資料－２

# 淀川水系ダム事業費等監理委員会資料

## －天ケ瀬ダム再開発事業－

令和元年１０月２９日

近畿地方整備局　琵琶湖河川事務所

# １． 事業概要

## １）流域の概要

○淀川水系　宇治川

○流域面積 約4,354km$^2$

（うち琵琶湖流域：約3,848km$^2$）

○流路延長 約38km

○天ヶ瀬ダム

集水面積 約352km$^2$

国土地理院発行1/200,000地勢図（京都及び大阪、名古屋）に加筆

※第１２回「淀川水系事業費等監理委員会」資料－２より再掲

## ２）天ケ瀬ダム再開発事業の経緯
## 事業の主な経緯・経過

| | | |
|---|---|---|
| 昭和50年度 | | 予備調査着手 |
| 平成元年 | 4月 | 建設事業着手 |
| 平成 7年 | 4月 | 基本計画策定(事業費:330億, 工期:平成13年度) |
| 平成 9年 | | 河川法改正 |
| 平成10年 | 3月 | 工事用道路着手 |
| 平成13年 | 2月 | 淀川水系流域委員会設置 |
| 平成17年 | 7月 | 近畿地整より「淀川水系5ダムについての方針」公表 |
| 平成19年 | 8月 | 淀川水系河川整備基本方針策定 |
| 平成19年 | 12月 | 近畿地整より淀川水系3ダム事業費変更公表 |
| 平成21年 | 3月 | 淀川水系河川整備計画策定 |
| 平成21年 | 4月 | 淀川水系における水資源開発基本計画全部変更 |
| 平成21年 | 7月 | 淀川水系ダム事業費等監理委員会 設立 |
| 平成23年 | 3月 | 基本計画変更(事業費:430億, 工期:平成27年度) |
| 平成25年 | 9月 | トンネル本体工事着手 |
| 平成26年 | 5月 | 基本計画第2回変更(事業費:430億, 工期:平成30年度) |
| 平成29年 | 4月 | 基本計画第3回変更(事業費:590億, 工期:平成33年度) |

※第１２回「淀川水系事業費等監理委員会」資料－２より再掲

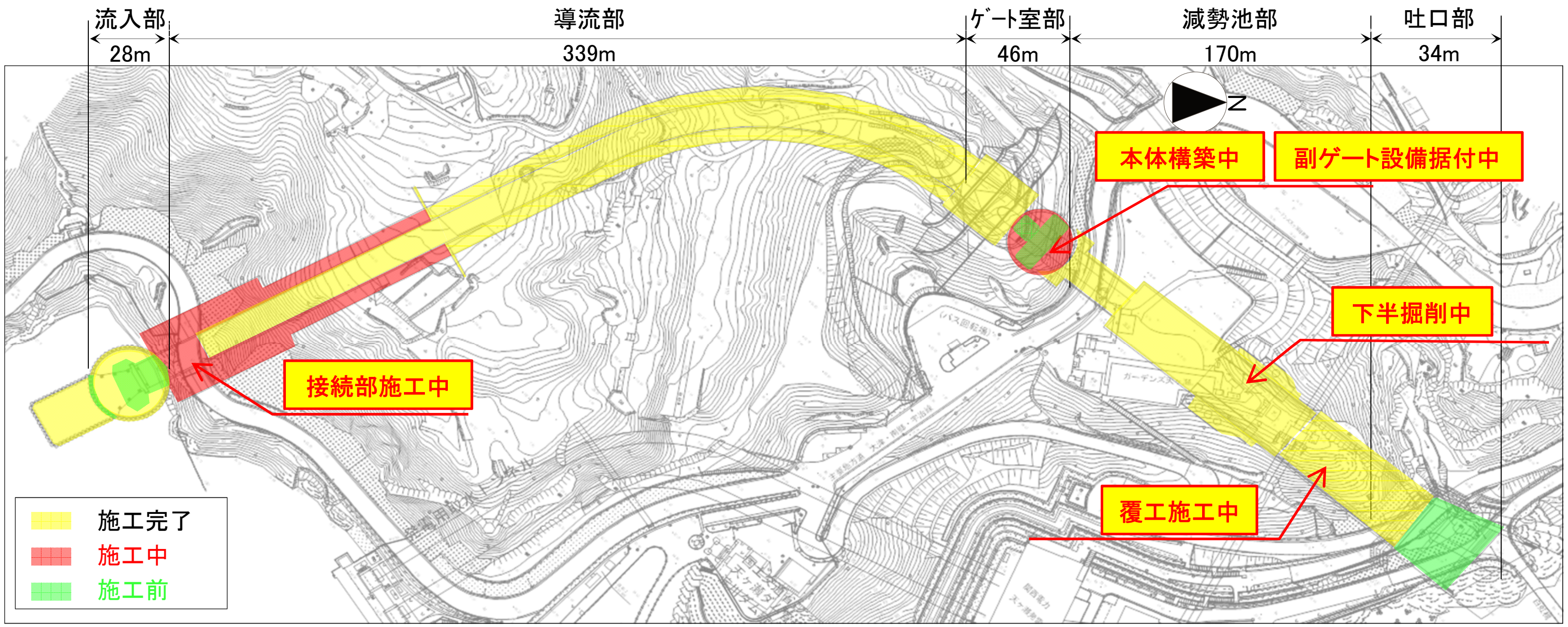
# ３）天ケ瀬ダム再開発事業の概要

※第１２回「淀川水系事業費等監理委員会」資料－２より再掲

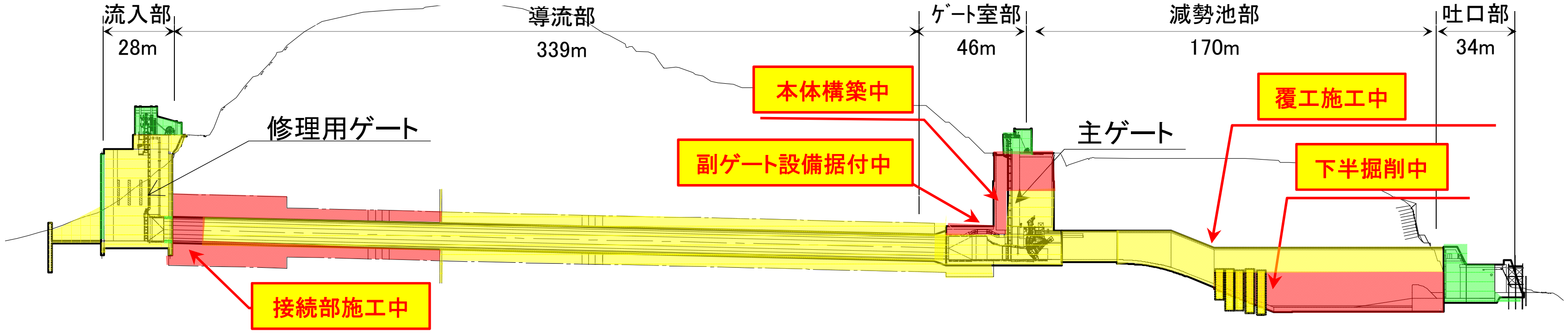
# ＜平面図＞

（平成３１年３月末現在）

〇流入部：本体構築完了
〇導流部：トンネル掘削・覆工完了、グラウト完了
接続部施工中
〇ゲート室部：本体構築中、副ゲート設備据付中
〇減勢池部：側壁導坑覆工完了､上半掘削完了・覆工施工中
下半掘削中

