 以内	10
0.1 以上 1 以内	8
1 " 5 "	6
5 " 10 "	4
10 " 25 "	2
25 以上	1

(i) 耐原油性

重量変化 ( $\pm \text{mg/dm}^2$ ) が 200 以内を ○

200 ~ 500 △

500 ×

とした。

## 2.5 タンク用炭化水素類対策塗料試験結果

### 2.5.1 試験結果(その1)

#### (1) 塗料段階での結果

供試塗料の粘度、タレ(タレ限界、だれ指数)可使時間、乾燥時間、エアレス塗装性(屋外)及び加熱残分( $60^{\circ}\text{C} \times 24\text{h}$ 、室温 $\times 24\text{h} + 105^{\circ}\text{C} \times 3\text{h}$ )を表2.5.1(1)に示し、粘度経時変化を図2.5.1(1)に示した。

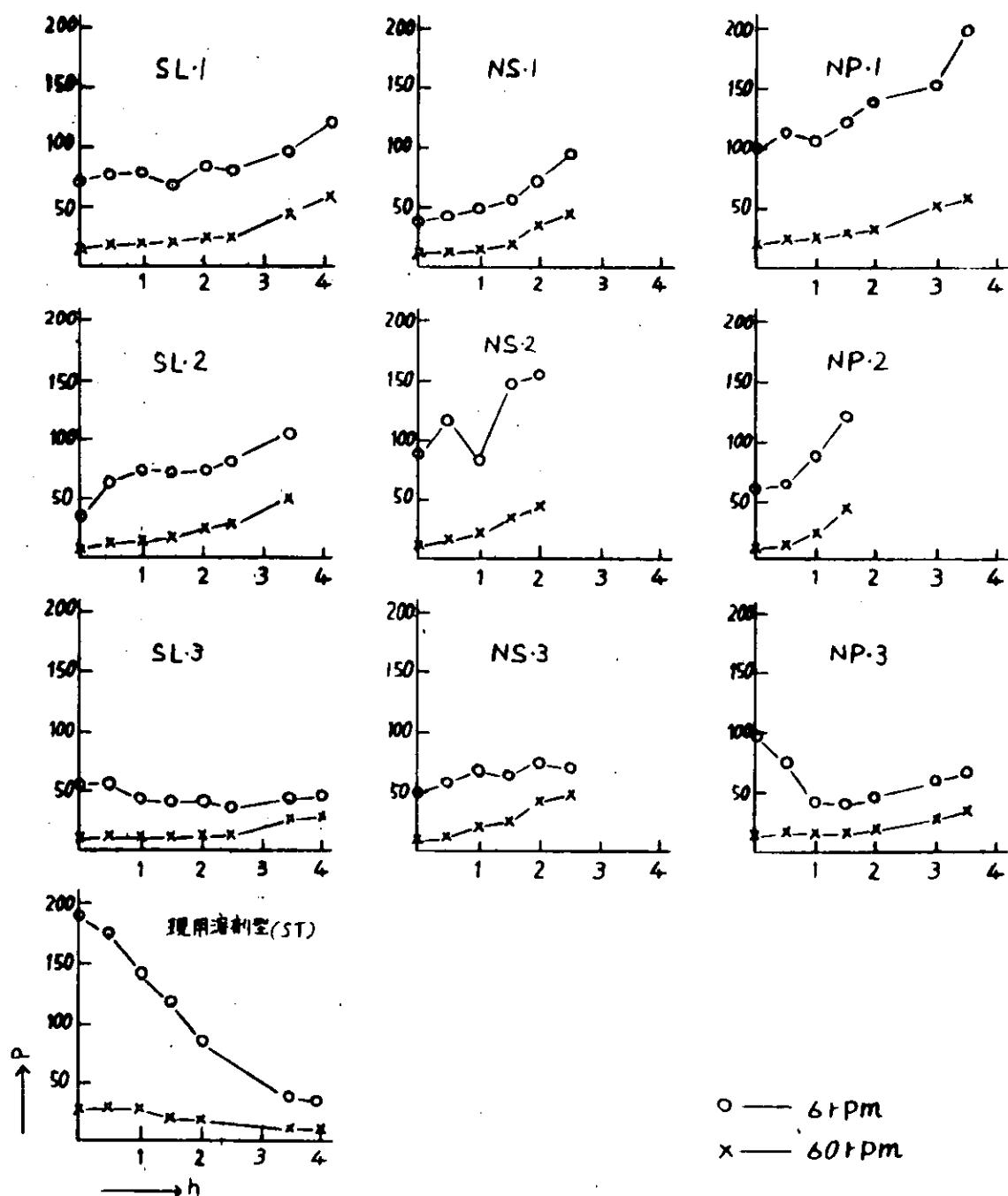


図2.5.1-(1) 粘度経時変化( $30^{\circ}\text{C}$ )

表2.5.1-(1) 塗料性状試験結果

種類 試験No.	項目	粘度 (20°C) [mPa・s]	タレ (20°C) [mPa・s]	可燃時間 (30°C h) [分]	工場実験結果		加熱 温度 (100°C x 24h) [℃]	残 分(%)
					90% 揮散 時間 (20°C h) [分]	90% 揮散 時間 (20°C h) [分]		
低落 剤型	SL.1	32.3	400	0.31	2.0	24	—	92.9
	SL.2	12.6	200	0.29	2.0	12	△	—
	SL.3	24.0	200	0.28	1.0	32	○	83.8
高落 剤型	NS.1	21.6	200	0.25	1.5	32	△	—
	NS.2	36.5	200	0.31	1.0	36	△	86.8
	NS.3	21.6	200	0.26	1.0	38	△	97.8
非光 澤 剤型	NP.1	35.0	500	0.33	2.5	28	○	91.3
	NP.2	21.5	500	0.32	1.5	16	○	—
	NP.3	23.0	500	0.31	1.0	17	○	90.8
無機 塗料	—	—	—	—	—	—	—	87.7
現用 溶剤塗料	27.5	750	0.35	4.0	18	—	—	90.9
						—	—	78.5
						—	—	—
						—	—	80.3
						—	—	—
						—	—	77.3

(2) 塗膜段階での結果

(a) 付着性：塗膜の初期及び浸漬試験後の付着性を表 2.5.1(2)に示し、常温 40℃ 天然海水浸漬による付着性経時変化を、次々図 2.5.1(2)、図 2.5.1(3)に示した。

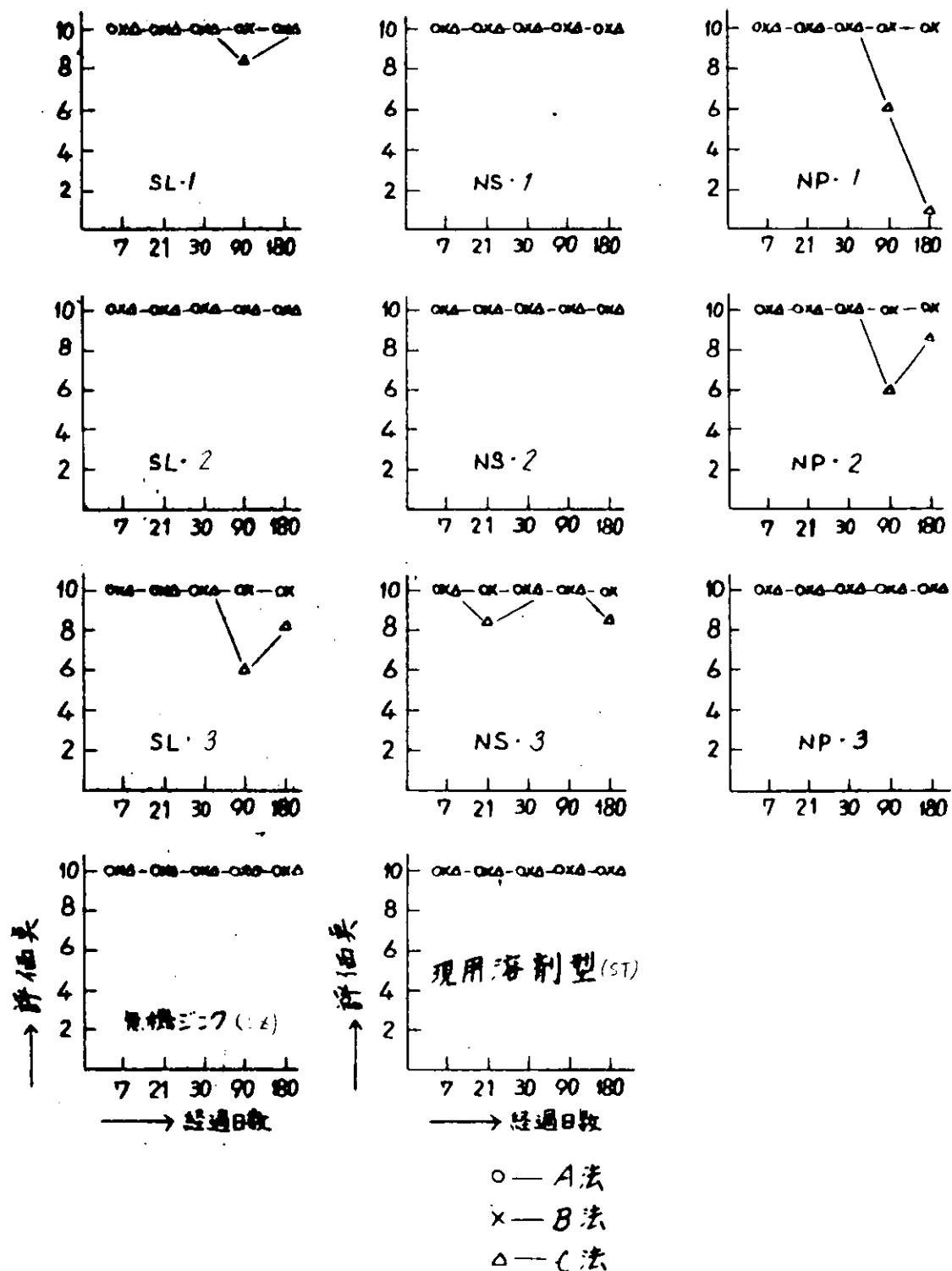


図 2.5.1-(2) 付着性経時変化(常温天然海水浸漬)

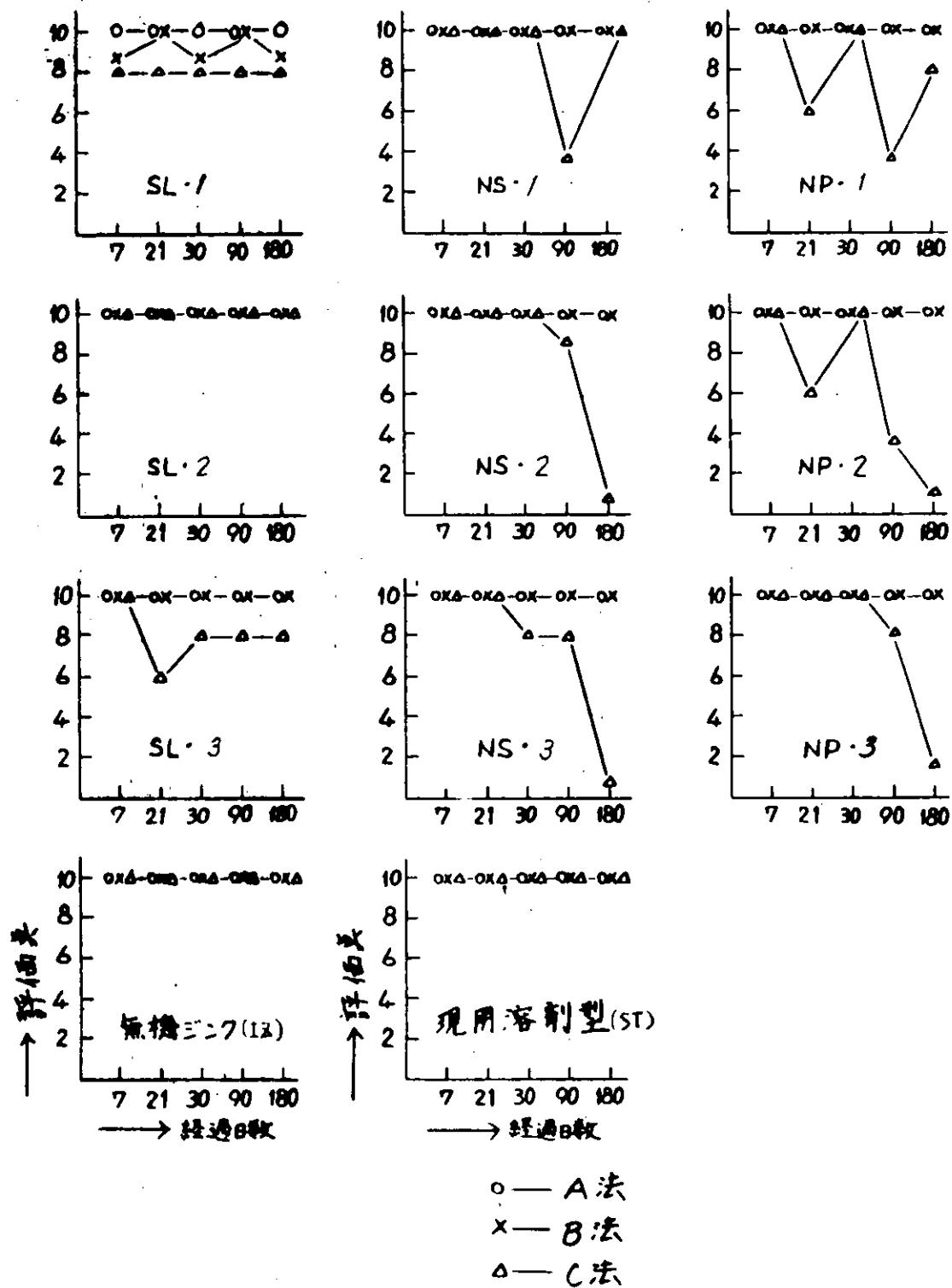


図 2.5.1-(3) 付着性経時変化 (40°C天然海水浸漬)

表2.5.1-(2)付着性試験結果

試料 種類	試料 番号	初期付着性	40°C × 3ヶ月			常温 × 6ヶ月		
			A法 kg/cm <sup>2</sup>	B法 kg/cm <sup>2</sup>	C法 kg/cm <sup>2</sup>	A法 詳細	B法 詳細	C法 詳細
低溶剤型	SL-1	45	10	10	10	40	10	8
	SL-2	50	10	10	10	35	10	10
	SL-3	42	10	10	10	35	10	8
高溶剤型	NS-1	50	10	10	10	60	10	4
	NS-2	50	10	10	10	50	10	9
	NS-3	43	10	10	10	50	10	55
非活性溶剤型 光触媒	NP-1	40	10	10	10	35	10	8
	NP-2	45	10	10	10	45	10	4
	NP-3	45	10	10	10	35	10	50
無機シリカ	20	10	10	10	25	10	10	33
有機溶剤型	60	10	10	10	40	10	10	50

(b) 耐食性：促進塩水浸漬（ $60^{\circ}\text{C} \times 7$  日、 $40^{\circ}\text{C} \times 30$  日）、天然海水浸漬（常温×6ヶ月、 $40^{\circ}\text{C} \times 6$ ヶ月）及び耐原油浸漬試験（促進液  $20^{\circ}\text{C} \times 7$  日）後の結果を表 2.5.1(3)に示し、 $40^{\circ}\text{C}$  天然海水浸漬 6 ヶ月後の試験片を写真 2.5.1(1)に示した。促進塩水浸漬（ $40^{\circ}\text{C}$ ）での耐食性経時変化を図 2.5.1(4)に、常温  $40^{\circ}\text{C}$  天然海水浸漬での耐食性経時変化を、夫々図 2.5.1(5)、図 2.5.1(6)に示した。

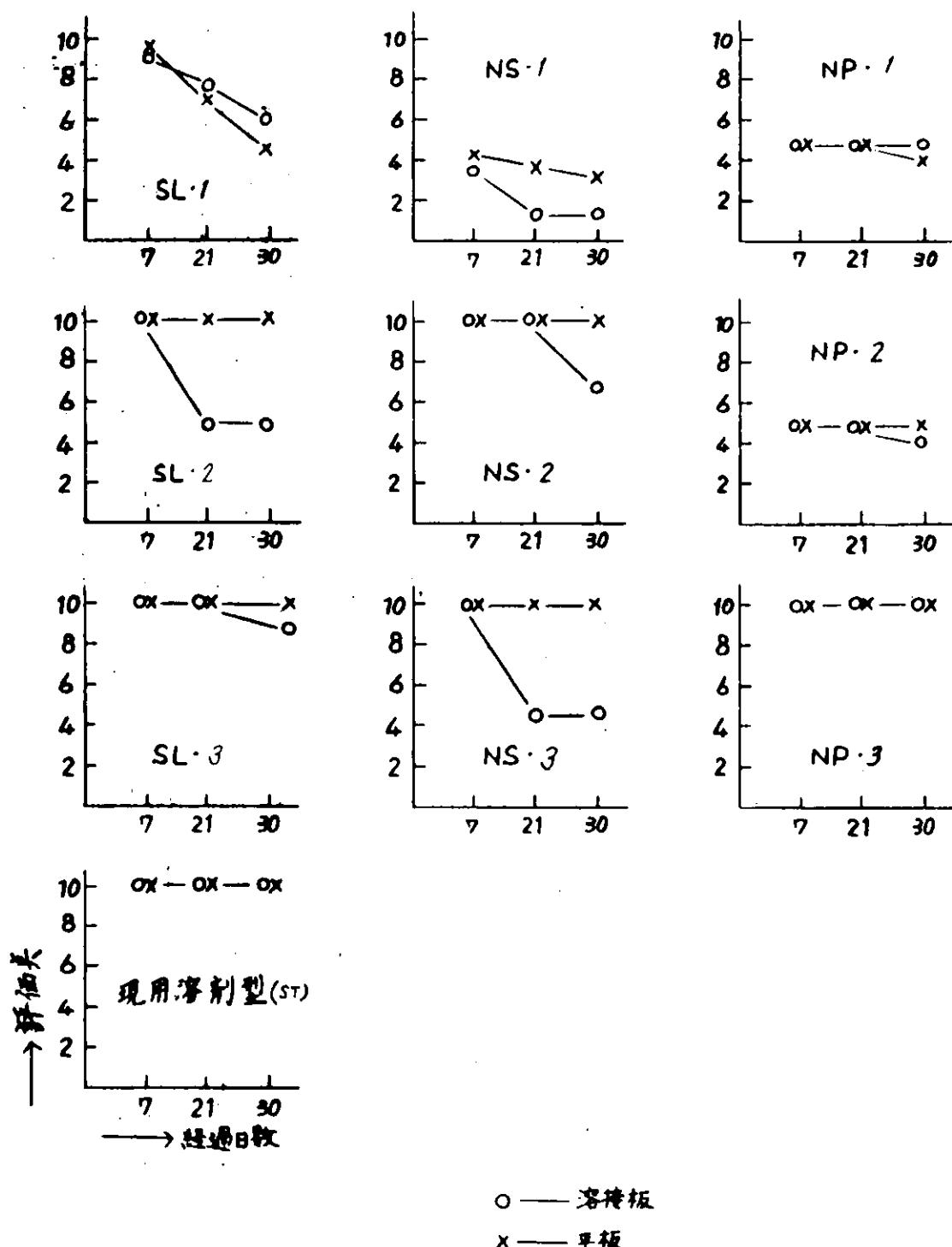


図 2.5.1-(4) 耐食性経時変化 ( $40^{\circ}\text{C}$  PH 3 促進塩水浸漬)

