


分類	③生産性・品質向上 ⑥その他（工程短縮）
----	----------------------

課題名	覆工分岐部の施工と工程短縮について	
工事名	利賀トンネル（河床進入）工事	
施工業者名	株式会社 安藤・間	
担当技術者名	担当技術者 劔田 航平	
工事場所	富山県南砺市利賀村押場地先	
工期	令和2年1月30日～令和5年3月20日	
工事概要	<ul style="list-style-type: none"> トンネル掘削 利賀 TN L= 1,200m 河床進入 TN L=367m トンネル覆工 利賀 TN L=1,095m 坑内付帯工（地下排水工、路盤下部整正工、箱抜き工ほか）1式 舗装工 利賀 TN A=6,630m² 河床進入 TN A=2,240m² 	

1. まえがき

近年、車両の排気ガス規制強化等により道路トンネルにおける本坑断面で接続する電気集塵機坑等の枝線トンネルの計画が稀となり、大断面での覆工分岐部の施工が少なくなっている。当工事の当初設計では、河床進入トンネルとの覆工分岐部が1カ所計画されていた。さらに設計変更により、ダム天端連絡トンネルの施工が追加となり、覆工分岐部が合計2カ所となった。

本報文では、覆工分岐部の施工上の課題や工程短縮に向けた取組みについて紹介する。

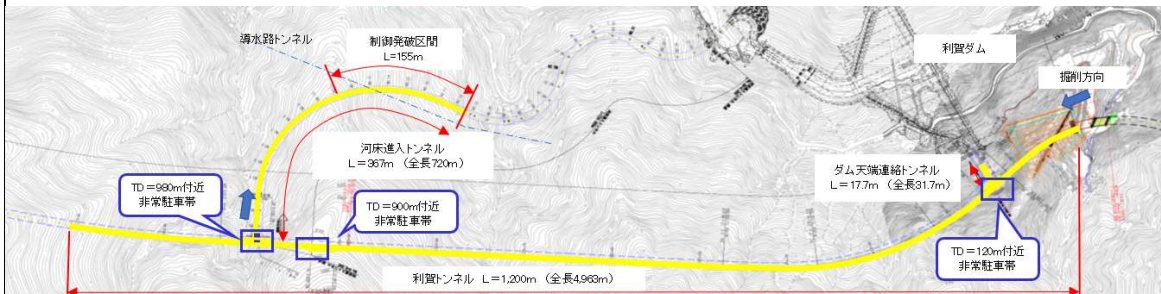


図1 利賀トンネル(河床進入)工事平面図

2. 覆工分岐部の施工で考えられる問題点

2-1. 覆工分岐部の安定性・品質確保

河床進入トンネル覆工分岐部において、当初設計の非常駐車帯セントル（L=6.0m）を使用して、図2のような施工継ぎ目で計画されていた。覆工分岐部を含む黄色の斜線部は2回に分割して打設することになる。標準的な覆工コンクリートの施工では打設後16～18時間養生を行い、コンクリートが自重に耐え得るだけの強度を発現したあとに脱型をする。また、覆工分岐部コンクリート自重を支持するには、覆工脚部延長を十分に確保して上載荷重を分散させることが必要である。

図 2 の割付において③打設後に脱型すると、コンクリートの自重を支持するための脚部の延長が短く、上載荷重が集中する。また、河床進入トンネル側の覆工は、片側脚部のみの支持となりトンネル内側に転倒しようとする力が作用する。これにより、非常駐車帯にねじれる力が作用するため、構造物としての安定性を確保しづらく、ひび割れが発生する原因となる。(図 3)

