

国道32号高知橋の補修・補強工事報告

土佐国道事務所 道路保全課 島村 佳汰
 土佐国道事務所 保全企画係長 吉田 宏樹
 土佐国道事務所 建設監督官 西森 敬洋

国道32号高知橋は、二級河川江ノ口川を渡河し、橋面中央には路面電車の軌道及び電停がある3径間単純鋼道路橋である。当該橋梁は感潮区間に位置しH.W.Lが高く、桁下クリアランスが干潮時でもH=2.0m程度しか確保できない。また、河川内の施工期間は非出水期の4ヶ月（11月～2月）に限定されるなど、厳しい施工条件を有する。このような状況下で全150基の支承取替え工事を実施した。尚、本工事は現在継続中であり、今年度内に完了する予定である。

キーワード 支承取替え、ジャッキアップ、CIM配筋モデル、荷重制御型集中管理システム

1. はじめに

国道32号高知橋は、高知駅南側に架かり高知市の中心部を流れる二級河川江ノ口川を渡河する橋長L=34.0m、幅員W=36.7mの鋼道路橋である。当橋梁は大正14年に架設（当時は中央部のみ）、昭和39年に上下流部が拡幅、昭和56年に中央部の架替え（上下部）工事が行われおり、主に3ブロックに区分される（写真-1参照）。

現場は、桁と路面のクリアランスが低く、中央部の橋面上には路面電車の軌道及び電停があり、周辺には、第3次救急医療施設や公共施設、多数の宿泊施設がある。これらの現場環境を踏まえて、第三者への影響を最小化した上で、施工の確実性かつ品質確保が可能な工法の選定を行い補修・補強工事を進めているところである。

本稿は工事の中でも「支承取替え工」に着眼し、施工中に直面した課題とその対応策、ジャッキアップ量の高精度管理による軌道への影響緩和策について報告するものである。

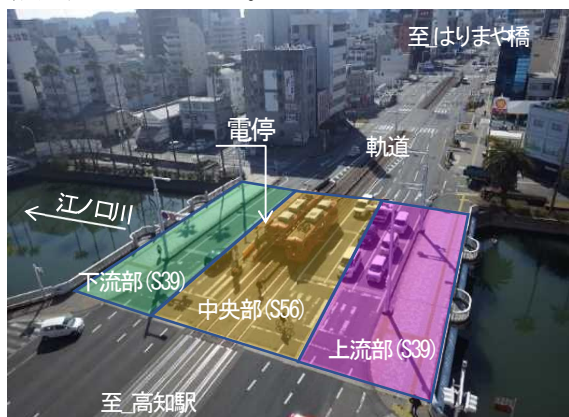


写真-1 高知橋の状況

表-1 橋梁諸元一覧表

橋梁諸元		
荷重及び橋格	TL-20 1等橋	
竣工年	上下流部：1964 (S39)年 中央部：1981 (S56)年	
橋長	34.00m	
桁長	11.30m+11.20m+11.30m	
支間長	10.90m+10.80m+10.90m	
全幅員	36.70m	
構造形式	上部工	3径間単純合成鉄桁
	下部工	逆T式橋台、パイルベント橋脚
	基礎工	鋼管杭φ700 L=30.70m



写真-2 桁下現況写真

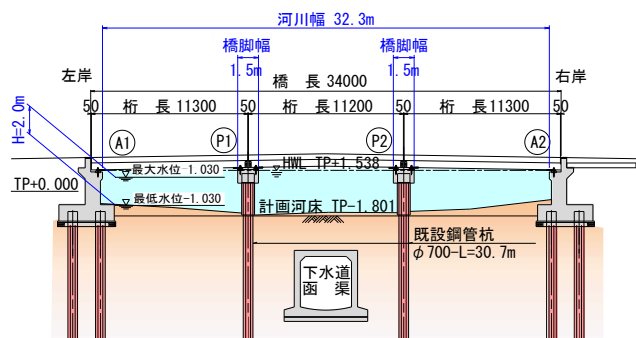


図-1 全体側面図

2. 支承部の損傷状況

高知橋は単純桁であり、桁両端部に支承を要する（支承線数=6本）。主桁は25本にのぼり、支承数は全150基（6支承線×25基）である。

直近の橋梁点検結果で、支承部に著しい腐食と機能障害が確認されており（写真-3）、対策区分判定はC1判定であった。現在の支承は現行基準に適合していないため、経年劣化に伴う既設支承の機能回復や耐震性能の向上を目的として、レベル2地震動に対応した支承への取替えを実施した。



