

上分2号橋上部工事

— PCU コンポ橋のセグメント製造と狭隘部での施工 —

山村 繁雄*1・西口 裕之*2・川崎 謙次*3

上分2号橋は、改良予定の一般国道438号上分バイパスのうち、1級河川吉野川右支川鮎喰川に架橋される橋長75m、全幅9.2mの橋梁である。上分バイパスは、道路に接する各地域を結び、生活・産業を支える重要な路線である。現在の道路は、カーブが多く、狭いうえに、道路に沿って人家が続いているなど、大型車のすれ違いが難しい区間である。これらの問題を解消し、安全で円滑な交通を確保するため、バイパス整備が進められている。

本橋の構造形式は、2径間連続PCUコンポ橋であり、A1-P1径間部は、全19ブロックのプレキャストセグメントで構成される。平面線形は曲線を有し、桁高が2.77mと高く、かつ、端部セグメントは複雑かつ高密度な配筋である。よって、セグメントを製造するにあたり、施工性および品質を向上させるための対策が必要であった。また、A1-P1径間の架橋位置は溪谷であり、A1背面の施工ヤードは非常に狭く、大型クレーンが配置できないため架設桁架設の施工方法に配慮する必要があった。本稿はセグメントの製造に関する対策および狭隘部における施工の工夫について報告する。

キーワード：PCUコンポ橋、プレキャストセグメント、架設桁架設

1. はじめに

本橋の構造形式は、2径間連続PCUコンポ橋である。Uコンポ橋は、断面形状をU型とした工場製作によるプレキャストセグメント（以下、セグメント）とプレキャストPC板を用いたPC合成床版との合成構造である。また、内外ケーブルの併用により長支間の連続構造を可能とした構造である。本稿では、桁高が高く、かつ、端部セグメントは複雑かつ高密度な配筋となっているセグメントの製造に関する施工性および品質を向上させるための対策、および架橋位置は溪谷であり、A1背面の施工ヤードは非常に狭いという厳しい現場条件で行った架設の工夫について報告する。施工箇所的位置図を図-1に示す。



出典：国土地理院ホームページ (<http://maps.gsi.go.jp>)

図-1 橋梁位置図

2. 工事概要

工事名称：道路改築工事

路線名：一般国道438号

発注者：徳島県

施工者：IHIインフラ建設・大日建設共同企業体

工事場所：名西郡神山町上分

施工方法：架設桁架設工法（プレキャストセグメント工法）および固定支保工工法（場所打ち工法）の併用

工期：平成27年10月14日～平成29年3月25日
本橋の橋梁諸元を表-1に、橋梁一般図と主桁断面図を図-2、図-3に、施工前の全景写真を写真-1に示す。

表-1 橋梁諸元

構造形式	2径間連続PCUコンポ橋
橋長	75.000m
桁長	74.900m
支間長	47.050m + 27.050m
全幅員	9.200m
荷重	B活荷重
斜角	90°00'00"
平面線形	$A = 75.000\text{m} \sim R = \infty$
縦断線形	4.058% ↗
横断線形	4.100% ↘ ~ 1.500% ↙ ↘
使用材料	主桁・横桁コンクリート $\sigma_{ck} = 50\text{N/mm}^2$
	主桁内ケーブル 12S12.7mm
	主桁外ケーブル 19S15.2mm

