

横山ダムにおける「未利用水力エネルギーの活用推進」の取り組みについて

辻野考治¹

¹木曽川水系ダム統合管理事務所 横山ダム管理支所（〒501-0804 岐阜県揖斐郡揖斐川町東横山1330）

近年、気象予測等の精度向上もあり、治水に影響しない範囲で「ダムの弾力的管理」として、洪水後期に治水容量に貯水し発電で利用することで貯留した水を必要な時期に環境改善等に使用する取り込みを行っている。横山ダムではこの取り組みの中で水力発電の推進を行っていくこととなり、令和4年8月及び9月に実施したので報告するものである。

キーワード：横山ダム、再生エネルギー活用、水力発電

1. 背景

近年の水害の頻発化・激甚化を踏まえ、緊急時には既存ダムの有効貯水容量を洪水調節に最大限活用できるよう、洪水になる前にダムの利水容量から放流して洪水を貯留するための容量を確保することとして、事前放流の取り組みを令和2年から全国で実施しており、木曽川水系では令和2年5月29日に治水協定を締結している。

一方、政府として2050年カーボンニュートラル（脱炭素社会の実現）を宣言するとともに、2030年度に温室効果ガスの排出量を2013年度比で46%削減するという新たな目標を掲げており、再生可能エネルギーを最大限導入する取り組みを進めていく必要がある。ついては、既存ダムの有効貯水容量を再生可能エネルギーの創出に最大限活用できるよう、ダムの洪水調節に支障を及ぼさない範囲で洪水調節容量に流水を貯留することとして、これを活用した水力発電を推進していくこととなった。

ダムの洪水調節容量での貯留を活用した水力発電については、「ダムの弾力的管理について（平成30年5月28日付国水流第4号）」に基づき、弾力的管理の中で取り組みを進めてきているが、治水協定に基づく事前放流と両立させながら取り組むこととなった。

気象予測の精度は年々上がってきており、GSMやMSMによる長期予測を活用した流出予測により貯水位の変化を検討できるようになってきた（図-1）。

横山ダムは、当初は治水（洪水調節）と利水（灌漑用水の供給、発電）を目的として建設された多目的ダムであるが、平成20年の徳山ダム完成により灌漑用水の供給

は徳山ダムに移行させ、以降洪水調節と発電を目的とするダムとなった。上流の徳山ダムの後期放流が長期間続く影響や洪水量を徳山ダム完成前より大きく引き下げたことにより洪水対応が増加していることもあり、職員の負担軽減にも効果があると考え、洪水調節に影響を与えない条件を検討し、放流を活用して副次的に発電量を増やす操作の試行要領を策定し、令和4年度は2度操作を実施した。

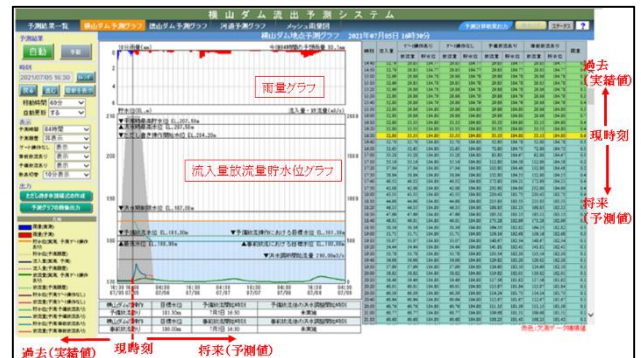


図-1 横山ダム流出予測システム

2. 横山ダムの概要

横山ダムは、岐阜県の西部、木曽川水系揖斐川（幹川流路延長121km）の河口から80kmの所に位置し、洪水調節、発電を目的とした、高さ80.8m、堤頂長220m、流域面積471km²、総貯水容量40,000千m³の中空重力式コンクリートダムで、放流設備として、常用洪水吐きのオリフィスゲート3門、非常用洪水吐きのクレストゲート2門を有している。発電は中部電力が行っており、2機の発

電機で最大使用水量129m³/s、最大発電量70,000KWの発電を行っている。上流には日本一の貯水量を誇る徳山ダムがあり、連携しながら洪水調節を行っている（図-2）。

非洪水期は、満水位の207.5mまで全て発電容量となる。洪水期には制限水位が187.0mに定められており、洪水以外で制限水位より高く貯留しないこととなっている（図-3）。

