

論文・報告

# さがみ縦貫 串川橋の施工

～例を見ない構造物と急速施工について～

## Construction of Kusikawa Bridge

大谷 満 \*1  
Mitsuru OOTANI

寺田 聡 \*2  
Satosi TERADA

尾畑 暢一 \*3  
Nobukazu OBATA

那須野 栄一 \*4  
Eiiti NASUNO

松前 幸平 \*5  
Kouhei MATSUMAE

加藤 久明 \*6  
Hisaaki KATOU

さがみ縦貫串川橋は、首都圏中央連絡自動車道の一部であり、2013年度内の供用開始を目指す、高尾山 IC から相模原愛川 IC の間の橋梁のひとつである。契約日は2011年12月23日であり、本線部分を指定部分として2013年12月末日の指定部分完成が契約書の特記事項として存在した。さらに本線橋脚のうち、P1橋脚の引き渡しの特記仕様書記載日より5ヶ月遅れた2012年11月初旬となったため、仮設の見直しと急速施工案を提案・実施することにより、部分完成条件を満たして総コンクリート約16,000m<sup>3</sup>の工事を工期内に完成することができた。本報告では、大規模構造物である本橋の概要と施工方法及び急速施工のための変更点などを説明する。

キーワード：地上30mの大規模構造物、4種類の片持移動作業車、急速施工を目指した工夫

表1 工事概要

工事名	さがみ縦貫串川橋上部工事
発注者	国土交通省関東地方整備局
工期	2011年12月23日～2014年3月25日
工事内容	串川橋(本線上下線部) 形式 3径間連続ラーメン箱桁橋(2主～3主桁形式) 橋長 305.000 m 支間 61.600 m+137.000 m+103.600 m 幅員 24.3 m～31.5 m
	Cランプ橋 形式 3径間連続ラーメン箱桁橋 橋長 245.123 m 支間 52.600 m+86.000 m+105.123 m 幅員 7.2 m コンクリート 15,992 m <sup>3</sup> PC鋼材 651.6 t 鉄筋 3864.6 t

## 1. はじめに

本橋は、神奈川県相模原市緑区小倉に位置し、一級河川相模川水系の串川にかかる本線橋及びCランプ橋である。本線 A1～P2 間は2主桁箱桁、P2～A2 間は3主桁箱桁と分類されるが、ここにランプが合流し連続化する構造は、前例を見つけないことができなかった。

## 2. 工事概要

串川橋の最大支間長は本線部137m、ランプ部は105mである。平面線形はラーメン構造であるP2橋脚でCランプと本線が松葉の様に分岐する。主桁断面は単一箱桁断面を2個から3個上床版で接続した形状であり、P2～A2間は、ランプの合流により幅員が減少する方向へ変化する。架設工法は、片持張出し架設で施工する。起点側A1橋台上空でAランプ、Bランプが交差しており、本線橋面からAランプ桁下との高さは一番低いところで4.5mと建築限界ぎりぎりの数値となっている。さらに、Bランプ橋の側径間支保工を本線A1橋台上に設置する必要があるなど、Aランプ橋及びBランプ橋の橋体施工完了後に本線を施工する必要があった。このため、P1橋脚からA1橋台に向かう張出し架設では構造高さの低い作業車を使用する必要がある。

