

マイクロフィルム用資料

土 木 研 究 所 資 料

河川鋼構造物用塗料の防食性
に関する調査報告書

平成11年5月

建 設 省 土 木 研 究 所
材 料 施 工 部 化 学 研 究 室

Copyright © (1999) by P.W.R. I.

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.I.

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、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

河川鋼構造物用塗料の防食性 に関する調査報告書

材料施工室	部	長	片脇	清
化学研究室	室	長	明嵐	政司
		主任研究員	守屋	進
		主任研究員	西崎	到

要 旨

河川環境における防食性や施工性が優れていると考えられる塗料について、これらの環境下での防食性・長期性能の確認や施工条件についての調査を、室内試験・河川環境における暴露試験等により行った結果を報告書にとりまとめた。

キーワード：河川管理施設、河川環境、淡水、塗料、防食、暴露試験

まえがき

河川管理施設は水中にあるものが多いため腐食しやすく、補修が困難であることが多い。このため、河川管理施設に優れた性能の高耐久性塗料を利用することは、河川管理施設の耐久性向上及び維持管理労力軽減に非常に効果があるものと期待される。

現在の高耐久性塗料は、河川環境における防食性や施工性についてのデータは、海洋環境での場合に比べて不足しているのが現状である。河川環境は多くは淡水であるので、海洋環境に比べてマイルドな腐食環境と考えられがちであるが、場合によっては海洋環境よりも腐食しやすい場合も知られているため、一層の河川環境におけるデータの充実が必要とされていた。

本報告書では、この様な現状を踏まえ、河川環境下で優れた防食や施工を持つと考えられる塗装システムを対象に、その河川環境における長期的特性や施工条件についての調査を、防食性能に関する室内試験、施工条件の塗膜性能に与える影響試験、江戸川河口における暴露試験を行った結果を報告する。

目 次

まえがき

1. 河川鋼構造物用塗料の防食性能に関する試験	1
1. 1 塗替用塗料の室内試験	1
1. 2 水中環境条件に関する試験	8
2. 河川鋼構造物用塗料の施工条件が塗膜性能に与える影響に関する試験	27
2. 1 乾燥条件の影響に関する試験	27
2. 2 素地調整程度の影響に関する試験	30
2. 3 水中施工条件の影響に関する試験	51
3. 江戸川河口における河川鋼構造物用塗料の暴露試験	68
3. 1 目的	68
3. 2 試験方法	68
3. 3 塗装仕様一覧	82
3. 4 新設仕様暴露試験（干満帯・水中部）の中間結果	90
3. 5 塗替仕様暴露試験（干満帯・水中部）の中間結果	102
4. まとめと今後の課題	140
謝辞	142
付録 塗膜のふくれの評価方法	147

1. 河川鋼構造物用塗料の防食性能に関する試験

1. 1 塗替用塗料の室内試験

1. 1. 1 試験の概要

主な塗替用の塗膜の、河川環境での耐久性を予備的に調べるために、小型試験片を用いて、水道水と食塩水での浸水試験を行った。

1. 1. 2 試験方法

試験は、河川環境と海洋環境での塗替塗装を想定して、発錆した鋼材の錆を除去した面に塗替仕様の塗装を行い、その耐久性を調べた。70×150×3.2mmのSS400のサンドブラスト板を、海洋環境を想定した場合（劣化条件A）には海岸に3カ月暴露し、河川環境を想定した場合（劣化条件B）には水道水の噴霧で、全面が腐食した試験板を製作した。これを回収し、動力工具によりSt2程度に素地調整し、表-1.1.1に示す10種類の塗装仕様により塗装した。海洋環境を想定した試験片にはナイフで傷を付け、40℃の3%食塩水し、河川環境を想定した試験片は傷がない状態で、40℃の水道水に浸漬し、外観調査をASTM D 714により行った。試験片によるばらつきを少なくするために、試験片は1つの条件につき3枚製作し、同時に試験した。なお、このうち1枚は試験途中で付着力試験を行い、以後は2枚のみで試験を継続した。

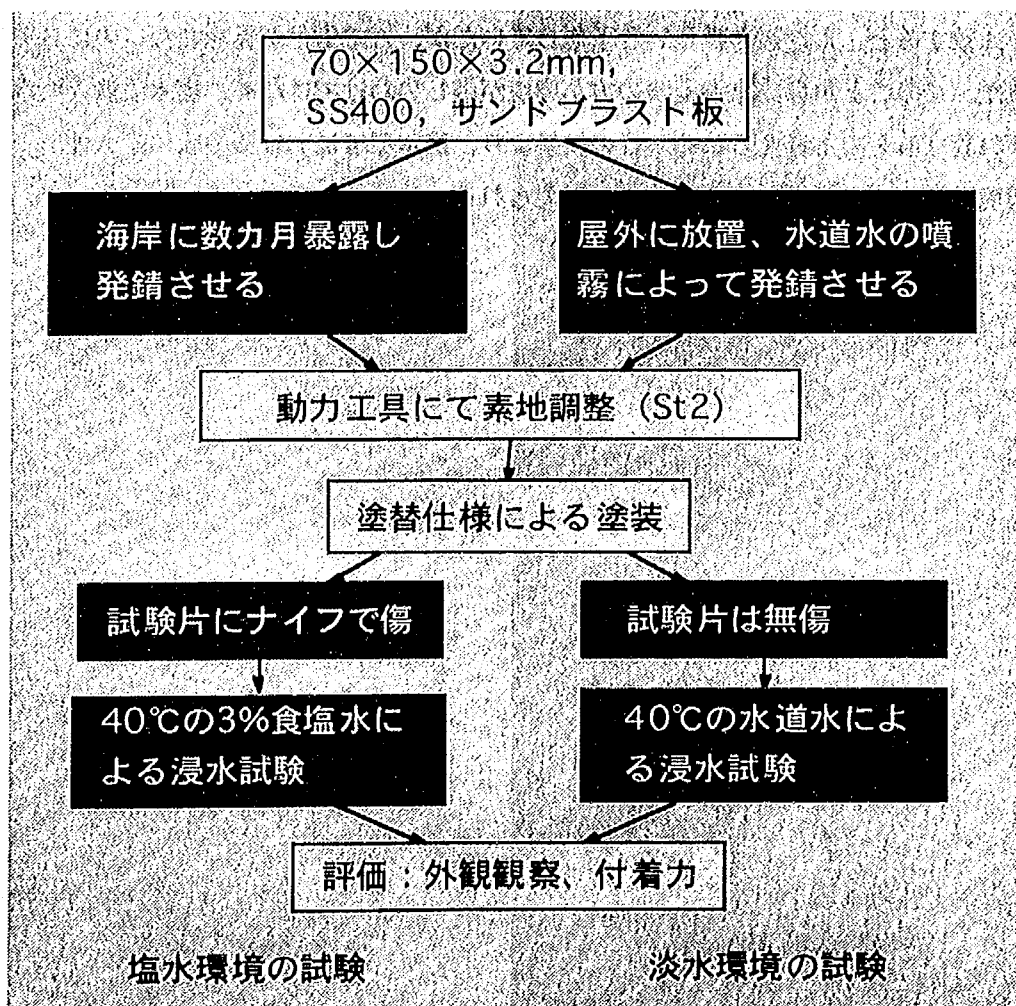


図-1.1.1 試験フロー図

1. 1. 3 試験結果

(1) 外観調査

外観調査の結果を表-1.1.1に示す。通常、大気中用塗装仕様として用いられる、仕様No.5（変性エポキシ/ふっ素）とNo.6（変性エポキシ/ポリウレタン）は、いずれの条件でもふくれを発生した。付着力試験では上塗りと中塗りの層間で剥離しているが、 28kgf/cm^2 とそれほど小さい値ではなかった。これ以外の塗装仕様は水中用塗装仕様であるが、仕様No.7（ガラスフレーク塗料）は劣化条件A、Bでふくれを発生したほか、仕様No.3（タールエポキシ）と仕様No.8（超厚膜型エポキシ）が劣化条件Aでふくれを、仕様No.2（変性エポキシ）が劣化条件Bでふくれを発生した。タールエポキシと超厚膜型エポキシは比較的防食性に優れていると予想されていた塗装系であるが、劣化条件Aではふくれを発生した。これらの結果から、この試験で採用した動力工具によるSt2の素地調整は、全面発錆した鋼材の塗替塗装の素地調整としては十分ではないと考えられる。特に劣化条件Aでは、鋼材の表面に塩分が残っていると推定されるので、非常に厳しい条件と考えられる。

このような厳しい条件でも異常が見られなかったのは、仕様No.1の有機ジンクリッチペイントを用いたものと、仕様No.4の変性エポキシのみの塗装系、さらに仕様No.9の水中施工型のパテであった。

劣化条件を比較すると、Aが最も厳しいと予想していたが、Aで劣化が見られないのにBで劣化している仕様も見られた。このことから、塩水浸漬の方が環境が厳しいわけではなく、塩水浸漬と淡水浸漬では劣化機構がそれぞれ異なるものと考えられる。この結果より、海水環境における塗膜の耐久性データは、淡水が中心の河川環境にそのまま適用しにくいものと考えられる。

表-1.1.1 河川用塗料（塗替用）の浸水試験の結果

仕 様 番 号	塗装仕様	塗布量 (g/m ²)	劣化条件A (40℃3% 食塩水)84日	劣化条件B (40℃水道水)		
				84日	140日	392日
1	有機ジンックリッチペイント	700	外観：異常無し カット部錆幅 1mm	外観：異常無し 付着力： 29kgf/cm ² 凝集、下塗	外観：異常無し	外観：異常無し
	ミストコート	160				
	変性エポキシ下塗水中部用	500				
	変性エポキシ下塗水中部用	300				
	エポキシ中塗	220				
2	エポキシ上塗	200	外観：異常無し カット部錆幅 1mm	外観：ふくれ8D 付着力： 29kgf/cm ² 凝集、下塗	外観：ふくれ8D	外観：ふくれ6D
	変性エポキシ下塗水中部用	240				
	変性エポキシ下塗水中部用	240				
	変性エポキシ下塗水中部用	240				
	エポキシ中塗	180				
3	エポキシ上塗	170				
	タールエポキシ	200	外観：ふくれ6D カット部錆幅 1mm	外観：異常無し 付着力： 30kgf/cm ² 凝集、下塗剥離	外観：異常無し	外観：異常無し
	タールエポキシ	200				
	タールエポキシ	200				
	タールエポキシ	200				
	タールエポキシ	200				
4	変性エポキシ下塗水中部用	240	外観：異常無し カット部錆幅 1mm	外観：異常無し 付着力： 43kgf/cm ² 凝集、中塗	外観：異常無し	外観：異常無し
	変性エポキシ下塗水中部用	240				
	変性エポキシ下塗水中部用	240				
	変性エポキシ下塗水中部用	240				
	変性エポキシ下塗水中部用	240				
5	変性エポキシ下塗大気部用	240	外観：ふくれ4D カット部錆幅 1mm	外観：ふくれ8D 付着力： 28kgf/cm ² 層間、上塗/中塗	外観：ふくれ8D	外観：ふくれ6D ふくれからの発錆 4～5カ所
	変性エポキシ下塗大気部用	240				
	変性エポキシ下塗大気部用	240				
	ふっ素中塗	140				
	ふっ素上塗	120				
6	変性エポキシ下塗大気部用	240	外観：ふくれ4D カット部錆幅 1mm	外観：ふくれ8D 付着力： 28kgf/cm ² 層間、上塗/中塗	外観：ふくれ8D	外観：ふくれ6D ふくれからの発錆 7カ所
	変性エポキシ下塗大気部用	240				
	ポリウレタン中塗	140				
	ポリウレタン上塗	120				
	ポリウレタン上塗	120				
7	ガラスフレーク含有塗料下塗	300	外観：ふくれ6M カット部錆幅 2～10mm	外観：ふくれ4MD 付着力： 40kgf/cm ² 接着剤	外観：ふくれ 4MD	外観：ふくれ2M
	ビニル樹脂ガラスフレーク	750				
	ビニル樹脂ガラスフレーク	750				
	ビニル樹脂ガラスフレーク	750				
	ビニル樹脂ガラスフレーク	750				
8	変性エポキシ水中部用	240	外観：ふくれ6M カット部錆幅 1～2mm	外観：異常無し 付着力： 20kgf/cm ² 素地	外観：異常無し	外観：異常無し
	超厚膜エポキシ	1000				
	エポキシ中塗	180				
	エポキシ上塗	170				
	エポキシ上塗	170				
9	水中硬化パテ(ペイントタイ プ)	2500	外観：異常無し カット部錆幅 5～6mm	外観：異常無し 付着力： 32kgf/cm ² 凝集、上塗	外観：異常無し	外観：異常無し
	水中硬化パテ(ペイントタイ プ)	2500				
	水中硬化パテ(ペイントタイ プ)	2500				
	水中硬化パテ(ペイントタイ プ)	2500				
	水中硬化パテ(ペイントタイ プ)	2500				
10	水中硬化パテ(パテタイ プ)	2500	外観：異常無し カット部錆幅 1～10mm	外観：ふくれ8D 付着力： 40kgf/cm ² 凝集、下塗	外観：異常無し	外観：ふくれ2F
	水中硬化パテ(パテタイ プ)	2500				
	水中硬化パテ(パテタイ プ)	2500				
	水中硬化パテ(パテタイ プ)	2500				
	水中硬化パテ(パテタイ プ)	2500				

注：ふくれの評価基準（ASTM D-714）は、付録を参照されたい。

(2) インピーダンス

塗膜インピーダンス測定は、現場における塗膜劣化の簡易な測定方法として期待されるもののひとつである。塗膜インピーダンスは試験片を塩水に浸す必要があるため、塩水浸せきを行っている試験片Aの一部についてのみ測定した。試験片の片面を3%NaCl水溶液に浸したガーゼに接触させ、インピーダンス($Z(\Omega)$)と位相差(Φ (degree))を、0.01Hzから20kHzについてスペクトルとして測定した。結果の一部を図-1.1.2から1.1.5に示す。

塗膜のインピーダンスは劣化によって傾きの大きく変化する周波数 f_b (Breakpoint Frequency)が増大する傾向があることが判っている。^{(1),(2)} f_b 初期値と30日目の値に差が認められたのはNo.2,5,6であった。No.5の f_b はほぼ10倍、No.6では10³倍になり、インピーダンスによる塗膜劣化の観測が確認された。No.1,3,4は大きな変化が認められなかった。No.2では f_b が劣化に伴い逆に減少してしまった。実用のためにはさらに解析方法を検討する必要がある。

位相差はNo.1,3,4では、インピーダンス同様に差が認められなかった。No.2は0.01~1Hzの間で良好な測定値が得られなかった。比較的薄い塗膜の場合、未劣化時には低周波数域まで位相が-90度近くにあり、劣化に従って0度に近くなることが判っているが、No.5及び6はこれからの特徴的な変化を示している。今後データを蓄積して、厚膜型塗料への適用性を検討する必要がある。

点錆が発生した試験片はNo.2にあったが、 Z が100 k Ω 程度に低下し、また周波数による変化も殆ど無くなったため、これらの検出にも応用の可能性があるものと考えられる。

1. 1. 4 まとめ

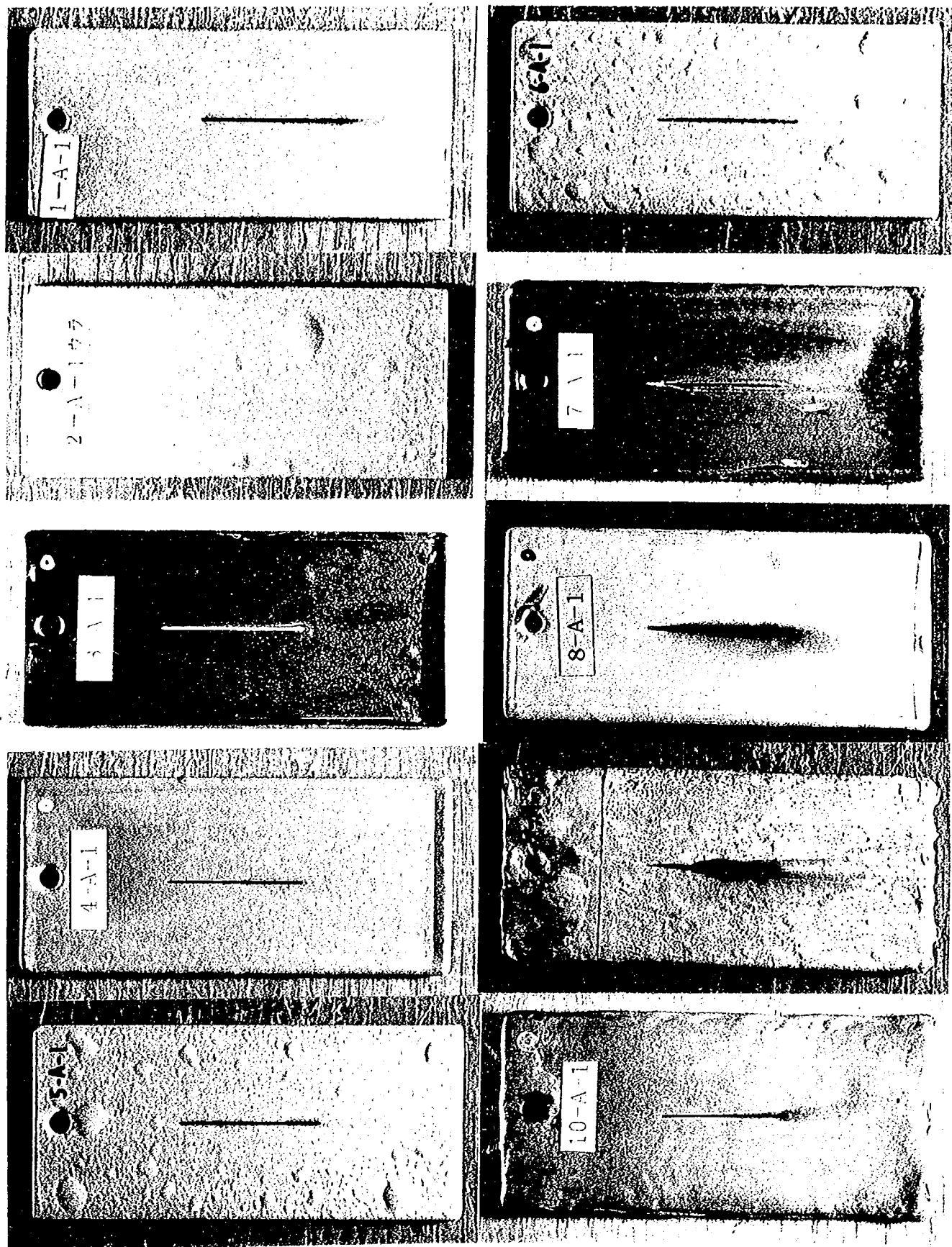
全面腐食の発生した鋼材への塗替仕様の塗膜の性能を浸せき試験を行い、多くの塗装系でふくれの発生が認められる結果となった。このため全面腐食の発生した鋼材への塗装時の素地調整としてはSt2では不十分であるものと考えられる。

このような厳しい条件でも、防食のための成分として亜鉛を含むジンクリッチペイントは優れた防食性を示した。また、厚い膜を形成するタイプの塗装仕様としては、変性エポキシ(4層)と水中硬化型塗料が良い性能を示した。

また、海水或いは大気中の防食性能が、必ずしも大部分の河川環境である淡水環境の防食性能と一致しないことが明らかになった。

1. 1. 5 参考文献

- (1) F. Mansfeld, Corrosion 49,9,726 (1993)
- (2) F. Mansfeld, C. H. Tsai, H. Shih, "Determination of Coating Delamination and Corrosion Damage with EIS", Proc. Symp. Advances in Corrosion Protection by Organic Coating, 89-13, (Pennington, NJ: Electrochemical Society, 1989), p.228



写真一 1. 1. 1 試験片の写真（食塩水浸せき 38 日目）

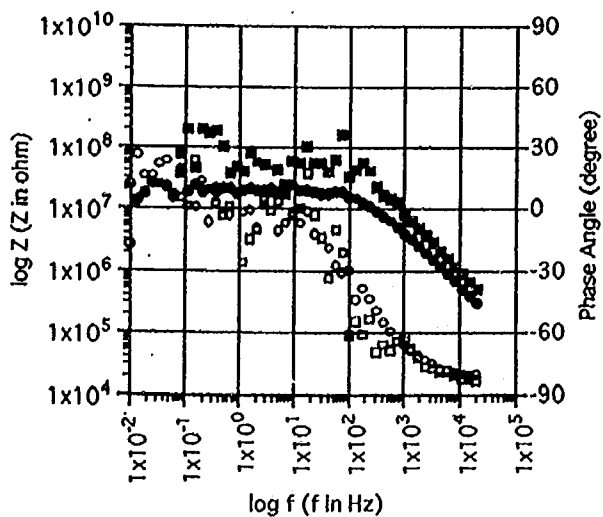


図-1.1.2 試験片No.1のインピーダンス

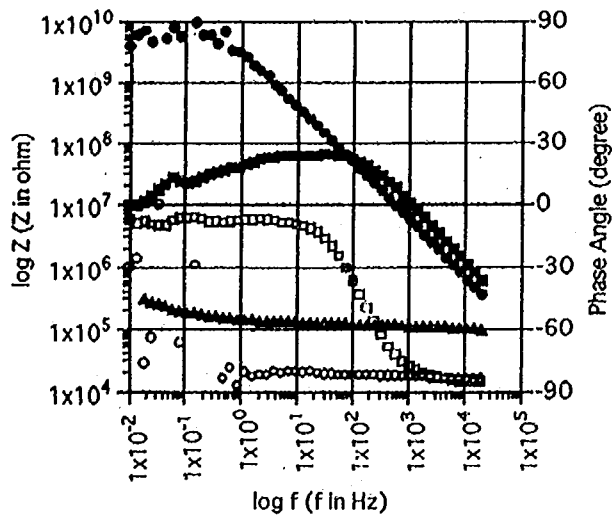


図-1.1.3 試験片No.2のインピーダンス

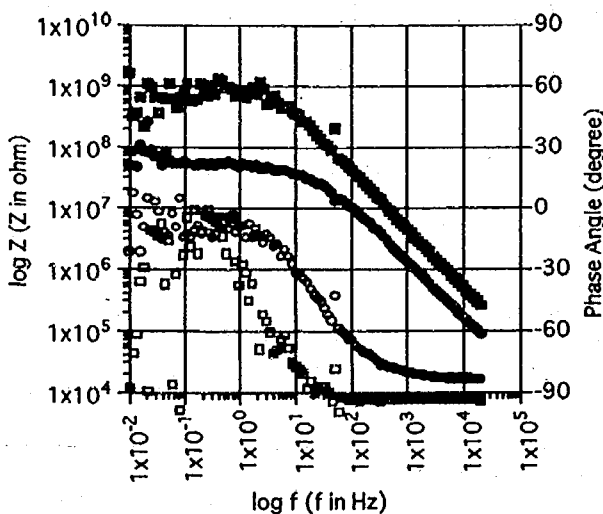


図-1.1.4 試験片No.5のインピーダンス

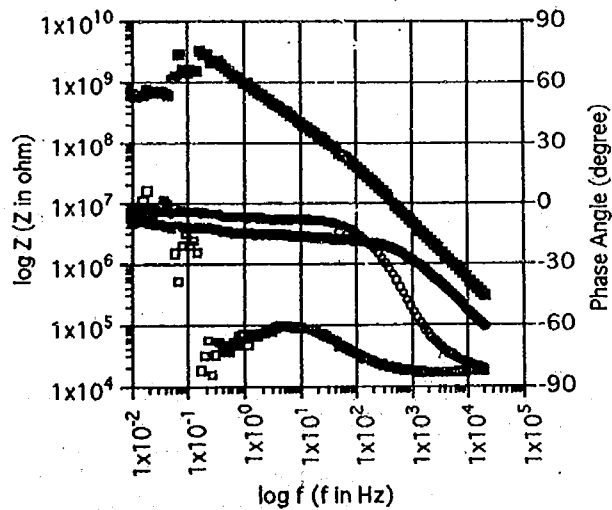


図-1.1.5 試験片No.6のインピーダンス

(凡例 ■: インピーダンス初期値、●: 同30日目、▲: 同点錆部分、□: 位相差初期値、○: 位相差30日目)

1. 2 水中環境条件に関する試験

1. 2. 1 目的

本試験は、河川用塗料が水中使用に耐えられる限界を試験的に調査し、塗料の河川環境における適用区分の設定に役立てることを目的とした室内試験である。

1. 2. 2 試験方法

試験片は70×150×3.2mmのSS400サンドブラスト板に、所定の塗装仕様でエアレススプレー塗装したものをを用いた。試験片の片面には、塗料の硬化後長さ約50mm、幅約1mmの糸地に達する傷を入れた。塗装仕様は表-1.2.2に示す6種類とした。表-1.2.2の仕様No.4は水中用の塗装仕様として広く使われている塗装系である。防食性能に優れているが、上塗りにエポキシを用いているので、耐候性に劣る仕様である。仕様No.1から3は仕様No.4の弱点である耐候性を向上させる目的で、仕様No.4と同じ下塗りに、耐候性に優れた中塗りと上塗りをを用いた塗装系である。これらが仕様No.4と同程度の防食性能を発揮することのできる環境を探ることを目指した。仕様No.5及び6は、従来型の大気中用の塗装系であり、比較対象として選定した。

試験条件は、浸せき時間率（1サイクルの全時間に対する浸せき時間の率）を0%から100%まで5段階に変化させた。1サイクル28日のサイクル試験とした。試験は最高20サイクルまで実施した。各サイクルの条件は表-1.2.1の通りである。試験片の評価はASTM D-714に基づいて外観について行った。ウェザリング試験はキノセンアーク灯式耐候性試験機（JIS B7754）を使用した。試験条件はブラックパネル温度63℃、紫外線照度30W/m²とした。

試験片のばらつきを考慮して、試験片は一仕様・条件について3枚ずつ製作し、同時に試験した。5サイクル終了時に1枚取り出して付着力試験を行い、6サイクル目からは2枚で試験を行った。

表-1.2.1 サイクル試験の劣化条件

浸せき時間率	劣化条件
100%	20℃淡水浸せき28日間
50%	20℃淡水浸せき14日間、ウェザリング試験14日間
30%	20℃淡水浸せき8日間、20℃65%の暗室保管6日間、ウェザリング試験14日間
10%	20℃淡水浸せき3日間、20℃65%の暗室保管11日間、ウェザリング試験14日間
0%	20℃65%の暗室保管14日間、ウェザリング試験14日間

1. 2. 3 試験結果

5サイクル目から20サイクル目までの各試験片の外観変化を写真-1.2.1～6に示す。5サイクル、13サイクルおよび20サイクルにおける外観調査の結果を表-1.2.3, 4, 5に示す。仕様No.1からNo.4までの仕様については、全ての劣化条件劣化が認められなかった。仕様No.1からNo.3は大気中用のトップコートを施した仕様である。カット部分の防食性能については、写真-1.2.1～3と写真-1.2.4を比較すると分かるように、写真1.2.4の仕様No.4の方が錆汁の発生が少なく、優れていることが分かった。仕様No.1～3は、ふくれの発生などの異常が予想されたが、そのような異常は認められず、水中用の仕様であるNo.4とほぼ同等の性能

を示した。No.4はウェザリングを含むサイクルではチョーキングをおこしたが、これは仕様No.1～3では認められなかった。一方、鉛系錆止め塗料は上塗りが塩化ゴム系塗料（仕様No5.）でも長油性フタル酸樹脂塗料（仕様No.6）でも、10%の浸漬時間率で5サイクル目でふくれを発生し、水中使用には不適當であると考えられる。

表-1.2.2 塗装仕様

仕様番号	塗装仕様	膜厚 (μm)	備考
1	サンドブラストSa2 1/2 無機ジンクリッチペイント ミストコート 厚膜型エポキシ下塗 厚膜型エポキシ下塗 ポリウレタン用中塗 ポリウレタン上塗	75 150g/m ² 100 60 30 25	ジンク-ウレタン系 (総膜厚：290 μm)
2	サンドブラストSa2 1/2 無機ジンクリッチペイント ミストコート 厚膜型エポキシ下塗 厚膜型エポキシ下塗 ふっ素樹脂用中塗 ふっ素樹脂上塗	75 150g/m ² 100 60 30 25	ジンク-ふっ素系 (総膜厚：290 μm)
3	サンドブラストSa2 1/2 無機ジンクリッチペイント ミストコート 厚膜型エポキシ下塗 厚膜型エポキシ下塗 シリコン系樹脂用中塗 シリコン系樹脂上塗	75 150g/m ² 100 60 30 25	ジンク-シリコン系 (総膜厚：290 μm)
4	サンドブラストSa2 1/2 無機ジンクリッチペイント ミストコート 厚膜型エポキシ下塗 厚膜型エポキシ下塗 エポキシ中塗 エポキシ上塗	75 150g/m ² 100 60 30 25	ジンク-エポキシ系 (総膜厚：290 μm)
5	長ばく型エッチングプライマー 鉛系錆止めペイント 1種 鉛系錆止めペイント 1種 フェノールMIO 塩化ゴム中塗 塩化ゴム上塗	15 35 35 45 35 30	油性-塩化ゴム系 (総膜厚：195 μm)
6	長ばく型エッチングプライマー 鉛系錆止めペイント 1種 鉛系錆止めペイント 1種 長油性フタル酸中塗 長油性フタル酸上塗	15 35 35 35 30	油性-フタル酸系 (総膜厚：150 μm)

写真-1.2.1 仕様No.1 ジンク-ウレタン系

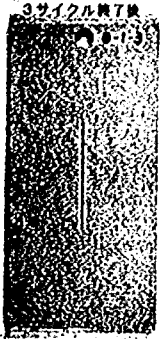
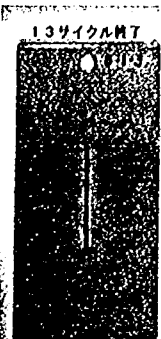
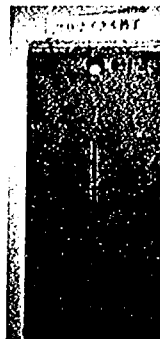
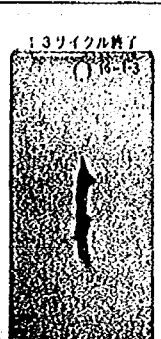
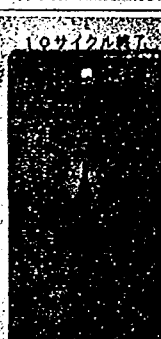
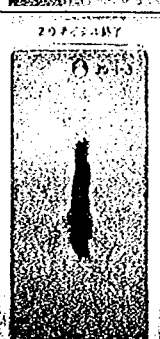
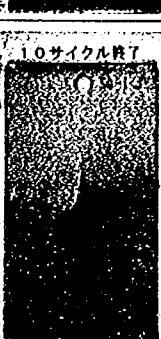
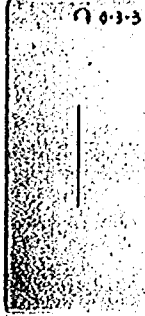
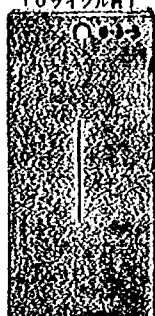
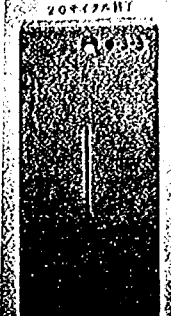
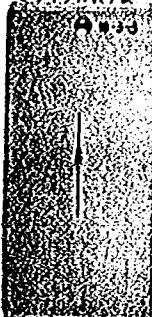
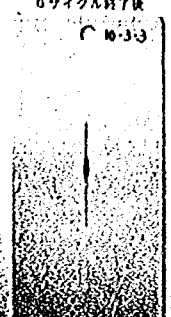
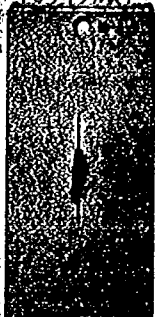
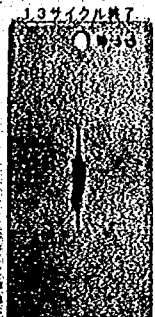
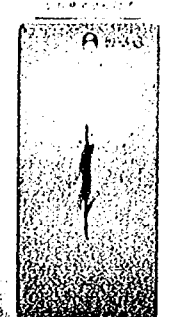
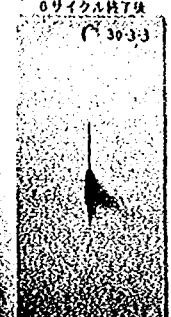
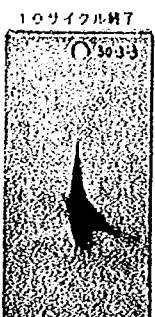
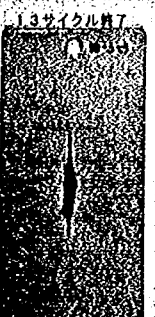
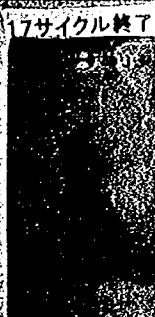
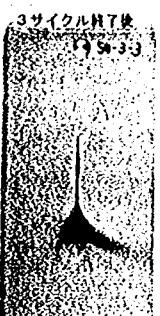
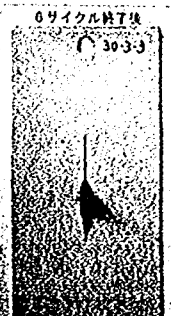
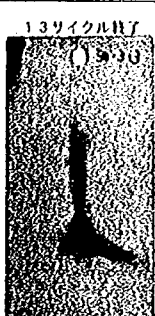
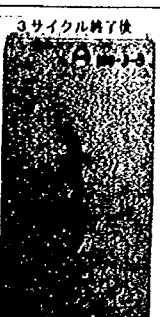
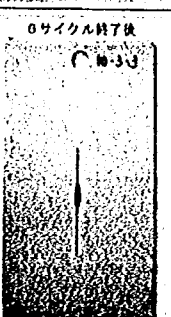
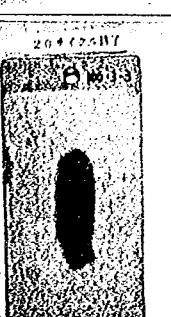
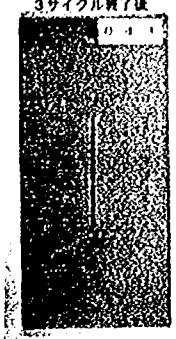
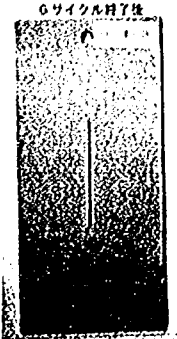
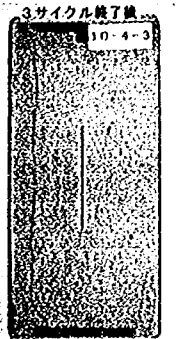
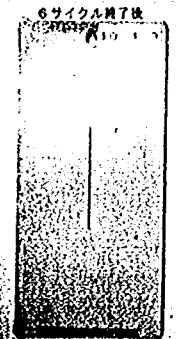
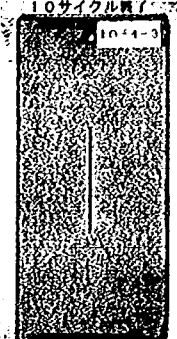
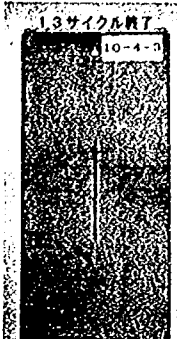
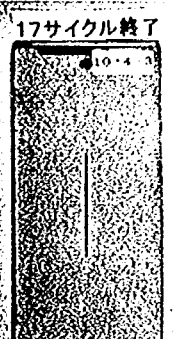
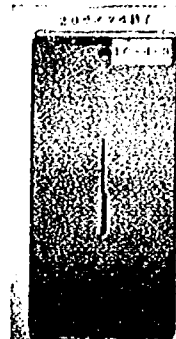
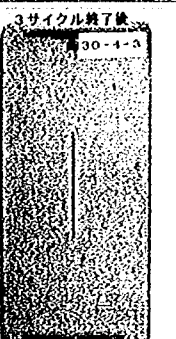
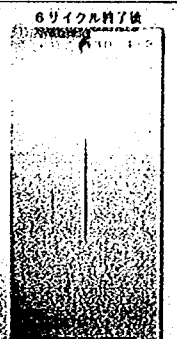
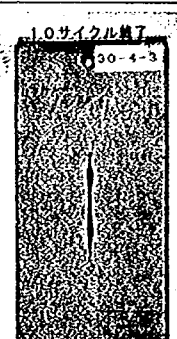
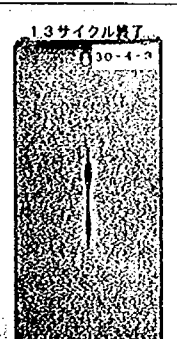
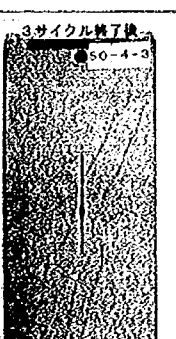
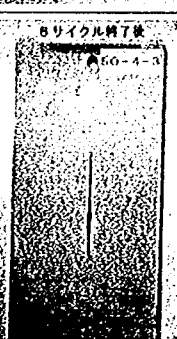
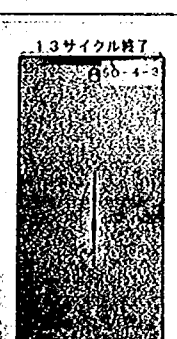
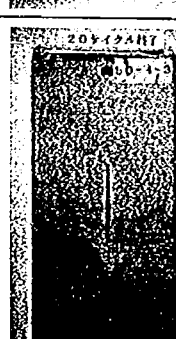
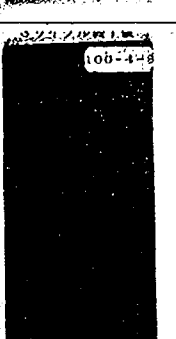
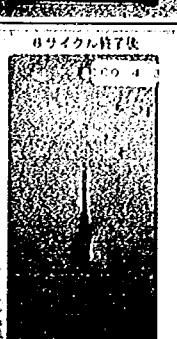
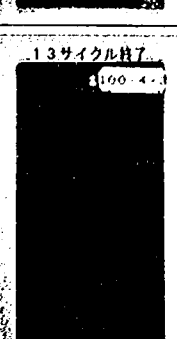
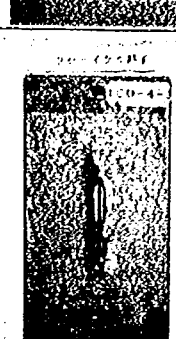
浸せき 時間率	3サイクル	6サイクル	10サイクル	13サイクル	17サイクル	20サイクル
0%						
10%						
30%						
50%						
100%						

