

三宝ジャンクションの桁再利用及び新旧橋脚一体構造

阪神高速道路(株)建設・更新事業本部大阪建設部企画・設計課 杉山 裕樹
(一財)阪神高速道路技術センター企画研究部調査研究課 茂呂 拓実
阪神高速道路(株)建設・更新事業本部堺建設部企画課 田島 祐介

要 旨

三宝ジャンクションは、建設中の大和川線と 4 号湾岸線を連絡するとともに、4 号湾岸線の大阪市内方面対応のみであった従来の三宝出入路を撤去し、4 号湾岸線の泉佐野方面対応、大和川線対応の機能も付加した新たな三宝出入路を組み合わせたジャンクションである。

本稿では、既設出入路部の改築事業について、撤去される既設出入路桁を再利用するために行った検討および既設橋梁の拡幅において縦目地を設けることなく、一体構造で拡幅するための検討結果を報告するものである。桁再利用においては、既設桁の健全性調査および線形検討、旧基準による桁の現行基準への対応、施工における配慮事項を、一体構造においては、既設基礎の補強方法、既設橋脚横梁の補強方法、さらには施工時における品質確認手法、検証結果について報告する。

キーワード: 三宝ジャンクション、耐震性鋼材、撤去桁再利用、橋梁拡幅、一体構造

はじめに

三宝ジャンクションは、大阪府堺市の臨海部に位置し、新設される大和川線と既設の阪神高速 4 号湾岸線とを連結するため新設されるフルジャンクションで、同時に大阪市内方面対応のみであった既設三宝出入路を撤去し、4 号湾岸線の関西空港方面対応、大和川線対応も付加するとともに街路接続位置も変更する事業である¹⁾。ここでは既設湾岸線への接続方法について報告する。大阪市内方面に対応した接続部は、既設の三宝出入口を改築する必要があった。一般に、道路線形が変更される場合は、橋梁単位で撤去・再構築が検討されるが、事業費の縮減、資源の有効活用、廃棄物の減少を期待し、既設桁の再利用を行った。また、関西国際空港方面に対応した接続部は、新たに接

続部を構築する必要があった。従来は、連結路等を既設橋梁に接続する場合、縦目地を設け別橋梁として接続するが、維持管理面やお客様サービスの観点から一体構造による拡幅を行った。以下に



写真-1 三宝ジャンクション全景

これら2つの設計コンセプトに基づいた設計と施工について述べる。

1. 既設鋼桁の再利用

1-1 橋梁概要

検討対象橋梁は、図-1 に示すような高速道路の入路橋の一部をなす鋼3径間連続鋼床版1室箱桁橋である。本橋は耐候性鋼材が使用されているが、建設当時（1980年）にはJIS規格が制定されていなかったため阪神高速道路公団において独自に定めた鋼材仕様（H-SMA材²⁾）である。なお、独自に規定したのは化学成分のみであり、鋼材の機械的性能は建設当時のJIS規格どおりである。既設桁の防錆処理方法は、外面は無塗装で、鋼床版上面および箱桁内面は塗装している。腐食代として箱桁下フランジで0.5mm確保されている。

1-2 既設鋼桁の健全性調査

近接目視点検において、鋼桁端部および支承部では、鋼材のうろこ状さびや、層状はく離さびが発生していたことから、再利用の可否を判断するため、鋼道路橋塗装・防食便覧³⁾を参考に詳細調査を実施した。調査位置（図-2）は、後述する線形上の再利用可能範囲を踏まえ、桁端部、端支点近傍（①）、支間中央付近（②、④）、中間支点近傍（③）とした。表-1 に調査結果を示す。さびの外観評価では、桁端部の下フランジ上面、断面①の山側ウェブ外面、山側下フランジ上面以外は外観評価が4であり、良好な状態であった。桁端部では、外観評価が1であり、伸縮装置に漏水跡が確認されたことからこれが原因となってさびが進行していると考えられる。また、断面①の山側ウェブ外面、下フランジは外観評価が2～3であったが、同断面の海側は外観評価が4であった。これは、対象桁の山側は対象桁に隣接した本線桁の影響により伸縮装置からの漏水が乾燥しにくい環境であったことが原因と考えられる。さび厚測定では、さびの外観評価にて評点3以下でさび厚が厚い傾向がみられ、さびが進行している状況が

