

土木学会関西支部技術賞候補発表会

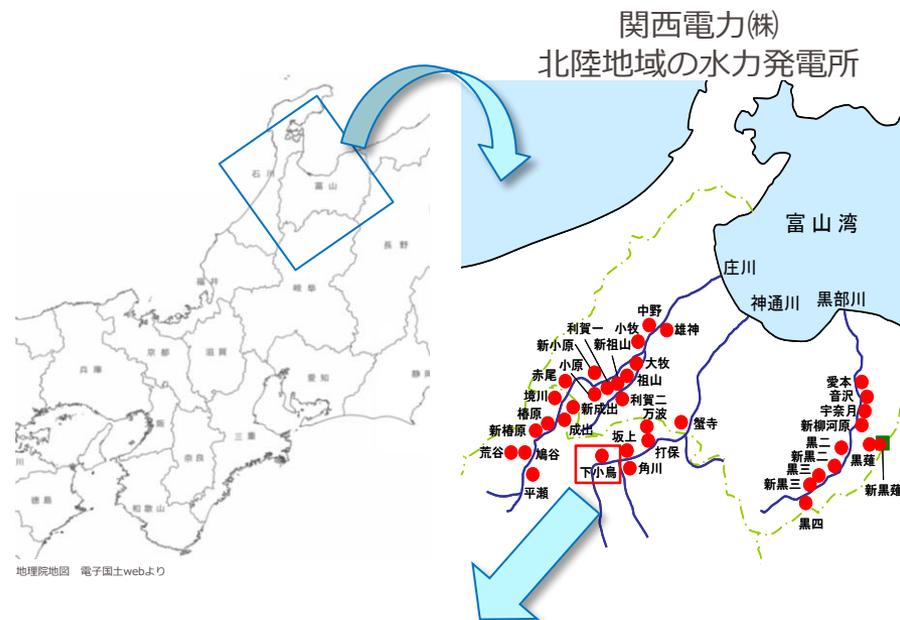
下小鳥ダム貯水池の
濁水長期化問題解消のための
表面取水設備の新設

2018/12/11



関西電力(株)下小鳥ダム・下小鳥発電所の概要

下小鳥 ダム	設置場所	岐阜県飛騨市河合町
	河川名	おどり 神通川水系 小鳥川
	ダム型式	中央遮水型 ロックフィルダム
	堤高	119.0m
	堤頂長	289.0m
	総貯水容量	123,037×10 ³ m ³
	有効水深	47.0m
下小鳥 発電所	認可最大出力	142,200kW
	有効落差	251.0m
	最大使用水量	65.0 m ³ /s
	運転開始	昭和48年 5月25日

