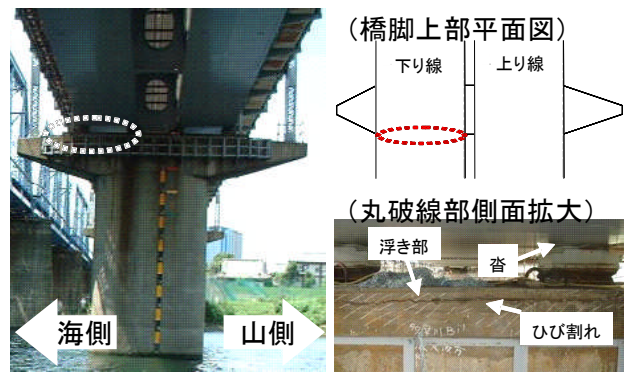


河川橋脚上部に見られた変状と対策

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○山口 竜大
 正会員 三浦 丈司
 正会員 久保淳一郎

1. 概要

東海道新幹線の河川橋脚などの鉄筋コンクリート構造物は 2 年を越えない検査周期を基本とする通常の全般検査などの全線の検査により、適切に維持管理されている。全般検査の際、鋼構造の橋桁が架かる河川上の RC 橋脚 1 基の上部の海側の隅角部に水平方向のひび割れとかぶりコンクリートの浮きが発見された(図—1)。変状は、構造的に橋りょうの耐力に影響を及ぼすものではなく、安全上問題のないものであった。当該橋りょう下の河川は東京湾から約 12km 離れた位置ではあるが、満潮時に塩水が入り込む場所であり、調査の結果、海からの風による飛来塩分がコンクリート内部へ侵入することによる内部鉄筋の腐食が主な要因であることが判明した。変状を沓の定着部に転移させない、また、コンクリート剥落による公衆災害を防止するという観点から、本調査結果に基づき、補修方法として、塩分を含む劣化コンクリートをはつり撤去し、コンクリートによる断面修復および今後の遮塩を目的とした表面保護工の施工を行ったので紹介する。



図—1 当該変状の位置(手前が東京方)

2. 変状原因の推定

変状発見後すぐに桁を支持する沓の機能に問題のないことを確認し、変状箇所は沓からの圧縮力の伝達の影響する範囲にないことから、列車の運行に対しては徐行などの処置は全く必要のない安全な状態であると判断できた。その後、適切な補修方法を特定するために原因の推定を行った。沓の周囲にはひび割れなどの変状はなく、またこの箇所のコンクリートが構造的に著しい引張応力を受けることも考えられないため、橋りょうを通過する列車荷重による本橋脚の影響は本変状とは全く無関係であることがわかった。また、橋脚自体に変形や傾きも全く見られなかった。約 2m の長さにおよぶこのひび割れは図面上の水平方向の鉄筋の位置とほぼ一致しており、腐食ひび割れのようにみえるため、橋脚の鉄筋コンクリートの材料劣化が主たる変状の原因であると推定した。浮きコンクリートを叩き落したところ、設計かぶり値(120mm)に対してかぶり不足(かぶり: 約 40mm~50mm)と認められる位置に腐食鉄筋を確認し、この鉄筋の腐食膨張によってかぶりコンクリートが押し出されひび割れが発生し、コンクリートの浮きが生じたと断定した。フェノールフタレイン指示薬による中性化試験を行ったところ中性化は既に鉄筋付近まで到達していたものの、当該箇所はすぐ直上に鋼製の桁がありコンクリートが雨水による水分の影響を受ける箇所ではないため、中性化が変状を引き起こす単独の主要因ではないと考えた。そこで、塩分による内部鉄筋の腐食が変状の原因になりうると考え、橋脚上部のコンクリートの塩分量調査を試行した。

3. 塩分量調査結果

浮き部の叩き落としコンクリート片と橋脚躯体のコンクリートを用いてコンクリート表面からの深さに対する塩分量の調査を行った。同時に、本橋脚上部への飛来塩分の量を調査するため、市販品のコンクリートブロック(大きさ: 150×150×120mm)を購入し橋脚上の海側と山側の端に設置し、ブロックの表面塩分量を 1 ケ

