

地すべり地における砂防堰堤のための地質調査事例

中央開発株式会社 ○片山 翔, 神崎 裕, 田邊 裕明

1. はじめに

土木構造物施工時においては、調査段階で確認されている地質リスクとなる地質状況に対する検討が不十分なために施工に大きな影響を及ぼす可能性がある。そのため、調査段階において設計上の安全側を考慮した検討を行うことが重要である。

本事例の対象は、砂防堰堤新設のための地質調査である。計画地に地すべり地形が存在するとされていることから、当初より設計施工への影響が懸念されており、調査の結果、地すべりにより埋積した河床堆積物の可能性がある礫層が確認された。調査結果を考慮すると、地すべりが存在する可能性は低いと想定されたが、設計上の安全側を考慮し、地すべりを仮定した検討を行い、設計施工への影響を評価した。

2. 地形地質概要

調査地は、丘陵地帯の末端部に位置し、北部には一級河川が西方向に流下する。地質は、新第三紀の礫岩を挟むシルト岩が主に分布する。堰堤計画地は向斜軸部に位置し、地層の走向は向斜軸延長方向と一致する。また、左岸側には地すべり地形が存在するとされ、堰堤左岸袖部は上記地すべり地形の末端部に位置する。

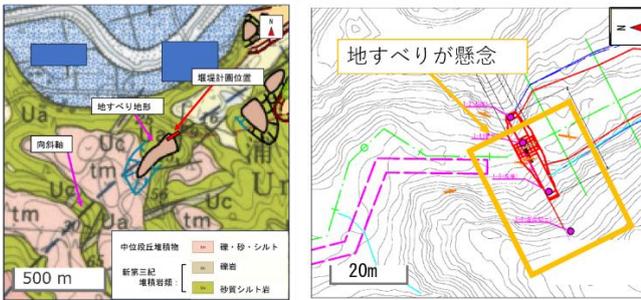


図-1 調査地域の地質図¹⁾、調査位置図

3. ボーリング調査結果

調査地には新第三紀のシルト岩が主に分布し、左岸側斜面は段丘堆積物が被覆する。シルト岩は左岸側で流れ盤構造、右岸側で受盤構造をなす。また、地すべりが懸念される左岸側では、現河床と同標高付近にシルト岩に挟む礫層が確認された。この礫層については以下の2つの可能性が想定される(表-1)。

- ①：シルト岩に挟む礫岩層
- ②：地すべりにより埋積した旧河床堆積物

上記の礫層を除き、シルト岩中に地すべり性の破碎等は認められないため、②のような地すべりが存在する可能性は低い。しかし、①礫岩とした場合も、シルト岩と不整合で接していることや、連続性が不明である点を考慮すると、堰堤計画地向斜軸部に位置するため、地質構造的に不自然ではないが、根拠に乏しい。

そのため、今回は設計上の安全側を考慮し、地すべりが存在すると仮定し、安定性について検討することとした。

4. 崩壊形状の設定

地すべりが存在すると仮定した場合の安定性について検討するため、机上検討、調査結果より、以下の2つの崩壊形状を推定した(図-2)。なお、どちらも直線的な滑動を示す岩盤すべりである

①大規模すべり：防災科研の地すべり地形分布図²⁾より設定した。岩盤すべりとしてはすべり面角度が緩く、コアにも破碎は認められないことから、実際にこのような地すべりが存在するとは考えにくい。

