

池田高架橋(PC 上部工) 西工事設計報告

富士ピーエス・飛鳥建設 JV 正会員 ○ 岸本 真輝
 日本道路公団関西支社大津工事事務所 森内 秀樹
 日本道路公団関西支社大津工事事務所 村上 友伯
 富士ピーエス・飛鳥建設 JV 正会員 藤本 君百

1. 概要

第二名神高速道路は愛知県から三重県、滋賀県、京都府を經由し兵庫県へ至る国土開発幹線道路である。池田高架橋は第二名神高速道路の一環として、滋賀県甲賀群内に建設された PC 箱桁橋および2主版桁橋からなる連続高架橋である。本橋梁は、当初完成3車線供用（以下完成系）で計画されていたが、計画変更が行われた結果、暫定2車線供用（以下暫定系）としての発注となった。なお、本橋梁は将来的に交通需要量が増加した場合に拡幅工事を行い、3車線供用とすることで交通需要に対応する予定である。しかし、下部工はすでに3車線対応で発注及び施工されていたため、本工区の橋梁は図-1に示すような暫定系での施工となった。従って、本橋の設計において将来完成系への拡幅を行うために必要な検討を行い、また工区内において設計思想の統一も図った。以下に、それらの検討に関して報告する。

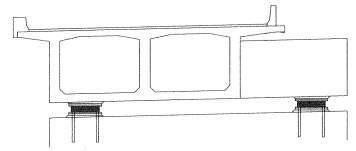


図-1 暫定系

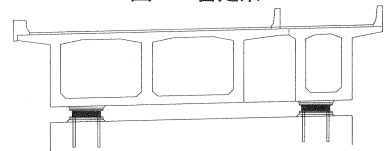


図-2 完成系

2. 橋梁概要

以下に本橋の概要を記す。また、図-3, 4には側面図を、図-5には断面図を示す。

橋 長	697.500 m	
道 路 規 格	第1種 1級 A 規格	
荷 重	B活荷重	
桁 長 ・ 形 式	PRC12径間連続版桁	PC7径間連続箱桁
	371.450m	324.850m
支 間	30.100 ^m + 10@31.000 + 30.100 ^m	37.450 ^m + 45.500 + 60.000 + 2@46.250 46.000 + 41.900
有 効 幅 員	(暫定時) 11.530 ^m (完成時) 16.510 ^m	(暫定時) 11.530 ^m (完成時) 16.510 ^m
斜 角	90°00'00"	90°00'00"
施工方法	固定式支保工-1径間毎施工	固定式支保工-2径間毎施工
主ケーブル方式	湿気硬化型プレグラウト方式(1S28.6)	外ケーブル方式(19S15.2)

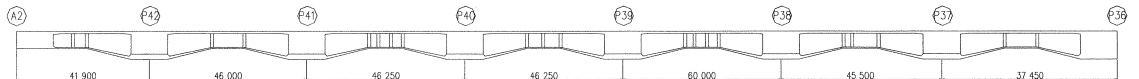


図-3 PC 7径間連続箱桁橋 (2径間毎施工) 側面図 (A2~P36)

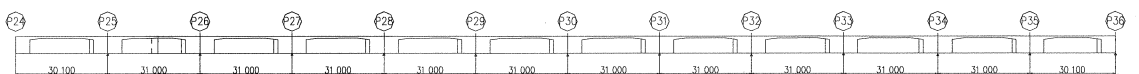


図-4 PRC 12径間連続2主版桁橋 (1径間毎施工) 側面図 (P36~P24)

