

公表版

露出鋼管（水管橋等）の腐食防止方法と延命措置に関する共同研究

—水管橋外面塗装の塗替え基準の検討—

報 告 書

平成 25 年 3 月

公益社団法人 日本水道協会

W S P 日本水道鋼管協会

はじめに

日本水道協会で行った水道事業体への課題調査において、「水管橋の腐食防止方法と延命措置」に関する研究要望が出された。

水管橋の外表面塗装における点検・調査に関する指標が(社)日本水道協会（JWWA）及び日本水道鋼管協会（WSP）には無く、多くの水道事業体においても、水管橋外表面塗装の保守・点検及び塗替え指針などが、明確になっていないことが判明した。

そこで、日本水道協会（JWWA）と日本水道鋼管協会（WSP）では「既設の露出鋼管（水管橋等）の腐食防止と延命措置」をテーマとして、平成 22 年 9 月から平成 25 年 3 月に亘り、共同研究を進めることにした。

本共同研究では、水管橋に生じる劣化対策として、現場調査・点検により水管橋の塗装外表面の経年的な変化を捉えることが、研究目的である【水管橋の腐食防止と延命措置】につながると捉え、劣化診断手法の確立を中心に検討した。

平成 22 年 9 月から平成 24 年 3 月までの共同研究期間では、水道事業体へのアンケートやヒアリング調査のほか、水道事業体で管理する水管橋の基礎的な現場調査を行い、文献なども参考にして景観性及び防食性の評価方法の検討を行い、水管橋の劣化診断の基本的な項目の整理をした。

平成 24 年 4 月から平成 25 年 3 月の期間においては、景観性、防食性の評価方法の妥当性を確認するため水道事業体の管理する水管橋の詳細な現場再調査を行い、劣化診断手法の検証結果などから、評価項目、評価点のほか、評価・採点事例を盛り込んだ『露出鋼管（水管橋等）～外表面塗装劣化診断・評価の手引き』をまとめた。

また、塗装の塗替えや構造部材についても、補修等の延命措置を計画的、効率的、効果的に行うため、劣化の程度に応じた対策区分を明確にするための検討を行ない、水管橋の適正な維持管理に役立つものとした。

本共同研究に当たっては多くの水道事業体のご協力を受けたことに感謝するとともに、その成果を今後の水管橋の外表面塗装の保守、点検及び塗替えを検討する上での参考資料として、水道事業体をはじめとした水道関係者に広く活用していただくことを切望する。

平成 25 年 3 月

目 次

「露出配管（水管橋等）の腐食防止方法と延命措置に関する共同研究」 水管橋外面塗装の塗替え基準の検討 報告書 平成 25 年 3 月

1. 共同研究の検討経過及び概要	1
2. 事業体へのアンケート	3
3. 水管橋調査（平成 24 年度その 1）	6
4. 水管橋調査（平成 24 年度その 2）	16
5. 水管橋調査（平成 24 年度その 3）	21
6. 総合評価【劣化指数】の検討	33
7. 水管橋等の構造部材の劣化診断について	35
8. デジタルカメラを使用した水管橋の外面塗装の劣化診断	40
露出鋼管（水管橋等）～外面塗装劣化診断評価の手引き	
参考資料	

露出鋼管（水管橋等）～外面塗装劣化診断評価の手引き

平成 25 年 3 月

1. はじめに	1
2. 水管橋の外面塗装の評価方法	1
3. 水管橋外面塗装調査	2
4. 総合評価	6
5. 管理区分	7
6. 補修範囲について	7
7. 診断シートの記入方法	8
8. 評価基準及び診断シート	10
9. 水管橋の構造部材の劣化診断について	23
10. デジタルカメラを使用した水管橋の外面塗装の劣化診断	29

参 考 資 料

資料-1	アンケート調査用紙及び調査結果	資 1
資料-2	主な事業体のアンケート調査結果	資 5
資料-3	ヒアリング調査用紙及び調査結果	資 7
資料-3-1	〇〇〇水道局調査結果	資 10
資料-3-2	〇〇〇水道局調査結果	資 24
資料-3-3	〇〇〇〇〇〇調査結果	資 49
資料-4	〇〇〇〇〇〇水管橋調査結果	資 75
資料-5	〇〇〇水道局水管橋調査結果	資 83
資料-6	投稿論文	資 89
資料-6-1	水管橋外面塗装の効率的維持管理方策の調査検討（その1） ：第62回全国水道研究発表会（2011）	資 90
資料-6-2	水管橋の15年目長期暴露試験報告（I） ：第62回全国水道研究発表会（2011）	資 92
資料-6-3	水管橋外面塗装仕様の長期暴露試験15年目試験結果 ：日本工業用水協会第46回研究発表会（2011）	資 94
資料-6-4	水管橋外面塗装の効率的維持管理方策の調査検討（その2） ：第63回全国水道研究発表会（2012）	資 98

1. 共同研究の検討経過及び概要

水管橋及び橋梁添架管の外表面は、一般の鋼構造物に比べて結露し易く、乾湿が繰り返されるなど過酷な環境にある。また、水管橋の外表面塗装は美観のみでなく、構造上でも水道施設の機能保持の面でも腐食防止という大切な役割があり、適正な維持管理は重要・不可欠である。

しかしながら、共同研究の一環として平成 22 年度において実施した水道事業者へのアンケート調査では、水管橋外表面塗装の劣化診断や塗替え基準・規格が無いほか、水管橋の定期点検を多くの水道事業者で実施しており、水管橋の維持管理が水道事業者においては重要な位置付けにあることが明らかになった。

このことから、共同研究の目的である水管橋の腐食防止と延命措置には、水管橋の外表面塗装の劣化を評価する手法の確立が必要と考えた。評価手法の検討にあたっては、前述の水道事業者へのアンケート調査結果を参考にするとともに、日本水道鋼管協会（WSP）が新日本製鐵㈱(平成 23 年当時)の八幡製鐵所構内のφ1200 鋼製水管橋で実施している 15 年間の外表面塗装調査結果のほか、『機械工事塗装要領(案)(社)日本建設機械化協会』や『鋼構造物塗膜調査マニュアル（JSS IV 03-2006）：(社)日本鋼構造協会』などの知見も取り入れた。具体的には、一般的に用いられている景観性、防食性の 2 つの視点から、塗膜の劣化やさびの進行を定量的に評価するために必要な項目と評価点（指数）などのほか、塗替え時期などを検討した。

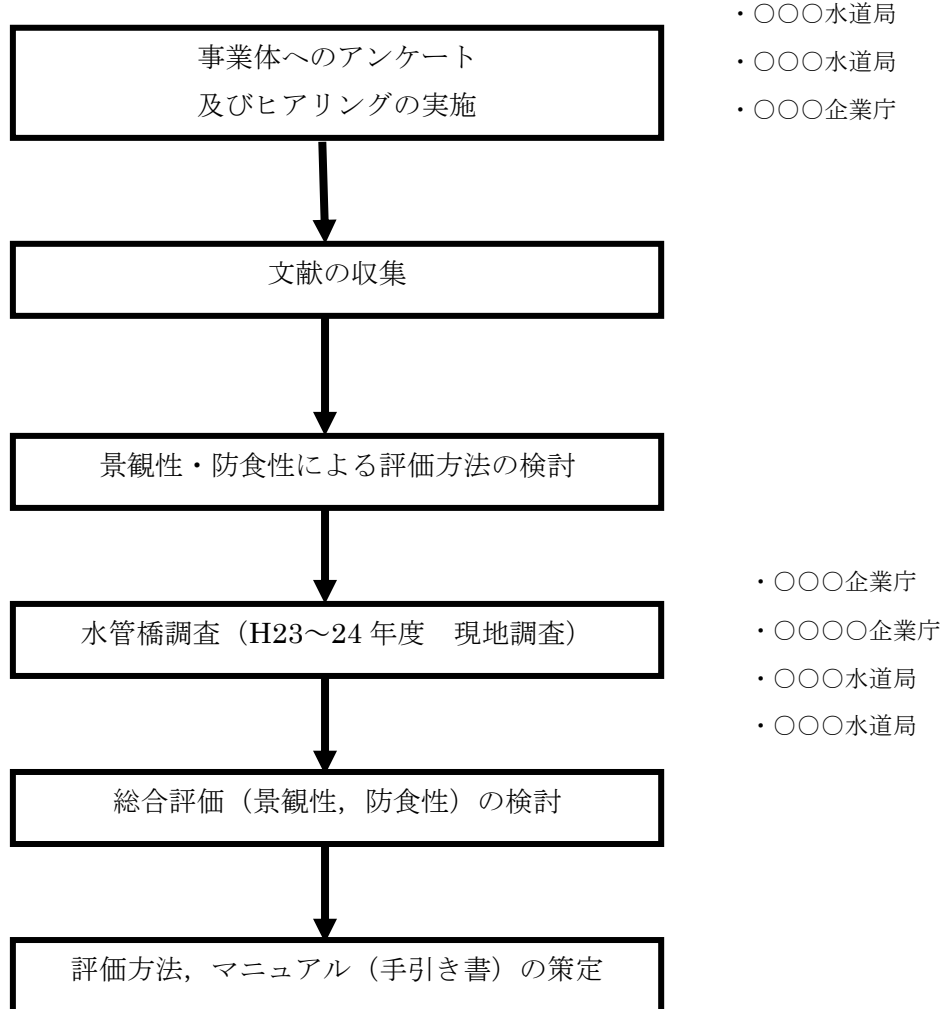
平成 23 年度は、〇〇〇企業庁及び〇〇〇〇企業庁、〇〇〇水道局の管理する水管橋において、水道事業者が管理する水管橋の現状とともに、平成 22 年度までの検討結果をもとにした景観性、防食性の評価手法の課題を把握するために、基礎的な現場調査を行った。

平成 24 年度は、水管橋の外表面塗装に生じる劣化のうち、定期的な点検による経年変化を捉え、塗替え対象の判定を明確にするための検討をした。また、景観性、防食性を評価する手法の妥当性のほか、水管橋の塗替え判定に必要な評価項目や採点（評価指数）の確認と水道事業者で管理する水管橋のより多くの情報収集を目的に〇〇〇水道局の水管橋の現場調査を 3 回に亘り実施した。

調査及び検証においては、複数の調査員が同一条件で水管橋の外表面塗装の劣化について評価を行ったが、評価点のバラつきが生じたため、バラつきの原因と対策の検証を目的に、現場評価を繰り返した。このことにより、これまでの検討結果を水管橋の外表面塗装の評価マニュアル（手引き書）としてまとめ、水道事業者の職員が定期点検時に行う水管橋の外表面塗装などの劣化診断に用いることにより、水管橋の適切な維持管理に寄与できるものとする。

さらに、配管以外の構造部材についても、現地調査に用いる調査票の中で、特記事項を記録することで対応が可能と考え、「構造部材に関する劣化診断手法の検討」として記載した。

これまでの検討の概要フローを以下に示す。



2. 事業者へのアンケート

2.1 アンケート調査結果

全国 69 の事業者へ、「水管橋（添架管）外面塗装の保守、点検及び塗替えに関するアンケート」の調査を行い、回答を得た（アンケート調査用紙及び調査結果を資料-1 に示す）。アンケートの回答率が 94% と高く、水管橋の点検、補修に関心が高いことが伺われた。

アンケートより、水管橋の点検期間及び点検頻度に関する結果を、図 1 及び図 2 に示す。

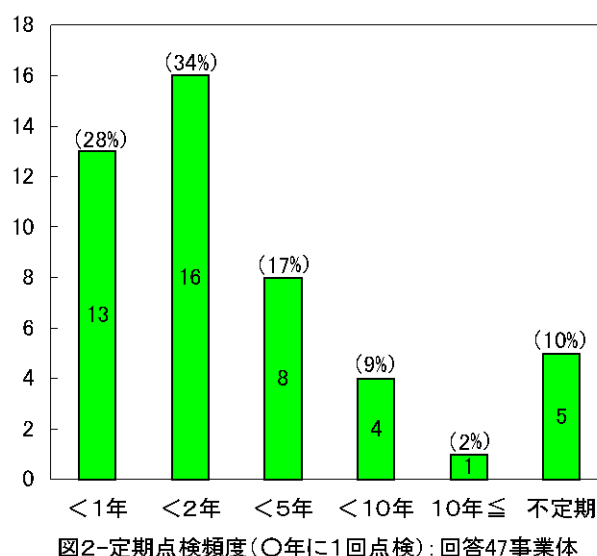
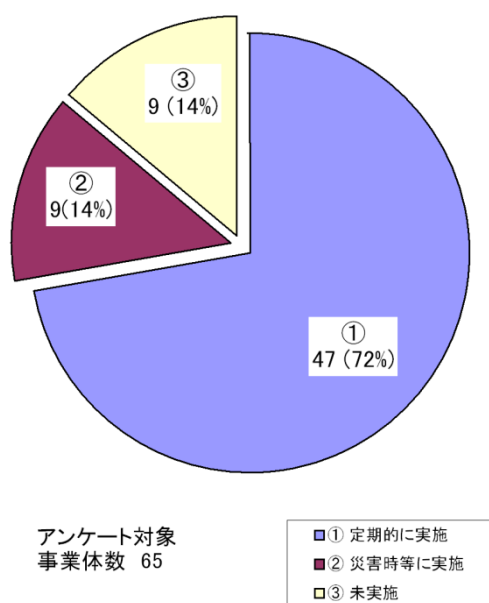


図1-水管橋の点検について

この結果から、定期的に点検を行っている事業者は 72% を占めており、5 年以内の周期で点検している事業者は全体の 80% 程度もあり、多くの事業者で定期的に点検していることが分かり、水道施設の維持管理のうえで、水管橋が重要な位置付けにあることが明らかになった。

点検の方法の結果を図 3 に示す。ここでは、目視で点検を行っている事業者が約半数の 46% であり、次いで写真撮影による点検を行っている事業者が 26% であった。

さらに、水管橋の点検や塗装の塗り替えに関する独自の指針や基準などを持っている事業者は 17% (11 事業者) であった (図 4 参照)。この指針や基準を持つ事業者に基準等の提供を依頼し、その結果をまとめたものを資料-2 に示す。

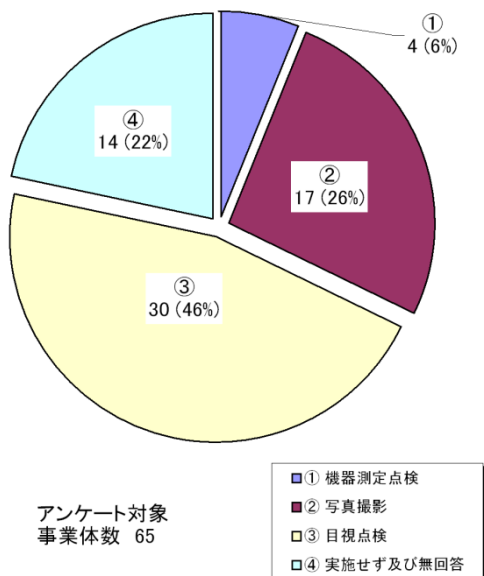


図3-外面塗装の点検方法について

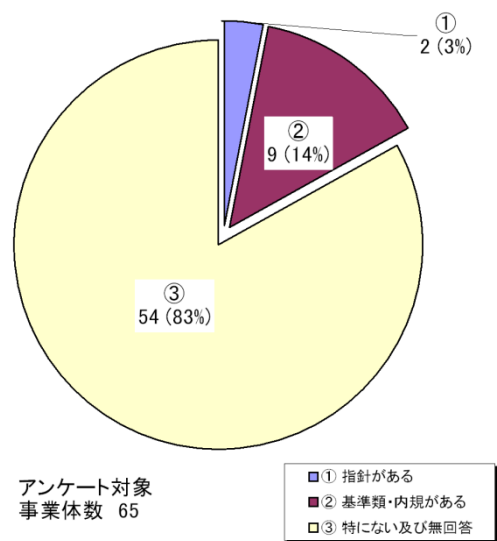


図4-外面塗装の塗替え周期など具体的な仕様又は方法について

2.2 水道事業体へのヒアリング調査報告

主な事業体の基準等を整理（資料-2 参照）したが，その中から独自の基準で運用していると思われる広島市水道局，尼崎市水道局，愛知県企業庁の 3 事業体に追加のアンケート調査とヒアリング調査を行った（調査用紙及び調査結果を資料-3 に示す）。

広島市水道局，尼崎市水道局，愛知県企業庁の 3 事業体とも水管橋は管理台帳などで，記録・管理されており，目視調査が中心で劣化の程度を写真にて示しており，視覚的にも分かり易くなっている。しかし，塗装塗替え時期の決定には点検結果が直接反映されて訳ではなく，塗装後の経過年数他の要因で決めている。なお，複数の水管橋を塗り替える際の優先順位の判定に活用していた。ヒアリング調査の結果を，次項表 1 に示す。

表1-3水道事業体の水管橋維持管理状況

事業体名	A 水道事業体	B 水道事業体	C 水道事業体
部署名	配水課 管路整備係	管路補修課	管理部 水道事業課
【一般的な共通事項について】			
1. 他事業体・他団体と維持管理しているかどうか。	NTT等と共同で添架した支持金物について、維持管理協定を締結し管理している案件もあるが、大部分は水道局単独で維持管理している。	していない。 [〇〇市との市境の水管橋は共同で維持管理している。]	他の水道事業体と一体となった水管橋では維持管理協定を結び塗装時は費用負担してもらっている。
2. 参考としている指針・基準はありますか。	「鋼道路橋塗装便覧(平成2年6月版)」 「防錆・防食塗装技術」 「JIS塗料の選び方・使い方」 「鋼橋塗装工事現場管理者教育テキスト」 「塗膜劣化程度標準写真帳(平成2年6月)」	大日本塗料(テクニカルデータ№403) 「鉄けた塗装工事設計施工指針(案)(昭和56年3月)」国鉄 「鋼道路橋塗装・防食便覧」 [規定値は独自に決めている]	現段階での参考は無し。 今後の塗装については「鋼道路橋塗装・防食便覧」(平成17年)を参考とする。
【その他関連事項について】			
1. 調査は内部か外部か(専門家か)	局職員が行っている。船上調査は会社に依頼している。	内部(職員にて)。	担当課の県職員が現地にて確認。
2. 近接調査が可能かどうか。(近接の場合、どのような調査方法か)	・目視により、出来るだけ近接して調査を行っている。 ・船上調査では満潮時に調査を行うなど、出来るだけ近い場所から調査を行っている。	目視または望遠鏡で調査している。ただし、目視及び望遠鏡で点検できない水管橋については定期的に塗装の塗替えを実施している。[平均15年程度]	現地での目視。(ほとんどの水管橋が歩廊付き)
3. デジカメ写真でも判定していますか。	・管路点検における一般不良箇所について、デジタル写真を撮っている。 ・船上調査では全箇所でのデジタル写真を撮っている。	判定している。	デジカメ写真では判定していない。 [デジカメ写真は記録として撮影している]
4. 画像解析していますか(あればソフト名など)	していない。	していない。	していない。
【水管橋維持管理基準・指針について】			
1. 期待耐用年数・塗替え時期について	塗替え周期は新設時で7~8年、補修塗装後で6~7年としており、それまでの実情を基に、局独自に決定した。	期待耐用年数は「WSP009水管橋外面塗装基準」などを参考に独自に決めている。 [塗替え周期は市街地で10年、工業地帯で8年としているが、実際15年程度で塗替えを実施している。]	[塗替えは平均6年、最大8年でやっている。]
2. 点検頻度について	一般部:1回/年の目視点検 デルタ部:1回/2年の目視点検 橋梁添架部:橋梁点検に合わせる ただし、重要幹線は1回/年実施。	通常点検:1回/年、 臨時点検:1回/3ヶ月 臨時点検対象:布設替え予定の水管橋・漏水歴のある水管橋・劣化の激しい水管橋	1回/年
3. 外面塗装の点検項目及び点検記録表の有無について	さび、はがれ、われ、ふくれ、変退色、汚れ(6項目) 決まった点検記録表はないが、調査報告書はある	変退色、ふくれ、われ、はがれ、錆(5項目) 点検調査表あり、台帳への点検履歴記入あり	錆、ふくれ、塗膜欠落(はがれ)(3項目) 点検調査表あり。
4. 点検項目の個別評価について	標準写真などと対比して4段階(1.健全、2.ほぼ健全、3.劣化している、4.劣化が著しい)に評価する。	3~4段階で評価し、 さび>はがれ>変退色の順に重み付けをしている。	サンプル写真から6段階(I~VI)で評価している。(評価Iは健全な状態)
5. 総合判定について	「鋼道路橋塗装便覧(平成2年6月版)」を参考にさびとはがれから、3段階(①当面塗り替える必要はない、②数年後に塗替えを計画する、③早い時期に塗替えを検討する。)で判定を行っている。	評価点数により3段階(A.塗替えが必要なまでに劣化した。B.塗膜が部分的に劣化した。C.塗膜は健全である。)で判定している。	実績ではⅢ、Ⅳでの塗替えが多く、Ⅴ以上での塗替えはない。

3. 水管橋調査（平成 24 年度その 1）

3.1 調査目的

水管橋調査（平成 24 年度その 1）では，外面塗装の景観性，防食性の劣化を評価する方法の検討や評価基準の策定のほか，評価基準の妥当性の確認を目的として，〇〇〇水道局の水管橋（〇〇〇，〇〇〇 11 橋）を現地調査し，必要なデータ収集を行った。

3.2 調査日

平成 24 年 10 月 24 日（水）～25 日（木）の 2 日間

3.3 調査箇所

- 1) 柳島下流側水管橋（亀戸線 SP φ 1000 L=41.0m）
- 2) 菊花橋水管橋（豊住線 SP φ 1000 L=44.4m）
- 3) 新高橋水管橋（豊住線 SP φ 800×2 L=63.0m）
- 4) 沢海橋水管橋（永代通り線 SP φ 800 L=23.1m）
- 5) 汐見橋水管橋（江東永代線 SP φ 800 L=24.4m）
- 6) 平木橋水管橋（第一豊住ポンプ線 SP φ 1200 L=28.6m）
- 7) 汐浜橋上流側水管橋（第一豊住ポンプ線 SP φ 1200 L=47.9m）
- 8) 七枝橋水管橋（第一豊住ポンプ線 SP φ 1200 L=111.2m）
- 9) 八枝橋水管橋（第一豊住ポンプ線 SP φ 1000×2 L=28.6m）
- 10) 茂森橋水管橋（豊住線 SP φ 1000 L=27.0m）
- 11) 崎川橋（豊住線 SP φ 800×2 L=42.0m）

3.4 調査内容

- 1) 目視及び触手による調査：
 - ・ 景観性；白亜化，外観，変退色，汚れの評価（4 段階）
 - ・ 防食性；さび，はがれ，われ，ふくれの評価（4 段階）
- 2) 写真撮影（望遠含む） ※ デジカメ（1400 万画素程度）
- 3) 調査位置のスケッチ：各スパンに分割して評価した。

3.5 外面塗装の評価方法の検討

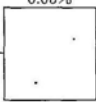



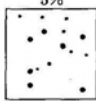




次項「景観性と防食性の評価」を用いて，各々の水管橋において外面塗装を評価した。

・「景観性と防食性の評価」

表-2 景観性の評価

評価点 (RN)	景観性の評価項目と基準			
	白亜化	外観	変退色	汚れ
	状態	外観の程度	変退色の程度	汚れの程度
3	ほとんど変化なし	さび、剥がれ、割れ、膨れ、白亜化、変退色、汚れなどが認められず、塗膜は健全な状態。	初期と比べてほとんど変化なし	汚れはほとんどなし
2	僅かに白っぽい	さび、剥がれ、割れ、膨れ、白亜化、変退色、汚れなどがわずかに認められるが、塗膜は防食機能および景観機能を維持している状態。	初期と比較して変化している	やや汚れあり
1	かなり白っぽい	さび、剥がれ、割れ、膨れ、白亜化、変退色、汚れなどが顕在化し、塗膜は防食機能および景観機能が損なわれている状態。	初期と比較して著しく変化している	中程度の汚れあり
0	ほとんど真っ白である	さび、剥がれ、割れ、膨れ、白亜化、変退色、汚れなどが進行し、塗膜は防食機能および景観機能が失われている状態。	初期の色をほとんどとどめていない	汚れは著しい

表-3 防食性の評価

評価点 (RN)	防食性の評価項目と基準					
	さび		はがれ		われ	ふくれ
	発生状態	標準図	発生面積(%)	標準図	標準図	発生面積(%)
3	異常なし。 誰が見ても外観的にはさびが認められないか、さびらしきものがあっても無視し得る程度のもの。 発生面積(%)： $X < 0.03$		0			$X < 0.03$
2	僅かにさびが見られる。 さびが観察される部分以外の塗膜の防食性能はほぼ維持されていると思われる状態。 発生面積(%)： $0.03 \leq X < 0.3$		$0 < X \leq 0.5$			$0.03 \leq X < 0.3$
1	明らかにさびが見られる。 誰が見ても発錆部分が多く、何らかの処置をほどこさなければならない状態。 発生面積(%)： $0.3 \leq X < 5.0$		$0.5 < X \leq 2.0$			$0.3 \leq X < 5.0$
0	見かけ上ほぼ全面にわたってさびが見られる。 早急に塗料を塗り直さなければならない状態。 発生面積(%)： $5.0 \leq X$		$2.0 \leq X$			$5.0 \leq X < 5.0$

1) 景観性の評価

景観性については、表—5のA～Dの4案で評価を行い、それぞれの妥当性について検証した。

表-4 景観性の評価方法サンプル

番号	場所	部位	景観性					案C:最も悪い総合点
			白亜化	外観	変退色	汚れ	合計	
①	右岸	頂部	1	2	1	1	5	58
		側部	1	1	1	1	4	67
		底部	1	1	1	1	4	67
②	配管部	頂部	1	2	1	1	5	58
		側部	-	1	1	1	3	67
		底部	1	1	1	1	4	56
③	左岸	頂部	1	2	1	1	5	58
		側部	1	1	1	1	4	67
		底部	1	1	1	1	4	67
			案D:各部位の総合点の平均値					63
案A:平均値による評価			1.0	1.3	1.0	1.0	4.3	64
案B:各部位の最低評価点			1	1	1	1	4	67

表-5 評価案と評価方法

案	評価方法
A	部位毎の評価点を平均して、当該項目毎の評価点を算出する方法
B	各部位の最も低い評価点を当該項目の評価点とする方法。
C	従来の評価方法である調査結果の全体から、評価点の最も悪い評価列の総合点を最終評価とする方法。
D	各部位総合点を平均して総合点を算出する方法

1) 防食性の評価（採点方法）

防食性については、腐食による漏水を最重要の確認事項としているため、上記の案Bの評価方法が、最も安全側であるので、総合評価する方法として検討することにした。

表-6 防食性の評価方法サンプル

番号	場所	部位	防食性					総合点
			さび	はがれ	われ	ふくれ	合計	
①	右岸	頂部	3	3	2	3	11	8
		側部	3	3	2	3	11	8
		底部	3	3	2	3	11	8
②	配管部	頂部	3	3	2	3	11	8
		側部	1	1	1	3	6	50
		底部	3	3	2	3	11	8
③	左岸	頂部	3	3	2	3	11	8
		側部	1	1	1	3	6	50
		底部	3	3	2	3	11	8
案B:各部位の最も低い評価点			1	1	1	3	6	50

表-7 評価案と評価方法

案	評価方法
B	各部位の最も低い評価点を当該項目の評価点とする方法。

3.6 水管橋調査(平成24年度その1)のまとめ

水管橋調査(平成24年度その1)の結果、各評価項目の平均点が、水管橋全体を評価していると考えられた。これは、現地調査時の評価レベルが水管橋全体から受けた調査員の実感に近いことから、妥当性があると判断した。しかし、水管橋を評価した調査者間の採点にバラツキが確認された。このため水道事業体において水管橋の外面塗装の劣化診断が客観的で妥当性のある評価になるように、評価項目及び評価点を分かり易く整理してまとめることにした。

1) 景観性の評価 (採点方法)

水管橋調査(平成24年度その1)の結果から、景観性の評価方法は、案Aを採用した。

今回実施した11橋の調査結果の評価を全体傾向から見て、案Aの各部位の平均点を当該項目の評価点として総合点を算出する方法は、現場調査結果や調査者の現場で得られた実感と近似しているため、妥当性が高いと判断した。

また、案 D（各部位の総合点を平均して、景観性の総合点を算出する方法）は、案 A と評価結果において大きな差は出なかった。

2) 防食性の評価（採点方法）

防食性の評価は、腐食による漏水を最重要の確認事項としていることから案 B（各部位の最も低い評価点を当該項目の評価点とする方法。）を採用することにした。この案は、最も安全側であり、妥当性が高いと考える。

しかし、現地調査（その 1）の結果、採点した調査者によって、評価にバラツキが出たことから、景観性の評価と同様に評価の整合性を図るため、評価項目や評価点を整理してまとめることにした。

現地調査（その 1）の結果をもとに調査者で検証を進め、評価項目を以下の内容に変更した。

- ① 景観性：「外観」の評価は、腐食、錆による塗装の割れを重点に評価を行なった。
「汚れ」については、上流側下流側の内、側部は状態の悪い方を評価対象とした。
- ② 防食性：防食性の「ふくれ」は、「さび」に伴い生じることから、「はがれ」、「われ」との区別が困難なため、項目から除くこととした。

次項以降に水管橋調査（平成 24 年度その 1）の評価データと「手引き抜粋『評価項目と評価点及びチェックポイント（第一次案）』」を示す。

・水管橋の評価データ

調査者（6名）の水管橋の評価結果（抜粋）を下図に示す。

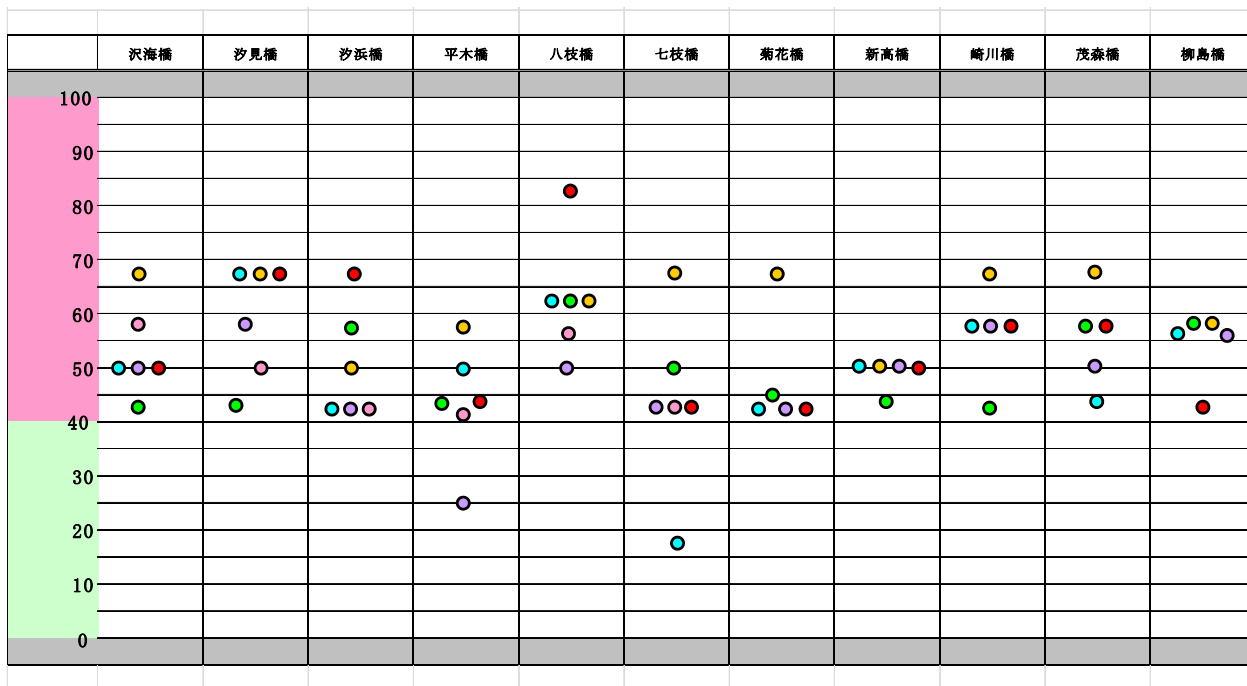


図-5 景観性の総合点（平均点）

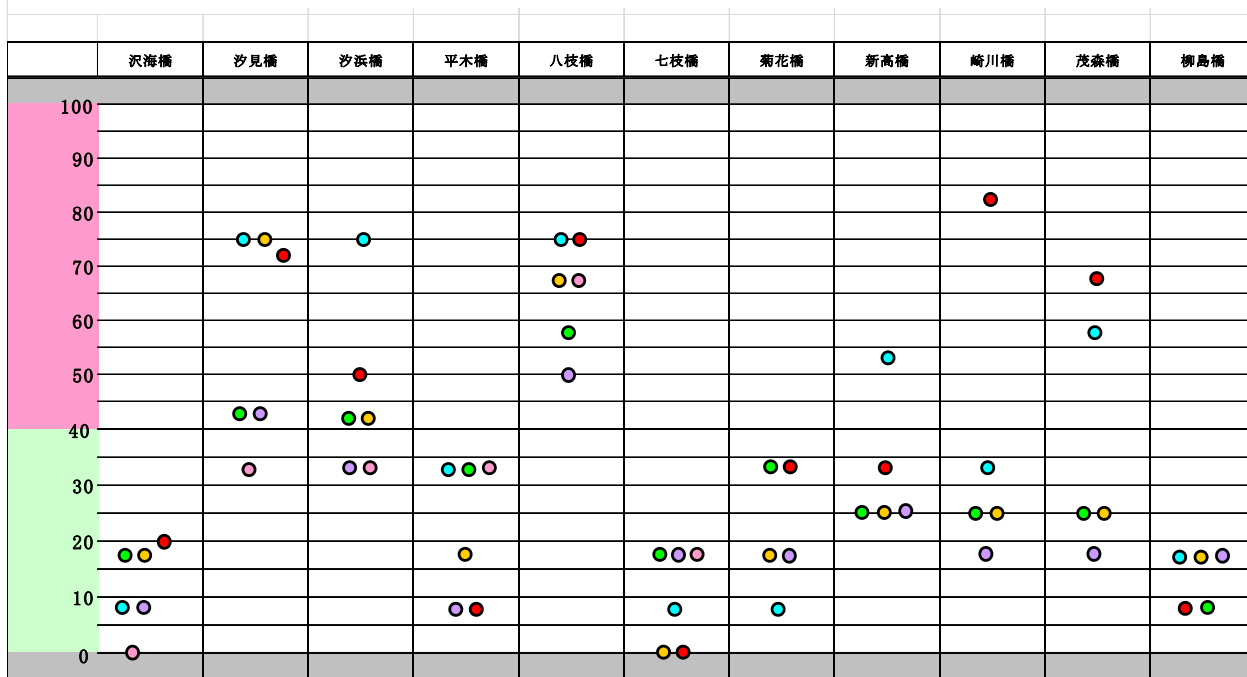


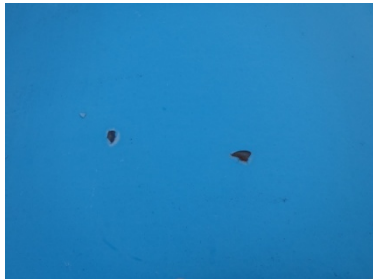





図-6 防食性の総合点（最低点）






3) 評価項目と評価点及びチェックポイント (第一次案)






<景観性>

項目	チェックポイント	評価点	写真など
白亜化	1) 僅かに白っぽい <ul style="list-style-type: none"> 塗料のつやがある。 粉化した塗料の付着無 <p>----- 2</p>	2	
	2) かなり白っぽい <ul style="list-style-type: none"> 粉化した塗料が少し付く 部分的な色味の差が少ない <p>----- 1</p>		
	3) ほとんど真っ白である。 <ul style="list-style-type: none"> 粉化した塗料が著しく 部分的な色味の差が大きい <p>----- 0</p>	1	
外観	1) 塗膜は防食機能、景観機能を維持している。 <ul style="list-style-type: none"> 一部 剥がれが見られる。 下地の塗装は機能している。 <p>----- 2</p>	2	
	2) 塗膜は防食機能、景観機能が損なわれている。 <ul style="list-style-type: none"> 塗膜は防食機能、景観機能が損なわれている 錆が点在している。 <p>表面のみの錆と推定される。</p> <p>----- 1</p>		
	3) 塗膜は防食機能、景観機能が失われている。 <ul style="list-style-type: none"> 漏水がある。 腐食があり、減肉している。 <p>広範囲に塗装が剥がれている。</p> <p>----- 0</p>	0	

