

### 新名神高速道路 有野川橋の設計

(株)ピーエス三菱 正会員 ○岩井 利裕  
 西日本高速道路(株) 赤嶺 政治  
 西日本高速道路(株) 畔津 伸彦  
 (株)ピーエス三菱 正会員 加藤 孝昌

キーワード：鋼・コンクリート混合桁橋 工程短縮 全体系FEM解析

#### 1. はじめに

新名神高速道路「有野川橋」は、平成28年度の開通を目指す神戸JCT～高槻第一JCTのうち、神戸JCT付近に位置する橋梁である。本橋は、二級河川有野川および神戸電鉄三田線を跨ぐ径間を鋼構造とした鋼・コンクリート連続混合橋であり、PRC箱桁と鋼箱桁を後面支圧板方式により接合する構造である。本工事では、用地取得の遅延により下部工の工事着手が遅れたため、上部工事の工程を大幅に短縮する必要が生じた。一方、本橋は、鋼・コンクリート接合部が、ランプ橋への分岐箇所近傍に位置する箇所もあり、分岐による影響に対して配慮を行う必要があると考えられた。本稿では、工程短縮のための構造変更や、鋼・コンクリート接合部における構造安全性の照査について報告する。

#### 2. 橋梁概要

有野川橋の橋梁概要を表-1に示す。また、基本設計時の平面図および断面図をそれぞれ図-1および図-2に示す。

表-1 有野川橋概要

工事名	新名神高速道路 有野川橋 (鋼・PC複合上部工) 工事	工事場所	兵庫県 神戸市 北区 有野町 二郎
受注者	(株)ピーエス三菱・エム・エムブリッジ (株)JV	発注者	西日本高速道路(株) 関西支社
工期	平成24年8月10日～平成27年9月23日 (平成29年7月4日に工期延期)		
構造形式	上り線	鋼コンクリート11径間連続混合橋+PC単純プレテン床版橋 21.2m+7@28.0m+41.5m+67.0m+14.0m, 23.0m 橋長：364.0m	横断：2.5% $\searrow$ ，縦断：2.0% $\searrow$ 平面曲線：R=7500～6000 m
	下り線	鋼コンクリート10径間連続混合橋+PC単純プレテン床版橋 19.7m+7@28.0m+41.5m+81.0m, 23.0m 橋長：362.5m	横断：2.5% $\searrow$ ，縦断：2.0% $\searrow$ 平面曲線：R=7500～6000 m
支間割 線形要素	Fランプ	鋼コンクリート11径間連続混合橋+PC単純プレテン床版橋 66.9m+30.9m, 24.0m 橋長：119.5m	横断：2.5% $\searrow$ ，縦断：1.62% $\searrow$ 平面曲線：R=1800m
	Gランプ	鋼コンクリート11径間連続混合橋 5@28.1m+58.7m+89.5m+40.5m 橋長：328.8m	横断：2.5% $\searrow$ ～5.0% $\swarrow$ 縦断：1.4% $\searrow$ ～1.3% $\swarrow$ ～1.7% $\searrow$ 平面曲線：R=5000m～600m

