

石手川ダムの弾力的管理の試験運用について

～洪水調節容量の貯留による有効活用について～

松山河川国道事務所 石手川ダム管理支所 係員 松末 莉奈
 松山河川国道事務所 石手川ダム管理支所 支所長 中村 成孝
 松山河川国道事務所 石手川ダム管理支所 専門官 仲田 隆宏

近年の既存ダムの有効活用の観点から、洪水前に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事前放流とは異なり、洪水調節容量の一部に流水を貯留しておき有効活用することが「ダムの弾力的管理（平成30年5月28日付国水流第4号）」に基づき進められている。そこで、石手川ダムにおける弾力的管理の試験運用の取組について報告する。

キーワード ダム弾力的管理、ハイブリッドダム、カーボンニュートラル

1. はじめに

ダムの弾力的管理は、洪水調節に支障を及ぼさない範囲で、洪水調節容量の一部に流水を貯留し、これを適切に放流することによりダム下流の河川環境の整備と保全、異常渇水時の流水の正常な機能を維持するための流量の補給や水質事故の希釈用水の補給等を目的に行うものである。また、活用貯留水を用いて水力発電に活用することも出来るものである。

なお、特定の利水のために行うことを目的としてはならないものとしている。

2. ダムの概要

石手川ダムは松山市中心部より北東約10kmの緑豊かな山間に位置し、洪水調節と上水道用水・かんがい用水の供給を目的として、昭和48年に完成した多目的ダムである。近年は洪水防御はもとより、生活様式の変化に伴う使用水量の確保などその使命はますます大きなものとなっている。

洪水調節容量として430万 m^3 、利水容量として630万 m^3 を確保している。

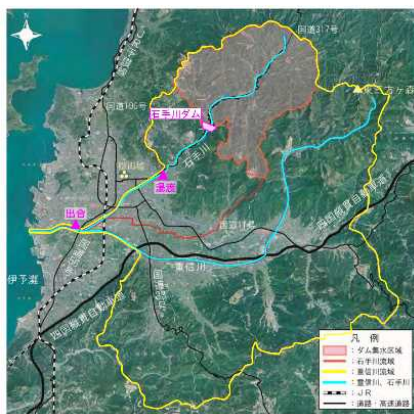


図-1 重信川・石手川流域図

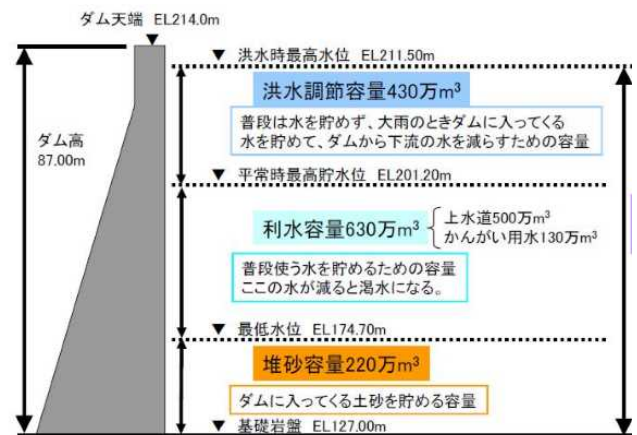
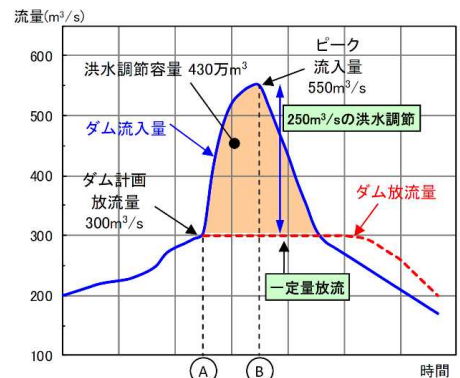


図-2 容量配分図

(1) 治水

洪水調節は、ダム地点基本高水流量550 m^3/s のうち250 m^3/s の洪水調節を行い、300 m^3/s の一定量放流を行う。なお、石手川ダムでは管理開始以降、流入量300 m^3/s を超える洪水は発生していない。



