

## 国道45号 (仮) 夏井高架橋の施工

三井住友・安部日鋼・日本ピーエス特定建設工事共同企業体 正会員 工修 ○五味 傑  
 三井住友・安部日鋼・日本ピーエス特定建設工事共同企業体 宮田 敏

キーワード：3Dモデリング，耐凍害性，耐塩害性

### 1. はじめに

国道45号夏井高架橋は岩手県久慈市に位置し，震災復興事業の一環として整備される三陸沿岸道路に建設中の橋長497m，最大支間長79mの7径間連続PCラーメン箱桁橋である。

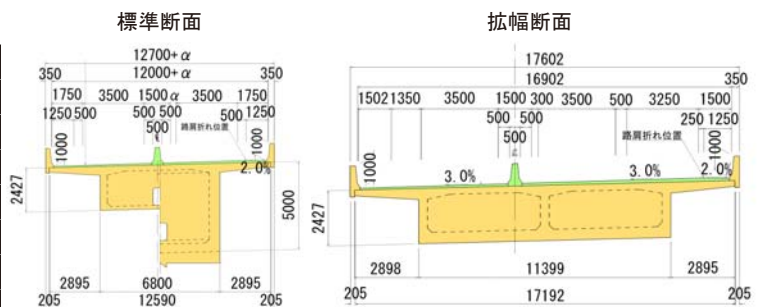
本橋では施工に先立ち，3Dモデリング技術を活用して構造物の過密配筋や複雑なPCケーブル配置における干渉，施工性の確認を行った。また，3Dモデルを作製することで，完成予想や施工イメージが視覚的に把握できるようになり，発注者を含む工事関係者や地域住民への理解促進の一助となった。さらに本橋は，寒冷地特有のコンクリート劣化要因である凍害や凍結防止剤散布による塩害に対して高い耐久性が要求されるため，橋梁の長寿命化の観点から高耐久化への取組みがなされている。本稿は，本橋の施工とともにそれら取組みについて報告するものである。

### 2. 工事概要

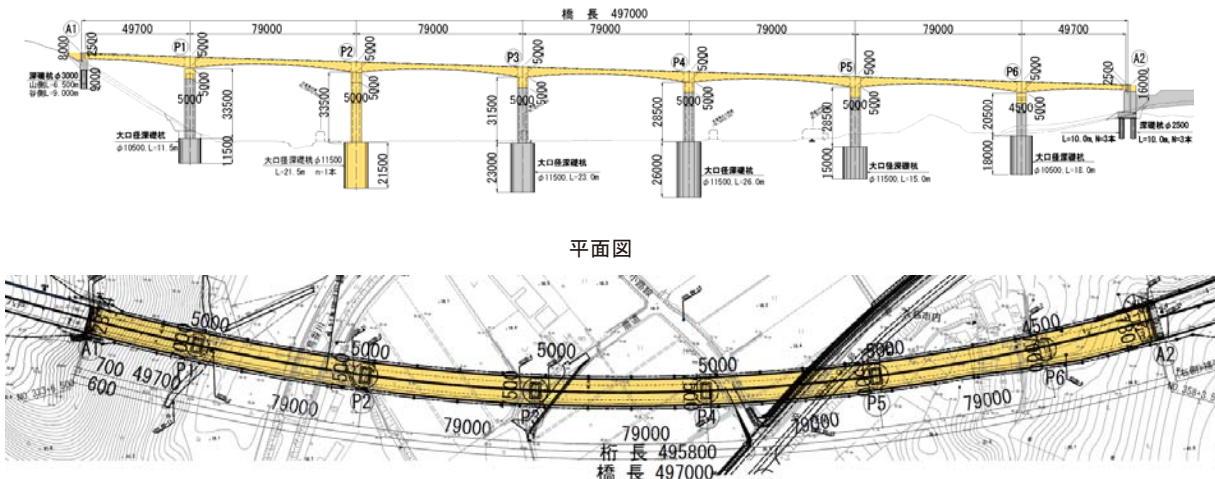
本橋の工事概要を表-1に示し，橋梁一般図を図-1に示す。

表-1 工事概要

工事名	国道45号 夏井高架橋工事
発注者	国土交通省 東北地方整備局
工事箇所	岩手県久慈市夏井町鳥谷第4～6地割
工期	平成28年4月1日～平成30年3月19日
構造形式	7径間連続PCラーメン箱桁橋
橋長	497.000m
支間長	49.700m+5@79.000m+49.700m
有効幅員	11.330m～16.052m
架設方法	張出し施工 (P1～P6径間) 吊支保工施工 (A1, A2側径間)



