

志津見ダム連続サイフォン式取水設備の有水試験について

国土交通省 中国地方整備局 斐伊川・神戸川総合開発工事事務所 ○今岡 大輔

1. はじめに

斐伊川水系神戸川に建設中の志津見ダムは、平成21年3月にコンクリート打設が完了し、同時に取水設備も完成した。また、同年10月より試験湛水を開始し、ダムの各箇所の機能確認等を行っているところである。

従来、選択取水設備は扉体・開閉装置が大規模かつ複雑なゲート形式のものが一般的で、経済性・景観等において負荷の大きい設備となっていた。そこで志津見ダムでは、止水機構にゲートではなく圧縮空気を用い、取水管を鉛直方向へ連続的に配置することで建設費、維持管理費の軽減を目指す「連続サイフォン式取水設備」を世界で初めて採用した。

今回の報告は、試験湛水に合わせ有水状態での止水・通水確認、その他機能確認を行ったので、その報告を行う。

2. 志津見ダムの概要

志津見ダムは、斐伊川水系神戸川の島根県飯石郡飯南町に多目的ダムとして建設している。ダムは重力式コンクリートダムであり、堤高85.5m、総貯水容量50,600千 m^3 、有効貯水容量46,600千 m^3 で洪水調節、河川環境の保全、工業用水の供給、発電を目的としている。

選択取水設備（図-1）は、冷水、濁水及び水質対策を目的として任意の水位から取水できる設備である。

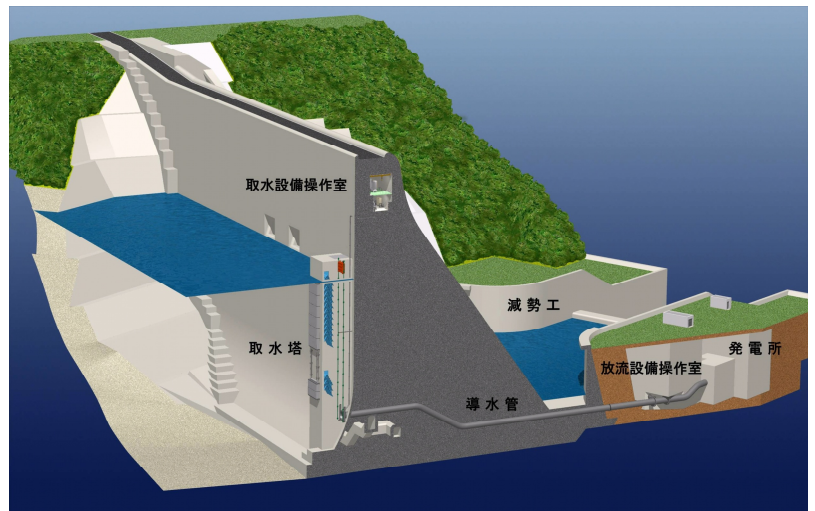


図-1 志津見ダム選択取水設備立面図

3. 連続サイフォン式取水設備について

3.1 連続サイフォン式取水設備の概要

サイフォン式取水設備の原型はイギリスにおいて1960年代に開発されたバルブレス取水設備であり、逆U字管の頂部に圧縮空気を給排気することにより止水や通水を行うもので、1970年代からマレーシアにおいても数件建設されている。

国内では、平成13年（2001年）に沖縄総合事務局の羽地ダムで建設されたサイフォン式取水設備が唯一の実績となっており、これは海外の実績を調査し種々の改良を施すことによって、格段に経済性や維持管理面での向上が図られたものとなっている。

しかし、これらのサイフォン式取水設備は、取水管の間隔が空いているいわゆる多孔式タイプのものであり、従来の多段式ゲートに比べ、貯水位の変動に対する連続的な表層取水や、任意水深での取水に対して、取水性能

表-1 志津見ダム取水設備主要仕様

取水量	最大8.0 m^3/s (最低水位時) 最大20 m^3/s (サーチャージ水位時)
取水範囲	常時満水位(EL.245.700m) ～最低水位(EL.232.300m)
サイフォン 段数	選択取水管 11段 底部取水管 2段
呑口寸法	幅3.0m、高さ1.4m
開閉方式	空気ロックの形成及び解除

が劣るものであった。

そこで、これらを補うものとして考えられたのが、同一形状の逆V字型取水管を連続的に配置した「連続サイフォン式取水設備」(表 - 1、図 - 2)である。

3.2 設備構成

連続サイフォン式取水設備は、従来の選択取水設備における巻上機は存在せず、連続的に配置された逆V字型の取水管、空気制御装置、スクリーン、水面センサー及び操作制御盤により構成される。各機器の役割を表 - 2 に示す。

