

望郷橋(上部工)の施工

ドーピー建設工業(株)	工事部	正会員	○山崎	智公
ドーピー建設工業(株)	工事部	正会員	山中	哲也
ドーピー建設工業(株)	工事部	正会員	加藤	友靖
ドーピー建設工業(株)	技術部	正会員	青木	正行

1. はじめに

望郷橋は、北海道石狩郡当別町青山に当別ダム事業に伴う道道当別浜益港線の付替工事において、ダム湖を横断する橋梁として計画された橋長490mのPC6径間連続箱桁橋である。

本工事は、張出し架設工法により施工を行ったが、その際重要とされるたわみ(上げ越し)管理について、自動追尾式トータルステーションを活用し、たわみ管理に役立てた。また、ひび割れが懸念される箇所については、温度応力解析を実施し、ひび割れ対策を行った。

本報告は、トータルステーションを利用したたわみ管理およびコンクリートのひび割れ対策について報告する。

2. 工事概要

本工事の工事概要を以下に示す。また、標準断面図を図-1、全体一般図を図-2に示す。

工 事 名：当別ダム付帯道路工事(道道当別浜益港線橋梁上部工事(望郷橋))

工事場所：石狩郡当別町青山

工 期：平成20年10月～平成22年11月

構造形式：PC6径間連続箱桁橋

橋 長：490.000m

支 間 長：54.000m+4@95.000m+54.000m

有効幅員：10.500m(車道8.000m+歩道2.500m)

平面線形：起点側 R=200m 終点側 R=260m

縦断線形：VCL=400.0m VCI=-0.60%

横断勾配：±6.0% ~ -2.0% ~ ±5.0%

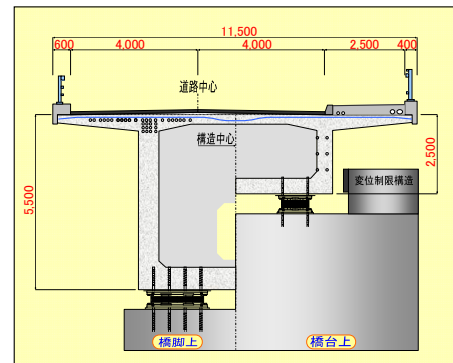


図-1 主桁断面図

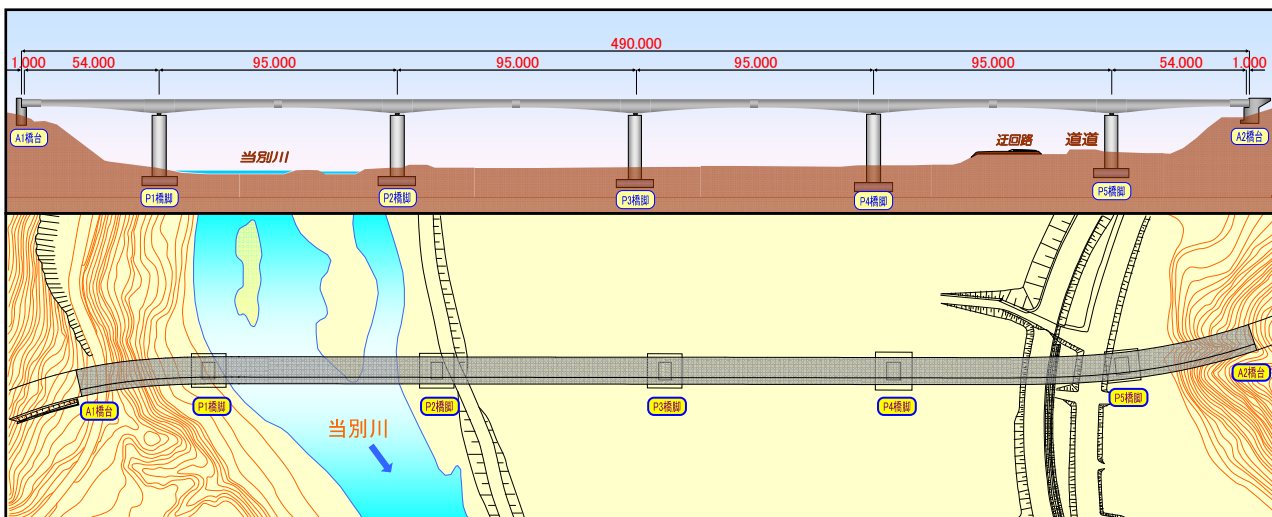
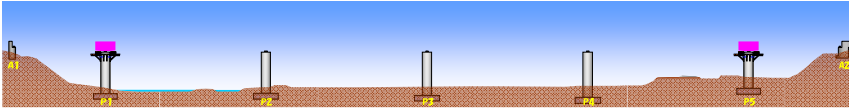


