

3 号神戸線湊川出入路のジャンクション化構造概要

阪神高速道路(株)建設事業本部建設技術課(神戸設計担当) 大嶋 昇
阪神高速道路(株)建設事業本部建設技術課(神戸設計担当) 藤原 健

要 旨

現在事業中の神戸山手線(南伸部)と供用中の神戸線との接続は、3号神戸線湊川出入路を改築し、神戸線大阪方面との連結路を設置することによりジャンクション化を行う。ジャンクション化計画は、既設構造物を最大限活用する方針で検討を行い、既設の出入路一体構造の入り路あるいは出路部分の一方を撤去し、撤去位置に神戸山手線連結路を新設、撤去したランプを再構築することとしている。

本稿では、3号神戸線湊川出入路の既設構造物を最大限活用し、湊川出入路の交通機能への影響を最小限にとどめた改築計画に基づき決定された出入路及び連結路の構造概要について報告を行うものである。

キーワード:JCT, 改築, 電気防食, 複合構造

はじめに

社会資本整備財源の逼迫と行政改革が行われている今日、阪神高速道路整備においても資産、財源の有効かつ合理的な運用が求められている。また、昨今の地球温暖化対策の取組として、二酸化炭素削減目標が設定されるなど廃棄物を削減し、環境に配慮して事業を進めることがますます重要となってきた。

神戸山手線(南伸部)は、平成15年8月に供用した31号神戸山手線の南延伸部として計画されており、神戸市長田区蓮池町～同区南駒栄町までの約1.8kmをトンネル構造で構築する。当該路線は、供用中の高架構造の3号神戸線と立体接続するために、3号神戸線湊川出入路と連結路を一体的に整備しジャンクション(以下、JCT)を構築

することとしている。JCT構築にあたっては、出入路を含め全てを新設とした場合、高コストになるだけでなく、出入路の通行止めが長期間となり、お客様サービスの低下、社会的な影響が懸念される。また、当該施工箇所においては、河川区域内での施工も伴うことから施工可能期間が制約されるため工事期間を長期化する要素を含んでいる。そこで当該JCT構築にあたっては、近年の社会情勢を踏まえ、既設構造物を最大限活用することにより工事費用の縮減、出入路通行止め期間及び施工期間の短縮を実現することが求められる。

本稿では、湊川出入路の既設構造物を最大限活用し、湊川出入路の交通機能への影響を最小限にとどめた改築計画に基づき決定された出入路及び連結路の構造概要について報告を行うものである。

1. 湊川 JCT 計画概要

神戸山手線と神戸線を接続する連結路は、図-1の計画概要図に示すとおり、既存の神戸線湊川（東行・西行）出入路の間を割り込む位置に計画されている。そのため、湊川出入路を JCT へ改築するために供用中のランプの改築もしくは撤去・再構築を行い、神戸線大阪方面との連結路の新設を行う。



図-1 湊川 JCT 計画概要図

2. 神戸線湊川出入路現況

湊川出入路の改築前の状況は、写真-1 及び図-3 に示すとおりである。湊川東行出入路の構造は、神戸線との接合部となる曲線桁橋と出入路一体構造の単純 RC 中空床版橋（ホロースラブ）5 連から構成されている。曲線桁橋のうち、入路部は平成 7 年の震災時に損傷し 2 径間連続鋼床版箱桁橋として復旧されており、出路部は昭和 43 年の建設時から変わらず 2 径間連続非合成箱桁橋として供用している。また、下部工については、震災後

に耐震補強が行われているが、東出 P3 橋脚は、神戸山手線本線の開削トンネルを構築する際、JCT 化後の出路線形を考慮の上、開削トンネル函体頂版と一体構造として再構築を行っている。

一方、湊川西行出入路の改築前の構造は、神戸線との接合部となる曲線桁橋と出入路一体構造の鋼単純合成鉄桁橋 6 連から構成されている。出入路の曲線桁橋は、ともに平成 7 年の震災時に損傷し 2 径間連続鋼床版箱桁として復旧されている。一体構造部は、震災時には損傷せず、東行の一体構造部と同様に建設後約 40 年以上が経過している。西行出路は新湊川右岸の河川区域を縦断的に占用しており、西共 P7～P10 橋脚は、橋脚側面が河川護岸の前面と一致していることから、護岸の機能も有している。そのため、非出水期（11 月～5 月）内の施工が基本となる。また、改築後の西行入路での橋脚のうち、西入新 P1,2 橋脚は、構築済みの本線の開削トンネル函体頂版と一体構造となるように構造対応されている。

