

# 阿蘇大橋地区復旧技術検討会 (第8回)

令和2年3月25日(水)  
国土交通省 九州地方整備局

# 阿蘇大橋地区復旧技術検討会 (第8回) 《 目 次 》

0.	検討会の進め方 .....	1
1.	第7回検討会からの指摘事項に対する対応について .....	2
2.	進捗状況報告 .....	5
3.	工事期間中の観測結果について .....	10
4.	安全確認の設定について .....	30

# 阿蘇大橋地区復旧技術検討会の進め方

## <全体の流れ>

### 第1回検討会 H28年5月10日開催

#### 【審議内容】

- 復旧手順
- 監視観測計画、地質調査計画

### 第2回検討会 H28年7月12日開催

#### 【審議内容】

- 不安定土砂の評価
- 復旧ステップ(有人施工着手のための対策)
- 不安定土砂の排土計画

### 第3回検討会 H28年9月15日開催

#### 【審議内容】

- 土砂処理対策
- 復旧ステップ(有人施工着手の目処)

### 第4回検討会 H28年12月6日開催

#### 【審議内容】

- 斜面下部における有人施工着手に向けての作業環境確保について
  - 復旧ステップ
  - 砂防事業における恒久対策について
- 【H28年12月26日】
- 現地にて有人施工の作業環境完了確認

### 第5回検討会 H29年4月19日開催

#### 【審議内容】

- 地質調査結果における地質構成について
- 欠壊防止対策について
- 砂防事業の恒久対策について

### 第6回検討会 H29年11月10日開催

#### 【審議内容】

- 斜面崩壊部における堆積土砂撤去後の詳細調査について
- 斜面崩壊部前後の黒川河岸道路欠壊部の対策について
- 砂防事業の恒久対策について

【H30年6月15日】

- 現地にて施工状況確認

### 第7回検討会 H30年9月5日開催

#### 【現地状況確認】

- 現地にて施工状況確認

#### 【審議内容】

- 砂防事業の恒久対策について
- 斜面及び周辺の観測状況について
- 斜面崩壊部の水対策について
- 道路欠壊部のモニタリング結果について
- 国道57号現道部 黒川河岸斜面对策について
- 今後の予定工事について

【R1年11月20日】

- 現地にて施工状況確認

### 第8回検討会 R2年3月25日(書面開催)

#### 【審議内容】

- 第7回検討会からの指摘事項に対する対応について
- 進捗状況報告
- 工事期間中の観測結果について
- 安全確認の設定について
- その他

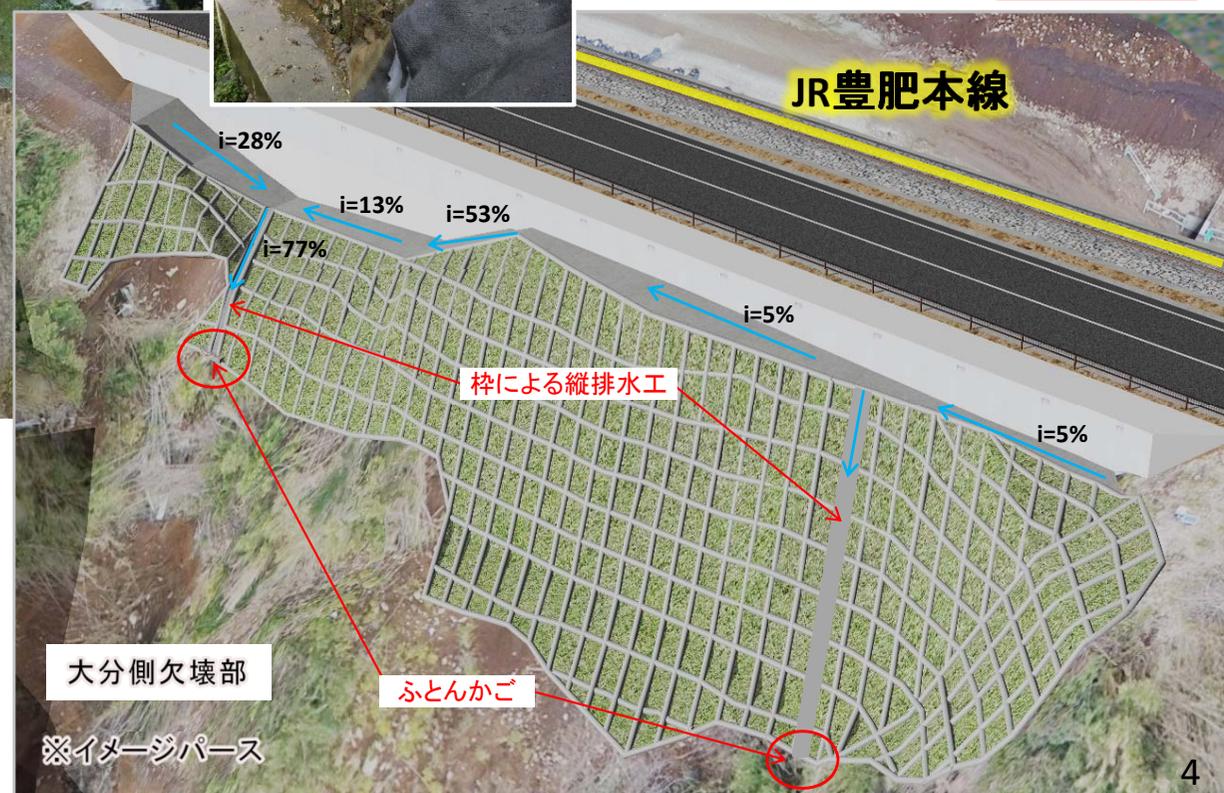
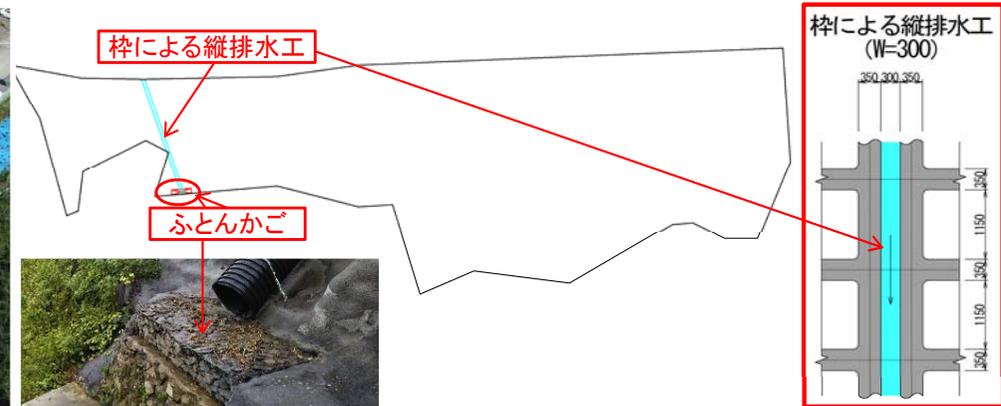
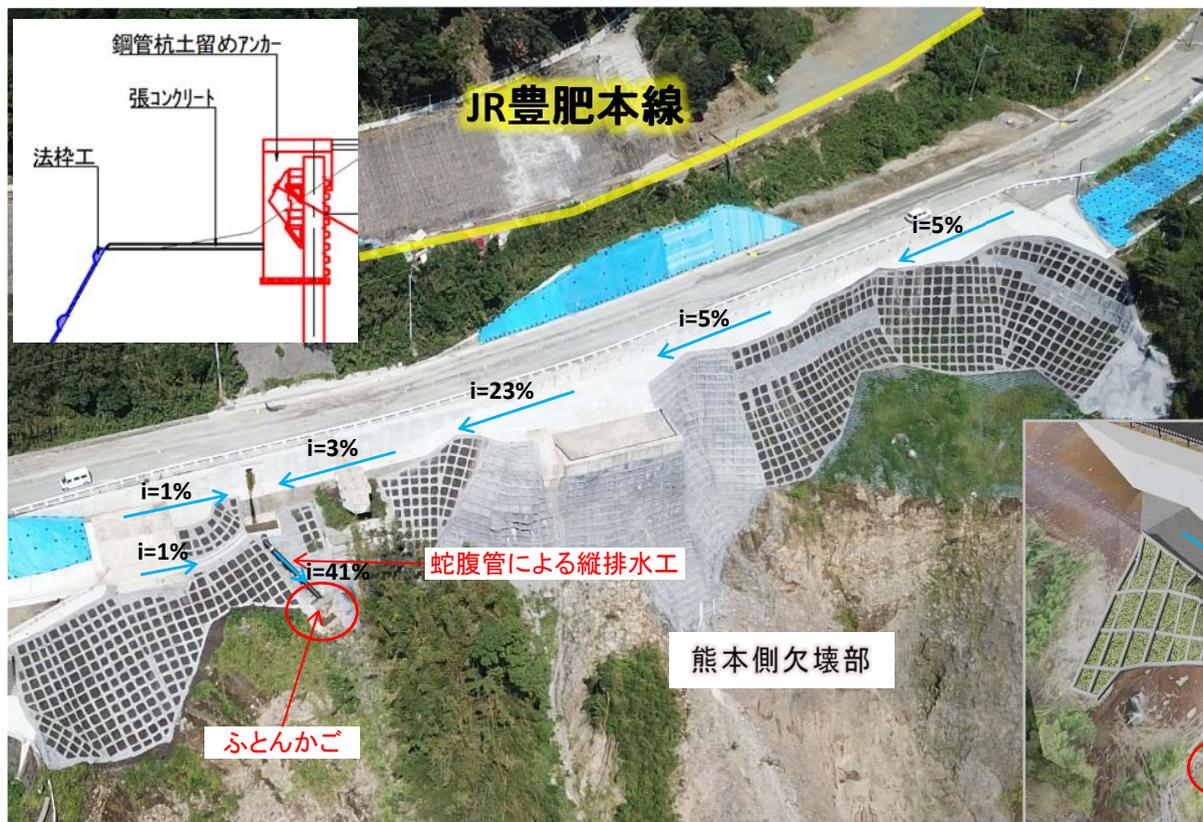
# 1. 第7回検討会からの指摘事項に 対する対応について

# 1. 第7回検討会からの指摘事項に対する対応

No.	種目	時期	指摘事項・確認事項	回答・対応
①	道路欠壊部 表面流水対策 及び流末処理	第7回検討会 平成30年9月5日	・道路欠壊部の黒川河岸斜面对策について、 表面流水対策は断面図だけで考えず、三次元 的に流水経路を検討すること。また、流末処理 については十分注意すること。	・鋼管杭土留めアンカーと法枠工の間の小段は、 張コンクリートで被覆して流水による洗掘を防止。 ・三次元的に流水が集まる箇所には、蛇腹管 (熊本側)・枠(大分側)による縦排水工を設置。 流末にはふとんかごを設置して洗掘を防止し、 黒川へ排水。(P4)
②	斜面崩壊部 横断排水箇所の 流末整備	第7回検討会 平成30年9月5日	・斜面崩壊部の補強土壁前面横断排水箇所の 流末は洗掘等が発生しないような何らかの工 夫が必要。	・斜面崩壊部の補強土壁前面横断排水箇所の 流末は、南阿蘇村と協議中。

# 1. ①道路欠壊部表面流水対策及び流末処理

▶ 鋼管杭土留めアンカと法枠工の間の小段は、張コンクリートで被覆して流水による洗掘を防止。三次元的に流水が集まる箇所には、蛇腹管(熊本側)・枠(大分側)による縦排水工を設置。流末にはふとんかごを設置して流水による洗掘を防止し、黒川へ排水。

