

北海道横断自動車道 天神橋の施工

三井住友建設(株) 北海道支店 天神橋上部作業所	正会員	○寺門 直之
東日本高速道路(株) 北海道支社 道路事業部 構造技術課		横山 貴士
(株)ネクスコ・エンジニアリング北海道 小樽施工管理所		中村 泰誠
三井住友建設(株) 土木本部 土木設計部	正会員	吉野 正道

キーワード：寒冷期施工，PC鋼材の一次防錆，仮固定装置の鉛直ジャッキ

1. はじめに

天神橋は、北海道横断自動車道の余市IC(仮称)～小樽JCT(仮称)間の小樽市に位置する最大支間90m・最大橋脚高53.5mを有する橋長681mのPC9径間連続ラーメン箱桁橋である。架橋地点は、厳冬期の月平均気温は0℃を下回り、また年間の累計降雪量が5mを超える気象条件である。本橋では、工程的な制約条件から積雪寒冷期間においても施工を進める必要があったため、このような気候的な条件に配慮した施工方法について事前に検討を行い、本施工に反映させた。また、連続桁部の張出し施工時に必要な仮固定装置について、従来用いられてきた仮沓コンクリートやH形鋼を用いず、鉛直ジャッキを用いた仮固定装置の試行で省力化への取組みも行った。

本稿では、積雪寒冷地における施工と、仮固定装置の省力化への取組みについて報告するものである。

2. 橋梁概要

本橋の橋梁概要を次に示し、平成30年4月現在の全景写真を写真-1に、主桁断面図を図-1に、橋梁一般図を図-2に示す。

工事名：北海道横断自動車道

天神橋(PC上部工)工事

発注者：東日本高速道路株式会社 北海道支社

受注者：三井住友建設株式会社

構造形式：PC9径間連続ラーメン箱桁橋

設計荷重：B活荷重

橋長：681m

支間長：41.1+2@75.0+80.0+4@90.0+47.1m

有効幅員：12.51m

架設工法：張出し架設工法

縦断線形：↘ 1.595%

横断線形：↙ 2.5%(路肩折れ) 2.0% ↘

平面線形：直線～R=3000

本橋のPCケーブルの配置は、架設鋼材が内ケーブル構造、完成鋼材が外ケーブル構造で、外ケーブル構造は内部充填型エポキシ被覆PC鋼より線とし、北海道で初めて高強度ECFストランドを使用している。



写真-1 全景写真(平成30年4月現在)