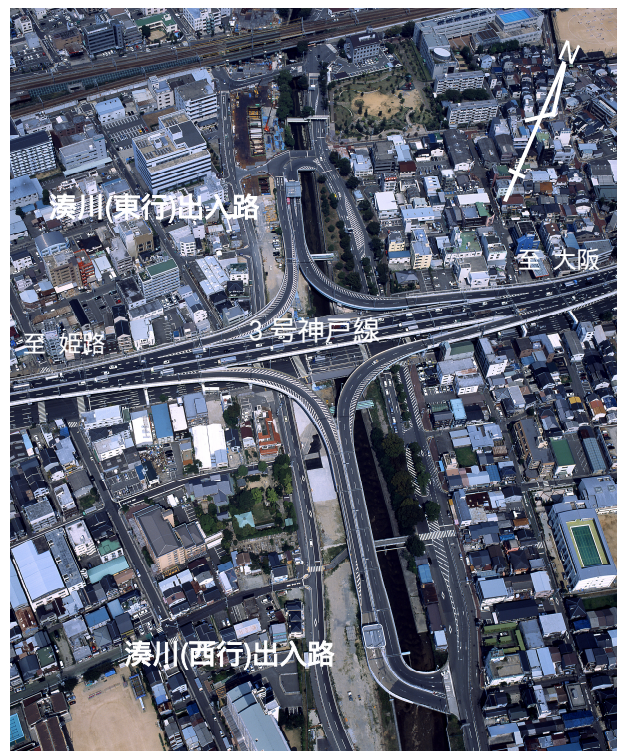


写真-1 湊川出入路（改築前）

3 . 改築検討 ¹⁾²⁾

当該 JCT 計画の検討方針は、工事施工規模の抑制、経済性、通行止め期間の短縮に配慮し、既設構造物を最大限活用することである。具体的には、コストと工期あるいは通行止め期間を制約条件として、新設構造として構築する範囲と既設出入路構造を改築・流用する範囲を検討することである。無論、検討に際しては、既設出入路構造の健全性調査等を行い、流用の可否を踏まえての検討を行った。図-2~3 に改築計画図を示し、表-1 に検討案の比較を示す。検討案の比較は、全橋撤去の後、出入路及び連結路の線形に合わせて、橋梁を新設する計画案を【案1】と既設桁を最大限に活用した計画案【案2】の比較をしている。比較検討した各々の構造概要は、以下の通りである。東行出入路部の【案1】では、入路及び連結路は、P5-7

間を2径間連結プレテンションホロー桁、P7~は擁壁形式、出路は単純鋼製床版箱桁としている。

【案2】では、入路、連結路、出路いずれも、既設 RC フォロースラブを使用し、出路の拡幅部は土工構造としている。一方、西行出入路部においては、後述する改築概要において、全てを新設として構築した場合が【案1】であり、既設桁を流用して構築した場合が【案2】である。

結果として、両案とも工期はほぼ同じであるが、【案1】の場合、出入路の通行止め期間が1年以上、最大約2年と長期に渡る。【案2】の場合、【案1】と比較して、東行においては、入路で通行止めが不要、出路では通行止め期間が大幅に短縮し約3ヶ月となり、工事費も縮減することが可能となった。一方、西行においても、入路で10ヶ月以上の通行止め期間の短縮、工事費の約3割削減が可能となった。

