

(112) 衝原橋における広幅員一室箱桁断面の片持ち張出し施工

日本道路公団 正会員 松田 哲夫
 同 中川 洋三
 住友建設(株) 正会員 春日 昭夫
 住友建設(株)・大豊建設(株)共同企業体 正会員 ○ 楠 基

1. はじめに

衝原橋(図-1)は、明石海峡大橋と山陽自動車道を結ぶ、西神自動車道のつくはら湖上に架かる中央径間180mの世界最大のエクストラード橋である。日本道路公団では、小田原ブルーウェイブリッジに次いで2橋目のエクストラード橋になる本橋は、小田原ブルーウェイブリッジで得られた知見をもとに施工性の向上を目指している。その最大の特徴としては、広幅員でありながら1室箱桁形状としている、張り出し施工を最大ブロック長7mで行う、の2点が挙げられる。

本報告は、上の2点をふまえた施工の検討を中心に報告する。

2. 工事概要

工事概要は以下のとおりである。

路線名：西神自動車道(山陽自動車道 吹田山口線)

場所：兵庫県神戸市山田町

荷重：B活荷重

構造形式：P C 3径間連続エクストラード箱桁橋

橋長：323.0m(上下線とも)

支間長：65.4+180.0+76.4m

幅員：9.25m(全幅：12.8m)

平面線形：A=800~R=15000

縦断勾配：\ 0.6%

横断勾配：/ 2.0%

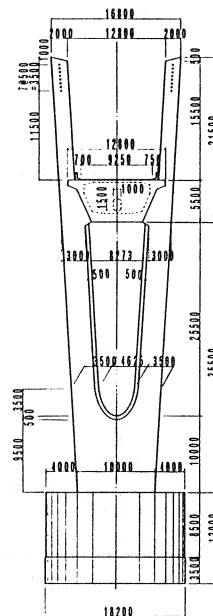
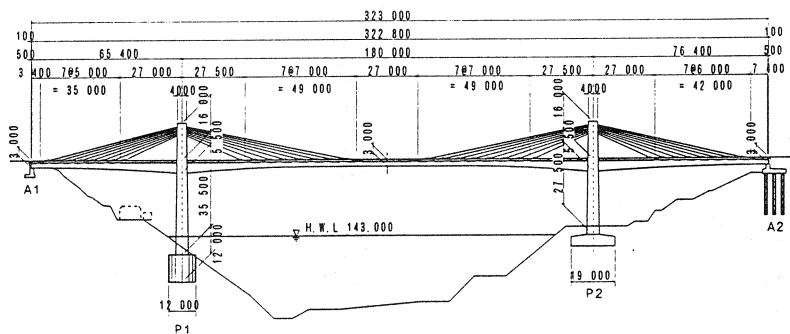


図-1 衝原橋一般図(上り線)

また、上部工の主要材料を表-1に示す。

表-1 主要材料表

種 別	単 位	数 量	摘 要
コンクリート	m ³	10,834	$\sigma_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$
型 枠	m ²	22,200	主 桁
鉄 筋	t	1,245	SD345
P C 鋼 材	t	182	内ケーブル(12S12.7)
	t	93	外ケーブル(19S15.2)
	t	194	斜 材(27S15.2)
	t	65	床版横締鋼材(1S28.6)

3. 主桁形状

本橋では、主桁の軽量化と施工性および経済性を向上させるために、基本設計で2室箱桁となっていた主桁形状を詳細設計で1室箱桁とした。このために、床版支間が9mとなる。(図-2)

