

運輸省港湾技術研究所

港湾技術研究所 報告

REPORT OF
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH
INSTITUTE

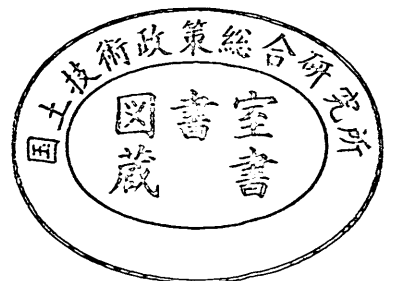
MINISTRY OF TRANSPORT

VOL. 17

NO. 2

JUNE. 1978

NAGASE, YOKOSUKA, JAPAN



港湾技術研究所報告 (REPORT OF P.H.R.I.)

第17巻 第2号 (Vol. 17, No. 2), 1978年6月 (June. 1978)

目 次 (CONTENTS)

1. 水平版に働く揚圧力に関する研究
..... 谷本勝利・高橋重雄・和泉田芳和..... 3
(A Calculation Method of Uplift Forces on a Horizontal Platform
.....Katsutoshi TANIMOTO, Shigeo TAKAHASHI, Yoshikazu IZUMIDA)
2. 海水の A.G.P. 試験法とその適用
..... 堀江 毅・細川恭史・三好英一.....49
(A.G.P. (Algal Growth Potential) Test and its Application to Seawater
.....Takeshi HORIE, Yasushi HOSOKAWA, Eiichi MIYOSHI)
3. 集中荷重をうける鉄筋コンクリートスラブの設計法に関する研究
..... 関 博.....81
(Ultimate Strength of Reinforced Concrete Slabs Subjected to Concentrated Loads
.....Hiroshi SEKI)
4. 車止めの塗装の標準化について
..... 伊藤隆夫・阿部正美・久保清志・石塚修次... 171
(Standardization of Painting System Applied on Steel Curbing
.....Takao ITO, Masami ABE, Kiyoshi KUBO, Shuji ISHIZUKA)
5. 有限要素法と最適分割法について..... 東海林秀幸... 193
(On the Finite Element Method and Optimum Mesh Grid
..... Hideyuki SHOJI)

車止めの塗装の標準化について

伊藤隆夫*・阿部正美**

久保清志**・石塚修次****

要 旨

車止めは波やしぶきのかかる過酷な腐食環境に設置されているために、塗装後6か月から1年程度で塗膜がはがれ、赤さびが表面に発生しているものが多くみられ、その機能を十分に発揮していないのが現状である。

このため、車止めの堅ろうで美しくかつ経済的な塗装系の選択が望まれている。

このような観点から、昭和47年4月に北九州港において素地調整、塗装系等を変えて塗装試験を実施した。試験実施後、5年6か月を経過した昭和52年10月に車止めの塗膜等の評価を行った結果、次のことがわかった。

- ①素地調整は塗膜の耐久性を左右する最大の要因である。
- ②塗装系については、1種ケレン高強度タイプが塗膜の評価、経済比較からみて最も優れている。2種ケレンの素地調整では、2種ケレン標準設計タイプよりむしろ2種ケレン従来タイプの方が優れている。
- ③反射シートは、良好な塗膜上にはってあれば十分な耐久性がある。
- ④強化合成樹脂製の車止めについては、十分に検討して使用すべきである。

以上の結果をふまえて、車止めにおける塗装の標準設計改訂の提案を行った。

* 設計基準部 設計解析主任研究官
** 構造部
*** 設計基準部 前自動設計研究室
**** 設計基準部 前設計基準研究室長

Standardization of Painting System Applied on Steel Curbing

Takao ITO*
Masami ABE**
Kiyoshi KUBO***
Shuji ISHIZUKA****

Synopsis

In order to standardize painting system applied on steel curbing, reflective sheet and reinforced plastic curbing, following kinds of curbing were installed at Kitakyushu Port in April, 1972.

Five kinds of painting system on steel curbings.

Two kinds of reflective sheet on steel curbings and reinforced plastic curbings.

Three reinforced plastic curbings.

In October, 1977, 5.5 years after installation of curbing, appraising of coating and observing of coating and observing of appearance were conducted. Following are the results obtained:

- (1) Cleaning of steel surface before painting is most effective method to increase durability of coating.
- (2) Strong-type-paint with first-class-cleaning is best material from the view point of coating durability and painting cost. On second-class-cleaning condition ordinary-type-paint is better material than standard-type-paint.
- (3) Reflective sheets are weatherproof materials when they are attached to surface of curbings with good coating.
- (4) Reinforced plastic curbings have to be used after giving careful appraisal to them.

From these results improved standard of painting system applied on steel curbing is proposed.

* Senior Research Engineer, Design Standard Division

** Member of Structures Division

*** Ex-member of the Automatic Design Standard Laboratory, Design Standard Division.

**** Ex-chief of the Design Standard Laboratory, Design Standard Division.

目 次

要 旨	101
1. ま え が き	105
2. 塗 装 試 験	105
2.1 塗装試験の目的	105
2.2 塗装試験仕様	105
(1) 試験期間と試験地点	105
(2) 供 試 体	105
(3) 素 地 調 整	105
(4) 塗 装 系	107
(5) 反射シートおよびフィルム	107
3. 塗膜の評価	108
3.1 さびの評価	108
3.2 塗膜厚測定	109
3.3 基盤目試験	110
3.4 コンクリートとの密着性	110
3.5 塗膜の外観的経年変化と塗装費用の経済比較	110
4. 反射シートの評価	114
5. 強化合成樹脂製車止めの評価	115
6. 結 論	115
7. 標準設計について	115
8. 結 語	116
参 考 文 献	116

1. ま え が き

係船岸には、荷役機械やトラックなどの車両の通行の安全を確保するために車止めを設けるのが一般的である。車止めは車両が岸壁から転落するのを防止するばかりでなく、交通安全標識としての機能も有している。

しかし、車止めは波やしぶきのかかる過酷な腐食環境に設置されているために、塗装後6か月から1年程度で塗膜はがれ、赤さびが表面に発生しているものが多いとみられ、その機能を十分に発揮していないのが現状である。

このため、車止めの堅ろうで美しくかつ経済的な塗装系の選択が望まれている。

このような観点から、港湾技術研究所と第四港湾建設局共同で、昭和47年4月に北九州港太刀浦岸壁において素地調整、塗装系を変えて塗装試験を実施した。本報告は、塗装試験実施後、5年6か月を経過した昭和52年10月に車止めの塗膜等の評価を行い、考察したものである。

2. 塗 装 試 験

2.1 塗装試験の目的

塗装試験の目的は次の4点である。

①素地調整の程度は、防食塗装における塗膜の耐久性を左右する最大の要因といわれている。しかし、従来の車止め塗装の素地調整は、ワイヤーブラシ等による簡易な素地調整しか行われていないものが多い。このため、素

