

令和5年度
災害関連緊急地すべり対策事業
阿賀花立地区について

NPO法人 新潟県地すべり防止工事士会 下越支部研修会

令和6年5月23日
(株)村尾技建 技術部 松永 京子



<目次>

1. はじめに
2. 発災直後からの対応の流れ
3. 地形・地質概要
4. 航空測量データの活用
5. ボーリング調査結果
6. 地すべり観測結果
7. 機構解析
8. 対策工選定と詳細設計
9. おわりに



1. はじめに

1-2. 地すべりの概要

地すべり発生範囲

音無川

4月11日 午後6時
1世帯1人に避難指示発令

地すべり滑動状況 (4月11日撮影UAV斜め写真、津川地区振興事務所提供)

MURAO GIKEN

4

1. はじめに

1-2. 地すべりの概要

地すべり発生範囲

音無川

4月11日 午後6時
1世帯1人に避難指示発令

地すべり滑動状況 (4月12日撮影UAV簡易オルソ画像)

MURAO GIKEN

5

2. 発災直後から対応の流れ

表 1. 災害申請と対応の時系列 (1/3)

日時	業務対応	備考
2023/4/11(火) 15:30頃	<ul style="list-style-type: none"> 災害要請 津川地区振興事務所へ電話連絡、状況確認。 	
19:00頃	<ul style="list-style-type: none"> 監督員より、砂防課との協議の結果、【災害関連緊急地すべり対策事業】として申請することとなったとの連絡あり。 	
2023/4/12(水)	<ul style="list-style-type: none"> 津川地区振興事務所にて打合せ後、現地踏査を実施。 踏査後、発注者→阿賀町→砂防課へ状況報告(同行)。 帰社後、部署内で今後の対応を協議。 ↓ 応急対策として、横Bor工(3孔)、沢の仮回しを提案。 遠隔監視が可能な地表伸縮計とカメラを設置する。 <p>※伸縮計の設置が週末をまたぐため、一時的に抜き板観測により地すべりの状況を監視する。</p>	

6

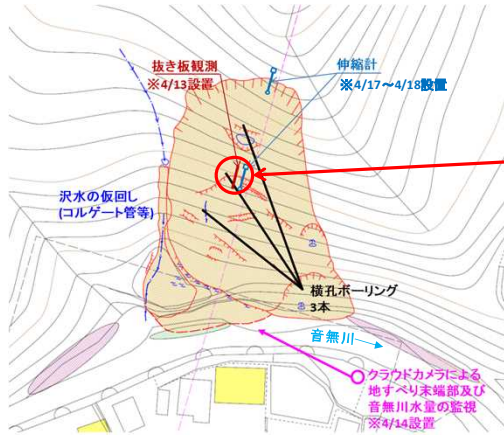


応急対策工等平面図



7

阿賀花立地区 抜き板設置状況

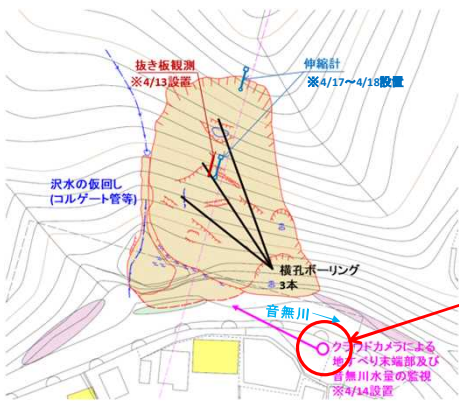


4月13日(木)設置完了
4/13(木)~4/17(月)地表伸縮計設置まで観測

※災関申請資料より抜粋



阿賀花立地区 監視カメラ、通信基地設置状況



監視カメラ、通信基地
設置予定箇所
(4月13日、着手前)



監視カメラ等設置状況
(4月14日、設置完了)



監視カメラ撮影画像①



監視カメラ撮影画像②



監視カメラ撮影画像③

※災関申請資料より抜粋、クラウドカメラより撮影した画像を追加



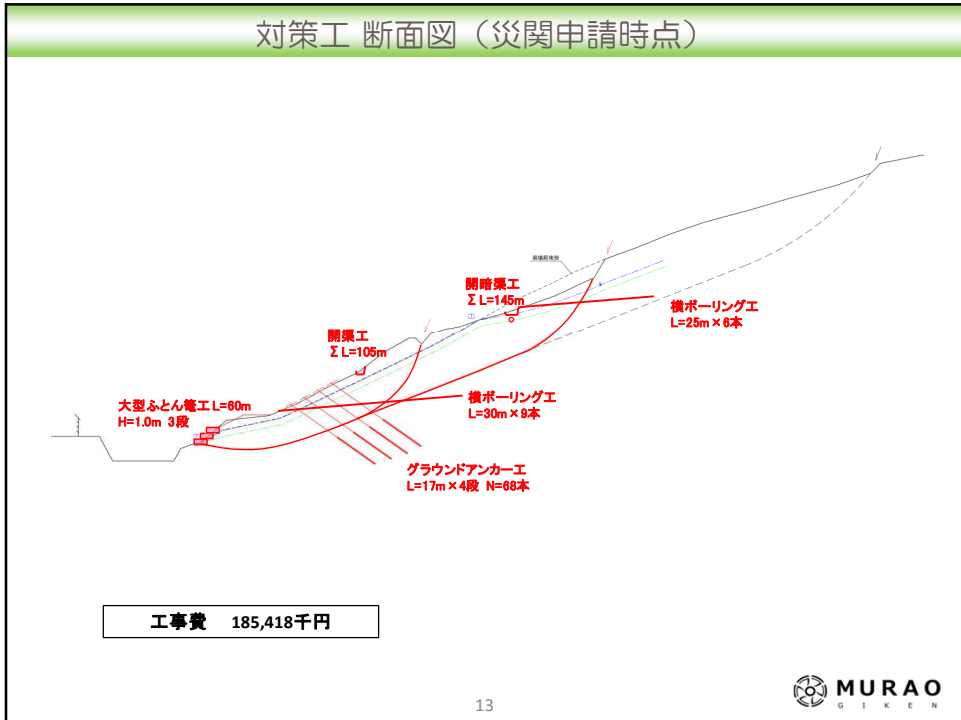
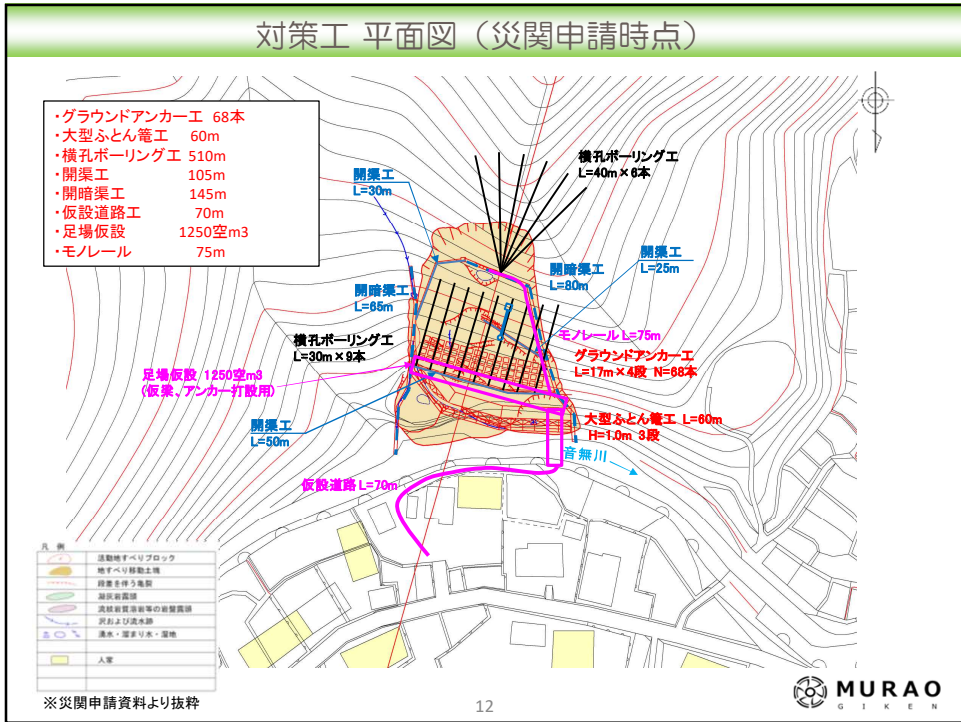


