

観音寺高架橋（上り線）の計画・設計

(株)日本構造橋梁研究所 本社設計部 正会員 ○保坂 勲
 西日本高速道路(株)関西支社 建設事業部 大原 一也
 西日本高速道路(株)関西支社 福知山高速道路事務所 藤田 泰信
 (株)日本構造橋梁研究所 事業推進本部 正会員 前田 晴人

キーワード：PRC連続2主版桁，27径間連続化，支承変位調整工

1. はじめに

観音寺高架橋（上り線）は、舞鶴若狭自動車道・福知山IC～綾部IC間に位置し、JR山陰本線や府道福知山綾部線を横過する橋長755.3mのPRC27径間連続2主版桁橋である。平成3年3月に暫定供用が開始された一期線橋梁は、PRC連続2主版桁の設計の礎となったことで広く知られている。

本設計は四車線化事業に伴う二期線橋梁の基本詳細設計であり、供用中の一期線橋梁に配慮して橋梁を含む二期線の一部区間の道路平面線形シフトを行った。また、一期線橋梁は3～4径間連続のPRC2主版桁橋を中心とした10橋梁で構成されているが、二期線橋梁は耐震性および維持管理性の向上を目的に27径間を連続化し、掛違ひ橋脚を無くした1橋梁とした。本稿では、これら二期線橋梁（以下、本橋梁）の計画および設計について報告するものである。

2. 橋梁諸元および使用材料

本橋梁の橋梁諸元および使用材料を表-1に、全体一般図を図-1に示す。あわせて、一期線橋梁の橋梁諸元および使用材料も表-1に示す。

表-1 橋梁諸元および使用材料

	一期線橋梁（下り線）	二期線橋梁（上り線）
道路規格	第1種第3級B規格	第1種第3級B規格
橋 長	①31.5m+②76.0m+③111.6m+④30.0m+⑤60.0m +⑥90.0m+⑦79.5m+⑧108.0m+⑨79.5m+⑩84.3m=751.0m	755.3m
支 間	①A1～P0：30.625m， ②P0～P3：18.450m+28.500m+27.950m， ③P3～P7：27.350m+2@27.900m+27.350m， ④P7～P8：28.900m， ⑤P8～P10：2@29.450m， ⑥P10～P13：29.450m+30.000m+29.450m， ⑦P13～P16：25.950m+26.500m+25.950m， ⑧P16～P20：26.800m+2@27.150m+26.800m， ⑨P20～P23：25.950m+26.500m+25.950m， ⑩P23～P26：27.950m+28.500m+26.750m	23.650m+29.250m+2@28.200m+27.750m+4@30.350m +3@29.750m+21.400m+29.750m+3@26.450m+2@27.200m +2@27.250m+3@26.650m+2@28.650m+27.950m
上部工形式	①PC単純T桁橋，②PRC3径間連続2主版桁橋， ③PRC4径間連続2主版桁橋，④PC単純2主版桁橋， ⑤PC2径間連続2主版桁橋，⑥PRC3径間連続2主版桁橋， ⑦PRC3径間連続2主版桁橋，⑧PRC4径間連続2主版桁橋， ⑨PRC3径間連続2主版桁橋，⑩PRC3径間連続2主版桁橋	PRC27径間連続2主版桁橋
下部工形式	逆T式橋台(A1)，柱式橋脚(P0～P25)	逆T式橋台(A1)，柱式橋脚(P0～P25)
基礎形式	直接基礎(A1，P0～P2)，場所打ち杭φ1200(P3～P25)	直接基礎(P1，P2)，場所打ち杭φ1200(P3～P25)， 深礎杭φ2500(A1)，大口径深礎φ6000(P0)
有効幅員	9.250m	9.250m
斜 角	A1～P25:90°，P26：72°01'36"	A1～P25:90°，P26：72°40'23"
平面線形	A=395～R=800m～A=300～A=400～R=1300m～A=450	A=395～R=795m～A=300～A=355～R=940m～A=450
縦断勾配	i=3.000% ↘ (構造中心：3.654% ↘)	i=3.000% ↘
横断勾配	i=4.000% ↘ ～0.000% ～ ↙ 2.000%	i=5.000% ↘ ～0.000% ～ ↙ 4.500%～2.500%
上部工 使用 材料	コンクリート	σ _{ck} =36N/mm ²
	PC	縦縮め：SWPR7A 12S12.4
	鋼材	横縮め：SBPR930/1180 φ32
	鉄筋	SD345