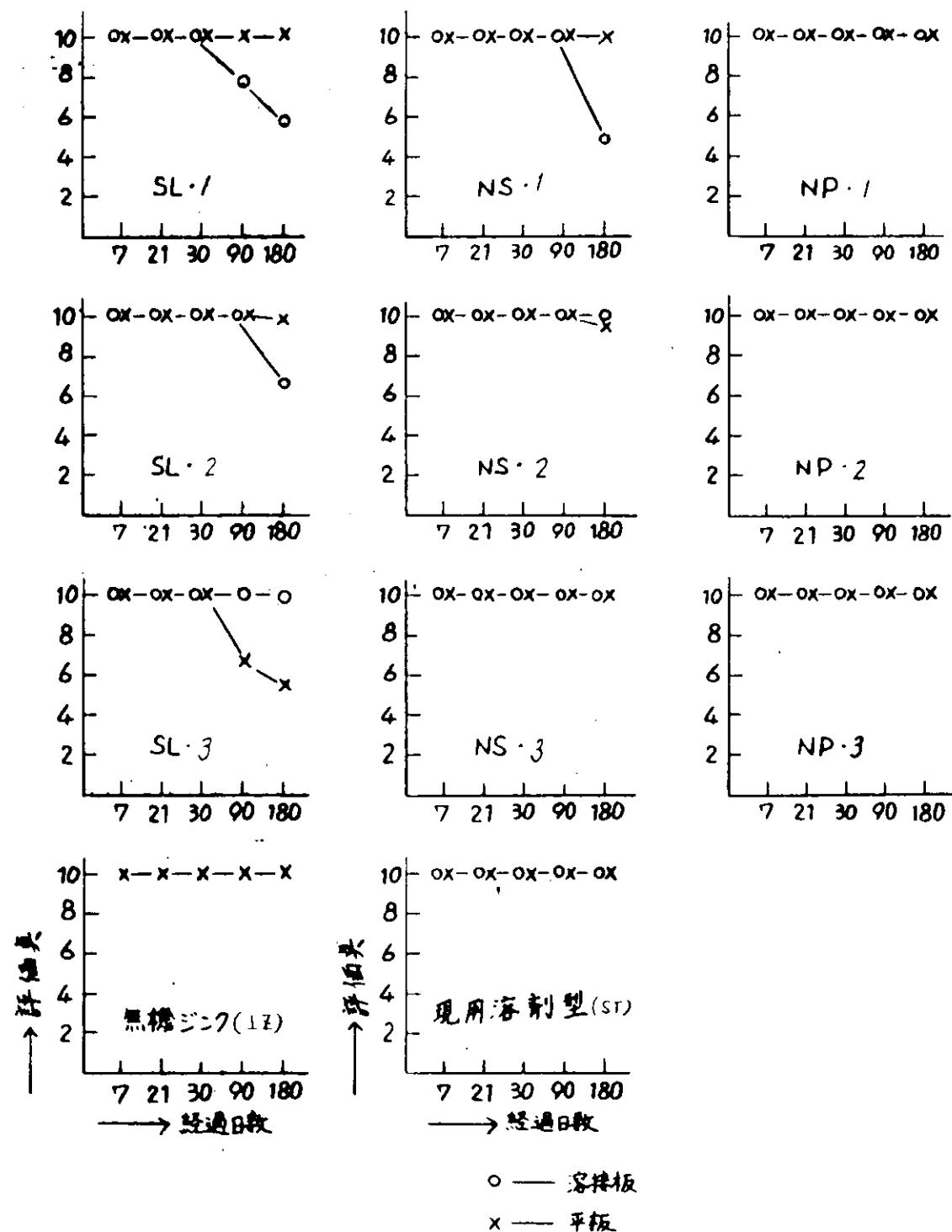


図2.5.1-(5) 耐食性経時変化(常温天然海水浸漬)

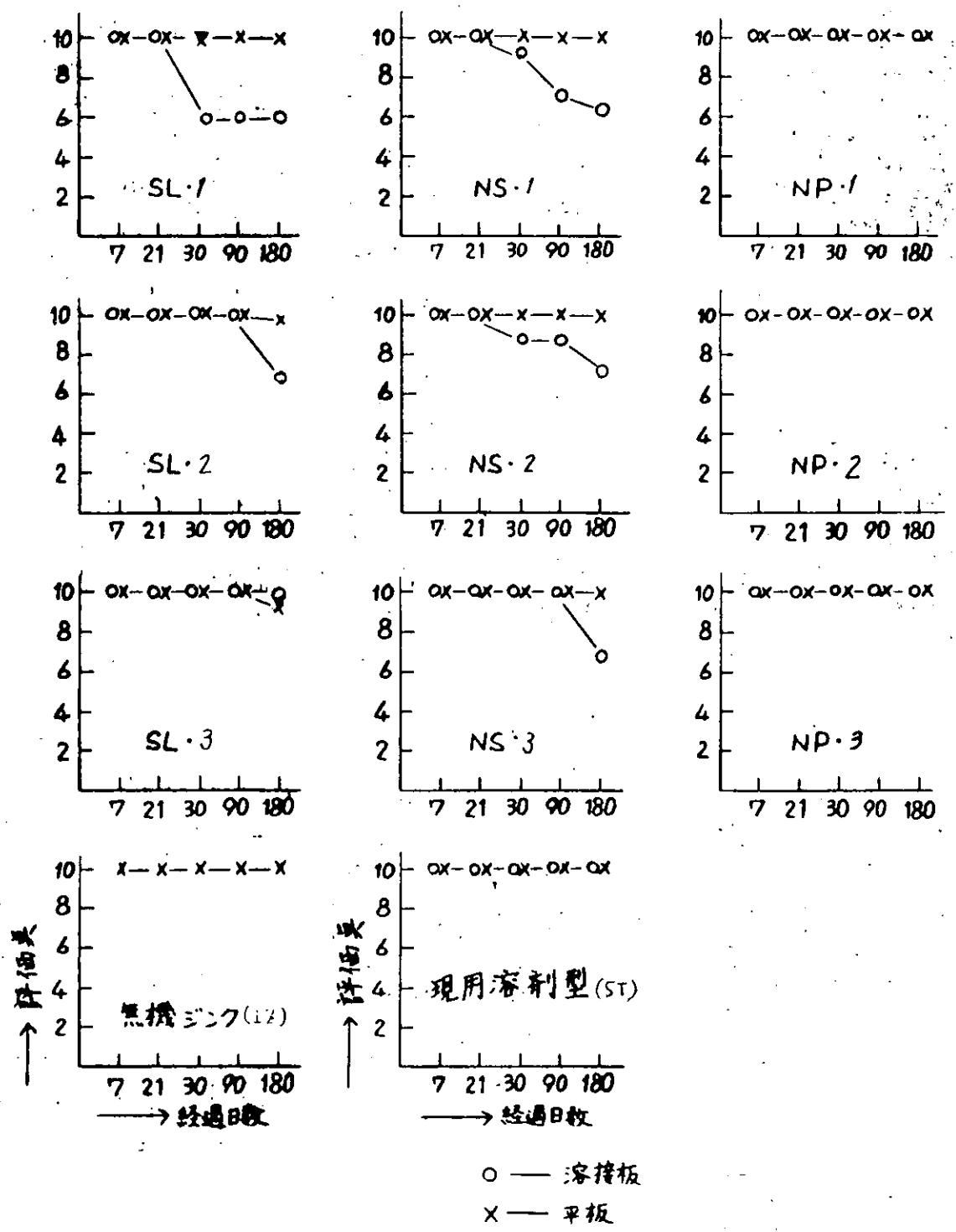
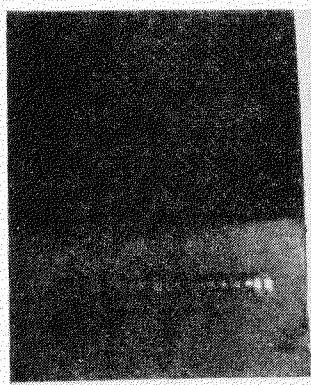
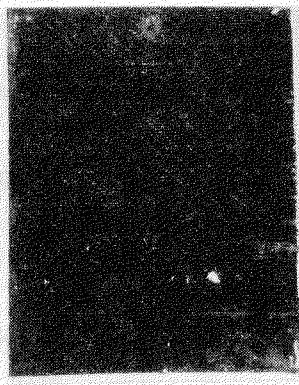


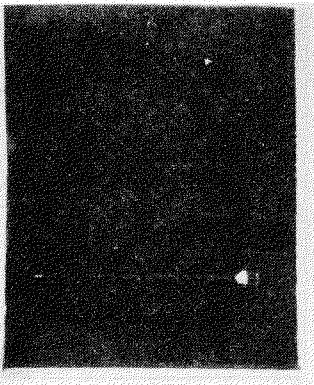
図 2.5.1-(6) 耐食性経時変化 (40°C 天然海水浸漬)



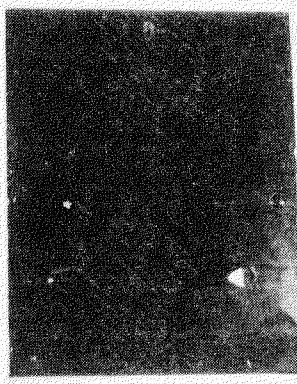
SL-1



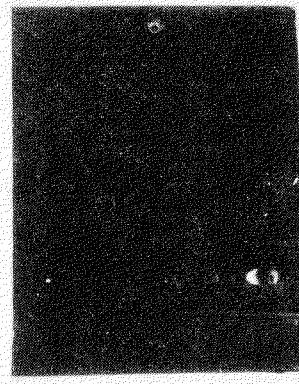
NS-1



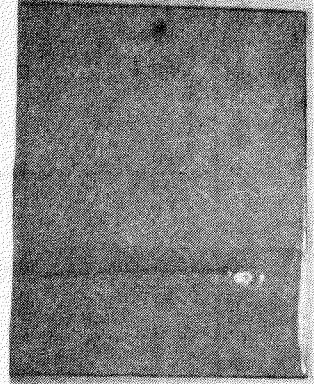
NP-1



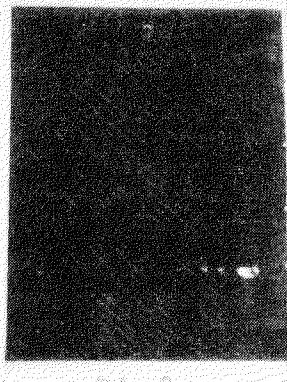
SL-2



NS-2



NP-2



SL-3



NS-3



NP-3



試用参考型(37)

写真 2.5.1-(1) 40°C 天然海水浸漬 (6ヶ月後)

表2.5.1-(3) 耐食、耐原油試験結果

種類 試料 NO.	促進温水浸漬			常温×6ヶ月			40°C×6ヶ月			耐原油		
	温度 度数	評価 結果	評価 結果	温度 度数	評価 結果	評価 結果	温度 度数	評価 結果	評価 結果	mg/g 溶出量	評価 結果	
低海 剤型	SL.1	5	4	6	4.5	5.5	10	6	10	+5	○	
	SL.2	5	5	5	10	7	9.5	7	9.5	-25	○	
無海 剤型	NS.1	10	9	9	10	10	5.5	10	9.5	-9	○	
	NS.2	10	10	7	10	9.5	10	7	10	+14	○	
非 光 化 学 剤型	NP.1	10	9	4.5	10	10	10	10	7.5	10	+2	○
	NP.2	5	5	5	4	10	10	10	7.5	10	-32	○
	NP.3	10	10	10	10	10	10	10	10	10	+15	○
黒 機 ジ: 7 <sub>(12)</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+47	○	
現用 溶 剤 型(SI)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	+56	○	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-6	○	
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	+72	○	

溶接板: 溶接ビード部と中心部評価

### (3) 考 察

#### (a) 塗料段階について

##### (i) 粘 度

S L、N S、N P 共に、塗装に不適当な粘度 (20 ℃、30 ℃) を示す塗料はなく、1液型エアレス塗装機の適用範囲内にある。

##### (ii) タ レ (20 ℃)

(i) S L : 3 塗料中、1 塗料のみ良好なタレ限界を示したが、2 塗料共に、稍タレ易い性状を示した。

(ii) N S : 3 塗料共に稍タレ易い性状を示した。

(iii) N P : 3 塗料共に良好なタレ限界を示した。

##### (iv) 可使時間 (30 ℃)

(i) S L : 可使時間は 3 塗料共に ST より短いが、図 2.5.1(1) に示した粘度経時変化から見て、特に問題になるとは考えられない。

(ii) N S : 可使時間は 3 塗料共に ST より短いが、図 2.5.1(1) に示した粘度経時変化から見て、特に問題になるとは考えられない。

(iii) N P : 可使時間は 3 塗料共に ST に比べ短いが、図 2.5.1(1) に示した粘度経時変化からみて特に問題になるとは考えられない。

##### (v) 乾燥時間 (20 ℃)

(i) S L : 3 塗料中、1 塗料は ST と比べ同等、2 塗料は稍乾燥時間が遅い。

(ii) N S : 3 塗料共に、長い乾燥時間を必要とする。

(iii) N P : 3 塗料中、2 塗料は ST と同等、1 塗料は稍乾燥時間が遅い。

##### (vi) エアレス塗装性

(i) S L : 3 塗料中、1 塗料のみ噴霧性が稍不良であった。しかし、塗膜状態は良好で膜厚も確保されており、特に問題になるとは考えられない。

(ii) N S : 3 塗料共に  $180 \text{ Kg/cm}^2$  以上の圧力を必要とするため、試験に用いた塗装機 (30:1) エア元圧  $6 \text{ Kg/cm}^2$  では噴霧性が稍不良であった。しかし、塗膜状態は良好で膜厚も確保されており、実用面での支障はないものと思われる。エア元圧  $6 \text{ Kg/cm}^2$  以下の場合には圧縮比 45:1 程度の塗装機が必要である。

(iii) N P : 3 塗料共に良好なエアレス塗装性であった。

##### (vii) 加熱残分

(i) S L : 目標値は 9.0 wt % であるが、許容範囲として溶剤 20 vol % まで認めたので 3 塗料共にその条件に合致している。

(ii) N S : 目標値は 9.5 wt % であるが、3 塗料中、1 塗料のみ目標値に達し、2 塗料は揮発分が稍多い。

(iii) N P : 目標値は ST と同程度であるが、3 塗料共その条件に合致している。

#### (b) 塗膜段階での結果 (ZEPあり)

##### (i) 付着性

(i) S L : 初期付着性は 3 塗料共に良好である。

図 2.5.1(2)～(3) に示した常温 40 ℃ 天然海水浸漬によるゴバン目試験の経時変化では、低下の傾向を示したものもあったが、付着力試験、 $60^\circ$  クロスカットナイフ試験は良好であるため、特に問題になるとは考えられない。

(ii) N S : 初期付着性及び常温天然海水浸漬による付着性は、3 塗料共に良好である。図 2.5.1(2)

に示した 40°C 天然海水浸漬によるゴバン目試験の経時変化では、低下の傾向を示したものもあったが、付着力試験、60°クロスカットナイフ試験は良好であるため、特に問題になるとは考えられない。

- (+) N P : 初期付着性は 3 塗料共に良好である。図 2.5.1(2)~(3)に示した常温 40°C 天然海水浸漬によるゴバン目試験の経時変化では、低下の傾向を示したものもあったが、付着力試験 60°クロスカットナイフ試験は良好であるため、特に問題になるとは考えられない。
- (-) I Z : 初期付着性及び天然海水浸漬（常温 40°C）による付着性経時変化は共に良好である。  
S T I Z の付着力 (kg/cm) は有機系に比べ稍低いが、破壊形態は塗膜凝集破壊であり、問題はない。

