

和歌山ジャンクションAランプ橋の施工

三井住友建設(株)	正会員	○西牧 祥一
西日本高速道路(株)		藤本 聡
西日本高速道路(株)	正会員	山本 泰造
三井住友建設(株)	正会員	西村 公

キーワード：波形鋼板ウェブ箱桁橋，張出し架設，工程短縮工法，急曲線橋

1. はじめに

本橋は、和歌山県岩出市雄ノ山地内から和歌山市湯屋谷に位置し、京奈和自動車道と阪和自動車道を接続するランプ橋で、橋長416m、全幅員7.65~9.60mのPRC6径間連続ラーメン波形鋼板ウェブ箱桁橋である。本橋は、波形鋼板ウェブ橋としては国内最急曲線（最小R=150）となること、建設中の雄ノ山高架橋（紀北西道路）や供用中の阪和自動車道と交差することによる桁高制限など、厳しい線形条件下に置かれている。本稿は、ランプ橋特有の線形により制約を受けた波形鋼板ウェブ箱桁橋の施工について報告するものである。

2. 橋梁概要

本橋は、PA2-PA3の支間中央部付近からAA2にかけて最小半径R=150m、横断勾配9.0%を有している。施工条件としては、JR阪和線の近接作業、阪和自動車道の交通規制や夜間作業のほか、交差する雄ノ山高架橋（紀北西道路）と同時期の施工となるなど、難易度の高い工事である。

