

創業明治15年
株式会社 日さく
HA TERAGUCHI TECH ENGINEERING TOKUSHIMA

広田地区 令和5年度発生地すべりの 対策工事とその効果

地すべり防止工事士会新潟支部 第18回研修会
 令和8年5月21日

株式会社日さく 上越支店
 小川知史 / 沼澤輝久

令和5年度発生 広田地すべりの概要

- ▶ 令和5年融雪期に発生
- ▶ 地すべり延長 750m
- ▶ 地すべり最大幅 200m
- ▶ 平均傾斜10.2°
- ▶ 農地や砂防施設が多数被災
- ▶ 地質：新第三紀泥岩(根知層)

地すべり確認直後(R5.4.4撮影)

令和5年度発生 広田地すべりの概要

- ▶ 令和5年融雪期に発生
- ▶ 地すべり延長 750m
- ▶ 地すべり最大幅 200m
- ▶ 平均傾斜10.2°
- ▶ 農地や砂防施設が多数被災
- ▶ 地質：新第三紀泥岩(根知層)

地すべり確認直後(R5.4.4撮影)

地すべり頭部の滑落崖

主な被災状況

オルソ画像

農業用施設の被災状況

農地・農道の被災状況

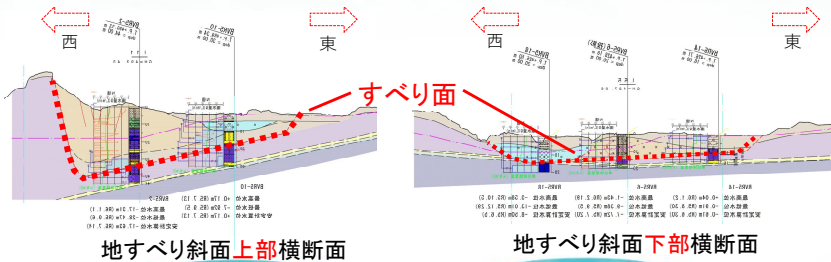
砂防施設(大滝川)の被災状況

既設集水井工の被災状況

0 100 200 300

広田地すべりの特徴①

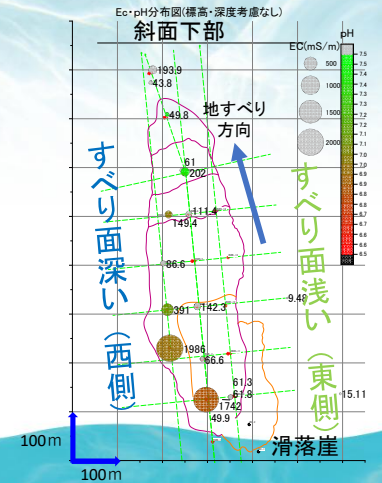
- ・すべり面横断方向に非対称性が存在
→泥岩層の傾斜に沿って、西側上部が深い(竹内ら (2024))



広田地すべりの特徴②

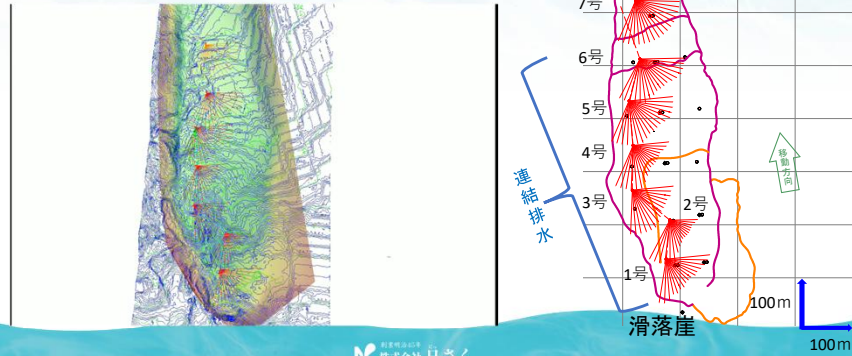
- ・高濃度のNaCl型地下水の賦存(深層地下水)
→すべり面の深い「西側上部」に偏在(古谷ら (2024))