◆ダム流入量が300 m^3/s になった時点(A)で洪水調節を開始
 ◆流入量が最大に達した時点(B)の後も、安全な量だけ放流を続ける

図-3 洪水調節図

(2) 利水

石手川ダムの水は、松山市の上水道用水にも利用されており、供給源の約50%を占めている。管理開始以来たび重なる渇水に見舞われ、取水制限をこれまで30回実施している。特に、平成6年度にはダム貯水率が0%を下回る事態となった。

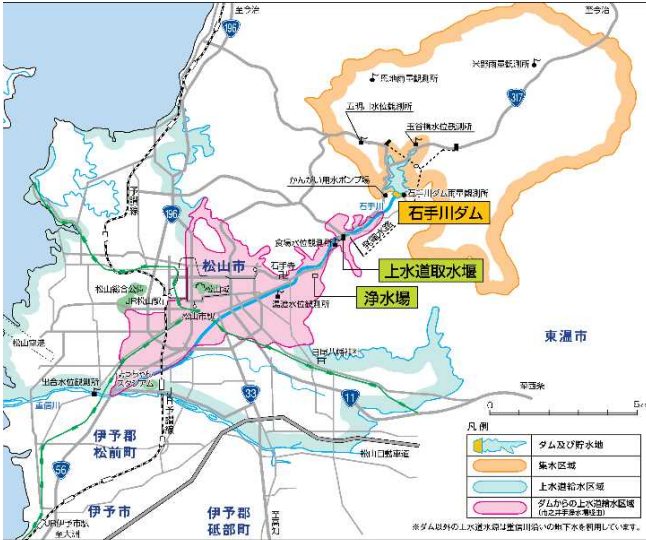


図-4 給水区域図



図-5 H6年渇水時のダム貯水池状況

(3) 管理用発電

ダムから維持流量として、最低 $0.1\text{m}^3/\text{s}$ を常時下流へ放流する必要があり、維持流量を利用した管理用水力発電設備（最大水量 $0.2\text{m}^3/\text{s}$ 、最大出力 75kW 横軸三相誘導発電機）を平成22年度に設置し運用している。



図-6 管理用発電設備

3. 石手川ダムのこれまでの弾力的管理の取組

(1) 事前放流

事前放流は、近年の異常気象に対する緊急措置として位置づけられ、洪水調節を実施する前に利水容量の一部を放流することで、その容量を洪水調節可能容量として転用するものである。

石手川ダムでは、実測雨量、予測雨量を基に事前放流実施条件として、予測流入量 $200\text{m}^3/\text{s}$ 以上または予測降雨量 90mm (6h)以上により、事前放流の実施可否を判断している。

平常時の最高水位のEL201.2mを、事前放流下限水位EL198.2mとして、最大3m貯水水位を低減出来るものとしている。

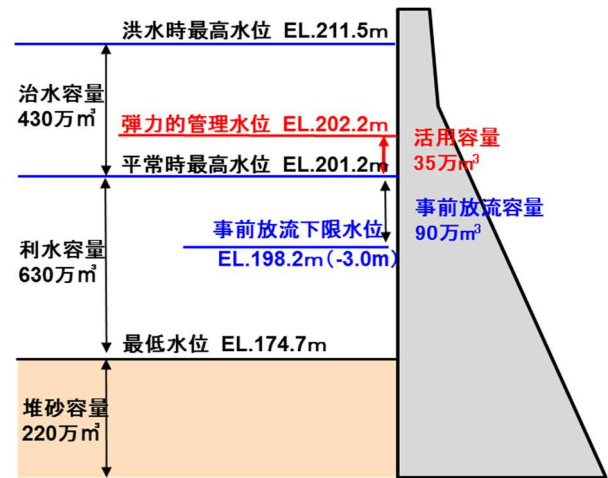


図-7 弾力的管理の容量配分図

(2) 前期貯留・後期放流

小規模な出水時には、今後の予測降雨の状況に応じて、出水の前期（前期貯留）および後期（後期放流）において、ゲート放流をせず利水放流管のみで対応する運用を平成23年4月から実施している。貯水位の上限は、平常時最高水位+1.5mとしており、小規模出水で放流体制を回避することによる職員の負担軽減を目的としている。