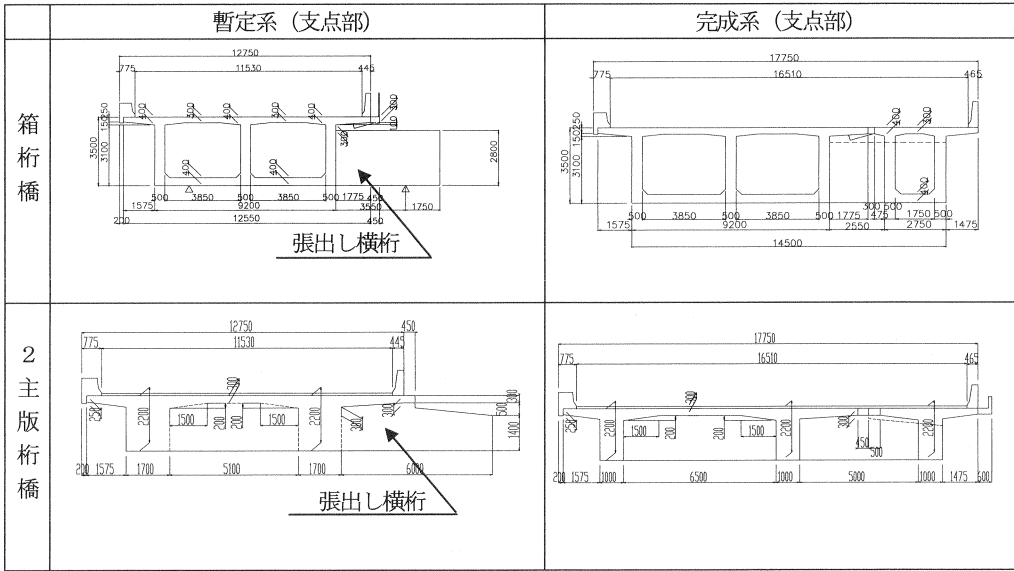


図-5 断面図

3. 暫定系および完成系の大きな特徴

本橋の設計において、暫定系だけでなく完成系を見据えた設計を行い、以下に記す項目に主眼を置いて、暫定系の一部を大きく取り壊すことなく完成系の施工を行う事ができる構造とし、拡幅工事を行うにあたって施工手間およびコストの削減を目指した。

- (ア) 床版および主桁：暫定系、完成系で発生する断面力を考慮しており、将来的にも対応可能である。
- (イ) 張出し横桁：将来拡幅を行う際は暫定系張出し横桁の撤去を行わず、完成系横桁の一部として使用する。
- (ウ) 支承：免震支承を採用しており、暫定系および完成系の設計荷重に対応可能である。

4. 完成系に向けての工夫点

(1) 床版

暫定系床版および完成系床版構造は PRC 構造とした。

増設主桁側の床版構造を PRC 構造とした理由として、暫定系床版と完成系床版の接続面は、新旧コンクリートの施工打ち継ぎ目となることや、輪荷重走行に伴う接続面の橋軸直角方向の目地開き等の懸念があるためである。そのため暫定系中央分離帯側張出し床版の下面に、図-8 のような定着突起を設けて完成系横締め PC ケーブルを暫定系横締め PC ケーブルとラップさせるように配置し、目地部にプレストレス力を導入することで確実に一体化を行い、上記問題に対処することとした。また、完成系床版構造の疲労耐久性向上の観点から、上床版の打ち継ぎ目位置は、アスファルト舗装に轍掘れが生じやすい位置に設けないようにした。轍掘れが発生しやすい位置は、旧橋において路面の凹凸を調査した結果を基に、一車線内において路面が規準高さから下がっているエリアを特定し、車両 (特に大型車) が頻繁に通行する際のタイヤ位置との相関関係を統計処理して決定した。

