

分類	①安全管理 ②施工管理 ④施工環境改善
----	---------------------

課題名	河川増水の恐れのある環境下での工程確保の取り組み	
工事名	利賀ダム転流工事	
施工業者名	前田建設工業株式会社 北陸支店	
工事場所	富山県南砺市利賀村地先	
工期	令和4年1月26日～令和6年7月31日	

工事概要	道路土工	1式	坑門工	1式
	残土処理工	15,600m ³	坑門本体工(呑口部)	1式
	トンネル工(掘削・支保工)	1式	坑門本体工(吐口部)	1式
	仮排水路トンネル	441.5m	上流仮締切工	1式
	作業坑	27.5m	下流開水路工	1式
	連絡トンネル	159.4m	仮設工	1式
	トンネル工(覆工・防水工)	1式	電力設備工	1式
	仮排水路トンネル	441.5m	トンネル仮設備工	1式

1. はじめに

本工事は、利賀ダム本体工事に先立ち利賀川の河流処理として計画された仮排水路トンネル、作業坑及び連絡トンネルを施工し、呑口部と吐口部の坑門工を構築するものである。作業坑は、呑口部坑門工躯体の施工並びに上流仮締切施工のため配置し、連絡トンネルは積雪期における仮排水路トンネル内の施工を行うために配置するものである。本工事は、令和6年度から予定されている利賀ダム本体工事の着工に向けて工程を確保することが重要となる。本報文では、河川増水に強く、安全でかつ工程を確保できる施工方法の立案とその施工状況について報告する。

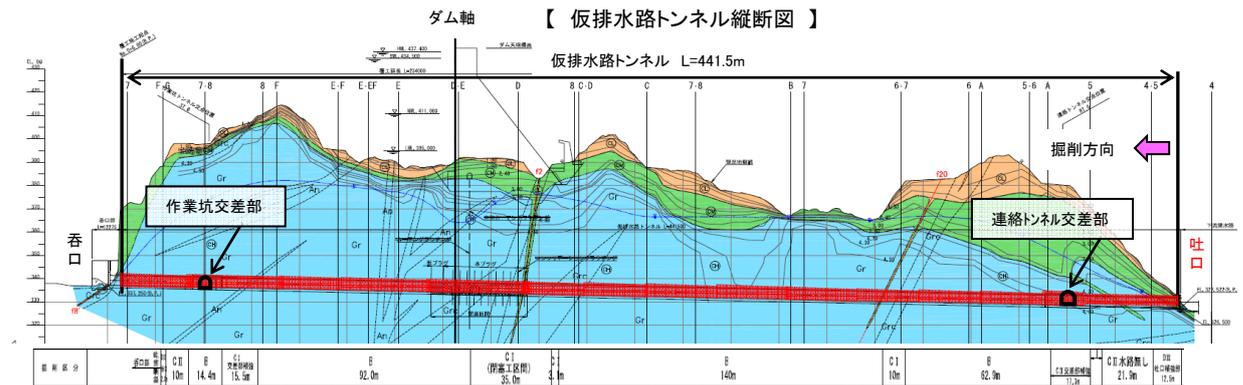
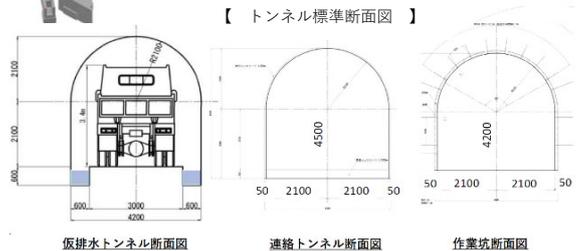
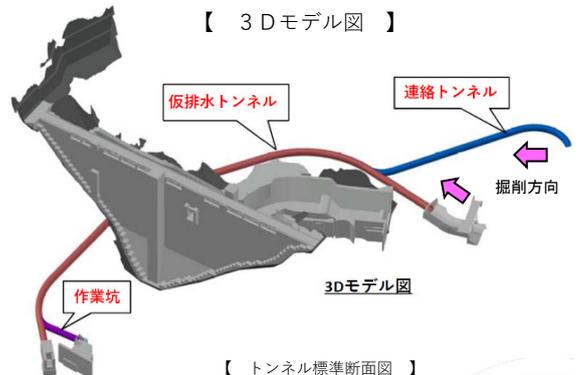
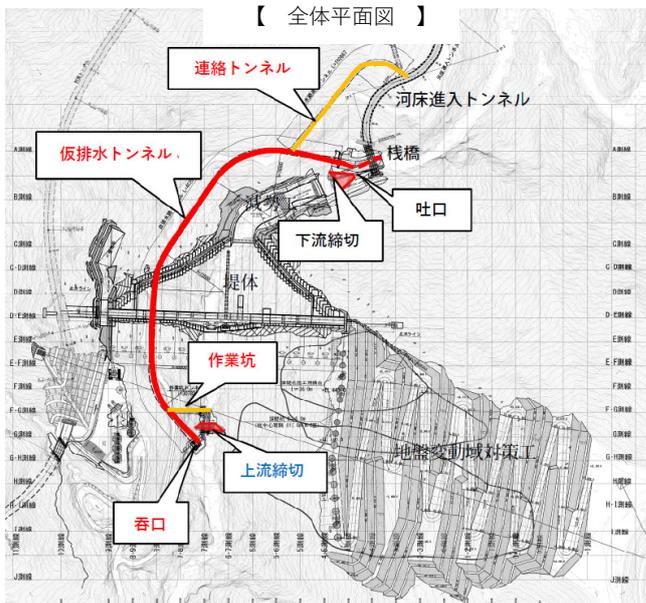