写真-1.2.2 仕様No.2 ジンク-ふっ素系

浸せき 時間率	3サイクル	6サイクル	10サイクル	13サイクル	17サイクル	20サイクル
0%	3サイクル終了後 0-2-3	6サイクル終了後 0-2-3	10サイクル終了 0-2-3	13サイクル終了 0-2-3	17サイクル終了 0-2-3	20サイクル終了 0-2-3
10%	3サイクル終了後 0-2-3	6サイクル終了後 0-2-3	10サイクル終了 0-2-3	13サイクル終了 0-2-3	17サイクル終了 0-2-3	20サイクル終了 0-2-3
30%	3サイクル終了後 0-2-3	6サイクル終了後 0-2-3	10サイクル終了 0-2-3	13サイクル終了 0-2-3	17サイクル終了 0-2-3	20サイクル終了 0-2-3
50%	3サイクル終了後 0-2-3	6サイクル終了後 0-2-3	10サイクル終了 0-2-3	13サイクル終了 0-2-3	17サイクル終了 0-2-3	20サイクル終了 0-2-3
100%	3サイクル終了後 0-2-3	6サイクル終了後 0-2-3	10サイクル終了 0-2-3	13サイクル終了 0-2-3	17サイクル終了 0-2-3	20サイクル終了 0-2-3

写真-1.2.3 仕様No.3 ジンクーシリコン系

浸せき 時間率	3サイクル	6サイクル	10サイクル	13サイクル	17サイクル	20サイクル
0%	3サイクル終了後 0-3-3 	6サイクル終了後 0-3-3 	10サイクル終了 0-3-3 	13サイクル終了 0-3-3 	17サイクル終了 0-3-3 	20サイクル終了 0-3-3 
10%	3サイクル終了後 0-3-3 	6サイクル終了後 0-3-3 	10サイクル終了 0-3-3 	13サイクル終了 0-3-3 	17サイクル終了 0-3-3 	20サイクル終了 0-3-3 
30%	3サイクル終了後 0-3-3 	6サイクル終了後 0-3-3 	10サイクル終了 0-3-3 	13サイクル終了 0-3-3 	17サイクル終了 0-3-3 	20サイクル終了 0-3-3 
50%	3サイクル終了後 0-3-3 	6サイクル終了後 0-3-3 	10サイクル終了 0-3-3 	13サイクル終了 0-3-3 	17サイクル終了 0-3-3 	20サイクル終了 0-3-3 
100%	3サイクル終了後 0-3-3 	6サイクル終了後 0-3-3 	10サイクル終了 0-3-3 	13サイクル終了 0-3-3 	17サイクル終了 0-3-3 	20サイクル終了 0-3-3 

浸せき 時間率	3サイクル	6サイクル	10サイクル	13サイクル	17サイクル	20サイクル
0%	 3サイクル終了後 0-4-3	 6サイクル終了後 0-4-3	 10サイクル終了 0-4-3	 13サイクル終了 0-4-3	 17サイクル終了 0-4-3	 20サイクル終了 0-4-3
10%	 3サイクル終了後 10-4-3	 6サイクル終了後 10-4-3	 10サイクル終了 10-4-3	 13サイクル終了 10-4-3	 17サイクル終了 10-4-3	 20サイクル終了 10-4-3
30%	 3サイクル終了後 30-4-3	 6サイクル終了後 30-4-3	 10サイクル終了 30-4-3	 13サイクル終了 30-4-3	 17サイクル終了 30-4-3	 20サイクル終了 30-4-3
50%	 3サイクル終了後 50-4-3	 6サイクル終了後 50-4-3	 10サイクル終了 50-4-3	 13サイクル終了 50-4-3	 17サイクル終了 50-4-3	 20サイクル終了 50-4-3
100%	 3サイクル終了後 100-4-3	 6サイクル終了後 100-4-3	 10サイクル終了 100-4-3	 13サイクル終了 100-4-3	 17サイクル終了 100-4-3	 20サイクル終了 100-4-3

浸せき 時間率	3サイクル	6サイクル	10サイクル	13サイクル	17サイクル	20サイクル
0%	3サイクル終了後 10-5-3 	6サイクル終了後 10-5-3 	10サイクル終了 10-5-3 	13サイクル終了 10-5-3 	17サイクル終了 10-5-3 	20サイクル終了 10-5-3
10%	3サイクル終了後 10-5-3 	6サイクル終了後 10-5-3 	10サイクル終了 10-5-3 	13サイクル終了 10-5-3 	17サイクル終了 10-5-3 	20サイクル終了 10-5-3
30%	3サイクル終了後 10-5-3 	6サイクル終了後 10-5-3 	10サイクル終了 10-5-3 	13サイクル終了 10-5-3 	17サイクル終了 10-5-3 	20サイクル終了 10-5-3
50%	3サイクル終了後 10-5-3 	6サイクル終了後 10-5-3 	10サイクル終了 10-5-3 	13サイクル終了 10-5-3 	17サイクル終了 10-5-3 	20サイクル終了 10-5-3
100%	3サイクル終了後 100-5-3 	6サイクル終了後 100-5-3 	10サイクル終了 100-5-3 	13サイクル終了 100-5-3 	17サイクル終了 100-5-3 	20サイクル終了 100-5-3

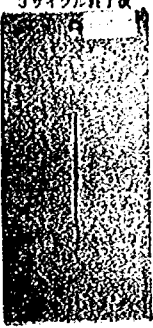
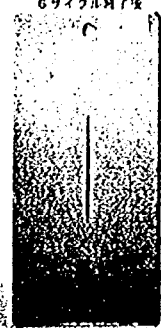
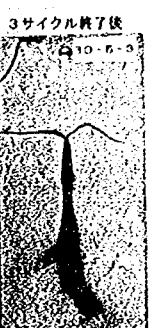
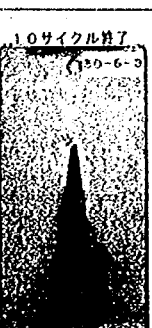
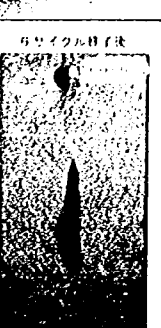
浸せき 時間率	3サイクル	6サイクル	10サイクル	13サイクル	17サイクル	20サイクル
0%	3サイクル終了後 	6サイクル終了後 	10サイクル終了後 	13サイクル終了後 	17サイクル終了後 	20サイクル終了後 
10%	3サイクル終了後 	6サイクル終了後 	10サイクル終了後 	13サイクル終了後 	17サイクル終了後 	20サイクル終了後 
30%	3サイクル終了後 	6サイクル終了後 	10サイクル終了後 	13サイクル終了後 	17サイクル終了後 	20サイクル終了後 
50%	3サイクル終了後 	6サイクル終了後 	10サイクル終了後 	13サイクル終了後 	17サイクル終了後 	20サイクル終了後 
100%	3サイクル終了後 	6サイクル終了後 	10サイクル終了後 	13サイクル終了後 	17サイクル終了後 	20サイクル終了後 

表-1.2.3 試験結果 (5サイクル)

仕様番号	塗装仕様	浸せき時間率と試験の結果 (5サイクル)				
		0%	10%	30%	50%	100%
1 ジンク ーウレ タン系	サンドブラストSa2 1/2 無機ジンクリッチペイント ミストコート 厚膜型エポキシ下塗 厚膜型エポキシ下塗 ポリウレタン用中塗 ポリウレタン上塗	外観 異常なし 付着力 40kg/m ² 凝集	外観 異常なし 付着力 37kg/m ² 凝集	外観 異常なし 付着力 40kg/m ² 層間	外観 異常なし 付着力 32kg/m ² 凝集	外観 異常なし 付着力 38kg/m ² 凝集
2 ジンク ーふっ 素系	サンドブラストSa2 1/2 無機ジンクリッチペイント ミストコート 厚膜型エポキシ下塗 厚膜型エポキシ下塗 ふっ素樹脂用中塗 ふっ素樹脂上塗	外観 異常なし 付着力 35kg/m ² 凝集	外観 異常なし 付着力 36kg/m ² 凝集	外観 異常なし 付着力 30kg/m ² 凝集	外観 異常なし 付着力 40kg/m ² 凝集	外観 異常なし 付着力 30kg/m ² 凝集
3 ジンク ーシリ コン系	サンドブラストSa2 1/2 無機ジンクリッチペイント ミストコート 厚膜型エポキシ下塗 厚膜型エポキシ下塗 シリコン系樹脂用中塗 シリコン系樹脂上塗	外観 異常なし 付着力 43kg/m ² 凝集	外観 異常なし 付着力 42kg/m ² 凝集	外観 異常なし 付着力 51kg/m ² 凝集	外観 異常なし 付着力 36kg/m ² 凝集	外観 異常なし 付着力 30kg/m ² 凝集
4 ジンク ーエポ キシ系	サンドブラストSa2 1/2 無機ジンクリッチペイント ミストコート 厚膜型エポキシ下塗 厚膜型エポキシ下塗 エポキシ中塗 エポキシ上塗	外観 異常なし 付着力 30kg/m ² 凝集	外観 異常なし 付着力 22kg/m ² 凝集	外観 異常なし 付着力 22kg/m ² 層間	外観 異常なし 付着力 57kg/m ² 凝集	外観 異常なし 付着力 32kg/m ² 凝集
5 油性ー 塩化ゴ ム系	長ばく型エッチングプライマー 鉛系錆止めペイント1種 鉛系錆止めペイント1種 フェノールMIO 塩化ゴム中塗 塩化ゴム上塗	外観 異常なし 付着力 33kg/m ² 層間	外観 ふくれ9MD カット部うき 3, 7, 12mm 付着力 21kg/m ²	外観 ふくれ9D カット部うき 5, 7, 15mm 付着力 28kg/m ²	外観 ふくれ9M カット部うき 7, 7, 15mm 付着力 28kg/m ²	外観 ふくれ4D カット部うき 35mm 付着力 0kg/m ²
6 油性ー フタル 酸系	長ばく型エッチングプライマー 鉛系錆止めペイント1種 鉛系錆止めペイント1種 長油性フタル酸中塗 長油性フタル酸上塗	外観 異常なし 付着力 38kg/m ² 凝集	外観 ふくれ9MD カット部うき 2, 13, 35mm 付着力 5kg/m ²	外観 ふくれ9D カット部うき 10, 35, 35mm 付着力 0kg/m ²	外観 ふくれ9D カット部うき 3, 3, 3mm 付着力 14kg/m ²	外観 ふくれ2D カット部うき 2, 2, 12mm 付着力 11kg/m ²

表-1.2.4 試験結果 (13サイクル)

仕様番号	塗装仕様	部位	浸せき時間率と試験の結果 (13サイクル)				
			0%	10%	30%	50%	100%
1 ジンクー ウレタン 系	一般部	試験片 1	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
		試験片 2					
	カット部	試験片 1					
		試験片 2					
2 ジンクー ふっ素系	一般部	試験片 1	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
		試験片 2					
	カット部	試験片 1					
		試験片 2					
3 ジンクー シリコン 系	一般部	試験片 1	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
		試験片 2					
	カット部	試験片 1					
		試験片 2					
4 ジンクー エポキシ 系	一般部	試験片 1	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
		試験片 2					
	カット部	試験片 1					
		試験片 2					
5 油性-塩 化ゴム系	一般部	試験片 1	異常なし	ふくれ:8MD	ふくれ:9D 剥がれ:4点	ふくれ:4MD ~9MD混在 剥がれ:9点	ふくれ:1MD ~3MD混在 剥がれ:0点
		試験片 2	異常なし	ふくれ:8MD	ふくれ:9MD	ふくれ:9MD 剥がれ:9点	ふくれ:1M~ 3M混在 剥がれ:0点
	カット部	試験片 1	異常なし	うき:2mm	うき:4mm	うき:3mm	うき:-
		試験片 2	異常なし	うき:3mm	うき:6mm	うき:7mm	うき:-
6 油性-フ タル酸系	一般部	試験片 1	異常なし	ふくれ:9MD 剥がれ:3点	ふくれ:9D 剥がれ:6点	ふくれ:4MD ~9MD混在 剥がれ:8点	ふくれ:1MD ~3MD混在 剥がれ:8点
		試験片 2	異常なし	ふくれ:8MD 剥がれ:0点	ふくれ:9MD 剥がれ:0点	ふくれ:9MD	ふくれ:1M~ 3M混在
	カット部	試験片 1	異常なし	うき:10mm	うき:12mm	うき:3mm	うき:1mm
		試験片 2	異常なし	うき:3mm	うき:9mm	うき:10mm	うき:1mm

表-1.2.5 試験結果 (20サイクル)

仕様番号	塗装仕様	部位	浸せき時間率と試験の結果 (20サイクル)				
			0%	10%	30%	50%	100%
1 ジンク- ウレタン 系	一般部	試験片 1	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
		試験片 2					異常なし
	カット部	試験片 1					うき:1mm
		試験片 2					うき:1mm
2 ジンク- ふっ素系	一般部	試験片 1	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
		試験片 2					異常なし
	カット部	試験片 1					うき:1mm
		試験片 2					うき:1mm
3 ジンク- シリコン 系	一般部	試験片 1	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
		試験片 2					異常なし
	カット部	試験片 1					うき:1mm
		試験片 2					うき:1mm
4 ジンク- エポキシ 系	一般部	試験片 1	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
		試験片 2					異常なし
	カット部	試験片 1					うき:1mm
		試験片 2					うき:1mm
5 油性-塩 化ゴム系	一般部	試験片 1	異常なし	ふくれ:8MD 剥がれ:9点	ふくれ:8MD 剥がれ:0点	全面割れ 剥がれ:9点	剥がれ:0点
		試験片 2	異常なし	ふくれ:8MD 剥がれ:7点	ふくれ:8MD 半面割れ 剥がれ:5点	ふくれ:8MD 剥がれ:8点	剥がれ:0点
	カット部	試験片 1	異常なし	うき:2mm	剥がれ	剥がれ	剥がれ
		試験片 2	異常なし	うき:3mm	剥がれ	剥がれ	剥がれ
6 油性-フ タル酸系	一般部	試験片 1	異常なし	ふくれ:8MD 剥がれ:0点	ふくれ:8MD 剥がれ:0点	全面割れ 剥がれ:8点	剥がれ:0点
		試験片 2	異常なし	ふくれ:8MD 剥がれ:0点	全面割れ 剥がれ:0点	全面割れ	剥がれ:0点
	カット部	試験片 1	異常なし	剥がれ	剥がれ	剥がれ	剥がれ
		試験片 2	異常なし	剥がれ	剥がれ	剥がれ	剥がれ

1. 2. 4 まとめ

各種塗装仕様の浸せき時間率を変えた浸せき試験は20サイクルまでを実施したが、従来型の大気中用塗装仕様（No.5及び6）は、10%の浸せき時間率でもわずか3サイクルで著しい劣化が生じた。一方、水中用塗装系のNo.4は20サイクルで100%浸せきでもカット部にわずかにうきを生じた程度であり、高い防食性能を示した。水中用塗装系に高耐候性の大気中用上塗り塗装を行った仕様No.1~3は、水中用のNo.4とほぼ同程度の高い防食性能を示した。写真-1.2.1から1.2.4では、仕様No.1~3のカット部の錆から発生した錆汁がNo.4より多く見えるが、防食上の性能としては表-1.2.3から1.2.5に示すように差が認められなかった。

浸せき時間率を5段階に変えた影響は、仕様No.5および6では、0%と10%で大きな差があり、10%と100%では明確な差が認められなかった。このことから、仕様No.5（油性錆止め/塩化ゴム系）及び仕様No.6（油性錆止め/フタル酸系）は、わずかでも没水する可能性のある河川鋼構造物には、適用することが出来ないことが明らかである。一方、塗装仕様No.1から4では20サイクルの場合で、100%で50%に認められないカット部浮きがわずかに発生したのみであった。この結果は、褪色しにくく景観性能の高い大気中用上塗りの水中構造物への適用可能性につながるものと期待される。

2. 河川鋼構造物用塗料の施工条件が塗膜性能に与える影響に関する試験

2. 1 乾燥条件の影響に関する試験

2. 1. 1 試験目的

防食塗料の性能へ塗料の乾燥条件が与える影響について検討することを目的とする。

2. 1. 2 試験方法

①乾燥条件

- A 0℃×16時間～10℃×8時間
- B 5℃×16時間～10℃×8時間
- C 10℃×16時間～20℃×8時間
- D 20℃一定

各条件とも3日、7日、14日間乾燥させた。

②試験片

3.2×70×150mm サンドブラスト板

③塗装仕様

変性エポキシ樹脂塗料

乾燥膜厚 120μm×2回塗り

④試験方法

・温度勾配耐水試験

一面を20℃、もう一面を40℃の水に接する、温度差のある浸せき試験を行い、7日、14日、30日間で評価した。

・温水浸せき試験

40℃温水浸せきを30日行い評価する。

⑤評価方法

- ・外観 ASTM-D714-56による
- ・付着性 30日間浸漬試験後アドヒージョンテスト

2. 1. 3 試験結果

試験の結果を表-2.1.1に示す。温度勾配試験では14日には4F程度のふくれが発生した試験片が出始め、30日では標準状態を含むすべての試験片に何らかのふくれが発生した。乾燥条件、サイクル数の性能への影響の差は認められなかった。また、40℃浸せき試験では30日後でも試験片の劣化が発生しなかった。

2. 1. 4 まとめ

乾燥条件を20℃一定から、0℃16時間/10℃8時間まで変えたが、塗膜性能への差は確認できなかった。塗料の乾燥条件が厳しいと塗膜性能に悪影響があることは知られた事実である。低温乾燥後の浸せき試験を40℃で行ったが、このときに変性エポキシの硬化が進んだため、乾燥条件が塗膜性能に影響を与えなかつ

た可能性が考えられる。冬季には塗装後に低温のまま水中に没水する可能性があることや、風の影響により、構造物の温度が気温よりも低くなることを考慮すると、本試験で設定した試験条件は、塗膜性能への影響が出るほど厳しくはなかった可能性が考えられる。

表-2.1.1 乾燥条件の影響に関する試験結果

	乾燥条件	サイクル	試験片番号	性能試験	外観			付着性	
					7日	14日	30日	kgf/cm ²	剥離個所
A	0℃×16h～10℃×8h	3	1A3-1	温度差20/40℃	10	10	2M	27	層内
			1A3-2	40℃温水	10	10	10	61	層内
		7	1A7-1	温度差20/40℃	10	10	4F	26	層内
			1A7-2	40℃温水	10	10	10	31	層内
		14	1A14-1	温度差20/40℃	10	10	4F	27	層内
			1A14-2	40℃温水	10	10	10	50	層内
B	5℃×16h～10℃×8h	3	1B3-1	温度差20/40℃	10	10	4F	32	層内
			1B3-2	40℃温水	10	10	10	35	層内
		7	1B7-1	温度差20/40℃	10	4F	4F	31	層内
			1B7-2	40℃温水	10	10	10	31	層内
		14	1B14-1	温度差20/40℃	10	4F	2F	27	層内
			1B14-2	40℃温水	10	10	10	38	層内
C	10℃×16h～20℃×8h	3	1C3-1	温度差20/40℃	10	4F	2F	31	層内
			1C3-2	40℃温水	10	10	10	34	層内
		7	1C7-1	温度差20/40℃	10	10	4F	40	層内
			1C7-2	40℃温水	10	10	10	35	層内
		14	1C14-1	温度差20/40℃	10	4F	2F	30	層内
			1C14-2	40℃温水	10	10	10	28	層内
D	20℃ 一定	3	1D3-1	温度差20/40℃	10	4F	4F	33	層内
			1D3-2	40℃温水	10	10	10	30	層内
		7	1D7-1	温度差20/40℃	10	4F	4F	28	層内
			1D7-2	40℃温水	10	10	10	52	層内
		14	1D14-1	温度差20/40℃	10	10	4M	47	層内
			1D14-2	40℃温水	10	10	10	47	層内

注：ふくれの評価基準（ASTM D-714）は付録を参照されたい。

2.2 素地調整程度の影響に関する試験

2.2.1 まえがき

防食塗料の性能が鋼材面の処理程度により大きく異なることはよく知られているが、河川構造物用の塗装仕様について、その影響を調べるために本実験を行った。

2.2.2 実験計画

要因A：素地調整程度

A 1 : ISO St2 A 2 : ISO St3 A 3 : ISO Sa2 A 4 : ISO Sa2.5

要因B：膜厚

B 1 : $100\mu \times 2$ B 2 : $200\mu \times 2$ B 3 : $50\mu \times 2$

固定要因

錆鋼板：海岸地区でミルスケール鋼板を半年間暴露したもの。

塗 料：水中部用変性エポキシ樹脂塗料

塗 装：エアースプレー

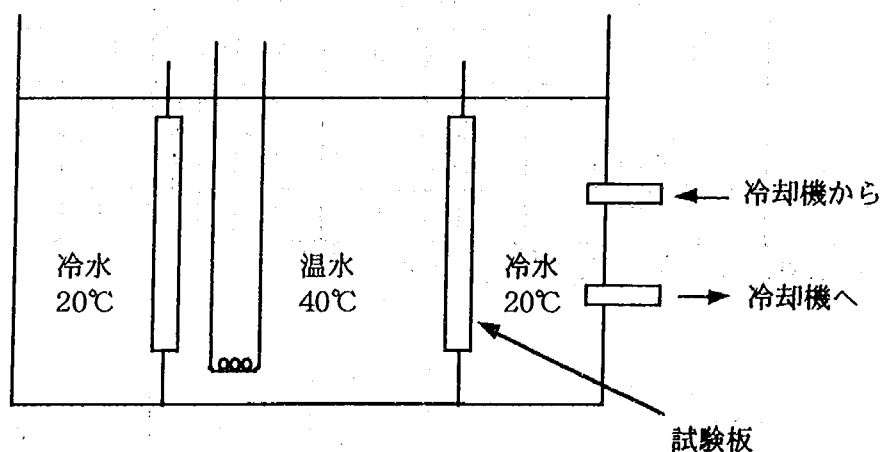
乾 燥：一層目～二層目 $20^\circ\text{C} \times 1\text{日}$

二層目～試験 $20^\circ\text{C} \times 7\text{日}$

2.2.3 試験方法

①温度勾配耐水試験

下図のような試験塗膜側が 40°C の温水、裏面が 20°C の冷水になる装置を用いて、塗膜の耐水性を評価した。



② 40°C 耐水試験

40°C の恒温水槽に浸漬し、耐水性を評価した。

2.2.4 試験結果

温度勾配試験の結果を表-2.2.1に、 40°C 耐水試験の結果を表-2.2.2に示す。

表-2.2.1 温度勾配耐水試験結果

素地調整程度	膜厚 μm	7日後	11日後	14日後
S t 2	100	8MD (Δ)	6D ($\times$)	6D ($\times$)
	200	8M (Δ)	6D ($\times$)	6D ($\times$)
	400	10 ($\odot$)	6M (Δ)	6D ($\times$)
S t 3	100	8D ($\times$)	6D ($\times$)	6D ($\times$)
	200	8F (Δ)	6D ($\times$)	6D ($\times$)
	400	10 ($\odot$)	10 ($\odot$)	6M (Δ)
S a 2	100	8D ($\times$)	6D ($\times$)	6D ($\times$)
	200	8F (Δ)	6D ($\times$)	6D ($\times$)
	400	10 ($\odot$)	10 ($\odot$)	6F (Δ)
S a 2.5	100	8M (Δ)	6D ($\times$)	6D ($\times$)
	200	10 ($\odot$)	10 ($\odot$)	3mm $\times$ 1 ($\circ$)
	400	10 ($\odot$)	10 ($\odot$)	10 ($\odot$)

注：ふくれの評価基準（ASTM D-714）は付録を参照されたい。

なお、記号の意味は以下の通りである。

$\odot$ ：良好

$\circ$ ：ほぼ良好

Δ ：やや不良

$\times$ ：不良

表-2.2.2 40℃耐水試験結果

素地調整程度	膜厚 μm	2ヶ月後
St 2	100	4D (×)
	200	2D (×)
	400	4D (×)
St 3	100	6D (×)
	200	4D (×)
	400	4D (×)
Sa 2	100	6D (×)
	200	4D (×)
	400	4M (△)
Sa 2.5	100	10 (◎)
	200	10 (◎)
	400	10 (◎)

注：記号の意味は表-2.2.1と同じ

2.2.5 まとめ

温度勾配耐水試験の結果から、素地調整がSa 2.5であれば変性エポキシ樹脂塗料を標準膜厚の200 μ 以上を確保することによって、河川構造物用としての耐水性は十分であることが判った。これは従来から言われていることでもあり、今回再確認された。また、動力工具処理のSt 3やSa 2程度の素地調査では、400 μ 以上の膜厚を確保すれば、若干のふくれは予想されるものの、実用限度内にあるといえる。一方、St 2では短期間にふくれを生じる可能性があり、河川構造物用の素地調整としては不適であるといえる。

今回の試験板は海岸で暴露したものであり、錆中の塩素イオンの影響が大きいことが考えられるが、実際には様々な条件下で塗装されることを考慮すれば、過剰仕様ではないと考えられる。

40℃耐水試験の結果もほぼ同様であったが、温度勾配耐水試験に比べ素地調整がSa 2.5の場合はやや良好に、他の素地調整条件では逆にやや厳しい結果になっている。

以上の2試験方法の結果から、河川構造物用の塗装仕様としては、素地調整はSa 2.5以上とすることが適切であると言える。

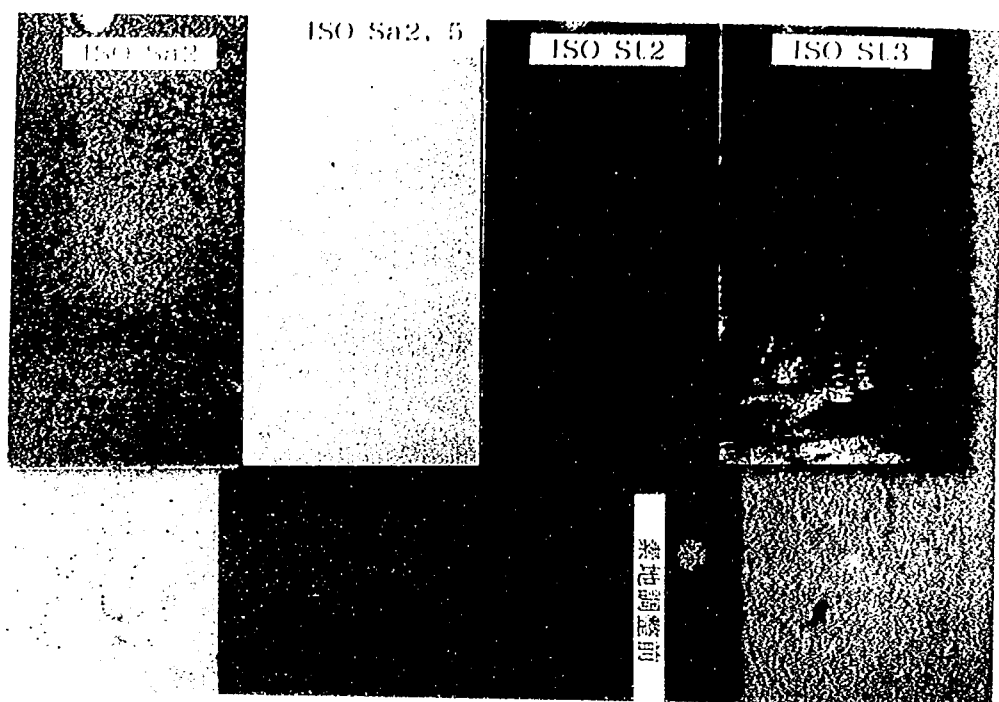


写真-2.2.1

素地調整程度

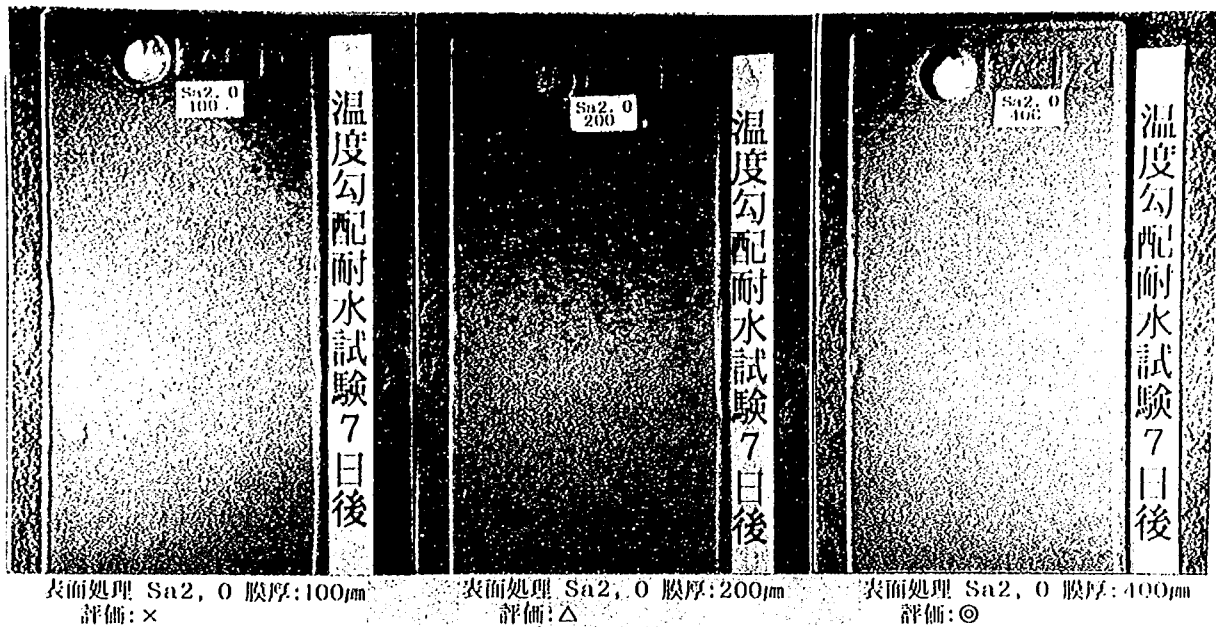


写真-2. 2. 2 温度勾配耐水試験後の試験片 (S a 2.0 7日間)

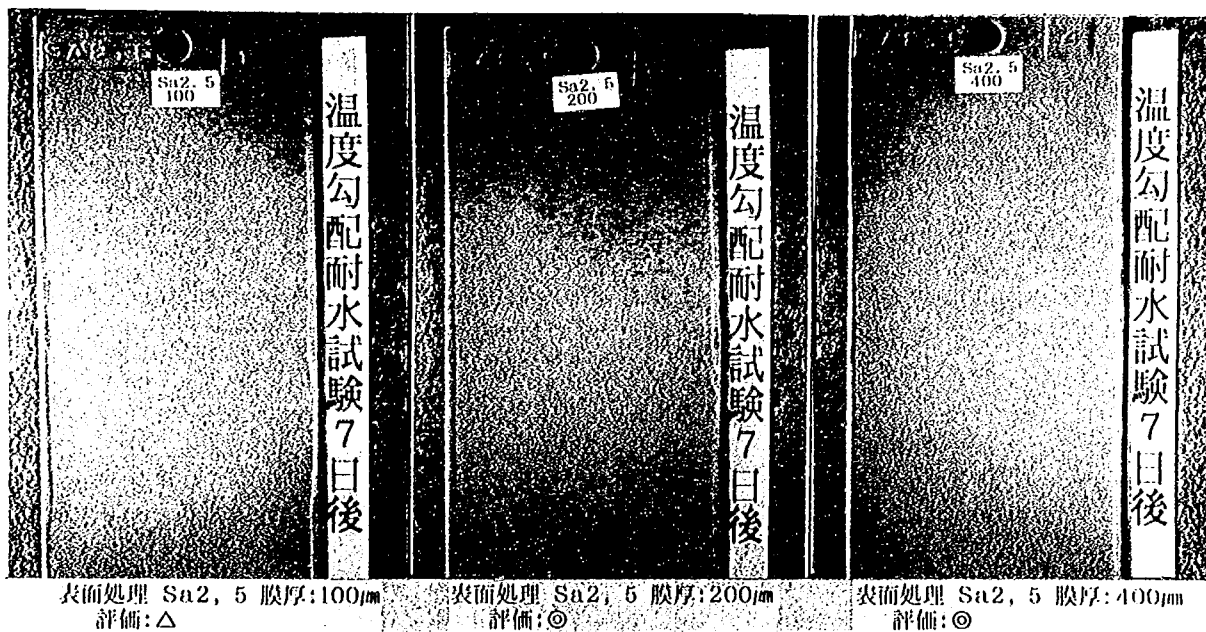
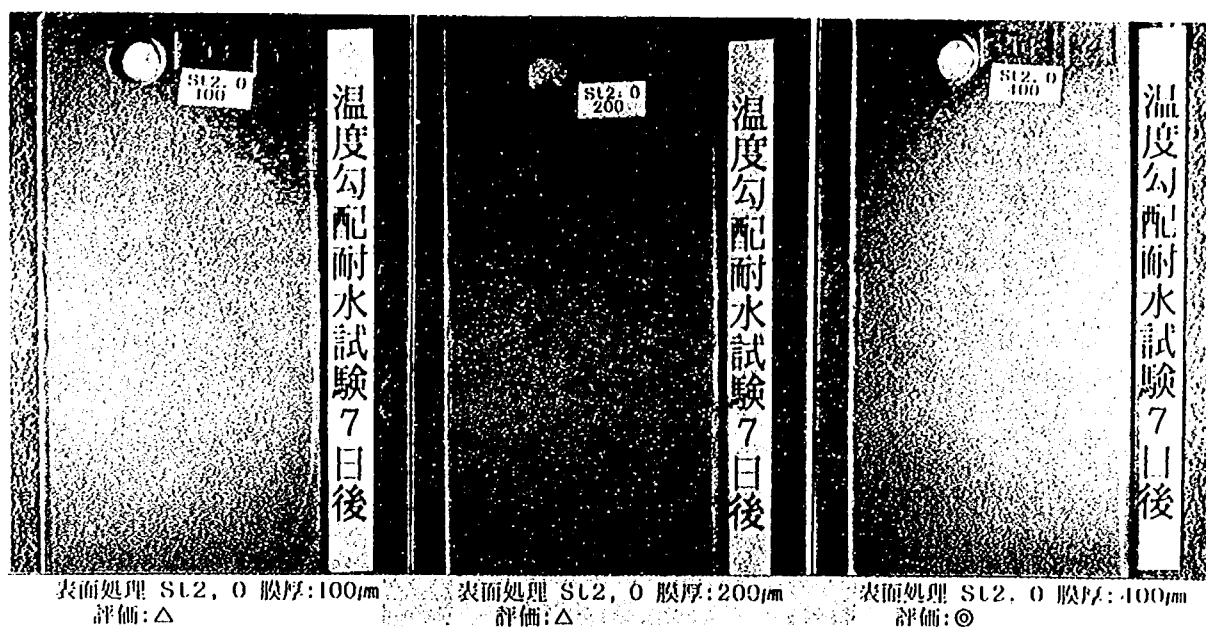
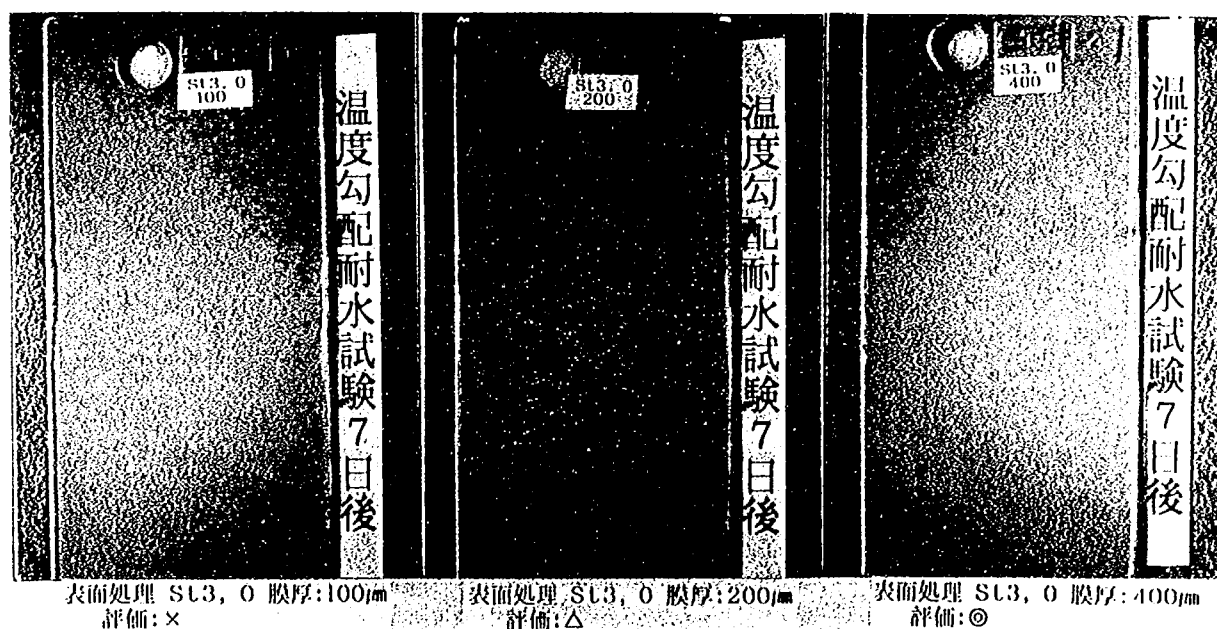


