

千苺ダムの治水活用について

松井 剛志

兵庫県 県土整備部 土木局 河川整備課 (〒650-8567兵庫県神戸市中央区下山手通5-10-1)

兵庫県では、1983（昭和58）年9月の台風10号を契機に、1987（昭和62）年から武庫川水系の治水事業に取り組んでいる。2011（平成23）年8月に策定した河川整備計画では、1961（昭和36）年6月の戦後最大洪水を安全に流下させるため、2030年を目標年次として河道対策や流域対策に取り組んでいるが、対策が完成するまでに時間を要し、記録的な大雨も多発しているため、それまでの間の治水安全度を少しでも向上させる付加的な対策（河川整備計画には位置付けず、神戸市上水道の水利権変更を行わない。）として、神戸市の協力を得ながら県単独事業として取り組んでいる。

本論文では、全国でも事例のない水道専用ダムの治水活用について、利水ダムを治水活用する場合の課題及び放流設備に関する技術的な課題について取り組んだ内容を報告する。

キーワード ダム再生, 利水ダム, 現物補償, 放流設備

1. はじめに

兵庫県東部を流れる（二）武庫川水系は、氾濫区域内人口約110万人を抱える重要な水系で、二級河川としては全国一の規模を有する。千苺ダムは、（二）武庫川水系羽束川に位置し、1919（大正8）年に築造された神戸市の水道専用ダムであり、神戸市北部地域の重要な水源として活用されている。ダムの形式は直線型重力堰堤粗石モルタル（表-1）で、ダム本堤のほか副堤（放流堰堤）を有している。

表-1 千苺ダム概要

所在地	神戸市北区道場町
河川名	(二)武庫川水系羽束川
目的	水道専用
型式	重力式粗石モルタル積ダム
堤高	42.4m
堤頂長	106.7m
流域面積	94.5km ²
総貯水容量	1,171千m ³

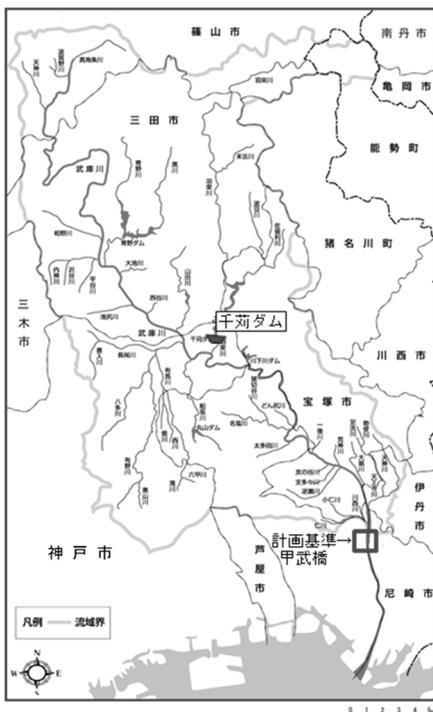


図-1 千苺ダム位置図

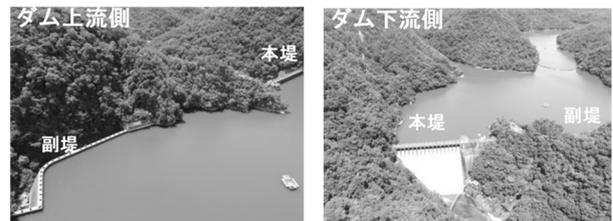


写真-1 千苺ダム

2. 千苺ダムの治水活用

千苺ダムは、神戸市が洪水期（6月～10月）に本堤のゲート17門を開けて、貯水位を常時満水位から1.5m低下（洪水期制限水位）して運用している。

治水活用は、現在、洪水期制限水位から水位をさらに低下させる設備がないことから、兵庫県がダムの副堤付近に新たに放流設備を設けて、洪水期のうち7月から9月の3か月間貯水位をさらに1.0m低下（治水活用水位）させ、大雨が降った時に水が貯められる容量を約100万m³確保する（図-2）。