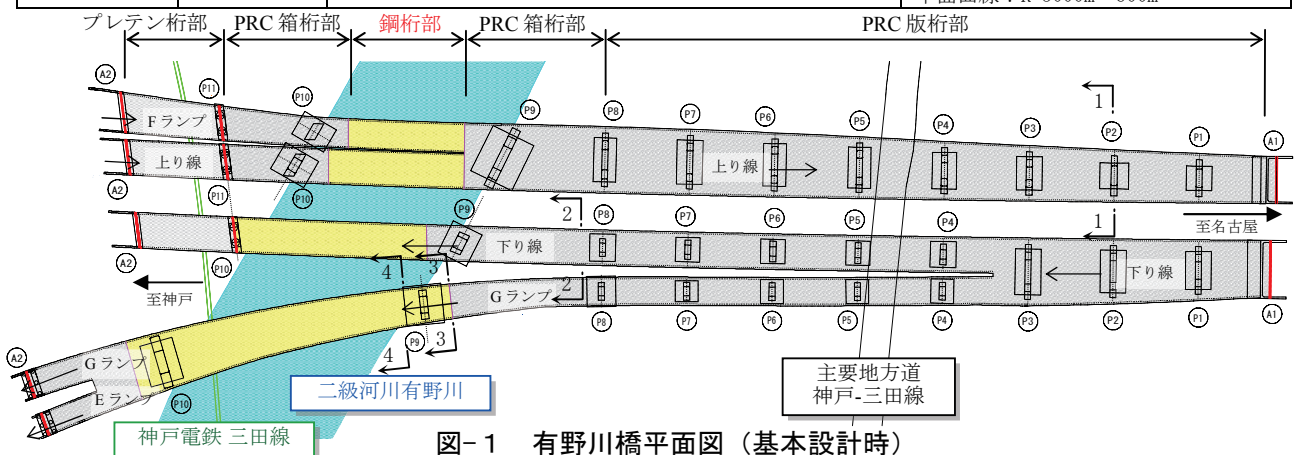
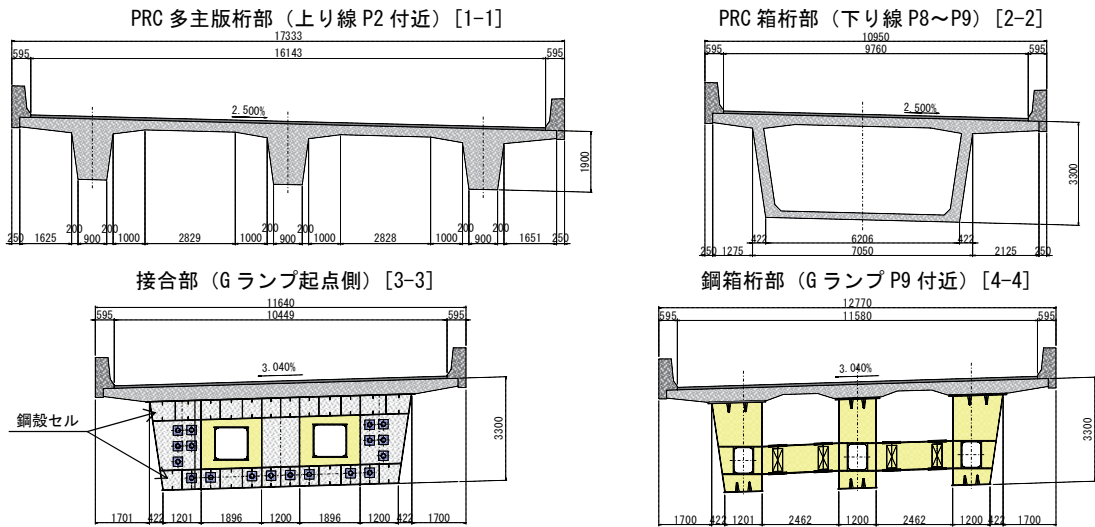


図-1 有野川橋平面図 (基本設計時)



