

新日下川放水路における施工中通水について

高知河川国道事務所 工務課 秋田 祥太郎
高知河川国道事務所 工務課長 松坂 善仁
高知河川国道事務所 河川工務係長 今城 健太郎

高知県高岡郡日高村では平成26年8月の台風第12号による出水で床上浸水109戸、床下浸水50戸、国道33号の長時間に渡る通行止めやJR土讃線の運休による交通遮断など甚大な被害が発生した。これを受けて床上浸水対策特別緊急事業が採択され、新たな放水路の整備を行うこととなった。

本論文では令和5年6月時点の事業進捗状況の報告、大規模な洪水が発生した場合に施工期間中の放水路に通水を行う「施工中通水」に関する検討経緯等の報告を行う。

キーワード 再度災害防止、床上浸水対策、放水路、早期効果発現の工夫

1. 地域特性および事業概要

一級河川仁淀川水系の一次支川である日下川は、その源を高知県高岡郡佐川町下山の低山地に発して東流し、河口より約14.2km地点で仁淀川に合流する。幹川流路延長は11.7km、流域面積は38.0km²である。

日下川の河床勾配は1/3000程度と極めて緩く、水はけが悪いという特徴を持つ。また、日下川の流域は仁淀川本川から遠ざかるほどに標高が低くなるという低奥型の地形である。さらに洪水時には仁淀川本川の水位が支川水位より高いことも相まって、日下川流域に位置する高知県高岡郡日高村では古くから浸水被害に悩まされてきた。

昭和50年8月の台風第5号による洪水では日高村の平野部のほぼ全域が水没し、死者25名を伴う床上浸水659戸、床下浸水121戸の甚大な被害を被った。これを契機に国土交通省による日下川放水路が整備され、高知県による調整池の整備も行われたことで浸水被害軽減に一定の効果をあげてきた。

しかし、平成26年の台風第12号の時には、高知県が昭和36年に整備した派川日下川と前述の日下川放水路の2本が運用されていたものの、48時間雨量でみると昭和50年台風第5号の640mmを超過する690mmを記録し、既設放水路の排水能力を超える洪水が発生した。この洪水に

より日高村では床上浸水109戸、床下浸水50戸、浸水面積274haにも及ぶ甚大な被害が発生した。

これを受けて国土交通省では、床上浸水対策特別緊急事業として3本目の放水路となる新日下川放水路の整備が決定した。(図-1)

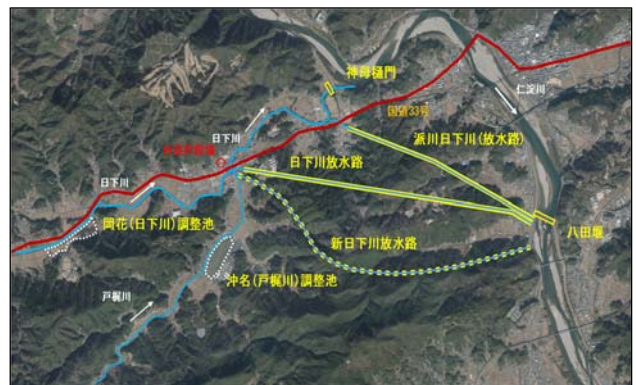


図-1 新日下川放水路位置図

2. 工事概要および進捗状況

新日下川放水路は、総延長5,368m(うちトンネル延長5,130m)、内径7m、勾配約1/1,100、放流量約120m³/sの放水路トンネルである。(図-2)

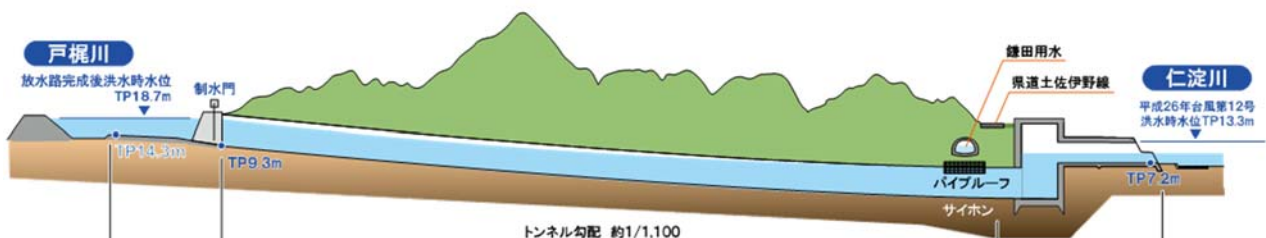


図-2 新日下川放水路模式図

新日下川放水路の工事は、平成30年3月11日に起工式が行われたのち、大きく分けて呑口部、トンネル部、吐口部の3箇所で行われた。

(1) 呑口部 (図-3)

