

大規模河川を跨ぐ渡河橋の4車線化整備における 設計・施工・維持管理計画の取り組み事例

しかのこういち みなみぐち こうじ わたなべふみひと
鹿野光一¹・南口浩志¹・渡邊 史¹

¹パシフィックコンサルタンツ（株）（〒101-8462 東京都千代田区神田錦町3-22）

近年、高速道路の暫定2車線区間における4車線化整備事業が進行している。Ⅱ期線は構造形式こそⅠ期線で採用された形式と横並びになることが多いが、既設Ⅰ期線と近接した状況下における設計・施工計画やⅠ期線の損傷状況を踏まえた維持管理計画の策定など課題は多い。

本橋は、大規模河川を跨ぐ橋梁であり、低水路部橋脚は工期短縮を目的とし、国内有数の基礎形式である「狭幅型鋼管矢板基礎（立上り方式）」を採用している。本稿では、低水路部河床の局所洗掘に対応した設計や鋼管矢板基礎維持管理計画、ならびに、河川内の非出水期施工における工期短縮について検討した事例を紹介する。

Key Words：4車線化整備，局所洗掘，BIM/CIM，モニタリング，工期短縮

1. はじめに

高速道路整備事業¹⁾では、開通当初の交通量の見込みが少ない場合に、周辺道路ネットワーク網の整備状況や初期投資の低減を考慮し、暫定2車線整備とする場合がある。暫定2車線道路は、対面通行の安全性や緊急輸送路としての機能性に課題があることから、現在、4車線化整備事業が進行している。

Ⅱ期線は道路や河川などの交差物件の条件よりⅠ期線と同程度の支間割となる結果、構造形式がⅠ期線で採用された形式と横並びになることが多い。一方で、既設Ⅰ期線と近接した状況下における設計・施工計画やⅠ期線の劣化・損傷状況を踏まえた維持管理計画の策定など課題は多い。また河川内に橋脚を設置する場合は、水理量や河床高など架橋条件が変化するため、的確な予測と対策が必要となる。

以上の背景を踏まえ、本稿では、大規模河川を跨ぐ鋼10径間連続合成細幅箱桁橋（図-1）の橋梁詳細設計業務において各種検討を行った事例を紹介する。

2. 橋梁概要

表-1 橋梁諸元表

橋長	L = 886.00 m
支間長	90.75 + 7@90.00 + 82.00 + 80.50 m
幅員	10.70m(総幅員)，10.00m(有効幅員)
上部工形式	鋼10径間連続合成細幅箱桁橋（ラーメン構造）
下部工形式	張出式橋脚（P54, P55, P62, P63）， 壁式橋脚（P56-P61），逆T式橋台（A2）
基礎工形式	狭幅鋼管矢板基礎（P56-P61, φ1400） SC+PHC杭（P54-P56, P61-P63 φ1000， A2 φ600）