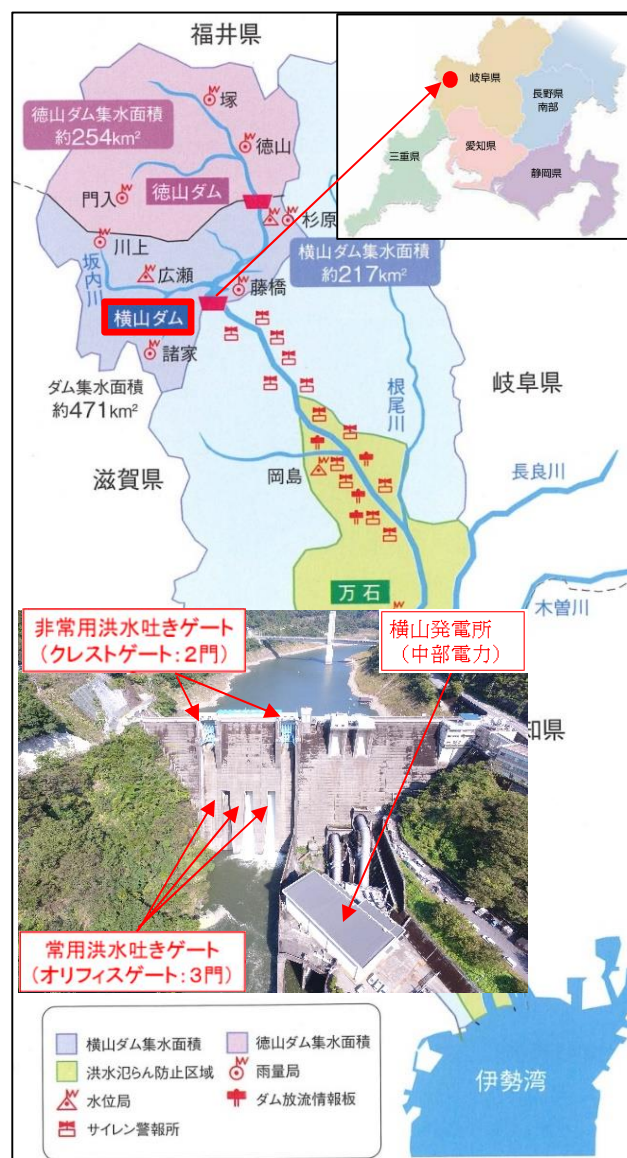


図-2 横山ダム位置図

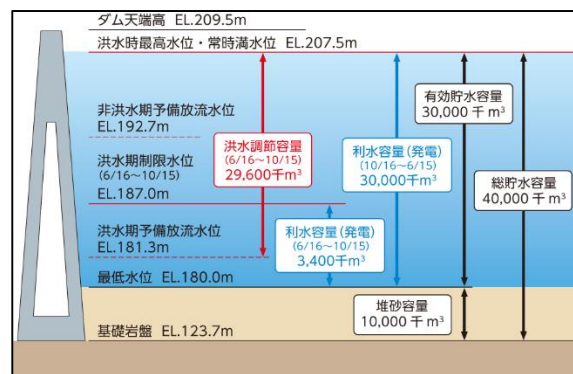


図-3 横山ダム貯水池容量配分図

3. 活用操作の方法と条件

横山ダムでは、横山ダム操作規則（以下「規則」という。）第17条に規定する「洪水調整等の後における水位の低下」及び、規則第18条、横山ダム操作細則第5条に定める「洪水に達しない流水の調節」を行う場合において、気象、水象、その他条件により可能である場合は、洪水調節に支障の無い範囲で、洪水調節容量の一部に流水を貯留しておき、水力発電設備を用いてこの貯留水を適切に放流することにより、水力発電の発電量増加に資する操作（以下「活用操作」という）について検討した。活用操作のイメージを図-4、図-5に示す。

過去の出水において活用操作を行うことが可能か検討を行い、実施に向けての条件を整理した。活用操作で利用できる貯水位としては、予測が変化しても速やかな水位低下が可能な190.0mまでとし、活用操作を行っている時間としては、降雨予測が可能な72時間を条件とした。また、活用操作開始以降の流域平均雨量の降雨量が10mmを超えないことを条件とした。

