

3. これまでの計測結果

3. これまでの計測結果

(1) すべり面位置について

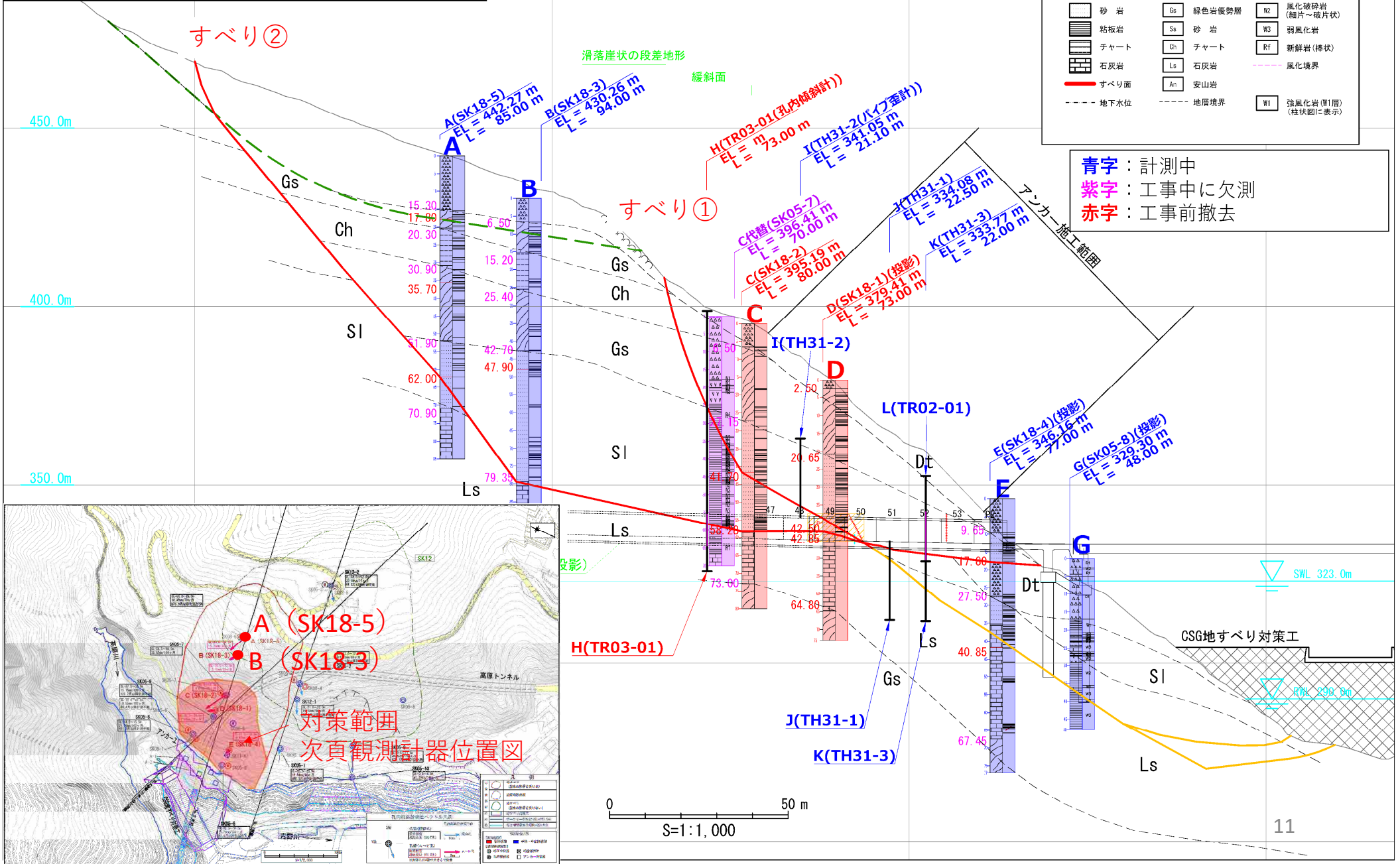
A～E孔のボーリングコアの破碎が進んだ範囲に着目し、すべり①②の2つのすべり面を想定。

No. 3' 測線地質区分断面図

S=1:1,000

岩種区分	凡例	凡例	風化区分
崩積土	崩積土	Dt	崩積土
緑色岩	泥質岩優勢層	SI	強風化岩 (粘土状・土砂状)
砂岩	緑色岩優勢層	Gs	風化破碎岩 (細片～破片状)
粘板岩	砂岩	Ss	W2 弱風化岩
チャート	チャート	Ch	W3 新鮮岩 (棒状)
石灰岩	石灰岩	Ls	風化境界
すべり面	安山岩	An	W1 強風化岩 (W1層) (柱状図に表示)
地下水位	地層境界		

