軽量コンクリートを用いたプレキャストセグメント合成箱桁

三好町役場　産業経済課　三好　義隆
エコー建設コンサルタント　松下　広
オリエンタル建設㈱　四国支店　正会員　○　篠原　峰雄
オリエンタル建設㈱　大阪支店　竹林　修一

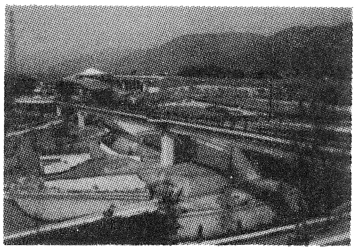
1．はじめに

本橋は、徳島自動車道の吉野川ハイウェイオアシスの二階展望デッキと隣接する三好サービスエリア間を結ぶ、軽量コンクリートを用いた３径間連続プレキャストセグメント合成箱桁の歩道橋（**写真―1**）である。

町営ハイウェイオアシスは、吉野川の川面を一望でき、観光名所の「美濃田の淵」をも展望できる所に位置し、ここを利用する観光客は正規の専用歩道を利用せず、サービスエリアから「危険な車道歩き」と称される連絡道を通行していた。本橋は、交通安全のためだけでなく、吉野川の景観を楽しめる展望台として、また公園の上空を通過する歩道橋の造形美は周囲の景観と調和を配慮することが求められていた。

本橋は次の条件を有している。

(1)　橋梁下の遊歩道空間を確保するため桁高制限
(2)　架設条件と設計条件により、主桁自重の軽減
(3)　プレキャスト部材として分割し、運搬・架設が可能な工法
(4)　経済的で美観に優れた形式
(5)　短期間での施工が必要
(6)　歩行者に不快感を感じさせないたわみ抑制



写真―1　完成写真

2．工事概要

工　事　名：平成12年度高速道路周辺対策事業
　　　　　　南駐車場線　歩道橋上部工
発　注　者：三好町役場　産業経済課
工事場所：徳島県三好郡三好町大字足代地内
橋　　長：120.500 m
桁　　長：47.500 m+47.500 m+25.500 m
幅　　員：2.50　m
荷　　重：3.50　kN/m²
工　　期：着工　H 12年11月30日
　　　　　完成　H 13年 3月　9日

表―1　主要材料

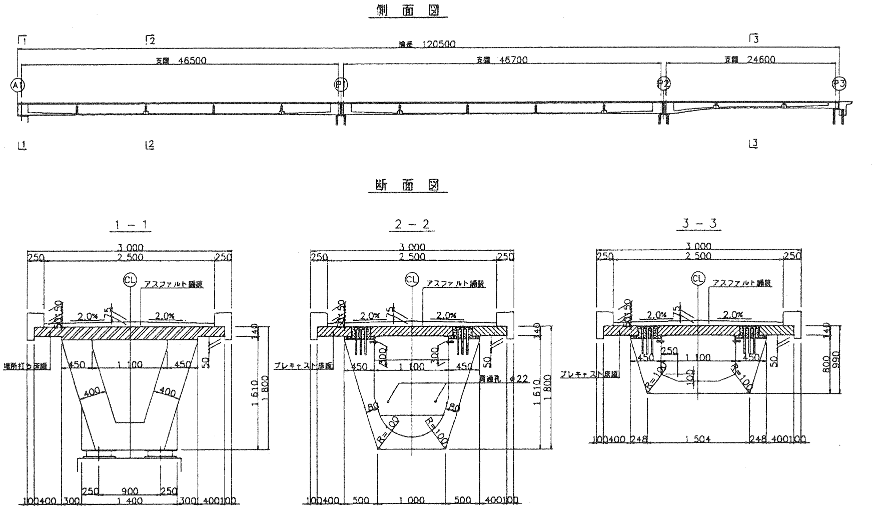
名称	仕様	数量	備考
軽量コンクリート（γ=18.5KN/m³）	σck=40N/mm²	134 m³	主桁
	σck=40N/mm²	43 m³	RC版
早強コンクリート	σck=40N/mm²	4 m³	連結部
型枠		900 m²	
鉄筋	SD 295	20 ton	主桁
ＰＣ鋼材	1S 28.6	1090 m	内ケーブル
	7S 15.2	450 m	外ケーブル
	1S 19.3	560 m	床版ケーブル
	1B 26B	24 m	連結鋼棒

3．合成桁の設計

3．1　主桁の設計

（1）　断面選定

主桁断面内に外ケーブルを配置でき、緊張のジャッキスペースが確保できる U 型の舟形断面とした。全ケーブルの緊張完了後にはプレキャスト床版とのジベル筋結合により箱桁断面を形成して橋面荷重・群衆荷重・二次力に対応した。図－１に全体一般図を示す。



