

長安ロダムの改造計画について

四宮 隆司

四国地方整備局 那賀川河川事務所 開発工務課 (〒774-0011 徳島県阿南市領家町室ノ内390)

一級河川那賀川・長安ロダム(徳島県那賀町)では、治水・利水機能の向上を目的とし、平成19年度より改造事業に着手している。本事業では、現在のダム運用を継続しながら、ダム本体の大規模な堤体切削や減勢工改造などを行う技術的に難易度の高い工事となるため、既設堤体の安定性の確保や、安全かつ確実な施工方法などに配慮して設計を進めている。

キーワード ダム改造, 洪水吐新設, 減勢工改造, 仮締切, CSG

1. 長安ロダム概要

(1) 長安ロダムについて

長安ロダムは一級河川那賀川上流に位置し、洪水調節・発電・灌漑を目的とした那賀川水系唯一の多目的ダムで、昭和31年に徳島県により建設された重力式コンクリートダムである。

下流には阿南平野が広がり、県内2番目の人口を擁する阿南市が位置する。また木材産業や農業が盛んで、近年では化学製品や電子機器の企業が進出している。那賀川流域は年間降水量3000mmを越える日本有数の多雨地帯であり、流域では度重なる洪水による浸水被害が発生する一方、平成7年以降ほぼ毎年取水制限が実施されるなど渇水被害も頻発している。

そのため、那賀川におけるこのような状況を解消するため、平成19年4月から長安ロダムの管理を国土交通省に移管し、那賀川の治水・利水機能の向上を図ることを目的にダム改造事業に着手した。



図1 那賀川流域図

(2) 改造事業概要

長安ロダムでは洪水調節容量の全量を予備放流により確保する運用を行っている。そのため、現在よりも予備放流水位を1m下げ洪水調節容量を増やすことで洪水調節機能の向上を図ることとし、新たな予備放流水位における洪水調節開始時の放流能力(5000m³/s)及び新たに設定するダム設計洪水流量(9200m³/s)に対応するために必要な設備としてクレストゲートを2門増設する計画である。また、減勢工の改造などを行うものとしている。

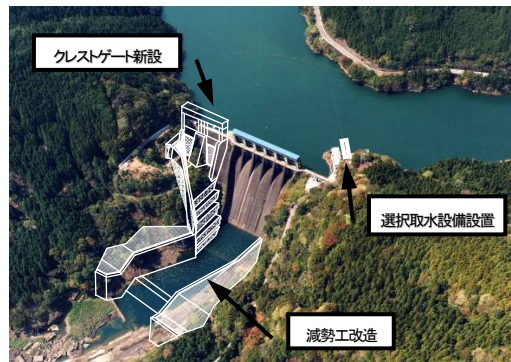


図2 長安ロダム改造事業概要

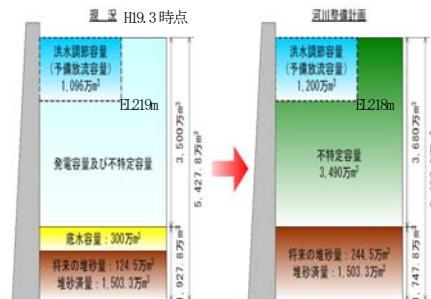


図3 貯水池容量配分図

2. 新設洪水吐の設計

増設する洪水吐については、水理模型実験による必要な放流能力の確保や操作の実現性などの確認を行うとともに、堤体切削に伴う既設ダムへの安定性等を検討した結果、幅 10m×高さ 20m、幅 10m×高さ 21m の 2 門に決定した。

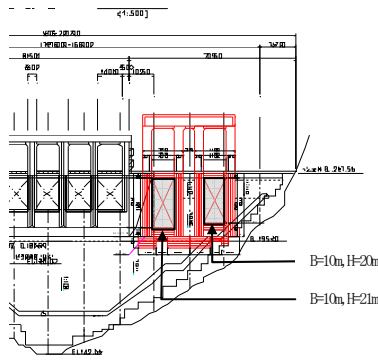


図 4 新設洪水吐部上流面図

(1) 施工計画

那賀川では漏水が頻繁に発生している状況に鑑み、堤体切削時に貯水位は下げず現在のダム運用を行いながら工事を実施することが求められる。

既往のダム再開発では放流管を新設する例が多く、施工時の流水遮断は仮設の仮締切を使用しているが、本事業では流水遮断を行った上でダム天端から堤体を約30m切り下げる必要があり、従来の方法では仮設規模が大きく不経済である。そのため、予備ゲートを先行して設置することで流水遮断を行うこととし、2門の洪水吐について、予備ゲートを転用しながら堤体切削を行うこととした。