地調整の差によってどの程度塗膜の耐久性に差がみられるかを調べる。

②車止めは過酷な腐食条件の箇所に設置されるが、従来のさび止め塗料は一般に低級なものが多かった。そのため、高級なものにするとどの程度塗膜の耐久性が増すかを調べる。

③車止めの交通安全標識としての機能を考慮して、車止めの塗膜の上にはった反射シートの耐久性について調べる。

④鋼製車止め以外の強化合成樹脂製の車止めについてもあわせて調べる。

2.2 塗装試験仕様

(1) 試験期間と試験地点

試験期間は、塗装の完了した昭和47年4月から塗膜を評価した昭和52年10月までの5年6か月である。

試験地点は、北九州港太刀浦岸壁(-10m)である(図-1参照)。この岸壁は昭和52年10月時点でも本格的な荷役はされていないが、船舶の一時係留、魚つりの車の駐車などに使用されてきた。車止めの取付状況については、写真-1, 2 に示す。

(2) 供 試 体

供試体は塗装した鋼製15本(図-2(a)参照)、強化合成樹脂製3本(図-2(b)参照)の計18本である。素地調整、塗装系、反射シート等の諸条件は表-1 に示すとおりである。

(3) 素 地 調 整

素地調整は表-2 に示す第1種、第2種の2種類行っ

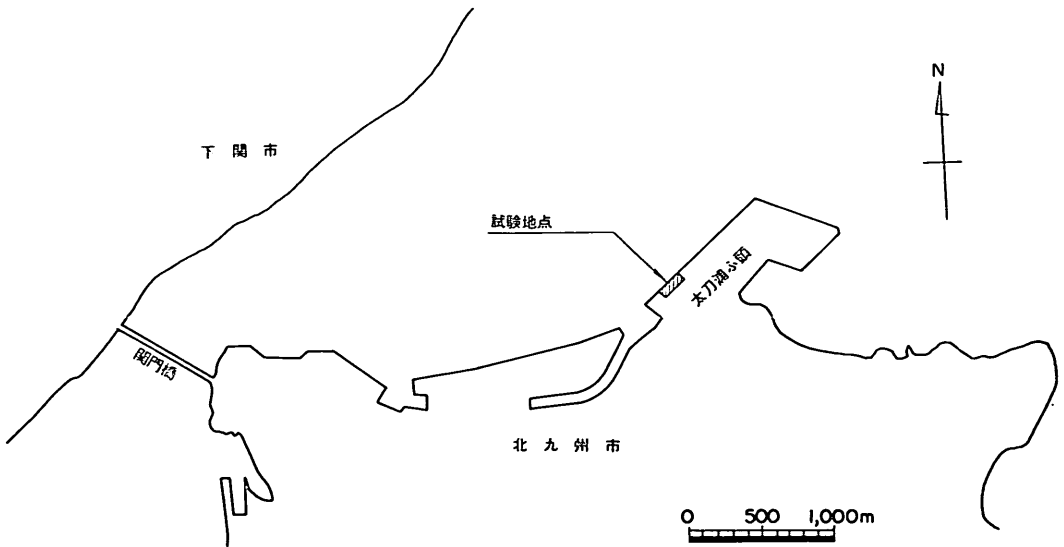


図-1 試験地点

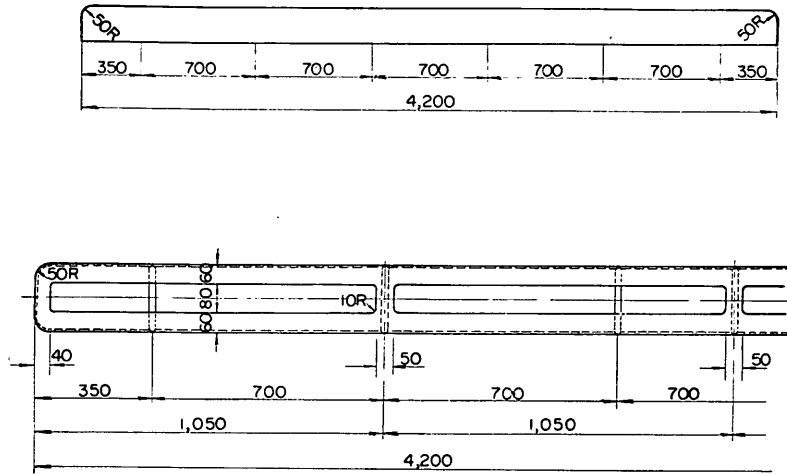


図-2 (a) 鋼製車止めの構造

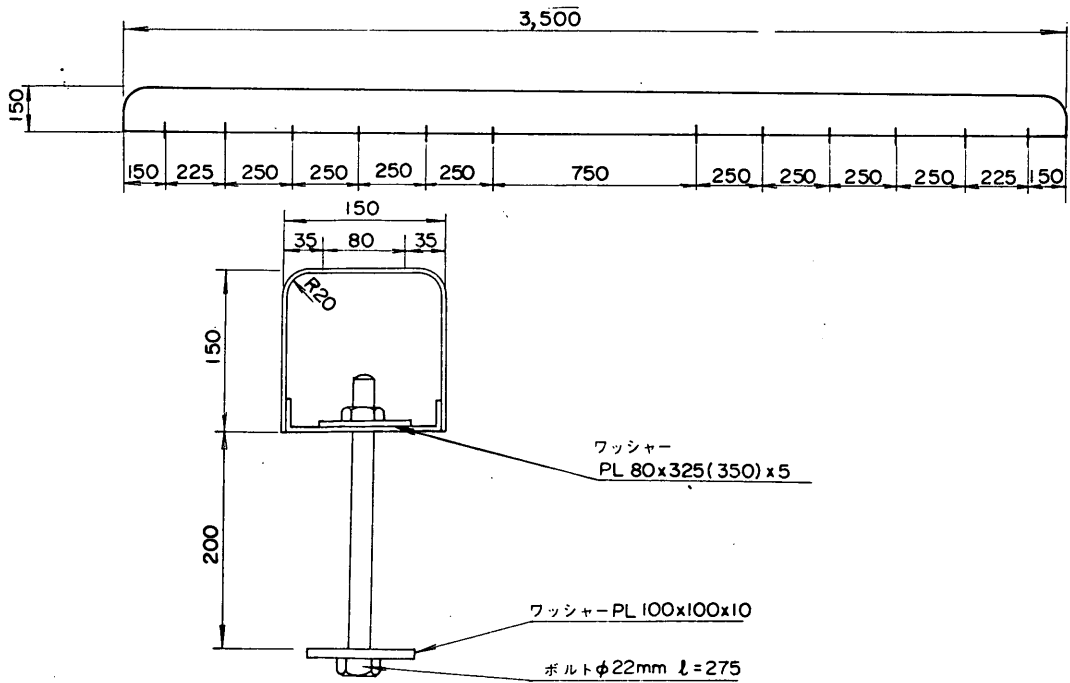


図-2 (b) 強化合成樹脂製車止めの構造

車止めの塗装の標準化について

表-1 供試体の種類

供試体 記号	素地 調整	ショッププライ マー	塗装の種類	反射シート およびフィルム	作業場所				
					素地 調整	ショッ ププラ イマー	下塗	上塗	反射シ ート および フィルム
A11, A12	第1種	ジंकリッチペ イント	高強度タイプ		工場	工場	工場	現場	
A1Lt	"	"	"	スコッチライト(黄)	工場	工場	工場	現場	現場
A1Ln	"	"	"	スコッチレン(黄)	工場	工場	工場	現場	現場
B11, B12	"	ウォッシュプラ イマー	標準設計タイプ		工場	工場	工場	現場	
B1Lt	"	"	"	スコッチライト(黄)	工場	工場	工場	現場	現場
B1Ln	"	"	"	スコッチレン(黄)	工場	工場	工場	現場	現場
C1	"	"	従来タイプ		工場	工場	工場	現場	
B21	第2種	—	標準設計タイプ		工場		工場	現場	
B22	"	—	"		現場		現場	現場	
B2Lt	"	—	"	スコッチライト(黄)	工場		工場	現場	現場
B2Ln	"	—	"	スコッチレン(黄)	工場		工場	現場	現場
C21	"	—	従来タイプ		工場		工場	現場	
C22	"	—	"		現場		現場	現場	
PLt	強化合成樹脂製車止め			スコッチカル(黒) スコッチライト(黄)					現場
PLn	"			スコッチカル(黒) スコッチレン(黄)					現場
P	"								

