

三石ダム洪水吐改修工事に伴う 地山挙動のモニタリング

室蘭開発建設部 胆振農業事務所 第2課工事課 ○関本 幸一
岩渕 直人
佐藤 大輔

国営かんがい排水事業「美河地区」では、三石ダム洪水吐の左岸側壁の一部が傾倒しているため今年度から改修工事に着手する。前歴事業（昭和46年度～平成4年度）での洪水吐施工時に、周辺の左岸地山で地すべりが発生したため様々な対策工を行っており、改修工事により洪水吐に隣接する左岸地山の滑動が懸念される。このため、安全管理の観点から地山挙動を計測しつつ施工を行う。本報では、地山挙動の計測計画について報告する。

キーワード：ダム、洪水吐、地すべり

1. はじめに

国営かんがい排水事業「美河地区」は、直轄かんがい排水事業「三石地区」（昭和46年度～平成4年度）により整備された三石ダム及び歌笛頭首工の改修とダム管理棟の耐震化対策を行うものである。

三石ダム洪水吐は、側壁の一部で地下水位に起因した凍上により傾倒が生じていることから、令和5年度より改修工事に着手した。

洪水吐左岸地山の周辺は前歴事業での施工時に二度の地すべりが発生しており、施工に際し様々な地すべり対策を実施している。今回、本事業による洪水吐の改修工事に伴い掘削を行うことで、地山が応力解放されることから、隣接する左岸地山の滑動が懸念される。このため施工時の安全確保の観点から、左岸地山の挙動を観測する計画を検討した。本報では、観測計画及び現在までの施工期間中の挙動について報告する。

2. 美河地区の概要

本地区は、北海道日高郡新ひだか町に位置する1,230 haの農業地帯である（図-1）。主な農業経営形態は、水稲に花き及びアスパラガス等を組み合わせた農業経営と、飼料作物の栽培と肉用牛の飼養を組み合わせた農業経営の2種である。

地区内の農業用水は、直轄かんがい排水事業「三石地区」等で造成された用水施設により配水されているが、近年の営農状況の変化に伴い水需要が変化しているとともに、河川流況に応じた取水管理のため、用水管理に多大な費用と労力を要している。

また、三石ダムにおいては地下水位の上昇に伴う洪水吐の傾倒等が生じているほか、歌笛頭首工においては経年的な劣化によりコンクリート構造物の摩耗等が発生し、施設の維持管理に多大な費用と労力を要している。さらに三石ダムの管理棟は必要な耐震性を有していないことから、大規模地震により損壊した場合、地域に甚大な被害を及ぼすおそれがある。

このため、本事業では、水需要の変化に伴う用水管理の合理化等を踏まえた三石ダム及び歌笛頭首工の整備と三石ダム管理棟の耐震化対策を一体的に行うことにより、農業用水の安定供給と維持管理の軽減を図り、農業生産性の向上及び農業経営の安定に資するものである。

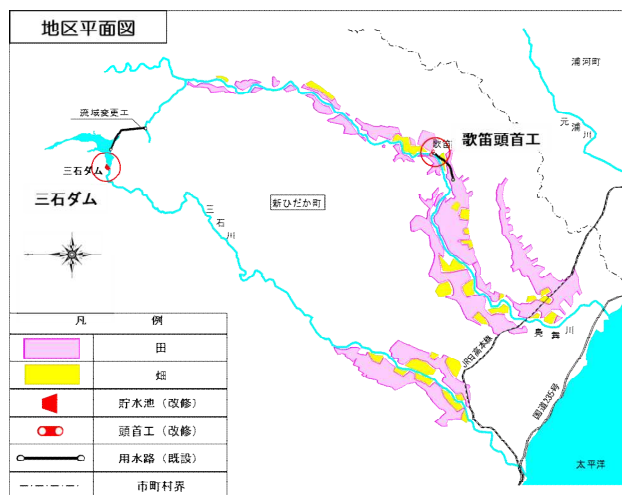


図-1 美河地区平面図

3. 左岸地山すべり及びその対策工の経緯

洪水吐が隣接する左岸地山は、前歴事業での施工時に二度の地すべりが発生している。その対策工は予防保全を含め三度実施されており、各概要は以下のとおりである。また、各対策工の実施範囲は図-2のとおりである。