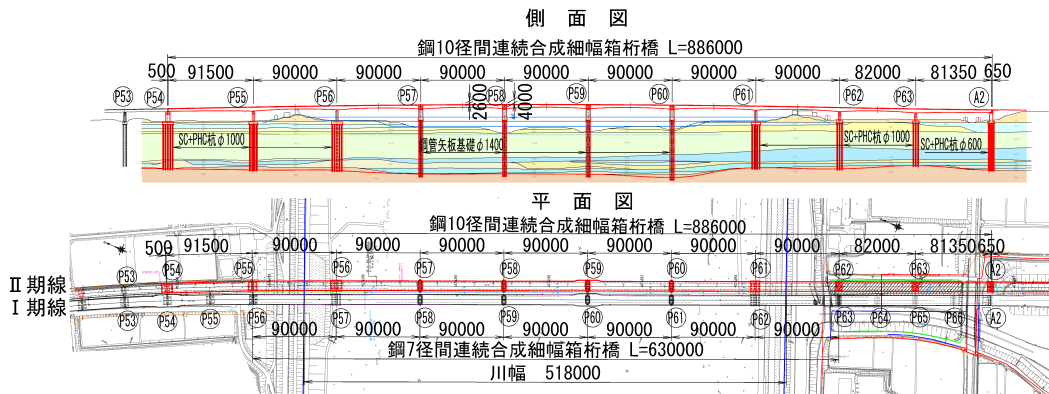


図-1 橋梁側面図・平面図

3. 鋼管矢板基礎の検討

(1) 狭幅型鋼管矢板基礎（立上り方式）の採用

I 期線における低水路部の橋脚基礎は、基礎となる鋼管矢板を施工時水位より上まで突出させ、かつ橋軸方向を河積阻害率に収まるように狭幅とした剛性の小さい基礎形式である「狭幅型鋼管矢板基礎（立上り方式）」を採用している。

本形式は、国内有数の基礎形式であり、鋼管矢板基礎形式としてよく用いられる仮締切兼用型タイプと比較し、井筒内掘削がないことから、工期短縮を図れることに大きく利点がある。II 期線においても工期短縮の観点より、I 期線と同様の狭幅型鋼管矢板基礎（立上り方式）を採用した。（図-2）

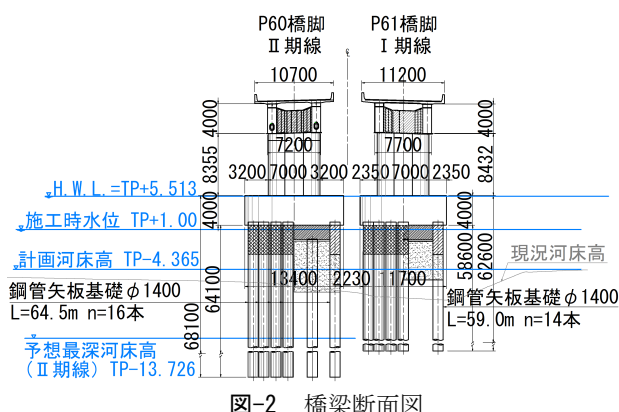


図-2 橋梁断面図

(2) 杭径・継手種類の比較検討

鋼管矢板基礎について杭径を比較検討した結果を表-2に示す。杭径は最も経済的であるφ1400を採用し、継手種類は水平変位を抑えることで基礎平面寸法を縮減することができ、かつ、経済性にも優れた縞鋼管高耐力継手を提案した。

表-2 杭径・継手種類の比較検討

基礎形式	狭幅型鋼管矢板基礎（立上り方式）			
杭径	φ1200	φ1400	φ1600	φ1400
継手種類	高耐力継手（隔壁無）	高耐力継手（隔壁有）	高耐力継手（隔壁有）	従来継手（隔壁有）
平面形状				
概算工事費	426,275	418,422	466,627	742,395
比率	1.019	1.000	1.115	1.774

4. I・II 期線併設時の局所洗掘検討

(1) 技術的課題

II 期線架橋にあたり、橋梁完成時における河川内の影響を評価するため河川水理検討を実施した。特に、II 期線橋脚設置による流速増・乱れに伴い、局所洗掘が進行する懸念があることから、影響手法及び対策を検討した。

(2) 課題解決策

a) 現況河床の把握

局所洗掘の検討に先立ち、現況河床を的確に把握するため、3Dレーザースキャナーを搭載したラジコンボート（写真-1）を用いた深浅測量（写真-2）を実施した。現況河床の点群データを取得し、BIM/CIMモデルに反映したすることで洗掘状況を分かりやすく可視化することで、関係者間で課題の共有を図ることができた。（図-3）