写真-3 支承部の損傷写真

3. 厳しい現場条件

高知橋は高知市中心部に架かる橋で、河川や鉄道の制約から、厳しい施工条件を有する。具体的には下記4項目が挙げられる。

- ・感潮区間に位置しH. W. L.が高い（写真-4）
- ・桁下クリアランスが干潮時でもH=2.0m程度しか確保できず、施工スペースが非常に狭隘
- ・桁下の施工期間は非出水期の4ヶ月（11月～2月）に限定される
- ・橋面上には路面電車の軌道及び電停があり、桁ジャッキアップ時の軌道や電停への影響の最小化が求められる

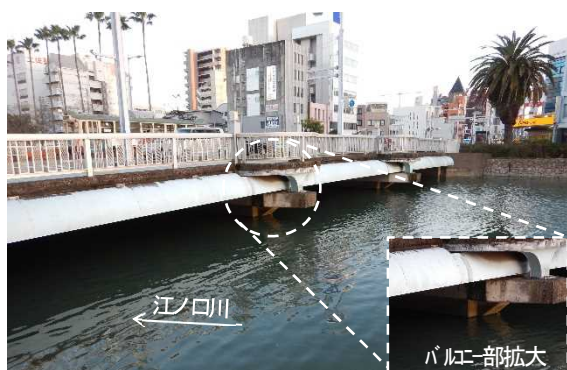


写真-4 満潮時桁下状況

4. 支承取替え工法

橋座部は既設支承前面にジャッキ設置スペース（B=300mm程度）が確保できない（後述のバルコニー部を除く）。また、桁下クリアランスが低く、河積阻害率の関係からベント等の仮受け材を設置することも出来ない。よって、支承取替えは下部工（支承前面部）に鋼製のブラケットを設置し、桁をジャ

ッキアップした状態で既設支承を撤去、新設支承を設置する計画とした。

支承取替えは3回の非出水期（11月～2月）に分けて行う計画で、4ヶ月内に吊足場の組立から解体までを実施する必要があると、工程厳守が求められた。

年度ごとの工程計画は以下のとおり。

- 1年目：ブラケットアンカー削孔
- 2年目：3支承線のジャッキアップ・支承取替え
- 3年目：3支承線のジャッキアップ・支承取替え

5. アンカー削孔に対する取り組み

(1) 概要

前述の工事工程を遵守するため、1年目の非出水期（4ヶ月）にブラケットアンカーの削孔を終わらせる必要があった。ブラケットはパイルベント橋脚の梁前面に設置するが、梁内は既設鉄筋、パイルベント杭、新設支承アンカーボルト等が縦横に錯綜しており、アンカー削孔時の鉄筋干渉による工程遅延が懸念された。

(2) 現場における問題点

上下流部の橋脚梁にはバルコニー設置にともなう拡幅（以降、拡幅部）が行われている（写真-5）。

着工前に電磁波レーダーによる鉄筋探査を行い、鉄筋位置を把握した上でアンカー削孔を行った。結果、表面の拡幅部鉄筋は交差するが、内部の梁内鉄筋とどうしても干渉し、2段のアンカー削孔が困難な状況に直面した（図-2）。

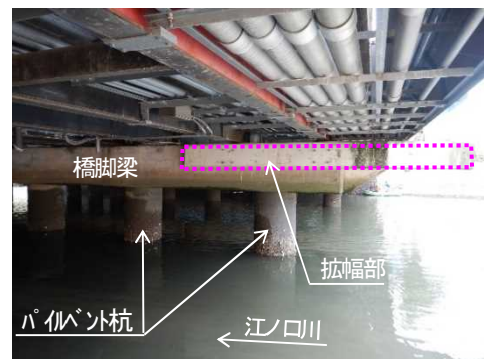


写真-5 バルコニー拡幅部

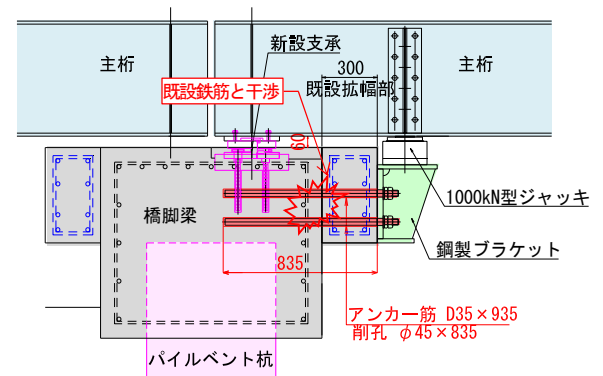


図-2 バルコニー部_当初計画側面図

(3) 解決策の立案

バルコニー部はRC拡幅により支承前面にジャッキ設置スペースが確保できることに着目し、拡幅部をジャッキが設置可能な高さまで切り下げて、拡幅部自体にジャッキを設置する変更案を立案した(図-3)。

