

施工工程短縮に配慮した波形鋼板ウェブPCエクストラードーズド橋の設計報告

(株)ピーエス三菱 正会員 ○藤田 知高
 (株)ピーエス三菱 正会員 古村 豊
 (株)ピーエス三菱 正会員 香田 真生
 西日本高速道路(株) 宮永 憲一

キーワード：波形鋼板ウェブ、PCエクストラードーズド橋、施工工程短縮

1. はじめに

長崎自動車道 日見夢大橋（二期線）は、長崎芒塚ICから長崎多良見IC間に位置する3径間連続波形鋼板ウェブPCエクストラードーズド橋である（図-1、2）。本路線は平成16年に一期線が完成し、現在暫定2車線で供用されているものの、本橋の完成をもって4車線化が実現するために、施工工程の短縮が要求された。そこで、工程遅延リスクの回避と施工ステップの工夫による施工工程短縮に着目し、基本設計から波形鋼板ウェブ同士の接合方法・鋼殻の接合方法・斜材の製作方法・ケーブル種別の変更や、主塔構築方法と斜材緊張ステップの見直しなどの対策を行った。本稿では、これら設計段階において行った施工工程短縮対策を報告する。

2. 橋梁概要

本橋の概要は以下のとおりである。

工 事 名：長崎自動車道

日見夢大橋（PC上部工）工事

