

## 港湾ふ頭内におけるPC4径間連続箱桁橋の施工報告

三井住友建設(株)	東北支店土木部	正会員	○杉村 悟
三井住友建設(株)	東北支店土木部		川上 英人
三井住友建設(株)	東北支店土木部		東田 学
三井住友建設(株)	東北支店土木部		田尻 拓也

### 1. はじめに

本橋は、福島県いわき市小名浜港内の新たな施設（東港）に接続する臨港道路のうち、3号ふ頭内のアプローチ区間に位置する橋長220mの4径間連続PC箱桁橋である。橋梁区間は、最小半径がR=280m、横断勾配が拌み勾配から3.0%の片勾配へ変化する曲線橋であり、すべて支保工施工で行なっている。施工上の特徴として、中間支点付近のマスコンクリート対策、1ウェブあたり12本（2列×6段）と多段配置された縦締めPC鋼材に対する高精度な緊張管理、冬期における強風下でのコンクリート養生などについて配慮した。

本稿ではこうしたさまざまな技術的工夫を中心にした施工について報告する。

### 2. 橋梁概要

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

工事名：小名浜港東港地区臨港道路3号ふ頭部上部外工事

発注者：国土交通省 東北地方整備局

工事場所：福島県いわき市小名浜港3号ふ頭内

工期：平成23年12月9日～平成25年3月28日

構造形式：PC4径間連続箱桁橋

橋長：220.0m

支間長：53.550m+2@55.000m+53.550m

有効幅員：11.500m 桁高：3.0m

縦断勾配：↙ 5.0% 横断勾配：1.5%（拌み勾配）～3.0%（片勾配）

平面線形：R=∞～280m

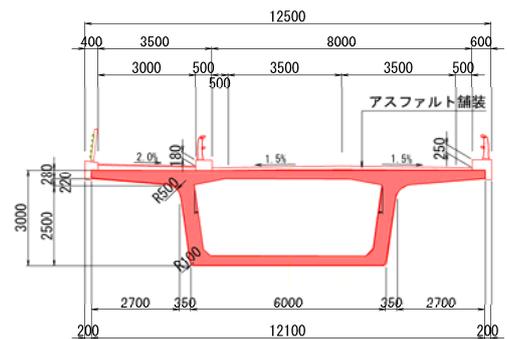


図-1 断面図

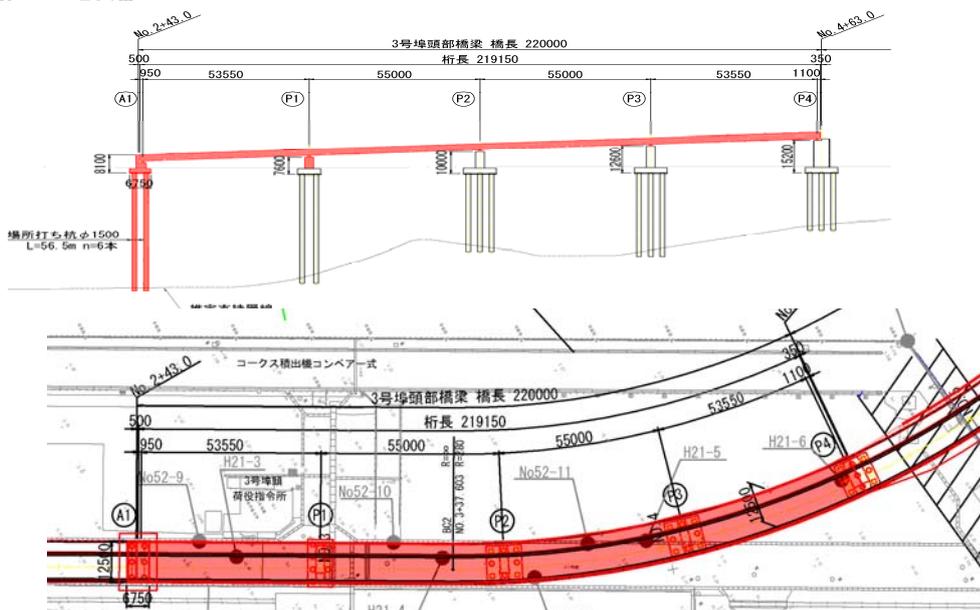


図-2 全体一般図

### 3. 施工の概要

#### 3.1 主桁の施工

主桁の施工順序を図-3に示す。施工はA1側から1径間ずつ行い、1回のコンクリート打設量を最大で350m<sup>3</sup>程度として計画した結果、各径間は下床版・ウェブ(1リフト)および上床版(2リフト)の2回打設とした(図-4)。各径間の施工フローを図-5に示す。

