

第 172 研究部会

船舶の防食防汚に関する調査研究

報 告 書

昭和 56 年 3 月

社 団 法 人
日 本 造 船 研 究 協 会

本研究は、防食防汚技術の高度化、塗装作業の安全性確保
ならびに公害防止の問題点について究明するために、タンク
の防食基準の設定に関する調査、長期防汚塗料の開発と促進
試験法の研究及び公害対策用塗料の実用化に関する研究を実
施した。

は し が き

本報告書は、日本船舶振興会の昭和55年度補助事業「船舶の建造技術の高度化に関する研究」の一部として日本造船研究協会第172研究部会において実施した「船舶の防食防汚に関する調査研究」の成果をとりまとめたものである。

第172研究部会委員名簿（敬称略、五十音順）

| | | | |
|--------------|-----------------|-----------------|--------------|
| 部会長 | 岡田正三 | | |
| 幹事 | 浅井孝雄（日本郵船） | 石田富之輔（日本ペイント） | |
| | 植田健二（三菱重工業） | 太田元久（日本防蝕工業） | |
| | 太田昭三（三菱重工業） | 小川信行（日本ペイント） | |
| | 大久保貞夫（石川島播磨重工業） | 賀田秀夫 | |
| | 神例昭一（住友重機械工業） | 国田公義（石川島播磨重工業） | |
| | 佐野隆一（関西ペイント） | 佐々木義昭（日本鋼管） | |
| | 重野隼太（中川防蝕工業） | 嶋谷四郎（三井造船） | |
| | 瀬尾正雄 | 谷口誠（大阪商船三井船舶） | |
| | 高野浩（佐世保重工業） | 土井浩（日本油脂） | |
| | 中川敬三（関西ペイント） | 二宮守之（中国塗料） | |
| | 広田信義（中国塗料） | 南義夫（大分工業大学） | |
| | 峰久節治（日立造船） | 官嶋時三（東京商船大学） | |
| | 三好貢 | 森 稔（川崎重工業） | |
| | 委員 | 青木真一（新日本製鉄） | 青木精一（神戸ペイント） |
| 秋山重雄（中国塗料） | | 天野正三（佐野安船渠） | |
| 石川浩（カナ工塗料） | | 猪之鼻春巳（大阪造船所） | |
| 岩上彰夫（中央工産） | | 内堀利也（日本防蝕工業） | |
| 海野武人（中川防蝕工業） | | 大西正次（日本アマコート） | |
| 川路正（昭和海運） | | 木村朝夫（中川防蝕工業） | |
| 斉木昇（大日本塗料） | | 佐藤熒祐（神東塗料） | |
| 真田良（日本船主協会） | | 実藤公一（三井金属鉱業） | |
| 鈴木省輔（函館ドック） | | 周布保（林兼造船） | |
| 高橋弘孝（三菱重工業） | | 角田稔（ジャパンライン） | |
| 平井靖男（日立造船） | | 藤井巖（日本造船技術センター） | |
| 牧島博（大日本塗料） | | 丸山裕規（三井金属鉱業） | |
| 宮本芳文（逸田化学工業） | | 柳瀬元昭（川崎重工業） | |
| 山本昇三（日立造船） | | 吉田守男（東亜ペイント） | |
| 永田三郎（住友金属工業） | | | |

第172研究部会第1幹事会委員名簿

| | | |
|------|-----------------|--------------|
| 主査委員 | 南 義夫（大分工業大学） | |
| | 浅井孝雄（日本郵船） | 植田健二（三菱重工業） |
| | 内堀利也（日本防蝕工業） | 海野武人（中川防蝕工業） |
| | 大久保貞夫（石川島播磨重工業） | 小川信行（日本ペイント） |

| | |
|-------------------|-------------------|
| 神 例 昭 一 (住友重機械工業) | 木 村 朝 夫 (中川防蝕工業) |
| 佐々木 義 昭 (日 本 鋼 管) | 佐 野 隆 一 (関西ペイント) |
| 嶋 谷 四 郎 (三 井 造 船) | 瀬 尾 正 雄 |
| 谷 口 誠 (大阪商船三井船舶) | 丸 山 裕 規 (三井金属鉱業) |
| 三 好 貢 | 山 本 昇 三 (日 立 造 船) |

第 172 研究部会第 2 幹事会委員名簿

| | | |
|------------|-------------------------|-----------------------|
| 主 査 委 員 | 二 宮 守 之 (中 国 塗 料) | |
| | 背 木 精 一 (神 戸 ペ イ ン ト) | 石 川 浩 (カナ工塗料) |
| | 石 田 富 之 輔 (日 本 ペ イ ン ト) | 小 川 信 行 (日 本 ペ イ ン ト) |
| | 斎 木 昇 (大 日 本 塗 料) | 佐々木 義 昭 (日 本 鋼 管) |
| | 佐 藤 葵 祐 (神 東 塗 料) | 佐 野 隆 一 (関西ペイント) |
| | 嶋 谷 四 郎 (三 井 造 船) | 瀬 尾 正 雄 |
| | 高 橋 弘 孝 (三 菱 重 工 業) | 土 井 浩 (日 本 油 脂) |
| | 中 川 敬 三 (関 西 ペ イ ン ト) | 広 田 信 義 (中 国 塗 料) |
| | 丸 山 裕 規 (三 井 金 属 鉱 業) | 宮 嶋 時 三 (東 京 商 船 大 学) |
| | 宮 本 芳 文 (兔 田 化 学 工 業) | 三 好 貢 |
| | 吉 田 守 男 (東 亜 ペ イ ン ト) | |

第 172 研究部会第 3 幹事会委員名簿

| | | |
|------------|---------------------------|-------------------------|
| 主 査 委 員 | 賀 田 秀 夫 | |
| | 秋 山 重 雄 (中 国 塗 料) | 石 田 富 之 輔 (日 本 ペ イ ン ト) |
| | 太 田 昭 三 (三 菱 重 工 業) | 小 川 信 行 (日 本 ペ イ ン ト) |
| | 川 路 正 (昭 和 海 運) | 神 例 昭 一 (住友重機械工業) |
| | 国 田 公 義 (石 川 島 播 磨 重 工 業) | 佐々木 義 昭 (日 本 鋼 管) |
| | 佐 藤 葵 祐 (神 東 塗 料) | 佐 野 隆 一 (関西ペイント) |
| | 夷 藤 公 一 (三 井 金 属 鉱 業) | 嶋 谷 四 郎 (三 井 造 船) |
| | 瀬 尾 正 雄 | 高 橋 弘 孝 (三 菱 重 工 業) |
| | 土 井 浩 (日 本 油 脂) | 平 井 靖 男 (日 立 造 船) |
| | 牧 島 博 (大 日 本 塗 料) | 宮 嶋 時 三 (東 京 商 船 大 学) |
| | 宮 本 芳 文 (兔 田 化 学 工 業) | 三 好 貢 |
| | 森 稔 (川 崎 重 工 業) | 柳 瀬 元 昭 (川 崎 重 工 業) |
| | 吉 田 守 男 (東 亜 ペ イ ン ト) | |

第 172 研究部会討議参加者

| | |
|-----------------------|-----------------------|
| 相 川 久 雄 (中 国 塗 料) | 岡 本 一 (三 井 造 船) |
| 織 田 凌 司 (三 井 造 船) | 金 山 尚 逸 (日 本 鋼 管) |
| 神 代 和 正 (住友重機械工業) | 河 村 巖 (神 戸 ペ イ ン ト) |
| 真 田 良 (船 主 協 会) | 佐 野 俊 一 (日 本 油 脂) |
| 鈴 木 昭 雄 (兔 田 化 学 工 業) | 鈴 木 昌 巳 (日 本 防 蝕 工 業) |
| 鈴 木 幹 雄 (東 亜 ペ イ ン ト) | 嶋 田 憲 一 (日 本 ペ イ ン ト) |
| 高 橋 和 敏 (中 国 塗 料) | 武 津 邦 雄 (神 戸 ペ イ ン ト) |

竹本 勲 (日本ペイント)
中山 久男 (大日本塗料)
前川 晶吾 (大日本塗料)
諸江 昭洋 (東亜ペイント)

田嶋 弘 (神東塗料)
広野 一郎 (三井金属鉱業)
舛岡 茂 (日本油脂)

目 次

| | |
|---|-----|
| 1. プラスチックタンク防食基準の設定に関する調査 | 1 |
| 1.1 適用範囲 | 2 |
| 1.2 用語の定義 | 2 |
| 1.3 陽極の種類 | 2 |
| 1.4 防食方法の種類 | 2 |
| 1.4.1 亜鉛陽極によるタンク防食基準 | 2 |
| 1.4.2 I Z P と電気防食併用によるプラスチックタンク防食基準 | 3 |
| 1.4.3 スクラパー海水利用によるプラスチック専用タンク防食基準 | 4 |
| 1.5 プラスチックタンクの防食設計基準解説 | 4 |
| 1.5.1 プラスチックタンク防食用流電陽極について | 4 |
| 1.5.2 亜鉛陽極によるタンク防食基準 | 9 |
| 1.5.3 I Z P と電気防食併用によるプラスチックタンク防食基準 | 17 |
| 1.5.4 スクラパー海水利用によるプラスチック専用タンク防食基準 | 27 |
| 2. 長期防汚塗料の開発と促進試験法の研究 | 36 |
| 2.1 ロータリー試験及び浸漬試験による防汚塗料ならびに促進試験法の研究 | 36 |
| 2.1.1 研究目的 | 36 |
| 2.1.2 供試塗料 | 36 |
| 2.1.3 試験板の調整 | 36 |
| 2.1.4 ロータリー試験 | 36 |
| 2.1.5 海中浸漬試験 | 36 |
| 2.1.6 促進溶出試験 | 36 |
| 2.2 実船試験 | 37 |
| 2.2.1 供試塗料 | 37 |
| 2.2.2 試験船 | 37 |
| 2.2.3 試験期間 | 37 |
| 2.2.4 試験項目 | 37 |
| 2.2.5 試験結果 | 37 |
| 2.2.6 まとめ | 39 |
| 2.3 防汚剤の溶出速度による防汚力表示の研究 | 59 |
| 2.3.1 研究目的 | 59 |
| 2.3.2 試験方法 | 59 |
| 2.3.3 試験結果 | 62 |
| 2.4 防汚塗料の小型ロータリー試験 | 113 |
| 2.4.1 供試塗料 | 113 |
| 2.4.2 塗装系 | 113 |
| 2.4.3 小型ロータリー試験機要目 | 113 |
| 2.4.4 試験方法 | 114 |
| 2.4.5 試験結果 | 114 |
| 2.4.6 考 察 | 115 |

| | |
|--|-----|
| 3. 公害対策用塗料の実用化に関する研究 | 124 |
| まえがき | 124 |
| 3.1 公害対策用塗料の実船への適用性調査 | 124 |
| 3.1.1 調査方法 | 124 |
| 3.1.2 調査結果 | 124 |
| 3.1.3 規制対策塗料の適用性と問題点 | 126 |
| 3.1.4 考 察 | 126 |
| 3.2 公害対策用塗料の層間付着性 | 134 |
| 3.2.1 概 要 | 134 |
| 3.2.2 供試塗料および塗装系 | 134 |
| 3.2.3 試験要領 | 137 |
| 3.2.4 試験結果 | 139 |
| 3.2.5 考 察 | 158 |
| 3.2.6 ま と め | 159 |
| 3.3 公害対策用塗料の溶接・焼損部における防食性 | 162 |
| 3.3.1 概 要 | 162 |
| 3.3.2 供試塗料 | 162 |
| 3.3.3 実験内容 | 162 |
| 3.3.4 実験結果と考察 | 163 |
| 3.3.5 ま と め | 163 |
| 3.4 公害対策用塗料と電気防食併用に関する研究 | 167 |
| 3.4.1 概 要 | 167 |
| 3.4.2 実験方法 | 167 |
| 3.4.3 実験要領 | 168 |
| 3.4.4 判定及び評価方法 | 170 |
| 3.4.5 試験結果 | 172 |
| 3.4.6 考 察 | 182 |
| 3.4.7 ま と め | 184 |
| あとがき | 185 |
| 4. 第18回防食防汚国際委員会年次総会並びに第5回国際防食防汚会議出席報告 | 188 |
| 5. 文献集（別冊） | |

1. バラストタンク防食基準の設定に関する調査 (バラストタンク防食設計基準)

船舶のタンクの腐食は損傷の原因となる場合が多く、効果的かつ経済的な防食対策を施すことは船舶の安全上極めて重要である。タンクは、その大きさや腐食環境条件が多種多様であり、腐食の原因も極めて複雑である。

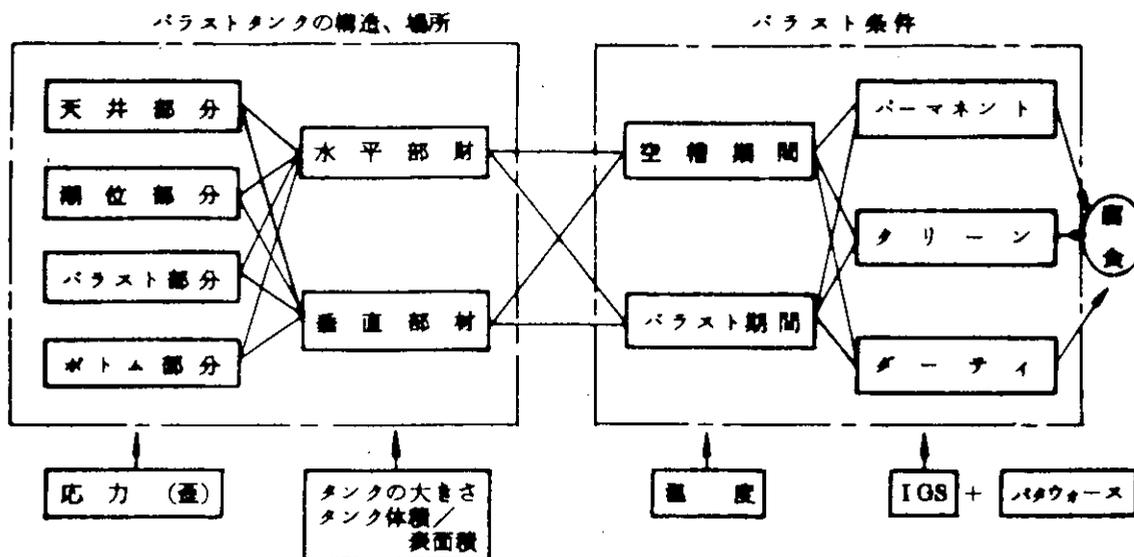


図 1.1 バラストタンク腐食の発生ダイアグラム

図 1.1 にタンクの腐食の発生ダイアグラムの例を示したが、この図から想像できるように、タンクの種類、バラスト期間、タンク部分の応力レベル等の変化によって最終的に現われる腐食は極めて変化に富んだものになる。したがって、防食方法それらの原因に応じた防食法を適用しなければ効果的といえ難い。このため昭和 47 年 4 月より 5 ヶ年計画で腐食の原因及び防食方法に関する研究 (SR140 部会) が実施された。

研究は、主に海水の張排出されるパーマネントバラストタンクの腐食原因と防食方法についてなされ、その結果鋼材の腐食促進に低サイクルの歪(応力)の影響の大きいこと、防食方法として、従来の電気防食方法、塗装方法の外に新しい防食方法として、イナートガスによる方法、スクラパー海水利用による方法、無機ジンクプライマーと電気防食併用による方法等の有用性が明らかにされた。一方①ひずみが 1.4 をこえる高応力が繰返し付加される。②海水の張排出が繰返される。③高電流密度の陰極電流 (209 mA/m^2) が付加される等の条件が満たされると、ある期間の後に腐食は少ないが、クラックの発生する等の新しい事実が発見され、電気防食施工において、考慮すべき事項のあることも見出された。

このように 52 年度を最終年度とする防食に関する 5 ヶ年計画の研究は、多くの成果をあげたが、この研究期間中に油槽タンクの爆発防止方法として実施の進められた IGS 採用タンク(クリーン、ダーティバラストタンク)の異常腐食の発生が問題視される等の新たな腐食の発生もあり、タンク防食基準を設定するには、なお、研究を必要とするもの、確認実験を要するもの等が残された。

このようなことから SR172 部会では SR140 部会で得られた成果をもとに、防食基準作製のための補完作業を行い、次のタンク防食設計基準を作製した。

- 1) バラスト専用タンク電気防食基準
- 2) IZP と電気防食の併用によるバラスト専用タンク防食基準
- 3) スクラパー海水利用によるバラスト専用タンク防食基準

1.1 適用範囲

この基準は、船舶のバラスト専用タンクバラスト部に用いられる防食方法の設計及び施工に適用する。

1.2 用語の定義

(1) 計画防食電流密度 (i_p)

亜鉛陽極を使用し、1日後にタンク電位が $-0.8\sim-0.9V$ に達し、亜鉛陽極との有効電位差が($0.1\sim 0.2V$)となる条件を設定したときのタンクの電流密度をいう。

(2) 平均電流密度 (i_m)

タンク電位と亜鉛陽極との有効電位差は時間と共に減少し、それによってもなって防食電流密度は減少する。このときのバラスト日数に応じた平均値を平均防食電流密度とする。

1.3 陽極の種類

亜鉛陽極とする。(詳細は解説1.5.1を参照)

1.4 防食方法の種類

防食方法には次の3種類があり、適宜に採用する。

- (1) 電気防食による防食方法
- (2) IZPと電気防食の併用による防食方法
- (3) スクラバー海水利用による防食方法

1.4.1 亜鉛陽極によるタンク防食基準

本防食方法は亜鉛陽極単独による防食方法に関するもので従来から使用されてきた最も一般的なバラストタンク防食方法である。

(1) 計画防食電流密度 (i_p)

| | | | |
|--------|-------|-------|----------------------|
| 海水温度 | 40℃未満 | } のとき | 0.2 A/m ² |
| バラスト率 | 40%以上 | | |
| バラスト日数 | 10日以上 | | |

(注) 計画防食電流密度は次の場合増加させる。

海水温度が40℃以上のとき、バラスト率が20~40%のとき及びバラスト日数が10日未満のときは0.25A/m²とする。上記の条件が重なるときは0.30A/m²以上とする。

(2) 平均防食電流密度

平均防食電流密度を実際的设计値とする。

0.09 A/m²

(注) 1. 二重底タンクでは電流密度を減じてさしつかえないが80%未満にしてはならない。

2. 鋼材表面はプラスト処理によってミルスケールを除去するか、S/P処理後機装期間中に特に激しい錆の発生していない状態であること。

(3) 亜鉛陽極の必要量

海水張水初期に計画防食電流が発生し、タンクの電位を短時間で防食電位以下に下げる必要があ

る。

下式によって亜鉛陽極の個数Nを求める。

$$I = \frac{\Delta E}{R} \dots\dots\dots 1.1$$

I : 発生電流

ΔE : 有効電位差 0.2V (亜鉛-1.0V, タンク-0.8Vとする)

R : 1.2式による接水抵抗

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \left(2.3 \log \frac{4L}{D} - 1 \right) \dots\dots\dots 1.2$$

タンク防食面積を $A\text{m}^2$ とすると計画防食電流密度 i_p は、

$$i_p = \frac{L \times N}{A} \times \alpha_1$$

$$N = \frac{i_p \cdot A}{I} \times \alpha_2 \dots\dots\dots 1.3$$

ρ : 水の抵抗率 ($\Omega\text{-cm}$)

L : 陽極の長さ (cm)

D : 陽極の直径 (cm)

$\alpha_1 \sim \alpha_2$: 電極本数による接水抵抗 R の修正係数

(4) 陽極の総重量と陽極1ヶの重量

陽極の総重量 (芯金を除く) は原則として次式による重量以上とする。

$$W_t = \frac{A \times i_m \times B \times Y \times 87.60}{C} \dots\dots\dots 1.4$$

A : 防食面積 (m^2)

W_t : 陽極の総重量 (Kg)

i_m : 平均防食電流密度 (A/m^2)

B : 年間のバラスト率 (%)

Y : 陽極の耐用寿命 (年)

C : 陽極の有効電気量 ($\text{A}\cdot\text{hr}/\text{Kg}$)

陽極1ヶの重量は

$$W_1 = \frac{W_t}{N} \dots\dots\dots 1.5$$

1.4.2 I Z P と電気防食の併用によるバラストタンク防食基準

本防食方法は無機質系ジンクプライマー (IZP) 塗装と亜鉛陽極による電気防食の併用による防食方法である。

(1) I Z P 塗装仕様

タンク内船殻材は、素材時にショット (またはサンド) ブラストを行い、ショッププライマーを塗装する。

その仕様は次の通りである。

a) 前処理グレード : SIS Sa2.5以上

b) ショッププライマー : 無機質系ジンクプライマー

C) 膜 厚 : 15~20 μ

(2) 計画防食電流密度

計画防食電流密度 (i_p) 0.07A/ m^2

ただし、陽極取替時等に I Z P 塗膜の損傷部の面積が大きい場合は、次式により計算し、大きい方の値を計画防食電流密度とする。

$$i_p = \frac{0.04P + 0.2(100-P)}{100}$$

i_p : 計画防食電流密度

P : 全面に対する塗膜健全部の面積率(%)

(3) 平均防食電流密度

平均防食電流密度 (i_m) 0.04A/ m^2

ただし、陽極取替時等に I Z P 塗膜の損傷部の面積が大きい場合は、次式により計算し、大きい方の値を平均防食電流密度とする。

$$i_m = \frac{0.02P + 0.09(100-P)}{100}$$

i_m : 平均防食電流密度

P : 全面に対する塗膜健全部の面積率(%)

(4) 陽極の種類と必要量

1.4.1の亜鉛陽極によるバラストタンク防食基準に準拠する(1.3式)。

ただし、タンク内鋼材と亜鉛陽極との有効電位差は新造船を対象とした場合0.1V、陽極取替時塗膜損傷部の面積が大きい場合は0.2Vとする。

(5) 陽極の総重量

1.4.1の亜鉛陽極によるバラストタンク防食基準に準拠する(1.4式)。

1.4.3 スクラバー海水利用によるバラスト専用タンク防食基準

本防食方法はバラスト海水中の溶存酸素の除去と電気防食方法を併用するもので、カーゴタンクの爆発防止方法として使用されているイナートガスシステムが利用できる。

(1) 本防食は、年間のバラスト率40%以上、張水日数5日以上のパーマネントバラストタンクの防食を対象とする。

(2) バラスト海水にはスクラバー海水をバラスト海水全量に対して30p.p.m (as SO_3^{2-}) PH6以上の条件で注入する。

(3) タンクの空槽部分および空槽時にはイナートガスを封入する。

(4) 併用する電気防食条件としては

a) 計画防食電流密度 0.1 A/ m^2

b) 平均防食電流密度 0.035A/ m^2

c) 陽極の種類と必要量は1.4.1の電気防食基準に準拠する。

d) 亜鉛陽極の総重量は1.4.1の電気防食基準に準拠する。

1.5 バラストタンクの防食設計基準解説

1.5.1 バラストタンク防食用流電陽極について

現在では陽極性能、安全性あるいは規制の点から各国とも亜鉛陽極の適用が一般化されており、本報告のバラストタンク電気防食基準においても防食用流電陽極材の種類は亜鉛陽極を適用すると定め

た。以下にその経緯を述べる。

(1) 流電陽極の種類と特徴

バラストタンク防食用流電陽極は古くはマグネシウム陽極を用い、その後亜鉛陽極が長く適用され、近年はアルミ陽極も多用された。これらの流電陽極はそれぞれに特徴、長所を有し、その点を生かして有効に活用されてきた。

(a) 各陽極の性能比較

現在バラストタンクその他の電気防食の分野で広く用いられている代表的な流電陽極材の性能は大略表 1.5.1 のごとくである。

表 1.5.1 各種流電陽極の性能

(金属防食技術便覧 P.590)

| 性能 \ 陽極 | | Mg 合金 (Mg-6Al-3Zn) | Al 合金 (Al-Zn-In) | Zn 合金 (Zn-Al) |
|------------------------|---------------|-----------------------|---------------------|------------------|
| 比重 | | 1.77 | 2.83 | 7.14 |
| 開路電位 (V.SCE) | | 1.48 | 1.08 | 1.03 |
| 有効電位差 (V) [※] | | 0.62 | 0.25 | 0.23 |
| 電気化学当量 (Ahr/g) | | 2.21 | 2.87 | 0.82 |
| 海水中 | 閉路電位 (V.SCE) | 1.45 | 1.02 | 1.00 |
| 1 | 発生電気量 (Ahr/g) | 1.22 | 2.32 | 0.78 |
| mA/cm ² | 電流効率 (%) | 55 | 80 | 95 |

※ 鉄鋼の防食電位-0.77Vと陽極の閉路電位との差

マグネシウム陽極は著しく卑な電位を有するので亜鉛陽極やアルミニウム陽極に比較してはるかに有効電位差が大きく、その結果発生電流が大きいため初期に比較的短時間でエレクトロコーティングを生成して速やかに防食状態に達し、しかもその後の防食電流の低減効果が顕著である。

亜鉛陽極は比較的卑でかつ安定性のよい陽極電位を有し、しかも有効利用率ともいべき電流効率が95%程度を示すことから海水環境では多大の実績が残されている。

最も新しく実用されたアルミニウム陽極は亜鉛陽極とほぼ同等の陽極電位を有し、亜鉛に比較してやや低い80~85%程度の陽極効率を示すものの合金本来の電気化学的特性から有効電気量は最大で海水環境では有用な流電陽極材であった。

(b) エレクトロコーティング効果

防食電流の流入によってPHが上昇してアルカリ性となった鋼材陰極面には海水中から石灰質成分が析出して被覆と防食の効果があらわれ、その蓄積によってさらに防食電流低減が可能である。これをエレクトロニクスコーティング(電解被覆)と呼んでいる。このエレクトロコーティングは一般に析出成分としては炭酸カルシウム(CaCO₃)および水酸化マグネシウム(Mg(OH)₂)が大半を占めるがその成分や比率は流電陽極の種類によって若干異なり、また陰極電流密度の大きいほどMg成分が多く、逆に小さいほどCa成分が多い特徴がある。

マグネシウム陽極の使用は発生電流の大きいこともあって速やかにかつ多量の析出物に被覆され、被膜成分はMgが多くなる。初期、短時間のうちに防食を達成するには好適である。

アルミニウム陽極および亜鉛陽極については重野ら¹⁾の研究があり、それによれば張水時に防食

電流が供給されている期間中は両陽極の防食効果に差異はないが、エレクトロコーティングの性状として亜鉛陽極によるものの方が密着性が良好でしかも含有水分が少ないので空槽時に湿潤なタンク壁面が乾燥しやすく被覆としては薄いにもかかわらず防食効果が良好である。

したがってこのようなエレクトロコーティングの作用は長期間の張排水くり返し条件下でも有利である。

(2) 各陽極の問題点

上記3種類の流電陽極材はいずれも長期間、数多くの実績があるにもかかわらず、またそれぞれ欠点も有しておりバラストタンクの実用において幾つかの問題を残すことがあった。

例えばマグネシウム陽極はオイルカーゴタンクにおける適用では落下などにより鋼材との接触衝突時に火花を発生し引火のおそれがあるので爆発性あるいは可燃性雰囲気のタンク内における使用は極めて危険であることが指摘された。現在では後にまとめたように代表的な船級協会ではほとんど使用禁止となっている。

またアルミニウム陽極は流電陽極としての溶解にもなってPHの低いゼリー状の多量の水酸化物を生成してタンク内底部に沈澱堆積し、排水時に排水穴を詰まらせるので障害を生じた。有害火花の発生についても危険性が残されているのでほとんどの船級協会では制限が定められている。その他エレクトロコーティングの防食効果も亜鉛陽極の場合に比較してやや劣るといわれている。

これに対して亜鉛陽極は鋼材との接触衝撃時においても発火の危険性はなく、自己腐食が小さいうえに陽極としての溶解性成物も少量で排水処理が容易である。問題点といえば有効電気量が他に比べて小さいことと材質的に重量が大きく作業性に影響することであろう。

(3) 各国船級協会の規制

実際にタンク内に陽極を取付ける場合、その陽極の大きさ、数量、配置、取付方法などについては各国船級協会の基準にもとづくことが規制されている。この規制の目的は防食装置の不備にもとづく危険防止、防食装置の性能向上にあり、実際の防食装置の設計、施工はこの基準にもとづいて行なわれる。この種の規制はマグネシウム陽極の危険箇所への取付を禁止したのが最初である。マグネシウム合金は鋼板上に落下の際、その衝撃により火花を発生するので周辺付近が爆発性の混合ガス雰囲気にあるときは極めて危険である。ここで危険箇所とは一般に引火性の油、液化石油ガスを積載するタンクとこれに隣接するタンクおよび周辺を指している。1960年代初期以降これらの危険防止対策として各国が相次いで流電陽極の適用に各種の制限を定めている。

表1.5.2には各国船級協会の規則を示したが1961年LR(英国、ロイド船級協会)、1964年AB(米国船級協会)、1965年NK(日本海事協会)、1966年NV(ノルウェー船級協会)がそれぞれとりきめたものである。

タンカーにおいてバラストタンクに防食用陽極を取付ける際にはすべて承認を受ける必要のあることを明記している。実際には対象タンクを指定したうえで各陽極の適用限定を定めている。諸外国の規制によるとマグネシウム陽極はほとんど禁止されているがアルミニウム陽極は落下衝撃エネルギーを200ft・lbに限定され、あるいはそれにもとづいて陽極取付の高さ位置に制限が加えられている。アルミニウム陽極中の含有成分としてのマグネシウムは全く認めないかまたは極めて微量以下に厳しく制限されているのが多い。亜鉛陽極については特に記載がなくその使用に制限はない。

我国では1966年(昭和41年12月15日)および1967年(昭和42年3月27日)に日本海事協会により関係各方面に通達されたが、それによれば引火点65℃以下の油積載タンク、LPG積載タンクならびにこれらのタンクに隣接するタンクおよびコッファーダムを対象としマグネシウム陽極は全面禁止、アルミニウム陽極はタンク底部からの取付高さが1.8m以下と限定され、さらに陽極重量(芯金を含む)と取付高さの積が27.65kg・m(約200ft・lb)以下と限定された。含

有マグネシウムは0.1%を越えてはならないとされた。亜鉛陽極は20%以上アルミニウムを含有する場合はアルミニウムと同様の制限を受けるが、それ以外の通常の亜鉛陽極は特に制限されていない。またタンクの空槽期間中の腐食抑制の見地から陽極材料としては亜鉛陽極が推奨されている。現在ではバラストタンクにおいてはほとんど亜鉛陽極が実用されている。

なお、流電陽極材の落下衝突などの際に発生する有害火花および引火性ガス中における爆発については実験報告が乏しいが、古くは1960年米国の動力省鉱山保安研究課に流電陽極の火花特性に関する文書²⁾があり、亜鉛および低A₁亜鉛合金は火花を発生しないと証明している。また国内では吉野ら³⁾が防爆用工具に関するJIS-M7615~18の試験法を参考に落下爆発試験を行なって、マグネシウム陽極(Mg-6A₁-3Zn合金)が爆発率55%を示しアルミニウム合金および亜鉛合金は爆発しなかったと報告している。

(4) 亜鉛陽極の選定

以上のように陽極性能、使用における安全性、各国船級協会および日本海事協会の規制などの諸点を比較考慮した結果、バラストタンクの電気防食基準案においては適用陽極を亜鉛陽極と決めた。

引 用 文 献

- 1) H. Shigeno, T. Umino, H. Fukuzawa; 5th International Congress on Metallie Corrosion, May 1972, Tokyo, Japan Preprinted from Proceeding pp619~623
- 2) T. J. Lennox Jr; Mater. Prot. vol 1, No. 9, 37~45 (1962) Sept.
- 3) 吉野久雄, 海野武人, 武藤憲司; 防蝕技術, 14巻11号, p8~11, 1965(昭40)

表1.5.2 各船級協会のタンカーバラストタンク防食用陽極取付に関する規則

| 項目 | 船級 | NK (日本海事協会) | LR (英国ロイド船級協会) | NV (ノルウェー船級協会) | USC (米国沿岸警備隊) | AB (米国船級協会) |
|-------|----|---|--|--|---|-------------------------------|
| 承認 | | タンカーの場合は全て承認を受ける必要がある。 | 左に同じ | 左に同じ | 左に同じ | 左に同じ |
| 対象タンク | | 引火点65℃以下の油を積むタンク。LPGを積むタンク。これらのタンクに隣接するタンク及びコックピット。 | タンカー及び引火点の低い油を積む船のタンク。 | タンカーの全てのタンク(カーゴタンク区域内の永久バラストタンクも含む) | 概略は可燃性であり又は引火性の流動体を多量に運搬することを利用される荷油槽内。 | タンカーのカーゴタンクもしくはその隣接するバラストタンク。 |
| 陽極の種類 | Mg | 使用出来ない。 | 使用出来ない。 | バラスト航海中にスケール落とし時のみ良い。バラスト排水後はすぐに取除く。 | 使用出来ない。 | 使用出来ない。 |
| | Al | タンク底部から1.8m以下、及び底部からの高さの積が27.65Kg-m以下、Mg成分は0.1%以下。 | 船底より200ft-Lb以下、H.Gの広い水平面上に陽極を設置する場合はこのかぎりではない。バラスト専用タンクの制限はない。 | 船底より30Kg-m以下(200ft-Lb) Mg含有してはならない。 | 船底より6ft以下 200ft-Lb以下 Siは出来るだけ少なくする。 | 制限はないが陽極を取付ける場合は承認を受ける。 |
| | Zn | 20%以上Alを含む場合はAl陽極と同じ。 | 特記なし。 | 特記なし。 | 特記なし。 | 特記なし。 |
| 備考 | | | パワース、ハッチホールの直下の船底には陽極取付はさける。 | 材料・設計・取付場所取付方法について認可を要する。船長は少なくとも2年に1回は調査して報告する。 | 陽極取付けは2ヶ所以上で行なわなければならない。 | |

1.5.2 亜鉛陽極によるタンク防食基準

(1) SR-140 部会における研究の概要

バラスト専用タンク電気防食基準に関する研究は昭和47年度から昭和51年度の5カ年にわたり実験が行なわれた。その詳細は各年度の報告書に詳しく報告されている。

船舶の海水バラスト専用タンクの腐食損傷の原因は多種多様であるが、SR-140部会の研究においては各種の腐食要因および電気防食条件を検討し、さらにエレクトロコーティングの効果も明らかにした。

腐食の原因および腐食基準に関する基礎試験として調査した項目は次のとおりである。

- 1) 海水の水質の影響
- 2) 海水の温度の影響
- 3) バラスト率の影響
- 4) バラスト期間の影響
- 5) バラスト回数の影響
- 6) タンクの容積と面積の比 (V/S) の影響
- 7) 空槽部、水線部、没水部における差異
- 8) 繰返し応力 (歪み) の影響
- 9) 水平部材と垂直部材における差異
- 10) さび面とみがき面による差異
- 11) クラック発生の有無
- 12) エレクトロコーティングの効果
- 13) 計画防食電流密度、平均防食電流密度

以上の諸項目について多くの試験結果を得たが、特にバラストタンク内面の没水部の鋼材の腐食および電気防食条件に関する重要なものは次のとおりであった。

(a) 腐食原因

- (i) 海水温度は25℃から50℃の上昇で1.2～2倍の腐食増加となる。^{1), 2)}
- (ii) バラスト条件では空槽時の腐食が大きく、張排水くり返しが腐食を促進する。すなわち一般にバラスト期間が短いほど、バラスト周期が短いほど腐食が大きい。^{3), 4)} またバラスト率が小さいほど腐食は大きい。^{2), 6)}
- (iii) くり返し応力付加によってさび属の破壊・生成がくり返され腐食が促進され、くり返し応力集中部は局部腐食あるいは孔食を呈する。^{7), 8), 9)} この場合、付加応力が弾性域内の大きさでも数カ月経過後には腐食が促進される。¹⁰⁾ このときくり返し速度が大きいと腐食促進開始時期が早くなる。¹¹⁾ 塑性変形域の付加応力では腐食促進はさらに早期に現われかつ大きい。¹¹⁾

(b) 電気防食条件

- (i) 海水温度が上昇した場合は計画防食電流密度を増加する。¹²⁾
- (ii) タンクの V/S 比が大きい場合は防食率はやや低下する。¹³⁾
- (iii) バラスト海水の張排水くり返し条件では計画防食電流密度増加の必要がある。^{14), 15), 16)} バラスト期間が短いときは防食率は低く、例えば8日以下のとき 0.1 A/m^2 では防食は期待できない。¹⁷⁾ バラスト期間が短いとバラスト率50%以下では防食率が低い。¹⁸⁾
- (iv) くり返し応力は電気防食の効果に大きい影響を与え、¹⁰⁾ 定電流防食条件下で防食電流密度 0.1 A/m^2 では防食率は50%程度である。¹⁹⁾ 応力集中部の所要防食電流密度は大きく約 0.2 A/m^2 を要する。^{19), 20)}
- (v) くり返し応力によってエレクトロコーティングの破壊・生成がくり返されるが、²¹⁾ -1.0 V の

とき生成したエレクトロコーティングの防食効果が最も大きく、密着性皮膜となる。^{21),22)}この結果、防食電流密度の低減が著しく維持電流は最小となる。²³⁾またこのとき防食率が最も高い。²⁴⁾

(V) 計画防食電流密度を $0.2\text{A}/\text{m}^2$ とすれば初期の陰分極が大きくエレクトロコーティング生成効果のためその後の所要電流の低減が期待でき、亜鉛陽極の消耗も小さい。²⁵⁾

(c) 鋼のクラック発生

(i) 腐食片の場合、弾性域内の低応力（歪み）の繰返しではクラックは発生しなかった。²⁶⁾しかし塑性域の 0.7 % 歪み、10回/日のくり返しでは6ヵ月後にクラックが発生した。¹¹⁾

(ii) 防食片の場合、弾性限界内の応力（歪み）で -1.10V 、224日間、計192回のくり返し曲げてもクラックは認められなかった。²⁶⁾しかし、海水の張排水くり返し、1.4 % 以上の歪み、2回/日以上くり返し、及び防食電流密度 $0.2\text{A}/\text{m}^2$ 等の条件を継続して付加した場合には6ヵ月後にクラックが発生した。²⁷⁾

以上の結果は、従来周知のものもあり、今回の実験によりさらに確認されたが、新しく発見された事象も少なく、これらの結果から現行の専用バラスト電気防食基準の見直しの必要を認めた。

(2) S R - 1 7 2 部会における研究の概要

昭和52年度におけるバラスト専用タンク電気防食基準案作成の際に要検討課題として提案された実験は昭和53年度から昭和54年度の2カ年にわたり実施され各年度の報告書に詳細が報告されている。試験方法は従来と異なり亜鉛陽極と陰極タンクを所要の固定抵抗を介して短絡する自然流電法による。また当初に各種の計画防食電流密度を設定し防食効果を確認した。

腐食の原因および防食基準に関する追加試験として調査した項目は次のとおりである。

- 1) バラスト率の影響
- 2) バラスト期間の影響
- 3) バラスト回数の影響
- 4) さび面とみがき面による差異
- 5) エレクトロコーティング効果
- 6) 計画防食電流密度と平均防食電流密度

以上の諸項目について得られた試験結果の要点は次のとおりであった。

(a) 腐食原因

(i) バラスト条件では、すでに明らかになっているがバラスト率の小さいほど、バラスト日数の短いほど腐食が大きい。^{30),31)}

(ii) 当初の表面はさびた面の方がみがき面の場合より腐食が大きい。³¹⁾さび面でもバラスト率、バラスト日数の影響はみがき面の場合と同様の傾向がある。³¹⁾

(b) 電気防食条件

(i) 計画防食電流密度の大きい方が、またバラスト率の大きいほど、バラスト日数の長いほどタンクの陰分極は大きく³²⁾、防食電流密度の低減が大きく³²⁾、防食率が高く³⁰⁾、亜鉛陽極電位上昇が小さい。³⁰⁾

(ii) さび面の防食では防食電位に達するのに長時間を要し、バラスト率が小さい場合あるいは計画防食電流密度の低い場合は防食電位に達しない。³³⁾さび面は小さい計画防食電流密度ではエレクトロコーティング生成が不十分である。³⁴⁾

(iii) さび面では同一防食条件ではみがき面より防食率が低い。^{35),36)}

(iv) さび面に対する防食電流密度はバラスト条件によって異なるがみがき面に比べて2倍程度を要する。^{33),37)}

(3) 電気防食基準設定に関する検討

現在、バラストタンクの防食には塗装および電気防食が単独または併用されているが、ここでは電気防食のみを適用する場合について検討した。

電気防食基準については、バラストタンクの標準環境条件を設定し、この条件に対する電気防食基準を定め、これに腐食要因が付加されるときはさらに防食条件を考慮することにした。

(a) バラストタンクの標準環境条件

バラストタンクの標準環境条件の設定においては前記の研究結果から基本的な要因として次の項目をとりあげた。

(i) 海水の成分

海水の成分、性状が変われば陽極や鋼板の分極特性に影響がある。しかし通常都市付近、工場地帯、河口付近等の局地を除けば海洋における水質の相違は電気防食にほとんど影響しない。

(ii) 海水の温度

常温から50℃程度までを考えると、温度の上昇にもなって腐食は増加し、所要防食電流密度も増加する。しかし、船舶は常に種々の温度条件の変化を繰返すから実際の一般的温度のうち比較的厳しい条件を基準にすればよい。

(iii) バラスト条件

バラスト率、バラスト期間も所要防食電流に著しく影響があるが、バラスト率40%以上で、バラスト日数10日以上の場合も基準とする。バラスト率が小さい場合、バラスト日数が10日未満の場合はその程度に応じて電流密度を増加する。

(iv) 付加応力

付加応力が大きい場合は所要防食電流密度を増加する必要があることは明らかとなっているが、実船のタンクにおける応力の大きさおよび分布をどの程度に仮定するかが問題となる。

(v) 表面状態

鋼板の表面状態によって陰分極が異なるので所要防食電流密度に対する影響は大きい。錆があれば陰分極がおくれるので所要電流は増加し、エレクトロコーティングが付着すれば減少する。すなわち防食状態が悪ければ発錆し、所要電流が増加し、その反対に初期から良好な防食状態であればエレクトロコーティングが生成し、電位は卑になり、しかも所要電流が次第に低減する。この状態が維持されれば陽極の消耗が少なくなる。したがって当初の表面は脱錆状態が得策である。

以上の諸点を考慮して、所要防食電流密度を定めるための標準環境条件を次のとおり設定した。

| 項 目 | 設 定 条 件 |
|--------|---------------------------------|
| 水 質 | 一般海水（汚染海水を除く） |
| 水 温 | 40℃ 未満 |
| バラスト率 | 40%以上 |
| バラスト期間 | 10日以上 |
| 表面状態 | ブラスト処理された鋼材面、もしくは ショッププライマー面 |

(b) 電気防食計画

バラストタンクの電気防食はタンクのバラスト部分を対象とし、次の事項を考慮する。

(i) 海水温度

(ii) バラスト条件（バラスト率、バラスト日数）

(iii) くり返し応力

(iv) 陽極の種類、配置、寿命、総重量

(v) 計画防食電流密度、平均防食電流密度

電気防食設計には計画防食電流密度を設定する。海水の張排水がくり返されるバラストタンクは他の腐食環境と異なり、バラストの排水期間中は防食電流の直接有効に作用しない。したがってバラストタンクの防食率を高めるためにはバラスト期間は張水初期から充分な防食状態を維持することが必要である。そこでおそくとも張水1日後にはタンク電位が -0.8 程度(SCE)の防食電位に達し、亜鉛陽極との電位差が $0.1 \sim 0.2$ Vとなるような条件を設定し、このときの発生電流値を計画防食電流密度とする。タンク電位は1日経過後は -0.8 Vよりさらに卑な電位となり、防食状態を持続するとともに亜鉛陽極との有効電位差は減少し、亜鉛からの発生電流は次第に減少する。バラスト期間中における平均防食電流密度はバラスト経過日数によって異なるが計画電流密度より小さい値となる。

計画防食電流密度はSR-140部会の研究結果から標準的には約 0.2 A/m²とするのが適当である。²⁵⁾ SR-140における試験の目的は計画電流密度を高めた陽極個数を装備すれば、防食効果が向上し、陽極消耗も低減し経済的にも有利になる工法を見出すことにあった。この試験では計画防食電流密度を $0.05, 0.1, 0.3, 0.5$ A/m²の4段階に分けて、亜鉛陽極によりタンク防食を行なった。

図1.5.2.1²⁸⁾は第1回張水時の分極状態、図1.5.2.2²⁹⁾は第8回張水時(最終)の分極状態を示すが計画電流密度の高いものほど防食電位に達しかつ、安定する時間が短かくしかもより卑な値となっている。また計画電流密度が低い場合には張排水をくり返すことにより張水時の終期においても防食電位に到達しえない状況を生じている。これは試験片の重量減から得られた防食率によっても確認された。また計画電流密度を高めることにより平均防食電流密度は低下し、陽極寿命延長の傾向が認められた。

さらにSR-172研究部会の研究結果から、大きめの計画防食電流密度の適用は、みがき面はもちろんさび面に対しても陰分極促進、エレクトロコーティング生成、防食電流密度低減、防食率向上に有効であるばかりでなく、さびが環元除去されればその後の表面は陰分極が大きくなることも期待され、電気防食条件としては有利であることが確認された。表1.5.2.1には計画防食電流密度 0.2 A/m²で防食した際の各バラスト条件における平均防食電流密度を示す。また図1.5.2.3³⁰⁾および図1.5.2.4³¹⁾には腐食速度と防食率を示した。

以上の結果から効果的かつ経済的な防食を期待し得る標準計画防食電流密度としては 0.2 A/m²が適当であると考えられる。

計画防食電流密度はタンクの腐食性(腐食速度)に対応すべきものであるから海水温度、バラスト条件、応力集中などの変化に応じて大きくする必要がある。平均防食電流密度もこれらの要因によって異なる。

引用資料および引用データ

| | | |
|-------------|------------------|--------|
| SR-140 研究部会 | 昭和47年度報告書(48年3月) | 資料№185 |
| " | 昭和48年度報告書(49年3月) | 資料№201 |
| " | 昭和49年度報告書(50年3月) | 資料№222 |
| " | 昭和50年度報告書(51年3月) | 資料№238 |
| " | 昭和51年度報告書(52年3月) | 資料№260 |
| 172 研究部会 | 昭和52年度報告書(53年3月) | 資料№300 |
| " | 昭和53年度報告書(54年3月) | 資料№318 |
| " | 昭和54年度報告書(55年3月) | 資料№327 |

- | | |
|--|--------------------------------|
| 1) 資料№238, P58, 表5.1 | 31) 資料№327, P12, 図1.1.8 |
| 2) 資料№185, P21, 図2.3.2-1~2 | 32) 資料№318, P12, 図1.1.1.3 |
| 3) 資料№201, P12, 図2.2.6 | 33) 資料№327, P7~8, 図1.1.2~1.1.4 |
| 4) 52. 9. 28 SR178 第1WG配 布資料P16, 図4 | 34) 資料№327, P15, 写1.1.2 |
| 5) 資料№201, P30, 表2.4.1 | 35) 資料№327, P11, 表1.1.3 |
| 6) 資料№201, P82 | 36) 資料№327, P12, 図1.1.9 |
| 7) 資料№201, P93, 図2.1.8 | 37) 資料№327, P10, 図1.1.7 |
| 8) 資料№238, P54 | |
| 9) 資料№260, P90, 写6.2.3 | |
| 10) 資料№260, P85, 表6.2.4 | |
| 11) 資料№222, P6, 図2.1.4 | |
| 12) 資料№185, P31, 図3.1.2.1 | |
| 13) 資料№222, P47, 図3.3.4 | |
| 14) 資料№201, P12, 図2.2.6 | |
| 15) 資料№201, P30, 表2.4.1 | |
| 16) 資料№238, P58, 表5.1 | |
| 17) 資料№222, P40, 図3.2.9~10 | |
| 18) 資料№222, P40, 図3.2.8 | |
| 19) 資料№185, P28, 図3.1.1.1~2 | |
| 20) 資料№222, P19, 図3.1.4~5 | |
| 21) 資料№260, P86, 表6.2.5 | |
| 22) 資料№222, P11, 図2.2.3 | |
| 23) 資料№260, P86, 図6.2.8 | |
| 24) 資料№260, P85, 表6.2.4 | |
| 25) 資料№260, P62, | |
| 26) 資料№260, P90, 写6.2.3 | |
| 27) 資料№260, P17, 表2.1.2 | |
| 28) 資料№260, P64, 図5.2 | |
| 29) 資料№260, P66, 図5.5 | |
| 30) 資料№318, P12, 図1.1.1.4 | |

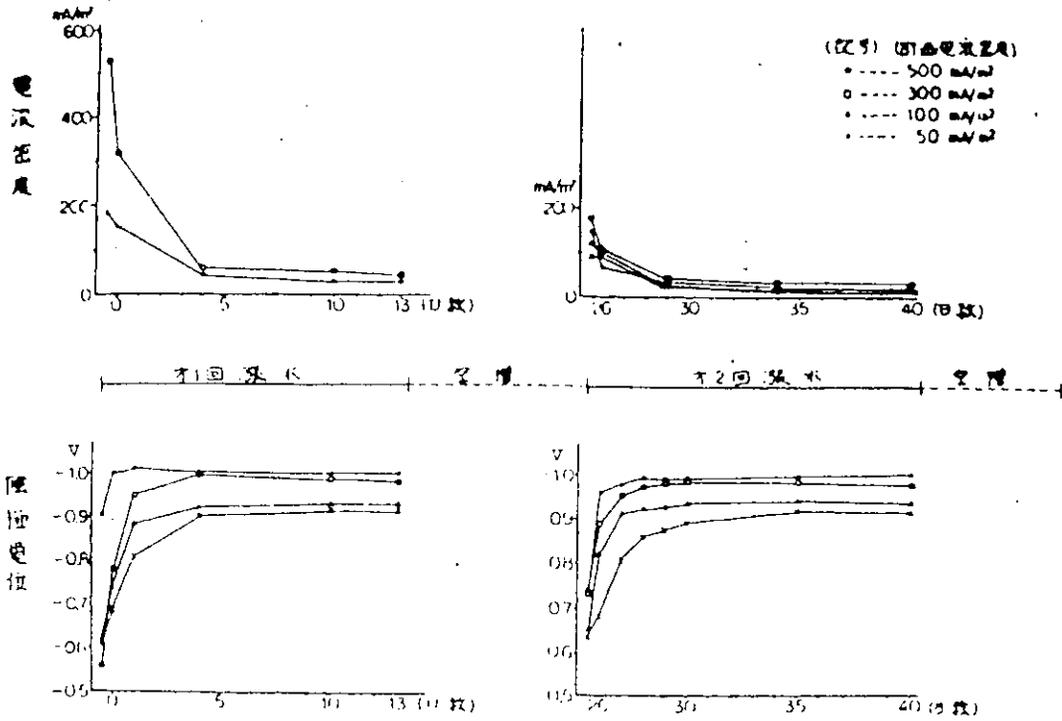


図 1.5.2.1 陰極電位・電流密度の変化 (Ag/AgCl基準)

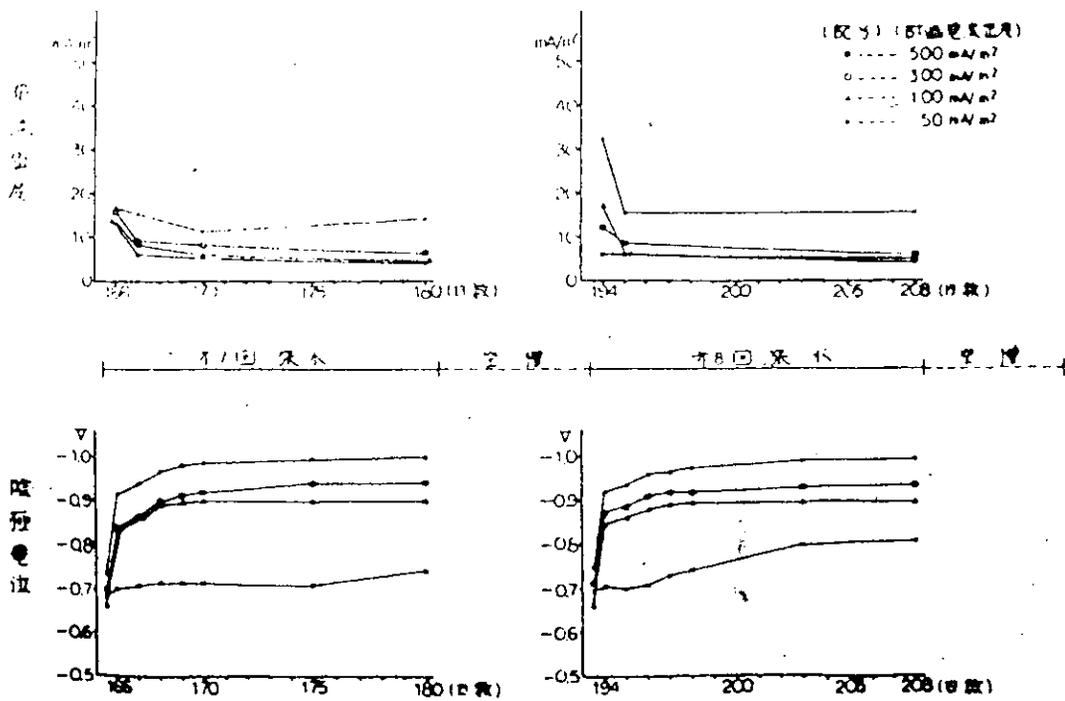


図 1.5.2.2 陰極電位・電流密度の変化 (Ag/AgCl基準)

表 1.5.2.1 計画防食電流密度 0.2 A/m^2 における平均防食電流密度

40°C, 人工海水, みがき鋼

(54年度試験)

| バラスト率 (%) | 張水 (日) | 排水 (日) | くり返し (回) | 平均防食電流密度 (A/m^2) | | | | 防食率 (%) |
|--------------|-----------|-----------|-------------|-----------------------------|-------|-------|-------|------------|
| | | | | 1回目 | 2回目 | 3回目 | 全期間 | |
| 50 | 7 | 7 | 3 | 0.075 | 0.123 | 0.142 | 0.113 | 78.8 |
| 50 | 14 | 14 | 3 | 0.056 | 0.078 | 0.058 | 0.064 | 88.0 |
| 33 | 7 | 14 | 3 | 0.072 | 0.159 | 0.202 | 0.144 | 34.9 |

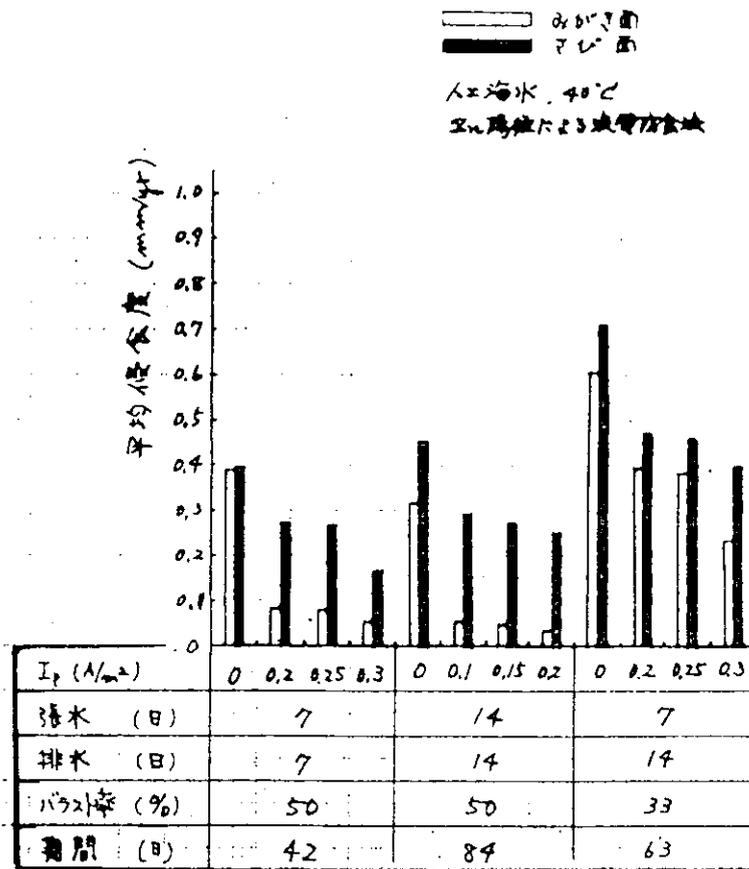


図 1.5.2.3 平均侵食度の比較

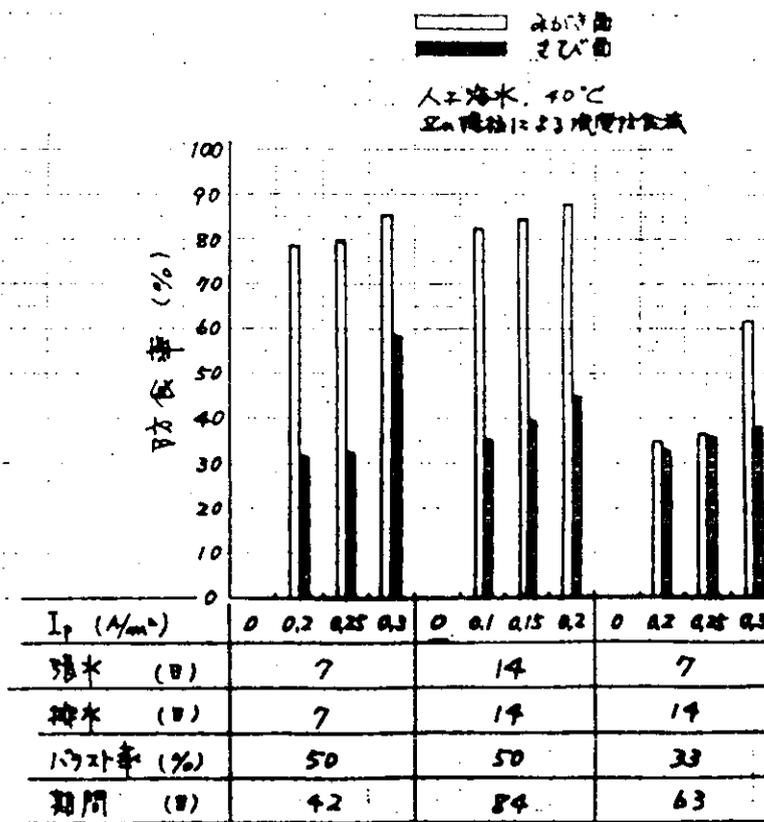


図 1.5.2.4 防食率の比較

1.5.3 I Z P と電気防食の併用によるバラストタンク防食基準

(1) 研究の概要

バラストタンクの防食法として、①亜鉛陽極による電気防食法、②タールエポキシ塗料による重防食塗装法、③重防食塗装と電気防食を併用する方法の3種類の防食法が行われてきた。しかし、①従来の電気防食法の場合、漲、排水期間にもよるが、空槽時の腐食を抑制することに問題点があり、¹⁾②重防食塗装の場合、非常にすぐれた防食性能が得られるが塗膜に損傷があると、その部分に腐食が集中し、無塗装鋼よりも腐食疲れ寿命が短くなる危険性がある。²⁾③これに対し、重防食塗装と電気防食とを併用すれば、塗膜損傷部の腐食を抑制することができる。しかし、タンク内全面に完全な重防食塗装を施工するには工期の延長または船価の上昇など経済的に問題点があった。

このような、問題点を改良するためには、空槽時に防食性能を有し、かつ経済的にも有利な防食法の開発が必要となった。そこで、造船工程の一次防錆および防食塗装の下地処理として船殻素材に塗装されているショッププライマー塗料の有効利用に着目した。

このショッププライマー塗料は近年、性能が向上し、建造後においても、その塗膜をかなり健全に保たれ、初期防食効果をあげている。これを従来の電気防食法と併用することにより、その初期防食性能および塗膜寿命を延長させ、空槽期間の防食被膜として電気防食によるエレクトロコーティングとの相乗効果により、防食性能を向上させようとした。³⁾この方法によればあらかじめ塗装する必要がなく、塗膜損傷部は電気防食により補われるため、経済的にも有意性があると考えられる。

そこで、本防食法の基礎試験として、次の各種の試験を実施した。

- (a) タールエポキシ塗装の塗膜損傷部における腐食疲れ
- (b) タールエポキシ塗装の塗膜損傷部の腐食疲れに及ぼす下塗りショッププライマーおよび電気防食の影響
- (c) 各種ショッププライマーと電気防食との併用防食
- (d) I Z P 塗装と電気防食併用防食法
 - (i) 腐食疲れ
 - (ii) 長期防食性能 ($-1.0\text{V}/\text{SCE}$ 電位設定の場合)
 - (iii) 長期防食性能 (亜鉛陽極による防食の場合)⁴⁾

これらの試験結果から、I Z P と電気防食の併用は、漲、排水を繰返す、バラストタンクに有効な防食法であることが判明した。⁴⁾

(2) 本防食基準作製のための検討

- (a) 本防食法はバラストタンクのバラスト部を対象とし、天井部および潮位部に対しては従来の重防食塗装を使用する。
- (b) ショッププライマーの検討

船舶の一次防錆および防食塗装の下地塗装として原板にショッププライマーを塗装する方法が採用されている。この簡易な塗膜だけではバラストタンクの防食は不十分であるが、これに電解被膜 (エレクトロコーティング) の形成が期待できる電気防食法を併用すれば被膜面の防食電流密度を節減できるとともにエレクトロコーティングとの相乗効果によって、十分な防食効果を示すと思われるので検討した。

図 1.5.3.1 に各種ショッププライマー単独の場合、図 1.5.3.2 に電気防食と併用した場合についてそれぞれの発錆率を示した。⁵⁾また、各種ショッププライマーと $-1.0\text{V}/\text{SEC}$ 電位設定による電気防食併用試験では防食電流密度の低減効果について調査し、図 1.5.3.3 および図 1.5.3.4 に示した結果を得た。⁷⁾

これらの結果から、電気防食法に併用するショッププライマー塗装としては I Z P 塗料が最も

良好であることが判明した。

(c) 電気防食の検討

I Z P 塗装と電気防食の併用による防食法において最適な計画防食電流密度および平均防食電流密度を決定するため長期防食性試験を行った。

漲、排水環境下において最大応力 10Kg/mm^2 で1分間に0.6回の繰返し速度で1.5年間の腐食試験を行い、防食電流の経時変化から計画防食電流密度および平均防食電流密度の検討、および I Z P 塗膜の耐久性について調査した。

防食電流密度の変化⁸⁾を図1.5.3.5、I Z P 塗膜の耐久性⁹⁾について図1.5.3.6、表1.5.3.1および図1.5.3.7に示した。これらの結果から、電気防食を併用した I Z P 塗膜は初期の漲水時には塗膜自身の陰極防食効果によって無塗装鋼のときに必要な電気防食の過大電流を抑制し、塗膜中の亜鉛粒子の消費後には皮膜低抗による防食効果が得られるため、電気防食はわずかな防食電流 ($0.01\sim 0.02\text{A/m}^2$) で腐食を抑制した。¹⁰⁾

次に I Z P 塗装と電気防食を併用したときの腐食疲れ¹¹⁾について図1.5.3.8の結果を得た。この結果から、本防食法は苛酷な苛排水腐食環境においても極めて優れた性能を示した。

以上に述べた、I Z P 塗装と -1.0V/SCE 電位設定による電気防食併用試験の結果から、計画防食電流密度と平均防食電流密度を検討したところ、前者が 0.08A/m^2 、後者が 0.05A/m^2 という電流値を得た。¹²⁾

次に、この電流値を実船で使用される亜鉛陽極による流電防食法と I Z P 塗装とを併用した場合に当てはめて長期防食性能試験¹³⁾を行ったところ、図1.5.3.9および図1.5.3.10の結果を得た。この試験結果を含めて再検討したところ、I Z P 塗装損傷部を全体の20%以内と考え、計画防食電流密度を 0.07A/m^2 、平均防食電流密度を 0.04A/m^2 とするのが適当である。

また、I Z P 塗装と亜鉛陽極との有効電位差 (ΔE) は初期設計時には、 $E = 0.1\text{V}$ とし、その後は $E = 0.2\text{V}$ とするのが適当である。

引用資料及び引用データ

| | | |
|-------------|------------------|---------|
| SR-140 研究部会 | 昭和47年度報告書(48年3月) | 資料No185 |
| " | 昭和48年度報告書(49年3月) | 資料No201 |
| " | 昭和49年度報告書(50年3月) | 資料No222 |
| " | 昭和50年度報告書(51年3月) | 資料No238 |
| " | 昭和51年度報告書(52年3月) | 資料No260 |
| SR-172 研究部会 | 昭和52年度報告書(53年3月) | 資料No300 |
| | 昭和53年度報告書(54年3月) | 資料No318 |
| | 昭和54年度報告書(55年3月) | 資料No327 |

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| 1) 資料No185, P28 | 8) 資料No260, P45. 57 |
| 2) 資料No201, P56~70 | 9) 資料No260, P46. 58. 59 |
| 3) 資料No238, P28~40 | 10) 資料No260, P47 |
| 4) 資料No260, P57 | 11) 資料No260, P45. 70 |
| 5) 資料No327, P18~31 | 12) 資料No300, P12. 13 |
| 6) 資料No238, P29. 32. 34 | 13) 資料No327, P19. 20. 24. 25 |
| 7) 資料No238, P29. 30. 36. 37 | |

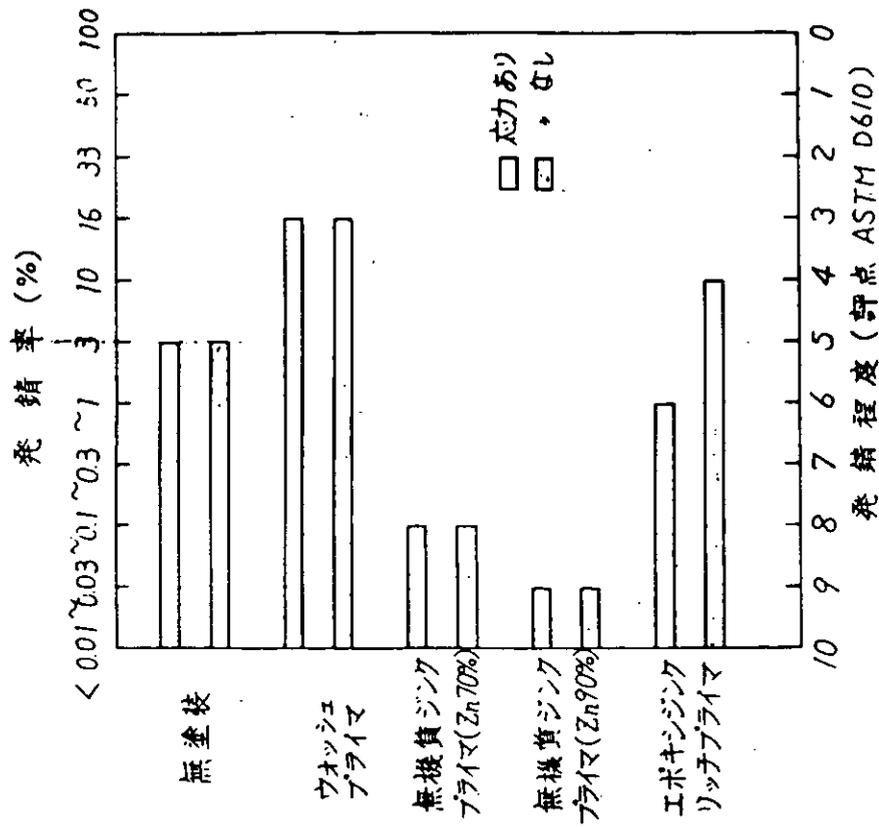


図 1.5.3.2 サビ発生程度の比較
(電防あり 試験期間180日)

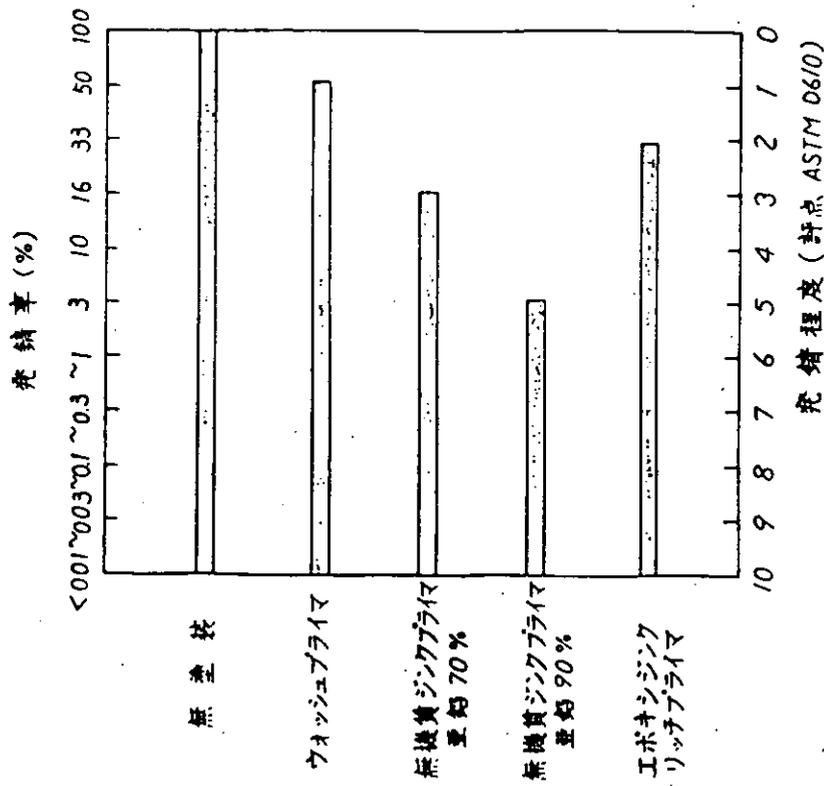


図 1.5.3.1 サビ発生程度の比較
(電防なし 180日試験後)

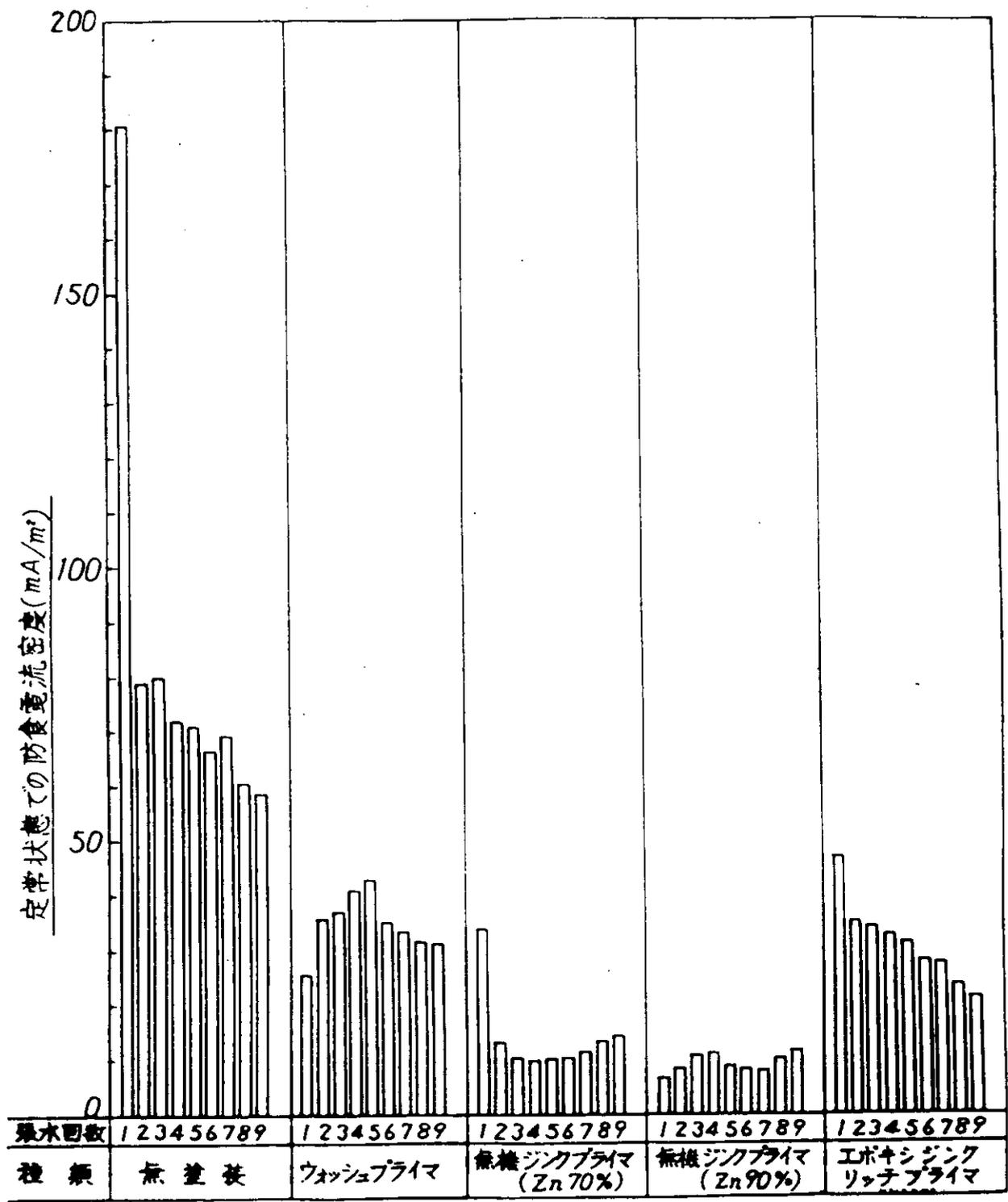


図 1.5.3.3 各噴水時の防食電流密度
 (応力 1.0kg/mm² 0.6 cpm, 設定電位 -1.0V SCE)

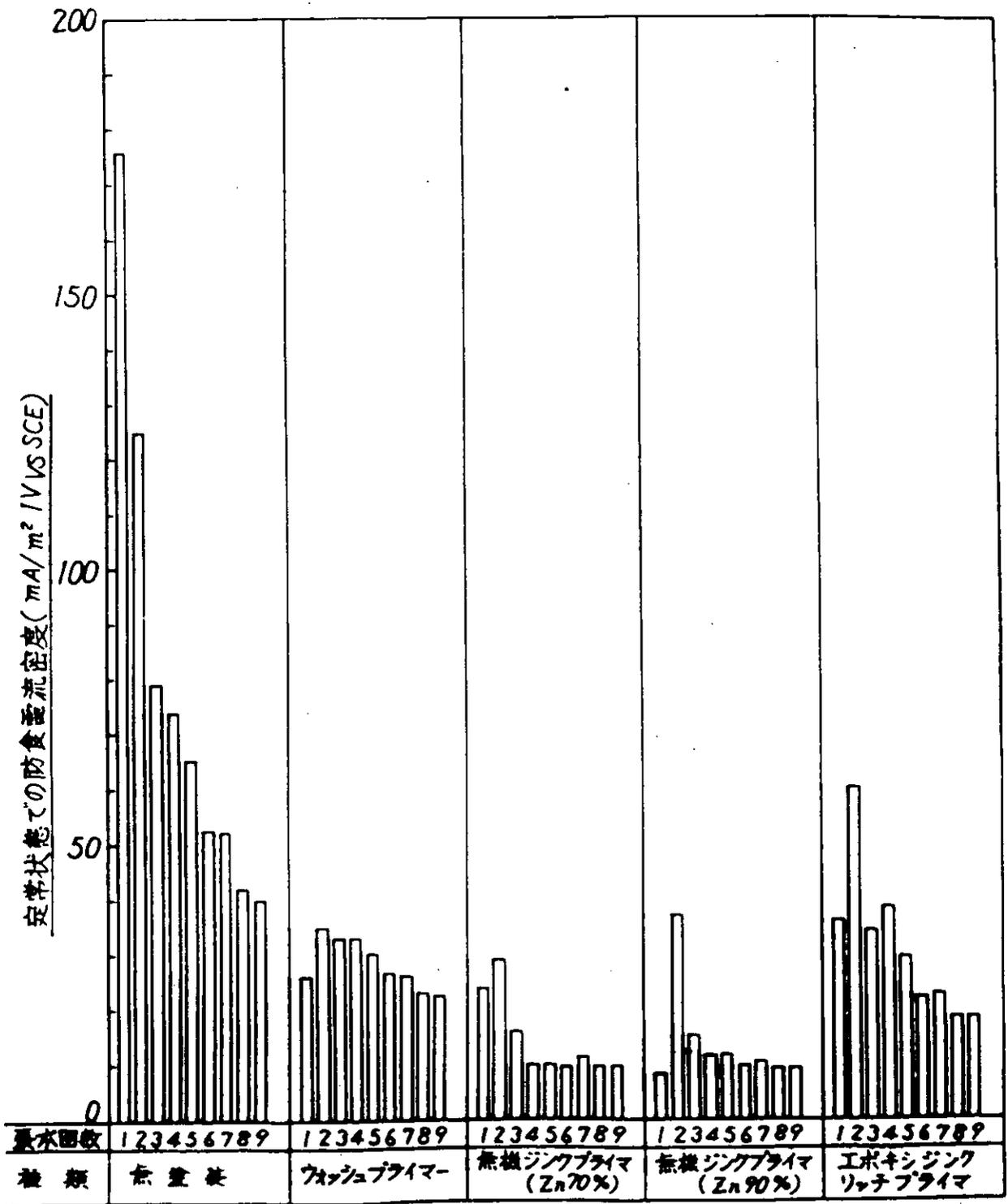


図 1.5.3.4 各張水時の防食電流密度
(応力付加なし, 設定電位-1.0V)

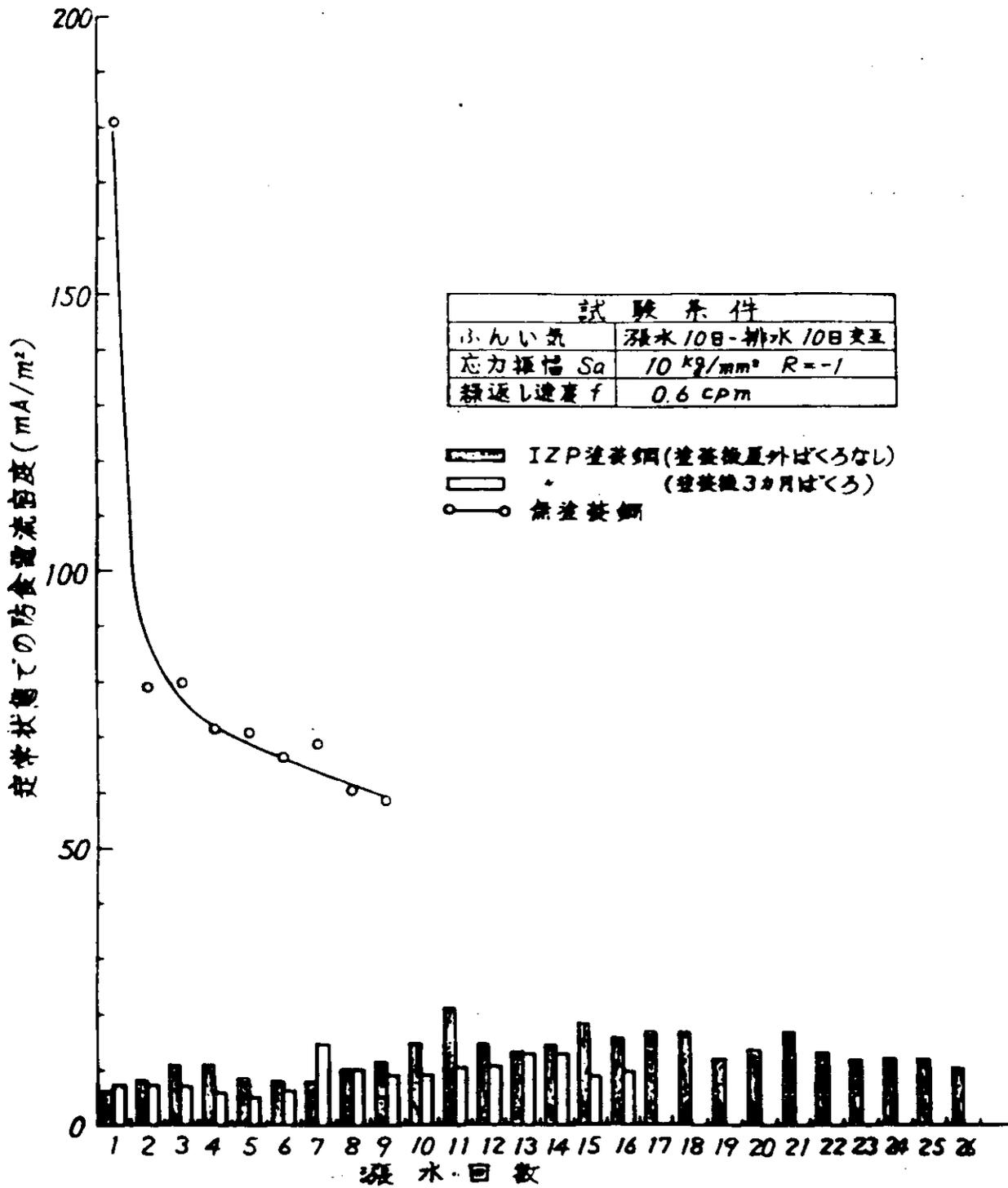


図 1.5.3.5 各張水時における -1.0V(SCE) 設定の定常状態での防食電流密度

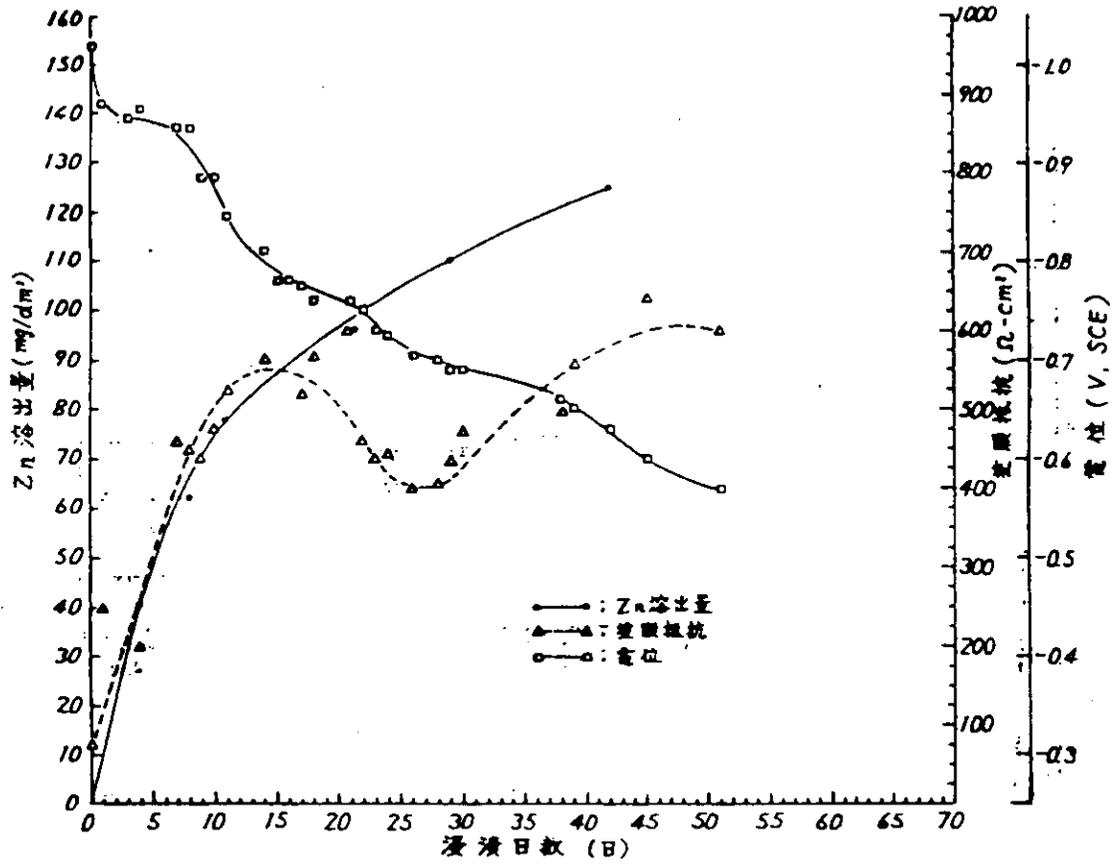


図 1.5.3.6 I Z P 塗膜の劣化特性

表 1.5.3.1 塗膜抵抗測定結果

| 目 録 | 塗膜抵抗 (Ω -cm) |
|------------|-------------------------|
| 560日後の試験片 | 444 |
| 336日後の試験片※ | 714 |
| 189日後の試験片 | 379 |
| 試験前の試験片 | 75 |

