

引原ダム再生の取り組み ～平成30年7月豪雨を踏まえ～

足立 和士¹・橋爪 男²

¹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)

²兵庫県 西播磨県民局 光都土木事務所 ダム管理課 (〒678-1205赤穂郡上郡町光都2-25)

引原ダムは洪水調節、工業用水、発電を目的とする多目的ダムで、全国的にも事例が少ないバケットカット操作による洪水調節方式を採用している。

平成30年7月豪雨では、異常洪水時防災操作(ただし書き操作)を実施したが、事前放流により、下流河川の水位を低下させる等の効果があった。一方、異常洪水時防災操作は、平成23年台風12号に引き続き2回目であり、近年の降雨規模に見合うダム操作や容量等の見直しが必要となっている。

本論文では、異常洪水時防災操作における事前放流の効果を通し、ダム再生の取り組みについて、解決すべき課題整理と、計画の実現可能性を検討する。

キーワード 異常洪水時防災操作, 事前放流, ダム再生

1. 引原ダムの概要

引原ダムは一級河川揖保川水系引原川に位置する。(図-1)昭和16年揖保川河水統政事業として計画決定され、昭和17年2月ダム建設工事に着手し、太平洋戦争の勃発とともに一時中断後、昭和28年度に揖保川総合開発事業として建設が再開され、昭和33年3月に完成した。

ダムの形式は重力式コンクリートダムであり、高さ66.0m、集水面積57.5km²(間接流域9.3km²含む)、総貯水容量21,950,000m³である。発電事業は2010年(平成22年)4月に関西電力へ譲渡された。引原ダムの貯水池容量を以下に示す。(図-2)



図-1 位置図

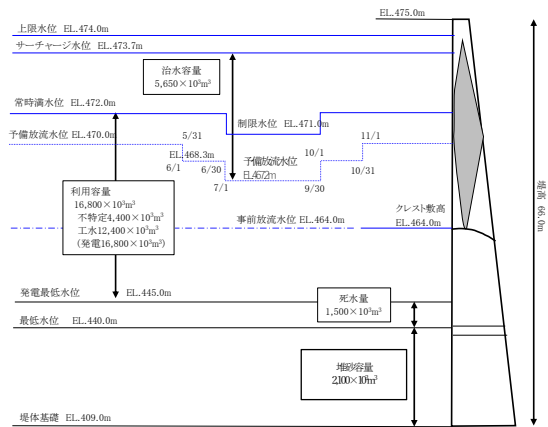


図-2 引原ダムの貯水池容量

2. 引原ダムの洪水調節方式

引原ダムの洪水調節方式は「予備放流+バケットカット操作方式(100~0m³/s)」である。洪水前に予備放流を行ない、所定の空容量を確保する。ダムへの流入量が洪水調節開始流量100m³/sを越えるまでは流入量=放流量とし、100m³/sを越えた時点でゲートを全閉し、ピーク流入時まで発電放流量5.5m³/sを除くすべての流入量を洪水調節する。流入量がピークを越えた後、放流量を100m³/sまで戻す操作方式である。(図-3, 4)

このバケットカット方式は、最大流入量をほぼ全量カットするため下流河川への効果は大きいですが、ダムの貯水

容量を大量に使用するという特徴をもつ。

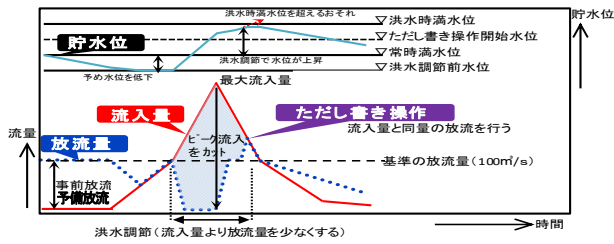


図-3 引原ダムの洪水調節方式

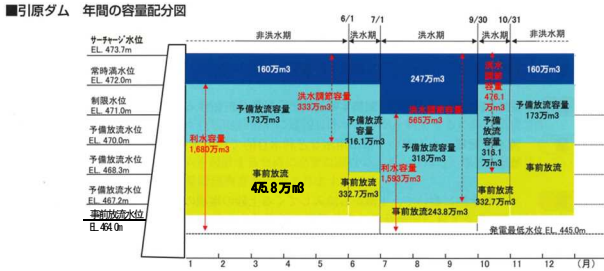


図-4 引原ダムの年間容量配分図

3. 事前放流

引原ダムは、平成23年9月の台風12号による異常洪水時防災操作を契機として、事前放流を導入している。事前放流とは、洪水が予測される場合に、利水容量を洪水調節容量として一時的に活用し、事前に貯水位を低下させるものである。