項目	チェックポイント	評価点	写真など
変退色	1) 初期と比較して変化している。 ----- 2	2	
	2) 初期と比較して、著しく変化している。 初期の色が部分的に残っている。 ----- 1 3) 初期の色をほとんどとどめていない。 白亜化も進んでいる。 ----- 0		1
汚れ	1) 汚れが部分的に見られる。 塗装面が出ている。 ----- 2	2	
	2) 汚れが全体的に見られる。 塗装面の大部分が汚れあり ----- 1 3) 結露の有無 4) 苔、樹木等の影響 5) 上流，下流側の確認。		1

<防食性>

項目	チェックポイント	評価点	写真など
さび		2	
	<p>1) 僅かに、さびが見られる。 錆が見られるが、減肉無し 範囲が微少で、点在している。 ----- 2</p>	1	
	<p>2) 明らかに、錆が見られる。 塗装が割れて、錆が見られる。 錆の範囲が点在している。 ----- 1</p>	1	
	<p>3) 全面にわたって錆が見られる。 水が溜まっている構造となってい る。 配管が腐食により、減肉している。 錆，腐食が多数確認される。 ----- 0</p>	0	
		0	

項目	チェックポイント	評価点	写真など
はがれ	<p>1) われが部分的に見られる。 水管橋全体から見ると、微少な範囲に割れが見られる。 ----- 2</p>	2	
	<p>2) はがれが全体的に見られる。 塗装面の大部分がわれて、錆、腐食が見られる。 ----- 1</p>	1	
われ	<p>1) 僅かに、われが見られる。 範囲が微少で、点在している。 下地は確認出来ない。 ----- 2</p>	2	
	<p>2) 部分的に、われが見られる。 塗装が割れて、下地が見える。 われの範囲が点在している。 ----- 1</p>	1	
	<p>3) 全面にわたってわれが見られる。 割れた下地（鋼面）錆、腐食が確認される。 ----- 0</p>	0	

4. 水管橋調査（平成 24 年度その 2）

4.1 調査目的

現地調査(平成 24 年度その 2)は、現地調査(平成 24 年度その 1)の結果を受けて、「手引き『評価項目と評価点およびチェックポイント（第一版）』」の妥当性を検証するため、現地調査（平成 24 年度その 1）の中から抽出した水管橋（4 橋）の再調査を実施したものである。

このため、「手引き『評価項目と評価点およびチェックポイント（第一版）』」を評価規準として実施した。

4.2 調査日

平成 24 年 12 月 21 日（金）の 1 日間

4.3 調査箇所（水管橋 4 橋を再調査）

- 1) 沢海橋水管橋（永代通り線 SP φ 800 L=23.1m）
- 2) 汐見橋水管橋（江東永代線 SP φ 800 L=24.4m）
- 3) 平木橋水管橋（第一豊住ポンプ線 SP φ 1200 L=28.6m）
- 4) 汐浜橋上流側水管橋（第一豊住ポンプ線 SP φ 1200 L=47.9m）

4.4 調査内容

- 1) 目視及び触手によって調査
- 2) 記録用紙，写真撮影
- 3) 評価事例の検証

4.5 外面塗装の評価方法の検討

平成 24 年度その 1 の結果を踏まえ、景観性、防食性の評価は、下記に示す内容で実施した。

1) 景観性の評価方法

景観性については、案 A で評価を行った。

表-8 評価案と評価方法

案	評価方法
A	部位毎の評価点を平均して、当該項目毎の評価点を算出する方法

2) 防食性の評価方法

防食性については、案 B で評価を行った。

表-9 採点案と評価方法

案	評価方法
B	各部位の最も低い評価点を当該項目の評価点とする方法。

4.6 水管橋調査（平成 24 年度その 2）のまとめ

水管橋調査（平成 24 年度その 2）の結果、水管橋現地調査（平成 24 年度その 1）と同様に調査者による評価点のバラツキが見られ、評価手法の更なる見直しが必要と考えられた。

評価点は、景観性、防食性ともに、採点において、塗替えが必要としたグループと塗替え不要とした 2 つのグループに調査者が分かれる傾向が見られた。

2 つのグループに分かれた景観性と防食性の総合点は、最終的な管理区分に影響が出る程、大きな相違であった。

相違の生じた理由は下記に示すものと想定された。

- ① 塗替え必要と評価したグループは、劣化が進行している各項目の採点が概ね 1 点（1～2 点）を付けていて、景観及び防食機能は維持されているか、もしくは損なわれていると評価し、評価点の合計が 4～5 点となっている。このため、管理区分の判定に用いる総合点（指数）は、基準点 40 を超える。
- ② 塗替え不要と評価したグループは、各項目の採点が概ね 2 点（2～3 点）を付けていて、塗膜は健全な状態、もしくは景観及び防食機能は維持されていると評価し、評価点の合計が約 8 点となっており、総合点（指数）は、基準点 40 以下となる。

以上の相違点から、評価に調査者による差異が生じないようにするには、2 点の評価点と 1 点の評価点を明確に区別出来る内容にする必要があることから、事例写真及びチェックポイントを明瞭化することで評価のバラツキを解消するため、「露出鋼管（水管橋等）～外面塗装劣化診断の手引き～」を見直した。

・水管橋の評定データ

調査者（7名）による各水管橋の評価結果（抜粋）を下図に示す。

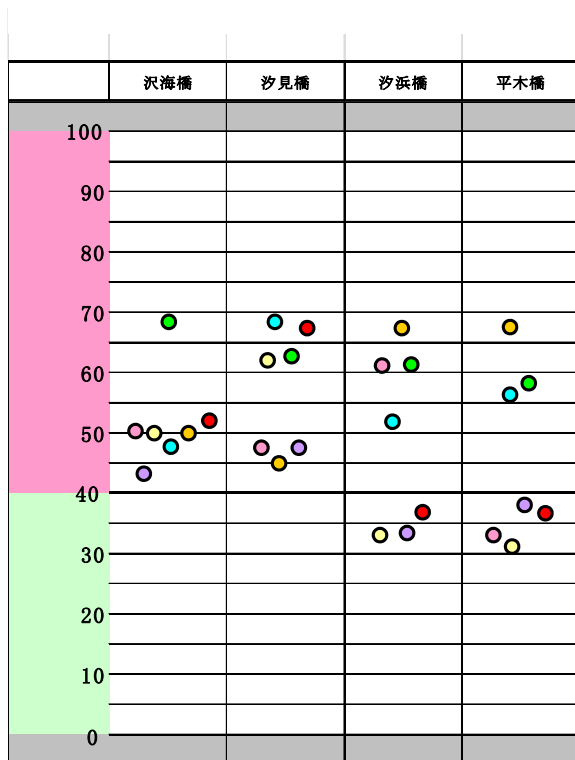


図-7 景観性の総合点（平均点）

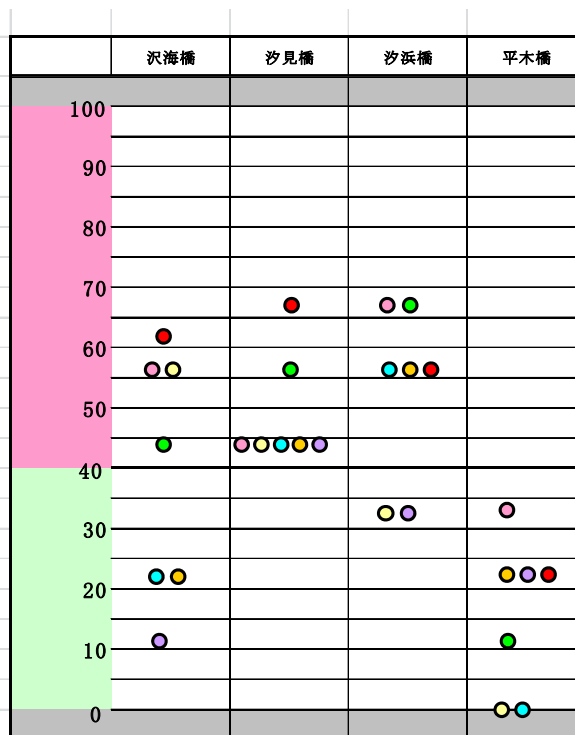


図-8 防食性の総合点（最低点）

・景観性：「白亜化」及び「変退色」については、調査者による差が少ない傾向が見られたが、「外観」及び「汚れ」の評価にバラツキが見られた。

・防食性：「さび」「はがれ」の大きさ、範囲等による評価点の取扱いに評価者によるバラツキが見られた。水管橋の全体から見た「さび」「はがれ」の発生状況と評価を明確にする。

1) 水管橋調査で得られた知見

以下に、景観性及び防食性の採点、評価の具体的な留意点を示す。

① 景観性

各項目について、評価事例を参考に0～3点に採点する。採点は、「白亜化」、「変退色」、「汚れ」、「外観」の順に行なうと齟齬が少ない。「外観」は防食性の内容を取り込むこととし、塗装のきず及びさびを中心に評価する。

水管橋が、高所又は直近で調査が出来ない場所にある場合、また劣化部分について詳細に評価を行う場合、デジタルカメラの光学高倍率ズームを活用して撮影

し、画像データを PC などに取り込み、拡大して評価する。

景観性の評価における各項目のポイント及び留意点を以下に示す。

・白亜化

塗膜の白亜化は、紫外線などにより塗膜表面が分解して粉状になった現象であり、全体に白っぽく変化する。近接調査が出来る場合は、塗膜表面を指先などでこすり、白亜化の確認を行う。なお、塗膜表面が濡れている場合は、適格な評価が出来ないので、塗膜が乾いているときに行う。

・変退色

変退色とは、退色と変色を総称した現象をいう。変色は塗膜の色合い（色相）、彩やかさ（彩度）、明るさ（明度）のうち、いずれか一つ、またはそれ以上が変化する現象であり、退色は主として彩やかさが低下するか、または明るさが増す現象である。初期の色と推定される部分と変退色の程度を目視により評価する。

・汚 れ

汚れは、苔、埃等が付着して塗装面が覆われている現象をいう。汚れの範囲及び付着程度を目視により評価する。

・外 観

外観は、塗膜が防食機能及び景観機能を維持しているか否かの確認を行う。

塗装の発錆の状況及び錆汁の有無を目視により評価する。

なお、漏水の有無も当該評価項目にて確認する。

表-10 景観性の評価点と評価内容

評価	白亜化	変退色	よごれ	外観
3	塗料に光沢がある。 塗料の付着が全く無い。	竣工時から変化なし。	よごれはほとんどなし。	塗装に異常は見られない。
2	塗料に光沢がない。 塗料の付着が全く無い。	竣工時の色味がわずかに変化している。	よごれがあるが、塗装面を確認することが出来る。	塗装に微少なキズがあり、錆汁はない。
1	塗料の付着が多少見られる。	竣工時から変化しているが、推定出来る。	まんべんなくよごれがあり、塗装面部分的に確認される。	塗装に部分的にキズがあり、錆汁がある。
0	塗料の付着が著しい。	竣工時の色味が推定出来ない。	よごれがこびりついて、塗装面が見えない。	塗装が剥がれ、錆汁がある 漏水が見られる。

② 防食性

各項目について、評価事例を参考に0～3点に採点する。点数が小さい程、防食性が低下している。採点は、「さび」、「はがれ」、「われ」の順に行なう。「われ」は、錆、腐食の発生等の下地の状態に関わらず、上塗りの状態で判定する。

水管橋が、高所又は直近で調査が出来ない場所にある場合、また劣化部分につ

いて詳細に評価を行う場合、デジタルカメラの光学高倍率ズームを活用して撮影し、画像データをパソコンなどに取り込み、を拡大して評価する。

防食性の評価項目における注意点及び評価点のポイントを以下に示す。

・さび

塗装では、初期に点さびが発生し、その後面的に広がっていくが、塗膜厚が薄くなりやすい鋼材の端部や、打ちキズ、施工不良等による不具合のある限られた部位でさびが発生する傾向が見られる。

塗装の発錆の状況及び錆汁の有無を目視により評価する。

・はがれ

はがれは、さびの発生と同様、塗膜にとって重大な欠陥であり、防食性の低下に直結する。塗装のはがれの有無及び鋼面状態を目視により評価する。

・われ

われは、われからはがれ、さびに進行する可能性がある。

塗装のわれの有無及び鋼面状態（下地）を目視により評価する。

表-11 防食性の評価点と評価内容

評価	さび	はがれ	われ
3	さびがない。	はがれが無い。	われが無い。
2	さびが見られるが、錆汁は見られない。	はがれが見られるが、鋼面は見えない。	われが見られるが、鋼面は確認出来ない。
1	さびが見られ、錆汁が見られる。	はがれが見られ、鋼面が見える。	われが見られ、開いている。
0	さびが見られ、腐食により減肉している。錆汁が見られる。	はがれが多数あり、全体に広がっている。	われが見られ、発錆が確認される。

5. 水管橋調査(平成24年度その3)

5.1 調査目的

これまでの検証結果を踏まえて、評価項目及び評価点などの修正を加えた「手引き」の妥当性を検証するため、新たに〇〇〇水道局の所管する6橋について現地調査を実施した。

5.2 調査日

平成25年 2月 18日(月)の1日間

5.3 調査箇所(水管橋 6橋)

- 1) 高橋水管橋(清澄線 SPφ800 L=62.3m)
- 2) 東深川水管橋(寺島深川線 SPφ800 L=58.8m)
- 3) 新高橋水管橋(豊住線 SPφ800×2 L=63.0m)(再調査)
- 4) 小松橋水管橋(亀戸千石線 SPφ600 L=62.3m)
- 5) 西十間橋水管橋(寺島太平線 SPφ1000 L=17.8m)
- 6) 東武橋水管橋(言問線 SPφ1000 L=18.8m)

5.4 調査内容

- 1) 目視及び触手によって調査
- 2) 記録用紙, 写真撮影
- 3) 評価事例の検証

5.5 外面塗装の評価方法

水管橋調査(平成24年度その1及びその2)の検証を踏まえ、景観性、防食性の評価方法は、下記に示す案(水管橋調査(平成24年度その1)を参照)で実施した。

1) 景観性の評価方法

景観性については、案Aで評価を行った。

表-12 採点案と評価方法

案	評価方法
A	部位毎の評価点を平均して、当該項目毎の評価点を算出する方法

2) 防食性の評価方法

防食性については、案 A 及び案 B にて評価した。

表-13 採点案と評価方法

案	評価方法
A	部位毎の評価点を平均して、当該項目毎の評価点を算出する方法。
B	各部位の最も低い評価点を当該項目の評価点とする方法。

5.6 水管橋調査（平成 24 年度その 3）の結果

水管橋調査（平成 24 年度その 3）における以下の評価データをまとめたものを後頁に示す。

- ・水管橋調査結果 2/18（再々調査 評価点データ）その 1
＜採点案 A 景観性（平均点）－防食性（平均点）＞グラフ
- ・水管橋調査結果 2/18（再々調査 評価点データ）その 2
＜採点案 B 景観性（平均点）－防食性（最低点）＞グラフ
- ・サンプル調査結果 診断シート 2/18 実施（6 橋）

5.7 水管橋調査（平成 24 年度その 3）のまとめ

〇〇〇水道局の水管橋（6 橋）で、景観性及び防食性の評価方法及び評価点などの妥当性について確認することができた。

1) 景観性

各項目に採点した評価点を、平均して総合点を算出する方法で最終評価の総合点を算出したところ、評価マニュアルのチェックポイント及び事例写真を整理、再検討した効果として、最終的な評価点はバラツキが小さくなり、概ねまとまった。

- ・水管橋調査その 1 の「新高橋」「東武橋」調査結果の相違について
変退色及び汚れの判定の違いから、評価点に差が出たと考えられる。
変退色は現在の色味からは 2 点相当、汚れも塗装面が確認されることから 2 点相当と考えられる。これは評価手引きの景観性 2.変退色, 3.よごれのチェックポイントに反映している。

2) 防食性

各部位毎の評価点を平均して当該項目の総合点を算出する方法では、景観性と同様に最終的な評価点はバラツキが小さくなり、概ねまとまった。

また、各部位の最も低い評価点を当該項目の評価点とする方法については、評価点のバラツキが確認された。

最低点による評価は、微少な損傷の取扱い及び見落とし等の影響が顕著に表れることにより、調査者によって評価にバラツキが出てくる原因と考えられる。

このことから、水管橋全体の評価としては、最低点による最終評価よりも各部位毎の評価を平均して総合点を算出する方法が、調査者の思い込み及び見落とし等による影響や誤差の範囲も小さくなることから、評価方法としては妥当性が高いと判断した。

- 水管橋調査その1の「新高橋」調査結果の相違について
さびの判定の違いから、評価点に差が出たと考えられる。
さびは部分的であり、該当する箇所以外は3点で評価するのが妥当と考えられる。
評価の手引きでは、防食性 1.さびのチェックポイントに反映している。
例) さびがない 3点、さびが見られるが、錆汁が見られない 2点
- 水管橋調査その1の「西十間橋」調査結果の相違について
われとはがれの判定の違いから、評価点に差が出たと考えられる。
さびは確認されたが、われ、はがれについては異常が見られないため、3点で評価することが妥当と考えられる。
評価マニュアル(手引き書) 防食性 2. はがれ, 3.われのチェックポイントに反映している。
- 水管橋調査その1の「東武橋」調査結果の相違について
われの判定の違いから、評価点に差が出たと考えられる。
連続したわれは観測されていないため、大部分において3点相当で評価することが妥当と考えられる。
評価手引きの防食性 3.われのチェックポイント, 添付写真に反映している。

以上ことから、景観性、防食性の評価は平均して総合点を算出する方法は、調査者によるバラツキが小さくなり、概ねまとまった。また、現地調査の状況及び算出した評価点からも、妥当性が高いと判断されるため、評価方法として採用することが望ましい。

- ・ 現地調査（平成 24 年度その 3）景観性（平均点）と防食性（平均点）の結果判定調査者（名）による各水管橋の判定結果を下図に示す。

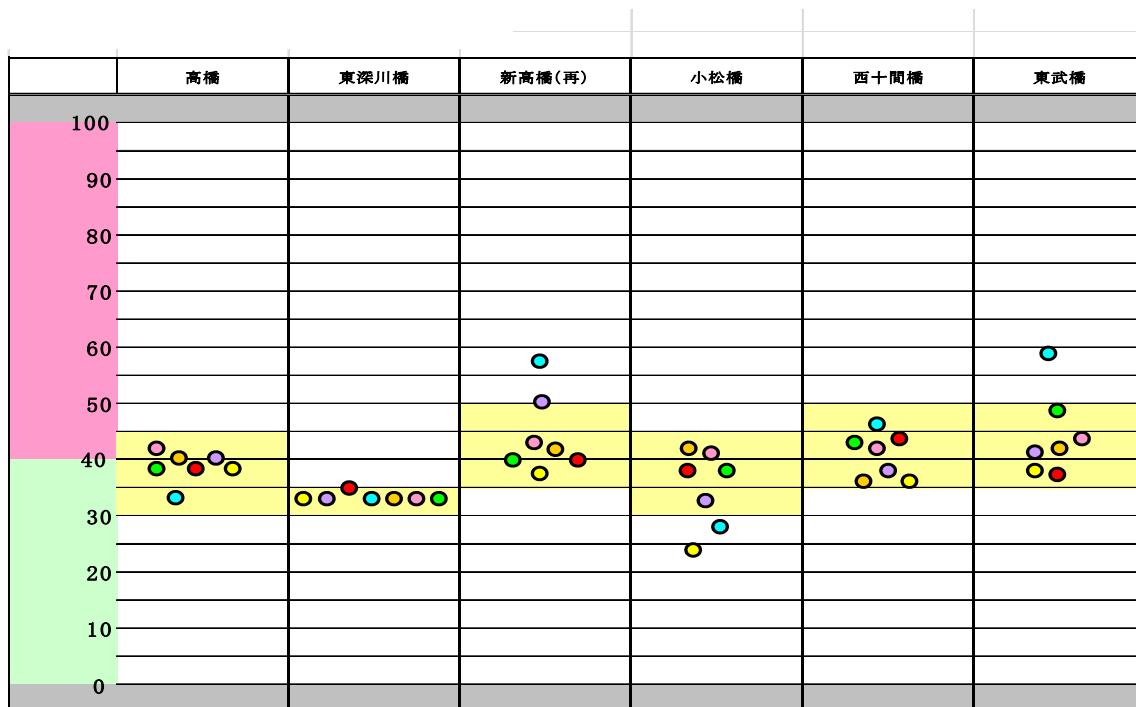


図-14 景観性の評価点(平均点)

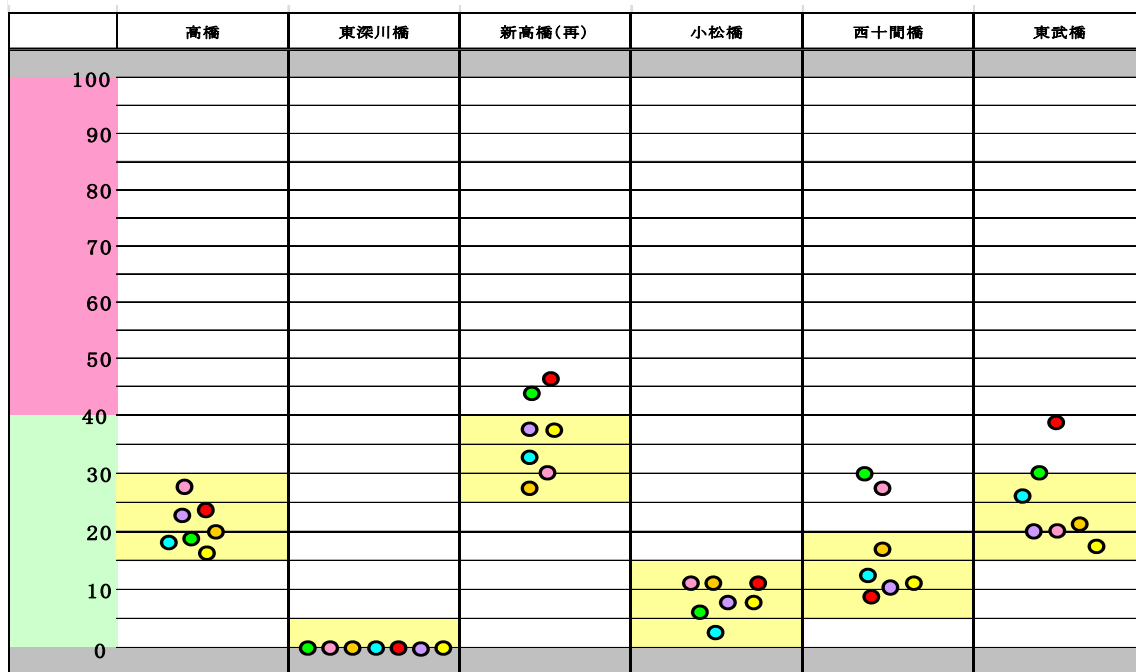


図-15 防食性の評価点 (平均点)

- ・ 現地調査（平成 24 年度その 3）景観性（平均点）と防食性（最低点）の結果判定調査者（7 名）による各水管橋の判定結果を下図に示す。

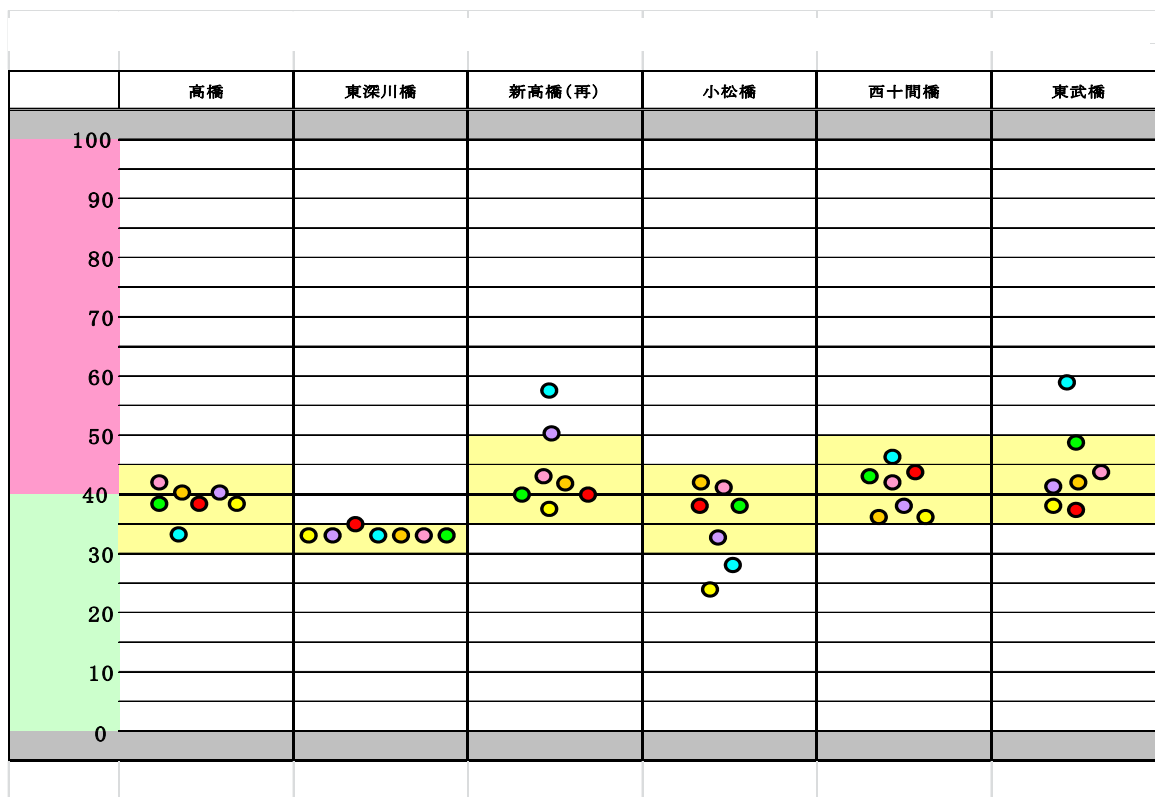


図-16 景観性の評価点（平均点）

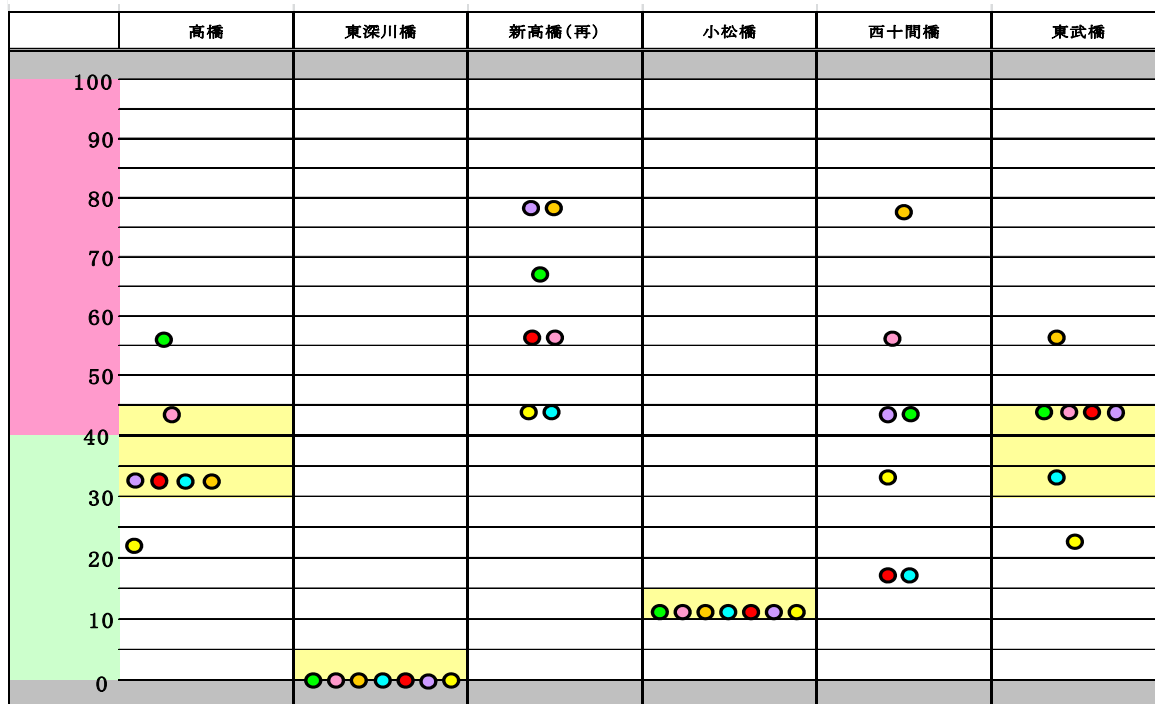


図-17 防食性の評価点（最低点）

調査日	2013.02.18
調査員	

管種・口径	SPφ800	延長(m)	62.30	塗料	ポリウレタン
布設年度	1965	塗替え	2003	WSP009 塗替え時期	L-2 6~8年
環境	市街地		塗替え		

	2.18	
景観性評価	平均	
評価点	39	
防食性評価	平均	最低点
評価点	24	33
判定	定期点検	定期点検

特記事項

部位	コメント(評価)	足場要否

補修範囲	不要	部分	全体
------	----	----	----

26

番号	場所	部位	景観性					総合評価 【劣化指数】
			白亜化	変退色	汚れ	外観	合計	
①	右岸	頂部	1	2	3	1	7	42
		側部(上流)	1	2	2	1	6	50
		側部(下流)	1	2	2	1	6	50
		底部	2	2	3	2	9	25
②	配管部	頂部	1	2	3	2	8	33
		側部(上流)	1	2	2	2	7	42
		側部(下流)	1	2	2	2	7	42
		底部	-	2	3	2	7	42
③	左岸	頂部	1	2	2	2	7	42
		側部(上流)	1	2	3	1	7	42
		側部(下流)	1	2	2	1	6	50
		底部	2	2	3	2	9	25
A:判定(平均値による評価)			1.2	2.0	2.5	1.6	7.3	39

番号	場所	部位	防食性				総合評価 【劣化指数】
			さび	はがれ	われ	合計	
①	右岸	頂部	2	3	2	7	22
		側部(上流)	2	3	2	7	22
		側部(下流)	2	3	2	7	22
		底部	2	3	2	7	22
②	配管部	頂部	2	3	2	7	22
		側部(上流)	2	3	2	7	22
		側部(下流)	2	3	2	7	22
		底部	2	3	2	7	22
③	左岸	頂部	2	3	2	7	22
		側部(上流)	1	3	2	6	33
		側部(下流)	1	3	2	6	33
		底部	2	3	2	7	22
最終判定(平均)			1.8	3.0	2.0	6.8	24
最終判定(最低点)			1	3	2	6	33

写真・図など	左岸	配管部	右岸	部位
				

調査日	2013.02.18
調査員	

管種・口径	STPY800	延長(m)	58.80	塗料	アルミニウム溶射 アクリル塗装
布設年度	2005	塗替え	—	WSP009 塗替え時期	S-1相当 15<
環境	市街地		不要		

	2.18	
景観性評価	平均	
評価点	35	
防食性評価	平均	最低点
評価点	0	0
判定	定期点検	定期点検

特記事項

部位	コメント(評価)	足場要否

補修範囲	不要	部分	全体
------	----	----	----

番号	場所	部位	景観性				合計	総合評価 【劣化指数】
			白亜化	変退色	汚れ	外観		
①	右岸	頂部	1	2	3	2	8	33
		側部(上流)	1	2	3	2	8	33
		側部(下流)	1	2	3	2	8	33
		底部	1	2	2	2	7	42
②	配管部	頂部	1	2	3	2	8	33
		側部(上流)	1	2	3	2	8	33
		側部(下流)	1	2	3	2	8	33
		底部	1	2	2	2	7	42
③	左岸	頂部	1	2	3	2	8	33
		側部(上流)	1	2	3	2	8	33
		側部(下流)	1	2	3	2	8	33
		底部	1	2	2	2	7	42
A:判定(平均値による評価)			1.0	2.0	2.8	2.0	7.8	35

番号	場所	部位	防食性			合計	総合評価 【劣化指数】
			さび	はがれ	われ		
①	右岸	頂部	3	3	3	9	0
		側部(上流)	3	3	3	9	0
		側部(下流)	3	3	3	9	0
		底部	3	3	3	9	0
②	配管部	頂部	3	3	3	9	0
		側部(上流)	3	3	3	9	0
		側部(下流)	3	3	3	9	0
		底部	3	3	3	9	0
③	左岸	頂部	3	3	3	9	0
		側部(上流)	3	3	3	9	0
		側部(下流)	3	3	3	9	0
		底部	3	3	3	9	0
最終判定(平均)			3.0	3.0	3.0	9.0	0
最終判定(最低点)			3	3	3	9	0

27

写真・図など	左岸	配管部	右岸	部 位

調査日	2013.02.18
調査員	

管種・口径	SP φ 800	延長(m)	63.0	塗料	ポリウレタン
布設年度	1965	塗替え	2003	WSP009 塗替え時期	L-2 8~10年
環境	市街地		塗替え		

	2.18	
景観性評価	平均	
評価点	40	
防食性評価	平均	最低点
評価点	46	56
判定	塗替え	塗替え

特記事項

部位	コメント(評価)	足場要否

補修範囲	不要	部分	全体
------	----	----	-----------

28

番号	場所	部位	景観性				合計	総合評価 【劣化指数】
			白亜化	変退色	汚れ	外観		
①	右岸	頂部	1	2	2	2	7	42
		側部(上流)	1	2	2	2	7	42
		側部(下流)	1	2	2	2	7	42
		底部	2	2	2	2	8	33
②	配管部	頂部	1	2	2	2	7	42
		側部(上流)	1	2	2	2	7	42
		側部(下流)	1	2	2	2	7	42
		底部	2	2	2	2	8	33
③	左岸	頂部	1	2	2	2	7	42
		側部(上流)	1	2	2	2	7	42
		側部(下流)	1	2	2	2	7	42
		底部	2	2	2	2	8	33
A:判定(平均値による評価)			1.3	2.0	2.0	2.0	7.3	40

番号	場所	部位	防食性			合計	総合評価 【劣化指数】
			さび	はがれ	われ		
①	右岸	頂部	2	2	1	5	44
		側部(上流)	2	2	1	5	44
		側部(下流)	2	2	1	5	44
		底部	2	2	1	5	44
②	配管部	頂部	2	2	1	5	44
		側部(上流)	2	2	1	5	44
		側部(下流)	2	2	1	5	44
		底部	2	2	1	5	44
③	左岸	頂部	1	2	1	4	56
		側部(上流)	2	2	1	5	44
		側部(下流)	2	2	1	5	44
		底部	1	2	1	4	56
最終判定(平均)			1.8	2.0	1.0	4.8	46
最終判定(最低点)			1	2	1	4	56

写真・図など	左岸	配管部	右岸	部位

調査日	2013.02.18
調査員	

管種・口径	SP φ 600	延長(m)	62.30	塗料	ポリウレタン
布設年度	1996	塗替え	2003年	WSP009 塗替え時期	L-2 6~8年
環境	市街地		塗替え		

	2.18	
景観性評価	平均	
評価点	38	
防食性評価	平均	最低点
評価点	11	11
判定	定期点検	定期点検

特記事項

部位	コメント(評価)	足場要否

補修範囲	不要	部分	全体
------	----	----	----

番号	場所	部位	景観性					総合評価 【劣化指数】
			白亜化	変退色	汚れ	外観	合計	
①	右岸	頂部	1	2	3	2	8	33
		側部(上流)	1	2	2	2	7	42
		側部(下流)	1	2	2	2	7	42
		底部	2	2	2	2	8	33
②	配管部	頂部	1	2	3	2	8	33
		側部(上流)	1	2	2	2	7	42
		側部(下流)	1	2	2	2	7	42
		底部	2	2	2	2	8	33
③	左岸	頂部	1	2	3	2	8	33
		側部(上流)	1	2	2	2	7	42
		側部(下流)	1	2	2	2	7	42
		底部	2	2	2	2	8	33
A:判定(平均値による評価)			1.3	2.0	2.3	2.0	7.5	38

番号	場所	部位	防食性				総合評価 【劣化指数】
			さび	はがれ	われ	合計	
①	右岸	頂部	3	3	2	8	11
		側部(上流)	3	3	2	8	11
		側部(下流)	3	3	2	8	11
		底部	3	3	2	8	11
②	配管部	頂部	3	3	2	8	11
		側部(上流)	3	3	2	8	11
		側部(下流)	3	3	2	8	11
		底部	3	3	2	8	11
③	左岸	頂部	3	3	2	8	11
		側部(上流)	3	3	2	8	11
		側部(下流)	3	3	2	8	11
		底部	3	3	2	8	11
最終判定(平均)			3.0	3.0	2.0	8.0	11
最終判定(最低点)			3	3	2	8	11

写真・図など	左岸	配管部	右岸	部位
				

調査日	2013.02.18
調査員	

管種・口径	SPφ1000	延長(m)	17.80	塗料	ポリウレタン
布設年度	1964	塗替え	2000年	WSP009 塗替え時期	L-2 6~8年
環境	市街地		塗替え		

