

## 「耐候性橋梁の維持管理マニュアル(案)」の策定

阪神高速道路(株)技術部技術管理課	米谷 作記子
阪神高速道路(株)建設事業本部堺建設部大和川線建設事務所	楯岡 衛
阪神高速道路(株)神戸管理部保全管理課	岩橋 圭介
本州四国連絡高速道路(株)長大橋技術センター (前:阪神高速道路(株)神戸管理部調査設計課長)	角 和夫

### 要 旨

近年, L C C で有利な耐候性橋梁が多く採用されている。阪神高速道路では, 昭和 50 年代半ばの出島出入路の試験施工に始まり, 7 号北神戸線, 31 号神戸山手線および油小路線で採用されている。7 号北神戸線では供用後 10 年にわたり追跡点検を実施し, 耐候性橋梁に関する調査を行ってきた。また, 平成 17 年度に供用後初の定期点検が実施され, 全体的には良好であるが局部的に損傷が確認されている。

耐候性橋梁は, 常時水の供給下にある場合, 損傷が急速に進展する。そのため損傷を早期に発見することが非常に重要である。しかし, 阪神高速道路を含め国内における耐候性橋梁の損傷に対応した明確な判断基準がなく, 補修事例も少ない。

そこで, 神戸管理部では平成 21 年度に, 「耐候性橋梁群の維持管理に関する検討会」を設立し, 「耐候性橋梁の点検実施要領(案)」と「耐候性橋梁の補修要領(案)」で構成される「耐候性橋梁の維持管理マニュアル(案)」の策定を行った。

本稿は, 7 号北神戸線の損傷事例と, 「耐候性橋梁の維持管理マニュアル(案)」の概要について紹介するものである。

**キーワード:** 耐候性橋梁, 維持管理マニュアル, 点検, 補修

### はじめに

近年, 鋼橋の維持管理コスト縮減に関する一環として耐候性橋梁の採用実績が増えている。阪神高速道路においても 7 号北神戸線, 31 号神戸山手線, 油小路線等において数多く採用されている。

耐候性橋梁は常時水の供給下におかれた場合, 損傷が急速に進行する。そのため, 損傷を早期に発見することが非常に重要である。しかし阪神高速道路を含め国内における耐候性橋梁の損傷に対応した明確な判断基準がなく, 補修事例も少ない。

神戸管理部では耐候性橋梁を管理していくにあたり, 「耐候性橋梁群の維持管理に関する検討会」(以下「検討会」という)(委員長;(独)土木研究所 守屋統括主任研究員)を設立し, 点検項目や評価手法などについてまとめた「耐候性橋梁の点検実施要領(案)」(以下「点検要領(案)」という)と, 耐候性橋梁の補修方針や補修事例について取りまとめた「耐候性橋梁の補修要領(案)」(以下「補修要領(案)」という)の二つの要領(案)から構成される「耐候性橋梁の維持管理マニュアル(案)」の作成, 審議を行った。