本県では、気象庁が運用するMSM予測をベースとした(一財)日本気象協会の降雨予測モデルを用いて、貯水位回復の見込みがある際に事前放流を実施している。実施の判断については、予測雨量と併せて累計雨量も考慮し、計画雨量255mm/24時間を超過する場合は基準値としている。

4. 平成30年7月豪雨

引原ダムでは、総雨量545mm、最大時間雨量36mmとなり、特にダム流入量は毎秒285m³と既往最大を記録し、異常洪水時防災操作を実施した。(図-5)

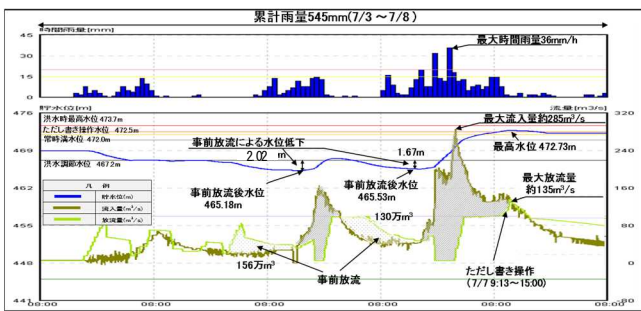


図-5 平成30年7月豪雨における引原ダムの洪水調節

(1) 事前放流の実施

上記の雨量予測基準に基づき、下流河川の水位を見ながら洪水期間中に2回の事前放流を行い、洪水調節容量を拡大した。(1回目:156万m³ 2.02m低下, 2回目:130万m³ 1.67m低下)



写真-1 異常洪水時防災操作状況

(2) 事前放流の効果

事前放流により、洪水調節水位から1.67m低下させたことで、異常洪水防災操作の開始時刻を約7時間遅らせ、7日午前9時13分の開始とした。これより、最大放流量を29m³/s低減し、揖保川三軒家地点で氾濫危険水位を超過した時間帯(6日23時40分~7日5時00分)を外し、河川水位が低下してから、異常洪水時防災操作による放流を実施することができた。

以下に事前放流の効果を示す。(表-1, 図-6)

表-1 事前放流の効果

指標	通常(標準)運用	事前放流実施の場合	備考
最大放流量	138(m ³ /s)	104(m ³ /s)	最大放流量を29(m ³ /s)低減
異常洪水時防災操作時間	7/7 9:13~15:00 (約6時間操作)	7/7 2:00~15:00 (約13時間操作)	異常洪水時防災操作開始時刻を7時間遅らせた
下流河川への影響(三軒家地点 堤防高4.27m)	最大水位 4.24m 氾濫危険水位超過時間 8時間20分	最大水位 4.24m 氾濫危険水位超過時間 8時間30分	三軒家地点の氾濫危険水位超過時間を70分短縮

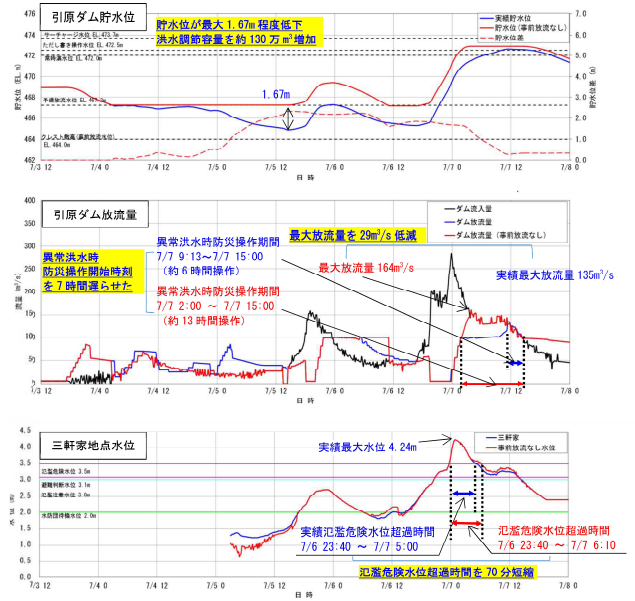


図-6 事前放流の効果

5. 引原ダムの再生計画

引原ダムでは7月豪雨のように、近年の降雨現象の頻発化・激甚化で、今後も計画規模を超える洪水発生が増加が予測され、異常洪水時防災操作による下流河川の危険性が増している。

