

論文・報告

県道 20 号線（泡瀬工区）橋梁上部工の施工

～品質確保と環境保全の取組み～

Prefectural road No. 20 (Awase construction area) Construction of bridge superstructure

藤本 翔 *1
FUJIMOTO Sho

丸山 洋史 *2
MARUYAMA Hiroshi

佐喜眞 英則 *2
SAKIMA Hidenori

西川 信宏 *2
NISHIKAWA Nobuhiro

福田 久幸 *2
FUKUDA Hisayuki

中村 徳臣 *3
NAKAMURA Atsushi

本橋は、沖縄本島から泡瀬人工島へのアクセス道路であり、PC6 径間連結中空床版橋と PC12 径間連続箱桁橋で構成される全長 810 m の海上架橋の橋梁である。PC12 径間連続箱桁部は、ショートラインマッチキャスト方式により製作したセグメントを、大型架設機によるバランスドカンチレバー工法で施工する。本工事では、PC12 径間連続箱桁部（暫定側橋梁）のうち、セグメント製作工 112BL、セグメント架設 57BL、柱頭部製作 4 基を施工した。沖縄県が掲げる「海上架橋 100 年供用」を実現すべく、耐久性向上への取組みが必要であるとともに、希少種が息息する泡瀬干潟の環境保全への取組みも必要であった。

本稿では、本工事の施工方法と品質確保への取組み、環境への配慮について報告する。

キーワード：ショートラインマッチキャスト方式、バランスドカンチレバー工法、海上架橋、セグメント製作

1. はじめに

沖縄県では、沖縄本島中部東海地域の活性化を図ることを目的として、スポーツコンベンション拠点としての役割を担う泡瀬人工島の建設が進められている。本橋はその人工島へのアクセス道路であり、PC6 径間連結中空床版橋と PC12 径間連続箱桁橋で構成される（図 1）。

PC12 径間連続箱桁部は、柱頭部を先行施工した後、大型架設機を用いたバランスドカンチレバー工法で人工島側から沖縄本島に向かい、順次架設した。本工事に先立ち、人工島内へのセグメント製作設備と大型架設機材の製作・据付けが行われており、それらの設備・機材を用いての施工であった。

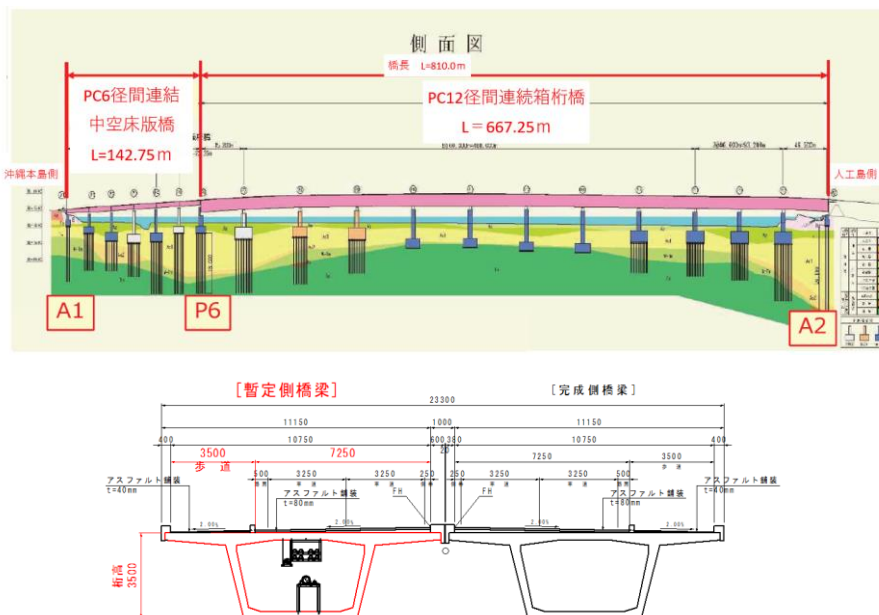


図 1 側面図，断面図

*1 川田建設株式会社九州支店工事部工務課

*2 川田建設株式会社九州支店工事部工事課 担当工事長

*3 川田建設株式会社九州支店工事部工事課

2. 工事概要

工事概要

工事名 : 県道 20 号線（泡瀬工区）橋梁整備工事
 （上部工その 4）
 発注者 : 沖縄県
 路線名 : 県道 20 号線
 施工場所 : 沖縄県沖縄市泡瀬地先（図 2）
 工期 : 2020 年 10 月 14 日～2022 年 6 月 30 日
 構造形式 : PC12 径間連続箱桁橋
 支間長 : 45.200 m+8@60.000 m+2@46.600 m+46.550 m



