

戸奈瀬高架橋 (U形コンボ橋) の計画・設計

アジア航測 (株) 道路・橋梁部 正会員○古田 光司

アジア航測 (株) 道路・橋梁部 正会員 梶木 洋子

アジア航測 (株) 道路・橋梁部 城石 尚宏

国土交通省 近畿地方整備局 福知山河川国道事務所 工務第二課 藤井 隆

1. はじめに

戸奈瀬高架橋は、丹波綾部道路の京都府綾部市戸奈瀬地先に位置する第1、第2高架橋からなる。当初、第1橋は単純桁橋、第2橋は6径間連続PC箱桁橋で計画されていたが、諸条件より更なる工期短縮とコスト縮減が求められた。山岳地で比較的堅固な地盤であることからPC橋が有利であると考えられたが、支間が第1橋では55.5m、第2橋では43~44m程度の中規模橋梁であり、PC橋にとって従来の形式では合理的な適用支間ではなかった。このため、適用支間が40m~60mの中規模橋梁に対応できる新しい形式のU形コンボ橋を採用し、工期短縮、コスト縮減を図るとともに、PC橋の特徴である維持管理の容易さや耐久性を保持することにした。この結果、主桁・床版が工場製作のプレキャストセグメントになるため、第1高架橋も同形式とすることでスケールメリットを生かし省力化を向上した。

2. 戸奈瀬高架橋の概要

	第1戸奈瀬高架橋	第2戸奈瀬高架橋
道路規格	第1種第3級 (設計速度 80 km/h)	
橋 長	L=57.5m	L=264.0m
支 間 割	55.5m (単純桁)	43.0m+4@44.0m+43.0m
有効幅員	B=9.50m~11.88m	B=9.50m
線 形	平面 R5000m 縦断 i=3.0% 横断 i=2.0%	平面 R5000m 縦断 i=3.0% 横断 i=2.0%

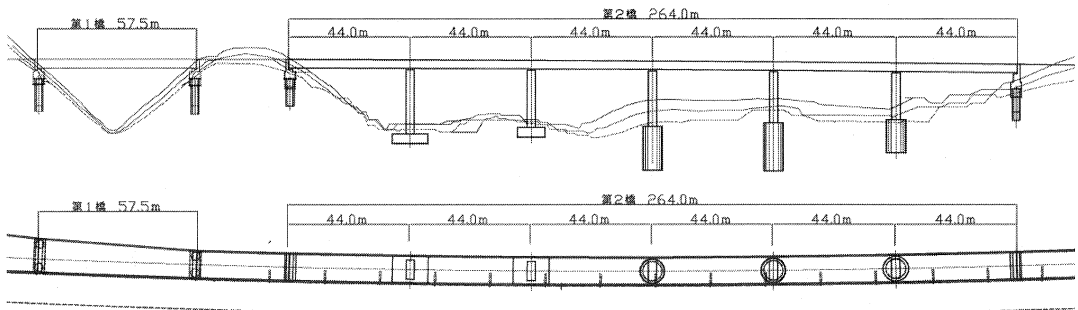


図 2-1 橋梁一般図

3. 橋梁形式の検討

表 3-1 に、本橋の形式比較一覧表を示す。他案に比べ経済性に最も優れ、施工性、構造的な要求性能にも大きな弱点がないため総合的に最も有利であると判断できる。比較検討で配慮した本橋におけるU形コンボ橋の特徴を以下に示す。

構造は、U形断面をもつPC合成桁橋とし、第2橋では6径間連結桁で中間支点は2点支承形式のRC連結構造を採用している。第1橋は、桁内のスペースを利用した外ケーブル(19S15.2)を併用することで合理化を図った。床版は、型枠兼用のPC板を使用したPC合成構造で、施工性および床版の耐久性向上も目指している。また、主桁は工場製作のプレキャストセグメントであるため60N/mm²の高強度コンクリートを使用した。I形コンボ橋に比べ桁本数を減らすことができ省力化が図れること、U形の桁は表面積が少なくなること、桁内を管理用通路に使用できることなどにより維持管理が容易になり有利となる。

架設方法は、地形条件よりセグメントを橋梁背面の本線上で緊張組立し、ガータ架設で主桁を吊りだし、所定の位置で横取り装置を用い横取りをして架設を行う。その後、横桁を打設してPC板をU形の桁上と桁間に設置し床版を施工する工法を採用し現場での工期短縮を目指している。ただし、床版の張出し部は現場打ちとなり、プレキャストセグメント箱桁に比べると現場施工の工期は長くなる。しかし、本橋の架橋位置が山岳地であるためU形コンボ橋であれば輸送重量を条件に合わせてコントロールできること、曲線橋であるが、張出し量の調整で対応が可能となる。

