

第 14 回 九頭竜川水系足羽川ダム 事業費等監理委員会資料

—足羽川ダム建設事業—

令和 3年 7月 14日



足羽川ダム工事事務所

第14回 足羽川ダム事業費等監理委員会資料 目次

目次

I. 足羽川ダム建設事業の概要

II. 事業の進捗状況

- ①令和3年度実施内容
- ②事業進捗
- ③前回委員会以降の取り組み報告

III. コスト縮減検討

- ①コスト縮減アイデアミーティングの実施
- ②委員会での主な指摘事項
- ③その他

IV. 今後の検討の進め方について

流域図



A map of Japan with a red dot indicating the location of the Ashinokawa Dam (足羽川ダム) in the northern part of the country, near the border with North Korea. The dam is located on the Ashinokawa River in the Tohoku region.

九頭竜川水系足羽川

流域面積 : 約416km²

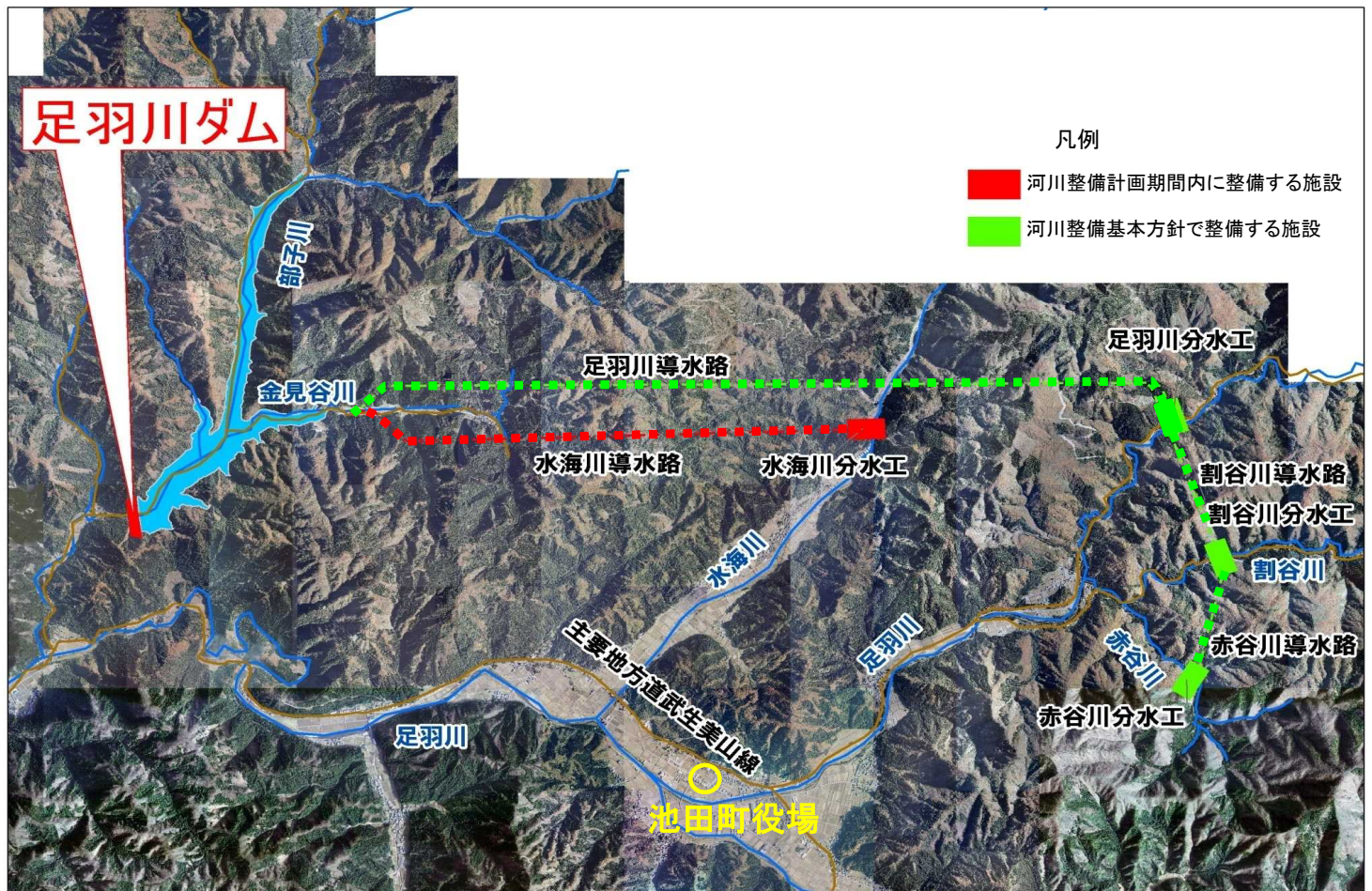
幹川流路延長:約61.7km

足羽川ダム集水面積:約54.9km²

(河川整備基本方針対応施設:105.2km²)

※天神橋地点において600m³/sの流量低減

I.足羽川ダム建設事業の概要



4

I.足羽川ダム建設事業の概要

○場 所 : 福井県今立郡池田町小畑地先（九頭竜川水系足羽川支川部子川）

○目 的 : 洪水調節（足羽川、日野川、九頭竜川の洪水防御）

○堤 体

- ・型 式 : 重力式コンクリートダム（流水型ダム）
- ・堤 高 : 約 96 m
- ・堤頂長 : 約 351 m
- ・天頂標高 : 標高約 271 m

○ダム洪水調節地

- ・集水面積 : 約 54.9 km²（直接流域：34.2km² 間接流域：20.7km²）
（基本方針での計画 約 105.2 km²）
- ・湛水面積 : 約 94 ha
- ・常時満水位 : ー（常時は空虚）
- ・洪水時最高水位 : 標高 265.7 m
- ・総貯水容量 : 約 28,700,000 m³

○導水トンネル（基本方針での計画 4川導水）

- ・区間距離 : 約 4.7 km（部子川～水海川）
- ・トンネル径 : 約 8.5 m（ " " ）

○分水堰（基本方針での計画 4分水堰）

- ・堤 高 : 約 19 m（水海川分水堰）
- ・堤頂長 : 約 97 m（ " " ）

注）「河川整備計画」期間内に整備する施設の概要を示しています。

5

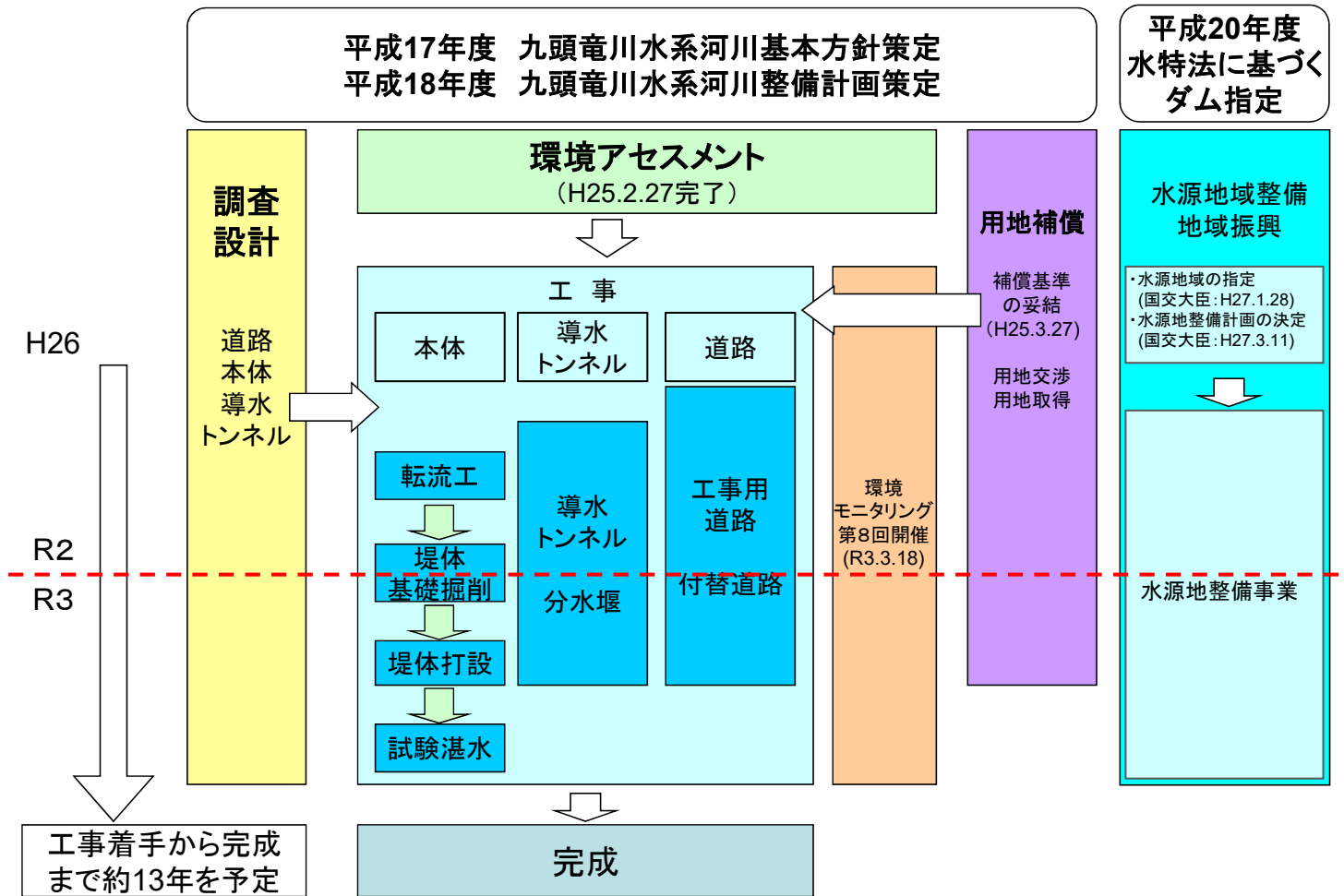
I.足羽川ダム建設事業の概要

事業の主な経緯・経過

昭和58年 4月	実施計画調査開始
平成 6年 4月	建設事業に移行
平成11年11月	代替ダムサイト候補案の公表 (H9.9ダム審議会より答申。旧ダムサイトは社会的影響が大きいため(約220戸の移転)、水没世帯が少なくなるように最善の努力。H19年2月河川整備計画によりダムサイトを正式決定)
平成16年 7月	福井豪雨による甚大な被害の発生 (死者行方不明者5名、重軽傷者19名、住居全半壊196戸、床上浸水3,313世帯、床下浸水10,324世帯(福井県地域防災計画 資料編 H29.3))
平成18年 2月	九頭竜川水系河川整備基本方針策定
平成19年 2月	九頭竜川水系河川整備計画策定 (Ⅰ期工事(足羽川ダム・水海川導水路・水海川分水工)が位置付け)
平成20年 8月	平成20年度九頭竜川水系足羽川ダム事業費等監理委員会(第1回目)の開催
平成22年12月	ダム事業の検証に係る検討を開始
平成24年 7月	ダム事業の検証において、事業継続の対応方針決定
平成25年 3月	足羽川ダム建設事業に伴う損失補償基準の締結
平成26年 6月	足羽川ダム建設事業(県道松ヶ谷宝慶寺大野線付替工事)着工式 まつがたに ほうきようじ おおの
平成27年 1月	水源地域対策特別措置法に基づく、足羽川ダムに係る水源地域の指定
平成27年 3月	水源地域対策特別措置法に基づく、足羽川ダムに係る水源地域整備計画の決定
平成27年 8月	事業等について再評価が実施され、事業継続の対応方針決定
平成29年 7月	足羽川ダム建設事業(水海川導水トンネル工事)起工式
平成30年 3月	転流工事 着工
令和元年 8月	事業等について再評価が実施され、事業継続の対応方針決定
令和 2年11月	転流工通水開始
令和 2年11月	本体工事 着工(足羽川ダム本体建設工事起工式)

