

鹿野川ダムにおける 貯水池地すべり対策の検討と施工

山鳥坂ダム工事事務所 工務課 竹谷 貢太
山鳥坂ダム工事事務所 工務課長 新川 和之
四国地方整備局 道路部 道路管理課 西山 雄祐

鹿野川ダムでは、初期湛水時から地滑り変動が確認されていた。また、平成30年7月豪雨を受け久下地区において顕著な地すべり変動が観測された。久下地区では人家や生活道(市道)があり、早急な地すべり対策が求められている。本論文では地すべり対策の検討及び工事の施工内容を報告する。

キーワード 地すべり、集水井、アンカー

1. はじめに

鹿野川ダム(以下、本ダム)は、愛媛県西南部を流れる一級河川・肱川の河口から上流約41kmに位置する重力式コンクリートダムであり、令和2年で管理開始から61年となった。本ダムの改造事業は、平成18年度に工事着手し、洪水調整機能の増強、河川環境の改善を目的とした施設改造が実施され、令和元年6月に完了した。

本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。

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等で久下地区において顕著な地すべりが確認された。本論文では、地すべりへの対策の検討及び地すべり対策工事の概要について記述する。

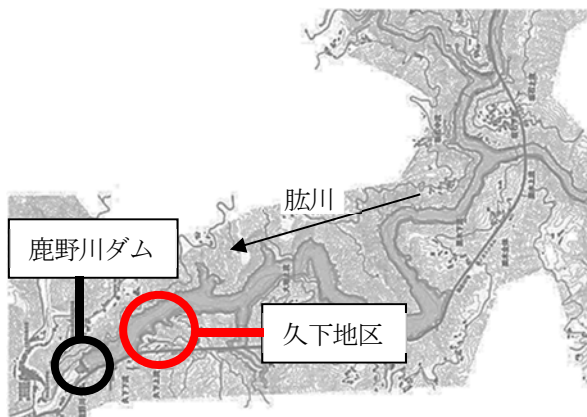


図-1 鹿野川ダム貯水池図 (ダムと久下地区の位置関係)

2. 平成30年7月豪雨時の状況

平成30年7月豪雨の鹿野川ダム地点の降水量は、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。本ダムでは、管理開始以降初めてサーチャージ水位(EL89.00m)を超過する水位(EL89.63m)まで洪水を貯留し、最大流入量(3800m³/s)、最大放流量(3742m³/s)はいずれも観測史上最大である。

3. 久下地区地すべりの現状と課題

久下地区は平成7年に地すべりが確認されて以降、孔内傾斜計観測による地すべり変動の観測を行っている。平成28年度からは設置式の孔内傾斜計を2箇所設置し、



図-2 久下地区の地すべりブロック

1時間毎の観測結果をインターネット経由でリアルタイム閲覧が可能な体制を取っている。平成30年7月豪雨により顕著な地すべりが確認された久下地区のL-2-2②、L-2-2③ブロックは、それぞれ約13万m³、約5万m³の中規模の地すべりブロックとなっている(図-2)。これらのブロックには、保全対象として人家が2軒、う回路のある地方道があることから、計画安全率1.15とした。なお、対策工の検討にあたっては、鹿野川ダム改造事業により貯水位の変動域が大きくなることも考慮した。

4. 久下地区における地すべり対策の検討

久下地区における地すべり対策の保全対象は、人家2軒及び地方道(久下大屋敷線)である。降雨時に変動が微量ながらも加速すること、対策規模が大きいことから、地下水排除工(集水井工等)による地下水位低下効果を見込み、不足する抑止力に対して、抑止工(アンカー工および杭工)または抑制工(排土工)を計画する。この場合、抑制工(排土工)が有力な候補の一つになることが考えられるが、別途、背後ブロックの安定性評価が必要と考えられ、早急な対策が必要となることから集水井設置後、アンカーを施工することとした。