図-2 全体一般図

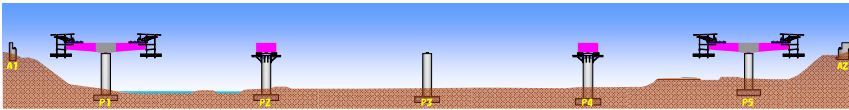
3. 施工概要

本橋の施工順序を図-3に示す。すべての橋脚において移動作業車による張出し架設を行った。P1およびP5の側径間側については、桁下空間が制約されていたため、下段作業台のクライミングが必要であった(写真-1)。また、P4~P5間は、移動作業車が道道上を横断するため、道道上に防護設備を設け飛来落下災害に対する安全対策を行った(写真-2)。側径間および中央連結部は吊支保工により、施工を行った(写真-3)。

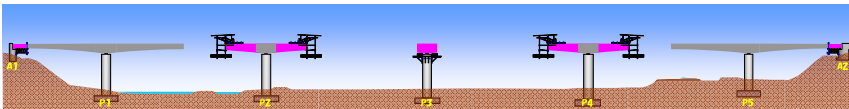
STEP1 P1・P5 柱頭部の施工



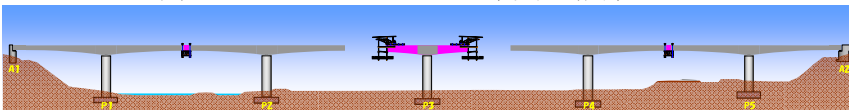
STEP2 P1・P5 張出し施工 P2・P4 柱頭部の施工



STEP3 P2・P4 張出し施工 A1・A2 側径間の施工 P2・P4 柱頭部の施工



STEP4 P3 張出し施工 P1~P2・P4~P5 中央連結部の施工



STEP5 P2~P3・P3~P4 中央連結部の施工

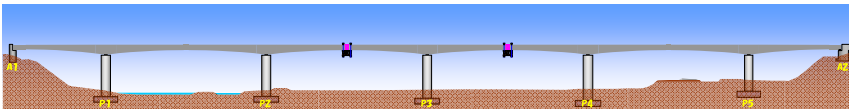


図-3 施工順序図



写真-1 クライミング状況



写真-2 桁下防護状況



写真-3 吊支保工組立状況

4. 自動追尾計測によるたわみ管理

4. 1 概要

本橋の施工において、施工中に載荷される荷重および気象条件の変化による主桁への影響を確認するため、自動追尾式トータルステーションを使用した。これにより、各施工段階における出来形を把握し、事前予測された管理値に対する妥当性の検証を行うとともに、発生誤差への迅速な対応を行うことで出来高精度の向上を図った。計測計画は、図-4に示すとおりであり、自動追尾式トータルステーション(写真-4)を現場事務所近くの地盤上に設置し、主桁上の計測点およびキャリブレーション用の固定点にプリズム(写真-5)を設置して計測を行った。計測データは、パソコンに自動的に取り込まれる(写真-6)。

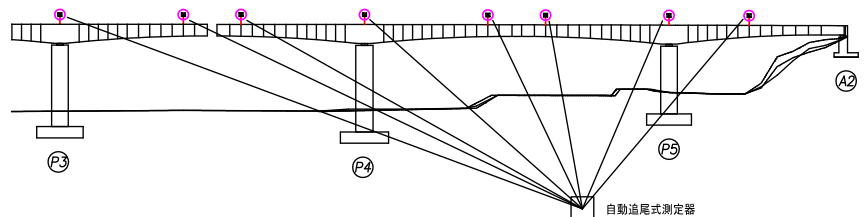


図-4 追尾計測計画図



写真-4 トータルステーション



写真-5 レインカバー付プリズム

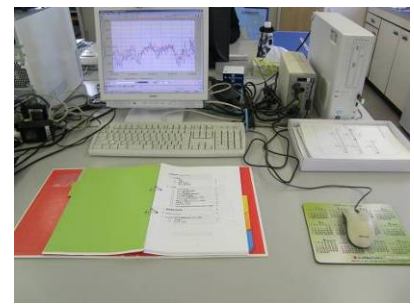


写真-6 データ取込用パソコン

4. 2 計測項目およびその活用

自動追尾式トータルステーションでは、高さを含めた3次元測距のほか、外気温および気圧も測定可能である。本橋では、高さとお外気温の経時変化に着目し、P1・P5の張出し施工時にP5において計測した高さとそのときの外気温から、温度補正値を設定した。これらの補正値をP2～P4張出し施工の高さ管理に活用した。