	2.18	
景観性評価	平均	
評価点	44	
防食性評価	平均	最低点
評価点	9	22
判定	重点管理	重点管理

特記事項




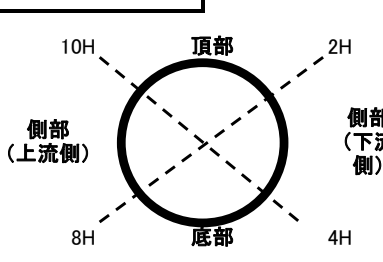
部位	コメント(評価)	足場要否

補修範囲	不要	部分	全体
------	----	----	----

番号	場所	部位	景観性					総合評価 【劣化指数】
			白亜化	変退色	汚れ	外観	合計	
①	右岸	頂部	1	2	2	1	6	50
		側部(上流)	1	2	2	2	7	42
		側部(下流)	1	2	2	1	6	50
		底部	1	2	1	3	7	42
②	配管部	頂部	1	2	2	2	7	42
		側部(上流)	1	2	2	2	7	42
		側部(下流)	1	2	2	2	7	42
		底部	1	2	1	2	6	50
③	左岸	頂部	1	2	2	2	7	42
		側部(上流)	1	2	2	2	7	42
		側部(下流)	1	2	2	2	7	42
		底部	1	2	1	2	6	50
A:判定(平均値による評価)			1.0	2.0	1.8	1.9	6.7	44

番号	場所	部位	防食性				総合評価 【劣化指数】
			さび	はがれ	われ	合計	
①	右岸	頂部	1	3	3	7	22
		側部(上流)	3	3	3	9	0
		側部(下流)	1	3	3	7	22
		底部	3	3	3	9	0
②	配管部	頂部	1	3	3	7	22
		側部(上流)	3	3	3	9	0
		側部(下流)	1	3	3	7	22
		底部	3	3	3	9	0
③	左岸	頂部	3	3	3	9	0
		側部(上流)	1	3	3	7	22
		側部(下流)	3	3	3	9	0
		底部	3	3	3	9	0
最終判定(平均)			2.2	3.0	3.0	8.2	9
最終判定(最低点)			1	3	3	7	22

30

写真・図など	左岸	配管部	右岸	部位
				

調査日	2013.02.18
調査員	

管種・口径	SPφ1000	延長(m)	18.80	塗料	ポリウレタン
布設年度	1987	塗替え	2005年	WSP009 塗替え時期	L-2 6~8年
環境	市街地		塗替え		

	2.18	
景観性評価	平均	
評価点	37	
防食性評価	平均	最低点
評価点	39	44
判定	定期点検	重点管理





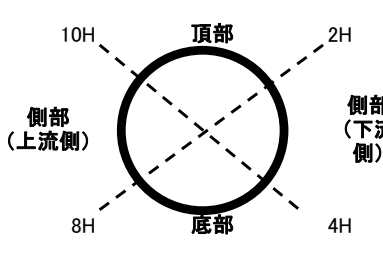
特記事項

部位	コメント(評価)	足場要否

補修範囲	不要	部分	全体
------	----	----	----

番号	場所	部位	景観性				合計	総合評価 【劣化指数】
			白亜化	変退色	汚れ	外観		
①	右岸	頂部	1	2	3	2	8	33
		側部(上流)	1	2	2	2	7	42
		側部(下流)	1	2	3	2	8	33
		底部	1	2	3	2	8	33
②	配管部	頂部	1	2	3	1	7	42
		側部(上流)	1	2	2	2	7	42
		側部(下流)	1	2	3	2	8	33
		底部	1	2	3	2	8	33
③	左岸	頂部	1	2	3	2	8	33
		側部(上流)	1	2	2	2	7	42
		側部(下流)	1	2	3	2	8	33
		底部	1	2	2	2	7	42
A:判定(平均値による評価)			1.0	2.0	2.7	1.9	7.6	37

番号	場所	部位	防食性			合計	総合評価 【劣化指数】
			さび	はがれ	われ		
①	右岸	頂部	1	2	2	5	44
		側部(上流)	1	2	2	5	44
		側部(下流)	2	2	2	6	33
		底部	2	2	2	6	33
②	配管部	頂部	1	2	2	5	44
		側部(上流)	1	2	2	5	44
		側部(下流)	2	2	2	6	33
		底部	2	2	2	6	33
③	左岸	頂部	1	2	2	5	44
		側部(上流)	1	2	2	5	44
		側部(下流)	2	2	2	6	33
		底部	2	2	2	6	33
最終判定			1.5	2.0	2.0	5.5	39
最終判定(最低点)			1	2	2	5	44

写真・図など	左岸	配管部	右岸	部位
				

5) 水管橋調査で得られた知見

① 評価がまとまりやすい水管橋

現地調査（その3）の結果，東深川橋は調査者全員がほぼ同じ評価を行っていた。

当該水管橋は，景観性の「白亜化」以外に劣化している項目が無い状態であり，重複して評価する必要がないため，項目を単体で評価することが出来るので，評価がまとまると考えられる。

② 評価に相違が出やすい水管橋

現地調査（その3）の結果，新高橋は調査者により概ねまとまっていたが，一部評価に相違が見られた。

当該水管橋は，塗膜に「われ」が顕著に見られ，その鋼面に部分的な「さび」確認された。当該劣化部分の評価を，この場合は防食性の「われ」と「さび」項目を重複して評価する必要があり，いずれか一方のみで評価すると相違が出てくる。

③ 景観性の確認事項

景観性「外観」の評価は，腐食，錆による塗装のわれを重点に評価を行なった。また，「汚れ」については，側部は上流，下流の2方向を評価対象とした。

④ 防食性の確認事項

「ふくれ」は，「さび」に伴い生じることから，「はがれ」，「われ」の区別が困難なため，項目から除くこととした。

6. 総合評価【劣化指数】の検討

6.1 総合点の算出方法について

現地調査により算出された評価点を、「機械工事塗装要領（案）：国土交通省総合政策局建設施工企画課 平成 22 年 4 月」の算出式に基づき、景観性、防食性とともに同様の計算式にて総合点を算出して評価することとした。

景観製と防食性の算出式を下記に示す。

$$\text{総合評価【劣化指数】} = \left\{ 1 - \frac{\text{項目別評価点の合計}}{\text{3点（満点）} \times \text{項目数}} \right\} \times 100$$

評価点（採点）は、0～3 点の 4 段階にて評価し、点数が低いほど劣化しているとの評価（採点）となる。

景観性と防食性の結果を総合評価【劣化指数】の算出式にて、0～100 点の総合点に換算する。

総合評価【劣化指数】は、評価点（採点）とは逆の指標となり総合評価【劣化指数】の高いものは劣化が進んでいることになる。

6.2 景観性の総合評価【劣化指数】について

景観性の総合評価【劣化指数】は、「水管橋外面塗装の効率的維持管理方策の調査検討（I）」及び「水管橋の 15 年目暴露試験報告（I）」（第 62 回全国水道研究発表会 H23.5）を参照し、暴露試験の結果と WSP-009：2004「水管橋外面防食基準」で設定している景観性の期待耐用年数を比較すると、総合評価【劣化指数】が 40 を境界として、両者はほぼ合致しており、重点管理時期と判断されていた。このことから、景観性の総合評価【劣化指数】は 40 を目安に重点管理対象とすることは妥当といえる。

また、総合評価【劣化指数】の妥当性を確認するため、水管橋調査（平成 24 年度その 1～その 3）の結果を用いて検証を進めた。これらの結果からも、当該水管橋の景観性は総合評価【劣化指数】が 40 以下は劣化しているとの評価は、現場調査で得られた調査員の実感とも整合があることから、妥当の判断に至った。

6.3 防食性の総合点【指数】について

防食性の総合評価【劣化指数】は、「機械工事塗装要領（案）・同解説：社団法人 日本建設機械化協会 平成 13 年 9 月」の点検結果（塗替え時期の判定）において、劣化度判定基準を参考とすると、総合評価【劣化指数】は、40 以上は全体にかなり劣化が進んでいる状況と 40 未満の劣化部分以外は健全な状況と、40 を境界として劣化度を区分している。その劣化度の区分は、補修（塗替え）の可否の境界でもあるため、当該判定基準を引用して、防食性の総合点【指数】は 40 を

境界とすることにした。さらに、景観性と同様に、現地調査（その1～その3）の結果からも、水管橋の現場調査員の実感とも近似していることから、妥当と判断した。

6.4 評価区分について

景観性及び防食性の評価から、総合的な判定を行い以下に示す管理区分に分類する。

また、表-18 に総合評価【劣化指数】と管理分類一覧を示す。

1) 景観性の評価

調査結果から、算出された景観性の総合評価【劣化指数】が40を超えた場合、当該水管橋は**重点管理**と判断した。

景観性の評価点（指数）が40以下の場合、当該水管橋は今後も**定期点検**を推奨する。



2) 防食性の評価

調査結果から、景観性の総合評価【劣化指数】が40を超え、防食性も40を超えた場合、当該水管橋は**塗替え対象**と判断した。

3) その他

調査結果から、景観性の総合評価【劣化指数】が40を以下であっても、防食性が40を超えた場合、当該水管橋は**重点管理対象**と判断した。

表-18 総合評価【劣化指数】と管理分類一覧

防食性 景観性	総合評価【劣化指数】 0～40点	総合評価【劣化指数】 40～100点	
総合評価【劣化指数】 0～40点	定期点検	重点管理	良好 
総合評価【劣化指数】 40～100点	重点管理	塗替え対象	
	良好		劣化進行

7. 水管橋等の構造部材の劣化診断について

鋼製水管橋の劣化は大きく次の2点に区分できる。

- a) 塗装（腐食）劣化
- b) 構造部材の劣化

本共同研究では、鋼製水管橋に生じる劣化のうち点検により経年的な変化を捉えることができる外面塗装の劣化（腐食）を中心に検討し、水道事業体に対して「水管橋（添架管）外面塗装の保守、点検及び塗替えに関するアンケート」の調査を実施した。その中で「水管橋外面塗装の塗替え基準の作成」が重要課題であると判明したことを受け、水管橋外面塗装の塗替えについて、景観性および防食性の観点からまとめた。

しかし、水管橋の保守点検作業の中では、構造部材の劣化も評価しなければならないケースも想定されるので、構造部材についても考察を加えることにした。

a) 塗装（腐食）劣化

これまで、外面塗装の塗替えは、「景観性」及び「防食性」の2点について評価を行い、これらの結果から「定期点検」、「重点管理（要塗替え）」に区分して、維持管理を行なうものとした。

さらに、以下に示す構造部材の劣化に応じた対策区分を判定し、区分に応じた補修等の延命措置を行い、効果的、効率的な維持管理により、水管橋の健全性を維持し長寿命化を図るものとした。

b) 構造部材の劣化

構造部材の劣化*については、以下の【構造部材の点検】に示される個別の部位の損傷程度（7区分）でC区分以下に該当する個所がある場合は、外面塗装の劣化診断で評価された当該水管橋の管理区分を1段階引き上げるものとする。（定期点検 → 重点管理）

<外面塗装の管理区分>

重点管理：2年毎の点検

定期点検：5年毎の点検

構造部材は点検による損傷状態により対策区分を判定することが基本であり、ここでは国土交通省及び各自治体で行われている「橋梁定期点検要領」で示されている考え方を参考にまとめている。しかしながら、これらは主に道路橋を対象としており、水管橋とは構造等が異なることもある。そこで今後も必要に応じて詳細な検討を行い、水管橋に適したものに進化させる必要があることを予め理解しておく必要がある。

【構造部材の点検】

1) 構造部材部位と点検内容

水管橋の構造は、以下の部位に区分できる。

部位	点検内容
送水管	漏水（塗装については塗替え基準による）、変形
リングサポート	腐食、傾き、変形、破損、アンカーボルトの状態
サドルサポート	腐食、傾き、変形、破損、アンカーボルトの状態
ブラケット	Uバンドの状態 腐食、傾き、変形、破損、ボルトの緩み・脱落
沓（アンカーボルト）	移動可能量（ストッパーとの当たり） 腐食、変形、破損、アンカーボルトの緩み コンクリート部のクラック
伸縮管（継輪）	漏水、腐食、異常変形（伸び、縮み）
空気弁	漏水、フランジ部の腐食
管理歩廊	腐食、変形、破損
補構部材（送水管以外）	腐食、変形、破損、溶接部のわれ
落橋防止	腐食、変形、破損、ボルト/ケーブルの状態

2) 点検結果

上記の部位を目視等により点検・記録し、劣化・損傷の評価として以下の損傷程度（3区分）に区分けする。

評価区分	状況	備考
A	劣化・損傷なし	—
B	軽微な劣化・損傷あり	次回の点検で再確認・評価
C以下	劣化・損傷あり	点検等のデータにより詳細検討で状況に応じた次のような対応を行う

3) 評価・対策区分の分類

点検結果に、一箇所（部位）でもC以下区分に該当する部位があった場合は、塗替え基準で判定された管理区分を1段階引上げる。

対策区分は、部材の重要度や損傷の進行状況、環境の条件など様々な要因を総合的に評価し、部位ごとに損傷状況に対する判断を行なうものである。

評価・対策区分

評価区分	内容
A	劣化・損傷が認められないか、有っても軽微で補修の必要はない
B	劣化・損傷はあるが原因・規模が明確で補修しなくても安全性・耐久性に問題が無いもの
C	重点管理 ／劣化・損傷が進行し補修等が必要なもの
E1	橋梁構造の安全性の観点から、緊急対応の必要がある
E2	二次災害などの恐れがあり、緊急に対応する必要がある
M	日常の維持補修のなかで対応する必要があるもの
S	詳細調査により対応方針を決める必要があるもの

上表の評価・対策区分に分類しを判定し、対策区分に応じた以下に措置を講じる。

- ① 緊急対応が必要（漏水、もしくは漏水の可能性が高い）【E1、E2】
- ② 詳細調査が必要【S】
- ③ 日常の維持・補修の中で対応が必要（緊急性が低い）【M】
- ④ **重点管理**／次回の点検までに補修が必要【C】
- ⑤ 状況に応じて補修【B】

4) 記録

構造部材の点検結果、部位、対策区分及び措置の情報を特記欄に記述する。

5) 対策区分の基本的な考え方

① 対策区分 A

定期点検では、劣化・損傷が認められないか、劣化・損傷が有っても軽微で次回点検までは補修を必要としない状態をいう。

② 対策区分 B

補修の必要と思われる 損傷があるが、劣化・損傷の原因、規模が明確で、直ちに補修をするほどの緊急性はなく、次回の定期点検（5年後）までは構造物の安全性や耐久性が損なわれることがない状態をいう。

例えば、

- ・補剛各点部の部分的な腐食（数箇所、孔はあいていない）
- ・歩廊取付け部や歩廊踏み板の等の部分的な腐食

③ 対策区分 C

劣化・損傷が進行し、当該部位、部材の機能や安全性（率）の低下が認められ、遅くとも次回の定期点検（5年後）までに補修等をする必要がある状態をいう。

例えば、

- ・歩廊踏み板、支柱、手摺の腐食による切断
- ・支承の全面腐食（支承の形状は保っている）
- ・腐食部よりの漏水跡（にじみ）
- ・補剛部材の貫通腐食
- ・空気弁やフランジの腐食（漏水なし）

④ 対策区分 E1

水管橋の安全性が著しく損なわれており、緊急に対処する必要がある状態をいう。

例えば、

- ・伸縮管、空気弁および腐食部からの漏水
- ・管体の大変形およびサポートの変形・移動（沓座からの支承の脱落）等により漏水の恐れがある場合
- ・補剛部材の破断（断裂）

⑤ 対策区分 E2

歩行者等、第三者への影響が懸念され、緊急に対処する必要がある状態をいう。

例えば、

- ・E1 と同様

⑥ 対策区分 M

劣化・損傷があり、当該部位、部材の機能を良好な状態に保つために日常の維持補修作業などのなかで速やかに対処する必要がある状態をいう。

例えば、

- ・ 支承部の土砂詰まり
- ・ Uボルトの緩み

⑦ 対策区分 S

損傷があり、補修等の対応の検討にあたり構造上の問題など原因の特定に詳細調査が必要な状態をいう。

例えば、

- ・ 塗膜の鋼面からの脱落（剥がれ）

- <参考文献> 橋梁定期点検要領（案）（平成 16 年 3 月、国土交通省）
北九州市橋梁維持管理ガイドライン（平成 24 年 3 月、北九州市建設局）
橋梁点検マニュアル（案）（平成 21 年 3 月、長崎県土木部）
山形県橋梁長寿命化総合マニュアル（案）（平成 23 年 6 月、山形県）

8. デジタルカメラを使用した水管橋の外面塗装の劣化診断

水管橋に近接して現地調査ができない行えない場合には、写真を用いる場合がある。

国土交通省中部地方整備局では「塗装の劣化診断に関する手法の開発」として橋梁の画像処理（解析）を行っており、この中で推奨されていたカメラは200～400万画素数、光学ズーム3倍のものであった。

しかしながら、近年カメラの性能の向上が著しく、コンパクトカメラでも1600万画素数、光学ズーム15倍程度が一般向けに市販されているので、写真画像で診断・評価が可能なのかを検討した。

その際、カメラの性能・機種による相違についても調べるため、市販されている汎用機種の中から、「A社（光学ズーム5倍/デジタルズーム5倍、1400万画素数）」と「B社（光学ズーム30倍/デジタルズーム120倍1600万画素数）」の2機種を使用した。

- ① デジタルズーム：レンズは動かさずに、画像の一部切り取り、補完拡大によって拡大する。画像は劣化する。
- ② 光学ズーム：焦点距離を変化させて、画像を拡大する。画像は劣化しない。

<使用カメラ（参考）>

1) A社

- ・カメラ部有効画素数：1400万画素
- ・光学ズーム/デジタルズーム(静止画)5倍/5倍
- ・撮影範囲(レンズ先端より)通常：0.6m～∞



2) B社

- ・カメラ部有効画素数：1620万画素
- ・光学ズーム/デジタルズーム(静止画)30倍/120倍
- ・撮影範囲(レンズ先端より)通常：1.0cm～∞



表-19 高解像度カメラを使用した評価事例（さび）






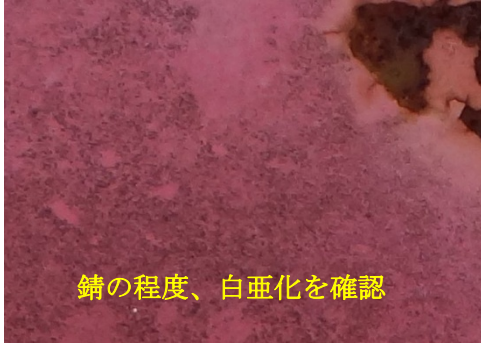

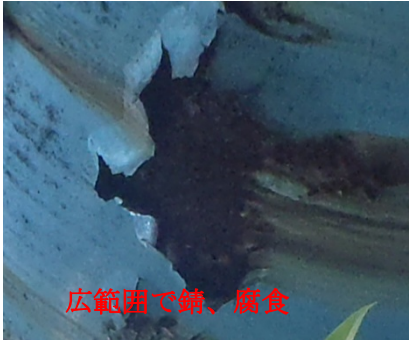








項目	通常の写真		拡大写真
		→	 <p data-bbox="1134 633 1366 712">歩廊からの貫い錆 本管異常無し</p>
		→	 <p data-bbox="1086 1021 1374 1055">錆による膨れ、減肉有</p>
さび		→	 <p data-bbox="1082 1424 1398 1458">錆の程度、白亜化を確認</p>
		→	 <p data-bbox="1082 1854 1313 1888">広範囲で錆、腐食</p>

表-20 高解像度カメラを使用した評価事例（はがれ、われ）

項目	通常の写真		拡大写真
はがれ		→	
		→	
われ		→	
		→	

公表版

露出鋼管（水管橋等）

～外面塗装劣化診断評価の手引き～

平成 25 年 3 月

公益社団法人 日本水道協会
W S P 日本水道鋼管協会

露出鋼管（水管橋等）～外面塗装劣化診断評価の手引き～

平成 25 年 3 月

1. はじめに	1
2. 水管橋の外面塗装の評価方法	1
3. 水管橋外面塗装調査	2
4. 総合評価	6
5. 管理区分	7
6. 補修範囲について	7
7. 診断シートの記入方法	8
8. 評価基準及び診断シート	10
9. 水管橋の構造部材の劣化診断について	23
10. デジタルカメラを使用した水管橋の外面塗装の劣化診断	29

1. はじめに

水道協会において、「水管橋（添架管）外面塗装の保守，点検及び塗替えに関するアンケート」を全国 69 事業者へ実施したところ，水管橋の点検，補修に関し，関心が高いことが伺われたが，日本水道協会と日本水道鋼管協会に水管橋塗装の塗替え基準・規格が無く，また多くの事業者は，外面塗装の保守・点検及び塗替え指針に関しても，明確となっていないのが実情と推測された。

そこで，日本水道協会と日本水道鋼管協会は共同で「水管橋外面塗装の補修・点検及び塗替え」に関する指針を作成するに至った。

水管橋に生じる劣化のうち，点検により経年的な変化を捉えることが出来る外面塗装を中心とした劣化診断手法を検討し，現地調査に基づく評価に用いる評価事例と評価方法を詳細に手引きとしてまとめたものである。

また，構造部材の劣化に対応した対策区分を設定し，計画的，効果的，効率的な維持管理に資する方策も盛り込んだ。

2. 水管橋の外面塗装の評価方法

外面塗装の劣化診断は，水管橋を目視や触手のほか写真撮影も行い，添付の記録シートを使用して，本手引きの評価方法により，景観性，防食性を評価し，外面塗装の維持管理区分及び塗替え時期の判断が可能なものとした。

2.1 景観性の評価方法について

現地塗装調査における景観性の評価は，「鋼構造物塗膜調査マニュアル：（社）日本鋼構造協会」の評価方法を参考にして，現地調査結果と評価事例を基に，白亜化，変退色，汚れ，外観の 4 項目を項目別に評価する。

2.2 防食性の評価方法について

現地塗装調査における防食性の評価は，景観性と同様に「鋼構造物塗膜調査マニュアル：（社）日本鋼構造協会」の評価方法を参考にして，現地調査結果と評価事例を基に，さび，われ，はがれの 3 項目を項目別に評価する。

2.3 構造部材の点検について

水管橋の構造部材の点検は，配管以外の部位（サポート，空気弁等）について，腐食，変形，破損等の有無を目視にて確認し，特記事項欄に記入する。

劣化診断の考え方を，10.「構造部材に関する診断手法の検討」に示す。

2.4 総合評価

外面塗装の調査結果から，景観性，防食性の評価を総合点【指標】として算出し，対象となる水管橋を定期点検対象，重点管理対象，塗替え対象の 3 区分に分類した，維持管理方法を提案している。

3. 水管橋外面塗装調査

3.1 調査項目

- 1) 目視及び触手による評価（採点）、記録
 配管部，右岸，左岸を目視にて調査を行う。
 白亜化の確認のため，配管に可能な限り触手し，記録する。
 評価（採点）は，現地にて撮影した写真を PC 等で拡大して詳細確認後に行うことも可能である。記録は，所定の記録用紙（例）に記入する。
- 2) 特記事項の記録
 付帯設備において，劣化が見られた部位のコメント（評価）を記録する。
- 3) 写真撮影
 現地調査において，必要な写真の内容及び最小限の枚数を，表-1 に示す。
 現地で，写真で記録を残す必要があると考えられる部位（状況）は，適宜撮影する。

表-1 写真撮影の内容及び枚数

部位	左岸	配管部	右岸	その他
撮影内容及び枚数	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全景：1 枚 ・ 拡大：1 枚 ・ 損傷部：適宜 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全景：1 枚 ・ 拡大 ：必要に応じて ・ 損傷部：適宜 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 全景：1 枚 ・ 拡大：1 枚 ・ 損傷部：適宜 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水管橋全景：1 枚 ・ 特記事項：適宜 ・ 被写体まで遠い部分 ：適宜

3.2 必要な資料及び使用機材

現地調査に必要な主な資料及び機材を下記に示す。

表-2 現地調査資機材一覧

No.	品名	数量	コメント
1	診断シート	1	水管橋毎に 1 枚
2	水管橋台帳	適宜	過去の調査データ，水管橋の諸元が判明する台帳等の参考資料。
3	デジタルカメラ	1	1000～1600 万画素，光学ズーム 4～120 倍程度（一般的なデジタルカメラで可）
4	コンベックス	1	必要に応じて
5	軍手、テストハンマ	適量	白亜化・ふくれを確認する際に使用。

3.3 評価方法

1) 景観性

評価事例を参考に各項目を 0～3 点の範囲で採点する。この点数が低い程、塗装の景観性が低下している。

各項目毎の採点を平均して判定（平均値による評価）を求める。さらに判定（平均値による評価）の合計を算出する。

評価（採点）は、「白亜化」、「変退色」、「汚れ」、「外観」の順に行なう。このうち「外観」については防食性の内容と一部重複するが、塗装のきず及びさびを中心に評価（採点）する。

当該水管橋が、高所又は直近で調査が出来ない場所にある場合、または劣化部分を詳細に評価する場合は、デジタルカメラの光学高倍率ズームを活用して、画像を PC に取り込み、拡大してから判定を行うことで精度が増す。

景観性評価の概要を、表-3 に示す。

- ・ 白亜化

塗膜の白亜化は、紫外線などにより塗膜表面が分解して粉状になった現象で、全体に白っぽく変化する。近接調査が出来る場合は、塗膜表面を指先などでこすり、白亜化の確認を行う。

なお、塗膜表面が濡れている場合は、適格な評価が出来ないので、塗膜が乾いているときに行う。

- ・ 変退色

変退色とは、退色と変色を総称した現象をいう。変色は塗膜の色合い（色相）、彩やかさ（彩度）、明るさ（明度）のうち、いずれか一つ、またはそれ以上が変化する現象であり、退色は主として彩やかさが低下するか、または明るさが増す現象である。

初期の色と推定される部分と変退色の程度を目視により評価する。

- ・ 汚 れ

汚れは、苔、埃等が付着して塗装面が覆われている現象をいう。汚れの範囲及び付着程度を目視により評価する。

- ・ 外 観

外観は、塗膜が防食機能及び景観機能を維持しているか否かの確認を行う。

塗装の発錆の状況及び錆汁の有無を目視により評価する。

なお、漏水の有無も当該評価項目にて確認する。

表-3 景観性の評価点

評価	白亜化	変退色	汚れ	外観
3	塗料に光沢がある。 塗料の付着が全く無い。	竣工時から変化なし。	塗装に異常は見られず。	塗装に異常は見られない。
2	塗料に光沢がない。 塗料の付着が全く無い。	竣工時の色味がわずかに変化している。	汚れがあるが、塗装面を確認することが出来る。	塗装に微少なキズがあり、錆汁はない。
1	塗料の付着が多少見られる。	竣工時から変化しているが、推定出来る。	まんべんなく汚れがあり、塗装面部分的に確認される。	塗装に部分的にキズがあり、錆汁がある。
0	塗料の付着が著しい。	竣工時の色味が推定出来ない。	汚れがこびりついて、塗装面が見えない。	塗装が剥がれ、錆汁がある漏水が見られる。

2) 防食性

各項目について、評価事例を参考に 0～3 点に採点する。点数が小さい程、防食性が低下している。

各項目に採点した評価点を、平均して総合点【指数】を算出する。

採点は、「さび」、「はがれ」、「われ」の順に行なう。

「われ」は、錆、腐食の発生等の下地の状態に関わらず、上塗りの状態で判定する。

当該水管橋が、高所又は直近で調査が出来ない場所にある場合、また劣化部分について詳細に評価を行う場合、デジタルカメラの光学高倍率ズームを活用して、画像をパソコンに取り込み、画像を拡大してから判定を行う。

防食性評価の概要を、表-4 に示す。

・ さ び

塗装では、初期に点さびが発生し、その後面的に広がっていくが、塗膜厚が薄くなりやすい鋼材の端部や、打ちキズ、施工不良等による不具合のある限られた部位でさびが発生する傾向が見られる。

塗装の発錆の状況及び錆汁の有無を目視により評価する。

・ はがれ

はがれは、さびの発生と同様、塗膜にとって重大な欠陥であり、外観上の問題にとどまらず、防食性の低下に直結する。

塗装のはがれの有無及び鋼面状態を目視により評価する。

・ わ れ

われは、われからはがれ、さびに進行する可能性がある。

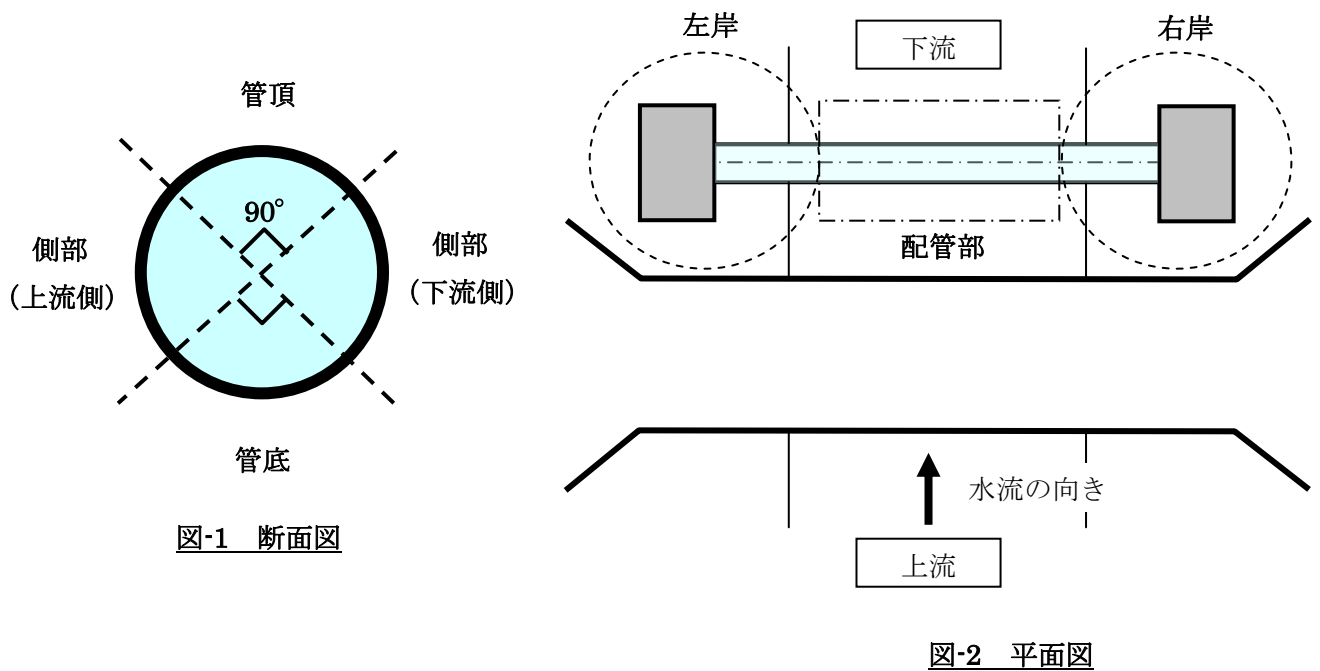
塗装のわれの有無及び鋼面状態（下地）を目視により評価する。

表-4 防食性の評価点

評価	さび	はがれ	われ
3	さびがない。	はがれがない。	われがない。
2	さびが見られるが、錆汁は見られない。	はがれが見られるが、鋼面は見えない。	われが見られるが、開いていない。
1	さびが見られ、錆汁が見られる。	はがれが見られ、鋼面が見える。	われが見られ、開いている。
0	さびが見られ、腐食により減肉している。	はがれが多数あり、全体に広がっている。	われが見られ、発錆が確認される。

3.3 採点位置の概略図

診断シートの採点位置及び範囲を下図に示す。



4. 総合評価

1) 劣化度指数の算出方法

調査の結果から算出された評価点を、下記の式（「機械工事塗装要領（案）：国土交通省総合政策局建設施工企画課 平成 22 年 4 月」）により総合点を算出して評価する。景観性、防食性ともに同様の計算式にて総合点の算出を行う。

$$\text{総合評価【劣化指数】} = \left\{ 1 - \frac{\text{項目別評価点の合計}}{3 \text{ 点（満点）} \times \text{評価項目数}} \right\} \times 100$$

2) 景観性・防食性の劣化指数による管理区分の判定

算出された景観性の劣化度指数は 40 を境に当該水管橋の**管理区分**を判定する。
管理区分の判定は表－5 による。

表-5 管理区分の判定表

防食性 景観性	劣化度指標 0～40 点	劣化度指標 40～100 点	良好 ↓ 劣化進行
劣化度指標 0～40 点	定期点検	重点管理	
劣化度指標 40～100 点	重点管理	塗替え対象	

良好 → 劣化進行

5. 管理区分

塗装の劣化指数により判定した管理区分（塗替え，重点管理，定期点検）詳細は下記の期間とする。

5.1 重点管理

- ・ 2年毎程度の点検頻度

「景観性」，「防食性」の評価のいずれかが，総合点 40 を超えていることから，すでに塗装の劣化が進行していること明らかであり，経過確認が重要と考えられるため，2年毎程度の頻度で点検を継続的に進めることとする。

5.2 定期点検

- ・ 5年毎程度の点検頻度

「景観性」，「防食性」の評価のいずれかも，総合点 40 以下であるため，現状の劣化は微量であり，塗膜は防食機能及び景観機能を維持していると考えられるため，5年毎程度の頻度で点検を進めることとする。

6. 補修範囲について

水管橋の管体以外の部分において，劣化及び損傷が確認され，補修等が必要と考えられる場合は，診断シートの特記事項欄及び補修範囲欄に記入する。

6.1 特記事項

水管橋の構造部材の点検については，配管以外の部位（サポート，空気弁等）の腐食，変形，破損等の有無を目視にて確認し，劣化が見られた部位，コメントを特記事項欄に記入する。

また，補修工事の施工にあたり，仮設足場の必要性も確認し，要・不要等を記入する。

6.2 補修範囲

補修範囲欄に，当該劣化部分の補修工事の範囲について，不要，部分，全体に区分して評価（チェック）する。

7. 診断シートの記入方法

診断シートの記入方法を下記に示す。

1) 水管橋の基本情報

管種、口径、塗料、布設年度等の該当する水管橋の基本情報を竣工図面等の書類及び現地にて確認を行い、記入する。

表-6 水管橋の基本情報（例）

管種・口径	SPφ400	延長(m)	25.5	塗料	ポリウレタン
布設年度	1971	塗替え	2000	WSP009 塗替え時期	L-2 8~10年
環境	市街地		塗替え 対象		

2) 景観性の評価

各部位毎に「白亜化」、「汚れ」、「変退色」、「外観」の調査項目順に目視及び触手で確認する。各項目について、評価項目と評価点を参考に0~3点の範囲で採点する。

白亜化などの各項目の評価（採点）を行い、各項目毎の評価点の平均点を算出して、その合計を評価点とする。目視が困難な部位があり評価が出来ない場合は、当該部分の評価は除いて平均点の算出を行う。

表-7 景観性の評価

番号	場所	部位	景観性					総合評価 【劣化指数】
			白亜化	変退色	汚れ	外観	合計	
①	右岸	頂部	1	1	1	2	—	—
		側部(上流)	1	1	1	2	—	—
		側部(下流)	2	1	2	2	—	—
		底部	2	1	2	2	—	—
②	配管部	頂部	1	1	1	2	—	—
		側部(上流)	1	1	1	2	—	—
		側部(下流)	2	1	2	2	—	—
		底部	2	1	2	2	—	—
③	左岸	頂部	1	1	1	2	—	—
		側部(上流)	1	1	1	2	—	—
		側部(下流)	2	1	2	2	—	—
		底部	2	1	2	2	—	—
評価点(平均値による算出)			1.5	1.0	平均 1.5	2.0	合計 6.0	50

3) 防食性の評価

各部位毎に「さび」、「はがれ」、「われ」の調査項目順に目視及び触手で確認する。

各項目について、評価項目と評価点を参考に0～3点の範囲で採点する。

各項目の評価を行なった後、各評価点毎の平均点を算出して、その合計を評価点とする。目視が困難な部位があり評価が出来ない場合は、当該部分の評価は除いて平均点の算出を行う。

表-8 防食性の評価 (例)

番号	場所	部位	防食性				総合評価 【劣化指数】
			さび	はがれ	われ	合計	
①	右岸	頂部	2	2	3	—	—
		側部(上流)	2	2	3	—	—
		側部(下流)	2	2	3	—	—
		底部	2	2	3	—	—
②	配管部	頂部	2	1	3	—	—
		側部(上流)	2	2	3	—	—
		側部(下流)	2	2	3	—	—
		底部	2	2	3	—	—
③	左岸	頂部	2	1	3	—	—
		側部(上流)	2	2	3	—	—
		側部(下流)	2	2	3	—	—
		底部	2	2	3	—	—
評価点(平均値による)			2.0	平均 1.8	3.0	合計 6.8	24

