

洗掘が顕著なケーソン基礎の補修・補強事例

(株)復建技術コンサルタント 小島 真理

(株)復建技術コンサルタント ○河野 里奈

論文要旨

一般国道24号観月橋は、1936年(昭和11年)に建造された宇治川に架かる、橋長178.95mの7径間ゲルバー非合成鉄桁橋梁である。1964年に天ヶ瀬ダムが竣工してから、橋脚のケーソン基礎の洗掘が進み、基礎が激しく露出している。

鉄道・府道との交差、沿道環境など国道沿線の地理的条件が厳しく、橋脚及び基礎の補強による既設橋の利活用が求められていた。

本稿では、流速が早くても活用可能な「魚群探知機を応用した洗掘状況の調査」及び「ラーメン橋脚(ケーソン基礎)の洗掘対策を兼ねた耐震補強事例」について紹介する。

キーワード：耐震補強，ケーソン基礎，ラーメン式橋脚，洗掘対策

まえがき

現在、我が国の橋梁数は約70万橋であり、このうち建設後50年を超えた橋梁は、約30%である。今後、建設後50年を超えた橋梁が年々増加し続ける中で、橋梁の点検・維持管理を行っていく必要がある。

直轄国道に架かる橋梁は、供用後2年以内に初回点検を実施し、その後5年に1回の頻度で定期点検を実施している。定期点検で健全度Ⅲと判定された橋梁は、5年以内に補修工事を実施している。

しかし、基礎の補強までは実施しない場合が多く、参考事例が少ないため、本稿では、ケーソン基礎の補強事例について紹介する。

1. 対象橋梁概要

一般国道24号観月橋は、1936年(昭和11年)に建造された宇治川に架かる、橋長178.95mの7径間ゲルバー非合成鉄桁橋梁である。交差物は、一級河川淀川水系の宇治川で、観月橋の架かる国道24号は、京都と奈良を結び、京都府南部地域の経済・産業を支える重要な幹線道路である。

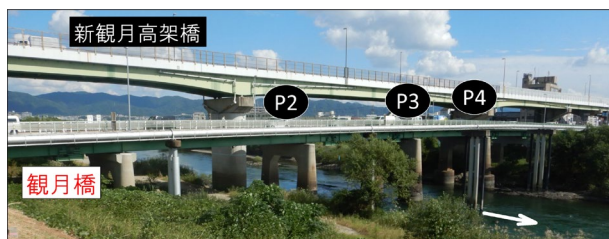


図-1 観月橋全体図

しかし、観月橋は、現在、河床の洗掘が進み、ケーソン

基礎が著しく露出している状態である。

H29年度に橋梁ドクター診断が実施され、ケーソン基礎の崩壊等の指摘があがった。鉄道及び府道の交差や沿道環境により、洗掘対策を兼ねた下部工の耐震補強の実施が必要である。

表-1 橋梁諸元

橋梁名	カンゲツキョウ 観月橋
路線名	一般国道24号 現道
橋長	178.95m
上部構造	7径間ゲルバー非合成鉄桁橋
下部構造	【橋台】控え式 【橋脚】RCラーメン
基礎構造	【橋台】木杭 【橋脚】オープンケーソン
竣工年度	1936年(S11)
交差物	一級河川淀川水系 宇治川

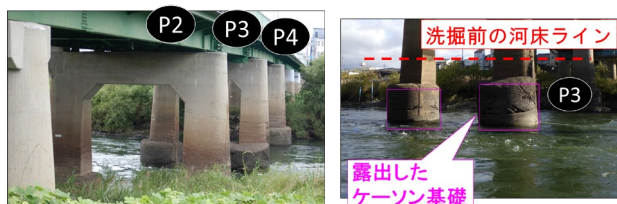


図-2 ケーソン基礎の洗掘状況

2. 洗掘状況の把握

観月橋の架かる宇治川は、一級河川淀川水系に分類される。観月橋区間(橋脚廻り)は、急流かつ水深が1m~4mで河床の起伏が激しいと推測され、小型船舶等での近接が困難であり、従来のボート上での深浅測量やソナーの実施が不可能であった。しかし、基礎の補強を行うにあたり、

