

# 東北中央自動車道 伊達大橋の施工

## －東北自動車道 阿武隈川橋上部工工事－

Construction of Date Long Bridge, Tohoku-Chuo Expressway.

櫻井尚久\*1 越山耕次\*2 大橋駿希\*3 堀 桜花\*4 上田高博\*5

### 概 要

東北中央自動車道（相馬福島道路）は、常磐自動車道と東北自動車道を結ぶ約 45 km の自動車専用道路であり、東日本大震災からの早期復興を図るリーディングプロジェクト（復興支援道路）として位置づけられ、整備が進められた。このうち、当社にて施工した東北中央自動車道 伊達大橋（工事名称：阿武隈川橋上部工工事）は、国道 115 号相馬福島道路における「霊山～福島」区間のうち、福島県伊達市伏黒～伊達市岡沼地内に位置し、一級河川阿武隈川を渡河する PC4 径間連続箱桁橋である。本橋は、当区間における単独の橋梁としては、最大規模の橋梁である。基礎形式は、堤外に位置する P1・P2 橋脚はニューマチックケーソン基礎、堤内に位置する P3 橋脚、A1・A2 橋台は杭基礎を採用している。上部工は、PC4 径間連続箱桁橋であり、移動作業車（ワーゲン）を用いた張出し架設工法により施工を行った。本報では、主として本橋の上部工の施工に関して報告する。

key words : 復興支援道路、河川内施工、大型免震ゴム支承、張出し架設

### 1. はじめに

相馬福島道路は、復興支援道路に位置付けられ、東日本大震災からの早期復興として整備が進められた。伊達大橋は、その一環であり一級河川阿武隈川を渡河する橋梁として早期開通を目指して通年施工で計画・施工した。施工位置図を図-1 に示す。

本報では、張出し架設工法により施工した橋梁上部工について報告する。

### 2. 工事概要

#### 2.1 構造諸元および主要使用材料

本橋の構造形式は、PC4 径間連続箱桁橋であり、橋長は 398m（支間長：88.1m + 2@122m + 62.3m）である（図-2）。

A2 橋台より先に伊達桑折 IC が位置するため、上部工は P3-A2 支間では、A2 橋台に向けて拡幅がなされている。このため、A1 橋台から P3 橋脚までの 3 径間は 1 室箱桁構造であるのに対し、P3 橋脚から A2 橋台の区間では 2 室箱桁構造に変化している（図-3）。

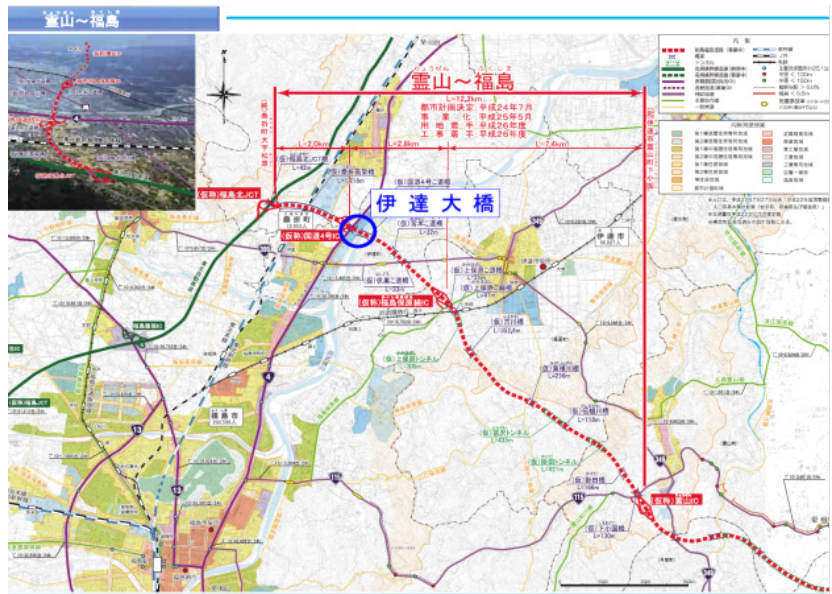


図-1 施工位置図

P1・P2 柱頭部では桁高 7.5m に対して P3 柱頭部では、堤防道路のクリアランス確保のため、桁高を 6.5m に抑えた形状となっている。構造諸元および主要使用材料を表-1 に示す。