図-5に外気温と測定高さを比較したグラフ、表-1に温度補正表を示す。

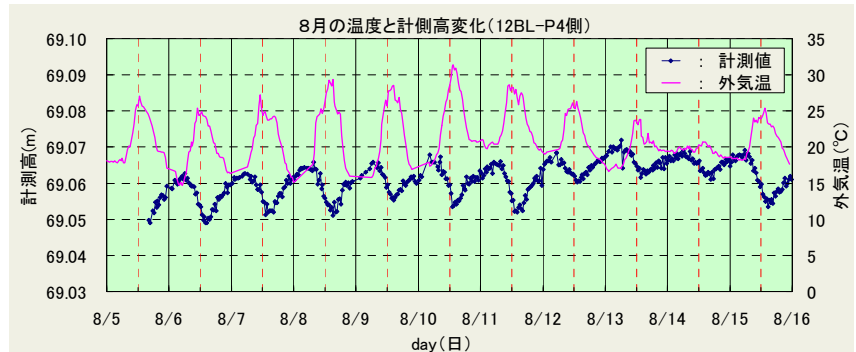


図-5 外気温と計測高さ (P5-12BL (P4 側))

表-1 温度補正表

位置 外気温	管理補正値(mm)											
	1BL	2BL	3BL	4BL	5BL	6BL	7BL	8BL	9BL	10BL	11BL	12BL
+10°C	-0.50	-1.40	-2.20	-3.10	-4.00	-4.80	-5.70	-6.60	-7.40	-8.30	-9.20	-10.00
+1°C毎	-0.05	-0.14	-0.22	-0.31	-0.40	-0.48	-0.57	-0.66	-0.74	-0.83	-0.92	-1.00
基準温度 5°C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-1°C毎	0.05	0.14	0.22	0.31	0.40	0.48	0.57	0.66	0.74	0.83	0.92	1.00
-10°C	0.50	1.40	2.20	3.10	4.00	4.80	5.70	6.60	7.40	8.30	9.20	10.00

4. 3 計測結果

自動追尾測定結果として、P5張出し施工10ブロック先端部のグラフの一部を図-6に示す。施工段階における計測高の経時変化をたわみ解析値(設計高)とともに示しているが、計測高はおおよそ設計高の管理範囲内(±20mm)で推移していることが確認できた。

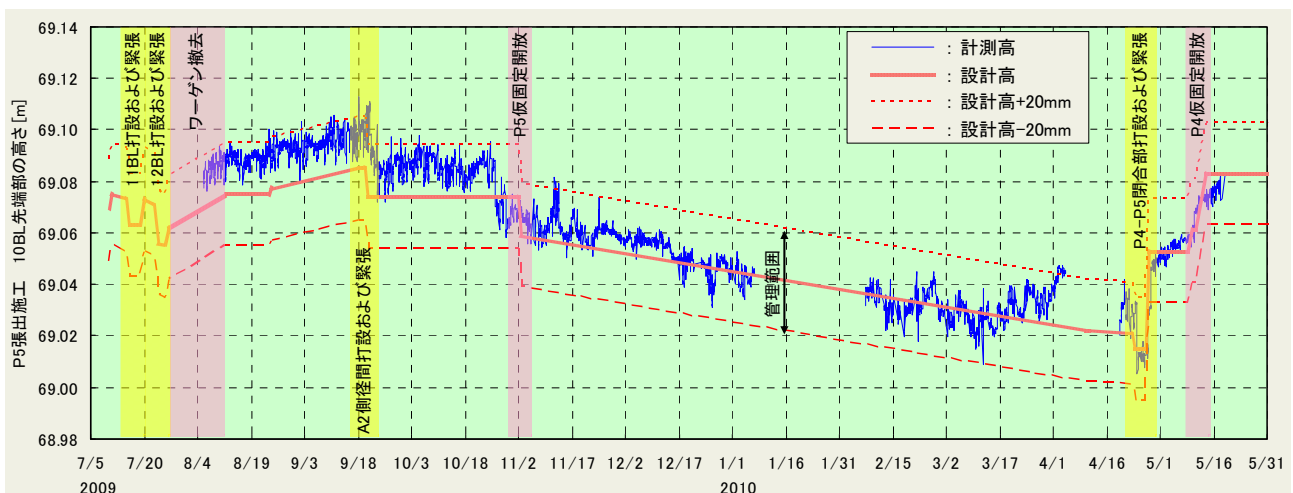


図-6 自動追尾計測結果 (P5-10BL (P4 側))

5. ひび割れ対策

5. 1 柱頭部

本橋の柱頭部は、1枚壁構造のマスコンクリート部材(B4.00m×D6.10m×H5.50m)であることから、温度応力による初期ひび割れが懸念される部位である。そのため、柱頭部の施工に際し、構造物の性能に影響するひび割れの発生を抑制することを目的として温度応力解析を実施し、セメントの種類・リフト割および補強鉄筋の検討を行った。