断面図	元設計案 場所打ち箱桁		U型コンボ桁		プレキャスト桁案 コンボ桁		鋼少数主桁橋	
架設方法	押出し架設		架設桁架設		架設桁架設		架設桁架設	
経済性	工種	概算工費(千円)	工種	概算工費(千円)	工種	概算工費(千円)	工種	概算工費(千円)
	工場製作費	0	工場製作費	219,200	工場製作費	220,700	工場製作費	244,900
	現場作業費	526,700	現場作業費	150,500	現場作業費	180,800	現場作業費	310,200
	支承費	100,300	支承費	75,200	支承費	80,300	支承費	56,200
	橋面工費	50,200	橋面工費	50,200	橋面工費	50,200	橋面工費	7,500
	諸経費	237,000	諸経費	132,200	諸経費	146,500	諸経費	112,900
合計	914,200	合計	626,300	合計	678,300	合計	731,700	
橋面 m ² 単価	365	橋面 m ² 単価	250	橋面 m ² 単価	270	橋面 m ² 単価	292	
比率	1.460	比率	1.000	比率	1.060	比率	1.168	
工期	すべて現場で施工するため、現場工期が長い(現場工期約380日)		主桁を工場施工するため、現場工期が短い(現場工期約180日)		主桁を工場施工するため、現場工期が短い(現場工期約180日)		主桁重量が軽く工期が短縮できる。床版を合成床版とすることで現場工期が短くなる(現場工期約120日)	
耐久性	現場で主桁を製作するため、高強度コンクリートを用いることができない。(40N/mm ²)		工場で主桁を製作するため、高強度コンクリートを用いることができる。(60N/mm ²)		現場で主桁を製作するため、高強度コンクリートを用いることができる。(60N/mm ²)		鋼橋であるため、耐久性を保つため、維持管理が必要となる。	
総合評価	経済性が最も劣ることに加え、現場工期が長く、早期整備における経済効果も期待できない。上部工重量が最も重く下部工規模が最も大きくなる。		経済性が最も優れることに加え、現場工期が短く、早期整備における経済効果も期待できる。上部工重量が最も軽く下部工規模が最も小さくなる。		経済性が優れることに加え、現場工期が短く、早期整備における経済効果も期待できる。上部工重量は軽いが、主桁配置上、橋脚の要綱が長くなる。		経済性が劣るが、現場工期が最も短く、早期整備における経済効果も期待できる。上部工重量が軽く下部工規模が小さくなる。	

表 3-1 橋梁形式比較一覧表

4. U形コンボ橋の設計

本橋におけるU形コンボ橋の断面構造を図4-1に示す。U形断面は、従来のI形断面と比較して断面性能が大きいという特徴があり、下フランジが広いことから架設時の安定性がある。断面形状の決定では、輸送条件により制約を受けるがこれらの特徴を引き出せるように断面形状を決定した。

部材厚では自重低減のため、鉄筋のかぶり・パイプレータの挿入スペースの確保等の施工性を配慮し、ウェブは可能な限り薄くし、200mmとした。セグメント割りは支間と輸送経路から低床式トレーラーを想定して、桁高さ2.8m以下、ブロック重量30t以下、ブロック長を8.9m以下になるようにした。

断面力解析方法は、連結前は一本梁単純桁構造とした棒理論、連結後の活荷重・橋面は格子解析(格子桁構造の影響線解法)、構造系変化による不静定力等は棒理論解析を用い算出した。実際には、二次力のクリープ、温度差は一本梁連続桁構造、二次力の支点沈下は格子桁構造として断面力、反力を計算している。また、U形断面形状寸法より格子計算用剛度を計算し、格子計算終了後、ほぼ等価なI形断面に置換して計算を行な

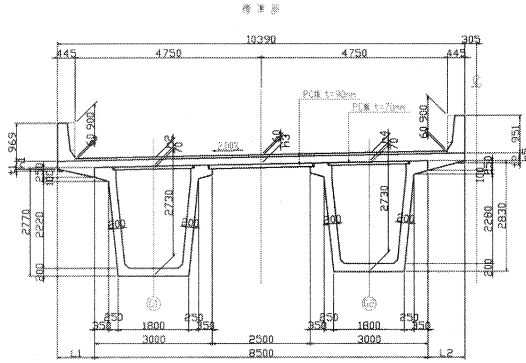


図 4-1 構造断面図

っている。主ケーブルは 12S15.2B (SWPR7B)、横桁は、1S28.6 (SWPR19) を使用した。合成床版の PC 板は主桁内では板厚 70mm、主桁間は、板厚 90mm とし、PC 鋼材 SWPD3φ2.9 を使用した。床版厚さは 270mm とした。