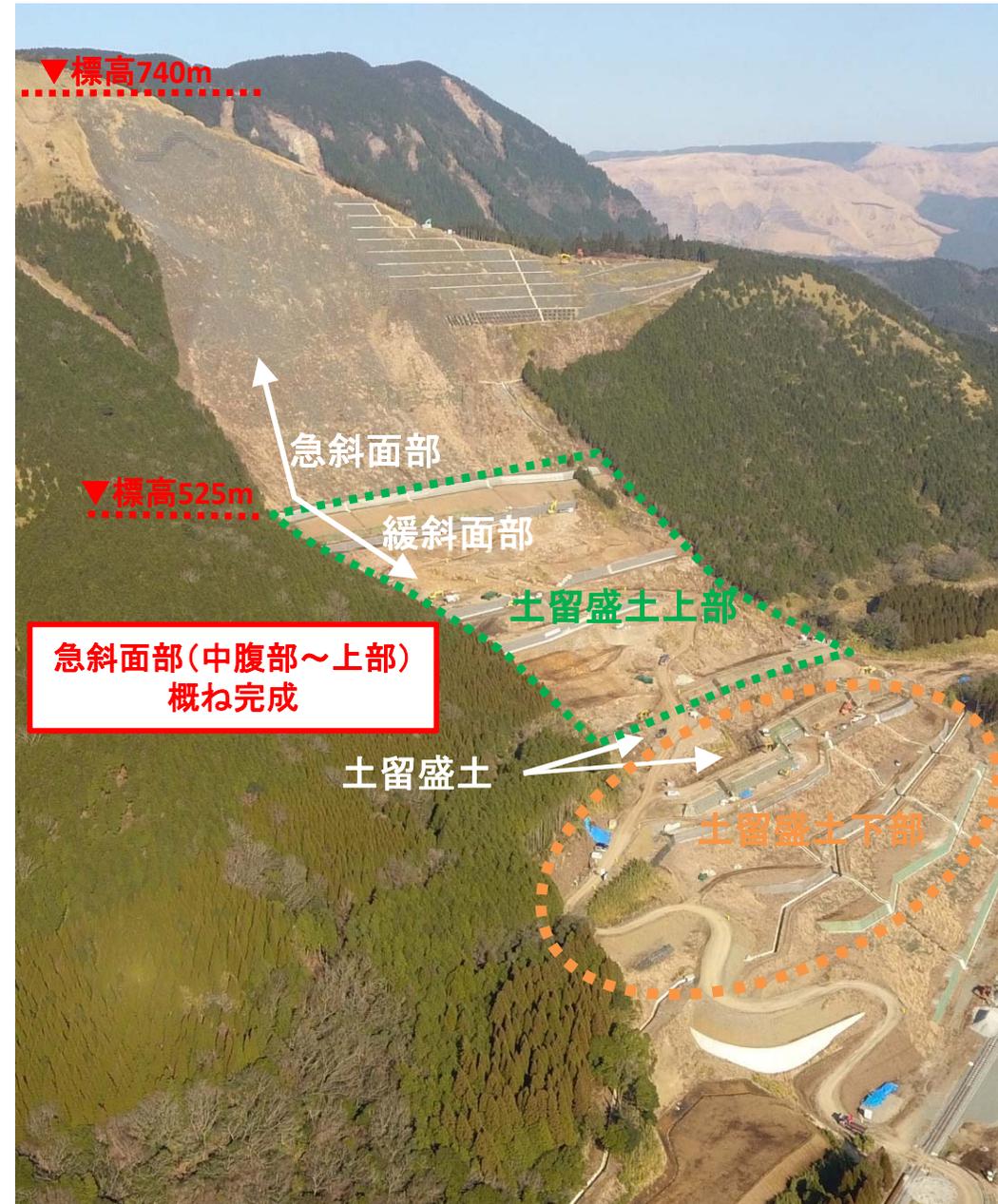


## 2. 進捗状況報告

# 2-1 進捗状況報告 ～阿蘇大橋地区～

令和2年2月26日現在

砂防事業で計画した崩壊地斜面の恒久対策は概成した



## 土留盛土上部:

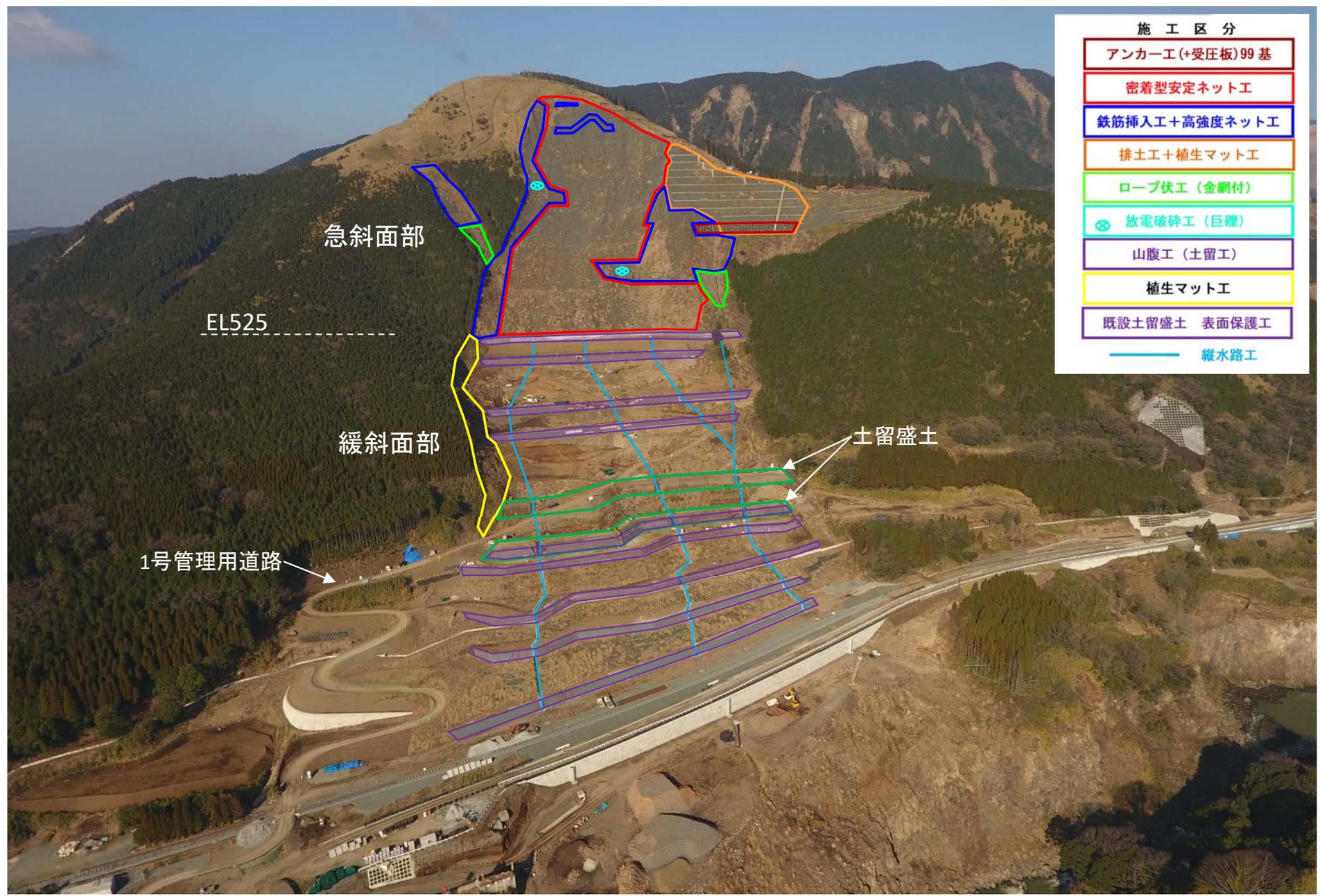
- 鋼製土留工、地盤改良 施工中



## 土留盛土下部:

- 斜面对策工事、黒川河岸欠壊防止工事で工事ヤードとして使用中
- JR豊肥本線 復旧工事 施工中

# 2-1 進捗状況報告 ~斜面对策~



# 2-2 進捗状況報告 ~現道部~

➤ 立野橋は撤去完了、JR軌道敷を利用していた工事用坂路は撤去完了、熊本側欠壊部黒川河岸斜面对策完了、大分側欠壊部黒川河岸斜面对策は2020.3末完了予定。



# 2-2 進捗状況報告 ~立野橋撤去、黒川河岸斜面对策~

➤ 熊本側欠壊部は2019.8完了、大分側欠壊部は2020.3未完了予定。



### 3. 工事期間中の観測結果について

### 1. 監視・観測の目的と監視機器配置(現況)

#### 目的

- ①施工時の安全性確認
- ②斜面の長期的安定性確認

#### 主な対象

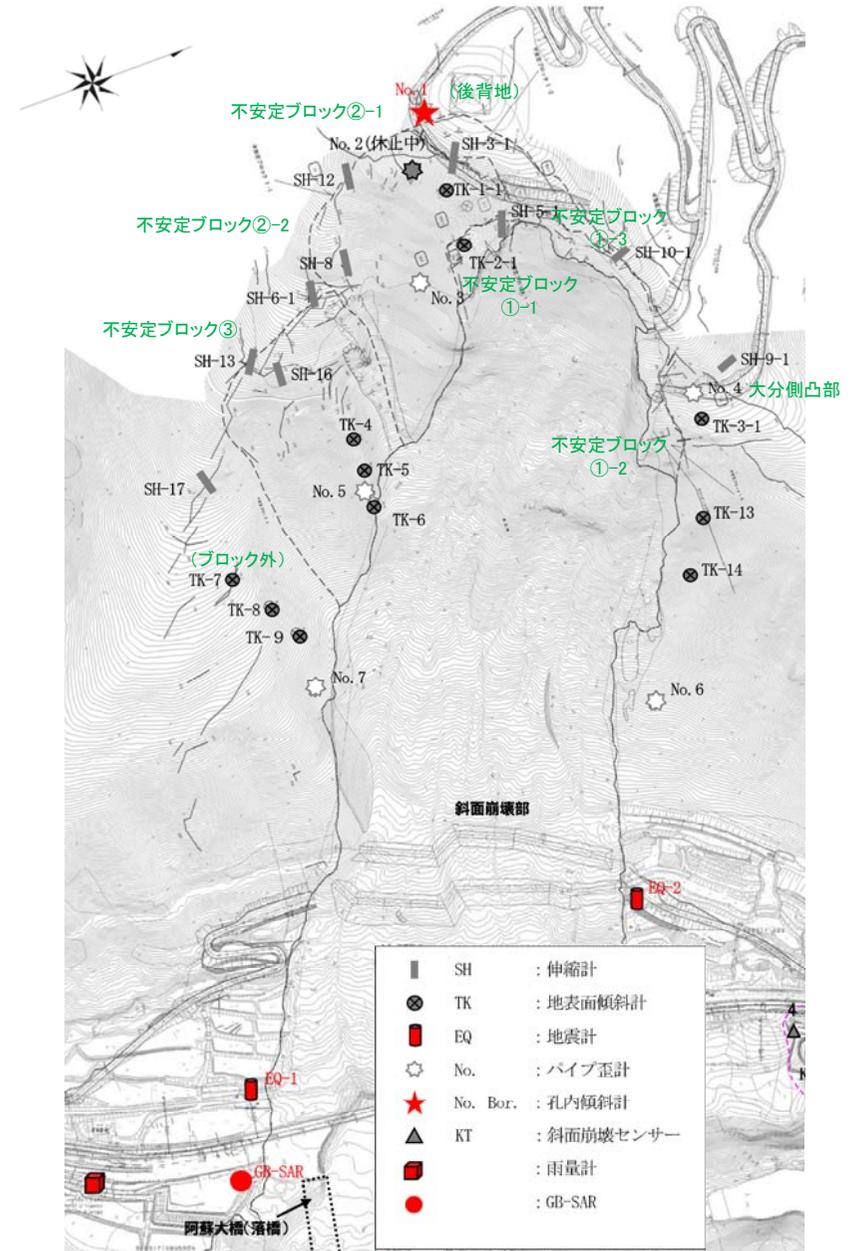
- ①崩壊地周辺に抽出された不安定ブロック及び隣接斜面(ブロック外)
- ②斜面全体(後背地)

各斜面監視機器と設置目的

観測機器		設置目的
地震計	EQ	地震による震動と各計器の観測結果を比較することで、崩壊発生のメカニズムの解明、斜面崩壊発生の予測・検討を行う。
雨量計		雨量と各計器の観測結果を比較することで、崩壊発生のメカニズムの解明、斜面崩壊発生の予測・検討を行う。
伸縮計	SH	主に不安定ブロックの頭部に発生した亀裂の広がりを観測することで、ブロックの安定度の把握と崩壊発生の予測・検討を行う。
地表面傾斜計	TK	不安定ブロック及びブロック外、崩壊地内に残る土砂の地表面傾斜を観測することで、ブロックの安定度の把握と崩壊発生の予測・検討を行う。
パイプ歪計	No.	不安定ブロック及びブロック外の地中の動きを観測することで、ブロックの規模と安定度の把握、崩壊発生の予測・検討を行う。
孔内傾斜計	No.	ブロック外(後背斜地中の動きを観測することで、斜面全体の動きの把握を行う。