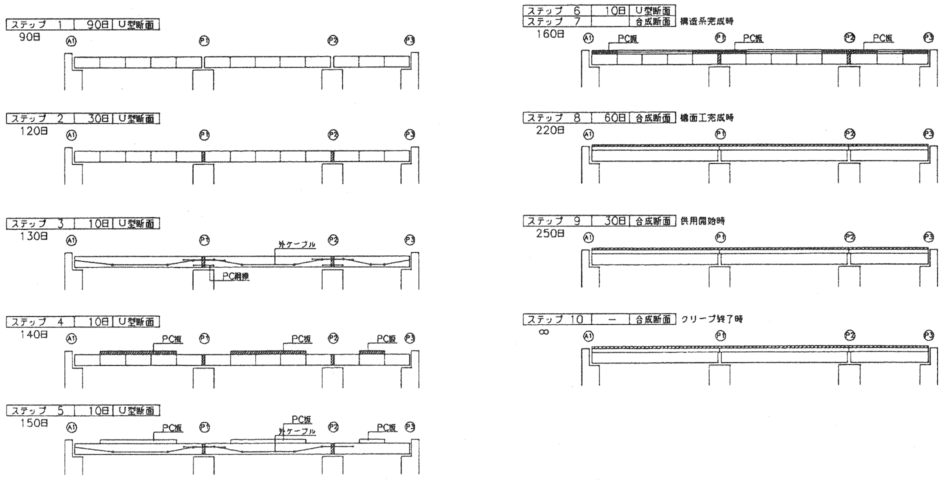
図—1　全体一般図

（2）　断面力の算定

本橋は表－2に示すように各施工段階に応じて構造系および断面構成が異なるため、図－2に示すような施工順序を考慮して断面力を算出した。

表—2　断面力算出方法

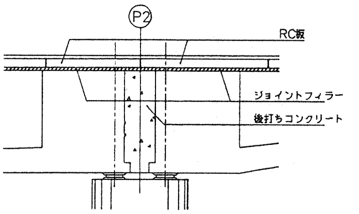
Step	施　工　工　程	荷　　重	構造系	断面構成
1	ブロック桁架設、内ケーブル緊張	主桁自重	単　純	U型断面（舟形主桁断面）
2	連結部打設	横桁自重	〃	〃
3	外ケーブル(1次)		連　続	〃
4	ＰＣ版敷設(1次)	PC版自重	〃	〃
5	外ケーブル(2次)		〃	〃
6	ＰＣ版敷設(2次)	PC版自重	〃	〃
7	構造系完成時		〃	合成断面（床版（ＰＣ版）＋舟形主桁断面）
8	橋面工完成時	橋面荷重	〃	〃
9	供用開始時		〃	〃
10	クリープ終了時		〃	〃



図－2　　施工順序図

３．２　連結部の構造

図－３に連結部の概要を示す。P1、P2 橋脚の連結部は美観を考慮したスレンダーな橋脚形状上にあるため、主桁の内ケーブル定着具の配置・重ね継ぎ鉄筋長・固定アンカーボルトの設置、ゴム沓の支持状態等を考慮し、桁の遊間巾と桁端部形状を決定した。



図－３　連結部

３．３　床版ＰＣ鋼材配置

プレキャスト床版は、断面に導入する圧縮応力度を 2.5N/mm^2 としてＰＣ鋼材１Ｓ－19.3 を配置し結合した。橋梁完成後には連続桁となり、中間橋脚上には橋面荷重・群衆荷重による負の曲げモーメントにより、プレキャスト床版には引張応力が発生するため、PC 鋼材をラップする配置とし、圧縮応力度を 5.4N/mm^2 とした。

プレキャスト床版は、プレストレスが導入されたあと U 型断面の天端に埋めこまれたジベル筋により U 型主桁と結合し、合成桁として抵抗するものとした。

４．施工概要

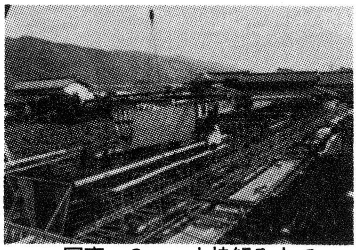
４．１　主桁製作工

（１）軽量コンクリート

本橋の主桁・床版による断面力は全体断面力の６割を占めており、軽量コンクリートを使用することで自重による断面力の低減効果が図れた。また、架設時によるクレーン作業能力は拡大でき、コスト縮減に大いに貢献した。軽量コンクリートの実単位重量及びヤング係数は、工場配合では一日脱枠を考慮したセメント量とし、γ＝18.86KN/m^3、Ｅ＝0.208×10^{5}N/mm^2、現場配合ではセメント量を低減した配合とし、γ＝18.53KN/m^3、Ｅ=0.189×10^{5}N/mm^2 となった。