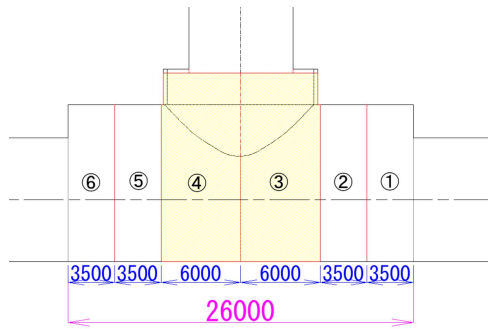


図 2 河床進入トンネル分岐部を含む非常駐車帯施工割付【当初設計】

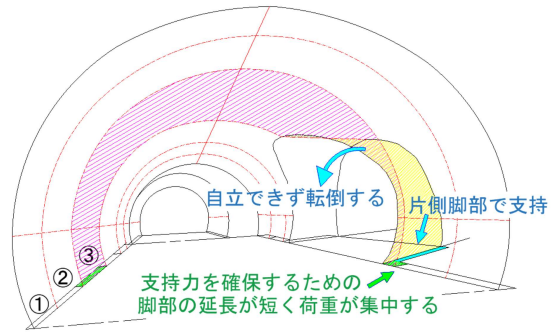


図 3 覆工分岐部脱型後のイメージ【当初設計】

2-2. 覆工分岐部追加による工程遅延

利賀ダム全体工程確保のため、覆工分岐部 2 カ所を含めてコンクリート舗装までを令和 4 年 11 月末までに完成させて、冬季に後続工事が利賀トンネルを通行して安全に施工できるように要請を受けた。

覆工コンクリートの施工は、標準部を先行して非常駐車帯妻壁を構築したのちに、非常駐車帯を施工することが一般的である。覆工分岐部は、非常駐車帯と接続していることから、覆工標準部の施工が通過したのちに覆工分岐部の着手となる。その後に舗装工事に着手すると、標準的な施工方法では利賀トンネル坑内を通行できるようになるのは令和 5 年 3 月中旬となり、要請された期限に間に合わない。そのため、全体工程を 3 カ月以上短縮する必要があった。(表 1)

表 1 覆工全体工程【当初計画】

工 程	数量	単位	令和3年												令和4年												令和5年											
			4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月												
① 標準部 覆工コンクリート	1,017.0	m	[施工期間]												[施工期間]												[施工期間]											
非常駐車帯、TD=100m(ダム天端連絡TN) センター組立・解体	1	式	[施工期間]												[施工期間]												[施工期間]											
非常駐車帯、TD=900m、TD=980m(河床進入TN) センター組立・解体	1	式	[施工期間]												[施工期間]												[施工期間]											
② 非常駐車帯、TD=100m(ダム天端連絡TN) 覆工コンクリート	28.0	m	[施工期間]												[施工期間]												[施工期間]											
③ 非常駐車帯、TD=900m、TD=980m(河床進入TN) 覆工コンクリート	52.0	m	[施工期間]												[施工期間]												[施工期間]											
舗装工																																						
路盤下部整正工	6,630	m2	[施工期間]																																			
道路付風施設工	1	式	[施工期間]																																			
排水構造物工 (利賀TN、河床進入TN)	2,012 / 738	m	[施工期間]																																			
路盤工 (利賀TN、河床進入TN)	6,630 / 2,240	m2	[施工期間]																																			
コンクリート舗装工 (利賀TN、河床進入TN)	6,630 / 2,240	m2	[施工期間]																																			

部分使用開始

3カ月以上の全体工程短縮が必要

5. 覆工分岐部施工時の工夫

5-1. 非常駐車帯側の型枠延長確保の工夫

型枠延長を延伸するには、セントル延長を長くした型枠を準備するか、複数台のセントルを接続して延長を伸ばすことが必要である。

【ダム天端連絡トンネル覆工分岐部】

図6のように、延長 $L=15.8\text{m}$ の全断面セントルを使用した。バラセントル採用した場合、骨組みを組立したにのちに車両の通行ができない。また、残りの非常駐車帯施工時に新たに解体・組立を必要とするため、移動可能なセントルを採用する必要であった。先行している覆工標準部・河床進入トンネル分岐部への車両を通行させながら同時に作業を行う必要があるため、写真1のように、覆工分岐部コンクリート打設時のみ車両通行部を胴梁等で追加補強できる構造とした。