治水活用による効果は、河川整備計画対象洪水（昭和36年6月の戦後最大洪水と同規模）を、計画基準点（甲武橋）において、約50m³/s低減（約5cm水位低下）させる。

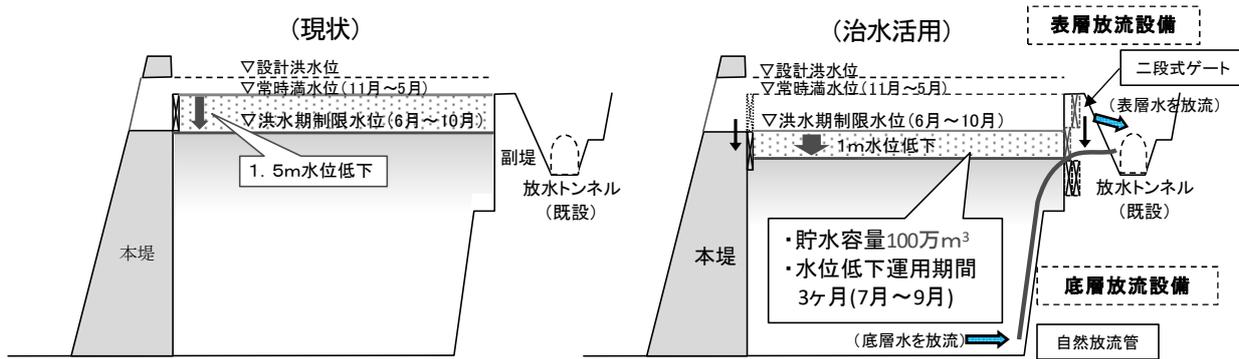
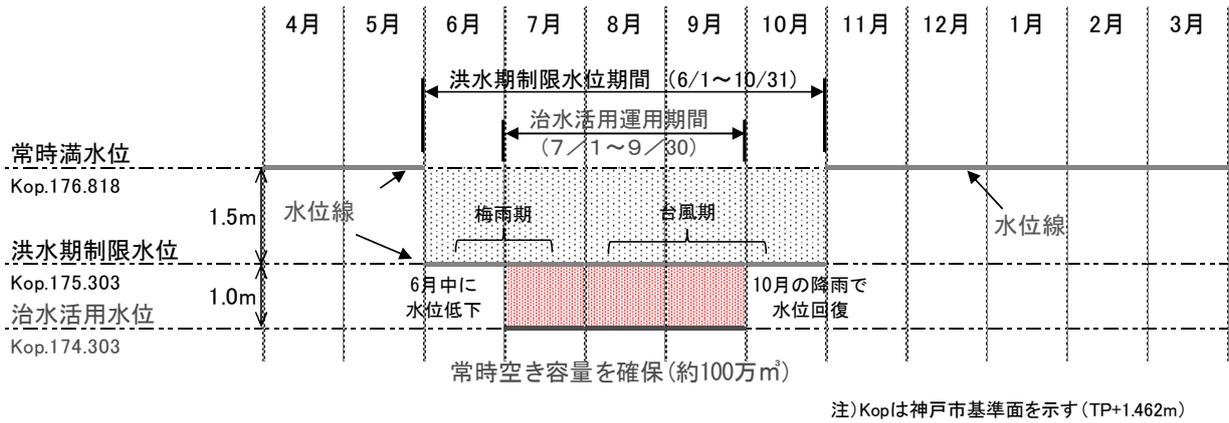


図-2 治水活用説明図

3. 工事の概要

<総事業費>

23億円（内水道水確保のための工事費：4億円）

<事業期間>

平成30年度～令和4年度

<工事内容>

- ①貯水位低下用の放流設備を副堤に設置（本体工事）
 - ・表層放流設備
二段式ゲート：1門（高さ2.5m×幅4m）
 - ・底層放流設備
放流管：1基（φ500mm）
- ②三田西宮連絡管と連結する接続管を設置
（水道水補償対策工事）