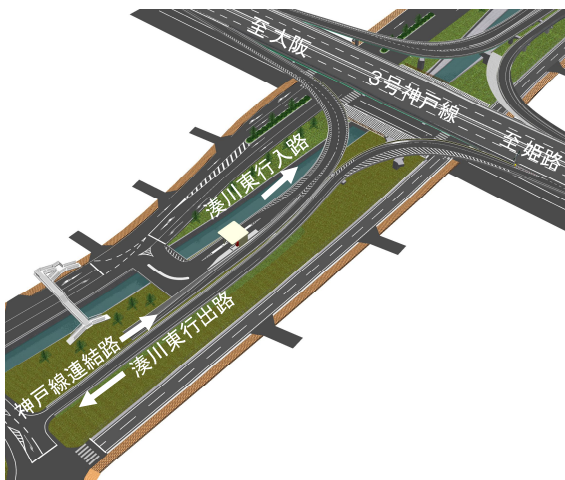


図-2.1 湊川 JCT (北側) 改築計画図

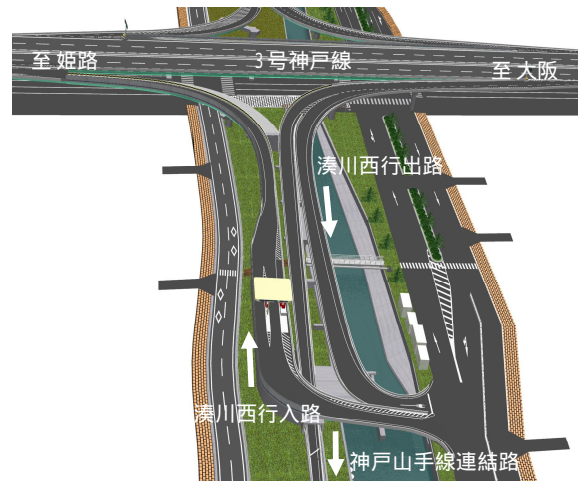


図-2.2 湊川 JCT (南側) 改築計画図

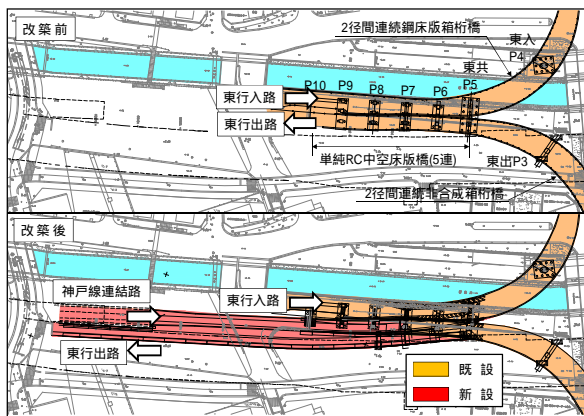


図-3.1 湊川 JCT (北側) 改築平面図

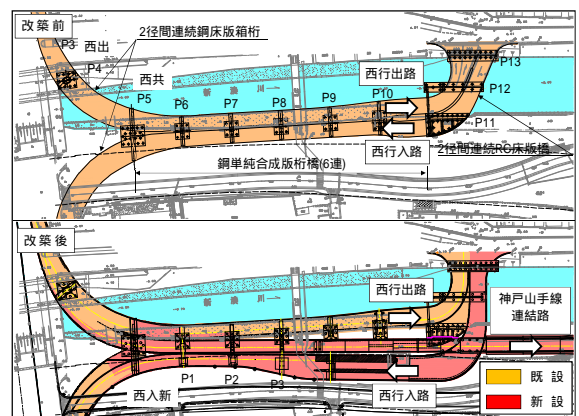


図-3.2 湊川 JCT (南側) 改築平面図

表-1.1 湊川東行出入路改築比較検討

		【案1】新設案	【案2】改築案
コスト		1.00	0.95
通行止め期間	出路	15ヶ月	3ヶ月
	入路	14ヶ月	なし

表-1.2 湊川西行出入路改築比較検討

		【案1】新設案	【案2】改築案
コスト		1.00	0.64
通行止め期間	出路	16ヶ月	14ヶ月
	入路	29ヶ月	18ヶ月

4 . 湊川 JCT 構造概要

4-1 湊川 JCT (北側) 構造概要¹⁾

(1)東行入路

1) 上部工

東行入路は、JCT 化後も現況と同じ線形で計画されており、既設構造を改築・流用するため、現況に対して線形・構造ともに大きな変化はない。改築・流用にあたって、出入路一体構造の RC 中空床版橋は、連結路の縦断線形および既設桁流用の有無によるコスト比較を行った結果、東共 S5 及び S6 については既設橋を流用、東共 S7～S9 については入路部のみ流用し、出路部は撤去する。料金所は、東共 S9 上に設置されているが、東共 S9 の撤去範囲は出路部であるため、構造・施設ともに現況を流用し改築等の工事は実施しない。なお、当該橋梁については、建設から 40 年以上経過していることから、健全性調査結果から補修、補強及び改築の検討を実施した。調査は、目視点検、剥離点検、塩化物イオン濃度調査、中性化試験及びコンクリート強度試験を実施した。調査結果から、コンクリートの剥離や鉄筋腐食状況を踏まえると、当該橋梁は、塩害が進行していると考えられた。これらを踏まえ検討し、塩害に対する補強は、将来に渡り塩分濃度が高い状態と予測される箇所は電気防食工法、それ以外は表面保護工を実施する(図-4)。