図-1 利賀ダム転流工事概要図

2. 現場条件と課題

【現場条件】

- ・ 施工場所は、利賀川河床部に位置しており、河川増水の恐れのある場所である。
- ・ 呑口坑門工および上流仮締切工は、仮排水路トンネル内を通行して施工する計画である。
- ・ 呑口部に計画されている仮設ヤードは、河川増水に対して脆弱な背替え水路管(φ1.5×2条)と盛土体により計画されている。

【課題】

①当初計画における工程的な課題

当初計画では、先ず仮排水路トンネル貫通前に作業坑を先行して貫通させ、大型土のうによる仮締切を行う(図-2-①)。次に背替え水路管φ1.5mの設置と盛り立てを行った後(図-2-②)、仮排水路トンネルを貫通させ、呑口部坑門本体工や上流仮締切工本堤を施工することになっている。仮排水路トンネルの呑口到達時期はR4.12月頃であることから、図-2に示す明かり部の施工は、すべて積雪後のR5.6月以降となる。この計画では、呑口部坑門本体工と上流仮締切工本堤の施工がR5.9月～11月の3ヶ月間で施工する必要があり工程的に厳しいことが想定された。また、覆工コンクリートに使用するセントルは「中折れ式」が採用されていることから、直線部と曲線部の変化点でセントルの組立解体作業が発生する。さらに、拡幅部の覆工(2箇所)の施工期間が必要であることを考えると、覆工施工期間の遅れによりトンネル内を工事用道路として使用できないことが考えられた(図-3)。

