

現地レポート

那賀川流域の洪水被害軽減を目的とした 長安口ダム改造事業の課題と対策

久藤勝明・三野和志・坂東良太・清水弘順

1. はじめに

那賀川は高の瀬峡、大釜の滝など景勝地が多数ある那賀町、徳島県内2番目の人口を有している阿南市を流下する河川延長125km、流域面積874km²を擁する1級河川である(図-1)。那賀川流域は国内有数の多雨地帯(台風常襲地帯)である故に、数年に1回甚大な規模の洪水が発生している。平成16年8月の台風10号では海川観測所で日雨量1,317mmを記録しており、この記録は令和2年6月時点においても日本記録となっている。

このような洪水が発生しやすい状況などを鑑み、長安口ダムは流域の治水対策として洪水調節、電力開発及び灌漑も視野に入れた多目的ダムとして昭和31年に徳島県によって建設された。

長安口ダムは機能強化のため、平成19年に徳島県から国に移管されており、現在の管理は国が行っている。その他の長安口ダムに関連する改造前の諸元については表-1に示す。

平成19年より長安口ダムの洪水調節機能を増強するため、長安口ダム改造事業に着手した。長安口ダム改造事業では国内初となる試みが多数実施されており、土木関係者の大きな注目を集めた事業となっている。



図-1 長安口ダム位置図

表-1 長安口ダム及び貯水池の諸元(改造前)

型	式	重力式コンクリートダム
堤	高	85.5m
堤	頂	長
堤	体	積
総	貯	水
有	効	貯
計	画	最大放流量
ダム改造事業者	国土交通省四国地方整備局 那賀川河川事務所	
所	在	地
河	川	名

2. 長安口ダム運用における課題

(1)洪水調節機能

長安口ダムは大雨による出水が予測される場合に、洪水調節容量の全てを予備放流で確保する全国で唯一のダムである。予備放流方式とは平常時は利水など水を使うために貯めておき、洪水が発生する直前に水位を低下させ洪水貯水容量を確保する方式である。しかし既設のゲート6門のみの場合、予備放流水位のように低い水位では洪水量の流入があった場合に放流能力がなく、この水位を保つことができない。

(2)ダム貯水池への流入土砂

ダムがなければ上流から流入した土砂は水流と共に下流へ運搬される。しかしダムは河川をせき止めて造るため、ダム貯水池に土砂が堆積してしまう(=堆砂)。これは長安口ダムにおいても同様であり、上流域の地盤が脆弱であることなどから土砂の流入量が非常に多い。流入土砂を適切に除去しなければ貯水容量が堆砂によって占有され、必要な容量が確保できないことが危惧されている。既に、平成16年時点で長安口ダム建造計画時に

想定された量の約3倍の堆砂が発生している（図-2）。特に大規模出水時における土砂流入が顕著であり、早急な対策が必要である。

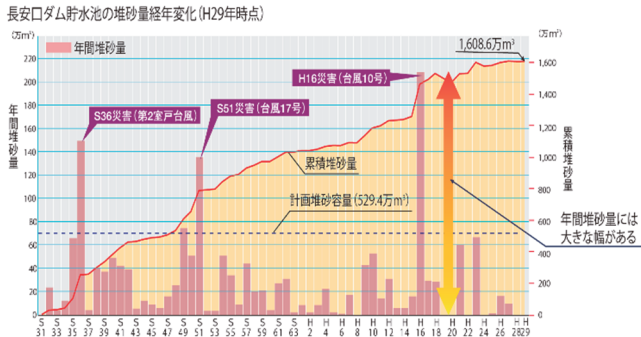


図-2 長安ロダムの堆砂進行状況

(3) 下流への放流水の水質

長安ロダム下流には日野谷発電所が位置している。最大使用水量 $60\text{m}^3/\text{s}$ 、最大出力 $62,000\text{kW}$ であり徳島県内の水力発電において最大の出力を誇る。

平常時の長安ロダムでは下流へ供給する水は貯水池低部の発電取水口から取水している。そのため貯水池低部が濁った水質であっても、取水が行われ下流に供給されてしまう。

一般にダム貯水池の低部は表層部に比べ水温が低く、出水によって濁水が発生した場合には長期にわたって低層に滞留し続ける。このような放流水による下流河川の生態系への影響が懸念されており、下流への影響を考慮した放流を行う事が平常時のダム管理における課題となっていた。

3. 対策

(1) 洪水調節機能の増強

先述した長安ロダムの課題に対し、洪水調節機能を増強するために6門の既設ゲートに加え、2門のゲート増設を行った。手順としては既設ダム堤体を切削後、敷高の低い洪水吐ゲート2門を増設し、ゲート増設に伴う減勢工改造も行った。

一般にダムの下流側には、放流水による下流への洗掘などを軽減させるため減勢工と呼ばれる構造物を設置し、水の勢いを減衰させている（図-3）。減勢工側壁の背後への埋戻し材料には砂礫、セメント、水で構成されるCSG(Cemented Soil and Gravel)とし、施工現場周辺の材料を用いる事でコストの縮減を図った。