4) 特記事項

配管や他の部位(サポート、空気弁等)も含めて、腐食、変形、破損等の有無を目視や打音にて確認し、劣化が見られた部位、コメントを記入する。

また、補修工事を行なう際の足場要否を記入する。

表-9 特記事項記入 (例)

特記事項

部位	コメント(評価)	足場要否
歩廊	破損, 錆あり	要
伸縮管	ボルトに錆あり	要

5) 総合評価及び判定

景観性、防食性の評価点を、4.項「総合評価」の内容にて、管理方法を塗替え、重点管理、定期点検に3区分する。

さらに、劣化が確認された範囲から、補修範囲について区分する。

表-10 総合評価 (例)

調査日	2013.〇.〇
景観性評価	
総合評価【劣化指数】	50
防食性評価	
総合評価【劣化指数】	24
管理区分	重点管理

6) その他

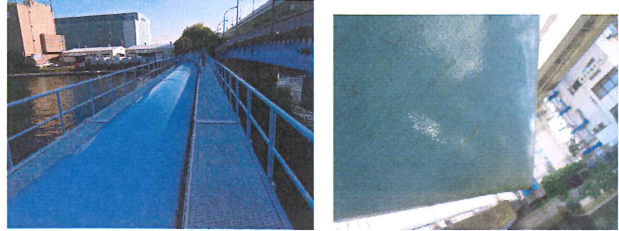
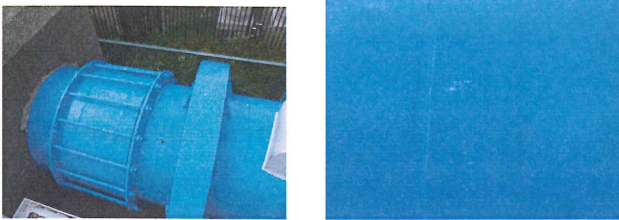

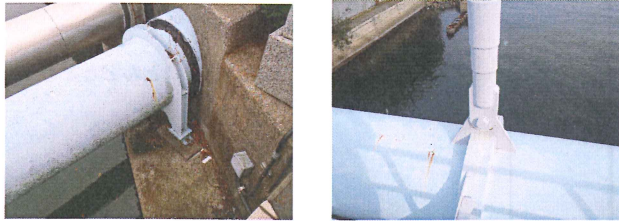
調査結果に該当する点検時の写真及び必要と考えられる略図等を、9. 診断シート (添付：サンプル) を参考に、「写真・図など」欄に添付する。

8. 評価基準及び診断シート

1) 評価基準 (評価項目と評価点) 及び診断シート

評価基準及び診断シートを次項以下の表に示す。

景観性 評価基準 (1/4)

評価項目	塗装状況	チェックポイント	評価点	写真など
景観性	ほとんど変化なし	① 全周にわたり、塗料に光沢がある。 ② 両岸貫通部および歩廊等から、配管に触手して粉化した塗料の付着（ <u>チョーキング</u> ）が全く無い。 ③ 塗料の表面が滑らかである。 ④ 竣工時の色味を維持している。（変化なし）	3	
	わずかに白っぽい	① 塗料に光沢がない。 ② 両岸貫通部および歩廊等から、配管に触手して粉化した塗料の付着（ <u>チョーキング</u> ）が全く無い。	2	
	かなり白っぽい	① 塗料に光沢はないが、竣工時の色味が推定出来る。 ② 両岸貫通部および歩廊等から、配管に触手して粉化した塗料の付着（ <u>チョーキング</u> ）が多少見られる。	1	
	ほとんど真っ白である	① 塗料に光沢がなく、竣工時の色味も推定出来ない。 ② 両岸貫通部および歩廊等から、配管に触手して粉化した塗料の付着（ <u>チョーキング</u> ）が著しい。	0	

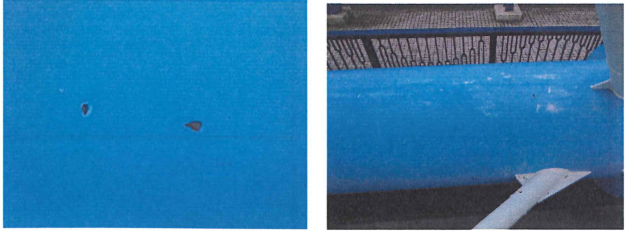



景観性 評価基準 (2/4)

評価項目	塗装状況	チェックポイント	評価点	写真など
景観性		初期と比べてほとんど変化なし	① <u>施工時から変化なし (光沢あり)</u> ② 塗装に異常は見られない。	3 
	2. 変退色	初期と比べて変化している	① <u>竣工時の色味がわずかに変化している。(わずかに白っぽい)</u> ② 塗装に異常は見られない。 ③ 上塗りが薄くなり、中塗りが透けて見える。	2 
		初期と比較して著しく変化している	① <u>竣工時から変化しているが、竣工時の色味が推定出来る。</u> ② 摺り跡と比較しても、劣化が顕著に確認出来る。	1 
		初期の色をほとんどとどめていない	① <u>竣工時の色味が推定出来ない。(明らかに白い)</u> ② 目視で、白亜化が進行していることが確認出来る。	0 

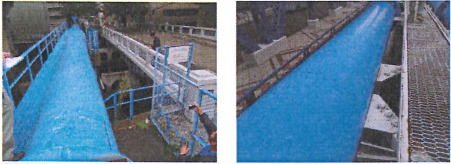

景観性 評価基準 (3/4)

評価項目	塗装状況	チェックポイント	評価点	写真など
景観性	よごれはほとんどなし	① 苔、埃等は見られない。	3	
	ややよごれあり	① <u>よごれがあるが、塗装面を確認することが出来る。</u>	2	
	中程度のよごれあり	① <u>まんべんなくよごれが確認され、塗装面が部分的に確認出来る。</u>	1	
	よごれは著しい	① <u>よごれがこびり付いていて、塗装面が見えない。</u>	0	

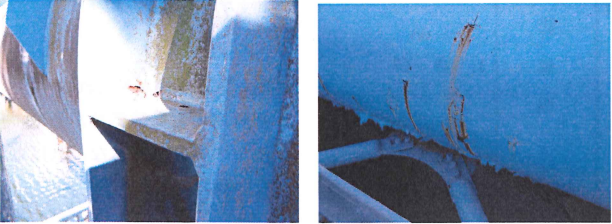

景観性 評価基準 (4/4)

評価項目	塗装状況	チェックポイント	評価点	写真など
景観性	さび、剥がれ、割れ、膨れが認められず、塗膜は健全な状態	① <u>塗装に異常は見られない。</u>	3	—
	さび、剥がれ、割れ、膨れがわずかに認められるが、塗膜は防食機能および景観機能を維持している状態	① <u>塗装に微少なきずがあり発錆が見られる。</u> ② <u>錆汁はない。</u>	2	
	さび、剥がれ、割れ、膨れが顕在化し、塗膜は防食機能及び景観機能が損なわれている状態	① <u>塗装に部分的なきずが見られ、錆汁あり。</u> 	1	
	さび、剥がれ、割れ、膨れが進行し、塗膜は防食機能及び景観機能が失われている状態	① <u>塗装は広範囲に剥がれ、錆汁あり。</u> ② <u>漏水が見られる。</u>	0	


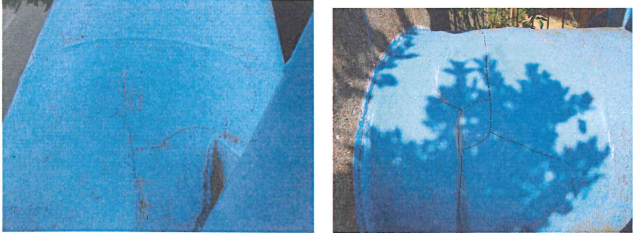
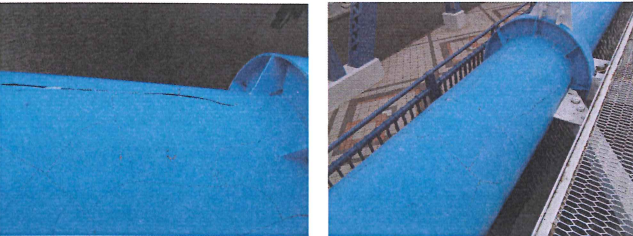
防食性 評価基準 (1/3)

評価項目	塗装状況	チェックポイント	評価点	写真など
防食性	異常なし 誰が見ても外観的にさびが認められない	① <u>さびがない。</u> ② 塗装に異常は見られない。	3	
	わずかにさびが見られる さびが観察される部分意外の塗膜の防食性能はほぼ維持されていると思われる状態	① <u>さびが見られるが、錆汁は見られない。</u> ② 塗装に部分的に劣化が見られる。	2	
	1. さび 明らかにさびが見られる 誰がみても発錆部分が多く、何らかの処置を施さなければならない状態	① <u>さびが見られ、錆汁が見られる。</u> ② 塗装に部分的に劣化が見られる。 	1	
	見かけ上、ほぼ全面にわたってさびが見られる。 早急に塗料を塗りなおさなければならない状態	① <u>腐食により減肉している。</u> ② <u>錆汁が見られる。</u> ③ 部分的に、水が溜まる構造となっている。	0	

防食性 評価基準 (2/3)

評価項目	塗装状況	チェックポイント	評価点	写真など
防食性	異常なし 誰が見ても外観的に剥がれが認められない	① <u>はがれが無い</u> ② <u>塗装に異常は見られない。</u>	3	—
	わずかにはがれが見られる はがれが観察される部分意外の塗膜の防食性能はほぼ維持されていると思われる状態	① <u>はがれが見られ、下塗り、中塗りが確認出来る。鋼面は見られない。</u> ② <u>部分的に、はがれが見られる。</u>	2	
	2. はがれ 明らかにはがれが見られる 誰がみても剥がれている部分が多く、何らかの処置を施さなければならぬ状態	① <u>はがれが見られ、鋼面が見える。</u> ② <u>鋼面には、発錆が見られる。</u> ③ <u>部分的に、はがれが見られる。</u>	1	
	見かけ上、ほぼ全面にわたってはがれが見られる。 早急に塗料を塗りなおさなければならぬ状態	① <u>はがれが見られ、鋼面が見える。</u> ② <u>鋼面には、発錆が見られる。</u> ③ <u>はがれが多数確認される。または、全体に広がっている。</u>	0	

防食性 評価基準 (3/3)

評価項目	塗装状況	チェックポイント	評価点	写真など
防食性	3. われ	異常なし 誰が見ても外観的に割れが認められない	3	
	3. われ	わずかに割れが見られる 割れが観察される部分意外の塗膜の防食性能はほぼ維持されていると思われる状態	2	
	3. われ	明らかに割れが見られる 誰がみても割れ部分が多く、何らかの処置を施さなければならない状態	1	
	3. われ	見かけ上、ほぼ全面にわたって割れが見られる。 早急に塗料を塗りなおさなければならない状態	0	—

水管橋名

調査日	
調査員	

管種・口径		延長(m)		塗料	
布設年度		塗替え		WSP009 塗替え時期	
環境					

調査日	
景観性評価	
評価点	
防食性評価	
評価点	
判定	

特記事項

部位	コメント(評価)	足場要否

番号	場所	部位	景観性				総合評価 【劣化指数】
			白亜化	変退色	汚れ	外観	
①	右岸	頂部					
		側部(上流)					
		側部(下流)					
		底部					
②	配管部	頂部					
		側部(上流)					
		側部(下流)					
		底部					
③	左岸	頂部					
		側部(上流)					
		側部(下流)					
		底部					
判定(平均値による評価)							

番号	場所	部位	防食性				総合評価 【劣化指数】
			さび	はがれ	われ	合計	
①	右岸	頂部					
		側部(上流)					
		側部(下流)					
		底部					
②	配管部	頂部					
		側部(上流)					
		側部(下流)					
		底部					
③	左岸	頂部					
		側部(上流)					
		側部(下流)					
		底部					
判定(平均値による評価)							

19

写真・図など				部 位

水管橋名

○ ○ 橋

サンプル

調査日	2013/○○/●●
調査員	△△

管種・口径	SP φ 400	延長(m)	25.5	塗料	ポリウレタン
布設年度	1971	塗替え	2000	WSP009 塗替え時期	L-2 8~10年
環境	市街地		塗り替え		

調査日	
景観性評価	
評価点	50
防食性評価	
評価点	33
判定	重点管理





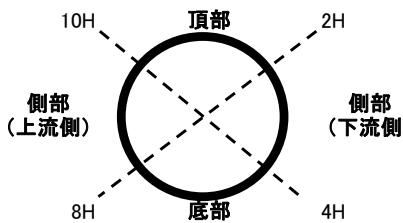
特記事項

部位	コメント(評価)	足場要否
歩廊	破損, 錆あり	要

番号	場所	部位	景観性				合計	総合評価 【劣化指数】
			白亜化	変退色	汚れ	外観		
①	右岸	頂部	1	1	1	2	5	58
		側部(上流)	1	1	1	2	5	58
		側部(下流)	2	2	1	2	7	42
		底部	2	2	1	2	7	42
②	配管部	頂部	1	1	1	2	5	58
		側部(上流)	1	1	1	2	5	58
		側部(下流)	2	2	1	2	7	42
		底部	2	2	1	2	7	42
③	左岸	頂部	1	1	1	2	5	58
		側部(上流)	1	1	1	2	5	58
		側部(下流)	2	2	1	2	7	42
		底部	2	2	1	2	7	42
判定(平均値による評価)			1.5	1.5	1.0	2.0	6.0	50

番号	場所	部位	防食性			合計	総合評価 【劣化指数】
			さび	はがれ	われ		
①	右岸	頂部	2	2	3	7	22
		側部(上流)	2	2	3	7	22
		側部(下流)	2	2	3	7	22
		底部	2	2	3	7	22
②	配管部	頂部	2	1	3	6	33
		側部(上流)	2	2	3	7	22
		側部(下流)	2	2	3	7	22
		底部	2	2	3	7	22
③	左岸	頂部	2	1	3	6	33
		側部(上流)	2	2	3	7	22
		側部(下流)	2	2	3	7	22
		底部	2	2	3	7	22
判定(平均値による評価)			2	1	3	6	33

21

写真・図など	左岸	腐食あり	右岸	部位
				

9. 水管橋等の構造部材の劣化診断について

鋼製水管橋の劣化は大きく次の2点に区分できる。

- a) 塗装（腐食）劣化
- b) 構造部材の劣化

本共同研究では、鋼製水管橋に生じる劣化のうち点検により経年的な変化を捉えることができる外面塗装の劣化（腐食）を中心に検討し、水道事業体に対して「水管橋（添架管）外面塗装の保守、点検及び塗替えに関するアンケート」の調査を実施した。その中で「水管橋外面塗装の塗替え基準の作成」が重要課題であると判明したことを受け、水管橋外面塗装の塗替えについて、景観性および防食性の観点からまとめた。

しかし、水管橋の保守点検作業の中では、構造部材の劣化も評価しなければならないケースも想定されるので、構造部材についても考察を加えることにした。

a) 塗装（腐食）劣化

これまで、外面塗装の塗替えは、「景観性」及び「防食性」の2点について評価を行い、これらの結果から「定期点検」、「重点管理（要塗替え）」に区分して、維持管理を行なうものとした。

さらに、以下に示す構造部材の劣化に応じた対策区分を判定し、区分に応じた補修等の延命措置を行い、効果的、効率的な維持管理により、水管橋の健全性を維持し長寿命化を図るものとした。

b) 構造部材の劣化

構造部材の劣化*については、以下の【構造部材の点検】に示される個別の部位の損傷程度（7区分）でC区分以下に該当する個所がある場合は、外面塗装の劣化診断で評価された当該水管橋の管理区分を1段階引き上げるものとする。（定期点検 → 重点管理）

<外面塗装の管理区分>

重点管理：2年毎の点検

定期点検：5年毎の点検

構造部材は点検による損傷状態により対策区分を判定することが基本であり、ここでは国土交通省及び各自治体で行われている「橋梁定期点検要領」で示されている考え方を参考にまとめている。しかしながら、これらは主に道路橋を対象としており、水管橋とは構造等が異なることもある。そこで今後も必要に応じて詳細な検討を行い、水管橋に適したものに進化させる必要があることを予め理解しておく必要がある。

【構造部材の点検】

1) 構造部材部位と点検内容

水管橋の構造は、以下の部位に区分できる。

部位	点検内容
送水管	漏水（塗装については塗替え基準による）、変形
リングサポート	腐食、傾き、変形、破損、アンカーボルトの状態
サドルサポート	腐食、傾き、変形、破損、アンカーボルトの状態
ブラケット	Uバンドの状態 腐食、傾き、変形、破損、ボルトの緩み・脱落
沓（アンカーボルト）	移動可能量（ストッパーとの当たり） 腐食、変形、破損、アンカーボルトの緩み コンクリート部のクラック
伸縮管（継輪）	漏水、腐食、異常変形（伸び、縮み）
空気弁	漏水、フランジ部の腐食
管理歩廊	腐食、変形、破損
補構部材（送水管以外）	腐食、変形、破損、溶接部のわれ
落橋防止	腐食、変形、破損、ボルト/ケーブルの状態

2) 点検結果

上記の部位を目視等により点検・記録し、劣化・損傷の評価として以下の損傷程度（3区分）に区分けする。

評価区分	状況	備考
A	劣化・損傷なし	—
B	軽微な劣化・損傷あり	次回の点検で再確認・評価
C以下	劣化・損傷あり	点検等のデータにより詳細検討で状況に応じた次のような対応を行う

3) 評価・対策区分の分類

点検結果に、一箇所（部位）でもC以下区分に該当する部位があった場合は、塗替え基準で判定された管理区分を1段階引上げる。

対策区分は、部材の重要度や損傷の進行状況、環境の条件など様々な要因を総合的に評価し、部位ごとに損傷状況に対する判断を行なうものである。

評価・対策区分

評価区分	内容
A	劣化・損傷が認められないか、有っても軽微で補修の必要はない
B	劣化・損傷はあるが原因・規模が明確で補修しなくても安全性・耐久性に問題が無いもの
C	重点管理 ／劣化・損傷が進行し補修等が必要なもの
E1	橋梁構造の安全性の観点から、緊急対応の必要がある
E2	二次災害などの恐れがあり、緊急に対応する必要がある
M	日常の維持補修のなかで対応する必要があるもの
S	詳細調査により対応方針を決める必要があるもの

上表の評価・対策区分に分類しを判定し、対策区分に応じた以下に措置を講じる。

- ① 緊急対応が必要（漏水、もしくは漏水の可能性が高い）【E1、E2】
- ② 詳細調査が必要【S】
- ③ 日常の維持・補修の中で対応が必要（緊急性が低い）【M】
- ④ **重点管理**／次回の点検までに補修が必要【C】
- ⑤ 状況に応じて補修【B】

4) 記録

構造部材の点検結果、部位、対策区分及び措置の情報を特記欄に記述する。

5) 対策区分の基本的な考え方

① 対策区分 A

定期点検では、劣化・損傷が認められないか、劣化・損傷が有っても軽微で次回点検までは補修を必要としない状態をいう。

② 対策区分 B

補修の必要と思われる 損傷があるが、劣化・損傷の原因、規模が明確で、直ちに補修をするほどの緊急性はなく、次回の定期点検（5年後）までは構造物の安全性や耐久性が損なわれることがない状態をいう。

例えば、

- ・補剛各点部の部分的な腐食（数箇所、孔はあいていない）
- ・歩廊取付け部や歩廊踏み板の等の部分的な腐食

③ 対策区分 C

劣化・損傷が進行し、当該部位、部材の機能や安全性（率）の低下が認められ、遅くとも次回の定期点検（5年後）までに補修等をする必要がある状態をいう。

例えば、

- ・歩廊踏み板、支柱、手摺の腐食による切断
- ・支承の全面腐食（支承の形状は保っている）
- ・腐食部よりの漏水跡（にじみ）
- ・補剛部材の貫通腐食
- ・空気弁やフランジの腐食（漏水なし）

④ 対策区分 E1

水管橋の安全性が著しく損なわれており、緊急に対処する必要がある状態をいう。

例えば、

- ・伸縮管、空気弁および腐食部からの漏水
- ・管体の大変形およびサポートの変形・移動（沓座からの支承の脱落）等により漏水の恐れがある場合
- ・補剛部材の破断（断裂）

⑤ 対策区分 E2

歩行者等、第三者への影響が懸念され、緊急に対処する必要がある状態をいう。

例えば、

- ・E1 と同様

⑥ 対策区分 M

劣化・損傷があり、当該部位、部材の機能を良好な状態に保つために日常の維持補修作業などのなかで速やかに対処する必要がある状態をいう。

例えば、

- ・ 支承部の土砂詰まり
- ・ Uボルトの緩み

⑦ 対策区分 S

損傷があり、補修等の対応の検討にあたり構造上の問題など原因の特定に詳細調査が必要な状態をいう。

例えば、

- ・ 塗膜の鋼面からの脱落（剥がれ）

- <参考文献> 橋梁定期点検要領（案）（平成 16 年 3 月、国土交通省）
北九州市橋梁維持管理ガイドライン（平成 24 年 3 月、北九州市建設局）
橋梁点検マニュアル（案）（平成 21 年 3 月、長崎県土木部）
山形県橋梁長寿命化総合マニュアル（案）（平成 23 年 6 月、山形県）

10. デジタルカメラを使用した水管橋の外面塗装の劣化診断

水管橋に近接して現地調査ができない行えない場合には、写真を用いる場合がある。

国土交通省中部地方整備局では「塗装の劣化診断に関する手法の開発」として橋梁の画像処理（解析）を行っており、この中で推奨されていたカメラは200～400万画素数、光学ズーム3倍のものであった。

しかしながら、近年カメラの性能の向上が著しく、コンパクトカメラでも1600万画素数、光学ズーム15倍程度が一般向けに市販されているので、写真画像で診断・評価が可能なのかを検討した。

その際、カメラの性能・機種による相違についても調べるため、市販されている汎用機種の中から、「A社（光学ズーム5倍/デジタルズーム5倍、1400万画素数）」と「B社（光学ズーム30倍/デジタルズーム120倍 1600万画素数）」の2機種を使用した。

- ① デジタルズーム：レンズは動かさずに、画像の一部切り取り、補完拡大によって拡大する。画像は劣化する。
- ② 光学ズーム：焦点距離を変化させて、画像を拡大する。画像は劣化しない。

<使用カメラ（参考）>

1) A社

- ・カメラ部有効画素数：1400万画素
- ・光学ズーム/デジタルズーム(静止画) 5倍/5倍
- ・撮影範囲(レンズ先端より) 通常：0.6m～∞



2) B社

- ・カメラ部有効画素数：1620万画素
- ・光学ズーム/デジタルズーム(静止画) 30倍/120倍
- ・撮影範囲(レンズ先端より) 通常：1.0cm～∞



表-11 高解像度カメラを使用した評価事例（さび）






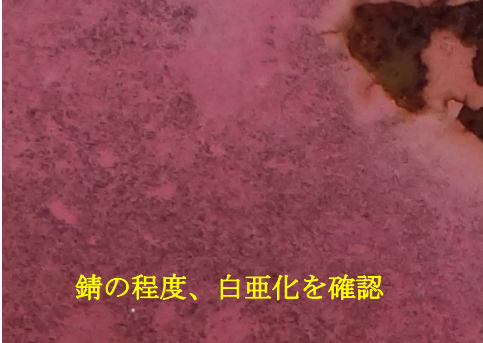

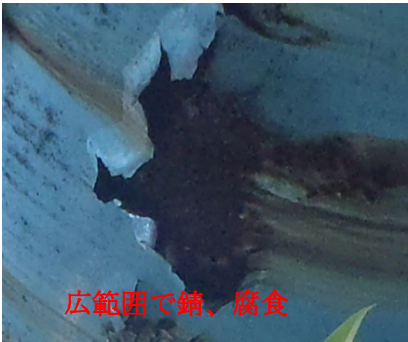








項目	通常の写真		拡大写真
さび		→	 <p data-bbox="1134 633 1366 712">歩廊からの貫い錆 本管異常無し</p>
		→	 <p data-bbox="1086 1021 1374 1055">錆による膨れ、減肉有</p>
		→	 <p data-bbox="1082 1424 1398 1458">錆の程度、白亜化を確認</p>
		→	 <p data-bbox="1082 1854 1313 1888">広範囲で錆、腐食</p>

表-12 高解像度カメラを使用した評価事例（はがれ、われ）

項目	通常の写真		拡大写真
はがれ		→	
		→	
われ		→	
		→	

公表版

露出鋼管（水管橋等）の腐食防止方法と延命措置に関する共同研究

—水管橋外面塗装の塗替え基準の検討—

参考資料

平成 25 年 3 月

公益社団法人 日本水道協会

W S P 日本水道鋼管協会

参 考 資 料

資料-1	アンケート調査用紙及び調査結果	資 1
資料-2	主な事業体のアンケート調査結果	資 5
資料-3	ヒアリング調査用紙及び調査結果	資 7
資料-3-1	〇〇〇水道局調査結果	資 10
資料-3-2	〇〇〇水道局調査結果	資 24
資料-3-3	〇〇〇〇〇〇調査結果	資 49
資料-4	〇〇〇〇〇〇水管橋調査結果	資 75
資料-5	〇〇〇水道局水管橋調査結果	資 83
資料-6	投稿論文	資 89
資料-6-1	水管橋外面塗装の効率的維持管理方策の調査検討（その1） ：第62回全国水道研究発表会（2011）	資 90
資料-6-2	水管橋の15年目長期暴露試験報告（I） ：第62回全国水道研究発表会（2011）	資 92
資料-6-3	水管橋外面塗装仕様の長期暴露試験15年目試験結果 ：日本工業用水協会第46回研究発表会（2011）	資 94
資料-6-4	水管橋外面塗装の効率的維持管理方策の調査検討（その2） ：第63回全国水道研究発表会（2012）	資 98

平成 22 年 9 月 日

水道局 殿

(社) 日本水道協会 総合研究所
日本水道鋼管協会

水管橋（添架管）外面塗装の保守、点検及び塗替え
に関するアンケートの送付について

(お願い)

時下ますます御清栄のこととお喜び申し上げます。

平素は（社）日本水道協会の事業につきまして、格別のご高配、ご支援を賜り、厚く御礼申し上げます。

水管橋（添架管）は他の水道施設と同様昭和 40 年代に多く建設されており、その後数回の外面塗替え塗装を経ているものが多いと考えられます。

しかしながら、水管橋（添架管）外面塗装の保守、点検及び塗替えに関する基準は必ずしも明確になっていないことから、各水道事業体においては、独自の基準（内部資料）又は内規（文書化していない）などにより、塗替えを実施されているのが実情と推測されます。このため、一部の事業体から統一的な指針作成の要望が寄せられております。

一方、日本水道鋼管協会は、平成 7 年から現在（平成 22 年）まで、新日本製鐵（株）戸畑～八幡製鐵所の水管橋外面塗装（口径 1200A 送水管、各種塗料を塗り分け）を 15 年間に亘って継続調査しており、水管橋外面塗装の診断調査について十分な知見を有しています。

そこで、（社）日本水道協会 水道技術総合研究所は日本水道鋼管協会と、「水管橋外面塗装の保守、点検及び塗替え」に関する指針作成を目的に、平成 22 年度から 2 年間の予定で共同研究を開始することとなりました。

つきましては、各水道事業体における、上記に関する実態を調査し、共同研究の一助とさせて頂きたく、アンケート調査の御協力をお願い申し上げます。

なお、本アンケート調査は、（社）日本水道協会 水道技術総合研究所が実施し、取りまとめ（アンケート返送先）を日本水道鋼管協会が行います。

よろしく御協力の程お願い申し上げます。

（社）日本水道協会 水道技術総合研究所

TEL 03-3264-2337

FAX 03-3264-2244

日本水道鋼管協会（アンケート返送先）
事務局

TEL 03-3264-1855

FAX 03-3264-1856

水管橋（添架管）外面塗装の保守、点検及び塗替え

に関するアンケート（回答用紙）

ご回答者について

事業体名称 回答者の所属 氏 名	
------------------------	--

【1】塗替えの実施について

- ① 一定年数（ 年）間隔で実施している。
- ② 添架管は橋梁の塗替えと同時に実施している。
- ③ 点検（定期又は随時）結果により実施している。
- ④ 特に実施していない。

【2】水管橋の点検について

- ① 定期点検を実施している。（点検の頻度： 回／ 年）
 - 点検記録がある。
 - 点検記録がない。
- ② 随時点検を実施している。（点検の頻度： 回／ 年）
（点検の考え方： ）
 - 点検記録がある。
 - 点検記録がない。
- ③ 定期点検と随時点検のどちらも実施していない。

【3】点検項目について

- ① 外面塗装の点検を実施している。（点検の頻度： 回／ 年）
- ② 錆び度合の点検を実施している。（点検の頻度： 回／ 年）
- ③ 漏水の点検を実施している。（点検の頻度： 回／ 年）
- ④ 伸縮管の変異量などの点検を実施している。
（点検の頻度： 回／ 年）
- ⑤ コンクリートの破損などの点検を実施している。
（点検の頻度： 回／ 年）
- ⑥ その他（ ）の点検を実施している。

(点検の頻度： 回／ 年)

【4】外面塗装の点検について

- ① 目視点検を実施している。(点検の頻度： 回／ 年)
- ② 機器測定点検を実施している。(点検の内容：膜厚、その他 ()、 (頻度： 回／ 年)
- ③ 写真撮影を実施している。(点検の頻度： 回／ 年)
- ④ 外面塗装の点検は実施していない。

【5】外面塗装の塗替え時期について

- ① 指針（公式に制定）がある。
- ② 基準類（内部資料）がある。
- ③ 内規（文書化していない）はある。
- ④ 特に決まりはない。

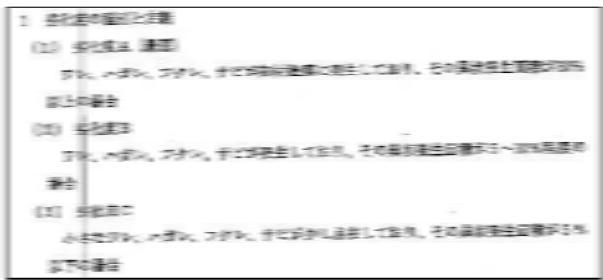
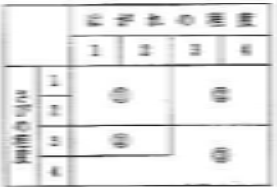
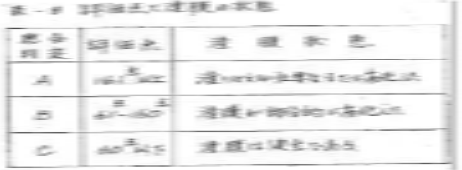
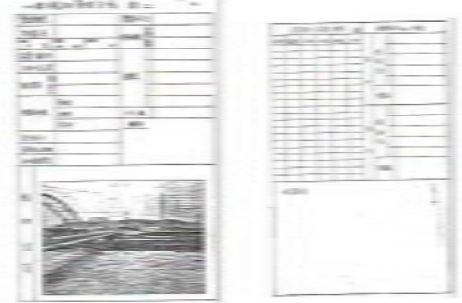
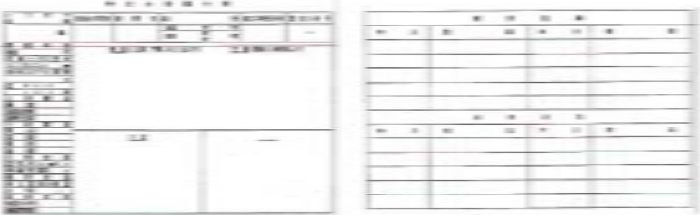

【6】塗替えの具体的な仕様又は方法について

- ① 指針（公式に制定）がある。
- ② 基準類（内部資料）がある。
- ③ 内規（文書化していない）はある。
- ④ 特に決まりはない。

【7】水管橋の保守、点検及び塗替えについての御意見、御希望（自由記入欄）

貴事業体の水管橋の保守、点検及び塗替えについての指針、又は基準類のコピーを、差し支えない範囲で御提供ください。(水管橋に限定したものではなく、水道管路 or 鋼管路全体として記載されている場合は、管路全体の指針、基準類でも OK です。)

各事業者の水管橋維持管理に関する基準・指針等（その1）

項目	水道局	水道局	水道局	備考	
基準・指針等	鋼橋造物点検塗装基準 S61.41実施	特定水管橋維持管理要領 昭和61年3月24日通知 平成14年2月22日改定	水道施設塗装工事設計施工指針 平成5年		
目的・適用	鋼橋造物：鋼製の水道施設。設備で塗装を必要とするもの。あらかじめ塗装に期待する耐用年数を定めて塗装系を設定し、点検調査により追跡調査して、適正な塗替時期、周期、材料等を客観的に判断・評価するための基準。	特定水管橋の適正な維持管理 鋼管φ200mm以上のもの及び鋼管φ150mm以下で橋長20.0m以上のもの	[9]維持管理		
定期点検	頻度	年1回	年1回	橋梁の定期点検に併せて行うことが多い。 塗替え計画を合理的に策定するためには 2年に1回程度の頻度の塗膜点検が望ましい。	
	項目と判定基準	塗装点検：5項目 ・変色：標準写真（3段階）0、5、10点 ・ふくれ：標準写真（4段階） ・われ：標準写真（4段階） ・はがれ：標準写真（4段階）0、10、20、30点 ・さび：標準写真（4段階）0、20、40、60点	塗膜劣化を「塗膜劣化判定基準」にて目視観察により調査 防錆上有害な塗膜のひびわれ、ふくれ、さび、はがれ等 	塗膜外観調査：目視あるいは双眼鏡 さび、はがれ、われ、ふくれ、変色、汚れ等 標準写真と対比して4段階に評価 架設環境の変化、漏水や滲水の有無等の確認 必要に応じて機器調査（付着力、光沢、チョーキング並びに付着塩分量）	
	方法	点検位置標準図による スパンの両側と中央の位置で、各位置3方向から肉眼又は望遠鏡、拡大鏡により目視点検する	付着力の低下をハンマーにより調査	塗替えの判定 さびとはがれの4段階評価 以下の判定を行う ① 当面塗替える必要なし ② 数年後に塗替えを計画 ③ 早い時期に塗替えを検討 	
	総合判定	塗膜の劣化状態を評価点で総合判定する。 保全のためには、最も劣化した箇所を基準とすべき。 			
記録	鋼橋造物管理台帳 設置場所、施設名称、構造形式、塗装面積、仮設等、塗替え塗装に必要な事項を記録 点検結果の判定・評価等必要な事項を記録 	台帳作成 特定水管橋台帳を作成し、営業所に引継する。 定期点検の結果及び補修状況を記録 	定期点検票 		
臨時点検・詳細点検	臨時点検：随時実施 外的な異常が生じたときに実施		詳細点検：巡回時や定期点検時に早期劣化が発見された場合 塗装の専門技術者が行うことが望ましい。 検査路等、簡易な足場等：近接目視調査、機器調査等		
塗替え時期			目安 新設後 7～8年 補修塗装後 6～7年		
補修等		塗膜の補修 「水管橋塗膜補修要領」	全面塗替え、部分塗替え、局部補修		

各事業体の水管橋維持管理に関する基準・指針等（その2）

項目	水道局	水道局	企業庁	水道局	上下水道部	水道局
基準・指針等	維持管理マニュアル 2.2.3 水管橋及び派架管	水道管維持管理指針 業務編<水管橋>	設計基準 設計書の作成基準（水道編） II 塗装（塗替）工事	（独自はなし） WSPの指針等を準用	—	—
点検・調査	河川管路調査 河川、運河を横断する主要路線のうち、目視が可能な水管橋及び派架管について毎年1回、主として管路の漏水調査。併せて船舶等による損傷についても点検。 点検計画は、支所が年間計画表を作成 横断管路調査（管路維持管理業務委託） 調査は、地上や船上から水管橋、専用橋、派架管すべてを7～8年で一遍を目的に、管体、付属設備、橋台・橋脚、支持金物等の状況について詳細調査し、診断及び更新計画の低減を行っている。 外面塗装の劣化状況 ① さび ② 変色 ③ チョーキング（白亜化） ④ われ ⑤ 剥離 ⑥ 層間剥離 ⑦ ふくれ（プリスター）	水管橋チェックリスト 「管路維持管理業務」受託者が定期的巡回・点検を行い、異常の有無を所管配水管理事務所へ報告 塗装 管外面の塗膜の状況確認（光沢、剥離箇所の有無） 特に溶接・屈曲箇所での塗膜の剥離を発見した場合は、速やかに補修実施 水管橋用ステンレス鋼鋼管製作仕様書 外装管の材質が一般構造用炭素鋼鋼管 水門派架管技術基準 L-3塗装系（ポリウレタン樹脂系塗装） 塗装色：青色 現地継手部	(1) 事前調査及び塗装計画 (2) 施工規模及び施工時期 (3) 塗装有効期間の目標 (4) 塗装設計の方法 (5) 仮設設計 (6) 塗装調書の作成 (7) 工期の決め方 塗り替を実施するかどうかの判定 塗装計画で決めた優先順位に従って実施劣化度Ⅰ～Ⅲ状態のうちに実施が、長期的には安価	塗替え時期が10～15年経過した水管橋の外観調査等を行い、塗替え更新を実施	一般鉄部の改修を10年周期とし、その時期に一般点検とは別に重点点検を実施し、改修工事の実施・延伸を判断	
記録	河川管路調査：点検結果 様式に従って記録・報告 横断管路調査：調査結果 図面や写真とともに整理し報告（一覧表と台帳）	水管橋台帳に記録 現場に表示	塗装記録の表示 構造物毎に1か所以上			
塗替え	8～10年程度が平均的 派架管の場合、橋梁補修工事と塗替時期を合わせるよう調整。	7～10年毎に塗替え	優先順位：鋼造物の重要度と劣化度を考慮 塗装有効期限の目標 エポキシ樹脂系塗料：5年以上 その他の塗料：4年以上	10～15年経過	10年周期	10年毎に実施