II. 事業の進捗状況

Ⅱ. 事業の進捗状況



8

Ⅱ. 事業の進捗状況

事業完了までに要する必要な工期 (案)

クリティカル

種 別	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
ダム													
堤体													
工事													
仮排水路トンネル(転流工)													
ダム本体掘削(堤体基礎掘削工)													
堤体打設													
管理設備工・放流設備工													
工事用道路(工事用道路の設置の工事)													
導水トンネル(導水施設(分水堰含む)の工事(部子川～水海川))													
建設発生土の処理													
付替道路(道路の付替工事)													

9

Ⅱ. 事業の進捗状況

- 令和3年度は、引き続き事業に必要な用地取得及びダム本体(堤体基礎掘削含む)工事、導水トンネル工事、付替県道、付替町道を実施するとともに、新たに分水施設関連(河床掘削)工事に着手。
- 令和2年度までに用地取得の約99%を取得済み。平成30年度に家屋移転は全て完了。
令和3年3月に事業認定の告示。

(令和3年6月末時点)

用地取得	約99%			
家屋移転	100%			
付替県道	22.0%			
付替町道	16.4%			
ダム本体及び関連工事	転流工 (100.0%)	基礎掘削	コンクリート打設	試験湛水
導水施設	導水トンネル (61.7%)	分水施設		

※進捗率は、掘削によるもの

凡例 用地取得 付替工事 本体関連 導水施設

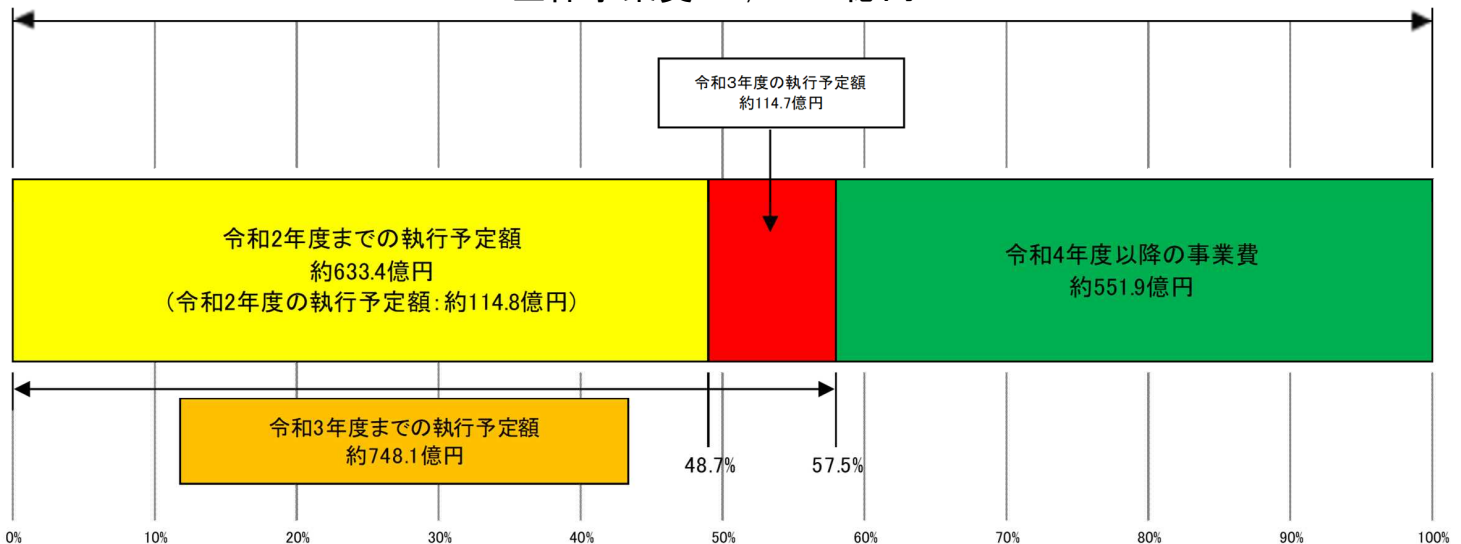
10

Ⅱ. 事業の進捗状況

○ 全体事業費の執行状況及び予定

(令和3年4月末現在)

全体事業費 1,300億円



※ 上記表示額は令和3年4月末時点のものであり、今後精算等により変更があり得る。
 ※ 令和3年度の合計は、当初配分額を表示している。

11

令和3年度は、約115億円をもって、以下の内容を実施します。

■ 用地及び補償費 約 27億

- ・ダム建設に必要な土地等の取得、物件補償について、裁決及び訴訟と並行し、継続して実施します。
- ・補償工事として付替道路工事を継続して実施します。

■ 工事費 約 71億

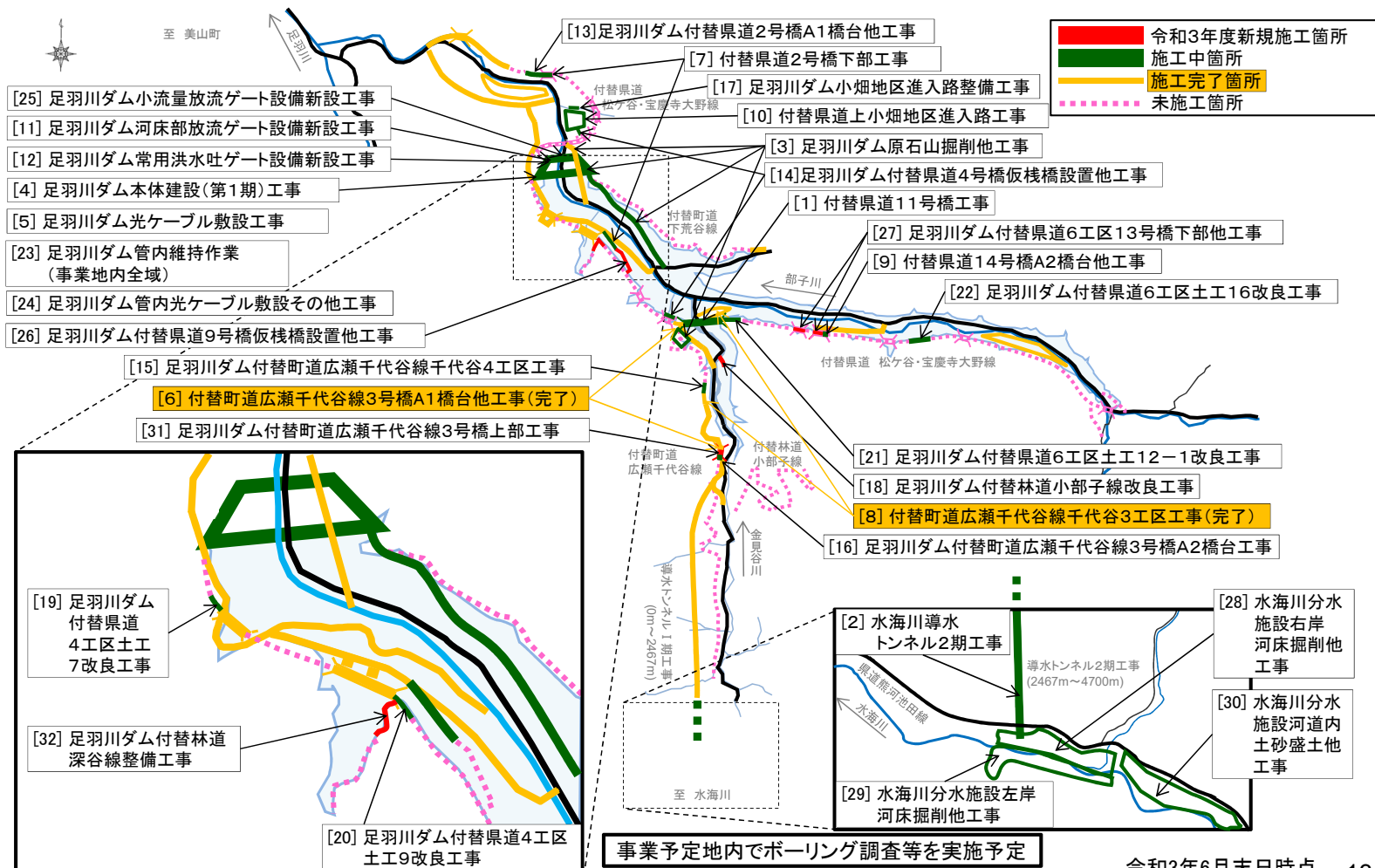
- ・ダム本体(堤体基礎掘削)及び原石山の掘削工事を継続して実施します。
- ・水海川導水トンネル工事を継続して実施します。
- ・新たに水海川分水施設関連(河床掘削)工事に着手します。

■ 測量設計費等 約 17億

- ・ダム関連施設(機械設備含む)および付替道路の設計及び必要となる調査を継続して実施します。
- ・水位・流量観測、雨量観測、河川の水質観測や気象観測、環境モニタリング調査を継続して実施します。

12

Ⅱ.① 令和3年度実施内容



3)ダム本体、水海川分水施設等に関する調査設計

- ダム本体及び原石山の地質解析を行う。
- 水海川分水施設(貯砂ダム、分水堰等)及び付替道路等の設計を行う。
- ダムの管理・運用に向けて、管理設備に必要な計画検討を行う。
- 今後は実施設計に上記の結果を反映し、施工に向けてより詳細な設計を進めていく。



地質調査実施状況



付替県道施工ステップ CIMモデル

14

4)水理・水文、環境モニタリング調査等

- 水位・流量観測、雨量観測、河川の水質観測や気象観測等を継続して実施。
- 環境影響評価書(公告 H25.2.27)に基づき、事業区域とその周辺の環境モニタリング調査及び環境保全措置を実施。



流量観測の実施状況(部子川小畑地区)



環境調査(猛禽類)の実施状況

15

全景(ダム地点下流側より撮影)

(ダム地点上流側より撮影)



部子川 (転流済み)



部子川 (転流済み)