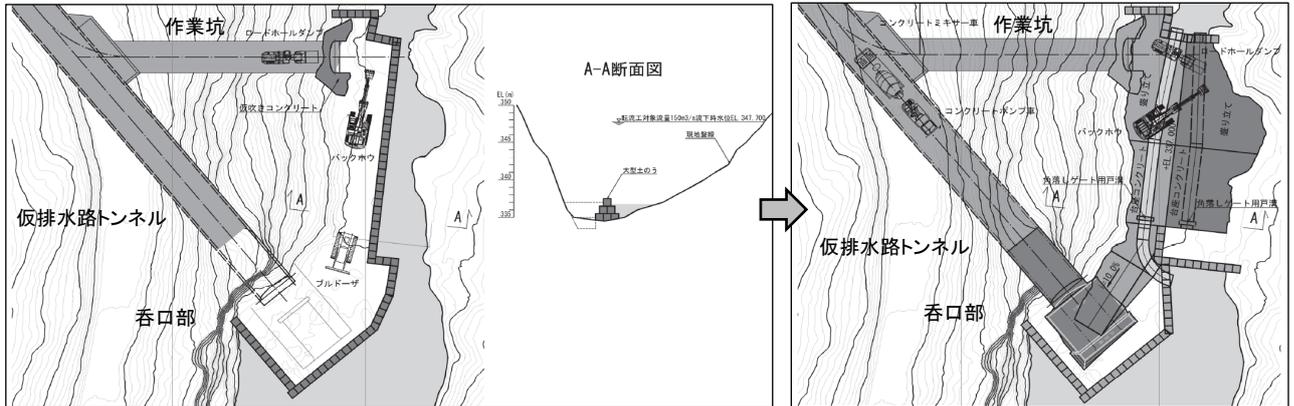


図-2-① 作業坑貫通～大型土のうによる仮締切

図-2-② 背替え水路管設置と盛り立て

図-2 仮排水路トンネル呑口部の施工ステップ図

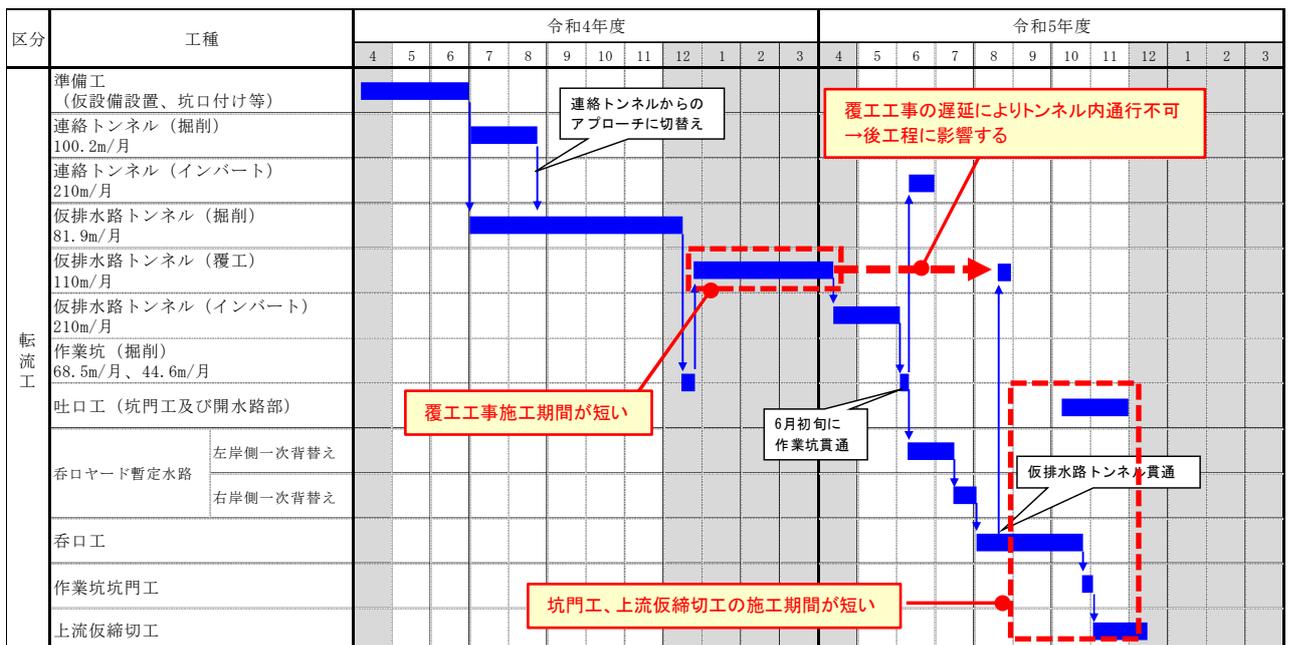


図-3 転流工事設計段階工程表(利賀ダム転流工等設計業務R2.4より抜粋)

②河川増水による工程的な課題

図-2-②に示す背替え水路管施工中の対象流量は $29.0\text{m}^3/\text{s}$ で計画されており、背替え水路管設置後（ $\phi 1.5\text{m} \times 2$ 条）の対象流量は $35.3\text{m}^3/\text{s}$ となっている。利賀ダム転流工自体の対象流量は、4年に1回相当の確率で生じる $150\text{m}^3/\text{s}$ が採用されており、1年に1回相当で生じる $90\text{m}^3/\text{s}$ からみても、この値は非常に小さいものとなっている。対象流量が小さい理由はその算出方法にあり、過去10年間の日流量の平均値を算出し、その平均値の最大値を対象流量として計画されたためである。そこで、施工期間中の過去10年間の最大流量を算出してみたところ、 $40\text{m}^3/\text{s}$ 以上の流量を記録した回数は38回を数え、それは1年間に換算すると約4回程度は対象流量を超える増水を生じることが考えられた。河川増水により被災した場合には、損害を被ることはもちろんであるが、工程の遅れにより利賀ダム本体工事の着工が計画どおり行えない恐れがあった。また、河川増水による工程遅延日数を検討した結果では、3.5ヶ月程度の工事遅延が生じると想定された。

