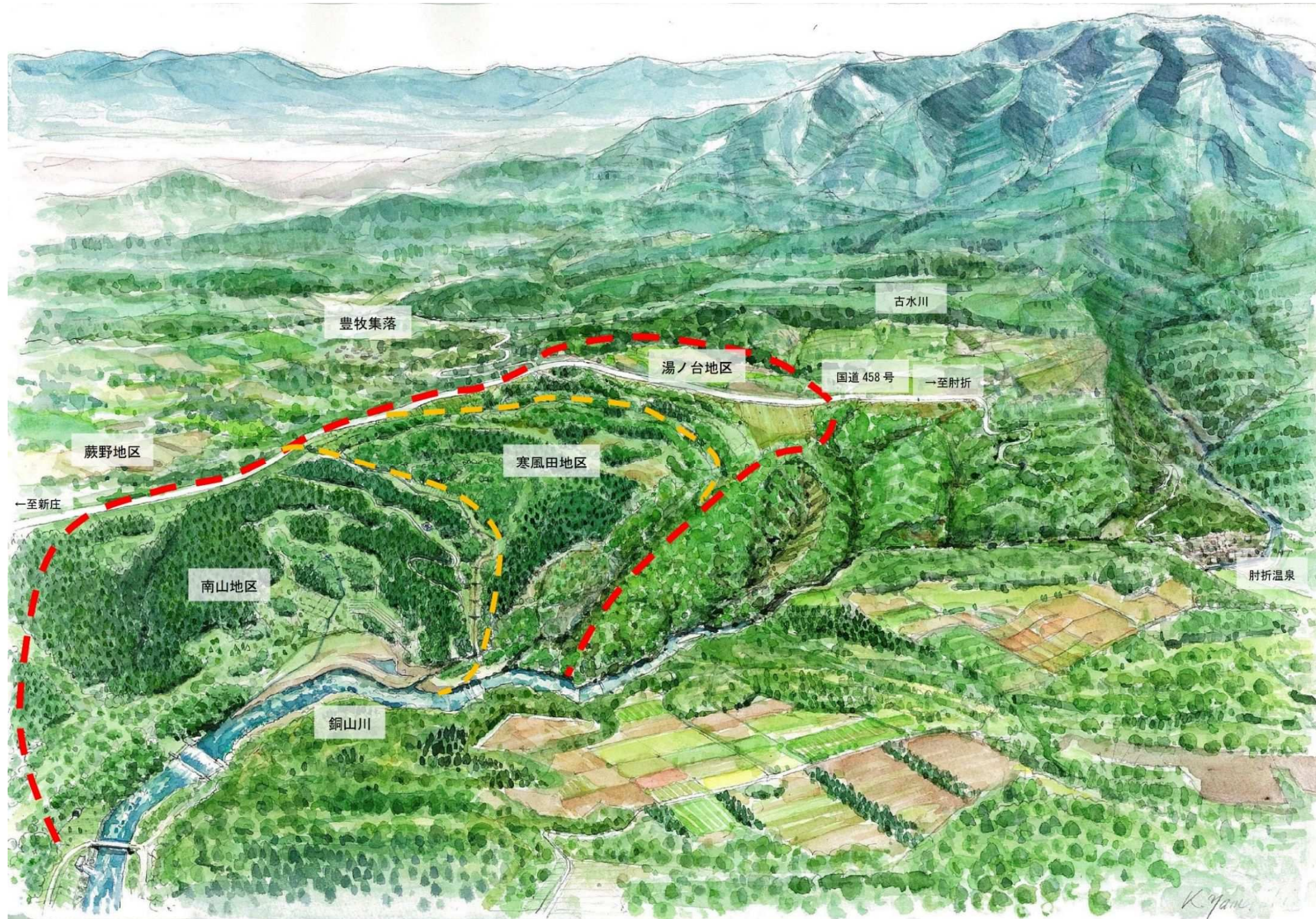


銅山川地区民有林直轄地すべり防止事業概成検討委員会

第2回 概成検討委員会



銅山川地区民有林直轄地すべり防止事業概成検討委員会

第2回 概成検討委員会

《 検討会資料 》

令和8年2月27日（金）

第2回検討会：山形国際ホテル（山形市）

東北森林管理局 山形森林管理署最上支署

銅山川地区民有林直轄地すべり防止事業概成検討委員会

設置の趣意書

銅山川地すべりは、山形県最上地方南西部の最上郡大蔵村大字南山地区に位置し、過去より幾度にわたって地すべりや斜面崩壊による甚大な斜面災害が発生していた。そのため、民有林を昭和27年から山形県により、隣接する国有林を昭和44年から秋田営林局（現東北森林管理局）により地すべり防止対策を実施されてきた。

しかし、地すべりの規模が次第に拡大し、重要な保全対象に被害を及ぼす危険性が増したことから、山形県の強い要請を受け、平成4年より民有林直轄地すべり防止事業に着手し事業を実施している。

この間、平成8年に発生した大規模地すべりやその後の小規模な地すべりが続いたことから、延べ4回の全体計画の変更を実施してきたところであるが、令和8年度をもって、本事業の概成に見通しがたったところである。

本委員会では、本事業の概成に当たり、山形県最上地方に関わりが深く、自然や環境、地形、地すべり対策事業等に造詣が深い学識経験者及び関係行政機関より、概成の妥当性について、幅広い視点から意見をいただくことを目的に設置するものである。

< 検討会委員・事務局 >

区分	氏名	所属	摘要	
検討委員	学識経験者	大河原 正文	岩手大学 理工学部 社会基盤・環境工学コース 教授	※五十音順 (検討委員のみ)
		岡田 康彦	国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 森林防災研究領域 山地災害研究室 室長	
		宮城 豊彦	東北学院大学 名誉教授	
	行政機関	本山 功	山形大学 学術研究院 教授	
		笠井 俊哉	山形県農林水産部森林ノミクス推進課 課長	
		門脇 裕樹	林野庁東北森林管理局 計画保全部 部長	
事務局	若槻 寛	山形県大蔵村産業振興課 課長		
	久積 将史	東北森林管理局計画保全部治山課 課長		
	外崎 嗣久	東北森林管理局計画保全部治山課 災害対策分析室		
	高橋 健太郎	東北森林管理局計画保全部治山課 設計指導官		
	佐藤 めぐみ	東北森林管理局計画保全部治山課 調査係長		
	武藤 哲平	東北森林管理局計画保全部治山課 民有林治山係長		
	伊東 弘至	山形森林管理署最上支署 支署長		
	三塚 幸仁	山形森林管理署最上支署治山グループ 総括治山技術官		
	佐藤 博國	山形森林管理署最上支署治山グループ 主任治山技術官		
	上野 晴生	山形森林管理署最上支署治山グループ 主任主事		
	大友 郁弥	山形森林管理署最上支署治山グループ 主事		
	高橋 和子	山形森林管理署最上支署治山グループ大蔵治山事業所 治山技術官		

< 目 次 >

1. 第1回概成検討委員会の要旨と指摘事項.....	1
1.1 第1回概成検討委員会資料の目次.....	1
1.2 要旨、指摘事項.....	1
2. 第1回検討委員会の補足.....	3
2.1 全体ブロック.....	3
2.1.1 融雪換算降水量 / 涵養量.....	3
2.1.2 計画排水量と排水能力.....	4
2.2 すべり面と排水施設の三次元構造.....	5
2.2.1 全体ブロックの三次元構造.....	5
2.2.2 全体ブロックのすべり面と排水施設.....	7
3. MI-S07-1ブロック.....	10
3.1 MI-S07-1ブロックの検討の経緯.....	10
3.2 土質試験.....	10
3.3 土質試験結果と考察.....	12
3.4 土質試験による考察とMI-S07-1ブロックの対策.....	14
3.4.1 これまでの調査結果と土質試験結果.....	14
3.4.2 地すべり活動の経緯とせん断強度変化の関連性.....	14
4. 事業地の概成判断.....	15
4.1 各ブロックの概成判断の方針.....	15
4.2 全体ブロック.....	15
4.3 全体ブロック内の小ブロック(南山地区の地すべり対策工、山腹工対策).....	16
4.4 古水川沿いの小ブロック(湯ノ台地区).....	17
5. 事業地の施設.....	18
5.1 全体ブロック.....	18
5.2 全体ブロック以外の地すべり対策、山腹工・溪間対策.....	18
5.2.1 古水川の溪間工.....	18
5.2.2 銅山川地区で導入された対策施設.....	19
5.2.3 令和8年度完成予定の施設.....	28
5.3 古水川流域の土砂供給.....	28
6. 事業移管に向けた取組について.....	31
6.1 維持管理マニュアル策定に向けた山形県との調整について(東北森林管理局治山課).....	31
6.1.1 基本方針.....	31
6.1.2 取組状況.....	31
6.1.3 山形県との調整.....	31
6.1.4 今後の計画.....	31

1. 第1回概成検討委員会の要旨と指摘事項

1.1 第1回概成検討委員会資料の目次

1. 銅山川地すべり事業の概要
1.1 事業位置
1.2 地形
1.3 地質
1.4 民有林直轄地すべり事業の経緯
2. 事業地の概成判断
2.1 全体ブロックの概成判断
2.2 全体ブロック内の小ブロック(南山地区の地すべり対策工、山腹工対策)
2.3 古水川沿いの小ブロック(湯ノ台地区)
2.4 銅山川地区で導入された対策施設
2.5 銅山川地区で導入が見送りされた施設
3. 全体ブロック発生機構と対策
3.1 これまでの調査の経緯
3.2 地すべり発生機構
3.3 安定解析
3.4 地下水流動解析
3.5 長期安定性評価
3.6 全体ブロック地すべり発生シナリオと現状
4. MI-S07-1 ブロック
5. 古水川流域の現況
5.1 現地踏査結果
5.2 古水川の現況評価
5.3 追加対策の必要性
5.4 今後の方針
6. 事業移管後の維持管理
6.1 維持管理マニュアル
6.2 継続観測
6.3 現地点検
6.4 警戒基準

1.2 要旨、指摘事項

業務名	令和7年度 銅山川地区地すべり機構調査業務	発注者	東北森林管理局 山形森林管理署 最上支署
令和7年度 銅山川地区民有林直轄地すべり防止事業 概成検討委員会 第1回 概成検討委員会 議事録			
説明資料	<検討委員会資料 目次構成>		
	1. 銅山川地すべり事業の概要 2. 事業地の概成判断 3. 全体ブロック発生機構と対策 4. MI-S07-1ブロック 5. 古水川流域の現況 6. 事業移管後の維持管理		
議事要旨	(1) 全体ブロック		
	a) 融雪換算降水量/涵養量/排水量能力の関係		
	<大河原委員>		
	① これだけ大規模な地すべりになると「水」がポイントであり、降った量に対してどれだけ排水施設はどれだけの能力を有しているのか(100年確率の涵養量に対する排水能力はどれだけか)		
	② 流出係数が不明(降った雨がどれだけ流出して、どれだけ浸透しているのか)。		
	<宮城座長>		
	○ 地下水に関する融雪、降水はきわめて重要であり、具体を示すとわかりやすい。		
	<事務局>		
	① 融雪量モデル解析(タンクモデル)による融雪換算降水量をインプット値として、蒸発や地表流出や地中流出した結果、地下水変動に関与する水量(涵養量)を3段タンクモデルにより、Upper、Middle/Lowerで検討している。検討結果の詳細(数値の具体)は次回示したい。		
	② ①と同様。		
b) 全体ブロックの移動方向の変化			
<岡田委員>			
① 全体ブロックの移動方向が、Upper(北へ)からMiddle(北西へ)、さらにLower(西北西へ)と変動方向が変化し、Lowerは西側に回転しているかのような動きはなぜか。			
② 柳瀬ダムの袖部に変形がないのはなぜか。			
③ Upper先行、Middle、Lower追従といった変動に対して、Lower先行といった動きはLowerの重要性が高まっているか。			
<宮城座長>			
④ 以前から議論があったが、先端の部分が本当にその位置(Lowerの北端部)で終わっているのか不思議な気がする。地質の連続などはどのようにしているのか。			
<事務局>			
①・主たるすべり面(底版)の構造は、おおむねNS走向・東傾斜10°である ・地すべりはすべり面の最大傾斜方向に向けて動きたいが、東側には蕨野台地の山体(抵抗体)があることから動けない。 ・一方、Upperでは埋没谷が合流し、おおきな水圧が全体ブロック頭部(南側)に作用したことから、地すべりはすべり面の走向方向(北)に向けて滑動したが、蕨野台地と同様に北側の山体も抵抗体となった。 ・この時点で銅山川の開析は進行しており、地すべり推力に抵抗するだけの地形(土層の厚さを有していない(つまり抵抗力が最小であった)西北西に向けて、Lowerのすべり面(逆勾配)を乗り越えるように西北西に滑動した。			
② 柳瀬ダムから田尻沢にかけての銅山川の流向はN10° Wとすべり面の走向方向とほぼ同一であることから、この付近の銅山川右岸に露出するすべり面はほぼ水平である。そして、この区間に位置する柳瀬ダムの袖部はすべり面直下であったことから、地すべり変位の影響を免れた。			
③ Lowerが先行した動きは、それまでの地すべり滑動によって蓄積した圧縮力を開放するように変位した可能性がある。これまでUpperでの集中的な地下水排除を継続してきた結果、その後のLowerでの地すべり変位は地上・地中ともに確認されないことことから、Lowerが先行した動きは一時的な変位と考えられる。			
④ 地すべりの北端部(Lower)付近で南から北側に向けて俯角45°の斜向ボーリング(S-4)を実施し、風化層内のボーリングコアですべり面を確認(明瞭な鏡肌面、擦痕)している。 高角の場合の面の構造はN80° W(擦痕走向N65° W、スメクタイト++)とこれまでの調査結果ときわめて同調的であり、さらにH8当時の地すべり活動時にこの位置よりも北側では地表変位が確認されなかったことから全体ブロックの北端位置はこの位置とする確度が高いと考えている。			

令和7年度 銅山川地区民有林直轄地すべり防止事業 概成検討委員会 第1回 概成検討委員会 議事録	
議 事 要 旨	c) 排水トンネルの配置とルート修正
	<本山委員>
	① 排水トンネルルート(当初計画)を修正した際の計画と実施にどのような乖離があったのか。
	② 支線でのすべり面の露出は、別の意味合いか。
	③ 排水トンネルの平面配置は示されているが、すべり面との関係が縦断図等に示されていない。どのような関係にあるのか。
<大河原委員>	
○ 対策工自体が次世代に残したい地すべり対策遺産としての位置づけがあっても良く、一般の方々の理解を助けるために模型を作ってはどうか。 排水トンネルとすべり面、対策工との関係などを感覚的に捉えられると良い。 鉱山で坑道の模型を作り、陥没などの現象や安全性確認のために活用されている事例もある。	
<宮城委員>	
○ 排水トンネルとすべり面の関係は微妙な関係にあることから、計画の限界性なども含めて、表現に工夫を加えてほしい。 排水トンネル(本線+支線)と落とし込みボーリングを含めた立体排水工は複雑であるが、わかりやすく表現できると理解が一段と深まる。	
○ 断面を組み込んだジオラマはとても有用。現在は3Dプリンタも進歩しており、活用を考えてもよいのではないか。	
<事務局>	
① 全体ブロックの排水トンネル工の必要性は疑うところがないものの、トンネル坑口の選定には難しさがあり、現行の坑口のほかにD側線すべり直下の崖面、ブロック外の立坑などの可能性が検討されているが、それぞれ得失があり現行の位置に決定した。 特に、排水トンネルが銅山川(河川)と並走する部分では、すべり面と排水トンネルや銅山川との離隔を十分に取ることが難しく、問題の位置付近では、結果的にすべり面の走向と排水トンネルラインが幾分斜行していたことから、トンネル切羽面にすべり面が出現した。これを回避するためにルートの変更を要した。	
② 排水トンネル枝線でのすべり面の露出は、本線から東側に張り出す支線(No.5トンネル)で発生している。排水トンネルは全体ブロック内に可能な限り集水範囲を広げる配置として計画しているが、No.5排水トンネル終点部付近では、東傾斜約10°で分布しているすべり面に対して排水トンネルは傾斜方向に向かうように上り勾配で配する必要があることから、当初からいずれかの位置ですべり面と交差することが想定されており、交差する手前で排水トンネルの終点とする計画であったが、その位置が少し早まったということである。 すべり面形の全体に影響を与えるものではないが、これまでのすべりの三次元形の部分的な修正を行った。	
③ すべり面と排水トンネルの関係は重要な事項で、未提示は不手際であった。二次元断面のみならず、三次元的な表示など工夫して提示したい。	

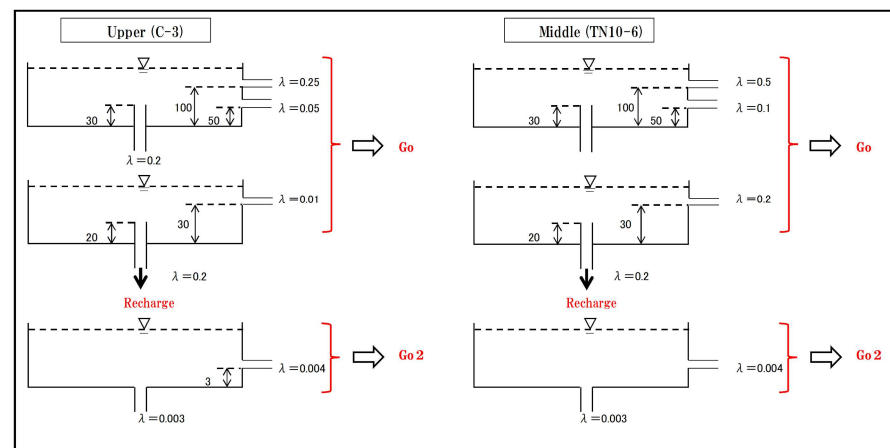
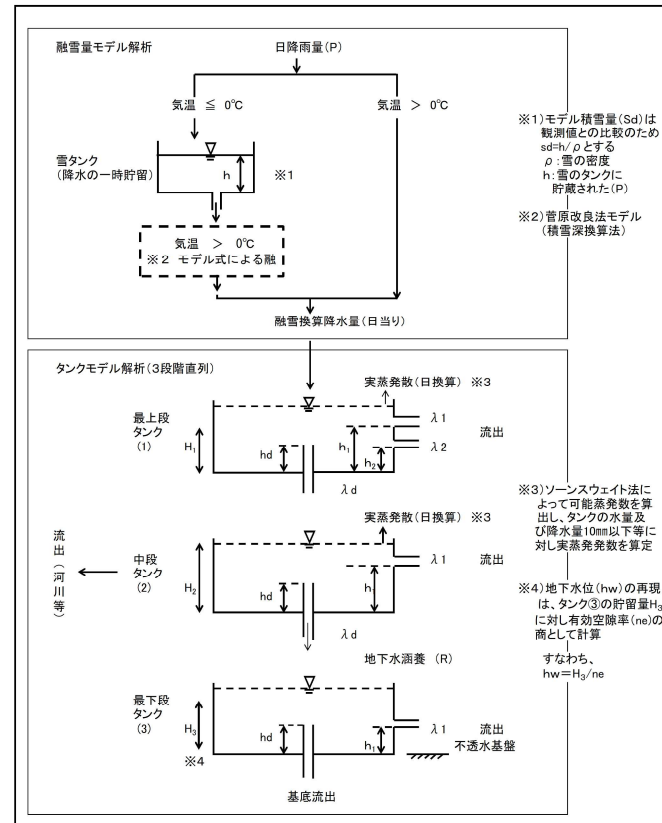
令和7年度 銅山川地区民有林直轄地すべり防止事業 概成検討委員会 第1回 概成検討委員会 議事録	
議 事 要 旨	(2) 古水川沿いの小ブロック
	<宮城座長>
	① 全体ブロック陥没体の延長上の崩壊地(下蔦郷、上蔦郷)が土砂供給源としてみられるが、古水川の勾配が緩いことから少しづつしか土砂は動かず、それぞれ注目の個所に対策を行っている。
	<事務局>
	① 下蔦郷、上蔦郷などの崩壊地では、崩壊面へのアンカー付き法枠工などが施工されており、この崩壊地が古水川への土砂の供給源となっているのではなく、さらに上流部の古水川支溪の湯の台牧場北東部近付近の崩壊が土砂の供給源である可能性が考えられる。
	(3) 維持管理
	<岡田委員>
	① 事業移管(概成)後の維持管理が重要であるが、現実にはマニュアルを読んでもらうのは難しい場合が多いと思われるが、どのように周知するのか。
	② シートの入力詳細、結果の周知なども重要である。
	③ 点検箇所について、場所の説明はされているが、そこで何を見るのかの詳細があると良いのではないか。
○ 対策工の効果、現場で計測された物理値、形状などアピール、アウトリーチも含めた発信があると良い。	
<本山委員>	
④ 排水パイプの目詰まりに対する対応はどうするのか。	
○ これまでの事業や地すべり対策に対する社会的な理解を広め、深めるために大学の教育を通じて行うことも選択肢と思われる。	
<大河原委員>	
○ 防災施設を活用した発電などによる維持費の一部を生み出すなどの取り組み、実証実験などが行われている事例みられる。銅山川でも参考になるのかもしれない。	
○ どこに出しても恥ずかしくない対策がなされており、対外的に周知、発表するとよい。	
○ 排水トンネルの活用法(ワインの保存、...)などを前向きに考えてはどうか。	
<宮城座長>	
○ マニュアルの中に結果(平時の状態と変状発生の状態、ボーリング閉塞状態と回復、洗浄後の状態)など、「使用前-使用后」の対比できるような工夫があるとわかりやすい。	
<事務局>	
①、②マニュアルは、東北森林管理局-山形県で調整しながら進めている。詳細を次回示したい。	
③ 点検ポイントごとに異常な状態を維持管理マニュアルに明示、野帳にも示している。	
④ 治山施設は1回/5年の頻度で点検を行い、この点検で異常が確認されれば改修することとしている。集水ボーリングの目詰まりは、酸性水の元、鉄細菌の作用でバイオマットを形成することが多く、孔内に挿入したノズルから圧搾水を噴射して目詰まりを解消する洗浄工が用いられている。	

- ピンク : 質疑(①…)
- 緑 : 意見、アドバイス(○…)
- 黄 : 質疑に対する回答(質疑①…に対応)
- 赤字 : 第2回検討委員会で補足

2. 第1回検討委員会の補足

2.1 全体ブロック

2.1.1 融雪換算降水量 / 涵養量



(1) 融雪量の推定

- ・ 気象データ (銅山川 1996-、気象庁肘折 1962-) → 積雪量 $R^2=0.96$
- ・ 融雪量換算 (菅原改良モデル)
- ・ 気温補正 2°C → (解析積雪: 観測積雪) $R^2=0.957$

(2) タンクモデルによる水位応答

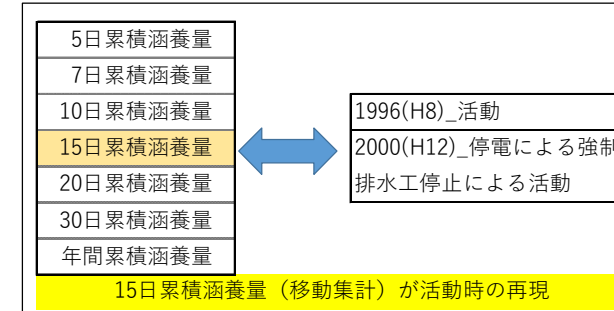
- ・ Upper (C-3)、Middle・Lower (TN10-6)

(1) タンクモデルによる地下水涵養量

2013 (平成 25) 年 11 月 18、19 日比流量 (Upper=8、Middle・Lower=4) は、タンクモデル解析の「地下水流量 (Go2) + 河川流量 (Go) 合計値」とほぼ一致 (タンクモデルの妥当性)

(2) 超過確率水文量

活動時 (1996 (平成 8) 年 5 月) の涵養量が高まるのは 15 日累積涵養量 → 「基本涵養条件」



<データ> Upper

順位	年/月/日	年/月/日	データ	F (%)	
1	1970/4/5	1970/4/19	341.1	98.98	既往最大
2	1977/2/24	1977/3/10	302.1	96.94	
3	1967/3/27	1967/4/10	295.5	94.90	
4	1974/4/10	1974/4/24	260.3	92.86	
5	1996/5/3	1996/5/17	259.6	90.82	災害発生年
6	1980/3/31	1980/4/14	252.7	88.78	
7	1988/5/2	1988/5/16	252.6	86.73	
8	1975/3/31	1975/4/14	251.5	84.69	
9	1969/4/10	1969/4/24	249.7	82.65	
10	1984/4/12	1984/4/26	248.8	80.61	
11	1995/4/20	1995/5/4	245.3	78.57	
12	1963/3/24	1963/4/7	244.4	76.53	
13	2005/3/11	2005/3/25	242.8	74.49	
14	1973/4/18	1973/5/2	238.4	72.45	
15	2000/3/31	2000/4/14	232.6	70.41	
16	2003/4/20	2003/5/4	232.6	68.37	
17	1968/3/24	1968/4/7	230.9	66.33	
18	1976/4/27	1976/5/11	230.1	64.29	
19	1982/4/15	1982/4/29	229.6	62.24	
20	1966/4/24	1966/5/8	229.4	60.20	
21	1983/4/18	1983/5/2	222.5	58.16	
22	1981/4/29	1981/5/13	225.5	56.12	
23	1993/4/26	1993/5/10	225.3	54.08	
24	1998/4/12	1998/4/26	223.9	52.04	
25	1986/3/28	1986/4/11	222.6	50.00	
26	1964/4/14	1964/4/28	222.4	47.96	
27	1962/4/24	1962/5/8	219.5	45.92	
28	2009/4/18	2009/5/2	219.2	43.88	
29	1992/4/20	1992/5/4	217.9	41.84	
30	1965/11/9	1965/11/23	214.0	39.80	
31	1985/4/26	1985/5/10	211.7	37.76	
32	1999/4/22	1999/5/6	211.0	35.71	
33	2002/3/12	2002/3/26	209.9	33.67	
34	2001/2/23	2001/3/9	209.9	31.63	
35	1991/4/23	1991/5/7	209.7	29.59	
36	1978/4/28	1978/5/12	209.0	27.55	
37	2010/4/30	2010/5/14	208.7	25.51	
38	2004/4/16	2004/4/30	208.2	23.47	
39	1971/4/26	1971/5/10	205.9	21.43	
40	1994/4/5	1994/4/19	205.9	19.39	
41	2008/4/18	2008/5/2	204.9	17.35	
42	2006/4/30	2006/5/14	201.5	15.31	
43	1987/4/24	1987/5/8	193.4	13.27	
44	2007/4/19	2007/5/3	190.4	11.22	
45	1989/4/7	1989/4/21	187.9	9.18	
46	1972/4/10	1972/4/24	185.3	7.14	
47	1997/4/6	1997/4/20	185.0	5.10	
48	1979/4/11	1979/4/25	184.2	3.06	
49	1990/4/8	1990/4/22	182.0	1.02	