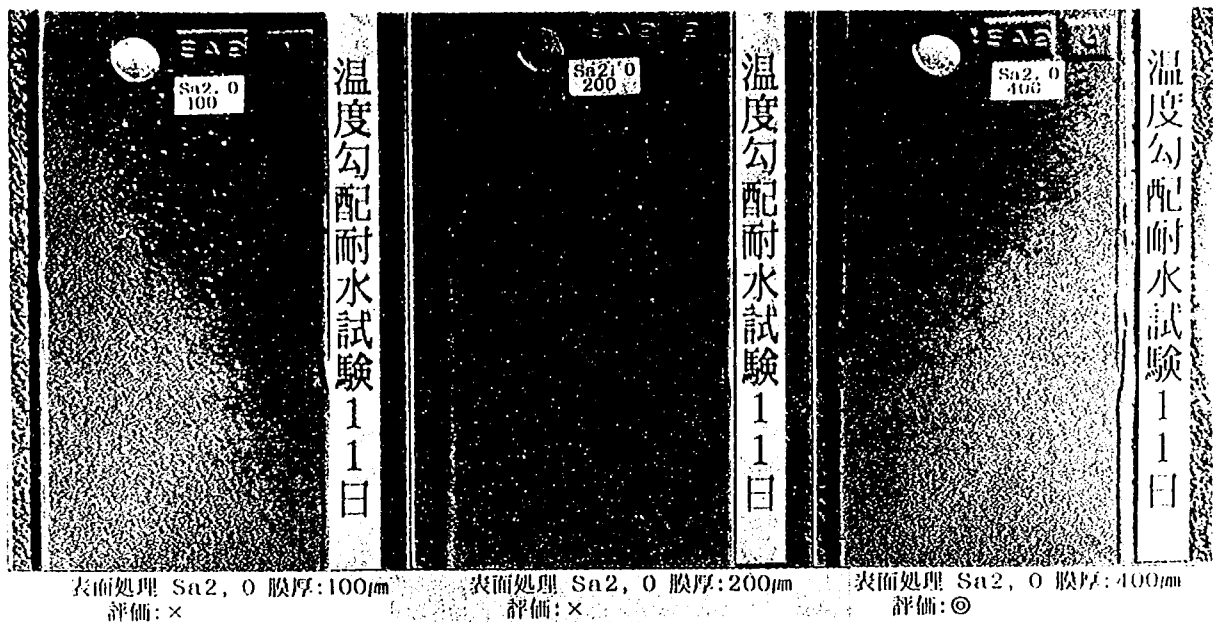
写真-2. 2. 3 温度勾配耐水試験後の試験片 (S a 2.5 7日間)



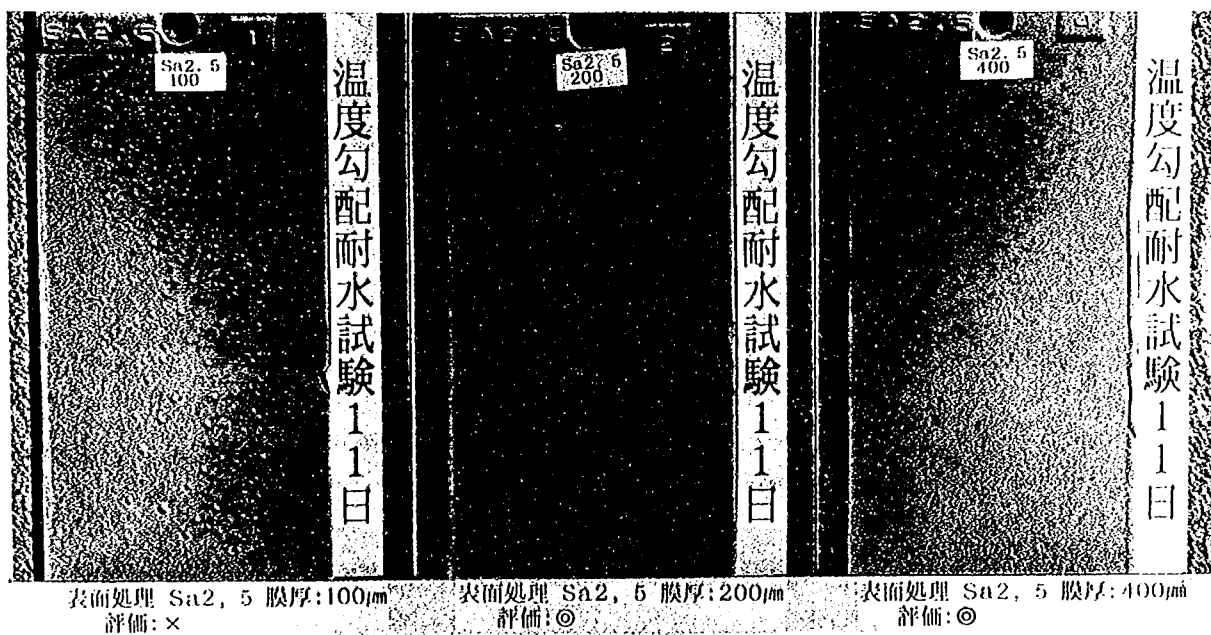
写真－2. 2. 4 温度勾配耐水試験後の試験片 (SL2.0 7日間)



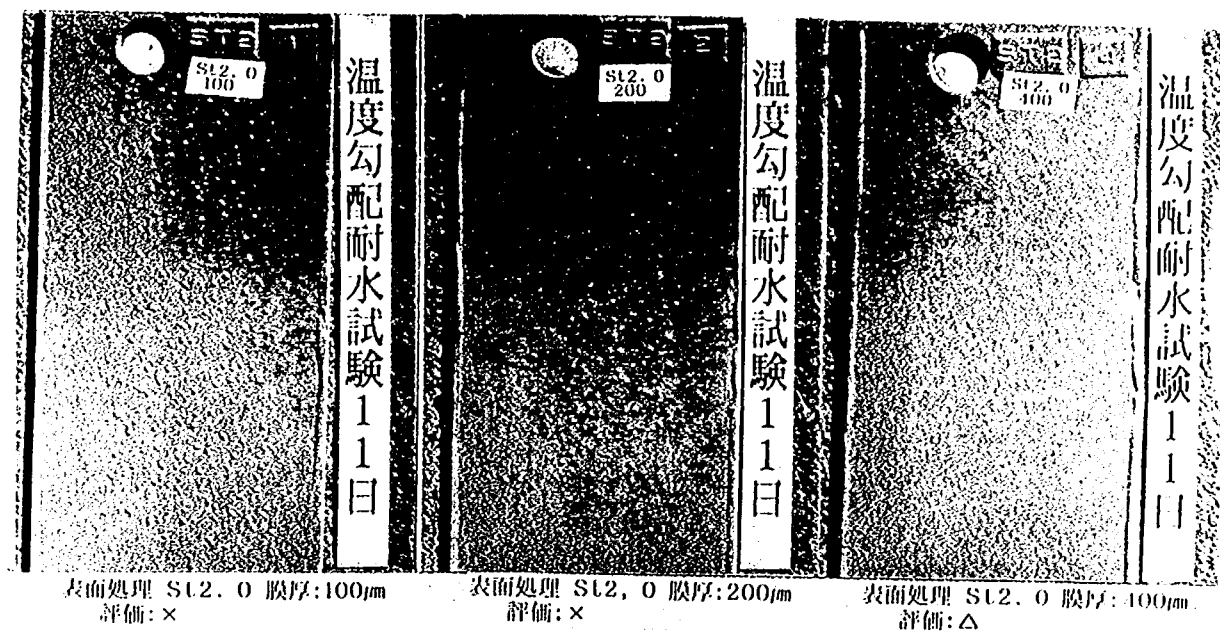
写真－2. 2. 5 温度勾配耐水試験後の試験片 (SL3.0 7日間)



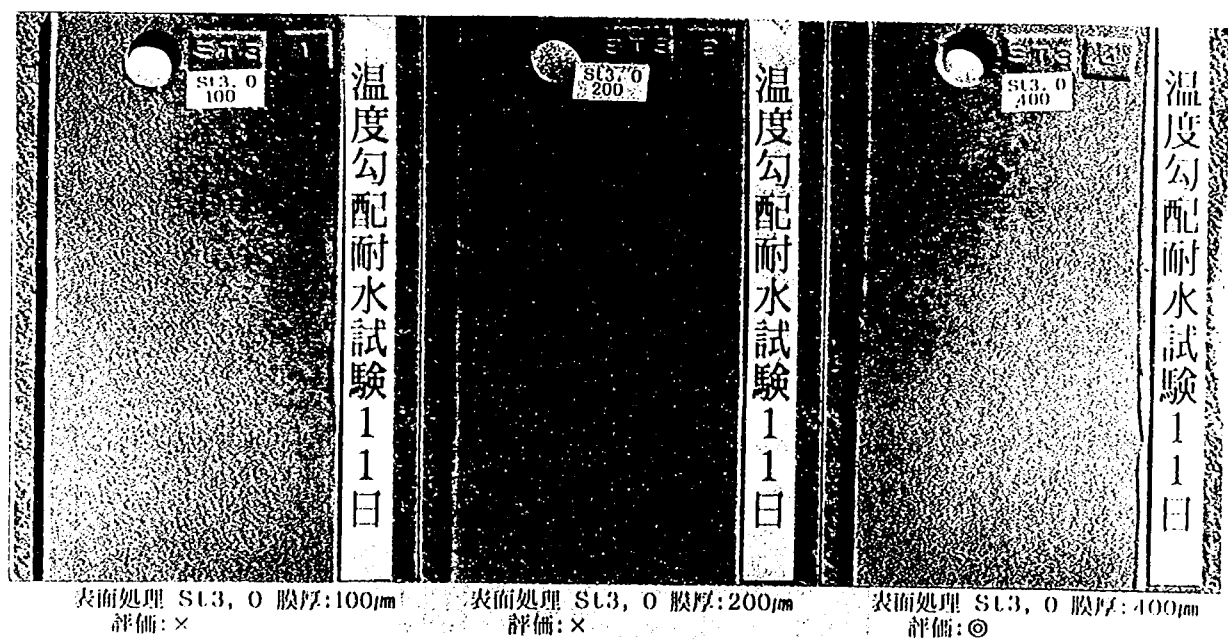
写真－2. 2. 6 温度勾配耐水試験後の試験片 (S a 2.0 11 日間)



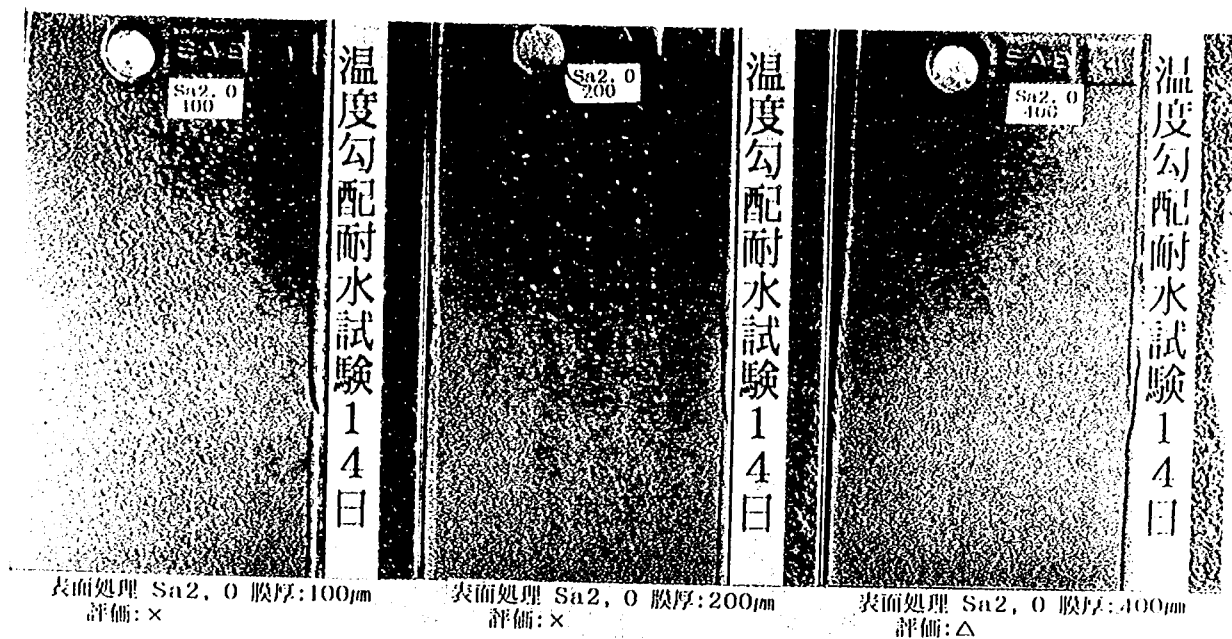
写真－2. 2. 7 温度勾配耐水試験後の試験片 (S a 2.5 11 日間)



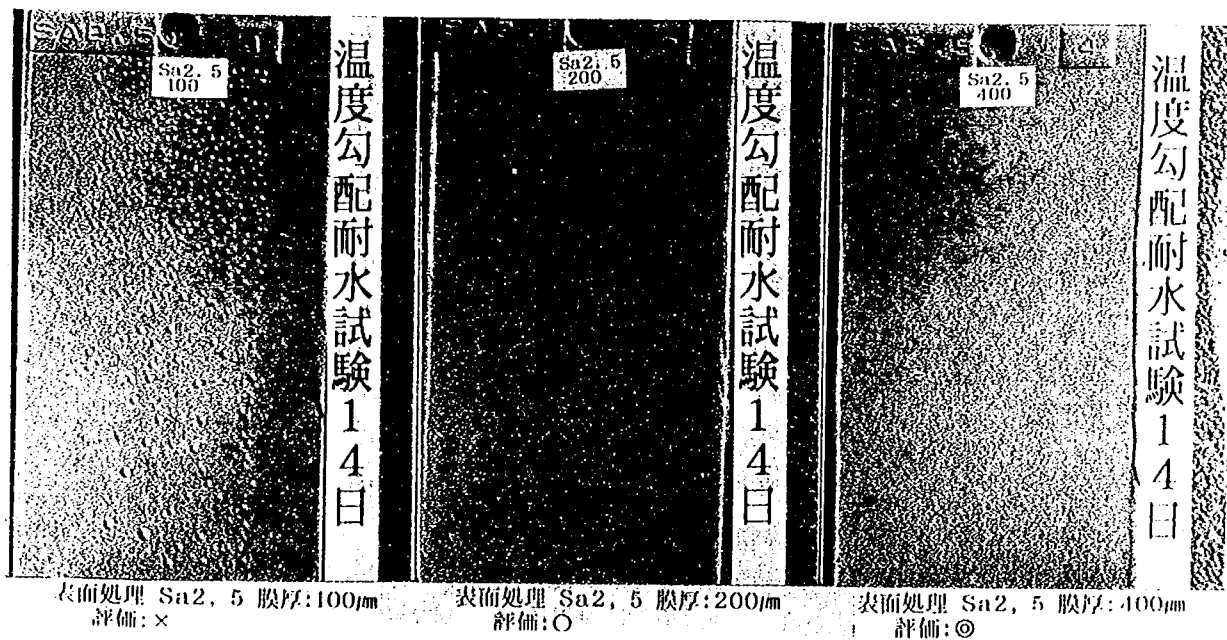
写真－2. 2. 8 温度勾配耐水試験後の試験片 (S 12.0 11日間)



写真－2. 2. 9 温度勾配耐水試験後の試験片 (S 13.0 11日間)



写真－2. 2. 10 温度勾配耐水試験後の試験片 (S a 2.0 14日間)



写真－2. 2. 11 温度勾配耐水試験後の試験片 (S a 2.5 14日間)

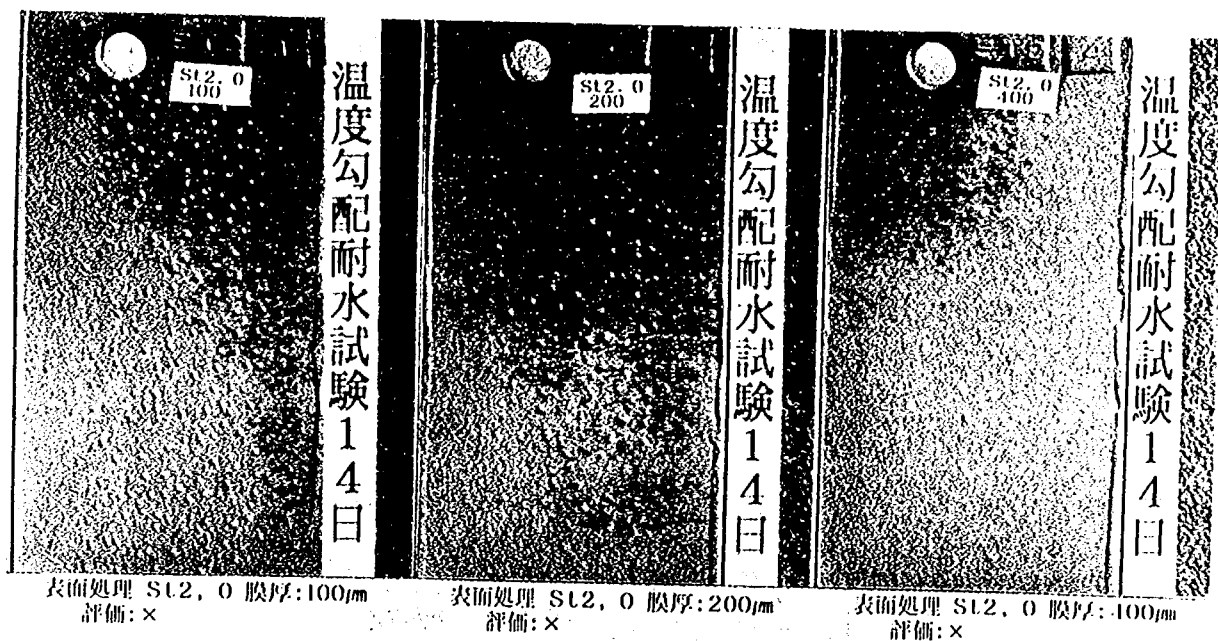


写真-2.2.12 温度勾配耐水試験後の試験片 (SL2.0 14日間)

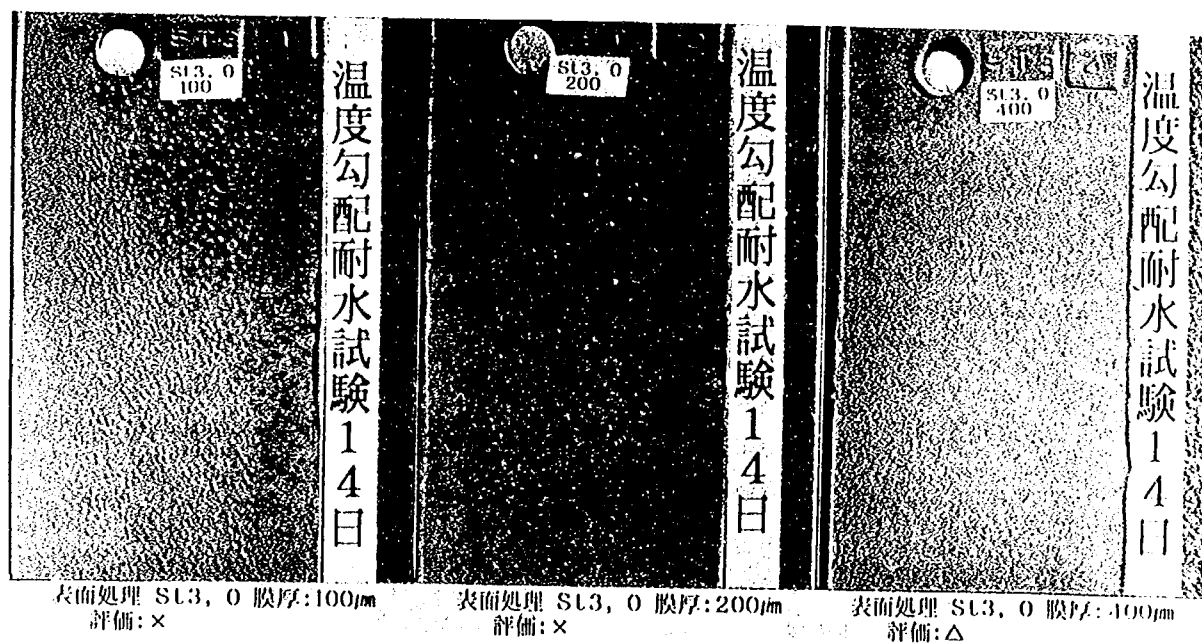
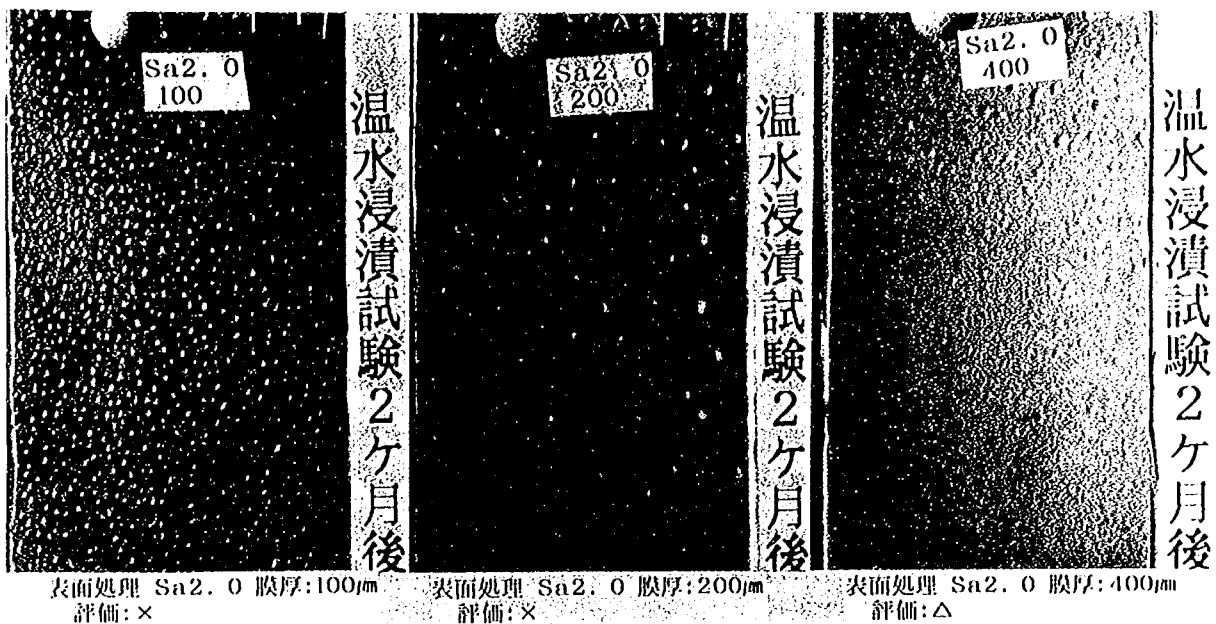
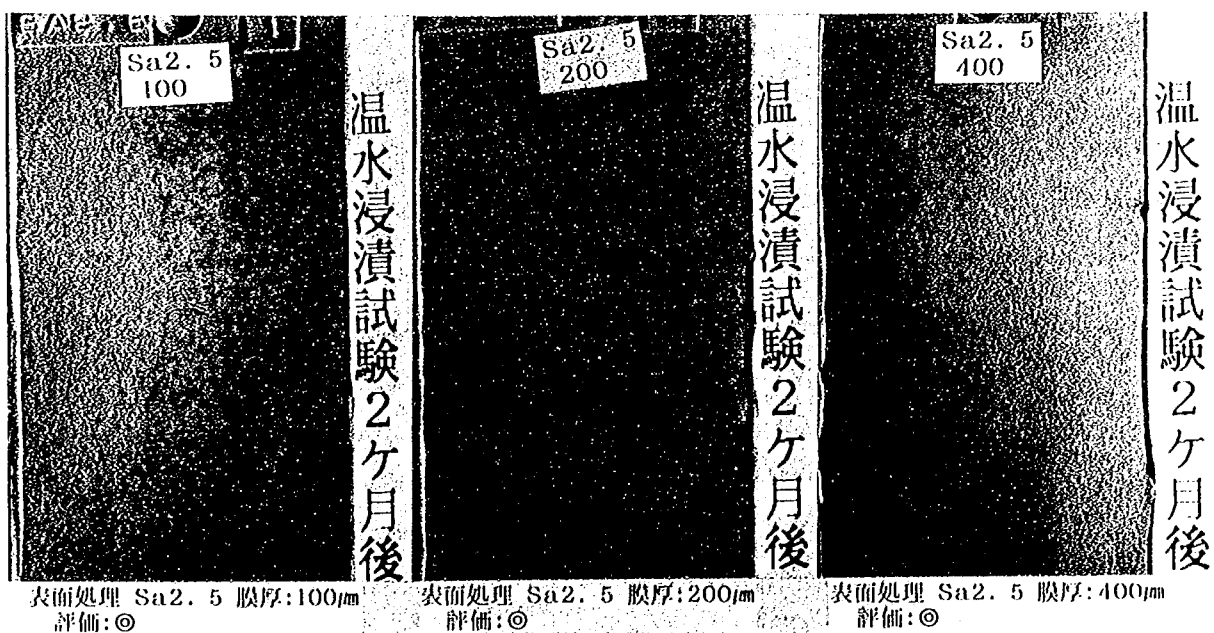


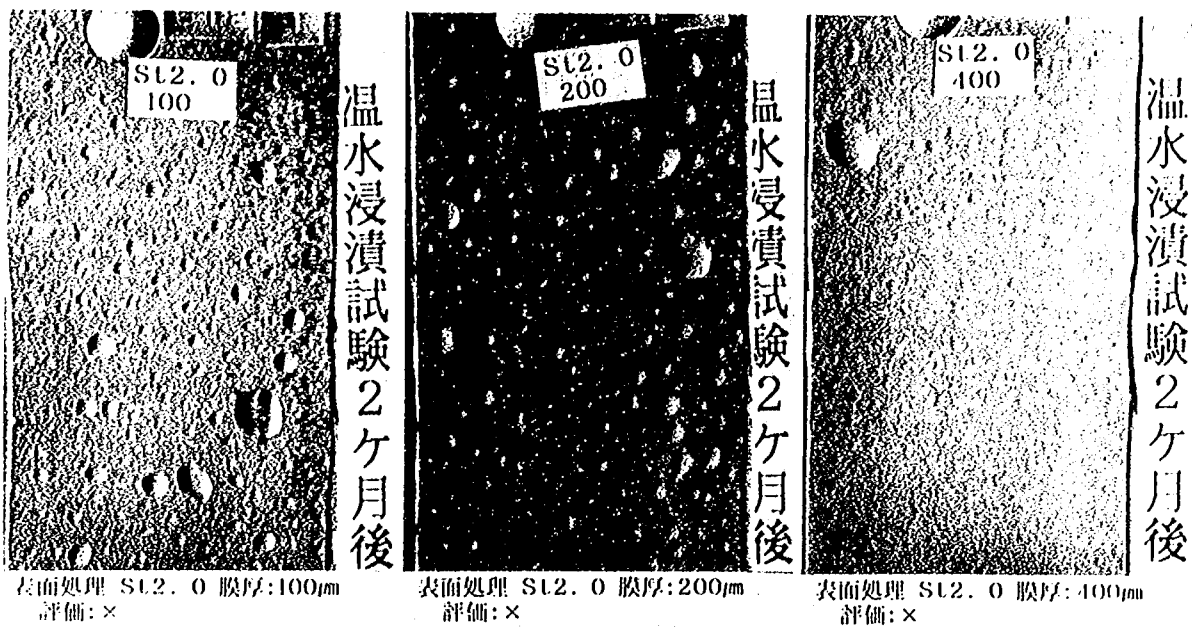
写真-2.2.13 温度勾配耐水試験後の試験片 (SL3.0 14日間)



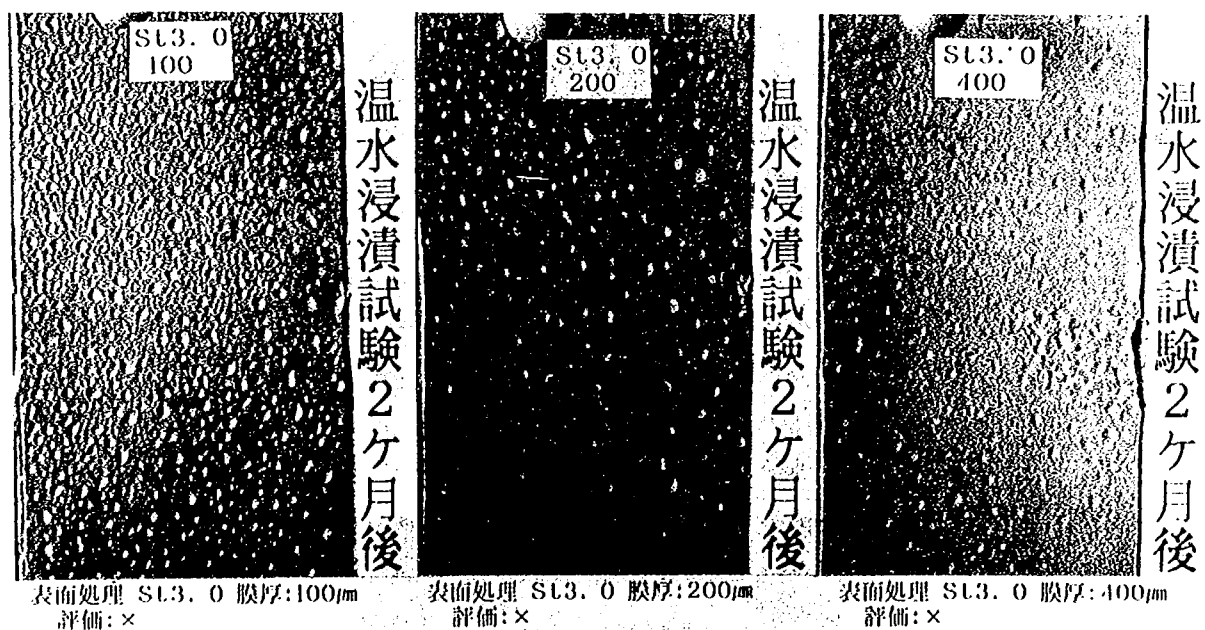
写真－2. 2. 14 40℃浸せき試験後の試験片 (S a 2.0 2ヶ月間)



写真－2. 2. 15 40℃浸せき試験後の試験片 (S a 2.5 2ヶ月間)



写真－2. 2. 16 40℃浸せき試験後の試験片 (S 12.0 2ヶ月間)



写真－2. 2. 17 40℃浸せき試験後の試験片 (S 13.0 2ヶ月間)

2. 3 水中施工条件の影響に関する試験

2. 3. 1 試験方法

河川用の水中施工用塗料の水中作業性と施工後の防食性能の試験を行うものである。

(1) 水中作業性の試験

塗料の種類は、表-2.3.1に示すペイントタイプ1種類、パテタイプ3種類の合計4種類とした。試験片は、室内試験用の70×150×3.2mmのSS400鋼板と、暴露試験用の125×300×9mmの鋼板とした。全ての試験片は、大気中で両面をサンドブラスト処理したあと、水中へ搬入し、定められた条件の後に水中塗装を行い、1週間水中で養生した後に、水中から回収して製作した。製作場所は江戸川水門上流側で行った。塗装方法は、ペイントタイプははけで塗装し、パテタイプは、Bはヘラ塗装、その他はウェットハンドで塗装した。下地処理から塗装までのインターバルは下記の5種類を設定した。（注：マジクロン処理とは水中で、ブラスト鋼板表面に発生する錆や付着した水垢を、ナイロンたわしで表面をこすり落とす処理である。）

- ①水中へ搬入直後に塗装
- ②水中へ搬入1時間後にそのまま塗装
- ③水中へ搬入1時間後にマジクロン処理をして塗装
- ④水中へ搬入2時間後にそのまま塗装
- ⑤水中へ搬入2時間後にマジクロン処理をして塗装

作業性評価は、試験片塗装時間の測定によった。また、塗装の飛散状況を水中ビデオに撮り確認した。その他作業時に、気温、水温、流速、塗装前後の水質等を測定した。

表-2.3.1 試験材料

No.	塗 料	目標膜厚
1	ペイントタイプ	600 μ m
2	パテタイプ	2～3mm
3	パテタイプ	3～8mm
4	パテタイプ	3～8mm

(2) 水中施工塗料の防食性試験

前項で製作した試験片は、7日間水中で養生した後、陸上へ引き上げた。試験片は水洗いし、膜厚を測定した。端部および裏面はタールエポキシ系塗料でシールした。室内試験（40℃3%食塩水、淡水浸せき）及び江戸川水門上流側における暴露試験に供した。

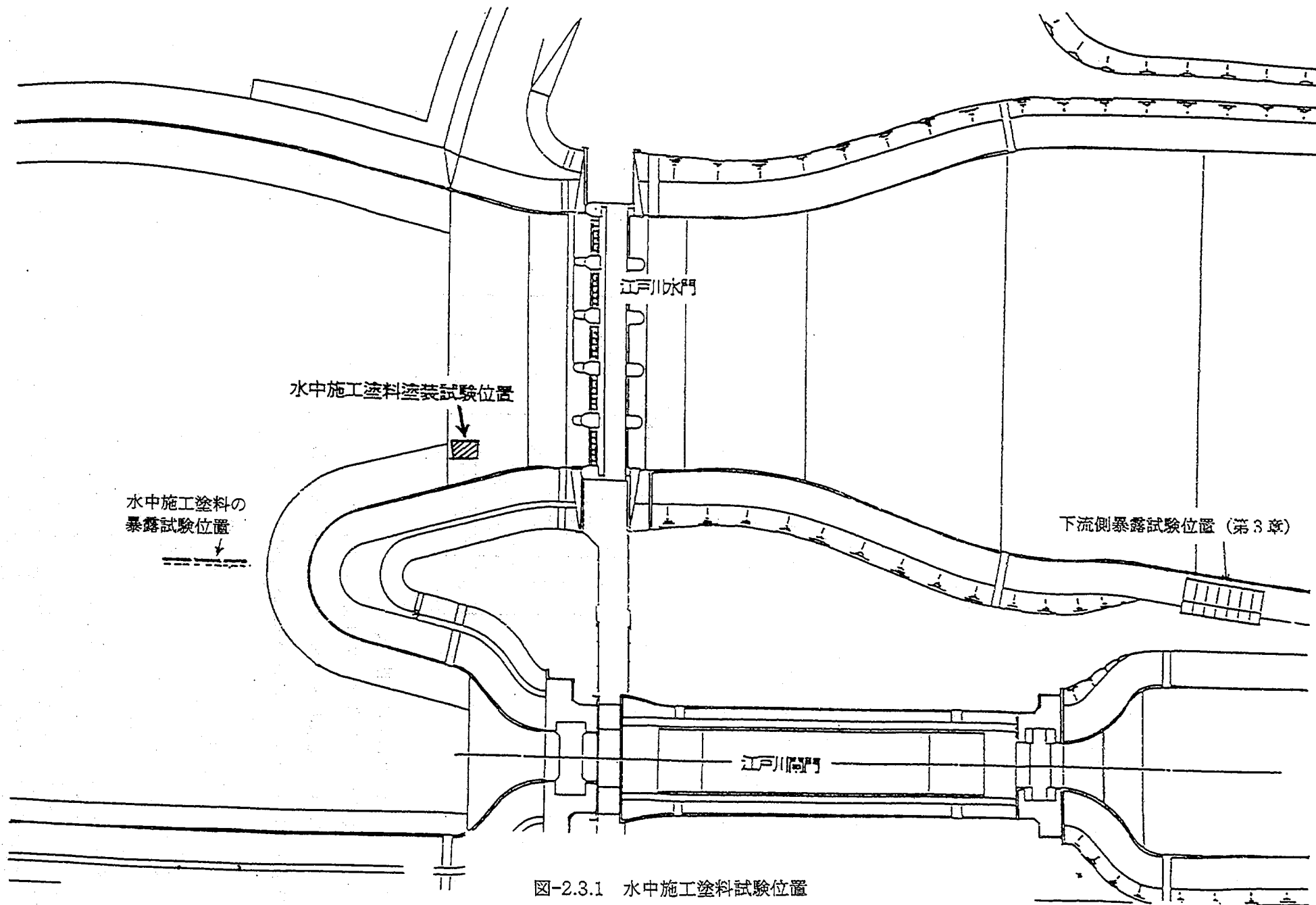
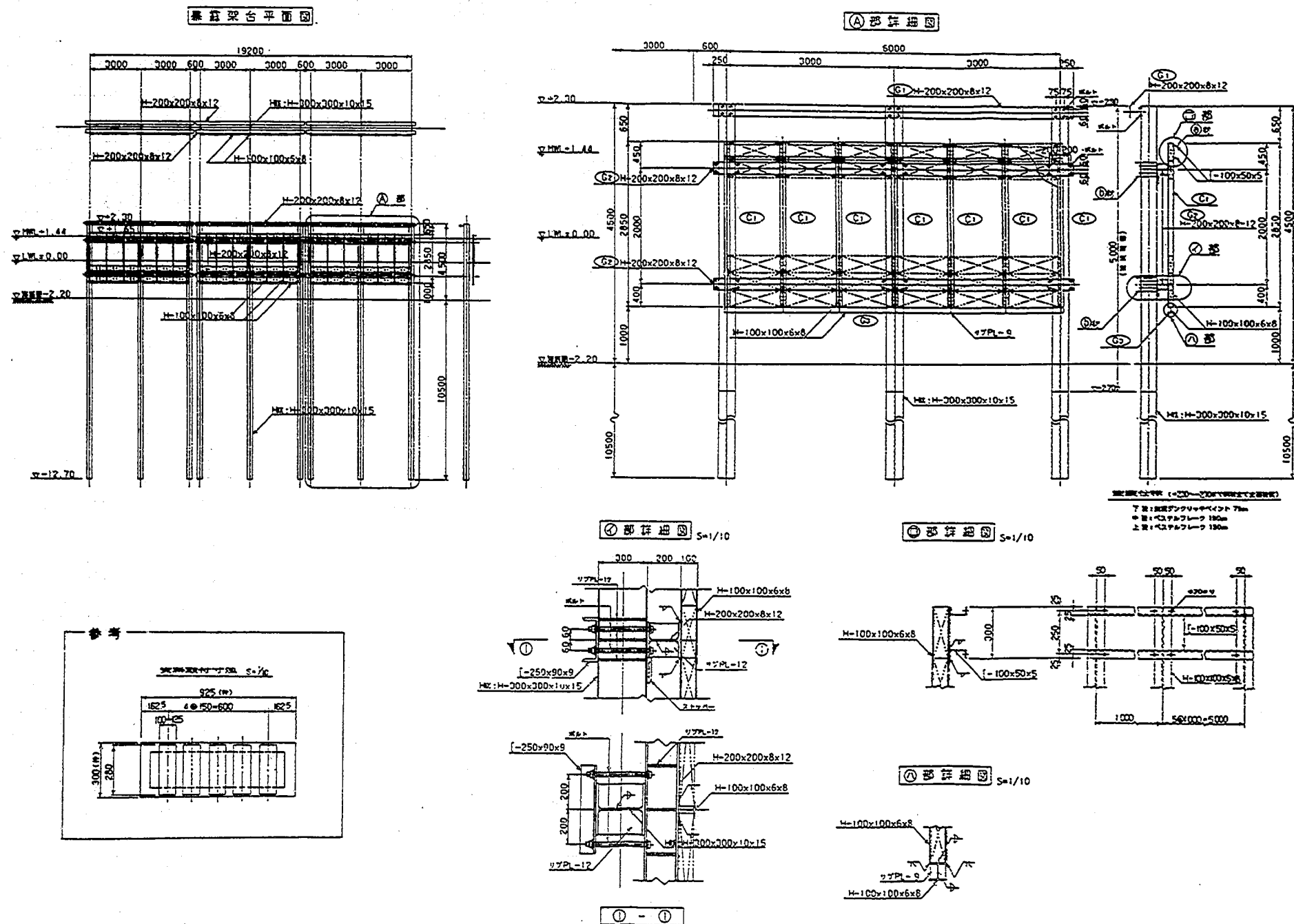