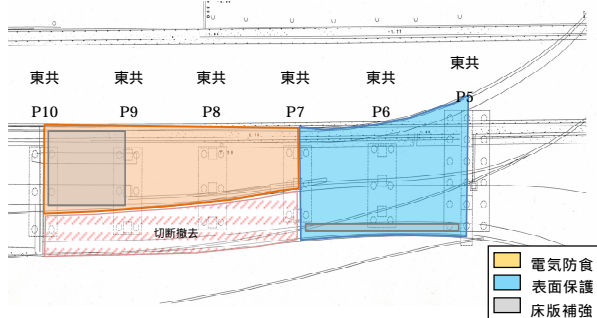


図-4 RC 中空床版橋改築計画図

2) 下部工

下部工の流用に際しては、上部構造の変化に伴う荷重にて照査を実施し、補強もしくは改築の必要性について検討を行った。なお、各橋梁の下部工は、震災後に耐震補強工事を実施済みである。検討結果から、東共 P5 は、図-5 に示すように RC 角柱 2 本から構成される橋脚であり、梁において張り出し部の曲げ応力、径間部のコンクリート応力度及びせん断応力度が許容値を超過していたため、側面増厚による梁補強を実施する。東共 P6,7,8,9 は、RC 角柱 3 本から構成される橋脚であり、改築後の上部工荷重が変化することにより、柱部への影響は小さいが、連続式フーチングに対しては荷重が偏載される。そのため、橋軸直角方向で発生曲げモーメントが抵抗曲げモーメントを超過する結果となった。そこで、図-6 に示すように、3 本の RC 単柱橋脚間を RC 壁で接合し、橋脚を壁式橋脚化することで、フーチングへの荷重偏載に対応する。また、東共 P10 は橋台であるが、神戸線連結路の計画位置に抵触するため、一部を撤去し、路面高の確保を行う。

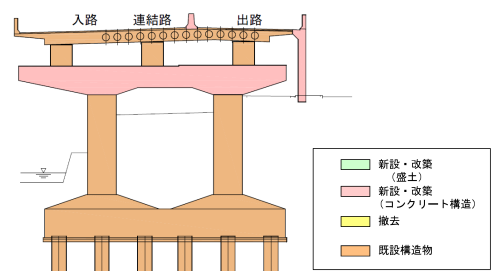


図-5 下部工改築計画図(東共 P5)

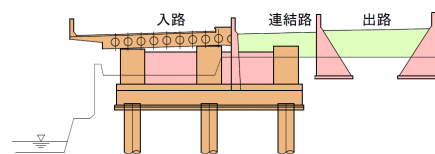


図-6 下部工改築計画図(東共 P8)