4-1. 集水井

集水井工の設置は、通常地すべりブロック中央部の地下水位が高い位置に計画し、集水ボーリング工によって、地すべり頭部付近の地下水低下が見込める位置に計画することが望ましい。当該地すべりブロックは、地すべり中腹～末端部は県道および貯水池となり、地すべり頭部付近に民家が位置するため、これらの民家や県道を避けた位置に配置せざるを得ない。したがって、当該地すべりブロックにおいては、中腹の市道～頭部の民家までの間に配置し、地すべり頭部付近の地下水位を排除可能な位

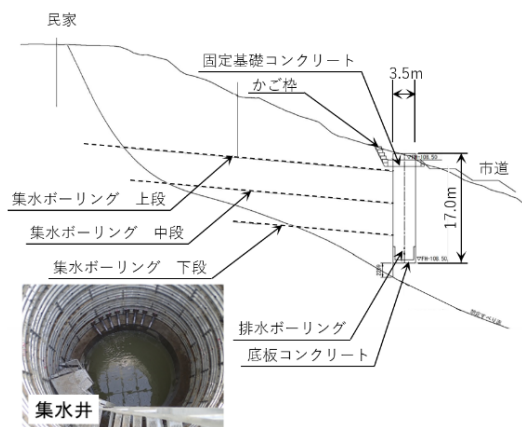


図-3 集水井の設置

置を選定することとし、下記の選定条件を考え集水井を2基設置することとした(図-3)。

- ・集水井は市道から搬入路を構築しアクセス可能な位置に計画する。
- ・集水井の孔底をすべり面より2m 浅く設定、かつ、井底をサーチャージ水位以浅(EL=89m)に設定する。
- ・集水井間は約50m の離隔を確保する。
- ・排水ボーリングの流末は、グラウンドアンカーとの干渉しないよう設置。

4.2. アンカー工

(1)アンカーの設計

久下地区の地すべりに対し安定解析を行った後、必要抑止力の算定を実施する。アンカー工は、すべり方向となるHGJ-5 測線方向に打設することを基本とするが、SP10測線より上流の斜面方向が変わり、アンカーが干渉するため、HGJ-5 測線方向に平行なアンカーを配置することが難しい(図-4)。このため、法面の向きと受圧板のアンカー設置許容角度を考慮して、SP10 測線より上流の法面のアンカー工は、HGJ-5 測線方向から時計回りに15度回転した方向に打設することとした。なお、アンカーの施工段数は最低段数を9段を基本として必要段数を配置検討した。

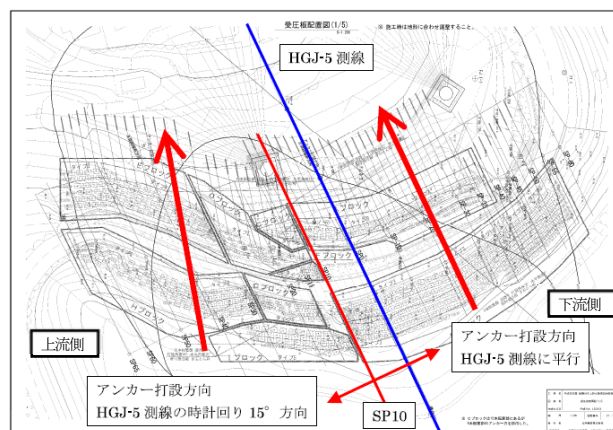


図-4 アンカー施工角度

アンカー工法について、グラウンドアンカー工を仮設構造物以外の一般的な構造物(恒久的な構造物)として計画する場合、グラウンドアンカー材料は二重防食を原則とする。当該箇所のアンカー工設置法面は、切土により設置面の凹凸はなく、アンカー自由長の長さを事前に決定できるため、工場加工したアンカー tendon を使用することができる。このため、アンカー工法は工場加工に対応できる工法から選出するものとした。また、アンカー緊張力に耐えるだけの反力構造物(受圧板)を切土法面

に設置することが必要となる。受圧板の設計にあたっては、アンカーの目的、規模や斜面の状況、施工環境を十分考慮して設計する必要がある。久下地区の地すべり対策は地方道に隣接するなどの施工環境の条件や緊急性を要する工事であることから施工性の考慮も必要となる。

