

八鹿日高道路 宿南2号橋の施工

ドーピー建設工業(株)	正会員	○衣本 准
ドーピー建設工業(株)	正会員	後藤 輝寿
ドーピー建設工業(株)	正会員	新宮 靖生
ドーピー建設工業(株)	正会員	上月 大輔

キーワード：主桁架設，連結部の高耐久化，NAPP工法，水冷式パイプクーリング

1. はじめに

八鹿日高道路は、国道483号北近畿豊岡自動車道の一部を形成し、日常生活の基盤となるとともに、地域活性化を図ることを目的とした、城崎郡日高町久斗から養父市八鹿町高柳に至る延長9.7kmの事業である。

本橋は、このうち養父市宿南地区に架かる橋長155mの4径間連結PCコンポ橋である。本工事を着工するにあたり、上部工（支承工，プレキャストセグメント主桁組立工，架設工，PC板工，床版工，横組工，壁高欄工）の施工期間が約4ヶ月と大変厳しく，工期短縮が課題であった。

本報告は、工期短縮のために行った主桁架設方法の工夫および、ひび割れが発生しやすい連結部の高耐久化について報告するものである。

2. 橋梁概要

本橋の橋梁諸元を以下に示す。また、図-1に標準断面図，図-2に橋梁一般図を示す。

工 事 名：八鹿日高道路宿南2号橋上部工事
 発 注 者：国土交通省近畿地方整備局
 工事場所：兵庫県養父市八鹿町宿南地先
 構造形式：PC4径間連結コンポ橋
 橋 長：155.000m
 支 間 長：37.350m+37.700m+37.700m+37.350m
 有効幅員：10.260m
 縦断勾配：1.116%
 横断勾配：2.000%
 斜 角：90° 45' 7" ~ 90° 0' 0"
 設計荷重：B活荷重

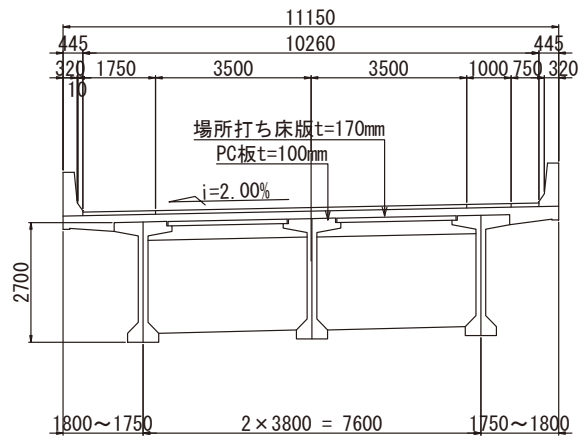


図-1 標準断面図

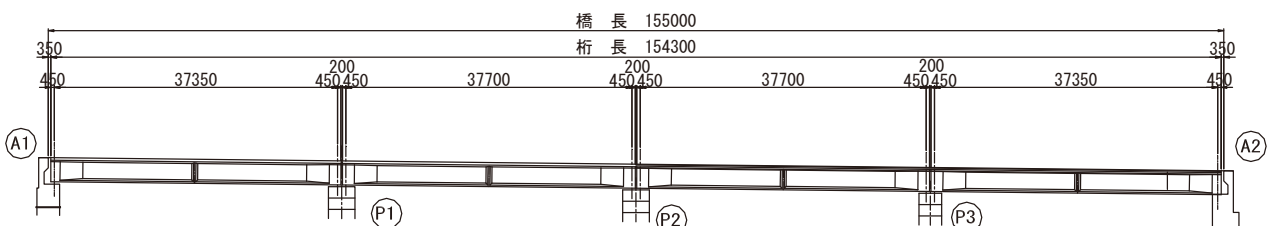


図-2 橋梁一般図（側面図）

3. 主桁架設

3.1 施工概要

本工事は、八鹿日高道路の開通に向け約4ヶ月で上部工(舗装を除く)を施工完了する必要があり、主桁架設方法を工夫することで工期短縮を図った。

本橋は3主桁/径間、5ブロック/桁のPCコンポ橋である。主桁重量は約120t/本で、架設桁架設工法により架設を行った。セグメントの搬入・緊張(接合)・架設まで、1日1本のサイクルで施工した。主桁架設1日あたりの施工サイクルを図-3に示す。

作業内容	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
セグメント搬入		■											
セグメント取卸し、引寄せ	■			■	■	■	■						
主ケーブル挿入							■						
主ケーブル緊張								■	■				
主桁架設										■	■	■	

図-3 架設1日あたりの施工サイクル

3.2 架設方法の工夫

工期短縮のために行った架設方法の工夫を以下に示す。架設機材の組立・解体および主桁接合・架設完了(4径間)までの標準施工日数70日間に対し、約40日間で架設を完了することができた。