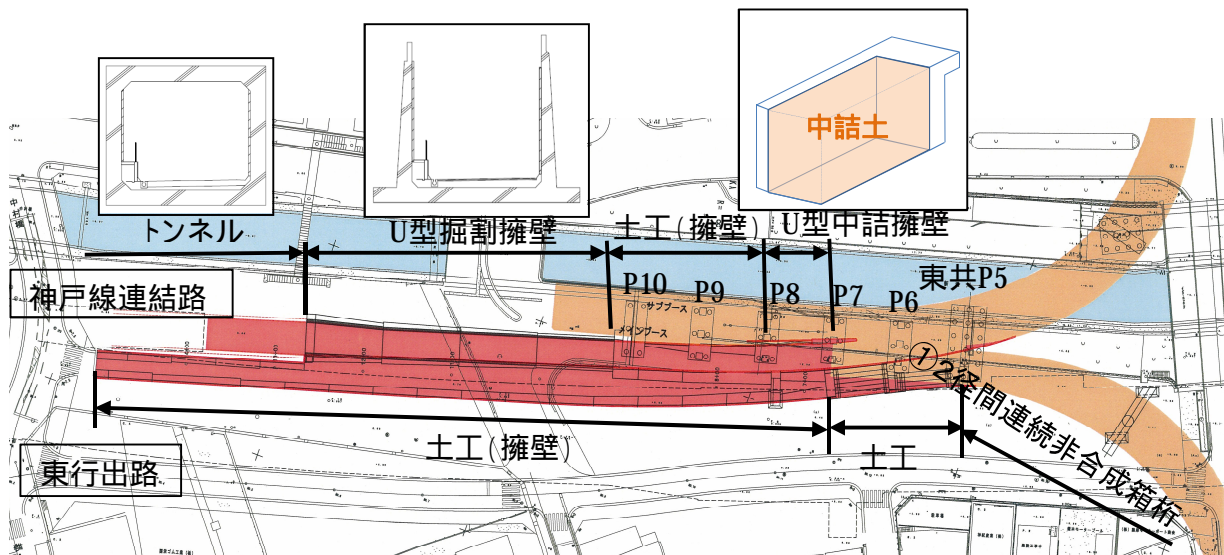


図-7 湊川東行出路・神戸線連結路改築計画図

(2) 東行出路

東行出路は、神戸線連結路の設置に伴い、現況より西側の位置で再構築を行う。出路の改築構造を図-7に示す。図中の部、神戸線の分岐部から東共P5までの橋梁部については、既設構造を流用する。図中の部、東共P5から街路接続部までは土工部（擁壁構造）として構築を行う。ただし、東共P5～P6及びP6～P7の2箇所、雨水幹線、電力線等が直交して埋設されているため、当該箇所については2連のプレキャストアーチカルバート構造とした。

(3) 神戸線連結路

神戸線連結路は、既設の湊川東行出入口の間を

割り込む形で新設される。そのため、入路との合流部を除き、全て新設構造にて構築される。また、神戸山手線のトンネル構造から神戸線の高架構造へ接続するため、トンネル構造部、U型掘割構造部、湊川東行入路の既設高架構造へ接続する土工（擁壁構造）部により構成されている（図-7）。