(注) ※印の試験片は3ヶ月屋外ばくろの試験片

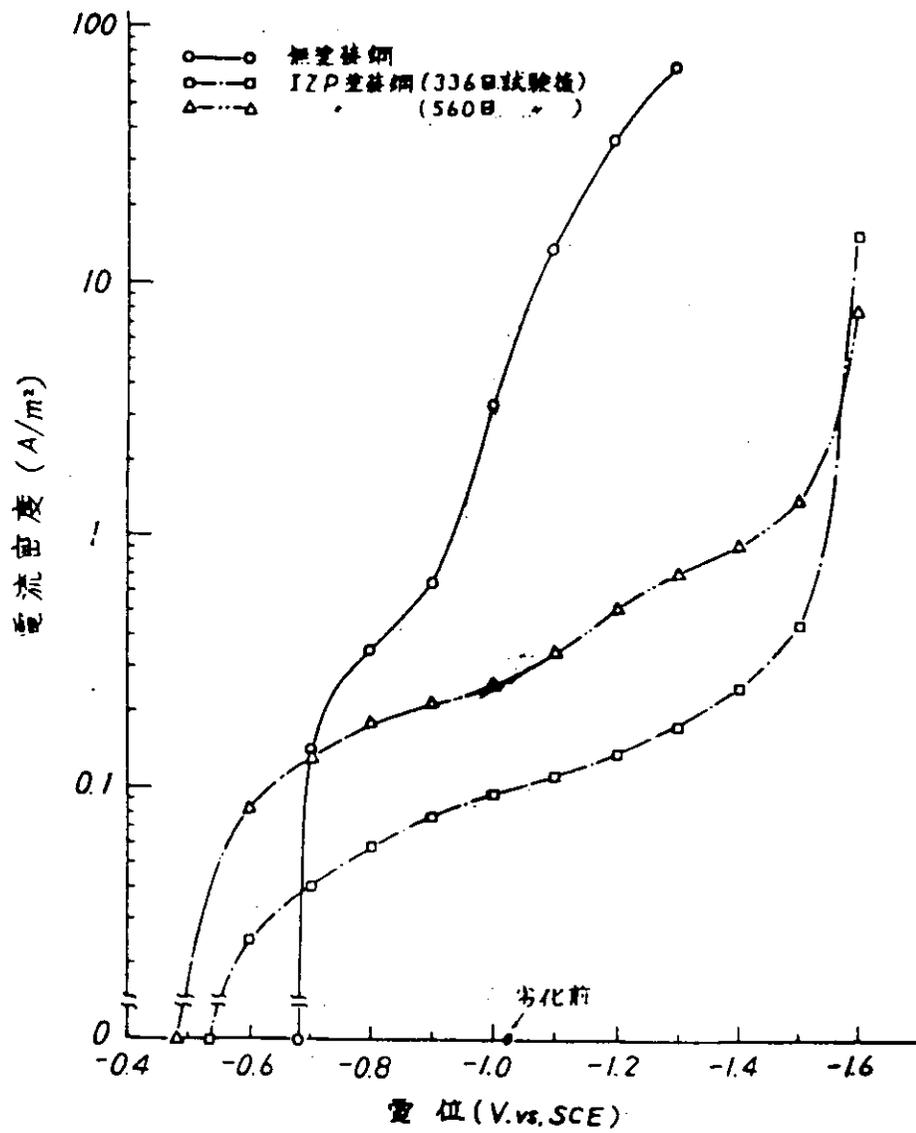
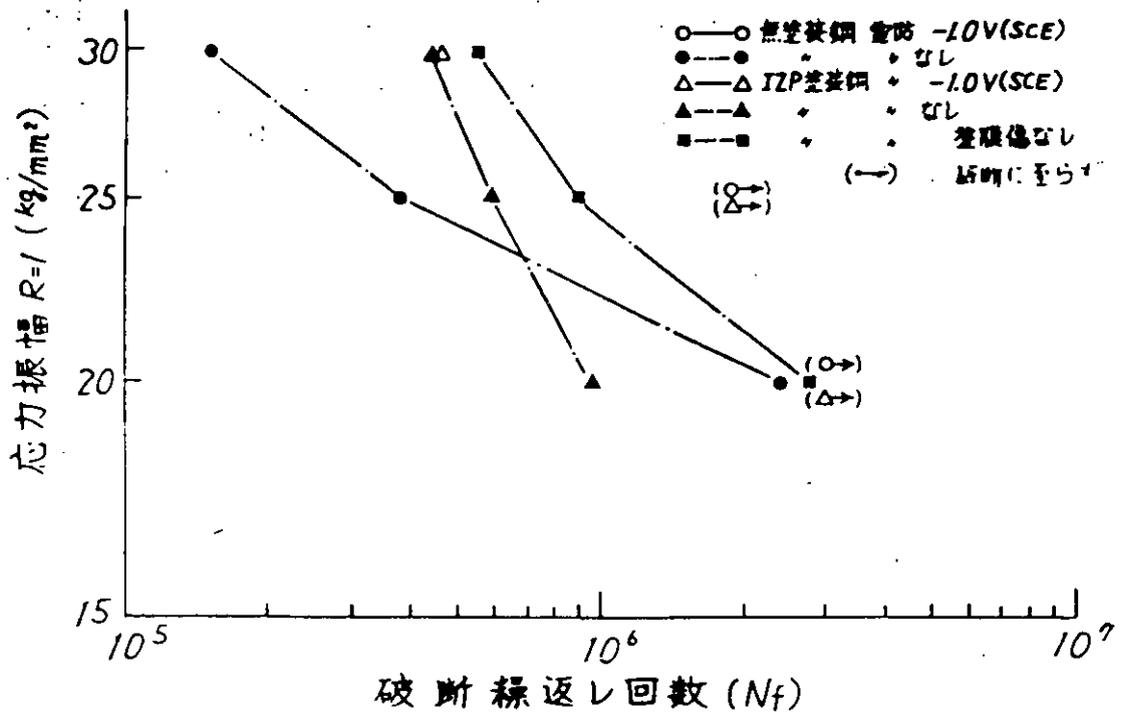
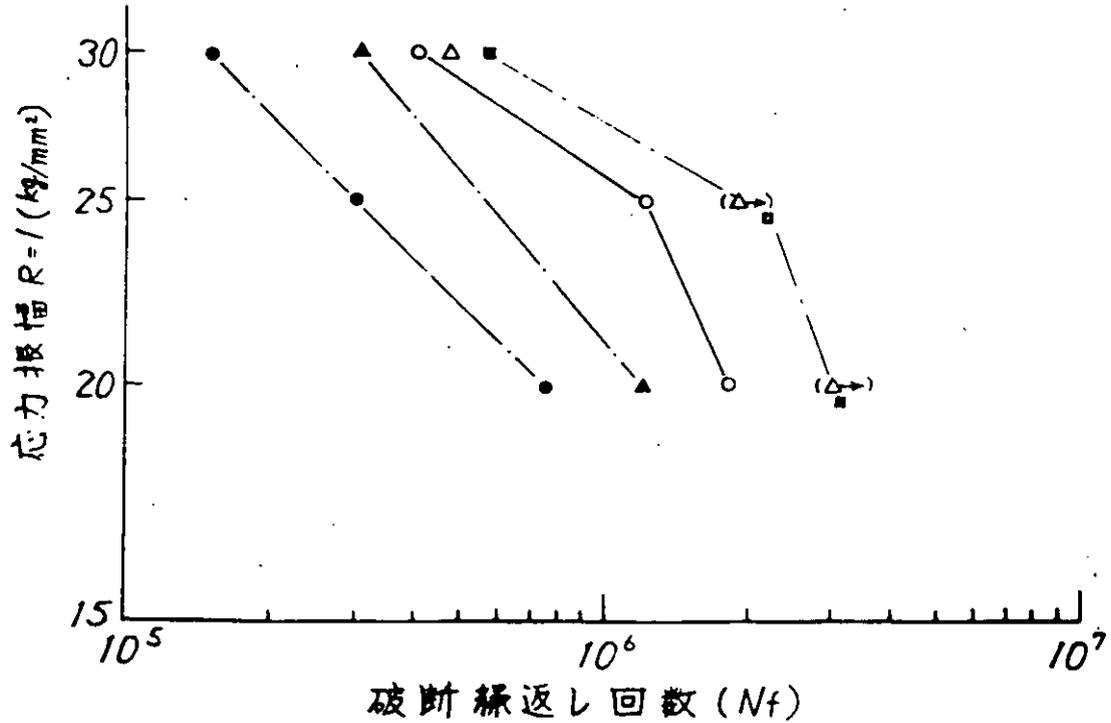


図 1.5.3.7 塗膜劣化後の陰極分極曲線



a) 連続浸漬試験



b) 張排水試験

図 1.5.3.8 S-N 曲線

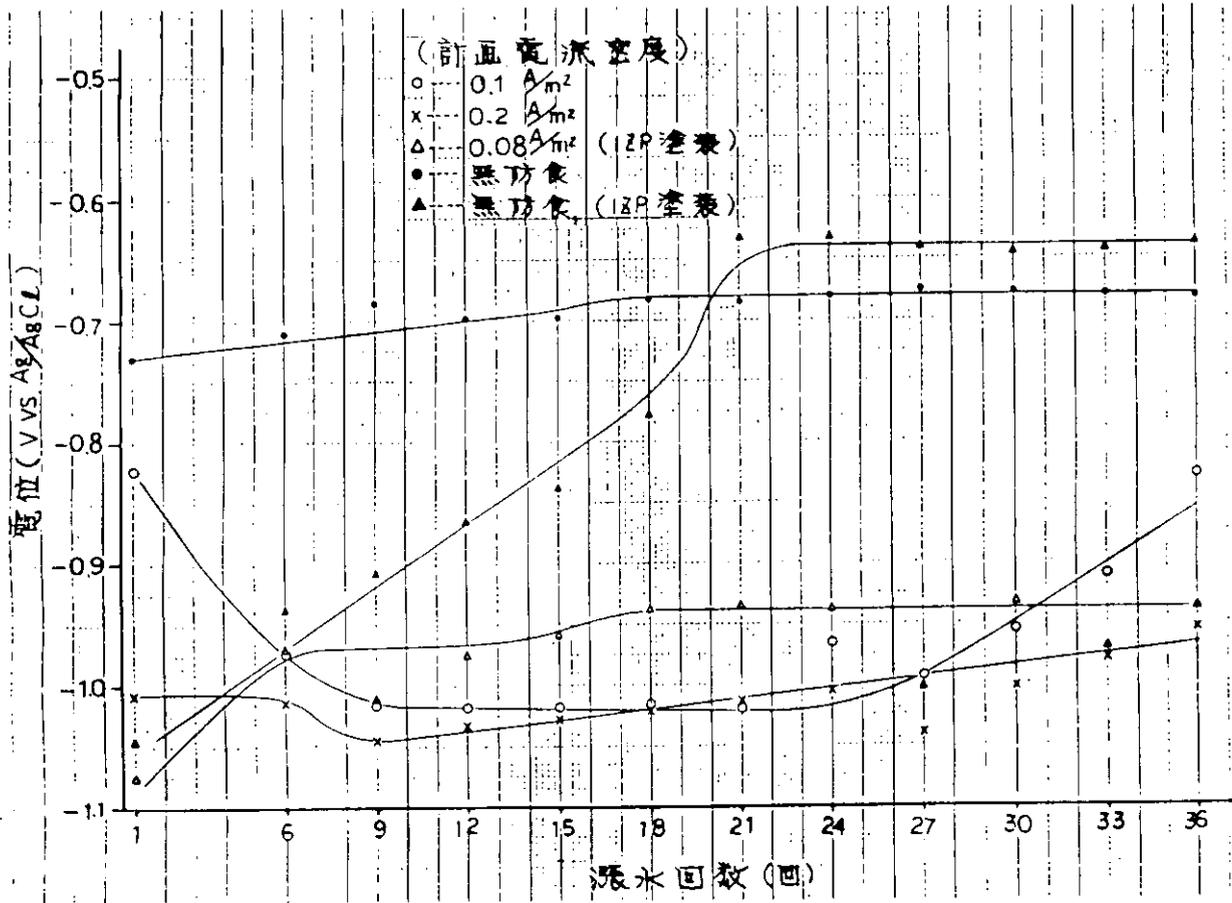


図 1.5.3.9 各浸水期 2.4 時間後の陰極電位

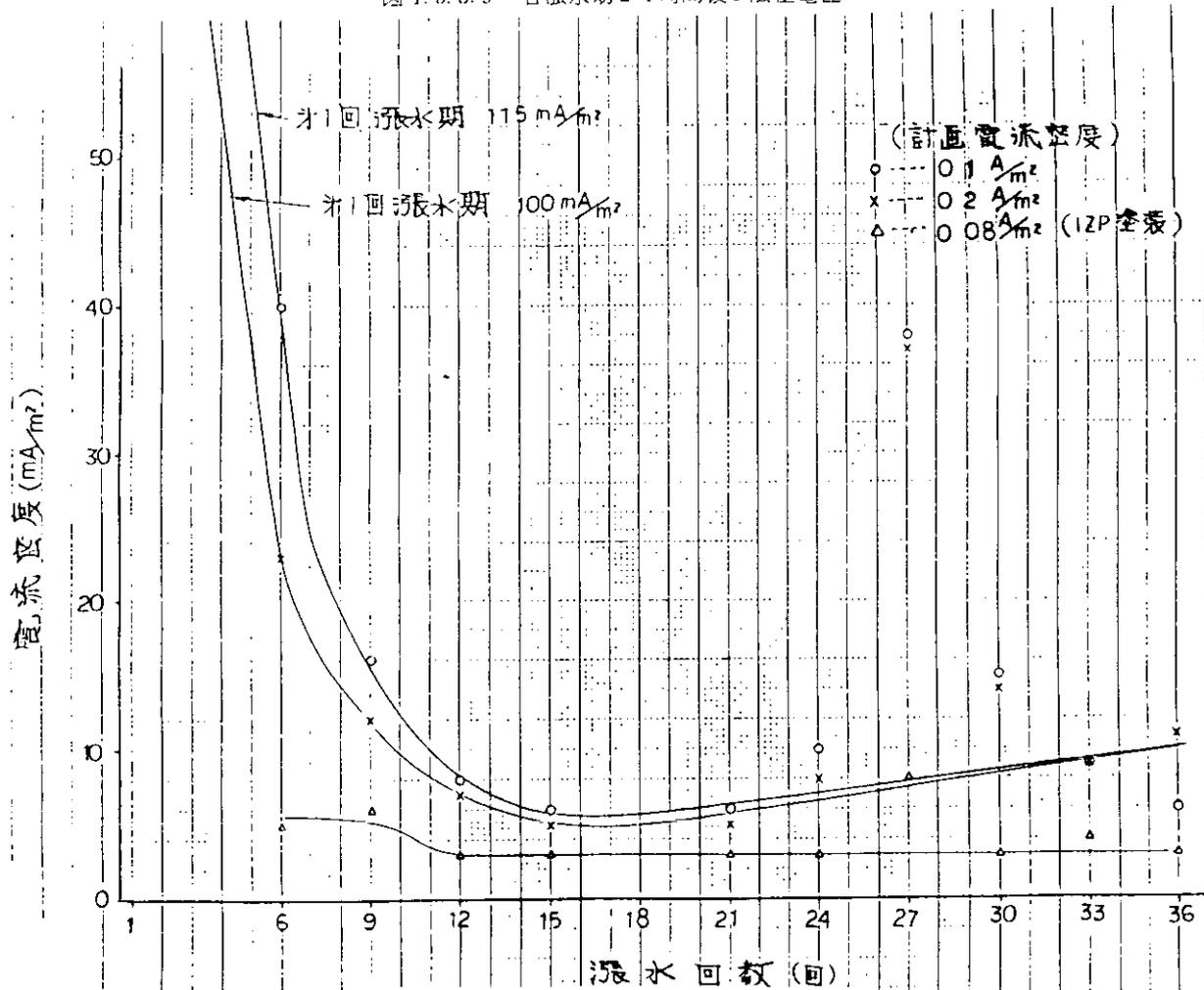


図 1.5.3.10 各浸水期 2.4 時間後の電流密度

1.5.4 スクラバー海水利用によるバラスト専用タンク防食基準

(1) 既研究の概要

本研究はSR140部会昭和50年度、51年度およびSR172部会で研究されたもので、その詳細は、それぞれ各年度の報告書を参照して頂くこととし、ここではその概要を述べる。

この新しい防食方法は、カーゴタンクの爆発防止方法として採用されているイナートガスシステムを利用したもので、防食法のフローシートを図1.5.4.1に示す。

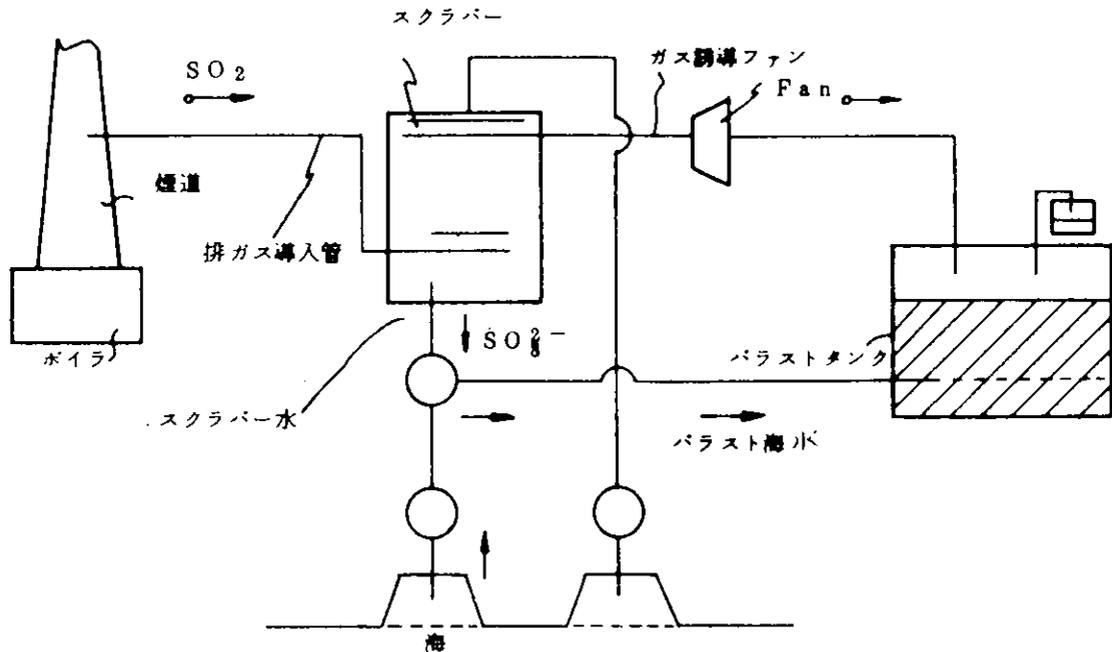


図1.5.4.1 防食方法のフローシート

この図に見られるように現在のイナートガスシステムにおいて注入する不活性ガスとしては、ボイラ燃焼ガスを利用し、ガス中の亜硫酸ガスのような腐食性ガスを予め海水洗浄によって除去した後、タンク内に封入するようになっている。

この防食方法は、スクラバー洗浄海水に含まれる亜硫酸イオンの中性塩水溶液中での脱酸素作用に着目し、バラスト海水とこのスクラバー洗浄水とを適量混合して、水中の腐食要因である溶存酸素を除去して、防食をはかることを特徴とする。

SR140部会の研究で基礎試験として、

- 1) 亜硫酸ガスを含む不活性ガスと海水を吸収させたときの亜硫酸イオンの生成効率と海水PHの変化。
- 2) このようにして出来たスクラバー海水の脱酸素効果の検討。
- 3) スクラバー水単独による防食効果
- 4) 電気防食との併用による防食効果
- 5) イナートガスとの併用による防食効果
- 6) イナートガスと電気防食との併用による防食効果
- 7) 上記(3)~(6)の条件において繰返し応力の存在するときの防食効果

の研究を行い実用試験として10m³の大型タンクによる実用試験を実施した。

更にSR172部会昭和52~54年度で残された問題点として、

- 8) 亜鉛陽極の取付位置
- 9) さびた鋼板に対する防食効果
- 10) ひずみの存在する場合の防食電流の集中現象を検討した。

これらの結果から本防食法は繰返しひずみの存在する場合さびた鋼板の場合にも有効な防食法であるとの見通しを得た。

これらの研究結果をもとに本防食法を実施する時の防食基準を作成した。

(2) 本防食基準作製のための検討

本方法の適用範囲又は適用に当たって考慮すべき次項は次のとおりである。

- (a) 本法は海水専用タンクのバラスト部分を対象としたものである。

天井部分に対しては従来の塗装方法を使用する。

- (b) 本法の防食に対する基本事項

- (i) バラスト期間

バラスト海水にスクラバー海水を添加し、空槽部分には燃焼排ガス(イナートガス)を封入する。

- (ii) 空槽期間

タンクの空槽期間中にはイナートガスを封入する。

以上の(i)、(ii)のシーケンスを船舶の運航期間中くり返す。

- (c) 本法を適用するに当たって考慮すべき事項

- (i) 腐食環境

- (1) 年間バラスト率 α (%)
- (2) 張水日数 f (day)
- (3) 壁面温度 T (°C)
- (4) くり返し応力(歪)

- (ii) 電気防食との併用

- (1) 電流密度
- (2) 陽極の種類
- (3) 配置
- (4) 耐用寿命

- (iii) スクラバー水注入要領、イナートガス封入要領

- (1) SO_2 濃度
- (2) バラスト海水のPH

- (iv) イナートガス中の SO_2 濃度

- (v) イナートガス中の O_2 濃度

- (vi) イナートガスの使用量

本法の適用範囲又は適用に当たって考慮すべき事項は上記のようであるが、次にこれらの具体的な数値を、これまで得られた研究成果をもとに検討する。

- (i) 腐食環境(年間バラスト率、張水日数、温度、くり返し応力)

図 1.5.4.2、図 1.5.4.3¹⁾は各種の腐食防食条件下における鋼材の腐食を示したもので図 1.5.4.2 は鋼材に歪の付加されない場合、図 1.5.4.3 は歪の付加された場合の結果を示す。図 1.5.4.4～図 1.5.4.6 は図 1.5.4.2 の結果から本防食方法の防食効果の変化を張水率、張水日数の影響としてまとめた。比較のため従来の電気防食方法の結果²⁾と併記してある。ここでは歪の付加された場合の防食率については図 1.5.4.3 の結果から防食効果は明白であるので特にまとめ

てない。

これらのデータからバラスト率、張水日数を考慮したスクラパー海水利用防食方法の適用範囲を次のとおりに定める。

| | |
|---------|---------|
| 張水日数 | : 5日以上 |
| 年間バラスト率 | : 40%以上 |
| 温 度 | : 40℃以下 |

なお、温度については、本防食法に関する実験が40℃一定で行われたこと、及び温度変化の腐食に及ぼす影響については、SR140部会第1年度の研究³⁾及び第2年度研究報告書補遺⁴⁾(2-2図3-1・2-3)で述べたように40℃を境に腐食の様相の異なる事等を勘案して一応このように決めた。参考のため、上記資料の中から防食率に及ぼす温度及び防食電流密度の影響を示したものを図1.5.4.7に示す。

(ii) 電気防食の計画

(イ) 電流密度の決定

実際のバラストタンクには、建造中に発生する初期錆があり、電気防食との併用が好ましい。一般にバラストタンクの電気防食は、流電陽極(亜鉛)によるのが普通であり、流電陽極を使用した本防食法の実船シミュレート試験がSR140部会第5年度研究で実施された。そのときの試験条件及び防食電流の経時変化を表1.5.4.1及び図1.5.4.8、図1.5.4.9に示す。

表1.5.4.1. 防食方法の実船シミュレート条件

| | |
|---------------------------|--|
| 張水日数(日) | 20 |
| 張水率(%) | 50 |
| 空槽部雰囲気 | 燃焼排ガス封入、O ₂ 5%, CO ₂ 12%, SO ₂ , 200ppm |
| 陰極防食 | 亜鉛陽極による電流防食 |
| 防食タンク | 10m ³ 3m×1.5m×2.5m(H), 中央より2室に分離 |
| 防食面積 | 各室 14m ² |
| 目標とした防食電流密度 (計画防食電流密度) | 試験槽の中央に隔壁を設け左室0.15A/m ² , 右室0.08A/m ² とした |

防食電流密度の経時変化は⁵⁾、浸漬直後は計画防食電流密度の大きさに応じて電流が流れるが、海水バラストの2周期目には電流密度は0.02A/m²まで低下した。一方、防食効果の目安を与える鋼材電位は、-1.0V前後を示し、充分な防食効果を示唆し、試験片の重量減による防食効果ともよく一致し良好であった。

計画防食電流密度と防食効果については更に詳細な検討がSR172部会53年度研究⁶⁾でなされ、イナートガスの封入要領、鋼材の表面状態で計画防食電流密度の値は異なることが明らかになった。検討の結果は次の通りである。

| | |
|--|-------------------------------|
| 錆の存在しない鋼材 | 計画防食電流密度 0.15A/m ² |
| 錆の存在する鋼材 (海水浸漬後空气中に 4日間放置して発錆 させた。) | 平均防食電流密度 0.1A/m ² |

錆装中の鋼材が発錆していることを考えると本防食方法はきわめて実用的である。

以上の検討結果から

| | |
|----------|-----------------------|
| 計画防食電流密度 | 0.1A/m ² |
| 平均防食電流密度 | 0.035A/m ² |

とした。

(iii) スクラバー海水注入要領

燃料中のS含量、燃焼条件、スクラバー装置の運転条件によって、スクラバー水の注入量を調節するがSR172部会昭和55年度研究及びSR140部会の研究結果よりSO₃⁻²濃度、海水PHを次のようにきめた。

(イ) SO₃⁻²濃度 30ppm目標

(ロ) スクラバー水注入後の海水のPH、PH6以上であること。

(iv) イナートガス封入要領⁷⁾

(イ) SO₂ 200ppm以下

(ロ) O₂ 8%以下*

(ハ) ガス量、タンク容量の100倍以内の量とする。

* O₂ 濃度については特に検討していないが、各種の実験条件がこの範囲内で実施されており、この値を採用した。

引用資料及び引用データ

| | | |
|------------|------------------|--------|
| SR-140研究部会 | 昭和47年度報告書(48年3月) | 資料№185 |
| " | 昭和48年度報告書(49年3月) | 資料№201 |
| " | 昭和49年度報告書(50年3月) | 資料№222 |
| " | 昭和50年度報告書(51年3月) | 資料№238 |
| " | 昭和51年度報告書(52年3月) | 資料№260 |
| SR-172研究部会 | 昭和52年度報告書(53年3月) | 資料№300 |
| | 昭和53年度報告書(54年3月) | 資料№318 |
| | 昭和54年度報告書(55年3月) | 資料№327 |

- 1) 昭和50年度報告書 (51年3月) 資料№238, P13. 22.
- 2) 昭和49年度報告書 (50年3月) 資料№222, P40. 41
- 3) 昭和47年度報告書 (48年3月) 資料№185, P4
- 4) 昭和48年度報告書 (49年3月) 資料№201, P84~102
- 5) 昭和51年度報告書 (52年3月) 資料№260, P41. 42
- 6) 昭和53年度報告書 (54年3月) 資料№318, P25~30
- 7) 昭和54年度報告書 (55年3月) 資料№327, P32 図1.34 (P38)

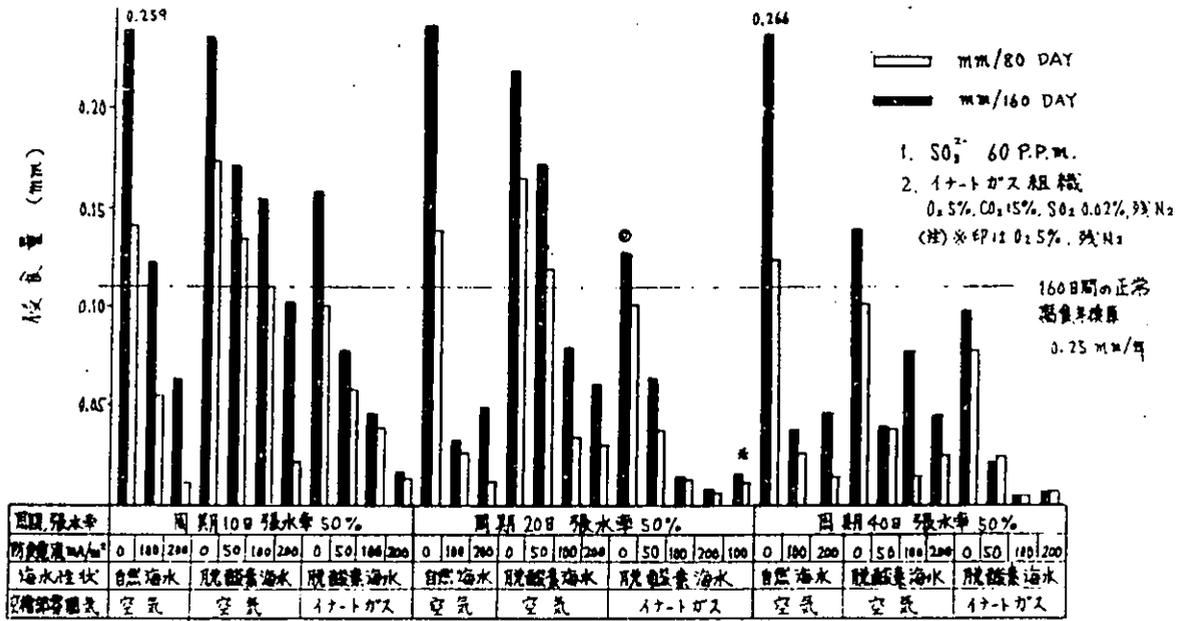


図 1.5.4.2 試験槽バラスト部の腐食減厚(腐食減より求めた平均減厚)
SR140 昭和51年3月報告No.238

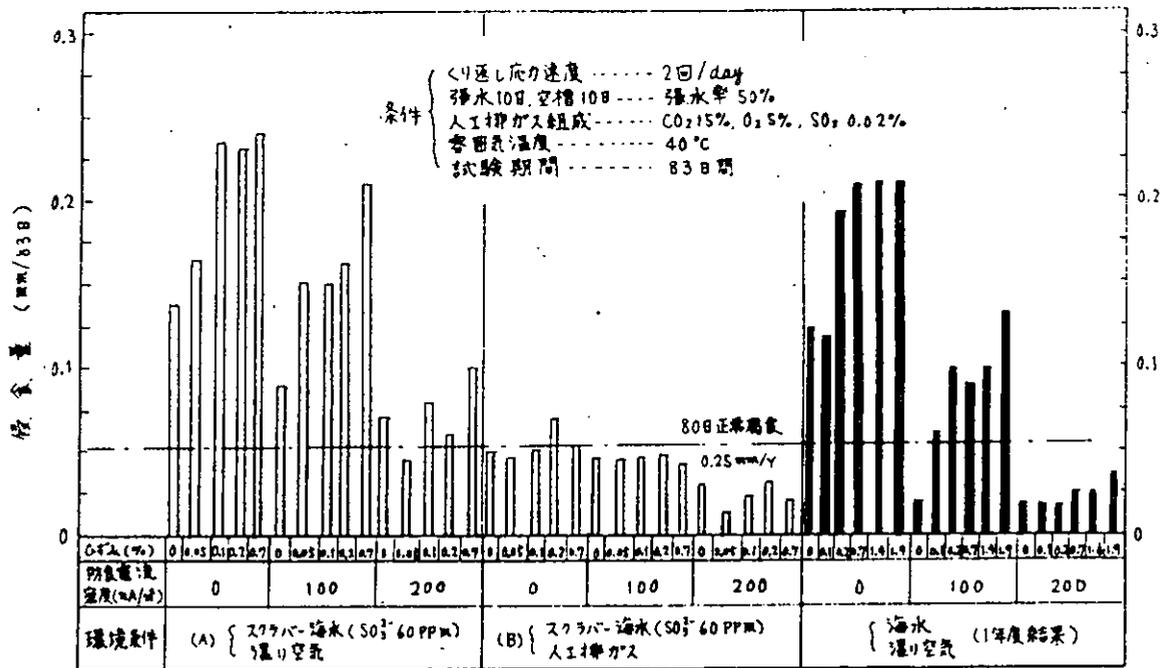


図 1.5.4.3 各種環境における鋼材腐食(応力平行部板厚減)
SR140 昭和51年3月報告No.238

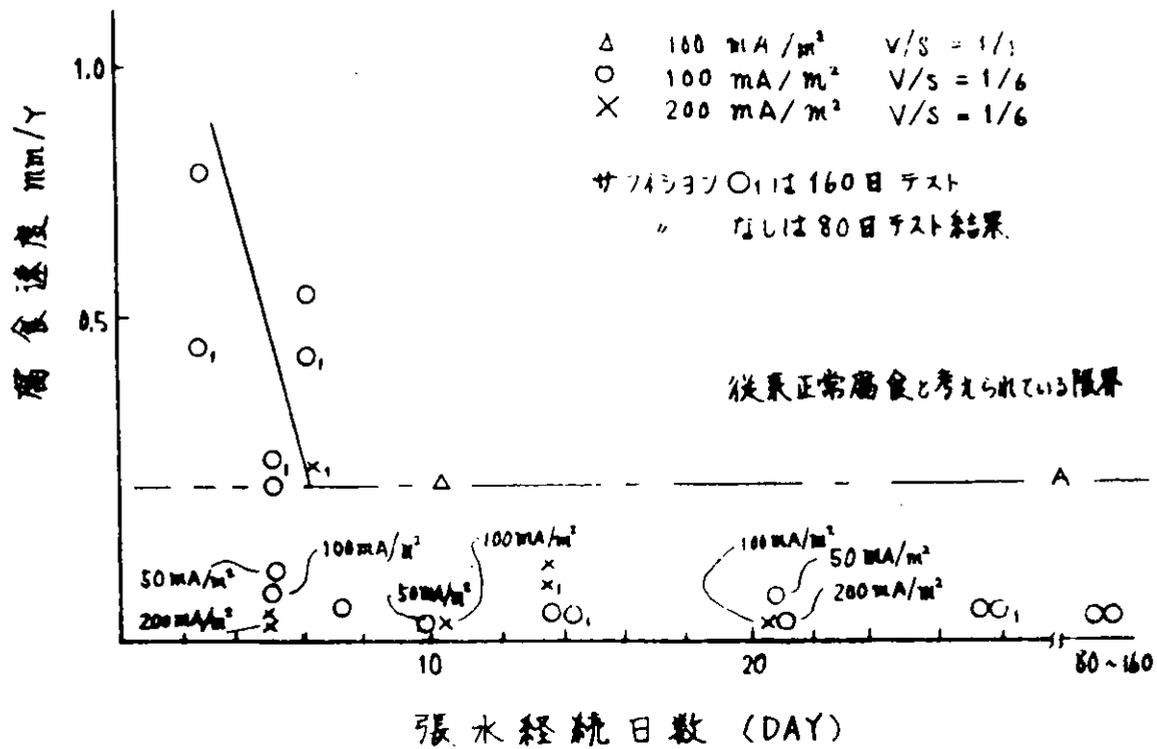


図 1.5.4.4 腐食速度におよぼす張水継続日数の影響
(No222, P41, 図3.2.1.1より)

図中～50 mA/m²、100 mA/m²、200 mA/m²としたのはスクラバー海水を注入した防食法の結果を示す。その他のものは電気防食単独の防食効果を示す。

スクラバ 海水防食法は電防単独の場合と比較して、50 mA/m² の低電流密度で良好な防食効果を示し、短い張水日数でも200 mA/m²(5日間張水)の電防単独に匹敵する効果を示す。

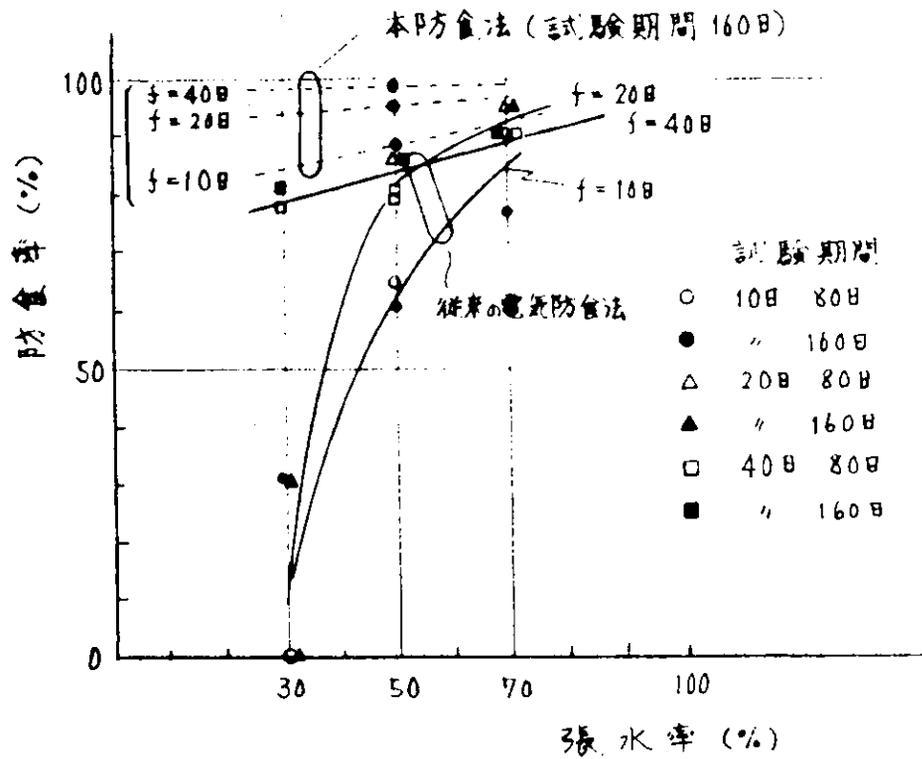


図 1.5.4.5 防食率におよぼす張水率の影響 (電流密度 $100\text{mA}/\text{m}^2$)

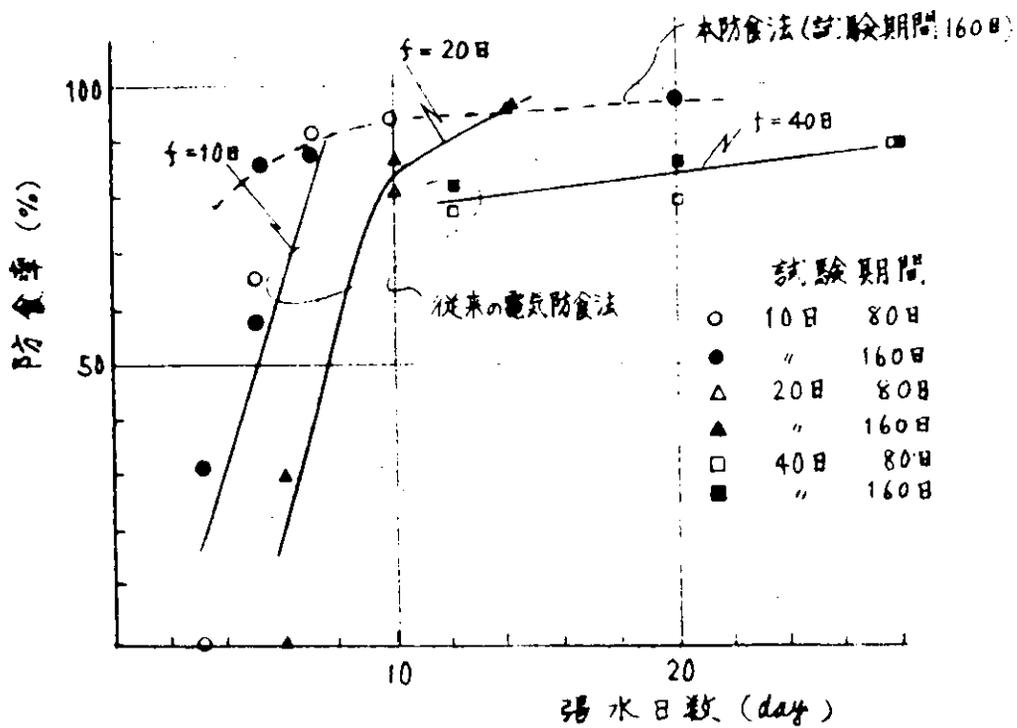


図 1.5.4.6 防食率におよぼす張水日数の影響 (電流密度 $100\text{mA}/\text{m}^2$)

SRI 40 昭和50年3月 No.222

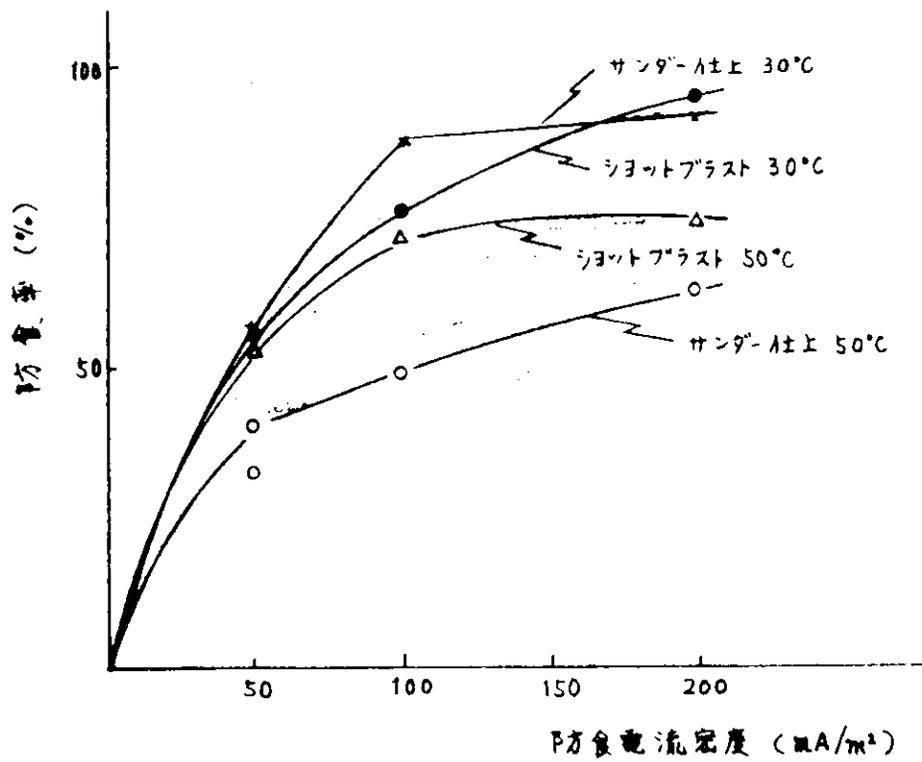


図 1.5.4.7 鋼材の防食率におよぼす防食電流の影響

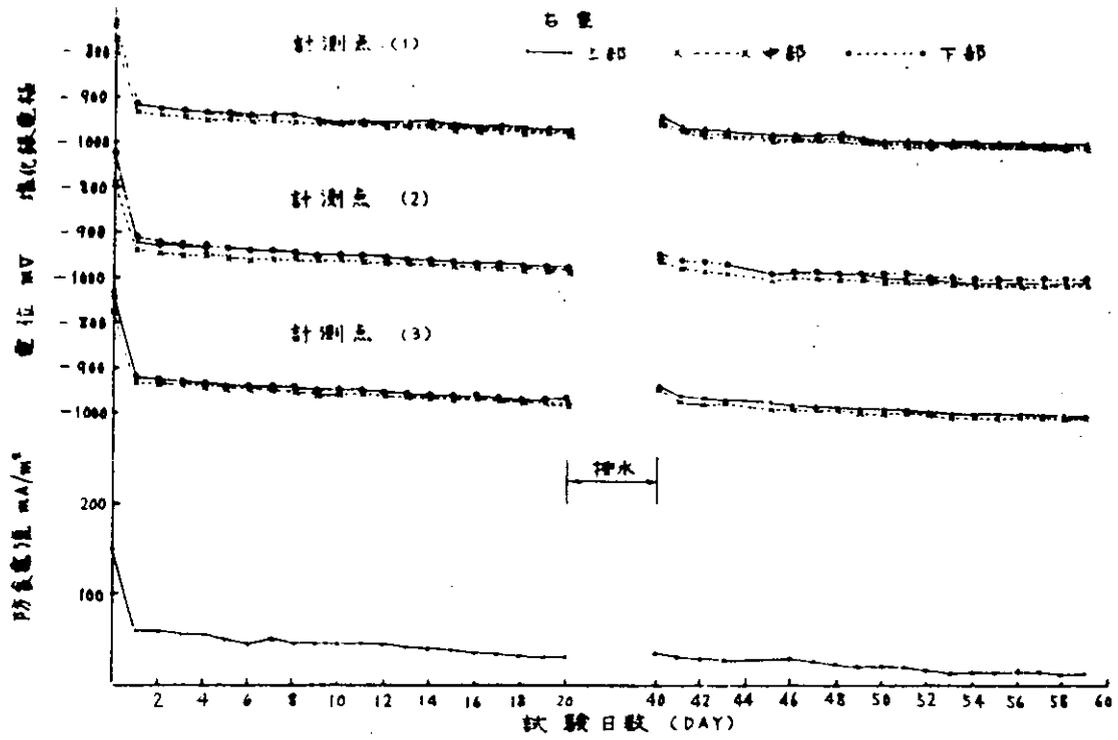


図 1.5.4.8 試験槽電位の経時変化 (計画電流密度 80 mA/m^2)

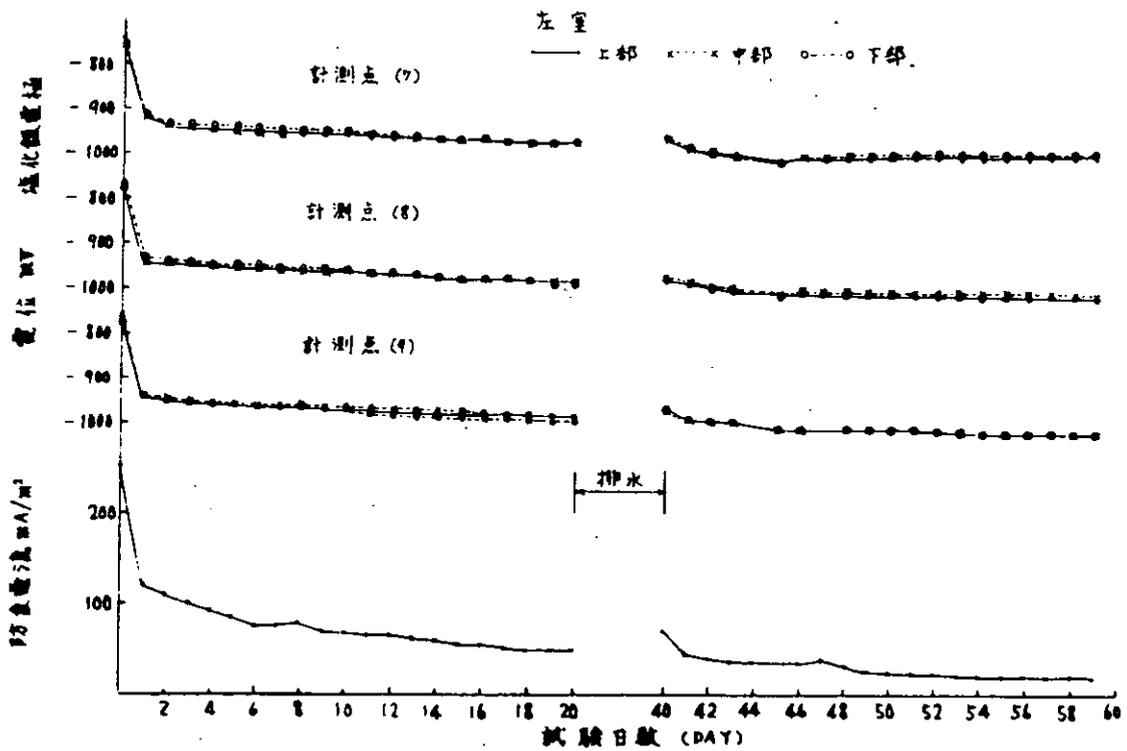


図 1.5.4.9 試験槽電位の経時変化 (計画電流密度 150 mA/m^2)

2. 長期防汚塗料の開発と促進試験法の研究

2.1 ロータリー試験及び浸漬試験による防汚塗料ならびに促進試験法の研究

2.1.1 研究目的

長期防汚塗料の性能を短期に判定できる促進試験法の開発を目的として、54年度より実施してきたロータリー試験法との関連を検討する為、下記にあげる各種浸漬試験を実施した。

2.1.2 供試塗料

試験に供した防汚塗料は、下記の3種である。

- (1) 塩化ゴム系A/F (亜酸化銅・有機錫併用型)
- (2) ビニル系A/F (" ")
- (3) 有機錫共重合樹脂系A/F

詳細配合は、表2.1.2に示す。

2.1.3 試験板の調整

試験に供した試験板は、150×150×3mmの磨き鋼板を使用し、各防汚塗料の塗装系は、次のとおりとした。

- (1) 塩化ゴム系A/F

A/C (40 μ m)×3回+A/F (45 μ m)×2回

- (2) ビニル系A/F

A/C (25 μ m)×4回+A/F (45 μ m)×2回

- (3) 有機錫共重合樹脂系A/F

A/C (125 μ m)×2回+バインダーコート (40 μ m)×1回+A/F (100 μ m)×2回

2.1.4 ロータリー試験

53年度に設置したロータリー装置に試験板を取付け、下記の要領にて試験を行った。

- (1) ローター回転速度 (周速) 10m/Sec. (約20ノット)

- (2) 試験期間 1, 2, 3, 5, 7か月

- (3) 試験項目

防汚剤溶出速度 (人工海水中、原子吸光法)

防汚剤消耗量 (蛍光X線分析法……XRF法)

残存防汚剤分布 (X線マイクロアナライザー法……XMA法)

表面粗度 (卓上型触針法[※]BSRA法)

防汚性 (上記試験期間終了後海中浸漬)

註※：“SURFCON 10A”東京精密社製

2.1.5 海中浸漬試験

- (1) 浸漬場所

広島県宮島沿岸の試験筏

水面より1mの水深

- (2) 試験期間 1, 2, 3, 5, 7か月

- (3) 試験項目 2.1.4(3)項に準ずる。

2.1.6 促進溶出試験

下記組成の促進液中に試験板を浸漬し、液中に溶出したCuおよびSnの量を原子吸光分析法によって定量した。

(1) 促進液組成

グリシン 1.785g
0.1N-NaOH水溶液 27.8ml
純水を加えて1000mlとし、PH 9.5に調整

(2) 液 比 15L/試験板1枚

(3) 試験期間 1, 3, 6, 12, 25, 48, 96, 168時間

(4) 試験項目 2.1.4(3)項に準ずる。

2.2 実船試験

実船のビルジキール上面に各種防汚塗料の試験板を取り付け、経時後の塗膜状態を調査することにより、上記2.1.4～2.1.6項との相関関係性を検討した。

2.2.1 供試塗料

2.1.2に準ずる。

2.2.2 試験船

船名(所属) : あめりか丸(大阪商船三井船舶株式会社)

船種, トン数 : コンテナ船, 15,196D. W. T.

航 路 : 日本(韓国) ↔ 北アメリカ西岸

航海速度 : 20ノット

2.2.3 試験期間 3, 5, 7か月

2.2.4 試験項目 2.1.4(3)項に準ずる。

2.2.5 試験結果

(1) 防汚剤消費量

塗膜断面のXMA線分析結果を図2.1.4～図2.1.6に示し、その図のスケルトン層(AF')および、塗膜消費量(有機錫共重合樹脂系の場合)から、銅および錫の溶出量を求め、図2.1.2, 図2.1.3に示した。又、XRF法による錫の溶出量変化を図2.1.7に示した。XRF法による銅の定量結果は、図2.1.8に示すように、膜厚が約50μ以上になるとX線強度が一定となり、計測できなかった。

促進溶出液中での銅および錫の溶出量変化は、図2.1.9, 図2.1.10に示す。

以上の結果より、海中侵漬試験に対する、ロータリー試験、実船ビルジキール試験、促進溶出試験等の促進効率を比較すると次表のようになる。

表 2.1.1 各種試験の促進効率比較表

| AFの種類 | 試験法 | 促進倍率 | | |
|-----------|----------|-------|------|------|
| | | XMA法 | | XRF法 |
| | | Cu | Sn | Sn |
| 塩化ゴム系 | 実船ビルジキール | 2.1 | 4.9 | 1.3 |
| | ロータリー | 1.4 | 2.3 | 1.5 |
| | 促進溶出液 | 173.8 | 13.5 | 1.1 |
| ビニル系 | 実船ビルジキール | 2.1 | 1.9 | 1.1 |
| | ロータリー | 2.2 | 1.3 | 2.0 |
| | 促進溶出液 | 81.3 | 0.6 | 0.2 |
| 有機錫共重合樹脂系 | 実船ビルジキール | 1.7 | 2.1 | 3.3 |
| | ロータリー | 3.3 | 3.5 | 3.4 |
| | 促進溶出液 | 15.8 | 0.8 | 1.8 |

銅については、ロータリー試験は実船試験と比べて昨年度は同程度の消耗量であったが、本年度は塩化ゴム系が約1/1.5、有機錫共重合樹脂系が約2倍程度の消耗量となっている。いずれにしても、海中浸漬試験の2～3倍の促進効率が期待できる。促進溶液中では、樹脂系によって大きく異なり、16～170倍近い促進率となっている。

錫についても、昨年度は、ロータリー試験と実船試験で同程度の消耗量であったが、本年度は若干差がでている。しかし、両試験共、海中浸漬試験に対しては、1～5倍程度の消耗率となっている。促進溶出液中では、塩化ゴム系で一部13.5倍となっているが、全体的に、促進効果は、あまり見い出せなかった。更に促進液組成について検討の必要がある。また、XMA法とXRF法で倍率に若干バラツキがあるが、供試塗膜のごく一部を切断して計測するため、この程度の差は、やむをえないものとする。

(2) 防汚剤溶出速度

図2.1.11、図2.1.12に、各浸漬環境で供試の試験板を、人工海水中で計測した銅および錫の溶出速度変化を示した。

銅については、7か月経過しても、依然、有効防汚限界値の $10\mu g/cm^2/day$ 以上の溶出速度を示している。

錫については、塩化ゴム系およびビニル系で、5か月経過頃から有効防汚限界値の $1\mu g/cm^2/day$ 付近まで低下しているが、有機錫共重合樹脂系では、7か月経過しても、なお $2\mu g/cm^2/day$ 以上の溶出速度を示している。また、図2.1.13～図2.1.16に促進溶出液中および、促進液浸漬後の人工海水中での銅および錫の溶出速度を示す。

(3) 防汚期間の推定

上記(1)、(2)の結果より、防汚期間の推定法として、次の2通りが考えられる。

| 方 法 | 計 算 法 | 計 算 例 |
|---------------------------|---|---|
| 第1 法 促進液による方法 | ① 促進液の促進倍率を求める。 ② 促進液中での防汚限界に到る時間を求める。 ③ その時間に促進倍率を乗じる。 | [ビニル系AFの場合] 図2.1.13、図2.1.14よりCuの促進倍率 → 41倍 図2.1.13より、132時間 $132 \times 41 = 5,412$ (時間) 7.5 カ月 |
| 第2 法 促進法にXMAを併用する方法 | ① 促進液又は、ロータリー試験による供試塗膜の防汚剤消耗厚さをXMAにて測定して、防汚剤の消耗しつくすまでの時間を求める。 ② その時間に、促進液又はロータリー試験の促進倍率を乗じる。 | [有機錫共重合樹脂の場合] ロータリー試験の場合、 20μ /月の膜厚減少となるので、AF膜厚 200μ とすると、防汚期間は、 $200 \div 20 = 10$ (カ月) 表2.1.1より、ロータリー試験は、実船試験の1.8倍 よって、 $10 \times 1.8 = 18$ (カ月) |

註 第1法において、Snについては、今回の試験では促進されておらず、初期より、Snの防汚限界値（ $1\mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{day}$ ）以下となっているため、計算できなかった。

(4) 塗膜の表面粗度

各経時後の試験板の表面粗度を図2.1.17と図2.1.18に示す。図2.1.17は、従来金属機械加工面等に使用されている卓上型の粗度計によって計測したもので、図2.1.18は、BRITISH SHIP RESEARCH ASSOCIATION製の粗度計にて計測したものである。

両結果を比較すると、BSRAの方が全体的に $10\sim 20\mu$ 大きな値となっている。しかし、BSRA社の方は誤差が $\pm 15\mu$ と大きく、この程度は許容範囲内と考える。各塗膜の表面粗度を比較すると、各塗膜共、卓上、型粗度計で $10\sim 20\mu$ 、BSRAで $20\sim 40\mu$ の範囲で、ほぼ一定の値を示している。このことは、各種の塗膜による差および、経年劣化による差がほとんど現われていないといえる。試験期間が、7カ月と短期間であったためと判断する。

(5) 防汚性

54年度に実施した各種試験板を海中浸漬し、7カ月後の防汚性を図2.1.19、図2.1.20に示す。防汚力を評価すると、

- ① 供試期間の長かった板ほど低下している。
- ② 試験法の差では、海中浸漬 $>$ ロータリー \geq 実船試験の順となっている。

この傾向は、2.2.5(1)からも、ある程度類推される。

塩化ゴム系AFよりビニル系AFの方が防汚性能が良いことについては、本試験に供している塩化ゴム系AFが溶出しにくい組成であるためと推測する。

(6) その他

表2.1.3に「あめりか丸」の航海状況、図2.1.21、図2.1.22にロータリー装置付近、海中浸漬場付近の海水性状を示す。

2.2.6 まとめ

以上の研究結果をまとめると、次の通りである。

- (1) 塩化ゴム系、ビニル系、有機錫共重合樹脂系等の防汚塗料に対して、ロータリー試験法は、実船と類似の塗膜消耗効果があり、海中浸漬法に比し、 $1.5\sim 3$ 倍程度の促進効果がある。
- (2) 促進溶出浸漬試験法では、塗料のタイプおよび、有機錫防汚剤の種類によって促進効果が異なるので、さらに液組成および試験条件（例えば、液を動揺させる）などについて、検討の余地がある。
- (3) 塗膜非破壊試験法として、XMA法、XRF法は有効であるが、サンプリング法、試験条件などについて、さらに専門的に詰める必要がある。
- (4) 以上のような各試験法による結果をもとにして、防汚塗料の有効防汚寿命を推算できる見通しが得られた。

以上

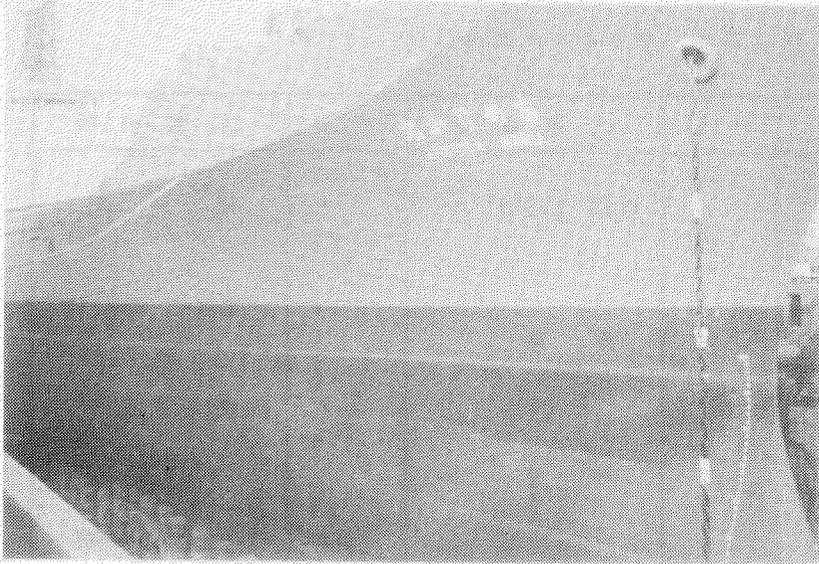
表 2. 1. 2 供 試 塗 料

| 成分 | タイプ | 塩化ゴム系 A/F | ビニル系 A/F | 有機錫共重合樹脂系 A/F |
|-------------|-----------------------|-----------|----------|---------------|
| 塩化ゴム | | 8.4 | — | — |
| 塩化ビニル | | — | 5.5 | — |
| OMP ワニス | | — | — | 4.4 |
| ロジン (WW) | | 8.4 | 5.5 | — |
| T. C. P. | | — | 2 | — |
| 塩化パラフィン | | 2 | — | — |
| 亜酸化銅 | | 3.0 | 3.0 | 3.6 |
| T. P. T. H. | | 1.0 | 1.0 | — |
| 酸化マグネシウム | | 2.2 | — | — |
| チャイナクレー | | 5.4 | — | — |
| 硫酸バリウム | | — | 4 | — |
| タルク | | — | 1.1 | — |
| 并柄 | | 4.2 | 1.0 | 6.5 |
| 揺変剤 | | 0.6 | — | 1.2 |
| ソルベントナフサ | | 28.8 | — | — |
| M. I. B. K. | | — | 1.1 | — |
| キシロール | | 10.0 | 1.1 | 12.3 |
| 計 | | | 10.0 | 10.0 |
| 備考 | | | | |
| 乾燥塗膜中の | Cu ₂ O (%) | 40.7 | 37.1 | 53.1 |
| | TPTH (%) | 13.6 | 12.8 | 7.7※ |

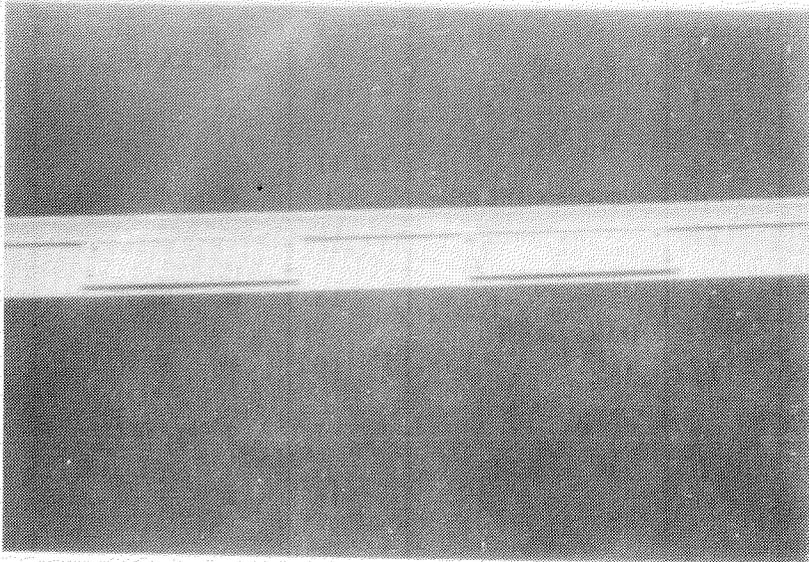
注 ※ 乾燥塗膜中の Sn 含有量

表 2. 1. 3 あめりか丸航海状況

| 月 日 | 入 航 場 所 | 月 日 | 入 航 場 所 | 月 日 | 入 航 場 所 |
|-------|-------------|--------|-------------|--------|--------------|
| 55年 | | 8. 27 | | 11. 12 | |
| 6. 11 | 神 戸 | ∟ | OAK LAND | ∟ | 神 戸 |
| | | 28 | | 13 | |
| 12 | 名 古 屋 | 9. 8 | | 14 | 名 古 屋, 清 水 |
| 13 | 清 水 | ∟ | 東 京 | 15 | |
| 14 | 東 京 | 9 | | ∟ | 東 京 |
| | | 10 | | 16 | |
| 24 | | ∟ | 神 戸 | 25 | |
| ∟ | LOS ANGELES | 11 | | ∟ | LOS ANGELES |
| 27 | | 12 | 名 古 屋, 清 水 | 28 | |
| 28 | OAK LAND | 13 | | 29 | |
| 7. 9 | 東 京 | ∟ | 東 京 | ∟ | OAK LAND |
| | | 14 | | 30 | |
| 11 | 釜 山 | 24 | | 12. 11 | |
| 12 | | ∟ | LOS ANGELES | ∟ | 東 京 |
| ∟ | 神 戸 | 25 | | 12 | |
| 14 | | 26 | | 14 | 釜 山 |
| 15 | 名 古 屋, 清 水 | ∟ | OAK LAND | 16 | 神 戸 |
| 16 | 東 京 | 27 | | 17 | 名 古 屋, 清 水 |
| | | 10. 9 | | 18 | 東 京 |
| 26 | | ∟ | 東 京 | 28 | |
| ∟ | LOS ANGELES | 10 | | ∟ | LOS ANGELES |
| 28 | | 11 | | 29 | |
| 29 | OAK LAND | ∟ | 神 戸 | 30 | |
| 8. 9 | 東 京 | 13 | | ∟ | OAK LAND |
| | | 15 | 名 古 屋, 清 水 | 31 | |
| 10 | | 16 | | 56年 | |
| ∟ | 神 戸 | ∟ | 東 京 | 1. 13 | |
| 12 | | 17 | | ∟ | 東 京 |
| 13 | 名 古 屋 | 27 | | 14 | |
| 14 | | ∟ | LOS ANGELES | 15 | |
| ∟ | 東 京 | 28 | | ∟ | 神 戸 |
| 15 | | 29 | | 16 | |
| 25 | | ∟ | OAK LAND | | |
| ∟ | LOS ANGELES | 30 | | 航海日数 | 220日 |
| 26 | | 11. 11 | 東 京 | 運 航 | 176日 |
| | | | | 停 泊 | 44日 |
| | | | | 航 路 | 日本～北アメリカ(西岸) |

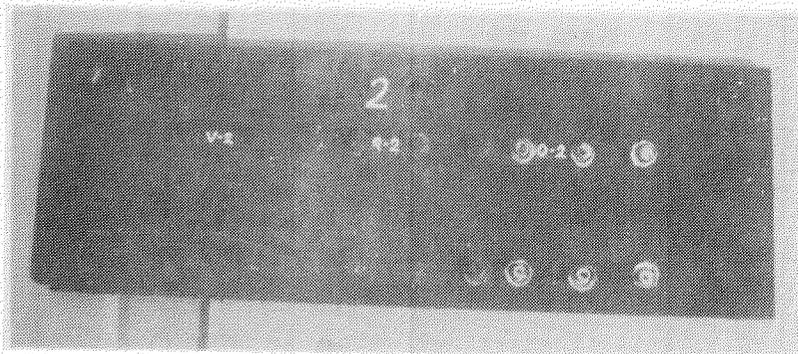


全 景



試験板取付状態

← ビルジキール



試験板の形状

図 2・1・1 実船対象船と試験板

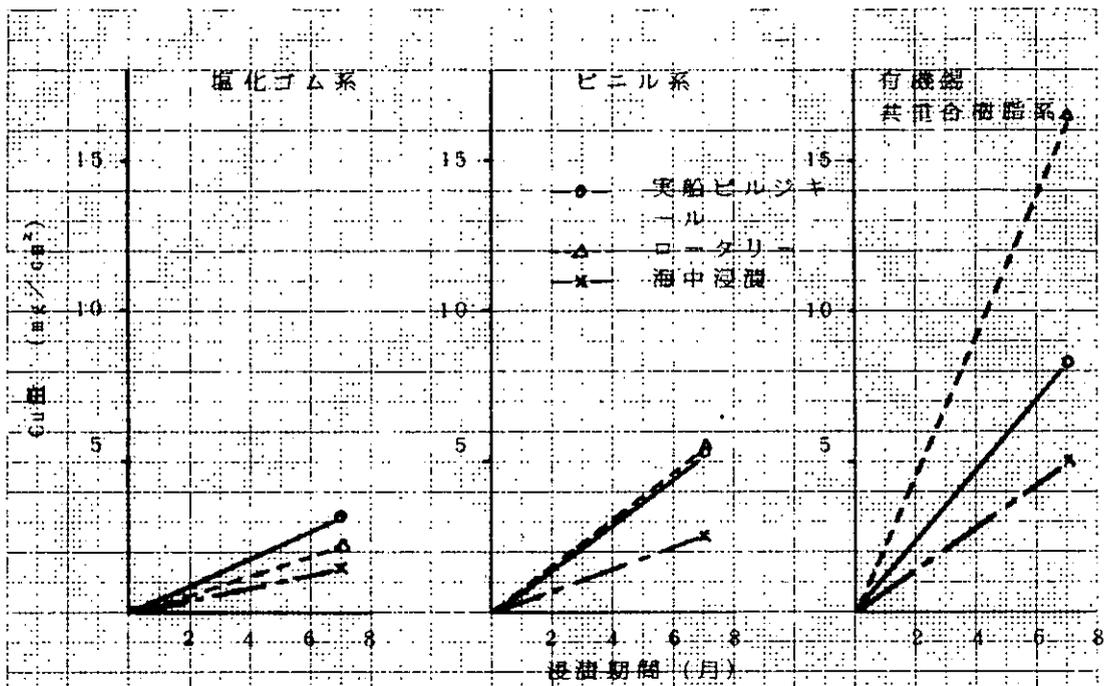


図2-1-2 塗膜中よりCuの溶出量変化 (XMA法)

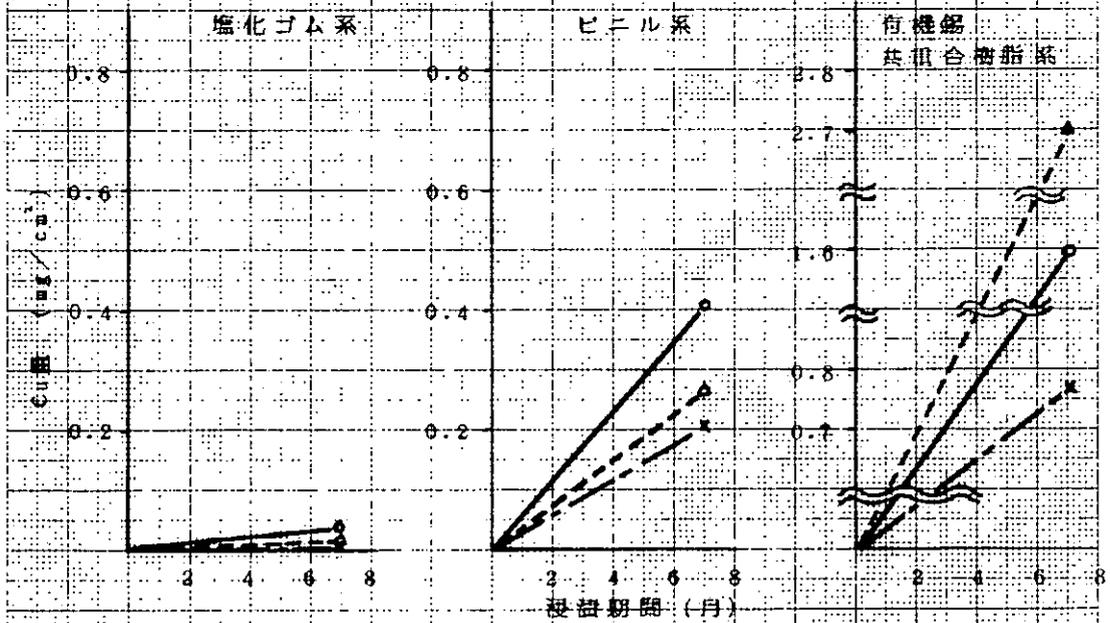
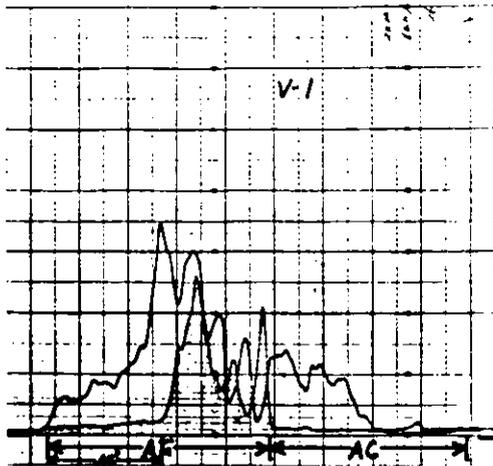
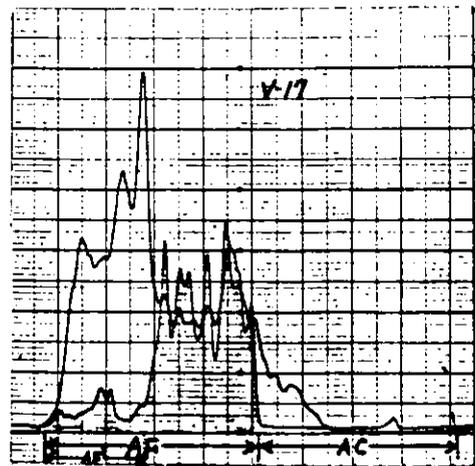


図2-1-3 塗膜中よりSnの溶出量変化 (XMA法)

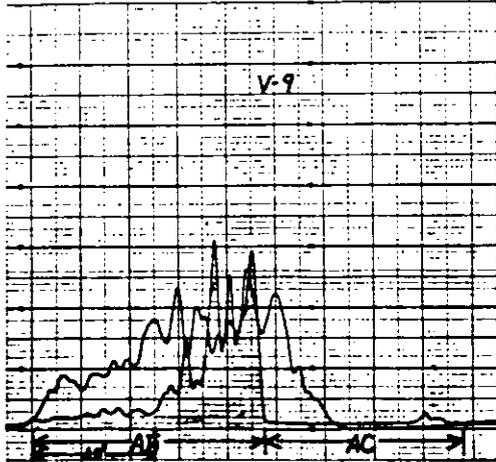
実船ビルジキール板 (7ヶ月)



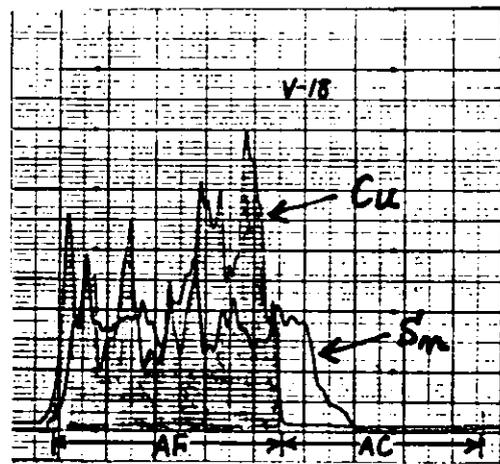
促進浴出液浸漬板 (168時間)



ロータリー取り付け板 (7ヶ月)



試験前の板



表面 ← AF → AC →

海中浸漬板 (7ヶ月)

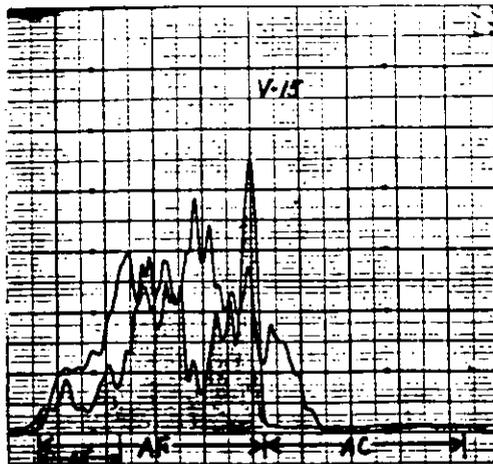
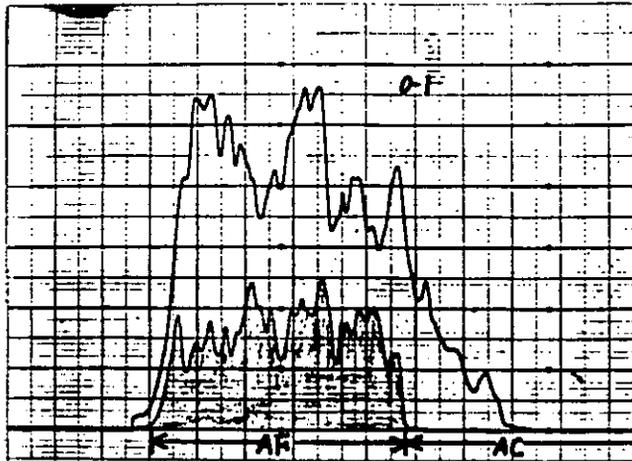


図2・1・4 ビニル系AF塗膜断面のXMA線分析結果 (1)

実船ビルジキール板 (7ヶ月)



試験前の板

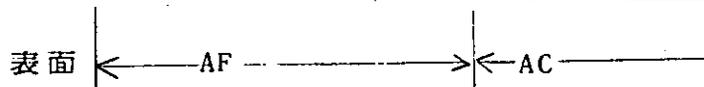
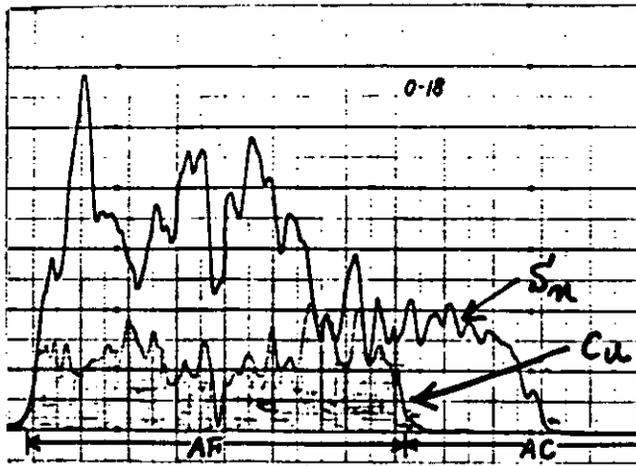


図2・1・5 有機錫共重合樹脂系AF塗膜断面のXMA線分析結果 (2)

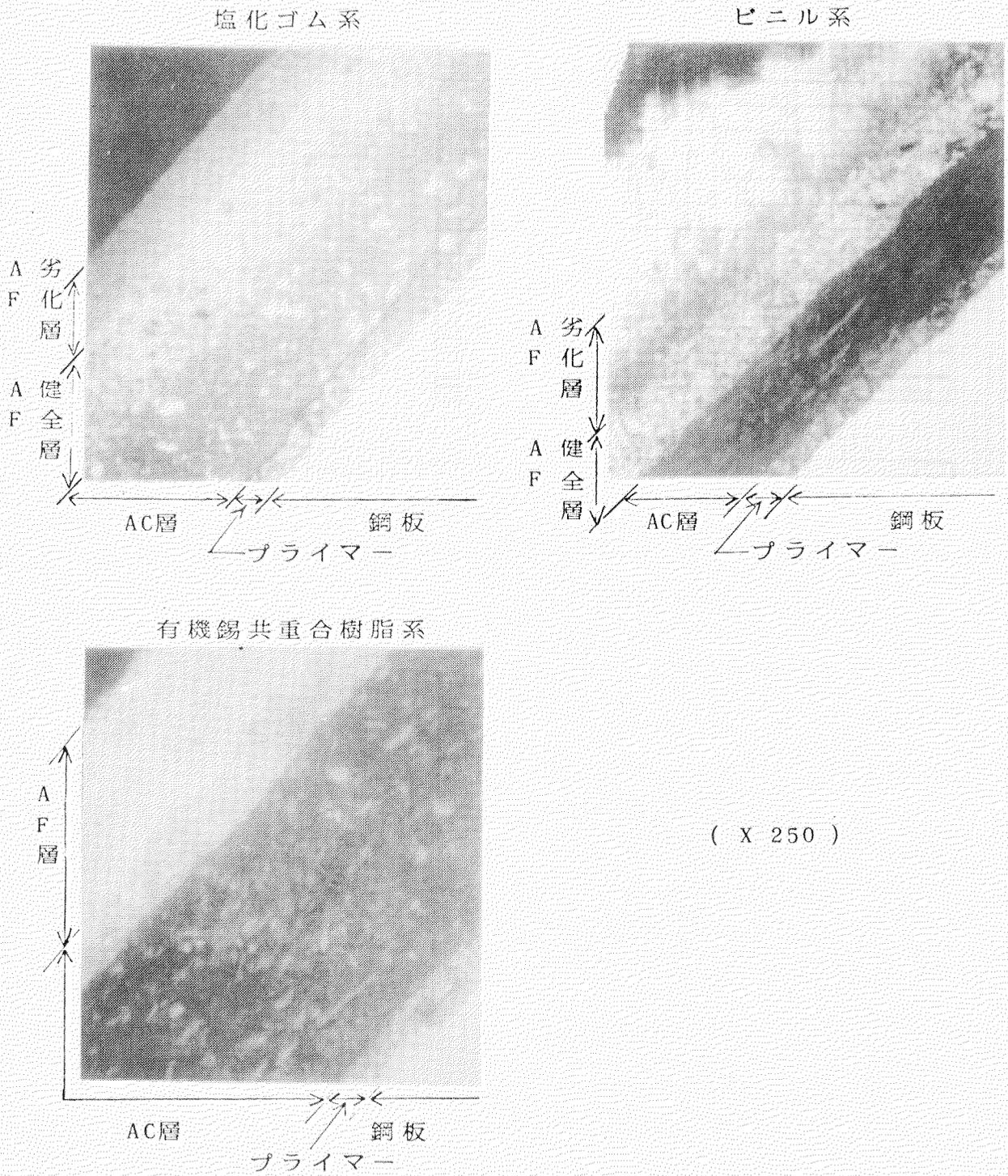


図 2・1・6 各種塗膜の2次電子線像
(ビルジキール試験 7ヶ月の試験板)

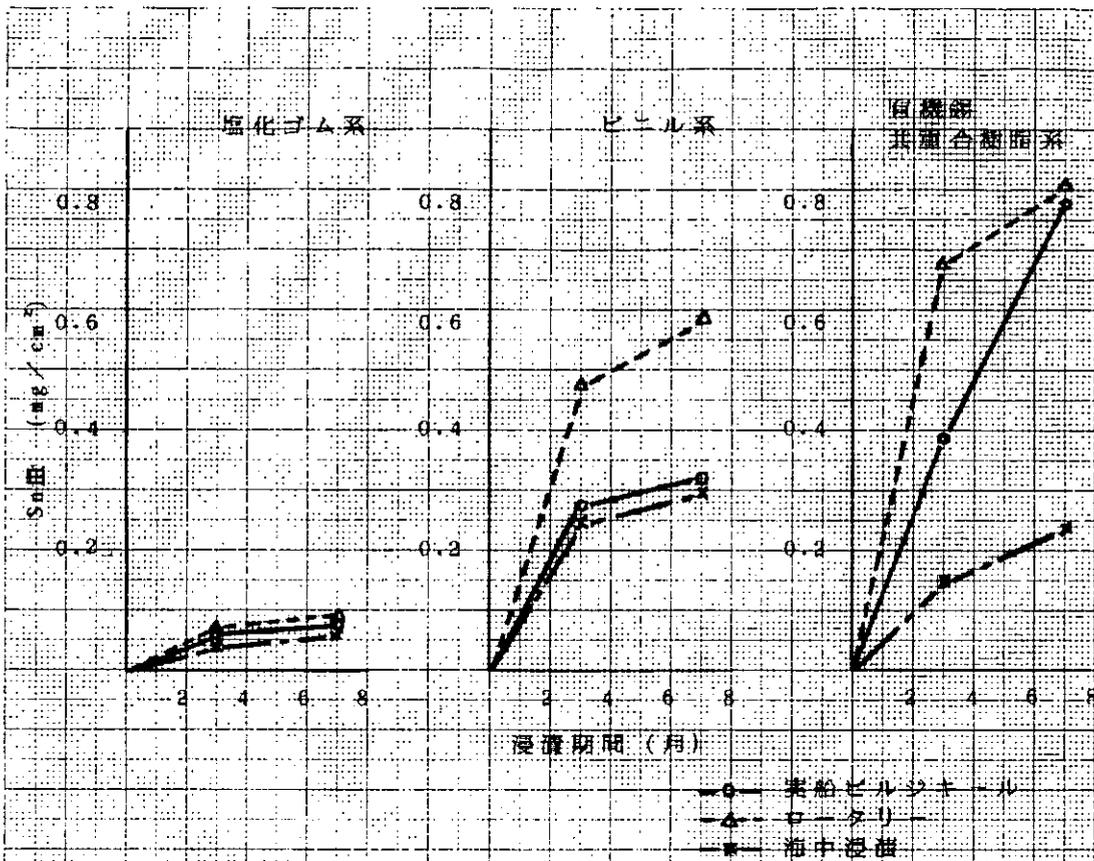


図2-1-7 塗膜中よりSnの溶出量変化 (XRF法)