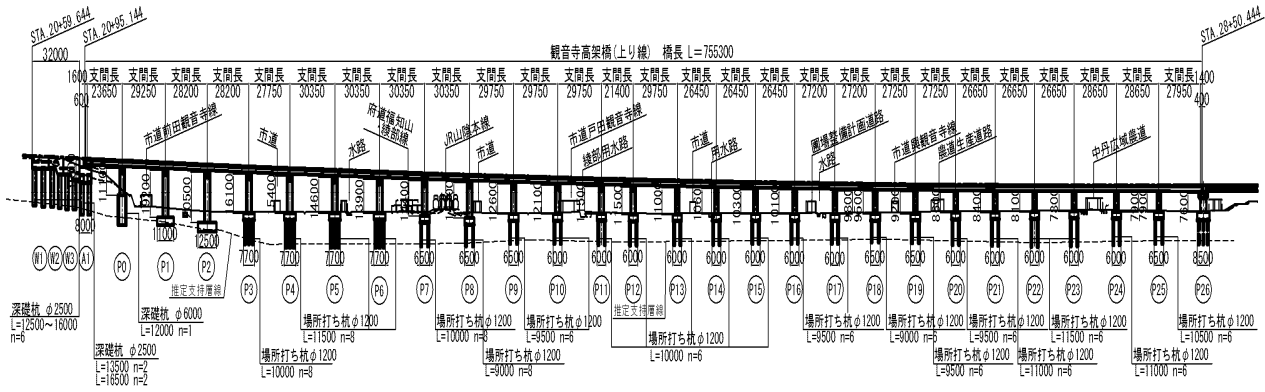


図-1 全体一般図

3. 道路平面線形の検討

一期線橋梁の中央分離帯側には、P22橋脚位置に暫定供用時の非常駐車帯が1箇所設置されている。中央分離帯側には本橋梁が建設されるため、一期線橋梁は図-2に示すように中央分離帯側の非常駐車帯部を切断撤去できる構造になっている。

ここで、既設非常駐車帯の撤去は通行止めをとまなう車線シフト、仮設防護柵設置および施工スペース確保による車線縮小とともに、撤去着手から四車線供用開始までの期間は非常駐車帯がなくなるため、現況交通に大きな影響を及ぼす。また、プレキャスト壁高欄用の埋込み治具の健全性や切断撤去によるPC鋼棒定着具への影響を事前に把握するのは困難である。

そのため、本橋梁周辺は側道が整備済みのため用地への影響がなかったことから、一期線橋梁の非常駐車帯は撤去せず、本橋梁を含む二期線の一部区間を路肩方向にシフトするよう道路平面線形を変更した。非常駐車帯の撤去有無によるP22橋脚位置の横断図を図-3に示す。なお、本橋梁は橋軸直角方向にも免震構造を採用するため、地震時に一期線と衝突しない離隔を同時に確保できるよう、最大2.50m程度のシフト量とした。