4-2 湊川 JCT（南側）構造概要²⁾³⁾⁴⁾

湊川 JCT（南側）の改築計画平面図を図-8に示す。

(1) 西行入路

西行入路は神戸線連結路の設置に伴い、現況より西側の位置で再構築を行う。改築概要については、表-2に示すとおりである。

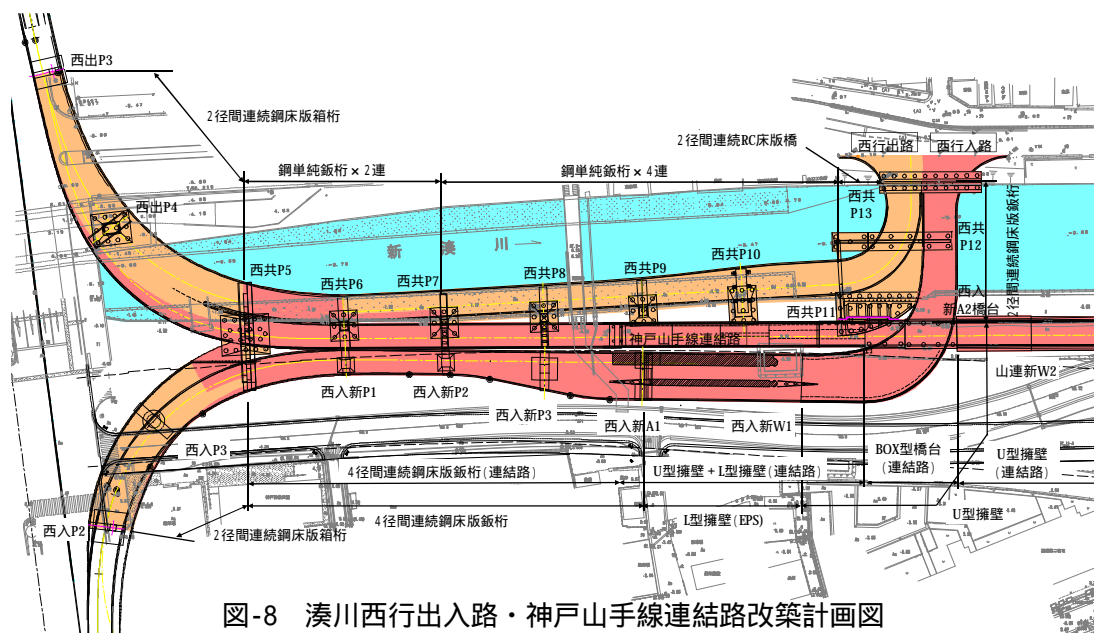


図-8 湊川西行出入口・神戸山手線連結路改築計画図

表-2 湊川西行入路改築概要

	対象構造物	改築区分	形式
上部工	西入P2～西共P5	拡幅(ブラケット)	2径間連続鋼床版箱桁
	西共P5～西入新A1	新設	4径間連続非合成鉄桁
	西入新A2～西共P13	新設	2径間連続鋼床版鉄桁
下部工	西入新P1,2	新設	RC橋脚(トンネル函体と一体構造)
	西入新P3	新設	RC橋脚
	西入新A1～西入新W1	新設	L型擁壁+土工(EPS)
	西入新W1～西入新A2	新設	U型擁壁

西共 P13～西入新 A2 区間は新湊川を渡河する区間である。橋梁形式は桁下空間の制約，経済性から鋼床版鉄桁とした。西共 P12,13 は既設下部工を流用する。

西入新 W1～西入新 A1 区間の料金所区間は，当初本線の開削トンネル上の下部工が支持する橋梁形式で計画していたが，西行入路通行止め期間の短縮のため，土工形式を採用することとした。本線開削トンネルの上載荷重の制約から，擁壁内部にコンクリートや土砂を用いると，応力超過となるため，発泡スチロール土工法（EPS 工法）を用いることとした。

西入新 A1～西共 P5 は 4 径間連続非合成鉄桁とした。本線函体直上に位置しており下部工の西入新 P1,2 橋脚は函体と一体構造となっている。

西入 P2～西共 P5 は，2 径間連続鋼床版箱桁である。改築に伴う平面線形の変更により，西側に高欄をセットバックさせる必要が生じたためブラケットにより部分拡幅を行う。また，西行出路の拡幅部との干渉を回避するため一部撤去再構築を行う。

(2)西行出路

1)上部工

西行出路は現況出路と同位置に計画されているため，既存上部工を拡幅、又は減幅を行い流用する計画である。改築概要については、表-3 示すとおりである。

西出 P3～西共 P5 は，平面曲線 R=50m の 2 径間連続鋼床版箱桁である。西出 P3～西共 P5 の平面図を図-9 に示す。本橋は連結路設置のため，当初，西共 S4 を全撤去した後，拡幅形状に合わせて再構築するという計画であったが，コスト縮減の観点から現況構造に拡幅構造を付加する計画を基本として検討した。検討の結果，既設桁の一部において応力超過する箇所があったが，あて板補強により流用可能と判断した。拡幅は，西出 P3 から徐々に拡幅量を増し，西共 P5 では約 4.5m 程度の拡幅量となる。

西共 P5～西共 P11 は，6 連の鋼単純合成鉄桁となっており，現況の上部構造は湊川西行出入路が

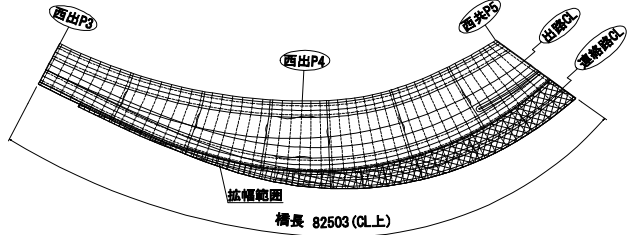


図-9 湊川西出 S3,4 平面図

表-3 湊川西行出路改築概要

	対象構造物	改築区分	形式
上部工	西出P3～西共P5	拡幅(増桁)	2径間連続鋼床版箱桁
	西共P5～西共P7	一部撤去、増桁	鋼単純合成鉄桁 2連
	西共P7～西共P11	一部撤去	鋼単純合成鉄桁 4連
	西共P11～西共P13	一部撤去	2径間連続RC床版橋
下部工	西出P3	-	RC橋脚
	西出P4	梁拡幅	RC橋脚
	西共P5	梁拡幅、梁延長、柱部鋼板巻立	RC橋脚
	西共P6	鋼製梁再構築	鋼コンクリート複合橋脚
	西共P7	柱部鋼板巻立	RC橋脚
	西共P8	梁延長、柱部鋼板巻立	RC橋脚
	西共P9,10	鋼製梁再構築	鋼コンクリート複合橋脚
	西共P11	一部撤去	RC扶壁式橋台
西共P12	受け梁構築	RC壁式橋脚	

