

土 木 研 究 所 資 料

鋼橋塗装の維持管理技術に 関する試験調査報告(Ⅰ)

—関東地方建設局管内における試験塗装—

昭和61年 3 月

建設省土木研究所
地質化学部化学研究室

Copyright © (1986) by P. W. R. L.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P. W. R. L.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の承認を得ずしてこれを行ってはならない。

鋼橋塗装の維持管理技術に 関する試験調査報告(Ⅰ)

化学研究室 片 脇 清
守 屋 進

要 旨

鋼道路橋における塗膜の耐久性を向上させ、鋼橋塗装の維持管理の効率化と合理化を図るうえで必要な資料を得る目的で関東地方建設局管内において実施した試験塗装についてとりまとめたものである。

キーワード：鋼橋塗装，維持管理，試験塗装

まえがき

鋼橋塗装の塗り替え時期の判断基準及び塗り替え仕様の選定基準を作成する目的で昭和60年度に関東地方建設局管内で実施した4橋の試験塗装についてとりまとめたものである。

なお、試験塗装の実施にあたっては下記の方々に多大なる御協力をいただきました。ここに深甚なる謝意を表する次第です（敬称略、順不同）。

道路局国道第1課課長補佐	渡 辺 茂 樹
同 国道第2課課長補佐	桂 樹 正 隆
関東地方建設局	
道 路 工 事 課 長	大 橋 義 彦
道 路 管 理 課 長	岩 上 政 夫
道路管理課課長補佐	柳 沢 政 美
千葉国道工事事務所	
管理第2課 課 長	渡 辺 楠 男
同 維持係長	横 内 治 久
船橋出張所所長	小 林 三 男
同 技術係長	沢 本 正 司
酒々井出張所所長	福 田 正 夫
〃 技術係長	柳 沢 博 美
〃 管理係長	其 田 誠
東京国道工事事務所	
管理第2課 課長	成 田 保 三
同 維持第2係長	小 山 欣 司
亀有出張所所長	橋 本 忠 夫
同 技術係長	斉 藤 厚
甲府工事事務所	
道 路 管 理 課 長	伊 藤 祐 次
同 維持修繕係長	長 岩 悦 郎
大月出張所所長	吉 田 治 久
同 技術係長	大久保 快

目 次

1. 調 査 目 的	1
2. 試験橋の選定	2
3. 試験橋の塗装系と塗り替え塗装系	7
4. 調 査 方 法	13
4.1 塗膜劣化度の調査方法	13
4.2 素地調整程度の調査方法	16
4.3 飛散防止ネットの効果調査方法	16
5. 調査結果及び考察	20
5.1 横尾橋における調査結果	20
5.2 天台歩道橋における調査結果	24
5.3 六月町歩道橋における調査結果	27
5.4 原木大橋における調査結果	29
5.5 水郷大橋における調査結果	38
6. 塗装試験片の製作	44
6.1 塗装系及び塗装仕様	44
6.2 塗装試験片作製時の記録	44
6.3 追 跡 調 査	44
6.4 塗装時の記録	45
7. 今 後 の 課 題	51
7.1 塗膜劣化度の調査について	51
7.2 素地調整程度の調査について	51
7.3 塗り替え塗装について	51

付 属 資 料

1. 調 査 目 的

鋼道路橋における塗膜の耐久性を向上させ、鋼橋塗装の維持管理の効率化と合理化を図るうえで必要な資料を得る目的で、建設省関東地方建設局千葉国道工事事務所、同じく東京国道工事事務所、同じく甲府工事事務所が所管する道路橋（歩道橋2橋を含む5橋の塗り替え時に、塗り替え前における塗膜劣化度及び塗り替え直前の素地調整程度の調査を実施すると共に、試験に用いた塗装系により暴露試験用塗装試験片を作製した。

本報告書は、これらの調査結果及び塗装試験片作製時の諸記録をとりまとめたものである。

2. 試験橋の選定

昭和60年度は、下記の4橋を試験橋に選定した。

(1) 横尾橋（甲府工事事務所）

高湿度環境における塗り替え対策を検討するものである。

(2) 天台北歩道橋（千葉国道工事事務所）

塗膜の劣化及び鋼材の腐食が著しい「けあげ部」の塗膜劣化防止対策を検討する目的で実施するものである。

(3) 六月町歩道橋（東京国道工事事務所）

天台北歩道橋と同じく、「けあげ部」の塗膜劣化防止対策を検討する。

(4) 原木大橋（千葉国道工事事務所）

今後、厚膜化による耐久性向上を図る場合には、吹付け塗装が不可欠となるため、吹付け塗装で最も問題となる塗料飛散の防止対策として、防止用ネットの効果を調査するものである。

(5) 水郷大橋（千葉国道工事事務所）

湿潤と乾燥の繰り返しにより塗膜が層間はくりを生じる現象を防止する目的で実施するものである。

これらの橋梁の一般図を図-1～4に示す。

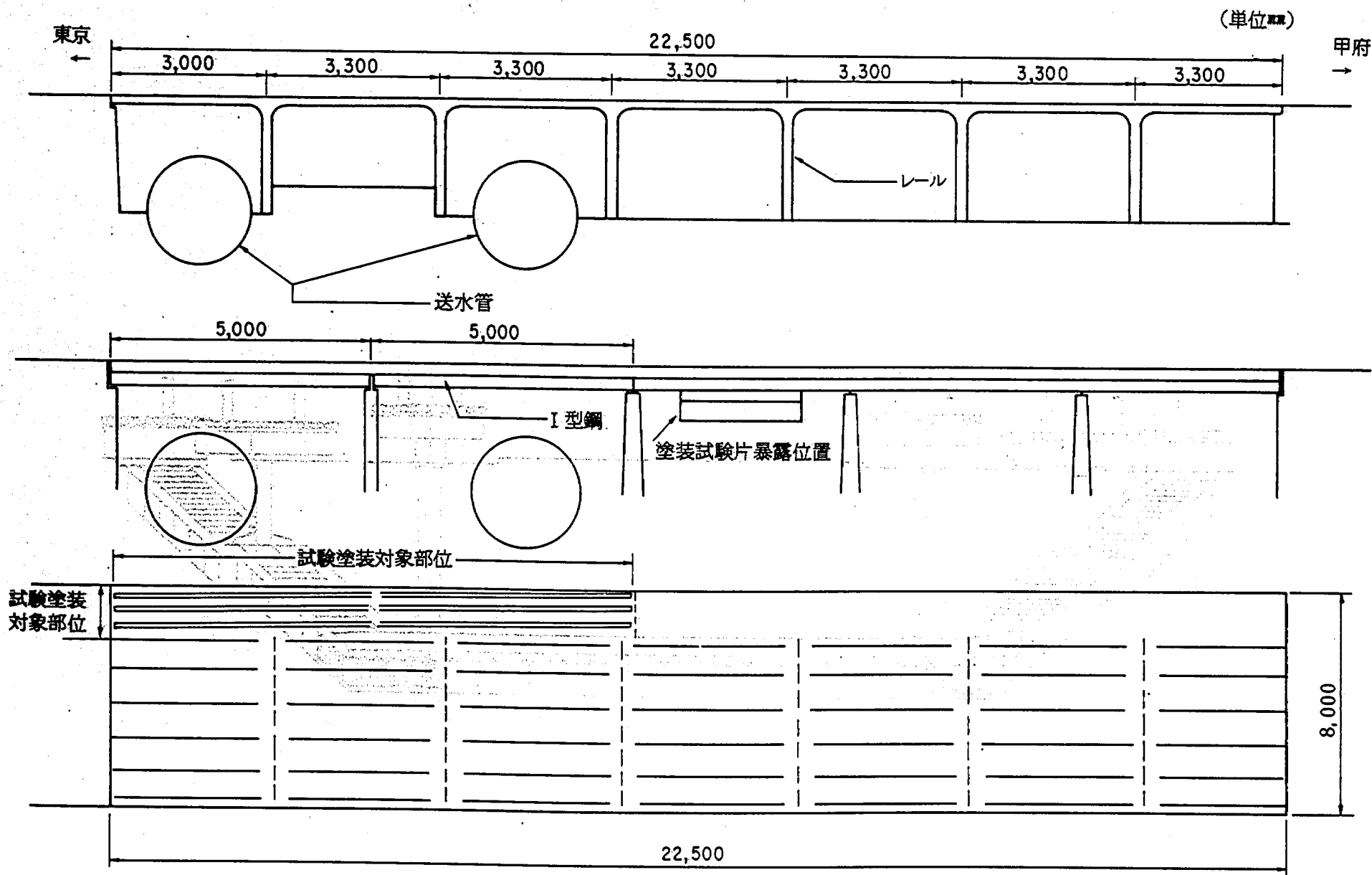


図 - 1 横 尾 橋

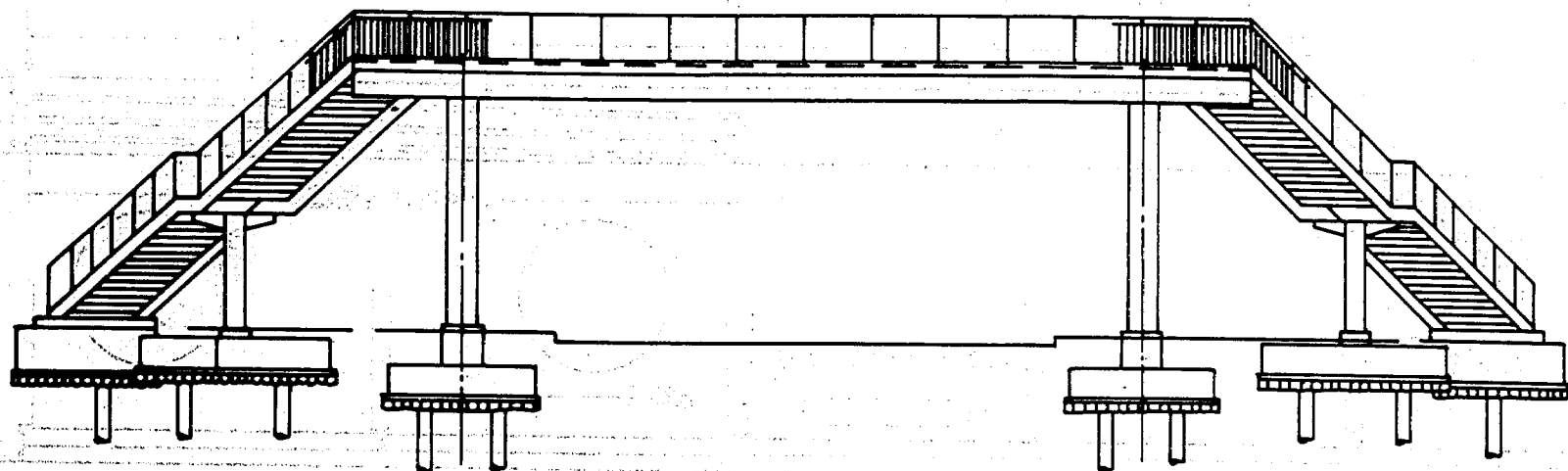


图 - 2 天台北步道桥

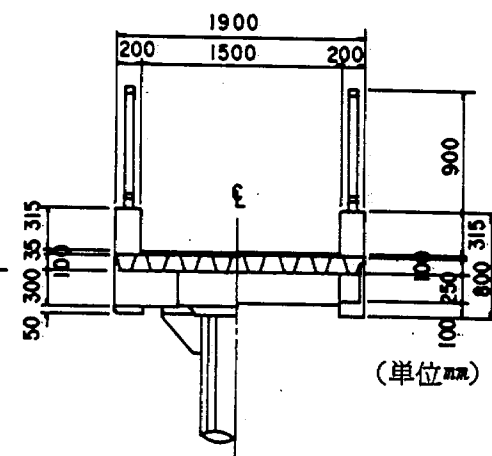
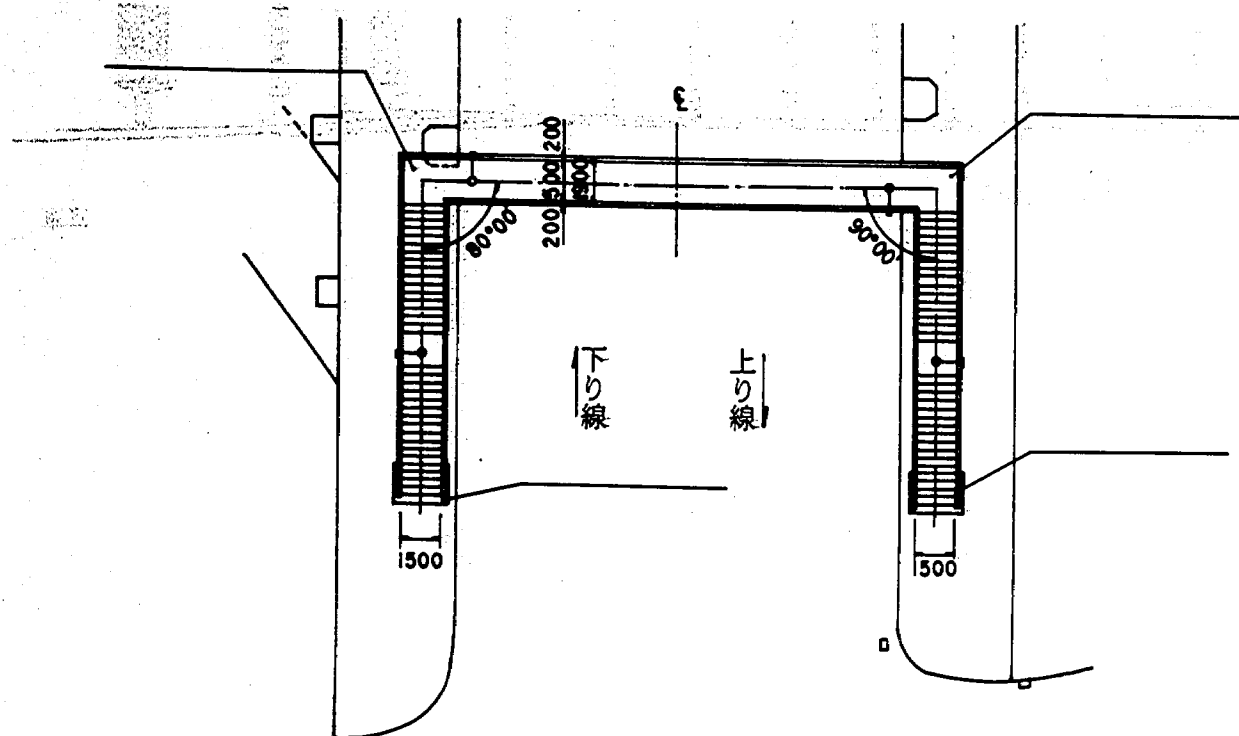
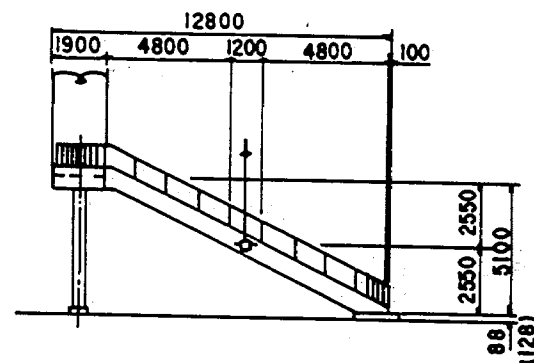
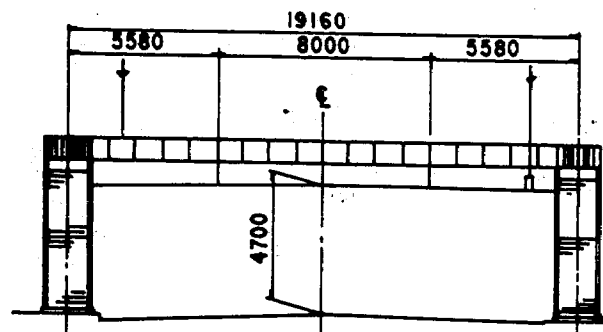


図 - 3 六 月 町 歩 道 橋

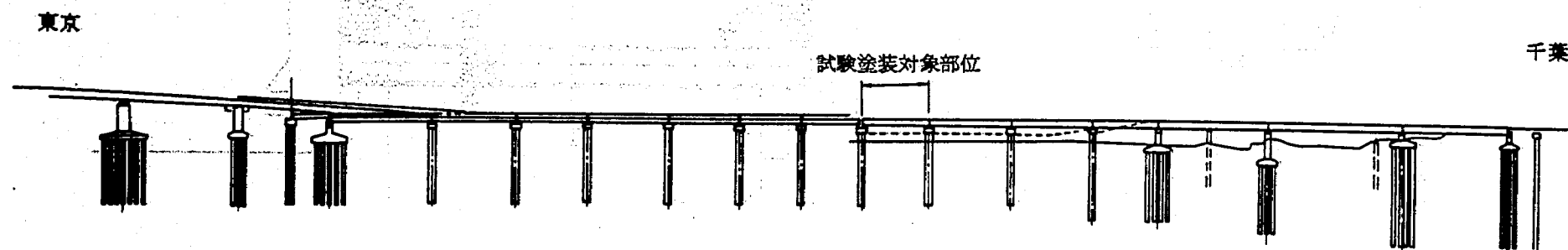


図 - 4 原木大橋

3. 試験橋の塗装系と塗り替え塗装系

各試験橋の旧塗装系は、表-1に示したとおりである。これらの塗装系の塗り替え塗装系は、それぞれ2.試験橋の選定の項で述べた目的での目的で選定されたものである。各試験橋の塗り替え塗装系を表-2～表-5に示す。

表 - 1 試験橋の塗装系

橋梁名	国道	事務所	環境	形式	橋長 (径間)	塗装面積 (m ²)	塗 装 系	架 設	前回塗り替え	備 考
横尾橋	20	甲府工事 大月出張所	山間部 送水管をまたぐ	単純 ラーメン桁 鋼ラーメン橋	25.45m (7)	405	I 桁 下塗 塩基性クロム酸鉛 中塗 長油性フタル酸 上塗 "	昭和 8 年	ラーメン街 不明 I 桁 昭和54年10月	I 桁 2 径間 拡巾 昭和54年10月
天台北橋	16	千葉国道	市街地		18.0m		下塗 鉛系さび止め 中塗 超長油性フタル酸 上塗 長油性 "		昭和 48 年 2 月	
六月町橋	4	東京国道 亀有出張所	市街地	主桁 下路C型 床版 デッキブ レート	20.96m	460	下塗 亜酸化鉛 中塗 超長油性フタル酸 上塗 長油性 "	昭和 44年 1 月	昭和 51 年 12 月	
原木大橋	357	千葉国道 船橋出張所	湾岸埋立地 運河	鋼版桁橋	470.6m (15)	16,158	下塗 鉛丹さび止め 2 回 中塗 超長油性フタル酸 上塗 長油性 "	昭和 51年 9 月	—	
水郷大橋	51	千葉国道 酒々井出張所	田圃地区 利根川	2 径間連続鋼 床版斜張橋 3 径間連続鋼 床版箱桁橋			一般外面 下塗 シアミド鉛系さび止め 中塗 超長油性フタル酸 上塗 長油性 "	昭和 52年 1 月		鋼系版下面は エポキシ塗装

表-2 横尾橋の塗り替え塗装系

	塗 装 系	膜厚 (μ)	使用量 (kg/m ²)	
			ハケぬり	エアレス
塗装系 1	(補修塗り部分) 補修塗り用塗料 鉛系さび止めペイント	(35)	(0.14)	(0.17)
	鉛系さび止めペイント	35	0.14	0.17
	フタル酸樹脂系塗料中塗り	30	0.12	0.15
	フタル酸樹脂系塗料上塗り	25	0.11	0.14
塗装系 2	(補修塗り部分) 補修塗り用塗料	(50)	(0.20)	(0.25)
	塗替用エポキシ樹脂塗料下塗り	50	0.20	0.25
	塩化ゴム系樹脂塗料中塗り	35	0.17	0.22
	塩化ゴム系樹脂塗料上塗り	30	0.15	0.20