写真-1 ラジコンボート



写真-2 深浅測量



図-3 局所洗掘の状況（BIM/CIM）

b) 局所洗掘深の算定

「河川を横過する橋梁に関する計画の手引き（案）」²⁾に示される土研式を用いて、整備計画規模の洪水に対する局所洗掘深を算定した。平面二次元流況解析、深浅測量結果及び既往河床材料調査より、算定に必要となる諸元を設定したうえで、I 期線とII 期線が近接橋に該当するため修正係数による補正を行った。

局所洗掘深の算定を行った結果、II 期線のP58、P59橋脚で6.8mの洗掘が生じる。本算定結果より、局所最大洗掘深さはTP-12.720mであり、II 期線において想定している予想最深河床高TP-13.726mを下回らない深さであることを確認した。（図-4）なお、予想最深河床高は、架橋地点の前後5km区間より算出した最深河床高の包絡線より設定を行っている。

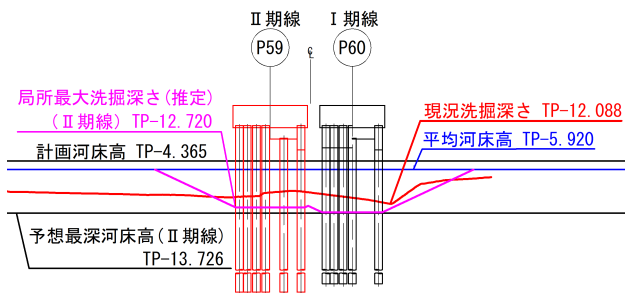


図-4 現況洗掘高と局所最大洗掘高（推定）

c) 局所洗掘に対応するための設計計画

局所洗掘深を下回る河床高として設定した予想最深河床高を設計地盤面とし、本設計地盤面からプラグコンクリート下面までは突出杭扱いで設計を行った。

(図-5) また低水路部橋脚基礎は、大規模地震で損傷を受けた際に復旧が困難であることから、L2地震時においても基礎は塑性化しない設計とすることで、大規模地震時においても復旧が不要な構造とした。

橋梁全体構造としては、高水敷及び陸上部橋脚と比べ、低水路部橋脚基礎の剛性が小さいため、橋脚と上部工は剛結することで、低水路部橋脚基礎に対して過大に変位が生じない構造とした。

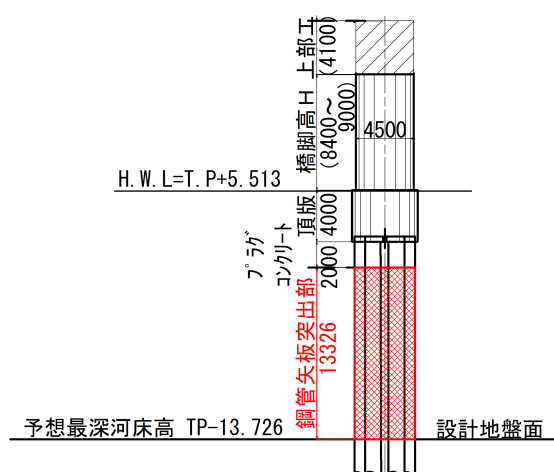


図-5 鋼管矢板基礎の突出

d) 局所洗掘の進展に伴う予防的な対策

深浅測量実施後に、大型台風（令和元年度台風19号）に見舞われたことから、局所洗掘の進展状況を確認するため、翌年に2回目の深浅測量を実施した。結果として、約1年間で洗掘深が40cm程度の進展があった。局所洗掘深の算定結果より、整備計画規模の洪水に対する局所洗掘深は条件を満足するものの、大雨等による中規模程度の出水が繰り返し生じた場合、将来的に予想最深河床高を上回る局所洗掘深となる可能性が否定できない状況であった。