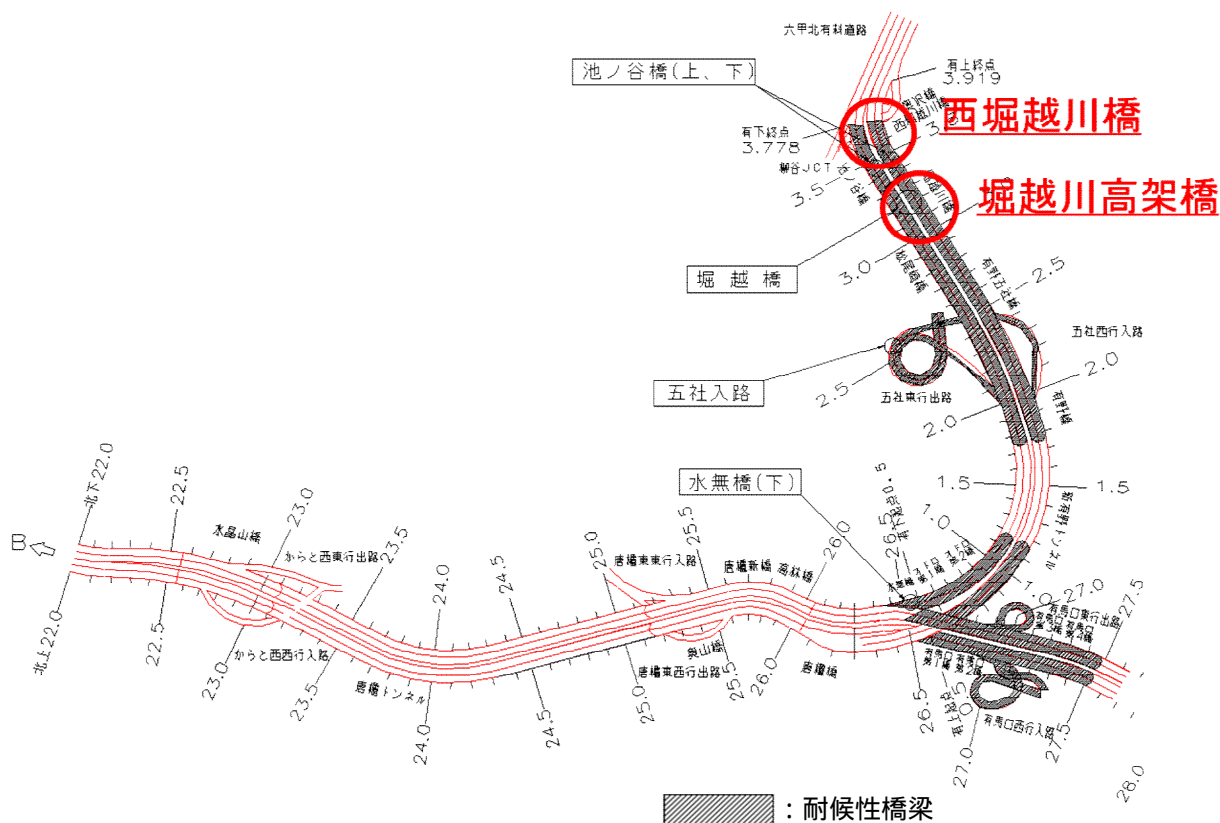


図-1 堀越川高架橋と西堀越川橋の位置図

以下に、7号北神戸線（北延伸部）の損傷概要と現行の点検要領における問題点，点検要領（案）の概要，補修要領（案）の概要を述べる。

### 1. 7号北神戸線(北延伸部)の損傷概要と現行の点検要領における問題点

7号北神戸線は平成10年に供用しており，平成17年度に供用後初めての定期点検が実施された。その際，全体的には良好であるが，局所的な損傷が確認されており，その後も第三者被害を及ぼしかねないさび片落下が報告されている。

ここでは，さび片落下が報告された堀越川高架橋と西堀越川橋について損傷事例を紹介する。図-1に堀越川高架橋と西堀越川橋の位置図を示す。

#### 1-1 堀越川高架橋の損傷事例

堀越川高架橋は鋼4径間連続非合成I桁（支間長188m：48+50+42+48，縦断勾配：0.814%，RC床版）の橋梁であり，路下はゲートボール場として利用されている。

平成17年度の定期点検では，床版打継目からの漏水が原因の損傷が確認されている。平成18年8月にさび片が落下，同年12月に橋面防水工を実施した。しかしその後もさび片が落下したため，平成20年3月と6月に部分塗装による防食を実施した。