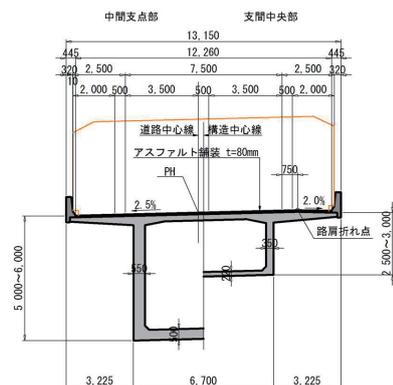


図-1 主桁断面図

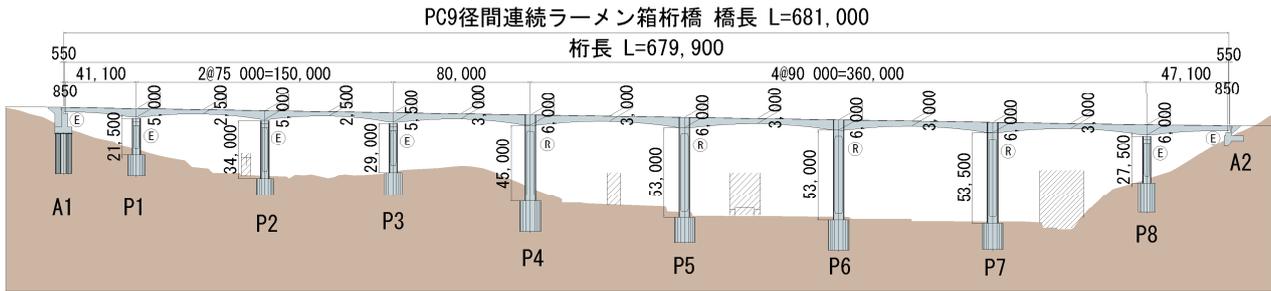


図-2 橋梁全体一般図

3. 冬期間のコンクリートの品質向上に対する取組み

3.1 張出し架設における架設ケーブルの防錆

PCグラウト工を冬期間に施工する場合は、主桁全長を5日間5℃以上に保つ必要があり、冬期間のグラウトの施工は困難である。そのため、PC鋼材に防錆対策を講じて冬期間のグラウトを行わず、冬季休止期間明けにまとめて施工することとした。PC鋼材の防錆対策については、本橋のような寒冷下において効果的な防錆対策は検討されていなかったため、事前に現場ヤードにて裸線・一次防錆・エポキシ被覆のPCケーブルで暴露試験を実施した。暴露試験は冬季休止期間の26週で行い、その結果、すべてのケーブルで錆が発生しなかったため、本橋では一次防錆仕様のPC鋼材を用いて施工を行った(写真-2)。



写真-2 暴露試験確認状況

3.2 脚頭部・柱頭部のコンクリートの品質向上

コンクリートの品質を向上させるためには、適切な温度で長期間湿潤養生することが望ましいが、寒冷期においては、給熱養生設備が必要となり、長期間継続することは難しい。そのため、本橋の脚頭部・柱頭部は、保水養生テープを使用し、湿潤養生期間を28日以上確保することとした。また、冬期間においては、保温を目的とした気泡シートを併用することにより、コンクリートの品質向上を図った(写真-3)。



写真-3 保水養生テープ+気泡シート設置状況

本橋の柱頭部はマスコンクリート部材となるため、若材齢時の内外温度差に起因する温度ひび割れの発生が懸念された。その対策として、配温式パイプクーリング(特許-第4108544)を実施し、内外温度差を低減することにより温度ひび割れの発生を抑制した。実施に先立ち、温度応力解析による事前検討を行い、ひび割れ指数が1.4以上となるようなパ

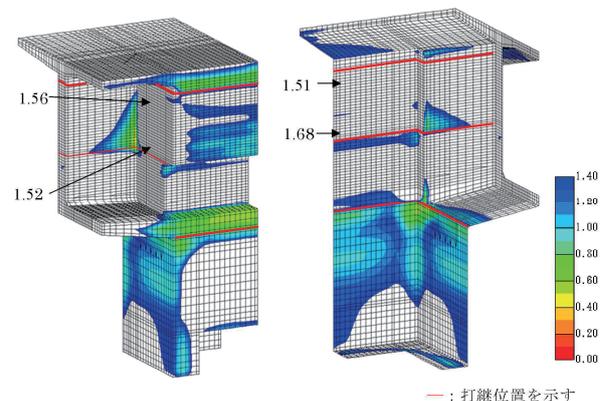


図-3 温度応力解析結果(ひび割れ指数)

イブ配置間隔などのクーリングの計画を立てた。また、クーリングの効果が得られない局部応力には、補強鉄筋を配置して対応した。温度応力解析結果を図-3に示す。

4. 外ケーブルの高強度ECFストランドの採用

本橋では外ケーブルに高強度ECFストランド19S15.7を採用したため、グラウトの充填は定着具周りだけ行う仕様となっている。北海道内の橋梁では、本橋で初めての採用となる。

4.1 高強度ECFストランドの特徴

高強度ストランドを採用することで、配置する外ケーブルの本数低減が可能となり、工程短縮を図ることができた。

また、従来外ケーブルに用いられるPC鋼材の防錆対策は、透明PEシースにPC鋼より線を挿入しグラウトを充填して行ってきた。シースの中心にPC鋼より線を配置してグラウトを注入する必要があるため、シース受け架台を多数設置する必要があった。今回、ECFストランドを採用したことにより、シースの設置が不要となり、架台もケーブルを保持できる程度で良く、大幅に工程を短縮することができた。施工完了状況を写真-4に示す。



写真-4 外ケーブル施工完了



写真-5 磁気張力センサー設置状況

4.2 磁気張力センサーによる計測

本橋の外ケーブルは、単径間ケーブルと2径間ケーブルを併用しており、2径間ケーブルに磁気張力センサーを設置して緊張力の計測を行っている。将来の維持管理に資するセンサーを設置して、長期的なモニタリングを行うことで、今後の維持管理の効率化・省力化を図ることが目的である。磁気張力センサー（写真-5）とは応力磁気効果を用いたPC鋼材用張力センサーであり、小型軽量で運搬・設置を容易に行うことができる。また、高速応答性に優れており計測データのリアルタイム出力が可能である。他にも、供用中にセンサーの交換を容易に行うことができたり、電池駆動で長期のモニタリングが可能であり省エネルギーであるといった特徴を有している。計測データはデータロガーに蓄積され、パソコンにダウンロードすることができる。外ケーブル緊張後から現在まで緊張力に異常は見受けられず、現在も計測を継続中である。