#### (ii) 耐食性

- (+) S L : 3 塗料共に、天然海水浸漬（常温 40°C）の平板はほぼ良好であるが、2 塗料は溶接板でのふくれを生じた。

促進塩水浸漬（40°C、60°C）で 1 塗料は良好であるが、2 塗料は溶接板、平板（1 塗料 40°C で良好）共にふくれを生じた。

- (-) N S : 3 塗料共に、天然海水浸漬（常温 40°C）の平板は良好であるが、40°C 天然海水浸漬では 3 塗料共に、常温天然海水浸漬では、1 塗料の溶接板にふくれを生じた。促進塩水浸漬（40°C、60°C）では 1 塗料はほぼ良好であるが、1 塗料が溶接板、平板にふくれ生じ、1 塗料は 40°C での溶接板のみにふくれを生じた。

- (+) N P 3 塗料共に、天然海水浸漬（常温 40°C）の溶接板、平板共に良好である。

促進塩水浸漬（40°C、60°C）では、2 塗料の溶接板、平板にふくれを生じた。

以上の結果から SL、NS、NP 共に天然海水浸漬（常温 40°C）で、平板の耐食性は良好であることが判るが、写真 2.5.1(1)に示す様に溶接ビード部は、いづれの供試塗料も 1 回増し塗りを行なっているにもかかわらず、ふくれがビード周辺に発生した事から考えて、溶接部の下地処理グレード又は、アルカリ分による影響と思われ、下地処理のグレードアップ、アルカリ分除去等の対策が必要と思われる。

#### (vi)

SL、NS、NP 共に重量変化 ± 200 mg/dm<sup>2</sup> の範囲内にあり問題はない。

#### (c) むすび

塗料段階及び塗膜段階での、各供試塗料の総合評価を表 2.5.1(4)に示す。

表 2.5.1 (4) 各供試塗料の総合評価

種類 試料NO	項目	粘度 (20°30°)	タブ限界	可使時間	乾燥時間	エアレス塗装性	加熱残分	付着性	耐食性	耐原油性
低溶剤型	SL-1	OK	OK	OK	要短縮	OK	OK	OK	OK	OK
	SL-2	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	SL-3	OK	OK	要延長	要短縮	OK	OK	OK	OK	OK
	総評	OK	OK	OK	要短縮	OK	OK	OK	OK	OK
無溶剤型	NS-1	OK	OK	要延長	要短縮	OK	OK	OK	OK	OK
	NS-2	OK	OK	要延長	要短縮	OK	OK	OK	OK	OK
	NS-3	OK	OK	要延長	要短縮	OK	OK	OK	OK	OK
	総評	OK	OK	要延長	要短縮	OK	OK	OK	OK	OK
非光化学反応性溶剤型	NP-1	OK	OK	OK	要短縮	OK	OK	OK	OK	OK
	NP-2	OK	OK	要延長	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	NP-3	OK	OK	要延長	OK	OK	OK	OK	OK	OK
	総評	OK	OK	要延長	OK	OK	OK	OK	OK	OK
無機シック(%)	OK	OK	—	OK	—	OK	OK	OK	OK	OK
現用溶剤型(ST)	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

以上の結果から、現用溶剤型塗料に比べ、低溶剤型塗料、無溶剤型塗料は乾燥性で、実用上稍支障となる面もあるが、他の性状、塗膜性能は実用上の支障はないと考えられる。非光化学反応性溶剤型塗料については、塗料性状、塗膜性能とも現用溶剤塗料と比べ同等であり、実用上の問題はない。

## 2.5.2 試験結果（その2）

### (1) 塗料段階での結果

供試塗料の常態における粘度、タレ（タレ限界、だれ指数）可使時間、乾燥時間、塗装性（タンク内、屋外）及び加熱残分（室温24時間放置後105°C3時間）を表2.5.2(1)に示した。

各温度における粘度変化を図2.5.2(1)に、各温度における粘度経時変化（ボットライフ）を図2.5.2

(2)VC、各温度における乾燥時間（硬化）を図2.5.2(3)に示した。

### (2) 塗膜段階での結果

塗膜の初期及び浸漬試験後の付着性を表2.5.2(2)に、促進浸漬試験（60°C7日、40°C30日）、天然海水浸漬（常温4か月、40°C6か月）及び耐原油浸漬試験（促進液20°C7日）後の結果を表2.5.2(3)に示した。

### (3) 実船モデルタンクによる結果

モデルタンクによる天然海水40°C3.5か月及び7か月の塗膜耐久性（常時没水底面、側面、ロンジ上面、ロンジ裏面、ロンジ垂直面、乾湿交番部側面、空槽部側面、天井部）結果を表2.5.2(4)に示した。

### (4) 考察

#### (a) 塗料段階について

##### (i) 粘度

###### (1) S L型

常温での粘度は、造船現場での汎用エアレス塗装機の適用範囲にある。しかしながら、図2.5.2(1)にみられるように、低温時にはいずれの塗料もエアレス塗装適正粘度よりも高くなり、塗装時にはシンナ稀釀を必要とするため、S L型の品質が弱まり、溶剤規制上から好ましくない。

###### (2) N S型

やや高い粘度のものもあるが、この種塗料は可使時間の関係もあって2筒ガン塗装機を使用することになれば、塗料加熱も考えられるので、適正粘度の操作は容易となる。

###### (3) N P型

S L型塗料と傾向的には類似しており、同様のことが言える。この塗料では溶剤規制をまぬがれるものと推定されるため、塗装適正粘度の溶剤調整が可能であろう。

##### (ii) タレ

S L型、N S型、N P型いずれも厚塗り型塗料としてのチクソロピーを保持しており、“だれ”指数は1コート型塗料の適正指数範囲内である。

##### (iii) 可使時間

###### (1) S L型

現用溶剤型塗料よりも短く、目標値の30°C・4時間は満足できなかった。しかしながら1塗料を除き図2.5.2(2)の粘度・温度の経時変化から実用上の支障はないものと判断する。

###### (2) N S型

1塗料のみ汎用エアレス塗装機の適用が可能で、他の3塗料は2筒ガン塗装機を必要とする。

###### (3) N P型

全般的に可使時間は長く、実用上の支障はないものと判断できる。現用溶剤型塗料と比較しても遜色はない。

##### (iv) 乾燥時間

S L型、N P型のほとんどが現用溶剤型塗料と比較して遜色はないが、N S型は乾燥（硬化）に長時間を要し、塗装ブロックのハンドリング上から好ましくない。

表 2.5.2(1) 漆料性状試験結果

種類 試料 <i>M</i>	項目	粘度 (20°C p/rpm)	ダレ		可使用時間 (30°C・h) だれ指数 (チクソトロビー-)	塗装性		加熱残分 (wt%) JIS法
			タレ限界	ダレ		タンク内	屋外	
低溶剤型塗料	T E S L - 4	24.8	—	0.33	2.0	24.0	OK	—
	" 5	38.7	—	0.33	2.0	16.5	OK	—
	" 6	19.4	—	0.33	1.0	13.0	OK	—
	" 7	33.0	—	0.31	3.0	16.0	OK	—
	" 8	24.0	—	0.33	3.0	20.0	OK	—
無溶剤型塗料	T E N S - 4	37.2	—	0.31	1.0	> 24.0	—	—
	" 5	38.6	—	0.30	1.0	> 24.0	—	—
	" 6	19.1	—	0.29	1.0	> 24.0	—	—
	" 7	24.8	—	0.33	4.0	22.0	—	—
	" 8	—	—	—	—	—	—	—
非光化反応性塗料	T E N P - 4	26.8	—	0.30	5.0	16.0	OK	—
	" 5	42.2	—	0.33	5.0	17.0	OK	—
	" 6	31.9	—	0.36	7.0	18.0	OK	—
	" 7	33.8	—	0.35	3.0	12.0	OK	—
	" 8	28.4	—	0.33	2.0	15.0	OK	—
I Z 漆料	フードカッブ #4・31秒	—	—	—	—	1.0	OK	—
S T 塗料	33	—	0.33	4	18.0	OK	—	6.9

(注) \*気泡発生

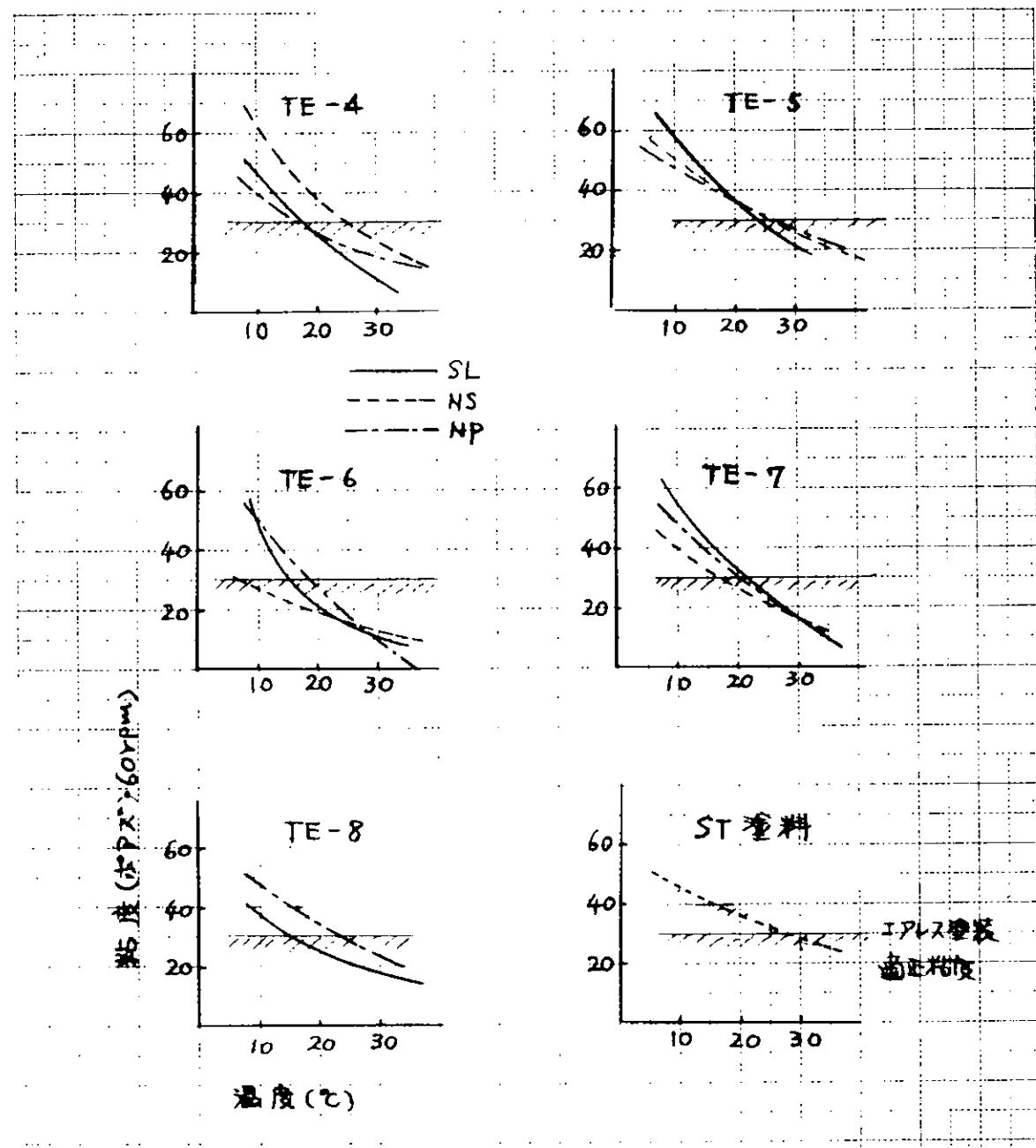


図 2.5.2-(1) 塗料の各温度における粘度変化

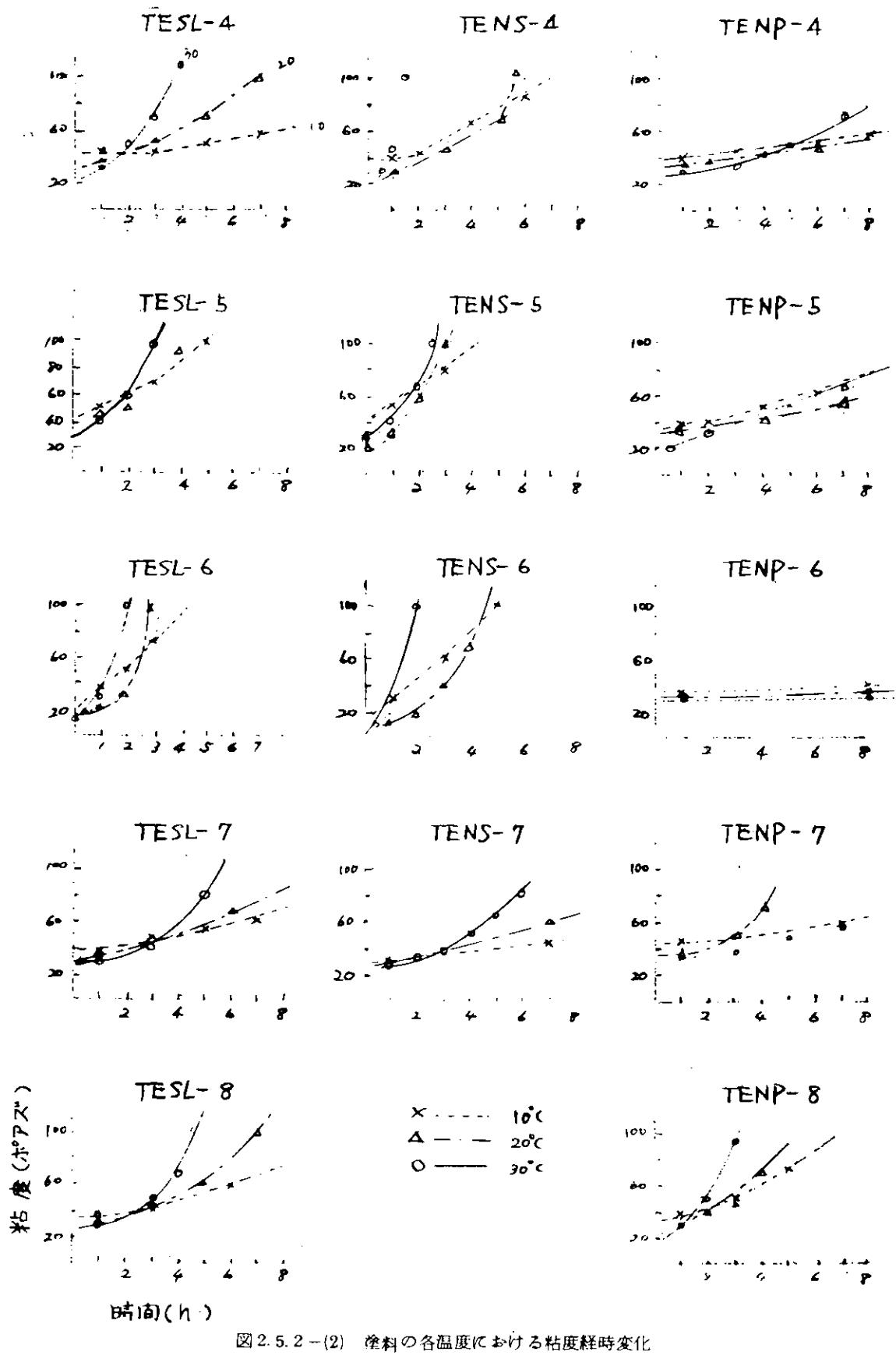


図 2.5.2-(2) 塗料の各温度における粘度経時変化

(ボットライフ)

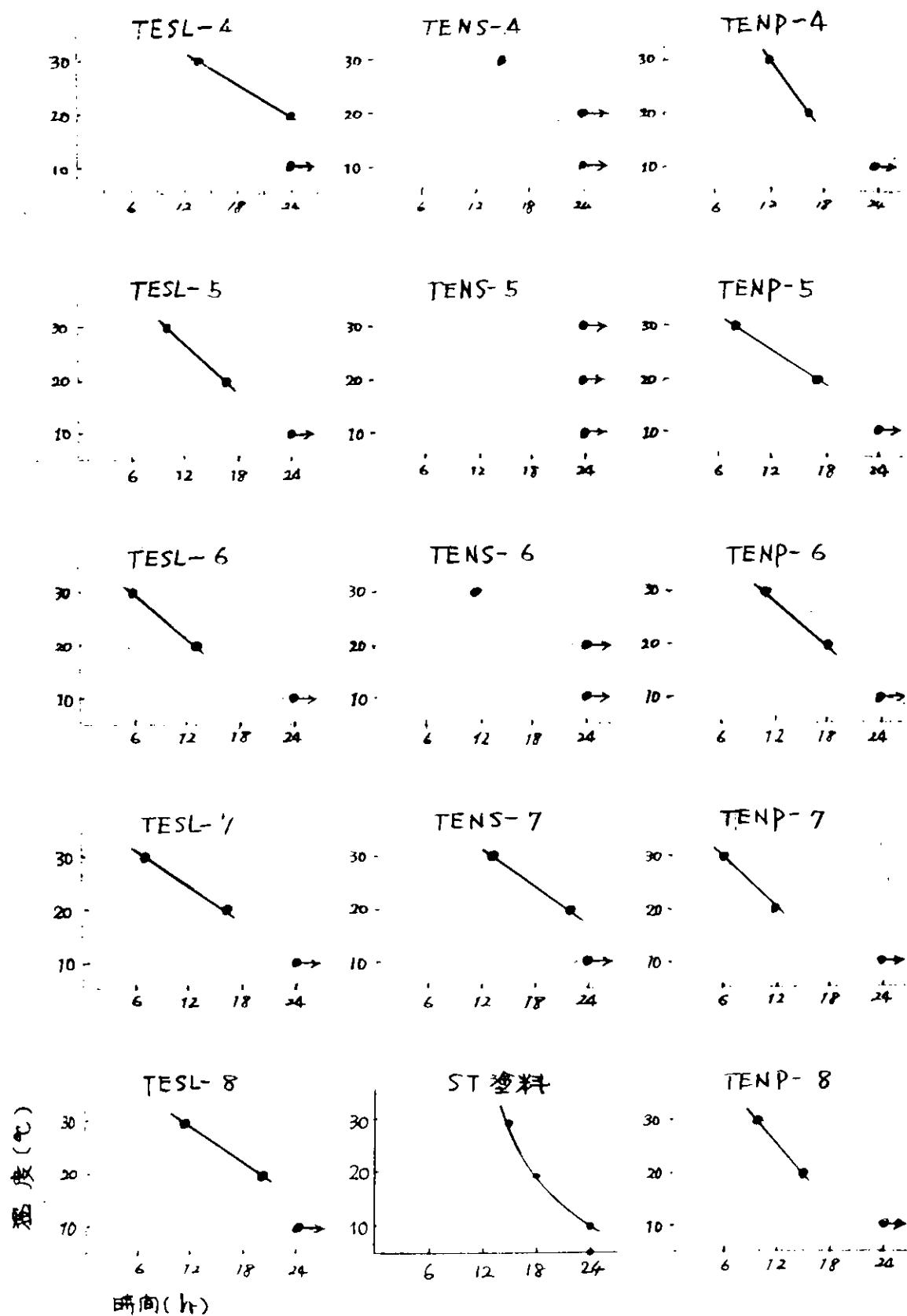


図2.5.3-(3) 塗料の各温度における乾燥性(硬化)