青字：計測中
 紫字：工事中に欠測
 赤字：工事前撤去

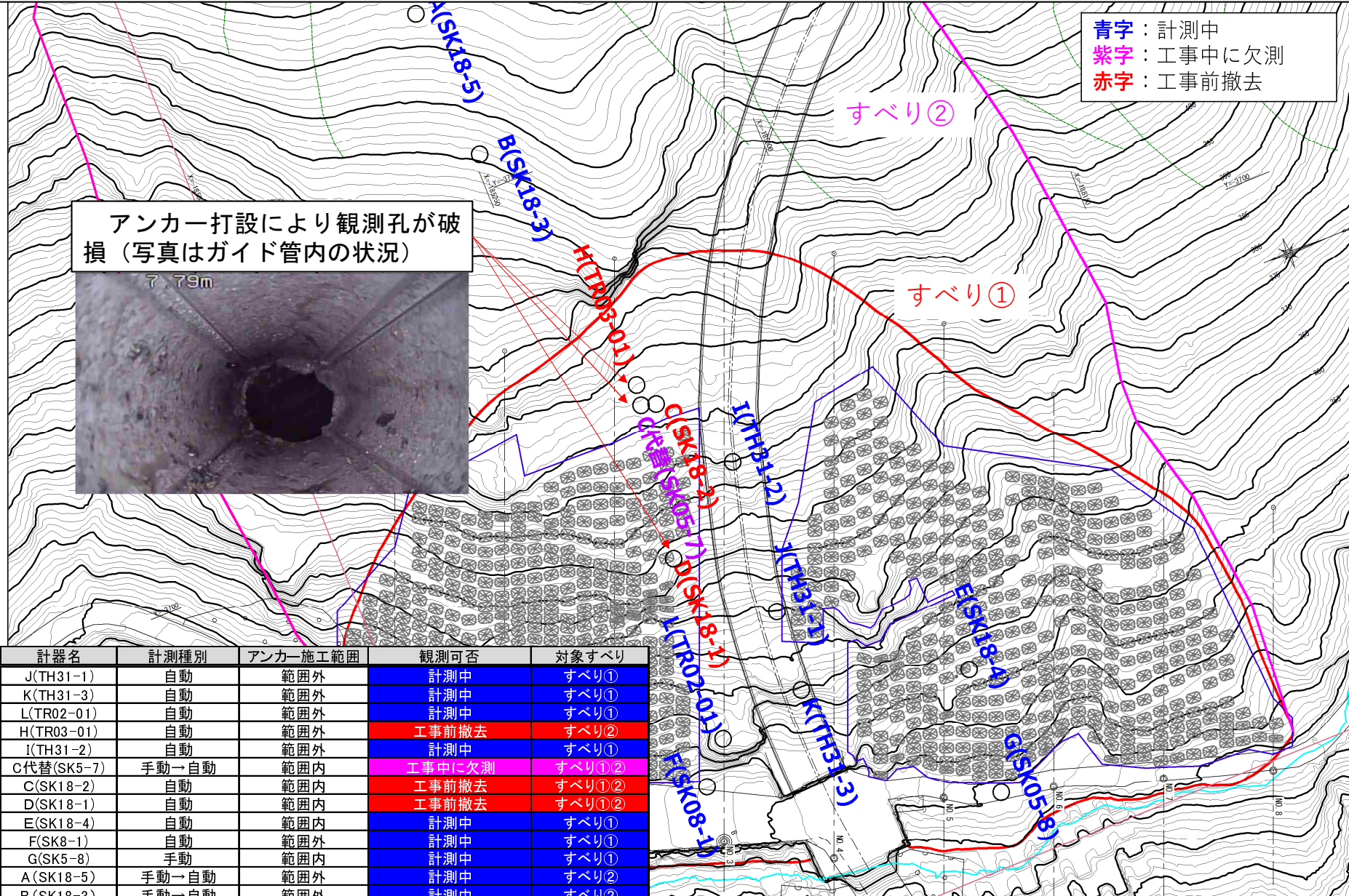


3. これまでの計測結果

(2) 対策範囲内の監視計器位置図

対策範囲内には施工時に支障となった計器（工事前に撤去した計器）を除く計6器の孔内傾斜計があり、対策範囲の背後に設置されているA孔（SK18-5）およびB孔（SK18-3）（位置図は前頁）を含め計8器で監視を行っている。この8器は地すべり対策着手前から観測が継続されている。施工前事前撤去を行っていた計器は、いずれもアンカー工による破損が確認された。

C孔（SK18-2）はA孔と同じくすべり②の動きをよくとらえていたが、アンカーに干渉するためSK05-7をCの代替として計測することとした。しかしC代替（SK05-7）は、2023年4月27日に孔曲がりによる影響でケーブルの破損、破断し、それ以降欠測、引抜きも不可となっている。



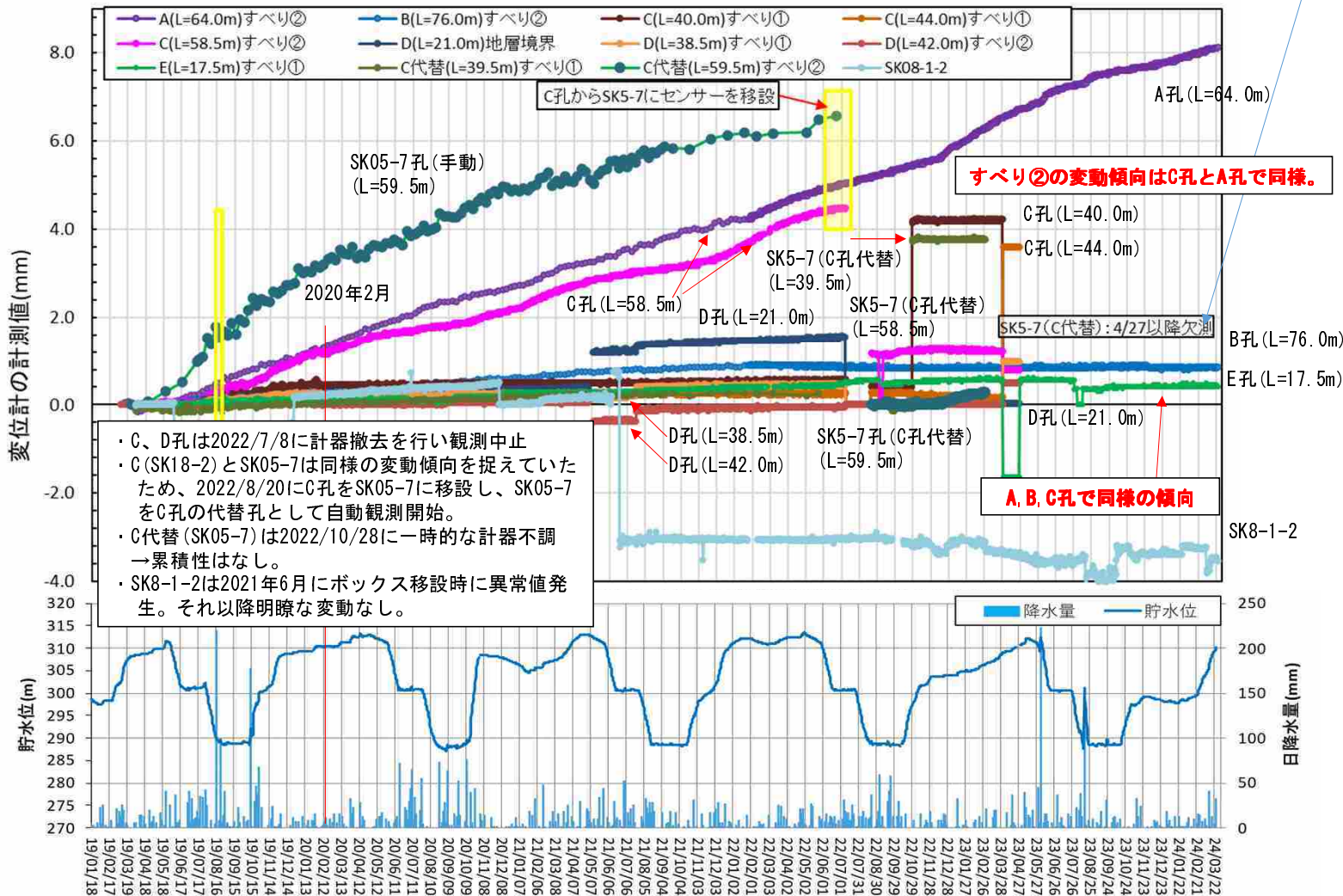
計器種別	計器名	計測種別	アンカー施工範囲	観測可否	対象すべり
孔内傾斜計	J(TH31-1)	自動	範囲外	計測中	すべり①
	K(TH31-3)	自動	範囲外	計測中	すべり①
	L(TR02-01)	自動	範囲外	計測中	すべり①
	H(TR03-01)	自動	範囲外	工事前に撤去	すべり②
パイプ歪計	I(TH31-2)	自動	範囲外	計測中	すべり①
	C代替(SK5-7)	手動→自動	範囲内	工事中に欠測	すべり①②
孔内傾斜計	C(SK18-2)	自動	範囲内	工事前に撤去	すべり①②
	D(SK18-1)	自動	範囲内	工事前に撤去	すべり①②
	E(SK18-4)	自動	範囲内	計測中	すべり①
	F(SK8-1)	自動	範囲外	計測中	すべり①
	G(SK5-8)	手動	範囲内	計測中	すべり①
	A(SK18-5)	手動→自動	範囲外	計測中	すべり②
	B(SK18-3)	手動→自動	範囲外	計測中	すべり②

3. これまでの計測結果

(3) 国計測におけるすべり面の時系列的変動

1) A~E孔 (国計測)

- すべり②に関連するA (L=64.0m)、B (L=76.0m)、C (L=58.5m) では、観測開始以降、継続して変動している。C孔は2022/8/20のセンサー移設後明瞭な累積が認められなくなっており、2023/4/27以降欠測。
- すべり①については、C (L=40.0m)、D (L=38.5m)、E (L=17.5m)、C代替 (SK05-7 (L=39.5m)) の変動が計測されているが、2020年2月以降はそれほど増加が見られない。
- 下図のこれまでの変動傾向から、**C孔とA孔は同様の変動傾向を示している。B孔の総累積変動量は小さいものの、A孔と同様の変動傾向を示す** (B孔の変動傾向は次頁参照)。



(単位 mm)

