

橋脚におけるコンクリートの温度ひび割れ対策の実施について

— 令和元年度 三遠道路8号橋下部工事 —

国土交通省 中部地方整備局
 (株)鴻池組 本店 土木技術部
 (株)鴻池組 名古屋支店 土木部

戸川 一彦
 正会員 ○加瀬 翔一
 宮脇 伸行 小塚 直人 松原 陸弥 高田 卓実

1. はじめに

本工事は、三遠南信自動車道の新城市区間において、橋脚下部工1基（P1橋脚）を構築する工事である。橋脚は、下端が深礎杭上に拘束された矩形RC構造（H20.0m×W10.0m×L5.5m）のマスコンクリートであり、セメントの水和熱や、深礎や先行打ち込みしたブロックとの外部拘束による温度ひび割れの発生が懸念されたため、橋脚の温度ひび割れ対策として、パイプクーリングやセメント材料の変更等と、コンクリートの温度計測管理を行った。本稿は、温度ひび割れ対策の概要、及び温度計測に基づく打込み時の施工管理方法について報告を行うものである。

2. ひび割れ対策の概要と温度管理計画

温度応力解析で橋脚の温度ひび割れ対策を策定するにあたり、照査項目として、ひび割れ指数 I_{cr} と、ひび割れ幅を設定した。部材の性能低下の原因とならない、要求性能を満足させる値¹⁾として、ひび割れ指数 $I_{cr} \geq 1.0$ 、ひび割れ幅 0.20mm 以下を目標値とした。各種検討の結果、ひび割れ抑制に有効な対策として、(1)パイプクーリングの実施、(2)断熱性の高い養生材の使用、(3)屋根付き遮風シート囲いの設置、(4)使用セメントを高炉B種から普通へ変更、の4つを選定した。図-1に対策案の解析モデルを示す。温度応力解析は、対策あり・なしの2ケースを実施した。解析結果として、図-2に最小ひび割れ指数分布図を、表-1に最小ひび割れ指数及び推定ひび割れ幅の一覧を示す。対策案にて、2~4リフトでは、所定の性能を満足するものの、1リフトで最小ひび割れ指数が1.0以下となった。この点に関し、1リフトは、他リフトと違い拘束程度が大きく、また、暑中時期での打込みのため、ひび割れ指数が小さくなっているものの、推定ひび割れ幅が目標値以下であること、当該箇所が橋脚基部に近く将来的な維持管理が容易であることを踏まえ、計画での対策で施工に繋がれた。また、施工時におけるコンクリート温度を計測し、事前解析結果と対比することで、ひび割れ対策が確実にその効果を発揮しているかどうかを確認した。図-3に、温度計測位置の平面図を示す。橋脚中心部3箇所、及び表面4箇所に温度計測点を設置し、所定の強度発現が得られる材齢28日まで計測を行った。

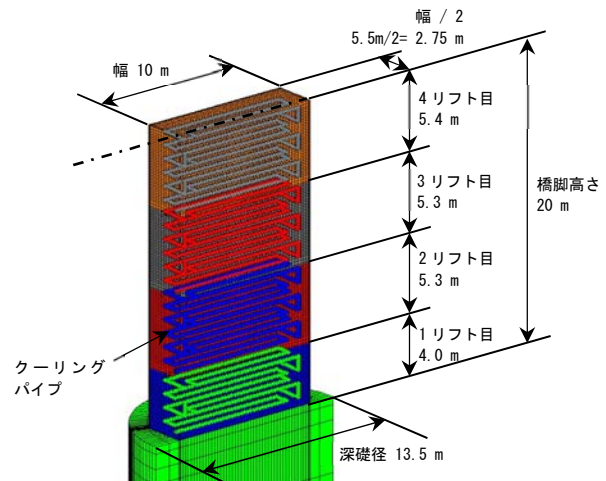


図-1 解析モデル (1/2モデル)