図 2 位置図



写真 1 セグメント製作設備全景



写真 2 セグメント製作台

3. 製作設備によるセグメント製作

(1) セグメント桁製作設備

本橋のセグメント製作方法はショートラインマッチキャスト方式である。ショートラインマッチキャスト方式とは、既に製作されたセグメントのコンクリート端面を型枠として、隣接したセグメントを 1 ブロックずつ製作する方式である。

人工島内には、製作設備（写真 1、写真 2）として、起点側張出セグメントと終点側張出セグメントを製作する 2 基の製作台が設けられている。

そのほかには、鉄筋組立架台 2 基（写真 3）、鋼製型枠や鉄筋等を移動させる 15 t 門型クレーン、製作したセグメント桁を運搬する 100 t 門型クレーンが整備されている。

鉄筋組立架台は、各製作台に対して、2 ブロック分のプレファブ化鉄筋を組み立てることが可能であり、鉄筋の先行組立てを行うことで、セグメント製作を効率化できるようになっている。



写真 3 鉄筋組立架台

(2) セグメント製作手順

製作するセグメントは、径間によりブロック長の変化や定着突起形状の変化等があり、型枠の組替・組立解体に多くの時間と労力を要する。当工事の実績としては、セグメント製作台 2 基を使用し、実働 5～6 日で 2 ブロックの製作をすることができた。

図 3 にセグメント製作手順を示す。

① 端型枠・側型枠・内型枠の脱枠・移動

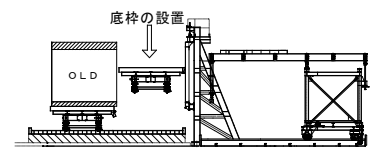
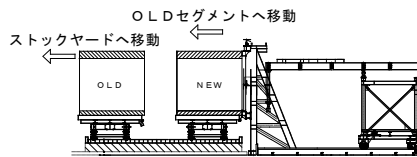
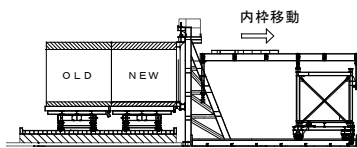
② OLDセグメントの切り離し、台車の移動

⑤ 底枠の設置

③ OLDセグメントのストックヤードへの移動

⑥ NEWセグメントの方向調整・固定

④ NEWセグメントの移動



⑦ 側型枠・端型枠の組立

⑨ 主ケーブルシース組立

⑪ コンクリート打設・養生 (ポンプ車打設)

⑧ 鉄筋籠の吊り込み、設置

⑩ 内型枠の挿入・組立

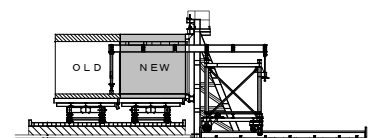
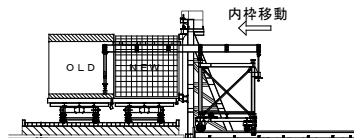
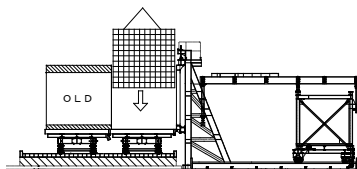


図 3 セグメント製作手順

(3) 形状管理と測量

セグメント製作形状は、OLD セグメントと NEW セグメント間の相対的な高さ、平面位置関係および上床版の相対長さにより管理する。

現場では、製作するセグメント桁に視準点（ステンレス製埋込みターゲット）を設け、中心線上の測量台から平面位置をトータルステーションで、高さをデジタルレベルで測定した（図 4）。マッチキャスト方式の張出架設では、セグメント製作精度が架設後の橋体出来形精度に大きく影響する¹⁾。形状管理に対する測量方法は、高い精度が要求されることから、トータルステーション、デジタルレベルともに精度 1 mm 以下のものを使用した。