*1 Shigeo YAMAMURA：(株)IHIインフラ建設

*2 Hiroyuki NISHIGUCHI：(株)IHIインフラ建設

*3 Kenji KAWASAKI：(株)IHIインフラ建設

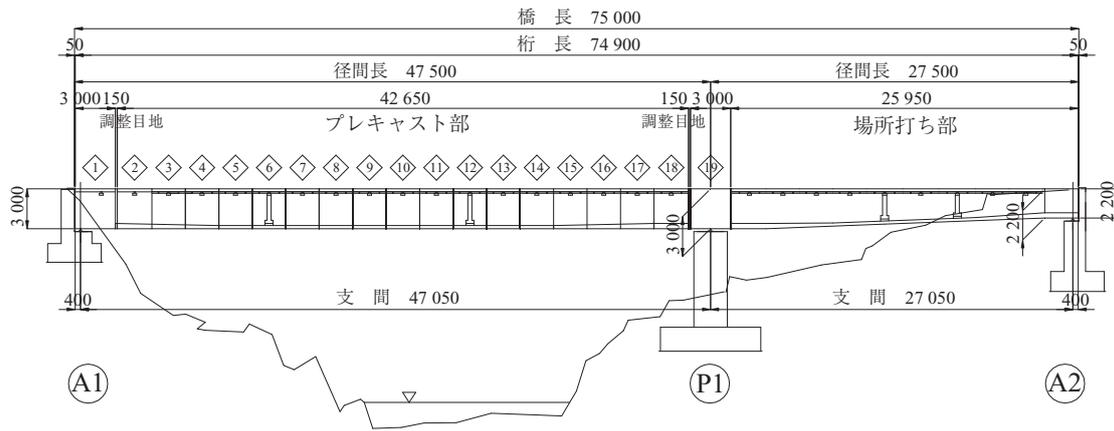


図 - 2 橋梁一般図

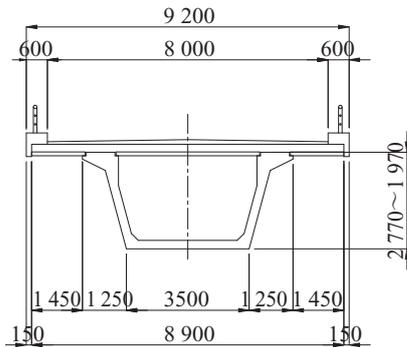


図 - 3 主桁断面図

本橋の施工順序を図 - 4 に示す。STEP-1 では、A1 - P1 径間の架設桁を設置し、セグメントの架設を行う。STEP-2 では、A1 および P1 の支点横桁を打設し、A1 - P1 径間の PC 鋼材（内・外スパンケーブル）の緊張を行う。STEP-3 では、P1 - A2 径間の固定支保工を設置し、場所打ち部の主桁・横桁コンクリートを打設する。P1 - A2 径間の PC 鋼材（内・外スパンケーブル）および A1 - A2 径間の連続外ケーブル（1 次鋼材）の緊張を行う。その後、PC 梁および PC 板を敷設し、場所打ち床版を打設する。断面合成後、連続外ケーブル（2 次鋼材、A1 - A2 径間外ケーブル）の緊張を行う。STEP-4 で、橋面工の施工を行い完成する。

3. セグメントの製造

3.1 出来形精度および品質向上に関する対策

工場でのセグメントの製造について、以下の出来形精度向上および品質向上に関する対策を行った。

- ① 鉄筋組立てのプレファブ化（写真 - 2, 3）
- ② 高流動コンクリートの採用
- ③ トータルステーションによる 3 次元線形管理（図 - 5）

桁高が 2.770 m と高く鉄筋質量も最大 17 kg あり重いため、作業スペースに制約を受ける型枠内での鉄筋組立ての施工性が懸念された。そこで作業効率向上を目的に、型枠と同形状の鉄筋架台を製作し、鉄筋組立てをプレファブ化した。プレファブ化することにより、作業の効率化が図れ、かつ、ほかの作業と平行して行えるため、セグメント製造サイクル日数を 1 日短縮することができた。そのうえ組立