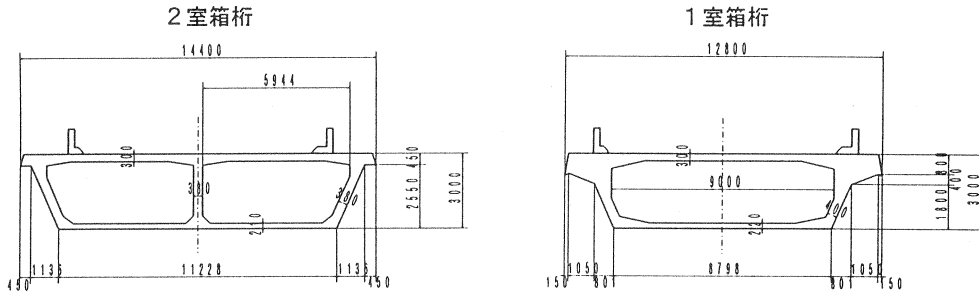


図-2 主桁形状比較図

道路橋示方書では、床版支間の適用範囲は6mまでなので、同示方書と同程度の耐久性および安全性を確保するためにFEM解析による検討を行い設計した。¹⁾

次に、斜材定着部をボックスの内側から外側の張り出し部に変更した。斜材定着部をボックス内にした場合、斜材がワーゲンと交錯し、ワーゲンを前進させてから斜材挿入・緊張となり、架設用主ケーブルも多くなる。(図-3)これに対して、斜材定着部をボックスの外側に配置した場合は、斜材とワーゲンは交錯しないので、斜材の緊張はワーゲン移動前に行える。さらに、斜材の挿入はコンクリートの養生期間中に行えるので、工程の短縮になる。結果的には、標準ブロックで1日、斜材定着ブロックで3日の工程が短縮でき、全体として約1月の工程短縮になる。

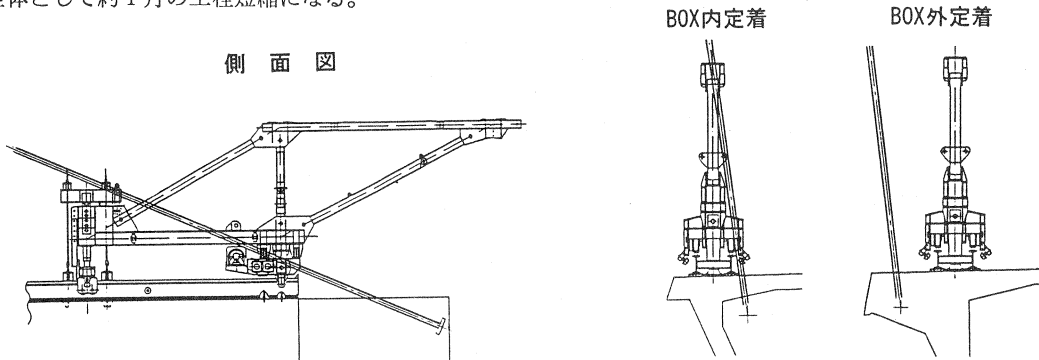


図-3 斜材・ワーゲン図

床版横締PC鋼材にアフターボンド鋼材(SWPR19 φ28.6mm)を使用している点もこの橋の大きな特徴の1つである。アフターボンド鋼材は、鋼線をポリエチレンシースで覆い、その間に硬化材を注入したもので、硬化材は一定期間で完全に硬化しコンクリート以上の強度を発揮する。このため、グラウト作業が不要になる。通常の鋼線後挿入の場合、鋼材とシースの遊びが大きくなるが、9m支間に対応したより正確な鋼材配置を行うために、鋼材とポリエチレンシースとの遊びがほとんどないアフターボンドタイプとした。

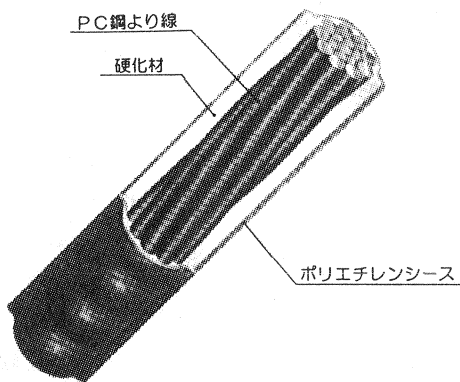


図-4 アフターボンド鋼材

4. 張り出し施工

4-1 超大型ワーゲン

本橋の工程は、P1側張り出し架設がクリティカルになる。そこで通常なら2ブロックで張り出し架設を行うところを、斜材ピッチにあわせて施工する。このため、中央径間側で最大7mブロック施工になる。