⇒深層地下水の賦存に注目し、集水井を設計・施工

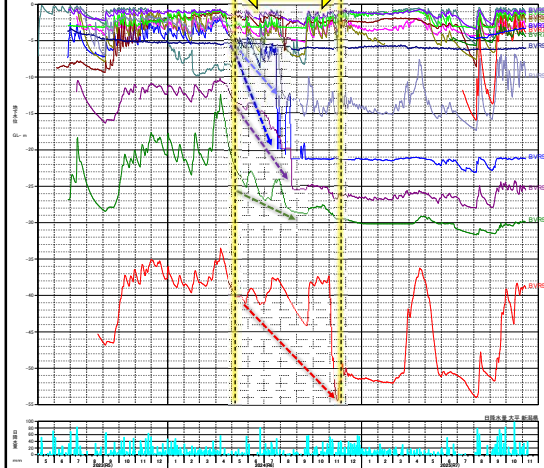


集水井の施工状況

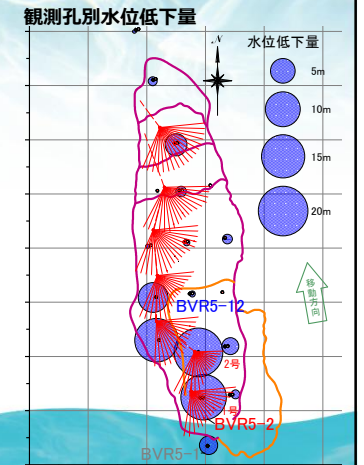
西側を中心に7基施工(2024年11月完成)



地下水位変動グラフ



地下水位の低下状況



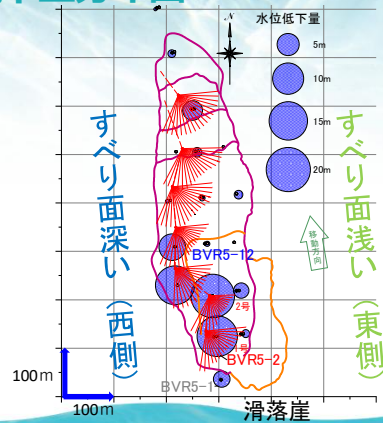
地下水位の低下状況 ～低下量分布図～

施工前後の最高水位比較

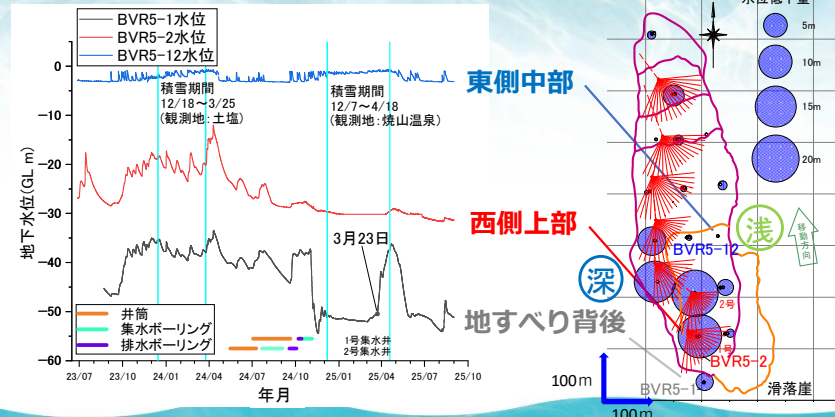
注：冬季降水量 施工前1770mm,
施工後2168mm
(気象庁：能生、11月～3月末)