表 2.5.2 (2) 付着性試験結果

被塗部 種類 試料 類	初期付着性														塩水浸漬(常温×6か月)後の付着性																			
	鋼板				S/P				同塗料塗り重ね						鋼板				S/P				同塗料塗り重ね											
	C法		A法		B法		A法		1日後			7日ばく露後			W.M. 75Hr 後			C法		A法		B法		A法		1日後			7日ばく露後			W.M. 75Hr 後		
	評価	Kg/cm <sup>2</sup>	評価	Kg/cm <sup>2</sup>	評価	Kg/cm <sup>2</sup>	評価	B法	A法	B法	A法	B法	A法	B法	A法	B法	A法	評価	Kg/cm <sup>2</sup>	評価	Kg/cm <sup>2</sup>	評価	B法	A法	B法	A法	B法	A法	B法	A法				
低溶剤型塗料	T E S L - 4	10	70	10	10	75	10	10	37	8	10	46	10	8	30	8	6	70	10	10	85	10	6	72	10	8	93	10	3	33	8			
	" 5	10	42	10	10	47	10	10	32	10	10	62	10	10	63	10	10	44	10	10	70	10	10	67	10	8	93	10	6	84	10			
	" 6	10	72	10	10	75	10	10	50	10	10	55	10	6	33	8	10	97	10	10	100	10	10	80	10	0	87	10	10	50	10			
	" 7	10	40	10	10	49	10	10	45	10	10	43	10	10	72	10	8	100	10	10	100	10	10	100	10	0	53	10	2	50	10			
	" 8	10	100	10	10	100	10	10	77	10	10	45	10	8	70	10	10	100	10	10	100	10	10	93	10	10	98	10	6	70	10			
無溶剤型塗料	T E N S - 4	10	70	10	10	66	10	10	80	10	10	50	10	10	24	8	10	85	10	10	94	10	10	69	10	10	72	10	5	51	10			
	" 5	10	85	10	10	80	10	10	70	10	10	33	8	10	30	8	10	100	10	10	96	10	10	69	10	7	33	8	6	33	8			
	" 6	10	90	10	10	90	10	10	90	10	10	78	10	10	70	10	10	100	10	10	100	10	10	100	10	10	98	10	10	75	10			
	" 7	10	72	10	10	90	10	10	81	10	0	22	6	0	14	3	10	75	10	10	100	10	10	70	10	0	27	7	0	37	9			
	" 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
非光化学剤反応型塗料	T E N P - 4	10	46	10	10	54	10	10	45	10	6	30	8	6	30	8	8	68	10	10	79	10	10	71	10	0	45	10	0	37	9			
	" 5	10	40	10	10	50	10	10	55	10	10	56	10	8	100	10	8	73	10	10	100	10	10	100	10	0	61	10	4	93	10			
	" 6	10	57	10	10	44	10	10	42	10	10	40	9	10	62	10	10	47	10	10	70	10	10	86	10	0	45	10	10	84	10			
	" 7	10	40	10	10	45	10	10	31	10	8	30	8	10	76	10	10	70	10	10	75	10	10	57	10	0	43	9	10	93	10			
	" 8	10	53	10	10	75	10	10	65	10	10	33	10	8	87	10	10	100	10	10	88	10	10	100	10	10	59	10	10	55	10			
I Z 塗料		10	31	9	10	29	7	10	18	5*	10	19	5*	10	18	5*	10	28	9	10	32	10	10	20	6	10	20	6	10	16	4			
S T 塗料		10	91	10	10	90	11	10	60	10	10	14	2	10	11	2	6	71	10	10	96	10	10	81	10	0	0	0	4	22	6			

〔注〕1) 評価点は10点満点法による

2) C 法: 鋼板は2mm目クロスカットごはん目法結果

3) B 法: 塗膜層間は60°クロスカット法結果

4) A 法: オートグラフによるアドヒージョン試験結果

5) W.M.: サンシャインウェザーメータ(ばく露1か月相当)

6) 評価: 表中の評価は10点満点法による評価点を示す。

\*: 下塗膜ばく露時の腐食生成物介在による層間はく離

表 2.5.2 (3) 耐食耐原油試験結果

種類 試料 類 別	項目 試験 期間	促進塩水浸漬			常温×4ヶ月			40℃×6ヶ月			天然海水浸漬			20℃×7日			耐原油 評価 値 $m_g/dm^2$
		60℃×7日	40℃×30日	溶接部	平板	溶接部	平板	溶接部	平板	溶接部	平板	溶接部	平板	溶接部	平板		
低溶剤型塗料	T E S L - 4	—	10(230~270)	—	10(240~280)	1.0	10(200~220)	7	10(170~300)	—	—	—	—	—	—	—	
" 5	—	10(240~320)	—	10(250~280)	1.0	10(300~400)	1.0	10(180~250)	—	—	—	—	—	—	—	—	
" 6	—	10(220~260)	—	10(240~260)	1.0	10(220~250)	5	10(110~185)	—	—	—	—	—	—	—	—	
" 7	—	10(180~250)	—	10(270~320)	1.0	10(270~300)	6	10(185~270)	—	—	—	—	—	—	—	—	
" 8	—	10(270~290)	—	10(230~280)	1.0	10(270~240)	1.0	10(250~300)	—	—	—	—	—	—	—	—	
無溶剤型塗料	T E N S - 4	—	10(190~220)	—	10(230~280)	1.0	10(220~240)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" 5	—	10(270~300)	—	10(230~260)	1.0	10(240~260)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" 6	—	10(200~290)	—	10(230~280)	1.0	10(170~240)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" 7	—	10(270~300)	—	10(230~280)	1.0	10(260~280)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
" 8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
非光溶剤型反塗化性塗料	T E N P - 4	—	10(210~260)	—	10(230~260)	1.0	10(200~250)	1.0	10(160~250)	—	—	—	—	—	—	—	
" 5	—	10(230~290)	—	10(230~300)	1.0	10(250~300)	1.0	10(190~280)	—	—	—	—	—	—	—	—	
" 6	—	10(220~230)	—	10(200~220)	1.0	10(300~400)	1.0	10(160~220)	—	—	—	—	—	—	—	—	
" 7	—	10(200~240)	—	10(270~300)	1.0	10(300 )	6	10(180~240)	—	—	—	—	—	—	—	—	
" 8	—	10(300~320)	—	10(270~300)	1.0	10(250~270)	1.0	10(250~300)	—	—	—	—	—	—	—	—	
I Z 塗料	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
S T 塗料	—	10(260~280)	—	10(240~260)	1.0	10(230~280)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

(注) 耐食性は10点満点法による評価点を示す。( ) 内は試験片の膜厚 $\mu m$

表 2.5.2(4) 実船モデルタンクによる耐久性試験結果

種類 符 号	調査月 箇 所	3.5か月調査結果														7か月調査結果													
		常時没水部							乾湿		空槽部				試験板		常時没水部							乾湿交番部		空槽部		試験板	
		膜厚	底面	膜厚	側面	膜厚	ロジ上面	膜厚	ロジ裏面	膜厚 (μ)	交番部	膜厚	側面	膜厚	天井	膜厚	一般部	底面	側面	ロジ上面	ロジ裏面	ロジ側面	側面	側面	天井	一般部	溶接部		
低溶剤型塗料	T E S L - 4	280 400	OK	260 500	OK	220 260	▲	-	×	130 400	▲	200 450	OK	200 300	OK	250 350	OK	160 300	B. OK C. W部少	B. $\text{M}6\text{F}$ C. W部少	B. $\text{M}4\text{MD}$ C. OK	B. OK C. OK	B. OK C. OK	B. OK C. OK	B. OK C. OK	OK	$\text{M}6\text{F}$		
	" 5	400 500	OK	180 500	OK	380 400	OK	-	▲	230 380	▲	300 500	OK	300 400	OK	260 280	OK	180 280	B. OK C. OK	B. OK C. OK	B. $\text{M}6\text{F}$ C. 多	B. OK C. OK	B. OK C. OK	B. OK C. OK	B. OK C. OK	OK	OK		
	" 6	250 300	OK	180 350	OK	180 350	OK	-	×	180 280	▲	270 400	OK	270 330	OK	220 185	OK	B. OK C. OK	B. OK C. OK	B. $\text{M}4\text{F}$ C. -	B. $\text{M}4\text{MD}$ C. 多	B. OK C. OK	B. OK C. OK	B. OK C. OK	OK	$\text{M}2\text{F}$			
	" 7	250 320	OK	200 300	OK	280	OK	-	×	110 320	▲	150 400	OK	150 330	OK	220 185	OK	185 240	B. OK C. OK	B. $\text{M}6\text{F}$ C. OK	B. $\text{M}4\text{F}$ C. -	B. OK C. OK	B. OK C. OK	B. OK C. OK	B. OK C. OK	OK	$\text{M}4\text{F}$		
	" 8	300 500	OK	150 350	OK	360 380	OK	-	▲	250 400	OK	200 350	OK	200 350	OK	250 300	OK	B. OK C. OK	B. OK C. W部少	B. $\text{M}4\text{MD}$ C. -	B. OK C. 多	B. OK C. OK	B. OK C. OK	B. OK C. OK	OK	OK			
非光化学反応性溶剤型塗料	T E N P - 4	380 500	OK	300 420	OK	400	OK	-	OK	350 500	▲	270 450	OK	270 450	OK	450 800	OK	160 250	B. OK C. OK	B. OK C. OK	B. OK C. -	B. OK C. OK	B. OK C. OK	B. OK C. OK	B. OK C. OK	OK	OK		
	" 5	250 300	OK	180 330	OK	200 230	OK	-	×	250 300	OK	200 400	OK	200 400	OK	160 320	OK	190 280	B. OK C. OK	B. OK C. OK	B. $\text{M}4\text{MD}$ C. W部多	B. $\text{M}6\text{F}$ C. OK	B. OK C. OK	B. OK C. OK	B. OK C. OK	OK	OK		
	" 6	160 330	OK	150 350	OK	270 300	OK	-	▲	140 230	▲	260 300	OK	260 300	OK	280 450	OK	160 220	B. OK C. OK	B. OK C. OK	B. $\text{M}4\text{F}$ C. -	B. $\text{M}2\text{MD}$ C. 多	B. OK C. OK	B. OK C. OK	B. OK C. OK	OK	$\text{M}4\text{F}$		
	" 7	200 350	OK	200 360	OK	220 230	OK	-	OK	180 600	▲	220 320	OK	180 320	OK	280 440	OK	180 240	B. OK C. OK	B. OK C. OK	B. $\text{M}4\text{M}$ C. -	B. $\text{M}4\text{F}$ C. OK	B. OK C. OK	B. OK C. OK	B. OK C. OK	OK	OF		
	" 8	180 370	OK	110 370	OK	180 300	OK	-	▲	130 300	OK	200 450	OK	200 450	OK	200 360	OK	250 300	B. OK C. OK	B. OK C. -	B. $\text{M}4\text{F}$ C. 多	B. $\text{M}4\text{MD}$ C. OK	B. OK C. OK	B. OK C. OK	B. OK C. OK	OK	OK		
I Z 塗料		60 110	OK	60 150	OK	60 100	OK	-	OK	60 70	OK	50 130	OK	50 120	OK	35 55	OK	-	B. OK C. W部少	B. OK C. 多	B. OK C. -	B. OK C. 多	B. OK C. W部多	B. OK C. OK	B. OK C. OK	B. OK C. OK	—	—	
S T 塗料		500 700	OK	420 650	OK	500 800	OK	-	OK	270 600	OK	500 700	OK	500 700	OK	500 1000	OK	500 —	B. OK C. OK	B. OK C. -	B. OK C. 多	B. OK C. OK	B. OK C. OK	B. OK C. OK	B. OK C. OK	—	—		

B : フクレ C : サビ W : 溶接部

#### (V) エアレス塗装法

##### (1) S L型

平板塗装時の塗装性、塗膜状態は良好であるが、狭いタンク内塗装（1m<sup>3</sup>タンク）ではいずれも塗装十数分後の塗膜に1～2mmの気泡を生じた。溶剤の拡散がしやすい平板と狭隘なタンク内の塗膜状態に著るしい相違を生じたことから、塗料中溶剤の拡散速度によるものと推定され、塗面表層がなまがわき後の脱溶剤現象である。

現用溶剤型塗料では、このような現象は全く認められなかった。

##### (2) N S型

塗装性テストは実施していないが、前述粘度、たれ指数の数値から推定して実用上の支障はないものと判断する。

##### (3) N P型

S L型とほとんど同傾向を示し、平板では良く、タンク塗装で気泡を生じ、乾燥硬化後も気泡痕が残った。

#### (VI) 加熱残分

##### (1) S L型

加熱残分目標値90wt %以上に対し、到達したのは5塗料中2塗料で半数以上が目標値を下まわった。エアレス塗装適正粘度と溶剤中のHC規制との関係から、塗装時のシンナ稀釀に制限を受けることを考えれば、いま一歩の低溶剤化が望ましい。

##### (2) N S型

加熱残分目標値95wt %以上に対し到達したのは4塗料中1塗料である。（TENS-7）不揮発分（メーカ理論値）と加熱残分が著しく相異したものが2塗料で、SL、NP型と比較してNS型はその差が著しく、これはNS型の品質によるものと推定されるため、加熱残分測定時の低温予備加熱が必要と考える。

##### (3) N P型

供試品5塗料中、現用溶剤型塗料相当品2種、低溶剤型塗料相当品3種に分類される。いずれも非光化学反応性溶剤目標に設計された塗料であることから、規制上の支障はないものと判断する。

#### (VII) 無機ジンク塗料

代表塗料として1塗料のみ供試したが、塗料物性上の支障は全く認められなかった。

### (VIII) むすび

以上の結果の概評を表2.5.2(5)に示す。

表 2.5.2(5) 塗料段階での概況

試 料		項 目	粘 度	タ レ	可 使 時 間	乾 燥 時 間	塗 着 性	加 热 残 分
低溶剤型塗料	T E S L - 4	OK	OK	ほぼOK	要短縮	ほぼOK	要UP少し	
	" 5	OK	OK	同上	OK	同上	同上	
	" 6	OK	OK	要延長	OK	同上	OK	
	" 7	OK	OK	OK	OK	同上	OK	
	" 8	OK	OK	OK	ほぼOK	同上	OK	
	概 評	要低温対策	OK	ほぼOK	ほぼOK	ほぼOK	OK	
無溶剤型塗料	T E N S - 4	OK	OK	OK(2筒)	要短縮	OK(2筒)	要UP少し	
	" 5	OK	OK	OK(2筒)	同上	OK( " )	同上	
	" 6	OK	OK	OK(2筒)	同上	OK( " )	OK	
	" 7	OK	OK	OK(2筒)	同上	OK( " )	要UP少し	
	" 8	—	—	—	—	—	—	
	概 評	OK	OK	要2筒 塗装機	要短縮	要2筒 塗装機	要UP少し	
非光化溶剤反応型塗料	T E N P - 4	OK	OK	OK	OK	ほぼOK	OK	
	" 5	要低粘化少し	OK	OK	OK	同上	OK	
	" 6	OK	OK	OK	OK	同上	OK	
	" 7	OK	OK	OK	OK	同上	OK	
	" 8	OK	OK	ほぼOK	OK	同上	OK	
	概 評	OK	OK	OK	OK	ほぼOK	OK	
I Z 塗 料		OK	OK	—	OK	OK	OK	

※ 本試験法結果での判定による。

#### (b) 塗膜段階について

##### (i) 付 着 性

###### (1) S L型

初期付着性（銅板、W/P、同塗料塗り重ね性）は、同塗料屋外ばく露後塗り重ねのごく一部にやや低いものが見受けられる程度で、きわめて良好である。

塩水浸漬後付着性は、屋外ばく露相当後塗り重ねのもので付着性低下が顕著であるが、W/P及び同塗料1日間隔塗り重ねのものはいずれも良好で、この傾向は現用溶剤型塗料についても全く同様である。

###### (2) N S型

初期付着性及び塩水浸漬後の付着性についても、上記SL型とほとんど同傾向の結果を示している。

###### (3) N P型

上記SL型、NS型と同傾向の結果であるが、上記SL、NS型とやや異なる点は、促進耐候性試

験塗り重ねの付着性低下が小さい。

(c) 無機ジンク塗料

A法試験における同塗料の屋外ばく露塗り重ねで初期及び浸漬後の付着性が低下した。これは屋外ばく露時に生じた無機ジンク塗料の腐食生成分が塗膜層間に介在したのが原因で、B法試験では生じていない。