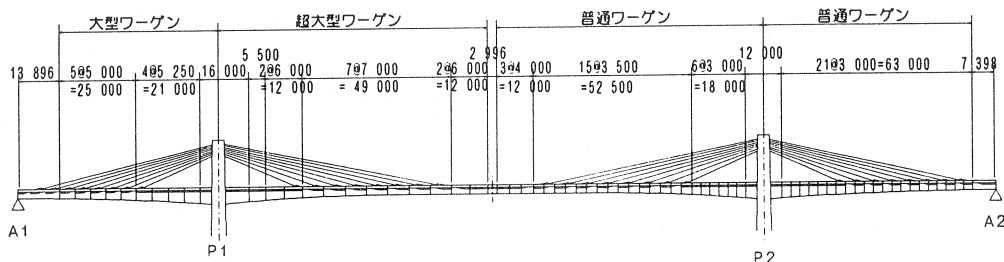


図-5 ブロック割り図

7mのブロック長に対応するため、P1側では超大型ワーゲンにて施工している。衝原橋では、合計3種類のワーゲンを使用している。まず、P2側の側径間及び中央径間は1トラス当たり125t・m合計250t・mの普通ワーゲン、P1側径間は1トラス当たり375t・m合計750t・mの大型ワーゲン、そして中央径間側に1トラス当たり500t・m合計1000t・mの超大型ワーゲンの構成になっている。P1中央径間の超大型ワーゲンは、P1側径間の大型ワーゲンを改造したものである。7mの施工ブロック長に対応させるために、大型ワーゲンの上に大梁を載せ、トラス自

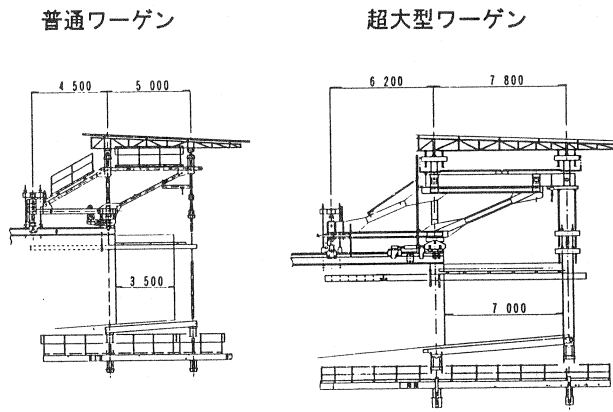


図-6 ワーゲン比較図

体も各所に補強を施している。

(写真-1) この超大型ワーゲンでのサイクル工程は、13日であり、ワーゲンの組立しを考慮しても普通ワーゲンでの施工では10ヶ月かかるところを8ヶ月と約2ヶ月の工程短縮が可能になる。表-2に、普通ワーゲン(斜材定着ブロック)と超大型ワーゲンのサイクル工程を示す。

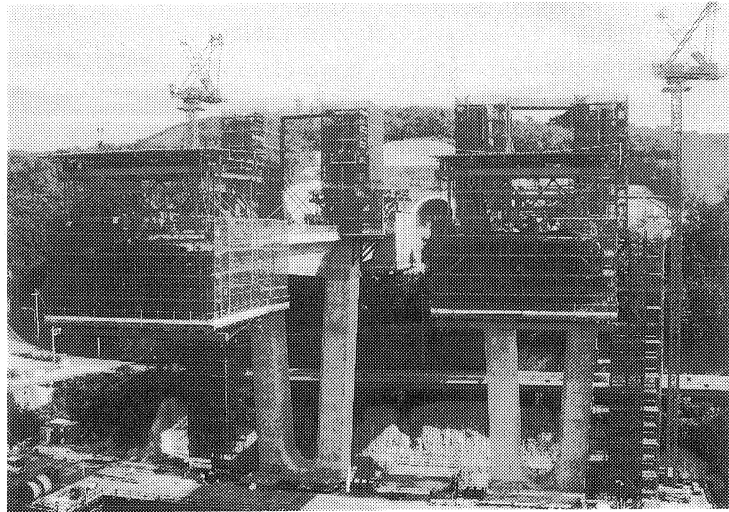


写真-1 超大型ワーゲン

表-2 サイクル工程表

7mブロック(超大型ワーゲン)