施工実績がすくないことから、定着部、偏向部および切り欠き部付近など応力が集中することが予想される箇所は FEM 解析を行ってその挙動を確認することにした。

5. 架設計画

U形コンボ橋の主桁は、運搬可能な大きさになるようにセグメント化し、工場で作製し、架設現場まで運搬後に組立架設することになる。U形断面は I 形断面に比べて主桁重量が重くなるので、架設機械規模を縮小するためにトラッククレーン・ベント工法による架設が有利である。しかし、本橋では、地形条件からベントが立てられないため、架設桁架設を採用している。

本橋は、支間割り、輸送条件からブロック長を決定した結果、ブロック長が最大で 7.0m 程度、重量も 25 t 程度となり、総重量が 250t となった。この結果、断面形状による輸送および架設桁架設に関して特別な制約とならず、架設桁による架設工法でも他形式に比べコスト縮減ができた。本橋における架設手順および架設桁構造 (図-4-1, 4-2) を以下に示す。

・ 架設手順

- (1) 主桁および PC 板を工場で作製する。
- (2) セグメントを橋梁背面に配置し、セグメントの目地処理後に内ケーブル緊張し、主桁を接合する。
- (4) 架設桁により主桁を吊り込む。(架設した桁を利用して次の支間を架設する)
- (5) 主桁を所定の位置に横取りする
- (6) 架設終了の主桁を利用してプレキャスト PC 板を順次敷設する。
- (7) 支点横桁の施工を行う。(PC 板敷設を平行作業が可能)
- (8) 床版鉄筋の組み立て完了後に場所打ち床版部のコンクリートを打設する。
- (9) 橋面工を施工する。

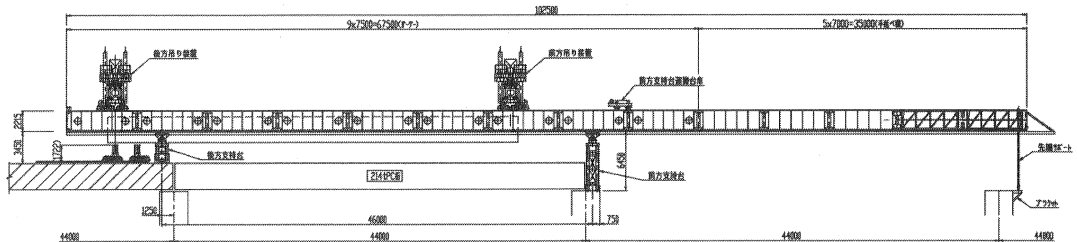


図 4-1 架設桁図

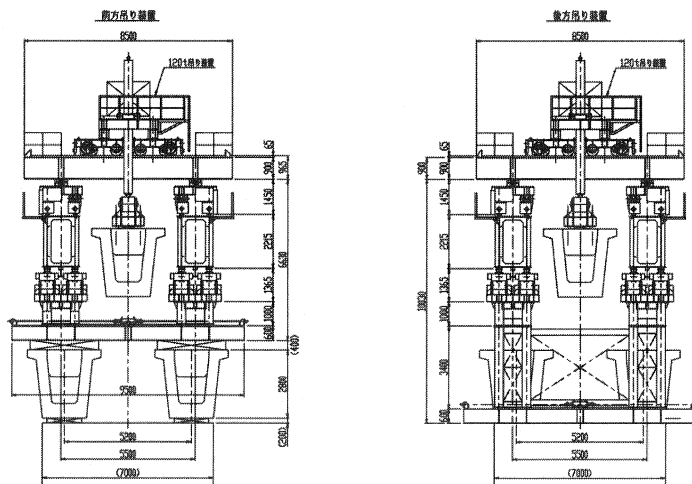


図 4-2 架設桁横断面

6. おわりに

U形コンボ橋は、新しい形式であり現在は実績も少ない。しかし、U形コンボ橋は、プレキャストセグメントを用いた合理化橋梁であり、適用支間が40m～60mの中規模橋梁に対応しているため、これまでのPC箱桁の最も苦手な支間に適用できる形式である。したがって、本橋のようにU形コンボ橋を採用することにより、今後この規模の適用支間における省力化・コスト縮減が可能となると考えられる。なお、本橋は現在施工中である。

最後に、本橋の設計にあたり、ご助言、ご協力をいただいた関係各位に厚く感謝の意を表します。本報告が、今後、同種橋梁の設計に際して参考となれば幸いです。

参考文献

- 1) PC 合成げた橋（PC合成床版タイプ）設計・施工マニュアル
- 2) コンクリート橋の設計施工の省力化に関する共同研究報告書 II
- 3) 道路橋 PC 合成床版工法 設計施工便覧

プレストレスト・コンクリート建設業協会
 建設省土木研究所
 PC合成床版協会