3. 課題への対策

3-1. 河川増水による手戻り防止し、工程を確保できる対策を提案

①利賀川工事用道路の造成

上述したとおり、仮排水路トンネルが令和4年12月に到達し、年明けの令和5年度に河川締切工事を施工した場合、工期内の工事完成は非常に厳しいものとなる。そこで、トンネル掘削と併行して河川内に工事用道路を設け、トンネル貫通前に河川締切工事ができないか調査を行った。まず、河川内の現地踏査を行い、ルートを確認した上でUAVを用いた空中写真測量を行った。工事用道路の造成にあたっては、河床幅 $W=6.0\text{m}$ 、道路幅 $W=4.0\text{m}$ を確保するとともに、河床掘削で発生する残土で道路の盛土造成を行い、生コン車やクレーン等の大型車両が通行できることを条件に計画を行い、造成作業を開始した（図-4, 5、写真-1～3）。

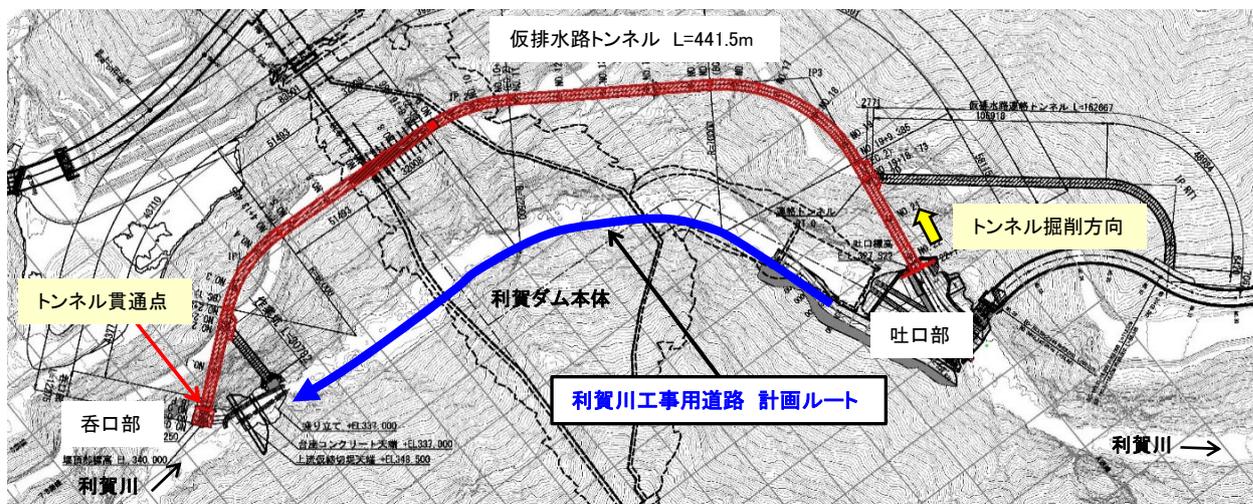


図-4 利賀川工事用道路計画ルート



写真-1 利賀川河床部の現地踏査(着手前現況)