*1 Takahisa SAKURAI	東北支店土木部	作業所長
*2 Koji KOSHIYAMA	東北支店土木部	副所長
*3 Toshiki OOHASHI	東北支店土木部	
*4 Ouka HORI	東北支店土木部	
*5 Takahiro UEDA	土木事業本部技術部	課長

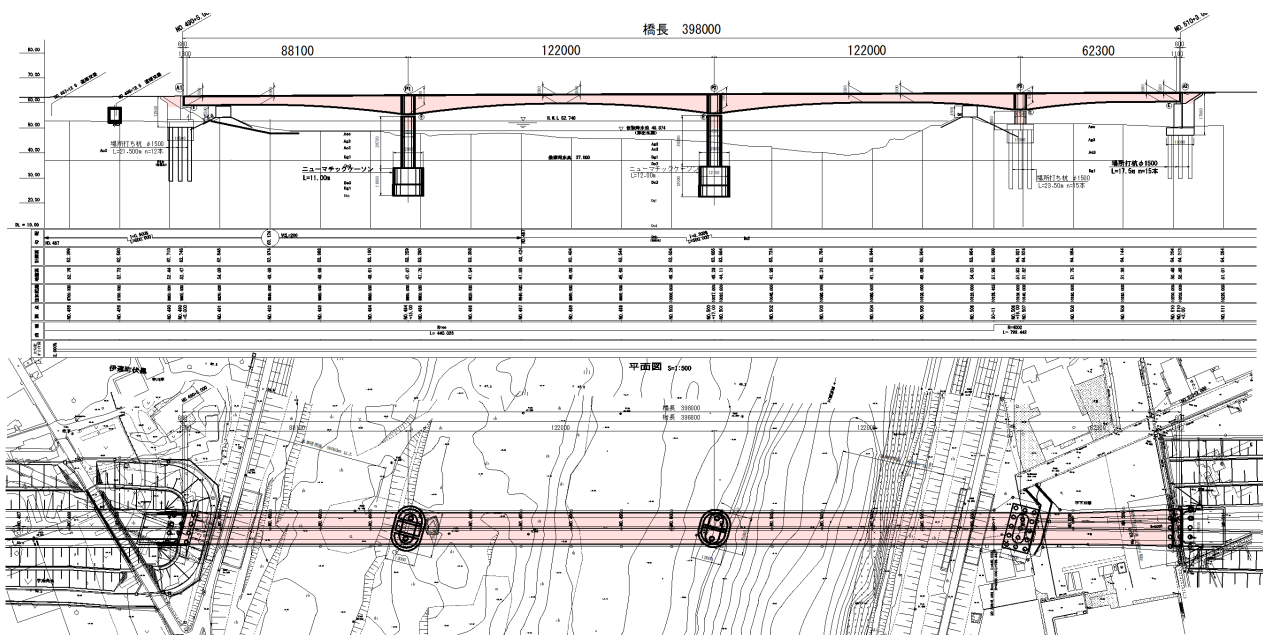


図-2 全体一般図

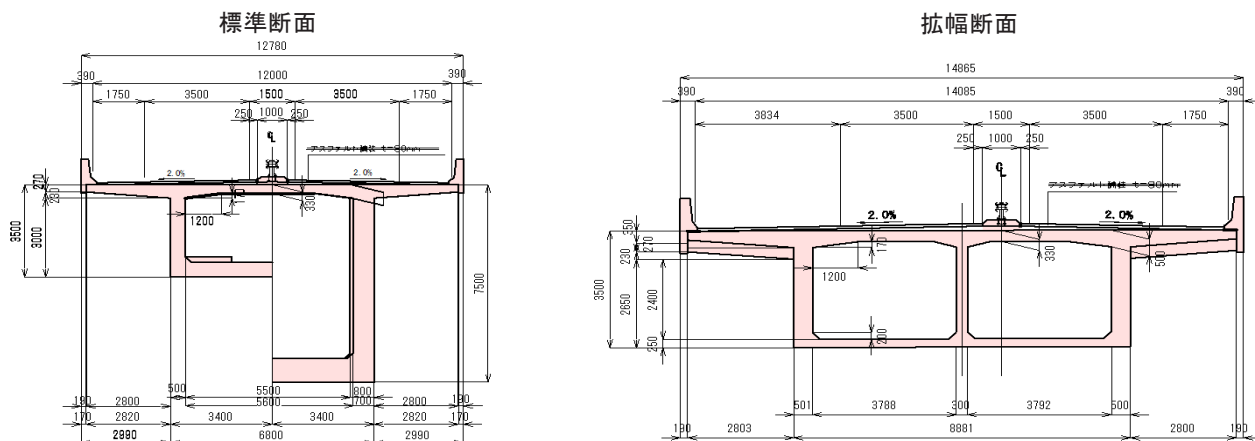


図-3 断面図

表-1 橋梁諸元および使用材料

橋梁名	東北中央自動車道 伊達大橋
構造形式	PC4 径間連続箱桁橋
橋長	398.0m
支間	88.1 + 122.0 + 122.0 + 62.3 m
幅員	有効幅員 12.000 総幅員 12.780m
平面線形	R=∞
縦断勾配	2.470% ~ 5.000%
横断勾配	2.000% (拌み勾配)
斜角	A1, P1, P2, P3: 75° 00' 00" A2: 90° 00' 00"
主桁断面	A1-P3: 1 室箱桁断面 P3-A2: 2 室箱桁断面
コンクリート	40N/mm <sup>2</sup> (主桁), 24N/mm <sup>2</sup> (下部工)
主鋼材	SWPR7BL 12S15.2 (PE シース+グラウト) SBPR 930/1180 Φ32 (プレグラウト)
横締め	SWPR19L 1S28.6 (プレグラウト)
鉄筋	SD345
地盤種別	Ⅱ種地盤 (堤内)、Ⅲ種地盤 (堤外)

### 2.1 高耐久化仕様

本橋には凍結抑止剤の散布が想定されることから、平成 29 年 3 月に改定された東北地方整備局編「設計施工マニュアル (案) [道路橋編]」(以下、設計施工マニュアル)に基づいた設計がなされている。この改訂では、PC 橋の高耐久化が主要改訂項目となっており、上部工の設計では高耐久化が図られている。具体的には、以下のことが考慮された。