一方で、国ではダム再生ビジョンを策定し、既存ダムをソフト・ハード対策の両面から有効活用することの重要性は高まっている。

これらを踏まえ、引原ダムにおける洪水調節機能を改善するため、ダム嵩上げによる容量拡大など、経済的かつ効率的な治水対策について検討する。(図-7)

(1) ダム再生の方法検討

a) 治水容量拡大

引原ダム計画は揖保川総合開発事業に伴う総体計画(昭和28年)によるもので、ダム計画規模は1/100(計画降雨255.2mm/日)であるが、近年の実績降雨で評価すると、ダムの計画規模は1/30程度に低下している。

治水容量の拡大は、既存の利水容量を洪水調節容量(予備放流量)へ転用する方法と、堤体嵩上げによる容量拡大が挙げられるが、利水容量の洪水調節容量への転用は、利水事業者である企業庁や関西電力との協議が必要となり、利水容量に余裕がない状況を考慮すると、同意を得ることは困難であるため、堤体嵩上げが有力な候補となる。

b) 事前放流拡大

現在は、事前放流運用開始当時(H25)のMSMの33時間予測を基にした予測システムで運用しているが、今後は現在のMSMの39時間予測を使用し、予測時間を延伸し、事前放流開始時刻の前倒しを行う。

また、現在の事前放流はクレストゲートで行っているため、下限値はゲート敷高EL. 464.0mとしており、その容量は244万 m^3 であるが、事前放流にジェットフローゲートも活用することで、事前放流容量を294万 m^3 に拡大する。

c) ゲート操作変更

引原ダムの治水容量は流域面積48 km^2 (直接流域)に対して565万 m^3 と小さく、バケットカット操作による洪水調節のため、過去2回の異常洪水時防災操作の他、操作の手前となった洪水も多い(60年間で4回:S47.7, S51.9, H2.9, H16.10)。また、バケットカット操作は、経験に基づく操作であり、ダム操作員の定年退職により、技術の継承が困難となっている。

これらを踏まえ、洪水調節方法としては一般的な一定量放流等へ変更し、操作を軽減することが必要となっている。

d) 河川ネック箇所改修

ゲート操作方法の変更に伴い、将来的に放流量が増えるため、ダム再生と併せて河川改修が必要となるが、当面は現行運用で、安全に流下させることを目標とし、順次ネック地点の改修を進める。(図-8)