(1) 油圧式門型リフターの使用

主桁架設に使用する架設門構は脚部が油圧により上下に伸縮するリフタータイプの門構(図-4)を使用し架設を行った。標準的なチェンブロックで上げ下げする方法と比べ、施工性が向上し、架設作業時間が短縮した。

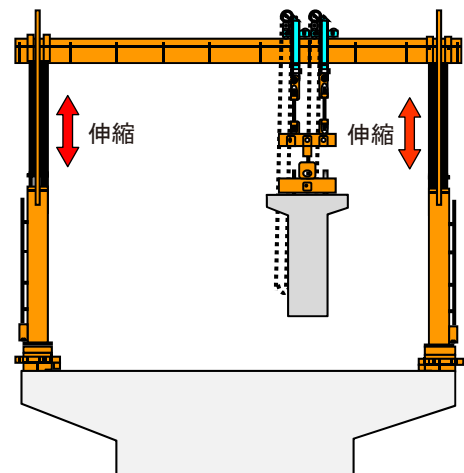


図-4 油圧式門型リフター詳細図

(2) 主桁引き出し作業の省略化

セグメント取卸し用のクレーンを120tクレーンから220tクレーンに変更し、各径間毎に設置した架設桁上に直接セグメントを取り卸すことで、軌条の設置および主桁引き出し作業を省略した。

また、省略したことで、架設完了した径間の床版工を並行して施工することが可能となり、工期が短縮された。

写真-1にセグメント取卸し状況、写真-2に主桁の架設状況を示す。



写真-1 セグメント取卸し状況



写真-2 主桁架設状況

4. 連結部の高耐久化

4.1 NAPP工法による橋軸方向へのプレストレス導入

連結部はプレキャスト桁を連続化させる重要な部位であるが、通常RC構造で設計されているため、活荷重や二次力などの曲げモーメントによりひび割れが生じやすい部位である。

そこで、本橋では橋軸方向にNAPP工法による中空PC鋼棒を用いたプレストレスを導入しひび割れ発生を抑制することで連結部の高耐久化を図った。図-5にNAPP工法による補強概要図を示す。

NAPP工法は、NAPPユニットと呼ばれる予め緊張された状態の中空PC鋼棒を型枠内の所定の位置に配置し、コンクリート打設・硬化後に緊張力を解放して、コンクリート部材へプレストレス力を導入する緊張工法である。図-6にNAPPユニット配置図、図-7にNAPP工法施工手順を示す。プレストレスの導入は、写真-3のように電動レンチを用いた専用の解放機器により行った。

導入するプレストレス量は全死荷重時に引張応力が発生しないように決定し、横桁内に均等にプレストレスが分布するよう中空PC鋼棒を分散配置し、ひび割れ防止を図った。図-8にNAPPユニット配置図、写真-4に配置状況を示す。

