

平成30年7月豪雨災害における 鹿野川ダム貯水池地すべり対応

山鳥坂ダム工事事務所 工務課 岡川 英智
山鳥坂ダム工事事務所 調査設計課 仙波 宏光
河川部 河川計画課 調査第一係長 森本 万人

平成30年7月豪雨は鹿野川ダムの計画規模を上回る降雨が観測され、管理開始以降、初めてサーチャージ水位を超過するとともに、最大流入量・最大放流量はいずれも既往最大流量となった。

今回の豪雨による洪水調節実施後の貯水位低下時において、久下（ひさげ）地すべり箇所で見逃し的な変動が観測されたため現地巡視等の監視体制の強化、貯水位低下速度の調整、住民避難の要請等を行った。また、出水後には現地での変状を確認し、観測データと併せた災害申請が採択され、抜本的な対策を行っているところであり、これらの、一連の対応をとりまとめて報告する。

キーワード ダム、防災

1. 鹿野川ダム貯水池地すべりの概要

鹿野川ダムは、愛媛県を流れる一級河川肱川に建設された昭和34年竣工の重力式コンクリートダムであり、昭和35年に建設省より愛媛県に管理移管された。その後、鹿野川ダム改造事業のため、平成18年から国土交通省が管理している。

鹿野川ダム貯水池の周辺では初期湛水時から地すべり変動が確認されており、愛媛県による地すべり対策がなされている。国土交通省に管理移管してからは、鹿野川ダム改造事業に伴う貯水池運用変更の影響を検討するため、観測機器を設置し、斜面監視を継続している。

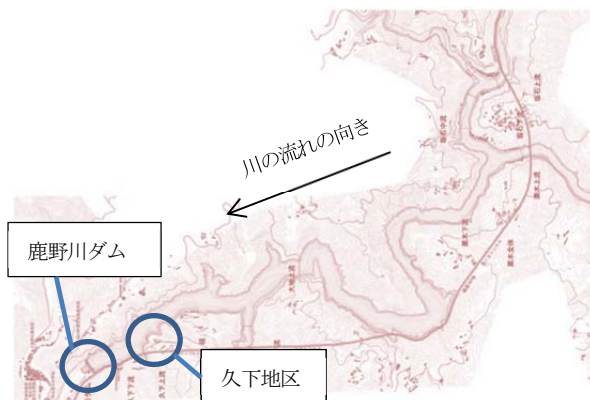


図1 鹿野川ダム貯水池図（ダムと久下地区の位置関係を示す）

近年の鹿野川ダムの貯水池地すべりは、出水時の貯水位変化に伴い、2mm/月末満（貯水池周辺

の地すべり調査と対策に関する技術指針（案）（以下、指針）では変動C程度）の軽微な変動であり、顕著な地すべり変動は確認されていなかった。しかし、平成30年7月豪雨はこれまでに経験したことのない出水であり、洪水調節後の貯水位低下等で久下地区において顕著な地すべり変動（指針では変動A）が確認された。

2. 平成30年7月豪雨時の鹿野川ダムの状況

平成30年7月豪雨は、平成30年6月末から7月上旬にかけての台風第7号及び梅雨前線による記録的な豪雨であり、鹿野川ダム地点の降水量（図2の時間雨量）は、最大24時間雨量（7月6日12時～7月7日11時）で251mm、最大時間雨量（7月7日7時）は47mmを記録した。

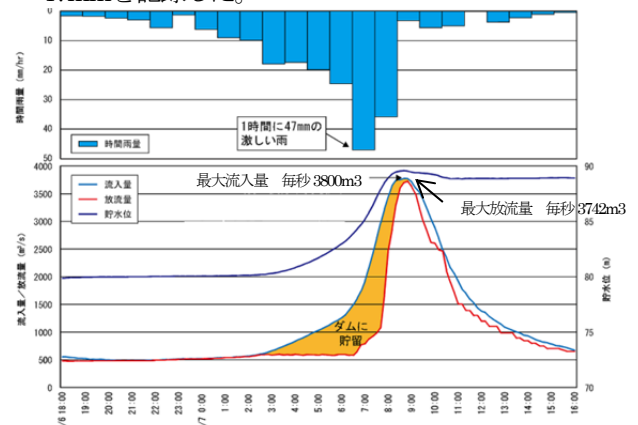


図2 平成30年7月豪雨時の鹿野川ダムの状況

鹿野川ダムでは、管理開始以降、初めてサーチャージ水位（EL.89.00m）を超過する水位（EL.89.63m）まで洪水を貯留するとともに、最大流入量（3800m³/s）・最大放流量（3742m³/s）はいずれも、既往最大流量となった（図2）。