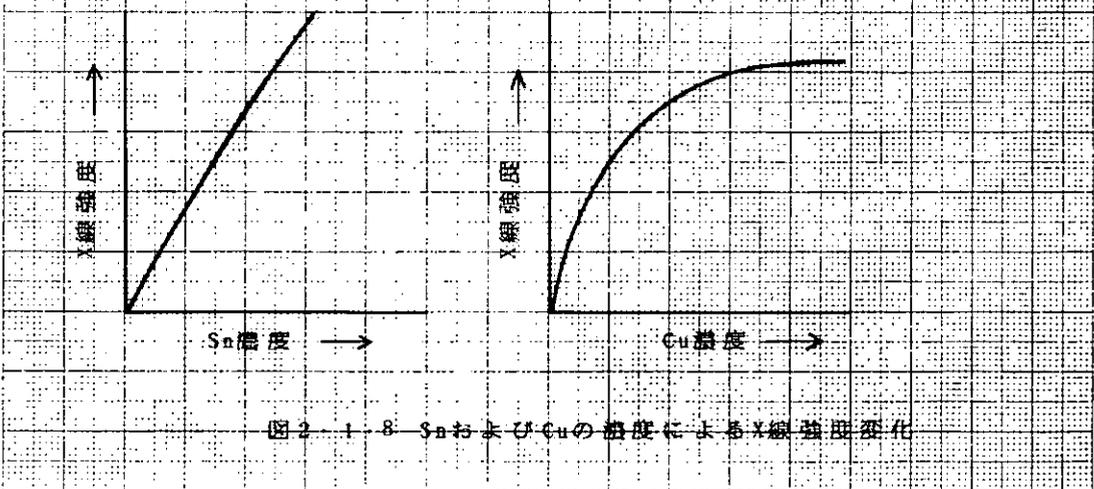


図2-1-8 SnおよびCuの濃度によるX線強度変化

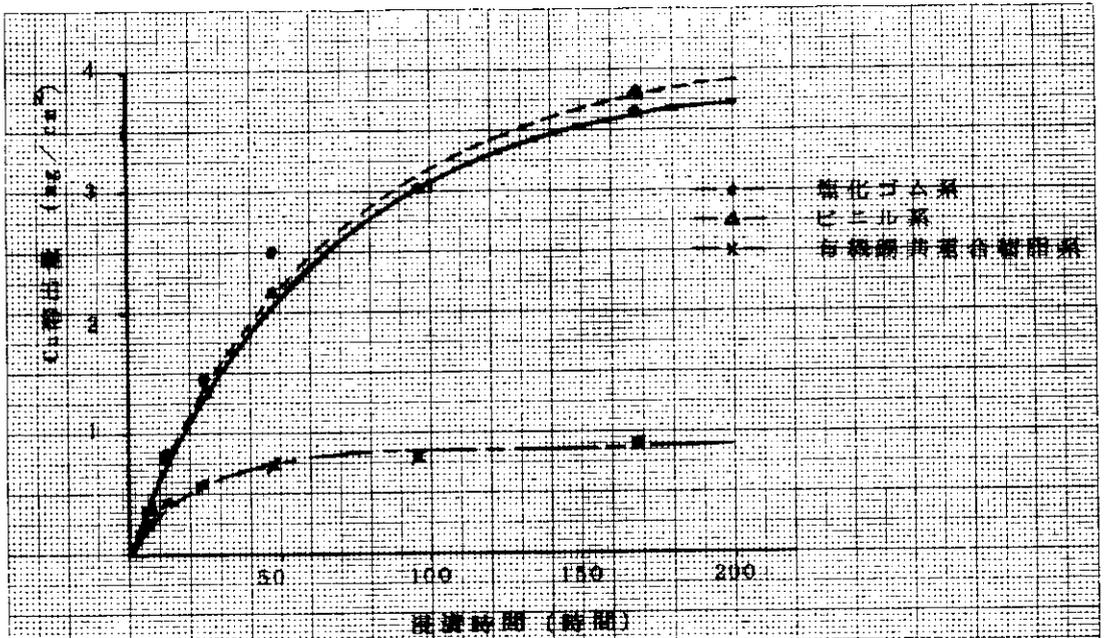


図2-1-9 促進液中でのCl₂の飛出量変化

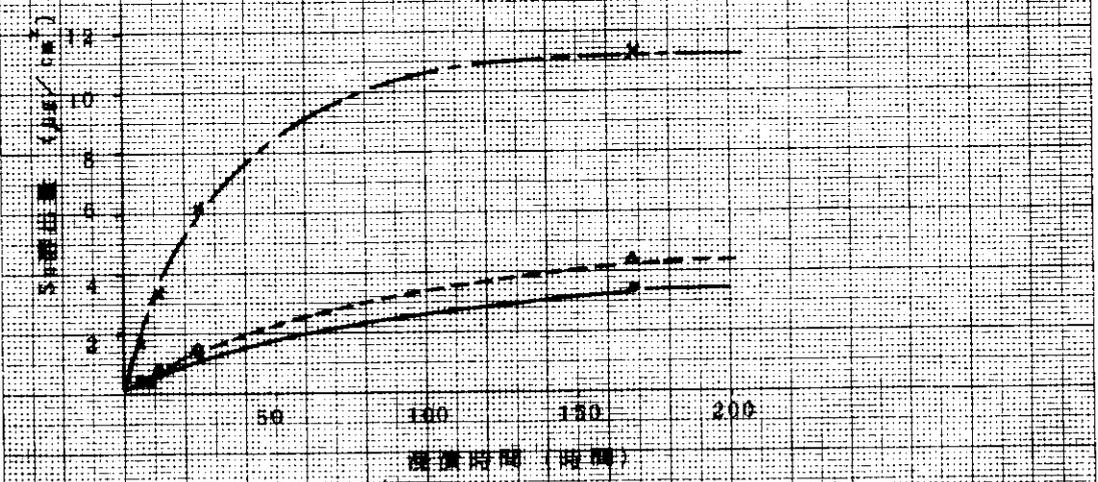


図2-1-10 促進液中でのSb₂O₃の飛出量変化

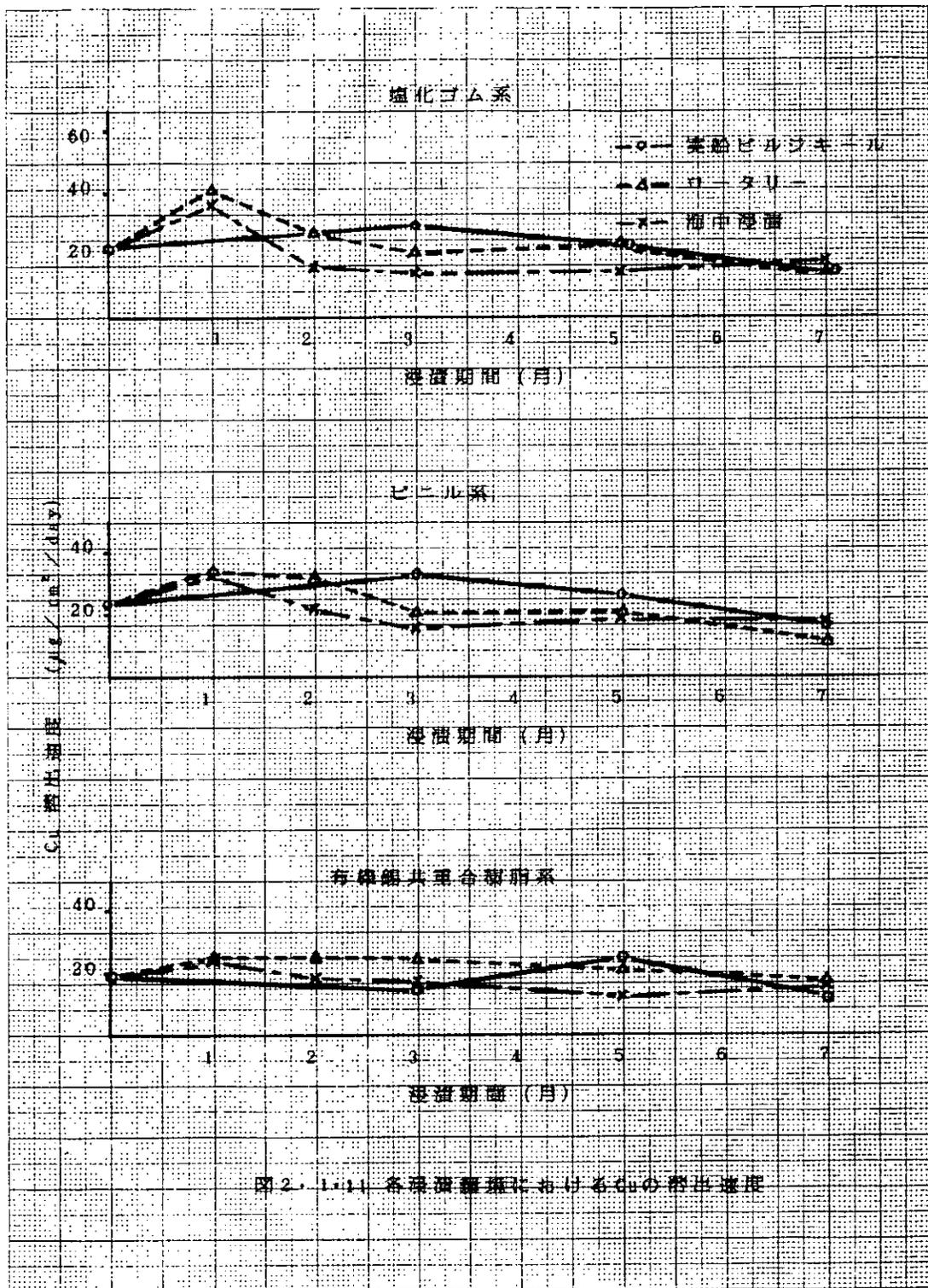


図2.1.11 各種浸漬種におけるCuの溶出速度

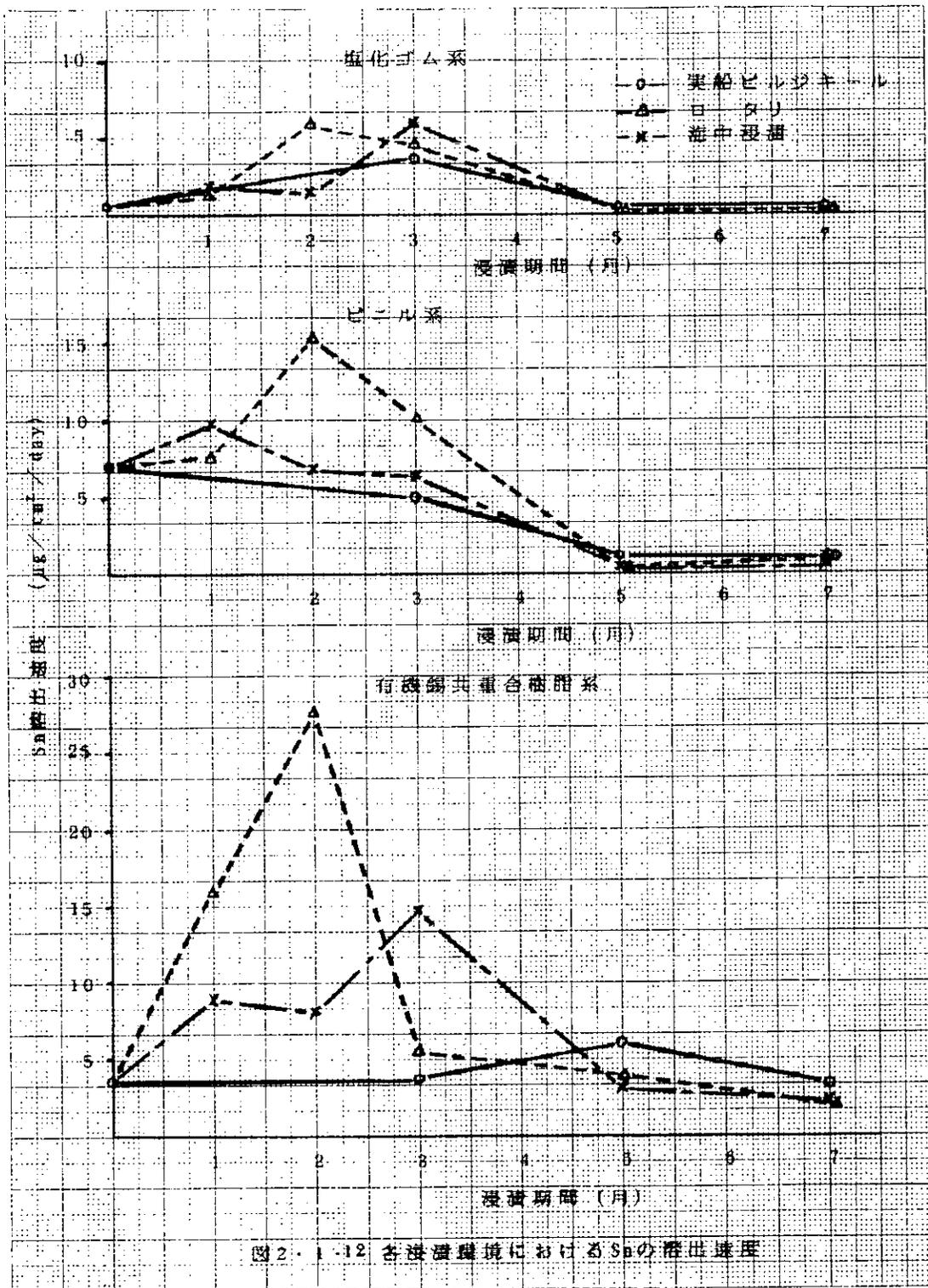


図2.1-12 各浸漬環境におけるSnの抽出速度

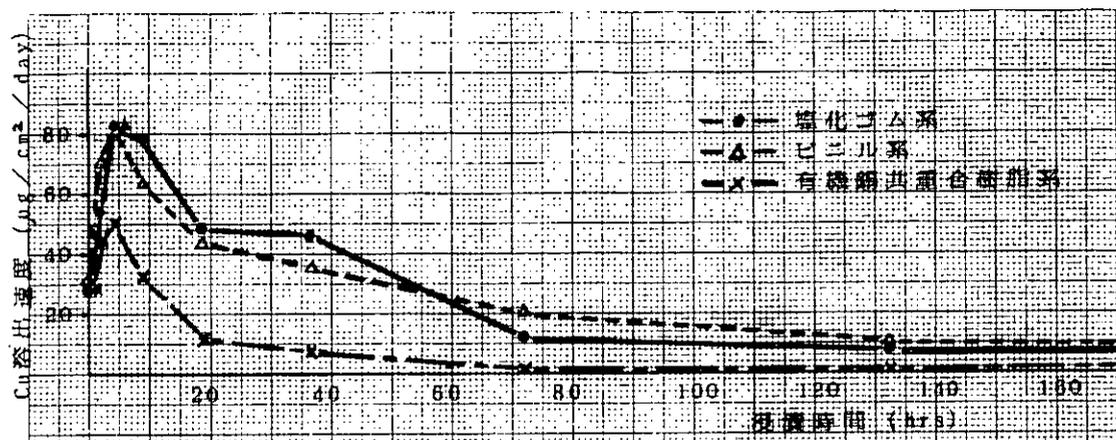


図2-1-13 Cuの溶出速度 (促進溶出液)

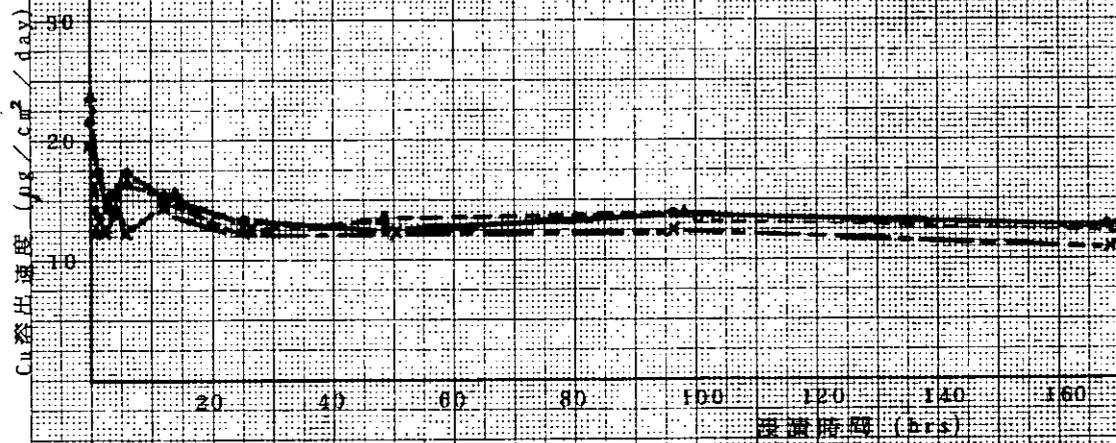


図2-1-14 Cuの溶出速度 (人工海水)

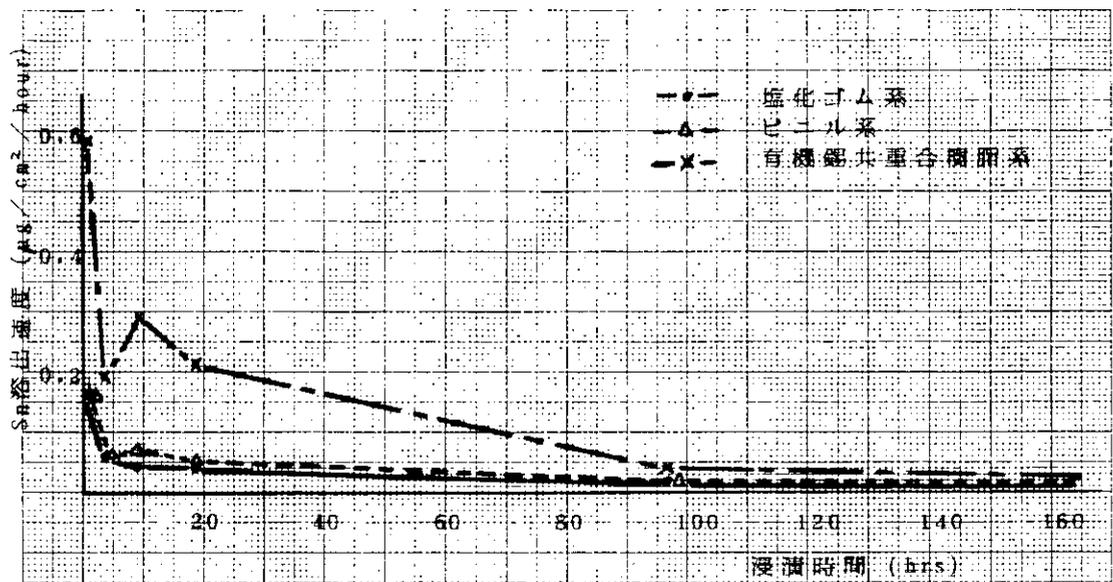


図2-1-15 Snの溶出速度 (促進溶出液)

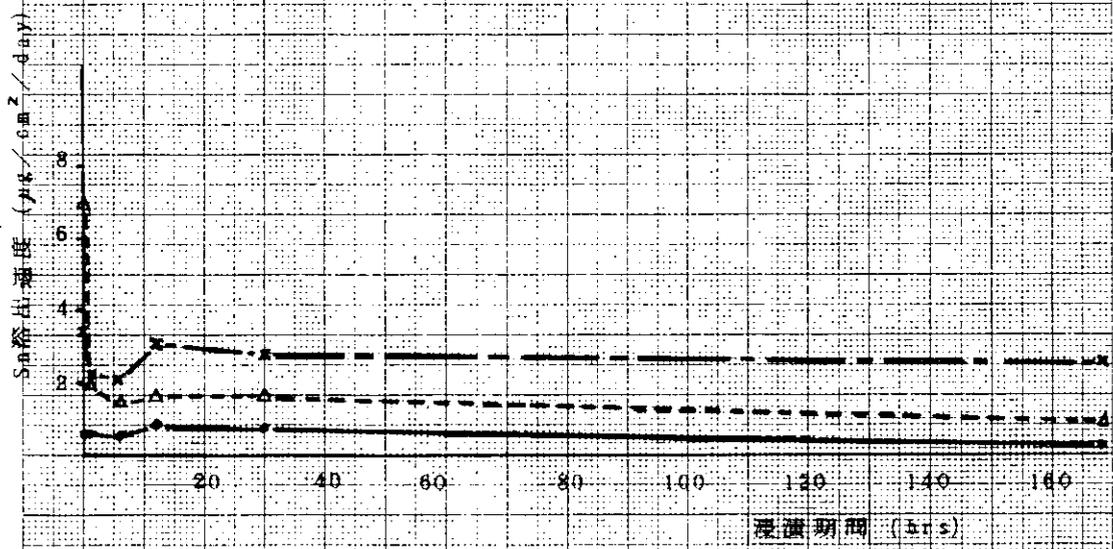
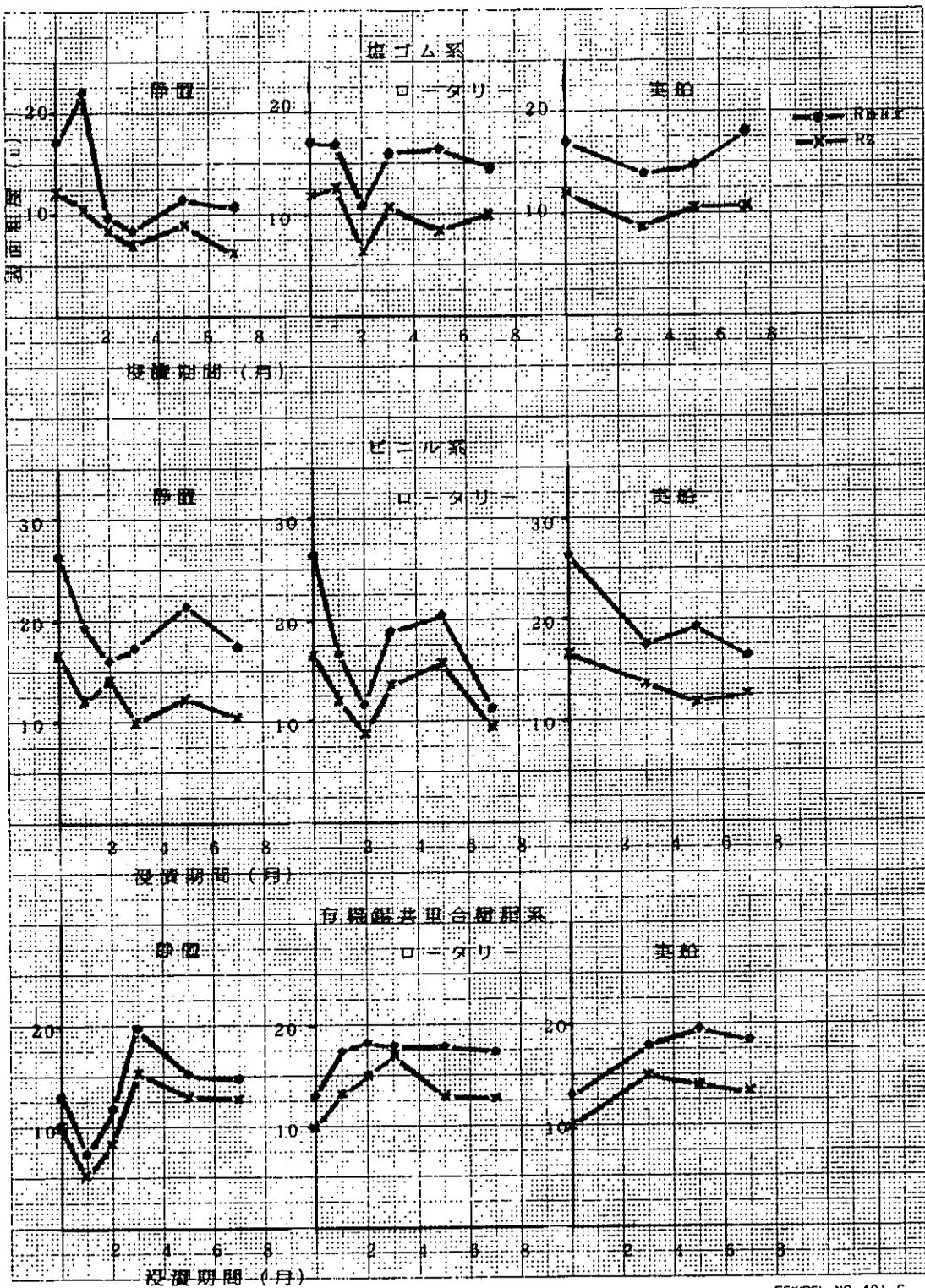


図2-1-16 Snの溶出速度 (人工海水)



JIS A4 180・250°

SEKIREI NO. 401 C

図 2・1・17 塗膜表面の表面粗度変化 (卓上型触針法)

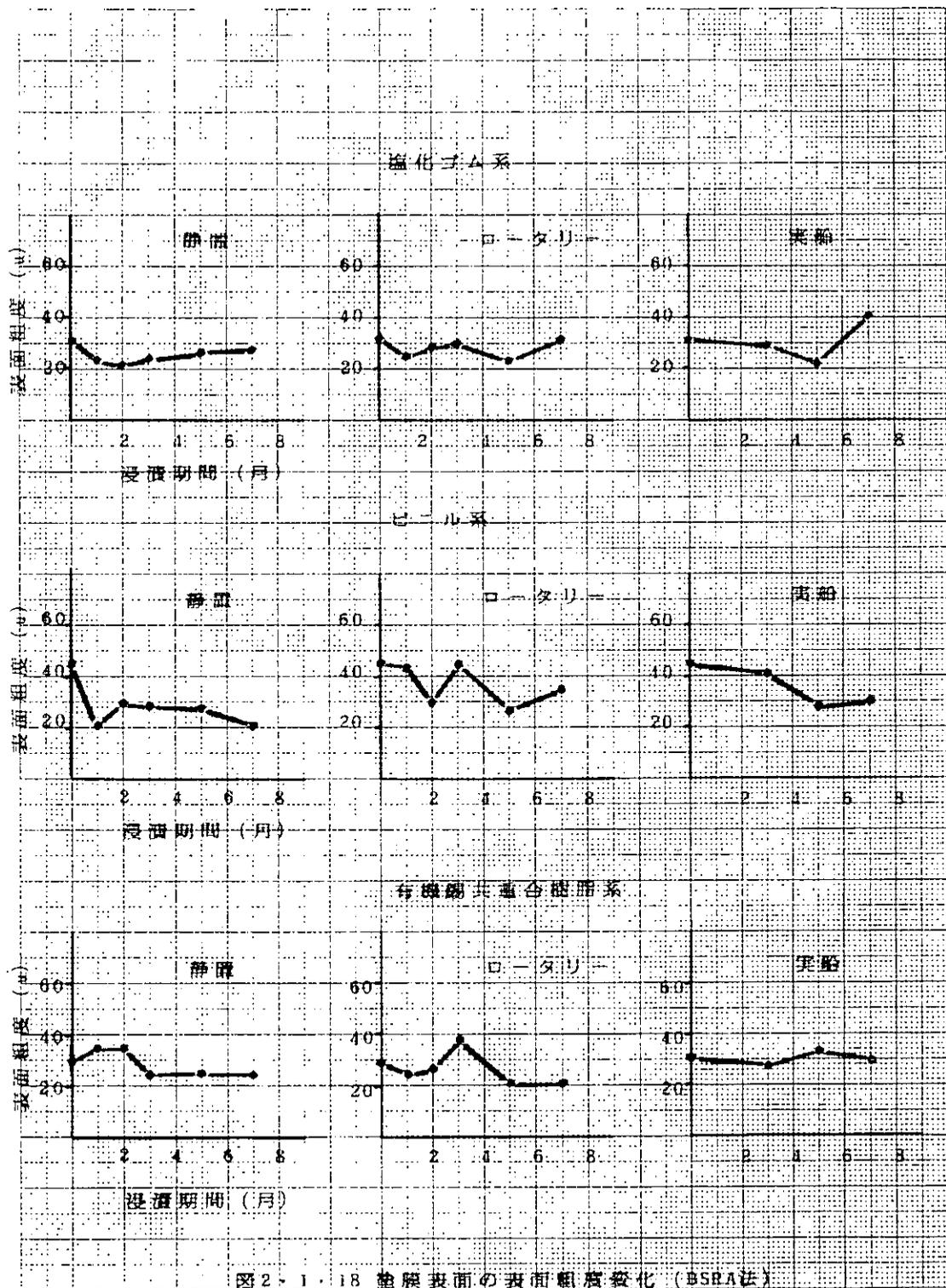


図2-1-18 船殻表面の表面粗度変化 (BSRA法)

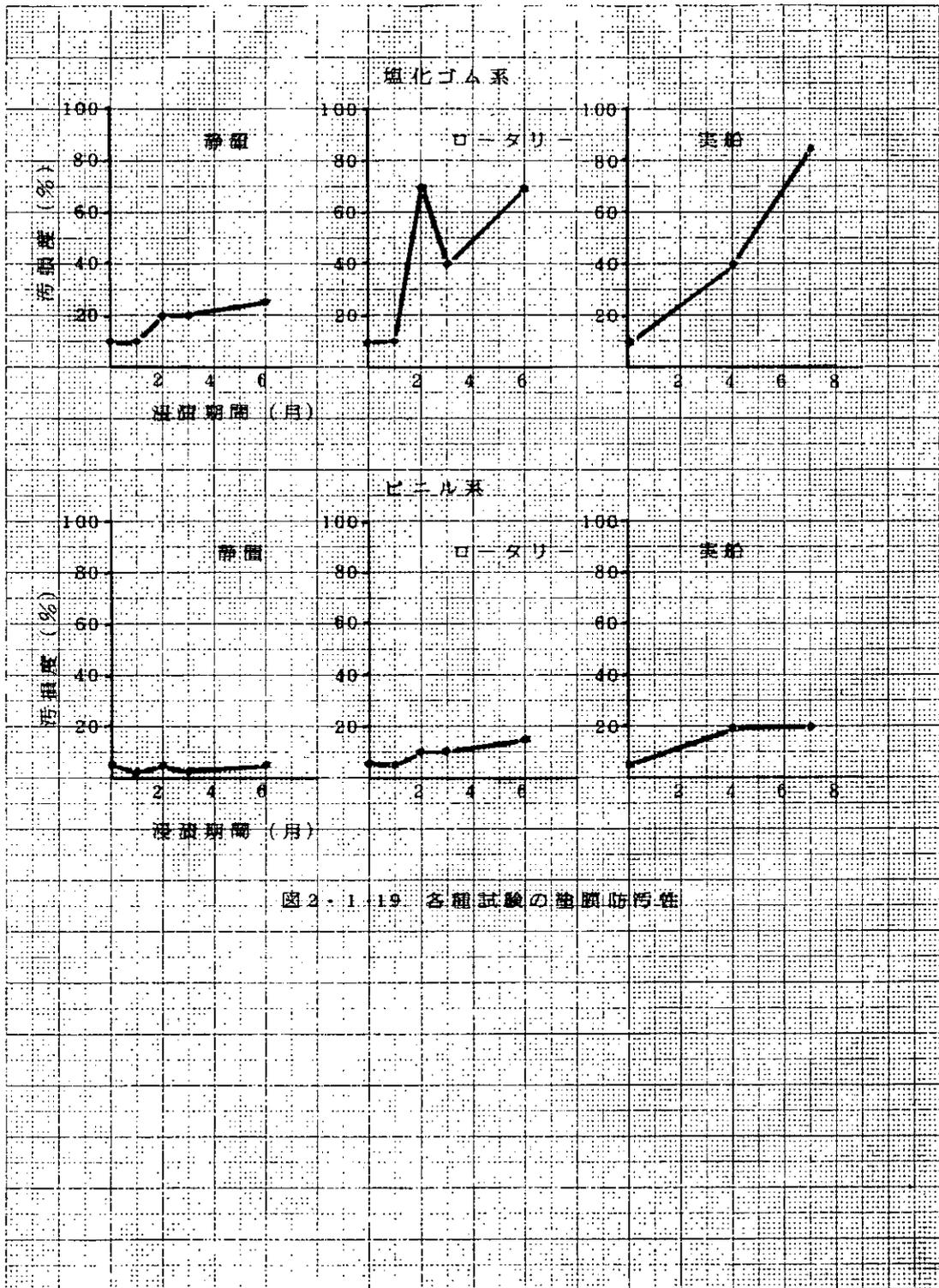
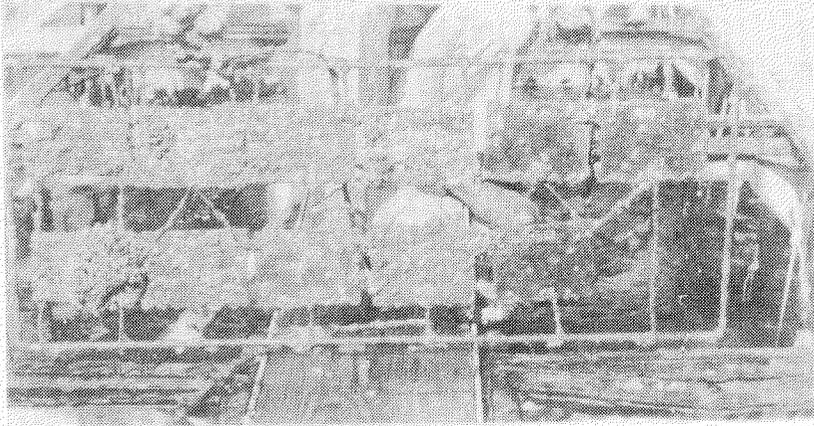
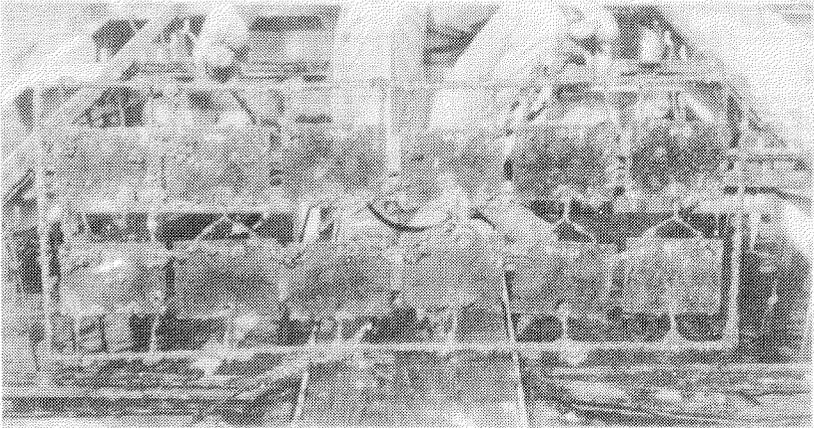


図 2-1-19 各種試験の塗膜防汚性



塩化ゴム系A/F



ビニル系A/F

図2・1・20 各種試験後の塗膜防汚性写真

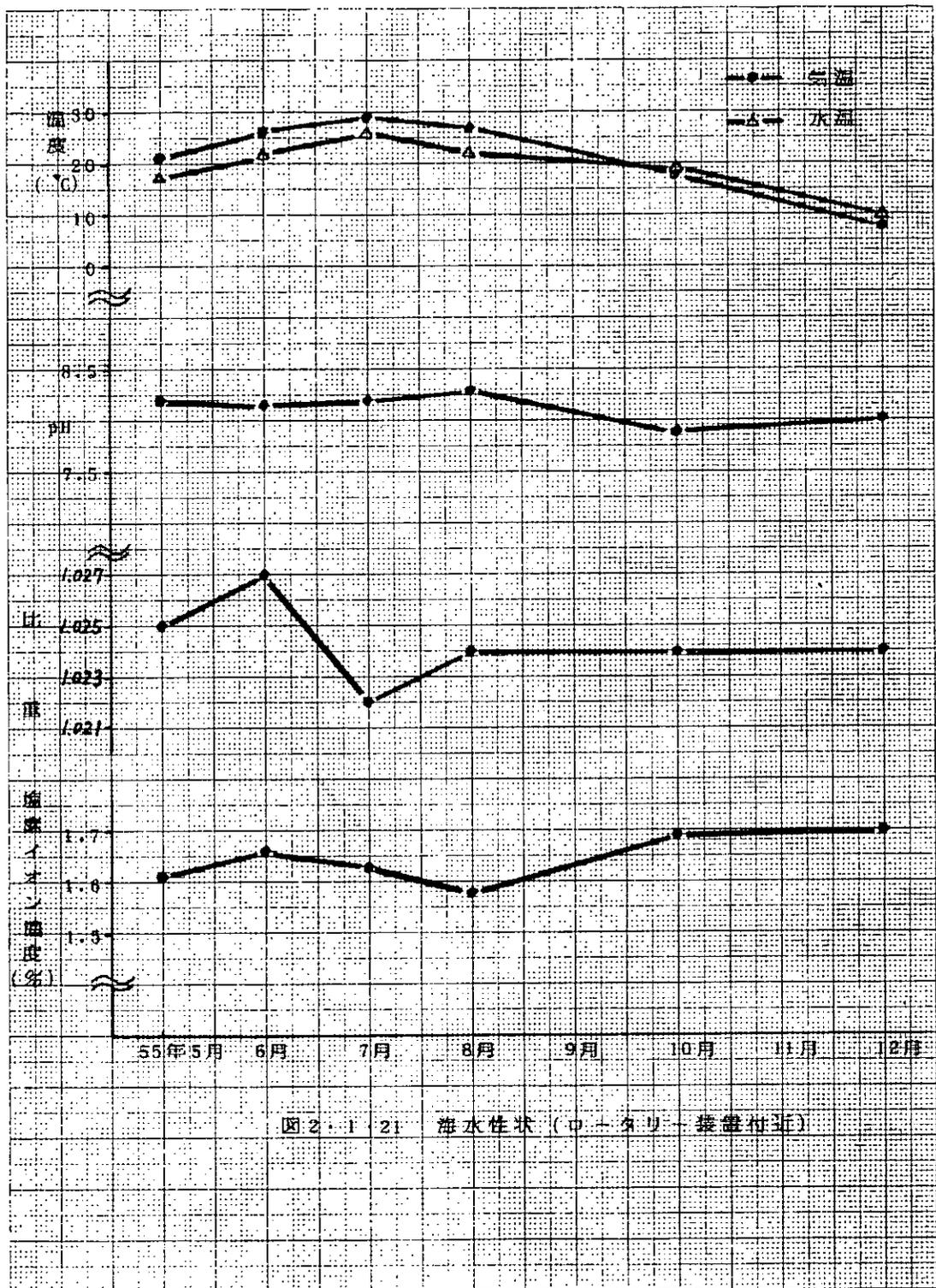


図2-1-21 海水性状 (コタリ-袋島付近)

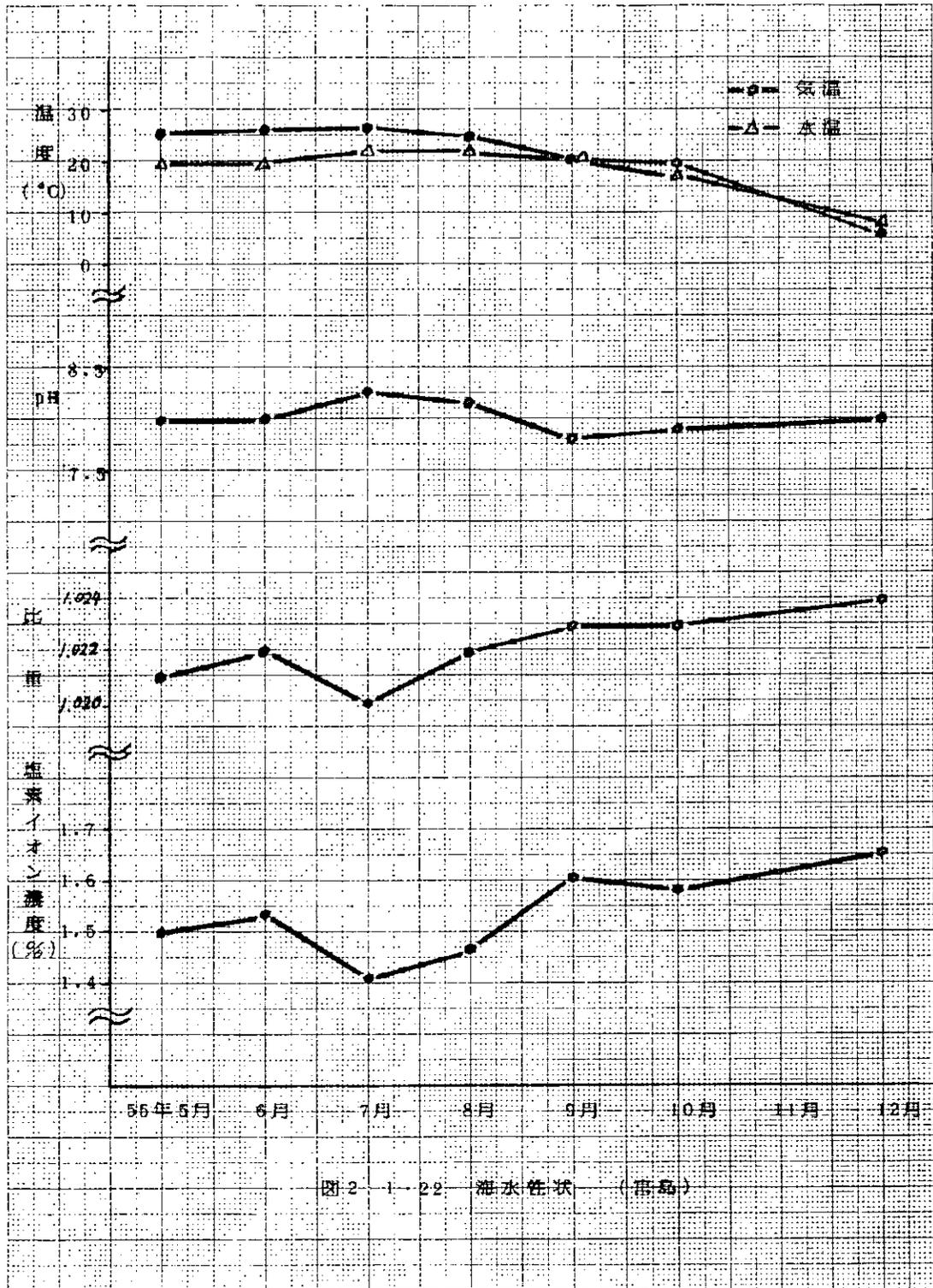


図2-1-22 海水性状 (高島)

2.3 防汚剤の溶出速度による防汚力表示の研究

2.3.1 研究目的

防汚塗料の防汚力を表示する方法として塗膜表面からの銅、有機錫の溶出速度が用いられ、従来、その限界濃度として、銅で $10\text{r}/\text{cm}^2/24\text{Hrs}$ 有機錫で $1\text{r}/\text{cm}^2/24\text{Hrs}$ とされてきた。

ところが、近年の港湾水質の変化、及び海洋付着生物群の変化を考えると、この数値は再チェックされる必要があり、それに伴う防汚塗料の品質設計基準を見直すべく、本研究を行った。

2.3.2 試験方法

塩化ビニル系で亜酸化銅の配合量を0～60重量%まで8段階に増加させた標準防汚塗料(C-1～C-8)、塩化ゴム系でトリブチル錫フロライドの配合量を2～23重量%まで8段階に増加させた標準防汚塗料(S-1～S-8)の計16種類を試験板に塗付し、日本各地13ヶ所に夏季(5月～9月)と冬期(12月～3月)浸漬し、各々4ヶ月間と3ヶ月間付着生物による汚損度合を調査した。

一方、8種類の銅系防汚塗料と8種類の錫系塗料について、銅とトリブチル錫の溶出速度を測定し、日本近海における防汚限界濃度を算定した。

(1) 試験板形状

- i) 夏季浸漬用試験板 $200 \times 100 \times 0.8\%$
- ii) 冬季浸漬用試験板 $300 \times 60 \times 0.8\%$
- iii) 溶出速度測定用試験板 $140 \times 100 \times 0.8\%$

JIS G 3141 (SPCC～SB) 両面サンドブラスト鋼板

(2) 試験板塗装仕様

i) 塩化ビニル系(亜酸化銅)

サンドブラスト処理

ウォッシュプライマー $\times 1$

塩化ビニル系プライマー $\times 4$ (約 $25\mu \times 4 = \text{約} 100\mu$)

試料(C-1～C-8) $\times 2$ (約 $40\mu \times 2 = \text{約} 80\mu$)

ii) 塩化ゴム系(トリブチル錫フロライド)

サンドブラスト処理

ウォッシュプライマー $\times 1$

塩化ゴム系プライマー $\times 3$ (約 $40\mu \times 3 = \text{約} 120\mu$)

試料(S-1～S-8) $\times 2$ (約 $40\mu \times 2 = \text{約} 80\mu$)

(3) 供試防汚塗料

i) 塩化ビニル系(亜酸化銅) 表 2.3.1

| 試料記号 | C-1 | C-2 | C-3 | C-4 | C-5 | C-6 | C-7 | C-8 |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Cu ₂ O重量% | 0 | 5 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |

ii) 塩化ゴム系(トリブチル錫フロライド) 表 2.3.2

| 試料記号 | S-1 | S-2 | S-3 | S-4 | S-5 | S-6 | S-7 | S-8 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| TBTF重量% | 2 | 5 | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 23 |

上記塗料組成は表 2.3.6 に示す。

(4) 防汚剤の溶出速度測定

i) 溶出操作

供試防汚塗料を片面 $10\text{cm} \times 10\text{cm} = 100\text{cm}^2$ の面積の2倍(表・裏)総面積 200cm^2 に塗付した試験板を海中に浸漬し、1ヶ月毎に引き上げて、防汚剤の溶出速度の測定を行った。

採取海水2ℓをビーカーに秤量し、25℃の恒温でエアバルブ攪拌しながら、試験板を2時間浸漬して防汚剤を溶出させた。

溶出液を塩酸でPH1に調整し、これを銅および錫の定量に供した。

ii) 銅の定量

JIS K-0102に従って前処理を行ったサンプルを原子吸光度計で燃料ガスをアセチレン、助燃ガスを空気として、波長 3247Å の吸光度から定量した。

iii) 錫の定量

サンプル海水から四塩化炭素で抽出した後、湿式灰化を行った。灰分を塩酸で溶解し、 $-0.3 \sim -0.6\text{V}$ 間のポーログラムをとり、 -0.45V の波高で定量を行った。

iv) 試験地

- 兵庫県淡路島由良(夏季及び冬季)
- 兵庫県神戸市川崎重工業神戸工場(冬季)

(5) 各海域の浸漬試験

i) 浸漬場所及び調査担当 表 2.3.3

| | 浸漬場所 (県名) | 調 査 担 当 |
|----|-----------------|-------------------------|
| 1 | 横 須 賀 (神 奈 川) | 関 西 ペ イ ン ト |
| 2 | 鳥 羽 (三 重) | 大 日 本 塗 料 |
| 3 | 座 賀 島 (三 重) | コ ロ イ ド マ リ ン ペ イ ン ト |
| 4 | 大 阪 南 港 (大 阪) | 水 谷 ペ イ ン ト |
| 5 | 深 江 (兵 庫) | 東 亜 ペ イ ン ト |
| 6 | 神 戸 (兵 庫) | 日 本 油 脂 ・ 川 崎 重 工 業 |
| 7 | 由 良 (兵 庫) | 日 本 油 脂 |
| 8 | 稻 生 (兵 庫) | 日 本 油 脂 |
| 9 | 宇 野 (岡 山) | 日 本 ペ イ ン ト |
| 10 | 坂 出 (香 川) | 神 戸 ペ イ ン ト ・ 川 崎 重 工 業 |
| 11 | 宮 島 (広 島) | 中 国 塗 料 |
| 12 | 下 関 (山 口) | 林 兼 ペ イ ン ト |
| 13 | 舞 鶴 (京 都) | カ ナ エ 塗 料 |

ii) 浸漬方法

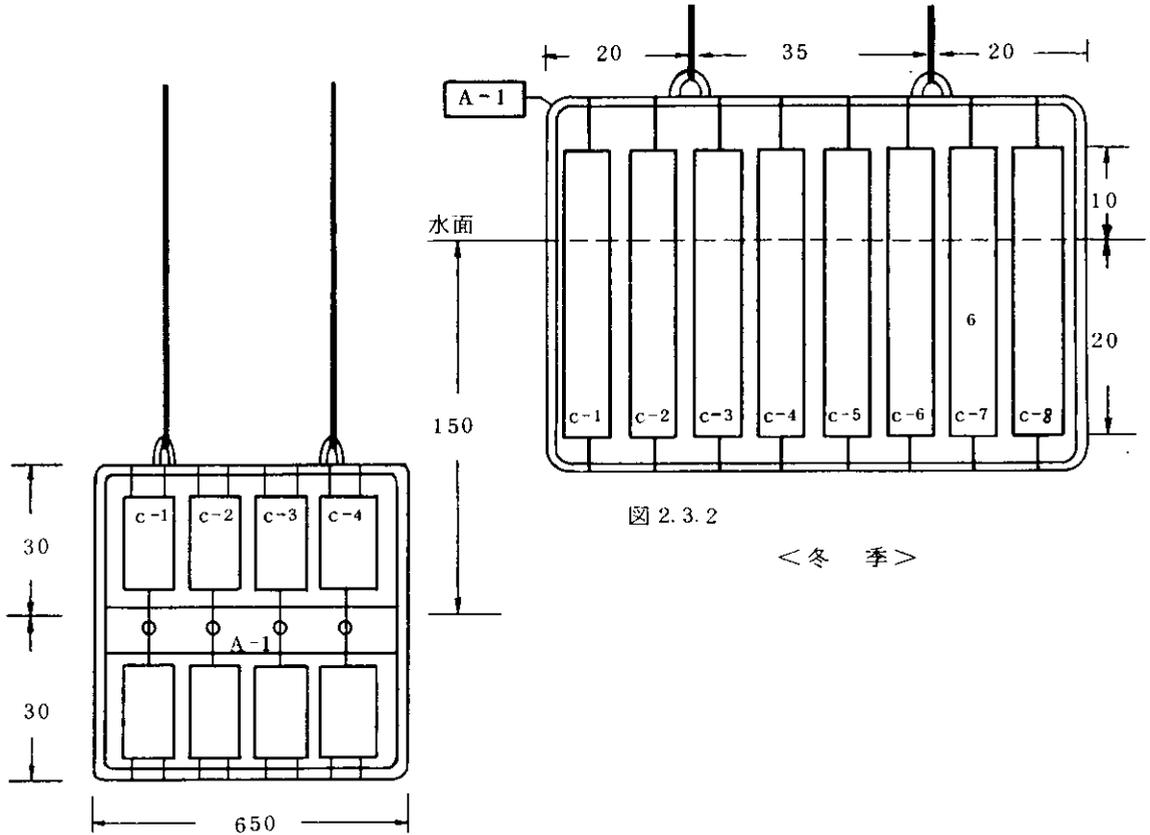


図 2.3.1

<夏季>

上記図の様に夏季用は水面下 150 cm に浸漬し、冬季用は長さ 30 cm の試験板の上 10 cm を水面上に出した。

枠は浸漬場所毎に夏季用 2 枠（銅系，錫系），冬季用 2 枠（銅系，錫系）の計 4 枠とした。

表示は浸漬場所を示す A, B, C を枠に，各試験板の表面には塗料組成を示す C-1, C-2, … C-8 および S-1, S-2, … S-8 を記入し，裏面には何も記さなかった。

表面（記号記入面）を南向きに浸漬した。

iii) 調査及び評価方法

調査は 1 ヶ月毎に試験板の表面と裏面について行い，生物毎に付着面積のパーセントを記入し，総合評価として次の評価基準により評価点を求めた。

表 2.3.4

| | 生物付着面積 | 評価点 |
|--------|---------|-----|
| 総合評価基準 | 1% 以下 | 5 |
| | 1 ~ 5 | 4 |
| | 6 ~ 20 | 3 |
| | 21 ~ 50 | 2 |
| | 51% 以上 | 1 |

写真撮影は月 1 回の調査時に試験枠毎に行い，夏季は表面のみ，冬季は表面及び裏面を撮影した。

(6) 海況調査

月1回の調査時に次の海況調査を行った。

表 2.3.5

| | 調査項目 | 測定条件 | 処 理 |
|---|---------------|---------|------------|
| 1 | 気 温 (°C) | 浸漬調査時 | JIS K-0102 |
| 2 | 水 温 (°C) | " | |
| 3 | PH | } 調査時採水 | |
| 4 | 比 重 | | |
| 5 | 塩分濃度 (%) | | |
| 6 | C. O. D (ppm) | | |
| 7 | S. S (ppm) | | |

海水分析については、月1回毎の調査時に各担当メーカーにて250mlのポリビンに採水して頂き、日本油脂三國工場内にて一括測定を行った。

(7) 試験期間

夏 季 昭和55年4月下旬～昭和55年8月下旬

冬 季 昭和55年12月上旬～昭和56年2月下旬

2.3.3 試験結果

(1) 防汚剤の溶出速度

表 2.3.7 に夏季の淡路島由良における結果を表 2.3.8 及び表 2.3.9 に冬季の淡路島由良及び川崎重工業神戸工場における結果を示す。

(2) 各海域の浸漬調査

総合評価法による調査結果は夏季分については表 2.3.10 及び 2.3.11 に、冬季分については、表 2.3.10 及び表 2.3.13 に示す。詳細な調査結果については、夏季・冬季とも4回目の調査結果を表 2.3.14～表 2.3.39 に示す。

調査写真は夏季・冬季とも4回目の調査時のものとし、銅系・錫系の2種の表面のもので、図 2.3.3～図 2.3.15 に示す。

(3) 海況調査

海況調査結果は夏季分を表 2.3.40 及び表 2.3.41 に、冬季分を表 2.3.42 及び表 2.3.43 に示す。

2.3.4 考 察

以上の結果から、夏季と冬季の生物付着状況には各地とも著しい差異が認められた。概ね夏季には、フジツボ、イガイ、ホヤ、セルブラ、フサコケムシ、ナギサコケムシ等の付着動物が主に観察された。一方、冬季には、各地共、ウシケノリの付着が主に観察された。しかし、防汚剤の種類、すなわち有機錫(TB-TF)および亜酸化銅の間での防汚しうる生物種については、顕著な差はみられなかった。

また、溶出速度の測定は、夏季、冬季とも25°Cの水温で行った。夏季については由良に於ける浸漬試験板、冬季には、由良および川崎重工業神戸工場東浜に於ける浸漬試験板を用いて、それぞれ測定を行った。この結果、本実験条件下では、溶出速度の著しい差は認められなかった。

以上の結果から、亜酸化銅について云えば、各地の海域による海水状況の差、付着生物の繁殖状況は異なるとはいえ、およその目安として、由良での溶出速度より、約15r/cm²/day程度が防汚限界と考えられる。

また、有機錫については、各地に於ける生物付着状況が大きく異なるため、明確な防汚限界を示すには至っていない。

表 2.3.7 Cu・Sn・(C₄H₉)₃ の溶出速度測定結果

($\mu\text{g}/\text{cm}^2/24\text{hrs}$)

| 調査期日 試験板 % | 初 期 | 1 箇月 | 2 箇月 | 3 箇月 | 4 箇月 |
|------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| | S.55. 4. 26 | S.55. 5. 29 | S.55. 6. 27 | S.55. 7. 30 | S.55. 9. 1 |
| C - 1 | 0 ¹⁾ | 0 | - * | - * | - * |
| C - 2 | 2.3 | 1.0 | 7 | 7 | 6 |
| C - 3 | 3.9 | 1.5 | 1.2 | 1.1 | 1.1 |
| C - 4 | 5.1 | 2.0 | 1.6 | 1.4 | 1.4 |
| C - 5 | 5.3 | 3.1 | 2.3 | 2.0 | 2.0 |
| C - 6 | 5.7 | 4.1 | 3.0 | 2.1 | 2.0 |
| C - 7 | 6.5 | 4.5 | 3.4 | 2.2 | 2.1 |
| C - 8 | 6.6 | 4.8 | 3.7 | 2.3 | 2.2 |
| S - 1 | 0.7 ²⁾ | 0.3 | - * | - * | - * |
| S - 2 | 3.4 | 0.8 | 0.3 | - * | - * |
| S - 3 | 9.5 | 1.5 | 0.8 | 0.5 | 0.5 |
| S - 4 | 11.2 | 1.8 | 1.2 | 0.9 | 0.8 |
| S - 5 | 11.7 | 2.5 | 1.4 | 1.0 | 1.0 |
| S - 6 | 14.7 | 2.8 | 1.8 | 1.1 | 1.1 |
| S - 7 | 19.1 | 3.5 | 1.8 | 1.3 | 1.1 |
| S - 8 | 25.7 | 4.2 | 2.3 | 1.5 | 1.2 |

1) : Cuとして。

2) : Sn(C₄H₉)₃として。

* 生物付着のため測定不能。

冬 季 (由 良)

表 2.3.8 Cu, Sn(C₄H₉)₃ の溶出速度測定結果 (25℃)

(μg/cm²/24hrs)

| 試験板No | 調査期日 | 初 期 | 1 箇 月 | 2 箇 月 | 3 箇 月 |
|-------|------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | | S. 55. 12. 03 | S. 56. 1. 09 | S. 56. 2. 14 | S. 56. 2. 28 |
| C - 1 | | 0 | 0 | | |
| C - 2 | | 3 0 | 1 2 | 6 | 4 |
| C - 3 | | 5 0 | 2 0 | 1 1 | 1 2 |
| C - 4 | | 5 6 | 5 0 | 1 9 | 1 6 |
| C - 5 | | 6 0 | 5 1 | 2 1 | 2 0 |
| C - 6 | | 6 2 | 5 1 | 2 2 | 2 3 |
| C - 7 | | 6 8 | 5 6 | 2 5 | 2 5 |
| C - 8 | | 7 0 | 6 1 | 2 9 | 3 2 |
| S - 1 | | 0. 5 | 0. 3 | ※ | ※ |
| S - 2 | | 1. 2 | 1. 0 | 0. 8 | 0. 7 |
| S - 3 | | 7. 4 | 1. 4 | 1. 4 | 1. 3 |
| S - 4 | | 1 0. 5 | 1. 8 | 1. 7 | 1. 8 |
| S - 5 | | 1 4. 1 | 2. 4 | 2. 0 | 2. 7 |
| S - 6 | | 1 4. 0 | 3. 3 | 2. 5 | 2. 3 |
| S - 7 | | 1 5. 2 | 3. 4 | 2. 5 | 2. 3 |
| S - 8 | | 1 5. 2 | 3. 2 | 2. 5 | 2. 5 |

冬 季 (川 重 神 戸)

表 2.3.9 Cu, Sn(C₄H₉)₃ の溶出速度測定結果 (25℃)

(μg/cm²/24hrs)

| 試験板No | 調査期日 | 初 期 | 1 箇 月 | 2 箇 月 | 3 箇 月 |
|-------|------|---------------|--------------|--------------|--------------|
| | | S. 55. 12. 08 | S. 56. 1. 08 | S. 56. 2. 13 | S. 56. 2. 27 |
| C - 1 | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| C - 2 | | 2 5 | 1 3 | 9 | 6 |
| C - 3 | | 4 7 | 2 0 | 1 3 | 9 |
| C - 4 | | 5 8 | 3 0 | 2 4 | 1 1 |
| C - 5 | | 7 7 | 4 3 | 3 1 | 2 4 |
| C - 6 | | 8 0 | 5 0 | 3 8 | 2 6 |
| C - 7 | | 9 5 | 5 6 | 3 8 | 2 7 |
| C - 8 | | 9 6 | 5 4 | 4 0 | 2 5 |
| S - 1 | | 0. 9 | 0. 7 | ※ | ※ |
| S - 2 | | 1. 2 | 0. 9 | 0. 6 | 0. 7 |
| S - 3 | | 2. 4 | 1. 2 | 0. 9 | 0. 9 |
| S - 4 | | 6. 0 | 1. 5 | 1. 1 | 1. 0 |
| S - 5 | | 6. 3 | 2. 3 | 1. 3 | 1. 3 |
| S - 6 | | 9. 0 | 2. 3 | 1. 4 | 1. 4 |
| S - 7 | | 9. 5 | 3. 0 | 1. 6 | 1. 4 |
| S - 8 | | 1 0. 5 | 4. 4 | 1. 9 | 1. 9 |

表2.3.1.0 各地浸漬調査結果 (総合評価表示) (夏季)

| 浸漬場所 担当 | 総合評価表示 | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------|----------------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 横須賀 (神奈川) | 鳥羽 (三重) | 座賀島 (三重) | 大阪商港 (大阪) | 深江 (兵庫) | 神戸 (兵庫) | 由良 (兵庫) | 相生 (兵庫) | 宇野 (岡山) | 坂出 (香川) | 宮島 (広島) | 下関 (山口) | 舞鶴 (京都) | |
| 関西 ペイント | 大日本 塗料 | コロイドマ ンペイント | 水谷 ペイント | 東亜 ペイント | 日本油脂 | 日本油脂 | 日本油脂 | 日本油脂 | 戸本 ペイント | 中国塗料 | 林業 ペイント | カナエ 塗料 | |
| 浸漬開始日 | 55.4.30 | 55.4.27 | 55.5.06 | 55.4.24 | 55.4.28 | 55.4.27 | 55.4.28 | 55.4.29 | 55.4.25 | 55.4.28 | 55.4.22 | 55.4.26 | |
| 調査月日 | 55.5.31 | 55.6.06 | 55.6.05 | 55.6.10 | 55.5.27 | 55.5.30 | 55.5.27 | 55.5.31 | 55.5.30 | 55.6.02 | 55.6.02 | 55.6.13 | |
| C-1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 2 | |
| C-2 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 | |
| C-3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| C-4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| C-5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| C-6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| C-7 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| C-8 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| S-1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 1 | 4 | 4 | 3 | |
| S-2 | 5 | 1 | 4 | 1 | 3 | 5 | 4 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | |
| S-3 | 5 | 2 | 4 | 2 | 4 | 5 | 5 | 5 | 2 | 5 | 5 | 5 | |
| S-4 | 5 | 3 | 5 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | |
| S-5 | 5 | 3 | 5 | 3 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | |
| S-6 | 5 | 3 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | |
| S-7 | 5 | 3 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | |
| S-8 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | |
| 調査月日 | 55.6.20 | 55.7.04 | 55.7.04 | 55.7.22 | 55.6.26 | 55.6.27 | 55.6.27 | 55.6.30 | 55.6.27 | 55.7.01 | 55.7.02 | 55.7.17 | |
| C-1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| C-2 | 5 | 5 | 2 | 1 | 3 | 4 | 4 | 5 | 3 | 5 | 3 | 4 | |
| C-3 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 4 | |
| C-4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | |
| C-5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| C-6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| C-7 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| C-8 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 5 | 5 | 5 | |
| S-1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | |
| S-2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 2 | 2 | 5 | 4 | 3 | |
| S-3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 5 | 5 | 3 | 2 | 5 | 3 | 4 | |
| S-4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 5 | 3 | 2 | 5 | 4 | 5 | |
| S-5 | 3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 5 | 5 | 3 | 2 | 5 | 4 | 5 | |
| S-6 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 2 | 5 | 4 | 5 | |
| S-7 | 4 | 4 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 | 5 | 4 | 5 | |
| S-8 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | |
| 調査月日 | 55.7.04 | 55.7.04 | 55.7.04 | 55.7.22 | 55.6.26 | 55.6.27 | 55.6.27 | 55.6.30 | 55.6.27 | 55.7.01 | 55.7.02 | 55.7.17 | |

(備考)
 生物付着率 評価
 1 未滿 5
 1~5 4
 5~20 3
 20~50 2
 50~100 1

*各評価の生物付着
 率は、その上限を
 含むものとする。

表2.3.1.1

| 調査場所 | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | | 11 | | 12 | | 13 | | | | |
|------|--------------|------------|------------|-----------|-------------|-------------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---|---|
| | 横須賀 (神奈川) | 関西 ペイント | 鳥羽 (三重) | 大日本 塗料 | 座賀島 (三重) | 神賀島 (三重) | 大阪商港 (大阪) | 水谷 ペイント | 深東 ペイント | 江東 ペイント | 神戸 ペイント | 戸部 ペイント | 由良 ペイント | 相良 ペイント | 宇野 ペイント | 坂出 ペイント | 宮島 ペイント | 下関 ペイント | 関舞 ペイント | 鶴舞 ペイント | 鷹 ペイント | | |
| 調査月日 | 55.7.22 | 55.8.08 | 55.8.08 | 55.8.08 | 55.8.12 | 55.7.29 | 55.8.01 | 55.7.29 | 55.8.01 | 55.7.29 | 55.8.01 | 55.7.29 | 55.8.01 | 55.7.29 | 55.7.31 | 55.8.05 | 55.8.01 | 55.8.01 | 55.8.13 | | | | | | | | | | |
| 担当 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| 3 | C-1 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | |
| | C-2 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | |
| | C-3 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| | C-4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| | C-5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| | C-6 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | C-7 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| | C-8 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| 回 | S-1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | S-2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | S-3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | S-4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | S-5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | S-6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | S-7 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | |
| | S-8 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | |
| 目 | 調査月日 | 55.8.20 | 55.9.08 | 55.9.16 | 55.9.19 | 55.9.29 | 55.8.25 | 55.9.03 | 55.8.25 | 55.8.22 | 55.8.29 | 55.9.01 | 55.9.12 | 55.9.01 | 55.9.12 | 55.9.01 | 55.9.12 | 55.9.01 | 55.9.12 | | | | | | | | | | |
| | C-1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | C-2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | C-3 | 5 | 3 | 5 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | C-4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | C-5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | |
| | C-6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | |
| | C-7 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | |
| C-8 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | |
| 4 | S-1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | S-2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | S-3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | S-4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | S-5 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | S-6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | |
| | S-7 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | |
| | S-8 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | |
| 回 | 調査月日 | 55.8.20 | 55.9.08 | 55.9.16 | 55.9.19 | 55.9.29 | 55.8.25 | 55.9.03 | 55.8.25 | 55.8.22 | 55.8.29 | 55.9.01 | 55.9.12 | 55.9.01 | 55.9.12 | 55.9.01 | 55.9.12 | 55.9.01 | 55.9.12 | | | | | | | | | | |
| | C-1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | C-2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | C-3 | 5 | 3 | 5 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | C-4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | C-5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | |
| | C-6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | |
| | C-7 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | |
| C-8 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | | | |
| 目 | S-1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | S-2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | S-3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | S-4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | S-5 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | S-6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | |
| | S-7 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | |
| | S-8 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | |

表2.3.1.2 各地浸漬調査結果 (総合評価表示) (冬季)

| 浸漬場所 | 総合評価表示 (冬季) | | | | | | | | | | | | | 評価 |
|-------|---------------|------------|-------------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | |
| 担 | 横須賀 (神奈川県) | 鳥羽 (三重) | 座賀島 (三重) | 大阪商港 (大阪) | 深江 (兵庫) | 江神 (兵庫) | 戸神 (兵庫) | 由良 (兵庫) | 相生 (兵庫) | 字野 (岡山) | 坂出 (香川) | 宮島 (広島) | 下関 (山口) | 舞鶴 (京都) |
| 担当 | 関西 ペイント | 大日本 塗料 | コイト ペイント | 水谷 ペイント | 東亜 ペイント | 日本油脂 | 日本油脂 | 日本油脂 | 日本油脂 | 日本油脂 | 神戶 ペイント | 中国塗料 | 林兼 ペイント | カナエ 塗料 |
| 浸漬開始日 | 55.12.12 | 55.12.09 | 55.12.05 | 55.12.10 | 55.12.22 | 55.12.08 | 55.12.03 | 55.12.04 | 55.12.12 | 55.12.12 | 55.12.18 | 55.12.11 | 55.12.05 | 55.12.05 |
| 調査月日 | 56.1.28 | 56.1.13 | 56.1.08 | 56.1.08 | 56.1.07 | 56.1.13 | 56.1.09 | 56.1.07 | 56.1.13 | 56.1.13 | 56.1.16 | 56.1.19 | 56.1.06 | 56.1.17 |
| 1 回 目 | C-1 | 1 | 1 | 3 | 5 | 3 | 1 | 5 | 4 | 4 | 1 | 5 | 1 | 2 |
| | C-2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 5 | 4 | 4 |
| | C-3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 | 5 | 4 | 4 |
| | C-4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 |
| | C-5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 | 5 | 5 | 4 |
| | C-6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| | C-7 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 |
| | C-8 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 2 回 目 | S-1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 5 | 2 | 1 | 5 | 1 | 2 |
| | S-2 | 3 | 2 | 3 | 5 | 5 | 2 | 5 | 5 | 2 | 1 | 5 | 1 | 4 |
| | S-3 | 2 | 3 | 1 | 4 | 5 | 2 | 3 | 5 | 2 | 1 | 5 | 1 | 4 |
| | S-4 | 1 | 1 | 4 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 2 | 1 | 5 | 1 | 4 |
| | S-5 | 1 | 1 | 4 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 2 | 1 | 5 | 1 | 3 |
| | S-6 | 2 | 1 | 4 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 3 | 1 | 5 | 1 | 3 |
| | S-7 | 3 | 1 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 5 | 4 | 1 | 5 | 1 | 4 |
| | S-8 | 3 | 2 | 4 | 5 | 5 | 4 | 3 | 5 | 5 | 1 | 5 | 1 | 3 |
| 調査月日 | 56.2.24 | 56.2.19 | 56.2.10 | 56.2.06 | 56.2.25 | 56.2.13 | 56.2.14 | 56.2.09 | 56.2.05 | 56.2.13 | 56.2.14 | 56.2.05 | 56.2.20 | |
| 銅 | C-1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 |
| | C-2 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 | 1 | 5 | 5 | 3 |
| | C-3 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 2 | 5 | 5 | 3 |
| | C-4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 |
| | C-5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4 |
| | C-6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| | C-7 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| | C-8 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| 錫 | S-1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 5 | 1 | 1 |
| | S-2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 5 | 1 | 4 |
| | S-3 | 1 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 5 | 1 | 3 |
| | S-4 | 1 | 1 | 5 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 5 | 1 | 4 |
| | S-5 | 1 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 5 | 1 | 3 |
| | S-6 | 1 | 2 | 5 | 1 | 5 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 5 | 1 | 3 |
| | S-7 | 1 | 2 | 5 | 1 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 5 | 1 | 3 |
| | S-8 | 1 | 2 | 5 | 1 | 5 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 5 | 1 | 3 |

(備考)
生物付着率
1未滿
1~5
5~20
20~50
50~100

*各評価の生物付着率は、その上限を含むものとする。

表2.3.1.3

| 投資場所 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|------|--------------|-------------|--------------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 横須賀 (神奈川) | 鳥羽 (三重) | 座賀島 (三重) | 大阪商港 (大阪) | 深江 (兵庫) | 神戸 (兵庫) | 由良 (兵庫) | 相生 (兵庫) | 宇野 (岡山) | 坂出 (香川) | 宮島 (広島) | 下関 (山口) | 舞鶴 (京都) |
| 担当 | 関西 ペイント | 大日本 ペイント | コイタリ ペイント | 水谷 ペイント | 東亜 ペイント | 日本油脂 | 日本油脂 | 日本油脂 | 日本 ペイント | 神戸 ペイント | 中国塗料 | 兼林 ペイント | カネエ 塗料 |
| 調査月日 | | | | 56.2.27 | | 56.2.27 | 56.2.28 | 56.2.26 | 56.2.20 | 56.2.27 | | 56.2.24 | |
| 3 | C-1 | | | 1 | | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | | 3 | |
| | C-2 | | | 3 | | 5 | 5 | 5 | 2 | 5 | | 5 | |
| | C-3 | | | 3 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | 5 | |
| | C-4 | | | 4 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | 5 | |
| | C-5 | | | 4 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | 5 | |
| | C-6 | | | 5 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | 5 | |
| | C-7 | | | 5 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | 5 | |
| | C-8 | | | 5 | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | 5 | |
| 回 | S-1 | | | 1 | | 3 | 2 | 1 | 1 | 2 | | 1 | |
| | S-2 | | | 1 | | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | | 1 | |
| | S-3 | | | 1 | | 4 | 2 | 2 | 1 | 2 | | 1 | |
| | S-4 | | | 3 | | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | | 1 | |
| | S-5 | | | 3 | | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | | 1 | |
| | S-6 | | | 2 | | 4 | 3 | 2 | 1 | 2 | | 1 | |
| | S-7 | | | 2 | | 4 | 3 | 2 | 1 | 3 | | 1 | |
| | S-8 | | | 3 | | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | | 1 | |
| 目 | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

表2.3.14

会社名 関西ペイント
 浸漬場所 横須賀

調査月度 8月度
 調査日 55年8月20日

気温 30℃ (10時)
 水温 26℃

| 生物名 試験板 | フ | セ | フ | | | | | | | 総合 評価 点 | 備 考 |
|------------|-------------|-------------|-----------------------|-----|--|--|--|--|--|---------------|--------|
| | ジ ン ボ | ル ブ ラ | サ コ ケ ム シ | | | | | | | | |
| 表 | C-1 | ? | ? | 100 | | | | | | 1 | |
| | C-2 | 10 | 0 | 0 | | | | | | 3 | |
| | C-3 | 0 | 0 | 0 | | | | | | 5 | |
| | C-4 | 1 | 0 | 0 | | | | | | 5 | |
| | C-5 | 0 | 0 | 0 | | | | | | 5 | |
| | C-6 | 0 | 0 | 0 | | | | | | 5 | |
| | C-7 | 0 | 0 | 0 | | | | | | 5 | |
| | C-8 | 0 | 0 | 0 | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | ? | ? | 100 | | | | | | 1 | |
| | S-2 | ? | ? | 100 | | | | | | 1 | |
| | S-3 | 50 | 0 | 50 | | | | | | 2 | |
| | S-4 | 80 | 0 | 0 | | | | | | 1 | |
| | S-5 | 100 | 0 | 0 | | | | | | 1 | |
| | S-6 | 40 | 0 | 0 | | | | | | 2 | |
| | S-7 | 10 | 0 | 0 | | | | | | 3 | |
| | S-8 | 10 | 0 | 0 | | | | | | 3 | |
| 裏 | C-1 | ? | ? | 100 | | | | | | 1 | |
| | C-2 | 15 | 0 | 0 | | | | | | 3 | |
| | C-3 | 10 | 0 | 0 | | | | | | 3 | |
| | C-4 | 3 | 0 | 0 | | | | | | 4 | |
| | C-5 | 0 | 0 | 0 | | | | | | 5 | |
| | C-6 | 1 | 0 | 0 | | | | | | 5 | |
| | C-7 | 0 | 0 | 0 | | | | | | 5 | |
| | C-8 | 0 | 0 | 0 | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | ? | ? | 100 | | | | | | 1 | |
| | S-2 | ? | ? | 100 | | | | | | 1 | |
| | S-3 | 50 | 0 | 50 | | | | | | 2 | |
| | S-4 | 80 | 0 | 0 | | | | | | 1 | |
| | S-5 | 50 | 0 | 0 | | | | | | 2 | |
| | S-6 | 40 | 0 | 0 | | | | | | 2 | |
| | S-7 | 10 | 0 | 0 | | | | | | 3 | |
| | S-8 | 10 | 0 | 0 | | | | | | 3 | |

表2.3.15

会社名 大日本塗料
 浸漬場所 鳥羽

調査月度 8月度
 調査日 55年9月8日

気温 24℃ (9時)
 水温 23℃

| 生物名 試験板 | セ | ア | フ | ホ | | | | | | | | | 総合 評価 点 | 備 考 |
|------------|-------------|--------|-------------|----|----|--|--|--|--|--|--|--|---------------|--------|
| | ル ブ ラ | オ サ | ジ ツ ボ | ヤ | | | | | | | | | | |
| 表 | C-1 | 100 | | | 50 | | | | | | | | 1 | |
| | C-2 | | | 30 | | | | | | | | | 2 | |
| | C-3 | | | 10 | | | | | | | | | 3 | |
| | C-4 | | | 5 | | | | | | | | | 4 | |
| | C-5 | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | 100 | | | 20 | | | | | | | | 1 | |
| | S-2 | | 100 | 20 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-3 | | 80 | 15 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-4 | | 60 | | | | | | | | | | 1 | |
| | S-5 | | 15 | | | | | | | | | | 3 | |
| | S-6 | | 10 | | | | | | | | | | 3 | |
| | S-7 | | 10 | | | | | | | | | | 3 | |
| | S-8 | | 20 | | | | | | | | | | 3 | |
| 裏 | C-1 | 100 | | | 40 | | | | | | | | 1 | |
| | C-2 | | | 40 | | | | | | | | | 2 | |
| | C-3 | | | 30 | | | | | | | | | 2 | |
| | C-4 | | | 10 | | | | | | | | | 3 | |
| | C-5 | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | 100 | | | 10 | | | | | | | | 1 | |
| | S-2 | | 60 | 10 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-3 | | 80 | 5 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-4 | | 60 | | | | | | | | | | 1 | |
| | S-5 | | 50 | | | | | | | | | | 2 | |
| | S-6 | | 50 | | | | | | | | | | 2 | |
| | S-7 | | 40 | | | | | | | | | | 2 | |
| | S-8 | | 40 | | | | | | | | | | 2 | |

表2.3.16

会社名 コロイドマリンペイント 調査月度 9月度 気温 28℃ (13時)
 浸漬場所 座賀島 調査日 55年9月16日 水温 24℃

| | 生物名 | セル | ブ | ラ | | | | | | | | | | | | | | | 総合 評価 点 | 備 考 |
|---|-----|-----|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------|--------|
| 表 | C-1 | 51< | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| | C-2 | 5> | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | |
| | C-3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | 51< | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| | S-2 | 5> | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | |
| | S-3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| 裏 | C-1 | 51< | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| | C-2 | 5> | | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | |
| | C-3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | 51< | | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| | S-2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | |

表 2.3.17

会社名 水谷ペイント
 浸漬場所 阪南港

調査月度 9月度
 調査日 55年9月19日

気温 26.2℃ (1時)
 水温 25.5℃

| 生物名 試験板 | フ | マ | イ | セ | フ | | | | | | 総合 評価 点 | 備 考 |
|------------|-------------|------------------|--------|-------------|-----------------------|---|--|--|--|--|---------------|--------|
| | ジ ン ボ | ク ラ ボ ヤ | ガ イ | ル ブ ラ | サ コ ケ ム ン | | | | | | | |
| 表 | C-1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | | | | | | |
| | C-2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | | | | | | |
| | C-3 | 4 | | | | 4 | | | | | | |
| | C-4 | 4 | | | | | | | | | | |
| | C-5 | 5 | | | | | | | | | | |
| | C-6 | 5 | | | | | | | | | | |
| | C-7 | 5 | | | | | | | | | | |
| | C-8 | 5 | | | | | | | | | | |
| | S-1 | 1 | 1 | | | 1 | | | | | | |
| | S-2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | | | |
| | S-3 | 1 | 1 | | | 1 | | | | | | |
| | S-4 | 1 | | | | | | | | | | |
| | S-5 | 1 | | | | | | | | | | |
| | S-6 | 3 | | | | | | | | | | |
| | S-7 | 3 | | | | | | | | | | |
| | S-8 | 4 | | | | | | | | | | |
| 裏 | C-1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | | | | | | |
| | C-2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | | | | | | |
| | C-3 | 3 | 4 | | | 4 | | | | | | |
| | C-4 | 4 | | | | | | | | | | |
| | C-5 | 5 | | | | | | | | | | |
| | C-6 | 5 | | | | | | | | | | |
| | C-7 | 5 | | | | | | | | | | |
| | C-8 | 5 | | | | | | | | | | |
| | S-1 | 1 | 1 | | | 1 | | | | | | |
| | S-2 | 1 | 1 | | | 1 | | | | | | |
| | S-3 | 1 | 4 | | | 4 | | | | | | |
| | S-4 | 1 | | | | 4 | | | | | | |
| | S-5 | 2 | | | | 4 | | | | | | |
| | S-6 | 3 | | | | | | | | | | |
| | S-7 | 4 | | | | | | | | | | |
| | S-8 | 4 | | | | | | | | | | |

表 2.3.18

会社名 東亜ペイント(株)
 浸漬場所 深江

調査月度 9 月 度
 調査日 55年9月29日

気 温 23.8℃ (14 時)
 水 温 23 ℃

| 生物名 試験板 | フ | イ | ホ | ス | ラ | イ | ム | | | | | | | 総 合 評 価 点 | 備 考 | |
|------------|-----|-------|-----|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|-----------------------|---------|--|
| | ジ | ガ | ヤ | ラ | イ | ム | | | | | | | | | | |
| 表 | C-1 | 100 | 50 | | | | | | | | | | | | イソギンチャク | |
| | C-2 | 100 | 10 | | | | | | | | | | | | イソギンチャク | |
| | C-3 | 100 | | | | | | | | | | | | | | |
| | C-4 | 100 | | | | | | | | | | | | | | |
| | C-5 | 大小 20 | 4 | | | | | | | | | | | | | |
| | C-6 | 大小 1 | 10 | | | | | | | | | | | | | |
| | C-7 | 大小 20 | 30 | | | | | | | | | | | | | |
| | C-8 | 大小 10 | 20 | | | | | | | | | | | | | |
| | S-1 | 100 | | | | | | | | | | | | | | |
| | S-2 | 100 | | | | | | | | | | | | | | |
| | S-3 | 100 | | | | | | | | | | | | | | |
| | S-4 | 100 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 面 | S-5 | 100 | | | 5 | | | | | | | | | | |
| | | S-6 | 30 | | | 5 | | | | | | | | | | |
| | | S-7 | 40 | | | 5 | | | | | | | | | | |
| | | S-8 | 40 | | | 5 | | | | | | | | | | |
| 裏 | C-1 | 100 | | | | | | | | | | | | | | |
| | C-2 | 100 | | | | | | | | | | | | | | |
| | C-3 | 100 | | | | | | | | | | | | | | |
| | C-4 | 100 | | | | | | | | | | | | | | |
| | C-5 | 大小 20 | 4 | | | | | | | | | | | | | |
| | C-6 | 大小 1 | 10 | | | | | | | | | | | | | |
| | C-7 | 大小 20 | 30 | | | | | | | | | | | | | |
| | C-8 | 大小 10 | 20 | | | | | | | | | | | | | |
| | S-1 | 100 | | | | | | | | | | | | | | |
| | S-2 | 100 | | | | | | | | | | | | | | |
| | S-3 | 100 | | | | | | | | | | | | | | |
| | S-4 | 100 | | | | | | | | | | | | | | |
| | 面 | S-5 | 50 | | | | | | | | | | | | | |
| | | S-6 | 30 | | | 5 | | | | | | | | | | |
| | | S-7 | 40 | | | 5 | | | | | | | | | | |
| | | S-8 | 50 | | | 5 | | | | | | | | | | |

表2.3.19

会社名 日本油脂
 浸漬場所 川崎重工神戸工場

調査月度 8月度
 調査日 55年8月25日

気温 30.2℃ (10時)
 水温 25.2℃

| 生物名 試験板 | ス | ア | イ | セ | フ | カ | シ | イ | タ | 総合 評価 点 | 備 考 |
|------------|-------------|--------------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------------------|-------------|---------------|--------|
| | ラ イ ム | オ サ | ガ イ | ル ブ ラ | ジ ツ ポ | イ メ ン | ロ ホ ヤ | ン ギ ン チ ャ ク | ナ イ ス | | |
| 表 | C-1 | X | 1 | 100 | | | | 1 | | 1 | |
| | C-2 | 1 | | 15 | 5 | 60 | | | | 1 | |
| | C-3 | 1 | | | | | | | 1 | 5 | |
| | C-4 | 1 | | | | | | | 1 | 5 | |
| | C-5 | 1 | | | | | | | 2 | 5 | |
| | C-6 | 1 | | | | | | | 2 | 5 | |
| | C-7 | 1 | | | | | | | 2 | 5 | |
| | C-8 | 1 | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | X | | 100 | | 100 | 5 | 3 | | 1 | |
| | S-2 | X | | 5 | | 70 | | | | 1 | |
| | S-3 | X | | tr. | | 100 | | | | 1 | |
| | S-4 | 1 | | | | 50 | | | 5 | 2 | |
| | S-5 | 1 | | | | 20 | | | 3 | 3 | |
| | S-6 | 1 | | | | 3 | | | 1 | 4 | |
| | S-7 | 1 | | | | 3 | | | 1 | 4 | |
| | S-8 | 1 | | | | 20 | | | 1 | 3 | |
| 裏 | C-1 | X | | 100 | | | | 3 | | 1 | |
| | C-2 | X | tr. | 30 | | 80 | | tr. | | 1 | |
| | C-3 | 1.5 | | | | 5 | | | 1 | 3 | |
| | C-4 | 1 | | | | | | | 1 | 5 | |
| | C-5 | 1.5 | | | | | | | 1 | 5 | |
| | C-6 | 1 | | | | | | | 1 | 5 | |
| | C-7 | 1 | | | | | | | 1 | 5 | |
| | C-8 | 1 | | | | | | | 1 | 5 | |
| 面 | S-1 | X | tr. | 40 | | 100 | | | | 1 | |
| | S-2 | X | | 5 | | 100 | | | | 1 | |
| | S-3 | 1 | | | | 50 | | | 20 | 2 | |
| | S-4 | 0.5 | | | | 20 | | | 10 | 3 | |
| | S-5 | 0.5 | | | | 10 | | | 5 | 3 | |
| | S-6 | 0.5 | | | | 5 | | | 3 | 4 | |
| | S-7 | 0.5 | | | | 10 | | | 3 | 3 | |
| | S-8 | 0.5 | | | | 10 | | | 3 | 3 | |

表 2.3.2 0

会社名 日本油脂
 浸漬場所 由良

調査月度 8月度
 調査日 55年9月3日

気温 27.8℃ (9時)
 水温 25.8℃

| 生物名 試験板 | ス | ア | イ | セ | フ | カ | シ | イ | ン | タ | ウ | 総合 評価 点 | 備 考 | | | |
|------------|-------------|--------------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|------------------|---------------------------------|---------------|-----------------------|------------------|----|--|
| | ラ イ ム | オ サ | ガ イ | ル ブ ラ | ジ ツ ボ | イ メ ン | ロ ホ ヤ | ン チ ャ ク | ナ イ ス | シ ケ ノ リ | ナ ギ サ コ ケ ム シ | | チ ゴ ケ チ シ | 群 体 ホ ヤ | | |
| 表 | C-1 | X | | 3 | 1 | 10 | 40 | 5 | 1 | | | 1 | 3 | 5 | 70 | |
| | C-2 | 1.5 | | | | 1 | | | | | | 5 | | | | |
| | C-3 | 1 | | | | tr. | | | | | | 5 | | | | |
| | C-4 | 1 | | | | 1 | | | | | | 5 | | | | |
| | C-5 | 1 | | | | | | | | | | 5 | | | | |
| | C-6 | 1 | | | | | | | | | | 5 | | | | |
| | C-7 | 1 | | | | | | | | | | 5 | | | | |
| | C-8 | 1 | | | | | | | | | | 5 | | | | |
| 面 | S-1 | X | 1 | | 1 | 50 | 30 | 1 | | | | 1 | 20 | 30 | 30 | |
| | S-2 | 1.5 | | | | 15 | | | | | 100 | 1 | | | | |
| | S-3 | 1.5 | | | | 1 | | | | | 40 | 2 | | | | |
| | S-4 | 1.5 | | | | 3 | | | | | 60 | 1 | | | | |
| | S-5 | 1 | | | | 3 | | | 3 | 30 | | 2 | | | | |
| | S-6 | 1 | | | | 3 | | | 3 | 15 | | 2 | | | | |
| | S-7 | 1 | | | | tr. | | | 1 | 20 | | 2 | | | | |
| | S-8 | 1 | | | | | | | 1 | | | 5 | | | | |
| 裏 | C-1 | X | | 1 | 5 | 30 | 30 | 10 | | | | 1 | 20 | 5 | 40 | |
| | C-2 | 1 | | | | | | | | | | 5 | | | | |
| | C-3 | 1 | | | | | | | | | | 5 | | | | |
| | C-4 | 1 | | | | | | | | | | 5 | | | | |
| | C-5 | 1 | | | | | | | | | | 5 | | | | |
| | C-6 | 1 | | | | | | | | | | 5 | | | | |
| | C-7 | 1 | | | | | | | | | | 5 | | | | |
| | C-8 | 1 | | | | | | | | | | 5 | | | | |
| | S-1 | X | | | 1 | 80 | 3 | | | | | 1 | 15 | 1 | 25 | |
| | S-2 | 1 | 1 | | | 20 | | | | | 100 | 1 | | | | |
| | S-3 | 1 | tr. | | | 5 | | | | | 80 | 1 | | | | |
| | S-4 | 1 | | | | 3 | | | | | 90 | 1 | | | | |
| | 面 | S-5 | 1 | | | | | | | 1 | 20 | 2 | | | | |
| | | S-6 | 1 | | | | | | | 1 | 20 | 2 | | | | |
| | | S-7 | 1 | | | | | | | 5 | 40 | 2 | | | | |
| | | S-8 | 1 | | | | | | | 1 | 10 | 3 | | | | |