表 - 2 連続サイフォン式取水設備の主要機器

機 器 名	役 割
取水管 (選択・底部)	逆V字形状の角形ステンレス鋼管であり、頂部への空気の出し入れにより通水・止水を行い、任意の標高から取水を行う
空気制御装置	操作室内に配置され、コンプレッサー、レシーバタンク、給気弁、排気弁、真空ポンプなどにより構成される取水管内への給排気を行う
取水・底部スクリーン	取水管(選択・底部) 呑口に配置し、流木や塵芥の流入を防止する
水面センサー	給排気管と接続し、取水管内の圧力を検知することにより、取水管内の水面位置を検出するセンサーである
操作制御盤	所定の取水管より取水を行うために、給気弁や排気弁、コンプレッサーなどの操作や制御を行う

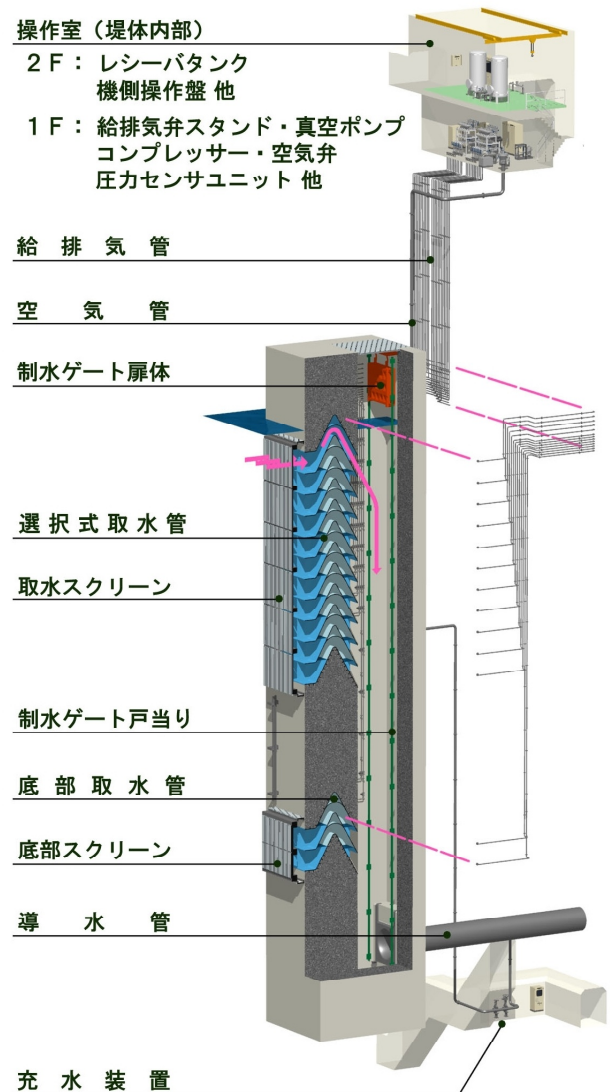


図 - 2 連続サイフォン式取水設備

3.3 動作原理

従来の多段式ゲート形式では指定の水位へ呑口を移動させる事によって取水を行うが、連続サイフォン式では任意の水位の取水管を圧縮空気によってロック状態、ロック解除状態に切り替えることによって取水を行う。

通常、給気弁及び排気弁は閉状態となっており、給気弁を開いて圧縮空気を取水管内に給気すれば止水（図 - 3）し、排気弁を開いて取水管内の圧縮空気を大気解放すれば通水（図 - 4）する事が出来る。

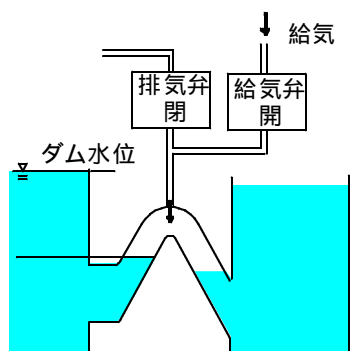


図 - 3 止水、ロック状態

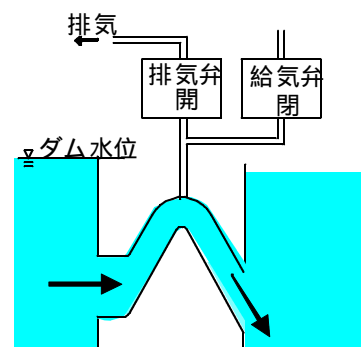


図 - 4 通水、ロック解除状態

4．有水試験

4．1 試験概要

試験内容については、ダム・堰施設検査要領（案）の総合検査を準用し次の内容を行った。

- ・取水試験：設備の機能を確実に発揮できることを確認する及び要求される信頼性を保有していることを確認する（電動機等の温度測定）
- ・水密検査：止水・通水の確認をする
- ・操作・制御試験：遠方監視操作盤、通信設備等を接続し、操作・制御の切替が滞りなくなされること、また、操作は機側を優先されていることを確認する
- ・保護装置の作動試験：各機器に異常が生じた場合のために、保護機能を確認するものであり、故障に対しては、非常停止、警報の作動および表示灯の点灯を確認する（保護装置の作動確認）