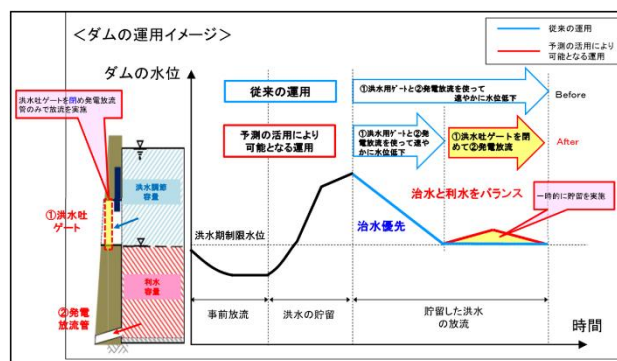


図-4 活用操作イメージ（洪水後の貯留水を活用）

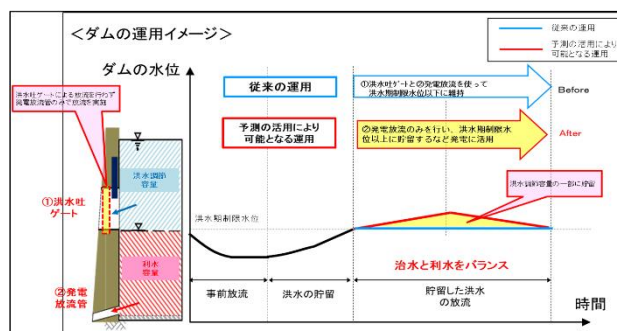


図-5 活用操作イメージ（洪水量に達しない流水を活用）

4. 過去の洪水による検証

横山ダムでは徳山ダム完成後、令和3年6月までに33回のゲート放流を行っている。そのうち14回は洪水調節を行っており、残りの19回は洪水に達しない流水で水位維

持を行ったものであったので、洪水後期の貯留を活用する運用と洪水量以下の流水を活用貯留する運用に分けて検証を行った。

(1) 洪水後期の貯留を活用する運用の検証

14回の洪水調節を行った洪水に対しての検証では、放流量の計算において流入量が最大となるまでは実績の放流量を用い、流入量が最大となった後は洪水量を上限に放流量を設定し、流入量が洪水量を下回った後に速やかに貯水位を制限水位程度（EL.187.5m）まで低下するように放流することとした。ここで、制限水位を下回ると洪水が終了することとなり、洪水後期としての運用にならないので50cm高い水位で検証を行った。また、高い水位で維持し活用操作を行うことも考えられるが、予測を上回る降雨等を考慮し、低い水位から貯留する操作で検証を行った。

貯水位が制限水位程度（EL.187.5m）まで低下した時点で、貯留しても190.0mを超えない流入量になるまで水位維持操作を行い、その後洪水吐ゲートからの放流を停止し、その水位から最大発電放流を継続する操作とした。発電放流量を超える流入量は洪水調節容量に貯留することとなる。なお、貯水位は流入量が最大となるまでは実績の貯水位を用い、流入量が最大となった後は、実績流入量と想定放流量の差分を現状のH-V（貯水位－貯水量）曲線により貯水位として算出した。

検証結果は、14洪水の内4洪水は活用操作前に次の出水対応が必要となり、1洪水は72時間以内に制限水位まで低下させることが不可能となり、残り9洪水については、活用操作が可能という結果となった。

(2) 洪水量以下の流水を活用貯留する運用の検証

19回の洪水に達しない流水に対しての検証では、流入量を実績の流入量とし、放流量は流入量が増加し発電放流量以上となるまでは流入量相当を放流し、流入量が発電放流量を上回ってからは、その水位での最大発電放流とする操作とした。発電放流量を超える流水は洪水調節容量に貯留することとなる。なお、貯水位は、当初の貯水位は実績の貯水位を用い、その後は実績流入量と想定放流量の差分を現状のH-V（貯水位－貯水量）曲線により貯水位として算出した。

検証結果は、19洪水の内10洪水は発電放流のみでも制限水位を超えず、3洪水は72時間以内に制限水位まで低下させることが不可能となり、残り4洪水については、活用操作が可能という結果となった。