工種	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
ワーゲン移動													
外型枠組立													
鉄筋・PC組立													
内型枠組立													
コンクリート打設													
養生													
内ケーブル緊張													
斜材架設													
斜材セット													
斜材緊張													

3.5mブロック(普通ワーゲン)

工種	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ワーゲン移動											
外型枠組立											
鉄筋・PC組立											
内型枠組立											
コンクリート打設											
養生											
内ケーブル緊張											
斜材架設											
斜材セット											
斜材緊張											

サイクル工程表で、斜材架設は斜材を主塔サドルに通すまでであり、コンクリート打設後に斜材を定着体にセットする。

4-2 超大型ワーゲンでの床版の検討

ブロック施工の場合、打設ブロックの外枠を既設ブロックに、鋼棒で締め付けて固定しているので、打設コンクリートの重量は既設ブロックが受け持つことになる。型枠締め付け鋼棒は、ウェブ下端付近および床版中央付近の計4本である。7mブロックをコンクリート打設すると普通ブロックの2倍の荷重が旧ブロックにかかる。また、1室形状で広幅員であることから、この荷重に対して、床版の検討を行った。図-7に、解析モデルを示す。床版の検討は、コンクリート打設荷重が主にかかる下床版について行った。検討ブロックは下床版が最も薄く、応力的に不利なP1中央径間10Rブロックとする。また、すべての荷重を下床版で受け持つ場合(CASE-1)と、床版端部の荷重を上床版に伝える場合(CASE-2)の2

通りの検討を行った。(図-8)なお、死荷重は骨組解析による。

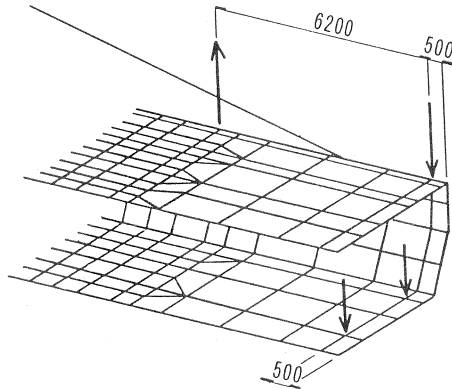


図-7 解析モデル図

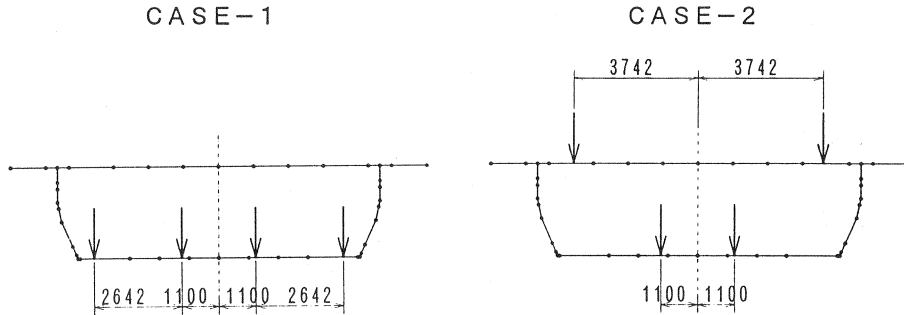


図-8 荷重載荷位置

検討結果を下表に示す。CASE-1の場合、支間端部で鉄筋応力度が許容応力度を上回る。しかし、CASE-2では許容応力度を満足している。

表-3 下床版の検討結果

	CASE-1		CASE-2		許容値
	支間端部	支間中央	支間端部	支間中央	
曲げモーメント(tf・m)	-9.0	2.6	6.7	1.1	
鉄筋応力度(kgf/cm ²)	2,552	1,981	1,889	828	2,250

