

長安口ダムゲート改造工事完成報告

清水 弘順

三野 和志

坂東 良太

那賀川流域は国内有数の多雨地帯であることから数年に 1 回、甚大な洪水が発生する。このため洪水調節機能の増強を目的として長安口ダム改造事業に平成 19 年から着手し、令和元年 5 月に新設洪水吐ゲートが完成した。当工事では国内でも前例のない規模のダム堤体切削をし、ゲート 2 門の増設を行った。本稿ではゲート増設に係る改造工事について完成報告を行う。

キーワード： ダム再生事業，ダム改造工事，選択取水設備

1. はじめに

長安口ダムは河川延長 125km、流域面積 874km² を擁する那賀川中流(図 1-1)に位置している。洪水調節、電力開発及び灌漑を目的として昭和 31 年に徳島県によって建設された。堤高 85.5m、堤頂長 200.7m、集水面積 538.9km²、総貯水容量 5,427.8 万 m³ の重力式コンクリートダムであり、那賀川水系唯一の洪水調節機能を有する多目的ダムである。那賀川下流には、徳島県内においては徳島市に次ぐ人口を有する阿南市が位置する那賀川平野が広がっている。一方で那賀川上流は四国山地の南東傾斜に位置し、日本有数の多雨地帯であり那賀川流域では数年に 1 回、甚大な洪水が発生している。

洪水時において長安口ダムでは最大約 $800\text{m}^3/\text{s}$ を調節し、ダム下流の洪水被害を軽減してきた。しかし既設ゲートだけでは放流能力が低いために洪水初期の貯留が生じ、ピーク時に貯水容量が十分確保できない状態となっていた。さらに近年の集中豪雨などの降雨状況を鑑みると放流能力及び洪水調節機能の強化を図る必要があることがわかった。このため洪水吐ゲートを増設する等の改造事業に平成 19 年から着手している。

また平常時の長安口ダムでは下流への水の供給は貯水池低部の発電用取水口を用いて行われる。出水により一旦濁水が発生すると長期にわたって低層に滞留し、取水口を通じて長期間下流に放流されてしまう。そのため濁水の放流による下流河川の生態系への影響が懸念されており、濁りの低減がダム管理における課題の1つであった。

このような背景から洪水調節機能の増強、放流水の水質改善等を目的として改造工事が行われることとなった。

2. 長安口ダム改造工事の概要

(1) ゲート増設による洪水調節機能の増強

長安口ダムは大雨による出水が予想される場合に、貯水池の水位をあらかじめ低下させて洪水調節容量



図 1-1 長安口ダム位置図

を確保する方式（予備放流方式）をとっているが、全国で唯一、洪水調節容量の全量を予備放流により確保する方式をとっている。先述した洪水調節機能の増強にあたっては、放流能力増強のために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（図 2-1）。予備放流水位を 1m 引き下げることにより、洪水調節容量を約 1,096 万 m^3 から 1,200 万 m^3 に増量することが可能になった。

一般的にダムの下流側には、放流水による下流への影響を軽減するため、減勢工と呼ばれる構造物を設置して放流する水の勢いを減衰させる構造とすることが多い。長安ロダムにおいてもその方式を採用しているが、長安ロダムはダム設計洪水流量 9,200 m^3/s 、計画最大放流量 7,400 m^3/s と設定されており、減勢工の規模も国内最大級となっている。長安ロダムの減勢工は水が流れる底盤部、約 30m の高さの側壁部、そして高さ約 14m の副ダムから構成される。側壁部の背後には砂礫、セメント、水で構成される CSG (Cemented Soil and Gravel) を用いて強度を高めている。CSG は工事で発生する岩石や堆積土を使用し、運搬費や材料費などに要するコストの縮減を行った。

ゲート増設工事では新たにクレストゲート 2 門を増設し、計 8 門となった。増設ゲート 1 門の大きさは幅 10m、高さ約 20m である。新設ゲートを設置するために最大で幅 11.2m、高さ 37.0m、奥行き 30.3m のダム堤体切削を実施した。増設クレストゲートは堤体切削範囲に合わせると可動式ゲートの高さが約 30m となるため、放流時の水面形状を考慮し可動式と固定式のゲートを組み合わせる形状を採用した。ゲート増設工事の詳細については後述する。