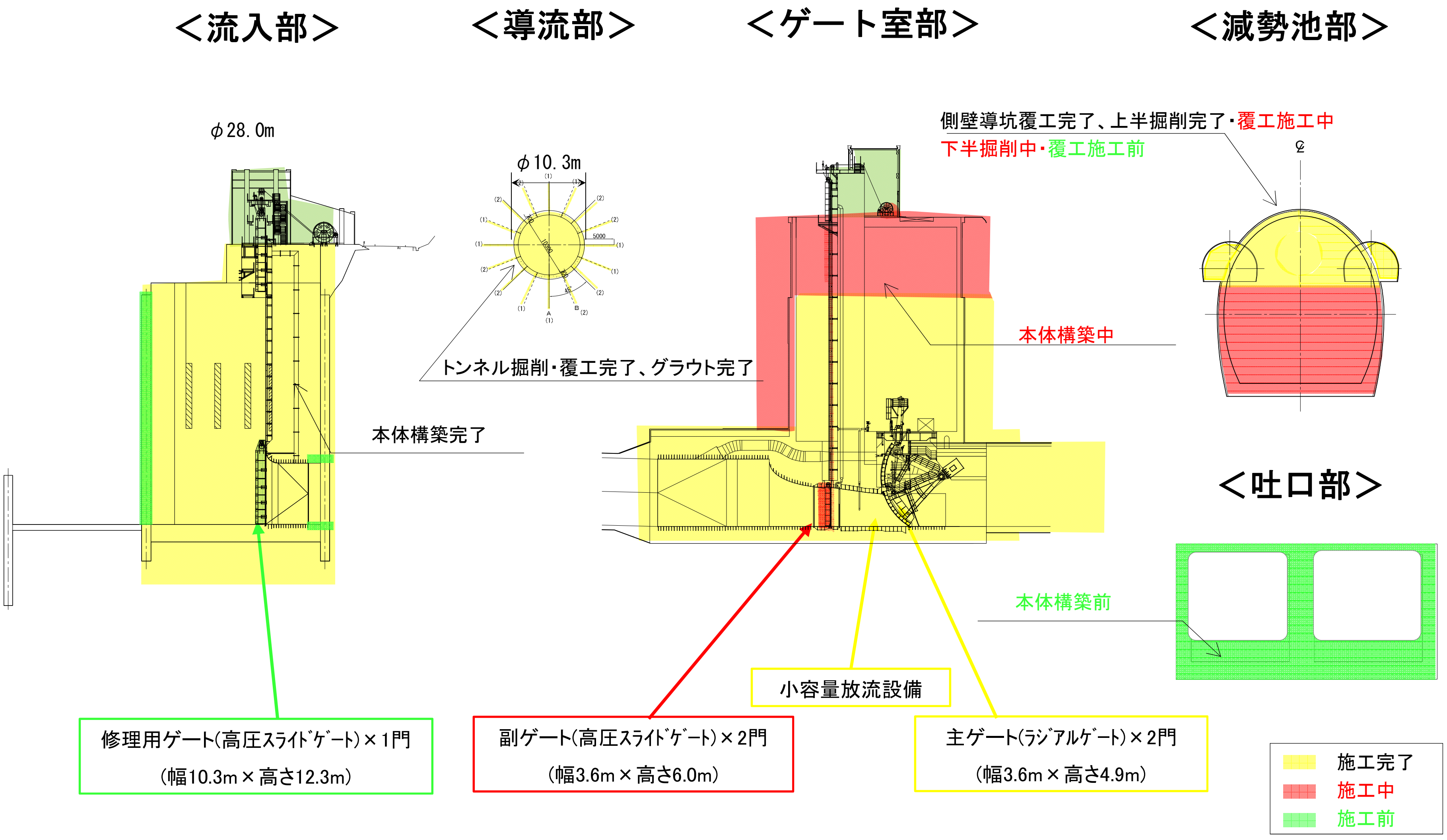



# ＜縦断図＞




※第１２回「淀川水系事業費等監理委員会」資料－２より再掲

# ○ 主要断面図




※第１２回「淀川水系事業費等監理委員会」資料－２より再掲

# ２． 事業計画工程（予定）

| 分類 | | H29 | H30 | R1 | R2 | R3 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| トンネル式放流設備 | 流入部 | 本体構築<br>ゲート設備等据付 | | | ゲート設備、運転支援装置据付<br>上屋建築 | 鋼管矢板切断 桟橋撤去 |
| | 導流部 | | | グラウト、掘削、覆工（接続部） | グラウト、覆工（接続部） | |
| | ゲート室部 | 本体構築<br>ゲート設備等据付 | | 本体構築<br>上屋建築 | グラウト<br>運転支援装置据付<br>上屋建築 | |
| | 減勢池部 | 上半掘削、先進導坑覆工 | 上半覆工、下半掘削 | 下半掘削 | 下半掘削<br>下半覆工 | |
| | 吐口部 | | 桟橋切替、掘削 | 桟橋切替・掘削 | 本体構築 | 桟橋撤去 |
| | 管理支所 | | | 発電機・受変電設備据付 | 発電機・受変電設備据付<br>ダム制御装置据付 | |
| 補償工事 | 新白虹橋 | 旧橋撤去 | | | | |

※第１２回「淀川水系事業費等監理委員会」資料－２より再掲

# ３．前回（第１２回）委員会における指摘事項とその後の対応

## ○前回委員会における指摘事項

・可能な限りコスト縮減案の検討
・不確実性の精査
・増額要因及び金額を精査
上記について、事業費等監理委員会で結果を報告すること。

## ○指摘事項に対する対応

前回委員会以降、各委員に対してこれまでに取り組んできた内容について報告し確認を受けるとともに、今後実施するものについて助言を頂いた。

＜コスト縮減案の検討＞
（コスト縮減）
・これまでの事業費等監理委員会で報告した項目に加え、更なるコスト縮減策を検討した。

（増額の縮減）
・「減勢池部掘削方法の変更」及び「夜間作業のとりやめ」について、増額の縮減を図った。
・「覆工仮設備費用（減勢池部）」について、シュート部セントル構造に対する助言を踏まえ増額の縮減を図った。
・「鋼管矢板切断方法等」について、切断箇所の幅広な検討に対する助言を踏まえ増額の縮減を図った。

＜不確実性の精査＞
・濁水処理量及びグラウト施工量の推定について精査を実施した。

＜増額要因及び金額の精査＞
・全項目について精査を実施した。

# ４．全体事業費の変更

全体事業費

約590億円　→　約660億円（約70億円増）

（内訳）

| | | |
|---|---|---|
| Ⅰ | 現場条件等の変更によるもの | 約70億円増 |
| | 増額の縮減 | 約20億円減 |
| Ⅱ | 社会的要因の変化によるもの | 約22億円増 |
| Ⅲ | コスト縮減 | 約 2億円減 |

# 建設に要する費用の変更内容

| | |
|---|---|
| **Ⅰ．現場条件等の変更によるもの** | **約５０億円増**（増額の縮減約２０億円を含む） |
| １．平成29年度より本格着手した減勢池部における変更 | 約４０億円増（増額の縮減約１８億円を含む） |
| １－① 減勢池部掘削方法の変更による増 | 約　９億円増（増額の縮減約　２億円を含む） |
| １－② 夜間作業のとりやめによる増 | 約　９億円増（増額の縮減約　６億円を含む） |
| １－③ 覆工仮設備費用の増 | 約１６億円増（増額の縮減約１０億円を含む） |
| １－④ 重金属を含む濁水処理量の変更による増 | 約　６億円増 |
| ２．既に着手済みであった流入部・導流部における変更 | 約１０億円増（増額の縮減約　２億円を含む） |
| ２－① 鋼管矢板切断方法等の変更による増 | 約　５億円増（増額の縮減約　２億円を含む） |
| ２－② 覆工仮設備費用の増 | 約　３億円増 |
| ２－③ 止水対策に要するグラウト量変更による増 | 約　２億円増 |
| **Ⅱ．社会的要因の変化によるもの** | **約２２億円増** |
| **Ⅲ．コスト縮減** | **約　２億円減** |

## 1-①　減勢池部掘削方法の変更による増　【約9億円増】（増額の縮減　約2億円を含む）

- 坑口付近でブレーカーによる掘削を開始したところ、当初想定していた1.3t級ブレーカーでは掘削できなかったことから、現地において試験施工を実施した結果、施工可能であった4.0t級ブレーカーに変更する必要が生じ、約9億円の増額となった。

＜増額の縮減　約2億円＞

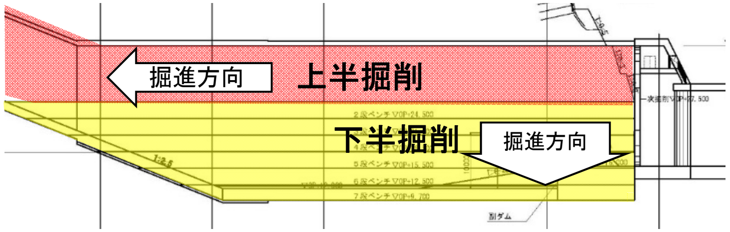
- 上半掘削において4.0t級ブレーカーを活用するにあたり、検討の結果、発破をとり止めることが可能となった。
- 発破に伴う仮設備（防爆扉等）の設置を不要とすることで、約２億円の縮減を図った。

**【現計画】**

- 減勢池部の掘削は、発破＋1.3t級ブレーカーによる小割破砕を想定、先行工事（導坑）の実績からも、妥当であると判断。

**【ブレーカー規格の見直し】**

- 上半掘削に着手したところ、1.3t級ブレーカーでは掘削が不可能であった。
- 下半掘削に着手したところ、1.3t級ブレーカーでは小割破砕が不可能であった。
- 現場試験の結果、掘削可能であった4.0t級ブレーカーに変更（2.0t級、3.0t級についても掘削できないことを確認）。