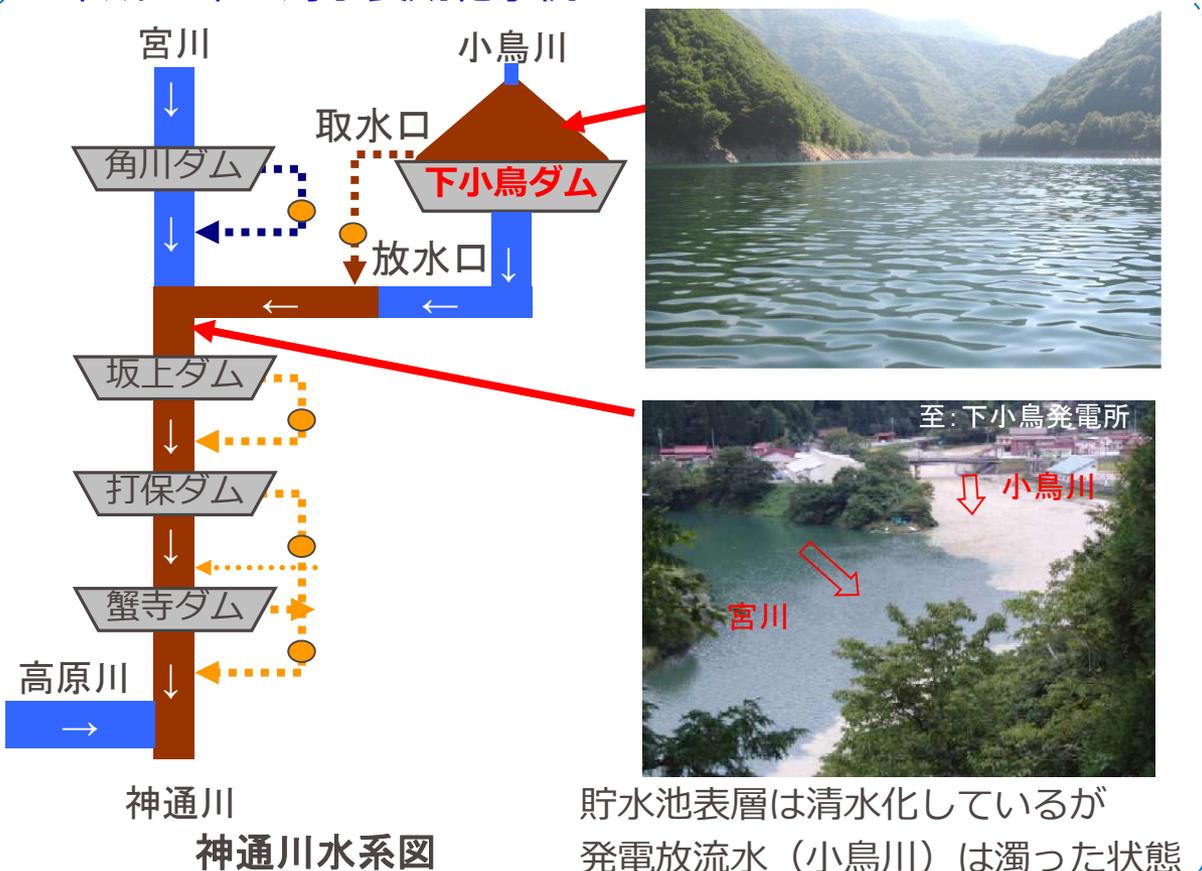


平成11年の大規模出水以降、ダム集水域山林の荒廃も重なり、大規模出水の度に下小鳥ダムの濁水長期化が深刻化

下流の水域環境へ影響

流入した濁水を貯水池で貯留するため、出水後も長期間濁水が放流される現象

平成16年の濁水長期化事例



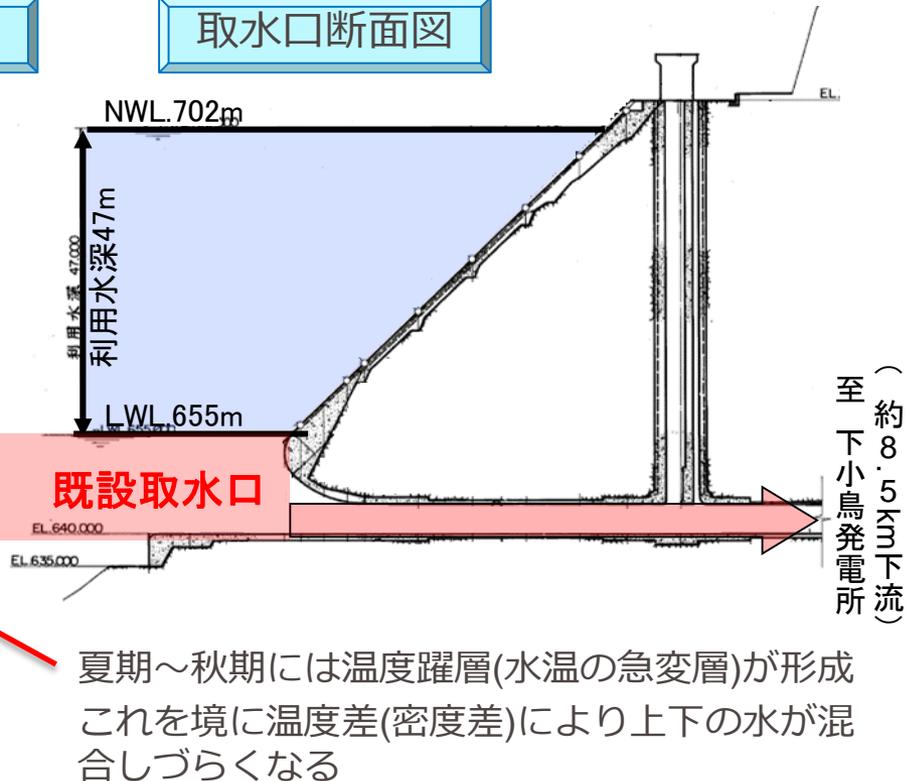
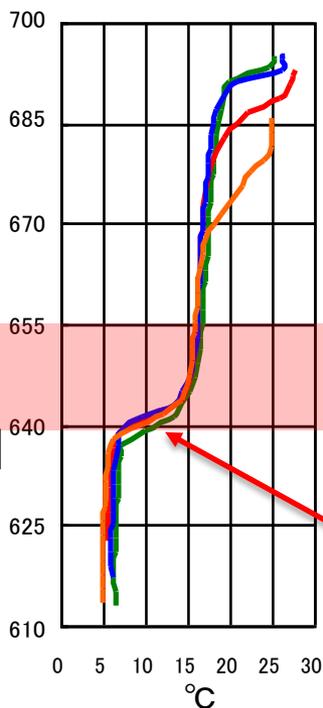
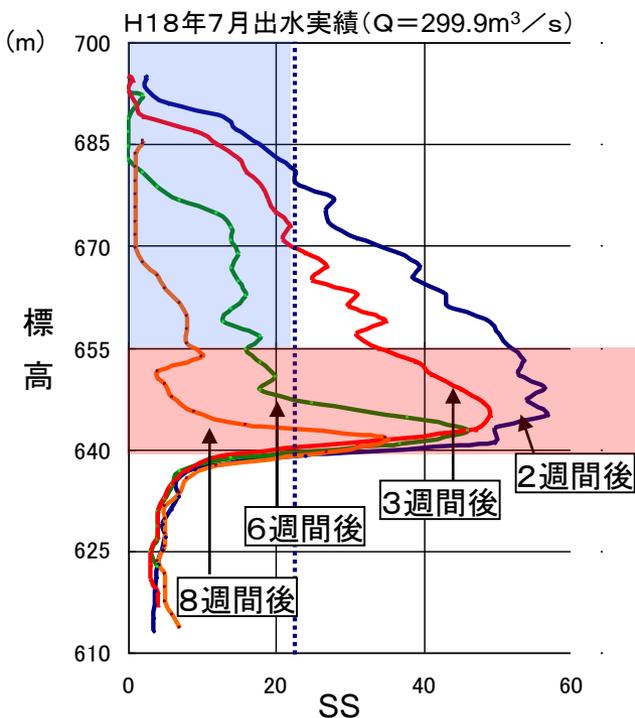
