

しろがねダムの災害復旧

旭川開発建設部 農業整備課 ○野中 一瞳
須田 佳大
諏訪 隆之

しろがねダムは、平成28年7月31日にダム地点で時間最大76mm、13時から17時の5時間累計173mmの局地的な豪雨により、堤体下流法面の一部が崩壊、流出し被災した。災害復旧事業により、平成29年6月から原型復旧工事を開始し、平成30年11月に工事が完了したところである。本報は、被災状況、有識者からなる委員会での工法決定及び施工状況等を取りまとめ、報告するものである。

キーワード：災害復旧

1. しろがねダムの概要

しろがねダム（以下「本ダム」という。）は北海道上川総合振興局管内南部の上川郡美瑛町に位置する農業用ダムである（図-1）。国営畑地帯総合土地改良パイロット事業しろがね地区と隣接する国営かんがい排水事業フラヌイ二期地区との共同で整備され、農業を基幹とする地域の農地へ安定的に農業用水を供給する源となっている。

本ダムは美瑛川支流オヤウンナイ川に築造された堤高63.50m、堤頂長611.00m、総貯水量6,800千 m^3 の中心遮水ゾーン型フィルダムである（表-1）。

本ダムの建設工事は昭和46年に着手し、平成元年に完成した。その後、試験湛水を経て平成12年度から供用を開始している。



図-1 しろがねダム位置図

表-1 しろがねダム諸元表

堤体	型式	中心遮水ゾーン型フィルダム
	堤高	63.50m
	堤頂長	611.00m
	堤体積	1,387,000 m^3
	堤頂標高	EL516.80m（保護層0.3m含む）
	堤頂幅	10.00m
	平均法勾配	上流 1:3.4~4.0 下流 1:2.0~2.2

2. しろがねダムの被災状況

(1) 被災の確認

平成28年8月1日に美瑛町職員とダム管理人が、現地においてダム堤体下流法面の一部が崩落、流出していることを確認した。堤体法面の崩落は広い範囲で生じており、下段は法尻まで達していたが、中段及び上段の崩落は法尻まで達していなかった（写真-1～3）。

法面の崩落は前日にダム地点で降った、231年確率に相当する時間最大76mmや5時間累計173mmの大雨が影響したものと考えられる（表-2）。



写真-1 堤体下流法面の崩落状況



写真-2 法面下段の状況



写真-3 堤体下流の流出土砂

表 2 ダム地点における降雨等

7月31日	時間	mm/hr	累計 (mm)	流入量 (m ³ /s)	貯水位 (FWL512.50m)
	13:00	8		2.017	498.45
	14:00	22	30	2.851	498.44
	15:00	65	95	6.462	498.49
	16:00	76	171	13.411	498.65
	17:00	2	173	7.866	498.72 (ピーク水位)
	18:00	0	173	3.425	498.72
	19:00	0	173	2.034	498.70
	20:00	0	173	2.309	498.68
	21:00	0	173	0.919	498.64
	22:00	0	173	1.314	498.63
	23:00	0	173	1.174	498.62
8月1日	0:00	0	173	1.173	498.61
	1:00	0	173	1.174	498.60
	2:00	0	173	0.341	498.58
	3:00	0	173	1.172	498.57
	4:00	0	173	1.173	498.56
	5:00	0	173	0.337	498.54
	6:00	0	173	0.617	498.52
	7:00	0	173	1.170	498.51
	8:00	0	173	0.338	498.49
	9:00	0	173	0.617	498.47 (降雨前の水位)

(2) 応急措置の実施

本ダムの被災を確認後、災害協定に基づき、近隣の施工業者、美瑛町職員及び旭川開発建設部職員等により、更なる崩落を防止するため、ブルーシートの設置等の応急措置を行った (写真-4)。



写真-4 ブルーシートの設置状況

3. 復旧工法の検討

本ダムの災害復旧に当たっては直轄災害復旧事業を活用した。また、復旧工法の決定に当たっては学識経験者等からなるダム安全性評価委員会を複数回開催し、各種の検討の基、その工法を決定した。

(1) 応急対策工事の実施

被災の原因究明とそれを踏まえた復旧工法の決定には時間を要することから、被災後の降雨等による更なる被災法面の浸食を防止するため、地表水の進入を防止する仮設シートを設置するとともに、被災法面の浸食、崩落の防止と堤体の安定性を確保するため、堤体下流法尻に大型土のうを設置する等の応急対策工事 (図-2) を、平成28年8月3日委員会の現地調査後、早急に実施した。

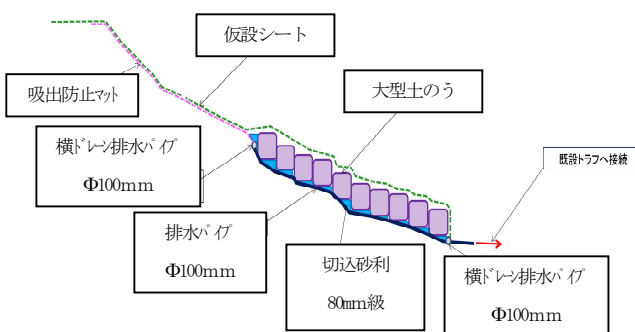


図-2 応急対策工 (堤体復旧横断面図)