表2.3.2 1

会社名 日本油脂 調査月度 8月度 気温 28℃ (4時)
 投資場所 相生 調査日 55年8月25日 水温 26℃

| 試験板 | 生物名 | ス | イ | セ | フ | カ | シ | イ | タ | ナ | フ | 総 | 備考 ユーレイ ホヤ |
|-----|------------------|--------------|------------------|------------------|------------------|------------------|---------------------------------|------------------|---------------------------------|----------------------------|------------------|---|----------------------|
| | ス ラ イ ム | イ ガ イ | セ ル ブ ラ | フ ジ ツ ボ | カ イ メ ン | シ ロ ホ ヤ | イ ン ギ ン チ ャ ク | タ ナ イ ス | ナ ギ サ コ ケ ム シ | フ サ コ ケ ム シ | 合 評 価 点 | | |
| 表 | C-1 | X | 20 | 5 | 80 | | 10 | 20 | | 30 | 70 | 1 | 30 |
| | C-2 | 1.5 | | 3 | 15 | | | 5 | | 10 | 15 | 2 | 1 |
| | C-3 | 1 | | | 1 | | | 3 | 1 | 1 | | 4 | |
| | C-4 | 1 | | | | | | tr | 1 | | | 5 | |
| | C-5 | 1.5 | | | | | | | 1 | | | 5 | |
| | C-6 | 1.5 | | | | | | | 1 | | | 5 | |
| | C-7 | 1.5 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | 1.5 | | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | X | 5 | 3 | 80 | | | 15 | | 20 | 100 | 1 | 40 |
| | S-2 | X | | | 100 | 1 | | 20 | | 70 | 70 | 1 | |
| | S-3 | 1.5 | | | 40 | | | 3 | 1 | 3 | | 2 | |
| | S-4 | 1 | | | 3 | | | | 1 | | | 4 | |
| | S-5 | 1.5 | | | 1 | | | | 1 | | | 4 | |
| | S-6 | 1 | | | | | | | 1 | | | 5 | |
| | S-7 | 1 | | | | | | | 1 | | | 5 | |
| | S-8 | 1 | | | | | | | 1 | | | 4 | |
| 裏 | C-1 | X | 30 | 10 | 90 | | | 50 | | 10 | 80 | 1 | 50 |
| | C-2 | 1.5 | | 3 | 30 | | | 10 | | 15 | 20 | 1 | |
| | C-3 | 1 | | 1 | 5 | | | 5 | 3 | | | 3 | |
| | C-4 | 1 | | | | | | 1 | 1 | | | 4 | |
| | C-5 | 1 | | | 1 | | | | 1 | | | 4 | |
| | C-6 | 1 | | | | | | 1 | 1 | | | 4 | |
| | C-7 | 1 | | | | | | | 1 | | | 5 | |
| | C-8 | 1.5 | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-1 | X | 1 | 1 | 100 | | | 10 | | 50 | 60 | 1 | 10 |
| | S-2 | 1 | | | 80 | | | 3 | | | | 1 | |
| | S-3 | 1 | | | 3 | | | | | | | 4 | |
| | S-4 | 1 | | | 1 | | | | | | | 4 | |
| | S-5 | 1 | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-6 | 1 | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-7 | 1 | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-8 | 1 | | | tr. | | | | | | | 5 | |

表 2.3.2 2

会社名 日本ペイント
 浸漬場所 宇野

調査月度 8月度
 調査日 55年8月22日

気温 2.6℃ (10時)
 水温 2.5℃

| 生物名 試験板 | 緑 | 褐 | 紅 | フ ジ ツ ホ | フ サ コ ケ ム シ | ナ ギ サ コ ケ ム シ | チ ゴ ケ ム シ | 複 合 ホ ヤ | セ ル ブ ラ | ヒ ド ロ 虫 | 総 合 評 価 点 | 備 考 | |
|------------|-----|----|----|------------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------|--------|--|
| | 藻 | 藻 | 藻 | | | | | | | | | | |
| 表 | C-1 | 5% | % | % | 20% | 3% | 2% | 40% | 2% | 3% | % | 1 | |
| | C-2 | | | | 1ヶ | | | | | | | 5 | |
| | C-3 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-4 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-5 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | | 3 | | 15 | | 3 | 10 | | | | 2 | |
| | S-2 | 5 | 40 | 30 | 3 | | | | | 3 | | 1 | |
| | S-3 | 20 | 5 | | 3 | | | | | | | 2 | |
| | S-4 | 5 | 40 | | | | | | | | | 2 | |
| | S-5 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-6 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-7 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-8 | | | | | | | | | | | 5 | |
| 裏 | C-1 | | | 3 | 30 | | 5 | 10 | 5 | | | 1 | |
| | C-2 | | | | 1ヶ | | | | | | | 5 | |
| | C-3 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-4 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-5 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | | | 10 | 20 | | | 20 | 20 | | | 1 | |
| | S-2 | | 10 | 10 | 50 | | | | | 10 | | 1 | |
| | S-3 | | 30 | | 20 | | | | | | | 2 | |
| | S-4 | | 10 | | 20 | | | 2 | | | | 2 | |
| | S-5 | | | | 5 | | | | | | | 4 | |
| | S-6 | | | | 1ヶ | | | | | | | 5 | |
| | S-7 | | | | 1ヶ | | | | | | | 5 | |
| | S-8 | | | | 20 | | | | | | | 3 | |

表2.3.23

会社名 神戸ペイント
 浸漬場所 坂出

調査月度 8月度
 調査日 55年8月29日

気温 27.5℃ (13時)
 水温 25.5℃

| 生物名 試験板 | フ | セ | コ | ホ | ア | ノ | | | | | 総合 評価 点 | 備 考 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-----|--------|----|--|--|--|--|---------------|--------|
| | ジ ッ ボ | ル ブ ラ | ケ ム シ | | オ サ | リ | | | | | | |
| 表 | C-1 | 95 | 5 | (2) | | | | | | | 1 | |
| | C-2 | 20 | 3 | | | | | | | | 2 | |
| | C-3 | 5 | | | | | | | | | 4 | |
| | C-4 | 2 | | | | | | | | | 4 | |
| | C-5 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | 100 | | (1) | | | | | | | 1 | |
| | S-2 | 95 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-3 | 25 | | | | | | | | | 2 | |
| | S-4 | 5 | | | | 10 | | | | | 3 | スライム厚い |
| | S-5 | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-6 | | | | | 3 | | | | | 4 | |
| | S-7 | | | | | 3 | | | | | 4 | |
| | S-8 | | | | | | | | | | 5 | |
| 裏 | C-1 | 95 | 5 | | | | | | | | 1 | |
| | C-2 | 20 | 2 | 1 | | | | | | | 2 | |
| | C-3 | 2 | | | | | | | | | 4 | |
| | C-4 | 1 | | | | | | | | | 4 | |
| | C-5 | 1 | | | | | | | | | 4 | |
| | C-6 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | 80 | (5) | | | | | | | | 1 | |
| | S-2 | 15 | | | | | | | | | 3 | |
| | S-3 | 7 | | | | | | | | | 3 | |
| | S-4 | 2 | | | | | | | | | 4 | |
| | S-5 | 1 | | | | | | | | | 4 | |
| | S-6 | 1 | | | | | | | | | 4 | |
| | S-7 | 1 | | | | 1 | | | | | 4 | |
| | S-8 | | | | | 2 | | | | | 4 | |

表2.3.24

会社名 中国塗料
 浸漬場所 宮島

調査月度 9月度
 調査日 55年9月12日

気温 25.3℃ (14時)
 水温 22.5℃

| 生物名 試験板 | フ | チ | セ | フ | ホ | イ | | | | | 総合 評価 点 | 備 考 |
|------------|-----------------------|------------------|-------------|-------------|----|--------|----|--|--|--|---------------|--------|
| | サ コ ケ ム シ | ゴ チ ム シ | ル ブ ラ | ジ ツ ボ | ヤ | ガ イ | | | | | | |
| 表 | C-1 | 30 | 10 | 80 | | 40 | | | | | 1 | |
| | C-2 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-3 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-4 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-5 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | 70 | 40 | 80 | 50 | 20 | 50 | | | | 1 | |
| | S-2 | 5 | | | 60 | | | | | | 1 | |
| | S-3 | | | | 2 | | | | | | 4 | |
| | S-4 | | | | 1 | | | | | | 4 | |
| | S-5 | | | | 1 | | | | | | 4 | |
| | S-6 | | | | 1 | | | | | | 4 | |
| | S-7 | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-8 | | | | | | | | | | 5 | |
| 裏 | C-1 | 40 | 5 | 50 | 1 | 40 | | | | | 1 | |
| | C-2 | | | | 2 | | | | | | 4 | |
| | C-3 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-4 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-5 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | 50 | 50 | | 95 | | | | | | 1 | |
| | S-2 | | | | 20 | | | | | | 3 | |
| | S-3 | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-4 | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-5 | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-6 | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-7 | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-8 | | | | | | | | | | 5 | |

表 2.3.2 5

会社名 林兼ペイント
 投資場所 下 関

調査月度 8 月 度
 調査日 5 5 年 9 月 1 日

気 温 29.0℃ (1 1 時)
 水 温 24.5℃

| 生物名 試験板 | フ | セ | ホ | | | | | | | | 総 合 評 価 点 | 備 考 |
|------------|-------------|-------------|------|------|--|--|--|--|--|--|-----------------------|--------|
| | ジ ツ ボ | ル ブ ラ | | | | | | | | | | |
| 表 | C-1 | 80 | (40) | | | | | | | | 1 | |
| | C-2 | 10 | 15 | | | | | | | | 2 | |
| | C-3 | | 2 | | | | | | | | 4 | |
| | C-4 | | 5 | | | | | | | | 4 | |
| | C-5 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | 100 | (30) | | | | | | | | 1 | |
| | S-2 | 90 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-3 | 80 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-4 | 25 | | | | | | | | | 2 | |
| | S-5 | 5 | | | | | | | | | 4 | |
| | S-6 | 5 | | | | | | | | | 4 | |
| | S-7 | 8 | | | | | | | | | 3 | |
| | S-8 | 2 | | | | | | | | | 4 | |
| 裏 | C-1 | 40 | 60 | (20) | | | | | | | 1 | |
| | C-2 | 10 | 40 | | | | | | | | 1 | |
| | C-3 | 2 | 5 | | | | | | | | 3 | |
| | C-4 | | 2 | | | | | | | | 4 | |
| | C-5 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | 100 | (10) | | | | | | | | 1 | |
| | S-2 | 80 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-3 | 70 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-4 | 60 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-5 | 30 | | | | | | | | | 2 | |
| | S-6 | 25 | | | | | | | | | 2 | |
| | S-7 | 10 | | | | | | | | | 3 | |
| | S-8 | 5 | | | | | | | | | 4 | |

表 2.3.2 6

会社名 カナエ塗料
 浸漬場所 舞鶴(京都)

調査月度 9月度
 調査日 55年9月12日

気温 28℃ (15時)
 水温 27℃

| | 生物名 | フ ジ ツ ボ | セ ル ブ ラ | 白 ボ ヤ | ナ ギ サ コ ケ ム シ | フ サ コ ケ ム シ | | | | | | | 総 合 評 価 点 | 備 考 |
|---|-----|------------------|------------------|-------------|---------------------------------|----------------------------|--|--|--|--|--|--|-----------------------|--------------|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 表 | C-1 | 70 | 15 | (10) | (10) | (5) | | | | | | | 1 | フジツボ内訳 |
| | C-2 | 40 | 15 | | (5) | | | | | | | | 1 | 白フジツボ 50% |
| | C-3 | 35 | (2) | | | | | | | | | | 2 | タテジマフジツボ 50% |
| | C-4 | 7 | | | | | | | | | | | 3 | |
| | C-5 | 1 | | | | | | | | | | | 4 | |
| | C-6 | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | 80 | (5) | (5) | (10) | | | | | | | | 1 | |
| | S-2 | 100 | (10) | | (3) | | | | | | | | 1 | |
| | S-3 | 60 | (3) | | (2) | | | | | | | | 1 | |
| | S-4 | 50 | | | | | | | | | | | 2 | |
| | S-5 | 10 | | | | | | | | | | | 3 | |
| | S-6 | 10 | | | | | | | | | | | 3 | |
| | S-7 | 3 | | | | | | | | | | | 4 | |
| | S-8 | | | | | | | | | | | | 5 | |
| 裏 | C-1 | 70 | 15 | | (10) | | | | | | | | 1 | |
| | C-2 | 50 | 20 | | (3) | | | | | | | | 1 | |
| | C-3 | 50 | 5 | | (1) | | | | | | | | 1 | |
| | C-4 | 7 | | | | | | | | | | | 3 | |
| | C-5 | 2 | | | | | | | | | | | 4 | |
| | C-6 | 1 | | | | | | | | | | | 4 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | 100 | (10) | (15) | | | | | | | | | 1 | |
| | S-2 | 30 | | (3) | | | | | | | | | 2 | |
| | S-3 | 25 | | | | | | | | | | | 2 | |
| | S-4 | 20 | | | | | | | | | | | 3 | |
| | S-5 | 10 | | | | | | | | | | | 3 | |
| | S-6 | 15 | | | | | | | | | | | 3 | |
| | S-7 | 10 | | | | | | | | | | | 3 | |
| | S-8 | 3 | | | | | | | | | | | 4 | |

表 2.3.27

会社名 関西ペイント
 浸漬場所 横須賀

調査月度 2 月 度
 調査日 56年2月24日

気温 5℃ (11時)
 水温 8℃

| | 生物名 | | | | | | | | | 総合評価点 | 備考 | |
|---|-----|----|---|---|---|--|--|--|--|-------|----|--|
| | 試験板 | ア | オ | ノ | リ | | | | | | | |
| 表 | C-1 | 80 | | | | | | | | | 1 | |
| | C-2 | 0 | | | | | | | | | 5 | |
| | C-3 | 0 | | | | | | | | | 5 | |
| | C-4 | 0 | | | | | | | | | 5 | |
| | C-5 | 0 | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | 0 | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | 0 | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | 0 | | | | | | | | | 5 | |
| | S-1 | 70 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-2 | 70 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-3 | 70 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-4 | 70 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-5 | 70 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-6 | 70 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-7 | 70 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-8 | 70 | | | | | | | | | 1 | |
| 裏 | C-1 | 80 | | | | | | | | | 1 | |
| | C-2 | 0 | | | | | | | | | 5 | |
| | C-3 | 0 | | | | | | | | | 5 | |
| | C-4 | 0 | | | | | | | | | 5 | |
| | C-5 | 0 | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | 0 | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | 0 | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | 0 | | | | | | | | | 5 | |
| | S-1 | 70 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-2 | 70 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-3 | 70 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-4 | 70 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-5 | 70 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-6 | 40 | | | | | | | | | 2 | |
| | S-7 | 40 | | | | | | | | | 2 | |
| | S-8 | 40 | | | | | | | | | 2 | |

表 2.3.28

会社名 大日本塗料㈱
 浸漬場所 鳥羽

調査月度 2 月 度
 調査日 56年2月19日

気温 8 ℃ (12時)
 水温 7.8 ℃

| 生物名 試験板 | フ ジ ン ボ | ア オ サ | セ ル ブ ラ | ホ ヤ | チ ゴ ケ ム シ | フ サ コ ケ ム シ | | | | | | 総 合 評 価 点 | 備 考 |
|------------|------------------|-------------|------------------|--------|-----------------------|----------------------------|--|--|--|--|--|-----------------------|--------|
| | 表 | C-1 | 100 | | | | | | | | | | 1 |
| C-2 | | | | | | | | | | | | 5 | |
| C-3 | | | | | | | | | | | | 5 | |
| C-4 | | | | | | | | | | | | 5 | |
| C-5 | | | | | | | | | | | | 5 | |
| C-6 | | | | | | | | | | | | 5 | |
| C-7 | | | | | | | | | | | | 5 | |
| C-8 | | | | | | | | | | | | 5 | |
| S-1 | | | 90 | | | | | | | | | 1 | |
| S-2 | | | 80 | | | | | | | | | 1 | |
| S-3 | | | 80 | | | | | | | | | 1 | |
| S-4 | | | 100 | | | | | | | | | 1 | |
| S-5 | | | 100 | | | | | | | | | 1 | |
| S-6 | | | 100 | | | | | | | | | 1 | |
| S-7 | | | 90 | | | | | | | | | 1 | |
| S-8 | | | 90 | | | | | | | | | 1 | |
| 裏 | C-1 | 80 | | | | | | | | | | 1 | |
| | C-2 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-3 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-4 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-5 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-1 | | 90 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-2 | | 100 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-3 | | 100 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-4 | | 100 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-5 | | 100 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-6 | | 100 | | | | | | | | | 1 | |
| | S-7 | | 20 | | | | | | | | | 3 | |
| | S-8 | | 80 | | | | | | | | | 1 | |

表 2.3.29

会社名 コロイド
マリンペイント
 浸漬場所 座 賀 島

調査月度 2 月 度
 調査日 56年2月10日

気 温 14℃ (13時)
 水 温 12℃

| 生物名 試験板 | 風船状 附着物 | ス ラ イ ム | | | | | | | | | 総 合 評 価 点 | 備 考 |
|------------|------------|------------------|----|--|--|--|--|--|--|--|-----------------------|-----------------------|
| | | | | | | | | | | | | |
| 表 | C-1 | 20 | | | | | | | | | 3 | |
| | C-2 | | なし | | | | | | | | 5 | |
| | C-3 | | 小 | | | | | | | | 5 | |
| | C-4 | | 大 | | | | | | | | 5 | |
| | C-5 | | 大 | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | 大 | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | 大 | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | 大 | | | | | | | | 5 | 変色 水上ブルー 水中レモンイエロー |
| 面 | S-1 | 1> | | | | | | | | | 5 | |
| | S-2 | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-3 | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-4 | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-5 | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-6 | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-7 | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-8 | | | | | | | | | | 5 | |
| 裏 | C-1 | 10 | | | | | | | | | 3 | |
| | C-2 | | なし | | | | | | | | 5 | |
| | C-3 | | 小 | | | | | | | | 5 | |
| | C-4 | | 大 | | | | | | | | 5 | |
| | C-5 | | 大 | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | 大 | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | 大 | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | 大 | | | | | | | | 5 | 変色 水上ブルー 水中レモンイエロー |
| 面 | S-1 | 5 | | | | | | | | | 4 | |
| | S-2 | 1 | | | | | | | | | 4 | |
| | S-3 | 1> | | | | | | | | | 5 | |
| | S-4 | 1> | | | | | | | | | 5 | |
| | S-5 | 1 | | | | | | | | | 4 | |
| | S-6 | 1> | | | | | | | | | 5 | |
| | S-7 | 1 | | | | | | | | | 4 | |
| | S-8 | | | | | | | | | | 5 | |

表 2.3.3 0

会社名 水谷ペイント
 浸漬場所 阪南港

調査月度 3 月 度
 調査日 56年2月27日

気 温 0.8℃ (12時)
 水 温 6.2℃

| 生物名 試験板 | ス ラ イ ム | ス ジ 青 ノ リ | 褐 色 ノ リ | | | | | | | | | 総 合 評 価 点 | 備 考 |
|------------|------------------|-----------------------|------------------|---|---|--|--|--|--|--|--|-----------------------|--------|
| | 表 | C-1 | 1 | 3 | 1 | | | | | | | | |
| | C-2 | 1 | | 3 | | | | | | | | | |
| | C-3 | 1 | | 3 | | | | | | | | | |
| | C-4 | 1 | | 4 | | | | | | | | | |
| | C-5 | 1 | | 4 | | | | | | | | | |
| | C-6 | 2 | | 5 | | | | | | | | | |
| | C-7 | 2 | | 5 | | | | | | | | | |
| | C-8 | 3 | | 5 | | | | | | | | | |
| | S-1 | 1 | 3 | 1 | | | | | | | | | 同 上 |
| | S-2 | 1 | | 1 | | | | | | | | | |
| | S-3 | 1 | | 1 | | | | | | | | | |
| | S-4 | 1 | | 3 | | | | | | | | | |
| | S-5 | 1 | | 3 | | | | | | | | | |
| | S-6 | 1 | | 2 | | | | | | | | | |
| | S-7 | 1 | | 2 | | | | | | | | | |
| | S-8 | 1 | | 3 | | | | | | | | | |
| 裏 | C-1 | 3 | | 3 | | | | | | | | | |
| | C-2 | 1 | | 4 | | | | | | | | | |
| | C-3 | 1 | | 4 | | | | | | | | | |
| | C-4 | 1 | | 4 | | | | | | | | | |
| | C-5 | 2 | | 4 | | | | | | | | | |
| | C-6 | 2 | | 5 | | | | | | | | | |
| | C-7 | 3 | | 5 | | | | | | | | | |
| | C-8 | 3 | | 5 | | | | | | | | | |
| | S-1 | 1 | | 1 | | | | | | | | | |
| | S-2 | 1 | | 1 | | | | | | | | | |
| | S-3 | 1 | | 1 | | | | | | | | | |
| | S-4 | 1 | | 1 | | | | | | | | | |
| 面 | S-5 | 1 | | 1 | | | | | | | | | |
| | S-6 | 1 | | 1 | | | | | | | | | |
| | S-7 | 1 | | 1 | | | | | | | | | |
| | S-8 | 1 | | 2 | | | | | | | | | |

表 2.3.3 1

会社名 東亜ペイント(株)
 浸漬場所 深江

調査月度 2 月 度
 調査日 5 6 年 2 月 2 5 日

気 温 3.7 ℃ (13 時)
 水 温 7.8 ℃

| 生物名 試験板 | フ ジ ツ ボ (3mm) | ス ラ イ ム | | | | | | | | | 総 合 評 価 点 | 備 考 |
|------------|---------------------------|------------------|-----|--|--|--|--|--|--|--|-----------------------|--------------|
| | | | | | | | | | | | | |
| 表 | C-1 | 10コ | 50% | | | | | | | | | スライム(洗えば落ちる) |
| | C-2 | | 100 | | | | | | | | | を評価しなければC- |
| | C-3 | | 100 | | | | | | | | | 1の裏面のみ付着面積 |
| | C-4 | | 90 | | | | | | | | | により総合評価は4, |
| | C-5 | | 70 | | | | | | | | | 残り5。 |
| | C-6 | | 50 | | | | | | | | | |
| | C-7 | | 50 | | | | | | | | | フジツボは表面より裏 |
| | C-8 | | 30 | | | | | | | | | 面の方がやや多い傾向 |
| 面 | S-1 | 5コ | 80 | | | | | | | | | にあり。 |
| | S-2 | 5コ | 50 | | | | | | | | | |
| | S-3 | | 50 | | | | | | | | | |
| | S-4 | 4コ | 70 | | | | | | | | | |
| | S-5 | | 70 | | | | | | | | | |
| | S-6 | | 80 | | | | | | | | | |
| | S-7 | 4コ | 80 | | | | | | | | | |
| | S-8 | | 90 | | | | | | | | | |
| 裏 | C-1 | 40コ | 10 | | | | | | | | | |
| | C-2 | | 100 | | | | | | | | | |
| | C-3 | | 100 | | | | | | | | | |
| | C-4 | | 70 | | | | | | | | | |
| | C-5 | | 40 | | | | | | | | | |
| | C-6 | | 40 | | | | | | | | | |
| | C-7 | | 30 | | | | | | | | | |
| | C-8 | | 20 | | | | | | | | | |
| 面 | S-1 | 15コ | 50 | | | | | | | | | |
| | S-2 | 15コ | 60 | | | | | | | | | |
| | S-3 | 4コ | 80 | | | | | | | | | |
| | S-4 | 4コ | 70 | | | | | | | | | |
| | S-5 | | 70 | | | | | | | | | |
| | S-6 | | 70 | | | | | | | | | |
| | S-7 | 10コ | 60 | | | | | | | | | |
| | S-8 | | 80 | | | | | | | | | |

表 2.3.3 2

会社名 日本油脂 調査月度 3 月 度 気 温 5.9℃ (13 時)
 浸漬場所 川重神戸 調 査 日 5 6 年 2 月 2 日 水 温 6.2℃

| 生物名 試験板 | フ | ウ | ワ | ウ | ア | ア | | | | | 総合 評価 点 | 備 考 |
|------------|-------------|--------------------------------------|--------|------------------|-------------|--------|----|--|--|--|---------------|--------|
| | ジ ツ ポ | ベ ミ ニ ヒ ト ク ラ ダ | カ メ | シ ケ ノ リ | オ ノ リ | オ サ | | | | | | |
| 表 | C-1 | 3 | | 10 | 30 | 10 | | | | | 1 | |
| | C-2 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-3 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-4 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-5 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | 3 | | 3 | 70 | | | | | | 1 | |
| | S-2 | | | 5 | 60 | | 15 | | | | 1 | |
| | S-3 | | | 15 | 60 | | 10 | | | | 1 | |
| | S-4 | | | 3 | 40 | | | | | | 2 | |
| | S-5 | | | | 50 | | | | | | 2 | |
| | S-6 | | | | 50 | | | | | | 2 | |
| | S-7 | | | | 50 | | | | | | 2 | |
| | S-8 | | | | 20 | | | | | | 3 | |
| 裏 面 | C-1 | 3 | 3 | | 5 | | | | | | 3 | |
| | C-2 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-3 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-4 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-5 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-1 | | | | 20 | | | | | | 3 | |
| | S-2 | | | | 10 | | | | | | 3 | |
| | S-3 | | | | 5 | | | | | | 4 | |
| | S-4 | | | | 3 | | | | | | 4 | |
| | S-5 | | | | 1 | | | | | | 4 | |
| | S-6 | | | | 1 | | | | | | 4 | |
| | S-7 | | | | 1 | | | | | | 4 | |
| | S-8 | | | | 1 | | | | | | 4 | |

表 2.3.3 3

会社名 日本油脂
 浸漬場所 由良

調査月度 3 月 度
 調査日 56年2月28日

気温 3.0℃ (10:30時)
 水温 8.0℃

| 生物名 試験板 | フ | ワ | ウ | ア | ア | | | | | | 総合 評価 点 | 備 考 |
|------------|-------------|--------|------------------|-------------|--------|---|--|--|--|--|---------------|--------|
| | ジ ン ボ | カ メ | シ ケ ノ リ | オ ノ リ | オ サ | | | | | | | |
| 表 | C-1 | 5 | 5 | 30 | 5 | 1 | | | | | 2 | |
| | C-2 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-3 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-4 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-5 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | 3 | 20 | 40 | 3 | | | | | | 1 | |
| | S-2 | 3 | 10 | 40 | | | | | | | 1 | |
| | S-3 | 3 | 20 | 40 | 3 | | | | | | 1 | |
| | S-4 | 3 | 1 | 30 | 3 | | | | | | 2 | |
| | S-5 | 3 | 5 | 30 | 3 | | | | | | 2 | |
| | S-6 | 3 | 15 | 10 | 3 | | | | | | 2 | |
| | S-7 | 3 | 15 | 10 | 1 | | | | | | 2 | |
| | S-8 | 3 | 5 | 10 | | | | | | | 3 | |
| 裏 | C-1 | 5 | 5 | 40 | | 3 | | | | | 1 | |
| | C-2 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-3 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-4 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-5 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | 5 | | 20 | 1 | | | | | | 2 | |
| | S-2 | 3 | 5 | 10 | 1 | | | | | | 3 | |
| | S-3 | 3 | 3 | 15 | 1 | | | | | | 2 | |
| | S-4 | 3 | 5 | 10 | 1 | | | | | | 3 | |
| | S-5 | 3 | 5 | 10 | | | | | | | 3 | |
| | S-6 | 3 | 5 | 10 | | | | | | | 3 | |
| | S-7 | 3 | 5 | 10 | | | | | | | 3 | |
| | S-8 | 5 | 3 | 10 | | | | | | | 3 | |

表 2.3.34

会社名 日本油脂 調査月度 3 月 度 気 温 -4.0℃ (8:30時)
 受漬場所 相 生 調 査 日 56年2月20日 水 温 5.0℃

| 生物名 試験板 | フ | ウ | ア | | | | | | | | | 総 | 備 考 | |
|------------|-----|-----|----|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--------|--|
| | ジ | ン | オ | | | | | | | | | 合 | | |
| | ン | ケ | サ | | | | | | | | | 評 | | |
| | ボ | ノ | | | | | | | | | | 価 | | |
| | | リ | | | | | | | | | | 点 | | |
| 表 | C-1 | 80 | 5 | | | | | | | | | 1 | | |
| | C-2 | | | | | | | | | | | 5 | | |
| | C-3 | | | | | | | | | | | 5 | | |
| | C-4 | | | | | | | | | | | 5 | | |
| | C-5 | | | | | | | | | | | 5 | | |
| | C-6 | | | | | | | | | | | 5 | | |
| | C-7 | | | | | | | | | | | 5 | | |
| | C-8 | | | | | | | | | | | 5 | | |
| 面 | S-1 | 80 | | | | | | | | | | 1 | | |
| | S-2 | 50 | | | | | | | | | | 2 | | |
| | S-3 | 40 | | | | | | | | | | 2 | | |
| | S-4 | 30 | | | | | | | | | | 2 | | |
| | S-5 | 40 | | | | | | | | | | 2 | | |
| | S-6 | 40 | | | | | | | | | | 2 | | |
| | S-7 | 40 | | | | | | | | | | 2 | | |
| | S-8 | 40 | | | | | | | | | | 2 | | |
| 裏 | C-1 | 50 | | | | | | | | | | 2 | | |
| | C-2 | | | | | | | | | | | 5 | | |
| | C-3 | | | | | | | | | | | 5 | | |
| | C-4 | | | | | | | | | | | 5 | | |
| | C-5 | | | | | | | | | | | 5 | | |
| | C-6 | | | | | | | | | | | 5 | | |
| | C-7 | | | | | | | | | | | 5 | | |
| | C-8 | | | | | | | | | | | 5 | | |
| | S-1 | 60 | | | | | | | | | | 1 | | |
| | S-2 | 30 | | | | | | | | | | 2 | | |
| | S-3 | 30 | | | | | | | | | | 2 | | |
| | S-4 | 30 | | | | | | | | | | 2 | | |
| | 面 | S-5 | 30 | | | | | | | | | | 2 | |
| | | S-6 | 30 | | | | | | | | | | 2 | |
| | | S-7 | 30 | | | | | | | | | | 2 | |
| | | S-8 | 30 | | | | | | | | | | 2 | |

表 2.3.3 5

会社名 日本ペイント
 浸漬場所 宇野

調査月度 3 月 度
 調査日 5 6 月 2 月 2 0 日

気温 7 ℃ (10 時)
 水温 8 ℃

| 生物名 試験板 | 緑 | 褐 | ヒド | | | | | | | 総合 評価 点 | 備 考 |
|------------|-----|---|--------|---|--|--|--|--|--|---------------|--------|
| | 藻 | 藻 | ロ 虫 | | | | | | | | |
| 表 | C-1 | 2 | 70% | 2 | | | | | | 1 | |
| | C-2 | | 30 | | | | | | | 2 | |
| | C-3 | | | | | | | | | 5 | |
| | C-4 | | | | | | | | | 5 | |
| | C-5 | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | 5 | 60 | | | | | | | 1 | |
| | S-2 | 5 | 80 | | | | | | | 1 | |
| | S-3 | 5 | 80 | | | | | | | 1 | |
| | S-4 | 5 | 70 | | | | | | | 1 | |
| | S-5 | 5 | 60 | | | | | | | 1 | |
| | S-6 | 5 | 70 | | | | | | | 1 | |
| | S-7 | 5 | 70 | | | | | | | 1 | |
| | S-8 | | 40 | | | | | | | 2 | |
| 裏 | C-1 | 3 | 70 | | | | | | | 1 | |
| | C-2 | | 50 | | | | | | | 2 | |
| | C-3 | | | | | | | | | 5 | |
| | C-4 | | | | | | | | | 5 | |
| | C-5 | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | | 70 | | | | | | | 1 | |
| | S-2 | | 70 | | | | | | | 1 | |
| | S-3 | | 50 | | | | | | | 2 | |
| | S-4 | | 60 | | | | | | | 1 | |
| | S-5 | | 50 | | | | | | | 2 | |
| | S-6 | | 60 | | | | | | | 1 | |
| | S-7 | | 80 | | | | | | | 1 | |
| | S-8 | | 50 | | | | | | | 2 | |

表 2.3.3 6

会社名 神戸ペイント(株)
 浸漬場所 坂 出

調査月度 3 月 度
 調査日 5 6 年 2 月 2 7 日

気 温 3 ℃ (1 2 時)
 水 温 7 ℃

| 生物名 試験板 | ア | ノ | | | | | | | | | 総 合 評 価 点 | 備 考 |
|------------|-----|----|----|----|--|--|--|--|--|--|-----------------------|--------|
| | オ | リ | | | | | | | | | | |
| 表 | C-1 | 40 | 10 | | | | | | | | 2 | |
| | C-2 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-3 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-4 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-5 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | | 50 | | | | | | | | 2 | |
| | S-2 | | 50 | | | | | | | | 2 | |
| | S-3 | | 50 | | | | | | | | 2 | |
| | S-4 | | 50 | | | | | | | | 2 | |
| | S-5 | | 50 | | | | | | | | 2 | |
| | S-6 | | 30 | | | | | | | | 2 | |
| | S-7 | | | 10 | | | | | | | 3 | |
| | S-8 | | | 30 | | | | | | | 2 | |
| 裏 面 | C-1 | 10 | 5 | | | | | | | | 3 | |
| | C-2 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-3 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-4 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-5 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-1 | | | 20 | | | | | | | 3 | |
| | S-2 | | | 30 | | | | | | | 2 | |
| | S-3 | | | 30 | | | | | | | 2 | |
| | S-4 | | | 30 | | | | | | | 2 | |
| | S-5 | | | 30 | | | | | | | 2 | |
| | S-6 | | | 30 | | | | | | | 2 | |
| | S-7 | | | 10 | | | | | | | 3 | |
| | S-8 | | | 10 | | | | | | | 3 | |

表 2.3.37

会社名 中国塗料㈱ 調査月度 2 月 度 気温 9 ℃ (10 時)
 浸漬場所 宮 島 調査日 56年2月14日 水温 8.5 ℃

| | 生物名 試験板 | | | | | | | | | | | 総 合 評 価 点 | 備 考 |
|---|------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------------------|-----------|
| 表 | C-1 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-2 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-3 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-4 | | | | | | | | | | | 5 | 没水部, スライム |
| | C-5 | | | | | | | | | | | 5 | わずか付着 |
| | C-6 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-2 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-3 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-4 | | | | | | | | | | | 5 | 没水部, スライム |
| | S-5 | | | | | | | | | | | 5 | 全面付着 |
| | S-6 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-7 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-8 | | | | | | | | | | | 5 | |
| 裏 | C-1 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-2 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-3 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-4 | | | | | | | | | | | 5 | 没水部, スライム |
| | C-5 | | | | | | | | | | | 5 | わずか付着 |
| | C-6 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-2 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-3 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-4 | | | | | | | | | | | 5 | 没水部, スライム |
| | S-5 | | | | | | | | | | | 5 | 全面付着 |
| | S-6 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-7 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | S-8 | | | | | | | | | | | 5 | |

表 2.3.38

会社名 林兼ペイント
 浸漬場所 下 関

調査月度 3 月 度
 調査日 56年2月24日

気温 9.5℃ (9 時)
 水温 9.3℃

| 生物名 試験板 | 褐 藻 | セイヨウバノリ | リ ポ ン ア オ サ | | | | | | | | | 総 合 評 価 点 | 備 考 |
|------------|--------|---------|----------------------------|---|--|--|--|--|--|--|--|-----------------------|--------|
| | | | | | | | | | | | | | |
| 表 | C-1 | 5 | 10 | | | | | | | | | 3 | |
| | C-2 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-3 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-4 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-5 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | 70 | | | | | | | | | | | |
| | S-2 | 80 | (5) | | | | | | | | | | |
| | S-3 | 90 | (10) | | | | | | | | | | |
| | S-4 | 90 | (10) | | | | | | | | | | |
| | S-5 | 90 | (10) | | | | | | | | | | |
| | S-6 | 90 | (10) | | | | | | | | | | |
| | S-7 | 90 | (10) | | | | | | | | | | |
| | S-8 | 90 | | | | | | | | | | | |
| 裏 | C-1 | 5 | | 5 | | | | | | | | 3 | |
| | C-2 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-3 | | | | | | | | | | | 6 | |
| | C-4 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-5 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-6 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-7 | | | | | | | | | | | 5 | |
| | C-8 | | | | | | | | | | | 5 | |
| 面 | S-1 | 90 | (80) | | | | | | | | | 1 | |
| | S-2 | 90 | (70) | | | | | | | | | 1 | |
| | S-3 | 95 | (20) | | | | | | | | | 1 | |
| | S-4 | 95 | (30) | | | | | | | | | 1 | |
| | S-5 | 100 | (10) | | | | | | | | | 1 | |
| | S-6 | 90 | | | | | | | | | | 1 | |
| | S-7 | 90 | | | | | | | | | | 1 | |
| | S-8 | 90 | | | | | | | | | | 1 | |

表 2.3.39

会社名 カナエ塗料(株)
 浸漬場所 舞鶴

調査月度 2 月 度
 調査日 56年2月20日

気温 4℃ (9 時)
 水温 6℃

| 生物名 試験板 | ノリ (黒ノリ) | | | | | | | | | | | 総合 評価 点 | 備 考 | |
|------------|-------------|----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------|--------|---------------|
| | | | | | | | | | | | | | | |
| 表 | C-1 | 60 | | | | | | | | | | | 1 | |
| | C-2 | 10 | | | | | | | | | | | 3 | |
| | C-3 | 15 | | | | | | | | | | | 3 | |
| | C-4 | 20 | | | | | | | | | | | 3 | |
| | C-5 | 5 | | | | | | | | | | | 4 | |
| | C-6 | 1 | | | | | | | | | | | 4 | |
| | C-7 | 3 | | | | | | | | | | | 3 | やゝ変色 |
| | C-8 | 5 | | | | | | | | | | | 4 | 変色 |
| | S-1 | 55 | | | | | | | | | | | 1 | 水線下アリゲーター-10% |
| | S-2 | 3 | | | | | | | | | | | 4 | 水線下アリゲーター 5% |
| | S-3 | 6 | | | | | | | | | | | 3 | |
| | S-4 | 5 | | | | | | | | | | | 4 | |
| | S-5 | 7 | | | | | | | | | | | 3 | |
| | S-6 | 7 | | | | | | | | | | | 3 | |
| | S-7 | 10 | | | | | | | | | | | 3 | |
| | S-8 | 6 | | | | | | | | | | | 3 | |
| 裏 | C-1 | 80 | | | | | | | | | | | 1 | |
| | C-2 | 7 | | | | | | | | | | | 3 | |
| | C-3 | 20 | | | | | | | | | | | 3 | |
| | C-4 | 15 | | | | | | | | | | | 3 | |
| | C-5 | 2 | | | | | | | | | | | 4 | |
| | C-6 | 2 | | | | | | | | | | | 4 | |
| | C-7 | 2 | | | | | | | | | | | 4 | やゝ変色 |
| | C-8 | 3 | | | | | | | | | | | 4 | 変色 |
| | S-1 | 80 | | | | | | | | | | | 1 | 水線下アリゲーター-10% |
| | S-2 | 60 | | | | | | | | | | | 1 | 水線下アリゲーター 5% |
| | S-3 | 40 | | | | | | | | | | | 2 | |
| | S-4 | 50 | | | | | | | | | | | 2 | |
| | S-5 | 20 | | | | | | | | | | | 3 | |
| | S-6 | 3 | | | | | | | | | | | 4 | |
| | S-7 | 1 | | | | | | | | | | | 4 | |
| | S-8 | 3 | | | | | | | | | | | 4 | |

表2.3.4.0 各地海水分析結果(夏季) ※印の()内数値は担当メーカーによるもの

| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|-----------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | | 横須賀 (神奈川県) | 鳥羽 (三重) | 伊賀島 (三重) | 大阪商港 (大阪) | 深江 (兵庫) | 神戸 (兵庫) | 由良 (兵庫) | 相生 (兵庫) | 宇野 (岡山) | 坂出 (香川) | 宮島 (広島) | 下関 (山口) | 舞鶴 (京都) |
| | | 関西 ペイント | 大日本 塗料 | コイト ペイント | 水谷 ペイント | 東亜 ペイント | 日本油脂 | 日本油脂 | 日本油脂 | 日本 ペイント | 神戸 ペイント | 中国塗料 | 林兼 ペイント | カネエ 塗料 |
| 0 | 調査月日 | 55.4.30 | * | * | 55.5.06 | 55.4.24 | 55.4.28 | 55.4.27 | 55.4.28 | 55.4.28 | 55.4.25 | 55.4.28 | 55.4.22 | 55.4.26 |
| | 気温 °C | 21.0 | | | (13:35) 16.5 | 20.0 | (11:00) 20.0 | (8:30) 14.0 | (15:00) 18.0 | (9:00) 13.0 | (16:00) 18.0 | (15:00) 16.0 | (14:00) 17.0 | 22.0 |
| | 水温 °C | 18.0 | | | - | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 14.0 | 15.0 | 14.0 | 15.0* | 14.0 |
| | NaCl % | 1.60 | | | 2.74 | 2.46 | 2.65 | 2.85 | 2.85 | 2.93 | 2.87 | 2.83 | (3.16) | 2.84 |
| | 比重 | 1.013 | | | 1.023 | 1.018 | 1.020 | 1.020 | 1.020 | 1.021 | 1.022 | 1.022 | -* | 1.024 |
| | PH | 6.9 | | | 8.2 | 8.1 | 8.0 | 8.2 | 7.9 | 8.3 | 8.0 | 8.2 | (8.26) | 8.1 |
| S.S ppm | 5.0 | | | 6.0 | 33.0 | 30.0 | 30.0 | 24.0 | 33.0 | 7.0 | 15.0 | - | 6.0 | |
| C.O.D ppm | 7.4 | | | 35.0 | 56.0 | 60.0 | 60.0 | 42.0 | 91.0 | 21.0 | 21.0 | - | 44.0 | |
| 1 | 調査月日 | 55.5.31 | 55.6.06 | 55.6.05 | 55.6.05 | 55.6.10 | 55.5.27 | 55.5.30 | 55.5.27 | 55.5.31 | 55.5.30 | 55.6.02 | 55.6.02 | 55.6.13 |
| | 気温 °C | (10:00) 26.0 | (9:00) 20.0 | (13:00) 25.0 | (13:00) 24.4 | (11:30) 23.7 | (10:00) 21.3 | (10:00) 21.2 | (15:00) 19.3 | (9:00) 20.0 | (13:00) 28.5 | (15:00) 24.3 | (14:00) 20.0 | (12:00) 28.0 |
| | 水温 °C | 22.5 | 20.0 | 20.0 | 22.5 | 22.7 | 16.3 | 18.4 | 20.0 | 17.0 | 21.5 | 20.5 | 19.0 | 23.0 |
| | NaCl % | 2.07 | 2.18 | - | 2.57 | 1.26 | 2.72 | 2.93 | 2.46 | 2.74 | 2.87 | 1.67 | 3.07* | 2.65 |
| | 比重 | 1.017 | 1.018 | - | 1.021 | 1.010 | 1.022 | 1.023 | 1.020 | 1.023 | 1.023 | 1.013 | 1.025 | 1.022 |
| | PH | 7.5 | 8.4 | - | 8.4 | 7.3 | 8.8 | 8.2 | 8.5 | 8.2 | 7.4 (7.9)* | 8.3 | 8.3* | 8.3 |
| S.S ppm | 101.5 | 58.5 | - | 97.0 | 79.5 | 215.0 | 171.0 | 575.0 | 19.0 | 1.0 | 575.0 | 538.0 | 15.5 | |
| C.O.D ppm | 12.5 | 4.2 | - | 12.6 | 44.1 | 21.0 | 10.5 | 39.9 | 4.2 | 16.8 | 21.0 | 10.5 | 40.0 | |
| 2 | 調査月日 | 55.6.20 | 55.7.04 | 55.7.04 | 55.7.04 | 55.7.22 | 55.6.26 | 55.6.28 | 55.6.26 | 55.6.30 | 55.6.27 | 55.7.01 | 55.7.02 | 55.7.17 |
| | 気温 °C | (10:00) 21.0 | (10:00) 24.0 | (13:00) 26.0 | (14:00) 23.5 | (14:00) 31.0 | (9:00) 26.0 | (14:00) 25.6 | (14:00) 25.0 | (11:00) 21.0 | (12:00) 23.5 | (14:00) 25.0 | (10:00) 23.0 | (13:00) 33.0 |
| | 水温 °C | 20.0 | 21.0 | 23.0 | 22.0 | 30.2 | 20.0 | 20.9 | 21.5 | 21.5 | 20.0 | 20.0 | 22.0 | 24.0 |
| | NaCl % | 2.07 | 2.52 | 2.65 | 2.68 | 1.54 | 2.68 | 2.87 | 2.71 | 2.84 | 2.70 | 2.56 | 2.54 | 2.30 |
| | 比重 | 1.023 | 1.019 | 1.022 | 1.022 | 1.011 | 1.023 | 1.024 | 1.022 | 1.023 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.018 |
| | PH | 6.6 | 7.9 | 8.2 | 8.1 | 6.7 | 7.7 | 8.3 | 7.7 | 8.0 | 7.4 (8.0)* | 8.0 | 7.7* | 8.3 |
| S.S ppm | 40.0 | 1.0 | 1.0 | 21.0 | 8.5 | 24.0 | 20.0 | 18.0 | 30.0 | 34.0 | 26.0 | 11.0 | 61.0 | |
| C.O.D ppm | 14.9 | 27.9 | 22.4 | 27.9 | 11.2 | 18.9 | 24.6 | 4.2 | 11.2 | 27.9 | 1.9 | 11.2 | 9.3 | |

表2.3.41

| 投資場所 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|-------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------|
| | 横須賀 (神奈川県) 西 ベイント | 鳥羽 (三重) 大日本 塗料 | 伊賀島 (三重) コトワリ ベイント | 大阪南港 (大阪) 水谷 ベイント | 深江 (兵庫) 東亜 ベイント | 神戸 (兵庫) 日本油脂 | 由良 (兵庫) 日本油脂 | 相生 (兵庫) 日本油脂 | 宇野 (岡山) 日本 ベイント | 坂出 (香川) 神戸 ベイント | 宮島 (広島) 中国塗料 | 下関 (山口) 林業 ベイント | 舞鶴 (京都) カネエ 塗料 |
| 3 | 調査月日 55.7.22 (10:00) | 55.8.08 (13:00) | 55.8.07 (13:30) | 55.8.12 (13:00) | 55.7.29 (10:00) | 55.8.01 (10:30) | 55.7.29 (14:00) | 55.7.31 (9:00) | 55.7.31 (9:00) | 55.7.31 (13:00) | 55.8.05 (12:00) | 55.8.01 (10:00) | 55.8.13 (12:10) |
| 気温 | 25.5 | 27.0 | 28.0 | 28.0 | 27.8 | 26.5 | 26.5 | 24.0 | 24.0 | 28.5 | 27.0 | 26.5 | 29.0 |
| 水温 | 24.5 | 21.5 | 26.0 | 26.5 | 25.0 | 24.0 | 26.3 | 24.0 | 24.0 | 24.0 | 22.6 | 25.3 | 27.0 |
| NaCl | 18.9 | 28.1 | 2.81 | 2.68 | 2.33 | 2.86 | 2.60 | 2.74 | 2.74 | 2.65 | 2.33 | 2.97 | 2.59 |
| 比 | 1.016 | 1.023 | 1.023 | 1.022 | 1.021 | 1.023 | 1.021 | 1.022 | 1.022 | 1.022 | 1.020 | 1.025 | 1.020 |
| PH | 7.8 | 7.3 | 8.0 | 8.0 | 8.1 | 8.2 | 8.1 | 7.7 | 7.7 | 7.4 | 7.9 | 8.1 | 8.0 |
| S-S | 9.30 | 13.0 | 12.10 | 0.5 | 6.5 | 20.0 | 0.5 | 10.0 | 10.0 | 15.0 | 0.5 | 0.5 | 24.5 |
| C-O-D | 1.48 | 37.2 | 1.49 | 27.9 | 2.23 | 9.3 | 11.2 | 1.9 | 1.9 | 3.7 | 3.7 | 13.0 | 9.3 |
| 4 | 調査月日 55.8.20 (10:00) | 55.9.08 (9:00) | 55.9.16 (13:00) | 55.9.19 (13:00) | 55.9.29 (14:00) | 55.8.25 (10:20) | 55.9.03 (9:30) | 55.8.25 (14:30) | 55.8.22 (10:00) | 55.8.30 (13:00) | 55.9.12 (14:00) | 55.9.01 (11:00) | 55.9.12 (15:00) |
| 気温 | 30.0 | 24.0 | 28.0 | 26.2 | 23.8 | 30.2 | 27.8 | 28.0 | 26.0 | 27.5 | 25.3 | 29.0 | 28.0 |
| 水温 | 26.0 | 23.0 | 24.0 | 25.5 | 23.0 | 25.2 | 25.8 | 26.0 | 25.0 | 25.5 | 22.5 | 24.5 | 27.0 |
| NaCl | 1.69 | 2.32 | - | 2.78 | 2.53 | 2.54 | 2.66 | 2.70 | 2.70 | 2.61 | 2.45 | 2.74 | 2.49 |
| 比 | 1.013 | 1.019 | - | 1.021 | 1.018 | 1.020 | 1.020 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.019 | 1.020 | 1.020 |
| PH | 9.0 | 7.3 | - | 8.2 | 7.3 | 7.6 | 7.9 | 7.9 | 8.3 | 7.4 | 6.9 | 7.9 | 8.1 |
| S-S | 60.5 | 25.0 | - | 13.0 | 5.5 | 10.0 | 15.0 | 19.5 | 61.0 | 30.0 | 25.0 | 3.0 | 29.0 |
| C-O-D | 3.7 | 13.0 | - | 1.9 | 37.2 | 27.9 | 29.8 | 5.6 | 1.9 | 24.2 | 1.9 | 14.9 | 22.3 |

表2.3.4.2 各地海水分析結果(冬季)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|----------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|
| 横須賀 (神奈川県) | 鳥羽 (三重) | 座賀島 (三重) | 大阪南港 (大阪) | 深江 (兵庫) | 神戸 (兵庫) | 由良 (兵庫) | 相生 (兵庫) | 宇野 (岡山) | 坂出 (香川) | 宮島 (広島) | 下関 (山口) | 舞鶴 (京都) |
| 関西 ペイント | 大日本 塗料 | コイト ペイント | 水谷 ペイント | 東亜 ペイント | 日本油脂 | 日本油脂 | 日本油脂 | 日本 ペイント | 神戸 ペイント | 中国塗料 | 林業 ペイント | カナエ 塗料 |
| 調査月日 551212 | 551205 | 551205 | 551210 | 551212 | 551208 | 551203 | 551204 | 551212 | 551210 | 551211 | 551204 | 551205 |
| 気温 12.0 | 11.0 (13:00) | 12.5 (13:00) | 10.0 13.5 | 9.8 11.5 | 12.5 15.0 | 14.5 16.8 | 7.5 12.0 | 11.0 (9:00) | 11.0 (14:00) | 10.5 (15:00) | 8.5 (15:00) | 10.0 12.5 |
| 水温 12.0 | 14.0 | 14.0 | 13.5 | 11.5 | 15.0 | 16.8 | 12.0 | 14.0 | — | 14.2 | 13.5 | 12.5 |
| NaCl 1.30 | 2.93 | 3.03 | 2.78 | 2.32 | 2.81 | 2.96 | 2.67 | 2.85 | 2.91 | 2.81 | 3.05 | 2.80 |
| 比 1.008 | 1.024 | 1.028 | 1.023 | 1.020 | 1.025 | 1.027 | 1.025 | 1.022 | 1.023 | 1.024 | 1.025 | 1.021 |
| PH 7.1 | 8.1 | 8.3 | 8.0 | 7.7 | 7.8 | 8.2 | 8.6 | 8.1 | 8.4 | 7.9 | 8.0 (8.12) | 8.50 |
| S.S 36.1 | 0.5 | 57.0 | 37.0 | 0.2 | 27.5 | 57.0 | 27.5 | 23.0 | 65.0 | 15.0 | 8.4 (8.12) | 71.0 |
| C.O.D 89.3 | 0.5 | 14.9 | 13.0 | 7.4 | 11.2 | 20.4 | 31.6 | 9.3 | 11.2 | 1.9 | 10.5 | 1.8 |
| 調査月日 56.1.08 | 56.1.13 | 56.1.08 | 56.1.08 | * | 56.1.08 | 56.1.09 | 56.1.07 | 56.1.13 | 56.1.16 | 56.1.19 | 56.1.06 | 56.1.17 |
| 気温 6.0 (10:00) | 3.0 (14:00) | * | 6.6 (13:00) | * | 8.0 (11:30) | 8.5 (15:00) | 3.4 (12:00) | 4.0 (9:00) | 7.2 (15:00) | 6.0 (14:00) | 4.0 (15:00) | 5.0 6.0 |
| 水温 8.0 | 9.0 | 8.0 | 6.2 | 7.5 | 7.5 | 9.5 | 5.0 | 8.0 | 8.5 | 8.4 | 9.3 | 6.0 |
| NaCl 3.00 | 3.00 | 2.80 | 2.80 | 2.97 | 2.97 | 2.93 | 2.86 | — | 2.90 | 2.80 | 3.20 | 2.60 |
| 比 1.023 | 1.023 | 1.021 | 1.021 | 1.021 | 1.022 | 1.024 | 1.022 | — | 1.022 | 1.021 | 1.025 | 1.022 |
| PH 7.9 | 7.9 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.2 | 8.3 | — | 7.9 | 8.3 | 8.2 (7.75) | 8.3 |
| S.S 0.4 | 0.4 | 74.5 | 74.5 | — | 28.0 | 32.0 | 25.5 | — | 0.5 | 0.1 | 78.5 | 4.0 |
| C.O.D 10.6 | 10.6 | 27.9 | 27.9 | — | 22.3 | 3.7 | 20.5 | — | 1.8 | 24.6 | 31.6 | 3.5 |
| 調査月日 56.2.24 | 56.2.19 | 56.2.10 | 56.2.06 | 56.2.25 | 56.2.13 | 56.2.14 | 56.2.09 | 56.2.05 | 56.2.13 | 56.2.14 | 56.2.05 | 56.2.20 |
| 気温 5.0 (11:00) | 8.0 (12:00) | 14.0 (13:00) | 6.0 (13:00) | 3.7 (13:00) | 7.5 (13:00) | 9.5 (14:00) | 8.0 (11:00) | 8.0 (14:00) | 6.5 (11:00) | 9.0 (10:00) | 7.5 (10:00) | 4.0 (9:00) |
| 水温 8.0 | 7.8 | 12.0 | 7.0 | 7.8 | 7.0 | 9.0 | 5.0 | 7.0 | 9.5 | 8.5 | 9.0 | 6.0 |
| NaCl 3.20 | 3.20 | 3.30 | 2.80 | 2.80 | 2.70 | 3.00 | 2.90 | 3.00 | 3.00 | 2.80 | 3.20 | 2.10 |
| 比 1.023 | 1.023 | 1.024 | 1.022 | 1.020 | 1.021 | 1.023 | 1.023 | 1.023 | 1.024 | 1.021 | 1.024 | 1.015 |
| PH 8.1 | 8.1 | 8.2 | 8.5 | 8.0 | 8.2 | 8.1 | 8.4 | 8.2 | 8.1 | 8.1 | 8.0 (8.25) | 8.2 |
| S.S 0.1 | 0.1 | 12.0 | 31.0 | 0.1 | 23.4 | 26.0 | 25.5 | 19.0 | 15.2 | 11.3 | 36.0 | 0.5 |
| C.O.D 7.0 | 7.0 | 5.3 | 1.8 | 86.2 | 2.1 | 7.0 | 7.22 | 14.0 | 3.5 | 14.0 | 7.0 | 3.5 |

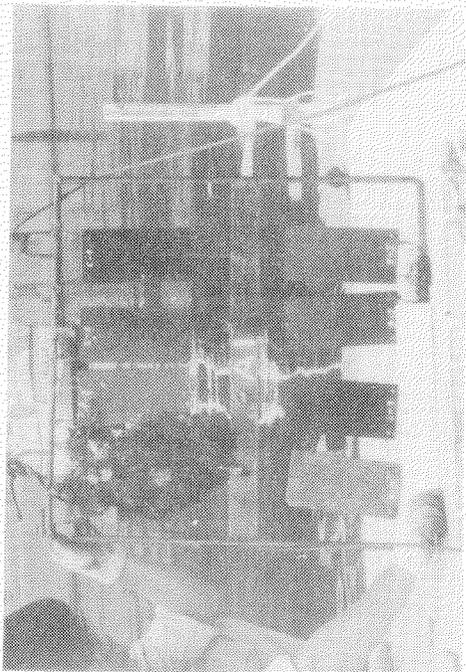
表2.3.4.3

| 調査場所 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
|-----------|---------------|------------|-------------|----------------|------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|------------|----------------|------------|
| | 横須賀 (神奈川県) | 鳥羽 (三重) | 伊賀島 (三重) | 大阪南港 (大阪) | 深江 (兵庫) | 神戸 (兵庫) | 由良 (兵庫) | 相生 (兵庫) | 宇野 (岡山) | 坂出 (香川) | 宮島 (広島) | 下関 (山口) | 舞鶴 (京都) |
| 担当 | 関西ペイント | 大日本塗料 | コイトマインメント | 水谷ペイント | 東亜ペイント | 日本油脂 | 日本油脂 | 日本油脂 | 日本ペイント | 神戸ペイント | 中国塗料 | 林業ペイント | カナエ塗料 |
| 調査月日 | | | | 56.2.27 | | 56.2.27 | 56.2.27 | 57.2.26 | 56.2.20 | 56.2.27 | | 56.2.24 | |
| 気温 °C | | | | 0.8 | | 5.9 | 3.0 | -4.0 | 7.0 | 3.0 | | 9.5 | |
| 水温 °C | | | | (12:00) 6.2 | | (15:00) 6.2 | (10:30) 8.0 | (8:30) 5.0 | (10:00) 8.0 | (12:00) 7.0 | | (9:00) 9.3 | |
| NaCl 重量% | | | | 3.00 | | 2.90 | 2.90 | 2.90 | 3.10 | 3.10 | | (3.14) 3.30 | |
| 比 PH | | | | 1.022 | | 1.023 | 1.023 | 1.022 | 1.023 | 1.023 | | 1.022 | |
| S.S ppm | | | | 8.1 | | 8.1 | 8.2 | 8.2 | 8.3 | 8.1 | | 8.40 | |
| C.O.D ppm | | | | 17.5 | | 8.95 | 35.0 | 35.0 | 4.0 | 0.5 | | (8.42) 0.3 | |
| 目 | | | | 2.46 | | 2.46 | 2.46 | 3.5 | 1.8 | 1.58 | | 1.8 | |

1. 横須賀（神奈川）

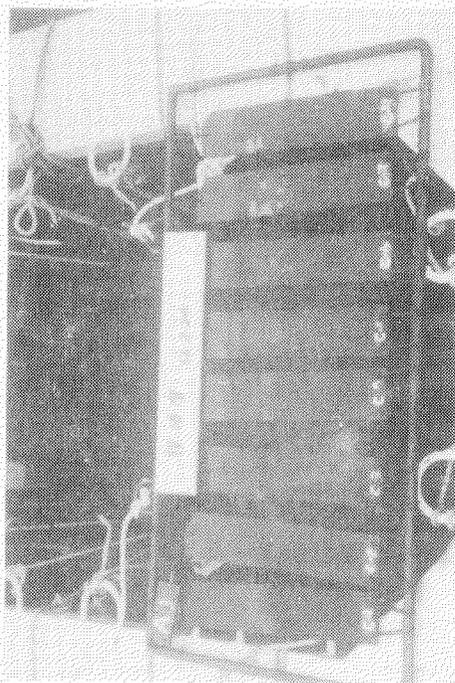
夏季(80.4.30~80.8.20)

銅系

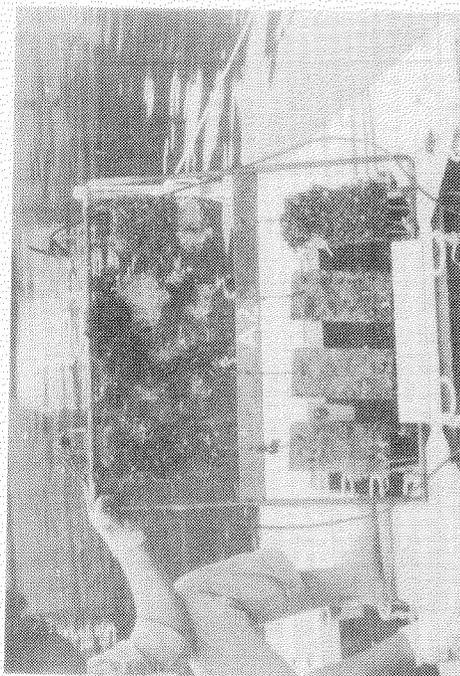


冬季(80.12.12~81.2.24)

銅系



錫系



錫系

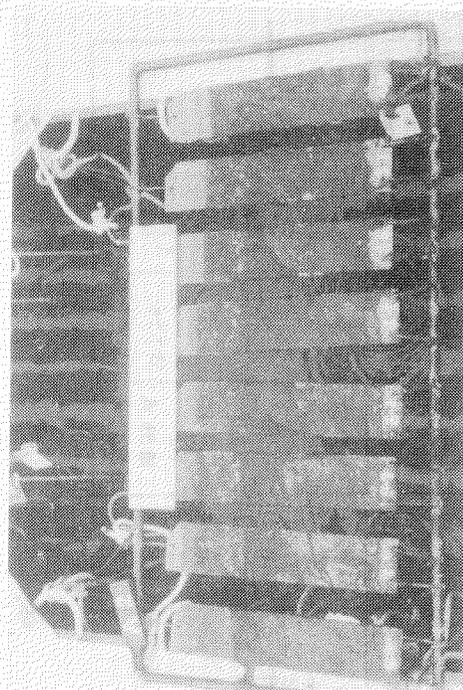
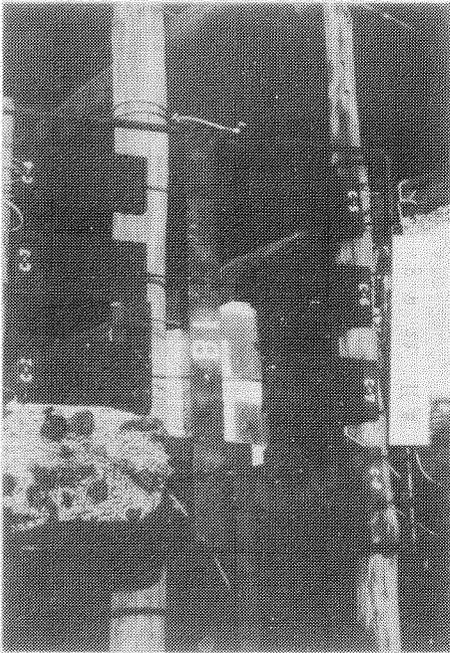


図 2.3.3

2. 鳥羽 (三重)

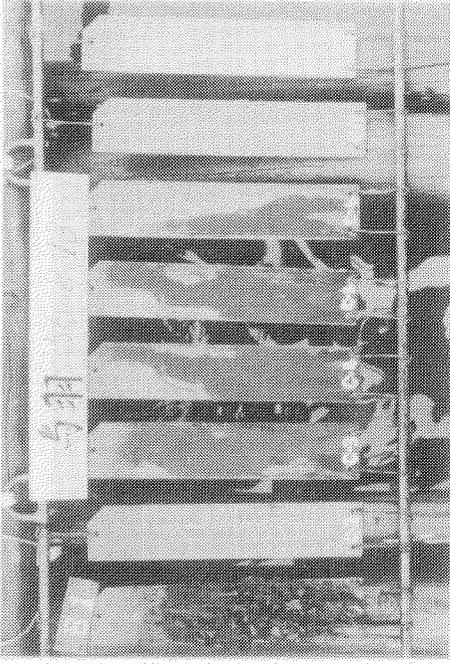
夏季 (80. 4. 27 ~ 80. 9. 8)

銅系

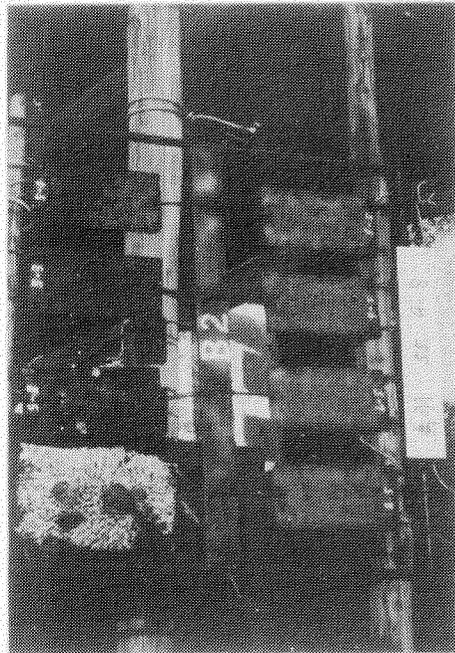


冬季 (80. 12. 9 ~ 81. 2. 19)

銅系



錫系



錫系

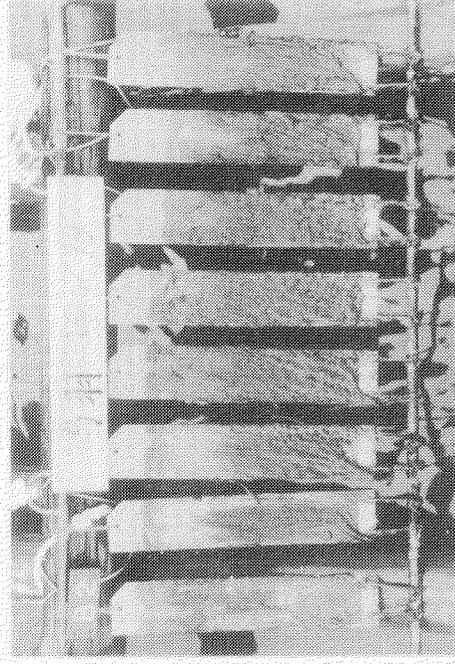
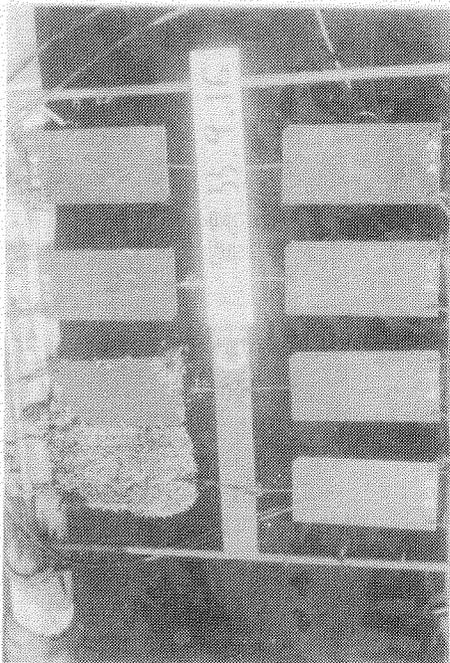


図 2.3.4

3. 座賀島(三重)

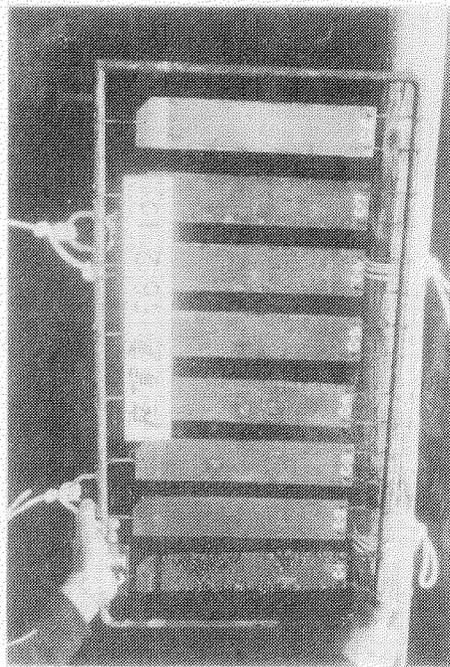
夏季(80.4.25~80.9.16)

銅系

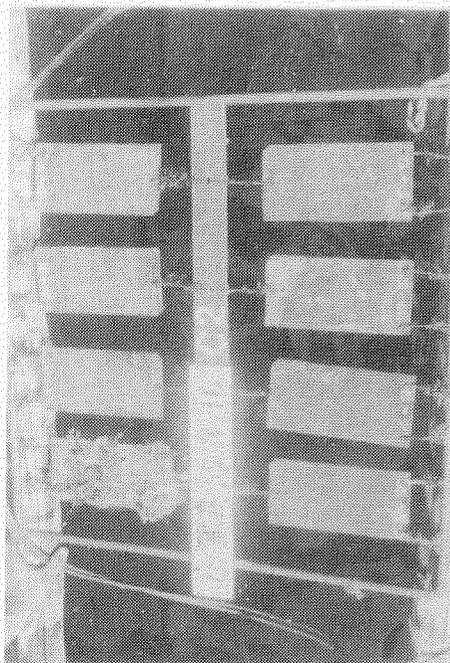


冬季(80.12.5~81.2.10)

銅系



錫系



錫系

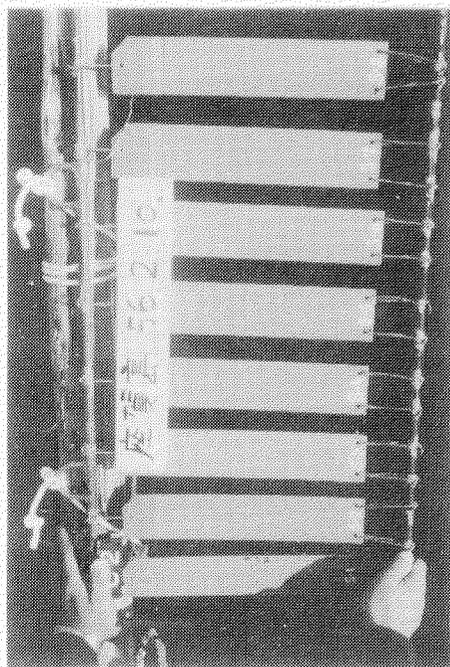
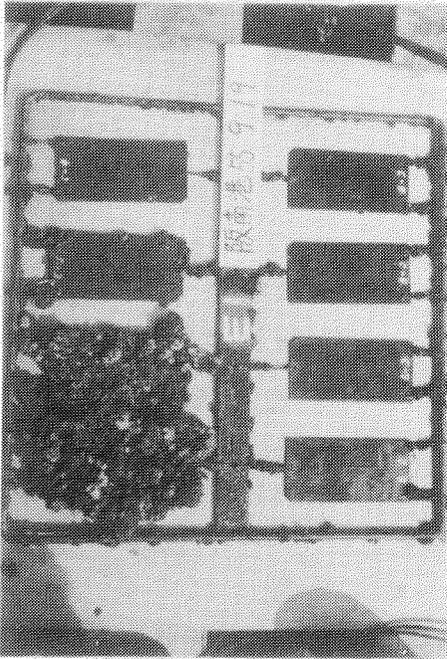


図 2.3.5

4. 大阪南港（大阪）

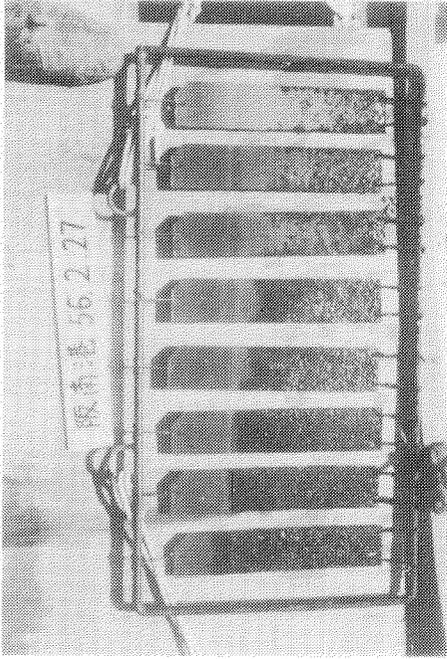
夏季(80.5.6~80.9.19)

銅系

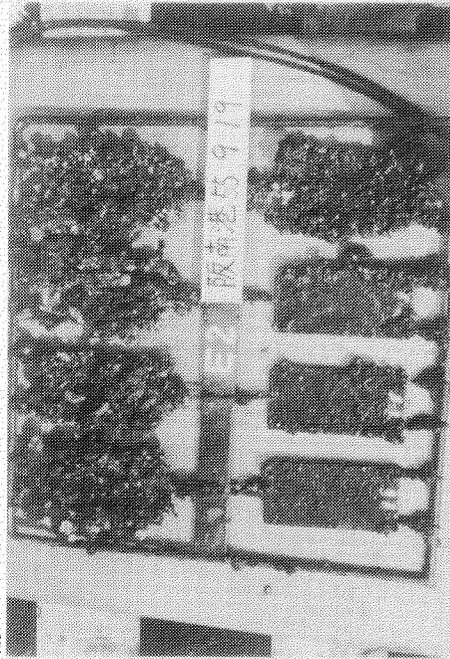


冬季(80.12.10~81.2.27)

銅系



錫系



錫系

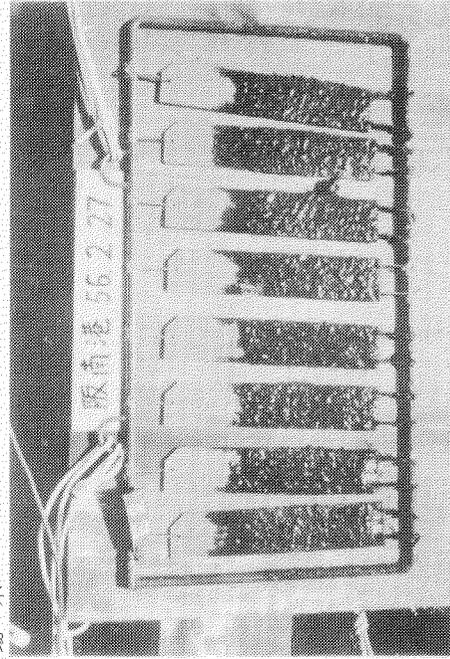
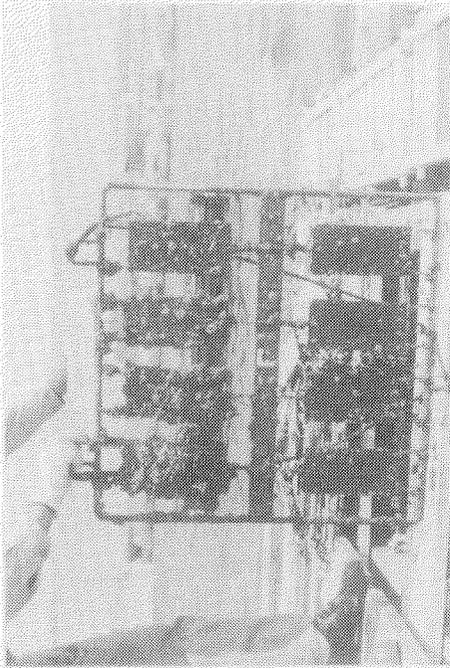


図2.3.6

5. 深江(兵庫)

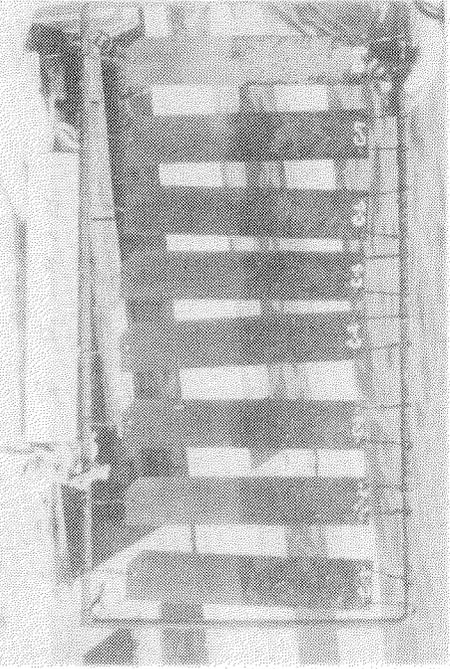
夏季(80.4.24~80.9.29)

銅系

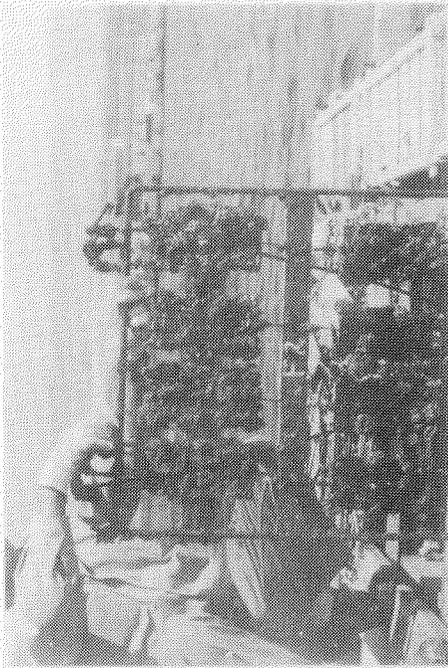


冬季(80.12.22~81.2.25)

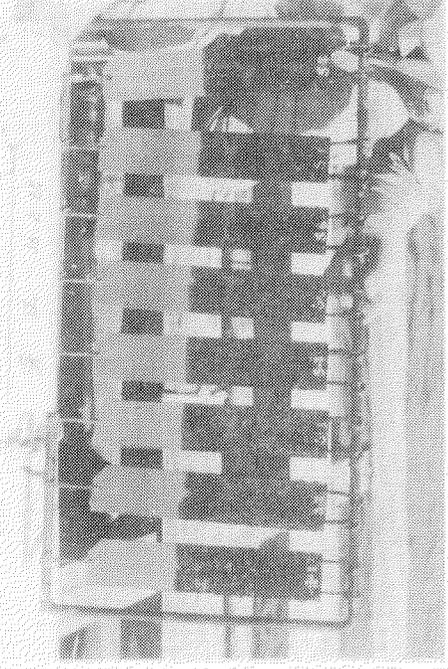
銅系



錫系



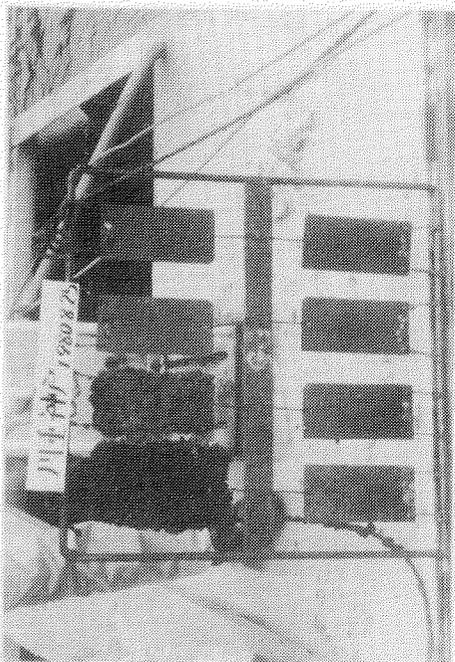
錫系



6. 神戸(兵庫)

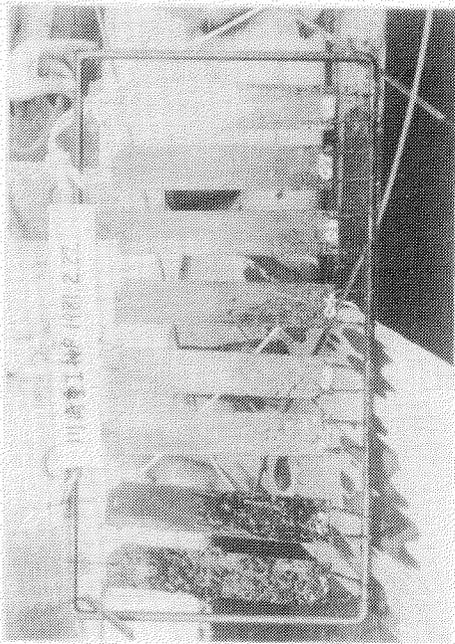
夏季(80.4.28~80.8.25)

銅系

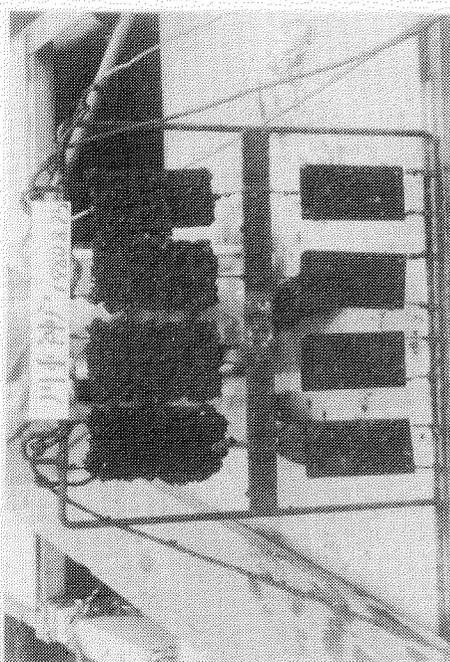


冬季(80.12.8~81.2.27)

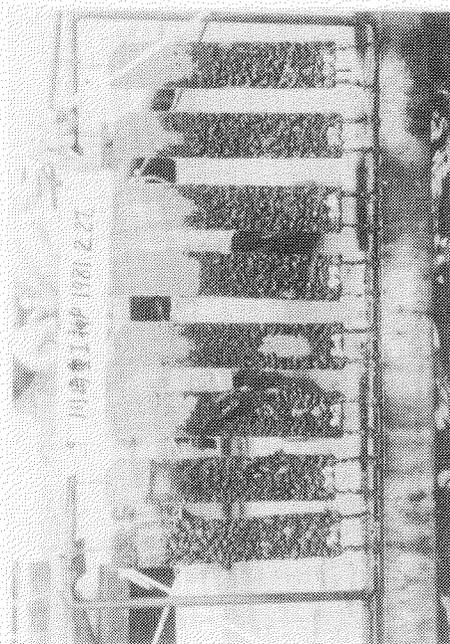
銅系



錫系



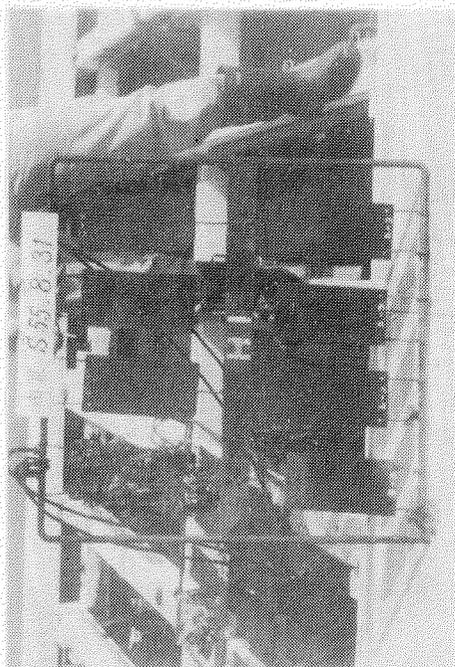
錫系



7. 由良 (兵庫)

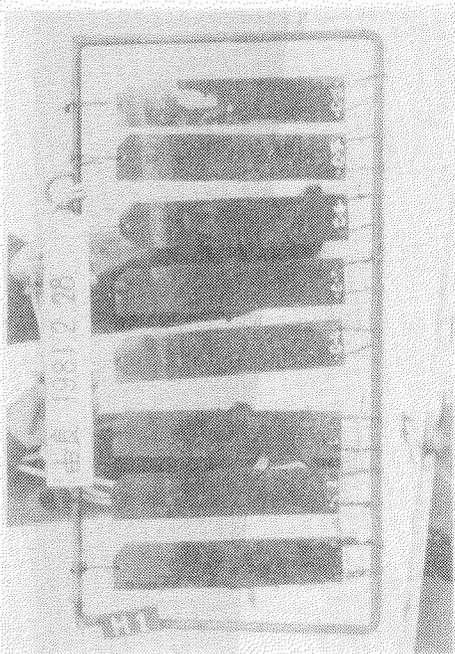
夏季 (80. 4. 27 ~ 80. 8. 3)