3. 地すべり初動対応の状況

久下地すべり箇所（図3）で顕著な地すべり変動が確認されたのは、7月11日午前9:50であり、この時刻より事務所の地すべり初動対応を開始した。初動対応は7月14日14:00まで続き、その間の対応を以下の表に示す（表1）。

月日	時刻	対応内容
7月11日	9:50	久下上流ブロック BVHJ-11で変動Aを確認 ダム貯水位を維持するよう連絡 地すべり初動対応の方針検討開始 観測態勢強化のため地盤伸縮計の手配依頼及び巡視指示
	10:37	大洲土木、西予土木、大洲市肱川支所、西予市野村支所に情報提供（久下地区で地すべり変動を確認した）
	11:00	地すべり初動対応の方針について、貯水位維持を継続し、様子を見る
	11:30	地盤伸縮計3基の確保完了
	12:20	ゲート放流終了 ジェットフローゲート（10m ³ /s）+放水パルプ（10m ³ /s）に切り替え
	13:00	2.606mm/日（変動A）観測
	13:50	巡視結果 変状なし 15時以降は1時間毎に巡視を決定。
	18:00	久下上流地区の住民に対し、自主避難いただくよう肱川支所に連絡。
7月12日	9:14	肱川支所よりエゾンより連絡。自主避難の呼びかけ終了。
	9:34	大洲土木、西予土木、大洲市肱川支所、西予市野村支所に情報提供（地すべり変動が鈍化し、以降も監視を継続する。）
	9:34	肱川支所に、変動は鈍化しているものの当面は避難を継続していただくよう連絡。
7月13日	毎時	定時巡視報告（変動無し）
	9:11	巡視（クラックドン）結果 7月13日21時から7月14日9時までの毎正時観測の報告を受ける。20時より変動無し
7月14日	11:21	巡視結果、変動が落ち着いたため現地巡視終了
	14:00	全ての体制解除（関係機関に連絡、自主避難解除）

表1 時系列対応表

鹿野川ダムでは、改造工事後の貯水池運用に備えて、経年的に地すべり変動が確認されている地区に、WEB上で変動量がリアルタイムで確認可能な観測機器を設置（図4）するとともに、貯水池地すべりの管理基準（図5）や緊急時の連絡フローを作成している。今回の地すべり対応では、上記の観測データや管理基準をもとに、主に現地巡視等の監視体制の強化、関係機関との情報共有、貯水位低下速度の調整、住民避難の要請を行った。