損傷状況経緯を表-1に，損傷状況を写真-1に，部分塗装施工前後の状況を写真-2に示す。

また，橋面防水工や部分塗装後の平成20年10月にも再びさび片が落下している。さび片落下時

には緊急点検を実施し、損傷部についてはたたき落としを行ったが、既に浸透していた漏水等による劣化が顕在化したことにより損傷が進行した可能性があると考えられる。

なお、現時点で変状の報告はされていない。

表-1 損傷状況経緯

発見時期	損傷状況
H18年8月	路下(グラウンド:S2~S3)に <b>さび片が落下</b> 。緊急点検を実施。現地確認のうえ、たたき落としを実施。
H18年12月	当初の落下後、 <b>橋面防水工</b> を実施。
H19年2月	路下(グラウンド:S2~S3)に <b>さび片が落下</b> 。緊急点検を実施。現地確認のうえ、たたき落としを実施。
H19年11月	路下(グラウンド:S2~S3)に <b>さび片が落下</b> 。緊急点検を実施。現地確認のうえ、たたき落としを実施。
H20年3月、6月	<b>部分塗装</b> による防食実施
H20年10月	路下(グラウンド:S2~S3)に <b>さび片が落下</b> 。緊急点検を実施。現地確認のうえ、たたき落としを実施。



写真-1 堀越川高架橋の損傷状況

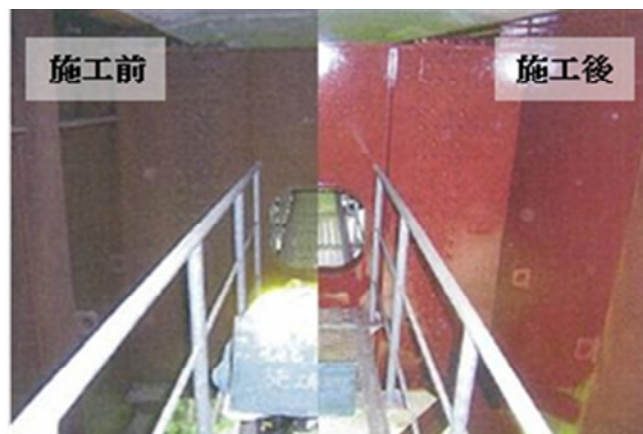


写真-2 堀越川高架橋の補修塗装施工前後

### 1-2 西堀越川橋の損傷事例

西堀越川橋は上り鋼3径間連続非合成I桁、下り鋼2径間連続非合成I桁の上下線セパレート構造の耐候性橋梁である。支間長は上り118.9m(41.5+39+38.4)、下り102.5m(51+51.5)、床版はRC床版である。当該箇所も縦断勾配が小さく0.814%である。路下は六甲北有料道路の柳谷入路および柳谷料金所へ行くための一般道路となっている。

平成21年6月に路下でさび片が発見された。当該箇所は上下線セパレート構造であるため、上下線の高欄に隙間がある。また、縦断勾配が小さく、水切りがないため、高欄の隙間から流れ込んだ雨水等が、桁の下フランジ下面に滞水し、層状はく離さびが形成されたと考えられる。図-2に損傷原因イメージ図を、写真-3に損傷状況を示す。

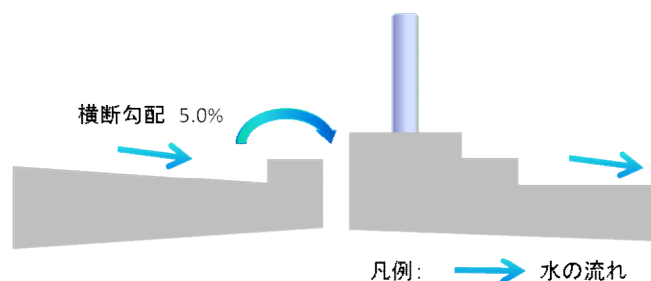


図-2 損傷原因イメージ図



下り G4桁  
(不安定さび)

上り G1桁  
(不安定さび)

高欄の隙間からの漏水

写真-3 西堀越川橋の損傷状況



ウレアウレタン施工

写真-4 漏水対策状況

同年11月に高速道路上からウレアウレタンを吹き付け、漏水対策を行った(写真-4)。対策後、現時点において変状は報告されていない。

### 1-3 現行の点検要領における問題点

堀越川高架橋、西堀越川橋の定期点検結果では、現行の点検要領<sup>1)</sup>の判定区分を基準に点検されているため、10%以上の減肉が確認されている場合はAランク、それ以外の損傷は層状はく離さびがあってもBランクと判定されていた。