16

Ⅱ.② 事業進捗 足羽川ダム本体建設(第1期)工事について

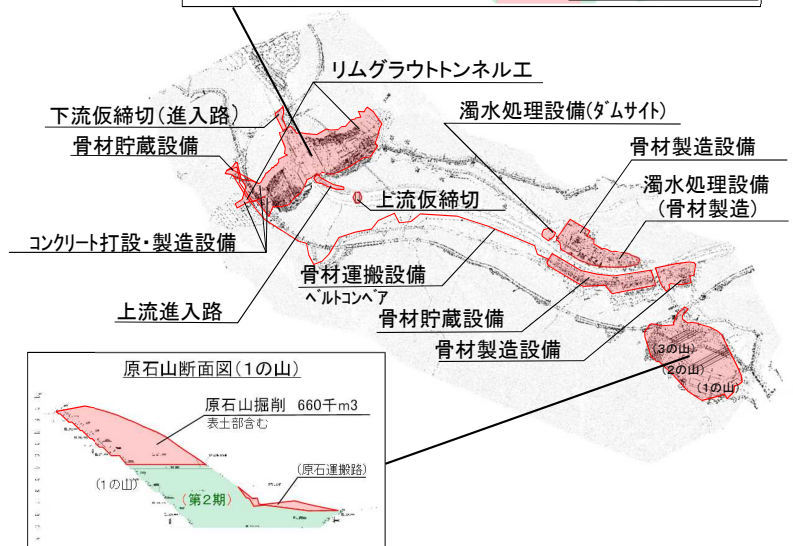
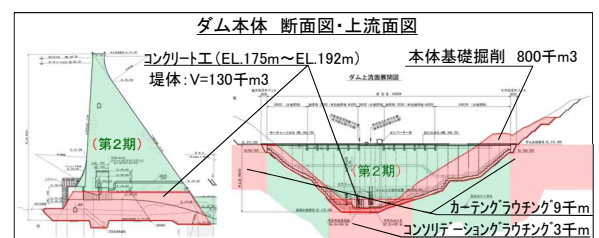
■工事内容

令和2年度より、部子川の水を仮排水トンネルで転流し、ダム本体基礎掘削(約80万m³)に着手。

■工期

令和2年8月1日 ~ 令和5年9月30日

イメージパース(下流面)



17

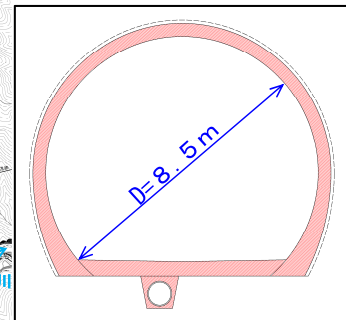
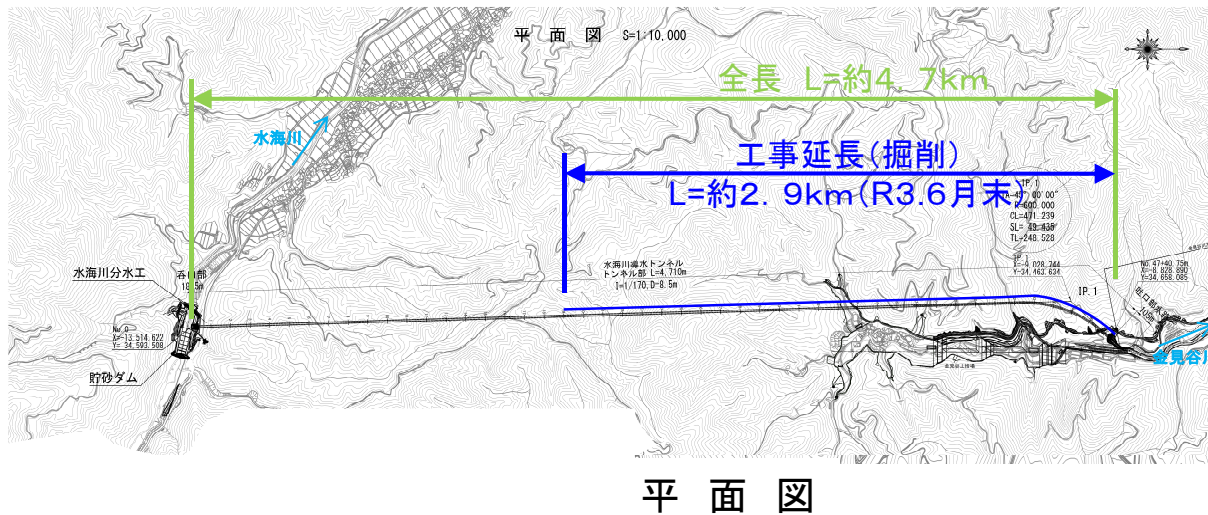
Ⅱ.② 事業進捗 水海川導水トンネル工事について

■工事内容

全長約4.7kmの内、令和3年6月末時点において約2.9km掘削済み。

■工期

平成29年2月18日～令和5年7月31日

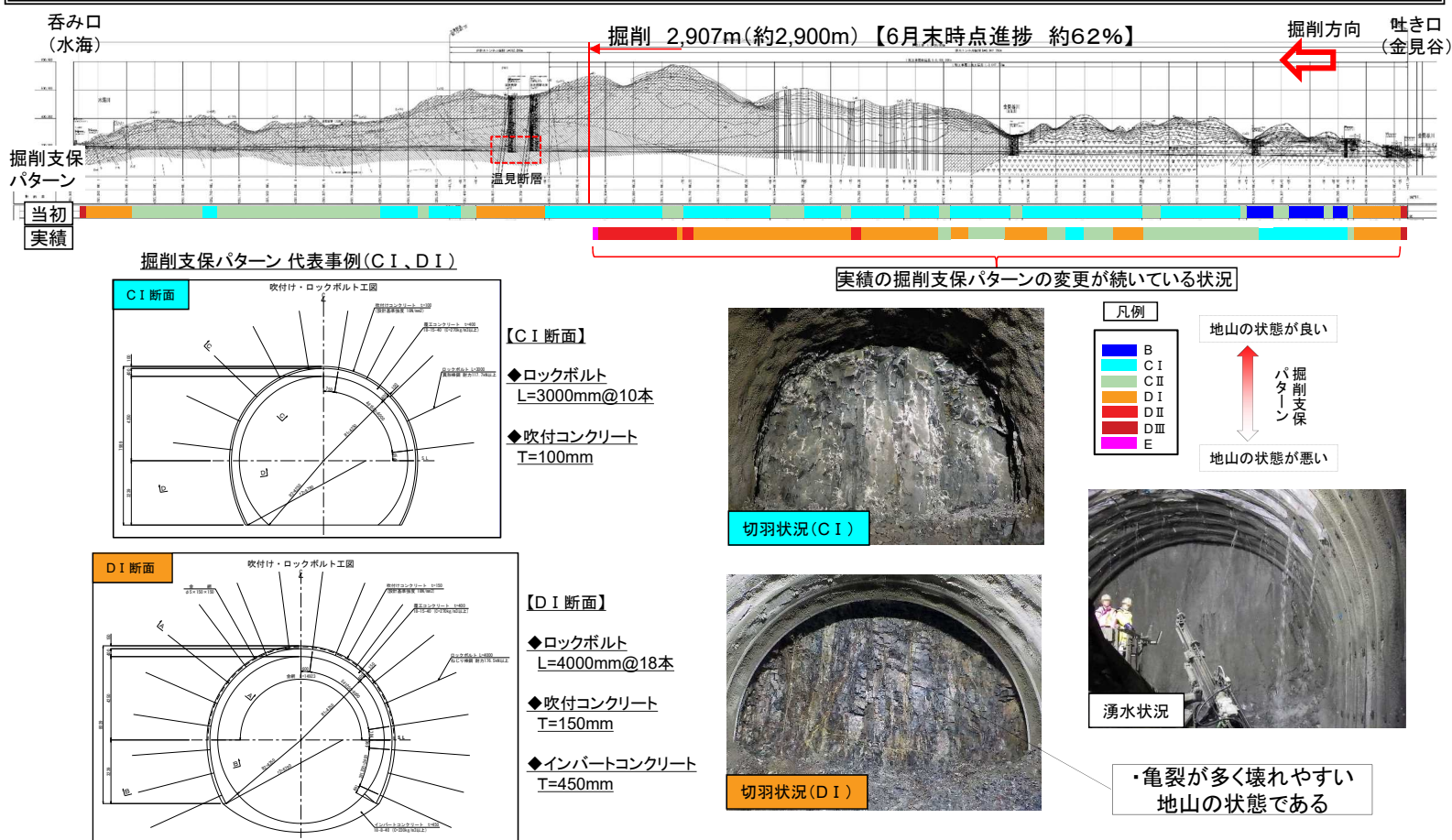


平面図

18

Ⅱ.② 事業進捗 水海川導水トンネル工事について

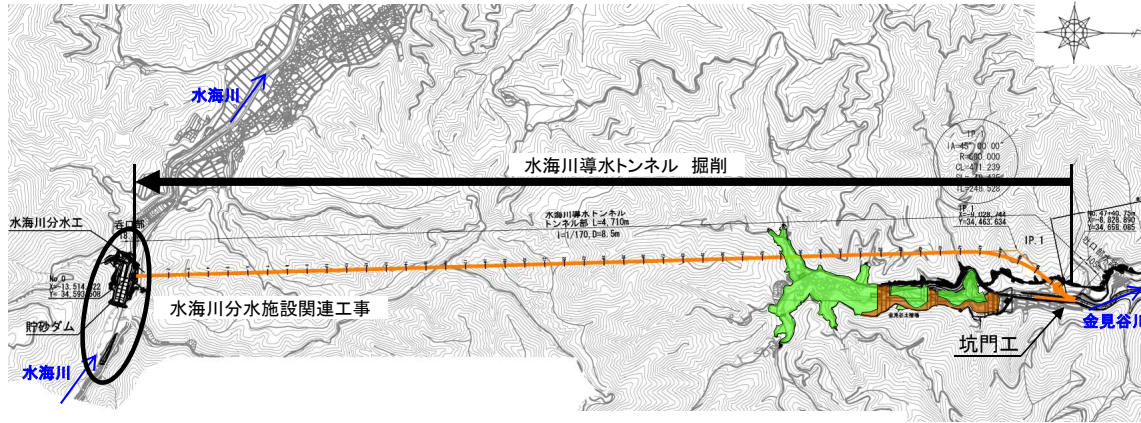
○当初と比較し、実績の掘削支保パターンの変更が続いている状況である。



19

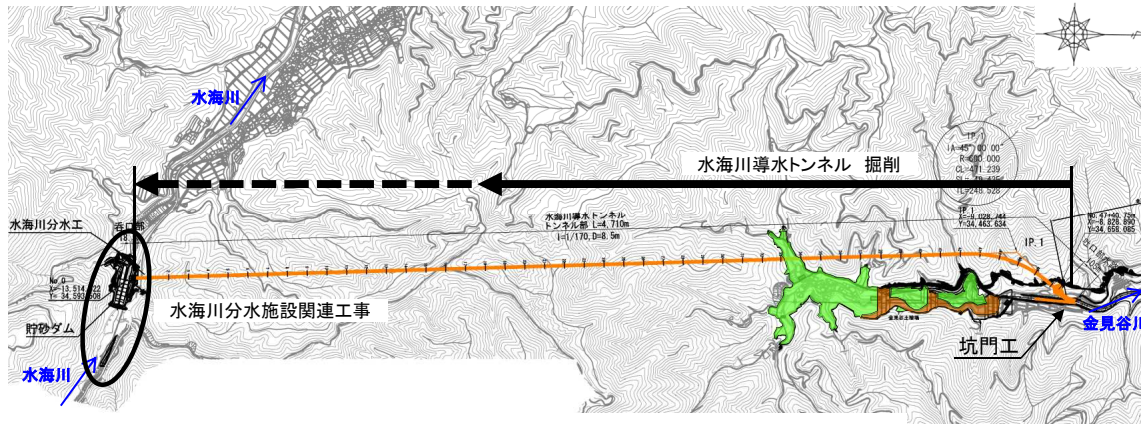
Ⅱ.② 事業進捗 水海川導水トンネル工事の進捗状況を踏まえた対応について

■施工の流れ(イメージ)