(ii) 耐食性

(1) SL型

促進塩水浸漬、天然海水浸漬いずれも一般部塗膜の耐食性は異状なく良好である。溶接部塗膜で5塗料中3塗料に軽度の欠陥を生じた。

(2) NS型

促進塩水浸漬及び天然海水浸漬いずれも良好である。

(3) NP型

いずれの浸漬試験も一般部塗膜の欠陥発生はなく良好である。溶接部塗膜に前記SL型同様の欠陥がごく一部の塗膜で発生した。

以上の結果から、SL型、NS型、NP型 いずれの塗料も耐食性は良好であり、溶接部に発生した欠陥はふくれの状態から推定して、膜厚不足によるものであり、塗膜の耐食性は良好であることが判断できる。

(iv) 耐原油性

SL型、NS型、NP型いずれの促進原油における重量変化は小さく、現用溶剤型塗料と比較してもほとんど孫色はない。NP型の塗料で重量変化がやや顕著なものも見受けられるも、従来の実績値  $500 \text{ mg/dm}^2$  以内であれば原油蒸気による劣化は認められないことから、実用上の支障はないものと判断できる。

(v) むすび

塗膜段階での概評を表2.5.2(6)に示す。

表 2.5.2 (6) 塗膜段階での概評

種類 項 目	耐 食 性	耐 原 油 性
低溶剤型塗料	OK 要溶接部増塗	OK
無溶剤型塗料	OK	OK
非光化学反応性 溶剤型塗料	OK 要溶接部増塗	OK

(c) 実船モデルタンクによる耐久性

SL型、NP型 いずれも、常時没水部ではロンジ周辺に塗膜の欠陥が多く、この主原因是塗装技術による膜厚の不足であり、乾湿交番部及び空槽部にはほとんど欠陥は生じていない。以下各塗料については次のことがいえる。

(i) SL型

(1) タンク底面、側面ではほとんど問題はないが、ロンジ上面、裏面及び側面に大小のふくれ、溶接部のふくれ、さびが発生した。

(2) ロンジ上面のふくれはタンク中央部に集中し端部はほとんど異状がない。 $40^\circ\text{C}$ 恒温ゾール中

でのタンク内海水の張排水であるため、張排水時の鋼板塗膜温度変化は側面よりも中央部の影響が大きい。又、排水時でも液面下 50 mm がロンジ上面であるため、溶存酸素の多いことが予想され、同時に浸漬試験を行っていた平板試験板でも排水時の液面下 50 ~ 100 付近に一般部、溶接部とも欠陥を生じた。

- (a) ロンジ裏面及び垂直側面は、タンクが小さいためスプレイガンの操作が容易でなく、膜厚不足が原因であり、最も塗膜欠陥が著しい。
- (b) 塗装時の塗膜気泡痕はそのままの状態でタンク側面、ロンジ上面に残っており、気泡が大きいもの一部はロンジ上でふくれ状さびに進展している。
- (c) 同タンクに設置した溶接ビード付き平板塗装試験片 ( $1000 \times 300 \times 3.2 \text{ mm t}$ ) は、1 塗料のみ一般部塗膜に欠陥を発生したが、欠陥発生部付近の膜厚は 180  $\mu$  以下である。溶接部についても、膜厚が比較的うすい箇所では欠陥がみられる。  
これらの塗膜状況を写真 2.5.2 (1) ~ (2) で示した。

#### (ii) NP型

- (a) SL型とほぼ同様なことがいえるが、傾向及び発生の頻度からみればわずかに少いようである。
- (b) ロンジ上面の正常膜厚についても SL型同様のふくれが SL型と同様に約半数の鉛柄で発生しており、品質的にはこのような条件下で多少の優劣があるものと判断する。

#### (iii) 無機ジンク塗料

- (a) 没水部底面、ロンジ上面及び側面、乾湿交番部、空槽部等はいずれも良好であったが、没水部側面及びロンジ裏面は多くのさびを生じた。
- (b) 没水部側面の欠陥は塗装技術に起因する膜厚不足 ( $100 \mu$  目標に対し 50 ~ 60  $\mu$  の箇所あり) が原因であり、無機ジンク塗料の膜厚不足は直ちに赤さび状となって鋼板の消耗となる。ロンジ裏面は前項 SL型、NP型同様に膜厚不足が原因で、一般部及び溶接ビード部とともに赤さびが著しい。

#### (iv) 現用溶剤型塗料

没水部、乾湿交番部及び空槽部いずれも良好であった。本塗料の場合表 2.5.2(4) 膜厚測定結果が示すように、予定膜厚よりも厚塗りしていたため、比較対象は適当でなかった。

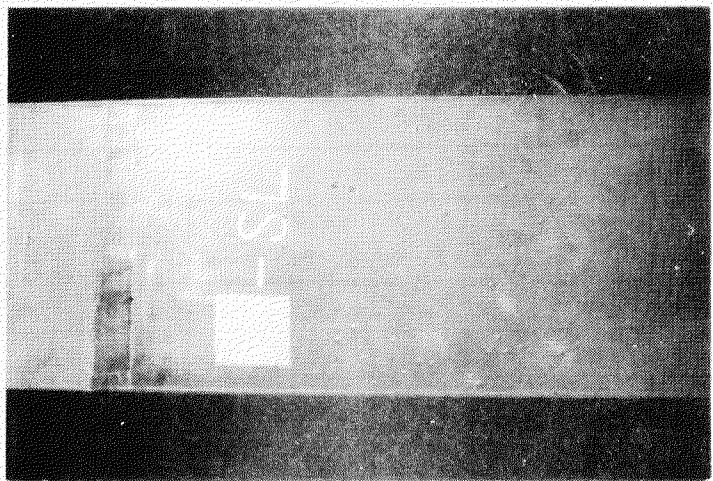


写真 2.5.2(1) モデルタンクロンジ上面のふくらみ  
(40℃天然海水張排水 7カ月)

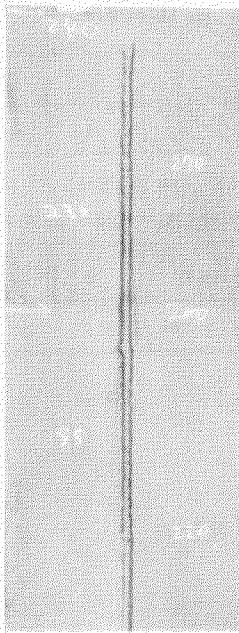


写真 2.5.2(2) 融接ビード付平板塗膜のふくらみ  
(40℃天然海水張排水 7カ月)

(V) むすび

以上、モデルタンクによる耐久性テスト結果の概評を表2.5.4-7に示す。

表2.5.2(7) モデルタンクによるテスト結果概評

(10点満点評価点)

試料	箇所	常時没水部					乾湿交番部	空槽部		試験片 (平板)
		底面	側面	ロンジ上面	ロンジ裏面	ロンジ側面		側面	天井	
低溶剤型塗料	T E S L - 4	10	8	7	4	4	10	10	10	9
	" 5	10	10	7	4	7	10	10	10	10
	" 6	10	10	5	4	10	10	10	10	8
	" 7	10	7	5	4	4	10	10	10	8
	" 8	10	10	10	4	10	10	9	10	10
	概評	① 規定膜厚の保持 ( $\mu$ 200)					③ 要耐食性 up ② 狹隘場所での塗面気泡発生のおそれあり			
非光溶化剤学型反応塗性料	T E N P - 4	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	" 5	10	10	10	4	7	10	10	10	10
	" 6	10	10	6	3	6	10	10	10	10
	" 7	10	10	5	6	10	10	10	10	8
	" 8	10	10	6	4	10	10	10	10	10
	概評	① 規定膜厚の保持 ( $\mu$ 200)					③ 要耐食性 up ② 狹見場所での塗面気泡のおそれあり			
I Z 塗料		10	4	10	2	4	10	10	10	-
概評		① 規定膜厚の保持 ( $\mu$ 75)								

補 斜線部：やや耐食性不足

タシク用塗料（その2）結果概評

試験項目 塗料名 塗料種類	塗料段階				塗膜段階				付着性（常温海水6か月後）			
	加熱残分(%)	可使用時間(30°C)	塗装作業性	乾燥性(20°C)	耐食性				耐原油性			
					60°C PH3 塩水	40°C PH3 塩水	40°C 天然海水 4か月	常温天然海水 6か月	1日 W/P に対して	1日 ばく露	屋外	促進耐候性試験 75h
T E S L - 4	8.39	△	△~○	△	○	○	○	○	○	○	○	△
" 5	8.51	△	△~○	○	○	○	○	○	○	○	○	△
" 6	9.0.0	×	△~○	○	○	○	○	○	○	○	x~△	○
" 7	9.0.0	△	△~○	○	○	○	○	○	○	○	x~△	△
" 8	8.85	△	△~○	△	○	○	○	○	○	○	○	△~○
T E N S - 4	8.5.9	×	-	×	○	○	-	○	○	○	○	-
" 5	8.9.6	×	-	×	○	○	-	○	○	○	○	-
" 6	9.4.5	×	-	×	○	○	-	○	○	○	○	-
" 7	8.7.8	○	-	△	○	-	○	○	○	○	○	x~○
T E N P - 4	7.1.2	○	△~○	○	○	○	○	○	○	○	○	x~○
" 5	8.6.5	○	△~○	○	○	○	○	○	○	○	○	△~○
" 6	6.9.4	○	△~○	○	○	○	△	○	○	○	○	△
" 7	7.8.6	△	△~○	○	○	○	△	○	○	○	○	△
" 8	8.9.4	△	△~○	○	○	○	○	○	○	○	○	△
I Z 塗料	6.9.0	○	○	-	-	○	-	○	○	○	△~○	△

### 2.5.3. 基礎試験

#### (1) 概要

塗料の無公害化、塗装環境改善の一環として炭化水素類の規制が本格化して来ているが、その対策として無溶剤化、低溶剤化、非光化学反応性溶剤化を試行している。本研究は、それら塗料の変更成分による性状、耐食性を把握し、将来の指針を得るものである。

実験は、タンク用塗料として必要な粘度、乾燥時間、耐海水性等に重点をおき、検討した。

#### (2) 供試塗料

供試塗料の主組成を表2.5.3(1)に示す。

供試塗料の具備すべき条件は、2.4.2項に準じた。

表 2.5.3(1) 基礎試験用塗料の組成(塗料を100とした重量%)

供 試 塗 料 組 成		低 溶 剂 型			無 溶 剂 型						非光化学反応性溶剤型		現用溶剤型
		S L①	S L②	※ <sup>1</sup> S L③	N S①	N S②	N S③	※ <sup>2</sup> N S④	N S⑤	※ <sup>3</sup> N S⑥	N P①	N P②	S T
主 樹 脂 添 加 剤 等 (%)	顔 科	33.7	33.7	36.1	36.5	36.4	36.4	22.5	43.9	25.7	24.0	24.0	24.0
	エポキシ樹脂タール分等(分子量約350と約450の混合)	44.5	44.5	36.1 (タール分ない)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	エポキシ樹脂タール分等(分子量約350)	-	-	-	37.9	29.0	29.6	-	42.6	48.3 (タール分なし)	-	-	-
	エポキシ樹脂タール分等(分子量約900)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44.4	44.4	44.4
	ボリオール樹脂タール分等	-	-	-	-	-	-	19.4	-	-	-	-	-
	非反応性稀釀剤(石油系樹脂)	-	-	-	12.7	15.6	15.6	33.1	-	-	-	-	-
	反応性稀釀剤A(モノエポキサイド)	-	-	-	2.9	-	-	-	-	-	-	-	-
	反応性稀釀剤B(モノエポキサイド)	-	-	-	-	8.0	-	-	-	-	-	-	-
	反応性稀釀剤C(ジエポキサイド)	-	-	-	-	-	8.4	-	-	-	-	-	-
	溶 剤 (%)	キシレン	5.3	-	8.0	-	-	-	-	-	-	-	10.6
溶 剤 (%)	トルエン	-	1.4	2.0	-	-	-	-	-	-	3.3	3.35	-
	エチルセロソルグ	-	2.6	-	-	-	-	-	-	-	6.7	10.0	-
	I P A	-	2.6	-	-	-	-	-	-	-	6.7	-	-
	I B A	1.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2
	M I B K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.35	4.9
	溶 剤 (%)	変性芳香族ポリアミン	11.6	11.6	17.8	-	-	-	-	-	-	-	-
硬 化 剤	変性脂肪族ポリアミン	-	-	-	10.0	11.0	10.0	-	13.5	26.0	-	-	-
	変性低分子イソシアネート	-	-	-	-	-	-	15.0	-	-	-	-	-
	変性ポリアミドアミン	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.0	7.0	7.0
	キシレン	3.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.5
	トルエン	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	1.7	1.6	2.8
	エチルセロソルグ	-	1.4	-	-	-	-	-	-	-	3.2	4.9	-
	I P A	-	1.4	-	-	-	-	-	-	-	3.2	-	0.8 (IBA)
	M I B K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	-
塗 料 中 の 溶 剤 量 (%)		10.0	10.0	10.0	0	0	0	0	0	0	24.8	24.8	24.8

※1.3 ピュアエポキシ系塗料

※2 タールウレタン系塗料

(3) 試験方法

要領及び判定基準は、2.4.3項に準じた。

(4) 試験結果

(a) 塗料段階での結果

供試塗料の粘度、タレ（タレ限界、だれ指数）可使時間、乾燥時間及び加熱残分（60°C 24 h、室温×24 h + 105°C × 3 h）を表2.5.3(2)に示し、粘度経時変化を図2.5.3(1)に示した。

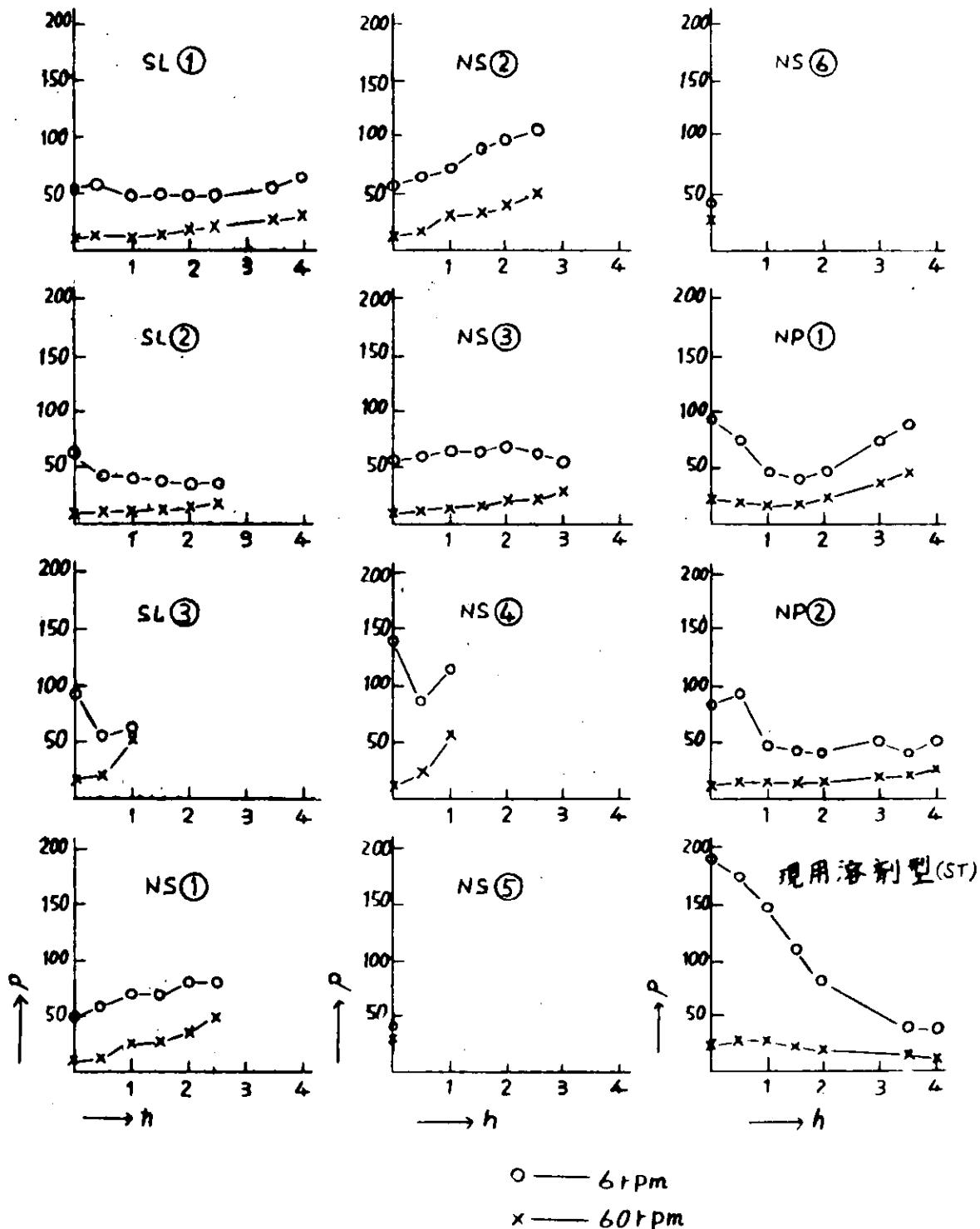


図2.5.3-(1) 基礎試験用塗料の粘度経時変化 (30°C)