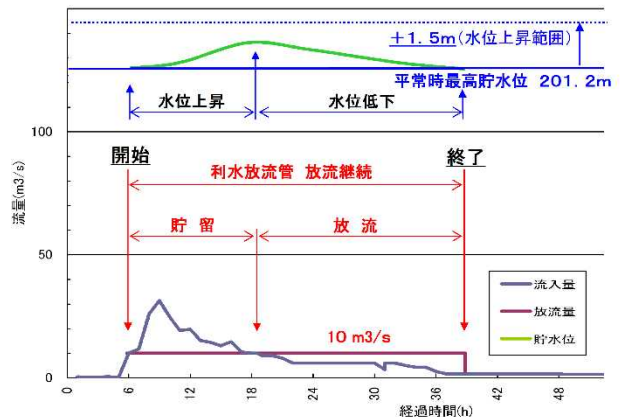


図-8 前期貯留の運用例

4. 弾力的管理の試験運用（洪水調節容量に貯留）

（1）弾力的管理の目的

洪水調節に支障を及ぼさない範囲で、洪水調節容量の一部に流水を貯留し、ダム下流の環境保全や異常渇水時の流水の正常な機能を維持するための流量補給及びカーボンニュートラルに寄与する管理水力発電の継続的な発電を目的としている。

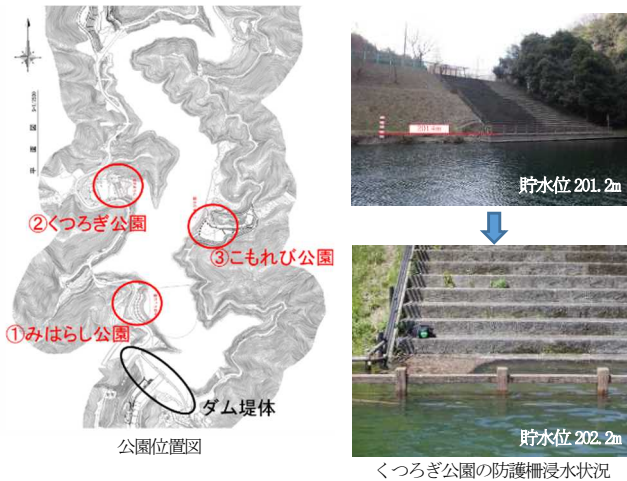
（2）石手川ダムでの弾力管理

石手川ダムでは、平常時の最高貯水位201.2mを試行的に2m高くして、貯水位203.2mとして弾力的管理を行う。令和5年度は、弾力的管理の活用水位の上限は202.2m（平常時最高貯水+1m）として運用する。段階的に水位を上げていき、課題等を整理する。

また、今後の雨量の条件によっては、洪水量に達するまでに、事前に貯水位を平常時最高貯水位以下となるよう毎秒100立方メートルを限度とし、ダムから放流しなければならない。（石手川ダム弾力的管理試験要領(案)）

（3）施設への影響

石手川ダムの上流には、親水施設（公園）が存在し、遊歩道が整備されている。みはらし公園、くつろぎ公園の遊歩道への入口は限定的であり封鎖が容易であるため、弾力的運用により遊歩道が水没する期間は入口を封鎖することで対応が可能である。こもれば公園は付近に民間施設等があり、遊歩道の制限等を検討する必要があり、現時点では、遊歩道の標高（平常時最高貯水位+2.1m）が弾力的管理の上限となっている。