構造形式：3径間連続波形鋼板ウェブ

PCエクストラードーズド箱桁橋

橋 長：373.5m

支 間 長：91.0m+182.0m+98.0m

有効幅員：9.750m

桁 高：4.0m（等桁高）

工 期：平成28年3月～平成30年12月

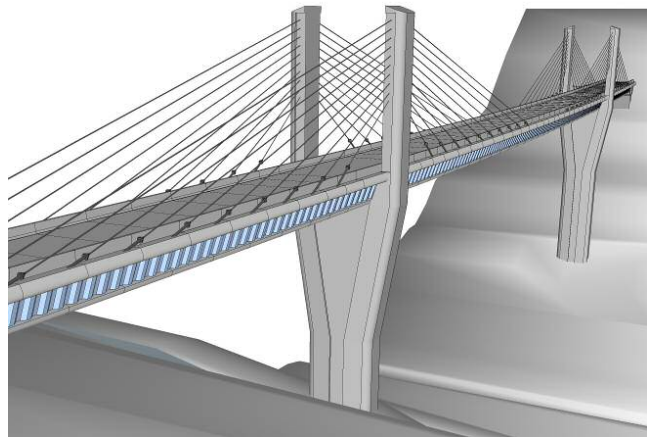


図-1 完成予想図

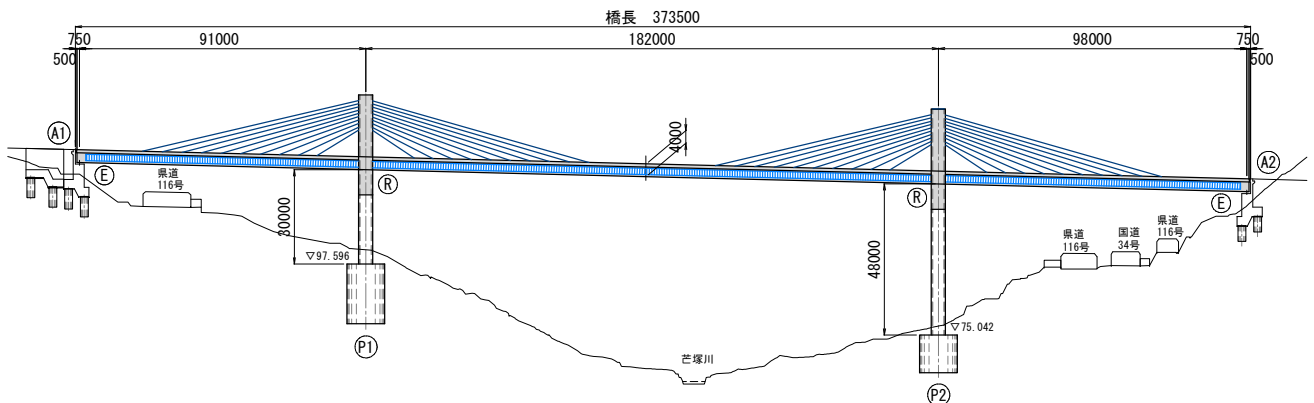


図-2 全体一般図

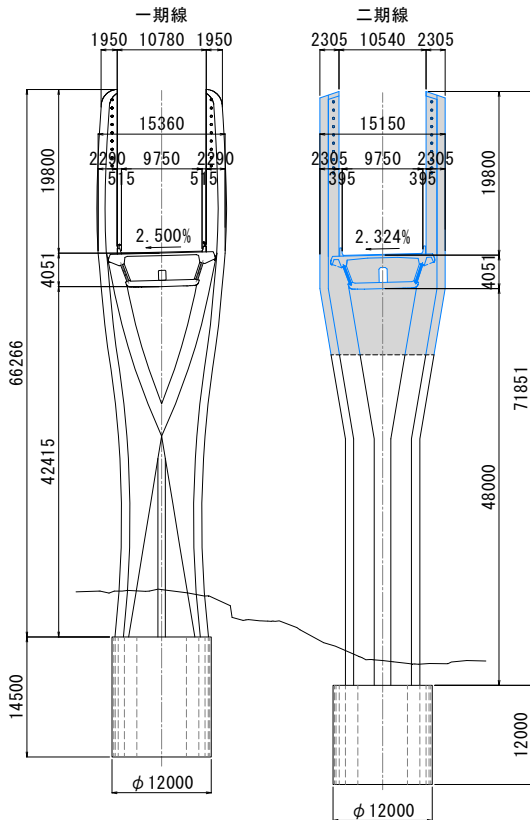


図-3 簡素化された主塔・橋脚 (P2 橋脚)

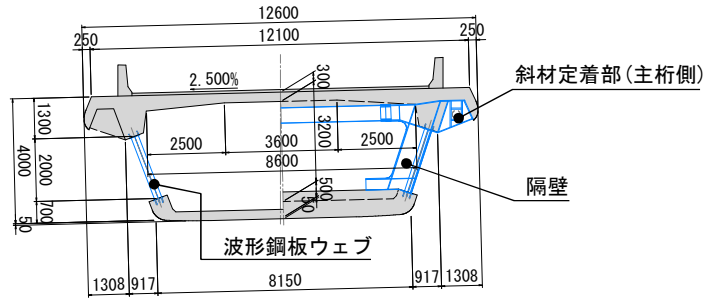


図-4 主桁断面図

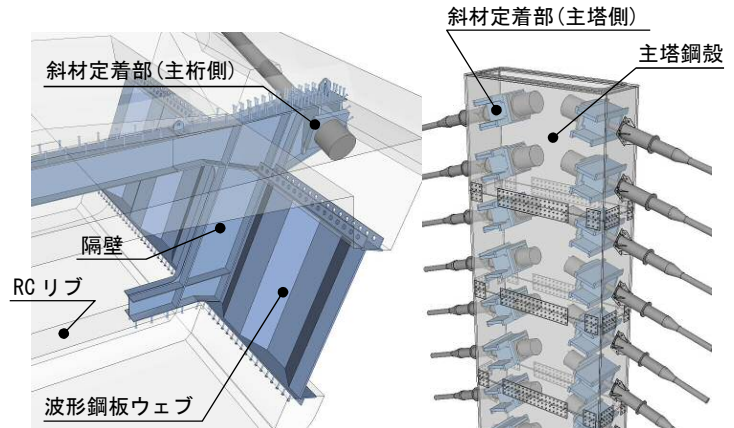


図-5 波形鋼板ウェブ・隔壁・主塔鋼殻形状図

3. 構造的特徴

二期線である本橋の構造や形状は、詳細設計において、一期線橋梁との統一性を重視しつつ、より簡素化を図ることを基本思想として決定した(図-3)。以下に、本橋の構造的特徴を示す。