(2) 被災の原因

堤体下流法面の崩落原因を推定するため、崩落状況と堤体性状についてはロック材料の目視観察、覆土の掘削調査等により、降雨の浸透経路については観測データや現場透水試験により、覆土の構造については既往の施工記録や目視観察により、ロック材の性状については既往調査の結果により確認、検証した。

その結果、崩落の原因は以下の3つであると推定された。

- 覆土はキャピラリーバリアの発生 (キャピラリーバリアとは「上流の砂等細粒分とその下部の礫等粗粒分の両層の保水性の違いにより、境界面の上部の細粒部分で下降浸潤水が補足され収集し、境界面が上部からの水の浸入を防いでいる現象」をいう。) により浸透水がロック材内部に流下せず覆土は飽和状態となりやすく、そのために覆土の強度が低下して崩落が発生した。
- 覆土が崩落した後に、地表水がロック材に侵入し部分的に滞水して、過剰間隙水圧を発生させロック材の表層部が崩落した。
- 覆土とロック材の境界部において材質が不均一な場所では、浸透水がパイプフロー (パイプフローとは「液体と気体が溝内を流れる場合に、液体が溝壁に沿って流れ、気体が中央部を流れている状態」をいう。) と

なり、粒子が流亡して孔隙が発生した。

(3) 復旧工法の検討

a) 復旧工法の基本方針

被災した堤体下流法面の復旧は崩落部を撤去・整形し、原形の堤体に再盛立を行い、法面保護のための植生工を施す計画とした。一方、前述の通り、堤体下流法面の崩落の主体要因は、堤体内へ侵入した降雨による浸透水であるため、この浸透水を安全に排水する必要がある。

b) 復旧範囲の検討

左右岸方向(縦断方向)の復旧範囲は上下方向に崩落が生じた範囲をより詳細に精査し、影響が見られる範囲を包括するとともに、確実な改良・復旧が図られるよう端部の追加を5.0mとした。

上下流方向(横断方向)の崩落部は最大断面の中央付近に位置し、崩落部上下流部ともに不安定な状態となっていた。このため、崩落部の上方、下方とも緩みが生じている可能性が高く、崩落部の上・下方ともすべて被災影響範囲と設定した。

このほか深さ方向の復旧範囲は崩落部の全体を通る大きなすべり面と小さなすべり面が複数発生したと考えられることから、すべり面の深度と現地の凹凸の状態や崩落部の礫の大きさを考慮して、20cmから30cmの余裕深を見込んだ。その結果、原形復旧深度は上段・中段は1.5m、下段は2.2mに設定した(図-3、4)。

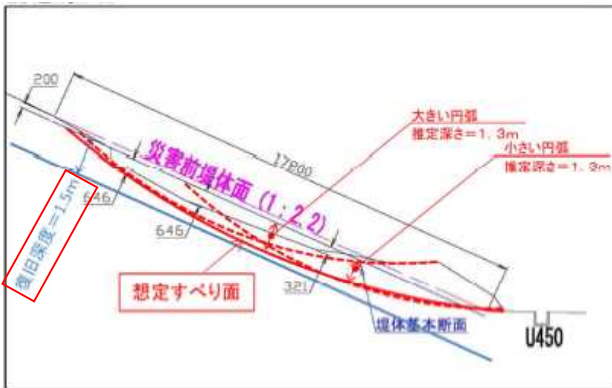


図-3 上段のすべり円弧の深さと復旧深度

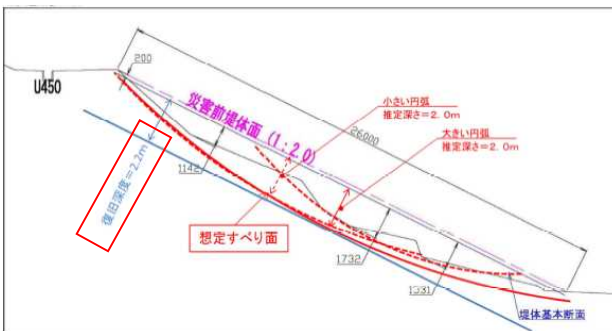


図-4 下段のすべり円弧の深さと復旧深度

c) 復旧工法の検討

崩落部の盛立に使用する材料は堤体内への浸透水を安定して排除できること、かつ、比較的狭い施工ヤードで確実に締固め効果が得られることが必要である。一方、今回の被災箇所は堤体下流のロック材及び覆土であり、復旧にも同じ材料を使用した場合、覆土材料は通常の転圧を行った場合、①透水性が小さくなりロック材との間にキャピタリーバリアが発生、②原石山ロック材は大塊を含む粗粒な材料であり、粒度調整を行わないと使用することができない、③原石山ロック材を粒度調整した場合、細粒分が多くなり透水係数が小さくなるといった課題があることから、購入材料を利用した。