写真 - 1 施工前全景写真

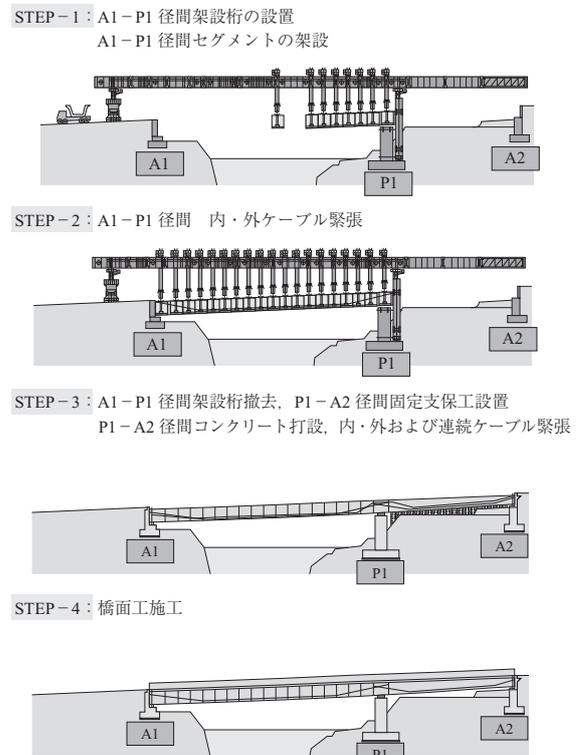


図 - 4 施工順序図

作業の施工安全性および組立て精度の向上も図れた。

端部セグメントは、鉄筋が複雑かつ高密度に配置されているため、コンクリートの充填性向上対策として高流動コンクリート（スランプフロー値 55 cm）を採用した。また、本橋梁の線形は、曲線を有し横断勾配が変化しているため、出来形精度を確保できないことが懸念された。よって、セグメントの製作方法は、A1 - P1 径間分の固定式製作台（底板）を用意し、かつ、型枠設置位置をトータルステーションにて 3 次元計測し決定することにより、出来形精度の向上を図った。



写真 - 2 プレファブ鉄筋



写真 - 3 プレファブ鉄筋型枠設置状況

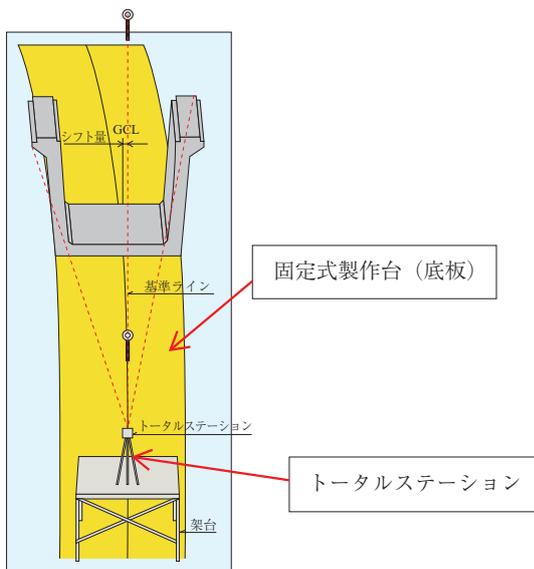


図 - 5 トータルステーションによる 3 次元計測

3.2 セグメント仮置き時の検討

本橋の主桁断面は、傾斜ウェブを有する U 形断面形状である。セグメント仮置き時、ウェブが外側に変形することにより、内側に引張応力が発生し、ひび割れの発生が懸念された。したがって、事前に FEM 解析を実施し、ウェブに発生する引張応力を確認した。ウェブの変形イメージおよび FEM 解析結果を図 - 6 に示す。解析結果より、傾斜ウェブ内側のハンチ部に鉛直方向の引張応力が最大で 2.14 N/mm² 発生した。この引張応力に対して、ハンチ部に D13 を 250 ピッチで補強鉄筋を配置した。工場でのセグメント仮置き状況を写真 - 4 に示す。

