

補修後 20 年を経過する RC 鉄道橋の変状原因の推定

西日本旅客鉄道株式会社 正会員○村石 修平 正会員 河井 勇樹

1. はじめに

和歌山県紀南地方の海岸線に位置する経年 83 年、RC 単版 T 桁形式の 6 径間橋りょうはこれまで数回補修を行っているが、2002 年の補修から 20 年が経過し、縦梁補修部でひび割れ、剥落が確認された。縦梁の母材部においても剥落や豆板といった変状が過去から確認されている。補修部の今後の維持管理方法に役立てることを目的として、詳細調査により再変状の原因を推定したので報告する。

2. 変状概要

図 1 に対象となる桁を示す。直近の補修では 2002 年に全ての縦梁を断面修復工法で補修し、再変状した山側の縦梁を 2009 年に断面修復工法で補修している。2009 年以降は海側の縦梁で再変状が多く確認されている。図 2 に示す海側縦梁下面では乾燥収縮と思われるひび割れが顕在化し、ひび割れより水染みが確認された。山側縦梁下面ではひび割れは確認できるが進行性は確認されていない。また張出部に水切りがないため、上部から水が供給される状態にある。図 3 に示すように海側縦梁側面の母材部ではかぶり不足による剥落が生じている。剥落部のかぶりは 17mm、その他の部分でも 20mm～30mm 程度であり、施工時にかぶりを確保できていなかったと言える。また母材部全体の約 3 割に豆板が確認でき、密なコンクリートではなく内部に同様の空隙が発生している可能性がある。図 4 に示すように補修部でも剥落が見られ、内部の材料が表れている部分の約 3 割程度に空隙が存在することが確認された。剥落部の鉄筋腐食度は IIb 程度であり、腐食が進行している。山側縦梁側面でも母材部に豆板が見られるものの、全体の 1 割に満たない程度であり、海側の縦梁よりは変状として表れていないことが分かる。海側の縦梁は再変状が生じているものの縦梁下面からののはつり調査では、鉄筋腐食度は I～IIa 程度であることを確認している。さらにたわみ調査を実施し、桁の安全性に問題がないことも確認している。



図 1 海側からの橋桁全景

図 2 縦梁下面の状態

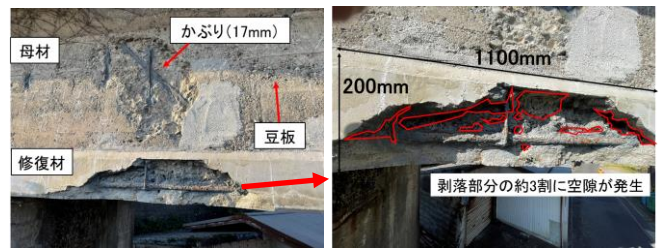


図 3 海側縦梁側面の状態

図 4 補修部分の空隙

3. 補修履歴について

図 5 に桁の断面を示す。直近の補修履歴は前述の通りであるが、変状が顕在化している海側の縦梁には吹付工法により主筋 1 段目の鉄筋背面まで補修を実施している。2002 年の補修時は当社の「コンクリート構造物補修の手引き」が制定されて間もない時期であり、また吹付工法は当該箇所付近では施工実績がほとんどなかった。施工事例が少ない工法かつ主筋の配置間隔が密であることから、吹付材料が鉄筋背面まで充填されなかったことにより、補修部分に空隙が発生したと考えられる。山側の縦梁は 2009 年に左官工法により補修を実施しているが、5 層に分けて左官仕上げを実施しているため、海側の縦梁のような空隙は存在しないと考えられる。

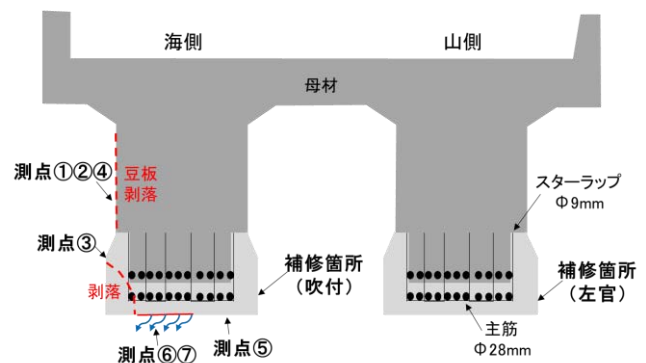


図 5 桁の断面図

キーワード RC 鉄道橋、再変状、かぶり、水の浸透と滞留

連絡先 〒640-8331 和歌山市美園町 5 丁目 22 西日本旅客鉄道株式会社和歌山土木技術センター TEL : 073-425-6118

4. 調査概要

飛来塩分を受ける環境であることからドリルで採取したコンクリート粉を塩化物イオン濃度迅速測定法により測定した。また補修部に空隙があり、縦梁下面から水染みとして確認できたため、コンクリート・モルタル水分計で測定を実施した。表1に当該箇所付近の潮岬の気象データ²⁾を示す。

表1 潮岬の気象庁データ (2021年)

測定日	10/30	10/31	11/1	11/2	11/3	11/4調査日	11/5調査日
天候	曇り	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
平均気温(°C)	17.8	18.9	19.3	19.2	18.0	17.8	17.3
平均湿度(%)	72	77	75	66	59	52	56