購入材料は最大粒径、ロック材とのフィルター条件を満足するなど、粒度調整を行う必要があることから、復旧材料適合粒度範囲内となるよう粒調整碎石を、切込碎石(80~0mm)、切込砕石(20~5mm)及び砕砂(5~0mm)を1.2:0.2:0.3の割合で混合することとした。

また、堤体法面表層部の粒度調整材の転圧不足、施工後の緩みの発生を補うため、かごマットを設置することとして、堤体基本断面までは粒度調整材で盛立を行い、その上にかごマットと植生の施工を行うこととした。

併せて、原形復旧後の堤体下流法面の地表水は粒度調整材内を下方に浸透することから、小段に排水管でトラフに導き排水させる計画とし、トラフの埋め戻し材にドレーン材(砂利)を用いることとした(図-5、6)。

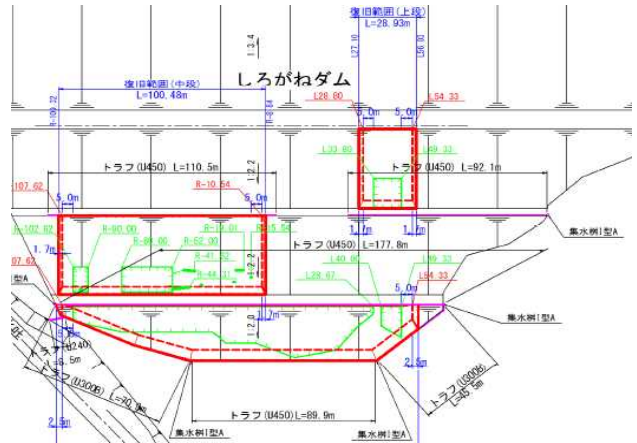


図-5 堤体下流法面復旧工事 平面図

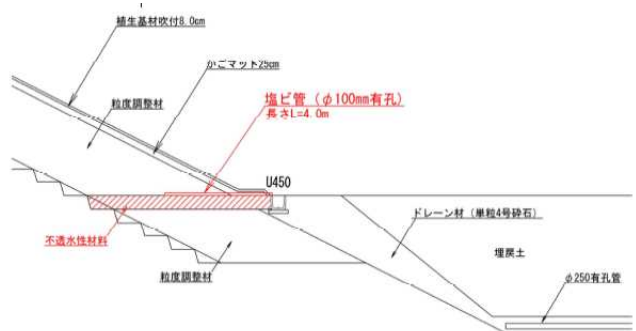


図-6 堤体下流法面最下段復旧工事 断面図

d) 復旧工事期間中の貯水位の運用

復旧工法の検討と併せて、応急対策後の堤体の安定性と水位上昇試験時の監視体制について確認を行い、復旧工事に先立ち、営農用水確保の観点から、被災後の貯水位EL498mを上限とした貯水位の運用を行った。

4. 復旧工事の実施

復旧工法の検討を経て、平成29年6月より復旧工事に着手した。はじめに施工ヤードや仮設道路の造成、盛立試験及び粒度調整材製作等を行い、次に、下段の掘削、盛立、法面整形及びかごマット設置等を行った。次いで中段、上段へと同様の作業を進めた。

平成30年度は法面緑化のみを予定していたが、平成29年度施工では、既存資料で不明確な埋設物等を確認しながら慎重に工事を進めたため進捗に遅れが生じたことから、上段及び中段の一部のかごマット設置、ヤード撤去等の施工も行い、11月16日の河川管理者の完成検査を経て復旧工事が完了した（写真-5～10）。



写真-5 堤体盛立



写真-6 排水管敷設



写真-7 かごマット設置



写真-8 碎石投入



写真-9 植生吹きつけ



写真-10 復旧後堤体全景

5. 今後の計画

本ダムの復旧工事期間は、貯水位は被災後のEL498mを上限として運用してきた。復旧工事が完了したことから、平成31年4月より貯水の上昇を開始し、常時満水位EL512.5mを30日間保持して、堤体等の安全性を確認後、施設管理者である美瑛町へ引き継ぐ予定としていた。しかしながら、令和元年度は渇水傾向のため、十分に貯水位を上昇させることが出来なかったことから、再度、令和2年4月より貯水の上昇を開始し、常時満水位を一定期間保持して、堤体の安全性を確認後、美瑛町へ引き継ぐ計画である。

6. おわりに

本ダムの災害復旧に当たっては、ダム安全性評価委員会をはじめ、多くの研究機関、関係機関、設計コンサル及び建設会社等の協力により復旧工事の完了を迎えることが出来た。これら災害復旧に向け協力頂いた方々に感謝の意を示すとともに、来年度、水位上昇試験を終え、本ダムが実り豊かで美しい大地を潤し続け、地域の農業が発展し続けることを祈念する。