図-2.3.1 水中施工塗料試験位置



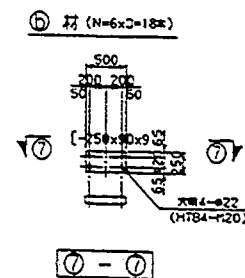
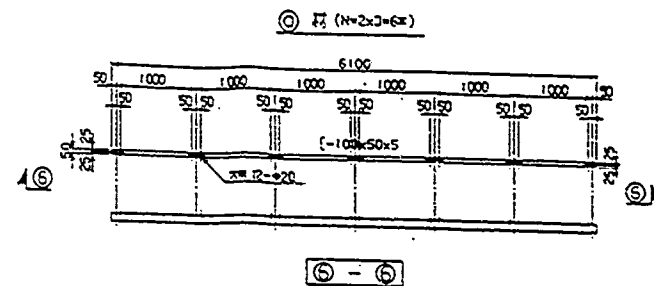
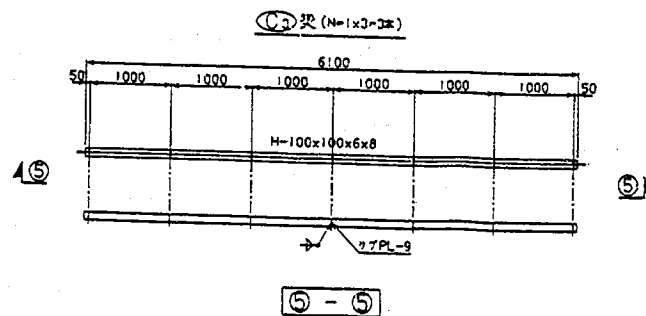
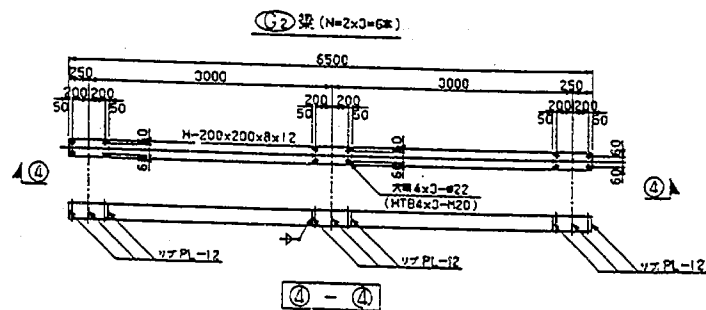
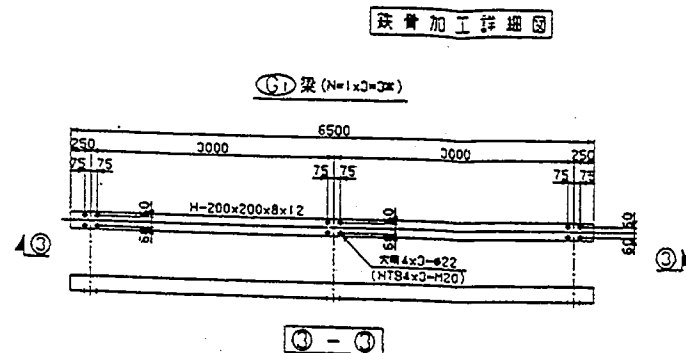
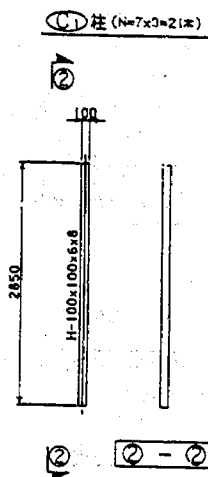
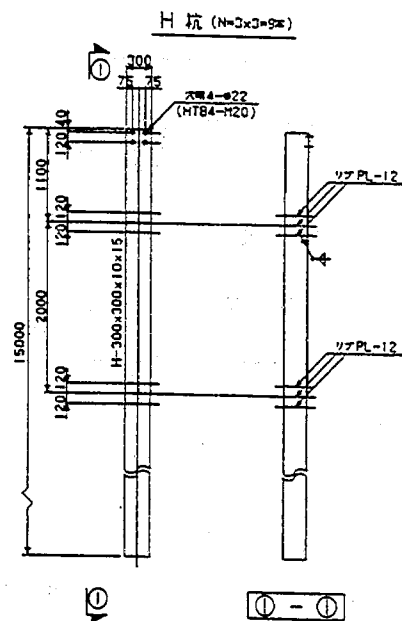


図-2.3.3 暴露試験架台（江戸川水門上流側）（その2）

2. 3. 2 試験結果

(1) 水中施工性

作業性の結果を表-2.3.2にまとめた。各塗料とも作業時間に大きな差はなかった。今回の試験では、小面積の試験片の塗料であり、作業者も指示を受けながらの塗装であるので、厳密な作業時間を測定することは困難であるが、今回の試験の範囲では、各塗料に作業時間上の優劣は認められなかった。

塗料の調合は各塗料とも、通常の塗料と比較して、粘度が高くポットライフが短いいため特別の注意を必要としたが、施工標準に従い正しく調合を実施すれば調合上も困難もなく、作業性の上での水中施工性塗料間の優劣はないと考えられる。塗装においては、塗装No.1, No.2は、塗料の付着、膜厚の確保、仕上がり外観の調整に特に熟練が必要であった。作業に熟練した後には作業性は良かった。塗料No.3, No.4の作業性は良かった。塗料の飛散の面では、各塗料ともわずかに飛散が認められた。今回は、試験片も小さいため飛散しやすい条件であったが、実際の施工では、さらに少なくなると考えられる。膜厚の目標値と実際の膜厚の平均値を表-2.3.3に示す。仕様1のペイントタイプの塗料は目標値の3倍の厚さとなった。その他の塗料はほぼ目標値の範囲以内に入った。

表-2.3.2 作業性の結果

塗料	作業時間 (注1)	塗料調合	塗 装	塗料の飛散
No.1	4 6 分 (下塗り、上塗りの合計)	標準は攪拌機使用。 今回は手攪拌。 作業性は良。	はけでこすりつけるように塗る。 作業経験が必要。	試験片が小さいため、塗料の飛散はある。 塗料面積が大きければかなり飛散は少なくなると考えられる。
No.2	4 3 分	標準は攪拌機使用。 今回は手攪拌。 作業性は良。	ヘラを使用して塗装するが、膜厚の調整、外観の仕上がりは経験が必要	試験片が小さいため、塗料の飛散はある。 塗料面積が大きければかなり飛散は少なくなると考えられる。
No.3	4 3 分	標準は攪拌機使用。 今回は手攪拌。 作業性は良。	水を押し出すように塗装する。 作業性は良。	塗料表面を手で仕上げる時、塗料表面から溶け出すようにわずかに飛散する。
No.4	4 7 分	標準は攪拌機使用。 今回は手攪拌。 作業性は良。	水を押し出すように塗装する。 作業性は良。	塗料表面を手で仕上げる時、塗料表面から溶け出すようにわずかに飛散する。
平 均	4 4.8分	—	—	—

注1 試験片 2 4 枚の塗装時間の合計 (塗料調合、準備の時間は含まない)

表-2.3.3 平均膜厚

仕様番号	塗 料	目標膜厚	平均膜厚
1	ペイントタイプ	600 μ m	1.94mm
2	パテタイプ	2~3mm	2.35mm
3	パテタイプ	3~8mm	5.00mm
4	パテタイプ	3~8mm	4.76mm

(2) 環境への影響

水中施工の水質への影響を調べるために、施工前後の水質の測定を行った。結果を表-2.5.4に示す。測定の結果、施工前後での水質の有意な変化は認められなかった。

表-2.3.4 環境調査

項 目	単 位	施工前	No.1塗料施工後	No.4塗料施工後	平 均
気温	℃	9	10	10	10
水温	℃	10	10	10	10
流速	m/s	0.05	0.05	0.05	0.05
pH	—	7.4	7.4	7.4	7.4
COD	mg/l	6	8	5	6.3
DO	mg/l	9.7	10.0	9.8	9.8
塩素付濃度	mg/l	37	36	35	36
濁度	mg/l	3	3	3	3
導電率	mS/m	40.3	40.7	40.6	40.5

(3) 水中施工塗料の防食性試験

水中施工塗料の耐食性を調べるために、室内試験と江戸川水門における暴露試験を行った。なお、本報告の時点では暴露試験は継続中であるので、室内試験の結果のみをとりまとめた。

室内試験は、40℃、3%食塩水浸せき試験、20/40℃温度勾配耐水性試験、40℃水道水浸せき試験を表-2.3.5の様に実施した。28週までの試験結果を表-2.3.6～9に示す。

仕様No.1では水中搬入直後と1時間置いたものは試験開始時にすでにふくれが発生していたが、2時間置いたものでは開始時のふくれ発生はなかった。食塩水浸せきではこのふくれはつぶれて一度消えたが、その後小さなふくれが増え始めた。水道水浸せき試験でも、大きいふくれは一端つぶれて消えたが、その後、ふくれは再び増加した。28週の時点ではどの試験片も同程度のふくれの発生状態となった。

仕様No.2では食塩水浸せき試験では28週までにふくれは発生していない。水道水浸せき試験では、水中搬入1時間のもので比較的良い状態であるが、直後や2時間後ではふくれの発生があった。1時間水中に置くことが、塗膜の性能向上に良い影響を与えると、合理的な説明が付きにくいので、各施工時の施工条件にむらが生じているのが主な原因と考えられる。表-2.3.10～13に膜厚のデータを示すが、これらのむらは表-2.3.11の膜厚データのばらつきが大きいことから推測される。

仕様No.3では食塩水浸せき試験では一度ふくれが発生したものの、4週でつぶれて、その後28週目で異常が認められていない。また、水道水浸せき試験では異常が認められなかった。

仕様No.4ではすべての場合で異常が認められなかった。

室内試験の結果では仕様No.1および2の塗膜性能が劣る結果となったが、この2種は施工性試験で塗装に熟練を要すると判断された塗装系である。このため、施工時の施工の容難が塗膜の性能に影響を与えるもの可能性がある。一方浸せき後の時間や、マジクロン処理などの影響は、現在までの試験からは認められなかった。

(4) まとめ

水中施工塗料の作業性は、塗料による作業時間の差は認められなかったものの、施工に多少の熟練を要するものがあつた。膜厚については、パテタイプは目標膜厚通りであつたが、ペイントタイプでは厚めになった。

水中施工後の耐久性試験では、施工に熟練を要したものでふくれが発生したが、その中には塗膜中に残った気泡によるふくれもあるものと考えられる。試験は現在も終了していないので、ふくれが鋼材面から発生しているか否かの調査や、暴露試験の結果などを併せて、最終的な結果を得る必要がある。

表-2.3.5 水中施工塗料の室内試験

	40℃,3%食塩水浸せき試験	40℃水道水浸せき試験	20/40℃温度勾配試験
水中搬入直後に塗装	1-1~3, 2-1~3 3-1~3, 4-1~3	1-7~9, 2-7~9 3-7~9, 4-7~9	1-4~6, 2-4~6 3-4~6, 4-4~6
水中搬入1時間後に そのまま塗装	-	1-10~12, 2-10~12 3-10~12, 4-10~12	-
水中搬入1時間後に マジクロン処理をして塗装	-	1-13~15, 2-13~15 3-13~15, 4-13~15	-
水中搬入2時間後に そのまま塗装	-	1-16~18, 2-16~18 3-16~18, 4-16~18	-
水中搬入2時間後に マジクロン処理をして塗装	-	1-19~21, 2-19~21 3-19~21, 4-19~21	-

注：表中の数字は試験片番号

表-2.3.6 水中施工塗料の室内試験結果 (仕様No.1, 施工: はけ)

No.	試験条件	初期	1週	2週	4週	8週	16週	20週	24週	28週
1-1	水中搬入直後に塗装	2F	2F	2F*	ふくれつぶれ	10	10	6M~8M	6M~8M	6M~8M
1-2	40℃, 3%食塩水に浸せき試験	10	2F	2F*	ふくれつぶれ	10	10	6M~8M	2F, 6~8M	2F, 6~8M
1-3	水中搬入直後に塗装	10	2F	2F*	2F	ふくれつぶれ	10	6M~8M	6M~8M	6M~8M
1-4	20/40℃温度	2F								
1-5	勻配試験	2F								
1-6	水中搬入直後に塗装	2F								
1-7	40℃, 水道水に浸せき試験	2F	2F	2F	2F	2F	4~6F(大きいフクレはつぶれた)	4~6F	4~6F	2~6M
1-8	水中搬入直後に塗装	2F	2F	2F	2F	2F	4~6F(同上)	4~6F	4~6F	2~6M
1-9	40℃, 水道水に浸せき試験	10	10	2F	2F	2F	4~6F(同上)	4~6F	4~6F	4~6M
1-10	水中搬入1時間後に塗装	2F	2F	2F	2F	2F	4~6F(同上)	2~4F	2~4F	2~4M
1-11	40℃, 水道水に浸せき試験	2F	2F	2F	2F	2F	4~6F(同上)	2~4M	2~4M	2~4M
1-12	水中搬入1時間後に塗装	2F	2F	2F	2F	2F	4~6F(同上)	2~4M	2~4M	2~4M
1-13	(マジック処理) 40℃, 水道水に浸せき試験	10	10	2F	2F	2F	4~6F(同上)	2~4M	2~4M	2~4M
1-14	水中搬入1時間後に塗装	2F	2F	2F	2F	2F	4~6F(同上)	2~4M	2~4M	2~4M
1-15	(マジック処理) 40℃, 水道水に浸せき試験	2F	2F	2F	2F	2F	4~6F(同上)	2~4M	2~4M	2~4M
1-16	水中搬入2時間後に塗装	10	10	10	10	10	10	6M	6M	6M
1-17	40℃, 水道水に浸せき試験	10	10	10	10	10	10	6M	6M	6M
1-18	水中搬入2時間後に塗装	10	10	10	10	10	10	6M	6M	6M
1-19	(マジック処理) 40℃, 水道水に浸せき試験	10	10	6M	6M	6M	6M	6M	6M	6M
1-20	水中搬入2時間後に塗装	10	10	6M	6M	6M	6M	6M	6M	6M
1-21	(マジック処理) 40℃, 水道水に浸せき試験	10	10	6M	6M	6M	6M	6M	6M	6M

*ふくれは素地からのものではなく、塗膜の中に残った気泡等が表面にでてきたものであると考えられる。
ふくれの評価方法はASTM D714 (付録) による。

表-2.3.7 水中施工塗料の室内試験結果（仕様No.2, 施工：ヘラ）

No.	試験条件	初期	1週	2週	4週	8週	16週	20週	24週	28週
2-1	水中搬入直後に 塗装 40℃,3%食塩水 に浸せき試験	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2-2		10	10	10	10	10	10	10	10	10
2-3		10	10	10	10	10	10	10	10	10
2-4	水中搬入直後に 塗装 20/40℃温度 勾配試験	10								
2-5		10								
2-6		10								
2-7	水中搬入直後に 塗装 40℃,水道水 に浸せき試験	10	10	4F	4F	4M	4M	4M	4M	4M
2-8		10	10	4F	4F	4M	4M	4M	4M	4M
2-9		10	10	4F	4F	4M	4M	4M	4M	4M
2-10	水中搬入1時間 後に塗装 40℃,水道水 に浸せき試験	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2-11		10	10	10	10	10	10	10	10	10
2-12		10	10	10	10	10	10	10	10	10
2-13	水中搬入1時間 後に塗装 (マジクロン処理) 40℃,水道水 に浸せき試験	10	10	10	2F	10	10	10	10	10
2-14		10	10	2F	4F	4F	4F	4F	10	10
2-15		10	10	4F	4F	4F	4F	4F	10	10
2-16	水中搬入2時間 後に塗装 40℃,水道水 に浸せき試験	10	10	4F	4F	4F	4F	4F	4F	4F
2-17		10	10	10	4F	4F	4F	4F	4F	4F
2-18		10	10	10	4F	4F	4F	4M	4F	4F
2-19	水中搬入2時間 後に塗装 (マジクロン処理) 40℃,水道水 に浸せき試験	4F	4F	4F	4F	4F	4F	4M	4~6MD	4~6MD
2-20		2M	2M	2M	2M	2M	2M	4MD	4MD	4MD
2-21		4F	4F	4F	4F	4F	4F	4F	4M	4M

ふくれの評価方法はASTM D714（付録参照）による。

表-2.3.8 水中施工塗料の室内試験結果（仕様No.3, 施工：パテ）

No.	試験条件	初期	1週	2週	4週	8週	16週	20週	24週	28週
3-1	水中搬入直後に塗装 40℃,3%食塩水 に浸せき試験	10	2F	2F	ふくれつぶれ	10	10	10	10	10
3-2		10	2F	2F	ふくれつぶれ	10	10	10	10	10
3-3		10	2F	2F	ふくれつぶれ	10	10	10	10	10
3-4	水中搬入直後に塗装 20/40℃温度 勾配試験	10								
3-5		10								
3-6		10								
3-7	水中搬入直後に塗装 40℃,水道水 に浸せき試験	10	10	10	10	10	10	10	10	10
3-8		10	10	10	10	10	10	10	10	10
3-9		10	10	10	10	10	10	10	10	10
3-10	水中搬入1時間後に塗装 40℃,水道水 に浸せき試験	10	10	10	10	10	10	10	10	10
3-11		10	10	10	10	10	10	10	10	10
3-12		10	10	10	10	10	10	10	10	10
3-13	水中搬入1時間後に塗装 (マジコン処理) 40℃,水道水 に浸せき試験	10	10	10	10	10	10	10	10	10
3-14		10	10	10	10	10	10	10	10	10
3-15		10	10	10	10	10	10	10	10	10
3-16	水中搬入2時間後に塗装 40℃,水道水 に浸せき試験	10	10	10	10	10	10	10	10	10
3-17		10	10	10	10	10	10	10	10	10
3-18		10	10	10	10	10	10	10	10	10
3-19	水中搬入2時間後に塗装 (マジコン処理) 40℃,水道水 に浸せき試験	10	10	10	10	10	10	10	10	10
3-20		10	10	10	10	10	10	10	10	10
3-21		10	10	10	10	10	10	10	10	10

ふくれの評価方法はASTM D714（付録参照）による。

表-2.3.9 水中施工塗料の室内試験結果（仕様No.4, 施工：パテ）

No.	試験条件	初期	1週	2週	4週	8週	16週	20週	24週	28週
4-1	水中搬入直後に塗装 40℃,3%食塩水 に浸せき試験	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4-2		10	10	10	10	10	10	10	10	10
4-3		10	10	10	10	10	10	10	10	10
4-4	水中搬入直後に塗装 20/40℃温度 勾配試験	10								
4-5		10								
4-6		10								
4-7	水中搬入直後に塗装 40℃,水道水 に浸せき試験	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4-8		10	10	10	10	10	10	10	10	10
4-9		10	10	10	10	10	10	10	10	10
4-10	水中搬入1時間後に 塗装 40℃,水道水 に浸せき試験	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4-11		10	10	10	10	10	10	10	10	10
4-12		10	10	10	10	10	10	10	10	10
4-13	水中搬入1時間後に 塗装 (マジクロン処理) 40℃,水道水 に浸せき試験	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4-14		10	10	10	10	10	10	10	10	10
4-15		10	10	10	10	10	10	10	10	10
4-16	水中搬入2時間後に 塗装 40℃,水道水 に浸せき試験	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4-17		10	10	10	10	10	10	10	10	10
4-18		10	10	10	10	10	10	10	10	10
4-19	水中搬入2時間後に 塗装 (マジクロン処理) 40℃,水道水 に浸せき試験	10	10	10	10	10	10	10	10	10
4-20		10	10	10	10	10	10	10	10	10
4-21		10	10	10	10	10	10	10	10	10

ふくれの評価方法はASTM D714（付録参照）による。



写真-2.3.1 パテタイプ水中硬化型塗料の混合



写真-2.3.2 水中塗装した試験片の例（ペイントタイプ）

表-2.3.10 水中塗装試験片の塗膜厚（塗料No.1）

No.	塗 膜 厚 (mm)					平 均(mm)
	①	②	③	④	⑤	
1-1	1.7	1.9	2.2	2.2	1.9	2.0
1-2	1.5	1.8	2.6	1.3	1.0	1.6
1-3	1.8	1.7	2.3	2.6	1.7	2.0
1-4	2.8	3.1	2.8	2.0	2.8	2.7
1-5	2.2	2.3	2.9	1.3	1.7	2.1
1-6	2.0	2.0	3.4	1.2	2.2	2.2
1-7	3.0	2.1	3.2	3.3	3.2	3.0
1-8	1.7	1.6	2.6	1.8	1.7	1.9
1-9	2.5	2.6	2.4	2.5	2.2	2.4
1-10	1.5	1.4	2.1	2.6	2.2	2.0
1-11	2.9	2.1	3.2	2.8	2.5	2.7
1-12	3.5	2.3	2.8	0.85	0.6	2.0
1-13	1.8	1.9	2.1	2.1	2.4	2.1
1-14	0.75	0.7	2.1	1.2	1.1	1.2
1-15	2.2	2.2	2.6	1.4	1.6	2.0
1-16	0.82	0.68	0.3	0.88	0.65	0.7
1-17	0.9	0.79	1.3	1.8	1.7	1.3
1-18	0.95	1.1	1.2	1.6	1.9	1.4
1-19	0.97	1.2	1.4	0.96	1.1	1.1
1-20	0.65	1.4	2.3	3.1	2.7	2.0
1-21	2.0	1.8	1.9	2.8	2.1	2.1
暴露用 1-1	1.8	3.0	2.2	0.73	1.1	1.8
暴露用 1-2	1.4	1.6	2.4	1.7	0.86	1.6
暴露用 1-3	2.8	2.9	3.2	0.98	3.2	2.6
全体平均	1.8	1.8	2.3	1.8	1.8	1.9

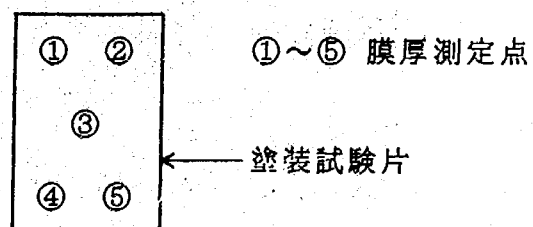


表-2.3.11 水中塗装試験片の塗膜厚（塗料No.2）

No.	塗 膜 厚 (mm)					平 均(mm)
	①	②	③	④	⑤	
2-1	1.1	1.3	1.0	2.3	1.7	1.5
2-2	1.4	1.4	1.3	0.86	0.95	1.2
2-3	1.6	1.5	2.4	2.9	2.5	2.2
2-4	2.4	2.0	1.1	1.2	1.0	1.5
2-5	4.1	2.9	3.6	2.7	2.8	3.2
2-6	2.6	3.0	2.2	2.4	2.2	2.5
2-7	3.4	2.6	2.6	2.2	1.9	2.5
2-8	4.3	2.9	3.0	3.1	2.8	3.2
2-9	2.4	2.9	2.4	1.7	2.2	2.3
2-10	1.3	0.97	2.2	1.0	0.8	1.3
2-11	2.4	3.5	3.4	1.8	2.0	2.6
2-12	1.6	1.9	3.6	2.6	2.8	2.5
2-13	4.3	4.2	4.1	2.6	2.8	3.6
2-14	4.7	3.3	3.6	3.5	2.8	3.6
2-15	3.3	3.2	3.2	3.8	3.5	3.4
2-16	1.9	1.7	2.1	1.1	0.95	1.6
2-17	1.6	1.9	2.5	2.1	1.7	2.0
2-18	2.2	2.0	2.2	1.5	1.2	1.8
2-19	2.6	2.0	3.3	2.4	2.0	2.5
2-20	2.4	2.3	3.9	3.1	3.8	3.1
2-21	1.5	1.4	1.9	2.0	2.2	1.8
暴露用 2-1	1.5	1.1	2.9	1.8	1.9	1.8
暴露用 2-2	1.2	2.2	3.9	2.1	2.6	2.4
暴露用 2-3	2.6	1.9	3.1	1.7	2.5	2.4
全体平均	2.4	2.3	2.7	2.2	2.2	2.4

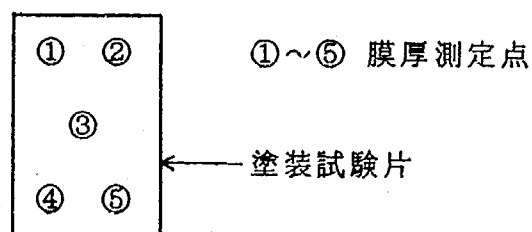


表-2.3.12 水中塗装試験片の塗膜厚 (塗料No.3)

No.	塗 膜 厚 (mm)					平 均(mm)
	①	②	③	④	⑤	
3-1	5.3	3.6	4.4	3.9	3.8	4.2
3-2	3.6	3.3	4.7	4.6	4.5	4.1
3-3	4.4	5.2	5.1	4.8	5.0	4.9
3-4	4.9	5.2	5.4	6.0	4.9	5.3
3-5	5.0	3.1	5.3	5.8	4.9	4.8
3-6	4.7	3.8	4.6	5.3	5.0	4.7
3-7	4.5	3.7	5.0	5.1	3.4	4.3
3-8	4.4	3.6	4.9	4.9	5.1	4.6
3-9	5.2	4.2	5.1	5.5	4.7	4.9
3-10	6.1	5.8	5.6	5.6	4.4	5.5
3-11	5.0	4.3	5.1	5.9	3.8	4.8
3-12	5.7	3.9	5.0	4.6	3.9	4.6
3-13	5.5	6.5	6.3	5.4	5.5	5.8
3-14	5.8	5.4	4.9	4.8	4.1	5.0
3-15	6.3	6.4	6.4	6.7	7.0	6.6
3-16	5.1	5.3	4.9	5.2	5.1	5.1
3-17	5.3	4.8	5.3	5.9	5.6	5.4
3-18	3.9	5.2	5.1	5.0	5.4	4.9
3-19	5.2	4.0	4.7	4.8	4.6	4.7
3-20	4.9	3.8	5.3	4.8	5.2	4.8
3-21	5.5	5.0	5.8	6.2	6.3	5.8
暴露用 3-1	6.0	4.7	4.8	5.6	4.6	5.1
暴露用 3-2	4.4	4.1	4.3	4.9	3.5	4.2
暴露用 3-3	5.0	5.5	6.0	5.9	6.5	5.8
全体平均	5.1	4.6	5.2	5.3	4.9	5.0

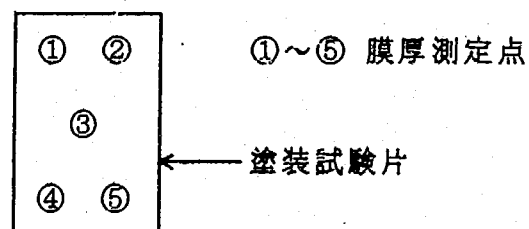
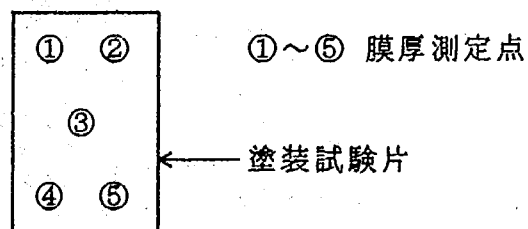


表-2.3.13 水中塗装試験片の塗膜厚 (塗料No.4)

No.	塗 膜 厚 (mm)					平 均(mm)
	①	②	③	④	⑤	
4-1	4.4	4.3	5.2	5.0	4.9	4.8
4-2	4.3	4.8	4.2	5.10	4.3	4.5
4-3	5.8	4.6	4.9	4.7	4.2	4.8
4-4	5.5	3.2	4.3	4.9	5.6	4.7
4-5	4.0	4.8	3.9	4.2	6.0	4.6
4-6	4.9	5.3	4.8	5.2	5.3	5.1
4-7	5.1	5.0	4.5	6.0	4.4	5.0
4-8	4.8	4.3	3.9	4.8	5.3	4.6
4-9	4.4	4.4	3.0	4.1	4.2	4.0
4-10	6.2	6.5	5.6	5.8	6.0	6.0
4-11	4.6	4.8	4.3	5.6	4.6	4.8
4-12	4.8	5.3	5.7	4.6	4.0	4.9
4-13	5.5	6.3	5.0	6.2	4.4	5.5
4-14	5.5	4.2	3.5	4.4	5.2	4.6
4-15	5.5	5.1	6.0	6.1	5.9	5.7
4-16	4.9	5.1	4.4	4.6	5.0	4.8
4-17	4.0	4.6	4.2	4.8	4.3	4.4
4-18	5.5	4.7	4.9	5.6	5.0	5.1
4-19	4.9	4.0	5.4	5.8	5.2	5.1
4-20	4.5	4.2	4.4	3.4	5.2	4.3
4-21	3.1	3.7	4.2	3.4	4.5	3.8
暴露用 4-1	5.0	4.7	4.8	5.0	4.6	4.8
暴露用 4-2	3.6	3.1	4.9	4.0	4.8	4.1
暴露用 4-3	4.6	4.3	3.3	4.4	3.0	3.9
全体平均	4.8	4.6	4.6	4.9	4.8	4.7



3. 江戸川河口における河川鋼構造物用塗料の暴露試験

3. 1 目的

河川鋼構造物用塗料の実際の河川環境における防食性能に関するデータを得ることを目的とする。

3. 2 試験方法

3. 2. 1 暴露環境

河川構造物の置かれる環境は、常時水中にあるもの、定期的或いは不定期的に没水する環境にあるもの、通常は大気中にあり年間数回水中につかる構造物など、様々である。本暴露試験ではこれらの環境を考慮して、以下の3種類の環境条件で暴露試験を行った。

- ①水中
- ②干満帯
- ③大気中

3. 2. 2 暴露場所および試験架台

江戸川工事事務所江戸川河口出張所構内、江戸川水門下流側で実施した。

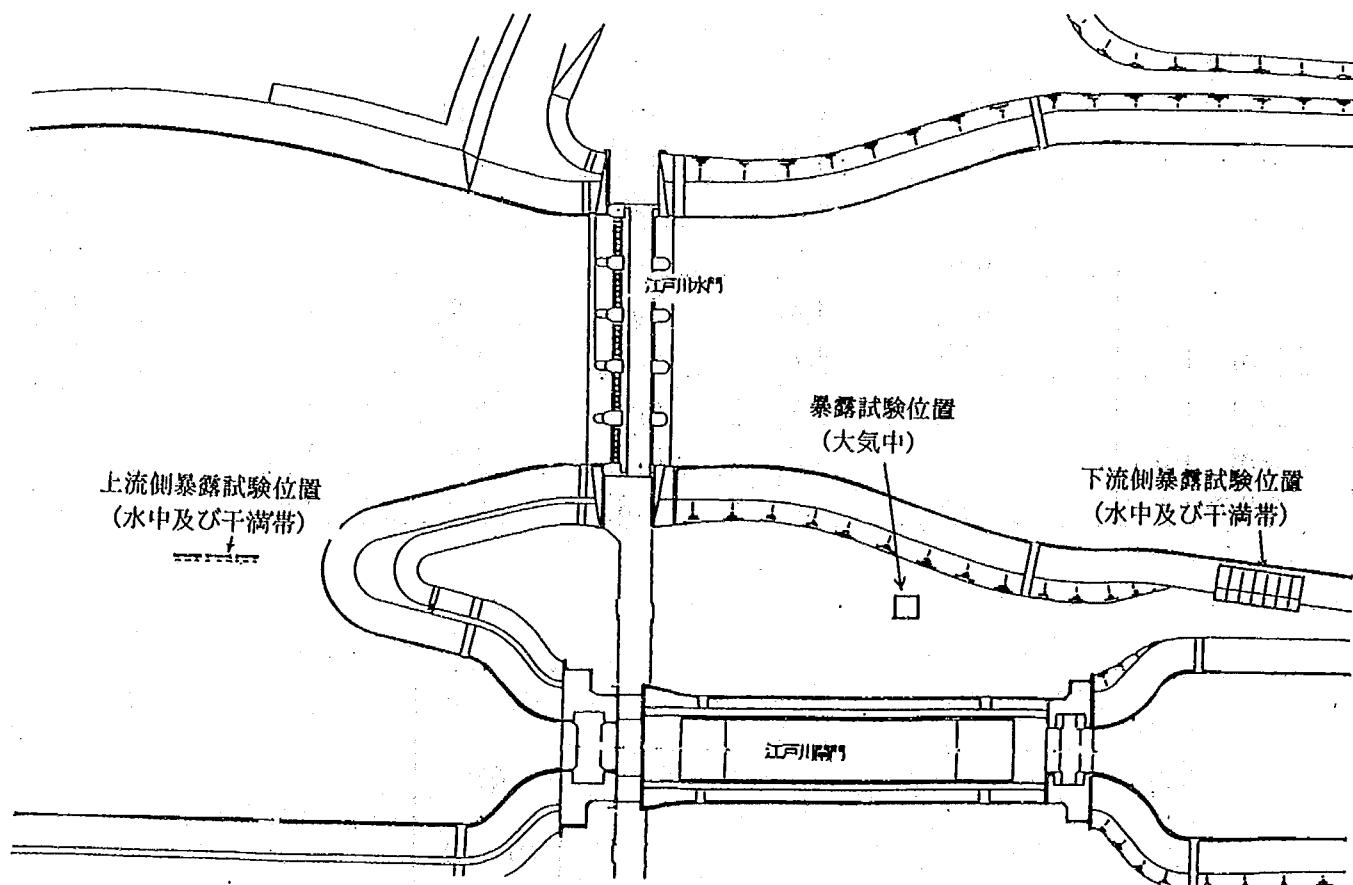
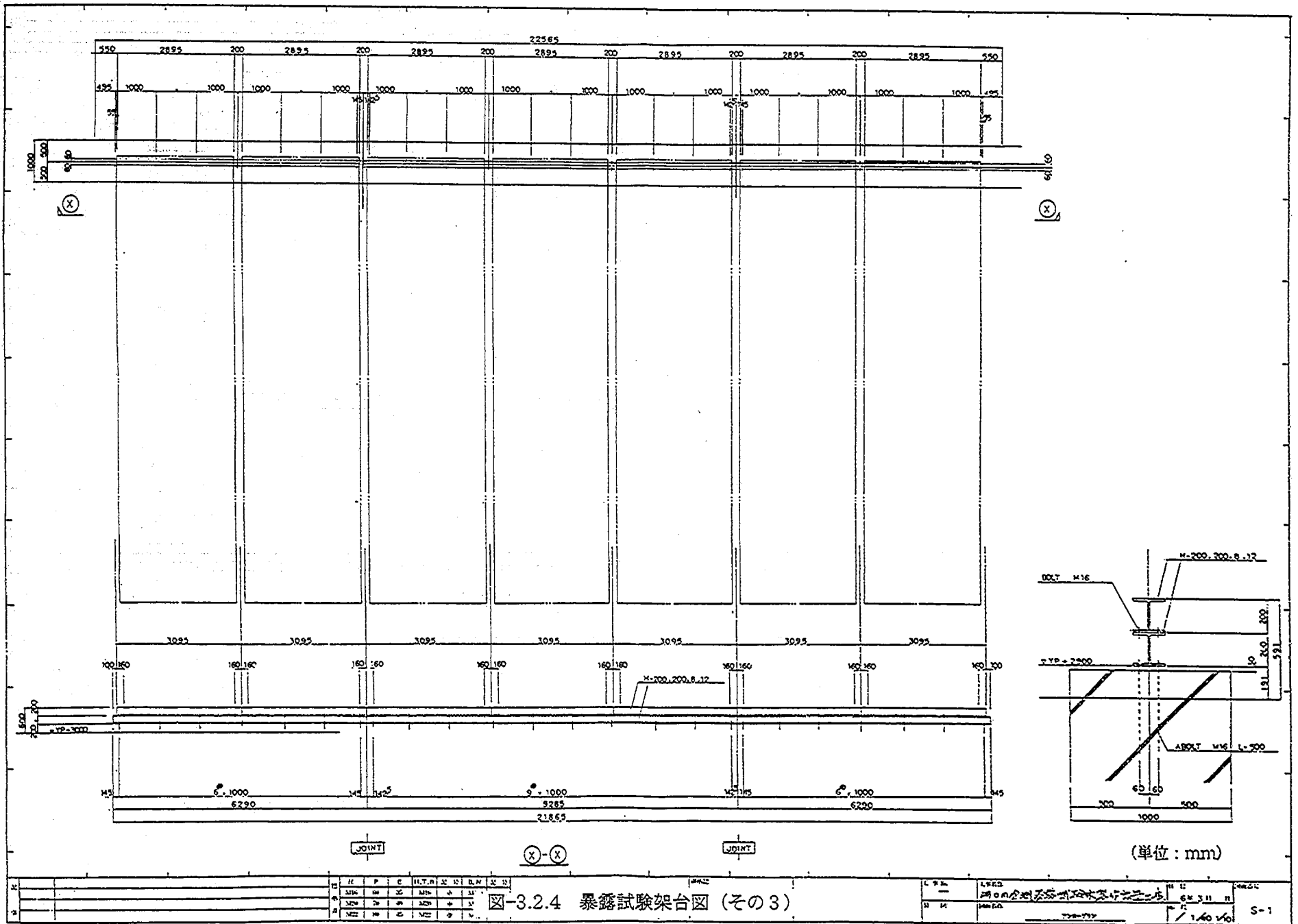
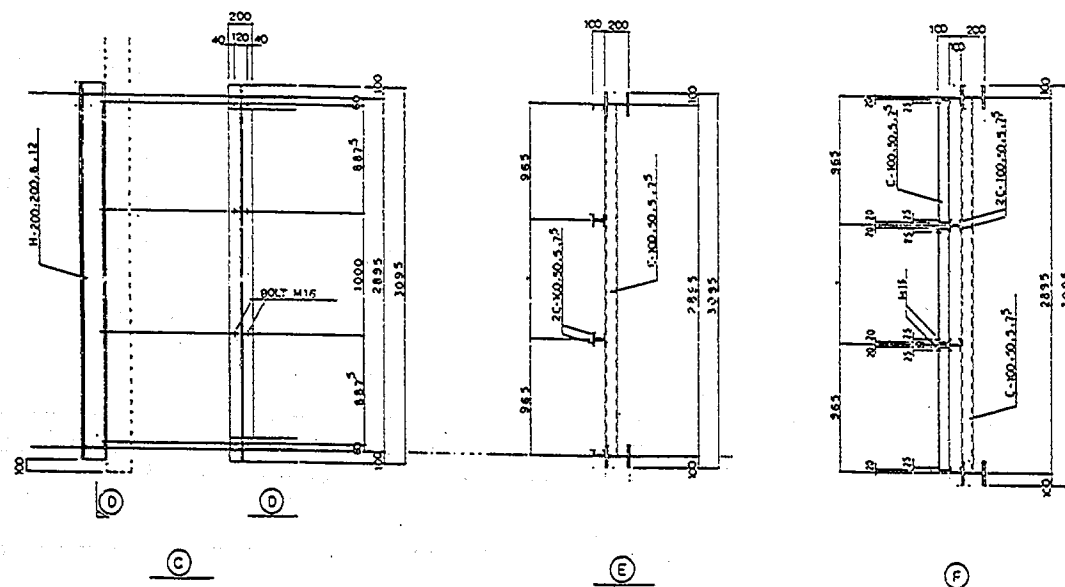
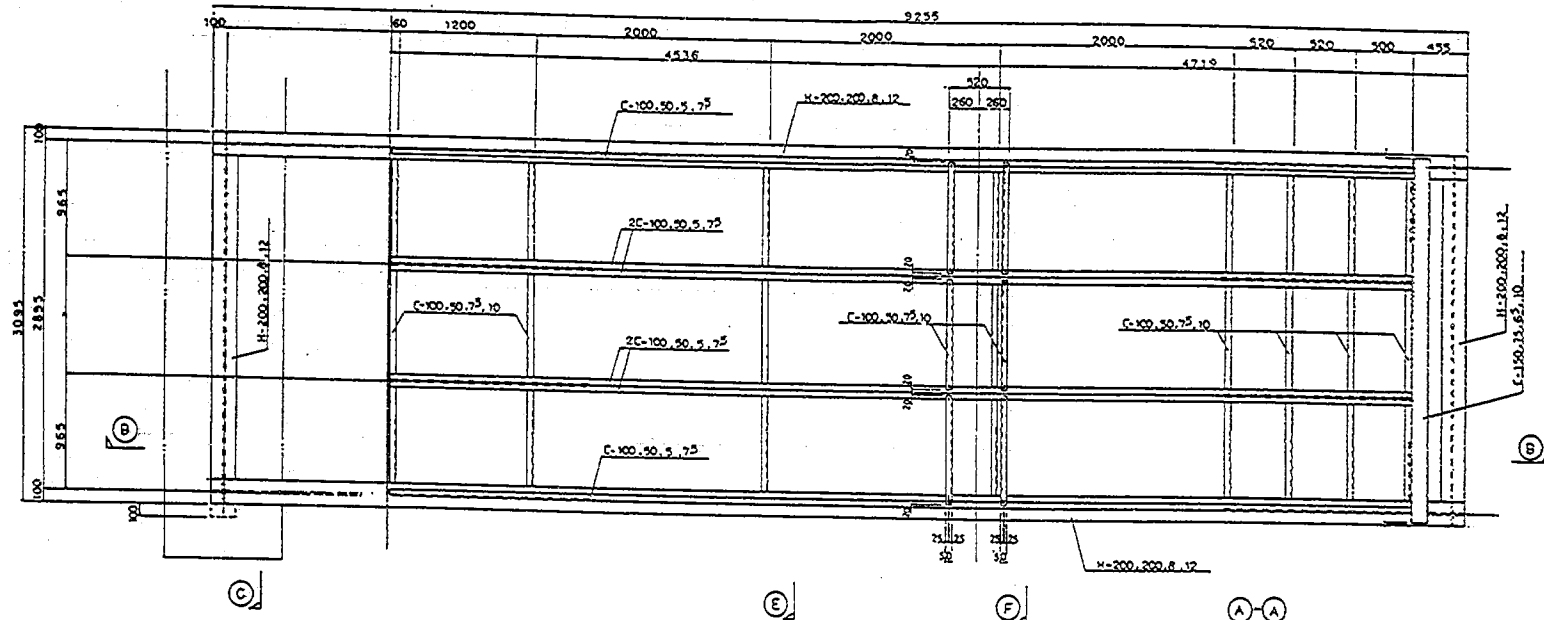