4.1. 塩化物イオン量調査

図6に塩化物イオンの分布を示す。海側縦梁下面は、表面から20mm程度まで塩化物イオン量が高い傾向が見られたものの以降は低い値となった。一方で海側縦梁側面は表面から40mm程度まで塩化物イオン量が高い傾向が見られた。これは縦梁側面の豆板や剥落部より塩化物イオンが浸透したためと推定される。なお、鋼材腐食の照査³⁾を実施すると、全ての箇所において鋼材腐食発生限界以下であった。したがって、塩化物イオンによる鋼材腐食は発生していないと考えられる。

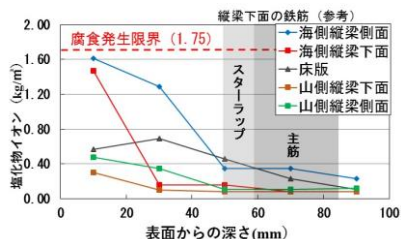


図6 塩化物イオンの分布

見られたものの以降は低い値となった。一方で海側縦梁側面は表面から40mm程度まで塩化物イオン量が高い傾向が見られた。これは縦梁側面の豆板や剥落部より塩化物イオンが浸透したためと推定される。なお、鋼材腐食の照査³⁾を実施すると、全ての箇所において鋼材腐食発生限界以下であった。したがって、塩化物イオンによる鋼材腐食は発生していないと考えられる。

4.2. 含水率調査

図5に測点番号、図7に海側縦梁側面、図8に海側縦梁下面の含水率測定結果を示す。海側縦梁側面については表面より深くなる程含水率が増加傾向にある。ただし1%程度の変化で推移しており、水は浸透しているが滞留は発生していない。海側縦梁下面の測点⑤では海側縦梁側面と同様の傾向を示したが、測点⑥、⑦は主筋近傍で5.5%以上の含水率が確認された。表面は乾燥した気象条件が作用したと考えられるが、深部では気象条件の影響を受けずに空隙に浸透、滞留している水が観測されたと考えられる。主筋近傍で高い値を示していることから、今後腐食が進行する状態にあると考えられる。図9に示すように含水率が高く観測された測点⑥、⑦はひび割れ、水染みが確認できる箇所であり、測点⑤は変状が見られない箇所である。よって水の浸透経路は図10のように表わすことができると考えられる。山側縦梁下面の含水率は2%程度の

値を示し、床版についても同様の傾向であったことから、2009年の補修時に空隙が存在せず、軌道面からの水の浸透もないと考えられる。

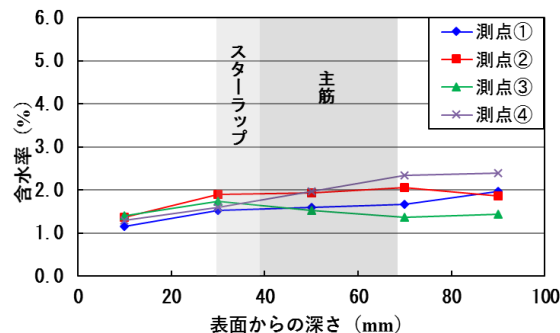


図7 海側縦梁側面の含水率分布

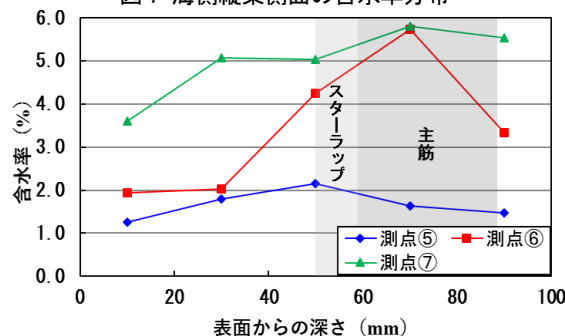


図8 海側縦梁下面の含水率分布

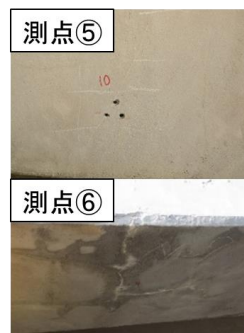


図9 縦梁下面の状況

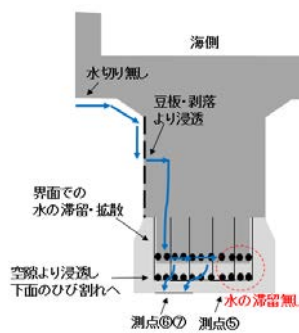


図10 水の浸透経路

5. まとめ

- ① 塩化物イオンにより鋼材腐食は発生していない。
- ② 海側縦梁側面の母材部はかぶり不足、豆板が顕著であり張出部に水切りもないことから、側面より内部に水が浸透したと考えられる。
- ③ 当該箇所は吹付工法施工時の品質管理が不十分であったために再変状したと考えられ、今後水の浸透、滞留により鉄筋腐食の進行が懸念される。今後は断面修復工法の品質管理に努めるとともに、水の影響を把握したうえで対策を進めていく。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等維持管理標準・同解説（構造物編）コンクリート構造物，p.249，2007
- 2) 気象庁データ：和歌山地方气象台（潮岬）
- 3) 土木学会：コンクリート標準示方書設計編，p.156，2017