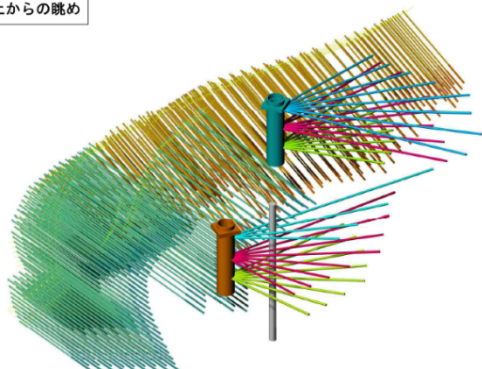
表-1 施工方法一覧表

	名称	特徴
グラウンドアンカー	SEEEグラウンド アンカー工法	・工場加工品 ・多重PC鋼より線
受圧板	プレキャスト 独立板、 独立板(鋼製)	・工期が短い

上記の内容から久下地区におけるアンカー工の施工方法について下表にまとめた(表-1)。

なお、本地すべり対策は537本のアンカーを打ち込む必要があり、地盤内で交錯する可能性があった。また、アンカー工を施工する前に2基の集水井も設置済みであることから集水井への影響も考慮する必要があり慎重な施工が求められる。このことについては3次元モデルを作成し、アンカー工の交差を確認し、交差・干渉する箇所の調整、アンカー打設角度の変更を検討した。(図-5)

右斜め後方上からの眺め



真上からの眺め

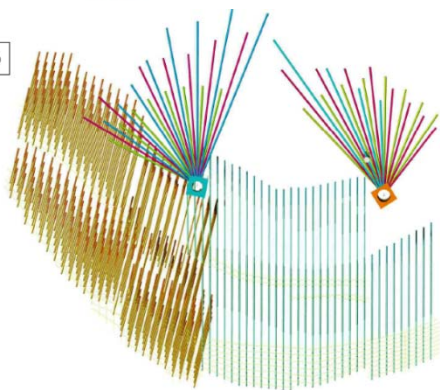


図-5 アンカー施工角度

(2)自然公園への配慮

鹿野川ダムは人造湖を中心とした自然景観と、各種の橋の美観を保全することを目的として、肱川県立自然公園指定されており、久下地区にあるアンカー施工箇所も

指定公園内に位置している。そのため愛媛県へ「自然公園特別地域内工作物新築に伴う協議」を実施した。協議の中で周囲との景観への調和を目的に受圧板を着色(茶色)して施工することとなった(写真-1)。



写真-1 着色受圧板

(3)受圧板の設置について

アンカー537本のうち、市道からダム湖寄りの384本については、本ダムの河川区域である湛水池に施工する設計になっている。このため、出水期にはダム湖が満水になる可能性があることを考慮し、設置アンカー537本のうちサーチャージ水位(EL.89.0m)以上は鋼製受圧板(SEEE-KIT受圧板)、それ以下の部分については、プレキャストコンクリート受圧板(ESCON受圧板)を使用することとした(図-6)。これは鋼製受圧板が常時ダム湖の水に浸かっている状態になると、機能劣化を助長させる要因となるためである。

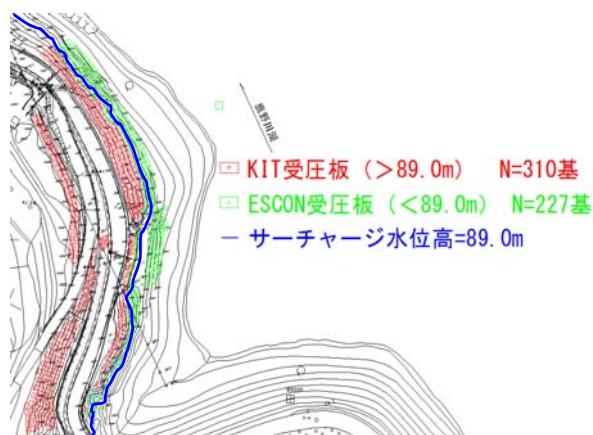


図-6 平面図

なお、鋼製受圧板は、プレキャストコンクリート受圧板と比較すると、一基当たりの材料単価は少し割高になるが単位重量が非常に軽く施工しやすいため、鋼製受圧板の施工については承諾にて行っている(表-2)。