塗装系 1 は I 桁内外面に適用

” 2 は ” 外面に適用

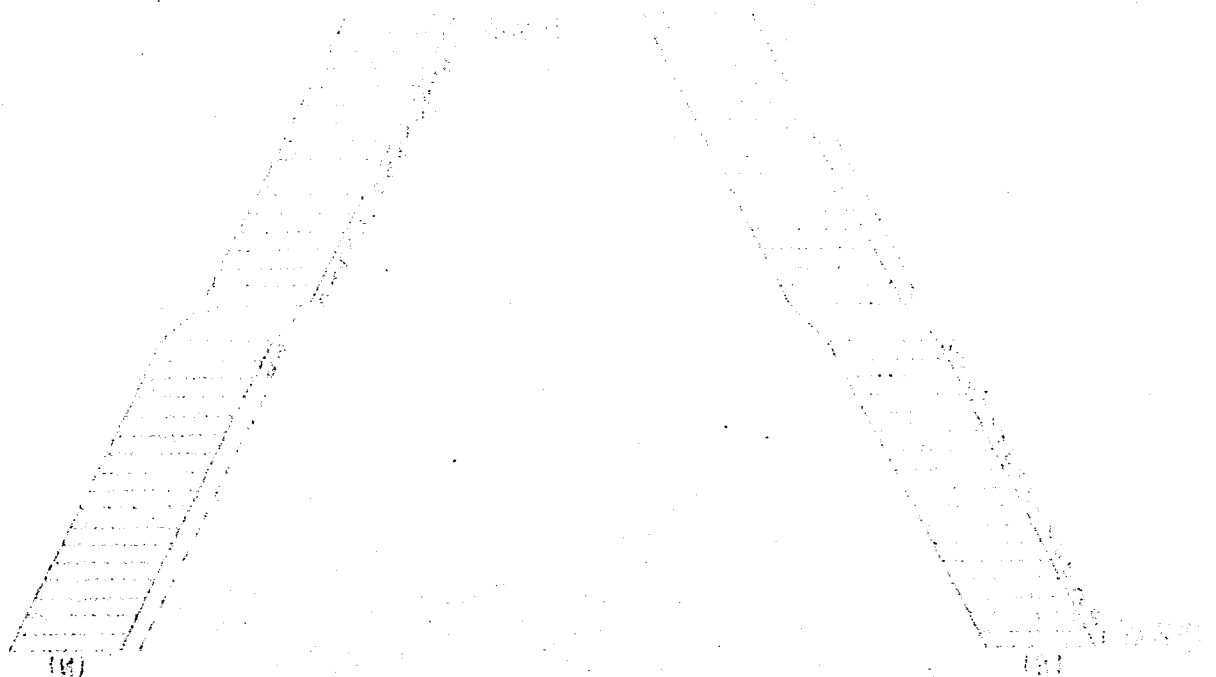


表-3 天台北歩道橋の塗り替え塗装系

塗装系		1層目	2層目	3層目	4層目	5層目	合 計
1	塗料名	鉛系 さび止め	鉛系 さび止め	超長油性 フタル酸 中塗	長油性 フタル酸 上塗		
	膜 厚	35 μ	35 μ	30 μ	25 μ		125 μ
2	塗料名	補修用エポ キシ樹脂塗 料下塗り	補修用エポ キシ樹脂塗 料下塗り	補修用エポ キシ樹脂塗 料下塗り	エポキシ樹脂 塗料上塗り (342淡)	エポキシ樹脂 塗料上塗り (342)	
	膜 厚	60 μ	60 μ	60 μ	30 μ	30 μ	240 μ
3	塗料名	エポキシ 樹脂塗料 下塗り	超厚膜型 エポキシ	エポキシ樹脂 塗料上塗り (342淡)	エポキシ樹脂 塗料上塗り (342)		
	膜 厚	60 μ	1000 μ	30 μ	30 μ		1120 μ
4	塗料名	エポキシ 樹脂塗料 下塗り	ポリエステル ガラスフレ ック塗料	ポリエステル ガラスフレ ック塗料	エポキシ樹脂 塗料上塗り (342淡)	エポキシ樹脂 塗料上塗り (342)	
	膜 厚	60 μ	500 μ	500 μ	30 μ	30 μ	1120 μ
5	塗料名	補修用エポ キシ樹脂塗 料下塗り	補修用エポ キシ樹脂塗 料下塗り	柔軟型ウレタン 樹脂塗料上塗り (342淡)	柔軟型ウレタン 樹脂塗料上塗り (342)		
	膜 厚	60 μ	60 μ	60 μ	60 μ		240 μ
6	塗料名	エポキシ樹脂 塗料下塗り (クリアー)	ポリ ブタジエン (白)	ポリ ブタジエン (グレー)	柔軟型ウレタン 樹脂塗料上塗り (342)	柔軟型ウレタン 樹脂塗料上塗り (342)	
	膜 厚	20 μ	500 μ	500 μ	30 μ	30 μ	1080 μ

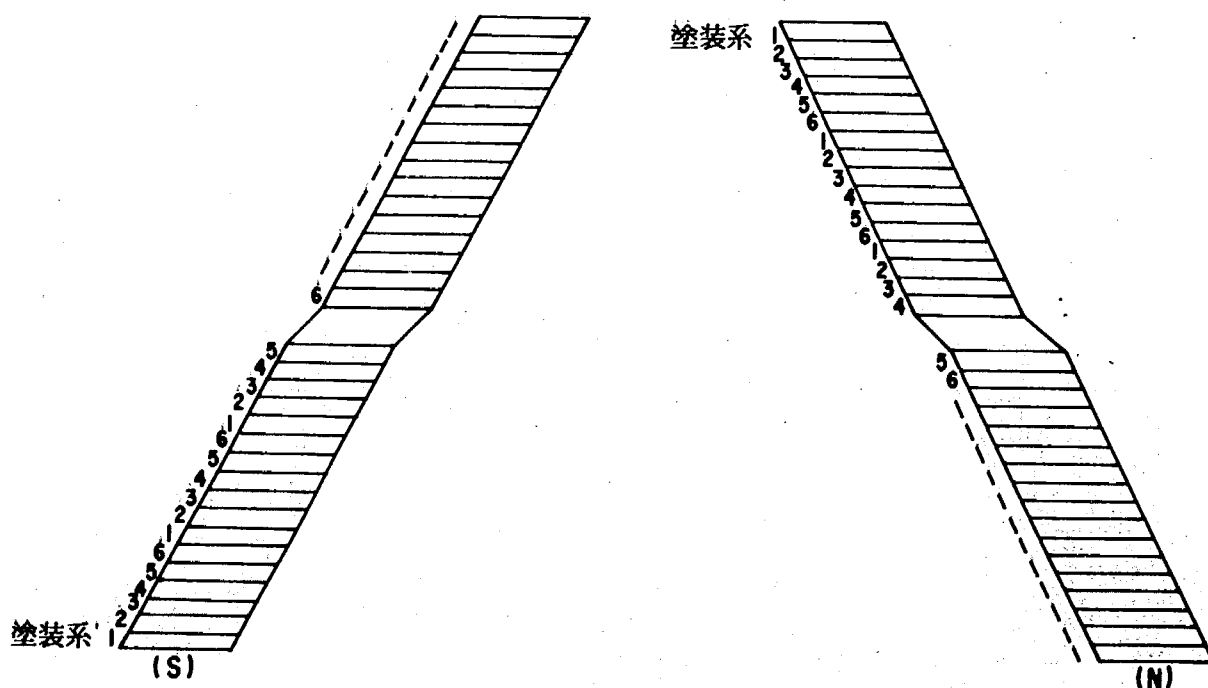
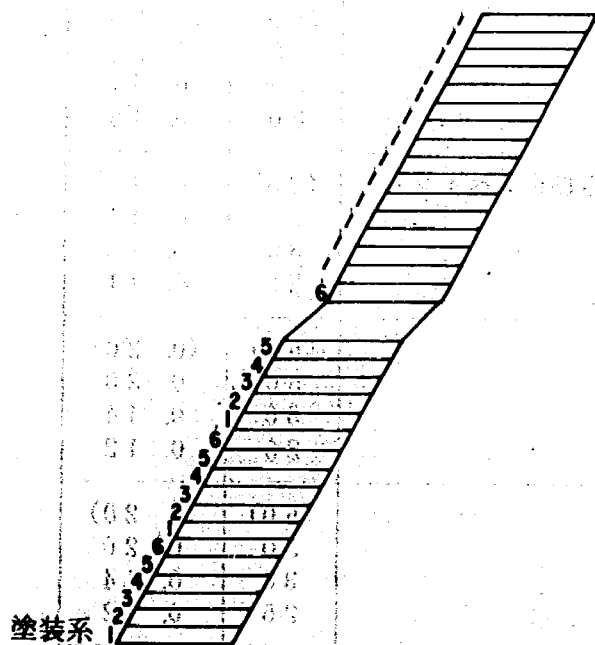
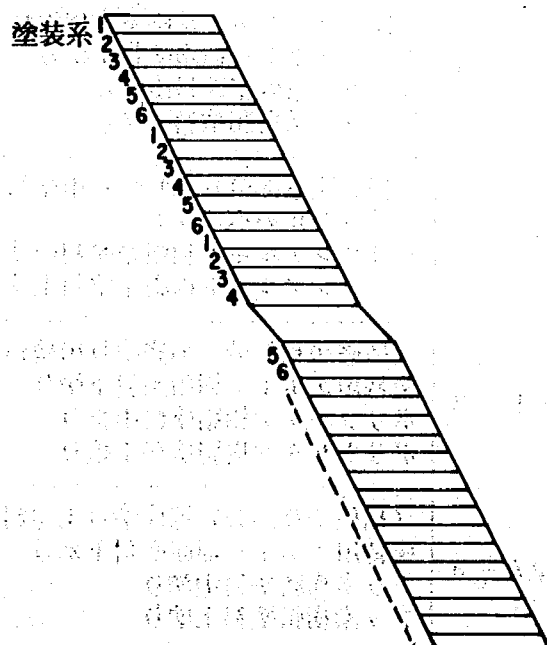


表-4 六月町歩道橋の塗り替え塗装系

塗装系		1層目	2層目	3層目	4層目	5層目	合計
1	塗料名	鉛系 さび止め	鉛系 さび止め	超長油性 フタル酸 中塗	長油性 フタル酸 上塗		
	膜厚	35 μ	35 μ	30 μ	25 μ		125 μ
2	塗料名	補修用エポ キシ樹脂塗 料下塗り	補修用エポ キシ樹脂塗 料下塗り	補修用エポ キシ樹脂塗 料下塗り	エポキシ樹脂 塗料上塗り (342淡)	エポキシ樹脂 塗料上塗り (342)	
	膜厚	60 μ	60 μ	60 μ	30 μ	30 μ	240 μ
3	塗料名	エポキシ 樹脂塗料 下塗り	超厚膜型 エポキシ	エポキシ樹脂 塗料上塗り (342淡)	エポキシ樹脂 塗料上塗り (342)		
	膜厚	60 μ	1000 μ	30 μ	30 μ		1120 μ
4	塗料名	エポキシ 樹脂塗料 下塗り	ポリエステル ガラスフレ ック塗料	ポリエステル ガラスフレ ック塗料	エポキシ樹脂 塗料上塗り (342淡)	エポキシ樹脂 塗料上塗り (342)	
	膜厚	60 μ	500 μ	500 μ	30 μ	30 μ	1120 μ
5	塗料名	補修用エポ キシ樹脂塗 料下塗り	補修用エポ キシ樹脂塗 料下塗り	柔軟型ウレタン 樹脂塗料上塗り (342淡)	柔軟型ウレタン 樹脂塗料上塗り (342)		
	膜厚	60 μ	60 μ	60 μ	60 μ		240 μ
6	塗料名	エポキシ樹脂 塗料下塗り (クリアー)	ポリ ブタジエン (白)	ポリ ブタジエン (グレー)	柔軟型ウレタン 樹脂塗料上塗り (342)	柔軟型ウレタン 樹脂塗料上塗り (342)	
	膜厚	20 μ	500 μ	500 μ	30 μ	30 μ	1080 μ



(草加方面：D)



(東京方面：U)

表-5 原木大橋の塗り替え塗装系

	塗 装 系	膜厚 (μ)	使用量 (kg/m^2)	
			ハケぬり	エアレス
塗装系 1	(補修塗り部分) 補修塗り用塗料 鉛系さび止めペイント	(35)	(0.14)	(0.17)
	鉛系さび止めペイント	35	0.14	0.17
	フェノール樹脂系MIO塗料	45	0.25	0.30
	塩化ゴム系樹脂塗料中塗り	35	0.17	0.22
	塩化ゴム系樹脂塗料上塗り	30	0.15	0.20

表-6 水郷大橋の塗り替え塗装系

No		塗 装 系	膜 厚 ()	使用 量 (kg/m^2) (ハケぬり)
1	一般A-1	(補修塗り部分) 補修塗り用塗料 鉛系さび止めペイント 鉛系さび止めペイント フタル酸樹脂系塗料中塗り フタル酸樹脂系塗料上塗り	(35) 35 30 25	(0.14) 0.14 0.12 0.11
2	一般A-1'	一般A-1の鉛系さび止めペイントを2回塗る		
3	一般B-1	(補修塗り部分) 補修塗り用塗料 鉛系さび止めペイント 鉛系さび止めペイント フェノール樹脂系MIO塗料 塩化ゴム系樹脂塗料中塗り 塩化ゴム系樹脂塗料上塗り	(35) 35 45 35 30	(0.14) 0.14 0.25 0.17 0.15
4	一般B-2	(補修塗り部分) 補修塗り用塗料 塗替用エポキシ樹脂塗料下塗り 塩化ゴム系樹脂塗料中塗り 塩化ゴム系樹脂塗料上塗り	(50) 50 35 30	(0.20) 0.20 0.17 0.15
5	一般A-2	(補修塗り部分) 補修塗り用塗料 鉛系さび止めペイント 鉛系さび止めペイント シリコンアルキド樹脂系塗料中塗り シリコンアルキド樹脂系塗料上塗り	(35) 35 30 25	(0.14) 0.14 0.12 0.11
6	一般B-3	(補修塗り部分) 補修塗り用塗料 塗替用エポキシ樹脂塗料下塗り ポリウレタン樹脂塗料中塗り ポリウレタン樹脂塗料上塗り	(50) 50 30 25	(0.20) 0.20 0.14 0.12
7	海岸A-3	(補修塗り部分) 補修塗り用塗料 塗替用エポキシ樹脂塗料下塗り フッ素樹脂塗料中塗り フッ素樹脂塗料上塗り	(50) 50 30 25	(0.20) 0.20 0.14 0.12

4. 調査方法

4.1 塗膜劣化度の調査方法

(1) 写真記録

1) 撮影距離

撮影距離は、全体遠距離、中距離、近距離、接写とし、以下のとおり行う。

- 全体遠距離……橋梁の架設環境、橋梁形式等を把握する。
- 中距離……塗膜劣化度の記録及び劣化度標準と定点観測に利用する。5～10 mを目安とする。
- 近距離……同 上，1～2 mを目安とする。
- 接 写……中距離、近距離の補助及び劣化現象の拡大用として用いる。0.2～0.5 mを目安とする。

2) 撮影部位（ただし、中距離、近距離、接写）

- 桁内外の側面の両端及び中央部
- 下フランジ下面
- 接合部

(2) 全体調査（目視）

1) 調査項目及び方法

- 「ふくれ」「はがれ」「さび」は表-6に示すJSSCIV-03により評価する。
- 「光沢」「白亜化」「変退色」「われ」は、大、中、小の3段階に評価する。その他の異状は特記する。

2) 対象とする部位は、桁の連ごとに全体を評価する。

(3) 定点調査（目視）

1) 調査部位は、橋梁ごとに定点を定めるが、基本的には写真記録の部位と同じである。

2) 調査項目

- 「ふくれ」……ふくれの大きさ、密度、ふくれ層
- 「はがれ」……％、はくり層
- 「さび」……見かけ上の％、
- 「われ」……JSSC
- 付着性……ごばん目試験（5 mm×9こま、1箇所JSSCIV-03により評価する。）
- 写真撮影が不可能な場合は、スケッチを行う。

表-6(1) JSSC-IV-03 鋼橋塗膜調査 評価基準

評価点 (RN) の内容

評価点	内 容
3	異常又は劣化が全く認められないか、もしあったとしても極めて局部的でしかも微少なため、塗膜の機能から無視し得る程度のもの。
2	異常又は劣化はやや見られるが、塗膜機能は維持している。
1	異常又は劣化は相当進み、塗膜は機能の極限に達しているか、すでに超えている。
0	異常又は劣化が進み、塗膜の存在価値を失っている。

※ RNは Rating Numberを表わす。

さび評価点

評価点 (RN)	発 生 状 態	
	発生面積	外 観 状 態
3	0 ~ 0.03 %	異状なし。 誰れが見ても外観的にはさびが認められないか、さびらしきものがあったても無視し得る程度のもの。
2	0.03 ~ 0.3 %	僅かにさびが見られる。 さびが観察される部分以外の塗膜の防食性能はほぼ維持されていると思われる状態。
1	0.3 ~ 5.0 %	明らかにさびが見られる。 誰れが見ても発錆部分が多く、何んらかの処置をほどこさなければならない状態。
0	> 5.0 %	見かけ上ほぼ全面にわたってさびが見られる。早急に塗料を塗り直さなければならない状態。

表 - 6 (2)

ふくれ評価点

評価点 (RN)	発 生 状 態
3	発生している面積 0 ~ 0.03 %
2	" > 0.03 ~ 0.3 %
1	" > 0.3 ~ 5 %
0	" > 5 %

白亜化評価点

評価点 (RN)	状 態
3	初期と比べほとんど変化していない
2	初期より僅か白っぽい
1	初期の色合いに近いがかなり白っぽい
0	初期に比べ著しく白っぽく初期の色合いが推定できない

はがれ評価点

評価点 (RN)	白塗検評価点	はがれ発生面積 (%)
3	10	0
2	9	0.5 以下
1	8	0.5 ~ 2
0	6 以下	2 以上

4.2 素地調整程度の調査方法

素地調整程度の調査は、下記の方法で行う。

(1) 写真記録

1) 撮影距離

撮影距離は、塗膜劣化度の調査方法に準じ、中距離、近距離を基本とし、必要に応じて接写を行う。

2) 撮影部位

塗装劣化度の調査と同様である。

3) 調査項目及び方法

目視により、露出した塗膜の面積と残留塗膜の面積をそれぞれ％で表示することとし、除錆程度の良否も併せて調査する。

4.3 飛散防止ネットの効果調査方法

飛散防止ネットの効果調査は、下記の方法で行う。

- (1) 塗 装 機 エアレス (WAGNER ES 3000)
- (2) 塗装条件 吐出圧 150kgf/cm², スプレー巾 8~55cm, 口径 0.11~0.26mm,
吐出量 0.28~0.66cc/min
- (3) 塗 料 鉛系さび止めペイント
- (4) 調査箇所 図-5(1)~5(2)参照
- (5) 調査方法

飛散防止ネットをしないとき、ネットを1重でしたとき及び、ネットを2重にしたときの塗料の飛散状況を、白紙(90×79cm)をベニア板にはりつけ、図-6~8に示す位置に置き、飛散の程度を調べる。

