

淀川大橋の腐食状況調査 Corrosion Investigation for the Yodogawa Bridge

報告

○夏秋 義広* 増田 寛四郎** 河野 譲*** 坂野 昌弘****
Yoshihiro NATSUAKI Kannshirou MASUDA Yuzuru KOHNO Masahiro SAKANO

ABSTRACT A series of studies and investigations were carried out with the objective of obtaining information concerning the evaluation and diagnosis of structural health conditions of aging bridges. Site measurements and inspection were carried out on an 85 years old truss bridge, at locations potentially prone to fatigue cracks, such as members repaired by steel plates welded to the original cross section. The present report focuses on corrosion, considering surface salinity distribution on the structural members.

Key words: : 腐食, 健全度診断, 非破壊検査, 付着塩分, トラス橋
Corrosion, health diagnosis, non-destructive testing, surface salinity, truss bridge

1. はじめに

高齢化を迎えた長大橋梁の診断と長寿命化に関する研究^{1)~5)}において、約85年間供用されている淀川大橋の各部材の健全性を評価・診断するため各種非破壊試験を実施した。

ここでは本橋の腐食状況調査のために実施した、付着塩分測定と板厚測定の結果について述べる。

2. 橋梁の緒元

対象橋梁(写真1, 図1.)は1926年竣工の幅員20.8m, 橋長723.3m, 30径間(中央部6径間鋼単純トラス)を有する橋梁であり、塗替え塗装後20年経過している。本橋は京阪神間の重交通を支える主要国道の2号線に位置し、河口から約5.5km地点に架かる橋である。



写真1 調査対象橋梁全景

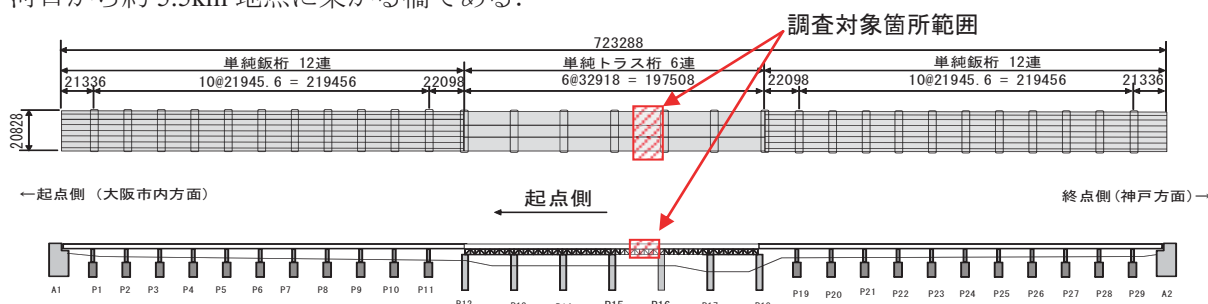


図1. 調査対象橋梁

- *工博 (社) 日本橋梁建設協会近畿事務所 (〒550-0005 大阪市西区西本町1-8-2 三晃ビル5F) 特別会員
 **工修 国土交通省近畿地方整備局大阪国道事務所 (〒536-0004 大阪市城東区今福西2-12-35)
 *** (社) 日本非破壊検査工業会 (〒101-0047 東京都千代田区内神田2-8-1 3F)
 ****工博 関西大学環境都市工学部 (〒564-8680 吹田市山手町3-3-35) 第2種正会員

3. 非破壊試験方法の選定

非破壊試験方法は本橋の目視検査結果の塗装劣化状況と腐食状況を考慮して、腐食進展の要因となる付着塩分測定と現状の腐食減肉状況を把握するための板厚測定を調査方法として適用した。

3. 1 付着塩分測定

ポータブル表面塩分計を用いて各部材の付着塩分濃度を測定（写真2）した。測定器を写真3に、測定器の仕様を表1に示す。

測定は水可溶性塩分濃度と電気伝導率とし、測定値の読取を行った。

表1 付着塩分測定装置仕様

使用機材	ポータブル表面塩分計	
製造	株式会社サンコウ電子研究所	
型式	SNA-3000	
製造番号	#636745	
測定方式	電気伝導率法	
測定可能範囲	水可溶性塩分濃度	0~1999mg/m ²
	電気伝導率	0~1999 μS/cm
	温度	0~50℃ (表示範囲: 0~99.9℃)
温度補償範囲	0~50℃ 基準換算温度: 25℃	
温度係数	2.0%/℃	
測定時間	1分	
動作温度範囲	0~40℃	
動作湿度範囲	0~85%	
使用水	日本薬局方 精製水	