呑口部では、①日下川から流入する河川水を制御するための分水堰、②分水堰から放水路まで水を導く導水路、③トンネル内への塵芥流入を防止するスクリーンと除塵機、④仁淀川からの逆流を防ぐための制水門、⑤スクリーンから制水門に断面変化させるオープントランジション、⑥制水門からトンネルへ断面変化させるクローズドトランジションの施工が行われた。

今後施工する予定となっているのは、⑦上段部の舗装、⑧日下川放水路右岸部の掘削、⑨旧橋撤去が主な内容である。



図-3 導水路施工状況 (R5.6.5撮影)

(2) トンネル部 (図-4)

トンネル部については、まず呑口側と吐口側の2か所から作業坑を掘削し、本坑施工位置に到達した後、4切羽(呑口側と吐口側でそれぞれ上下流に2方向)で掘削を行った。工法としては、吹付コンクリート、ロックボルト、鋼アーチ支保工を組み合わせるNATM工法を用いた。

掘削は令和4年1月に完了し、その後、覆工とインバートの施工を行い令和5年5月下旬にトンネル部が完成した。

本トンネルは吐口付近で鎌田用水路という農業用水路トンネルと直角に交差する。新日下川放水路トンネルが鎌田用水路トンネルの下部を通過する設計としたため、吐口が仁淀川の平水位より低くなる構造となった。そこで吐口に接続ますを施工し、トンネル内の水位をあげて排水するサイフォン構造を採用した。また、農業用水路トンネルとの離隔は3.2mと小さいため、掘削の影響によって用水路に変状を与えてしまう懸念があった。そこで用水路付近では、放水路トンネル断面の外周に沿って一定間隔でパイプを打ち込み、パイプルーフを施工することで変状対策とした。

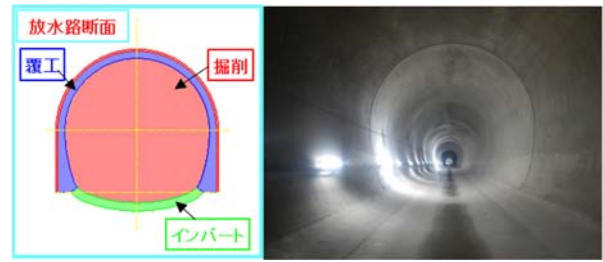


図-4 放水路トンネル断面図および完成写真

(3) 吐口部 (図-5)

吐口部では①放水路トンネル部から吐口水路の高さと向きを調整するための接続ます、②接続ますから仁淀川へ向けた導水路、③接続ますと吐口部を防護するための護岸、④仁淀川本川から施工中のトンネル内への逆流を防ぐ角落しの施工を行った。

令和5年5月末時点で護岸の一部を除く施工は完了している。放水路トンネルの施工も完了したため、角落しは撤去を行った。



図-5 吐口部施工状況 (R5.2.14撮影)

3. 施工中通水の検討

昭和57年2月に完成した既設の日下川放水路では、昭和56年8月29日に集中豪雨による出水により家屋浸水の恐れがあったことから、施工中の放水路トンネルに通水を行った実績がある。

新日下川放水路でも同様に事業効果の早期発現を目的として、大きな出水があった場合には施工中の放水路に通水を行う施工中通水の検討を行うこととした。

検討の際には国、設計業務の受注者、各工事の受注者で7回に及ぶ意見交換会を実施しながら課題の整理とその対応を話し合った。

(1) 通水にあたっての課題

通水にあたっての主な課題は、トンネル内の洗堀と吐口側作業坑への逆流、退避不能な資機材の補償であった。放水路トンネル内の想定流速は約3m/sであり、侵食の

目安となる流速2m/sを超えている。よって覆工とインバートが完成していない区間では洗堀によりトンネルが崩壊する恐れがあった。

また、施工中の吐口側作業坑は坑口が通水開始時の日下川の水位より低いいため、トンネル内の水が作業坑に逆流して坑口から溢れてしまう恐れがあった。

さらに、施工中通水を行うためには前もって角落しを撤去する必要があるが、角落しを撤去してしまうと施工中通水の実施にかかわらず、仁淀川からトンネル内に水が流入し、トンネル内の損傷や資機材が水没する恐れがあった。

退避不能な資機材の例としてはセントルがある。セントルはトンネルの覆工を施工するための機材であり、トンネル断面に合わせて組み立てられているため、トンネル内から搬出するためには解体を行う必要があるものの、セントルの解体には5日～7日程度かかるため、施工中通水の判断を行ってからでは搬出が間に合わず、通水後に補償を行う必要があった。

