

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。

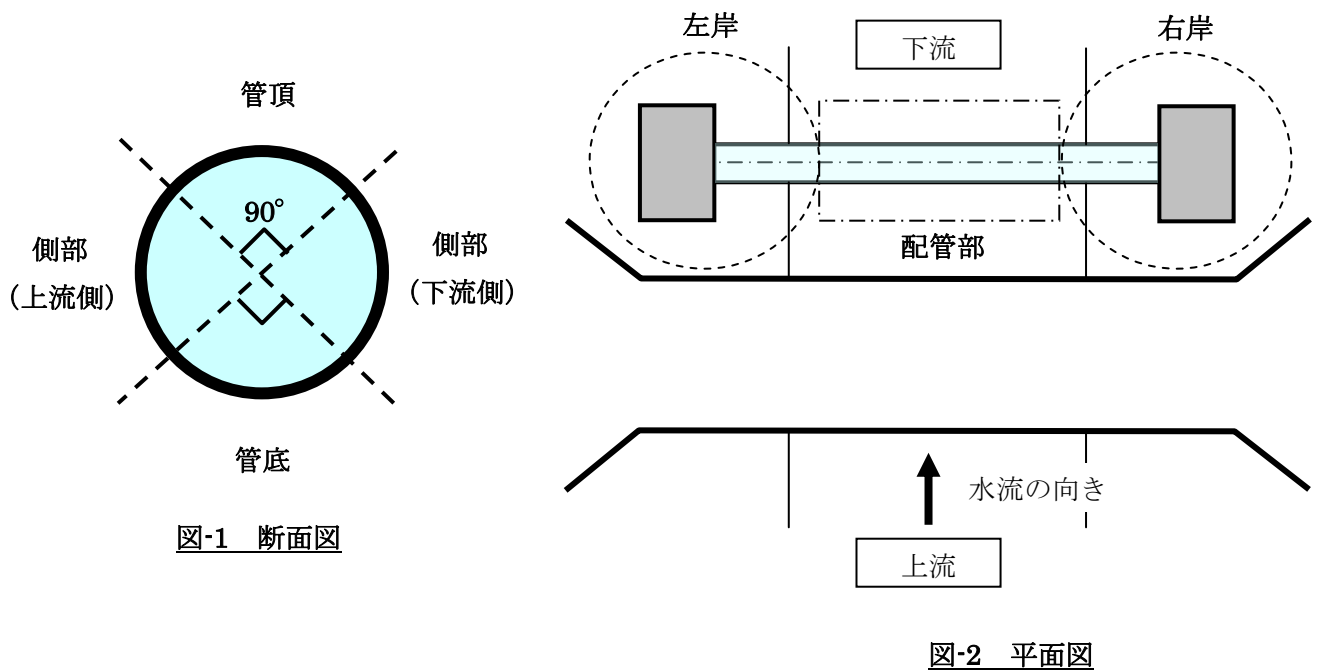
塗装のわれの有無及び鋼面状態（下地）を目視により評価する。

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

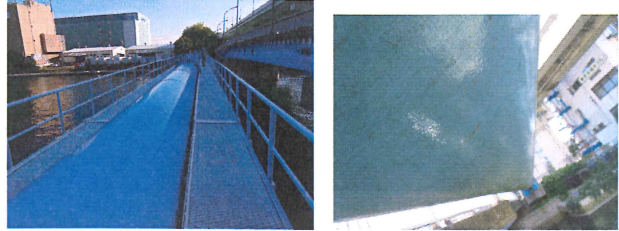
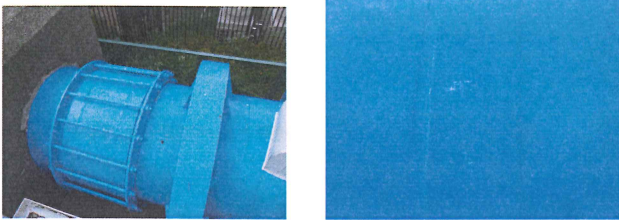


調査結果に該当する点検時の写真及び必要と考えられる略図等を、9. 診断シート（添付：サンプル）を参考に、「写真・図など」欄に添付する。

8. 評価基準及び診断シート

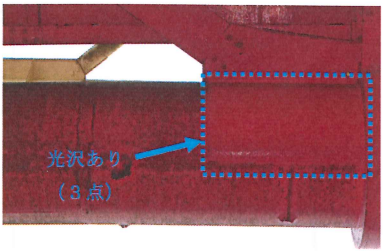
1) 評価基準（評価項目と評価点）及び診断シート

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 兩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 兩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 兩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 兩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	

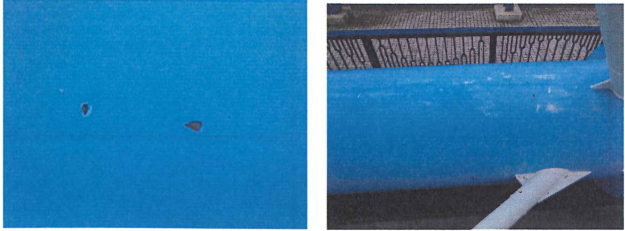



景観性 評価基準 (2/4)

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	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<p style="text-align: center;">3</p> 
	2. 変退色	初期と比べて変化している	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<p style="text-align: center;">2</p> 
		初期と比較して著しく変化している	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<p style="text-align: center;">1</p> 
		初期の色をほとんどとどめていない	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<p style="text-align: center;">0</p> 