側面図



平面図

図-1 橋梁一般図

### 3. 施工に先立つ3Dモデリング技術の活用

#### 3. 1 施工検討

##### (1) 外ケーブル干渉確認

本橋は縦断勾配と横断勾配に加えて平面線形がR=900mの曲線橋となっている。さらに外ケーブルは柱頭部で2段、中間横桁部で1段配置となっていることから、橋体と外ケーブルの干渉や外ケーブル同士の交差による干渉が懸念された。そこで本橋では事前の施工検討として、外ケーブルの配置確認および干渉確認を行うために、3Dモデリング技術を用いて設計成果品の線形データから橋体を3Dでモデル化した。そのモデルに外ケーブルの図面情報を組み込み、橋体と外ケーブルの正確な位置関係について2次元の成果品から3次元化することで、部材間の取り合いや干渉チェックに活用した（図-2）<sup>1)</sup>。

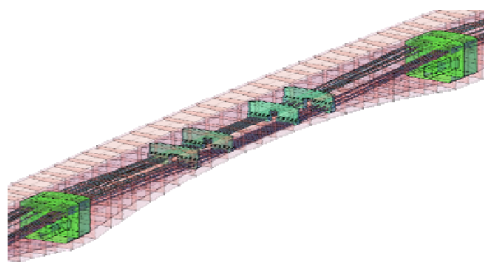


図-2 作製した3Dモデル

##### (2) 鉄筋干渉確認

本橋の橋脚は中空形状に主鉄筋D51、帯鉄筋D32を使用した過密配筋となっており、事前の施工検討として鉄筋の干渉確認を行う必要があった。そこで、鉄筋の加工形状をそれぞれ3Dでモデル化することで、太径鉄筋の重ね継手の影響や半円形フックのかけ方などを把握することができ、鉄筋同士の干渉がないように配置確認を行った（図-3）。さらに、D51をD10、D32をD6に模擬した1/5スケールのモックアップを製作し、組立て順序を検討した結果、実施工では事前検討通りの配置、組立て順序で施工を行うことができた（写真-1）。

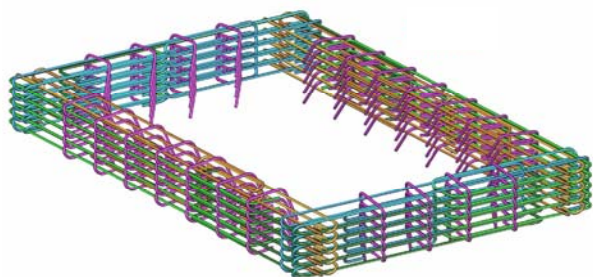


図-3 帯鉄筋の3Dモデル

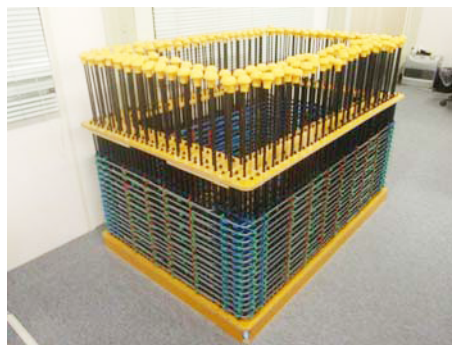


写真-1 脚頭部配筋のモックアップ

#### 3. 2 工事関係者と地域住民への理解促進

本工事ではドローンによる地形測量を行い取得した工事箇所周辺の地形データと、前述の橋体の3Dモデルを重ね合わせた工事完成イメージの3Dモデルを作製し、3Dプリンターで出力を行った（写真-2）。地形と橋体の3Dモデルは両者とも座標データを用いてモデル化しているため正確に重ね合わせ、橋体と地形の完成イメージを高精度な模型で再現した。さらに、工事完成イメージの3Dモデルを応用して、鳥瞰や橋上を運転する車のドライバー目線での工事完成のイメージ動画や、移動作業車による張出し施工のステップ動画を作製した（図-4）。以上の様に3Dモデルを活用することで、工事に関するさまざまな事柄が視覚的に把握し易くなり、施工検討や工事説明、現場見学等に役立ち、発注者を含む工事関係者や地域住民への理解促進の一助にすることができた。



写真-2 完成イメージ模型



図-4 完成イメージパース

4. 高耐久化への取組み

4. 1 コンクリートの目標空気量設定

本橋上部工で使用するコンクリートの配合は、実機試験練りによるフレッシュ性状の経時変化を確認し決定した(表-2, 図-5)。とくに空気量に関しては、耐凍害性に有効とされるエントレインドエアの確保の観点から、JIS規格 $4.5 \pm 1.5\%$ の範囲内で高めの空気量となるように、本工事での目標値として $5.0 \pm 1.0\%$ で配合を決定した。

表-2 コンクリート配合

配合	使用箇所	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )					混和剤 (C×Wt%)
				C	W	S1	S2	G	
40-12-25(N)	横桁	38.0	40.2	450	171	409	272	1051	0.8% 3.6kg
40-12-25(H)	主桁	38.0	40.0	450	171	406	270	1051	0.9% 4.05kg

