

塩害と ASR 劣化が進行したラーメン式橋台の補修・補強設計

株式会社 オリエンタルコンサルタンツ 正会員 ○九鬼裕之
 // 正会員 田口靖朋

1. 目的

本橋の橋梁諸元を表-1に、橋梁側面図を図-1に示す。本橋は海上運河部に架かり昭和 55 年に供用された道路橋である。橋長 18.5m, 幅員 30.8m(13 主桁), 桁高 0.64m で、下部工純かぶりは 70mm であった。

供用開始から 34 年経過し、塩害と ASR による劣化が顕在化した杭を有するラーメン式橋台の補修設計を実施した。特異的な変状は単列杭方式の PC 杭の杭頭部に杭軸方向に最大 30mm と大きなひび割れを有しておりこれを含めた補修補強を計画について概説する。

2. 外観変状, 詳細調査からの評価, 判定

ラーメン橋台前趾堅壁には、亀甲状のひび割れが生じ、ひび割れ幅は 0.2mm~1.0mm で、図-2 に示すように海水に浸かっている下側のひび割れの進行が顕著であった。既設構造物から採取した骨材を用いてアルカリシリカ反応(以下、ASR と称す)性試験(化学法/JIS A 1145)を実施し、溶解シリカ量がアルカリ濃度減少量以上となることから、反応性骨材使用による ASR 劣化と判断した。また、

同骨材の使用が推定される梁部材や床版には亀甲状のひび割れが認められず、水の供給環境により ASR による進行に差異が生じていることから、ASR による膨張は残存していると推定し、ASR 対策が必要と判断した。後趾側堅壁(上方)から採取したコンクリートコア試料により塩分含有量試験(JIS A 1145)を実施した結果を図-3 に示す。

鉄筋膨張に起因したコンクリートの浮きや剥離、錆汁等の外観変状は見られないが、主筋位置の塩化物イオン濃度は、腐食発生限界値 1.2kg/m^3 を超過していることから下部工堅壁の補修・補強計画には主筋よりも深い位置まで浸透している塩化物イオンを除去する対策を要すると判断した。次に、地盤面から突出した前趾側の単列杭形式の各 PC 杭の杭頭には、杭軸方向にひび割れが生じ、最大で 30mm と大きく、長さは杭頭部から下方に 2.0m(2D)程度まで進行していた。このひび割れは構造上のひび割れとは異なる方向に生じていることから活荷重、地震、土圧等による変状ではなく、杭頭部が喫水面に位置し、酸素が供給されることから塩害の鉄筋膨張に起因したひび割れと推定し、対策を要するものと判断した。

表-1 橋梁諸元

道路規格	4種1級
設計速度	40km
上部構造形式	単純プレビーム合成桁橋
下部構造形式	RC ラーメン橋台 (パイルバント形式)
基礎構造形式	場所打ち杭, PC 杭
橋梁種別	B種の橋
活荷重	TL-20
有効幅員	車道: 2@9.250m, 歩道: 2@4.500m
斜角	90°00'00"
縦断勾配	4.873% 5.200%
横断勾配	車道: 1.500% 歩道: 1.0%

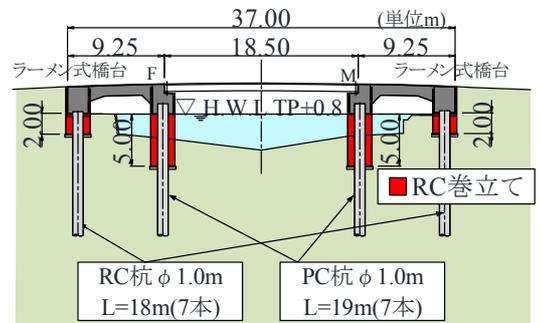
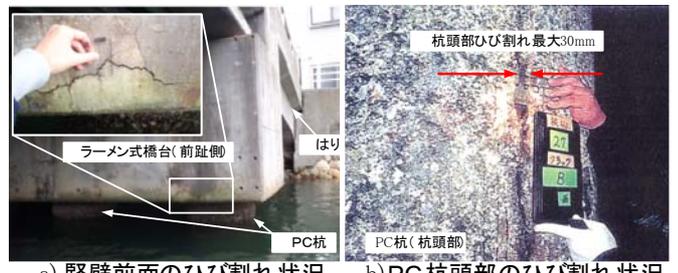