現在の河床状況を確認し、高水時の流下状況を把握する必要があり、魚群探知機を用いたダム貯水池 3D マッピング技術「N ソナー」(NETIS 登録番号【QS-220006-A】)を参考に、応用して調査を実施した。これは、ダムや池の底の形状を把握する技術(ナローマルチビームと同じ原理)で、市販の魚群探知機を応用した技術であり、ソナー端子が多種あることから、計測できる延長、幅を変えることができる。本調査では、水面上での作業が危険であるため、ロープアクセスにて、サイズ H10 cm×L15 cm×W3 cm、有効記録延長 20m のソナー端子を水面に投入し、河床状況を確認した。



図-3 N ソナー調査状況

図-4、図-5 N ソナー計測図の通り、P3 橋脚右岸側が洗掘を受け、P3 橋脚左岸側は既設護床工が残置していることが確認できた。また、P3 橋脚のフーチングや P4 橋脚のケーソン基礎の確認もでき、計測点から約 25m の範囲まで調査可能であった。

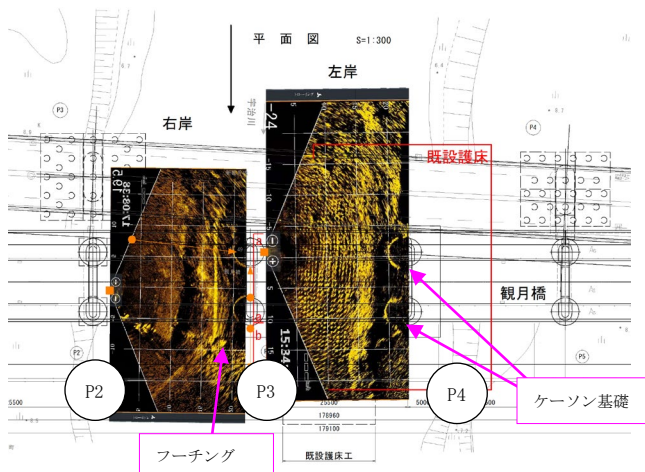


図-4 N ソナー計測図(平面図)

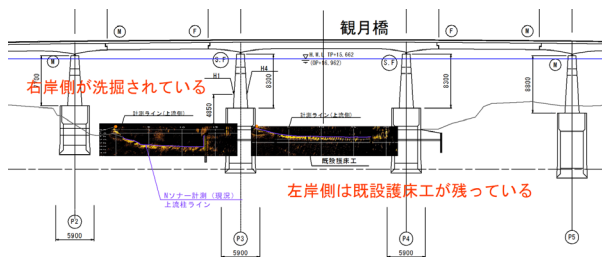


図-5 N ソナー計測図(側面図)

3. 耐震補強設計

ケーソン基礎は、基礎底面の支持だけでなく、基礎前面・側面の支持にも大きく期待する形式である。しかし、現状は、河床の洗掘が進み、既設ケーソン基礎の上部が露出した状況になっており、基礎の安定性が懸念されている。また、下部工の耐震性能照査を実施したところ、橋脚柱では、レベル 2 地震動時、橋脚基礎では、レベル 1 地震動時で、耐力不足という結果であった。こうした状況で、既設ケーソン基礎と補強部材の一体性をどのように確保するのか、H29 年の道路橋示方書へ可能な限り適応するためには、どのような構造改良を行う必要があるのか検討を行った。

補強構造を考えるに当たり、要求性能の整理を行い、要求性能を満足する構造とした。表-2 に要求性能と補強構造を示す。

表-2 要求性能と補強構造

要求性能①	基礎として安全な根入れの確保ができること	基礎
補強構造①	鋼管杭を用いてケーソン基礎より深く根入れさせる	
要求性能②	河積阻害を極力小さくできること	基礎
補強構造②	鋼管杭とケーソン基礎の分離を最小とする	
要求性能③	既設基礎の洗掘や損傷劣化を防止できる	基礎
補強構造③	ケーソン基礎を鋼管杭で囲み露出させない	
要求性能④	既設の2つのケーソンに個別の変形が生じないこと	橋脚
補強構造④	頂版でケーソン同士を連結する	
要求性能⑤	既設基礎が不安定でも変形が抑制できること	橋脚
補強構造⑤	橋脚をラーメン式から壁式に改良し剛性を向上させる柱の剛性を高め柱基部作用力を鋼管杭へ伝達させる	

