

伊良部大橋上部工の施工 - 塩害地区における100年対応の橋梁を目指して -

(株)ピーエス三菱 正会員 ○白石 哲
 (株)ピーエス三菱 正会員 山口 健市
 (株)ピーエス三菱 正会員 麻生 修司
 (株)ピーエス三菱 正会員 金城 裕樹

1. はじめに

平良下地空港線は、沖縄本島から南西に約 290km の位置にある宮古島のさらに離島である伊良部島 (人口約 6000 人) の医療・教育環境の改善, 生活環境や福祉の向上および地域の活性化を図るために架けられる海上架橋である (図-1)。全長は約 4.31km であり, 一般部橋梁 (2185m+935m), 主航路部橋梁 (420m), 海中道路部 (600m), 中間橋梁 (70m), 取付け部橋梁 (100m) で構成されている。

本稿では, 一般部橋梁の施工を述べるとともに, 塩害環境で 100 年対応を目指した「ミニマムメンテナンス橋梁」としての具体的対策を報告する。

2. 伊良部大橋 (一般部橋梁) の概要

一般部橋梁は, プレキャストセグメント工法による PC 箱桁橋であり, ショートラインマッチキャスト方式により製作を行い, 大型架設機を用いたバランスドカンチレバー工法により架設を行った。本橋の橋梁諸元を表-1, 主桁断面図を図-2 に示す。

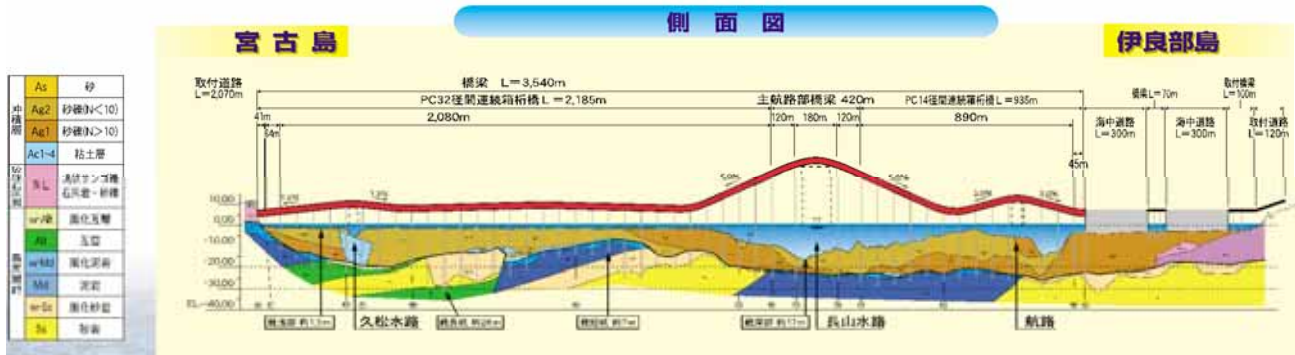


図-1 側面図

表-1 橋梁諸元

路線名	一般県道平良下地島空港線
道路規格	第3種第3級 (V=60km/h)
荷重	A 活荷重
構造形式	平良側:PC32 径間連続箱桁橋 伊良部側:PC14 径間連続箱桁橋
橋長	平良側:2185.0m, 伊良部側:935.0m
支間構成	平良側:39.9m+64.0m+29@70.0m+49.0m 伊良部側:49.0m+12@70.0m+44.0m
有効幅員	8.5m

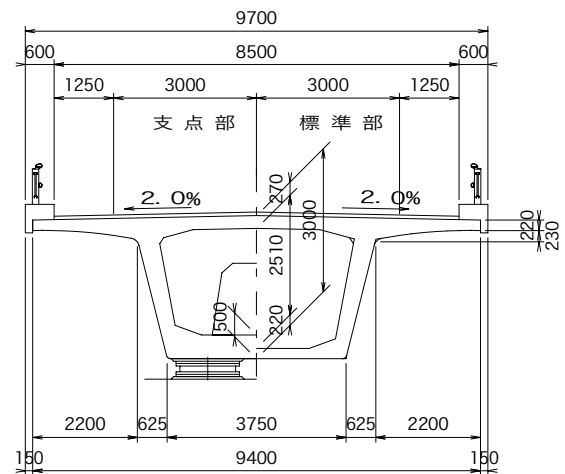


図-2 主桁断面図

3. 施工概要

プレキャストセグメントは, 宮古島側のセグメント製作ヤード内のショートライン設備により製作され, 仮置きヤードにてストックする (セグメント重量 43.5t~49.2 t /1 基)。セグメント架設は, 場所打ち施工

である柱頭部と基準セグメントである第1セグメントとの間の場所打ち目地を施工したのち、第2、第3の標準セグメントを架設桁により順次行なった。

3. 1セグメント製作ヤード

ショートライン設備は2基の型枠設備が稼動しており、製作の稼動効率を上げるためにショートライン設備を完全に覆うことのできる全天候型の移動式上屋設備を設置した。荷役設備としては、鉄筋ユニット、各種型枠資材などの運搬用に橋形クレーン（吊上能力7.5t）を1基配置し、ヤード内でのセグメント運搬用には、大型橋形クレーン（吊上能力60t）を1基配置した。セグメント仮置きヤードは、架設工程との兼ね合いから、140個（約6径間分）のセグメント（2段積み）が仮置き可能なスペースとした。