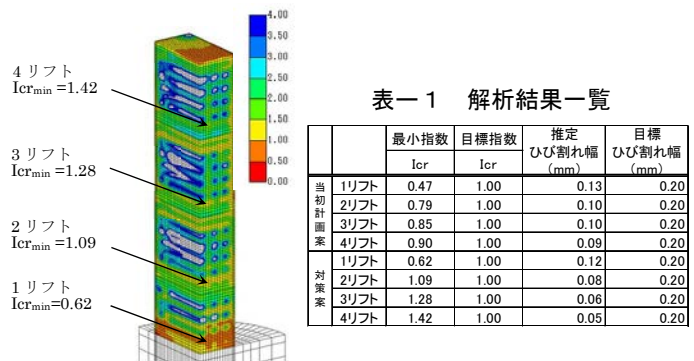


図-2 最小ひび割れ指数分布図 (1/4モデル)

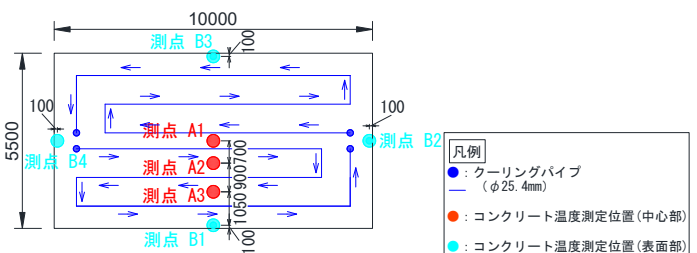


図-3 温度計測位置平面図

キーワード マスコンクリート、パイプクーリング、リバウンド

連絡先 〒103-0023 東京都中央区日本橋本町1-9-1 (株)鴻池組 技術本部土木技術部 TEL 03-5201-7911

3. 1リフトにおける事前解析値と計測値の相違

1リフトのコンクリート温度計測において、図-3に示す測点 A1 で、パイプクーリングの通水停止(コンクリート最高温度到達後から 2.1 日)後、コンクリート温度が再上昇するリバウンド現象が確認された。過度なリバウンドが発生した場合、橋脚中心部の温度上昇や、表面部との温度差等によりひび割れが発生する懸念がある。そこで、対策を講じるために、施工当日の気象条件やコンクリート打込み温度、通水期間の実施工条件を解析条件に反映させたフィードバック解析を実施した。図-4に1リフトのコンクリート温度計測値及びフィードバック解析結果を示す。図-4より、通水停止後の計測値と解析値のコンクリート最大温度差は17.0℃であった。また、通水停止時のコンクリート温度について、計測値(56.7℃)と解析値(46.8℃)で差が見られ、リバウンド終了後のコンクリート温度低下量が、計測値(0.68℃/日)と解析値(0.62℃/日)で同程度の値を示した。以上より、1リフトはコンクリートの冷却期間不足であったと判断し、次リフト以降の施工に向け、コンクリート最高温度到達後2日間と設定したパイプクーリング通水期間の見直しを行った。