阿蘇大橋地区復旧技術検討会(第1回)本資料より抜粋

- 伸縮計、地表面傾斜計、パイプ歪計の変動判定は各機器についての判定基準により行った。



阿蘇大橋地区 斜面監視機器配置平面図(2019年9月)

## 2. 観測結果の概要

- 2019年7月には熊本地震後最大の連続雨量(377.5mm)を観測したが、斜面監視の結果では、いずれの斜面においても大規模な斜面の不安定化兆候を示すような変位は認められない。

### 観測結果一覧(検討会(第7回)2018.9.5以降)

観測機器等	データ取得間隔	観測結果
雨量計	1回/1時間	作業中止基準相当の降雨 (2016. 4. 22～2019. 7. 31) 時間雨量 (10mm/hr) 201回 連続雨量 (40mm) 66回 第7回技術検討会 (2018年9月5日)以降 最大時間降雨強度 56.0mm (2019/7/13 (16:00) ) 最大連続雨量 377.5mm (2019/6/29～2019/7/2)
地震計	リアルタイム	2018年9月1日以降 震度3の地震2回 (H31. 1. 3、R1. 5. 10)
伸縮計	1回/1時間	降雨と相関を有さない一時的な変動が観測されている計器があるものの、周辺斜面(亀裂)の観察結果や計器設置状況の確認結果から、設置箇所周辺地盤の局所的な変形等によるものであり観測対象となっている不安定ブロック、隣接斜面の不安定化兆候を示すものではないと判定される(「潜在変動」相当未満)。
地表地盤傾斜計	1回/1時間	累積、あるいは回帰性の変動がみられるが降雨との相関は認められず、設置箇所周辺の地盤表層の変形によるとみられる(「潜在変動」相当未満)
パイプ歪計	1回/1時間	設置後3年以上が経過し、一部深度にリード線の絶縁劣化によると推察される不規則な数値変動が観測されるが特定の深度において累積傾向を有する変動は認められない(「潜在変動」相当未満)。

### 3. 降雨の状況(平成28年 熊本地震後)

- 阿蘇大橋地区周辺における熊本地震(2016年4月14日)以降の降雨状況は下記の通りである。
- まとまった降雨は6月～7月の梅雨期に発生しており、連続雨量(6時間無降雨でリセット)の最大値は2019年6月29日～7月2日にかけて観測されている(377.5mm)。
- 1時間雨量の最大値は2016年6月21日(0:00)の60.5mmであり、50mm/時間以上の降雨は計5回発生している。

表-1 連続雨量 上位5ケース

	連続雨量 (mm)	降雨開始		～	降雨終了	
①	377.5	2019/6/29	9:00	～	2019/7/2	17:00
②	302.5	2016/7/10	14:00	～	2016/7/14	16:00
③	287.5	2016/6/27	9:00	～	2016/6/30	18:00
④	281.5	2016/6/19	14:00	～	2016/6/21	8:00
⑤	270.5	2018/7/5	3:00	～	2018/7/7	13:00

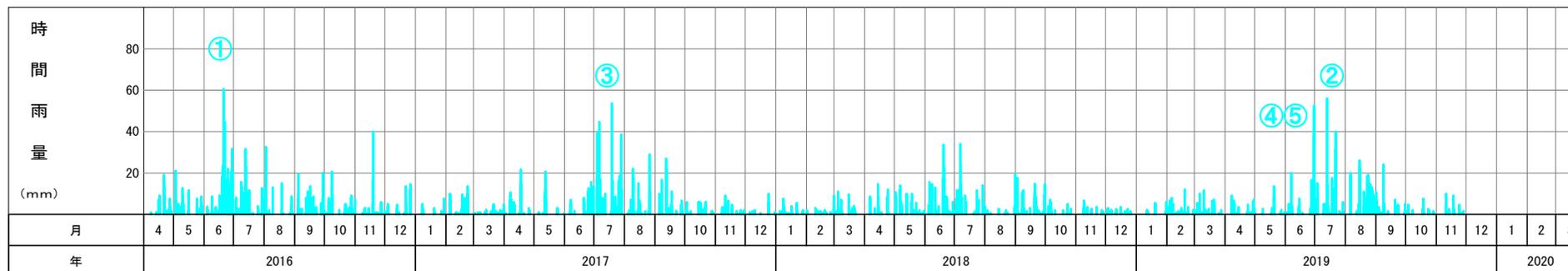
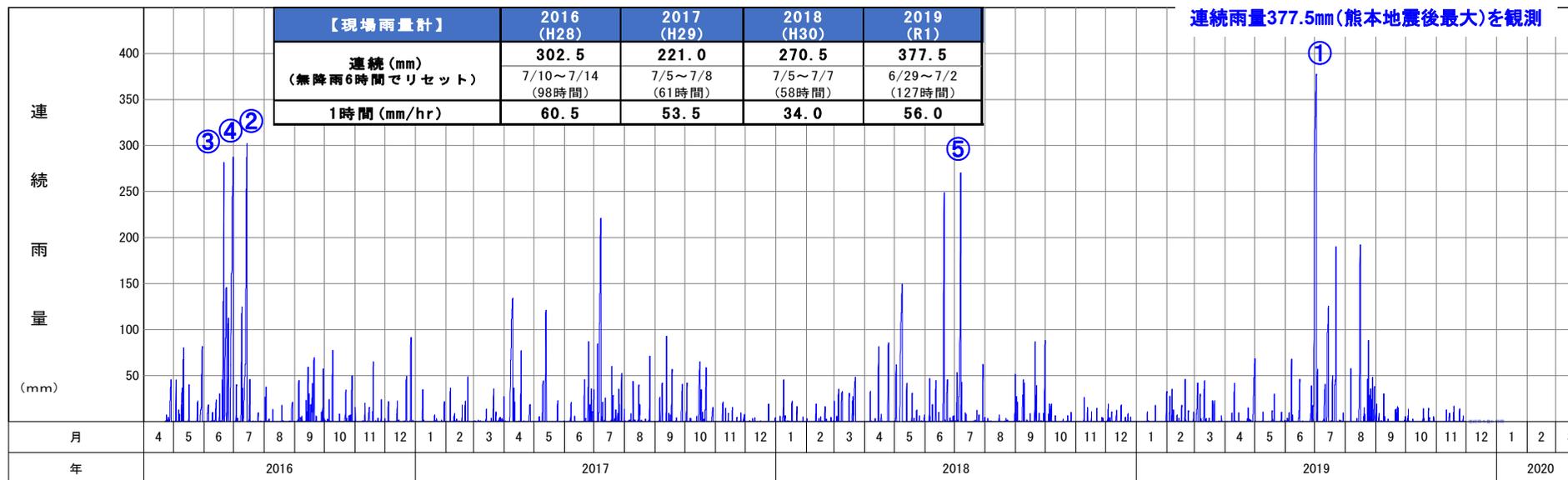
表-2 1時間雨量 上位5ケース

	1時間雨量 (mm)	観測日時	
①	60.5	2016/6/21	0:00
②	56.0	2019/7/13	16:00
③	53.5	2017/7/18	21:00
④	52.5	2019/6/30	7:00
⑤	51.5	2019/6/30	8:00

阿蘇大橋地区 雨量

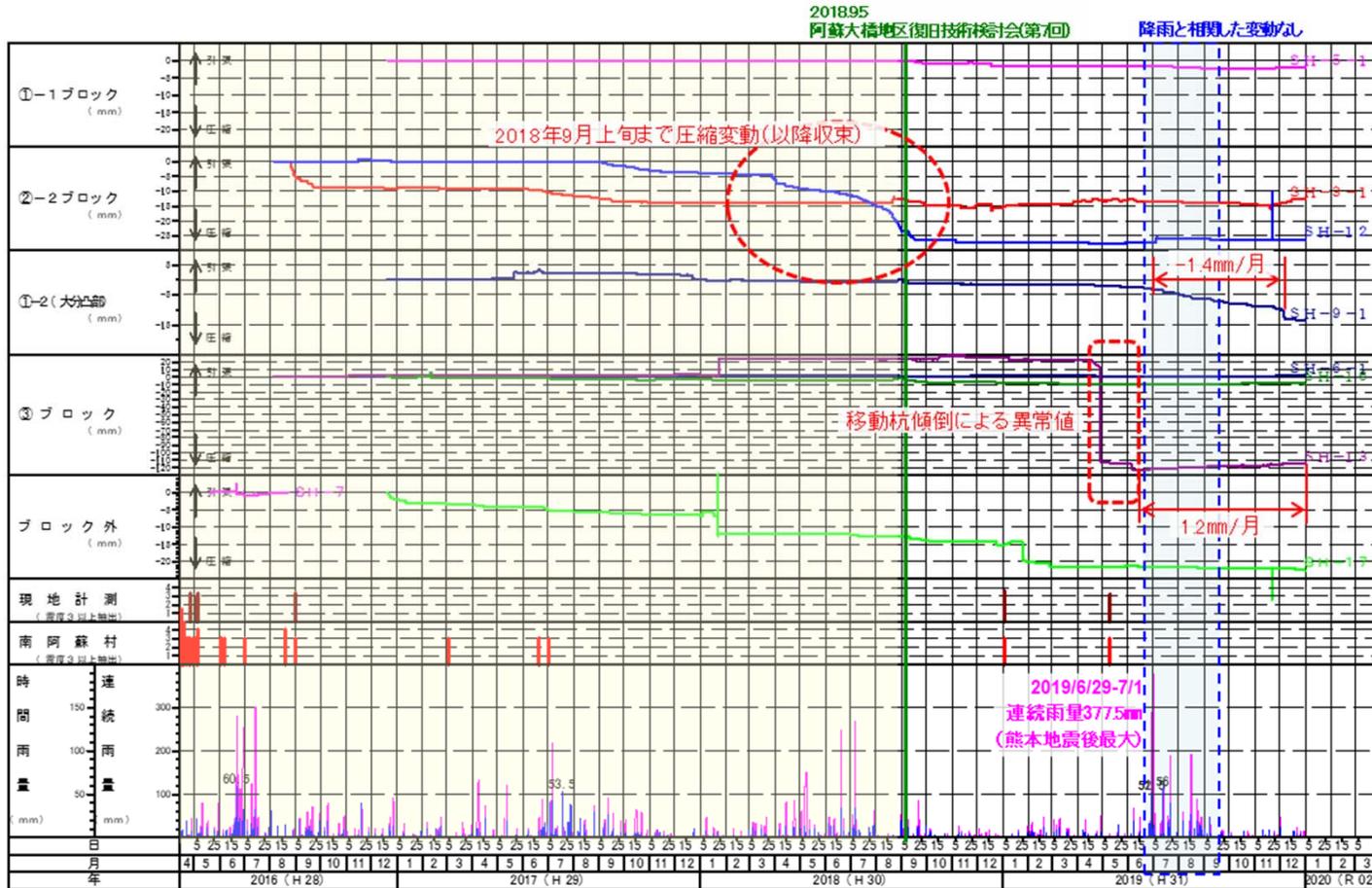
2019/6/29-7/2

連続雨量377.5mm(熊本地震後最大)を観測



## 4. 地盤伸縮計観測結果

- ▶ 2018年9月以降、一時的に大きな変動(圧縮側)のみられる計器があるが降雨との相関は認められず、その他の期間は目立った変動は認められない。
- ▶ 不安定ブロック③のSH-13における2019年4月末~6月上旬の圧縮変動(約130mm)は移動杭傾倒による異常値。6月11日の補修後、緩やかな引張変動(1.2mm/月:準確定変動未満)が見られるが収束傾向にある。
- ▶ 不安定ブロック②-2のSH-12は2018年9月上旬までに累計25mm以上の圧縮変動がみられたがその後は収束している。
- ▶ 不安定ブロック①-2のSH-9-1は2019年7月~12月にかけて圧縮変動(1.4mm/月:準確定変動未満)が、12月以降収束傾向にある。



