

ミスト粒径の違いによるクーリング効果の一考察

(株)熊谷組 正会員 ○水谷 真琴 神崎 恵三
山口 哲司 神田 裕史 赤石 圭治

1. はじめに

コンクリートの温度ひび割れ抑制対策として、筆者らは送風と並行して少量の注水を行う注水併用エアクーリング(図-1)による温度抑制効果や事前解析の適用性について確認し、函渠構造物の側壁や橋脚部等での実施、その適用性について確認してきた¹⁾。

これまでクーリング管内への注水にはミストノズル(粒径約 100 μm)を用いてきたが、より粒径の小さい特殊ノズル(粒径約 25 μm)を用い、両者の温度抑制効果について確認と定量的把握を試みたので、結果を報告する。

2. 適用構造物概要

今回の評価に適用した構造物は、図-2 に示す延長 15.0m、壁厚 700mm のカルバート側壁部(3 リフト)である。コンクリートの配合を表-1 に示す。左右の側壁に従来工法(粒径 100 μm のノズル、以下従来型)および改良工法(粒径 25 μm の特殊ノズル、以下改良型)をそれぞれ設置し、注水併用エアクーリングによるクーリングを実施した(表-2)。

3. 注水併用エアクーリング実施概要

カルバート側壁への注水併用エアクーリングの実施状況を示す。図-2 に示すように底版から 500mm 高さに φ80mm のワインディングシース管を側壁全長に渡って設置し、送風口に従来型(写真-1)、改良型(写真-2)のミストノズル付き注水装置および送風機をそれぞれ接続する。

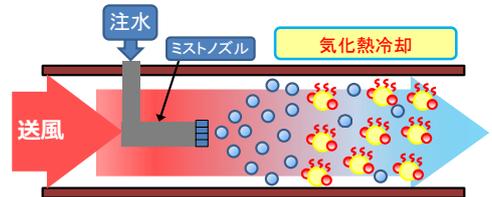


図-1 注水併用エアクーリング模式図

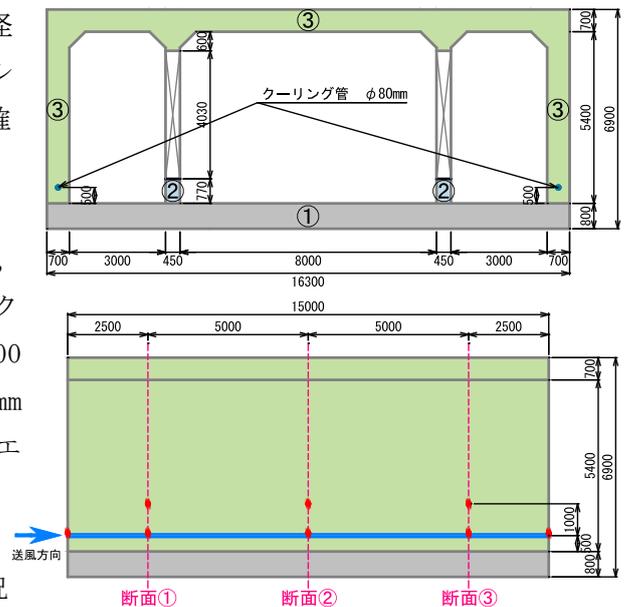


図-2 構造物平面図および断面図

表-1 使用コンクリート配合

配合区分	セメント量 (kg/m ³)	水 (kg/m ³)	水セメント比 (%)
27-12-20N	312	170	54.5%

表-2 注水併用エアクーリング実施条件

	従来型	改良型
注水量	約150ml/min	約50ml/min
ミスト径	100 μm	25 μm
注水機器	—	ミスト用ユニットポンプ
風速	20m/sec	



写真-1 クーリング機材配置(従来型)



写真-2 クーリング機材配置(改良型)

キーワード 注水併用エアクーリング工法, 温度ひび割れ, 3次元温度応力解析

連絡先 〒162-8557 東京都新宿区津久戸町 2-1 (株)熊谷組 土木事業本部 TEL 03-3235-8622

管内の風速はいずれも 20m/sec, 注水量は従来型で 150ml/min, 改良型で 50ml/min とし(表-2), 実施期間を 3 日間とした。

また, 両側壁とも図-2 に示す 3 断面に対し, 管近傍と無対策部 (事前解析にてクーリングの効果範囲外と判断した, 管より 1.0m 上方), および流入・流出温度, 外気温を両側壁にてそれぞれ計測した。