表 2.5.3 (2) 漆料性状試験結果

試料種類	項目	粘度 (20°Cボアズ/ 60 rpm)	タレ (20°C)		乾燥時間 (20°C h)	エアレス塗装性		加熱残分 (wt %) 室温×24h +105°C×3h
			タレ限界 (チクメトロビー)	だれ指数 (チクメトロビー)		タンク内	屋外	
低溶剤型	SL ①	2.4.0	2.0.0	0.2.8	1.0	3.2	—	—
	SL ②	3.2.1	4.0.0	0.3.1	1.0	3.4	—	—
	SL ③	3.6.9	4.0.0	0.2.8	0.5	1.2	—	—
無溶剤型	NS ①	2.1.6	2.0.0	0.2.5	1.0	3.8	—	—
	NS ②	2.4.6	2.0.0	0.2.9	1.5	4.0	—	—
	NS ③	1.8.3	2.0.0	0.2.8	1.5	4.8以上	—	—
	NS ④	2.0.5	5.0.0	0.3.6	0.5	1.0	—	9.4.6
	NS ⑤ (40°C)	2.3.4 (40°C)	2.0.0	—	(20分)	6.5	—	9.3.1
	NS ⑥ (40°C)	1.2.0 (40°C)	2.0.0	—	(10分)	5.5	—	8.9.1
非光化学 反応性 溶剤型	NP ①	2.3.0	5.0.0	0.3.1	1.0	1.7	—	—
	NP ②	2.4.2	5.0.0	0.3.3	1.0	1.8	—	7.5.3
現用溶剤型 (ST)		2.7.5	7.5.0	0.3.5	4.0	1.8	—	7.7.3

(b) 塗膜段階での結果

(i) 付着性：塗膜の初期及び浸漬試験後の付着性を表 2.5.3(3)に示し、常温40℃天然海水浸漬による付着性、経時変化を夫々図 2.5.3(2)、図 2.5.3(3)に示した。

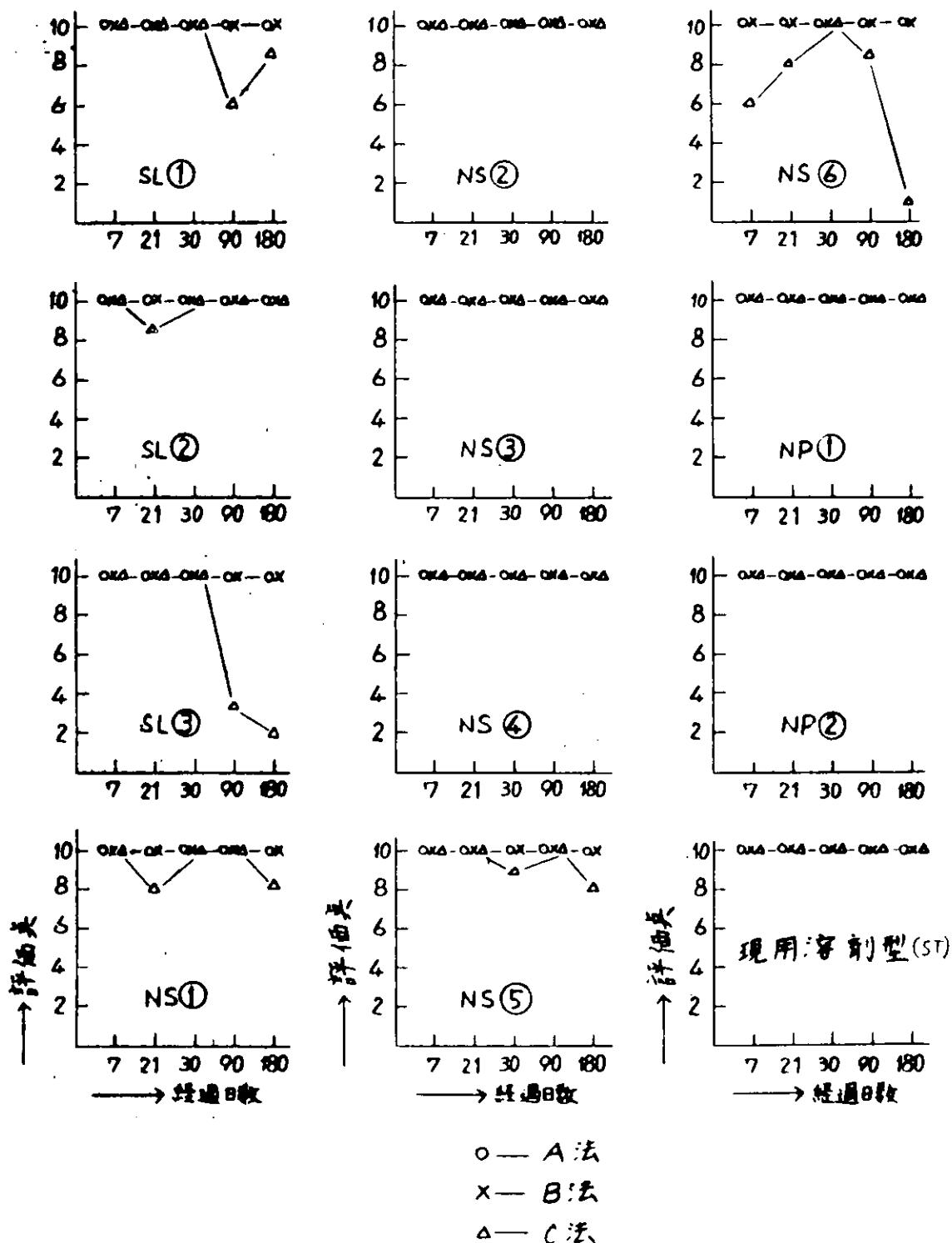


図 2.5.3-(2) 基礎試験用塗料の付着性経時変化  
(常温天然海水浸漬)

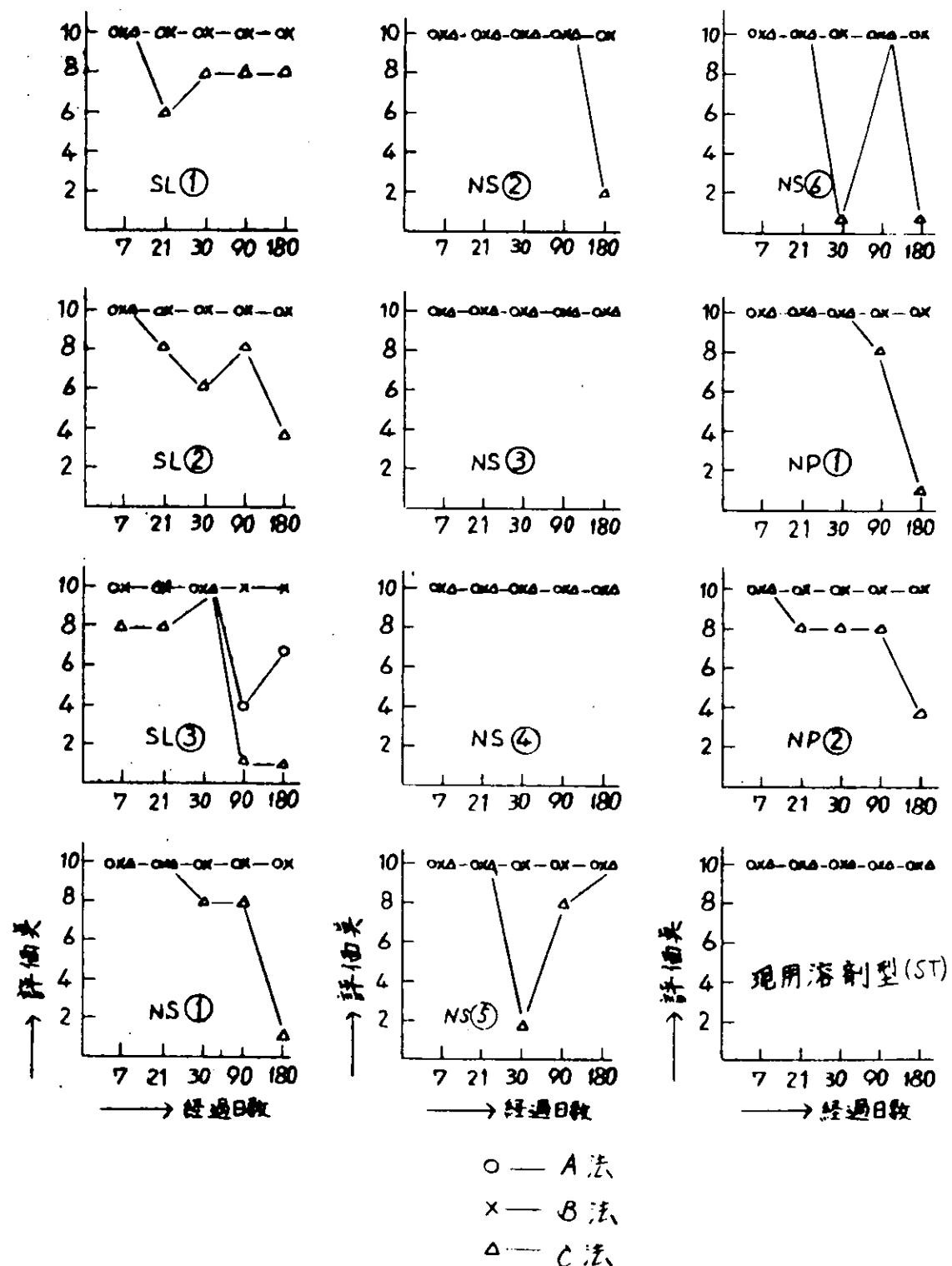


図 2.5.3-(3) 基礎試験用塗料の付着性経時変化  
(40°C天然海水浸漬)

表 2.5.3 (3) 付着性試験結果

種類 試料 方 法 <i>M</i>	初期付着性						天然水浸漬					
	40°C × 3ヶ月			常温 × 6ヶ月			A 法			B 法		
	A 法 Kg/cm <sup>2</sup>	B 法 Kg/cm <sup>2</sup>	C 法 評価点	A 法 Kg/cm <sup>2</sup>	B 法 Kg/cm <sup>2</sup>	C 法 評価点	A 法 Kg/cm <sup>2</sup>	B 法 Kg/cm <sup>2</sup>	C 法 評価点	A 法 Kg/cm <sup>2</sup>	B 法 Kg/cm <sup>2</sup>	C 法 評価点
低溶剤型	S L ①	4.2	1.0	1.0	3.5	1.0	1.0	8	5.0	1.0	1.0	9
	S L ②	4.0	1.0	1.0	6.0	1.0	1.0	8	3.5	1.0	1.0	10
	S L ③	4.5	1.0	1.0	5.5	4	1.0	1	3.5	1.0	1.0	2
無溶剤型	NS ①	4.3	1.0	1.0	5.0	1.0	1.0	8	4.0	1.0	1.0	9
	NS ②	4.5	1.0	1.0	5.0	1.0	1.0	10	4.0	1.0	1.0	10
	NS ③	4.0	1.0	1.0	3.5	1.0	1.0	10	3.0	1.0	1.0	10
NS ④	NS ④	4.0	1.0	1.0	3.5	1.0	1.0	10	4.5	1.0	1.0	10
	NS ⑤	6.5	1.0	1.0	3.5	1.0	1.0	8	4.3	1.0	1.0	8
	NS ⑥	4.5	1.0	1.0	4.0	1.0	1.0	10	6.0	1.0	1.0	1
非光化学反応性溶剤型	NP ①	4.5	1.0	1.0	3.5	1.0	1.0	8	6.0	1.0	1.0	10
	NP ②	4.5	1.0	1.0	4.0	1.0	1.0	8	4.0	1.0	1.0	10
	現用溶剤型(ST)	6.0	1.0	1.0	4.0	1.0	1.0	10	5.0	1.0	1.0	10

(ii) 耐食性：促進塩水浸漬（ $60^{\circ}\text{C} \times 7$  日、 $40^{\circ}\text{C} \times 30$  日）、天然海水浸漬（常温×6ヶ月、 $40^{\circ}\text{C} \times 6$ ヶ月）及び耐原油浸漬（促進液  $20^{\circ}\text{C} \times 7$  日）後の結果を表 2.5.3(4)に示し、促進塩水浸漬（ $40^{\circ}\text{C}$ ）での耐食性経時変化を図 2.5.3(4)に、常温  $40^{\circ}\text{C}$  天然海水浸漬での耐久性経時変化を夫々図 2.5.3(5)、図 2.5.3(6)に示した。

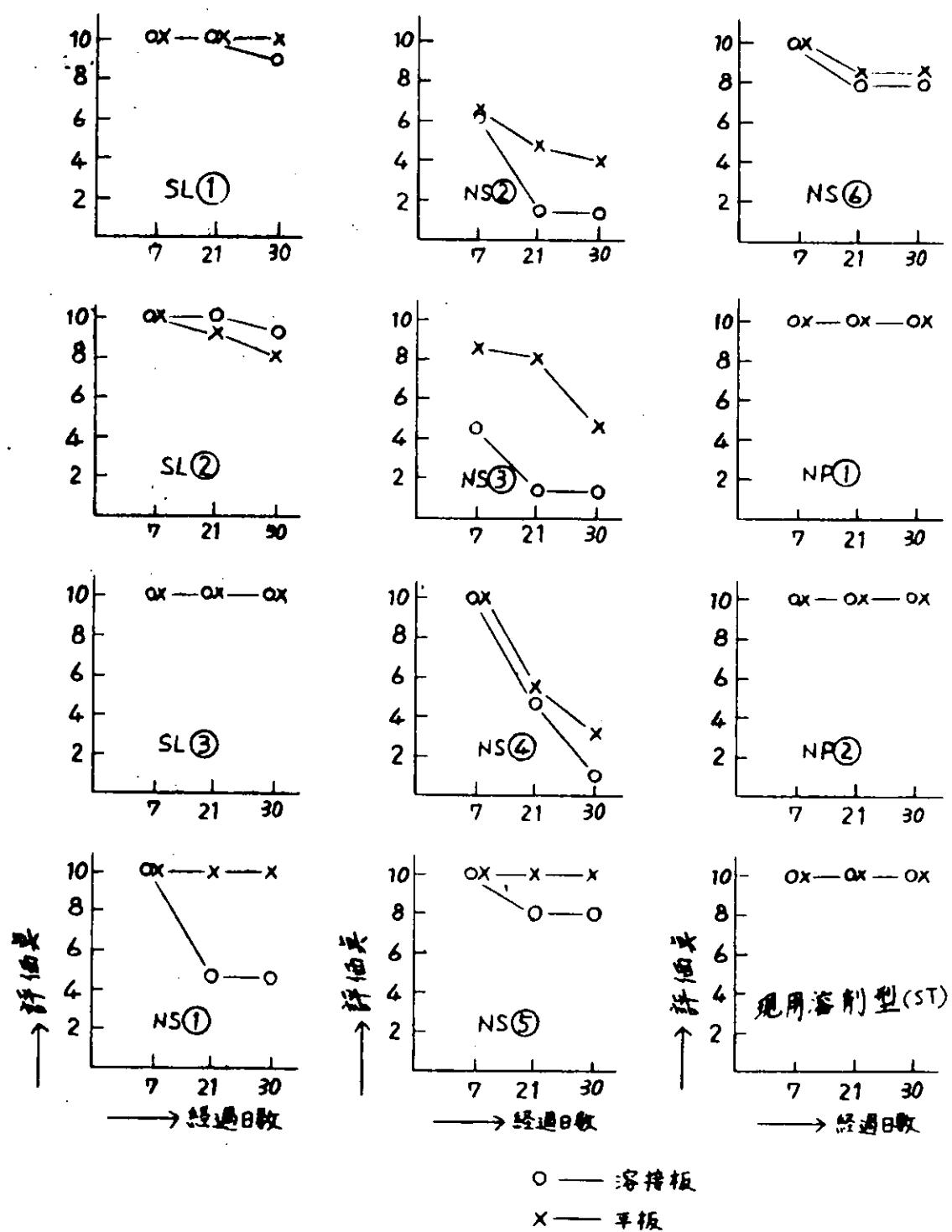


図 2.5.3-(4) 基礎試験用塗料の耐食性経時変化

( $40^{\circ}\text{C}$  PH 3 促進塩水浸漬)