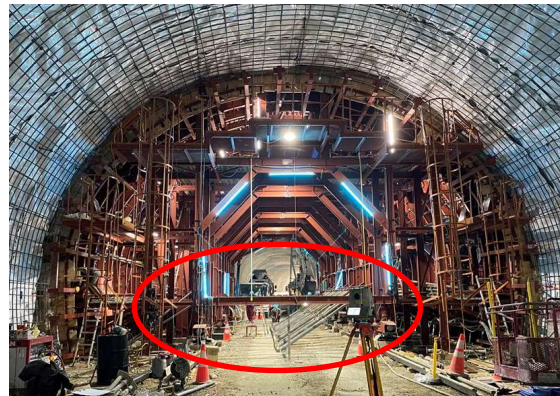
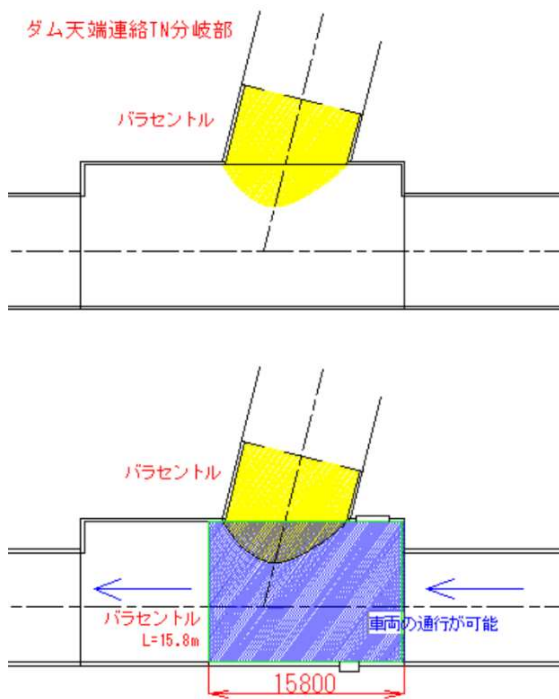


図6 ダム天端連絡トンネル覆工分岐部
セントル配置図

写真1 バラセントル(L=15.8m)
車両通行時(上) 打設時胴梁設置(下)

【河床進入トンネル覆工分岐部】

覆工分岐部の奥に車両が通行する必要がないため、既存の本坑通過型の非常駐車帯セントル(L=6.6m、写真2)に、追加したバラセントル(L=6.6m、写真3)を接続することで型枠延長13.1mを確保した(図7)。

河床進入TN分岐部

バラセントル(取合い部)

非常駐車帯センター L=6.6m

バラセントル(取合い部)

バラセントル(接続用) L=6.6m 非常駐車帯センター L=6.6m

バラセントル(接続用) L=6.6m 非常駐車帯センター L=6.6m

13100

写真2 本坑通過型非常駐車帯センター

図7 河床進入トンネル覆工分岐部

5-2. 覆工分岐部型枠の変形防止対策

分岐側のバラセントルは非常駐車帯断面のセンターの上部に重なるようにセットするため、図6のように非常駐車帯センターと接続する部分の型枠が張出す構造となる。それにより、接続部型枠が自重で下方へたわみや転倒が懸念された。これの型枠変形を防止するために、張出し部型枠を組立てる前に、覆工コンクリートを約3m打設することで型枠変形に対する反力を覆工天端部から確保できる構造とした(図7)。