一体構造となっている。西共 S6 の横断面図を図-10 に示す。

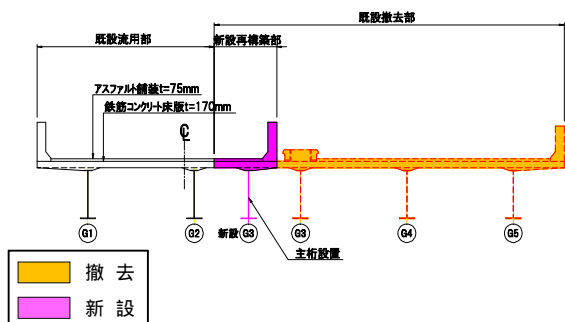


図-10 湊川西共 S6 改築断面図

西共 S5, S6 の計 2 連は, G3~G5 桁と連結路が干渉するため河川側の G1・G2 桁しか存置できないことから, 本橋では, G3~G5 桁までを撤去後, 連結路と干渉しない位置に改築出路幅員に合わせた新 G3 桁を設置する方針とした。

西共 S7~S10 の計 4 連は, 新設する連結路が現行の出路と干渉しないため, 既設床版を G3 桁右側ハッチ端付近で切断し, 出路側の高欄から中央分離帯までの範囲 (G1~G5 桁のうち G1~G3 桁部) を流用する方針とした。

西共 P11~西共 P13 は 2 径間の RC 床版橋であり, 出路の車線を確保しながら西行入路橋を設置するためには部分的に RC 床版を切断し, 撤去する必要がある。応力度照査の結果, 鋼板接着による補強は必要であるが, 既設桁を流用することは可能と判断した。

2) 下部工

西共 P5 橋脚では, 連結路の構築により入路位置が西側へ変更となるため, 西側へ梁を延長する。西共 P8 橋脚においても, 連結路を西共 P8 橋脚上に構築するため, P5 同様に西側への梁の延長が必要となる。また, 西行出入路の下部工は耐震補強をしていないため, 西共 P5,7,8 橋脚では, 鋼板巻立補強を行うものとする。

西共 P6,9,10 橋脚は, 鋼 - コンクリート複合橋脚方式を採用する。図-11 に西共 P6 橋脚の断面図を, 図-12 に西共 P10 橋脚の断面図を示す。

現況の西共 P9,10 橋脚は, T 型の PC 梁橋脚で

あり, 護岸面と矩形橋脚の側面が一致した特殊なケースである。図-12 のとおり, 出路を流用する場合, 新設する連結路と PC 梁が物理的に干渉することになるため, 現在の T 型から逆 L 形状に改築しなければならない。しかしながら, PC 梁の緊張力を維持しながら片側の梁を撤去することは, 現時点では設計・施工上の課題が多いため, 梁部分は全て撤去し, 再構築する必要があると判断した。この改築構造形式を用いて, 既設の RC 橋脚と新設の鋼製梁を一体化させる, 鋼 - コンクリート複合橋脚方式を用いることとした。西共 P9,10 橋脚は逆 L 型の形状となるため常時の偏心荷重が作用することから, RC 部の曲げひび割れ対策として鋼繊維補強コンクリートを採用した。