注) 供試体記号のつけ方は、A；高強度タイプ塗装，B；標準設計タイプ塗装，C；従来タイプ塗装，P；強化合成樹脂製車止め。英文字の次の数字は素地調整を示し，1；1種ケレン，2；2種ケレン。次の英文字は反射シートを示し，Lt；スコッチライト，Ln；スコッチレンである。最後の数字は供試体を区別するための番号である。

た。第1種の素地調整を行う場合、サンドブラストにより処理された表面は非常に活性となり、大気中にそのまま放置するとさびを生じやすいので、鉄面の防しろう(錆)のために、ショッププライマーを塗布した。本試験では表-3に示す2種類のショッププライマーを塗装系により使い分けた。

(4) 塗装系

塗装系は表-4に示すとおりである。下塗と上塗の組み合わせによって、高強度タイプ、標準設計タイプ、従来タイプの3種類に分けて試験を行った。塗料は条件を同一にするためにすべて同一メーカーのものを使用した。塗装はメーカーのカatalogの仕様に準じて行い、塗装方法ははけ塗りとした(付録-1, 2参照)。

(5) 反射シートおよびフィルム

試験に用いた反射シートおよびフィルムは次のもので

表-2 素地調整の種類

種別	施工の方法	素地調整の程度
第1種	サンドブラスト (写真-3参照)	黒皮およびさびその他の付着物を完全に除去し、鋸肌露出し、金属光沢を呈する程度
第2種	動力付機械(金 鋸砂グライン グー、チップ ハンマー等) (写真-4参照)	ち密な黒皮以外の黒皮、さび、その他の付着物を完全に除去し、鋸肌が現われている程度

ある。

- ①S社製スコッチライト印反射シート
No. 3271(黄色)(写真-5, 7参照)
- ②S社製スコッチレン印反射シート
No. 5261(黄色)(写真-6, 8参照)

表-3 ショッププライマーの種類

工種	塗料名		1 m ² /回当りの標準塗布量 (kg)	塗装間隔 (時間)	シンナー	作業場所
	JIS規格名称	使用塗料名				
ショッププライマー	1 ジンクリッチペイント (無機質, 高濃度亜鉛)	N社製 「ニッペジンキー1000」	0.2	1以上	専用シンナー	工場
	2 長ばく型ウォッシュアッププライマー	N社製 「ビニレックス#120 アクチブプライマー」	0.10~0.12	2以上	専用シンナー	工場

表-4 塗装系の種類

塗種の系統	工種	塗料名		1 m ² /回当りの標準塗布量 (kg)	塗装間隔 (時間)	シンナー	作業場所
		JIS規格名称	使用塗料名				
高強度タイプ	下塗(2回)	二液型エポキシ樹脂塗料	N社製 「コボンマチックプライマー」	0.20~0.22	16以上	専用シンナー	工場
	上塗(2回)	二液型エポキシ樹脂塗料	N社製「コボンA」(黄) "「コボンP」(黒)	0.15	16以上	専用シンナー	現場
標準設計タイプ	下塗(2回)	JIS K 5628 鉛丹ジンクロメートさび止めペイント2種	N社製 「ジンクロメートプライマー (LZプライマー)」	0.12~0.15	16以上	塗料用シンナー	現場工場
	上塗(2回)	JIS K 5516 合成樹脂調合ペイントに規定する長油性フタル酸樹脂塗料	N社製 「CRペイント」	0.11~0.13	24以上	塗料用シンナー	現場
従来タイプ	下塗(2回)	JIS K 5621 一般さび止めペイントに規定するさび止めペイント2種	N社製 「ヘルゴン」	0.14~0.17	24以上	塗料用シンナー	工場
	上塗(2回)	JIS K 5516 合成樹脂調合ペイントに規定する長油性フタル酸樹脂塗料	N社製 「CRペイント」	0.11~0.13	24以上	塗料用シンナー	現場

③ S社製スコッチカル印フィルム
No. 3655 (黒色)

3. 塗膜の評価

3.1 さびの評価

さびはふくれを伴わないさび、ふくれが破れて発生するふくれさびなどがある。また、分布状態も全面的に均等に分散している場合、部分的に密集している場合、あるいは糸状に密集している場合など色々なケースがあるため、正確に評価することは難しい。

評価方法には一般に ASTM (American Society for Testing and Materials) による方法と日本塗料検査協会の評価基準による方法がある。いずれも塗膜面を判定基準図または標準判定写真と比較して判定するが、ここでは ASTM による方法で評価した (付表-1 参照)。

本試験のさびの評価の対象部分は、黄色部10箇所、黒色部10箇所をあわせて20箇所である。20箇所を ASTM

の10点評価法により評価し、その合計値を評価点とした。すなわち200点満点である。

図-3 に供試体の陸側側面のさびの評価点を示す (写真-9, 付表-2 参照)。この図をみると、B12 は A1Ln よりやや評価点は高いが、耐久性の良い順に塗装系を列挙すると、1種ケレン高強度タイプ (A1) >> 1種ケレン標準設計タイプ (B1) > 1種ケレン従来タイプ (C1) > 2種ケレン従来タイプ (C2) > 2種ケレン標準設計タイプ (B2) となる。この図から、一般的にいわれているように、塗膜の耐久性は素地調整による影響が大きく、その上、塗料の種類によっても塗膜の耐久性に差があることがわかる。2種ケレンの素地調整では、従来タイプ (C2) の方が標準設計タイプ (B2) よりもさびの評価点は高かった。しかし、1種ケレンの素地調整では、塗料の高級な順に、高強度タイプ (A1) > 標準設計タイプ (B1) > 従来タイプ (C1) と評価されている。

参考までに、図-3 に日本塗料検査協会評価基準によ

車止めの塗装の標準化について

る評価点をあわせて図示したが、ASTM の評価点とほぼ同じ傾向を示している。

図-4 は供試体のコンクリート部分を除く上面のさびの評価点を示したものである(付表-3 参照)。上面部においても塗装系の耐久性の傾向は陸側側面と同じようであるが、評価点は陸側側面に比べて半分以下である。その理由は、上面が側面に比べて傷につきやすいこと、雨水等がたまりやすいことなどによるものと考えられる。

これらのことは、供試体の外観の観察からも明らかであった。

3.2 塗膜厚測定

図-5 はエルコメーターにより供試体の塗膜厚を測定した結果である(付表-4 参照)。この図をみると①上面の膜厚は側面より厚い ②反射シートのない供試体では黒色部の方が黄色部よりも膜厚は厚い ③反射シートのはってある供試体では逆に黄色部は黒色部より厚いこと