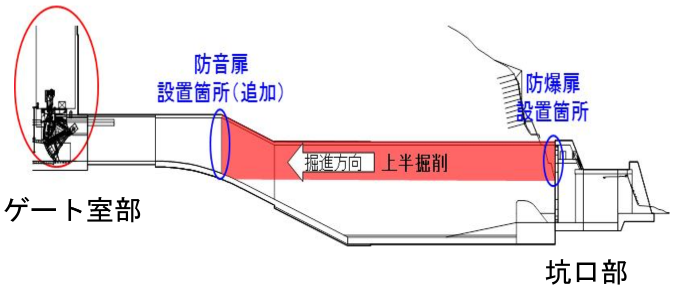


▲【上半部】4.0t級ブレーカーによる掘削状況

▲【下半部】発破＋4.0級ブレーカーによる小割破砕状況

**【掘削方法見直しの検討】**

- 上半部の掘進先に位置するゲート室部に発破による影響が発生することが判明。
- 対策を検討した結果、防音の為の鋼製扉の追加設置が必要となった。




**コスト比較を行い、発破から4.0t級ブレーカーによる直接掘削に変更することにより増額の縮減を図った。**

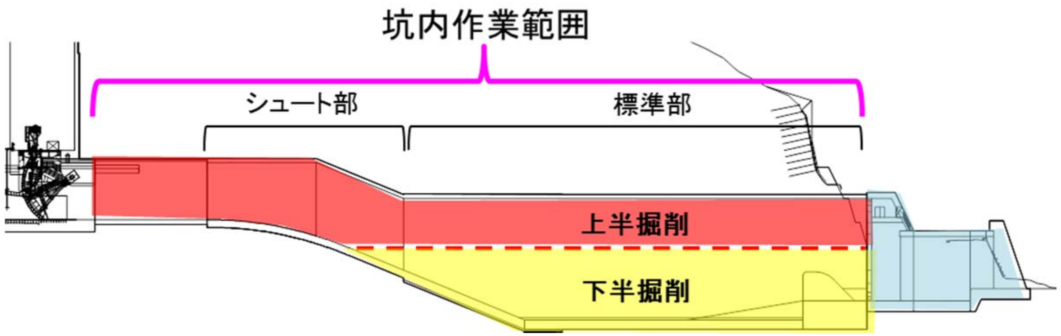
# 変更要因Ⅰ　１．平成29年度より本格着手した減勢池部における変更による増

## 1-②　夜間作業のとりやめによる増　【約9億円増】（増額の縮減　約6億円を含む）

- 減勢池部の施工に着手するにあたり、夜間の土砂運搬作業時の騒音値が規制値を超えることが明らかとなったことから、夜間作業に制限をかける必要が生じた。これによる坑内作業期間の延長に伴い、施工機械損料及び仮設備賃料等が増加したことにより、約9億円の増額となった。

＜増額の縮減　約6億円＞

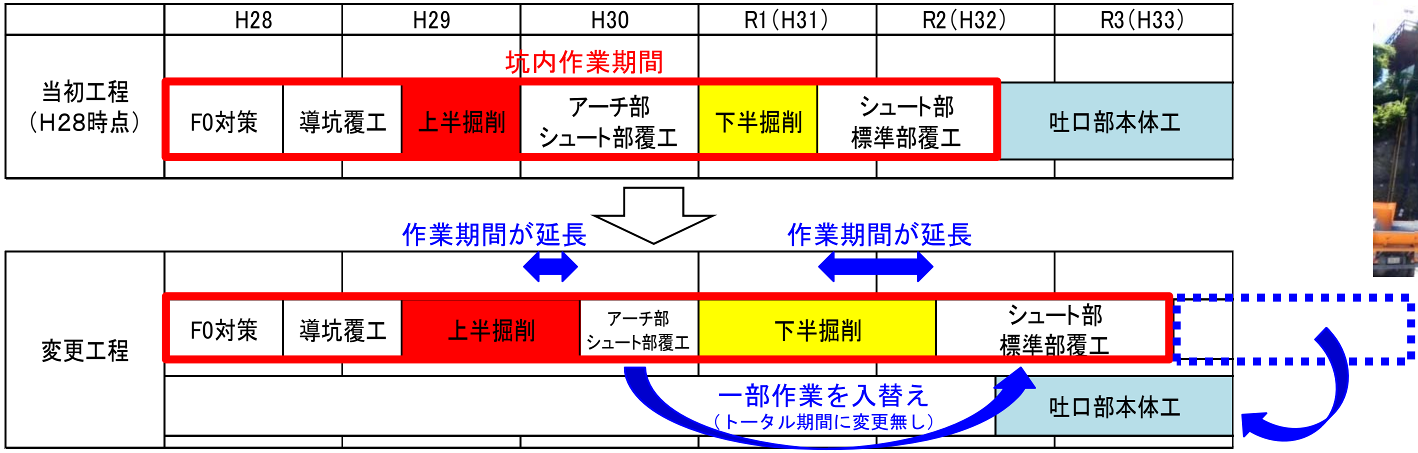
- 吐口部本体工を坑内作業と並行して行うなどの工夫により、想定工期内に完了させることで約6億円の縮減を図った。



施工機械の事例（ドリルジャンボ）

仮設備の事例（換気設備）

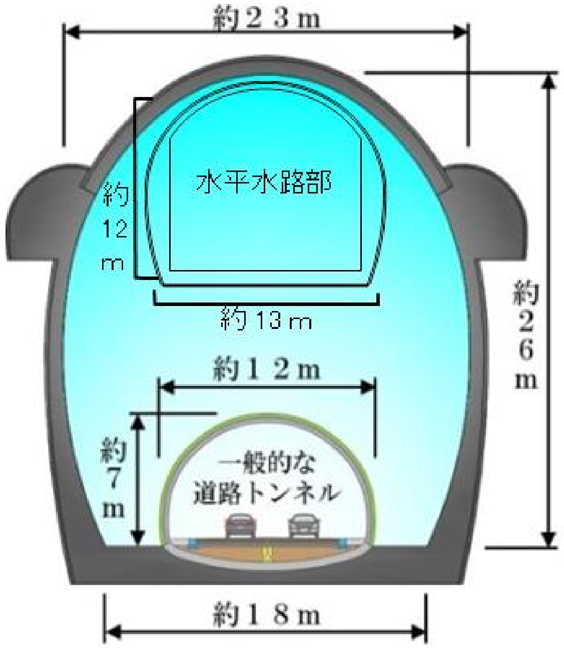
減勢池部の工程（上段：H28時点工程、下段：変更後の工程）



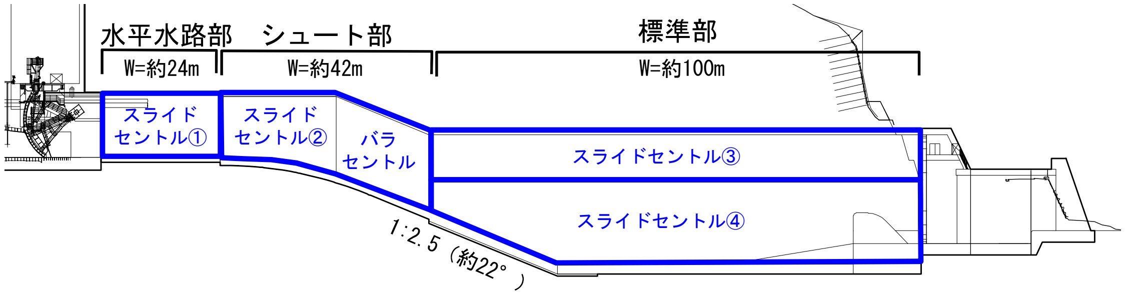
# 変更要因Ⅰ　１．平成29年度より本格着手した減勢池部における変更による増

## 1-③ 覆工仮設備費用の増　【約16億円増】（増額の縮減　約10億円を含む）

- 減勢池部は国内最大級の大断面かつ複雑な形状の水路トンネルであり、類似の施工実績が無いことから、断面形状に応じたセントルの区割りを行い、セントル毎に一般的な道路トンネル用スライドセントル事例を元に費用を類推した。
- シュート部及び標準部を施工するのに先立ち、平成29年11月に施工業者により施工計画を検討した結果、一般的な道路セントルよりも部材量を増加させ高強度の構造とする必要が生じたことにより、約16億円の増額となった。