銅系

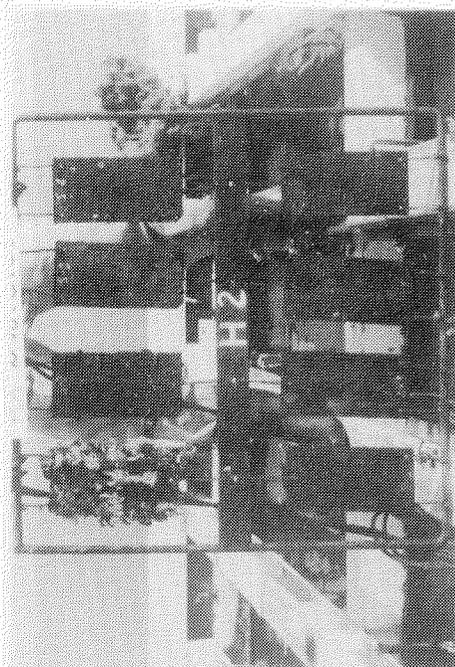


冬季 (80. 12. 3 ~ 81. 2. 28)

銅系



錫系



錫系

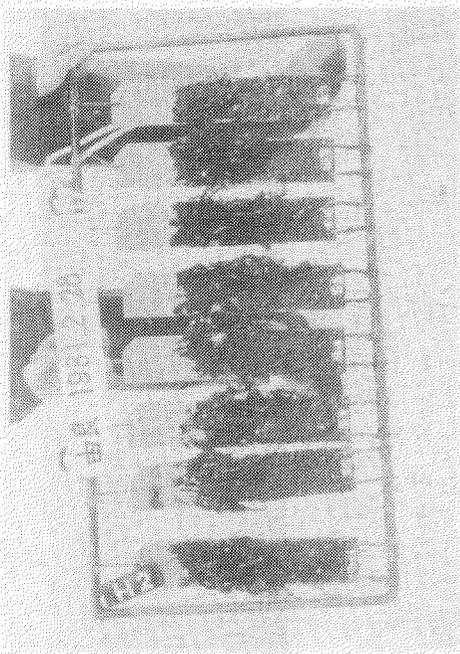
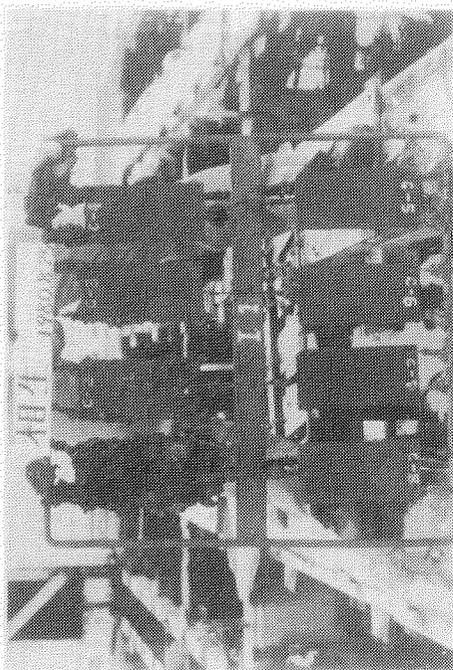


图 2.3.9

8. 相生(兵庫)

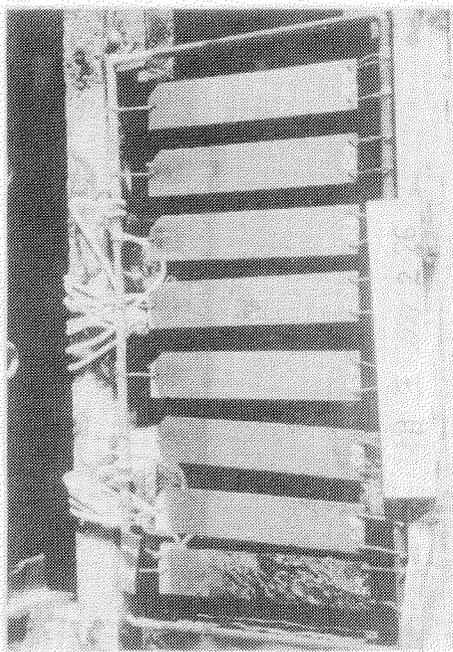
夏季(80.4.28~80.8.25)

銅系

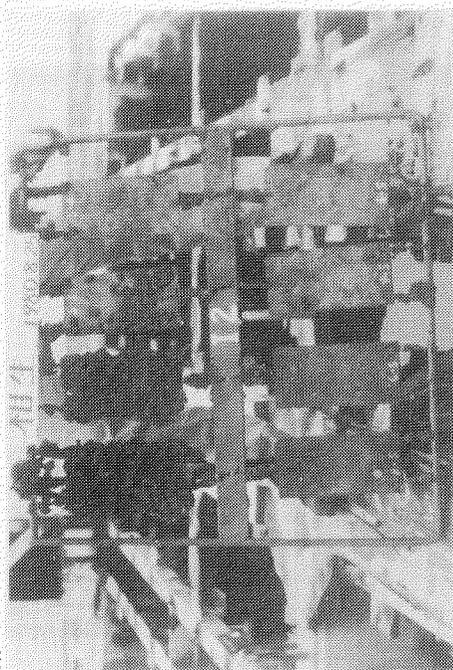


冬季(80.12.4~81.2.26)

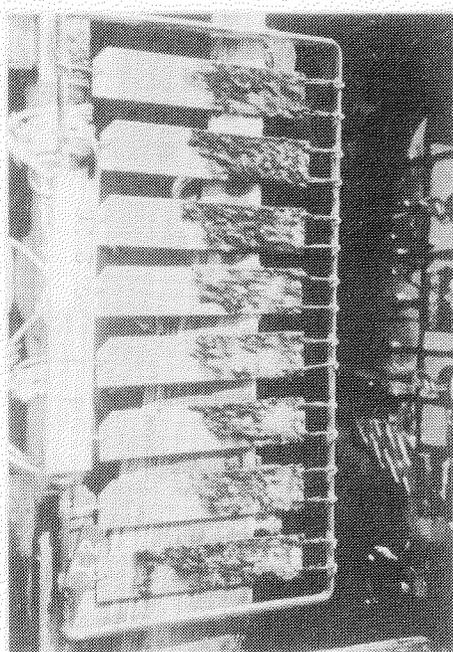
銅系



錫系



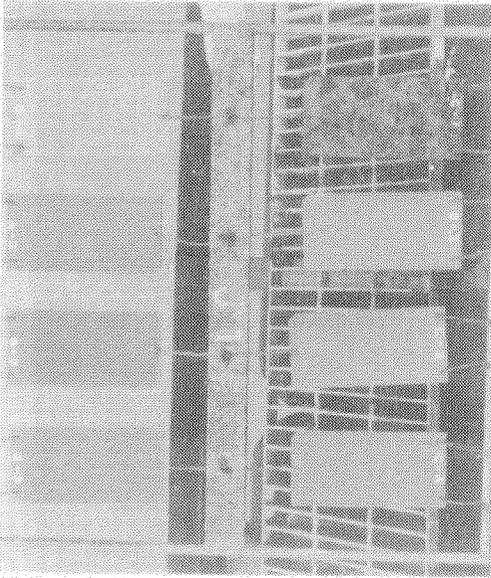
錫系



9. 宇野(岡山)

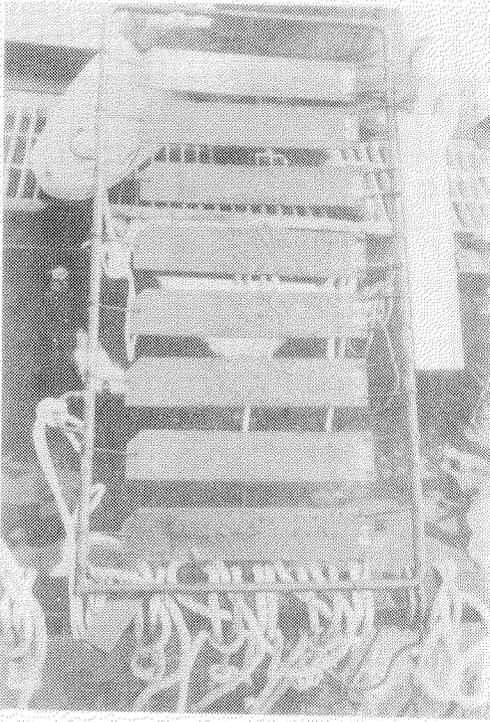
夏季(80.4.29~80.8.22)

銅系

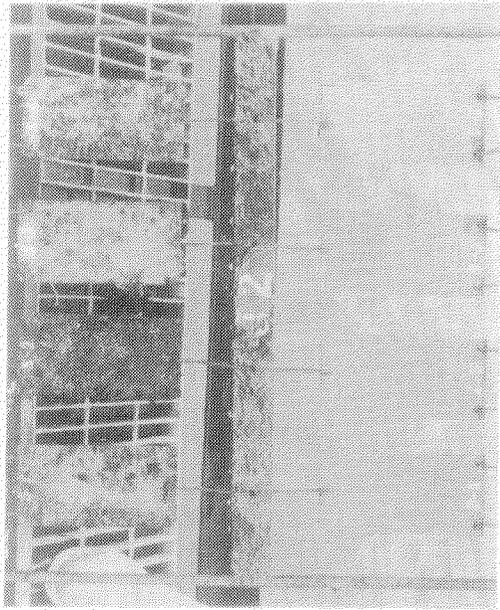


冬季(80.12.12~81.2.20)

銅系



錫系



錫系

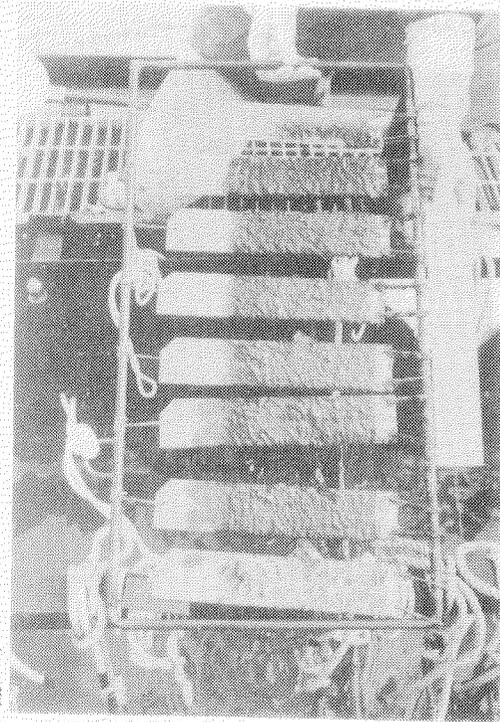
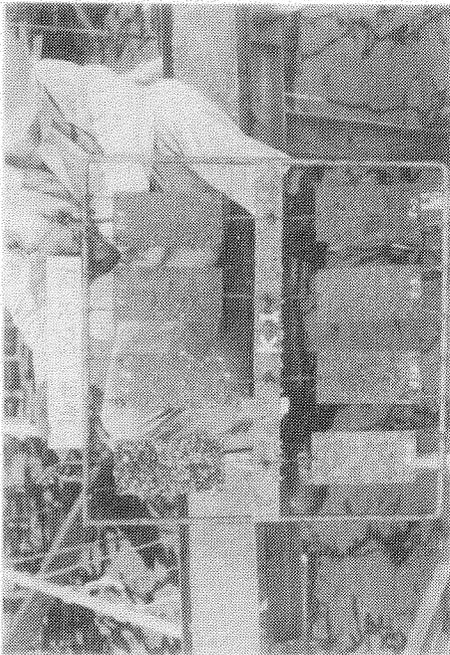


図 2.3.11

10. 坂出(香川)

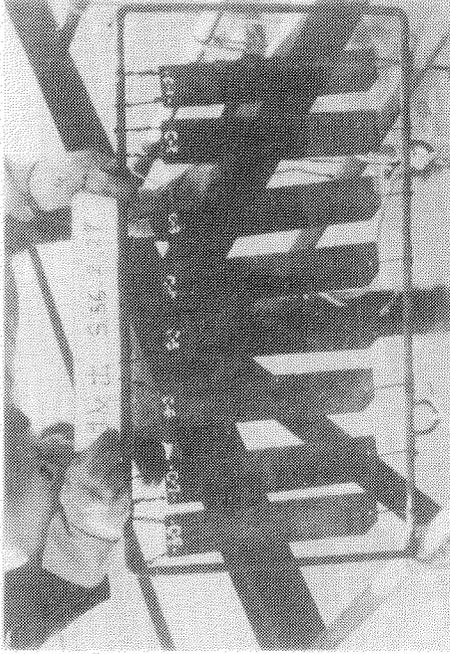
夏季(80.4.25~80.8.29)

銅系

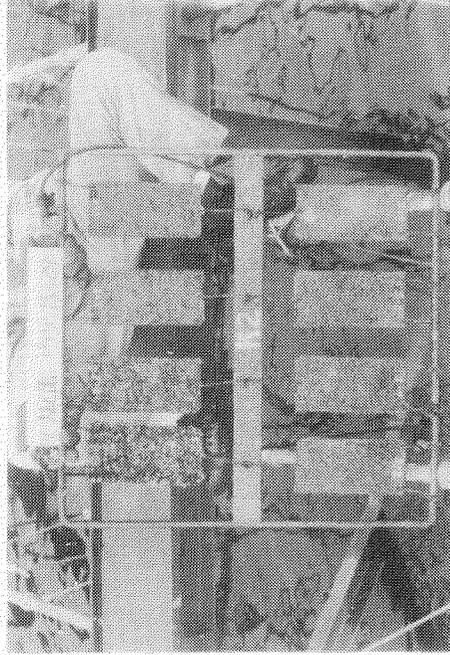


冬季(80.12.18~81.2.27)

銅系



錫系



錫系

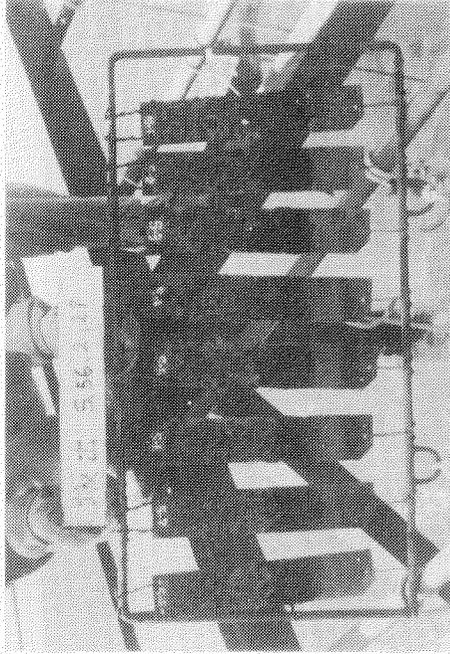
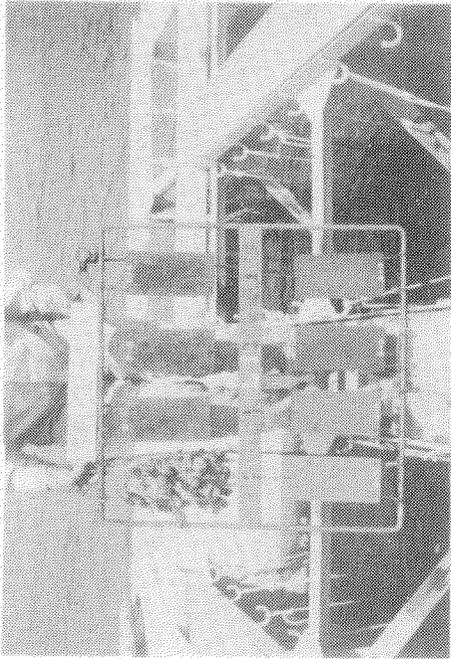


図2.3.12

11. 宮島(広島)

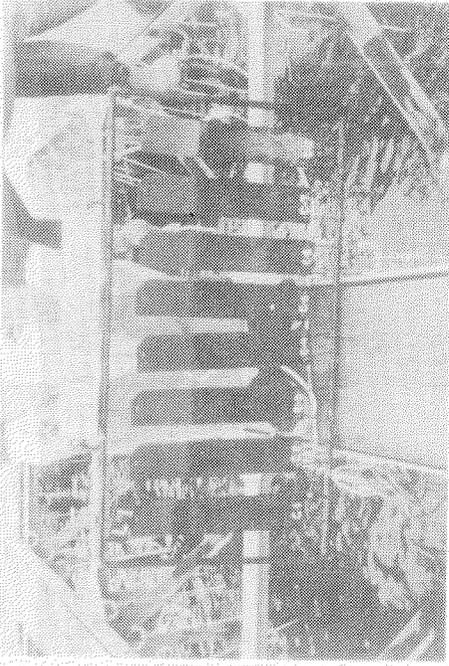
夏季(80.4.28~80.9.2)

銅系

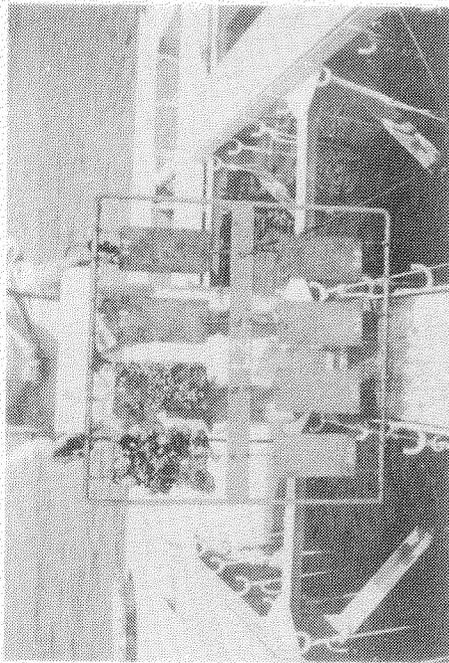


冬季(80.12.11~81.2.14)

銅系



錫系



錫系

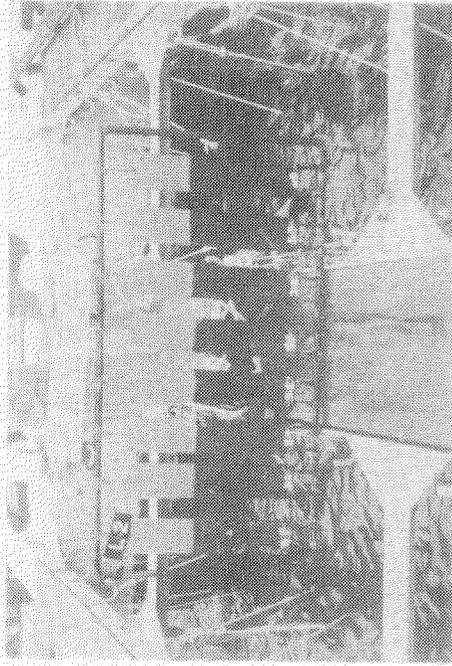
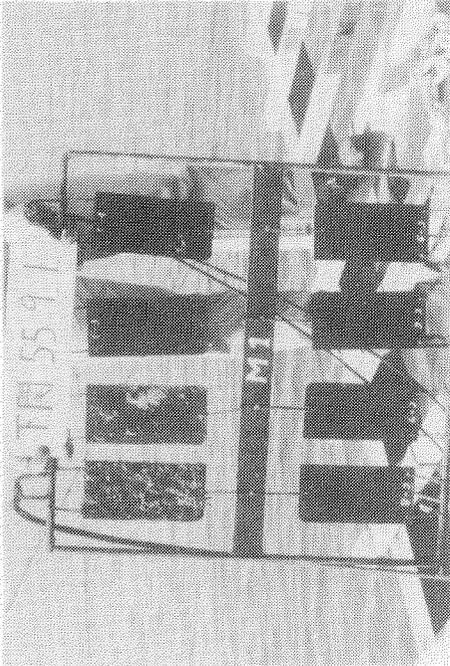


図2.3.13

12. 下関(山口)

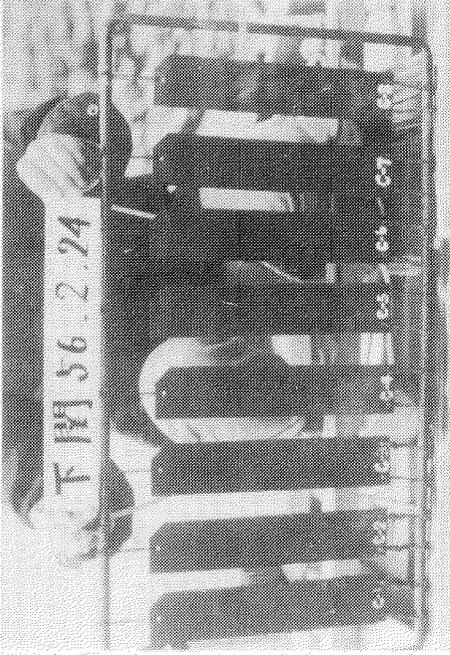
夏季(80.4.22~80.9.1)

銅系

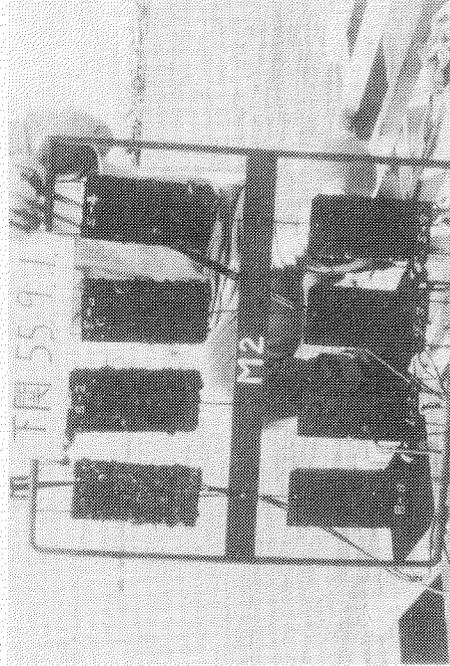


冬季(80.12.5~81.2.24)

銅系



錫系



錫系

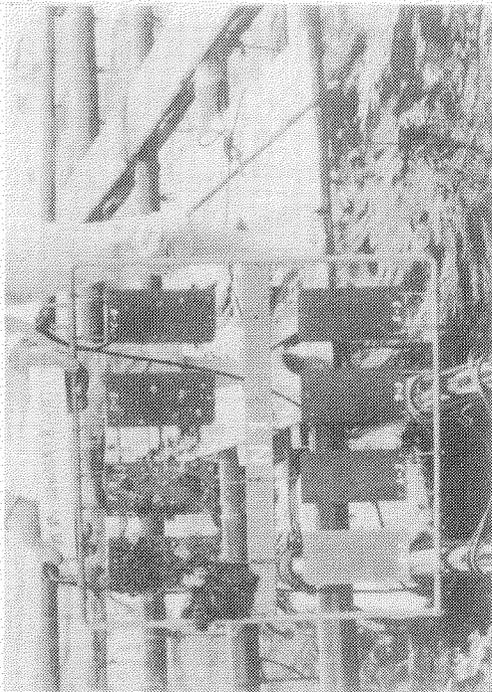


図 2.3.14

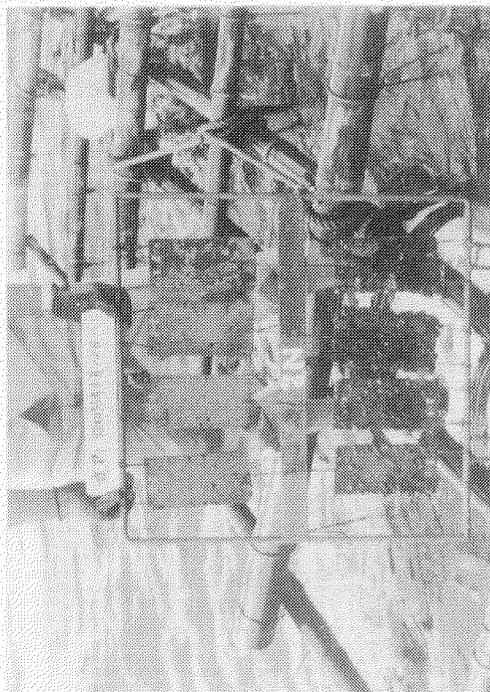
13. 舞鶴(京都)

夏季(80.4.26~80.9.12)

銅系

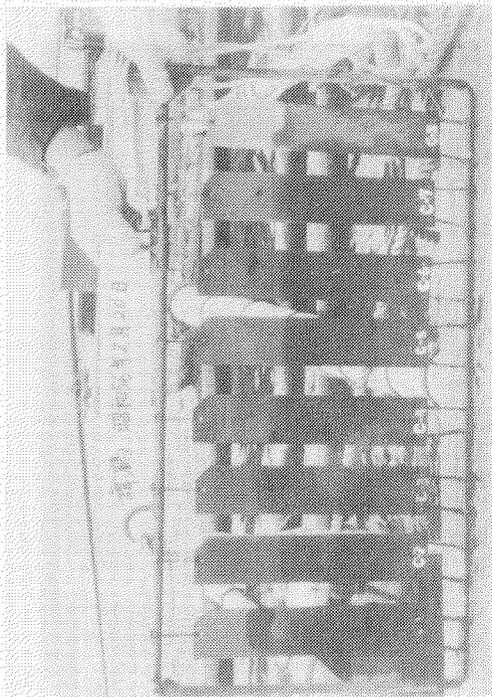


錫系



冬季(80.12.5~81.2.20)

銅系



錫系

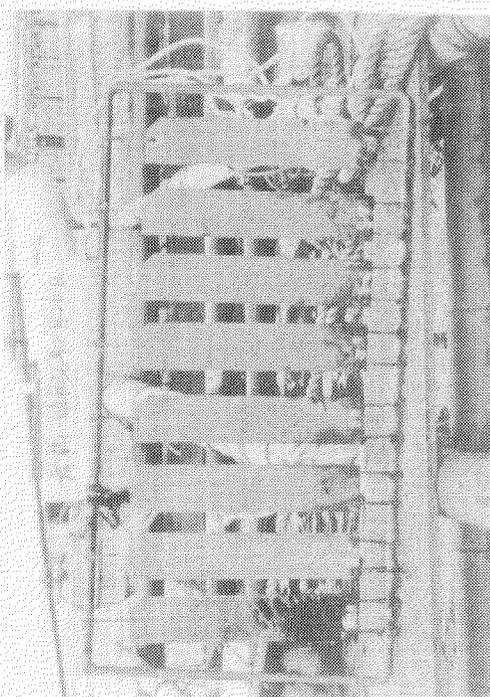


图 2.3.15

2.4 防汚塗料の小型ロータリー試験

SR 172-第2分科会(53、54年度)で防汚塗料のロータリー(直径約1m)試験法の研究が行なわれ、この方法が実船での防汚塗料の溶出挙動と相関性が良い事が報告された。

しかし、この方法は、「海上筏の上に大型(実験室的に)ロータリーを設置して行なう」等の理由で実用化されにくい。

そこで本計画では、実験室スケールで実船と同等の溶出促進を得る小型ロータリー試験法の研究を行なった。

2.4.1 供試塗料

試験に使用した防汚塗料は、表2.4.1に示す塩化ゴム系、ビニル系及び有機錫共重合樹脂系の3種で2.1「ロータリー試験及び浸漬試験による防汚塗料ならびに促進試験法の研究」2.2「実船試験」で供試されたものと共通な塗料である。

2.4.2 塗装系

(1) 塩化ゴム系

A/C約40 μ m×3回+A/F約45 μ m×2回

(2) ビニル系

A/C約25 μ m×4回+A/F約45 μ m×2回

(3) 有機錫共重合樹脂系

A/C約40 μ m×3回+A/F約60 μ m×2回

2.4.3 小型ロータリー試験機要因(装置図2.4.0参照)

(1) 型式2軸式溶出促進機

(2) 水槽部分(鋼製:重防食塗装)

縦1.2m×横1.4m×高さ0.92m(水槽寸法)

水位 0.85m

海水容量 約1.4t

溶出環境 天然海水の放流式(1t/h)

(3) ロータ部分

a モーター部

製造会社 三菱電機

型式 SF-EF

出力 1.5KW

回転数 1130rpm

b ローター部

ローター型式:2軸同一回転方向による相対速度維持方式

試験板:各軸に315 ϕ ×100mmの円筒試験板5ヶ取付。

計10ヶ取付可能、材質、軸受部分ステンレス製

周速:315 ϕ の円筒ドラムの場合約10~30ノット可変

スピードコントロール:幅広ベルト式無段変速機(PDS-15:三木ブリー製)

(4) 設置場所

日本ペイント(株)臨海研究所構内

2.4.4 試験方法

(1) 小型ロータリー試験

上記仕様の小型ロータリー試験機により、下記要領にて試験をした。

- a ローター周速；約 20 ノット
- b 試験期間；1. 2. 3ヶ月
- c A / F 塗装面積；990 cm²

(2) 海中浸漬試験

静置試験としての挙動を把握る為、宇野筏わら水面下 1 m の位置に浸漬した。

- a 試験板
100×150×1 mm
- b 試験期間；1. 2. 3ヶ月
- c A / F 塗装面積；200 cm²

(3) 防汚剤溶出量測定

ロータリー試験では 1. 2. 3ヶ月回転後、海中浸漬試験では 1. 2. 3ヶ月浸漬後、海水に対する cu 及び sn の溶出量を測定。

cu の定量は、原子吸光分析 (3247 Å)

sn の定量は、ポラロ分析 (半波電位 - 0.45 V / 湿式灰化)

(4) 残存防汚剤量測定

A / F 塗膜の膜厚を定性的 (肉眼判定) で表層、下層、全体の 3 水準として削り取り、cu、及び sn についての残存量を求める。

cu、sn とも定量は原子吸光 (cu → 3247 Å、sn → 2863 Å)

(5) 海中浸漬試験による生物付着観察

- a 場 所；宇野筏
- b 試験板；1.6 × 100 × 300 mm
- c 試験期間；2、3ヶ月

2.4.5 試験結果

(1) 防汚剤溶出量

図 2.4.1、2.4.2 および 2.4.3 に塩化ゴム系、ビニル系、有機錫共重合樹脂系の cu と sn の溶出量に関して、図 2.4.4 および 2.4.5 に cu と sn の溶出速度を示した。

小型ロータリー試験による溶出促進は、塗料の種類と防汚剤 (cu と sn) によって明らかに異なる。

a 塩ゴム系

cu は、初期小型ロータリーが溶出促進されるが、経時とともに、溶出が抑えられる。

sn は、3ヶ月まで小型ロータリーで溶出促進が加速度的に進む。

b ビニル系

cu は、コンスタントに小型ロータリーで、1.2倍程度の溶出促進が行なわれている。

sn に関しても、コンスタントに小型ロータリーで1.4倍程度の溶出促進となっている。

c 有機錫共重合樹脂系

cu、sn とも3ヶ月まで小型ロータリーにより加速度的に溶出促進される。

sn の方の促進効果の方が大である。

(2) 残存防汚剤量

表 2.4.2 に3ヶ月目の防汚剤 (cu / sn) 量を塗膜断面方向に3水準のサンプリングをした結果を示

した。

- a ロジンを使用している塩化ゴム系、ビニル系では、cu の分布から、表層に劣化層が形成され、小型ロータリーと海中浸漬の残存量から見て小型ロータリーで促進された事が確認できる。
- b 有機錫共重合体系では cu に関しては、小型ロータリーによる表層に劣化層が形成されず、小型ロータリーと海中浸漬の残存分布に差がなく、小型ロータリーの運動による塗膜の polishing を裏付ける。
- c sn は、小型ロータリーでは残存分布に差がない。

小型ロータリーと海中浸漬を比較すると小型ロータリーでの残存量が少ない事は、溶出促進を裏付けている。

(3) 海中浸漬試験による生物付着

3ヶ月まで生物付着はスライム以外なく問題なし

2.4.6 考 察

装置の設計、製作ならびに試運転等に時間を要し、当初の計画に比べて遅れたが、以上の研究結果をまとめると、供試塗料での結果は下記のとおりである。

- (1) 小型ロータリー溶出試験は、静置試験に比べて溶出を促進する。
- (2) 溶出の挙動は樹脂の種類によって異なる。
- (3) 塩化ゴム系では、小型ロータリー溶出試験の溶出促進による劣化層の拡大により3ヶ月で cu の溶出低下が起きる。
- (4) 有機錫共重合樹脂系は、小型ロータリー溶出試験による劣化層の生成はなく、常に活性面を海水と接触している。このことが、促進との因果関係になっている。
- (5) 53、54、55年度で使用した大型ロータリーとの対応は、ビニル系及び有機錫共重合樹脂系では、溶出促進倍率が近似しているが、塩化ゴム系の挙動は異なる。
- (6) A/F塗膜としての寿命と促進倍率との関係は、要因が複雑であり、今回は言及するのは控えたい。
- (7) 溶出促進及び航走想定条件として、まだ不十分な点もあるが、有用性に関しての必須性は大きい。

表 2.4.1 供試塗料配合

| | 塩化ゴム系 | ビニル系 | 有機錫共重合樹脂系 |
|-------------------|-------|-------|-----------|
| 塩化ゴム | 8.4 | — | — |
| 塩化ビニル | — | 5.5 | — |
| OMPワニスN.V.(49.5%) | — | — | 44.0 |
| WWロジン | 8.4 | 5.5 | — |
| TCP | — | 2.0 | — |
| 塩化パラフィン | 2.0 | — | — |
| 亜酸化銅 | 30.0 | 30.0 | 36.0 |
| TPTOH | 10.0 | 10.0 | — |
| 酸化マグネシウム | 2.2 | — | — |
| チャイナクレ | 5.4 | — | — |
| 硫酸バリウム | — | 4.0 | — |
| タルク | — | 11.0 | — |
| べんがら | 4.2 | 10.0 | 6.5 |
| 揺動剤 | 0.6 | — | 1.2 |
| MIBK | — | 11.0 | — |
| キシレン | — | 11.0 | 12.3 |
| ソルベントナフサ | 28.8 | — | — |
| 計 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

表 2.4.2 残存防汚剤側定結果（3ヶ月目）

| | | cu | | sn | |
|---------------|----|---------|------|---------|------|
| | | 小型ロータリー | 海中浸漬 | 小型ロータリー | 海中浸漬 |
| 塩化ゴム系 | 表層 | 5.5 | 22.5 | 2.5 | 4.0 |
| | 下層 | 31.5 | 35.0 | 2.5 | 3.0 |
| | 全体 | 25.5 | 32.5 | 2.5 | 4.0 |
| ビニル系 | 表層 | 8.5 | 22.5 | 2.0 | 3.5 |
| | 下層 | 28.5 | 34.0 | 2.0 | 2.5 |
| | 全体 | 28.0 | 33.0 | 2.0 | 3.0 |
| 有機錫 共重合樹脂系 | 表層 | 35.5 | 34.0 | 4.0 | 4.5 |
| | 下層 | 45.0 | 45.0 | 4.0 | 5.5 |
| | 全体 | 43.0 | 42.0 | 4.0 | 5.0 |

（単位：塗膜中に存在する金属のパーセント）

表 2.4.3 海中浸漬による生物付着観察（宇野筏）55. 10. 30 開始

| | 2ヶ月 | 3ヶ月 |
|---------------|----------|---------|
| | 55、12、27 | 56、1、27 |
| 塩化ゴム系 | スライスのみ | スライスのみ |
| ビニル系 | スライスのみ | スライスのみ |
| 有機錫 共重合樹脂系 | スライスのみ | スライスのみ |

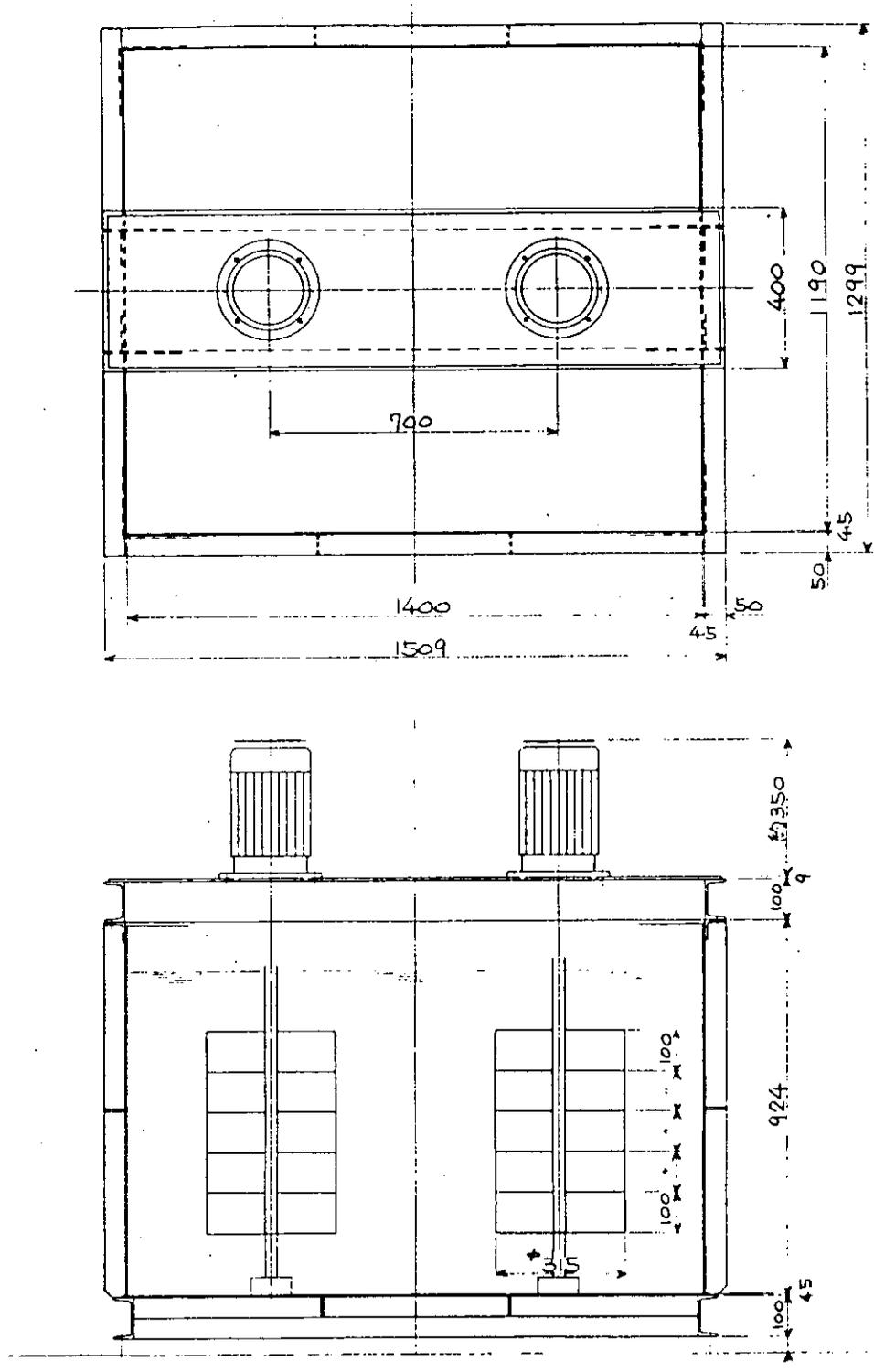


図 2.4.0 小型ロータリー装置

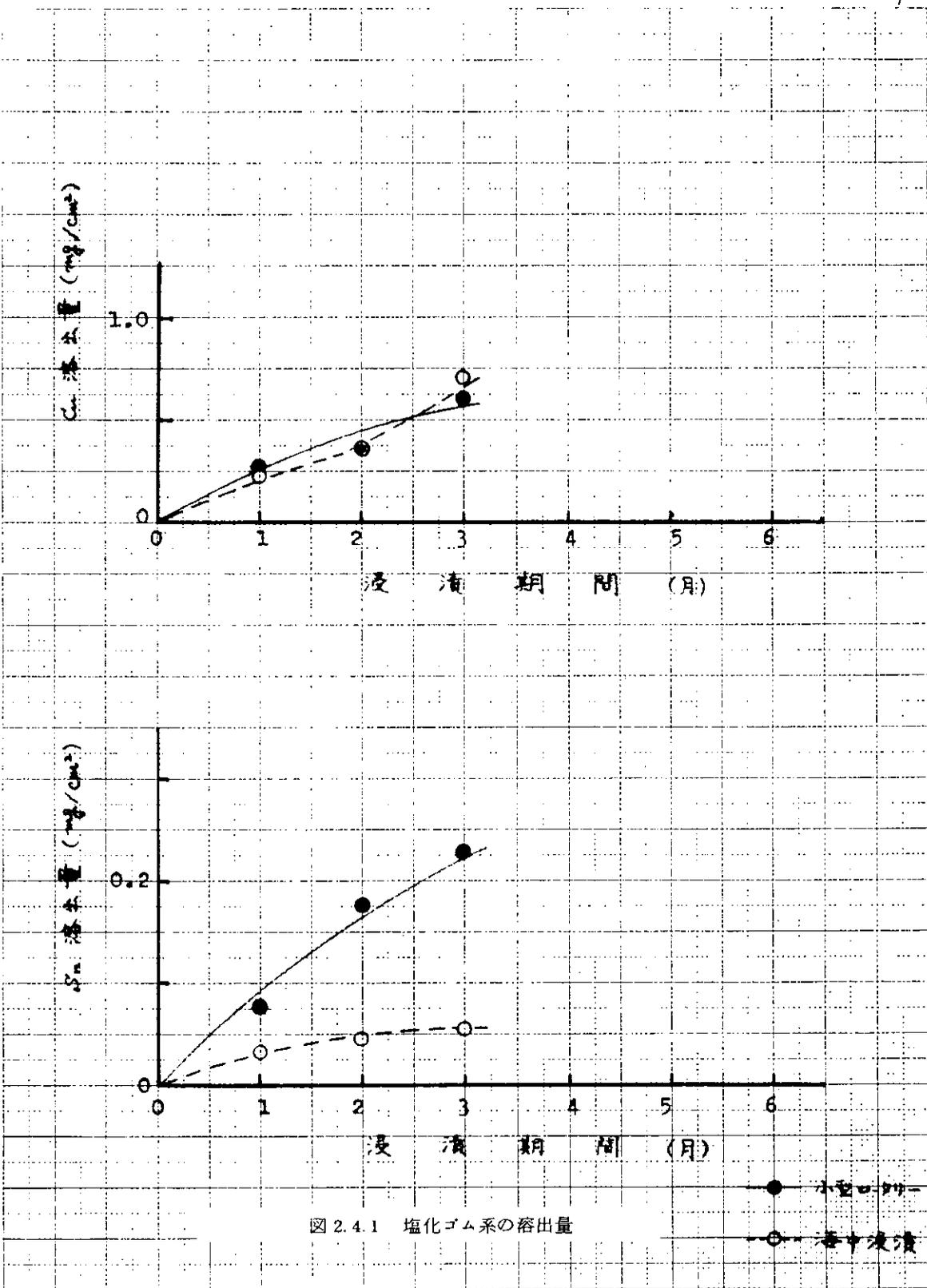


図 2.4.1 塩化ゴム系の溶出量

● 小室浸漬
○ 水中浸漬

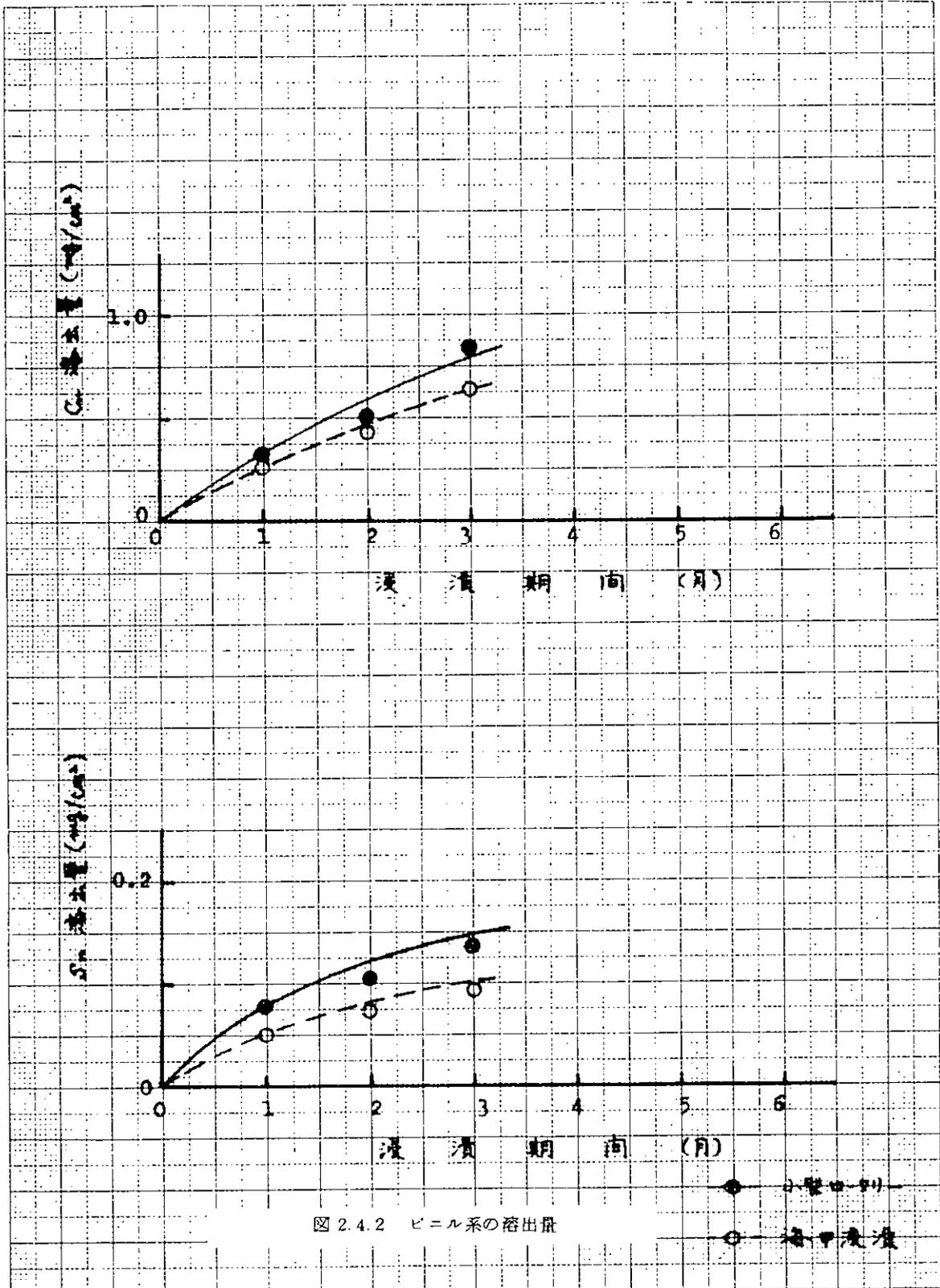


図 2.4.2 ビニル系の溶出量

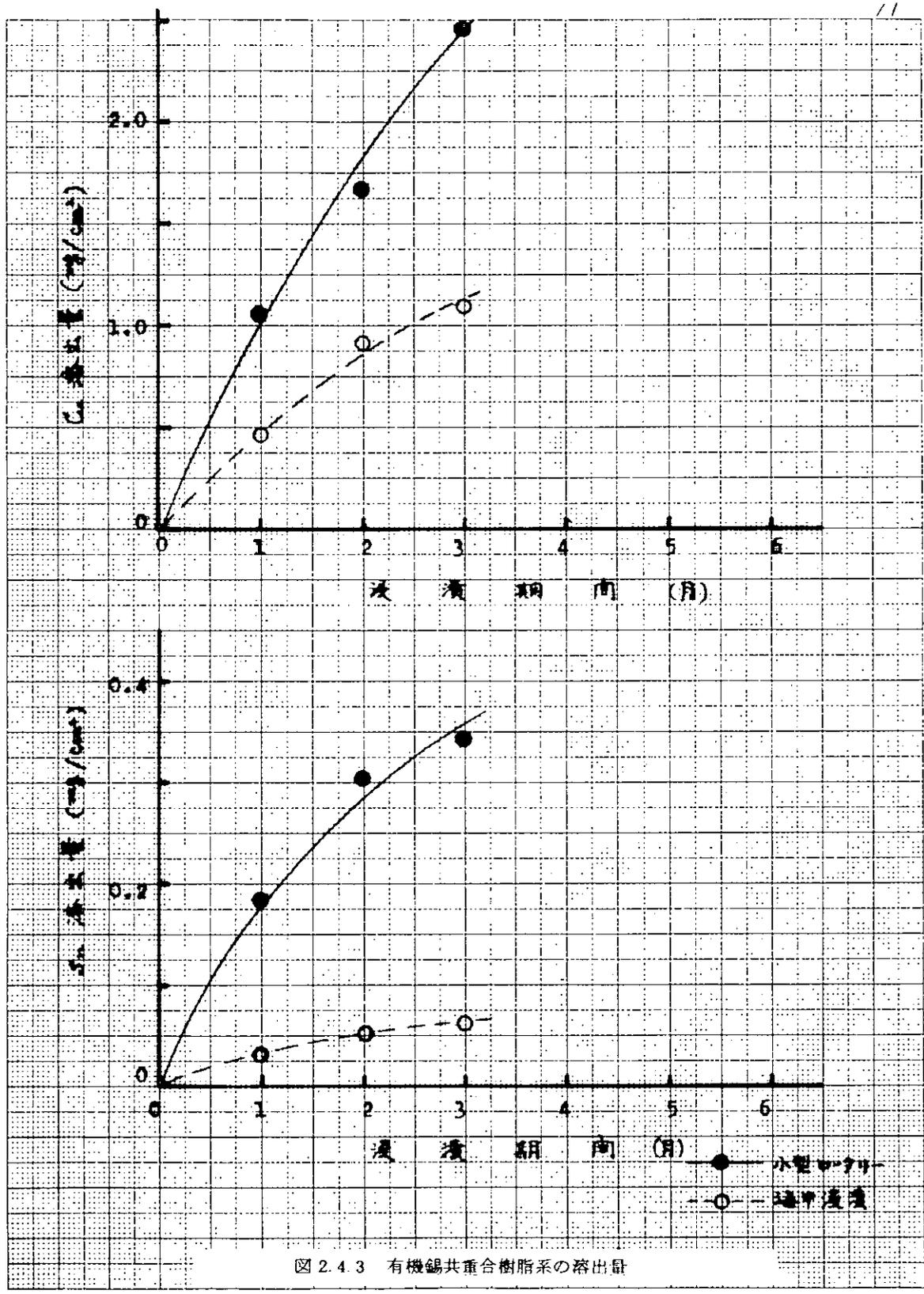


図 2.4.3 有機錫共重合樹脂系の溶出量

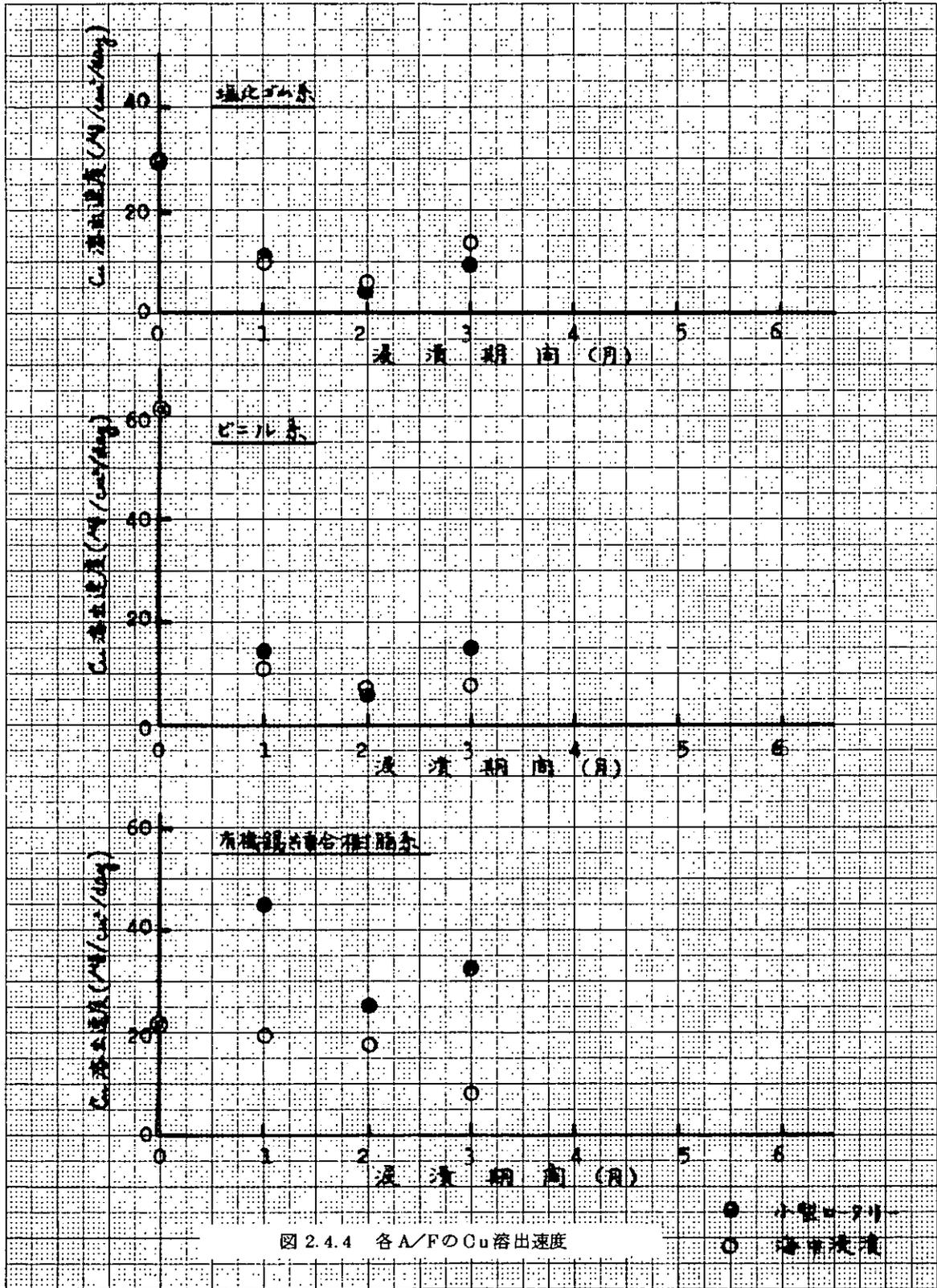
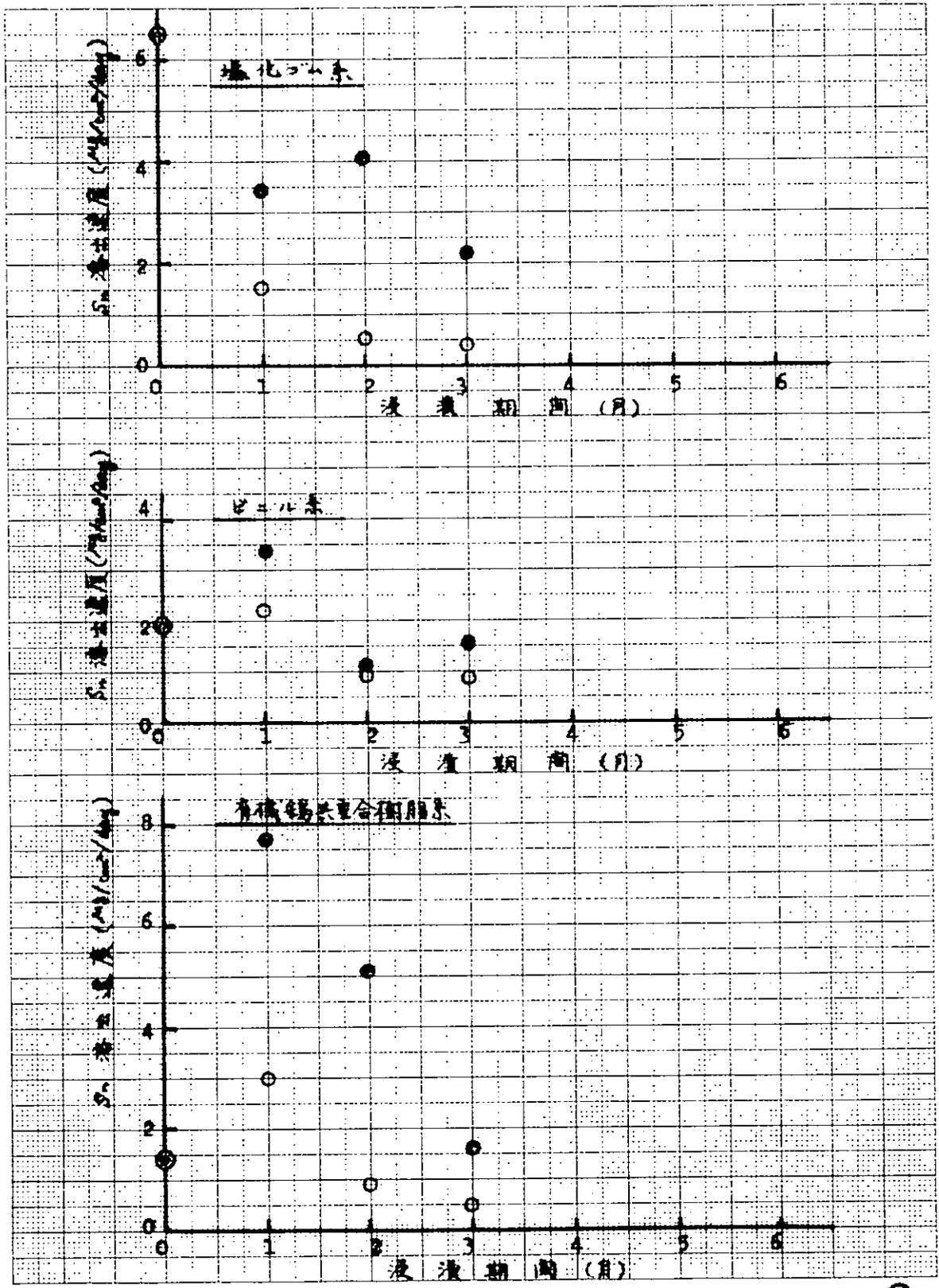


図 2.4.4 各 A/F の Cu 溶出速度



JIS A4 180 × 250 mm

- 小孔型
- 海中浸漬

図 2.4.5 各A/FのSn溶出速度

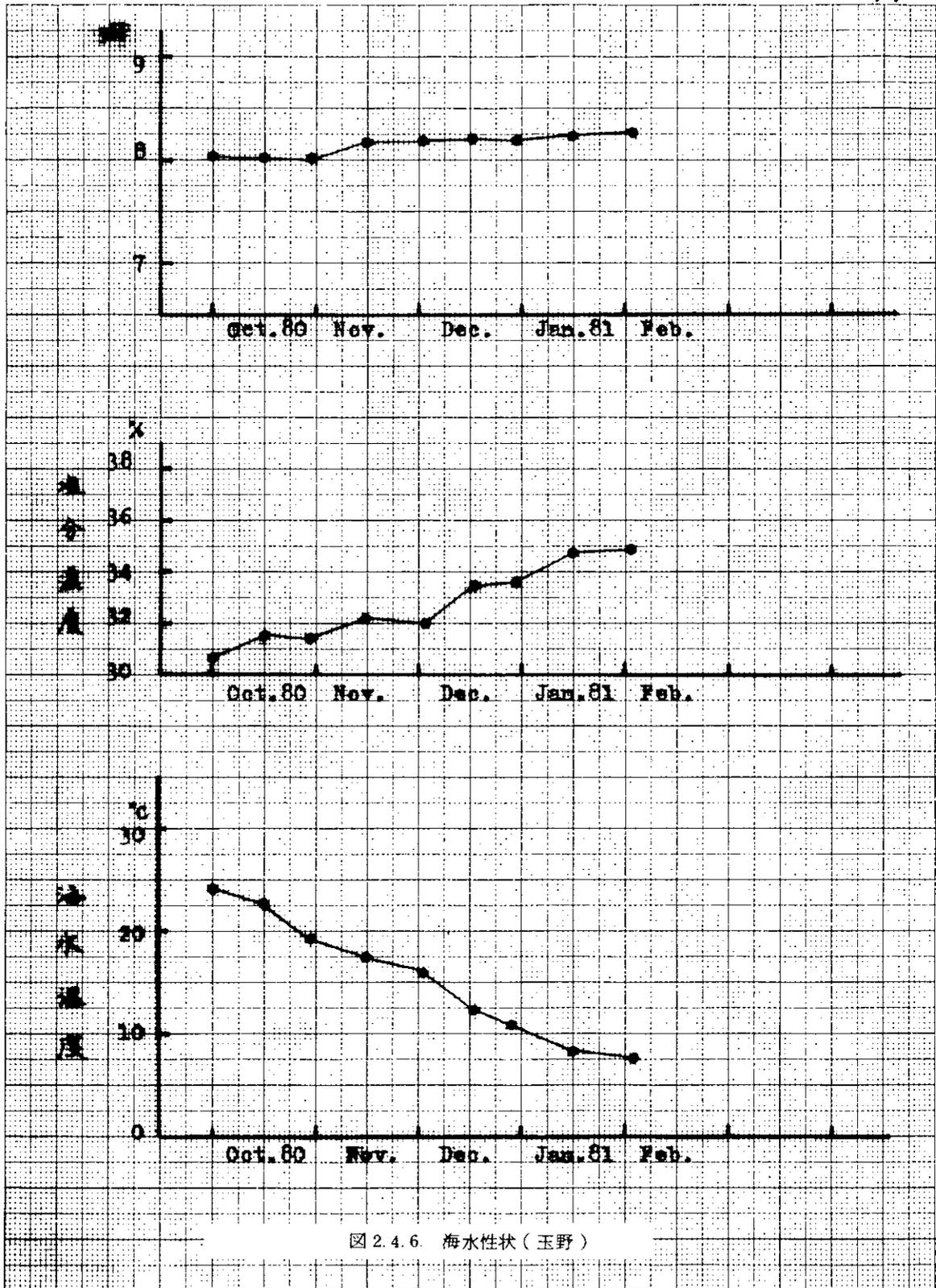


図 2.4.6. 海水性状 (玉野)

3 公害対策用塗料の実用化に関する研究

まえがき

本研究は、造船塗装工程で問題となる作業者の安全衛生および環境汚染防止の立場より、安全性の高い新船舶用塗料および塗装法について調査研究を昭和 51 年度より進めてきた。

本年度は、施工上の問題、新しい塗料の実績等、実船への適応に必要な下記の項目について研究を実施する。

- (1) 公害対策用塗料の実船への適用性調査
- (2) 公害対策用塗料の層間付着性
- (3) 公害対策用塗料の溶接、焼損部における防食性
- (4) 公害対策用塗料と電気防食併用に関する研究

3.1 公害対策用塗料の実船への適用性調査

3.1.1 調査方法

S R 172 研究部会に参加の塗料メーカー 9 社及び造船会社 7 社の合計 16 社について、下記項目のアンケート調査を行った。

イ 年 度：昭和 53 年、54 年

ロ 規制の種類：炭化水素規制対策及び特化則規制対策

ハ 塗 料

| | | |
|--------|---|--|
| 炭化水素規制 | — | 溶剤転換：ショッププライマ、上構・デッキ、船底・外板、タンク内面 |
| | — | 低 溶 剤：上構・デッキ、船底・外板、タンク内面 |
| | — | 無 溶 剤：タンク内面 |
| 特化則規制 | — | C r 対策 S / P：ノンクロム W / P、Z E P、I Z P |
| | — | 低タール：コールタール含有 5 % 以下の T E 塗料について、船底・外板、 タンク内面 |
| | — | 変性エポキシ塗料：N T 塗料について、船底・外板、タンク内面 |

(注) 記号説明

C r (クロム)、S / P (ショッププライマ)、W / P (ウォッシュプライマ)

Z E P (ジंकエポキシプライマ)、I Z P (無機ジंकプライマ)

T E (タールエポキシ塗料)、N T (変性エポキシ塗料)

ニ 項 目：対象船種、適用か所、評価及び問題点

3.1.2 調査結果

アンケート発送 16 通中回答を得たのは 15 通で、結果は次の通りである。

なお、この調査結果はメーカー 9 社の出荷量に対し、造船側は 6 社のみで国内造船所のすべての実用状況を代表したものではない。

3.1.2.1 炭化水素規制対策塗料の実用状況

総量からみると昭和 53 年よりも昭和 54 年の方が塗料メーカーの出荷量は大幅に増加しており、溶剤転換として水系使用が主である。造船での使用量も増加の傾向にある。(図 3.1.1-①)

(1) 溶剤転換形

- (a) S/Pでは、W/Pの一部あるいは、ZEPからIZPへの溶剤転換である。(図3.1.1-②)
 - (b) 上構・デッキ用について溶剤転換した場合はほとんど水系であり、使用量は少なくほぼ横這いである。(図3.1.1-③)
 - (c) タンク内面用の溶剤転換もほとんどが水系と推定され、塗料メーカーの出荷量は、図3.1.1-④にみられるように大幅に増加しているが、これに反して造船での使用量は少なく、しかも減少の傾向にある。(図3.1.1-④)
- 水系タンク用塗料は耐海水性や乾燥性の不足が障害になっている。

(2) 低溶剤形

- (a) 図3.1.1-⑤、及び⑥で示されるように塗料メーカーと造船の使用量が同等もしくは逆転しており、このような関係はあり得ないことであるが、この原因は、低溶剤という基準値の把握しかたによる。塗料メーカー側は規制に対処し企業努力として溶剤低減への動いていても、品質に限界があるため、タンク用などのように顕著な低減値に達していないため集計されていないようであるが、造船側としては多少でも低減しているものは低溶剤の上構・デッキ、船底・外板用として集計されている。(図3.1.1-⑤、同-⑥)
- (b) タンク内面用は建造量の関係もあるが、使用量も少なく、ほぼ横這い状態である。(図3.1.1-⑦)

(3) 無溶剤形

図3.1.1-⑧は、塗料メーカーと造船側の関係が逆転しており、この原因は塗料メーカーの無溶剤はnon-solventを意味しており、造船側のものには水系タンク用も含まれている。これは図3.1.1-④溶剤転換タンク用とも一部重複しているが、これを個々に分類することは困難なため報告をそのまま集計した。

無溶剤形は極めて少量で、作業性や乾燥性が障害になっている。

(4) 炭化水素規制対策塗料の総量に対する各種塗料の比率を図3.1.3及び図3.1.4に示した。

- (a) 塗料メーカー出荷量では溶剤転換S/Pやタンク内面用塗料の2種が大部分を占めている。
- (b) 造船側では昭和53年は溶剤転換のS/Pとタンク用が主、昭和54年は溶剤転換S/Pが大部分である。

3.1.2.2 特化則規制対策塗料の実用状況

総量からみると昭和53年度と昭和54年度ではほぼ横這いで塗料メーカー、造船側いずれも変動がない。(図3.1.2-①)

(1) クロム対策S/P

- 特化則対策塗料中でクロム対策S/Pが大部分を占めている。造船側の集計には使用する厚板がミルメーカーで塗装してくるものもあるため、回答会社の使用量が全部の使用量を意味していないことが多い。
- (a) ノンクロムW/Pは対策S/P中約1割を占めており、塗料メーカー、造船側いずれも僅かに増加の傾向にある。(図3.1.2-②)
 - (b) ZEPやIZPが大部分を占めており、ZEPは減る傾向に、この分をカバーしてIZPが増加している。(図3.1.2-③、-④)

この種のS/Pはクロム対策というよりもS/P塗膜の防錆力を向上させる目的で使用したとの回答がほとんどで、塗料メーカーもこれらのニーズに対応してか全く同じ傾向を示している。

(2) コールタール対策

- (a) 低コールタールエポキシ塗料が極めて少量であるが使用されており、増加の傾向にある。(図3.1.2-⑤)
- (b) 変性エポキシ塗料は予想外に多量使用されているが、メーカー出荷量、造船側の使用量いずれも減少

の傾向にある。建造量との関係もあり、ニーズが減退しているかどうかは明確でない。

(図 3.1.2-⑥)

- (3) 特化則対策塗料としては、亜鉛系 S/P が大部分を占め、ZEP と IZP の亜鉛系 S/P がほぼ同比率で出荷されているが、造船側では IZP の使用が増加している。(図 3.1.5、図 3.1.6)

変性エポキシ塗料の出荷、使用料も多く、耐水性についての不安が解消すれば更に、増加するものと推定される。

3.1.3 規制対策塗料の適用性と問題点

アンケートにより抽出した適用性と評価及び問題点を表 3.1.1 及び表 3.1.2 に示した。

3.1.3.1 炭化水素規制対策塗料 (表 3.1.1)

(1) 溶剤転換形

- (a) S/P の溶剤転換による規制への評価あるいは、Zn 系 S/P 使用時の防錆力方向上があげられるが価格が高い。
- (b) 上構・デッキ、タンク用などには水系溶剤使用の塗料が耐水性を必要としないか所に使用され、実用性を評価されているものの、高湿時の乾燥性や換気対策あるいは塗装時の排水処理が問題である。

(2) 低溶剤形

- (a) 溶剤低減の上構・デッキ及び船底・外板塗料は内部やばく露部に使用され、実用性を評価される一方、乾燥性や塗装時のだれが問題とされている。
- (b) タンク用は各種船舶のタンク内面に使用例が多く、大多数が実用可能と評価している。コスト高あるいは一種のもので全シーズンに使用できない。

(3) 無溶剤形

安全性での評価は良いが、作業性、塗膜性能、乾燥硬化性など問題が多い。

3.1.3.2 特化則規制対策塗料 (表 3.1.2)

(1) クロム対策 S/P

ノンクロム W/P、ZEP、IZP いずれも実用性の評価は高い。IZP については溶接・溶断性が問題とする評価も一部にある。

(2) コールタール対策

低タールエポキシ塗料や、変性エポキシ塗料が実用されており、変性エポキシ塗料は各種船舶のタンク内面やボイドスペース等実績があり、大多数が実用性可能と評価している。

耐海水性に不安があり、コスト高となる。

3.1.4 考案

公害対策及び特化則対策のいずれの塗料も、社会のニーズを真剣に受けとめて、前向きに実用化を推進中であることは図 3.1.1～6 から伺われるが、実用性の点では客先ニーズから塗膜性能や耐用年数の面では必ずしも満足していないので、性能向上については今後も開発検討が必要である。

(1) 炭化水素対策塗料

溶剤規制対策としての望ましい方向は、現用有機溶剤も低光化学反応形有機溶剤への転換であるが、コストや使用量の関係から現実的には対策塗料の主になっているのは、水系溶剤への転換であった。その結果高湿時の作業性や耐食性の面で使用範囲に限界を認めている。S/P では無機ジंक系使用での溶剤転換が効果的である。

塗料中溶剤量の低減にも努力が伺えるが、これについても塗装作業性と塗膜形成の重要な因子となるため、大幅な低減は望めないようだ。

(2) 特化則対策塗料

S.53年とS.54年がほぼ同程度であることから、対策塗料の実用性は一般化しているものと推定できる。

Cr対策の面ではS/Pの種類をW/Pから亜鉛系S/Pへ変更し、防錆力と特化則対策の両面に効果をあげ、塗料コストの増加を二次表面処理工数低減でカバーした対策と判断できる。

ノクロムW/Pへの変更もあるが、防錆力が低下するとの評価が一部にあり、コストアップ分を何らかの面でカバーしてメリットを上げることにならなければ実用化の推進は困難となろう。

コールタール対策としては変性エポキシ塗料の造船所側使用量が多く、一応コールタール対策は可能になったものと判断できる。しかしながら、塗料メーカー、造船所側いずれの評価も耐海水性の不足を認めており、その結果、船体内部のボイド部使用が主であり、海水バラスタタンクを対象にすれば対策塗料の性能向上の検討が要請される。

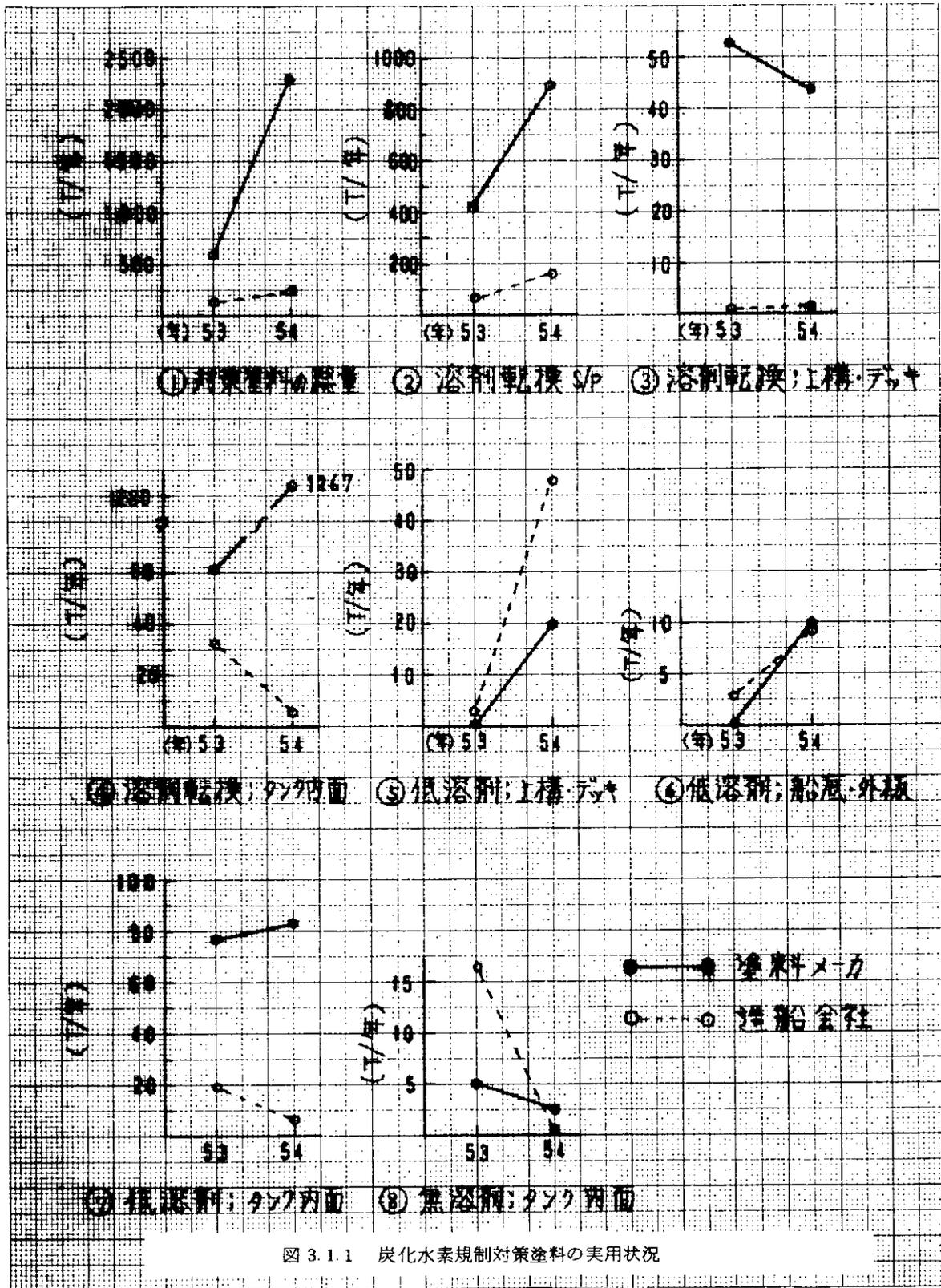


図 3.1.1 炭化水素規制対策塗料の実用状況

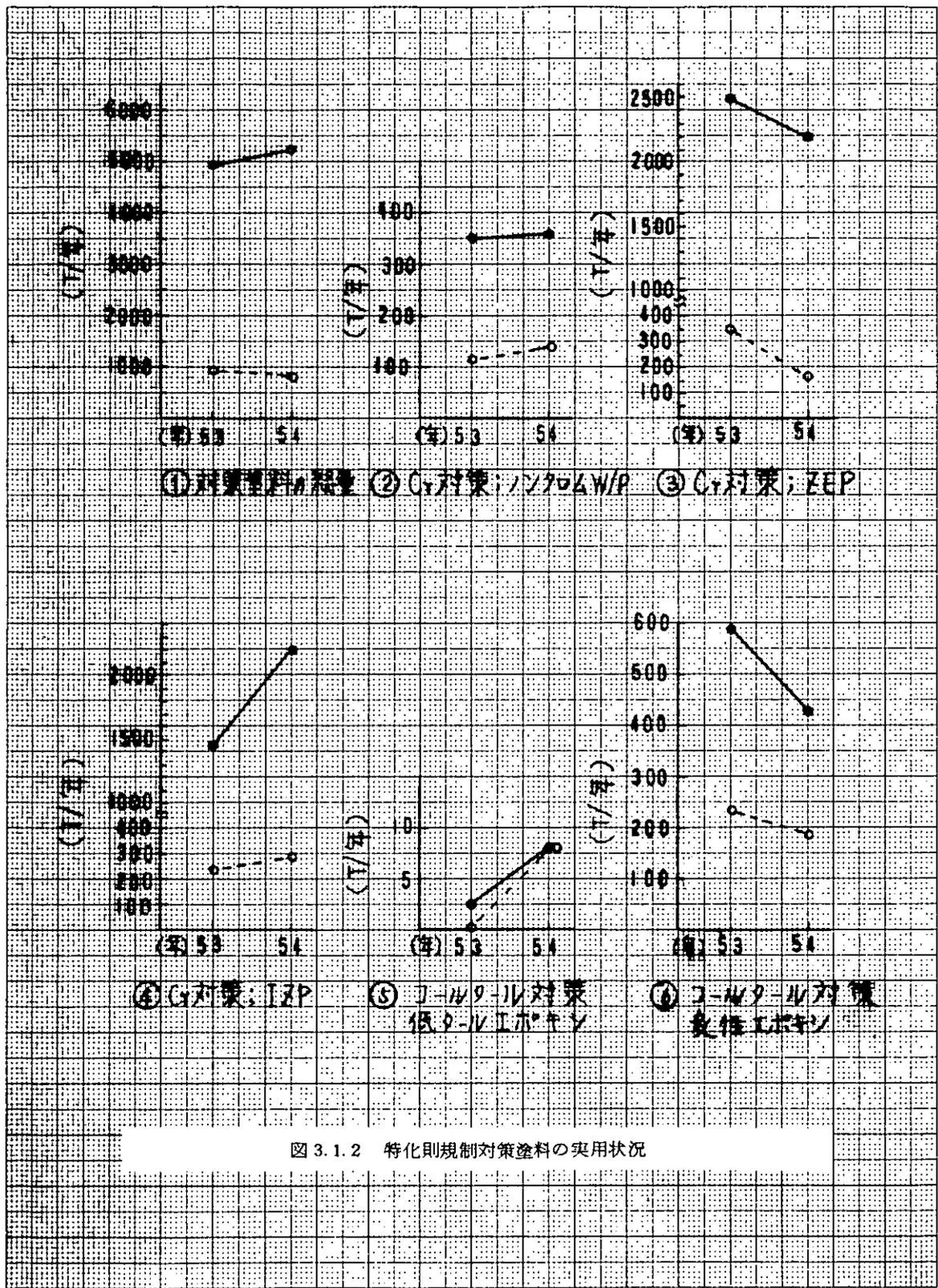


図 3.1.2 特化則規制対策塗料の実用状況

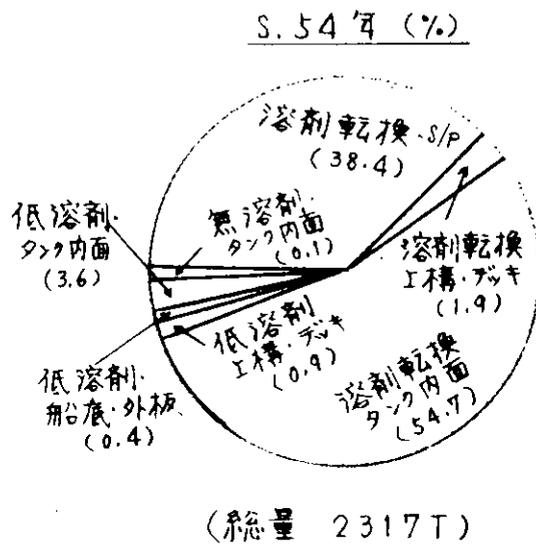
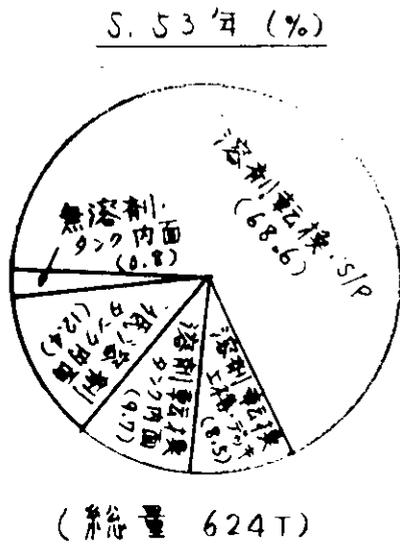


図 3.1.3 炭化水素規制対策塗料(塗料メーカー)

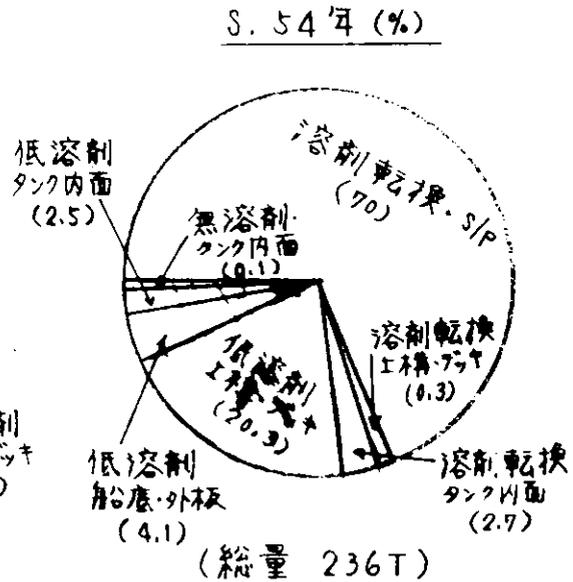
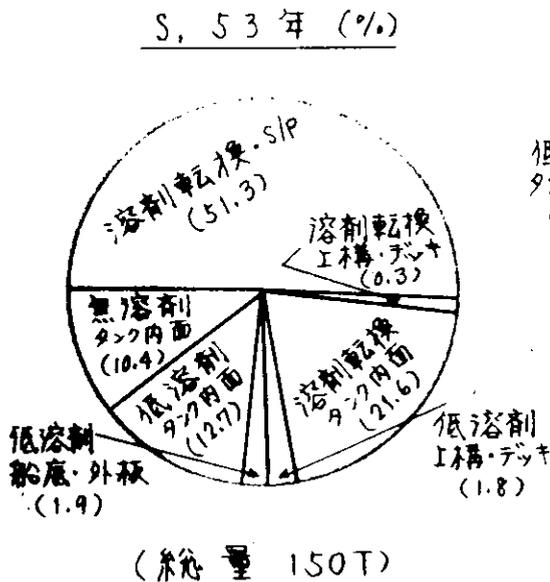
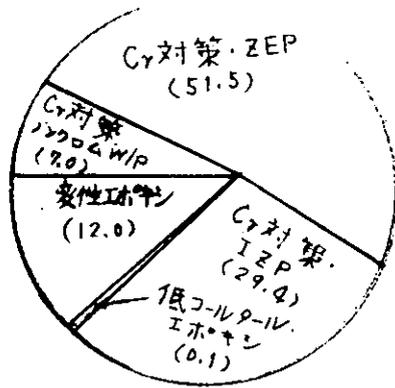


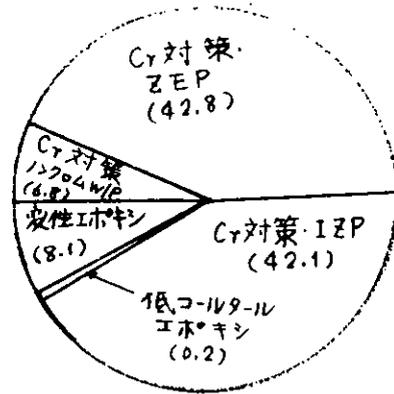
図 3.1.4 炭化水素規制対策塗料(造船所)

S. 53 年 (%)



(総量 4965 T)

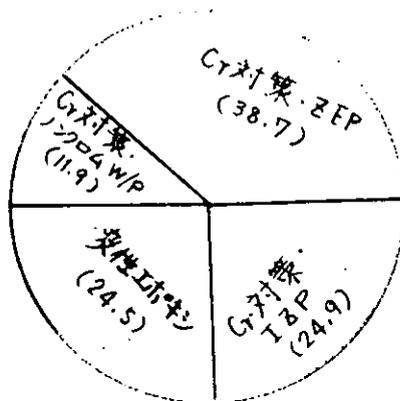
S. 54 年 (%)



(総量 5236 T)

