

銅山川3ダム連携による 施工コスト縮減についての報告

吉野川ダム統合管理事務所 柳瀬ダム管理支所 梅田 涼平
吉野川ダム統合管理事務所 柳瀬ダム管理支所管理係長 村上 一徳

柳瀬ダムでは、平成30年度からダム堤体に予備ゲート戸当りを新設する工事（柳瀬ダム予備ゲート新設工事）を実施する。

本工事では、銅山川に位置する3ダム（富郷ダム・柳瀬ダム・新宮ダム）を生かして貯水池運用を行い、一般的な仮締切等の仮設工を使用せず、コスト縮減と工期短縮が可能な施工方法を立案した。

本稿では、銅山川3ダム連携による貯水池運用方法及びコスト縮減、施工計画の概要について報告するものである。

キーワード ダム連携 コスト縮減 維持管理

1. はじめに

柳瀬ダムは、吉野川水系銅山川中流に位置し、洪水調節、かんがい、水道・工業用水の供給及び発電を目的として建設され昭和29年に完成し、平成30年で64年が経過した国内における国管理の多目的ダムでは最も古いダムである（図-1）。

柳瀬ダムは新宮ダムと共に四国中央市へ工業用水、農業用水、水道用水の供給を行い、四国中央市では12年連続全国一の紙製品出荷額を誇るなど、地域の社会、経済活動に大きな役割を果たしている。

一方で柳瀬ダムは、戦後直後に完成したダムであるため、他ダムでは一般的に設置されている予備ゲート等の維持管理に必要な設備が設置されておらず、ゲート設備の点検・整備が十分に行うことが出来ない状況にある。

は、越流頂から上位標高の水を貯水するための利水設備も兼ねているが、柳瀬ダムには予備ゲート設備が無いため、ゲート設備の点検・整備を行うには、貯水水位が越流頂よりも低い水位の時であれば点検・整備を実施することができず、部品の交換や塗装また大規模な修繕工事等を計画的に行うことが出来ないのが長年の大きな課題であった（写真-1）。

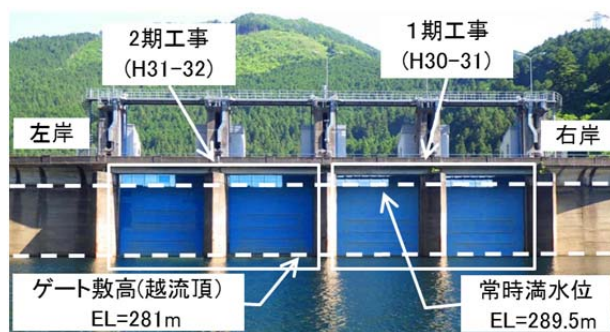


写真-1 柳瀬ダム上流面

こうしたクレストゲートの維持管理状況において、現在、ゲート戸当り部及び可動部（ローラ部）では、錆び等による劣化が著しく（写真-2）、ゲートの開閉が出来なくなるリスクを抱えている。

さらに「ダム用ゲート設備点検・整備・更新検討マニュアル（案）（平成23年5月）」によると点検・整備等の管理ができないものについては、扉体構造部の信頼性による取替・更新年数が52年とされており、すでに64年が経過している柳瀬ダムでは、速やかにゲート設備の現状について詳細な点検もしくは設備診断等、ゲートの健全度を精査する必要がある。

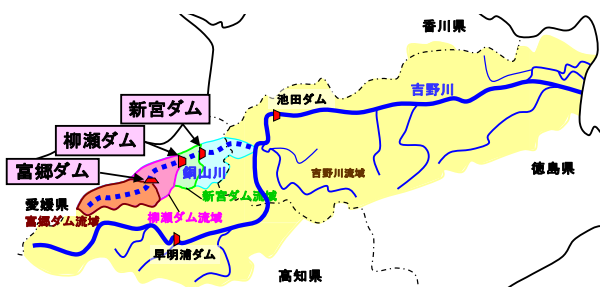


図-1 柳瀬ダム位置図

2. 予備ゲート新設事業

柳瀬ダムの洪水調節用設備であるクレストゲート



写真-2 ゲート可動部の状況

そのため、柳瀬ダムでは、平成28年度より予備ゲート新設に向けた事業に着手し、平成29年度には予備ゲートの製作、平成30年度からはダム堤体に予備ゲート用戸当りを新設する工事(図-2)を2期に分けて平成32年度までの予定で実施することとしている。