▲一般的な道路トンネルと減勢池部（水平水路部、標準部）との断面比較




➢ 断面形状に応じた区割りによりセントルの使い分けを計画

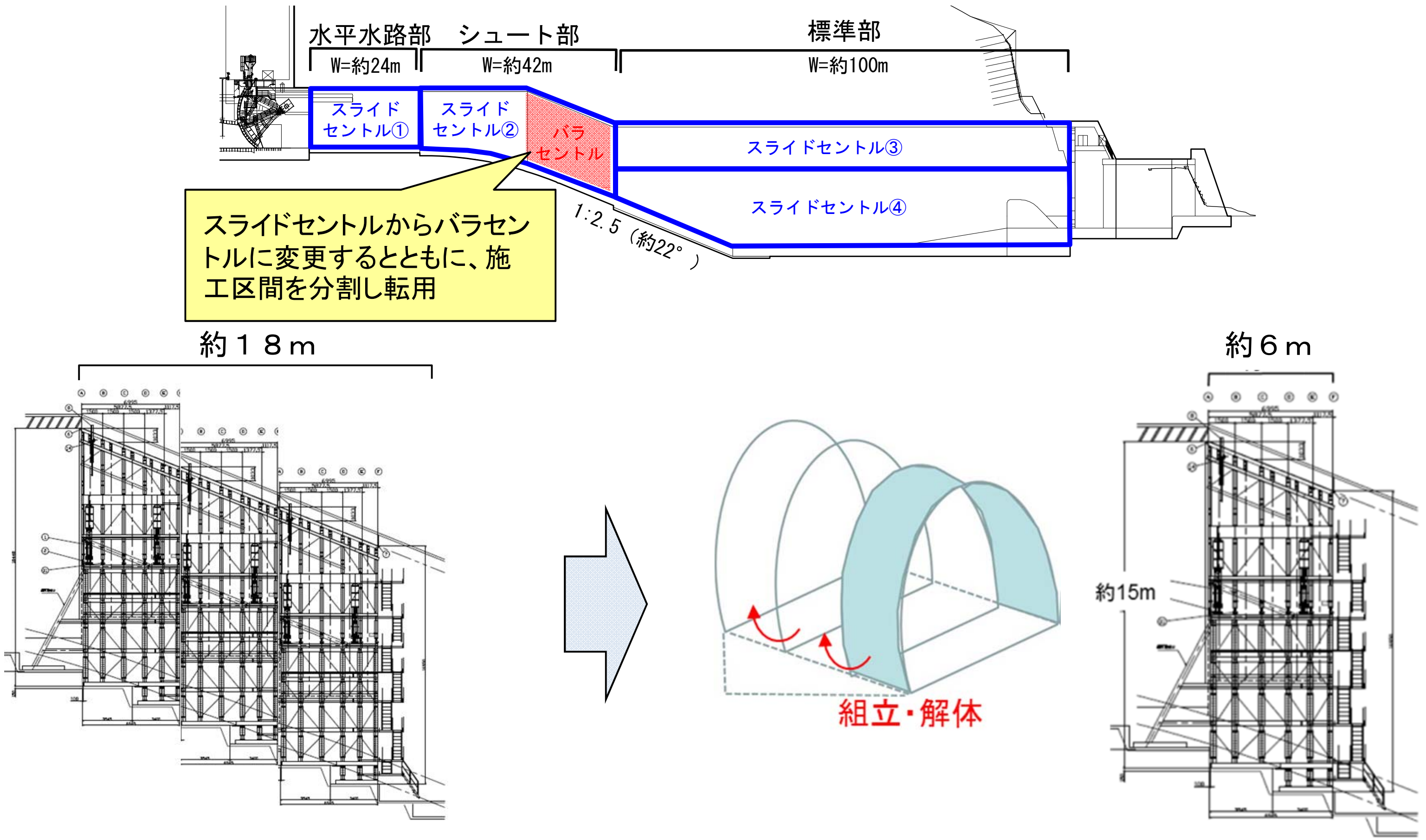
▲一般的な道路トンネル用スライドセントル

▲シュート部で使用したスライドセントル②

# 変更要因Ⅰ　１．平成29年度より本格着手した減勢池部における変更による増

＜増額の縮減　約10億円＞

- シュート部についてもスライドセントルでの施工を計画していたが、急勾配区間をスライドセントルで施工するには追加対策が必要となり、大幅なコスト増が見込まれたため、委員からの助言を踏まえ、シュート部の一部の区間についてはバラセントルによる施工に見直しを行い、更に施工区間を3分割してバラセントルを転用することで約10億円の縮減を図った。




➢ バラセントルの施工区間を分割・転用することで増額を縮減

# 変更要因Ⅰ　１．平成29年度より本格着手した減勢池部における変更による増

## 1-④ 重金属を含む濁水処理量の変更による増　【約6億円増】

- 本事業ではトンネル掘削発生土に自然由来の重金属（鉛・ヒ素）が含まれることから、通常の濁水処理に加え、重金属処理槽および専用薬品による重金属処理が必要となる。
- 減勢池部における掘削の進捗に伴い処理量が増加しており、以後も当初想定した年間総濁水処理量を超過することが予想されるため、更なる処理費用について計上する必要が生じ、約6億円の増額となった。

| 年度 | 年総濁水処理量（m3） | 当初推定量（m3） |
|---|---|---|
| H27 | 19,712 | 31,000 |
| H28 | 30,586 | |
| H29 | 36,288 | |
| H30 | 48,583 | |