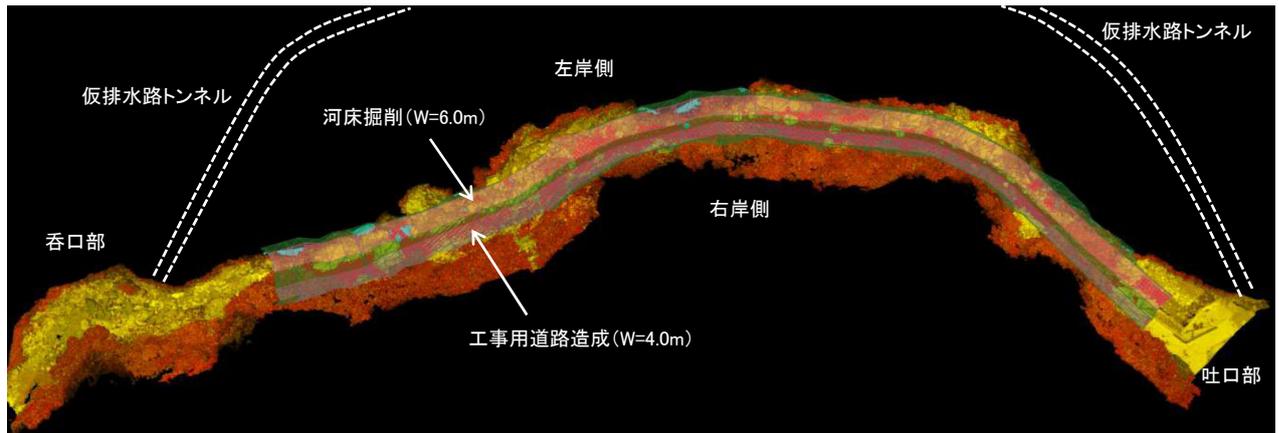


図-5 UAV写真測量の3次元データをもとにした工事用道路の造成計画



写真-2 利賀川工事用道路造成状況



写真-3 利賀川工事用道路完成

②背替え水路管の造成ヤードを仮設構台による開水路形式へ変更

作業坑の出口は、背替え水路管を設置して盛土を行うことで、呑口坑門工や上流仮締切工を施工する作業ヤードとしている。しかし、対象流量を超える河川増水があった場合、盛土体が破壊されることや河川水が作業坑から仮排水路トンネル内に流入し、坑内設備の損傷も懸念された。そこで、過去に発生した最大流量を年度毎に調べた結果、 $100\text{m}^3/\text{s}$ 以上の流量が何度も発生していることが分かった(表-1)。よって、管渠による背替えでは増水時に対応できずに多大な損害と工程遅延が生じる恐れがあることから、開水路で再計画することにした。必要な開水路断面としては、過去10年の第2位流量 $141.45\text{m}^3/\text{s}$ をクリアするもので計画した。さらに、開水路断面に作業構台を計画することで作業坑からの出入りを可能とするとともに、呑口坑門工と上流仮締切工の施工ヤードを確保した(図-6、写真4,5)。

表-1 過去10年の最大流量順位

順位	最大流量 (t/s)	発生年	発生月日
1位	179.75	平成29年	10月23日
2位	141.45	平成25年	9月16日
3位	124.29	平成23年	5月10日
4位	116.05	平成28年	9月20日
5位	102.55	平成30年	7月5日

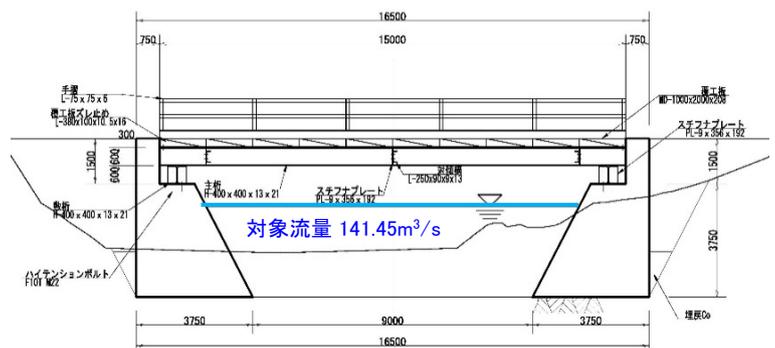


図-6 開水路計画(作業構台断面)



写真-4 作業構台施工完了



写真-5 上流仮締切堤施工状況

③河川締切の方法を大型土のうから重力式擁壁に変更

呑口部における河川締切は、大型土のうにより計画されていたが、その締切の配置や構造は十分なものとは言えなかった。上流部の締切は、河川の流れに対しては非常に不利な配置であることや下流部の締切は、非常に狭い河川幅で計画されていた。この計画で施工した場合には、河川増水時に締切が決壊し、仮排水路トンネル内への河川水流入等が懸念された（図-7,8）。そこで、「②仮設構台による開水路形式への変更」とともに、重力式擁壁による河川締切方法に変更し、河川増水に対して強い構造に変更した（図-9, 写真-6）。