2018.9.1~2019.12.31 地盤伸縮計観測結果

対象ブロック	計器	2018.9.5 ~2020.1.1 mm(483日)	全期間平均		累積傾向
			(mm/日)	(mm/月)	
①-1	SH-5-1	-1.9	0.00	-0.12	無
	SH-3-1	0	0.00	0.00	無
②-2	SH-12	-2.9	-0.01	-0.18	無
	SH-9-1	-13	-0.03	-0.81	軽微
③	SH-13	-139.3	-0.29	-8.65	無
	SH-16	-4.8	-0.01	-0.30	無
	SH-6-1	1.1	0.00	0.07	無
ブロック外	SH-17	-10	-0.02	-0.62	無

※SH-12、SH-9-1、SH-13の一時的な圧縮変動も含んだ数値

地盤伸縮計解析判定基準

変動種別	日変動量 (mm)	月間変動量 (mm)	一定方向への累積傾向	変動形態	摘要
緊急変動	20以上	500以上	非常に顕著	引張が一般的	崩壊型 泥流型
確定変動	1以上	10以上	顕著	引張および圧縮	表層すべり 深層すべり
準確定変動	0.1以上	2以上	やや顕著	引張・圧縮および断続変動	粘土すべり 圧縮すべり
潜在変動	0.02以上	0.5以上	ややあり	引張および圧縮	粘土すべり 圧縮すべり

「地すべり観測便覧」((社)斜面防災対策技術協会 H24.10月p334)

一時的な変動を除けばいずれも「潜在変動」相当未満であり、累積傾向も認められない

## 4. 地表面傾斜計 観測結果(1)

- ▶ 不安定ブロック①-1と①-2に設置された地表面傾斜計には2018年9月以降、目立った変動は認められない。
- ▶ 2018年9月以降の変位量は最大でも約-200秒(-0.42秒/日:TK-2-1X)の変位(山側傾斜)で降雨との相関も認められない。
- ▶ TK-14Xにみられる回帰性的変動は温度相関が明瞭であり、設置地盤表層の膨張・収縮による変動と推察される(斜面の不安定化兆候なし)。

2018.9.5  
阿蘇大橋地区復旧技術検討会(第7回) 降雨と相関した変動なし

2018.9.1~2019.12.31 地表面傾斜計観測結果

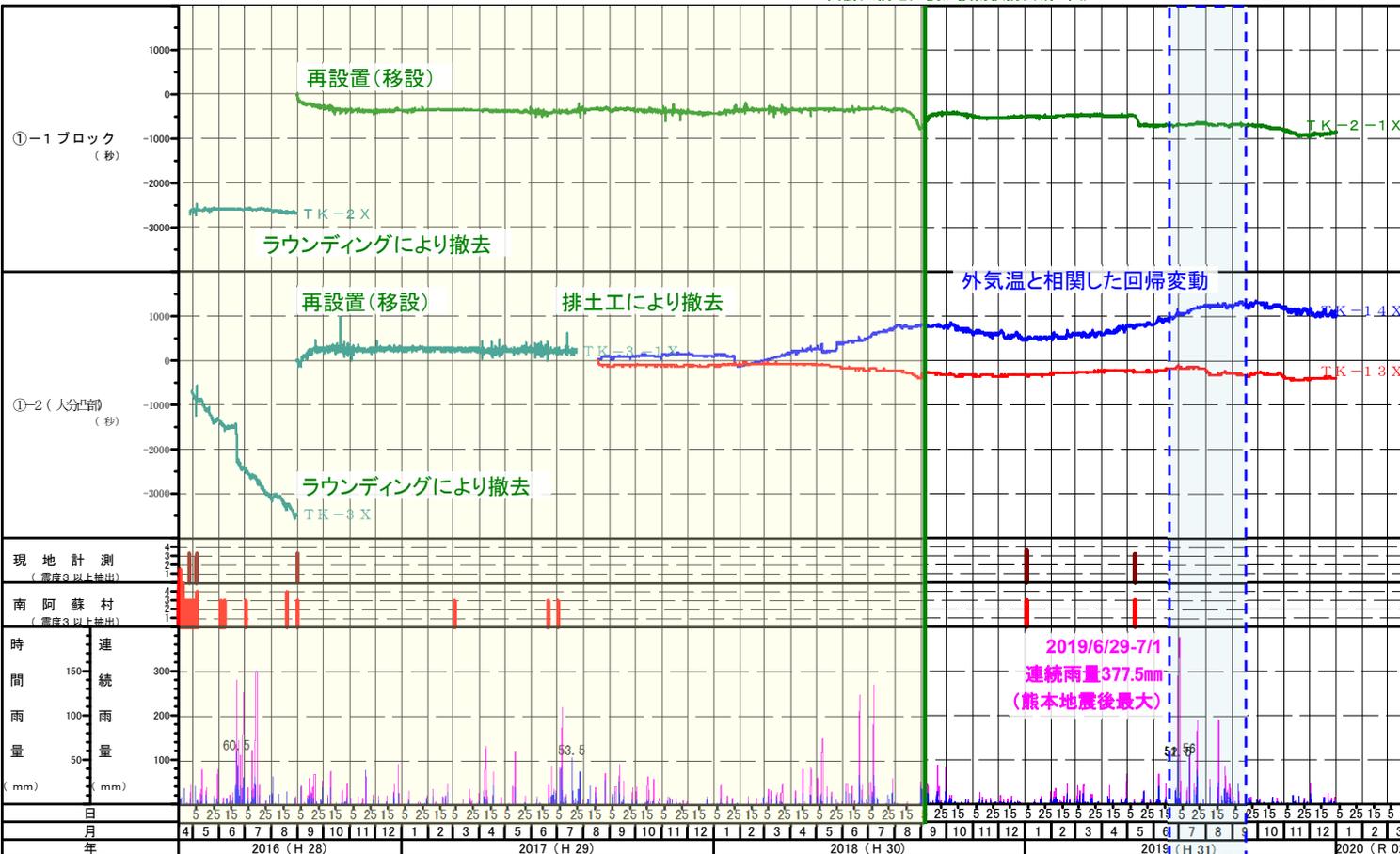
対象ブロック	計器	2018.9.5 -2019.12.31 秒(482日)	全期間平均		傾斜 方向
			(秒/日)	(秒/月)	
①-1	TK-2-1X	-202.68	-0.42	-12.59	山
①-2	TK-13X	-108	-0.22	-6.72	山
	TK-14X	180	0.37	11.18	谷

地表面傾斜計変動種別一覧

変動種別	日平均 変動量 (秒)	傾斜ひずみの 集積性	傾斜運動方向と 地形の関連	合成変動量 ( $x^2+y^2$ 秒/月)	引張・圧縮地帯 との相関性
確定変動	10以上	顕著	一致	100以上	顕著
準確定変動	5以上	やや顕著	〃	100以上	やや顕著
潜在変動	1以上	やや有り	〃	100以内	やや有り
異常変動	3以上	なし (断続変動)	一致せず	100以上	ほとんど なし

「地すべり観測便覧」(社)斜面防災対策技術協会 H24.10月p336)

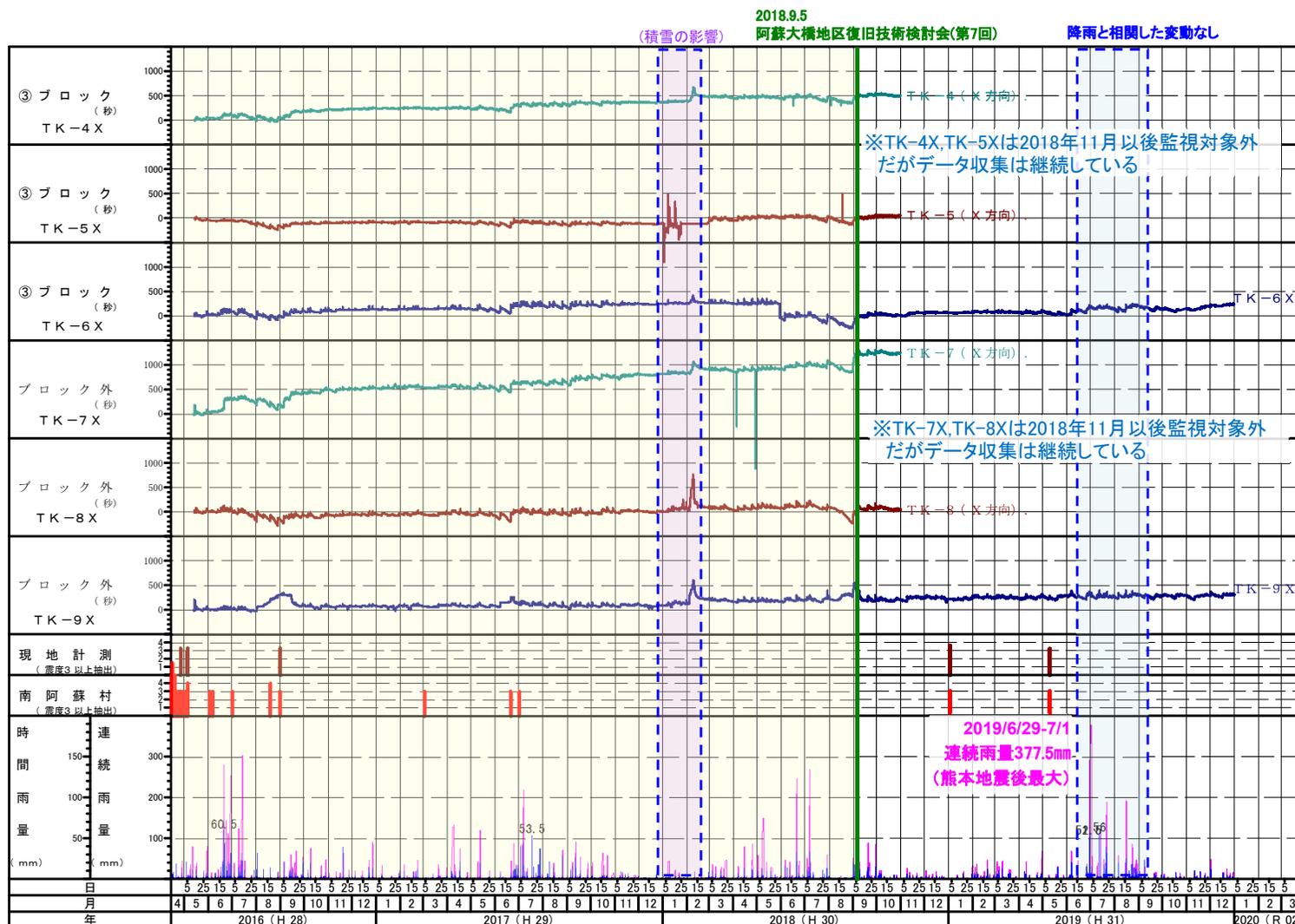
変位量はいずれも「潜在変動」  
相当未満であり、累積傾向も  
認められない



阿蘇大橋地区斜面 地表面傾斜計変動図(降雨・地震相関)(①-1、①-2大分側凸部)

## 4. 地表面傾斜計 観測結果 (2)

- ▶不安定ブロック③とブロック外斜面に設置された地表面傾斜計には2018年9月以降、目立った変動は認められない。
- ▶2018年9月以降の変位量は最大でも約377秒(0.78秒/日:TK-8X)の変位(谷側傾斜)で降雨との相関も認められない。



2018.9.1~2019.12.31 地表面傾斜計観測結果

対象斜面	計器	2018.9.5-2019.12.31 秒(482日)	全期間平均		傾斜方向
			(秒/日)	(秒/月)	
不安定ブロック③	TK-4X	187	0.39	11.61	谷
	TK-5X	111	0.23	6.89	〃
	TK-6X	274	0.57	17.02	〃
ブロック外	TK-7X	271	0.56	16.83	〃
	TK-8X	377	0.78	23.42	〃
	TK-9X	-68	-0.14	-4.22	山

地表面傾斜計変動種別一覧

変動種別	日平均変動量(秒)	傾斜ひずみの集積性	傾斜運動方向と地形の関連	合成変動量( $x^2+y^2$ 秒/月)	引張・圧縮地帯との相関性
確定変動	10以上	顕著	一致	100以上	顕著
準確定変動	5以上	やや顕著	〃	100以上	やや顕著
潜在変動	1以上	やや有り	〃	100以内	やや有り
異常変動	3以上	なし(断続変動)	一致せず	100以上	ほとんどなし