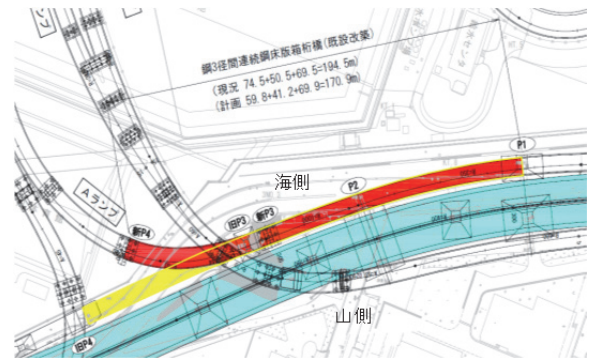


図-1 改築計画（黄色：既設，赤色：計画，水色：本線）

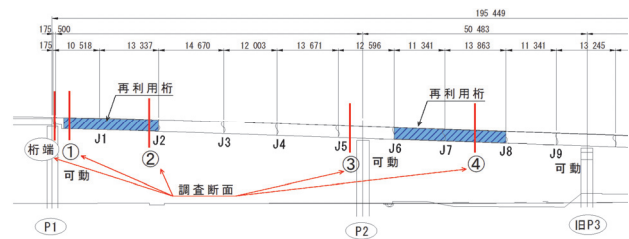


図-2 既設桁の健全度調査位置と再利用部位

確認できる。外観評点が4では、一定のさび厚となっており、良好な状態であると考えられる。付着塩分量は、桁端部の層状はく離が発生している箇所が他の箇所より相対的に多くなっていた（0.958%）が、外観評点4である支間中央付近の断面②、④の山側（0.680%、0.694%）と比較するとそれほど大きな差があるとはいえない。また、北神戸線での調査結果⁴⁾によると0.1%を上回ると外観評点2が生じる可能性があるとされており、それを上回るレベルである。しかしながら、北神戸線でのそれは外観評価4でも付着塩分量は0.4%程度の箇所もある。したがって、桁端部の層状はく離の原因は、付着塩分量による影響よりも、先述のとおり主として伸縮装置からの漏水と考えられる。これらの結果から桁端部およびその近傍を除けば良好な保護性さびが形成されており、再利用に対する問題はないと考えられる。桁端部では、外観評点が1であり、さびの層状はく離も発生していることから再利用はできないと判断した。なお、断面①の山側ウェブ外面および下フランジ上面で外観評価が2～3であったが、原因となる伸縮装置からの漏水対策を行うことで再利用可能であると判断した。

表-1 詳細調査結果

		桁端		断面①		断面②			断面③			断面④		
		評点	さび厚 (μm)	評点	さび厚 (μm)	評点	さび厚 (μm)	附着 塩分量 (wt%)	評点	さび厚 (μm)	附着 塩分量 (wt%)	評点	さび厚 (μm)	附着 塩分量 (wt%)
桁端	ダイヤフラムウェブ面	4	144	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	下フランジ上面	1	877	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
山側	鋼床版下面	-	-	4	149	4	142	-	-	-	4	94	-	-
	ウェブ外面	-	-	3	263	4	151	-	-	-	4	90	-	-
	下フランジ上面	-	-	2	296	4	202	0.680	-	-	4	172	0.694	-
海側	鋼床版下面	-	-	4	124	4	111	-	4	100	-	-	-	-
	ウェブ外面	-	-	4	137	4	82	-	4	86	-	-	-	-
	下フランジ上面	-	-	4	122	4	137	0.121	4	135	0.118	-	-	-

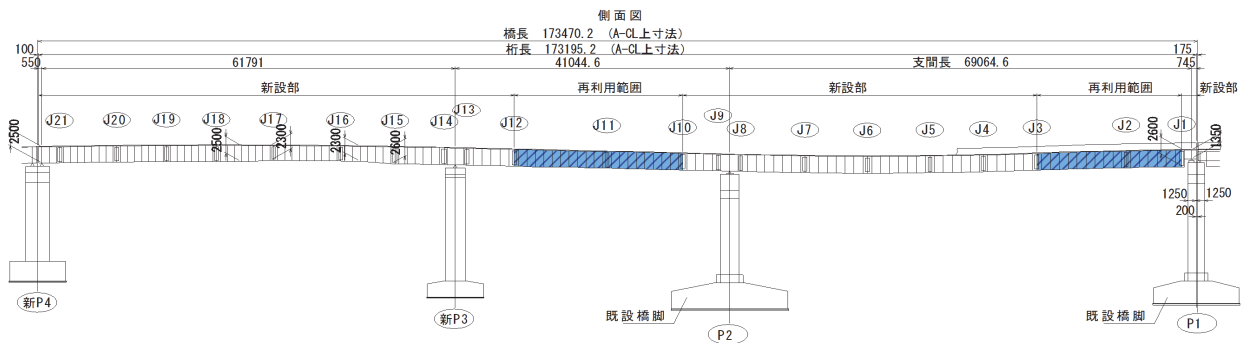


図-3 新設桁における再利用桁の位置（網掛け部）

1-3 既設鋼桁の再利用計画

(1) 再利用部位の検討

再利用にあたっては、平面線形や縦断線形、横断勾配を考慮し、再利用可能部位を選定した（図-2）。図-3に再利用桁の適用部位を示す。図中 J1～J3 は、平面線形、横断線形、縦断線形が既設桁と計画が同じであり、また、図中 J10～J12 は、平面線形、横断線形が既設桁と計画が同じで、縦断線形が異なるが、曲率が同じであるため再利用可能と判断した。なお、桁端部は、撤去桁は直線橋であったが、新しく計画する橋梁は、曲線橋であることから支点部に新たにアウトリガーを設ける必要が生じた。桁端部で既設部材が錯綜する箇所新たにアウトリガーを設置することは困難であり、また、前述のとおり耐候性鋼材の健全性に問題があったことから、桁端部は新設することとした。

