

## 沖縄における4径間連続混合箱桁橋（牧港高架橋上部工P4～P6）の施工

三井住友・日本ビース・横河ブリッジJV 正会員 ○渡邊 明  
 内閣府 沖縄総合事務局 南部国道事務所 宮國 幸人  
 三井住友・日本ビース・横河ブリッジJV 工修 山上 利昭  
 三井住友・日本ビース・横河ブリッジJV 正会員 工修 三保 雄司

キーワード：混合箱桁橋， コンクリート桁， 接合桁

### 1. はじめに

本橋は、国道58号、331号などの交通混雑を緩和し、地域振興の活性化を目的とした沖縄西海岸道路のうち、国道58号浦添北道路に位置する4径間連続混合箱桁橋である。

牧港湾を横断する橋梁であるため、塩害をはじめとする外的要因に対して非常に厳しい環境下にある。そこで橋梁の耐久性の確保を目的に、柱頭部横桁や張出し施工では、各箇所温度応力解析結果をもとにしたひび割れ抑制対策の実施、コンクリート桁と鋼桁の接合部にある接合桁および間詰部では、耐久性の高い材料の選定や施工方法の改善などによる緻密化・密実化対策を実施している。

本稿では、これら対策を施した施工方法について述べる。

### 2. 橋梁概要

本橋の橋梁概要を以下に示す。また、全体一般図を図-1に、断面図を図-2に示す。

工事名：平成27年度牧港高架橋上部工(P4～P6)工事

路線名：国道58号 浦添北道路

発注者：内閣府 沖縄総合事務局 開発建設部

位置：沖縄県浦添市牧港地内

構造形式：4径間連続混合箱桁橋 (JV施工範囲:2.5径間)

橋長：476.0m (JV施工範囲:334.0m)