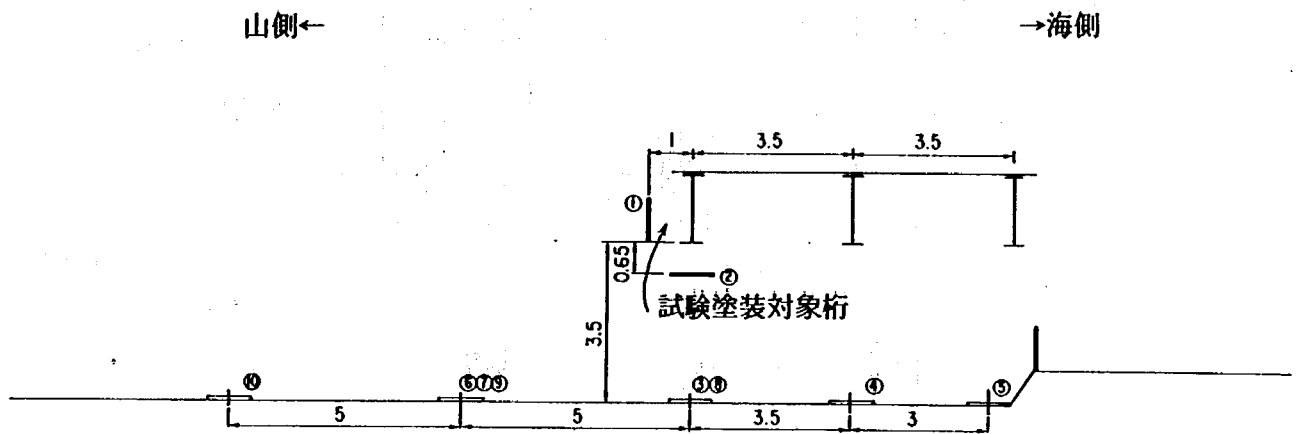


図-5(1) 飛散防止ネットの効果調査箇所

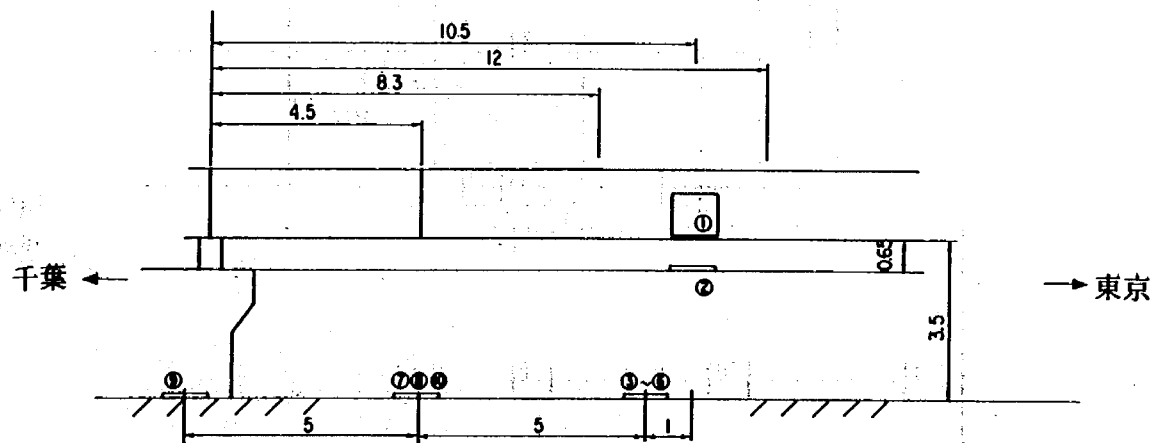


図-5(2) 飛散防止ネットの効果調査箇所

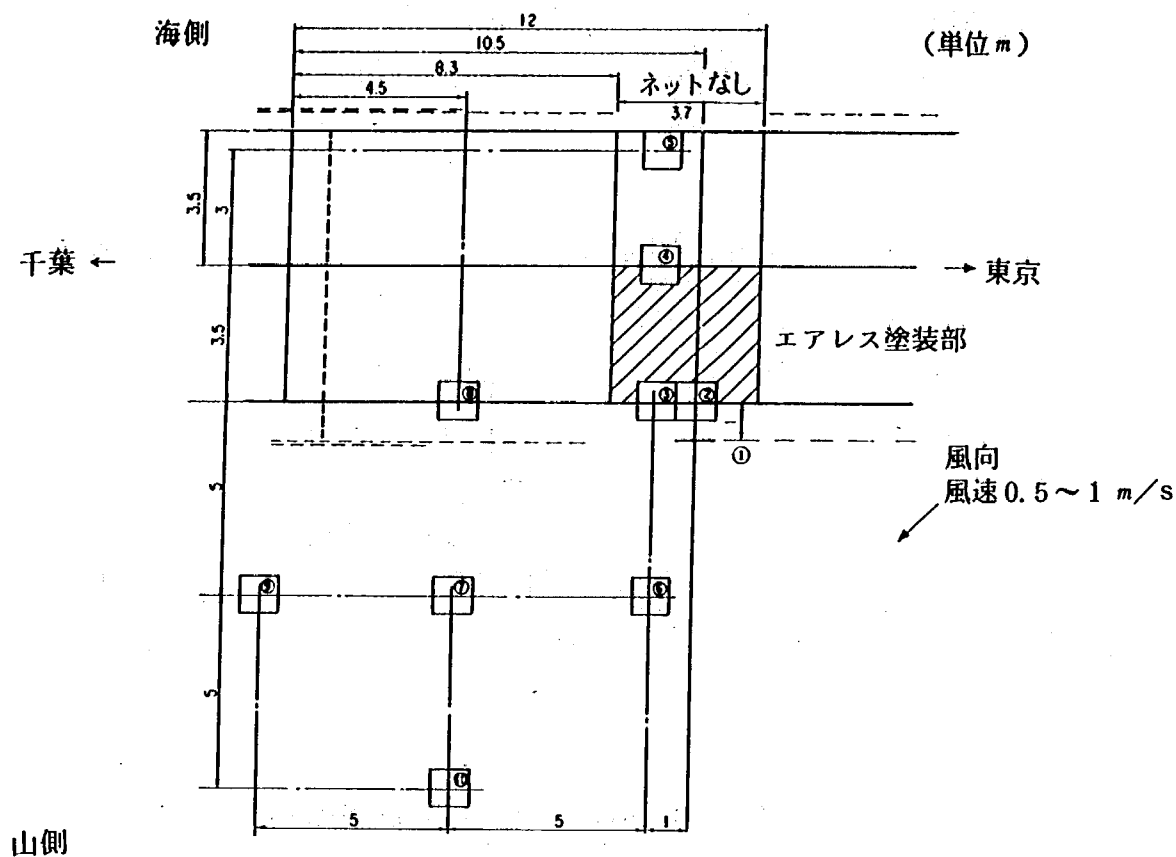


図 - 6 飛散防止ネットなし

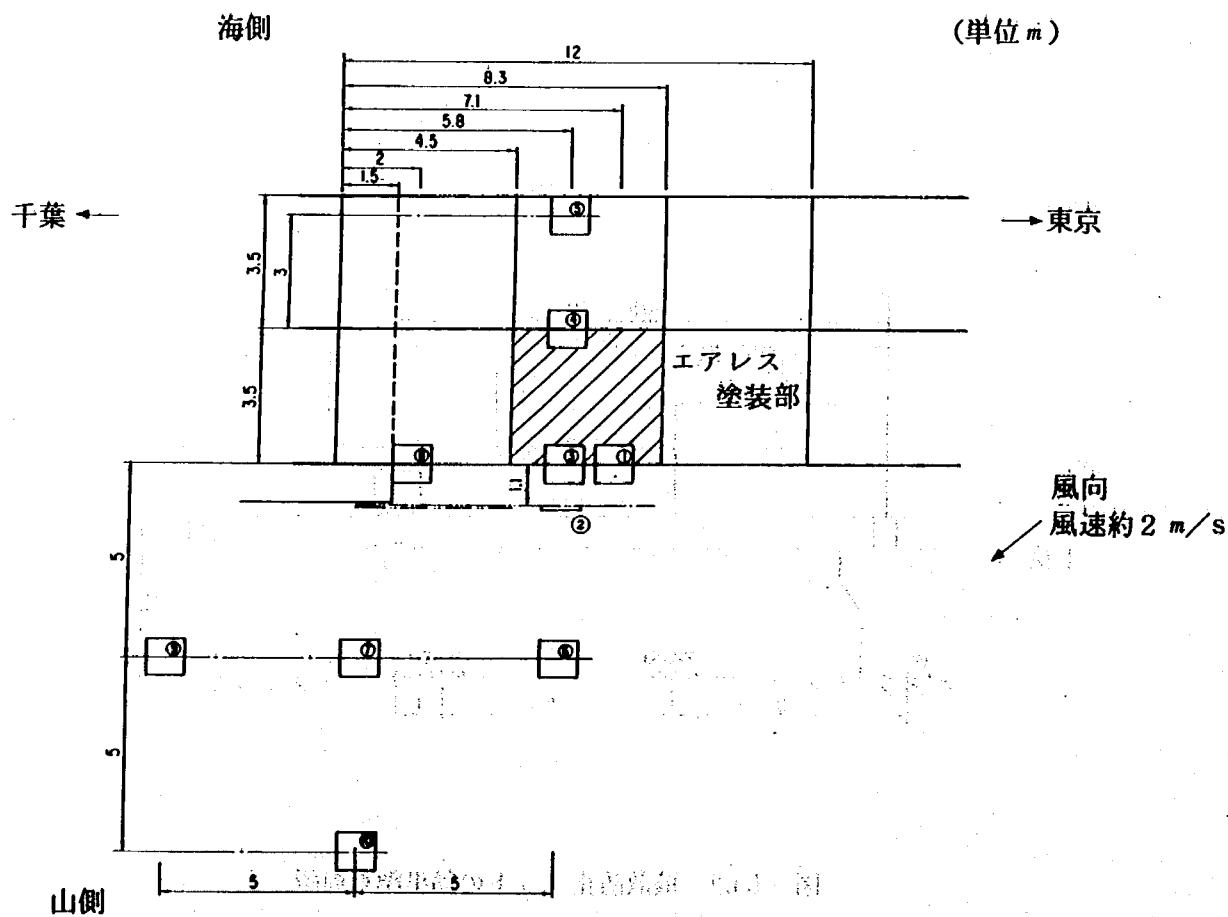


図 - 7 飛散防止ネット 1 重

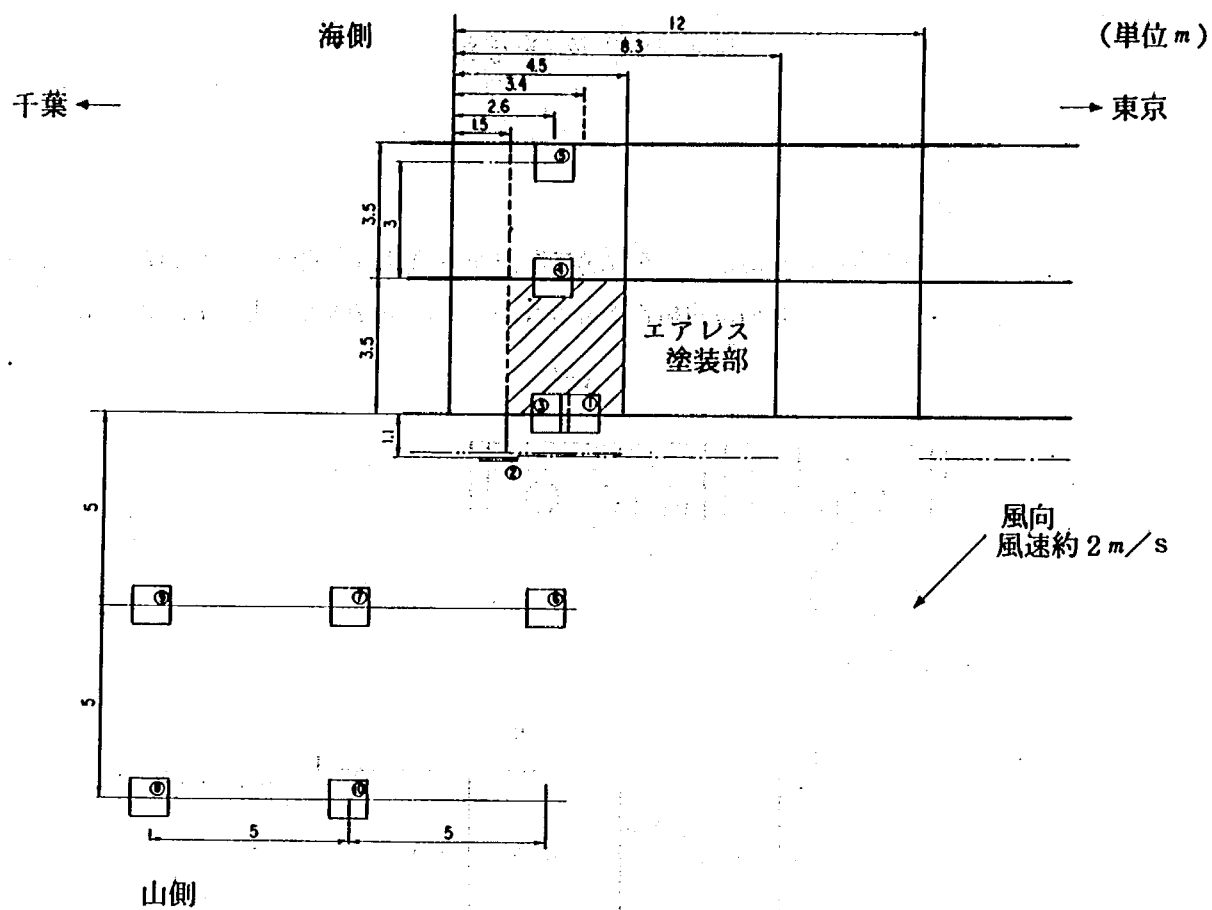


図 - 8 飛散防止ネット 2重

5. 調査結果及び考察

5.1 横尾橋における調査結果

(1) 塗膜劣化度の調査結果

塗膜劣化度は、図-9のように調査対象部位を定めて写真記録及び目視観察により調査する計画であったが、桁間隔が狭く、計画どおりの写真撮影ができなかった。調査結果を表-7, 8に示す。

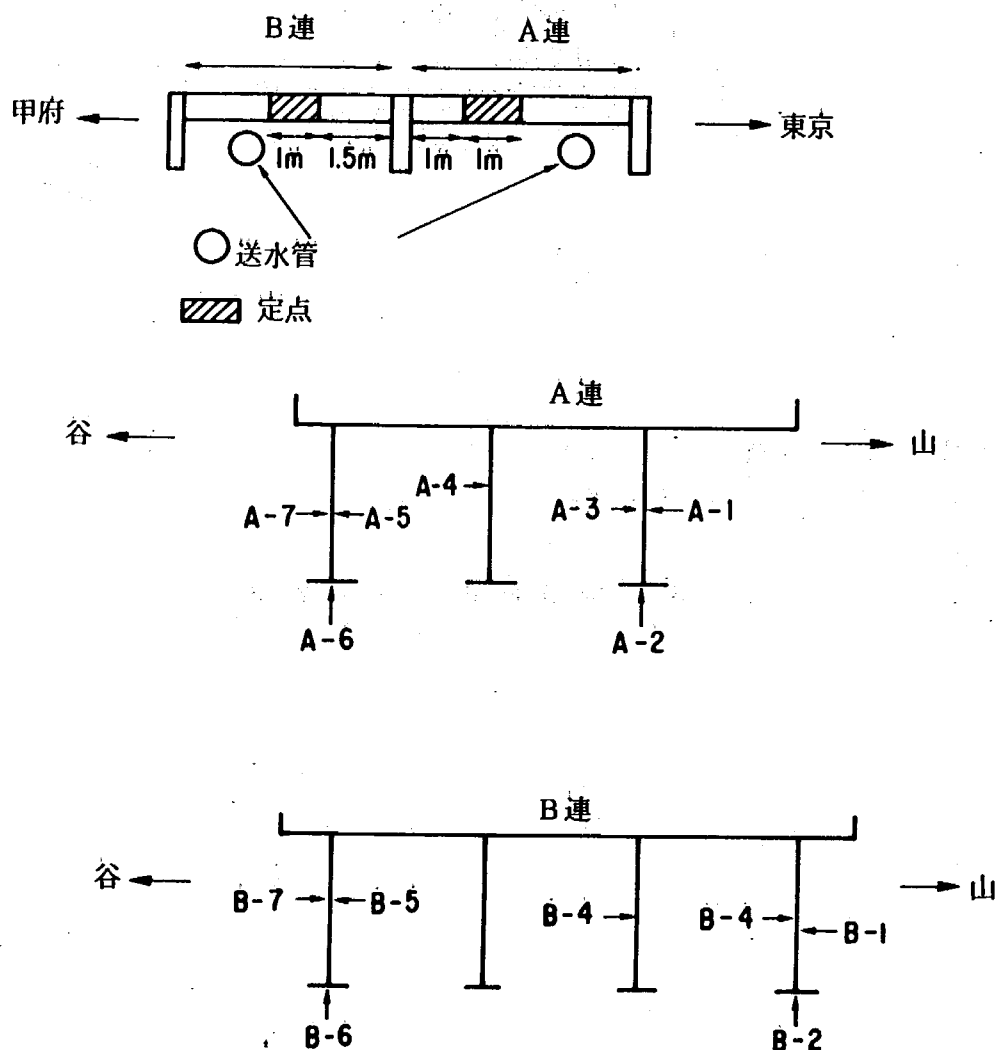


図-9 調査対象部位

表-7, 8から、塗膜劣化で最も問題になる「さび」は、A連においては、谷側外桁の下フランジ下面と外側ウェブ、B連では外側ウェブで著しく、山側外桁では、A連の外側ウェブ、B連の下フランジ下面で著しかった。その他の部分では、さびの発生は少なかった。

これに対して、「ふくれ」は全面に発生しており、湿度の高い環境であることを裏付けていた。その他の塗膜劣化については、問題となるような状況は認められなかった。

以上の塗膜劣化状況から、高湿環境での塗り替え対策を検討する試験を行う対象としては、うって

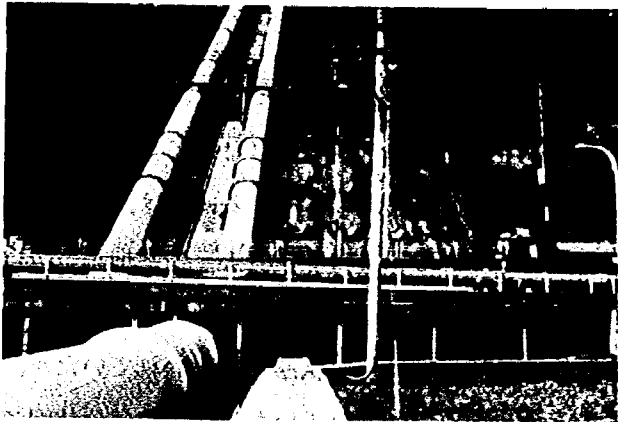
表-7 横尾橋塗膜調査結果(連全体観察)

部 位				評 価							特 記
				さ び	ふくれ	はがれ	白亜化	光 沢	変退色	わ れ	
A	A-1	山側外桁	外側ウェブ	1	0	3	3	中	小	無	両端部さび層はがれ
	A-2		下フランジ下面	2	0	3	3	"	"	"	
	A-3		内側ウェブ	2	0	3	3	"	"	"	
	A-4	内桁	ウェブ	2	0	3	3	"	"	"	
連	A-5	谷側外桁	内側ウェブ	2	0	3	3	"	"	"	
	A-6		下フランジ下面	0	0	3	3	"	"	"	
	A-7		外側ウェブ	0	0	3	3	"	"	"	汚れ中程度
B	B-1	山側外桁	外側ウェブ	2	0	3	3	"	"	"	
	B-2		下フランジ下面	1	0	3	3	"	"	"	
	B-3		内側ウェブ	2	0	3	3	"	"	"	
	B-4	内桁	ウェブ	2	0	3	3	"	"	"	
連	B-5	谷側外桁	内側ウェブ	2	0	3	3	"	"	"	
	B-6		下フランジ下面	2	0	3	3	"	"	"	
	B-7		外側ウェブ	0	0	3	3	"	"	"	端部さび層はがれ