基礎補強は、鋼管杭にて補強することにより、橋脚基礎として安全な根入れを確保し、鋼管杭により既設ケーソン基礎を囲み外部環境に露出させない構造とした。

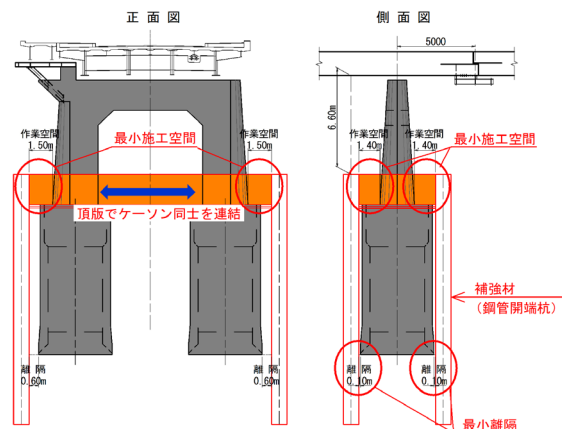


図-6 基礎補強概要図

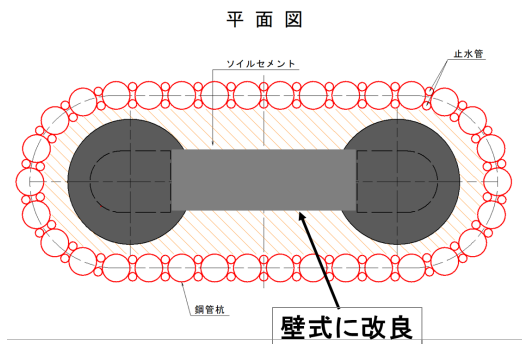


図-7 鋼管杭配置図

橋脚補強は、現況の2本柱から1本の壁式(小判型)に改良することにより、橋脚の剛性の向上を図った。柱の剛性を高め、柱基部の作用力を分散することで、頂版の局所変形を抑制でき、結果的に頂版の剛性を高めることになり、鋼管杭への力の伝達をより高めた。

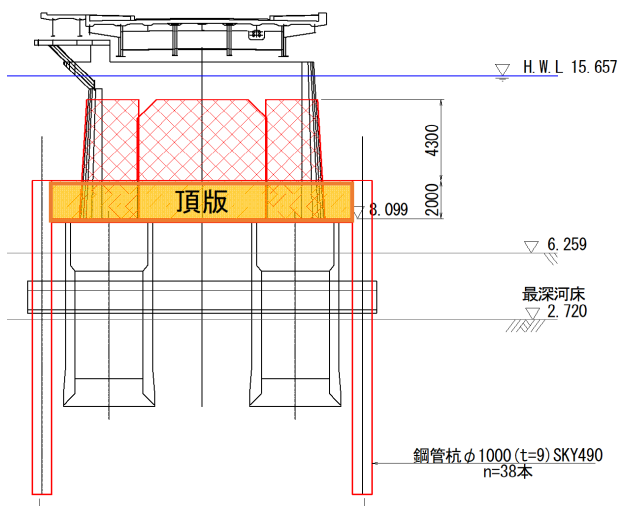


図-8 橋脚補強概要図

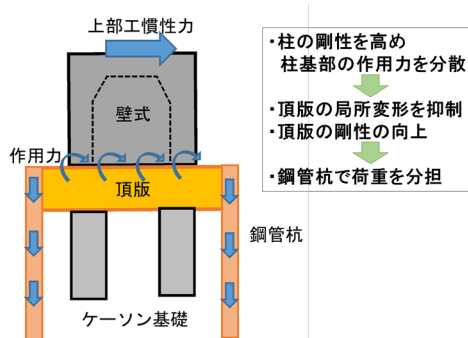


図-9 柱改良の効果

あとがき

魚群探知機を応用した N ソナーによる洗掘調査は、使用機材はコンパクトで、調査結果を現場ですぐに確認することが可能である。今回の調査結果では、河床の洗掘状況がはっきりと確認でき、観月橋同様に流速の早い河川だけでなく、水深が深く河床の把握が難しい河川等への活用が期待される。

洗掘対策を兼ねた下部工の耐震補強は、大規模な耐震補強設計となっている。ケーソン基礎の補強の事例が少ない中、この構造を今後の耐震補強設計の参考としていただければ幸いである。

最後に、本論文を執筆するにあたり、ご協力いただきました、国土交通省近畿地方整備局京都国道事務所の方々へ御礼申し上げます。

参考文献(または引用文献)

- 1) 国土交通省 道路局 国道・技術課：定期点検要領，H31.3
- 2) NETIS 掲載技術：QS-220006-A 魚群探知機を用いたダム貯水池3Dマッピング技術「Nソナー」
- 3) 国土交通省：国土交通省インフラ長寿命化計画(行動計画)，令和3年度～令和7年度，R3.6.18