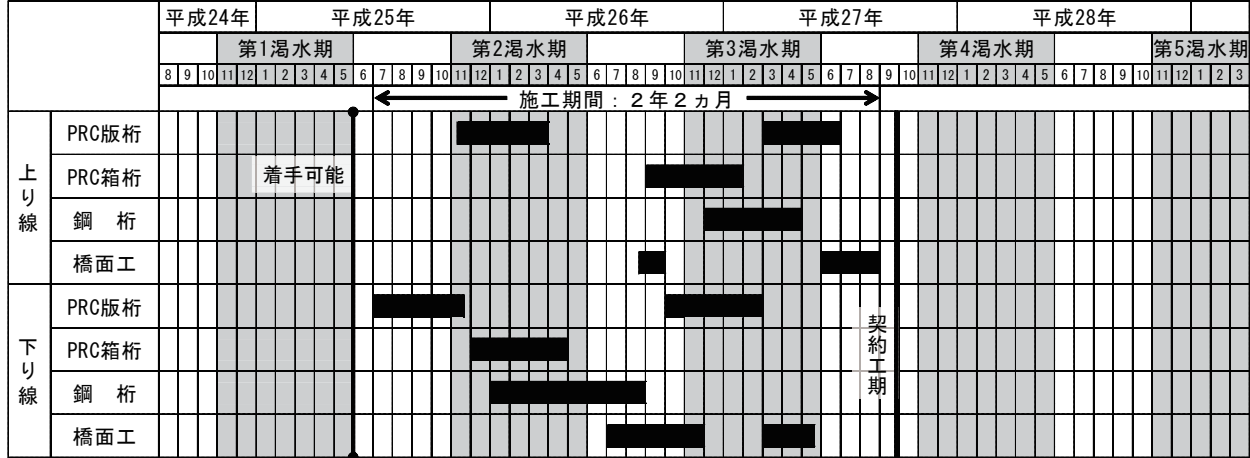
[ ]内は図-1の矢視

図-2 有野川橋断面図

3. 工程短縮に向けた対策

3. 1 当初工程および変更工程

契約当初の計画工程および工事着手遅延を考慮した変更後の計画工程を図-3に示す。契約当初は2年2ヵ月間の工事期間を予定していたものの、用地取得の遅延によりP5以降の下部工工事の着手が大幅に遅れたため、各種の工程短縮に向けた対策を行うことで、5ヵ月短縮した1年9ヵ月の工程に変更した。



変更工程

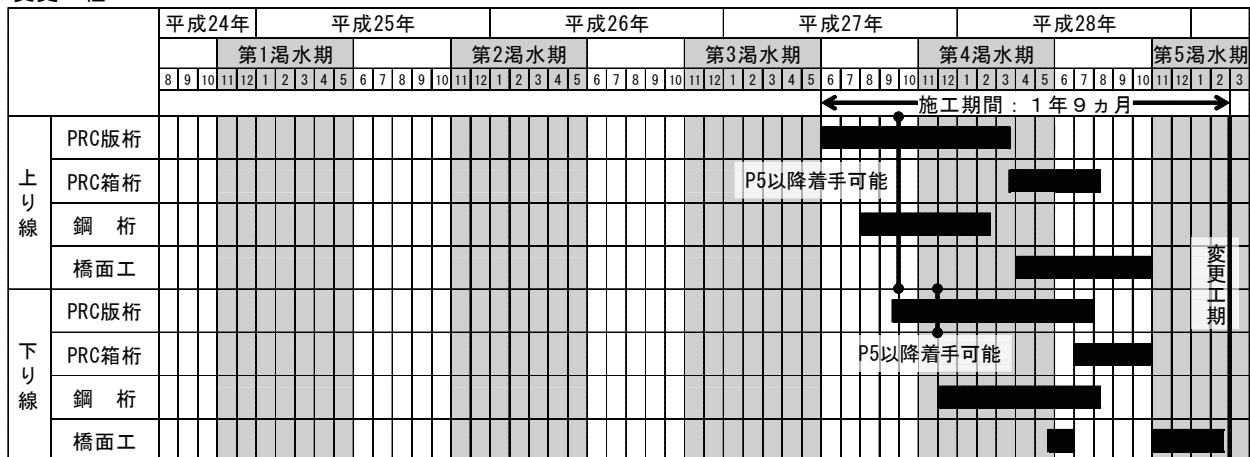


図-3 契約当初および変更後の計画工程

### 3. 2 鋼桁区間の延長

基本設計における上り線，Fランプおよび下り線における鋼桁区間は，P9-P10径間の内側とされていた。当該構造は中間支点上の負の曲げモーメントをPRC箱桁に負担させることで鋼桁重量を軽減できる経済設計であるものの，PRC箱桁部を施工したあとに，鋼桁を施工する必要があるため，鋼桁の架設時期が制限される構造であった。そこで，同路線の鋼桁区間をP9-P10径間の外側まで延長し，施工中は単純梁として架設可能とすることでPRC箱桁の施工時期による影響を受けない構造とした。本対策により，第4渇水期において，上り線，Fランプ，下り線およびGランプすべての鋼桁を架設する計画とし，大幅な工程短縮を可能とした。詳細設計時の平面図および接合部位置変更の概要図をそれぞれ図-4および図-5に示す。