▲年間総濁水処理量の経年変化

➢工事の進捗に伴い濁水処理量が年々増加傾向。

▲送水ポンプ設備

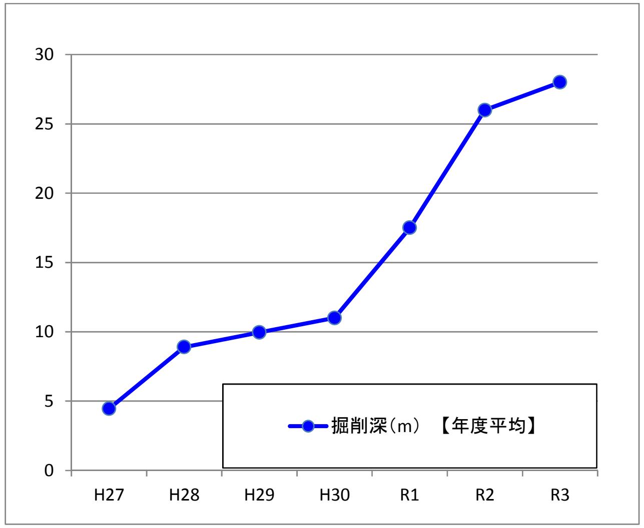
▲薬剤添加タンク

▲濁水処理プラント

# 変更要因Ⅰ　１．平成29年度より本格着手した減勢池部における変更による増

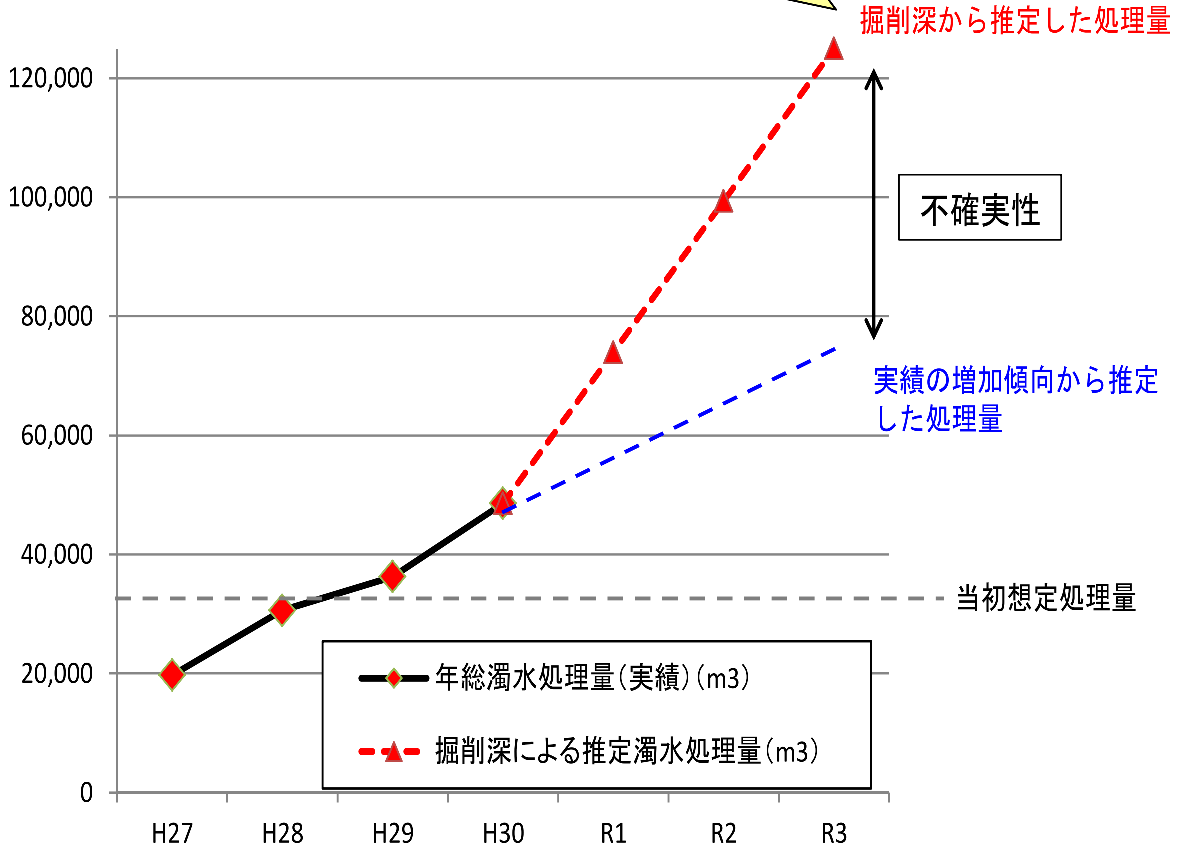
＜不確実性の精査＞

- 今後の濁水処理量は掘削深の推移から推定している。
- 実績の増加傾向から今後も増加は見込まれるが、掘削深に比例して増加するかは不確実な部分であると考えられる。




▲減勢池部トンネル掘削深推移

推定量には不確実性を伴う。
増額（約6億円増）については、掘削深から推定した処理量により算定。

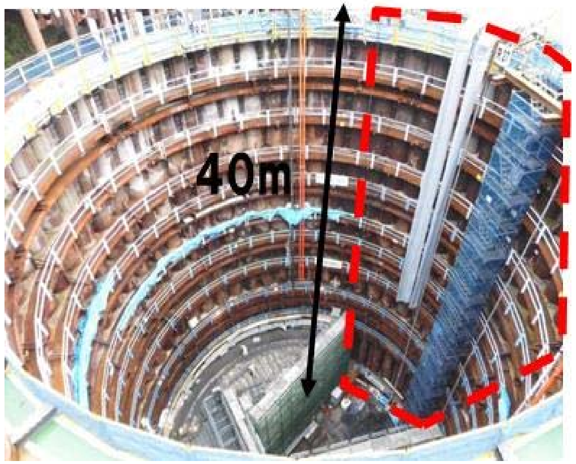



▲濁水処理量の実績と推定

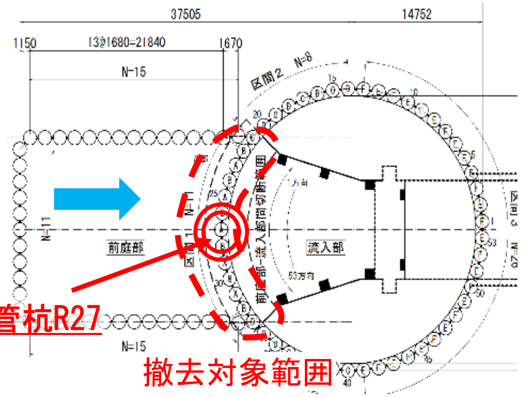
## 2-①　鋼管矢板切断方法の変更　【約5億円増】（増額の縮減　約2億円を含む）

### （1）　鋼管矢板切断方法の変更【約4億円増】（増額の縮減約2億円を含む）

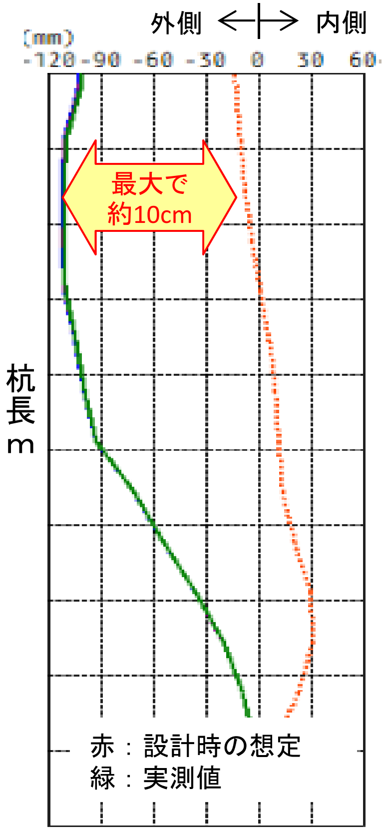
- 鋼管矢板切断の先行事例において、鋼管杭の変位及び止水モルタルによる固着等の影響により1箇所の切断では引き抜く事ができず、両側2箇所を切断し、振動を与えながら引き抜いたことが明らかとなった。
- 本事業においても継手部に止水モルタルの充填や設計時の予測を上回る変位（最大約10cm）が確認されており、引き抜きが困難であることが想定されることから、1箇所の切断から両側2箇所の切断に変更することとした。




▲切断対象範囲（H29.8撮影）



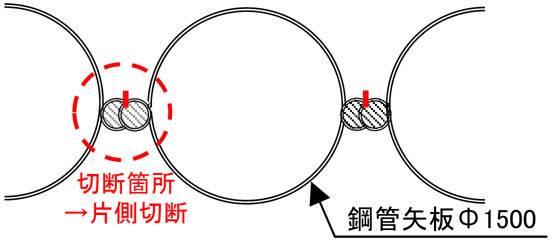

鋼管杭R27




▲鋼管矢板の変位

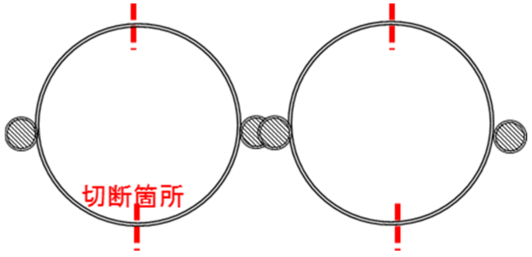
【継手部を片側より切断】

- 鋼管杭の変位及び止水モルタルによる固着等の影響により引き抜きが困難。




【鋼管部での切断】

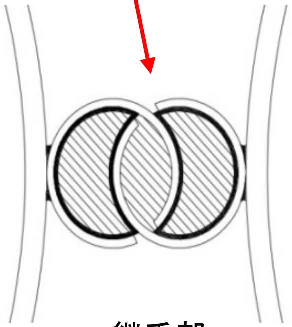
- 振動を与えながらの引き抜きや汚濁防止対策が不要。



# 変更要因Ⅰ　２．既に着手済であった流入部・導流部における変更による増

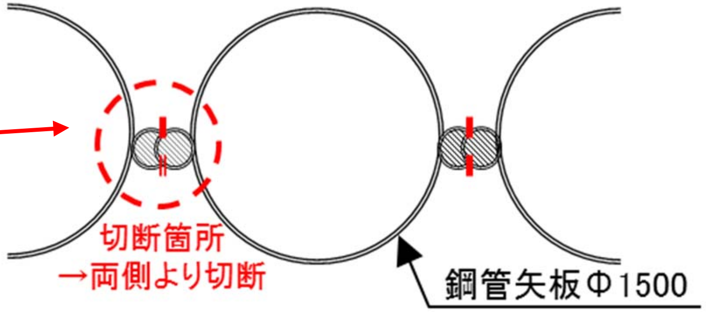
＜増額の縮減　約2億円＞

- 先行事例と同様に継手部で切断すれば引抜方法の変更等が必要になると想定されたことから、委員からの助言を踏まえ、変位や固着の影響を受けない鋼管部2箇所での切断に変更することで約2億円の縮減を図った。