(4) コンクリート品質確保への取組み

過酷な塩害環境下での海上架橋となる本橋では、100 年供用を目指し、フライアッシュコンクリート（基準強度 50 N/mm²）が採用されている²⁾。特性把握の難しいフライアッシュコンクリートの打設・養生方法を確認し施工計画へ反映するため、事前に大型供試体による打設試験を行った。

打設試験結果を評価するため、作成した供試体のトレント法による表層透気係数の測定と目視点検を実施した。表層透気係数に関しては、すべて「良」以上の評価を得ることができたが、気泡発現や仕上げ面の凹凸が確認されたため、表層部の仕上げ方法に対策の必要があると判断し、下記項目を実施してセグメント製作を行うこととした。

- ① バイブレータでの締固め方法の周知徹底
- ② 振動機搭載の天端仕上げ用機器の製作・使用（写真 4）
- ③ マジックタンパーによる天端仕上げ

上記対策より、出来映えが向上し、発注者による表層評価でも好評価を得ることができた。

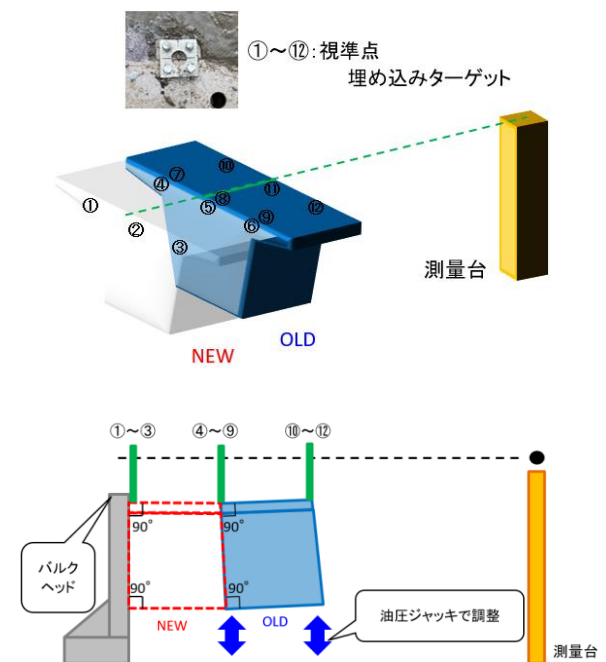


図 4 セグメント形状管理、測量方法



写真 4 セグメント桁天端仕上げ状況

4. 大型架設機によるセグメント桁架設

(1) 架設設備

本橋の架設方法は、大型架設機を用いたバランスドカンチレバー工法である。

架設設備の構造は、2本のトラス構造架設桁、架設桁後方台車、架設桁前方の先端サポート、柱頭部に配置された2基の支持台、セグメント吊り上げ装置（80 t）2基、昇降設備を備えた移動作業足場 2 基より構成される（写真 5）。

セグメントは、柱頭部より左右対称に張出架設していき、人工島側から沖繩本島に向かって順次進めていく。



写真 5 架設設備全景

(2) セグメントの運搬・移動

セグメント仮置きヤードにて、トランスポーターにセグメントを積み込み（写真 6）、架設設備後方まで運搬した。運搬したセグメントを架設設備後方にてセグメント吊り上げ装置（80 t）で吊り上げ、接合地点まで移動させる。



写真 6 セグメント桁運搬状況

(3) 基準セグメント架設

基準セグメントの架設・据付けは、架設後の出来形に大きく影響するため、高精度の施工が必要となる。

支持架台に基準セグメント専用吊り金具（写真 7）を事前に設置し、運搬した基準セグメントを金具に預ける。その後、油圧ジャッキやレバーブロック等を用いて高さおよび平面位置を調整する。据付高さおよび平面位置の計画値は、セグメント製作時の形状管理の結果により決定する。

柱頭部と基準セグメントの間には 100 mm の調整目地が設けられている。調整が完了した基準セグメントを堅固に固定した後、無収縮モルタルを充填する。無収縮モルタルの緊張強度発現後、内ケーブル緊張を行う。