<データ> Lower

順位	年/月/日	年/月/日	データ	F (%)	
1	1970/4/4	1970/4/18	166.8	98.98	既往最大
2	1967/3/27	1967/4/10	148.9	96.94	
3	1977/2/21	1977/3/7	141.6	94.90	
4	1974/4/3	1974/4/17	136.6	92.86	
5	1988/5/1	1988/5/15	135.1	90.82	
6	1996/5/2	1996/5/16	134.6	88.78	災害発生年
7	1980/3/30	1980/4/13	133.1	86.73	
8	1963/3/19	1963/4/2	130.5	84.69	
9	1975/3/30	1975/4/13	130.5	82.65	
10	1969/4/8	1969/4/22	130.3	80.61	
11	1995/4/19	1995/5/3	129.8	78.57	
12	1984/4/6	1984/4/20	129.7	76.53	
13	2005/3/8	2005/3/22	128.4	74.49	
14	1973/4/17	1973/5/1	127.9	72.45	
15	2003/4/18	2003/5/2	126.8	70.41	
16	1968/3/22	1968/4/5	126.1	68.37	
17	1983/4/16	1983/4/30	125.7	66.33	
18	2000/3/30	2000/4/13	123.9	64.29	
19	1976/4/27	1976/5/11	123.7	62.24	
20	1982/4/10	1982/4/24	123.4	60.20	
21	1993/4/25	1993/5/9	122.2	58.16	
22	1988/4/11	1988/4/25	122.2	56.12	
23	1981/4/28	1981/5/12	122.1	54.08	
24	1966/4/24	1966/5/8	121.8	52.04	
25	1964/4/13	1964/4/27	120.8	50.00	
26	1986/3/27	1986/4/10	119.9	47.96	
27	1962/4/23	1962/5/7	119.7	45.92	
28	2009/4/15	2009/4/29	119.3	43.88	
29	1965/11/6	1965/11/20	118.9	41.84	
30	2002/3/10	2002/3/24	118.8	39.80	
31	1992/4/18	1992/5/2	118.6	37.76	
32	1985/4/24	1985/5/8	118.2	35.71	
33	2010/4/29	2010/5/13	116.9	33.67	
34	1978/4/28	1978/5/12	115.4	31.63	
35	1999/4/21	1999/5/5	115.3	29.59	
36	2004/4/15	2004/4/29	114.9	27.55	
37	2001/2/22	2001/3/8	114.0	25.51	
38	1994/4/3	1994/4/17	113.9	23.47	
39	2008/3/12	2008/3/26	113.7	21.43	
40	1991/4/22	1991/5/6	113.6	19.39	
41	1971/4/25	1971/5/9	113.2	17.35	
42	2006/4/29	2006/5/13	110.9	15.31	
43	1987/4/23	1987/5/7	109.8	13.27	
44	1989/4/5	1989/4/19	107.0	11.22	
45	2007/4/17	2007/5/1	106.1	9.18	
46	1997/4/1	1997/4/15	105.6	7.14	
47	1990/4/5	1990/4/19	104.4	5.10	
48	1979/4/11	1979/4/25	103.6	3.06	
49	1972/4/9	1972/4/23	103.1	1.02	

(3) 確率年対応 (長期安定性評価) の涵養量

確率	Upper領域涵養量 mm/15day(mm/1day)	Middle/Lower領域涵養量 mm/15day(mm/1day)
1/200	317.4(21.16)	156.3(10.42)
1/150	311.9(20.79)	154.4(10.29)
1/100	306.1(20.41)	152.3(10.15)
1/50	295.0(19.67)	148.3(9.89)
1/30	286.4(19.09)	145.1(6.67)

表 2.1 水収支の概要

区分		融雪換算降水量 P	蒸発散量 E	河川流出量 Go	地下水涵養量 R	地下水流出 Go2	
C-3水位応答検討	1962/1/1-2010/12/31 49年間(通年)	流出高(mm/年)	2,791.0	389.6	564.8	1,836.6	788.3
		比率	100.0%	14.0%	20.2%	65.8%	28.2%
	1996/5/3-1996/5/17 15日累積(融雪期)	流出高(mm/15日)	25.0	0.3	7.4	17.3	3.1
		比率	100.0%	1.2%	29.7%	69.1%	12.2%
泥水沢、田尻沢実測 流量最適化検討	2014/6/1-2019/5/31 5年間(通年)	流出高(mm/年)	2,535.0	414.0	377.0	1,743.0	1,012.0
		比率	100.0%	16.3%	14.9%	68.8%	39.9%
	2015/2/1-2015/5/31 5か月(融雪期)	流出高(mm/年)	3,502.0	230.8	647.4	2,766.7	1,054.7
		比率	100.0%	6.6%	18.5%	79.0%	30.1%

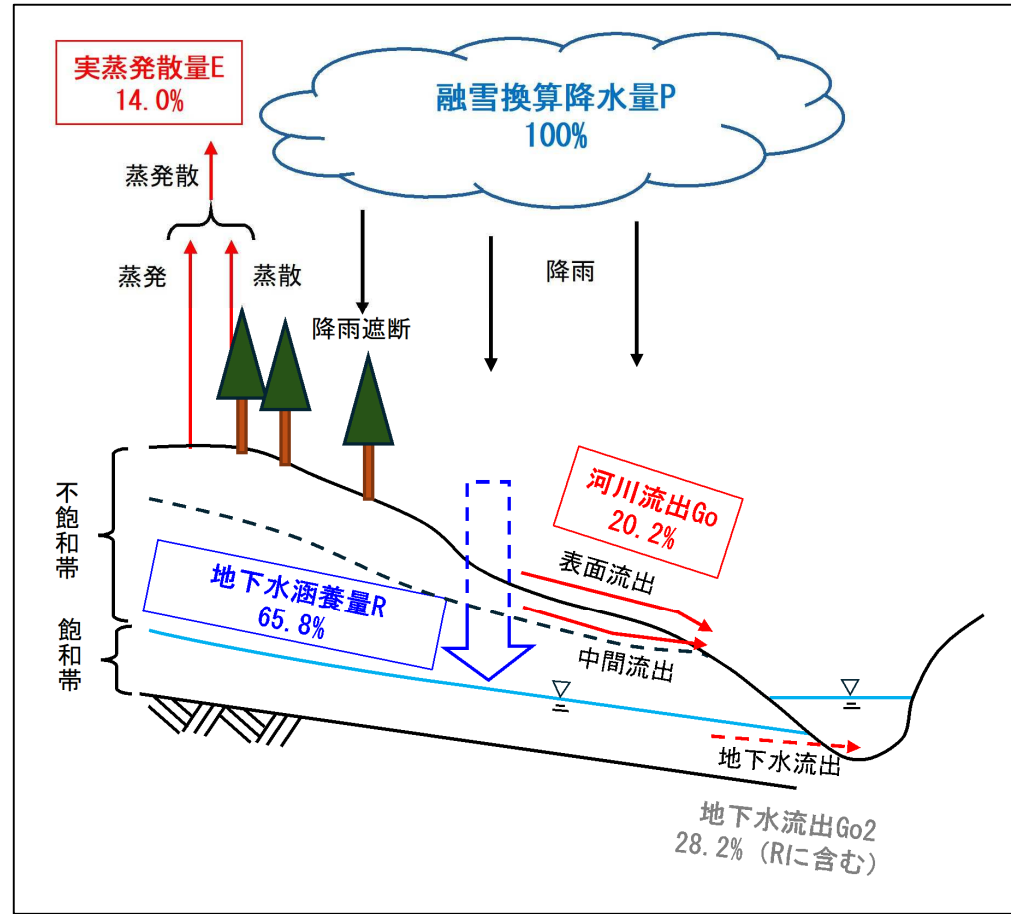


図 2.1 水収支の概略

表 2.2 1/100 確率涵養量と排水施設の排水量

涵養条件	区分	1/100涵養量 ①		1/100涵養量対応排水量 ①'		
		(mm/15日)	(mm/年)	No.	(L/min)	L/年
超過確率 1/100年	Upper	306.1	7,448.4	109m集水井	329.6	173,237,760
	Middle-Lower	152.3	3,706.0	TN-No.1	1,941.8	1,020,610,080
超過確率 1/30年	Upper	286.4	6,969.1	TN-No.1'	562.7	295,755,120
	Middle-Lower	145.1	3,530.8	TN-No.2	4,081.1	2,145,026,160
超過確率 1/2年	Upper	222.6	5,416.6	TN-No.3	216.1	113,582,160
	Middle-Lower	120.8	2,939.5	TN-No.4	1,627.0	855,151,200
				TN-No.5	98.6	51,824,160
				TN-No.6	572.9	301,116,240
				計	9,429.8	4,956,302,880

表 2.3 1/100 涵養量に対する地下水捕捉率

エリア区分	面積 ② (m ²)		1/100涵養量 ③ (m ³ /年)	1/100地下水流量 ④=②×③	
				(m ³ /年)	(L/年)
Upper	966,047		7.448	7,195,535	7,195,535,395
Middle	231,916	505,277	3.706	1,872,538	1,872,538,018
Lower	273,361				
計	1,471,323			9,068,073	9,068,073,414
1/100涵養量対応排水量 ⑤					4,956,302,880
地下水排除工による地下水流量捕捉比率 ④/⑤					54.7%
地下水捕捉/(涵養量/融雪換算降水量 _{49年間通年} =65.8%)					36.0%

2.1.2 計画排水量と排水能力

表 2.4 想定流量 (1/100 涵養量に対する排水量) に対する排水能力

水路規格 (勾配)	区分	排水能力 Q (m ³ /s)	想定流量 Qa (m ³ /s)	安全率 Q/Qa	観測流量 Qo (m ³ /s)	各流量の水深比較					
						計算流量 Q0 (m ³ /s)	水深 H (m)	断面積 A (m ²)	潤辺 S (m)	径深 R(=A/S) (m)	流速 v (m/s)
BF I 型 600×380 (i=0.5%)	現行水路断面の流下可能流量	0.325	—	2.07	—	0.325	0.380(満水)	0.213	1.280	0.166	1.526
	1/100涵養量に対する排水流量	—	0.157	1.00	—	0.158	0.228	0.124	0.979	0.127	1.276
	観測最大流量(R7年7月豪雨)	—	—	—	0.133	0.136	0.205	0.111	0.933	0.119	1.222
	融雪時観測最大流量(R5年6月)	—	—	—	0.118	0.122	0.190	0.103	0.902	0.114	1.187

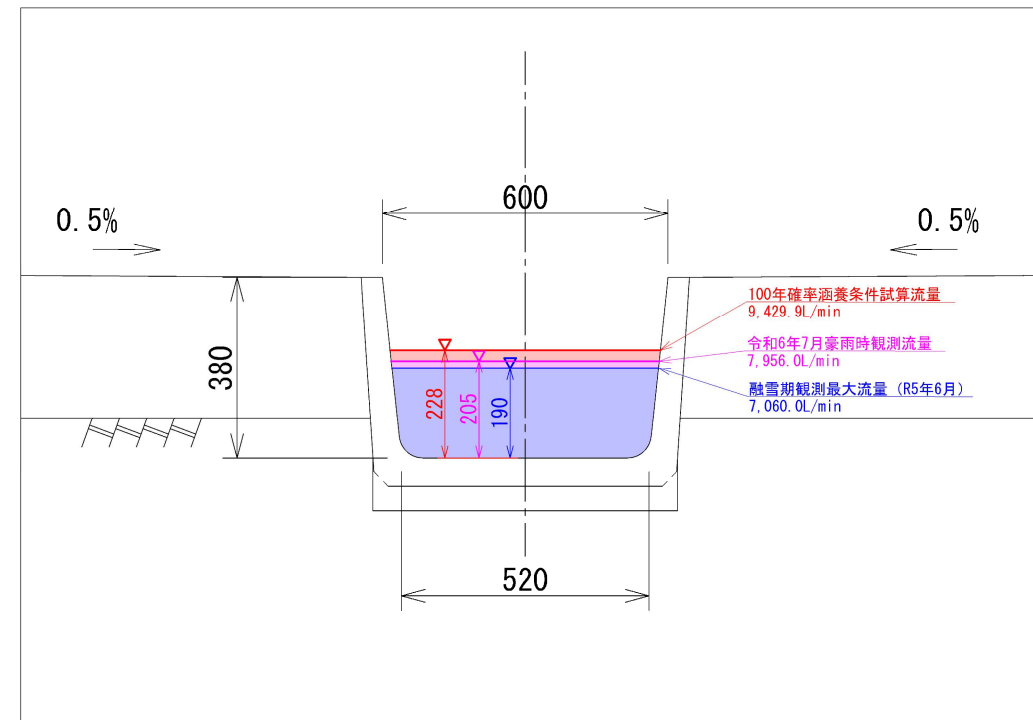


図 2.2 排水トンネル内水路の水深 (水路最緩勾配_0.5%)

2.2 すべり面と排水施設の三次元構造

2.2.1 全体ブロックの三次元構造

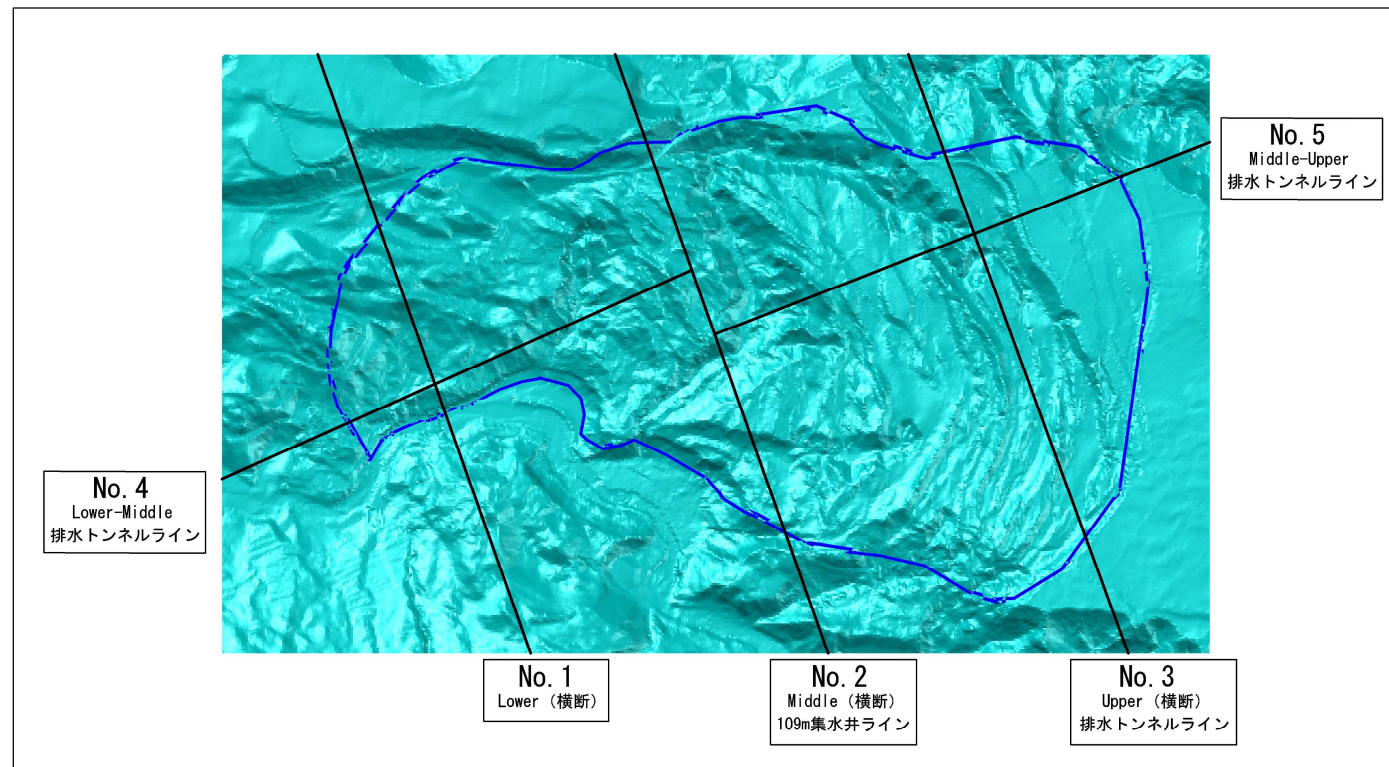


図 2.3 3d モデルの地表面形状と 5 断面 (1)

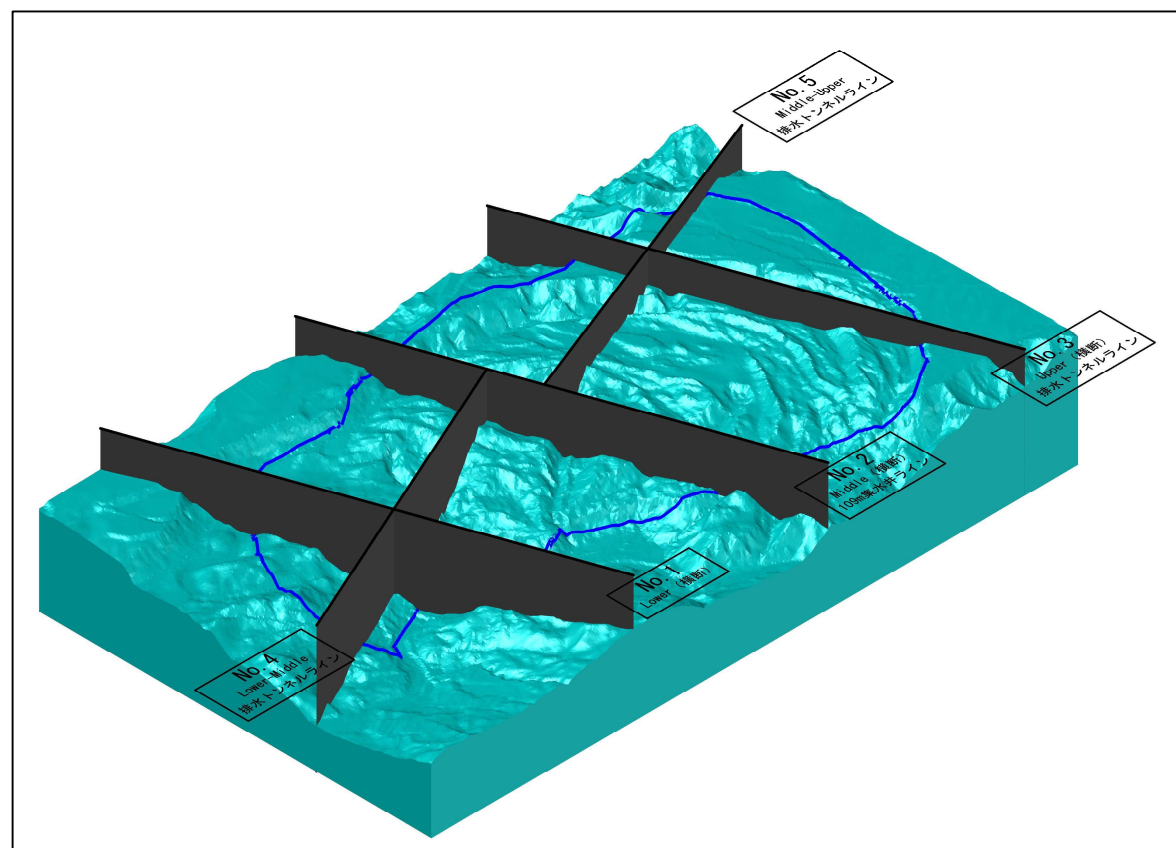


図 2.4 3d モデルの地表面形状と 5 断面 (2)