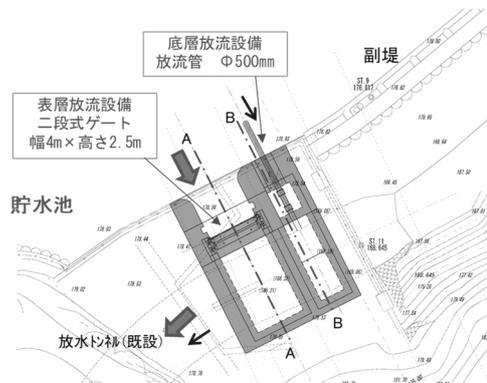


図-3 放流設備平面図

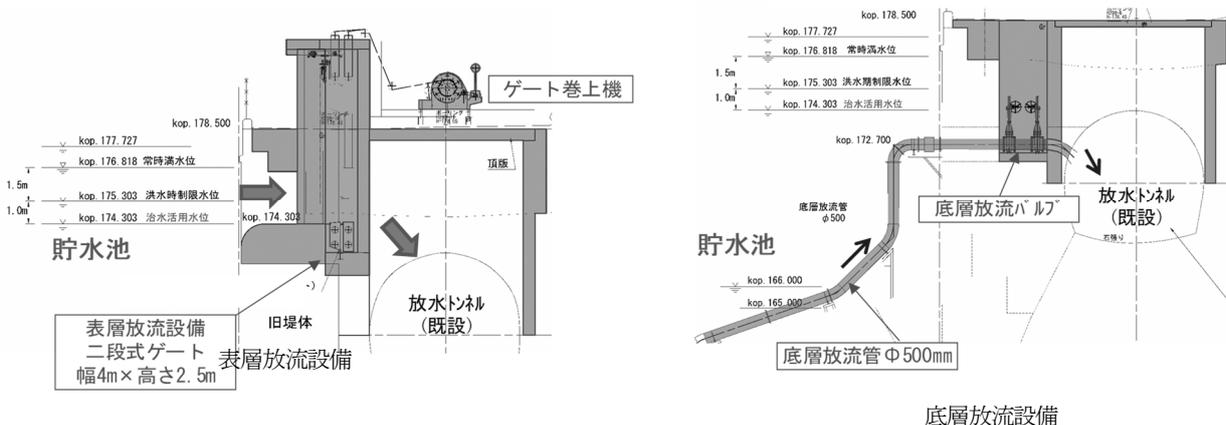


図-4 放流設備断面図

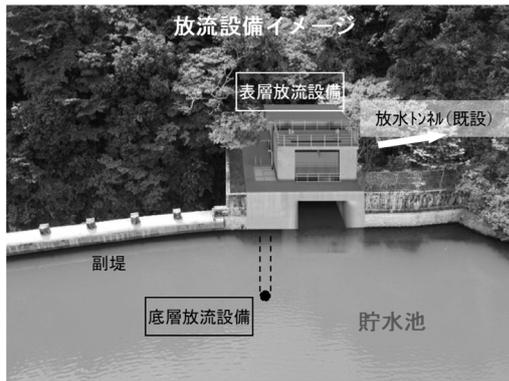


写真-2完成パース

4. 治水活用の課題

神戸市の水道専用ダムの治水活用に当たり、水位低下に伴う市の水道用水に影響を与えた場合のバックアップ（補償）と、水道原水の水質を維持するための放流方法という二つの課題がある。特に、放流設備は、本堤が登録有形文化財に指定されていることから、副堤（余水吐き・放流堰堤）への設置を基本とし、原水の水質について水道用水としての使用上、水量の確保及び悪影響を及ぼさない方式・規模のものを選定する必要が生じた。次章では、これらの課題とその対策について述べる。