(2) 再利用桁に伴う設計上の配慮事項

再利用する桁は、1980年の道路橋示方書⁵⁾等に基づいた設計であるが、再利用にあたっては現

行基準（例えば 6））を満足する必要がある。既設桁建設当時の設計荷重と大きな差がある項目として、活荷重、地震荷重、疲労設計の有無が挙げられる。

活荷重は、現行基準の B 活荷重となることから増大しているが、新設橋においては支間割が変更となったことから、照査の結果、既設桁が再利用可能であることが確認できた。地震荷重については、新設する桁端の支点部や落橋防止システムの設計に現行基準が適用されることで、旧基準との差異に対応することができた。

疲労設計は、既設桁ではなされていなかったが、改めて鋼道路橋の疲労設計指針⁷⁾に基づき疲労照査した結果、すべての部位で疲労限以下の応力範囲であり、疲労上の問題がないことが確認できた。ただし、本橋はバルブリーブ鋼床版であり、既設鋼床版での疲労損傷事例⁸⁾を踏まえ、図-4に示す山形鋼によるあて板補強を行った。

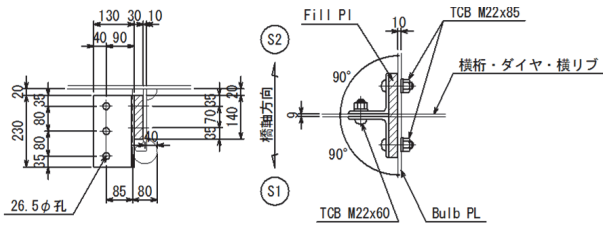


図-4 鋼床版縦リブと横リブ交差部の構造詳細

1-4 施工

(1) 再利用桁解体時の配慮事項

1) 壁高欄コンクリートの一体撤去

再利用桁の解体においては、部材に傷をつけないように最善の注意を払って施工を行った。まず、桁ブロック解体準備として、遮音壁パネルおよびアスファルト舗装を撤去した（写真-2）。壁高欄コンクリート撤去は、切断に時間がかかること、街路への排水が生じることから、最低限の鋼桁の継手部付近のみを乾式ウォールソーを用いて切断撤去（写真-3）し、桁ブロックを下ろしてから、現場ヤードにて残りの壁高欄を全量撤去する方法をとった。

桁ブロック解体は、まず足場とベントを設置し、継手部高力ボルトをナットランナーにより撤去した。内面タールエポキシ樹脂塗装や経年劣化によりネジ部の損傷がひどくナットが外れないボルトについては、ガス切断し、仮ボルトに差し替えた。鋼床版デッキプレートと壁高欄天端に部材吊金具取付け用孔を設け、鋼桁と壁高欄コンクリートを同時に解体撤去した。

2) 保護性さび表面の措置

撤去した部材は、現場ヤードに仮置きし、鋼桁表面を養生のうえ、レベルソーを用いて壁高欄を撤去した。側縦桁ウェブ面も養生を行っていたが、壁高欄切断時に発生するモルタル水の鋼材表面へ

の付着は避けられなかった。部材を工場に搬送した後、高圧水による洗浄を行ったが保護性さび内に侵入したモルタル粉を完全に除去することができなかつたため、側縦桁ウェブ面には、新設桁ブロックと同様のさび安定化処理剤を塗布することとした。

工場ヤード保管時および仮組時において、継手部摩擦接合面から初期さびが発生し、廻りの良好な保護性さび表面に付着した。また、ベントやヤードでの仮受点では、桁ブロックの自重により、下フランジ下面の保護性さびがつぶされ、若干、受け点の跡が残ってしまった。しかし施工後には時間をかけて消えていくものと思われる。

3) その他留意点

工場保管時には、再利用桁ブロック周りにバリケードを設置し、作業員以外は立ち入り禁止とした。また、通常行う工場部材横持ちのための部材マークや部材方向のチョークでの記載は行わないよう注意喚起した。

(2) 再利用桁の補修、改造

箱桁内面塗装はタールエポキシ樹脂塗装であったが、局所的な損傷はあるものの塗膜としては良好な状態であったため、塗り重ね性を確認して、無溶剤形変性エポキシ樹脂塗装による部分的な補修塗装を施した。また、箱桁内面の鋼床版下面は、当初建設時のグースアスファルトによる熱影響を考慮して、タールエポキシ塗装ではなく、ジンクリッチペイントのみが塗布されていた（写真-4）。この部位も全般的に健全であったため、その上からパワーツール法によるケレンののち、変性エポキシ樹脂塗装を施した。