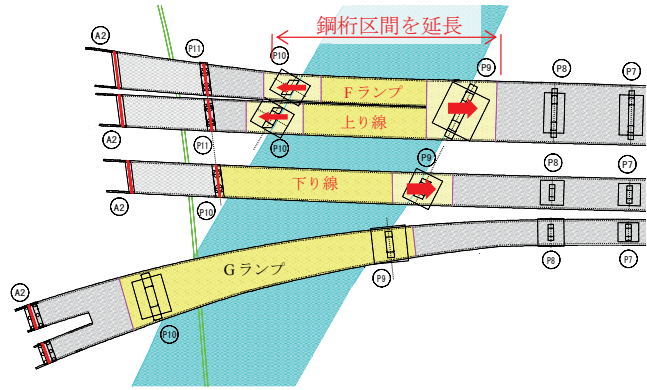


図-4 詳細設計時の平面図

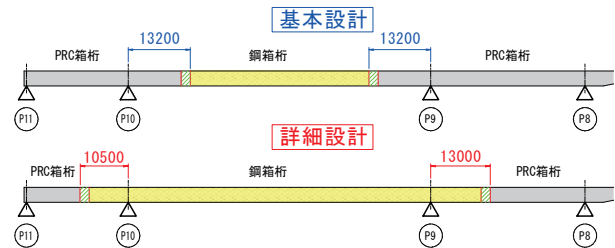


図-5 接合部位置変更の概要図

### 3. 3 プレキャストPRC床版の採用

変更後の計画工程 (図-3) に示すとおり，第4渇水期には多くの工種が重複するため，想定した作業員や資材が確保できない場合は工程が遅延する可能性があった。そこで，現場作業の省力化により工程遅延リスクの解消を図るため，鋼桁上の場所打ち床版に替えてプレキャストPRC床版を採用した。また，基本設計は，鋼桁とPRC箱桁を接合したあとに鋼桁上の床版を施工することで，鋼桁に作用する正の曲げモーメントを軽減する経済設計であったが，詳細設計においては，鋼桁とPRC箱桁を接合する前に鋼桁上にプレキャストPRC床版を架設することで，工程短縮を図る計画とした。それにより，鋼桁の正曲げに対する負担は増加したものの，鋼桁上の床版施工は工程上クリティカルとなるPRC桁の施工に制限されない工程となり，大幅な工程短縮を図ることができた。一方で，構造上重要な部位である接合部に作用する曲げモーメントを低減することができた。図-6に上り線の鋼桁部における基本設計時および詳細設計時の曲げモーメント図を示す。

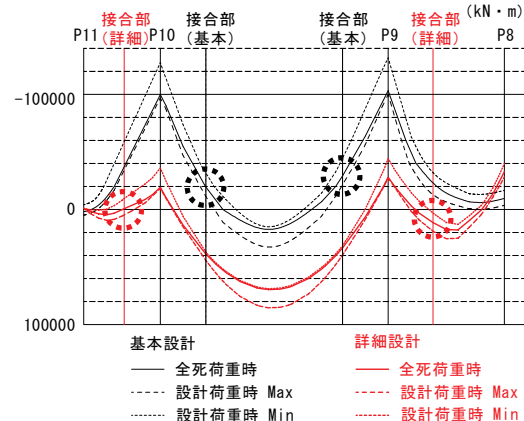


図-6 上り線鋼桁部における曲げモーメント図

## 4. 鋼・コンクリート接合部における構造安全性の照査

### 4. 1 接合部の設計

本橋の接合部は「後面支圧板方式」<sup>1)</sup>を採用し，また鋼殻セル内に配置するずれ止めは，荷重伝達性能に優れた鋼板ジベル (以下，PBLという) を用いた。接合部の設計では，まず過去の実績<sup>2)</sup>や鋼殻セル1室を取り出したモデルを用いたFEM解析の結果からPBLの後面支圧

表-2 PBLの荷重分担率

	荷重分担率	
	PBL	後面支圧板
圧縮側	35%	65%
引張側	95%	5%

板の荷重分担率を算出した。本橋の設計に用いた荷重分担率を表-2に示す。当該荷重分担率より、ずれせん断耐力を求めたのちに、格子計算による面内曲げモーメントを上下フランジ間距離で除して求めた鋼殻セルのずれせん断耐力を求め、それをずれせん断耐力と比較することで1断面あたりの鋼殻セル数を決定した(以下、簡易計算という)。次に、上り線P10接合部のFEM解析モデルを図-7に示すが、接合部周辺をモデル化し、施工順序を考慮した逐次解析を行うことで、PBL、後面支圧板およびその他部材の構造安全性の照査を行った(以下、部分FEM解析という)。