河川管路調査・横断管路調査対比表

	河川管路調査	横断管路調査
調査対象	河川	河川
調査目的	河川に於ける管路の漏水調査、点検計画の作成、点検結果の整理等を行う。	河川に於ける管路の漏水調査、点検計画の作成、点検結果の整理等を行う。
調査方法	河川に於ける管路の漏水調査、点検計画の作成、点検結果の整理等を行う。	河川に於ける管路の漏水調査、点検計画の作成、点検結果の整理等を行う。
ポイント	河川に於ける管路の漏水調査、点検計画の作成、点検結果の整理等を行う。	河川に於ける管路の漏水調査、点検計画の作成、点検結果の整理等を行う。
調査・点検周期	1回/年	1回/7～8年

項目	内容
調査対象	河川
調査目的	河川に於ける管路の漏水調査、点検計画の作成、点検結果の整理等を行う。
調査方法	河川に於ける管路の漏水調査、点検計画の作成、点検結果の整理等を行う。
ポイント	河川に於ける管路の漏水調査、点検計画の作成、点検結果の整理等を行う。
調査・点検周期	1回/7～8年

表-3 鋼橋の劣化度判定表

劣化度	劣化状況	サンプル写真
I	①(1)全く劣化なし ①(2)表面に劣化の兆しが見られる。 ①(3)点状の劣化が見られる。	①-③
II	②(1)さびの発生、剥離の発生、それらが面積比10%以下である。	②-③
III	③(1)さびの発生、剥離の発生、それらが面積比10～20%である。点状の劣化は少ない。	③-④
IV	④(1)さびの発生、剥離の発生、それらが面積比20～30%である。点状の劣化は少ない。	④-⑤
V	⑤(1)さびの発生、剥離の発生、それらが面積比30%以上である。点状の劣化は少ない。	⑤-⑥
備考	劣化度の判定は、サンプル写真を参考にして、目視によって行う。	

水協発第 号
平成23年10月3日

企業庁長 様

日本水道協会
専務理事
(公印省略)

水管橋(添架管)外面塗装の保守・点検及び塗替え等に関する
指針・基準のご教示について (ご協力依頼)

時下、ますます御清栄のこととお喜び申し上げます。

平素より本会事業につきまして、ご協力賜り、厚く御礼申し上げます。

さて、水管橋(添架管)は、他の水道施設と同様にその多くが昭和40年代に建設され、多くの事業体は、外面塗装の保守・点検及び塗替えに関する指針・基準は必ずしも明確になっていないのが実情と推測されます。このため、本会会員から指針作成の要望が寄せられています。

そこで、本会は、水管橋外面塗装の診断調査等について十分な知見を有している日本水道鋼管協会と「水管橋外面塗装の保守・点検及び塗替え」に関する指針作成を目的に共同で研究を進めているところです。

この共同研究の一環として、水協発第542号(平成23年6月28日)にて、水管橋(添架管)外面塗装の保守・点検及び塗替え等の指針・基準の提供をいただいたところです。ご提供いただいた「指針・基準」は、水道事業体の中でも大変進んだものと推察いたしました。

さて、お忙しい中、恐縮でございますが、私ども共同研究メンバー(3～4名)が愛知県企業庁様に出向き、ご教授をいただきたいと存じます。訪問希望日は11月28日(月)午後2時から1時間半程度です。

何かと業務繁忙のこととは思いますが、ご協力のほどよろしくお願いいたします。

担 当 者

日本水道協会 水道技術総合研究所

日本水道鋼管協会 事務局

TEL 03-3264-2337

TEL 03-3264-1855

FAX 03-3262-2244

FAX 03-3264-1856

E-mail: info@jwpa.or.jp

E-mail: info@jwpa.or.jp

水協発第 号
平成23年9月12日

水道事業管理者
水道局長 様

日本水道協会
専務理事
(公印省略)

水管橋(添架管)外面塗装の保守・点検及び塗替え等に関する
指針・基準のご教示について (ご協力依頼)

時下、ますます御清栄のこととお喜び申し上げます。

平素より本会事業につきまして、ご協力賜り、厚く御礼申し上げます。

さて、水管橋(添架管)は、他の水道施設と同様にその多くが昭和40年代に建設され、多くの事業体は、外面塗装の保守・点検及び塗替えに関する指針・基準は必ずしも明確になっていないのが実情と推測されます。このため、本会会員から指針作成の要望が寄せられています。

そこで、本会は、水管橋外面塗装の診断調査等について十分な知見を有している日本水道鋼管協会と「水管橋外面塗装の保守・点検及び塗替え」に関する指針作成を目的に共同で研究を進めているところです。

この共同研究の一環として、水協発第542号(平成23年6月28日)にて、水管橋(添架管)外面塗装の保守・点検及び塗替え等の指針・基準の提供をいただいたところです。ご提供いただいた「指針・基準」は、水道事業体の中でも大変進んだものと推察いたしました。

さて、お忙しい中、恐縮でございますが、私ども共同研究メンバー(3～4名)が広島市水道局様に出向き、ご教示をいただきたいと存じます。訪問希望日は11月1日(火)午後2時から1時間半程度です。

何かと業務繁忙のこととは思いますが、ご協力のほどよろしくお願いいたします。

担 当 者

日本水道協会 水道技術総合研究所

日本水道鋼管協会 事務局

TEL 03-3264-2337

TEL 03-3264-1855

FAX 03-3262-2244

FAX 03-3264-1856

E-mail:

E-mail :

水協発第 号
平成 23 年 9 月 12 日

水道事業管理者 様

日本水道協会
専務理事
(公印省略)

水管橋(添架管)外面塗装の保守・点検及び塗替え等に関する
指針・基準のご教示について (ご協力依頼)

時下、ますます御清栄のこととお喜び申し上げます。

平素より本会事業につきまして、ご協力賜り、厚く御礼申し上げます。

さて、水管橋(添架管)は、他の水道施設と同様にその多くが昭和 40 年代に建設され、多くの事業体は、外面塗装の保守・点検及び塗替えに関する指針・基準は必ずしも明確になっていないのが実情と推測されます。このため、本会会員から指針作成の要望が寄せられています。

そこで、本会は、水管橋外面塗装の診断調査等について十分な知見を有している日本水道鋼管協会と「水管橋外面塗装の保守・点検及び塗替え」に関する指針作成を目的に共同で研究を進めているところです。

この共同研究の一環として、水協発第 542 号(平成 23 年 6 月 28 日)にて、水管橋(添架管)外面塗装の保守・点検及び塗替え等の指針・基準の提供をいただいたところです。ご提供いただいた「指針・基準」は、水道事業体の中でも大変進んだものと推察いたしました。

さて、お忙しい中、恐縮でございますが、私ども共同研究メンバー(3~4名)が尼崎市水道局様に出向き、ご教授をいただきたいと存じます。訪問希望日は 11 月 24 日(木)午後 2 時から 1 時間半程度です。

何かと業務繁忙のこととは思いますが、ご協力のほどよろしくお願いいたします。

担 当 者

日本水道協会 水道技術総合研究所

日本水道鋼管協会 事務局

TEL 03-3264-2337

TEL 03-3264-1855

FAX 03-3262-2244

FAX 03-3264-1856

E-mail:

E-mail :

水道局 殿

平成 23 年 9 月 20 日

日本水道鋼管協会

水管橋維持管に関するご質問について

【一般的な共通事項について】

1. 他事業体他団体と維持管理しているかどうか。
2. 参考としている指針・基準はありますか。

【水管橋維持管理基準・指針等に関して】

1. 添架管の点検時期は橋梁の点検時期に併せて実施することになっていますが、独立水管橋の場合の点検時期は具体的に決まっていますか (3(2))
2. 標準写真とは何を基にされているのか、その写真を見せて欲しい (3(4))
3. 塗膜調査 (P65 3(3)1) 定期点検における塗膜外観の調査 (さび、はがれ、われ、ふくれ、変退色、汚れ) 計 6 項目)、塗膜定期点検票 (P68 図 9-1 (さび、はがれ、変退色、汚れ) 計 4 項目)、塗替え時期の判定 (P69 表 9-1 (さび、はがれ) 計 2 項目) と項目が絞られているがどのような考えに基づいているのでしょうか (3(4)、図 9-1 (6 項目の調査をし、その内の 2 項目で塗替え時期の判定としたのはなぜでしょうか?)
4. 機器調査はどのような場合に実施されていますか (3.2)
具体的な結果を教えてください
5. 4 段階評価は何を参考にしていますか (表 9-1)
6. 同上の評価判定①②③は何に基づいていますか (表 9-1)
7. 定期点検表サンプルを見せて欲しい (図 9-1)
8. 専門技術者とはどのような人ですか (市水職員の方ですか)
9. 調査結果を見せて欲しい
10. 塗り替え時期の目安は何を基にして判断されていますか。

【その他関連事項について】

1. 調査は内部か外部か (専門家か)
2. 近接調査が可能かどうか (近接の場合、どのような調査方法か)
3. デジカメ写真でも判定していますか。
4. 画像解析をしていますか (あればソフト名など)

以上

水管橋維持管理に関するご質問について

【 の状況】

では、381カ所の水管橋（添架管を含む）がありますが、このうち単独水管橋は68カ所で残り313カ所が橋梁への添架方式となっています。（平成22年度末）

また、管の材質としては、鋼管が141カ所（SUS管を含む）、铸铁管が238箇所、その他が2カ所となっています。

なお、今回の調査では水管橋に関する調査となっていますが、先日送付しました資料は、「水道施設塗装工事設計施工指針（平成5年）」の中の維持管理部分について送付させていただいたものです。

【一般的な共通事項について】

1. 他事業体他団体と維持管理しているかどうか。 【P65】

- ・NTT等と共同で橋梁に添架した支持金物について、維持管理協定を締結し管理している案件もあるが、大部分は水道局単独で維持管理している。

2. 参考としている指針・基準はありますか。 【P72】

以下の文献を参照し「指針」を作成している。

- ・「鋼道路橋塗装便覧（平成2年6月版）」 発行：日本道路橋協会、
- ・「防錆・防食塗装技術」 発行：工学図書㈱
- ・「JIS塗料の選び方・使い方」 発行：日本規格協会
- ・「鋼橋塗装工事現場管理者教育テキスト」 発行：社団法人日本橋塗装専門会
- ・「塗膜劣化程度標準写真帳（平成2年6月）」 発行：日本道路橋協会

【水管橋維持管理基準・指針等に関して】

1. 添架管の点検時期は橋梁の点検時期に併せて実施することになっていますが、独立水管橋の場合の点検時期は具体的に決まっていますか（3(2)) 【P65】

- ・本市の場合、水管橋の点検は管路点検の一環として実施しており、年1回目視による点検を行っている。しかし、橋梁の下側にあるなど通常の点検方法では点検できないデルタ部の水管橋については、船上からの目視調査を2年に一度実施している。

なお、橋梁管理者との共同点検は、周期や時期が合わないため水道局単独で点検を行っている。

2. 標準写真とは何を基にされているのか、その写真を見せて欲しい (3 (4)) 【P73】
- ・資料写真のコピーを提示
3. 塗膜調査 (P65 3 (3)1) 定期点検における塗膜外観の調査 (さび、はがれ、われ、ふくれ、変退色、汚れ) 計 6 項目)、塗膜定期点検票 (P68 図 9-1 (さび、はがれ、変退色、汚れ) 計 4 項目)、塗替え時期の判定 (P69 表 9-1 (さび、はがれ) 計 2 項目) と項目が絞られているがどのような考えに基づいているのでしょうか (3 (4)、図 9-1) (6 項目の調査をし、その内の 2 項目で塗替え時期の判定としたのはなぜでしょうか?) 【P65】
- ・「鋼道路橋塗装便覧」から引用している。
4. 機器調査はどのような場合に実施されていますか (3. (3). 2)) 具体的な結果を教えてください 【P65】
- ・一般的には目視による調査のみで、機器調査は特には行っていない。
5. 4 段階評価は何を参考にしてありますか (表 9-1) 【P69】
- ・「鋼道路橋塗装便覧 (平成 2 年 6 月版)」を参考としている。
6. 同上の評価判定①②③は何に基づいていますか (表 9-1) 【P69】
- ・「鋼道路橋塗装便覧 (平成 2 年 6 月版)」を参考としている。
7. 定期点検表サンプルを見せて欲し (図 9-1) 【P68】
- ・点検表としては特別なものは使用していない。
8. 専門技術者とはどのような人ですか (市水職員の方ですか) 【P65】
- ・業者の専門技術者を想定している。
9. 調査結果を見せて欲しい
- ・平成 21 年度船上点検の調査報告書 (維持課) を提示。
10. 塗り替え時期の目安は何を基にして判断されていますか。 【P69】
- ・それまでの実情を基に、局独自に決定したものと考えられる。

【その他関連事項について】

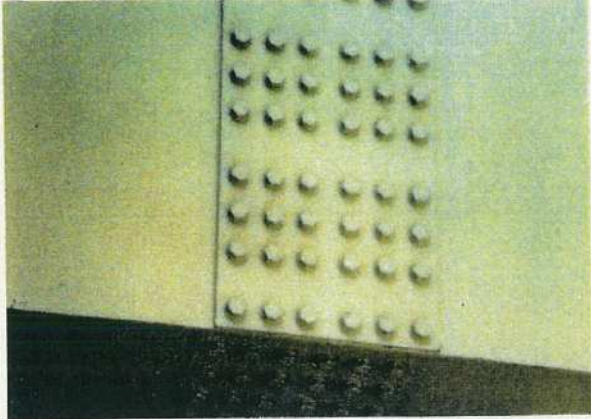
1. 調査は内部か外部か（専門家か） 【P】
 - ・局職員が行っている。

2. 近接調査が可能かどうか（近接の場合、どの様な調査方法か） 【P】
 - ・目視により、出来るだけ近接して調査を行っている。
 - ・船上調査では満潮時に調査を行うなど、出来るだけ近い場所から調査を行っている。

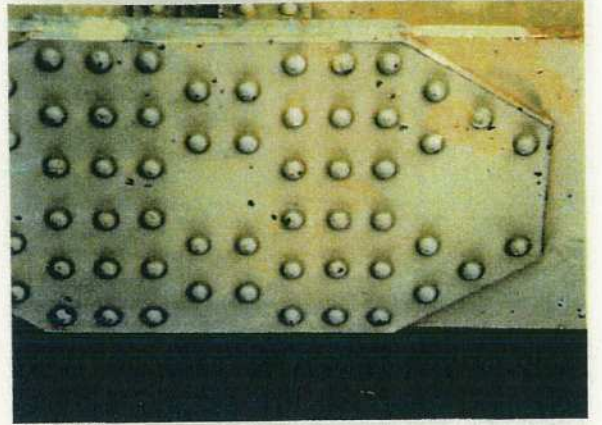
3. デジカメ写真でも判定していますか。 【P】
 - ・管路点検における一般不良個所について、デジタル写真を撮っている。
 - ・船上調査では全個所のデジタル写真を撮っている。

4. 画像解析をしていますか（あればソフト名など） 【P】
 - ・していない。

1 さび



評価 1



評価 2

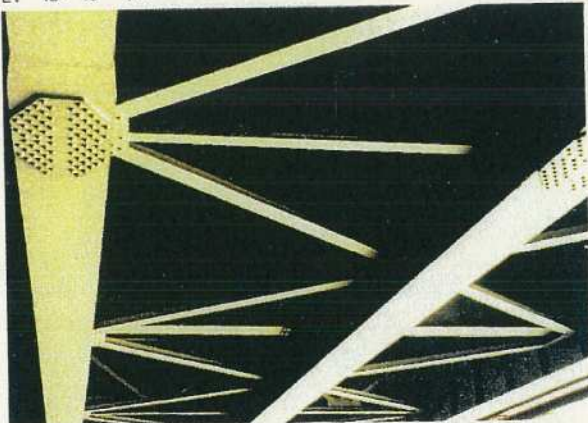


評価 3



評価 4

2. はがれ



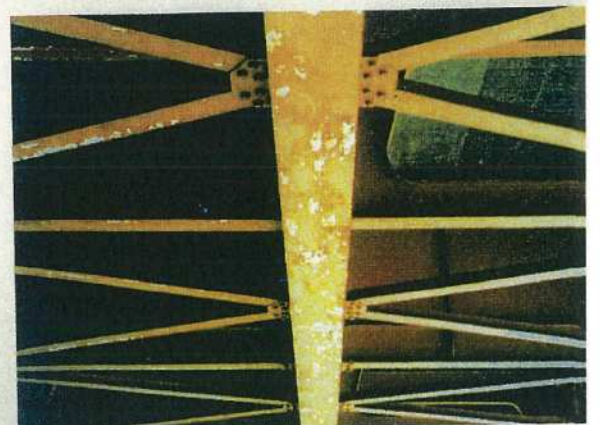
評価 1



評価 2



評価 3



評価 4

添架管・水管橋データベース

基礎データ											備考①	水管橋・添架管 塗装・補修履歴 ●: 塗装 ▲: その他の補修(漏水等) ★: 新設								
行政区	所管	橋名	口径	路線延長	設置年度	河川名	管種	水管橋or添架	用途	条数	(維持管理上の問題点、管の状況、公社からの報告事項等)									
中区	中工	天満川水管橋	700	208	S41	天満川	SP	水	配	1	一部錆有 防衝杭塗装H15									
西区	中工	御幸川第1号橋	700	35	S56	御幸川	SP	水	配	1	一部錆有									
西区	中工	船入橋	600	10	S40	井口川	SP	水	配	1	良好									
西区	中工	井口川4号橋	600	15	S51	井口川	SP	水	配	1	下面に汚れ有									
西区	中工	明山橋	600	14	S40	御幸川	SP	添	配	1	ジュート巻・錆有									
西区	中工	鈴ヶ峯陸橋	400	87	S46	JRI山陽本線	SP	添	配	1	一部錆有									
中区	中工	江波橋	300	10	H11	旧太田川	SIILDGP	添	配	1	★									
西区	中工	船入橋	150	12	S47	井口川	TLDCP	添	配	1	★									
西区	中工	井口川3号橋	200	15	S51	井口川	TLDCP	添	配	1										
西区	中工	草津橋	200	8	S62	御幸川	TLDCP	添	配	1										
西区	中工	己斐上一丁目水管橋	700	5	S46	八幡川	SP	水	配	1	全体に錆多い									
西区	中工	太田川放水水路水管橋	700	305	S41	太田川放水水路	SP	水	配	2	全体に錆多い									
西区	中工	己斐上四丁目水管橋	400	5	S46	八幡川	KLDCP	水	配	1	良好									
西区	中工	田方二丁目添架管	600	5	S45	御幸川	SP	添	配	1	良好									
西区	牛田	田方二丁目添架管	500	69	S52	2号橋下	SP	添	揚	1	牛田浄水場管理									
西区	牛田	田方二丁目添架管	500	63	S52	3号橋下	SP	添	揚	1	牛田浄水場管理									
西区	中工	己斐橋	400	299	S39	太田川放水水路	SP	添	配	2	全体に錆多い									
中区	中工	南大橋	500	128	H15	元安川	SUS	添	配	1	★									
中区	中工	舟入橋	500	163	S58	旧太田川	SP	添	配	1	良好									

水管橋・添架管位置図



凡例

- ：東工事事務所管内（14か所）
- ◎：中工事事務所管内（14か所）

平成 21 年 12 月 25 日

水道局
工事事務所長 様

技術管理担当部長
(事)維持課長

平成 21 年度 水管橋・添架管船上点検結果 (報告)

危険管路の水管橋及び添架管について、状態の確認のため船上より目視点検及び写真撮影を実施したので報告します。

1 点検日

平成 21 年 11 月 16 日 (月)

2 点検箇所

工事事務所管内 14 か所

水管橋：栄橋水管橋・神田橋水管橋・猿猴川水管橋

添架管：宇品橋添架管・御幸橋添架管・比治山橋添架管・鶴見橋添架管・京橋添架管・
新こうへい橋添架管・駅前大橋添架管・猿候橋添架管・仁保橋添架管・黄金橋
添架管・暁橋添架管

3 点検結果

水道管、橋脚基礎、吊金物、塗装、管被覆及び空気弁の設置状況を点検したところ、下記の通り錆・腐食等が進行した管や漏水が生じているところが見受けられた。これ以上錆等の発生が進行するとさらに漏水個所の増加や二次災害等が予想されるので、早期の対応が必要と思われる。

(1) 宇品橋添架管・比治山橋添架管・鶴見橋添架管・新こうへい橋添架管・駅前大橋添架管・仁保橋添架管・黄金橋添架管

補強、補修、取替等の必要性は見受けられない。

(2) 御幸橋添架管

管全体に腐食、発錆あり。

(3) 京橋添架管

管全体に、発錆あり。

(4) 栄橋水管橋

カバーに破れ、破損あり。

(5) 神田橋水管橋

カバーに破れ、破損あり。

(6) 猿候橋添架管

管全体に発錆あり。

(7) 猿猴川水管橋

ジョイント部より漏水あり。

(8) 暁橋添架管

300 ミリ管全体に発錆あり。

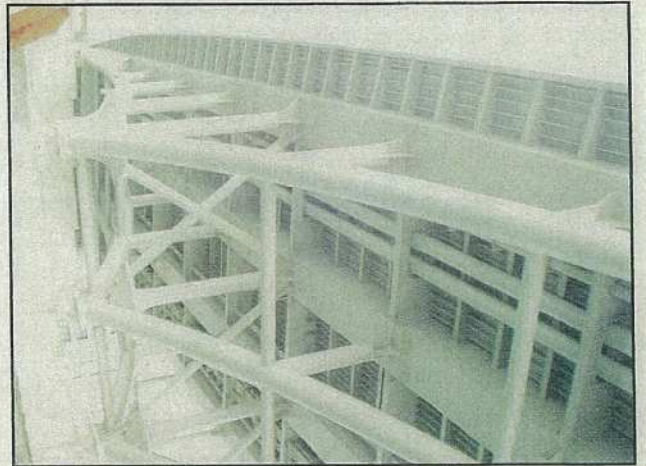
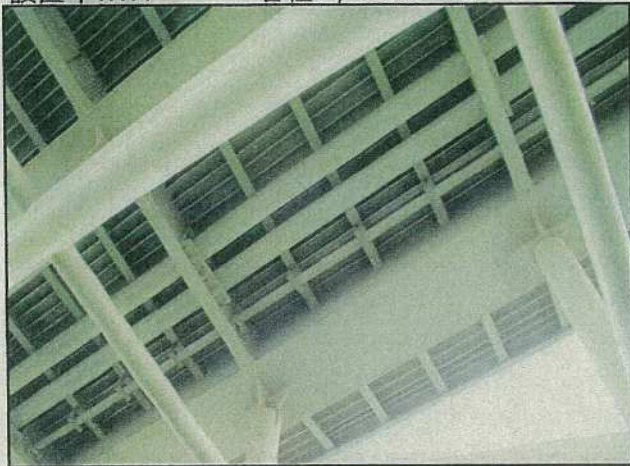
5 添付資料

平成21年度水管橋・添架管船上点検写真

(一部抜粋のみ印刷 全写真はCD-ROM内)

以上

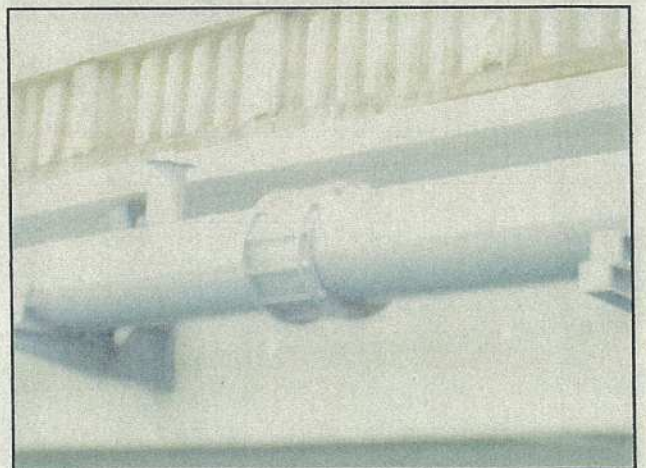
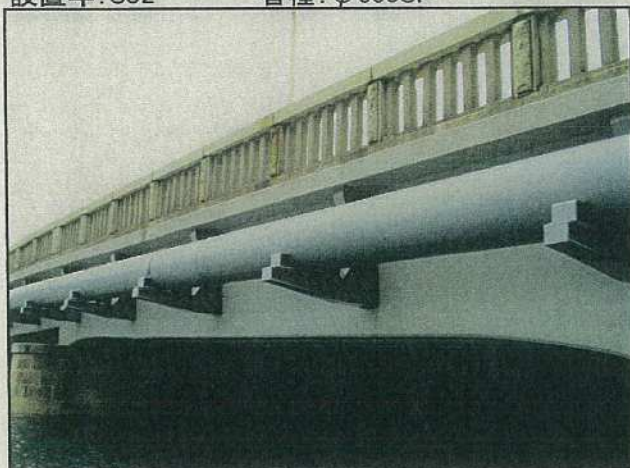
平成21年11月16日(月) 東工事事務所管内分
宇品橋添架管
設置年:H11 管種:φ500SP×2



御幸橋添架管
設置年:S49 管種:φ600SP

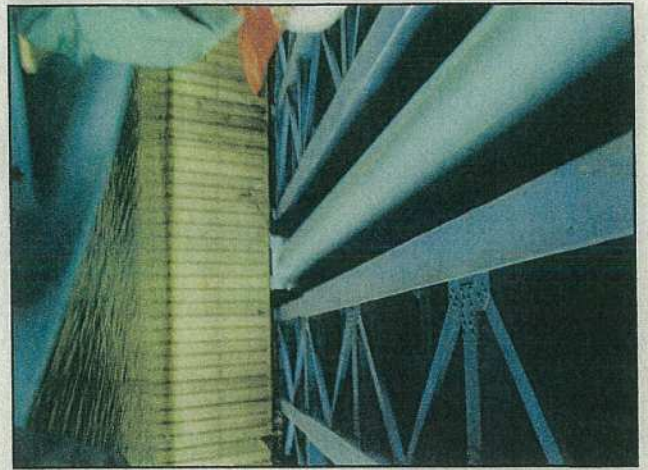
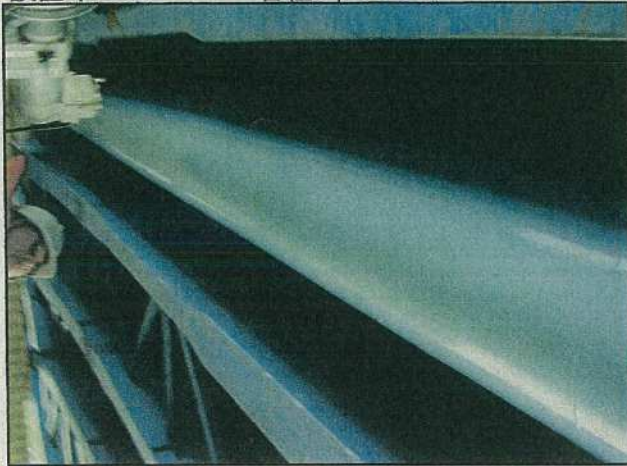


比治山橋添架管
設置年:S32 管種:φ500SP



鶴見橋添架管
設置年: S62

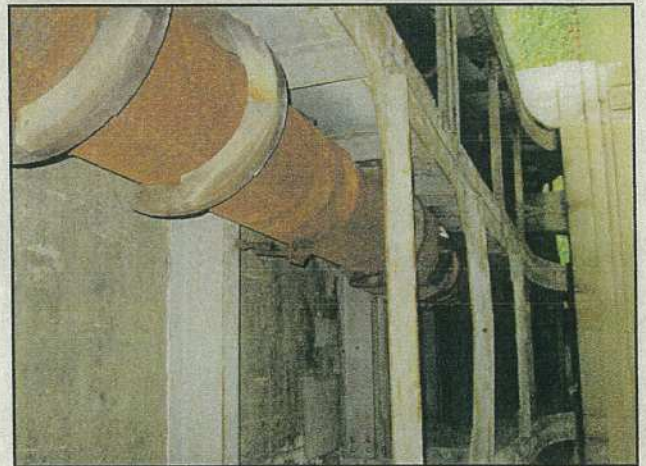
管種: $\phi 1000\text{SP}$



京橋添架管

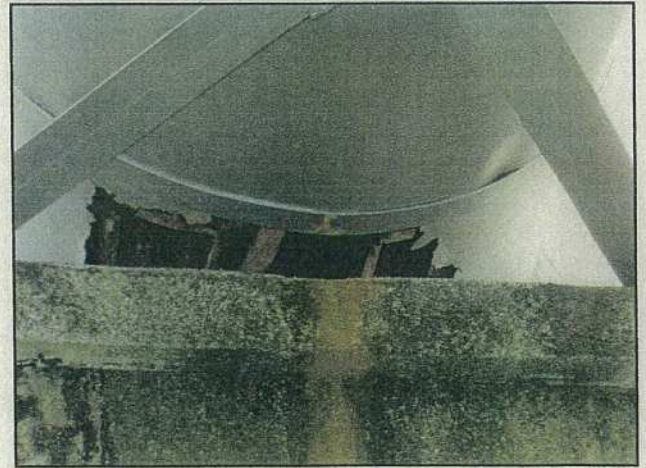
設置年: S9、S30

管種: $\phi 350\text{CP} \times 2$



栄橋水管橋
設置年: T13

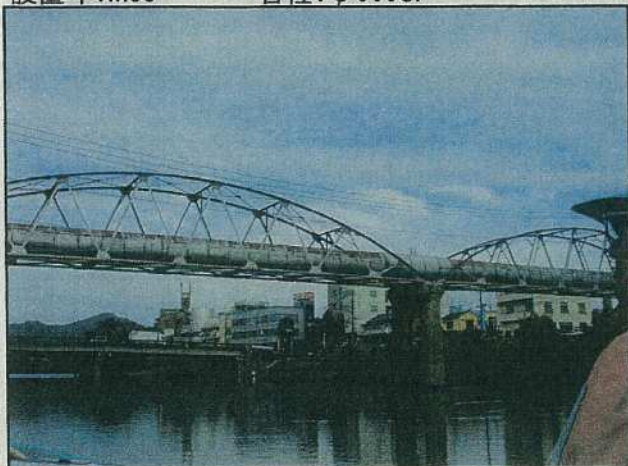
管種: $\phi 900\text{CP}$



神田橋水管橋

設置年:M30

管種: ϕ 900SP



新こうへい橋添架管

設置年:H3

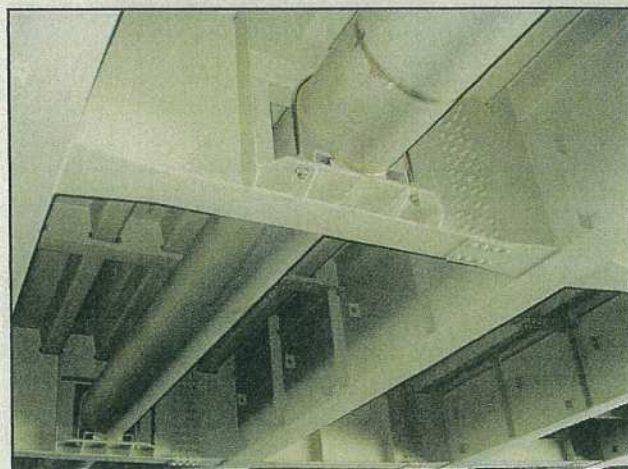
管種: ϕ 800SP



駅前大橋添架管

設置年:H11

管種: ϕ 600SUS



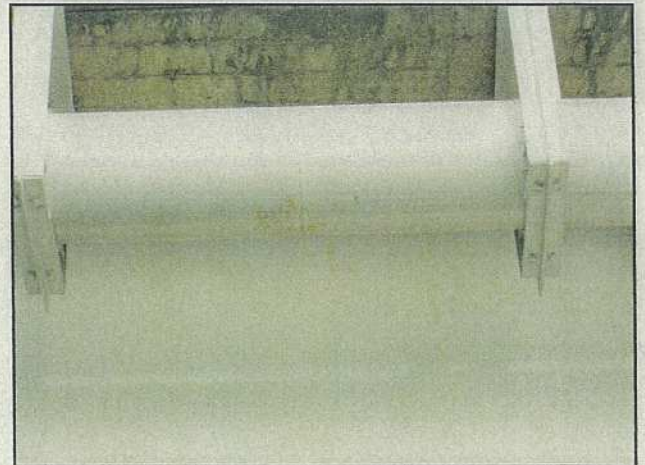
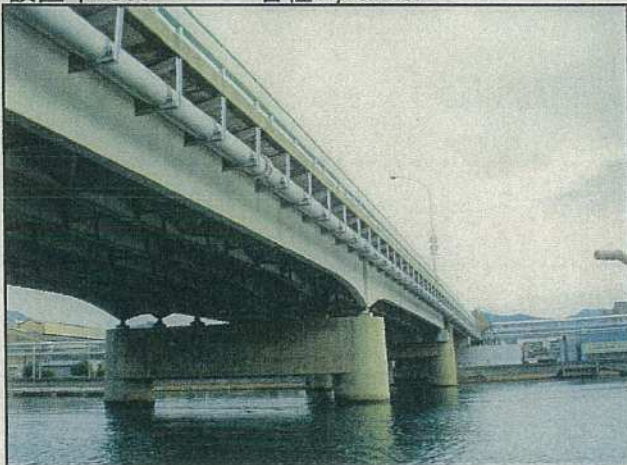
猿候橋添架管
設置年:T13 管種: ϕ 500CP



猿候川水管橋
設置年:S40 管種: ϕ 800SP

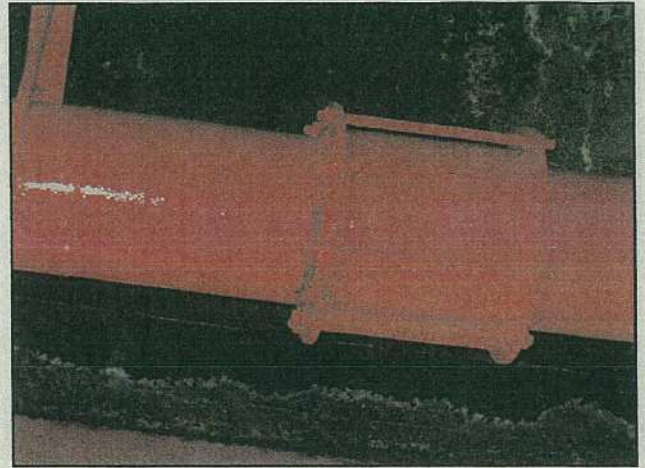


仁保橋添架管
設置年:S39 管種: ϕ 500SP



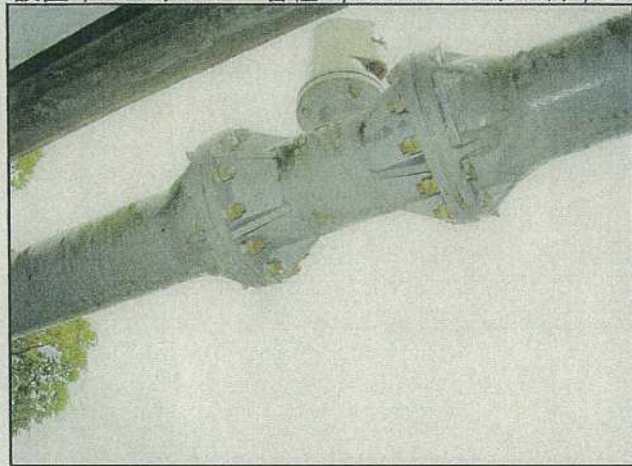
黃金橋添架管
設置年: S41

管種: $\phi 300\text{SP}$



曉橋添架管

設置年: S43、H17 管種: $\phi 300\text{MLDCP(S43)}$ 、 $\phi 200\text{FTPEDCP(H17)}$



水道局 殿

平成 23 年 9 月 20 日

日本水道鋼管協会

水管橋維持管に関するご質問について

【一般的な共通事項について】

1. 他事業体他団体と維持管理しているかどうか。
2. 参考としている指針・基準はありますか。

【水管橋維持管理基準・指針等に関して】

1. 期待耐用年数は何を基に決めていますか (1)
2. 塗装点検 5 項目、各項目毎の段階数、点検付けは何に基づいていますか (3-1~1)
標準写真を見せて欲しい
3. 総合判定 A、B、C は何に基づいていますか。(3-1-5)
4. 点検記録を見せて欲しい (3-2)
5. 臨時点検とはどのような時に行うのですか
6. 総合判定後、どの様にするのですか