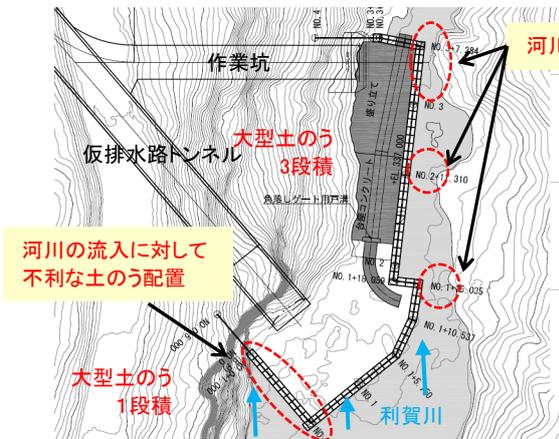


図-7 河川締切計画平面図(当初計画)

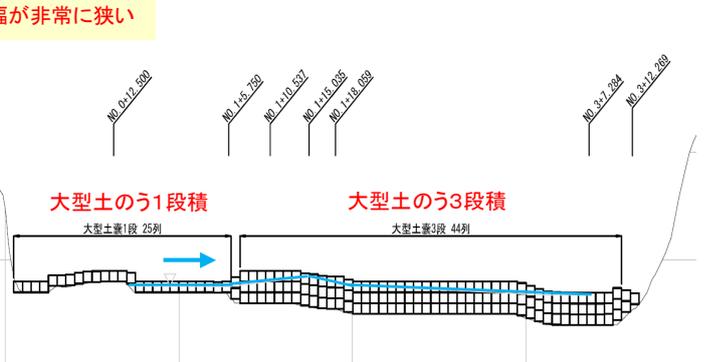


図-8 河川締切計画縦断面図(当初計画)

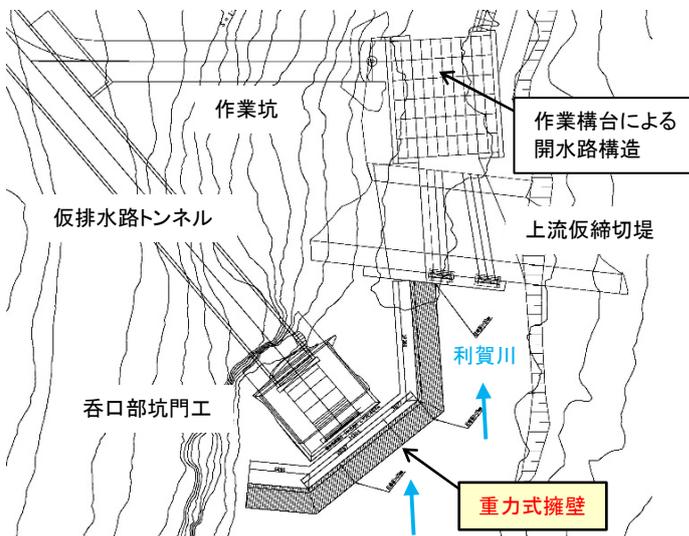


図-9 重力式擁壁による河川締切計画図



写真-6 利賀川増水時の状況

3-2. 河川内工事中の河川増水への対応

工事箇所の上流には、3箇所のダム（豆谷ダム、千束ダム、利賀川ダム）が存在し、上流部の降雨状況により各ダムが放流を行う。その放流通知が現場事務所へ届くのが約40分～1時間前であり、その放流通知を受けてからの退避、資機材の撤去は時間的に難しい。そこで、河川内作業における中止基準として、現場直近の豆谷ダム上流の細島水位観測所の水位情報から算出される河川流量をもとに作業中止基準を設定した（表-2）。また、安全建設気象モバイル「KIYOMASA」を採用し、利賀川の更に上流部の気象情報もリアルタイムで監視し、事前に河川増水に対する対策を行えるようにした（写真-7）。さらに、現地の河川にはWEBカメラと水位自動測定措置を設置し、リアルタイムで河川の増水状況や水位をを常時監視できるようにした。