支間長：73.1m+190m+130m+81.1m

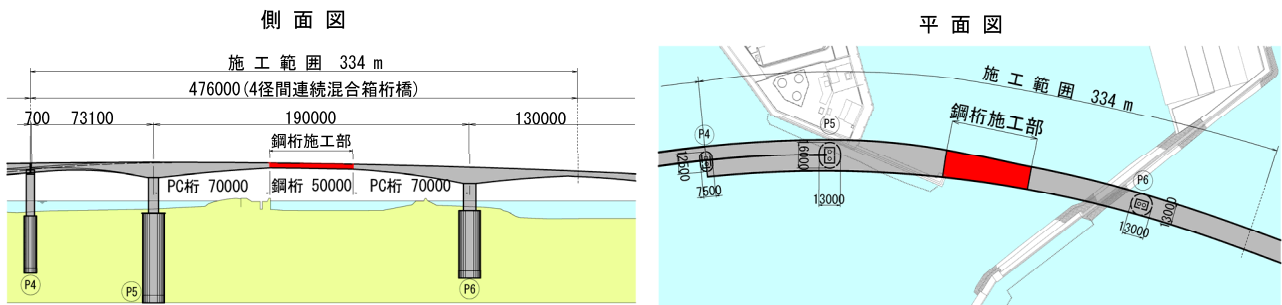


図-1 全体一般図

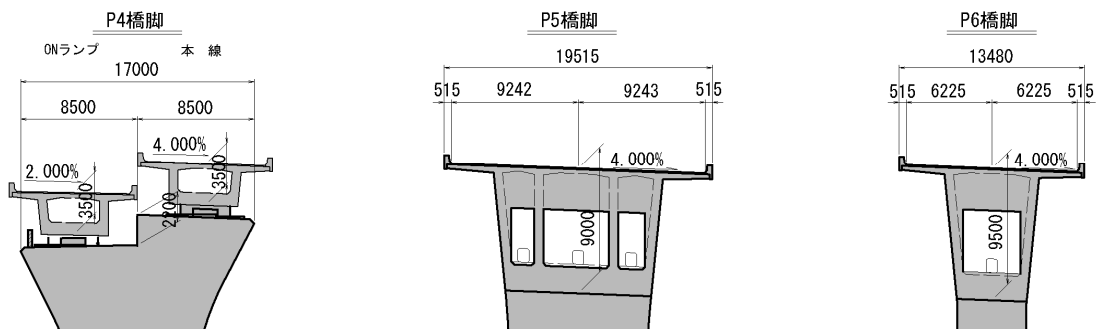


図-2 断面図

### 3. 柱頭部横桁

柱頭部は、マンホールや外ケーブル定着などにおける局所的な応力の発生や、横桁部のマスコンクリートの水和熱に対する詳細検討が必要である。そのため、コンクリートの配合やリフト割りなどを考慮した温度応力解析を実施した。解析結果をもとに、局所的な応力に対しては補強筋を配置し、水和熱に対しては配温式パイプクーリングを実施する対策を行った。

上記の対策と打設量の制限から(工事用道路を17時までには開放するため1回当たりの打設数量上限を300m<sup>3</sup>に定めた)、P5柱頭部は3リフト、P6柱頭部は2リフトに分けてコンクリート打設を行った。

横桁部は、最大3.0m×12.3m×12.0mのマスコンクリートである。温度応力解析の結果、コンクリート内部の最大温度は97℃、コンクリート表面の最大温度は56℃、内外温度差は40℃(図-3左)であった。その温度差を抑制する対策として、中心部で高温となった温水を表面部に配温する「配温式パイプクーリング」(図-4)を実施した。

パイプクーリングに用いるクーリングホース材料はグラウトホース(φ19mm)とし、コンクリート打設時に動かないように被覆結束線にて固定した。

クーリングホースの配置間隔は、おおむね50cmとし(写真-1)、通水は最も高温となる横桁中心付近から始め、温められた温水が最も外気にふれる箱桁外部の側壁を通るように実施した。ここで通水は、外気温にあわせ10リットル/minを5日間行っており、パイプクーリングによる内外温度差の低減は、34℃(図-3右)であった。

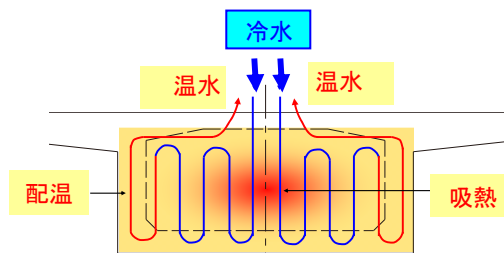


図-4 配温式パイプクーリングイメージ図



写真-1 クーリングホース

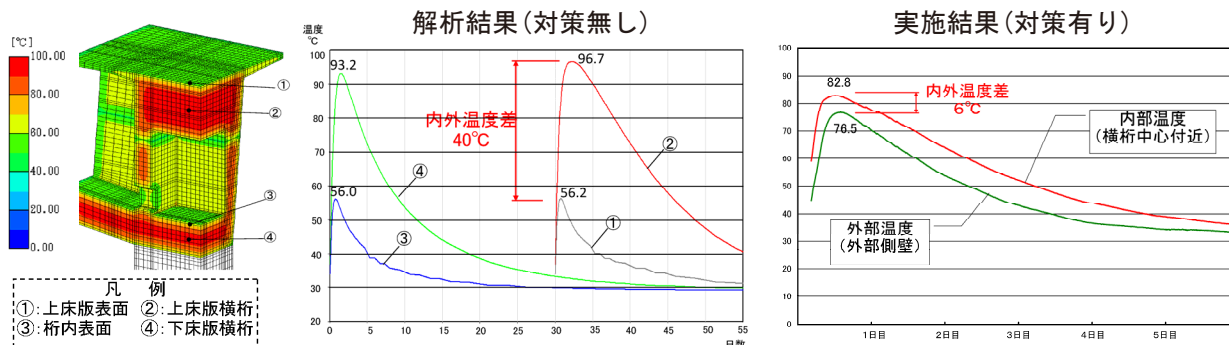


図-3 温度応力解析結果および実施結果

### 4. コンクリート桁

本橋のコンクリート桁は、移動作業車(以下ワーゲン)をP5では3台、P6では2台を用い張出し施工を行っている。

とくに、P5張出し施工は、柱頭部を挟み、P4側に向かって本線橋とランプ橋に二股に分岐し、P6側に向かっては幅員が減少(変化)していくため、P4側では2主拡幅ワーゲンを2基、P6側では4主拡幅ワーゲン(写真-2)を用いて施工を行った。