写真3 バラセントル組立・接続完了

接続箇所の張出型枠
下方にたわむ懸念

図6 河床進入トンネル覆工分岐部 取り合い部バラセントル構造

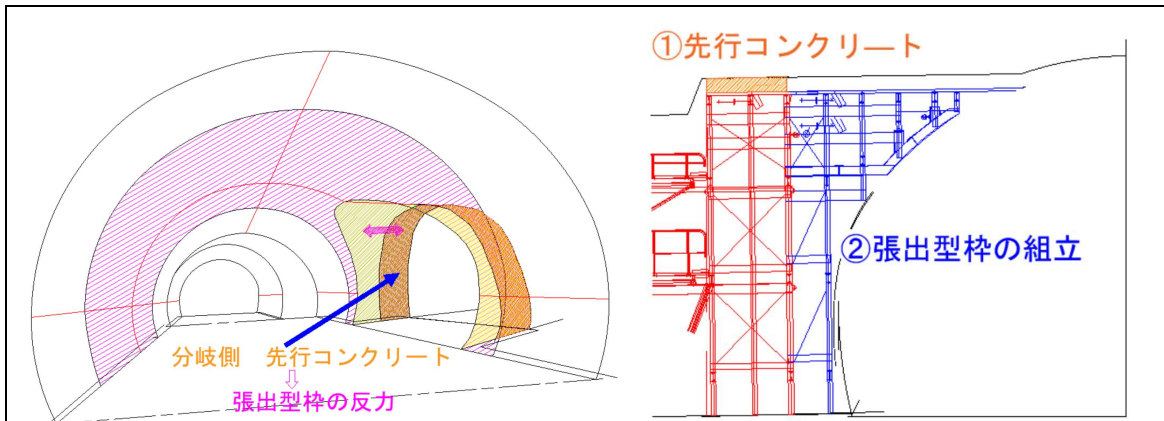


図7 張出型枠の反力を目的とした先行打設コンクリート

5-3. 覆工分岐部型枠の工夫

打設時のコンクリート吹上口設置やバイブレーターによる締固めの窓を配置するには、木製ではなく鋼製型枠を採用する必要がある。一方で、接続部の型枠組立は勾配や接続角度の変化により現地寸法に合わせた切断作業が必要になる。両者の利点を考慮して、メタルフォームによる鋼製型枠と楕形を使用した曲面木製型枠を組み合わせた型枠を採用した。



図8 曲線木製楕形型枠の設置状況

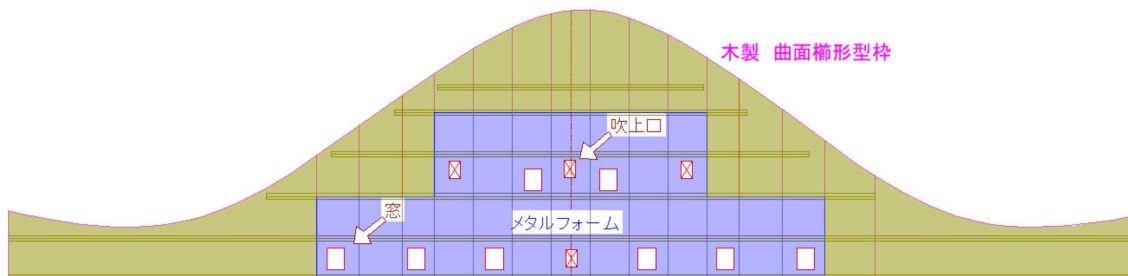


図9 分岐部のメタルフォームと木製曲面楕形型枠の展開図
(河床進入トンネル覆工分岐部)

5-4. コンクリート打設設備の工夫

覆工分岐部の一体化施工によって、コンクリート打設量が増え、打設時間が長くなることが予想された。分岐部は補強鉄筋区間であるため、コンクリートを連続的に打設しないと鉄筋周辺にコンクリートが付着・硬化して流動性が悪くなり、充填不足が生じる可能性がある。また、施工箇所の平面的な形状が T 字であるため、1 系統からの打設では必ず打設中断が生じる。そのため、コンクリート配管を 2 系統およびコンクリートポンプを 2 台配置して（図 10、写真 4）、それぞれ独立した打設設備とした。それぞれの配管系統には、配管切替え時の打設中断なく連続的に打設できるように、配管切替え装置（写真 5）をそれぞれの打設設備に設置した。