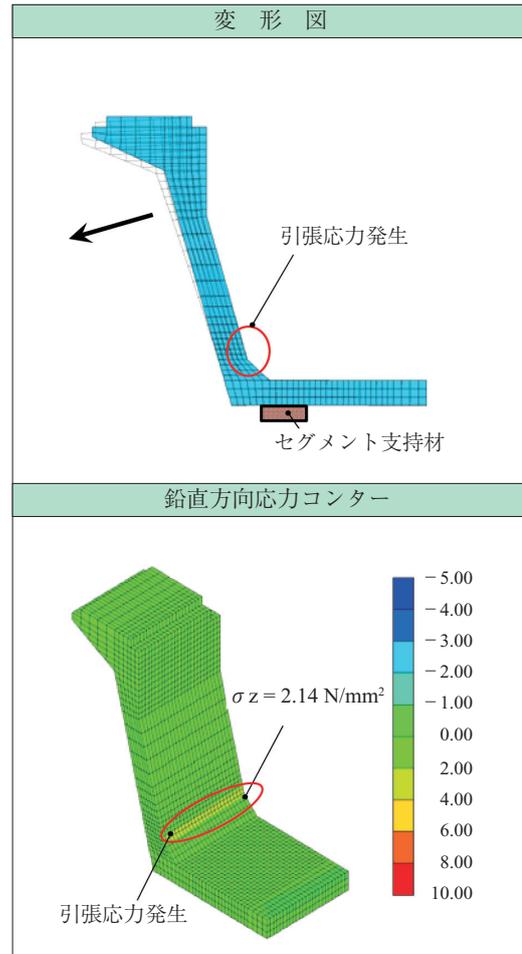


図 - 6 変形図および鉛直方向応力コンター



写真 - 4 セグメント仮置き状況

4. 架設上の工夫

4.1 架設桁の組立て・移動

図 - 7 に架設桁架設の概要図を示す。A1-P1 径間は、径間長が $L=47.05\text{ m}$ で下には鮎喰川が流れており深い渓谷となっている。また、セグメントの1ブロックあたりの重量は最大で約 300 kN (全 19 ブロック約 $4\,000\text{ kN}$) であるため、架設工法は架設桁架設(ダブルガーダー)を採用した。主ケーブルの緊張は、A1 側から片引きで行うため、A1 橋台のパラペット背面は未施工であった。そこで、運搬トレーラーの乗り込み架台を構築することにより、A1 橋台背面からトレーラーによりセグメントを搬入し、セグメントをトレーラーに積んだまま直接吊上げられるようにし施工性の向上を図った。しかし、吊上げスペースを確保して、A1 橋台部のベント位置を決定したことにより、前方ベントと後方ベントの間隔が 58 m と長支間となった。このため、ガーダーの重心位置を確実に保持できるように仮ベント(前方・後方)を設置した。

A1 背面の施工ヤードは非常に狭く曲線を有しているため、架設桁の組立てはガーダーブロックを1ブロックごとに接合しながら押し出した。なお、ガーダーブロックを接合する際は、専用の作業台車を製作し安全かつ作業効率向上を図った(写真 - 5)。

本橋の線形は、平面線形は曲線であり、縦断勾配は約 4% であるため、セグメントを吊り下げた状態で左右移動し高さ調整できるように架設桁上の吊台車に上下作動と左右作動用のジャッキを有しているものを使用した(写真 - 6)。