■ ASTM の評価基準による ▨ 日本塗料検査協会の基準による

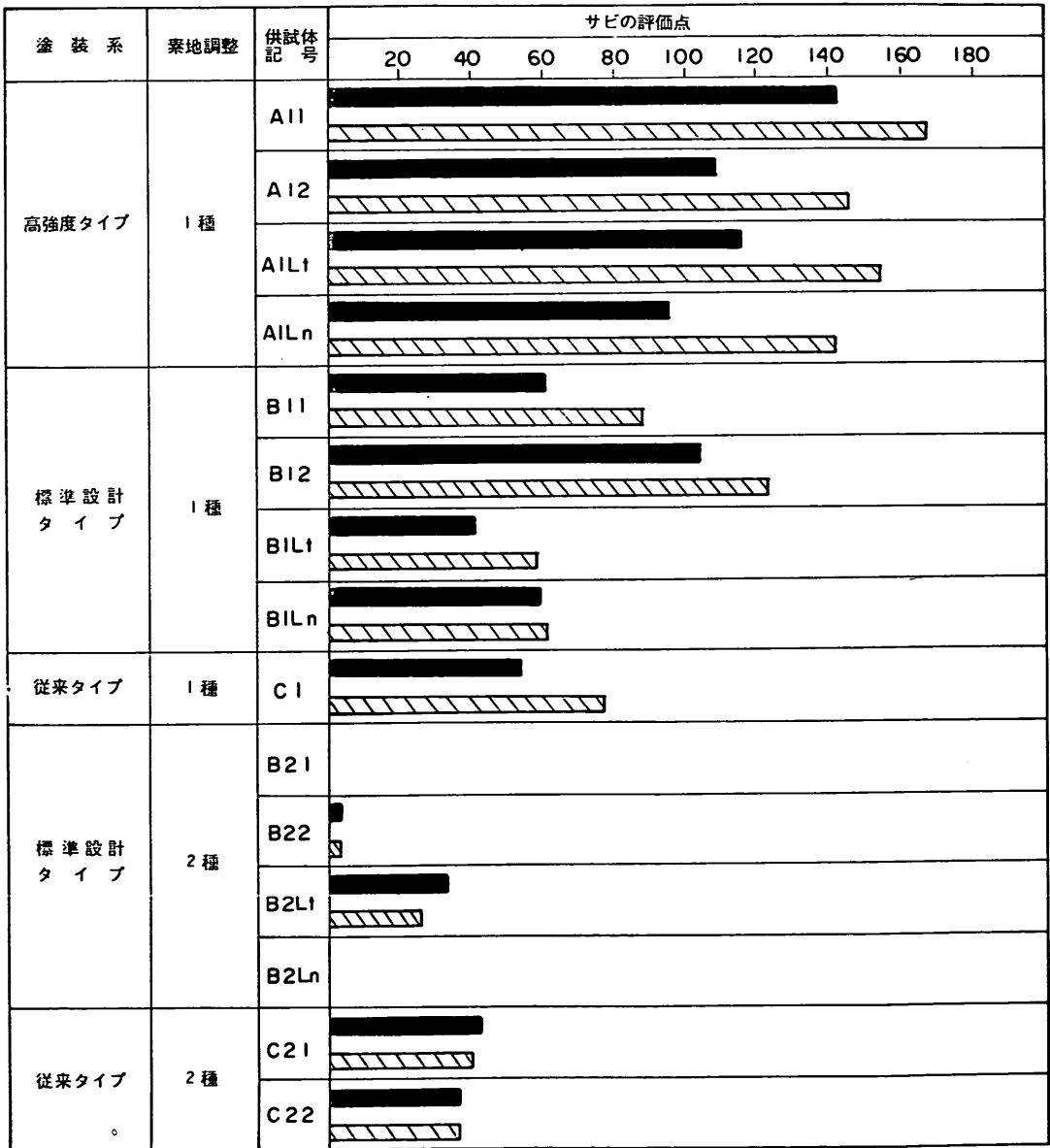


図-3 さびの評価点(陸側側面)

車止めの塗装の標準化について

側面 上面
 黄色：○ △
 黒色：● ▲

塗 装 系	素地調整	供試体 記 号	塗 膜 厚 (μ)		
			100	200	300
高 強 度 タ イ プ	1 種	A11		○	△ ● ▲
		A12	○	△ ● ▲	
		A1Lt		●	○ △ ▲
		A1Ln	●	▲	○ ▲
標 準 設 計 タ イ プ	1 種	B11	○	△ ● ▲	
		B12	○	△ ● ▲	
		B1Lt		● ▲	○ △
		B1Ln	● ▲	○ △	
従来タイプ	1 種	C 1	○	△ ● ▲	
標 準 設 計 タ イ プ	2 種	B21	測定不能		
		B22	測定不能		
		B2Lt		○ ▲	△
		B2Ln	測定不能		
従来タイプ	2 種	C21	測定不能		
		C22	○	△ ● ▲	

図-5 塗膜厚測定結果

車止めの塗装の標準化について

すなわち塗替周期の算定は、はっきりした基準がなく難しい。ここでは、外観の評価が最初に RN2 から RN1 に変化する年数に ±0.5 年の誤差を考慮して試験に用いた塗装系の耐用年数を想定した。その結果を表-5 に示す。RN1 と評価されなかった A1 タイプ、C1 タイプについてはそれぞれ別に想定した。A1 タイプは橋梁の塗替周期の実績などから7年以上とした。C1 タイプは外観的経年変化の評価が RN1 と評価されなかったが、供試体が1本しかなくデータが少ないこと、図-3 の塗膜の評価結果が B1 よりやや悪いことから B1 と同じく

表-5 塗膜の耐用年数

塗装系	素地調整	供試体記号	塗膜の耐用年数(年)
高強度タイプ	1種	A1	7以上
標準設計タイプ	1種	B1	5±0.5
従来タイプ	1種	C1	5±0.5
標準設計タイプ	2種	B2	2.5±0.5
従来タイプ	2種	C2	4±0.5

