

塩殿遊水地 の越流堤施工 における工夫 について

渡邊 創太¹・川崎 大佑¹・赤塚 亘¹

¹信濃川河川事務所 工務課 (〒940-0098 新潟県長岡市信濃1丁目5番30号)

信濃川緊急治水対策プロジェクトの施策として実施している塩殿遊水地の越流堤施工においては、打設時期やコンクリート部材厚によるひび割れへの懸念が生じたことから、現場での施工方法の工夫について報告する。

キーワード：暑中コンクリート、遊水地、越流堤、緊急治水対策プロジェクト、ひび割れ

1. はじめに

令和元年10月6日に南鳥島近海で発生した台風19号は12日に大型で強い勢力を保ったまま東海・関東地方に上陸した。この台風によって東日本を中心に17地点で総雨量500ミリを超える記録的な大雨となり、極めて広い範囲で河川の氾濫や土砂崩れが発生した。信濃川中流部でも、大河津分水路で通水以来最高水位を記録し、約9時間にわたり計画高水位を超過。新潟県小千谷市岩沢地先等で浸水被害が発生している。

国土交通省では令和元年度の台風19号で大きな被害を受けた全国7水系において、再度災害防止のための「緊急治水対策プロジェクト」を進めている。信濃川河川事務所においても信濃川水系緊急治水対策プロジェクトとして、遊水地の整備や河道掘削、堤防強化などを行っている。このプロジェクトでは、①河川における対策（氾濫をできるだけ防ぐ・減らすための対策）、②流域における対策（被害の軽減、早期復旧・復興のための対策）、③まちづくり・ソフト対策（被害対象を減らすための対策）の3つを中心として構成されており、流域全体が一体となった治水対策を目指している¹⁾。

2. 工事の概要

(1) 塩殿遊水地

現在、新潟県小千谷市塩殿地先において、緊急治水対策プロジェクトの一つとして、塩殿遊水地の施工を進めている。信濃川46～47km地点に位置しており、遊水地面積180,000m²、容量555,000m³を予定している。上流の真人遊水地と合わせて水量を調節し、小千谷・長岡地区の河道掘削及び大河津分水路の低水路拡幅とあわせて、台風19号時と同等規模の洪水が発生しても下流域での浸

水被害を防ぐことを目的としている。図-1に塩殿遊水地の完成イメージを示す。



図-1 塩殿遊水地 完成イメージ

(2) 塩殿遊水地整備その6工事

塩殿遊水地は、圍繞堤、仕切堤、越流堤、排水樋門で構成されているが、本稿で紹介する塩殿遊水地整備その6工事（以下「その6工事」という）では越流堤の天端及び川裏部、合わせて延長146.52mを施工した。越流堤とは、洪水調節の目的で堤防の一部を低くした堤防の事を指す。

塩殿遊水地は信濃川の湾曲部の外側に位置しており、川側水位と遊水地側水位との差が大きくなり、大きな揚圧力が加わる。（図-2）そのため、今回の越流堤の被覆構造の検討にあたっては既設の遊水地の事例を参考にしつつ、遊水地越流堤としての機能を損なわないよう「コスト面」のほか「耐越水性」「耐摩耗性」「維持管理面」等を考慮して、4案（コンクリート張、アスファルト舗装、コンクリートブロック、かごマット）にて比較検討

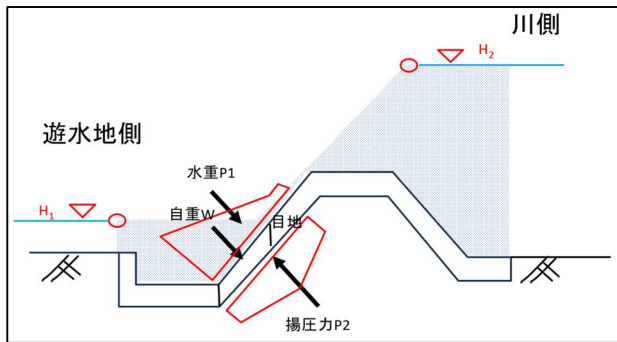


図-2 水位差による圧力のイメージ図

行った。

その結果、対摩耗性に優れ、コンクリートブロックやかごマットと比較して経済的に優位であり、また、維持管理面においても、大きな地盤変形がなく、空洞充填管理を行うことができることから無筋コンクリート張を採用した。越流堤のコンクリート被覆厚については、(図-3) のとおり、川表で400mm、川裏側では1000mmである。