A (L=64.0m) すべり②				
19/3/20	24/3/25	変位量	日数	日平均
0	8.138	8.138	1832	0.0044

B (L=76.0m) すべり②				
19/4/4	24/3/25	変位量	日数	日平均
0	0.862	0.862	1817	0.0005

C (L=40.0m) すべり①				
19/3/28	23/4/26	変位量	日数	日平均
0	0.502	0.502	1490	0.0003

C (L=58.5m) すべり②				
19/3/28	23/4/26	変位量	日数	日平均
0	0.800	0.800	1490	0.0005

D (L=38.5m) すべり①				
19/3/7	22/7/7	変位量	日数	日平均
0	0.433	0.433	1218	0.0004

D (L=42.0m) すべり②				
19/3/7	22/7/7	変位量	日数	日平均
0	-0.022	-0.022	1218	0.0000

E (L=17.5m) すべり①				
19/4/4	24/3/25	変位量	日数	日平均
0	0.415	0.415	1817	0.0002

C (L=44.0m)				
19/3/28	23/4/26	変位量	日数	日平均
0	3.602	0.412	256	0.0016

D (L=21.0m)				
19/3/7	22/7/7	変位量	日数	日平均
0	1.540	1.540	1218	0.0013

C代替SK05-7 (L=39.5m) すべり①				
22/10/28	23/2/28	変位量	日数	日平均
3.720	3.760	0.040	123	0.0003

C代替SK05-7 (L=59.5m) すべり②				
22/8/20	23/2/28	変位量	日数	日平均
0	0.280	0.280	192	0.0015

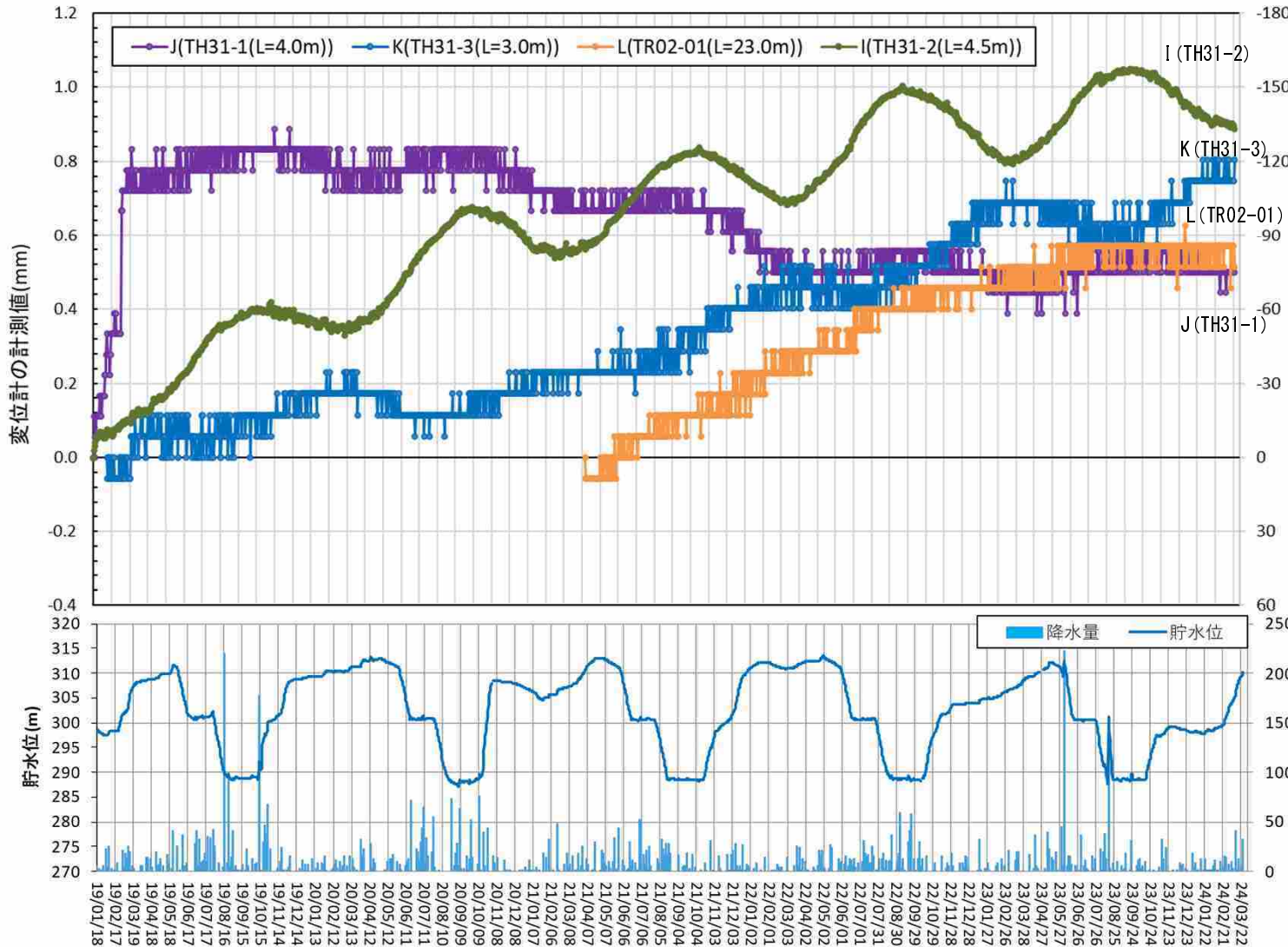
SK08-1-2 (L=13.0m) すべり①				
19/4/1	24/3/25	変位量	日数	日平均
0	-3.540	-3.540	1820	-0.0019

3. これまでの計測結果

(4) すべり①におけるすべり面の時系列的変動

1) J(TH31-1)~K(TH31-3)孔、L(TR02-01)

- すべり①に関連するJ(TH31-1(L=4.0m))、I(TH31-2(L=4.5m))、K(TH31-3(L=3.0m))、L(TR02-01(=23.0m))でも、**観測開始以降、継続して変動している。**
特にJ(TH31-1(L=4.0m))は計測開始後から2019年3月にかけて大きく変動している。



J(TH31-1(L=4.0m)) (単位 mm)
孔内傾斜計 すべり①

19/1/18	24/3/24	変位量	日数	日平均
0	0.500	0.500	1892	0.0003

K(TH31-3(L=3.0m)) (単位 mm)
孔内傾斜計 すべり①

19/1/18	24/3/24	変位量	日数	日平均
0	0.804	0.804	1892	0.0004

L(TR02-01(L=23.0m)) (単位 mm)
孔内傾斜計 すべり①

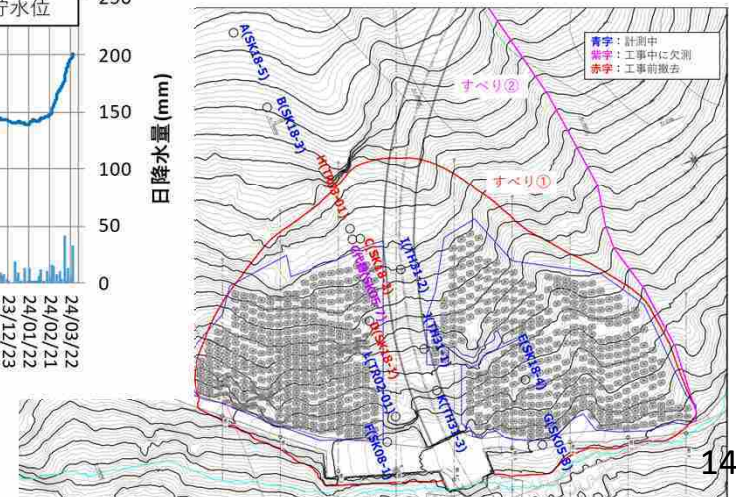
21/4/12	24/3/24	変位量	日数	日平均
0	0.514	0.514	1077	0.0005