写真 7 基準セグメント専用吊り金具と固定状況

(4) 標準・突起セグメント架設

基準セグメント同様に、接合地点まで標準・突起セグメントを移動させる。接合地点にて、セグメントを降下させながら、接着剤を塗布しセグメントカップラーを設置する。架設するセグメントを既設セグメントに近づけ、レバーブロックと吊り上げ装置で高さ、平面位置の微調整を行う。

その後、引寄せ PC 鋼棒を接続し、緊張する（写真 8）。引寄せ PC 鋼棒緊張完了後、接合部からあふれた接着剤を処理し、内ケーブルの挿入、緊張を行う。

同作業を 2～8BL まで繰り返す。



写真 8 引寄せ PC 鋼棒緊張状況

(5) 中央閉合部施工

標準の架設施工区間は、左右対称に 8 ブロックの張出架設の施工となる。架設完了後、径間の閉合部（500 mm）を場所打ち施工する。両張出先端部が外気温等の影響で高さに差がある状態で閉合しないよう、型枠組立前に変位拘束梁（写真 9）で両張出を固定する。型枠組立は、セグメント製作時に設置したインサートを使用する。

閉合部のコンクリート打設完了後、閉合内ケーブルを緊張し、外ケーブルを挿入、緊張する。

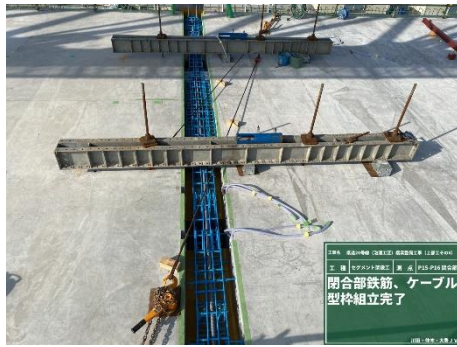


写真 9 変位拘束梁設置状況

支持台，先端サポートをジャッキアップする。



写真 10 レール移設状況

(6) 架設設備の移動・据付け

中央閉合部の施工完了後，架設設備の移動，据付けを行う。

架設設備の移動手順（図 5）を示す。

- ① R3 後方台車を架設桁後方にセットし，架設桁をジャッキアップする。
- ② R3 後方台車のジャッキアップにより，フリーになった R2 支持台を先端サポート後方に移動し，据え付ける。
- ③ 架設桁をジャッキダウンし，R1，R2 支持台の送出しローラーに盛りかえる。
R3 後方台車は架設桁の移動に伴い，橋面上にレールを配置し，移動する。レールの移設には，専用吊り具（写真 10）を使用し，安全を確保して作業した。
- ④ 電動送出しローラーにより，架設桁を移動する。
移動の際は，移動作業足場とセグメント吊り金具の位置を調整しながら移動する。
- ⑤ 所定の位置まで移動完了した後，送出しローラーから各

(7) 環境への配慮

接着剤の塗布時や引寄せ PC 鋼棒緊張時，接着剤が海域へ流出することが懸念された。流出防止対策として，防水シートを設置した移動作業足場を接合部に配置し（写真 11），落下する接着剤に対応した。



