

九州新幹線（西九州ルート） 第2本明川橋梁の設計・施工

(独)鉄道・運輸機構

○加藤 積希

(独)鉄道・運輸機構

北村 光

八千代エンジニアリング（株） 正会員

後藤 孝一

鉄建建設（株）

渡邊 信吉

キーワード：長大橋梁，PC箱桁構造，張出し架設，低空頭

1. はじめに

本橋は、現在建設中の九州新幹線（西九州ルート）武雄温泉・長崎間の橋梁であり、諫早市内に位置し、一級河川本明川や市道、河川の管理用通路を横断する橋長 265m の鉄道橋梁である。本橋の計画にあたり、河川と浅い角度で交差するため支間長が長大になることから張出し施工による 3 径間連続 PC 箱桁橋を採用した。これは、現在施工が完了している整備新幹線の PC 桁橋において最長支間長となる。また、本橋は地上駅構造の諫早駅の手前に位置していることから縦断線形を低く抑える必要があり、一方で低空頭で交差する道路を供用しながら架設する必要があった。本稿では、これらの課題を克服した合理的な計画に基づく上部工の計画，設計および施工について報告するものである。

2. 上部工の設計条件

本橋の設計条件を表 - 1 に、全体一般図を図 - 1 に示す。本橋は、河川と浅い角度で交差するためスパン割が75m+115m+75mと中央スパンが長い橋梁となっている。平面線形はR=4000mの右曲線である。

表 - 1 設計条件

項目	内容
線路名	九州新幹線（西九州ルート）
橋梁形式	3 径間連続 PC 箱桁
軌道構造	スラブ軌道
線路本数	複線（上り線，下り線）
軌道線形	平面線形：R=4000m（右曲線） 縦断線形：6.0‰（下り）
設計速度	V=200 km/h
列車荷重	P-16，M-18
環境条件	一般の環境
地盤種別	G1 地盤
支承条件	P1，P4：可動 P2：固定（常時，地震時） P3：可動（常時），固定（地震時）

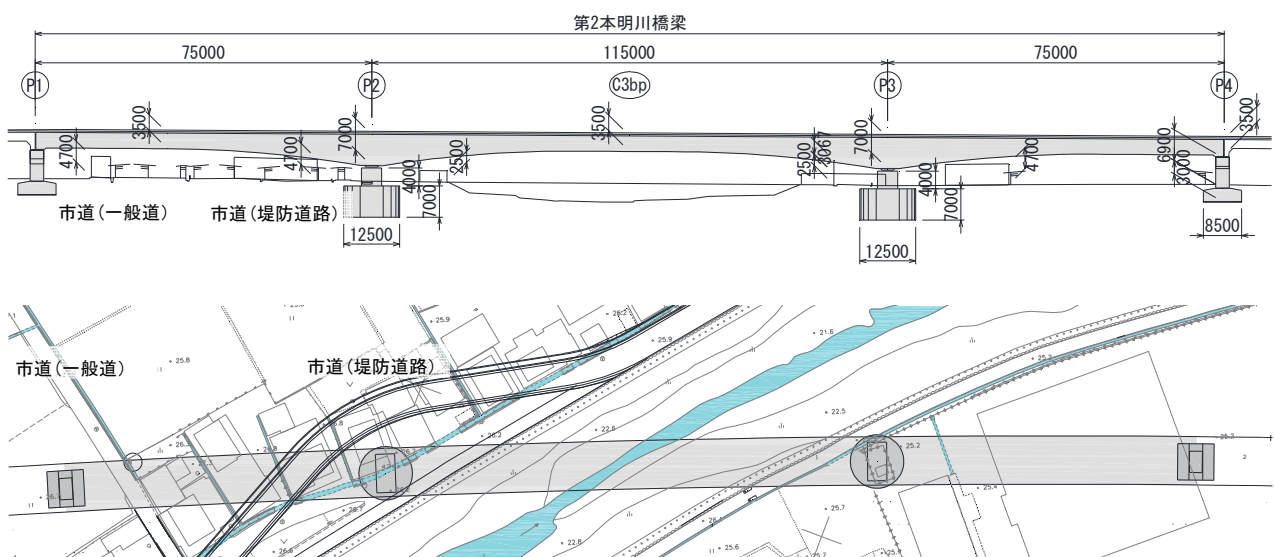


図 - 1 第2本明川橋梁 全体一般図

あり、縦断線形は6.0‰の一定勾配である。また、本橋は諫早駅の起点1.5kmに位置し、駅付近の曲線半径がR=700m程度であることから設計速度はV=200km/hとした。