図-3.2.1 江戸川水門における暴露試験位置図

図-3.2.2 暴露試験架台図（その1）

図-3.2.3 暴露試験架台図 (その2)





(单位: nm)

図-3.2.5 暴露試験架台図 (その4)

1. 姓名	1. 姓名	1. 姓名	1. 姓名
2. 性别	2. 性别	2. 性别	2. 性别
3. 年龄	3. 年龄	3. 年龄	3. 年龄
4. 职业	4. 职业	4. 职业	4. 职业
5. 住址	5. 住址	5. 住址	5. 住址
6. 电话	6. 电话	6. 电话	6. 电话
7. 单位	7. 单位	7. 单位	7. 单位
8. 备注	8. 备注	8. 备注	8. 备注

3. 2. 3 試験の種類

河川鋼構造物用塗料の用途によって、以下の2種類の暴露試験を行った。

①新設仕様塗料の暴露試験

新設構造物用の様々な塗装仕様で塗った試験体を数年間暴露し、回収して塗膜の劣化性状から、塗装仕様の耐久性を調べる。

②塗替仕様塗料の暴露試験

塗替の対象となることの多い典型的な塗装仕様で塗った試験体を、1年間暴露し回収する。回収した試験体を所定の処理により、塗替仕様で塗替え、再度数年間暴露する。暴露後回収して塗膜の劣化性状から、塗装仕様と素地調整等の耐久性を調べる。

3. 2. 4 試験体

(1) 製作方法

試験体は図-3.2.6に示すT字型の形状の試験体を用いた。突起部分やその付け根部分などの評価も行うことを目指した。2つのT字突起は端部の処理を2Rと1Cと変えてある。新設仕様試験片には損傷部分からの錆の進行を見るための素地に達する傷を図のように入れた。塗替仕様試験体は旧仕様塗装で1年間暴露した後に塗替塗装を行い、再度暴露して評価することとした。錆が出る部分を多くするため、傷を井の字型に入れた。塗替塗装に置いては、図-3.2.7に示すように、旧塗膜を残す部分（旧塗膜部）、#80～120のサンドペーパーによる目荒らしの後に塗替仕様で塗装する部分（目荒塗替部）、所定の素地調整を行った後に塗替仕様で塗装する部分（素地調整塗替部）の3つの部分を設定して製作した。

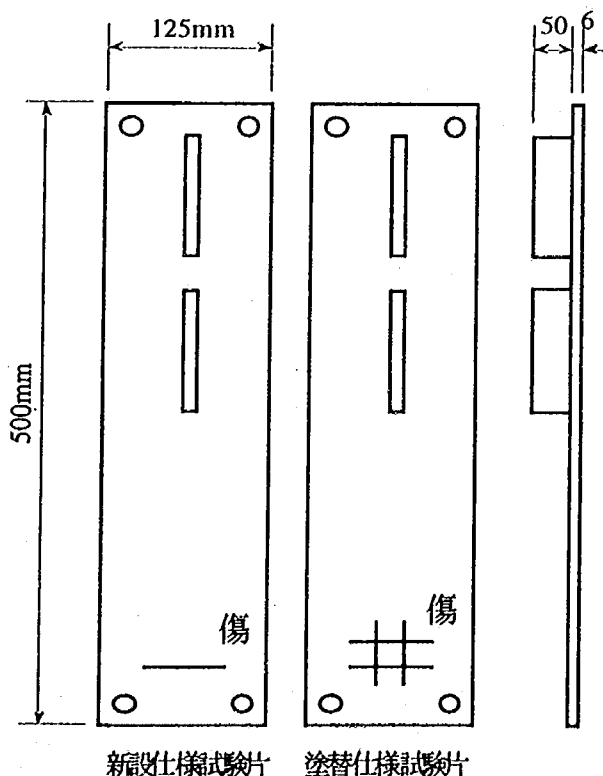


図-3.2.6 試験片の形状

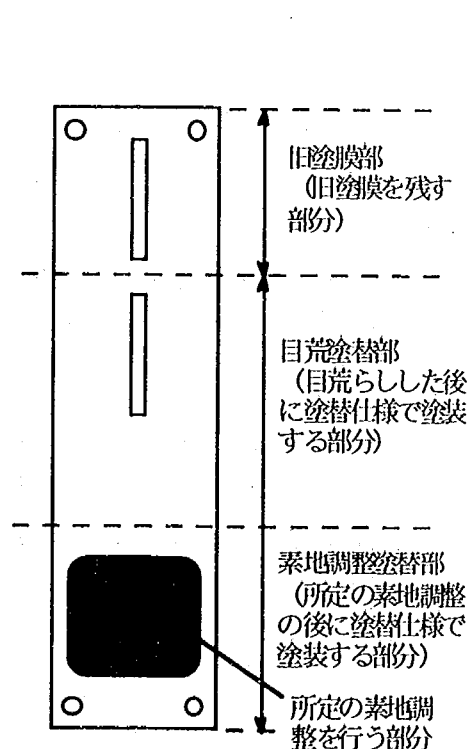


図-3.2.7 塗替試験片の製作

(2) 暴露試験体作成要領

①塗装仕様

塗膜厚、塗装回数、塗装間隔などは塗装仕様に基づいて行う。

②塗装方法

原則としてエアレスまたはエアスプレー塗装とする。但し、専用の塗装機等があるときはこれを用いる。

③上塗りの色相

上塗りの色相はN 7 とする。

④試験片

試験片は図-3.2.8のように平板と溶接板とからなっている。平板のエッジとエッジから10mmの部分のみ試験対象外で、他の部分は全て試験対象となる。(例、平板及び溶接板の表裏、溶接板のエッジ)

⑤ナンバーリング

試験片の図-3.2.8の①の位置に塗装完了後に塗料でナンバーを書く。

書式：X-①-②

X=N:新設仕様

①=塗装系番号(3.3参照)

A~F:塗替仕様の旧塗装系

②=繰返し(3枚1組を標準とするので、1~3)

干満帯には先頭にTを付ける

⑥先行塗装

溶接板のエッジ及び溶接線は下塗りを塗装する前にハケで先行塗装する。

⑦膜厚測定

全塗装仕様を塗装し、充分硬化したのちに膜厚を測定する。測定点は図-3.2.9の各点とする。

⑧光沢測定

大気中及び干満部に暴露する試験片のうち、上塗りまで塗装する仕様の試験片の光沢を測定する。

測定する点は図-3.2.9の①②③④の4点とする。

⑨色差測定

大気中及び干満部に暴露する試験片のうち、上塗りまで塗装する仕様の試験片の色差を測定する。測定する点は図-3.2.9の①②③④の4点とする。

⑩傷

各試験片の表面に素地まで達する傷をつける。

傷の位置、長さは図-3.2.10及び11に示す。

傷をつける方法はダイヤモンドカッターなどを用いるが、最後に折った鉄鋸の刃の背部分の角で傷部を擦り、素地まで傷が達していることを確認する。

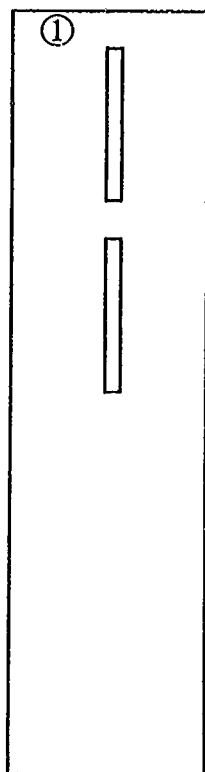


図-3.2.8 試験片のナンバリング位置

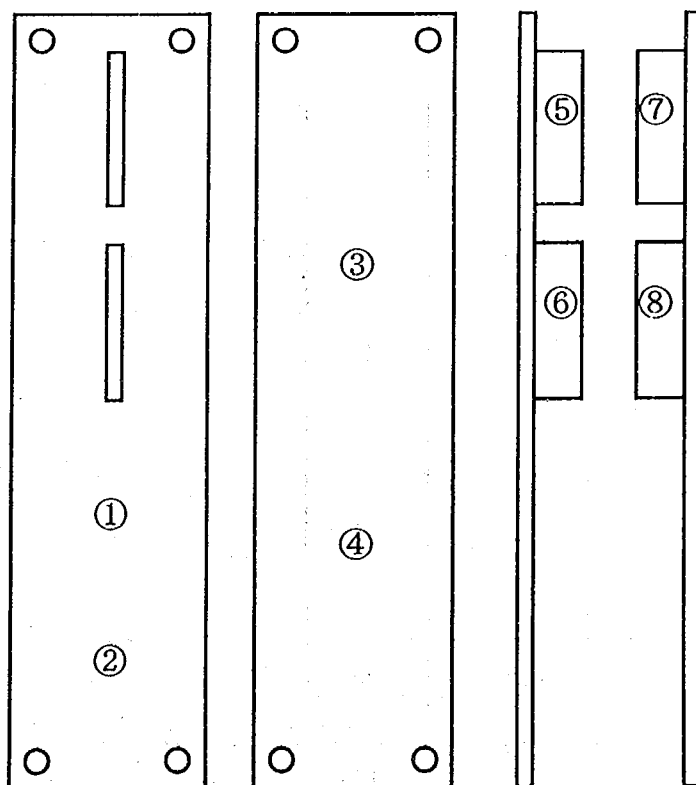


図-3.2.9 試験片の膜厚等測定位置

(単位：mm)

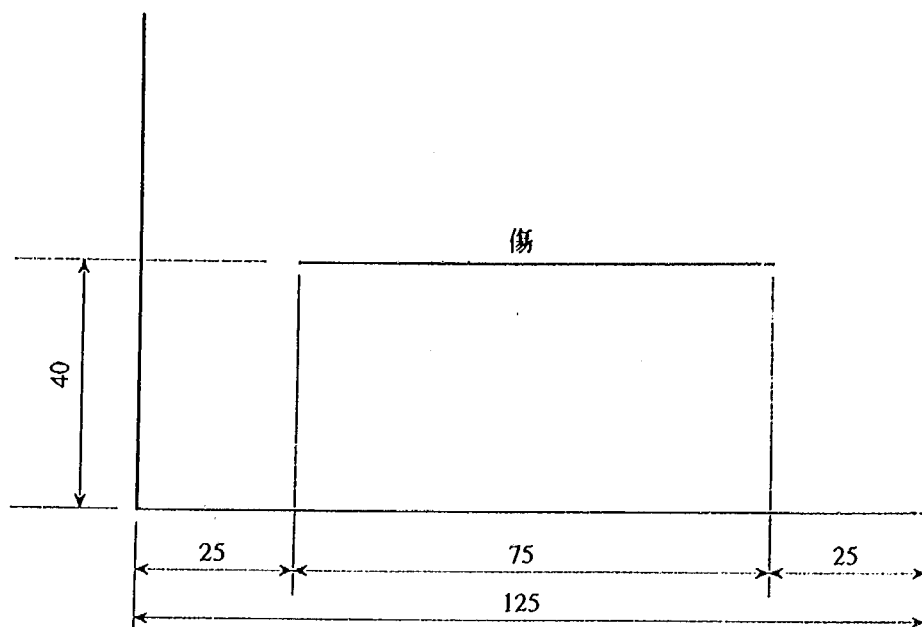


図-3.2.10 新設用試験体の傷

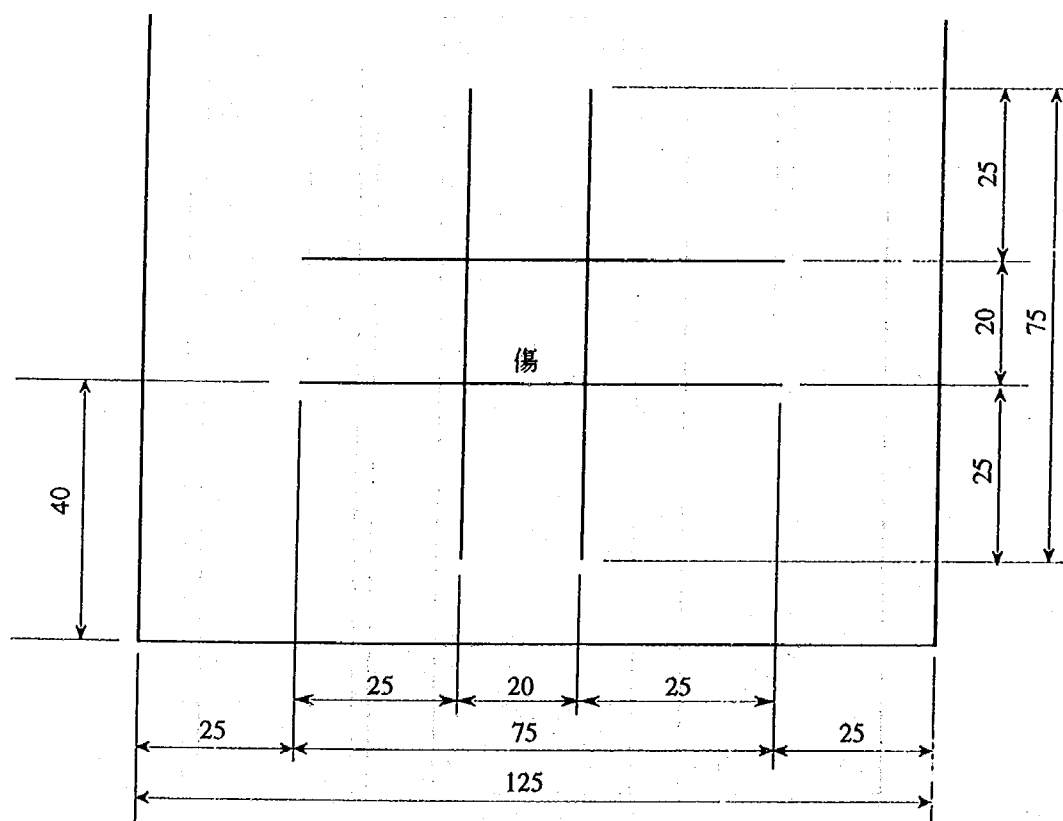


図-3.2.11 塗替用試験体の傷

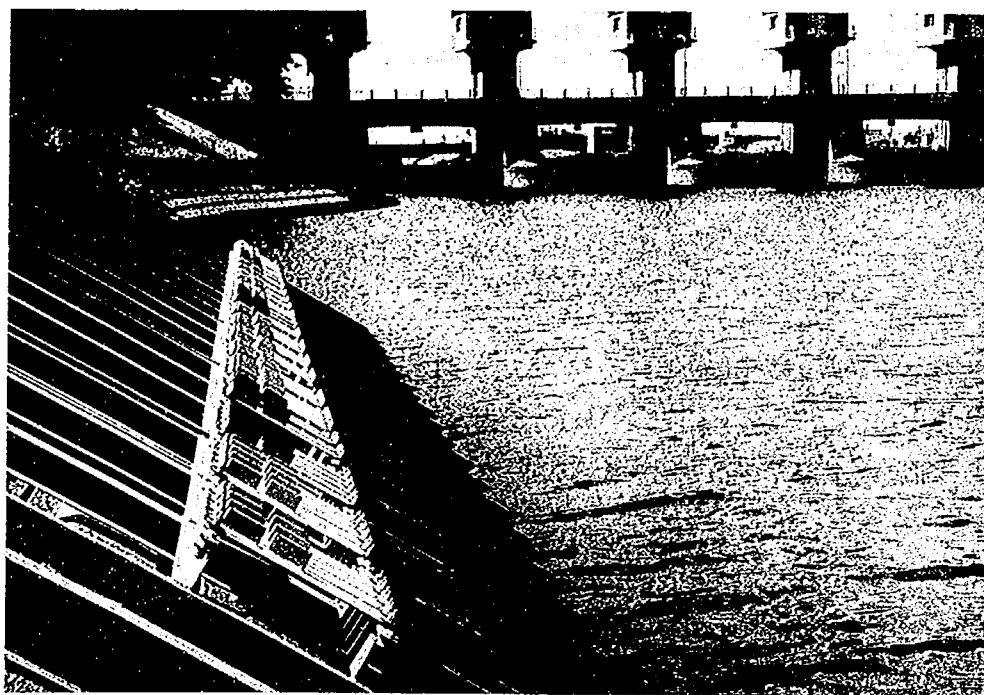


写真-3.2.1 暴露状況写真（干満帯、水中に水中部試験体）

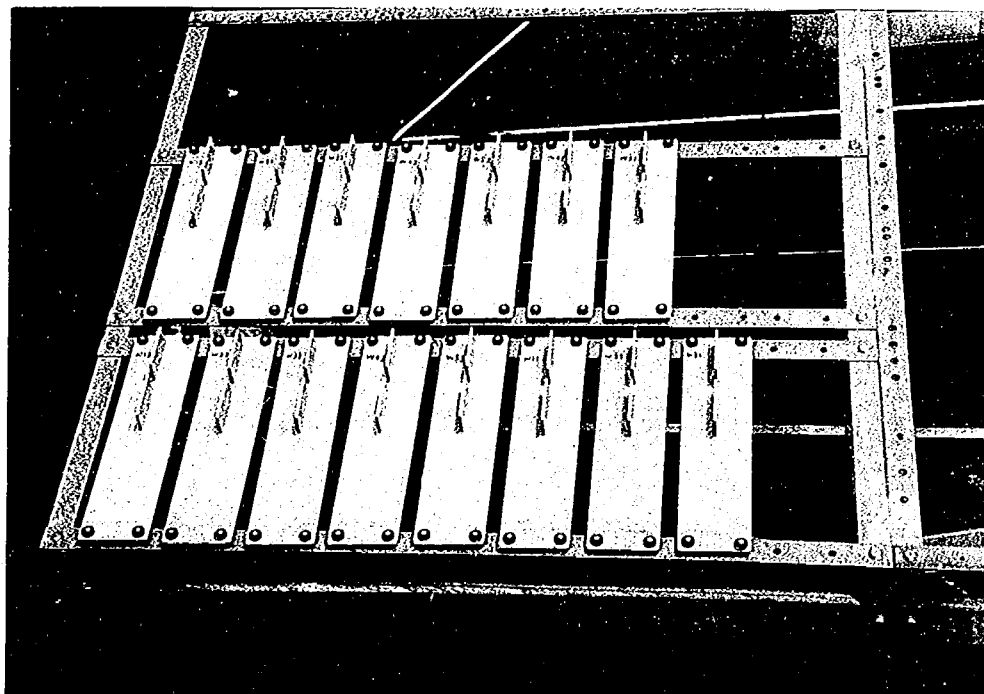


写真-3.2.2 暴露状況写真（大気中部試験体）

3. 2. 5 全体スケジュール

(1) 年次計画概略

平成5年度-暴露試験用架台(下流側)設置

平成6年度-暴露試験片設置(下流側)

平成7年度-塗り替え試験片の回収、製作、設置(下流側), (上流側暴露架台設置)

平成8年度-(上流側暴露架台設置及び試験片設置)

平成9年度以降-追跡調査

(2) 塗装仕様の概要

①干満帯

新設用塗装仕様(干満帯・水中部用)

計21種

塗替用塗装仕様

計31種

(13種)と旧塗装仕様7種との組合せ(別表)

計52種×3水準

合計156枚

②水中部

新設用塗装仕様(干満帯・水中部)(3.3に詳細) 計21種

塗替用塗装仕様

計31種

(13種)と旧塗装仕様7種との組合せ(別表)

計52種×3水準

合計156枚

③大気部

新設用塗装仕様(大気部用)(別表)

計5種

計5種×3水準

合計15枚

(3) 暴露試験の進行計画

①干満帯新設仕様

暴露開始(1年と5年用) 1995年9月
 (3年用は土研にて保管中)
 1年暴露試験片の回収 1997年9月
 3年暴露試験片の暴露開始 1997年9月
 3年暴露試験片の回収 1999年9月
 5年暴露試験片の回収 2001年9月

N-05のみ、まだ土研にて大気暴露中

3枚とも1997年9月に暴露開始

1年暴露試験片の回収 1998年9月
 3年暴露試験片の回収 2000年9月
 5年暴露試験片の回収 2002年9月

②干満帯塗替仕様

旧塗装系暴露開始 1994年6月16日
 回収再塗装 1995年9月
 塗替仕様再暴露 1996年3月
 1年暴露試験片の回収 1997年9月
 3年暴露試験片の回収 1999年9月
 5年暴露試験片の回収 2001年9月

表-3.2.1 干満帯試験片暴露試験計画

	94年	95年	96年	97年	98年	99年	2000	2001	2002
T N - ○ - 1 (21枚)			暴露 96.3	回収 97.9					
T N - ○ - 2 (21枚)				暴露 97.9			調査		
T N - ○ - 3 (21枚)			暴露 96.3					調査	
T A - ○ - 1 (31枚)	開始 94.6	回収 95.9	再暴露 96.3	回収 97.9					
T A - ○ - 2 (31枚)	開始 94.6	回収 95.9	つくばで 保管	再暴露 97.6			調査		
T A - ○ - 3 (31枚)	開始 94.6	回収 95.9	再暴露 96.3					調査	
試験片の 数量	31×3 =93		105	105	105	105	105	105	105

注：○は3.2.4(2)のナンバーリングの①の塗装系番号を示す。

③水中部新設仕様

暴露開始	1994年6月16日
1年暴露試験片の回収	1995年9月
5 枠(N-21, 22, 14, 05)1997年6月開始	
3年暴露試験片の回収	1997年9月
5 枠1年暴露試験片の回収	1998年9月
5年暴露試験片の回収	1999年9月
5 枠3年暴露試験片の回収	2000年9月
5 枠5年暴露試験片の回収	2002年9月

注：N-05の6枚は土研にて大気暴露中

④水中部塗替仕様

旧塗装系暴露開始	1994年6月16日
回収再塗装	1995年9月
塗替仕様再暴露・F仕様暴露開始	1996年3月
1年暴露試験片の回収	1997年9月
F仕様再暴露	1998年3月
3年暴露試験片の回収（F仕様1年ものも）	1999年9月
5年暴露試験片の回収（F仕様3年ものも）	2001年9月
F仕様5年暴露試験片の回収	2003年9月

表-3.2.2 水中試驗片暴露試驗計畫

	94年	95年	96年	97年	98年	99年	2000	2001	2002
N-○-1 (21枚)	開始 94.6	回收 95.9							
N-○-2 (21枚)	開始 94.6			回收 97.9					
N-○-3 (21枚)	開始 94.6					調查			
N-5,14, 21,22-1 (4枚)				開始 97.6	回收				
N-5,14, 21,22-2 (4枚)				開始 97.6			調查		
N-5,14, 21,22-3 (4枚)				開始 97.6					調查
A-○-1 (31枚)	開始 94.6	回收 95.9	再暴露 96.3	回收 97.9					
A-○-2 (31枚)	開始 94.6	回收 95.9	再暴露 96.3			調查			
A-○-3 (31枚)	開始 94.6	回收 95.9	再暴露 96.3					調查	
F-○-1 (1枚)			開始 96.3	回收 97.9	再暴露	回收			
F-○-2 (1枚)			開始 96.3	回收 97.9	再暴露			調查	
F-○-3 (1枚)			開始 96.3	回收 97.9	再暴露				

3. 3 塗装仕様一覧

3. 3. 1 新設塗装仕様—水中部および干満帯（その1）

（No. 1～5：水中用エポキシ系）

主要な水中用塗料であるエポキシ樹脂系塗料の耐久性に関するデータを得る。

主な目的 (1)ジンクリッチペイントの防錆効果の確認。

(2)有機ジンクリッチペイントと無機ジンクリッチペイントの防食性能に差の確認。

表-3.3.1 新設塗装仕様—水中部および干満帯（その1）

仕様No	塗装仕様	膜厚 (μm)	試験片	備考
1	有機ジンクリッチプライマー	15	試験片数：6枚	通常のエポキシ樹脂系仕様
	パワーツール			
	厚膜型エポキシ下塗	100	N1-1	
	厚膜型エポキシ下塗	60	～3	
	エポキシ中塗	40	TN1-1	
	エポキシ上塗	40	～3	No.1に有機ジンクリッチペイントを追加した仕様。有機ジンクリッチペイントの防食効果を確認する。
	有機ジンクリッチプライマー	15	試験片数：6枚	
	パワーツール			
	有機ジンクリッチペイント	75	N2-1	
	厚膜型エポキシ下塗	100	～3	
	厚膜型エポキシ下塗	60	TN2-1	No.2のジンクリッチペイントを無機にしたもの。有機(No.2)と無機(No.3)の差をみる。
	エポキシ中塗	40	～3	
	エポキシ上塗	40		
	サンドブラスト Sa2.5	75	試験片数：6枚	
	無機ジンクリッチペイント	150g/m ²	N3-1	
	ミスコート	100	～3	No.3のエポキシがMIOとなった仕様
	厚膜型エポキシ下塗	60	TN3-1	
	エポキシ中塗	40	～3	
	エポキシ上塗	40		
	サンドブラスト Sa2.5	75	試験片数：6枚	
	無機ジンクリッチペイント	150g/m ²	N4-1	No.4と同じ仕様で、エポキシMIOで1年間暴露する。
	ミスコート	100	～3	
	厚膜型エポキシ下塗	60	TN4-1	
	エポキシMIO	40	～3	
	エポキシ中塗	40		
	エポキシ上塗	40		
	サンドブラスト Sa2.5	75	試験片数：6枚	
	無機ジンクリッチペイント	150g/m ²	N5-1	
	ミスコート	100	～3	
	厚膜型エポキシ下塗	60	TN5-1	
	エポキシMIO	40	～3	
	1年間大気中暴露			
	エポキシ中塗	40		
	エポキシ上塗	40		

3. 3. 2 新設塗装仕様—水中部および干満帯（その2）

（No. 6～10：水中用タールエポキシ系）

もうひとつの主要な水中用塗料である、タールエポキシ樹脂系塗料とその代替材料として検討されている変性エポキシ樹脂系塗料についての耐久性に関するデータを得る。

主な目的 (1)ジンクリッチペイントの防錆効果の確認。

(2)有機ジンクリッチペイントと無機ジンクリッチペイントの防食性能の差の確認。

(3)タールエポキシ樹脂と変性エポキシ樹脂系の耐久性の差

表-3.3.2 新設塗装仕様—水中部および干満帯（その2）

仕様No	塗装仕様	膜厚（ μm ）	試験片	備考
6	有機ジンクリッチプライマー	15	試験片数：6枚	タールエポキシの基本仕様
	パワーツール		N6-1	
	タールエポキシ	150	～3	
	タールエポキシ	150	TN6-1	
7	有機ジンクリッチプライマー	15	試験片数：6枚	No6にジンクリッチペイントを追加した仕様。ジンクリッチペイントの効果を見る。
	パワーツール		N7-1	
	有機ジンクリッチペイント	75	～3	
	タールエポキシ	150	TN7-1	
8	有機ジンクリッチプライマー	15	試験片数：6枚	No7のタールエポキシを変性エポキシに変えた仕様。タールエポキシと変性エポキシの防食性の差を見る。
	パワーツール		N8-1	
	有機ジンクリッチペイント	75	～3	
	変性エポキシ	100	TN8-1	
9	サンドブラスト Sa2.5		試験片数：6枚	No7のジンクリッチペイントを無機に変えた仕様。有機と無機の耐食性の差を見る。
	無機ジンクリッチペイント	75	N9-1	
	ミストコート	150g/m ²	～3	
	タールエポキシ	150	TN9-1	
10	サンドブラスト Sa2.5		試験片数：6枚	No9のタールエポキシを変性エポキシに変えた仕様。タールエポキシと変性エポキシの防食性の差を見る。
	無機ジンクリッチペイント	75	N10-1	
	ミストコート	150g/m ²	～3	
	変性エポキシ	100	TN10-1	
	変性エポキシ	100	～3	
	変性エポキシ	100		
	変性エポキシ	100		
	変性エポキシ	100		

3. 3. 3 新設塗装仕様—水中部および干満帯（その3）

（No. 11～13：大気中用塗料の水中使用）

大気中用塗料を水中に用いた時の塗料の耐久性を調べる。

大気中用塗料は、美観の面で非常に優れているが、水中使用ではふくれなどの欠陥がおきるとされている。大気中用塗料を水中に使用する際、ふくれがうまく抑えられ防食性も確保されれば、水中構造物の美観向上に大きく寄与でき、塗料の他の防食方法に対するアドバンテージは非常に大きくなる。

主な目的（1）主要な大気中用塗料の水中環境での耐久性。

（2）ふくれの発錆程度。

表-3.3.3 新設塗装仕様—水中部および干満帯（その3）

仕様No	塗装仕様	膜厚（ μm ）	試験片	備考
11	サンドブラスト Sa 2.5 無機ジンクリッチペイント ミスコート 厚膜型エポキシ下塗 厚膜型エポキシ下塗 ポリウレタン用中塗 ポリウレタン上塗	75 150g/m ² 100 60 30 25	試験片数：6枚 N11-1 ～3 TN11-1 ～3	大気中の標準仕様
12	サンドブラスト Sa 2.5 無機ジンクリッチプライマー ミストコート 厚膜型エポキシ下塗 厚膜型エポキシ下塗 ふっ素用中塗 ふっ素上塗	75 150g/m ² 100 60 30 25	試験片数：6枚 N12-1 ～3 TN12-1 ～3	No11に比べ更に耐候性に優れた ふっ素樹脂系塗料 による仕様
13	エッチングプライマー 鉛系油性錆止め1種 鉛系油性錆止め2種 フェノールMIO 塩化ゴム中塗 塩化ゴム上塗	15 35 35 45 35 30	試験片数：6枚 N13-1 ～3 TN13-1 ～3	従来型の大気中仕様 比較用

3. 3. 4 新設塗装仕様—水中部および干満帯（その4）

（No. 14～22：水中用特殊仕様）

標準的な仕様以外の各種の水中用塗料の耐久性を調べる。

表-3.3.4 新設塗装仕様—水中部および干満帯（その4）

仕様No	塗装仕様	膜厚（ μm ）	試験片	備考
14	サンドブラスト Sa 2.5 無機ジンクリッチペイント ビニルエステルガラスフレーク塗料 ビニルエステルガラスフレーク塗料	7.5 300 300	試験片数：6枚 N14-1～3 TN14-1～3	耐衝撃性に優れた塗料 ジンクリッチペイントで防食性の向上を目指している
15	専用プライマー ビニルエステルガラスフレーク塗料 ビニルエステルガラスフレーク塗料 エポキシ樹脂塗料上塗り	300 300 40	試験片数：6枚 N15-1～3 TN15-1～3	耐衝撃性に優れたガラスフレーク塗料
16	専用プライマー エポキシガラスフレーク塗料 エポキシガラスフレーク塗料 エポキシ樹脂塗料上塗り	200 200 40	試験片数：6枚 N16-1～3 TN16-1～3	耐衝撃性に優れた塗料 ビヒクルがエポキシ
17	専用プライマー ウレタンエラストマー	15 2000	試験片数：6枚 N17-1～3 TN17-1～3	1回塗りで超厚膜を得られる塗料を試みる。
18	無機ジンクリッチペイント 超厚膜形エポキシ樹脂塗料	15 2000	試験片数：6枚 N18-1～3 TN18-1～3	1回塗りで超厚膜を得られる塗料を試みる。
19	専用プライマー 耐衝撃用エポキシ樹脂塗料	15 500	試験片数：6枚 N19-1～3 TN19-1～3	船舶などに使われる氷海用塗料を試みる。
21	有機ジンクリッチプライマー 厚膜型エポキシ下塗 厚膜型エポキシ下塗 専用バインダーコート シリコン系防汚塗料 シリコン系防汚塗料	15 100 100 40 7.5 7.5	試験片数：6枚 N21-1～3 TN21-1～3	シリコン系の防汚塗料
22	ステンレス用プライマー ステンレス用プライマー ポリウレタン用中塗 ポリウレタン上塗	40 40 30 25	試験片数：6枚 N22-1～3 TN22-1～3	ステンレス専用塗料

注：No.20は欠番

3. 3. 5 新設塗装仕様一大気部

(No. 1～5 : 大気中用仕様)

標準的な大気中用仕様の大気環境での耐久性を調べる。

表-3.3.5 新設塗装仕様一大気部

仕様No	塗装仕様	膜厚(μm)	試験片	備考
1	長ばく型エッチングプライマー 鉛系錆止めペイント1種 鉛系錆止めペイント1種 長油性フタル酸中塗り 長油性フタル酸上塗り	15 35 35 30 25	試験片数: 3枚 W-N1-1 ～3	一般的な大気中用塗料 比較用
2	長ばく型エッチングプライマー 鉛系錆止めペイント1種 鉛系錆止めペイント1種 シリコンアルキド用中塗り シリコンアルキド上塗り	15 35 35 30 25	試験片数: 3枚 W-N2-1 ～3	一般的な大気中用塗料 比較用
3	長ばく型エッチングプライマー 鉛系錆止めペイント1種 鉛系錆止めペイント1種 フェノールMIO 塩化ゴム上塗り 塩化ゴム上塗り	15 35 35 45 35 30	試験片数: 3枚 W-N3-1 ～3	一般的な大気中用塗料 比較用
4	無機ジンクリッチプライマー 無機ジンクリッチペイント ミストコート エポキシ下塗り エポキシ下塗り ポリウレタン用中塗り ポリウレタン上塗り	15 75 150g/m ² 60 60 30 25	試験片数: 3枚 W-N4-1 ～3	耐候性に優れた塗料
5	無機ジンクリッチプライマー 無機ジンクリッチペイント ミストコート エポキシ下塗り エポキシ下塗り ふっ素用中塗り ふっ素上塗り	15 75 150g/m ² 60 60 30 25	試験片数: 3枚 W-N5-1 ～3	耐候性に優れた塗料