また、終点側は県道長竹川尻線と交差しており、串川橋A2橋台、県道ボックスカルバート、BランプA2

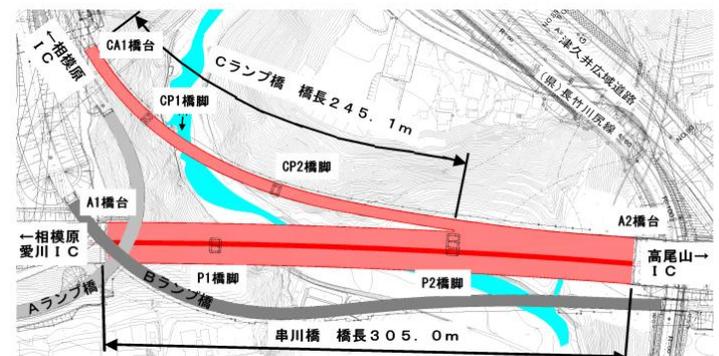


図1 平面図

\*1 川田建設(株)東日本統轄支店事業推進部 部長

\*2 川田建設(株)東日本統轄支店事業推進部工事課 係長

\*3 川田建設(株)東日本統轄支店(北陸支店)事業推進部工事課 総括工事長

\*4 川田建設(株)東日本統轄支店(北陸支店)事業推進部工事課 係長

\*5 川田建設(株)東日本統轄支店事業推進部工事課 工事長

\*6 川田建設(株)東日本統轄支店(名古屋支店)事業推進部工事課

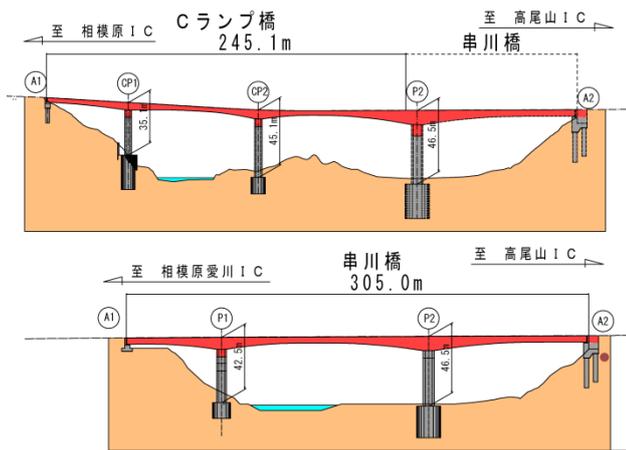


図2 側面図

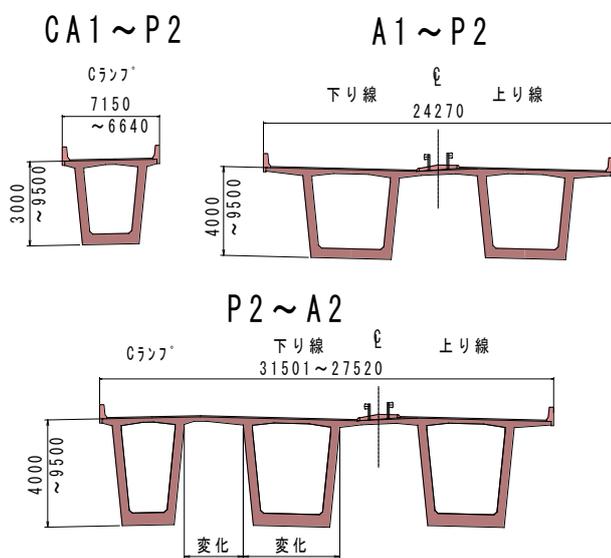


図3 主桁断面図

橋台（カルバートアバット）、隣接する本線橋の構築，津久井広域道路の新設，及び相模原 IC 工事の施工など複数の工事が混在している状態であった。このため，起点・終点側とも錯綜する工事の調整が必要となった。

工事数量を表 1 に，桥梁平面図及び側面図，断面構成を図 1～3 に示す。

### 3. 総合仮設計画

P2 橋脚の工事用道路は，長竹川尻線より直接接続した工事用栈橋の約 275m と土工部分 80m が串川左岸に設置済みであり前工事より引き継いだ。P2 橋脚の脚頭部工・柱頭部工では大量の資機材が必要であるために，揚重設備は当初より 2 系統を設置した。また，P2 橋脚付近には東京電力の特別高圧架空導電線路 15.4 万ボルトが橋面上 26m の高さに通っており，クローラクレーンのタワー及びジブ長さは，特高線の離隔距離を侵さない長さとした。