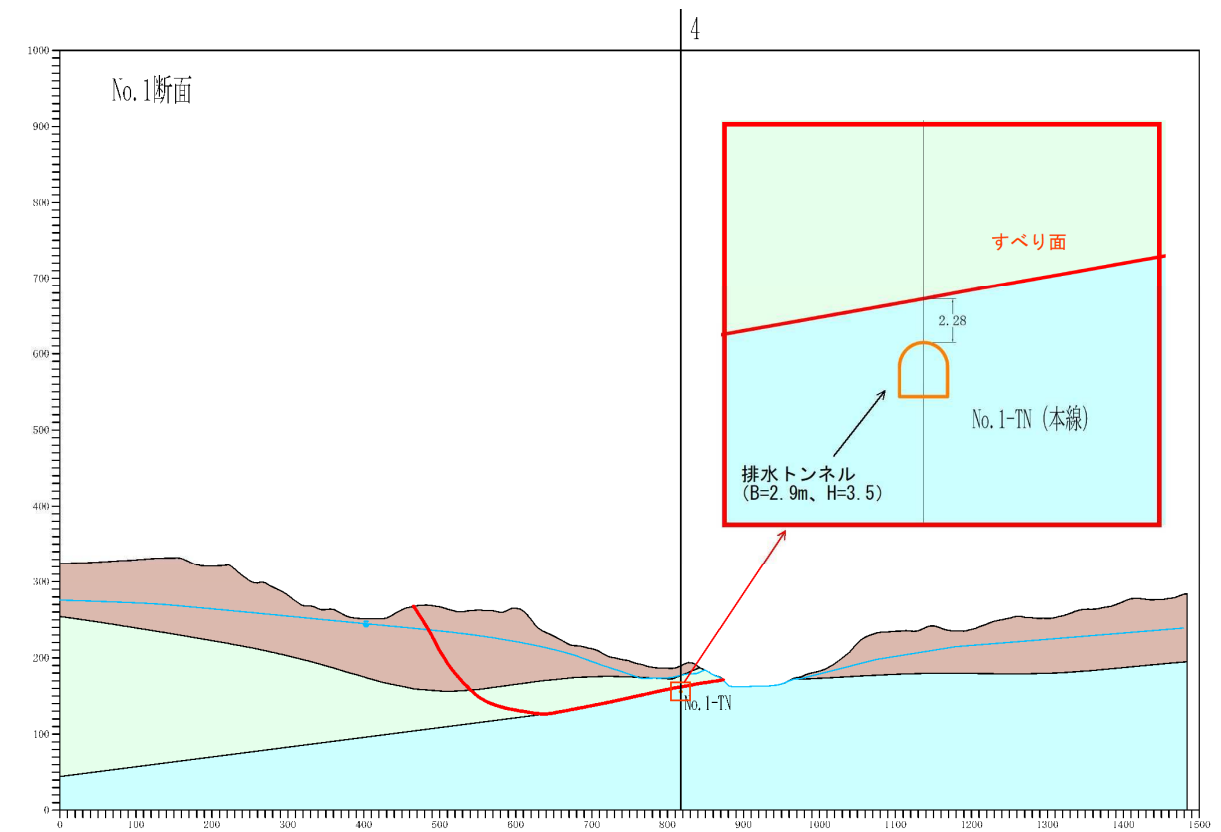


図 2.5 No. 1 断面 (Lower 横断面) の地質区分-すべり面-排水トンネル

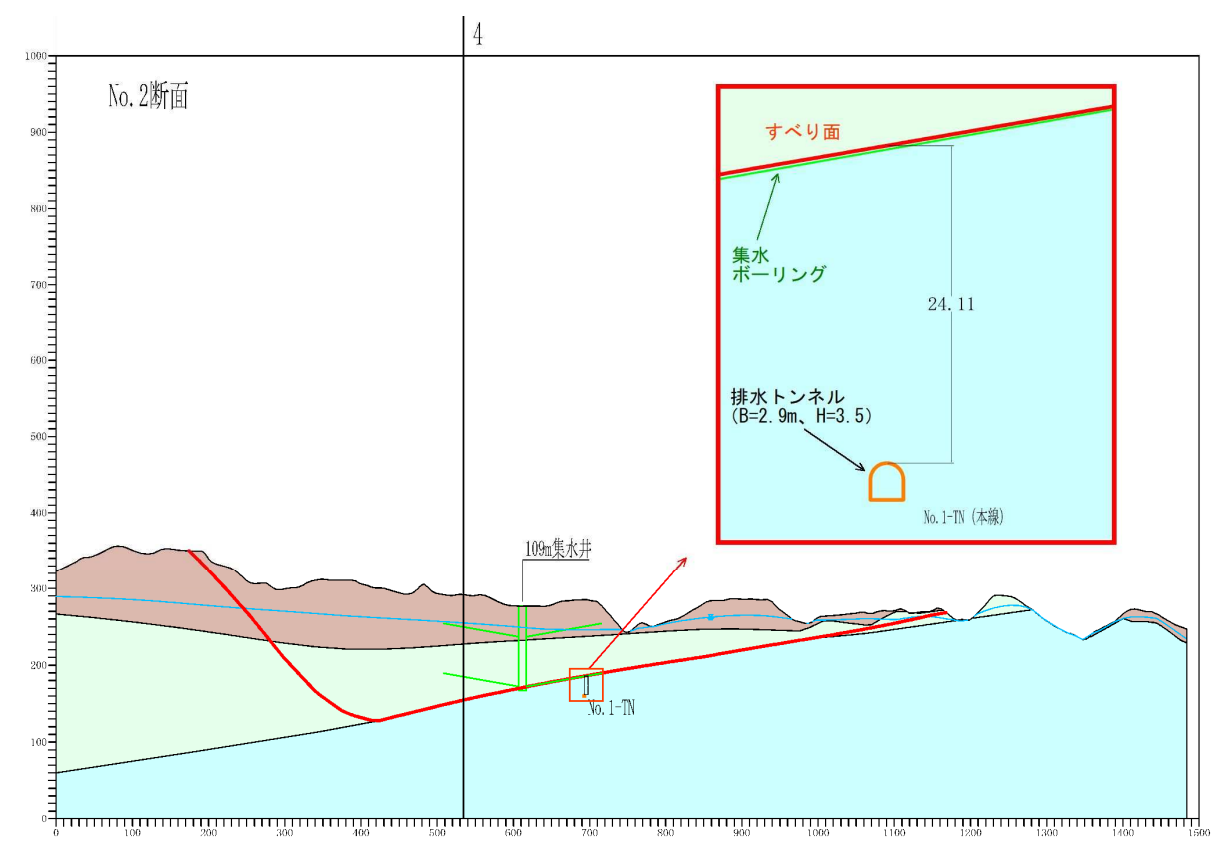


図 2.6 No. 2 断面 (Middle 横断面) の地質区分-すべり面-排水トンネル+109m 集水井

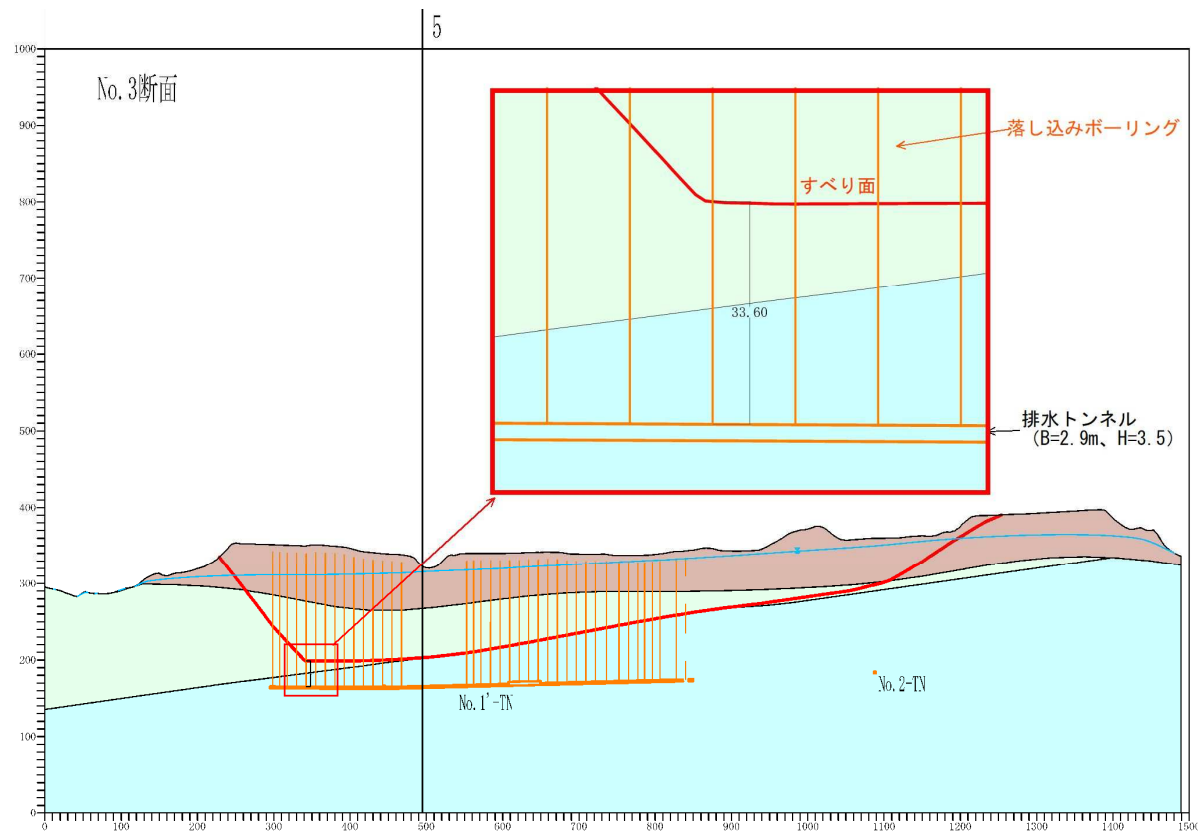


図 2.7 No. 3 断面 (Upper 横断面) の地質区分-すべり面-排水トンネル+落とし込みボーリング

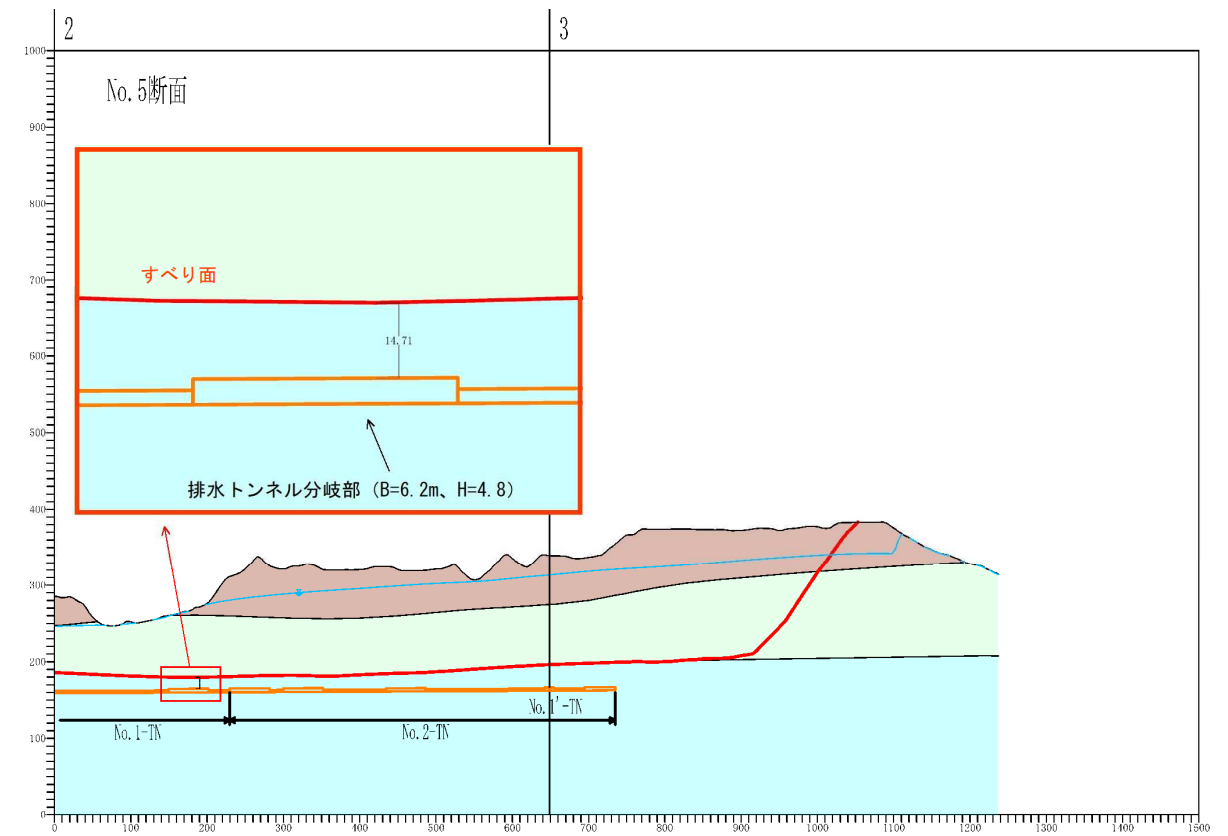


図 2.9 No. 5 断面 (Middle-Upper) の地質区分-すべり面-排水トンネルライン

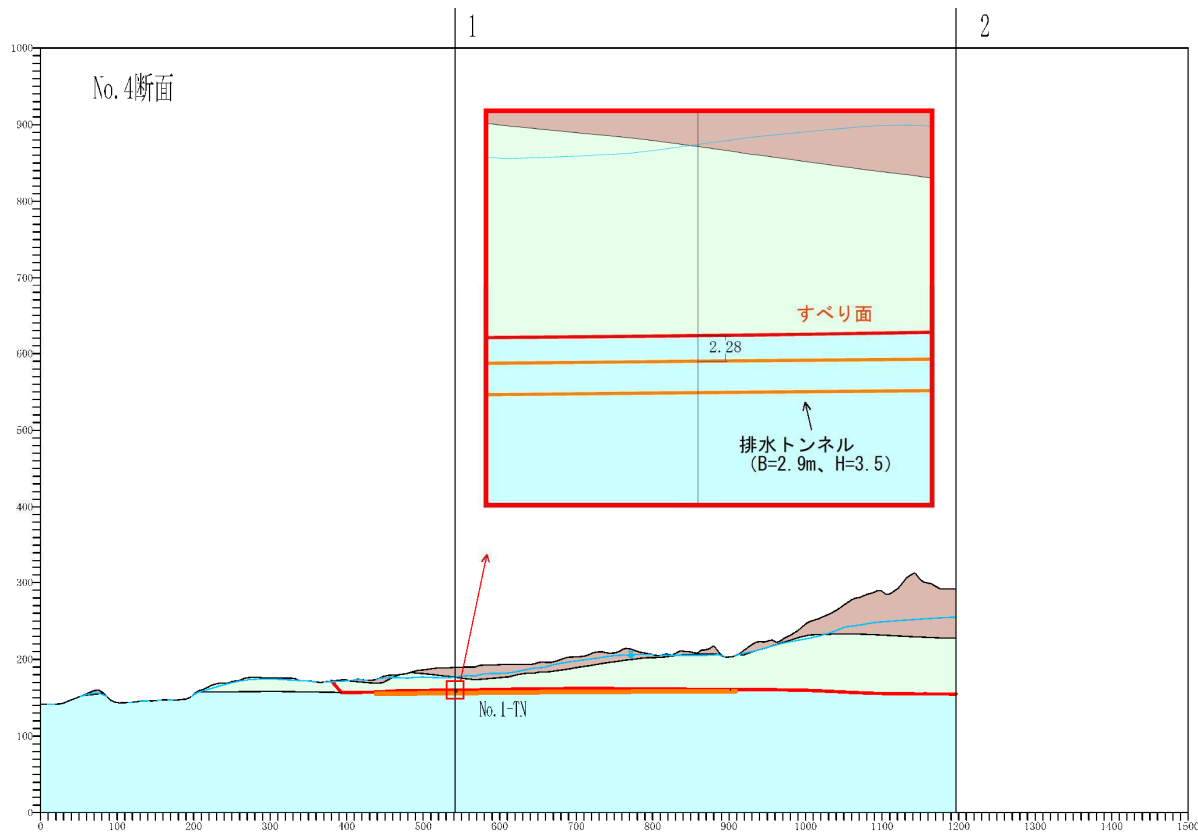


図 2.8 No. 4 断面 (Lower-Middle) の地質区分-すべり面-排水トンネルライン

2.2.2 全体ブロックのすべり面と排水施設

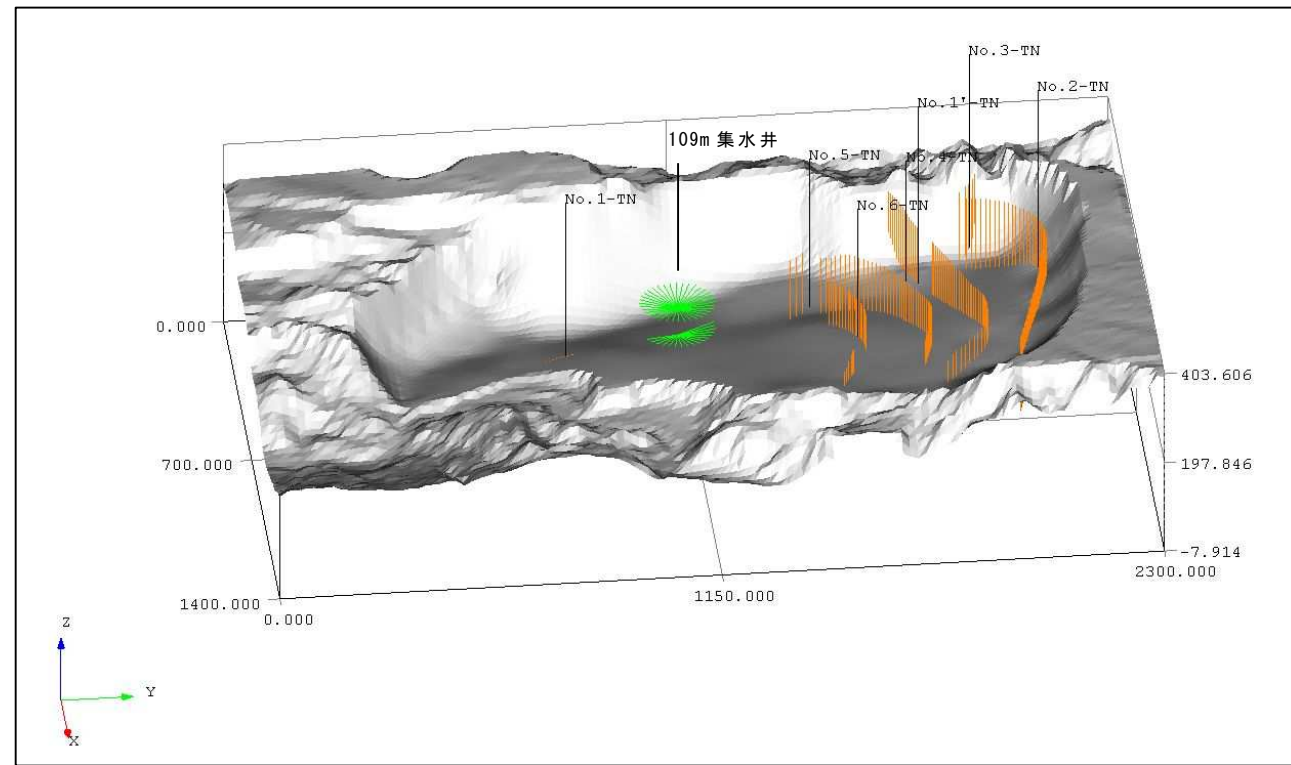


図 2.10 すべり面と排水施設 (視点位置: 西側上空)

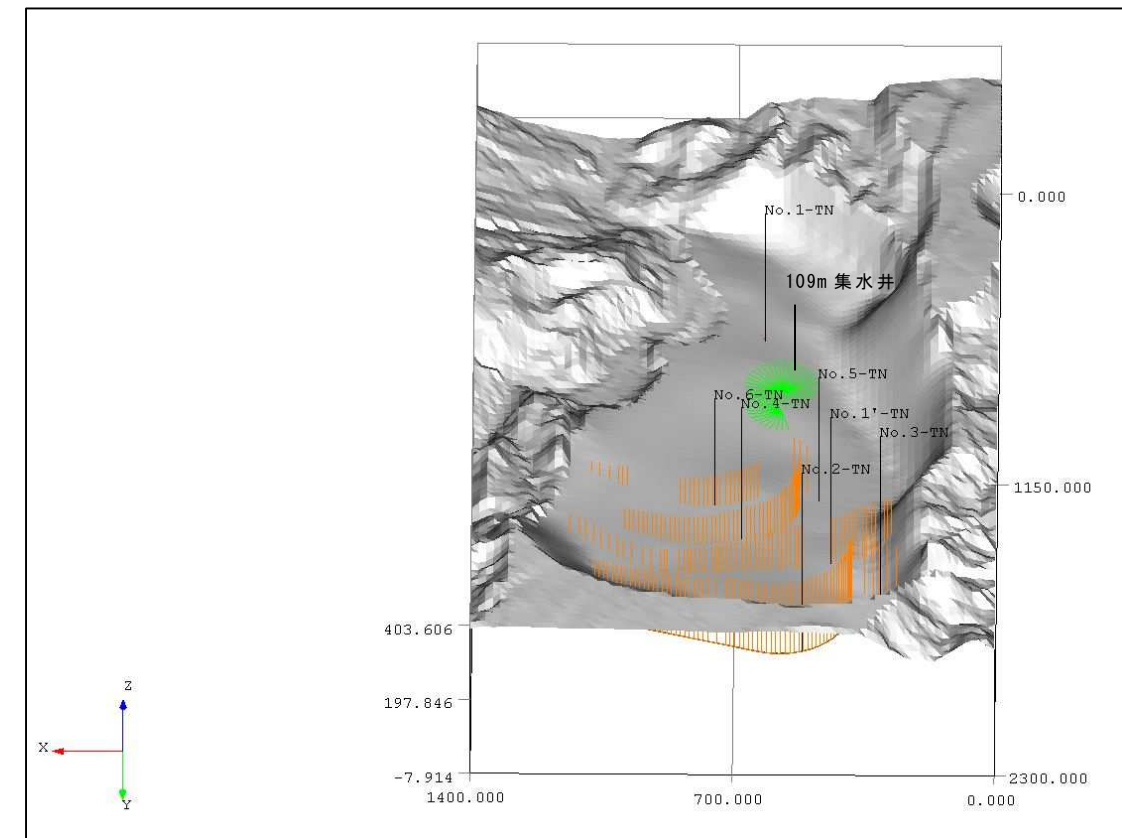


図 2.12 すべり面と排水施設 (視点位置: 南側上空)

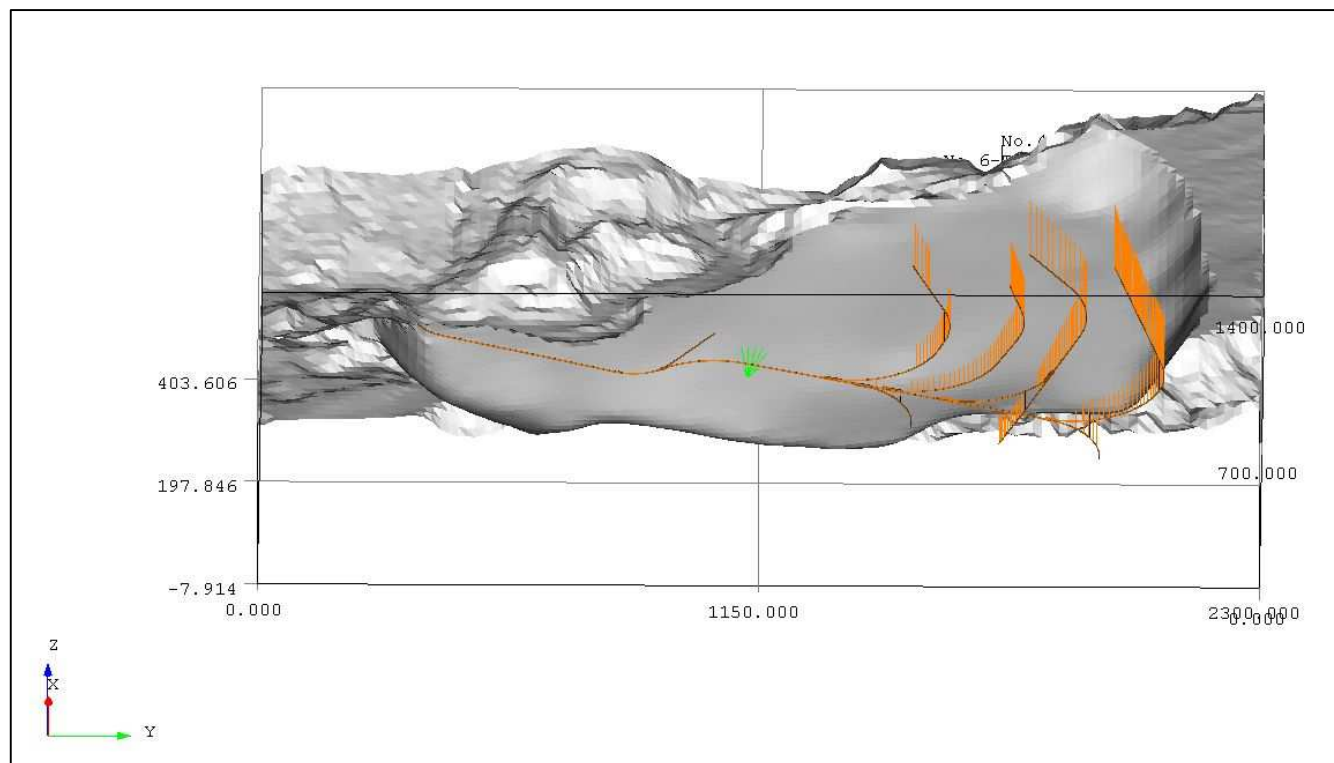


図 2.11 すべり面と排水施設 (視点位置: 西側下方_地中)

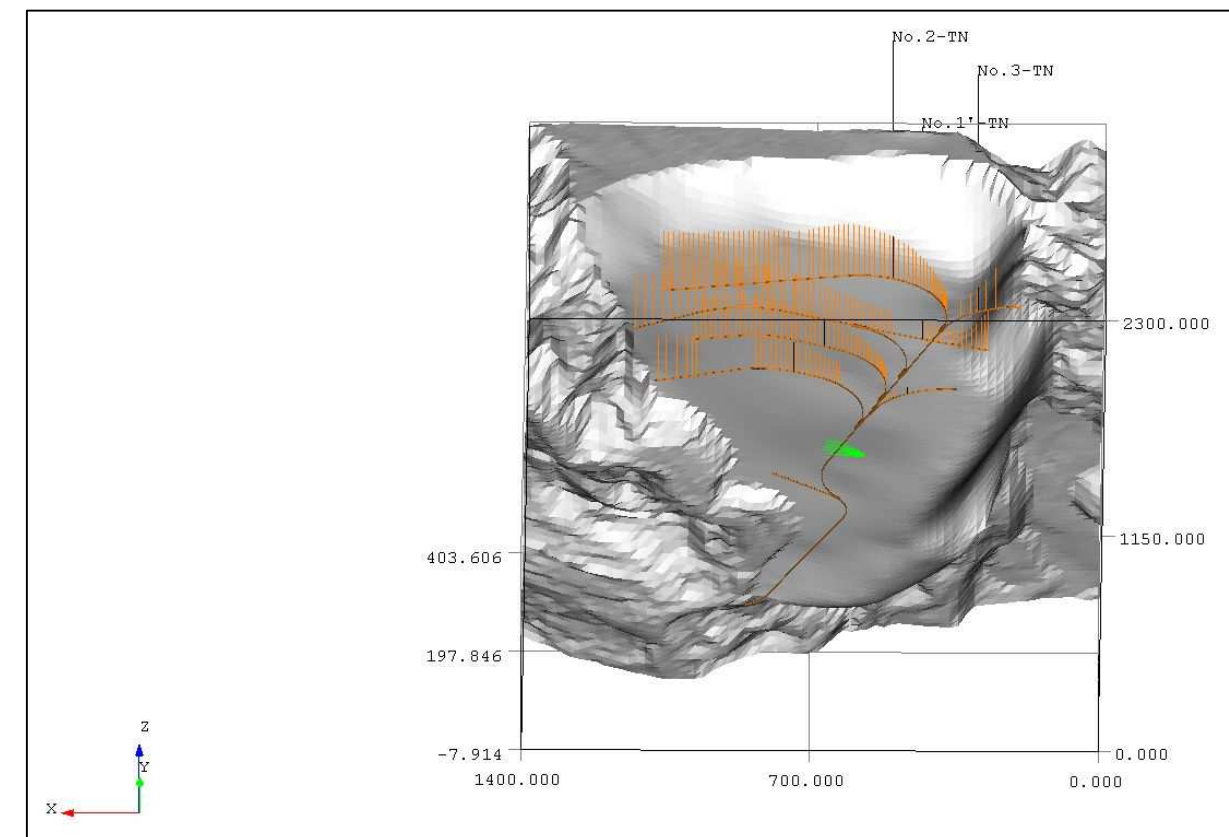


図 2.13 すべり面と排水施設 (視点位置: 南側下方_地中)