キーワード コンクリート, 中性化, 飛来塩分, 鉄筋腐食, 断面修復, 蛍光 X 線分析装置

連絡先 〒222-0026 横浜市港北区篠原町 3219-1 東海旅客鉄道(株)東京新幹線構造物検査センター TEL: 045-474-0167

月ごとに測定した。塩分量の測定には現場で使用可能なポータブル蛍光 X 線分析装置¹⁾を用いた(図-2)。当該変状部中心付近の塩分量の深さ方向の分布を図-3に示す。鉄筋中心位置付近での塩分量は約 2.5kg/m^3 であり、コンクリート中の鉄筋の発錆限界塩分量閾値²⁾の 1.2kg/m^3 を上回ったため、コンクリート中の塩分が鉄筋腐食の原因であると推定される。なおこの箇所での中性化深さは約 30mm であり、図-3の塩分プロファイルからわかるように、塩分が中性化フロント直下で濃縮³⁾されており、コンクリート表面の塩分量は発錆限界値より低いにもかかわらず鉄筋付近は高い塩分量の領域となっていることが鉄筋腐食を引き起こしている要因と考えられる。また、コンクリートブロックの設置によって得られた橋脚上部への飛来塩分量の推移を図-4に示す。海側・山側のブロックともに海側の面に高い飛来塩分が認められ、今回の鉄筋の腐食は海からの風による飛来塩分がコンクリートの中性化によって鉄筋付近で濃縮されたことが主要因であることが判明した。



図-2 測定状況

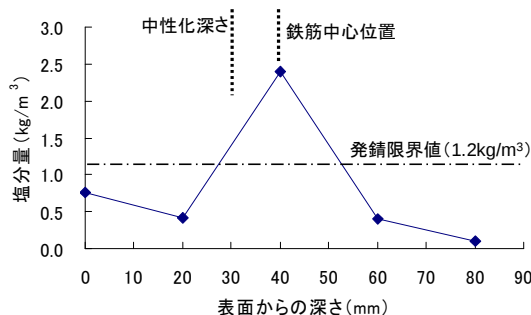


図-3 塩分量の分布

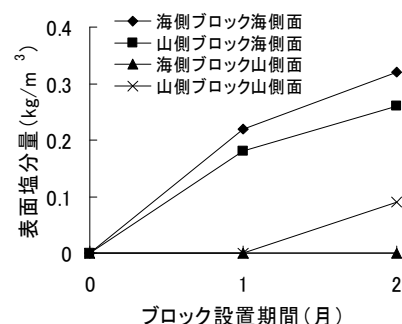


図-4 飛来塩分量

4. 対策補修方法の決定および施工

補修方法としては、塩分を含んだコンクリートをはつり撤去し、主に圧縮が必要とされる部材のため、また橋脚躯体との強度の違いによる補修後のひび割れなどの変状の発生を防止するため、建設当時と同じ水セメント比 (48%) を有するコンクリートで断面修復するものとした。河川上の吊足場の架設期間の制約上、内部の鉄筋はもとのかぶりのまま断面修復せざるを得なかったため遮塩性を有する表面保護工を併用することとした。表面保護工の選定にあたっては鉄道構造物設計標準 (コンクリート構造物)⁴⁾に則り、補修後 100 年の耐用年数を持たせることを前提とし、水セメント比から経験的に得られる塩化物イオンに対する拡散係数の特性値を用いて、設計耐用年数の間に本かぶりを有する内部鉄筋に腐食が生じないようにするために必要な表面保護工の遮塩性能を計算により求め、設定した。現在、劣化箇所の断面修復および表面保護工による補修が完了したところである (図-5)。



図-5 断面修復・表面保護工の状況

5. おわりに

本検討では、発見されたひび割れ、かぶりコンクリートの浮きの変状に対して原因究明を行った。当該橋りょうが海岸から 12km も離れていたにもかかわらず少なからず飛来塩分の影響を受けていたことは驚きの結果であったものの、この変状原因の解明による必要な補修対策の実施は、公衆災害の防止および査定着部の健全性の確保による新幹線列車走行の安全性の維持に繋がったと考えている。

参考文献

- 1) 長谷川昌明、久保淳一郎、関雅樹、荒鹿忠義：東海道新幹線の鉄筋コンクリート構造物の健全度評価および補修フローの研究 コンクリート工学年次論文集 Vol.30、No.3、pp.1669-1674、2008.7.
- 2) コンクリート標準示方書維持管理編 土木学会 2001.
- 3) 小林一輔：コンクリート構造物の早期劣化と耐久性診断 森北出版 1991.
- 4) 鉄道構造物設計標準 (コンクリート構造物)：東海旅客鉄道株式会社 2005.