P5では、1サイクルの張出し施工日数は13日を要した。



写真-2 移動作業台車(P5 張出)

#### 4. 1 張出し施工部の補強

張出し施工時は、新ブロックの収縮が旧ブロックにより拘束(外部拘束)されることにより、張出し床版先端付近の旧ブロックおよび新ブロックの床版打継目近傍に引張応力(図-5)が発生する。本橋のように広幅員の箱桁を張出し架設で施工する場合、とくに外部拘束の影響が大きくなり、有害なひび割れが発生することが懸念される。このため、張出し施工時の温度応力解析を行い、張出し床版にPC鋼棒(φ26 片側4本)・補強鉄筋を配置した。

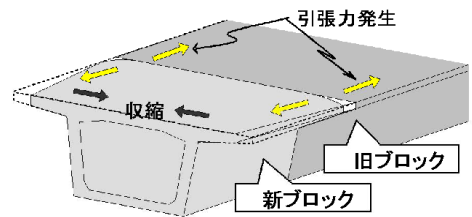


図-5 張出し部外部拘束イメージ図

#### 4. 2 高桁高のコンクリート打設に対する工夫

本橋は、高桁高(最大9.5m)を有しており、ウェブにPC鋼材が配置されているため、コンクリート落下高さを1.5m以下に抑えることが困難であった。そのため、打設孔を小口枠に2箇所設置し、施工を行った。また、コンクリート充填状況の視認ができるよう透明型枠(写真-3)を使用した。



写真-3 ウェブ透明型枠

#### 4. 3 側径間の先行施工

本道路は、供用開始時期が定められており、工程短縮を求められていた。そのため、当初計画の張出し施工完了後に吊支保工で行う側径間施工(L=9.0m)から、既存の仮栈橋を用いた固定支保工(写真-4)による先行施工(L=6.2m)後、ワーゲンにて連結(L=2.8m)を行う施工方法(図-6)への変更を行い、約20日の工程短縮を図っている。



写真-4 側径間施工

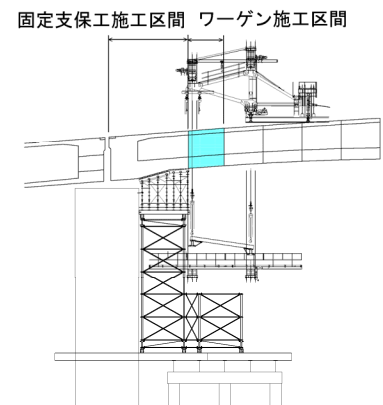


図-6 施工側面図

### 5. 接合桁

混合橋では、鋼桁部とコンクリート桁部の剛性には大きな差があるため、接合部近傍には、剛性の低い鋼桁部からコンクリート桁部までの剛性変化区間を設けている。

鋼とコンクリートの合成構造では、その接合部における鋼桁部分を接合桁(図-7)と呼び、平成29年5月に架設を行った。

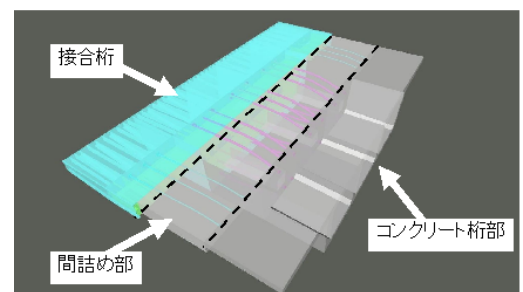


図-7 鋼・コンクリート接続図

#### 5. 1 高流動コンクリートの使用

接合桁の充填コンクリートには高流動コンクリートが計画されていたが、一般的に自己収縮量が大きいため、鋼セル内の空隙やひび割れの発生が懸念された。そのため、本橋では、充填コンクリートに膨張材・収縮低減剤を加えたコンクリート配合(表-1)を計画し、施工を行った。