I(TH31-2(L=4.5m)) (単位 μstrain)
パイプ式歪計 すべり①

19/1/18	24/3/24	変位量	日数	日平均
0.222	-133.182	-133.404	1892	-0.0705

ひずみ計の計測値 (× 10⁻⁶ strain)

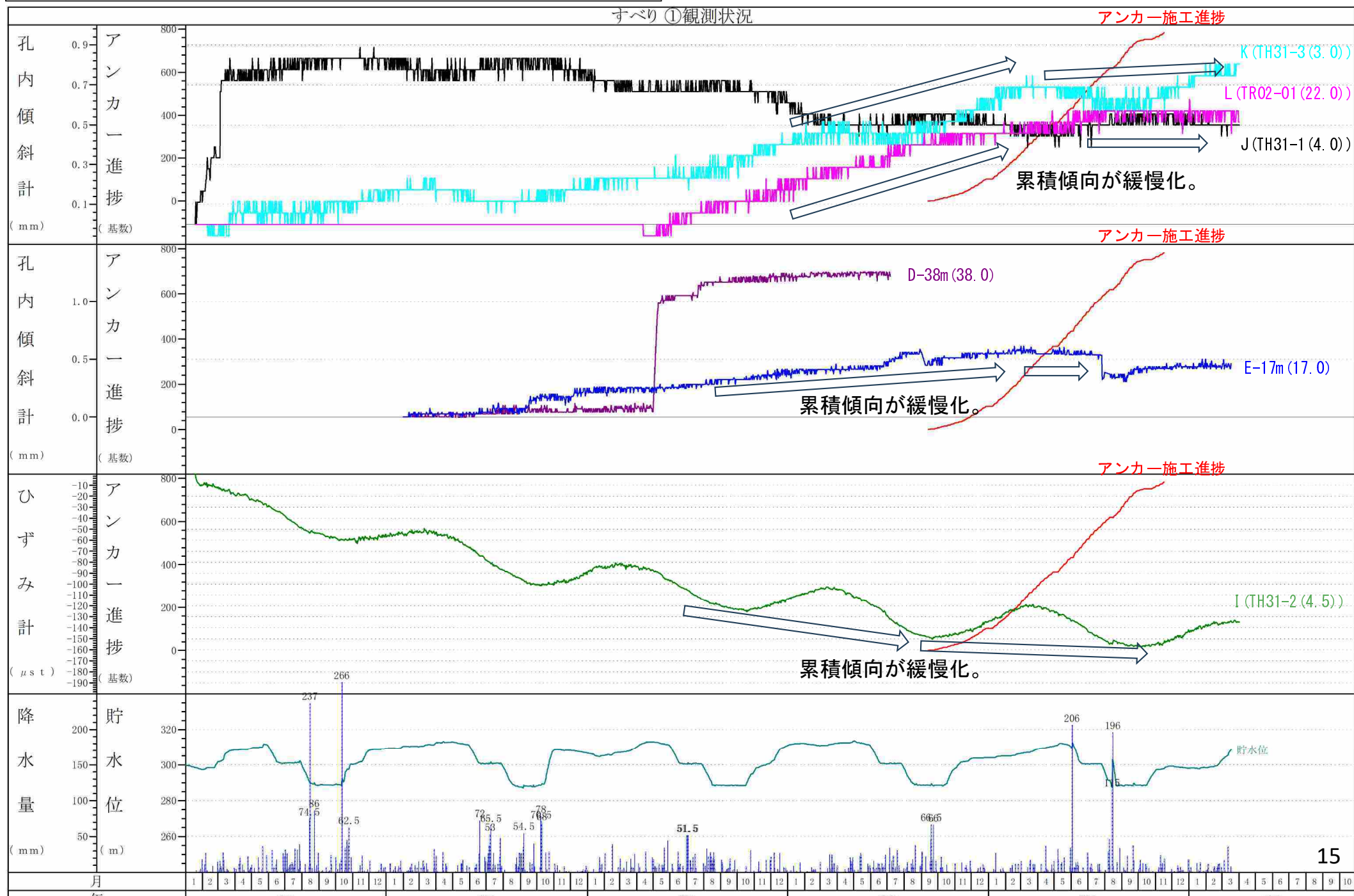
日降水量 (mm)