3. 2 板厚測定

各部材の残存肉厚の測定（写真4）は、局所的な腐食箇所の測定を行うために、表2および写真5に示すデジタル式超音波厚さ計を用いた。

表2 デジタル式超音波厚さ計仕様

測定方法	超音波による厚さ測定	
適用規格	JIS Z 2355 (2005)	
使用機器	超音波厚さ計	37DL PLUS (No.071504807) / 日本パナソニック
	探触子	D798 (No.556362) 周波数 7.5MHz / 日本パナソニック
対比試験片	RB-E1 (K-UR-01)	
接触媒質	ソニコートBSL	
表面状態	プラインダー仕上げ (CSN ベベルブラック#120)	



写真2 付着塩分測定状況



写真3 ポータブル表面塩分計



写真4 板厚測定状況



写真5 デジタル式超音波厚さ計

4. 非破壊試験の目的

4. 1 付着塩分測定

塗装補修後 20 年経過しているトラス橋部の主構部材および横桁や縦桁の中から、目視検査で主構トラス上部・下部，外・内桁，外・内向きなどの位置パラメータを考慮して図 2 に示す測定箇所を選定し，腐食進展の大きな要因となる付着塩分濃度をポータブル表面塩分計を用いて測定した。

4. 2 板厚測定

トラス橋部の主構部材および横桁や縦桁の中から，目視検査で補修，補強箇所（修繕工事：昭和 35 年施工）および塗装剥離箇所と腐食の著しい箇所を選定して，超音波厚さ計を用いて図 2 に示す各部材の残存肉厚を測定した。

5. 非破壊試験結果

5. 1 付着塩分測定

付着塩分濃度を表 3 に示す。主構上部では，雨水などによって洗浄されやすい外桁外面（測定点上①）以外の測定点（上②～上⑥）では高い塩分濃度（4,528～6,292mg/m²）が測定された。下弦材側の測定点については，最大塩分濃度，1,116mg/m²（測定点下②）が測定され，下弦材側の外桁外面（測定点下④）で最も低い値（49.8 mg/m²）を示した。

位置パラメータと関連づけた測定値の傾向としては，橋梁部材の外面側より内面側，下流側より上流側，床版に近い部材（主構上部）程，塩分濃度が高い傾向が見られた。

本橋では，ここ数年間凍結防止剤を使用していないので，付着塩分量を飛来塩分として評価できる。

参考文献⁶⁾ に示す図 3 を参考にして，経過年数から付着塩分量を読み取ると約 6,000 mg/m² になり，塗装補修後 20 年経過した本橋梁で測定した付着塩分濃度は妥当な数値であると考えられる。

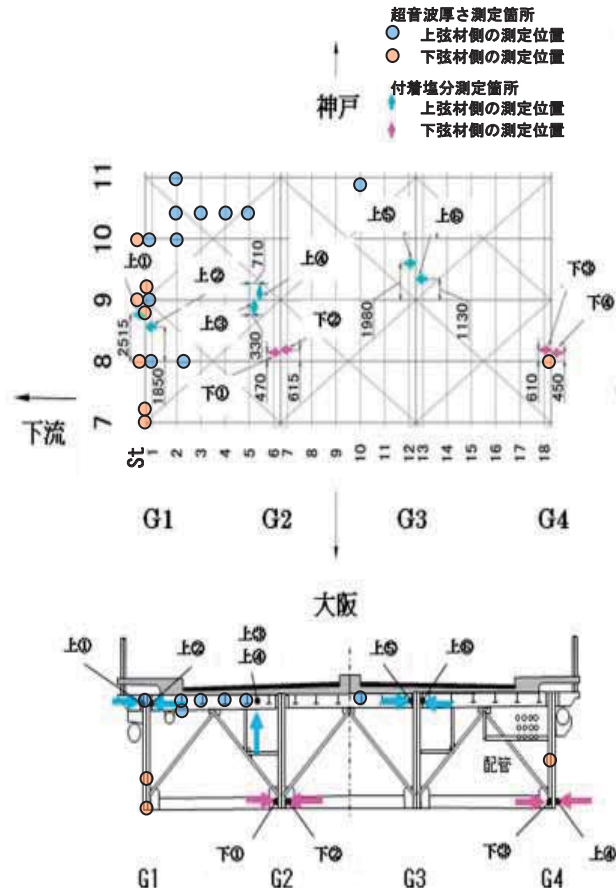
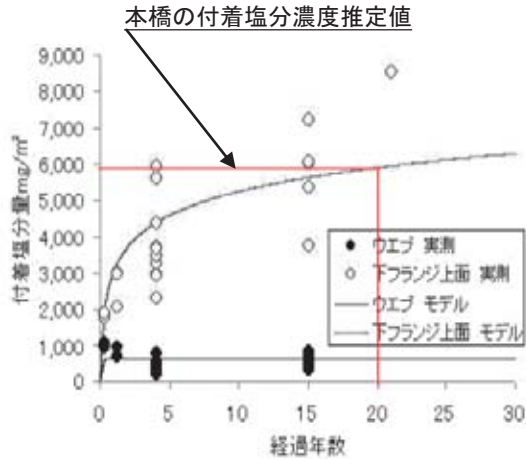