(計画)

水海川導水トンネルの掘削完了後に、水海川分水施設関連工事に着手。



(対応)

水海川導水トンネルの掘削推進と共に、水海川分水施設関連工事に着手。

20

Ⅱ.② 事業進捗 水海川分水施設関連工事について

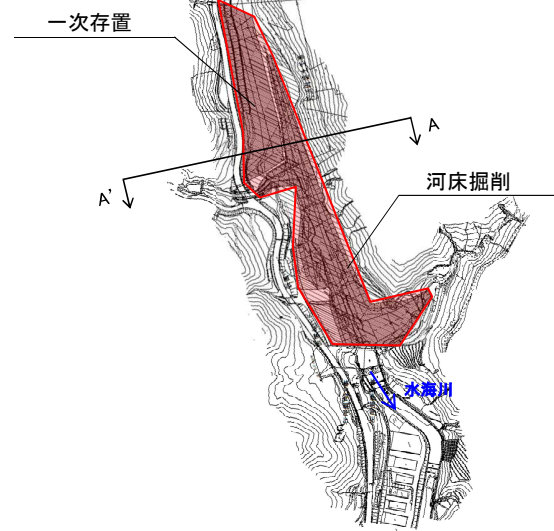
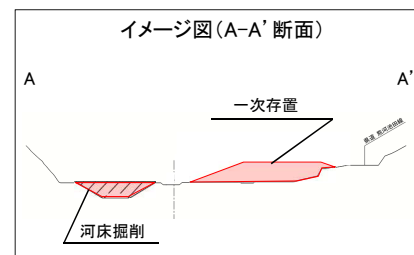
■工事内容

令和3年度より、今後の水海川分水施設の施工に向け、水海川の河床掘削等に着手予定。

■工期

令和3年6月19日 ～ 令和4年3月10日

イメージ(上流を望む)



21

『第8回 足羽川ダム環境モニタリング委員会』の開催 (R3. 3. 18)

【モニタリング委員会概要】

日 時:令和3年3月18日

目 的:足羽川ダム工事の現地着手するにあたり、評価書を踏まえ実施する環境調査や環境保全措置等の内容について、環境面から専門家の意見を伺うことを目的に開催

委員会メンバー:

委員長:福原輝幸(広島工業大学

工学部環境土木工学科 教授:水環境)

委 員:奥村充司(福井工業高等専門学校

環境都市工学科准教授:水環境)

:久保上宗次郎(猛禽類研究家:鳥類・生態系)

:中村幸世(福井市自然史博物館 学芸員:植物)

:松田隆喜(福井農林高等学校 教諭:魚類)

(50音順・敬称略)

委員会結果:令和2年のモニタリング結果及び保全措置について確認
令和3年のモニタリング計画について了承



委員長挨拶



委員会開催状況

※新型コロナウイルス感染症の感染拡大防止に向けた対策のため、マスク着用にて開催

Ⅱ.③ 前回委員会以降の取り組み報告

■足羽川ダム工事に関する安全・衛生・環境保全委員会

事業区域内で大小様々な規模の工事が重複して進捗している中、工事現場の安全・衛生・環境保全に関する委員会を設立。

第4回委員会概要

- 日時 令和2年11月6日(金)
- 場所 足羽川ダム建設工事現場
- 構成 事業主体 足羽川ダム工事事務所
外部委員 福井県、福井県越前警察署
武生労働基準監督署
オブザーバー 福井市、池田町

足羽川ダム本体工事の着手を控え、一般の方々からご意見を頂いている事項について各委員に現場での対応状況を確認して頂き、更なる安全・環境保全の取組に向けて助言を頂いた。

工事現場では、部子川の転流や県道の迂回状況を確認頂き、河川や道路環境を保全するため、濁水処理プラント、沈砂池、タイヤ洗浄機の設置状況や現場でのダンプトラックによる運搬状況を視察して頂いた。

今回の視察で頂いた助言を踏まえ事業進捗を図る。



委員会開催状況



迂回路の状況確認



転流状況の確認

Ⅲ. コスト縮減検討

Ⅲ.① コスト縮減アイデアミーティングの実施

○ コスト縮減アイデアミーティングの実施

■ 目的

- ・ 事業のコスト縮減・工期短縮等につながるアイデアを議論し、新しいアイデアを生む。
- ・ 事業のコスト増・工期延長等につながる事案を議論し、説明責任を果たせるようにするとともに、出来る限りコスト増・工期延長を抑制する新しいアイデアを生む。

■ 開催状況

- 第25回コスト縮減アイデアミーティング
(R1. 6.25)
- 第26回コスト縮減アイデアミーティング
(R2. 6.15)
- 第27回コスト縮減アイデアミーティング
(R3. 6. 7)



第27回 会議状況

トンネル掘削で発生したズリ(岩ズリ)を路盤材や、敷砂利として有効活用



今後も、トンネル掘削は継続されることから、引き続き有効活用に努める。

26

Ⅲ.② 委員会での主な指摘事項

委員会での指摘事項

■ 主な指摘事項

- ① ダム本体設計については、流水型ダムである足羽川ダムの特徴を考慮するとともに、新技術・新工法を踏まえた、コスト削減・工程短縮の検討を行うこと。(H26,H27) **ダム本体の基礎掘削、堤体打設について、新技術等も活用しコスト削減に努めること。(R2) ⇒ 今回報告**
- ② ダムの放流設備が低標高部に位置するため、上載荷重や放流設備下の基礎の厚みなど、貯留型ダムと異なる流水型ダムの特性を考慮して設計する。(H30) ⇒ **引き続き検討**
- ③ 流水型ダムの特性(魚や土砂の上下流連続性の確保など)を活かせるように設計検討する。(H26,H27) 魚道の設計について、魚道の専門家の意見も参考に検討する。また、減勢池のライニングやダム供用後におけるダム上下流を含めた魚類の現状の生息環境の保全について検討する。(H29) **魚道部だけではなく、ダム上流まで一連区間で検討すること。(R2) ⇒ 今回報告**
- ④ 水海川導水トンネルの2期工事において、1期工事の施工実績など、既存の調査結果を踏まえ、トンネル技術の専門家の意見も聞きながら、引き続き対策を検討する。(R2) ⇒ **今回報告**
- ⑤ 水海川分水施設について、将来の維持管理(土砂管理・運用など)、**現状の環境維持**も考慮し、総合的な観点から施設設計を行うこと。(R1) (R2) ⇒ **引き続き検討**
- ⑥ 水海川導水トンネル吐口部から下流側において、洪水の流下に伴う影響(洗掘など)について水理模型実験結果も踏まえ、必要な対策を検討する。(H30) ⇒ **引き続き検討**

委員会での指摘事項

■ 主な指摘事項

- ⑦ 貯水池法面の検討について、流水型ダムの特徴を考慮し、対策の必要性について検討を行うこと。(H25,H27) また、洪水後の放流について、種々のケースの水位低下速度に応じた貯水池法面の安定等の検討を行うこと。(H28) 水海川分水施設での法面对策については、水海川での水位変動を把握し検討を行うこと。(R1) ⇒ **引き続き検討**
- ⑧ 洪水時の流木流出には、近年の災害事例を考慮し、貯水池上流河岸の立木状況も検討に加える。(H29) 出水時の流木流出に対し、流域内に放置されている間伐材の量についても考慮した上で対策を検討する。(H30) **流木の発生源対策について、引き続き検討すること。(R2)** ⇒ **引き続き検討**
流木の処理方法についても検討する。(H30) 洪水調節地内の樹木管理にあたっては、伐採木の更なる有効利用について引き続き検討する。(H30) ⇒ **引き続き検討**
- ⑨ 分水施設、原石山や付替道路法面对策など、今後の設計が進む中で、代替案と比較しながら引き続きコスト縮減の観点から検討する。(R1) ⇒ **引き続き検討**
- ⑩ **ダムの観光資源にも配慮した設計検討を行うこと。(R2)** ⇒ **引き続き検討**

※R2の指摘事項を赤字で示す

28

ダム本体における進捗について

指摘事項①

ダム本体設計については、流水型ダムである足羽川ダムの特徴を考慮するとともに、新技術・新工法を踏まえた、コスト縮減・工程短縮の検討を行うこと。**ダム本体の基礎掘削、堤体打設について、新技術等も活用しコスト縮減に努めること。**

対応状況

■ 堤体打設において、『ダムコンクリート自動打設システム』や『コンクリートの締固め管理システム』のDX活用を検討。

■ ダム堤趾部における開口シーティング節理の対策について

- 河床部で実施した追加調査の結果、ダム堤趾部付近に連続する開口シーティング節理は分布しないことが判明した。
- これにより、当初設計で見込んでいた基礎岩盤深部の置換コンクリートは実施しないこととした。

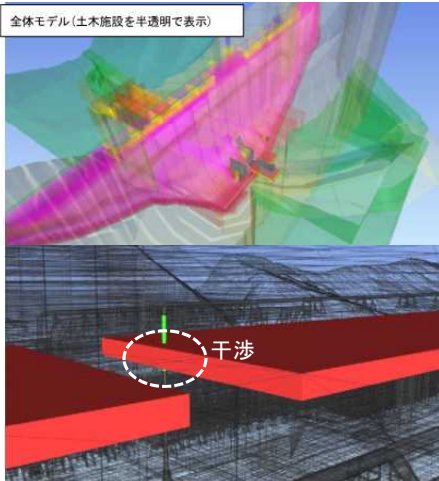
29

実施状況(R1年度設計事例)