2. 発災直後から対応の流れ

表 2. 災害申請と対応の時系列 (2/3)

日時	業務対応	現地対応	備考
2023/4/13(木)	<ul style="list-style-type: none"> 踏査結果を提出。 申請書類作成に必要な各種データを収集。 	<ul style="list-style-type: none"> 抜き板設置、初回計測 	
2023/4/14(金) ～4/17(月)	<ul style="list-style-type: none"> 申請書類作成・提出、砂防課での打合せ協議や電話での協議を行いながら申請に向け繰り返し修正を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 抜き板観測(4/14～4/17) クラウドカメラ設置(4/14) 地表伸縮計No.2設置(4/17) 応急横Bor工施工(～4/26) 	4/17(月) 災害申請事前協議(砂防課→国土交通省保全課)
2023/4/18(火) ～4/24(月)	<ul style="list-style-type: none"> 申請書類の提出、修正を何度か繰り返す。 	<ul style="list-style-type: none"> 地表伸縮計No.1設置(4/18) 	4/24(月) 本申請
2023/4/25(火)	<ul style="list-style-type: none"> 申請書類(本申請資料)提出完了。 	<ul style="list-style-type: none"> 地表伸縮計観測、クラウドカメラによる監視。 住民避難完了、自宅へ戻る。 	4/26(水) 財務省申請

11



2. 発災直後から対応の流れ

表3. 災害申請と対応の時系列 (3/3)

期間	業務対応	現地対応	備考
5月～6月	<ul style="list-style-type: none"> 測量手法の提案(UAV) 既存LPデータの取得・解析 現地作業計画の立案 	<ul style="list-style-type: none"> 地表伸縮計観測を継続。 クラウドカメラは6/12撤去。 	
6月末～8月下旬	<ul style="list-style-type: none"> ボーリングコア観察、柱状図・断面図のとりまとめ 区域申請資料作成 	<ul style="list-style-type: none"> モノレール設置・撤去 ボーリング調査 地すべり観測(地表伸縮計・歪・地下水位) 	
8月下旬～12月頭	<ul style="list-style-type: none"> 工法協議資料作成(11/2初回～12/1修正) 区域申請資料提出 	<ul style="list-style-type: none"> 地すべり観測(地表伸縮計・歪・地下水位) 	12/7 工法協議完了
12月～3月	<ul style="list-style-type: none"> 対策工詳細設計 	<ul style="list-style-type: none"> 地すべり観測(地中伸縮計・歪・地下水位) ※積雪のを考慮し、地表伸縮計→地中伸縮計に切り替えて観測。	観測結果を反映した条件見直し

14



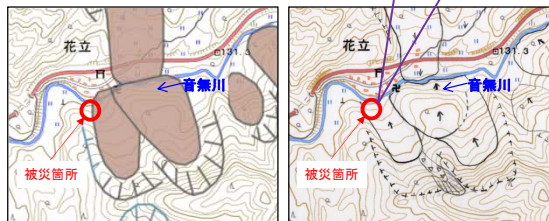
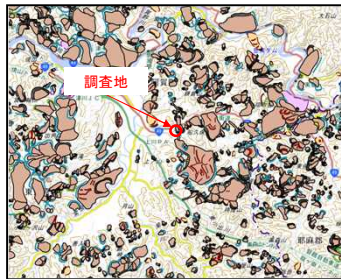
3. 地形・地質概要

3-1. 地形・地質概要

- 地すべり斜面カルテや地すべり地形分布図にてより大きな地すべり地形が確認されており、今回の滑動ブロックはその末端部に当たる。
- 現在、地すべり防止区域等の指定がかかっていない範囲である。



図3. 地すべり斜面カルテ 381.05 「花立」(平成11年3月)より抜粋



防災科研「地すべり地形分布図」より抜粋 左図および空中写真等からの予察スケッチ

図4. 地すべり地形分布図(防災科学技術研究所)より抜粋・加筆

今回滑動した地すべりブロックは背後のより大きな地すべり地形の末端に当たる。頭部土工等の形状によっては背後の地すべりが不安定化するおそれがあるため、工法選定時には考慮する必要がある。

15



3. 地形・地質概要

3-1. 地形・地質

- 被災箇所周辺には新第三紀の流紋岩質火山碎屑岩(M1v)が分布している(いわゆる“グリーンタブ”)。
- 図5より被災箇所東側の斜面には複数の地すべり地形が認められ、これらの範囲の地質は概ね一様である。