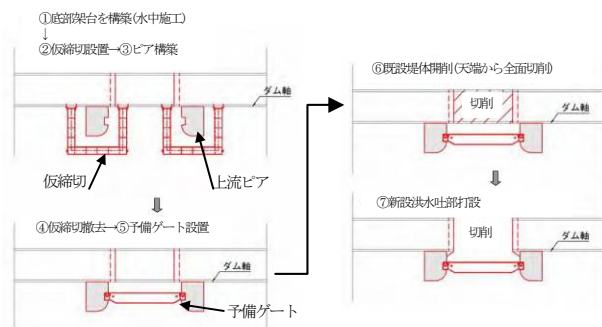


図 5 堤体掘削施工ステップ

(2) 構造の検討

a) 上流ピアの構造

上流ピアの戸当たりの施工は、戸溝部を箱抜きして 1 次コンクリートを打設し、戸当たり金物を設置して 2 次コンクリートを打設する手順が一般的であるが、今回の場合、予備ゲート戸当たり及び戸当たり据付け金物が多数埋設されるとともに、仮締切内部の狭窄スペースでの施工となることか

ら、施工効率等の観点から戸当たりとコンクリート打設を並行して行うこととしている。

このとき、一般的な配筋によるピア構造とすると、金物が干渉して施工性の低下や構造鉄筋の連続性が確保できなくなるほか、鉄筋構造を堤体上流面に定着させる場合、鉄筋が多くなり間隔（一般的に最大 300mm ピッチ）が狭くなると、削孔数及びアンカー打設数量が膨大となって、施工が煩雑となり、定着部の施工精度も問題となる。そのため、上流ピアの構造は H 鋼を主部材とする堤体上流面に支持された片持ち梁とし、施工の簡素化と支持構造の确实性に配慮した構造とした。

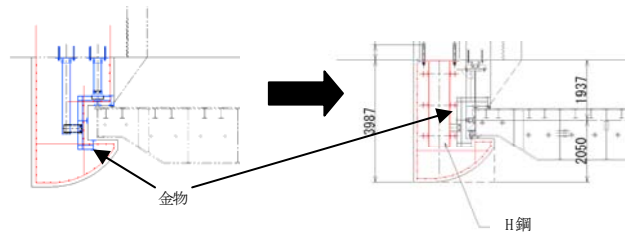


図 6 上流ピア

b) 底部架台の構造

本事業の底部架台は従来のものに比べて規模が大きく、工事後は予備ゲート受台として高い水密機能を有する永久構造物となる。設計にあたっては、水中での施工を考慮して構造の合理化が求められ、更に完成後の維持管理の容易性に配慮する必要がある。

そのため、構造体としての鋼製フレームにコンクリート床版を組み合わせた形状にすることで、施工段階での品質確保の确实性を高いものとし、水中でのコンクリート打設量を最低限にすることで、底部架台自体の重量軽減と品質管理への配慮を行った。また、鋼材をステンレスとすることで、メンテナンスフリーを図り、将来の維持管理コストへの配慮を行った。

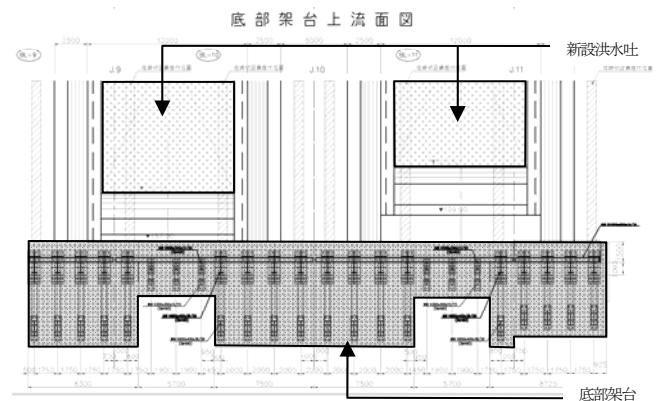


図 7 底部架台上流面図

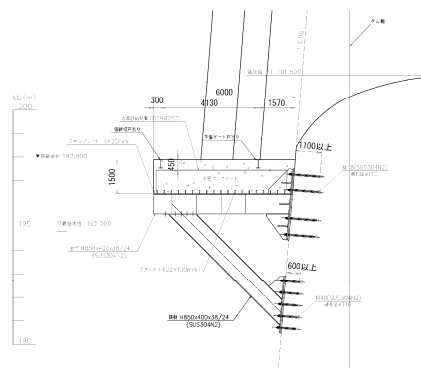


図 8 底部架台構造図

c) 非切削部の安定性確保

新設ゲート間の非切削部は幅12mの無筋構造物で片持ち梁のようになり、水圧や地震時慣性力などの外力に対して非常に不安定な構造物となることから、構造の安定性を検討した。その結果、堤体の上下流方向に対する安定性は確認されたが、ダム軸方向については非切削部の最下面において引張応力が発生することが判明し、補強対策を行うこととした。