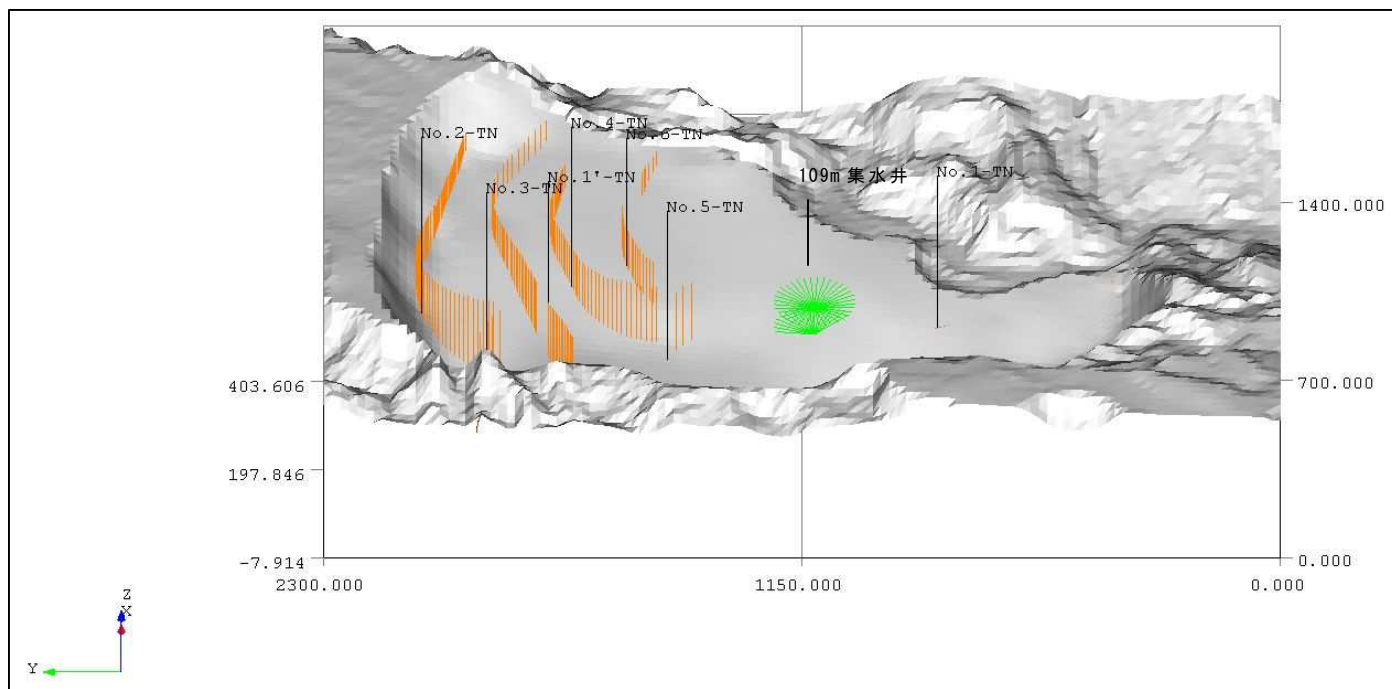


図 2.14 すべり面と排水施設（視点位置：東側上空）

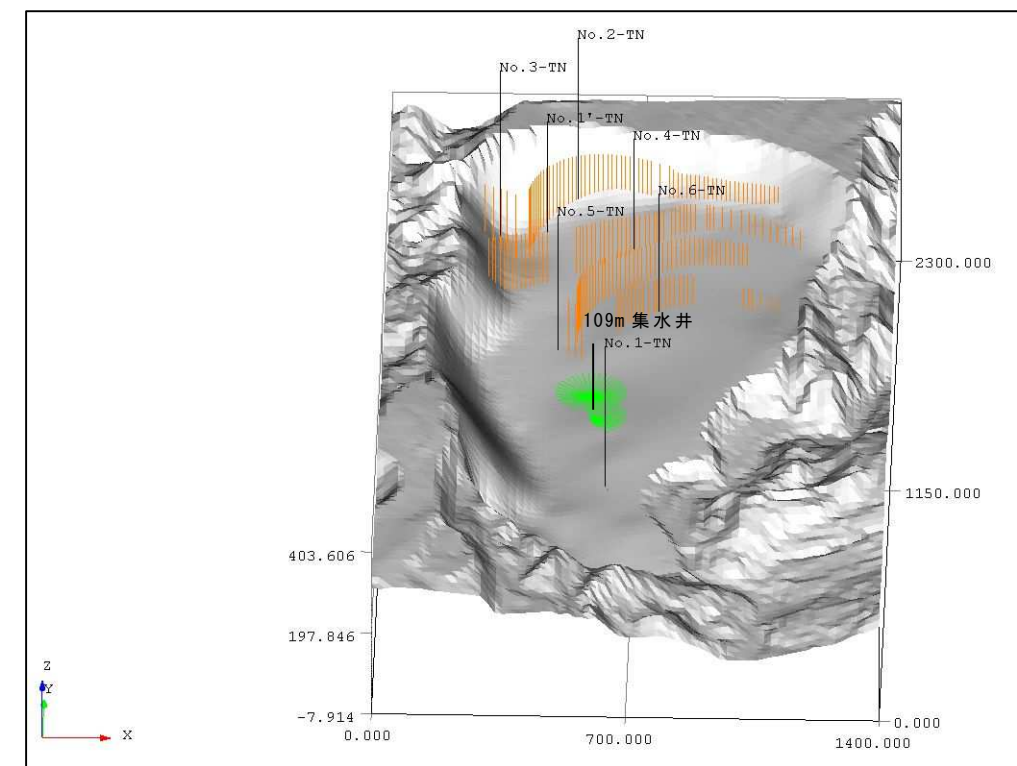


図 2.16 すべり面と排水施設（視点位置：北側上空）

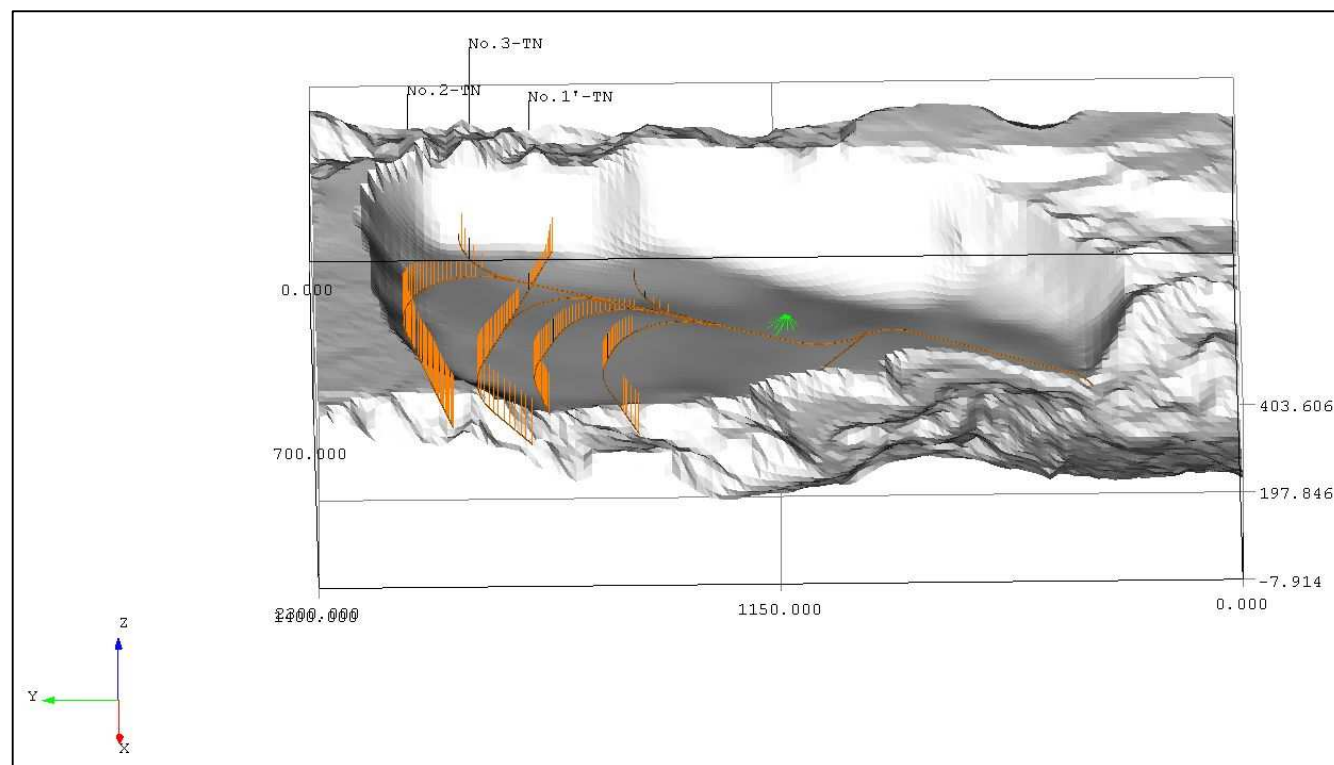


図 2.15 すべり面と排水施設（視点位置：東側下方_地中）

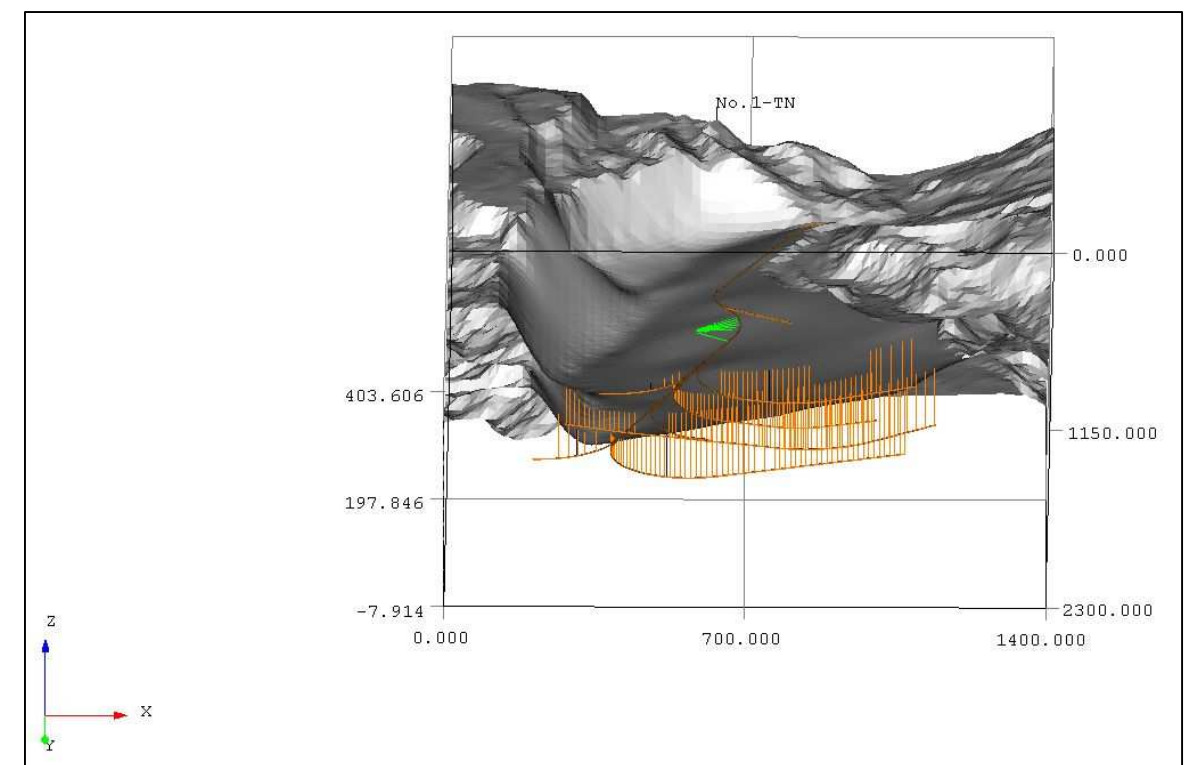


図 2.17 すべり面と排水施設（視点位置：北側下方_地中）

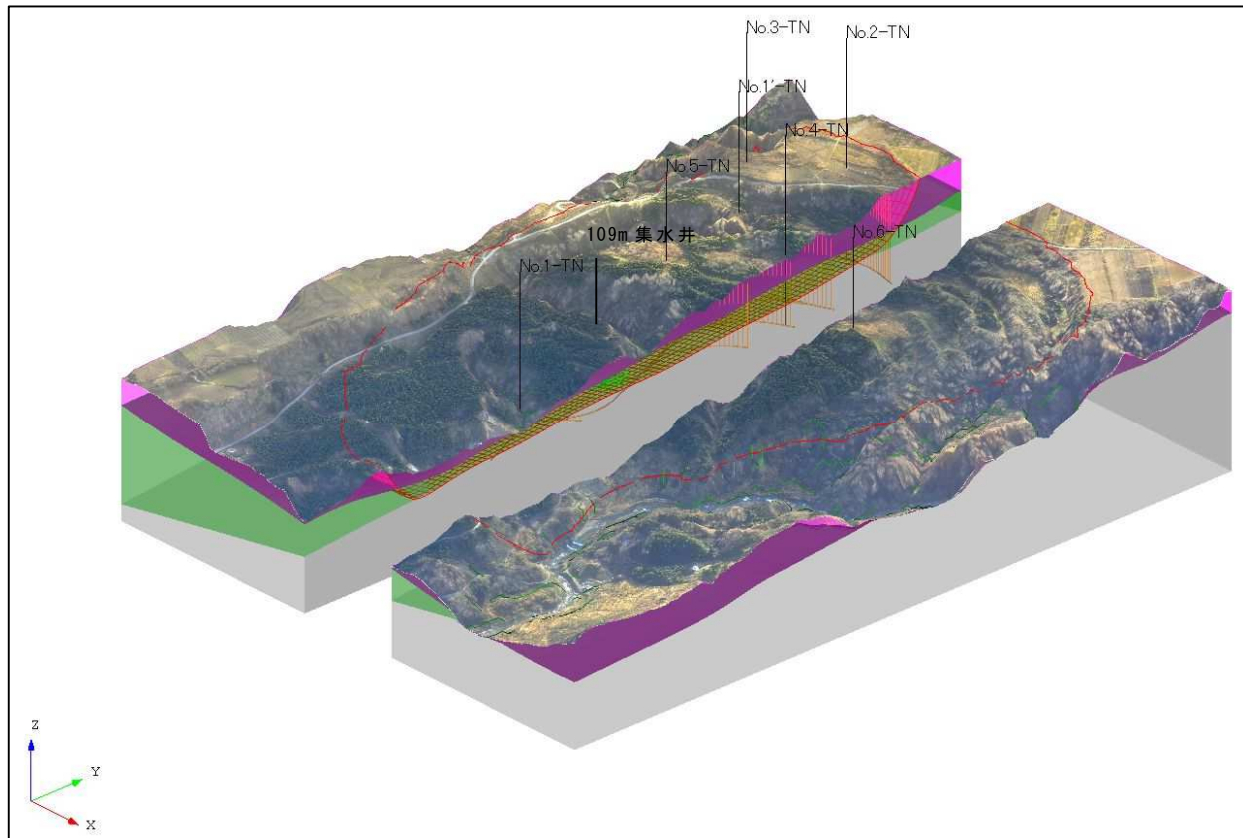


图 2.18 南北 2 分割 (视点位置: 北西上空)

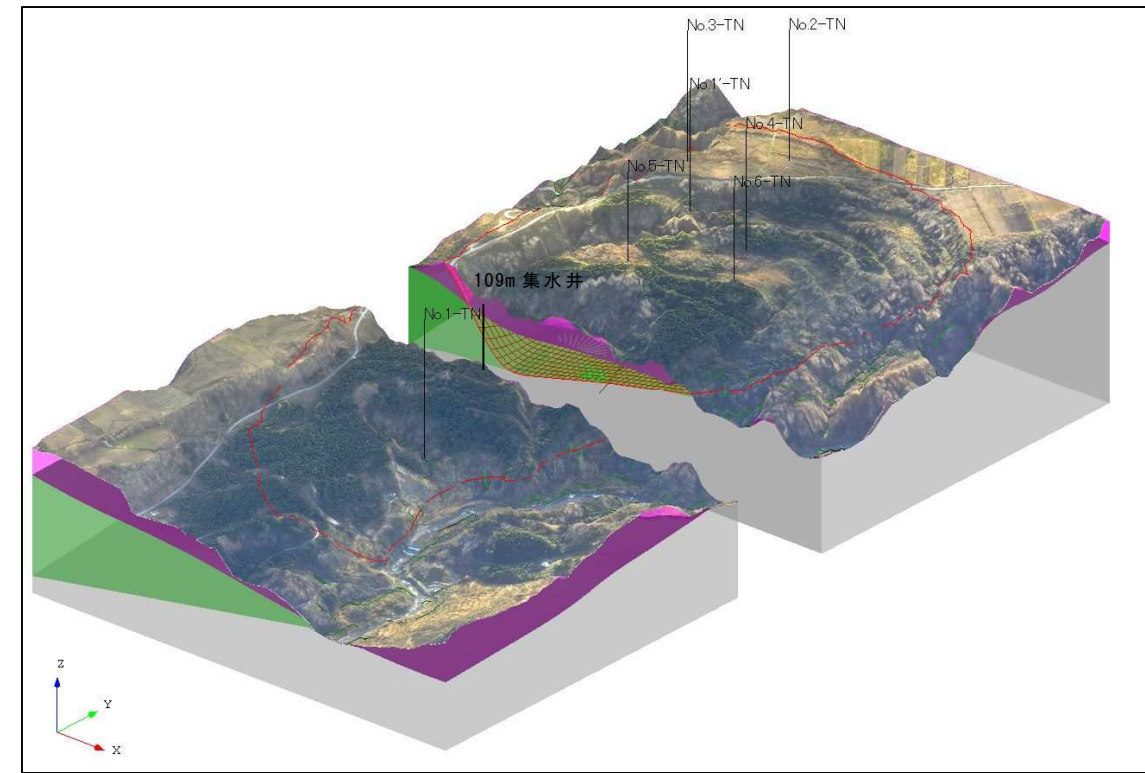


图 2.20 东西 2 分割 (视点位置: 北西上空)

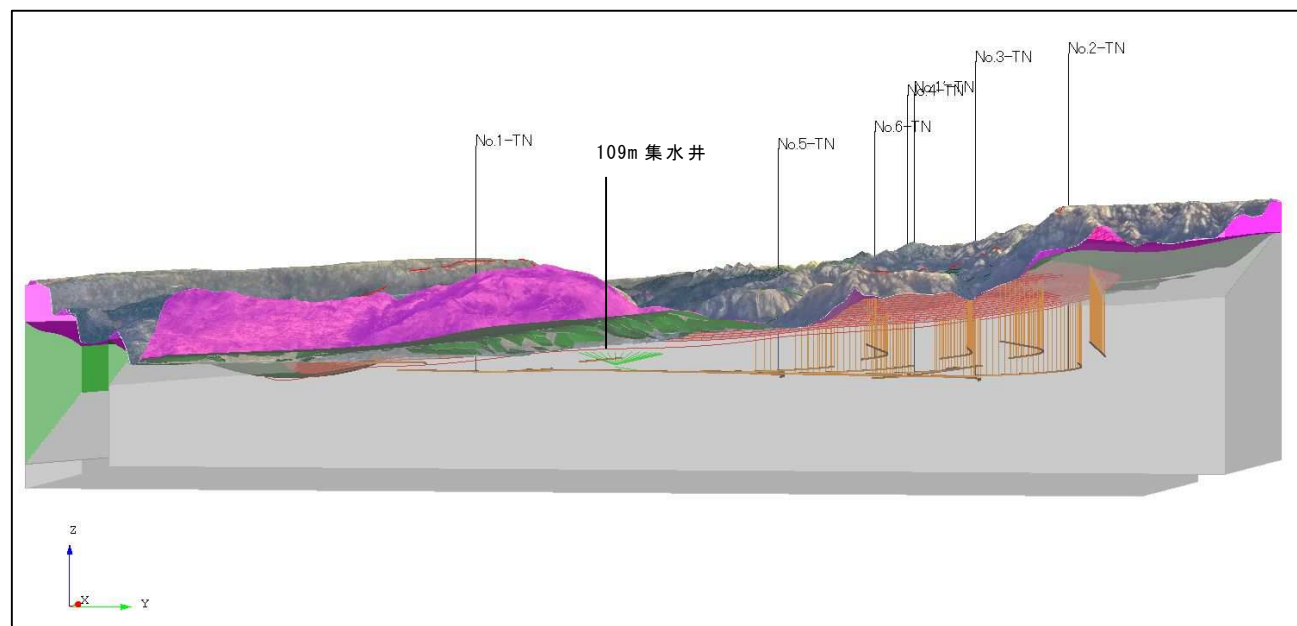


图 2.19 南北 2 分割 (视点位置: 西侧地中)

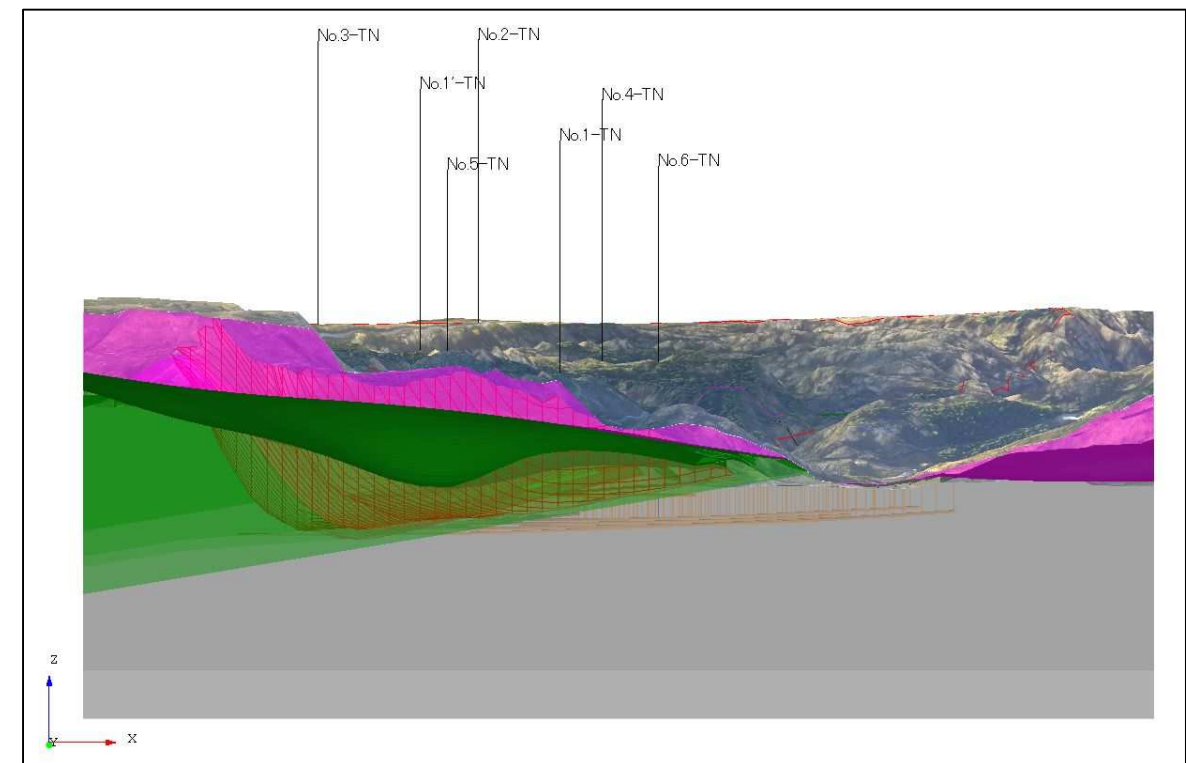


图 2.21 东西 2 分割 (视点位置: 北侧地中)

3. MI-S07-1 ブロック

3.1 MI-S07-1 ブロックの検討の経緯

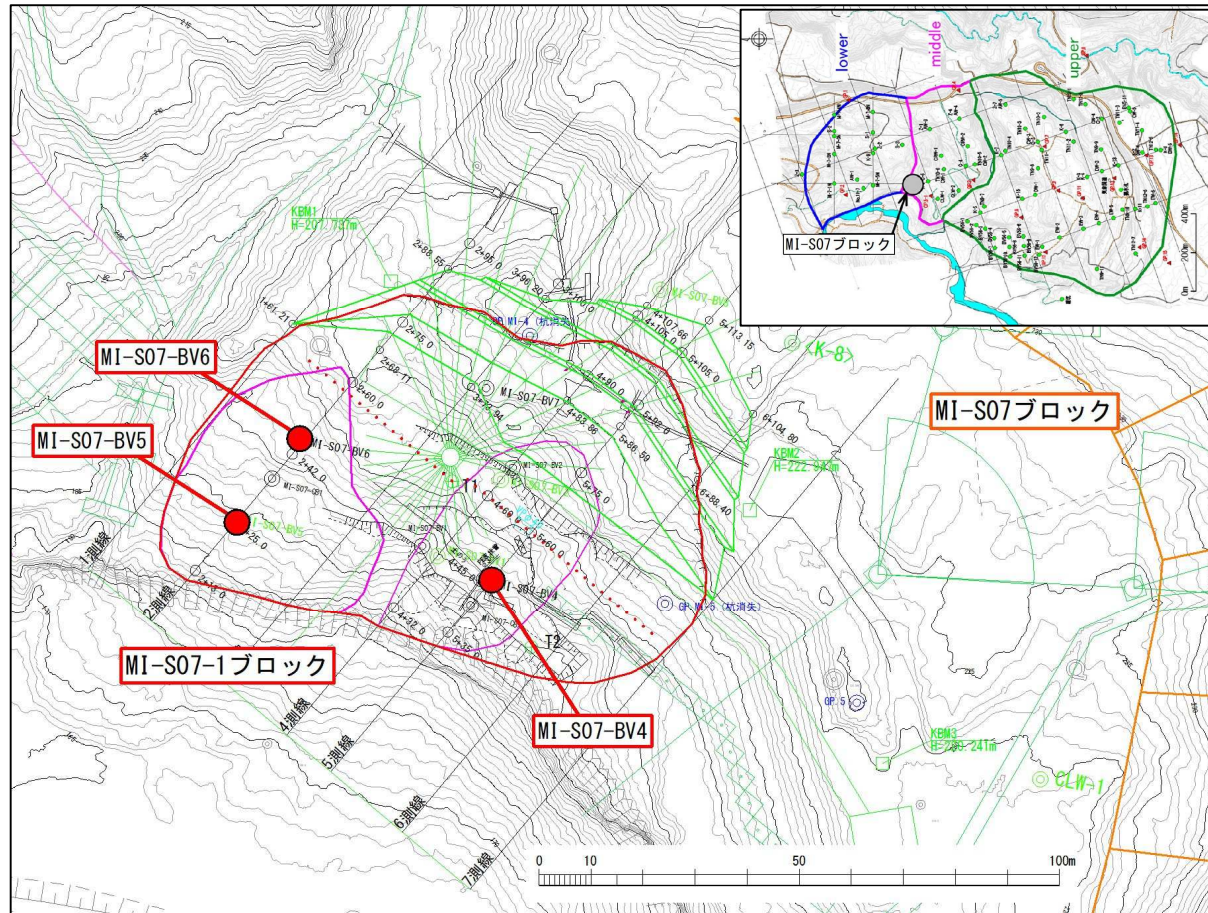


図 3.1 MI-S07-1 ブロックの位置、および平面図

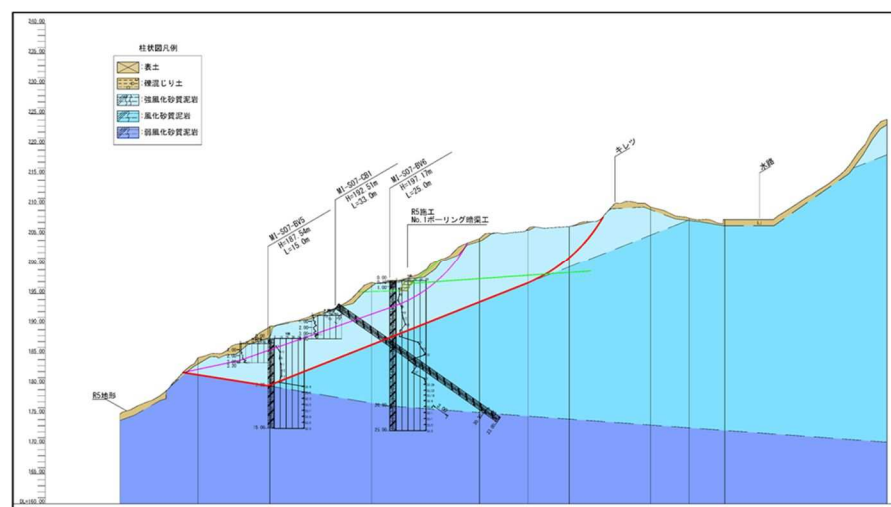


図 3.2 MI-S07-1 ブロック 2 測線断面図

<平成 29(2017)年検討委員会での指摘>

全体ブロック末端部エリアでは、魚のうろこ状でずれる現象が発生している。これは一定の深度まで力学特性が劣化して、表層が変位している可能性がある。そこで劣化している深度を確認して土留工を変形させている斜面変形機構の解析を行った上で、表層だけの対策か地すべり対策が必要なのかを検討すべきである。



MI-S07-1 ブロック内外での調査ボーリング、動態観測の実施



<令和 7(2025)年 2 月 27 日:宮城委員の指摘>

MI-S07-1 ブロックは、両脇を泥水沢と田尻沢に挟まれ、全体ブロックの中では Middle エリアと Lower エリアの境界で圧縮される領域であることから、ほかのエリアとは異なる極めて脆弱な材料特性をもつと考えられ、全体ブロックとは異なるメカニズムで発生した独立したブロックであることを明確にする必要がある。MI-S07-1 ブロックの脆弱性を土質試験等により定量的に評価できないか。



土質試験

3.2 土質試験

土質試験の目的は、これまでの地すべり調査により把握されてきた MI-S07-1 ブロックの移動特性とその対策について土質試験の側面から考察を行うものである。

このためには、「物理的・化学的特性」、「鉱物学的特性」、「力学的特性」からアプローチする必要があり、表 3.1 に示す土質試験を実施した。

表 3.1 土質試験内容と把握する内容

区分	試験・分析項目	試験から直接得られる物性値
物理的・化学的特性	含水比試験	含水比 $w(\%)$
	湿潤密度試験	湿潤密度 $\rho_t(\text{g}/\text{cm}^3)$
	pH試験	pH値
鉱物学的特性	X線回折試験	膨潤性粘土鉱物(スメクタイト)含有の有無(スメクタイト反射の反射幅 FWHM)
	メチレンブルー吸着量試験	膨潤性粘土鉱物(スメクタイト)の定量分析(含有量 mass%)
	交換性陽イオン分析	スメクタイトの結晶間に吸着保存されている陽イオン(Ca^{2+} 、 Na^+ 、 k^+ 、 Mg^{2+})の種類と割合
力学的特性	一面せん断試験	不攪乱すべり面構成土のせん断強度 τ (kPa)
		繰り返しによる攪乱すべり面構成土のせん断強度 τ (kPa)
		弱風化砂質泥岩のピークせん断強度 τ (kPa)
	繰り返し一面せん断試験	完全軟化状態におけるせん断強度パラメータ c_s' (kPa)、 ϕ_s' ($^\circ$)
		残留状態におけるせん断強度パラメータ c_r' (kPa)、 ϕ_r' ($^\circ$)

土質試験を行う試料は、BV-4、BV-5、BV-6、3孔の各層から採取した。

- ・ 強風化砂質泥岩層 (移動層)
- ・ すべり面構成土 (すべり面付近)
- ・ 弱風化砂質泥岩層 (すべり面下の地すべり基岩)

表 3.2 試験項目と対象コア（深度）

試験箇所(m)	BV-4			BV-5			BV-6			試験規格
	7.00	12.95	15.00	4.00	7.90	9.00	6.00	9.00	22.00	
試験項目	強風化 砂質泥岩	すべり面	弱風化 砂質泥岩	強風化 砂質泥岩	すべり面	弱風化 砂質泥岩	強風化 砂質泥岩	すべり面	弱風化 砂質泥岩	
含水比試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	JIS A 1203
湿潤密度試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	JIS A 1225
pH試験	○	○	○	○	○	○	○	○	○	JGS 0221
X線回折試験(不定方位法、定方位法、薬品処理、加熱処理)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
メチレンブルー吸着量試験(定量)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	JIS Z 2451
交換性陽イオン分析		○			○			○		JGS 0261
一面せん断試験(定圧条件)		○ すべり面強度	○ ピーク強度		○ すべり面強度	○ ピーク強度		○ すべり面強度	○ ピーク強度	JGS 0561
繰返し一面せん断試験(定圧条件)	○ 残留強度			○ 残留強度			○ 残留強度			



写真 3.1 BV-4 (GL-5.00~10.00m)



写真 3.2 BV-4 (GL-10.00~15.00m)



写真 3.3 BV-5 (GL-0.00~5.00m)



写真 3.4 BV-5 (GL-5.00~10.00m)



写真 3.5 BV-6 (GL-5.00~10.00m)



写真 3.6 BV-6 (GL-20.00~25.00m)

3.3 土質試験結果と考察

表 3.3 土質試験結果と考察 (1/2)

