

徳山ダム・横山ダム連携による 水位運用高度化の取組

石黒 順司

独立行政法人水資源機構 揖斐川・長良川総合管理所 徳山ダム管理所
(〒501-0815 岐阜県揖斐郡揖斐川町開田448)

ハイブリッドダムの取組の一環として、令和6年6月24～26日にかけて徳山ダム（水資源機構管理）と下流にある横山ダム（国土交通省管理）が連携し、発電に資する水位運用高度化操作の試行を初めて実施した。その結果、通常のダム運用と比較し、洪水調節容量に約275万 m^3 の水を貯留し水力発電に有効活用したことで、両ダムの水力発電所（中部電力（株）管理）合計で約1,581MWh（6,080戸が1ヶ月に消費する電力に相当）の増電効果があったと試算された。

本報では、両ダムの連携操作の必要性、操作に向けた事前準備（基本方針や運用ルール の作成）、試行運用の状況、増電効果及び今後の留意点等について報告する。

キーワード ハイブリッドダム、水位運用高度化操作、徳山ダム、横山ダム、増電効果

1. はじめに

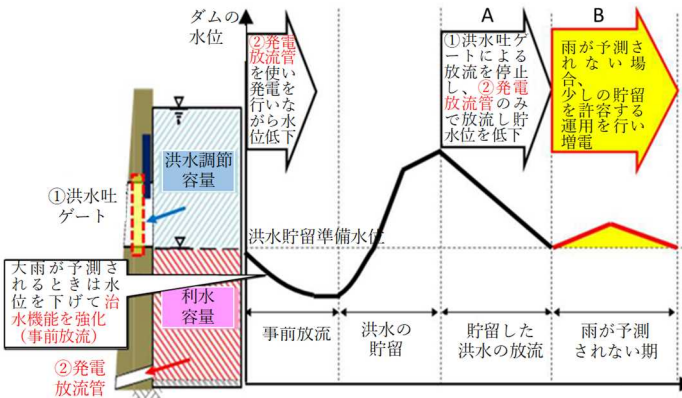
近年の気候変動の影響による水害の激甚化・頻発化を踏まえ、国土交通省所管ダムでは、治水機能の強化、水力発電の増強のため、気象予測も活用し、ダムの容量等の共有化など、ダムをさらに活用する取組である「ハイブリッドダム」の取組を全国で推進している。

徳山ダムのある木曽川水系においても、治水機能の強化として令和2年5月29日に治水協定を締結し、同年の洪水期から「事前放流」の取組を開始している一方、既存ダムの水位運用高度化による増電の取組についても、令和4年度より横山ダム、令和5年度に国交省所管の4ダム

が試行を開始しており、令和6年度から徳山ダムにおいてもこれらの取組を開始している。本報では、徳山ダムと下流にある横山ダムが連携した水位運用高度化による増電の効果的な取組方法について紹介する。

2. 発電に資する水位運用高度化操作

徳山ダム及び横山ダムでは、発電に資する水位運用高度化操作の試行として、図-1に示す洪水後期放流の工夫を行った操作を試行している。



従 来 の 操 作	治水を目的としたダムでは、出水に伴いダムに一時的に洪水を貯留した後、洪水吐ゲートを使用し、速やかに貯水位を洪水貯留準備水位まで低下させることで、次の出水に備える操作を行う。
洪 水 後 期 放 流 の 工 夫 を 行 っ た 操 作	最新の気象予測技術を活用し洪水対応に支障がないと判断された場合、以下の操作を行う。 A：洪水吐ゲートによる放流を停止し、発電放流管のみで放流し貯水位を低下。 B：一時的に洪水貯留準備水位以上に貯留し、この貯留水を発電放流管のみで放流。

図-1 洪水後期放流の工夫

3. 徳山ダム・横山ダムの概要

(1) 徳山ダム・横山ダムの概要

徳山ダム・横山ダムは、岐阜県西部を水源とし伊勢湾に流れ込む木曾川水系揖斐川（流域面積1,840km²、延長121km）に位置し、直列に配置されたダムである。

(2) 徳山発電所・横山発電所の概要

両ダムには中部電力（株）により設置・管理されている水力発電所があり、特に徳山発電所は中部電力（株）において一般水力発電所では最大規模となっている。

今回の取組で貯留される水は徳山発電所の1号機を通じ発電される。徳山発電所（1号機）の有効落差は横山発電所の約3倍のため、徳山ダム・横山ダム連携の取組を行うことで更なる増電効果が期待される。