- ① ポリエチレンシースの採用
- ② 横桁を含めて全ての横締め PC 鋼材にプレグラウト鋼材を採用
- ③ 桁端部へのエポキシ樹脂塗装鉄筋の採用
- ④ 桁端部のコンクリート塗装
- ⑤ PC 鋼材定着具への防錆処理
- ⑥ 横締め PC 鋼材等で支圧板を後付けする場合には、支圧板周囲をシール材で止水
- ⑦ 張出し床版先端部への PC 鋼材の配置
- ⑧ 壁高欄に 10m 間隔程度で伸縮目地を設置し、伸縮目地間に 1 か所ひび割れ誘発目地を設置 (写真-1)

- ⑨ 床版と壁高欄との打継ぎ部の漏水対策のため、床版の仕上がり高を20mm程度かさ上げ
- ⑩ 二重構造の排水桝（本体はFRP製）の採用



写真-1 橋面工（壁高欄施工完了）

### 3. マスコンクリートに対する対策

柱頭部の施工では、温度ひび割れ抑制対策として、温度応力解析に基づいたパイプクーリングおよび長期間の保湿養生を実施した。また、コンクリートの打設リフト割りは、施工性を考慮しつつ解析により3分割とした（図-4）。

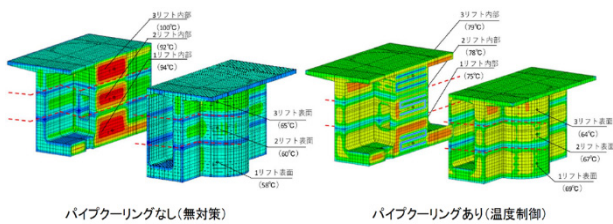


図-4 柱頭部の温度解析（パイプクーリング）

パイプクーリングは、マスコンクリートのひび割れ抑制工法として広く用いられているが、適切な通水や温度の計測・管理には多くの手間がかかるといった課題があり、これらの管理を容易に行うことができるシステムの構築が望まれていた。そこで、本橋では「リアルタイム計測システム」<sup>1)、2)</sup>を構築し、パイプクーリングの計測・管理の高精度化、省力化を図った（図-5）。「リアルタイム計測システム」の概要は以下の通りである。