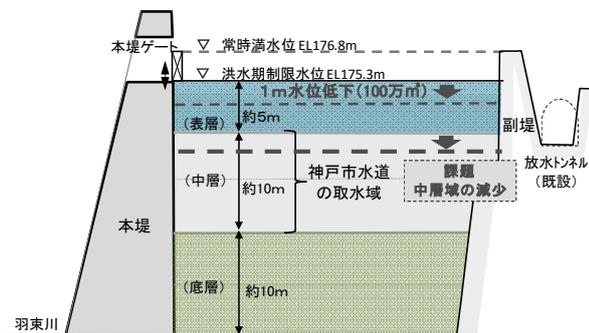


図-5 神戸市水道の取水域

5. 水道水としての課題とその対応

一般的に、多目的ダムで利水容量等を治水活用する場合は、損失補償が多い。千叡ダムは、神戸市の水道事業において貴重な水道水源であり、治水活用に起因した水道水が不足した場合の対策が必要である。今回の治水活用では、後に水位が戻らない場合の渇水対策と貯水位が下がることによる水質悪化時の対策が想定されるため、これらの対応が必要となる。

千叡ダム治水活用事業では、現物補償により水道水の確保を行うために関係機関と調整のうえ、下記の対策を実施することとした。

(1) 水位が戻らない場合の渇水対策

治水活用終了後の10月に貯水位が回復せず水量不足が生じた場合、阪神水道企業団からの送水を増量して対処する（図-6）。

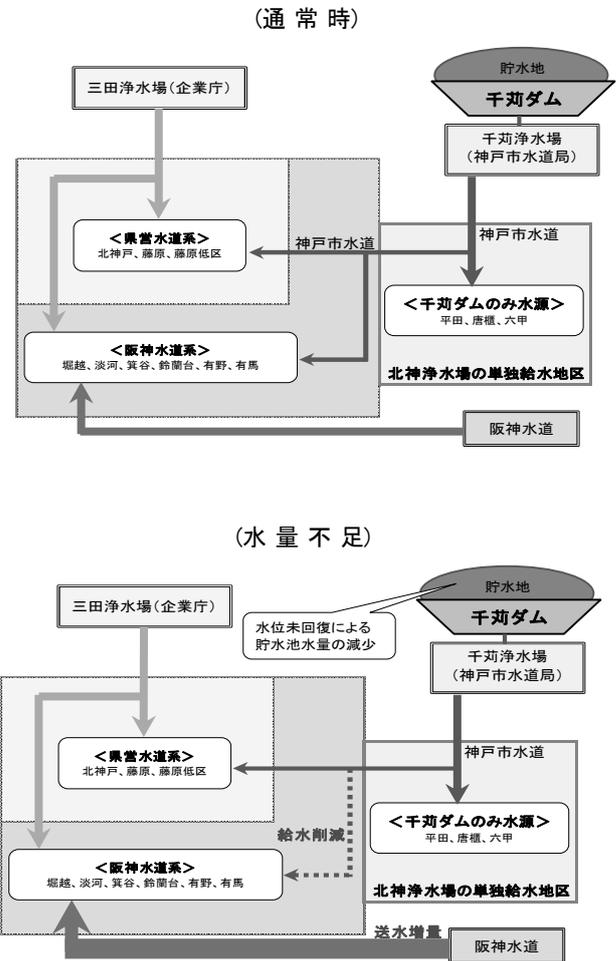


図-6 水位が戻らない場合の渇水対策

(2) 貯水位が下がることによる水質悪化時の対策

千叡ダムの治水活用事業が起因して貯水池全体の水質悪化が生じた場合、千叡浄水場の単独給水区域への給水が困難となる。水質悪化は、特にカビ臭産生生物の異常発生が想定され、カビ臭原因物質であるジハスシと2MIB（ジメチルイソボルネール）が高濃度化し、浄水場での処理が困難となった場合である。

水質悪化により千叡ダムが使用不可能となった場合、千叡ダムによる給水区域へ県営水道からの応援給水を可能とするため、兵庫県企業庁が設置する三田西宮連絡管と神戸市水道管を連結する“接続管”を設置して、兵庫県企業庁及び阪神水道企業団からの送水を増量して対処する（図-7）。