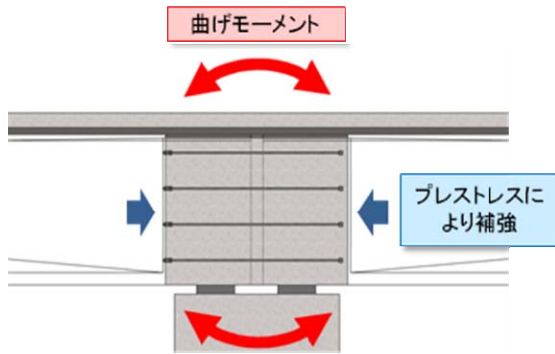


図-5 NAPP工法による補強概要図



写真-3 NAPPユニット解放状況

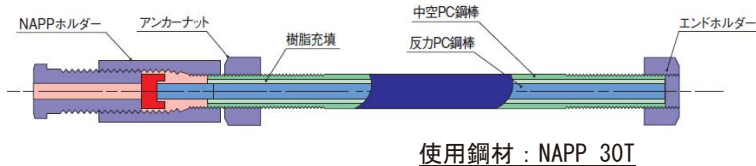


図-6 NAPPユニット詳細図

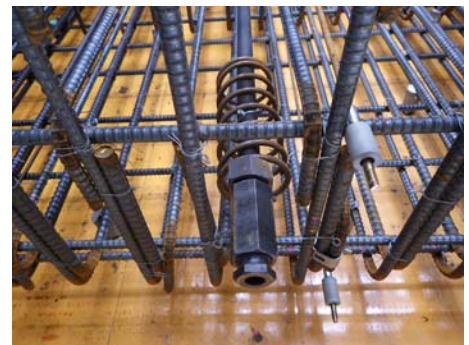


写真-4 NAPPユニット配置状況



図-7 NAPP工法施工手順

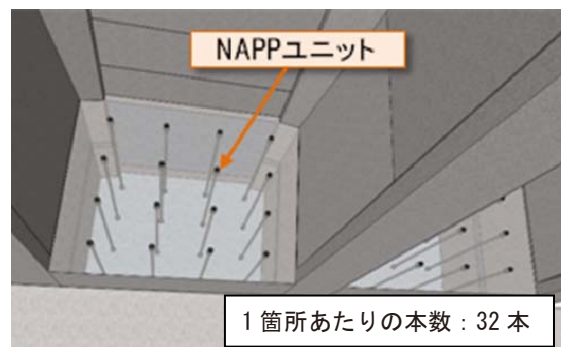


図-8 NAPPユニット配置図

4.2 水冷式パイプクーリング

連結部は部材厚2.9mのマスコンクリートに該当し、コンクリートの水和熱および収縮に起因する温度ひび割れが生じやすい部位である。

そこで、コンクリートの水和熱を低減し、温度ひび割れの発生を抑制するため水冷式パイプクーリングを行った。水温、水量は水温コントロールユニット、流量計で管理し、横締め鋼材用のシース内を通水することでクーリングを行った。写真-5にパイプクーリングの実施状況を示す。

事前に連結部の形状および配合を反映した3次元FEM温度応力解析を実施した結果、図-9のように対策なしの場合ではコンクリートの最高予想温度は72.5℃を示し、床版天端のひび割れ指数は0.89～0.90、ひび割れ発生確率は65%であった。

最適なクーリング条件の選定のため、通水期間(2～4日間)、流量(2～10L/min)、水温(15～25℃)に着目し応力解析を行った。その結果、通水期間2日、通水量5L/min、水温25℃でクーリングを実施した場合が改善効果が大きく、最高温度59.5℃、ひび割れ指数1.05～1.15、ひび割れ発生確率35%に低減できる解析結果が得られた。温度データロガーで測定した実施工時の温度履歴は、応力解析結果とほぼ一致したことから、コンクリート内部の温度抑制効果が確認できた。



写真-5 クーリング実施状況

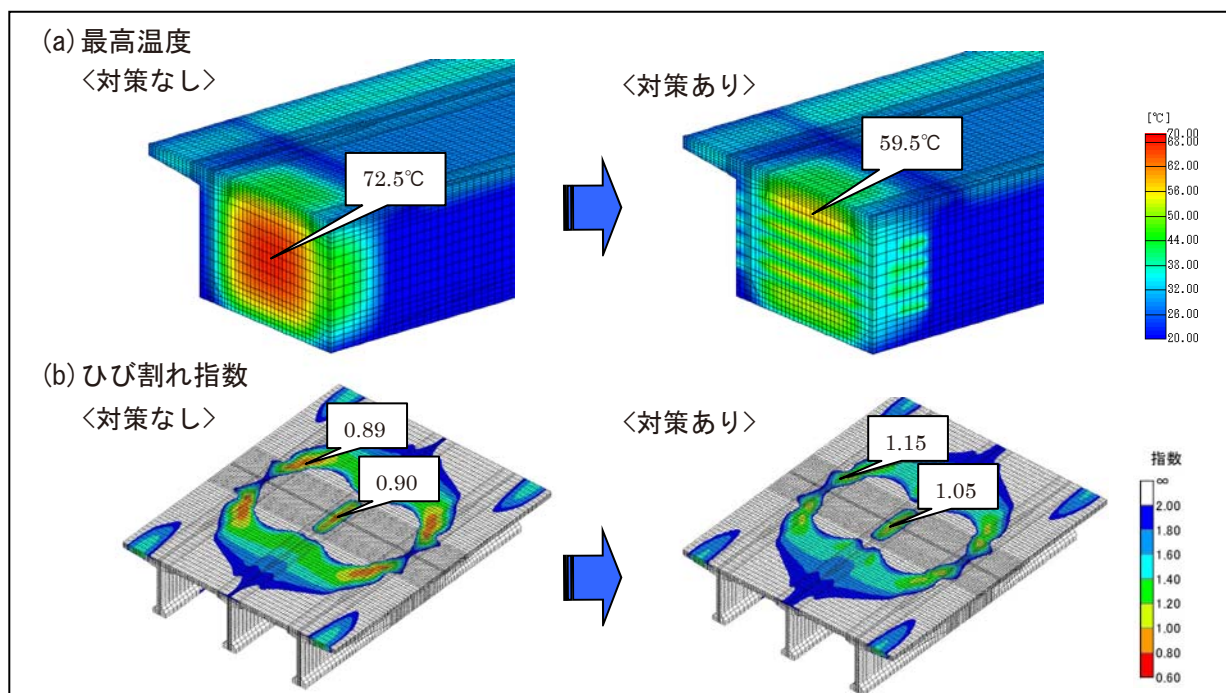


図-9 クーリングによる効果 (3次元 FEM 温度応力解析)

5. おわりに

本工事は厳しい工期であったが、架設方法の工夫により、工程を遅延することなく無事竣工を迎え、八鹿日高道路は平成29年3月25日に全線供用開始された。また、連結部に顕著なひび割れは確認されなかったことから、高耐久化としての効果が確認できた。写真-6に橋梁全景を示す。

最後に、本工事の施工にあたり、ご協力頂いた関係各位に厚く感謝の意を表します。



写真-6 橋梁全景