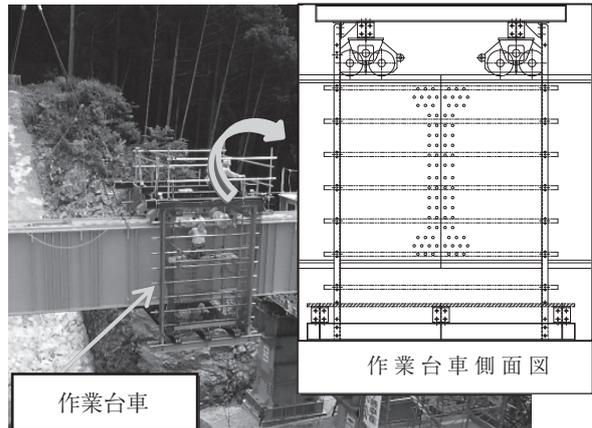


写真 - 5 作業台車

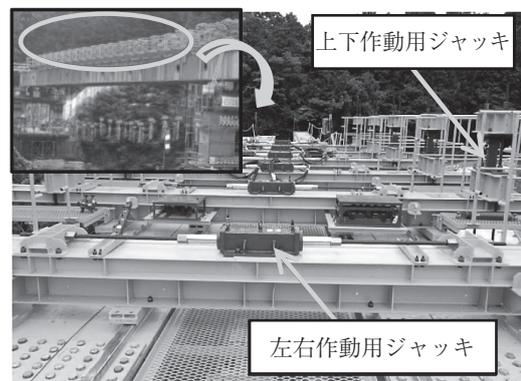


写真 - 6 仮吊装置

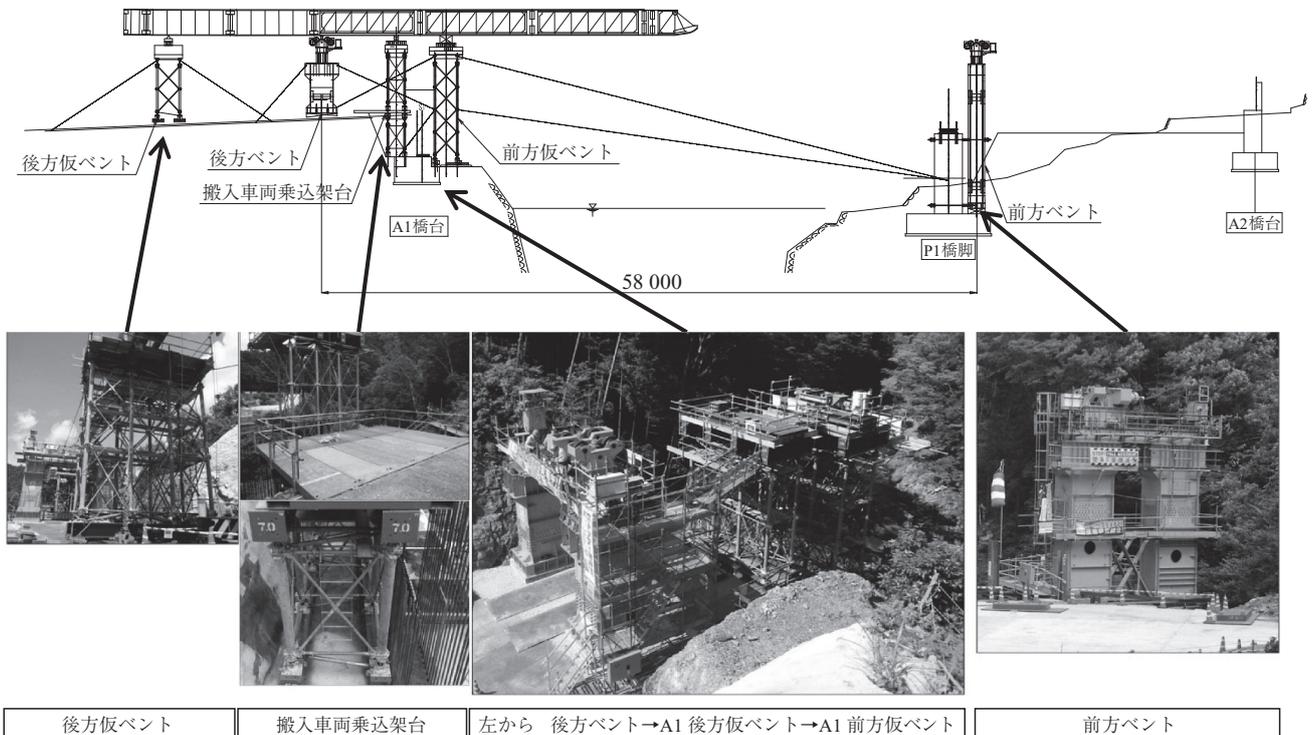


図 - 7 架設桁架設概要図

4.2 セグメントの組立て

(1) セグメントの回転

本橋は1主桁でセグメント幅が6.0mあるため、運搬の制約上、トレーラーと桁断面を平行にして積み込まなければならない。しかし、現地にてトレーラーから直接吊装置にて吊上げる計画であったため、セグメントを回転させる必要があった。そこで、運搬・搬入したセグメントをトレーラーから吊上げる吊装置に回転機能をもたせ、架設を行った(写真-7, 8)。