- 1) 主桁断面形状は、床版支間長8.6mの広幅員1室箱桁とした(図-4)。
- 2) 波形鋼板の波長は1.6m、張出しブロック長は6.4m(超大型ワーゲンを使用)とした。
- 3) 主桁側斜材定着構造(隔壁)は、鉛直部を鋼部材、上床版側水平リブを鋼・コンクリート複合部材、下床版側水平リブをRC部材とする合理化構造とした(図-5)。
- 4) 主塔側斜材定着構造は、鋼殻構造による分離固定方式(セパレート定着)とした(図-5)。
- 5) 経済性・施工性の観点から、材料の一部に高強度コンクリート(50N/mm²)、高強度PC鋼材(19S15.7)、高強度鉄筋(SD490)を採用した。

4. 施工工程短縮対策

詳細設計における構造・材料・工法などの比較選定においては、構造的合理性、経済性、施工性および維持管理性に加え、施工工程短縮の可否にも重点を置いた。以下に、施工工程短縮が見込めると判断し、詳細設計で採用した対策を報告する。

4.1 波形鋼板ウェブ同士の接合方法

一期線における波形鋼板ウェブ同士の接合は現場溶接(重ねすみ肉溶接)接合であった。一方、本橋では、現場溶接接合は天候(降雨や湿度)の影響を受けやすく工程遅延リスクが大きいとの判断から、高力ボルト接合を採用した(図-6)。これにより、稼働率を考慮した張出し施工サイクルが約2割短縮可能となった。

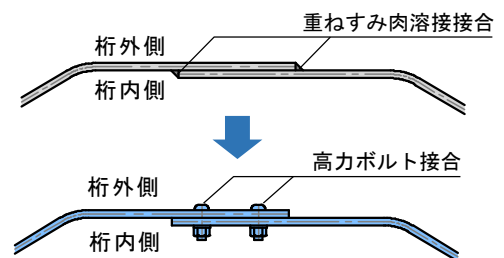


図-6 波形鋼板ウェブの接合方法

4.2 主塔鋼殻の接合方法

本橋の主塔鋼殻は、 $B \times W \times H = 3.2m \times 1.0m \times 10.6m$ 、最大板厚46mmの鋼製箱形構造である。運搬および設置時の吊上げ重量の制約（最大10t）から、高さ方向に6段に分割し、据付後に接合する計画とした。主塔鋼殻の接合方法は、基本設計では現場溶接（完全溶け込み溶接）接合であったものの、波形鋼板ウェブの接合と同様、天候の影響による工程遅延リスク回避の観点から、高力ボルト接合を採用した。一方、鋼殻に作用する曲げおよび軸力のすべてをボルトによる摩擦接合で負担しようとした場合、ボルト本数が過多となり、物理的に配置困難となった。そこで、メタルタッチ併用ボルト接合を採用することにより、母材のメタルタッチ率を50%考慮し、曲げおよび軸力のボルト負担を50%に制限することで、ボルト配置を可能とした（図-7）。メタルタッチ併用ボルト接合は、圧縮応力が卓越する塔状の鋼構造に採用した場合、継手構造を小さくすることができるため、工費・工期・美観などの観点から有利となる傾向があり、多くの吊橋や斜張橋での採用実績がある¹⁾。本接合方法の変更により、施工工程が約1ヵ月短縮可能となった。