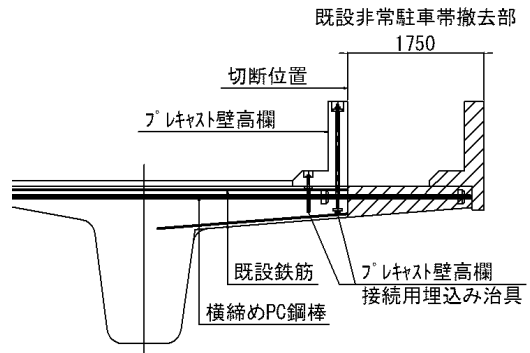


図-2 非常駐車帯撤去図

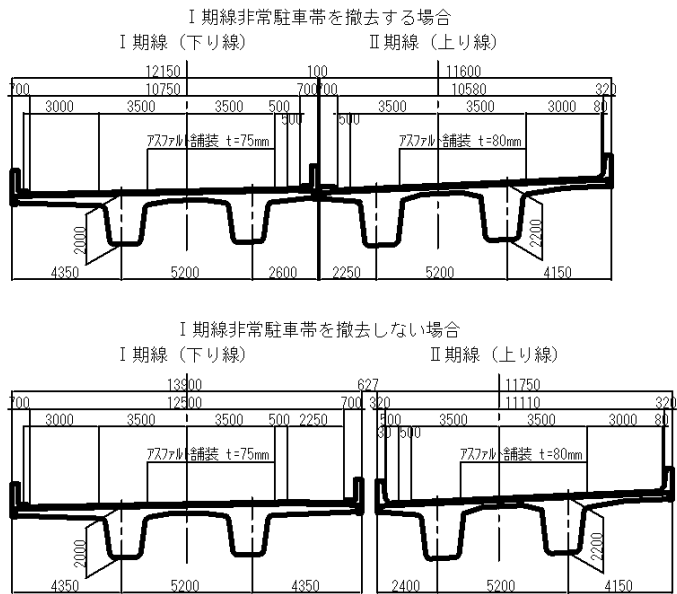


図-3 P22 橋脚位置横断図

4. 橋梁形式および架設工法の検討

当該地域は一期線に凍結防止剤が散布されるため、場所打ち構造ではコンクリート打設時の凍結防止剤の混入により内在塩分が増加する恐れがある。したがって、現地におけるコンクリート打設作業を減ずることが可能なプレキャスト桁形式として、多径間連続化の実績が多いU型コンゴ橋を比較対象として橋梁形式を検討した。あわせて、支間長が概ね30m程度で揃っていることから、PRC 2主版桁橋の架設工法として大型移動支保工と特殊支保工による全固定支保工の架設工法を比較した。なお、

由良川氾濫域における地域性および一期線橋梁との整合性より、本橋梁の径間割および橋脚位置は基本的に一期線橋梁と同じとし、大型移動支保工が適用できない支間は固定支保工とした。

橋梁形式および架設工法の検討結果を表-2に示す。経済性では、大型移動支保工は適用できないJR跨線部での組立て・解体や、一期線橋梁側の片持ち床版をあと施工にするなどの対応で工事費が上昇する結果となり、U型コンボ橋は経済的な支間長よりも本橋梁の支間長が短かったため割高な傾向となった。施工工程は大型移動支保工案が最短となったが、JR跨線部の施工時期の影響を受けやすく、全固定支保工案は施工パーティ数で調整可能という結果となった。由良川氾濫域としての対応は、大型移動支保工案やU型コンボ橋が有利ではあるが、全固定支保工案でも全径間を特殊支保工形式とすることで氾濫時の通水部を確保するなど、施工時に一定の対応が可能であることを確認した。以上より、経済性で最安価となるPRC27径間連続2主版桁橋、特殊支保工による全固定支保工を採用した。

表-2 橋梁形式および架設工法検討結果

橋梁形式	架設工法	特記事項	施工工程	経済性
PRC27径間連続 2主版桁橋	特殊支保工による 全固定支保工	JR山陰本線上(P7~P8)はトラス式支保工	24ヶ月(3P施工) ~37ヶ月(2P施工)	1.00
	大型移動支保工 +固定支保工	送電線(P2~P4)区間は特殊支保工 JR山陰本線上(P7~P8)はトラス式支保工	21ヶ月	1.05
PRC27径間連続 U型コンボ橋	架設桁架設	縦断の低いP26側から径間ごとの片押し施工	33ヶ月	1.04

5. 連続化の検討

5. 1 連続化の検討

前述のとおり、一期線橋梁は3~4径間連続のPRC2主版桁橋を中心とした10橋梁で構成されている。これは、支承形式がパッド型ゴム支承+アンカーバーのタイプA支承であったこと、JR跨線部の施工委託箇所の施工時期や全体施工工程に配慮したことなどが要因として推定できる。

本橋梁は、タイプB支承を採用するため一期線橋梁よりも多径間の連続化が可能となる。そこで、表-3に示す案にて橋梁分割位置を検討した。経済性では第2案が最安価となったが、支承および伸縮装置が多い第1案、PC鋼材量などが多い第3案でも差がほとんど生じなかったため、耐震性・走行安全性・維持管理の観点を重視し、主桁の構造検討や支承の変位調整工の検討、JRとの施工協議を経て、27径間連続化の採用に至った。

表-3 橋梁分割位置検討案

	径間数および橋長	分割数 (橋)	支承数 (箇所)	伸縮装置 (箇所)	特 徴
第1案	径間数：7径間+3径間+7径間+10径間 橋長：207.9m+91.1m+191.1m+272.4m=762.5m	4	62	5	JR跨線部を単独橋梁とした案
第2案	径間数：13径間+14径間 橋長：380.6m+381.9m=762.5m	2	58	3	支承の変位調整工が不要となる橋長の目安500m以下とする案
第3案	径間数：27径間 橋長：762.5m	1	56	2	支承の変位調整工を前提に掛違いをなくす案

注) 762.5m は、橋台位置決定前の検討時の橋長である。

5. 2 桁高およびPC鋼材配置の検討

桁高検討結果を表-4に示す。一期線橋梁の設計荷重時におけるひび割れ制御方法は、径間部：方法A（ひび割れ幅限界）、中間支点上：方法B（ひび割れ発生限界）である。本橋梁の設計荷重時におけるひび割れ制御方法は一期線橋梁と同じであるが、全死荷重時に方法C（引張応力発生限界）を適用している。また、27径間連続化により温度変化など不静定力による断面力も大きくなった。それらの影響を受け、起点側の長支間部でPC鋼材本数が多く必要となった。とくにケース1：H=2.0mではPC鋼材が3段の過密配置となった。一方で、ケース3：H=2.4mでは終点側短支間部のPC鋼材本数が1.5段配置にも満たない程度に少なくなった。したがって、本橋梁の桁高は併設する一期線橋梁との桁高差が小さく、長支間部・短支間部ともに適度なPC鋼材配置本数となるケース2：H=2.2mを採用した。