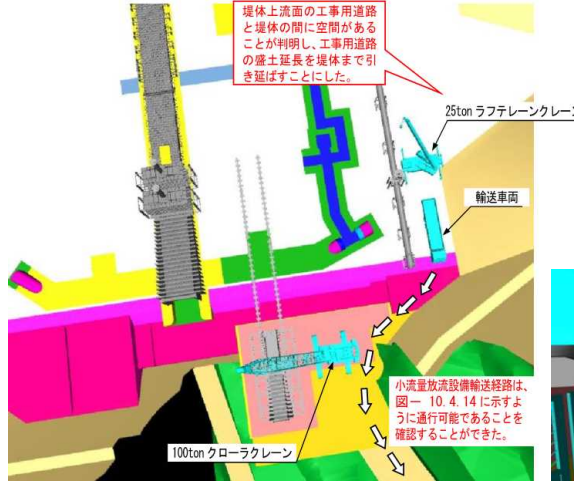
■ ダム本体設計において、**土木・機械を統合したCIMモデル**の作成を実施。

【CIMモデルを用いた検討】

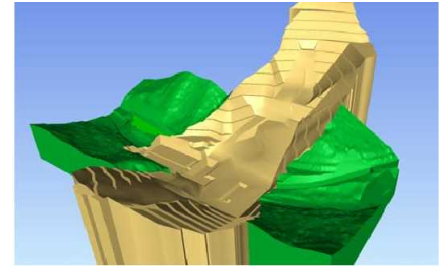
- ・掘削数量、本体コンクリート数量等の数量算出への活用
- ・ゲート設備や放流管等の鋼構造物と土木との干渉チェックへの活用
- ・施工状況を可視化できる4D-CIM(3D+時間変化)モデルの導入による施工ステップ検討への活用
- ・ダム完成後の景観検討(フーチング形状、掘削法面等)



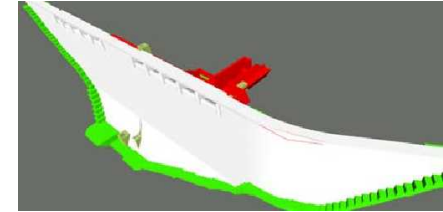
機械CIMと土木CIMの統合モデルによる
部材干渉チェック



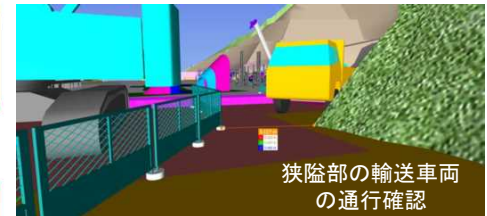
4D-CIM(3D+時間変化)モデルの導入による施工ステップの検討



土工形状モデル(堤体基礎掘削)



コンクリート配合区分モデル



狭隘部の輸送車両
の通行確認

30

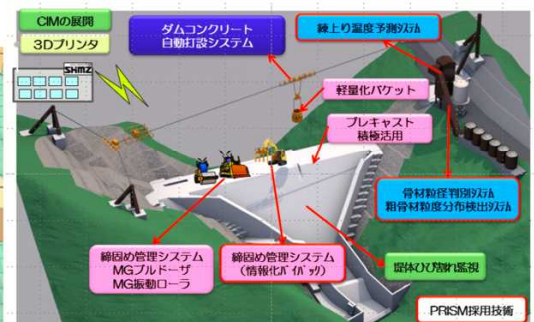
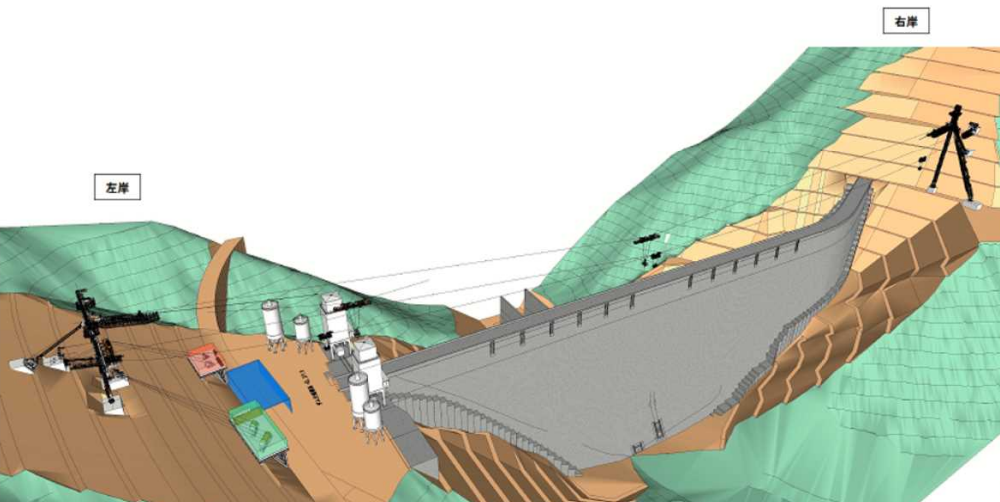
DXの活用について

足羽川ダム本体建設工事におけるDXの活用について

DXとは……最新のデジタル技術を駆使して、建設作業の生産性改革を行い、工期短縮、コスト縮減を達成する。

足羽川ダムでは、

『ダムコンクリート自動打設システム』・『コンクリートの締固め管理システム』を活用し、
堤体コンクリートの生産性改革を目指す。



【導入の効果】

1. 打設時間の短縮 (約10%短縮)
2. 省人化 (打設人員を2/3に削減)
3. 熟練技能者不足の解消
4. 進捗状況の見える化

31

■ダム堤趾部における開口シーティング節理の対策について

【当初設計(実施設計時点)】

- ダム堤趾部に、低角度の開口シーティング節理が存在し、上下流方向16.3mにわたって開口シーティング節理が連続する可能性があった。
- 開口シーティング節理は、岩盤のせん断強度(τ 、 ϕ)が期待できないと想定し、堤体の安定性を評価した結果、着岩面から深さ10mにおいてせん断摩擦安全率 $n=4$ を下回ることとなった。
- このため、当初設計段階では開口シーティング節理の分布が推定され、着岩面から深さ10m (EL.173.0m~EL.163.0m)までの岩盤を掘削除去し、コンクリートで置き換えるものとした。

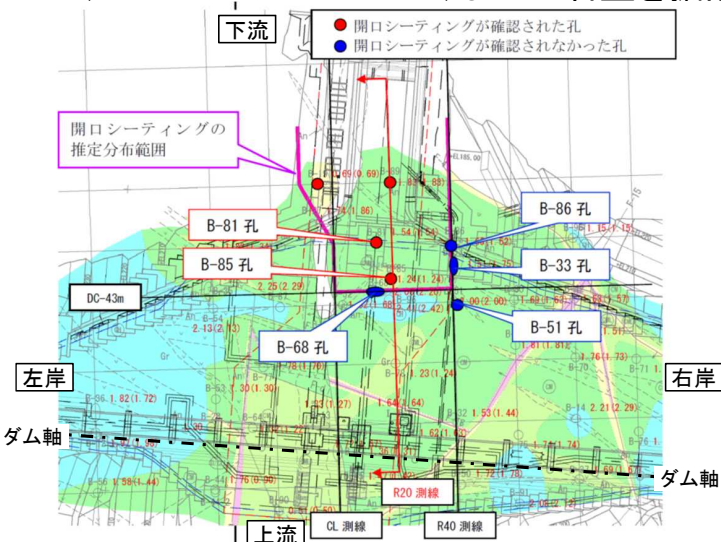


図 河床部のシーティング分布 (平面想定範囲)

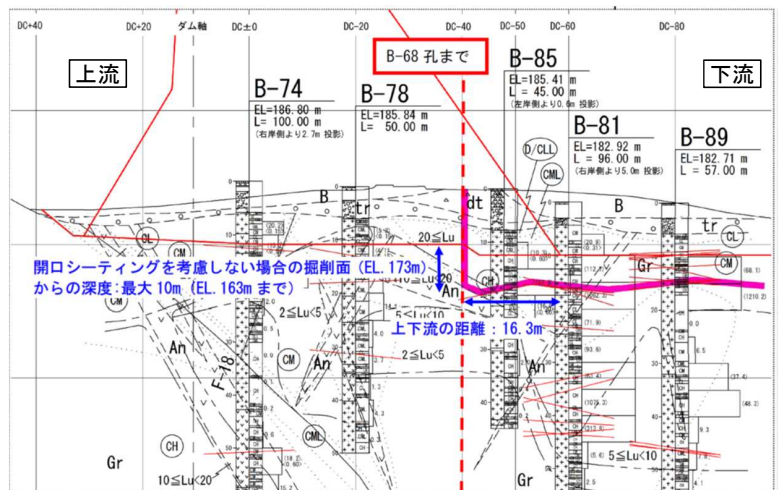


図 河床部のシーティング分布 (深度方向の想定範囲)

32

【当初設計(実施設計時点)】

- 置換コンクリートの範囲は、左右岸方向約35m、上下流方向約16m、深さ10mの範囲（置換コンクリート量：約5,600m³）とした。

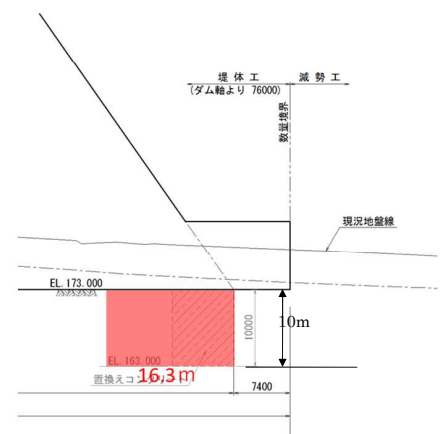
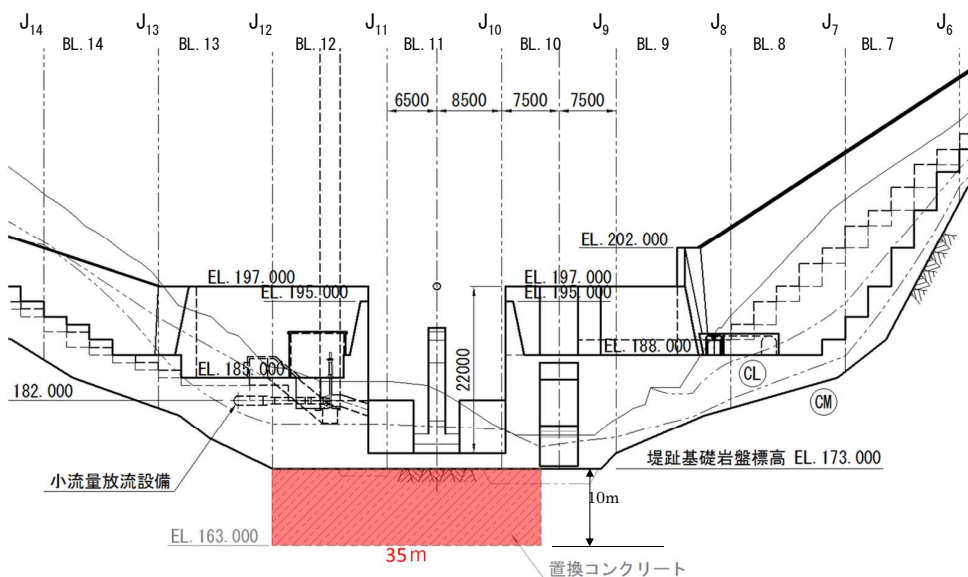