【その他関連事項について】

1. 調査は内部か外部か (専門家か)
2. 近接調査が可能かどうか (近接の場合、どのような調査方法か)
3. デジカメ写真でも判定していますか。
4. 画像解析をしていますか (あればソフト名など)

以上

水管橋維持管理に関するご質問について

WSP から事前に受けた質問の回答です。

【一般的な共通事項について】

1. 他事業体他団体と維持管理しているかどうか。

A、していない。

2. 参考としている指針・基準はありますか。

A、点検については大日本塗料および国鉄（現JR）の資料を参考に、塗り替えについては鋼道路橋塗装・防食便覧（社団法人 日本道路協会）を参考にしている。

【水管橋維持管理基準・指針等に関して】

1. 期待耐用年数は何を基に決めていますか（1）

A、「WSP-009 水管橋外面塗装基準」等を参考に、尼崎市水道局で独自に決めている。

2. 塗装点検5項目、各項目毎の段階数、点検付けは何に基づいていますか（3-1～1）

標準写真を見せて欲しい

A、独自に決めている。標準写真は実施内容参照。

3. 総合判定A、B、Cは何に基づいていますか。（3-1-5）

A、独自に決めている。

4. 点検記録を見せて欲しい（3-2）

A、別紙1、2参照。

5. 臨時点検とはどのような時に行うのですか

A、布設替えが予定されている水管橋で、かつ漏水層のある水管橋や劣化が激しい水管橋について3ヶ月に1回点検を実施している。

6. 総合判定後、どのようにするのですか

A、塗装劣化の場合は塗装の塗り替え工事を実施するが、管自体の劣化の場合は布設替え要望を行い、布設替えの対象にしてもらう。

【その他関連事項について】

1. 調査は内部か外部か（専門家か）

A、内部（職員にて）。

2. 近接調査が可能かどうか（近接の場合、どのような調査方法か）

A、目視または望遠鏡で調査している。ただし、目視または望遠鏡で点検できない水管橋については定期的に塗装の塗替えを実施している。

3. デジカメ写真でも判定していますか。

A、している。

4. 画像解析をしていますか（あればソフト名など）

A、していない。

「水管橋外面塗装の保守点検及び塗替えについて」の資料

- 1、日 時 平成 23 年 11 月 24 日（木）午後 2 時
- 2、場 所 〃〃〃 水道局 第 2 会議室
- 3、来 客 者 日本水道鋼管協会
- 4、対 応 者

鋼構造物点検塗装基準

1、目的

鋼構造物点検基準は本市における塗装の点検調査と塗り替え塗装について必要な事項を定め、鋼構造物をつねに良好な状態に保全することを目的とする。

2、実施時期

昭和61年4月1日から実施

3、実施内容

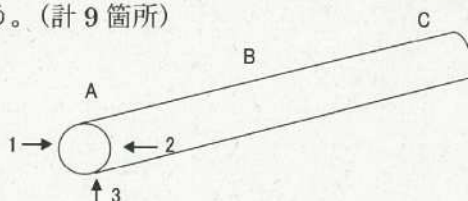
(1) 点検頻度

年1回

国及び県が管理している河川や運河、市が管理している指定水路に架設している約150橋の水管橋について毎年1回、点検を行っている。

(2) 点検方法

スパンの両端(A,C)と中央の(B)の位置で各位置3方向(1,2,3)から肉眼または望遠鏡によって目視点検を行う。(計9箇所)



(3) 点検項目および判定基準

ア、変退色

塗料の色が他の色に変化する、顔料の色が薄れて本来の色がなくなる状態。

状態番号	0	1	2
塗膜状態	変退色がほとんどない	変退色が少ない	変退色が著しい
点数	0点	5点	10点
標準写真			

イ、ふくれ

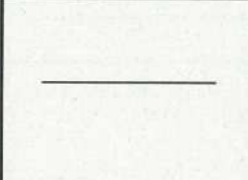



塗膜の下の水分が膨張して塗膜の付着力が凝集力より小さくなったとき、塗膜を盛り上げる状態。(評価点ははがれに含む)

ウ、われ

塗膜の劣化に伴いひずみや衝撃によってひびわれが起こる状態。(評価点ははがれに含む)

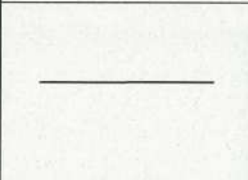



エ、はがれ

塗膜の付着力が低下し、素地または塗膜と塗膜の層が剥離する状態。一般に、ふくれ、われが生じた後に発生する。

状態番号	0	1	2	3
塗膜状態	はがれが全く発生していない	はがれが点在している状態	大きなはがれが生じている状態	大きなはがれが著しく生じている状態
点数	0点	10点	20点	30点
標準写真				

オ、錆

錆は塗膜劣化の中で最も重要な劣化指標となるものであるため、点数配分が最も高い。

状態番号	0	1	2	3
塗膜状態	錆が全く発生していない	小さな点錆が点在している状態	大小の点錆が全面に見られる状態	錆が全面に見られる状態
点数	0点	20点	40点	60点
標準写真				

(4) 評価点

判定結果を上記の判定基準の点数によって評価する(下表参照)。総合判定する判定は評価点数の上位4箇所を合計し総合的に判断する。

総合判定	評価点	塗膜状態
A	161点以上	塗り替えが必要なまでに劣化した。
B	61~160点	塗膜が部分的に劣化した。
C	60点以下	塗膜は健全である。

調査資料については別紙1を参照。

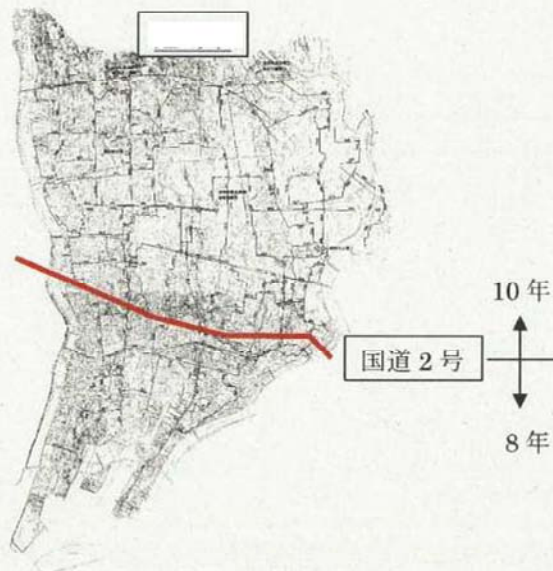
4、管理台帳

水管橋台帳を作成し、水管橋写真・整理番号・設置場所・架設年月日・塗装の仕様など必要事項を明記している。また、毎年度の点検結果についても明記している。(別紙2参照)

水管橋は、Aタイプ(単独水管橋)、Bタイプ(橋梁添架水管橋)、Cタイプ(小河川及び水路の水管橋)に分類している。

5、塗装の耐用年数(塗り替え周期)

国道2号より北部(主に市街地)は10年、南部(主に工業地帯)は8年と定めているが、実際のところ塗装の品質もよく長持ちしているため、概ねは15年程度で塗り替えを実施しているのが現状である。



6、 の水管橋塗装について

現在、 の水管橋で施されている塗装の種類は主に、防食テープ(ペトラ塗装)、防食ライニング、重防食塗装である。

7、現在の塗り替え塗装仕様（参考）

1. 素地調整についてプラスト処理が可能な現場。

素地調整Ⅰ種
(プラスト処理) ※塗装間隔は、4時間以内

RC-Ⅰ 塗装系(スプレー)選択

塗装工程	塗料名	使用量 (g/m ²)	塗装間隔	膜厚 (μm)
下塗り	有機ジンクリッチペイント	600	1～10日	75
下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 下塗	240	1～10日	60
下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 下塗	240	1～10日	60
中塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料 中塗	170	1～10日	30
上塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料 上塗	140		25
標準膜厚 合計				250

2. 素地調整についてプラスト処理ができない現場。

素地調整Ⅲ種 ※塗装間隔は、4時間以内

RC-Ⅲ 塗装系(はけ、ローラー)選択

※素地調整Ⅰ種の塗り替えに比べて、塗膜の耐久性は大幅に劣る。

塗装工程	塗料名	使用量 (g/m ²)	塗装間隔	膜厚 (μm)
下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 下塗	200	1～10日	60
下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 下塗	200	1～10日	60
下塗り	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料 下塗	200	1～10日	60
中塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料 中塗	140	1～10日	30
上塗り	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料 上塗	120		25
標準膜厚 合計				235

(参考資料)

別紙 1 . . . 点検調査資料 (平成 21 年 7 月 14 日実施)

別紙 2 . . . 水管橋台帳および点検記録

別紙 3 . . . 国鉄 (現 J R) の資料

別紙 4 . . . 大日本塗料の資料 (2001 年のものであり、作成当時のものではない。)

別紙 5 . . . 鋼道路橋塗装・防食便覧 (社団法人 日本道路協会)

(調査例) 平成21年7月14日点検実施



C - 61

3号水路 浜田排水路

SPφ100 (S55布設)

撮影日 2009/7/14



左岸



右岸

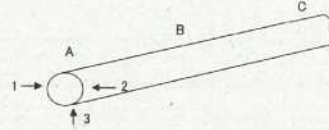
定期点検調査表

番号: C - 61

項目	塗膜状態	点数	点検位置									評価点	備考
			A			B			C				
			方向1	方向2	方向3	方向1	方向2	方向3	方向1	方向2	方向3		
変退色	変退色がほとんどない	0										0	
	変退色が少ない	5										0	
	変退色が著しい	10										0	
ふくれ	ふくれが全く発生していない。近接し肉眼で見当たらない状態	-											
	ふくれが点在している状態	-											
	ふくれが全面にわたり生じている状態	-											
	著しいふくれが生じている状態	-											
われ	われが全く発生していない。近接し肉眼で見当たらない状態	-											
	われが点在している状態	-											
	大きなわれが生じている状態	-											
	大きなわれが全面にわたって生じている状態	-											
はがれ	はがれが全く発生していない。近接し肉眼で見当たらない状態	0										0	
	はがれが点在している状態	10										0	
	大きなはがれが生じている状態	20										0	
	大きなはがれが著しく生じている状態	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	270	
錆	錆が全く発生していない。近接し肉眼で見当たらない状態	0										0	
	小さな点錆が全面に見られる状態	20										0	
	大小の点錆が全面に見られる状態	40										0	
	錆が全面に見られる状態	60										60	
評価点合計（評価点の上位4箇所の合計）			330										
総合判定			A										

9箇所中上位4箇所の
点数の合計をする。

※ふくれ、われの評価は、はがれに含みます。
※総合判定
A: 161点以上 ……塗り替えが必要なまでに劣化した。
B: 61~160点 ……塗膜が部分的に劣化した。
C: 60点以下 ……塗膜は健全である。



水管橋管理台帳

整理番号	C - 61		占用台帳番号	
施設名			塗装系	
架設年月日	昭和 55 年 月		S55	シルバーペイント
設置場所	水堂町1丁目		S58	防食テープ
河川名等	3号水路（浜田排水路）		H5	防食ライニング
口径	φ	100 mm		
材質	SP			
延長	7.5 m	摘要		
塗布面積	水管	m ²		
	欄部	m ²		
色調		竣工図番号	S55-73	
撮影日	190502	現地写真		



年月日	定期点検結果（点）				DIP-SUSの状況		塗装年度及び内容		
	変退色	はがれ	さび	合計	総合判定	良好	不良	年度	種類
H18. 9. 2	0	270	0	270	A			S 55	シルバーペイント
H19. 9. 23	0	270	0	270	A			S 58	防食テープ
H21. 7. 14	0	270	60	330	A			H 5	防食ライニング

検査番号	年月	日時	漏水個所数		原因
			箇所	累計	
					□老朽化 □腐食 ()
					□老朽化 □腐食 ()
					□老朽化 □腐食 ()
					□老朽化 □腐食 ()
					□老朽化 □腐食 ()
					□老朽化 □腐食 ()
					□老朽化 □腐食 ()
					□老朽化 □腐食 ()
					□老朽化 □腐食 ()
					□老朽化 □腐食 ()

(破損箇所)

SP φ100	※塗膜にひび割れあり。 ※茶色のしみ 中央~左岸側下全面。
---------	----------------------------------

(左岸) ↑ 3号水路 浜田排水路 (右岸)

平成 19 年から総合判定が A（塗り替えが必要なまでに劣化した）で、また若干のにじみも確認されたため、平成 22 年度に SUS にて布設替えを実施した。

水管橋管理台帳

整理番号	C - 61	占用台帳番号	市河川 3425
施設名		塗装系	
架設年月日	平成 23 年 3 月		
設置場所	水堂町1丁目		
河川名等	3号水路 (浜田排水路)		
口径	φ 100 mm		
材質	SUS		
延長	7.4 m	摘要	
塗布面積	水管	m ²	
	属部	m ²	
色調		竣功図番号	H23-小50
撮影日	230315	現地写真	



定期点検結果 (点)						塗装年度及び内容			
年月日	塗装状況					DIP・SUSの状況		年度	種類
	変退色	はがれ	さび	合計	総合判定	良好	不良		
H19.5.2	0	270	0	270	A	/	/	S 55	シルバーペイント
H20.5.23	0	270	0	270	A	/	/	S 58	防食テープ
H21.7.14	0	270	60	330	A	/	/	H 5	防食ライニング
H23.3.15	/	/	/	/	/	○		H 22	SUSにて布設替え
H23.10.27	/	/	/	/	/	○			
..									
..									
..									
..									
..									
..									
..									
漏水歴									
検索番号		日時	漏水箇所数		原因				
年号	番号		箇所	累計					
		..			<input type="checkbox"/> 老朽化 <input type="checkbox"/> 腐食 ()				
		..			<input type="checkbox"/> 老朽化 <input type="checkbox"/> 腐食 ()				
		..			<input type="checkbox"/> 老朽化 <input type="checkbox"/> 腐食 ()				
		..			<input type="checkbox"/> 老朽化 <input type="checkbox"/> 腐食 ()				
		..			<input type="checkbox"/> 老朽化 <input type="checkbox"/> 腐食 ()				
		..			<input type="checkbox"/> 老朽化 <input type="checkbox"/> 腐食 ()				
		..			<input type="checkbox"/> 老朽化 <input type="checkbox"/> 腐食 ()				
		..			<input type="checkbox"/> 老朽化 <input type="checkbox"/> 腐食 ()				
		..			<input type="checkbox"/> 老朽化 <input type="checkbox"/> 腐食 ()				
(破損箇所)									
SUS φ100									
(左岸)		↑ 3号水路 浜田排水路							(右岸)

鉄けた塗装工事設計施工指針(案)

国鉄建設局・新幹線
建設局・施設局 編

昭和56年3月



日本鉄道施設協会

鋼道路橋塗装・防食便覧

平成17年12月

社団法人 日本道路協会

水管橋維持管に関するご質問について

回答

【一般的な共通事項について】

1. 他事業者他団体と維持管理しているかどうか。
2. 参考としている指針・基準はありますか。

【水管橋維持管理基準・指針等に関して】

1. 優先順位はどのように決めているのか (11.(4)ア)
2. 劣化度は、何を参考にして決めているのか (表-5)
3. 劣化度のサンプル写真を見せて欲しい (表-5)
4. 現況塗装劣化度の調査・整理はどのようにしているか (11. (1) P (エ))
5. その他の塗料とは (11. (3))
6. 劣化度Ⅰ～Ⅱの状態で塗り替え実施していますか ((4)ア)
7. 実際はどの劣化度で塗り替えを実施

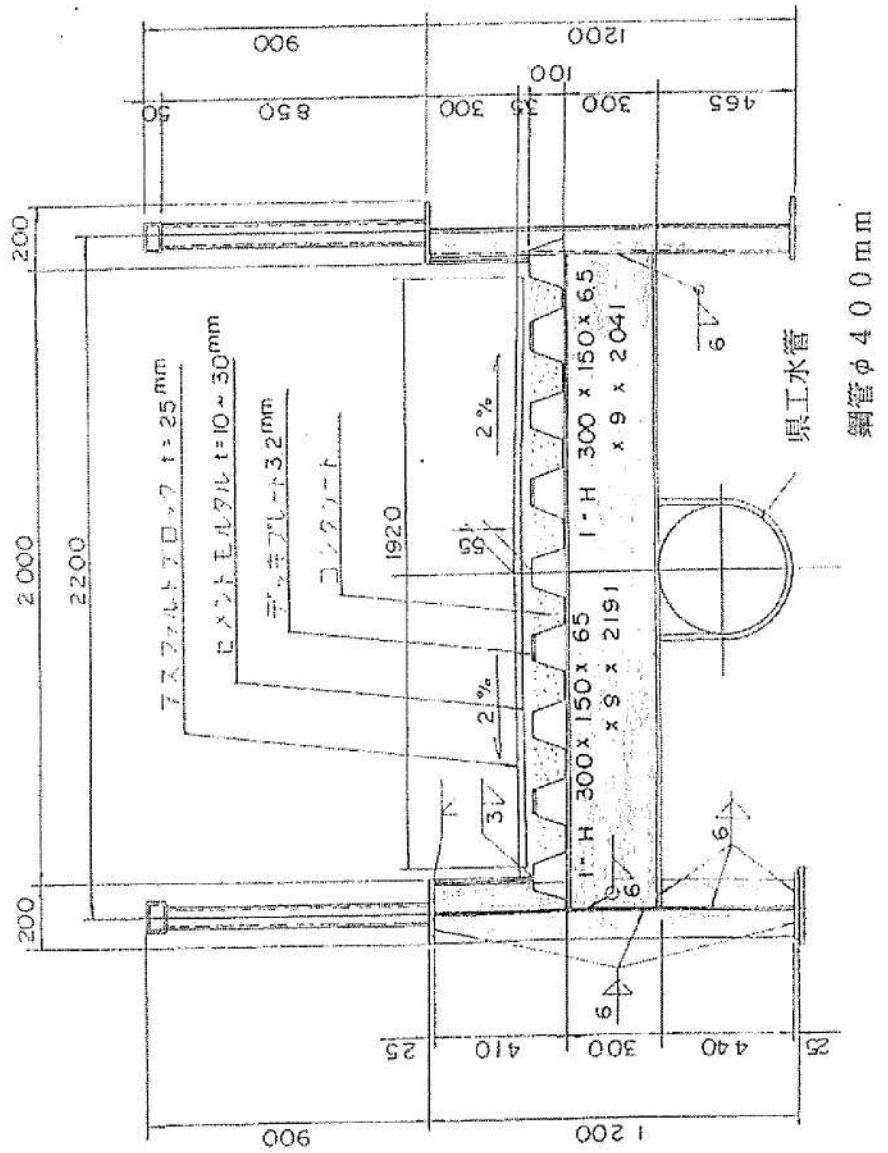
【その他関連事項について】

1. 調査は内部か外部か (専門家か)
2. 近接調査が可能かどうか (近接の場合、どの様な調査方法か)
3. デジカメ写真でも判定していただけますか。
4. 画像解析をしていますか (あればソフト名など)

1. (1)歩道 (市) と 水管橋が一体になった歩道水管橋では維持管理協定を結び塗装時は費用負担してもらっている。【資料 1】
(2) と が一体になった水管橋では維持管理協定を結び塗装時は費用負担してもらっている。【資料 2】
2. 現段階での参考はなし。今後の塗装については鋼道路橋塗装・防食便覧 (平成 17 年 財団法人 日本道路協会) を参考にします。
1. 劣化度を最優先しているが塗装面積等も考慮している。
2. 標準仕様書及びサンプル写真で決めている。
3. 【資料 3】
4. 担当課の が現地にて確認する。(主に予算要求時に整理)
5. 現仕様書のとおり。
6. 5 年以上経過したものは 4 種ケレンにて施工することもある。
7. 劣化度 30%以内 3 種ケレン A～C 実施することが多い。
1. 担当課の で歩いて調査。(ほとんどの水管橋が歩廊付)
2. 現地での目視。
3. デジカメ写真では判定していません。
4. 画像解析をしていません。

別図2

断面図



凡例

○ : プレートガーター (構造材)

○ : 工業用水道管及び吊材

○ : 床版・高欄

別表（第3条関係）

補修、修繕の費用の負担割合

区 分	補修、修繕負担割合		備 考
	甲	乙	
	%	%	
プレートガ-タ-(構造材)	79.3	20.7	共有持分割
橋 脚	79.3	20.7	"
工業用水道管	100	0	
工業用水道管の吊材	100	0	
床版・高欄	0	100	
照 明 機	0	100	

①

劣化度 I



②

劣化度 I



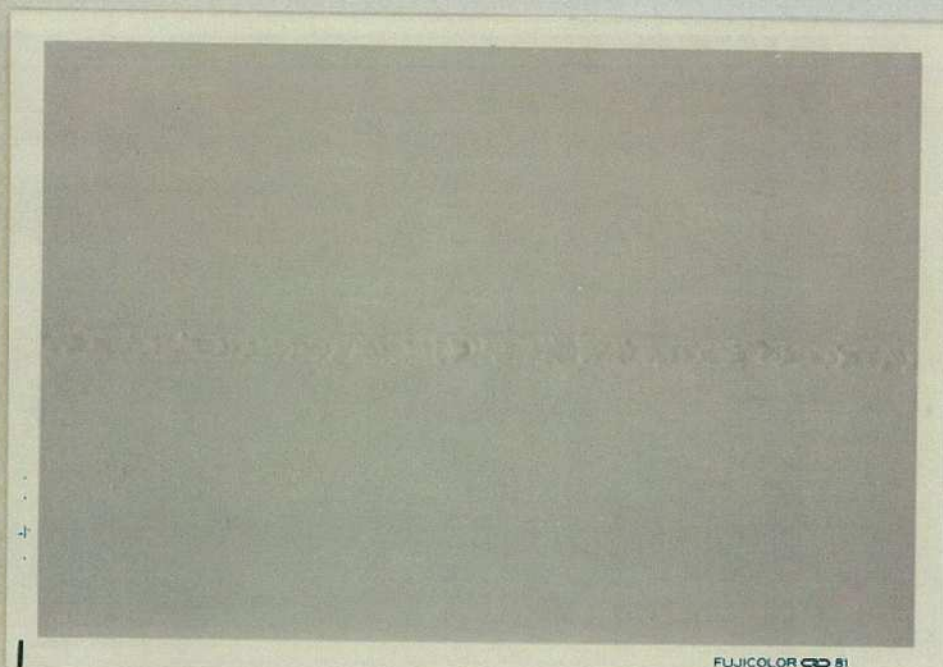
3

劣化度 I



4

劣化度 I





5

劣化度 II

6

劣化度 II





7

劣化度 II

8

劣化度 II



FUJICOLOR CD 81

9

劣化度 II



10

劣化度 II



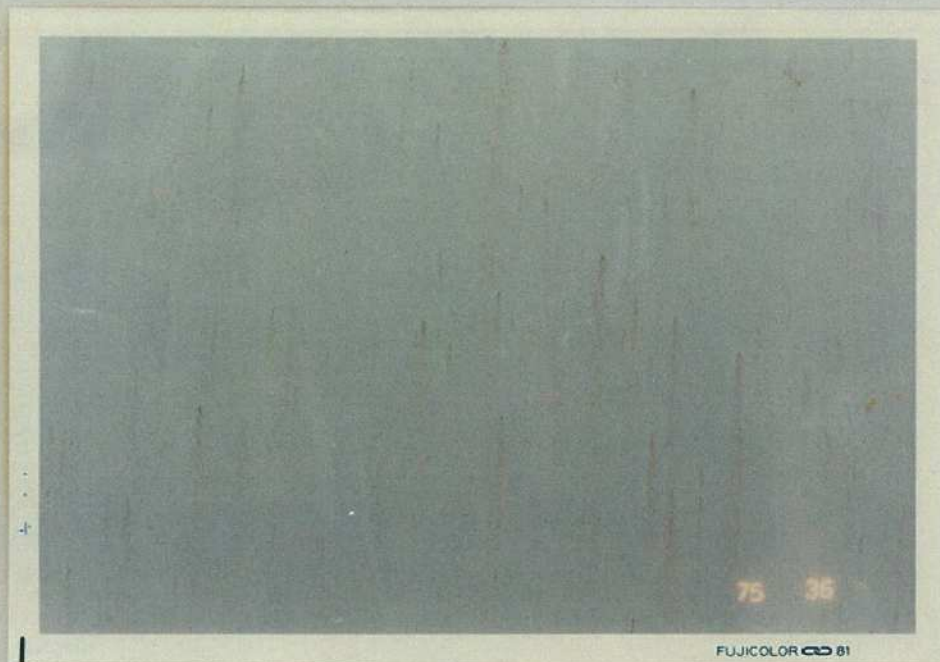
11

劣化度 III



12

劣化度 III





13

劣化度 III

14

劣化度 III



15

劣化度 III



16

劣化度 III



17

劣化度 III



18

劣化度 III



19

劣化度 IV



20

劣化度 IV



21

劣化度 IV



22

劣化度

23

劣化度Ⅳ

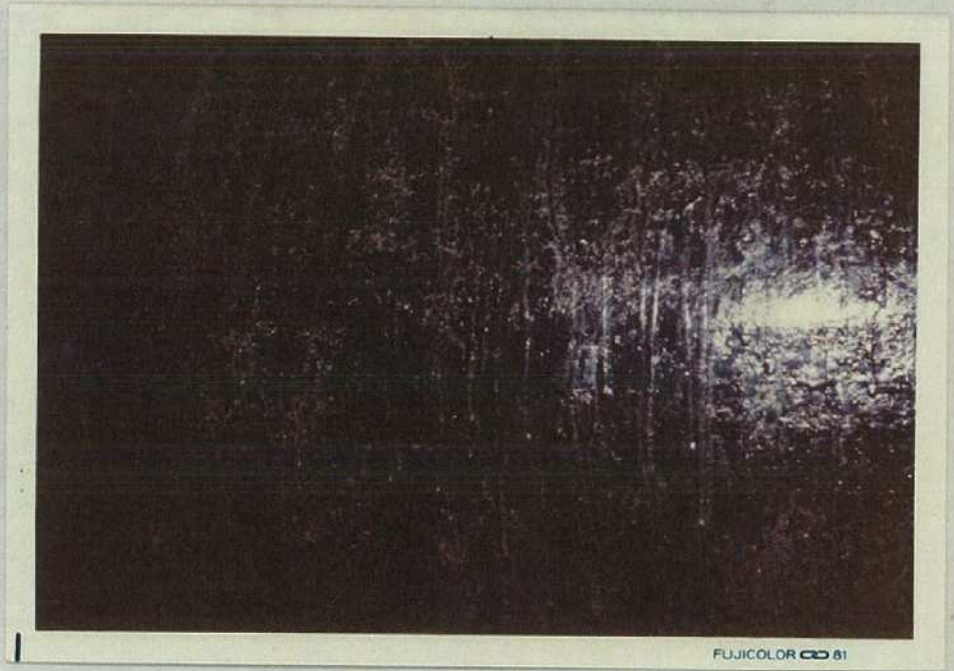


24

劣化度Ⅴ

25

劣化度 ▽



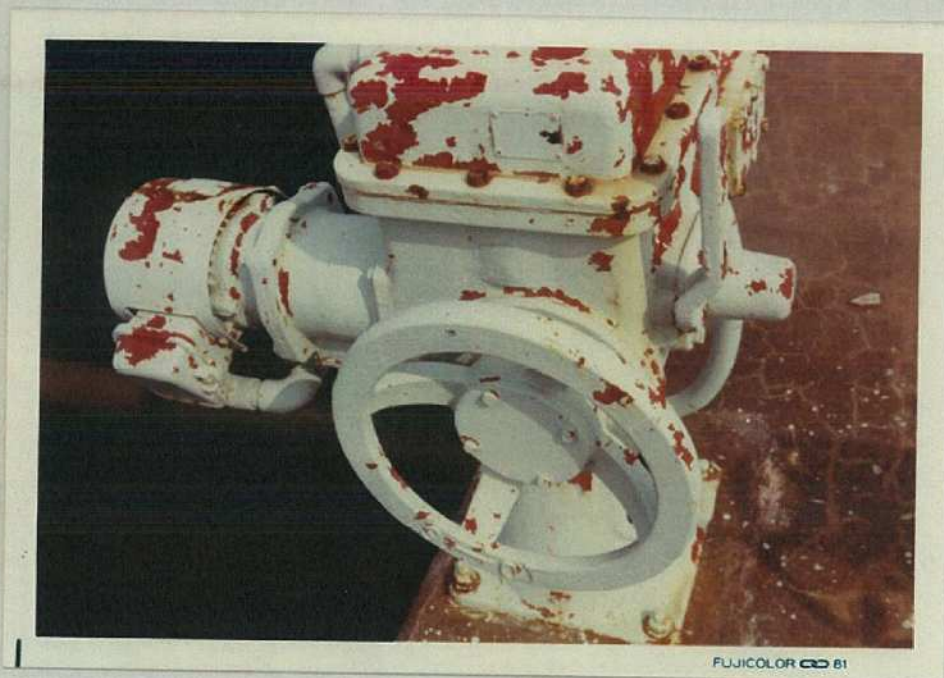
26

劣化度 ▽



27

劣化度 ▽



28

劣化度 ▽



29

劣化度 ∇



30

劣化度 ∇



31

劣化度 ▽



32

劣化度 ▽



33

劣化度 Ⅴ



34

劣化度 Ⅵ





35

劣化度 VI

36

3種ケレン



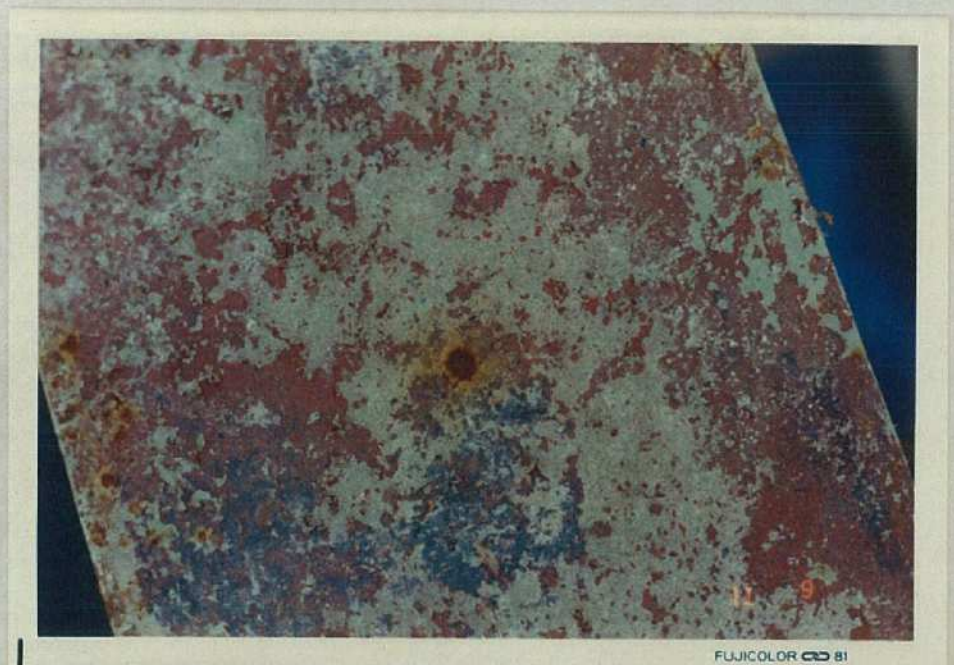
37

ケレン前



38

ケレン前



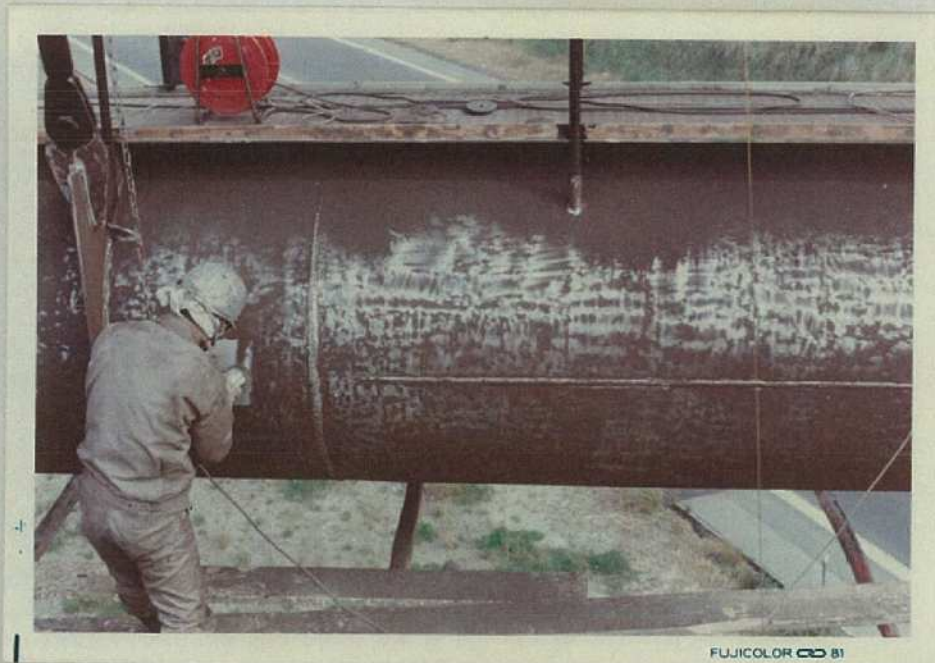
39

2種ケレン



40

2種ケレン



41

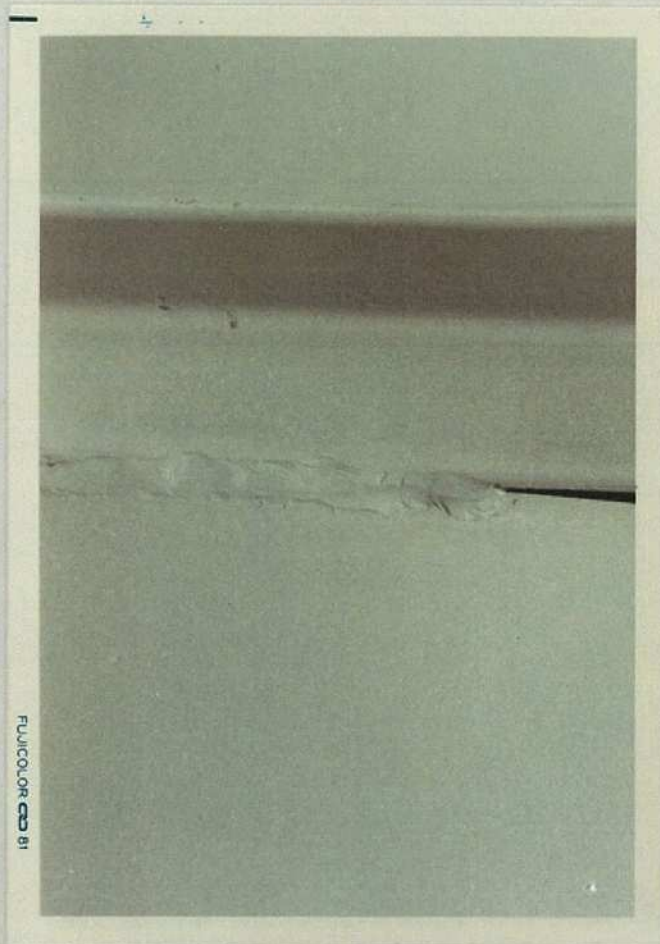
1種ケレン



FUJICOLOR 81

42

1種ケレン



FUJICOLOR 81

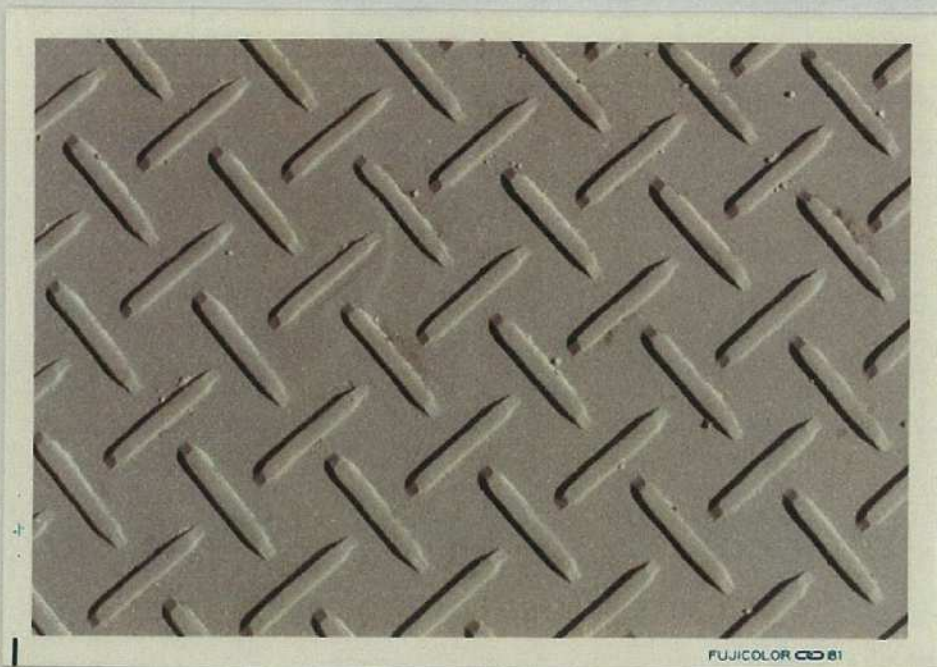
43

1種ケレン



44

1種ケレン



埼玉県水管橋調査

調査日：2011.12.9

水管橋共研WG

入間川水管橋 左岸(アバット付近) 頂部		さび状況	
景観性の評価		防食性の評価	
白亜化:	2	さび:	2
外観:	1	はがれ:	2
変退色:	1	われ:	1
汚れ:	1	ふくれ:	2
判定:	58	判定:	42