「地すべり観測便覧」(社)斜面防災対策技術協会 H24.10月p336

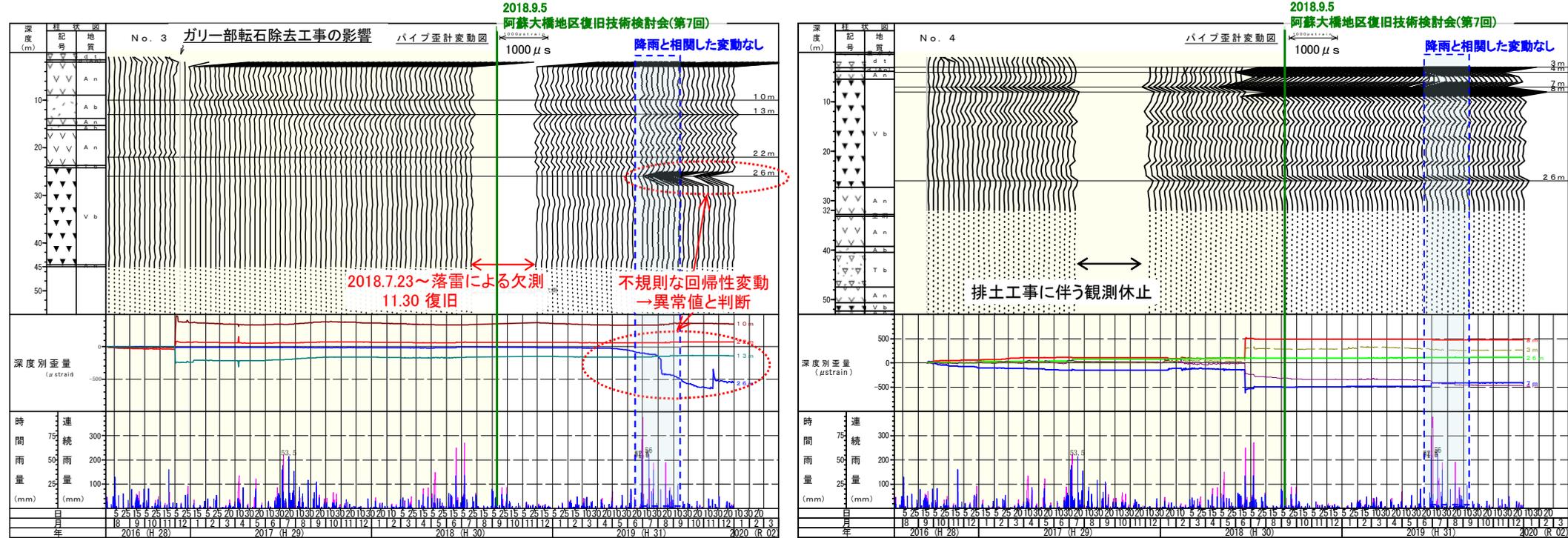
変位量はいずれも「潜在変動」相当未満であり、累積傾向も認められない

阿蘇大橋地区斜面 地表面傾斜計変動図(降雨・地震相関)(③、ブロック外斜面)

## 5. パイプ歪計 観測結果 (1)

- ▶ 不安定ブロック②-2と①-2にそれぞれ設置された観測孔No.3、No.4では2018年9月以降、**目立った変動は認められない。**
- ▶ No.3の深度26mにおいて2019年4月以降、200 $\mu$ /日以上を含む変動が観測されているがその後、急激な回帰変動を示すなど不規則な変動であり、**降雨との相関も認められない。**設置後3年以上が経過していることから、**リード線の絶縁劣化等による異常値と判断する。**

阿蘇大橋地区斜面 パイプ歪計変動図(降雨・地震相関)(②-2、①-2大分側凸部)



2018.9.1以降~2019.12.31 パイプ歪計観測結果

対象ブロック	計器	深度 (GL-m)	2018.11.30 ~2019.12.31 ( $\mu$ /396日)	期間平均		累積傾向
				( $\mu$ /日)	( $\mu$ /月)	
②-2	No.3	10.0	-22	-0.056	-1.667	無
		13.0	6	0.015	0.455	無
		22.0	6	0.015	0.455	無
		26.0	-546	-1.379	-41.364	無
対象ブロック	計器	深度 (GL-m)	2018.9.5 ~2019.12.31 ( $\mu$ /482日)	期間平均		累積傾向
				( $\mu$ /日)	( $\mu$ /月)	
①-2 (大分凸部)	No.4	3.0	-15	-0.031	-0.934	無
		4.0	-149	-0.309	-9.274	無
		7.0	87	0.180	5.415	無
		8.0	-11	-0.023	-0.685	無
		26.0	16	0.033	0.996	無

パイプ歪計変動種別一覧

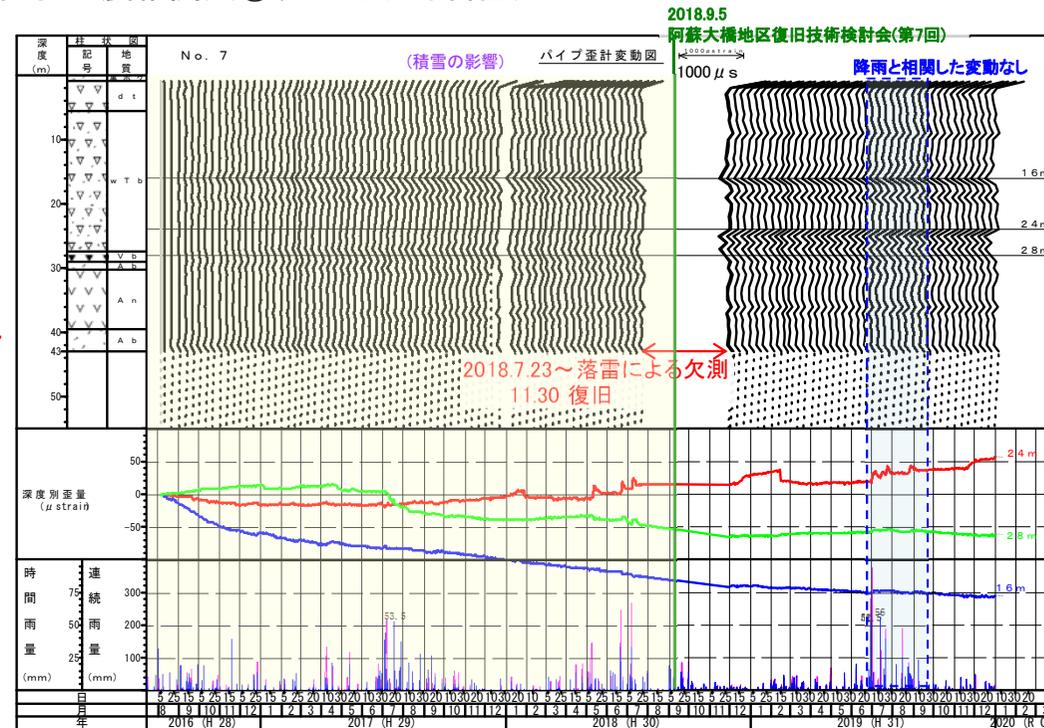
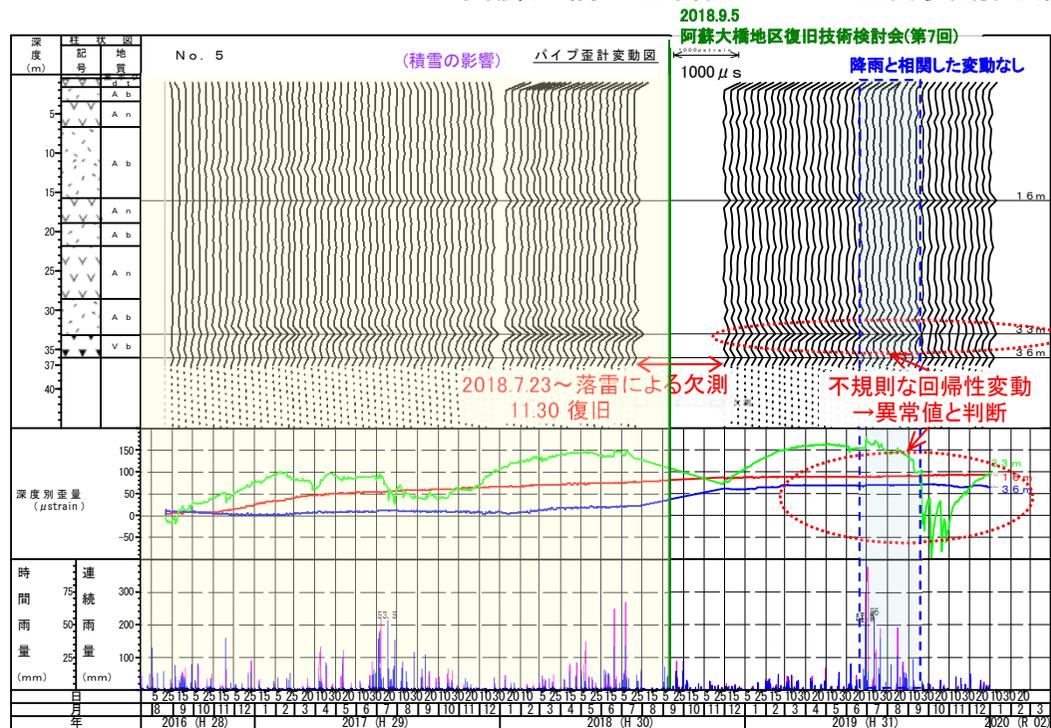
変動種別	日変動 絶対値 ( $\mu$ /日)	累積変動 絶対値 ( $\mu$ /日)	変動形態		すべり面存在 の可能性	総合判定
			累積傾向	変動形態		
確定変動	100以上	5000以上	顕著	累積変動	あり	確定すべり面
準確定変動	100以上	1000以上	やや顕著	累積変動	〃	準確定すべり面
潜在変動	100以下	100以上	ややあり	累積 断続 攪乱 回帰	〃	潜在すべり面
異常変動	100以上	1000以上	なし	断続 攪乱 回帰	なし	地すべり以外の 要因

変位量はいずれも極めて小さく、「潜在変動」未満、累積傾向も認められない

## 5. パイプ歪計 観測結果(2)

- ▶不安定ブロック③とブロック外斜面にそれぞれ設置された観測孔No.5、No.7では2018年9月以降、**目立った変動は認められない。**
- ▶No.5の深度33mにおいて経年的に回帰性的変動が認められ、2019年9月中旬以降、100 $\mu$ /日以上を含む変動が観測されているが急激な回帰変動を示すなど不規則な変動であり、**降雨との相関も認められない。**設置後3年以上が経過していることから、**リード線の絶縁劣化等による異常値と判断する。**

阿蘇大橋地区斜面 パイプ歪計変動図(降雨・地震相関)(③、ブロック外斜面)



2018.9.1以降～2019.12.31 パイプ歪計観測結果

対象ブロック	計器	深度 (GL-m)	2018.11.29 -2019.12.31 ( $\mu$ /397日)	期間平均		累積傾向
				( $\mu$ /日)	( $\mu$ /月)	
③	No.5	16.0	-2	-0.005	-0.151	無
		33.0	26	0.065	1.965	無
		36.0	4	0.010	0.302	無
ブロック外	No.7	16.0	-13	-0.0327	-0.9824	無
		28.0	3	0.01	0.2267	無

パイプ歪計変動種別一覧

変動種別	日変動 絶対値 ( $\mu$ /日)	累積変動 絶対値 ( $\mu$ /月)	変動形態		すべり面存在 の可能性	総合判定
			累積傾向	変動形態		
確定変動	100以上	5000以上	顕著	累積変動	あり	確定すべり面
準確定変動	100以上	1000以上	やや顕著	累積変動	〃	準確定すべり面
潜在変動	100以下	100以上	ややあり	累積 断続 攪乱 回帰	〃	潜在すべり面
異常変動	100以上	1000以上	なし	断続 攪乱 回帰	なし	地すべり以外の 要因