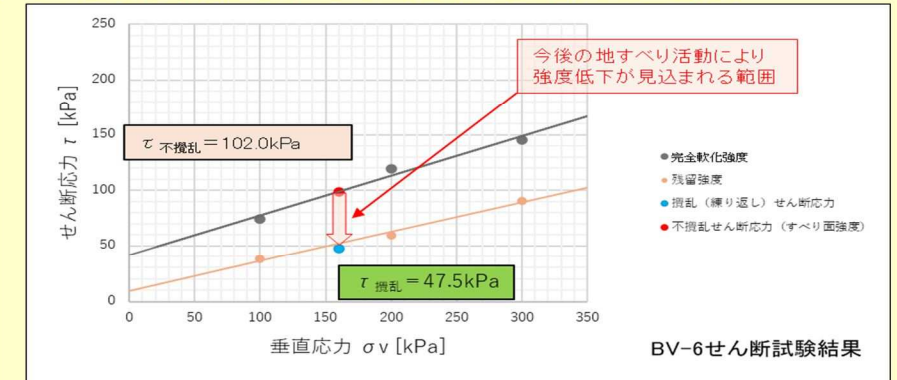
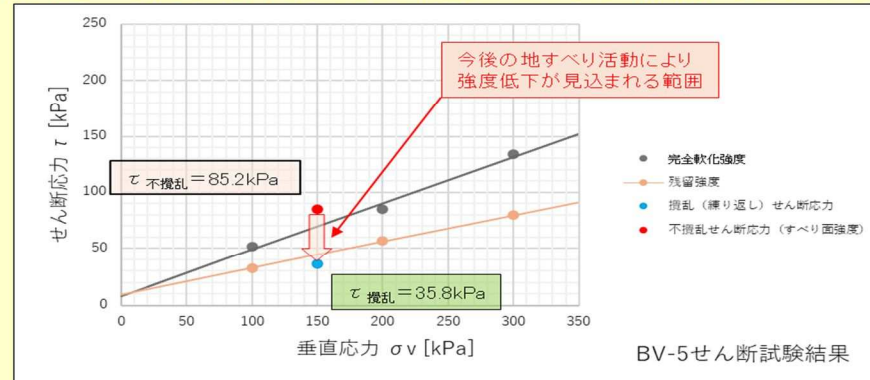
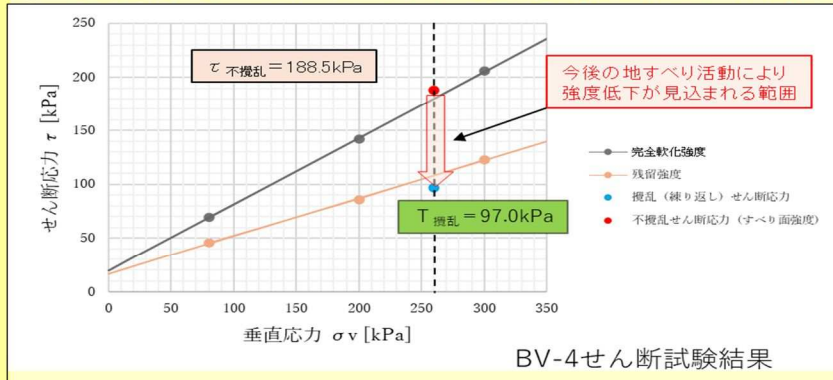
		土質試験結果																																																									
物理・化学特性	含水比試験	<table border="1"> <thead> <tr> <th>孔-No.</th> <th>深さ (GL-m)</th> <th>試料名</th> <th>含水比w (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">BV-4</td> <td>7.00</td> <td>強風化砂質泥岩</td> <td>5.94</td> </tr> <tr> <td>12.95</td> <td>すべり面構成土</td> <td>7.51</td> </tr> <tr> <td>15.00</td> <td>弱風化砂質泥岩(基盤)</td> <td>4.23</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">BV-5</td> <td>4.00</td> <td>強風化砂質泥岩</td> <td>9.65</td> </tr> <tr> <td>7.90</td> <td>すべり面構成土</td> <td>8.86</td> </tr> <tr> <td>9.00</td> <td>弱風化砂質泥岩(基盤)</td> <td>5.68</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">BV-6</td> <td>6.00</td> <td>強風化砂質泥岩</td> <td>7.71</td> </tr> <tr> <td>9.00</td> <td>すべり面構成土</td> <td>9.44</td> </tr> <tr> <td>22.00</td> <td>弱風化砂質泥岩(基盤)</td> <td>6.16</td> </tr> </tbody> </table>				孔-No.	深さ (GL-m)	試料名	含水比w (%)	BV-4	7.00	強風化砂質泥岩	5.94	12.95	すべり面構成土	7.51	15.00	弱風化砂質泥岩(基盤)	4.23	BV-5	4.00	強風化砂質泥岩	9.65	7.90	すべり面構成土	8.86	9.00	弱風化砂質泥岩(基盤)	5.68	BV-6	6.00	強風化砂質泥岩	7.71	9.00	すべり面構成土	9.44	22.00	弱風化砂質泥岩(基盤)	6.16																				
	孔-No.	深さ (GL-m)	試料名	含水比w (%)																																																							
	BV-4	7.00	強風化砂質泥岩	5.94																																																							
12.95		すべり面構成土	7.51																																																								
15.00		弱風化砂質泥岩(基盤)	4.23																																																								
BV-5	4.00	強風化砂質泥岩	9.65																																																								
	7.90	すべり面構成土	8.86																																																								
	9.00	弱風化砂質泥岩(基盤)	5.68																																																								
BV-6	6.00	強風化砂質泥岩	7.71																																																								
	9.00	すべり面構成土	9.44																																																								
	22.00	弱風化砂質泥岩(基盤)	6.16																																																								
湿潤密度試験	<table border="1"> <thead> <tr> <th>孔-No.</th> <th>深さ (GL-m)</th> <th>試料名</th> <th>湿潤密度 ρ_t (g/cm³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">BV-4</td> <td>7.00</td> <td>強風化砂質泥岩</td> <td>1.880</td> </tr> <tr> <td>12.95</td> <td>すべり面構成土</td> <td>2.049</td> </tr> <tr> <td>15.00</td> <td>弱風化砂質泥岩(基盤)</td> <td>2.007</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">BV-5</td> <td>4.00</td> <td>強風化砂質泥岩</td> <td>1.895</td> </tr> <tr> <td>7.90</td> <td>すべり面構成土</td> <td>1.961</td> </tr> <tr> <td>9.00</td> <td>弱風化砂質泥岩(基盤)</td> <td>1.999</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">BV-6</td> <td>6.00</td> <td>強風化砂質泥岩</td> <td>1.678</td> </tr> <tr> <td>9.00</td> <td>すべり面構成土</td> <td>1.830</td> </tr> <tr> <td>22</td> <td>弱風化砂質泥岩(基盤)</td> <td>1.949</td> </tr> </tbody> </table>				孔-No.	深さ (GL-m)	試料名	湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)	BV-4	7.00	強風化砂質泥岩	1.880	12.95	すべり面構成土	2.049	15.00	弱風化砂質泥岩(基盤)	2.007	BV-5	4.00	強風化砂質泥岩	1.895	7.90	すべり面構成土	1.961	9.00	弱風化砂質泥岩(基盤)	1.999	BV-6	6.00	強風化砂質泥岩	1.678	9.00	すべり面構成土	1.830	22	弱風化砂質泥岩(基盤)	1.949																					
孔-No.	深さ (GL-m)	試料名	湿潤密度 ρ_t (g/cm ³)																																																								
BV-4	7.00	強風化砂質泥岩	1.880																																																								
	12.95	すべり面構成土	2.049																																																								
	15.00	弱風化砂質泥岩(基盤)	2.007																																																								
BV-5	4.00	強風化砂質泥岩	1.895																																																								
	7.90	すべり面構成土	1.961																																																								
	9.00	弱風化砂質泥岩(基盤)	1.999																																																								
BV-6	6.00	強風化砂質泥岩	1.678																																																								
	9.00	すべり面構成土	1.830																																																								
	22	弱風化砂質泥岩(基盤)	1.949																																																								
pH試験	<table border="1"> <thead> <tr> <th>孔-No.</th> <th>深さ (GL-m)</th> <th>試料名</th> <th>pH</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">BV-4</td> <td>7.00</td> <td>強風化砂質泥岩</td> <td>9.02</td> </tr> <tr> <td>12.95</td> <td>すべり面構成土</td> <td>9.25</td> </tr> <tr> <td>15.00</td> <td>弱風化砂質泥岩(基盤)</td> <td>3.88</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">BV-5</td> <td>4.00</td> <td>強風化砂質泥岩</td> <td>9.20</td> </tr> <tr> <td>7.90</td> <td>すべり面構成土</td> <td>9.34</td> </tr> <tr> <td>9.00</td> <td>弱風化砂質泥岩(基盤)</td> <td>4.77</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">BV-6</td> <td>6.00</td> <td>強風化砂質泥岩</td> <td>9.05</td> </tr> <tr> <td>9.00</td> <td>すべり面構成土</td> <td>8.32</td> </tr> <tr> <td>22.00</td> <td>弱風化砂質泥岩(基盤)</td> <td>7.37</td> </tr> </tbody> </table>				孔-No.	深さ (GL-m)	試料名	pH	BV-4	7.00	強風化砂質泥岩	9.02	12.95	すべり面構成土	9.25	15.00	弱風化砂質泥岩(基盤)	3.88	BV-5	4.00	強風化砂質泥岩	9.20	7.90	すべり面構成土	9.34	9.00	弱風化砂質泥岩(基盤)	4.77	BV-6	6.00	強風化砂質泥岩	9.05	9.00	すべり面構成土	8.32	22.00	弱風化砂質泥岩(基盤)	7.37																					
孔-No.	深さ (GL-m)	試料名	pH																																																								
BV-4	7.00	強風化砂質泥岩	9.02																																																								
	12.95	すべり面構成土	9.25																																																								
	15.00	弱風化砂質泥岩(基盤)	3.88																																																								
BV-5	4.00	強風化砂質泥岩	9.20																																																								
	7.90	すべり面構成土	9.34																																																								
	9.00	弱風化砂質泥岩(基盤)	4.77																																																								
BV-6	6.00	強風化砂質泥岩	9.05																																																								
	9.00	すべり面構成土	8.32																																																								
	22.00	弱風化砂質泥岩(基盤)	7.37																																																								
鉱物学・化学的特性	X線回折試験	<table border="1"> <thead> <tr> <th>孔-No.</th> <th>深さ (GL-m)</th> <th>試料名</th> <th>造岩鉱物</th> <th>粘土鉱物</th> <th>その他</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">BV-4</td> <td>7.00</td> <td>強風化砂質泥岩</td> <td>石英/長石類/沸石類/カンラン石</td> <td>スメクタイト/雲母粘土鉱物</td> <td>ギブサイト</td> </tr> <tr> <td>12.95</td> <td>すべり面構成土</td> <td>石英/長石類/沸石類/カンラン石</td> <td>スメクタイト/雲母粘土鉱物</td> <td>ギブサイト</td> </tr> <tr> <td>15.00</td> <td>弱風化砂質泥岩</td> <td>石英/長石類/沸石類/カンラン石</td> <td>スメクタイト/雲母粘土鉱物</td> <td>ギブサイト</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">BV-5</td> <td>4.00</td> <td>強風化砂質泥岩</td> <td>石英/長石類/沸石類/カンラン石</td> <td>スメクタイト/雲母粘土鉱物/カオリン鉱物</td> <td>ギブサイト/方解石</td> </tr> <tr> <td>7.90</td> <td>すべり面構成土</td> <td>石英/長石類/沸石類/カンラン石</td> <td>スメクタイト/雲母粘土鉱物</td> <td>ギブサイト</td> </tr> <tr> <td>9.00</td> <td>弱風化砂質泥岩</td> <td>石英/長石類/沸石類/カンラン石</td> <td>スメクタイト/雲母粘土鉱物/カオリン鉱物</td> <td>ギブサイト</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">BV-6</td> <td>6.00</td> <td>強風化砂質泥岩</td> <td>石英/長石類/沸石類/カンラン石</td> <td>スメクタイト/雲母粘土鉱物/カオリン鉱物</td> <td>ギブサイト</td> </tr> <tr> <td>9.00</td> <td>すべり面構成土</td> <td>石英/長石類/沸石類/カンラン石</td> <td>スメクタイト/カオリン鉱物</td> <td>ギブサイト</td> </tr> <tr> <td>22.00</td> <td>弱風化砂質泥岩</td> <td>石英/長石類/沸石類/カンラン石</td> <td>スメクタイト/雲母粘土鉱物</td> <td>ギブサイト</td> </tr> </tbody> </table>				孔-No.	深さ (GL-m)	試料名	造岩鉱物	粘土鉱物	その他	BV-4	7.00	強風化砂質泥岩	石英/長石類/沸石類/カンラン石	スメクタイト/雲母粘土鉱物	ギブサイト	12.95	すべり面構成土	石英/長石類/沸石類/カンラン石	スメクタイト/雲母粘土鉱物	ギブサイト	15.00	弱風化砂質泥岩	石英/長石類/沸石類/カンラン石	スメクタイト/雲母粘土鉱物	ギブサイト	BV-5	4.00	強風化砂質泥岩	石英/長石類/沸石類/カンラン石	スメクタイト/雲母粘土鉱物/カオリン鉱物	ギブサイト/方解石	7.90	すべり面構成土	石英/長石類/沸石類/カンラン石	スメクタイト/雲母粘土鉱物	ギブサイト	9.00	弱風化砂質泥岩	石英/長石類/沸石類/カンラン石	スメクタイト/雲母粘土鉱物/カオリン鉱物	ギブサイト	BV-6	6.00	強風化砂質泥岩	石英/長石類/沸石類/カンラン石	スメクタイト/雲母粘土鉱物/カオリン鉱物	ギブサイト	9.00	すべり面構成土	石英/長石類/沸石類/カンラン石	スメクタイト/カオリン鉱物	ギブサイト	22.00	弱風化砂質泥岩	石英/長石類/沸石類/カンラン石	スメクタイト/雲母粘土鉱物	ギブサイト
	孔-No.	深さ (GL-m)	試料名	造岩鉱物	粘土鉱物	その他																																																					
BV-4	7.00	強風化砂質泥岩	石英/長石類/沸石類/カンラン石	スメクタイト/雲母粘土鉱物	ギブサイト																																																						
	12.95	すべり面構成土	石英/長石類/沸石類/カンラン石	スメクタイト/雲母粘土鉱物	ギブサイト																																																						
	15.00	弱風化砂質泥岩	石英/長石類/沸石類/カンラン石	スメクタイト/雲母粘土鉱物	ギブサイト																																																						
BV-5	4.00	強風化砂質泥岩	石英/長石類/沸石類/カンラン石	スメクタイト/雲母粘土鉱物/カオリン鉱物	ギブサイト/方解石																																																						
	7.90	すべり面構成土	石英/長石類/沸石類/カンラン石	スメクタイト/雲母粘土鉱物	ギブサイト																																																						
	9.00	弱風化砂質泥岩	石英/長石類/沸石類/カンラン石	スメクタイト/雲母粘土鉱物/カオリン鉱物	ギブサイト																																																						
BV-6	6.00	強風化砂質泥岩	石英/長石類/沸石類/カンラン石	スメクタイト/雲母粘土鉱物/カオリン鉱物	ギブサイト																																																						
	9.00	すべり面構成土	石英/長石類/沸石類/カンラン石	スメクタイト/カオリン鉱物	ギブサイト																																																						
	22.00	弱風化砂質泥岩	石英/長石類/沸石類/カンラン石	スメクタイト/雲母粘土鉱物	ギブサイト																																																						
メチレンブルー吸着量試験 (スメクタイトの定量分析)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>孔-No.</th> <th>深さ (m)</th> <th>試料名</th> <th>メチレンブルー吸着量 (mmol/100g)</th> <th>スメクタイト含有量 (mass%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">BV-4</td> <td>7.00</td> <td>強風化砂質泥岩</td> <td>62.06</td> <td>44.33</td> </tr> <tr> <td>12.95</td> <td>すべり面構成土</td> <td>63.76</td> <td>45.55</td> </tr> <tr> <td>15.00</td> <td>弱風化砂質泥岩</td> <td>46.72</td> <td>33.37</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">BV-5</td> <td>4.00</td> <td>強風化砂質泥岩</td> <td>53.43</td> <td>38.16</td> </tr> <tr> <td>7.90</td> <td>すべり面構成土</td> <td>41.63</td> <td>29.74</td> </tr> <tr> <td>9.00</td> <td>弱風化砂質泥岩</td> <td>34.73</td> <td>24.81</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">BV-6</td> <td>6.00</td> <td>強風化砂質泥岩</td> <td>52.03</td> <td>37.17</td> </tr> <tr> <td>9.00</td> <td>すべり面構成土</td> <td>35.95</td> <td>25.68</td> </tr> <tr> <td>22.00</td> <td>弱風化砂質泥岩</td> <td>11.49</td> <td>8.21</td> </tr> </tbody> </table>				孔-No.	深さ (m)	試料名	メチレンブルー吸着量 (mmol/100g)	スメクタイト含有量 (mass%)	BV-4	7.00	強風化砂質泥岩	62.06	44.33	12.95	すべり面構成土	63.76	45.55	15.00	弱風化砂質泥岩	46.72	33.37	BV-5	4.00	強風化砂質泥岩	53.43	38.16	7.90	すべり面構成土	41.63	29.74	9.00	弱風化砂質泥岩	34.73	24.81	BV-6	6.00	強風化砂質泥岩	52.03	37.17	9.00	すべり面構成土	35.95	25.68	22.00	弱風化砂質泥岩	11.49	8.21											
孔-No.	深さ (m)	試料名	メチレンブルー吸着量 (mmol/100g)	スメクタイト含有量 (mass%)																																																							
BV-4	7.00	強風化砂質泥岩	62.06	44.33																																																							
	12.95	すべり面構成土	63.76	45.55																																																							
	15.00	弱風化砂質泥岩	46.72	33.37																																																							
BV-5	4.00	強風化砂質泥岩	53.43	38.16																																																							
	7.90	すべり面構成土	41.63	29.74																																																							
	9.00	弱風化砂質泥岩	34.73	24.81																																																							
BV-6	6.00	強風化砂質泥岩	52.03	37.17																																																							
	9.00	すべり面構成土	35.95	25.68																																																							
	22.00	弱風化砂質泥岩	11.49	8.21																																																							
交換性陽イオン分析	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">孔-No.</th> <th rowspan="2">深さ (GL-m)</th> <th colspan="5">交換性含有量 (cmol(+)/kg)</th> </tr> <tr> <th>Na</th> <th>K</th> <th>Mg</th> <th>Ca</th> <th>合計</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BV-4</td> <td>12.95</td> <td>32.20</td> <td>1.13</td> <td>0.84</td> <td>7.99</td> <td>42.16</td> </tr> <tr> <td>BV-5</td> <td>7.90</td> <td>30.03</td> <td>1.15</td> <td>1.18</td> <td>9.93</td> <td>42.29</td> </tr> <tr> <td>BV-6</td> <td>9.00</td> <td>34.26</td> <td>1.07</td> <td>0.91</td> <td>9.06</td> <td>45.30</td> </tr> </tbody> </table>				孔-No.	深さ (GL-m)	交換性含有量 (cmol(+)/kg)					Na	K	Mg	Ca	合計	BV-4	12.95	32.20	1.13	0.84	7.99	42.16	BV-5	7.90	30.03	1.15	1.18	9.93	42.29	BV-6	9.00	34.26	1.07	0.91	9.06	45.30																						
孔-No.	深さ (GL-m)	交換性含有量 (cmol(+)/kg)																																																									
		Na	K	Mg	Ca	合計																																																					
BV-4	12.95	32.20	1.13	0.84	7.99	42.16																																																					
BV-5	7.90	30.03	1.15	1.18	9.93	42.29																																																					
BV-6	9.00	34.26	1.07	0.91	9.06	45.30																																																					

表 3.4 土質試験結果と考察 (2/2)

土質試験結果																																																						
土質強度特性	<p>一面せん断試験 (すべり面深度から算定される土被り圧σ_zを垂直応力σ_vとして一面せん断試験を実施)</p> <p>①実際にすべり面で発揮されているせん断強さ(≒原位置強度相当)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ BV-4(すべり面 12.95m→土被り圧$\sigma_z(\sigma_v)=260\text{kPa}$: $\tau=188.5\text{kPa}$) ・ BV-5(すべり面 7.90m→土被り圧$\sigma_z(\sigma_v)=150\text{kPa}$: $\tau=85.2\text{kPa}$) ・ BV-6(すべり面 9.00m→土被り圧$\sigma_z(\sigma_v)=160\text{kPa}$: $\tau=99.0\text{kPa}$) 																																																					
	<p>不攪乱すべり面構成土のせん断強(≒原位置強度)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>孔-No</th> <th>深さ(GL-m)</th> <th>垂直応力σ(kPa) (土被り圧)</th> <th>せん断強度τ (kPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BV-4</td> <td>12.95</td> <td>260(20.05×12.95)</td> <td>188.5</td> </tr> <tr> <td>BV-5</td> <td>7.90</td> <td>150(18.57×7.90)</td> <td>85.2</td> </tr> <tr> <td>BV-6</td> <td>9.00</td> <td>160(17.93×9.00)</td> <td>99.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>練り返しによる攪乱すべり面構成土のせん断強度</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>孔-No</th> <th>深さ(GL-m)</th> <th>垂直応力σ(kPa) (土被り圧)</th> <th>せん断強度τ (kPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BV-4</td> <td>12.95</td> <td>260(20.05×12.95)</td> <td>97.0</td> </tr> <tr> <td>BV-5</td> <td>7.90</td> <td>150(18.57×7.90)</td> <td>35.8</td> </tr> <tr> <td>BV-6</td> <td>9.00</td> <td>160(17.93×9.00)</td> <td>47.5</td> </tr> </tbody> </table> <p>弱風化砂質泥岩のピーク強度(最大値:試験機の荷重許容限界を超えたためピーク時のせん断強度算定できず)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>孔-No</th> <th>深さ(GL-m)</th> <th>垂直応力σ(kPa) (土被り圧)</th> <th>せん断強度τ (kPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BV-4</td> <td>15.00</td> <td>100</td> <td>1,000以上</td> </tr> <tr> <td>BV-5</td> <td>9.00</td> <td>100</td> <td>1,000以上</td> </tr> <tr> <td>BV-6</td> <td>22.00</td> <td>100</td> <td>1,000以上</td> </tr> </tbody> </table>	孔-No	深さ(GL-m)	垂直応力 σ (kPa) (土被り圧)	せん断強度 τ (kPa)	BV-4	12.95	260(20.05×12.95)	188.5	BV-5	7.90	150(18.57×7.90)	85.2	BV-6	9.00	160(17.93×9.00)	99.0	孔-No	深さ(GL-m)	垂直応力 σ (kPa) (土被り圧)	せん断強度 τ (kPa)	BV-4	12.95	260(20.05×12.95)	97.0	BV-5	7.90	150(18.57×7.90)	35.8	BV-6	9.00	160(17.93×9.00)	47.5	孔-No	深さ(GL-m)	垂直応力 σ (kPa) (土被り圧)	せん断強度 τ (kPa)	BV-4	15.00	100	1,000以上	BV-5	9.00	100	1,000以上	BV-6	22.00	100	1,000以上					
	孔-No	深さ(GL-m)	垂直応力 σ (kPa) (土被り圧)	せん断強度 τ (kPa)																																																		
BV-4	12.95	260(20.05×12.95)	188.5																																																			
BV-5	7.90	150(18.57×7.90)	85.2																																																			
BV-6	9.00	160(17.93×9.00)	99.0																																																			
孔-No	深さ(GL-m)	垂直応力 σ (kPa) (土被り圧)	せん断強度 τ (kPa)																																																			
BV-4	12.95	260(20.05×12.95)	97.0																																																			
BV-5	7.90	150(18.57×7.90)	35.8																																																			
BV-6	9.00	160(17.93×9.00)	47.5																																																			
孔-No	深さ(GL-m)	垂直応力 σ (kPa) (土被り圧)	せん断強度 τ (kPa)																																																			
BV-4	15.00	100	1,000以上																																																			
BV-5	9.00	100	1,000以上																																																			
BV-6	22.00	100	1,000以上																																																			
<p>練り返し一面せん断試験 (すべり面深度から算定される土被り圧σ_zを垂直応力σ_vとして一面せん断試験を実施)</p> <p>①一面せん断試験から得られた不攪乱試料のせん断強度τ(≒原位置強度)は強風化砂質泥岩雄完全軟化強度τ_sに近い値を示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ BV-4: $\tau=188.5 \rightarrow \tau_s=181.0\text{kPa}$(完全軟化強度) ・ BV-5: $\tau=85.2 \rightarrow \tau_s=70.6\text{kPa}$(同) ・ BV-6: $\tau=99.0 \rightarrow \tau_s=102.0\text{kPa}$(同) 																																																						
<p>完全軟化強度(τ_s)、残留強度(τ_r)を計算により求める</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>孔-No</th> <th>深さ(GL-m)</th> <th>垂直応力σ_v (kPa)</th> <th>完全軟化強度τ_s (kPa)</th> <th>残留強度τ_r (kPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BV-4</td> <td>12.95</td> <td>260.0</td> <td>181.0</td> <td>108.2</td> </tr> <tr> <td>BV-5</td> <td>7.90</td> <td>150.0</td> <td>70.6</td> <td>45.0</td> </tr> <tr> <td>BV-6</td> <td>9.00</td> <td>160.0</td> <td>102.0</td> <td>54.2</td> </tr> </tbody> </table> <p>せん断強度パラメータ</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">孔-No</th> <th rowspan="2">深さ(GL-m)</th> <th colspan="4">せん断強度パラメータ</th> </tr> <tr> <th colspan="2">完全軟化状態</th> <th colspan="2">残留状態</th> </tr> <tr> <th></th> <th></th> <th>C_s' (kPa)</th> <th>ϕ_s' (°)</th> <th>C_s' (kPa)</th> <th>ϕ_s' (°)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BV-4</td> <td>7.00</td> <td>19.4</td> <td>31.8</td> <td>0(16.7)</td> <td>19.4</td> </tr> <tr> <td>BV-5</td> <td>4.00</td> <td>9.3</td> <td>22.2</td> <td>0(10.0)</td> <td>13.2</td> </tr> <tr> <td>BV-6</td> <td>6.00</td> <td>44</td> <td>19.8</td> <td>0(11.6)</td> <td>14.9</td> </tr> </tbody> </table>	孔-No	深さ(GL-m)	垂直応力 σ_v (kPa)	完全軟化強度 τ_s (kPa)	残留強度 τ_r (kPa)	BV-4	12.95	260.0	181.0	108.2	BV-5	7.90	150.0	70.6	45.0	BV-6	9.00	160.0	102.0	54.2	孔-No	深さ(GL-m)	せん断強度パラメータ				完全軟化状態		残留状態				C_s' (kPa)	ϕ_s' (°)	C_s' (kPa)	ϕ_s' (°)	BV-4	7.00	19.4	31.8	0(16.7)	19.4	BV-5	4.00	9.3	22.2	0(10.0)	13.2	BV-6	6.00	44	19.8	0(11.6)	14.9
孔-No	深さ(GL-m)	垂直応力 σ_v (kPa)	完全軟化強度 τ_s (kPa)	残留強度 τ_r (kPa)																																																		
BV-4	12.95	260.0	181.0	108.2																																																		
BV-5	7.90	150.0	70.6	45.0																																																		
BV-6	9.00	160.0	102.0	54.2																																																		
孔-No	深さ(GL-m)	せん断強度パラメータ																																																				
		完全軟化状態		残留状態																																																		
		C_s' (kPa)	ϕ_s' (°)	C_s' (kPa)	ϕ_s' (°)																																																	
BV-4	7.00	19.4	31.8	0(16.7)	19.4																																																	
BV-5	4.00	9.3	22.2	0(10.0)	13.2																																																	
BV-6	6.00	44	19.8	0(11.6)	14.9																																																	

土質試験結果から考えられるMI-S07-1ブロックの特性と対策に関する考察

- ①完全軟化強度(練り返し粘土を正規圧密して得られたピーク強度)
→ 初生的なすべりで破碎され、それまでに受けた圧密の影響が解除された土などが、ある期間再圧密されて正規圧密状態になり、その後発生した二次地すべりのせん断強度にあたとされる。
- ②不攪乱試料のせん断強度(≒すべり面の原位置強度:一面せん断試験)と、完全軟化強度(練り返し一面せん断試験)に近似しており、正規圧密を受けて完全軟化強度にある土塊が変位することで残留強度に低下するといったせん断強度が変化する過程と、全体ブロックがマスとして滑動・小康化し、約20年経過後にMI-S07-1ブロックが全体の一部として粘稠的に滑動した、「全体ブロック」と「MI-S07-1ブロック」活動の関係が同調的である。
- ③完全軟化強度は、せん断変位の増加に伴い残留強度まで低下するため、仮にMI-S07-1ブロックが大きく滑動した場合、さらにせん断強度が低下する可能性がある。
- ④土質強度からMI-S07-1ブロックの今後の変動形態について考察すれば、地すべり活動によりさらにせん断強度が低下する可能性があるため、地すべり土塊の移動を極力防止する対策を講じることが重要である。



3.4 土質試験による考察と MI-S07-1 ブロックの対策

3.4.1 これまでの調査結果と土質試験結果

表 3.5 の「要素」、「特徴」は、第 1 回概成検討委員会資料 (p.44 の表 4.1) に示した MI-S07-1 ブロックの特徴である。本表に土質試験結果を併記している。

表 3.5 MI-S07-1 ブロックの特徴と土質試験結果の対比

要素	特徴	土質試験結果
1地形	① 全体ブロックの末端部縁辺にあたり地形開放	-
	② 田尻沢 (Middle-Lower境界)左岸部	-
	③ 受け盤上の全体ブロックすべり面を末端付近で共有	-
2地質 (移動土塊)	④ 強風化-風化砂質泥岩層界にすべり面、浅層は強風化層内で変位	・含水比 (w):すべり面>強風化部>弱風化部
	⑤ 斜面下部の地表は含水高く、融雪期は泥ねい化	・スメクタイト(含有量):すべり面>強風化部>弱風化部
3全体ブロックと関係	⑥ Middle-Lower境界部、圧縮域にあたり、移動体の内部応力を受けている可能性	・活動の繰り返しは、せん断力の完全軟化強度から残留強度に低下する。あるいはその可能性
	⑦ 全体ブロックは小康状態にあるが、MI-S07-1は単独に変動	・含水比 (w%):すべり面>強風化部>弱風化部 ・スメクタイト(含有量):すべり面>強風化部>弱風化部
4地下水の供給	⑧ 田尻沢からの地下水供給はなく、全体ブロック移動体内から供給されている	・含水比 (w%):すべり面>強風化部>弱風化部 ・スメクタイト(含有量):すべり面>強風化部>弱風化部
5透水性	⑨ 比流量:Upper>Middle≒Lower で透水性は低いと推定	・スメクタイト含有が高いことから、透水性が低くてもせん断力が低下しやすい特性
6地表浸食 (降水、グライド)	⑩ 詳細不明	-

<MI-S07-1 ブロックの現状>

- ① 全体ブロックが浅層部を火砕流堆積物で厚く埋積され、深さ 100m を超しマスとして大規模に地すべり活動を示すのに対して、MI-S07-1 ブロックは、深さ 10m 程度と浅く、粘稠的な変動を特徴としたブロックであり、全体ブロックが小康化し約 20 年が経過したあとに滑動が顕在化したブロックである。
- ② MI-S07-1 ブロックは、引張領域である Upper ブロックからの変位を受けている圧縮領域に位置していると同時に、地すべり移動方向が変化する Middle エリア、Lower エリアの境界部にあたり、地形的には西側が解放し抵抗力を有しないといった環境下にあると考えられ、特殊な環境が特徴的な移動特性を生んだと考えられる。
- ③ その位置は、全体ブロックの末端部にあたることから、対策の必要性は定性的に整理され、令和 4 年度から集水井工が施工されたものの、翌融雪期には地すべり活動により集水井が変形するなどの被害を受けつつ、令和 5-6 年度の排土工によりようやく小康化を確保し、令和 7 年度から鋼管杭打工に着手して令和 8 年度には完成する予定である。
 - ・ $F_0=0.98$
 - ・ $F_1=1.088(+10.8\%)$ 排土工
 - ・ $F_2=1.135(+5.0\%)$ ボーリング暗渠工
 - ・ $F_p=1.200(+6.2\%)$ 鋼管杭工 (R7-8 施工)