3. 3. 6 塗替仕様—水中部・干満帯

表-3.3.6 塗替前の旧塗装仕様と塗替仕様の組み合わせ—水中部・干満帯 (○印の組合せを実施)

塗替塗装仕様	旧塗装仕様							
	A 1	A 2	B 1	B 2	C	D	E	F
1. (ブラスト) 有機ジソクリッチペイント Iホキ下×2・中・上塗	○							
2. (動力工具) 有機ジソクリッチペイント Iホキ下×2・中・上塗	○	○						
3. (ブラスト) 変性エポキシ下塗×2 Iホキ中・上塗					○	○		
4. (動力工具) 変性エポキシ下塗×2 Iホキ中・上塗	○	○			○	○	○	○
5. (動力工具) 変性エポキシ下塗×2 ウレタン中・上塗								
6. (動力工具) 変性エポキシ下塗×2 ふっ素中・上塗	○						○	○
7a. (ブラストSa1.5) ビニルエステルガラスフレーク 下・中・上塗				○				
7b. (ブラストSa2.5) ビニルエステルガラスフレーク 下・中・上塗					○			
8. (ブラスト) 有機ジソクリッチペイント タールエポキシ×3			○		○			
9. (動力工具) タールエポキシ×3			○	○				
10. (動力工具) 変性Iホキ中上塗			○	○				
11a. (ブラスト) 水中施工塗料 (パテ型)		○			○			
11b. (ブラスト) 水中施工塗料 (ぬり型)				○		○		
12. (動力工具) 変性Iホキ下塗 超厚膜型エポキシ エポキシ中・上塗		○		○			○	
13. 無溶剤塗料		○		○		○	○	

A-1 : 厚膜ジソクリッチペイント+エポキシ下+エポキシMIO+エポキシ中・上

A-2 : エポキシ下+エポキシMIO+エポキシ中・上

B-1 : 厚膜ジソクリッチペイント+タールエポキシ

B-2 : タールエポキシ

C : タールエポキシ+塩化ゴム, D : エポキシ+塩化ゴム, E : 油性錆止め+フェノールMIO+塩化ゴム
追加した塗替前用塗装仕様

F : ジソクリッチプライマー20 μ /エポキシ樹脂塗料下塗り60 μ /塩化ゴム系塗料下40 μ ・中30 μ ・上塗り30 μ

表-3.3.7 塗替塗装仕様

仕様番号	塗装仕様	使用量 (刷毛塗り) (g/m ²)	標準膜厚 (μ)	枚数
1	サンドブラスト 有機ジンクリッチペイント ミストコート 変性エポキシ樹脂下塗り (2回) エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	450 160 240×2 180 170	70 100×2 40 40	18枚
2	パワーツール 有機ジンクリッチペイント ミストコート 変性エポキシ樹脂下塗り (2回) エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	450 160 240×2 180 170	70 100×2 40 40	12枚
3	サンドブラスト 変性エポキシ樹脂下塗り (2回) エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	240×2 180 170	60×2 40 40	12枚
4	パワーツール 変性エポキシ樹脂下塗り (2回) エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	240×2 180 170	60×2 40 30	24枚
5	パワーツール 変性エポキシ樹脂下塗り (2回) ウレタン樹脂用中塗り ウレタン樹脂上塗り	240×2 180 170	60×2 40 30	6枚
6	パワーツール 変性エポキシ樹脂下塗り (2回) ふっ素樹脂用中塗り ふっ素樹脂上塗り	240×2 180 170	60×2 40 30	6枚

表-3.3.7 塗替塗装仕様 (つづき)

仕様番号	塗装仕様	使用量 (刷毛塗り) (g/m ²)	標準膜厚 (μ)	枚数
7a	サンドブラスト (一度打ち) Sa 1.5			
	ビニルエステルガラスフレーク塗料用下塗り	250	80	6 枚
	ビニルエステルガラスフレーク塗料用中塗り	400	350	
	ビニルエステルガラスフレーク塗料用上塗り	400	350	
7b	サンドブラスト (二度打ち) Sa 2.5			
	ビニルエステルガラスフレーク塗料用下塗り	250	80	6 枚
	ビニルエステルガラスフレーク塗料用中塗り	400	350	
	ビニルエステルガラスフレーク塗料用上塗り	400	350	
8	サンドブラスト			1 2 枚
	有機ジンクリッチペイント	400	70	
	ミストコート	160		
	タールエポキシ下塗り	200	60	
	タールエポキシ下塗り	200	60	
9	タールエポキシ下塗り	200	60	1 2 枚
	タールエポキシ下塗り	200	60	
	タールエポキシ下塗り	200	60	
	タールエポキシ下塗り	200	60	
10	パワーツール			1 2 枚
	変性エポキシ下塗り	240	60	
	変性エポキシ中塗り	240	60	
	変性エポキシ上塗り	240	60	
11a	サンドブラスト 水中施工塗料 (パテ型)	2500	2000	1 2 枚
11b	サンドブラスト 水中施工塗料 (塗り型)	2500	2000	1 2 枚
12	パワーツール			1 8 枚
	変性エポキシ下塗り	240	60	
	超厚膜型エポキシ樹脂塗料	1000	300	
	エポキシ樹脂塗料中塗り	180	40	
13	エポキシ樹脂塗料上塗り	170	40	1 8 枚
	無溶剤型塗料	1000		

3. 4 新設仕様暴露試験（干満帯・水中部）の中間結果

3. 4. 1 概要

新設仕様の1年間の暴露試験は、干満帯においては96年3月から97年9月までの1年6ヶ月間、水中部においては94年6月から95年9月までの1年3ヶ月間であった。また、水中部においては、非破壊的な外観調査を、97年9月（暴露期間3年3ヶ月間）に行った。

本報告では、干満帯1年6ヶ月間、水中部3年3ヶ月間までの結果を報告する。

なお、試験体製作上の都合によりNo.5, 14, 21, 22の4仕様については97年6月に暴露を開始した。

3. 4. 2 外観調査結果

干満帯1年6ヶ月間暴露後の外観調査結果を表-3.4.1～4に示す。干満帯においては、仕様No.13の鉛系錆止め/塩化ゴム系でクラックが発生した他は、異常は認められなかった。

水中部3年3ヶ月間暴露後の外観調査結果を表-3.4.5～9に示す。水中部においてはNo.1から3の仕様でカット部周辺にふくれが発生した。また、No.8から11およびNo.16でカット部周辺にふくれが発生した。また、No.13は全面に錆が1～3%発生した。

3. 4. 3 まとめ

新設仕様の暴露試験では、干満帯、水中部ともに、比較用の従来型大気部仕様の仕様No.13（鉛系錆止め/塩化ゴム系）で劣化が認められた。また、水中部ではエポキシ系の仕様No.1から3で、カット部周辺にふくれが認められたため、今後の劣化の進行状況を注意深く観察する必要がある。この他の塗装仕様では顕著な塗膜の劣化は認められなかったが、暴露期間が供用期間に比べて短いので、さらに試験を継続して評価する必要がある。

表-3.4.1 暴露試験結果（新設仕様、干満帯、再暴露1年6ヶ月）

試験片 No.	試験片内容	表 面	エ ッ ジ			裏 面
			T上2R	T下1C	他 3R	
TN-01-1	有機ゾンクリッチプライマー パワーツール 厚膜型Iボキシ下塗×2 エボキシ中塗 エボキシ上塗	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-01-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-02-1	有機ゾンクリッチプライマー パワーツール 有機ゾンクリッチペイント 厚膜型Iボキシ下塗×2 エボキシ中塗 エボキシ上塗	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-02-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-03-1	サンドブラストSa2.5 無機ゾンクリッチペイント ミストコート 厚膜型Iボキシ下塗×2 エボキシ中塗 エボキシ上塗	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-03-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-04-1	サンドブラストSa2.5 無機ゾンクリッチペイント ミストコート 厚膜型Iボキシ下塗 IボキシMIO エボキシ中塗 エボキシ上塗	異常なし	異常なし	異常なし (下部に欠損有)	異常なし	異常なし
TN-04-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-05-1	サンドブラストSa2.5 無機ゾンクリッチペイント ミストコート 厚膜型Iボキシ下塗 IボキシMIO 1年間大気中暴露 エボキシ中塗 エボキシ上塗	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-05-2		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし

表-3.4.2 暴露試験結果（新設仕様、干満帯、再暴露1年6ヶ月）

試験片 No.	試験片内容	表 面	エ ッ ジ			裏 面
			T上2R	T下1C	他 3R	
TN-06-1	有機ジ'ンクリッチ'ライマ- パワーツール ターミナル'キシ'2	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-06-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-07-1	有機ジ'ンクリッチ'ライマ- パワーツール 有機ジ'ンクリッチ'イント ターミナル'キシ'2	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-07-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-08-1	有機ジ'ンクリッチ'ライマ- パワーツール 有機ジ'ンクリッチ'イント 変性'キシ'3	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-08-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-09-1	サント'ブ'ラストSa2.5 無機ジ'ンクリッチ'イント ミストコート ターミナル'キシ'2	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-09-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-10-1	サント'ブ'ラスト 無機ジ'ンクリッチ'イント ミストコート 変性'キシ'3	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-10-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし

表-3.4.3 暴露試験結果（新設仕様、干満帯、再暴露1年6ヶ月）

試験片 No.	試験片内容	表 面	エ ッ ジ			裏 面
			T上2R	T下1C	他 3R	
TN-11-1	サンドブラストSa2.5 無機ゾクリッチペイント ミストコート	異常なし	異常なし	打傷痕 あり	打傷痕	異常なし
TN-11-3	厚膜型エポキシ下塗×2 エポキシ中塗 エポキシ上塗	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-12-1	サンドブラストSa2.5 無機ゾクリッチペイント ミストコート	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-12-3	厚膜型エポキシ下塗×2 ふっ素中塗 ふっ素上塗	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-13-1	エッチングプライマー 鉛系油性錆止め×2 フェノールMIO 塩化ゴム中塗 塩化ゴム上塗	チョーキング 表面割れ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-13-3		全面上塗クラック 部分的に中塗露出 ↓ 試験片下部はほぼ中 塗露出	表面部分と状 態同じ 打傷痕、錆等 はない	表面部分と状 態同じ 打傷痕、錆等 はない	表面部分と状 態同じ 打傷痕、錆等 はない	異常なし
TN-14-1	サンドブラストSa2.5 無機ゾクリッチペイント ビニルエステルガラスフレーク×2	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-14-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-15-1	専用プライマー ビニルエステルガラスフレーク×2 エポキシ上塗	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-15-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし

表-3.4.4 暴露試験結果（新設仕様、干満帯、再暴露 1年6ヶ月）

試験片 No.	試験片内容	表 面	エ ッ ジ			裏 面
			T上2R	T下1C	他 3R	
TN-16-1	専用プライマー エポキシガラスフレーク×2 エポキシ上塗	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-16-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-17-1	専用プライマー ウレタンエラストマ	全面上塗クラック 部分的に中塗露出 ↓ 試験片下部はほぼ中 塗露出	表面部分と状 態同じ 打傷痕、錆等 はない	表面部分と状 態同じ 打傷痕、錆等 はない	表面部分と状 態同じ 打傷痕、錆等 はない	異常なし
TN-17-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-18-1	有機シリケートペイント 超厚膜型エポキシ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-18-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-19-1	専用プライマー 耐衝撃型エポキシ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-19-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-21-1	有機シリケートプライマー 厚膜型エポキシ下塗×2 専用ハイグラーコート シリコン系防汚塗料×2	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-21-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-22-1	ステンレス用プライマー×2 ポリウレタン用中塗 ポリウレタン上塗	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TN-22-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし

表-3.4.5 暴露試験結果（新設仕様、水中、再暴露3年3ヶ月）

試験片 No.	試験片内容	表 面	エ ッ ジ			裏 面
			T上2R	T下1C	他 3R	
N-01-2	有機ゾンリッチ [®] ライマ- パワーツール 厚膜型I [®] キ下塗×2 エポキシ中塗 エポキシ上塗	異常なし カット部4F	異常なし	異常なし	異常なし	
N-01-3		異常なし カット部4F	異常なし	異常なし	異常なし	
N-02-2	有機ゾンリッチ [®] ライマ- パワーツール 有機ゾンリッチ [®] イント 厚膜型I [®] キ下塗×2 エポキシ中塗 エポキシ上塗	異常なし カット部4F	異常なし	異常なし	異常なし	
N-02-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
N-03-2	サンドブラストSa2.5 無機ゾンリッチ [®] イント ミストコート 厚膜型I [®] キ下塗×2 エポキシ中塗 エポキシ上塗	異常なし カット部4D	異常なし	異常なし	異常なし	
N-03-3		異常なし カット部6D	異常なし	異常なし	異常なし	
N-04-2	サンドブラストSa2.5 無機ゾンリッチ [®] イント ミストコート 厚膜型I [®] キ下塗 I [®] キMIO エポキシ中塗 エポキシ上塗	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
N-04-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
N-05-2	サンドブラストSa2.5 無機ゾンリッチ [®] イント ミストコート 厚膜型I [®] キ下塗 I [®] キMIO 1年間大気中暴露 エポキシ中塗 エポキシ上塗					
N-05-3						

表-3.4.6 暴露試験結果（新設仕様、水中、再暴露3年3ヶ月）

試験片 No.	試験片内容	表 面	エ ッ ジ			裏 面
			T上2R	T下1C	他 3R	
N-06-2	有機ジシクリッチアライマー パワーツール タームIホキシ×2	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
N-06-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
N-07-2	有機ジシクリッチアライマー パワーツール 有機ジシクリッチアライマー タームIホキシ×2	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
N-07-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
N-08-2	有機ジシクリッチアライマー パワーツール 有機ジシクリッチアライマー 変性Iホキシ×3	カット部周辺φ2mm ふくれ1つ 他は異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
N-08-3		カット部周辺φ3mm ふくれ2つ 他は異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
N-09-2	サントブラストSa2.5 無機ジシクリッチアライマー ミストコート タームIホキシ×2	カット部両側で片側 10mm巾的にふくれ 多数 他は異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
N-09-3		カット部両側で片側 巾10mm内にふくれ 多数（φ3~4mm） 他は異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
N-10-2	サントブラスト 無機ジシクリッチアライマー ミストコート 変性Iホキシ×3	カット部両側に φ3mm程度のふくれ 10ヶ 他は異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
N-10-3		カット部両側で片側 巾5mm内にふくれ （φ3~4mm） 約20個 他は異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	

表-3.4.7 暴露試験結果（新設仕様、水中、再暴露3年3ヶ月）

試験片 No.	試験片内容	表 面	エ ッ ジ			裏 面
			T上2R	T下1C	他 3R	
N-11-2	サンドブラストSa2.5 無機ゾンクリッチェイ ミストコート	傷 カット部1cm,4D				
N-11-3	厚膜型エポキシ下塗×2 ボリクレタン用中塗 ボリクレタン上塗	異常なし カット部4D				
N-12-2	サンドブラストSa2.5 無機ゾンクリッチェイ ミストコート	傷 カット部2cm,2F				
N-12-3	厚膜型エポキシ下塗×2 ふっ素用中塗 ふっ素上塗	異常なし				
N-13-2	エッチングプライマー 鉛系油性錆止め×2 フェノールMIO	傷 ふくれ2D 錆3% カット部一般部と同じ				
N-13-3	塩化ゴム中塗 塩化ゴム上塗	全面ふくれ2D, 錆1% カット部一般部と同じ				

表-3.4.8 暴露試験結果（新設仕様、水中、再暴露3年3ヶ月）

試験片 No.	試験片内容	表 面	エ ッ ジ			裏 面
			T上2R	TF1C	他 3R	
N-14-2	サンドブラストSa2.5 無機ゾンクリッチェイント ビニルエステルカラスフレーク×2					
N-14-3						
N-15-2	専用プライマー ビニルエステルカラスフレーク×2 エポキシ上塗	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
N-15-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
N-16-2	専用プライマー エポキシカラスフレーク×2 エポキシ上塗	スラッチ部周辺φ2mm ふくれ1つ 他は異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
N-16-3		スラッチ部周辺φ3mm ふくれ2つ	異常なし	異常なし	異常なし	
N-17-2	専用プライマー ウレタンエラストマ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
N-17-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	

表-3.4.9 暴露試験結果（新設仕様、水中、再暴露3年3ヶ月）

試験片 No.	試験片内容	表 面	エ ッ ジ			裏 面
			T上2R	T下1C	他 3R	
N-18-2	有機シクリッチペイント 超厚膜型エポキシ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
N-18-3		異常なし				
N-19-2	専用プライマー 耐衝撃用エポキシ	異常なし				
N-19-3		異常なし				
N-21-2	有機シクリッチプライマー 厚膜型エポキシ下塗×2 専用ハインダーコート シリコン系防汚塗料×2					
N-21-3						
N-22-2	ステンス用プライマー×2 ポリウレタン用中塗 ポリウレタン上塗					
N-22-3						

表-3.4.10 付着力試験結果（その1）

測定箇所	密着力 (kgf/cm ²)	剥離状況	備 考
N-01-2 ①	53	接着剤50%, 1層25%, 2層25%	
N-01-2 ②	70以上	接着剤80%, 1層20%	
N-02-2 ①	70以上	接着剤70%, 1層30%	
N-02-2 ②	70以上	接着剤85%, 1層15%	
N-03-2 ①	52	接着剤30%, 1層60%, 2層10%	
N-03-2 ②	70	接着剤15%, 1層70%, 2層15%	
N-04-2 ①	51	接着剤60%, 3層37%, 4層3%	
N-04-2 ②	70	接着剤50%, 3層45%, 4層5%	
N-06-2 ①	70以上	1層60%, 2層30%, 3層10%	
N-06-2 ②	70以上	接着剤90%, 1層10%	
N-07-2 ①	58	接着剤55%, 3層45%	
N-07-2 ②	70以上	接着剤45%, 2層45%, 3層5%	
N-08-2 ①	68	接着剤1%, 1層4%, 2層95%	
N-08-2 ②	70以上	接着剤75%, 1層15%, 2層10%	
N-09-2 ①	70以上	1層70%, 2層30%	
N-09-2 ②	62	接着剤30%, 1層55%, 2層15%	
N-10-2 ①	57	1層60%, 2層40%	
N-10-2 ②	41	2層100%	
N-11-2 ①	40	3層95%, 4層5%	
N-11-2 ②	44	3層98%, 4層2%	
N-12-2 ①	36	3層98%, 4層2%	
N-12-2 ②	18	3層98%, 4層2%	
N-15-2 ①	70以上	2層55%, 3層45%	
N-15-2 ②	70以上	接着剤10%, 2層80%, 3層10%	
N-16-2 ①	30	3層5%, 4層95%	
N-16-2 ②	30	2層100%	
N-17-2 ①	70	接着剤100%	
N-17-2 ②	65	接着剤100%	
N-18-2 ①	32	接着剤60%, 1層40%	
N-18-2 ②	63	接着剤60%, 1層40%	
N-19-2 ①	70以上	接着剤99%	
N-19-2 ②	70以上	接着剤99%	
TN-01-1 ①	70以上	1層100%	
TN-01-1 ②	70	1層100%	
TN-02-1 ①	70以上	接着剤75%, 1層25%	
TN-02-1 ②	70	接着剤60%, 1層40%	

表-3.4.11 付着力試験調査（その2）

測定箇所	密着力 (kgf/cm ²)	剥離状況	備 考
TN-03-1 ①	65	2層100%	
TN-03-1 ②	34	2層100%	
TN-04-1 ①	47	1層70%, 2層30%	
TN-04-1 ②	49	1層70%, 2層30%	
TN-06-1 ①	70以上	接着剤40%, 1層40%, 2層20%	
TN-06-1 ②	70以上	接着剤100%	
TN-07-1 ①	70以上	2層90%, 3層10%	
TN-07-1 ②	70以上	接着剤100%	
TN-08-1 ①	70以上	2層100%	
TN-08-1 ②	70以上	接着剤15%, 2層80%, 3層5%	
TN-09-1 ①	60	接着剤10%, 2層10%, 3層80%	
TN-09-1 ②	50	2層5%, 3層95%	
TN-10-1 ①	60	3層100%	
TN-10-1 ②	70	接着剤15%, 2層15%, 3層70%	
TN-11-1 ①	24	3層20%, 4層80%	
TN-11-1 ②	27	3層10%, 4層90%	
TN-12-1 ①	39	3層20%, 4層80%	
TN-12-1 ②	25	3層40%, 4層60%	
TN-13-1 ①	22	接着剤70%, 1層30%	
TN-13-1 ②	70	接着剤70%, 1層30%	
TN-14-1 ①	15	2層100%	
TN-14-1 ②	37	2層100%	
TN-15-1 ①	70以上	接着剤70%, 1層15%, 2層15%	
TN-15-1 ②	70以上	接着剤10%, 1層90%	
TN-16-1 ①	38	4層100%	
TN-16-1 ②	32	3層5%, 4層95%	
TN-17-1 ①	25	接着剤100%	
TN-17-1 ②	58	接着剤100%	
TN-18-1 ①	52	接着剤90%, 1層10%	
TN-18-1 ②	70以上	1層95%, 2層10%	
TN-19-1 ①	70以上	接着剤90%, 1層10%	
TN-19-1 ②	70以上	接着剤60%, 1層40%	
TN-21-1 ①	10	接着剤100%	
TN-21-1 ②	10	接着剤100%	
TN-22-1 ①	70	接着剤30%, 3層70%	
TN-22-1 ②	63	接着剤10%, 3層90%	

3. 5 塗替仕様暴露試験（干満帯・水中部）の中間結果

3. 5. 1 概要

塗替前の旧塗装仕様の暴露は、干満帯及び水中部ともに、94年6月から95年9月まで行った。回収後、塗替塗装を行い、96年3月に再暴露を行った。（干満帯については2水準のみ再暴露した。）97年9月に再暴露後1年6ヶ月間暴露した1水準を回収し調査した。なお、干満帯については、もう1水準を再暴露した。

本報告では、再暴露後1年6ヶ月間暴露したものの回収調査までを取りまとめた。

なお、F仕様については後日追加した仕様であるため、96年3月から97年9月まで暴露した。

3. 5. 2 旧塗装仕様の暴露後の外観調査結果

95年9月に回収した、旧塗装仕様の暴露後の外観調査結果を、表-3.5.2に示す。干満帯では、仕様A-1（無機ジンク／厚膜エポキシ／エポキシ）と仕様B-1（無機ジンク／タールエポキシ）、仕様B-2（タールエポキシ）では、異常が認められなかったが、仕様A-2（厚膜エポキシ／エポキシ）では、カット部分周辺の塗膜にふくれが発生した。一方水中では、これらの4つの仕様すべてで、カット部周辺の塗膜のふくれが認められた。

仕様C、D、Eの塩化ゴム系上塗りの塗装系では、干満帯・水中部ともに全面的なひび割れが発生した。

表-3.5.1 旧塗装仕様一覧表

仕様No	塗装仕様	膜厚 (μ)
A-1	サンドブラスト Sa 2.5	
	厚膜型ジンリッチペイント	75
	ミストコート	150g/m ²
	厚膜型エポキシ下塗	100
	エポキシMIO	60
	エポキシ中塗	40
	エポキシ上塗	40
A-2	有機ジンクリッチプライマー	15
	動力工具	
	厚膜型エポキシ下塗	100
	厚膜型エポキシ下塗	60
	エポキシ中塗	40
	エポキシ上塗	40
B-1	有機ジンクリッチプライマー	15
	動力工具	
	有機ジンクリッチペイント	75
	タールエポキシ	150
	タールエポキシ	150
B-2	有機ジンクリッチプライマー	15
	動力工具	
	タールエポキシ	150
	タールエポキシ	150
C	有機ジンクリッチプライマー	15
	動力工具	
	タールエポキシ	150
	タールエポキシ	150
	塩化ゴム中塗	35
	塩化ゴム上塗	30
D	有機ジンクリッチプライマー	15
	動力工具	
	厚膜型エポキシ下塗	100
	厚膜型エポキシ下塗	60
	塩化ゴム中塗	35
	塩化ゴム上塗	30
E	エッチングプライマー	15
	鉛系油性錆止め1種	35
	鉛系油性錆止め2種	35
	フェノールMIO	45
	塩化ゴム中塗	35
	塩化ゴム上塗	30
F	ジンクリッチプライマー	20
	エポキシ下塗	60
	塩化ゴム下塗	40
	塩化ゴム中塗	35
	塩化ゴム上塗	30

表-3.5.2 旧塗装仕様の1年3ヶ月暴露後の外観調査結果(干満帯)

取付枠 1	TA1-01-1 異常なし	TA1-03-1 異常なし	TA1-05-1 異常なし	TA1-06-1 異常なし	
取付枠 2	TA2-01-1 カット部ふくれ $\phi 2\text{mm} \times 4$ 裏面異常なし	TA2-03-1 カット部ふくれ $\phi 3\text{mm} \times 4$ 裏面異常なし	TA2-11-1 カット部ふくれ $\phi 5\text{mm} \times 1$ 、 $\phi 2\text{mm} \times 2$ 、 裏面異常なし	TA2-12-1 カット部ふくれ $\phi 3\text{mm} \times 12$ 裏面異常なし	TA2-13-1 カット部ふくれ $\phi 3\text{mm} \times 8$ 裏面異常なし
取付枠 3	TB1-08-1 異常なし	TB1-09-1 異常なし	TB1-10-1 異常なし	TB2-08-1 異常なし	TB2-09-1 異常なし
取付枠 4	TB2-10-1 異常なし	TB2-11-1 異常なし	TB2-12-1 異常なし	TB2-13-1 異常なし	
取付枠 5	TC-03-1 クラック両面(塩化 Co^{A}) 深われ (表の方が深い)	TC-05-1 クラック両面(塩化 Co^{A}) 深われ (表の方が深い)	TC-07-1 クラック両面(塩化 Co^{A}) 深われ (表の方が深い)	TC-08-1 クラック両面(塩化 Co^{A}) 深われ (表の方が深い)	TC-11-1 クラック両面(塩化 Co^{A}) 深われ (表の方が深い)
取付枠 6	TD-01-1 クラック両面(塩化 Co^{A}) 浅われ	TD-03-1 クラック両面(塩化 Co^{A}) 浅われ	TD-11-1 クラック両面(塩化 Co^{A}) 浅われ	TD-12-1 クラック両面(塩化 Co^{A}) 浅われ	
取付枠 7	TE-01-1 クラック両面(塩化 Co^{A}) 浅われ カット部さびふくれ $\phi 1\text{mm} \times 6$	TE-02-1 クラック両面(塩化 Co^{A}) 浅われ カット部さびふくれ $\phi 1\text{mm} \times 9$	TE-03-1 クラック両面(塩化 Co^{A}) 浅われ カット部さびふくれ $\phi 1\text{mm} \times 8$	TE-04-1 クラック両面(塩化 Co^{A}) 浅われ カット部さびふくれ 1mm	
取付枠 8	TA1-01-2 異常なし	TA1-03-2 異常なし	TA1-05-2 異常なし	TA1-06-2 異常なし	
取付枠 9	TA2-01-2 カット部ふくれ $\phi 5\text{mm} \times 1$ $\phi 3\text{mm}$ 以下 $\times 6$	TA2-03-2 カット部ふくれ $\phi 5\text{mm} \times 1$ $\phi 3\text{mm}$ 以下 $\times 4$	TA2-11-2 カット部ふくれ $\phi 5\text{mm} \times 1$ $\phi 3\text{mm}$ 以下 $\times 3$	TA2-12-2 カット部ふくれ $\phi 5\text{mm} \times 1$ $\phi 3\text{mm}$ 以下 $\times 5$	TA2-13-2 カット部ふくれ $\phi 3\text{mm} \times 1$
取付枠 10	TB1-08-2 異常なし	TB1-09-2 異常なし	TB1-10-2 異常なし	TB2-08-2 異常なし	TB2-09-2 異常なし
取付枠 11	TB2-10-2 異常なし	TB2-11-2 異常なし	TB2-12-2 異常なし	TB2-13-2 異常なし	

表-3.5.2 (つづき) 旧塗装仕様の1年3ヶ月暴露後の外観調査結果 (干満帯)

取付枠 12	TC-03-2 クラック全面 深われ (表の方が深い)	TC-05-2 クラック全面 深われ (表の方が深い)	TC-07-2 クラック全面 深われ (表の方が深い)	TC-08-2 クラック全面 深われ (表の方が深い)	TC-11-2 クラック全面 深われ (表の方が深い)
取付枠 13	TD-01-2 クラック全面 浅われ 表の方が多い	TD-03-2 クラック全面 浅われ 表の方が多い	TD-11-2 クラック全面 浅われ 表の方が多い	TD-12-2 クラック全面 浅われ 表の方が多い	
取付枠 14	TE-01-2 クラック全面、浅われ カット部ふくれ $\phi 1\text{mm} \times 13$	TE-02-2 クラック全面、浅われ カット部ふくれ $\phi 3\text{mm} \times 3$ $\phi 1\text{mm} \times 11$	TE-03-2 クラック全面、浅われ カット部ふくれ $\phi 1\text{mm} \times 14$	TE-04-2 クラック全面、浅われ カット部ふくれ $\phi 1\text{mm} \times 20$	
取付枠 15	TA1-01-3 異常なし	TA1-03-3 異常なし	TA1-05-3 異常なし	TA1-06-3 異常なし	
取付枠 16	TA2-01-3 カット部ふくれ $\phi 10\text{mm} \times 1$ $\phi 3\text{mm} \times 3$	TA2-03-3 カット部ふくれ $\phi 3\text{mm} \times 4$	TA2-11-3 カット部ふくれ $\phi 5\text{mm} \times 2$ $\phi 3\text{mm} \times 4$	TA2-12-3 カット部ふくれ $\phi 3\text{mm} \times 6$ $\phi 5\text{mm} \times 2$	TA2-13-3 カット部ふくれ $\phi 5\text{mm} \times 2$ $\phi 3\text{mm} \times 1$
取付枠 17	TB2-10-3 異常なし	TB2-11-3 異常なし	TB2-12-3 異常なし	TB2-13-3 異常なし	
取付枠 18	TB1-08-3 異常なし	TB1-09-3 異常なし	TB1-10-3 異常なし	TB2-08-3 異常なし	TB2-09-3 異常なし
取付枠 19	TC-03-3 クラック全面 深われ (表の方が深い)	TC-05-3 クラック全面 深われ (表の方が深い)	TC-07-3 クラック全面 深われ (表の方が深い)	TC-08-3 クラック全面 深われ (表の方が深い)	TC-11-3 クラック全面 深われ (表の方が深い)
取付枠 20	TD-01-3 クラック全面、浅われ (表の方が大きい) カット部ふくれ 8F	TD-03-3 クラック全面、浅われ (表の方が大きい) カット部ふくれ 8F	TD-11-3 クラック全面、浅われ (表の方が大きい) カット部ふくれ 8M	TD-12-3 クラック全面、浅われ (表の方が大きい) カット部ふくれ 8M	
取付枠 21	TE-01-3 クラック全面、浅われ カット部ふくれ $\phi 3\text{mm}$ 以下 $\times 8$	TE-02-3 クラック全面、浅われ カット部ふくれ $\phi 3\text{mm}$ 以下 $\times 15$	TE-03-3 クラック全面、浅われ カット部ふくれ $\phi 3\text{mm}$ 以下 $\times 15$	TE-04-3 クラック全面、浅われ カット部ふくれ $\phi 3\text{mm}$ 以下 $\times 13$	

表-3.5.2 (つづき) 旧塗装仕様の1年3ヶ月暴露後の外観調査結果 (水中部)

取付枠 6	A1-01 カット部ふくれ 8MD (ϕ 1mm)	A1-03 カット部ふくれ 8M (ϕ 1mm)	A1-05 カット部ふくれ 8M (ϕ 1mm)	A1-06 カット部ふくれ 8F	
	カット部ふくれ 8MD	カット部ふくれ 8M	カット部ふくれ 8MD	異常なし	
	カット部ふくれ 8F	カット部ふくれ 8M	カット部ふくれ ϕ 2mm $\times$ 10	異常なし	
取付枠 7	A2-01 異常なし	A2-03 異常なし	A2-11 異常なし	A2-12 異常なし	A2-13 異常なし
	異常なし	異常なし	異常なし	ふくれ ϕ 3mm $\times$ 1	異常なし
	異常なし	異常なし	ふくれ ϕ 5mm $\times$ 6 ϕ 1mm $\times$ 1	異常なし	ふくれ ϕ 2mm $\times$ 1
取付枠 8	B1-08 カット部ふくれ ϕ 2mm $\times$ 10 ϕ 1mm以下 $\times$ 20	B1-09 カット部ふくれ ϕ 3mm $\times$ 25 ϕ 2mm以下 $\times$ 50	B1-10 カット部ふくれ ϕ 3mm $\times$ 19, ϕ 2mm以下 $\times$ 30 溶接部ふくれ 2mm D	B2-08 カット部ふくれ ϕ 3mm $\times$ 10	B2-09 カット部ふくれ ϕ 3mm $\times$ 10
	カット部ふくれ ϕ 3mm $\times$ 10 ϕ 2mm以下 $\times$ 40	カット部ふくれ ϕ 3mm $\times$ 20, ϕ 2mm以下 $\times$ 15 ダメージ周辺ふくれ	カット部ふくれ ϕ 3mm $\times$ 27 ϕ 2mm以下 $\times$ 20	カット部ふくれ ϕ 3mm $\times$ 11 ϕ 2mm以下 $\times$ 10	カット部ふくれ ϕ 3mm $\times$ 10 ϕ 2mm以下 $\times$ 10
	カット部ふくれ ϕ 3mm $\times$ 9 ϕ 2mm以下 $\times$ 10	カット部ふくれ ϕ 3mm $\times$ 4 ϕ 1mm以下 $\times$ 20	カット部ふくれ ϕ 3mm $\times$ 25 ϕ 2mm以下 $\times$ 40	カット部ふくれ ϕ 3mm $\times$ 10 ϕ 2mm以下 $\times$ 30	カット部ふくれ ϕ 3mm $\times$ 10 ϕ 2mm以下 $\times$ 15
取付枠 9	B2-10 カット部ふくれ ϕ 2mm $\times$ 15	B2-11 カット部ふくれ ϕ 3mm $\times$ 9 ϕ 2mm以下 $\times$ 10	B2-12 カット部ふくれ ϕ 2mm $\times$ 4 ϕ 1mm $\times$ 15	B2-13 カット部ふくれ ϕ 5mm $\times$ 10 ϕ 3mm $\times$ 3, ϕ 2mm以下 $\times$ 30 一般部ふくれ ϕ 2mm $\times$ 1	
	カット部ふくれ ϕ 3mm $\times$ 8	カット部ふくれ ϕ 5mm $\times$ 7 ϕ 3mm以下 $\times$ 5	カット部ふくれ ϕ 3mm $\times$ 4 ϕ 2mm以下 $\times$ 15	カット部ふくれ ϕ 3mm $\times$ 5 ϕ 3mm以下 $\times$ 15	
	カット部ふくれ ϕ 3mm $\times$ 6	カット部ふくれ ϕ 5mm $\times$ 6 ϕ 3mm $\times$ 3	カット部ふくれ ϕ 5mm $\times$ 9 ϕ 3mm $\times$ 10	カット部ふくれ ϕ 5mm $\times$ 10 ϕ 3mm $\times$ 3	
取付枠 10	C-03 浅われ (チェック) フジツボ部はがれ 裏面チェック	C-05 浅われ (チェック) フジツボ部はがれ 裏面チェック	C-07 浅われ (チェック) フジツボ部はがれ 裏面チェック	C-08 浅われ (チェック) フジツボ部はがれ 裏面チェック	C-11 浅われ (チェック) フジツボ部はがれ 裏面チェック
	浅われ (チェック) フジツボ部はがれ 裏面チェック	浅われ (チェック) フジツボ部はがれ 裏面チェック	浅われ (チェック) フジツボ部はがれ 裏面チェック	浅われ (チェック) フジツボ部はがれ 裏面チェック	浅われ (チェック) フジツボ部はがれ 裏面チェック
	浅われ (チェック) フジツボ部はがれ 裏面チェック	浅われ (チェック) フジツボ部はがれ 裏面チェック	浅われ (チェック) フジツボ部はがれ 裏面チェック	浅われ (チェック) フジツボ部はがれ 裏面チェック	浅われ (チェック) フジツボ部はがれ 裏面チェック
取付枠 11	D-01 溶接部ふくれ ϕ 2mm M (エポ/塩化ゴム) 外周部ふくれ ϕ 2mm MD 裏面ふくれ ϕ 3mm M	D-03 溶接部ふくれ ϕ 2mm M (エポ/塩化ゴム) 外周部ふくれ ϕ 2mm MD 裏面ふくれ ϕ 3mm M	D-11 溶接部ふくれ ϕ 2mm M (エポ/塩化ゴム) 外周部ふくれ ϕ 2mm MD 裏面ふくれ ϕ 3mm M	D-12 溶接部ふくれ ϕ 2mm M (エポ/塩化ゴム) 外周部ふくれ ϕ 2mm MD 裏面ふくれ ϕ 3mm M	
	溶接部ふくれ ϕ 2mm M (エポ/塩化ゴム) 外周部ふくれ ϕ 2mm MD 裏面ふくれ ϕ 3mm M	溶接部ふくれ ϕ 2mm M (エポ/塩化ゴム) 外周部ふくれ ϕ 2mm MD 裏面ふくれ ϕ 3mm M	溶接部ふくれ ϕ 2mm M (エポ/塩化ゴム) 外周部ふくれ ϕ 2mm MD 裏面ふくれ ϕ 3mm M	溶接部ふくれ ϕ 2mm M (エポ/塩化ゴム) 外周部ふくれ ϕ 2mm MD 裏面ふくれ ϕ 3mm M	
	溶接部ふくれ ϕ 3mm M (エポ/塩化ゴム) 外周部ふくれ ϕ 2mm MD 裏面ふくれ ϕ 3mm M	溶接部ふくれ ϕ 2mm M (エポ/塩化ゴム) 外周部ふくれ ϕ 2mm MD 裏面ふくれ ϕ 3mm M	溶接部ふくれ ϕ 3mm M (エポ/塩化ゴム) 外周部ふくれ ϕ 2mm MD 裏面ふくれ ϕ 3mm M	溶接部ふくれ ϕ 3mm M (エポ/塩化ゴム) 外周部ふくれ ϕ 2mm MD 裏面ふくれ ϕ 3mm M	
取付枠 12	E-01 全面ふくれ	E-02 全面ふくれ	E-03 全面ふくれ	E-04 全面ふくれ	
	全面ふくれ	全面ふくれ	全面ふくれ	全面ふくれ	
	全面ふくれ	全面ふくれ	全面ふくれ	全面ふくれ	