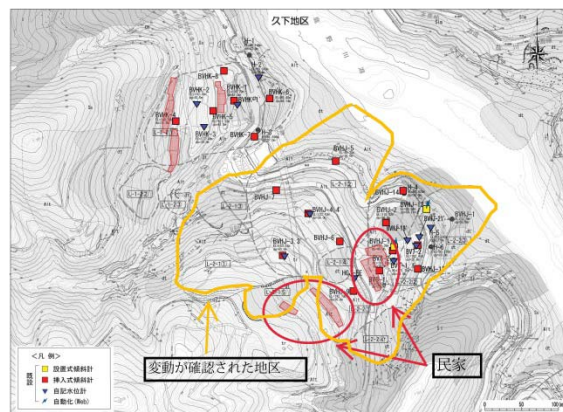


図3 久下地区と周辺の監視状況



データ確認状況

現地観測設置状況

図4 地すべり自動観測機器

体制	時期	通常時				異常時			
	計測器	変位速度				変位速度			
通常時	孔内傾斜計 (mm/日)	0.01	0.02mm/日 変動D 0.02mm/日以下 所定変動なし	0.1mm/日 変動C 0.02～0.1mm/日(WEB) または0.5～1mm/月(導入式)	1mm/日 変動B 0.1～1mm/日(WEB) または1～10mm/月(導入式)	10mm/日 変動A 1mm/日以上(WEB)	50mm/日	100	10
		0.01	0.02mm/日以下 所定変動なし	0.1mm/日 変動C 0.02～0.1mm/日(WEB) または0.5～1mm/月(導入式)	1mm/日 変動B 0.1～1mm/日(WEB) または1～10mm/月(導入式)	10mm/日 変動A 1mm/日以上(WEB・自動)	50mm/日	100	10
異常時	地表面伸縮計・目視 (mm/日)	0.01	0.02mm/日以下 所定変動なし	0.1mm/日 変動C 0.02～0.1mm/日(WEB) または0.5～1mm/月(導入式)	1mm/日 変動B 0.1～1mm/日(WEB) または1～10mm/月(導入式)	10mm/日 変動A 1mm/日以上(WEB・自動)	50mm/日	100	10
		0.01	0.02mm/日以下 所定変動なし	0.1mm/日 変動C 0.02～0.1mm/日(WEB) または0.5～1mm/月(導入式)	1mm/日 変動B 0.1～1mm/日(WEB) または1～10mm/月(導入式)	10mm/日 変動A 1mm/日以上(WEB・自動)	50mm/日	100	10
対 応	対応レベル	レベル I c	レベル I b	レベル I a	レベル II 注意体制	レベル III 警戒体制	レベル IV 非常体制		
	体 制	※試験運用期間は、毎日巡視を実施(1回/日) ※試験運用期間および実施後には、速やかにデータ回収を行うほか、導入式傾斜計は臨時観測孔を対象に試験前後の計測を行う			事務所による監視準備 ・設置式孔内傾斜計(WEB)の監視	地質技術者(業者)による監視 ・現地確認踏査の実施(2回/日) ・設置式孔内傾斜計(WEB)による常時監視(毎時) ・計測間隔の変更提案(適宜) ・対策本部設置準備(適宜)	・対策本部設置 ・現地確認踏査 以外を継続		
	観 測	・地表面伸縮計の準備 (資機材手配)			・自動観測計器の速やかな回収 (変動ブロック対象 1回/日) ・地表面伸縮計設置 (設置式孔内傾斜計(WEB) 累積20mm以上で設置検計)	・自動観測計器を用いた常時監視	・遠隔監視の継続		
	連絡体制	・整備局(本省・国総研・土研・整備局経由)への連絡 ・関係機関への連絡 (通行止めの可能性又は通行止め・住民自主避難)			・整備局(本省・国総研・土研・整備局経由)への連絡 ・関係機関への連絡 (通行止めの可能性又は通行止め・住民自主避難)	・整備局(本省・国総研・土研・整備局経由)への連絡 ・関係機関との協議 (通行止め・住民避難指示)	・通行止め・住民避難指示		
	貯水位操作	・貯水位低下の中止							
	応急対策	※応急対策案については経脈値を超える貯水位下降速度での試験実施前に案を立案する			・応急対策の要否を検討	・応急対策の実施に向けた準備 ・恒久対策工の検討			
	避難・立ち入り禁止等				・計測結果により、通行止め又は関係機関との事前の情報共有 ・地域住民には、関係自治体(市)を通じて自主 避難要請	・通行止め・住民避難指示 ・貯水池周辺への立ち入り禁止			
	警報アラートによる監視 (設置式孔内傾斜計)	—			0.1mm/時を3回確認を目安 (警報発信の判定は1時間毎に行う)	1mm/日を1回確認	0.4mm/時を1回確認	2mm/時を1回確認	

図5 試験運用時の貯水池地すべりの管理基準

1) 貯水位低下速度の調整

地すべり変動が継続し、地すべり崩壊につながることを防ぐため久下地区の地すべり変動を沈静化させる必要があった。しかし、地すべり変動が確認されたとき鹿野川ダムでは次の出水に備え、貯水位を低下させるために放流しており、これ以上の地すべり土塊への負荷を加えないため、応急対応として貯水位を維持するよう連絡した。また同時に、地すべりの沈静化に向けた方針を決定するため、鹿野川湖周辺の地すべり解析を担当する業者と協議し、早急な検討を行った。