図2 木曾川水系流域図

表-1 ダムの諸元

	横山ダム	徳山ダム
管理者	国土交通省※1	水資源機構
河口からの距離	約80km上流	約90km上流
流域面積	471.0km ² ※2	254.5km ²
総貯水容量	40,000千m ³	660,000千m ³

※1 令和6年4月1日より水資源機構がダム管理を業務受託している。

※2 横山ダムの流域面積は、徳山ダムの流域面積を含んだ値。

表-2 発電所の諸元

	横山発電所	徳山発電所
最大出力	70,000kW	164,200kW
最大使用水量	129m ³ /s※1	100.4m ³ /s
有効落差	63.3m	1号機：181.96m 2号機：144.50m

※1 水位運用高度化操作の試行時の貯水位（洪水貯留準備水位付近）の場合は約104m³/s。

4. 徳山ダム・横山ダムの試行要領

発電に資する水位運用高度化操作の試行を行うため、両ダムでは試行要領を作成し取組を行っている。

試行を行う上でのポイントは、横山ダムの試行要領に試行日数を「3日を超えないこと」と定めていることで、本条件は全国で試行実施されている他の要領には見られない条件であり、釣り客などの河川利用者への影響や職員の負担軽減などを踏まえ定められている。

徳山ダムの試行要領には、同様な条件の定めはないものの、連携操作を行う横山ダムにおける条件であることと、下流河川への影響から、実運用のための放流計画を立案する際には、横山ダム同様に「3日を超えないこと」を条件に作成している。（表3）

5. 徳山ダム・横山ダムの連携操作

(1) 連携操作の必要性

徳山ダムと横山ダムは上下流に直列に配置されたダムであり、横山ダムへ流入する水の内、約54%（流域面積比換算）は徳山ダムから放流した水【流量A】、約46%（流域面積比換算）は徳山ダムの残留域から流出した水【流量B】となる。（図3）

徳山ダムに貯留した全ての水を3日間以内に両ダムの水力発電より放流するには、横山発電所よりフル発電（100m³/s）での放流が基本であるが、【流量B】が自然流況のため、徳山ダムからの【流量A】を細かく調整す

表-3 試行要領の概要

	横山ダム	徳山ダム
要領の有効期間	R4. 6. 16～R6. 10. 15	R6. 3. 21～R9. 3. 31
試験期間	洪水期 (6. 16～10. 15)	同左
試験容量	最大 250 万 m ³	最大 342 万 m ³ ※1
試験水位	3. 0m EL. 190m～EL. 187m(制限水位)	0. 3m※2 EL. 391. 3m～EL. 391m(制限水位)
試行条件 (雨量)	10mm 未満 (GSM 72 時間累計)	20mm 未満 (GSM 72 時間累計) (MSM 39 時間累計)
試行条件 (日数)	3日を超えないこと	なし※3
中止条件	試行条件に同じ	試行条件に同じ
その他	「洪水に達しない流水の調節」後の試行も可能	同左

※1 試行要領には、運用上の余裕を見込み「最大571.4万m³」と規定。

※2 試行要領には、運用上の余裕を見込み「0.5m」と規定。

※3 試行要領には、試行日数は規定されていないが、連携操作を行う横山ダムの条件であり、下流河川への影響を踏まえ、運用計画を立案する際には横山と同様に「3日を超えないこと」を条件とする。

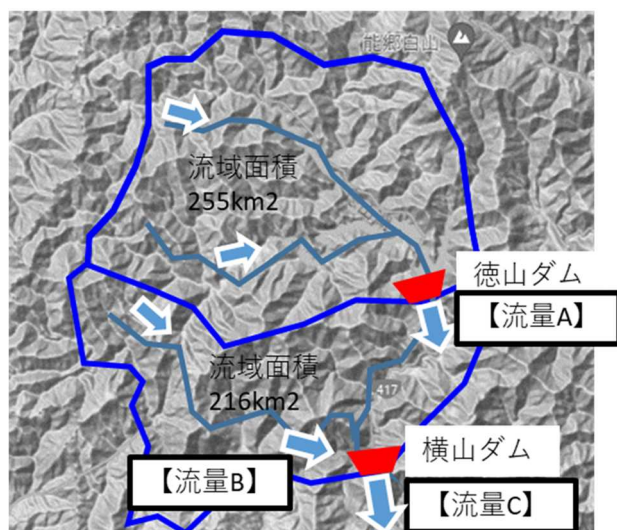


図-3 徳山ダムと横山ダムの関係

る必要がある。これらの条件を満たすため、両ダムへの3日間の流入量予測を精度よく実施した上で、両ダム連携の運用計画の作成が必要となる。

(2) 連携操作における基本方針

令和6年度より徳山ダム水位運用高度化操作の試行を行うに際し、令和4年度より試行を開始している横山ダムと連携操作を行うための3つの基本方針を事前に整理し、関係機関（国土交通省中部地方整備局、中部電力（株）、水資源機構）において確認を行い、下流自治体・漁業関係者への説明を行った上で試行運用を開始した。