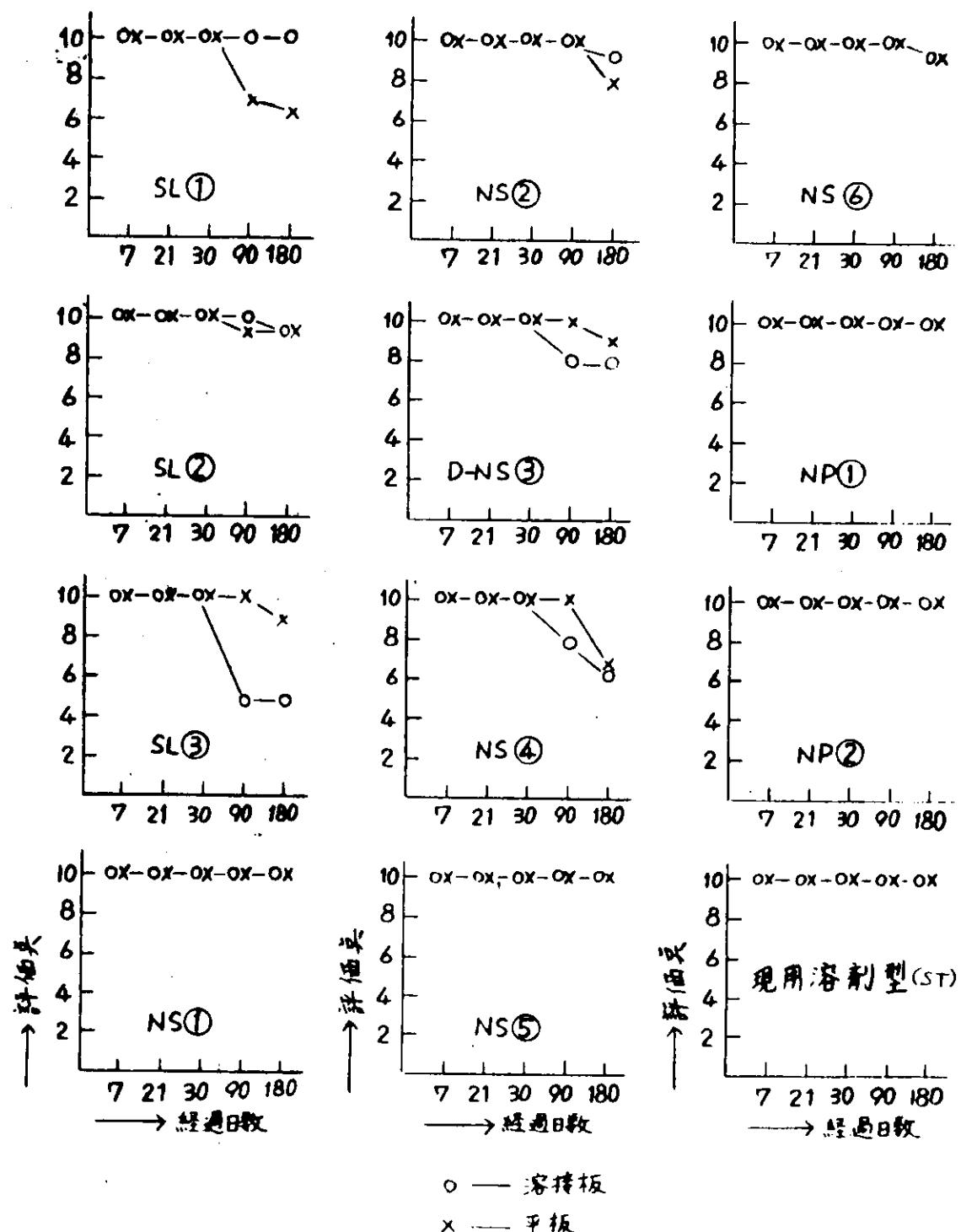


図 2.5.3-(5) 基礎試験用塗料の耐食性経時変化  
(常温天然海水浸漬)

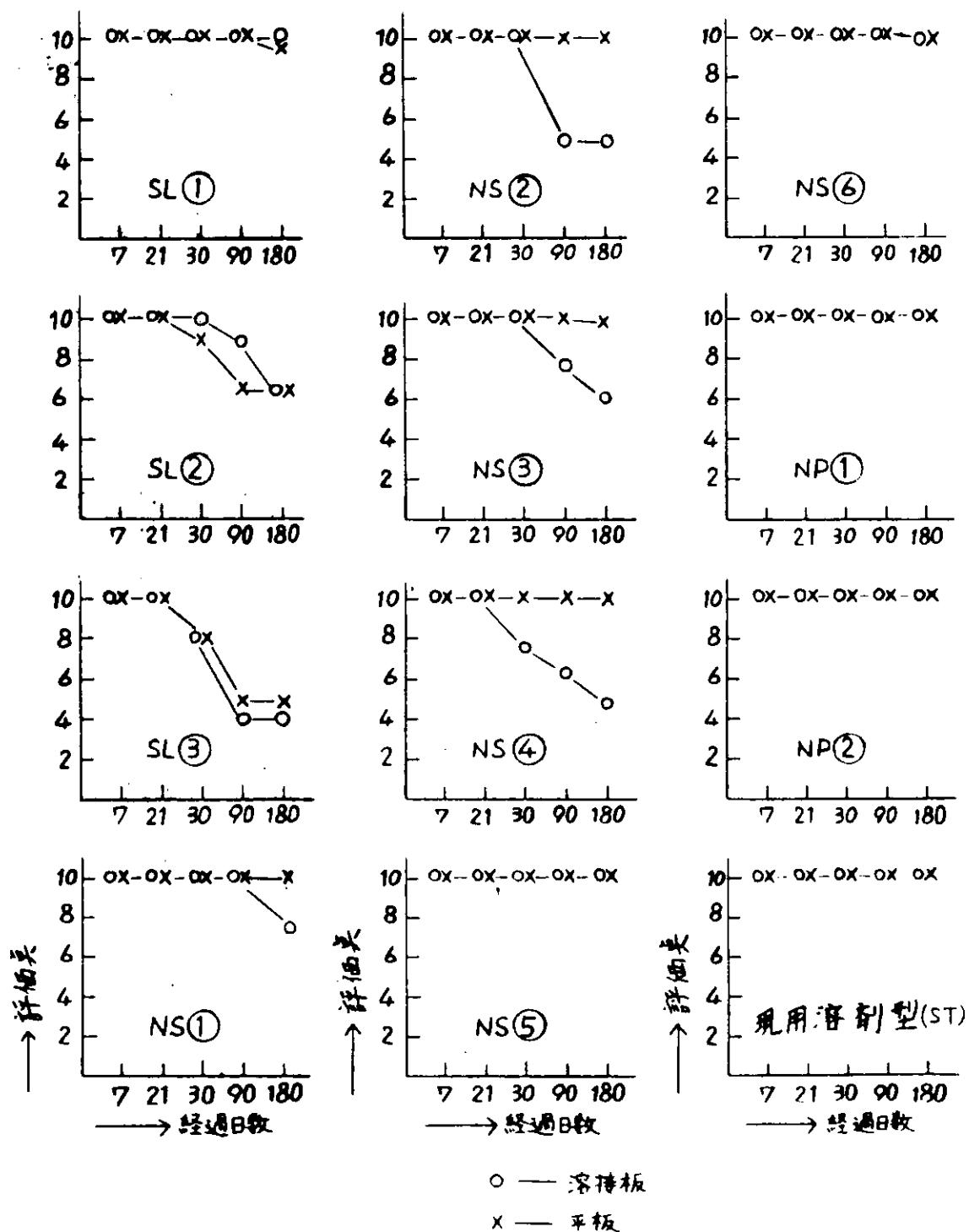


図 2.5.3-(6) 基礎試験用塗料の耐食性経時変化  
(40°C 天然海水浸漬)

表 2.5.3(4) 耐食，耐原油試験結果

被 試 料 種 類	塗 部 位	促進塩水浸漬				天然海水浸漬				耐原油	
		60℃×7日		40℃×30日		常温×6ヶ月		40℃×6ヶ月		評 価 点 $\text{mg}/\text{dm}^2$	評 価 点 $\text{mg}/\text{dm}^2$
		溶接板	平板	溶接板	平板	溶接板	平板	溶接板	平板		
低溶剂型	SL ①	10	9	9	10	10	6	10	9.5	-9	○
	SL ②	10	10	9	8	9.5	9.5	7	7	-59	○
	SL ③	10	10	10	10	5	9	4	5	-2	○
無溶剂型	NS ①	10	9	4.5	10	10	10	7.5	1.0	-3.2	○
	NS ②	5.5	7.5	1	4	9.5	7.5	5	1.0	+1.8	○
	NS ③	7.5	8	1	5	8	9	6.5	1.0	+3.7	○
現用溶剤型	NS ④	7	9	1	3.5	6.5	7	5	1.0	-12.5	○
	NS ⑤	7	8.5	8	10	10	10	10	1.0	+1	○
	NS ⑥	10	9	8	9	9.5	9.5	9.5	9.5	+2.8	○
非光化 反応性 溶剤型	NP ①	10	10	10	10	10	10	10	1.0	+5.6	○
	NP ②	10	10	10	10	10	10	10	1.0	+6.1	○
	現用溶剤型(ST)	10	10	10	10	10	10	10	1.0	+7.2	○

溶接板：溶接ビート部を中心部評価

## (5) 考 察

### (a) 塗料段階について

#### (i) 粘 度

- (イ) S L : 3 塗料共に、1 液型エアレス塗装機の適用範囲内にあるが、SL ③はやや粘度が高い。
- (ロ) N S : 6 塗料中、NS ①～NS ④は1 液型エアレス塗装機の適要範囲にある。NS ⑤、NS ⑥は2 液型エアレス塗装機の対象となり、且つ加温を必要とする。
- (ハ) N P : 2 塗料共に、1 液型エアレス塗装機の適用範囲内にある。

#### (ii) タレ (20 ℃)

- (イ) S L : 3 塗料中、SL ①のみ稍タレ易い性状を示した。
- (ロ) N S : 6 塗料中、NS ④を除き、稍タレ易い性状を示した。
- (ハ) N P : 2 塗料共に良好である。

#### (iii) 可使時間 (30 ℃)、乾燥時間 (20 ℃)

- (イ) S L : 3 塗料共に可使時間は短い。しかし乾燥時間はタル無配合の SL ③が早く、SL ①、SL ②は遅い。
- (ロ) N S : 6 塗料共に可使時間は短い。しかし乾燥時間は稀釀剤で粘度調整した NS ①～NS ③が遅く、粘度調整していない NS ⑤、NS ⑥及び、樹脂硬化剤の異なる NS ④は早い。
- (ハ) N P : 非光化学反応性溶剤は、初期のチクソトロピック性に対する寄与が低く、経時の粘度特性に悪影響を及ぼしているため、2 塗料の可使時間は短い。しかし乾燥時間は、ST と同等である。

#### (iv) 加熱残分

- (イ) S L : 目標値は 90 wt % であるが、SL ①、SL ②は 80 wt % と、稍残分が少ない。SL ③は、ほぼ目標値を満足している。
- (ロ) N S : 目標値は 90 wt % であるが、稀釀剤を用いている NS ①～NS ③は 89～93 wt % と、稍残分が少ない。稀釀剤を大量に用いる NS ④は 79 wt % と著しく残分が少ない。稀釀剤を用いていない NS ⑤、NS ⑥は目標値を満足している。
- (ハ) N P : ST と同程度である。

### (b) 塗膜段階について (ZEPあり)

#### (i) 付着性

- (イ) S L : 3 塗料共に、初期付着性は良好である。常温 40 ℃ 天然海水浸漬での経時変化においてゴバン目試験で SL ①～SL ② は低下の傾向がみられるが、付着力試験、60° クロスカットナイフ試験は良好であり、この 2 塗料の差異はない。しかし、SL ③は 40 ℃ 天然海水浸漬で耐水性が劣るため、付着力試験も低下しており、SL ①、SL ②に比べ劣っている。
- (ロ) N S : 6 塗料共に、初期付着性は良好である。常温、40 ℃ 天然海水浸漬での経時変化において、NS ③、NS ④は良好であり、又 NS ①、NS ②、NS ⑤、NS ⑥はゴバン目試験で低下しているが、付着力試験、60° クロスカットナイフ試板は良好である。稀釀剤の多い NS 型③、NS ④に比べ、それらが少いか若しくは配合されていない NS ①、NS ②、NS ⑤、NS ⑥は塗膜柔軟性が稍劣っている。
- (ハ) N P : 2 塗料共に、初期及び常温天然海水浸漬は良好である。40 ℃ 天然海水浸漬での経時変化においてゴバン目試験で 2 塗料共に低下しているが、付着力試験、60° クロスカットナイフ試験は良好であり、この 2 塗料の差異はない。

ST と比べて塗料はほぼ同等である。

## (ii) 耐食性

(a) SL : SL①は常温、40℃ 天然海水浸漬共、ほぼ良好である。

SL②は、40℃ 天然海水浸漬で溶接板、平板共、ふくれを生じた。

SL③は、常温天然海水浸漬で溶接板、40℃ 天然海水浸漬で溶接板、平板共、ふくれを生じた。

促進塩水浸漬（40℃、60℃）では、3 塗料共にほぼ良好である。

(b) NS : NS①、NS⑤、NS⑥は、常温、40℃ 天然海水浸漬共に良好である。

NS②は、常温天然海水浸漬で平板、40℃ 天然海水浸漬で溶接板、平板共、ふくれを生じた。

NS③は、常温、40℃ 天然海水浸漬で溶接板、平板共に、ふくれを生じた。

NS④は、常温、天然海水浸漬で溶接板、40℃ 天然海水浸漬で溶接板、平板共、ふくれを生じた。

促進塩水浸漬（40℃、60℃）で、NS①、NS⑤、NS⑥は、ほぼ良好であるが、NS②～NS④ は溶接板、平板ともふくれを生じた。

(c) NP : 2 塗料共に、各浸漬試験において極めて良好である。

平板では良好な耐食性を示すが、溶接板の溶接ビード部では、1回増し塗りを行なったにも関わらず、ふくれを生じたものがある。しかし、下地処理のグレードアップ、アルカリ分の除去等によって、耐食性の向上が出来るものと思われる。

## (iii) 耐原油性

SL、NS、NP 共に重量変化±200mg/dm<sup>2</sup> の範囲内にあり、特に問題はない。

## (c) むすび

### (i) 変更成分の影響

(a) SLについて

液状の低分子量エポキシ樹脂（分子量 約350 と約470 の混合）を少量の溶剤で粘度調整及び分散しているが、変更成分の影響は次の①、②である。

① 非光化学反応性溶剤の影響：塗料性状面への影響はみられらかたが、その溶解性、分散性、蒸発速度等が通常溶剤と異なり、塗膜形成過程に影響を及ぼすため稍耐食性が低下する。

② タール分の影響：タールのもつ効果として增量剤的效果（分子間反応の抑制）、柔軟性、耐水性の付加があげられ、塗料性状面では増粘を遅らせ、塗膜段階では付着性を補い、耐食性を向上している。

低溶剤型塗料は、現段階ではタール分の耐食性寄与が大きく、必要最小限の添加が必要である。少量の通常溶剤で粘度調整したものは、ほぼ良好な塗膜性能を有しているが、乾燥が遅くなっている。それを向上させるためには、高分子量エポキシ樹脂（分子量 約900）等を、必要最小限の通常溶剤で溶解し、非光化学反応性溶剤で粘度調整する様な、ハイソリッドを稍、脱した塗料を検討する必要がある。

(b) NSについて

液状の低分子量エポキシ樹脂（分子量 約350）で塗料化したもの、更に稀釈剤で粘度調整及び分散したもの、ポリオール樹脂を稀釈剤で粘度調整及び分散したもの、における変更成分の影響は、次の①～③である。

① 稀釈剤添加の影響：稀釈剤を添加するタイプは比較的粘度調整の自由度が大きいが、乾燥時間は極めて遅くなっている。

耐食性は、稀釀剤Aでみられるように、稀釀力が大きいものでは添加量は少なくなり、エポキシ樹脂量が多くなるため良好であるが、稀釀力が小さいものでは添加量が多くなり、エポキシ樹脂量が少なくなるため不良である。従って、稀釀剤は稀釀力が大きく、塗膜性能への影響が少ないものを選定する必要がある。

② 稀釀剤無添加の影響：稀釀剤無添加の場合、塗料性状は常温で高粘度であり、且つ反応性が高いため、2液型ホットエアレス塗装機に適用することが前提となる。乾燥時間は短く耐食性は稀釀剤を添加した塗料に比べ、良好であるが、付着性で、稀釀剤による柔軟性の付加ができないため、稍凝集力が強すぎる傾向がみられた。

この塗料において、タール分の影響は稀釀剤的效果、塗膜柔軟性の付加はできるが、加温粘度及び耐食性等には影響がみられなかった。

③ ウレタン化の影響：塗料性状は増粘が早く、乾燥時間は短い。

塗膜段階において ポリオール樹脂 / 稀釀剤 を 2/3 で粘度調整したため、ポリオール樹脂の性質よりは稀釀剤の性質が大きくあらわれ、付着性は良好であるが、耐食性は不良である。従って、稀釀剤を大量に添加しないで無溶剤化できるポリオール樹脂の選定が必要である。

#### (4) NPについて

ST の溶剤を同量の非光化学反応性溶剤に変更した影響は、溶剤の溶解性、分散性、蒸発速度が異なるため、初期及び経時のチクソトロピック性を低下させ、可使時間を短かくしている。しかし、塗膜構成材料が同一であれば、それによって耐食性が低下することはない。

### 3. コールタールの規制に関する対策

#### 3.1 概 要

船舶で耐水性が要求される重防食塗料には、タール含有塗料が使われることが多い。このタール中には、ベンツビレンの他、発がん性物質が含まれる場合があり、タールのうちコールタールは特定化学物質等障害予防規制管理第2類物質に該当し、労働者の健康障害を予防するため取扱いに際し詳細な取り決めが規則でなされている。そこで本研究では、現在造船所で使われているタール含有塗料の調査、および安全性の高い重防食塗料の調査を行なう。

#### 3.2 造船所で使われているタール含有塗料調査

##### 3.2.1 タール含有塗料

現在造船所で使われているタール含有塗料について、本研究参加塗料会社にアンケートを出した。その回答の集計結果を、表3.2.1(a)および表3.2.1(b)に示す。表中の値はアンケートに示された数字である。

タール含有塗料はタール以外の樹脂としてエポキシを使用した塗料が多く、他に塩素化樹脂あるいは塩化ビニルが使用されている。塗料中に含まれるタール量は7.5～35wt%で20～30wt%の範囲の塗料が多い。塗膜中に換算すれば、11～51wt%、単位m<sup>2</sup>当たりでは19～420gのタールを含んでいる。タールの種類は、表3.2.1に示した塗料は全て石炭よりのタールである。しかしタールの組成は塗料によって異なっており、0～230℃留分が出来るだけ低いタールを使用している。