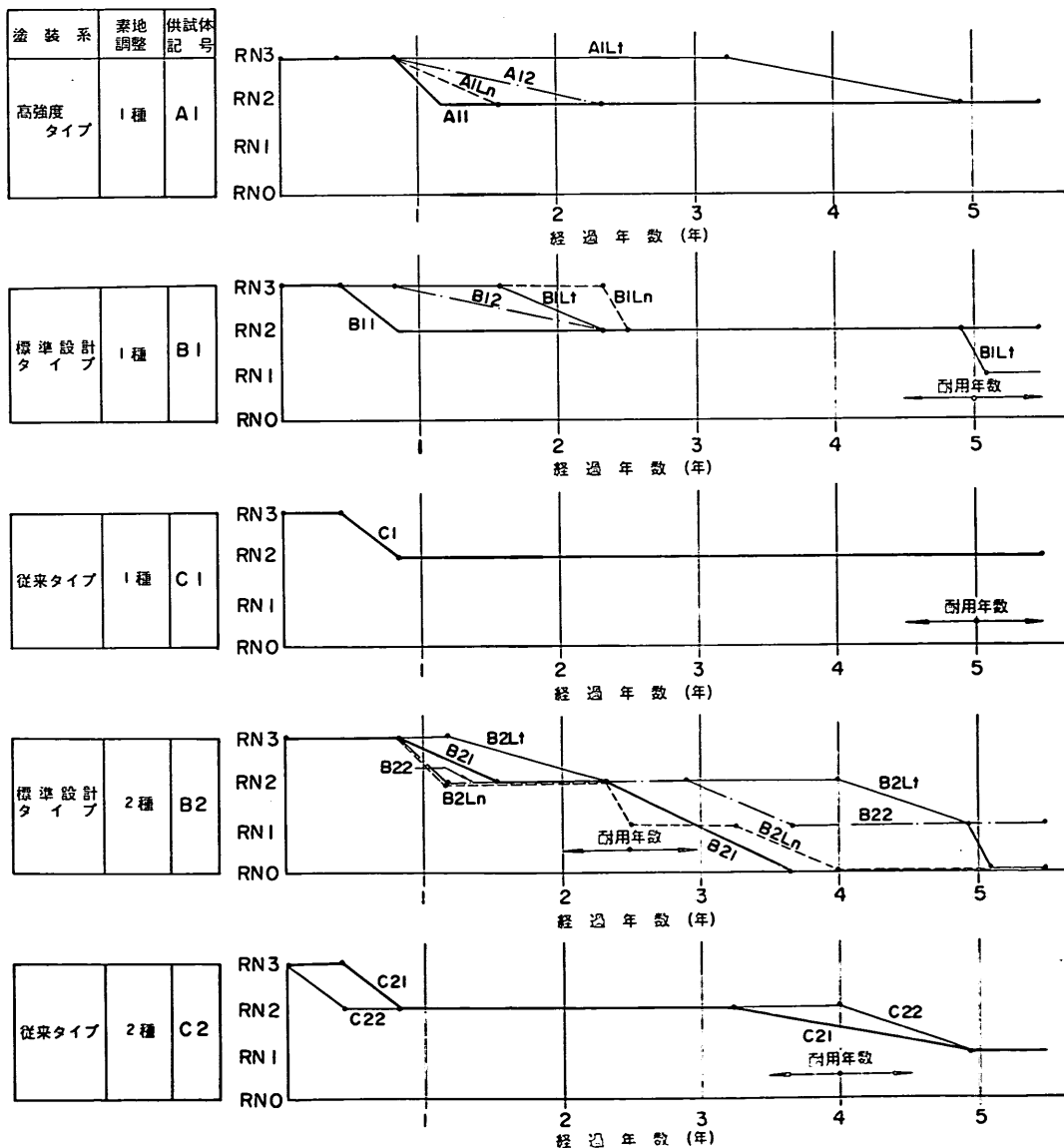


図-8 塗膜の外観的経年変化

5 ± 0.5 年とした。

表-6 にそれぞれの塗装系の純工事費を示す。図-9 に(純工事費)/(耐用年数)の比を図示した。図-9 から塗装費用の経済比較の評価は A1 > B1, C1, C2 > B2 である。これから、高級な塗装系である高強度タイプ(A1)でも十分に他のタイプと経済的に競争しうることがわかる。

4. 反射シートの評価

反射シートは、鋼製車止め6供試体、強化合成樹脂製車止め2供試体にはって試験した。なお、鋼製車止めにおいては、反射シートは黄色に塗られた塗膜面上にはった。

供試体に残存している反射シートを昼間、肉眼によって新品のものと比較して観察したところ、黄色の色のあせはみられるが、スコッチライト、スコッチレンとも反射性はまだ維持されていた。

鋼製車止めにはられた反射シートの残存率を図-10に示す(付表-7 参照)。反射シートの残存率は、反射シートのはられている塗膜の表面(黄色部)に、測定面積と同じ大きさの1辺が10mmの基盤目が200個刻んである透明な測定盤をあて、反射シートの残存している基盤目の数を数え、その数を全体の基盤目数(200個)で除し、パーセントとして反射シートの残存率を求めた。測定箇所は供試体1体につき10箇所である。

反射シートの残存率は、反射シートが人為的にはがさ

表-6 塗装費対比表

(単位: 円/m²)

項目 単価	素地調整		ショップ ライマー		塗装の種類			純工事費 (円/m ²)	耐用年数 (年)	(円/m ² /年)
	1種 ケレン	2種 ケレン	ジックリ タッチペ イント	ウオッシ ュプライ マー	高強度 タイプ	標準計 画 タイプ	従来 タイプ			
塗装系	2,500	1,383	525	281	2,104	1,397	1,370	(A)	(B)	(A)/(B)
A1	2,500		525		2,104			5,129	7以上	733以下
B1	2,500			281		1,397		4,178	5 ± 0.5	760 ~ 928
C1	2,500			281			1,370	4,151	5 ± 0.5	754 ~ 922
B2		1,383				1,397		2,780	2.5 ± 0.5	927 ~ 1,390
C2		1,383					1,370	2,753	4 ± 0.5	611 ~ 787

注) 1) 計算基準は昭和52年時点の価格を用いた。

2) 1種ケレンの価格は、建設物価技術資料の「鋼道路橋塗装工事積算資料」, 1977-2, No. 119 によった。その他は「港湾・空港請負工事積算基準」により積算した。

塗装系	素地調整	供試体 記号	(純工事費)/(耐用年数) (円/m ² /年)		
			500	1,000	1,500
高強度 タイプ	1種	A1	← ●		
標準設計 タイプ	1種	B1	↔		
従来タイプ	1種	C1	↔		
標準設計 タイプ	2種	B2	← ↔		
従来タイプ	2種	C2	↔		

図-9 塗装費用の経済比較

反射シート	供試体 記号	反射シートの残存率（陸側・側面）（％）								
		10	20	30	40	50	60	70	80	90
スコッチ ライト	AILt	[Bar chart showing 100% survival]								
	BILt	[Bar chart showing ~40% survival]								
	B2Lt	[Bar chart showing ~70% survival]								
スコッチ レーン	AILn	[Bar chart showing ~30% survival]								
	BILn	[Bar chart showing ~45% survival]								
	B2Ln	[Bar chart showing ~75% survival]								

図-10 反射シートの残存率（陸側側面）

れている等のことも考えられるので、ただ単に塗装、反射シートの耐久性の要因だけによるものではない。しかし、ここでは天候などによるはがれと人為的なはがれを区別せずに、車止めの反射シートの残存率を評価した。図-10 からわかるようにスコッチライト（Lt）の方がどの塗装系においてもスコッチレーン（Ln）より残存率が高い。また、外観観察からもスコッチライトの方が密着性もよく、はがれにくかった。鋼製車止めにはった反射シートは塗膜の上にはったが、図-10 および外観観察よりさびの評価点の高いものほど一般に反射シートの残存率、密着性が高いといえよう。

強化合成樹脂製車止めにはった反射シートおよびフィルムは、塗膜の影響がないので、鋼製車止め比べて残存率、密着性は高かった。

5. 強化合成樹脂製車止めの評価

強化合成樹脂製車止めは鋼製車止め比べさびない反面、その材料の性質から一般的にもろい。車止めにかかる荷重のうち大きなものは、フォークリフト、船舶などの衝突力である。強化合成樹脂製車止めは、これらの衝突によって強化合成樹脂が破損し、コンクリートが割れることが多い。衝突力が大きな場合は、強化合成樹脂とコンクリートが破損し、車止めの機能を失うほどに破壊することが多い。本試験の供試体でも写真-10のような破損が観察された。したがって、強化合成樹脂製車止めについては、十分に検討して使用すべきである。

