

コンクリートの品質向上を目的としたひび割れ抑制対策の取組みと効果の確認

前田建設工業株式会社 正会員 ○笹倉 伸晃 前田建設工業株式会社
 前田建設工業株式会社 正会員 舟橋 政司

大西 雅也

1. はじめに

コンクリート構造物の品質向上に対する社会的要請により、近年のひび割れ抑制対策は、設計、材料・配合選定、施工・養生の各段階において多種多様な対策が提案されている。そのため、実施工においては、これらの対策を組合せて、効果を期待することが主流となってきている。

本論文は、排水樋門構造物構築に適用した各種ひび割れ抑制対策のうち、壁部に対して実施した保温養生および鉛直パイプクーリングの組合せ効果について、躯体の温度実測値と温度応力解析による逆解析結果を比較検討した結果を報告するものである。

2. 検討概要

(1) 対象構造物および外壁部のひび割れ抑制対策

検討対象構造物を図1に示す。本構造物は、矢作川安永川排水樋門工事に含まれる4連ボックスカルバート構造のコンクリート構造物である。躯体コンクリートの配合を表1に示す。ひび割れ抑制対策は、事前に標準的な施工方

法による温度応力解析を実施し、構造物および予測されるひび割れの特徴を踏まえ JCI 指針¹⁾に準拠して決定した。壁厚が 800~900mm となる外壁部の対策として実施した鉛直パイプクーリング (φ 60mm@1.0m, 通水量 3.0L/min) および保温養生概要を図2および図3に示す。また、施工時は、品質管理および効果検証を目的として、熱電対により、躯体温度およびパイプクーリング水温を計測するものとした。

(2) 逆解析による効果確認方法

一般に、温度応力解析の境界条件である熱伝達特性は、気象条件等の環境の影響を受けやすく、時々刻々と変化する環境条件を考慮した熱伝達係数を設定することは困難である。しかし、ひび割れ対策効果を解析的に

キーワード ひび割れ制御, 温度応力解析, パイプクーリング, 養生, 熱伝達率

連絡先 〒101-0064 東京都千代田区猿楽町 2-8-8 猿楽町ビル TEL 03-5217-9564

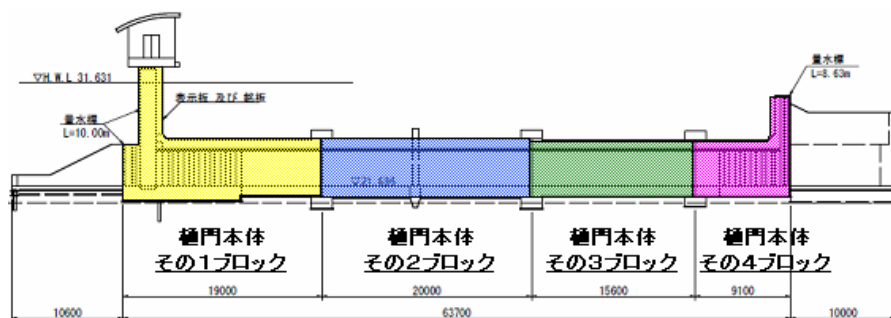


図1 検討対象構造物概要

表1 コンクリートの配合

配合 No.	呼び強度 (N/mm ²)	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)						区分
			W	BB	LEX	S	G	SP	
1	24	54.4	147	270	-	806	1054	2.16	
2	24	54.4	147	250	20	809	1054	2.16	※2

※1 W:水, BB:高炉セメント B 種, LEX:膨張材, S:細骨材, G:粗骨材, SP 高性能 AE 減水剤

※2 膨張コンクリートは、岩着ブロック(その3、4)の底版部のみ適用

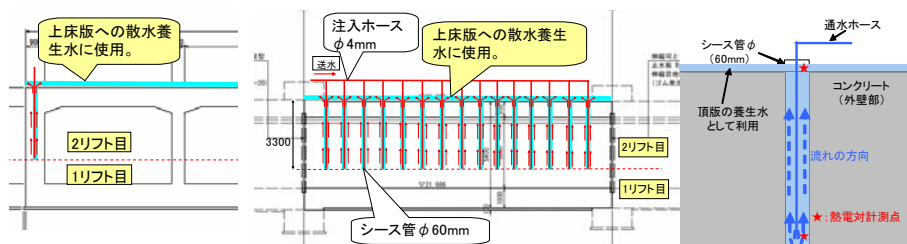


図2 壁部のパイプクーリングの概要

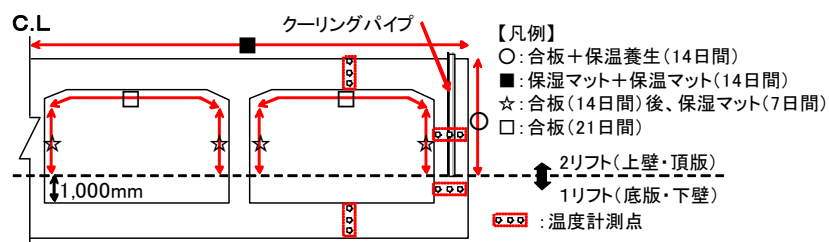


図3 壁部の保温・保湿養生の概要

検証する上で、解析上の熱の収支が実測結果と同等でなければ、応力およびひび割れ指数の精度が低下する。したがって、本検討における逆解析では、計測した温度の実測値と温度の解析値の差を補正する手法として、各養生方法の熱伝達率を『気象条件や養生水などの影響を考慮した熱伝達率』として見直し、実構造物における養生の組合せ効果を再現し、効果を確認した。