3. 2セグメント製作工

(1) 形状管理および測量

セグメントの形状管理は、既に製作されたセグメント（OLD）と新たに製作されたセグメント（NEW）との主桁のたわみ分を補正した相対高さおよび平面的な相対関係について行う必要がある。その手法として、セグメントの橋軸方向中心を通る測量上の基準線とそれに直交するバルクヘッド（NEWセグメントの端枠）を基準線とし、形状管理を行った。中心となる基準線は型枠設備を見通すことができる測量台と基準柱を設けて視準した。バルクヘッドは精度を保つために剛性の高い不動な構造としたが、セグメント製作過程でズレが生じることも懸念されたため、製作開始前に鉛直方向および水平方向の測量を行い、ズレが生じた場合は、その都度調整を行った。なお、セグメントの高さ管理はデジタルレベルにより0.1mm単位で打設後に測量を行った。

(2) セグメント製作フロー

セグメント製作サイクルは各製作設備で1セグメントあたり2日となっており、本工事の製作設備は2基設置されていることから、1日あたり1セグメントを製作することができる。鉄筋工は製作サイクルを短縮するため設備内に専用の鉄筋組立台を設置し、精度良く組立を行うことにより完全なユニット鉄筋とした。ユニット鉄筋は型枠組立完了後、専用の吊金具を介して7.5t橋形クレーンによりセットした。型枠設備はすべて鋼製とし、使用頻度の高い部分は防錆上一部ステンレス枠を使用した。打設状況を写真-1に示す。コンクリート打設はポンプ車ブームにて行い、暑中コンクリート対策として、生コン車待機場所に上屋を設置し、直射日光を遮断した。セグメント製作フローを図-3に示す。

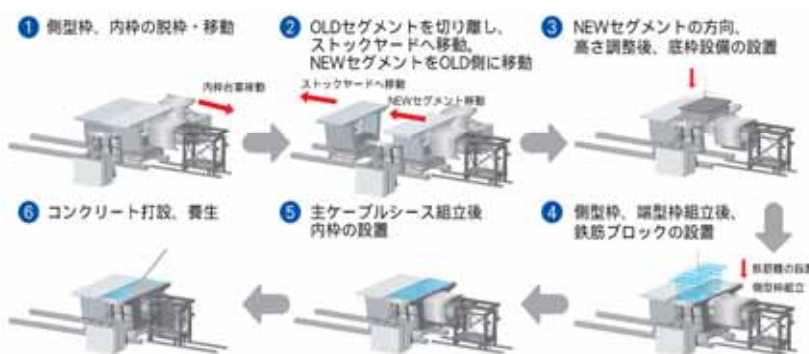


図-3 セグメント製作フロー図



写真-1 コンクリート打設状況

(3) 使用材料

冬季に上部工セグメントおよび柱頭部で使用しているコンクリートの配合を表-2に示す。

本配合の特徴は、細骨材の殆んどを砕砂としたこと、および早強性膨張材を使用したことである。細骨材については、アルカリ骨材反応抑制のため本部産石灰石の砕砂を用いることを基本とし、試験練りの結果から、粒度調整およびワーカビリティの向上を図るため、フライアッシュII種を細骨材に置換して用いた。早

強性膨張材については、冬季におけるセグメント製作のサイクル工程を遅延することなく、材齢15~18時間で脱枠強度(14N/mm²以上)を確保するために用いたものである。コンクリート内の鉄筋は、すべてエポキシ樹脂塗装鉄筋を使用しており(写真-2)、地覆鉄筋にはセグメント製作後から橋面工までの期間、海上の外気や紫外線に曝されることを考慮してステンレス異形鉄筋を使用した。鉄筋曲げ機用ローラーには樹脂ローラー(ポリウレタン製)を採用し、加工時における樹脂塗装の損傷を最小限に抑えるよう工夫した。さらに現場での組立後にも樹脂塗装の損傷を確認し、必要に応じて補修塗装を行った。定着具はエポキシ樹脂塗装品を標準とし、シーすはすべてポリエチレン製とした。セグメント製作開始前にFEM解析が実施された結果、内ケーブル下床版定着突起に応力集中が発生することが明らかになった。本橋の下床版定着突起であるが、塩害対策として薄肉な下床版に対しても、外周コンクリートの純かぶりを70mmとしているため、表面付近の引張応力に対応できる補強鉄筋は配置できない。よって、大きな引張応力が発生する下床版定着突起を有するセグメントに対しては、ひび割れ対策の補強材としてCFCC(Carbon Fiber Composite Cable)を採用している。非金属であるCFCCは塩害による影響が皆無であるため、下床版かぶり内(純かぶり70mmの中心位置)に配置している。また、杓座モルタル補強筋(D10異形鉄筋)の替わりとしてもCFCCを採用している。下床版部のCFCC配置状況を写真-3に示す。