- ① 事前の温度応力解析により、有害なひび割れを発生させないためのコンクリート温度履歴の管理幅を設定する。
- ② 温度の管理幅を超えないようにクーリング水の温度をリアルタイムで把握し、流量を遠隔制御する。

実際の施工では、各計測箇所に設置した温度・湿度センサで取得したデータをクラウドサーバに送信し、作業所事務所等のパソコンでリアルタイムにコンクリートの養生状態と内部温度を把握することで、迅速な温度・湿度管理を可能とした。また、パイプクーリングの水温制御ユニットに遠隔操作機能を付加し、送水のON/OFFの制御を行った。

この制御システムの導入によって、パイプクーリングの適正な運転管理が省力化できるほか、システム、機器の不具合や異常発生時の迅速な検知と復旧にも効果を発揮した。

なお、目視による躯体のひび割れ調査では、有害なひび割れは確認されず、十分なひび割れ抑制効果が得られた。今後は、クーリング水の温度および流量調整に関するブラッシュアップを行うとともに、ボックスカルバートやケーソン等のコンクリート構造物にも本技術の活用を場を拡げていきたいと考えている。

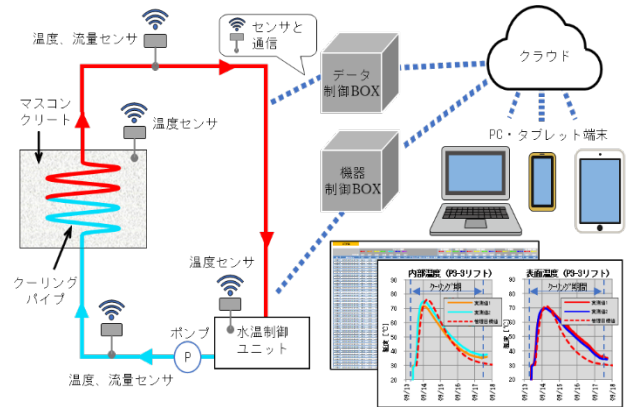


図-5 リアルタイム計測システムの概要

### 4. 上部工の施工

#### 4.1 柱頭部の施工

柱頭部の施工は、河川内のP1、P2橋脚についてはブラケット支保工にて施工している（写真-2）。これは通年施工による河川の増水リスクが考慮されており、ブラケット支保工の設置高さは、河川堤防高さから設定された架設時水位以上とした。なお、P3橋脚は堤内に位置しているため、地表面からの支柱式支保工にて施工している。



写真-2 柱頭部（ブラケット支保工）施工状況

本橋で採用された支保は、ポストスライド機構を備えた大型免振ゴム支承であり、中間支点では支承1基あたりのベースプレートの辺面が3.7m×2.2m×0.11mで、総重量は36tという超大型の製品であった（写真-3）。



写真-3 支承工場検査状況

このため、組立て完了後の製品では揚重、運搬が困難なため、ベースプレート（下）、ゴム支承本体、ソールプレート（上）に3分割して現場に搬入し、支承の据付けには130tクレーンを使用した（写真-4）。

支承据付工の手順は、以下の通りである。

- ① 支承下部（ベースプレート）の設置
- ② 沓座モルタルの打設
- ③ ゴム支承本体の設置（ゴム支承は2分割）
- ④ 支承上部（ソールプレート）の設置



写真-4 支承据付状況

また、上部工完成後の温度変化やクリープにより支承ゴムのせん断変形が大きくなる箇所（A1、P1、P3、A2）に対しては、ポストスライド工法（支承ゴムの下方支持鋼板を橋軸方向にずらしてせん断変形を取り除く工法）を採用している（写真-5）。これにより、地震時の作用水平力および支承ゴムのせん断変形量を低減することができ、支承のサイズダウン、コストダウンを図っている。