3. 5. 3 再暴露1年6ヶ月後の外観調査結果

表-3.5.3～9に、塗替塗装仕様の試験片の、干満帯における再暴露1年6ヶ月後の外観調査結果を示す。漂流物の打撃を受けやすいT字部に傷がある試験体が認められた。上塗りに塩化ゴム系を用いた旧塗装系C,D,Eは、旧塗装部に全面ひび割れがおきていた。目荒らし部で割れやはがれのおきている試験体がC,D,E仕様を中心にあり、目荒らしのみによる塗替部分で以上が起きる可能性があることが判った。

表-3.5.10～19には水中部における再暴露1年6ヶ月後の外観調査結果を示す。表-3.5.20はエポキシ系塗料について、表-3.5.21はタールエポキシ系塗料について結果を整理した表である。表-3.5.20及び21で明らかなように、目荒らし塗替部では異常が認められることが多かった。素地調整を行って塗替した部分では、エポキシ系ではふっ素樹脂系上塗りと無溶剤塗料の2つで全面的なふくれが発生したが、その他は軽微な異常に留まっていた。タールエポキシ系の場合は無溶剤塗料でふくれが発生したが、その他では異常は認められなかった。

表-3.5.3 暴露試験結果 (塗替仕様、干満帯、再暴露1年6ヶ月間)

試験片No. (川から見て左)	試験片内容	旧塗装部	目荒らし	素地調整	素地調整	エッジ			裏面
			塗替部	塗替部周辺	塗替部	T字部(上2R)	T字部(下1C)	他 3 R	
TA1-01-1	サンドブラスト 有機シリケート ミストコート	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TA1-01-3	変性エポキシ樹脂下塗り×2 エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TA1-02-1	パワーツール 有機シリケート ミストコート	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TA1-02-3	変性エポキシ樹脂下塗り×2 エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	異常なし	チョーキング	異常なし	異常なし	キズ	チョーキング	チョーキング	異常なし
TA1-04-1	パワーツール 変性エポキシ樹脂下塗り×2	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TA1-04-3	エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	キズ	異常なし	全面われ
TA1-06-1	パワーツール 変性エポキシ樹脂下塗り×2	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	端部 下塗り 露出	打傷痕 1部あり	異常なし	異常なし
TA1-06-3	ふっ素樹脂中塗り ふっ素樹脂上塗り	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし

表-3.5.4 暴露試験結果（塗替仕様、干満帯、再暴露1年6ヶ月間）

試験片No. (川から見て左)	試験片内容	旧塗装部	目荒らし	素地調整	素地調整	エッジ			裏面
			塗替部	塗替部周辺	塗替部	T字部(上2R)	T字部(下1C)	他 3R	
TA2-02-1	パワーツール 有機シンクリッチペイント ミストコート	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	打傷痕 2箇所 (錆発生)	異常なし	異常なし	異常なし
TA2-02-3	変性エポキシ樹脂下塗り×2 エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TA2-04-1	パワーツール 変性エポキシ樹脂下塗り×2	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TA2-04-3	エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	チョーキング 下塗装が みえる	異常なし	異常なし
TA2-11-1	サンドブラスト 水中施工塗料（バテ型）	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TA2-11-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TA2-12-1	パワーツール 変性エポキシ下塗り 超厚膜型エポキシ樹脂塗料	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	打傷痕 2箇所 (内1箇所 錆発生)	異常なし
TA2-12-3	エポキシ樹脂塗料中塗り エポキシ樹脂塗料上塗り	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TA2-13-1	無溶剤型塗料	異常なし	溶接部分より われ周辺1 日塗膜一塗 替塗膜間で 浮き上がり	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TA2-13-3		異常なし	塗替層 剥離	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし

表-3.5.6 暴露試験結果（塗替仕様、干満帯、再暴露1年6ヶ月間）

試験片No. (川から見て左)	試験片内容	旧塗装部	目荒らし 塗替部	素地調整 塗替部周辺	素地調整 塗替部	エッジ			裏面
						T字部(上2R)	T字部(下1C)	他 3R	
TB1-08-1	サンドブラスト 有機シリケート ミストコート	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TB1-08-3	タールエポキシ下塗り タールエポキシ下塗り タールエポキシ下塗り	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TB1-09-1	パワーツール タールエポキシ下塗り	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TB1-09-3	タールエポキシ下塗り タールエポキシ下塗り	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TB1-10-1	パワーツール 変性エポキシ下塗り	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TB1-10-3	変性エポキシ中塗り 変性エポキシ上塗り	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし

表-3.5.6 暴露試験結果（塗替仕様、干満帯、再暴露1年6ヶ月間）

試験片No. (川から見て左)	試験片内容	旧塗装部	目荒らし	素地調整	素地調整	エッジ			裏面
			塗替部	塗替部周辺	塗替部	T字部(上2R)	T字部(下1C)	他 3R	
TB2-07-1	サンドブラスト (一度打ち) Sa 1.5 VEカ [®] ラフレック塗料用下塗り	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TB2-07-3	VEカ [®] ラフレック塗料用中塗り VEカ [®] ラフレック塗料用上塗り	異常なし	チヨ-キン [®] (下塗層露出)	チヨ-キン [®]	チヨ-キン [®]	異常なし	チヨ-キン [®]	チヨ-キン [®]	異常なし
TB2-09-1	パワーツール タールエポキシ下塗り	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	旧膜部 打傷痕 1箇所	異常なし
TB2-09-3	タールエポキシ下塗り タールエポキシ下塗り	(汚れ) 異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TB2-10-1	パワーツール 変性エポキシ下塗り	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	打傷痕 2箇所 (錆発生)	異常なし	異常なし	異常なし
TB2-10-3	変性エポキシ中塗り 変性エポキシ上塗り	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TB2-11-1	サンドブラスト 水中施工塗料 (塗り型)	異常なし	・溶接部両サイド 30-40mm巾で 塗替層が上がり ふくれ ・部分的に 表面ひび割れ	異常なし 部分的に 表面 ひび割れ	異常なし 部分的に 表面 ひび割れ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TB2-11-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TB2-12-1	パワーツール 変性エポキシ下塗り 超厚膜型エポキシ樹脂塗料	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	打傷痕 1箇所	異常なし	異常なし	異常なし
TB2-12-3	エポキシ樹脂塗料中塗り エポキシ樹脂塗料上塗り	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし
TB2-13-1	無溶剤型塗料	異常なし	塗替膜に 小さな クラック点在	同左	同左	打傷痕 1箇所 (錆発生)	同左	部分的に 塗替塗膜 剥離	異常なし
TB2-13-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	塗替層 剥離	塗替層 剥離	異常なし

表-3.5.7 暴露試験結果 (塗替仕様、干満帯、再暴露1年6ヶ月間)

試験片No. (川から見て左)	試験片内容	旧塗装部	目荒らし	素地調整	素地調整	エッジ			裏面
			塗替部	塗替部周辺	塗替部	T字部(上2R)	T字部(下1C)	他 3R	
TC-03-1	サンドブラスト 変性エポキシ樹脂下塗り×2	全面クラック	異常なし	異常なし	異常なし	全面クラック	異常なし	異常なし	表面われ
TC-03-3	エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	表面われ	異常なし	異常なし	異常なし	キズ	チョーキング*	チョーキング*	表面われ
TC-04-1	パワーツール 変性エポキシ樹脂下塗り×2	全面クラック	異常なし	異常なし	異常なし	全面クラック	コバ 下塗り 露出	異常なし	表面われ
TC-04-3	エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	表面われ	チョーキング*	異常なし	異常なし	異常なし	チョーキング*	異常なし	表面われ
TC-07-1	サンドブラスト (二度打ち) Sa 1.5	全面クラック	異常なし	異常なし	異常なし	全面クラック	異常なし	異常なし	表面われ
TC-07-3	VEカ*ラフレック塗料用下塗り VEカ*ラフレック塗料用中塗り VEカ*ラフレック塗料用上塗り	表面われ	チョーキング*	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	表面われ
TC-08-1	サンドブラスト 有機シリケート ミストコート	全面クラック	異常なし	異常なし	異常なし	全面クラック	異常なし	異常なし	表面われ
TC-08-3	タールエポキシ下塗り タールエポキシ下塗り タールエポキシ下塗り	表面われ	チョーキング*	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	表面われ
TC-11-1	サンドブラスト	全面クラック	異常なし	異常なし	異常なし	全面クラック	異常なし	旧膜の1部 タールエポ (打傷痕と 思われる)	表面われ
TC-11-3	水中施工塗料 (パテ型)	表面われ	チョーキング*	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	表面われ

表-3.5.8 暴露試験結果（塗替仕様、干満帯、再暴露1年6ヶ月間）

試験片No. (川から見て左)	試験片内容	旧塗装部	目荒らし	素地調整	素地調整	エッジ			裏面
			塗替部	塗替部周辺	塗替部	T字部(上2R)	T字部(下1C)	他 3R	
TD-03-1	サンドブラスト 変性エポキシ樹脂下塗り×2	われ	溶接部 ふくれ (浮き)	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	全面小われ
TD-03-3	エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	チョーキング 表面われ	チョーキング (T字部で 第2層が見える)	異常なし	異常なし	キズ	チョーキング	チョーキング	全面われ
TD-04-1	パワーツール 変性エポキシ樹脂下塗り×2	われ	溶接部 ふくれ (浮き)	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	全面小われ
TD-04-3	エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	チョーキング 表面われ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	キズ	異常なし	全面われ
TD-11-1	サンドブラスト	われ	溶接部 ふくれ (浮き)	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	全面小われ
TD-11-3	水中施工塗料（塗り型）	チョーキング 表面われ	塗替層 ふくれ	異常なし	異常なし	キズ	異常なし	異常なし	全面われ
TD-13-1	無溶剤型塗料	われ	溶接部 われ はがれ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	全面小われ
TD-13-3		チョーキング 表面われ	下、T字部 コーナー 塗替層われ	異常なし	異常なし	異常なし	キズ	異常なし	全面われ

表-3.5.9 暴露試験結果 (塗替仕様、干満帯、再暴露1年6ヶ月間)

試験片No. (川から見て左)	試験片内容	旧塗装部	目荒らし	素地調整	素地調整	エッジ			裏面
			塗替部	塗替部周辺	塗替部	T字部(上2R)	T字部(下1C)	他 3R	
TE-04-1	パワーツール 変性エポキシ樹脂下塗り×2	われ	溶接部 ふくれ (浮き)	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	全面小われ
TE-04-3	エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	チョーキング 表面われ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	全面われ
TE-06-1	パワーツール 変性エポキシ樹脂下塗り×2	われ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	全面われ
TE-06-3	ふっ素樹脂中塗り ふっ素樹脂上塗り	チョーキング 表面われ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	全面われ
TE-12-1	パワーツール 変性エポキシ樹脂下塗り 超厚膜型エポキシ樹脂塗料	われ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	全面われ
TE-12-3	エポキシ樹脂塗料中塗り エポキシ樹脂塗料上塗り	チョーキング 表面われ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	全面われ
TE-13-1	無溶剤型塗料	われ	溶接部 はがれ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし (塗り残しも有り)	異常なし	全面われ
TE-13-3		チョーキング 表面われ	下、T字 コーナー 塗替層われ	異常なし	異常なし	異常なし	塗替層 の剥離	異常なし	全面われ

表-3.5.10 暴露試験結果 (塗替仕様、干満帯、再暴露1年6ヶ月間)

試験片No. (川から見て左)	試験片内容	旧塗装部	目荒らし	素地調整	素地調整	エッジ			裏面
			塗替部	塗替部周辺	塗替部	T字部(上2R)	T字部(下1C)	他 3 R	
A1-01-1	サンドブラスト 有機ゾウリグサベイト ミストコート 変性エポキシ樹脂下塗り×2 エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	異常なし	ふくれ 4 F	ふくれ 3 mm×1	異常なし	異常なし	異常なし		
A1-01-2		異常なし	ふくれ 4 F	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
A1-01-3		異常なし	ふくれ 4 M	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし		
A1-02-1	パワーツール 有機ゾウリグサベイト ミストコート 変性エポキシ樹脂下塗り×2 エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	異常なし	ふくれ 4 F	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし		
A1-02-2		異常なし	ふくれ 4 F	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
A1-02-3		異常なし	ふくれ 4 M	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし		

表-3.5.11 暴露試験結果（塗替仕様、干満帯、再暴露1年6ヶ月間）

試験片No. (川から見て左)	試験片内容	旧塗装部	目荒らし	素地調整	素地調整	エッジ			裏面
			塗替部	塗替部周辺	塗替部	T字部(上2R)	T字部(下1C)	他 3 R	
A1-04-1	パワーツール 変性エポキシ樹脂下塗り×2 エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	異常なし	ふくれ 4 F	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし		
A1-04-2		異常なし	ふくれ 4 F	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
A1-04-3		異常なし	ふくれ 2 F (立板全面)	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし		
A1-06-1	パワーツール 変性エポキシ樹脂下塗り×2 ふっ素樹脂中塗り ふっ素樹脂上塗り	立板 6 M	立板 2 D	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし		
A1-06-2		異常なし	ふくれ 2 M (立板全面)	ふくれ 4 D	ふくれ 4 D	異常なし	ふくれ 4 M	ふくれ 4 M	
A1-06-3		異常なし	ふくれ 4 M	ふくれ 4 D	異常なし	異常なし	異常なし		

表-3.6.12 暴露試験結果（塗替仕様、干満帯、再暴露1年6ヶ月間）

試験片No. (川から見て左)	試験片内容	旧塗装部	目荒らし	素地調整	素地調整	エッジ			裏面
			塗替部	塗替部周辺	塗替部	T字部(上2R)	T字部(下1C)	他 3 R	
A2-02-1	パワーツール 有機溶剤リッチペイント ミストコート 変性エポキシ樹脂下塗り×2 エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	異常なし	全面に ふくれ 点在 ($\phi 2 \sim 5$ mm)	異常なし	異常なし	異常なし	一部 下塗り 露出	異常なし	
A2-02-2		異常なし	$\phi 10$ mmの ふくれが 目立つ	異常なし	$\phi 10$ mmの ふくれ 1個	異常なし	異常なし	異常なし	
A2-02-3		異常なし	$\phi 10$ mmの ふくれが 目立つ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
A2-04-1	パワーツール 変性エポキシ樹脂下塗り×2 エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	異常なし	$\phi 3$ mmの ふくれ 6個	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
A2-04-2		異常なし	$\phi 10$ mmの ふくれが 目立つ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
A2-04-3		異常なし	$\phi 10$ mmの ふくれが 目立つ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
A2-11-1	サンドブラスト 水中施工塗料 (パテ型)	異常なし	塗替 膜内 ふくれが 点在	塗替 膜内 ふくれが 点在	塗替 膜内 ふくれが 点在	異常なし	異常なし	異常なし	
A2-11-2		$\phi 3 \sim 4$ mm のふくれ 2個	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
A2-11-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
A2-12-1	パワーツール 変性エポキシ樹脂下塗り 超厚膜型エポキシ樹脂塗料 エポキシ樹脂塗料中塗り エポキシ樹脂塗料上塗り	異常なし	$\phi 3 \sim 5$ mm のふくれ 点在	$\phi 5$ mm のふくれ 点在	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
A2-12-2		異常なし	$\phi 3$ mmより 小の ふくれ 点在	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
A2-12-3		異常なし	$\phi 2 \sim 4$ mm のふくれ 点在	異常なし	異常なし	異常なし	打傷痕 1個 (旧膜露出)	異常なし	
A2-13-1	無溶剤型塗料	異常なし	ほぼ全面 ふくれ	ふくれ点在	全面ふくれ	異常なし	旧膜厚 の露出 目立つ	異常なし	
A2-13-2		異常なし	$\phi 3$ mmより 小の ふくれ 点在	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
A2-13-3		異常なし	一部 片側われ 剝離 ふくれ点在	異常なし	異常なし	異常なし	剝離 (塗替膜) 目立つ	異常なし	

表-3.5.13 暴露試験結果（塗替仕様、干満帯、再暴露1年6ヶ月間）

試験片No. (川から見て左)	試験片内容	旧塗装部	目荒らし	素地調整	素地調整	エッジ			裏面
			塗替部	塗替部周辺	塗替部	T字部(上2R)	T字部(下1C)	他 3R	
B1-08-1	サンドブラスト 有機珪酸エポキシ ミストコート タールエポキシ下塗り タールエポキシ下塗り タールエポキシ下塗り	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
B1-08-2		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
B1-08-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	コバに ふくれ 目立つ	異常なし	異常なし	
B1-09-1	パワーツール タールエポキシ下塗り タールエポキシ下塗り タールエポキシ下塗り	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
B1-09-2		異常なし	φ1~2mm のふくれ 点在	異常なし	異常なし	打傷痕 1個 (錆発生)	異常なし	異常なし	
B1-09-3		異常なし	φ1~4mm のふくれ 点在	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
B1-10-1	パワーツール 変性エポキシ下塗り 変性エポキシ中塗り 変性エポキシ上塗り	溶接部分の 片側及び Tブレード にふくれ 目立つ	φ1~3mm のふくれ 目立つ	異常なし	異常なし	異常なし	部分的 に旧膜 露出	異常なし	
B1-10-2		異常なし	φ1~4mm のふくれ 目立つ	φ2~3mm のふくれ 点在	異常なし	打傷痕 1個 (錆発生)	旧膜 一部 露出	異常なし	
B1-10-3		異常なし	φ1~4mm のふくれ 目立つ	異常なし	異常なし	異常なし	塗替膜 剥離 目立つ	異常なし	

表-3.5.14 暴露試験結果（塗替仕様、干満帯、再暴露1年6ヶ月間）

試験片No. (川から見て左)	試験片内容	旧塗装部	目荒らし	素地調整	素地調整	エッジ			裏面
			塗替部	塗替部周辺	塗替部	T字部(上2R)	T字部(下1C)	他 3R	
B2-07-1	サンドブラスト (一度打ち) Sa 1.5 VE※'ラスフレーク塗料用下塗り VE※'ラスフレーク塗料用中塗り VE※'ラスフレーク塗料用上塗り	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
B2-07-2		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし		旧膜一部露出	異常なし	
B2-07-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
B2-09-1	パワーツール タールエポキシ下塗り タールエポキシ下塗り タールエポキシ下塗り	異常なし	φ1~2mm のふくれ 点在	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
B2-09-2		異常なし	φ1~3mm のふくれ 目立つ	異常なし	異常なし	打傷痕 1個 (錆発生)	異常なし	異常なし	
B2-09-3		異常なし	φ1~3mm ふくれが 点在	異常なし	異常なし	異常なし	打傷痕 2個	異常なし	
B2-10-1	パワーツール 変性エポキシ下塗り 変性エポキシ中塗り 変性エポキシ上塗り	異常なし	4MD	4MD	異常なし			はがれ	
B2-10-2		異常なし	4D	4D	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
B2-10-3		異常なし	異常なし	4F	異常なし				

表-3.5.15 暴露試験結果 (塗替仕様、干満帯、再暴露1年6ヶ月間)

試験片No. (川から見て左)	試験片内容	旧塗装部	自荒らし	素地調整	素地調整	エッジ			裏面
			塗替部	塗替部周辺	塗替部	T字部(上2R)	T字部(下1C)	他 3R	
B2-11-1	サンドブラスト 水中施工塗料 (塗り型)	異常なし	3cm ふくれ 2個 溶接線	異常なし	異常なし			4D	
B2-11-2		異常なし	4cm ふくれ 3個 溶接線	異常なし	異常なし				
B2-11-3		異常なし	異常なし	異常なし	異常なし				
B2-12-1	パワーツール 変性エポキシ下塗り 超厚膜型エポキシ樹脂塗料 エポキシ樹脂塗料中塗り エポキシ樹脂塗料上塗り	異常なし	4M	異常なし	異常なし				
B2-12-2		異常なし	2D	2D	異常なし				
B2-12-3		異常なし	4D	4MD	異常なし				
B2-13-1	無溶剤型塗料	異常なし	はがれ1/2 浮き 1/2	4D	4D				
B2-13-2		異常なし	はがれ1/2 浮き 1/2	浮き 4D	浮き 4D			はがれ	
B2-13-3		異常なし	はがれ	異常なし	異常なし				

表-3.5.16 暴露試験結果（塗替仕様、干満帯、再暴露1年6ヶ月間）

試験片No. (川から見て左)	試験片内容	旧塗装部	目荒らし	素地調整	素地調整	エッジ			裏面
			塗替部	塗替部周辺	塗替部	T字部(上2R)	T字部(下1C)	他 3R	
C-03-1	サンドブラスト 変性エポキシ樹脂下塗り×2 エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	われ はがれ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
C-03-2		われ はがれ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
C-03-3		われ はがれ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
C-04-1	パワーツール 変性エポキシ樹脂下塗り×2 エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	われ はがれ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
C-04-2		われ はがれ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
C-04-3		われ はがれ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
C-07-1	サンドブラスト (一度打ち) Sa 1.6 VEA*ラフレック塗料下塗り VEA*ラフレック塗料中塗り VEA*ラフレック塗料上塗り	われ はがれ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
C-07-1		われ はがれ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
C-07-1		われ はがれ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
C-08-1	サンドブラスト 有機ゾウリツチハイト ミストコート タールエポキシ下塗り タールエポキシ下塗り タールエポキシ下塗り	われ はがれ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
C-08-2		われ はがれ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
C-08-3		われ はがれ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
C-11-1	サンドブラスト 水中施工塗料 (バテ型)	われ はがれ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
C-11-2		われ はがれ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
C-11-3		われ はがれ	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	

表-3.5.17 暴露試験結果 (塗替仕様、干満帯、再暴露1年6ヶ月間)

試験片No. (川から見て左)	試験片内容	旧塗装部	目荒らし	素地調整	素地調整	エッジ			裏面
			塗替部	塗替部周辺	塗替部	T字部(上2R)	T字部(下1C)	他 3R	
D-03-1	サンドブラスト 変性エポキシ樹脂下塗り×2 エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	73'74'跡 キズ	ふくれ φ2mmD	異常なし	異常なし				
D-03-2		73'74'跡 キズ	異常なし	異常なし	異常なし				
D-03-3		73'74'跡 キズ 食込み跡	ふくれ 3cm	異常なし	異常なし				
D-04-1	パワーツール 変性エポキシ樹脂下塗り×2 エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	73'74'跡 キズ	ふくれ φ2mmD	異常なし	異常なし				
D-04-2		73'74'跡 キズ	異常なし	異常なし	異常なし				
D-04-3		73'74'跡 キズ	ふくれ 3cm	異常なし	異常なし				
D-11-1	サンドブラスト 水中施工塗料 (塗り型)	73'74'跡 キズ	ふくれ φ3mm1個 異常なし	異常なし	異常なし				
D-11-2		73'74'跡 キズ	異常なし	異常なし	異常なし				
D-11-3		73'74'跡 キズ	ふくれ 3cm	異常なし	異常なし				
D-13-1	無溶剤型塗料	73'74'跡 キズ	異常なし	異常なし	異常なし				
D-13-2		73'74'跡 キズ	異常なし	異常なし	異常なし				
D-13-3		73'74'跡 キズ	異常なし	異常なし	異常なし				

表-3.6.18 暴露試験結果（塗替仕様、干満帯、再暴露1年6ヶ月間）

試験片No. (川から見て左)	試験片内容	旧塗装部	目荒らし	素地調整	素地調整	エッジ			裏面
			塗替部	塗替部周辺	塗替部	T字部(上2R)	T字部(下1C)	他 3 R	
E-04-1	パワーツール 変性エポキシ樹脂下塗り×2 エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	72'72'跡 キズ	4 MD	異常なし	異常なし				
E-04-2		72'72'跡 キズ	4 F	4 F	異常なし				
E-04-3		72'72'跡 キズ 食込み跡	異常なし	異常なし	異常なし	膜なし		2 F	
E-06-1	パワーツール 変性エポキシ樹脂下塗り×2 ふっ素樹脂中塗り ふっ素樹脂上塗り	72'72'跡 キズ	4 M	4 M	6 D				
E-06-2		72'72'跡 キズ	6 M	6 M	6 D				
E-06-3		72'72'跡 キズ	異常なし	異常なし	異常なし	膜なし			
E-12-1	パワーツール 変性エポキシ樹脂下塗り 超厚膜型エポキシ樹脂塗料 エポキシ樹脂塗料中塗り エポキシ樹脂塗料上塗り	72'72'跡 キズ	4 D 傷	4 D	異常なし				
E-12-2		72'72'跡 キズ	6 MD	6 M	異常なし				
E-12-3		72'72'跡 キズ	異常なし	異常なし	異常なし	膜なし			
E-13-1	無溶剤型塗料	72'72'跡 キズ	4 D	異常なし	異常なし				
E-13-2		72'72'跡 キズ	4 MD	4 F	異常なし				
E-13-3		72'72'跡 キズ	異常なし	異常なし	異常なし	膜なし			

表-3.5.19 暴露試験結果（塗替仕様、干満帯、再暴露1年6ヶ月間）

試験片No. (川から見て左)	試験片内容	旧塗装部	目荒らし	素地調整	素地調整	エッジ			裏面
			塗替部	塗替部周辺	塗替部	T字部(上2R)	T字部(下1C)	他 3R	
F-1	サンドブラスト 有機ゾウリツバイント ミストコート 変性珪酸樹脂下塗り×2 エポキシ樹脂中塗り エポキシ樹脂上塗り	われ 7/16' 7/16' ふくれ4D (エッジ)	われ 7/16' 7/16' ふくれ4D (エッジ)	われ 7/16' 7/16' ふくれ4D (エッジ)	われ 7/16' 7/16' ふくれ4D (エッジ)				
F-2		われ キズ	われ 6 F	われ 6 F	われ 異常なし			4 F	
F-3		7/16' 7/16' 跡 (少)	異常なし	異常なし	異常なし				

表-3.5.20 暴露試験1年6ヶ月目の外観調査結果一覧表（塗替仕様、エポキシ系、水中部）

塗替塗装仕様	素地調整塗替部		目荒らし塗替部	
	A-1（水中部） 厚膜ジンク エポキシ下 エポキシMIO エポキシ中・上	A-2（水中部） エポキシ下 エポキシMIO エポキシ中・上	A-1（水中部） 厚膜ジンク エポキシ下 エポキシMIO エポキシ中・上	A-2（水中部） エポキシ下 エポキシMIO エポキシ中・上
1.（ブラスト） 有機ソリッドハイト エポキシ下×2・中・上 塗	異常なし		ふくれ4F	
2.（動力工具） 有機ソリッドハイト エポキシ下×2・中・上 塗	異常なし	3枚中1枚に 10mmφのふくれ1 個	ふくれ4F	全面にふくれ点在 ～ふくれ目立つ φ2～10mm
4.（動力工具） 変性エポキシ下塗×2 エポキシ中・上塗	異常なし	異常なし	ふくれ2F～4F	全面にふくれ点在 ～ふくれ目立つ φ3～10mm
6.（動力工具） 変性エポキシ下塗×2 ふっ素中・上塗	3枚中1枚にふく れ4D		ふくれ2D～4M	
11a.（ブラスト） 水中施工塗料 （ハテ型）		3枚中1枚に塗替 膜内にふくれ点在		3枚中1枚に塗替 膜内にふくれ点在
12.（動力工具） 変性エポキシ下塗 超厚膜型エポキシ エポキシ中・上塗		異常なし		φ2～5mmのふく れ点在
13.無溶剤塗料		3枚中1枚全面ふ くれ		全面ふくれ～ふく れ点在

表-3.5.21 暴露試験1年6ヶ月目の外観調査結果一覧表（塗替仕様、タールエポキシ系、水中部）

塗替塗装仕様	素地調整塗替部		目荒らし塗替部	
	B-1（水中部） 厚膜ジンク タールエポキシ	B-2（水中部） タールエポキシ	B-1（干満帯） 厚膜ジンク タールエポキシ	B-2（干満帯） タールエポキシ
7a. （ブラストSa1.5） ビニルエステルガラスフレーク 下中上塗		異常なし		異常なし
8. （ブラスト） 有機シリケートハイト タールエポキシ×3	異常なし		異常なし	
9. （動力工具） タールエポキシ×3	異常なし	異常なし	3枚中2枚でφ1～ 4mmふくれ点在	φ1～3mmふくれ 点在
10. （動力工具） 変性エポキシ下中上塗	異常なし	異常なし	φ1～4mmふくれ 目立つ	3枚中2枚でふく れ4D～4MD
11b. （ブラスト） 水中施工塗料（ぬり型）		異常なし		溶接部分にふくれ 数個
12. （動力工具） 変性エポキシ下塗 超厚膜型エポキシ エポキシ中・上塗		異常なし		ふくれ2D～4M
13. 無溶剤塗料		3枚中2枚でふく れ4D		はがれ1/2～1 3枚中2枚で浮き 1/2

3. 5. 4 付着力試験結果

付着力試験の結果を表-3.5.22～30に示す。今回の試験からは特に付着力が低下している試験片は認められなかった。

表-3.5.22 付着力試験結果（その1）

測定箇所	密着力 (Kg/cm ²)	剥離状況	備 考
E-04-1 ①	-	-	
E-04-1 ②	9	6層100%	
E-04-1 ③	19	6層70%	
E-04-1 ④	22	2層25%, 3層75%	
E-04-1 ⑤	-	-	
E-06-1 ①	-	-	
E-06-1 ②	8	3層40%, 4層10%, 5層50%	
E-06-1 ③	23	5層100%	
E-06-1 ④	70以上	1層80%, 2層20%	
E-06-1 ⑤	-	-	
E-12-1 ①	-	-	
E-12-1 ②	8	6層, 100%	
E-12-1 ③	5	6層, 100%	
E-12-1 ④	70以上	3層, 100%	
E-12-1 ⑤	-	-	
E-13-1 ①	-	-	
E-13-1 ②	12	2層2%, 5層98%	
E-13-1 ③	13	2層5%, 5層95%	
E-13-1 ④	13	下塗り100%	
E-13-1 ⑤	-	-	
C-03-1 ①	32	接着剤70%, 1層30%	
C-03-1 ②	29	2層70%, 3層80%	
C-03-1 ③	35	2層30%, 3層70%	
C-03-1 ④	70	接着剤3%, 1層70%, 2層27%	
C-03-1 ⑤	34	接着剤70%, 1層30%	
C-04-1 ①	20	接着剤75%, 1層25%	
C-04-1 ②	25	2層90%, 3層10%	
C-04-1 ③	28	3層40%, 4層60%	
C-04-1 ④	70	1層90%, 2層10%	
C-04-1 ⑤	38	接着剤90%, 1層10%	
C-07-1 ①	65	接着剤80%, 1層10%	
C-07-1 ②	9	3層50%, 4層50%	
C-07-1 ③	63	3層50%, 4層50%	
C-07-1 ④	70以上	接着剤100%	
C-07-1 ⑤	26	接着剤90%, 1層10%	

表-3.5.23 付着力試験結果 (その2)

測定箇所	密着力 (Kg/cm ²)	剥離状況	備 考
C-08-1 ①	19	接着剤85%, 1層15%	
C-08-1 ②	8	3層100%	
C-08-1 ③	70	接着剤65%, 3層35%	
C-08-1 ④	70以上	接着剤95%, 1層5%	
C-08-1 ⑤	43	接着剤85%, 1層15%	
A1-01-1 ①	50	1層95%, 2層5%	
A1-01-1 ②	70以上	接着剤50%, 1層45%, 2層5%	
A1-01-1 ③	70	接着剤60%, 3層30%	
A1-01-1 ④	59	接着剤50%, 1層50%	
A1-01-1 ⑤	70以上	1層100%	
D-04-1 ①	20	1層5%, 2層80%, 3層15%	
D-04-1 ②	8	2層20%, 3層10%, 4層60%, 5層10%	
D-04-1 ③	62	2層10%, 3層10%, 4層40%, 5層40%	
D-04-1 ④	70以上	1層100%	
D-04-1 ⑤	25	2層40%, 3層60%	
B2-10-1 ①	46	接着剤98%, 1層2%	
B2-10-1 ②	26	接着剤100%	
B2-10-1 ③	46	接着剤100%	
B2-10-1 ④	70以上	接着剤90%, 1層10%	
B2-10-1 ⑤	70以上	接着剤90%, 1層5%	
TC-11-1 ①	63	接着剤70%, 1層30%	
TC-11-1 ②	12	1層50%, 2層50%	
TC-11-1 ③	29	1層70%, 2層30%	
TC-11-1 ④	19	1層100%	
TC-11-1 ⑤	32	接着剤85%, 1層15%	
TC-07-1 ①	28	接着剤85%, 1層15%	
TC-07-1 ②	8	3層5%, 4層95%	
TC-07-1 ③	50	3層15%, 4層70%, 5層15%	
TC-07-1 ④	70以上	2層20%, 3層80%	
TC-07-1 ⑤	26	接着剤90%, 1層10%	
A2-11-1 ①	70以上	接着剤5%, 3層95%	
A2-11-1 ②	8	1層100%	
A2-11-1 ③	10	1層100%	
A2-11-1 ④	16	1層60%, 2層40%	
A2-11-1 ⑤	70	接着剤5%, 3層95%	

表-3.5.24 付着力試験結果 (その3)

測定箇所	密着力 (Kg/cm ²)	剥離状況	備考
C-11-1 ①	35	接着剤90%, 1層10%	
C-11-1 ②	8	2層100%	
C-11-1 ③	8	2層100%	
C-11-1 ④	26	1層100%	
C-11-1 ⑤	40	接着剤90%, 1層10%	
TA2-11-1 ①	40	接着剤60%, 3層40%	
TA2-11-1 ②	12	1層100%	
TA2-11-1 ③	10	1層100%	
TA2-11-1 ④	49	接着剤100%	
TA2-11-1 ⑤	38	接着剤30%, 3層70%	
A1-02-1 ①	52	接着剤90%, 1層10%	
A1-02-1 ②	38	接着剤50%, 1層50%	
A1-02-1 ③	70	接着剤30%, 1層30%, 2層10%, 3層30%	
A1-02-1 ④	62	接着剤20%, 1層65%, 2層10%, 3層5%	
A1-02-1 ⑤	70	1層85%, 2層15%	
TB1-08-1 ①	19	2層100%	
TB1-08-1 ②	30	接着剤20%, 2層80%	
TB1-08-1 ③	50	1層40%, 2層60%	
TB1-08-1 ④	70以上	接着剤80%, 1層20%	
TB1-08-1 ⑤	45	2層100%	
TC-03-1 ①	35	接着剤60%, 1層10%	
TC-03-1 ②	27	接着剤10%, 2層10%, 3層80%	
TC-03-1 ③	33	接着剤10%, 2層50%, 3層40%	
TC-03-1 ④	70	接着剤20%, 1層40%, 2層40%	
TC-03-1 ⑤	65	接着剤95%, 1層5%	
TC-04-1 ①	45	接着剤70%, 1層30%	
TC-04-1 ②	48	接着剤5%, 3層95%	
TC-04-1 ③	39	3層100%	
TC-04-1 ④	70	接着剤10%, 1層45%, 2層45%	
TC-04-1 ⑤	26	接着剤70%, 1層30%	
TC-08-1 ①	20	接着剤80%, 1層20%	
TC-08-1 ②	23	2層100%	
TC-08-1 ③	70	接着剤50%, 3層50%	
TC-08-1 ④	70	接着剤90%, 1層10%	
TC-08-1 ⑤	41	接着剤70%, 1層30%	

表-3.5.25 付着力試験結果（その4）

測定箇所	密着力 (Kg/cm ²)	剥離状況	備 考
D-03-1 ①	25	2層30%, 3層70%	
D-03-1 ②	22	3層15%, 4層60%, 5層25%	
D-03-1 ③	20	3層5%, 4層90%, 5層5%	
D-03-1 ④	70以上	接着剤50%, 1層50%	
D-03-1 ⑤	25	2層50%, 3層50%	
D-11-1 ①	18	2層50%, 3層50%	
D-11-1 ②	15	3層20%, 4層80%	
D-11-1 ③	32	3層40%, 4層60%	
D-11-1 ④	26	接着剤100%	
D-11-1 ⑤	28	2層70%, 3層30%	
D-13-1 ①	28	2層20%, 4層80%	
D-13-1 ②	30	1層60%, 4層40%	
D-13-1 ③	50	4層30%, 4層70%	
D-13-1 ④	37	2層15%, 4層70%, 下塗り15%	
D-13-1 ⑤	18	2層90%, 4層10%	
TD-03-1 ①	32	2層5%, 4層95%	
TD-03-1 ②	28	1層5%, 2層50%, 5層45%	
TD-03-1 ③	43	2層50%, 5層50%	
TD-03-1 ④	70以上	1層85%, 2層15%	
TD-03-1 ⑤	40	2層10%, 3層90%	
TD-04-1 ①	25	接着剤20%, 1層10%, 3層70%	
TD-04-1 ②	32	1層15%, 5層80%	
TD-04-1 ③	49	1層10%, 2層80%, 3, 4層5%, 5層5%	
TD-04-1 ④	70以上	1層100%	
TD-04-1 ⑤	70	接着剤10%, 3層90%	
TD-11-1 ①	43	接着剤5%, 3層95%	
TD-11-1 ②	22	4層20%, 5層80%	
TD-11-1 ③	36	4層30%, 5層70%	
TD-11-1 ④	70以上	1層, 100%	
TD-11-1 ⑤	65	接着剤5%, 3層95%	
TD-13-1 ①	40	3層, 100%	
TD-13-1 ②	28	1層10%, 2層15%, 3層15%, 4層60%	
TD-13-1 ③	50	1層20%, 2層20%, 3層10%, 4層50%	
TD-13-1 ④	43	3層15%, 4層15%, 下塗り70%	
TD-13-1 ⑤	60	3層100%	

表-3.5.26 付着力試験結果 (その5)