3. その6工事での課題

その6工事より先行して川表側の越流堤を施工した塩殿遊水地整備その1工事（以下「その1工事」という）では、コンクリート表面に微細なクラック（ひび割れ）が発生した（写真-1）。クラックが発生すると、内部に水分等が侵入し凍結時に体積が膨張することによって

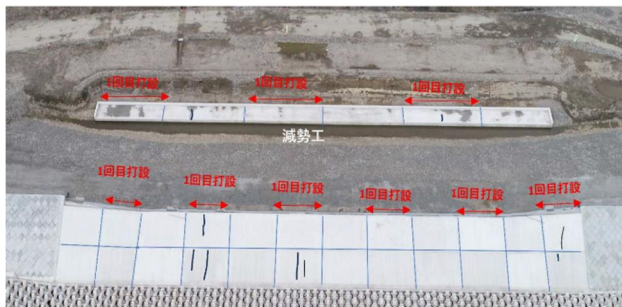


写真-1 その1工事クラック発生位置

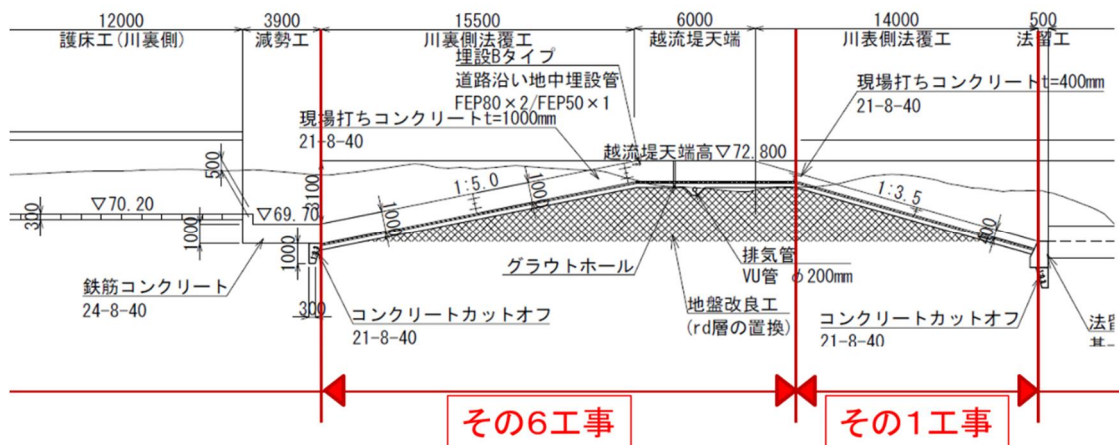


図-3 越流堤断面図

クラックのさらなる拡大や、構造物としての設計上の強度を満たせなくなるなどの問題が発生する。クラックが発生した原因としては、法面天端に型枠を設置することが困難であり、十分な締め固めを行うことができなかったこと、ポリオレフィン系補強繊維（以下「補強繊維」という）を配合したコンクリートを打設厚さ400mmの内、上部120mmにのみ使用したこと、打設を行う1区画の寸法が幅10m、法長6.45mと大きかったことなどが上げられた。これらを踏まえ、その6工事におけるコンクリート打設時の課題を以下の通り整理した。

(1) 暑中施工

その6工事の工期は令和6年3月19日から令和6年12月6日であり、コンクリートの打設を5月20日から開始予定としていた。しかし長岡市の6月から9月末は平均気温が25度を超える日が多く（表-1）、暑中施工になることが想定され、外気温が高い環境下で打設を行うと、硬化する前のコンクリートの表面からは多くの水分が蒸発する。コンクリートの表面が水分の蒸発により体積が減少するのに対し、内部では体積の変化が起きないため、表面だけが収縮を起こし網目状のひび割れ（収縮ひび割れ）が発生することが多い。