本工事施工箇所は上空に無数の電線が通っており受圧板を設置する際には電線の上を越えて運ぶ必要があった。電線には保護シートを付けた上で電線を傷つけないよう

表-2 受圧板比較表

	工場	一枚当たりの重量
鋼製受圧板 KIT	山口県山口市	350kg
プレキャスト受圧板 ESCON	福島県須賀川市	1,500kg



写真-2 現場状況

慎重に施工を行った(写真-2)。

鋼製受圧板を設置する箇所はダム湖内であり、非出水期の施工とは言え、降雨の状況によっては足場等が水没する危険もあった(写真-3)。また、下流ではその他の災害復旧工事も施工しており、下段施工の際には、ダム湖の水位上昇に細心の注意を払って施工する必要があった。このような条件を踏まえ、ダム管理側と綿密に連絡を取り合い、可能な範囲で放流量を調節することによって工期内に施工を完了させることが出来た。

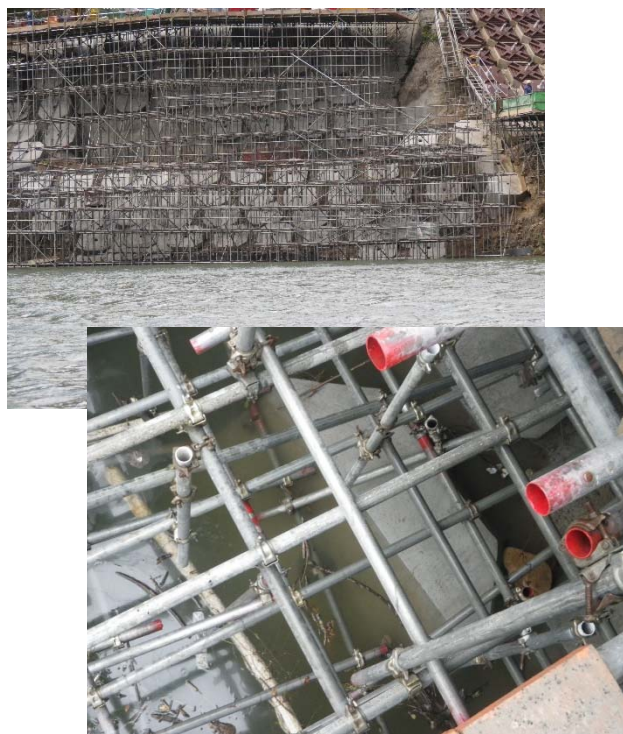


写真-3 足場水没状況

市道上部斜面のアンカー工事については、別途工事にて令和2年度で完了する予定としており、これにより久下地区の地すべりに対する安全性が確保されることとなる。

6. 地元への配慮

鹿野川ダム湖畔は、日本有数のオシドリ飛来地として知られており、冬が近づくと例年、たくさんのオシダリの群れが鹿野川湖にやってきます。また、サクラの名所として知られており、春には満開のサクラが貯水池に映えます。本工事施工場所も桜の木が植えている箇所ので伐採する必要がありました。

地元への配慮として、工事の施工にあたり伐採した桜の木を薪にして無料配布を行いました。また、新たなさくら名所となるよう令和2年3月に桜の木を植樹しました(写真-4)。

7. 謝辞

本工事は大洲市道を通行止めにし、住民のみなさまの協力があって施工を進めることができました。この場を借りて感謝の意を表します。ありがとうございました。また、本論文を執筆するに当たって、応用地質(株)、青葉工業(株)のみなさまから助言や資料提供していただきましたことについても感謝致します。



写真-4 伐採木存置状況及び植樹時の集合写真