再利用桁は、現行設計で標準仕様となっている箱桁下フランジの結露水排出のための導水板、お



写真-2 舗装撤去



写真-3 壁高欄撤去



写真-4 箱内状況



写真-5 排水設備追加

よび水抜き孔がないため、下フランジに水抜き穴を設けるとともに、導水板を下フランジ上面にエポキシ系接着剤で取付けた（写真-5）。なお、溶接による取付では外面の保護性さびを損傷させてしまうことから、強度部材ではないこと、箱桁内部での設置であり、万が一の落下の心配がないことを鑑み、接着剤を採用した。

(3) 再利用桁の精度確保

再利用桁と新設桁との継手部の品質確保、桁全体形状の出来形精度確保のため、工場に持ち帰った再利用桁も合わせて仮組立を行った。再利用桁は、撤去前に比べ、縦断線形が異なることや、路面の平面曲率の違いによる箱桁のねじれキャンバーが付加されていない等により、設計値に対して部材寸法に誤差を持っているため、継手部で誤差吸収する方法を検討した（図-5）。

工程上、本橋の原寸作業時点では、再利用桁の撤去が完了していなかったため詳細な実測寸法がなかった。そこで再利用桁範囲については、当初建設時の図面から原寸 3D データを再現し、縦断勾配の摺り付けシミュレーションを行い、この結果を設計値として、部材計測箇所や、継手部付近の調整代を付加する箇所を決定した。

その後、再利用桁が工場に搬入されてから基本形状の確認と、取合部の継手部の断面形状、ボルト孔の配列、縦リブ間隔等を計測した。この計測結果をもとに隣り合う新設部材の部材長、形状の

誤差吸収を行った。また、再利用桁のボルト孔配列は全個所の孔位置を計測し、新規製作する添接板に反映した。加工データへの反映が困難なデッキプレート重ね継手ボルト配置については、当てもみ等の現物合わせとした。

再利用桁と取り合う断面は、新設側ブロックの端部から 500mm 程度の区間のフランジとウェブの溶接を残しておき、再利用桁の断面形状の計測後に溶接することで両者の断面形状を合わせることができた。

以上の継手部の誤差吸収方法の実施と仮組立による全体形状の確認により、本橋の架設に関しては、新設桁と同様の精度で問題なく行うことができた。写真-6 に完成状況を示す。



写真-6 再利用桁を含む鋼桁の完成状況

2. 拡幅における既設橋梁との一体化構造

2-1 既設基礎構造に対する補強設計

拡幅部と既設構造物の一体化構造と補強概要を図-6 に示す。新設ジャンクションの上部構造を供用中の湾岸線上部構造と一体拡幅したため、上部構造の重量が増加した。これに伴い、既設の場所打ち杭及びフーチングを照査したところ、場所打ち杭は、常時・L1 地震時の杭体応力度、L2 地震時の曲げ耐力及びせん断耐力が満足せず、既設フーチングは、L2 地震時の曲げ耐力及びせん断耐力の照査のほとんどが満足しない結果となった。なお、既設基礎構造は、昭和 55 年制定前の道路橋示方書が適用されており、地震の影響は震度法

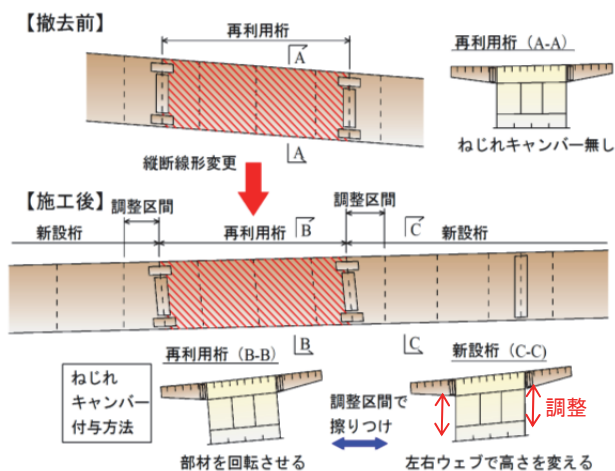


図-5 再利用桁の縦断線形、ねじれキャンバーの擦りつけ

レベルの設計水平震度(kh=0.24), コンクリートの許容せん断応力度は現行基準(0.23N/mm²)より大きな値(0.70N/mm²)が使用されている。

新設する下部構造は, 側道, 防潮堤, 送泥管および電線管との取り合いを考慮した結果, 図-6に示す左側(Cランプ)の新設フーチングを既設フーチング側に寄せて設置する必要があり, 両フーチングが近接するため, 既設基礎の補強対策も兼ねてフーチングを一体化する構造とした。