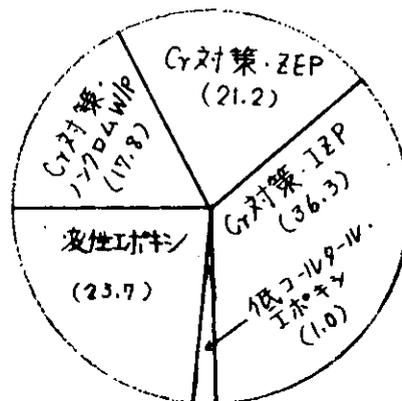
図 3.1.5 特化則規制対策塗料 (塗料メーカー)

S. 53 年 (%)



(総量 926 T)

S. 54 年 (%)



(総量 780 T)

図 3.1.6 特化則規制対策塗料 (造船所)

表 3.1.1 炭化水素規制対策塗料の適用性と評価及び問題点

| 塗料 | 対象船種 | 適用箇所 | 評価 | 問題点 |
|-------|------------------|--|--|--|
| 溶剤転換形 | ジョッププライマ | <ul style="list-style-type: none"> • 全船、• コンテナ、• バルクキャリア • タンカー、貨物船、• 各種船舶 | <ul style="list-style-type: none"> • 溶剤転換の効果大 • 良好 • 概ね良好 | <ul style="list-style-type: none"> • 価格が高い、 • 特になし、 |
| | 上構・デッキ用 (含水系) | <ul style="list-style-type: none"> • 全区画、• 上構内部、 • エンジンルーム、 | <ul style="list-style-type: none"> • 良好・実用性可、 • 引火爆発の危険性解消 (水系) | <ul style="list-style-type: none"> • 排水処理対策、 • 高湿時の乾燥性、 • だれ |
| | 船底・外板用 | — | — | — |
| 低溶剤形 | タンク内面用 (含水系) | <ul style="list-style-type: none"> • ホールド • ボイドスペース | <ul style="list-style-type: none"> • 作業性良好、 • 安全性大、 | <ul style="list-style-type: none"> • 水系のタンク用は実用の段階でない。 • 換気対策 • TEに比較し防錆力低下 • コストに難 |
| | 上構・デッキ用 | <ul style="list-style-type: none"> • 内部区画、• カーゴホールド、 • ボンツーン、 | <ul style="list-style-type: none"> • 規制に有効、• 良好 • 臭気は従来品より良 | <ul style="list-style-type: none"> • 乾燥性、 |
| | 船底・外板用 | <ul style="list-style-type: none"> • ばく露部 | <ul style="list-style-type: none"> • 実用性可 | <ul style="list-style-type: none"> • 低温乾燥性、• だれ、 |
| 無溶剤形 | タンク内面用 | <ul style="list-style-type: none"> • タンク、• パラスタタンク、 • ボイドスペース、• 清水タンク、 • カーゴタンク、 | <ul style="list-style-type: none"> • 良好 • 実用性可、 • 刺激性が低くなり好評、 | <ul style="list-style-type: none"> • コスト高、• 溶剤形よりも塗膜性能が僅かに劣る • 夏期、冬期の使いわけが必要、 |
| | タンク内面用 | <ul style="list-style-type: none"> • パラスタタンク、• ボイドスペース、 • 清水タンク、• エンジンルーム • ホールド、• ビルジタンク | <ul style="list-style-type: none"> • 限定実用可、 • 安全性大、 | <ul style="list-style-type: none"> • 作業性が劣る • 塗膜性能が劣る • 冬期乾燥性、• ポットライフ、 • 夏期 冬期の使分けが必要 |

表 3.1.2 特化則規制対策塗料の適用性と評価及び問題点

| 塗料 | 対象船種 | 適用箇所 | 評価 | 問題点 | |
|----------------------------------|--|--|---|---|--|
| ク ロ ム 対 策 S/ P | ノックアウトW/P | <ul style="list-style-type: none"> ・限定なし、・一般船、・タンカー、 ・プロダクトキャリア、・コンテナ船、 ・ドレージヤ、・バルクキャリア、 ・タンカー、・バルクキャリア、・巡視船 ・各種船舶構造物、・物探船、 ・カーキャリア、・プロダクトキャリア、 ・コンテナ船、・ドレージヤ、・貨物船、 ・RO/RO船、・海上クレーン、 | <ul style="list-style-type: none"> ・全区画、・内部用、 ・外板、上構、甲板、 ・全区画、・外板、・船底、 ・カーゴパイプ、 ・清水タンク、 ・タンク内面 ・ばく露部 | <ul style="list-style-type: none"> ・良好 ・良好 ・防錆力良好 | <ul style="list-style-type: none"> ・なし ・なし |
| | ZEP (含モディファイ イド形) | <ul style="list-style-type: none"> ・限定なし、・巡視船、・貨物船、 ・各種船舶構造物、・ドレージヤ、 ・プロダクトキャリア、・バルクキャリア、 ・タンカー、・RO/RO船、 ・海洋構造船、 | <ul style="list-style-type: none"> ・全区画、デッキ、・外板、・上構、 ・タンク ・メインハル、・ばく露部 ・ホールド | <ul style="list-style-type: none"> ・良好 ・防錆力は良 ・溶接・溶断・耐候性・良 | <ul style="list-style-type: none"> ・なし |
| エ 低 ポ タ キ ン ル | <ul style="list-style-type: none"> ・バルクキャリア、・バージ船、 ・カーキャリア、LPG船、・タンカー ・コンテナ船、・プロダクトキャリア | <ul style="list-style-type: none"> ・バラストタンク、・ホールド、 ・ポイドスペース、・チェインロッカー ・タンクトップ、・船底、 ・エンジンルーム | <ul style="list-style-type: none"> ・耐水性に注意、 | <ul style="list-style-type: none"> ・なし ・テスト結果はT/E塗料に匹敵するが実績に乏しい。 | |
| 変 性 エ ポ キ シ | <ul style="list-style-type: none"> ・タンカー、・バルクキャリア、 ・カーキャリア、・バージ船、・LPG船、 ・コンテナ船、・冷凍船、・RO/RO船、 ・オーブンバルクキャリア、・巡視船、 ・海上クレーン船、・一般船、・各種船、 | <ul style="list-style-type: none"> ・ホールド、・エンジンルーム、 ・タンクトップ、・デッキ、・清水タンク ・スロープタンク、・ケープルタンク、 ・ポイドスペース、・ピルジタンク、 ・上構内部、・船側外板、・冷凍船艙 | <ul style="list-style-type: none"> ・良好 ・油性多層システムに代る合理化システム ・性能・安全面で良好、 ・作業性良好、 | <ul style="list-style-type: none"> ・コスト高、 ・耐海水パラストに難 ・白色仕上げ困難 ・ポットライフ | |

3.2 公害対策用塗料の層間付着性

3.2.1 概 要

公害対策塗料として開発された新船舶用塗料のうち、造船塗装工程上層間付着性が問題となることが多いエポキシ塗料およびコールタールエポキシ塗料について、船底外板部とタンク部を対象として同一塗料間およびA/C塗料とA/F塗料との層間付着性について検討した。

3.2.2 供試塗料および塗装系

供試塗料および塗装系を表3.2.1に示す。船底外板用塗料として低溶剤型エポキシ塗料、低溶剤型コールタールエポキシ塗料、現用溶剤型タールエポキシ塗料(コールタールまたはコールタールピッチ以外の澱青質を含有する)および現用溶剤型タール代替物質含有エポキシ塗料を、比較用塗料として現用溶剤型エポキシ塗料および現用溶剤型タールエポキシ塗料を供試塗料とした。タンク用塗料としては低溶剤型エポキシ塗料、低溶剤型コールタールエポキシ塗料、低溶剤型タール代替物質含有エポキシ塗料、非光化学反応性溶剤型タール代替物質含有エポキシ塗料および現用溶剤型タール代替物質含有エポキシ塗料を、比較用塗料として現用溶剤型エポキシ塗料および現用溶剤型タールエポキシ塗料を供試塗料とした。又、供試塗料の性状および組成を表3.2.2と表3.2.3に示す。

表3.2.1 供試塗料および塗装系

| 種 類 | 塗 装 系 | 下 塗 塗 料 | | | 上 塗 塗 料 | | | | |
|-----------------------|--|---------|----------|--------------|---------|--------------|-------------|-------------|---|
| | | No | 記 号 | 乾燥膜厚 塗装回数 | 記 号 | 乾燥膜厚 塗装回数 | | | |
| 船 底 外 板 用 | 塗 同 り 一 重 塗 ね 料 の | 1 | PE・SL | | PE・SL | | | | |
| | | 2 | TE・SL | | TE・SL | | | | |
| | | 3 | TE(BT)ST | 125 | 1 | TE(BT)ST | 125 | 1 | |
| | | 4 | TE(NT)ST | (μm) | | TE(NT)ST | (μm) | | |
| | | 5 | PE・ST | | | PE・ST | | | |
| | | 6 | TE・ST | | | TE・ST | | | |
| | 塗 A/ F 塗 り 塗 重 料 ね と の | 7 | PE・SL | | | 左記用 | | | |
| | | 8 | TE・SL | | | | | | |
| | | 9 | TE(BT)ST | 125 | 1 | | A/F塗料 | 60 | 2 |
| | | 10 | TE(NT)ST | (μm) | | | | (μm) | |
| | | 11 | PE・ST | | | | | | |
| | | 12 | TE・ST | | | | | | |
| タ ン ク 用 | 塗 同 り 一 重 塗 ね 料 の | 13 | PE・SL | | PE・SL | | | | |
| | | 14 | TE・SL | | TE・SL | | | | |
| | | 15 | TE(NT)SL | | | TE(NT)SL | | | |
| | | 16 | TE(NT)NP | 250 | 1 | TE(NT)NP | 250 | 1 | |
| | | 17 | PE・ST | (μm) | | PE・ST | (μm) | | |
| | | 18 | TE・ST | | | TE・ST | | | |
| | | 19 | TE(NT)ST | | | TE(NT)ST | | | |

記号の説明

- PE : エポキシ塗料
- TE : タールエポキシ塗料
- BT : コールタールまたはコールタールピッチ以外の澱青質を含有するタイプ
- NT : 澱青質は含まないがタール代替物質(石油樹脂等)を含有するタイプ
- SL : 低溶剤型塗料
- NP : 非光化学反応性溶剤型塗料
- ST : 現用溶剤型塗料
- A/F : 塩化ゴム系防汚塗料

表 3.2.2 供試塗料の性状および組成（メーカー資料による）

（船底外板用）

| 性状・組成 | 供試塗料 | | P E · S L | T E · S L | T E (B T) S T | T E (N T) S T | P E · S T | T E · S T | | A / F |
|------------------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|---------------|---------------|-----------|-----------------|---------|-------|
| | 1 回 目 用 | 2 回 目 用 | | | | | | | | |
| 性 状 | 粘 度 (B A 型 60 r p m P) | 8.3 | 52 | 26 | 73 | 13.5 | 46.5 | 36.5 | 27 | |
| | 比 重 | 1.44 | 1.13 | 1.31 | 1.41 | 1.31 | 1.19 | 1.3 | 1.90 | |
| | 不 揮 発 分 (%) | 84 | 80 | 70 | 77 | 64 | 69 | 71 | 76 | |
| | 混 合 比 (重 量 % | 85 : 15 | 85 : 15 | 85 : 15 | 90 : 10 | 60 : 10 | 85 : 15 | 85 : 15 | 85 : 15 | — |
| | 塗 布 量 (g / m ²) | 495 | 385 | 590 | 575 | 240 | 265 | 290 | 160 | |
| | 標 準 膜 厚 (D r y / w e t) μ m | 250 / 340 | 250 / 340 | 250 / 450 | 250 / 400 | 100 / 220 | 125 / 225 | 125 / 225 | 40 / 85 | |
| 状 | 乾燥時間 (20 ° C h) | 指 触 | 12 | 16 | 2 | 1 | 2 | 2 | 0.25 | |
| | | 硬 化 | 24 | 24 | 16 | 16 | 10 | 16 | 1 | |
| 組 成 (重 量 %) | 色 相 | 赤 さ び | 黒 | 黒 | グ レ ー | シ ル バ ー | ブ ラ ッ ク | シ ル バ ー プ ラ ウ ン | 赤 さ び | |
| | | 顔 料 | 39.9 | — | 33.9 | 45.2 | 39.4 | 14.4 | 34.6 | 58.0 |
| | | ビ ヒ フ ル | 49.1 | 89.2 | 33.0 | 29.5 | 23.9 | 55.4 | 33.9 | 16.2 |
| | | 溶 剤 | 10.6 | 10.7 | 32.0 | 23.1 | 36.3 | 29.0 | 30.6 | 25.3 |
| | | そ の 他 | 0.4 | 0.1 | 1.1 | 2.2 | 0.4 | 1.2 | 0.9 | 0.5 |

表 3.2.3 供試塗料の性状および組成 (メーカー資料による)

(タンク用塗料)

| 性状・組成 | 供試塗料 | | PE・SL | TE・SL | TE(NT)SL | TE(NT)NP | PE・ST | | TE・ST | TE(NT)ST | |
|----------|-------------------------|---------|---------|---------|----------|----------|---------|---------|---------|----------|----|
| | 1回目用 | 2回目用 | | | | | | | | | |
| 性状 | 粘度 (リオン粘度計P) | 25 | 25 | 20(B型) | 25 | | 20 | 20 | 20 | 35(B型) | |
| | 比重 | 1.33 | 1.25 | 1.38 | 1.35 | | 1.40 | 1.34 | 1.20 | 1.2 | |
| | 不揮発分 (%) | 89 | 85 | 84 | 78 | | 64 | 64 | 76 | 73 | |
| | 混合比 (重量%) | 85:15 | 85:15 | 90:10 | 85:15 | | 85:15 | 85:15 | 85:15 | 80:20 | |
| | 塗布料 (g/m ²) | 395 | 405 | 475 | 515 | | 415 | 370 | 450 | 490 | |
| | 標準膜厚 (Dry/wet) μm | 250/300 | 250/325 | 250/340 | 250/380 | | 125/295 | 125/275 | 250/375 | 250/406 | |
| | 乾燥時間 (20°C h) | 指 触 | 3 | 3 | 8 | 2 | | 1.5 | 1.5 | 3 | 1 |
| | | | 12 | 16 | 12 | 16 | | 12 | 12 | 16 | 12 |
| | 色 相 | 硬 化 | 白 | 黒 | 黒 | グレイ | | 赤さび | ライトグレー | 黒 | 黒 |
| | | | | | | | | | | | |
| 組成 (重量%) | 顔 料 | 34 | 22.5 | 35 | 36 | | 41 | 38 | 24.5 | 27 | |
| | ビヒクル | 54 | 61 | 48 | 41 | | 22 | 25 | 49.5 | 41 | |
| | 溶 剤 | 11 | 15 | 15 | 22 | | 36 | 36 | 24 | 27 | |
| | そ の 他 | 1 | 1.5 | 2 | 1 | | 1 | 1 | 2 | 5 | |

3.2.3 試験要領

(1) 試験片作製方法

(i) 同一塗料の付着性（塗装系 $\#$ 1～6と $\#$ 13～19）

試験板は 150×75×3.2mmのSS41鋼板をグリットブラスト処理したものを使用した。層間付着性に影響を及ぼす因子として下塗塗装後上塗塗装までの塗装間隔および上塗塗装前の下地（下塗塗膜）処理方法を考え、下塗塗装後に表 3.2.4 の条件を与え同一塗料をエアスプレーで塗り重ね 1 週間屋内乾燥したものを試験片とした。

表 3.2.4 塗装間隔および塗膜処理

| 要 因 | 水 準 |
|----------------|-----------|
| 塗 装 間 隔 | 1 週間屋内乾燥 |
| | 1 箇月屋外ばく露 |
| | 3 箇月屋外ばく露 |
| 上塗塗装前の 下地処理 | なし |
| | 溶剤ぶき |
| | サンドペーパーがけ |

(ii) A/F 塗料との付着性（塗装系 $\#$ 7～12）

試験板は 150×75×3.2mmのSS41鋼板をグリットブラスト処理したものを使用した。塗装は下塗塗装後 1 週間室内乾燥し A/F を 1 日 2 回塗りした。但しローターテスト用には 160×120×3.2mmのグリットブラスト処理したSS41鋼板を使用し、試験片は試験前 1 箇月間常温塩水浸せきを行なった。

(2) 付着性試験

初期および塗膜劣化促進試験後の付着性を引張付着力試験、60°クロスカットテストにより試験した。A/F との付着性ではローターテストによる付着性試験も行なった。

(i) 引張付着力試験

図 3.2.1 に示すように試験片に無溶剤エポキシ樹脂で引張試験治具をはりつけ、1 日間室温で養生する。試験面と他の箇所との縁を絶つために鋼板面に達するナイフ傷を入れる。その後アドヒージョンテスト（エルコメータ社製）を用い付着力を求めた。試験は 1 試験片につき 3 回行なった。

(ii) 60° クロスカットテスト

試験片にNTカッターで図 3.2.2 に示すように素地に達するクロスカットを入れテープ（スコッチテープ # 209）を接着しテープを一気に引きはがして塗膜のはく離状態を表 3.2.5 の評価基準により評価した。

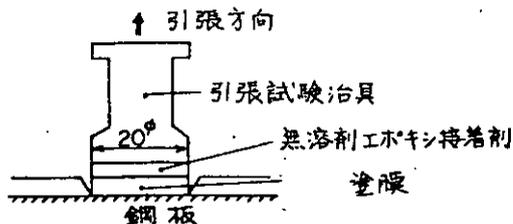


図 3.2.1 引張付着力試験

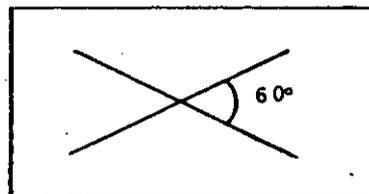
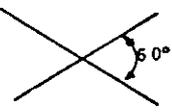
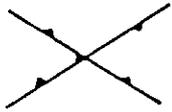
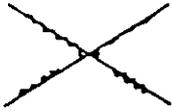
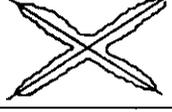


図 3.2.2 60°クロスカットテスト

(iii) ローターテスト

試験片の中央に縦に素地に達するカットを入れローター装置にとりつけ海中で回転させることにより、航行時を想定した状態でのA/C塗料とA/F塗料との付着性を試験した。付着性の評価はカット部からのはく離巾で行なった。

表 3.2.5 60°クロスカットテスト評価基準

| 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 |
|  | クロスカット部がかなりはくりし、一部分の塗膜が残る | 2 |
|  | ほとんどはくり | 0 |

(3) 塗膜劣化促進試験

各塗装系について行なった塗膜劣化促進試験とその条件を表3.2.6に示す。

表 3.2.6 塗膜劣化促進試験とその条件

| 塗膜劣化促進試験 | 条件 | 供試塗装系 |
|----------|--|-----------------|
| 塩水浸せき | 3% NaCl溶液、40°C、2箇月 | 全塗装系 (No.1~19) |
| 促進耐候性 | W-O-M 400 h | 船底外板用 (No.1~6) |
| 揮発油浸せき | トルオール：石油ベンジン=1：4 30°C、2週間 | タンク用 (No.13~19) |
| 交番試験 | 塩水浸せき+揮発油浸せき (3% NaCl溶液) (トルオール：石油ベンジン=1：4) 40°C | タンク用 (No.13~19) |
| ローターテスト | 回転周速度：15ノット 回転時間：360 h | 船底外板用 (No.7~12) |

(注)、()内の数字は塗装系Noを示す。

3.2.4 試験結果

(1) 船底外板用塗料

(a) 同一塗料の付着性

船底外板用塗料の同一塗料間の初期付着性試験結果を表3.2.6に、塩水浸せき後および促進耐侯性試験後の付着性試験結果を表3.2.7、表3.2.8にそれぞれ示す。又図3.2.3～図3.2.5に塗装間隔と塗膜処理による付着力の変化を示す。

(b) A/F塗料との付着性

船底外板用塗料とA/F塗料との付着性試験結果を表3.2.9に示す。

(2) タンク用塗料

タンク用塗料の初期付着性試験結果を表3.2.10に塩水浸せき、揮発油浸せき、および交番試験後の付着性試験を表3.2.11～表3.2.13にそれぞれ示す。又、図3.2.6～図3.2.9に塗装間隔と塗膜処理による付着力の変化を示す。

表3.2.6 船底外板用塗料-初期付着性試験結果

| 塗 装 系 | 供 試 塗 料 | 塗 装 間 隔 | | | 塗 膜 処 理 | | | 付 着 力 (Kg/cm) | 60°クロス カットテスト | |
|-------------|------------------|--------------|--------------|--------------|---------|------------|---------------|------------------|------------------|-----|
| | | 屋 内 1 週 間 | 屋 外 1 箇 月 | 屋 外 3 箇 月 | な し | 溶 剤 ぶ き | サンドペー パーがけ | | | |
| 1 | PE・SL | ○ | | | ○ | | | 32~34 A | 10 | |
| | | | | | | ○ | | 28~30 A | 10 | |
| | | | | | | | ○ | 27 A | 10 | |
| | | | ○ | | | ○ | | | 25~27 A | 9 A |
| | | | | | | | ○ | | 26~30 A | 9 A |
| | | | | | | | | ○ | 25~26 A | 10 |
| | | | | | | ○ | | | 20~30 A | 6 B |
| | | | ○ | | ○ | | 20~32 A | 8 A | | |
| | | | | | | ○ | 23~34 B | 8 A | | |
| | | | | ○ | | | 25~33 A | 9 A | | |
| | | | | | ○ | | 34~40 A | 8 A | | |
| | | | | | | ○ | 40~45 A | 9 A | | |
| | | | | ○ | | | 16~28 B | 8 A | | |
| 2 | TE・SL | ○ | | | ○ | | | 27~34 A | 9 A | |
| | | | | | | ○ | | 17~34 A | 9 A | |
| | | | | | | | ○ | 25~32 B | 7 C | |
| | | | ○ | | | ○ | | | 20~33 B | 7 C |
| | | | | | | | ○ | | 26~34 B | 8 A |
| | | | | | | | | ○ | 20~25 B | 7 A |
| | | | | | | ○ | | | 17~20 B | 7 A |
| | | | ○ | | ○ | | 16~27 B | 8 A | | |
| | | | | | | ○ | 15~22 B | 9 A | | |
| | | | | | ○ | | 20~25 B | 10 | | |
| | | | | | | ○ | 20~24 B | 10 | | |
| | | | | ○ | | | 30~31 B | 8 A | | |
| | | | | | ○ | | 28~33 B | 7 A | | |
| 3 | TE(BT)ST | ○ | | | | | | 28~34 B | 8 A | |

注) A:凝集破壊 B:下塗と上塗との界面破壊
C:下塗と素地との界面破壊 D:接着剤面の破壊

表 3.2.6

船底外板用塗料—初期付着性試験結果

| 塗 装 系 | 供 塗 試 料 | 塗 装 間 隔 | | | 塗 膜 処 理 | | | 付 着 力 (Kg/cm^2) | 60°クロス カットテスト | | | |
|-------------|------------------|--------------|--------------|--------------|---------|------------|----------------------------|------------------------|------------------|----|----|---|
| | | 屋 内 1 週 間 | 屋 外 1 箇 月 | 屋 外 3 箇 月 | な し | 溶 剤 ふ き | サ ン ド ペ ー パ ー が け | | | | | |
| 4 | TE(NT)ST | ○ | | | ○ | | | 20~30 | A | 7 | A | |
| | | | | | | ○ | | 18~22 | A | 8 | A | |
| | | | | | | | ○ | 18~22 | A | 7 | A | |
| | | | ○ | | | ○ | | | 20~29 | A | 7 | A |
| | | | | | | | ○ | | 20~23 | A | 7 | A |
| | | | | | | | | ○ | 20~33 | A | 7 | A |
| | | | | | ○ | ○ | | | 25~30 | A | 7 | A |
| | | | | | | | ○ | | 26~32 | A | 7 | A |
| | | | | | | | | ○ | 28~33 | A | 7 | A |
| 5 | PE・ST | ○ | | | ○ | | | 20~27 | A | 10 | | |
| | | | | | | ○ | | 20~21 | A | 10 | | |
| | | | | | | | ○ | 22~27 | A | 10 | | |
| | | | ○ | | | ○ | | | 23~26 | A | 10 | |
| | | | | | | | ○ | | 25~29 | A | 10 | |
| | | | | | | | | ○ | 20~25 | A | 10 | |
| | | | | | ○ | ○ | | | 20~28 | A | 10 | |
| | | | | | | | ○ | | 27~32 | A | 9 | A |
| | | | | | | | | ○ | 25~30 | A | 10 | |
| 6 | TE・ST | ○ | | | ○ | | | 18~20 | A | 10 | | |
| | | | | | | ○ | | 17~20 | A | 10 | | |
| | | | | | | | ○ | 16~20 | A | 10 | | |
| | | | ○ | | | ○ | | | 11~15 | B | 0 | B |
| | | | | | | | ○ | | 15~18 | B | 0 | B |
| | | | | | | | | ○ | 15~19 | B | 9 | |
| | | | | | ○ | ○ | | | 20~26 | B | 0 | B |
| | | | | | | | ○ | | 22~30 | B | 0 | B |
| | | | | | | | | ○ | 28~32 | B | 5 | B |

表 3.2.7

船底外板用塗料—塩水浸せき後の付着性試験結果

| 塗 装 系 | 供 塗 試 料 | 塗 装 間 隔 | | | 塗 膜 処 理 | | | 付 着 力 (Kg/cm ²) | 60°クロス カットテスト |
|-------------|------------------|--------------|--------------|--------------|---------|------------|---------------------------|--------------------------------|------------------|
| | | 屋 内 1 週 間 | 屋 外 1 箇 月 | 屋 外 3 箇 月 | な し | 溶 剤 ぶ き | サ ン ド ペー パ ー が け | | |
| 1 | PE・SL | ○ | | | ○ | | | 25~29 A | 8 A |
| | | | | | | ○ | | 30~32 A | 8 A |
| | | | | | | | ○ | 25~33 A | 8 A |
| | | | ○ | | ○ | | | 30~32 B | 7 A |
| | | | | | | ○ | | 33~34 A | 7 A |
| | | | | | | | ○ | 30~34 A | 7 A |
| 2 | TE・SL | ○ | | | ○ | | | 23~32 B | 3 B |
| | | | | | | ○ | | 23~25 B | 5 B |
| | | | | | | | ○ | 25~34 B | 7 A |
| | | | ○ | | ○ | | | 15~21 A | 5 C |
| | | | | | | ○ | | 27~33 A | 4 C |
| | | | | | | | ○ | 17~33 A | 4 C |
| 3 | TE(BT)ST | ○ | | | ○ | | | 30~33 B | 6 C |
| | | | | | | ○ | | 33~34 D | 6 C |
| | | | | | | | ○ | 33 A | 7 C |
| | | | ○ | | ○ | | | 25~30 D | 6 C |
| | | | | | | ○ | | 27~35 D | 6 C |
| | | | | | | | ○ | 30~32 D | 6 C |
| 4 | TE(NT)ST | ○ | | | ○ | | | 10~15 B | 5 C |
| | | | | | | ○ | | 12~27 D | 7 A |
| | | | | | | | ○ | 12~15 D | 7 A |
| | | | ○ | | ○ | | | 22~26 B | 4 B |
| | | | | | | ○ | | 22~25 B | 4 B |
| | | | | | | | ○ | 27~33 B | 9 A |
| 5 | PE・ST | ○ | | | ○ | | | 20~22 B | 5 B |
| | | | | | | ○ | | 20~25 B | 5 B |
| | | | | | | | ○ | 24~25 D | 6 B |
| | | | ○ | | ○ | | | 16~32 A | 7 A |
| | | | | | | ○ | | 15~24 B | 2 C |
| | | | | | | | ○ | 7~8 C | 2 C |
| 6 | TE・ST | ○ | | | ○ | | | 13~17 C | 3 C |
| | | | | | | ○ | | 16~22 C | 3 C |
| | | | | | | | ○ | 24~30 A | 3 C |
| | | | ○ | | ○ | | | 26~30 A | 5 C |
| | | | | | | ○ | | 30~32 A | 5 C |
| | | | | | | | ○ | 26~32 A | 5 C |
| 5 | PE・ST | ○ | | | ○ | | | 19~27 D | 7 A |
| | | | | | | ○ | | 19~27 D | 7 A |
| | | | | | | | ○ | 24~30 D | 7 A |
| | | | ○ | | ○ | | | 30~32 C | 7 A |
| | | | | | | ○ | | 27~33 C | 7 A |
| | | | | | | | ○ | 30~32 C | 7 A |
| 6 | TE・ST | ○ | | | ○ | | | 18~30 D | 8 A |
| | | | | | | ○ | | 26~32 C | 8 A |
| | | | | | | | ○ | 20~31 C | 8 A |
| | | | ○ | | ○ | | | 19~27 D | 7 A |
| | | | | | | ○ | | 18~26 D | 8 A |
| | | | | | | | ○ | 10~32 D | 8 A |
| 6 | TE・ST | ○ | | | ○ | | | 16~20 B | 0 B |
| | | | | | | ○ | | 16~20 B | 2 B |
| | | | | | | | ○ | 26~32 B | 7 B |
| | | | ○ | | ○ | | | 10~15 B | 0 B |
| | | | | | | ○ | | 16~20 B | 0 B |
| | | | | | | | ○ | 14~23 B | 2 B |

表 3.2.8

船底外板用塗料 - 促進耐候性試験後の付着性試験結果

| 塗 装 系 | 供 塗 試 料 | 塗 装 間 隔 | | | 塗 膜 処 理 | | | 付 着 力 (Kg/cm ²) | 60°クロス カットテスト |
|-------------|------------------|--------------|--------------|--------------|---------|------------|-------------------------|--------------------------------|------------------|
| | | 屋 内 1 週 間 | 屋 外 1 箇 月 | 屋 外 3 箇 月 | な し | 溶 剤 ぶ き | サ ン ド ペ ー パ ー が け | | |
| 1 | PE・SL | ○ | | | ○ | | | 35 D | 9 A |
| | | | | | | ○ | | 28~32 D | 9 A |
| | | | | | | | ○ | 30~35 D | 9 A |
| | | | ○ | | ○ | | | 30~35 D | 9 A |
| | | | | | | ○ | | 32 D | 9 A |
| | | | | | | | ○ | 32~35 D | 9 A |
| 2 | TE・SL | ○ | | | ○ | | | 18~23 D | 9 A |
| | | | | | | ○ | | 20~25 D | 9 A |
| | | | | | | | ○ | 24~30 D | 8 A |
| | | | ○ | | ○ | | | 24~29 D | 8 A |
| | | | | | | ○ | | 26~27 D | 6 A |
| | | | | | | | ○ | 20~29 D | 9 A |
| 3 | TE(BT)ST | ○ | | | ○ | | | 17~30 D | 8 A |
| | | | | | | ○ | | 17~30 D | 8 A |
| | | | | | | | ○ | 25~30 D | 6 C |
| | | | ○ | | ○ | | | 32~34 D | 7 A |
| | | | | | | ○ | | 23~31 D | 7 A |
| | | | | | | | ○ | 22~32 D | 5 C |
| 4 | TE(NT)ST | ○ | | | ○ | | | 15~21 B | 6 A |
| | | | | | | ○ | | 20~22 B | 7 A |
| | | | | | | | ○ | 20~23 B | 7 A |
| | | | ○ | | ○ | | | 30~32 D | 7 A |
| | | | | | | ○ | | 30~33 D | 7 A |
| | | | | | | | ○ | 32~34 D | 7 A |
| 5 | PE・ST | ○ | | | ○ | | | 30~34 D | 7 A |
| | | | | | | ○ | | 35 D | 7 A |
| | | | | | | | ○ | 27~35 D | 7 A |
| | | | ○ | | ○ | | | 20~25 A | 7 A |
| | | | | | | ○ | | 20~33 A | 8 A |
| | | | | | | | ○ | 20~26 A | 7 A |
| 6 | TE・ST | ○ | | | ○ | | | 21~32 A | 7 A |
| | | | | | | ○ | | 23~28 D | 7 A |
| | | | | | | | ○ | 20~28 B | 7 A |
| | | | ○ | | ○ | | | 20~25 D | 7 A |
| | | | | | | ○ | | 25~34 D | 7 A |
| | | | | | | | ○ | 22~35 D | 7 A |
| 7 | PE・ST | ○ | | | ○ | | | 18~30 A | 10 |
| | | | | | | ○ | | 21~30 A | 7 A |
| | | | | | | | ○ | 28~32 A | 8 A |
| | | | ○ | | ○ | | | 30~33 D | 7 A |
| | | | | | | ○ | | 30~32 A | 8 A |
| | | | | | | | ○ | 28~33 D | 8 A |
| 8 | TE・ST | ○ | | | ○ | | | 20~25 D | 7 A |
| | | | | | | ○ | | 25~34 D | 7 A |
| | | | | | | | ○ | 22~35 D | 7 A |
| | | | ○ | | ○ | | | 20~28 A | 10 |
| | | | | | | ○ | | 30~33 A | 8 A |
| | | | | | | | ○ | 27~34 A | 8 A |
| 9 | TE・ST | ○ | | | ○ | | | 28~34 B | 0 B |
| | | | | | | ○ | | 19~33 B | 2 B |
| | | | | | | | ○ | 29~35 B | 5 B |
| | | | ○ | | ○ | | | 14~31 B | 0 B |
| | | | | | | ○ | | 15~30 B | 0 B |
| | | | | | | | ○ | 32~35 B | 8 A |

表 3.2.9

A/F塗料との付着性試験結果

| 塗装 No系 | 供 試 塗 料 | | 塗 膜 劣 化 試 験 | | | 付 着 料 ($K\varphi/cm^2$) | 60°クロス カットテスト | はく離巾 (mm) |
|-----------|----------|-------|-------------|----------|-------------|------------------------------|------------------|----------------|
| | 下 塗 | 上 塗 | 初 期 | 塩水浸 せ | ローター テスト | | | |
| 7 | PE・SL | A/F×2 | ○ | | | 19~21 A | 8 A | - |
| | | | | ○ | | 5~8 B | 0 B | - |
| | | | | | ○ | 8~10 B | 3 B | 0 |
| 8 | TE・SL | | ○ | | | 12~15 A | 8 A | - |
| | | | | ○ | | 4~6 B | 0 B | - |
| | | | | | ○ | 10~11 B | 3 B | 0 |
| 9 | TE(BT)ST | | ○ | | | 13~15 A | 7 A | - |
| | | | | ○ | | 7~13 A | 3 B | - |
| | | | | | ○ | 16~20 B | 4 B | 2 B |
| 10 | TE(NT)ST | | ○ | | | 20~30 A | 7 A | - |
| | | | | ○ | | 9~16 A | 5 B | - |
| | | | | | ○ | 5~6 B | 1 B | 0 |
| 11 | PE・ST | ○ | | | 18~27 A | 8 A | - | |
| | | | ○ | | 13~18 A | 7 A | - | |
| | | | | ○ | 10~14 A | 6 A | 0 | |
| 12 | TE・ST | ○ | | | 30~32 A | 6 B | - | |
| | | | ○ | | 13~21 A | 7 A | - | |
| | | | | ○ | 12~15 A | 5 B | 0 | |

注) A : 上塗塗料(A/F)の凝集破壊

B : 下塗塗料と上塗塗料との界面破壊

表 3.2.10

タンク用塗料-初期付着性試験結果

| 塗装 No系 | 供 試 塗 料 | 塗 装 間 隔 | | | 塗 膜 処 理 | | | 付 着 力 ($K\varphi/cm^2$) | 60°クロス カットテスト | |
|-----------|------------|------------|------------|------------|---------|------------|---------------|------------------------------|------------------|-----|
| | | 屋 内 1週間 | 屋 外 1箇月 | 屋 外 3箇月 | な し | 溶 剤 ふ き | サンドペー パーがけ | | | |
| 13 | PE・SL | ○ | | | ○ | | | 28~45 D | 10 | |
| | | | | | | ○ | | 32~40 D | 10 | |
| | | | | | | | ○ | 45~55 D | 10 | |
| | | | ○ | | ○ | | | 55~60 D | 7 A | |
| | | | | | | ○ | | 50~60 D | 7 A | |
| | | | | | | | ○ | 35~50 D | 10 | |
| | | | | | ○ | ○ | | | 26~34 D | 9 A |
| | | | | | | | ○ | | 24~33 D | 10 |
| | | | | | | | | ○ | 25~34 D | 10 |

表 3.2.10

タンク用塗料-初期付着性試験結果

| 塗 装 系 | 供 試 塗 料 | 塗 装 間 隔 | | | 塗 膜 処 理 | | | 付 着 力 (Kg/cm ²) | 60°クロス カットテスト |
|-------------|------------------|--------------|--------------|--------------|---------|------------|----------------------------|--------------------------------|------------------|
| | | 屋 内 1 週 間 | 屋 外 1 箇 月 | 屋 外 3 箇 月 | な し | 溶 剤 ぶ き | サ ン ド ペ ー パ ー が け | | |
| 14 | TE・SL | ○ | | | ○ | | | 32~45 D | 10 |
| | | | | | | ○ | | 32~35 D | 10 |
| | | | | | | | ○ | 25~32 D | 10 |
| | | | ○ | | ○ | | | 24~32 B | 0 B |
| | | | | | | ○ | | 15~20 B | 0 B |
| | | | | | | | ○ | 23~34 A | 10 |
| | | | | ○ | ○ | | | 22~30 B | 2 B |
| | | | | | | ○ | | 26~33 B | 2 B |
| | | | | | | | ○ | 26~33 B | 10 |
| | | ○ | | | ○ | | | 20~27 D | 10 |
| | | | | | | ○ | | 14~16 D | 10 |
| | | | | | | | ○ | 15~17 D | 10 |
| 15 | TE(NT)SL | | ○ | | ○ | | | 22~30 D | 10 |
| | | | | | | ○ | | 15~20 D | 10 |
| | | | | | | | ○ | 20~27 D | 10 |
| | | | | ○ | ○ | | | 32~34 D | 10 |
| | | | | | | ○ | | 23~28 D | 9 A |
| | | | | | | | ○ | 31~33 D | 9 A |
| 16 | TE(NT)NP | ○ | | | ○ | | | 35~55 D | 10 |
| | | | | | | ○ | | 45~50 D | 10 |
| | | | | | | | ○ | 40~60 D | 10 |
| | | | ○ | | ○ | | | 29~35 D | 8 A |
| | | | | | | ○ | | 20~34 D | 10 |
| | | | | | | | ○ | 21~35 D | 10 |
| | | | | ○ | ○ | | | 23~28 D | 7 A |
| | | | | | | ○ | | 22~34 D | 7 A |
| | | | | | | | ○ | 32~34 D | 7 A |
| | | ○ | | | ○ | | | 27~34 A | 9 A |
| | | | | | | ○ | | 28~34 A | 8 A |
| | | | | | | | ○ | 30~34 A | 9 A |
| 17 | PE・ST | | ○ | | ○ | | | 18~24 C | 7 A |
| | | | | | | ○ | | 17~27 C | 7 A |
| | | | | | | | ○ | 13~21 C | 5 C |
| | | | | ○ | ○ | | | 23~33 D | 8 A |
| | | | | | | ○ | | 20~25 D | 8 A |
| | | | | | | | ○ | 24~30 A | 8 A |
| 18 | TE・ST | ○ | | | ○ | | | 25~32 A | 10 |
| | | | | | | ○ | | 23~27 A | 10 |
| | | | | | | | ○ | 23~27 A | 10 |
| | | | ○ | | ○ | | | 14~17 B | 2 B |
| | | | | | | ○ | | 13~15 B | 0 B |
| | | | | | | | ○ | 14~15 B | 5 B |
| | | | | ○ | ○ | | | 18~26 B | 2 B |
| | | | | | | ○ | | 18~23 B | 4 B |
| | | | | | | | ○ | 20~25 B | 8 A |
| | | ○ | | | ○ | | | 19~34 A | 10 |
| | | | | | | ○ | | 25~26 A | 10 |
| | | | | | | | ○ | 24~32 A | 10 |
| 19 | TE(NT)ST | | ○ | | ○ | | | 17~26 A | 9 A |
| | | | | | | ○ | | 18~27 D | 9 A |
| | | | | | | | ○ | 19~25 A | 10 |
| | | | | ○ | ○ | | | 25~34 A | 9 A |
| | | | | | | ○ | | 26~33 A | 9 A |
| | | | | | | | ○ | 29~33 A | 10 |

表 3.2.11

タンク用塗料-塩水浸せき後の付着性試験結果

| 塗 装 系 | 供 途 試 料 | 塗 装 間 隔 | | | 塗 膜 処 理 | | | 付 着 力 ($K\phi/cm$) | 60°クロス カットテスト | | |
|-------------|------------------|--------------|--------------|--------------|---------|------------|---------------|-------------------------|------------------|---|---|
| | | 屋 内 1 週 間 | 屋 外 1 箇 月 | 屋 外 3 箇 月 | な し | 溶 剤 ふ き | サンドペー パーがけ | | | | |
| 13 | PE・SL | ○ | | | ○ | | | 23~35 | C | 9 | A |
| | | | | | | ○ | | 23~34 | C | 8 | A |
| | | | | | | | ○ | 30~35 | D | 7 | A |
| | | ○ | ○ | | ○ | | | 22~26 | B | 7 | A |
| | | | | | | ○ | | 25~28 | C | 7 | A |
| | | | | | | | ○ | 26~32 | C | 8 | A |
| | | ○ | | ○ | ○ | | | 30~35 | D | 6 | B |
| | | | | | | ○ | | 18~24 | D | 8 | A |
| | | | | | | | ○ | 28~35 | D | 8 | A |
| 14 | TE・SL | ○ | | | ○ | | | 20~27 | D | 7 | A |
| | | | | | | ○ | | 22~30 | D | 7 | A |
| | | | | | | | ○ | 20~34 | D | 7 | A |
| | | ○ | ○ | | ○ | | | 14~20 | B | 0 | B |
| | | | | | | ○ | | 22~24 | B | 0 | B |
| | | | | | | | ○ | 30~32 | A | 7 | A |
| | | ○ | | ○ | ○ | | | 5~10 | B | 0 | B |
| | | | | | | ○ | | 7~12 | B | 0 | B |
| | | | | | | | ○ | 10~15 | B | 5 | B |
| 15 | TE(NT)SL | ○ | | | ○ | | | 15~25 | D | 5 | B |
| | | | | | | ○ | | 15~27 | B | 4 | B |
| | | | | | | | ○ | 19~32 | D | 5 | B |
| | | ○ | ○ | | ○ | | | 22~26 | D | 6 | A |
| | | | | | | ○ | | 25~32 | D | 6 | A |
| | | | | | | | ○ | 29~33 | D | 6 | A |
| | | ○ | | ○ | ○ | | | 20~25 | D | 5 | B |
| | | | | | | ○ | | 10~22 | D | 5 | B |
| | | | | | | | ○ | 25~34 | D | 7 | A |
| 16 | TE(NT)NP | ○ | | | ○ | | | 19~28 | D | 7 | A |
| | | | | | | ○ | | 13~30 | C | 7 | A |
| | | | | | | | ○ | 25~32 | D | 7 | A |
| | | ○ | ○ | | ○ | | | 20~26 | C | 7 | A |
| | | | | | | ○ | | 13~24 | C | 7 | A |
| | | | | | | | ○ | 14~22 | C | 7 | A |
| | | ○ | | ○ | ○ | | | 15~20 | D | 7 | A |
| | | | | | | ○ | | 25~35 | D | 7 | A |
| | | | | | | | ○ | 24~35 | D | 7 | A |

表 3.2.11

タンク用塗料—塩水浸せき後の付着性試験結果

| 塗 装 系 | 供 塗 料 | 塗 装 間 隔 | | | 塗 膜 処 理 | | | 付 着 力 (Kg/cm^2) | 60°クロス カットテスト | | | |
|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------|------------|--------------------|------------------------|------------------|---|---|---|
| | | 屋 内 1 週 間 | 屋 外 1 箇 月 | 屋 外 3 箇 月 | な し | 溶 剤 ぶ き | サ ン ド ー ペ ー ー け | | | | | |
| 17 | PE・ST | ○ | | | ○ | | | 14~30 | D | 7 | A | |
| | | | | | | ○ | | 18~25 | C | 5 | C | |
| | | | | | | | ○ | 15~22 | C | 5 | C | |
| | | | ○ | | | ○ | | | 8~11 | C | 0 | C |
| | | | | | | | ○ | | 9~13 | C | 0 | C |
| | | | | | | | | ○ | 8~15 | C | 0 | C |
| | | | | | ○ | ○ | | | 5~12 | C | 0 | C |
| | | | | | | | ○ | | >35 | D | 7 | A |
| | | | | | | ○ | >35 | D | 7 | A | | |
| 18 | TE・ST | ○ | | | ○ | | | 20~33 | D | 7 | A | |
| | | | | | | ○ | | 25~33 | D | 7 | A | |
| | | | | | | | ○ | 24~32 | D | 7 | A | |
| | | | ○ | | | ○ | | | 8~15 | B | 0 | B |
| | | | | | | | ○ | | 13~16 | B | 0 | B |
| | | | | | | | | ○ | 15~25 | B | 3 | B |
| | | | | | ○ | ○ | | | 8~13 | B | 0 | B |
| | | | | | | | ○ | | 15~20 | B | 0 | B |
| | | | | | | ○ | 16~30 | D | 6 | B | | |
| 19 | TE(NT)ST | ○ | | | ○ | | | 30~33 | D | 7 | A | |
| | | | | | | ○ | | 20~30 | D | 7 | A | |
| | | | | | | | ○ | 27~34 | D | 7 | A | |
| | | | ○ | | | ○ | | | 30~32 | B | 4 | B |
| | | | | | | | ○ | | 28~33 | B | 6 | A |
| | | | | | | | | ○ | 30~34 | A | 6 | A |
| | | | | | ○ | ○ | | | 20~27 | D | 5 | B |
| | | | | | | | ○ | | 20~32 | D | 6 | A |
| | | | | | | ○ | 28~35 | D | 6 | A | | |

表 3.2.12

タンク用塗料—揮発油浸せき後の付着性試験結果

| 塗 装 系 | 供 塗 料 | 塗 装 間 隔 | | | 塗 膜 処 理 | | | 付 着 力 (Kg/cm ²) | 60°クロス カットテスト | | | | | |
|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------|------------|---------------------|--------------------------------|------------------|-------|-----|-------|---|-----|
| | | 屋 内 1 週 間 | 屋 外 1 箇 月 | 屋 外 3 箇 月 | な し | 溶 剤 ふ き | サ ン ド ペー パ ー が け | | | | | | | |
| 13 | PE・SL | ○ | | | ○ | | | 15~34 | D | 9 A | | | | |
| | | | | | | ○ | | 13~29 | D | 10 | | | | |
| | | | | | | | ○ | 20~28 | D | 9 A | | | | |
| | | | ○ | | | ○ | | | 29~32 | D | 10 | | | |
| | | | | | | | ○ | | 21~35 | D | 10 | | | |
| | | | | | | | | ○ | 23~26 | D | 9 A | | | |
| | | | | ○ | | | ○ | | 32~35 | B | 7 A | | | |
| | | | | | | | | | | ○ | | 30~35 | B | 7 A |
| | | | | | | | | | | | ○ | 33~35 | D | 7 A |
| 14 | TE・SL | ○ | | | ○ | | | 29~33 | A | 9 A | | | | |
| | | | | | | ○ | | 21~26 | A | 9 A | | | | |
| | | | | | | | ○ | 27~35 | A | 10 | | | | |
| | | | ○ | | | ○ | | | ふくれ4L | | — | | | |
| | | | | | | | ○ | | ふくれ4L | | — | | | |
| | | | | | | | | ○ | 14~26 | D | 10 | | | |
| | | | | ○ | | | ○ | | 16~22 | B | 0 B | | | |
| | | | | | | | | | | ○ | | 18~25 | B | 2 B |
| | | | | | | | | | | | ○ | 20~30 | B | 7 A |
| ○ | | | | | ○ | | 20~24 | B | 6 B | | | | | |
| | | | | | | | | ○ | | 20~32 | B | 9 A | | |
| | | | | | | | | | ○ | 15~16 | B | 3 B | | |
| 15 | TE(NT)SL | | ○ | | ○ | | | 20~27 | A | 7 A | | | | |
| | | | | | | ○ | | 15~28 | A | 7 A | | | | |
| | | | | | | | ○ | 18~27 | D | 7 A | | | | |
| | | | | ○ | | | ○ | | 25~32 | A | 7 A | | | |
| | | | | | | | | | | ○ | | 26~34 | A | 7 A |
| | | | | | | | | | | | ○ | 30~35 | B | 7 A |
| 16 | TE(NT)NP | ○ | | | ○ | | | ふくれ2VL | | — | | | | |
| | | | | | | ○ | | ふくれ2VL | | — | | | | |
| | | | | | | | ○ | ふくれ2VL | | — | | | | |
| | | | ○ | | | ○ | | | ふくれ4VL | | — | | | |
| | | | | | | | ○ | | ふくれ4VL | | — | | | |
| | | | | | | | | ○ | ふくれ6VL | | — | | | |
| | | | | ○ | | | ○ | | ふくれ6L | | — | | | |
| | | | | | | | | | | ○ | | ふくれ6L | | — |
| | | | | | ○ | | ふくれ8L | | — | | | | | |

表 3.2.12

タンク用塗料-揮発油浸せき後の付着性試験結果

| 塗 装 系 | 供 塗 料 | 塗 装 間 隔 | | | 塗 膜 処 理 | | | 付 着 力 (Kg/cm ²) | 60°クロス カットテスト | | | |
|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------|------------|---------------------|--------------------------------|------------------|---|---|---|
| | | 屋 内 1 週 間 | 屋 外 1 箇 月 | 屋 外 3 箇 月 | な し | 溶 剤 ぶ き | サ ン ド ペー パ ー が け | | | | | |
| 17 | PE・ST | ○ | | | ○ | | | 12~22 | C | 9 | A | |
| | | | | | | ○ | | 18~25 | C | 8 | A | |
| | | | | | | | ○ | 17 | C | 7 | A | |
| | | | ○ | | | ○ | | | 10~12 | C | 7 | A |
| | | | | | | | ○ | | 18~20 | C | 7 | A |
| | | | | | | | | ○ | 10~17 | C | 8 | A |
| | | | | | ○ | ○ | | | 31~34 | D | 8 | A |
| | | | | | | | ○ | | 34~35 | A | 7 | A |
| | | | | | | | | ○ | 32~35 | D | 8 | A |
| 18 | TE・ST | ○ | | | ○ | | | 26~33 | A | 7 | A | |
| | | | | | | ○ | | 25~33 | A | 7 | A | |
| | | | | | | | ○ | 25~34 | A | 7 | A | |
| | | | ○ | | | ○ | | | ふくれ4VL | | - | |
| | | | | | | | ○ | | ふくれ6VL | | - | |
| | | | | | | | | ○ | ふくれ6VL | | - | |
| | | | | | ○ | ○ | | | 15~20 | B | 0 | B |
| | | | | | | | ○ | | 16~20 | B | 0 | B |
| | | | | | | | | ○ | 15~25 | B | 5 | B |
| 19 | TE(NT)ST | ○ | | | ○ | | | 20~33 | A | 9 | A | |
| | | | | | | ○ | | 24~33 | A | 8 | A | |
| | | | | | | | ○ | 23~30 | A | 8 | A | |
| | | | ○ | | | ○ | | | 18~30 | A | 7 | A |
| | | | | | | | ○ | | 25~32 | A | 7 | A |
| | | | | | | | | ○ | 20~33 | A | 8 | A |
| | | | | | ○ | ○ | | | 20~30 | B | 7 | A |
| | | | | | | | ○ | | 22~30 | A | 7 | A |
| | | | | | | | | ○ | 26~32 | A | 7 | A |

表 3.2.13

タンク用塗料-交番試験後の付着性試験結果

| 塗 装 系 | 供 塗 料 | 塗 装 間 隔 | | | 塗 膜 処 理 | | | 付 着 力 (Kg/cm ²) | 60°クロス カットテスト | | |
|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------|------------|----------------------|--------------------------------|------------------|-----|-----|
| | | 屋 内 1 週 間 | 屋 外 1 箇 月 | 屋 外 3 箇 月 | な し | 溶 剤 ふ き | サ ン ド ペ ー パ ー が け | | | | |
| 13 | PE・SL | ○ | | | ○ | | | 22~34 | D | 9 A | |
| | | | | | | ○ | | 20~27 | D | 10 | |
| | | | | | | | ○ | 20~32 | D | 10 | |
| | | | ○ | | | ○ | | | 32~33 | B | 8 A |
| | | | | | | | ○ | | 30~34 | B | 9 A |
| | | | | | | | | ○ | 28~34 | D | 9 A |
| | | | | | ○ | ○ | | | 30~32 | B | 6 C |
| | | | | | | | ○ | | >35 | B | 7 C |
| | | | | | | | | ○ | >35 | B | 7 C |
| 14 | TE・SL | ○ | | | ○ | | | ふくれ6M | | - | |
| | | | | | | ○ | | ふくれ8M | | - | |
| | | | | | | | ○ | ふくれ8S | | - | |
| | | | ○ | | | ○ | | | 浸せき中はく離 | | - |
| | | | | | | | ○ | | 浸せき中はく離 | | - |
| | | | | | | | | ○ | 浸せき中はく離 | | - |
| | | | | | ○ | ○ | | | 浸せき中はく離 | | - |
| | | | | | | | ○ | | 浸せき中はく離 | | - |
| | | | | | | | | ○ | 浸せき中はく離 | | - |
| 15 | TE(NT)SL | ○ | | | ○ | | | 17~22 | B | 4 B | |
| | | | | | | ○ | | 12~32 | B | 5 B | |
| | | | | | | | ○ | 21~27 | B | 5 B | |
| | | | ○ | | | ○ | | | ふくれ8M | | - |
| | | | | | | | ○ | | 25~30 | A | 7 |
| | | | | | | | | ○ | 23~27 | D | 7 |
| | | | | | ○ | ○ | | | 25~31 | B | 3 B |
| | | | | | | | ○ | | 23~30 | B | 6 B |
| | | | | | | | | ○ | 25~35 | B | 7 A |
| 16 | TE(NT)NP | ○ | | | ○ | | | ふくれ2VL | | - | |
| | | | | | | ○ | | ふくれ2VL | | - | |
| | | | | | | | ○ | ふくれ2VL | | - | |
| | | | ○ | | | ○ | | | ふくれ4VL | | - |
| | | | | | | | ○ | | ふくれ4VL | | - |
| | | | | | | | | ○ | ふくれ4VL | | - |
| | | | | | ○ | ○ | | | ふくれ4LV | | - |
| | | | | | | | ○ | | ふくれ4LV | | - |
| | | | | | | | | ○ | ふくれ4LV | | - |

表 3.2.13

タンク用塗料-交番試験後の付着性試験結果

| 塗 装 系 | 供 塗 料 | 塗 装 間 隔 | | | 塗 膜 試 理 | | | 付 着 力 (Kg/cm^2) | 60°クロス カットテスト | |
|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------|------------|---------------|------------------------|------------------|-----|
| | | 屋 内 1 週 間 | 屋 外 1 箇 月 | 屋 外 3 箇 月 | な し | 溶 剤 ぶ き | サンドペー パーがけ | | | |
| 17 | PE・ST | ○ | | | ○ | | | 12~25 | C | 3 C |
| | | | | | | ○ | | 11~25 | C | 5 C |
| | | | | | | | ○ | 10~19 | C | 2 C |
| | | | ○ | | ○ | | | 8~12 | C | 2 C |
| | | | | | | ○ | | 20~22 | C | 5 C |
| | | | | | | | ○ | 9~15 | C | 2 C |
| | | | | ○ | ○ | | | 35 | A | 8 A |
| | | | | | | ○ | | >35 | D | 8 A |
| | | | | | | | ○ | 35 | D | 8 A |
| 18 | TE・ST | ○ | | | ○ | | | 23~33 | D | 6 A |
| | | | | | | ○ | | 30~35 | A | 6 A |
| | | | | | | | ○ | 25~32 | A | 7 A |
| | | | ○ | | ○ | | | 浸せき中はく離 | - | - |
| | | | | | | ○ | | 浸せき中はく離 | - | - |
| | | | | | | | ○ | 浸せき中はく離 | - | - |
| | | | | ○ | ○ | | | 浸せき中はく離 | - | - |
| | | | | | | ○ | | 浸せき中はく離 | - | - |
| | | | | | | | ○ | 8~18 | B | 6 A |
| 19 | TE(NT)ST | ○ | | | ○ | | | 25~32 | A | 7 A |
| | | | | | | ○ | | 25~29 | A | 7 A |
| | | | | | | | ○ | 32 | A | 7 A |
| | | | ○ | | ○ | | | 18~32 | D | 7 A |
| | | | | | | ○ | | 25~30 | A | 7 A |
| | | | | | | | ○ | 25~28 | A | 7 A |
| | | | | ○ | ○ | | | ふくれ8S | - | - |
| | | | | | | ○ | | ふくれ8S | - | - |
| | | | | | | | ○ | 27~35 | B | 7 A |

- 塗装間隔 - 屋内1回間
- △ " " - 屋外1箇月
- x " " - 屋外3箇月

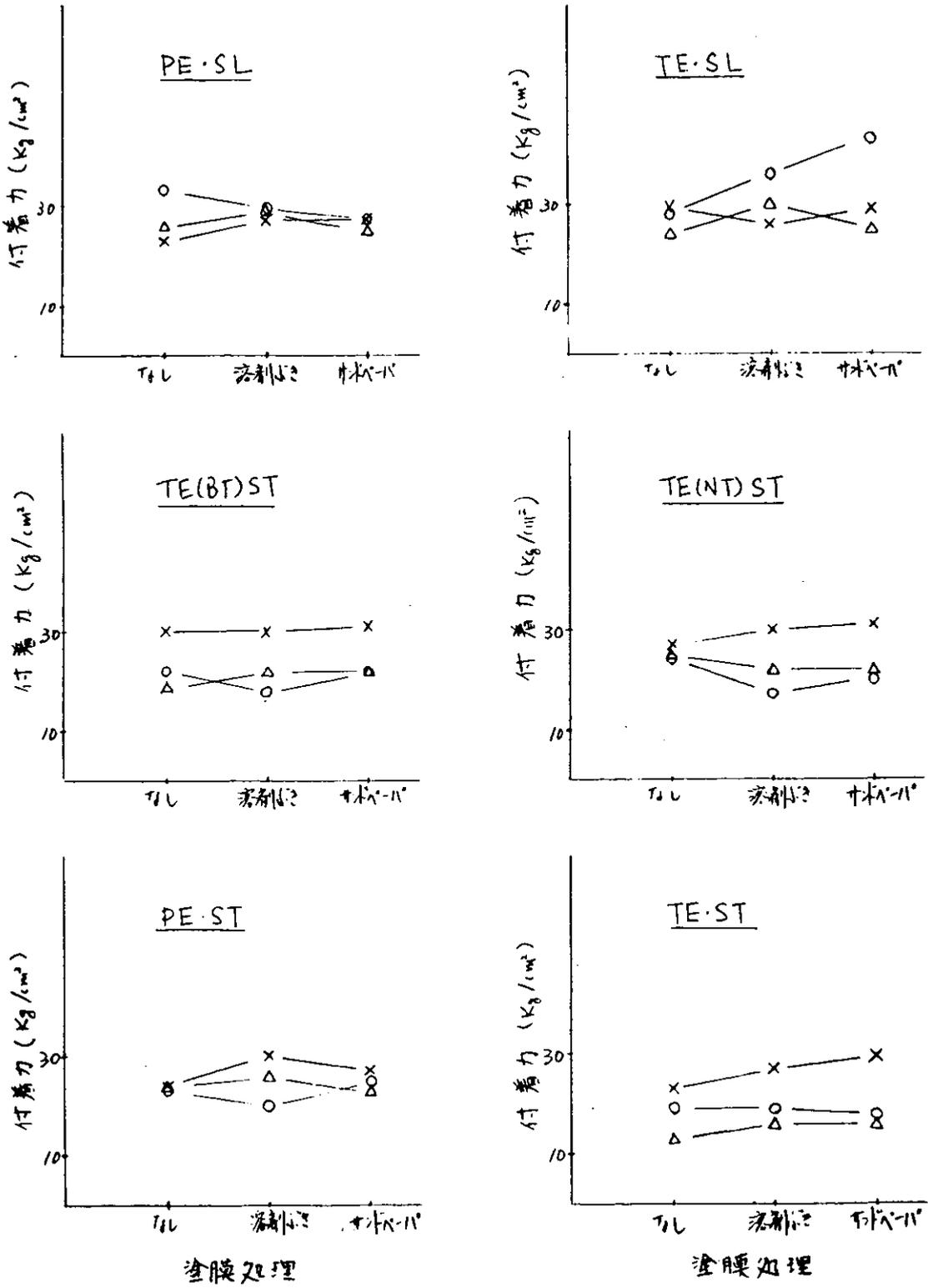


図 3.2.3 船底外板用塗料の初期付着力

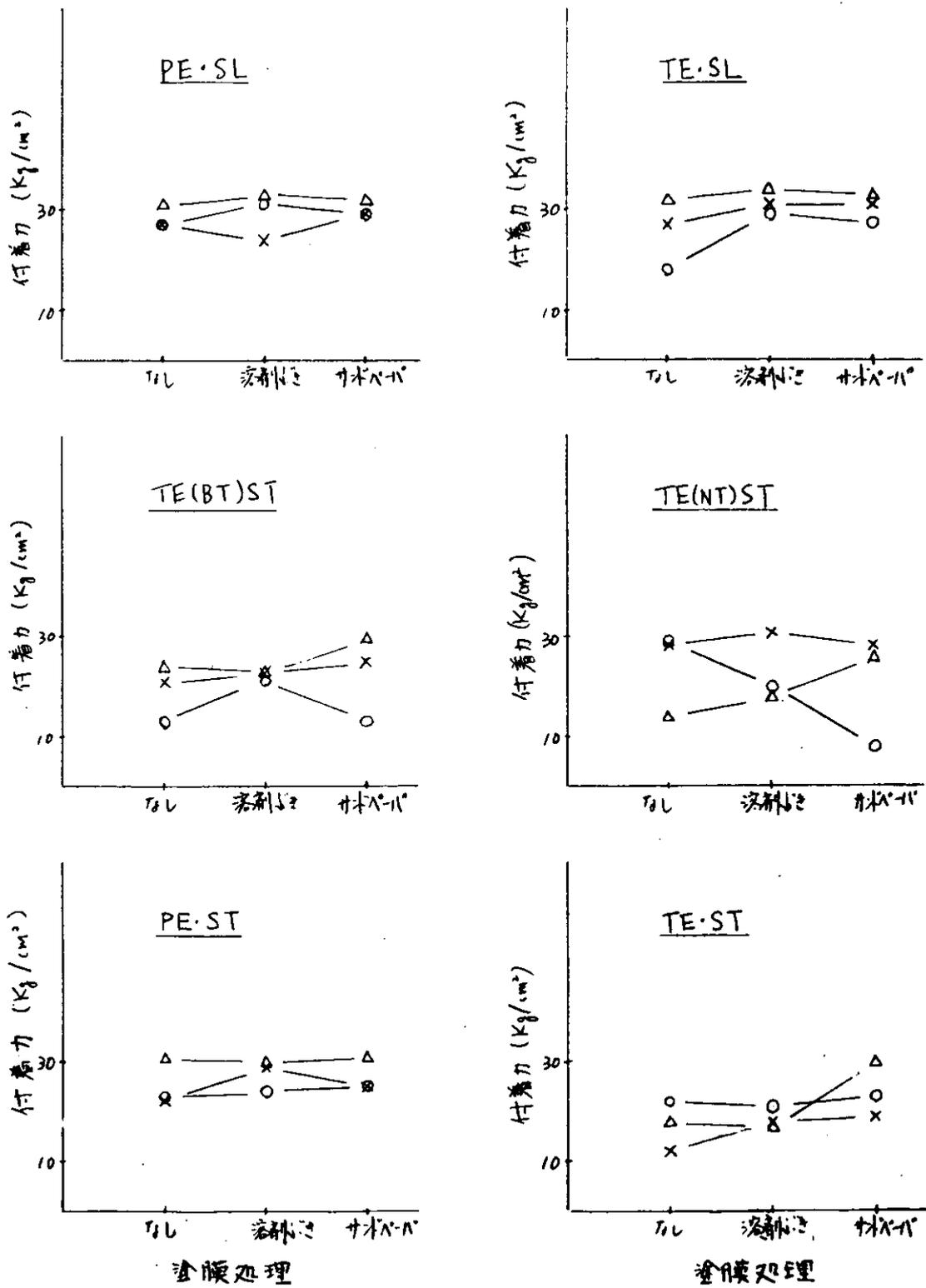


図 3.2.4 船底外板用塗料の塩水浸せき後の付着力

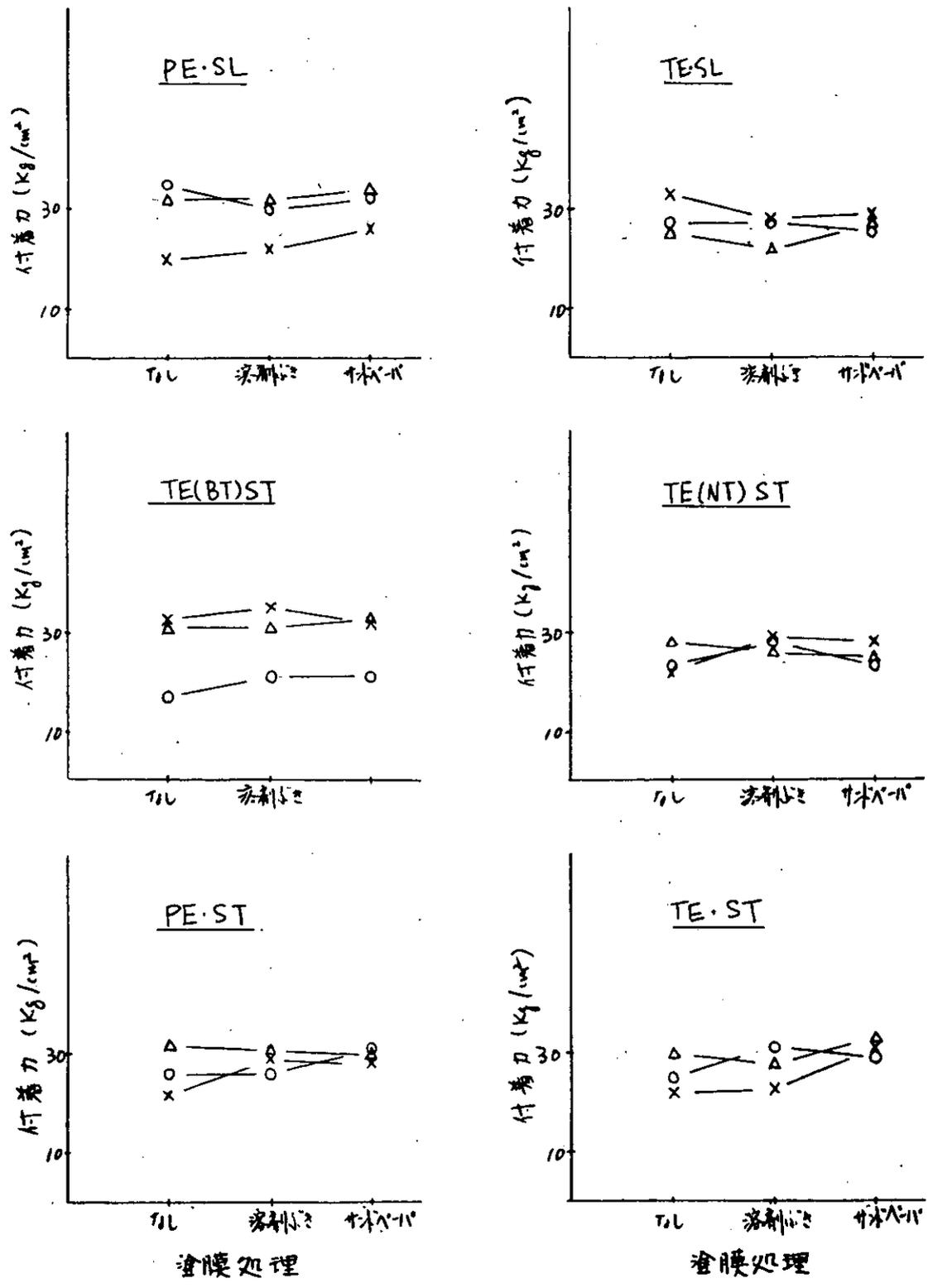
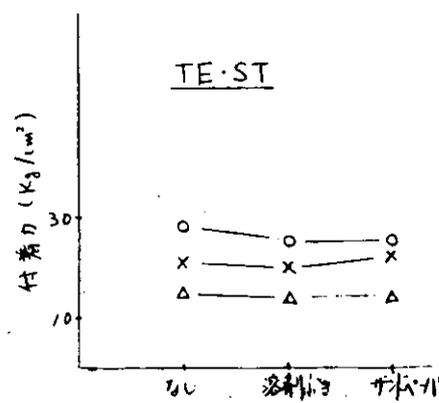
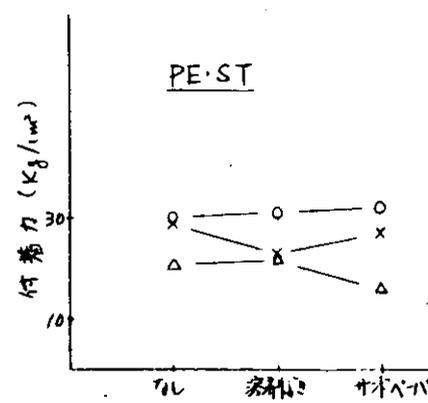
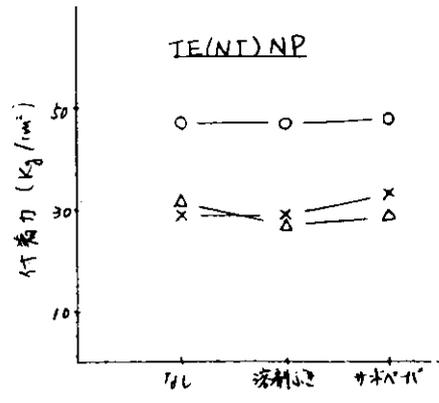
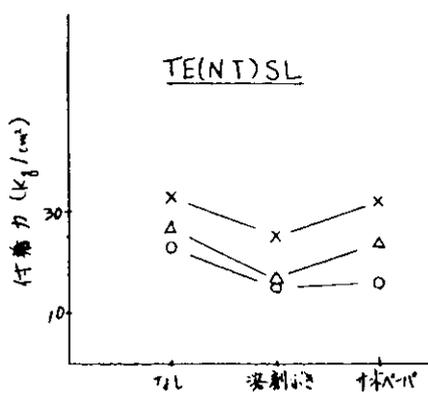
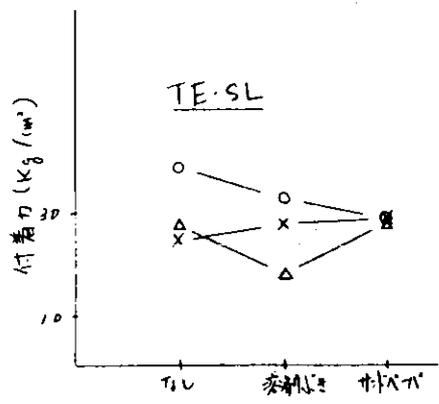
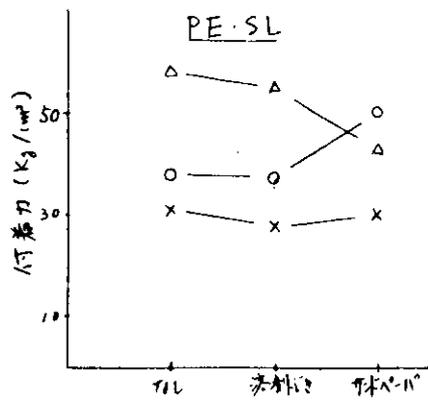
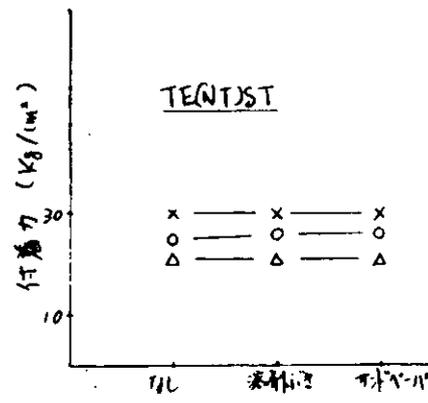


図 3.2.5 船底外板用塗料の促進耐候性後の付着力



塗膜処理

塗膜処理



塗膜処理

図 3.2.6 タンク用塗料の初期付着力

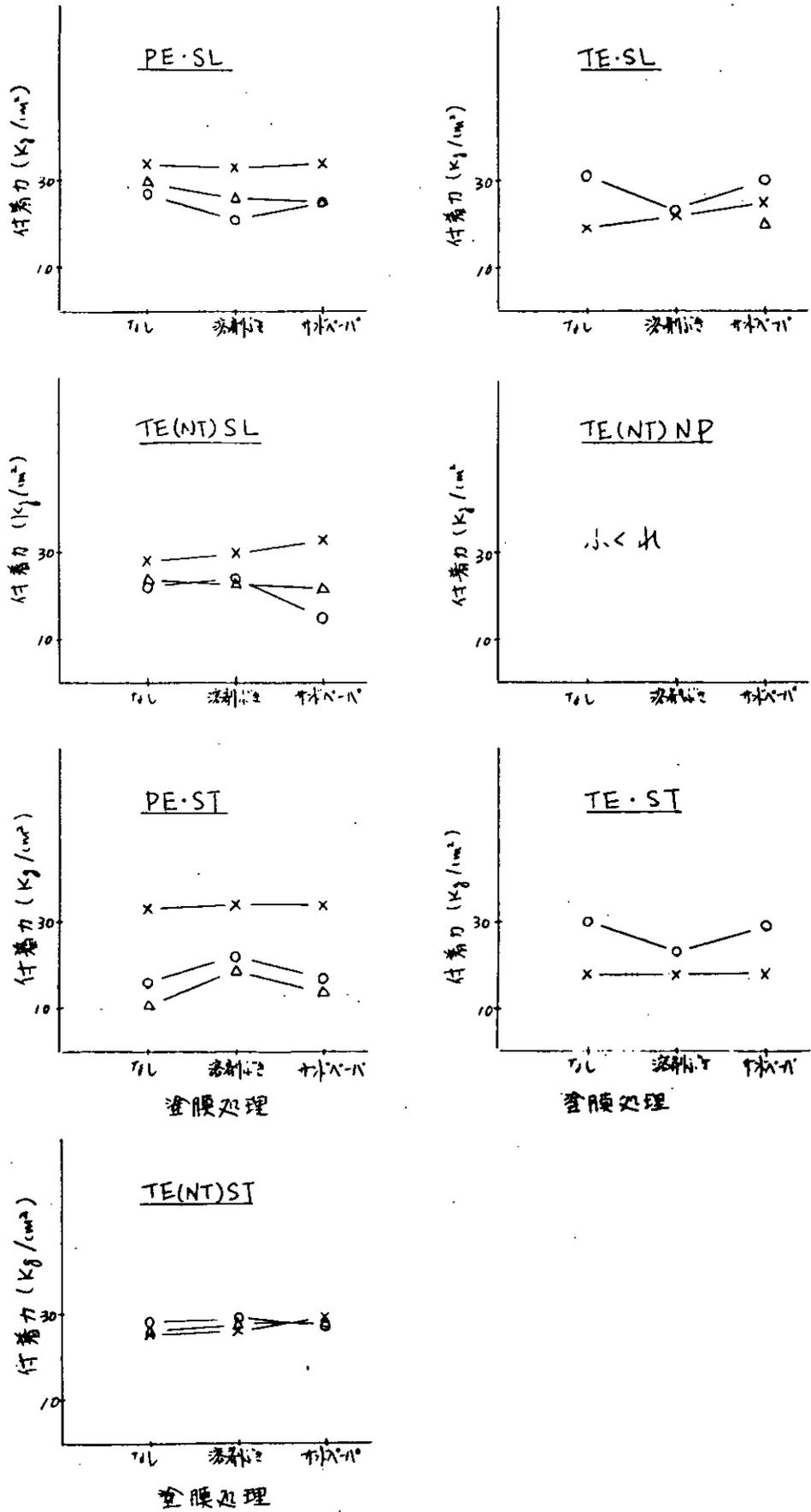


図 3.2.7 タンク用塗料の揮発油浸せき後の付着力

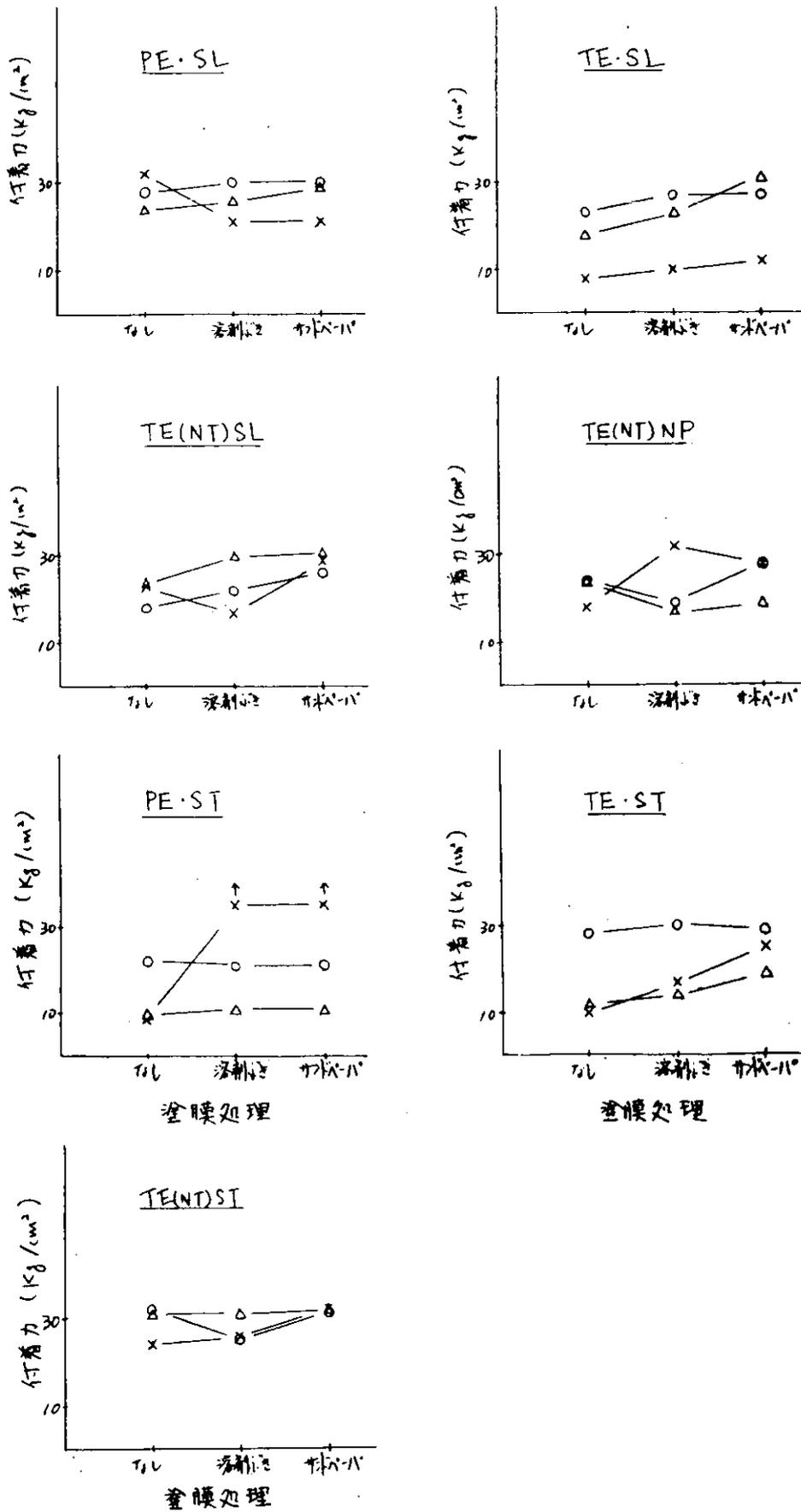


図 3.2.8 タンク用塗料の塩水浸せき後の付着力

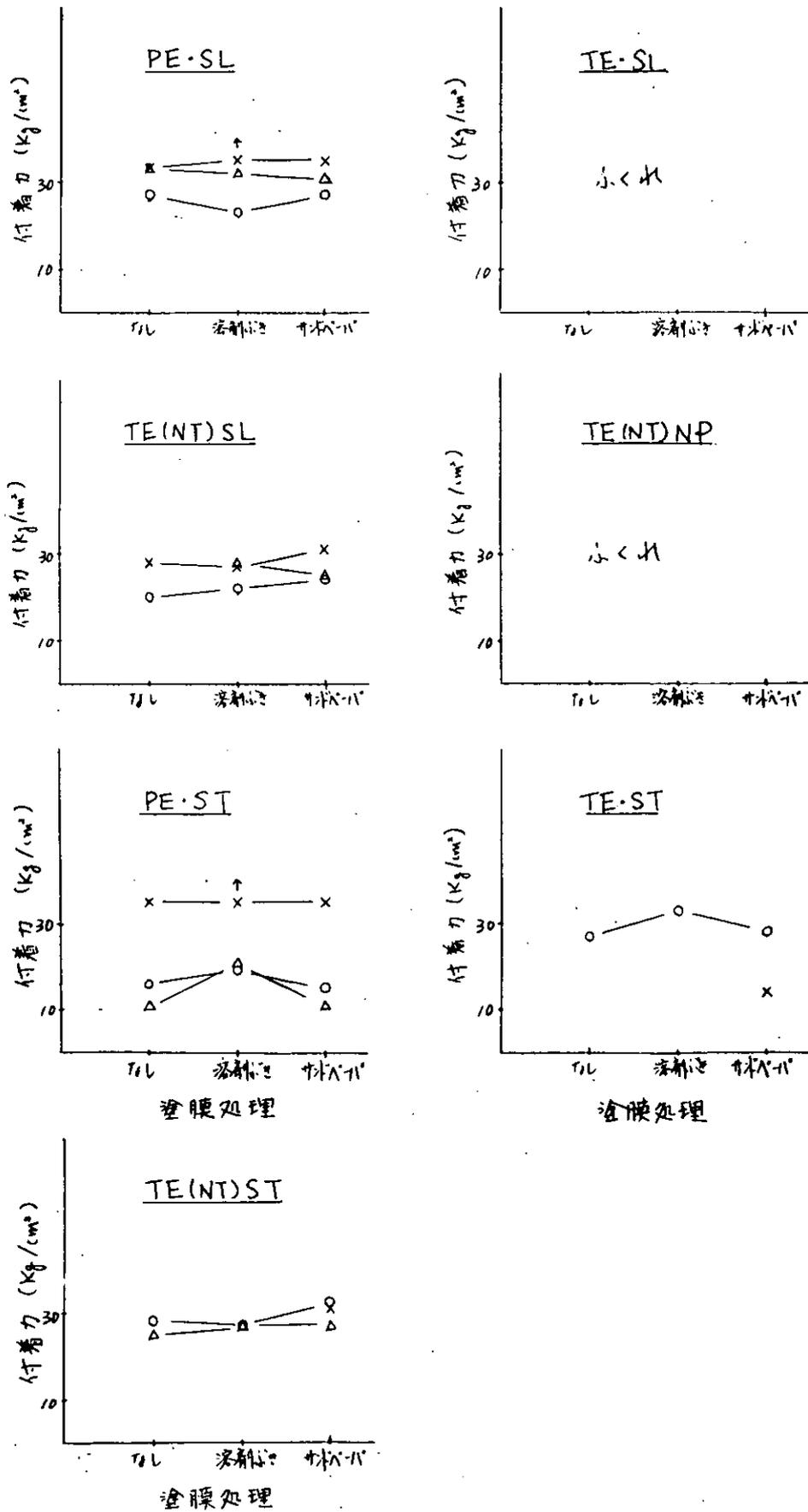


図 3.2.9 タンク用塗料の交番試験後の付着力

3.2.5 考 察

(1) 船底外板用塗料

(a) 同一塗料の付着性

(i) 初期付着性

塗装間隔1週間ではTE(BT)STを除き界面破壊は見られないが塗装間隔が長くなると、TE・SL、TE(BT)STは界面破壊する傾向にあり、PE・SLもわずかに界面破壊する傾向がある。TE(NT)ST、PE・STは塗装間隔、塗膜処理に関係なく層間付着性は良好である。

(ii) 塩水浸せき後の付着性

塗装間隔1週間ではTE(BT)STの塗膜処理なしの試験片を除き、層間付着性は良好である。TE(BT)ST、TE・STは塗装間隔1箇月以上になると塗膜処理に関係なく界面破壊が見られる。PE・SLも塗装間隔3箇月になると層間付着性の低下が見られる。TE・SL、TE(NT)ST、PE・STは界面破壊は見られないが、下塗と素地との界面破壊が見られる。

(iii) 促進耐候性試験後の付着性

PE・SL、TE・SL、TE(NT)ST、PE・STはいずれも凝集破壊あるいは接着剤面の破壊であり層間付着性は良好である。TE(BT)STは塗装間隔1週間で界面破壊が見られたが塗装間隔が長くなると界面破壊は見られなくなった。TE・STは塗装間隔が長くなると層間付着性が低下する。