西側上部斜面で
顕著な水位低下

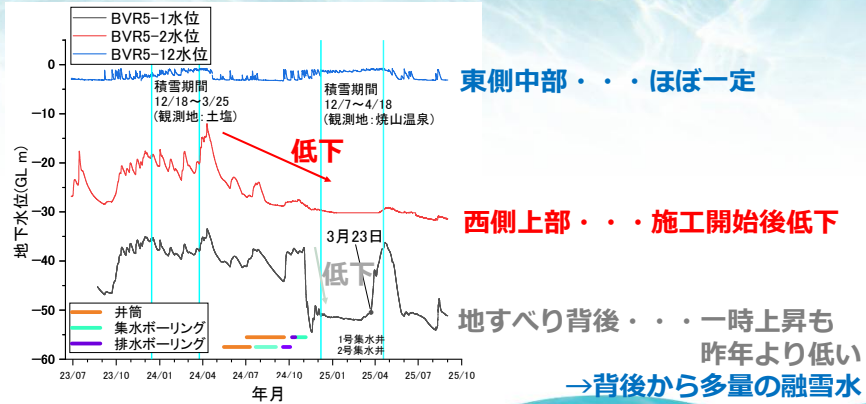
→深層地下水の
賦存する区域



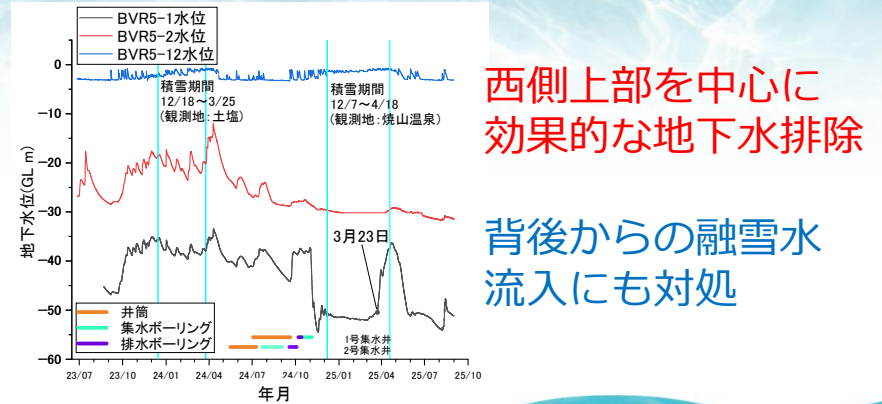
地下水位の低下状況 ～変動図～



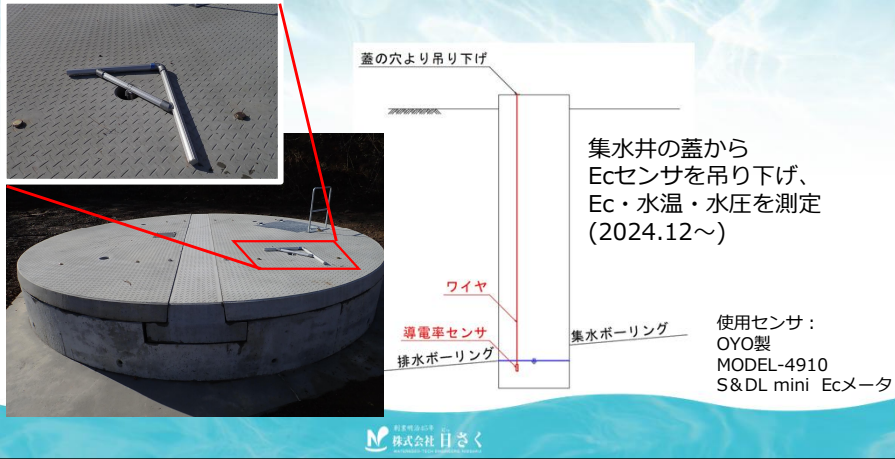
地下水位の低下状況 ～変動図～



地下水位の低下状況 ～変動図～



集水井の電気伝導度変動



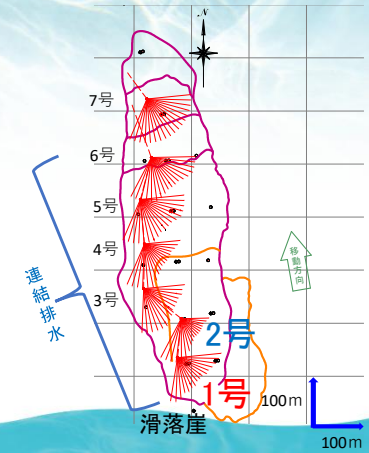
集水井の電気伝導度変動

最も深層地下水の影響が強いと予想される1号・2号に設置

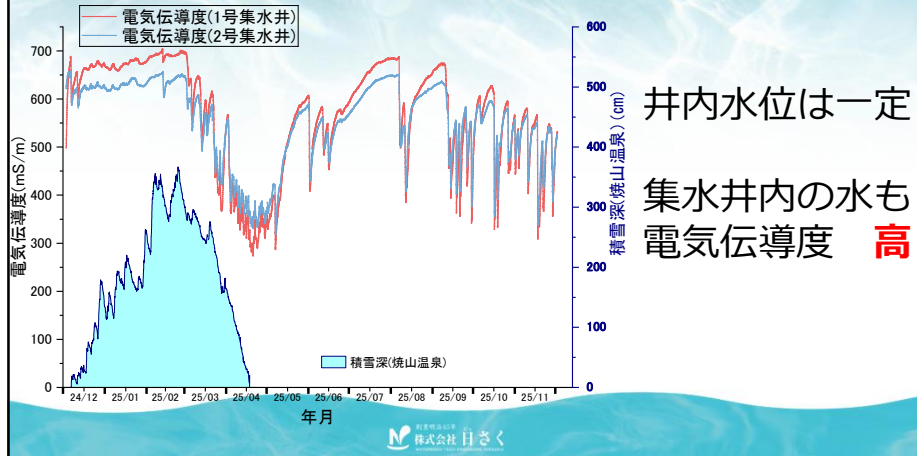
両井戸は排水管で連結

1号: 直径=4.0m
高さ=32.0m
Ec計設置深度=約GL-31m