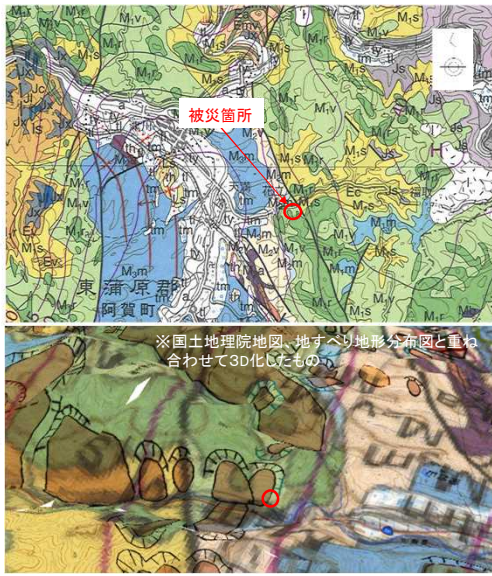
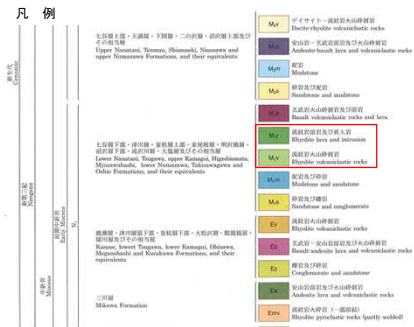
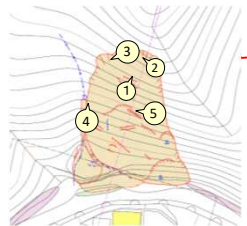


図5. 調査地周辺の地質図『20万分の1地質図幅「新潟」(第2版)』(産業技術総合研究所発行)より抜粋・加筆

3. 地形・地質概要

3-2. 現地状況



①地すべりブロック頭部の状況(遠景)



②地すべりブロック頭部滑落崖の状況



③地すべりブロック頭部より右側方崖の状況
崩壊に伴う倒木が観察される。
崩積土内には最大径1.5m程度の岩塊を含む。



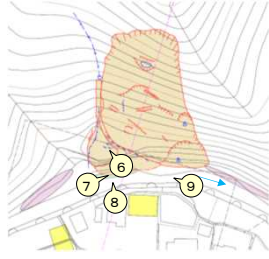
④地すべりブロック右側部沢の溜まり
土塊によって沢が堰き止められ、
水溜まりとなっている。



⑤地すべりブロック中段の盛り上がり
二次ブロックの滑動が想定される。

2. 地形・地質概要

3-2. 現地状況



⑥地すべり土塊の押し出し状況



⑦地すべりブロック末端部
緑灰色の火山砕屑岩が観察される。



⑧地すべりブロック右側部 末端の状況



⑨地すべり土塊と保全対象の位置関係

4. 航空測量データの活用

4-1. 使用した測量成果

表 4. 本業務で使用した航空レーザ測量データ

計測時期	本業務での略称	対象業務の概要と本業務での活用方法
2020/10/16	R2年度LP	業務件名： 栄山地区空中写真測量業務
		発注者： 国土交通省北陸地方整備局 新潟国道事務所
		計測者： 株式会社ナカノアイシステム
		本業務での利用： ・R5年度測量範囲外の等高線図を広域の地形判読等に利用した。
2021/10/15	R3年度LP	業務件名： 令和3年度 航空レーザ計測及び広葉樹森林資源解析等業務委託
		発注者： 新潟県農林水産部
		計測者： アジア航測株式会社
		本業務での利用： ・赤色立体地図を作成し、崩壊後地形との差分解析に利用した。 ※音無川右岸の地形を確認するため、等高線図はR2年度LPを用いる。
2023/6/14	R5年度崩壊後LP	業務件名： 令和5年度 災関地溪 第0002-00-00-81号
		発注者： 阿賀花立地区災害関連緊急地すべり（治水）測量業務委託 新潟県新潟地域振興局津川地区振興事務所
		計測者： 株式会社大成測量設計事務所
		本業務での利用： ・赤色立体地図を作成し、崩壊前地形との差分解析に利用した。 ・測量平面・断面を用いて安定解析および対策工の検討を行った。

4. 航空測量データの活用

4-2. 赤色立体地図の作成

赤色立体地図とは？
 斜面の勾配や傾斜方向、微細な地形を赤色の濃淡で示し、視覚的に分かりやすく表現した地形図。

DEMデータ
(クラウドデータ)

地形フィルタによる計算

傾斜

地上傾度

地下傾度

画像処理

傾斜の大きいところほど、赤く小さいところ程白い

画像合成

RRIM 赤色立体地図
(Red Relief Image Map)

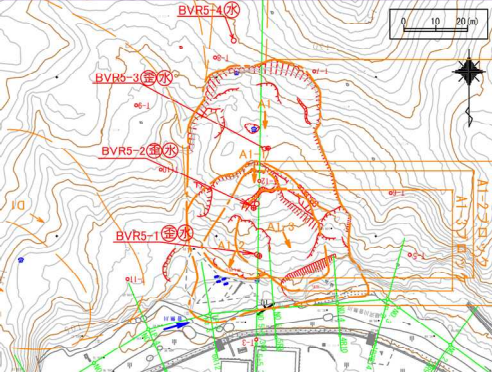
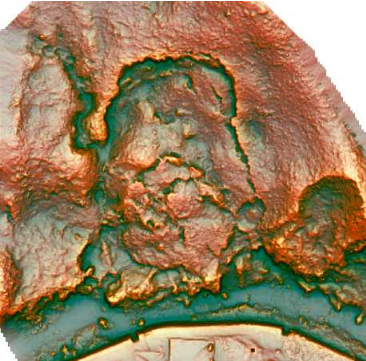