橋梁一般図を図-1、橋梁諸元を表-1、主桁断面図を図-2に示す。

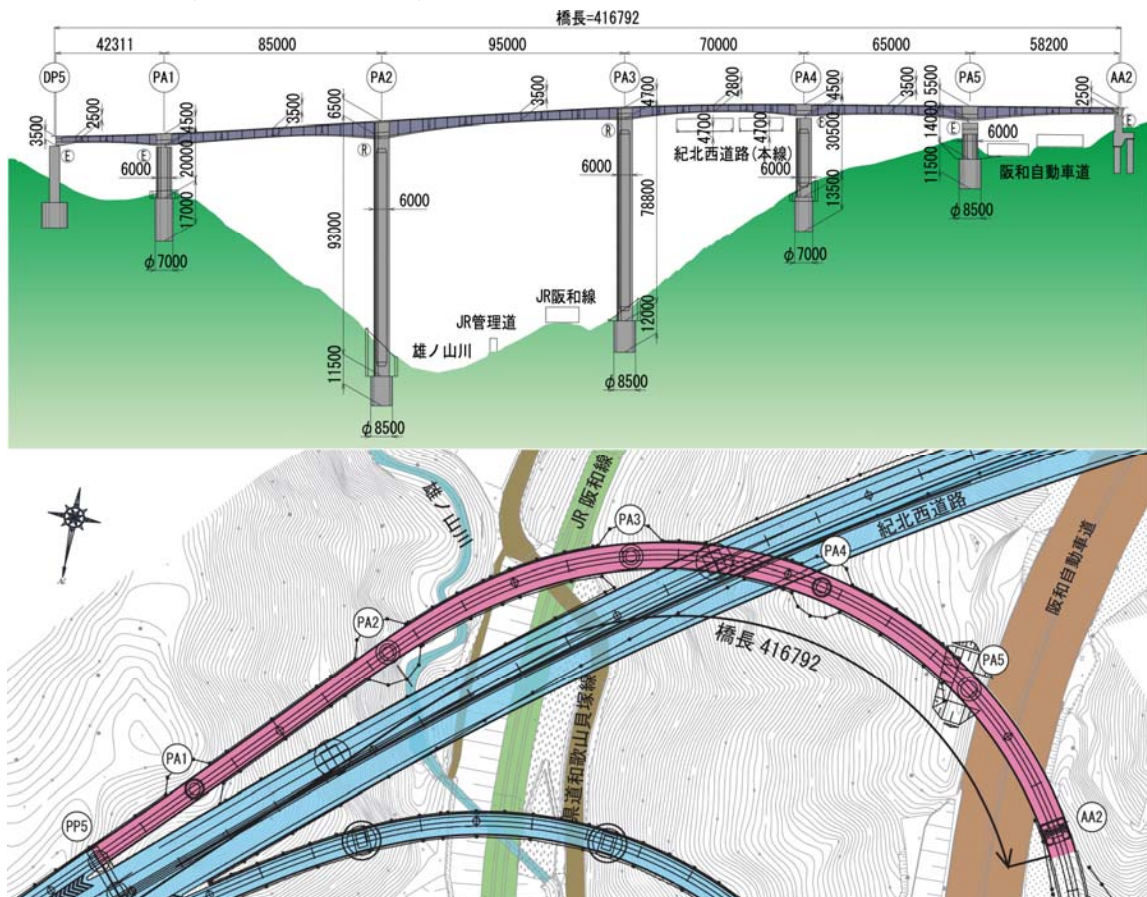


図-1 橋梁一般図

本橋のPA2およびPA3橋脚は、高さ93m、78mの高橋脚であり、工程上のクリティカルパスとなるが、関連工事の影響により、PA2橋脚の着手が約8.5ヶ月、PA3橋脚柱頭部の着手が約11ヶ月遅延することとなった。また、PA3橋脚はJR阪和線の近接作業となることや、雄ノ山高架橋（紀北西道路）の施工と平面交差していることから、施工順序、施工方法の調整結果によっては、さらに工程に影響が生じる状況にあった。本橋の完成は和歌山ジャンクションの開通時期に影響するため、工期短縮を目的とし、詳細設計においてPA2およびPA3橋脚にSPER工法、上部工の張出し架設にRap-Con工法を採用した。

表-1 橋梁諸元

工事名	和歌山ジャンクション Aランプ橋工事
構造形式	PRC6径間連続ラーメン波形鋼板ウェブ箱桁橋
橋長	416.792m (道路中心線上)
支間長	415.511m (道路中心線上)
全幅員	7.650~9.600m
平面線形	R=3000m ~ A=100m ~ R=150m
縦断勾配	0.976% ✓ ~ 6.000% ✓ ~ 1.052% ↓
横断勾配	2.000% ✓ ~ 1.500% ✓ ~ 9.000% ↓

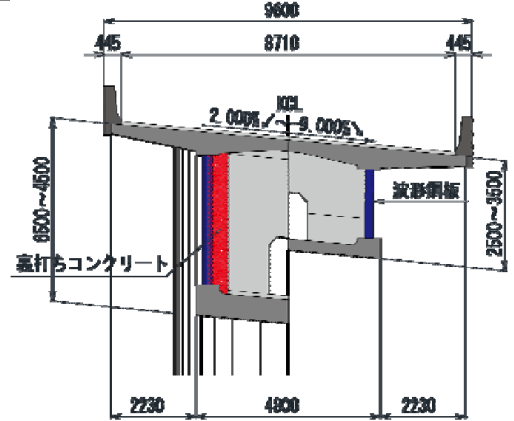


図-2 断面

3. 工程短縮工法

3.1 SPER工法による下部工の施工

SPER工法とは、あらかじめ帯鉄筋を内蔵したハーフプレキャスト部材（以下、PCa部材と記す）（図-3）を工場で製作し、主鉄筋の組立後にクレーンを用いてPCa部材を建込み（写真-1）、内部にコンクリートを打設することにより橋脚施工の工程短縮を図るものである（図-4）。現場での鉄筋・型枠組立作業の減少と、工場製品であるPCa部材の使用により、工程短縮、安全性および高耐久性の品質向上が図れる。

1施工サイクル（2リフト12.0m）に要する施工日数は、従来工法が実働24日であるのに対し、本工法では実働14日となり、従来工法に対し約40%の工程短縮を実現している。また、現場における鉄筋・型枠組立作業を大幅に削減することで、約35%の省人化を図ることができた。