1

変退色が比較的初期に近い箇所

4

側部		防食性の評価	
景観性の評価		防食性の評価	
白亜化:	2	さび:	3
外観:	1	はがれ:	2
変退色:	2	われ:	2
汚れ:	0	ふくれ:	3
判定:	58	判定:	17



2

5

底部		防食性の評価	
景観性の評価		防食性の評価	
白亜化:	—	さび:	3
外観:	1	はがれ:	—
変退色:	2	われ:	—
汚れ:	1	ふくれ:	—
判定:	56	判定:	0

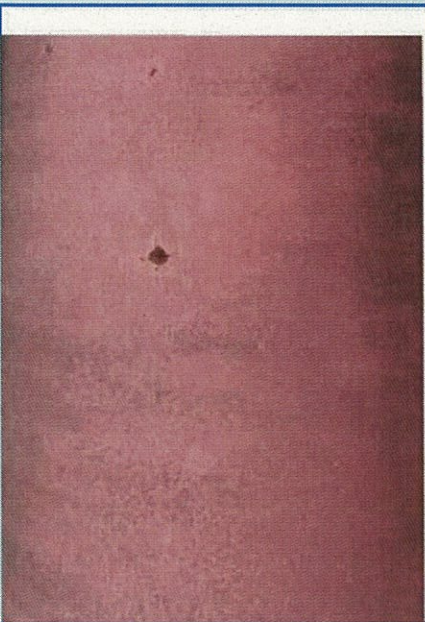


3

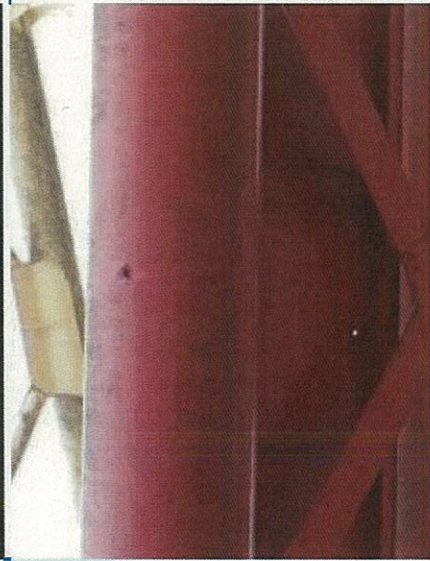
6



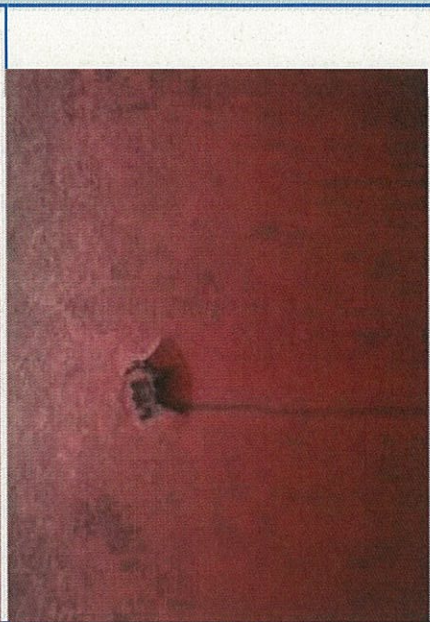
7



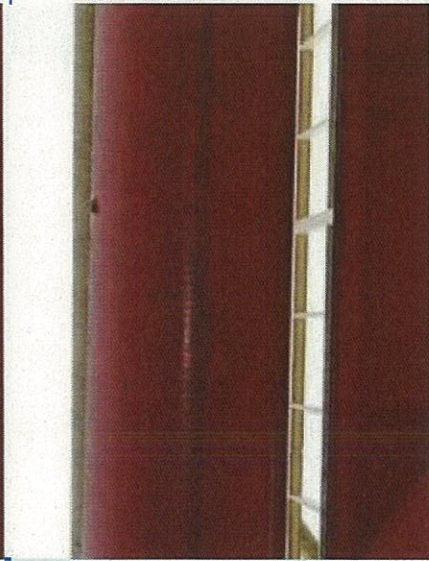
10



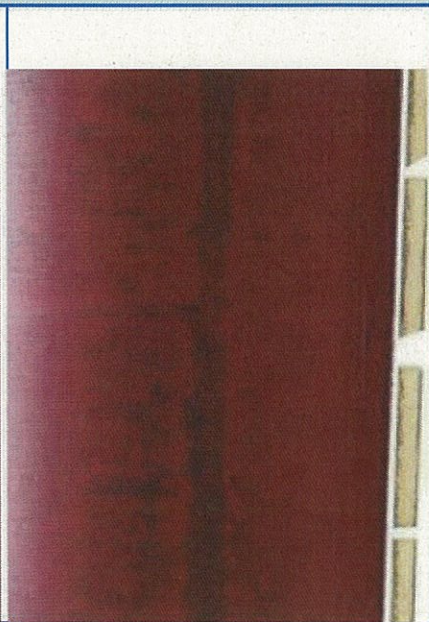
8



11



9



12

入間川水管橋
公園側(2スパン目付近)

頂部

景観性の評価		防食性の評価	
白亜化:	2	さび:	2
外観:	1	はがれ:	2
変退色:	1	われ:	1
汚れ:	2	ふくれ:	2
判定:	50	判定:	42

側部

景観性の評価		防食性の評価	
白亜化:	2	さび:	1
外観:	1	はがれ:	2
変退色:	1	われ:	2
汚れ:	0	ふくれ:	2
判定:	67	判定:	42

底部

景観性の評価		防食性の評価	
白亜化:	—	さび:	3
外観:	2	はがれ:	—
変退色:	2	われ:	—
汚れ:	2	ふくれ:	—
判定:	33	判定:	0

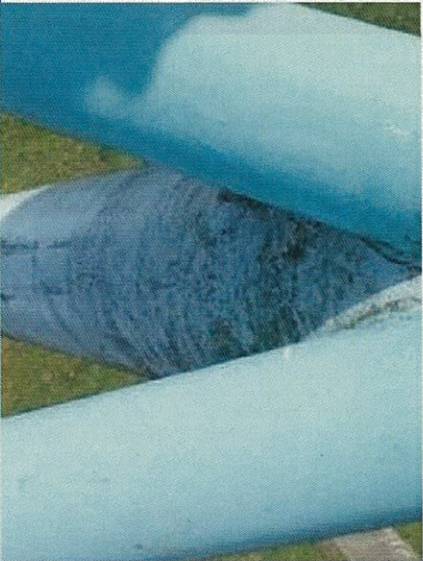


13

都幾川水管橋
田んぼ側
頂部

景観性の評価		防食性の評価	
白亜化:	2	さび:	3
外観:	2	はがれ:	2
変退色:	2	われ:	2
汚れ:	2	ふくれ:	3
判定:	33	判定:	17

16

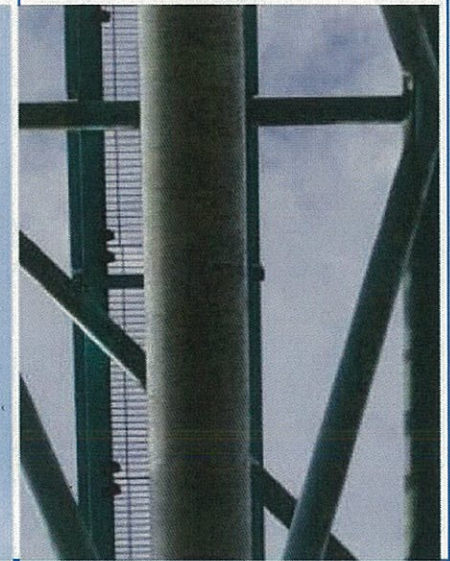


14

側部

景観性の評価		防食性の評価	
白亜化:	—	さび:	3
外観:	2	はがれ:	—
変退色:	2	われ:	—
汚れ:	2	ふくれ:	—
判定:	33	判定:	0

17



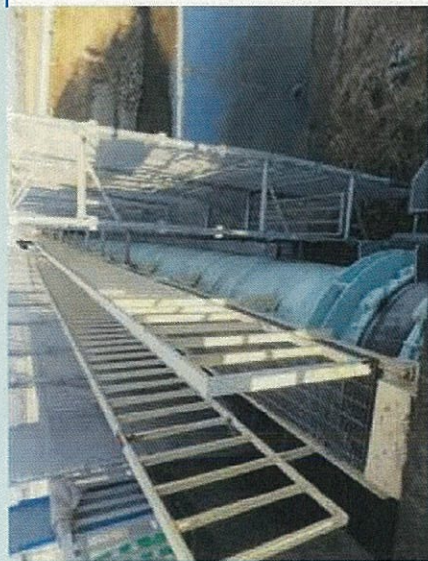
15

底部

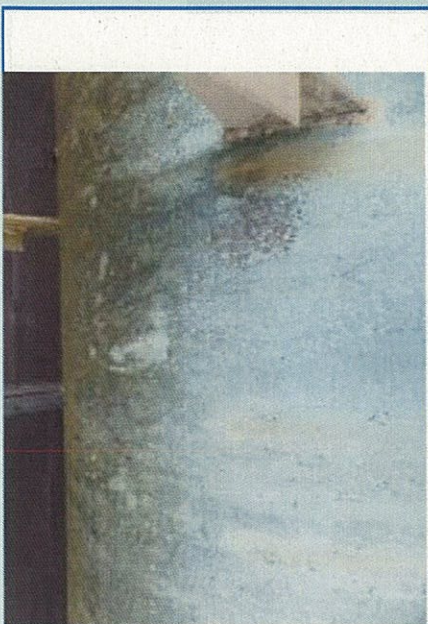
景観性の評価		防食性の評価	
白亜化:	—	さび:	3
外観:	2	はがれ:	—
変退色:	—	われ:	—
汚れ:	0	ふくれ:	—
判定:	67	判定:	0

18



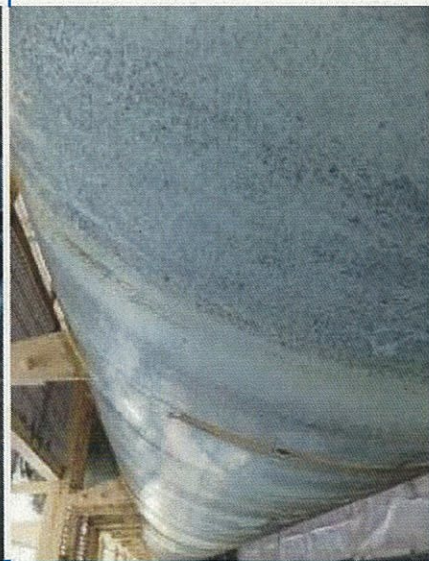


19

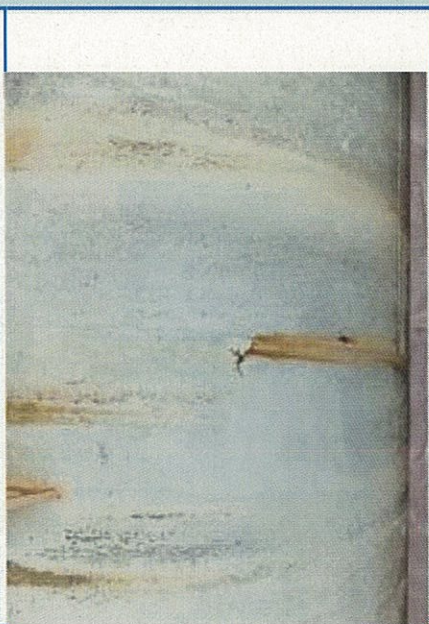


22

新谷橋水管橋 中央部 頂部		防食性の評価	
景観性の評価		防食性の評価	
白亜化:	2	さび:	3
外観:	1	はがれ:	3
変退色:	2	われ:	2
汚れ:	0	ふくれ:	3
判定:	58	判定:	8



20

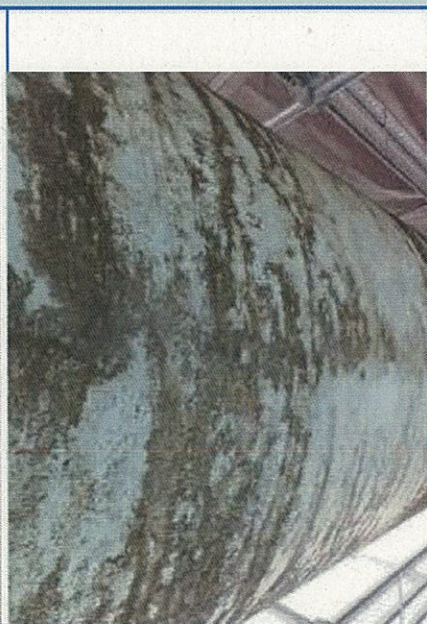


23

側部		防食性の評価	
景観性の評価		防食性の評価	
白亜化:	1	さび:	2
外観:	2	はがれ:	2
変退色:	2	われ:	2
汚れ:	2	ふくれ:	2
判定:	42	判定:	33



21



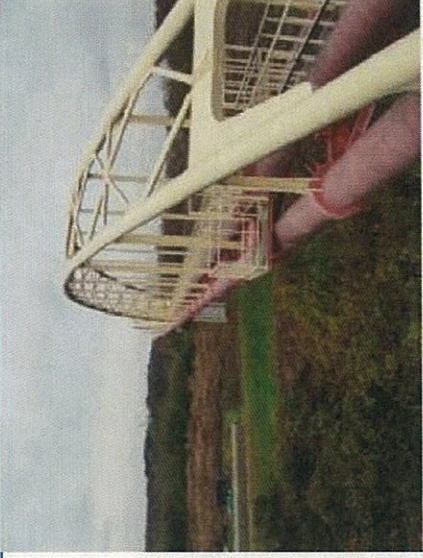
24

底部		防食性の評価	
景観性の評価		防食性の評価	
白亜化:	3	さび:	3
外観:	1	はがれ:	3
変退色:	3	われ:	2
汚れ:	1	ふくれ:	3
判定:	33	判定:	8



25

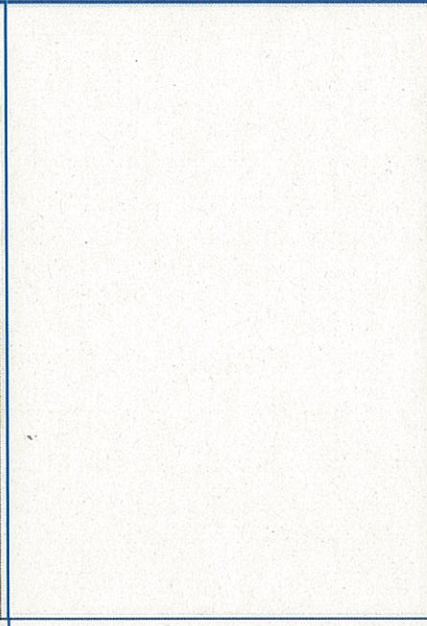
入間川水管橋



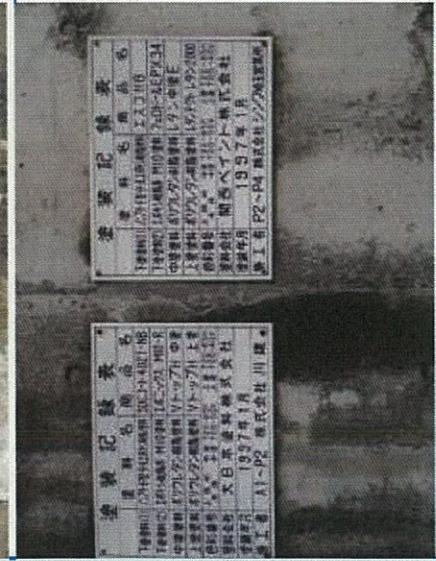
28



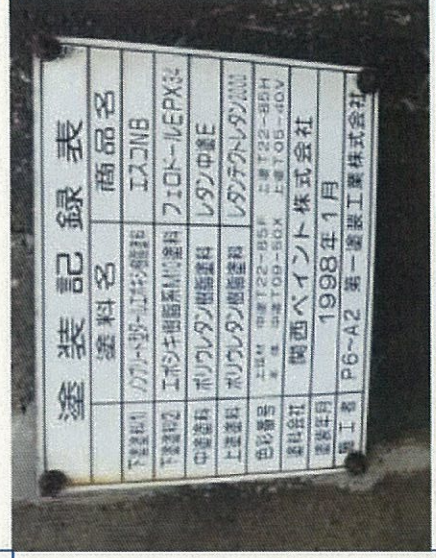
26



29



27



30

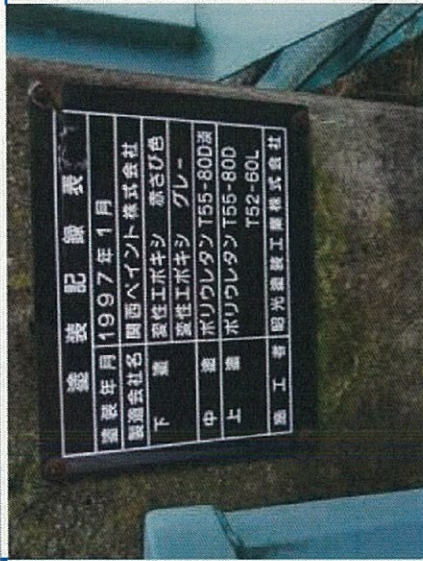


31

都幾川水管橋



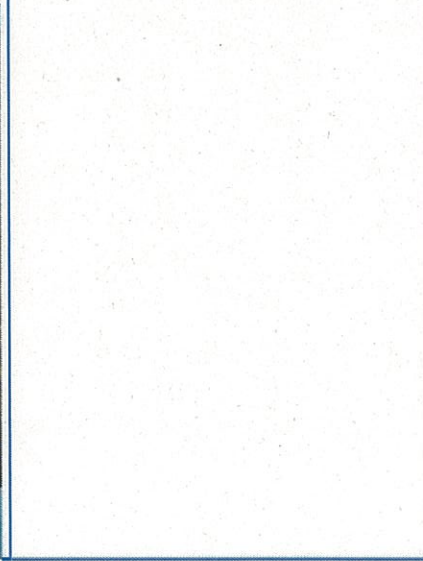
34



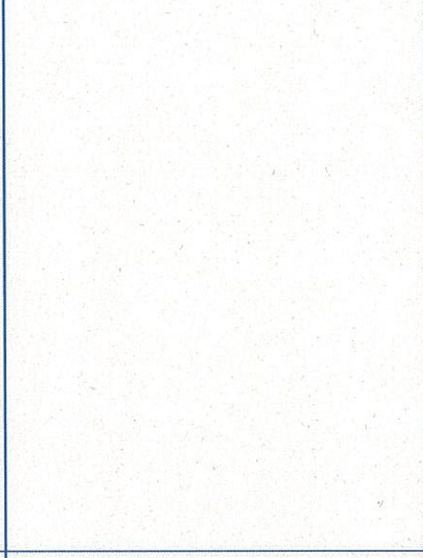
32



35



33



36

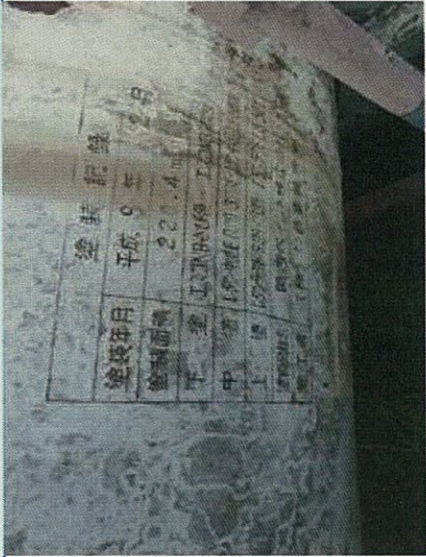
11ページ

12ページ



37

新谷橋水管橋



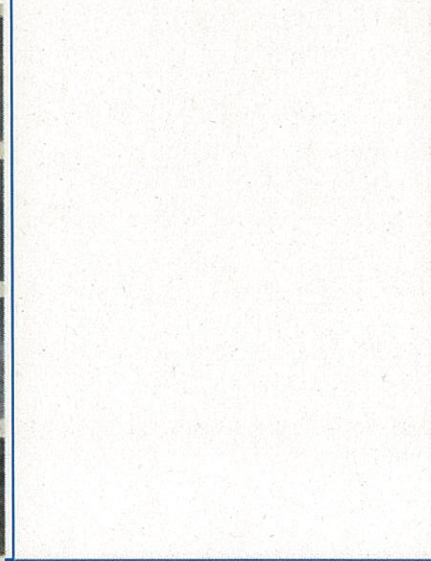
40



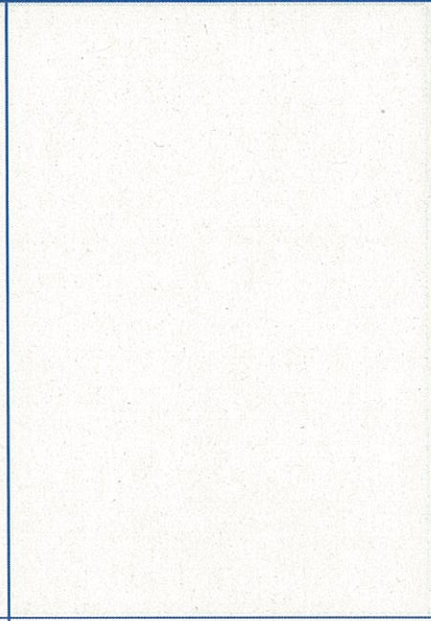
38

新谷橋水管橋
昭和57年3月完成
埼玉県金業局

41



39



42

13^ - y

14^ - y

水管橋調査（神奈川県企業庁、横浜市）

調査日：2012年6月14日

水管橋共同研究WG

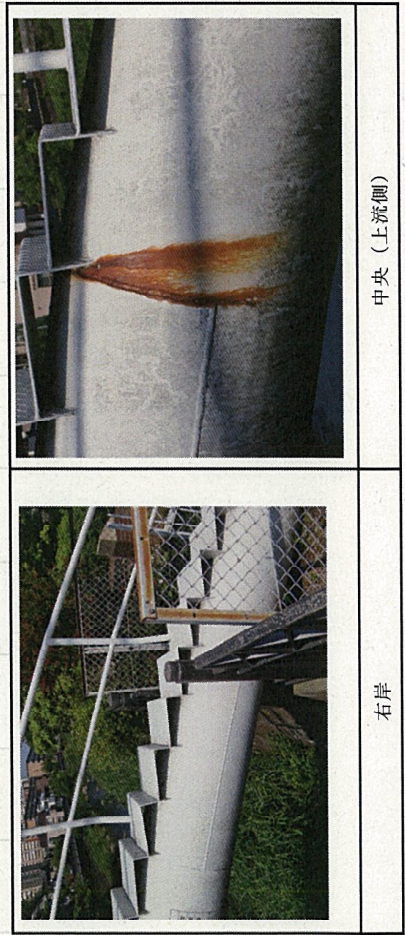
水管橋名 海里橋

評価点	前回	今回	防食性
判定	67	50	重要
	重要	重要	重要
	8	33	33
	-	-	-

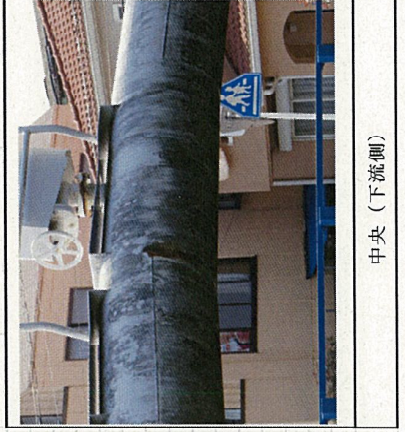
特記事項 上流側、下流側で汚れに差がある。
中央部に腐食が見られるため、さび評価を1とした。

番号	場所	部位	調査時期	景観性			評価点
				白亜化	外観	変退色	
①	右岸	頂部	前回	-	-	-	-
		側部	今回	3	2	2	33
		底部	今回	2	2	1	-
②	中央	頂部	前回	-	-	-	-
		側部	今回	2	1	2	56
		底部	今回	1	2	1	67
③	左岸	頂部	前回	-	-	-	-
		側部	今回	3	2	2	33
		底部	今回	2	2	1	56
最終判定							67
							50

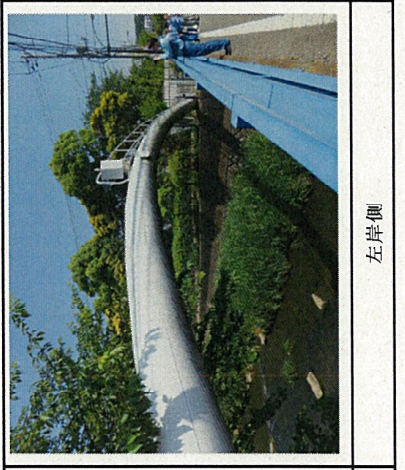
番号	場所	部位	調査時期	防食性				評価点
				さび	はがれ	われ	ふくれ	
①	右岸	頂部	前回	3	2	3	3	8
		側部	今回	3	3	3	3	8
		底部	今回	3	2	3	3	-
②	中央	頂部	前回	-	-	-	-	-
		側部	今回	3	2	3	3	8
		底部	今回	1	1	3	3	-
③	左岸	頂部	前回	-	-	-	-	-
		側部	今回	3	3	3	3	0
		底部	今回	3	3	3	3	-
最終判定								8
								33



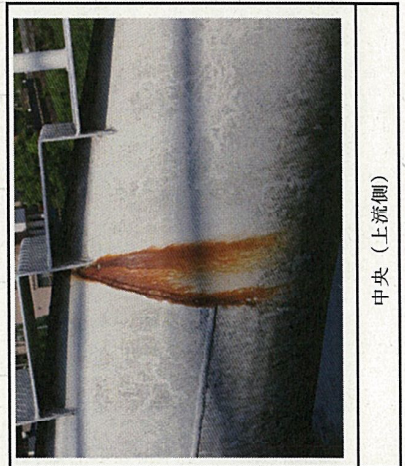
右岸



中央（下流側）



左岸側

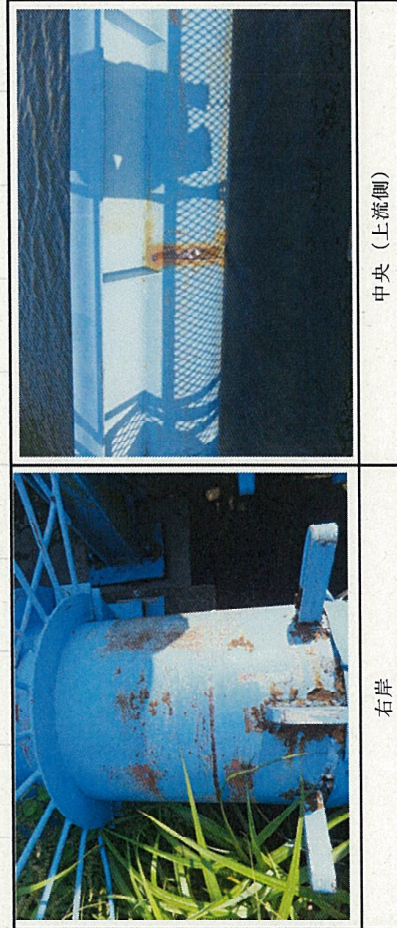
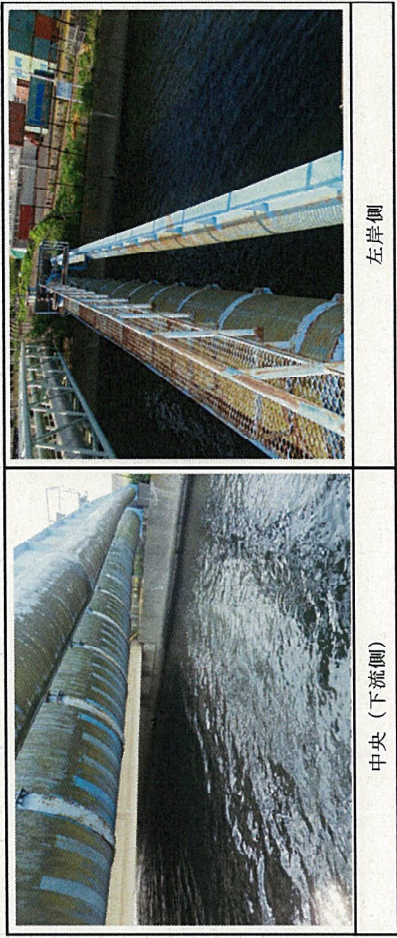


中央（上流側）

水管橋名 さちうら橋

評価点	100	75	100	50
判定	D	D	D	D
景観性	今回	今回	今回	今回
防食性	今回	今回	今回	今回
特記事項	海岸地帯			

番号	場所	部位	調査時期	景観性			汚れ	合計	評価点	防食性				評価点
				白亜化	外観	変退色				さび	はがれ	われ	ふくれ	
①	右岸	頂部	前回	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-
		頂部	今回	1	0	2	2	5	58	2	3	3	9	25
		側部	前回	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-
②	中央	側部	今回	1	1	2	1	5	58	2	3	3	10	17
		側部	今回	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-
		底部	今回	1	1	2	2	6	50	2	3	3	10	17
③	左岸	頂部	前回	-	0	0	2	2	78	0	-	-	0	100
		頂部	今回	1	2	1	2	6	50	2	1	2	7	42
		側部	今回	-	0	0	2	2	78	0	-	-	0	100
最終判定	最終判定	側部	今回	1	1	2	1	5	58	2	3	3	10	17
		側部	今回	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-
		底部	今回	1	1	2	2	6	50	2	3	3	10	17
最終判定	最終判定	頂部	前回	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-
		頂部	今回	1	0	2	2	5	58	1	3	3	9	25
		側部	今回	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-
最終判定	最終判定	側部	今回	1	1	2	1	5	58	2	3	3	10	17
		側部	今回	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-
		底部	今回	1	1	2	2	6	50	2	3	3	10	17
最終判定	最終判定	側部	今回	-	0	0	0	0	100	0	-	-	0	100
		側部	今回	1	0	1	1	3	75	1	2	2	6	50



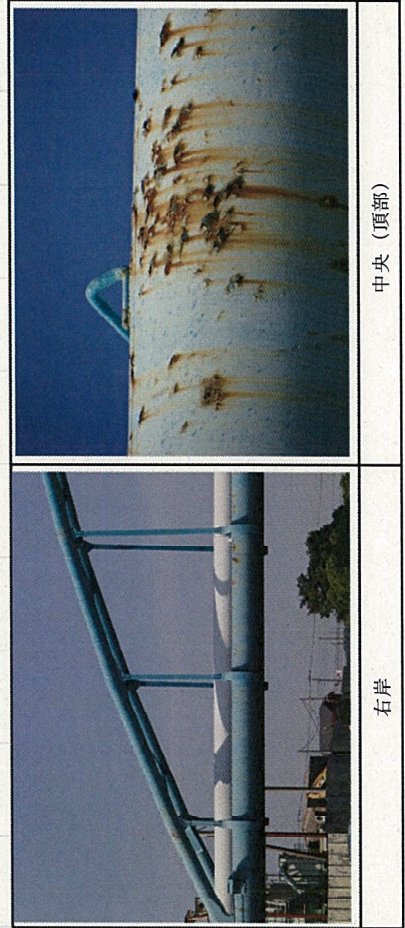
南金目水管橋 (参考)

景観性	防食性	
	前回	今回
前回	-	今回
-	50	-
-	重要	-

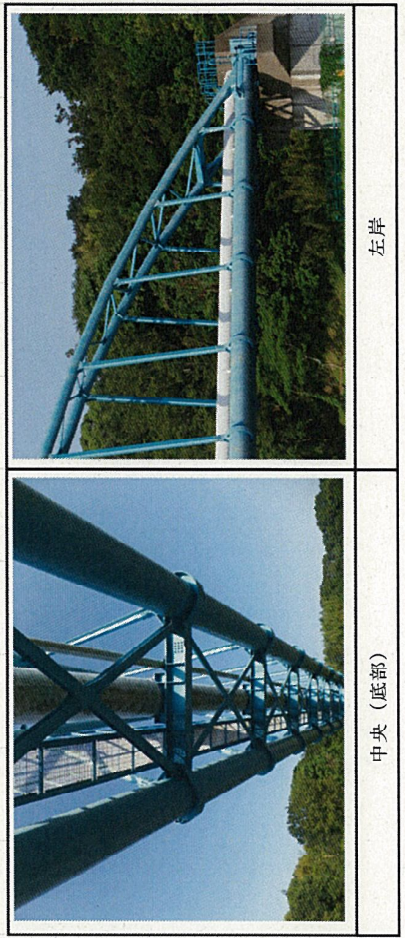
※ トラスの評価
本管に異常は見られない。

評価点
判定

番号	場所	部位	調査時期	景観性			汚れ	合計	評価点	
				白亜化	外観	変退色				
①	右岸	頂部	前回	-	-	-	-	-	-	
		側部	今回	1	1	2	2	2	-	
		側部	今回	1	1	2	2	2	-	
②	中央	底部	前回	-	-	-	-	-	-	
		側部	今回	3	3	2	3	3	-	
		側部	今回	1	1	2	2	2	-	
③	左岸	頂部	前回	-	-	-	-	-	-	
		側部	今回	1	1	2	2	2	-	
		側部	今回	3	3	2	3	3	-	
最終判定			今回	1	1	2	2	2	6	50



番号	場所	部位	調査時期	さび	防食性			評価点	
					はがれ	われ	ふくれ		
①	右岸	頂部	前回	-	-	-	-	-	
		側部	今回	0	0	0	0	-	
		側部	今回	1	0	0	1	-	
②	中央	底部	前回	-	-	-	-	-	
		側部	今回	3	3	3	3	-	
		側部	今回	0	0	0	0	-	
③	左岸	頂部	前回	-	-	-	-	-	
		側部	今回	1	0	0	1	-	
		側部	今回	3	3	3	3	-	
最終判定			今回	0	0	0	0	0	100



資 料 - 6

戸畑の15年目の暴露調査結果まとめ、第62回全国水道研究発表会に投稿した論文2稿、日本工業用水第46回研究発表会に投稿した論文1稿及び第63回全国水道研究発表会に投稿した論文1稿を資料6-1～6-4に示す。

水管橋外面塗装の効率的維持管理方策の調査検討（その1）

渡辺 映一 ((社)日本水道協会) 大槻 富有彦 (日本水道鋼管協会)
 石田 雅己 (日本水道鋼管協会) 渡辺 正明 (日本水道鋼管協会)
 嶋津 寛 (日本水道鋼管協会) 庵崎 高志 (日本水道鋼管協会)
 ○笠原 一朗 (日本水道鋼管協会)

1. はじめに

水管橋及び橋梁添架管の外面は、一般の鋼構造物に比べて結露しやすく、乾湿が繰り返されるため過酷な環境にある。水管橋の外面塗装は美観のみでなく、腐食を防止することによる構造上の役割もあるため、水管橋外面塗装の維持管理は、重要性が高いと考えられる。