6. 結 論

いままでの結果をまとめると以下のとおりである。

①試験の計画時に予想したとおり、素地調整は塗膜の耐久性を左右する最大の要因であることがわかった。したがって、素地調整は特に十分に行う必要がある。

②塗装系については、1種ケレン高強度タイプ（A1）

が塗膜の評価、経済比較からみて最も優れていることがわかった。2種ケレンの素地調整では、2種ケレン標準設計タイプ（B2）よりむしろ2種ケレン従来タイプ（C2）の方が優れていることがわかった。したがって、新設にはA1の塗装系が推奨され、塗替などのように1種ケレン施工が難しくやむをえない場合にはC2の塗装系とする。

③反射シートについては、良好な塗膜上にはってあれば十分な耐久性があることがわかった。

④強化合成樹脂製の車止めについては、十分に検討して使用すべきである。

7. 標準設計について

車止めの標準設計は、「港湾構造物標準設計 車止めの標準設計」¹⁾（運輸省港湾局、1971）がある。塗装試験の結果をふまえて、標準設計の塗装の項目を以下の様に改訂することを提案する。

塗 装

塗装は表-7の工程による4回塗りとしJIS Z 9101 安全色彩使用通則に規定する黄と黒のしま模様とする。なお、しまの幅は20cm、傾斜角は60°を標準とする。

実施に際しては、素地調整を十分に行うこと。

施工実績などにより塗装の耐久性が確かめられている場合は、表-7以外の塗装を用いてもよい。

〔解説〕

車止めは、波やしぶきのかかる過酷な腐食環境に設置されること、また岸壁の荷役作業に支障をきたすので塗替作業がやりにくい等の理由により、長期間良い塗膜が保たれると思われる二液型エポキシ樹脂塗料を塗装することとした。

作業場所は1種ケレンの素地調整のための設備が容

表-7 塗 装

	工 程	塗 料 名	所 要 量 (kg/m ² /回)	塗 装 間 隔 (時間)	シ ン ナ ー	備 考
A 新 設	1. 素地調整	ブラスト法により、黒皮およびさび、その他の付着物を完全に除去し、鋼肌が露出し、金属光沢を呈する程度に素地調整する。				工場作業
	2. ショッププライマー	ジンクリッチペイント（無機質、高濃度亜鉛）	0.2	5日以上 6か月以内	専用シンナー	工場作業
	3. 下塗（2回）	二液型エポキシ樹脂塗料	0.20～0.22	16時間以上 7日以内	専用シンナー	工場または現場作業
	4. 上塗（2回）	二液型エポキシ樹脂塗料	0.15	16時間以上 7日以内	専用シンナー	工場または現場作業
B 塗 替 な ど	1. 素地調整	動力工具（金鋼砂グラインダー、チップングハンマー等）により、ち密な黒皮以外の黒皮、さび、その他の付着物を完全に除去し、鋼肌が現われる程度に素地調整する。				
	2. 下塗（2回）	JIS K 5621 一般さび止めペイントに規定するさび止めペイント2種	0.14～0.17	24時間以上	塗料用シンナー	
	3. 上塗（2回）	JIS K 5516 合成樹脂調合ペイントに規定する長油性フタル酸樹脂塗料	0.11～0.13	24時間以上	塗料用シンナー	

注) 表-7 の塗装間隔は 20°C の場合の標準的な値を参考に示したものであり、実施にあたっては塗料メーカーの仕様に従うのがよい。

易にそろう②天候、周囲環境に影響されない③均質な膜厚、塗装間隔などの施工管理が十分できる、などの理由により素地調整より上塗まで一貫して工場作業がのぞましい。しかし、溶接を現場で行う場合には、下塗、上塗を現場作業とする。また、施工時に塗膜を損傷した場合には、塗膜の耐久性を維持するために部分的に補修塗装しなければならない。

塗替などのように、一種ケレンを行うための設備を現場に搬入することが費用等から困難である場合および背後の工場の規模などから1種ケレンができない場合は、動力工具による2種ケレンに、一般さび止めペイント、フタル酸樹脂塗料を塗装するのを標準とした。

新設、塗替いずれの場合も、素地調整の程度が塗膜の耐久性を左右する最大の要因であるため、素地調整を十分に行うことが必要である。

なお、一般車両の通行が予想される場所では、夜間の通行車両の安全を図るため、必要に応じて反射シートなどを設けることがのぞましい。

8. 結 語

昭和47年4月に実施された車止め塗装試験について、

5年6か月を経過した昭和52年10月に塗膜の評価等を行い、塗装系の選択について考察し、車止めの塗装の標準設計改訂の提案を行った。

今後、車止めについては、塗装だけでなく、構造、さらには今回十分に検討できなかった強化合成樹脂をも含めた材質についての検討が必要である。

塗装試験は、他の試験に比べて非常に長期間を要するもので、今回報告した試験も元設計基準課の稲垣紘史氏（現運輸省港湾局）、古土井光昭氏（現千葉港工事々務所）等の計画によって実施されたものである。また、五年余の長期間にわたり塗装試験の供試体を管理し試験に協力して下さった第四港湾建設局門司港工事々務所、下関調査設計事務所の職員各位ならびに本稿のとりまとめにあたりご指導頂いた構造部防食主任研究官 善一章博士に深甚の謝意を表する。

(1978年3月31日受付)

参 考 文 献

- 1) 運輸省港湾局：港湾構造物標準設計(第1集)、けい船柱の標準設計(1971)、車止めの標準設計(1971)、1971、pp.13～14



写真-1 車止めの取付準備



写真-2 コンクリート打設



写真-4 動力工具による2種ケレン



写真-3 サンドブラストによる1種ケレン



写真-7 スコッチライトの反射状況（施工直後，夜間）



写真-5 スコッチライト（右側）



写真-8 スコッチレーンの反射状況（施工直後，夜間）

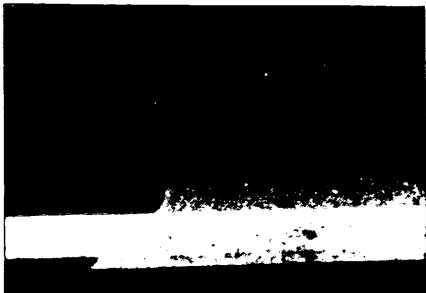





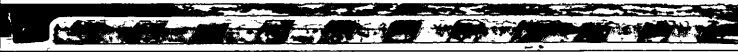











写真-6 スコッチレーン（右側）



写真-10 強化合成樹脂製車止めの破損状況

写真 — 9 塗膜状況 (陸側側面)

塗装系	素地調整	供試体号	塗膜状況 (陸側側面)
高強度 タイプ	1種	A11	
		A12	
		A1Lt	
		A1Ln	
標準設計 タイプ	1種	B11	
		B12	
		B1Lt	
		B1Ln	
従来タイプ	1種	C1	
標準設計 タイプ	2種	B21	
		B22	
		B2Lt	
		B2Ln	
従来タイプ	2種	C21	
		C22	

車止めの塗装の標準化について

付表-1 ASTM による塗膜のさびの評価基準

さびの面積 (%)	評 価 点
0	10
0.03以下	9
0.04~ 0.1	8
0.11~ 0.3	7
0.31~ 1.0	6
1.1 ~ 3.0	5
3.1 ~10.0	4
10.1 ~16.0	3
16.1 ~33.0	2
33.1 ~50.0	1
50.1 ~100	0