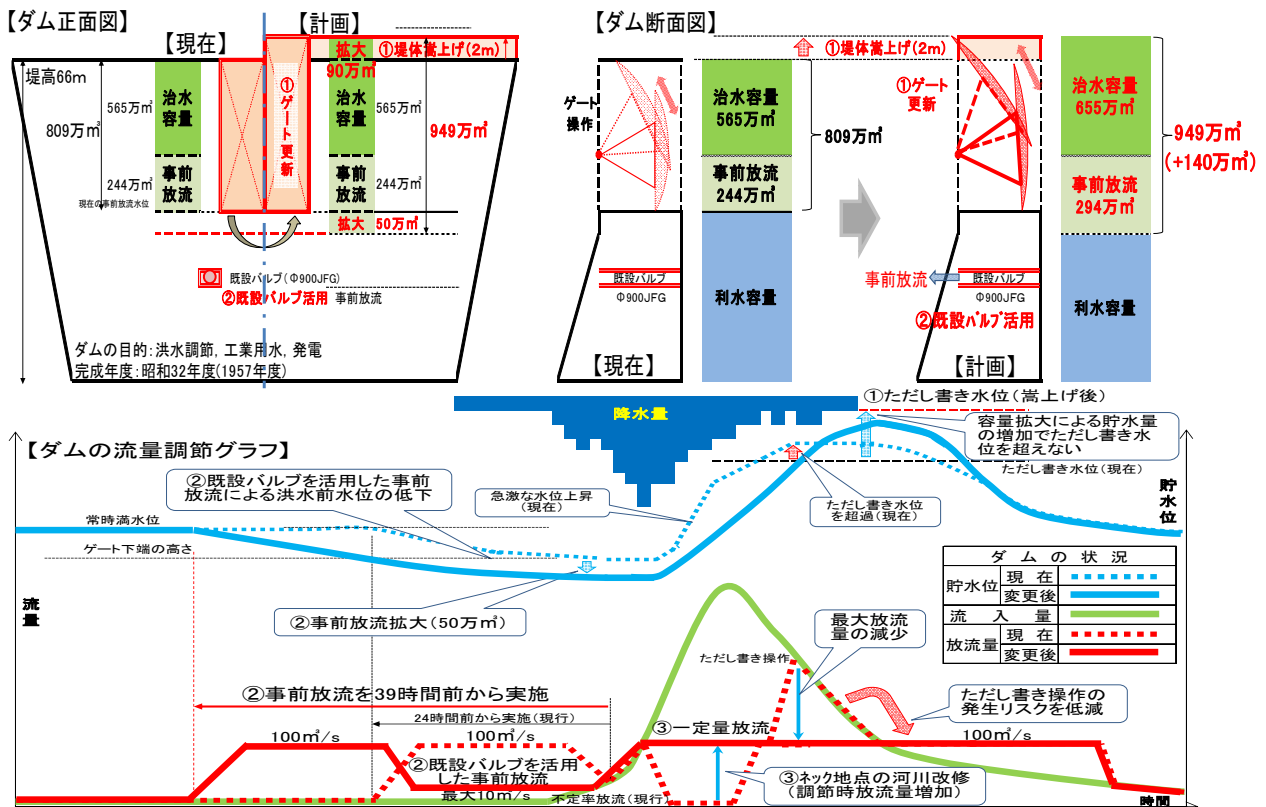


図-7 引原ダム再生検討のモデル図

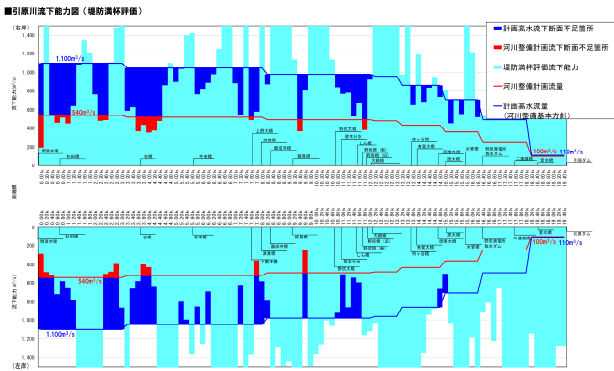


図-8 引原川現況流下能力図

(2) 引原ダム再生の課題

ダム再生の検討を進めるにあたり、以下の課題を踏まえ、計画を具体化する。

- ①引原ダムの構造が既存不適格である
- ②河川整備計画においてダム再生の位置付けがない
 - ・揖保川本川の河川整備が途上であり、引き渡し流量の変更が困難。
 - ・洪水調節方法であるバケットカット操作を一定量放流操作とすると揖保川本川への引き渡し流量が変わる。
- ③事業にかかるB/C算出
 - ・ダム再生を河川総合開発事業で実施することについて妥当性の説明が必要。

a) ダムの嵩上げについて

ダムの嵩上げは周辺道路や橋梁等の構造物への影響を極力抑えなければいけないことから、約2mの嵩上げが可能。

一方で、引原ダムは、河川管理施設等構造令が制定された昭和51年7月以前の昭和33年に完成したダムであり、河川管理施設等構造令に準拠できていない。(図-9)

- ・上限水位からの放流能力ではダム設計洪水流量(クリーガー曲線)に対して不足
- ・非越流部高さが不足(SWL+2.0mに対して0.70mの不足)
- ・放流水脈とのクリアランスが不足

以上より、河川管理施設等構造令適合に1.5mが必要となり、洪水調節容量の拡大にかかる必要な嵩上げ高さは0.5mで、90万m³の洪水調節容量増となる。

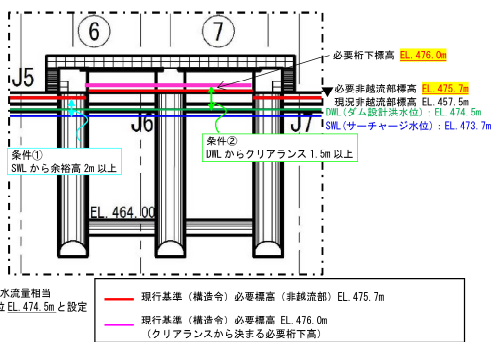


図-9 河川管理施設等構造令への適合

b) 河川整備計画の変更

ダム再生事業の事業化に向けては、河川整備計画に位置づけることが基本である。通常、河川整備計画で「洪水による災害の発生の防止又は軽減に関する目標」を定め、その目標を達成するための治水メニューを検討し、その中で最も妥当なメニューを河川整備計画に位置づけることになる。