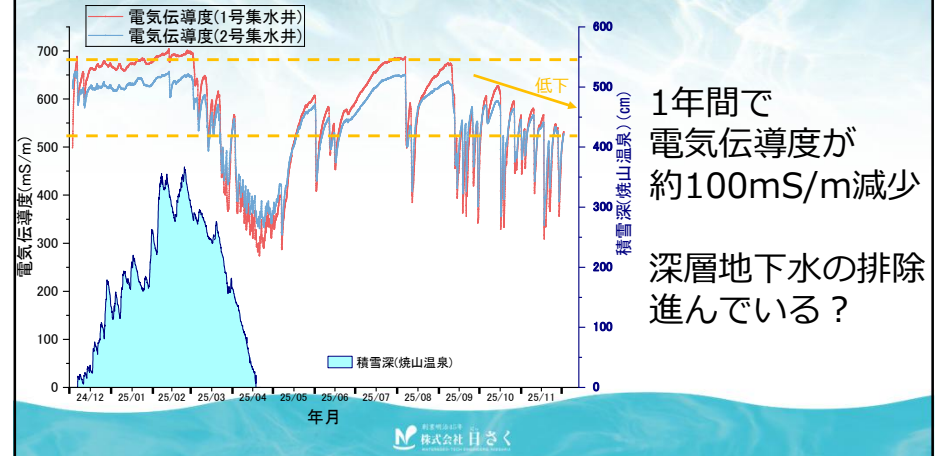
2号: 直径=3.5m
高さ=24.5m
Ec計設置深度=約GL-23m



集水井の電気伝導度変動



集水井の電気伝導度変動



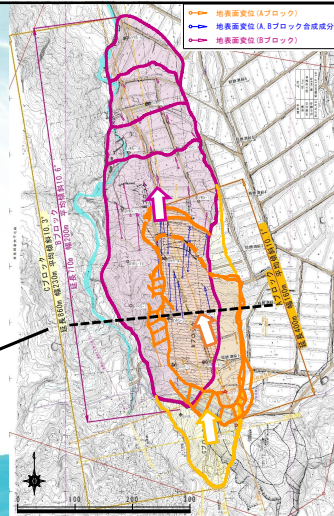
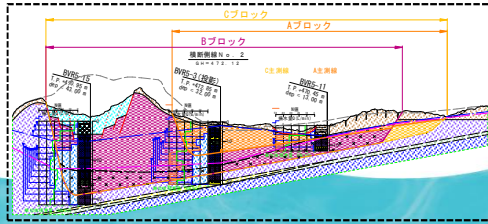
地すべりの三次元解析(地すべりCIM)

<適用の経緯>

- ・地すべり横断方向で非対称なすべり面
- ・地すべり西側に偏在する帯水層
- ・複数の地すべりブロックが重なり合う

→二次元解析では適切な解析・施設計画が困難

目的：効果的かつ効率的(経済的)な施設計画

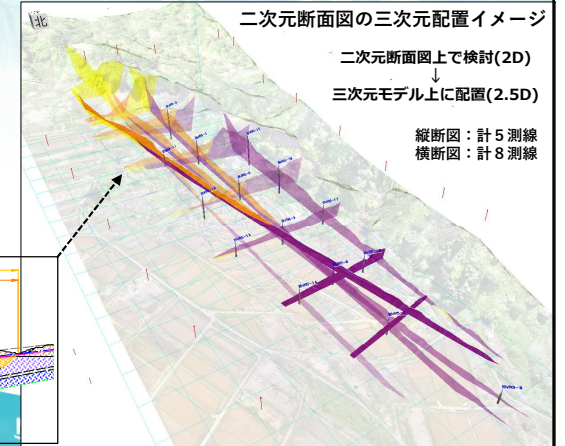
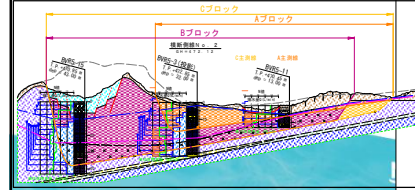