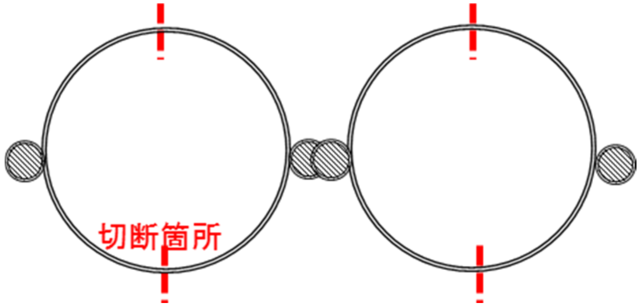


継手部
（止水モルタル）

【継手部での切断】
- 振動を与えながらの引き抜きや汚濁防止対策が追加で必要。




【鋼管部での切断】
- 振動を与えながらの引き抜きや汚濁防止対策が不要。

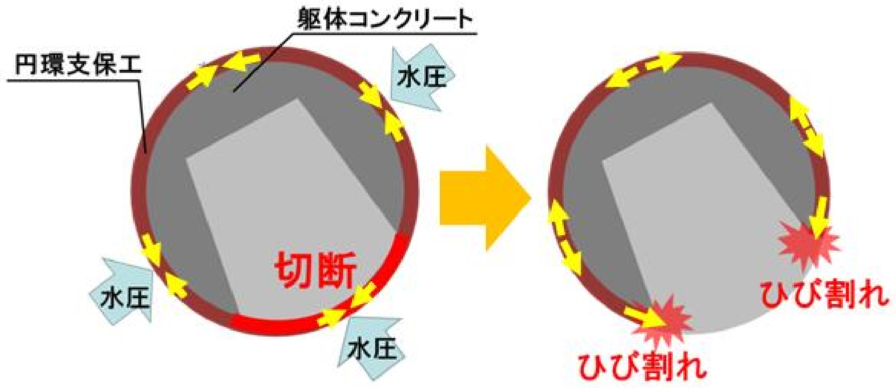


# 変更要因Ⅰ　２．既に着手済であった流入部・導流部における変更による増

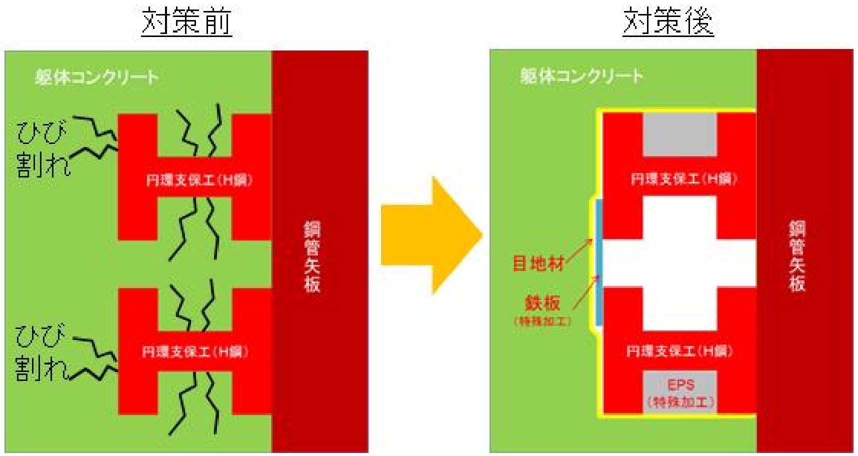
## （2）　円環支保工縁切り対策の追加【約1億円増】

- 応力解析の結果、取水口側の鋼管矢板と円環支保工の切断の際に、円環支保工が変位し、躯体コンクリートにひび割れが生じることが懸念されたことから、ひび割れ対策として縁切り工法を追加する必要が生じたため、約1億円の増額となった。

➢ 当初はH鋼に直接コンクリートが接する構造であったが、縁切りを行う構造に見直し。




▲水圧による円環支保工の圧縮　　▲円環支保工が圧縮から解放

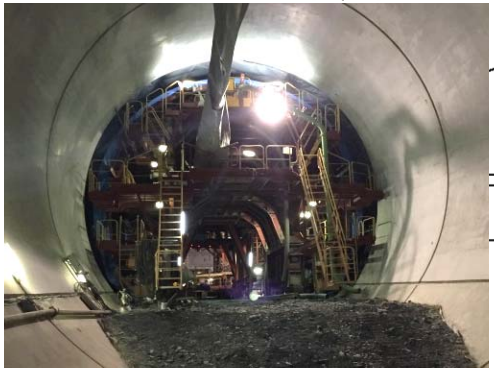


# 変更要因Ⅰ　２．既に着手済であった流入部・導流部における変更による増

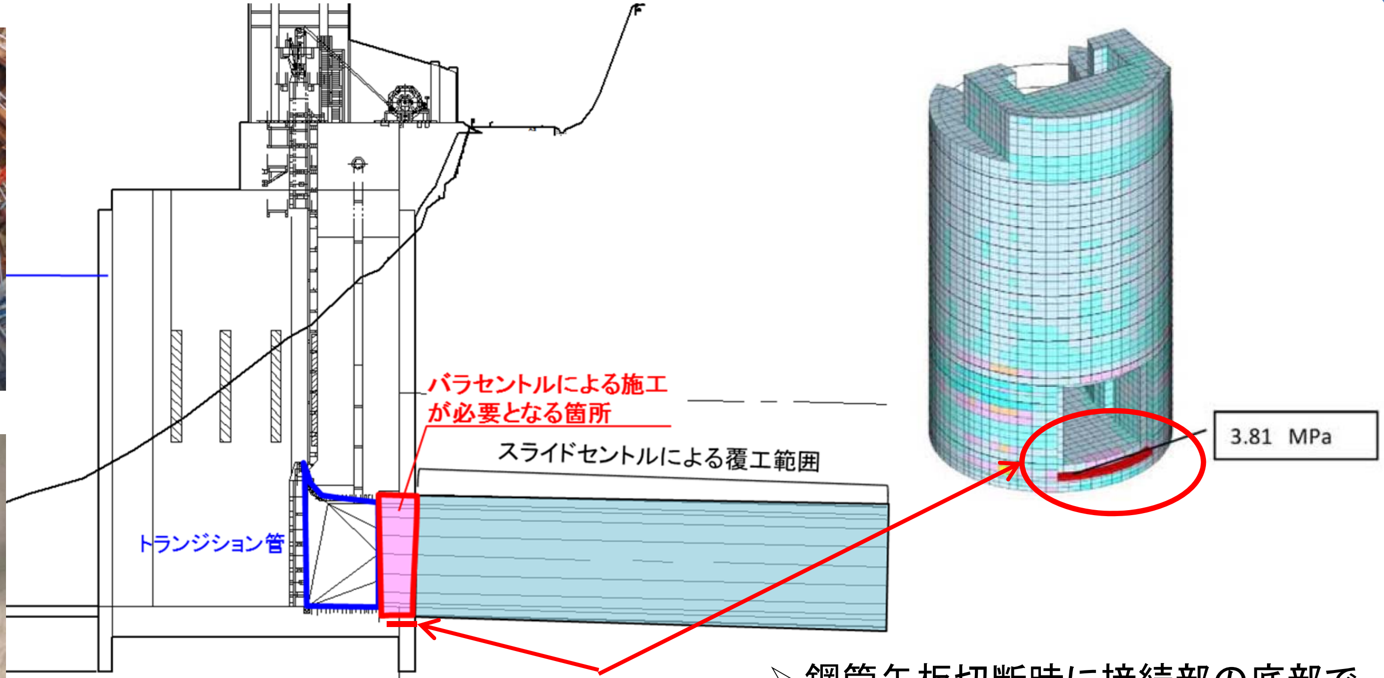
## 2-②　覆工仮設備費用の増　【約3億円増】

- トランジション管との接続部について、導流部から継続してスライドセントルにより施工することを想定しており、導流部に存置しているセントルを用いることとしている。
- 立坑掘削完了後に設計時の予測を上回る鋼管矢板の変位が確認されたため、導流部側の矢板切断時の躯体への影響を検討する必要が生じた。
- 応力解析結果により、矢板切断時に躯体底部にひび割れが生じる危険性があるため、鋼管矢板切断後ただちに覆工を行う必要があり、バラセントルによる施工に変更することとしたため、約3億円の増額となった。