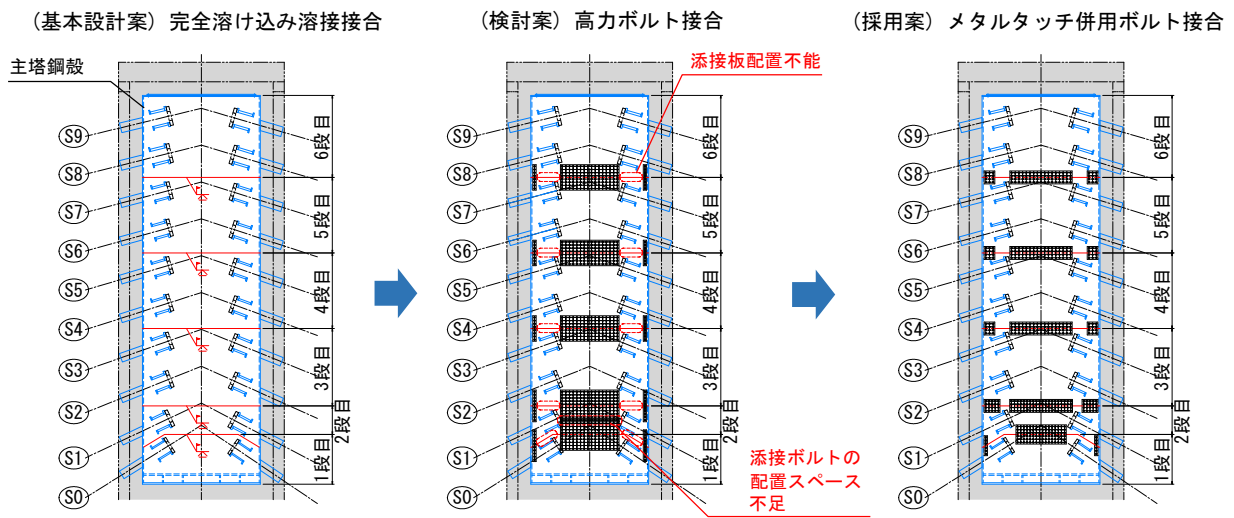


図-7 主塔鋼殻接合方法の検討

4.3 斜材の製作方法

本橋では、19S15.2、27S15.2、31S15.2の3種類の斜材を採用した。斜材の製作方法として、現場製作ケーブル（PE管+セメントグラウト+エポキシ樹脂被覆鋼材）と、セミプレハブケーブル（外周PE被覆+エポキシ樹脂被覆鋼材）を比較した（図-8）。現場製作ケーブルは、斜材足場の構築やPE管の架設、PC鋼材の単線挿入、グラウト注入など、多くの作業工程が必要となる。一方、セミプレハブケーブルは、クレーンによる一括架設が可能であり、施工工程の短縮、現場作業の大幅な省力化および施工性・安全性の向上が可能である。また、斜材取替え時の作業性や、エクストロード橋として重要な構造性能である耐風安定性に優れるなど、メリットが大きい構造であると言える。以上を勘案し、本橋ではセミプレハブケーブルを採用した。

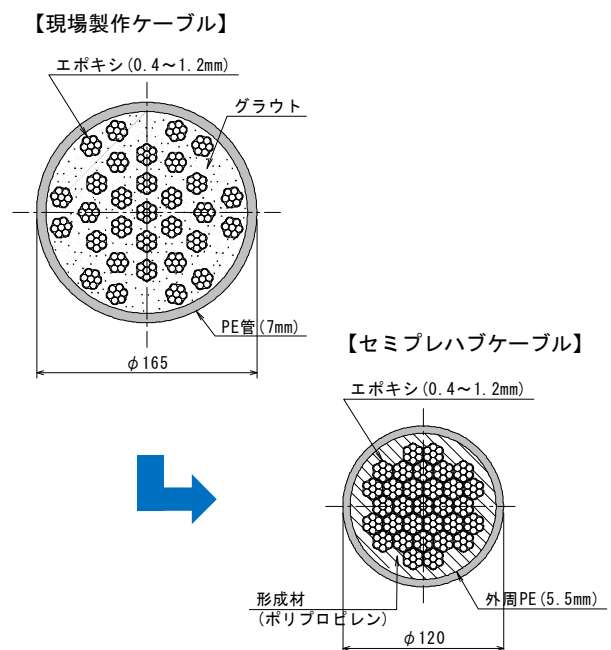


図-8 斜材の比較 (31S15.2)

4.4 ケーブル種別

基本設計における中央径間の閉合ケーブルは、一期線を踏襲し、すべて外ケーブルでの計画であり、張出しブロック位置に大型の外ケーブル定着突起を構築する必要があった。定着突起の施工タイミングとしては、(a)張出し施工中の逐次構築と(b)中央閉合後の一括構築を検討したものの、(a)の場合は下床版鉄筋工の工程増に伴う張出しサイクルの遅延(約3日/サイクル)、(b)の場合は閉合ケーブル緊張の遅延(約7日)が懸念された。そこで、張出しブロック位置にて定着される外ケーブルをすべて下床版突起定着による内ケーブルに置き換えることとした(図-9)。下床版突起定着は張出しブロックと同時施工が可能であり、突起構築のための工程遅延リスクを回避することができた。下床版突起の配置位置は、主桁下縁の圧縮応力が卓越する領域とし、また、FEM解析を用いた局部応力の確認と突起形状の見直しを行うことにより、下床版突起定着周辺にひび割れが発生しないよう配慮を行った。