管理ダムにおける貯水池内施工は、通常のダム運用を実施しながらの施工となるため、一般的には仮締切を設置し、工事中は貯水池の影響を受けない工法を採用しているが、本工事では、銅山川に3つのダムがある特性を活かして、利水運用に影響を与えず、越流頂を越えない貯水位を維持することが可能か検討を行い、仮締切が不要となる施工方法を立案し、コスト削減を図ったものである。

本稿では、3ダム連携による貯水池運用方法の概要及び施工方法について報告するものである。

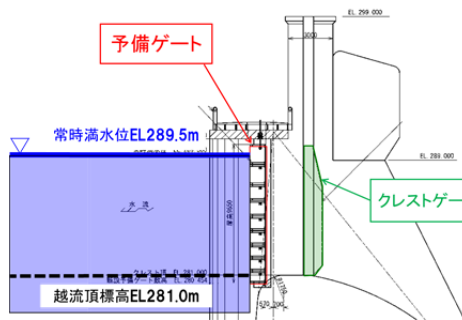


図-2 予備ゲート設置断面図

3. 3ダム連携の検討概要

(1) 検討条件

本工事期間中、仮締切を使用しない場合の柳瀬ダムの貯水位は、越流頂EL. 281.0mよりも低い水位を維持しなければならない。

現状の銅山川3ダムの利水安全度及び発電電力量を維持しつつ柳瀬ダムの貯水位を一定期間可能な限り抑えるための貯水池運用について検討した。

検討の主な考え方は、以下のとおりである(図-3)。

富郷ダム：現状どおりの貯水池運用とする。

柳瀬ダム：柳瀬ダム貯留水は、銅山川第二発電所を経由して新宮ダムへ放流し、越流頂EL. 281.0mよりも可能な限り低い水位を維持する。

新宮ダム：柳瀬ダム貯留水の受入れについて、無効放流が生じない貯留可能量を平成13年から平成27年の平均的な河川流況から受入可能量を検討する。

(2) 検討結果

本工事期間中(H30年10月1日～H31年6月31日)柳瀬ダム貯水位を越流頂EL. 281.0m以下のEL. 278.0mまで低下させ、新宮ダムは、貯水位EL. 230.0m(参考：平常時最高貯水位EL. 234.2m)以下までを柳瀬ダム流入量受入れ可能水位とする条件が最も利水運用に影響が無く、発電については、年間の電力量が従来運用より増量する結果となった(表-1)。

これにより、仮締切工を施工しない場合の柳瀬ダム貯水位については越流長より3m低いEL. 278.0mと設定し、本工事のコスト削減と施工計画等の立案を行った。詳細な計画については後述する。