公園位置図

くつろぎ公園の防護柵浸水状況



立入り禁止の看板



こもれば公園

図－9 貯水池周辺の公園施設状況

5. 弾力的管理のシミュレーション

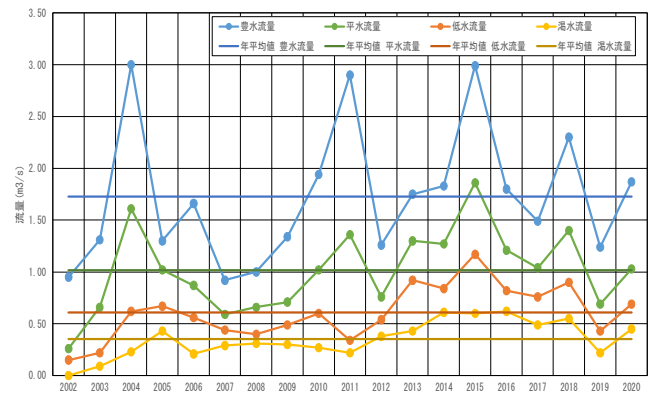
試験運用の前に弾力的管理を実施した場合のシミュレーションを行った。

（1）下流河川への効果

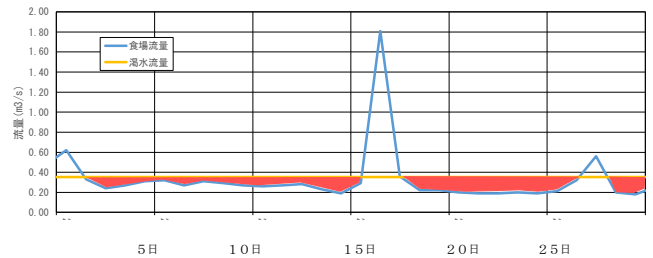
弾力的管理の活用容量を使用して、基準補助地点でもある食場水位観測所への補給可能な量を推定した。

食場流量が目安として0.5m³/sを（渇水流量0.35m³/s、低水流量0.61m³/s）下回った場合に、ダムから補給することを想定し水収支計算を実施した。

活用水位の上限は、203.2m（平常時最高貯水位+2.0m）、対象期間を平成14年～令和2年の19年間とし検証した結果、活用容量の確保により年平均で743千m³の補給が可能となった。



図－10 食場観測所の流況 (H14～R2)



図－11 補給量算定のイメージ

（2）発電の効果

実績操作と弾力的管理の発電量を比較することによって増電量を整理した。弾力的管理を行うことによって、年平均で約7～31MWh増加した。（増加率3.4～5.0%）

表－1 増電量の算定結果

【②通年で取水量を0.2m³/sとした場合】

年	発電量 (MWh)		増電量 (MWh)	増加割合	年	発電量 (MWh)		増電量 (MWh)	増加割合
	実績	弾力的管理				実績	弾力的管理		
2002	580.5	630.0	49.5	8.5%	2012	634.7	669.5	34.7	5.5%
2003	605.2	619.6	14.3	2.4%	2013	634.9	667.6	32.7	5.1%
2004	641.5	669.2	27.6	4.3%	2014	643.5	667.8	24.3	3.8%
2005	631.8	667.4	35.7	5.6%	2015	644.9	667.8	22.8	3.5%
2006	631.3	662.2	30.9	4.9%	2016	643.9	669.6	25.7	4.0%
2007	611.3	660.5	49.2	8.0%	2017	628.3	667.6	39.4	6.3%
2008	601.6	642.6	41.0	6.8%	2018	643.4	667.8	24.3	3.8%
2009	628.6	663.6	35.0	5.6%	2019	633.3	665.0	31.6	5.0%
2010	622.8	648.3	25.5	4.1%	2020	639.4	666.9	27.5	4.3%
2011	613.0	632.0	19.0	3.1%	年平均	627.1	658.1	31.1	5.0%

※発電量 (MWh) は、年合計値

6. 弾力的管理の効果 (R5年6月時点)

(1) 下流河川への効果

ダム下流の基準補助地点(食場観測所)への補給は、非かんがい期で確保流量も少なく、活用容量を放流して使用することはなかった。

また、放水前に放流量を増加して、平常時最高水位まで下げる時に下流河川の流況を確認した。4 m³/s増量して放流した場合、瀬切れの多い石手川において、流況(水量)の変化を確認できた。今後、河川環境の整備と保全、異常渇水時の流水の正常な機能を維持するための流量の補給の効果を見ていく必要がある。