測定箇所	密着力 (Kg/cm ²)	剥離状況	備考
TE-04-1 ①	35	接着剤95%, 1層5%	
TE-04-1 ②	31	1層15%, 2層80%, 3層5%	
TE-04-1 ③	65	1層40%, 2層60%	
TE-04-1 ④	70	1層60%, 2層40%	
TE-04-1 ⑤	56	接着剤95%, 1層5%	
TE-06-1 ①	37	接着剤90%, 1層10%	
TE-06-1 ②	34	4層95%, 6層5%	
TE-06-1 ③	31	4層90%, 6層10%	
TE-06-1 ④	70以上	接着剤40%, 1層40%, 2層15%	
TE-06-1 ⑤	62	接着剤90%, 1層10%	
TE-12-1 ①	35	接着剤100%	
TE-12-1 ②	70以上	接着剤15%, 1層50%, 2層35%	
TE-12-1 ③	70以上	1層50%, 2層50%	
TE-12-1 ④	70	接着剤40%, 1層60%	
TE-12-1 ⑤	45	接着剤95%, 1層5%	
TE-13-1 ①	59	接着剤100%	
TE-13-1 ②	45	1層70%, 2層30%	
TE-13-1 ③	49	1層30%, 2層30%, 3層40%	
TE-13-1 ④	70	接着剤40%, 2層40%, 4層20%	
TE-13-1 ⑤	70以上	接着剤90%, 1層10%	
B2-07-1 ①	70以上	接着剤100%	
B2-07-1 ②	70以上	3層90%, 4層10%	
B2-07-1 ③	70	3層95%, 4層5%	
B2-07-1 ④	70以上	接着剤90%, 3層10%	
B2-07-1 ⑤	70以上	接着剤90%, 1層10%	
B2-09-1 ①	70以上	接着剤70%, 1層30%	
B2-09-1 ②	70以上	接着剤95%, 1層5%	
B2-09-1 ③	70以上	接着剤95%, 1層5%	
B2-09-1 ④	70以上	接着剤95%, 1層5%	
B2-09-1 ⑤	68	接着剤70%, 1層30%	
B2-11-1 ①	45	接着剤100%	
B2-11-1 ②	5	1層100%	
B2-11-1 ③	16	1層100%	
B2-11-1 ④	70	接着剤30%, 1層70%	
B2-11-1 ⑤	70以上	接着剤85%, 1層15%	

表-3.5.27 付着力試験結果 (その6)

測定箇所	密着力 (Kg/cm ²)	剥離状況	備 考
B2-12-1 ①	70	接着剤98%, 1層2%	
B2-12-1 ②	30	接着剤100%	
B2-12-1 ③	39	接着剤100%	
B2-12-1 ④	58	2層100%	
B2-12-1 ⑤	70以上	接着剤85%, 1層15%	
B2-13-1 ①	70	接着剤95%, 1層5%	
B2-13-1 ②	70	接着剤80%, 2層20%	} 上1層なし
B2-13-1 ③	70以上	接着剤70%, 2層30%	
B2-13-1 ④	13	2層100%	
B2-13-1 ⑤	70以上	接着剤90%, 1層10%	
TB2-07-1 ①	69	接着剤85%, 1層15%	
TB2-07-1 ②	36	3層, 100%	
TB2-07-1 ③	70以上	3層10%, 4層90%	
TB2-07-1 ④	70以上	接着剤85%, 3層15%	
TB2-07-1 ⑤	70以上	接着剤80%, 1層20%	
TB2-09-1 ①	70以上	接着剤50%, 1層50%	
TB2-09-1 ②	43	接着剤95%, 1層5%	
TB2-09-1 ③	70以上	接着剤80%, 1層20%	
TB2-09-1 ④	70以上	接着剤90%, 1層10%	
TB2-09-1 ⑤	70以上	接着剤95%, 1層5%	
TB2-10-1 ①	70以上	接着剤40%, 1層60%	
TB2-10-1 ②	60	1層100%	
TB2-10-1 ③	70	1層100%	
TB2-10-1 ④	70以上	接着剤80%, 1層20%	
TB2-10-1 ⑤	70以上	接着剤40%, 1層60%	
TB2-11-1 ①	70以上	接着剤80%, 1層20%	
TB2-11-1 ②	30	2層100%	
TB2-11-1 ③	70以上	2層100%	
TB2-11-1 ④	70以上	接着剤5%, 1層95%	
TB2-11-1 ⑤	70以上	接着剤85%, 1層15%	
TB2-12-1 ①	55	接着剤100%	
TB2-12-1 ②	70以上	接着剤40%, 1層60%	
TB2-12-1 ③	69	接着剤100%	
TB2-12-1 ④	70以上	接着剤98%, 2層2%	
TB2-12-1 ⑤	70以上	接着剤95%, 1層5%	

表-3.5.28 付着力試験結果 (その7)

測定箇所	密着力 (Kg/cm ²)	剥離状況	備 考
TB2-13-1 ①	70	接着剤85%, 1層15%	
TB2-13-1 ②	25	1層100%	
TB2-13-1 ③	40	1層100%	
TB2-13-1 ④	46	接着剤40%, 1層60%	
TB2-13-1 ⑤	70以上	接着剤30%, 1層70%	
TB1-09-1 ①	30	1層15%, 2層85%	
TB1-09-1 ②	53	1層35%, 2層65%	
TB1-09-1 ③	60	2層100%	
TB1-09-1 ④	70	接着剤60%, 1層40%	
TB1-09-1 ⑤	40	2層100%	
TB1-10-1 ①	43	1層100%	
TB1-10-1 ②	35	2層70%, 3層30%	
TB1-10-1 ③	61	接着剤55%, 3層45%	
TB1-10-1 ④	70以上	接着剤90%, 1層10%	
TB1-10-1 ⑤	41	2層100%	
B1-08-1 ①	70以上	1層85%, 2層15%	
B1-08-1 ②	24	2層100%	
B1-08-1 ③	62	接着剤40%, 3層50%, 4層10%	
B1-08-1 ④	70以上	接着剤50%, 1層50%	
B1-08-1 ⑤	70	接着剤15%, 1層70%, 2層15%	
B1-09-1 ①	45	1層90%, 2層10%	
B1-09-1 ②	50	接着剤50%, 1層50%	
B1-09-1 ③	70	1層85%, 2層15%	
B1-09-1 ④	70以上	接着剤40%, 1層60%	
B1-09-1 ⑤	70以上	1層100%	
B1-10-1 ①	30	1層10%, 2層90%	
B1-10-1 ②	28	接着剤5%, 2層10%, 3層85%	
B1-10-1 ③	70以上	1層70%, 2層25%, 3層5%	
B1-10-1 ④	35	接着剤60%, 1層40%	
B1-10-1 ⑤	50	1層15%, 2層85%	
A2-02-1 ①	70以上	接着剤70%, 3層30%	
A2-02-1 ②	38	接着剤70%, 2層10%, 5層20%	
A2-02-1 ③	40	1層50%, 2層10%, 5層40%	
A2-02-1 ④	26	1層50%, 2層30%, 3層20%	
A2-02-1 ⑤	70	接着剤15%, 3層85%	

表-3.5.29 付着力試験結果 (その8)

測定箇所	密着力 (Kg/cm ²)	剝離状況	備 考
A2-04-1 ①	43	接着剤60%, 3層40%	
A2-04-1 ②	43	接着剤30%, 1層60%, 5層10%	
A2-04-1 ③	65	接着剤30%, 1層30%, 5層40%	
A2-04-1 ④	70	接着剤40%, 1層60%	
A2-04-1 ⑤	70	3層, 100%	
A2-12-1 ①	43	接着剤10%, 3層90%	
A2-12-1 ②	25	接着剤30%, 1層40%, 2層30%	
A2-12-1 ③	70	接着剤40%, 1層30%, 2層15%, 5層15%	
A2-12-1 ④	54	接着剤60%, 1層20%, 3層20%	
A2-12-1 ⑤	70	接着剤10%, 3層90%	
A2-13-1 ①	41	接着剤70%, 3層30%	
A2-13-1 ②	30	1層100%	
A2-13-1 ③	58	1層5%, 2層90%, 4層5%	
A2-13-1 ④	30	下塗り90%	
A2-13-1 ⑤	70	接着剤10%, 3層90%	
A1-04-1 ①	50	接着剤50%, 1層45%, 2層5%	
A1-04-1 ②	39	接着剤50%, 1層40%, 3層10%	
A1-04-1 ③	70	1層70%, 2層15%, 3層10%, 4層5%	
A1-04-1 ④	70以上	1層, 100%	
A1-04-1 ⑤	65	1層90%, 2層10%	
TA1-01-1 ①	30	2層100%	
TA1-01-1 ②	27	4層100%	
TA1-01-1 ③	42	4層100%	
TA1-01-1 ④	70以上	接着剤100%	
TA1-01-1 ⑤	32	2層100%	
TA1-02-1 ①	20	2層100%	
TA1-02-1 ②	30	4層100%	
TA1-02-1 ③	40	4層100%	
TA1-02-1 ④	50	1層50%, 2層40%, 3層10%	
TA1-02-1 ⑤	28	2層100%	
A1-06-1 ①	42	接着剤50%, 1層25%, 2層25%	
A1-06-1 ②	32	4層90%, 5層10%	
A1-06-1 ③	48	4層90%, 5層10%	
A1-06-1 ④	48	3層50%, 下塗り50%	
A1-06-1 ⑤	70以上	1層95%, 2層5%	

表-3.5.30 付着力試験結果 (その9)

測定箇所	密着力 (Kg/cm ²)	剥離状況	備考
TA2-02-1 ①	70	接着剤25%, 3層85%	
TA2-02-1 ②	50	接着剤15%, 5層85%	
TA2-02-1 ③	70	1層40%, 2層15%, 3層10%, 5層35%	
TA2-02-1 ④	59	1層40%, 2層60%	
TA2-02-1 ⑤	70	接着剤20%, 3層80%	
TA2-13-1 ①	45	接着剤60%, 3層40%	
TA2-13-1 ②	36	接着剤15%, 2層85%	
TA2-13-1 ③	60	1層70%, 4層30%	
TA2-13-1 ④	70	接着剤30%, 1層70%	
TA2-13-1 ⑤	52	接着剤10%, 3層90%	
TA2-12-1 ①	30	接着剤65%, 3層35%	
TA2-12-1 ②	35	2層100%	
TA2-12-1 ③	70以上	接着剤10%, 1層80%, 2層10%	
TA2-12-1 ④	70	接着剤30%, 1層60%, 3層10%	
TA2-12-1 ⑤	70	接着剤50%, 3層50%	

3. 5. 5 浸せき試験と暴露試験の比較

塗替用塗装仕様について、浸せき試験と暴露試験の結果を比較検討した結果を、表-3.5.31に示す。室内試験で大きな異常が認められなかった、仕様A（動力工具／有機ジンク／変性エポキシ／エポキシ）、仕様B（動力工具／変性エポキシ）、仕様C（水中施工塗料（パテ））は、暴露試験の対応する塗装仕様ではわずかなふくれが発生しているものの、大きな異常が認められなかった。（ただし暴露試験の仕様Cは素地調整がプラストである。）また、室内試験で明らかに不良であった大気部用の仕様D（変性エポキシ／ふっ素）は、暴露試験でも3枚中1枚で全面ふくれが発生していた。室内試験において、劣化条件で異常の発生が異なった仕様では、暴露試験では異常が認められなかった。

室内浸せき試験と暴露試験の比較では、食い違う点は認められず、良好に相関していると考えられる。しかし、暴露試験の劣化が顕在化していない状態であるので、さらに長期の暴露試験による評価が必要である。

表-3.5.31 塗替塗装仕様の室内試験試験と暴露試験の結果比較

仕様 番号	塗装仕様	室内試験 (40℃3%食塩水) 84日	室内試験 (40℃水道水) 392日	塗装仕様	暴露試験 (水中部、素地調整塗替部、以下は塗替前の塗替仕様)			
					厚膜ジンク エポキシ下 エポキシMIO エポキシ中・上	エポキシ下 エポキシMIO エポキシ中・上	厚膜ジンク タールエポキシ	タールエポキシ
A	1. (動力工具) 有機ジンクリッチペイント ミストコート 変性エポキシ下塗水中部用 変性エポキシ下塗水中部用 エポキシ中塗 エポキシ上塗	異常無し	異常無し	1. (ブラスト) 有機ジンクリッチペイント エポキシ下×2・中・上塗	異常無し			
				2. (動力工具) 有機ジンクリッチペイント エポキシ下×2・中・上塗	異常無し	3枚中1枚に10mmφ のふくれ1個		
B	2. (動力工具) 変性エポキシ下塗水中部用 変性エポキシ下塗水中部用 変性エポキシ下塗水中部用 エポキシ中塗 エポキシ上塗	異常無し	ふくれ6D	4. (動力工具) 変性エポキシ下塗×2 エポキシ中・上塗	異常無し	異常無し	異常無し	異常無し
	4. (動力工具) 変性エポキシ下塗水中部用 変性エポキシ下塗水中部用 変性エポキシ下塗水中部用 変性エポキシ下塗水中部用							
C	9. (動力工具) 水中硬化パテ (ペイントタイプ)	異常無し	異常無し	11 a. (ブラスト) 水中施工塗料 (パテ型) / (ぬり型)		3枚中1枚に塗替膜内 のふくれ点在		異常無し
D	5. (動力工具) 変性エポキシ下塗大気部用 変性エポキシ下塗大気部用 変性エポキシ下塗大気部用 ふっ素中塗 ふっ素上塗	ふくれ4D	ふくれ6D ふくれからの発錆4 ~5カ所	6. (動力工具) 変性エポキシ下塗×2 ふっ素中・上塗	3枚中1枚に4Dのふく れ			
E	3. (動力工具) タールエポキシ タールエポキシ タールエポキシ タールエポキシ	ふくれ6D	異常無し	9. (動力工具) タールエポキシ×3			異常無し	異常無し
F	7. (動力工具) ガラスフレーク含有塗料下塗 ビニルエステル樹脂ガラスフレーク ビニルエステル樹脂ガラスフレーク	ふくれ6M	ふくれ2D	7 a. (ブラストSa1.5) ビニルエステルガラスフレーク 下中上塗				異常無し
G	8. (動力工具) 変性エポキシ水中部用 超厚膜エポキシ エポキシ中塗 エポキシ上塗	ふくれ6M	異常無し	12. (動力工具) 変性エポキシ下塗 超厚膜型エポキシ エポキシ中・上塗		異常無し		異常無し

3. 5. 6 まとめ

塗替仕様の暴露試験で現在までに、目荒らしを行っただけで塗替塗装を行った部分で、ふくれが発生している例が多く見られた。このことから、適切な素地調整を行わない安易な増し塗りは、早期の塗膜劣化の原因となる可能性があることを示している。

素地調整の影響、塗替塗装仕様の影響などについては、1年6ヶ月の時点では顕著な異常が認められなかったため、今後の追跡調査が必要である。

4. まとめと今後の課題

本報告書では、河川鋼構造物用塗料の室内試験と暴露試験の結果をまとめたものである。以下に試験結果の概要と今後の課題をまとめた。

(1) 室内試験

室内試験の目的は、河川鋼構造物用塗装仕様の促進試験方法と防食性能の評価と、施工条件が塗膜性能に与える影響の評価の2つとした。

①河川鋼構造物用塗装仕様の促進試験方法と防食性能の評価

塗装仕様の促進試験では、塗替仕様の塗料の食塩水及び淡水浸せきによる促進劣化試験を行った。この結果多くの塗装系でふくれの発生が認められ、全面腐食した鋼材への塗装時の素地調整としては、St2は不十分であるとの結果となった。防食性能については、防食性能を向上させる目的で亜鉛を添加したジンクリッチペイントや、いくつかの厚い膜を形成するタイプの塗料が、良好な性能を示す結果を得た。試験方法については、食塩水と淡水での試験結果が一致しない場合があることが明らかになった。また、これらの結果は、別途実施している暴露試験の結果と良い相関を示した。

河川構造物は水位によって没水したり大気中にあったりする構造物がある。通常大気中にある構造物は、日光などから塗膜を守るため、最上層（上塗り）に光の照射に強い（耐候性に優れた）塗膜を用いる。通常水中にある構造物は光を考慮する必要が少ないので、耐水性に優れた塗膜を上塗りに採用している。大気中の塗装仕様は水中に長く置かれると、内部への水の浸透により、塗膜の欠陥が生じることがあるので、間歇的に水中にある構造物には水中仕様が用いられることが多いが、この場合の欠点は、水中用の上塗り塗膜が光によって早期に退色し、色あせたものになってしまうことであった。このため、大気中塗装仕様の水中使用の限界を調べる目的で、水中用と大気中用の上塗りをを用いた塗装系を、水中に置かれる時間の率を変えた浸せき試験を行った。

この結果、エポキシ樹脂系/大気部用上塗り（ウレタン系、ふっ素系、シリコン系）の塗装系では、100%の浸せき時間率で560日間の場合でも異常が生じないとの結果を得たので、新設仕様での可能性が高いことが分かった。一方、鉛系錆止め/塩化ゴムと鉛系錆止め/長油性フタル酸系は、10%の浸せき時間率でも顕著なふくれを発生し、没水環境には適用できないことが分かった。

②施工条件が塗膜性能に与える影響の評価

施工条件が塗膜性能に与える影響を調べる室内試験では、乾燥条件の影響、素地調整状態の影響、水中施工塗料の施工条件の影響の3種類について試験を行った。

乾燥状態については、塗膜の乾燥条件が厳しい場合には塗膜性能に影響があるはずであるが、今回の設定温度の0℃～10℃程度の低温乾燥では、塗膜性能への影響が確認出来なかった。冬期には気温がこの程度でも、風の影響で物体の温度がさらに低い場合がある。また、今回の試験で

は低温乾燥後、40℃の浸せき試験を実施したがこのときに変性エポキシの硬化が進んだ可能性もある。実際の環境では低温の水に没水することが多いため、より、実際の冬季の環境に即した条件での検討を行う必要がある。

素地調整程度の影響に関する試験では、素地調整がSa2.5程度のブラスト処理であれば、200 μ m以上の変性エポキシ樹脂塗料で耐水性を得ることができることが分かった。Sa2.0程度のブラスト処理、あるいはSt3.0程度の動力工具処理の場合には、400 μ mでもふくれが発生する可能性があり、St2.0程度の動力工具では河川構造物の塗替用素地調整としては不適であるとの結果となった。

水中施工塗料の施工条件についての試験では、水中での施工性を調査し、作業時間に差は認められなかったものの、施工に多少の熟練を要するものがあることが分かった。施工に熟練を要したものでふくれが発生したが、その中には塗膜中に残った気泡によるものもあると考えられるので、鋼材面の状況や暴露試験結果との比較によって、評価を行う必要がある。

その他の塗膜性能に影響を与える可能性がある施工条件としては、塗装時の結露の影響や溶剤雰囲気の影響などが考えられるが、これらについては今後の検討課題とする。

(2) 暴露試験

実際の河川環境における塗装系の耐久性データを得るために、江戸川水門周辺でこれまで最長4年間の暴露試験を行っている。比較的大規模（幅22m）な暴露架台の製作設置を行い、試験片形状はT字型の異型試験片とした。本報告では1年から3年までの追跡調査結果をとりまとめた。

新設仕様の塗装系では塗装系による差が出始めておらず、当初の計画通りに長期の観察が必要である。塗替仕様については、旧塗膜に目荒らししたのみで重ね塗りした部分で、劣化が発生する可能性があることが分かった。最適な塗装仕様の選定のためには、各塗装系の防食性能を定量的に評価する必要があるほか、最終的な腐食・劣化形態を把握する必要がある。当初の計画でも5年以上の観察を行うとしているので、調査を継続して最終成果を得たい。

今後は上記で課題として残っている項目について、引き続き検討を継続する必要がある。

謝 辞

本研究の実施にあたっては、関東地方建設局河川計画課、江戸川工事事務所、同江戸川河口出張所の方々に多大のご協力を頂いている。ここに記して謝意を表したい。

また、本試験の実施にあたっては、「河川・ダム防食技術研究会（委員長：（財）国土開発技術研究センター 市川 慧 技術顧問）」、「塗料・塗装ワーキンググループ」の助言・協力を頂いた。ここに記して謝意を表したい。

河川・ダム防食技術研究会 名簿

委員長	市川 慧	(財)国土開発技術センター技術顧問 八千代エンジニアリング(株)顧問
副委員長	池田八郎	建設省 東北地方建設局道路部機械課長
委員	阿部新治	建設省 東北地方建設局道路部機械課長補佐
委員	近藤治久	建設省 関東地方建設局道路部機械課建設専門官
委員	明嵐政司	建設省 土木研究所材料施工部化学研究室長
委員	中沢好夫	(社)鋼材倶楽部 土木専門委員会委員長 新日本製鐵(株)部長
委員	花崎昌幸	(社)軽金属協会 土木製品開発委員会主査 日本軽金属(株)主任研究員
委員	戸村寿一	(株)ナカボーテック 技術顧問
委員	平井陽一	石川島播磨重工業(株)生産技術開発部 嘱託
委員	土居一幸	新日本製鐵(株)鉄構海洋事業部 建設技術部 部長代理
委員	平賀憲一	(社)日本塗料工業会 関西ペイント(社)船舶鉄構塗料本部第二技術部長
幹事	守屋 進	建設省 土木研究所材料施工部化学研究室 主任研究員
幹事	西崎 到	建設省 土木研究所材料施工部化学研究室 主任研究員

塗料・塗装ワーキンググループ 名簿

委員	平賀憲一	関西ペイント(社)船舶鉄構塗料本部第二技術部長
	門田 進	日本ペイント(株)鉄構塗料部課長
	辻 敏幹	大日本塗料(株)一般塗料本部技術担当部長
	平井陽一	石川島播磨重工業(株)生産技術開発部 嘱託
	松川 徹	石川島播磨重工業(株)鉄鋼事業部設計部課長
	船山嘉実	日鉄防蝕(株)エンジニアリング事業部技術開発部課長
	森 芳徳	(財)土木研究センター技術研究所調査試験二部専門調査役
旧委員	大東章司	大日本塗料(株)一般塗料本部防食塗料部
	迫口英世	石川島播磨重工業(株)技術研究所

付録

(1) 塗膜のふくれの評価方法

塗膜のふくれの評価方法はASTM D714-87により実施した。評価基準の概要は以下の通りである。

①大きさ

ふくれの大きさは、10から0までの数字で表す。1 0はふくれなしである。8は肉眼で容易に見える最も小さな大きさのふくれを示す。数字が6, 4, 2と小さくなるにつれて、ふくれの大きさは大きくなる。これらは標準写真と比較して判定する。

②頻度

発生頻度は以下の4段階で表す。Dの密度が最も濃く、Fの方がふくれが少ない。

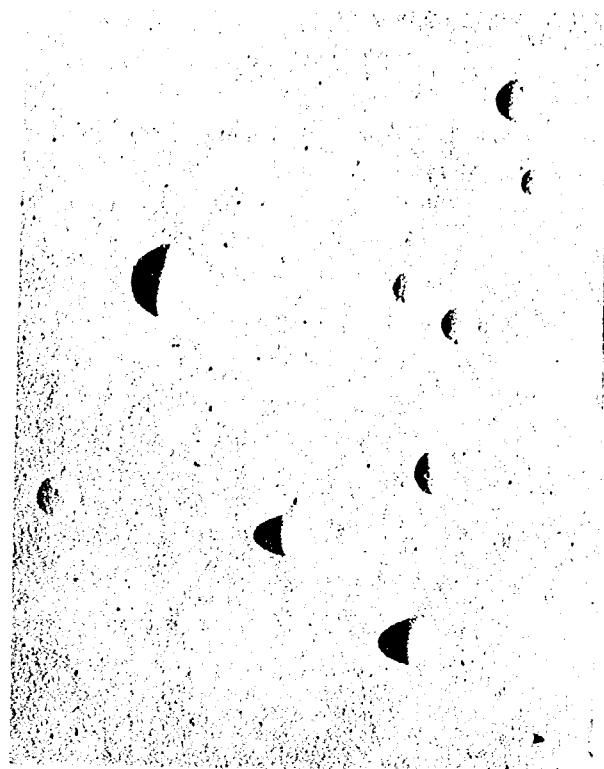
D: Dense

MD: Medium dense

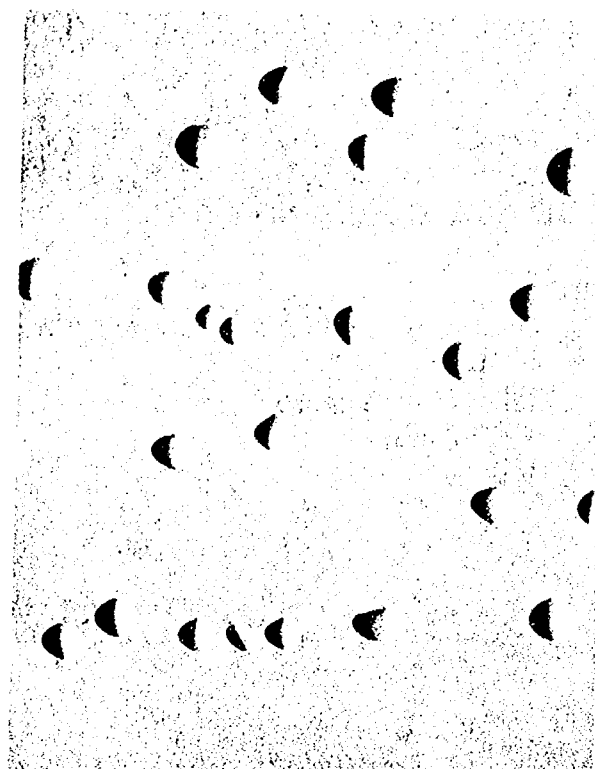
M: Medium

F: Few

ASTM D 714

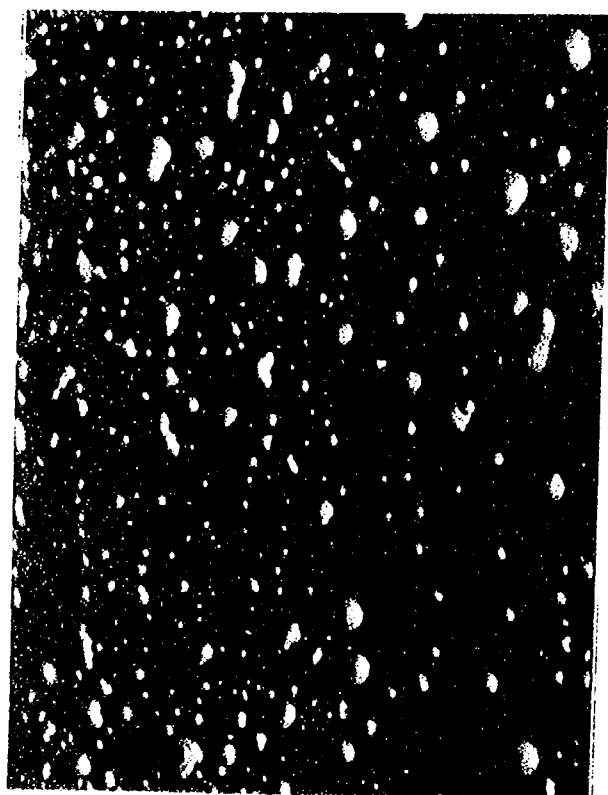


Few

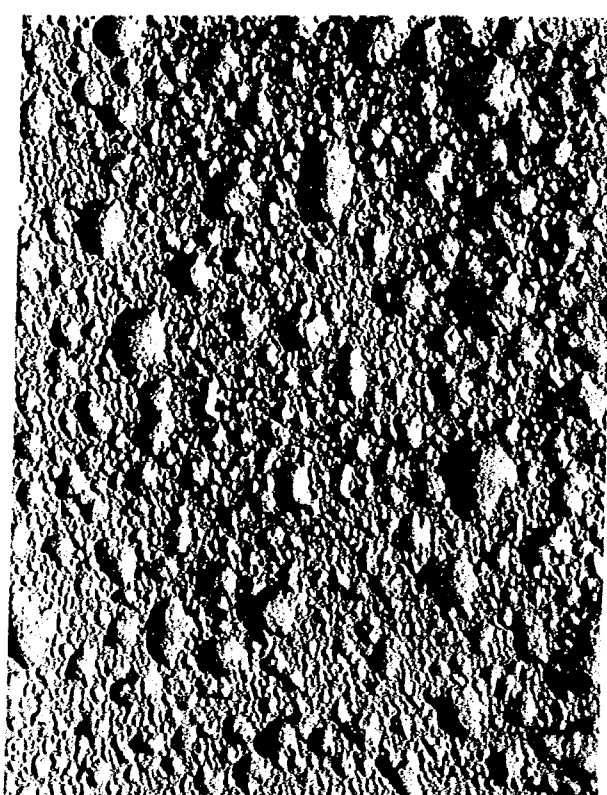


Medium

FIG. 1 Blister Size No. 2



Medium Dense



Dense

FIG. 1 Continued

ASTM D 714



Few

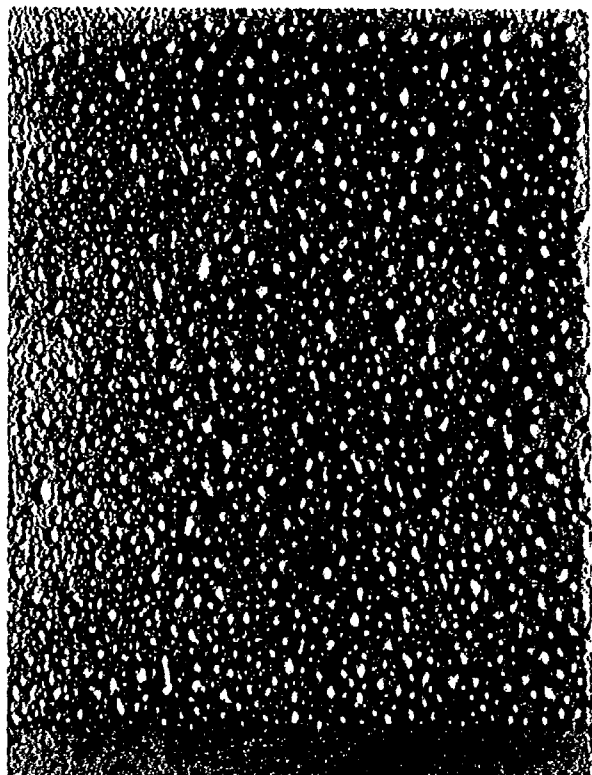


Medium

FIG. 2 Blister Size No. 4



Medium Dense



Dense

FIG. 2 Continued

ASTM D 714

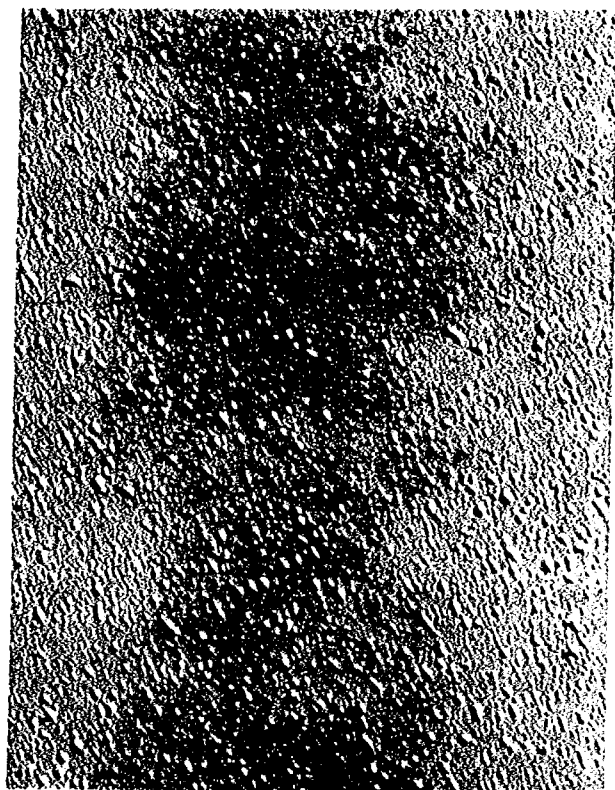


Few

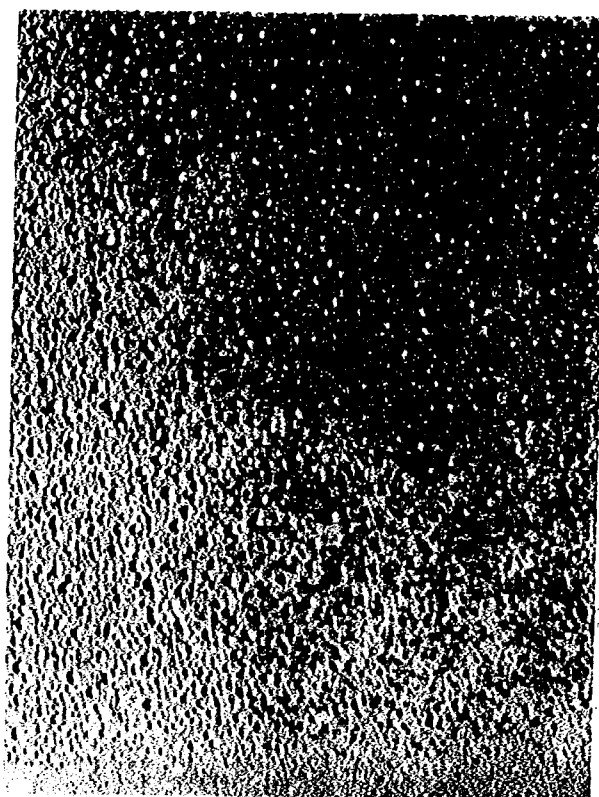


Medium

FIG. 3 Blister Size No. 6



Medium Dense



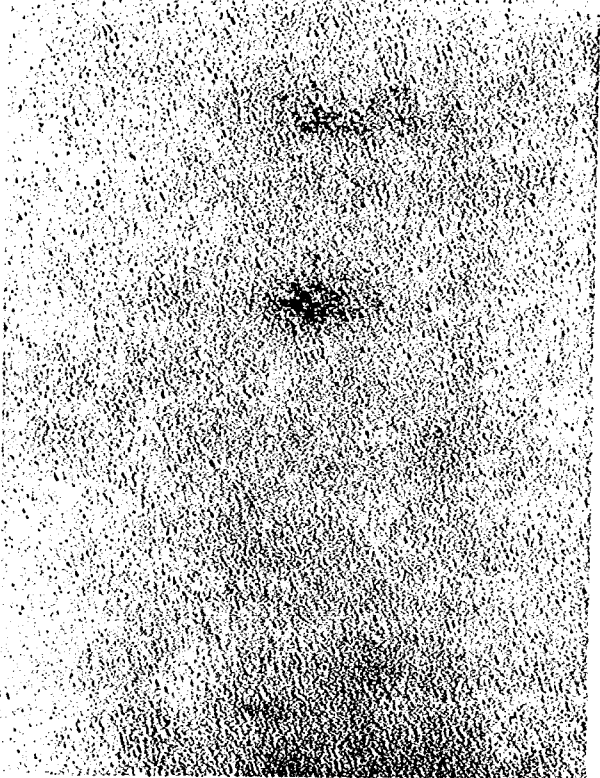
Dense

FIG. 3 Continued

ASTM D 714

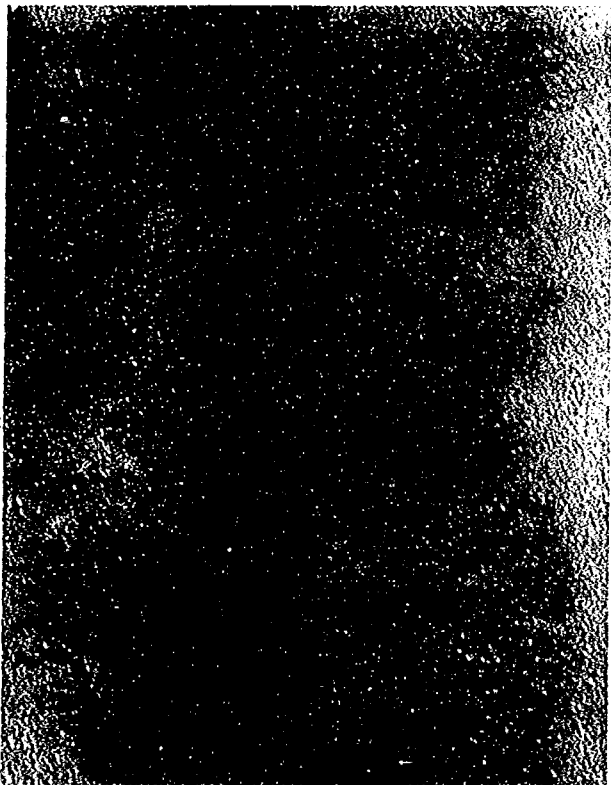


Few

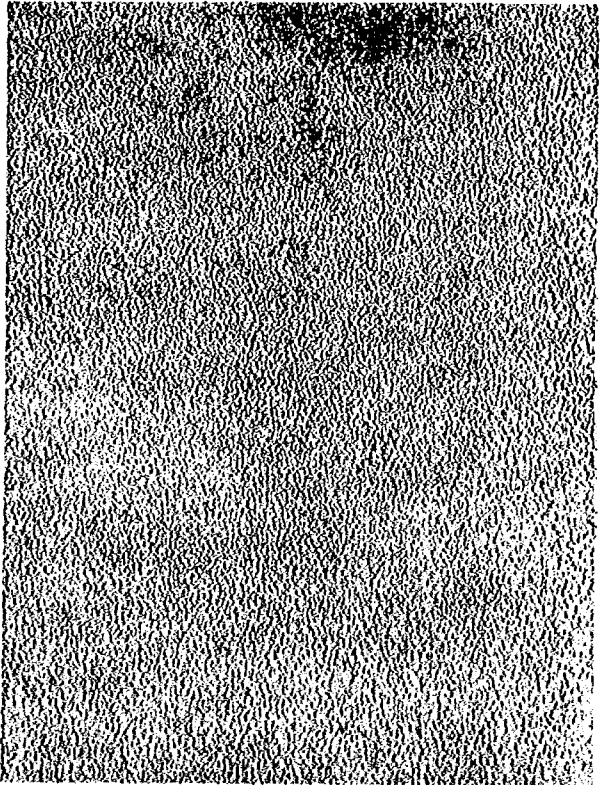


Medium

FIG. 4 Blister size No. 8



Medium Dense



Dense

FIG. 4 Continued