図 2 付着塩分測定，超音波厚さ測定箇所

表 3 付着塩分濃度測定結果

測定位置	部材名	水可溶性塩分濃度 (mg/m ²)	電気伝導率 (μ S/cm)	温度 (°C)
上①	G1・上弦材下流側 (B8～B9)	120.5	30.1	4.6
上②	G1・上弦材上流側 (B8～B9)	>1999 (4528)	1132	4.8
上③	B9・上弦材起点側 (st5～st6)	>1999 (5576)	1394	5.4
上④	B9・上弦材終点側 (st5～st6)	>1999 (6292)	1573	5.6
上⑤	G3・上弦材下流側 (B9～B10)	>1999 (5416)	1354	4.8
上⑥	G3・上弦材上流側 (B9～B10)	>1999 (5488)	1372	5.3
下①	G2・下弦材下流側 (B8～B9)	404	101.1	3.1
下②	G2・下弦材上流側 (B8～B9)	1116	279	3.4
下③	G4・下弦材下流側 (B8～B9)	826	206	3.5
下④	G4・下弦材上流側 (B8～B9)	49.8	12.4	3.8

注) 測定器の水可溶性塩分濃度の測定範囲は 0～1999 のため、() 内の水可溶性塩分濃度は電気伝導率から換算した数値である



図は福井県雪対策・建設技術研究所年報地域技術第 22 号 2009.8 による

図 3 付着塩分量の経年変化

5. 2 板厚測定

今回調査した主構トラス上弦材側, 下弦材側について各部材の外・内に部位を区分した場合の腐食状況を表 4 および図 4~11 に示す。

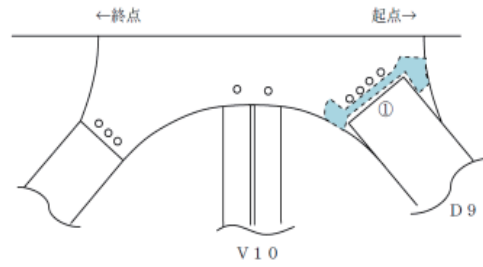
腐食減肉量は, 下弦材より上弦材, 外側部材より内側部材の方が多くなる傾向が見られたが, 塗装が比較的健全な部位では 1 mm 未満であり, 本橋の実測腐食量としてはさほど大きくないと云える。

しかしながら局部的に腐食が進展している部位が見受けられ, 例えばジョイント部近傍の上弦材縦桁端部では漏水の影響で塗装の劣化剥離が著しく, 縦桁端の腹板では, 健全な板厚 10.4mm を貫通する局部腐食が見られた (図 11)。

また, この縦桁端部の塗装剥離部での腐食量は 3~4mm 程度であり, 参考文献⁶⁾ に示す図 12 より推定される裸鋼材の腐食量約 2.8mm (洗浄なし) とほぼ一致している。