3.4.2 地すべり活動の経緯とせん断強度変化の関連性

<「全体ブロックと MI-S07-1 ブロック活動履歴」と「土質試験結果 (すべり面の原位置せん断強度≒完全軟化強度→残留強度)」の関連性>

- ① 完全軟化強度とは、「繰り返し粘土を正規圧密して得られたピーク強度」と定義される。初生な地すべりで破碎され、それまでに受けた圧密の影響が解除された土などが、ある期間再圧密されて正規圧密状態になり、その後発生した二次地すべりのせん断強度にあたりとされている。
- ② 一方、銅山川地すべりの「全体ブロック」と「MI-S07-1 ブロック」の関係を整理すれば以下のとおりである。
 - ・ 全体ブロックは古くから滑動を繰り返し、1996 (H8) 年にも大規模に地すべりが滑動した。
 - ・ 全体ブロックは一体的に滑動したが、すべり面の三次元分布の偏りや地形的な要素を含んだ側壁や末端部の抵抗力の不均質性などから、地形的・地すべり動的に区分される Upper・Middle・Lower の 3 領域で移動方向を転移させながら滑動した。
 - ・ 移動量においても、Upper 陥没帯 (100%) > Upper 中下方部 (43.4%) > Middle (37.5%) > Lower (29.4%) と、Upper 陥没帯を引張部として、下流側 (北側) ほど圧縮性が高まる形態である。
 - ・ 全体ブロックと MI-S07-1 ブロックのすべり面は共有しないが、過去、あるいは 1996 (H8) 年 (あるいは 2000 (H12)) の地すべり活動により、全体ブロックの移動体の一部である「MI-S07-1 ブロック」も圧縮力を受け、全体ブロック滑動停止後も約 20 年にわたりこの状態が続いたことから、「MI-S07-1 ブロック」は正規圧密に近い状態に至ったと推察される。
 - ・ 全体ブロックに対する地下水排除工の効果もあり全体ブロックは小康化していたが、2017 (H29) 年に「MI-S07-1 ブロック」が単独で滑動した。
- ③ ②シナリオ (全体ブロックと MI-S07-1 の滑動の経緯) は、①で示した「初生的な地すべり→二次すべり」の関係と類似している。
- ④ そして、「すべり面のせん断強度 (原位置強度) $\tau_{不攪乱} 188.5\text{kPa}$ 」≒「 $\tau_c 181.0\text{kPa}$ (完全軟化強度)」であり、「完全軟化強度 (≒現在発揮されているすべり面のせん断強度 $\tau_{不攪乱}$) は、地すべり変位の継続によって残留強度に低下することを考えあわせれば、現在発揮されているすべり面のせん断強度 (完全軟化強度相当) が低下する (滑動が継続する) 前に MI-S07-1 ブロックを地すべり対策により着実に抑止する必要があるということになる。
- ⑤ つまり、土質試験結果は、これまでの調査結果、現在進行中の対策工の妥当性を裏付けたものと判断される。

4. 事業地の概成判断

4.1 各ブロックの概成判断の方針

- ① 全体ブロック：100年確率の涵養量においても安全率 $F > 1.00$ 確保
 - ・ 地すべり三次元安定解析 (3d-RBSM)
 - ・ 1/100 に関わる水文量 (融雪量モデル、地下水位応答モデル)
 - 地下水流動解析による水位面の推定
- ② 小ブロック (①以外)：目標安全率 $F \geq 1.20$
- ③ 山腹工：構造物の完成、施設点検による施設、および周辺の安定確認
- ④ 溪間工：構造物の完成、施設点検による施設、および周辺の安定確認

4.2 全体ブロック

- ① 地すべり規模
 - ・ 斜面長約 1.3km、幅約 1.1km、面積約 130ha
 - ・ すべり面最大深さ 170m
- ② すべり面の地質と構造
 - ・ すべり面の地質：新第三紀古口層風化砂質泥岩上面
 - ・ すべり面の構造：走向 $N5-10^\circ E$ 、傾斜 $E8-10^\circ$
- ③ 地すべりの特徴
 - ・ シラス堆積前の頭部から現行全体ブロック右側壁に沿った地下部 (旧地表面) の谷地形 (埋没谷)
 - ・ 埋没谷を埋積するのは肘折火砕流堆積物 (シラス層)
 - ・ 肘折火砕流堆積物は固結度が低く、優勢な地下水が賦存
 - ・ Upper (引張領域)、Middle、Lower (圧縮領域)
 - ・ 移動方向は、Upper (N 方向)、Middle (NW 方向)、Lower (WNW 方向) 方向を転じる
 - ・ 移動量は、Upper \geq Middle $>$ Lower
- ④ 豊富な地下水
 - ・ シラス堆積前 (約 1 万年前) の頭部地下部の盆状構造
 - ・ 盆状構造から全体ブロック右側壁沿いに埋没谷
 - ・ 埋没谷を埋積するのは肘折火砕流堆積物
 - ・ 肘折火砕流堆積物は固結度が低く、優勢な地下水が賦存
 - ・ 豪雪地帯にあり、融雪量が多い
- ⑤ 保全対象
 - ・ 国道 458 号 (生活道路、観光道路)
 - ・ 一級河川銅山川
 - ・ 銅山川下流部には集落が点在

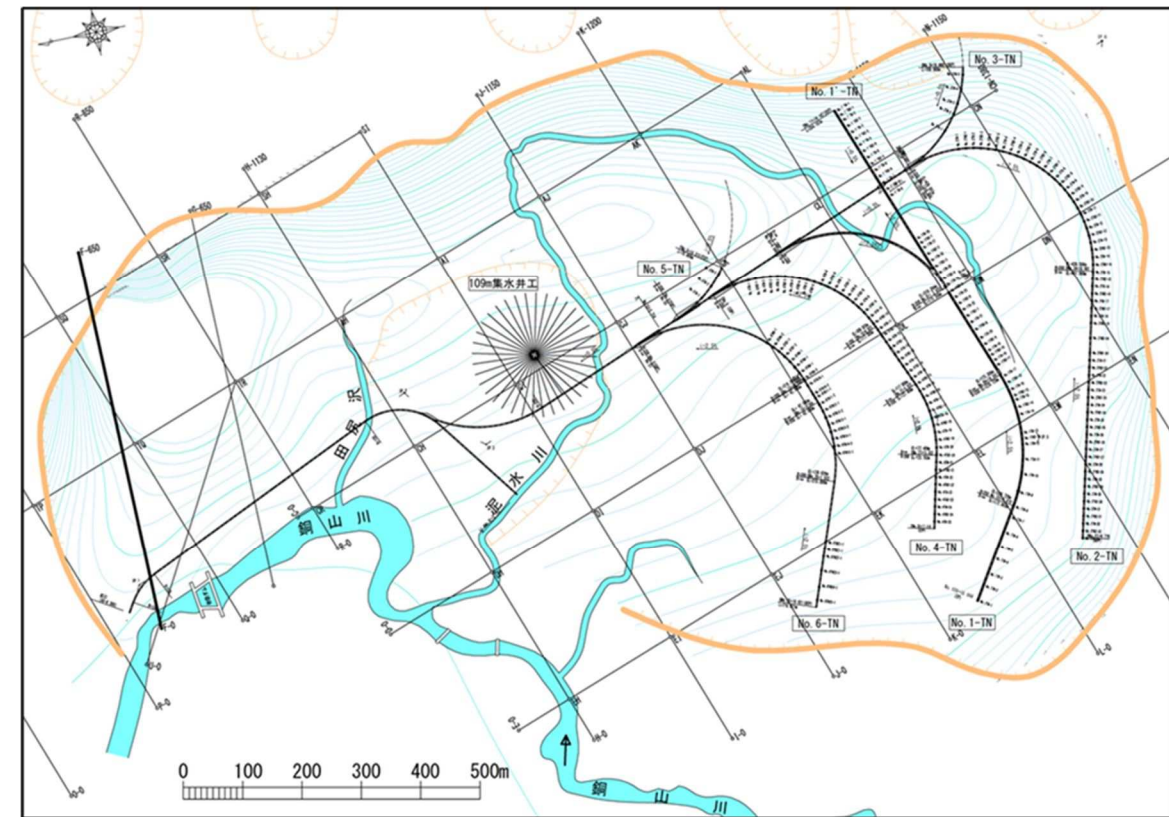


図 4.1 全体ブロックの対策工 (立体排水工)

表 4.1 現行対策工による長期安定性評価 (1/100 涵養条件と安全率)

対象年など	地すべり状況	条件		三次元 F_s -RBSM
		涵養量	対策工	
2000(H12)	変動	当年実績 (Case-1)	強制排水工追加途上	0.987
		100年確率 (Case-3)	強制排水工追加途上	0.958
2005(H17)	臨界時	当年実績 (Case-2)	停電による強制排水工停止	1.000
1996(H8)+対策工	変動	当年実績	対策工完成適用	1.056
実施対策工に対して		100年確率 (Case-7)	対策工完成適用	1.019
		150年確率	対策工完成適用	1.015
		200年確率	対策工完成適用	1.011
1970(S45)既往最大		T=約1000年	対策工完成適用	0.995
$F_s=1.00$ になる回帰計算		T=741年	対策工完成適用	1.000

- ① 2005 (平成 17) 年融雪期に積雪による電柱倒壊が発生した。これにより強制排水工は停止したため地すべりが発生した (臨界時の把握)
- ② 既に完成している対策工は、100年確率の涵養量 (融雪・降水量による) に対して、 $F=1.019$ と安定を確保する
- ③ 既往最大と試算される 1970 (昭和 45) 年の涵養量は、 $T=$ 約 1,000 年にあたる
- ④ 回帰計算から得られる $F=1.000$ となる涵養量は、 $T=741$ 年にあたる

4.3 全体ブロック内の小ブロック（南山地区の地すべり対策工、山腹工対策）

全体ブロックの北側（Middleエリア、Lowerエリア）には、A（MI-S01）～H（MI-S08）の7ブロックが位置している。地すべり調査は、1991年（平成3年：山形県所管）から着手され、1992（平成4）年以降、民有林直轄事業による地すべり対策工事が本格的に施工されている。

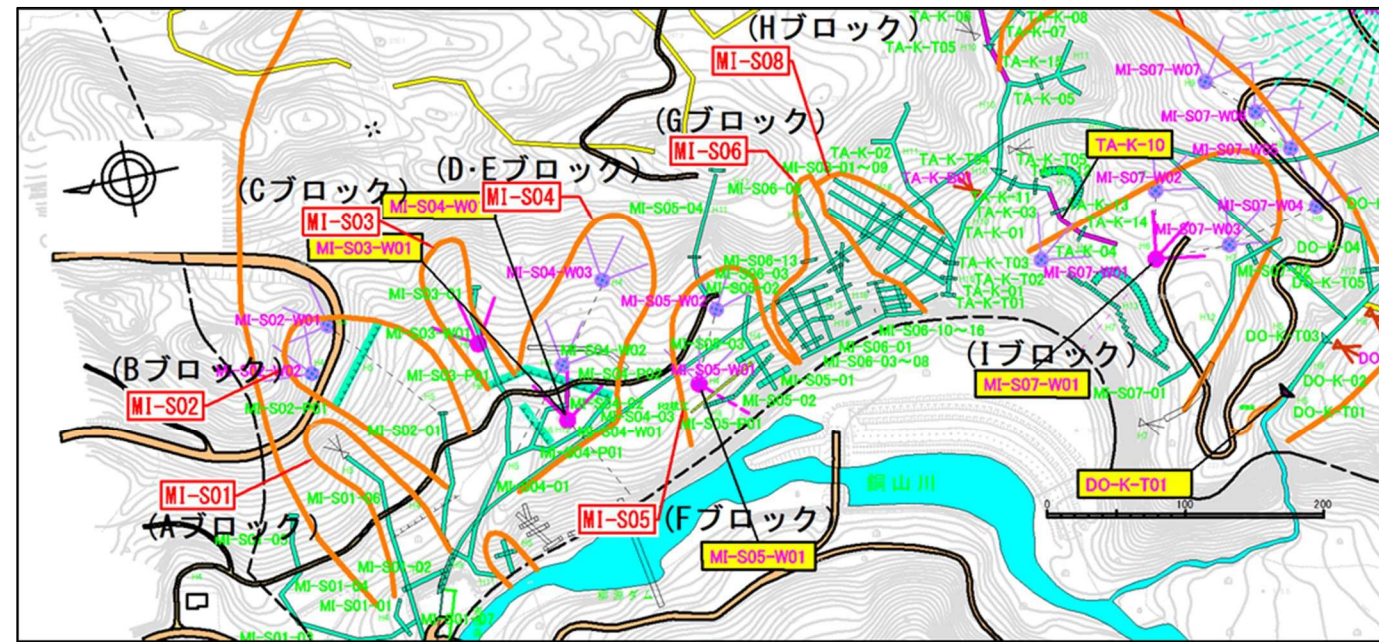


図 4.2 全体ブロック内の小ブロック位置図

表 4.2 全体ブロック内の小ブロックの地すべり対策工、山腹工対策

ブロック名		観測期間	対策工		安全率		滑動状況	備考
H4区分	H26区分		地すべり対策工	山腹工その他	目標	現状		
A	MI-S01	H3(1孔:壺水位)	H9鋼管杭工	H4土留工 H5水路工 H8水路工	1.20	1.20以上(※)	R4施設点検で変状なしを確認	※抑止工により安全率のすべてを負担しており、 $F \geq 1.20$
B	MI-S02	H3(3孔:壺水位)	H4集水井工 H5鋼管杭工	H4水路工	1.20	1.20以上(※)	R4施設点検で変状なしを確認	※抑制工による安全率の不足分を抑止工が負担しており $F \geq 1.20$
C	MI-S03	H4(3孔:壺水位)	H6集水井工、鋼管杭工	H5水路工	1.20	1.20以上(※)	R4施設点検で変状なしを確認	※抑制工による安全率の不足分を抑止工が負担しており $F \geq 1.20$
D・E	MI-S04	H3(4孔:壺水位)→D H4(3孔:壺水位)→E	H4集水井工、鋼管杭工 H6集水井工、鋼管杭工	H5水路工、H6水路工 H11水路工	1.20	1.20以上(※)	R4施設点検で変状なしを確認	※抑制工による安全率の不足分を抑止工が負担しており $F \geq 1.20$
F	MI-S05	H3(3孔:壺水位)	H4集水井工 H7アンカー工 R2鋼管杭工、R3鋼管杭工	H4水路工、土留工 H11水路工	1.20	1.20以上(※)	H25にアンカー工の健全度低下を確認 →R2～3鋼管杭工施工	※抑制工による安全率の不足分を抑止工が負担しており $F \geq 1.20$
G	MI-S06	H11～H13(2孔:壺水位) R1～R2(2孔:壺水位)	— (山腹崩壊のため 山腹工のみ計画)	H13水路工、土留工 H16水路工、土留工 R3土留工 R4大型ブロック積み工、土留工	—	—	H26施設点検で施設の健全度低下を確認 →H28に山腹工計画→R3より施工中 R4末端部崩壊→大型ブロック積み工施工	地すべりではなく山腹崩壊による被災のため、山腹工導入により安定化を図る方針とする(H28報告書より)
I (現全体ブロック 末端部)	MI-S07	H3(3孔:壺水位) R1～R4(7孔:壺水位)	H6集水井工 H7-H9集水井工、集水Bor R6排土工、R7-8鋼管杭工	H12水路工、土留工	1.20	1.20以上(※) (R8)	H29委員会で調査の必要性を指摘 R3融雪期に地すべり発生 R4融雪期も変動確認	R7-8鋼管杭工 ※抑制工による安全率の不足分を抑止工が負担しており $F \geq 1.20$
H	MI-S08	H4(7孔:壺水位) R1～R2(2孔:壺水位)	— (山腹崩壊のため 山腹工のみ計画)	H10土留工 H18水路工、土留工、法枠工(木製) R3水路工、土留工	—	—	H26施設点検で施設の健全度低下を確認 →H28に山腹工計画→R3施工完了	地すべりではなく山腹崩壊による被災のため、山腹工導入により安定化を図る方針とする(H28報告書より)

・ MI-S01、02、03、04、05(地すべり):概成 $F \geq 1.20$ (抑止工、抑制工の組み合わせ)
 ・ MI-S07(地すべり):R8完成 $F \geq 1.20$ (抑止工、抑制工の組み合わせ)
 ・ MI-S06、08(山腹崩壊):地すべりではないため目標安全率を設定せずに山腹工実施で概成

4.4 古水川沿いの小ブロック（湯ノ台地区）

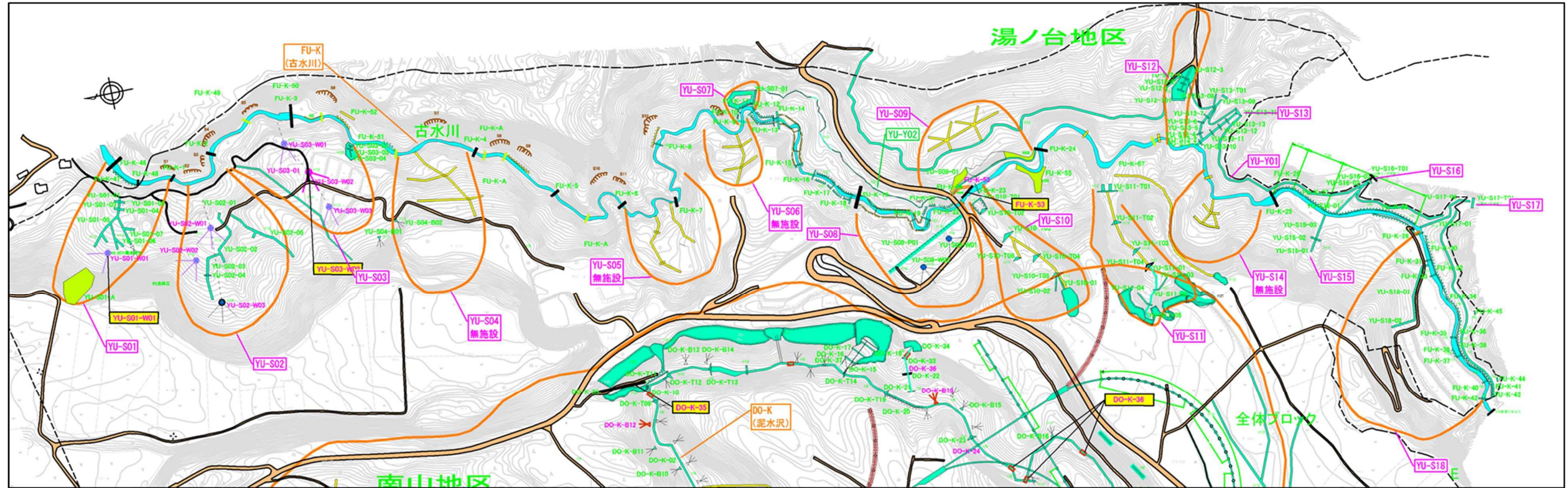


図 4.3 古水川沿いの小ブロック位置図

表 4.3 古水川沿い小ブロックの地すべり対策工（左）、山腹対策工（右）

ブロック名	H4区分	H26区分	観測期間	対策工		安全率		滑動状況	備考	参考
				地すべり対策工	山腹工その他	目標	現状			
I	YU-S01	H11(7孔: 壺水位) H27~R4(2孔: 壺水位)	H11ボーリング暗渠工 R2集水井工	H11水路工、土留工 H13水路工、緑化工 R2法枠工、山腹工	1.20	1.38(R4) 1.31(R5)	H27以降変動なし(歪計) R4(施設点検)で変状なしを確認	山腹工(押え盛土工、頭部排土工)施工		
II-2	YU-S02	H6(14孔: 壺水位)	H10集水井工 H12集水井工 H16集水井工	H16水路工、土留工	1.20	参考 1.23(R7)	R4(施設点検)で変状なしを確認	H16以降水位観測未実施 →R7水位観測孔設置、R7-8水位観測実施		
II-1	YU-S03		H10集水井工 H12集水井工 H13集水井工	H16水路工 H20水路工、土留工	1.20	参考 1.24(R7)	R4(施設点検)で変状なしを確認	H16以降水位観測未実施 →R7-8水位観測実施		
III	YU-S04	H12(8孔: 壺水位) H27~R4(6孔: 壺水位)	H11ボーリング暗渠工 R4ボーリング暗渠工	押え盛土工 頭部排土工	1.20	1.28(R4) 1.27(R5)	R4(施設点検)で変状なしを確認	R5融雪期に地下水排除工の効果判定 山腹工(押え盛土工、頭部排土工)施工		
IV	YU-S05	H13(7孔: 壺水位) H27~R4(1孔: 壺水位)	—(※)	—	1.20	—	地すべり移動体が不明瞭であるが、地すべり地形を否定することはできないことから地すべり調査を実施したものの、地すべり変動は確認されず、表層の荒廃もみられない(30年:H4-R4)ことから対策は未実施とした。		※<H23年第3回技術検討会> 古水川沿いのブロックは、計画があったとしても今回の評価としては、大規模な対策というより、表面排水の処理などの表面水の処理を行い、浸食に対する対策を中心に考えて行けばよい。	
V	YU-S06	H13(2孔: 壺水位) H27~R4(1孔: 壺水位)	—(※)	— (荒廃認めず計画せず)	1.20	—	H4-H23(検討会間)19年間変動なし その後R4(施設点検)でも変状なしを確認	地すべり移動体が不明瞭であるが、地すべり地形を否定することはできないことから地すべり調査を実施したものの、地すべり変動は確認されず、表層の荒廃もみられない(30年:H4-R4)ことから対策は未実施とした。		
VI(高郷橋)	YU-S08	H9(8孔: 壺水位)	H9集水井工 H10集水井工、杭打工		1.20	1.20以上(※)	現R4(施設点検)で変状なしを確認	※抑制工による安全率の不足分を抑制工が負担しており F ₁ ≥1.20		
VII	YU-S09	H14(6孔: 壺水位)	—(※)	H18水路工、H26法枠工 H28護岸工、H29護岸工	1.20	—	H4-H23(検討会間)19年間変動なし その後R4(施設点検)でも変状なしを確認	地すべり移動体が不明瞭であるが、地すべり地形を否定することはできないことから地すべり調査を実施したものの、地すべり変動は確認されなかったことから地すべり対策は未実施とした。ただし、H24に表層崩壊発生したことから、法枠工、護岸工を施工。	※<H23年第3回技術検討会> 古水川沿いのブロックは、計画があったとしても今回の評価としては、大規模な対策というより、表面排水の処理などの表面水の処理を行い、浸食に対する対策を中心に考えて行けばよい。	
VIII	YU-S14	—(※)	—(※)	— (荒廃認めず計画せず)	1.20	—	H4-H23(検討会間)19年間変動なし その後R4(施設点検)でも変状なしを確認	地すべり移動体が不明瞭で、地すべり地形を否定することはできないものの、地すべり変動は確認されず、表層の荒廃もみられないこと(30年:H4-R4)から対策は実施していない。		
IX	YU-S18	H7(3孔: 水位)	—(※)	水路工	1.20	—	H4-H23(検討会間)19年間変動なし その後R4(施設点検)でも変状なしを確認	地すべり移動体が不明瞭であるが、地すべり地形を否定することはできないことから地すべり調査を実施したものの、地すべり変動は確認されていないことから、地すべり対策は実施せず水路工を施工。		

ブロック名	対策工		変動状況	備考
	地すべり	山腹工		
YU-S07	—	H9水路工、緑化工	R4施設点検で地表変状がないことを確認 (26異常なし/26施設中)	<施設点検による「異常」> ・地表変状(クラック、小崩壊、段差陥没の発生) ・地すべり変状にともなう立木の変状 ・対象施設以外の構造物の変状
YU-S10 (下馬郷)	—	H6谷止工 H7谷止工 H10谷止工 H15法枠工、水路工	同上	
YU-S11 (上馬郷)	—	H8谷止工 H14谷止工 H21谷止工、土留工 H22法枠工、アンカー工 H23法枠工、アンカー工、水路工、土留工 H24法枠工、アンカー工、水路工 H25法枠工、アンカー工、水路工	同上	(R2-R3)アンカー工健全度調査実施
YU-S12	—	H1えん堀工(異) H18法枠工、土留工 H19水路工、土留工	同上	
YU-S13	—	H5床固工 H21水路工、土留工	同上	
YU-S15	—	H14水路工	同上	
YU-S16	—	年度不明 水路工、暗渠工 H5床固工	同上	
YU-S17	—	H5床固工 H12水路工	同上	

湯ノ台地区の10地すべりブロック(左表)のうち8ブロックは、各施設が機能して地すべりの安定が確認されている(目標安全率を達成)。残りの2ブロック(YU-S02、YU-S03)については令和8年融雪後の最終観測結果で評価を行うが、令和7年11月末時点の試算安全率は目標安全率を達成している。

8崩壊ブロック(右表)は、施設点検、斜面点検の結果、いずれも山腹の安定が確認されるとともに、施設周辺の山腹も安定していることから各施設は適性に機能を発揮している。

5. 事業地の施設

事業の主体は、大規模地すべりである「全体ブロック（地すべり）」であるが、銅山川地区直轄事業として、これ以外にも地すべり対策として、全体ブロック内、あるいは古水川沿いの小ブロック、そして事業地内の山腹対策、溪間対策なども含まれている。ここでは全体ブロック（地すべり）対策とそれ以外に分けて示す。

5.1 全体ブロック

全体ブロックの地すべり対策は、応急対策としての強制排水工と並行して整備してきた排水トンネル工と落とし込みボーリング工や建て上げボーリング工を組み合わせた立体排水工、そして集水井工を施工している。

排水トンネル工は令和3年度の点検結果を受けて、令和7年度に覆工コンクリートの亀裂補修などを実施している。前回から5年目となる令和8年度に点検を実施することで排水トンネル関連の点検、および保守が完了する予定である。

なお、集水井工（L=109m）については、令和4年度に点検実施済である。

表 5.1 全体ブロックの対策工（地すべり対策）

工種		数量	備考	
応急対策	強制排水工	76本	落とし込みボーリングにより機能代替により施設撤去	
恒久対策	排水トンネル工	5,959m(本線2,211m、支線3,748m)	R3点検実施→R7補修→R8点検	
	排水トンネル工	建て上げボーリング工		50本
	排水トンネル工	落とし込みボーリング工		201本
	集水井工	1基(109m)	R4点検実施	