この中で、水密検査（止水・通水確認）以外は、従来設備と試験内容は同等であるため、水密検査に関する内容について詳細に報告する。



図 - 5 流向流速計

4．2 試験方法

取水スクリーンの上流に流向流速計（図 - 5、表 - 3）を設置して、その反応により止水・通水確認を行った。なお、試験を行った条件は次のとおりである。

取水量：1.1m³/s（貯留制限流量）

貯水位：EL.236.49～236.99の間

計測ピッチ：湖面から0.2m毎

試験パターン：各取水管をロック、ロック解除を
変化させた10パターン

確認内容：エアロック状況
呑口部の流況
エアロック部圧力
エアロック解除部圧力 など

表 - 3 流向流速計の仕様

	流 速	方 位
センサー	2軸電磁流速センサー	ホール素子型コンパス
測定範囲	0～±250cm/sec	0～359度
精 度	±0.5cm/sec	±2度
分 解 能	0.1cm/sec	0.1度

5．有水試験の結果

有水試験の結果は、図 - 6（試験パターン ）、図 - 7（試験パターン ）のとおりの結果となった。

5．1 試験パターン（No.8取水管ロック解除、No.9～13取水管ロック）

図中の左グラフは横軸が流速、縦軸が貯水位（ダム水位）からの水深となっている。

このグラフの中でロック解除している第8取水管（上から第1取水管，第2取水管・・・と呼ぶ）付近が最大の流速となっており、第8取水管から取水していることが確認でき、ロック解除状態が確認できた。

また、第10取水管より下の段については、流速がほとんどなく、流向も一定していなかったため、その他の取水管がロック状態となっていることが確認できた。

なお、グラフ中の ” ” の位置については、取水管上流面に設置している取水スクリーンの桁があるため、流速が減速している。

また、第8取水管をロック解除した際の取水管内の圧力が、操作前の21kPaから操作後7.8kPaへ変化し、計算上の数値（7.82kPa）と同等となり、圧力変化からも動作が正常に行われていることが確認できた。

5.2 試験パターン (No.8,11取水管ロック解除、No.9,10,12,13取水管ロック)

このパターンでは、第8取水管及び第11取水管の位置に流速がピークがあり、それぞれがロック解除、また、第9取水管および第10取水管がロックしていることが確認できた。

第9取水管のロックした際の取水管内の圧力が、操作前の18.7kPaから操作後32.9kPaへ変化し、計算上の数値(32.46kPa)と同等となり、圧力変化からも動作が正常に行われていることが確認できた。