表-1 長岡市の5～10月の気温²⁾

要素	気温									
	平均 (℃)	日最高 (℃)	日最低 (℃)	各階級の日数(日平均)		各階級の日数(日最低)		各階級の日数(日最高)		
統計期間	1991～ 2020	1991～ 2020	1991～ 2020	<0.0℃	≥25.0℃	<0.0℃	≥25.0℃	≥25.0℃	≥30.0℃	≥35.0℃
資料年数	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
5月	16.9	22.3	12.1	0.0	0.0	0.0	0.0	8.7	0.9	0.0
6月	21.0	25.7	17.1	0.0	1.1	0.0	0.0	17.9	2.7	0.0
7月	24.8	29.1	21.4	0.0	14.6	0.0	1.1	26.8	12.7	1.4
8月	26.2	30.9	22.5	0.0	21.7	0.0	3.1	29.6	19.7	3.2
9月	22.0	26.7	18.3	0.0	5.5	0.0	0.2	19.3	6.2	1.0
10月	15.9	20.6	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.2	0.0

(2) 打設厚さ

その6工事では打設するコンクリートの厚さは1000mmとなっている（図-3）。他の構造と比較して部材厚が大きく、内部に熱がこもりやすい構造になっている。コンクリートの内部に熱が蓄積されることによって内部と表

面とで大きな温度差が発生し、内部と表面部の熱膨張量の差が大きくなると、内部では圧縮応力が、表面部では引張応力が発生する。引張応力がコンクリートの引張強度を上回るようになるとひび割れ（温度ひび割れ）が発生する。

(3) 打設面積

今回現場打ちで施工する範囲は、全体で2,717m²であり、一回の打設区間も幅10m、法長6.45m、厚さ1000mmと比較的大型のものとなっている。このような条件により、雨などの天候による外的要因を受けやすく、コールドジョイントの発生や水セメント比の変化などにより、耐久性等に影響を与える可能性がある。

4. 対策案及び検等

3. における問題に対して現場条件を踏まえて対策工法の検討を行い、「打設時の対策」と「コンクリートに混入する材料変更による対策」、「打設後の対策」を行うこととした。

(1) 打設時の対策

A) 打設方法

現場打ちにおいて、当初予定していた打設幅（幅10m）の半分の5mに分割して打設を行うこととした。2回に分けて打設を行うことで、1回の打設量が大幅に少なくなり、熱がコンクリート内部にこもりにくくなるため、温度差によるひび割れの発生を抑える効果が期待できる。また、鉄板を加工して法面部に型枠として設置することが可能となる。そのため、写真-2のとおり、型枠設置後にH鋼を置き、浮き上がり対策を行うことでバイブレーターを使用した締め固めを十分に行うことが可能となった。



写真- 2 コンクリート締め固めの様子

B) 打ち継ぎ方法

打設幅を半分にし、2回で打設することにしたため、打ち継ぎ箇所が大きく増加した。打ち継ぎ面には凸凹面成形を行う必要がある。しかし、従来の方法であると養

生期間中に型枠を外す必要があるため、強度等に悪影響を与える可能性がある。また、工期が延長する恐れがある。そのため今回の打設では新技術（NETIS）である鉛直打継ぎ処理シート（以下「処理シート」という）を使用した。これにより型枠に処理シートを貼り付け、脱型するのみで凹凸面が成型され、工期の短縮が見込める。また型枠を養生中に外す必要も無いため十分に養生を行うことができる。

C) 打設時間

温度ひび割れが発生するリスクの高い外気温が最も上昇する12時～14時を避けて施工を行うために、コンクリートの打設開始時間を7時として12時頃までには打設が完了するよう行った。

(2) コンクリートに混入する材料変更による対策

その1工事で使用した補強繊維によるひび割れ対策から、ポリプロピレン繊維（以下「短繊維」という）にてひび割れ対策を行うこととした。短繊維は使用実績が多くコンクリートへの混入性に優れており、9混入のバラツキの低減を図った。

(3)打設後の対策

A) 自動散水

良質な表面品質を持つコンクリートとするために、養生方法について工夫を行う必要があると考え、自動散水システムを導入することとした。システムが設定した時間ごとに散水を自動で行うため、散水のやり忘れの防止、休日に現場に行き散水する必要がなくなり、働き方改革にも効果があつた。