3. 上部工の設計

3.1 桁形状の決定

本橋では、交差道路との空頭を確保するという条件下で、過去に整備新幹線で建設した長大橋の施工実績を参考にしつつ「鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物¹⁾」に準拠した照査や経済比較を行い桁形状を決定した。断面図を図 - 2、本橋と施工実績の桁高の比較を表 - 2に示す。ただし、架設中の市道との空頭については支保工と移動作業車のいずれにおいても3.8m程度しか確保できないため、架設計画の中で検討を行なった。

3.2 たわみの照査

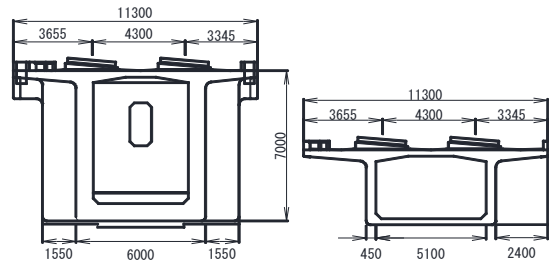
「鉄道構造物等設計標準・同解説 変位制限²⁾」（以下、変位制限標準という）では走行安全性と乗り心地の性能を満足しなければならないとされている。整備新幹線ではこの2つの性能を照査する指標にたわみを用いている。たわみの制限値は、変位制限標準にしたがい、表 - 3のように設定した。ただし、中央径間の走行安全性については単連として扱った³⁾。表 - 4にたわみの照査結果を示す。すべての径間において最大値が限界値を下回っており上記の性能を満足している。なお、整備新幹線においては40m弦での軌道のたわみ変位を±7mm以内で定めている⁴⁾が、こちらの照査も実施し所定の数値を満足することを確認している⁵⁾。

3.3 角折れの照査

変位制限標準では、地震時の走行安全性を照査する指標のひとつとして角折れの照査を行っている。角折れは隣接する構造物間の回転の程度を表しており、限界値を越えると列車の蛇行が生じて安全性に大きな影響を与えるとされている。角折れの照査結果を表 - 5に示す。すべての橋脚において最大値が限界値を下回っており地震時においても走行安全性を満足している。なお、本橋は連続桁であることから端部橋脚の変位は中間橋脚の変位に依存すると考えられるため、P1、P4の変位は、P2、P3の変位と同値として照査を実施した。

3.4 架設計画

図 - 3に張出し施工の概要図を示す。本橋は側径間部が陸上部にあるため側径間部を全て支保工施工する片側張出しも検討されたが、両側張出しと比べると設計値と実たわみ値との摺合せが困難であ



(中間支点部) (径間中央部)

図 - 2 断面図

表 - 2 桁高 (H) の比較

	実績桁高 スパン比 (H/L)	実績値 (L=115m)	第2本明川 橋梁
支点部	1/13~1/17	H=6.8~8.8m	7.0m (1/16.4)
径間中央	1/20~1/30	H=3.8~5.8m	3.5m (1/32.9)

表 - 3 たわみの設計限界値

	δ : たわみ量 Lb: スパン長
走行安全性	$\delta / Lb \leq 1/1400$ (側径間) [複数連] $\delta / Lb \leq 1/700$ (中央径間) [単連]
乗り心地	$\delta / Lb \leq 1/1700$ (側径間) [複数連] $\delta / Lb \leq 1/1700$ (中央径間) [複数連]

表 - 4 たわみの照査結果

		側径間 (P1 - P2)	中央径間 (P2 - P3)	側径間 (P3 - P4)
Lb: スパン長 (m)		74	115	74
走行安全性	δ 最大値 (mm)	47.1	130.1	47.1
	δa 限界値 (mm)	52.9	164.3	52.9
乗り心地	δ 最大値 (mm)	20.1	56.9	20.1
	δa 限界値 (mm)	43.5	67.6	43.5

表 - 5 角折れの照査結果

		P1	P2	P3	P4
角折れ θ (rad)	最大値	1.59	1.59	1.51	1.51
	限界値	3.50	3.50	3.50	3.50

ること、支保工の存置期間が長く総数量も多くなることから施工性、経済性に優位がないと考え両側張出しを採用することにした。また、架設中の交差道路との空頭が上述のように3.8m程度しか確保できないため、交通量が多く大型車も通過する市道（堤防道路）上で桁を施工する際は、市道（堤防道路）の仮切り回しを実施することにした。