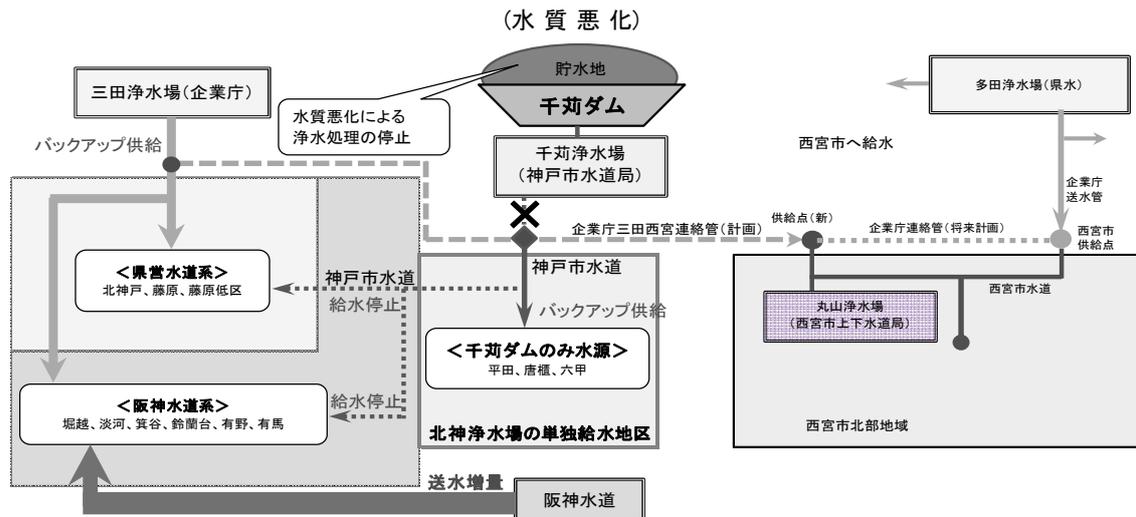


図-7 水質悪化時の対策

6. 放流設備に関する技術的な課題とその対応

新たに設ける放流設備は、本堤が有形文化財に指定されていることから、副堤（余水吐き・放流堰堤）への設置を基本として計画を進める。洪水期制限水位から治水活用水位への移行期間は、水道用水として良好な中層部を乱すことなく、表層から放流することが必要なことから、表層放流設備のゲートの形式について検討した。

また、水位低下の際には、水道原水の水質を維持及び中層域（図-5）を確保するため、底層水と表層水をあわせて放流する等の措置を行うための底層放流設備についても検討した。なお、水位低下を含めた具体的な運用方法については、試験運用時にトンネル内の減勢効果及び底層放流水の水質状況を判断して決定する。

表-2 表層放流設備の諸元

門数	1門
ゲート形式	二段式ステンレス鋼製ドロップゲート
純径間	4.0m
有効高	2.515m
水密方式	前面3方ゴム水密（連続水密）
開閉装置形式	1モータ2ドラム式電動ワイヤロープウインチ式
開閉速度	0.3m/min
操作方式	機側操作

(1) 表層放流設備

表層から放流することが必要なことから、ゲート形式は本堤部に設置されている越流タイプとすることを条件とした。越流タイプのゲート形式は、ドロップゲートの採用が考えられるが、治水活用により貯水位を低下させる際、良好な中層部を確保するため図-9のように段階的な水位低下（現在は3段階）を実施することから多段式ゲート（ドロップ形式をコンパクト化）を採用した。表-3に経済性及び水質への影響を含めた検討結果を示す。

扉体は、二段扉の構成となっており、貯水位を段階的に低下させるものである。図-10の通りゲートを全開する時は、2段の扉体を一旦底部の戸当たりまで下げ、2段を同時に引上げる操作を行うことで、扉体上部側面の戸溝を塞ぐ整流板の高さを低く抑えたものとし、維持管理の簡素化が行える構造とした。