B) 養生水確保及び水温

散水には大型のプラスチックタンクに水を確保して使用していたが、自動散水の導入により水不足が目立つようになった。そのため、越流堤川裏側にある減勢工を巨大な貯水槽として活用することにより容量が大きくなり、不足の心配がないほどの養生水を蓄えることができる（写真-3）ほか、越流堤の表面積が広く、天気が良い

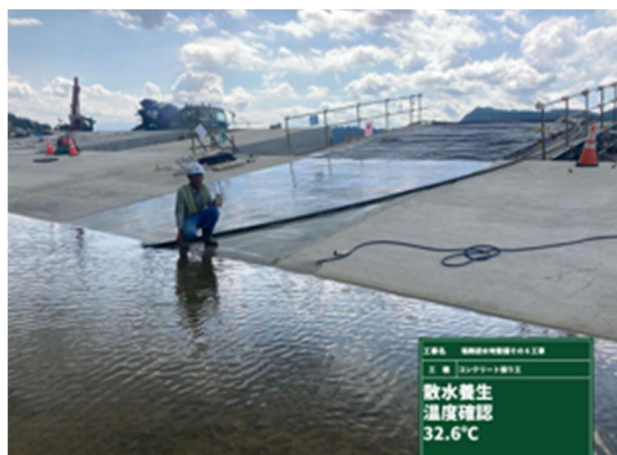


写真- 3 減勢工の水を使用し散水中の様子

ときは太陽光が常に当たることから、水温も水源地の23℃、タンク内で27℃程度であるのに対して、減勢工では33℃と6～10℃程度高温となっている。これにより、コンクリート内部に近い温度での散水を行うことができ、温度差によるひび割れを防ぐことができた。

C) 養生マット

養生中のコンクリート表面の保水力を確保するため、写真-4のように養生マットを2枚重ねにより使用することとした。これにより保水力が上がり、乾燥ひび割れの防止が図れた。また、養生マット表面に打設日及び養生終了日を記載したプレートを設置し、見える化を行うことで間違えて養生マットを剥がしてしまうことを防止した。



写真- 4 養生マット2枚重ね

D) 日よけ・雨養生

今回のコンクリート張工の期間は約4ヶ月と長期間となっており、暑中コンクリート時の日除けや、硬化までの雨養生を行うために、養生シートを簡単かつ確実に設置することは良好な品質を確保するうえで重要である。そのため、今回の施工ではコンクリート打設用の足場を移動式とし、養生シートの仮囲い部材として活用した。また、養生シートについても10×10mの1枚ものを使用し、片側に単管を設置することでバックホウを使用して吊り下げることができるよう工夫した。これらにより約20分で養生シートの設置ができるようになった。写真-5に養生シートを設置中の様子を示す。



写真- 5 養生シート設置中の様子

5. 施工結果と評価

最初の打設ロットの施工から約1年経過し、ひび割れの有無及びテストハンマーによる強度推定調査を行った。

結果として、現在までも有害なクラックは確認されていない。強度についても所要強度を確保しており、問題は確認されなかった。完成した構造物を写真-6に示す。今回行った対策は有効に働き、クラックを抑制したと推測される。



写真- 6 越流堤完成写真

6. おわりに

本稿では、現場に見合った効果的なクラック対策を選定、実施することにより、暑中コンクリートで打設量が多い場合においても、クラック等の発生を抑制されたと考えられる事例を紹介した。

暑中コンクリートを避けて打設することが一番であるが、近年の温暖化の影響によって暑中施工を行わなければならないケースが増加していくことも十分予想できる。そのような状況下においても、品質の良いコンクリート構造物を施工していくために、本工事で得た知見や実例等を参考に他工事へも広く展開していくことで土木業界全体の活性化につながることを期待している。

謝辞：越流堤の施工にあたりご協力いただきました、施工者ならびに設計者、関係各者のみなさまに、深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省北陸地方整備局 信濃川水系緊急流域治水プロジェクト
- 2) 国土交通省気象庁 過去の気象データ