そして工事の途中であるため、通水する部分の引き渡しが完了しておらず、そのまま通水を行って被害が出て受注者側の負担となってしまうという懸念があった。

(2) 各課題への対応

まずトンネル内の洗堀と吐口側からの逆流対策としては、吐口に設置している角落しを改造することで対応した。角落しの上部3段をH鋼と木材に置き換え、ロープで固定した。これにより通水時にはロープを切断することでH鋼ごと木材が外れて倒れるが、通水前に仁淀川の水位が上がった場合には、角落しが放水路トンネルにおさえつけられる方向に水圧がかかるため、水密性を確保して流入を防げる仕組みである。また角落しを全撤去するのではなく一部撤去としたことにより、トンネル内の流速が2m/s程度に抑えられ、洗堀を防止できることになった。(図-6,7)

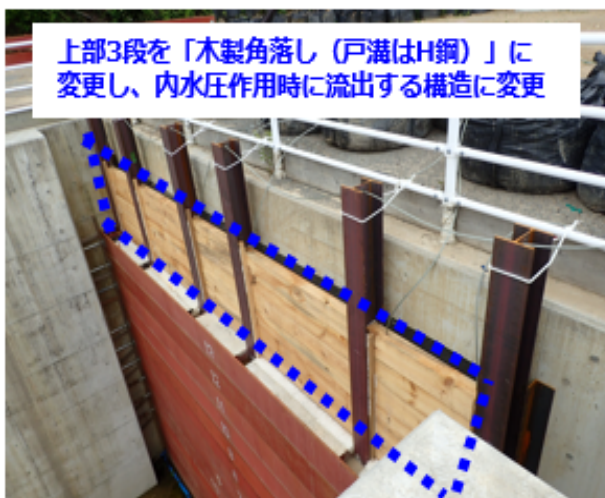


図-6 吐口角落し改造部分

【外水圧（仁淀川水位）作用時】

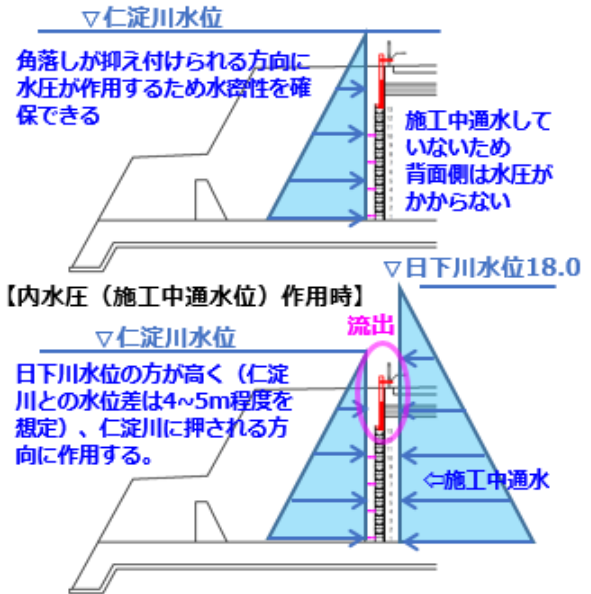


図-7 吐口角落しの仕組み

吐口側作業坑における溢水防止対策としては、発破時の騒音振動対策で設置している防音壁を閉め、その前に抑え土のうを設置することとした。(図-8)



図-8 吐口側作業坑の溢水防止対策

補償等の整理については、整備局および事務所と受注者の間で「日下川新規放水路の施工中通水に関する合意書」を締結することで対応した。合意書では、工事請負契約書第26条または27条の臨機の措置について発注者と受注者の対応を定めた。発注者は、河川法第22条に基づき、洪水による被害の軽減を目的とし、受注者に施工中通水を指示できることとした。また、受注者が請負代金額の範囲内で負担することが適当でない認められる部分について発注者が負担することを明記した。

(3) 施工中通水の実施手順

以上を踏まえ、施工中通水の実施手順を制定した。

(図-9) まず、トンネル内の資機材および作業員の退避を行う。次に吐口側作業坑の開口部を閉塞し、先述した溢水防止対策を行う。そして仁淀川の水位を確認したうえで吐口部に設置した角落しのロープを切断する。最後に呑口側の制水門を開けてトンネル内に通水を行う。



図-9 施工中通水実施手順

通水の判断基準は実績洪水を参考に設定した。昭和30年以降の実績洪水から、48時間雨量が600mmを超える降雨の時に甚大な浸水被害が発生しているという傾向が明らかになった。また、24時間雨量が400mmを超えると呑口側の日下川の仮締切を超えて水が導水路に入ってくる事が分かっていた。