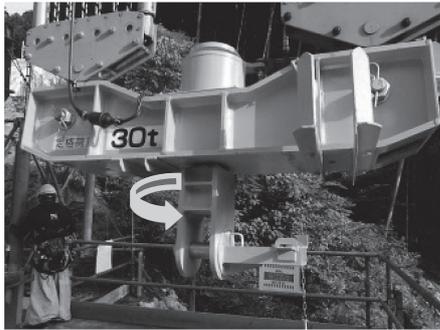


写真-7 吊装置(回転部)



写真-8 吊装置全景

(2) 架設桁のたわみ管理

A1-P1 径間部は、全19ブロックのセグメントで構成され、1ブロックあたりの最大重量は約300kN(全19ブロック約4000kN)である。さらに、架設桁の支間(前方および後方ベント間隔)は58mの長支間となり、架設桁のたわみ量がセグメントの据付け高さに及ぼす影響が大きいことが予想された。よって、架設時の設置高さ精度を向上させるための対策を行った。

図-8にセグメント架設要領図、写真-9, 10にセグメント搬入および架設状況写真を示す。

P1橋脚部の前方ベントについては、架設中に沈下しないようにフーチング位置まで地盤の掘削を行い、フーチング上に設置した。そのうえ、架設時は随時、ベントの沈下計測を実施した。また、全19ブロック(約4000kN)を吊上げたときの架設桁のたわみ量を算出した結果、最大で220mmであった。この妥当性を確認するため、最初に据付けを行うP1中間支点部ブロック(19ブロック)が架設桁の支間中央に移動したときに生じる架設桁のたわみの計算値と現場にて測量した値の比較検証を行い、問題ないことを確認した。そのうえで、架設桁のたわみ量を各セグメントの据付け高さに考慮して、架設を行った。その結果、A1-P1径間の架設完了時における各セグメントの計画高は、規格値±20mmのところ±10mm以内に収まり、精度良く架設を完了した。



写真-9 セグメント搬入状況



写真-10 架設状況

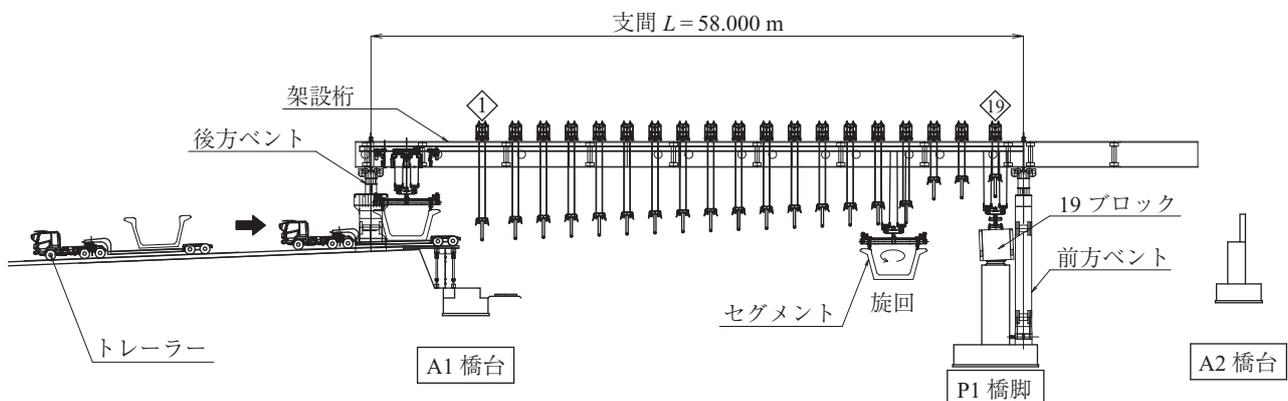


図-8 セグメント架設要領図

(3) 場所打ち調整目地部セグメントの移動防止

支点部セグメントと支間部セグメントの間には、架設時の形状調整などを目的に 150 mm の場所打ち調整目地部が設けられている。場所打ち調整目地部打設前、両側のセグメント上を PC 鋼棒・ブラケットおよび油圧ジャッキにより固定してから、コンクリートを打設し、打設によるセグメントの移動を防止した（図 - 9、写真 - 11）。