3. これまでの計測結果

(5) すべり①の時系列的変動

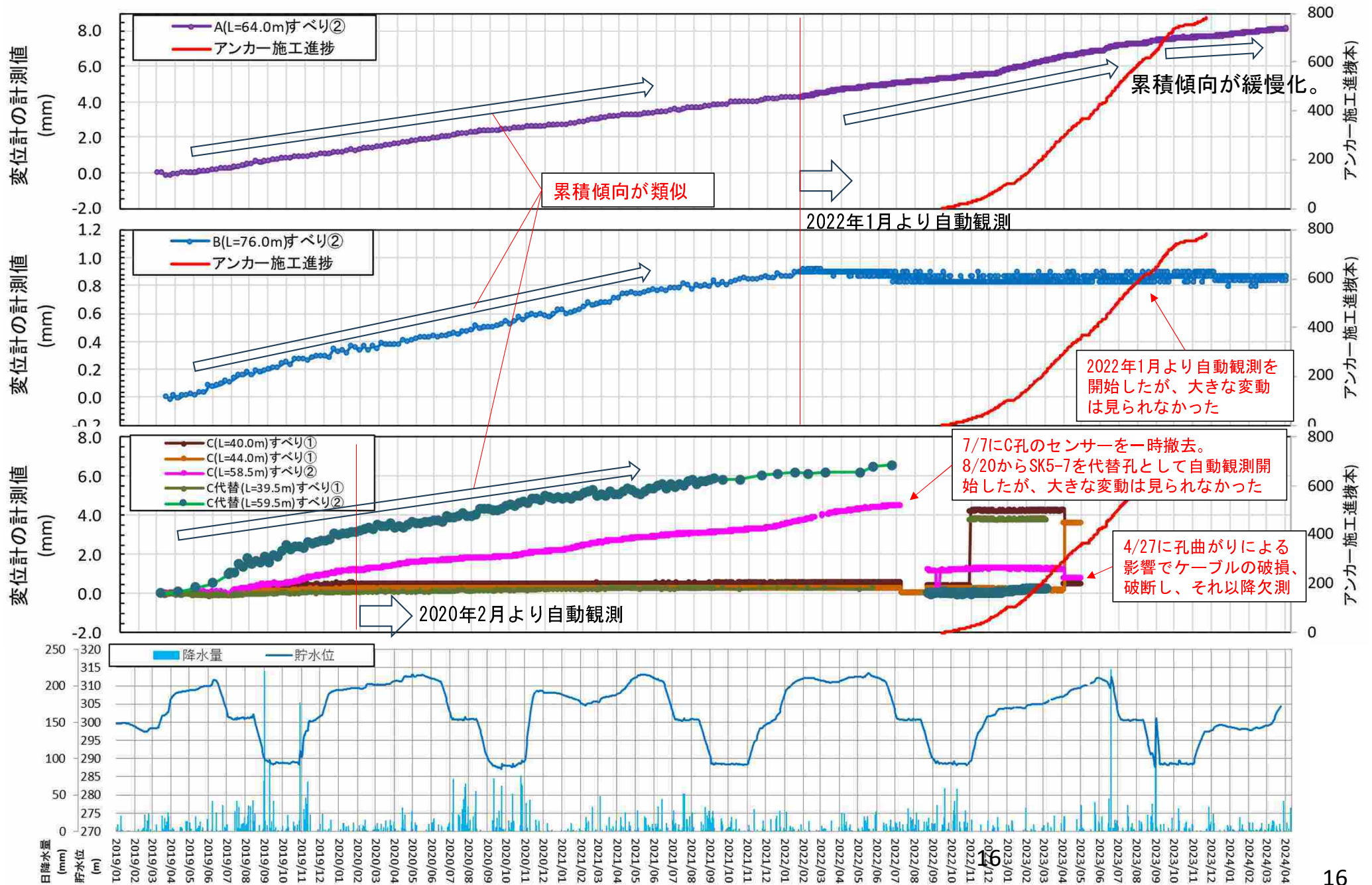
・アンカー施工が開始し、すべり①の変動傾向は緩慢化している。



3. これまでの計測結果

(6) すべり②の時系列的変動

- ・ A孔、B孔、C孔は同様の変動傾向を示している。
- ・ アンカー施工が開始し、すべり②の変動傾向は緩慢化している。



3. これまでの計測結果

(7) 各観測孔の計測結果について

1) A～E孔 (国計測；孔内傾斜計 2019. 4. 1～2024. 3. 24)

すべり②、すべり①ともに、想定しているすべり面深度において、経年的に微小な変動が認められている。

○すべり②

①A孔 (すべり面62.00m)

・すべり面に近い深度L=64.0～64.5mで、南東(高原川)方向へ変位が累積(8.03mm/60ヶ月)

②B孔 (すべり面78.95m)

・すべり面に近い深度L=75.5～77.0mで、南東(高原川)方向へ変位が累積(2.65mm/60ヶ月)

③C孔 (すべり面58.25m)

・すべり面に近い深度L=58.0～59.5mで、南東(高原川)方向へ変位が累積(5.18mm/39ヶ月) ※2022年7月に撤去しているため更新なし

④D孔 (すべり面42.50m)

・すべり面に近い深度L=42.0～42.5mでは、変位の累積は生じていない
 ・すべり面下部の深度44.0～44.5mで、北東(吉野川)方向へ変位が累積(1.94mm/39ヶ月) ※2022年7月に撤去しているため更新なし

○すべり①

①C孔 (すべり面41.70m)

・すべり面上部の深度L=37.5～38.5mで、北東(吉野川)方向へ変位が累積(0.60mm/39ヶ月) ※2022年7月に撤去しているため更新なし

・すべり面上部の深度L=40.0～40.5mで、北東(吉野川)方向へ変位が累積(0.56mm/39ヶ月) ※2022年7月に撤去しているため更新なし

・すべり面下部の深度44.0～45.0mで、南東(高原川)方向へ変位が累積(0.40mm/39ヶ月) ※2022年7月に撤去しているため更新なし

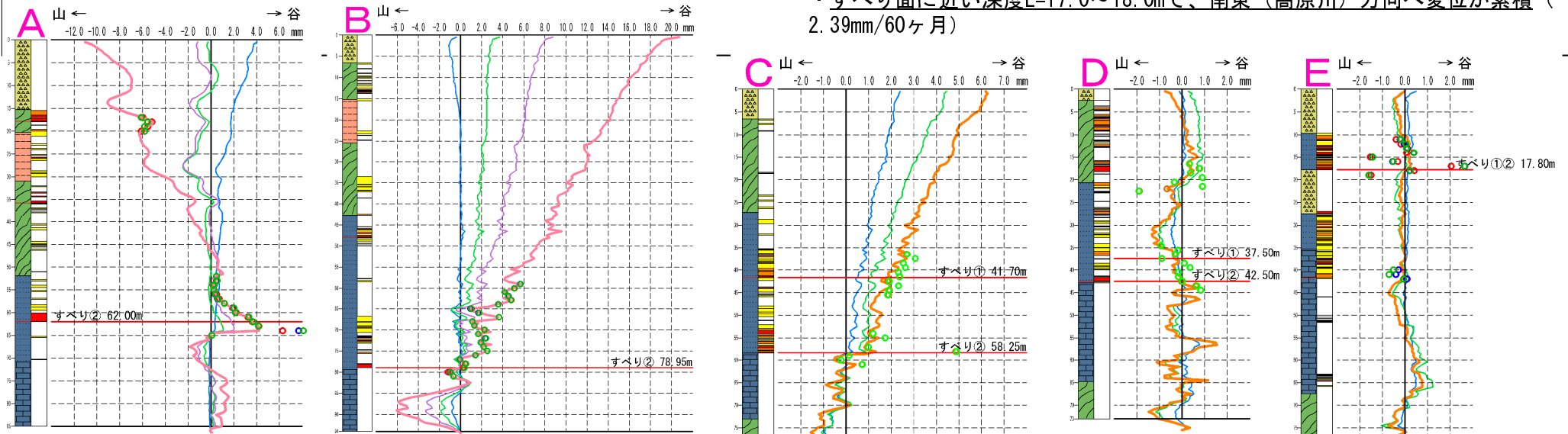
②D孔 (すべり面37.50m)

・すべり面に近い深度L=38.5～39.0mで、南東(高原川)方向へ変位が累積(0.50mm/39ヶ月) ※2022年7月に撤去しているため更新なし

・緑色岩優勢層、泥質岩優勢層の地質境界面に近い深度18.5～22.0mで、北東(吉野川)方向へ変位が累積(2.62mm/39ヶ月)。

③E孔 (すべり面17.80m)

・すべり面に近い深度L=17.0～18.0mで、南東(高原川)方向へ変位が累積(2.39mm/60ヶ月)



SK18-5 (A孔) 孔内傾斜計変位グラフ
 【手動観測結果 2019. 4～2022. 1】
 2019年4月～2019年7月30日 (4ヶ月間)
 2019年4月～2019年12月31日 (9ヶ月間)
 2019年4月～2019年2月10日 (10ヶ月間)
 2019年4月～2020年6月30日 (15ヶ月間)
 2019年4月～2022年1月18日 (33ヶ月間)
 【手動観測 (2019. 4～2022. 1) +自動観測結果 (2022. 1～2024. 3)】
 2019年4月～2023年2月28日 (47ヶ月間)
 2019年4月～2023年11月30日 (56ヶ月間)
 2019年4月～2024年3月24日 (59ヶ月間)

SK18-3 (B孔) 孔内傾斜計変位グラフ
 【手動観測結果 2019. 4～2022. 1】
 2019年4月～2019年7月30日 (4ヶ月間)
 2019年4月～2019年12月31日 (9ヶ月間)
 2019年4月～2019年2月10日 (10ヶ月間)
 2019年4月～2020年6月30日 (15ヶ月間)
 2019年4月～2022年1月18日 (33ヶ月間)
 【手動観測 (2019. 4～2022. 1) +自動観測結果 (2022. 1～2024. 3)】
 2019年4月～2023年2月28日 (47ヶ月間)
 2019年4月～2023年11月30日 (56ヶ月間)
 2019年4月～2024年3月24日 (59ヶ月間)

SK18-2 (C孔)、SK18-1 (D孔) 孔内傾斜計観測グラフ
 【手動観測結果 2019. 4～2020. 2】
 2019年4月～2019年7月30日 (4ヶ月間)
 2019年4月～2019年12月31日 (9ヶ月間)
 2019年4月～2020年2月10日 (10ヶ月間)
 【手動観測 (2019. 4～2020. 2) +自動観測結果 (2020. 2～2022. 7)】
 2019年4月～2022年7月7日 (39ヶ月間)
 (※2022年7月に観測一時取り止め)