対策としては非切削部に削孔して天端から鋼材を挿入し非切削部を補強する方法と、梁上端にストラットと呼ばれるつっぱりを設置し非切削部と剛結する方法が挙げられる。鋼材により補強する方法では、掘削長が25m以上、最小でも口径500mmの削孔が必要で、堤体にあたる影響が大きく施工性も劣るため、鋼製のストラットにより補強することとした。

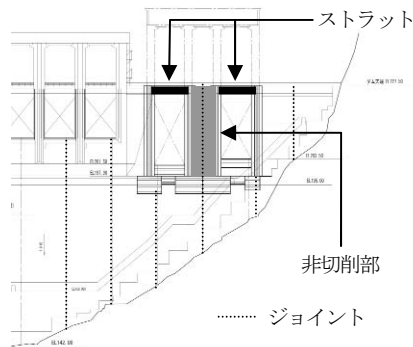


図 9 ストラット設置箇所

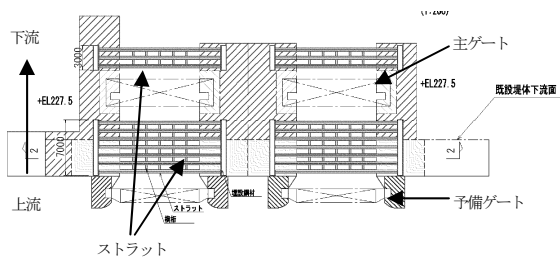


図 10 ストラット平面図

d) 改造ブロックの安定性確保

堤体切削を行うブロックについては、コンクリートによる重量が減少することから、重力式ダムである堤体の安定性が低下することが懸念された。安定性照査

の結果、滑動に対しては、対象とするブロックすべてにおいて安定条件を満足していることが確認された。しかし、転倒に対して堤体上流面に引張応力が発生する結果となり、堤体下流にマットを設置し、設置が困難な右岸側に最も近いブロックについては堤体を増厚することと必要な安定性を確保することとした。

マットの厚さについては、堤高の20%¹⁾とされているため、各ブロックの中央断面よりマット厚さを設定した。

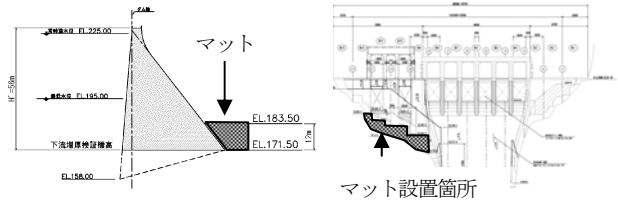


図 11 マット設置箇所

3. 減勢工の改造

長安口ダムでは、これまでも放流によりダム直下流の河岸浸食や河川管理施設の損傷などが生じている。また、放流能力が洪水吐の新設により向上するため、これに対応して流水を安全に流下させられるように減勢工の改造を行くこととしている。設計に当たっては水理模型実験を行い、水理特性を踏まえて形状の検討を行った。

長安口ダムでは、ダム設計洪水流量 9200 m^3 ・計画最大放流量 7400 m^3 と他ダムと比較しても減勢工の対象流量が非常に大きい。減勢工の側壁高の設定にあたっては、ダム設計洪水流量時の平均水位と計画最大放流量時の最高水位を比較し、高い水位をカバーする側壁高を設定することが一般的である。

しかし、長安口ダムの場合、高さ約4mという巨大な側壁が必要となり、前例がない規模で不安定かつ不経済なものとなる。

そのため、ダム設計洪水流量時と計画最大放流量時の平均水位をカバーすることで減勢池内の流況の安定性を確保し、計画最大放流時には一定程度の越水を許容する構造とすることで、側壁高さを約30mに抑えることとした。