表-2 細島水位観測所の水位より設定した作業中止基準

基準	水位(m)	流量(m ³ /s)	適用
警戒体制	-0.04	14.41	対象流量の50% =14.5m ³ /s
作業中止	0.19	23.14	対象流量の80% =23.2m ³ /s
仮締切対象流量	0.32	28.99	対象流量の100% =29.0m ³ /s



写真-7 安全建設気象モバイル「KIYOMASA」

4. 対策の効果

仮排水路トンネル内の覆工工事は、小断面で作業性も悪く、想定していたとおり工程に遅れを生じたが、先行して造成した利賀川工事用道路を使用することにより坑門工や上流仮締切工を早期に着手することができた。また、重力式擁壁による仮締切や仮設構台による開水路形状への変更により、河川増水による手戻りも無く、令和5年に予定していた全ての工事を完成することができた（図-10）。

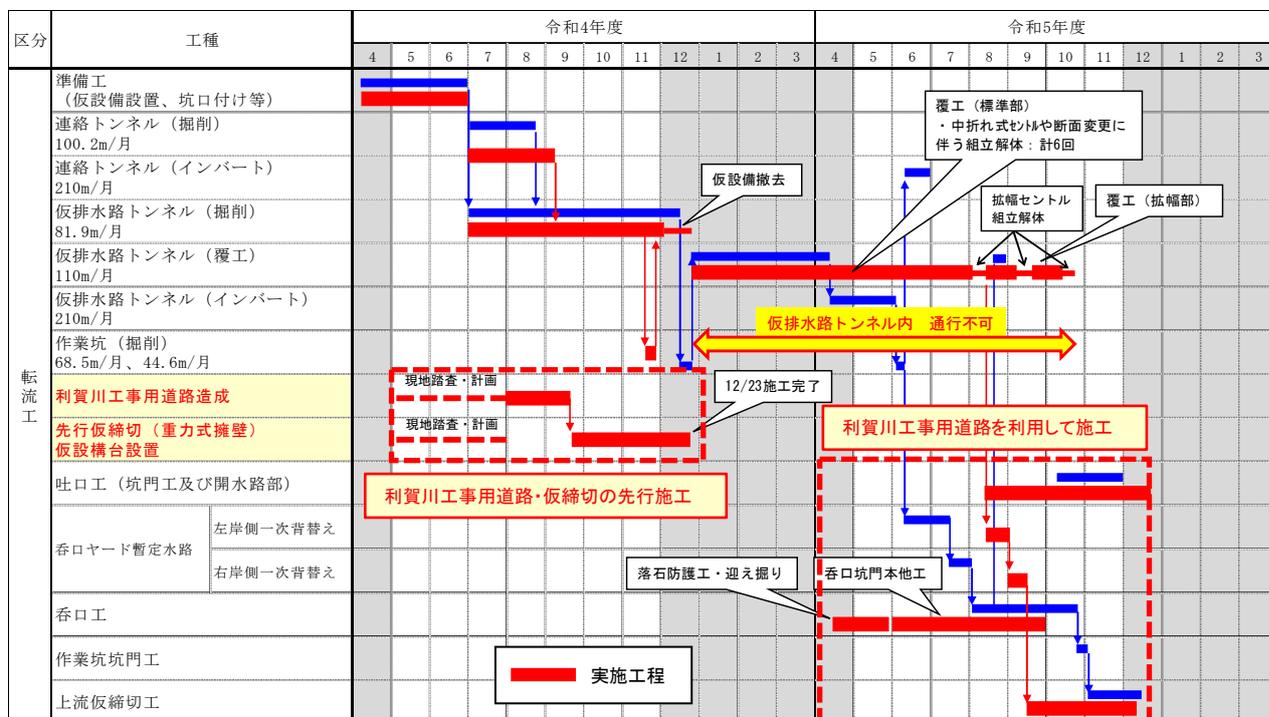


図-10 転流工事 実施工程表

6. まとめ

本工事は、利賀ダム本体工事の計画どおりの着工に向け、決して工程遅延が許されない工事であることから、「河川増水に強く、安全でかつ確実に工程を確保する」という目標を掲げ施工を進めてまいりました。工程的には厳しい施工ではありましたが、無事故・無災害で令和5年を終えることができました。今回の計画に対してご指導いただきました利賀ダム工事事務所の皆様や協力会社をはじめ、協力していただいた工事関係者、地元の方々には心より感謝申し上げます。