注) さび, ふくれ, はがれ, 白亜化はJSSC-IV-03による。 良3←→0不良

表 - 8 横尾橋塗膜調査結果（定点観察）

部 位				評 価	評 点					特 記
					さ び	ふ く れ	はがれ	付 着 性	わ れ	
A 連	A - 1	山側外桁	外 側 ウ ェ ブ	0.3%	6 D 素地	無	8 / 9 素地	無		
	A - 2		下フランジ下面	0.2	6 D 素地	〃	8 / 9 素地	〃		
	A - 3		内 側 ウ ェ ブ	0.2	6 D 素地	〃	8 / 9 素地	〃		
	A - 4	内桁	ウ ェ ブ	0.2	6 D 素地	〃	8 / 9 素地	〃		
	A - 5	谷側外桁	内 側 ウ ェ ブ	0.2	6 D 素地	〃	8 / 9 素地	〃		
	A - 6		下フランジ下面	2 0	6 D 素地	〃	測 定 不 能	〃		
	A - 7		外 側 ウ ェ ブ	1 0	6 D 素地	〃	8 / 9 素地	〃		
B 連	B - 1	山側外桁	外 側 ウ ェ ブ	0.3	6 D 素地	〃	7 / 9 素地	〃		
	B - 2		下フランジ下面	0.3	6 D 素地	〃	8 / 9 素地	〃		
	B - 3		内 側 ウ ェ ブ	0.2	6 D 素地	〃	8 / 9 素地	〃		
	B - 4	内桁	ウ ェ ブ	0.1	6 D 素地	〃	8 / 9 素地	〃		
	B - 5	谷側外桁	内 側 ウ ェ ブ	1 0	6 D 素地	〃	8 / 9 素地	〃		
	B - 6		下フランジ下面	2 0	6 D 素地	〃	8 / 9 素地	〃		
	B - 7		外 側 ウ ェ ブ	5 0	1 0	〃	測 定 不 能	〃		



写真－1 横尾橋全景



写真－2 塗膜劣化状況



写真－3 素地調整後



写真－4 塗り替え終了後

つけの橋梁であるといえる。(写真-1~4)

(2) 素地調整程度の調査結果

素地調整のグレードは、通常の塗り替え工事に適用される3種ケレンと定められており、ハンマーにより固着さびを除去した後、デスクサンダを用いて劣化塗膜やさびを除去していた。

桁がコンクリートに隣接している部分は、さびの発生が著しく、ハンマーでたたいてもさびが十分に除去できず、かなりのさび層が残留している状態であった。旧塗膜が残っている部分は、デスクサンダで研磨したが、その部分の処理の程度は、ほぼ3種ケレンとして妥当な程度までの素地調整が行われていた。

以上を総合すると、素地調整の程度としては、活膜部はほぼ規定に近い状態まで行われていたが、さびの著しい部分については、さび落しの程度が低く、規定どおり行われていたとはいえない状況であった。ハンマーとデスクサンダを併用する方法では、やむを得ない面もあるが、今後の塗り替えを考えたときに、是非とも解決したい重要な問題であると思われる。

なお、作業そのものは、狭い箇所での作業となったためにやりにくい面があったことは否めず、塗装工事との関係から調査が制約を受ける場合もあった。このため、素地調整後の写真記録が計画どおり実施できなかった。

(3) 塗り替え状況の調査結果

従来より広く使用されている鉛系さび止めペイントやフタル酸樹脂塗料の塗装については、特に不具合な点はなかったが、被塗面に対するなじみの良くないエポキシ樹脂塗料の塗装については、満足できるような施工がなされなかった。したがって、エポキシ樹脂塗料の特性である優れた環境遮断効果を発揮し、長期耐久性を確保できるかどうか疑問が感じられた。今後、検討を要する重要な問題であると思われる。

5.2 天台北歩道橋における調査結果

(1) 塗膜劣化度の調査結果

歩道橋のけあげ部全面を対象として塗膜劣化度の調査を外観調査と写真記録により行った。外観調査は、さびの発生が著しく、その程度もさびこぶが広範囲に生じるなど外観の状態から、かなり進行していると判断される状況であったため、各段について、塗膜が残存している部分とさび発生部分の面積比(%)で表示することとした。

外観調査結果を表-9に示す。

表-9から、さびの発生状況を見ると、さび面積は50~70%に達し、孔食の進行により、除錆時に孔があいた部分の鋼板溶接による補修が必要になる状況であった。このような劣化を生じた原因としては、舗装材のコンクリートからのアルカリによる塗膜劣化や舗装とけあげの境界に使用されているステンレス鋼板とけあげ部鋼材との異種金属の接触による電池作用腐食などが考えられる。

さび以外の劣化としては、残存塗膜に著しい光沢の低下、著しい変退色や白亜化及びさび汁等による汚れが観察されたが、ふくれやわれは認められなかった。(写真-5~8)

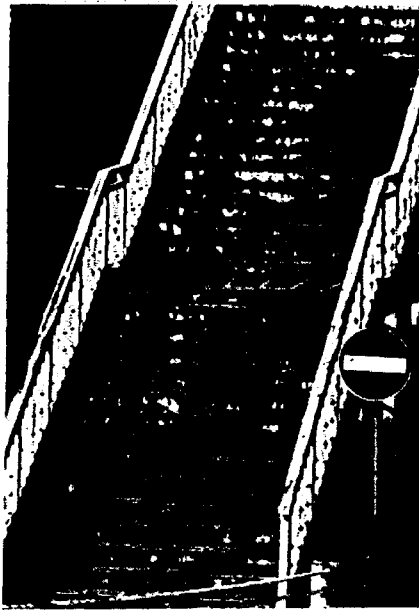


写真-5 天台北歩道橋S側全景

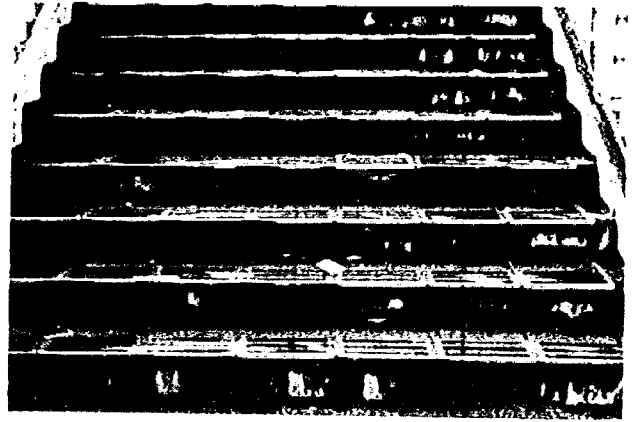


写真-6 天台北歩道橋塗膜劣化状況

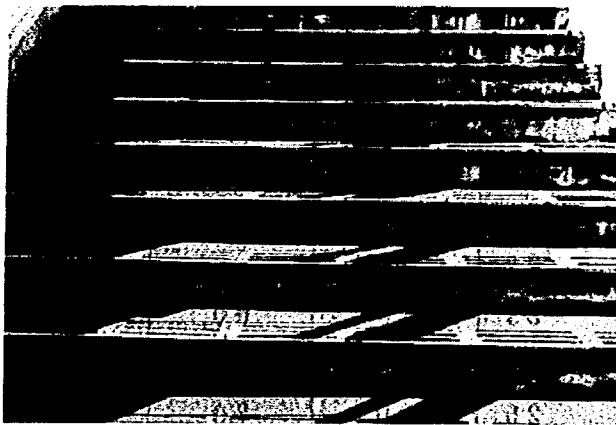


写真-7 天台北歩道橋素地調整後

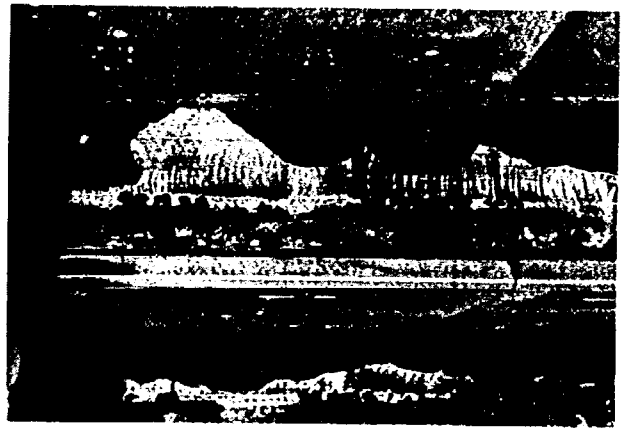


写真-8 天台北歩道橋孔食部

表-9 塗膜劣化度調査結果（さび面積率）

（天台北歩道橋）

項目 No	素地調整前		項目 No	素地調整前	
	塗膜残	サビ%		塗膜残	サビ%
S - 1	70	30	N - 1	85	15
2	20	80	2	75	25
3	25	75	3	75	25
4	50	50	4	65	35
5	40	60	5	60	40
6	40	60	6	50	50
7	50	50	7	60	40
8	25	75	8	50	50
9	25	75	9	50	50
10	30	70	10	65	35
11	50	50	11	60	40
12	40	60	12	40	60
13	60	40	13	35	65
14	35	65	14	30	70
15	40	60	15	30	70
16	25	75	16	50	50
17	25	75	17	40	60
18	40	60	18	25	75
19	40	60	19	40	60
20	35	65	20	40	60
21	50	50	21	40	60
22	40	60	22	40	60
23	40	60	23	40	60
24	40	60	24	40	60
25	35	65	25	30	70
26	40	60	26	40	60
27	40	60	27	40	60
28	40	60	28	50	50
29	40	60	29	40	60
30	70	30	30	50	50
31	70	30	31	50	50
32	70	30	32	25	75
33	85	15	33	80	20

(2) 素地調整程度の調査結果

素地調整のグレードは、3種ケレンと定められており、ハンマーによる厚さびの除去及びデスクサンダーによるさび面の研磨と劣化塗膜の除去が行われている。素地調整後の塗膜の残存率調査結果を表-10に示す。

素地調整後の状況は、表-9に示した素地調整前の塗膜の発錆状況と表-10に示した素地調整後の塗膜残存率を比較して見ればわかるように、残存塗膜が占める面積比が非常に小さく、塗膜劣化の著しかったことを裏付けている。素地調整後の素地面積比は、さび面積比と関連性があり、一般には素地面積比のほうが劣化塗膜が除去された分だけ大きくなる筈であるが、逆になっている部分があるのは、さび汁などによる汚れによる影響を受けてさび面積を過大に評価したためと考えられる。

素地調整の程度は、全体的に非常に悪く、特に孔食の著しい部分のさびは、ハンマーケレンだけでは十分に除去できず、固着したさびがかなり残留していた。孔食が特に著しい個所には、貫通した箇所もあり、その箇所は、鋼板を溶接して補修している。

素地調整のグレードは、仕様では3種ケレンとなっているが、全体的なグレードを評価すれば、3種ケレンとは云い難いものであった。

(3) 塗り替え状況の調査結果

塗り替え塗装は、素地調整作業を終了した日の翌日に全く手直しを行わずに実施された。

施工内容には、種々の不具合な点が認められ、全般的に問題の多い塗り替え工事であった。不具合な点は下記のとおりである。

- ① 孔食の著しい部分にはパテを充填することになっていたが奥まで十分に入っていなかった。
- ② 塗料の希釈に用いるシンナーの添加量が多すぎた。
- ③ 異種の塗装系との取り合い箇所（階段脇）での塗装順序を間違えたため、塗り重ねが出来なくなった。

これらのことが、塗り替えた塗膜の耐久性に大きく影響することが予想される。したがって、今後、塗り替え工事に新しい塗料を取り入れて行く際には、検討を要する問題が多いことがわかった。

5.3 六月町歩道橋における調査結果

(1) 塗膜劣化度の調査結果

歩道橋のけあげ部全面を対象として、塗膜劣化度の調査を外観調査と写真記録により行った。外観調査は、天台北歩道橋の場合と同様に、さびの発生が著しく、塗膜劣化が最終段階に入っていると判断される状況であったため、各段について、塗膜が残存している部分とさび発生部分の面積比(%)で表示することとした。

しかし、六月町歩道橋の場合は、天台北歩道橋以上にさび発生の面積が大きく、各段ごとに詳細に調査してもあまり意味がないと判断されたことと、塗り替え工程の関係から調査に必要な時間が十分とれなかったため、全体的な調査を行ったところ、さびの発生面積比は、少ない部分でも40%程度、多い部分は90%程度あることがわかった。しかし、発錆の程度は、天台北歩道橋ほど著しくなく、孔食の

表-10 素地調整程度調査結果（塗膜残存率）

（天台北歩道橋）

項目 No	素地調整後		項目 No	素地調整後	
	塗膜残	素地%		塗膜残	素地%
S - 1	70	30	N - 1	90	10
2	30	70	2	80	20
3	40	60	3	80	20
4	40	60	4	70	30
5	40	60	5	70	30
6	30	70	6	60	40
7	50	50	7	60	40
8	20	80	8	60	40
9	30	70	9	50	50
10	40	60	10	60	40
11	70	30	11	60	40
12	50	50	12	40	60
13	70	30	13	50	50
14	30	70	14	40	60
15	40	60	15	30	70
16	30	70	16	50	50
17	30	70	17	40	60
18	40	60	18	20	80
19	30	70	19	30	70
20	40	60	20	40	60
21	50	50	21	30	70
22	50	50	22	30	70
23	40	60	23	30	70
24	40	60	24	30	70
25	40	60	25	20	80
26	40	60	26	30	70
27	40	60	27	30	70
28	50	50	28	30	70
29	50	50	29	30	70
30	70	30	30	30	70
31	70	30	31	30	70
32	70	30	32	20	80
33	80	20	33	80	20

程度も小さく、表面的な発錆にとどまっている部分が大きいことがわかった。(写真～9～12)

(2) 素地調整程度の調査結果

素地調整のグレードは、3種ケレンと定められており、天台北歩道橋の場合と同様に、ハンマーによる厚さびの除去、デスクサンダーによるさび面及び旧塗膜面の研磨・清掃が行われた。処理面は、塗膜の残留が少ない割には孔食は少なく、孔の貫通箇所は1箇所であった。発錆面に対する処理の程度は、金属光沢が出るまでの研磨をしていないので、3種ケレンとしては、グレードが低く、3種ケレンとは言い難い。外観調査結果を表-11に示す。

(3) 塗り替え状況の調査結果

六月町歩道橋の塗り替え工事は、塗装の施工についてはかなり良好で問題の少ないものであった。

塗装業者は、試験塗装の意義を一応は理解しており、塗装工も比較的協力的で、塗装作業そのものは比較的良好であったといえる。

しかし、素地調整後の清掃、塗装作業時の養生は不十分で、素地調整程度にも問題があるので、新しい塗装系の特長がどの程度まで発揮されるか不安はあるが、現在の塗装技術で新しい塗装系を施工した結果を知り、今後を占ううえでは1つのモデルケースになるものと思われる。

5.4 原木大橋における調査結果

(1) 塗膜劣化度の調査結果

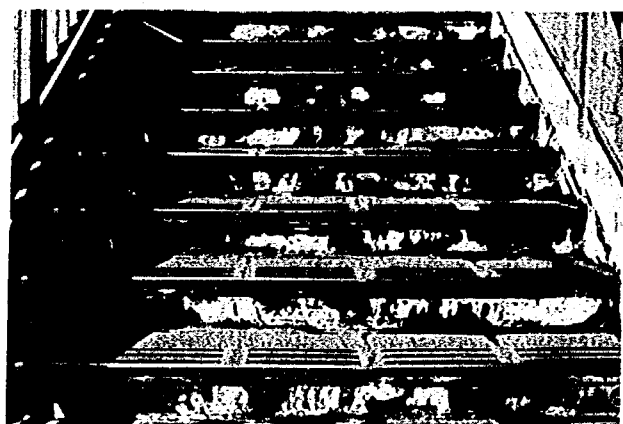
原木大橋は、橋梁の規模が大きく、全体を詳細に調査するにはかなりの日数が必要と考えられた。しかし、層間はくり現象を除いては、全体的に塗膜の劣化が小さいうえに、平均して生じており、定点調査のみで十分に調査目的を達することができると判断されたため、全体調査を省略して定点調査のみ実施した。定点調査箇所は、図-12に示したとおりである。また、定点調査箇所の下フランジ下面で行ったごぼん目試験位置を図-13に示す。ただし、定点調査箇所のうち、内側ウェブは横桁及びガセット等の影響で測定しにくいので、千葉方向へ50cm移動した箇所で調査した。



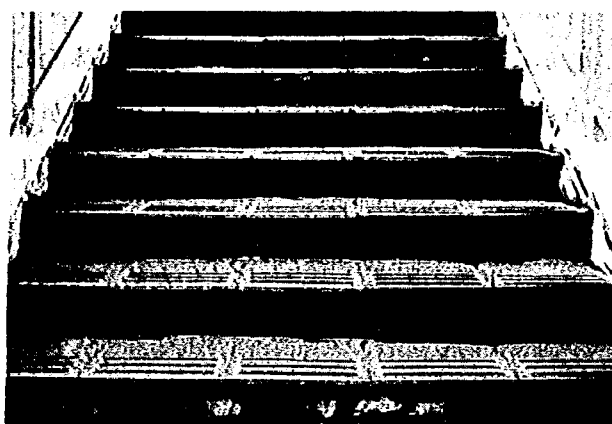
写真－ 9 六月町歩道橋D測全景



写真－ 10 六月町歩道橋塗膜劣化状況



写真－ 11 六月町歩道橋素地調整後



写真－ 12 六月町歩道橋下塗り塗装終了

表-11 素地調整程度調査結果（塗膜残存率）

（六月町歩道橋）

草加方面 D

東京方面 U

下から

上から

項目 No	素地調整後		項目 No	素地調整後	
	塗膜残	素地%		塗膜残	素地%
D - 1	10	90	U - 1	60	40
2	30	70	2	30	70
3	30	70	3	30	70
4	5	95	4	20	80
5	40	60	5	40	60
6	30	70	6	50	50
7	40	60	7	30	70
8	20	80	8	30	70
9	20	80	9	30	70
10	30	70	10	30	70
11	15	85	11	35	65
12	10	90	12	40	60
13	20	80	13	40	60
14	30	70	14	60	40
15	5	95	15	60	40
16	5	95	16	60	40
17	3	97	17	50	50
18	50	50	18	3	97
19	10	90	19	30	70
20	30	70	20	20	80
21	20	80	21	30	70
22	20	80	22	20	80
23	20	80	23	30	70
24	30	70	24	30	70
25	20	80	25	30	70
26	30	70	26	40	60
27	40	60	27	40	60
28	20	80	28	20	80
29	20	80	29	40	60
30	20	80	30	20	80
31	30	70	31	15	85
32	30	70	32	70	30
33	40	60	33	50	50
34	40	60	34	20	80

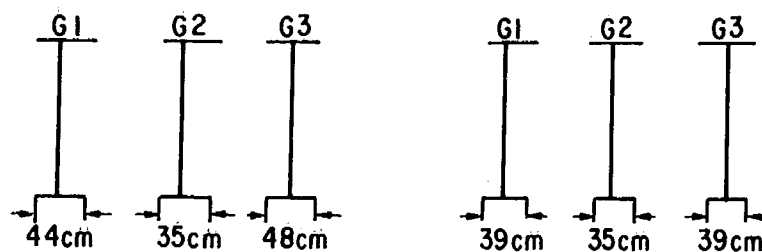
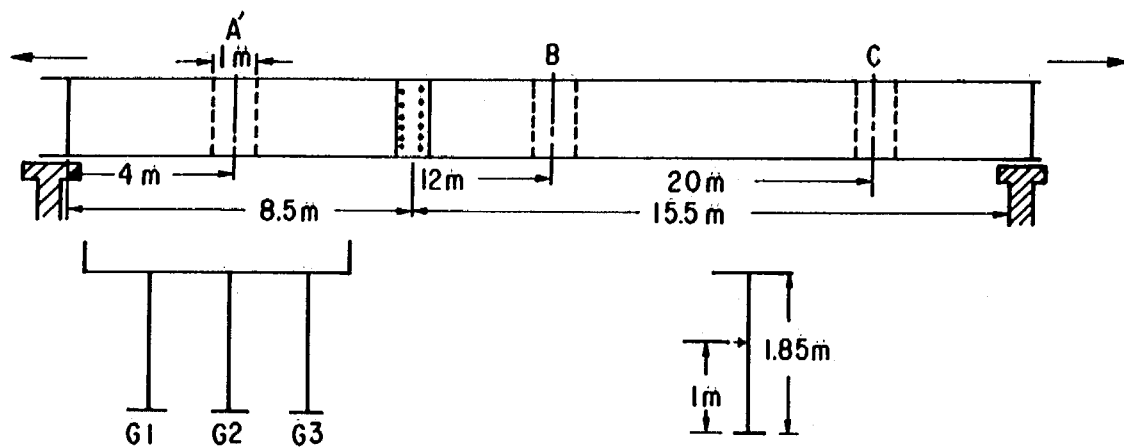