したがって、施工中通水の判断基準を48時間予測雨量が600mmを超える場合とし、通水準備として退避を行う基準を24時間雨量予測が400mmを超える場合とした。通水から逆算して退避計画および各操作のタイムラインを作成した。(図-10) このタイムラインに沿って各工事の受注者、発注者および関係自治体とともに施工中通水の事前準備から通水の終了までを想定した訓練を行い、情報伝達や各施設の操作確認を行った。

※1 日下川流域の予測雨量400mm：呑口側仮締切高（既設堤防高）を超過する目安の累加雨量
 ※2 日下川流域の予測雨量600mm：甚大な被害が発生する目安の累加雨量

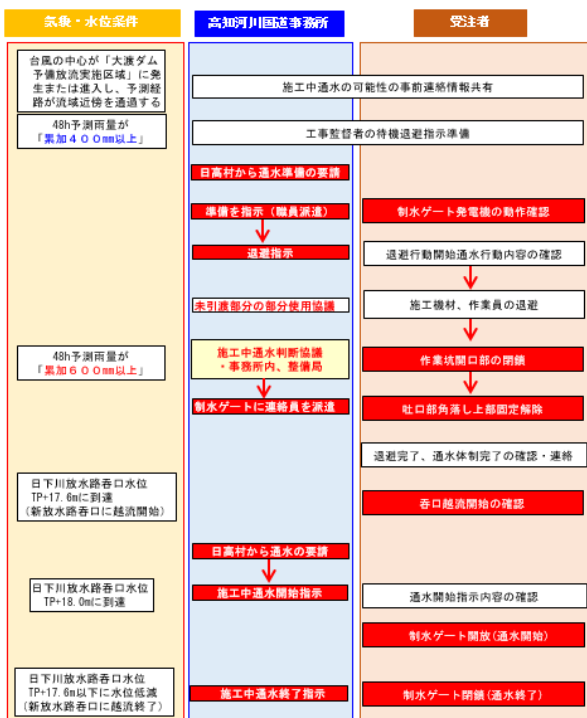


図-10 施工中通水のタイムライン

(4) 台風14号における施工中通水の対応

令和4年9月17日から9月19日にかけて台風第14号の接近に伴い、施工中通水の対応を行った。

17日6時の時点で48時間予測雨量が累加400mmを超えたため、高知河川国道事務所は現場代理人等の待機と資機材および作業員の退避指示にかかる準備を行い、日下川流域の雨量と事務所からの連絡に注意するよう呼びかけた。その後3時間ごとに48時間予測雨量と日下川の水位を確認して関係者に連絡を行った。17日の21時時点で48時間後の予測雨量は600mmを超えていたが、実績および24時間予測雨量が400mmを下回っていたため、退避は行わず雨量と水位の確認にとどまった。

18日は9時の時点で24時間予測雨量が400mmを超えたが、48時間予測雨量が600mmを下回ったため、12時時点の予測で判断することとなった。12時時点の予測では48時間予測雨量が600mmを下回っていたものの、24時間予測雨量が522mmと基準の400mmを大きく上回ったため、資機材と作業員の退避を指示した。指示は13時に発出し、21時に主任監督員が現場で退避完了を確認した。その後は24時間、48時間ともに予測雨量が大幅に減少し、19日の0時時点では24時間、48時間ともに予測雨量が200mmを下回る事となった。

19日になった時点ですでに予測雨量が通水基準を大幅に下回っていたが、まだ台風が接近中であったため、12時30分まで予測雨量と水位を確認したのち、施工中通水準備の体制を解除した。

受注者の退避にかかった費用は受発注者間で協議を行い、設計変更の対象とした。

4. まとめ

幸い施工中通水には至らなかったが、施工中に通水する際の課題を整理し、タイムラインや協定の準備および訓練による確認を行ったことでスムーズな対応を行うことができた。

新日下川放水路は令和5年5月に通水にかかわる部分の施工が完了したため、事業の完成を待たず同年6月1日からの運用開始を予定していたが、5月30日の深夜に日下川の水位が上昇したため、予定を前倒しして運用（通水）を開始した。

工事の施工中に大規模な洪水が予想された時でも、予め検討や訓練を済ませておくことで事業効果の早期発現が期待できる。本稿が施工中の工事現場における事前検討の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 高知河川国道事務所：仁淀川水系 日下川 床上浸水対策特別緊急事業技術レポート
- 2) (財)国土開発技術研究センター：護岸の力学設計法