検討を行った結果、図-7のように打設回数を2回から3回に、1および2回目の打設を早強セメントから普通セメントにすることで、コンクリートの温度上昇が抑制され、ひび割れの発生を抑制できることがわかった。また、補強鉄筋の配置については最小ひび割れ指数の経験値が1.0以下となる部材表面の部位に最大ひび割れ幅が0.175mm(0.0035c)以下となるように配置を行った。

温度応力解析の妥当性を確認するため、施工時に各リフトで温度上昇が顕著となる部位について、コンクリート温度の測定を行ったが、表-2で示されるように解析結果にほぼ近い値となった。また、補強鉄筋の配置位置について、ひび割れ調査を行ったが、構造物の性能に影響するようなひび割れは認められなかった。

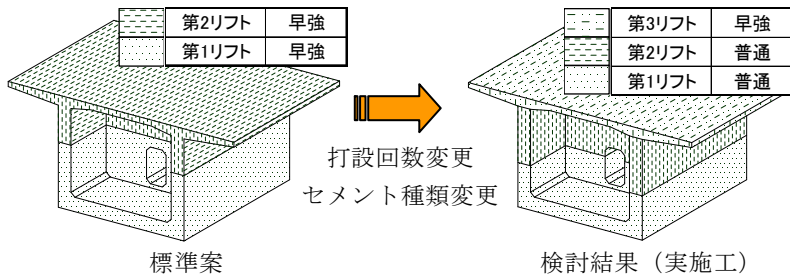


図-7 打設条件変更図

表-2 最高発生温度比較表

冬期施工	解析値	P1	P3	P5
第1リフト	68.6 °C	64.7 °C	65.5 °C	65.7 °C
第2リフト	68.8 °C	63.7 °C	65.4 °C	64.5 °C
第3リフト	51.8 °C	49.4 °C	49.6 °C	50.7 °C
夏期施工	解析値	P2	P4	
第1リフト	69.4 °C	67.5 °C	68.2 °C	
第2リフト	69.6 °C	67.0 °C	66.9 °C	
第3リフト	57.1 °C	55.2 °C	55.5 °C	

5. 2 中央閉合部

中央閉合部は、最大張出時から数ヶ月経過した後に施工するため、既設部と閉合部コンクリートの収縮差によりひび割れが発生しやすいと考えられる。そこで、構造物の性能に影響するようなひび割れの発生を抑制するため、温度応力解析による検討を行った。

検討の結果、膨張コンクリートの使用および1回打設とすること、さらに補強鉄筋を配置することでひび割れの発生を抑制できることがわかった。補強鉄筋量は柱頭部と同様の手法を用いて算出した。表-3および図-8に補強鉄筋の検討資料を示す。発注図の配筋量では、上床版の橋軸直角方向鉄筋がひび割れに対する必要量を満足していなかったため、補強鉄筋を追加した。

解析の妥当性を検証するため、施工後にひび割れ調査を行ったが、構造物の性能に影響するひび割れは認められなかった。

表-3 補強鉄筋検討表

検討箇所	張出床版先端	下床版	上床版(中間)
引張方向	橋軸方向	橋軸直角方向	
ひび割れ指数	0.86	1.54	0.78
発注図鉄筋配置	D19 ctc250	D16 ctc125 上下2段	D13 ctc250 上下2段
発注図鉄筋比	0.92%	1.27%	0.34%
温度ひび割れ幅	0.091mm	0.028mm	0.265mm
許容ひび割れ幅	0.175mm	0.175mm	0.175mm
判定	OK	OK	NG
必要鉄筋比	-	-	0.52%
補強後鉄筋配置(鉄筋比)			D13 ctc125 上下2段 (0.67%)

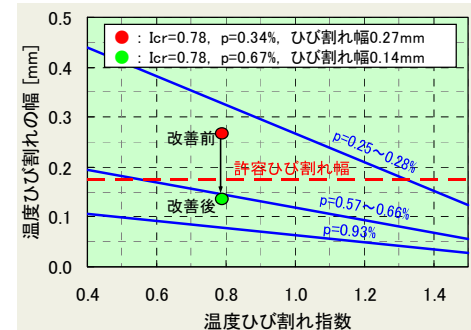


図-8 温度ひび割れ幅の変化

6. おわりに

本稿では、張出施工における高さ管理手法、柱頭部および中央閉合部におけるひび割れ制御手法について、その概要を述べた。本工事は、厳しい冬を二度経験し三度目の冬を迎える前の平成22年11月に無事工事を完了した。

最後に、本工事の施工にあたりご指導、ご協力いただいた関係者各位に深くお礼申し上げます。