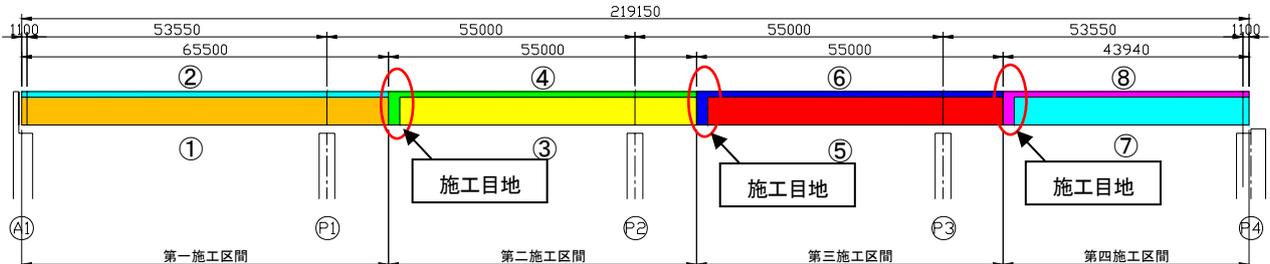


図-3 主桁の施工順序

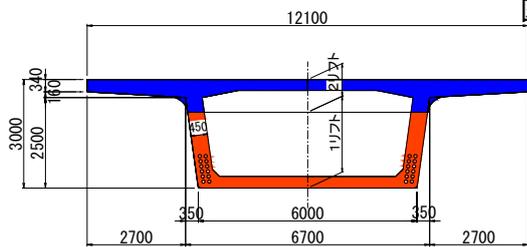


図-4 主桁のリフト区分

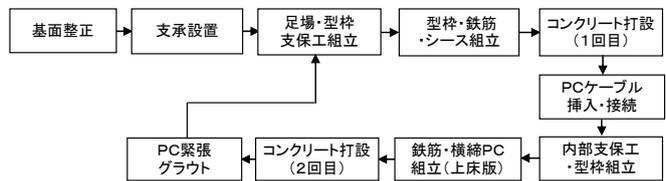


図-5 施工フロー

箱桁を2リフトに分割して施工する場合、1リフト(U桁部分)を既設桁に繋いだ状態で2リフト(上床版部)を打設すると床版重量をU桁部で支持することになるため、設計で想定した応力状態と異なった状態になることが考えられる。このため、U桁部分の施工継ぎ目に2mの目地を設け、上床版と同時に打設した。

各工種における施工上の工夫を以下にまとめる。

#### (1) 支保工

支保工はすべてくさび式支保工とした。架設場所は、東日本大震災の影響で支保地盤面の不陸やコンクリート舗装の一部損壊するなどの被害が確認できた。このため、地盤下の空隙の有無を調査し、一部コンクリートを撤去した。支保工基面のレベリングについては砕石敷き均し・転圧で対応した。また、支保工の不等沈下を防止するため、事前に平板載荷試験を実施して地耐力を確認し、支保工下には鋼矢板を基礎材として敷き並べて、荷重の分散化・均等化を図った。

#### (2) 鉄筋・PC鋼材

施工場所は沿岸地域であり、鋼材が錆びやすい環境であるため、鉄筋の加工は内陸側の工場内で行い、現場への搬入は組立て直前にするよう調整した。また、縦締めPC鋼材12S15.2は、工場で一時的防錆剤に浸漬してから出荷し、現場への搬入から緊張・グラウトまでの発錆を防止した。

なお、主桁を分割施工する場合、ウェブ(1リフト)の拘束による上床版(2リフト)打継目近傍での引張応力が予想される。そのため、3次元FEM温度応力解析を実施して発生応力を確認し、適切な補強を行った(図-6)。

#### (3) コンクリート

コンクリートは36N/mm<sup>2</sup>(早強)である。配合については、鉄筋・縦締め鋼材用のポリエチレンシースが密に配置されているため、最適スランプ値について検討した結果、当初の8cmから12cmに変更した。