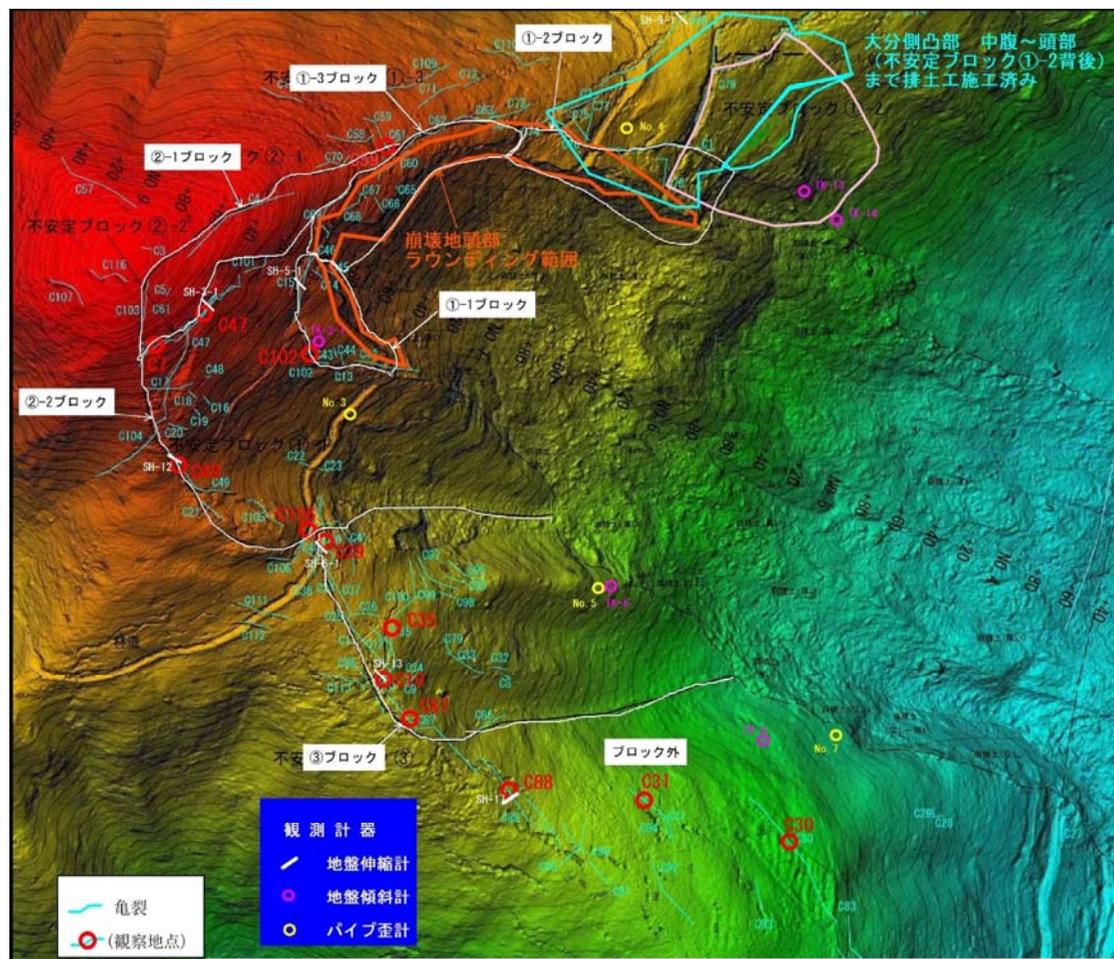
変位量はいずれも極めて小さく(「潜在変動」未満)、累積傾向も認められない

## 6. 亀裂観察(1)

- 阿蘇大橋地区の大規模崩壊地周辺斜面で確認されている亀裂について拡大や埋積状況の確認調査を実施した。
- 評価の対象は崩壊地背後に想定された「不安定ブロック」等および熊本側斜面下部の安定性監視のため経年的なモニタリングを実施している13箇所とした(下表)。
- 近傍に地盤伸縮計が設置されている亀裂についてはその観測結果も考慮して亀裂の拡大の有無を確認した。
- 経年的な監視・計測の結果、亀裂の拡大や著しい堆積は生じていないことが確認された。

監視・計測対象亀裂

ブロック		亀裂番号	近傍の地盤伸縮計
①	①-1	C102	
	②-1	C59	
②	②-2	C7	SH-3-1
		C47	
		C49	SH-12
③		C10	SH-13
		C35	SH-16
		C39	SH-6-1
		C87	
		C106	
ブロック外 (熊本側斜面下部)		C30	
		C31	
		C88	SH-17



阿蘇大橋地区崩壊地周辺斜面 亀裂分布図

## 6. 亀裂観察(2)

### 阿蘇大橋地区 崩壊地周辺斜面 亀裂観察結果一覧

亀裂番号	対象ブロック	調査結果(2016年5月～8月にかけて実施された初回調査時に対する変化)						総括	
		第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回		
		2017/5/22-5/23	2017/10/30-11/1	2018/6/7-6/15	2018/11/8	2019/6/5	2019/7/26		
1	C7	②-2	クラック内を枯草が覆っており安定している	クラック底部の枯草が増加しているが大きな変化はみられない	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし (測定点不明→杭間とする)	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	変化なし
2	C10	③	底部のクラックが土砂で埋積され深さが浅くなっている。	底部クラックの土砂埋積が微少に進んでいるが、他に大きな変化はない	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし (測定点不明→杭間とする)	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	変化なし
3	C30-1	熊本側斜面下部 (ブロック外)	底部は土砂や枯れ枝で覆われており、当初から30cm程度埋積が進んでいる	大きな変化は見られないが、底部が枯葉に覆われている	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし (測定点不明→杭間とする)	クラック拡大なし 谷側壁面の表層が若干剥離するが、堆積物の顕著な増加なし	クラック拡大なし 谷側壁面の表層が若干剥離するが、堆積物の顕著な増加なし	クラック拡大なし 谷側壁面の表層が若干剥離するが、堆積物の顕著な増加なし	変化なし
4	C31	熊本側斜面下部 (ブロック外)	大きな変化はないが、底部は土砂で埋まり始めている	大きな変化はないが、底部に土砂の堆積がある。また枯葉に覆われている	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし (測定点不明→杭間とする)	クラック拡大なし 山側壁面の一部が剥離しつつあるが、堆積物の顕著な増加なし	クラック拡大なし 山側壁面の一部が剥離しつつあるが、堆積物の顕著な増加なし	クラック拡大なし 山側壁面の一部が剥離しつつあるが、堆積物の顕著な増加なし	変化なし
5	C35	③	特に変化は認められない 底部は枯葉や土砂で薄く覆われている	前回に比べ土砂や枯れ枝の堆積が微少に増加している	若干開口量が増加しているが崖肩部の侵食程度 堆積物の顕著な増加なし (測定点不明→杭間とする)	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	変化なし
6	C39	③	底部は土砂で埋まる傾向にあり、周囲に植生が回復してきている	底部は枯れ枝に覆われている。また周囲の植生には回復がみられた	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし (測定点不明→杭間とする)	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし 亀裂底部からササ成長	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし 亀裂底部からササ成長	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし 亀裂底部からササ成長	変化なし
7	C47	②-2	底部は土砂で薄く覆われているが、大きな変化はない	クラックの底部に枯草や土砂が堆積し、微少な増加がみられた	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし (測定点不明→杭間とする)	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	変化なし
8	C49	②-2	現況に大きな変化は認められない クラック底部は枯草で覆われている	底部の枯草が増加したが、大きな変化はみられなかった	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし (測定点不明→杭間とする)	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	変化なし
9	C59	②-1 上方斜面	周辺の伐採で明りになり雨水による洗い出しが認められるが、大きな変化はない	前回から大きな変化はないが、クラック周辺で工事をしている	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし (測定点不明→杭間とする)	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	変化なし
10	C87	③	底部は枯草が薄く覆っており、流水跡がみられる	枯れ枝の堆積が増加したが、特に大きな変化は見られない	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし (測定点不明→杭間とする)	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし(表面枯れ枝若干増加)	クラック拡大なし	クラック拡大なし	変化なし
11	C88	熊本側斜面下部	底部は枯草に覆われているが、大きな変化はない	大きな変化はないが、底部が枯草に覆われている	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし (測定点不明→杭間とする)	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	変化なし
12	C102	①-1	底部は枯草に覆われているが、全体的に大きな変化はない。流水跡あり	全体的に大きな変化はみられない。明り部のため流水跡あり	クラック拡大なし 山側壁面が若干崩れ、元の堆積物を薄く覆う (測定点不明→杭間とする)	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし 周囲ササ繁茂する	変化なし
13	C106	②-2	落差大きく、底部に薄く土砂が堆積している	クラック自体に大きな変化はない	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし (測定点不明→杭間とする)	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	クラック拡大なし 堆積物の顕著な増加なし	変化なし

### < 斜面の監視・観測結果の概要 >

- 地盤伸縮計、地表面傾斜計による観測の結果、目立った変動は認められない。  
⇒ 広範囲に及ぶような斜面の不安定化の兆候はないと判断。
- パイプ歪計による地中変位観測の結果でも、目立った変動は認められない。  
⇒ 深部に至る斜面の不安定化の兆候はないと判断。
- 崩壊地周辺斜面の亀裂観察の結果、地盤伸縮計設置箇所周辺を含む亀裂の拡大や土砂の堆積は認められない。  
⇒ 亀裂周辺斜面の不安定化の兆候はないと判断。

## 1. 監視・観測の目的及び内容

### 【目的】

- ①施工時の安全性確認
- ②浸食による法面の安全性確認
- ③法面の長期的安全性確認

### 【主な対象】

- ・道路欠壊部の黒川河岸斜面(熊本側、大分側)

モニタリング	目的	方法
表層崩壊のモニタリング	・短期的な斜面の安定性評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・斜面崩壊感知センサーの設置、観測 ：表層の緩み具合把握</li> <li>・定期的なLP撮影で経年変化比較 ：浸食状況把握</li> </ul>
土砂部・岩盤崩壊のモニタリング	・中～長期的な斜面の安定性評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・孔内傾斜計の観測 ：土砂・岩盤崩壊の兆候把握</li> <li>・定期的なLP撮影で経年変化比較 ：浸食状況把握</li> </ul>

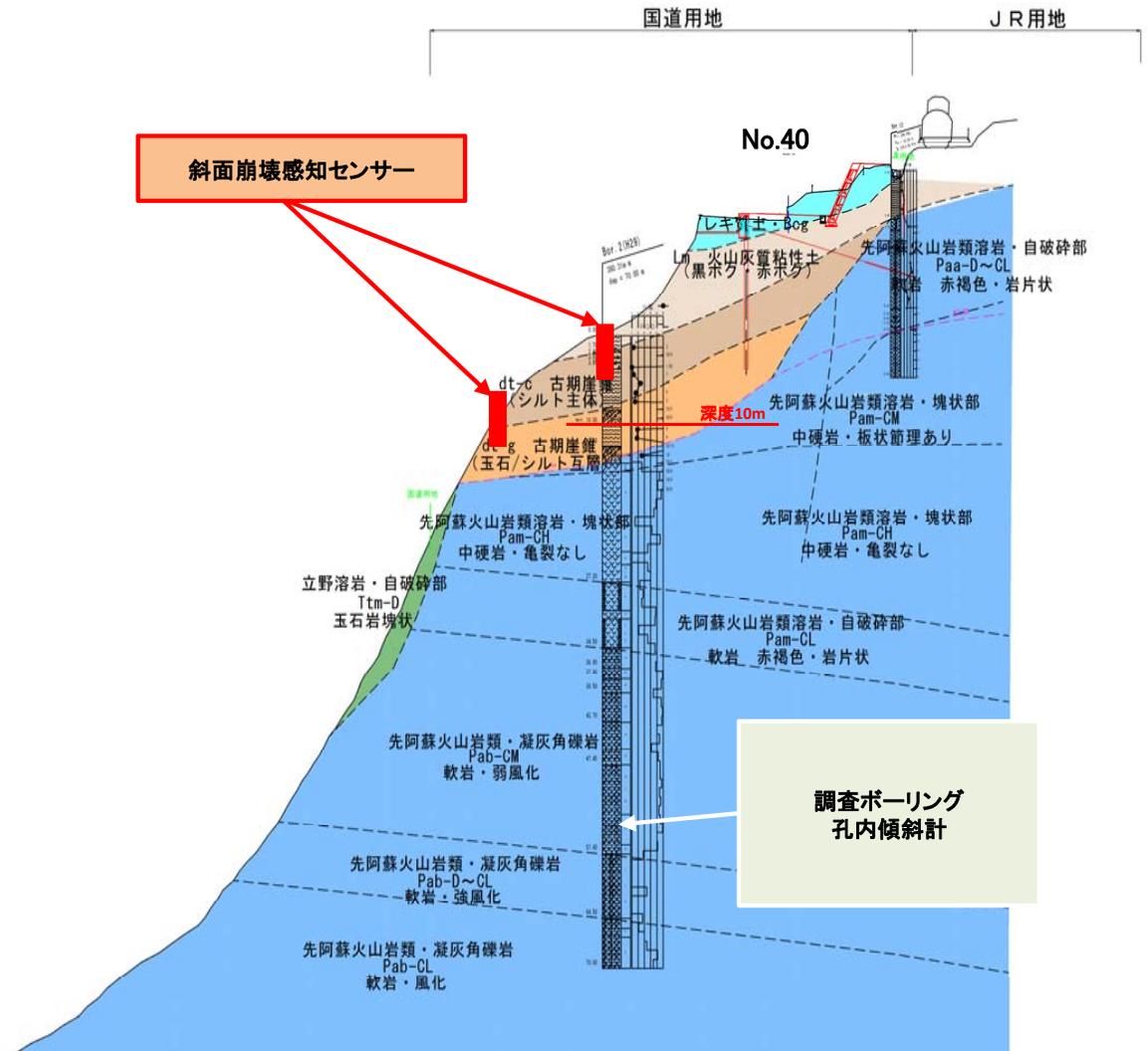
### ○監視・観測機器配置(現況)

