一関遊水地における巨大水門築造工事でのパイプクーリングの適用について

（株）奥村組　○正会員 小林 俊彦　　正会員 外木場 康将
（株）奥村組　　正会員 中村 方紀　　本郷 博之
国土交通省 東北地方整備局 岩手河川国道事務所　小原 昭彦

１．はじめに

近年，コンクリート構造物の大型化や大量急速施工の増加に伴い，セメントの水和熱による温度ひび割れが発生する事例が多くみられる．温度ひび割れが問題となるコンクリートはマスコンクリートとして扱い，その対策を十分に検討しなければならない[1)]．

一関遊水地長島水門新設工事は施工規模が大きくマスコンクリートに該当するため，温度ひび割れ対策のひとつとして，パイプクーリングを実施した．パイプクーリングは，外部拘束の影響が最も強い底版コンクリート直上の打設リフトに実施し，施工中にコンクリート内部の温度変化を測定した．

本書は，河川内での大規模構造物築造にあたって，品質および環境に配慮したパイプクーリングの実施について報告するものである．

２．構造物の概要

本工事は，岩手県南部に位置する一関遊水地のうち，第 2 遊水地の長島水門を築造するものである．長島水門は，幅 14m，高さ 14.6m の横転式ローラーゲートを 2 門有する構造である．堰柱の最大壁厚は 6.0m，最大高さは 18.5m であり，翼壁を含めると幅 82.4m，長さ 104m である（**図-1**）．なお，打設するコンクリート量は約 29,000m^3 である．

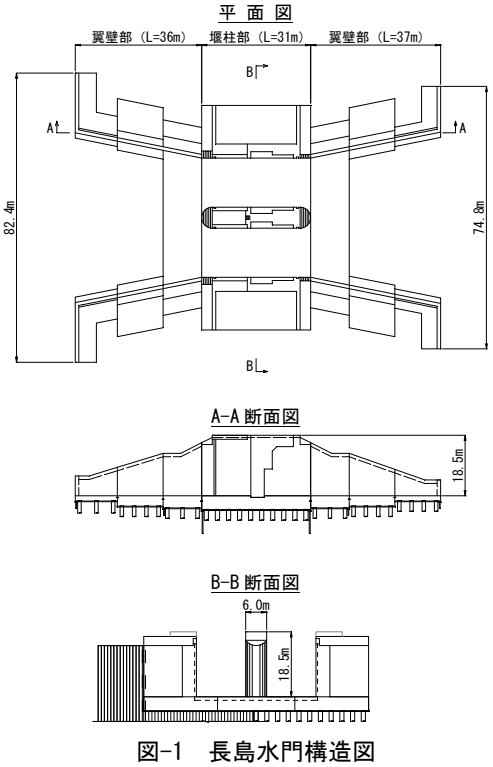


図-1　長島水門構造図

３．施工条件

長島水門は河川内の構造物であるため，施工前に河川を切り回し，外周を盛土で締め切った状態で施工した．さらに，地下水位が施工基面に近いため，地下水低下工法（ディープウェル）を採用した．パイプクーリングの冷却水にはこのディープウェルの排水を利用することで環境負荷とコストの低減を図った．

しかし，本工事の地下水は周辺河川の 8 倍程度の鉄分を含んでおり，コンクリートに付着すると錆が発生し，品質を阻害する恐れがあった．

このことから，一般的な冷却水をオーバーフローさせる鉛直型のパイプクーリングではなく，U 型に加工した SGP 管（内径 50mm）を接続し，冷却水をコンクリートに直接触れさせずに排水が可能な形式とした．SGP 管の設置間隔は 1.0m とし，1 系統あたりに U 型 SGP 管 4 セット（配管延長約 18m）を接続して，1 打設につき 25 系統配置した（**写真-1**）．冷却水の通水量は，SGP 管 1 本あたり 20～30L/min である．地下水の揚水は，吐出量が 1m^3/min 程度の 4 吋の高揚程ポンプを用いており，配管を分岐して地下水を分配することで，打設エリア全域に安定した水の供給を可能にした．なお，施工場所の地下水温は，年間を通して 15～18℃で安定しており，パイプクーリング実施中の地下水温も 15℃程度であった．

写真-1　パイプクーリング配置状況

また，本工事はコンクリート打設後，10 日間の養生期間をおいて型枠を取り外した．型枠取り外し後は，密閉型の給水養生と高性能収縮低減剤の塗布により初期の乾燥ひび割れの抑制を図った．

４．施工結果

コンクリート内部の温度は，**図-2** に示すようにリフト高の中心位置で測定した．平面的な測定位置を変化

キーワード：水門工事，コンクリートの品質向上，コンクリートの養生，コンクリートの内部温度測定
連絡先　　〒981-8525　宮城県仙台市青葉区堤通雨宮町 2-25　TEL 022-273-9918　FAX 022-273-9817

させることで，部材厚さの違いによる温度履歴の相違についても確認した．パイプクーリングを実施した場合（CASE1）とパイプクーリングを実施しない場合（CASE2）の温度測定結果は**表-1** に示す通りである．