また, 市道を既設橋脚の反対側に迂回させることが可能となったため, 橋軸方向にも基礎杭の増設が可能となり, 増杭工法による既設場所打ち杭の耐震補強と増厚工法による既設フーチングの耐震補強を実施した。

(1) 既設場所打ち杭の補強設計

1) 増杭(鋼コンクリート複合杭)の概要

新設フーチングの設置可能範囲および杭の打設可能な本数は限られており, 所要の補強性能を満足するためには, 増杭に「曲げ剛性や耐力の大きい杭」を用いる必要があった。同時に「空頭制限」「地中障害物」「重要構造物近接」という施工上の課題も解決する必要があった。これらの条件を検討した結果, 鋼管杭を短尺に分割し, 先端に掘削ビットを取り付け, 全周回転型オールケーシング工法の要領で地中障害物を切断しながら圧入し, 鋼管内部全長を掘削・洗浄してコンクリートを充填する構造・工法を採用した(図-7)。この工法では, 鋼管を引き抜く必要がなく, 近接する重要構造物への影響も最小限に抑えることが出来る。

2) 鋼コンクリート複合杭の設計方針

杭頭付近の曲げモーメントおよびせん断力に対しては, 鋼管とコンクリートとの合成断面で抵抗するものとし, 両者の付着を確保するため, 内面リブ付き鋼管を杭軸直角方向の抵抗に関与する地盤の範囲 $1/\beta$ (β :基礎の特性値)に使用した。それ以降は鋼管断面のみで抵抗するものとした。

杭先端の極限支持力度は, 鋼管内部にコンクリートを充填することから中掘り杭工法(コンクリート打設方式)の値を採用した。また, 最大周面摩擦力度は, 先端に掘削ビットを取り付けた鋼管

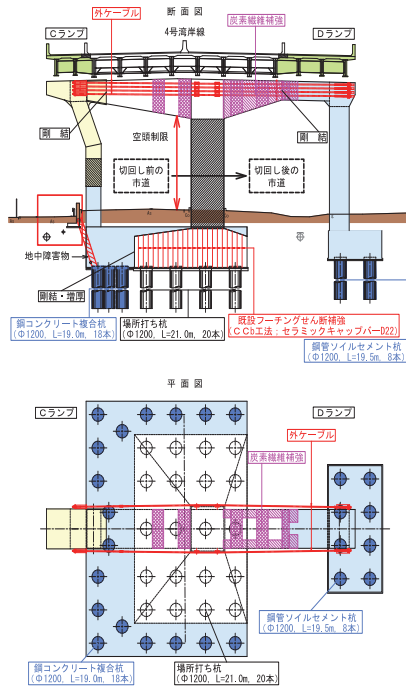


図-6 一体化構造と補強概要

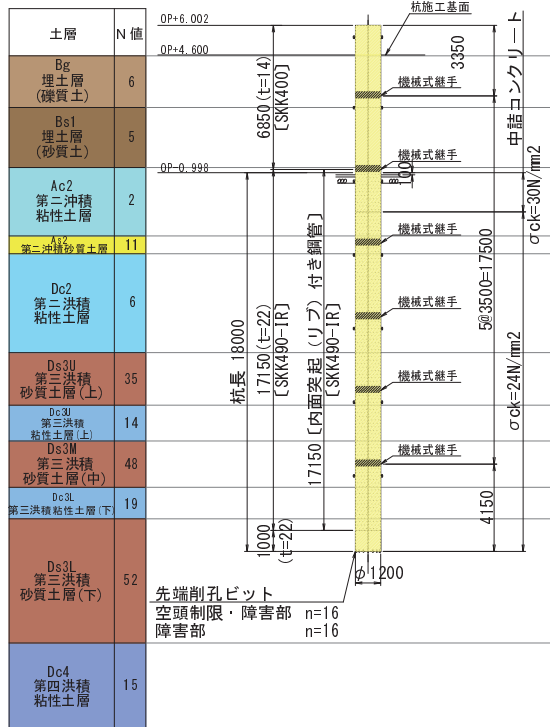


図-7 鋼コンクリート複合杭

杭を切削圧入することから類似する杭の載荷試験結果⁹⁾を参考に中掘り杭工法の値を採用した。

杭の軸方向ばね定数は、杭本体の軸剛性が高く、鉛直荷重に対する挙動が場所打ち杭と同様（杭頭変位に占める杭先端地盤の変位の割合が高い）と想定されるため、場所打ち杭工法の推定式を採用した。