(b) A/F塗料との付着性

初期付着性ではTE・STだけに60°クロスカットテストで界面破壊が見られるが付着力値は大きく全供試塗料共良好である。塩水浸せき後ではPE・SL、TE・SL、TE(NT)STが界面破壊し、付着性が低下した。ローターテストでは離巾は、界面したTE(BT)STでもわずか2mmで他は界面破壊はなく全供試塗料が良好である。ローターテスト後の付着性は比較用塗料に比べ公害対用塗料はわずかに劣る。

(2) タンク用塗料

(a) 初期付着性

塗装間隔1週間では全供試験塗料共層間付着性良好であるが、TE・SL、TE・STは塗装間隔の影響を受け、塗装間隔1箇月以上になると界面破壊が見られる。その他の塗料の層間付着性は良好である。

(b) 塩水浸せき後の付着性

塗装間隔1週間でTE(NT)SLに界面破壊が見られ、1箇月以上ではTE・SL、TE(NT)STにそれぞれ界面破壊が見られ、塗装間隔の影響による層間付着性の低下が認められる。

(c) 揮発油浸せき後の付着性

TE(NT)NPは全試験片にふくれが発生した。TE・SL、TE・STは塗装間隔1箇月以上になると浸せき中に自然はく離(層間)した。TE(NT)SLは塗装間隔1週間の層間付着性が不良である。PE・SL、PE・ST、TE(NT)STの層間付着性は良好である。

(d) 交番試験後の付着性

TE(NT)NPは全試験片にふくれが発生した。TE・SL、TE・STは塗装間隔1箇月以上になると浸せき中に自然はく離(層間)した。PE・SL、PE・STは塗装間隔、塗膜処理に関係なく層間付着性良好である。TE(NT)SLは塗装間隔1週間、3箇月の、又TE(NT)STは塗装間隔3ヶ月の層間付着性が不良である。

3.2.6 まとめ

(1) 外板用塗料

(a) 同一塗料の付着性

比較用として用いたTE・STは初期、塩水浸せき後、促進耐候性試験後の付着性試験において、塗装間隔が1箇月以上になると層間付着性が低下するのに比べ公害対策用塗料の層間付着性は良好である。

(b) A/F塗料との付着性

現用塗料と比べて公害対策用塗料は、初期付着性には問題ないが塩水浸せき後、ローターテスト後の層間付着性がある劣る。

(2) タンク用塗料

現用塗料(TE・ST)は塗装間隔1週間では層間付着性は良好であるが塗装間隔が1箇月以上になると著しく低下する。公害対策用塗料の中ではTE・SLが同じ傾向にある。又TE系の公害対策用塗料は耐揮発油性に劣る傾向がある。

最後に層間付着性のまとめを表3.2.14～表3.2.16に示す。

公害対策用塗料の層間付着性についての短期間の評価は本試験のとおりであるが長期間での評価も必要である。

表 3.2.15

船底外板用塗料 - A/F塗料との層間付着性

| 塗膜劣化 促進試験 供試塗料 | 塗膜劣化促進試験 | | |
|----------------------|----------|--------|----------|
| | 初 期 | 塩水浸せき後 | ロータリー試験後 |
| PE・SL | ○ | × | × |
| TE・SL | ○ | × | × |
| TE(BT)ST | ○ | × | × |
| TE(NT)ST | ○ | △ | × |
| PE・ST | ○ | ○ | ○ |
| TE・ST | ○ | ○ ~ △ | △ |

注) 記号説明

良…………○

実用上可…………△

不良…………×

表 3. 2. 14 船底外板用塗料（同一塗料間）の層間付着性

| 劣化促進試験 塗装間隔 塗膜処理 | 初期 | | | | | | 塩水浸せき後 | | | | | | 促進耐侯性試験後 | | | | | |
|------------------------|-----|------|--------|----|------|--------|--------|------|--------|----|------|--------|----------|------|--------|----|------|--------|
| | 1週間 | | 1箇月 | | 3箇月 | | 1週間 | | 1箇月 | | 3箇月 | | 1週間 | | 1箇月 | | 3箇月 | |
| | なし | 溶剤ふき | サンドペーパ | なし | 溶剤ふき | サンドペーパ | なし | 溶剤ふき | サンドペーパ | なし | 溶剤ふき | サンドペーパ | なし | 溶剤ふき | サンドペーパ | なし | 溶剤ふき | サンドペーパ |
| 供試塗料 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PE・SL | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | × | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| TE・SL | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| TE(BT)ST | ○ | ○ | ○ | △ | △ | △ | ○ | ○ | ○ | △ | × | ○ | △ | △ | △ | ○ | ○ | ○ |
| TE(NT)ST | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| BE・ST | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| TE・ST | ○ | ○ | ○ | × | △ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | × | △ | ○ | ○ | ○ | × | × | △ |

注) 記号説明

良……………○ 実用上可……………△ 不良……………×

表 3. 2. 16 タンク用塗料の層間付着性

| 劣化促進試験 塗装間隔 塗膜処理 供試塗料 | 初期 | | | | | | 揮発油浸せき後 | | | | | | 塩水浸せき後 | | | | | | 交番試験後 | | | | | |
|--------------------------------|-----|----|-----|----|-----|----|---------|----|-----|----|-----|----|--------|----|-----|----|-----|----|-------|----|-----|----|-----|----|
| | 1週間 | | 1箇月 | | 3箇月 | | 1週間 | | 1箇月 | | 3箇月 | | 1週間 | | 1箇月 | | 3箇月 | | 1週間 | | 1箇月 | | 3箇月 | |
| | なし | 溶剤 | なし | 溶剤 | なし | 溶剤 | なし | 溶剤 | なし | 溶剤 | なし | 溶剤 | なし | 溶剤 | なし | 溶剤 | なし | 溶剤 | なし | 溶剤 | なし | 溶剤 | なし | 溶剤 |
| PE・SL | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| TE・SL | ○ | ○ | × | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| TE(NT)SL | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| TE(NT)NP | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| PE・ST | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| TE・ST | ○ | ○ | × | ○ | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| TE(NT)ST | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

注) 記号説明

良……………○ 実用上可……………△ 不良……………×

3.3 公害対策用塗料の溶接・焼損部における防食性

3.3.1 概 要

過去4か年にわたって検討してきた公害対策用塗料、すなわち有機溶剤対策塗料、コールタール対策塗料及びクロム対策ショットプライマなどの中から、各種性能試験において比較的良好であると評価された数種の新塗料を選択し、それらの塗料の溶接部及び焼損部における防食性や付着性について検討した。

3.3.2 供試塗料

(1) 供試ショットプライマ(S/P)

クロム対策ショットプライマの中で良好であると評価された無機ジंकプライマ(IZP・ST)を選択した。

(2) 供試上塗塗料(さび止め塗料:A/C)

有機溶剤対策塗料及びコールタール対策塗料の中で性能面で良好であると評価された外板用あるいはタンク用のさび止め塗料の中から表3.3.1に示す6種類を選択して供試上塗塗料とした。

3.3.3 実験内容

(1) 試験板の作製

本研究項目では溶接部及び焼損部における防食性を検討・評価することにより、これらの部分に対する塗装施工上の各種要因、すなわち、2次表面処理グレード、S/Pのタッチアップ(T/U)、上塗塗料の膜厚などの関連で試験板を作成した。以下その作製手順と要領を示す。

- a 試験板素材；熱間圧延軟鋼板(SS41)
- b 試験板の寸法・形状； $3.2^t \times 200 \times 300$ mm平板、
- c 1次表面処理；ショットブラスト処理(SIS Sa 2.5以上)
- d S/P塗装法とその膜厚；エアレス塗装により規定膜厚(18 μ m)
- e S/P塗装板の暴露；S/P塗膜乾燥後約1か月間屋外暴露
- f 溶接ビード及び焼損の付与；図3.3.1に示すように、各試験板に溶接ビードと裏焼による焼損を付与した。なお、溶接ビードは手溶接により付与し、裏焼による焼損は表面温度が約700 $^{\circ}$ Cになるようにガス切断用トーチを用いて焼いた。
- g 2次表面処理；溶接ビード及び焼損を付与したのち、さらに試験板を屋外に約2週間放置し、上塗塗装直前に図3.3.1に示すように、試験板を4つに区分して、それぞれ()内に示すグレードに2次表面処理を行なった。なお、処理グレードはSPSSに準じた。
- h S/Pのタッチアップ(T/U)；溶接ビード部及び焼損部の2次表面処理後にS/PのT/Uを行なった場合とT/Uを行なわない場合について検討した。すなわち、これらは試験板によって区別し、S/PのT/Uは刷毛塗りで行なった。
- i 上塗塗装と膜厚；2次表面処理後あるいはS/PをT/Uした場合にはさらに1日後に供試上塗塗料をいずれもエアレス塗装により塗装した。なお、多層重ね塗りの場合は1日1回塗りとした。また、膜厚については各上塗塗料ごとに、表3.3.1に示した規定膜厚と、さらに規定膜厚の60%を目標とした2水準の膜厚にして試験板を作製した。

(2) 塗膜性能試験

溶接部と焼損部における防食性を重点的に評価するため、下記のような性能試験を行なった。

a 耐食性試験（40℃加温人工海水浸漬試験）

40℃に加温した人工海水中にそれぞれ塗装試験板を全没状態で浸漬し、試験液（人工海水）中にはエアープンプにより常時空気を吹き込み、酸素を供給するとともに、液を攪拌した。また、試験液は3か月及び5か月経過後には新しく調合した人工海水と取り替えた。

なお、試験板の観察・調査は1か月ごとに肉眼によって行ない、塗膜面のふくれ、はくりあるいはさび発生状況などはASTMなどの評価基準などに準拠して評価した。

b 付着性試験（引張付着力試験、60℃クロスカットテスト）

試験板素材とA/CあるいはS/PとA/Cなどの層間付着性を定量的に調査することを目的に、アドヒージョンテスターを用いて引張付着力試験を行なった。なお、溶接ビード部に対しては本付着力試験が不可能なため、実施せず、一方、焼損部は試験板が変形しているため60℃クロスカットテストにより付着性を調査した。この60℃クロスカットテストの評価は表3.2.5によって行なった。

これらの付着性試験は塗装初期と人工海水浸漬試験3か月及び5か月間経過後の試験板に対して実施した。

3.3.4 実験結果と考察

(1) 耐食性試験

40℃加温人工海水浸漬試験5か月間経過後における塗膜の観察結果を表3.3.2に示す。この表にも示すように、浸漬5か月間で塗膜欠陥として見られるものはいずれもふくれのみであり、はくりやさび発生はなかった。なお、これらのふくれが見られたものはいずれもS/PをT/Uしない場合である。また、試料によっては多少異なるが、溶接部についてはSd3（ブラスト処理）面にふくれがやや出やすい傾向にあり、ブラスト処理面にはS/PをT/Uするのが好ましいようである。

(2) 付着性試験

塗装初期及び人工海水浸漬3か月間経過後における付着性試験結果を表3.3.3に示す。この表にも示すように一般部については薄膜（規定膜厚の60%）の試験板のみの付着性試験であるが、塗装系NO.1の塩化ゴム塗料膜の破断応力はやや低いがいずれも塗膜の凝集破断であり、層間付着性には問題はないものと判断できる。また、その他の塗装系塗膜では、塗装系NO.3を除き接着剤破断であり、その破断応力も比較的大きく、付着性は良好であると評価できる。塗装系NO.3の試験板で浸漬3か月経過後における引張付着力試験では、破断応力は30～40 kgf/cm²とかなり大きいが、その破断面はS/PとA/Cの界面破断の占有面積が大きく、やや問題があると思われる。

一方、焼損部塗膜に対する60℃クロスカットテストでは特に問題となるような層間はくりは全く見られなかった。

3.3.5 まとめ

公害対策用塗料の中からクロム対策ジョッププライマとして無機ジंकプライマ（IZP・ST）1種を選び、その上塗塗料（A/C）として、有機溶剤対策やコーラル対策塗料5種と比較用として現用のタールエポキシ1種合計6種の上塗塗料を選んでそれぞれ塗装系とし、特に溶接部や焼損部の2次表面処理、ジョッププライマのタッチアップの有無及び塗装系膜厚などの関連で、塗膜の防食性や層間付着性を検討した。それらの結果を要約すると以下のとおりである。

- (1) 本研究に供試した公害対策用塗料（A/C）による塗装系はいずれも現用のタールエポキシとくらべて防食性、付着性に大差は見られなかった。ただし、試料によっては、ブラスト処理面での薄膜になった場合ふくれが出やすい傾向にあるものもあり、ブラスト処理面にはジョッププライマをタッチアップ

して、さらに規定膜厚を確保することが好ましい。

(2) 各供試塗料による塗装系において、層間付着性にやや問題があると思われたものは、無機ジंकプライマと非光化学反応性溶剤コーラール削減タールエポキシ塗料 (TE(CT)・A/C・NP) の組合せのみであり、浸漬後における付着性試験で破断値は大きい層間破断の占有面積が大きくなっている。

表 3.3.1 供試上塗塗料 (A/C)

| NO | 種 類 | 記 号 | 膜厚と塗向数 |
|----|--------------------------|---------------|------------|
| 1 | 非光化学反応性溶剤型塩化ゴム塗料 | CR・A/C・NP | 60 μm × 3 |
| 2 | 低溶剤型エポキシ樹脂塗料 | PE・A/C・SL | 250 μm × 1 |
| 3 | 非光化学反応性溶剤型コーラール削減タールエポキシ | TE(CT)・A/C・NP | 125 μm × 2 |
| 4 | 底溶剤型瀝青質タールエポキシ | TE(BT)・A/C・SL | 250 μm × 1 |
| 5 | 溶剤型変性エポキシ塗料 | TE(NT)・A/C・ST | 125 μm × 2 |
| 6 | 溶剤型タールエポキシ | TE・A/C・ST | 125 μm × 2 |

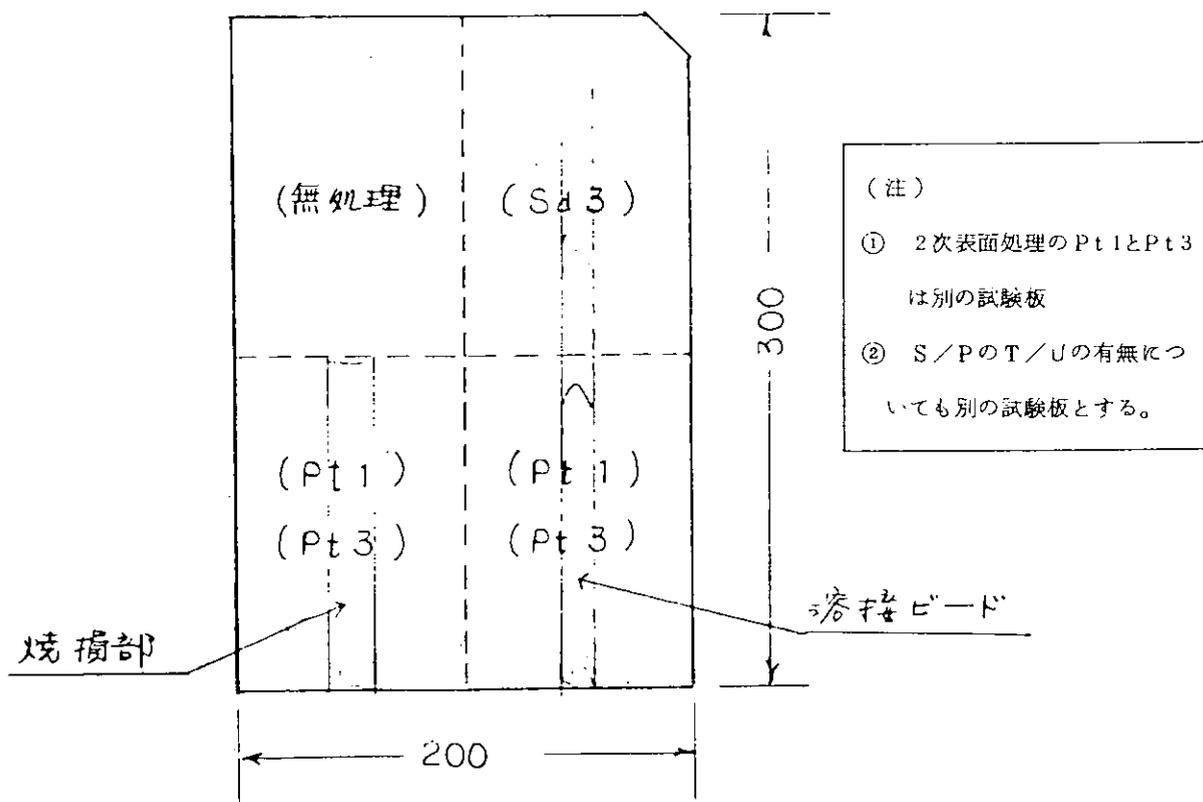


図 3.3.1 試験板の寸法・形状

表 3.3.2

耐食性試験結果 (40°C 加温海水浸漬 5 か月)

| 塗装系 NO | 膜厚 (μm) | ダメージ種 類と2 次表面 処理 の TU | 一般部 | 溶接部 | | | 焼損部 | |
|-----------|-------------------------|--------------------------------------|---------|------|-----|-----|------|-----|
| | | | 表面処理 | 表面処理 | | | 表面処理 | |
| | | | S/P面無処理 | Pt1 | Pt3 | Sd3 | Pt1 | Pt3 |
| 1 | 130~150 | 有 | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | 無 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 200~260 | 有 | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | 無 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 2 | 130~140 | 有 | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | 無 | 4F | 6M | 6F | ○ | ○ | ○ |
| | 200~250 | 有 | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | 無 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 3 | 150~180 | 有 | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | 無 | ○ | ○ | ○ | 6F | ○ | ○ |
| | 250~270 | 有 | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | 無 | ○ | 6M | ○ | ○ | 6F | ○ |
| 4 | 150~170 | 有 | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | 無 | ○ | ○ | ○ | 6M | ○ | ○ |
| | 250~260 | 有 | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | 無 | ○ | ○ | ○ | 6M | ○ | ○ |
| 5 | 150~180 | 有 | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | 無 | 6F | ○ | ○ | 6F | ○ | 6F |
| | 250~260 | 有 | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | 無 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 6 | 180~200 | 有 | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | 無 | ○ | ○ | ○ | 8F | ○ | ○ |
| | 250~320 | 有 | - | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | 無 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

表 3.3.3

付着性試験結果

| 塗装系 NO | 膜厚 〔 μm 〕 | ダメージ種類 2次表面処理 試験時期 S/P/T/U | 一般部 | | | | 焼損部 | |
|-----------|-------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------|--------------------------------------|------------------|--------|--------|
| | | | S/P面積処理 | | | | Pt 1 | Pt 3 |
| | | | 塗装初期 | | 浸漬3か月後 | | 浸漬3ヶ月後 | 浸漬3ヶ月後 |
| | | | 破断応力 〔 kgf/cm^2 〕 | 破断位置* | 破断応力 〔 kgf/cm^2 〕 | 破断位置* | 評価点 | 評価点 |
| 1 | 130~150 | 有 | - | - | - | - | 9 | 8 |
| | | 無 | 15~18 | A/CのCo | 15~20 | A/CのCo | 8 | 8 |
| | 200~260 | 有 | - | - | - | - | 8~9 | 8~9 |
| | | 無 | - | - | - | - | 9 | 9 |
| 2 | 130~140 | 有 | - | - | - | - | 8 | 6 |
| | | 無 | 25~38 | S/PのCo, S | 30~40 | S | 9 | 6 |
| | 200~240 | 有 | - | - | - | - | 8 | 8 |
| | | 無 | - | - | - | - | 10 | 10 |
| 3 | 150~180 | 有 | - | - | - | - | 10 | 10 |
| | | 無 | 32~40 | S | 30~40 | S/PとA/C 界面70% | 10 | 10 |
| | 250~270 | 有 | - | - | - | - | 10 | 10 |
| | | 無 | - | - | - | - | 10 | 10 |
| 4 | 150~170 | 有 | - | - | - | - | 8 | 8 |
| | | 無 | 35~40 | S | 45 | S | 8 | 8 |
| | 250~260 | 有 | - | - | - | - | 8 | 8 |
| | | 無 | - | - | - | - | 8 | 8 |
| 5 | 150~180 | 有 | - | - | - | - | 10 | 10 |
| | | 無 | 35~38 | S | 50 | S | 10 | 10 |
| | 250~260 | 有 | - | - | - | - | 9 | 9 |
| | | 無 | - | - | - | - | 10 | 9 |
| 6 | 180~200 | 有 | - | - | - | - | 8~9 | 8~9 |
| | | 無 | 35~45 | S | 40 | S | 8~9 | 8~9 |
| | 250~320 | 有 | - | - | - | - | 8~9 | 8~9 |
| | | 無 | - | - | - | - | 8~9 | 8~9 |

注) * 破断位置 Co:凝集破断 S:接着剤破断

3.4 公害対策用塗料と電気防食併用に関する研究

3.4.1 概 要

昭和 53 年度から 54 年度にかけて、実施した『新しい船舶塗装系と流電陽極併用に関する研究』で各種公害対策塗料に及ぼす電気防食の影響を試験板規模で確認し、コロージョンレートメータ試験による耐食性評価と対比させて来た。

今度は、それら公害対策用塗料について I M³ モデルタンク及び同タンク内試験板による実験を継続実施しその実船適応性を調査したものである。

3.4.2 実験方法

モデルタンク実験は、公害対策塗料を塗装した I M³ タンクに各 24 枚の試験板を取付け、バラストを 10 日間隔で繰り返しながら流電防食し、約 1.5 年経時させたモデルタンク及び同タンク内試験板について電気防食性及び付着性を評価した。

(1) 供試塗装系

供試塗料及びその主要樹脂配合比を表 3.4.1 に示しその塗装系を 3.4.2 に示す。

供試塗料は、有機溶剤、コールタル規制等の公害対策塗料から選択した 5 種類とし比較用の現用溶剤剤型タールエポキシ 1 種類を供試した。

表 3.4.1 供試塗料及びその主要樹脂配合比

| 塗装系 | 樹脂 | エポキシ樹脂 | その他 | 樹脂 |
|--------------------------|----|--------------|-------------------------------|---------------------|
| 溶剤変更型 塩化ゴム (CR・NP) | | ————— | 石油樹脂 塩化ゴム樹脂 | 7.8 11.0 |
| 溶剤変更型 塩化ビニル (CV・NP) | | ————— | 塩化ビニール樹脂 | 20.8 |
| 現用溶剤型 変性エポキシ (NT・ST) | | 14.0 | 石油樹脂 ポリアミド樹脂 | 12.0 7.7 |
| 低溶剤型 タールエポキシ (TE・SL) | | 20.0 | アミン樹脂 コールタルピッチ | 8.3 18.0 |
| 無溶剤型 タールエポキシ (TE・NS) | | 30.0 | コールタルピッチ ポリアミン樹脂 芳香族重合油 | 6.9 10.0 17.4 |
| 現用溶剤型 タールエポキシ (TE・ST) | | 10.8 | コールタルピッチ ポリアミド樹脂 | 26.0 4.0 |
| ショッププライマ (S/P) | | 有機ジソクリッチプライマ | | (OZ) |

配合比 : 塗料重量を 100 とした重量%

表 3.4.2

供 試 塗 装 系

| 系 | S/P | 1 回 目 | 2 回 目 | 塗 装 方 法 (モ デ ル タ ン ク 試 験 板) |
|------------------------------|--|-------|-------|------------------------------|
| 溶 剤 変 更 型 塩 化 ゴ ム | 有 機 ジ ン ク リ ッ チ ブ ラ イ マ (OZ) | CR・NP | CR・NP | エ ア レ ス |
| 溶 剤 変 更 型 塩 化 ビ ニ ル | | CV・NP | CV・NP | " |
| 現 用 溶 剤 型 変 性 エ ポ キ シ ン | | NT・ST | — | " |
| 低 溶 剤 性 タ ー ル エ ポ キ シ ン | | TE・SL | — | " |
| 無 害 剤 型 タ ー ル エ ポ キ シ ン | | TE・SL | — | " |
| 現 用 溶 剤 型 タ ー ル エ ポ キ シ ン | | TE・ST | — | " |

3.4.3 実験要領

(1) 実験の条件

実験の諸条件を表 3.4.3 に示し、モデルタンク及び試験板の詳細を図 3.4.1、2 に示す。

表 3.4.3 実験の諸条件

| 項 | 内 容 |
|--------|---|
| 下地処理 | SPSS-JA-Sd2.5 (タンク内壁試験板) |
| S/P | OZ |
| 海 水 | 天 然 海 水 (1回/月 入替) |
| 温 度 | 40°C |
| 防食方法 | Zn陽極による流電防食 |
| 促進方法 | [-900mv ~ -950mv (A ₀ /A ₀ cL)] |
| バラスト率 | 50% ↔ 100% |
| バラスト周期 | 1回/10日 |

(2) モデルタンク及び試験板の組み合わせ

モデルタンク及び試験板はS/PをOZとし表 3.4.4 に示す塗装系による塗装を実施した。

表 3.4.4 モデルタンクおよび試験板の塗装系

| タ ン ク № | S/P | 供 試 塗 料 | 塗 装 回 数 | 試 験 板 | |
|------------------|------------------------------|---------|---------|--------|----------|
| | | | | 膜 厚 | 枚 数 |
| 1 | 有 機 ジ ン ク リ ッ チ ブ ラ イ マ (OZ) | CR・NP | × 2 | 大 小 | 12 12 |
| 2 | " | CV・NP | × 2 | 大 小 | 12 12 |
| 3 | " | NT・ST | × 1 | 大 小 | 12 12 |
| 4 | " | TE・SL | × 1 | 大 小 | 12 12 |
| 5 | " | TE・NS | × 1 | 大 小 | 12 12 |
| 6 | " | TE・ST | × 1 | 大 小 | 12 12 |

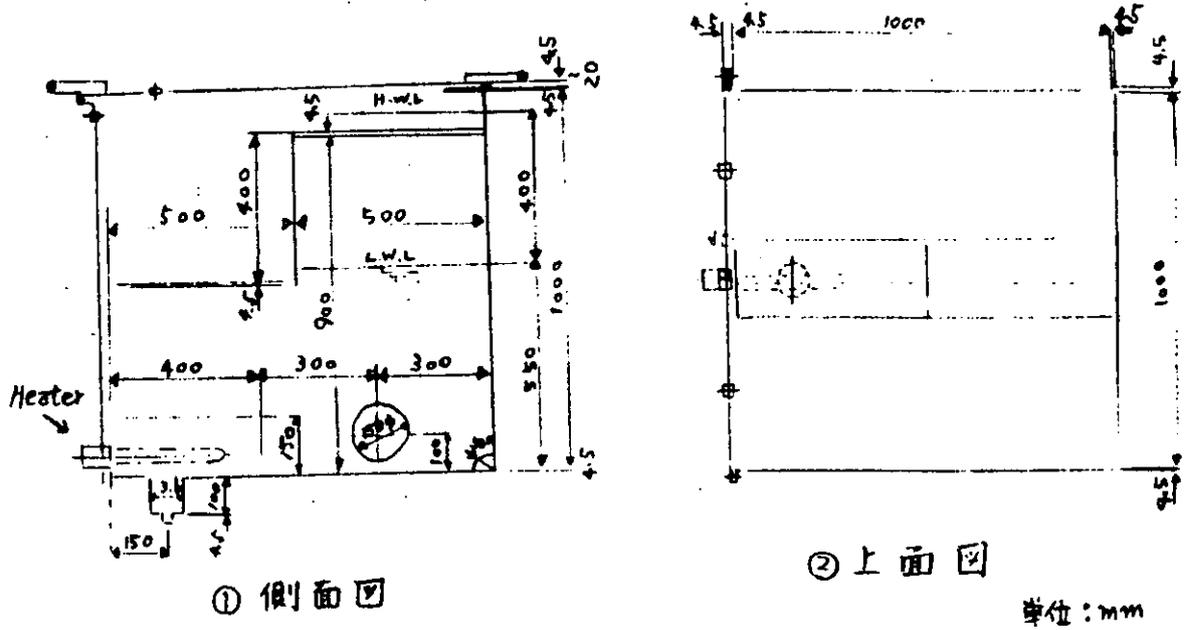


図 3.4.1 モデルタンク構造

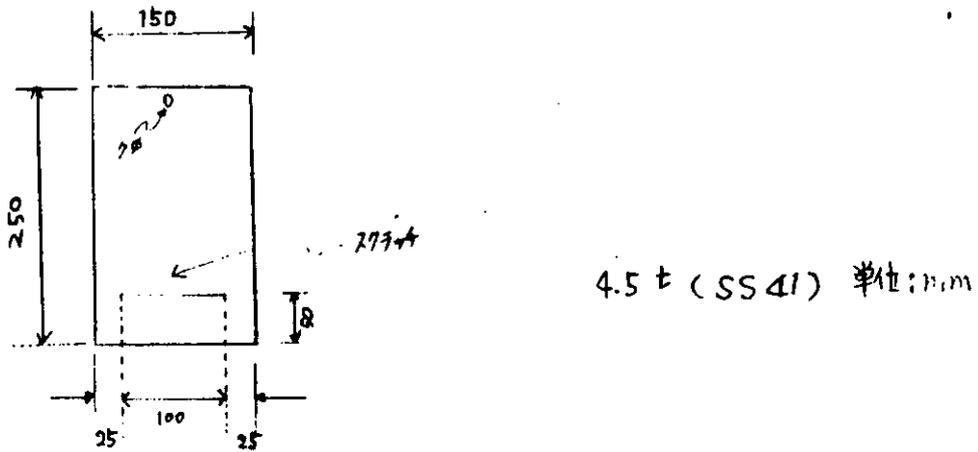


図 3.4.2 試験板詳細

(3) タンク展開図と試験板亜鉛陽極の配置

モデルタンク内には図 3.4.3 に示す様に試験板 24 板をボルトで直接取り付けました。亜鉛陽極は、右側板の没水部および乾湿交番部に夫々 1 個取り付けましたものである。

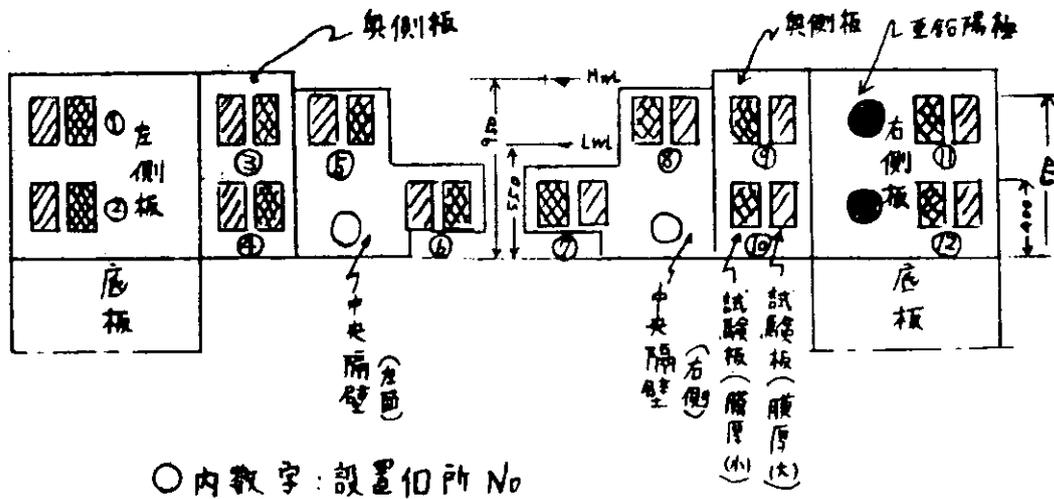


図 3.4.3 モデルタンク展開図と試験板・亜鉛陽極の配置状態

3.4.4 判定及び評価方法

(1) ふくれ

サイズ及び頻度の判定は ASTM・D 714 - 56 の規準に従いその評価は表 3.4.5 の方法に準ずる。

表 3.4.5 塗膜のふくれ評価基準 (10 点満点)

| 頻度 \ サイズ | NO 2 以上 | NO、4 | NO、6 | NO、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 |

* エッジより 10 mm/n 幅は判定の対象としない。

F : Few

M : Medium

MD : Medium Dense

D : Dense

(2) さび

さびの判定方法は S. S. P. C による Examples of Area Percentages 規準に従い、その評価は、表 3.4.6 方法に準ずる。

表 3.4.6 さびの評価基準 (10点満点)

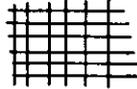
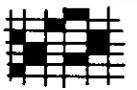
| さび (%) | 評価点 |
|-----------|-----|
| 0.1以内 | 10 |
| 0.1以上～7以内 | 8 |
| 1以上～5以内 | 6 |
| 5以上～10以内 | 4 |
| 10以上～25以内 | 2 |
| 25以上 | 1 |

* エッチより10%幅は判定の対象としない。

(3) ゴバン目試験

NTカッターを用いて塗膜へ素地に達する2%巾のゴバン目上にセロ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つて瞬間的に引き離し表 3.4.7 の評価基準に従い判定する

表 3.4.7 ゴバン目テスト評価基準 (10点満点)

| 剥離状態 | 判定 | 評価 |
|---|---------------------------------------|----|
|  | 直線に沿った「はがれ」がないもの | 10 |
|  | コーナ部の「かけ」が全体に見られ直線に沿った「はがれ」がないもの | 8 |
|  | 直線にそった「はがれ」が認められ、ゴバン目正方形が50%以上はがれないもの | 6 |
|  | 直線にそった「はがれ」がかなり認められゴバン目が3～4個程度剥離 | 4 |
|  | 直線にそった「はがれ」が多くゴバン目のはがれが10個程度剥離 | 2 |
|  | ゴバン目が全部はがれたもの | 1 |

(4) 付着力試験

付着力の測定は、塗膜に瞬間接着剤を用いてドリルを接着させ約10分経過後ドリル円周に沿って素地に達する切り傷を入れ、アドヒージョンテストで引きはがし、引張り強度の測定値とする。但し、本試験はモデルタンク及び同タンク内試験板共に、陽極から最も離れた個所と最も近接した個所のみとする。

又、評価の方法はアドヒージョンテストの引張り強度と破壊面の状態から表 3.4.8 の評価基準により判定する。

表 3.4.8 付着力試験評価基準

| 破壊値 kg/cm^2 | A d 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 |

* ドリ-接着面剥離個所記号詳細

A d : 素地からの剥離

C o : 内部破壊 (凝集破壊)

S : 接着剤破壊

3.4.5 試験結果

(1) 塗装膜厚

モデルタンク及び同タンク内試験板の膜厚測定結果を表 3.4.9 に示す。

(2) モデルタンクの外観及び付着性 (15ヶ月後)

a モデルタンクの外観調査結果を表 3.4.10 (1)、(2) に示す。

b モデルタンクの付着性調査結果を表 3.4.11 に示す。

(3) モデルタンク内試験板の外観及び付着性 (15ヶ月後)

a モデルタンク内試験板の外観調査結果を表 3.4.12 (1)、(2) に示す。

b モデルタンク内試験板の付着性調査結果を表 3.4.13 に示す。

c モデルタンク内試験板の外観、付着性評価と陽極から位置の関係を図 3.4.4、5 に示す。

(4) 総合評価

モデルタンク及び同タンク内試験板の乾湿交番、常時没水条件における電気防食性の総合評価を、図 3.4.6、7 に示す。

表3・4・9 塗装膜厚 (μm)

| 調査 個所 塗料名 | 膜 厚 | | | | | | | | | |
|-----------------|-----------|-----|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| | 常 時 使 水 部 | | | | | 乾 燥 交 換 部 | | | | 試験板 |
| | 底 面 | 側 面 | ロンジ 上 面 | ロンジ 裏 面 | ロンジ 側 面 | 側 面 | ロンジ 上 面 | ロンジ 裏 面 | ロンジ 側 面 | 膜厚大 膜厚小 |
| C R・N P | 75 | 75 | 110 | 75 | 70 | 60 | 80 | 80 | 80 | 290 |
| | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| C V・N P | 160 | 110 | 100 | 100 | 130 | 120 | 110 | 100 | 150 | 179 |
| | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| N T・S T | 250 | 170 | 195 | 180 | 270 | 255 | 200 | 250 | 220 | 396 |
| | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| T E・S L | 310 | 200 | 170 | 150 | 200 | 200 | 260 | 190 | 220 | 194 |
| | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| T E・N S | 290 | 250 | 270 | 195 | 185 | 275 | 220 | 240 | 245 | 260 |
| | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| T E・S T | 320 | 190 | 250 | 190 | 240 | 190 | 300 | 170 | 190 | 267 |
| | / | / | / | / | / | / | / | / | / | / |
| | 390 | 330 | 340 | 220 | 320 | 280 | 340 | 320 | 350 | 153 |

モデルタンク

製作工程：製品プラスト→S/P塗装→屋外パクロ14日→2次表面処理→溶接部先行塗リ(刷毛)→エアレス塗装
(SPSS.Sd2.5) (OZ) (SPSS.ZDP12)

試験板：切り出し加工→プラスト→S/P塗装→エアレス塗装
(SPSS.Sd3) (OZ)

表3・4・10(1) 1 M³モデルタンク外観調査結果

一般部/溶接部

| 調査 個所 塗料名 | 1 5 ケ 月 | | | | | | | | | |
|-----------------|----------------|---------------------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|------------|
| | 常 時 使 水 部 | | | | | 乾 燥 交 換 部 | | | | |
| | 底 底 面 | 側 面 | ロンジ 上 面 | ロンジ 裏 面 | ロンジ 側 面 | 側 面 | ロンジ 上 面 | ロンジ 裏 面 | ロンジ 側 面 | ロンジ 側 面 |
| C R・N P | No4~2 | No6~4 | | No6~4 | No8~2以上 | No6~4 | No6 | No8~6 | No8~6 | |
| | M No4~2 F~M | MD~D No2 F | No6~4 M | MD No6~4 MD | MD No2 F | M No4 F | F No4 3ヶ | F OK | M OK | |
| C V・N P | No8~2以上 | No8~2 | | No8~2以上 | No8~2以上 | No8~2 | No8~4 | No8 | No8~6 | |
| | M No2 F~M | MD~D No4~2 M | No8~2以上 MD~D | MD~D No2 F~M | D No4~2 F | F No2以上 F | F No2 2ヶ | F OK | F No2以上 F~M | |
| N T・S T | OK | No2以上 3ヶ OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | |
| | | | | No2 6ヶ OK | | | | | | |
| T E・S L | OK | OK | OK | No2 6ヶ OK | OK | OK | OK | OK | OK | |
| | | | | | | | | | | |
| T E・N S | OK | No2~2以上 F~M No2以上 F | No2以上 2ヶ | No2以上 1ヶ No2以上 4ヶ | No2以上 F No2以上 F~M | No4 F以下 OK | No2以上 1ヶ OK | No2以上 F以下 No2以上 F以下 | OK No2以上 2ヶ | |
| | | | | | | | | | | |
| T E・S T | OK | No2以上 5ヶ OK | OK | OK | No2以上 3ヶ OK | OK | OK | OK | OK | |
| | | | | | | | | | | |

表3・4・10(2) 1 M³モデルタンク外観(評価)

一般部
巻接部

| 個所 塗料名 | 期間 | | | | | | | | | 常時投水部 (平均) | 乾湿交播部 (平均) |
|-----------|-------|-------|---------|---------|---------|-------|---------|---------|---------|---------------|---------------|
| | 常時投水部 | | | | | 乾湿交播部 | | | | | |
| | 底面 | 側面 | 縦 上面 | 縦 裏面 | 縦 側面 | 側面 | 縦 上面 | 縦 裏面 | 縦 側面 | | |
| CR・NP | 4/5 | 4/5 | 5 | 5/5 | 4/5 | 6/6 | 7/9 | 8/10 | 7/10 | 4.4/5.0 | 7.0/8.8 |
| CV・NP | 5/5 | 4/5 | 4 | 4/5 | 4/6 | 6/5 | 7/9 | 8/10 | 7/5 | 4.2/5.3 | 7.0/7.3 |
| NT・ST | 10/10 | 10/10 | 10 | 10/10 | 10/10 | 10/10 | 10/10 | 10/10 | 10/10 | 10/10 | 10/10 |
| TE・SL | 10/10 | 10/10 | 10 | 9/10 | 10/10 | 10/10 | 10/10 | 10/10 | 10/10 | 9.8/10 | 10/10 |
| TE・NS | 10/10 | 4/5 | 9 | 10/8 | 5/5 | 8/10 | 10/10 | 7/7 | 10/10 | 7.6/7.0 | 8.8/9.3 |
| TE・ST | 10/10 | 9/10 | 10 | 10/10 | 10/10 | 10/10 | 10/10 | 10/10 | 10/10 | 9.8/10 | 10/10 |

表3・4・11 1 M³モデルタンク付着性調査結果

| 個所 試験種 塗料 距離 | 常時投水部 | | | 乾湿交播部 | | |
|-----------------------|---|--------------|--------------|-----------------------------------|--------------|--------------|
| | 付着力試験 | | ゴバン目試験 | 付着力試験 | | ゴバン目試験 |
| | 11M/01M (結果) | 11M/01M (評価) | 11M/01M (評価) | 11M/01M (結果) | 11M/01M (評価) | 11M/01M (評価) |
| CR・NP | 18K Co100 18K Co100 | 8 | 6 | 20K Co100 18K Co100 | 10 | 6 |
| CV・NP | 22K S/PA430 S70 22K S/PA430 S70 | 7 | 4 | 30K S100 35K S/PA4100 | 10 | 10 |
| NT・ST | 30K S100 35K S100 | 10 | 10 | 35K S100 35K S100 | 10 | 10 |
| TE・SL | 35K S100 30K S100 | 10 | 10 | 30K S100 30K S100 | 10 | 10 |
| TE・NS | 35K S100 35K S100 | 10 | 10 | 30K S100 40K S/PA430 S70 | 10 | 10 |
| TE・ST | 35K S100 35K S100 | 10 | 10 | 35K S100 35K S100 | 10 | 10 |

K : kg/cm² の略

表3・4・12(1) 1 M³モデルタンク内試験板の外観調査結果(15ヶ月後)

| 設置箇所 壁料 膜厚 | | 一般部 スクラッチ部 | | | | | | | | | | | |
|------------------|---|-------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------|----------------------------------|------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| CR・NP | 大 | OK No2 M | No2 F以上 No2 2以上 | OK No2 F-M | No2F F No2~2 以上MD | OK No2 F | No2 F-M No2 MD | OK No2 M | No2 F以上 D~2以上 | OK No2 F-M | No8~4 F No4~2 D以上 | OK No2 F-M | No2F F No4~2 D以上 |
| | 小 | OK No2 MD | No2 F以上 No2 MD | OK No2 MD | No2F F No2 MD | OK No4 MD | No2 F以上 No2 MD | OK No4 MD | No2 F-M No2 MD | OK No4 MD | No8 F No4~2 D以上 | OK No4~2 MD | No2F F No4~2 D以上 |
| CV・NP | 大 | OK No8~2 D | OK No8~2 D以上 | OK No8~2 D以上 | OK No8~2 D | OK No8~4 MD | OK No8~2 D以上 | OK No8~2 M | OK No8~2 D以上 | OK No8~2 M 2 | OK No8~2 D | OK No8~2 D | OK No8~2 D |
| | 小 | No8 F No4~2 D | No4~2 D No4~2 D以上 | OK No8~2 D以上 | No8~2 MD No8 ~2 D | OK No8~2 D | No8~4 M No8~2 D以上 | OK No8~2 D以上 | No8~2 2 D No8~2 2 D | OK No8~2 D 2 | No8~2 D No8~2 D | OK No8~2 D | No8~2 D No8~2 D |
| NT・ST | 大 | OK No4 4ヶ No2以上1ヶ | OK No4~2 M | OK No4~2 F-M以上 | OK No4~2 F-M以上 | OK No2 以上1ヶ | OK No4~2 M以上 | OK No2以上 2ヶ | OK No4~2 M | OK No4~2 F以上 | OK No4~2 M以上 | OK No4~2 F | OK No8~2 1ヶ |
| | 小 | OK No1~4 F以上1ヶ | OK No2 F-M | OK No4~2 F以上 | OK No2 M | OK No4~2 F-M以上 | OK No2 F-M | OK No4~2 M | OK No4~2 M以上 | OK No4~2 M | OK No2 F | OK No4~2 F-M以上 | OK No4~2 F |
| TE・SL | 大 | OK No2以上 1ヶ | OK No2以上 F | OK No2 2ヶ | OK No2~2 F以上 | OK No2以上 F | OK No2以上 M | OK No2以上 M | OK No2以上 1ヶ | OK No4 M | OK No4 F | OK No2以上 F | OK No2以上 F |
| | 小 | OK No2以上 1ヶ | OK No2以上 5ヶ | OK No2~2 F以上 | OK No2以上 M | OK No2以上 M | OK No2以上 M | OK No2以上 1ヶ | OK No4 M | OK No2以上 M | OK No2以上 MD | OK No2以上 1ヶ | OK No2以上 1ヶNo4 M |
| E・NS | 大 | OK No4 F以上 | OK OK | OK No6 3ヶ | OK No2以上 2ヶ | OK No6 F No2以上1ヶ | OK No4~2 以上F No4 F-M | OK No2 F以上 | OK No2 F 3ヶ | OK OK | OK No2~2 3ヶ以上 | OK No4 3ヶ | OK OK |
| | 小 | No2以上 4ヶ No4 M | No2 F No4 F以上 | No4 F以上 No6 F No2以上2ヶ | No2以上 F No2 F-M | No4 F以上 No4 F | No4~2 以上F No4 F-M | No2 F以上 No2 F | No2 F No2 3ヶ | No2以上 F No6~ M 2以上 | No2~2 以上 No4 F | No2以上 4ヶ No8 F 2 | No4~2 F No4 4ヶ |
| TE・ST | 大 | OK | OK | OK No2以上 1ヶ | OK No2以上 2ヶ | OK No2以上 1ヶ | OK No2以上 1ヶ | OK | OK | OK No2 1ヶ以上 | OK | OK | OK |
| | 小 | OK No2 F | OK No4~2 F以上 | OK No8~2 F以上 | No8 F No8~2 F以上 | OK No8~2 F以上 | No2以上 1ヶ No4 F | OK No8 F以上 | OK | OK No6 F以上 | No2 3ヶ No2 3ヶ | OK No2以上 F | No2 F以上 No2 2ヶ以上 |

設置箇所 奇数No: 変遷交換部
偶数No: 常時換水部

表3・4・12(2) 1 M³モデルタンク内試験板の外観(評価)

| 設置箇所 壁料 膜厚 | | 一般部 スクラッチ部 | | | | | | | | | | | |
|------------------|---|---------------|----------|---------|----------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| CR・NP | 大 | 0 4 | 7 2 | 10 4 | 7 3 | 10 5 | 5 3 | 10 4 | 7 2 | 10 4 | 6 2 | 10 5 | 5 2 |
| | 小 | 10 3 | 7 3 | 10 3 | 7 3 | 10 4 | 7 3 | 10 4 | 5 3 | 10 4 | 8 2 | 10 3 | 9 2 |
| CV・NP | 大 | 8 4 | 10 3 | 10 3 | 10 3 | 10 5 | 10 3 | 10 5 | 10 3 | 10 5 | 10 4 | 10 4 | 10 4 |
| | 小 | 8 2 | 2 2 | 10 2 | 5 3 | 10 3 | 6 3 | 10 4 | 4 3 | 10 3 | 3 3 | 10 3 | 3 3 |
| NT・ST | 大 | 10 7 | 10 4 | 10 5 | 10 5 | 10 9 | 10 4 | 10 9 | 10 4 | 10 5 | 10 4 | 10 9 | 10 5 |
| | 小 | 10 6 | 10 4 | 10 5 | 10 4 | 10 5 | 10 4 | 10 4 | 10 4 | 10 5 | 10 4 | 10 5 | 10 5 |
| TE・SL | 大 | 10 9 | 10 5 | 10 9 | 10 5 | 10 5 | 10 4 | 10 10 | 10 5 | 10 10 | 10 6 | 10 5 | 10 5 |
| | 小 | 10 9 | 10 6 | 10 5 | 10 4 | 10 4 | 10 4 | 10 9 | 10 5 | 10 4 | 10 3 | 10 9 | 10 4 |
| TE・NS | 大 | 10 8 | 10 10 | 10 9 | 10 10 | 10 6 | 10 9 | 10 7 | 10 10 | 10 10 | 10 8 | 10 8 | 10 10 |
| | 小 | 8 5 | 5 8 | 8 6 | 5 4 | 8 6 | 6 5 | 7 5 | 5 8 | 5 5 | 5 6 | 8 6 | 6 8 |
| TE・ST | 大 | 10 10 | 10 10 | 10 9 | 10 9 | 10 9 | 10 9 | 10 10 | 10 10 | 10 9 | 10 10 | 10 10 | 10 10 |
| | 小 | 10 5 | 10 5 | 10 6 | 8 6 | 10 6 | 9 6 | 10 9 | 10 10 | 10 8 | 9 9 | 10 5 | 8 8 |

表3・4・13 1 Mモデルタンク内試験板の付着性調査結果

| 試験箇所 塗料 | 1 | | 2 | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | 10 | | 11 | 12 |
|------------|-----|-------------------------------------|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------------------------------|---------------------------------------|-----|-----|-----|
| | コンパ | 付着力 | コンパ | 付着力 | コンパ | 付着力 | コンパ | 付着力 | コンパ | コンパ |
| CR・NP | 大 | 8 20K Co100 (10) | 1 15K Co100 (8) | 10 | 6 | 8 | 1 | 8 | 1 | 8 | 1 | 20K Co100 (10) | 1 15K Co100 (8) | 8 | 1 | |
| | 小 | 8 20K Co100 (10) | 4 15K Co100 (8) | 10 | 6 | 8 | 6 | 6 | 6 | 8 | 8 | 20K Co100 (10) | 6 15K Co100 (8) | 8 | 6 | |
| CV・NP | 大 | 10 30K S/PCo100 (10) | 10 30K S/PCo100 (10) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 30K S/PCo100 S2000 (10) | 10 30K S/PCo30 S7000 (10) | 10 | 10 | |
| | 小 | 8 20K S/PCo60 S40 (10) | 1 20K Ad100 (6) | 10 | 1 | 8 | 1 | 8 | 1 | 8 | 1 | 10 30K S/PCo60 (10) | 1 20K Ad100 (6) | 8 | 1 | |
| NT・ST | 大 | 10 30K S100 (10) | 10 30K S100 (10) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 8 30K S100 (10) | 10 30K S100 (10) | 10 | 10 | |
| | 小 | 10 30K S100 (10) | 10 30K S100 (10) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 8 | 8 | 30K S100 (10) | 8 30K S100 (10) | 10 | 10 | |
| TE・SL | 大 | 10 30K Co20 S80 (10) | 10 30K S100 (10) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 30K S100 (10) | 8 40K Co40 S60 (10) | 10 | 10 | |
| | 小 | 10 30K Co20 S80 (10) | 8 25K S/PAAd80 S20 (7) | 10 | 10 | 8 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 30K S/PAAd10 S90 (10) | 6 20K S/PAAd100 (6) | 10 | 10 | |
| TE・NS | 大 | 10 35K S100 (10) | 10 35K S/PCo100 (10) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 35K S100 (10) | 10 35K S100 (10) | 10 | 10 | |
| | 小 | 4 25K S/PAAd100 (7) | 6 25K S/PAAd100 (7) | 1 | 4 | 4 | 1 | 6 | 1 | 8 | 8 | 8 20K S/PAAd100 (6) | 8 20K S/PAAd100 (7) | 1 | 4 | |
| TE・ST | 大 | 10 35K S100 (10) | 10 30K S100 (10) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 40K S100 (10) | 10 30K S100 (10) | 10 | 10 | |
| | 小 | 10 35K S/PCo30 S70 (10) | 10 30K S/PCo40 (10) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 30K S100 (10) | 10 20K S/PCo30 (10) | 10 | 10 | |

注) 付着力: Kは $\frac{kg}{cm}$ の略 ()内は評価点

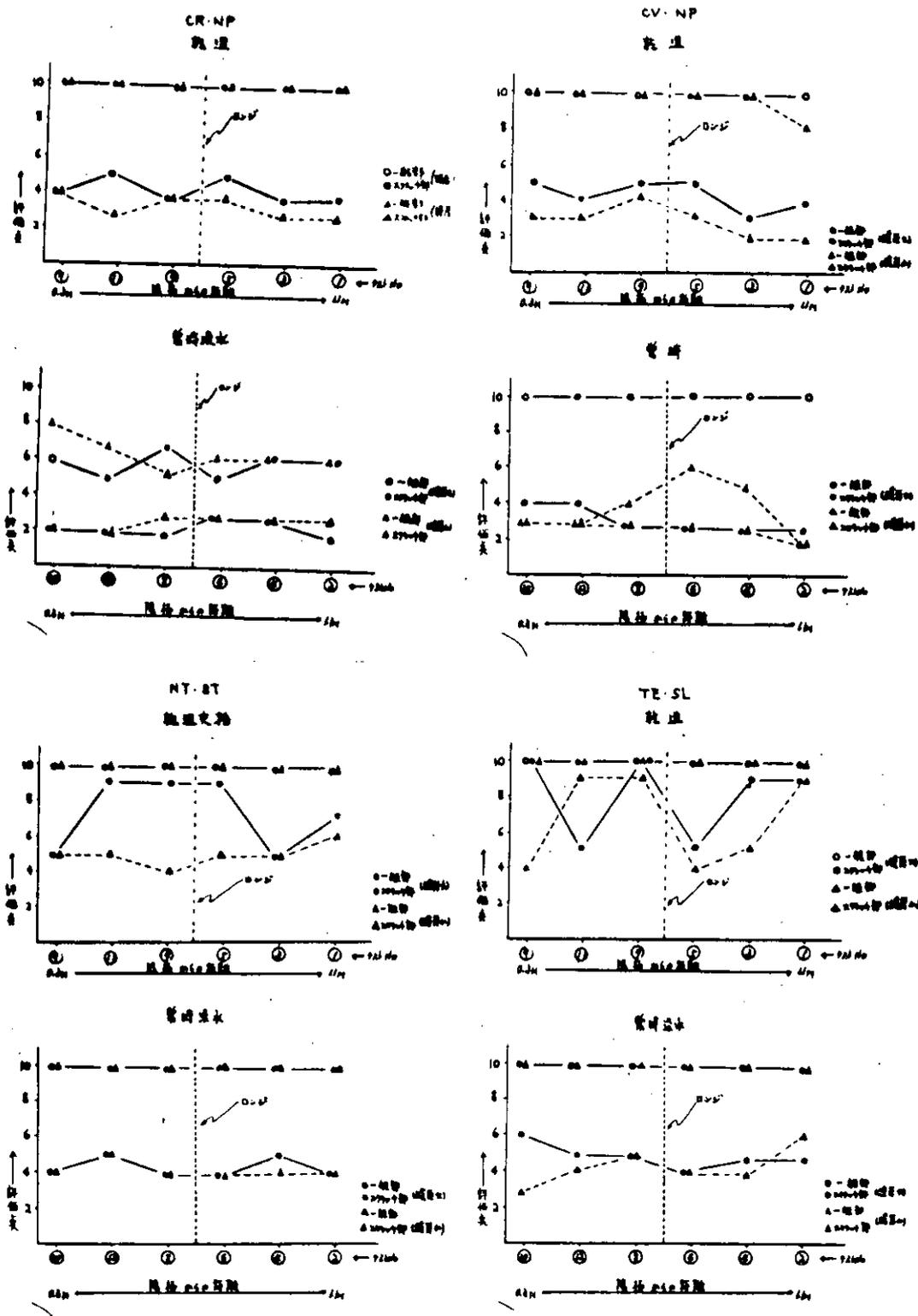


図 3.4.4 (1) 試験板の耐電防性 (位置との関係) [15ヶ月後]

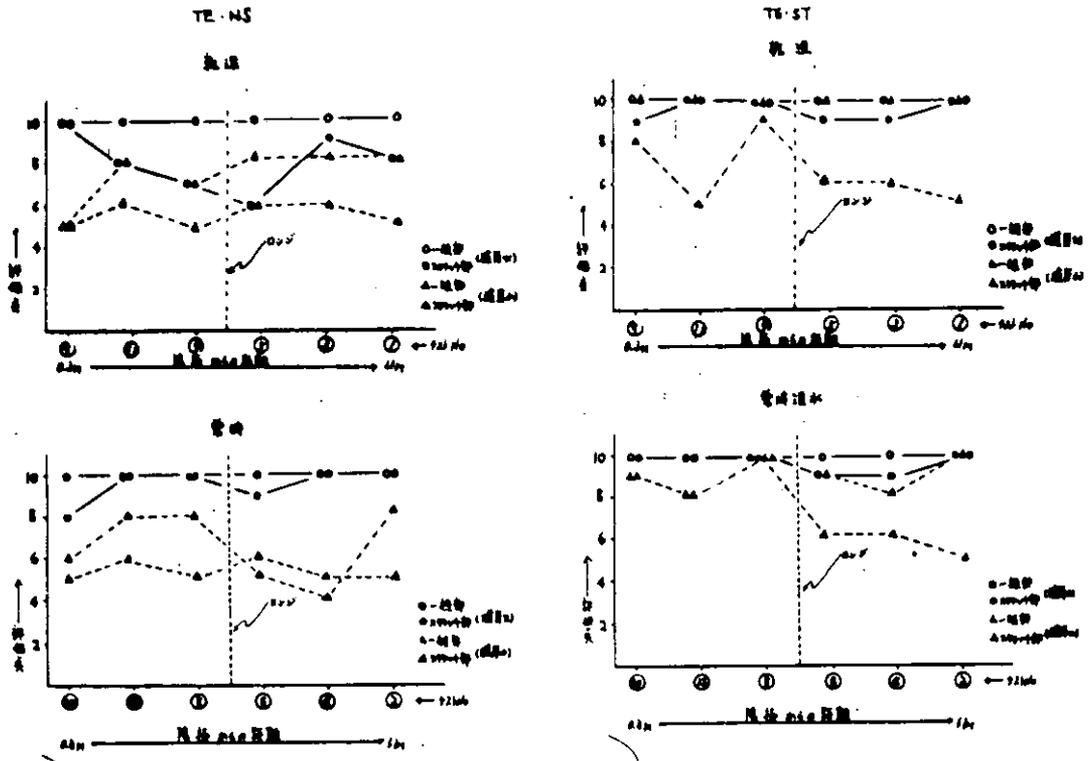


図 3.4.4(2)試験板の耐電防性(位置との関係)[15ヶ月後]

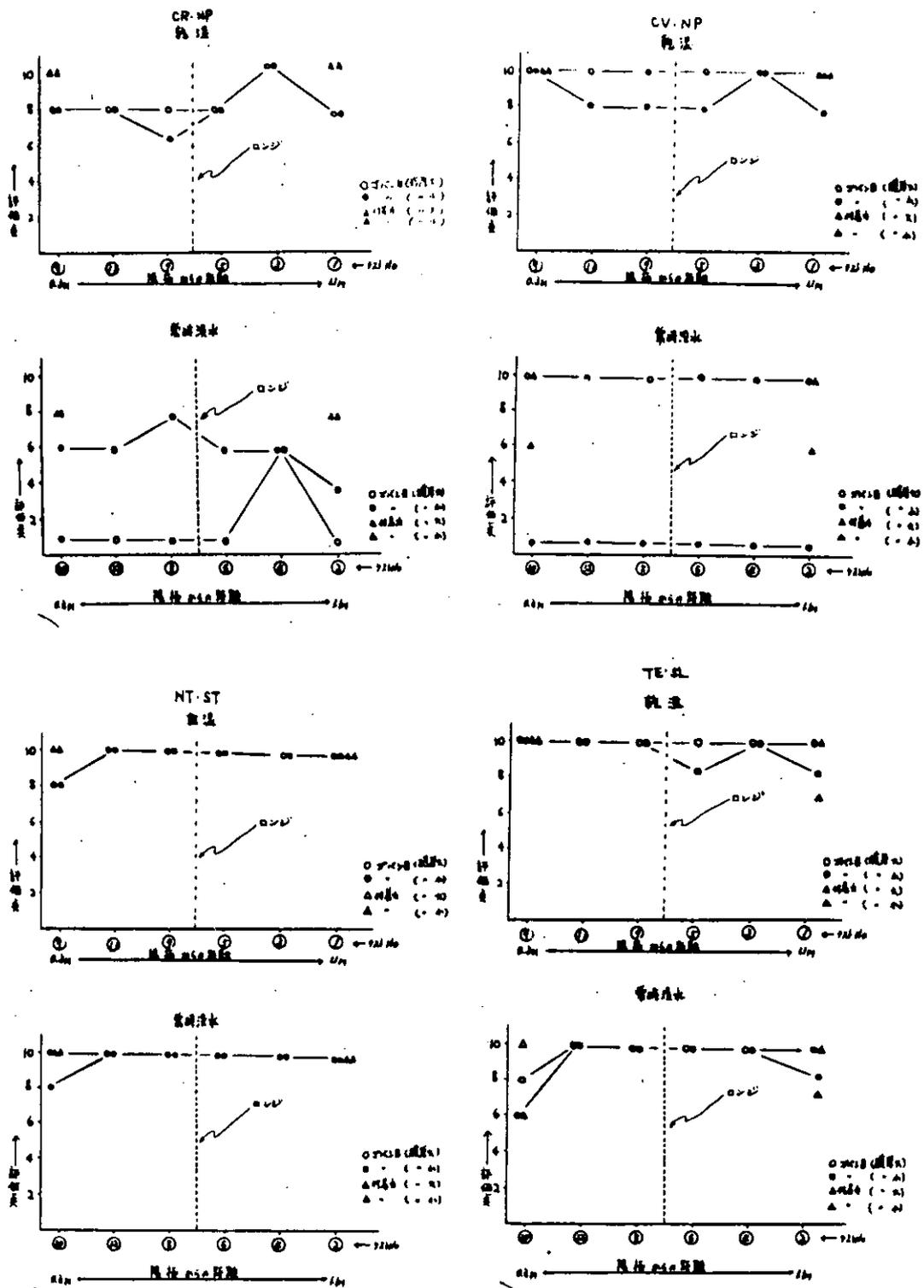


図 3.4.5(1)試験板の付着性(位置との関係)〔15ヶ月後〕

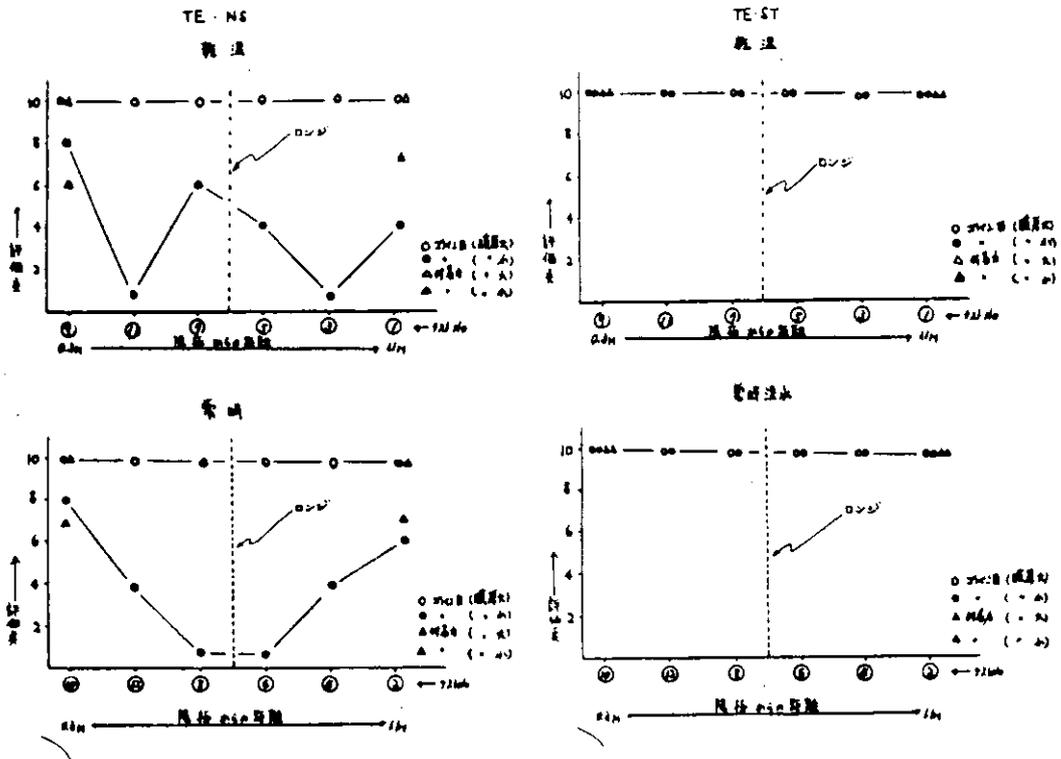


図 3.4.5(2)試験板の付着性(位置との関係)(15ヶ月後)

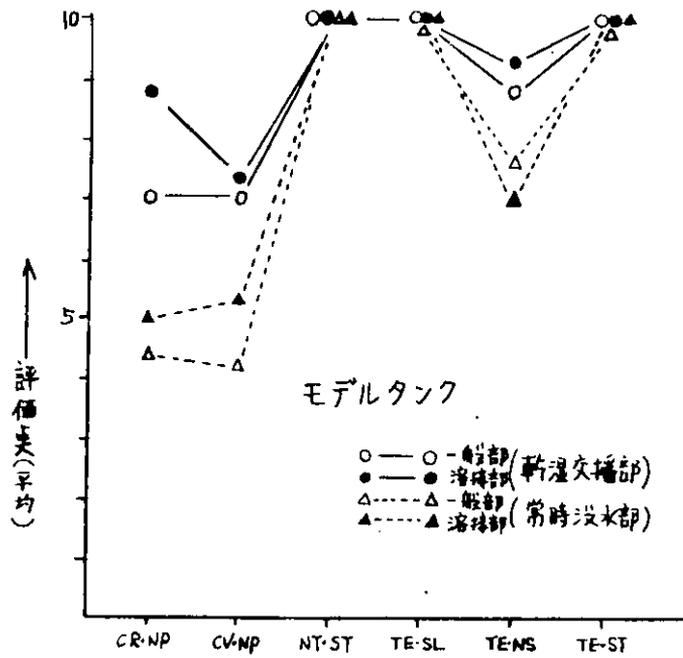


図 3.4.6 モデルタンクでの耐久性

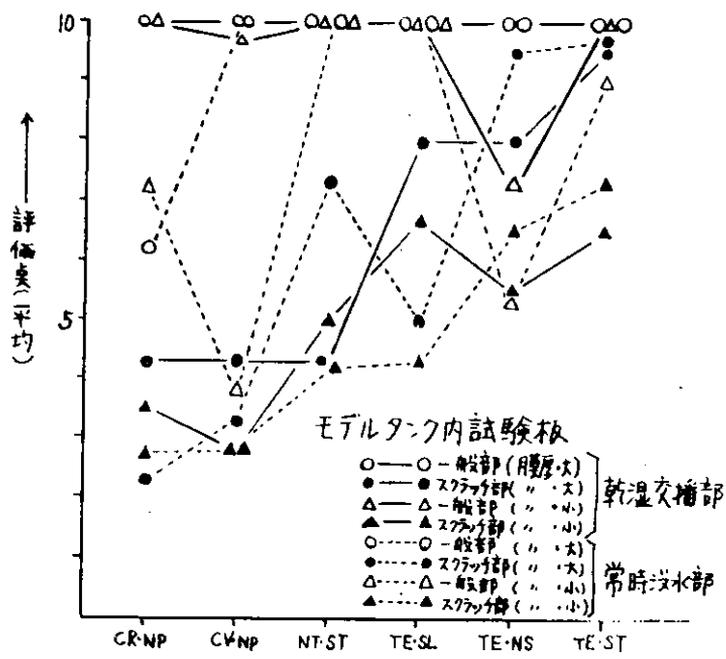


図 3.4.7 モデルタンク内試験板での耐久性

3.4.6 考 察

IM³モデルタンク実験は40℃海水の張排水及びZn陽極による電気防食により実施したものであるが、防食電位は、浸漬7日後までは、-850～-870mVであったが、それ以後は、通常の電位に比べ、稍過防食である-900～-950mVを維持し、促進的な方法により、各種塗膜の長期耐久性を調査したものである。

(1) モデルタンク

(a) CR・NP

常時没水部：垂直面（タンク側面、ロンジ側面）、平面（底、ロンジ表裏）及びそれらの溶接部において、ふくれ発生が著るしく、電気防食の影響を受け易い傾向がある。

乾湿交番部：垂直面、平面、及びそれらの溶接部でのふくれ発生は、認められるが、常時没水部に比べ欠陥発生頻度は少なくなっている。

付着性：常時没水部、乾湿交番部共に付着力試験は良好であるが、ゴバン目試験では両部位共に、塗膜内部凝集破壊の傾向が認められ稍不良である。

(b) CV・NP

常時没水部：垂直面、平面及びそれらの溶接部にふくれ発生が著しく電気防食の影響を受け易い傾向が認められる。

乾湿交番部：欠陥発生は常時没水部と同傾向であるがその頻度は少なくなっている。

付着性：常時没水部の付着力、ゴバン目試験は稍不良であるが、乾湿交番部は両試験良好である。

(c) NT・ST

常時没水部：垂直面、平面及びそれらの溶接部に欠陥発生は認められず、電気防食の影響を受けにくい。

乾湿交番部：常時没水部と同様である。

付着性：常時没水部、乾湿交番部に拘らず、付着力、ゴバン目試験共に良好である。

(d) TE・SL

常時没水部：垂直面、平面及びそれらの溶接部に欠陥発生は認められず電気防食の影響を受けにくい傾向がある。

乾湿交番部：常時没水部と同様である。

付着性：常時没水部、乾湿交番部に拘らず、付着力、ゴバン目試験共に良好である。

(e) TE・NS

常時没水部：膜厚確保の容易な平面での欠陥発生は認められないが、垂直面は膜厚不足（夏季屋外塗装のため、タレ発生）等による影響があり、ふくれ発生が著るしく、電気防食の影響を受け易い傾向がある。

乾湿交番部：垂直面、平面及びそれらの溶接部で僅かのふくれ発生が認められる個所もあるが、全体的には、電気防食の影響を受けにくい傾向がある。

付着性：塗膜付着性に対する電気防食の影響は認められない。

(f) TE・ST

常時没水部：垂直面、平面及びそれらの溶接部に欠陥発生は認められず電気防食の影響を受けにくい傾向がある。

乾湿交番部：常時没水部と同様である。

付着性：塗膜付着性に対する電気防食の影響は認められない。

(2) モデルタンク内試験板

(a) CR・NP

常時没水部：膜厚（大）、（小）に拘らず一般部及びスクラッチ部共にふくれ発生が認められ、そして、スクラッチ部では塗膜劣化（変色、40～50%巾）を生じており、電気防食の影響を受け易い傾向がある。

乾湿交番部：膜厚（大）、（小）共に、一般部は欠陥発生が認められない。しかし、スクラッチ部では、共にふくれ、塗膜劣化（変色30～40%巾）を生じており、電気防食の影響を受け易い傾向がある。

付着性：常時没水部において膜厚（小）は、ゴバン目試験で稍不良、膜厚（大）も同様に不良である。但し、膜厚（大）のゴバン目試験の剥離箇所は膜厚過多の影響、即ち塗膜内部凝集破壊によるものである。付着力試験は（大）（小）共に良好である。乾湿交番部では膜厚差に拘らず、両試験共に良好である。

(b) CV・NP

常時没水部：膜厚（大）は、一般部の欠陥発生は認められないが、スクラッチ部ではふくれ、塗膜劣化（変色40～50%巾）を生じ、電気防食の影響を受け易い傾向がある。膜厚（小）は一般部、スクラッチ部共にふくれ発生が認められる。

スクラッチ部では、塗膜劣化（変色30～40%巾）も生じており、電気防食の影響を受け易い傾向がある。

乾湿交番部：膜厚（大）（小）に拘らず一般部は欠陥発生が認められない。しかし、スクラッチ部では共にふくれ塗膜劣化（変色20～30%巾）を生じており、電気防食の影響を受け易い傾向がある。

付着性：常時没水部において、膜厚（大）は付着力、ゴバン目試験共に良好であるが、膜厚（小）は塗膜ダメージが著しいため両試験共に不良であり、膜厚差の影響が認められる。乾湿交番部では、膜厚（大）、（小）に拘らず付着力ゴバン目試験共に良好である。

(c) NT・ST

常時没水部：膜厚（大）、（小）に拘らず一般部は欠陥発生が認められない。しかし、スクラッチ部では共にふくれを発生しており電気防食の影響を受け易い傾向がある。

乾湿交番部：常時没水部と同様の傾向が認められるが、膜厚（大）はスクラッチ部の欠陥頻度が減少しており、常時没水部に比べ電気防食の影響を受けにくい傾向がある。

付着性：塗膜付着性に対する電気防食の影響は認められない。

(d) TE・SL

常時没水部：膜厚（大）、（小）に拘らず一般部は欠陥発生が認められない。しかし、スクラッチ部では共にふくれを発生しており、電気防食の影響を受け易い傾向がある。

乾湿交番部：常時没水部と同様の傾向が認められるが、膜厚（大）、（小）共に欠陥頻度は減少しており常時没水部に比べ電気防食の影響を受けにくい傾向がある。

付着性：塗膜付着性に対する電気防食の影響は認められない。

(e) TE・NS

常時没水部：膜厚（大）は一般部、スクラッチ部共に電気防食の影響を受けにくい、膜厚（小）は一般部、スクラッチ部共にふくれ発生が認められ電気防食の影響を受け易い傾向がある。

乾湿交番部：常時没水部と比較して膜厚（大）（小）共にスクラッチ部の欠陥頻度に差異はあるものの、ふくれ発生の傾向は同様である。

付着性：常時没水部、乾湿交番部に拘らず膜厚（大）は付着力ゴパン目試験共に良好であるが、膜厚（小）は両試験共に稍不良であり、膜厚差の影響が認められる。

(f) TE・ST

常時没水部：膜厚（大）（小）に拘らず一般部に欠陥発生は認められない。

スクラッチ部では膜厚（大）に比べ膜厚（小）はふくれ発生が認められ電気防食の影響を受け易い傾向がある。

乾湿交番部：常時没水部と同様である。

付着性：塗膜付着性に対する電気防食の影響は認められない。

3.4.7 まとめ

(1) モデルタンク

(a) 塗装個所の影響

報告は長期にわたる苛酷な条件での実験（15ヶ月）であり過防食によりかなりの塗膜欠陥が生じるものと考えていたが、全体的に欠陥の発生傾向は、塗装困難で均一な塗膜を得にくい垂直面に多く、平面部と先行塗りを実施した溶接部は共に、良好な電気防食効果を示している。

(b) 部位の影響

乾湿交番部に比べ、常に40℃海水に接触し、且つ流電防食される常時没水部の塗膜に欠陥が発生し易い傾向がある。

(c) 電気防食の影響

電気防食の効果により錆発生による欠陥は認められず欠陥はすべてふくれ発生によるものである。

(2) モデルタンク内試験板

(a) 陽極からの距離の影響

図3.4.4、5で明らかな様に陽極からの距離差の影響は認められない。これは、タンクの寸法に制限があるため大きな距離差がとれなかったためと思われる。

(b) 膜厚の影響

CV・NP、TE・NSの2種に膜厚差の影響が認められ塗膜性能発揮のためには、膜厚確保が重である。

(c) スクラッチの影響

電気防食を実施しているので、一般部に比べ、電流が流れ易く、この部分にアルカリ生成等による塗膜への影響があり、図3.4.7に示す様に各塗膜に対し厳しい条件となっている。

TE系の3塗料に比べCR・NP、CV・NPは、この部分の塗膜が変色（劣化）し、ふくれを多発する傾向があり、NT・STは稍ふくれを発生し易い傾向が認められる。

(3) 塗装系について

(a) CR・NP

図3.4.6で明らかな様に、電気防食併用による長期耐久性には問題があり、過防食条件下での塗膜性能は不良である。

(b) CV・NP

CR・NPと同様な傾向であるが膜厚依存性を有している。

(c) NT・ST

現用溶剤型タールエポキシと同等の電気防食性を有しており、実用上問題はない。

(d) TE・SL

現用溶剤タールエポキシと同等の電気防食性を有しており実用上問題はない。

(e) TE・NS

他のタールエポキシ系に比べ性能は若干劣るが、膜厚依存性を有しており、塗膜解保が重要である。

(f) TE・ST

現用のタールエポキシ系であり問題はない。

あとがき

公害対策用塗料として5年間に亘り炭化水素規制対策塗料および特化則対策塗料（コールタールおよびクロム）に関し表3.5.1に示す様に各種塗料の試作、塗料の性状、塗膜の耐食性および塗装作業性について検討を行なって来た。

本年度は研究の最終年にあたるため、実船への適用の可能性を検討し、次の結論を得ることが出来た。

- (1) アンケート調査では、社会のニーズとしての炭化水素規制対策および特化則対策を真剣に受け止め、対策用塗料の開発を前向きに推進中であることがうかがわれる。その中で特に炭化水素およびクロム対策として開発された無機ジंक・プライマは実用化の域を越え、実船への適用が行なわれていることが判明した。その他の塗料についてさらに実用化の範囲を拡大するためには、一部の塗料の塗膜性能や耐用年数の面で若干の改良が望まれる。
- (2) 船底外板用およびタンク用公害対策用塗料は、現用のコールタール・エポキシ塗料に比べ層間付着性に及ぼす塗装間隔の影響は少ない。この点については、現用のコールタール・エポキシ塗料より秀れた性能を有している。
なおタンク用公害対策用塗料については耐油性の面で若干の性能向上が望まれる。
- (3) 船底外板用公害対策用塗料の溶接、焼損部における防食性は、現用のコールタール・エポキシ塗料と大差ない。ショップ・プライマのタッチ・アップあるいは膜厚の確保が塗膜欠陥を少なくする方向にある。
- (4) タンク用公害対策用塗料に電気防食を併用（ $-900 \sim -950 \text{ mV}$ ）した場合の塗膜劣化（欠陥）はクロス部およびその周辺に集中（ふくれ）している。これは一般部に比べ電流密度の高いクロス部に生成したアルカリによる劣化（欠陥）と考えられる。塗装系ではCR・NP、CV・NPにふくれが多くやや不良であるがNT・ST、TE・SLは現用コールタール・エポキシ塗料と同等な電気防食性を示している。欠陥を生じた塗装系も過防食と、塗膜にとって苛酷な条件で長期（15ヶ月）に実験を実施しているため劣化が生じたものと考えられるが、適正電位による防食ではさらに良好な性能を示すものと思われる。

研究期間に制限があるため、試作した公害対策用塗料の実用化に必要なすべての性能について検討しつくしたわけではないが、実験室的な成果として実船への適用の可能性を秘めたいいくつかの塗料を見出すことが出来た。

これらの塗料を実船へ適用するにあたっては、さらに長期間での塗膜性能の確認と、造船所の塗装条件に合致した塗料の選定を行なって実用性能の信頼度を高める必要があるだろう。

表 3. 5. 1

研究内容

| 研究年度 | 51年度 | 52年度 | 53年度 | 54年度 | 55年度 |
|------------------------|---|--|--|---|--|
| 炭化水素類規制に関して | <p>研究費 66</p> <p>関連規則の調査 公害防止対策設備の調査 現用塗料溶剤の光化学反応性の検討 非光化学反応性溶剤の調査 対策用塗料の開発</p> | <p>66、295</p> <p>溶剤光化学反応性の検討 対策用塗料物性の検討 外板用塗料 デッキおよび上構内外部用塗料</p> | <p>66、314</p> | <p>66、327</p> | <p>対策用塗料について 実船への適用実績調査 層間付着性検討 層間付着性検討 溶接 焼損部における防食性の検討 電気防食併用効果の検討</p> |
| 特定化学物質等予防規則に関して | <p>66、279</p> | <p>タール含有塗料調査</p> | <p>コーロムタル組成の検討 コーロムタル対策用塗料の開発および塗料物性の検討 外板用塗料 タンク用塗料</p> | <p>対策用シヨップ・ブライマの塗装物性の検討 イ 耐食性および溶接溶断性 ロ 上塗相容性</p> | |
| クロム含有塗料(シヨップ・ブライマ)について | | | <p>シヨップ・ブライマの現状調査 対策用シヨップ・ブライマの開発</p> | | |

記号説明

規格・基準

S P S S : 日本造船研究協会 (塗装前鋼材表面処理基準)

A S T M : AMERICAN SOCIETY for TESTING and MATERIALS

S S P C : STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL

(Steel Structures)
Paint Manual

S I S : SWEDISH STANDARDS INSTITUTION (SIS 055900)

塗料関係

S / P : ショップ・プライマ

W P : ウォッシュ・プライマ

I Z P : 無機 ジンク・プライマ

E Z P : エポキシジンク・プライマ

(1) C R : 塩化ゴム塗料

V 又は C V : ビニル塗料

P E : エポキシ塗料

T E : タール・エポキシ塗料

T E (B T) : コールタールまたはコールタールピッチ以外の瀝青質を含有する
タール・エポキシ塗料

T E (N T) : 瀝青質を含まないがタール代替物質を含有するタール・エポキシ
塗料

N T : 変性エポキシ塗料 (T E (N T) に同じ)

(2) A / C : 船底さび止塗料

A / F : 船底防汚塗料

(3) S T : 現用溶剤型塗料

S L : 低溶剤型塗料

N S : 無溶剤型塗料

N P : 非光化学反応性溶剤型塗料

(1) + (2) + (3) の組合せ有り

例 T E (B T) ・ A / C ・ S L 低溶剤 T E (B T) 船底さび止塗料

4. 第18回防食防汚国際委員会年次総会(18th COIPM PLENARY SESSION)
並びに 第5回国際防食防汚会議(5th INTERNATIONAL CONGRESS ON
MARINE CORROSION & FOULING)

出席報告

4.1 第18回防食防汚国際委員会年次総会

期日と場所

18th COIPM P.S. バーセローナ スペイン 13~17、5月、1980

DR. ROMANOVSKY、氏、CHAIRMAN、開会を宣し、全員歓迎の意を表す。欠席者に代り陳謝。会議事項と前回議事録を確認す。会場はパラシオドコングレソ、バーセローナ

4.1.1 各部の討議

(1) 生物学部会 DR. RELINI G. (伊)

(a) COIPMが目下編集中のMARINE FOULING & ITS PREVENTION, NO 2、に関する討議が大半であった。因みに、其のNO. 1は 1952年米海軍後援に依るウヅホール海洋生物研究所(マサチューセッツ州、米)編集のもので、FOULING に重点が置かれているが、当時の状況により、其の生物も限定され、海藻類等極く少い。最近の研究対象物の広範囲化に伴い、其の需要に応ずる為のNO.1の補填版と云える。完結迄には尚ほ1、2年を要するものである。

(b) RELINI G. (伊)により、RAVENNA(ヴェネスの南、アドリヤ海、伊)沖6Km、18KmとCROTONE(タラント湾、半島南端、伊)沖6Kmに於けるメタンガス生産オフショアプラットフォーム下に吊されたテストパネルの季節別、水深別各種生物付着調査(湿重量)の説明があった。RAVENNAは過栄養地区であるに対しCROTONEは海水清澄、栄養度が少い。共に温暖気候であるが、其れ等の水深別付着量(湿重量)g/パネル/年に大きな特性差あり下表のとおり。

| 場所 \ 水深 | 海面附近 | -9 m | -14 m | -20 m | -50 m | -65 m |
|---------|----------|------|-------|-------|-------|-------|
| 湿重量 | g/パネル/1年 | " | " | " | " | " |
| RAVENNA | 11916 | 5949 | | 820 | | |
| CROTONE | 816 | | 853 | 840 | < 586 | 586 |

RAV.の場合、過栄養海水の故か、海面附近~-9mは少栄養海水のCROT.に比し付着量に大差がある。その付着最盛期の夏には 25 g/dm^2 に達するが、CROT.は秋、春が最盛期なるも 2.9 g/dm^2 を超えない。然しRAV.は水深と共に其の量は激減して通常の傾向を示すが、CROT.の場合は海面附近~-20mの間が816、853、840の如く異状な横這いだし、-65mの586も海面附近の816に比し減少が少く通常値と云へぬ。DEPALMA(米)氏の解析によれば、CROT.の-50mは最低値を示しそれ以後漸増して-65mで586になると云う。このRAV.とCROT.の比較データをDR. RELINI G.が敢えて説明した所以は温暖な伊国の近距離を両地点間に生物付着傾向に大差が出た現象は他所にもあり得る。即ちオフショア設計にファウリングが注目すべき要点だとすれば其の場所の生物附着特性調査の必要があるとの示唆に他ならない。因みにCROT.に於ける付着生物は海面附近はMUSSELいがひ、からすがひが主体で 68 g/dm^2 /年、-65mはBIVALVE PICNODONTA COCHLEARが主体で 48 g/dm^2 /年であった。(添1)RAV.の場合-10m、1ヶ年の主体はMUSSELの外フジツボ、セルブラ類が見られ、種類に於いても大差あることがわかる。最近の当部会はオフショア部会と共同議論をする故に、生物学をオフショアと関連させ

- て行くことが多い。日本列島の太平洋沿岸を生物学者は KUROSHIO CURRENT 地区と称し、浅海、深海での生物学界の宝庫の一つと見ている。オフショアに関係のある生物学的追求を彼等が望む所以である。なお、ソビエトは日本海に於ける生物学的データを数多く所持している模様である。
- (c) DEPALMA J. R. U. S. NAVAL OCEANOGRAPHIC OFFICE (米)は添2の如き FOU LING 研究の文献集を作成し、其の LIST を小生に提供された。41文献の中7件が舞鶴、横須賀、佐世保、大湊、佐伯、沖繩(ホワイトビーチ)等のものであったことは驚きである。これは、1968年～1978年、海上自衛隊と協力しての調査であることを知り其の内容提供方懇請したのに対し、米海軍は異存ないが、海上自衛隊関係者の承諾を得られよとのこと、当172部会委員諸氏の御努力にも拘らず、未だ朗報を得ていない。DR. GARETH JONES, PORSMOUTH POLYTECHNIC (英)も入手切望の一人、MARINE FUNGI の COIPM に於ける権威で、KUROSHIO CURRENT については特に関心を有している知日派である。
- (d) HANSEN 氏 (DANEMARK)は CONCHODERMA AURITUM (RABBIT-EARED, GOOSENECK BARNACLE) について発表している。HANSEN 氏によれば南アフリカ西海岸 NAMI B I A 沖漁業海域に於いて猛繁殖し、漁船群に対し打撃甚大とのこと、かつて植物系生物が南米西海岸航路の日本船被害から注目され、2～3年の間で全世界的に拡がったことを思い合せ GOOSENECK BARNACLEの今後の見極めについてのコメントを求めた OFF-OCEAN 的生物であること、現在世界的に既に分布しているが地方的密度は小さい。外洋船が繁殖媒体に成らないだろう等の理由で、樂觀的であった。小生はかねて依頼されていた日本列島周辺の確認データを添3の如く提供した。三菱重工長崎、日立造船界、日本油脂の各委員の協力に依るものである。DR. RELINI G. (伊)は KUROSHIOの影響とコメントした。
- (e) H.S. PREISER 氏 (米)は SLIME の DRAG に関する文献少さを指摘した。彼は D. W. TAYLOR NAVAL SHIP RESEARCH DEVELOPMENT CENTER の塗装担当、常に SLIME の DRAG EFFECT を主張している。その試験法を後刻送附すると約されたが未入手である。日本に於ける SLIME 関係生物学的文献の収集にご協力願いたい。
- (f)(i) 同氏は更に、防汚剤を使用せず、塗膜特性を活用する AFの一つとして TEFRON-FILLED FLUORINATED POLYURETHANE-AFがテスト段階に遡入っていることを発表した。僅かな力、小さな水流で附着生物が容易に剥離するもので ANTI-ADHESIVE COATING と称されている。過去にもこの種の FILM は考へられていたが決定的なもの出現に至らなかった。O T E C の BIOFOULING SYMPOSIUM で DR. J. D. BULTMAN はこの種の低エネルギー表面にはふじつば類の附着が少いことの講演をしたとの紹介があった。この SYMPOSIUM では、外に MACROFOULING は或る種の METAL ALLOY の CORROSION ATTACK を助長するし、MARINE BORER (船喰虫等) はナイロン、PVCに損害を与える故、共に AF処置の必要なる事にも触れている。但し、これ等の AF処置法が問題である。
- (ii) MOR 氏 (伊) オフショア保全のため或る種のグリース利用。
温暖な海域に於いて LARVA の好まざる表面状態であることがこの種のものの特徴だが素材との附着性の改善が必要の由。AF、AC性共に良好と発表。
- (iii) RELINI 氏 (伊) 或る種のプラスチック表面の AF性研究中、内容並びに対象物不明も特に MICROFOULING に言及している所を注目したい。
- (iv) HOUGHTON (英) 除草剤の利用。無公害のもので、動植物性海洋生物の付着理論の研究と相持ったもの。内容不明。MOR、RELINI 両氏共に COIPM のスタッフで英海軍造船研究所幹部であるだけに注目に値する。PORTSMOUTH POLYTECHNIC と協同研究中 g i ~ iv は権威ある諸氏の間で無防汚剤型 AFの研究が最近の傾向であることを示す。総べて生物学者との連携密なり。

(2) AFペイント試験法部会 DR. E. MOR (伊)

(a) AFの筏浸漬テスト 1) 室内リーチングテスト 2) 共に 1977 ~ 1979のもので1) には中国(宮島)、神東(追浜、住友重機械工業)が協力、2) は当時SR部会にリーチングテスト法の基準が無かったため不参加であったが、部会として一応終了と認め、収録して印刷、発表することになった。今後の課題を決めるための資料として、AF試験法(添4)と防汚剤(添5)の簡単な文献リストが与へられこれを基に論議した。S・E・M、X・R・Fの利用が考へられるが、高価のため、COIPMの枠内テーマとしては一般的と云へず、見送られた。又、新防汚剤としても当分有機錫系以外は適当でないとの理由で新発展が得られなかった。次回迄に、DR. E. MORが新課題の草案を作るので期待したい。PROF. MARY GOODのAF試験法に関する考へ方が披露された。

- (i) 再現性のある方法を発見して、リーチングレートを測定する。
- (ii) 温度、塩分濃度、溶存酸素、PHをパラメーターとして、其の影響を研究する。
- (iii) 対象物は有機錫型AFが適当である 殊に有機錫系ポリマー(R₃S_nX、X: VINYL GROUP, MALEATE, 等)を推奨している。

PROF. GOOD はニューオーリンズ大学化学部教授、米海軍の海洋生物学者間に信頼を得ている。部会はこれを検討して、当部会の試験法の合理性を承認した。リーチングレート測定法としてはDR. MOR(伊)が最適と自賛しておられるが其の方法論の英訳を要請した。

(b) 新しい筏浸漬テストとして米海軍現用のPOLYMER型AF塗装テスト板がH. S. PREISER(米)氏から提供されることになった。日本、西独、ギリシャ、アルゼンチン、デンマークが協力表明した。

(3) 公害部会 DR. N. GHANEM (エジプト)

(a) GHANEM氏欠席のため審議なし。前回の取決めで、1) 公害環境の材料(AF等)への影響と、2) 材料公害(AF)の環境への影響の二分科会に分かれたが、1) をDR. H. GUARD カルフォルニア大学、(米)、2) をDR. C. VAMVAKAS 海洋研、(ギリシャ)が分担、とりまとめることになった。然しこれに先立ち委員長GHANEM氏の研究計画作成することを要請することにした。

1) には、嫌気性硫酸還元バクテリア、過剰養海水が話題に出た。2) については銅公害があるが、アイテム採択に疑問がある。

(b) GHANEM氏は文献「新マリンペイントに対する生態学的要望」を提出した。

内容は、毎日80隻の大型船舶が通航するスエズ運河は船舶が使用している銅系AFに依る銅公害が底部沈澱層中で平均 $80 \mu\text{g}/\text{l}$ に達している。スエズ運河再開直前の1975年4月は 42.13 ppm であったに対し 1977年6月32,500隻通過後は 44.44 ppm 、1978年6月52,500隻通過後は 55.77 ppm 、1979年2月66,500隻通過後は 80.33 ppm となり、ついにUSEPAの公害リミット(沈澱物中)50ppmを遙かに超え、今後漸増の傾向を示している。又表面並びに底部海水中溶解及び懸濁の銅分は平均 $70 \mu\text{g}/\text{l}$ である。もっともスエズ運河の特徴として紅海、地中海側に水位差があり潮の干満が6時間置き、海流スピード $200 \text{ cm}/\text{sec}$ (ジブラルタルは $100 \text{ cm}/\text{sec}$)と速く、同一場所に於いても、時刻、季節によって $20 \mu\text{g}/\text{l}$ ~ $1,150 \mu\text{g}/\text{l}$ とバラツキ大。又、運河の中央ピッター湖は $3.9 \mu\text{g}/\text{l}$ と少い。然し平均 $70 \mu\text{g}/\text{l}$ (海水中)の数字は、US海軍当局指示のミリット20ppmを優に超えている。エジプトとしてはスエズ運河航行船に銅系AFの使用は好まない、出来るだけ速かに、有機錫系AF等無害的AFの開発とその一般化を望むと云う主旨である。之れに対し、自由討論した。沈澱物中の銅については、先に、US海軍の考へ方として、沈澱物と銅が強固に結合して海水中に容易に再溶出しない、所謂クリスタリンマトリックスと成っており其の場合の分析法として、塩酸法と硝酸過塩素酸法の二つが考へられるがデータが一致せず、サンプリング法と併せて分析法の標準化が出来てないと云う現状をふまえて規制云々の積極論は出なかった。

有機錫系 A F 等の普遍化により自然的バランス修正が望ましい。海水中の銅に関しては、全長 16.5 Km の 10 Km 毎のデータは、時刻による変化も大きいと云うことであれば一層其のサンプリングに困難を極めたであろうと次回 GHANEM の説明を求めることにした。(例、同一場所にて 113.5 $\mu\text{g}/\ell$ (9 a. m.)、75.2 $\mu\text{g}/\ell$ 、(12 正午)、36.2 $\mu\text{g}/\ell$ (4 p. m.)