(1) 昭和50年 地すべり対策工（A・Dブロック下部）

左岸洪水吐に隣接する付替道路の掘削に伴う洪水吐付近の表層及び風化帯の一部に地すべりが生じたことから対策工を実施した。主な対策工としては、排土工、抑止工（ロックアンカー工、抑止杭工）及び湧水処理を実施した。

(2) 昭和59年 地すべり対策工（A～Dブロック）

昭和59年の豪雨により、昭和50年の地すべり範囲を含むより広範囲の滑落崖が生じ、盤ぶくれが発生したことから対策工を実施した。主な対策工として、緊急対策工として排土工を行い、長期対策工として抑止工（ロックアンカー工、抑止杭工）、水抜工、表面排水工、集水井工を実施した。

(3) 直轄地すべり対策事業 ピラシケ地区（Cブロック上部）

平成9年度～平成17年度にダム周辺の地すべりブロックへの対策工（予防保全）を実施した。主な対策工としては、抑制工（集水井工 護岸工、水抜きボーリング工、地表水排除工）、抑止工（アンカー工、抑止杭工）である。

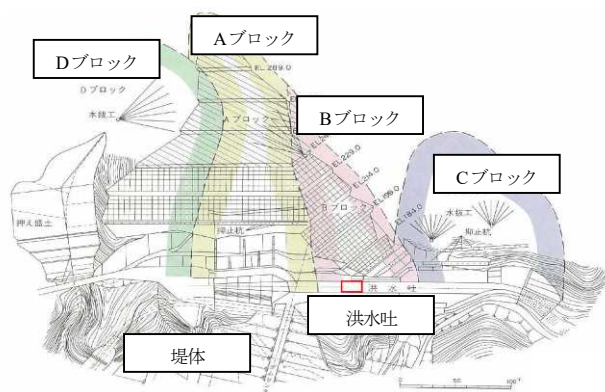


図-2 三石ダム地すべりブロック図

4. 本事業による洪水吐改修の施工範囲及び手順

(1) 施工範囲

本事業では、前歴事業での整備以降、地下水位に起因して傾倒が生じている洪水吐の改修を行うが、その範囲はSP130 から SP160 までの3ブロック（30 m区間）である。

る（写真-1、図-3）。

改修工事は非かんがい期開始（8月末）から貯留開始（2月末）の期間に行い、洪水吐上流（SP130）から1年毎に1ブロック（10m）ずつ施工する計画であり、本年度はSP130からSP140までの1ブロック分を施工中である。