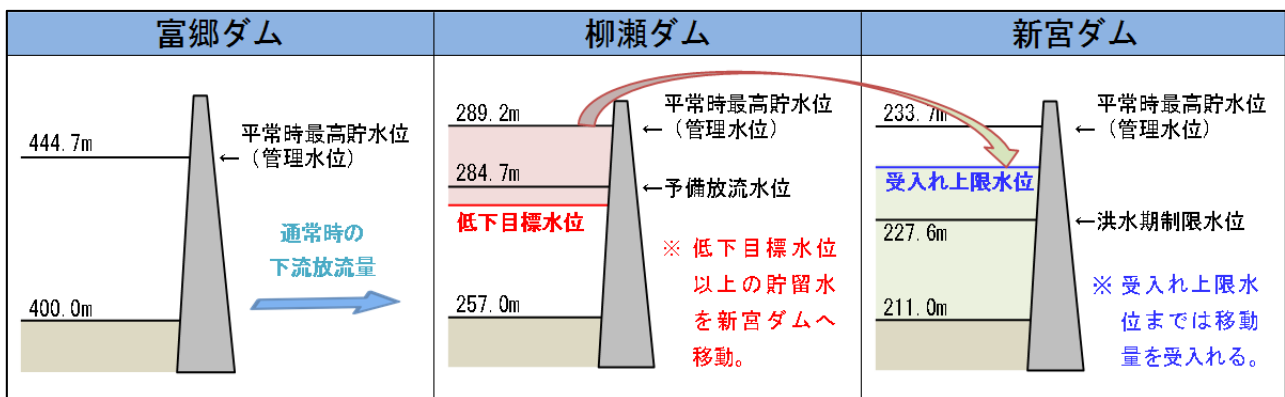


図-3 3ダム連携検討イメージ

表-1 検討結果（従来の運用と3ダム連携との比較）

CASE	富郷ダム 通常の 下流放流量 ※1	柳瀬ダム 低下 目標水位 ※2	新宮ダム 受入れ 上限水位 ※3	各節水レベルでの年間運用日数							新宮 環境 用水 保有 日数	影井堰の放流量 別日数 0.042; 0.17 m³/s ; m³/s 以上 以上	無効 放流量 ※4 (m³/sd)	年間可能発電電力量 (MWh) (点検等による発電所の停止を見込まない計算値)							
				節水; なし	自主; 節水	1次; 節水	2次; 節水	3次; 節水	4次; 節水	5次; 節水				富郷 発電所	銅山川 第一 発電所	1号機	2号機	銅山川 第二 発電所	銅山川 第三 発電所	4発電所 合計	
現状運用モデル 計算結果	444.7m 400.0m 3.2 m³/s	289.2m 284.7m 257.0m	233.7m 227.8m 211.0m	224	40	43	31	21	5	0	126	351	163	1,216	19,832	73,339	57,780	15,559	5,940	48,933	148,044
【180年度以降の運用案】 柳瀬ダム予備ゲート 設置時の運用 (EL.278.0mまで低下) 計算結果	444.7m 400.0m 3.2 m³/s	284.7m 278.0m 257.0m	233.7m 227.8m 211.0m	224 +0	40 +0	43 +0	31 +0	21 +0	5 +0	0	125 -1	351 +0	162 -1	1,215 -1	19,832 +0	72,940 -399	57,480 -300	15,460 -99	6,075 +135	49,637 +704	148,484 +440

※1 富郷ダム通常下流放流量：赤字（下流ダムへの補給や出水放流等のない場合の富郷ダムからの放流量。）
 ※2 柳瀬ダムの低下目標水位：赤字（非洪水期の10/11～6/31において低下目標とする水位。これより上にある貯留水を新宮ダムへ移動する。）
 ※3 新宮ダム受入れ上限水位：赤字（非洪水期の10/11～6/31において柳瀬ダムからの移動量を受入れることのできる新宮ダムの上限水位。）
 ※4 無効放流量は、影井堰から下流放流量のうち、0.17m³/sを超える流量の年合計とした。
 ※ 貯水位低下運用の計算結果について、現状運用の計算結果からの差額を赤字の場合は赤字、差額の増加の場合は赤字で示す。

4. 予備ゲート新設工事のコスト縮減と施工計画等

(1) コスト縮減の内容

コスト縮減の検討は、ゲート改良を行う際に一般的な工法であるダム水位変動の影響を受けない仮締切工法を採用した案(以下「従来計画」という。)、3ダム連携によりダム貯水位を施工水位まで維持し、本来必要な仮締切工法を使用せず、気中施工を採用した案(以下「変更計画」という。)の比較検討を行った。

検討の結果、従来計画に比べ変更計画は、仮締切工法無しによる施工費の大幅なコスト縮減を図ることが出来た。さらに全ての施工が気中施工へ変更するため、仮締切の製作、設置に係る日数が不要になったことで、施工日数についても大幅な短縮が可能となった(図-4、5)。

一方、仮締切が無い場合、急なゲリラ豪雨等、出水によりダム貯水位が上昇する可能性があり、これが施工時の大きなリスクとなる。このため施工時における水位上昇時の作業員や機材の退避計画などの安全性確保及びダム水位上昇後、施工可能水位まで低下する期間の工事一時中止等のリスク回避について検討を行った。