またダム下流の山の斜面が増設ゲートの正面に突き出ており、斜面を大規模に切削し減勢工の施工を行うことは費用が莫大になる恐れがあった。さらに長安ロダム改造工事後の計画最大放流量は $2,000\text{m}^3/\text{s}$ 増加し、 $7,400\text{m}^3/\text{s}$ と他ダムと比較しても減勢工対象流量が非常に大きいという特徴がある。このような状況から、通常とは異なる減勢方式を検討する必要がある。そのため増設ゲートからの放流水を既設ゲート側へ導水することが可能な導水壁の形状検討を行った。この導水路によって国内初となる新設ゲートの放流水を既設ゲートの放流水に横からぶつけて減勢する方式が可能となった。この国内初となる減勢方式の詳細な形状は約1/60の大きさの水利模型を用いた実験によって決定された。

本事業におけるゲート増設工事ではダム貯水池を運用しながら、既設ダム堤体に国内でも前例のない規模の堤体切削を行った。既設ダム堤体の切削量は山側の右岸で高さ約 28m 、幅約 11m 、奥行約 23m 、川側の左岸では高さ約 37m 、幅約 11m 、奥行約 30m にも及ぶ。切削手法は堤体への影響を小さくするためワイヤーソーイング工法を採用した。まずワイヤーソーを貫通させるためにパイロット孔($\phi 75\text{mm}$)を削孔し、ワイヤーソーで 1.5m に切り分けた後に既設堤体との縁切りを行った。次に 1m ほどの間隔で縦孔($\phi 200\text{mm}$)を空け、堤体をブロック状に小割にした後にクレーンで搬出した。

長安ロダムは重力式ダムであり、貯水池の水圧荷重に対して堤体自重と基礎岩盤のせん断抵抗によって耐える構造物である。切削に伴って自重が減少してしまうと、転倒や滑動などの恐れが高まるため、ダム堤体下流側にマットコンクリート（堤体切削によって減少する重量を補うコンクリート）や増厚コンクリート（ダム堤体の上流部側を拡幅し安定性を向上させるコンクリート）によって補強を行った。

また出水による放流が施工工程に影響する。そのため今回は高さ 1.5m 、幅 3m 、奥行き 1m 、重量 10t のプレキャストブロックを約 $1,300$ 個用いて、高さ約 30m の減勢工側壁部の施工を行うことで工期短縮を図った（図-4）。

次に、増設ゲートについて紹介する。増設ゲートは放流時の水面形状を考慮し、可動部を縮小す

るため一部を鋼製の固定ゲートとした。増設ゲートのサイズは右岸側で幅10m、高さ19.6m、固定部は5.5mであり、左岸側は幅10m、高さ20.5m、固定部は6.5mと国内最大級である。

しかし、ゲートの工事中に貯水池の水位を低下させることは不可能であるため、確実な締切りをできるように予備ゲート（常用洪水吐ゲートの保守点検時に使用するゲート）を設置した。これにより前例のない規模のダム堤体切削工事を、ダムを運用管理しながら実施できた。さらに構造についても、既設ダム堤体上流側水底にブラケット形式の底部架台を設け、その上部に予備ゲートを据え付ける構造とするなど工夫を行った（図-5）。

増設ゲートは令和元年6月10日より試験運用が可能となり、同年6月27日の放流において初めて運用した。これらのゲート2門の増設及び減勢工改造工事によって予備放流水位を1m引き下げることが可能となった。その結果、洪水調節容量を約1,096万 m^3 から1,200万 m^3 に増量し、洪水調節容量を増強することができた。

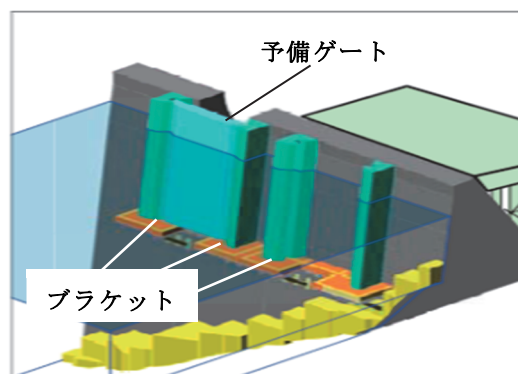


図-5 ブラケット形式の予備ゲート構造

(2) 長期的堆砂対策

那賀川流域の地質は剣山をはじめとする急峻な山地を基盤として形成されている。流域内を仏像構造線が東西に走り、流域の地質はこれを境に北側が秩父帯、南部が四万十帯と二分される。流域上流の秩父帯は脆弱な地質であり、台風の常襲地帯であることと相まって、時折大規模な土砂崩壊が生じている。それに対して南部の四万十帯は新しく柔らかい堆積岩が表面を覆い、土石流は発生しやすいが、地滑りのような大規模崩壊は生じにくい。