➤道路欠壊部は斜面崩壊感知センサー、LP撮影、孔内傾斜計によるモニタリングを実施。(第7回検討会以降実施)

熊本側欠壊部



大分側欠壊部



- 調査ボーリング
- 斜面崩壊感知センサー

## 2. 観測結果の概要

### 観測結果一覧(検討会(第7回)2018.9.5以降)

観測機器等	データ取得間隔	観測結果	
		熊本側	大分側
雨量計	1回/1時間	作業中止基準相当の降雨 (2016. 4. 22~2019. 7. 31) 時間雨量 (10mm/hr) 201回 連続雨量 (40mm) 66回 第7回技術検討会 (2018. 9. 5) 以降 最大時間雨量 56.0mm (2019/7/13 (16:00) ) 最大連続雨量 377.5mm (2019/6/29~2019/7/2)	
地震計	リアルタイム	2018. 9. 1以降 震度3の地震2回 (2019. 1. 3、2019. 5. 10)	
斜面崩壊感知センサー	リアルタイム	4ヶ月で0.5° (0.004° /日) の変位しかなく、 <b>且立った変動は認められない。</b> 2019. 3. 29撤去。	2019. 7の梅雨時期に最大連続雨量377.5mmの雨量が記録されているが、4ヶ月で1.0° (0.008° /日) の変位しかなく、 <b>且立った変動は認められない。</b> 2019. 12. 4撤去。
LP撮影	1~2回/年	シルト主体層で最大5cmの浸食が確認されたが、 <b>浸食は減少傾向</b> にある。 ※観測時点で法面对策済。対策済箇所は浸食なし。	黒ボク・赤ボク層で最大8cmの浸食が確認されたが、 <b>浸食は減少傾向</b> にある。
孔内傾斜計	8回	すべての深度で累積0.1mm以下と <b>潜在変動未満で安定</b> している。	深度0.5m付近で累積2.0mmの変位が認められるが、月換算で0.08mmと <b>潜在変動未満</b> 。その他の深度も <b>潜在変動未満で安定</b> している。

### 3. 降雨の状況(平成28年度 熊本地震後)

- 阿蘇大橋地区周辺における熊本地震(2016年4月14日)以降の降雨状況は下記の通りである。
- まとまった降雨は6月～7月の梅雨期に発生しており、連続雨量(3時間無降雨でリセット)の最大値は2019年6月29日～7月2日にかけて観測されている(377.5mm)。
- 1時間雨量の最大値は2016年6月21日(0:00)の60.5mmであり、50mm/時間以上の降雨は計5回発生している。

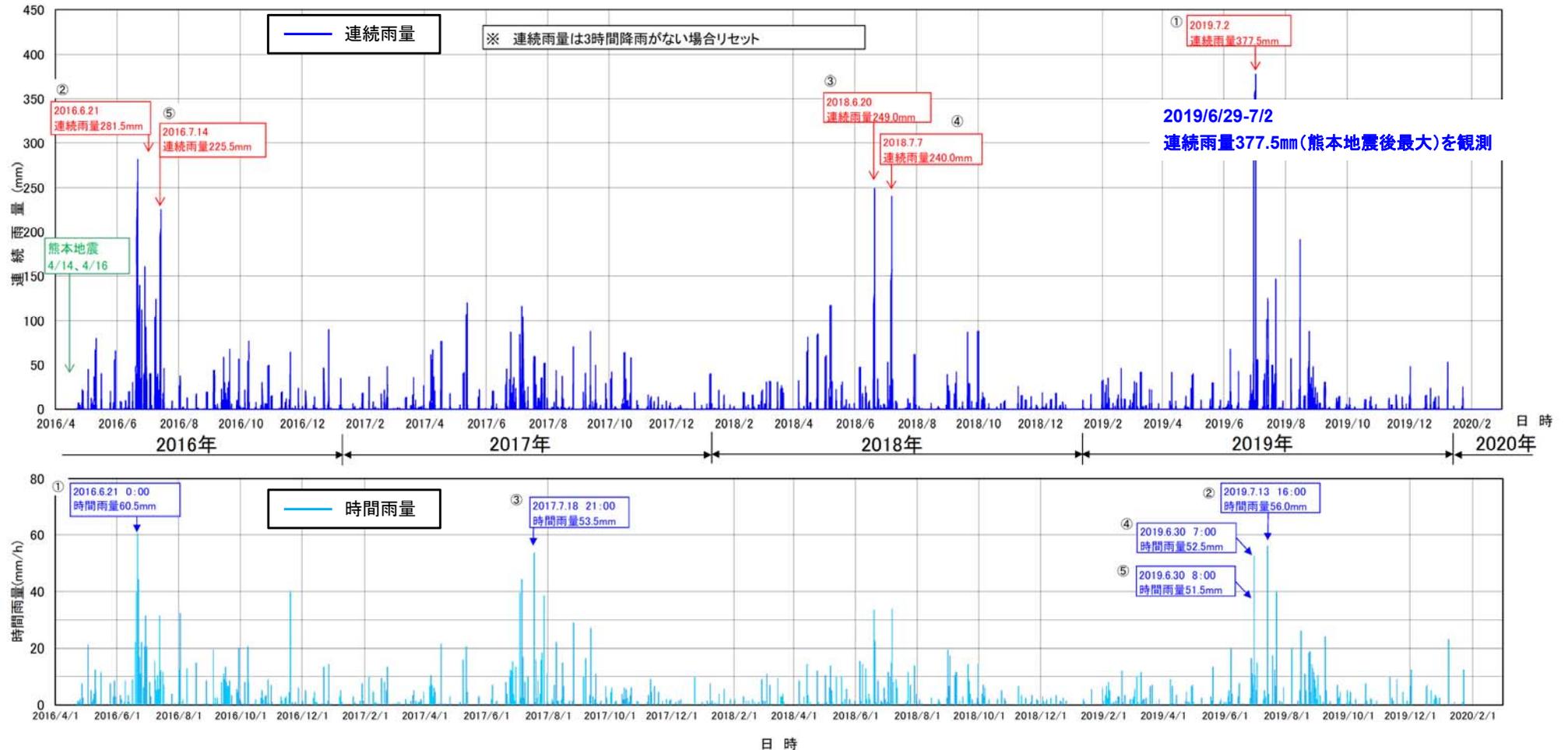
表-1 連続雨量 上位5ケース

	連続雨量 (mm)	降雨開始		～	降雨終了	
①	377.5	2019/6/29	10:00	～	2019/7/2	13:00
②	281.5	2016/6/19	14:00	～	2016/6/21	5:00
③	249.0	2018/6/19	5:00	～	2018/6/20	16:00
④	240.0	2018/7/6	1:00	～	2018/7/7	9:00
⑤	225.5	2016/7/12	22:00	～	2016/7/14	3:00

表-2 1時間雨量 上位5ケース

	1時間雨量 (mm)	観測日時	
①	60.5	2016/6/21	0:00
②	56.0	2019/7/13	16:00
③	53.3	2017/7/18	21:00
④	52.5	2019/6/30	7:00
⑤	51.5	2019/6/30	8:00

国道57号阿蘇大橋地区 雨量

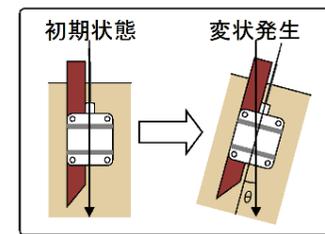
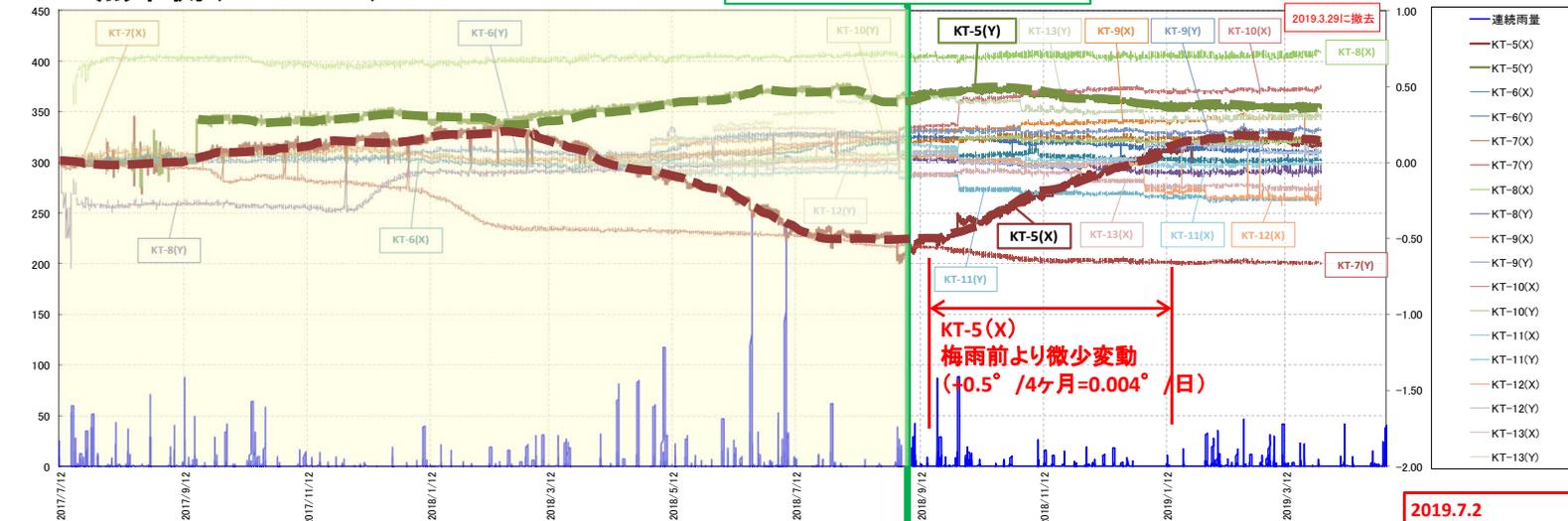


### 4. 斜面崩壊感知センサー

- ▶熊本側の斜面崩壊感知センサー(9箇所設置)による観測の結果、4ヶ月で $0.5^\circ$  ( $0.004^\circ / \text{日}$ )の変位しかなく、**目立った変動は認められない**。なお、斜面对策のため2019.3.29計器撤去。
- ▶大分側の斜面崩壊感知センサー(4箇所設置)による観測の結果、急勾配部に設置しているKT-2は、4ヶ月で $1^\circ$  ( $0.008^\circ / \text{日}$ )の変位しかなく**回帰変動している**。その他の計器においても**目立った変動は認められない**。なお、斜面对策のため2019.12.4計器撤去。

連続雨量 [mm] 熊本側 (KT-5~13)

国道57号阿蘇大橋地区 2018.9.5 阿蘇大橋地区復旧技術検討会 (第7回)