放流は、図-8に示すように、既設トンネル上部を取壊し、ゲートからトンネルに流れる構造とした。

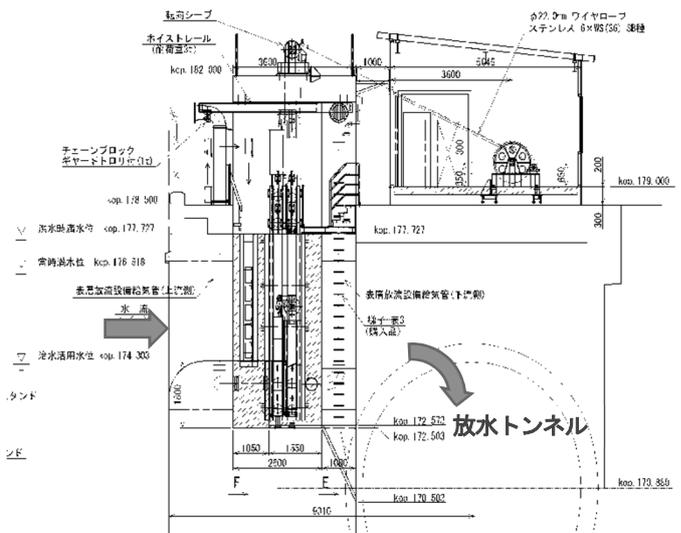


図-8 表層放流設備表層側面図

一般部門 (安全・安心) II : No. 02

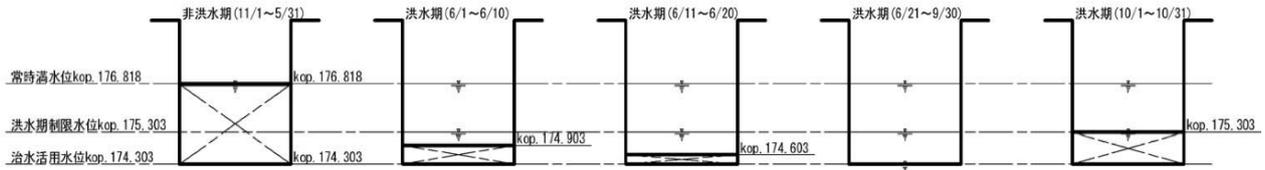


図-9 表層放流設備のゲート操作案

表-3 表層放流設備の諸元

項目	ドロップゲート (本堤のゲート形式)	多段式ゲート (ドロップ形式をコンパクト化)	フラップゲート
概要図			
構造	<ul style="list-style-type: none"> 本堤で利用されているゲート形式でありゲートを自重で下げてゲートを開扉。 維持管理のためゲートを引上げる高さとして、越流水深を考慮したゲート引き上げ高さとするため門柱の高さが高くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> ドロップゲートを分割してゲート高を低くした形式。 ダム取水設備に利用。 第1案のドロップゲートと比較すると扉体が多く門柱の幅が広がるが、高さは抑えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 油圧シリンダで起伏式のゲート进行操作。 ゲートの躯体が下流面まで必要。 油圧シリンダを利用するため、油脂類の流出の可能性があり水質への影響が懸念。 一般に常時満水位以下には設置しない形式。
水質への影響	本堤で利用している形式であり、問題ない。	本堤で利用している形式であり、問題ない。	油圧シリンダなどの油脂類の流出が懸念。
維持管理	維持管理のゲートへのアクセスが貯水位以上であり安全に作業が行える。	維持管理のゲートへのアクセスが貯水位以上であり安全に作業が行える。	維持管理のため貯水位以下のゲートにアクセスするため安全性に問題。
経済性	ゲートの高さにより、戸当りの門柱が高くなるため経済性に劣る傾向がある。	第1案より門柱を低くできるため、第1案より経済性に優れる。	維持管理のための角落しの開閉のためにはドロップゲートと同様の門柱が必要。経済性に劣る。
評価	△	○	×