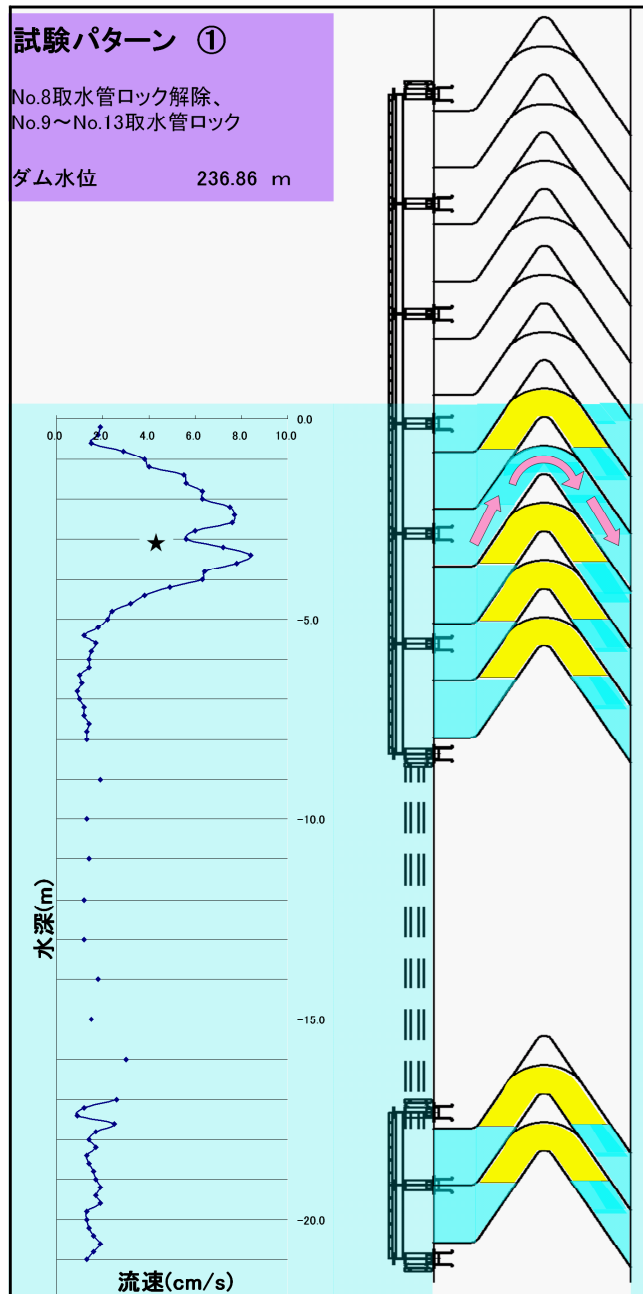


図 - 6 有水試験結果 (試験パターン ①)

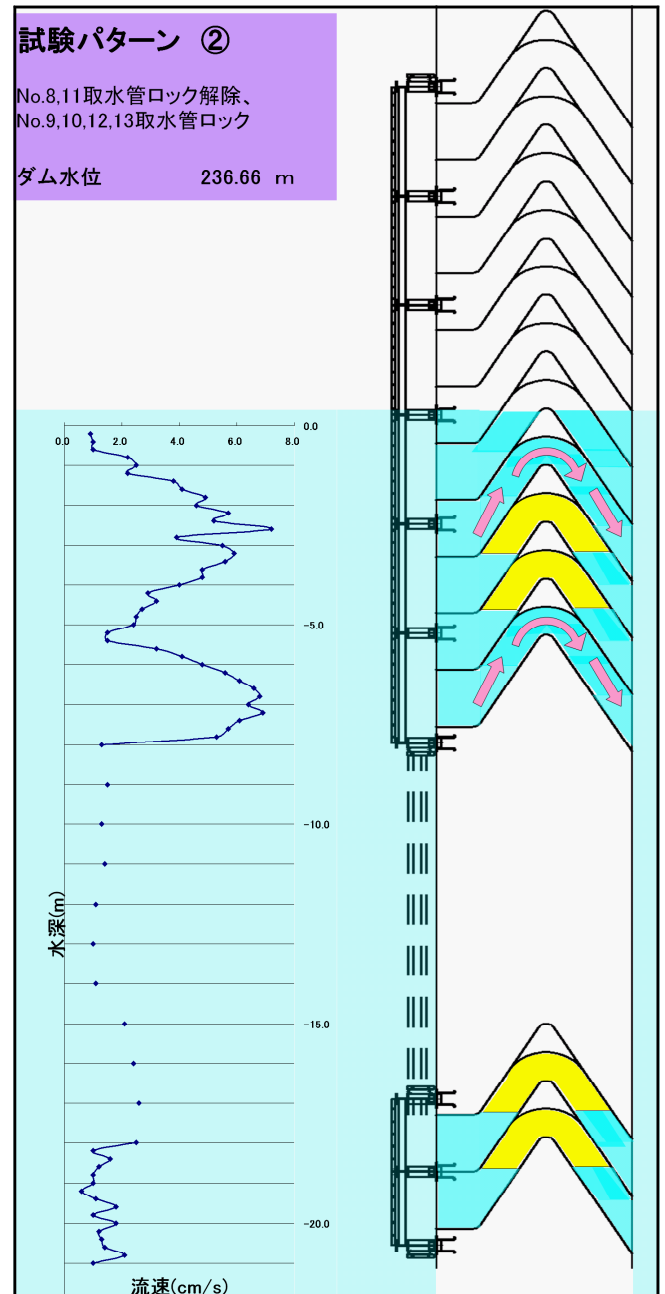


図 - 7 有水試験結果 (試験パターン ②)

6. まとめ

今回の有水試験の結果、現地状況により取水量が $1.1\text{m}^3/\text{s}$ 、常時満水位より約9m低い水位での試験ではあるが、その条件では、止水・通水の確認はでき、また、サイフォン呑口部での渦の発生もしておらず、正常に機能していると判断できた。

今後は、常時満水位時での最大取水量である1取水管あたり $4\text{m}^3/\text{s}$ での止水・通水確認を行っていく予定である。