図-12 定点調査及びごぼん目試験位置

塗膜調査結果を表-12に、ごぼん目試験結果を表-13に示す。(写真13~16)

これらの調査結果から、塗膜劣化の種類や調査項目別に塗膜の劣化状況を評価すればつぎのようである。

さびは、下フランジ下面やエッジ（端部）に多く認められるがその程度はそれ程大きくなく、発生箇所も一般に発生し易い箇所です。特異な傾向は認められなかった。

ふくれは、さびの発生箇所に多く認められ、さび発生が少ない箇所にはふくれの発生も少ない傾向が見られたが、ふくれの発生も少ない傾向が見られたが、ふくれの発生程度はそれ程大きくなかった。

はがれは、塗膜欠かんの種類の中で最も顕著に現われており、特に結露などの影響を受け易い下フランジ下面に多く認められ、程度も5~10%と著しかった。

それ以外は、汚れが目立つ程度で、われ、白亜色、変退色などはいずれも小さかった。

塗膜欠かんのうちで特にはがれが多く認められたのは、乾湿交番により層間はくりを生じる傾向のあるフタル酸樹脂系塗料が使用されていたことと、埋め立て地で湿気が多いことが原因と考えられる。

ごぼん目試験の結果は、中塗と上塗の層間及び下塗の層間ではくりする例ばかりで下塗と中塗の層間ではくりしたものはないが、いずれも、かなり付着性が低下していることを示し、はがれの現状と良く合っているが、これは付着性の低下が層間はくりの原因であることを示すものといえる。

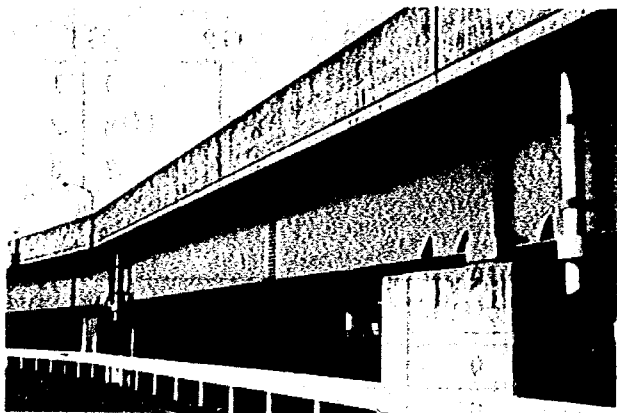


写真-13 原木大橋試験塗装部全景

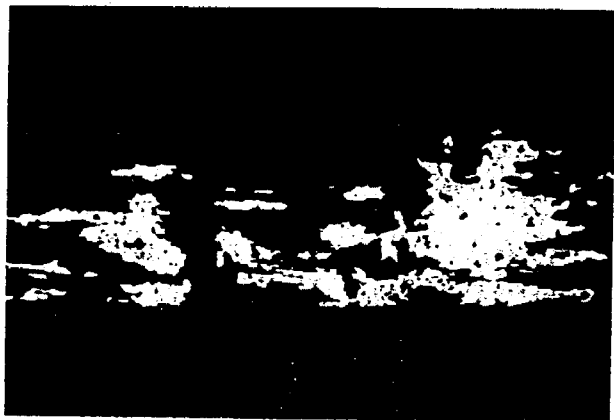


写真-14 塗膜劣化状況

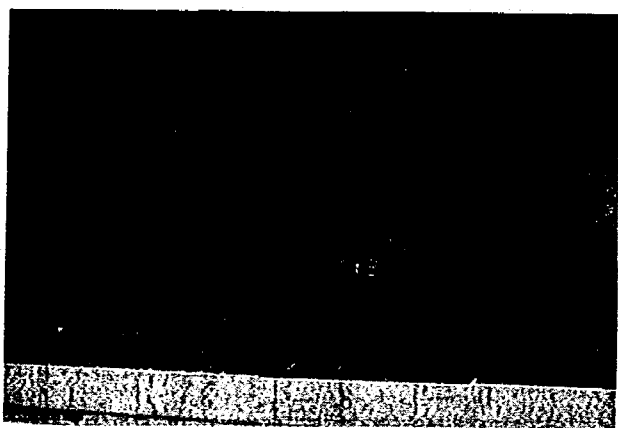


写真-15 塗膜劣化状況

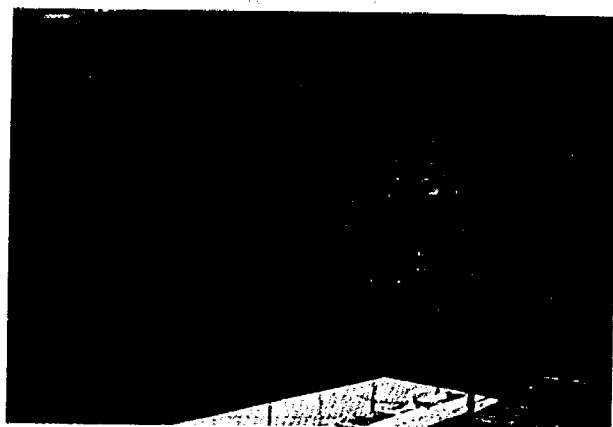


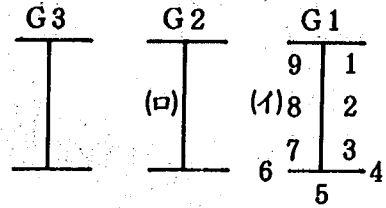
写真-16 素地調整後

表-12(1) 塗膜劣化度調査結果(原木大橋)

東京

A	B	C
---	---	---

千葉(位置A)



G	部位	項目	さび%	ふくれ	われ	はがれ%	白亜化	変褪色	汚れ
G1	上フランジ下外1		0.03	8 M	ナシ	0	3	3	3
	ウェブ外2		0.03	ナシ	ナシ	0	1	2	2
	下フランジ上外3		0	ナシ	ナシ	0	2	2	0
	下フランジエッジ外4		3	ナシ	ナシ	0	1	2	2
	下フランジ5		3	8 MD	ナシ	5	3	3	3
	下フランジエッジ内6		0.03	ナシ	ナシ	0	3	3	3
	下フランジ上内7		0	ナシ	ナシ	0	3	3	0
	ウェブ内8		0.03	8 MD	ナシ	0	3	3	1
	上フランジ下内9		0	ナシ	ナシ	0	3	3	3
	横桁		0.03	ナシ	ナシ	1	3	3	1
	横構		0.03	ナシ	ナシ	1	3	3	1
	ガセット	1%エッジ		ナシ	ナシ	0	3	3	1
G2	上フランジ下外1		0	ナシ	ナシ	0	3	3	3
	ウェブ外2		0.03	8 M	ナシ	0	3	3	1
	下フランジ上外3		0	ナシ	ナシ	0	3	3	1
	下フランジエッジ外4		3	8 M	ナシ	1	3	3	1
	下フランジ5		5	8 MD	6	10	3	3	2
	下フランジエッジ内6		1	8 M	8	0	3	3	1
	下フランジ上内7		0	ナシ	ナシ	0	3	3	0
	ウェブ内8		0	ナシ	ナシ	0	3	3	1
	上フランジ下内9		0	ナシ	ナシ	0	3	3	3
	横桁		0.03	ナシ	ナシ	0.03	3	3	1
	横構		0.03	ナシ	ナシ	0	3	3	1
	ガセット		0	ナシ	ナシ	0	3	3	1
G3	上フランジ下外1		0	ナシ	ナシ	0	3	3	3
	ウェブ外2		0	ナシ	ナシ	0	3	3	1
	下フランジ上外3		0	ナシ	ナシ	0	3	3	0
	下フランジエッジ外4		1	8 MD	ナシ	0	3	3	1
	下フランジ5		1	ナシ	ナシ	0	2	2	2
	下フランジエッジ内6		1	ナシ	ナシ	0	1	1	3
	下フランジ上内7		0.03	ナシ	ナシ	0	1	1	2
	ウェブ内8		0.03	ナシ	ナシ	0	1	1	3
	上フランジ下内9		0	ナシ	ナシ	0	3	3	3

表-12 (2) 塗膜劣化度調査結果 (厚木大橋)

東京

A	B	C
---	---	---

千葉 (位置B)

G3

G2

G1
9 1
(イ) 8 2
7 3
6 4
5

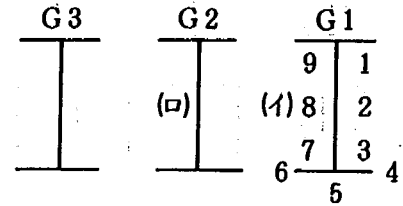
G	部位	項目	さび%	ふくれ	われ	はがれ%	白亜化	変褪色	汚れ
G1	上フランジ外1		0.1	8M	ナシ	0	3	3	3
	ウェブ外2		0.03	ナシ	ナシ	0	1	2	2
	下フランジ上外3		0	ナシ	ナシ	0	2	2	0
	下フランジエッジ外4		0.1	ナシ	ナシ	0	1	2	2
	下フランジ5		3	8MD	8	5	3	3	3
	エッジ内6		0.03	ナシ	ナシ	0	3	3	3
	上内7		0.03	ナシ	ナシ	0	3	3	0
	ウェブ内8		0.03	8F	ナシ	0	3	3	1
	上フランジ下内9		0	ナシ	ナシ	0	3	3	3
	横桁		0.03	ナシ	ナシ	1%下面	3	3	1
	横構		1%エッジ	ナシ	ナシ	1%下面	3	3	3
	ガセット		1%ボルト	ナシ	ナシ	0	3	3	1
G2	1		0	ナシ	ナシ	0	3	3	3
	ウェブ外2		0	8M	ナシ	0	3	3	1
	下フランジ上外3		0	ナシ	ナシ	0	3	3	0
	下フランジエッジ外4		3	ナシ	ナシ	0	3	3	1
	下フランジ5		5	6MD	6	10	3	3	2
	下フランジエッジ内6		1	6M	ナシ	1	3	3	1
	下フランジ上内7		0	ナシ	ナシ	0	3	3	0
	ウェブ内8		0.03	ナシ	ナシ	0	3	3	1
	上フランジ下内9		0	ナシ	ナシ	0	3	3	3
	横桁		0.03	ナシ	ナシ	0	3	3	1
	横構		0.03	ナシ	ナシ	0	3	3	1
	ガセット		0.03	ナシ	ナシ	0	3	3	1
G3	1		0	ナシ	ナシ	0	3	3	3
	ウェブ外2		0	ナシ	ナシ	0	3	3	1
	下フランジ上外3		0	ナシ	ナシ	0	3	3	0
	下フランジエッジ外4		0.1	8MD	ナシ	0	3	3	1
	下フランジ5		0.1	ナシ	ナシ	0	3	2	2
	下フランジエッジ内6		1	ナシ	ナシ	0	1	1	3
	下フランジ上内7		0	ナシ	ナシ	0	1	1	2
	ウェブ内8		0.03	ナシ	ナシ	0	1	1	3
	上フランジ下内9		0	ナシ	ナシ	0	3	3	3

表-12 (3) 塗膜劣化度調査結果 (厚木大橋)

東京

A	B	C
---	---	---

千葉 (位置C)



G	部位	項目	さび%	ふくれ	わ れ	はがれ%	白亜化	変褪色	汚 れ
G1	上フランジ下外1		0.03	8M	ナシ	0	3	3	3
	ウ エ ブ 外2		0.01	ナシ	ナシ	0	1	2	2
	下フランジ上外3		0.03	ナシ	ナシ	0	2	2	0
	下フランジエッジ外4		1	ナシ	ナシ	0	1	2	1
	下 フ ラ ン ジ5		3	ナシ	8	5	2	2	2
	〃 エ ヅ ジ 内6		10	6D	6	5	3	3	2
	〃 上 内7		0	ナシ	ナシ	0	3	3	0
	ウ エ ブ 内8		0	ナシ	ナシ	0	3	3	1
	(イ) 上フランジ下内9		0	ナシ	ナシ	0	3	3	3
	横 桁	0.03%エッジ	ナシ	ナシ	3	3	3	1	
	横 構	0.03%エッジ	ナシ	ナシ	3	3	3	1	
	ガ セ ッ ト	1	ナシ	ナシ	0	3	3	1	
G2	上フランジ下外1		0	ナシ	ナシ	0	3	3	3
	ウ エ ブ 外2		0	ナシ	ナシ	0	3	3	1
	下フランジ上外3		0	ナシ	ナシ	0	3	3	0
	下フランジエッジ外4		1	ナシ	ナシ	0	3	3	1
	下 フ ラ ン ジ5		3	6M	8	3	3	3	2
	下フランジエッジ内6		3	8M	8	1	3	3	1
	下フランジ上内7		0	ナシ	ナシ	0	3	3	0
	ウ エ ブ 内8		0	ナシ	ナシ	0	3	3	1
	(ロ) 上フランジ下内9		0	ナシ	ナシ	0	3	3	3
	横 桁	0.03%エッジ	ナシ	ナシ	0	3	3	1	
	横 構	0.03%エッジ	ナシ	ナシ	0	3	3	1	
	ガ セ ッ ト	0.1%ボルト	ナシ	ナシ	0	3	3	1	
G3	上フランジ下外1		0	ナシ	ナシ	0	3	3	3
	ウ エ ブ 外2		0	ナシ	ナシ	0	3	3	1
	下フランジ上外3		0	ナシ	ナシ	0	3	3	0
	下フランジエッジ外4		3	6M	ナシ	0	3	3	1
	下 フ ラ ン ジ5		3	8F	ナシ	0	3	3	2
	下フランジエッジ内6		3	8M	ナシ	0	1	1	3
	下フランジ上内7		0.03	8M	ナシ	0	1	1	2
	ウ エ ブ 内8		0.1	ナシ	ナシ	0	1	1	3
	上フランジ下内9		0.03	ナシ	ナシ	0	3	3	3

表-13 ぐばん目試験結果（原木大橋）

←東京	A	B	C	→千葉
-----	---	---	---	-----

G 3
9 7
8

G 2
6 4
5

G 1
3 1
2

A

1	2	3	4	5	6
2	1	2	1	2	1
下/下	中/上	中/上 下/下	中/上	下/下	中/上
7	8	9			
2	2	2			
下/下 上/中	下/下	下/下			

B

1	2	3	4	5	6
2	1	2	2	0	2
下/下 中/上	中/上	下/下 中/上	下/下 中/上	中/上	下/下 中/上
7	8	9			
1	2	2			
中/上	下/下 中/上	下/下			

C

1	2	3	4	5	6
1	2	1	2	2	1
下/下	下/下 中/上	下/下 中/上	下/下 中/上	下/下	中/上
7	8	9			
2	2	2			
下/下 中/上	下/下	下/下			

注) 上段は評点を、下段は剥離ヶ所を示す。

(2) 素地調整程度の調査結果

素地調整のグレードは、発錆部は3種ケレンで、それ以外の部分は4種ケレンが行われた。発錆部は面積的に小さいので平均すれば4種ケレンに近い3種ケレンといえる。

方法は、デスクサンダーを用いるもので、「さび」や「ふくれ」の発生箇所以外は、中塗や上塗などの付着不良塗膜を除去すると同時に、付着性を良くするために被塗面（主として旧塗膜）全面をあらす作業が主であった。しかし、付着不良塗膜の除去は必ずしも十分とはいえず、かなりの付着不良塗膜の残留が認められた。

(3) 塗り替え状況の調査結果

塗装は、はけ塗りとエアレススプレー塗りにより行われた。

塗装作業や塗膜の仕上がりについては、特に問題は認められなかった。

(4) 飛散防止ネットの効果調査結果

ネットなしに比べると当然ながらネットをしたほうが塗料の飛散は非常に少なくなるが、2重にネットをしても多少の飛散がある。

これは、ネットを桁の側面で2段に分けてはってあることや、橋台の所ですき間があったためと考えられる。しかしながら、ネットの効果があることは確かなので、今後はネットの目の大きさや、ネットのかけ方なども含め、実用化へさらに検討が必要であると考えられる。（写真-17～20）

5.5 水郷大橋における調査結果

(1) 塗膜劣化度の調査結果

調査箇所は、斜張橋の箱桁外面とし、橋台の部分を除いて、図-13に示す①～⑦まで1m幅に設定した。各区分の面積はおおよそ14㎡である。

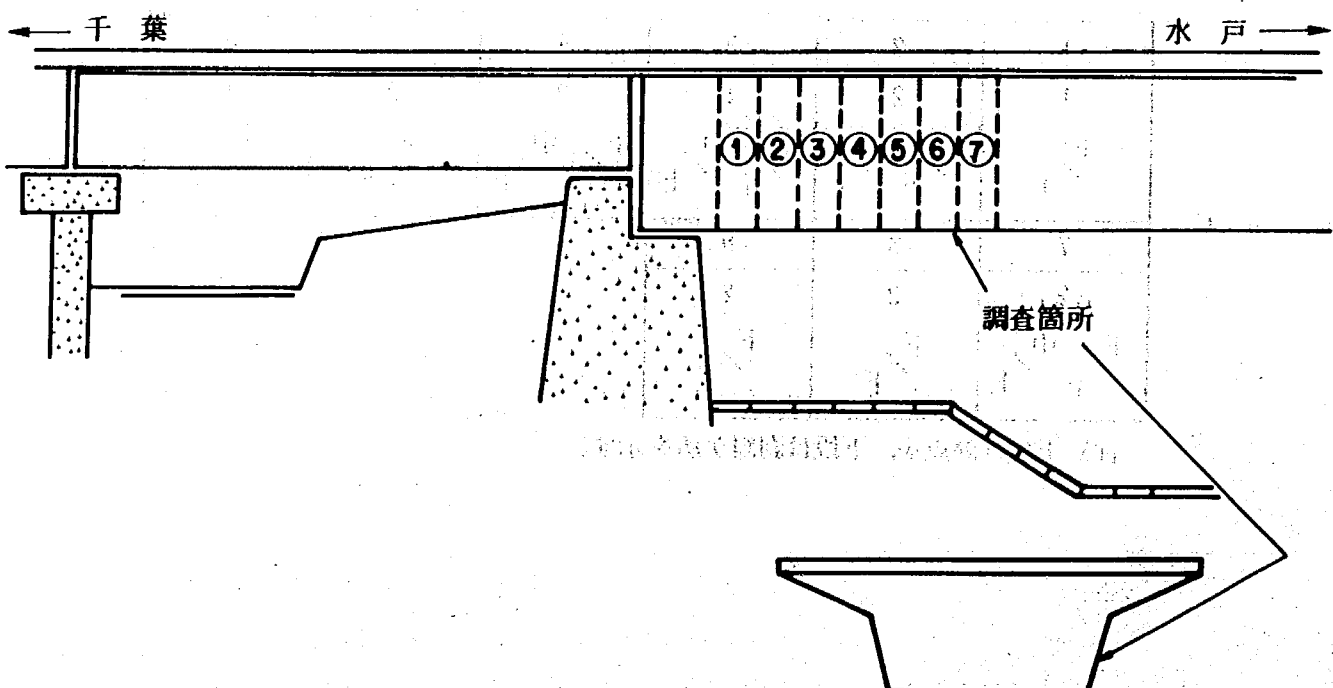


図-13 調査箇所（水郷大橋）

表-14 塗膜劣化度調査結果（水郷大橋）

	調査結果 No	さび	ふくれ	われ	はがれ	白亜化	変退色	汚れ
上流側ウェブ	1	1	2	1	0	1	2	2
	2	2	2	2	2	1	2	2
	3	2	2	2	2	1	2	2
	4	1	1	1	0	1	2	2
	5	2	2	2	2	1	2	2
	6	2	2	2	2	1	2	2
	7	2	3	2	2	1	2	2
※下方10cm位に錆が集中している。 此の箇所は評価点数より除外しており、特記事項とする。 （点数に入れると1ランク錆の項が下がる。例2→1）								
上流側下フランジ上面		1	0	0	0	2	2	0
上流側下フランジエッジ		1	—	—	0	—	—	1
箱桁側面	1	1	0	0	0	2	2	2
	2	1	0	0	0	2	2	2
	3	1	0	0	0	2	2	2
	4	1	0	0	0	2	2	2
	5	1	0	0	0	2	2	2
	6	1	0	0	0	2	2	2
	7	1	0	0	0	2	2	2
箱桁下面ボルト部		0	0	0	2	2	2	1
下流側ウェブ	1	2	2	2	2	1	2	2
	2	2	2	2	2	1	2	2
	3	2	2	2	2	1	2	1
	4	2	2	2	2	1	2	2
	5	2	2	2	2	1	2	1
	6	2	2	2	2	1	1※	2
	7	2	3	2	2	1	1※	2
※下方10cm位に錆が集中している。 此の箇所は評価点数より除外しており、特記事項とする。 （点数に入れると1ランク錆の項が下がる。例2→1） ※上塗塗膜の白化現象								
下流側下フランジ上面		2	1	1	2	2	2	0
下流側下フランジエッジ		0	—	0	0	—	0	1