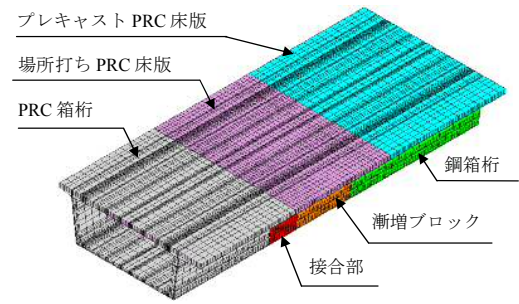


図-7 接合部 FEM 解析モデル

#### 4. 2 全体系FEM解析の実施

上り線・Fランプは、接合部付近に分岐部を含む複雑な形状であり、接合部に局所的な応力度が作用する可能性がある。そこで、橋梁全体をモデル化してFEM解析を実施し、主に接合部に着目して構造安全性の照査を行った(以下、全体系FEM解析という)。図-8に全体系FEM解析のモデル図を示す。活荷重は、格子計算より求めた影響線から、曲げモーメントが最大、最小となる位置に活荷重P1の主載荷荷重を載荷した。表-3に簡易計算、部分FEM解析および全体系FEM解析によるPBL1枚あたりのずれせん断力の最大・最小値を示す。簡易計算のずれせん断力の絶対値が、その他のFEM解析に比べて大きい傾向となったが、これは、簡易計算では上床版の影響を無視し、鋼殻セルのみで荷重に抵抗するものと考えたのに対し、FEM解析では上床版やその他部材の剛性が影響したためであると考える。また、全体系FEM解析のずれせん断力の絶対値が、部分FEM解析に比べて大きい傾向となったが、これは、切断面に格子計算で求めた断面力を一様に与える部分FEM解析に比べ、全体系FEM解析では、所定の位置に活荷重を載荷したことにより、面外方向の荷重のばらつきを再現できたためであると考える。一連の解析により、精度よく接合部の構造安全性を照査できたものと考えられる。

表-3 PBL に作用するずれせん断力

		ずれせん断力	
		上り線P10 (正曲げ着目)	FランプP9 (負曲げ着目)
簡易計算	上フランジ	-140.0 (0.17)	620.1 (0.76)
	下フランジ	421.1 (0.51)	-228.5 (0.28)
部分FEM	上フランジ	-27.7 (0.03)	54.0 (0.07)
	下フランジ	18.2 (0.02)	-46.1 (0.06)
全体FEM	上フランジ	-41.4 (0.05)	40.0 (0.05)
	下フランジ	13.4 (0.02)	-124.8 (0.15)
ずれせん断耐力		820.8 (1.00)	820.8 (1.00)

+ : 引拉力, - : 押込力, ()内は耐力に対する比率

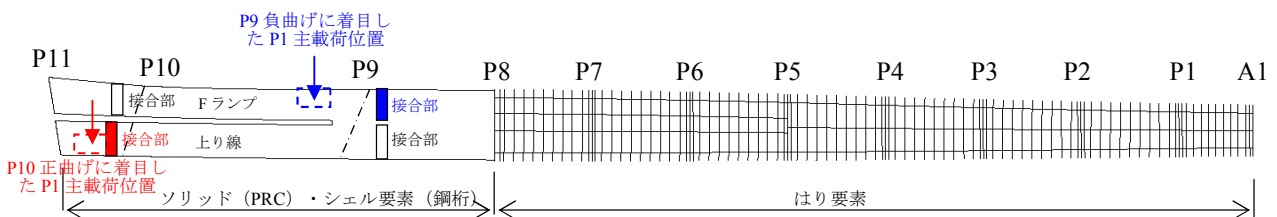


図-8 全体系 FEM 解析モデル

#### 5. おわりに

有野川橋は、平成28年5月時点において、上り線、下り線とも多主版桁部を施工中である。今後、鋼殻セル実物大モデルによる高流動コンクリートの打設性能や各種計測などを行い、とくに接合部の品質に留意しながら施工を行う所存である。

#### 参考文献

- 1) 複合橋設計施工規準, (社)プレストレストコンクリート技術協会
- 2) 高松自動車道 鋼・コンクリート混合橋の設計施工に関する詳細検討報告書, 平成12年3月, (財)高速道路技術センター