発生年月	最大流入量 (m ³ /s)	濁水長期化期間※
H11.9	1,328	7ヶ月
H14.7	651	2ヶ月
H16.8	267	1ヶ月
H18.7	300	2ヶ月
H21.7	254	1ヶ月
H26.8	285	2ヶ月

※放水口のSSが環境基準25mg/l以上の期間

濁度分布(鉛直)

水温分布(鉛直)

取水口断面図



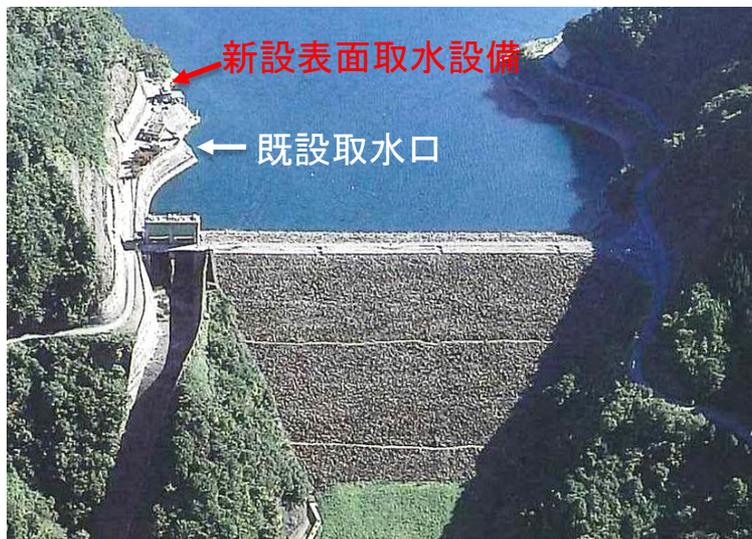
表層付近

既設取水口付近

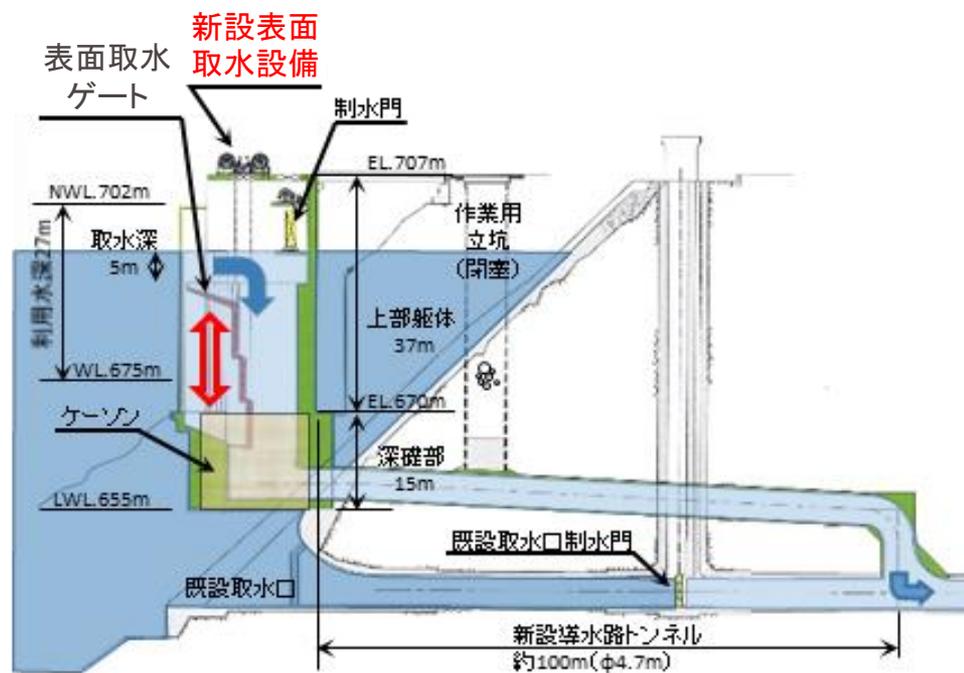
濁水が早期に解消 (清水化)