洗掘の進展状況を踏まえ、設計で想定した予想最深河床高まで達しないようにするため、定期的なモニタリングを行い、予防的な対策を講じる計画とした。

5. 鋼管矢板基礎の維持管理計画

(1) 技術的課題

低水路部橋脚の基礎形式は、鋼管矢板が河床より上部に突出しており、乾湿繰り返しによる鋼管矢板の腐食が生じやすい構造である。そのため、I期線における鋼管矢板の劣化・損傷状況を確認し、適切な防食方法を検討した。また流木の衝突に伴い防食機能が毀損して局部的に腐食が進行するおそれがあるため、適切な防食方法のほかに必要に応じ、衝突に対する防護についても検討の必要性を確認した。

(2) 課題解決策

a) 調査点検の実施

II期線の維持管理計画策定にあたり、I期線鋼管矢板基礎の防食対策として、鋼管上端から4mの範囲（図-6）に施されている重防食被覆（ウレタンエラストマー）の近接目視点検を実施した。

調査内容は、外観目視調査に加え、塗膜の経年劣化あるいは流木等による擦り減り程度を確認するため、非破壊による膜厚調査とした。

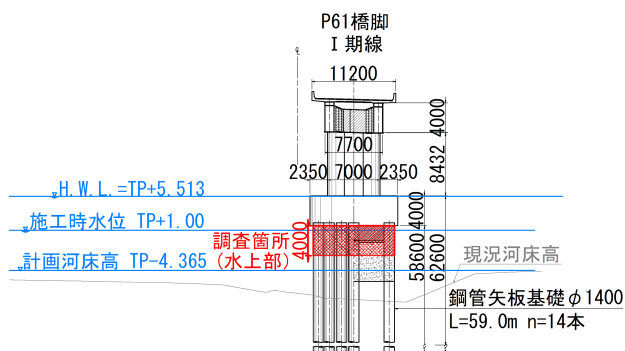


図-6 点検調査対象

b) 調査点検の結果

調査を実施した結果、上流からの流木等の影響による擦過傷や凹み（写真-3）が見られるが、損傷部においても残存膜厚は防食ハンドブック³⁾で標準としている2.5mm以上（写真-4）であり、腐食等は見受けられないことから健全であると判断した。

I期線の点検結果において腐食などの変状が確認されていないことから、II期線においても、I期線と同様の防食対策を施すこととした。



写真-3 流木等による当て傷



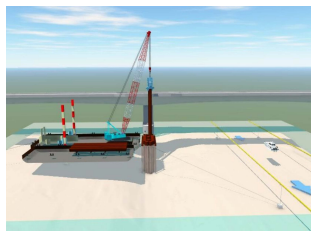
写真-4 膜厚調査

6. 工期短縮検討

(1) 技術的課題

本橋は大規模河川を跨ぐ大型橋梁であり、施工時期の大半が非出水期に限定されることから、路線工程のコントロールとなる。供用目標時期の制約から、大幅な工期短縮が求められたため、河川内橋脚6基及び上部工架設の河川内施工を2年間で実施する必要がある。本橋では、工期短縮を目的として、狭幅型鋼管矢板基礎（立上り方式）採用したが、前述の条件を満たすため、更なる工期短縮を行う方策に関して検討を実施した。

更なる工期短縮を実現するために、低水路部橋脚基礎は4基同時施工とし、鋼管矢板基礎打設（図-7）及び上部工架設（図-8）は構台等の仮設構造物を必要としない「大型クレーン付き台船による施工」を採用した。



低水路部基礎の杭長は約60mであり、上杭・中杭・下杭の3回に分けて打設が必要となるため、第1非出水期目の基礎・下部工工事が特にタイトな工程となる。そのため、第1非出水期目は大型クレーン付き台船を2隻用いて施工することで、当初は基礎打設～桁・合成床版パネル架設まで3非出水期の期間を要した工程を2非出水期内に収める計画とした。工事発注後に事業全体工程の見直しが生じないようにするため、工事発注予定時期を具体的に設定し、かつ、鋼管矢板製作期間は複数の関連企業にヒアリングを行い、板厚による製作期間の差異を反映することで、実現性のある工程計画とした。（図-9）