写真-5 支承ポストスライド状況

## 4.2 張出し施工

本橋は、3橋脚の同時施工であり、計6基の移動作業車（以下、ワーゲン）を使用しての張出し施工であった。なかでも、P3-A2支間では拡幅区間を伴う2室箱桁構造となっているため、3主拡幅スライド対応型のワーゲンを用いての施工となった（写真-6、7）。



写真-6 P3橋脚部施工状況(2室箱桁構造)

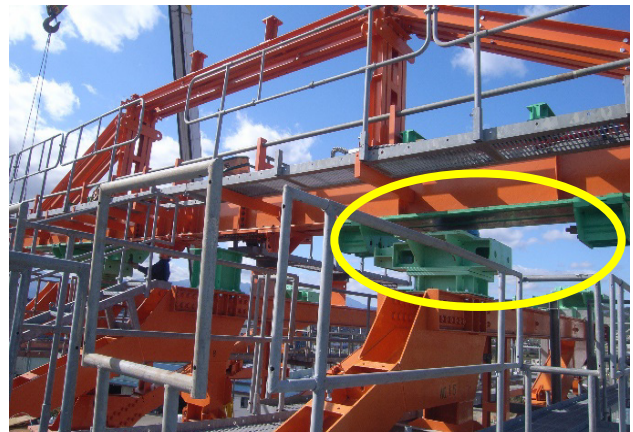


写真-7 ワーゲン 拡幅スライド装置

このうちP1、P2張出し施工は河川内に位置しているため、河川増水時には資機材を速やかに搬出できるよう、搬入計画を綿密に行い、必要な数量をその都度搬入し、河川内への資機材仮置きを最低限の数量として施工した。

各橋脚とも19ブロックの張出し施工であるが、A1-P1支間の起点側は片側のみ20ブロックの施工となっている。このときのアンバランスモーメントに対し、狭小な橋脚上のスペースでの仮固定構造（図-6）を成立させるための対策として、19BLまで施工後、終点側のワーゲンを後退させず19BL施工位置で定置させた状態で起点側20BLの施工を行った（写真-8）。

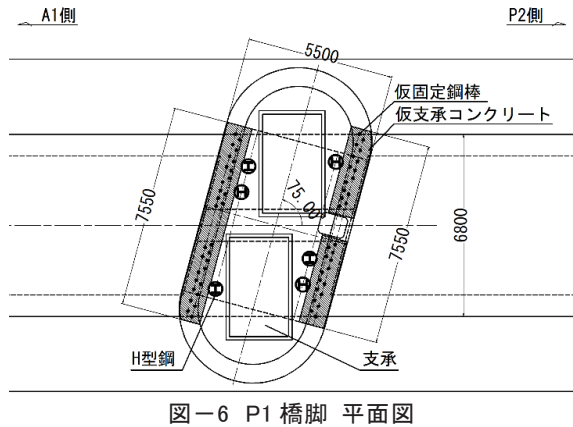


図-6 P1 橋脚 平面図



写真-8 張出し施工状況

#### 4.3 中央閉合

2か所の中央閉合箇所は安全を最優先としワーゲンにて施工している。P1-P2 支間は地上から約 15m と比較的低いため、吊り支保工を設置する事も十分可能であるが、ここでもまた河川増水へのリスクを考慮したものである(写真-9)。



写真-9 中央閉合施工状況

#### 4.4 側径間の施工

側径間施工は吊り支保工にて施工している。先に述べた A1 側は堤防道路が存在しているため、ワーゲンによる張出し架設が堤防道路の手前までとなった。よって約 28m の長大区間となっているため、支柱式支保工と吊り支保工を併用して施工している(写真-10)。



写真-10 A1 側径間施工状況

また、施工時にはこの堤防道路を跨ぐ必要があるため、あらかじめ河川協議にて堤防道路の迂回路を協議し、下部工橋台施工時に同時施工してもらっている。これにより、堤防道路の通路を切り替え、スムーズに堤防道路上に支柱式支保工を設置し、側径間の施工を行うことができた。

#### 5. 出水期の上部工施工に対する対策

河川内の通年施工であったため、仮設は常に仮設時水位より上位にて施工できるように計画、実施している。また、河川内の資機材は最小限の仮置きとし、増水が懸念される際は常に資機材を移動、撤去しながらの施工となった。2019年10月、政府の激甚災害にも指定された台風19号では、阿武隈川も氾濫、堤防が決壊する集中豪雨となり、各地で時間降水量の観測史上最高値を更新する記録的な大雨であった(写真-11)。