高濁度水が集中し、濁水発生以降は長期に高濁度水を取水

下流の水域環境への影響を軽減することを目的とし、濁りの少ない表層の水を取水する表面取水設備を新設



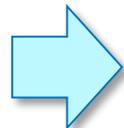
- 独立型取水塔
(高さ52m 鉄筋コンクリート造)
- 表面取水ゲート：直線多段式ゲート
⇒水位追従しながら水面付近から取水
- 工期 平成24年10月～平成28年6月
- 施工者 東洋建設株式会社



- 出水直後は既設取水口より取水し、濁水を早期排出
- 出水後一定期間が経過し、濁りが低減すれば表面取水設備より取水

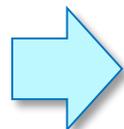
①新しい技術

②使える技術



取水口部の渦抑制

③成し遂げた技術



施工における特徴的な工法

- (1) 厳冬期の現場施工
- (2) 国内最大級の直堀工法
- (3) 取水塔下部をケーソンとして製作、貯水池内を曳航、沈設

④喜ばれる技術



発電放流水の濁り低減による
下流の水域環境への影響軽減

表面取水設備の形状を検討するため水理模型実験を実施



取水口呑み口部に渦の発生を確認



渦は空気連行により発電所(水路トンネル・水車)へ悪影響を与える



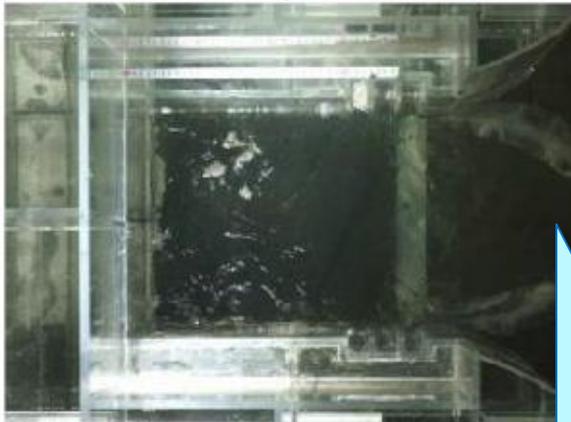
渦抑制のために整流板を設置



水理模型実験により最適な設置位置と喫水深を検討

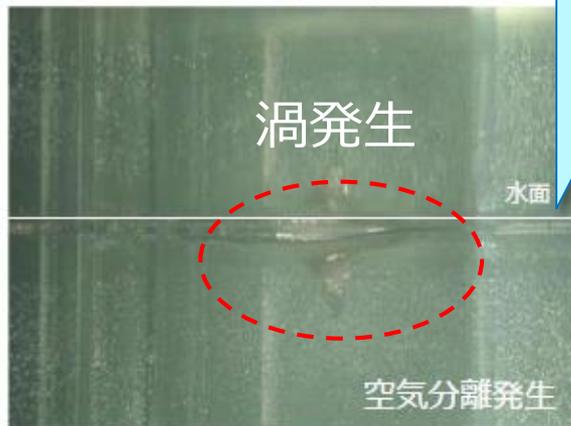
真上から見る

整流板無



真横から見る

渦発生

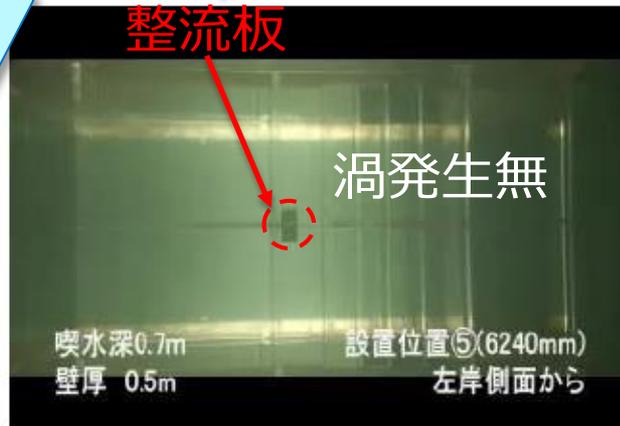


整流板有



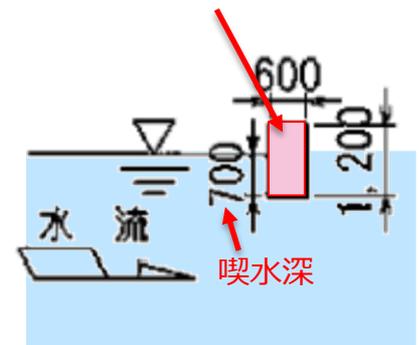
整流板

渦発生無



断面図

整流板



喫水深を0.7m



- 渦防止効果
- 水面動揺：小

を確認

表面取水を行うため、整流板は常に水位に追従させる必要有り



通常は巻上げ機等の動力が必要



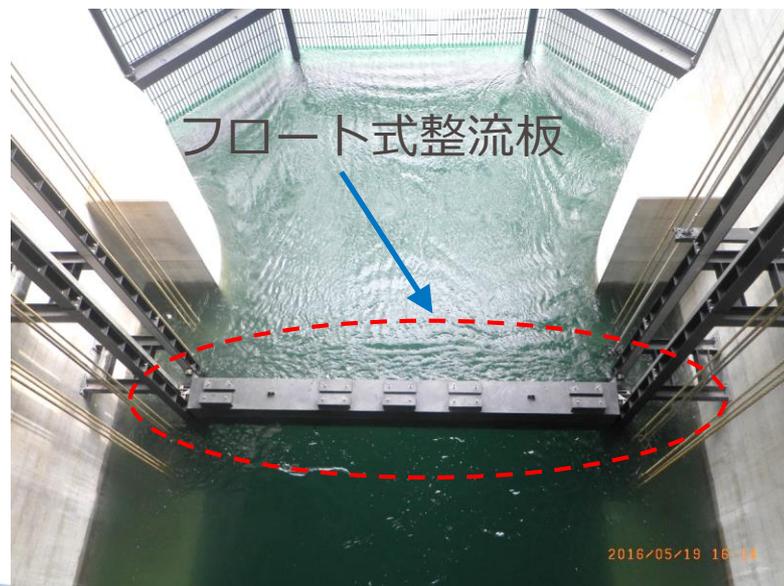
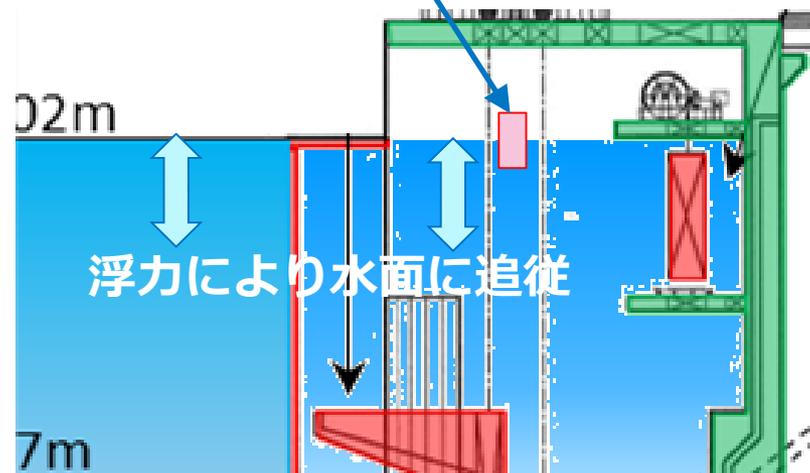
フロート式の整流板を採用
表面取水ゲートの戸溝に設置