3. 3 支承工

本橋は海上架橋という極めて厳しい環境条件の中に建設されることから、塩害による支承の腐食が懸念される。本橋で設置される支承の防錆として、アルミマグネシウム合金の金属溶射を採用しており、工場出荷前・現場搬入後も溶射部の損傷を施主と共に入念に確認し、必要に応じて補修塗装を行った。支承タイプは免震ゴム支承であり、ポストスライド工法に対応できる構造となっている。最大スライド量はA1桁端部において420mmで、2回に分けてポストスライドを行う予定である。仮固定においては、架設地点が台風常襲地帯であることから、強風時(設計風速68.0m)についても検討を行い、仮固定鋼棒の設計本数を決定した。

3. 4 柱頭部工

柱頭部は、ブラケット式支保工による場所打ち施工で製作され、コンクリート打設は、下床版とウェブ・上床版の2回に分割して行った。本橋の柱頭部は海上で施工を行うことから海域の汚染防止対策として、万一資材や油脂などが落下した場合でも広範囲に拡散せず回収を容易にするために橋脚周囲にオイルフェンスを設置した。コンクリート打継目処理には、レイタンス層を非脆弱化する工法を採用することによりレイタンス処理水の使用をなくした。

表-2 コンクリート配合(50-18-20N)

材料名	単位量(kg/m ³)	備考
セメント	436	普通ポルトランドセメント
混和材(1)	30	早強性膨張材
水	156	地下水
細骨材	723	砕砂
混和材(2) (細骨材の置換)	22	フライアッシュII種
粗骨材	1004	砕石
混和剤	3.961	高性能 AE 減水剤遅延形
W/C (%)	33.5	水結合材比
s/a (%)	42.9	—



写真-2 エポキシ樹脂塗装鉄筋



写真-3 CFCC配置状況

3. 5セグメント架設工

本橋は片側張出しあたり 11 個のセグメントを柱頭部より左右対称に片持架設するバランスドカンチレバー工法により架設を行った。架設方向は、宮古島から伊良部島に向って1組の架設桁設備を径間毎に移動させながら行うものである。

(1) セグメントの運搬・移動

仮置きヤードでトレーラートラックに積み込んだセグメントを、起点側橋面から大型架設機後方まで運搬したのち、架設機のテルハ (60t 吊装置) により吊上げ、接合地点まで移動を行う。

(2) 基準セグメント架設

基準セグメントの架設・据付は橋体の出来形に大きく影響するため、高い精度の施工が要求される。基準セグメント据付は桁吊装置から専用吊金具に預けて、油圧ジャッキなどにより高さ・平面方向の調整を 0.1mm 単位で行った。調整終了後は、基準セグメントを専用の固定治具により固定したのち、目地を無収縮モルタルにて充填し、強度発現後に上床版内ケーブルを緊張する。基準セグメントは吊下式により固定されているため、モルタル打設時の側圧によるズレが生じる可能性があることから、柱頭部と同様に2回に分けてモルタルの打設を行った。



写真-4 セグメント架設状況

(3) 標準セグメント架設

接合セグメントに接着剤塗布し、シーす端部にセグメントカッターを取り付けたのち、セグメントを所定の位置まで移動・降下させ、吊装置を水平移動して既設セグメントに近づける。接合セグメントの微調整は、製作時に予め記したターゲット (SUS) の罫書を基準に行う。その後、引寄せ用PC鋼棒を4本接続したのち、緊張力を導入し接合を行う。上床版部には内ケーブルが張出毎に2~4本配置されており、被覆PC鋼材用ジャッキを用いて左右交互に緊張を行う。また、緊張時に接合部からはみ出す接着剤の海への落下防止として、移動用ゴンドラ足場に接着剤受けとしてシートを設置している。セグメント架設状況を写真-4に、上部工全景を写真-5に示す。



写真-5 上部工全景

3. 6中央連結部工

本橋上部工はプレキャストセグメント工法にて施工されるが、各径間の連結部は場所打ち施工となる。連結に際して左右張出部からの誤差を調整するために、鋼材と油圧ジャッキを組み合わせた方向調整架台を使用する。閉合後 (打設直後) に全本数 (14本) の下床版内ケーブルの内、6本を最初に緊張し、残り8本はクリープが進行したのちに、外ケーブルと同時期に緊張を行う。

3. 7使用材料

本橋で使用したPC鋼材と偏向管の防錆使用を表-3に示す。

4. おわりに

2012年 (平成24) 年5月末現在、一般橋梁 3120mのうち、平良側 2185mの架設が完了している。今後、平成25年度の完成を目指し、一般部橋梁 (伊良部側) 935mの施工を順次に行っているところである。

表-3 鋼材の防錆仕様

品名	規格	防錆仕様
内ケーブル	SWPR7BN 12S12.7	ポリエチレンシーす + エポキシ樹脂粉体塗装 + グラウト
外ケーブル	SWPR7BN 19S15.2	ポリエチレンシーす + エポキシ樹脂粉体塗装 + グラウト
横桁横締ケーブル	SWPR19L	プレグラウト
偏向管	—	溶融亜鉛メッキ + 飽和 ポリエステル樹脂粉体塗装