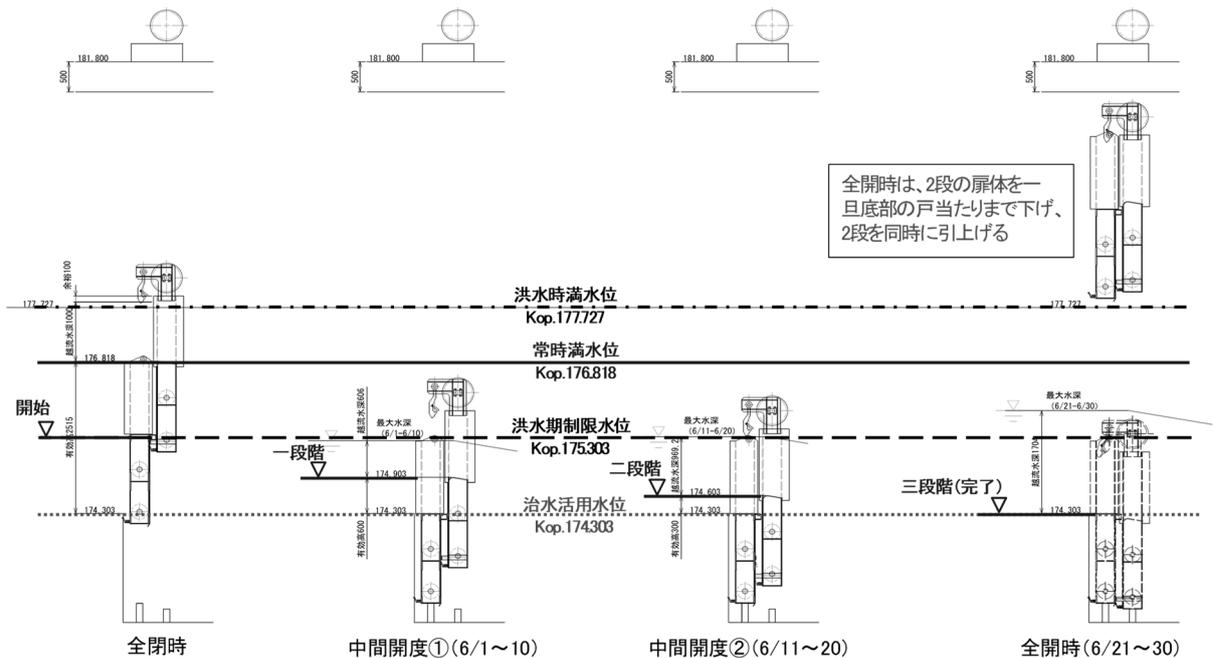


図-10 越流放流イメージと整流板

(2) 底層放流設備

底層放流設備からの放流量は、表層放流設備の放流量割合で決定するため、維持管理の簡素化の観点から放流バルブを全開とし、治水活用水位に達すると底層放流設備からの放流が停止するようにした自然放流方式を採用した（図-13）。底層放流設備の放流量は、表層放流設備からの放流量に対して濁水を希釈するために放流量が10:1になるように、底層放流管径を計画した。

また、運用中の水道専用ダムであることから、水中コンクリート等で固定台を設けることができないための、海洋深層水取水管及び取水口の施工事例を採用した。

海洋深層水取水設備は、図-11に示すように、取水管、取水口が海底に沈められていて、深層水取水管は、海底面の起伏になじみ、施工時に海面から海底まで懸垂した状態における張力に耐えうという性能が要求される。

また、深層水取水口は、海底の砂や海底の砂や泥の侵入を防ぐ必要があり、かつ200mもの深さとなることからメンテナンスフリーであることが要求され、取水管端部を海底面からある程度高さを保つ架台（六角錐形や三角錐形）が設けられる。