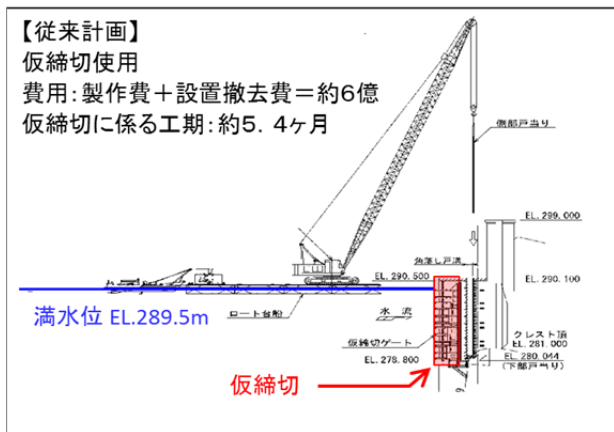


図-4 従来計画

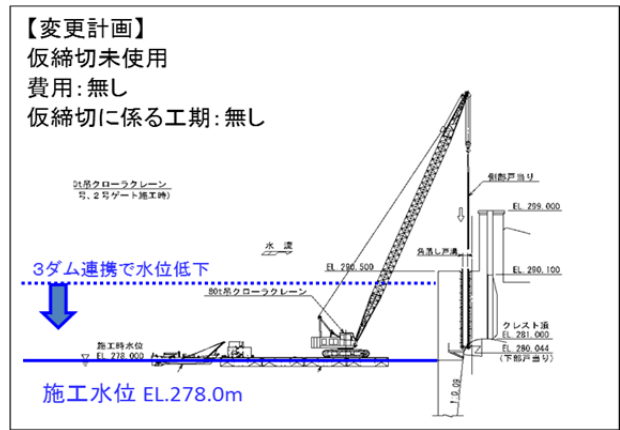


図-5 変更計画

(2) 工事期間中の検討対象洪水の抽出

近年、異常気象下においては、非出水期中にも出水が発生する恐れが高いことから、工事中の検討対象洪水について検討を行った。

洪水の抽出条件は、仮締切設置基準を参考に確率規模 T=1/5 に相当する「5年間1位」「10年間2位」のうち、大きい方の出水を対象とし、本工事では、確率規模 T=1/5 相当のH26.10台風19号、柳瀬ダム最大流入量 854.81m³/s を対象とした。

出水後は、柳瀬ダムの貯水位が一時的にEL.289.2m(平常時最高貯水位 289.5mの管理水位)まで上昇することが確認された。以上の結果から出水発生時の台船施工をはじめとする施工時の安全管理計画を検討した。

(3) 施工時の安全管理計画

本工事は、ダム堤体に予備ゲート用戸当りを2門分新設する工事であるため、出水時の防災操作には工事を実施していないクレストゲート2門分に対応する必要がある。

前述した検討対象洪水で防災操作を行った場合にダムサイト付近で生じる流速(最大 1.99m/s)を想

定(図-7)し、施工時における安全管理計画として、「台船の退避」について検討を行った。

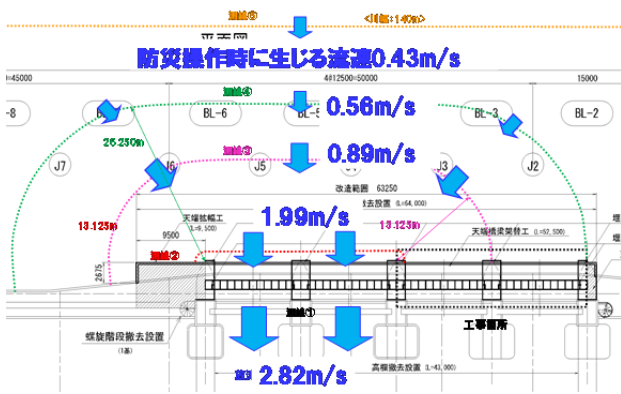


図-7 ダムサイト付近で生じる流速

台船の退避については、退避箇所をダムサイト近傍、かつ、水面付近の流速が小さい箇所（川幅が広く、水深が深く、流速が約 0.5m/s 以下）を選定した(図-8)。

本工事における台船退避計画は、台船退避準備 60 分、避難箇所まで台船移動 30 分、台船係留作業 60 分、作業員避難 30 分の合計 3 時間とし、防災操作開始判断（防災操作開始 1 時間前）の約 3 時間前に台船退避の判断すれば、安全に退避出来ることを確認した。