P2 橋脚は橋体が左右に伸びるにつれクローラクレーンの設置場所が構築した橋体により減少していくため，片持移動作業車組立後，P2 橋面上に 150t・m 走行式低床ジブクレーンを設置し揚重設備とした。この組立は，地上クローラクレーンでは能力不足だったため，別途 200t オールテレーンクレーンを搬入しラフティングジブ仕様で組立てた。この作業は，地上クローラクレーンの搬出，200t オールテレーンの組立，低床ジブクレーンの組立，200t オールテレーンの搬出，ジブクレーンの落成検査と P2 橋脚張出し施工を続けながら行ったため，非常にタイトなスケジュールとなった。

2012 年 12 月末時点で，P1 橋脚の上部工引渡し時期の遅れは判明しており，客先より詳細工程表の提出が要求された。P1 橋脚は串川の右岸の橋脚であり，この施工ヤードへの進入は別の工事用入り口を使用する。また，P1 橋脚施工ヤードを 1 社で占有すると，施工中の下部工（CP1 橋脚：引き渡し遅れの C ランプの橋脚）や上部工（BP1：B ランプ上部工隣接工事）と狭いヤードの取り合いとなり，三すくみの状態になることは自明の理であった。この打開策として，P1 橋脚の荷取りヤードとして串川河川上に蓋をする様に大規模な栈橋を 90t クローラクレーン及びコンクリート打設時の圧送ポンプ設置場所として提案し，採用された。栈橋工事はダウンザホールハンマー工法で H 鋼杭 89 本，上部工 260t を 2012 年 8 月から 12 月にかけて施工し，栈橋面積 1 076m<sup>2</sup> を確保した。栈橋の完成により P1 橋脚のコンクリート打設も長竹川尻線の P2 工事用入り口を使用することとなり，他業者との競合も解消した。この P1 荷取りヤードの完成により，本線指定部分の 2013 年末の引き渡しが見えてきた。



写真 1 P1 荷取りヤード

### 4. コンクリート工

#### (1) コンクリートの供給

串川橋で使用するコンクリート量は約 16 000m<sup>3</sup> になるが、この大部分を 2013 年内に打設することとなる。

この地域の JIS 認定生コン工場は 4 工場存在し、この工場群でさがみ縦貫関連の東日本高速道路株式会社 (NEXCO)、国土交通省、相模原市の各発注工事及び民間の建築工事などで使用するすべての生コン製造を行うこととなる。工場休業日と打設希望日の重複など望んだ日にコンクリートの注文ができないことも考えられたため、同じセメントメーカー (太平洋セメント) を使用する 3 社の工場のコンクリートを単独でも混合でも自由に使用できる確認試験を行い、コンクリート供給の自由度を確保することとした。確認試験では、3 工場のコンクリート各 3m<sup>3</sup> を 1 箇所に集め、1 工場単独を 3 種類、2 工場混合を 3 種類、3 工場混合を 1 種類の計 7 供試体を強制 2 軸の試験練り用ミキサーで混合作成し、スランブ、空気量等の品質管理試験、混合後の性状の目視、圧縮強度試験を行うことで混合の影響が無いことを確認した。

これにより、単独、2 工場混合、3 工場混合での打設が可能になり、急速施工の準備が整った。実際の打設では、2 工場混合がほとんどであり、各社のアジテータートラックから別々に供試体を採取し、受入れ試験を行った。

## (2) コンクリートの圧送

大規模構造物であるため、圧送設備の選択は工事の成否を決定する重要な項目である。

P2 橋脚の張出し施工に着目すると単独の箱桁が 3 つ存在する。コールドジョイントの発生を考慮すると、最低 3 台のコンクリートポンプが必要となる。

高圧で圧送可能な機械の使用を技術提案で行っていたこともあり、P2 橋脚周りで 3 台の配置を検討すると通常のポンプでは配置できなかった。このため高圧圧送が可能で設置スペースが最小な機械を調査したところ、定置式の機械にヒットした。この機械は、圧送距離の世界記録を持つほどの能力がありながら、設置スペースも小さいため、P1 など他の橋脚でも使用することとし現場常備とした。残り 2 台はブーム車及び配管専用車などその都度適宜使用した。定置式ポンプは約 9t の機械重量があり、15t 積トラックを使用し P2～P1 間の移動を行った。以上、P2 橋脚に関しては 3 台、P1 橋脚に関しては 2 台のポンプ車を脚頭部から使用する基本計画を決定した。