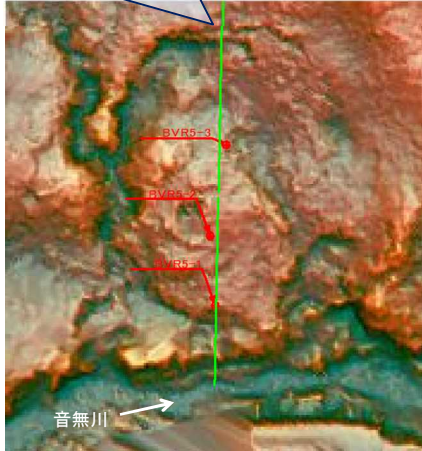
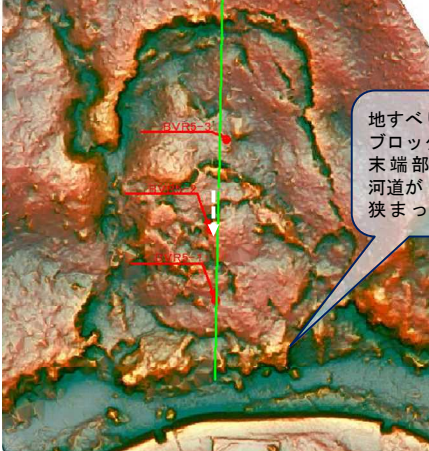
図6. 等高線図(左)と赤色立体地図(右)の比較



4. 航空測量データの活用

4-2. 2 時期のLPデータの比較

頭部にはR3年度LPより段差地形が認められる。





地すべりブロック末端部では河道が狭まっている。

R3年度LPより作成した赤色立体地図(崩壊前)

R5年度崩壊後LPより作成した赤色立体地図

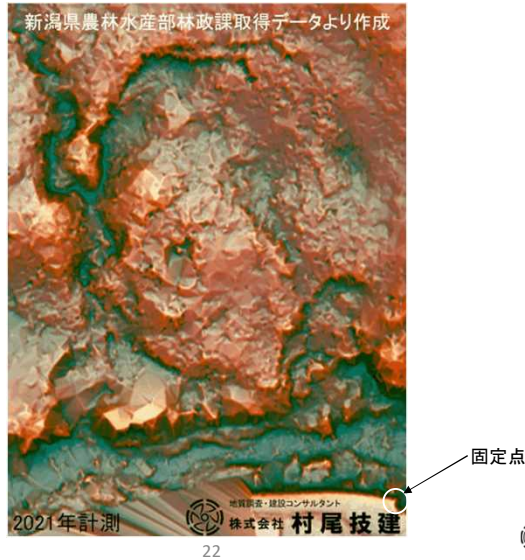
図7. 2 時期の赤色立体地図



4. 航空測量データの活用

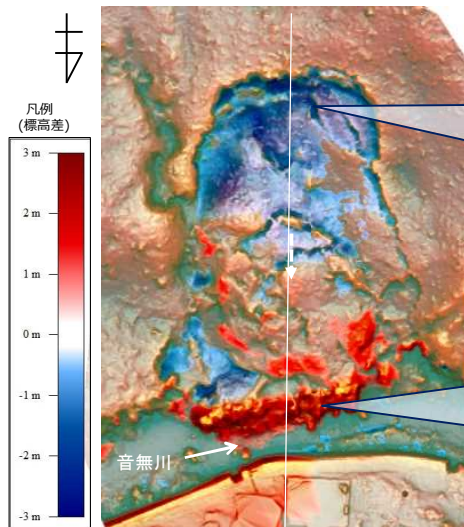
4-2. 2 時期のLPデータの比較

2 時期の画像を漸移させるアニメーションにより、地すべりの動きを表現した。



4. 航空測量データの活用

4-3. 標高差解析



2 時期のグラウンドデータから同一点の標高差を算出、相対的な標高低下・上昇土合を赤色・青色の濃淡で表現した。

地すべりブロックの頭部は
1~2m程度の標高低下

地すべり滑動に伴い地盤が引き延ばされ、相対的に標高が下がった（沈下した）と想定される。

地すべりブロックの末端部は
最大3m程度の標高上昇

崩壊前は流路であった部分に地すべり土塊が押し出し、相対的に標高が上昇したと想定される。

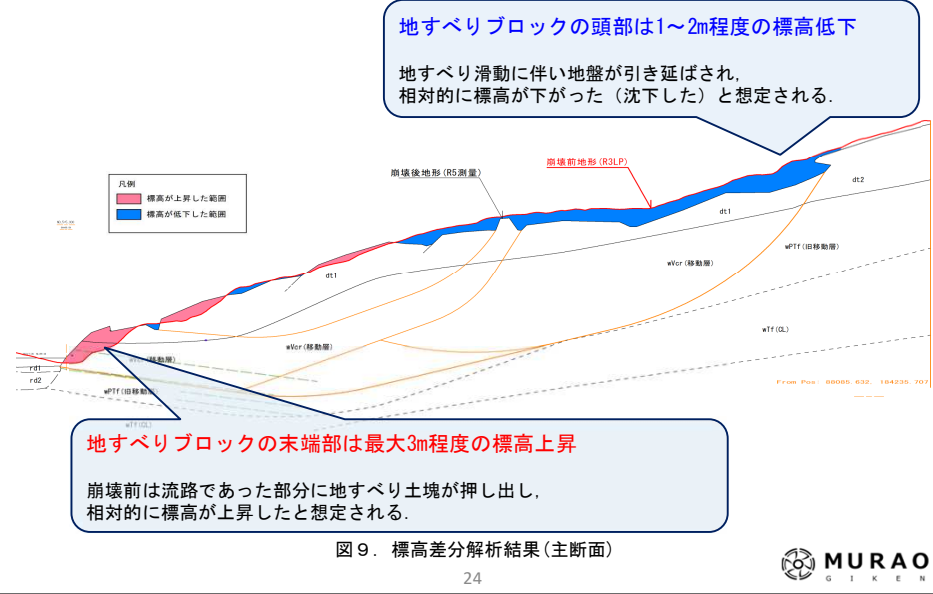
図8. 標高差解析結果(平面)