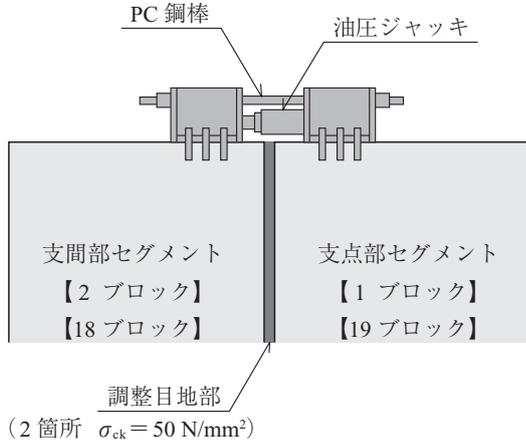


図 - 9 セグメント移動防止装置概要図

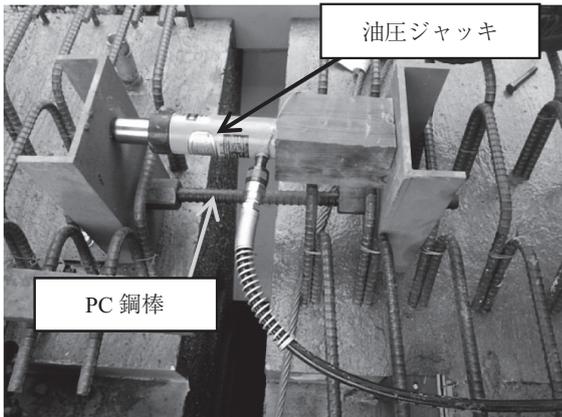


写真 - 11 セグメント移動防止装置

4.3 3次元モデルによる架設シミュレーション

本工事の A1 - P1 径間は、架設桁架設工法（ダブルガーダー）によりセグメントを接合緊張し架設を行うが、施工ヤードは非常に狭く、渓谷に位置しているという厳しい現場条件であった。よって、3D の CAD ソフトを使用して 3 次元モデルを作成し（図 - 10）、架設シミュレーションを実施して問題点の洗い出しを行い、架設の検討・計画手順の立案、および全作業員への作業手順周知会で使用した。結果、本施工で不具合・事故災害はなく、工事を完成させることができた。

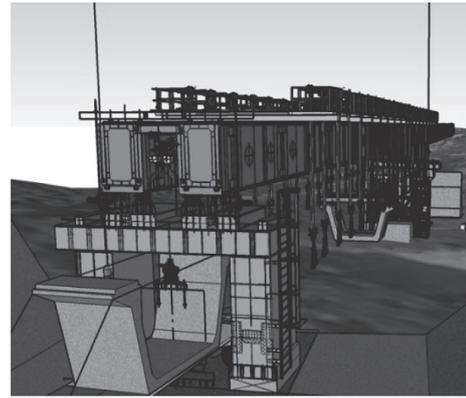


図 - 10 架設要領 3次元モデル

5. おわりに

上分 2 号橋は、平成 29 年 3 月に本体工の工事を終え、無事竣工した（写真 - 12）。

本橋は、渓谷に位置し狭隘部での厳しい施工条件であったが、不具合・事故災害はなく、工事を完成することができた。

最後に、本橋の製造、施工に際し、ご指導、ご協力を賜りました関係各位に厚く感謝の意を表します。本報告が PCU コンポ橋の製造・施工の類似工事の参考になれば幸いです。



写真 - 12 上分 2 号橋完成写真全景

参考文献

- 1) 社団法人プレストレストコンクリート技術協会:外ケーブル構造・プレキャストセグメント工法設計施工基準, 2005.

【2017 年 7 月 13 日受付】