図 堤趾部置換コンクリート掘削範囲

33

【追加調査の実施】

- 令和2年度に行った転流により、河床部の追加調査が可能となった。
- ダム堤趾部の表土を剥いだ露頭調査と追加のボーリング調査を行い、開口したシーティング節理の性状及び分布を調査した。

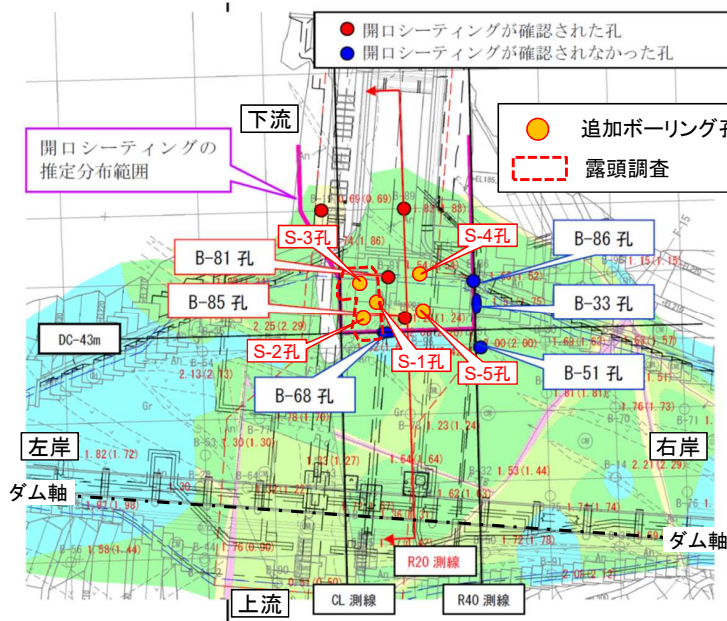


図 追加調査（ボーリング、露頭調査）位置図

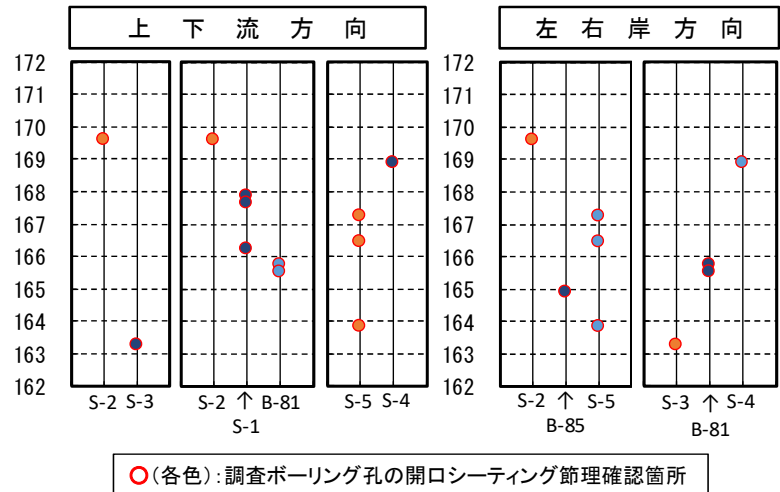


図 調査ボーリング孔の開口シーティング節理の分布深度

【追加調査の実施】

- 追加調査（ボーリング調査：5本、露頭調査）の結果、開口したシーティング節理は、当初の想定と同じくEL.170m～EL.163mの範囲に確認された。
- しかし、設計時に想定したような連続するものではなく、縦割れ目や堅硬な岩盤により分断されていることから、連続する開口シーティング節理は分布しないことが判明した。

【置換コンクリートの取り止め】

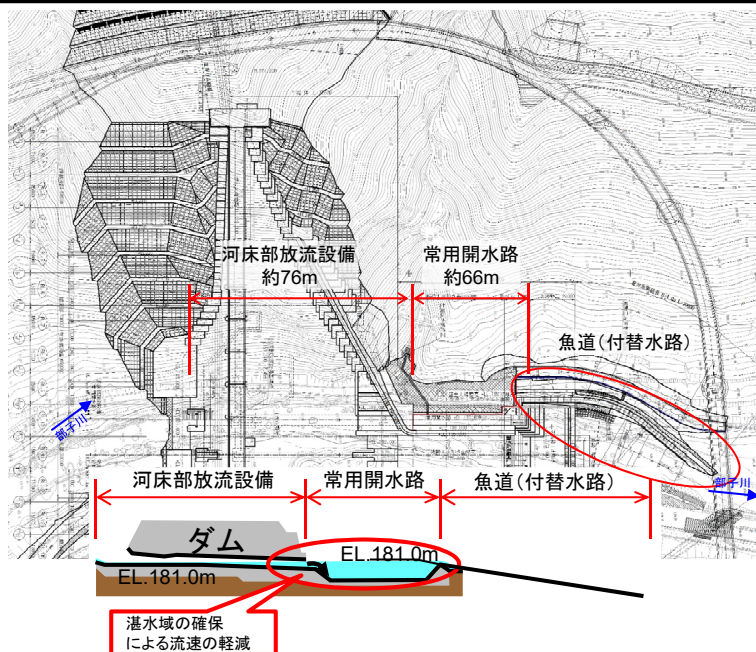
- 当初想定した連続する開口シーティング節理の存在が認められないことから、置換コンクリートの施工を取り止めることとした。

指摘事項③

流水型ダム特性（魚や土砂の上下流連続性の確保など）を活かせるように設計検討する。魚道の設計について、魚道の専門家の意見も参考に検討する。また、減勢池のライニングやダム供用後におけるダム上下流を含めた魚類の現状の生息環境の保全について検討する。**魚道部だけではなく、ダム上流まで一連区間で検討すること。**

対応状況

- 現在の部子川の流れを考慮し、河床部放流設備を左岸側に配置。
- 魚の遡上を目的として、河床部放流設備から平常時の減勢池下流端の間に湛水域を設け、流速軽減を検討。
- 放流能力、排砂機能は、ダム本体の水理模型実験にて確認し、魚道は常用開水路下流端付近から分岐させることで魚類等の遡上・降下の機能を確保し、基本形状を確定。
- 今後、魚道の水路部について、専門家等の意見を反映させて詳細設計を実施する。



36

魚道における設計進捗について

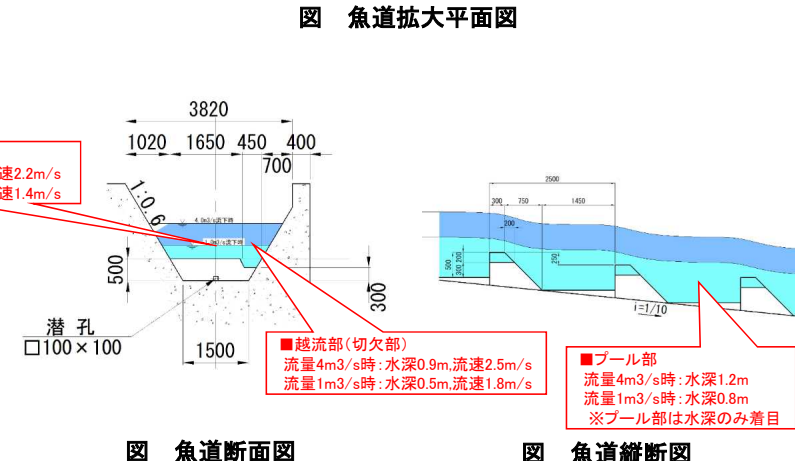
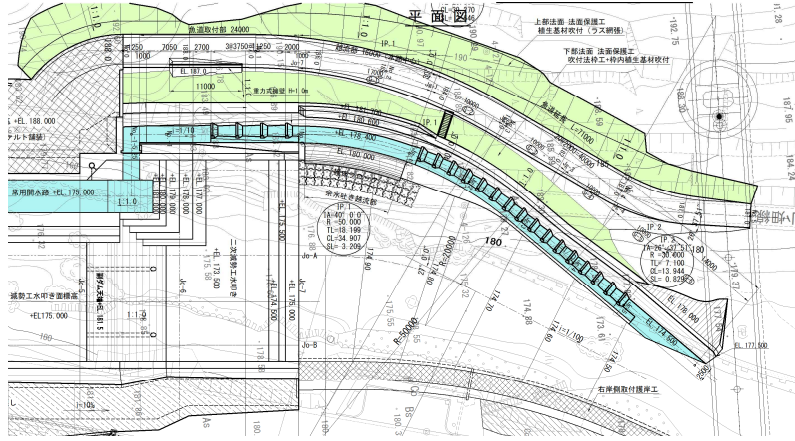
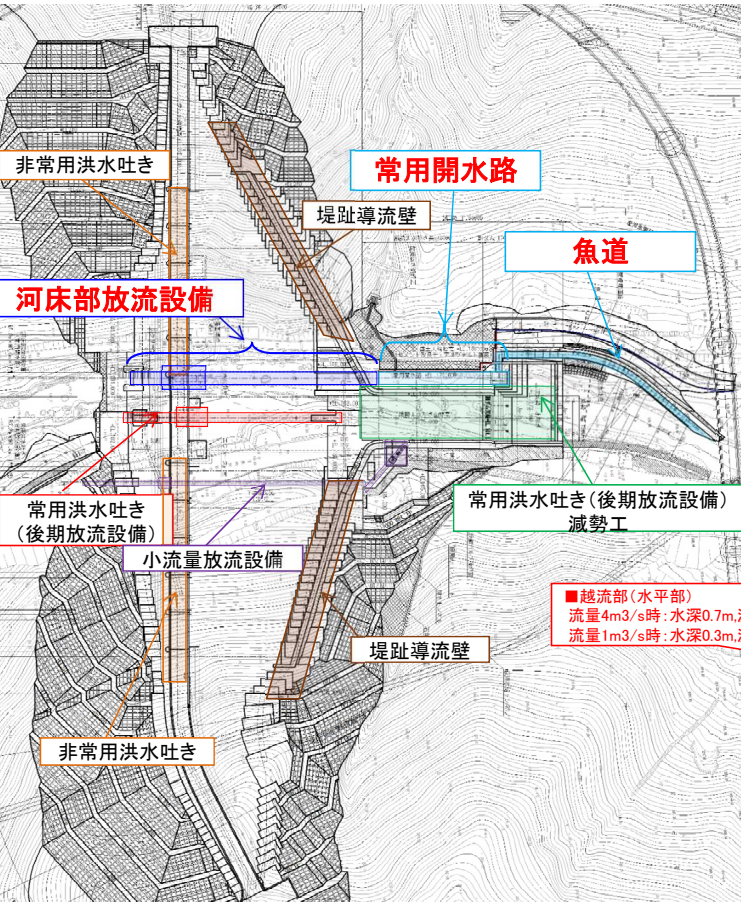
魚道設計のまとめ