23

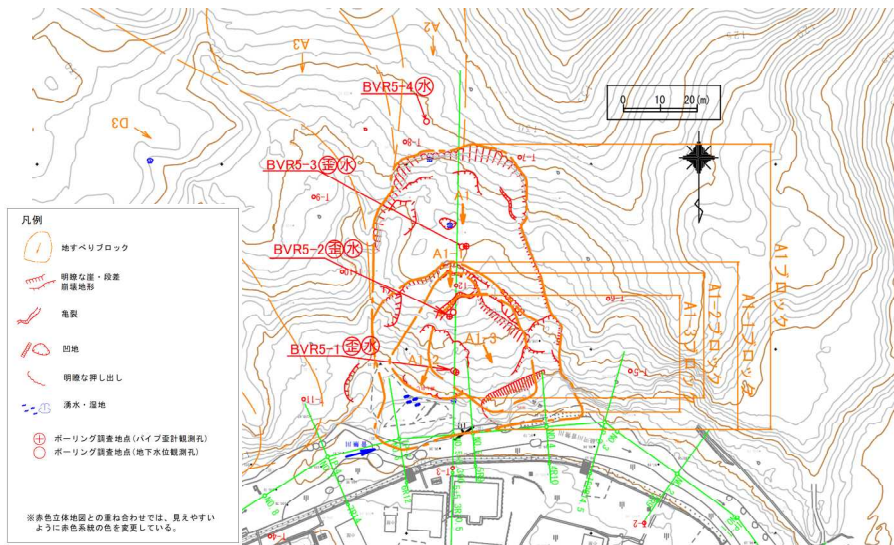
MURAO GIKEN

4. 航空測量データの活用

4-3. 標高差解析



5. ボーリング調査結果



5. ボーリング調査結果



図11. ボーリング調査結果 (BVR5-1孔 : 地すべり末端部)

5. ボーリング調査結果

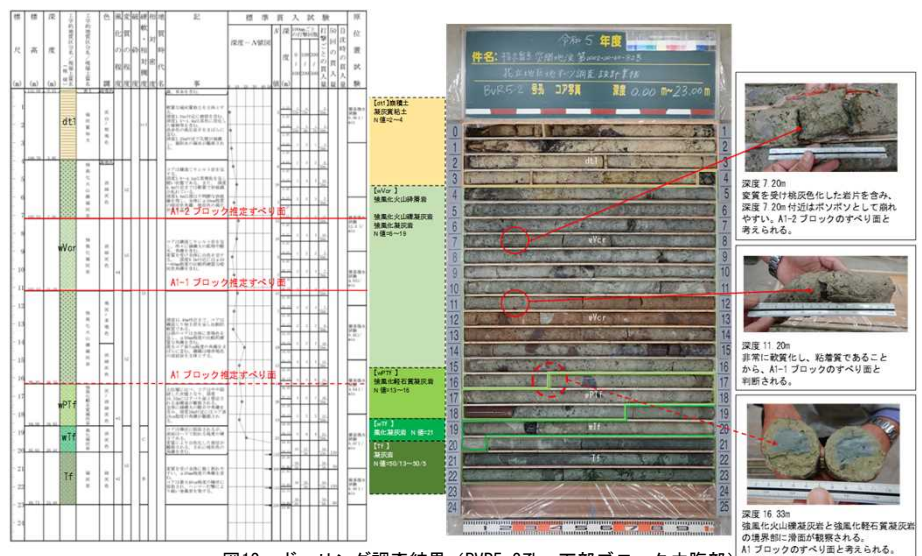


図12. ボーリング調査結果 (BVR5-2孔 : 下部ブロック中腹部)

5. ボーリング調査結果

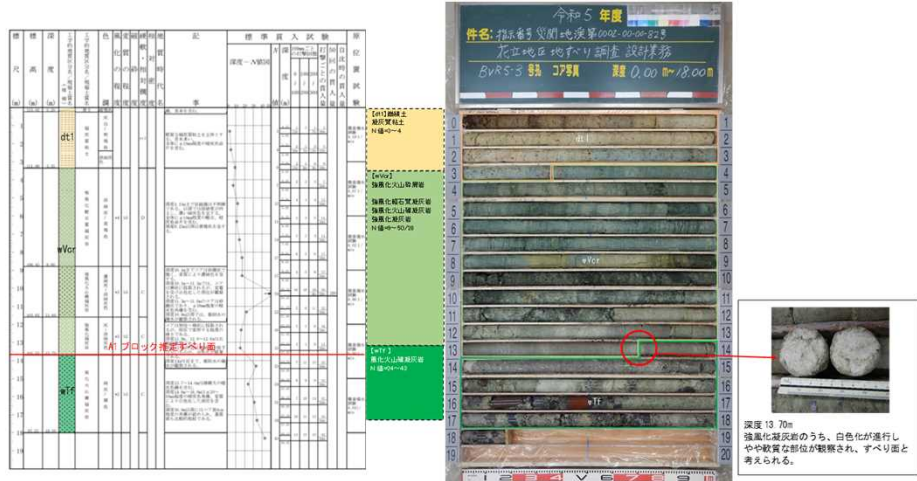


図13. ボーリング調査結果 (BVR5-3孔: 全体ブロック中腹部)