5. 試行要領の作成

検証結果を踏まえ、試行要領のとりまとめを行った。試行要領は、弾力運用の要領を基に検討した。操作自体

は規則に従うこととなるので、操作の定義と検証結果から定めた活用操作を行う条件及び中止の判断基準を規定した。活用操作を行う条件として検証段階では入れていなかった「台風が接近する予測がないこと」を追加した。また、発電事業者に対して活用操作中は最大発電放流を継続する旨を明記した。さらには、活用操作中に活用操作を行う条件を満たさなくなり、中止の判断をした場合に流入量が洪水量に達するまでに貯水位を制限水位まで速やかに低下させる要領とした（図-6）。

なお、活用操作は通常と異なる水位運用となることから、河川利用者の漁協組合や関係自治体に活用操作の説明を行い了承を得ている。

横山ダムの発電に資する放流活用操作試行要領	
（通則）	
第1条	横山ダムにおいて、放流を活用して副次的に発電量を増やす操作の試行を実施することについては、この要領に定めるところによる。
（操作の定義）	
第2条	本曾川水系ダム統合管理事務所長（以下「所長」という。）は、横山ダム操作規則（以下「規則」という。）第17条に規定する「洪水調節等の後における水位の低下」および、規則第18条、横山ダム操作細則第5条に定める「洪水に達しない流水の調節」を行うとき、気象、水象その他の条件により可能である場合は、洪水調節に支障の無い範囲で、洪水調節容量の一部に流水を貯留しておき、水力発電設備を用いてこの貯留水を適切に放流することにより、水力発電の発電量増加に資する操作（以下「発電に資する放流活用操作（試行）」という。）を行うことができるものとする。
（発電に資する放流活用操作（試行））	
第3条	発電に資する放流活用操作（試行）は、6月16日から10月15日までの期間（以下「試験期間」という。）において、標高190メートル（以下「試験水位」という。）と制限水位との間の容量（最大250万立方メートル。以下「試験容量」という。）を利用して行うものとする。
2	所長は、試験期間において、次の各号に掲げる条件を満たす場合に、洪水または洪水に達しない流水を試験容量に一時的に貯留し、横山ダムにおける水力発電の増電に資するため、発電放流設備から放流を行うことができるものとする。
一	横山ダムの流域内（以下「流域内」という。）における72時間累計予測雨量（→GSM）が10ミリメートルを超えないこと。
二	発電に資する放流活用操作（試行）の予測貯水位が試験水位を超えないこと。
三	発電に資する放流活用操作（試行）が3日を超えないこと。
四	台風が東海・近畿・北陸地方に接近するおそれ（予測）がないこと。
3	制限水位を超えてから制限水位までの間は最大発電放流量とする。
（発電に資する放流活用操作（試行）の中止の判断）	
第4条	所長は、次の各号に掲げる場合は、発電に資する放流活用操作（試行）を中止し、発電放流設備以外の放流設備を利用してダムから放流を行い、流入量が毎秒290立方メートルに達するまでに、貯水池の水位を制限水位まで速やかに低下させなければならない。
一	洪水警戒体制を執ったとき、または洪水警戒体制を執ることが予想されるとき。
二	流域内における72時間累計予測雨量（→GSM）が10ミリメートルを超えるとき。
三	発電に資する放流活用操作（試行）の予測貯水位が試験水位を超えたとき。
四	発電に資する放流活用操作（試行）が3日間を超えるとき。
五	その他、所長が必要と認めるとき。
附 則	
この要領は、令和4年6月16日から令和6年10月15日まで実施する。	

図-6 活用操作要領

6. 令和4年度の実績

令和4年度は、出水によるゲート放流を6回行い（洪水調節は2回）、そのうち8月4日と9月20日の出水において活用操作を行った。2度の活用操作の結果により、今後の試行継続による改善の必要はあるものの、確実に増電の効果があることが分かった。

(1) 8月4日洪水後の活用操作

8月4日から5日にかけて、前線に向かって湿った空気が流れ込んだ影響により、大気の状態が不安定となり、

揖斐川の上流域を中心に局地的に強い降雨となった。この降雨により、徳山ダム及び横山ダムでは流入量が洪水量に達し洪水調節を実施した（図-7）。

洪水調節終了後に活用操作への移行条件を満たしたことから貯留を行うこととした。初回であったことと上流の徳山ダムによる後期放流の影響が予測システムに正確に反映されていないこともあったため、最小開度でゲート放流を継続し、貯水位が190.0mを超えそうな場合に対応できるようにした。