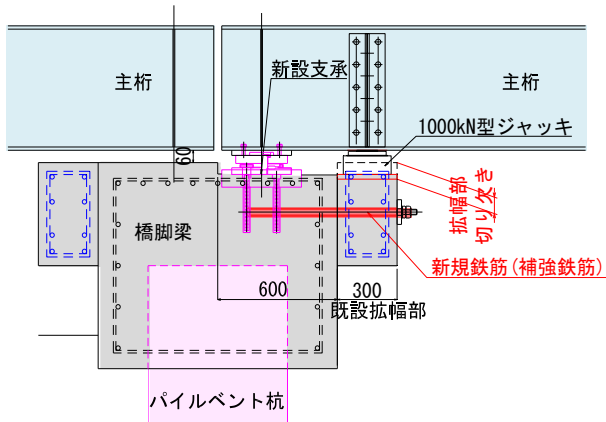


図-3 バルコニー部_変更案側面図

この案の採用には下記の問題があったが、各問題点に対して検証を行い、変更案の採用に至った。

- 〈問題点①〉切欠後の拡幅部の安全性
- 〈問題点②〉ジャッキアップ時の拡幅部の安全性
- 〈問題点③〉切断した鉄筋の復旧方法

各問題点に対する検証結果は以下のとおり。

〈問題点①に対する検証〉

切断する鉄筋はバルコニー部の引張鉄筋であるため、切断する鉄筋を無視した応力照査を実施し、許容値に対し応力的に満足することを確認した。

〈問題点②に対する検証〉

ジャッキアップ時の鉛直反力を作用させた場合の拡幅部の応力照査した結果、せん断力に対する必要鉄筋量を満足しないため、新規にアンカー補強鉄筋を4本配置することとした。

〈問題点③に対する検証〉

機械式継手、ガス圧接継手は施工機器が設置できず、施工ができない。よって、溶接継手の中でも狭小空間での施工が可能な「新NT工法Ⅱ」(A級継手性能)を検討・採用し、切断箇所を復旧することが可能であることを確認した(写真-6)。



写真-6 新NT工法Ⅱによる切断鉄筋の復旧

(4) 効率的な削孔に向けた工夫

前述の問題点②より、アンカー補強鉄筋の削孔を行う必要があった。当初のブラケットアンカー削孔を教訓に、無作為に削孔位置を設定するのではなく、完成図やレーダー探査、鉄筋干渉結果からの情報を基にCIM配筋モデルを作成し、削孔可能位置を割り出すことで施工の効率化を図った(図-4)。

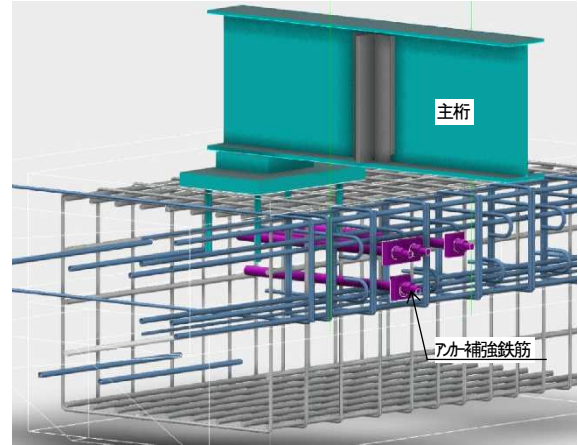


図-4 CIM配筋モデルを活用した削孔位置の選定

結果、削孔ロス是最小限に抑えられ、非出水期内にアンカー補強鉄筋を配置することができた。

6. デジタル機器によるジャッキアップ量の高精度管理

(1) 概要

橋面上には路面電車の軌道や電停があり、広幅員で主桁数が25本と多い構造的特徴を有するためジャッキ受け替え作業には、安全かつ効率的な施工手法が求められた。本作業では、ジャッキの選定から作業手順、トラブル予防策までを考慮し、最適な受け替え作業の実現を目指した。とさでん交通から提示された軌道部のジャッキアップ管理値3mmに対し、自主管理値としてジャッキアップ管理値1mmを定め、ジャッキアップに伴う钣桁の変状管理も行うこととした。