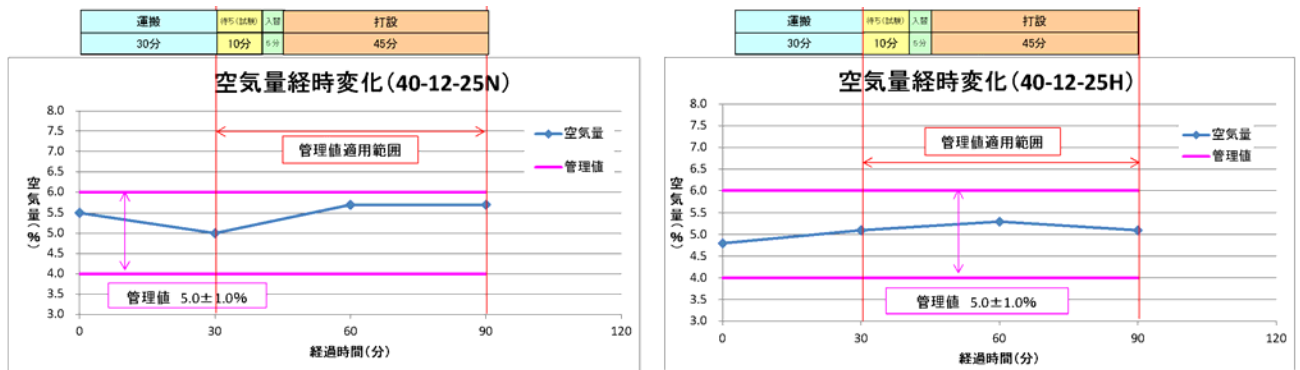


図-5 空気量の経時変化

4. 2 PC鋼材および鉄筋の選定

本工事で使用するPC鋼材は、耐塩害性を目的として外ケーブルをポリエチレン被覆とエポキシ樹脂被覆の二重防食仕様とした。主方向内ケーブルでは樹脂製グラウトキャップを使用し、桁内シースはポリエチレン製とした(写真-3, 4)。将来的に劣化が予測される桁端部には防水工塗装を施工するが、さらなる耐久性を確保するため、その範囲の鉄筋はエポキシ樹脂被覆鉄筋を使用し、主ケーブルおよび横締めケーブルの定着具には防食塗装を行った。



写真-3  
ポリエチレンシース



写真-4  
樹脂製グラウトキャップ

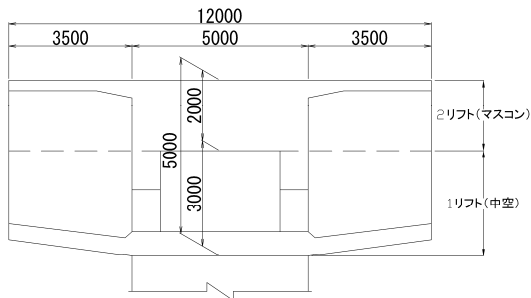


### 4. 3 施工時の対応

#### (1) 柱頭部

本橋の柱頭部はP1とP6が支承構造，P2～P5がラーメン構造となっている。コンクリート打設は2リフトに分割して行い，ラーメン構造では中空形状である桁高3mまでを1リフト，横桁である3～5mを2リフトとした（図－6）。マスコンクリートとなる横桁の温度ひび割れ対策として水冷式パイプクーリングを実施し，横桁内外に設置した熱電対によりコンクリート温度を計測，内外温度差15℃以下となるように管理した。

日平均気温4℃以下の寒中施工となる場合は，コンクリート初期凍害防止のため柱頭部全周を防災シートで囲い，ジェットヒーターによる給熱養生を行った（写真－5）。



図－6 柱頭部リフト割り



写真－5 防災シートによる囲い

#### (2) 張出し施工

張出し施工のブロック割り付けは1ブロック2.5m，2～5ブロック3.0m，6～10ブロック3.5mとなっており，計10ブロックのサイクル施工を行った。移動作業車の囲いには採光パネルを使用し，寒中施工となる場合はさらに足場全周を防災シートで囲い，ジェットヒーターによる給熱養生を行った（写真－6，7）。



写真－6 採光パネル



写真－7  
足場の防災シート囲い

### 5. おわりに

本稿では3Dモデリング技術の活用に関して，施工に先立つ検討や，発注者を含む工事関係者や地域住民への理解促進に活用した事例を報告した。本橋は平成29年5月現在でP1，P4の張出し施工が完了し，P3，P6張出し施工，P2橋脚施工，A1側径間施工と最盛期を迎えており，今後も安全や品質に関して細心の配慮で施工を行う所存である（写真－8）。最後に本稿が今後の橋梁施工の参考になれば幸いである。



写真－8 夏井高架橋工事進捗 (平成 29 年 5 月)

### 参考文献

1) 三井住友建設(株) ニュースリリース : <http://www.smcon.co.jp/2016/121518371/>