注) 標準判定写真に上記の数値が付記されている。

付表-2 さびの評価点 (陸側側面)

塗 装 系	素地調整	供試体記号	評 価 点	備 考 日本塗料検査協会評価基準による評価
高強度タイプ	1種	A11	143	168
		A12	109	146
		A1Lt	116	154
		A1Ln	95	141
標準設計タイプ	1種	B11	61	89
		B12	104	123
		B1Lt	42	58
		B1Ln	58	61
従来タイプ	1種	C1	54	77
標準設計タイプ	2種	B21	0	0
		B22	3	3
		B2Lt	33	26
従来タイプ	2種	C21	41	40
		C22	36	36

注) 1) ASTM の評価法による。
2) 200点満点である。

付表-3 さびの評価点 (コンクリート部分を除く上面)

塗装系	高強度タイプ				標準設計タイプ				従来タイプ	標準設計タイプ				従来タイプ	
素地調整	1種				1種				1種	2種				2種	
供試体記号	A11	A12	A1Lt	A1Ln	B11	B12	B1Lt	B1Ln	C1	B21	B22	B2Lt	B2Ln	C21	C22
評 価 点	40	57	47	31	0	3	0	34	6	0	0	0	0	1	1

注) 1) ASTM 評価法による。
2) 塗膜の劣化によるさびか、傷によるさびか区別出来ないため、あわせて評価した。

付表-4 塗膜厚測定値

(単位; μ)

塗装系	素地調整	供試体記号	塗膜厚			
			黄色		黒色	
			上面	側面	上面	側面
高強度タイプ	1種	A11	250	200	300	250
		A12	200	150	250	200
		A1Lt	300	250	300	200
		A1Ln	350 (250)	300 (150)	220	150
標準設計タイプ	1種	B11	200	100	250	150
		B12	200	100	250	150
		B1Lt	300	200	220	150
		B1Ln	250	200	150	100
従来タイプ	1種	C1	200	100	250	150
標準設計タイプ	2種	B21	—	—	—	—
		B22	—	—	—	—
		B2Lt	250	200	220	150
		B2Ln	—	—	—	—
従来タイプ	2種	C21	—	—	—	—
		C22	150	100	200	150

- 注) 1) エルコメーターにより塗膜厚を測定した。
 2) () 内の数値はスコッチレーンのはっていない部分の塗膜厚を示す。
 3) B21, B22, B2Ln, C21 は、塗膜の劣化が激しく測定不能。

付表-5 基盤目試験による塗膜残存数

塗装系	素地調整	供試体記号	塗膜残存数		
			①	②	平均
高強度タイプ	1種	A11	25	24	24.5
		A12	25	25	25
標準設計タイプ	1種	B11	1	2	1.5
		B12	6	3	4.5
従来タイプ	1種	C1	8	13	10.5
標準設計タイプ	2種	B21	—	—	—
		B22	—	—	—
従来タイプ	2種	C21	—	—	—
		C22	10	14	12

- 注) 1) NTカッターで 5mm×5mm の基盤目を 25個作り、その上にセロテープをはり、ただちにセロテープをはがして塗膜の残った基盤目を数える。
 2) どの供試体も黄色の塗膜面を試験した。
 3) B21, B22, C21については、さびの劣化が激しく試験不能。
 4) 反射シートがはってある供試体については、試験を行わなかった。
 5) どの供試体も下地に至るはがれはなく下塗で止まっている。

付表-6 上面コンクリート部分の塗膜の残存率

塗装系	高強度タイプ				標準設計タイプ				従来タイプ	標準設計タイプ				従来タイプ	
	1種				1種				1種	2種				2種	
供試体記号	A11	A12	A1Lt	A1Ln	B11	B12	B1Lt	B1Ln	C1	B21	B22	B2Lt	B2Ln	C21	C22
塗膜の残存率 (%)	95	98	95	98	3	1	1	13	1	0	0	1	3	2	4

付表-7 反射シートの残存率 (陸側側面)

反射シート	スコッチライト			スコッチレーン		
	A1Lt	B1Lt	B2Lt	A1Ln	B1Ln	B2Ln
供試体記号	A1Lt	B1Lt	B2Lt	A1Ln	B1Ln	B2Ln
反射シートの残存率 (%)	88	39	66	21	33	1

車止めの塗装の標準化について

付録-1 車止め塗装試験仕様書

1. 工事名 北九州港（門司）太刀浦岸壁（-10m）
車止め塗装試験工事
2. 工事概要 本工事は、車止めの塗装内容の変化にともない耐候性にどのような変化が生じるかを調査するため、素地調整および塗装

- の試験をおこなうものである。
3. 工事仕様
 - 3-1 本工事は、別添図（省略）に示す鋼製15本，強化合成樹脂製3本の塗装耐候性および反射シートの耐候性の試験をおこなうものである。
 - 3-2 本工事の試験計画は下記のとおりとする。

供試番号	素地調整	ショッププライマー	塗装の種類	反射シートおよびフィルム	作業位置				
					素地調整	ショッププライマー	下塗	上塗	反射シートおよびフィルム
1, 2	第1種	ウォッシュプライマー	標準設計タイプ		工場	工場	工場	現場	
3	第1種	ウォッシュプライマー	従来タイプ		工場	工場	工場	現場	
4, 5	第1種	ジンクリッチペイント	高強度タイプ		工場	工場	工場	現場	
6	第2種		標準設計タイプ		工場		工場	現場	
7	第2種		標準設計タイプ		現場		現場	現場	
8	第2種		従来タイプ		工場		工場	現場	
9	第2種		〃		現場		現場	現場	
10	第1種	ウォッシュプライマー	標準設計タイプ	スコッチライト(黄)	工場	工場	工場	現場	現場
11	第1種	ジンクリッチペイント	高強度タイプ	〃	工場	工場	工場	現場	現場
12	第2種		標準設計タイプ	〃	工場		工場	現場	現場
13	第1種	ウォッシュプライマー	〃	スコッチレーン(黄)	工場	工場	工場	現場	現場
14	第1種	ジンクリッチペイント	高強度タイプ	〃	工場	工場	工場	現場	現場
15	第2種		標準設計タイプ	〃	工場		工場	現場	現場
16	強化合成樹脂製車止め			スコッチカル(黒) スコッチレーン(黄)					現場
17	強化合成樹脂製車止め			スコッチカル(黒) スコッチライト(黄)					現場
18	強化合成樹脂製車止め								

3-3 素地調整

とする。

- (1) 本工事の素地調整は、下記によりおこなうもの

種別	施工の方法	素地調整の程度
第1種	サンドブラスト	黒皮および、さびその他の付着物を完全に除去し、鋼肌が露出し、金属光沢を呈する程度
第2種	動力付機械（金剛砂グラインダー、ピッチングハンマー等）	ち密な黒皮以外の黒皮、さび、その他の付着物を完全に除去し、鋼肌が現われている程度

- (2) 第1種素地調整としては、サンドブラストとし、常に同一方法をとるものとし油脂類が付着している場合は、完全に除去しなければならない。
- (3) サンドブラスト用砂は、水分のないよう十分炒焼きしたものを使用しなければならない。
- (4) 素地調整完了後は、十分清掃して、ほこりや砂