5. ボーリング調査結果

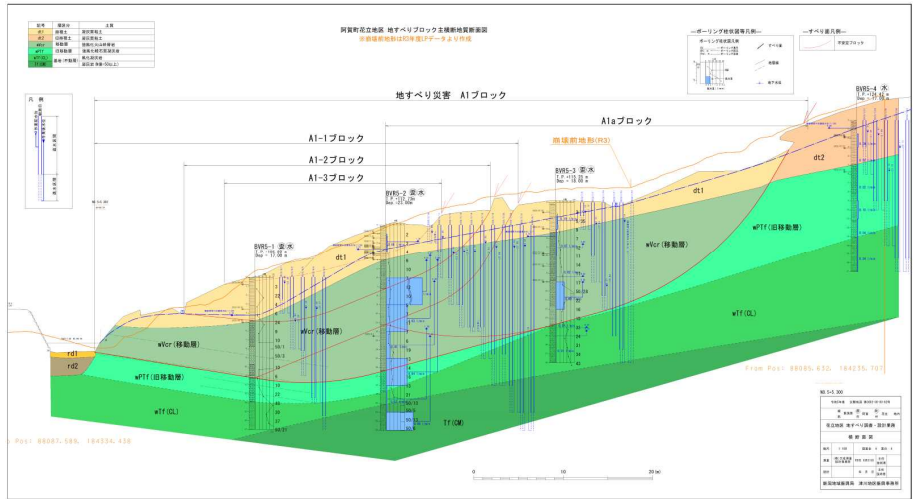


図14. 地すべり主測線 地質断面図
すべり面はボーリングコア観察+歪計観測結果より推定

6. 地すべり動態観測結果

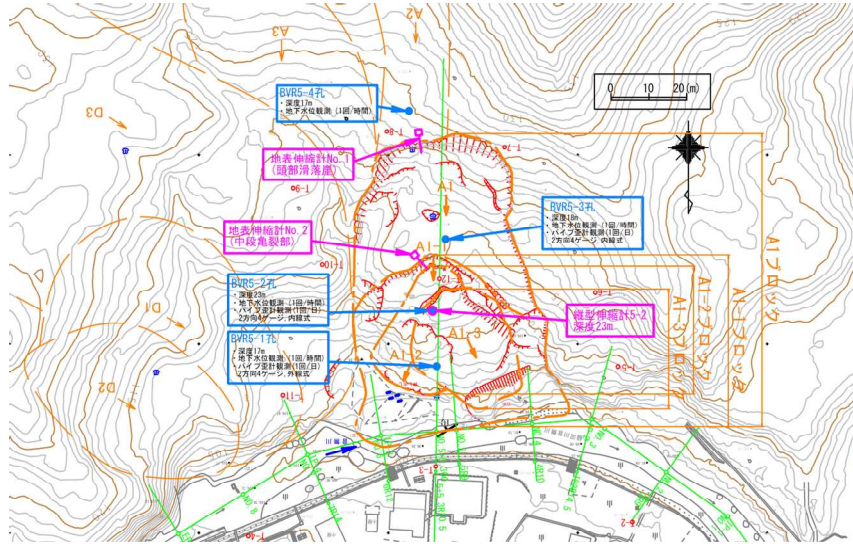


図15. 観測装置配置図



6. 地すべり動態観測結果

6-1. 地表伸縮計



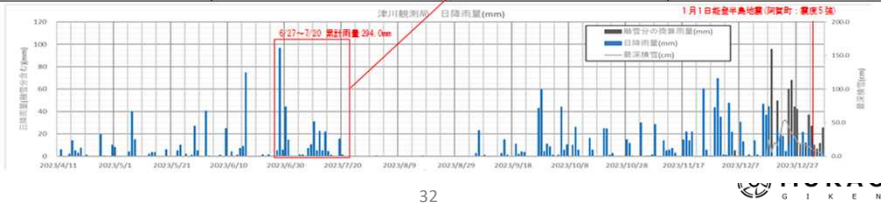
図16. 地表伸縮計観測結果



6. 地すべり動態観測結果

6-1. 地表伸縮計

表5. 地すべり末端部（音無川左岸）の状況



6. 地すべり動態観測結果

6-2. パイプ歪計

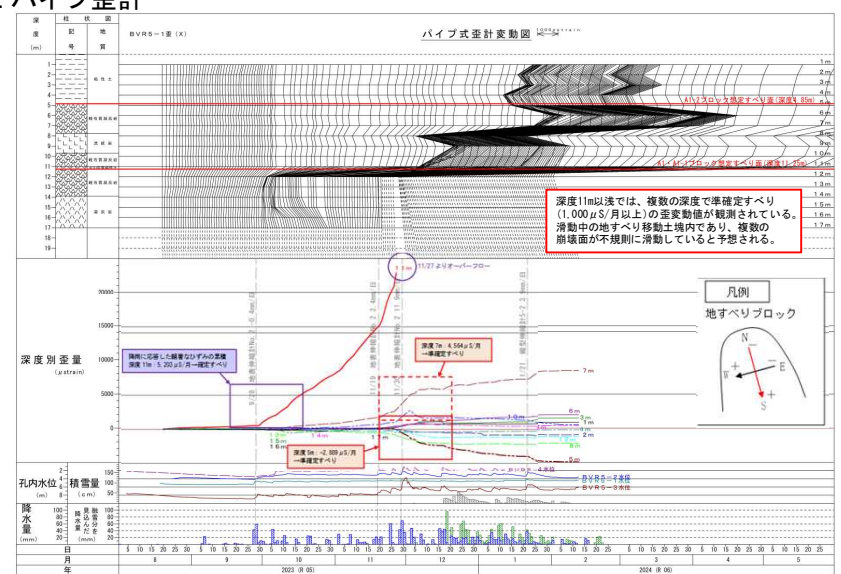
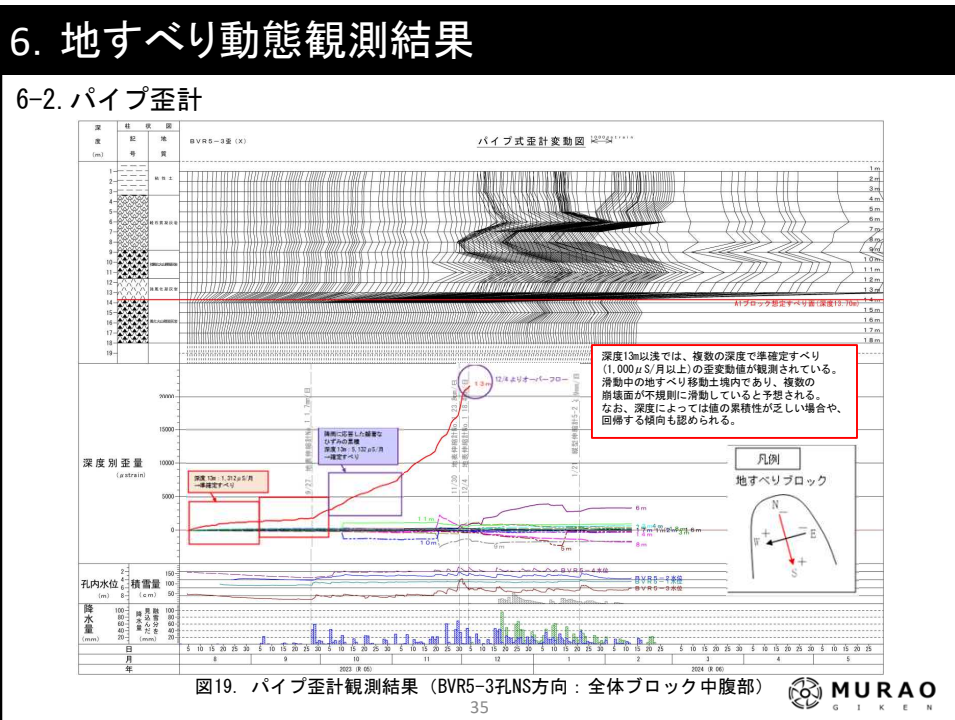
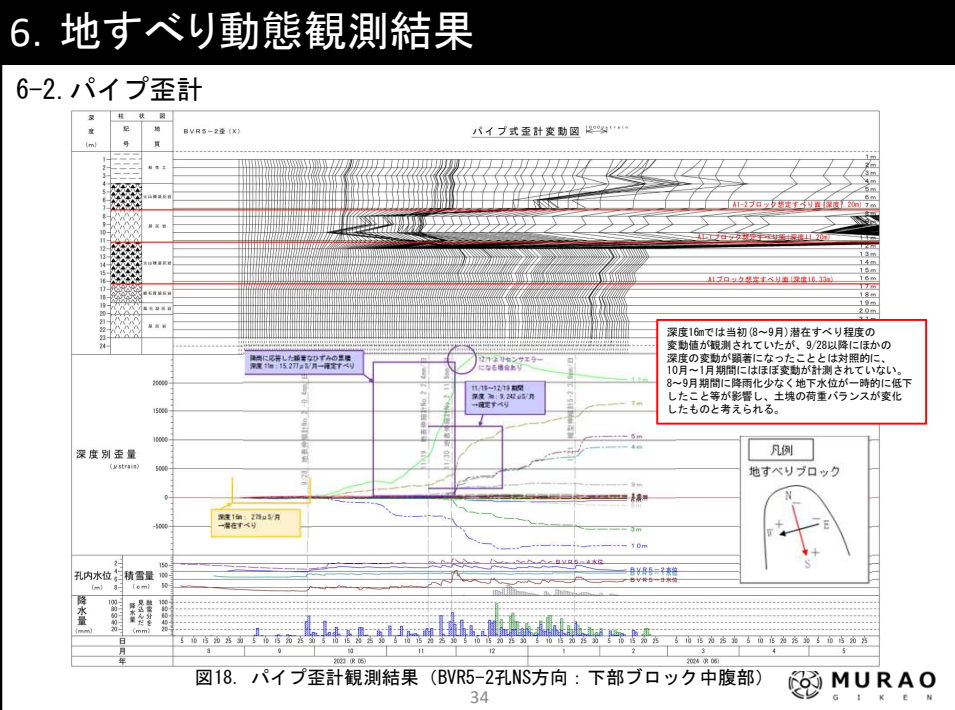