魚道の設計条件一覧表

項目	設定内容	備考
対象魚種	ヤマメ 大型のヤマメ (サクラマス相当)	部子川に生息する魚種のうち、回遊性があり、個体数が多い魚種。大型のヤマメ(サクラマス相当)は地元魚協の要望。
流速の制限	概ね0.7m/s程度 ($Fr \div 0.3$: 常流)	ヤマメ、大型のヤマメ(サクラマス相当)の巡航速度0.6～0.9m/sの中間値
流速の制限 (越流部等)	概ね3m/s程度 ($Fr \div 1.5$: 局所的な射流を許容)	ヤマメの突進速度3m/s以上
水深の目安	70cm	ヤマメ・大型のヤマメ(サクラマス相当)の体高+背鰭高の2倍以上とし、越流部等局所的には体高+背鰭高の半分程度とした。
水深の目安 (越流部等)	40cm	
対象流量	1.0～4.0m ³ /s	同一水系の鳴鹿大堰(九頭竜川)における遡上時期(5月)を包絡する4月下旬～6月上旬の部子川の河川流量の80%程度をカバーできる流量とした。
縦断勾配	1:15(平均)	他事例及び有識者の提言等から勾配が1:10～1:20であり、この範囲内の勾配とした。
魚道幅	2.5m	現河道の半分程度と設定(現況の滞筋程度)
高低差	6m	魚道分岐部の敷高EL.180.0m 下流河道の標高EL.174.0m 差分6m
延長	約83m	魚道分岐部～橋梁部付近(平面延長)

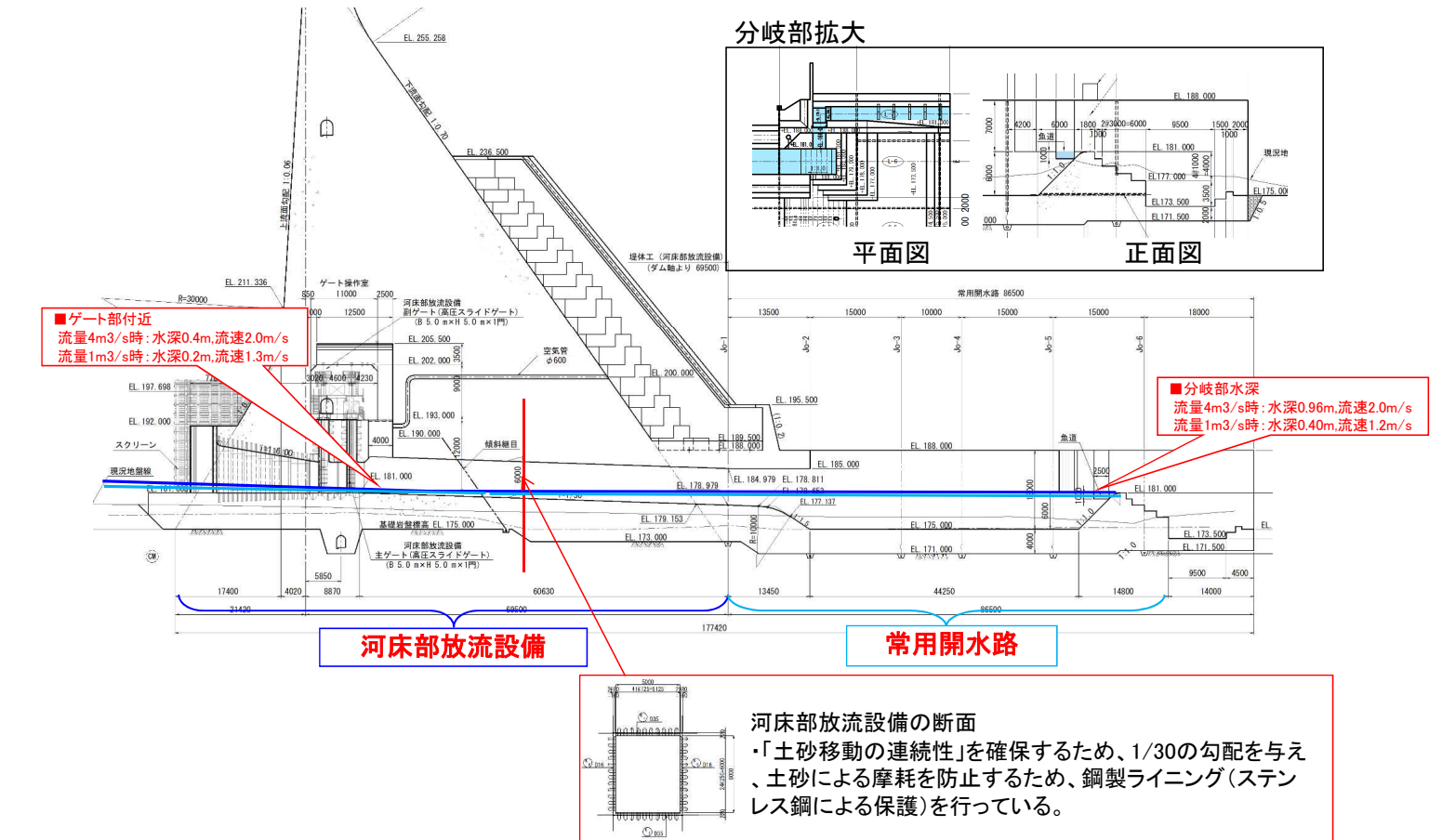
37

魚道図面



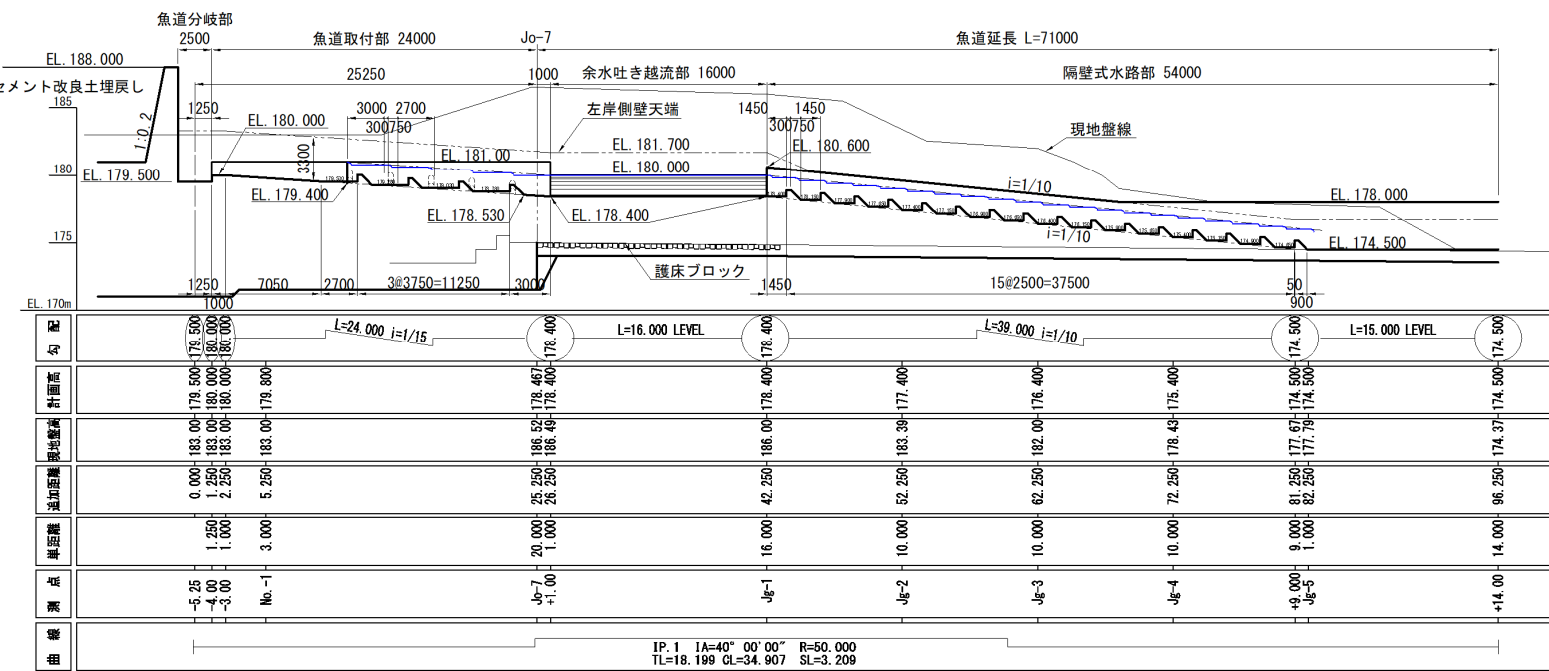
注) 今後の設計の進捗により変更する可能性がある。 38

河床部放流設備、常用開水路



注) 今後の設計の進捗により変更する可能性がある。 39

魚道縦断面図



注) 今後の設計の進捗により変更する可能性がある。

魚道設計イメージ(下流からダム堤体下流面を望む)



注) 今後の設計の進捗により変更する可能性がある。

■足羽川ダム環境モニタリング委員からの意見

○ 意見に対する対応は、以下のとおり。

項目	意見	対応
対象魚種	カジカやアジメドジョウが対象魚種から外れている。部子川に生息しているため、配慮する必要がある。	遊泳魚(ヤマメ)を対象魚種とする魚道計画とするが、底生魚にも付加的に対応可能な魚道形式(越流壁の工夫:台形断面魚道)を採用する。
魚道形式	底生魚も念頭に置いた魚道形式を検討する必要がある。台形断面魚道が遊泳魚、底生魚の両方に対応できるような結果となっているようである。	
魚道内流速	流速が速いと(白波が立ち、休息する場所がない)魚が登れない。魚道にだけ水が流れると流速が速くなってしまわないのか。	春季の流量1~4m ³ /sを対象に、対象魚種(ヤマメ)の突進速度、必要水深を考慮し、流速を2~3m/s程度、水深を最深部0.7m、越流部0.4mを確保する設計条件としている。また、魚道分岐分には、維持管理用ゲートを設置する計画である。
その他	河床部放流設備の中は真っ暗なのでしょうか。他事例も参考に魚が移動し易い環境に配慮する必要がある。	呑口部が南に向いて大きく開口し、光が入り込むと考えている。照明等を設ける必要はないと判断している。
	魚道を見学できるような工夫が必要ではないか。	魚道沿いに管理用通路を設ける計画であり、見学者用通路としても活用する。

42

水海川導水トンネルにおける施工進捗について

指摘事項④

水海川導水トンネルの2期工事において、1期工事の施工実績など、既存の調査結果を踏まえ、トンネル技術の専門家の意見も聞きながら、引き続き対策を検討する。

対応状況

- 安全に工事を進めることを前提に、施工方法及び地下水への影響等について、専門家から技術的な指導、助言を得るため、令和2年10月16日に「水海川導水トンネル技術検討委員会」を設置。これまで2回開催。
- 第1回委員会(令和2年10月16日)
水海川導水トンネル1期工事の工事実績及び水海川導水トンネル2期工事の施工方針について報告し、技術的な指導、助言を得る。
- 第2回委員会(令和3年 5月26日)
水海川導水トンネル2期工事の施工実績を踏まえた今後の施工方針及び温見断層把握のための事前調査について報告し、技術的な指導、助言を得る。