SK18-4 (E孔) 孔内傾斜計変位グラフ
 【手動観測結果 2019. 4～2020. 2】
 2019年4月～2019年7月30日 (4ヶ月間)
 2019年4月～2019年12月31日 (9ヶ月間)
 2019年4月～2020年2月10日 (10ヶ月間)
 【手動観測 (2019. 4～2020. 2) +自動観測結果 (2020. 2～2024. 3)】
 2019年4月～2023年2月28日 (47ヶ月間)
 2019年4月～2023年11月30日 (56ヶ月間)
 2019年4月～2024年3月24日 (59ヶ月間)

3. これまでの計測結果

(7) 各観測孔の計測結果について

2) J (TH31-1) ~ K (TH31-3)、L (TR02-01) 孔

(県計測；孔内傾斜計、パイプ歪み計 2019. 1. 18 ~ 2024. 3. 24)

① J (TH31-01) 孔 (すべり面 3.30m)

・ すべり面に近い深度 4.0 ~ 5.0m 付近で谷側へ変位が累積 (0.67mm/61ヶ月)。

② I (TH31-02) 孔 (すべり面 4.90m)

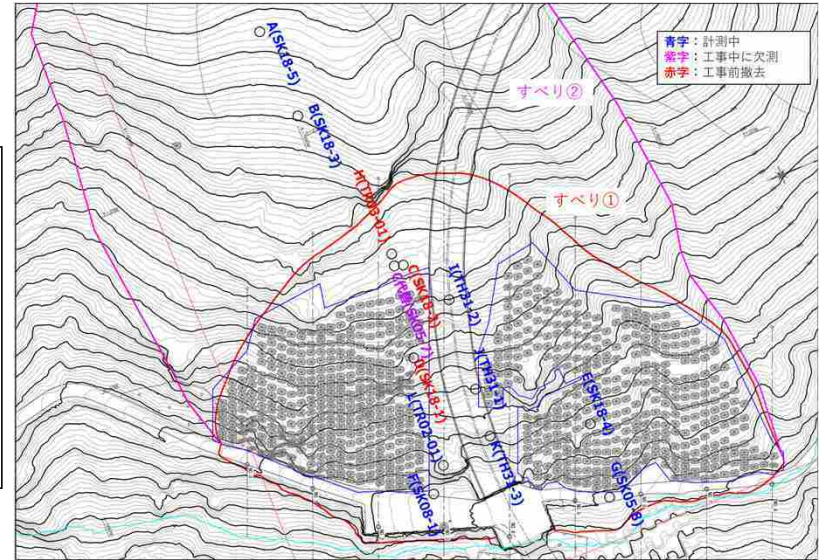
・ すべり面に近い深度 3.5 ~ 4.5m 付近で歪みが累積 (133.4 μ /61ヶ月)。

③ K (TH31-03) 孔 (すべり面 4.95m)

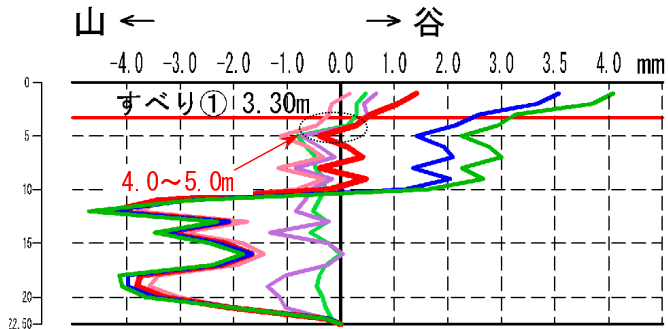
・ すべり面に近い深度 3.0 ~ 4.0m 付近で谷側へ変位が累積 (0.57mm/61ヶ月)。

④ L (TR02-01) 孔 (すべり面 23.85m)

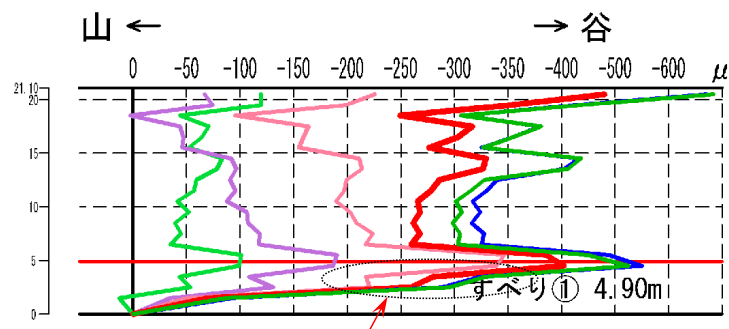
・ すべり面に近い深度 23.0 ~ 24.0m 付近で谷側へ変位が累積 (0.51mm/35ヶ月)。



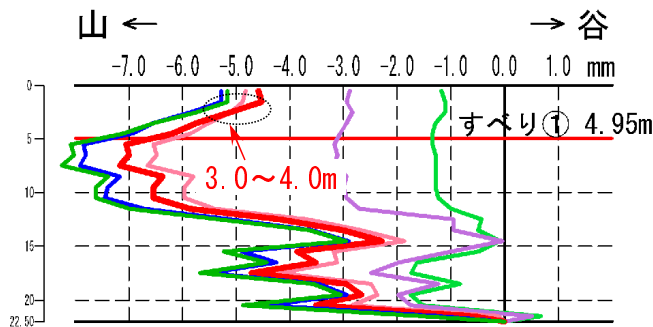
J (TH31-1)



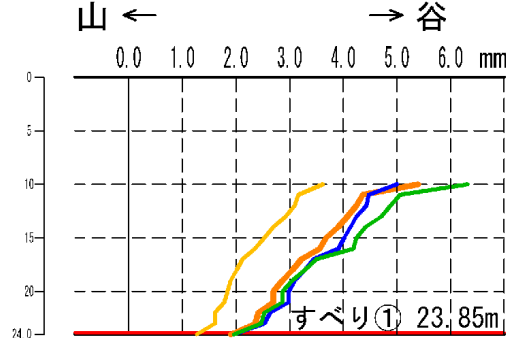
I (TH31-2)



K (TH31-3)



L (TR02-1)



TH31-1、TH31-2、TH31-3

孔内傾斜計変位グラフ

- 2019年2月~2019年12月31日 (11ヶ月間)
- 2019年2月~2020年6月30日 (17ヶ月間)
- 2019年2月~2022年6月13日 (40ヶ月間)
- 2019年2月~2023年2月28日 (49ヶ月間)
- 2019年2月~2023年11月30日 (58ヶ月間)
- 2019年2月~2023年3月24日 (61ヶ月間)