3) 増杭補強の設計結果

鋼コンクリート複合杭（鋼管板厚 22mm、杭径 $\phi 1.2\text{m}$ ）と同径の場所打ち杭（配筋 D35-24 本）との性能比較（計算値）を表-2 に、湾 P132 橋脚の増杭配置を図-6 に示す。湾 P132 橋脚では、20 本の既設場所打ち杭に対して、新設橋脚の基礎杭を兼ねた増杭の本数は 18 本となった。仮に、同径の場所打ち杭を用いて増杭を実施した場合、増フーチングの重量増も影響して必要本数は 24 本となり、施工可能な用地範囲内に構造物を収めることが不可能であった。なお、新設杭の杭長は新たに行った土質調査結果に基づき設定した。

(2) 既設フーチングの補強設計

1) 曲げモーメントに対する補強

L2 地震時にフーチング上面側の主鉄筋が不足するため、上面を増厚して主鉄筋を追加配置した。増厚量は、必要土被り約 1.5m を確保し、かつ増厚部に鉄筋を配置可能な厚さ 150mm とした。

2) せん断力に対する補強

せん断補強には、既設構造物の耐震補強を目的として開発された後施工セラミック定着型せん断補強鉄筋 (CCb 工法) を採用した (写真-7)。構造物を削孔し、ねじふし鉄筋の両端にセラミック定着体を取り付けたせん断補強筋を挿入してグラウト材で一体化する補強方法である。削孔による構造物への影響を極力軽減するため、使用鉄筋径は CCb 工法の最大径 D22 (施工当時、現在 D32) とした。

2-2 既設橋脚横梁に対する補強設計

(1) 既設橋脚梁部の補強設計

新旧横梁の一体化によって T 型橋脚からラーメン橋脚に構造形式が変化し、新設と既設の接合部

表-2 鋼コンクリート複合杭の性能

杭種	曲げ剛性 (kN/m^2)	杭の軸方向 ばね定数 (kN/m)	極限支持力 (kN)	曲げ耐力 ($\text{kN}\cdot\text{m}$)	せん断耐力 (kN)
場所打ち杭	$2,544 \times 10^3$	532,236	9,656	2,261	1,293
複合杭	$4,775 \times 10^3$	760,153	5,550	5,526	11,046

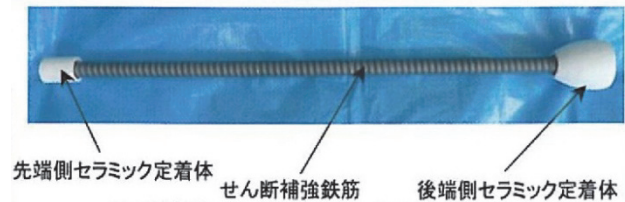


写真-7 セラミック定着型せん断補強鉄筋 (CCb)

には新たに断面力が生じるため、接合部に生じる曲げモーメントおよびせん断力に対する補強を実施した。

1) 曲げモーメントに対する補強

既設橋脚横梁は PC 構造で、多数の内ケーブル PC 鋼材が配置されている。横梁の接合方法および曲げ補強方法は、既設横梁への削孔等の改変が最小となるよう決定した。横梁の接合は、横梁先端部のコンクリートを研って鉄筋を露出させ、軸方向鉄筋に新設の鉄筋を溶接接合した。接合する軸方向鉄筋が不足する場合には、既設横梁先端部に後施工の鉄筋アンカーを設置し、新設側の鉄筋と重ね継手で接合した。曲げ補強は、両端の新設橋脚横梁間に外ケーブル PC 鋼材を配置する構造とした。

2) せん断力に対する補強

せん断力に対する補強方法として、炭素繊維シートおよび鋼板による補強が挙げられる。鋼板による補強では橋脚横梁側面を削孔して定着する必要があるため、炭素繊維シート補強を採用した。炭素繊維シートの巻き立ては、閉合型の 4 面巻きを基本とし、支承と干渉し閉合出来ない範囲には 3 面巻きを採用し、既往の設計事例を参考に補強効率を低減することでその影響を考慮した。

3) D ランプ (閑空方面からの出路) の部分供用

図-6 の左側の C ランプの橋脚を施工する前に D ランプを部分供用する。部分供用中の活荷重時および L1・L2 地震に対して必要な量の外ケーブル補強を C ランプ橋脚架設前に施工するために、既

設横梁に削孔等を必要とせず、かつ先行して施工するせん断補強用炭素繊維シートとの干渉を回避出来る、仮設の鋼制定着体を開発した（特許出願中）。この定着体は、縦締めPC鋼材で橋脚横梁を上下に挟み込むように緊張し、既設橋脚横梁との間の摩擦力を利用して外ケーブルの緊張力に抵抗する構造である（写真-8、写真-9）。Cランプ橋脚を架設し、接続具を用いて外ケーブルを延長して本設の定着体に盛り替えた後に撤去した。