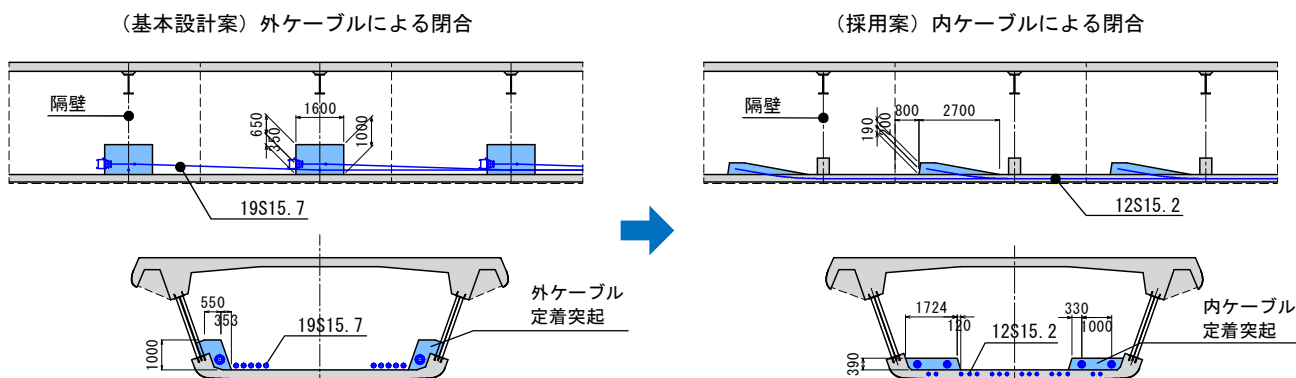


図-9 閉合ケーブル種別の変更

4.5 主塔鋼殻巻立てと斜材緊張ステップ

本橋の主塔は、鋼殻をコンクリートで巻き立てることで、鋼殻とコンクリートが一体となって曲げおよび軸力(支圧)に抵抗する構造である。ここで、最下段のS0斜材は張出し2ブロックにて定着する必要があり、主塔の完成を待って斜材を緊張する場合には、張出しサイクルの大幅遅延が避けられない状況であった。そこで、主塔の施工がクリティカルとならないよう、鋼殻を段階的に巻き立てながら斜材を逐次緊張していく施工ステップ(図-10)とすることで、張出し施工を継続することができ、施工工程が約1ヵ月短縮可能となった。

	緊張斜材	鋼殻巻立てコンクリート施工状況
STEP-1	S0・S1	巻立てなし
STEP-2	S2~S5	巻立てコンクリートを鋼殻基面から2.2mまで打設
STEP-3	S6~S9	巻立てコンクリートを鋼殻基面から6.2mまで打設

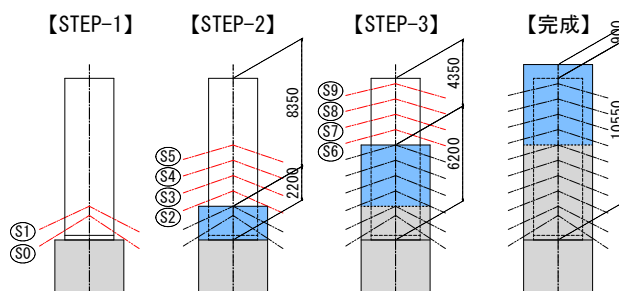


図-10 主塔鋼殻巻立てと斜材緊張ステップ

5. おわりに

本橋は平成29年2月より脚頭部の施工に着手し、平成29年5月現在、柱頭部の施工を行っている状況である。また、平成29年4月より、架橋地点の実風観測を開始しており、今後、本線の完成により並列橋になることに伴う耐風安定性を評価するため、風洞試験を実施する予定である。施工工程に余裕が無い状況が続くと予想されるものの、安全・品質を第一に平成30年末の完成を目指す。

参考文献

1) 本州四国連絡橋公団：吊橋主塔設計要領・同解説(1989年4月)