標準的なサイクル工程比較を表-2に示す。

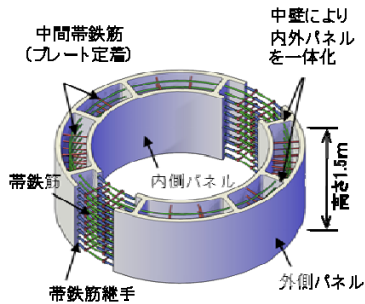


図-3 PCa部材

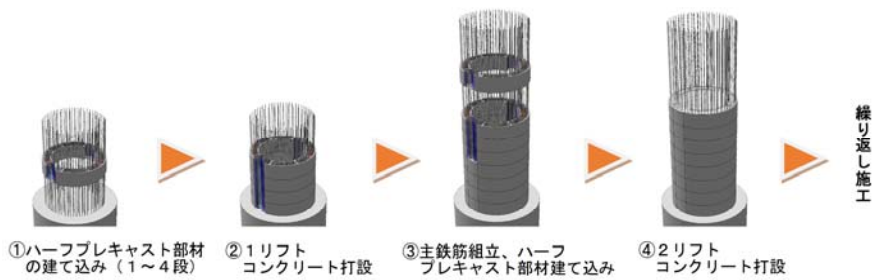


図-4 施工手順

表-2 標準施工サイクル比較

	1サイクル																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
従来工法	タワーレーンクライミング	■																							
	足場組立	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	鉄筋組立(主鉄筋)																								
	鉄筋組立(帯鉄筋)																								
	型枠組立																								
	コンクリート打設																								
ハーフプレキャスト工法	タワーレーンクライミング	■																							
	足場組立	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
	鉄筋組立(主鉄筋)																								
	PCa部材建込(帯鉄筋手)																								
	型枠組立																								
	中詰めコンクリート打設																								



写真-1 PCa部材架設状況

3.2 Rap-Con工法による上部工の施工

本橋は、発注当初はコンクリートウェブ箱桁橋であったが、詳細設計において、軽量化とRap-Con工法による工程短縮を目的に波形鋼板ウェブ箱桁橋とした。その結果、上部工重量を軽減でき、下部工の縮小を図れた。本工法は、先行架設した波形鋼板上に移動作業車を直接設置することにより、ブロック長を4.8mの一定としてブロック数を少なくするとともに、隣合う3ブロックにおいて、波形鋼板の架設、下床版の施工、上床版の施工を同時に行い（図-5）張出し架設のサイクル工程を短縮するものである（表-3）。



写真-2 移動作業車

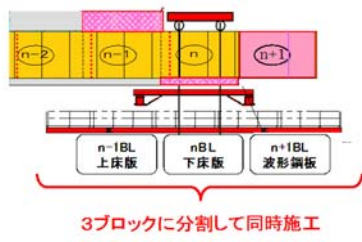


図-5 標準施工サイクル比較

表-3 標準施工サイクル比較

施工日数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
移動作業車の移動	■													
波形鋼板架設		■	■	■										
下床版組立(鉄筋・型枠)			■	■	■									
上床版組立(鉄筋・PC・型枠)				■	■	■								
コンクリート打設					■	■	■							
養生・PC鋼材緊張						■	■	■						
短縮日数											3日短縮			

4. 曲線橋の張出し架設における上げ越し管理

本橋は、 $R=3000$ から $R=150$ に大きく変化する連続ラーメン橋であり、PA3、PA4およびPA5橋脚からの張出し架設は、平面曲線を有したものとなる。また、曲線半径が $R=150$ mと非常に小さいため、張出し架設中のねじりモーメントによる橋軸直角方向の変形が無視できないと思われたため（図-6）、この変形を正確に評価し、施工に反映する必要があった。そこで、張出し架設時の各ステップを考慮した立体格子骨組解析（図-7）を実施し、曲げおよびねじりモーメントによる主桁および橋脚の変形を3次元で算出して上げ越し管理を行った。なお、本橋はコンクリートウェブ箱桁に比べてねじり剛性の低い波形鋼板ウェブ箱桁であるため、そり拘束ねじりについての検討を行い、 $R150$ m区間（PA2-AA2径間）の中間隔壁を15m以下で配置することにより、ねじりモーメントによる変形量を10mm程度に抑えている¹⁾。施工時の変形量は計算値とおおむね一致しており、出来形を精度良く、規格値内に収めることができた。