写真-1 洪水吐改修範囲（施工前）

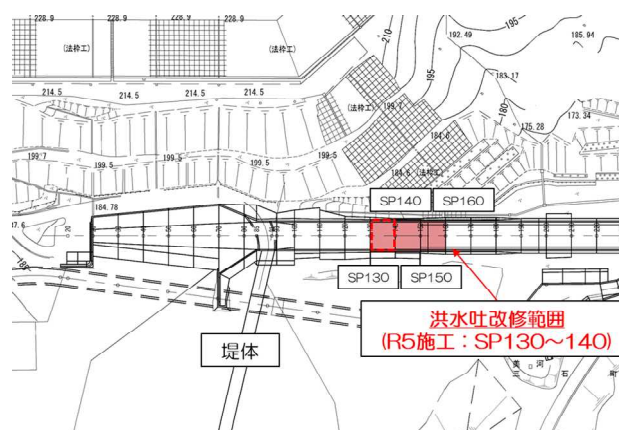


図-3 洪水吐改修範囲（平面図）

(2) 施工順序

1ブロック分の施工順序はa)～d)のとおりとなる。

a) 掘削・左岸アンカー工

左岸地山を傷付けない様、洪水吐施工時の埋戻し部を掘削する。掘削に合わせて左岸地山法面補強を目的としたグラウンドアンカー工を施工する（図-4）。

b) 既設洪水吐解体、岩盤清掃

既設洪水吐を取り壊し、コンクリートを搬出する。

既設側壁解体に際し、倒壊を防止するため2 m～3 m程度にコンクリート壁を切断・分割し、切梁・腹起しは側壁の解体に併せ撤去する。なお、R5年度施工により左岸側を掘削した際、洪水吐傾倒に伴う側壁下部でのクラックが認められたことから切梁撤去の前段にロックボルトを追加した（図-4）。

コンクリートの解体は、ワイヤーソー、コンクリートカッター、ブレーカ、コンクリート破砕機等を用いて行う。解体したコンクリート殻は洪水吐内を小運搬し、ダム天端のダム軸付近からクレーンにより搬出する。

また、底板部解体後、養生囲いを設置し基礎岩盤が氷

結しないよう養生囲いの内部を給熱したうえで岩盤清掃を行う（図-5）。

c) 洪水吐の改修

養生囲い内を給熱養生しつつ、洪水吐を築造する。

コンクリートは寒中コンクリートとして打設・養生を行う（図-5）。

d) 埋戻し

養生囲いを撤去し、排水性の高い切込砂利（80mm級）を用いて側壁の埋戻しを行う（図-6）。

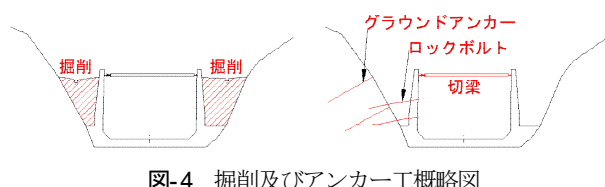


図-4 掘削及びアンカー工概略図



図-5 洪水吐解体・新設概略図

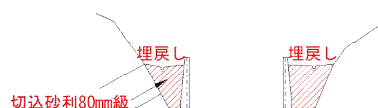


図-6 埋戻し概略図

5. 洪水吐改修に伴う左岸地山の挙動観測

洪水吐改修時の工事箇所隣接する左岸地山の面的な挙動や深度方向の微少な挙動を早急に把握し、万が一に備えて地すべり発生前に退避可能な体制を構築する必要がある。そこで本工事では、地すべりの管理基準値として用いられることの多い、地表面及び地中の移動量と、地すべり防止施設の状況変化を把握するためのアンカー工の緊張力の計3項目を自動計測し、異常が発生した場合には警報の吹鳴による退避が開始するように安全体制を構築した。なお、日々の変化を把握するためデータ収集を毎日行いグラフ化等により状況把握を行うとともに、週1回専門業者から地山変動状況の評価を受けることとした。

また、月次計測項目としては、手動により地山に設置した移動杭の移動量及び既存施設のクラック幅の変位、地下水位の計3項目を計測することとした。

それぞれの計測位置を図-7に示す。

(1) 地表面移動量の計測概要（ばらまき型傾斜計）

地表面移動量計測センサー位置（図-7 赤色の四角）は、昭和59年度地すべりの発生範囲、造成時における安定計算断面、洪水吐施工箇所との位置関係、洪水吐掘削箇所背面の小規模なすべり範囲を考慮し選定した。

計測頻度は使用機器のデータ容量の関係から1分間隔とした。管理基準値は2023年5月～8月の観測結果及び計測機器の温度誤差等を考慮し、 $\pm 0.35^\circ$ とした。管理基準値を超過した場合、警報（サイレン）が作動し工事箇所の作業者に避難を促す体制としている。