表-15 付着性調査結果（水郷大橋）

千葉 ←		1234567 Ⓐ Ⓔ Ⓖ Ⓘ Ⓓ Ⓔ Ⓖ Ⓚ Ⓒ Ⓖ Ⓛ 上流 ↑ → 水戸 ↓ 河口						
		(下方より見た図)						
測定位置		ご ば ん 目 試 験				付 着 力 試 験		備 考
		セ ロ テ ー プ		ガ ム テ ー プ		付着力 (kgf/cm ²)	剥離ヶ所	
		評 点	剥離ヶ所	評 点	剥離ヶ所			
ウェブ (上流側)	Ⓐ	3	下 / 中	3	下 / 中	30	下 / 中	
	Ⓑ	3	下 / 中	3	下 / 中	30	下 / 中	
	Ⓒ	3	下 / 中	3	下 / 中	30	下 / 中	
箱 桁 下 面	Ⓓ	3	素地 / 下	3	素地 / 下	20	素地 / 下	下塗露出部
	Ⓔ	1	下 / 中	1	下 / 中	40	下 / 中	剥離部周辺
	Ⓕ	2	下 / 中	2	下 / 中	30	下 / 中	正常部
	Ⓖ	3	下 / 中	3	素地 / 下 / 中	25	下 / 中	正常部
	Ⓗ	3	素地 / 下	3	素地 / 下	30	素地 / 下	下塗露出部
	Ⓙ	3	下 / 中	3	素地 / 下 / 中	30	下 / 中	正常部
ウェブ (下流側)	⓫	3	下 / 中	2	素地 / 下 / 中	50	下 / 中	
	Ⓚ	2	下 / 中	1	素地 / 下 / 中	40	下 / 中	
	Ⓛ	1	素地 / 下 / 中	0	素地 / 下 / 中	50	下 / 中	

塗膜劣化度調査結果を表-14に、塗膜の付着性調査結果を表-15に示す。

構造部位別の塗膜劣化傾向は、箱桁下面に著しい塗膜のはがれ、われ、ふくれがみられ、箱桁下面ボルト部や下フランジエッジ部でさびは顕著にみられ、箱桁下面にもさびはかなり認められた。ウェブは、上流側が下流側より塗膜劣化がやや大きい傾向が認められるものの、はがれ、われ、ふくれ、さびともに点在している程度で、箱桁下面と比較して塗膜の劣化程度は小さいが、白亜化は大きく、環境条件の差が明らかに認められた。

塗膜の付着性は、表-15に示す位置でごばん目試験（セロテープとガムテープを使用）とアドヒージョン試験（引張り付着力試験）を行った。この結果、試験方法に基づく評点及び剥離層の差はほとんどなく、1部を除いて塗膜は良好な付着性を示しており、上塗り塗膜の残存している部分は、付着性に問題はないと判断された。しかし、塗膜は全体的に脆くなっており、劣化がかなり進行していると考えられる。（写真-21～22）

(2) 素地調整程度の調査結果

素地調整は、デスクサンダを用いてまず20番のサンドペーパーであらく研磨した後、50番のサンドペーパーで仕上げる方法で行った。その際、20番で強く当てると塗膜が全部はくりするので軽く当てて塗膜を残し、浮いている上塗り塗膜のみ除去するように施工した。素地調整後の上塗り塗膜の残存率は、箱桁下面については表-16に示したとおりで、60％程度の部分が多いが、ウェブでは70％程度が残存しており、鋼素地の露出面積は、2～3％程度が散見された。

表-16 素地調整後の上塗り塗膜残存率

箱桁下面部の塗膜残存率 (%) (上塗り塗膜の残存率)	塗装系/6	1	2	3	4	5	6	7
	上流側部	70	75	60	65	65	65	60
	中央部	75	85	80	70	70	70	65
	下流側部	80	75	75	80	70	65	65

(3) 塗り替え状況の調査結果

塗り替え塗装は、規定の塗付量を付けるために、通常より粘度の高い塗料を用いて行った。

塗装間隔は2～3日、施工時の気温、湿度は3℃～15℃、50％～80％（相対湿度）であったが、橋の下は風が強く、はけさばきに支障をきたす状況であった。

しかし、塗装業者は、試験の目的及び内容を十分に理解し、積極的に協力してくれたため、素地調整から塗装に至るまで計画どおりの施工を行うことができた。

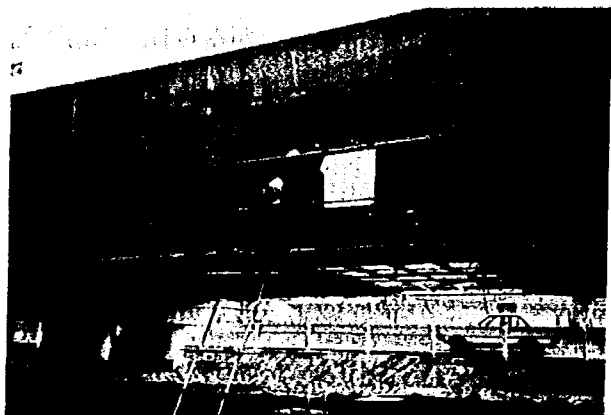


写真-17 調査状況

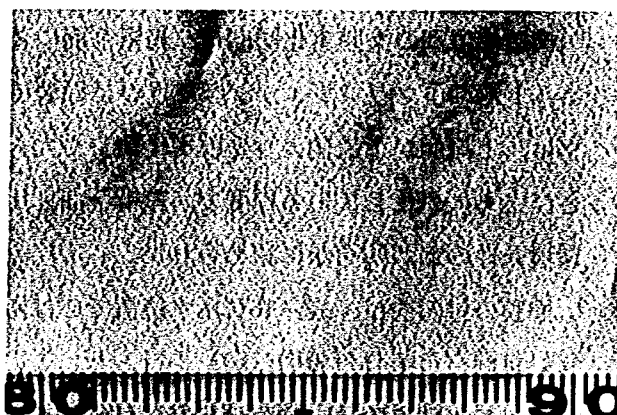


写真-18 ネットなしの塗料付着状況

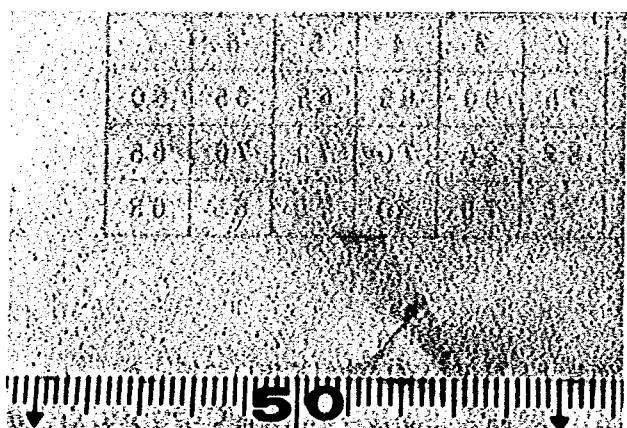


写真-19 ネット1重の塗料付着状況

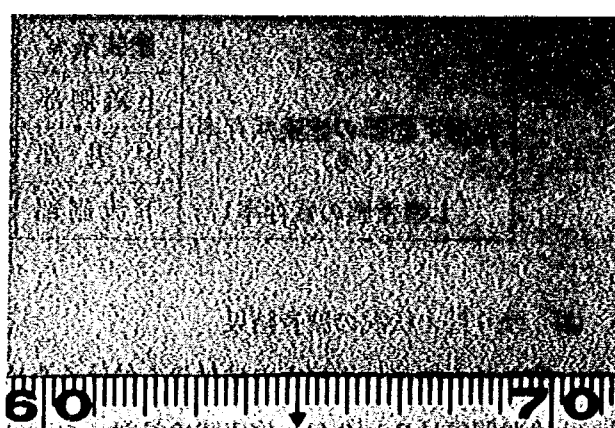
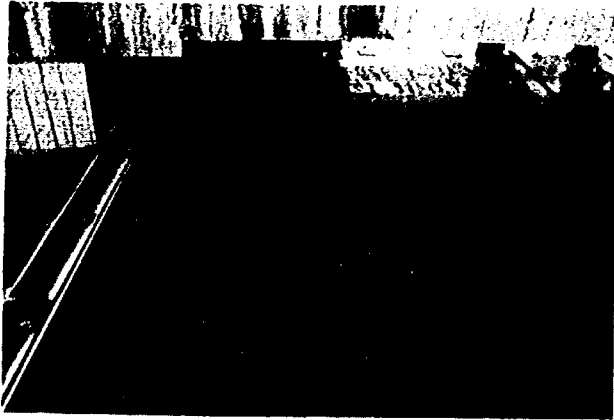


写真-20 ネット2重の塗料付着状況



写真－21 水郷大橋の塗膜劣化状況



写真－22 水郷大橋の素地調整後

6. 塗装試験片の製作

6.1 試験片の寸法、形状及び表面状態

鋼試験片：黒皮鋼板を用い $200 \times 300 \times 9$ mm に切断した。

鋼試験片は、角落としをして丸みを付けた後、サンドブラストにより除錆し、屋外に垂直に懸吊した状態で時々散水しながら約3ヶ月暴露して発錆させた。発錆の状態は、全面に薄く均一で孔食等局部腐食の発生はなかった。

6.2 素地調整

発生したさび層が薄いため、或る程度のさび層を残すために、ワイヤブラシで丁寧に表面をこする程度の処理を行った。

ただし、横尾橋で暴露する塗装試験のうちY2'試験片は、ウェスで払う程度とした。処理前後の写真を、写真帳に示す。

6.3 塗装仕様

裏面は、エポキシ樹脂下塗を2回塗装し、表面のみ試験に供した。横尾橋に暴露する試験片の塗装片の塗装仕様を表-17に、水郷大橋に暴露する試験片の塗装仕様を表-18に示す。

塗装はすべてはけを用いて行い、室内に水平に静置して乾燥させた。

表-17 横尾橋用塗装試験片の塗装系

試験片 \ 層	1 層	2 層	3 層	4 層
Y - 1	鉛系 さび止め	鉛系 さび止め	フタル酸 (中)	フタル酸 (上)
- 2'	エポキシ (下)	エポキシ (下)	塩 ゴ ム (中)	塩 ゴ ム (上)
- 2	エポキシ (下)	エポキシ (下)	塩 ゴ ム (中)	塩 ゴ ム (上)
3	鉛系 さび止め	鉛系 さび止め	油 性 ア ル ミ	油 性 ア ル ミ
4	エポキシ (下)	エポキシ (下)	ポリウレタン(中)	ポリウレタン(上)

試験片枚数は各4枚、計20枚。

表-18 水郷大橋用塗装試験片の塗装系

層 試片	1 層	2 層	3 層	4 層	5 層
S-1	鉛系さび止め	鉛系さび止め	フタル酸(中)	フタル酸(上)	
-2	鉛系さび止め	鉛系さび止め	鉛系さび止め		
-3	鉛系さび止め	鉛系さび止め	M. I. O.	塩ゴム(中)	塩ゴム(上)
-4	エポキシ(下)	エポキシ(下)	塩ゴム(中)	塩ゴム(上)	
-5	鉛系さび止め	鉛系さび止め	シリコンアルキド (中)	シリコンアルキド (上)	
-6	エポキシ(下)	エポキシ(下)	ポリウレタン(中)	ポリウレタン(上)	
-7	エポキシ(下)	エポキシ(下)	フッ素(中)	フッ素(上)	

試験片数は、S-2が2枚、その他はすべて各3枚、計20枚。

6.4 塗装時の諸記録

塗装時には、つぎの項目について調べ記録をとった。

(1) 塗料に関する調査

- ㊶ 容器の中の状態は、いずれの塗料もかたまりがなく均一で、問題はなかった。
- ㊷ 塗装作業性は、はけ塗りについて調べたが、規定どおりのシンナー希釈率で、はけ塗り作業性は良好であった。
- ㊸ 乾燥性は、特に問題はなく、良好であった。また、塗り重ね性も、塗装間隔を十分にとったので支障がなかった。
- ㊹ 乾燥後の塗膜状態は、鉛系さび止めペイントの場合にはけ目が目立つ程度であり、流れ、しわ、むら等の異状はなかった。
- ㊺ 塗付量は、表-19、表-20に示したとおりである。塗料は、仕様に示されている量に近い量を試験片に秤りとして塗り付ける方法で塗付したが、標準使用量を下まわる結果となった。

(2) 塗膜厚に関する調査(乾燥総塗膜厚)

図-1に示した試験片の5測点について測定した。測定は各測定点ごとにそれぞれ5回(位置を少しずらして測定する)行い、平均値を求め各点の膜厚とした。

乾燥塗膜厚を表-21、表-22に示す。

乾燥塗膜厚は、塗付量から判断すれば低目になると予想されたが、実測値は、さび量を多少含むとはいえ標準膜厚に近似した値を示しており、塗膜厚測定結果からは、ほぼ計画どおりの塗装試験片が製作されたといえる。

表 - 19 塗付量 (横尾橋用試験片)

(単位: g)

№	1 層	2 層	3 層	4 層
Y 1 - 1	83	95	100	80
- 2	85	97	95	83
- 3	85	97	98	83
- 4	87	100	97	78
Y 2 - 1	147	162	157	112
- 2	150	157	157	108
- 3	153	162	163	110
- 4	150	153	163	112
Y 2' - 1	150	153	163	112
- 2	153	153	162	113
- 3	152	152	163	115
- 4	153	157	160	115
Y 3 - 1	87	102	42	38
- 2	90	83	43	37
- 3	90	105	42	37
- 4	88	98	45	38
Y 4 - 1	152	153	108	90
- 2	150	158	107	93
- 3	160	153	105	93
- 4	155	152	107	90

表 - 20 塗付量 (水郷大橋用試験片)

(単位: g)

試片	1 層	2 層	3 層	4 層	5 層
S 1 - 1	87	102	—	95	85
— 2	90	107	—	92	87
— 3	88	98	—	95	80
S 2 - 1	88	97	88		
— 2	87	100	87		
S 3 - 1	88	107	142	192	123
— 2	87	108	142	188	123
— 3	87	105	138	193	127
S 4 - 1	153	153	—	157	112
— 2	155	150	—	160	115
— 3	158	150	—	158	115
S 5 - 1	87	97	—	98	83
— 2	83	102	—	100	82
— 3	90	98	—	93	83
S 6 - 1	160	157	—	107	93
— 2	160	160	—	107	97
— 3	158	160	—	107	98
S 7 - 1	150	157	—	140	87
— 2	153	155	—	138	85
— 3	150	153	—	143	85

表-21 塗膜厚測定結果(横尾橋用試験片)

(単位: μm)

試片	a	b	c	d	e	平均値
Y1-1	135	145	160	172	155	153(125)
-2	142	151	163	167	155	156(")
-3	160	158	175	146	147	157(")
-4	144	145	178	169	162	160(")
Y2-1	185	177	200	175	182	184(185)
-2	185	194	210	190	170	190(")
-3	203	196	204	198	186	197(")
-4	210	172	179	195	212	194(")
Y2'-1	203	151	220	190	200	193(")
-2	211	163	200	220	190	197(")
-3	204	173	190	215	163	189(")
-4	160	230	236	202	169	199(")
Y3-1	120	118	130	115	115	120(100)
-2	110	99	136	104	104	111(")
-3	96	120	131	122	108	115(")
-4	98	120	130	114	99	112(")
Y4-1	179	189	196	174	183	184(180)
-2	186	171	190	200	145	178(")
-3	176	183	191	154	182	177(")
-4	185	208	197	196	178	193(")

- (注) 1) 測定値はさび層を含む。
 2) 各測定点の値は、位置を少しずらして行った5回の測定値の平均である。
 3) 平均値の欄の()内の数値は標準塗膜厚。

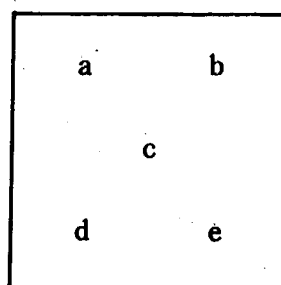


図-1 塗膜厚測定点

表-22 塗膜厚測定結果 (水郷大橋用試験片)

(単位: μm)

試片	a	b	c	d	e	平均値
S1-1	164	142	188	147	156	159 (125)
-2	168	156	176	140	162	160 (")
-3	155	138	166	165	133	151 (")
S2-1	146	135	127	117	115	128 (105)
-2	118	109	138	132	112	122 (")
S3-1	192	207	250	202	196	209 (175)
-2	222	206	255	221	222	225 (")
-3	212	222	247	246	206	227 (")
S4-1	202	162	183	193	184	185 (185)
-2	182	162	203	179	206	186 (")
-3	163	189	188	211	217	194 (")
S5-1	144	149	162	186	152	159 (125)
-2	146	179	168	156	146	159 (")
-3	137	148	180	147	141	151 (")
S6-1	179	175	190	178	186	182 (180)
-2	200	167	212	173	167	184 (")
-3	191	206	223	194	163	195 (")
S7-1	186	207	225	201	191	202 (190)
-2	205	195	213	210	183	201 (")
-3	205	190	198	204	178	195 (")

6.5 塗装試験片の取付け

製作した塗装試験片は、図-14のように行った。

(試験板 10 枚 (1 連) を取り付ける架台を用意し、1 橋に 2 個とりつける。)

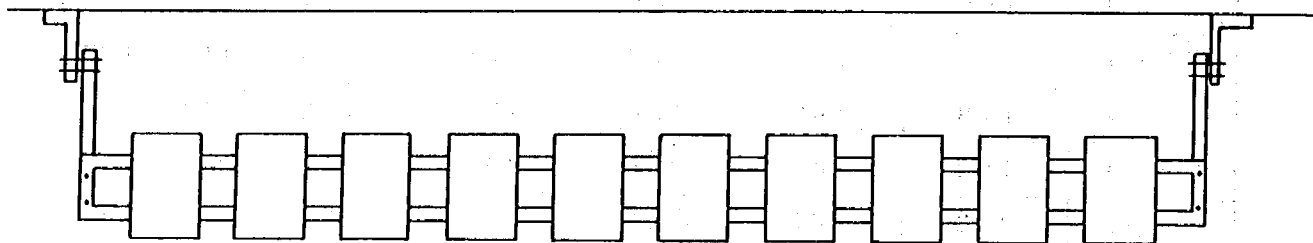


図-14 塗装試験片の橋梁への取付

7. 今後の課題

7.1 塗膜劣化度の調査について

塗膜劣化度の調査は、ASTMやJSSC（日本鋼構造協会）の方法を橋梁の状況に応じて適宜使いわけのやり方で行ったが、橋梁の規模、構造、高さ、架設環境や足場の有無、などによって、比較的調査し易いものから非常に困難なもの迄種々のケースがあった。また、実際の塗装工事との関係から時間的な制約等を受けることがあったため必ずしも十分な調査が行えなかったこともあったので、今後は、これらの点について十分検討し、万全の準備を整えてから実施する必要がある。