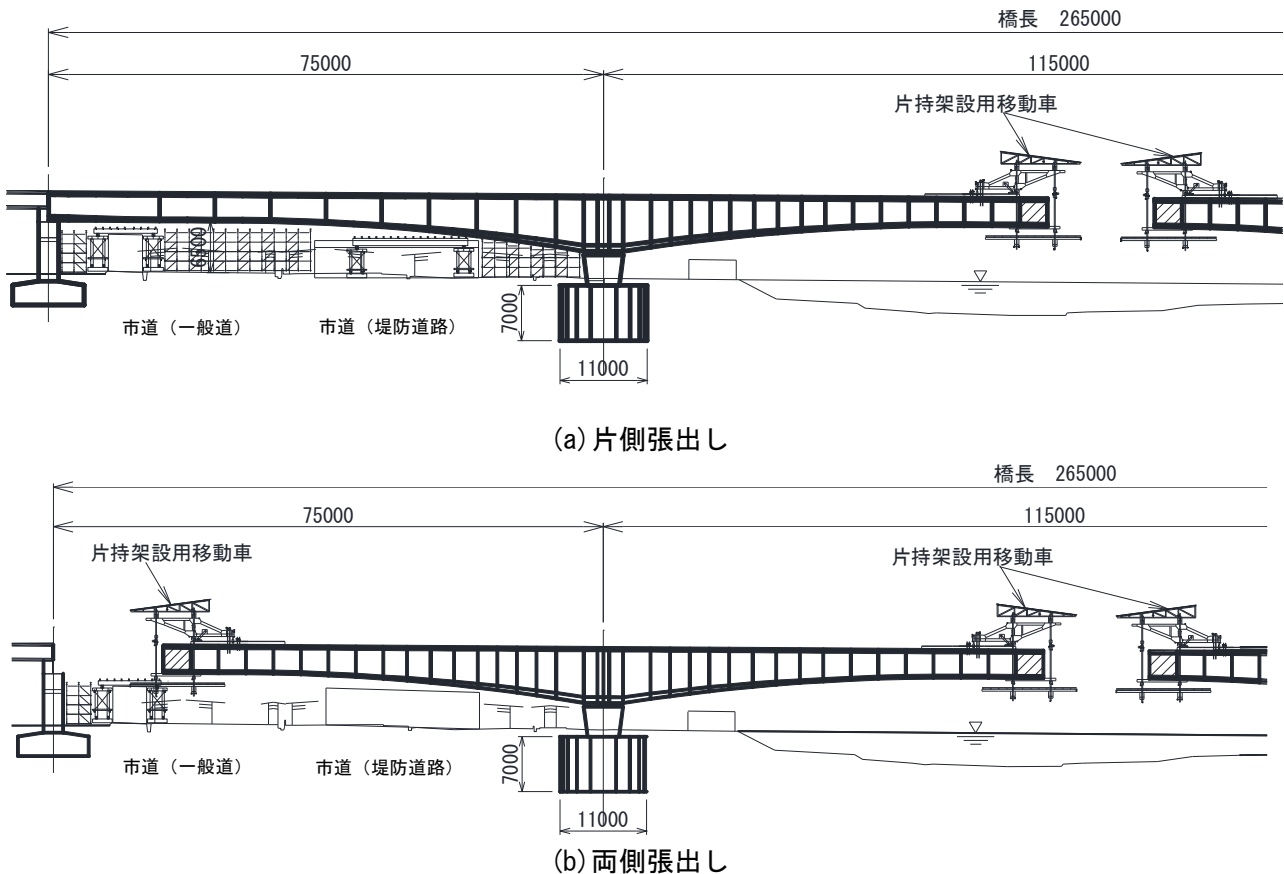


図 - 3 張出し架設方法 比較

4. 上部工の施工

4.1 施工概要

本橋の施工ステップを図 - 4 に示す。まずP3、P2の順で張出し施工を行い、次に支保工施工で側径間を施工した後、中央径間を閉合した。

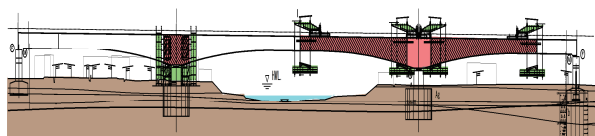
4.2 架設計画の変更

計画当初では移動作業車4台を使用してP2とP3の張出し架設を同時に行う計画であったが、P3が先に柱頭部まで施工を完了していたため、P3側から先に張出し架設をした後にP2側の張出し施工に移る工程に変更することにした。しかし、P2側とP3側で施工時期が異なることによりクリープ進行も異なり発生する断面力に差が生じる恐れがあった。そこで、実際の工程に基づいて算出した断面力について設計値と比較した。結果として、2つの値には大きな差異はなく曲げ応力度の差異が最大でも 0.5N/mm^2 程度であるため、工程変更が主桁の安全性に与える影響はないと判断した。