現行の点検要領は、塗装桁に視点をあいた要領であり、塗装桁でBランクと判定された損傷が、短期間で機能低下やさび片落下が起きるとは考えにくい。しかし、耐候性橋梁では同判定の損傷であっても、1~4年後にさび片落下が確認されている。

耐候性橋梁の点検で重要な項目である「漏水・滞水」についてもAランクに相当するものはなく、「著しい漏水、または滞水が発生している」状態でBランクとなっている(表-2)。

また、「さびおよび腐食」の項目においては、「断面欠損が部材厚の10%以上ある」状態でAランク、「広い範囲にさびが発生している。点在した腐食が発生している」状態でBランク、「層間はく離が部分的に発生している」状態でCランクとなっている(表-2)。

塗装桁の場合は、漏水・滞水の影響やさびの進展を塗膜により制御できる。しかし、耐候性橋梁

表-2 現行の点検要領における判定ランク

項目		漏水・滞水	さびおよび腐食
判定ランク		Bランク	Bランク
判定ランク		著しい漏水、または滞水が発生している状態。	広い範囲にさびが発生している状態。
状況	塗装桁	塗膜により、漏水・滞水の影響を防護。	損傷周辺部は塗膜によりさびの拡大を防護。
	耐候性橋梁	水の影響を受け、短期間で損傷を促進させる。	層状はく離さびが形成されると、損傷が拡大する。

の場合、常時水の供給下であれば、水の影響を受け、短期間で損傷を促進させる。また、層状はく離さびが形成されると、損傷が拡大するのみである。

塗装桁と耐候性橋梁では同条件下においても、損傷が進むスピードが異なる。そのため、塗装桁に視点を置いた点検要領を耐候性橋梁に用いると、損傷を適切に把握できない恐れがあるため、耐候性橋梁について特化した点検要領が必要である。

## 2. 点検要領(案)の概要

### 2-1 趣旨

点検要領(案)は、日常点検、定期点検等で耐候性橋梁を管理していくにあたり、塗装桁とは異なる点検項目や評価方法についてまとめたものである。

7号北神戸線(北延伸部)の耐候性橋梁については、供用した平成10年度から20年度まで測定点を定め、鋼道路橋塗装・防食便覧<sup>2)</sup>等を参考に追跡調査を実施し、架設環境に係る基礎データの集積を行ってきた。その結果では、全体的にはさび安定化状態にあり、架設環境は問題ないと考えられる。しかし、定期点検の結果によると層状はく離さびなどの局所的な損傷が確認されている。

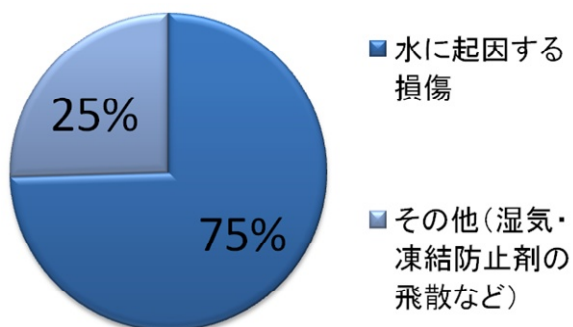


図-3 耐候性橋梁の損傷原因

これらの損傷原因は、床版からの漏水など水に起因するものが、全体の75%を占めていた(図-3)。

点検要領(案)では、漏水・滞水などの水に関連した判断基準を強化し、それに加え、注意が必要な部位や構造、また、点検頻度の方針などを重点的に取りまとめた。

### 2-2 概要

点検要領(案)は共通編、日常点検編、定期点検編、追跡・詳細点検編、調査要領・様式等の5編から構成されている。表-3に点検要領(案)と現行の点検要領の対比表を示す。