また、定着突起に関しては、拡幅施工段階を考慮した FEM 解析を行って形状を決定しており、完成系床版横締め PC ケーブル

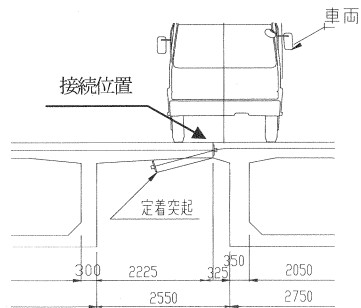


図-6 床版接続位置図

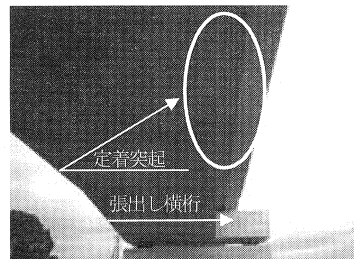


図-7 完成系床版横締め用定着突起

挿入用のポリエチレンシースの配置を行っている。暫定系施工時には、ポリエチレンシース先端部に遮水対策としてキャップを取り付けている。

床版拡幅工のステップとして、まず、図-8 に示すように暫定側床版の水切り区間(200mm)をウォータージェット等によりコンクリートのみはつり取り、鉄筋を露出させる。水切り区間は拡幅工事を行う際に撤去することを想定して貧配合のコンクリートとしている。次に露出させた暫定系側鉄筋に完成系側床版鉄筋を機械式継ぎ手または溶接等により接続し、配筋を行う。そして、図-9 に示すように完成系床版の床版横締めPCケーブルを暫定系側定着突起に配置したポリエチレンシースへ挿入し、配置を行う。完成系床版横締めケーブルの緊張作業は中央分離帯側からの片側緊張で行うことを想定している。

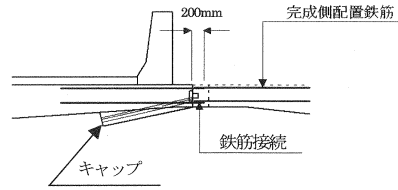


図-8 拡幅工事概要図

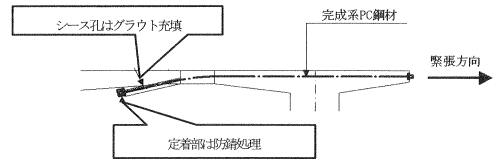


図-9 拡幅緊張概要図

(2) 主桁

①構造形式の決定

暫定系の主桁構造は箱桁橋に関しては全外ケーブル方式による2室箱桁橋、版桁橋に関してはプレグラウトケーブル方式2主版桁橋とした。断面形状に関しては、箱桁及び2主版桁橋に関して主桁幅および主桁間隔をパラメーターとし、完成系を含めて経済比較を行った結果、現在の断面形状に至った。

最終構造形式決定に至る検討過程として、箱桁橋では1室箱桁橋に関して検討を行ったが、床版の支間が大きくなることから床版に発生する合成曲げ応力度が許容値を満足しなかった。また、床版の部材厚を増加させて1室箱桁橋を採用することも考えられたが、床版厚の増加、主桁幅の増加等の要因から死荷重反力が増加するため、現在の2室箱桁の構造形式とした。2主版桁橋に関して、主桁本数を減少させて1主版桁橋とすることは不可能であったことから構造形式として2主版桁橋とした。

②主桁の設計

主桁の設計に関しても暫定系および完成系での発生断面力の比較を行い、暫定主桁に発生する断面力の大きい方を採用して構造解析を行うことで暫定系主桁の桁高変化区間やウェブ厚等を決定した。主ケーブル本数の決定に関しても同様であり、将来完成系となった際にも暫定系主ケーブル本数に影響がないような設計とした。また、完成系施工時には暫定主桁と増設主桁の材齢差が生じるため、増設主桁の乾燥収縮およびクリープ等の変形を暫定主桁が拘束することで不静定力が発生する。それらの不静定力が暫定主桁へ与える影響に関して格子解析により検討を行った結果、暫定主桁の設計断面力に対して最大6%程度の不静定力であったため影響はないと判断したが、計算上考慮した。

(3) 張出し横桁

①張出し横桁形状の決定

張出し横桁の形状は箱桁橋と2主版桁橋では異なっており、2主版桁橋においては図-5のような台形形状とした。理由として、2主版桁橋では完成系で施工される増設主桁側の床版形状(床版下面ライン)に一致させることで拡幅工の施工性及び経済性を考慮したこと、また増設主桁の主ケーブルの配置を行うにあたって暫定系張出し横桁を撤去することなく配置(図-11)できるように考慮した結果台形形状とした。箱桁橋に関しては、増設主桁の床版下面ラインが暫定系張出し横桁と干渉しないことや(図-5)、張出し横桁に発生する断面力が大きく台形形状とすると応力度が許容値を満足しないことから四角形とした。しかし、2主版桁橋とかけ違いとなる端支点横桁に関しては発生断面力が比較的小さく、台形形状とすることが可能であったため景観性を考慮して2主版桁橋と同様の台形形状とした(図-10)。