TR02-01

孔内傾斜計変位グラフ

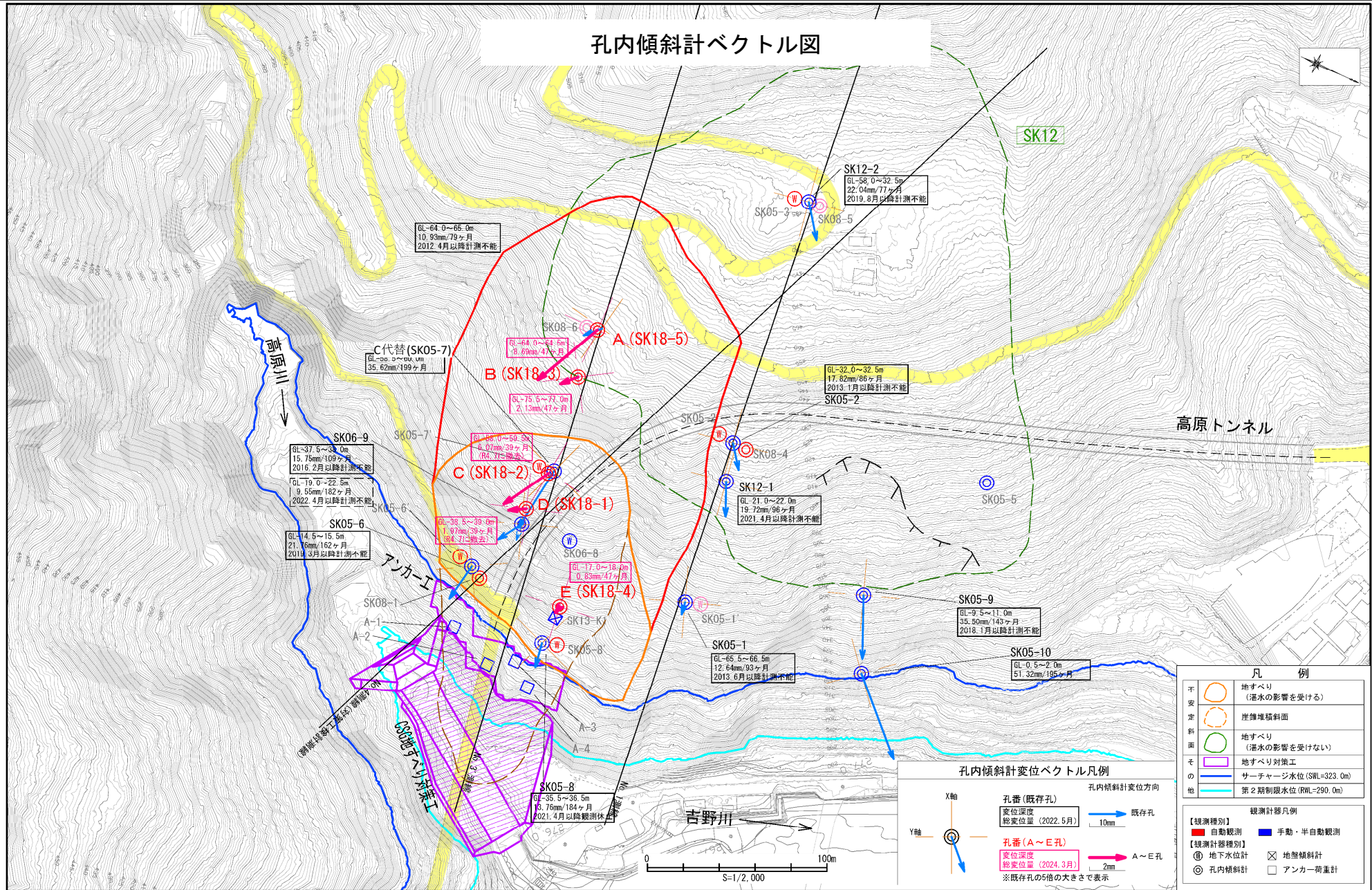
- 2021年4月~2022年6月13日 (14ヶ月間)
- 2021年4月~2023年2月28日 (22ヶ月間)
- 2021年4月~2023年11月30日 (31ヶ月間)
- 2021年4月~2024年3月24日 (35ヶ月間)

3. これまでの計測結果

(8) 孔内傾斜計変位ベクトル

・主測線をはさんで、その南側にあるA～Cと、主測線付近及びその北側にあるD、Eでは、変動量が大きく異なるものの、A～Eの移動方向は、これまでと同様に主測線（No. 4測線）に沿う方向へ変位しており、地すべり滑动方向は概ね一致している。

孔内傾斜計ベクトル図



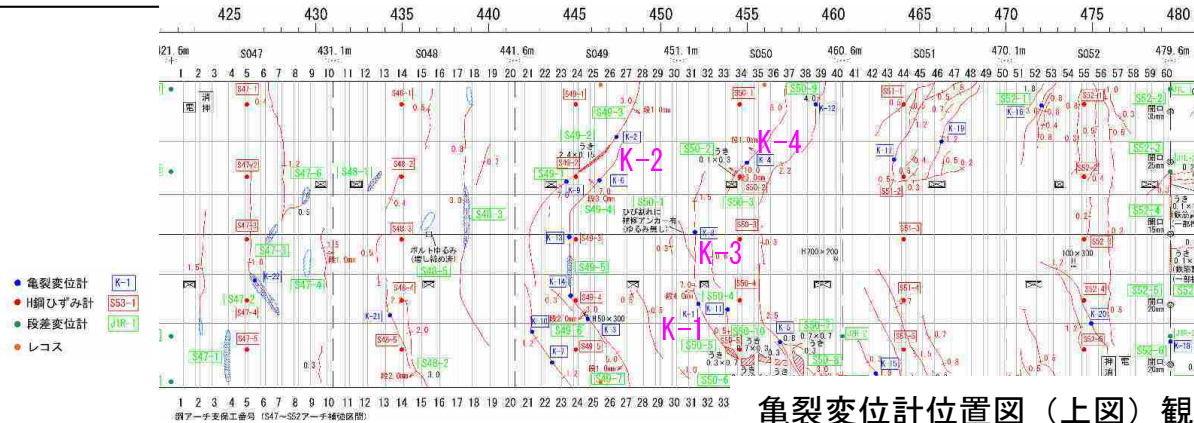
3. これまでの計測結果

(9) 亀裂変位計

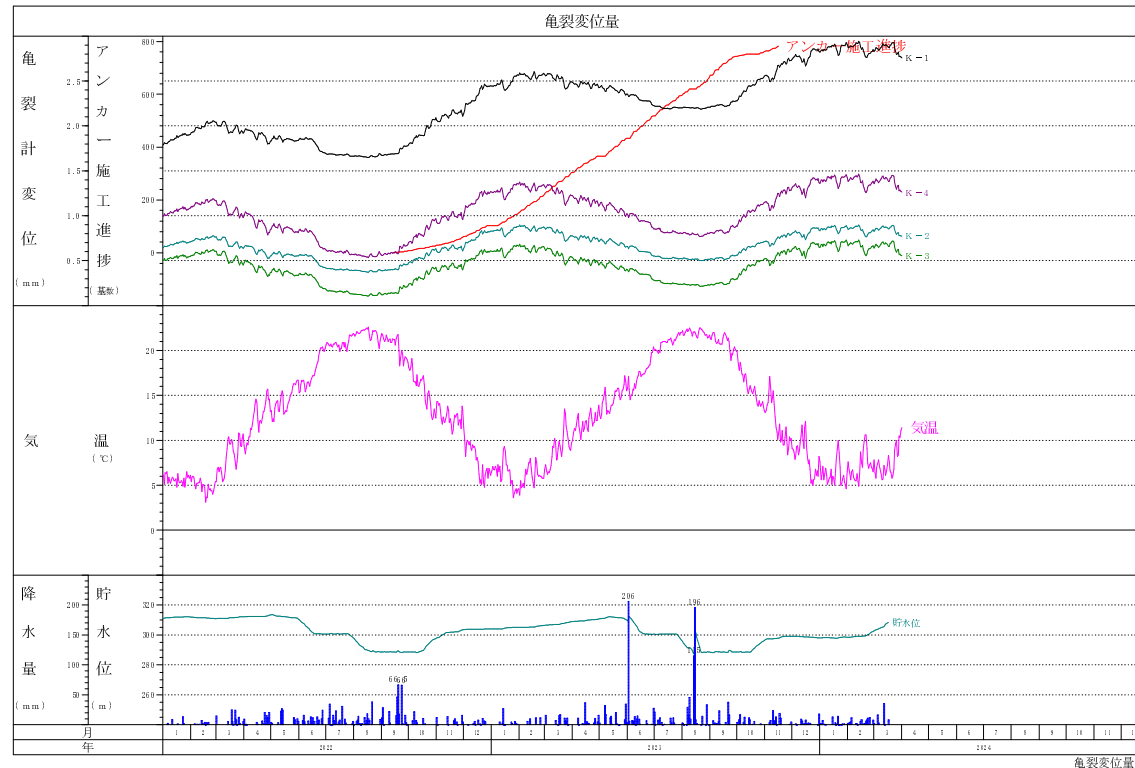
・高原トンネル内の覆工表面に認められる亀裂は、亀裂変位計により開口幅の計測をしている。警報設定されている計器は4基であり、下図に気温変化と対比させたこれまでの観測結果を示す。気温の変化に伴い年周期の回帰変動を示している。以下にこれまでの最大開口幅と昨年度からの差（2023年3月～2024年3月）を示す。急激な変動はないものの、微小な変位の累積が認められる。