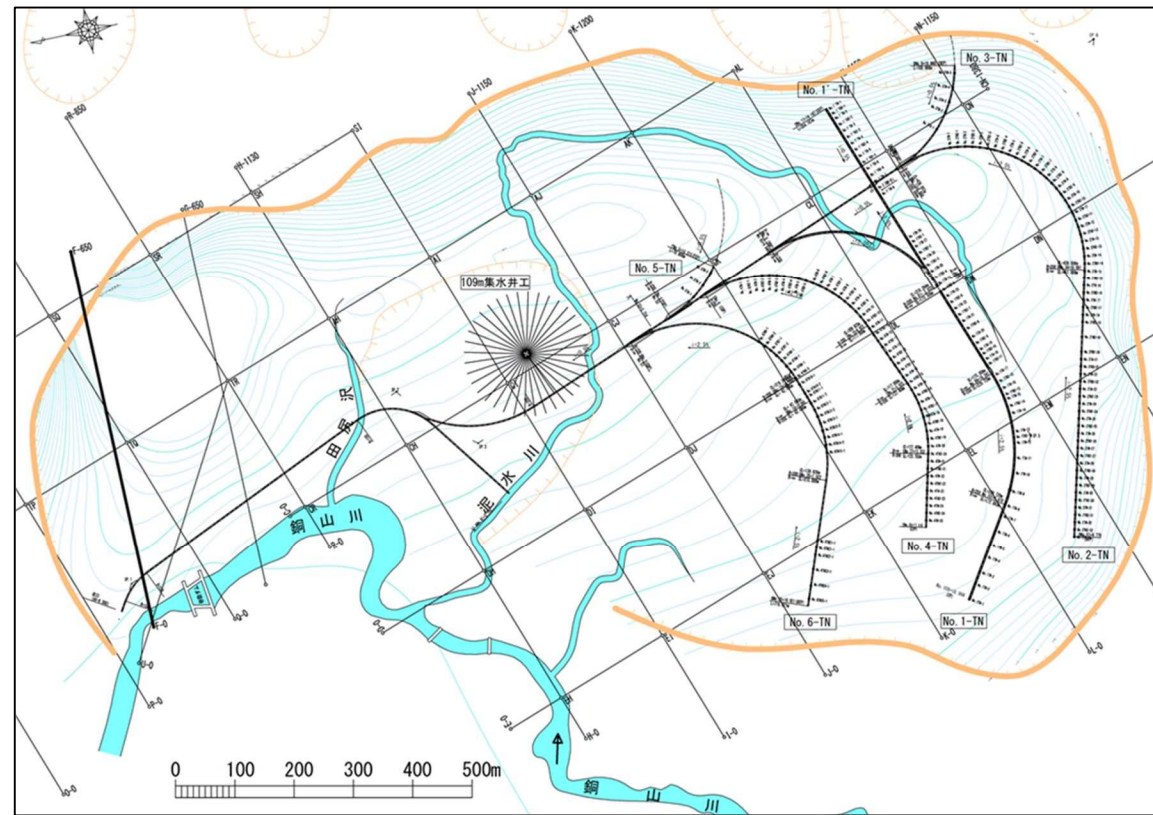


図 5.1 全体ブロック対策工平面図

5.2 全体ブロック以外の地すべり対策、山腹工・溪間対策

当事業地の全体ブロックにおける地すべり対策工以外の施設（地すべり・山腹・溪間工対策）を、7地区に区分して集計した結果を表5.2に示す。

表 5.2 全体ブロック以外の施設（地すべり・山腹・溪間対策）

地区	R4点検実施時の施設 ①				R4点検以降対象外 崩壊等により施設が被災し、その対策として代替施設が完成することで対象から除外される施設 ②				R5-6完成(7点検)施設 R5~R6年度に完成した施設 ③				R7-8完成(R8点検)施設 R7~R8年度に完成した施設 ④				施設合計 ①+②+③+④			
	地すべり	山腹工	溪間工	小計	地すべり	山腹工	溪間工	小計	地すべり	山腹工	溪間工	小計	地すべり	山腹工	溪間工	小計	地すべり	山腹工	溪間工	小計
南山	24	53		77		-18		-18	1	7		8	3			3	28	42	0	70
湯ノ台	25	60	17	102		-1		-1	5	1		6				0	25	64	18	107
寒風田	18	20	3	41				0	1			1				0	19	20	3	42
古水川			60	60				-3	1		2	3				0	1	0	59	60
泥水沢	19	22	15	56				0				0				0	19	22	15	56
田尻沢	3	16	7	26				0				0				0	3	16	7	26
藤野		7		7				0				0				0	0	7	0	7
計	89	178	102	369	0	-19	-3	-22	3	12	3	18	3	0	0	3	95	171	102	368

5.2.1 古水川の溪間工

古水川には溪間の安定を図ることで、両岸に沿いに位置する地すべりや崩壊ブロックの脚部を固定するために、溪間工として治山ダム工36基、護岸工23基（山形県設置も含む）が施工されている。

流域調査や施設点検の結果、古水川流域に導入されている溪間工は代替施設の導入や補修工事により、施設機能は維持されていることを確認している。

表 5.3 古水川の溪間工

古水川溪間工		基数	健全度Ⅰ	健全度Ⅱ	健全度Ⅲ	健全度Ⅳ	施工年
FU-k	治山ダム工	36	27	7	1	1	S34?, 37, 41, 44, 46, 50, 52, H3, 4, 6-911, 21, R1-2
	護岸工	24	22	1	1	0	?, H6-9, 11, 16, 20-21, 23, 28-29, R2
計		60	49	8	2	1	

表 5.4 古水川（溪間工）の健全度Ⅲ、健全度Ⅳの施設一覧（R4年度施設点検結果）

施設番号	健全度評価	施工年度	施設名称	施設諸元			点検実施年月日	状況	計画内容		備考
				高(m)	長(m)	天端厚(m)			分類	概要(数量)	
FU-K-53	健全度Ⅲ	H28	NO.8鋼製自在枠護岸工		3	1.5	2022年6月11日	終点部傾倒新規追加点検	補修	撤去・再設置L=10m	R7補修済
FU-K-04	健全度Ⅳ	S34?	鉄筋コンクリート枠ダム工	不明	不明	不明	2022年6月17日	施設流出代替溪間工有	経過観察	代替施設施工中	代替施設による機能補完施設から除外
FU-K-07	健全度Ⅲ	S34?	鉄筋コンクリート枠ダム工	4	14	2	2022年6月10日	部材欠落	経過観察	溪間工整備中	代替施設による機能補完施設から除外

表 5.5 古水川（溪間工）の健全度Ⅲ、健全度Ⅳの施設一覧（R7年度施設点検結果）

施設番号	健全度評価	施工年度	施設名称	施設諸元			点検実施年月日	状況	計画内容		備考
				高(m)	長(m)	天端厚(m)			分類	概要(数量)	
	Ⅲ、Ⅳなし										

古水川地区の令和4年度施設点検結果で健全度Ⅲ以上と評価されたのは3施設であるが、FU-K-53（No.8鋼製自在枠護岸工）は令和7年度に完成している。

FU-K-04、FU-K07 は代替施設により機能補完されており対象から除外される施設である。



写真 5.1 FU-K-53 左：護岸工の傾倒（R4 年度点検時）、右：護岸工の補修工事実施状況（R7 年度）



写真 5.2 FU-K-04 左：堤体砕材の破損（H26 年度点検時）、右：代替施設（谷止工+護岸工）による整備状況



写真 5.3 FU-K-07 左：堤体砕材の破損（H26 年度点検時）、右：代替施設（R4 谷止工）による整備状況

5.2.2 銅山川地区で導入された対策施設

令和 4 年度施設点検において「健全度Ⅲ」、あるいは「健全度Ⅳ」と評価された施設については、令和 8 年度に補修工事が完了する予定である（代替施設の導入、更新が行われた施設を除く）。

(1) 南山地区

表 5.6 南山地区の山腹工、溪間工と健全度

南山		基数	健全度Ⅰ	健全度Ⅱ	健全度Ⅲ	健全度Ⅳ	施工年
MI	治山ダム工	0	0	0	0	0	
	流路工	0	0	0	0	0	
	土留工	28	28	0	0	0	H4、10、12-13、16、189、R3-4
	法枠工	1	1	0	0	0	H17
	水路工	25	23	2	0	0	H4-6、8、11-13、16-18、R3-4
	アンカー工	1	1	0	0	0	H7
	杭打工	6	6	0	0	0	H5-6、9、R2
	集水井工	16	12	3	0	1	H4、6-7、9、R4
	ボーリング暗渠工	0	0	0	0	0	
	排水トンネル坑門工	1	1	0	0	0	R6
計	77	71	5	0	1		

表 5.7 南山地区の健全度Ⅲ、健全度Ⅳの施設一覧（R4 年度施設点検結果）

施設番号	健全度評価	施工年度	施設名称	構造	施設諸元		点検実施年月日	状況	内容		備考
					単位	数量			分類	概要(数量)	
MI-S04-W02	健全度Ⅲ	H4	NO.3集水井工	鋼製 (ライナープレート)	深さ(m)	13.0	2022年11月9日	防護柵破損	補修	防護柵交換 洗浄工実施	R7補修済
MI-S04-W03	健全度Ⅲ	H4	NO.4集水井工	鋼製 (ライナープレート)	深さ(m)	11.5	2022年11月10日	天蓋腐食	補修	天蓋交換 洗浄工実施	R7補修済
MI-S05-W01	健全度Ⅳ	H4	NO.5集水井工	鋼製 (ライナープレート)	深さ(m)	10.5	2022年11月9日	異常湛水	補修	詳細点検 排水Bor追加	R7補修 排水Bor追加検討
MI-S07-W01	健全度Ⅲ	H6	NO.9集水井工	鋼製 (ライナープレート)	深さ(m)	30.5	2022年11月8日	湛水	補修	洗浄工実施	R7補修済
MI-S04-W01	健全度Ⅲ	H6	NO.7集水井工	鋼製 (ライナープレート)	深さ(m)	16.0	2022年11月9日	湛水	補修	洗浄工実施	R7補修済
MI-S03-W01	健全度Ⅲ	H6	NO.8集水井工	鋼製 (ライナープレート)	深さ(m)	14.5	2022年11月10日	天蓋腐食	補修	天蓋交換 洗浄工実施	R7補修済

表 5.8 南山地区の健全度Ⅲ、健全度Ⅳの施設一覧（R7 年度施設点検結果）

施設番号	健全度評価	施工年度	施設名称	数量		点検実施年月日	状況	計画内容		備考	
				高(m)	長(m)			分類	概要(数量)		
MI-S05-W01	健全度Ⅳ	H4	NO.5集水井工	深さ(m)	10.5	R7.11.6	湛水	補修	詳細点検 排水Bor追加	R8補修	
MI-S07-W08	健全度Ⅰ	R4	集水井工	深さ(m)	22.0	R4.11.14	R5融雪期変形確認	ライナープレート 座屈	補修	内巻き施工 集排水Bor再設置	R8補修

令和 4 年施設点検の結果、健全度Ⅲと評価された 5 施設については、令和 7 年度の補修工事で機能が回復している。健全度Ⅳと評価された MI-S05-W01（No.5 集水井については、天蓋・防護柵の交換、土砂の浚渫、集排水ボーリングの洗浄を実施しているが、湛水の解消には至らず、令和 8 年度に排水ボーリングの増設を計画している。また、健全度Ⅰであった MI-S07-W08（集水井）は、令和 5 年融雪期の地すべり滑動により変形（写真 5.11）したため、内巻き工法による集水井機能の補修、集・排水ボーリングの再設置を、これらに加えて、令和 7 年度より着手した鋼管杭工、およびボーリング暗渠工 2 群の施工を計画している。



写真 5.4 MI-S04-W02 上 (天蓋・防護柵交換) 下 (集水ボーリング洗浄)

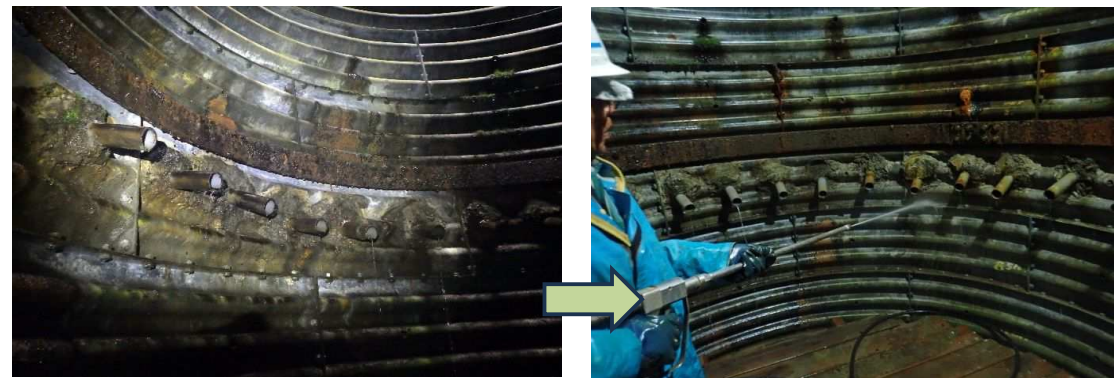


写真 5.5 MI-S04-W03 上 (天蓋・防護柵交換) 下 (集水ボーリング洗浄)



写真 5.6 MI-S05-W01 上 (天蓋・防護柵交換) 下 (土砂浚渫、集水ボーリング洗浄)



写真 5.7 MI-S07-W01 上 (天蓋・防護柵交換) 下 (集水ボーリング洗浄：湛水解消)



写真 5.8 MI-S04-W01 上（天蓋・防護柵交換）下（集水ポーリング洗浄）

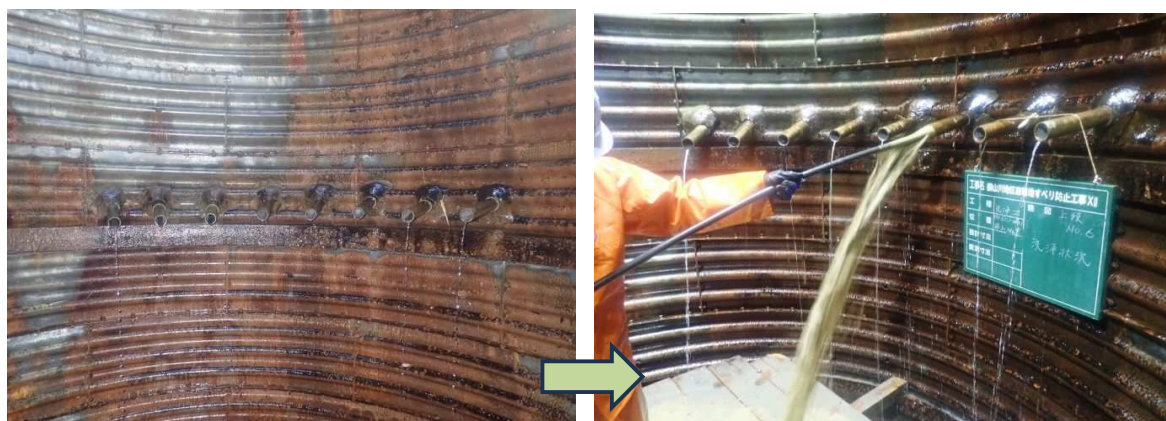


写真 5.9 MI-S03-W01 上（天蓋・防護柵交換）下（集水ポーリング洗浄）

○ 南山地区で令和8年度に施工が完了または補修工事が実施される施設（令和8年度施設点検対象施設）



写真 5.10 MI-S07-1 鋼管杭工施工状況（R8年度完成予定）

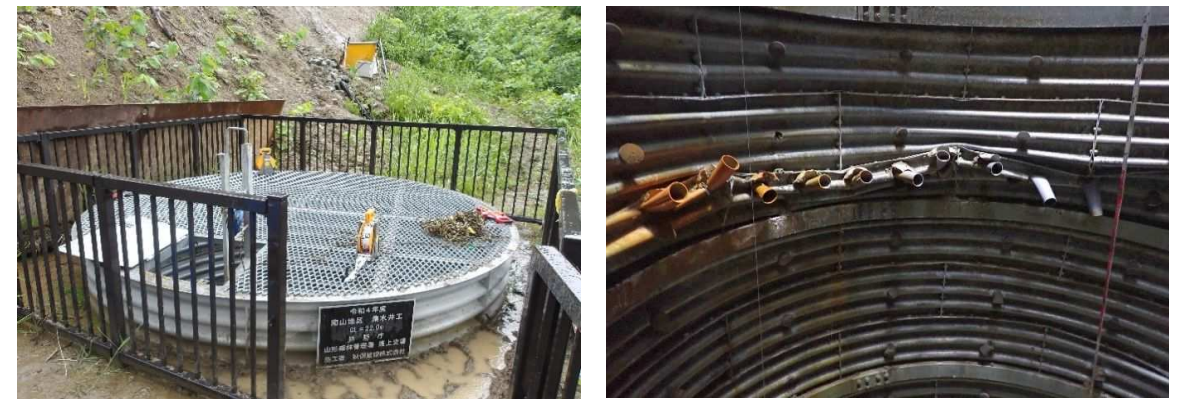


写真 5.11 令和8年度に補修工事が計画されているMI-S07-1ブロックの地下水排除工



写真 5.12 排水トンネル補修作業状況（令和7年度に補修工実施）

(2) 寒風田地区

表 5.9 寒風田地区の山腹工、溪間工と健全度

寒風田		基数	健全度Ⅰ	健全度Ⅱ	健全度Ⅲ	健全度Ⅳ	施工年
SA	治山ダム工	1	0	1	0	0	H13
	流路工	2	0	2	0	0	H13
	土留工	9	6	3	0	0	H14、16
	水路工	11	4	7	0	0	H13-14、16
	アンカー工	8	8	0	0	0	H26
	杭打工	0	0	0	0	0	
	集水井工	9	4	5	0	0	S56、59、61-62、H9、19、26
	ボーリング暗渠工	1	1	0	0	0	H19
計		41	23	18	0	0	

表 5.10 寒風田地区の健全度Ⅲ、健全度Ⅳの施設一覧（R4 年度施設点検結果）

施設番号	健全度評価	施工年度	施設名称	構造	施設諸元		点検実施年月日	状況	内容		備考
					単位	数量			分類	概要(数量)	
SA-S01-W01	健全度Ⅲ	H9	NO.1集水井工	鋼製	深さ(m)	22	R4.10.27	集排水閉塞	補修	洗浄工実施	R7補修済
SA-S01-W02	健全度Ⅲ	H9	NO.2集水井工	鋼製	深さ(m)	14	R4.10.27	集排水閉塞	補修	洗浄工実施	R7補修済
SA-S01-W03	健全度Ⅲ	H19	NO.3集水井工	鋼製 (ライナープレート)	深さ(m)	14	R4.10.27	防護柵破損	点検・診断	防護柵交換 洗浄工実施	R7補修済
SA-S01-B01	健全度Ⅲ	H19	ボーリング 暗渠工	その他	本数(本)	8	R4.7.1	孔口土砂堆積	補修	孔口土砂浚渫	R7補修済
SA-S01-W08(県)	健全度Ⅲ	S56	集水井工		深さ(m)	28	R4.10.31	防護柵破損	補修	防護柵交換 洗浄工実施	R7補修済

表 5.11 寒風田地区の健全度Ⅲ、健全度Ⅳの施設一覧（R7 年度施設点検結果）

施設番号	健全度評価	施設名称	構造	施設諸元		点検実施年月日	状況	内容		備考
				単位	数量			分類	概要(数量)	
	Ⅲ、Ⅳなし									

洗浄工や補修工事の実施により、寒風田地区の令和7年度施設点検結果で健全度Ⅲ以上と評価された施設は確認されず、全ての地下水排除工で機能回復が図られている。



写真 5.13 SA-S01-W01 左（防護柵の破損、天蓋の腐食）右（同交換）

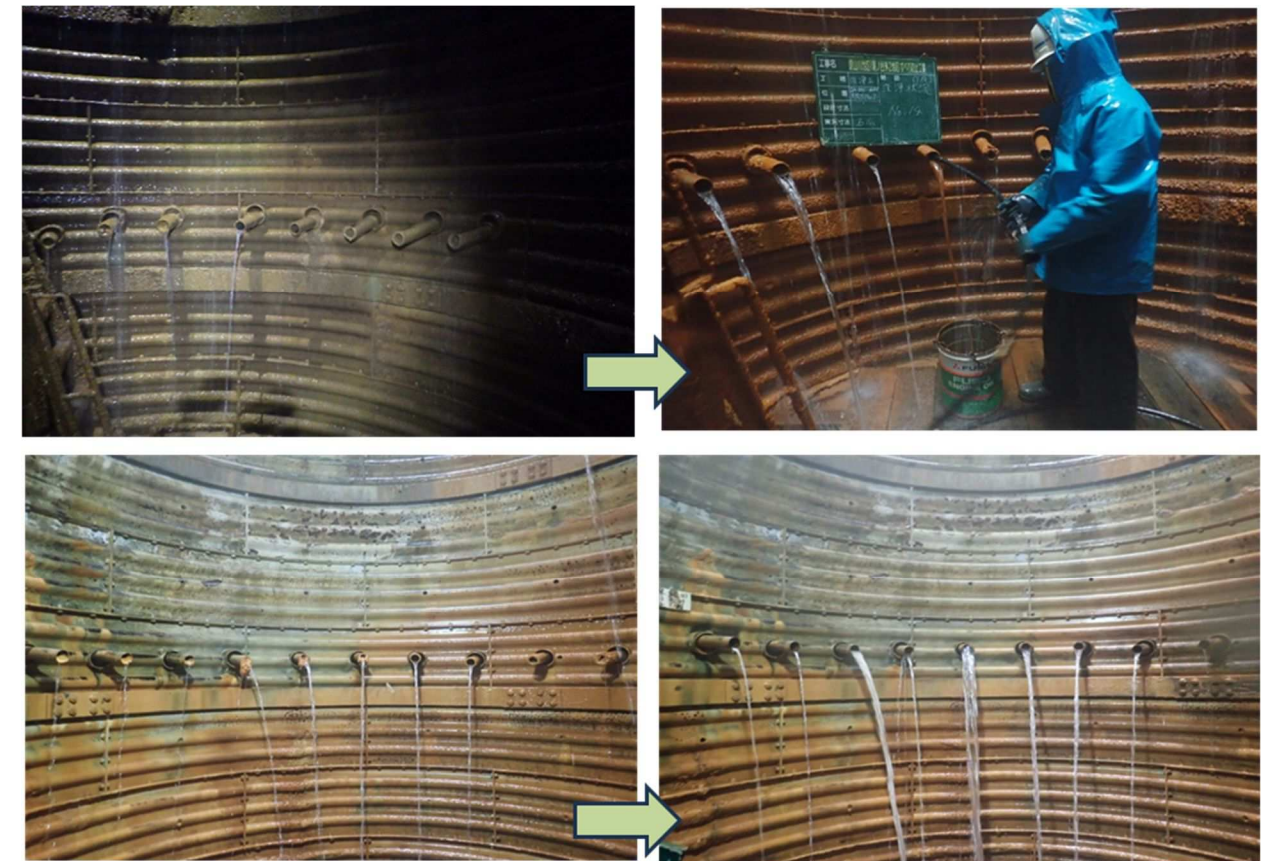


写真 5.14 SA-S01-W02 集水ボーリング洗浄状況（上：上段集水、下：下段集水）

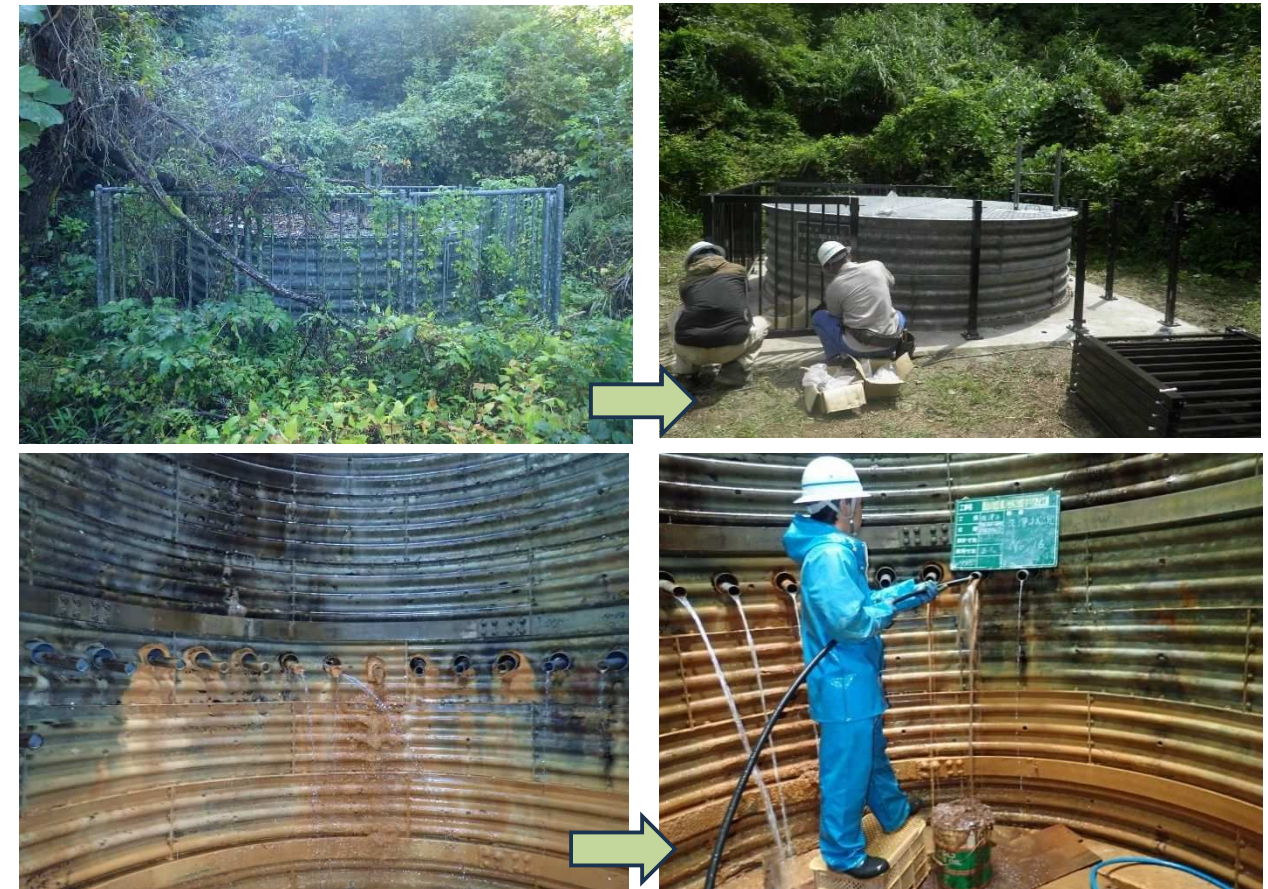


写真 5.15 SA-S01-W02 上（天蓋・防護柵交換）下（集水ボーリング洗浄）



写真 5.16 SA-S01-W03 上（天蓋・防護柵交換）下（集水ボーリング洗浄）



写真 5.18 SA-S01-W08 上（天蓋・防護柵交換）下（集水ボーリング洗浄）



写真 5.17 SA-S01-B01 ボーリング暗渠工洗浄

(3) 湯ノ台地区

表 5.12 湯ノ台地区の山腹工、溪間工と健全度

湯ノ台		基数	健全度Ⅰ	健全度Ⅱ	健全度Ⅲ	健全度Ⅳ	施工年
YU	治山ダム工	15	11	4	0	0	H1、5、7、9、11、14、22、R3
	護岸工	2	1	1	0	0	H7
	土留工	21	20	1	0	0	H11、16、18-23、26
	水路工	37	27	8	2	0	H4、9、11-16、18-21,23-25、不明
	法枠工	4	4	0	0	0	H18、25-26、R2
	杭打工	1	1	0	0	0	H10
	アンカー工	10	10	0	0	0	
	集水井工	9	6	3	0	0	H9-13、16、R2
ボーリング暗渠工	3	2	1	0	0	H11、26	
計		102	82	18	2	0	

表 5.13 湯ノ台地区の健全度Ⅲ、健全度Ⅳの施設一覧（R4 年度施設点検結果）

施設番号	健全度評価	施工年度	施設名称	構造	施設諸元		点検実施年月日	状況	内容		備考
					単位	数量			分類	概要(数量)	
YU-S08-W01	健全度Ⅲ	H9	NO.1集水井工	鋼製	深さ(m)	14	2022年6月9日	防護柵変形	経過観察	防護柵交換 洗浄工実施	R7補修済
YU-S08-W02	健全度Ⅲ	H10	NO.2集水井工	鋼製 (ライナープレート)	深さ(m)	22	2022年6月9日	防護柵変形	経過観察	防護柵交換 洗浄工実施	R7補修済
YU-S03-W02	健全度Ⅲ	H12	NO.4集水井工	鋼製 (ライナープレート)	深さ(m)	21.5	2022年6月8日	スケール付着著しい	経過観察	洗浄工実施	R7補修済
YU-S03-01	健全度Ⅲ	H16	NO.1号 コレゲートフレーム水路工	鋼製 (コレゲート)	延長(m)	211.7	2022年6月9日	一部埋没	補修	土砂浚渫 L=10m	※
YU-S02-01	健全度Ⅲ	H16	NO.3号 鉄筋コンクリート水路工	コンクリート製	延長(m)	56.2	2022年6月8日	終点部埋没	補修	土砂浚渫 L=10m	※
YU-S01-W01	健全度Ⅲ	R2	NO.1集水井工	鋼製 (ライナープレート)	深さ(m)	7	2022年6月8日	天蓋変形	点検・診断	天蓋交換 洗浄工実施	R7補修済