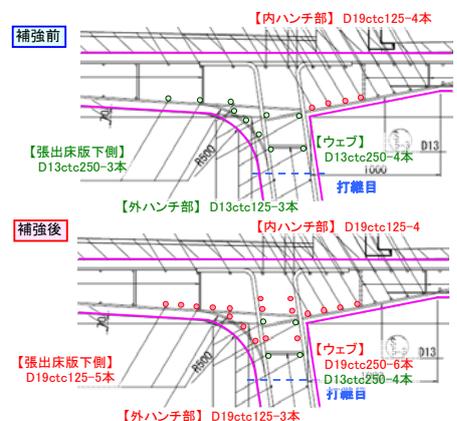


図-6 打継目付近の鉄筋補強

### 3.2 配温式パイプクーリング

支点上横桁は 4.5m×2.3m×3.0m のマスコンクリートとなるため、ひび割れ対策として配温式パイプクーリング<sup>1)</sup>を実施した。配温式パイプクーリングは、部材中心から表面に向けて配置されたクーリングパイプに冷水を通水し、クーリングパイプ内で給熱された温水を表面に配温して内外温度差を抑制するとともに、コンクリート全体の温度を抑制するマスコンの温度対策の一手法である。事前の温度解析結果(図-7)では、本対策によって横桁中心部と外縁部のコンクリート温度差が小さくなり、ひび割れ指数が1.45以上まで改善された。

クーリング用ホースは、グラウトホース(φ19mm)を横桁内に50cm間隔で上下に曲げながら配置し、入口は最も温度が高くなる横桁の中心付近、出口は横桁の外縁側として、給熱・配温が効果的に行なわれるようにしている。

通水は陸上の水タンクに貯水し、ポンプで汲み上げた。図-8にコンクリート温度計測値の履歴を示す。横桁中心部と外縁部の温度差は解析値に近い結果となり、初期点検においてもひび割れは認められず、対策の有効性を確認できた。

### 3.3 高精度自動緊張管理システム

本橋は、12S15.2(緊張力2400kN)の大容量鋼材が断面片側に12本配置されており、1本当たりの緊張力の影響が大きい。また、曲線橋であるため左右ウェブのPC鋼材形状や長さが異なるため、緊張時にはバラツキ誤差を低減した高精度の管理が必要となる。このため、鋼材の鉛直方向変化に加え、左右ウェブの曲線影響も考慮した3次元形状で緊張計算したデータを用いて、緊張管理と作業をデジタル制御で一元化する高精度緊張管理システム<sup>2)</sup>を使用した。

緊張作業は、専用ソフト(パソコン)・ジャッキ・ポンプに連動した圧力制御装置(バルブスタンド)・高精度変位計を介して実施した(図-9、写真-1)。パソコンの管理画面には、バルブスタンド内のデジタル圧力計と、ジャッキに設置した高精度変位計により得られた伸び・圧力データが自動的にプロットされ、各点データの近似線と引止め線との交点から最終緊張力がプログラムにより算出され、パソコン操作で最終緊張力を導入している。

本システムによる緊張の結果、摩擦係数の標準偏差は0.025となり(図-10)、当社の過去の標準施工実績値である0.040にくらべバラツキが改善し、緊張管理精度が向上した。