図-1 橋梁側面図



a) 堅壁前面のひび割れ状況 b) PC杭頭部のひび割れ状況

図-2 橋台躯体(前趾側)のひび割れ状況

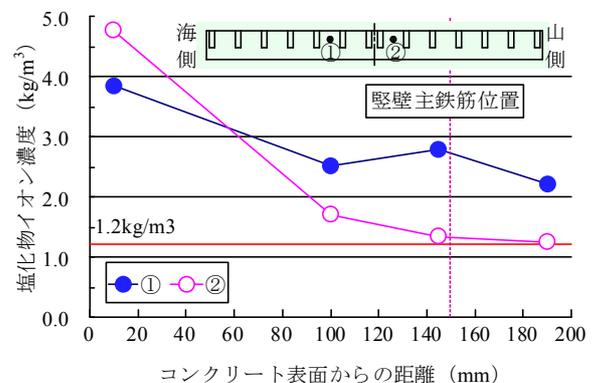


図-3 塩化物イオン濃度分布

キーワード: ラーメン式橋台, 杭基礎補修・補強, RC巻き立て

連絡先: 〒530-0005 大阪市北区中之島 3-2-18 13F (株)オリエンタルコンサルタンツ TEL: 06-6479-2137

3. 橋台堅壁の補修計画

ASR 及び塩害により劣化が進行している橋台堅壁の補修方針を以下に示す。

- ① 堅壁は塩化物イオンが浸透しているコンクリートをハツリ出す計画とし、高濃度の塩化物イオンが堅壁の主筋よりもさらに深い範囲まで浸透しているため、その深さは図-4に示すように人力によるコンクリートのハツリ施工が可能な既設コンクリート表面から 15cm とする。
- ② ハツリ境界面に ASR による 0.2mm 以上のひび割れの進行が認められる場合にはひび割れ注入を施し、ハツリより更に深い位置まで浸透している塩化物イオンからの新旧の境界面の移動を絶縁するためシラン系浸透剤(浸透性防水剤)を塗布する対策を計画した。なお、これは ASR の残存膨張に対する水分進入の遮蔽効果も期待した表面保護工を計画した。

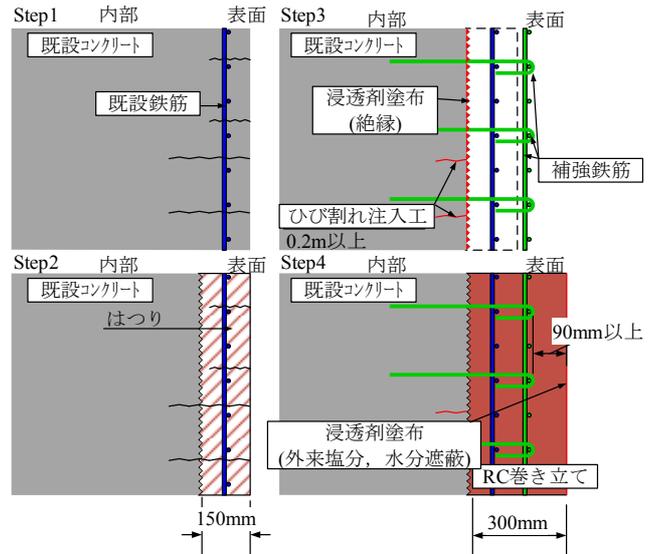


図-4 堅壁の補修模式図

- ③ ハツリ出した既設鉄筋に錆が生じた箇所は鉄筋ケレン後にエポキシ樹脂塗装による防錆処理する。
- ④ 巻き立てコンクリートは既設堅壁表面から 150mm(ハツリ面から 300mm)とし、新設側に配置する鉄筋は道示IVの塩害規定に準じ、かぶり 90mm に加えてエポキシ樹脂塗装鉄筋を適用する。
- ⑤ 巻き立て部には、塩化物遮蔽性や化学抵抗性が大きく、塩害やアルカリ骨材反応等の化学的な耐久性に優れ、水和速度が遅く温度ひび割れが生じにくく、水密性も高い、高炉セメントコンクリートにより計画した。

4. 杭基礎の補修・補強計画

ひび割れが生じている PC 杭の補強計画を立案するにあたって施工時の制約としては、既設上部工による空頭制限や海上部で鋼矢板二重仮締切り内の狭隘スペースで作業、施工時の航路の確保の条件があり、施工面から増し杭補強が適用できない現地状況であった。

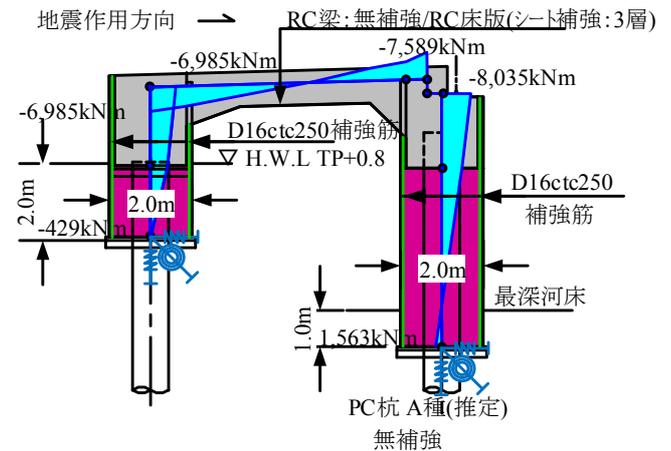


図-5 補修補強時の曲げモーメントと補強量

図-5 にラーメン式橋台の曲げモーメントと補強量を

を示すが、単列杭のラーメン式橋台は柱下面の曲げモーメントが柱上端よりも小さくなる特性を有する。この特性を活かし、ひび割れが顕在した前趾側 PC 杭の範囲を杭頭部から 5m の範囲(最新河床-1.0m)を RC により巻き立てて、この範囲を堅壁と一体化する計画を立案した。これにより、杭設計時の荷重作用点が 5m 下方に下がるが、既設杭の断面及び鋼材で許容値(杭体応力度、杭頭変位、支持)を満足する結果を得た。堅壁も設計基準改定や断面変更に伴い、当初設計と断面力が変わるが、2. に示す劣化対策の鉄筋コンクリート巻き立て時に、補強鉄筋(D16ctc250mm)を配置することで対処可能であった。また、後趾側の RC 杭は土中部にあり、ひび割れ等の変状について確認できていないものの、前趾側と同様の補強を計画し、杭頭部から 2.0m の範囲(H.W.L.-0m)を RC により巻き立てている。

5. まとめ

本報告は、ラーメン式橋台の単列杭の場合においてひび割れが生じている既設杭の RC 巻き立てによる補修、補強計画を立案した。これは、本形式の単列杭を有する既設橋台で支持力に余剰耐力を有する場合には杭体を RC 巻き立てにより補強可能であることを示唆している。