## 5. 大規模構造物

表題の”例をみない構造物”は、P2 橋脚に代表される。

地上高 30m 上空に、脚頭部 800m<sup>3</sup>、柱頭部 1 500m<sup>3</sup> あわせて 2 300m<sup>3</sup> のコンクリート打設が必要であり、特に、柱頭部の直角方向の壁の数は 8 枚、7 室に分割されていることから、コンクリート打設作業の難しさが予想された。

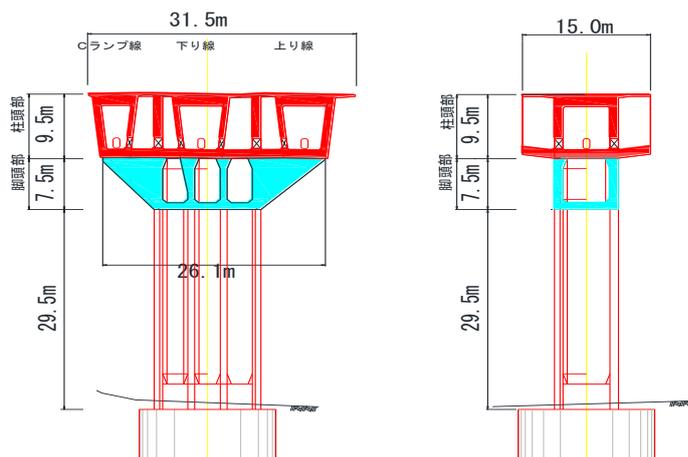


図 4 P2 橋脚

打設計画で脚頭部は 2 リフト打設、柱頭部はウェブ全高を 2 回に分けて打設することで 4 リフト打設とした。

多くの柱頭部施工において、配管打設で打重ね時間を守りながら、打設することは非常に困難である。これは、ポンプ車の配管筒先を打設場所から次へと移動することに多くの時間と労力を取られるためである。構造高さが低くてポンプ車のブームから直接打設が可能であれば困難さは半減する。そこで、P2 橋脚柱頭部第 2、3 リフト、P1 橋脚柱頭部第 2 リフトではディストリビューターを使用した。

ディストリビューターはコンクリートポンプ車のブーム部分だけを抜き出し、自由な位置へ筒先を移動させる機械である。P2 橋脚では 2 台のディストリビューターを設置し地上からの配管を直接接続した。もう 1 系統は通常配管の先端をクローラークレーンで吊り上げ介錯し、3 系統で打設した。



写真 2 P2 柱頭部第 2 リフト打設



写真3 P2柱頭部完成



写真5 低構造高作業車

## 6. 片持移動作業車

串川橋では、4種類の片持ち移動作業車を使用した。

- ・ 中型 2 主構 (C ランプ)
- ・ 大型 4 主構 (本線, 2 主桁箱桁部分)
- ・ 大型 6 主構 (本線, 幅員変化対応型 3 主桁箱桁部分)
- ・ 大型 4 主構 (本線, 2 主桁箱桁部分 A ランプによる低構造高タイプ)

C ランプの施工最大ブロック長さは 4.0m であり、この長さは中型 200t・m フレームで対応できる。

本線部の最大ブロック長さは 5.0m であり、大型作業車の区分となる。2 主桁箱桁部分は 4 主構, 3 主桁箱桁幅員変化部分は、6 主構で幅員変化対応型となった。前述の A1 橋台へ向かうランプ下へ入り込む低構造高タイプも特殊なため新設計となった。