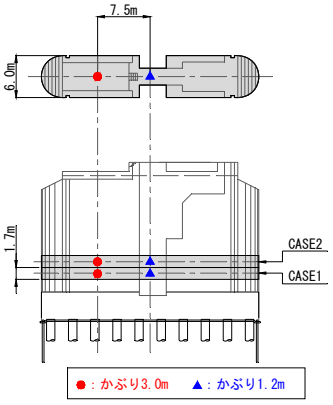


図-2 温度測定位置の一例

表-1 温度測定結果の一例

	パイプクーリング	かぶり（m）	CON 温度（℃）	
			打込み	最大
CASE1-1	あり	3.0	19	53.2
CASE1-2	あり	1.2	19	49.0
CASE1-3	あり	2.0	20	55.1
CASE1-4	あり	0.2	20	44.3
CASE2-1	なし	3.0	20	62.7
CASE2-2	なし	1.2	20	61.2
CASE2-3	なし	2.0	24	65.5
CASE2-4	なし	0.2	24	49.7

(1) パイプクーリングの効果

温度測定結果の比較の一例を**図-3** に示す．今回のケースでは，パイプクーリングを実施した場合，ピーク温度を 9.1℃下げることができた．なお，吸水口で測定した冷却水の水温が 15℃であったのに対し，排水口では 30℃まで上昇している．

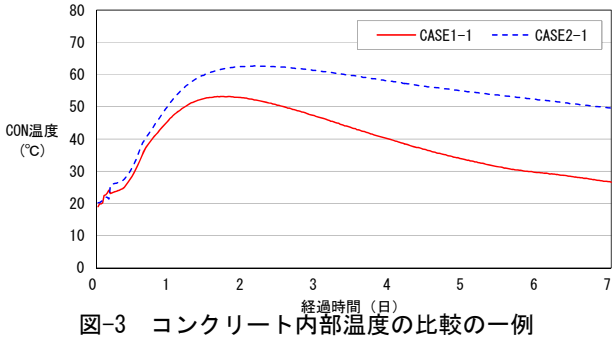


図-3 コンクリート内部温度の比較の一例

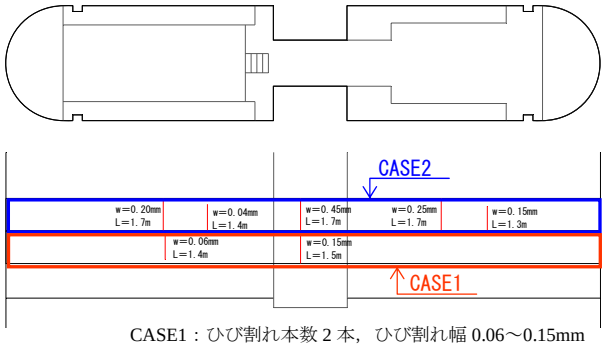
ひび割れ展開図の一例を**図-4** に示す．同図から，温度応力に起因すると判断できるひび割れの本数が半分以下になるとともに，ひび割れ幅も大幅に抑制できており，ひび割れ抑制効果が非常に高かったことがわかる．

(2) 事前解析との比較

CASE1-1 の温度測定結果と事前の有限要素法による温度応力解析結果を比較したものが**図-5** である．実測値と解析値に大きな差異はなく，本工事のパイプクーリングは初期計画に近い状態で施工できたといえる．

(3) 部材厚毎の内部温度の変化

温度測定位置のかぶりを変化させた場合のコンクリート内部の温度変化の履歴を**図-6** に示す．この結果より，かぶりが 1m を超える場合の内部温度のピーク値には大きな差異がないが，かぶりが 0.2m 程度の表面近傍ではピーク温度が 15℃程度低くなることがわかる．



CASE1：ひび割れ本数 2 本，ひび割れ幅 0.06～0.15mm
CASE2：ひび割れ本数 5 本，ひび割れ幅 0.04～0.45mm

図-4 ひび割れ展開図の一例

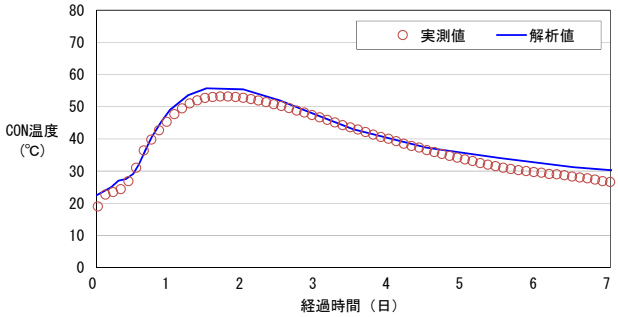


図-5 コンクリート温度の実測値と解析値の比較

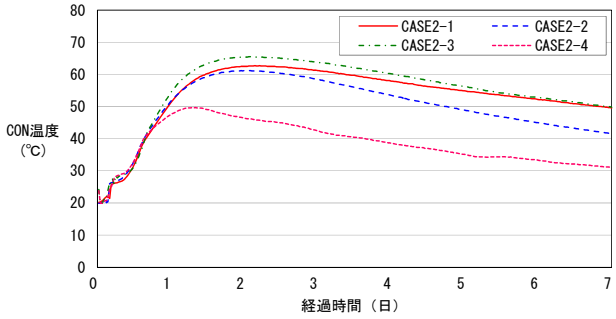


図-6 かぶり毎のコンクリート内部の温度変化

4. おわりに

本工事では，パイプクーリングが温度応力に起因するひび割れの抑制に極めて大きな効果があることを実施工により確認することができた．また，密閉型のパイプクーリングを実施することで，品質や環境に配慮し，コストを抑制することができた．なお，部材厚が 1m 以下の場所ではコンクリート内部のピーク温度を低く抑えられることから，施工時期や部材の形状に応じたパイプクーリング配置を検討し，効率的な施工計画の立案が必要である．

参考文献）

1)東北コンクリート耐久性向上委員会: 東北地方におけるコンクリート構造物設計・施工ガイドライン(案),pp133-135,2009.3