#### (1) 点検項目の判定基準の強化について

点検項目は漏水・滞水、部材の腐食(減肉確認)、さびの外観・変色、堆積物・付着物の有無の項目を設けている。

漏水・滞水については、現行の点検要領ではBランクのものをAランクとし、漏水跡・滞水跡が確認されれば要注意箇所としてBランクとすることとした。

また、外観・変色については、現行のBランクのものをAランクに、うろこ状さびや小規模な変色、腐食部分を撤去した跡もBランクとした。

#### (2) 注意が必要な部位および構造について

漏水が起こりやすい部位として、桁端部や排水管周り、床版損傷部、下フランジや現場継手部等を選定している。

また、車両走行時巻き上げ水の影響を受けやすい構造、上下線が隣接している構造、滞水しやすい構造、塗装境界部付近についても弱点部となりやすいため注意が必要である。

#### (3) 点検頻度の方針について

耐候性橋梁は適切に管理されれば、ローメンテナンスが可能である。しかし、耐候性橋梁のみの点検頻度に固執し、上下部工点検等と別に点検を行うことは非効率である。そのため、点検要領(案)では、上下部工点検・梁上点検と同じ点検頻度で実施することとした。

		耐候性橋梁の点検実施要領(案)			【参考】道路構造物の点検要領(鋼構造物)				
点検	日常点検・路下点検								
頻度	6回/年を標準(路線毎に検討)			6回/年(北神戸線、湾岸(垂水)線、神戸山手線は3回/年)					
判定基準	点検項目	Sランク	Aランク	Bランク	点検項目	Sランク	Aランク	Bランク	
	漏水	さび等の腐食が著しく、部材やさび片が落下する危険性や、それにより第三者障害を招く危険性がある。	鋼材面が常時、漏水により水の供給下にある。	鋼材面に漏水による水の供給跡がある。(漏水跡)	漏水	損傷が著しく落橋など、重大事故に結び付く危険性および第三者障害を招く危険性がある。	漏水があり、部材を腐食させている。	漏水がある。	
	外観変色		層状はく離さびが見られる。大規模な変色が見られる。	うるこ状さびが見られる。小規模な変色が見られる。	さびおよび腐食	損傷が著しく部分落下の危険性がある。略	著しいさびまたは腐食が発生している。	-	
	滞水		鋼材面が常時、滞水している。	滞水跡がある。	-				
	堆積物、付着物の有無		泥、塵埃、鳥の糞、コケならびに凍結防止剤の堆積がある。	泥、塵埃、鳥の糞、コケならびに凍結防止剤の付着がある。					
					塗膜のはく離	-	塗膜のはく離、浮きなどが著しく進行している。	広い範囲で塗膜のはく離、浮きなどが発生している。	
備考	耐候性橋梁の桁端部等、塗装箇所については、道路構造物の点検要領に準じる。								

表-3 点検要領(案)と現行の点検要領の対比表

ただし、点検結果より路線ごと、橋梁ごとに耐候性橋梁の状態を考慮し、点検頻度を下げることが検討することも可能とした。

### 3. 補修要領(案)の概要

#### 3-1 趣旨

現行の道路構造物の補修要領は、塗装桁に対する要領であるため、補修塗装および塗装塗替が一般的である。しかし、塗装を行うことは耐候性橋梁としての意義を失い、塗装補修箇所が弱点となる場合もある。また、現時点では、補修事例がほとんどなく、参考にできるものも少ない。

そのため補修要領(案)では、調査から設計、施工までの全過程の標準的な流れと、補修方法を取りまとめた。

#### 3-2 概要

補修要領(案)は総則、詳細調査、補修方法の選定、設計、参考資料から構成されている。

##### (1) 補修および補強の選定方針について

補修および補強については、耐候性橋梁の特性を活かす補修方法を選定することとした。よって可能な限り、補修塗装は回避し、できるだけ現況の耐候性橋梁を活用することを基本とした。

そのために、以下の3つの補修方針をとることとした。

- ・ 損傷原因を取り除く
- ・ 層状はく離さびを除去し保護性さびをつくる
- ・ 補修補強の際は耐候性鋼材を使用する

##### (2) 補修および補強設計の留意点

損傷原因の大きなものとしては部材が置かれている水環境の問題がある。それを取り除く補修方

法としては、漏水対策、構造改善がある。

漏水は、伸縮装置、排水装置、床版打継目からが多い。漏水経路を明確にし、適切な対策を講じる必要がある。

構造改善は、水切板の設置や沓座かさ上げなどを行い、湿潤状態を改善し架設環境を良好にするものである。水切板の設置を行う際には、その設置によって滞水が生じないように十分配慮する必要がある。