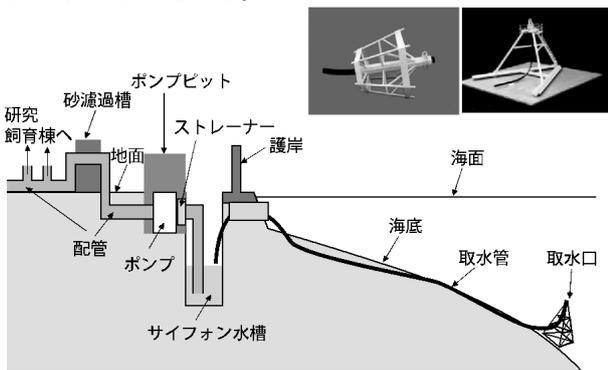


図-11 海洋深層水取水施設概要図¹⁾

本事業では、前述のとおり、メンテナンスフリーの海洋深層水用支持架台を湖底に沈めることとした。管については、ダム・堰施設技術基準に基づき堤体支持部（直線部）はステンレス鋼管を採用し、湖底支持部については、耐食性・経済性に加えて、神戸市からの「将来取水位置の変更にも対応できるように」との要望に対応するため、可とう性及び施工性に優れた硬質ポリエチレン管を採用した。呑口管についても、最先端部が閉塞した場合にも対応できるように、上向きに予備呑口管を設けた（図-12）。

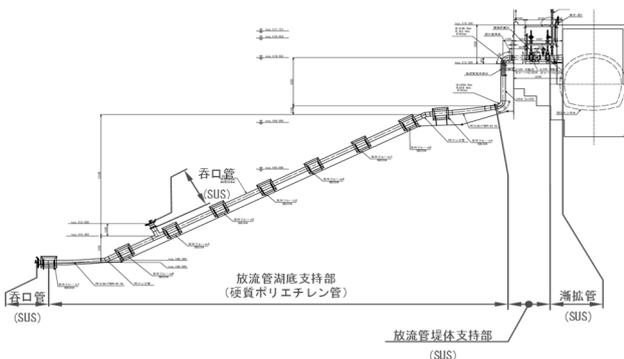


図-12 底層放流管構成（縦断面図）

表-4 底層放流設備の諸元

条数	1条
主バルブ形式	ステンレス鋳鋼製 片テーパ式電動仕切弁
副バルブ形式	ステンレス鋳鋼製 片テーパ式手動仕切弁
バルブ口径	500A
放流管形式	放流管湖底支持部 円形断面硬質ポリエチレン管
	放流管堤体支持部 円形断面ステンレス鋼管
	漸拡管 円形断面ステンレス鋼管
	呑口管 ベルマウス形ステンレス鋼管

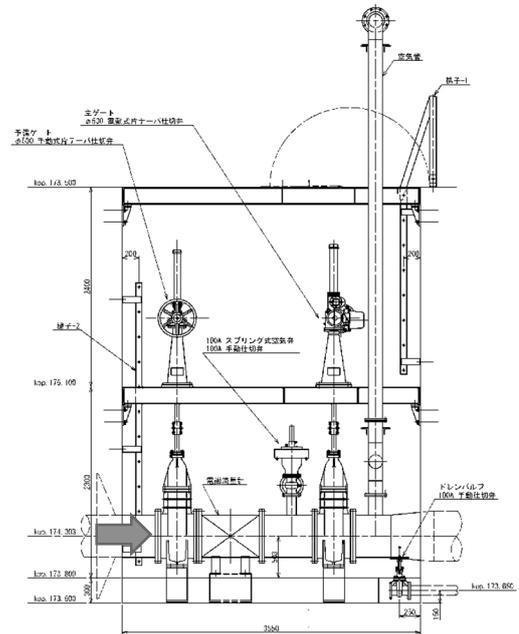


図-13 底層放流バルブ配置図

7. おわりに

令和元年11月から本工事に着手し、令和3年度末の完成を目指して施工している。工事の資機材の運搬や施工は、運用中の水道専用ダム湖面上に台船を使用する作業となることから、神戸市と工事の水質監視基準について覚書を交わし、連携を図りながら慎重に工事を進めている。

本論文では、紙面の都合上、施工方法について記述できなかったが、施工中は本工事により設置する独自の水質監視装置に基づいて工事を進めていく。また、陸上からアクセスすることができない厳しい制約から、施工においても独自の工夫を凝らして今後取り組んで行く予定である。

参考文献

- 1) 一般論文 海洋深層水取水事業の展開（古河電工時報第112号）