表-1 充填コンクリート配合

水結合材比 (%)	細骨材率 (%)	単 位 量 (kg/m <sup>3</sup> )							
		普通ポルトランドセメント	フライアッシュ	膨張材	水	細骨材	粗骨材	高性能AE減水剤	収縮低減剤
33.0	51.2	395	100	20	170	846	845	7.72	6

膨張材・収縮低減剤を加えた高流動コンクリートは特殊であるため、施工前の試し練りにて1)乾燥収縮試験、2)自己収縮試験 および 3)拘束膨張試験を実施した。

自己収縮試験結果を図-8に示す。当初配合に比べ収縮ひずみが350 μ 低減することを確認した。

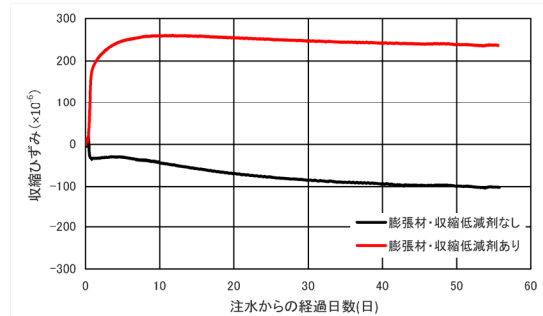


図-8 自己収縮試験

### 5. 2 鋼殻セル内先行打設

接合桁の各鋼殻セルは、PC桁側の開口部を除く全方向を鋼板に囲まれているため、コンクリート打設時には、上面鋼板やリブ隅角部に残留空気が滞留することが懸念された。そのため、本橋では鋼殻セルの先行打設を行った。

コンクリート打設中には、CCDカメラを用いて充填確認を行った。

### 5. 3 間詰め鉄筋配置の施工精度向上

鋼桁部とコンクリート桁部間の間詰め部では、500mmと狭隘でかつD16～D29の鉄筋(約900本)を接続する必要があるため、機械式継手(図-9)で接続する工法を採用した。実施工に先立ち、試験施工(写真-5)を実施するとともに、鋼殻セル内先行打設時にはテンプレート(写真-6)を用いた鉄筋組立を行った。

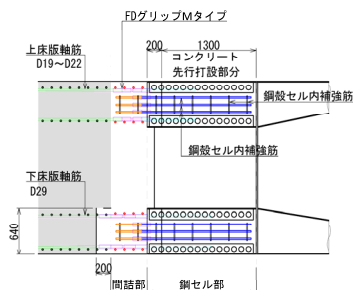


図-9 間詰め鉄筋配置図



写真-5 試験施工



写真-6 鉄筋保持テンプレート

### 5. 4 接合ケーブルの緊張力確認

接合部におけるPC鋼材は、鋼桁とコンクリートをつなぐ重要部材であり、供用期間中の張力が設計通り保たれていることを確認することが重要となる。そのため、供用期間中の張力を確認できるEMセンサー(写真-7)を設置している。



写真-7 EMセンサー

### 6. おわりに

本橋は、塩害が厳しい沖縄での混合箱桁橋である。そのため、種々の検討を行い、本稿の報告を含めてさまざまな方策を行っている。これらの方策により、ひび割れの発生を抑制し、品質を確保した施工を行うことができています。最後に、これまで多大なご指導・ご協力を賜った関係各位に厚く感謝の意を表すとともに、本稿が同種橋梁の施工の一助となれば幸いです。