動力不要で水位追従可能

特許出願

フロート式整流板



本工事は平成24年～平成28年に実施

平成23年東日本大震災以降の原子力発電所の全台停止の影響

○夏期の電力供給力（ダム水位）確保

○溢水電力低減

下小鳥発電所を運転しながらの施工が必須条件



施工にあたっては以下の特徴的な工法を採用

(1) 厳冬期の現場施工

(2) 国内最大規模の直堀工法

(3) 取水塔下部をケーソンとして製作、貯水池内を曳航、沈設

下小鳥ダムは岐阜県飛騨地方の山間部の豪雪地帯に立地
厳冬期には氷点下10度以下、また積雪深1.5m以上



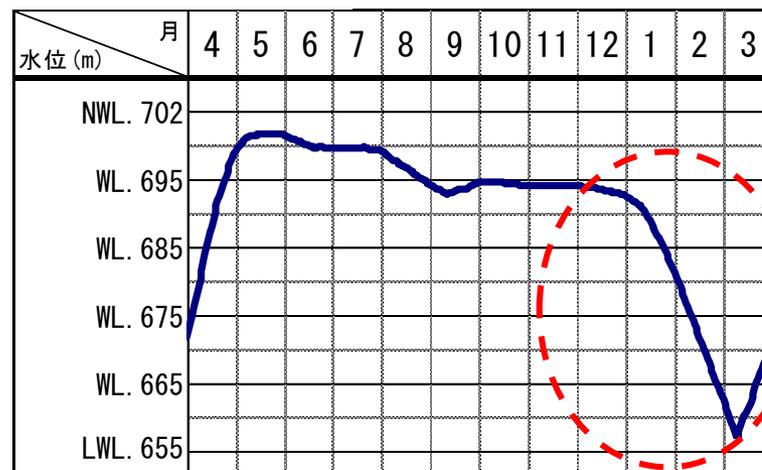
通常大規模な冬期工事を行わない

下小鳥ダム 年間貯水池運用パターン

春先：雪解け水を貯水

夏期：高水位を確保

冬期：貯水を使い切る

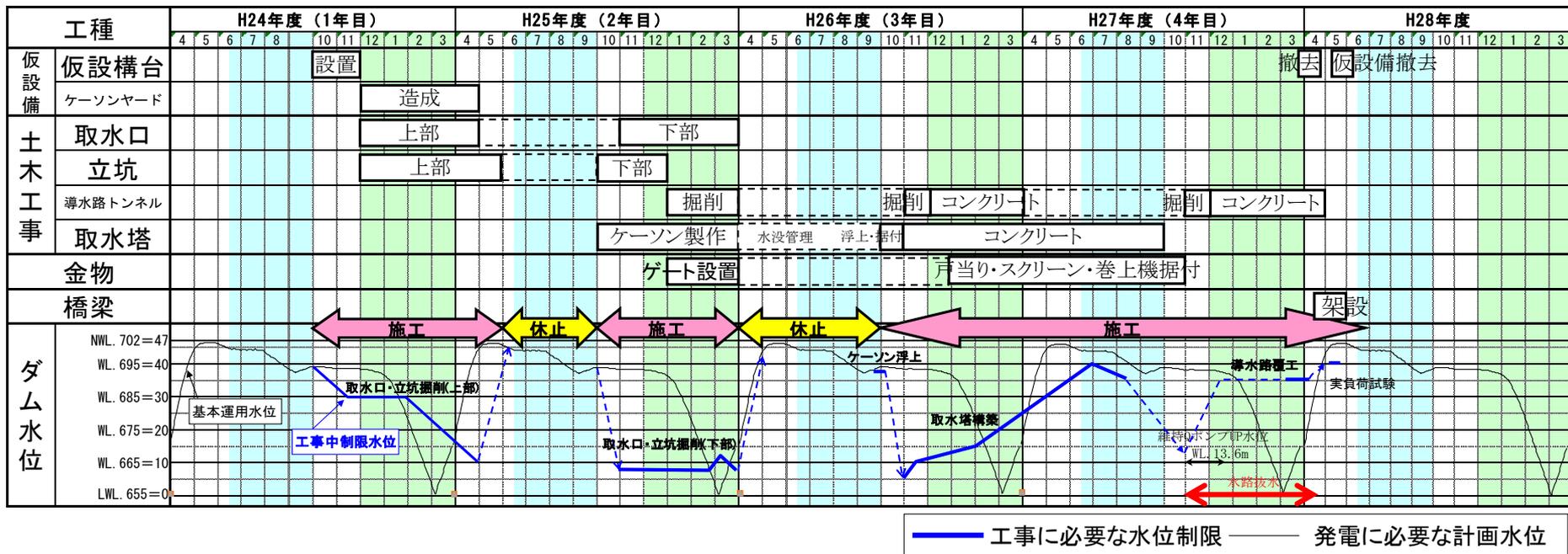


東日本大震災以降の原子力発電所の全台停止

⇒夏期：電力供給力確保のため高水位確保



ダム水位が低下する厳冬期を主に現場施工



H24.12 仮設構台



H25.1 取水塔箇所 上部掘削状況

安全管理

雪崩防護柵の設置、除雪の実施
安全性、現場へのアクセス性を確保



雪崩防護柵

品質管理

寒中コンクリート施工時
ジェットヒーター等を用いた温度管理



コンクリート養生状況

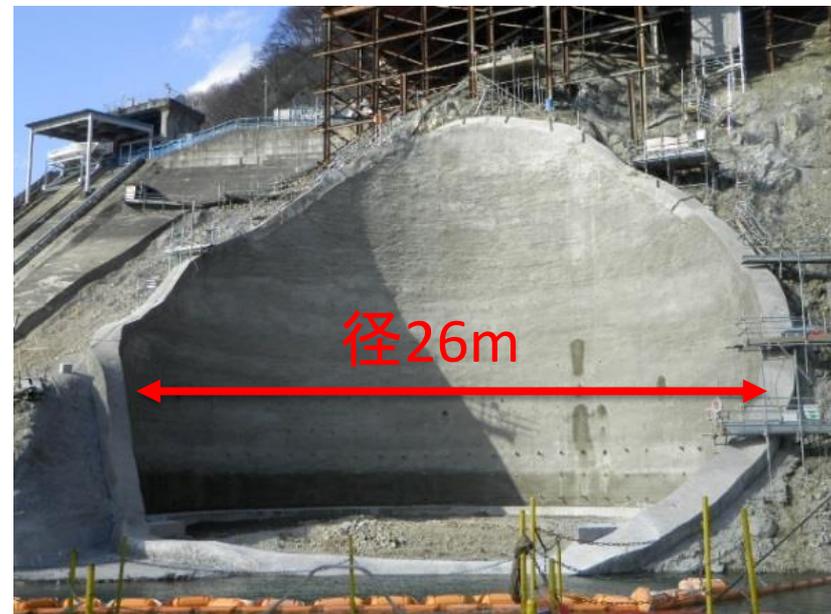
- 逆巻き施工の縦型NATM工法
- ダム水位の低下に合わせて盤下げ
- ダム貯水池側からクレーン台船を使用してズリ搬出

掘削規模が国内最大級

- ・ 上部掘削 径26m
- ・ 深礎掘削 径22m



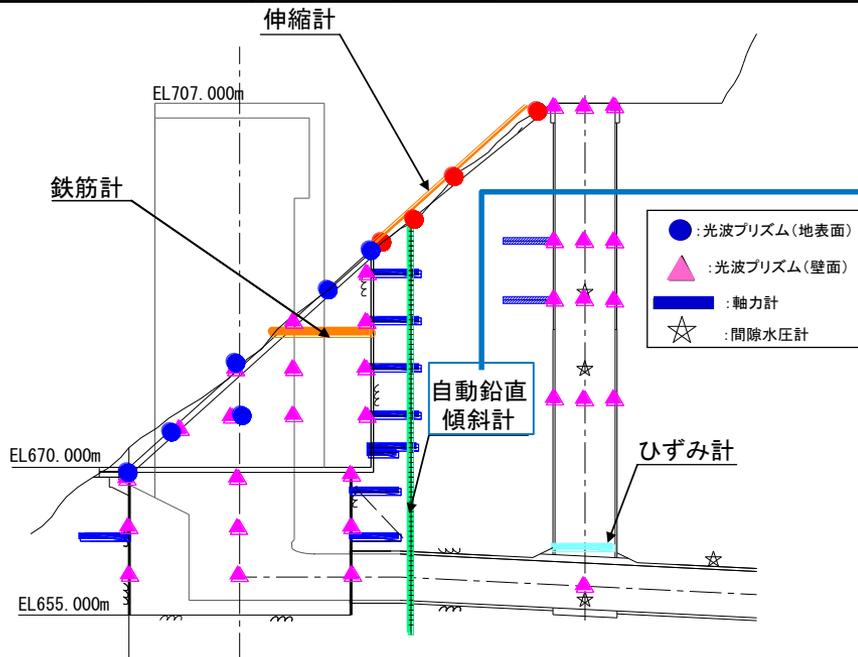
掘削による変形抑制のため、
岩盤補強グラウトを実施



- 計測機器を設置し、計測結果をパソコンでリアルタイムに確認
- 各々の計測データに対して管理基準値を設置し、常時監視。

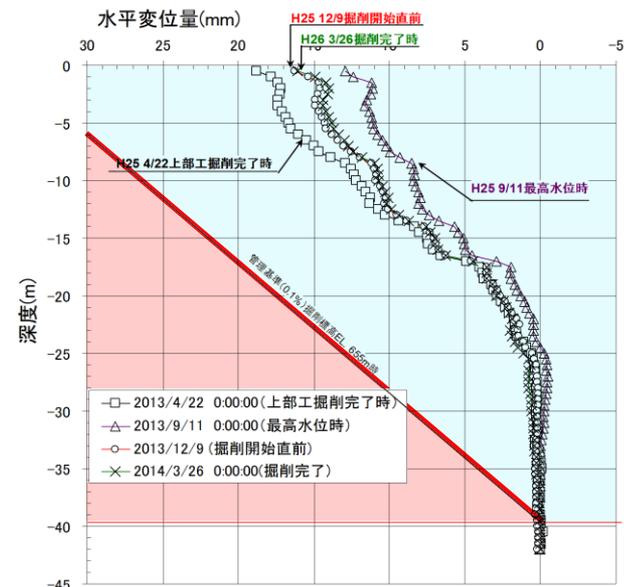
- ✓ 既往文献、FEM解析等を基に決定
- ✓ 警戒レベルと中止レベルの2段階設定し、各レベルの処理方法も設定

計器名	周辺地表面	取水口掘削壁面	立坑	備考
伸縮計	2	-	-	1時間毎に自動計測
自動鉛直傾斜計	1	-	-	6時間毎に自動計測
光波プリズム	32	26	-	トータルステーションで測量(3時間毎に自動計測)
ロックボルト軸力計	-	8(ゲージ式)	2(荷重計式)	1時間毎に自動計測
鉄筋計	-	1	-	1時間毎に自動計測(壁面部応力を計測)
ひずみ計	-	-	1	1時間毎に自動計測(壁面部応力を計測)
間隙水圧計	-	-	4	1時間毎に自動計測