※ 水路工の一部に土砂の流入、あるいは一部に変状が確認されたが、水路機能に影響があるものではないことから、山形県との調整の結果、改修等の対象としないこととした

表 5.14 湯ノ台地区の健全度Ⅲ、健全度Ⅳの施設一覧（R7 年度施設点検結果）

施設番号	健全度評価	施設名称	構造	施設諸元		点検実施年月日	状況	内容		備考
				単位	数量			分類	概要(数量)	
	Ⅲ、Ⅳなし									

洗浄工などの補修工事の実施により、湯ノ台地区の令和7年度施設点検結果で健全度Ⅲ以上と評価された施設は確認されていない。なお、水路工が健全度Ⅲと評価されるが、周辺斜面は森林の回復がみられ、異常も確認されていないことから、山形県との協議により、管理対象施設から除外する方針とした。



写真 5.19 YU-S08-W01 上（天蓋・防護柵交換）下（集水ボーリング洗浄）



写真 5.20 YU-S08-W02 上（天蓋・防護柵交換）下（集水ボーリング洗浄）

(4) 泥水沢地区

表 5.15 泥水沢地区の山腹工、溪間工と健全度

泥水沢		基数	健全度Ⅰ	健全度Ⅱ	健全度Ⅲ	健全度Ⅳ	施工年
DO	治山ダム工	11	9	1	1	0	S37-38、62、H4-6、8-9
	護岸工	2	1	1	0	0	H8-9
	流路工	3	0	2	1	0	H8-9
	水路工	13	8	2	3	0	H6、12-13、21-22
	土留工	7	6	1	0	0	H6、21
	法枠工	1	1	0	0	0	H6
	ボーリング暗渠工	19	17	2	0	0	H9
計		56	42	9	5	0	

表 5.16 泥水沢地区（山腹工）の健全度Ⅲ、健全度Ⅳの施設一覧（R4 年度施設点検結果）

施設番号	健全度評価	施工年度	施設名称	構造	治山ダム以外諸元		点検実施年月日	健全度評価	状況	内容		備考
					単位	数量				分類	概要(数量)	
DO-K-36	健全度Ⅲ	H6	水路工(0.5×0.5)	鋼製(コルゲート)	延長(m)		2022年7月26日	健全度Ⅲ	土砂堆積	補修	土砂浚渫L=10m	※
DO-K-24	健全度Ⅲ	H8	泥水沢流路工	鋼製(コルゲート)	延長(m)	288.8	2022年7月26日	健全度Ⅲ	土砂堆積	補修	土砂浚渫L=50m	※
DO-K-B14	健全度Ⅲ	H9	右岸2ボーリング暗渠工	その他	本数(本)	10	2022年7月16日	健全度Ⅲ	土砂堆積	補修	孔口土砂浚渫	R7補修済
DO-K-B01	健全度Ⅲ	H9	NO.1ボーリング暗渠工	その他	本数(本)	10	2022年7月15日	健全度Ⅲ	埋積	補修	孔口土砂浚渫	R7補修済
DO-K-B02(1)	健全度Ⅲ	H9	NO.2ボーリング暗渠工	その他	本数(本)	10	2022年7月15日	健全度Ⅲ	埋積	補修	孔口土砂浚渫	R7補修済
DO-K-B02(2)	健全度Ⅲ	H9	NO.2ボーリング暗渠工	その他	本数(本)	10	2022年7月15日	健全度Ⅲ	埋積	補修	孔口土砂浚渫	R7補修済
DO-K-B05	健全度Ⅲ	H9	ボーリング暗渠工	その他	本数(本)	10	2022年7月15日	健全度Ⅲ	顕著な目詰り	補修	孔口土砂浚渫	R7補修済
DO-K-B07	健全度Ⅲ	H9	ボーリング暗渠工	その他	本数(本)	10	2022年7月16日	健全度Ⅲ	スケール付着著しい	補修	孔口土砂浚渫	R7補修済
DO-K-B09	健全度Ⅲ	H9	ボーリング暗渠工	その他	本数(本)	10	2022年7月16日	健全度Ⅲ	土砂堆積	補修	孔口土砂浚渫	R7補修済
DO-K-B12	健全度Ⅲ	H9	ボーリング暗渠工	その他	本数(本)	10	2022年7月16日	健全度Ⅲ	目詰り、土砂堆積	補修	孔口土砂浚渫	R7補修済
DO-K-B19	健全度Ⅲ	H9	ボーリング暗渠工	その他	本数(本)	10	2022年7月26日	健全度Ⅲ	埋積	補修	孔口土砂浚渫	R7補修済
DO-K-29	健全度Ⅲ	H12	水路工	コンクリート製 0.6×0.6m	延長(m)	309.8	2022年7月25日	健全度Ⅲ	土砂堆積	補修	土砂浚渫L=10m	※
DO-K-35	健全度Ⅲ	H22	水路工	鋼製(コルゲート) w350×H350	延長(m)		2022年7月16日	健全度Ⅲ	土砂堆積	補修	水路更新L=35m	※

※ 水路工の一部に土砂の流入、あるいは一部に変状が確認されたが、水路機能に影響があるものではないことから、山形県との調整の結果、改修等の対象としないこととした

表 5.17 泥水沢地区（溪間工）の健全度Ⅲ、健全度Ⅳの施設一覧（R4 年度施設点検結果）

施設番号	健全度評価	施工年度	施設名称	施設諸元			点検実施年月日	状況	計画内容		備考
				高(m)	長(m)	天端厚(m)			分類	概要(数量)	
DO-K-T01	健全度Ⅲ	H4	NO.2コンクリート谷止工	4	21.5	1.1	R4.7.15 (R8実施予定)	副堤の洗堀	補修	間詰工 護床工設置	R7補修済

表 5.18 泥水沢地区（溪間工）の健全度Ⅲ、健全度Ⅳの施設一覧（R7 年度施設点検結果）

施設番号	健全度評価	施工年度	施設名称	施設諸元			点検実施年月日	状況	計画内容		備考
				高(m)	長(m)	天端厚(m)			分類	概要(数量)	
	Ⅲ、Ⅳなし										

泥水沢地区で健全度Ⅲ以上と判定された施設のうち9施設は、ボーリング暗渠工であり、令和7年度に洗浄工、土砂浚渫などにより機能を回復している。溪間工のDO-K-T01(No.2コンクリート谷止工)も令和7年度に補修工事が完了している

ほかに、水路工、流路工の4施設が健全度Ⅲと評価されているが、周辺斜面は森林の回復がみられ、異常も確認されていないことから、山形県との協議により、管理対象施設から除外する方針とした(表5.16※)。



写真 5.21 YU-S01-W01 上(天蓋交換)下(集水ボーリング洗浄)



写真 5.22 YU-S03-W02 上(全景)下(集水ボーリング洗浄)



写真 5.23 DO-K-B14 (左: R4 施設点検時、右: R7 ポーリング暗渠工洗浄後)



写真 5.24 DO-K-B02(1) (左: R4 施設点検時、右: R7 ポーリング暗渠工洗浄後)



写真 5.25 DO-K-B02(2) (左: R4 施設点検時、右: R7 ポーリング暗渠工洗浄後)



写真 5.26 DO-K-B05 (左: R4 施設点検時、右: R7 ポーリング暗渠工洗浄後)



写真 5.27 DO-K-B07 (左: R4 施設点検時、右: R7 ポーリング暗渠工洗浄後)



写真 5.28 DO-K-B09 (左: R4 施設点検時、右: R7 ポーリング暗渠工洗浄後)



写真 5.29 DO-K-B12 (左: R4 施設点検時、右: R7 ポーリング暗渠工洗浄後)



写真 5.30 DO-K-B19 (左: R4 施設点検時、右: R7 ポーリング暗渠工洗浄後)



写真 5.31 DO-K-T01 (左: R4 施設点検時、右: R7 補修工事実施)

洗浄工や土砂浚渫の実施により、田尻沢地区の令和 7 年度施設点検結果で健全度Ⅲ以上と評価された施設はなく、すべての地下水排除工で機能回復が図られている。

なお、令和 4 年度施設点検結果では水路工の一部が健全度Ⅲと評価されているが、排土工等の施工により代替施設に置き換わっているため、これら施設は管理対象施設から除外する。



写真 5.32 TA-K-B01 (左: R4 施設点検時、右: R7 ボーリング暗渠工洗浄後)

(5) 田尻沢地区

表 5.19 田尻沢地区の山腹工、溪間工と健全度

田尻沢		基数	健全度Ⅰ	健全度Ⅱ	健全度Ⅲ	健全度Ⅳ	施工年
TA	治山ダム工	7	4	3	0	0	S41-42、H10
	護岸工	0	0	0	0	0	
	流路工	0	0	0	0	0	
	水路工	9	1	6	2	0	H10-11
	土留工	7	2	4	1	0	?、H11-13
	法枠工	0	0	0	0	0	
	ボーリング暗渠工	3	2	1	0	0	H10-11
計	26	9	14	3	0		

表 5.20 田尻沢地区の健全度Ⅲ、健全度Ⅳの施設一覧 (R4 年度施設点検結果)

施設番号	健全度評価	施工年度	施設名称	構造	治山ダム以外		点検実施年月日	状況	内容		備考
					単位	数量			分類	概要(数量)	
TA-K-B01	健全度Ⅲ	H10	ボーリング暗渠工	その他	本数(本)	12	R4.11.2	一部埋没	補修	孔口土砂浚渫	R6実施
TA-K-04	健全度Ⅲ	H11	水路工 (コルゲートA-2)	鋼製 (コルゲート)	延長(m)	16.9	R4.11.4	一部変状	補修		MI-S07排土工による消失
TA-K-10	健全度Ⅲ	H10	水路工(A500)	鋼製 (コルゲート)	延長(m)	27.5	R4.11.3	土砂堆積	補修	土砂浚渫 L=20m	※
TA-K-14	健全度Ⅲ	H13	H13NO.1土留工	コンクリート製	延長(m)	7.5	R4.11.4	亀裂等の変状	機能強化	MI-S07-1の 対策工整備	MI-S07-1ブロック排土工(R5-6)、 鋼管杭工(R7-8)により代替

※ 水路工の一部に土砂の流入、あるいは一部に変状が確認されたが、水路機能に影響があるものではないことから、山形県との調整の結果、改修等の対象としないこととした

表 5.21 田尻沢地区の健全度Ⅲ、健全度Ⅳの施設一覧 (R7 施設点検結果)

施設番号	健全度評価	施設名称	構造	施設諸元		点検実施年月日	状況	内容		備考
				単位	数量			分類	概要(数量)	
	Ⅲ、Ⅳなし									

(6) 蕨野地区

表 5.22 蕨野地区の山腹工、溪間工と健全度

蕨野		基数	健全度Ⅰ	健全度Ⅱ	健全度Ⅲ	健全度Ⅳ	施工年
WA	治山ダム工	0	0	0	0	0	S41-42、H10
	護岸工	0	0	0	0	0	
	流路工	0	0	0	0	0	
	水路工	1	1	0	0	0	H10-11
	土留工	3	3	0	0	0	?、H11-13
	法枠工	1	1	0	0	0	
	盛土工	1	1	0	0	0	
補強土工	1	1	0	0	0	H10-11	
計	7	7	0	0	0		

※蕨野地区で健全度Ⅲ以上と評価された施設なし

表 5.23 蕨野地区の健全度Ⅲ、健全度Ⅳの施設一覧 (R7 施設点検結果)

施設番号	健全度評価	施設名称	構造	施設諸元		点検実施年月日	状況	内容		備考
				単位	数量			分類	概要(数量)	
	Ⅲ、Ⅳなし									



写真 5.33 蕨野地区全景

5.2.3 令和8年度完成予定の施設

表 5.24 R7 施設点検以降に完成を予定している施設 (R8 点検対象) 一覧表

地区名	施設番号	施設名称	内容	施工区分	当初 施工年度	点検実施 年月日
古水川	—	—	—	—	—	—
南山	MI-S05-W01	NO.5集水井工	排水Bor追加	R8補修	H4	R7.11.6
	MI-S07-W08	集水井工	内巻き施工 集排水Bor再設置	R8補修	R4	
	(新設)	鋼管杭工	φ=500mm、t=10mm L=10.0-26.5m、n=41本	R7-8補修	R7-	—
	(新設)	No.1ボーリング暗渠工		R8補修	—	—
(新設)	No.2ボーリング暗渠工	VP=40mm L=40m、n=10本	R8補修	—	—	
寒風田	—	—	—	—	—	—
湯ノ台	—	—	—	—	—	—
泥水沢	—	—	—	—	—	—
田尻沢	—	—	—	—	—	—
蕨野	—	—	—	—	—	—

5.3 古水川流域の土砂供給

(1) 古水川流域の現況

古水川では民有林直轄事業以前より、山形県により谷止工、床固工を主体とした溪間工が整備され、直近では令和4年度に谷止工、令和7年度に護岸工が施工されている（一部、令和7年度に補修工事も実施）。

古水川流域の治山施設は令和4年度の治山施設点検による施設健全度評価、令和7年度に直轄事業区間の流域調査が実施されており、対象区間で土砂供給源となる山腹崩壊や異常侵食が発生している区間は認められず、また古水川流域に導入されている治山施設は効果的に機能を発揮、また機能を維持しており、古水川の安定化に大きく寄与している。



写真 5.34 古水川の治山施設状況（左：R1 NO.1 谷止工、中：S50 谷止工、右：R2 NO.3 谷止工）



写真 5.35 古水川の治山施設状況（左：R7 護岸工、中：R4 谷止工、右：R4 谷止工上流の堆砂状況）

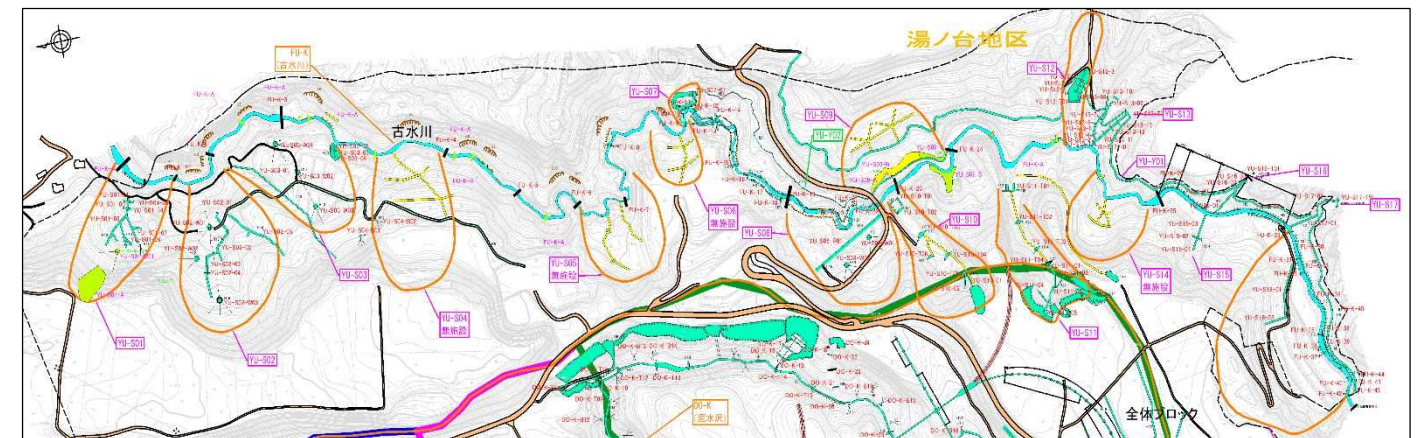


図 5.2 古水川流域治山施設配置図（縮尺任意）（R4 年度施設点検結果資料より）

古水川流域では年1回の定期点検や気象イベント後の臨時点検の際、沼の台橋および葛郷橋上から河床とダムの確認を行うこととしている。しかし、古水川の荒廃状況（土砂移動状況）を把握しきれない恐れがある。そこで古水川流域においては気象庁による土砂災害警戒情報警戒レベル4以上と発表された場合、警戒解除後に古水川流域のキーポイントとなる施設（施設の変状、異常堆砂、水通部の閉塞状況等の点検）の点検実施を行う方針としている（維持管理マニュアル P31）。

(2) 古水川の土砂供給源

過去の文献や調査資料等から、古水川は侵食や山腹崩壊、地すべりで治山施設の被災や溪床の荒廃が度々発生していたが、古水川の下流域から中流域にかけては直轄事業により溪岸斜面での地すべり対策や山腹崩壊対策が進んだことや溪間工が整備されたこともあり、下流から中流域では新たな土砂供給源や著しい侵食を受けた箇所は認められず、現状の溪床、溪岸は比較的安定した状態にあるといえる。

一方、上流域では令和6年7月の豪雨時に局所的な洪水氾濫や新たな土砂堆積が確認されている。こうした上流域への土砂供給源の確認を行うため、上流域から源頭部にかけて UAV による空撮による確認を行った。

写真判読の結果、古水川が湯の台台地に接し、古水川の流路が南 - 北方向から南西 - 北東方向に変化する付近より溪床部の土砂堆積や湯の台台地の遷緩線を頭部とした比較的新しい崩壊地が目立つことから、古水川に流入する土砂は、湯の台台地東縁部の崩壊面が発生源と推察される。

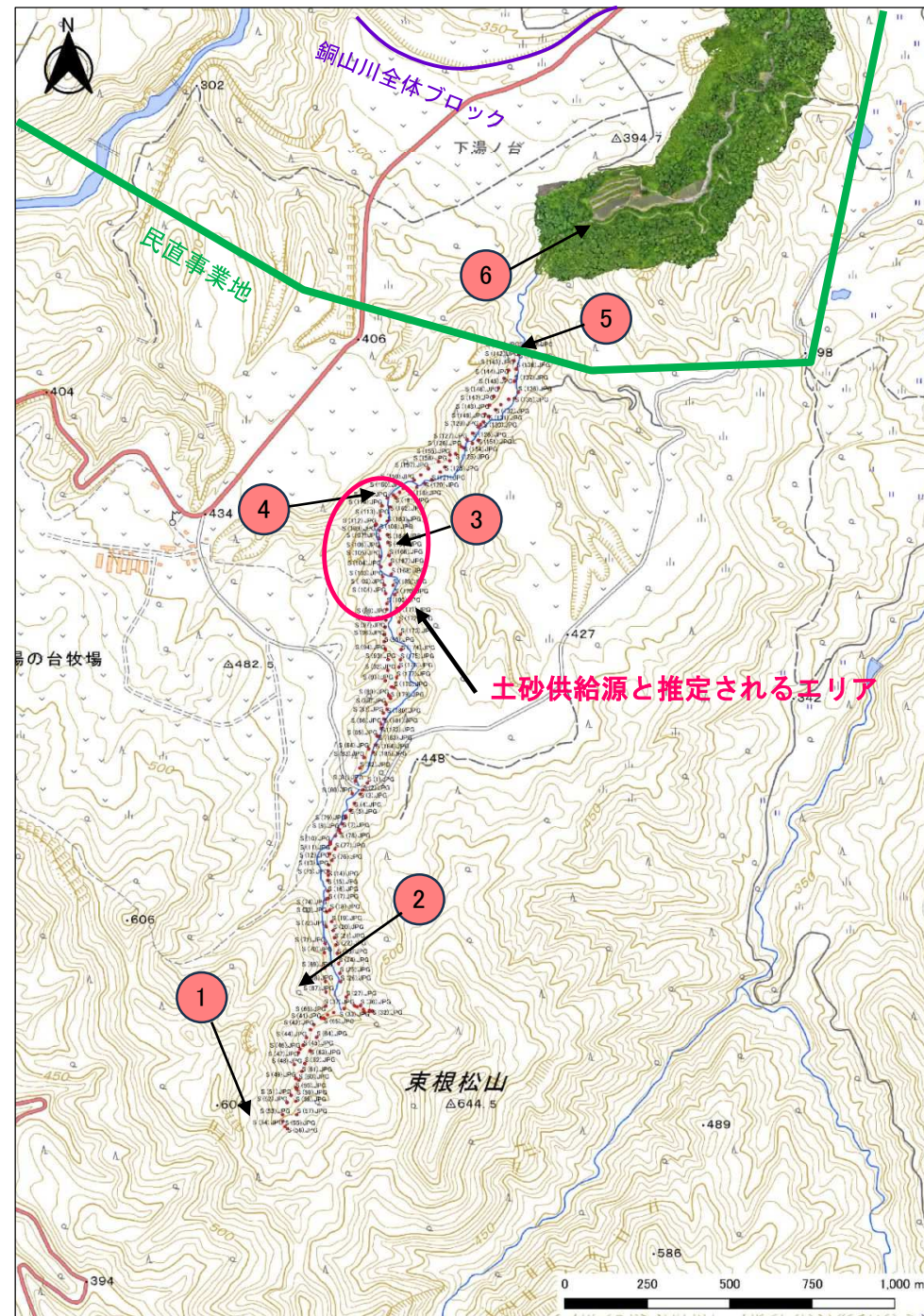


図 5.3 古水川源頭部平面図 (写真位置図)

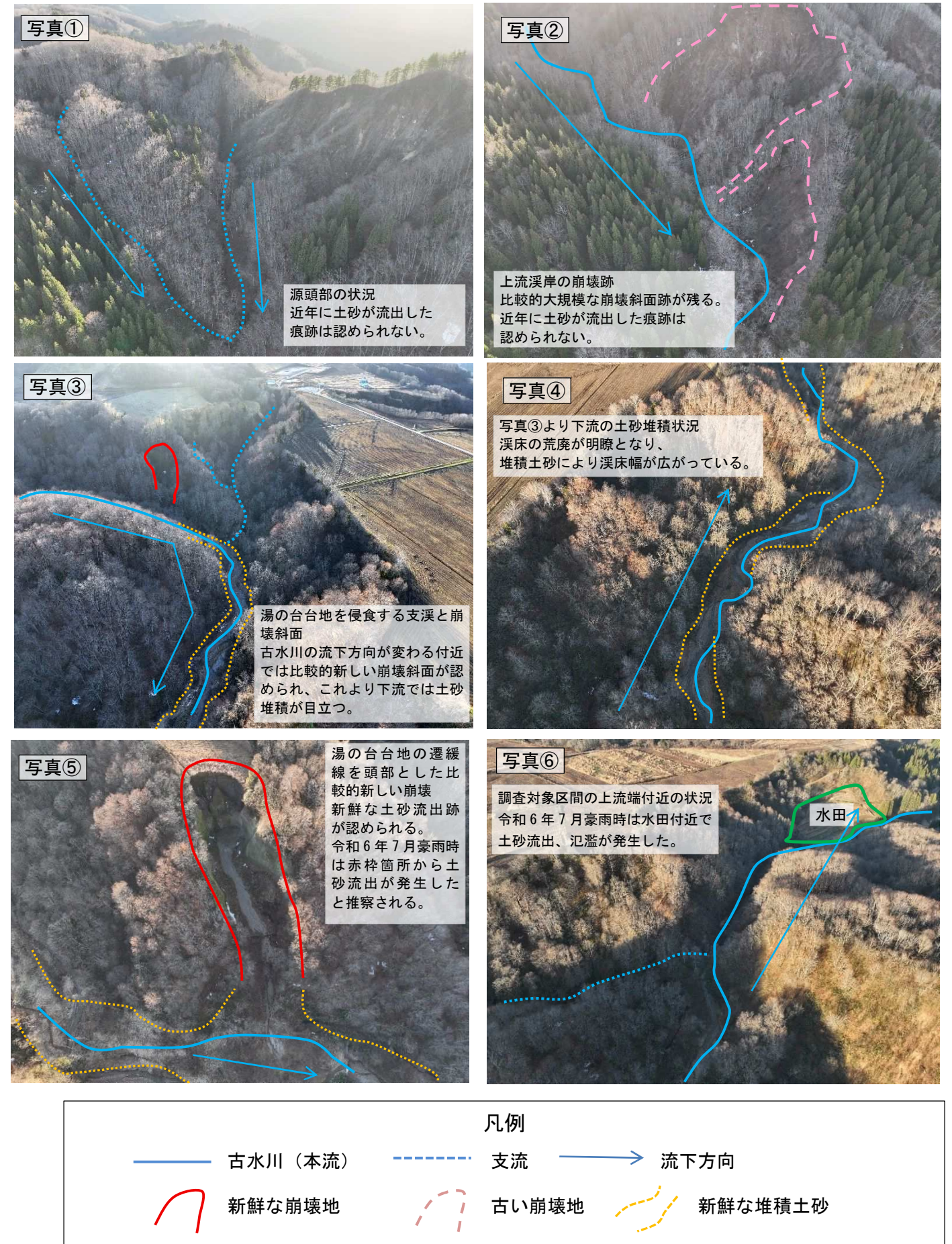


写真 5.36 古水川上流域のUAV空中写真 (R7年11月撮影)



図 5.4 古水川流域点検施設位置図

6. 事業移管に向けた取組について

6.1 維持管理マニュアル策定に向けた山形県との調整について（東北森林管理局治山課）

気象災害の激甚化、地震の頻発、地質の風化などの自然条件の変化や、地すべり防止施設の経年劣化等に伴い、地すべりの置かれる環境や発生要因が変化していく可能性があることから、直轄地すべり防止事業の事業移管後においても、銅山川地区の地すべり監視及び対策工の維持管理が必要不可欠である。

令和9年度以降、事業移管後の地すべり防止施設については、国（林野庁東北森林管理局）の管理から山形県の管理となることである。

このため、山形県における施設の維持・管理や地すべりの監視・観測等が効率的に実行できるよう維持管理マニュアル（以下、マニュアル）を策定することとした。

マニュアル策定に向けて、基本方針を策定し、山形県との調整状況等について整理したことから、下記のとおり取組状況を示す。

6.1.1 基本方針

- **担当者への配慮**
担当者（取扱者）目線で、使いやすさ、手に取りやすさを重視する。
- **危険予測シミュレーション**
気象イベント時に危険度予測、危険水準の判断が事前にできる。
- **情報の共有化**
緊急時に有効に機能する体制を構築する。（関係機関との連携強化）
- **緊急時対応の体系化**
通常時の対応と緊急時の対応について、対応手法をまとめる。
- **既存施設の管理・活用**
地すべり防止施設の機能低下を把握する。
- **地域への周知・理解**
管理者および受益者（地元地域）の意向、理解を得た体制を構築する。

6.1.2 取組状況

東北森林管理局におけるマニュアル策定に向けた取組状況を次のとおり示す。

年次	取組概要
令和5年度	上記1「基本方針」に基づき、マニュアルの素案を作成に着手した。
令和6年度	令和5年度に作成した素案をベースに東北森林管理局治山課及び山形森林管理署最上支署と調整を実施し、マニュアル(案)を作成した。
令和7年度	マニュアル策定に向けて、令和6年度に作成したマニュアル(案)を山形県及び大蔵村へ提示し、意見聴取を実施した。 令和7年 5月 山形県へ意見聴取(1回目) 令和7年 7月 意見聴取(1回目)を踏まえ、修正版の作成 令和7年 9月 山形県及び大蔵村への意見聴取(2回目) 令和7年10月 第1回概成検討委員会の開催 令和7年12月 意見聴取(2回目)を踏まえ、修正版の作成 山形県への意見聴取(3回目) 令和8年 2月 意見聴取(3回目)を踏まえ、修正版の作成 第2回概成検討委員会の開催

6.1.3 山形県との調整

「基本方針」に基づき、山形県が活用しやすいマニュアルを策定するため、令和7年5月より山形県及び大蔵村と調整を図りながら、編集等作業を実施している。

令和7年12月23日には、山形県庁にて「最新の版マニュアル（令和7年12月版）」の修正概要、マニュアル要点について、実務担当者への説明を実施した。また、銅山川地区全体ブロックの危険度予測の評価方法における「安全性評価シート（Excelデータ）」の操作方法の操作体験を実施し、マニュアル活用イメージの共有を図った。

このほか、山形県におけるマニュアル活用方法についての計画案等を確認した。



写真 6.1 山形県との打合せ状況



写真 6.2 「安全性評価シート」操作体験

6.1.4 今後の計画

引き続き、令和8年度（事業最終年度）においても関係機関と連携して、見やすさへの工夫（業務全体流れを図解する「フローチャート」等の整備）など最終調整を行い、マニュアルを完成させる。

また、山形県と大蔵村、東北森林管理局の3者が、マニュアルに示す「8. 点検計画＞目視点検ルート」を合同で現地確認する機会を設けるなど、事業に対する理解・共感が得られるよう移管に向けた準備を加速させる計画である。

本事業において整備した施設が地域における防災の担い手により、適切に維持管理が行われることを通じ、その効果が持続的に発揮されることを目指して、今後も山形県や大蔵村の防災行政、県土保全をサポートする考えである。