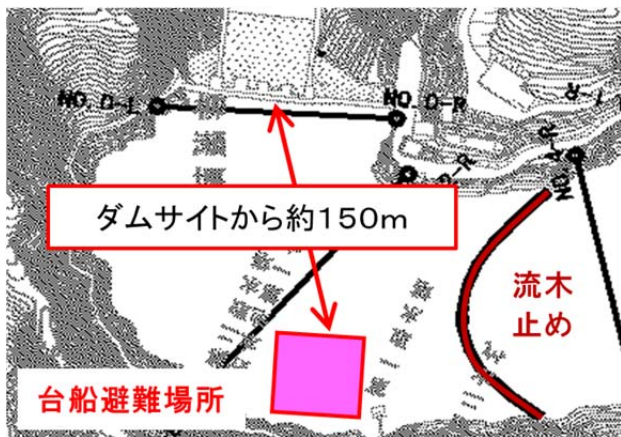


図-8 台船避難計画

(4) 工程計画

工事期間中、出水により柳瀬ダムの貯水位が一時的に施工不可能な水位まで上昇した場合には、施工可能水位 EL. 278.0m へ低下するまでの期間は予備ゲート戸当り部の施工箇所等が水没してしまうため、工事を一時中止せざるを得ない。

これまでの 3 ダムの貯池水運用実績及び各年のダム流入量等の河川流況から柳瀬ダム貯水位が平常時最高貯水位 EL. 289.5m から EL. 278.0m への低下期間

をシミュレーションした結果(図-6)、40~70 日程度であることが分かった。検討結果より工事工程では、一般的な雨天・休日等、準備期間、後片付け期間を見込んだうえで、1 回の出水で想定している工事一時中止期間を 60 日と設定することとし、出水の一時中止期間を考慮しても非出水期間中に施工が完了することが確認された。

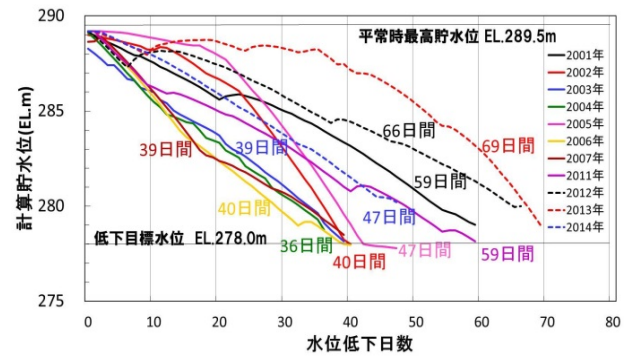


図-6 柳瀬ダム管理水位 (EL. 289.2m) から施工可能水位 (EL. 278.0m) までの水位低下期間

5. おわりに～今後の 3 ダム連携の展開～

銅山川 3 ダムの利水・発電運用に影響を与えない範囲で 3 ダム連携による貯水池運用方法を検討し、貯水位を越流頂 EL. 281.0m より 3m 低い EL. 278.0m とする運用を行うことで本来必要であった仮締切工を使用せず、大幅なコスト縮減と工期短縮を図ることが可能となった。

また、仮締切を設置しないことによる工事期間中の出水リスクを想定しても 1 回の非出水中に 1 期分の施工が完了することも確認され、出水リスクを踏まえた工程計画及び安全管理計画についても検討を行い施工計画へ反映させた。

貯水池運用により、平成 30 年 11 月以降の非出水期から 3 ダム連携による柳瀬ダム貯水位 EL. 278.0m に維持し、本格的な現場施工に着手する。

本稿で述べた 3 ダム連携による貯水池運用、工程計画、安全性確保について、今後、実際の工事状況から効果や課題を検証し、第 2 期工事の施工計画に反映するとともに施工時の様々なデータを活用し、将来的には、各関係機関と調整を図りながら 3 ダム連携により貯水位を調整し、今まで以上に確実に経済的なダム堆砂除去事業の実施や、ダム再生ビジョンに沿った、より効率的、効果的な治水・利水機能向上を目指した銅山川ダム群の目的別容量再編等の検討に繋げていきたい。