（２）型枠工

内枠は脱枠を考慮した構造とし、（写真―２）の如くＨ鋼を型枠上に１ｍ間隔に配置し、ベース枕木よりチェーンとターンバックルを使用し浮き上がり防止対策を講じた。



写真―２　　内枠組み立て

４．２　架設工

ブロック継ぎ目部をベントで仮受することを基本に考えていたが、A1～P1 径間内には河川が横断しベント位置とクレーンの据え付け場所に制限されためにＨ鋼梁を渡し支持する構造（写真－３）とした。

ブロックは、トラッククレーンによりベント上に据え付けられブロック端部に樹脂を塗布された後、ブロック端隔壁を貫通したボルトの緊結により順次引き寄せを行った。最終的には、内ケーブルの緊張によって一本化された主桁の片端をクレーンで吊り、ゴム沓上に据え付けた。

P2～P3 径間（ L= 25.5m）は、橋梁下の通行客を考慮しベント支柱を設置せず、P1～P2 径間下で主桁ブロックを一本化してトラッククレーンにより相吊り架設（写真－４）を行った。

写真―３　　A1～P1 径間架設

写真―４　　P2～P3 径間架設

4．3　緊張管理

本橋の施工条件から、いずれのPC鋼材も片引き緊張を行ったが、各ケーブルの摩擦係数には異常は無く所定の緊張力が導入できた。

4．4　支承工

（1）ゴム沓据え付け

バネ定数を有するゴム沓は架設前に正規の位置に設置した。まず、片側の桁端ブロックは正規の位置でゴム沓上に据え付け、順次ブロック結合を行う。最終作業として内ケーブル緊張後に主桁の片端をクレーンで吊り上げゴム沓上に据え付ける。桁を吊り上げることで、その間に発生したプレストレスによる弾性変形・クリープによるゴム沓の変形を開放することとなり、経済的なゴム沓とすることが可能となった。

（2）アンカーボルト据え付け

P1、P2の二橋脚には、ネオプレーン10㎜被覆した固定アンカーボルトを使用して地震力を緩和した。また、A1橋台、P3橋脚には、ネオプレーン10㎜被覆した可動アンカーボルトを外ケーブル緊張・PC床版橋軸ケーブル緊張後（弾性変形・クリープによる短縮の発生後）に設置した。この時横桁内に埋め込まれた角鋼管の遊間を確保し、下部工のアンカー孔に無収縮モルタルを充填し固定する方法とした。

この方法により角鋼管内の遊間を小さくすることができ、端横桁の欠損断面の低減が図れることとなり、地震力によるアンカーボルト･緊張力による定着部の局部応力の発生に対しても安全な設計が可能となった。

4．5　たわみ管理および反力調整

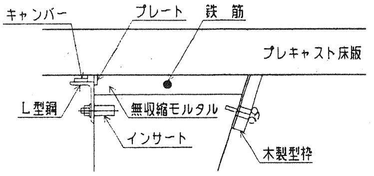
現場でのたわみ予測は主桁の垂れ下がりにより美観を損ねると判断し、主桁連結前に支間中央付近に仮支柱を設置し主桁のジャッキアップを行い、たわみ調整の可能性を検討した。検討の結果、主桁中央のジャッキアップ→連結部の施工→外ケーブル緊張→反力解放（ジャッキダウン）することによって調整量が側径間5cm、中央径間3cmが可能となり美観を確保できた。

この作業は、U型の舟形断面の主桁に負の曲げモーメントを発生させることになるが、当初設計では、スパン中央の下縁引張が厳しい応力状態であったため、このジャッキアップ工法による断面力の軽減が図れたため、応力度は緩和できた。

4．6　プレキャスト床版の据え付け

図－4にプレキャスト床版支持方法を示す。主桁内側にアングルを取り付け、その上にキャンバーを挿入することによりPC床版の荷重受けと同時に高さの調整を行った。無収縮モルタル止めはアングルにプレートを溶接し、外側は木製型枠で行った。

無収縮モルタルの充填は縦断勾配を考慮して3m間隔の仕切版によって分割し、また鉄筋に振動を与えることにより完全な充填に努めた。



図－4　プレキャスト床版支持

5．おわりに

最近、コスト縮減が叫ばれる中、新しい工法や構造形式が採用される傾向がある。その場合、PC業界は今までの実績や経験から施工性への可能性を判断し対応している。今回の施工方法は下記の特徴を有しており、今後のコスト縮減策を展開する上で参考になれば幸いである。

① 軽量コンクリートの使用は、断面力低減（桁高制限）、運搬・架設条件に最適であった。

② 舟形断面は断面内に外ケーブルが配置されるため、美観に優れる。

③ ブロック化によって高品質・高強度・耐久性のある製品供給が可能となり、またプレストレスによる一体結合は現場施工の合理化・安全の向上および経済性に寄与する。

④ 今回たわみ調整に使用した工法は、立地条件が整えれば断面力の移行が可能であり、設計的には有利な施工方法である。