計測値の一例：傾斜計

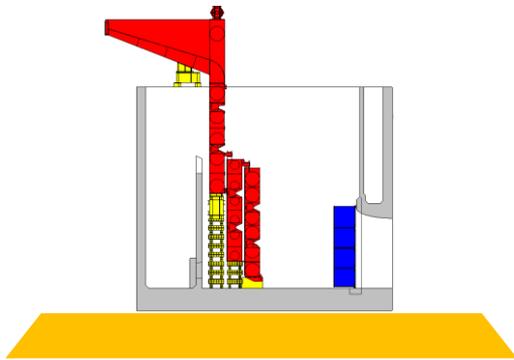
⇒水平変位量が掘削高さ0.1%以内を管理値



管理や抑制に注意しながら施工を行い、
管理基準内で掘削を完了

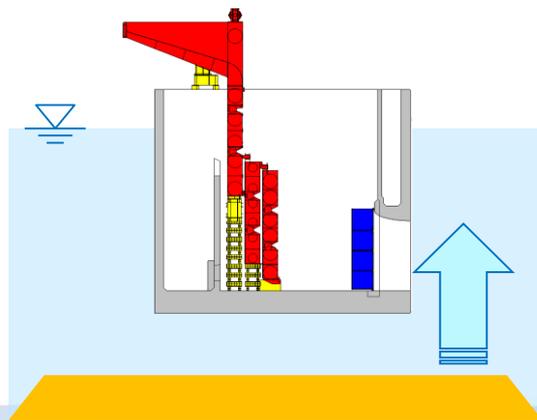
ダム水位制約を極力減じ工期短縮を図るため、取水塔下部を以下の工法により構築

①ケーソン製作・ゲート据付



- 取水塔下部を、ケーソンとして対岸の仮設ヤードで製作
- 表面取水ゲート及び制水ゲートを据付け

②浮上

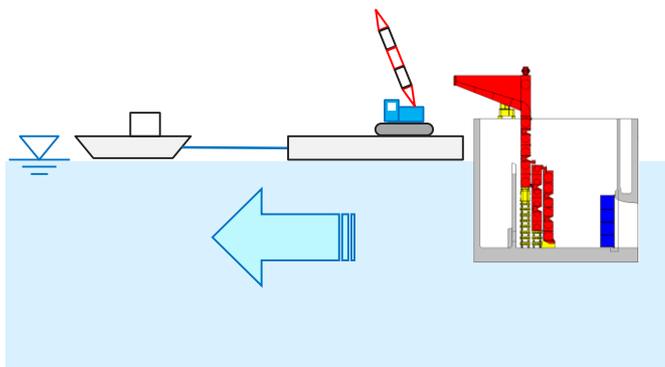


- 発電を調整しダム水位上昇に合わせて浮上

次頁へ

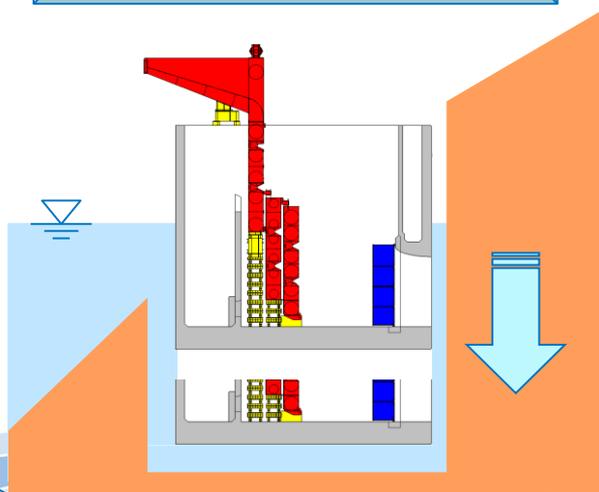
前頁より

③貯水池内を曳航



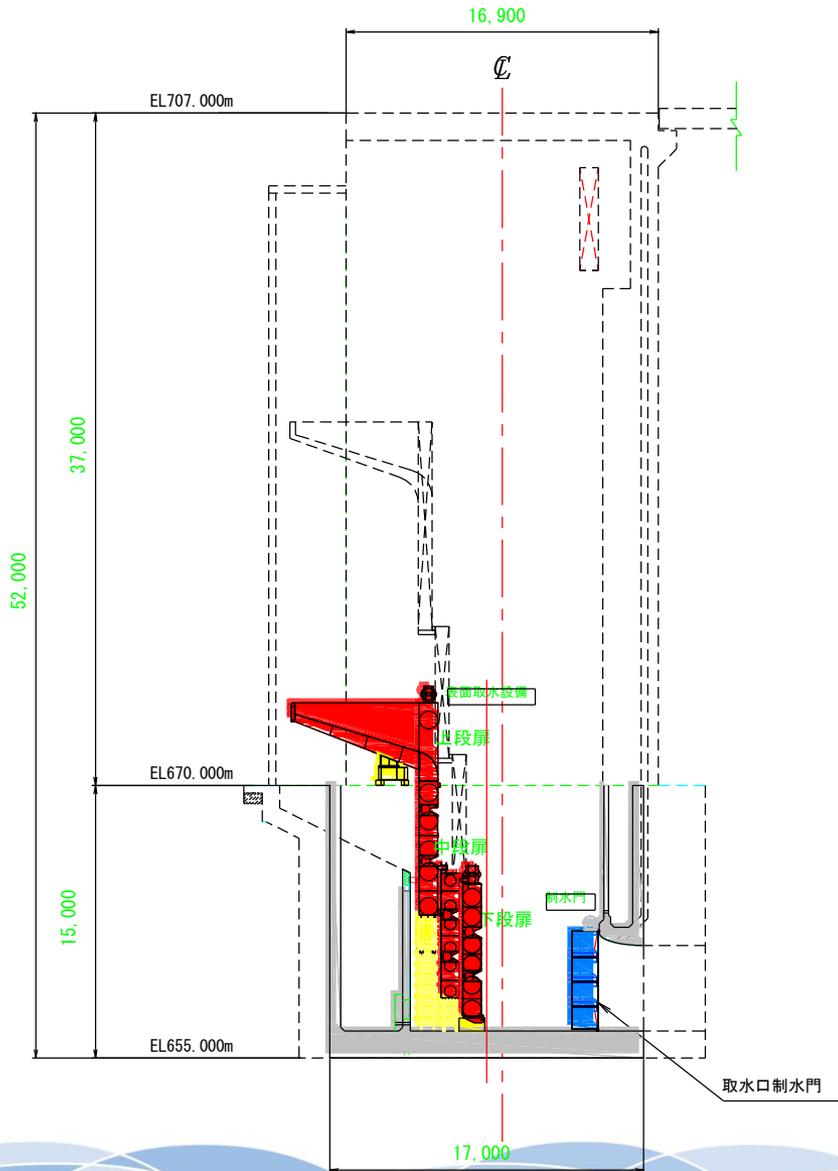
- ケーソンをクレーン台船に係留させ、ダム貯水池内を引船で約700mの対岸取水塔部まで1日かけて慎重に曳航