上記に対し、揖保川水系河川整備基本方針に基づく揖保川水系揖保川圏域河川整備計画(県管理区間)には、引原ダムおよび引原川の整備は位置づけられていないことから、ダム再生事業にあたっては、河川整備計画を改定する必要がある。

また、現行の揖保川水系河川整備計画(国管理区間)、揖保川水系揖保川圏域河川整備計画(県管理区間)ともに昭和51年9月洪水が目標洪水になっており、新たにダム再生を位置づけるための計画変更(目標規模の引き上げ)は上下流バランスの関係から、国との調整が必要となる。(図-10, 11)

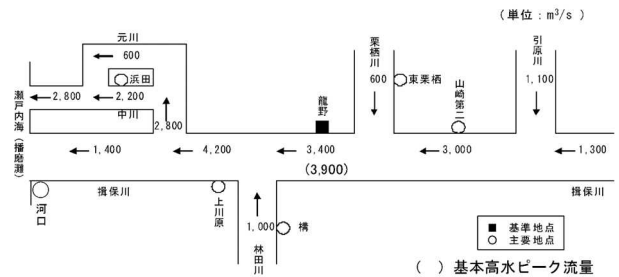


図-10 揖保川水系河川整備基本方針

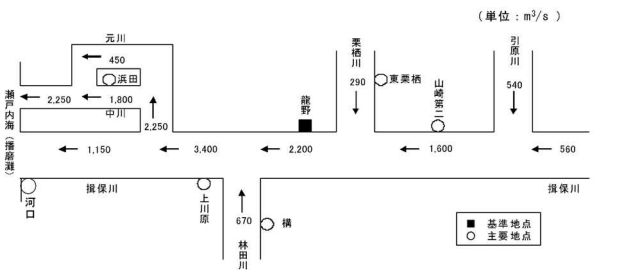


図-11 揖保川水系河川整備計画

c) B/Cの検討

引原ダムの再生は、国庫補助事業としての事業化を想定しており、そのためには事業の妥当性を評価する必要がある。事業の妥当性評価にはB/Cを算出する必要があり、引原川流域における資産の分布状況を勘案すると、引原ダム再生事業の事業費は大きく、B/C>1.0の条件を満たすよう検討する必要がある。

そのため、考えられる便益を計上するとともにダム再生全体事業費のCから河川構造令適合に必要な嵩上げ費用相当分を控除して求める方法や、ダム改造後の調節量の増分についての河道改修費用、河川整備基本方針の揖保川本川における洪水調節施設(直轄施行)として想定されるダムの建設費用の節減額とを比較するC/C'の考

え方などを検討する。

6. 計画の実現可能性

これまでの課題整理や方向性検討を踏まえ、今後、以下の項目について国土交通省等と協議を進め、ダム再生計画策定業務による具体的な計画検討を急ぐ。

- ①引原ダム再生事業における国庫補助採択について
- ②河川整備計画へのダム再生事業の位置付けについて
- ③事業採択にかかる費用対効果の考え方について

兵庫県では、既設ダムを有効活用するダム再生による治水対策の強化に注力し、その第一歩として、県営ダムで最も古く、建設から60年を迎えた引原ダムの再生に着目したものである。

今回検討している事業は、国のダム再生ビジョンに記載のある取り組みの一つであると考えている。事業の実現に向け、その手法が補助ダム事業、または堰堤改良事業となるかについては国土交通省等と協議を行い進めていく。

7. おわりに

今回の7月豪雨における異常洪水時防災操作では、下流河川の水位が低下したこともあり、ダム放流による河川氾濫等の被害はなかった。しかし全国的には、同時期に引原ダムを含め8ダムにおいて異常洪水時防災操作が行われた。

近年の地球温暖化等による降雨現象の頻発化・激甚化により、計画規模以上の降雨となった場合、バケットカット操作による洪水調節を行う引原ダムでは、流入量が最大を迎える前に容量を使い切る事態が起こる可能性がある。

ダムの洪水調節効果拡大について既存ダムの最大活用を目指すダム再生の観点からハード・ソフト面で検討を行い、引原ダムの再生事業が早期に実現できるよう、安心安全な社会基盤整備につなげていきたい。