(2) 選択取水設備の設置

長安ロダム下流には徳島県最大の発電出力（最大 62,000kW）を誇る日野谷発電所が位置している。長安ロダム貯水池の低層から発電取水口を通じて日野谷発電所へ送水し発電を行っている。しかし、洪水後などは貯水池に滞留した濁水が放流されるために、

ダム下流の濁水の軽減を目的として選択取水設備を新設した。選択取水設備とは低層、中層、表層のうちから濁度の低い層を選んで取水し放流を行うことで、洪水後の濁水の長期化軽減、ダム下流の環境改善を図るものである。また一般に選択取水設備のゲートで止水材料として用いられる水密ゴムは劣化し水中作業での交換が必要となる課題があったが、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たところである。



図 2-1 長安ロダム外観図（下流側より）

2020 年 2 月撮影

3. 洪水吐ゲート増設の施工

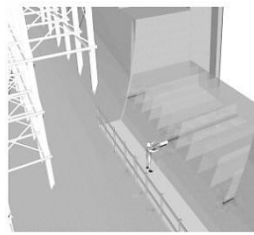
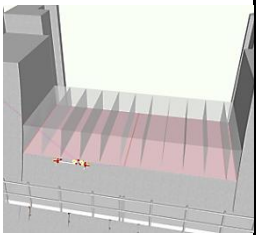
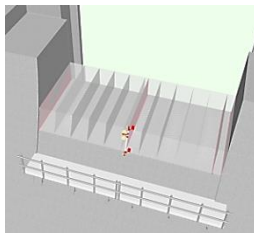
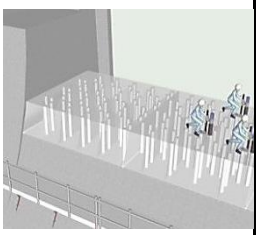
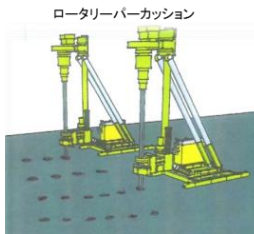
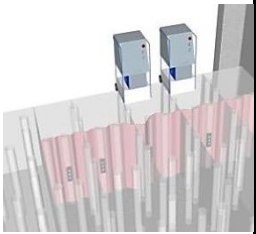
(1) 長安ロダム施設改造施工技術検討委員会

ゲート増設工事はダム貯水池を運用しながら、国内でも前例のない規模でダム本体の切削工事を行うものであった。そのため工事により発生する課題と対策、工事進捗の把握及び安全性の確認、また今後のダム再開発事業に備えて技術的知見を蓄積するため学識者と専門家で構成する「長安ロダム施設改造施工技術検討委員会」を平成 25 年 8 月に設置した。本委員会では令和 2 年 2 月までに 10 回の委員会を開催し、堤体の挙動や切削などについて意見を頂きながら施工を行った。

(2) クレストゲート増設工事の詳細

a) 堤体切削の施工手順

施工フロー（図 3-1）を示す。ゲート増設にあたって既設ダム堤体に幅 11.2m、高さ 37.0m、体積 4,684m³の切削を行った。堤体への影響を最小限にするため、切削手法は無振動工法であるワイヤーソー工法を採用した。まず堤体にワイヤーソーを貫通させるために、パイロット孔（φ75mm）を削孔した。ただし可動ゲートの戸当り部分や押し切りを行う箇所に関してはφ200mmとした。その後ワイヤーソー工法により 1.5m で切り分け、既設堤体と縁切りを行った。次に 1m ほどの間隔で縦孔（φ200mm）を空け、ブロックを小割にした後にクレーンで搬出した（図 3-2）。

①パイロット孔削孔	②ワイヤーソー工法で 切削（水平方向）
	
③ワイヤーソー工法で 切削（鉛直方向）	④コアドリルによる 先行撤去部の削孔
	
⑤ロータリーパーカッション ションドリルで削孔	⑥バースター工法 によって小割
	

b) 堤体切削による影響対策及び減勢工の施工

一般に重力式ダムは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

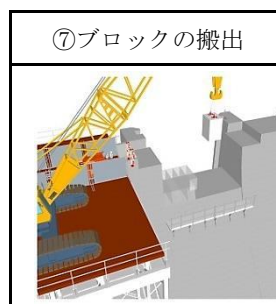


図 3-1 堤体切削フロー図



図 3-2 切削された堤体のブロック片

える構造物となっている。そのため切削によって自重が減少した場合には転倒・滑動の恐れが高まる。そこでダム堤体の安定性を確保するため、本改造工事ではダム堤体下流側にマットコンクリート（既設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（堤体を拡幅し補強するコンクリート）を施工することでダム堤体の補強を行った。さらに開口部天端にストラットを設置することによって増設ゲート部を一体化させ、構造体として安定化させた。