a) 貯留の順序

方針：徳山ダム先行貯留

理由：増電量を最大限発揮するため、上流の徳山ダムに先行貯留。

b) 試行の有無と貯留量（試験水位）の判断

方針：徳山ダムへの流入予測を活用し、試行開始のタイミングから3日間の平均流入量と、両ダムの発電放流能力上限を考慮し、試行実施の有無と試験水位を判断フローにより定める。（詳細 5(3)）

理由：増電効果を最大としつつ一度停止したゲート放流を再度実施しない計画とするため。

c) 安全率と見直し

方針：運用計画作成時には予測流入量を1.2倍（安全率）する。また、ルールの見直しも実施する。

理由：令和6年度からの試行であり、かつ、最も重要な判断材料である流入量は予測であるため。

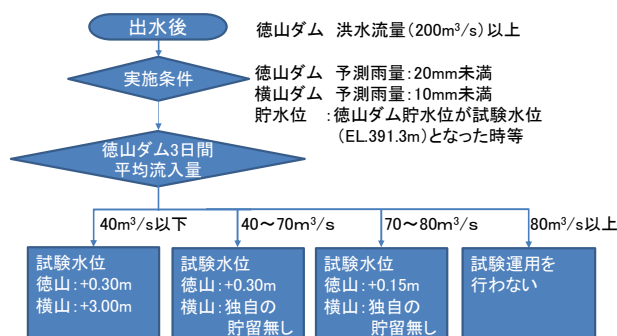


図-4 試行の有無と貯留量の判断フロー

(3) 試行の有無と貯留量の判断フロー

水位運用高度化操作の試行を行うタイミングは、防災対応直後の人員や時間が限られた状況において、両ダムにおける様々な状況が想定されるなかで、試行の有無や貯留量を判断し、速やかに両ダム連携の貯水池運用計画を作成する必要があるため、基本方針を踏まえた判断フローを事前に整理することが重要となる。

判断フロー作成に際し留意した点は、限られた時間で限られた情報から判断できるように、徳山ダムへの流入量の予測（3日先までの平均値）のみを指標としている点であり、本フローにより徳山ダム・横山ダムの試験容量への貯留量を予め定めることが可能で、これにより両ダムの貯水池運用計画作成をスムーズに行うことが可能となった。

なお、判断フローにおける閾値は、発電放流能力のみで放流可能（試行後に再度のゲート放流とならない）であるか否かの感度分析を行い決定した。

6. 水位運用高度化操作の実績（令和6年6月前線）

(1) 連携操作の状況

令和6年6月の梅雨前線に伴う降雨により、徳山ダムの流域で総雨量223mmを観測した。この降雨の影響で、ダムへの流入量は洪水流量（200m³/s）を2度にわたり超える出水となり洪水調節を実施した。

その後、従来のダム操作では、次の洪水に備えて貯水位を洪水貯留準備水位以下に低下させるが、最新の気象予測技術（GSM, MSM）を活用しその後の降雨の状況を踏まえ、275万m³（徳山ダムの貯水位で24cm）の水を一時的に徳山ダムに貯留し、これらの水すべてを徳山ダム及び横山ダムの水力発電施設により放流する連携操作の取組を初めて実施した。（図-5）