(2) 鋼製橋脚部の設計

Cランプの橋脚は、側道及び防潮堤との干渉を回避するために、柱部がくの字に屈曲した鋼製橋脚とした。

柱基部はRC橋脚との複合構造とし、既設橋脚横梁との連結には、先行工事で実績のある鋼殻梁接合方式を採用した。梁部には、外ケーブルの定着部を有することから、鋼製橋脚と既設橋脚の梁連結部に着目した3次元FEM解析を実施し、外ケーブル定着部及び鋼製橋脚隅角部に発生する応力性状を確認し、部材配置および寸法の妥当性を確認した（図-8）。解析モデルは、橋軸方向橋脚中心位置に対称条件を設定した1/2モデルとし、鋼製橋脚部はシェル要素、複合部はソリッド要素でモデル化した。また、梁連結部の支圧面接合部には接触要素を配置し、橋脚の柱接合部は完全結合とした。

2-3 施工

(1) 鋼製橋脚部の設計

鋼コンクリート複合杭は、その施工例が少ないことから通常のオールケーシング工法における施工管理に加え、鋼コンクリート複合構造として必要な杭体品質を確保するための品質管理手法を試験施工で検証した。

1) 鋼管内洗浄機および水中カメラによる確認

圧入が完了した鋼管内に、写真-10に示す鋼管内洗浄装置をクレーンで吊り下げて鋼管内を上下移動し、高圧洗浄水の噴射で鋼管内面の付着土砂を洗浄した。また、洗浄機の先端にはワイヤーブラシを設置し、機械的な土砂除去も試みた。管内

清掃状況は水中カメラを用いて確認した。スライム低減策として管内水を循環浄化しており、水の

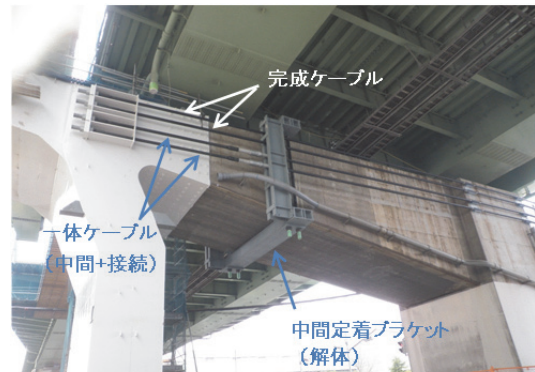


写真-8 外ケーブルと中間定着体



写真-9 外ケーブル補強完成状況

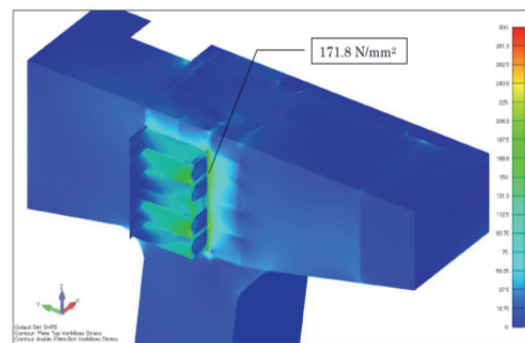


図-8 鋼製橋脚部3次元FEM解析



写真-10 鋼管内洗浄機（左）、管内洗浄状況（右）

濁りは清水に近く、鮮明な画像が得られた。

2) コンクリート打設時の品質確保

充填コンクリートの配合は、場所打ち杭にも使用される 30-15-40BB である。なお、水中打設となる部位は、設計基準強度を $24\text{N}/\text{mm}^2$ に低減している。杭底に沈殿するスライムをサンドポンプで十分に除去したのち、トレミー管を鋼管底部まで配管しコンクリートを打設する。事前検討の結果、内面リブ付き鋼管の下端深度までコンクリートを打設することで、杭下端でのボイリングを抑止できることが確認されたため、当該範囲を水中打設した後、鋼管内を排水し、鋼管とコンクリートとの合成断面で抵抗する内面リブ付き鋼管部は、気中でコンクリートを打設した。

(2) 鋼コンクリート複合杭の載荷試験

鋼コンクリート複合杭は、道路橋示方書⁶⁾に記載の「過去にあまり経験のない種類、工種の杭」に当たるため、実杭を用いて載荷試験を実施した。押込み試験により「計画最大荷重を上回る設計支持力を有すること」を、水平載荷試験での変位と荷重の関係により「杭と地盤の間にゆるみ無く変位の小さい段階から水平地盤抵抗を確保していること」を確認した¹⁰⁾。

(3) 既設フーチングのせん断補強

今回採用した Ccb 工法では、Ccb を挿入するための削孔径が $\phi 36$ (D22 の場合) と小径で、削孔深さは最大 4m と深深度となる。挿入孔の削孔と Ccb 挿入の可否、削孔時の既設フーチングへの影響の有無を検証するため、実施工に先立ち試験施工で検証した。