指針では、湛水に伴う地すべりの発生要因として、地すべり土塊の水没による浮力の発生や貯水位の急速な下降による残留間隙水圧の発生があげられていること。また、今回の地すべりは貯水位の急速な低下が要因の一つと考えられたことから、貯水位の維持を継続し、地すべりの様子を見ることとした。

2) 監視体制の強化

地すべりの変動量、周辺構造物への影響等を詳細に監視するため観測業者に指示し、現地巡視や地盤伸縮計（地すべり観測機器）の手配をするとともに、WEB上で地すべり変動の状況を24時間監視した。現地巡視の第1報は対応を開始してから4時間後であり、地すべり変動が変動Aを示す間は毎時間観測することとした。

3) 関係機関との情報共有

鹿野川ダム湖周辺には多くの民家や国道、橋梁等の構造物があり、地すべり変動が活発になると道路の通行止めや住民避難等の措置が必要となる。そのため、関係機関である大洲市や西予市、愛媛県の土木事務所と密に連絡を取り合い、地すべり変動箇所、変動状況等を共有することで、いつでも迅速な対応が出来るよう努めた。

4) 住民自主避難の要請

ダムがゲート放流を終了し、貯水位維持に切り替えてから6時間ほど経過しても地すべり変動が継続していたため、関係する住民に自主避難を呼びかけるように大洲市に依頼した。地すべりの状況について情報共有していたこともあり、1時間ほどで呼びかけが完了したとの連絡があった。

4. その後の対応

指針では、ダム運用時において、変動Aが観測された場合には速やかに必要な対策を講じる必要があるとされている。今回の地すべり変動で、久下地区は変動Aの挙動を示したため、対策工を検討し、

地すべり災害の軽減につなげる必要があった。そこで、本案件を災害復旧事業化し、対策工（集水井、アンカー工）を施工することにより、今後の安全性を確保するため、災害申請を実施した。

災害申請は、今回出水の異常性及び被災規模、対策の必要性等から採択され、平成30年11月より工事に着手した。以下に申請をするために行った被災状況整理及び地すべり対策工の検討について述べる。

1) 被災状況及び地すべり変動要因の確認

災害申請を行うため、現地の被災状況及び地すべり変動の要因を確認した。被災状況については、現地の道路や擁壁にできているクラックを撮影（図6）し、発災前の状況と比較した。変動の要因については、地すべり変動、地下水位、貯水位、降雨等のデータを比較し、以下の3つであることを確認した。

- ①降雨により地すべりブロック上の法面が崩壊（図7）
- ②降雨・崩壊により地すべりブロックが不安定化
- ③貯水位低下時に地すべりブロックが変動（図8）

	出水前	出水後
比較写真		
撮影日	2018年7月5日 10:36	2018年7月14日 10:59
計測値	17.20cm	17.40cm
変位量	0.20cm増	
比較写真		
撮影日	2018年7月5日 10:43	2018年7月14日 11:00
計測値	15.00cm	15.05cm
変位量	0.05cm増	