K-1 : 2.877mm(+0.466mm/年)、K-2 : 0.847mm (+0.131mm/年)、K-3 : 0.656mm (+0.204mm/年)、K-4 : 1.376mm (+0.261mm/年)

現状の観測結果では、アンカー施工進捗による明瞭な変位置の変化は認められない。



亀裂変位計位置図 (上図) 観測結果 (下図)



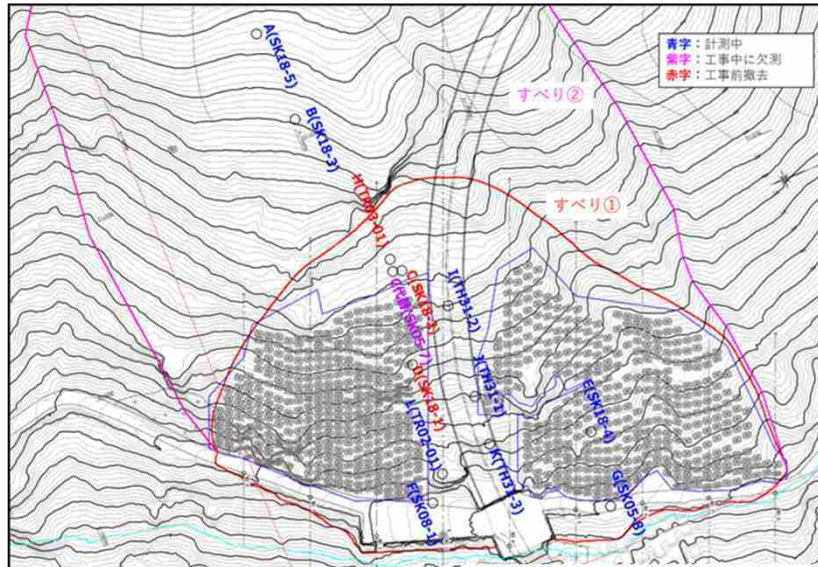
4.監視体制等について

4. 監視体制等について

(1) 施工後の監視体制

施工後の監視体制及び管理基準値を以下に示す。

監視対象	項目	施工中監視計器			施工後監視計器(案)			管理基準値			摘要
		観測・調査頻度	計測箇所	計器数	観測・調査頻度	計測箇所	計器数	現地確認	通行止め	参考文献	
気象条件	気象条件	大雨時	-	雨量計	大雨時	-	雨量計	-	雨量規制 区間：国道169号 川上村道～伯母谷 基準：連続雨量 110mm 時間雨量 25mm	当該区間における通行止めとなる基準	川上村道観測所における雨量観測値 ※連続雨量110mmもしくは時間雨量25mmを観測した場合、高原トンネルを含む国道169号川上村道～伯母谷は通行止めとなる ※高原トンネルの通行止め解除については、各種計測データと現地確認の結果を総合的に判断
		地震時	-	-	地震時	-	-	震度4	各種計測データと現地確認の結果を総合的に判断	震災初動体制マニュアルの調査基準	川上村で記録された震度(地震情報)
トンネル内 計測	地中変動	孔内傾斜計	すべり①の観測 1回/時間 F(SK08-1) E(SK18-4) C代替(SK05-7) L(TR02-01) A(SK18-5) B(SK18-3) すべり②の観測	6本	すべり①の観測 1回/時間 F(SK08-1) E(SK18-4) C代替(SK05-7) L(TR02-01) A(SK18-5) B(SK18-3) すべり②の観測	5本	1mm/10日 または 0.15mm/日が 7日連続	各種計測データと現地確認の結果を総合的に判断 【判断項目】 ①各計測データの確認 ②現地確認 (必要に応じ、近接目視) ・亀裂の進行 ・H鋼手板の開き、スレ ・金網の変形 ・コンクリート片の落下 等 ※①②を総合的に判断	・地すべり観測便覧 ・大滝ダム斜面監視基準(案)	対象深度 F:SK08-1:12.5～13.5m E:10～19m C代替:SK05-7:36～46m、54～62m L(TR02-01):10～19m、21～24m A:52～64m ※A7L、B7Lはアンカー施工 B:58～80m 範囲外に設置 観測孔調査により破損を確認	
		パイプ歪み計	J(TH31-1) K(TH31-3) すべり①の観測	2本	J(TH31-1) K(TH31-3) すべり①の観測	2本	100μ/日	・地すべり観測便覧	パイプ歪み計の全深度を対象		
	支保工応力度	H鋼歪み計	スパン47～スパン52	6断面×5箇所	スパン47～スパン52	6断面×5箇所	許容応力度	・道路土工 仮設構造物工設計	各H鋼歪み計における、圧縮・曲げ応力度及びせん断応力度 (許容応力度 = 圧縮・曲げ応力度:140N/mm ² 、せん断応力度:80N/mm ²)		
	亀裂変位計	亀裂変位計	スパン49、50	覆工 4箇所	スパン49、50	覆工 4箇所	気温の影響を勘案して判断	-	亀裂変位計 K-1、K-2、K-3、K-4の計測値 気温変化の影響を勘案し、評価		
	トンネル内	支保工応力度	H鋼歪み計	スパン47～スパン52	6断面×5箇所	スパン47～スパン52	6断面×5箇所	許容応力度	・道路土工 仮設構造物工設計	各H鋼歪み計における、圧縮・曲げ応力度及びせん断応力度 (許容応力度 = 圧縮・曲げ応力度:140N/mm ² 、せん断応力度:80N/mm ²)	
	トンネル内	亀裂変位計	亀裂変位計	スパン49、50	覆工 4箇所	スパン49、50	覆工 4箇所	気温の影響を勘案して判断	-	亀裂変位計 K-1、K-2、K-3、K-4の計測値 気温変化の影響を勘案し、評価	



監視体制と管理基準値について

施工中（現行）の監視体制と施工後の監視体制案を比較した監視体制対比表と管理基準値を上表に示す。

(1) 監視体制は、以下の方針とする。

すべり①は、アンカー工事後も破損していない既存の計器で監視するものとする。

すべり②は、アンカー工事施工中にC孔の破損によってすべり②の計器が減少したが、残存しているA孔およびB孔が、C孔と同様の傾向を示しているため、すべり②はA孔およびB孔で監視するものとする。

(2) 管理基準値は、基本的に現行を引き継ぐ。

これらは、今後計測データが蓄積された段階で見直しを検討する。

施工後監視計器位置図



トンネル内監視計器位置図