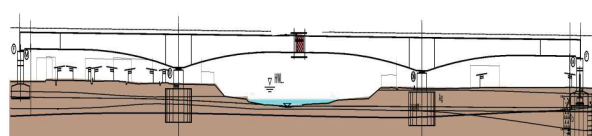
4.3 移動作業車の作業台上昇による空頭確保

市道（一般道）上での架設では桁式支保工を設置することになっていたが、張出し架設時にも移動作業車の一部が道路の建築限界を侵す恐れがあったことから、施工性を損なわない程度に作業台を空頭が3.8m以上になるよう上昇させた。概要を図 - 5、作業台上昇後の状況を写真 - 1 に示す。

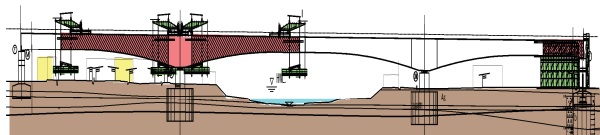
① 張出し架設工（P3），柱頭部工（P2）



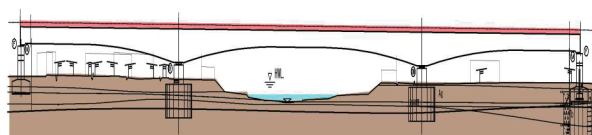
④中央閉合部工



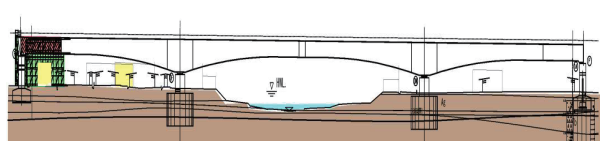
② 張出し架設工（P2），側径間工（P4）



⑤橋面工



③ 径間工（P1）



⑥橋梁本体完成

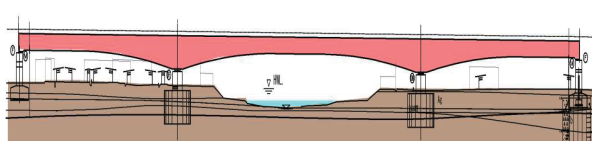


図 - 4 施工ステップ

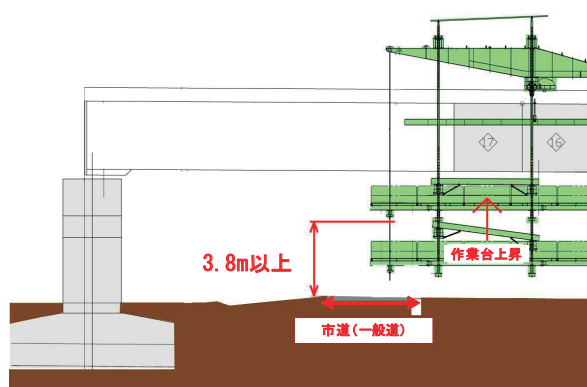


図 - 5 作業台上昇 概要図



写真 - 1 作業台上昇後の状況

5. おわりに

本橋は、橋梁本体工事が完了しており、これから軌道敷設工事に着手するところである。完成状況を写真 - 2 に示す。最後に、本報告が類似する橋梁の設計・施工の課題を解決する一助になれば幸いである。

参考文献

- 1) 鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物，2004.
- 2) 鉄道構造物等設計標準・同解説 変位制，2006.
- 3) 鉄道構造物等設計標準・同解説 変位制限 性能照査の手引き，2006. 8
- 4) 東北新幹線工事誌（八戸・新青森間），2012. 3
- 5) 下津達也，玉井真一：整備新幹線における長大橋りょうのたわみの検討について，鉄道工学シンポジウム論文集 第18号，pp. 55-61，2014. 7



写真 - 2 橋梁本体 完成写真