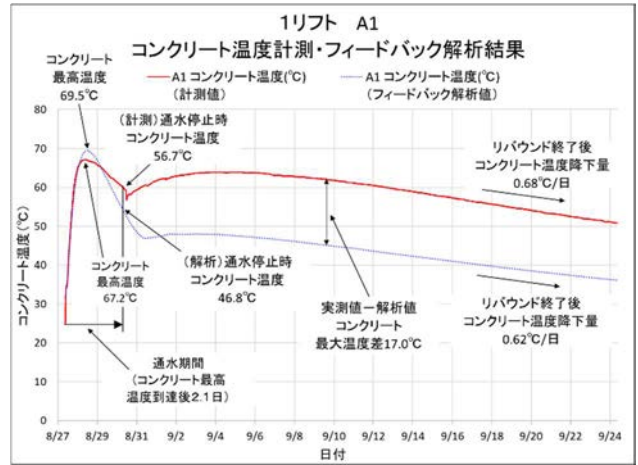


図-4 1リフト 計測値・フィードバック解析結果

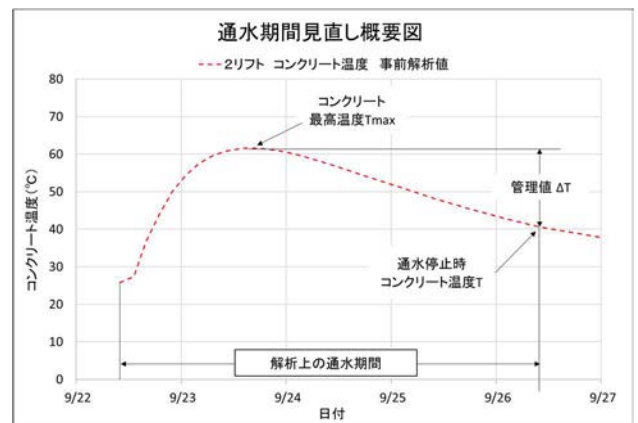


図-5 通水期間の見直し概要図

表-2 2～4リフト 計測結果及び管理値

リフト	通水期間 (最高温度 到達後日数)	コンクリート 最高温度 Tmax (°C)	通水停止時 コンクリート 温度T (°C)	管理値 ΔT (°C)	計測値-解析値 コンクリート 最大温度差(°C)
2	2.8日	63.3(61.6)	42.3(40.6)	21.0(21.0)	6.0
3	2.8日	60.7(56.6)	42.1(39.9)	18.6(16.7)	5.9
4	2.5日	54.9(53.4)	39.5(39.7)	15.4(13.7)	4.5

※ () は解析値を示す

4. 2リフト以降の対応および結果

図-5に通水期間の見直し概要を示す。まず、事前解析時におけるコンクリート最高温度 (Tmax) と、パイプクーリング停止時のコンクリート温度 (T) との温度差 $\Delta T (=T_{max}-T)$ を求め、管理値とした。2リフト以降の通水期間は、実施工時の温度計測にて、コンクリート最高温度からの温度低下量が管理値 (ΔT) 以上となるまでと定めた。表-2に、上記の通水期間管理で施工を行った2～4リフトの計測結果及び管理値を示す。2リフト以降では、計測値とフィードバック解析値の温度差が減少した(図-6参照)。このことから、パイプクーリングの通水期間を見直したことは、ひび割れ発生リスクの低減に貢献できたと考えられる。

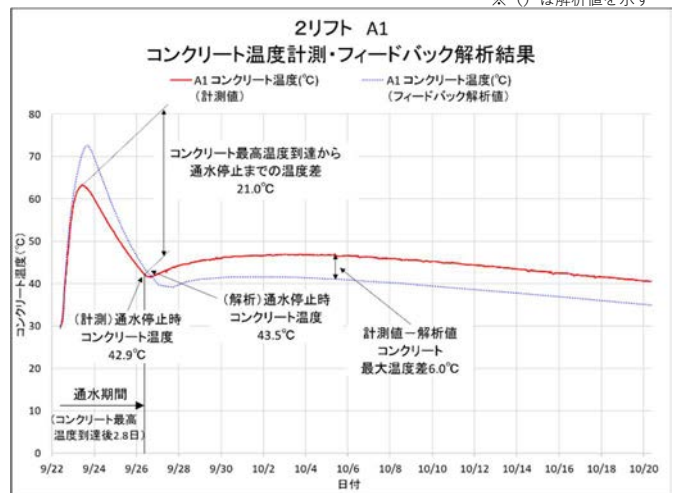


図-6 2リフト 計測値・フィードバック解析結果

5. おわりに

全リフト打込み完了後のひび割れ調査において、ひび割れは確認されなかった。施工着手前の各種ひび割れ対策に加え、現場での計測に基づき施工へのフィードバックを行うことで、より効果の高いひび割れ抑制対策が実施できた結果と考えられる。今回の事例が、類似構造物の施工時のひび割れ対策を行う際の一助になれば幸いである。

参考文献

- 1) コンクリート工学会：マスコンクリートのひび割れ制御指針 2016,2016.11