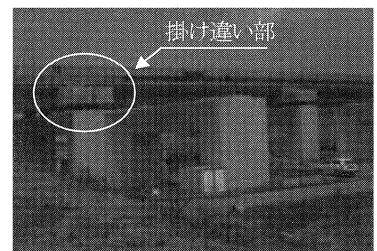


図-10 掛け違い部張出し横桁形状

②完成系への配慮

完成系で施工を行う増設主桁では暫定系で施工されている張出し横桁を撤去せずに、完成系横桁の一部として施工を行うことを想定している。従って、暫定系張出し横桁施工時において、増設主桁で必要となる以下の項目に関して配慮を行った。それらについて以下に記載する。

(a)増設主桁主ケーブルの配置に関して

箱桁橋では増設主桁構造形式は外ケーブル方式を想定しており、暫定系張出し横桁に増設主桁主ケーブル用の孔を設けた。完成系施工においてはこの孔を横桁穿孔用のガイドとして使用する目的であり偏向管の配置は行っていない。孔の先端には遮水のためキャップを配置した。

2主版桁は前述したように、増設主桁主ケーブルを台形形状の張出し横桁のテーパ上側部分を通して配置することで対処する。

(b)完成系横桁として使用した場合に必要な鉄筋の配置

暫定系張出し横桁は、将来増設主桁を施工した場合に完成系横桁の一部となる。従って、完成系横桁で配置すべき主桁スターラップ、軸方向鉄筋、下床版用鉄筋に関して暫定系張出し横桁施工時に配置を行っている。スターラップの鉄筋径等は暫定系主桁で必要となった鉄筋を同様に配置した。増設主桁施工時においては、張出し横桁表面のチッピングを行い、軸方向鉄筋をはつり出した後、完成系主桁に配置されている軸方向鉄筋と圧着等の機械式継ぎ手もしくは溶接を行って増設主桁の鉄筋と一体化してコンクリートを打設する。

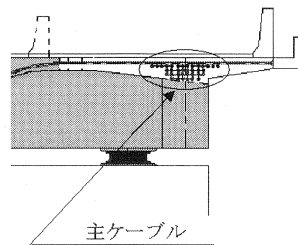


図-11 掛け違い部張出し横桁形状

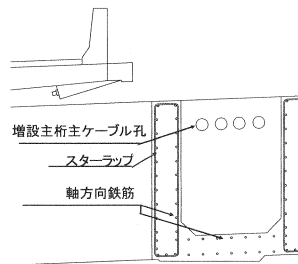


図-12 張出し横桁概要図

(4) 支承

①支承タイプの決定

支承タイプは基本設計時においては反力分散沓を採用していた。しかし、基本設計を行った時期として道路橋示方書V耐震設計編が改定される前であり、動的解析が行われておらず水平保有耐力方による照査としていた。詳細設計時では動的解析により照査および設計を行い、分散沓および免震沓に関して経済比較を行った結果、箱桁橋および2主版桁橋の支承タイプは免震沓を採用した。

②支承の照査

支承の照査および下部工の照査は3次元動的解析により暫定系および完成系の両ケースに関して照査を行っており、暫定系および完成系においても同じ支承が使用できるような設計とした。3次元を採用した理由として、本橋では暫定系構造形式では反力が路肩側の沓および橋脚に偏った状態となるため、偏載荷による支承や下部工への影響を考慮して3次元動的解析を採用した。

5. おわりに

本工事は暫定系施工橋梁であるが、将来拡幅を行って完成系構造とすることを見据えて設計された橋梁である。従って、暫定系における主桁・床版・横桁・付属物の全般に渡り、将来拡幅工事を行った際の影響に関して様々な検討を行った。本報告が同種橋梁の施工の参考となれば幸いである。

最後に、この報告をするにあたり、ご協力をいただきました関係者各位に深く感謝の意を深く表す。

参考文献

- 1) (社) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I 共通編，IIIコンクリート橋編，V耐震編 平成14年3月
- 2) (社) 日本道路公団：設計要領第2集 平成10年7月
- 3) 日本道路公団監修 (財) 高速道路技術センター：PC橋の耐久性向上に関する設計・施工マニュアル 平成13年10月
- 4) (社) 土木学会：コンクリート標準示方書 2002年制定