④沈設



- 発電によりダム水位を低下させながら所定の位置に挿入
- 取水口深礎部内の排水と、ケーソン内のバラスト水を調整し、再浮上させダイバーにより調整板を挿入して沈設

↳ ケーソンにゲートを据付けているため、沈設はmmオーダーの精度が必要



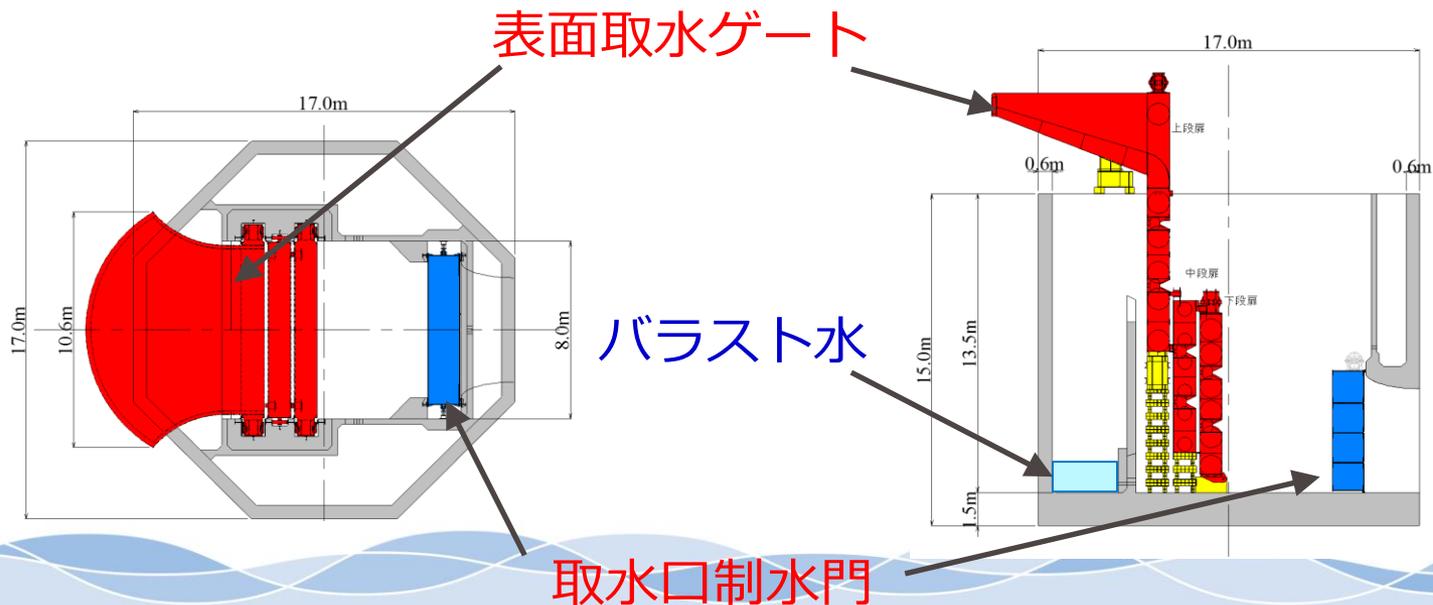
ケーソン製作状況

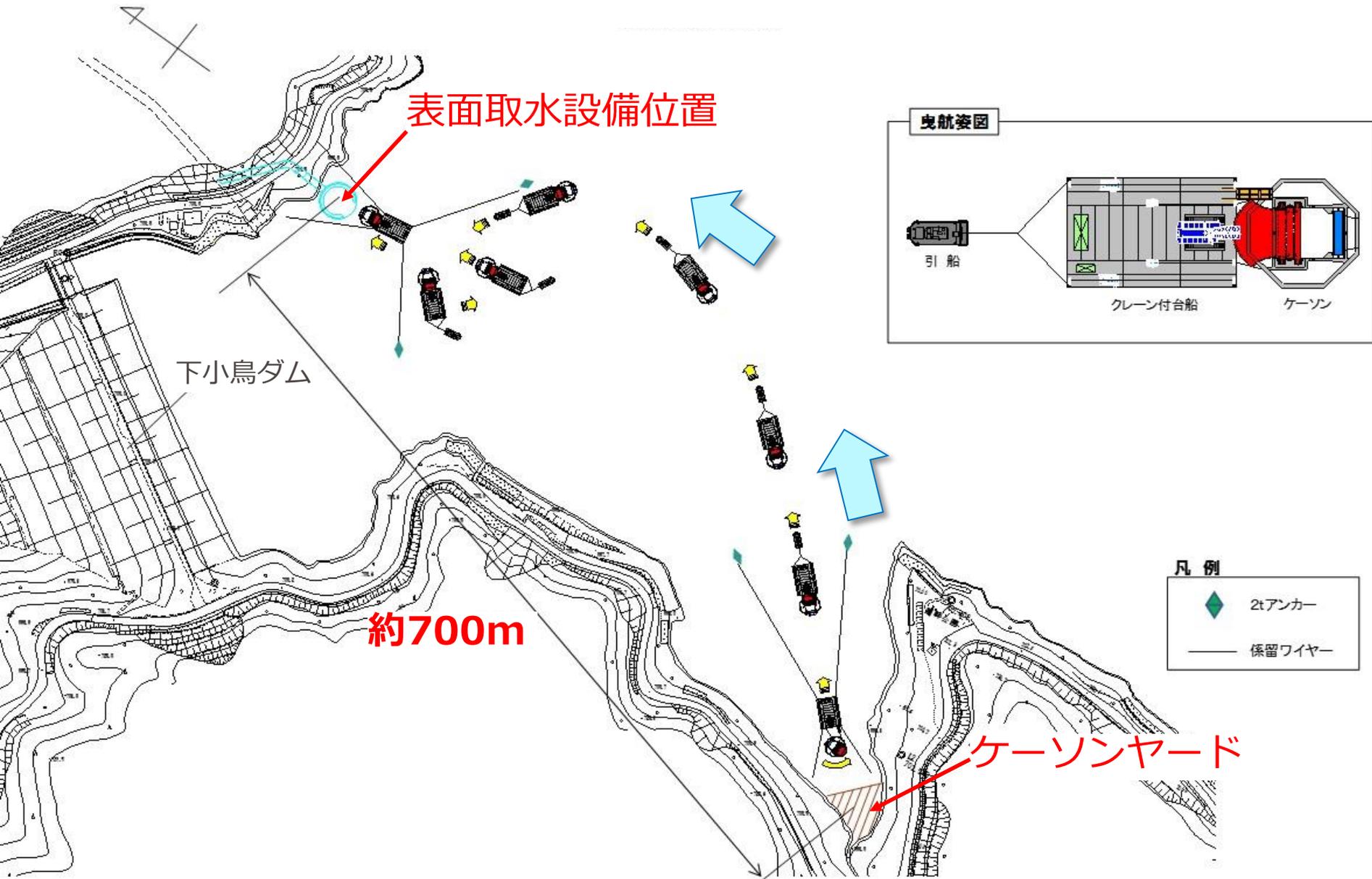


ケーソン完成

ケーソンの浮上、曳航、沈設を可能とするため、以下の点に留意

- ①ケーソンの重量を低減しつつ、水圧に耐えられる構造
側壁に作用する曲げモーメントを抑え、施工性を考慮
⇒八角形を採用
- ②ゲート据付けにより非対称形状
⇒浮上時の安定性を検討してバラスト水を調整し、
水平を保持して曳航できるよう設計