表-4 桁高検討結果

検討ケース	I 期線橋梁	ケース 1	ケース 2	ケース 3
PC鋼材種別	12S12.4	1S28.6 (プレグラウト)		
桁高	桁高=2.0m	桁高=2.0m	桁高=2.2m	桁高=2.4m
桁高支間比	1/13.7 (平均支間27.3m)	1/14.1 (平均支間28.2m)	1/12.8 (平均支間28.2m)	1/11.8 (平均支間28.2m)
断面図 および PC鋼材配置 (最大本数)				
PC鋼材 本数 (本)	長支間部 (A1~P13)	—	28本~44本	24本~36本
	短支間部 (P13~P26)	—	24本, 32本	24本, 28本
	全体	—	916本	748本
経済性	—	(1.00)	(1.02)	(1.02)

5. 3 支承変位調整工の検討

27径間連続化にともない、支承形状の最適化および支承変位調整工の実施箇所を検討した。支承変位調整工はNEXCOで実績が多いポストスライド方式とした。本橋梁は橋軸・直角方向とも免震構造としており、支承形状のうち支承ゴム厚は温度変化を含む常時移動量もしくはレベル2地震時移動量で決定される。ここで、本橋梁は橋長が長く、クリープ・乾燥収縮による水平変位が支承形状に影響を及ぼさないようにするには複数回の変位調整が必要である。しかし、事業期間外の作業は現実的に困難なため、事業期間内で作業が可能である構造系完成から3年目に1回のみ変位調整を行う計画とした。

これらの条件のもと、変位調整工実施箇所を検討した結果を図-4に示す。常時の必要ゴム厚がレベル2地震時の必要ゴム厚を上回る結果となったA1~P4, P21~P26の支承では、経済比較により実施に対する有効性を検討した。その結果、A1~P3, P23~P26の支承で変位調整工を行う計画とした。また、変位調整を行わないP4~P22の区間長はL=503.35mであり、前述の橋梁分割位置検討で示した目安500m以下とほぼ一致する結果となった。

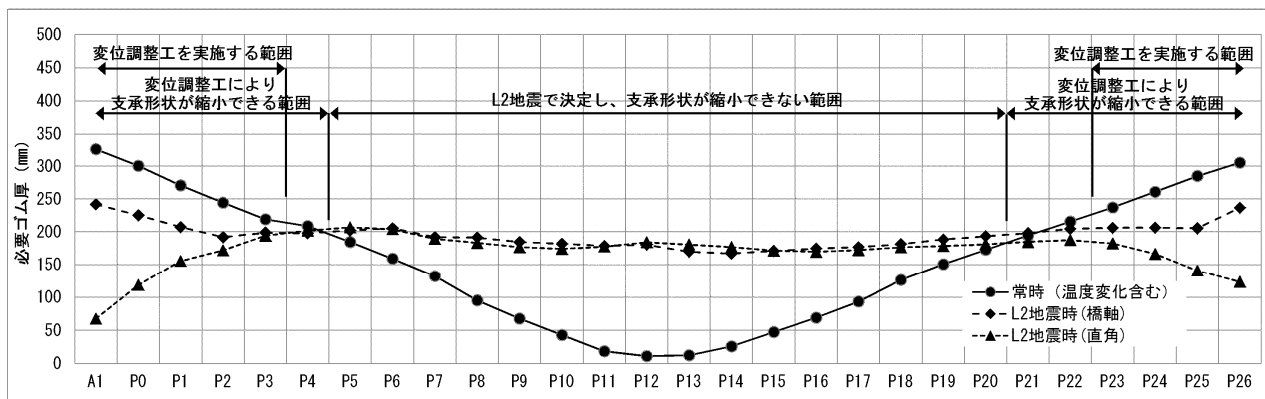


図-4 変位調整工実施箇所検討結果

6. おわりに

本稿では、観音寺高架橋(上り線)PRC27径間連続2主版桁橋の計画・設計について報告した。なお、現在の一期線(下り線)橋梁は、張出し床版下面の一部にひび割れが見られるものの、主桁下面には有意なひび割れや損傷が生じておらず、全体的には健全な状態であることを点検カルテで確認することができた。本稿が今後の同種橋梁の計画・設計の一助となれば幸いである。