長安ロダム貯水池周辺の地質も脆弱な秩父帯であり、貯水池への土砂の流入が課題となっている。なかでも平成16年の台風10・23号の出水では、大規模な土砂流入が発生し208.3万 m^3 の急激な堆砂が生じた。

そこで長安ロダムでは従来実施してきた貯水池内の堆砂除去に加え、上流においても土砂を掘削することによりダム貯水池へ流入する土砂量を抑制する手法をとっている。なお、掘削にあたっては濁水防止膜等を設置することで濁りの低減に努め、水環境の保全措置を講じている。

現在、ダム上流域では掘削した堆砂をダンプトラックで運搬している。特に大規模災害時には土砂が一気に大量流入してくるため、ダンプトラックの輸送能力だけでは短期間での対応はできないことが課題となっている。長期的堆砂対策については、後述する小見野々ダム再生事業と共に検討を進める予定であり、他ダムの事例を参考として長期的堆砂対策をとりまとめる予定である。

また、那賀川流域では活発な土砂生産とダム貯水池の堆砂進行、ダム下流の土砂供給不足による



図-3 長安ロダム全景



図-4 減勢工側壁部のプレキャストブロック

河道地形の変化など様々な土砂に関する問題が発生している。これについては、掘削した土砂をダム下流に置き、洪水時に土砂が下流に供給されることで河川環境の向上を図っている。今後においてもモニタリング調査を行っていく予定である。なお、海域も含めた流域環境の向上に向けて「那賀川総合土砂管理検討協議会」が設置され、適正な土砂管理方法について検討を行っている。

(3) 選択取水設備の設置

長安ロダム下流の水質改善のため、選択取水設備を新設した。選択取水設備は低層、中層、表層のうちから濁度の低く、温度変化の少ない層など環境影響の少ない層を選択し放流を行う。それにより下流における洪水後の水質悪化を抑制し、ダム下流の河川環境改善を図るものである。

また選択取水設備施設ではメンテナンスにおける配慮も行っている。一般に選択取水設備のゲートの止水材料として用いられる水密ゴムは、劣化してしまうため水中作業での交換が必要となること、さらに交換作業中は発電取水ができなくなるなどの課題があった。そこで長安ロダムでは将来の維持管理に配慮し、メンテナンス不要となる金属水密方式を採用した。

工事の状況としては平成30年度にゲート開閉装置の据え付けが完了した。現在は選択取水設備の巻上機の建屋工事を実施しているが、選択取水設備そのものは令和2年6月より稼働を開始しており、8月には建屋も工事完了予定である。選択取水設備の活用により、下流水質環境の改善に寄与していくものと考えている。

4. おわりに

長安ロダム改造事業は前例のない規模でダム堤体を切削するものであった。規模や迫力を知って

いただくための見学会を積極的に行っており、平成27年4月から令和2年2月までに長安ロダムを訪れた見学者は累計で約1万人にも上っている。長安ロダムでは学校関係者などに多くの参加をいただいております、実際にダムを目にすることによって、ダムへの興味や関心を育む契機となっている。

また、令和元年7月には「安全で安心できる那賀川水系の未来が拓ける川づくり」を目標に河川整備計画を変更した。具体的には基準地点の流量が戦後最大流量を記録した平成26年8月台風11号規模の洪水を安全に流下させるため、目標流量を $9,000\text{m}^3/\text{s}$ から $9,700\text{m}^3/\text{s}$ へ引き上げ、年超過確率1/50の治水対策にするものである。長安ロダム改造事業もその治水対策の一環であり、ゲート2門の増設により洪水調節機能の増強を図ったものである。

さらに長安ロダム上流の利水専用ダムである小見野々ダムを活用して治水対策を行う、小見野々ダム再生事業が令和2年度から事業化され実施計画調査に着手している。小見野々ダムにおいても貯水池内の堆砂について長安ロダムと同様の課題を抱えており、上流部で堆砂の除去を行っている。貯水池に流入してくる堆砂をいかに抑制するか長期的な視点で検討を行っていく必要がある。

近年の気候変動により、毎年のように全国各地で甚大な洪水被害が発生しており、ダムや堤防が果たす治水効果の役割がより一層高まっている。引き続き、さらなる那賀川流域のダム事業の推進により、那賀川流域全体の洪水被害の軽減に努めていく所存である。

久藤勝明



国土交通省四国地方整備局
那賀川河川事務所 事業対策官
KYUTO Katsuaki

三野和志



国土交通省四国地方整備局
那賀川河川事務所 開発工務課長
MINO Kazushi

坂東良太



国土交通省四国地方整備局
那賀川河川事務所 開発工務係長
BANDO Ryota

清水弘順



国土交通省四国地方整備局
那賀川河川事務所 開発工務係員
SHIMIZU Hironao