目視調査の場合もそうであるが、写真記録の場合は、更に厳しい制約があり、足場がないために計画通りの距離で写真がとれないとか、逆に足場をかけたために所定の場所の写真がとれなくなったとか、場所が狭くて写真がとれない等、種々の問題があった。したがって、今後、標準写真として役立つような良い写真をとるには、施工者側の理解と協力がとりわけ重要と考えられる。

7.2 素地調整程度の調査について

素地調整程度の調査も基本的には塗膜劣化度の調査の場合と同様であるが、塗り替えた塗膜の耐久性に大きな影響を持つだけに、表面的な調査や写真記録にとどまらず、その内容や質、たとえば層間はくりが原因で塗り替える場合には、素地調整後の残存塗膜の付着性を調査しておく必要があるし、さびが原因で塗り替える場合には、残存しているさびの表面的な状態だけでなく、さびの厚さや食い込み状態まで把握しておく必要があると考えられる。

今年度、素地調整の現状を詳細に調べた結果、新しい塗装系を塗装するには、必ずしも十分ではないことが多かったので、素地調整に使用する機器の選択ならびに更に高度な素地調整が可能でしかも能率的な機器の導入等を考える必要があることがわかった。

なお、この項のはじめに素地調整の質についても詳細に把握しておくべきことを述べたが、工事レベルでの調査の場合には、極めて困難なため、別途小面積の詳細調査箇所を設け、塗膜劣化度、素地調整程度、塗装の一連の作業を詳細に記録しておき、工事レベルで施工した他の部分と対比することにより、塗り替え技術を更に向上させるには今後どうすべきかを明確にできるようにすることが望ましい。

7.3 塗り替え塗装について

今年度の塗り替え試験では、従来は塗り替えにあまり使われたことのない厚膜型の高性能塗料が使用されている。これらの塗料の多くは、海洋構造物や、各種タンク、化学プラント等への実績はあるが、橋梁での実績のないもので、一般の橋梁塗装業者にはなじみのない塗料である。これらの塗料は、本来は、エアレススプレーで厚塗りしてはじめてその特性を発揮できるものが多いため、はけ塗り作業性の悪いものが多い。したがって、これらの塗料を経験のない塗装工に塗装させると、シンナーでうすめて塗り易くして使いがちとなり、厚塗りを生命とする塗料の特性が発揮できない結果となるので、塗装業者の選定と、高粘度塗料の塗装に習熟した塗装工の確保が不可欠であって、ことの成否は、ひと

えに塗装技術の向上にかかっているといえる。

また、塗料飛散防止用ネットの効果についての試験を更に推進して防止技術を確立することが、高性能塗料の塗り替え塗装への導入にとって不可欠と考えられる。したがって、新設塗装ばかりでなく、塗り替え塗装においても、新材料、新工法の開発の更に一層の推進が望まれる。

あ　と　が　き

本年度試験塗装を行った橋梁については、今後追跡調査を行う予定である。また、来年度は、より腐食環境の厳しいところにある橋梁についても試験塗装を実施したいと考えている。また、塗り替えにエアレス塗装を導入することを前提とした飛散防止ネットの効果に関する試験を継続する予定である。

本試験調査を実施するうえで、有用な御教示並びに御協力をいただきました社団法人日本鋼橋塗装専門会戸塚直三郎氏、堀田明氏、日本ペイント株式会社井上勇一氏、安井正宏氏、大日本塗料株式会社野村緯一氏、半田雅紀氏、関西ペイント株式会社栗山寛氏、岸原雅人氏の各氏に心より謝意を表します。

付 屬 資 料

**関東地方建設局管内の鋼橋
試験塗装について**

説明会資料

昭和60年7月15日

建設省土木研究所

資 料

1. 試験塗装依頼文書（写）
2. 鋼橋の試験塗装・試験施工の考え方
3. 候補となる橋梁の事前調査結果
4. 試験施工を希望する橋梁と試験施工の内容
5. 塗り替え試験実施体制
6. 塗り替え試験施工要領（案）

事 務 連 絡

昭和60年6月3日

関東地方建設局 道路計画第一課長殿

関東地方建設局 道路管理課長殿

土木研究所化学研究室長 片脇 清士

鋼橋の試験塗装について（依頼）

土木研究所においては、昭和60年度より鋼橋塗装の維持管理技術に関する試験調査（道路事業調査費）を開始しております。

本課題は、鋼橋塗装の合理化に役立てるための鋼橋塗装の維持管理技術を確立することを目的とするものですが、直接役立つ資料を得るため、この試験調査では年4橋程度の実橋調査を行うことを考えています。

そこで、関東地建におかれましても適切な橋梁をお選び頂き、試験施工を行って頂きますように御協力をお願いする次第です。

なお、塗り替え試験にあたりましては、あらかじめ（7月まで）塗り替え試験施工要領を作成する予定にしております。

別 紙

(1) 橋梁の選定

適切な橋梁をお選びください。

環 境	橋数	塗 装 仕 様
①海岸（海に面したところ）	2 橋	在来 1 種（B）+新材料 3 種程度
②山 間	2～1 橋	在来 1 種（A）+新材料 2 種程度
③都市または特殊な条件 （横断歩道橋等）	1 橋	在来 1 種（C）+新材料 3 種程度
④その他		

A, B, Cは塗装便覧による。

(2) 担 当

地建と土研との各々の担当は以下のように考えております。

土研の調査分は土研職員と土研より業務委託をうけた業者が行います。

地 建	塗装工事および施工管理 足場および塗り替えの歩がかり調査 試験片の取り付け（横尾橋、水郷大橋）
土 研	劣化塗膜調査 ケレン調査（原木大橋） 試験片の制作

(3) 打合せ等

候補となる橋梁を選定頂きました後で、打合せ会（説明会）を7月上旬までに予定しております。

鋼橋の試験塗装・試験施工の考え方

1. 試験施工の目的

鋼橋塗装の耐久性を向上させ、合理化を図ることを目的として、材料、仕様、工法を検討する。

- (1) 材料の変更 現行塗装系より耐久性にすぐれる塗装系に変更する。
- (2) 仕様の変更 塗装系は現行のままで、タッチアップの増し塗りや特殊タッチアップ塗料による増厚を行う。
- (3) 工法の変更 塗膜厚を大きくすることができる吹付工法を用いる。

これらは、これまでに調査が進んでいるものであり、試験施工による検証の段階に来ていると考えられる。

変更点の目的と特徴

変更点	目 的	
材 料	格段に耐久的となる	
仕 様	経済性を重視した改良である	いたみやすい場所をならしてバランスをとる
工 法	工期や塗装時悪環境下での対策	

2. 変更例

2.1 材料の変更

厳しい腐食環境での長期防錆形塗装の導入など、設置環境を海岸A・B、一般A・Bとに4区分して各々に候補となる塗装系を選定した。

2.2 工法の変更

膜厚をかせぐためにエアレス等の吹付工法を導入する。

- ・防護管理（シート養生）
- ・吹付管理

2.3 仕様の変更

たとえばタッチアップ塗装に次のような変更を検討する。

- ・タッチアップを油性2回塗り（70 μ ）とする。
- ・タッチアップに厚膜エポキシパテ等の特殊塗料を用いる。
- ・タッチアップを全面としエポキシ下塗り等を用いる。

なお、本年度は2.3については行わない。

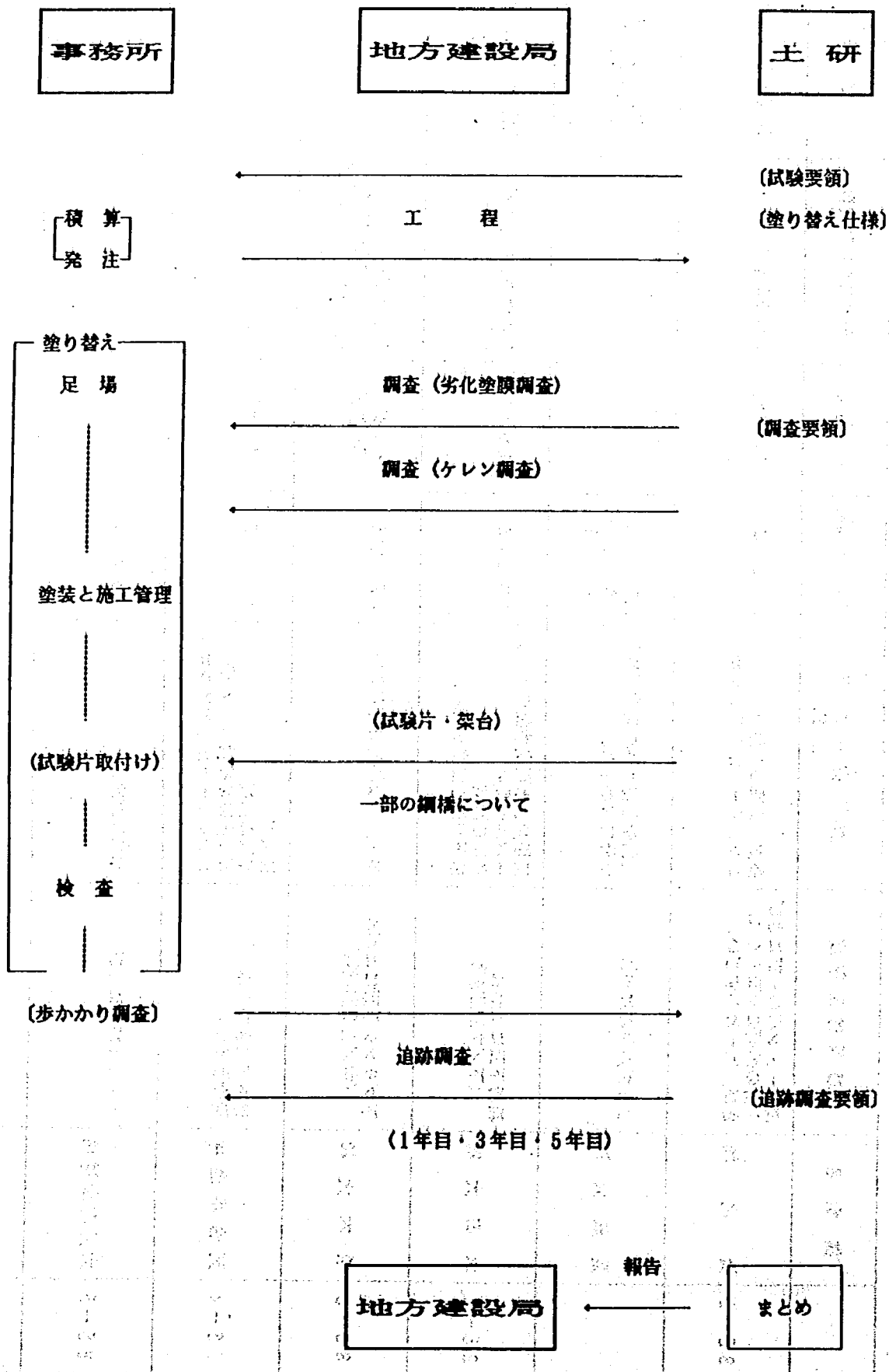
候補となる橋梁の事前調査結果

橋梁名	国道	事務所	環境	形式	橋長 (径間)	塗装面積 (㎡)	塗 装 系	架 設	前回塗り替え	備 考
横 尾 橋	20	甲府工事 大月出張所	山間部 送水管をまたぐ	単純ラーメン桁 鋼ラーメン橋	25.45m (7)	405	I 桁 下塗 塩基性クロム酸鉛 中塗 長油性フタル酸 上塗 "	昭和 8年	ラーメン桁 不明 I 桁 昭和54年10月	I 桁 2径間 拡巾 昭和54年10月
天台歩道橋	16	千葉国道	市街地		18.0 m		下塗 鉛系さび止め 中塗 超長油性フタル酸 上塗 長油性 "		昭和 48年2月	
長 熊 大 橋	51	千葉国道 酒々井出張所	田圃地区 川及び鉄道	鋼版桁橋 コンクリート床版 橋	153.7 m (5)	3170	下塗 鉛酸カルシウムペイント 中塗 超長油性フタル酸 上塗 長油性 "	昭和 43年3月	昭和 52年11月	
水 郷 大 橋	51	"	田圃地区 利根川	2径間連続鋼床版 斜張橋 3径間連続鋼床版 箱桁橋			一般外面 下塗 シアナミド鉛系さび止め 中塗 超長油性フタル酸 上塗 長油性 "	昭和 52年1月	—	鋼床版下面は エポキシ塗装
原 木 大 橋	357	千葉国道 船橋出張所	海岸埋立地 運河	鋼版桁橋	470.6 m (15)	16158	下塗 鉛丹さび止め2回 中塗 超長油性フタル酸 上塗 長油性 "	昭和 51年9月	—	
高谷第二歩道橋	357	"	"		77.5 m		"	昭和 51年9月	—	
六月町歩道橋	4	東京国道 亀有出張所	市街地	主桁 下路C型 床版 デッキプレ ート	20.96m	460	下塗 亜酸化ナマリ 中塗 超長油性フタル酸 上塗 長油性 "	昭和 44年1月	昭和 51年12月	
北保木間歩道橋	4	"	"	主桁 I型 床版 RCプレキ ャスト	33.30m	670	"	昭和 43年1月	昭和 55年	

試験施工を希望する橋梁と試験施工の内容

	橋 梁 名	塗膜劣化程度	塗 膜 劣 化 原 因 (推定)	試験対象橋梁	試験対象	塗り替え試験内容	備 考
8-5-1	横 尾 橋	鋼ラーメン桁の一部にさび I桁の外面に全面ふくれ さび、はがれがすごい。	高温（風通しが悪い） コンクリートからのアルカリ	対象とする	I桁外面	高温面用塗装材料	試験板暴露したい
	長 熊 大 橋	ウェブ外面にはがれ	前回塗り替え時の素地調整が 十分でなかった。	対象としない (塗り替え仕 様は提案)			ジंकリッチペイント用 の上塗り塗料を選定
8-5-2	水 郷 大 橋	箱桁下面にはがれ (下/中間間剥離)	工場塗装と現場塗装のインタ ーバルが長い。 冬季の凍結 桁下が低く湿度が高い。	対象とする	河川敷上の下 面	付着性の良い塗り替え 仕様	試験板暴露したい
8-5-3	原 木 大 橋	下フランジ下面にはがれ (中/上層間剥離)	中・上の層間付着性が悪い。	対象とする	フランジ下面 20~30㎡	施工性試験 ケレン法の比較試験 飛散防止ネットの効果	
8-5-4	天 台 歩 道 橋	けあげにさびこぶ 階段裏面にさび	排気ガス 塗膜の消耗 異種金属の接触（ケアケ） コンクリートからのアルカリ	対象とする	けあげ部	けあげ部の補修	
8-5-5	六 月 町 歩 道 橋	けあげ及び角にさび	水はけが悪い。	対象とする	"	"	
	北保木間歩道橋	"	"	対象としない	—		

塗り替え試験実施体制



塗り替え試験施工要領 (案)

昭和60年度版

1. 適用範囲

本要領（案）は、建設省の管理する鋼橋の塗り替え塗装試験に適用するものである。

（解説）

本要領（案）は、塗り替え試験の目的である塗膜の劣化状況を定量的に把握し、塗り替え塗装時の調査および施工を適切に行う方法について取りまとめたものである。

なお、本要領（案）で規定していないことは鋼橋塗装便覧に準拠するものである。

2. 塗り替え塗装系

塗り替え塗装系は、試験橋ごとに別表に示す。

積算等に必要な資料（見積り）は土木研究所で準備することも可。

3. 劣化塗膜調査

塗り替え設計の前に現塗膜の劣化程度を調査する。 土木研究所が行う。

（解説）

劣化塗膜調査を実施することによって、塗膜劣化程度見本帳の整備をはかる。

飛来塩分のある地域では、塗膜上の付着塩分量を測定する。

4. ケレン調査

原木大橋において調査する。 土木研究所が行う。

5. 施工管理

塗装作業が良好な状態で行われているか確認し下記項目について施工状態を記録する。

- (1) 使用材料
- (2) 塗料の調合
- (3) 気象（天候、温度、湿度）
- (4) 塗付作業
- (5) 塗り重ね間隔
- (6) 塗料の使用量

また、塗装中や塗装終了後、下記に示す欠陥がないことを確認する。

- (1) はけ目
- (2) 流れ（ダレ）
- (3) しわ（ちぢみ）
- (4) 白化（ブラッシング）
- (5) はじき
- (6) にじみ（ブリード）
- (7) むら
- (8) すけ
- (9) ふくれ

なお、塗膜は各塗装工程毎の使用量と上塗り後の乾燥膜厚とで管理する。

6. 積算歩がかり調査

足場費、素地調整費、塗装費等

7. その他

(1) 試験片、架台の取り付け方法

概 要

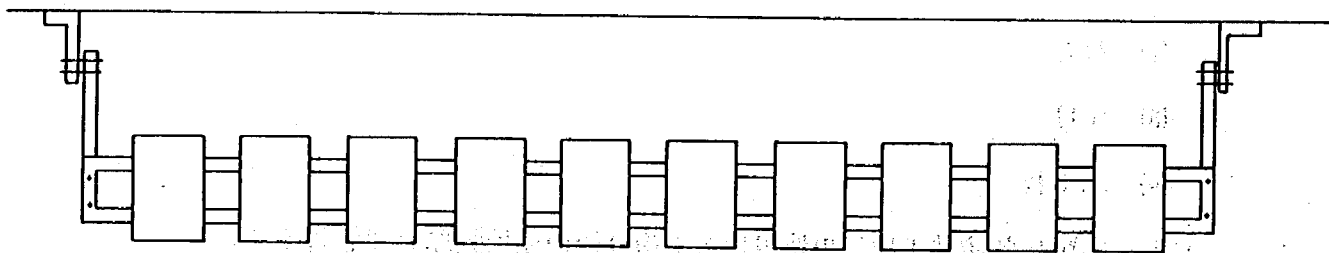
塗膜の劣化状況や劣化原因を詳細に調査するためには付着力の測定等の破壊調査が必要となるが、実橋においてこの種の調査を行えないので、試験板を用いて追跡調査を行うものである。