表 3.2.1 (a) タール含有塗料調査結果

番号	コールタール以外の樹脂名	塗装対象箇所	標準塗布量 (g/m <sup>2</sup> ) / (Dry film) × (回塗)	タール含有量			コールタールの種類 又は組成(留分)	
				塗料中 (wt%)	塗膜中			
					(wt%)	(g/m <sup>2</sup> )		
1	塩素化樹脂	バラストタンク ボイドスペース	270/100 × 2	30	49	162	0~230℃ 2%以下 0~300℃ 15%以下	
2	塩化ビニル	船底部	105/40 × 2	9	15	19	同上	
3	エポキシ	バラストタンク ボイドスペース	315/125 × 2	15	24	95	同上	
4	エポキシ	タンク	900/250 × 1	35	51	315	膨潤炭	
5	ウレタン	タンク	920/250 × 1	26	40	240	同上	
6	エボポキシ	タンク	600/125 × 2	35	50	420	同上	
7	エポキシ	タンク	660/200 × 1	19	26	122	0~230℃ 0.5% 0~300℃ 17.2%	
8	エポキシ	タンク	400/125 × 1	22	33	88	同上	
9	エポキシ	タンク	830/250 × 1	19	26	159	0~230℃ 2%以下 0~300℃ 25%以下	
10	エポキシ	タンク	830/250 × 1	13	18	109	同上	
11	ウレタン	タンク	850/250 × 1	20	27	170	同上	
12	ウレタン	タンク	850/250 × 1	20	27	170	同上	
13	エポキシ	タンク	265/125 × 2	20	33	106	0~230℃ 2%以下 0~300℃ 15%以下	
14	エポキシ	タンク	450/250 × 1	25	36	113	同上	
15	ウレタン	タンク	285/125 × 2	21	31	229	同上	

表 3.2.1 (b) タール含有塗料調査結果

番号	コールタール以外の樹脂	塗装対象箇所	標準塗布量 ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) / (Dry $\text{m}$ ) × (回塗)	コールタール含有量			コールタールの種類 又は組成(留分)	
				塗料中 (wt%)	塗膜中 (wt%)			
					( $\text{g}/\text{m}^2$ )	(wt%)		
16	ウレタンタングク		565/250 × 1	21	31	120	0~230°C 2%以下 0~300°C 15%以下	
17	エポキシタングク		460/250 × 1	21	28	97	同上	
18	エポキシタングク		360/250 × 1	16	17	58	同上	
19	エポキシタングク		340/250 × 1	16	16	54	0~230°C 5%以下 0~300°C 35%以下	
20	エポキシタングク		330/100 × 2	29	38	191	中ピッチ	
21	エポキシタングク		780/250 × 1	16	23	125	同上	
22	エポキシタングク		590/250 × 1	20	26	118	0~200°C 3% ~300°C 22% 300°C以上 75%	
23	エポキシタングク		300/125 × 2	20	26	120	0~200°C 2% ~300°C 11% 300°C以上 87%	
24	エポキシタングク		590/250 × 1	25	30	148	0~200°C 1.5% ~300°C 10.0% 300°C以上 88.5%	
25	ウレタンタングク		560/250 × 1	23	35	129	0~200°C 3% ~300°C 22% 300°C以上 75%	
26	エポキシタングク		460/125 × 2	20	30	184	0~200°C 4% ~300°C 25% 300°C以上 71%	
27	エポキシタングク		560/250 × 1	13	15	73	0~200°C 1% ~300°C 29% 300°C以上 70%	
28	エポキシ外板		450/125 × 1	35	51	158	膨潤炭	
29	エポキシ外板		450/125 × 1	7.5	11	34	中ピッチ	
30	エポキシ外板		270/125 × 2	15	24	81	0~230°C 2%以下 0~300°C 15%以下	
31	エポキシ塗膜補修用		580/250 × 1	21	27	122	0~200°C 4% ~300°C 25% 300°C以上 71%	

### 3.3. 安全性の高い重防食塗料

タール含有塗料は安全衛生面から、塗料使用に際し種々の制約をうける。このためには現在、造船所で使用しているタール含有塗料と同等の塗膜性能を有し、この上に安全衛生面からも人体に健康障害を起さない重防食塗料の開発が必要である。上記要求に沿った塗料の開発を検討し、その結果次に示す塗料が開発の可能性があることを確認した。

#### (1) タール含有量の少ない塗料

本塗料は、タールの含有量が 5 wt% 以下のもので、タールに変わる新しい耐水性を有する物質が開発されるまでの過渡的な塗料である。現在、造船所で使用している同塗料に比べタール含有量が少ないので一つの対策法として採用できる。

#### (2) タール中に含まれる発がん性物質の低害化又は無害化塗料

タール中に含まれる発がん性物質が安全衛生面から最も重要な問題である。そこでこの発がん性物質を触媒と反応させ高分子化することによりタールの安全性を高める方法が開発研究されている。このように処理されたタールを配合した塗料を開発するのも対策法として採用できる。

#### (3) タールに代る新物質への転換塗料

タール代替物質として、タールの持つすぐれた特徴を損なわず、しかも安全性の高い新物質が開発又は試作されている。これらの物質を配合した塗料を開発するのが最も好ましい対策法である。

上記3種の方向でタール対策塗料は研究中であるが、これらの塗料の塗料物性塗膜物性および発がん性物質の有無等の検討は昭和53年度に研究を行なう。

## 4. あとがき

本研究では、炭化水素類対策塗料として水性塗料、非光化学反応性溶剤型塗料、無溶剤型塗料、低溶剤型塗料および非光化学反応低溶剤型塗料をとりあげ、各種溶剤の光化学反応性と塗料性能を調査した。その結果、試作の段階ではあるが、以下に示すような結論を得た。ここで述べる結論は一つの指針であり、それをもとに今後は、塗料製造上の問題、溶剤の供給源の確立、塗装の安全衛生対策のみなおしなどを行ない実用化がはかられることになるであろう。

### (1) 炭化水素の光化学反応性

炭化水素の光化学反応性を調査した結果、単物質としては、トルエン、酢酸エチル、イソプロパノール、ブタノール、セロソルブアセテート、ミネラルスピリット（芳香族含有量が少ないもの）およびエチルシクロヘキサンの反応性が低いことを確認した。光化学反応性の低い混合溶剤を作る場合は、単物質として反応性の高いものでも、上記の物質と組み合せることによって活性を落すことが出来る。

### (2) 炭化水素類対策塗料性能試験結果

本研究で試作した炭化水素を表4.1に示す。これらの塗料について塗料物性、塗装作業性および塗膜物性を調査した。その結果を要約し、表4.2、表4.3、表4.4および表4.5に示す。

#### (1) 船体外板用炭化水素類対策塗料

本塗料の場合、鋼板との付着力および短期間での耐食性は良好であり、現用溶剤型塗料と比べ遜色はない。ただし、造船所で使用する場合、塩化ゴム塗料は乾燥時間、エポキシ塗料およびコールタール・エポキシ塗料は可使時間、乾燥時間についてさらに検討を要する。

#### (2) デッキおよび上構内外部用炭化水素類対策塗料

本塗料の場合、鋼板との付着力および短時間での耐食、耐油性は、大略良好であり、現用溶剤型塗料と比べ遜色はない。ただし、造船所で使用する場合、油性塗料および塩化ゴム塗料の乾燥時間、塗装作業性エポキシ塗料の可使時間、塗装作業性についてさらに検討を要する。

#### (3) タンク用炭化水素類対策塗料

本塗料の場合、鋼板との付着力および耐原油性は大略現用溶剤塗料と比べ遜色はない。しかし耐食性は塗料間に品質差があり、現用溶剤塗料と比べやや低い傾向にある。造船所で使用する場合の塗料性状については、可使時間および乾燥時間についてさらに検討を要する。

### (3) コールタールの規制に関する対策

現在、造船所で使われているコールタール含有塗料中のコールタール量は、塗料中で7.5～35wt%、塗膜中で11.0～51wt%である。コールタールは特定化学物質であるから、安全衛生対策として、コールタール量の低減（5%以下）、発がん性物質の無害化、およびコールタール代替物質の検討という方向で塗料試作を進めしており、これら塗料について昭和53年度に検討する。

表 4.1 炭化水素類対策供試塗料

			油性系 (アクリル を含む)	塩化ゴム系	ビニル系	エポキシ系	コールタール エポキシ系
溶剂 変更型 塗料	水性	船体外板	○	×	×	○	×
		デッキおよび 上構外部	○	×	×		—
		上構内部	○	—	—	—	—
		タンク	—	×	×	—	—
	非光化学反応性 溶剤型	船体外板	—	○	○	○	○
		デッキおよび 上構外部	○	○	—	○	—
		上構内部	○	—	—	—	—
		タンク	—	—	—	—	○
溶剂 低減型 塗料	無溶剤型	船体外板	—	×	×	○	○
		デッキおよび 上構外部	○	×	×	○	—
		上構内部	○	×	×	○	—
		タンク	—	—	—	—	○
	低溶剤型	船体外板	—	○	×	○	○
		デッキおよび 上構外部	○	○	—	○	—
		上構内部	○	—	—	—	—
		タンク	—	—	—	—	○
溶溶 剤剤 変低 更減 型型 およ び塗 料	非光化学反応性 低溶剤型	船体外板	—	—	—	—	—
デッキおよび 上構外部		○	○	—	○	—	
上構内部		○	—	—	—	—	
タンク		—	—	—	—	—	

注 ○：供試塗料

×：塗料化困難

—：試験せず

表4.2 船体外板用炭化水素類対策塗料性能試験結果

塗料の 樹脂系	下塗塗料					上塗塗料				
	種類	加熱 可 使 残 分 (wt%)	乾燥性	塗装作業性	貯蔵安定性	種類	加熱 可 使 残 分 (wt%)	乾燥性	塗装作業性	貯蔵安定性
塩化ゴム系	CR-A/C-NP	1 67.0 -	○	○	○	CR-T/S-NP	1 55.4 -	○	○	○
		2 61.0 -	○	○			2 58.0 -	○	△	
	CR-A/C-SL	1 73.1 -	○	○	○	CR-T/S-SL	1 74.0 -	○	△	○
		2 69.3 -	○	△			2 70.2 -	○	△	
ビニル系	V-A/C-NP	1 27.0 -	○	○	○	V-T/S-NP	1 39.2 -	○	○	○
		2 28.4 -	○	○			2 33.4 -	○	○	
	PE-A/C-EM	1 58.9 △	○	△	○	PE-T/S-EM	1 49.2 ○	○	○	×
		2 60.6 △	△	○			2 50.4 ○	○	△	
エポキシ系	PE-A/C-NP	1 64.0 ○	○	○	×	PE-T/S-NP	1 60.3 ○	○	○	○
		2 65.3 ○	○	○			2 60.9 ○	○	○	
	PE-A/C-NS	1 90.5 △	○	△	×	PE-T/S-NS	1 93.7 △	○	△	○
		2 X X ○					2 X X ○			
タール エポキシ系	PE-A/C-SL	1 89.7 △	○	△	△	PE-T/S-SL	1 90.6 △	○	△	○
		2 △ X ○					2 △ X ○			
	TE-A/C-EM	1 54.0 △	○	△	△					
		2 57.1 △	△	△	△					
	TE-A/C-NP	1 68.8 ○	○	○	×					
		2 72.5 ○	○	△						
	TE-A/C-NS	1 93.2 △	○	△	○					
		2 92.4 ○	○	○	×					
	TE-A/C-SL	1 84.0 △	○	△	○					
		2 90.3 ○	△	△	△					
	AR-A/C-EM	1 51.0 -	○	○	○	AR-T/S-EM	1 46.0 -	○	○	○
		2 58.5 -	○	○			2 47.3 -	○	△	

表4.3 テンキおよび上構外部用炭化水素類対策塗料性能試験結果

塗料の種類	供試塗料	下塗塗料				上塗塗料				下塗+上塗塗料	
		加熱残分(%)	可燃性	乾燥時間	貯蔵安定性	加熱残分(%)	可燃性	乾燥時間	貯蔵安定性	耐候性	耐候性付着性
木性	OL (O)EM1 627	○	○	○	581	○	○	○	○	△	○ ○
	OL (O)EK2 531	○	○	△	487	○	△	○	×	○ ○	
	OL (O)EM3 549	△	○	○	516	○	○	○	○	△	○ △
	PE (O)EK4 542	○	△	○	○	477	○	○	○	○	○ ○
無機化 無機性消臭剤	OL (O)NP1 670	△	○	×	637	×	×	△	×	○ ○	
	OL (O)NP2 670	△	○	—	669	×	×	○	×	○ ○	
	OL (O)NP3 780	○	○	△	694	×	×	○	△	○ ○	
	OL (O)NP4 780	○	○	—	694	○	×	○	×	○ ○	
	CR (O)NP5 505	○	○	○	633	○	○	○	○	○	△
	CR (O)NP6 505	○	○	—	584	×	△	△	○	○ ○	
	PE (O)NP7 650	○	○	○	666	○	○	○	△	×	○ ○
	OL (O)NS1 973	○	×	○	808	△	×	×	○	○ ○	
セメント型 セメント剤型	PE (O)NS2 964	×	○	△	962	×	○	×	○	○ ○	
	OL (O)SL1 828	○	×	×	788	△	△	△	×	○ ○	
	OL (O)SL2 812	○	×	○	808	△	×	×	○	○ ○	
	OL (O)SL3 832	○	×	—	793	×	○	○	×	○ ○	
	CR (O)SL4 734	○	○	○	735	○	○	○	○	○ ○	
	CR (O)SL5 734	○	△	—	740	○	○	○	×	○ ○	
	CR (O)SL6 717	×	△	○	687	×	○	×	△	○ ○	
	CR (O)SL7 717	×	○	—	718	×	○	○	×	○ ○	
	PE (O)SL8 862	△	△	×	○	820	△	○	○	×	○ ○
	PE (O)SL9 963	△	○	×	△	925	△	○	×	×	○ ○
無機性 セメント剤型	OL (O)NL1 830	○	×	○	800	×	×	×	○	○ ○	
	OL (O)NL2 830	○	×	—	830	×	○	○	×	○ ○	
	CR (O)NL3 765	○	△	○	756	×	△	○	×	○ ○	
	CR (O)NL4 765	○	△	—	765	△	×	△	×	○ ○	
	CR (O)NL5 726	×	○	○	667	△	○	○	×	○ ○	
	CR (O)NL6 726	×	○	—	688	×	○	×	×	○ ○	
	PE (O)NL7 758	△	○	×	○	928	△	○	×	×	○ ○
現用漆剤型	OL (O)ST1 826	○	○	○	723	×	○	△	×	○ ○	
	CR (O)ST2 533	○	△	○	557	×	○	○	△	○ ○	
	PE (O)ST3 611	○	○	○	632	○	○	○	○	×	○ ○

表4.4 上構内部用炭化水素類対策塗料性能試験結果

塗料の種類	供試塗料	下塗塗料				上塗塗料				下塗+上塗塗料	
		加熱残分(%)	塗装作業性	乾燥性	貯蔵安定性	加熱残分(%)	塗装作業性	乾燥性	貯蔵安定性	耐候性	耐食性
水性	OL (I)EM1	541	△	○	○	496	○	○	○	△	○ △
非炭化水素性溶剤型	OL (I)NP1	710	○	○	△	739	○	○	○	×	○ ○
	OL (I)NP2	731	○	○	△	687	○	○	○	△	○ ○
無溶剤型	OL (I)NS1	932	○	○	○	739	○	○	○	×	○ ○
	OL (I)NS2	923	○	✗	✗	975	○	✗	○	✗	○ ○
低溶剤型	OL (I)SL1	899	○	○	✗	908	○	△	○	△	○ ○
	OL (I)SL2	890	○	✗	✗	875	○	△	✗	✗	○ ○
炭化水素性低溶剤型	OL (I)NL1	900	○	○	✗	908	○	△	○	△	○ ○
	OL (I)NL2	923	○	✗	✗	906	○	✗	✗	✗	○ ○
現用溶剤型	OL (I)ST1	720	○	○	△	735	○	○	△	✗	○ ○

表4.5 タンク用炭化水素類対策塗料性能試験結果

塗料の種類 供試塗料	試験項目	塗料段階				塗膜段階					
		加熱 残分 (%)	可 便 時 間	塗 装 作 業 性	乾 燥 性 (20°C)	60°C pH3 塩水 (7日)	40°C pH3 塩水 (30日)	常温 天然 海水 (6ヶ月)	耐 食 性	耐 原 油 性	付着性 常温 浸 漬 6月
低溶剤型	SL 1	92.9	△	○	△	×	×	△	○	○	
	SL 2	83.8	△	○	○	×	△	△	○	○	
	SL 3	86.3	×	○	×	○	○	△	○	○	
	SL 4	83.9	△	△~○	△	○	○	○	○	○	
	SL 5	85.1	△	△~○	○	○	○	○	○	○	
	SL 6	90.0	×	△~○	○	○	○	○	○	○	
	SL 7	90.0	△	△~○	○	○	○	○	○	○	
	SL 8	88.5	△	△~○	△	○	○	○	○	○	
無溶剤型	NS 1	97.8	△	○	×	×	×	△	○	○	
	NS 2	89.3	×	○	×	○	△	○	○	○	
	NS 3	90.2	×	○	×	○	△	○	○	○	
	NS 4	85.9	×	—	×	—	—	—	○	○	
	NS 5	89.6	×	—	×	—	—	—	○	○	
	NS 6	94.5	×	—	×	—	—	—	○	○	
	NS 7	87.8	○	—	△	—	—	—	○	○	
非光化学反応性溶剤型	NP 1	87.7	△	○	×	×	×	○	○	○	
	NP 2	90.9	△	○	○	×	×	○	○	○	
	NP 3	78.5	×	○	△	○	○	○	○	○	
	NP 4	71.2	○	△~○	○	○	○	○	○	○	
	NP 5	86.5	○	△~○	○	○	○	○	○	○	
	NP 6	69.4	○	△~○	○	○	○	○	△	○	
	NP 7	78.6	△	△~○	○	○	○	○	△	○	
	NP 8	89.4	△	△~○	○	○	○	○	○	○	
IZ 塗料		69.0	○	○	○	—	○	—	○	○	