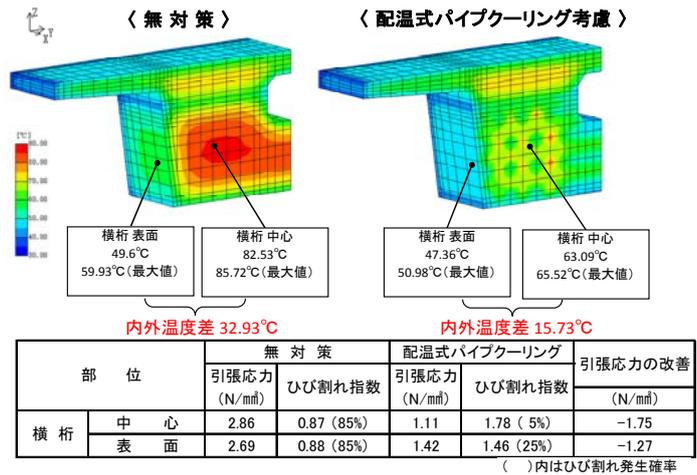


図-7 支点部温度解析結果

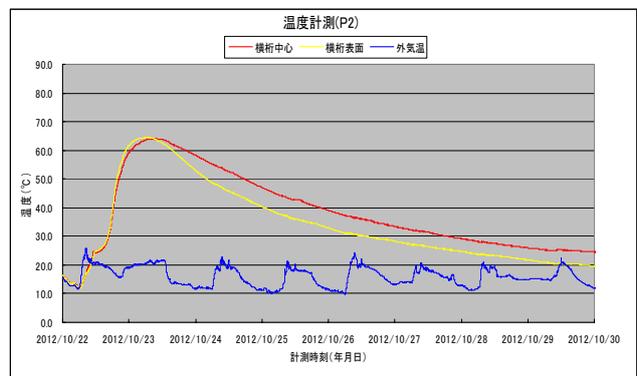


図-8 コンクリート温度計測結果

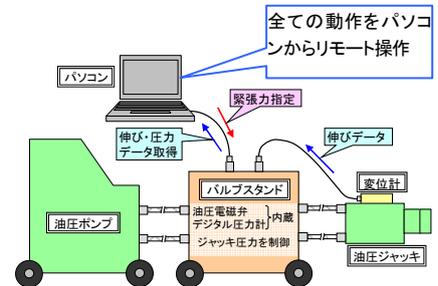


図-9 自動緊張システム



写真-1 PC緊張状況

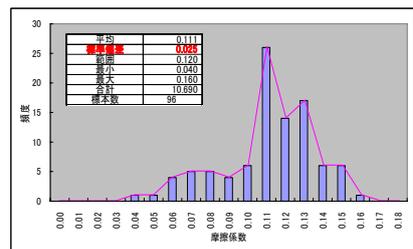


図-10 摩擦係数の分布状況

曲線区間（第2～第4施工区間）における左右ウェブPC鋼材の形状・長さの違いについては、緊張計算段階で3次元形状・曲線摩擦を反映させている。実施工では左右ウェブを交互に緊張してバランスを取った。緊張に伴う左右ウェブのひずみ差を、ウェブ下端に設置したひずみゲージにて計測したところ、左右で2.0%以内の差に収まった。これは直線区間（第1施工区間）の計測結果と同程度であり、曲線形状に伴う導入緊張力の偏りは発生していないことを確認した。

### 3.4 第4施工区間の養生

小名浜港では過去の気象データから、冬期を中心に風速10m/s以上の海風が観測される。特に冬期施工となる第4施工区間付近は、周囲に建物がなく、海風が吹き抜ける場所となっている。このため、コンクリート打設直後および型枠取り外し後のコンクリート表面の急激な乾燥や、初期凍害・飛来塩分への対策を目的に、全天候型の養生屋根設備を設置した(写真-2)。

屋根材は、側方足場を利用して山留材、支保梁、万能鋼板を組み合わせて製作した。施工は、屋根を14m×5mのユニットに分割・地組みし、順次トラッククレーンで支保工上に架設した。架設後は、支保工全体の重心が高い位置にある構造となるため、強風にも耐えられるよう側方足場と支保工を十分に固定し、控えワイヤーによる補強を行なった。また、写真-3のように支保工側面および底面を防災シート張りとして、第4施工区間を完全に覆った状態とし、コンクリート打設後は給熱養生を実施した。これらの対策の結果、養生期間中は潮風にさらされずに良好な状態を保つことができた。

また、全径間の主桁に対して、風により表面乾燥が急激に進行しないよう、脱型後に保水養生テープを外面部前面に貼り付けた。

### 4. おわりに

本橋は、沿岸地域特有の強風環境下にある点、曲線を有する線形で内ケーブルを多段配置する構造的特徴など、施工上の様々な配慮が必要な工事であったが、今回報告したような技術的工夫を行なった結果、出来形・品質ともに規格を十分満足するものとなり、平成25年3月に無事故無災害で工事を完了した(写真-4)。

本工事に関して多大なるご指導、ご協力を賜りました関係者各位に深く御礼申し上げます。

### 参考文献

- 1) 村上, 瓜生, 岡部, 山上: 矢部川橋梁における簡易パイプクーリングによるマスコンクリート温度抑制対策, プレストレストコンクリート技術協会 第17回シンポジウム論文集, pp. 123～126, 2008
- 2) 古賀, 石井, 中村, 落合: リモート型自動緊張管理システムの開発, プレストレストコンクリート技術協会 第19回シンポジウム論文集, pp. 141～144, 2010



写真-2 全天候型養生屋根設備

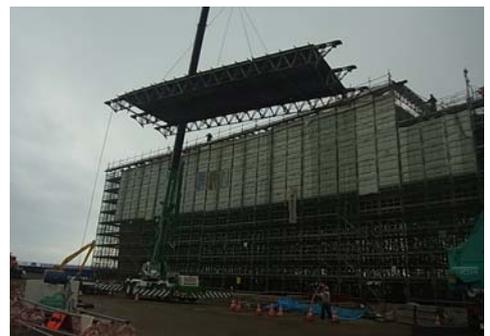


写真-3 防災シートによる風養生



写真-4 完成写真