写真4 P1橋脚

低構造高タイプはエレクションガーダーを主構として使用し(手前の機械のオレンジ色)、部品数も少ないすっきりとしたタイプの作業車となった。エレクションガーダーが主桁ウェブ上に配置されるため、スターラップ鉄筋の組立に配慮が必要である。

6 主構で施工した部分の橋体幅員変化は、下り線の箱桁およびCランプとの上床版幅を減幅していく変化となる。従ってランプ側主構は、上り線軸線と平行とはならない。図5の赤丸部分に示す通り、ステンレス板・ルーロン板でスライド構造を持つ。

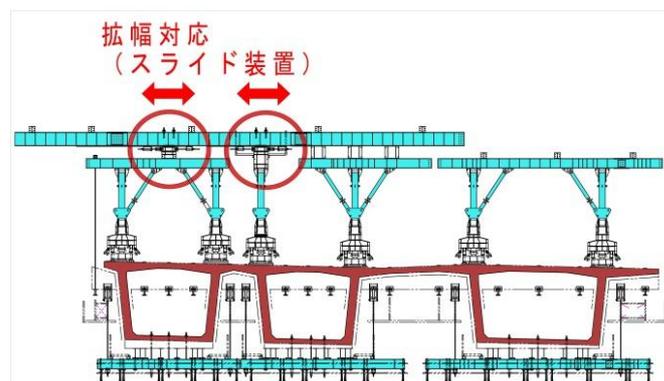


図5 6主構作業車 スライド部分



写真6 後方より6主構

設計上の想定機械重量は6主構で320tであり、後方躯体仕上げ長さと同幅員変化に対応した下段作業床を設置すると、この機械重量を超えることは明らかであった。

また、本橋は2主桁箱桁、3主桁箱桁の主桁間に横締めPC鋼材の緊張が必要な中間横桁が存在した。

張出し施工サイクルを守りながらこの中間横桁を施工していくことは不可能なため、移動作業車とは別に桁間への足場が必要であった。本線で使用した移動作業車は底板下の転落防止用の作業床のみを装備した。

6主構の移動は、主構の横方向固定用の鋼棒を解放し作業車を前進させると自然に横スライドする状況であった。横スライドジャッキは移動完了後主構の鉛直性を調整するために使用した。駆動装置は当社では初めて電動モーターによる車輪移動を採用したが、これも横スライドをスムーズにした一因と思われる。

本線の張出し施工は、P2橋脚では2013年2月からP1橋脚では5月中旬より開始した。月別コンクリート打設量の最高記録は2013年7月の2200m<sup>3</sup>で、ランプも含めた全橋体は2013年11月に閉合した。P2張出し施工での1サイクルの平均施工日数は約10日(最短は9日)であった。

## 7. 急速施工

2013年12月末日の指定部本線部分の完成を目指し、工程短縮の方策を立案した。

### (1) P1 橋脚

P2橋脚の脚頭柱頭部工は、2012年4月から8ヶ月間掛けて2012年の年末に完成した。脚頭・柱頭の形状から2重のブラケット支保工の設置、配筋細部の複雑さなどで、想定していたより大幅に工程を圧迫した。

そこで、5ヶ月間遅れの2012年11月初旬に引き渡しを受けるP1橋脚では、P2橋脚の施工時に直面した様々な不都合に対して事前に全て解決策を用意して施工を行うことにした。

#### (a) P1 脚頭部鉄筋の変更

設計では、D29以上の太径鉄筋の継手はガス圧接となっていたが、鉄筋自体が長すぎて圧接後の配置が困難な鉄筋も存在した。そこで、全ての接続鉄筋をカプラー接続の機械式継手とし、急な寸法変更・継手の増加などに対処した。あわせて橋脚帯鉄筋をカプラーによる閉鎖型帯鉄筋に変更し、組立スピードとコンクリートの充填性を改善した。閉鎖型帯鉄筋への変更は、重ね継手長さの材料減とカプラー費用増がほとんど同じため積算上のコストはほとんど変わらない。P1橋脚ではガス圧接で設計されていた継手もカプラー継手に変更し、全て設計書に反映した。