4. 計測結果

図-3 に断面 2 における両工法の計測結果を, 表-3 および図-4 に各工法における管近傍および無対策部の発生最高温度とその温度差を示す. クーリング近傍部と無対策部の発生最高温度を比較すると, 従来型では 14.4~16.4℃, 改良型では 17.9~18.6℃の温度抑制効果が確認できたことから(表-3), 改良型においてより高い温度抑制効果が発揮されていると考えられる. また, 従来型では流入側 2.5m 位置および 12.5m 位置間で 2.0℃の温度抑制幅の減少がみられるが, 改良型では 0.7℃と減少量が小さいことが確認できた(図-4). これより, 改良型は従来型と比較し, 構造物ならびにクーリング延長による温度抑制能力の低下が発生しにくいと考えられる。

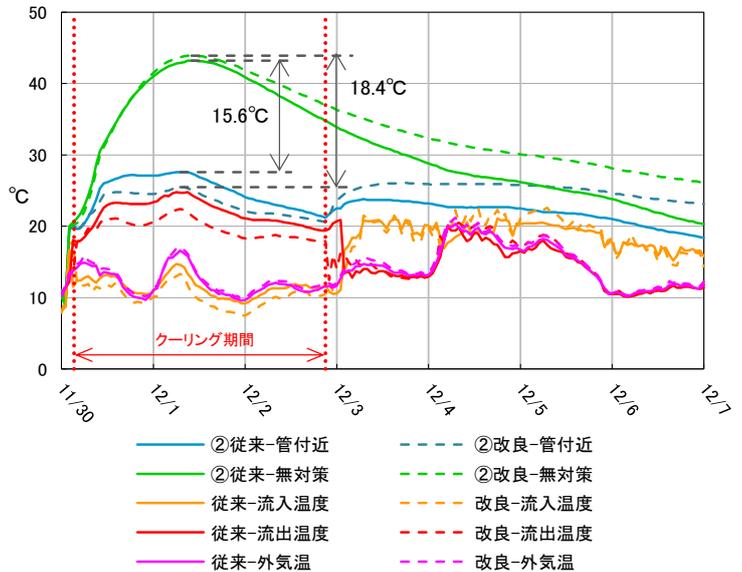


図-3 断面 2 における温度履歴

表-3 各測定値一覧

	計測断面番号	管近傍最高温度(℃)	無対策部最高温度(℃)	温度差(℃)	シーす管熱伝達率(W/m ² ℃)
従来型	1	24.0	40.4	16.4	58
	2	27.6	43.2	15.6	35
	3	28.0	42.4	14.4	32
改良型	1	22.6	41.2	18.6	70
	2	25.5	43.9	18.4	50
	3	24.2	42.1	17.9	55

5. 逆解析による評価

計測結果を用いた 3 次元 FEM による温度解析にてシーす管内の熱伝達率を推定したところ, 改良型の値が従来型より約 20~30% 高い値となった(表-3). このことから, 解析値においても改良型は従来型より高い吸熱性能を発揮していると考えられる。

6. まとめ

従来型および従来よりも粒径が約 1/4 となるミストノズルを使用した改良型にて注水併用エアクーリング工法を実施したところ, 改良型において従来型より少ない注水量でより高い温度抑制効果が確認でき, また注水量の低減により流出口からの排水量も減ったため, 排水処理の点においても改良型が有効であると思われる. また, 改良型はクーリング(構造物)の延長による温度抑制能力の低下が小さいと考えられ, 大延長の構造物に注水併用エアクーリング工法を適用する際において効果が期待できる。

また, 温度解析結果からも改良型による温度抑制効果が従来型と比較して高いことが伺え, 改良型の性能が確認された。

今後時期やクーリング管延長による差をさらに詳細に検証することで, より確実性の高い定量化を図りたいと考える。

参考文献

1) 神崎恵三, 中出剛, 濱慶子, 水谷真琴: 注水併用エアクーリングの注水形態に関する一考察, 土木学会第 71 回年次学術講演会概要集 VI-187, 2016. 9

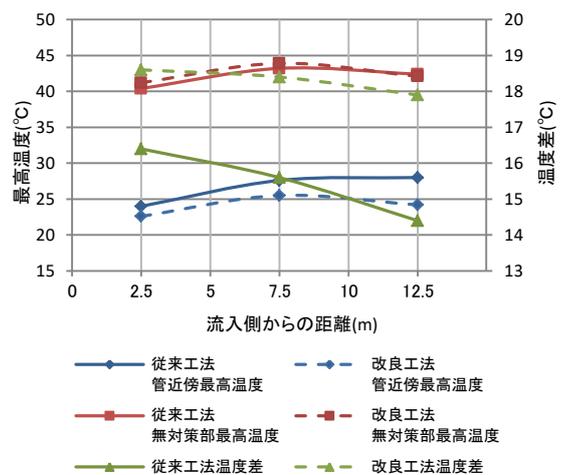


図-4 各測定箇所の最高温度と温度差