▲トランジション管設置状況



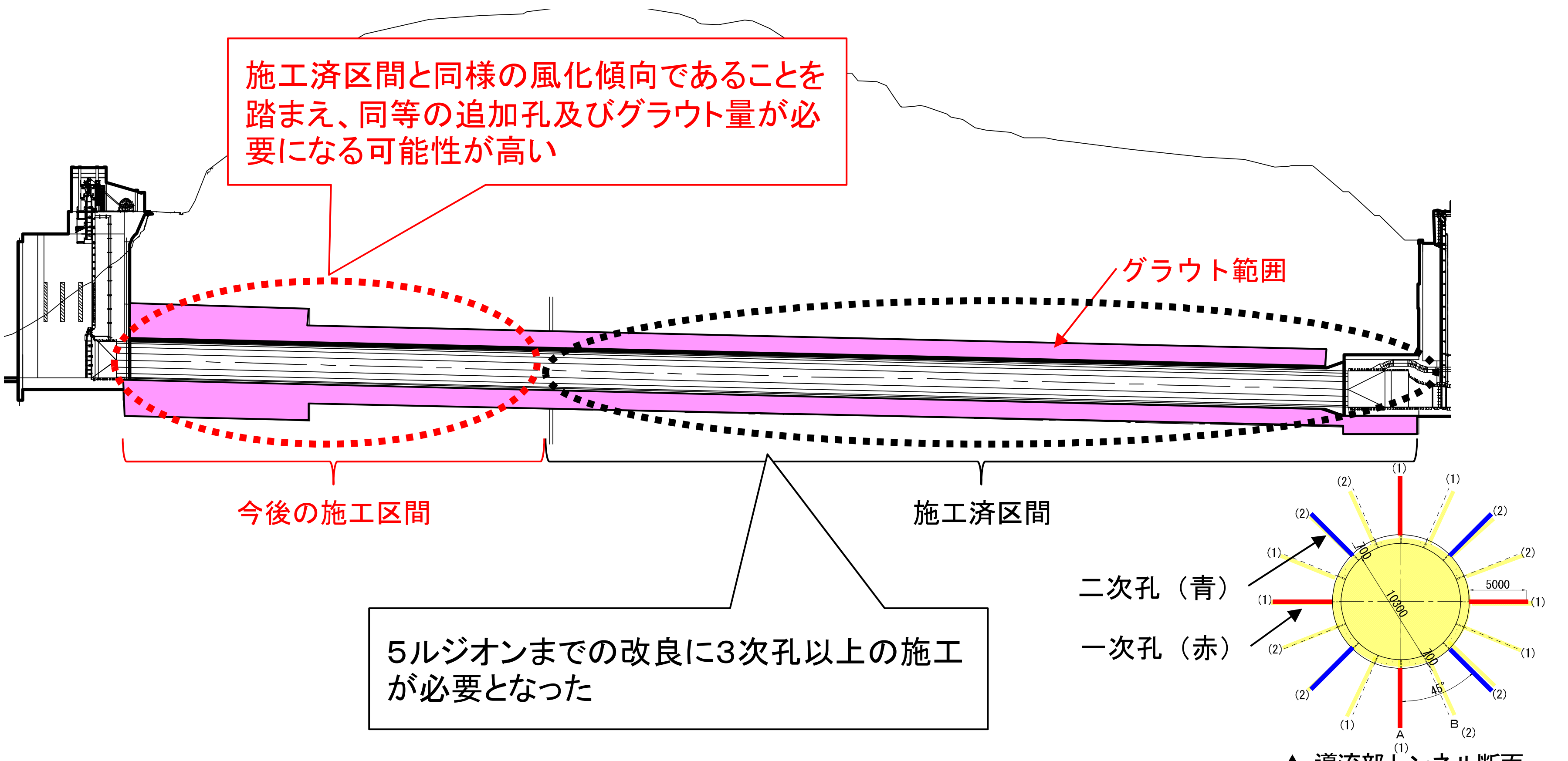
▲導流部で用いたスライドセントル




- 鋼管矢板切断時に接続部の底部で引っ張り応力が発生。
- 切断後、応力発生箇所の補修をただちに行い、覆工も完了させる。

## 2-③　止水対策に要するグラウト量変更による増　【約2億円増】

- 導流部ではコンソリデーショングラウチングによる止水対策を実施することとし、グラウチング技術指針により改良目標を5ルジオンと設定、地質調査結果等により5m間隔で1・2次孔を配置する計画としていた。
- 施工済区間で、5ルジオンまでの改良に3次孔以上の施工が必要となった実績が生じたため、施工実績を踏まえたグラウト計画の見直しを行ったところ、今後の施工区間は施工済区間と同様の風化傾向が見られた。このことから施工済区間と同等の追加孔及びグラウト量が必要となる可能性が高く、施工量の増加が見込まれるため、約2億円の増額となった。

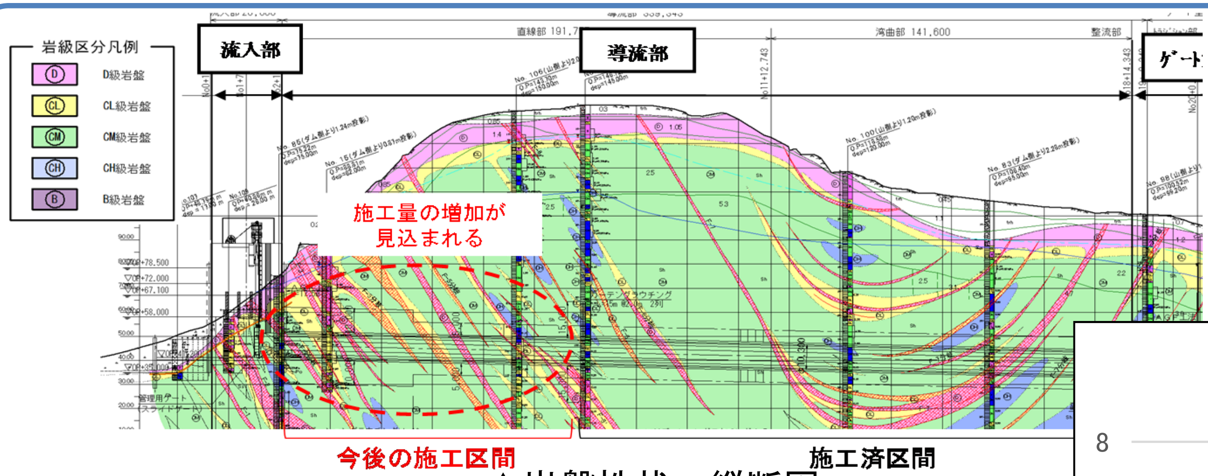



▲ 導流部トンネル断面
（φ10.3m）

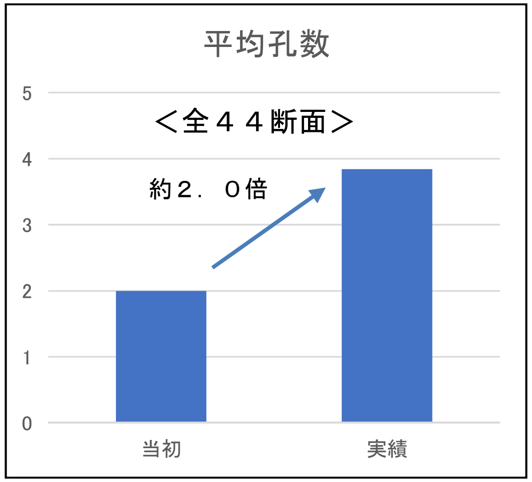
# 変更要因Ⅰ　２．既に着手済であった流入部・導流部における変更による増

＜不確実性の精査＞

- 今後の施工区間におけるグラウト施工量は、施工済区間のうち風化傾向等の地質条件が類似している区間の施工実績から最大限の施工量を想定し、費用を計上している。
- 施工済区間では、５ルジオンまでの改良に3次孔以上（平均3．8次孔、最大7次孔）の施工が必要となった実績が生じており、今後の施工区間においても施工量の増加が見込まれるものの、施工量が最大となるかは不確実な部分であると考えられる。

