



「コンクリート構造診断士」とは、プレストレストコンクリート工学会により認定される技術者資格です。コンクリート構造診断士に期待される役割は、既設の鉄筋コンクリート構造物やプレストレストコンクリート構造物に対して、力学的・構造的な診断や評価を実施し、当該構造物の適切な補修・補強、あるいは維持管理の手法を提示することです。

このコーナーでは、こうしたコンクリート構造診断士の活動を紹介するため、資格登録更新時に提出される研修報告書のなかから、とくに一般の読者にも有益な情報を与えるとして選出された事例を掲載します。

長期間供用中の海岸沿いに位置する RC 鉄道橋の健全度調査



西日本旅客鉄道(株) 構造技術室
渡辺 佳彦

1. はじめに

山口県の日本海沿線に位置する、1932年に完成した経年84年の橋梁（3径間ラーメン高架橋×6ブロック）は、これまで数回補修を実施しているが、前回（1990年）の補修から約25年が経過し、床版や柱などでかぶりコンクリートの浮きが見られたことから、2015年に南側1ブロックの再補修を実施した。今回、再補修時に設置した足場を利用して橋梁の健全度を把握し、引き続き実施予定の北側5ブロックの補修計画に反映させることや、その後の維持管理に役立てることを目的とし、各種健全度調査を実施した。

2. 調査概要

調査対象部位は、床版、柱および線路方向の梁（以下、「縦梁」とした）。調査項目は以下のとおりである。

2.1 鉄筋腐食度

調査時点で外観変状が見られないコンクリート部材の一部をはつり取り、調査した。

2.2 塩化物イオン（以下「Cl⁻」とする）濃度測定

橋りょうから採取したコア（φ50×長さ110mm程度）を用いて、表面から深さ約100mmまでの部分を約10mmごとにスライスして、JIS A 1154「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオン濃度の試験方法」により実施した。

2.3 表面被覆材の遮塩性能および塗膜観察

1990年に施工した表面被覆材の、健全な箇所の一部を採取し（採取位置は海側縦梁の西（海）面）、遮塩性能の確認（（公社）日本道路協会『鋼道路橋防食便覧』付Ⅱ-4. コンクリート塗装用塗料標準（2）3「遮塩性試験方法」による）および塗膜観察（JIS K 5600-1-7「塗料一般試験方法-第1部：通則-第7節：膜厚」による）を実施した。

3. 調査結果

表 - 1 鉄筋腐食度

部位	位置・向き	鉄筋腐食度*
床版	下面	Ⅱ a
柱	① 山側 - 東（山）面	Ⅱ a
	② 山側 - 南面	Ⅱ a
	③ 山側 - 西（海）面	I
	④ 山側 - 北面	I
	⑤ 海側 - 東（山）面	I ~ Ⅱ a
	⑥ 海側 - 南面	I ~ Ⅱ a
	⑦ 海側 - 西（海）面	Ⅱ a
	⑧ 海側 - 北面	Ⅱ a
縦梁	⑨ 山側 - 東（山）面	Ⅱ a
	山側 - 下面	Ⅱ a ~ Ⅱ b
	⑩ 山側 - 西（海）面	Ⅱ a ~ Ⅱ b
	⑪ 海側 - 東（山）面	Ⅱ a ~ Ⅱ b
	海側 - 下面	Ⅱ a ~ Ⅱ b
	⑫ 海側 - 西（海）面	Ⅱ a ~ Ⅱ b

* I：部分的腐食，Ⅱ a：大部分腐食，Ⅱ b：部分的に断面欠損

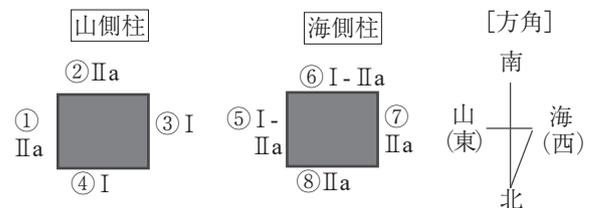


図 - 1 柱の鉄筋腐食度（表 - 1 を図化）

3.1 主鉄筋の腐食度

主鉄筋の腐食度を表 - 1 に示す。柱の腐食度が梁や床版に比べて若干小さいが、これはかぶりの違い（実測値で柱：80～90 mm，梁：60～80 mm，床版：60～70 mm）に起因するものと考えられる。さらに、柱については、図 - 1 に示すように、柱の面により腐食度が異なっていた。橋梁近くの気象台データでは、1981～2010年の30年間で、冬季に最多風向出現回数ももっとも多いのが北西であり¹⁾、この季節風の影響により、柱の主鉄筋に関しては、風の通り道となる海側の北西面や吹き返しとなりやすい山側の南東面において鉄筋腐食が進んでいる傾向が認められた。

3.2 Cl⁻濃度測定

(1) 柱・床版

測定結果を図 - 2 に示す。山側柱と海側柱の、それぞれ西（海）面で比較すると、表面からの深さがどの位置に

おいても、 Cl^- 濃度は海側柱のほうが、山側柱より大きい。また、鉄筋位置(かぶり 80~90 mm) の Cl^- 濃度においても、海側柱のほうが山側柱より大きく、表 - 1 に示す鉄筋腐食度の調査結果から、 Cl^- 濃度と腐食度には相関が見られる。