②末端部すべり：地形ボーリングコアに地すべり性の破碎は認められず、地形にも表れていないため、こちらも実際に存在するかどうかは不明である。

表-1 想定される地質状況

項目	① 礫層をシルト岩に挟む礫岩層とする場合	② 礫層を埋積した旧河床堆積物とする場合(地すべりがあるとする場合)																																						
地質状況	・層厚1.65m程度でシルト岩に挟む。 ・受盤構造を呈し、シルト岩の傾斜方向と斜交する。向斜軸付近のため、傾斜方向がばらばらしている可能性がある。	・礫層の上にシルト岩(崩壊ブロック)が乗りあげるように分布する。 ・斜面末端部はやや孕み出すような地形状況だが、地すべり性の変状は認められない。 また、ボーリングコアに破碎、スリッケンサイドは認められない。																																						
調査・検討結果	・1-3孔で確認された玉石と、礫岩及び中位堆積物含まれる礫の比較をしたが、玉石混り土砂が礫岩であると断定はできなかった。	・地表地質踏査においては地すべり性の変状等は確認されなかった。 ・ボーリングコアには脆弱部いくつか存在するものの、地すべりを示すような状況は認められない																																						
地質断面図	<table border="1"> <thead> <tr> <th>地質年代</th> <th>地層名</th> <th>凡例</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">第四紀</td> <td>河床堆積物</td> <td>rd</td> </tr> <tr> <td>段丘堆積物</td> <td>dt</td> </tr> <tr> <td>段丘堆積物</td> <td>Tr</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">新第三紀 新鮮世</td> <td>強風化シルト岩</td> <td>w1-Silt</td> </tr> <tr> <td>風化シルト岩</td> <td>w2-Silt</td> </tr> <tr> <td>シルト岩</td> <td>Silt</td> </tr> <tr> <td>礫岩</td> <td>Gg</td> </tr> </tbody> </table>	地質年代	地層名	凡例	第四紀	河床堆積物	rd	段丘堆積物	dt	段丘堆積物	Tr	新第三紀 新鮮世	強風化シルト岩	w1-Silt	風化シルト岩	w2-Silt	シルト岩	Silt	礫岩	Gg	<table border="1"> <thead> <tr> <th>地質年代</th> <th>地層名</th> <th>凡例</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">第四紀</td> <td>河床堆積物</td> <td>rd</td> </tr> <tr> <td>段丘堆積物</td> <td>dt</td> </tr> <tr> <td>段丘堆積物</td> <td>Tr</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">新第三紀 新鮮世</td> <td>強風化シルト岩</td> <td>w1-Silt</td> </tr> <tr> <td>風化シルト岩</td> <td>w2-Silt</td> </tr> <tr> <td>シルト岩</td> <td>Silt</td> </tr> <tr> <td>礫岩</td> <td>Gg</td> </tr> </tbody> </table>	地質年代	地層名	凡例	第四紀	河床堆積物	rd	段丘堆積物	dt	段丘堆積物	Tr	新第三紀 新鮮世	強風化シルト岩	w1-Silt	風化シルト岩	w2-Silt	シルト岩	Silt	礫岩	Gg
地質年代	地層名	凡例																																						
第四紀	河床堆積物	rd																																						
	段丘堆積物	dt																																						
	段丘堆積物	Tr																																						
新第三紀 新鮮世	強風化シルト岩	w1-Silt																																						
	風化シルト岩	w2-Silt																																						
	シルト岩	Silt																																						
	礫岩	Gg																																						
地質年代	地層名	凡例																																						
第四紀	河床堆積物	rd																																						
	段丘堆積物	dt																																						
	段丘堆積物	Tr																																						
新第三紀 新鮮世	強風化シルト岩	w1-Silt																																						
	風化シルト岩	w2-Silt																																						
	シルト岩	Silt																																						
	礫岩	Gg																																						
評価	・地質状況としては不自然ではないが、礫岩と断定する根拠に乏しい	・地質断面図のように、旧河道を埋積するような地すべりが存在すると可能性は低い																																						