図6 路面上クラックの比較

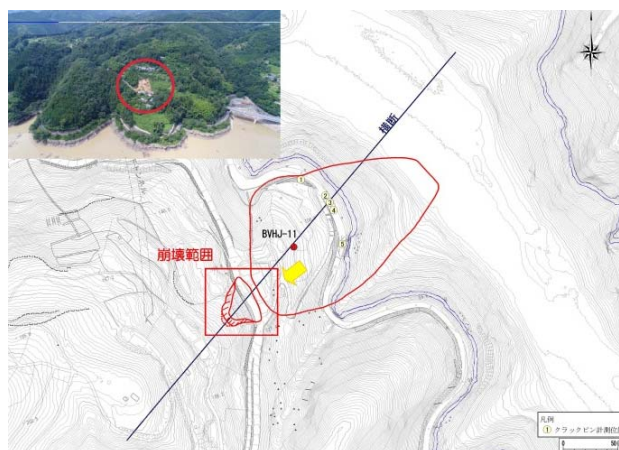


図7 降雨による崩壊箇所と地すべりブロックの位置関係

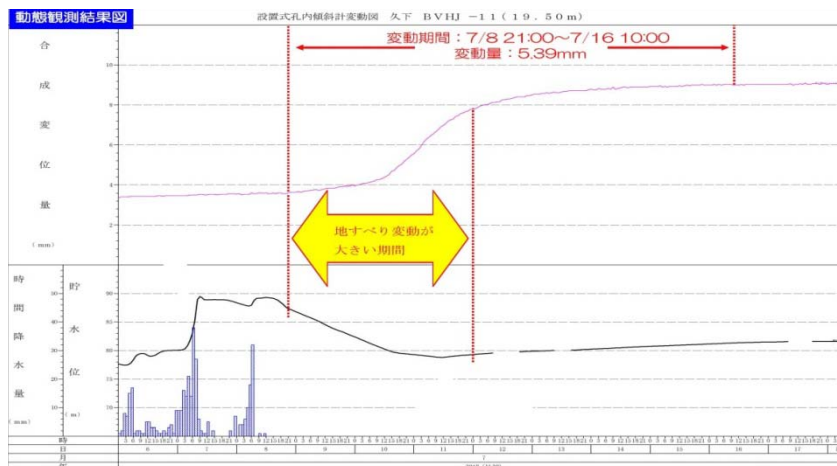


図8 降雨、貯水位、地すべり変動量の相関図

2) 地すべり対策工の検討

久下地区には住居があるため計画安全率を1.15に設定して対策工を検討した。

対策工の選定について、施工性、工期、施工後の安全性、環境負荷の面から地下水排除工及びアンカー工（図9、図10）とした。

施工完了時期については、今年の出水期までに斜面の安定性を確保（安全率1.0）することを目標とした。

現在、現場では地下水排除工の施工が完了し、安全率1.0を確保できた。今後はアンカー工の施工を行っていく予定である。

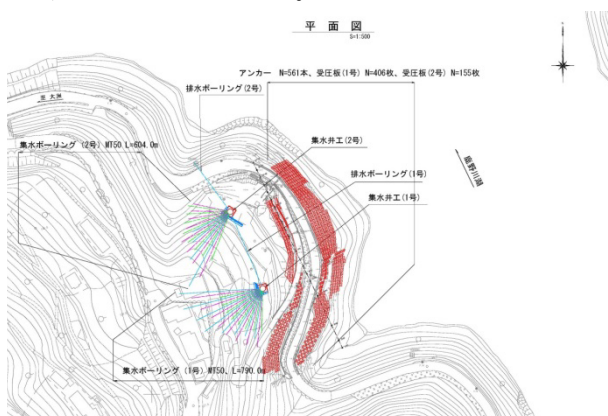


図9 地すべり対策工図案 平面

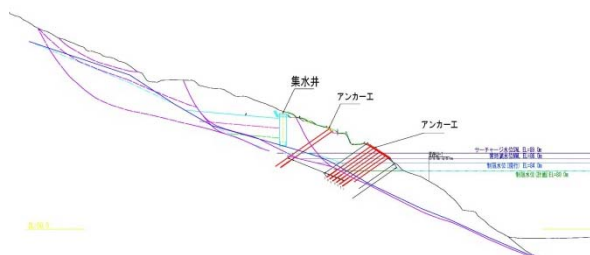


図10 地すべり対策工図案 断面

5. 考察

今回の地すべり対応においては、事前に管理基準を作成しており、初動対応段階で関係機関や業者との情報共有、協議が円滑に行えたため、スムーズな事後対応への移行、地すべり災害による影響の軽減につながれたと考える。

一方で、この事例により今後の課題としてあげられる項目が2つある。

1つ目は、地すべり災害対応体制の解除のタイミングである。体制解除については、多種多様な状況が想定されることから基準を定めることが難しいが、それ故、必要の無い体制の長期化が発生する可能性がある。今回の事例のように自主避難者が存在する場合などは、体制の長期化による関係者の負担増大が考えられることから、具体的な体制解除基準が必要だと考えられる。

2つ目は、事務所内の地すべり災害対応体制の計画である。現在、鹿野川ダム湖周辺での地すべり災害は山鳥坂ダム工事事務所の防災計画に入っておらず、対応する人員は、地すべり調査担当ラインでの作業となっている。地すべり活動が活発なときなどは24時間監視が必要になるなど個人にかかる負担が大きいため、人員配置計画を検討しておく必要がある。

今後は、上記課題点の改善について検討を行い、適切な地すべり対応に努めたい。