床版の Cl^- 濃度は、海側柱の西(海)面と比較して、表面から 20 mm までの位置では若干小さいものの、それ以下ではほぼ同じ値となった。これは、床版が梁で囲まれていることにより、飛来塩分が滞留しやすい環境にあるものと推測される。また、鉄筋位置で比較すると、床版(かぶり 60~70 mm) の Cl^- 濃度が海側柱(かぶり 80~90 mm) に比べて若干大きいものの、両箇所腐食度は同じであり、 Cl^- 濃度と腐食度には相関が見られる。

(2) 縦 梁

測定結果を図 - 3 に示す。 Cl^- 濃度の大きい順に、「⑫海側 - 西(海)面」「⑨山側 - 東(山)面」「⑪海側 - 東(山)面」「⑩山側 - 西(海)面」となり、しかも⑨⑫の Cl^- 濃度は⑩⑪に比べて大きな差(表層部を除き約 4~10 倍程度)となった。⑨⑫は橋梁の両外側であり、波しぶきや山側からの吹き返しによる飛来塩分により、橋りょうの内側に位置する⑩⑪よりも Cl^- 濃度が大きいことによるものと推測される。鉄筋位置(かぶり 60~80 mm)での比較では、⑨の Cl^- 濃度が⑫よりもやや大きく、鉄筋腐食度(⑨: II a~II b, ⑫: II a)と相関があると考えられる。ただし、鉄筋位置での Cl^- 濃度が小さい⑩⑪の腐食度も II a~II b 程度であり、今後さらに調査数量を増やして、検証したい。

3.3 表面被覆材の遮塩性能および塗膜観察

採取した表面被覆材を用いた遮塩性能試験の結果では、セルを通過した Cl^- 量が測定限界値以下であり、施工後 25 年を経過しても遮塩性能を維持できていることを確認した。また、表面被覆材の表面(図 - 4)および断面(図 - 5)を撮影した画像を観察すると、塗膜表面には穴や微細なひび割れが認められるが、表面の穴が塗膜全体を貫通している可能性は小さく、ごく表層に留まっているものと推測される。

これらの結果より、3.2 で測定された Cl^- のほとんどは、1990 年の補修より前に侵入したものと推測され、今後の補修にあたっては、すでに侵入している Cl^- の除去と今後 Cl^- を侵入させないような補修方法や補修材料を選定することが重要である。

4. ま と め

- 1) 海岸沿いに位置する構造物の向きにより鉄筋腐食度や侵入する Cl^- にかかなりの差が見られることがわかった。とくに風の通り道だけでなく、波しぶきの跳ね返りなどの影響が大きい。
- 2) 1990 年に施工した表面被覆材は、施工後 25 年を経過しても遮塩性能を維持していることを確認した。
- 3) 今回の調査結果を踏まえ、今後の補修にあたっては、既に侵入している Cl^- の除去と今後 Cl^- を侵入させないような補修方法や補修材料を選定することが重要である。長期間供用中の橋梁の健全度調査は海岸沿いに位置する

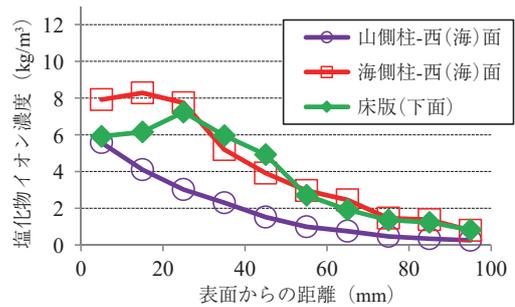


図 - 2 Cl^- 濃度測定 (柱・床版)

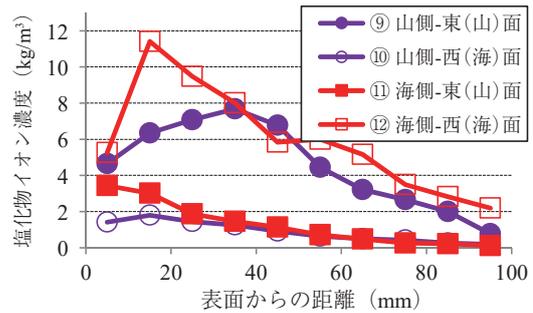


図 - 3 Cl^- 濃度測定 (縦梁)

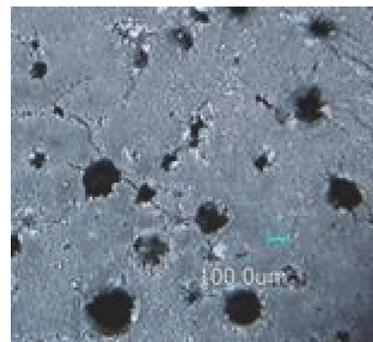


図 - 4 表面被覆材表面画像

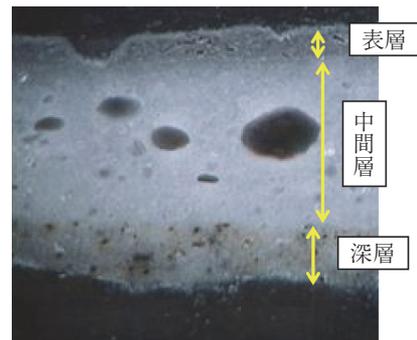


図 - 5 表面被覆材断面画像

鉄筋コンクリート鉄道橋の維持管理に活用できることから、今後も引き続き実施する補修工事に併せて同様の調査を実施する予定である。

参考文献

- 1) 気象庁ホームページ, 山口県須佐気象台データ
http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/nml_amd_ym.php?prec_no=81&block_no=0765&year=2009&month=01&day=&view=a3

【2018 年 8 月 28 日受付】