写真 11 接着剤落下防止シート

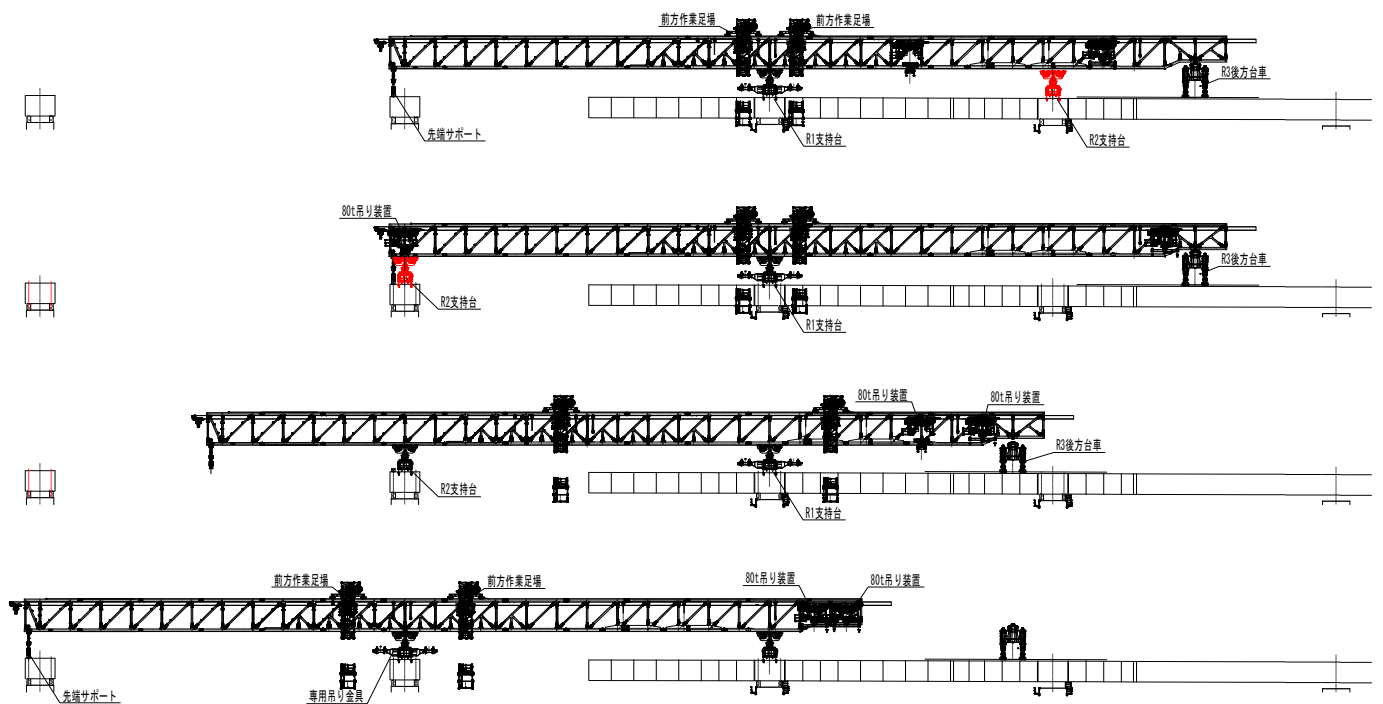


図 5 架設設備移動手順

5. 柱頭部

(1) 施工方法

本工事では、4 基の柱頭部施工を行った。各橋脚に支保工ブラケットを PC 鋼棒にて固定し、その上に鋼材梁と足場板を設置する。その後、クサビ式支保工を組み立て、場所打ちにて柱頭部を施工する。

コンクリート打設は、下床版・ウェブ（下部）、ウェブ（上部）・上床版と 2 リフトに分割して施工した。

(2) 環境への配慮

海上施工となる柱頭部製作において、コンクリートのノロ・養生水や発動発電機・緊張機材の油の海域への流出を防止するため、下記の対策を講じた。

- ① コンクリートのノロや養生水の海域への流出防止対策として、柱頭部施工足場に防水シート、集水柵の設置（写真 12）
- ② 油脂類流出防止対策として、オイルパン、油脂類吸着マットの設置

(3) コンクリート品質確保への取組み

セグメント製作同様に、表層品質を向上させるため、柱頭部製作では、下記の対策を講じた。

- ① コンクリート打設箇所にパイプレータ挿入注意事項の掲示（写真 13）
- ② マジックタンパーとトロウエルによる天端仕上げ（写真 14）
- ③ ポンプ車 2 台配置で、効率的な打設（写真 15）

6. おわりに

本工事は、2022 年 6 月 30 日に無事竣工検査を完了した。100 年供用を目指す沖縄県の海上架橋を施工するにあたり、改めて品質確保の重要性を再認識することができた。

最後に、工事の進捗にあたりご協力頂いた関係各所の方々に、本稿を借りてお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 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規準，2005.6
- 2) 小島 健太郎：海上架橋における 100 年供用のための取り組み，九州技報，No.67，2020.10



写真 12 柱頭部施工足場防水シートの設置



写真 13 パイプレータ挿入注意事項の掲示



写真 14 マジックタンパーによる天端仕上げ



写真 15 コンクリート打設状況