ここで、CASE-2の場合、伝えた荷重による上床版の検討を行った。上床版には床版横締鋼材(1S28.6)が500mmピッチで配置されており、施工時の床版支間端部および床版支間中央のコンクリート応力度は、下表の値となり問題ないことがわかる。

表-4 上床版の検討結果

	支間端部		支間中央	
	σ_o	σ_u	σ_o	σ_u
コンクリート応力度(kgf/cm ²)	39	4	25	65

4-3 架設時の主桁の検討

(1) せん断の検討

下床版の検討に続いて、ウェブのせん断の検討をFEM解析により行った。検討位置は、床版の検討と同じく、ウェブ厚の薄いP1中央径間10Rブロックとする。考慮した荷重は、斜材の鉛直分力・ワーゲン自重・既設ブロック自重および打設ブロック重量である。FEM解析では、ソリッドモデルを使用した。この解析によるウェブの主応力図を図-9に示す。これより最大 26kgf/cm^2 の斜引張応

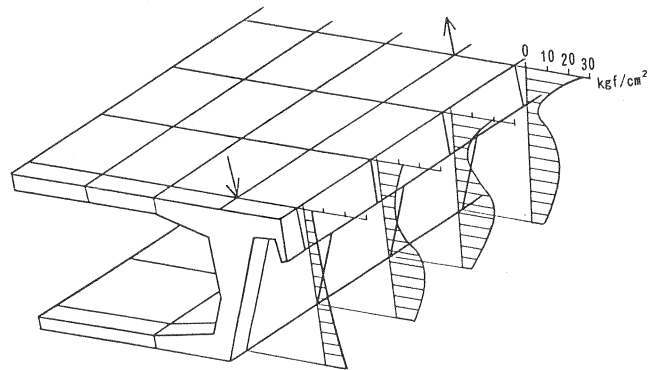


図-9 ウェブの主応力

力が働いているので、 $\phi 32\text{mm}$ のせん断鋼棒を 1.0m ピッチで配置している。これに対して 3.5m ブロックでは、施工時せん断による斜引張応力度は許容応力度を満足しており、せん断鋼棒は配置していない。

(2) 曲げの検討

主ケーブル(SWPR7B 12S12.7)は、P1側、P2側ともに柱頭部で58本配置している。ブロックの張り出しにつれて順次定着していくが、ブロック重量が増加しても普通ブロックの2ブロック分のケーブルを定着するので、 7m ブロックであることよっての主ケーブル数の増加はない。これは、曲げ応力度の状態が架設時から完成系に至るまで、P1側とP2側でほぼ同じであることからわかる。

5. おわりに

本橋梁は、現在P2・P1ともに張り出し施工中で最盛期を迎えている。

今回報告した他に、省力化の一環として斜材ケーブルはロングラウトタイププレハブケーブルを使用し、斜材足場を組むことなく、空中架設を行っている。

また、外ケーブル(SWPR7B 19T15.2)には、ロングラウトタイプのケーブルを使用する予定である。今後の詳しい報告は、改めて機会を持ちたいと思う。

最後になりましたが、当橋梁の設計・施工の詳細に関してご指導・ご助言をいただいた日本大学 山崎淳教授を委員長とする「衝原橋の設計・施工に関する技術検討委員会」の諸先生方に心から感謝申し上げます。

参考文献

- 1)岡 米男・中川 洋三・能登谷 英樹・春日 昭夫：衝原橋の設計，プレストレストコンクリート技術協会 第6回シンポジウム論文集，1996.10 pp.445～450
- 2)岡 米男・中川 洋三・能登谷 英樹・植田 卓文：衝原橋の設計と施工，プレストレストコンクリート Vol.39, No.2 pp.66～75 1997.3
- 3)中川 洋三・能登谷 英樹：衝原橋の計画と設計，橋梁，1996.4 pp.32～38