しかしながら、現在水管橋外面塗装の維持管理の指針・基準類がなく、以下に述べる水道事業者へのアンケートにおいても、指針策定への要望が多く寄せられた。

外面塗装の効率的維持管理方策を調査検討し、指針作りにつなげるため、(社)日本水道協会と日本水道鋼管協会(WSP)は、平成22年度から2か年間の共同研究を開始した。

本稿では、水道事業者へのアンケート結果を報告し、WSPが北九州工業地帯に位置する新日本製鐵(株)の八幡製鐵所戸畑構内のφ1200鋼製水管橋で実施している15年間の外面塗装調査結果¹⁾を踏まえて、目視調査による景観性評価の考え方について提案する。

2. 水道事業者へのアンケート結果

各事業者が実施している水管橋の維持管理の実態について、政令指定都市・県庁所在地都市など総数69事業体にアンケートを実施した結果、65事業体(94%)から回答を戴いた。

1) 調査内容

- 【1】 塗替え頻度（一定間隔で実施、点検結果により実施、特に実施していない）
- 【2】 定期点検・地震時等の随時点検の有無及び点検記録の有無
- 【3】 点検項目（①外面塗装、②漏水、③伸縮管変位量、④コンクリートの破損、⑤その他）と点検頻度
- 【4】 外面塗装の点検方法（①目視のみ、②目視と写真撮影、③目視と写真撮影と機器測定）
- 【5】 外面塗装の塗替え周期など具体的な指針・基準類の有無
- 【6】 水管橋の保守・点検及び塗替えについての自由意見

2) アンケート結果

調査内容の【3】及び【4】の回答結果を図-1、2に示す。

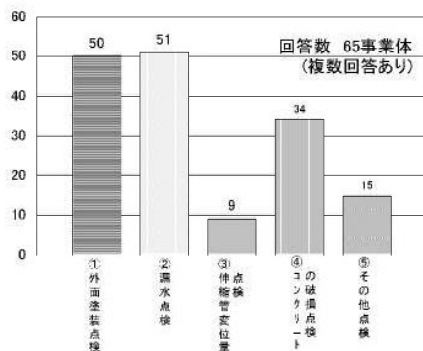


図-1 【3】水管橋の点検項目

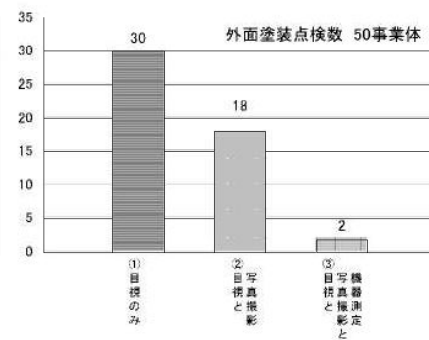


図-2 【4】外面塗装の点検方法

アンケート結果から、外面塗装の点検は65事業体中50事業体(77%)で実施していた。点検を実施している全ての事業者で目視点検を行っており、写真撮影まで実施している事業者が18事業体(36%)、機器測定まで実施している事業者が2事業体(4%)であった。この結果、目視と写真撮影による点検が、一般的な点検方法であることがわかった。

3. 外観目視調査による景観性評価の提案

外観目視調査は景観性と防食性についてそれぞれの項目について評価し、判定するものである。本稿では、景観性の評価について水管橋の長期暴露試験¹⁾の結果から求めた目視調査による景観性評価の考え方について、以下のように提案する。

1) 評価方法

外観目視調査における景観性の評価は「鋼構造物塗膜調査マニュアル (JSS IV 03-2006) : (社) 日本鋼構造協会」を参照し、白亜化、外観、変退色、汚れの4項目 (表-1) をそれぞれ項目別に評価 (0~3点: 点数が小さい程景観性が低下している) した。

表-1 景観性の評価点

評価点	白亜化	外観	変退色	汚れ
3	ほとんど変化なし	変状無し	初期と比べてほとんど変化なし	汚れはほとんどなし
2	僅かに白っぽい	僅かに変状有り	初期と比較して変化している	やや汚れあり
1	かなり白っぽい	かなり変状有り	初期と比較して著しく変化している	中程度の汚れあり
0	ほとんど真っ白である	著しい変状有り	初期の色をほとんどとどめていない	汚れは著しい

2) 景観性評価方法

景観性は、「機械工事塗装要領 (案) : (社) 日本建設機械化協会」を参照し、次の式により指数を算出し、表-2 により評価した。

$$\text{景観性の指数} = [1 - \{ \frac{\text{項目別評価点の合計}}{3 \text{点(満点)} \times \text{項目数}} \}] \times 100$$

表-2 景観性の評価表

ランク	指数	評価
A	0 ≤ X < 10	異常なし
B	10 ≤ X < 20	低下少ない
C	20 ≤ X < 40	低下進行中
D	40 ≤ X ≤ 100	低下が顕著 (重点管理時期)

3) 景観性評価結果

水管橋の長期暴露試験¹⁾の結果から景観性の指数を求めた例を表-3に、経年変化を図-4に示す。

表-3 景観性評価例

エポキシ樹脂 + 塩化ゴム系 (L-1仕様)	外観 (景観性)									
	10年目					15年目				
	白亜化	外観	変退色	汚れ	指数	白亜化	外観	変退色	汚れ	指数
頂上	1	3	2	2	33 (C)	1	3	2	3	25 (C)
東側側部	1	3	2	3	25 (C)	1	3	2	3	25 (C)
西側側部	1	2	2	2	42 (D)	1	2	2	2	42 (D)
底部 東	1	3	3	2	25 (C)	1	2	1	2	50 (D)
底部 西	2	3	3	1	25 (C)	1	2	1	1	58 (D)

ここで、WSP-009:2004「水管橋外面防食基準」で設定しているL-1仕様の景観性の期待耐用年数は、工業地帯で6~8年である。一方、図-4では10年目に指数40 (重点管理時期) 以上の箇所が見られた。このことから、両者はほぼ合致しており、景観性の指数40による評価は妥当であると考えられる。

4. まとめ

アンケート結果から水管橋の維持管理には、目視点検及び写真撮影による外観調査が多く、の事業体で採用されていた。水管橋の長期暴露試験の結果¹⁾から、景観性は外観調査結果を提案内容で評価することにより、妥当な判定ができることがわかった。よって、景観性の期待耐用年数を過ぎ、なおかつ定期点検時に景観性の指数が40を超えるようであるならば点検間隔を短くし、重点管理することが望ましい。なお、防食性の評価については、今後継続して調査・検討することとした。

<参考文献>1) 嶋津ら: 「水管橋の15年目長期暴露試験報告—外面防食仕様の長期耐久性調査—」 第62回全国水道研究発表会(2011)

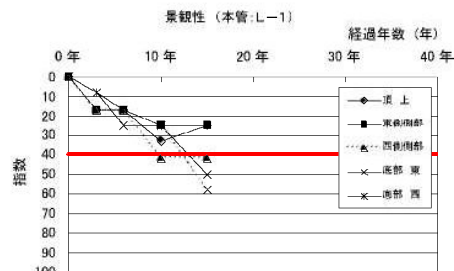


図-4 景観性の指数の経年変化

(5-22)水管橋の15年目長期暴露試験報告(I)

- 外面防食仕様の長期耐久性調査 -

○嶋津 寛(日本水道鋼管協会) 大槻富有彦(日本水道鋼管協会)
 杉本 賢司(日本水道鋼管協会) 庵崎 高志(日本水道鋼管協会)
 渡辺 正明(日本水道鋼管協会) 笠原 一期(日本水道鋼管協会)
 政谷 考亮(日本水道鋼管協会)

1. はじめに

水管橋の外面塗装が、施設を長期にわたり維持する上で重要な役割を果たすことから、日本水道鋼管協会(以下、WSP)は、昭和48年12月にWSP 009-73「水管橋外面塗装基準」として初版を制定した。その後改訂された基準に、既設水管橋の現地調査結果に基づいた塗装仕様別の推定期待耐用年数¹⁾を示しているが、新規塗装系の長期耐久性データは乏しいのが実情である。

そこでWSPは、長期耐久性を調査するため、実際の水管橋及び試験片に、新規塗装仕様を含めた種々の塗装の屋外暴露試験を平成7年から開始した。

本稿では、平成22年5月に実施した暴露試験の概要、及び景観性に関する結果について報告する。

2. 試験概要

2.1 試験期間

平成7年から開始し平成22年に15年目の試験を実施(途中3年目、6年目、10年目に試験実施)

2.2 試験場所

新日本製鐵株式会社八幡製鉄所戸畑構内(北九州工業地帯)「戸畑~鬼ヶ原間送水管の水管橋(1200A×16m)」

2.3 調査対象

塗装・プラスチック被覆・金属溶射を対象とした。

2.4 試験項目

- 1)景観性:白亜化・変退色・汚れ・光沢・色差 2)附着性:基盤目・アドヒージョン・ピール強度
 3)防食性:外観(さび・剥がれ・割れ・膨れ)・インピーダンス 4)その他:鉛筆硬さ等

3. 試験結果

景観性の調査結果について以下の通り報告する。

(1) 景観性の評価方法

景観性は、「白亜化、外観、変退色、汚れ」を調査し評価している。調査項目別に評価点を付け指数化し総合判定している。具体的な評価方法については、「笠原ら-水管橋外面塗装の効率的維持管理方策の調査検討(その1)-第62回全国水道研究発表会(2011)」²⁾を参照願いたい。

(2) 塗装仕様

調査対象の内、景観性の指数の変化が顕著になってきた油性系、塩化ゴム系、エポキシ+塩化ゴム系、エポキシ+ウレタン系の塗装仕様を表-1に示す。

表-1 供試塗装仕様

(膜厚単位:μm)

塗装系	油性系	塩化ゴム系	エポキシ+塩化ゴム系	エポキシ+ウレタン系
	O-1	O-2	L-1	L-2
プライマ	長暴系エッチングプライマ (15)	無機シリクリッチプライマ (15)	無機シリクリッチプライマ (15)	無機シリクリッチプライマ (15)
下塗り	鉛系さび止 (35×2)	塩化ゴム系 (40)	変性エポキシ系 (150)	変性エポキシ系 (150)
下塗り	フェノールMIO (65)	塩化ゴム系 (40)	エポキシMIO (60)	エポキシMIO (60)
中塗り	フェノールアルキッド (80)	塩化ゴム系 (80)	塩化ゴム系 (80)	ポリウレタン (80)
上塗り	フェノールアルキッド (80)	塩化ゴム系 (85)	塩化ゴム系 (85)	ポリウレタン (85)

注)現在のWSP-009では、塗料JISの改正等もあり、O-1、O-2及びL-1は廃止され、存続するL-2はエポキシMIOを使わず、同一性能を有する全工場塗装仕様になっている。

(3) 景観性の評価結果

景観性の指数の変化例（油性、塩化ゴム系、エポキシ+塩化ゴム系、エポキシ+ウレタン系）を図-1～図-4に示す。

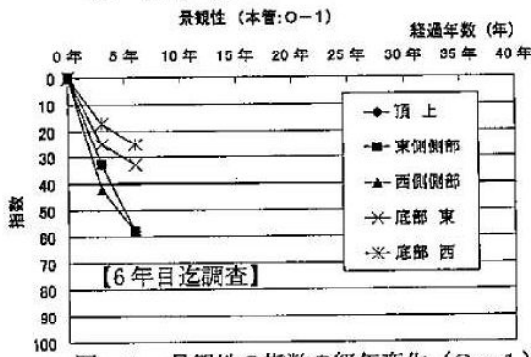


図-1 景観性の指数の経年変化 (O-1)

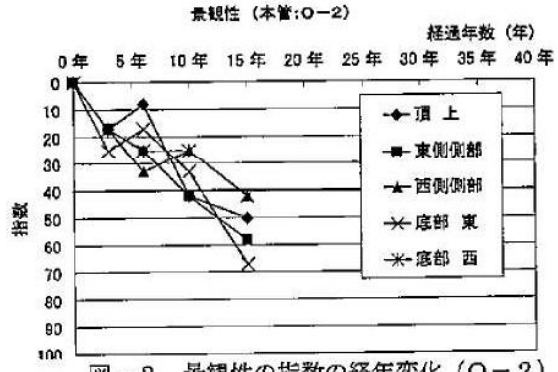


図-2 景観性の指数の経年変化 (O-2)

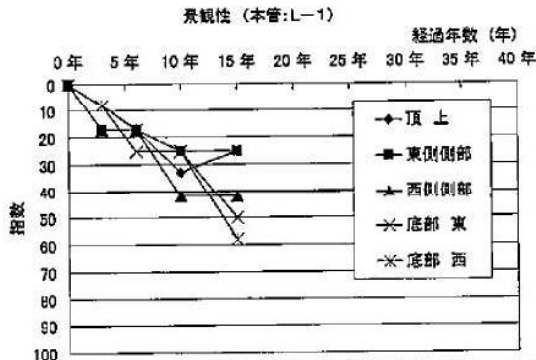


図-3 景観性の指数の経年変化 (L-1)

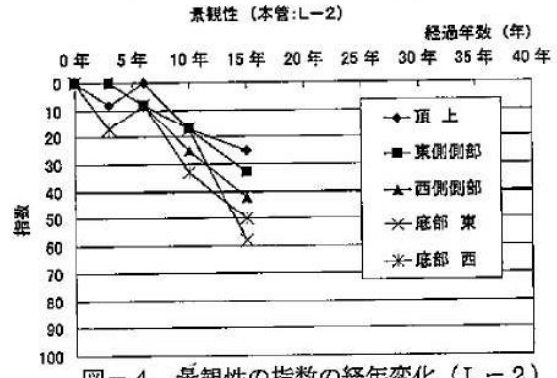


図-4 景観性の指数の経年変化 (L-2)

注) 頂上 (0時方向)、東側側部 (2時方向)、西側側部 (10時方向)、底部東 (4時方向)、底部西 (8時方向)

4. 結果のまとめ

図-1～図-4の結果から、景観性の指数の変化を塗装仕様ごとに見ると、油性系のO-1は3年目、塩化ゴム系のO-2とエポキシ+塩化ゴム系のL-1は10年目、エポキシ+ウレタン系のL-2は12年目に、指数が40を超えた部位が一箇所以上生じており、重点管理時期²⁾に達したものと考えられる。WSP-009「水管橋外面防食基準」で設定している工業地帯における景観性を考慮した期待耐用年数(表-2参照)を重点管理時期と想定し、今回の結果と比較すると、O-2以外の重点管理時期はほぼ合致していた。

表-2 景観性を考慮した塗装仕様の期待耐用年数¹⁾ (年)

仕様	田園地帯	市街地	工業地帯	海岸地帯
O-1	4~5	3~4	2~3	2~3
O-2	5~6	4~6	3~4	3~4
L-1	6~8	6~8	6~8	5~7
L-2	8~10	8~10	8~10	6~8

5. おわりに

今回、代表的な水管橋外面塗装仕様の景観性に関する長期暴露試験の調査結果を紹介したが、今後、S-1 (エポキシ+ふっ素系) 及びL-2 A (エポキシ+シリコン・アクリル系) 塗装仕様の他、プラスチック被覆や金属溶射についても順次、防食性も含めた調査結果を報告していく予定である。

また、これらの長期暴露試験データを、「塗替え時期の判定」や「水管橋外面防食基準」の改訂に役立てるべく、取り組んでいく所存である。

<参考文献>

1) 日本水道鋼管協会 平成8年6月6日改正発行 WSP 009-96 「水管橋外面塗装基準」

2) 笠原ら: 「水管橋外面塗装の効率的維持管理方策の調査検討(その1)」第62回全国水道研究発表会(2011)

水管橋外面防食仕様の長期暴露試験 15 年目試験結果

日本水道鋼管協会 ○嶋津 寛 大槻 富有彦 渡辺 正明
 笠原 一朗 杉本 賢司
 庵崎 高志 政谷 考亮

1. はじめに

水管橋の外面塗装が、施設を長期にわたり維持する上で重要な役割を果たすことから、日本水道鋼管協会（以下、WSP）は、昭和 48 年 12 月に WSP 009-73「水管橋外面塗装基準」として初版を制定した。その後改訂された基準に、既設水管橋の現地調査結果に基づいた塗装仕様別の推定期待耐用年数^①を示している。また、水管橋の外面防食仕様の長期耐久性のデータは常時通水により結露しやすい水管橋については乏しい。

このため WSP は、実際の工業用水の水管橋及び試験片に各仕様を塗覆し期待耐用年数の蓋然性の有無や結露の影響などを追跡調査することにした。そこで、WSP は屋外暴露試験を平成 7 年から開始し平成 22 年 5 月に 15 年目の調査を実施した。この間、WSP 規格に防食仕様の追加などもあり水管橋外面の多様な防食技術の検証も継続している。WSP は長期にわたる蓄積された暴露試験結果を、「塗替え時期の判断」や「水管橋外面防食基準」の改訂に役立てることも主要な目的とし技術課題に取り組んでいるところである。

本稿では、15 年目暴露試験の概要及び主な結果について報告する。

2. 試験概要

2.1 試験期間

調査は、実際の水管橋、試験片並びに試験体を用いて同時期から行っている（表-1 参照）。

表-1 試験期間と調査内容

調査年度	調査内容
平成 7	本管,試験片,試験体調査開始（初期データ収集など）
平成 10	3 年目調査（外観 ¹⁾ ・付着性 ²⁾ ・防食性 ³⁾ ・その他 ⁴⁾ 以下同様）
平成 13	6 年目調査（湿硬形 ^② 系塗装仕様、ゴム系・プラスチック系ジョイントコートを追加）
平成 17	10 年目調査。本管一部塗替え実施（環境配慮形塗装仕様を追加）
平成 22	15 年目調査。塗替え仕様追加（弱溶剤形、低汚染形）

- 1) 白亜化・外観・変退色・汚れ・光沢・色差 2) 基盤日・アドヒージョン・ピール強度
 3) 外観（さび・剥がれ・割れ・膨れ）・インピーダンス 4) 鉛筆硬さ等

2.2 試験場所

試験は、新日本製鐵株式会社八幡製鉄所にある「戸畑～鬼ヶ原間送水管の水管橋（1200A×16m：海岸から約 1km 離れた位置）」で実施している（写真-1、2 参照）。



写真-1 水管橋

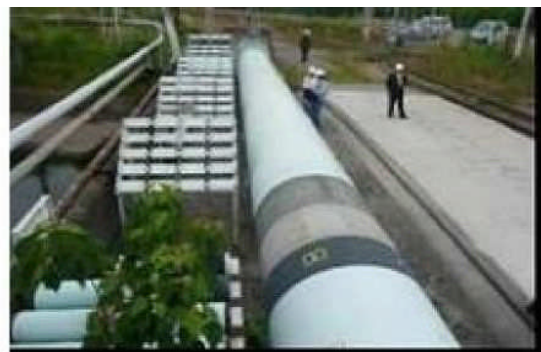


写真-2 暴露台

3. 試験結果

3.1 水管橋外面塗装の景観性

(1) 景観性の評価方法

景観性に影響のある白亜化、外観、変退色、汚れを項目別に判定（評価点 0～3：点数が小さい程劣化が進行）したものを指数化した劣化度指数を算出し塗装の経年変化を評価している。

$$\text{劣化度指数} = \left[1 - \frac{\text{項目別評価点の合計}}{3 \text{点(満点)} \times 4 \text{項目}} \right] \times 100$$

なお、景観性の判定は、「水門鉄管塗装管理要綱基準：関西電力（株）」に準拠している。

(2) 評価点の概要

・白亜化

塗膜表面にセロテープを隙間なく貼り付けてはがし、そのセロテープを黒色の紙もしくはプラスチックシート上に貼り付けて白亜化の程度を目視により標準図（日本塗料検査協会の白亜化標準判定写真）と比較することによって評価する。評価点は表－2による。

表－2 白亜化評価点

評価点 (RN)	日本塗料検査協会 評価点	状態
3	8点	ほとんど変化なし
2	6点	僅かに白っぽい
1	4点	かなり白っぽい
0	2点	ほとんど真っ白である

・変退色

初期の色に相当する標準色見本帳と塗膜色の差の程度を変退色グレースケール（JIS L 0840）を用いて評価する。評価点は表－3による。

表－3 変退色評価点

評価点 (RN)	変退色の程度	グレースケール
3	初期と比べてほとんど変化なし	4 ≤ X
2	初期と比較して変化している	3 ≤ X < 4
1	初期と比較して著しく変化している	2 ≤ X < 3
0	初期の色をほとんどとどめていない	X < 2

・汚れ

塗膜表面の汚れを水又は洗剤を用いて 10cm×10cm の面積を拭き取り、その洗浄面と周囲の汚れた面との差をグレースケールと比較することにより汚れの程度を評価する。塗膜の汚れの評価点は表－4による。

表－4 汚れ評価点

評価点 (RN)	汚れの程度	グレースケール
3	汚れはほとんどなし	4 ≤ X
2	やや汚れあり	3 ≤ X < 4
1	中程度の汚れあり	2 ≤ X < 3
0	汚れは著しい	X < 2

(3) 劣化度指数計算例

上記で求めた評価点を用いて算出した劣化度指数の計算例を表－5に示す。

表－5 水管橋外面塗装の劣化度指数計算例

仕様 No.	形状	メーカー (部位)	外観 [15 年後]									
			防食性					景観性				
			さび	剥がれ	割れ	膨れ	劣化度 指数	白亜化	外観	変退色	汚れ	劣化度 指数
O-2	本管	頂上	3	3	3	3	0	1	1	1	3	50
		東側部	3	2	3	3	17	1	1	1	2	58
		西側部	2	2	3	1	33	1	1	2	3	42
		底部東	2	1	3	3	25	1	1	1	1	67
		底部西	3	3	3	2	8	2	2	2	1	42

(4) 塗装仕様

試験対象の内、景観性の劣化が明らかになってきた油性系・塩化ゴム系・ウレタン系の塗装仕様を表-6に示す。

表-6 塗装仕様

(膜厚単位 μm/回)

塗装系	油性	塩化ゴム系		ウレタン系
	O-1	O-2	L-1	L-2
プライマ	長暴系エッチングプライマ(15)	無溶剤ノックオフプライマ(15)	無溶剤ノックオフプライマ(15)	無溶剤ノックオフプライマ(15)
下塗り	鉛系さび止(35×2)	塩化ゴム系(40)	変性ロキシン系(150)	変性ロキシン系(150)
下塗り	フェノールMO(45)	塩化ゴム系(40)	ロキシンMO(60)	ロキシンMO(60)
中塗り	フェノールアルキド(20)	塩化ゴム系(30)	塩化ゴム系(30)	ポリウレタン(30)
上塗り	フェノールアルキド(20)	塩化ゴム系(25)	塩化ゴム系(25)	ポリウレタン(25)

(5) 試験結果

景観性の変化について

劣化度指数による経年変化の代表例^{注)}を図-3～7に示す。

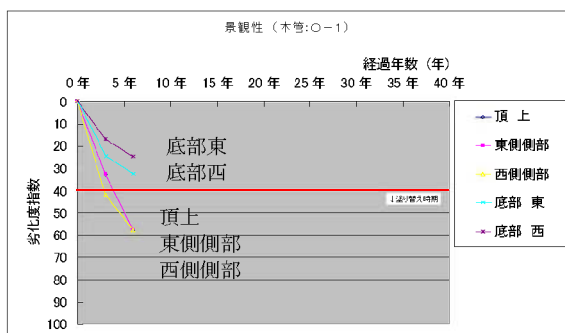


図-1 景観性の変化 (O-1) 【6年目迄調査】

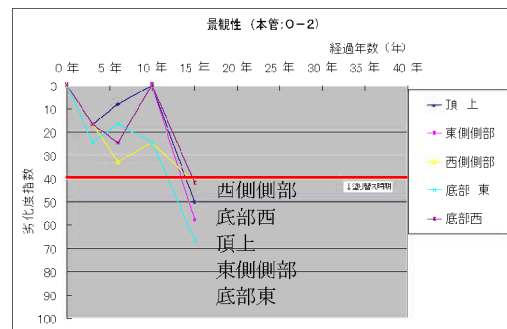


図-2 景観性の変化 (O-2)

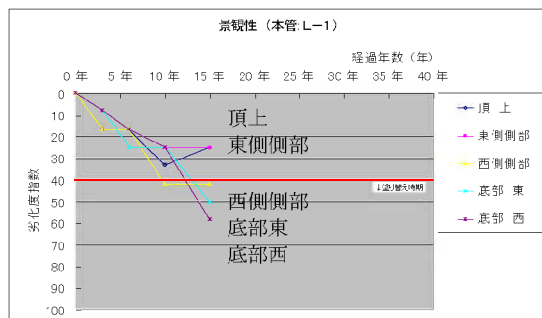


図-3 景観性の変化 (L-1)

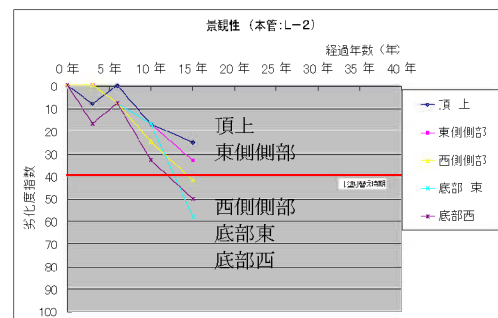


図-4 景観性の変化 (L-2)

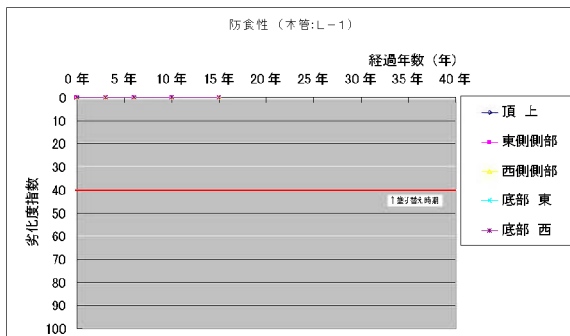
表-7 景観性を考慮した期待耐用年数²⁾ (年)

仕様	田園地帯	市街地	工業地帯	海岸地帯
O-1	4~5	3~4	2~3	2~3
O-2	5~6	4~6	3~4	3~4
L-1	6~8	6~8	6~8	5~7
L-2	8~10	8~10	8~10	6~8

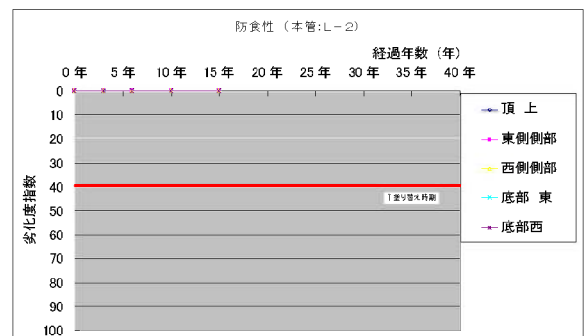
(備考) 昭和61~62年の既設水管橋の現地調査結果などに基づく

3.2 水管橋外面塗装の防食性

防食性の評価は、景観性の評価方法と同様に劣化度指数（指数化する判定項目は、さび・剥がれ・割れ・膨れ）の評価に基づいて行っている。防食性の变化を示す事例を図－5、6に示す。



図－5 防食性の变化（L－1）



図－6 防食性の变化（L－2）

4. 考察

上記で報告した塗装仕様だけでなく他の塗装仕様についても15年目の調査結果から塗装仕様全般に劣化度指数が増加しており、表－3「景観性を考慮した期待耐用年数」に近い結果を示していることが分かった。また、水管橋の調査部位別の劣化度を比較すると全般的に管の上部より下部、東側より西側の方が劣化が進んでいる傾向にある。この要因として結露や西日の影響などが考えられる。

劣化度指数40を景観性の耐用年数の基準とすればWSP-009「水管橋外面防食基準」で設定している期待耐用年数（例、工業地帯で8～12年）とほぼ合致していることになる。したがって、現状、景観性は劣化度指数を用いた手法で評価可能であると思われる。総じて現在暴露試験中の塗装仕様は、15年間で景観性の耐用年数を迎えていると推測される。よって、景観性の観点から外面塗装の塗替え時期に達していると言える。

一方、防食性については、劣化度指数による評価結果から図－5、6で示した事例などから15年間の暴露試験では顕著な劣化現象が未だ生じていないと考えられるため継続して調査することになっている。

5. おわりに

15年間の長期暴露試験結果から、上記で述べた仕様も踏まえ全般的に水管橋本管の景観性については劣化度指数から、試験対象とした塗装仕様が耐用年数を迎えているものと推定される。また、試験片より水管橋本管の劣化度指数が大きくなってきている仕様もあり結露の影響を示唆する傾向が生じている点も含め今後、継続して調査することにする。

近年、経年化した水道施設の維持管理の重要性が高まっている。水管橋については、ライフサイクルコスト（LCC）及び防食の観点から、その機能を長期に亘り維持していくためには外面塗装の塗替え時期の判定や塗替え方法の基準の整備が必要となると考えられるため、WSPは、今後も暴露試験を継続することになっている。本調査結果が、水道用鋼管の防食技術の向上に貢献できれば幸甚である。

<参考文献>

- 1) 日本水道鋼管協会 平成8年6月6日改正発行 WSP 009-96 「水管橋外面塗装基準」
- 2) 日本水道鋼管協会 平成16年11月1日改正発行 WSP 009-2004 「水管橋外面防食基準」

水管橋外面塗装の効率的維持管理方策の調査検討（その2）

太田 英雄 (社)日本水道協会 大槻 富有彦 (日本水道鋼管協会)
 石田 雅己 (日本水道鋼管協会) 渡辺 知之 (日本水道鋼管協会)
 笠原 一朗 (日本水道鋼管協会) 庵崎 高志 (日本水道鋼管協会)
 ○嶋津 寛 (日本水道鋼管協会)

1. はじめに

近年、経年化した水道施設の維持管理の重要性が高まっており、水管橋については、ライフサイクルコスト（LCC）及び防食の観点から、その機能を長期に亘り維持していくための水管橋外面塗装の効率的な維持管理方策の確立が望まれている。そこで、(社)日本水道協会と日本水道鋼管協会(WSP)は、本課題解決に取り組むため平成22年度から共同研究を開始している。

そこで、WSPが新日本製鐵(株)八幡製鐵所戸畑構内のφ1200鋼製水管橋で実施している15年間の外面塗装調査結果¹⁾を踏まえた、目視調査による景観性評価の考え方について平成22年に報告した²⁾。今回は、防食性に関する評価結果を報告し、併せて目視調査による効率的な維持管理の可能性について言及することとする。

2. 戸畑暴露調査結果から得られた景観性に関する知見

(1) 景観性の評価方法について

外観目視調査における景観性の評価項目として「白亜化、外観、変退色、汚れ」があり、これらに評価点を付け指数化し「景観性の指数」とし総合判定することで、水管橋外面塗装の経年変化の傾向を把握し得る。

(2) 景観性の評価結果の妥当性

景観性の指数が40を超えた部位が一箇所以上生じた場合を重点管理時期²⁾に達したものと考えると、WSP-009「水管橋外面防食基準」で設定している工業地帯における景観性を考慮した期待耐用年数³⁾は、重点管理時期とほぼ合致していた。

3. 外観目視調査による防食性の評価結果

(1) 評価方法

外観による防食性は、「さび、はがれ、われ、ふくれ、」を調査し評価している。調査項目別に評価点を付け指数化し総合判定している。

表-1に示す評価点を「機械工事塗装要領(案):(社)日本建設機械化協会」による指数の算出式(式-1)に基づき表-2により防食性を評価した。

$$\text{防食性の指数} = \left[1 - \left\{ \frac{\text{項目別評価点の合計}}{3 \text{点(満点)} \times \text{項目数}} \right\} \right] \times 100 \quad \text{式-1}$$

表-1 防食性の評価点

評価点	さび(発生面積%)	はがれ(発生面積%)	われ(目塗検評価点)	ふくれ(発生面積%)
3	X<0.03	0	10	X<0.03
2	0.03≤X<0.3	0<X≤0.5	8	0.03≤X<0.3
1	0.03≤X<0.3	0.5≤X<2.0	6	0.03≤X<0.3
0	5.0≤X	2.0≤X	4以下	5.0≤X

表-2 防食性の評価表^{注)}

ランク	指数	評価
A	0≤X<10	異常なし
B	10≤X<20	低下少ない
C	20≤X<40	低下進行中
D	40≤X≤100	低下が顕著

注) 防食性の評価ランク分けは景観性と同様。

(2) 評価結果

○-2 (塩化ゴム系) と L-1 (エポキシ+塩化ゴム系) 仕様を事例とし防食性の指数の経年変化を各々、図-1 と図-2 に示す。

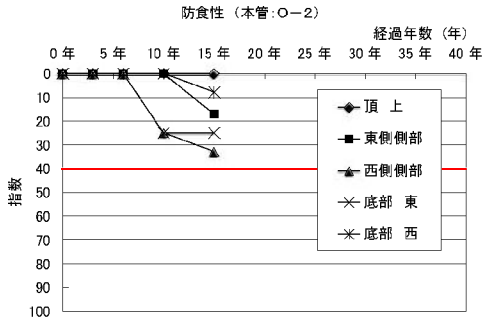


図-1 防食性の指数の経年変化 (○-2)

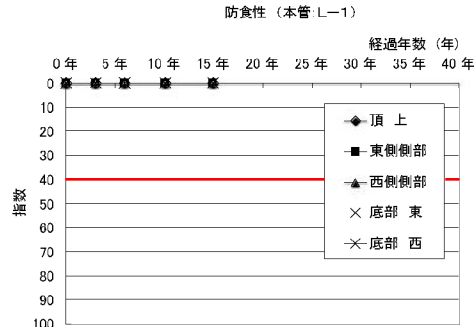


図-2 防食性の指数の経年変化 (L-1)

4. 景観性の評価結果との比較及び考察

前述の仕様における景観性の経年変化を図-3 と図-4 に示す。

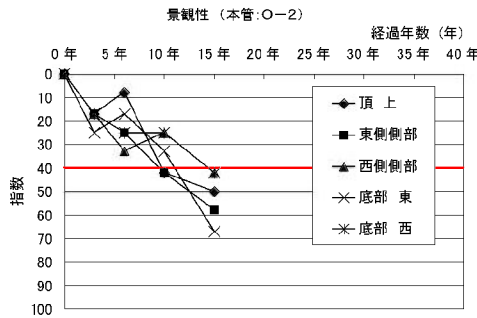


図-3 景観性の指数の経年変化 (○-2)

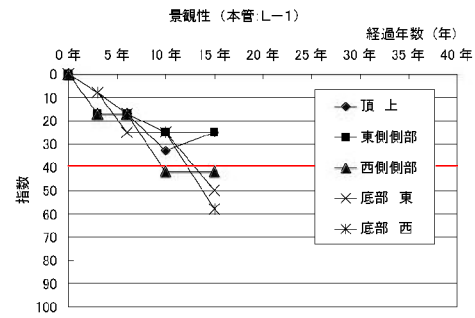


図-4 景観性の指数の経年変化 (L-1)

- (1) ○-2 (塩化ゴム系) は、15年目で景観性は全ての測定箇所指数 40 を下回っているが、防食性については経年変化は進行しているものの未だ指数 40 に達していない (図-1, 図-3)。
- (2) L-1 (エポキシ+塩化ゴム系) は、15年目で景観性は3つの測定箇所指数 40 を下回ったが、防食性については15年経過しても変化は見受けられない (図-2, 図-4)。
- (3) ○-2 と L-1 は経年変化の傾向が異なるが、景観性の指数が 40 を超えても防食性は良好な状態を維持していると考えられ防食性の指数が 40 に達するまでかなりの時間を要すると予想される。
- (4) 上記より、塗装仕様別に塗り替え時期の判定基準が異なってくるものと考えられる。

5. おわりに

水管橋における15年間の暴露試験から、水管橋本管の外装塗装については景観性の経年変化が顕著となり景観性から見れば重点管理時期 (指数 40 を始期と想定) を迎えているといえる点を既報²⁾した。一方、防食性は15年経過しても健全性を維持していることが分かった。これらの点を考慮すると、重点管理時期の判断や何を重点管理項目とするのが今後の検討課題となる。外観調査により効率的な塗り替え時期を判定する上で、景観性と防食性の両面を総合的に評価する必要がある。

なお、多くの事業者が水管橋外装を目視 (一部、写真撮影等も含む) で調査していることがアンケート調査から分かった²⁾。そこで、塗り替えに係る判定基準の策定やタイミングの判断は、デジタル写真を基に行う方法を検討することも含め本研究で継続していく予定である。

以上

<参考文献>

- 1) 嶋津ら：「水管橋15年目長期暴露試験報告 (その1)」第62回全国水道研究発表会 (2011)
- 2) 笠原ら：「水管橋外装塗装の効率的維持管理方策の調査検討 (その1)」第62回全国水道研究発表会 (2011)
- 3) 日本水道鋼管協会 平成8年6月6日改正発行 WSP 009-96 「水管橋外装塗装基準」