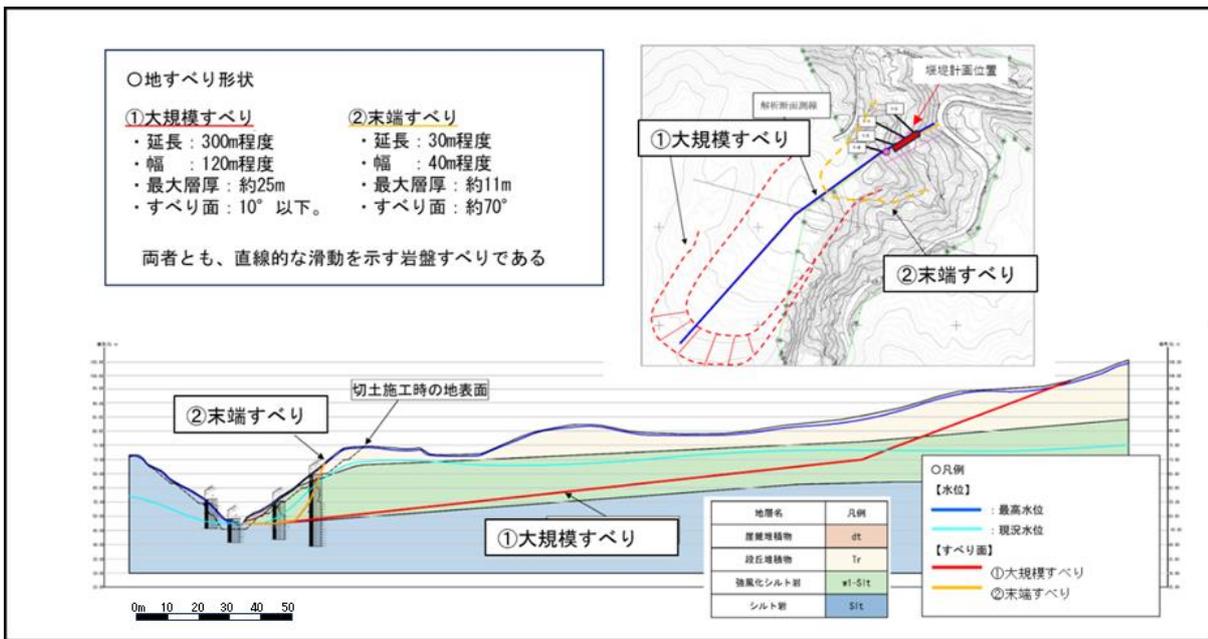


図-2 推定した地すべり形状と安定解析断面

5. 斜面安定解析

施工時の斜面の安定性評価のため、図-2に示した、①大規模すべり、②末端すべりについて、現況及び切土施工時の安全率を計算した。解析に用いた各緒言の設定根拠は以下のとおりである。

①地層区分：機械ボーリング結果より設定した。なお、調査結果が末端部しかないこと、切土施工時の応力開放、スレーキングを考慮し、想定すべり面より上位の岩盤層はすべて強風化シルト岩とした。

②地下水位条件：安全側を考慮し、地表付近の水位とした。

③地盤定数：地層毎にN値より設定。強風化シルト岩については粘性土相当で設定した。

④切土勾配：ボーリング調査結果を考慮し、軟岩の標準勾配である1:1.2³⁾の勾配とした。

安定解析結果を表-2に示す。

安定解析の結果、①、②ともに現況安全率と施工時安全率ともに $F_s=1.200$ を大きく上回る結果となった。また、①については現況、施工後安全率がほとんど変化せず、②では施工後安全率の方が高い結果となった

表-2 斜面安定解析結果

対象	ケース	安全率 F_s	差分
①大規模すべり	現況	1.600	0.009
	切土施工後	1.609	
②末端すべり	現況	1.411	0.247
	切土施工後	1.647	

※ (施工後安全率-施工前安全率)

6. 地すべりを仮定した場合の安定性評価

地表地質踏査では、地すべりを示唆するような変状は認められず、地すべりを仮定した場合の斜面安定解析では、十分安全側を考慮した諸元でも、現状、施工時に十分安定している結果となった。上記より、地すべりが仮に存在したとしても施工時に不安定化する可能性は低いと言える。ただし、対象斜面が流れ盤構造をなし、スレーキング特性を持つことを考慮すると、施工時の表層崩壊が懸念されるため、施工の際は、吹付工等の法面保護工を併用し、逆巻きで施工していくことが望ましい。また、左岸側のボーリング孔は孔内傾斜計観測孔仕上げとしているため、施工時の動態観測による安定性の検討も可能である。

7. まとめ

本業務では、調査で確認された礫層に対して、設計上の安全側を考慮し、地すべりと仮定した場合の調査解析を実施し、施工時の影響について評価した。本事例のように、地すべりの有無が不明確な場合や、対象構造物に対して、想定される地すべりが大規模である場合は、事業費等の兼ね合いから、広域的な地すべり調査を実施することは難しい。そのため、今回のように簡易的に地すべりの安定性を評価するのも有効であると考えられる。

《引用・参考文献》

- 産業技術総合研究所 (1994) (に加筆) : 5万分の1 地質図幅「高田東部」。
- 防災科学技術研究所 (2015) : 1:50000 地すべり地形分布図。
- 日本道路協会 (2009) : 道路土工-切土工・斜面安定工指針, pp397-403。