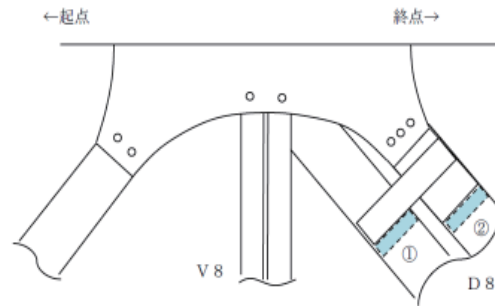
表 4 腐食減肉量概要

位置	部位	腐食減肉量 (mm)
上弦材	主構トラス内側	0.3
	主構トラス外側	0.3
	垂直材内側	0.1
	縦桁外側	0.5~0.6
	縦桁内側	10.4 (欠損)
下弦材	主構トラス外側	0.4
	垂直材外側	0.3
	垂直材外側	0.1



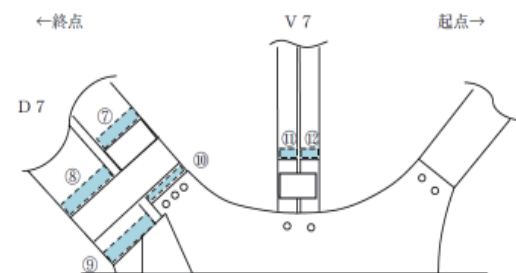
測定位置	部材種別	Max/Min	腐食量
D9①	既設	13.8/13.5	0.3

図 4 上弦材トラス部外側の板厚測定結果



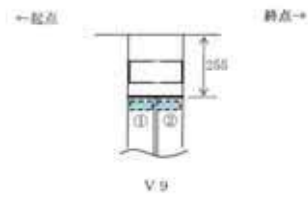
測定位置	部材種別	Max/Min	腐食量
D8①	補強部	13.9/13.6	0.3

図 5 上弦材トラス部内側の板厚測定結果



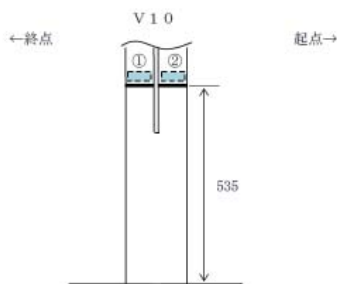
測定位置	部材種別	Max/Min	腐食量
D7⑩	既設	7.3/6.9	0.4
D7⑫	既設	7.2/7.1	0.1

図 6 下弦材トラス部・垂直材外側の板厚測定結果



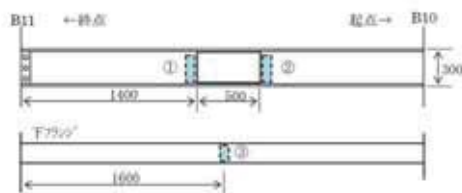
測定位置	部材種別	Max/Min	腐食量
V9①	既設	7.1/7.0	0.1

図7 上弦材側垂直材内側の板厚測定結果



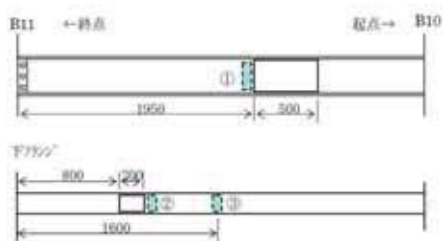
測定位置	部材種別	Max/Min	腐食量
V10②	既設	7.1/6.8	0.3

