

橋梁下部工におけるパイプクーリング工法の諸検討

内閣府 沖縄総合事務局 南部国道事務所 那覇空港自動車道出張所 松川剛
 鹿島建設株式会社 九州支店 北九州市砂津長浜線道路改良工事事務所 正会員 ○鈴木康治
 鹿島建設株式会社 技術研究所 土木材料グループ 正会員 温品達也 渡邊賢三 柳井修司
 鹿島建設株式会社 土木管理本部 土木工務部 臨海グループ 正会員 杜若善彦

1. 背景および目的

コンクリートの温度ひび割れ抑制技術のうち、コンクリート打込み後に躯体を冷却するポストクーリング技術として、躯体内に設置した管に冷媒を通すパイプクーリング工法がある。パイプクーリングにおいては、水を媒体としたウォーターパイプクーリング(WPC)に対し、比較的簡易な設備で実施可能なエアパイプクーリング(APC)工法があり、各種構造物に対して温度ひび割れを合理的に抑制した事例などが報告されている¹⁾。本稿では、橋梁下部工工事において実施した APC および WPC について報告する。

2. 工事概要

表-1 糸満高架橋下部工工事概要

表-1に本工事の概要を示す。

3. クーリング概要

図-1 に示すケーソン中壁をクーリングの対象部位

工事名	平成 22 年度 糸満高架橋下部工工事	工事状況写真
工期	2011(H.23).3.26～2012(H.24).11.30	
工事場所	沖縄県糸満市西崎	
工事内容	ニューマチックケーソン工 1 基 RC 橋脚工 1 基	
クーリング対象	ニューマチックケーソン中壁	

とし、APC を第 5 リフト、WPC を第 4 リフトに適用した。図-2、写真-2 に示すように、APC ではコンプレッサから分配装置を介して、各クーリング管(φ80mm ワインディングシース)に空気を送り、下端から送風することによって水和発熱中のコンクリートを冷却した。WPC では、クーリング管下端から送水し、上部に設置した排水管からケーソン中空部へオーバーフローさせた。各工法の冷却効率を考慮し、図-3 のように APC 工法は 500mm 間隔(全 11 本)、WPC 工法は 1000mm(全 7 本)間隔でクーリング管を設置した。本工事では、温度ひび割れ抑制効果を確認するために、実構造物の温度計測に基づいて温度応力解析を行い、クーリングを実施した場合の躯体温度(実測値)とクーリングを実施しない場合の躯体温度(逆解析値)を比較した。

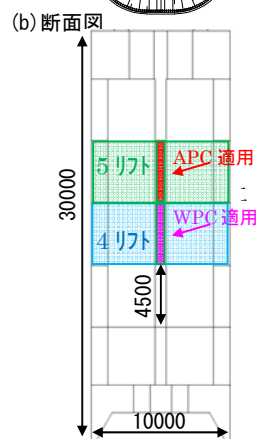
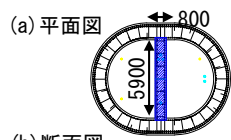