地すべりの三次元解析(地すべりCIM)

<実施内容>

- ① 3Dモデル構築
(地表面・すべり面・地下水位面)
- ② 3Dモデル上で施設配置計画
- ③ 3Dモデルを用いた三次元安定解析

二次元断面図(横断測線2)



二次元断面図の三次元配置イメージ

二次元断面図上で検討(2D)

↓
三次元モデル上に配置(2.5D)

縦断面：計5測線
横断面：計8測線

地すべりの三次元解析(地すべりCIM)

① 3Dモデル構築

➤ 地表面

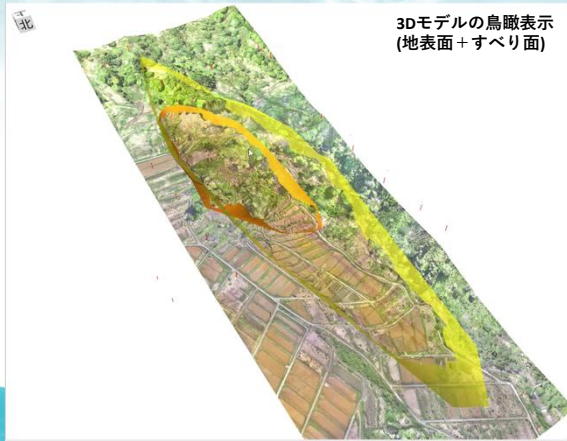
レーザ測量成果(点群データ)

➤ すべり面・地下水位面

二次元断面図上で検討(2D)

↓
三次元モデル上に配置(2.5D)

↓
三次元形状を推定(3D)



3Dモデルの鳥瞰表示
(地表面+すべり面)

地すべりの三次元解析(地すべりCIM)

② 3Dモデル上で施設配置計画

- ・地下水の分布を考慮した配置
(地すべり西側に集中)
(水位低下不足領域への追加対策)
- ・すべり面との関係チェック
(貫入量・井筒との離隔)
- ・構造物との干渉チェック
(既存・計画施設)

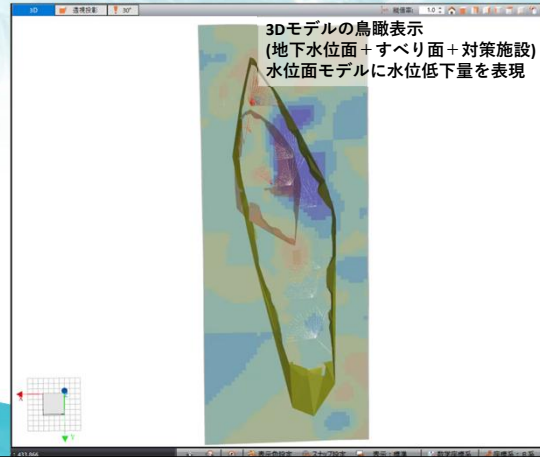


3Dモデルの鳥瞰表示
(地表面+すべり面+対策施設)

地すべりの三次元解析(地すべりCIM)

②3Dモデル上で施設配置計画

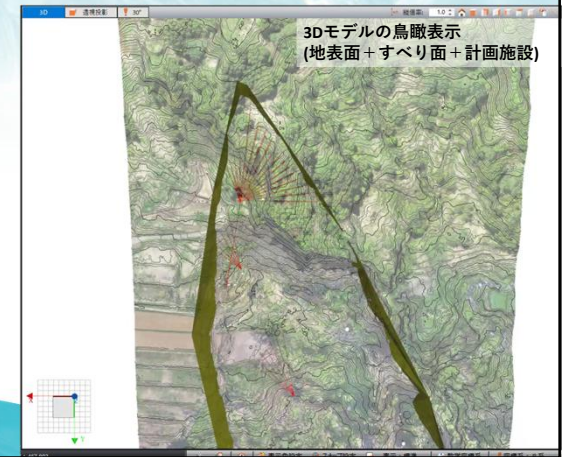
- ・地下水の分布を考慮した配置
(地すべり西側に集中)
(水位低下不足領域への追加対策)
- ・すべり面との関係チェック
(貫入量・井筒との離隔)
- ・構造物との干渉チェック
(既存・計画施設)



地すべりの三次元解析(地すべりCIM)