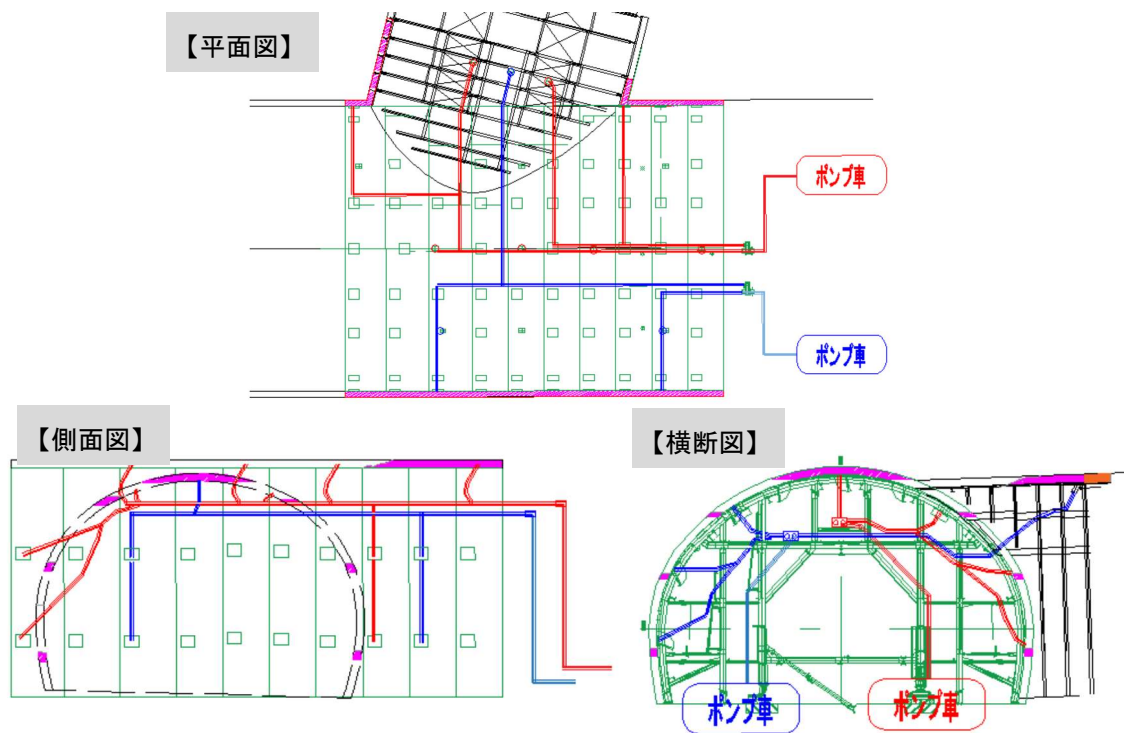


図 10 コンクリート配管 2 系統設置状況・配管図(ダム天端連絡トンネル覆工分岐部)



写真 4 ポンプ車 2 台による打設状況



写真 5 配管切り替え装置(2 本×2 系統)

5-5. 側方偏圧への対策

覆工分岐部の打設にあたり分岐によるトンネル開口部があるため、側壁部では左右均等にコンクリート打設を進めても、側方からの強力な偏圧を受けてセントル自体が変位または破損する懸念があった。側方からの強力な偏圧にも耐えるように、セントル中央部に基礎コンクリートを打設して、そこから強力サポートで側方偏圧を支える構造とした。また、打設時にはトータルステーションで側方変位を測定しながら、パイプサポート調整や追加対策を講じた。これらにより、側方変位を抑制することができた。

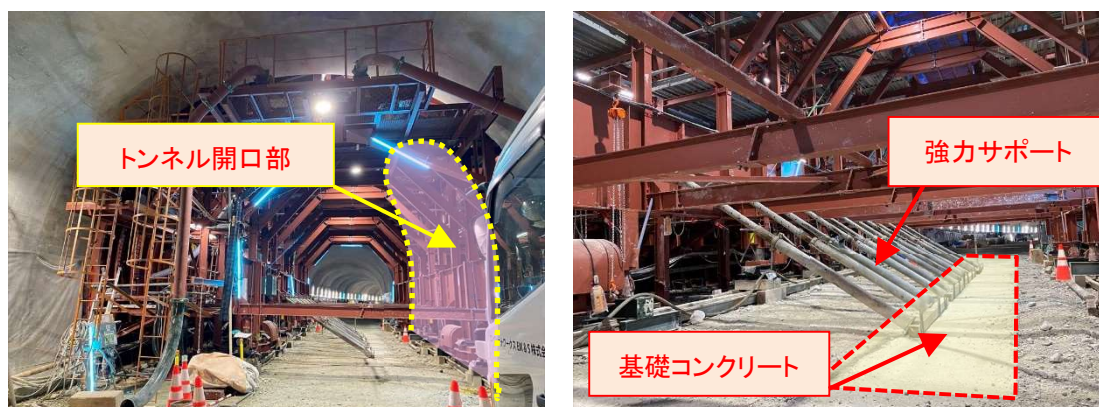


写真6 強力サポートによるセントル偏圧抑制対策

6. あとがき

覆工分岐部を含む3カ所同時施工を立案して工程を3カ月以上短縮し、無事に令和4年12月1日に部分引渡しを完了することができた。また、覆工分岐部の一体化施工により、構造物としての安定性を向上させて、ひび割れ等の不具合は発生していない。

最後に、工事中は利賀ダム工事事務所の皆様からのご指導・ご協力をいただき、ありがとうございました。また、厳しい工程の中、それぞれの立場で創意工夫と努力をしていただいた作業従事者の方々にも、この場を借りて深く感謝申し上げます。



写真7 河床進入トンネル覆工分岐部完成



写真8 ダム天端連絡トンネル覆工分岐部完成