橋脚引渡し時に橋脚回り足場も下部工より引き継ぎ、上部工施工分の帯鉄筋の地組架設を行うなど最短日数で

の脚頭部・柱頭部の完成を目指した。

#### (b) 支保工ブラケットの最適配置

脚頭・柱頭で使用するブラケット用の孔抜きシースは、下部工施工前のため自由に配置できた。

そこで、上部工のブラケットの最適配置を行い、最低限の組立解体で脚頭部から柱頭部へ移行できる構造とした。



写真7 P1橋脚閉鎖型帯鉄筋架設



写真8 P1橋脚ブラケット配置

#### (2) 外ケーブル

通常の外套管+グラウトの外ケーブルを工場製作のプレファブマルチケーブルに変更し、クリティカルパスのP2~A2間外ケーブル設置緊張作業を約1週間で終了させた。

#### (3) 中間横桁の施工及び排水管の設置

前述の中間横桁及び桁間の床版下に配置される排水管は、移動ラック足場と排水管用固定足場を設置し橋体施工工程とは完全に切り離れた別工程として施工した。ラック足場は、P2橋脚で3基、P1橋脚で2基を同時期に動かした。排水管用固定足場は、ウェブ型枠のセパレータをそのまま使用し、新規製作したアングルブラケットを設置した。



写真9 ラック足場と桁間固定足場

#### (4) A2 側径間支保工部

A2 側径間支保工部は約 9m の支保工部を事前に構築し、閉合部施工を待つ構造である。国土交通省及び県発注の輻輳する各工事の工程を調整した結果、別途工事の A2 橋台・県道カルバート工事の完成後、A2 側径間支保工の設置、支承の設置を行い一端終了し、県道の切り回し、隣接する本線橋完成後改めて側径間支保工部の橋体工を施工する工程となった。このため、支保工の基礎形式を杭基礎より大型ブラケット施工に変更し、支保工設置に要する期間を約 2 週間に短縮することとした。



写真10 側径間支保工部大型ブラケット

#### (5) 仕上げ

本線・C ランプの橋体工は、2013 年 11 月末に終了した。本線壁高欄は、型枠を全数量準備し転用しない計画で 10 月より開始した。施工完了部分で先行作業として壁高欄鉄筋・型枠を組立て、橋体閉合後壁高欄打設を開始した。防音壁、ガードレール、通信管路の最終図面の遅れなどにより、本線橋面工の舗装調整コンクリートを打設したのは 2013 年 12 月 21 日であった。主桁内外の検査路など、一部の工事は指定部分外とし、NEXCO へ

の引き渡し確認を 2013 年 12 月 27 日、国土交通省の指定部分の完成検査を 2014 年 1 月 8 日に受験し、無事引き渡しが完了した。

## 8. 最後に

2012 年 4 月 P2 橋脚回りの足場組立から工事は開始した。2012 年 9 月より地元住民の了解を得て日曜日の施工を開始、2014 年 3 月 18 日さがみ縦貫串川橋は無事故で竣工した。延べ安全時間は 34 万時間を超える。

串川橋のあるさがみ縦貫の高尾 IC から相模原愛川 IC 間の本線は、2014 年 6 月 28 日に開通した。これにより、東名高速自動車道路と中央自動車道は直接接続され、地元の国道県道の交通量は減少した。

報文の終わりに際し、国土交通省の御指導、地元関係者各位の御協力に感謝致します。また、この報文が何らかの参考になれば幸いです。

なお、品川から名古屋に向かうリニア新幹線は、相模川の河岸段丘で初めて地上に出た後、相模川を横断し、P2 橋脚付近で本橋の下をくぐり再度トンネルに入り山梨に向かいます。

#### 参考文献

- 1) 佐久間, 寺田, 大谷: インターチェンジ接続箇所での上下線とランプ橋の一体施工, 土木施工 Vol54, No12, 2013