結果は、後半に貯水位が190.0mを超えそうであったため、ゲート操作を行ったものの、約250万 m^3 の水を発電に有効利用し、一般家庭約1300戸が1ヶ月に消費する電力に相当する350MWhの増電効果となった（図-8）。

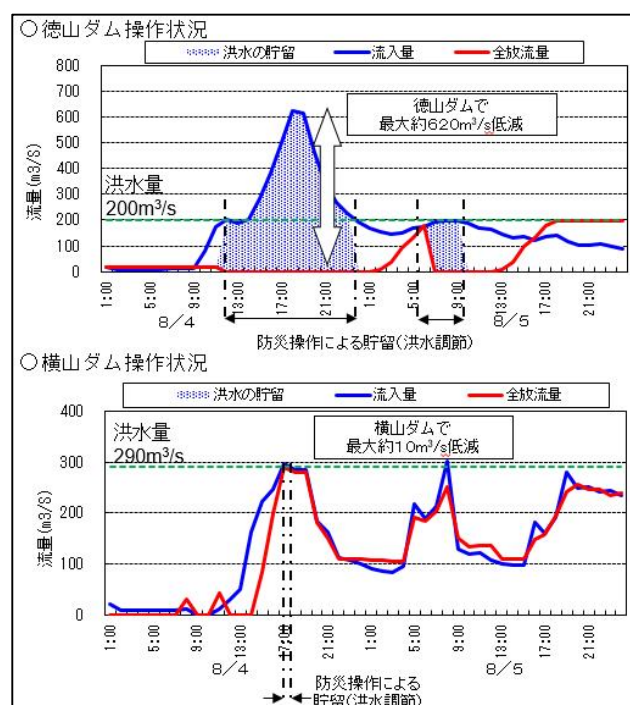


図-7 徳山ダム・横山ダム操作状況（令和4年8月4日洪水）

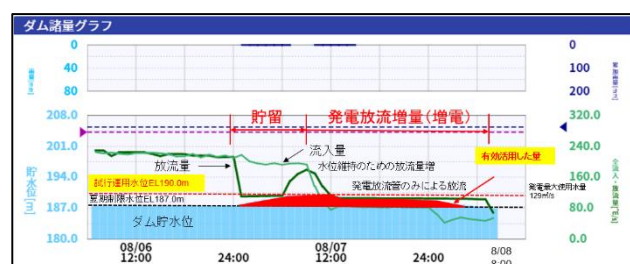


図-8 活用操作の結果（令和4年8月4日洪水）

(2) 9月20日出水後の活用操作

9月19日から20日にかけて、8月4日と同様に前線の影響により、揖斐川の上流域を中心に局地的に強い降雨となり、徳山ダムでは流入量が洪水量に達し洪水調節を実施したが、横山ダムでは洪水量に達しなかった。

洪水量以下の流水を活用貯留する運用とは異なるが、

水位維持操作後にゲート放流を停止し、徳山ダムの後期放流分を貯留することとした。徳山ダムの放流計画を加味し、ゲート放流を停止する判断を行い、職員の防災対応時間を約半日短縮することができた。

結果は、約120万 m^3 の水を発電に有効利用し、一般家庭約600戸が1ヶ月に消費する電力に相当する160MWhの増電効果となった（図-9）。



図-9 活用操作の結果（令和4年9月20日出水）

7. 今後の予定

現在の要領に定められている活用操作を実施できる条件は、流域内における72時間累計予測雨量が10mmを超える場合は中止とする等、治水安全度をかなり大きくとっており、特に洪水に達しない流水に対しては、降雨条件からほぼ実施できないようになっているので、本格運用への移行に向けて試行結果を踏まえながら、逐次要領の見直しを図っていく必要がある。

また、今後徳山ダムにおいても同様の取り組みを実施する予定であり、横山ダムの後期流入量は、徳山ダムの後期放流に依存するので、両ダム合わせて効率の良い連携運用を検討していく必要がある。

8. 最後に

今回の再生可能エネルギー活用への取り組みは、ダム管理者の負担軽減と増電にも繋がり、ダムのインフラ活用手段として有効なものになるので、今後横山ダムにおいてもハイブリッドダムの事業化に向けた取り組みを進めていきたい。そのためにも、さらなる降雨予測、流出予測の向上、徳山ダムや下流ダムとの連携を進め、より多くの機会で開催できればよいと考える。