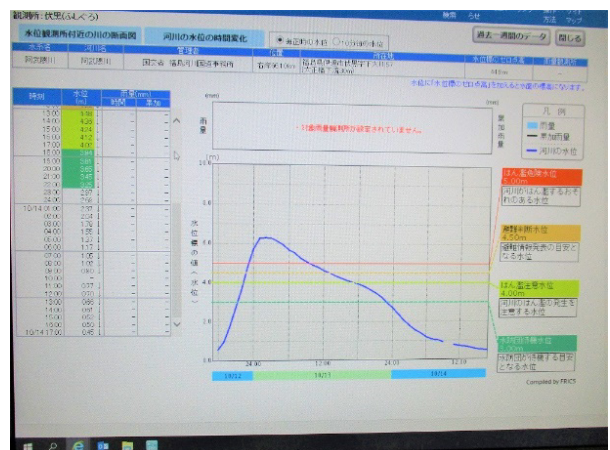


写真-11 河川水位観測記録

この時もワーゲンによる張出し架設施工時であったが、かろうじてワーゲンの下位で水位がおさまったため、被害を最小限に留めることができた(写真-12)。



写真-12 河川増水状況

### 6. CIM化への実験的な試み

今後のCIM化への実験的な試みとして、レーザースキャンによる橋梁形状の3次元データ化を行った。測定データの精度の確認や今後の活用方法の模索、課題の抽出のために、橋面高を色の変化で可視化するヒートマップ画像(図-7)、周囲の地形情報や桁の内空部も含めた橋梁全体の3次元点群データ画像(写真-13)を作成した。これらが、今後の出来形計測や維持管理に活用できる可能性を探っていきたい。

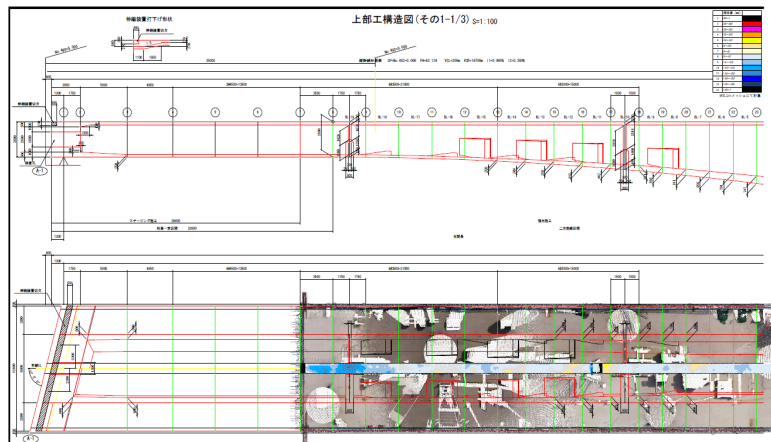


図-7 橋面高(中央分離帯)のヒートマップ画像



写真-13 橋梁全体の3次元点群データ画像

### 7. おわりに

本工事は常に阿武隈川の河川増水への配慮をしながらの施工であった。計8回の河川増水に対処しながら、大きな被害なく、伊達大橋は2年の歳月を経て2021年1月に竣工を迎えることができた。また東日本大震災から10年目の2021年4月、東北中央自動車道 相馬福島道路(復興支援道路)は全線開通となった。

#### 【謝辞】

伊達大橋の設計、施工にかかわりご指導、ご協力をいただいた福島河川国道事務所をはじめとする関係者各位に謝意を表します。

#### 【参考文献】

- 1) 佐藤、櫻井、高野、菅：無線通信技術によるリアルタイム計測システムを用いた橋梁柱頭部の温度ひび割れ抑制対策、令和2年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会講演集、VI-823、2020.9.
- 2) 堀、佐藤、大橋、櫻井：PC4径間連続箱桁橋の施工 — 東北中央自動車道伊達大橋一、プレストレストコンクリート工学会 第30回シンポジウム論文集、pp.209～212、2021.10.