せん断補強鉄筋は下面側主筋 (2 段配置) の図心位置まで削孔して配置することが基本であるが、実施工では削孔時に上段の主筋と干渉し、高止まりする割合が約半数となった。この事象は施工前から想定されており、これらを排除して所定の深さに到達する挿入孔を必要本数削孔する場合、削孔数が増え、既設フーチングの状態悪化に繋がりがかねない。設置深さがせん断補強効果に与える影響を試算した結果、フーチングの部材厚 (有効高) が大きいことから、その影響はわずかであること

が確認できた。これにより、削孔数をできるだけ少なくするために、実施工では鉄筋に干渉した挿入孔にも Ccb を配置し、施工終盤にフーチング全体として不足したせん断耐力を算定して追加配置を実施した。また、削孔位置と削孔深さの関係を随時記録して下面側主筋位置を想定し、鉄筋と干渉する本数が最小限となるよう施工を行った (写真-11)。



写真-11 Ccb(白く見えるのがセラミック定着体)と増厚部配筋状況

おわりに

本稿では、建設中の阪神高速大和川線を既設の湾岸線に接続する事例について、耐候性鋼材を用いた既設鋼桁の再利用および既設橋脚拡幅に伴う補強構造を報告した。前者では、既設部材の健全性を適切に評価し、健全な部材は再利用することで限られた事業費や資源を有効活用、さらには廃棄物を減少させ、環境負荷の低減に資することができた。後者では、基礎を含め既設橋脚を活かしながらの梁、柱、基礎の補強を実現した。

高速道路などの道路インフラの量的整備が進められる中、新たな建設事業は今後少なくなると予想されるが、老朽化に伴う大規模更新や自動車専用道路のジャンクション化など既存構造物を更新・改築する事業が増加していくものと予想される。そのようななか、本稿で報告した事例が少しでも参考となれば幸いである。

最後に、本設計・施工にあたり数々のご助言、ご指導いただきました関係者の皆様、丁寧な施工をされた関係者の皆様に対し、ここに深く感謝の意を表します。

参考文献

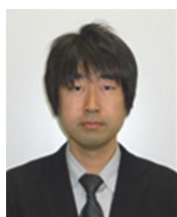
- 1) 金治英貞, 中島隆, 茂呂拓実, 田畑晶子, 杉山裕樹, 篠原聖二: 大阪都市再生環状道路等におけるジャンクション橋梁の設計コンセプトと構造計画概要, 橋梁と基礎 (2014) 2月号
- 2) 阪神高速道路公団, (財) 阪神高速道路管理技術センター: 耐候性鋼材の橋梁への適用性に関する調査研究報告書, 1996.3.
- 3) (社) 日本道路協会: 鋼道路橋塗装・防食便覧, 2005.12.
- 4) 橋本国太郎, 高田佳彦, 米谷作記子, 杉浦邦征: は新高速道路 7 号北神戸線における耐候性鋼橋の防食機能に関する詳細調査の分析, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol.68, No.1, pp.124-135, 2012.
- 5) (社) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説, 1980.5.
- 6) (社) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説, 2002.3.
- 7) (社) 日本道路協会: 鋼道路橋の疲労設計指針, 2002.5.
- 8) 阪神高速道路株式会社, (財) 阪神高速道路管理技術センター: 阪神高速道路における鋼橋の疲労対策, 2012.3.
- 9) 平田尚, 鈴木崇, 松井延行, 安岡博之: 回転圧入工法 (ジャイロプレス工法) の支持力性能 (その1), 土木学会第 64 回年次学術講演会, III-129, pp.257-258, 2009.
- 10) 山崎大介, 小林寛, 田島祐介, 南浩郎: 回転圧入コンクリート充填工法による鋼管杭の鉛直載荷試験, 土木学会第 69 回年次学術講演会, III-058, pp.115-116, 2014.

REUSE OF WEATHERING STEEL GIRDERS AND REINFORCEMENT OF INTEGRATED PIERS FOR THE SAMBO JUNCTION BRIDGES

Hiroki SUGIYAMA, Takumi MORO and Yusuke TAJIMA

This paper describes corrosion investigation on the existing weathering steel bridge girders, design of the bridge reconstruction using these girders and reinforcement of the integrated piers. The results of the investigation showed that the weathering steel at the girder ends was heavily damaged due to water leakage from the expansion devices of the bridge, while other girders were found in acceptable condition. The components in good condition were examined for reuse in terms of alignment, consistency with the current standards and methods for required reinforcement. Design and construction of the reinforcement of the integrated piers are also reported.

杉山 裕樹



阪神高速道路株式会社
建設・更新事業本部
大阪建設部 企画・設計課
Hiroki Sugiyama

茂呂 拓実



(一財) 阪神高速道路技術センター
企画研究部 調査研究課
Takumi Moro

田島 祐介



阪神高速道路株式会社
建設・更新事業本部
堺建設部 企画課
Yusuke Tajima