②3Dモデル上で施設配置計画

- ・地下水の分布を考慮した配置
(地すべり西側に集中)
(水位低下不足領域への追加対策)
- ・すべり面との関係チェック
(貫入量・井筒との離隔)
- ・構造物との干渉チェック
(既存・計画施設)



地すべりの三次元解析(地すべりCIM)

③3Dモデルを用いた三次元安定解析

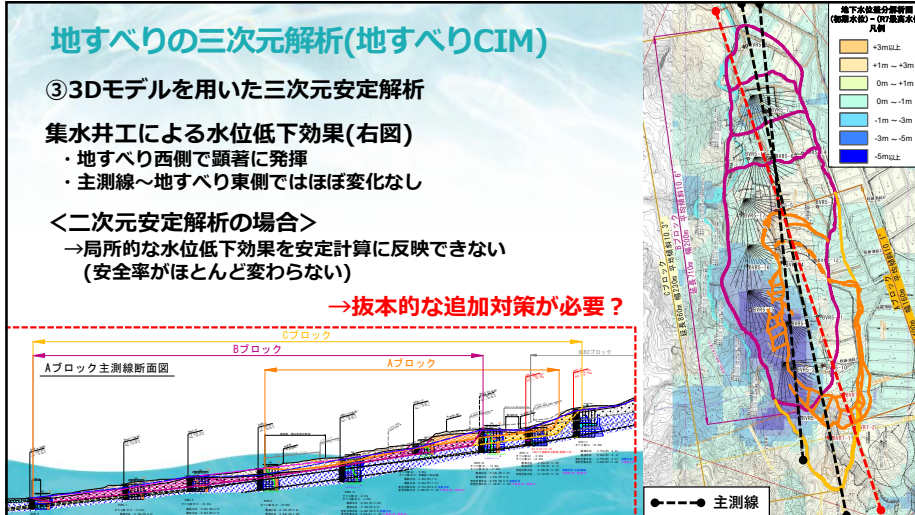
集水井工による水位低下効果(右図)

- ・地すべり西側で顕著に発揮
- ・主測線~地すべり東側ではほぼ変化なし

<二次元安定解析の場合>

- 局所的な水位低下効果を安定計算に反映できない
(安全率がほとんど変わらない)

→抜本的な追加対策が必要?



地すべりの三次元解析(地すべりCIM)

③3Dモデルを用いた三次元安定解析

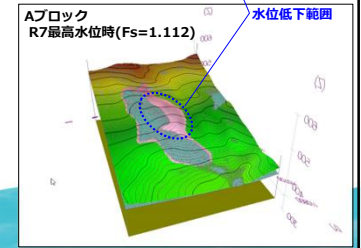
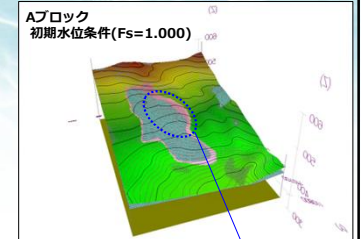
<三次元安定解析の場合>

- 地すべり範囲全体をメッシュに区分して計算
- 局所的な水位低下効果も反映できる

↓
各ブロックで安全率上昇を確認(9~11%程度)

項目	内容	記号	単位	安定計算諸元		
				Aブロック	Bブロック	Cブロック
安全率	初期安全率	F_{s0}	-	1.000	1.000	1.000
	R7現状安全率	F_s	-	1.112	1.112	1.093
	目標安全率	$p \cdot F_s$	-	1.120	1.120	1.120
抑止力	必要抑止力	P_r	kN	9884.7	44521.7	224153.8
すべり面強度	粘着力	C	kN/m ²	9.26	16.7	17.99
	内部摩擦角	ϕ	°	11.5918	11.0004	14.2699
	内部摩擦角(正接値)	$\tan \phi$	-	0.205121	0.194387	0.254337

適切な追加対策規模の検討につながる



まとめ

- 広田地すべり
 - ・すべり面横断形状が非対称
 - ・地下水分布が地すべり西側に偏在
- 三次元モデルを用いて効率的な施設配置計画を立案
- 集水井工により地すべり西側で顕著な水位低下効果が発現
- 観測結果から深層地下水を効果的に排除できたと評価
- 三次元安定解析により偏在する水位低下効果を反映
- R7最高水位時の安全率は $F_s=1.09\sim 1.11$ まで上昇
(目標安全率 $p.F_s=1.12$)
- 施工後の安全率等を踏まえて効率的な追加対策を検討

ご静聴いただきありがとうございました