また、前述の通り側壁からの越水を許容する構造とするため、越水による側壁の裏込め部の洗掘等に対応する目的で裏込めに土砂ではなくCSGを用いる工夫をした。

CSGとは近場で取れる砂利や岩石などをセメント・水などで練り混ぜて固めたものであり、コンクリートと比較すると強度は劣るものの、安価で材料に対する制約条件も少なく、ダムの堆砂等を有効活用が期待できると考えている。



図 12 水理模型実験の状況

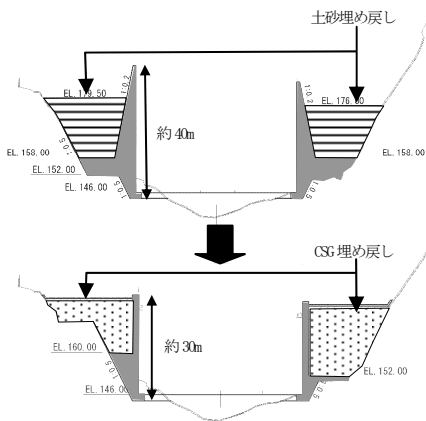


図 13 減勢工

4. 設計におけるコスト縮減の工夫

(1)主ゲート（クレストゲート）における工夫

新設する洪水吐きに設置する主ゲートは、非常に大規模なものとなることから、放流時の水脈を考慮してゲート上部を固定ゲート化し、可動ゲートの範囲を縮小することとしている。ゲート製作費の削減ができるほか、扉体重量が軽くなり、開閉装置や操作橋の規模も縮小でき、コスト縮減が期待できる。

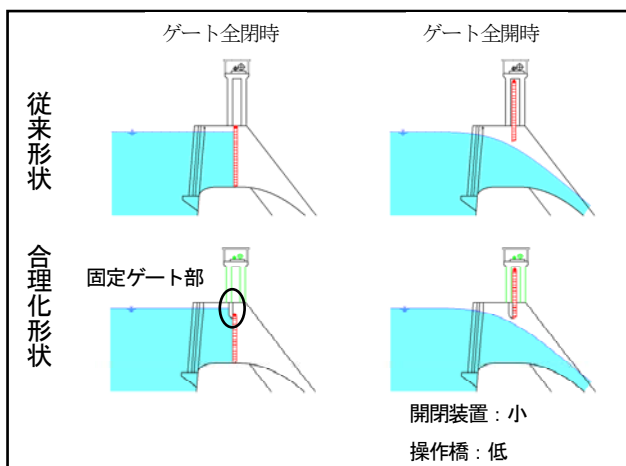


図 14 主ゲートの合理化

(2) 予備ゲートにおける工夫

長安ロダムでは堤体の上流面が傾斜しているため、予備ゲートを鉛直に設置しようとする、上流になるにつれてピアが大きく張り出すようになり、ピア打設時の仮締切規模も大きくなる。そのため、予備ゲートは堤体上流面に対し平行に設置することが考えられる。

その場合、予備ゲートの形式としてはローラーゲートが一般的となるが、デメリットとして、製作費が高くなることや、重量が大きくなり、更に維持管理も煩雑となる。

そこで、スライドゲートを基本に堤体形状に対応できる構造として、ガイド戸当たりの設置、バランスウェイトと吊り位置の調整、フロントローラーによる姿勢の制御を行うことで問題点を解消する工夫を行った。

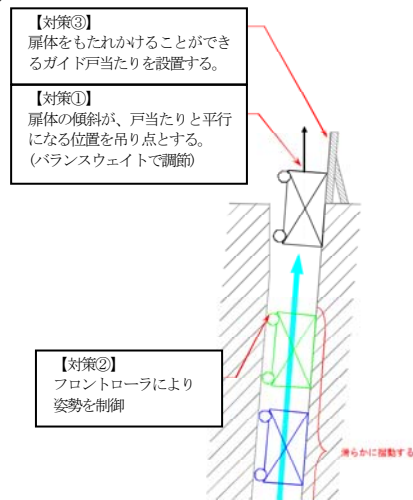


図 15 採用形式（スライドゲート）のイメージ図

5. 今後の課題

新設洪水吐部、減勢工については基本設計が完了し、今後詳細設計を進めていくこととしている。特に減勢工については、水理的な最適形状と設計・施工を踏まえた構造の安定性、施工の確実性の両面を調整しつつ、CSG試験による強度確認も並行して進めていく必要がある。

また、施工計画についてもダムへの運用や地形条件などの制約条件が多い工事であり、安全且つ確実な施工が可能な施工方法や手順などについて詳細な検討を進めていくこととしている。

参考文献

- 1)ダム技術センター：多目的ダムの建設 第4巻 設計 I編