図17. パイプ歪計観測結果 (BVR5-1孔NS方向：地すべりブロック末端部) MURAO GIKEN



6. 地すべり動態観測結果

6-3. 地下水観測

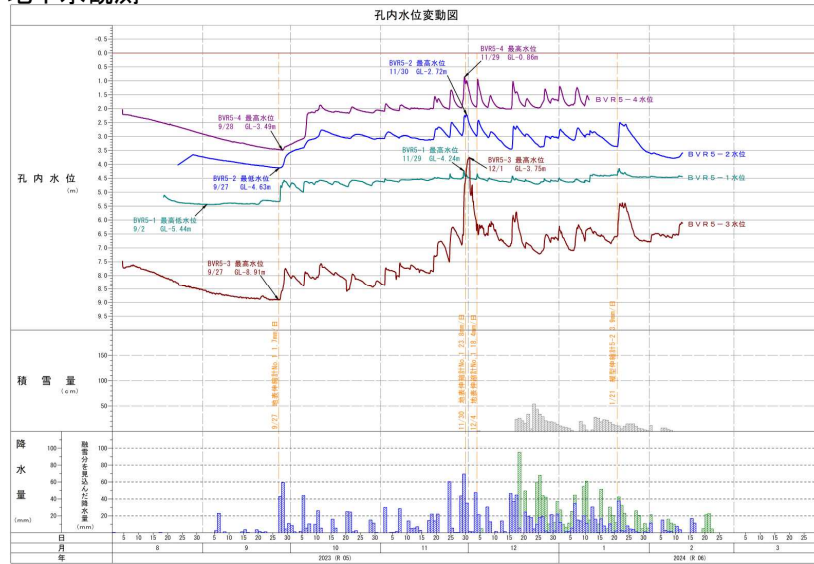


図20. 孔内水位変動図

36

MURAO
GIKEN

7. 機構解析

7-1. 地すべりの素因と誘因

○素因

- ・ すべり面付近に分布する火山砕屑岩（凝灰岩、火山礫凝灰岩等）は、一般にグリーンタフと呼ばれる新第三紀前期中新世の地層であり、変質を受けて軟質化している。
- ・ 周辺一帯が過去の地すべり滑動により、やや不安定な状態にある。
- ・ 頭部の陥没地や末端部に湧水が認められる等、地下水が豊富である。
- ・ 末端部に露出する強風化凝灰岩等は、風化により強度が低下している。音無川の増水時には強風化凝灰岩等が侵食を受けて末端部の荷重が減少し、不安定化しやすい状態であったことも想定される。

○誘因

- ・ 2023年春期の急激な融雪による地下水の供給と間隙水圧の上昇に伴い、すべり面の摩擦抵抗が減少し、地すべりの安定性が低下したと考えられる。

37

MURAO
GIKEN

7. 機構解析

7-2. 地すべり滑动過程

①地すべり滑动前(令和5年融雪期)

- ・ 急激な雪解けにより多量の融雪水が供給
- ↓
- ・ 地下水位の上昇、地すべり不安定化

R3年度LPにも不明瞭な頭部の地形が観察されるため、地すべりブロックが以前より少しずつ滑动していた可能性もある。

②全体(A1)ブロックの滑动(令和5年4月)

- ・ 不安定化した土塊が全体(A1)ブロックすべり面に沿って滑动。
- ・ すべり面は末端付近で強風化凝灰岩の層理面に沿って跳ね上がる形状となる(応力を解消しやすい河床付近に抜けていると想定)。
- ・ 引張・圧縮応力の境界部には亀裂が発生する。

38

7. 機構解析

7-2. 地すべり滑动過程

③二次すべりの形成(令和5年融雪期)