(1) 河川内橋脚の設計及び維持管理計画

本業務期間中においても大型台風に見舞われたように、近年の我が国は、風水害が頻発、激甚化している。しかしながら、低水路部橋脚基礎の定常的維持管理は予算や人手不足の影響により困難な状況となりやすいため、河床のモニタリングシステム構築や類似架橋環境のデータベース利用などの工夫が求められると考える。

本橋のように，施工時期の大半が非出水期に限定されるなかで工期短縮が求められる施工条件において，狭幅型鋼管矢板基礎（立上り方式）の採用と大型クレーン付き台船による施工は，ひとつの課題解決策として有用である。

また今後は、施工時に生じる手戻りを防止しつつ、施工者のノウハウや技術力を早期に投入できるECI方式⁴⁾の活用についても、更なる工期短縮の方法として有効であると考える。

- 1) 国土交通省 ホームページ <https://www.mlit.go.jp/>
- 2) (財) 国土技術研究センター：河川を横過する橋梁に関する計画の手引き（案），平成10年3月．
- 3) 鋼管杭協会：防食ハンドブック，平成28年3月．
- 4) 国土交通省：国土交通省直轄工事における技術提案・交渉方式の運用ガイドライン，平成27年6月

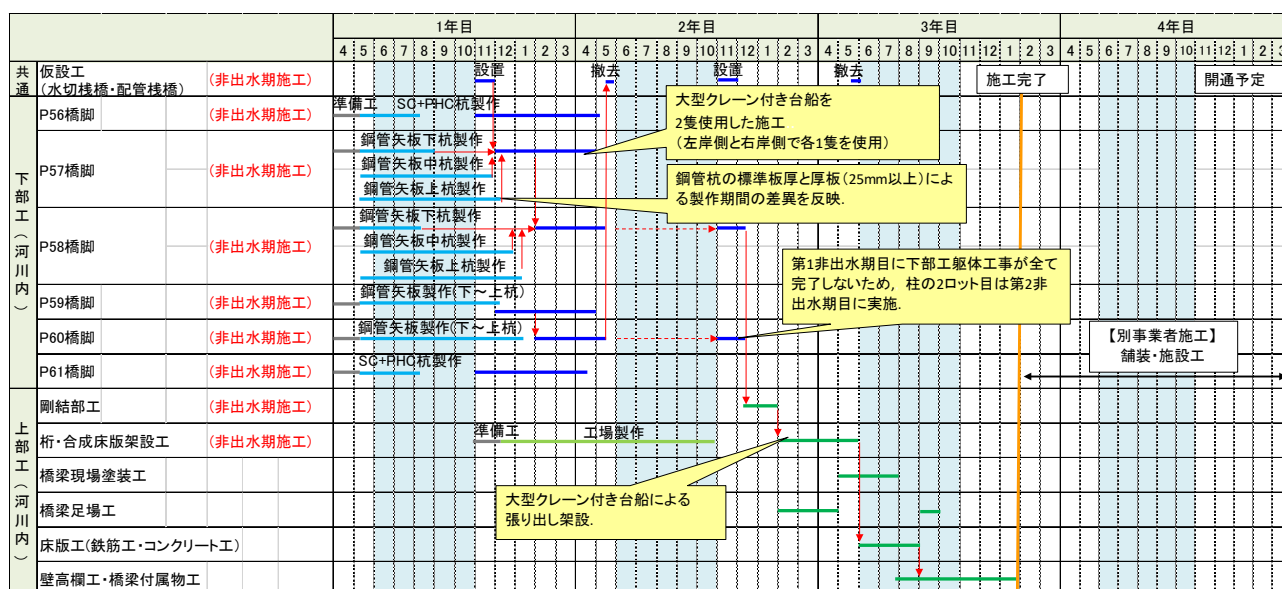


图-9 施工工程表 (河川内)