損傷原因を完全に取り除くことはできないものの一つとして、飛来塩分や凍結防止剤などがある。凍結防止剤などは毎年散布されるため、構造改善による対応は困難である。そのような場合、損傷速度を遅くする方法として、桁の水洗も有効である。桁の水洗は、付着塩分を除去し腐食環境を改善するものである。都市内では飛散水などの問題があるため、雨天時に作業することも解決法の一つである。水洗が困難な場合、ウエスなどによる拭き取りでも一定の効果が期待できる。

また、層状はく離さびは放置すると保護性さびの形成を妨げるため、ブラストにより完全に除去することを原則としている。ただし、現場条件でブラストが困難な場合は、電動工具による2種ケレン相当を用いてもよいが、その際は定期的な監視が不可欠である。

あて板・部材取替などの部材補修を行う際には、原則として、損傷部材と同一構造・材料を用いる

こととしている。

おわりに

本稿では、北神戸線（北延伸部）における耐候性橋梁の損傷事例と、「耐候性橋梁の維持管理マニュアル(案)」の概要について報告した。

耐候性橋梁の損傷は、漏水や架設環境のみに左右されるものではなく、架設当時の状況やさび安定化処理の有無等がその後の保護性さびの形成について影響を及ぼす。これらの情報についても、記録を残すことは重要である。

神戸管理部管内および管外の耐候性橋梁については、平成 22 年度より本要領(案)に基づき維持管理を行う予定である。

謝辞：「耐候性橋梁の維持管理マニュアル(案)」の策定にあたり、ご指導・ご助言を頂きました「検討会」守屋委員長はじめ委員の皆様、ならびに 阪神高速道路管理技術センター、阪神高速技術(株)の皆様に、この場を借りまして謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 阪神高速道路株式会社：道路構造物の点検要領，2005.
- 2) 日本道路協会：鋼道路橋塗装・防食便覧，2005.

## ESTABLISHMENT OF MAINTENANCE MANAGEMENT MANUAL FOR WEATHERING STEEL BRIDGES

Sakiko KOMETANI, Mamoru TATEOKA, Keisuke IWAHASHI and Kazuo SUMI

Weathering steel bridges are becoming popular in recent years for their low life cycle costs. Their first application on the Hanshin Expressway was to the Dejima On/off Ramp in the early 1980s, followed by those in the Kita Kobe, Kobe Yamate and Aburanokoji Routes. Follow-up inspection has been executed on the Kita Kobe Route for the past ten years since its completion as a part of research on weathering steel bridges. Periodic inspection on that route was also implemented for the first time in fiscal 2005, where the structure was found generally in good condition but partially damaged by corrosion.

Early detection of damage is extremely important for weathering steel bridges which rapidly deteriorate under the supply of water. However, no clear criteria are available for damage determination on weathering steel bridges within the Hanshin Expressway or in Japan, and there have been only few repairs implemented on bridges of this type.

A study committee for operation and maintenance of weathering steel bridges was formed within the Kobe Business and Maintenance Department in fiscal 2009 for drafting the Maintenance Management Manual for Weathering Steel Bridges which consisted of inspection and repair procedures.

This report describes damage found on the Kita Kobe Route and the outline of the proposed Maintenance Management Manual for Weathering Steel Bridges.

米谷 作記子



阪神高速道路株式会社  
技術部技術管理課

Sakiko KOMETANI

楯岡 衛



阪神高速道路株式会社  
建設事業本部堺建設部  
大和川線建設事務所

Mamoru TATEOKA

岩橋 圭介



阪神高速道路株式会社  
神戸管理部保全管理課

Keisuke IWAHASHI

角 和夫



本州四国連絡高速道路株式会社  
長大橋技術センター

Kazuo SUMI