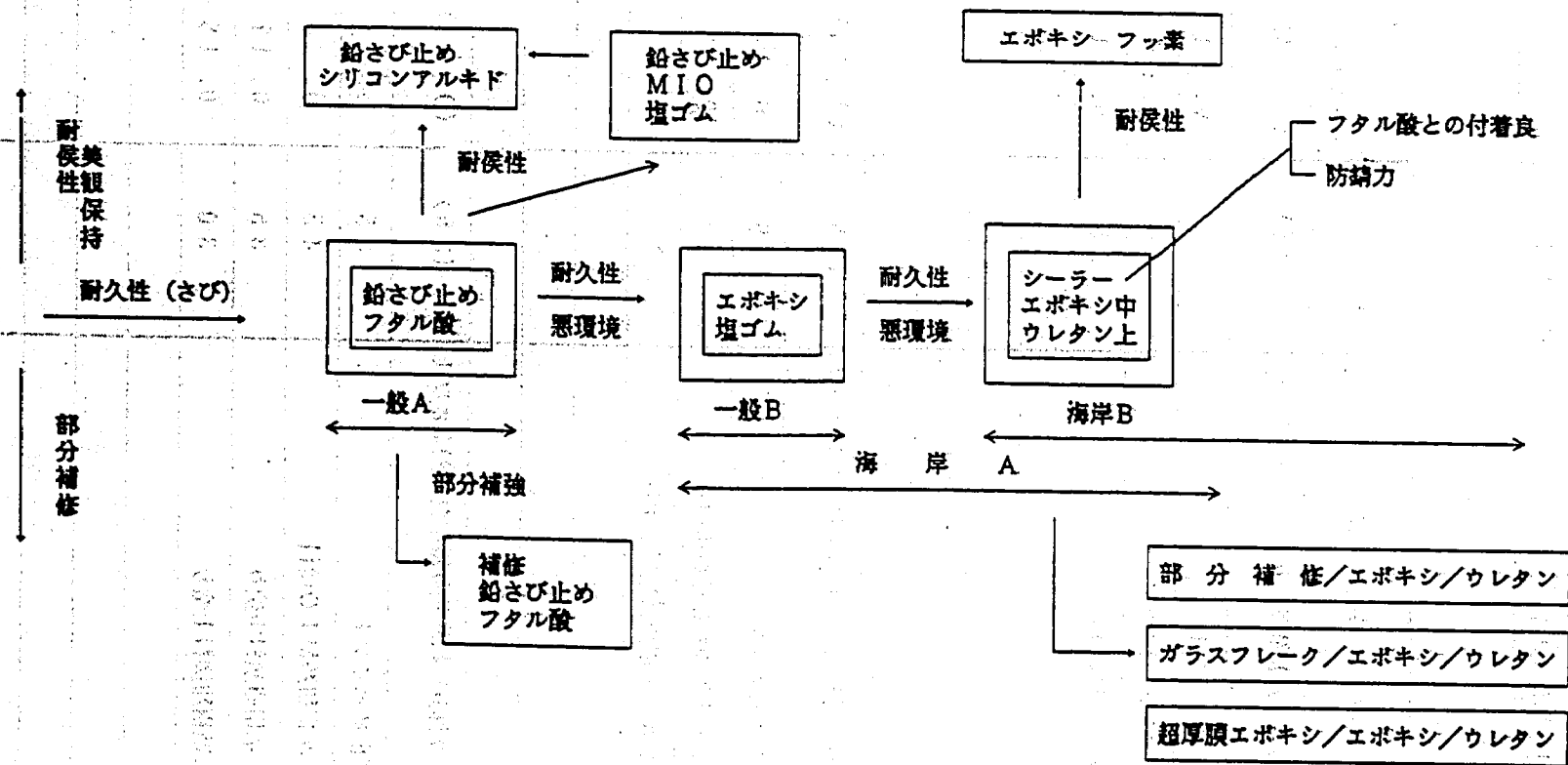
調査方法

試験板の寸法	200×300×9 (厚さ)	重量 4.3 kg
試験板の枚数	20枚／1ヶ所	
試験板の塗装	実橋と同一とする。(枚数 20枚)	

架 台

試験板10枚(1連)を取り付ける架台を用意し、1橋に2個とりつける。





塗装系の選択 (耐久性・耐侯性等塗膜の性能を中心とする考え方)

別 表

一 般 A	系 統	特 徴	材料単価 (円/㎡)	
			ハケ塗り	エアレス
塗装系 1	油性〜フタル酸系	一般		
“ 2	油性〜シリコンアルキド系	一般・耐候性		
“ 3	油性〜塩化ゴム系	一般・耐久性		

	塗 装 系	膜厚 (μ)	使用量 (kg/㎡)	
			ハケ塗り	エアレス
塗装系 1	(補修塗り部分) 補修塗り用塗料 鉛系さび止めペイント	(35)	(0.14)	(0.17)
	鉛系さび止めペイント	35	0.14	0.17
	フタル酸樹脂系塗料中塗り	30	0.12	0.15
	フタル酸樹脂系塗料上塗り	25	0.11	0.14
塗装系 2	(補修塗り部分) 補修塗り用塗料 鉛系さび止めペイント	(35)	(0.14)	(0.17)
	鉛系さび止めペイント	35	0.14	0.17
	シリコンアルキド樹脂系塗料中塗り	30	0.12	0.15
	シリコンアルキド樹脂系塗料上塗り	25	0.11	0.14
塗装系 3	(補修塗り部分) 補修塗り用塗料 鉛系さび止めペイント	(35)	(0.14)	(0.17)
	鉛系さび止めペイント	35	0.14	0.17
	フェノール樹脂系MIO塗料	45	0.25	0.30
	塩化ゴム系樹脂塗料中塗り	35	0.17	0.22
	塩化ゴム系樹脂塗料上塗り	30	0.15	0.20

一般 B	系 統	特 徴	材料単価 (円/㎡)	
			ハケ塗り	エアレス
塗装系 1	油性～塩化ゴム系	現行仕様		
“ 2	エポキシ～塩化ゴム系	一般・高耐久性		
“ 3	エポキシ～ウレタン系	一般・超耐久性		

	塗 装 系	膜厚 (μ)	使用量 (kg/㎡)	
			ハケ塗り	エアレス
塗装系 1	(補修塗り部分) 補修塗り用塗料 鉛系 さび止めペイント	(35)	(0.14)	(0.17)
	鉛系さび止めペイント	35	0.14	0.17
	フェノール樹脂系 MIO 塗料	45	0.25	0.30
	塩化ゴム系樹脂塗料中塗り	35	0.17	0.22
	塩化ゴム系樹脂塗料上塗り	30	0.15	0.20
塗装系 2	(補修塗り部分) 補修塗り用塗料	(50)	(0.20)	(0.25)
	塗替用エポキシ樹脂塗料下塗り	50	0.20	0.25
	塩化ゴム系樹脂塗料中塗り	35	0.17	0.22
	塩化ゴム系樹脂塗料上塗り	30	0.15	0.20
塗装系 3	(補修塗り部分) 補修塗り用塗料	(50)	(0.20)	(0.25)
	塗替用エポキシ樹脂塗料下塗り	50	0.20	0.25
	ポリウレタン樹脂塗料中塗り	30	0.14	0.17
	ポリウレタン樹脂塗料上塗り	25	0.12	0.14

海岸 A	系 統	特 徴	材料単価 (円/㎡)	
			ハケ塗り	エアレス
塗装系 1	エポキシ～塩化ゴム系	現行仕様		
“ 2	エポキシ～ウレタン系	海岸・耐候性		
“ 3	エポキシ～フッ素系	海岸・高耐候性		

	塗 装 系	膜厚 (μ)	使用量 (kg/㎡)	
			ハケ塗り	エアレス
塗装系 1	(補修塗り部分) 補修塗り用塗料	(50)	(0.20)	(0.25)
	塗替用エポキシ樹脂塗料下塗り	50	0.20	0.25
	塩化ゴム系樹脂塗料中塗り	35	0.17	0.22
	塩化ゴム系樹脂塗料上塗り	30	0.15	0.20
塗装系 2	(補修塗り部分) 補修塗り用塗料	(50)	(0.20)	(0.25)
	塗替用エポキシ樹脂塗料下塗り	50	0.20	0.25
	ポリウレタン樹脂塗料中塗り	30	0.14	0.17
	ポリウレタン樹脂塗料上塗り	25	0.12	0.14
塗装系 3	(補修塗り部分) 補修塗り用塗料	(50)	(0.20)	(0.25)
	塗替用エポキシ樹脂塗料下塗り	50	0.20	0.25
	フッ素樹脂塗料中塗り	30	0.14	0.17
	フッ素樹脂塗料上塗り	25	0.12	0.14

海 岸 B	系 統	特 徴	材料単価 (円/㎡)	
			ハケぬり	エアレス
塗装系 1	エポキシ〜ウレタン系	現行仕様		
" 2	エポキシ〜フッ素系	海岸・高耐候性		
" 3	ガラスフレーク〜ウレタン系	海岸・高耐久性		
" 4	超厚膜エポキシ〜ウレタン系	海岸・部分補強		

	塗 装 系	膜厚 (μ)	使用量 (kg/㎡)	
			ハケぬり	エアレス
塗装系 1	(補修塗り部分) 補修塗り用塗料	(50)	(0.20)	(0.25)
	塗替用エポキシ樹脂塗料下塗り	50	0.20	0.25
	ポリウレタン樹脂塗料中塗り	30	0.14	0.17
	ポリウレタン樹脂塗料上塗り	25	0.12	0.14
塗装系 2	(補修塗り部分) 補修塗り用塗料	(50)	(0.20)	(0.25)
	塗替用エポキシ樹脂塗料下塗り	50	0.20	0.25
	フッ素樹脂塗料中塗り	30	0.14	0.17
	フッ素樹脂塗料上塗り	30	0.12	0.14
塗装系 3	塗替用エポキシ樹脂塗料下塗り	(50)	(0.20)	(0.25)
	不飽和ポリエステルガラスフレーク塗料	200	0.60	0.78
	ポリウレタン樹脂塗料中塗り	30	0.14	0.17
	ポリウレタン樹脂塗料上塗り	25	0.12	0.14
塗装系 4	(補修塗り部分) 補修塗り用塗料 超厚膜エポキシ	(1000)	(2.00)	(2.60)
	塗替用エポキシ樹脂塗料下塗り	50	0.20	0.25
	ポリウレタン樹脂塗料中塗り	30	0.14	0.17
	ポリウレタン樹脂塗料上塗り	25	0.12	0.14

8 5 — 1 横尾橋

1. 目 的

現行塗装系より耐久性にすぐれる塗装系に変更する。

(1) 高湿面用塗り替え仕様の決定

(2) 耐アルカリ用 “

2. 塗り替え塗装仕様と対象部位

(1) I 桁部 (試験塗装)

素地調整	I 桁外面 (高湿面用塗装仕様)	I 桁内面
3 種ケレン	一般 A-1 (1 径間)	一般 A-1 (2 径間)
	一般 B-2 (1 径間)	

(2) ラーメン桁部 (試験塗装は行わない)

素地調整	仕様 1 (耐アルカリ用仕様)	仕様 2
3 種ケレン	補 修 タールエポキシ樹脂塗料 60 μ	鉛系さび止め
	下 塗 “	鉛系さび止め 35 μ
	中・上塗 アルミニウム・ペイント 20 μ × 1	アルミニウム・ペイント 20 μ × 2

(備考) 黒色のままでは不都合であるときは、若干のブリードが生じる可能性はあるが
アルミニウム・ペイントを上塗することができる。

8 5 — 2 水郷大橋

1. 目 的

現行塗装系より耐久性にすぐれる塗装系に変更する。

(1) 層間はくりを効果的に抑制する塗り替え仕様の決定

2. 試験塗装対象部位

(1) 千葉県側 アプローチのフランジ下面

(2) 本桁の千葉側1連目のウェブ 各仕様1m巾

3. 塗り替え仕様

(1) 素地調整

i) 目の細かいペーパー（＃80）で全面サンダーがけ（下塗り塗膜は残す）をし、
中・上塗り塗膜を除去する。

ii) 目の細かいペーパー（＃80）で、付着不良の中・上塗りを除去する。

(2) 仕様（その1）

仕様1 一般A-1

仕様2 一般A-1の鉛系さび止めペイントを2回にする。（備考1）

仕様3 一般B-1

仕様4 一般B-2

備考1 工場下塗り後、現場の中・上塗りまでのインターバルが半年以上になるときは、

鉛系さび止めを再度入れてから、中・上塗りを行う。

(3) 仕様（その2）

高耐候性塗装系を採用する場合には、下記の仕様とする。

仕様5 一般A-2

仕様6 一般B-3

仕様7 海岸A-3

8 5 — 3 原木大橋

1. 目 的

塗膜厚を大きくすることができ、省力化にも役立つ吹付工法を用いる。

また、ケレン作業の合理化を行う。

(1) ケレン法及びエアレス塗装の飛散防止法の試験を行う。

2. 塗り替え (試験塗装は行わない)

(1) 素地調整

①付着塩分量の調査を行う。(備考1)

②水洗を行う。

③下フランジ下面全面及び発錆部、はくり箇所は#80のサンダーケレンを行い、中・上塗り塗膜を除去する。(3種Cケレン)

その他のウェブなどは4種ケレンを行う。

(備考1) 鋼橋塗装専門会の60年3月の調査結果によると10点測定平均値で $200\text{mg}/\text{m}^2$ の付着塩分があった。

(2) 塗り替え塗装仕様

一般A-1

3. ケレン法の比較試験

目的：各ケレン法の作業効率、飛散防止法の試験を行う。(合計で20~30㎡)

方法：サンドブラスト、バキュームブラスト、バキュームサンダー、サンダーなど

4. 飛散防止ネットの効果確認試験

目的：飛散防止ネットのエアレス塗装の飛散防止効果を調査する。

方法：飛散防止ネット(なし、一重、二重)をしてエアレス塗装を行い、一定距離に置いた補集紙上の単位面積当りの飛散量を測る。

8 5 - 4 天台歩道橋

1. 目的

現行塗装系より耐久性にすぐれる塗装系に変更する。

(1) ケアゲの孔食部の塗り替え仕様の選定

2. 試験塗装対象部位

ケアゲ全面

3. 素地調整

孔食部は2種ケレン (ハンマー, サンダー)

4. 塗り替え仕様

仕様-1

仕様-2

仕様-3

——

——

超厚膜エポキシ (孔食部)

鉛系さび止め×2

エポキシ下×3 (60 μ)

エポキシ下×1

フタル酸 中

“ 上

エポキシ上×2

エポキシ上×2

仕様-4

仕様-5

仕様-6

超厚膜エポキシ (孔食部)

——

——

エポキシ下×1

エポキシ下×2

エポキシ下

ガラスフレーク

柔軟ウレタン 60 μ

ポリブタジエンゴム 500 μ

エポキシ上×2

“ 60 μ

“ 500 μ

5. 階段裏面 (試験塗装は行わない)

素地調整

3種ケレン

塗り替え仕様

一般B-2

8 5 - 5 六日町歩道橋

1. 目的

現行塗装系より耐久性にすぐれる塗装系に変更する。

(1) ケアゲの孔食部の塗り替え仕様の選定

2. 試験塗装対象部位

ケアゲ全面

3. 素地調整

孔食部は2種ケレン (ハンマー, サンダー)

4. 塗り替え仕様

仕様-1

鉛系さび止め×2

フタル酸 中

" 上

仕様-2

エポキシ下×3 (60 μ)

エポキシ上×2

仕様-3

超厚膜エポキシ (孔食部)

エポキシ下×1

エポキシ上×2

仕様-4

超厚膜エポキシ (孔食部)

エポキシ下×1

ガラスウレク

エポキシ上×2

仕様-5

エポキシ下×2

柔軟ウレタン 60 μ

" 60 μ

仕様-6

エポキシ下×1

ポリブタジエンゴム 500 μ

" 500 μ

5. 階段裏面 (試験塗装は行わない)

素地調整 3種ケレン

塗り替え仕様 一般B-2

長熊大橋

概 要

試験対象橋梁とはしないが下記の塗り替え仕様を提案する。

(1) 塗り替え仕様

1) 外面

素地調整	仕様 a	仕様 b
2 種ケレン	鉛酸カルシウムペイント	エポキシ樹脂塗料下塗り
(ジंकリッチ	超長油性フタル酸中塗り	塩化ゴム系塗料中塗り
塗膜を残す)	長油性フタル酸上塗り	塩化ゴム系塗料上塗り

(注) 3 種ケレンでは旧塗膜が残ることから、塗り替え後比較的短時間で現在とおなじようにハガれてしまうおそれがある

2) 内面

事前調査により付着性を測定し仕様を決定する。

付着性が良好の場合：3 種ケレン後仕様 a

付着性不良の場合：2 種ケレン後仕様 a

ただし、鉄道は塗り替え間隔を長くするために、内・外面共に仕様 b がよい。

3) 取り付け部

3 種ケレン一般 A-1

北保木間歩道橋

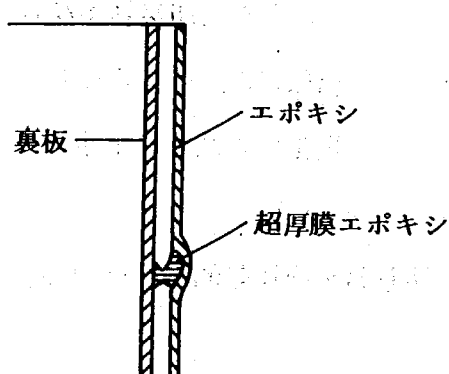
けあげの穴あき補修

(1)歩道板を取り替える。

(2)歩道板を取り替えることができないとき、

裏板をはり、穴に超厚膜エポキシを充填し、

けあげ全面にエポキシを3回塗る。



なお、試験塗装は行わない。

施工管理シート

1. 橋 名

2. 付着塩分量 調査日 調査者名 塩分量 mg/m^2 水洗の有無 水洗後の塩分量 mg/m^2

3. ケ レ ン 調査日 工具 サンドペーパーNo. ケレンの程度 ケレングレード (写真撮る)

4. 塗 装 系

工 程	塗 料	設 計 値				実 測 値											
		標 準 使用量	塗 装 方 法	塗 装 間 隔	標 準 膜 厚	塗装日	天 候	塗 装 直 前		塗装終了時		塗 料 粘 度	使用量	塗 装 方 法	塗膜の 状 態	乾燥膜厚	
								気温	湿度	気温	湿度						
補 修																	
第1層																	
第2層																	
第3層																	
第4層																	

5. 総合所見

6. その他

付着塩分量及び乾燥膜厚の測定値は別表に記入し、本シートには平均値のみを記入する。

ケレングレードはウェブの内外、フランジ下面、対傾鋼及び必要と思われる個所について、近接撮影（1 m程度）と接写を行う。

付着塩分量、乾燥膜厚の測定結果

測定日

使用機器名

測定者

部 材	部 位	付着塩分量 (mg/m ²)	乾 燥 膜 厚 (μm)									
			1	2	3	4	5	平均値	σ	max		min
ウ エ ブ (外 側)	桁 端部 (起点側)											
	桁 中央部											
	桁 端部 (終点側)											
ウ エ ブ (内 側)	桁 端部 (起点側)											
	桁 中央部											
	桁 端部 (終点側)											
フ ラ ン ジ (上 面)	桁 端部 (起点側)											
	桁 中央部											
	桁 端部 (終点側)											
フ ラ ン ジ (下 面)	桁 端部 (起点側)											
	桁 中央部											
	桁 端部 (終点側)											
対 傾 鋼	桁 端部 (起点側)											
	桁 中央部											
	桁 端部 (終点側)											
継 手 部	桁 端部 (起点側)											
	桁 中央部											
	桁 端部 (終点側)											

塗り替え試験橋梁台帳 (案)

橋 名					追 跡 調 査 結 果			
所 在 地								
橋 梁 名 起点					年 月 年 月 年 月			
地建事務所名					塗装仕様1			
担 当 部 課								
橋梁構造形式 床版								
塗 装 面 積 橋長 径間					塗装仕様2			
	塗装仕様1	塗装仕様2	塗装仕様3	塗装仕様4				
素地調整								
塗装系								
					塗装仕様3			
環境等 環境区分 海岸よりの距離 桁下 運河上 河川上 その他 足場架設吊元等				特記事項	塗装仕様4			

鋼橋塗装の維持管理技術に関する
試験調査報告(Ⅰ)

I S S N 0386 - 5878
土木研究所資料第2339号
昭和 61 年 3 月(1986)
片脇 清, 守屋 進

要 旨

鋼道路橋における塗膜の耐久性を向上させ、鋼橋塗装の維持管理の効率化と合理化を図るうえで必要な資料を得る目的で関東地方建設局管内において実施した試験塗装についてとりまとめたものである。

キーワード：鋼橋塗装，維持管理，試験塗装

○

郵便はがき

305-□□

40円切手
をはって
下さい。

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

建設省土木研究所

地質化学部化学研究室
御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第2339号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住 所)

氏 名

印