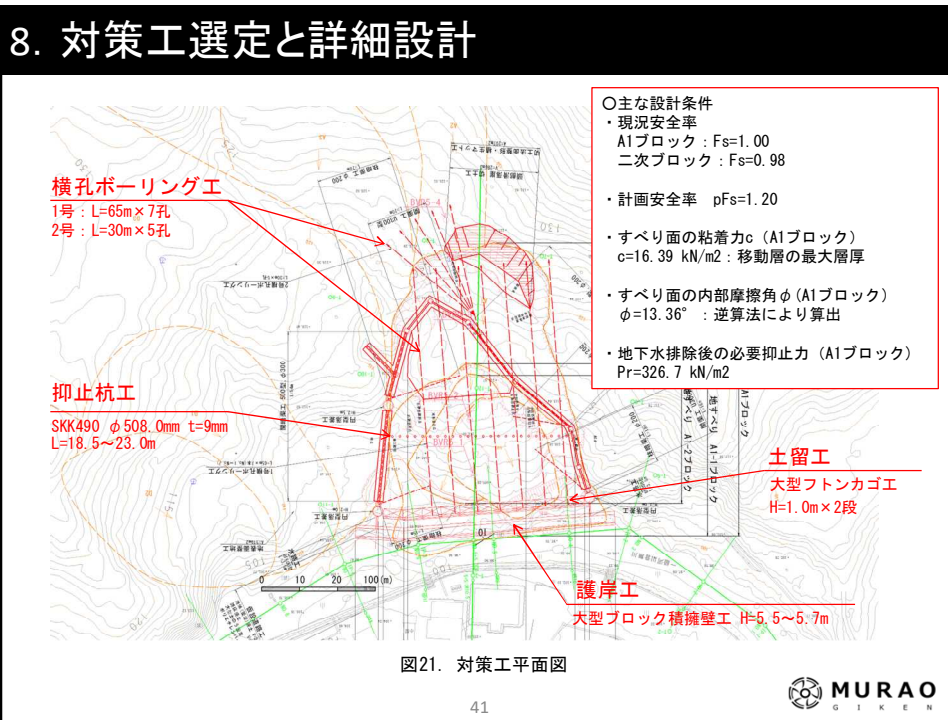
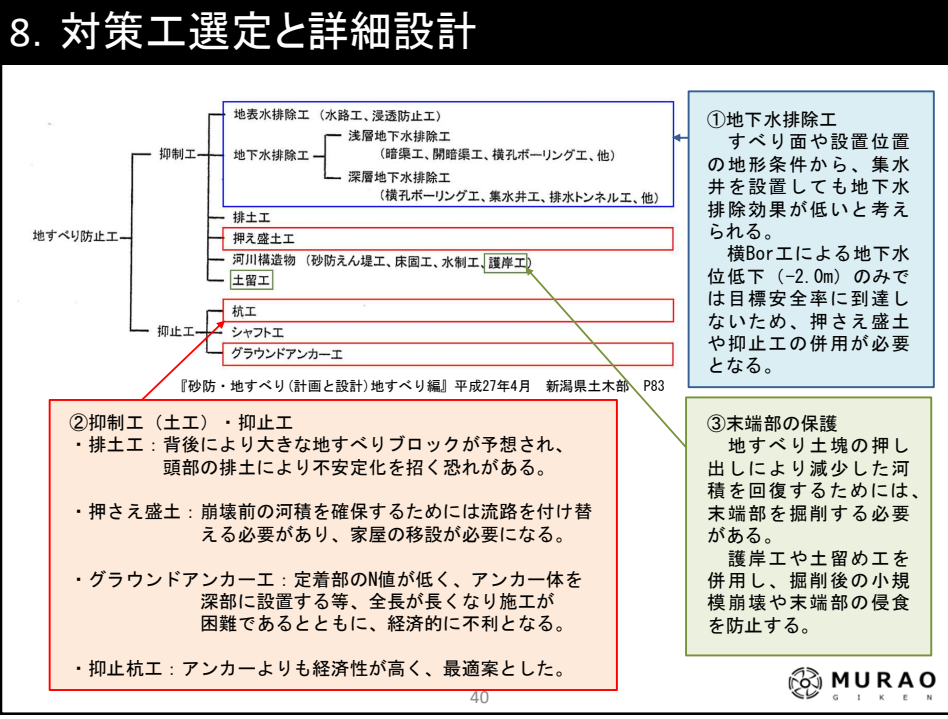
- ・ 中段の亀裂部から二次すべり(A1-1、A1-2ブロック)が発生。
- ・ A1-1、A1-2ブロックが滑动することで中段亀裂部には引張応力が働くため、A1ブロックのすべり面はやや浅い深度に抜けやすくなる。

④A1aブロックすべり面の形成(令和5年9月末～)

応急対策工等を設置した後も、降雨により地下水位が上昇した場合や音無川の増水により末端が侵食を受けた際には、地すべり滑动の活発化が観測されている。

- ・ 9月末以降の観測ではA1ブロック深部に歪変動が認められないことから、A1aブロックのようなすべり面が形成され、階段型の地すべりに移行していると予想される。

39



8. 対策工選定と詳細設計

安定計算結果(抑止杭工A1ブロック)

地区名		阿賀花立	必要抑止力
ブロック名	A1		
すべり面強度	C' (kN/m ²)	16.39	
(遊算法)	φ' (°)	13.3574	
現状安全率		1.00	658.3
目標安全率		1.20	-
①整形後(水位低下2.0m以上)		1.117	260.52
②計画地形(水位低下2.0m以上)		1.096	326.61
③抑止杭完了		1.221	-
④護岸工施工時の掘削地形		1.160	-
⑤施工完了		1.200	-

※設計に用いる抑止力

※仮設時の安全率Fs=1.05以上

護岸工施工時に地すべり末端部を掘削することから、以下の点に留意し設計を行った。

- ・護岸工の設置を考慮した計画地形より必要抑止力を算出する。
- ・護岸工施工時の掘削断面において、仮設時の目標安全率Fs=1.05以上となることを確認する。

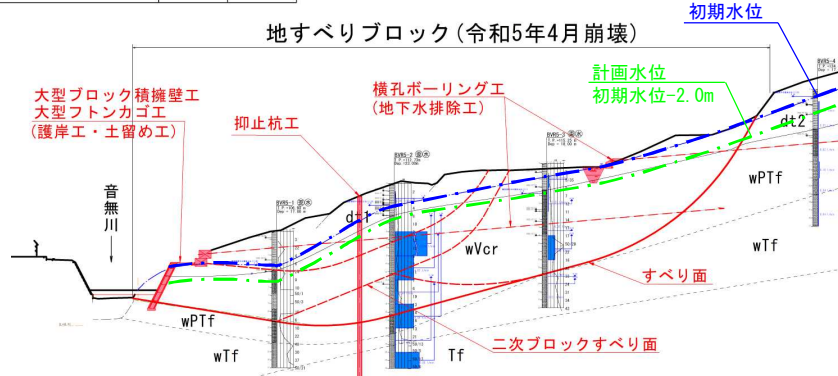


図22. 対策工標準断面図

42



9. おわりに



資機材を渡河させるための仮設盛土

現地状況 (令和6年4月15日)
重機の乗り入れ・伐採・整地作業が行われている。

ご清聴ありがとうございました。

43