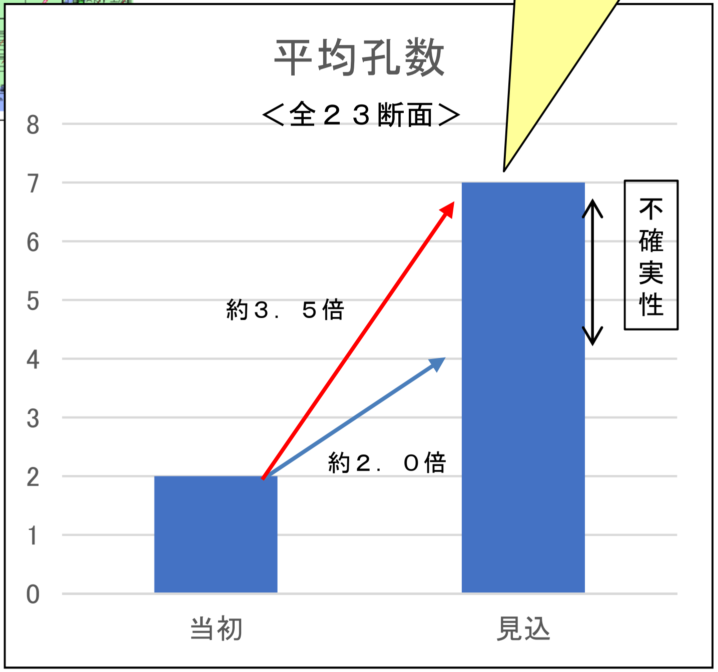



▲岩盤性状　縦断図




▲施工済み区間の実績

推定量には不確実性を伴う。
増額（約2億円増）については、最大次孔数により算定。

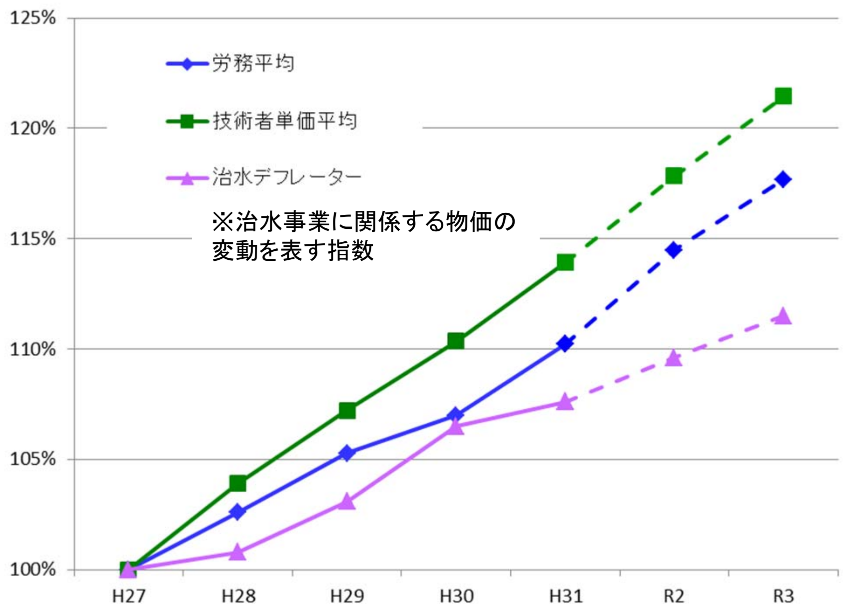



▲今後の施工区間の想定

# 変更要因Ⅱ　社会的要因の変化による増

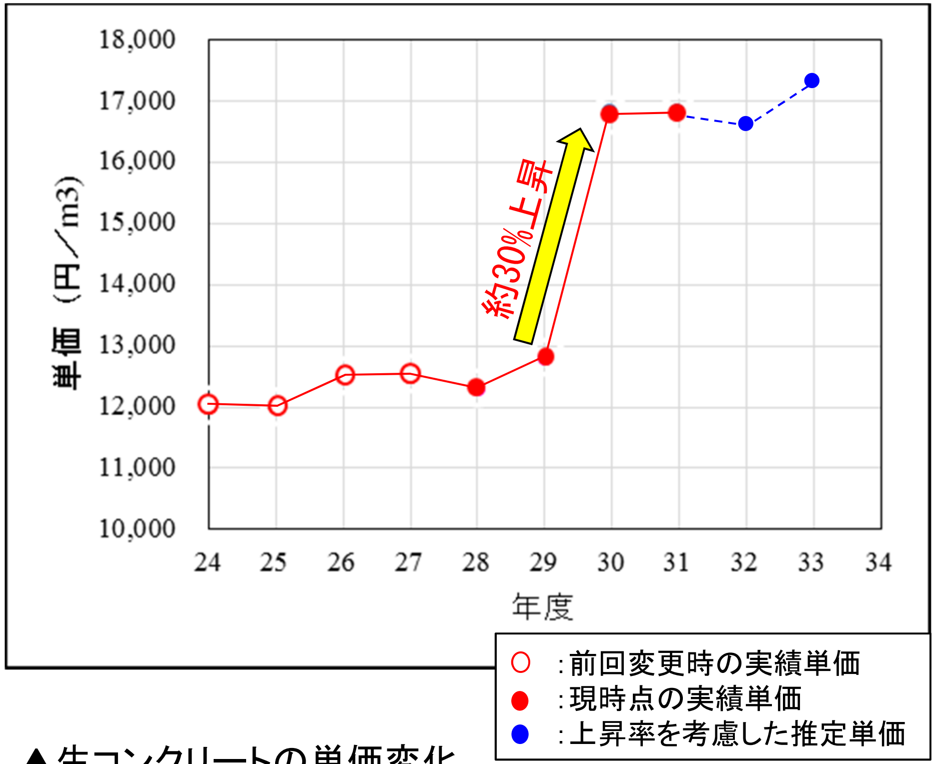
## ■社会的要因の変化 【約22億円増】

- 現在の事業費を算定する際に基準とした平成27年度以降、労務費及び技術者単価、資機材単価等が上昇した。特に、平成30年度には主要資材であるコンクリート単価が急騰している。
- これらの社会的要因の変化により、約22億円の増額となった。




▲労務単価等の上昇率（H27=100%）

主たる物価上昇　：　コンクリートの例




▲生コンクリートの単価変化

出典:土木工事設計材料単価

# 変更要因Ⅲ　コスト縮減

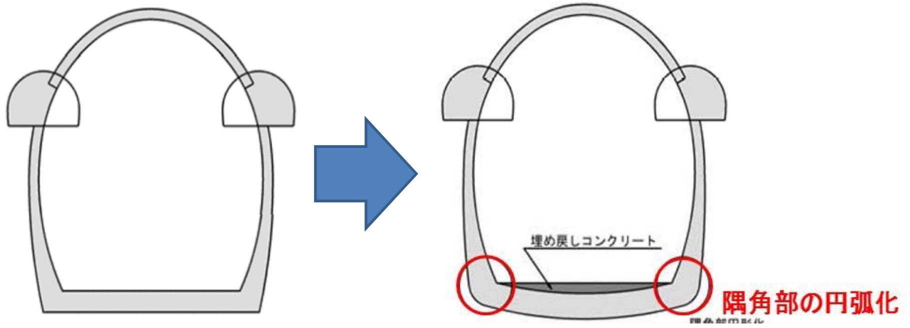
## ■コスト縮減 【約2億円減】

| | 縮減項目 | 内容 | 減額 |
|---|---|---|---|
| ① | ボーリングコア保管方法の見直し | 当初の想定数量では新たに倉庫を新設し、保管する計画であったが、数量を再精査したところ、既存施設を活用して保管できることを確認したため、見直しを行う。 | ▲0．6億円 |
| ② | 減勢池部覆工構造の見直し | 減勢池部の覆工構造を見直し、隅角部を円形化することで必要な鉄筋量を軽減する。 | ▲0．3億円 |
| ③ | ゲート室部上屋構造の見直し | ゲート室部上屋を必要最小限の形状に見直し。 | ▲0．4億円 |
| ④ | ゲート室部運転支援装置の見直し | 天ヶ瀬ダムの運転支援装置更新と一体となってトンネル式放流設備の運転支援装置を整備することにより、新設装置を削減。 | ▲0．3億円 |
| ⑤ | 地山観測頻度の低減 | 工事による影響把握のための地山観測を挙動の安定が確認されたことから、観測頻度を見直し。 | ▲0．4億円 |
| | 合　計 | | ▲2億円 |

### 【代表的事例】

**②減勢池部覆工構造の見直し**

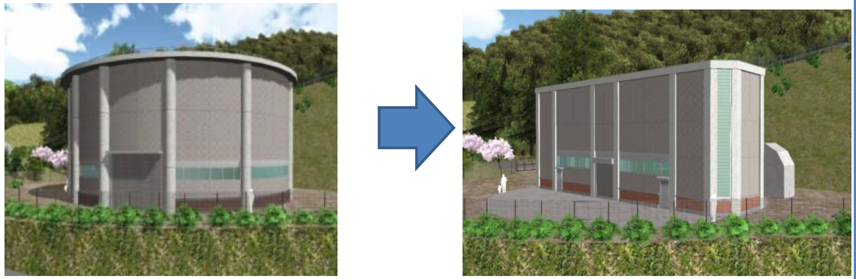
減勢池部の覆工構造を見直し、隅角部を円形化することで必要な鉄筋量を軽減する。




▲ 当初計画　　▲ 変更計画

**③ゲート室部上屋構造の見直し**

ゲート室部上屋を必要最小限の形状に見直し。



▲ 当初計画
（床面積：460m2）

▲ 変更計画
（床面積：130m2）