図8 下弦材側垂直材外側の板厚測定結果



測定位置	部材種別	Max/Min	腐食量
St2①	既設	11.2/10.6	0.6

図9 上弦材側縦桁の板厚測定結果

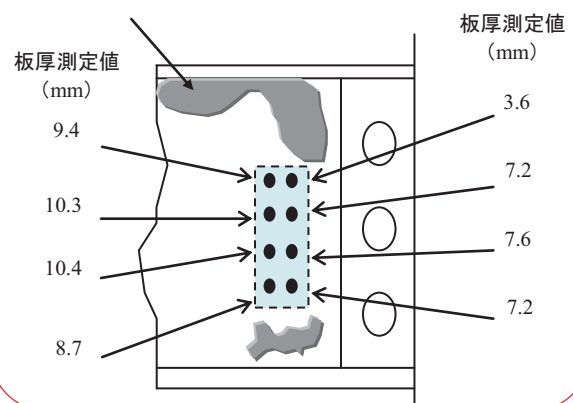


測定位置	部材種別	Max/Min	腐食量
St4①	既設	10.7/10.2	0.5

図10 上弦材側縦桁の板厚測定結果

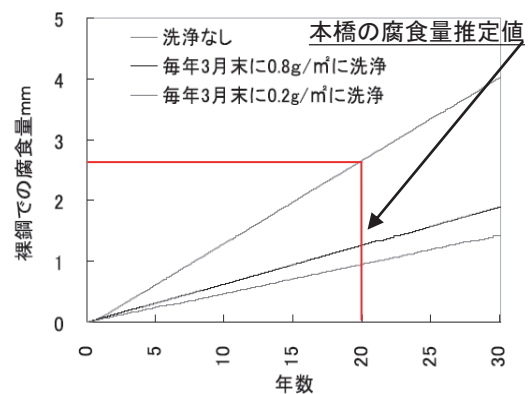


腐食による
φ17'貫通部分



測定位置	部材種別	Max/Min	腐食量
St10①	既設	10.4/0	欠損

図11 上弦材側縦桁端部欠損部の板厚測定結果



図は福井県雪対策・建設技術研究所年報地域技術第22号
2009.8による

図12 裸鋼の腐食量経年変化

なお、図3、図12共に福井県の九頭竜川河口から4.5kmに位置する三国大橋の資料を参考として、河口から約5.5kmに位置する本橋梁を同条件で評価した場合である。

また、主構トラスの斜材(下弦材側)に深さ約4mmの局部腐食が見られた(図13)。これは斜材内面ダイヤフラム上に大量に堆積した鳥糞(写真4)が腐食の原因になったと考える。

類似箇所の鳥糞害対策が今後は必要と考える。

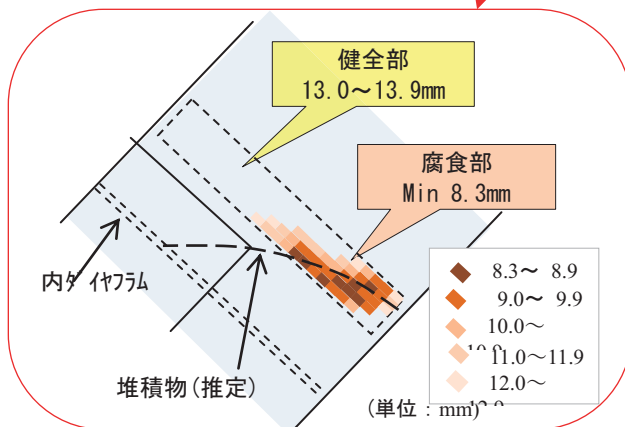


図13 下弦材トラス部の板厚測定結果



写真4 主構トラスの堆積物(鳥糞)

6. まとめ

鋼製橋梁の腐食の進展は塗装の経年劣化、剥離および鳥糞等の堆積物や付着物が主な要因であるが、それに加えて付着塩分濃度が要因として考えられる。

本橋梁の場合は塗替え塗装後約20年が経過しており各部に塗装の劣化剥離や発錆が見られ、特に付着塩分濃度の高い上弦材でその傾向が顕著に表れていると考える。

今回の調査結果から本橋梁のように河口から近い橋梁では付着塩分量の測定を行い、塩分濃度が高いと予測される、雨水で洗われぬ上弦材側や風下側の部材に対して、定期的な水洗を行うことにより、付着塩分量を低減することで腐食の進展を遅らせ橋梁の延命化が図れると考える。

参考文献

- 1) 坂野：高齢化を迎えた長大橋梁の診断と長寿命化に関する研究プロジェクト、第66回土木学会年次学術講演会、CS7-004、2011.9
- 2) 夏秋、河野、増田、坂野：淀川大橋の腐食状況調査、第66回土木学会年次学術講演会、CS7-005、2011.9
- 3) 新幸、河野、増田、坂野：淀川大橋補修溶接部の非破壊検査および成分分析、第66回土木学会年次学術講演会、CS7-006、2011.9
- 4) Ichinose、増田、坂野：淀川大橋の動的載荷試験および応力頻度測定、第66回土木学会年次学術講演会、CS7-007、2011.9
- 5) 水野他：当板溶接補修部を有する鋼桁試験体の疲労実験、第66回土木学会年次学術講演会、CS7-008、2011.9
- 6) 北嶋浩、宮本重信、奥村茂：海塩粒子が飛来する鋼橋の洗浄における防錆、福井県雪対策・建設技術研究所年報地域技術第22号、pp.43-45、2009.8