ダム放流量 約0.2 m³/s



ダム放流量 約4.0 m³/s

図-12 石手川流況の変化(永木橋付近)

(2) 発電の効果

基準地点の流量を確保するため、ダムからの必要放流量が0.1 m³/sの場合においても、活用容量を利用し最大0.2 m³/sの発電放流を行った。弾力的管理によって、4~5月の発電総量66,287kwhの内、約3,700kwh(概算値)の増電が行えた。(増加率約6%)

7. 課題について

(1) 雨量予測の精度向上

予測雨量を用いて放流実施の判断をすることとなるため、予測雨量の精度によっては洪水を見逃す可能性があり、事前放流を実施できず、貯水位を低下で

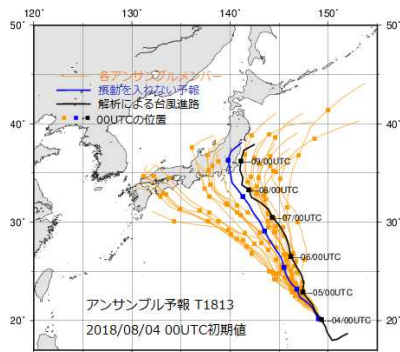


図-13 アンサンブル予報の例

きていない状況で洪水を迎えるリスクが懸念される。

精度向上として、例えば、週間アンサンブル(51メンバー)による、ばらつきのある予測雨量などを使用することにより、安全側で運用する方法も考えられる。

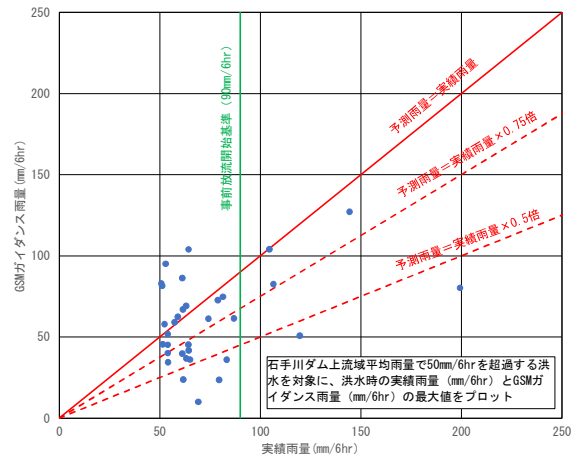


図-14 実績雨量と予測雨量の比較

(2) 管理体制、運用の課題

洪水調節容量に貯めた活用容量は、放流前には平常時最高水位201.20mまで低減させる必要がある。その判断及びダム操作に時間を有し、職員等の負担にもなっている。また、放流後の水位回復においても、今後の降雨の見通しによっては判断が異なってくる。流入量が多い場合、利水放流管バルブでは、放流量との差が無く、次の放流のための水位低下が見込めないことが想定される。試験要領では、コンジットゲート(洪水時ゲート)で100 m³/sの放流を上限として水位低下を行うことができるが、放流の体制を整え関係機関への通知及び放流警報を行う必要があるため、早めの判断が必要となる。

令和5年度は、弾力的管理の活用水位の上限は202.2m(平常時最高貯水位+1m)であるが、今後、2m高くして、貯水位203.2mとして運用する場合には、よりいっそう判断が難しくなる。具体的な運用方法についても、今後検討する必要がある。

8. まとめ

今年度から試験的に弾力的管理(洪水調節容量に貯留)を行っており、具体的な効果検証方針、具体的な運用方針は明確には定まっていない状況である。今後、弾力的管理の本格運用に向けて、実施効果や運用上の課題を整理していきたい。

9. おわりに

石手川ダムは、昭和48年3月に完成し、令和5年3月に50周年を迎えました。50周年記念式典を10月下旬頃にダム展望所で開催する予定である。