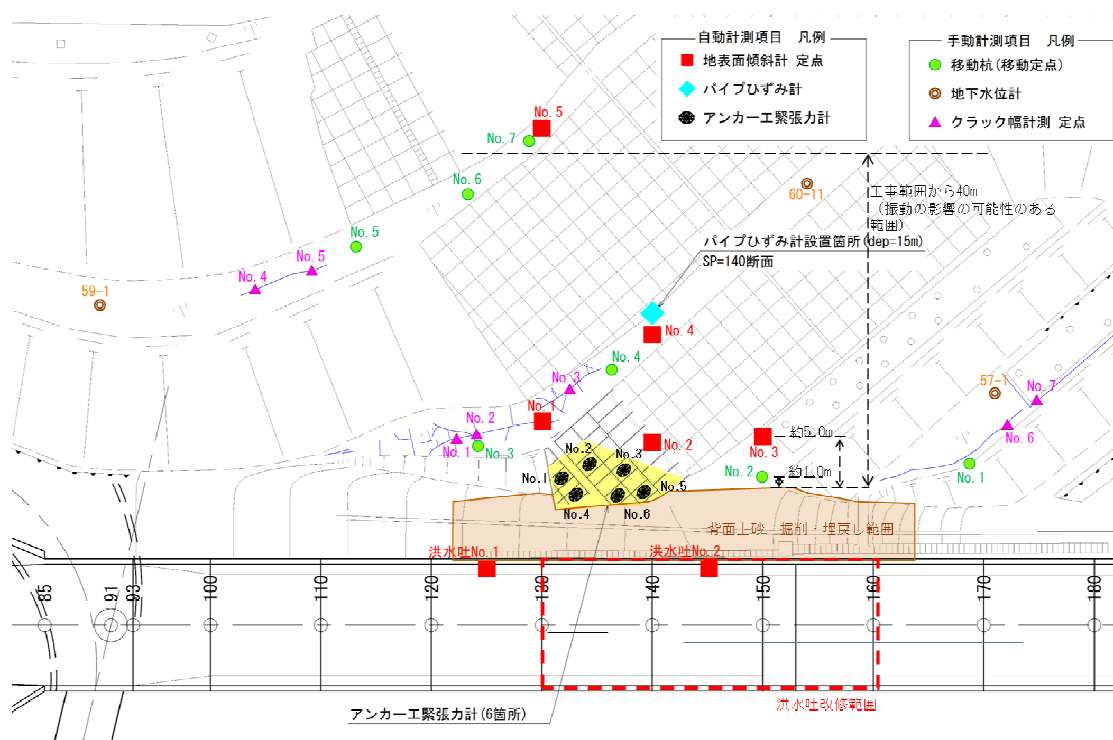


図-7 計測箇所位置図

(2) 地中移動量の計測概要（パイプひずみ計）

地中移動量計測センサー位置（図-7水色の菱形）は造成時における安定計算断面を考慮し選定し、計測深度は15 mである。地表面移動量の計測のみでは地中のすべり面の把握が困難であること、積雪荷重や重機の振動といった地すべり以外のノイズが含まれる場合があるため、地中移動量の計測も実施している。

計測頻度は使用機器のデータ容量の関係から5分間隔とした。管理基準値は2023年5月～8月の結果を考慮し観測累積 10^{-3} strainとした¹⁾。管理基準値を超過した場合の体制は地表面移動量の超過時と同様である。

(3) アンカー工緊張力の計測概要

アンカー工（図-7 黄色着色部の黒丸）は国営造成水利施設ストックマネジメント推進事業の一環で平成30年度に設置されたもので、工事箇所の近傍に位置し、同年度以降データロガーにより緊張力の自動計測を継続している。地表面移動量及び地中移動量に比べ計測期間が長く、左岸地山の変動状況を把握することに活用できるため、基準値として組み込んでいる。