5. 鉛直ジャッキを用いた仮固定装置について

連続桁を張出し架設する際、架設中は主桁の支点部と橋脚頂部を仮固定して、剛構造とする必要がある。従来用いられてきた工法では、主桁自重やアンバランスモーメント、地震時断面力による圧縮力は仮沓コンクリートに負担させ、引張力はPC鋼棒に、水平力はH形鋼にそれぞれ負担させる構造としてきた。

張出し施工が進んでくると、主桁自重が増加して仮沓コンクリートに作用する圧縮力が増加してくる。閉合が完了して仮固定部を解体するころには仮沓コンクリートに作用する圧縮力が最大となり、解体作業にかなりの時間を要することになる。また、水平力が作用するH形鋼の

設置に際して、橋脚頂部および柱頭部内の鉄筋の配置が密な部分に設置する必要がある。東日本大震災以降、橋脚の配筋がさらに密になりH形鋼の配置がますます困難となっている。

5.1 仮固定装置の施工概要

上記の背景より、本橋では仮固定装置の省力化を試みた。まず、仮固定装置に作用する圧縮力を、仮沓コンクリートに代わり本支承および鉛直ジャッキに負担させる。水平力は本支承のみでも抵抗できることを確認した上で、H形鋼に代わり、ジャッキ反力による摩擦抵抗力で受け持たせる。引張力に関しては従来工法同様PC鋼棒に負担させる。連続桁構造の4橋脚の内、2橋脚を鉛直ジャッキを用いて行い、2橋脚を仮沓コンクリートにて行って省力化の程度を検証した。

図-4に仮固定の施工フローを示す。H形鋼の設置を不要にしたことで、脚頭部および柱頭部施工の際の手間を軽減することができた。仮沓コンクリートの施工に代わり、本工法では台座コンクリートで勾配の調整を行い、鉛直ジャッキをセットした。今回使用した鉛直ジャッキは、揚重650t、揚程50mmでリングナットによる機械式固定装置付を8台使用した。張出し施工中は、定期的にジャッキの打音検査と目視点検を行い、緩みや油漏れなどの確認を行った(写真-6)。

5.2 仮固定の撤去

写真-7に仮固定の撤去状況を示す。従来の仮固定撤去の際に行われていた、コンクリートの研り作業は行わず、クレーンを用いてすべての撤去作業を行うことができる。従来1橋脚で2～3週間要していた撤去作業を、本工法では緊張力解放からジャッキなどの撤去、後処理まで二日で完了することができ、大幅に省力化を実現できた。

6. おわりに

本稿では天神橋の施工について報告した。本工事は平成30年10月にしゅん功予定である。最後に本橋に関わった皆様に感謝の意を表するとともに、本報告が同種工事の参考となれば幸いである。

参考文献

- 1) 横山貴士、金森真一、中村収志：北海道横断自動車道(余市IC～小樽JCT)における寒冷期のコンクリート品質向上に対する取り組み，コンクリート工学，Vol.55，No.3，pp.239-244.2017

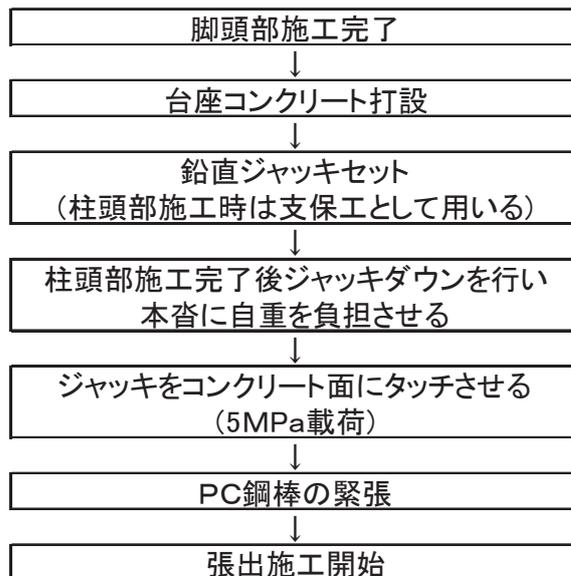


図-4 仮固定施工フロー



写真-6 仮固定施工完了



写真-7 仮固定撤去状況