(c) 造研 172 部会 53、54 年度報文「A F の安全性取扱実験データ」を日本ペイント(株)の協力を得、提出説明した。船梁内での A F のエアレス塗装作業の際、塗装箇所からの巨離と風の飛散ミストに及ぼす影響を現場的に、且つ風洞実験に依り、再現的測定し、これにガーゼ着用効果データを組合せ其の関連を示した。備か二枚のガーゼを重ね、マスクとして着用した場合、無マスクの場合の 1/10 の飛散環境改善と成る。更に、塗装外請労働者に対して、風上待避の効果を勧告する基本的データを出している。この種の実験的で説得力ある文献提供の少ない COIPM として、部会長不在の時だけに、一層賛辞を得たことを附記する。

(4) オフショア部会 MR. J. R. DE PALMA

(a) 米のメキシコ湾、オランダの北海、ギリシャのエーゲ海ヒドラ島はテスト進行中なるも、部会長指示の調査要綱記載の事項に関する報告は未だない。英、仏、伊は計画段階である。各国の深度は米 - 1.265 m、オランダ - 50 ~ 100 m、イタリー、英共同(イグリアン海) - 600 m、スペイン(カージズ、CADIZ) - 60 m、なお、オランダはローダレール、フロリダ、米 - 200 m でもテスト開始、オランダ沖北海の水深不足と温暖の地を求めたもの。各種塗装板のテストに特徴がある。調査要綱の概略下記のとおり。

(i) 水深、沿岸わらの巨離、海洋学的データ

(ii) 浸漬装置図面、浸漬スケジュール

(iii) テストすべき金属と非金属

(イ) 報告のためのプランと調査内容

素材、システムの種類、サンプル数、サイズ、処理、浸漬の詳細、結果(錆の型と発錆レート、物理的性質の変化、深度の影響)、結果による意見具申と結論。

(ロ) 種類アルミニウムとその合金、銅、真鍮、青銅、キューブロニッケル、鋼、ステンレス、HA STELOY、INCONEL、チタニウム、ゴム、プラスチック、ペイントシステム

(iv) 生物付着

(i) 各位置に於ける MACROFOULERS と BORERS のリスト

(ii) 各位置に於ける木材の中の MICROORGANISMS のリスト

(iii) 定量的報告 (QUANTITATIVE STATEMENT)

(iv) 素材についての附着影響

(b) SR 182 部会の発足を紹介した。内容には触れてないが委員の注目を浴び祝福された。住友金属中央研の和歌山県周参見沖水深 150 m での生物付着データの発表が望まれている。(なお、工業技術庁による海底石油生産システム研究のためのテストパネルが三浦半島城ヶ島沖 - 35 m と - 255 m に 1980 年 9 月浸漬開始、発錆テスト等を行うが、其の中に、水深差による生物付着調査がある。貴重な発表を待望したい)

(c) DE PALMA 氏(米)はオフショア技術会議、OTC、の文献、「北海に於ける固定オフショアプラットフォームに対する生物成育の影響」(添 6)

(要約と結論のみ、本文は SR 172 に提出)を引用し 1) 生物付着は TUBE DIAMETER の増加を来しこれが企画面積と排水量をより大きくする。そのために水力学的荷重の増大と成る。

$p = \frac{C}{2} \sigma A v^2$ 2) 表面粗度が増える時も全じてである。 3) 全体重量が増すのは当然だが、

4) 付着が全面均一的でなく、かつ、渦巻流れ (VORTEX SHEDDING) の要因になり、ために

水力学的不安定性を示すことになる。5) 総質量と、構造物と共に移動する水量 (HYDRODYNAMIC ADDED MASS) の増加は NATURAL FREQUENCY を減少し DYNAMIC AMPLIFICATION FACTOR を増すことになる。(5) は筆者には解らない。構造物体の周波数の減少により、波のそれと同調し易くなる、等) 5項目がオフショア構造物の LOADING (荷重) に影響があるとされていることを披露した。又、其の「結論」にある (d) 構造物の水面部から水深 30 m 迄が波による影響大であるから特に其の間の付着除去を心掛ける。又 (e) 主脚 (MAIN LEG)、支柱 (BRACING MEMBER) 部は LOAD の最大部分故其の深度に関らず附着については充分留意すべきことの示唆があった。この文献は過去数度のダメージが有つた北海に於けるオフショアに対する解析である。北海は冷寒帯で生物附着は少い。然し荒天が続き気象条件は悪い。水深 100 m がモデルになっている。この場合のデータ作りだが、オフショア設計時の最も重大なパラメーターとして海洋生物の附着が挙げられ、之れを結論としていることに留意したい。DE PALMA 氏は U. S. 並びにオーストラリアはオフショア研究者に其の施設開放の用意あることを重ねて言明された。

(5) 表面状態部会 MR. O. HANSEN (デンマーク)

船舶外板の表面状態の変化が及ぼす水力学的摩擦抵抗を測定し、それと船舶の減速との関係を直接的に知る試験法の開発がこの部会最近の主題であつた。筆者等の要望により取り上げられたものである。我々が所有し得るローター法、ディスク法は重要設備の一つだがそのデータは必ずしもこの問題の最終的な解決たり得ないからである。COIPM ではこの 2~3 年間論議を重ねたが、難解で、到底 COIPM の枠内で発展不可能と成り、ITTC に研究委託を U. S. 委員により計られたが好転せず静観中であることは前報通りである。今回は粗度と減速との関係を運航データで求めよう。委員共通の題目とすれば、せいぜい部会名も HULL ROUGHNESS EFFECT とすべしと甚だ後退した案も出た程である。然しそれでも膨大なデータが必要で容易に短期間に解明し得ぬことである。部会としては今後の方向を決定するためにアンケートを出したが (添 7) の如く解答した。SR 部会幹部委員の協力に依つたものである。要旨は「減速問題解決の為にロータ、ディスク両法以外の装置の開発を望む。アンケート集約後に出来た新しい研究方法論が我々の理解し得るものであれば ACTIVE MEMBER として協力したい」とした。

(6) コンクリート部会 DR. PROF. Th. SKULIKIDIS (ギリシャ)

海洋水に浸漬した「2~3の防錆剤等を添加した強化コンクリート」を引揚后、鉄材の重量減を精密測定する。この協力を、3ヶ年日本油脂が果した強化コンクリートの基礎研究の一端であるが、この場合、最終処置剤の「特定の INHIBITED HCL」が郵送されないギリシャ側のミスがあつたため、日本初め西独等の協力圏にデータのバラツキが出た。SKULIKIDIS 氏の謝罪があり、INHIBITOR は 6-METHYLENE TETRAMINE と決つた。日油の協力を感謝された。

4.1.2 総務事項

- (1) COIPM の事務局所在地がフランスからベルギーへ、1980年1月から移つた。フランスでは CREO 機構内にいたが、これが今回商業的な CREO S.A. に変革されたためである。ベルギーでは、ODEMA, OFFICE d'ETUDES MARINES ET ATMOSPHERIQUES, 64, rue GABRIELLE 1180 BRUXELLES, BELGIUM が住所と成る。メンバーフィーは従来の F. F. 2.300 をベルギーフランに換算した B. F. 17,000 である。
- (2) DR. ROMANOVSKY 委員長は新会員の勧誘、他の国際的委員会への接触、COIPM 編集の文献、印刷物の積極的購入を要望した。彼はその都度委員一人一人に COMMENT を求めた。全員賛意を表する筈であるから責任が生ずるわけである。新会員云々は容易でないが、他は協力を得つゝ有る。
- (3) 総会と国際会議の開催スケジュール

- 19回COIPM総会 期日 22日～26日、9月、1981年、場所 ブラッセル
- 国際会議(6th INTERNATIONAL CONGRESS、1984)の開催場所は未定。

この数年間、メンバーは一様に日本開催を切望していることは既に報告済みであるが今回も不況を理由に確答を避けている。将来積極的に考慮してよい課題と云へよう。委員長は次善策としてオーストラリア又は英国に正式要請する模様である。

4.2 第5回国際防食防汚会議 5th INT. CONGRESS ON MARINE CORROSION & FOULING

場所と期日 バーセローナ、スペイン 19～23、5月、1980年
 会議はバーセローナ工科大学の協力を得て、REVISTA IBEROAMERICANA DE CORROSION Y PROTECCIONが組織し、COIPMの後援によって進められた技術委員SCIENTIFIC COMMITTEE 19名がCOIPMメンバーから選出され、会議中の技術的運営をした。其のPRESIDENTはDR. V. ROMANOVSKYで筆者も技術委員の一員に列した。なお、この委員会中数名は本会議に先立ち14～15、2月、マドリッドに於ける予備会議に出席を請はれ、応募原稿の審査、プログラムの修正確認等の技術的作業をした。原稿数は結局80件に絞られ、之れを海洋腐食と海洋生物学(MARINE CORROSION & MARINE BIOLOGY)の二科に分けた。共に43件宛で、相拮抗している。その内米英は計25件であった。各科に分れた会議場はスペイン語、英語、仏語の同時通訳で、会議場PALACIO de CONGRESOSの設備は国際会議場として良好であった。出席者は25ヶ国から215名、内58名のスペインを筆頭に、米24、英18仏17と続く。ヴェネゼラ12、アルゼンチン9と初参加の中国が異色且つ熱心で、日本は計6名。新日鉄基礎研、島田春夫、川崎製鉄、久野忠一、日本鋼管、玉田明宏、関西ペイント(ロンドン)、佐藤元信、中川昉触(ロッテルダム)、竜野幸夫の諸兄と小生であった。

4.2.1 報文の概要

(1) 日本からの二つの報文について

(a) 海水中に於ける鋼管抗の腐食と防食、THE CORROSION & PROTECTION OF

STEEL PIPE PILES、M. MAKITA、PUBLIC WORKS RESEARCH INST. MINISTRY OF CONSTRUCTION(土木試験所化学研究室、蒔田主任)を玉田明宏氏(日本鋼管)が講演した。海洋構造物等の防食技術開発に関する建設省プロジェクトの一つである。各種の素材の海水浸漬テスト結果の発表をした。浸漬場所は二ヶ所。一つは千葉市某工場波止場沖、他は茨城県阿字ヶ浦沖、前者は浪静かで、東京湾の汚損地区、後者は浪高く澄澄な外海で、共にテスト水位は飛沫帯と干満帯であった。プロジェクトは1973～1987、15ヶ年の膨大なもの由なるも、今回は1973～1978、6ヶ年の中間報告の要約であった。

テストされた防食法は金属被覆系5種(ステンレス鋼、耐海水鋼、モネル、Ti、AL溶射)、塗装係10種(溶射AL+タールエポキシ、無機ジンク+タールエポキシ、無機ジンク+エポキシ、ガラスフレーク入りポリエステル等)、有機ライニング系15種(ポリエチレン、エポキシレジンモルタル、ウレタンゴム、ブチルゴム等)無機ライニング系3種(スティール、ファイバー入り、コンクリート、セメントモルタル+FRPカバー等)の合計33種類である。テスト結果はステンレス鋼巻き、無機ジンク+ガラスクロス補強エポキシ、ポリエチレン、スティール、ファイバー入りコンクリート等が良好だった。玉田氏は多数のスライドを用ひ効果的な講演をされた。問題が実用的だったためディスカッションが休憩時間に及んだ。中国のLIEN氏は適当な防汚塗料を聞いた。今回のデータに偶々無かったからだが、小生代って種類の説明に止めた。J. L. LANDERO氏(メキシコ)は飛沫帯の杭表面に海水を常時流すことによる腐食速度の低減策は如何の質問あり。又、電防の可能性度、溶存酸素の問題等コメントが多かった。J. DEPIREUX氏(ベルギー)は日本の塗料、塗装スペックを知りたがっていたが、

小生、日本塗料工業会のアドレスを提供、接触を勧めた。講演がスムーズに行はれた理由の一つに、CHAIRMAN, DR. HARGARTER (西独)との事前協議が充分であったことを附記したい。

(b) 塩素イオンにおかされる場合のCu-W系埋込み鉄筋の耐食性の電気化学的研究

THE ELECTROCHEMICAL STUDY ON CORROSION RESISTANCE OF Cu-W BEARING STEEL BARS EMBEDDED EXPOSED TO CL⁻ ION ATTACK H. SHIMIDA (新日鉄基礎研、島田春夫氏)クラック付加のコンクリート中に埋め込んだCu-W系鉄筋の東京湾での飛沫帯と海水中浸漬を2ケ年実施、通常のスケールバー使用のものに比し塩素イオンによるCORROSION RATEは1/2~1/3である結果を得た。又、実験室的に、0.2% NaCl + Ca(OH)₂水溶液、PH 10、11、12、室温、の下でテストしたこの電気化学的実験でも実海水中の結論と同様にCu-W系の優秀性が認められ、この室内試験方式の有意義性が判明した。島田氏は質問者がスペイン人の場合スペイン語で答えられた。

(2) オフショアメンテナンスの新可能性

NEW POSSIBILITIES OF OFFSHORE MAINTENANCE, L. A. KIK, SIKKENS, HOLLAND

1973、北海でのオフショア群出現のため、必然的に生じた修理、保全法の研究の内、海中部分を其のままの状態、施行するためのコーディングシステムに関する開発状況を記述したもので、SIKKENS GROUPの研究故、内容の核心には触れて居らないが参考になる。北海でのUNDERWATER COATINGとしてのプロフィールは 1) 5~20°C海水中でブラストクリーンスチールの上に、たやすく、能率的に、刷毛塗り可能、2) 乾く前、及び乾いてから後に、海流と波浪に対して高い抵抗度をもつものであること、3) コーディング面からの水の移動、4) 膜厚は300μm、5) 5~20°Cの海水中でCROSSLINKING良好なこと、6) 付着良好なこと、7) 化学的物理的抵抗力良好なことである。其の結果、ABRASIVE BLASTING(防錆剤混入)すると同時に、多機能を持ったプライマーが塗られ、次に特殊なSOLVENT FREE EPOXYが膜厚塗装される。これ等は、リモートコントロールの自動塗装装置により施行されて居る映画で説明された。飛沫帯処置が今の段階で、装置は約20mの上下運動をする。水中塗装可能なAFは未だしの由。SIKKENSはAFメーカーとしては著名ではない。

(3) ミシシッピ河セントジェームズに於ける最重要オイルタンカーターミナルの防食設計

CORROSION CONTROL DESIGN FOR STRATEGIC OIL TANKER TERMINAL, MISS. RIVER, LOUIS. ABRAMSON, U S A

1973、OIL輸入禁止直后にとられた緊急工事である。DOCK DESIGNとCATHODIC PROTECTION DESIGNが論ぜられている。流速2~10ノット、潮位差8m、タンカーは100,000 dwt まで、水深(MIN.) 16mの条件である。スチールパイルはショップコート、タールエポキシ塗装、外部電源方式、及び流電陽極方式による電気防食施行を突貫作業した際の成績報告である。

(4) ミクロファウリングと其の影響

(a) 海洋バクテリア付着: SEM研究 MARINE BACTERIAL FOULING: SCANNING

ELECTRON MICROSCOPE STUDY, M. J. DEMPSEY, U. K.

マトリックスの顕微鏡的表面多孔質特性がバクテリア侵入の基に成る。付着性ポリサッカライドが細孔を封鎖し、シンプルなバクテリアのCELLセッティングを助ける。これがセル分割に依りコロニーと成り、ついに付着性粘液質を持った多種類混合の複雑な密生バクテリア協同体で覆はれる。バクテリアの種類は多数で、種々の形、枝状、茎状をしている。SEM研究は、海水浸漬に於いて、このバクテリア層が段階的にミクロファウリング、即ちスライム付着に至る可能性の追求をしている。更に進んでMACROFOULINGとの関連については、未確認なるも、推測し得る研究項目とのバクテリアセット

リングは有機錫系防汚剤、特に、ブチル系は無機系(Cu等)に比し、其の量が多い。即ちAF配合法に依っては、スライム発生度に関係あろう。スライム発生率がマクロファウリング量に直結すると、仮定出来れば、AF設計上、特に有機性AFの場合、バクテリアセツトリングテストを先行させるべきや否やのコメントがディスカッションの課題になった。ブローディングに回答があろう。

- (b) 船舶の減速防止のためのマイクロファウリング(スライム)の影響 H. S. PREISER, USA
マクロファウリングのコントロールはAFの使用と適時の船体掃除により達成されている。然しすべてのマクロの海洋生物が除去され、全く清浄な外側面と思われても依然として、大きい度合いの摩擦抵抗が残されており、減速防止の突を充分挙げ得ないことがある。即ち従来の完全清掃後一、二日停泊して出港した場合、既にHULLに密生したSLIME付着がありこのスライム付着が其の要因の一つであろうと、US NAVYのAF関係研究者の課題になっている。氏の所属するDW. TAYLOR NAVAL SHIP RESEARCH & DEVELOP. CENTERではスライム生成とAFペイントの関係テストを市販品で行っているが其の内容結果は発表されてない。なお、タンニン質系材の耐スライム性と塗膜表面のウェツタビリティ等がこの種のテーマの一つであろうとその文献を引用したSLIMEのDRAG EFFECTについては、ウツホールレポート(1952)に既に報ぜられているが、US NAVYの場合、当然1940年末期の海軍現用品HOT PLASTIC、COLD PLASTIC型AFを対象とした実績データに基づいたもの、共にCu系AFだが、当時この問題が研究の焦点と成ったことを聞かない。最近の焦点はERODING AFに集中していると思はれる。NAVY現用品TBT系COPOLYMER型AFの評価と要望と見てよい。日本に於いては、SLIME問題は解決済みと考へ度いが、塗装時の簡易化と共に、この種のAFはより良いANTI-SLIME性がかつてのANTI-ALGAE性解決同様の緊急性を持っていることを附記した。

- (c) OTEC(OCEAN THERMAL ENERGY CONVERSION SYSTEM)の熱伝導率に対するマイクロファウリングの影響 EFFECT OF MICROFOULING ON HEAT TRANSFER EFFICIENCY, L. R. BERGER, B. LITTLE U. S. A
キーホールポイント、ハワイとメキシコ湾の二ヶ所で、熱伝導管チューブ表面の腐食並びにマイクロファウリング層が熱伝導率に及ぼす関係を実際現在使用し得る素材のチューブを用い素材面のTOC(全有機炭素量)、TN(全窒素量)を測定し乍ら能率低下との関係を調べ様としたもの。元来OTECは太平洋に於いて、表面の暖い海水と深い所の冷い海水の温度差でエネルギーを生成し様とするオフショアである。能率は高いものではない。従つて熱伝導管のメンテナンスの必要性は重大且微妙である耐腐食性も当然だがマイクロファウリング層の影響は致命的だとされている。今回のテストの結論は、二ヶ所のデータ共、CuNiの場合は其の防汚性能のため生物による能率低下の著しきものがないに対し、Ti初め他のものはそれぞれ、この地区に於いては、マイクロファウリング膜附着の故の能率低下が目立っていることが確認された。なお、OTECに対するマクロファウリング影響については、MACROFOULING PROBLEMS ASSOCIATED WITH OTEC UNIT, A. THORHAUG, USAがある。こゝでも第一にHEAT EXCHANGERに対するマイクロファウリングコントロールの必要性が説かれているが、マクロの対象はHULL INTAKE、OUTFLOWでプラントの浮力、安定性並びに、INTAKE、OUTFLOWのつまりのためのコントロールである。テスト地はマイアミ沖とプエルトリコ沖の二ヶ所、ガルヴァナイズドスチール、裸スチール、PVC、Al、コンクリートを使い、水深-60ft~0のマクロファウリング調査を僅か3週間置き90日行っただけで、長時間予測データを作成していることは興味深い。ディスカッションに於いて、J. DEPALMA氏(COIPM オフショア一部長、USA)はこの場所に於いて、この種類のストラクチャーのマクロファウリングは12ヶ年後に於いて-18mより上部に於いては100%硬質生物(フジツボ、モラツセetc.)に覆はれ、-30mは50%、-90mは5%である。100%の場合の重量は 17kgm^{-2} に成る

と云う。生物の各水深に於ける種類も推定されている。OTEC建設当初に於いてはWOODS HOLE 文献(1952)だけのデータに依ったが、現在多数の関連データを参考にすることが出来るから長期期間後の予測計算可能とのことである。

(5) AF関係

(a) ワシントン州バゲット水道に於ける同一テストパネル間のファウリングの変動について

VARIABILITY AMONG IDENTICAL FOULING PANELS IN PUGET SOUND,
WASH. A. SCHOENER, U. S A

数多くのAF文献があるが、AF浸漬実験に於けるテストパネル間の付着差の問題は軽視されている。6月1978年、同一のテストパネル150ケを、6ケのフロートの片面から-16mの水深に懸吊し、間隔は15.2cm、パネルは水平、等量照明で同一条件下の一ケ年のテストをした。パネルサイズは20.3×20.3cm。バラツキのある其等のファウリング結果を解析し、研究のために、必要な最少のパネル数とサイズの最小値を求めた。パネル数は10を越える必要なく、サイズも使用サイズの20×20cmで充分であるとの結論である。なお、更に1ケ年続行して確認をする。

(b) TBTF系AFのリーチングレート測定に関する力学的データ

KINETIC DATA ON THE LEACHING OF THE TBTF-AF PAINT Th. SKOUL-
IKIDIS (ギリシヤ)

リーチングレート測定法の一つで、EPMA法の適用してある時間リーチさせたTBTF-AF表面及び断面の残存Sn量を測定する。この場合測定面以外の面はポリエステルマトリックスでシールしてデータのバラツキを防ぐ。この方法は最も正確且つ繰返へし性のあるものと説明されている。活性エネルギー値から判断して、塗膜を通して、リーチング環境へのTBTFの固体拡散と推測される。

(c) 研究所に於けるAF塗膜のエロージョンと摩擦抵抗の測定と其の実験結果の意義

MEASURING THE EROSION & FRICTION OF AF-COATINGS IN THE
LABORATORY AND THE SIGNIFICANCE OF THE RESULTS IN PRACTICE
DE LA COURT HOLLAND

有機錫系コーポリマー型AFの性能評価の一つに、其のERODING AFペイントなるが故に、EROSIONと塗面の摩擦抵抗を測定する適当な方法論がなければならぬ。COIPMの委員であり、N.O.のエキスパートであるDE LA COURT氏は、1) 大きい直径のROTORによる其のペイントのEROSION研究、2) 小さいROTORによる摩擦抵抗測定を温度上昇測定で行う。3) SPINNING DISC法を用ひてEROSIONと其のペイント表面の粗度減少並びにDRAG減少値を出すことを勧めている。

(6)(a) 高速度水による生物付着船側の清掃

CLEANING OF FOULED SHIP HULLS BY HIGH SPEED WATER,
M. MAASBERG, RUMANIA

(b) キャビテーションジェットによる付着生物除去の実地テスト

FIELD TRIALS OF CAVITATING-JET FOULING REMOVAL DEVICE,
A. F. CONN, U S A

(7) 海水中に於ける金属の電気化学的並びに腐食挙動の特性

SPECIAL FEATURES OF ELECTROCHEMICAL & CORROSION BEHAVIOUR OF
METALS IN SEAWATER, I. L. ROZENFELD, RUSIA

(1×18T 10T)鋼及びそれがAl-ALLOY、低炭素鋼、BRASSと接触時の海水中の、腐食電位、ガルバニック電流密度、分極曲線等の電気化学的挙動が論ぜられている。但し論文提出のみ。

(8) 電気防食

- (a) 船舶カソード防食用流電陽極の溶解挙動に対する港の汚染影響

EFFECT OF POLLUTION IN HARBOUR ON DISSOLUTION BEHAVIOUR OF GALVANIC ANODES USED FOR C. P. OF SHIP, B. DESHMUKH, INDIA

Al 合金 (Al-Zn-Sn)、Mg 合金 (Mg-Al-Zn-Mn) 流電陽極の性能は硫酸塩還元細菌 (DESULPHOVIBRIO DESULFRICAN) が存在する低溶存酸素濃度の海水中では低下する。同細菌の存在下で起る電流効率及び有効発生電流の低下は陽極材に相当量の孔食があったためであり、これに比して Zn 流電陽極の性能は、同細菌の存在下でも低下が少い。硫酸塩還元細菌発生は工場、市民廃水処理の欠如に起因すること多く、二次発生 of H_2S の欧州に於ける Cu-AF 障害問題の多発と共にこの電防問題は 20 年の後れを感ずるが、熱心なディスカッションがあったことを附記したい。

- (b) オイルタンカーの原油/バラストの WATER PIPE 内面の電気防食

INTERNAL C. P. OF CRUDE OIL/BALLAST WATER PIPES ON OIL TANKER B. LINDER SWISS

フィヤーマノードの適切な使用を推奨している。

- (9) AERATED の海水に於けるコンデンサー用 Cu 基合金の低濃度サルファイド汚染海水腐食と流速の影響 THE EFFECT OF VELOCITY ON SULFIDE-INDUCED SEAWATER CORROSION OF Cu-BASE CONDENSER ALLOY IN AERATED SEAWATER

T. S. LEE, U. S. A

低濃度硫化物汚染の海水に於ける Cu-Ni 合金、Al-BRASS の腐食に対する流速影響を調査した。90Cu-10Ni 合金、70Cu-30Ni 合金の硫化物誘因の腐食量は硫化物濃度と水流速度の相互作用による In'838 と Al-BRASS の場合も同様だが Cr、Al、Zn が加へられてるからより複雑である。

- (10) 生物付着防止のための PIEZOELECTRIC POLYMER HULL VIBRATOR P. MURPHY, SWISS

LOW LEVEL の高周波振動により、LARVA の付着を防ぎ、AF の効果を挙げ様とするもの。PIEZOELECTRIC PLASTIC FILM は有効な振動発生体である。

ソ連商船に実績ある模様。

- (11) 全体的に考察して、オフショア関係、マイクロ汚損関係、船底塗料評価法関係、電防関係の質疑が盛んであった。

以上報文集の一部を内容概説した。PROCEEDING が未着である。文献リスト (添 8) を添付す。

VARIAZIONI STAGIONALI DEL FOULING SULLE PIATTAFORME OFF-SHORE DI RAVENNA E CROTONE (1)

RELINI G. - GERACI S. - MONTANARI M. • ROMAIRONE V.

SUMMARY

The settlement of fouling organisms on non-toxic substrates, immersed under methane extraction platforms off Ravenna and Crotona, has been studied over one year period and at different depths. Seasonal variation and the development and amount of fouling was investigated.

At Ravenna panels were immersed at depths of 0, 5, 11 m, 6 km from the shore, while at the second site, they were submerged at depths of 0, 9, 20 m, 18 km off-shore. At Crotona panels were exposed at 0, 14, 20, 65 m, 6 km from the shore. At Ravenna, where the waters are very eutrophic, the main fouling organism was *Mytilus galloprovincialis* which was dominant on panels exposed for 3-6 months, to a depth of 10 m. The final community is characterized by Mussels which attain a weight of 12 kg per panel (100 kg/m²). At depths greater than 10 m, and after one year exposure the most common species were *Tubularia mesembryanthemum*, *Balanus improvisus* and *Pomatoceros triqueter* along with Mussels.

At Crotona where the water is clear and nutrients are limited, fouling was not so heavy as at Ravenna, especially on one and three month panels. At Ravenna the heaviest settlement of fouling organisms occurred during the Summer (up to 25 g/dm²), while at Crotona maximum settlement occurred in the Autumn and Spring, the wet weight of fouling not exceed 2,9 g/dm². Mussels were dominant at Crotona, after one year exposure of the panels near the surface, while the Bivalve *Picnodonta cochlear* was the main organism at 65 m depth. At 14 and 20 m the panels were chiefly settled by *Salmacina dysteri* with Bryzoans (*Microporella ciliata*, *Savignyella lafontii*, *Callopora dumerili*) and Bivalves (*Saxicava arctica*, *Anomia ephippium*). The wet weight of one year panels near the surface did not exceed 68 g/dm² and at 65 m depth it was up to 48 g/dm².

REPORTS & PUBLICATIONS

DePalma, J.R. Results of a deep-sea fouling and corrosion pretest in the Tongue-of-the-Ocean. IOM 13-62. U.S. Navy Hydrographic Office, Washington D.C. June, 1962.

DePalma, J.R. Field results of the Panama Canal Zone fouling project. IMR 0-33-62. U.S. Navy Hydrographic Office, Washington D.C. June, 1962.

DePalma, J.R. Field results of a bottom fouling study in Penobscot Bay, Maine. IMR 0-34-62. U.S. Navy Hydrographic Office, Washington D.C. June, 1962.

DePalma, J.R. Marine fouling and boring organisms in the Tongue-of-the-Ocean, Bahamas. IMR 0-64-62. U.S. Naval Oceanographic Office, Washington D.C. October, 1962.

DePalma, J.R. Marine fouling and boring organisms off Ft. Lauderdale, Florida. IMR 0-70-62. U.S. Naval Oceanographic Office, Washington D.C. April, 1963.

DePalma, J.R. The U.S. Naval Oceanographic Office program of deep-sea fouling research. In: Proceedings of the First Navy-wide Workshop in Biological Sciences Research. ONR Report ACR-84. Office of Naval Research, Washington D.C. October, 1963.

DePalma, J.R. Marine fouling and boring organisms off Southern Sardinia. IMR 0-57-63. U.S. Naval Oceanographic Office, Washington D.C. December, 1963.

DePalma, J.R. Marine fouling research, a State-of-the-art report. IMR 0-1-64. U.S. Naval Oceanographic Office, Washington D.C. October, 1964.

DePalma, J.R. A study of the marine fouling and boring organisms at Admiralty Inlet, Washington. IMR 0-6-66. U.S. Naval Oceanographic Office, Washington D.C. May, 1966.

DePalma, J.R. Marine biofouling studies off Maizuru, Yokosuka, & Sasebo, Japan. IR 68-7. U.S. Naval Oceanographic Office, Washington D.C. February, 1968.

DePalma, J.R. An annotated bibliography of marine fouling for marine scientists and engineers. J. Ocean. Tech. Vol.2(4):33-44. July, 1968.

DePalma, J.R. A study of deep-ocean fouling. In: Proceedings of the 2nd Int'l Cong. Mar. Cor. & Fouling. Athens, Greece. October, 1968.

DePalma, J.R. Biofouling analysis of site #2 TOTO sensor array. Lab. Item B-10. U.S. Naval Oceanographic Office, Washington D.C. December, 1968.

DePalma, J.R. A study of deep-ocean fouling in the Strait of Florida and in the Tongue-of-the-Ocean, 1961-1968. IR 69-22. U.S. Naval Oceanographic Office, Washington D.C. April, 1969.

DePalma, J.R. Marine biofouling in Vieques Sound, P.R.: an interim report - 1964 to 1969. IR 69-50. U.S. Naval Oceanographic Office, Washington D.C. June, 1969.

DePalma, J.R. Marine biofouling in Penobscot Bay, Maine and Placentia Sound, Newfoundland - 1960 to 1968. IR 69-56. U.S. Naval Oceanographic Office, Washington D.C. August, 1969.

DePalma, J.R. Foxboro multisampler environmental test. Lab. Item B-11. U.S. Naval Oceanographic Office, Washington D.C. 1969.

DePalma, J.R. Marine biofouling studies in Japan. II. Sasebo Bay and Maizuru Bay. IR 69-89. U.S. Naval Oceanographic Office, Washington D.C. December, 1969.

DePalma, J.R. & C.A. Ross. Marine biofouling studies off Sattahip, Thailand - 1968 to 1969. IR 70-44. U.S. Naval Oceanographic Office, Washington D.C. August, 1970.

DePalma, J.R. Marine biofouling studies in Japan.
III Ominato & Koniya. Ltr. Rpt. of 4 Feb. 1971.
U.S. Naval Oceanographic Office, Washington D.C.
February, 1971.

DePalma, J.R. Biofouling analysis of NSRDC deep
sea materials exposure array. Lab. Item B-13. U.S.
Naval Oceanographic Office, Washington D.C.
April, 1971.

DePalma, J.R. Marine biofouling studies in Japan.
IV. Takeshiki, Kii Ura, & Saeki. Ltr. Rpt. of 4
Dec. 1972. U.S. Naval Oceanographic Office,
Washington D.C. December, 1972.

DePalma, J.R. Fearless fouling forecasting.
Proceedings of the 3rd Int'l Cong. Mar. Corr. &
Fouling, pp. 865-879. Northwestern University Press,
Evanston, Illinois. 1973.

DePalma, J.R. Marine biofouling studies in Japan.
V. Awazi Ura, Yoshima Ura, & Katsumoto Ko. Ltr.
Rpt. of 13 Sept. 1973. U.S. Naval Oceanographic
Office, Washington D.C. September, 1973.

DePalma, J.R. An annotated bibliography of marine
biofouling for scientists and engineers. TN 3423-
01-74. U.S. Naval Oceanographic Office, Washington
D.C. November, 1974.

DePalma, J.R. Report on marine biofouling studies
at Inchon & Chinhae, Korea. TN 4312-01-75. U.S.
Naval Oceanographic Office, Washington D.C.
January, 1975.

DePalma, J.R. Report on marine biofouling studies
at White Beach, Okinawa. TN 4312-02-75. U.S. Naval
Oceanographic Office, Washington D.C. March, 1975.

Fischer, E.C., L.S. Birnbaum, J.R. DePalma, J.S.
Muraoka, Hing Dear, & F.G. Wood. Survey report:
Navy biological fouling & biodeterioration. TP 456.
Naval Undersea Center, San Diego, CA. March, 1975.

Bultman, J.D. & J.R. DePalma. Field evaluation of polymeric coatings and treated wood for use on mine-sweeper hulls. NRL Ltr. Rpt. of Feb. 1976. U.S. Naval Research Laboratory, Washington D.C. Feb. 1976.

DePalma, J.R. Biofouling intelligence handbook. Vol. I: North Atlantic Ocean. Reference Publication 11-1. U.S. Naval Oceanographic Office, Washington D.C. March 1976.

DePalma, J.R. Final report on marine biofouling studies at Admiralty Inlet, Washington. Reference Publication 12. U.S. Naval Oceanographic Office, Washington D.C. April, 1976.

Burkhart, M.D. & J.R. DePalma. Fouling. Mariners Weather Log, Vol. 21(1):1-7. January, 1977.

DePalma, J.R. Celex inspection report no. 1. Ltr. Rpt. of 24 Feb. 1977. U.S. Naval Oceanographic Office, Bay St. Louis, Miss. February, 1977.

DePalma, J.R. Marine biofouling studies in the Gulf of Siam. Reference Publication 15. U.S. Naval Oceanographic Office, Bay St. Louis, Miss. Aug. 1977.

DePalma, J.R. Marine biofouling studies in Japan. VI Kure, Muroran, & Yoichi. TN 3430-C1-78. U.S. Naval Oceanographic Office, Bay St. Louis, Miss. February, 1978.

DePalma, J.R. Celex inspection report no. 2. Ltr. Rpt. of Feb. 1978. U.S. Naval Oceanographic Office, Bay St. Louis, Miss. February, 1978.

DePalma, J.R. Macrofouling: its effect on OTEC components. Proceedings OTEC Biofouling & Corrosion Symposium, pp. 185-189. Battelle Pacific Northwest Laboratory, Richland, Washington. 1978.

Schoener, A., E.R. Long, & J.R. DePalma. Geographic variation in artificial island colonization curves. Ecology, Vol. 59(2):367-382. 1978.

DePalma, J.R. Fouling rate forecasting in coastal waters. Abstract in: Proceedings of the Joint USSR/US Workshop, "Regularities of distribution and ecology of coastal marine biocenosis". Zoological Institute, Soviet Academy of Sciences, Leningrad, USSR. 1979.

Bultman, J.D., J.R. DePalma, & E.C. Haderlie. Comparative resistance of four Central American hardwoods to marine borers. Proceedings of the 4th Int'l Biodet. Symp., held in Berlin, Fed. Rep. Germany in Aug. 1978. In press.

DePalma, J.R. Macrofouling at the Gulf of Mexico OTEC site. Proceedings of the OTEC biofouling, corrosion, & materials workshop, held in Washington D.C. in Jan. 1979. In press.

(添3)

Biological Group, COIPM

Ship Building Research
Ass. of Japan

13, May, 1980

Settling distribution of *Conchoderma auritum* along Japan islands, 1979.

1. Off Susami, Wakayama pref. Fouling test station, Hitachi Heavy Industry, in Long. $135^{\circ} 50'E$, Lat. $33^{\circ} 50'N$.
depth 1 m, 10 m, more in summer.
Reported by Hitachi Heavy Industry.
2. Tachibana Bay, Nagasaki pref. Oil strage super tankers in Long. $130^{\circ} 10'E$, Lat. $32^{\circ} 75'N$.
Reported by Mitsubishi Heavy Industry.
3. Suruga Bay, Shizuoka pref. Drift net, fishing for yellow tail in Long. $138^{\circ} 50'E$, Lat. $35^{\circ} 0'N$.
Reported by Nippon Oil Fat Co.

(添 4)



CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
ISTITUTO PER LA CORROSIONE MARINA DEI METALLI

16123 GENOVA

Via Merconzio, 4 - Tel. 202878 - 205912

II 6/05/1980

COIPM: Working Group on Methods on Testing Antifouling Paints.

Antifouling compositions: Bibliography

Methods studies and techniques

1958 - CORROSION - DENIS. L. FOX and E.F. CORCORAN -

Thermal and osmotic countermeasures against
some typical marine fouling organisms -
vol. 14 - n. 3 - pag. 131t.

Temperature; Influence on settlement
of Mytilus in sea water conduits.

1961/1962 - NACE - Commonwealth of Australia,
Dept. of Supply, Defense Standard Labo-
ratories - Annual Rept., 31: Measurement
of leaching rates of antifouling Paints.

Alcaline solution of Na glycinate.

1962 (Oct) - POLIMERY - W. MATRACKA and
M. SZANDEROWSKY: Accelerated Erosion Test
for Marine Coating, 7, 378 - 380.

Paints are applied on discs of Al
rotated at a speed equivalent to 28
Knots- After the discs are immersed
in Na glycinate for 24 hr.

1963 - PAINT. TECH. - A. PARTINGTON: Testing and
Developing Antifouling Compositions, 27,
No. 3, 17 - 31

Tests conventional for Cu_2O and H_2O .

1964 - PLASTE u. KAUSCHUK. - H.J.SUBKLEW and
C. ABEL: Biological Laboratory Test for
Antifouling Paints - 11, No. 5, 319.

A glass dish coated with test paint
is placed in tank of water and 10-50
water snails (*Limnaea ovata* Drap.)
introduced into dish. Efficiency of
paint is judged by extent to which
tendency of snails to spread throughout
tank, particularly to surface, is
hindered.

- 1964 - LAKOKRAS MAT. - V.N. GLOTOV, E.S. GUREVICH and E.I. GEINE: Rapid Methods of Testing Antifouling Paints for Seagoing Vessels - No 6, 53 - 6.
- 1964 (september) - INDUSTRIAL AND ENGINEERING CHEMISTRY PRODUCT RESEARCH AND DEVELOPMENT-SIGMUND M. MILLER: Techniques for Evaluation of Chemicals as Marine Antifoulants, 3, No 3, 226 - 230.
- 1964 (May) - PLASTE und KAUTSCHUK - New laboratory test for Antifouling Paints - 11, 319.
- 1964 - J. OIL AND COL. CHEM. ASSOC. - Accelerated Leaching Rate Technique for Cuprous Oxide Based Antifouling Paints, 47, No 5, 323-33.
- 1966 - da CORROSION ET ANTICORROSION - 1.418.867 (Aj.) (P.V. 980.026) - 29 juin 1964 - C 23 f. - Procédé et dispositif de protection contre la corrosion et la salissure de structures métalliques immergées par génération électrolytique, sans diaphragme, d'ions ferreux - S. SERAUT, rep. par Josse.
- 1965 (Oct) - J. APPL. CHEM. - P. RIVETT: Biological Method for the Assessment of Leaching Rates of Antifouling Compositions - 15, No 10, 469 -473.
- 1965 - PROGRESS REPORT No 24 - L.C. WILLEMSSES: A Fundamental Study of Organo-Lead Chemistry Organisch Chemisch Instituut T.N.O. Utrecht, Porject NÀ LC-18 - 30 pp.
- Na glycinate on toxic compounds of Cu.
- Rates of consumption of two tributyltin chemicals from antifouling paints were estimated by means of tin analyses of nearly exhausted films, after 13 months' immersion.
- This test is based on the introduction of 10-50 sea slugs (*Limnaea ovata* Drao) in a bottle into a water-filled glass tank painted internally with the antifouling paint. If the paint is effective, very slugs leave the bottle; if it is ineffective the slugs reach all areas of the glass tank.
- Technique for obtaining reproducible accelerate leaching rate/time curves for Cu_2O .
- (Invention: A., J. Maurin).
- Method for determination of small amounts toxic compounds in sea water, using marine unicellular green alga *Chlamydomonas* as an indicator organism.
- Tests for evaluation of organo-lead compounds.

- 1966 - FARBE & LACK - M. BIELE: Test Methods and Marine Paints Development - 72.
- 1966 - CHEMIA ANALYTICENA - K. UHACZ: Evaluation of the Efficiency of Antifouling Paints - 11.
- 1966 - NACE - V.N. GLOTEV, E.S. BUREVICHAND, E.I. GEINE: Rapid Methods of Testing Antifouling Paints for Ocean-Going Ships - 12p, Order AD-628 194 from CFSTI.
- 66 - MATTEW K. FONTAIN: Screening Antifouling Paints for Sustained Rate - (NACE)
- 1966 - G.P. CALOGER, A. FREIBERGER: A Laboratory Method for Evaluating Antifouling Paints - (NACE)
- 1970 - J.G.A. LUIJTEN: Une bibliographie des analyses des dérivés organostanniques - Publication T.R.I. n° 417.
- 1969/1970 - Defence Standards Laboratories Annual Report., 11 - 3 Antifouling Paints: Leaching of Toxic Agent.
- 1970 - J. PAINT TECHNOL. - A.M. VAN LONDEN: Evaluation of testing Methods for Antifouling Paints - 42, 549, 511 - 15.
- 1970 - J. PAINT TECHNOL. - L.B. WEISFELD: Evaluation of an accelerated test method for organo-tin and organo-lead antifouling coating: Guppy mortality - 42:549, 564-568.
- A short review of test methods particularly for antifouling paints with emphasis on East German methods.
- Evaluation of antifouling paints comprising an insoluble binder has been based on use of citric acid to extract toxin e.g. copper metal, from paint films.
- Glycine solution method applied at different temperatures, chlorion concentrations and pH values.
- Comparative effectiveness of the glycine and acidalkali tests in ascertaining effectiveness of copper leaching rates.
- Biological Test: is described the effect of light on attachment of Barnacles on a freshly coated and an aged antifouling composition.
- Analytical methods for organotin compounds.
- Leaching rate of Cu from antifouling paints.
- A review of testing methods on antifouling paints.
- Bioanalytical methods.

- 1970 - J. PAINT TECHNOL. - C. DRISCOLL & A. FREIMAN: X-ray fluorescence spectrometry in antifouling coating systems - 42, 549, 521-24.
- X-ray fluorescence (XRF) spectrometry has been employed to determine the level of heavy metal inorganic or organometallic toxins in antifouling coatings.
- 1970 - J. OIL COL. CHEM. ASSOC. - L. CHROMY, W. MLODZIANOWSKA, K. UHACZ and R. WARCHOL: Antifouling paints based on organotin compounds: Spectrographic determination of microgram amounts of bis-(tri-n-butyltin) oxide in aqueous solutions - 53, 121-126.
- The method is based on extraction of the compound from the aqueous phase with carbon tetrachloride, followed by spectrographic determination of tin in the carbon tetrachloride phase.
- 1973 - J. OIL COL. CHEM. ASSOC. - F.H. de la COURT and H.J. de VRIES: The leaching mechanism of cuprous oxide from antifouling paints - 56, 388 - 395.
- An equation is derived to describe the leaching of cuprous oxide-containing antifouling paints of the continuous contact type, which relates the leaching rate to a number of variables. Experimentally the equation predicts very well the effect of these variables.
- 1974 - J. OIL COL. CHEM. ASSOC. - C.L. MINUSSI and R.H. PEREZ: The determination of copper, mercury and arsenic in antifouling paints by means of X-ray fluorescence - 57, 83-87.
- X-ray spectrophotometry has been successfully applied to the qualitative and quantitative determination of copper, arsenic and mercury in antifouling paints. The interference caused by the presence of other metals such as iron, copper, zinc and lead is also studied.
- 1974 - J. OIL COL. CHEM. ASSOC. - J.H. BISHOP, S.R. SILVA and V.M. SILVA: A study of microfouling on antifouling coatings using electron microscopy - 57, 30 - 35.
- Scanning electron microscopy has shown that diatoms are the predominant microfouling organisms. The effects of both diatomaceous and bacterial slimes upon the toxic release rate are discussed.
- 1975 - J. PAINT TECHNOL. - T.J. KNEIP: Potential applications of X-ray analytical method in paint analysis. 47: 604, 71-76.
- Recent improvements in X-ray fluorescence (XRF) instrumentation have increased the usefulness of this technique for multi-element trace analyses of paint samples.

- 1977 - J. OIL COL. CHEM. ASSOC. - R.J. BIRD: The Microanalysis of copper oxide based marine antifouling paints in the scanning electron microscope - 60, 256 - 262.
- The scanning electron microscope with X-ray microanalysis is proving to be a valuable tool with which to follow compositional changes occurring in antifouling paints during service.
- 1978 - J. OIL COL. CHEM. ASSOC. - R.J. BIRD and D. PARK: Microanalysis of marine antifouling paints in the scanning electron microscope - its automation and application to less homogeneous paints. 61, 151 - 156.
- The scanning electron microscope with X-ray microanalysis was shown to be a valuable tool with which to follow compositional changes occurring in antifouling paints during service. A description is now given of a procedure for speeding up such work using some automated collection and computer processing of the data.
- 1978 - J.OIL COL. CHEM. ASSOC. - L. CHROMY and K. UHACZ: Antifouling paints based on organotin compounds. Leaching of organotin toxins from paint films. 61, 39 - 42.
- The results of work on leaching of organotin compounds, bis(tri-n-butyltin oxide and tri-n-butyltin acetate, from antifouling paint films is described. The solubility of these toxins is distilled water and in an aqueous solution of sodium chloride was determined. Critical leaching rates of toxins were evaluated by making comparisons of the leaching characteristics with the biological properties of the coatings.
- 1979 (March) - Jct. J. Coat. Technol. - B.R. APPLEMAN - R.E. PANZER: A computer program to Evaluate Anti-Fouling Materials.
- A computer program has been developed to evaluate the performance of immersed plates coated with various antifouling coating formulations and polymeric materials.
- 1979 (April) - Mater. Eneng. - J.A. MOCK: Marine coatings set a new course.
- In the field of antifouling paints the selfpolishing effect is utilized increasingly: the water flowing along the hull makes accessible fresh antifouling agent.



CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
ISTITUTO PER LA CORROSIONE MARINA DEI METALLI

16123 GENOVA
Via Mercanzia, 4 - Tel. 202878 - 205912

Il 6 may 1980

COIPM: Working Group on Methods on Testing Antifouling Paints.

ANTIFOULING COMPOSITIONS: BIBLIOGRAPHY

- 1961 - NATURE, 192, No 4804, 748 - J.R.RISCHBIETH and F. MARSON: Coating with antifouling properties from reaction between cuprous oxide and sodium silicate.
- 1962 (Oct) - FARBE UND LACK, 69, 746-47 - M. GRIMBERG: Antifouling and Fungicidal Paints.
- 1962 (July) - CORROSION PREVENTION & CONTROL - Marine anti-fouling paints for increased corrosion protection.
- 1963 (July) - JOURNAL OIL AND COLOUR CHEMISTS ASS. 46, pp. 499-518 - J.R. RISCHBIETH and F. MARSON: Ship Bottom Paints Based on Sodium Silicate.
- 1963 - PITTURE E VERNICI, 39, No.3, 93-95 - F. PIRNETTI: Copper Powder in Underwater Paints.
- 1963 (April 29) - NAVAL CIVIL ENGINEERING LAB. - 23 pp. - HARRY HOCHMAN: Cooperative Marine Piling Investigation. Phase 1. Pile Driving at Coco Solo, Canal Zone.

BIOLOGICALLY ACTIVE INGREDIENTS

- Cuprous oxide and sodium silicate.
- Copper naphthenate; zinc pigment; aluminium naphthenate.
- Organic mercury and tin compounds.
- Cuprous oxide and sodium silicate (as above).
- Copper Powder.
- Ammoniated Cu arsenate; creosote; phenylmercuric oleate in creosote-coal tar solution.

- 1964 (Feb) - PAINT MANUFACTURE, 34, 64 pp. - R.H. CHANDLER: Research and Development Rept.: Anticorrosive and Marine Paints. Superfine zinc dust, sodium silicate solution, CuO, HgO and Cu powder.
- 1964 (January) - J. JAPAN SOC. COLOUR MATERIAL, 38, No. 1, 3-9 - RYUICHI SANO & KAMEO MACHIHARA: On Organo-Toxic Anti-Fouling Paint Containing Phenarsazine Derivatives. Phenarsazine derivatives (fluoride; Chloride, oxide).
- 1964 - FARBE LACK, 70, No. 5, 355-7 - M. BIELE: Some Principles for the Scientific Formulation of Ship Bottom Paints. Organo-zinc compounds and inorganic zinc compounds.
- 1965 - RES. DIGEST, Pt. III, No. 15, 4 - Zinc Dust in Antifouling Paints. International Lead Zinc Research Organization. Zinc dust compared with various industrial and U.S. Navy standards.
- 1965 - RUBBER & PLASTICS AGE, 46, No. 3, 260-1 - R.F. BENNET: Biologically Active Chemicals. Development of Organotins. Tributyl-tin oxide in polyvinyl acetate.
- 1965 - J. JAP. SOC. COL. MAT., 38 - Organo-toxic Antifouling Paints Containing Phenarsazine Derivates. Chloride and oxide of phenarsazine.
- 1966 - Review of ILZRO Res., 6-7; Reprint of paper presented at the 2nd Internat. Conf. on Lead, Arnhem - S.E. ECK: Antifouling Paints. Organo-lead compounds.
- 1970 - J. PAINT TECHNOL. 42: 549, 535-46 - R.J. DICK & L.J. NOWACKI: Organolead compounds in antifouling paints. Tributyl lead acetate and triphenyl lead acetate.
- 1970 - MATER. PROTECT. 9: 3, 23-26 - J.S. MURAKA: Marine Fouling and Corrosion Prevention. Polytetrafluoroethylene films.
- 1973 - J. OIL COL. CHEM. ASSOC. 56, 369-372 - J. LORENZ: Developments in antifouling paints. Tributyltin oxide (TBTO), tributyltin tetrachlorophthalate and triphenyllead acetate (TPLA) are compared with cuprous oxide.

- 1974 - J. PAINT. TECHNOL. 46: 595, 48-55 - R.W. DRISKO & J.B. CRILLY: Control of algal growth on paints at tropical locations. Tributyltin oxide + phenylmercuric oleate.
- 1974 - LAKOKRASOC. MATER. PRIMENENIE 2, 33-34 - E. S. GUREVIC et al.: Untersuchung der Effektivität bewuchsverhindernder Anstrichstoffe mit zinnorganischen Toxinen. Bis-tributilzinc-oxide and Tributilzinc-chloride.
- 1974 - J.OIL COL. CHEM.ASSOC. 57, 407-414 - V.J. D. RASCIO and J.J. CAPRARI: The influence of the use of calcium carbonate (whiting) as extender in soluble antifouling paints based on cuprous oxide. Partial replacement of the cuprous oxide toxicant by calcium carbonate.
- 1974 - LAKOKRASOC. MATER. PRIMENENIE 4, 56-57 - E. S. GUREVIC et al.: Wirksamkeit arsenorganischer Verbindungen in bewuchsverhindernden Anstrichstoffen. Arsenorganic compounds.
- 1974 - PUBBLICAZIONE T.R.I. n. 491 - C.J.EVANS: Developments in the organotin industry. Part 1: tri-organotin chemicals - Part 2: Di-organotin compounds. Tri-organotin chemicals. Di-organotin compounds.
- 1974 - Canad. P.946278 v.30. 4 - T.W. CHALMERS: Elastomere, die eine organische Zinnverbindung enthalten. Triphenylzinc-chloride or Tributylzinc-chloride.
- 1975.- J. OIL COL. CHEM. ASSOC. 58, 160-168 - C.J. EVANS and P.J. SMITH: Organotin-based antifouling systems. Organotin (tributyl and triphenyl).
- 1975 - J. PAINT TECHNOL. 47, 600, 59-61 - J. A. MONTEMARANO & E.J. DYCKMAN: Performance of organometallic polymers as antifouling materials. Tri-n-butyltin, tri-n-propyltin, trimethyltin, triphenyltin and tribenzyltin.
- 1975 - C.A. 83 Nr. 2, Nr. 12404m - Ha. FUKUI, Ka. KONISHI, Ki. IMAI: Antifoulinganstrichstoffe mit organischen Isothiocyanaten. Organic isothiocyanates.
- 1975 - MOD. YTBEHANDL. 10: 9, 25-27 - C.E.SKINNER: Lead organic compounds as fungicides and algicides paints. Lead organic compounds (tributylacetate).
- 1975 (Jan) - MATERIALS RESEARCH LABS. MARIBYRNONG AUSTRALIA - L.V. WAKE: Improved Antifouling by Marine Coatings containing mixed toxics. Organotin compounds and/or a phytotoxic triazine.

- 1975 - INTERNATIONAL LEAD ZINC RESEARCH ORG. LEAD RES. DIGEST, No. 33 - Organolead and lead chemicals. Triphenyllead acetate; trimethyllead and dibutyllead.
- 1976 - J. COATINGS TECHNOL. 48: 616; 59-63 - M.D. STEELE & R.W. DRISKO: Fungal-resistant organotin resins. Tri-n-butyltin.
- 1977 - J.OIL COL. CHEM. ASSOC., 60, 161-168 - V. RASCIO, J.J. CAPRARI, M.J. CHIESA and R.D. INGENIERO: The use of arsenates as reinforcing toxicants in soluble antifouling paints based on cuprous oxide. Copper salt; zinc oxide; mercurous arsenate; zinc arsenate; calcium arsenate; lead arsenate.
- 1977 - J. OIL COL. CHEM. ASSOC. 60, 348-353 - A.O. CHRISTIE: Recent developments in antifouling. Copper oxide; organotin compounds.
- 1977 - OFFSHORE TECHNOLOGY CONFERENCE, Vol. IV, 419-428 - Richard W. DRISKO: Protective Coatings and Antifouling Paint that can be Applied Underwater. Epoxy coatings + organotin compounds compared with a Cu-based antifouling paint.
- 1977 - FARBE und LACK 83, 12, 1072-1079 - J. LORENZ: Fouling protection of ships - the state of the art. Combined effects of biocide and vehicle and some organometal polymers, elastomeric materials.
- 1977 - C.A. 86 Nr. 4; Nr. 18467t - Yo. TSUDA, Ha. FURUSE, Sh. INOMATA: Antifouling paints. Triphenyltin compd.; chlorinated rubber; chlorinated paraffin; triphenyltin hydroxide; iron oxide pigment; ZnO.
- 1977 - C.A. 86 Nr.12; Nr.64517 w.- Ma. KANEKO, Ko. NITTA, Ta. OHKUBO: Antifouling paints for marine use. Thiocyanates.
- 1977 - C.A. 86 Nr. 16; 108 092 w.- K. NITA et al.: Antifouling paints. Geraniolderivates, TiO_2 , chrome yellow, vinyl resins and other.
- 1977 (Mar) - ADDN. TO NORW.136,645, 4pp. - System for protecting ship against fouling and corrosion. Copper oxide or solid organometallic toxicants, and a primer contg. bis(tributyltin) sulfide or bis(tributyltin) tetrachlorophthalate and optionally bis(tributyltin) oxide or tributyltin chloride.

- 1977 - MATER. ENGG. 86, 4, 54 - Marine coating extends antifouling life. Vinyl resins and organotin compounds.
- 1977 - OCHRONA PRZED KOROZJA 20 2, 42-45 - W. MATRACKA, K. UHACZ: The new ways of using organometallic compounds for protection of ship against fouling. Organometallic compounds.
- 1978 - LAKOKRA MATER. PRIM. 1, 33-35 - E.D. IZRA-LIANTS, E.S. GUREVICH, B.D. CHENOKALSKIJ: A new organic arsenium compounds as an antifouling addition to coating materials. Chlorophenoxarsenium and its derivatives.
- 1978 - JAPAN KOKAI 22, 535 - Minoru YAMAMOTO, Kazuo MURAKI, Chinori NAITO: Anticorrosive and antifouling compositions. Triphenyltin compd.
- 1978 - IND. ENG. CHEM. PROD. RES. DEVELOP. 17, (1), 44-50 - N.A. GHANEM, M.M. ABD EL-MALEK, M.A. ABOU-KHALIL and M.M. EL-AWADY: Advances in Anticorrosive and Antifouling Coatings. Lamellar Al in anticorrosive coating and a swellable nonhydrolyzable plasticizer in antifouling coatings.
- 1978 (Oct) - J. OIL COL. CHEM. ASS. 61, (10), 383-389 - V. RASCIO, C.A. GIUDICE, J.C. BENITEZ and M. PRESTA: Ship's Trials of Oleoresinous Antifouling Paints. 1.- Formulations with High and Medium Toxicant Contents. Cuprous oxide reinforced with mercurous arsenate and zinc oxide.
- 1978 - OFF. GAZ. U.S. Secretary of Navy. Patent No. US4130466 (U.S.A.) - I.R. KRAMER: Antifouling Coating for Aluminium Structures. Tributyltin, tripropyltin esters of vinyl, polymers of tributyltin, tripropyltin esters of acrylic acids and tripropyltin esters of methacrylic acids.
- 1979 - J. COAT. TECHNOL. 51 (652), 29-35 - N.A. GHANEM and M.M.A. EL-MALEK: Preparation and testing of Anti-Fouling Coatings based on Triphenyltin Fluoride. Vinyl copolymer and triphenyltin fluoride.
- 1977 (Oct) - BIOFOULING AND CORROSION SYMPOSIUM Seattle, Wash. - R.W. DRISKO: Marine Coatings. Cuprous oxide, organotin compounds and organometallic polymers.

MARINE BIOLOGY

- Mechanism of microbiological corrosion.**—E. R. de Schiapparelli and B. R. de Meybaum (Argentina)
- The influence of sulphate reducing bacteria on the electrochemical behaviour of steel in sea water.**—R. C. Salvarezza and H. A. Videla (Argentina)
- The identification of some marine fouling organisms and their breeding season at Lattakia Port.**—A. Habal (Siria)
- Fouling prevention of local "Pinus limnoridii" and other marine fouling organisms.**—A. Habal (Siria)
- Notes on the biology of the shipfouling gooseneck barnacle "Conchoderma auritum" Linnaeus 1776 (Cirripedia: Lepadomorpha).**—T. Rasmussen (Dinamarca)
- Macrofouling of a lagoon in the Po river delta.**—G. Relini, G. Matricardi and G. Diviaco (Italia)
- Larvas meroplantónicas en aguas de puertos italianos.**—T. Zunini Sertorio (Italia)
- Biofouling in a north-central Chilean coastal bay.**—C. A. Viviani and L. H. Disalvo (Chile)
- Fouling in the Suez Canal.**—A. F. A. Ghobashy, M. M. El-Komi and Sh. E. Ramadan (Egipto)
- Notes on the wood boring in the Suez Canal.**—A. F. A. Ghobashy and A. K. Hassan (Egipto)
- Synthesis and application of polymer bound biocides with antifouling properties.**—F. H. de la Court, J. F. A. Hazenberg and H. G. J. Overmars (Holanda)
- Estudios ecológicos preliminares sobre las comunidades incrustantes de Puerto Quequén (Argentina).**—R. Bastida y G. Brankevich (Argentina)
- Effect of microfouling on heat transfer efficiency.**—L. R. Berger and B. Little (Estados Unidos)

(Conclusión.)

- A survey of marine borer activity in Hawaiian nearshore waters: effects of environmental conditions and epifauna.**—W. J. Cooke, J. G. Grovhoug and P. J. Ching (Estados Unidos)
- Settlement and growth of the fouling organisms at Alameda Marina, San Francisco Bay, California.**—Ch. P. Ehrler and E. B. Lyke (Estados Unidos)
- Experiments in synthesis of barnacle adhesive.**—E. Lindner (Estados Unidos)
- Variability among identical fouling panels in Puget Sound, Washington, USA.**—A. Schoener and C. H. Greene (Estados Unidos) ...
- Macrofouling problems associated with Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC) units.**—A. Thorhaug and J. Marcus (Estados Unidos)
- Stone boring marine bivalves as related to the geology of Monterey Bay, California.**—E. C. Haderlie (Estados Unidos)
- Marine fouling dynamics in Hawaiian nearshore ecosystems: a suggested technique for comparison and evaluation.**—J. G. Grovhoug and E. B. Rastetter (Estados Unidos)
- New marine industry applications for corrosion and biofouling resist copper-nickel alloys.**—B. B. Moreton and T. J. Glover (Gran Bretaña)
- Macrofouling in the conduits of a middle Tyrrhenian power station.**—G. Relini, C. N. Bianchi and E. Pisano (Italia)
- Piezoelectric polymer hull vibrators for fouling prevention.**—P. V. Murphy (Suiza), P. Michel, O. Guelorget and M. Latour (Francia)
- Ecological aspects of marine fouling at the Port of Mar del Plata (Argentina).**—R. Bastida, M. Trivi de Mandri, V. Lichtschein de Bastida and M. Stupak (Argentina)
- Preliminary ships' trials of chlorinated rubber antifouling paints.**—V. Rascio, C. A. Giúdice, J. C. Benítez and M. Presta (Argentina).
- Marine algal fouling communities on floating structures in the Solent, south coast of England.**—R. L. Fletcher (Gran Bretaña)
- Los briozoos de las comunidades incrustantes de puertos argentinos.**—V. Lichtschein de Bastida y R. Bastida (Argentina)
- Biochemical analysis of the response of the marine microfouling community structure to cleaning procedures to increase heat transfer efficiency.**—D. C. White, P. N. Benson and R. J. Bobbie (Estados Unidos)
- Physical/chemical characteristics of the macromolecular conditioning film in biological fouling.**—D. W. Goupil, J. A. DePalma and R. E. Baier (Estados Unidos)



OTC 3386

THE EFFECT OF MARINE GROWTH ON THE PERFORMANCE OF FIXED OFFSHORE PLATFORMS IN THE NORTH SEA

by M. J. Heaf, Atkins Research and Development

© Copyright 1979, Offshore Technology Conference

This paper was presented at the 11th Annual OTC in Houston, Tex., April 30-May 3, 1979. The material is subject to correction by the author. Permission to copy is restricted to an abstract of not more than 300 words.

ABSTRACT

Marine fouling is found to influence the loading of an offshore structure in at least five ways:

1. Increased tube diameters, leading to increased projected area and displaced volume and hence to increased hydrodynamic loading.
2. Increased drag coefficient, leading to increased hydrodynamic loading.
3. Increased mass and hydrodynamic added mass, leading to a reduced natural frequency and hence to an increased dynamic amplification factor.
4. Increased structural weight, both in the water and above the water level in air.
5. Effect upon hydrodynamic instabilities, such as vortex shedding.

These effects are examined separately in detail and together as they affect the overall performance of the structure in relation to codified design criteria.

The direct increase in loading due to marine growth arising from the increase in projected area, displaced volume, drag coefficient and structural weight is shown to affect both the calculation of ultimate design wave and also the stress range calculated for a fatigue life estimation. The increased dynamic amplification factor shown to be a secondary effect, influencing only wave periods near to the structure natural frequencies; that is the middle to smaller ranges of wave height that effect the fatigue life of the structure.

Generalised results are given which show the trend of increased load and the reduction in fatigue life with increased marine growth thickness.

References and illustrations at end of paper.

Also, should a programme of cleaning become necessary, criteria are established for the location and amount of cleaning that would be most beneficial.

In the case of hydrodynamic instabilities, the effect of marine growth is found to be unpredictable and could lead to either an increase or decrease of structural reliability.

Finally an indication of the modification of the overall safety of typical structures by marine growth is given using techniques of reliability analysis.

INTRODUCTION

The material presented in this paper forms part of the background material of a report prepared for MaTSU, United Kingdom Department of Energy, entitled 'Appraisal of Marine Fouling on Offshore Structures'. This report examines the potential extent and importance of the marine fouling problem as it is applied to structures in the UK sector of the North Sea. The scope of this paper is to examine the qualitative effect that marine fouling has on fixed steel platforms by application of conventional design techniques to typical structures or parts of structures with greater or lesser fouling thicknesses. Three main design criteria are examined; maximum 'life-time' loading leading to first excursion failure, dynamic resonance of the structure and fatigue life estimation.

Finally, the conclusions are examined in the light of the more rigorous techniques of reliability analysis applied to the design sensitivity of offshore jackets.

DIRECT LOADING IN THE 'LIFETIME' WAVE

For a 'lifetime' design wave calculation, the maximum stress in any part of the structure is calculated for the passage of the 'lifetime' wave.

jacket weight evaluated. Some typical results considering the influence of changing the standard deviations of the more significant variables are shown in Table XIV. It is important to note the different sensitivity rankings obtained for the two criteria. The differences in rankings are explained by examination of the values of the variables at which failure is most likely to occur, if it occurs. Stiffness and mass parameters of the jacket are seen to take up values such that member failure is most likely to be due to excessive dynamic activity, and not to extreme wave loading. Marine growth becomes relatively much more important in this analysis, since it influences the most likely mode of failure which in this case is dynamic resonance with the environmental forces.

CONCLUSIONS

As a result of the analysis described, various generalisations may be made concerning the effect of marine growth on the loading and performance of offshore structures.

- (a) Marine growth can lead to significantly increased loads on the structure, both for overall loading and local loading; 50 mm of marine growth leads to a load increase of 5.5%.
- (b) The consequences of marine growth, in terms of reduction of factors of safety, are more severe for the fatigue life of the structure than the loading in the design wave. However, this may be mitigated by the larger factors of safety introduced in the fatigue life calculation than those for the design wave load case. The ratio between the reduction in factors of safety being approximately 3:1 for the range of marine fouling thickness considered.
- (c) The modification of the dynamic response of the structure by the increased mass and added mass arising from marine growth is not so significant as the direct increase in loading due to the same thickness of marine growth. The reduction in fatigue life due to increased dynamic amplification factor from 250 mm fouling thickness being approximately 22% compared to the reduction due to increased loading of 54%.
- (d) The majority of loading induced by waves on a fixed offshore structure is generated on the uppermost 30 m of the structure below the mean water level. Hence, any cleaning undertaken will be most beneficial if concentrated in this area.
- (e) The greatest part of the load generated on a structure is attributable to the bracing members followed in importance by the main legs. Hence, it would be most beneficial to concentrate on cleaning the bracing and main leg members.

- (f) The node areas comprise approximately 20% of the projected area of the structure and hence do not contribute a large part of the wave generated load. It would therefore probably not be necessary to clean the node areas from a consideration of the overall loading on the structure.
- (g) The effects of marine growth, particularly flexible growths, on the drag and inertia coefficients used to determine the loading on a structure are not yet known in detail. The effect of hard growths is to increase the drag coefficient and reduce the inertia coefficient. Most offshore structures are dominated by loading in the drag regime and hence an increase in loading due to the change of coefficients should be expected.
- (h) Preliminary examination of experimental results indicates that local C_d values and hence loading, are considerably increased for rough cylinders. This means that current design practice could under estimate the local loading on a fouled member in the 'lifetime' wave. However, various other factors mitigate this effect. For example in a real sea-state there are waves of many directions applied simultaneously to make up the 'design' wave height. There is also reduced spacial correlation over the structure as a whole and the design process applies, arbitrarily, the maximum current at the same time and in the same direction as the design wave.
- (i) The presence of marine growth in normal quantities is unlikely to mitigate the effect of vortex shedding in waves.
- (j) The importance of marine growth as a design parameter is dependent upon the design techniques applied. The conventional design codes do not necessarily identify the most likely modes of failure for a large steel jacket. Hence, it is difficult to use the codes to quantify the importance of marine growth in relation to the other design variables. A reliability analysis gives a more rigorous measurement of the relative importance and this shows that marine growth is among the most important parameters.

NOMENCLATURE

C_d = free-stream drag coefficient
 C_M = inertia coefficient
 D = member diameter
 D_T = fatigue damage
 F = force
 K = stiffness
 M = mass
 M_t = mass of topsides (Kg)
 Q = dynamic amplification factor
 Re = Reynolds number

6. Should the group investigate the hitherto un-researched concept "Surface Concentration of Roughness"?

yes no

If "No" go to point 8.

| | |
|---|--|
| x | |
|---|--|

7. Your considerations as to how surface concentration of roughness should be defined and measured.

(1) (2)

COMMENT (1) Roughness distribution and Amplitude frequency. It's an important research item on drag programme in laboratory.

(2) Practically, for ship in service, Mean aparent Amplitude measured by BSRA electronic Hull roughness Analyser.

8. If the proposals in point 5 and/or point 6 are accepted for a cooperative programme, would you participate actively?

yes no

Further comments:

| | |
|---|--|
| x | |
|---|--|

COMMENT. We will decide finally to participate actively for a cooperative programme, after we understand the methodology of research of the group.

9. If none of the proposals in point 5 and 6 are accepted, should the group then in your opinion

- continue collection and discussion of literature on drag and surface roughness,

- be eliminated,

- find other working items (details below)

10. Further comments:

Name and Affiliation:

M. MIYOSHI

Ship building research association of Japan

CORROSION UNDER MECHANICAL EFFECTS

- Cleaning of fouled ship hulls by high speed water.** --W. E. Maasberg, F. Erdmann-Jesnitzer and H. Louis (Alemania)
- Influence of the pure electrochemical dissolution on stress corrosion cracking of aluminium alloys in saline water.**—Ath. Karageorgos (Grecia)
- Contribution to the interpretation of the formation of active path in stress corrosion cracking of aluminium alloys in NaCl solutions; electrolytically notched specimens colorimetric indicators, Laser interferometry.**—Th. Skoulikidis, G. Batis and N. Kouloumbi (Grecia)
- Méthode de protection des alliages d'aluminium dans une solution de NaCl contre la corrosion sous contrainte à l'aide des oxydes électrolytiquement préparés; optimization de la méthode par variation des paramètres suivants: orientation appropriée des oxydes, densité du courant et température du bain d'anodisation et épaisseur du film.**—Th. Skoulikidis, A. Karageorgos et P. Spathis (Grecia).
- Field trials of a cavitating-jet fouling removal device.**—A. F. Conn (Estados Unidos)

CORROSION STUDIES

- Corrosion and protection studies in sea water of the reinforcements of concrete using normalized specimens.**—Th. Skoulikidis, G. Batis and D. Marinakis (Grecia)
- Laboratory tests simulating hot corrosion of marine gas turbines.**—M. E. El-Dahshan (Arabia Saudita)
- Some aspects of hot corrosion of Co-Cr-Al alloys in marine environments.**—M. E. El-Dahshan (Arabia Saudita)
- Special features of electrochemical and corrosion behaviour of metals in sea water.**—I. L. Rozenfeld, O. I. Vashkov and V. P. Dolin (Russia)
- Estudio del mecanismo de formación de incrustaciones en enfriadores por el uso de agua de mar**—O. de Rincón, A. Rincón y E. Quintero (Venezuela)
- Beta-FeOOH compound and determination of termodinamics constants.**—S. M. Coelho de Souza Medeiros Bastos and L. R. Martins de Miranda (Brasil)
- La sélection des matériaux pour pompes à eau de mer. Influence de la vitesse de circulation et de la qualité de l'eau de mer.**—J. Weber (Suiza)
- The corrosion behaviour of the system CuNi10Fe/seawater. The protective layer of corrosion products.**—F. P. Ijsseling, J. M. Krougman and L. J. P. Drolenga (Holanda)

(Continuación.)

- Corrosión marina de aceros patinables.**—B. M. Rosales de Meybaum y E. S. Ayllón (Argentina)
- Mechanisms controlling impingement corrosion.**—P. A. Lush, S. P. Hutton, J. C. Rowlands and B. Angell (Gran Bretaña)
- Considerations arising from the use of dissimilar metals in sea water. Piping systems.**—P. T. Gilbert (Gran Bretaña)
- Crevice corrosion of stainless steels and nickel alloys in sea water.**—J. M. Krougman and F. P. Ijsseling (Holanda)
- The electrochemical study on the corrosion resistance of the Cu-W bearing steel bars embedded exposed to chloride ion attack.**—H. Shimada, H. Okada and S. Nishi (Japón)
- Corrosion of aluminium alloys in high velocity sea water.**—G. A. Gehring (Estados Unidos)
- The effect of velocity on sulfide-induced sea water corrosion of copper-base condenser alloys in aerated sea water.**—T. S. Lee, H. P. Hack and D. G. Tipton (Estados Unidos)
- Crevice corrosion of stainless steels in ambient and elevated temperature sea water.**—R. M. Kain and T. S. Lee (Estados Unidos).
- Corrosion effects in OTEC heat exchanger materials.**—B.-E. Liebert, K. Sethuramalingam and J. Larsen-Basse (Estados Unidos)
- Corrosion d'aciers faiblement alliés en environnement marin. Résultats après cinq ans d'essais.**—M. Confente, J. Bellor, E. Antoine, J. Guezennec et L. Lemoine (Francia)
- Influjo de detergentes e inhibidores sobre la corrosión de aceros inoxidables en agua marina y soluciones cloruradas.**—P. J. Hidalgo (España)

METALLIZATION

- Protection de longue durée par métallisation au pistolet avec l'alliage de zinc à 15 % d'aluminium.**—M. Leclercq (Bélgica) et E. Sanchez L. (España)
- Plasma sprayed TiN-Al and TiO₂-Al cermet composite coatings on steels for marine applications.**—A. Raman and G. Nnaïke (Estados Unidos)

OFF-SHORE

- New possibilities of off-shore maintenance.**—L. A. Kik (Holanda) ...
- The corrosion and protection of steel pipe piles in natural sea water.**—M. Makita, Y. Mori and R. Tanaka (Japón)
- Corrosion control design for strategic oil tanker terminal Mississippi river.**—L. Abramson and Ch. S. Potosnak (Estados Unidos)

(Continuación.)

COATINGS

- Revisión y juicio de las condiciones de aplicación de las pinturas.—**
J. L. Castellano Miranda (España)
- Performance of chlorinated rubber based ship bottom anticorrosive
and antifouling composition in Indian waters.—**C. P. De, D. Ku-
mar, P. S. Das and Y. P. S. Nirvan (India)
- Effects of a 50 c/s alternating current on the behaviour of painted
steel in sea water.—**M. Morcillo, P. A. García Calvo and S. Fe-
liu (España)
- Physico-chemical fundamentals of the manufacturing of polymeric
varnish and paint coatings designed to protect metallic surfaces
from corrosion by periodic wetting with sea water.—**S. S. Mikhaj-
lova, S. N. Tolstaya and V. A. Salmanov (Rusia)

(Conclusión.)

| | |
|---|-----|
| Efecto del ensayo de inmersión alternada sobre los sistemas anticorrosivos marinos de alta resistencia. —J. J. Caprari (Argentina), M. Morcillo y S. Feliu (España) | 453 |
| Sistemas vinílicos de alto espesor para la protección anticorrosiva de carenas de barcos. —J. J. Caprari, B. del Amo, H. Rodríguez Presa y V. J. D. Rascio (Argentina) | 469 |
| Estudio cinético de la disolución de acero naval con cubierta de pinturas en agua de mar sintética. —J. J. Podestá, A. R. di Sarli y A. J. Arvia (Argentina) | 484 |
| Kinetic data on the leaching of the TBTF-antifouling paint. —Th. Skoulikidis and P. Vassiliou (Grecia) | 500 |
| Measuring the erosion and friction of antifouling coatings in the laboratory and the significance of the results in practice. —F. H. de la Court (Holanda) | 513 |

**PROTECCION CATODICA
CATHODIC PROTECTION
PROTECTION CATHODIQUE**

| | |
|--|-----|
| Effect of pollution in harbours on dissolution behaviour of galvanic anodes used for cathodic protection of ships. —C. P. De, M. B. Deshmukh and P. V. Rodrigues (India) | 527 |
| Lightning conductor automatic method of cathodic protection in NaCl solutions; influence of type and number of lightning conductors and needles diodes. —Th. Skoulikidis, A. Moropoulou and A. Tsakopoulos (Grecia) | 541 |
| Internal cathodic protection of crude oil/ballast water pipes on oil tankers. —B. Linder (Suecia) | 557 |
| La computación, una herramienta para el control de la corrosión: Producción automática de mapas de tuberías. —A. M. Toro de Daboin (Venezuela) | 564 |
| Formation de dépôts calco-magnésiens sur un acier protégé cathodiquement. —G. Philipponneau, C. Dagbert, J. Galland et L. Lemoine (Francia) | 596 |
| The cathodic protection of an aluminium alloy in sea water in the unanodised and anodised conditions. —D. Eurof Davies and K. G. Watkins (Gran Bretaña) | 603 |
| Hydral 2: une anode en aluminium coulée en semi-continu. —M. C. Rebooul, M. C. Delatte et J. M. Pieraerts (Francia) | 619 |
| Replaceable deep groundbed anode materials. —J. F. Tatum and L. B. Tatum (Estados Unidos) | 627 |