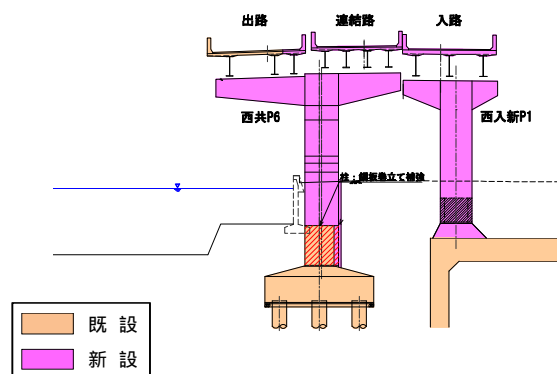


図-11 湊川西共 P6 橋脚横断面図

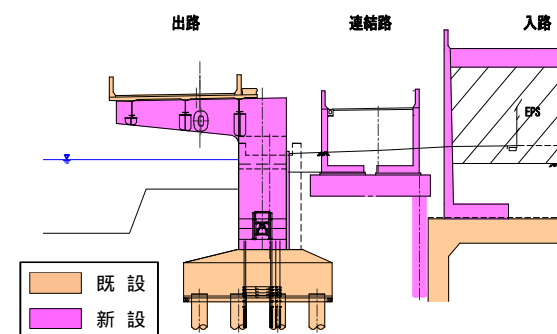


図-12 湊川西共 P10 橋脚横断面図

(3) 神戸山手線連結路

神戸山手線連結路は既設の湊川西行出入路の間に割り込む形で新設される。表-4 に構造概要を示す。西出 P3~西共 P5 区間は, 出路桁を拡幅することで対応する。西共 P5~山連新 A1 区間は 4 径間連続非合成鈹桁とし, 下部工は, 西行出路の西共 P5~P8 を共用する。山連新 A1 からは U 型掘

表-4 神戸山手線連結路構造概要

	対象構造物	改築区分	形式
上部工	西共S5～西共S8	新設	4径間連続非合成钣桁
下部工	山連新A1～山連新W1	新設	U型擁壁
	西入新A2～山連新W2	新設	ボックスカルバート

割構造を経てトンネル構造に接続する。西行入路との交差区間はボックス構造とし、西行入路を下越しする。

おわりに

本稿では、既設構造物を最大限活用した改築計画による JCT 化構造の概要を報告した。現在、現場では鋭意工事が進められているが、実際に工事を進める中で既設構造物の健全度や現場条件が設計時に想定していない状況も発生している。したがって、対処については、的確かつ迅速な判断が求められている。

今後、計画されている JCT 工事においては、新設、改築の割合は様々であるが、いずれの場合も既設構造物を活用しての工事となる。その場合、設計段階での調査、検討は十分実施することは勿

論のこと、施工段階での課題については、現場状況に即した判断が必要であることから、設計者と施工者、発注者と請負者のそれぞれが情報共有につとめ、連携して取り組むことが重要であるといえる。

参考文献

- 1) 平野敏彦, 脇村宜郁, 茂呂拓実: 3号神戸線湊川ランプの JCT 化計画概要(神戸線以北:湊川東行出入路改築), 阪神高速道路株式会社第 40 回技術研究発表会論文集, 2008.5
- 2) 大嶋美希, 新名勉: 3号神戸線湊川西行入路の改築計画概要, 阪神高速道路株式会社第 39 回技術研究発表会論文集, 2007.2.
- 3) 大嶋美希, 山本昌孝, 新名勉: 湊川西行出路下部工の鋼-コンクリート複合橋脚化改築設計概要, 阪神高速道路株式会社第 40 回技術研究発表会論文集, 2008.5.
- 4) 新名勉, 山本昌孝, 大嶋美希: 出入路一体ランプ橋梁の一部流用検討(湊川西行出路上部工改築設計), 阪神高速道路株式会社第 40 回技術研究発表会論文集, 2008.5.

CONSTRUCTING MINATOGAWA JUNCTION STRUCTURE WITH MAXIMUM USE OF AN EXISTING INTERCHANGE STRUCTURE

Noboru OSHIMA and Ken FUJIWARA

The Minatogawa Interchange of the Hanshin Expressway will be modified to a junction to connect the Kobe Yamate Route (south extension) to the Kobe Route. Part of the existing on- and off-ramps will be removed, a new link will be built there, and the removed ramps will be rebuilt to complete the new junction, making maximum use of the existing interchange structure. This report describes the outline of the junction structure with new link and on- and off-ramps designed by making maximum use of the existing structure and minimizing the required closure period to limit the influence on users to minimum.

大嶋 昇



阪神高速道路株式会社
建設事業本部
建設技術課(神戸設計担当)
Noboru OSHIMA

藤原 健



阪神高速道路株式会社
建設事業本部
建設技術課(神戸設計担当)
Ken FUJIWARA