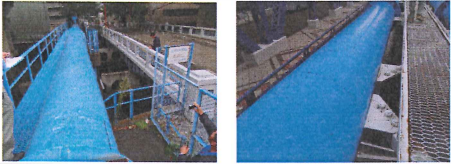

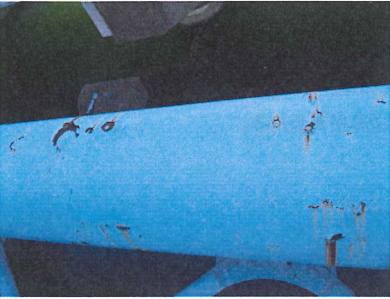

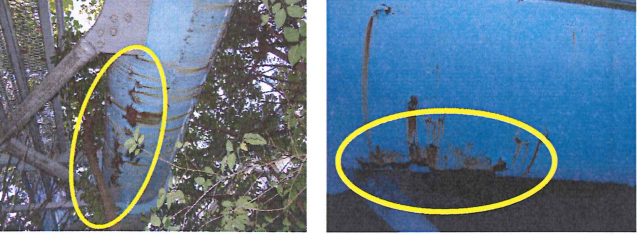
景観性 評価基準 (3/4)

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	

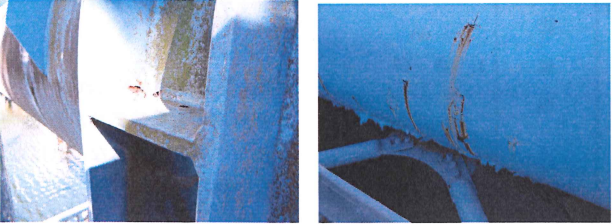

景観性 評価基準 (4/4)

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	


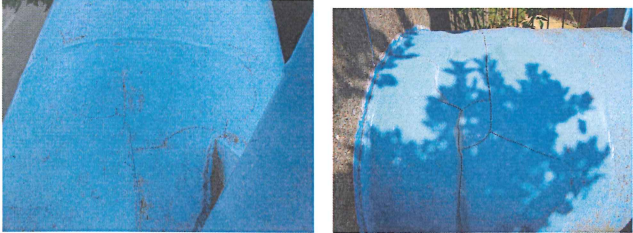
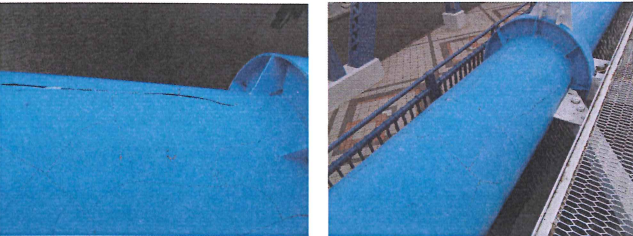
防食性 評価基準 (1/3)

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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	異常なし 誰が見ても外観的に割れが認められない	① <u>われが無い。</u> ② 塗装に異常は見られない。	3	
	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	① <u>われが見られるが、鋼面は確認出来ない。</u>	2	
	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 われが見られるが、鋼面は確認出来ない。 ② <u>われ目が開いている。</u>	1	
	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	① われが見られ、鋼面が確認出来る。 ② <u>鋼面に、発錆が確認される。</u>	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

19

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)							

写真・図など				部 位
				<p>Diagram showing a circular pipe cross-section with inspection points labeled 10H, 2H, 4H, and 8H. The directions are labeled 頂部 (Top), 側部(上流側) (Side, Upstream), 側部(下流側) (Side, Downstream), and 底部 (Bottom).</p>

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





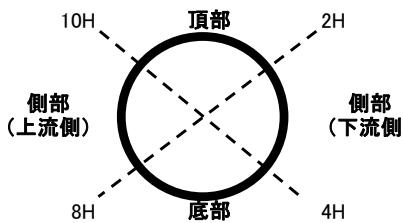
特記事項

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					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	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				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	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）






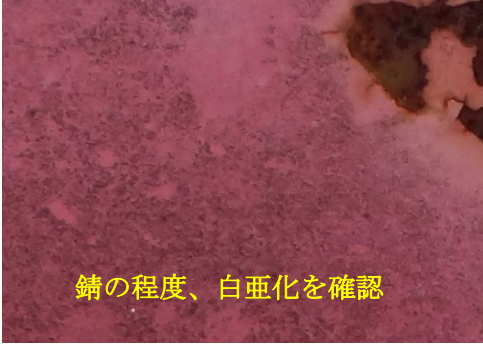

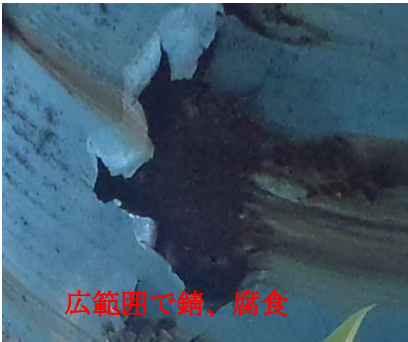







項目	通常の写真		拡大写真
さび		→	 <p style="text-align: center; color: red;">歩廊からの貫い錆 本管異常無し</p>
		→	 <p style="text-align: center; color: red;">錆による膨れ、減肉有</p>
		→	 <p style="text-align: center; color: yellow;">錆の程度、白亜化を確認</p>
		→	 <p style="text-align: center; color: red;">広範囲で錆、腐食</p>

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		→	
		→	