(2) 実施方法

支收取替工にあたっては、ジャッキ受替(ジャッキアップ)が必要となる。ジャッキ受替には、ロック機能付き油圧ジャッキ(高知橋の最大設計荷重に基づき、ジャッキ能力1000KN)と、荷重制御型集中管理システム(1支点あたり油圧ジャッキ1台とし、各期施工分75支点を25支点×3回に分け、25系統の荷重自動制御ジャッキシステムを使用)による載荷・徐荷の制御を適用することとした。

また、管理方法として、応力導入時等の主桁挙動(変位量)を管理するためのデジタルダイヤルゲージ(測定精度1/100mm(印字表示は1/10mm)単位)、油圧ジャッキ出力の管理のための圧力変換式デジタル荷重計(測定精度は1kN)を使用した。

主桁の耐力確認と受替用ブラケットの健全性確認のため、先行プレロードとして、設計荷重の各20%ごとに荷重を行い、最大荷重を120%の設計荷重とし、主桁変位量が1mmとなるまで管理した。

当該確認を経て、改めて各支点で、設計荷重の100%を目標に、20%ごとに同比率で荷重を行い、上部構造物の自重が完全にジャッキに受け替えられ、かつ、支承取替に必要な最小量である1mmとなるようジャッキアップし、ジャッキアップ完了後、安全ナットを閉めて固定した。



写真-7 荷重制御型集中管理システム



写真-8 支承部のジャッキアップ状況



写真-9 ジャッキアップ状況管理画面

(3) 実施結果

ジャッキアップ管理値3mm（自主管理値1mm）に対して、最大押上量は概ね1.2mm以下で収束した。なお、自主管理の1.0mm以上の値が生じた理由は、ある支承を1mmの押上量で停止させた場合でも、隣接する支承が最大設計荷重未滿かつ1mm未滿の押上量の場合に荷重をかけ続けるためである。一方で、1mmの押上量に達しない場合があったが、全体

としては、集中管理システムによるジャッキ受け替えを実施した結果、問題なく受け替え作業を行うことができた。

7. 今後の課題

本稿にて紹介した2つの取り組みについて今後の課題を以下に示す。

(1) アンカー削孔に対する取り組み

鋼製ブラケットのアンカー削孔は、現場着工後、アンカー削孔位置を最終決定するまで、多くの確認作業が生じる。設計段階では、完成図から配筋図を復元し、これを回避した位置にアンカー削孔位置を決定した。施工時には、鉄筋レーダー探査を行い内部鉄筋位置を確認したにもかかわらず、既設鉄筋との干渉が生じた。原因としては、施工誤差（実際の構造物が配筋図通りに配筋されていないこと）や表面鉄筋より奥側の既設鉄筋が把握できてなかった事が挙げられる。

今後の取組内容として、設計及び施工時それぞれについて記載する。

〈設計時〉

- ・アンカー径を小さくして埋込み長（ $15 \times d$ （アンカー径））を短くすることで、表面より奥にある鉄筋と干渉させない。
- ・1箇所当りのブラケットアンカー本数を増やし、アンカー径を小さくすることで削孔長を短くする。
- ・事前調査（鉄筋探査）から、既設配筋を立体的に把握し、アンカー配置を計画する（本工事で活用した三次元モデルによる立体視）。

〈施工時〉

- ・鉄筋径の測定が必要な場合や複雑な配筋の場合は、鉄筋レーダー探査の他に、X線内部探査を併用し、鉄筋位置情報の精度向上を図る。

(2) デジタル機器によるジャッキアップ量の高精度管理

設計上では車両や鉄道が走行していない場合には死荷重だけで受け替えが可能だが、実際には死荷重と活荷重を合算しても1mmの押上量に達しない場合があった。特に中央部（鉄道橋）の両端部ではこの現象が顕著に確認され、既存の伸縮装置などに問題がある可能性が考えられる。

また、隣接する支承の荷重状態や押上げ量によっては継続して荷重を行う支承があることで、管理目標値を超える箇所が発生した。

今後、設計要件と実際の受け替え量との差異については、さらなる検証が必要と考える。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説：平成29年11月
- 2) 日本道路協会：道路橋支承便覧：平成30年12月
- 3) 公益社団法人 土木学会：道路橋支承部の改善と維持管理技術：2008年3月