ケーソン浮上



ケーソン曳航



ケーソン据付完了



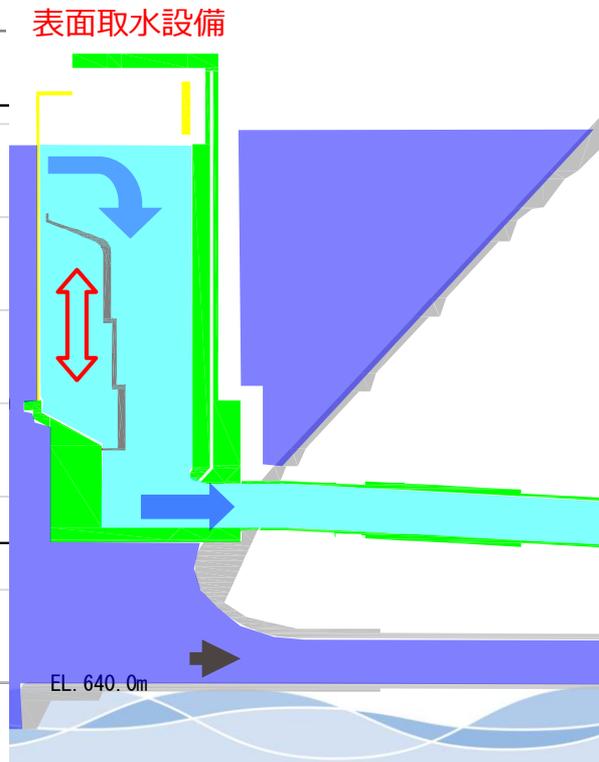
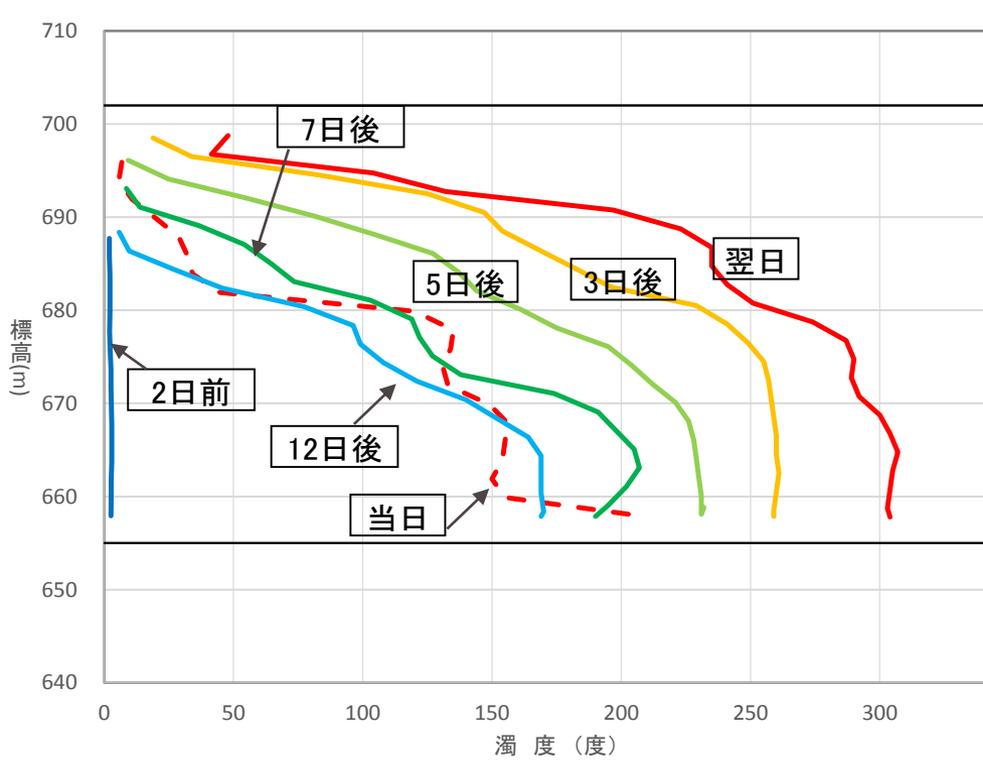
取水塔位置へ挿入完了

平成30年台風7号の影響で7月に発生した出水
 (最大流入量599.0m³/s：既往4番目) により、
 下小鳥ダム貯水池内に濁水発生

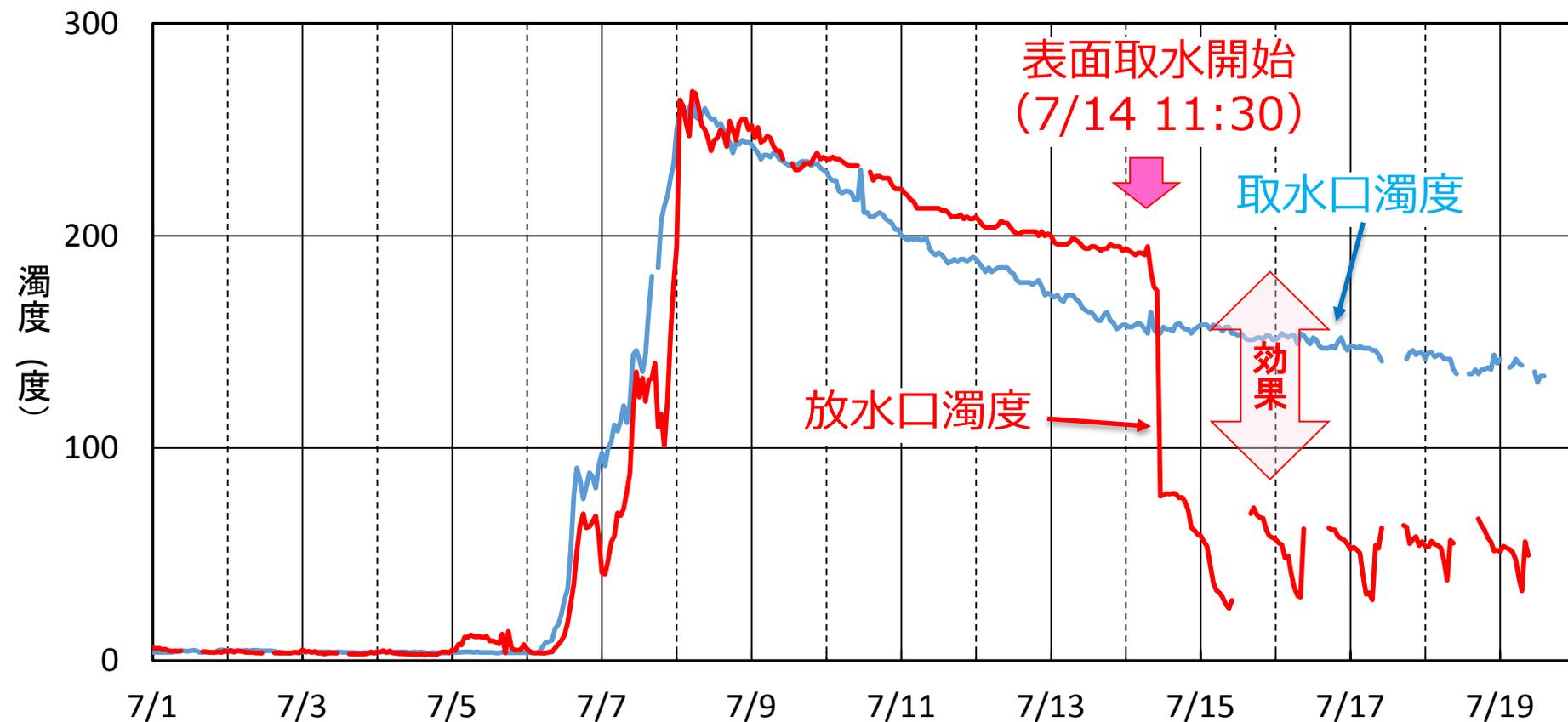


7月14日より竣工後初となる表面取水設備の本格稼動

濁度の変遷



取水口、放水口の濁度時刻歴



表面取水開始後、放水口濁度（小鳥川への発電放流水の濁り）が低減

Thank you.