などを除去し、直ちに、ショッププライマーを塗布しなければならない。

- (5) ショッププライマーとしては、ジンクリッチペイントあるいはウォッシュプライマー（長ばく型）を用いなければならない。
- (6) 第2種素地調整の施工方法および機械器具にお

いては、常に同一方法、同一機具を用いなければならない。

3-4 塗装工事

(1) 塗装の種類およびその標準塗布量等は下記のとおりとする。(注; J I S 番号は試験当時の番号である)

塗装の種類	工種	塗料名	1 m ² (1回) 当りの標準塗布量 (kg)	塗装間隔 (時間)	シンナー	備考
ショッププライマー		1. ジンクリッチペイント (無機質, 高濃度亜鉛)	0.2	1以上	専用シンナー	工場塗装
		2. 長ばく型ウォッシュプライマー	0.10~0.12	2以上	専用シンナー	工場塗装
標準設計タイプ	下塗 (2回)	JIS K 5628 鉛丹ジンクロメートさび止めペイントに規定する鉛丹ジンクロメートさび止めペイント2種	0.12~0.15	16以上	塗料用シンナー	現場塗装 工場塗装
	上塗 (2回)	JIS K 5518 合成樹脂調合色ペイントに規定する長油性フタル酸樹脂塗料 (黄, 黒)	0.11~0.13	24以上	塗料用シンナー	現場塗装
従来タイプ	下塗 (2回)	JIS K 5621 一般さび止めペイントに規定するさび止めペイント2種	0.14~0.17	24以上	塗料用シンナー	工場作業
	上塗 (2回)	JIS K 5518 合成樹脂調合色ペイントに規定する長油性フタル酸樹脂塗料 (黄, 黒)	0.11~0.13	24以上	塗料用シンナー	現場塗装
高強度タイプ	下塗 (2回)	二液型エポキシ樹脂塗料	0.20~0.22	16以上	専用シンナー	工場塗装
	上塗 (2回)	二液型エポキシ樹脂塗料	0.15	16以上	専用シンナー	現場塗装

- (2) 塗料は表中 JIS 規定のあるものについては、JIS に適合するものを用いその他のものについては N 社製品と同等品以上のもので監督職員の承認したものでなければならない。
- (3) ジンクリッチペイントはエポキシ系とし、乾燥塗膜の亜鉛末含有量が 90% 以上で、無機質のものを用いなければならない。ジンクリッチペイントは金属面に対する付着性、中塗塗料に対する密着性および作業法が良好なものでなければならない。
- (4) ウォッシュプライマーは長ばく型で JIS K 5633 金属前処理塗料に適合したものでなければならない。
- (5) ジンクリッチペイントは塗布する前に亜鉛末と溶剤が均一になるよう十分にかくはんしなければならない。また可使時間を過ぎた塗料を使用してはならない。
- (6) 素地調整を完了したときは、監督職員の検査を受けたのち、すみやかに下塗を施工しなければならない。
- (7) 塗装は天候の良い日を選び、鋼材表面および前回塗装面が清浄で十分乾燥した状態で施工しなければならない。
- (8) 塗料は顔料が容器の底に沈澱しないようによく

- かくはんして用いなければならない。塗装方法ははけ塗りとし、塗り残し、気泡、むらなどのない縦横に反復して、全面を均一の厚さに塗り上げなければならない。
- (9) 構造の複雑な部分は特にていねいに塗り上げなければならない。
- (10) 塗膜が乾燥しないうちに温度の急変や雪、霜などがあって、塗装面に滴状はん点が発生した場合は、塗り直さなければならない。
- (11) シンナーは各種ペイント専用シンナーを用いなければならない。
- (12) 高強度型の塗装はエポキシ樹脂系塗料を用い、同一メーカーの塗装システムを用いなければならない。
- (13) 塗装間隔は 20°C の場合の標準値であり、これより温度が低い場合、これ以上の適当な塗装間隔にしなければならない。
- (14) 車止めの上塗は別添図 (省略) に示すごとく黄色の塗料を車止め全体に 2 回塗り、その上に黒と黄のしま模様となるように黒色塗料を 2 回塗り重ねなければならない。

3-5 反射シートおよびフィルムはり付け工事

- (1) 反射シートは所定の塗装を行ったあとしま模様塗装の黄色の部分に合わせてはり付けなければならない

車止めの塗装の標準化について

らない。ただし車止め端部および上面コンクリート部は塗装のみとする。

(2) 強化合成樹脂製車止めにおいては反射シート(黄色)とスコッチカル(黒色)をしま模様となるよう交互にはるものとする。

(3) 反射シートおよびフィルムは下記のとおりとする。

(イ) S社製スコッチライト印反射シート No. 3271 (黄色)

感圧性接着剤を使用し、A-3アクチベータで活性化をはかるものとする。

(ロ) S社製スコッチレン印反射シート No. 5261 (黄色)

施工時が冬季であるためプライマーを塗布するものとする。

(ハ) S社製スコッチカル印フィルム No. 3655 (黒)

(4) はり付け工事においてははり付け時期、工法については監督職員と十分協議するものとする。

4. 運 搬

4-1 工場塗装終了後十分乾燥した状態で監督職員の検査を受けたのち、当局指定の場所まで運搬しなければならない。

4-2 運搬にあたっては塗膜面に損傷をあたえないよう十分注意して運搬しなければならない。

4-3 工場塗装した塗膜が運搬中損傷した場合は同一塗料でただちに補修塗りをしなければならない。

5. 検 収

本工事の検収は、本仕様書どおりの塗装および運搬がおこなわれたことの確認をもって検収とする。

付録-2 塗装試験施工年月日

塗 装 系	素地調整	供試体記号	シヨッププライマー	下 塗		現地取付	上 塗				反 射シート
				1回目	2回目		1回目(黄)	2回目(黄)	3回目(黒)	4回目(黒)	
高強度タイプ	1種	A11	昭和47年1月29日	2月1日	2月4日	2月10日	3月8日	3月11日	3月31日	4月10日	—
"	"	A12	"	"	"	2月14日	"	"	"	"	—
"	"	A1Lt	"	"	"	2月10日	"	"	"	"	4月11日
"	"	A1Ln	"	"	"	2月12日	"	"	"	"	"
標準設計タイプ	"	B11	"	"	2月3日	2月8日	"	3月10日	3月15日	4月3日	—
"	"	B12	"	"	"	2月9日	"	"	"	"	—
"	"	B1Lt	"	"	"	2月14日	"	"	3月28日	4月10日	4月11日
"	"	B1Ln	"	"	"	2月10日	"	"	"	4月3日	"
従来タイプ	"	C1	"	"	2月4日	2月13日	"	"	3月31日	4月10日	—
標準設計タイプ	2種	B21	—	1月29日	2月1日	2月9日	"	"	3月15日	4月3日	—
"	"	B22	—	3月8日	3月10日	2月10日	3月11日	3月15日	3月28日	"	—
"	"	B2Lt	—	1月29日	2月1日	2月12日	3月8日	3月10日	"	4月10日	4月11日
"	"	B2Ln	—	"	"	2月10日	"	"	"	4月3日	4月12日
従来タイプ	"	C21	—	"	"	"	"	"	"	"	—
"	"	C22	—	3月8日	3月10日	2月11日	3月11日	3月15日	"	4月10日	—