計測頻度は使用機器のデータ容量の関係から5分間隔とした。管理基準値は2018年8月～2023年8月の観測結果及び今年度実施したリフトオフ試験の結果を加味し決定した（表-1）。具体的には観測期間内における最低値から50 kN（定着時緊張力500 kNの10 %）以上増加した場合、または緊張力が定着時緊張力の50 %未満²⁾となった場合に警報（サイレン）が作動する。

表-1 各アンカー工緊張力の管理基準値

区分	設置箇所	観測期間内 最低値(kN)	管理基準値 (上限値)(kN)	管理基準値 (下限値)(kN)
荷重分散型	No.1	383	433	250
	No.4	446	496	250
	No.5	350	400	250
引張摩擦型	No.2	370	420	250
	No.3	356	406	250
	No.6	316	366	250

(4) 月次観測項目の計測概要

移動杭（図-7 黄緑色の丸）の移動量及び既存施設のクラック幅（図-7 ピンク色の三角）の変位、地下水位（図-7 橙色の二重丸）については過年度から観測を実施しており、施工に伴う傾向変化の把握等の監視に活かすために計測を行うこととした。

6. 洪水吐改修に伴う左岸地山の計測結果

本年10月から11月末までの計測項目の推移を示す（図-8、図-9、図-10）。

地表面移動量（図-8）及び地中移動量（図-9）、アンカー工緊張力（図-10）に小さな変動は見受けられるが、

管理基準値を超過するあるいは急激な変化は確認されていない。しかしながら、11月末時点ではグラウンドアンカー設置のための一次掘削（深度1 m程度）までしか実施しておらず、応力解放が進んでいないことが要因の一つにあると考えられる。

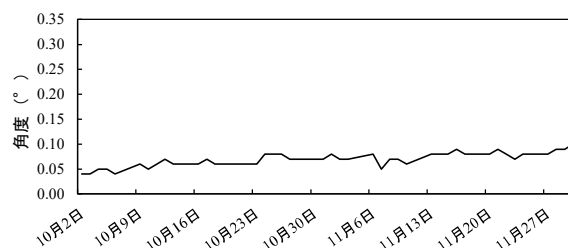


図-8 No.4 地表面移動量の推移

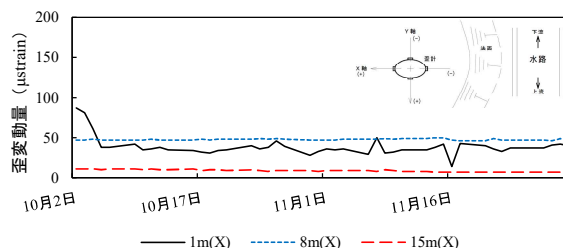


図-9 地中移動量（X軸）の推移

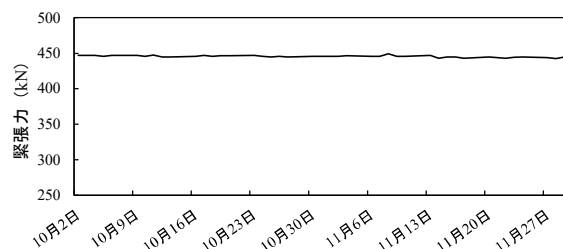


図-10 No.4 アンカー工緊張力の推移

7. おわりに

切梁撤去まで進んだ11月末までの施工状況では、すべての計測項目で管理基準値を超過することがなく、地すべりの兆候も確認されず施工を進めてることができている。しかし、今後地山の応力解放が進み地山の周辺状況が変化していく中で、現在と同じ状況が続くか否かは不明な点が多い。そのため日々の状況確認を注意深く実施する体制を確保するとともに、有事の際には初動対応を迅速にできるよう関係機関と連携強化を図っていきたい。

参考文献

- 1)一般社団法人地すべり対策技術協会：地すべり観測便覧（1996）
- 2)農林水産省農村振興局農村制作部農村環境課：地すべり防止施設の機能保全の手引き～アンカー工編～（2015）