43

■第1回委員会(令和2年10月16日) 議事概要(1/2)

○水海川導水トンネルの設計について

- ・ボーリング調査、弾性波探査等の調査が実施され、設計基準等に基づいてトンネルの設計が行われている。

○水海川導水トンネルⅠ期工事について(工事实績)

- ・トンネル掘削時においては、切羽における地山等級の判定及び掘削支保パターンの採用について、マニュアル等に基づいて実施されており、妥当と考えられる。
- ・掘削支保パターンのランクアップ及び補助工法の採用について、1)潜在的な亀裂が発達し、緩み易い地山が分布していたこと、2)断層の存在や多亀裂で地下水位が高いことにより切羽の自立性が悪い傾向にあったことが要因として考えられる。

44

水海川導水トンネルにおける施工進捗について

■第1回委員会(令和2年10月16日) 議事概要(2/2)

○水海川導水トンネル2期工事について(施工方針)

- ・今後の施工区間においては、最大土被りが約 280m と大きく、温見断層及び破碎帯が分布することから、地山の塑性化による押出しに伴う支保の変形や高圧大量湧水によって切羽崩落の発生が想定されるため、切羽前方の地質・湧水情報を事前調査等により把握して施工を行う必要がある。
- ・事前調査等については、施工方針で示された滞水層を把握するための探査や前方地山の詳細を把握する長尺水平ボーリング等の組合せが有効な手段である。また、温見断層の掘削にあたっては、断層位置の把握及び湧水量等を把握する超長尺ボーリングを実施した上で事前に対策等の検討を行う必要がある。
- ・トンネル掘削時においては、切羽における地山等級の判定及び掘削支保パターンの採用について、Ⅰ期工事に引き続き、マニュアル等に基づいて実施する必要がある。
- ・先行ボーリング等により事前の水抜き対策を徹底することが、安全かつ効率的な掘削を進める上で重要である。

○その他全般

- ・周辺環境への影響について、地下水、沢水等のモニタリングを継続実施し、トンネル掘削による影響を予測する等の検討を行い、工事を進める必要がある。
- ・モニタリングの観測結果及びこれまでのトンネルの施工結果を、適宜、設計にフィードバックしながら、今後の施工に反映していく必要がある。

45

■第2回委員会(令和3年 5月26日) 議事概要(1/2)

○水海川導水トンネル2期工事について(施工実績を踏まえた今後の施工方針)

- ・トンネル掘削時の切羽における地山等級の判定及び掘削支保パターンの採用について、マニュアル等に基づいて実施されており、妥当と考えられる。
- ・2期工事着手後、現時点までの地山状況は、安山岩質溶岩に自破碎溶岩が混在している状況にあり、更に断層破碎や強い変質作用を受けた脆弱な岩盤状況であった。このため、掘削支保パターン及び追加対策について、設計と実施との間に乖離が生じたと考えられる。
- ・切羽前方調査の結果から今後も同程度の脆弱な地山状況が続くことが懸念され、掘削時に起こりうる変状等の現象に備え、①支保工の高剛性化、②インバートの早期閉合、③補助工法の採用、などを組み合わせた対策工の検討結果は妥当であると考えられる。
- ・上記の対策工で対応できない場合を想定し、トンネル断面の上半仮インバートの高剛性化、トンネル断面の円形化などを事前に準備しておき、実行できる体制を整えておく必要がある。
- ・今後の脆弱地山区間において、地山状況によっては上記の対策を講じたとしてもトンネルの変状が収まらないことも起こりうると考えられるため、計測(A計測・B計測)を強化し、いち早く異常を検知できる体制を整えておく必要がある。
- ・切羽での湧水により地山の緩みや劣化が進むため、安全かつ確実にトンネル掘削を実施するためには、より積極的に長孔の水抜きボーリングを行う必要がある。

46

■第2回委員会(令和3年 5月26日) 議事概要(2/2)

○温見断層把握のための事前調査について

- ・温見断層は既往の文献や調査結果から、相当範囲において破碎帯が広がるものと想定され、今後の施工に備え綿密な事前調査を行うことが効果的であると考えられる。
- ・今後のトンネル掘削において重大な施工上の課題となりうる突発湧水を事前に把握すること、並びに温見断層の性状を事前に把握し対策工法を立案するため、超長尺ボーリングの先行実施は有効な手段であると考えられる。その際に周辺環境(水環境や水利用)に及ぼす影響について把握しておくことが望ましい。

47

■2期工事区間の地質状況と対応

○ 地質状況

本区間には、主に安山岩質溶岩が出現している。溶岩中には、強変質を受けて粘土化した自破碎状溶岩が不規則に含まれる。

粘土化した劣化部を含む区間では、大きな地圧が作用する大土被り区間であることも相まって、掘削直後からトンネルの左側側壁で変位が増大する傾向が見られた。

○ 標準支保パターン適用地山(B~DⅡ)

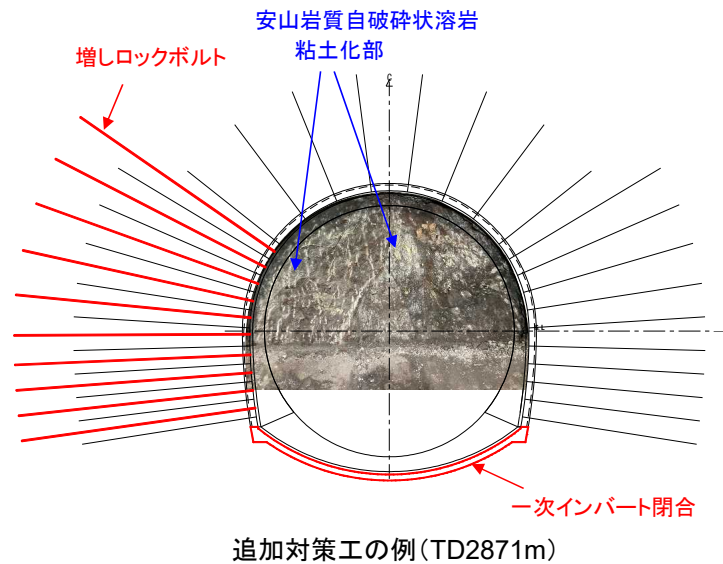
トンネル地山等級判定マニュアルに従った対策フローを立案し、これに基づく対策を実施した。

<支保パターンのランクアップ>

- ・吹付けコンクリートの増厚
- ・鋼製支保工の増強
- ・ロックボルトの本数増および延長
- ・一次インバート閉合

<既掘削区間への追加対策>

- ・増しロックボルト
- ・一次インバート閉合
- ・ランクアップした支保パターンでの縫い返し



48

温見断層把握のための事前調査について

【温見断層部の施工方針】

事前に超長尺ボーリング(概略調査)を行い、断層の位置、規模を特定した上で、必要に応じて追加調査を実施し、対策方針を設定した後にトンネル掘削を実施する。

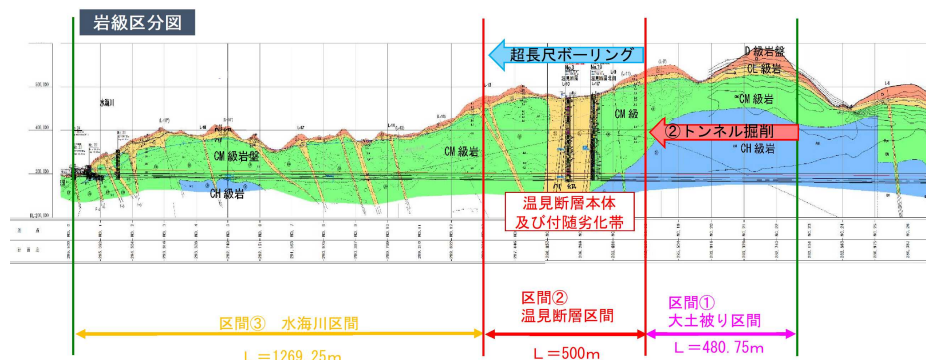
【超長尺ボーリングの目的】

①突発湧水対策

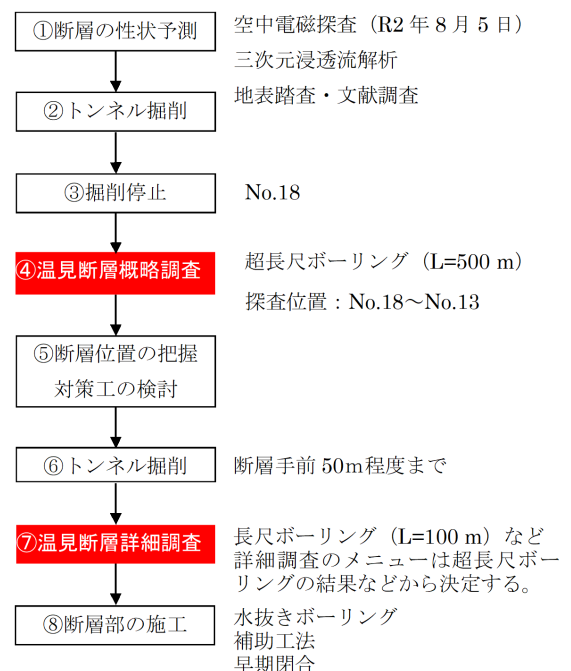
地下水解析において、粘土層の存在により温見断層への到達、突破に際して最大11.1m³/minの突発湧水量が推定されている。無対策で、断層に到達した場合、大量の湧水による切羽崩壊など施工の安全面が懸念されるため、湧水情報の事前把握が必要となる。

②事前の対策立案による工程管理、経済性の確保

水圧250mの被圧水が存在する大規模活断層である温見断層の性状を掘削前に把握し、適切な対策工を立案する。



温見断層部の施工概要



温見断層部のトンネル掘削フロー

49

その他

50

立木の売り払いについて

- 伐採木の処分について、一般競争入札にて売り払いを実施。

年度	立木処分数量(m ³)
令和2年度	約6,647m ³



工事用道路施工箇所



木材仮置き場(売却用)

51

IV. 今後の検討の進め方について

今後の検討の進め方について

■全般

- ・ 流水型ダムの特徴を鑑み、新技術、新工法の採用を検討し、コスト縮減・工程短縮案について、引き続き検討する。
- ・ 検討にあたっては、総合的知見により、将来の維持管理の省力化を念頭に行う。

① ダム本体について

- ・ ダム本体設計は完了。引き続き、岩盤スケッチ等の現場条件を反映した修正設計を進める。

② 導水施設について

- ・ 足羽川ダム建設事業工程を遵守できるよう、施工計画の検討を行う。

③ 貯水池法面について

- ・ 法面对策が必要と判断した法面について、詳細な調査を行い、対策工の設計を行う。

④ 付替道路について

- ・ 工期短縮、安全性の向上を考慮した施工計画の検討を行う。