3. 逆解析結果

(1) 温度計測および逆解析による熱伝達率の評価

検討結果の一例として「その2ブロック」における壁部の実測結果と逆解析結果を図4に示す。また、逆解析によるコンクリートの最高温度分布を図5示す。

実測結果では、内部のクーリングによる温度上昇抑制および外面の保温養生により、壁中心部と表面部の温度差が小さくなっており、対策の組合せによりコンクリート温度が制御されていることが確認できる。なお、熱伝達率の見直しによる逆解析結果では、合板と保温シートの組合せによる熱伝達係数の逆解析平均値は $5.0\text{W/m}^2\text{°C}$ となり、一般的な合板型枠の熱伝達率 ($8.0\text{W/m}^2\text{°C}^{-1}$) と比較して小さな値となっており、保温効果が認められる。また、内空側の合板型枠の熱伝達係数を逆解析した平均値は $5.3\text{W/m}^2\text{°C}$ となり、一般に用いられる値よりも小さくなる傾向が認められた。これは、2リフト施工後の内空側は、雰囲気温度が外気温よりも高くなり、合板型枠の保温効果が一般値よりも向上したものと考えられる。なお、クーリング条件は、上下の実測水温の平均温度を用いることで実測コンクリート温度にほぼ一致した。

(2) 応力解析結果

逆解析により温度分布を再現した際の2ブロックにおけるひび割れ指数分布を図6に示す。なお、図中のひび割れ指数は、各部材（1リフト底版および外壁、2リフト外壁および頂版）の最小ひび割れ指数である。

外壁2リフトの最小ひび割れ指数は、1.34 となり、温度ひび割れ発生確率を18%に抑えることができた。また、いずれのブロックにおいても予想ひび割れ幅を鋼材の腐食に対するコンクリートのひび割れ幅の制限値²⁾以下に抑えられ、鉛直パイプクーリングと保温養生の組合せによるひび割れ制御対策の効果が確認できた。

4. まとめ

- ・ 逆解析による保温養生シートの熱伝達率の評価は、気象条件や養生水の影響を考慮した熱伝達率として変動するものの、いずれのブロックにおいても保温効果を確認できた。
- ・ 計測結果に基づく逆解析により、鉛直パイプクーリングと外壁部表面の保温養生の組合せによるひび割れ制御対策の効果を確認した。

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 2008, 2008. 11
- 2) 土木学会：2007 年制定 コンクリート標準示方書[設計編], 2007. 3

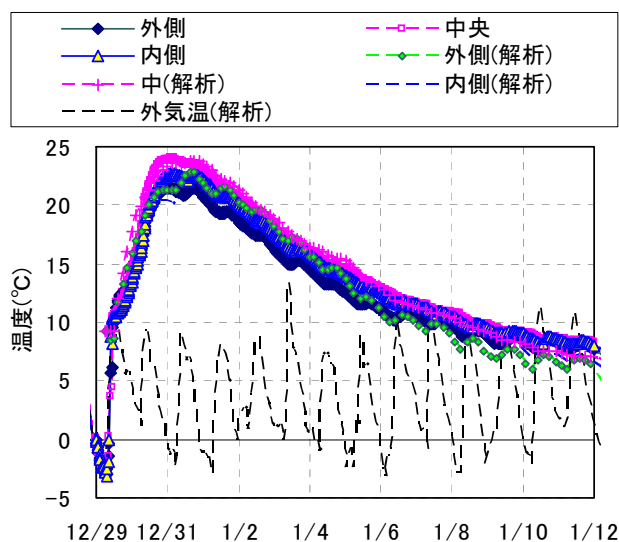


図4 2リフト外壁温度履歴(その2ブロック)

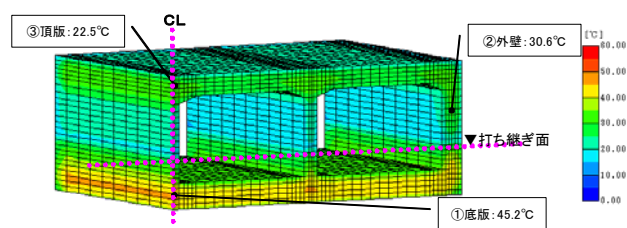


図5 逆解析による最高温度分布(その2ブロック)

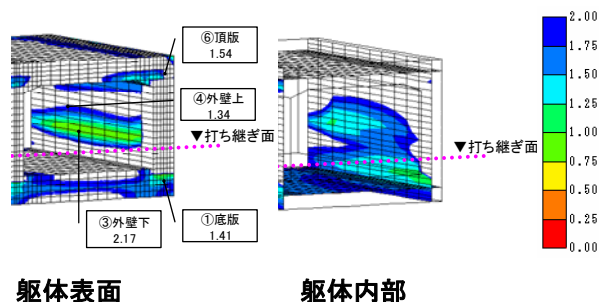


図6 逆解析によるひび割れ指数分布(その2ブロック)