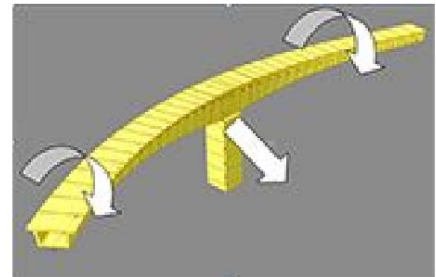


図-6 ねじりによる変形

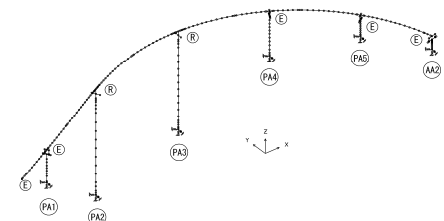


図-7 立体格子骨組解析

5. 供用中の高速道路に対する安全対策

5.1 車線規制による移動作業車の組立・移動（阪和自動車道上）

阪和自動車道を跨ぐPA5-AA2径間の移動作業車の組立については、1夜間の全面通行止めを行った。中央足場組立後（写真-3）、夜間作業時に、あらかじめ地組しておいた前方下段作業台を2台のクレーンを用いて架設し（写真-4、図-8）、引き続き前方足場を組立て、移動作業車の組立を完了した。移動作業車の移動については、先頭固定による夜間低速走行規制を、上り線のみが4回、下り線のみが1回、上下線同時が3回の合計8回行った。1回のワーゲン移動距離は4.8mで、その移動に要する時間は10分程度であった。移動作業車の組立・移動については、上記の交通規制を行うことで、阪和自動車道に対する安全の確保を実現できた。



写真-3 中央足場組立



写真-4 前方作業台組立

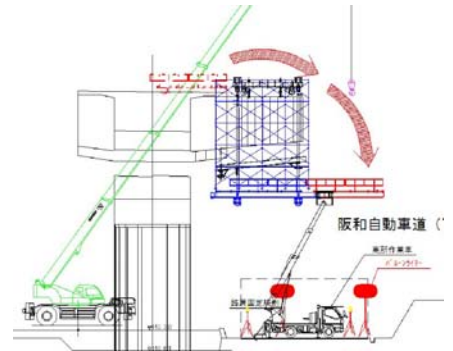


図-8 前方作業台組立

5.2 防護台車を使用した橋面工（阪和自動車道上）

阪和自動車道を跨ぐPA5-AA2 径間においては、防護台車を用いて橋面工および付属物を施工した。防護台車の寸法は、橋軸方向に約 18m、橋軸直角方向に約 16m で、側面や底面をネットやシートで完全に防護することにより、飛散物の落下を確実に防止できる構造としている（写真-5）。主桁完了後、阪和自動車道の路肩固定規制を行い、クレーンを用いて組み立てた。阪和自動車道上空を3分割移動することにより、全車線を包括し施工中の飛散物に対する完全防護を実現できた。



写真-5 防護台車の移動

6. おわりに

本稿では、急曲線を有する波形鋼板ウェブ箱桁橋の施工について述べた。本橋は、平成 26 年 5 月より工事着手し、平成 29 年 2 月 27 日に竣工を迎えることができた（写真-6）。下部工にハーフプレキャストを用いた SPER 工法、上部工に波形鋼板ウェブ箱桁の施工法である Rap-Con 工法を採用し、工程短縮と現場作業の省力化を図ることが出来た。厳しい制約条件下の架設では、本工事で施した対策に加えて、設計・施工の各部門が連携して、詳細な検討を行うことが重要である。本報告が、今後の同種橋梁における施工の一助になれば幸いである。



写真-6 完成

参考文献

- 1) 鍋谷, 山本, 山口, 諸橋: 和歌山ジャンクションAランプ橋の設計; 第24回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp. 225-228, 2015. 10