長安ロダム改造工事はダムを運用しながらの工事であり、施工中の出水による放流が工程に影響する。このため、改造工事による治水効果の早期発現に向けて、減勢工側壁部表面の構造をプレキャストにすることで、現場打ちコンクリート量を削減し、工程短縮を図った。使用したプレキャストブロックは高さ 1.5m、幅 3m、奥行き 1m、重量約 10t であり、約 1,300 個のブロックを用いて高さ約 30m の側壁を施工した（図 3-3）。なお、減勢工はダムからの放流水が流下するため、プレキャストブロックが抜け落ちる恐れがある。そこで鉛直方向は連結ボルトと高流

動モルタル、水平方向は止水ゴムを設置し高流動モルタルを注入することでブロック同士の一体化を図った。



図 3-3 減勢工側壁部表面のプレキャストブロック

c) ゲート増設施工における工夫

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固定ゲートとすることにした。なお、固定ゲートは鋼製シェル構造ゲートとしている。ゲートの増設はダムを通常運用しながら工事を進めていく必要があり、堤体切削時の仮締切として予備ゲートを先行設置する施工方法を採用した。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付ける構造（図 3-4）とするなどの工夫を行った。

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り、通常とは異なる減勢方式を検討する必要があった。そのため、増設ゲートからの放流水を既設ゲート側へ速やかに導水することが可能な導水壁の形状を検討した。その導水路により新設ゲートの放流水を既設ゲートの放流水へ横からぶつけて減勢するという国内初の方式の採用が可能となった。減勢工の詳細な形状については約 1/60 の水理模型を用いて実験を行い決定した。さらに減勢工の越流水については一部越流を許容することで壁厚及び壁高を抑え、背後を CSG で埋め戻すことによりコストの縮減を行った。

なお、増設ゲートについては令和元年 6 月 10 日から新設ゲート 2 門の試験運用が可能となり、6 月 27 日の放流において初めて運用した。

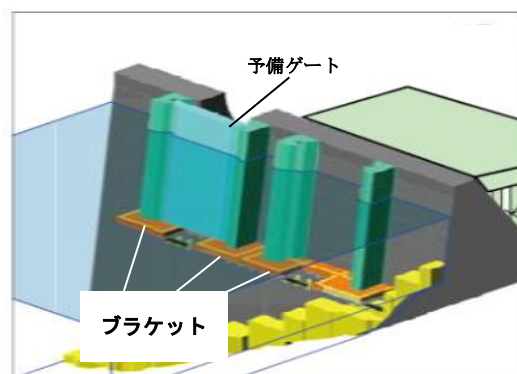


図 3-4 ブラケット形式の予備ゲート構造

4. 情報発信の取り組み

平成 28 年 3 月には「那賀川水源地域ビジョン」が策定され、水源地域の魅力を発信する場として長安ロダム改造工事現場の活用が位置づけられた。那賀川河川事務所では長安ロダム改造工事を広く知っていただくため現場見学会を開催しており、学校関係者など多くの方に参加いただいている。平成 27 年 4 月から令和 2 年 2 月までの見学者は約 1 万人となっており、直近数年の見学者は増加傾向となっている。

5. おわりに

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 の治水対策を行うものとなっている。長安ロダム改造事業もその治水対策の一環である。

ゲート増設によって洪水調節容量が $1,200\text{万 m}^3$ に増量し、より大規模洪水に備えた対応が可能になった。しかし長安ロダムは流入土砂量が多く、長期的堆砂対策が大きな課題となっている。また令和 2 年度より小見野々ダム再生事業が実施計画調査となり、当事業を見据えた長期的堆砂対策の検討が行われる。見識を深め、洪水被害の軽減に取り組んでいきたい。