実運用では、徳山ダムへの3日先までの平均流入量を54m³/sと試算した上で、判断フローに基づき、徳山ダム・横山ダムの貯水池運用計画を作成し、24日10:00に

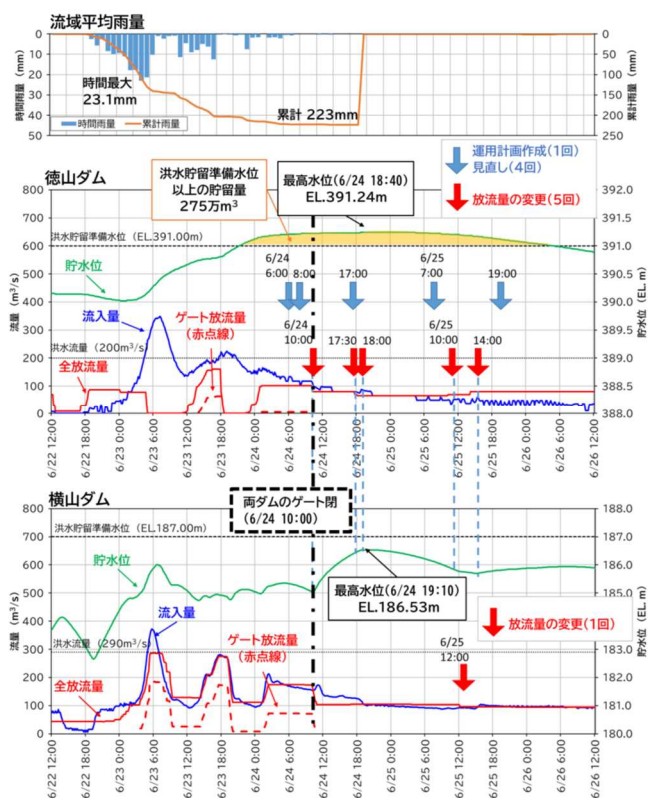


図-5 徳山ダムと横山ダムの試行時の貯水池運用

両ダムのゲートを閉じ試行を開始したが、試行期間中（24日10:00～26日4:30）4回に渡り運用計画の見直しを行い、併せて、徳山ダムからの放流量を5回、横山ダムからの放流量を1回変更するなど細やかな操作を行い貯留した全ての水を水力発電施設により放流した。

(2) 連携操作による増電効果

今回の一連の操作により徳山ダムと横山ダムにおける合計の増電量は約 1,581MWh（中部電力（株）により試算）となった。これは、一般家庭約 6,080 戸が 1 か月に消費する電力に相当する。（表-5）

R5 年度までの横山ダム単独での取組と比較し、活用した量が同じであれば約 4 倍の増電となっており徳山・横山ダム連携による取組の効果となった。

表-5 試行操作による増電量

試行日※1	活用した量(万 m3)	増電量(MWh)	対象ダム※2	備考
R4.8. 7～8	約 250	約 350	横山	※3
R4.9.20～22	約 120	約 160	横山	※4
R5.7. 1～2	約 8	約 9	横山	※4
R5.8.17～19	約 197	約 230	横山	※3
R6.6.24～26	約 275	約 1,581	徳山・横山	※3

※1 開始はゲート放流停止，終了は洪水貯留準備水位以下となった時
 ※2 横山ダムは R4 年の出水期，徳山ダムは R6 年の出水期より取組開始
 ※3 洪水後の貯留水を活用 ※4 洪水とまらない出水を活用

7. 予測精度の検証

連携操作を行うに際し最も重要となる徳山ダム・横山ダムへの流入量予測は、降雨が概ね収まった後の流入量実績から低減式（指数関数）を作成することで算定している。今回の取組の中では運用計画見直しを 4 回行っており、これは、予測した流入量が時間の経過とともに実績と異なったことが原因であった。

今回の取組における予測精度を検証したところ、試行期間（3 日間）の取組を行うために一定程度の信頼性のあるデータを得るためには、24 時間（10 分データで 144 データ）程度のデータが必要な状況であった。（表-6）一方で実運用においては今回のように 6 時間程度のデータで当初運用計画を作成することが必要となる場合もあり、24 時間程度のデータ収集が終了するまでは、6 時間に 1 度の頻度で、流入量予測と運用計画の見直しを行うことが重要であることが把握できた。

8. おわりに

今回、初めて徳山ダム・横山ダム連携による発電に資する水位運用高度化操作を試行し、以下を確認したことは大きな成果であり、今後、上下流に連続して配置されている他ダムにおいても参考となるものである。

- ①防災対応直後の人員や時間が限られたなかでも、今回作成した基本方針や判断フローを事前に準備することで効率的な水位運用高度化操作が可能となった。
- ②横山ダム単独での実施と比較し、連携操作を行うことで、約 4 倍もの増電効果が得られた。
- ③運用計画作成に必要な流入量の予測を必要な精度で行うには 24 時間程度のデータが必要なことを把握した。

謝辞：今回の取組に際し、様々な意見助言を頂いた国土交通省中部地方整備局や中部電力（株）の関係者の皆様には深く感謝するものです。

表-6 予測精度の検証結果

計画作成	データ収集の時間と数	横山ダム※1	徳山ダム※1	見直し必要性
6/24 6:00	6 時間 (36 データ)	294cm 上振れ	18cm 上振れ	あり
6/24 8:00	8 時間 (48 データ)	151cm 上振れ	3cm 上振れ	あり
6/24 17:00	15 時間 (90 データ)	52cm 下振れ	6cm 上振れ	あり
6/25 7:00	29 時間 (174 データ)	9cm 上振れ	1cm 上振れ	なし

※1 見直しを行わなかった場合の 72 時間後の貯水位のブレを試算