図-1 ケーソン構造図

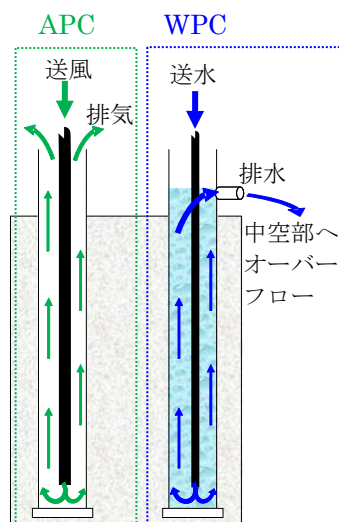


図-2 クーリング概念図



写真-2 PC 実施状況

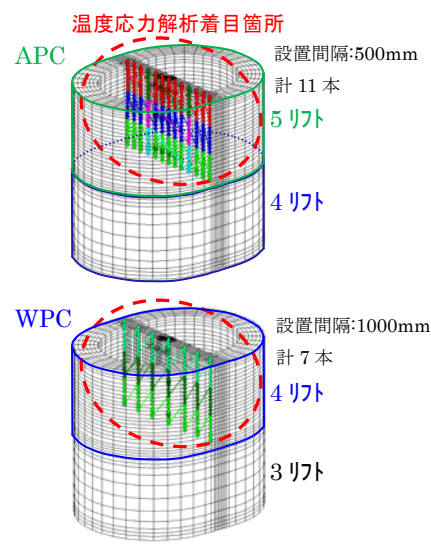


図-3 クーリング管の位置

キーワード ひび割れ制御, パイプクーリング, 温度ひび割れ, 橋梁, 下部工

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL 042-489-8030

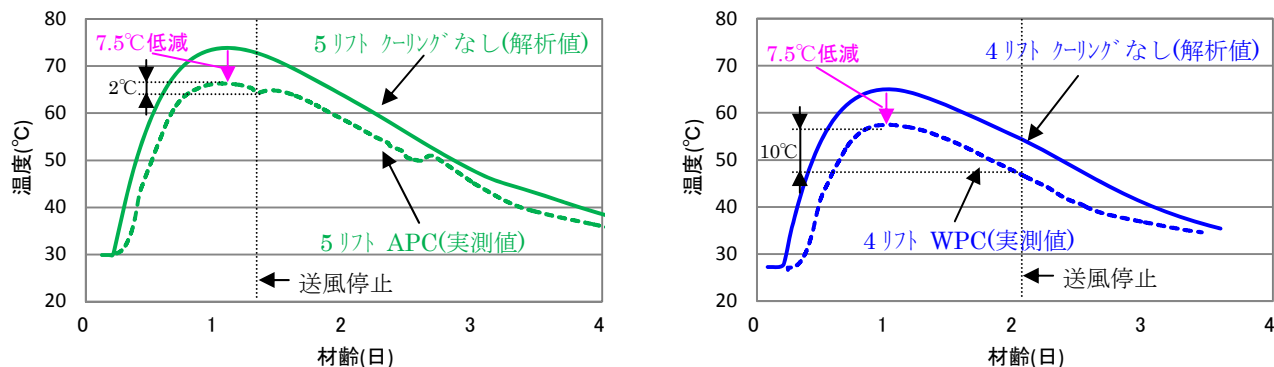


図-4 中壁躯体の実測温度と解析値
(計測位置：リフト中心高さ，中心クーリングシースから150mm位置)

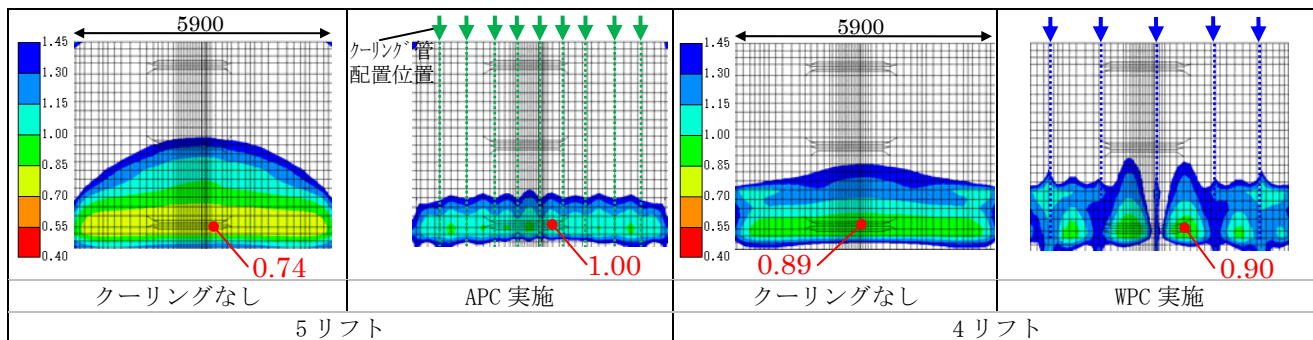


図-5 各リフトのクーリング有無における最小ひび割れ指数分布(中壁中心断面図，数値は最小ひび割れ指数)

4. 結果

APC および WPC を実施した場合の躯体温度実測値と，クーリングを実施しなかった場合の躯体温度解析値を図-4 に示す。図より，APC および WPC とともに，コンクリートのピーク温度を 7.5℃低減することができた。なお，APC のクーリングは，躯体温度実測値に着目し，ピーク温度から 2℃低下するまでとして，打設開始から 27 時間（1.1 日）で送風を停止した。WPC は同様に 10℃低下するまでとして，打設開始から 50 時間（2.1 日）で送水を停止した。APC は管設置間隔が小さくピーク温度のリバウンドの程度が小さいため，送風期間が短くなった。

解析で得られた，各リフトのクーリング有無における最小ひび割れ指数分布を図-5 に示す。APC，WPC の最小ひび割れ指数は，全断面においてひび割れ指数が向上した。着目要素(最小ひび割れ指数位置)において，最小ひび割れ指数は，APC では 0.26(0.74→1.00)，WPC では 0.01(0.89→0.90)向上した。いずれの工法も，躯体の温度上昇の抑制が実現できており，ひび割れ指数の改善効果が確認された。実際の躯体にも温度ひび割れは認められなかった。

さらに，APC と WPC の効果を比較するため，5 リフトの解析条件を用いて，APC と同等のひび割れ抑制効果を発揮する WPC 管の設置間隔を算定するために，管設置間隔をパラメータとして解析を行った(500, 750, 1000mm)。その結果を図-6 に示す。管設置間隔 500mm で APC を行った場合と同等の最小ひび割れ指数を得るには，管設置間隔 750mm で WPC を行えばよいことが確認された。また，管設置間隔 500mm の APC と 750mm の WPC の費用を試算したところほぼ同等となった。

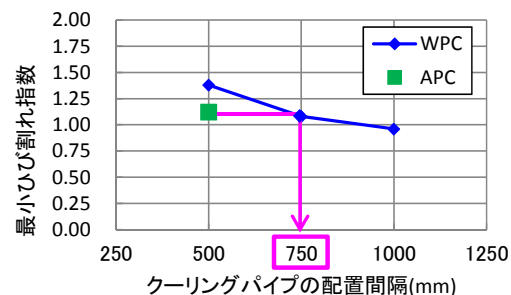


図-6 管設置間隔と最小ひび割れ指数

5. まとめ

橋梁下部工構造物において，APC および WPC は温度ひび割れ抑制の観点から効果的な工法であることを定量的に示した。また，APC および WPC の費用対効果は同等程度であり，APC 管設置間隔 500mm に対し WPC 管設置間隔を 750mm にすると，同等の温度ひび割れ抑制効果が得られることを確認した。

参考文献

- 1) 市川英俊ほか；エアパイプクーリングによる PC 上部工の温度ひび割れ抑制技術，土木学会年講 2013
- 2) 石川史郎ほか；マスコンクリートのエアパイプクーリング，配管技術，Vol.52, No.3, 2010