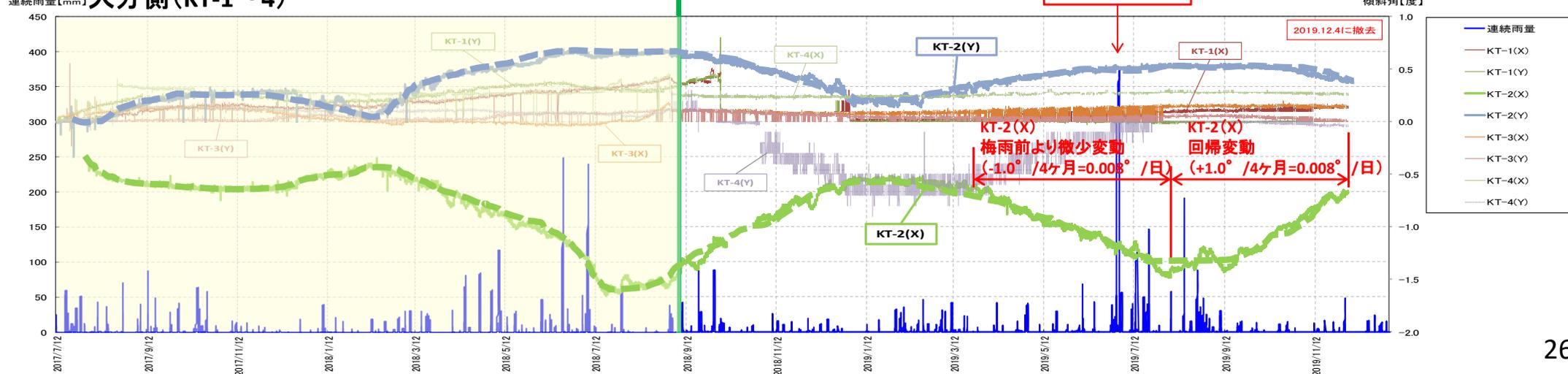


X+ : 河側に傾斜  
 X- : 山側に傾斜  
 Y+ : 大分側に傾斜  
 Y- : 熊本側に傾斜

連続雨量 [mm] 大分側 (KT-1~4)

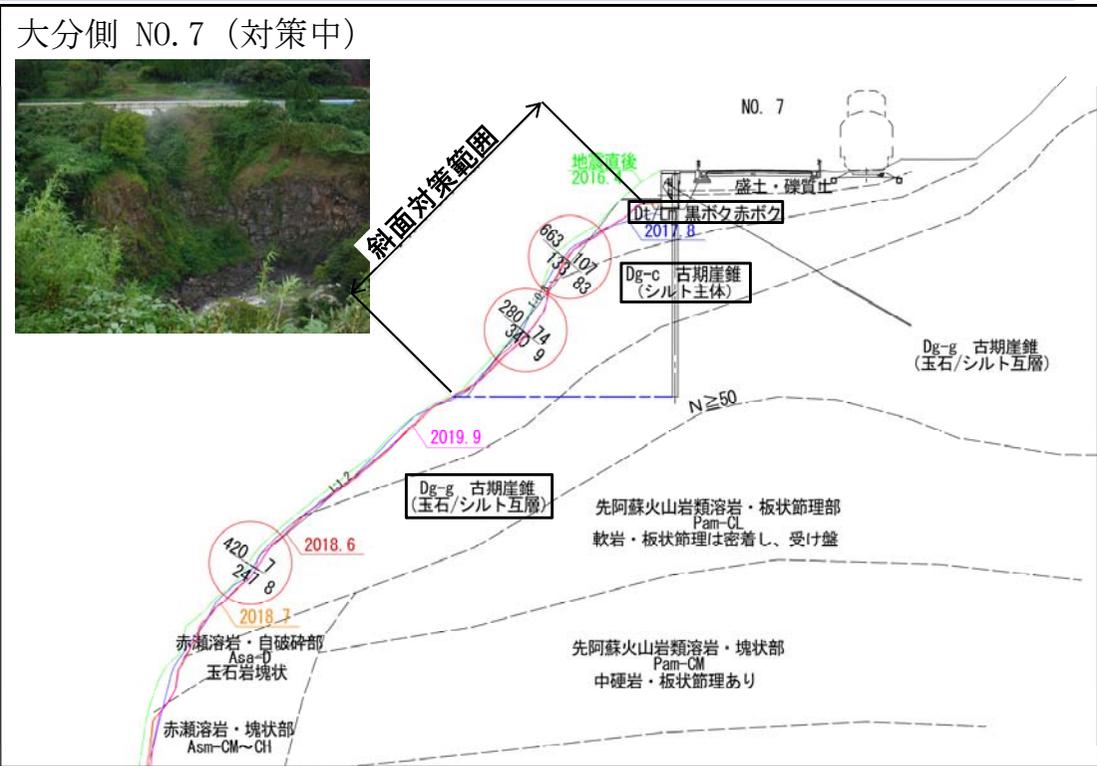
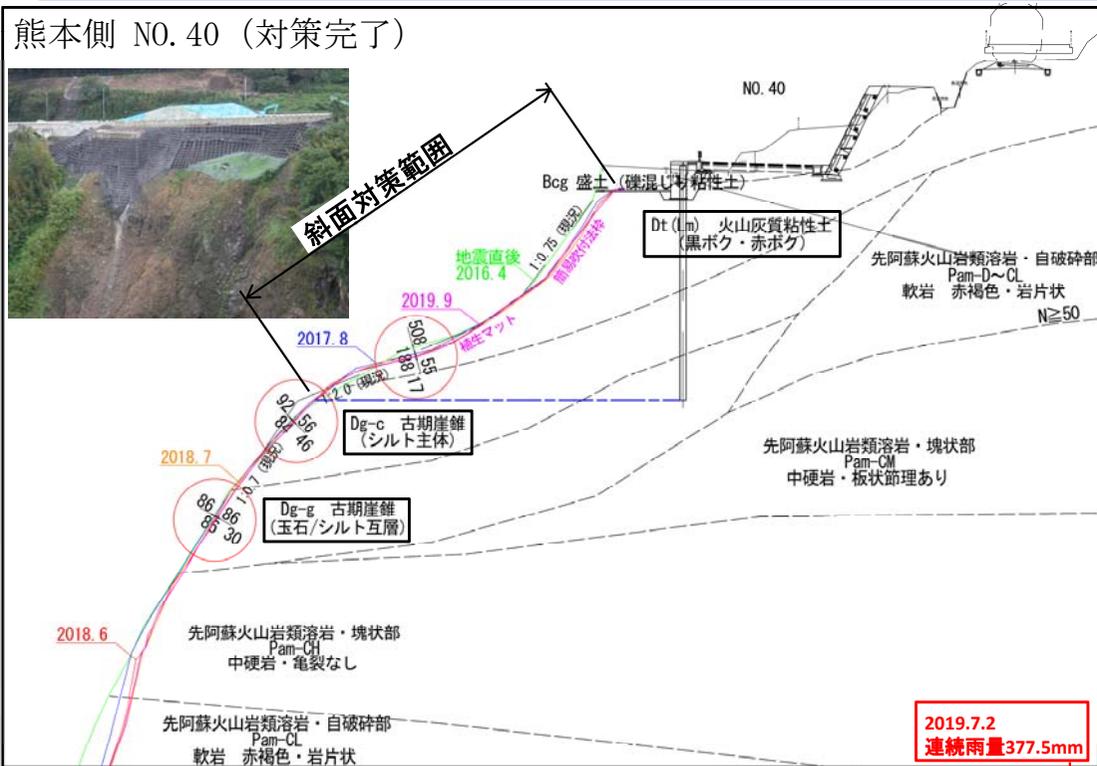
国道 7号阿蘇大橋地区 斜面傾斜センサー (大分側 KT-1~4)

2019.7.2 連続雨量377.5mm



## 5. LP調査

- 2019.7.2に地震後最大となる連続雨量377.5mmの降雨があった。
- 2019.9浸食状況確認のためにLP撮影を行った。
- 2018.7(前回計測)から黒ボク・赤ボク層、シルト主体層、玉石/シルト互層ともに浸食が確認されたが、**浸食は減少傾向**にある。



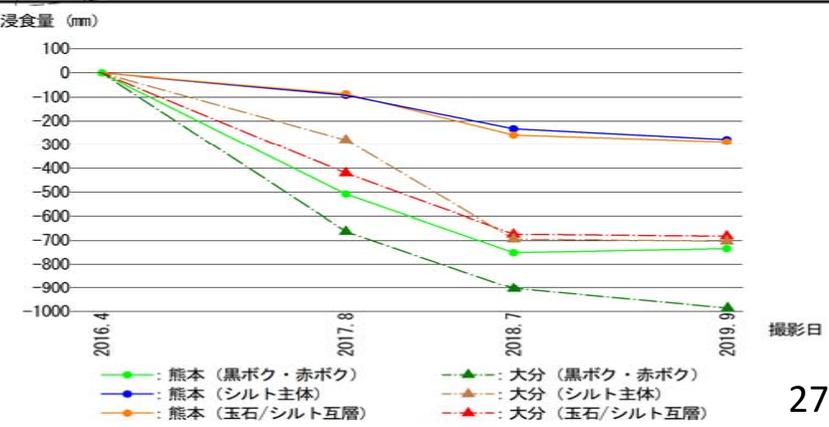
熊本側

浸食量	2016.4(地震発生)	2017.8(梅雨明け)	2018.7(梅雨明け)	2019.9(梅雨明け)
Lm(黒ボク・赤ボク)		-508	-243	+17※
Dg-c(シルト主体)		-92	-140	-46
Dg-g(玉石/シルト互層)		-86	-172	-30

※植生マット施工により2018.7より17mm厚くなっている

大分側

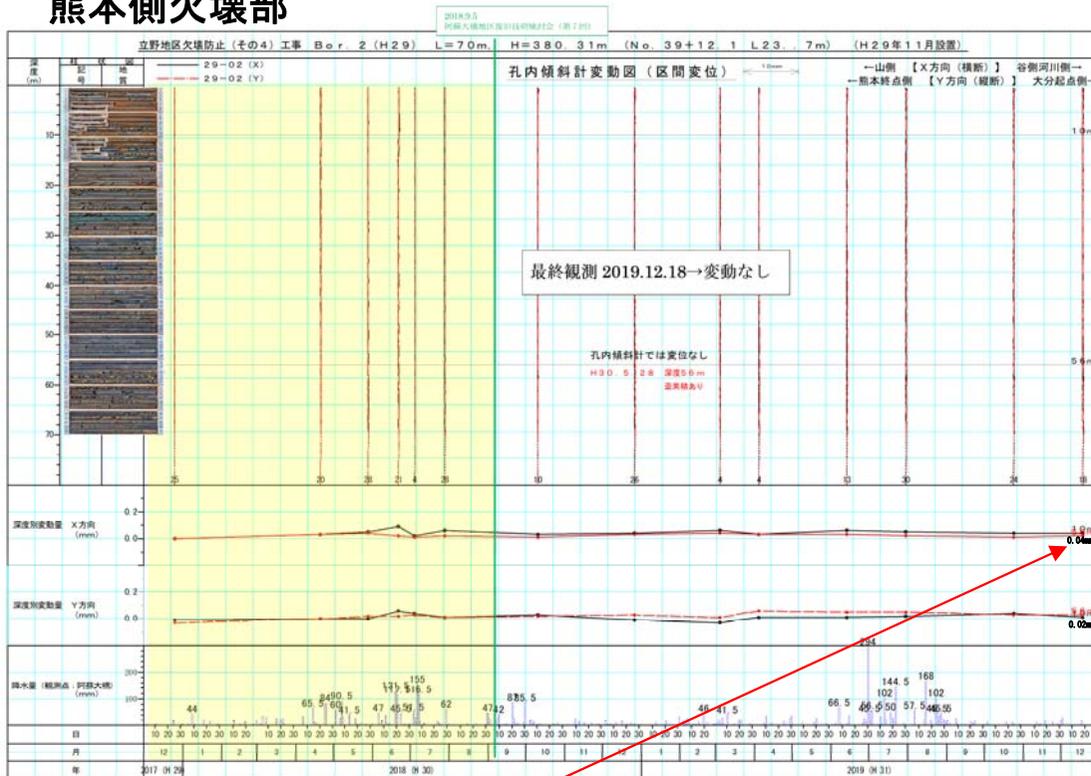
浸食量	2016.4(地震発生)	2017.8(梅雨明け)	2018.7(梅雨明け)	2019.9(梅雨明け)
Lm(黒ボク・赤ボク)		-663	-240	-83
Dg-c(シルト主体)		-280	-414	-9
Dg-g(玉石/シルト互層)		-420	-254	-8



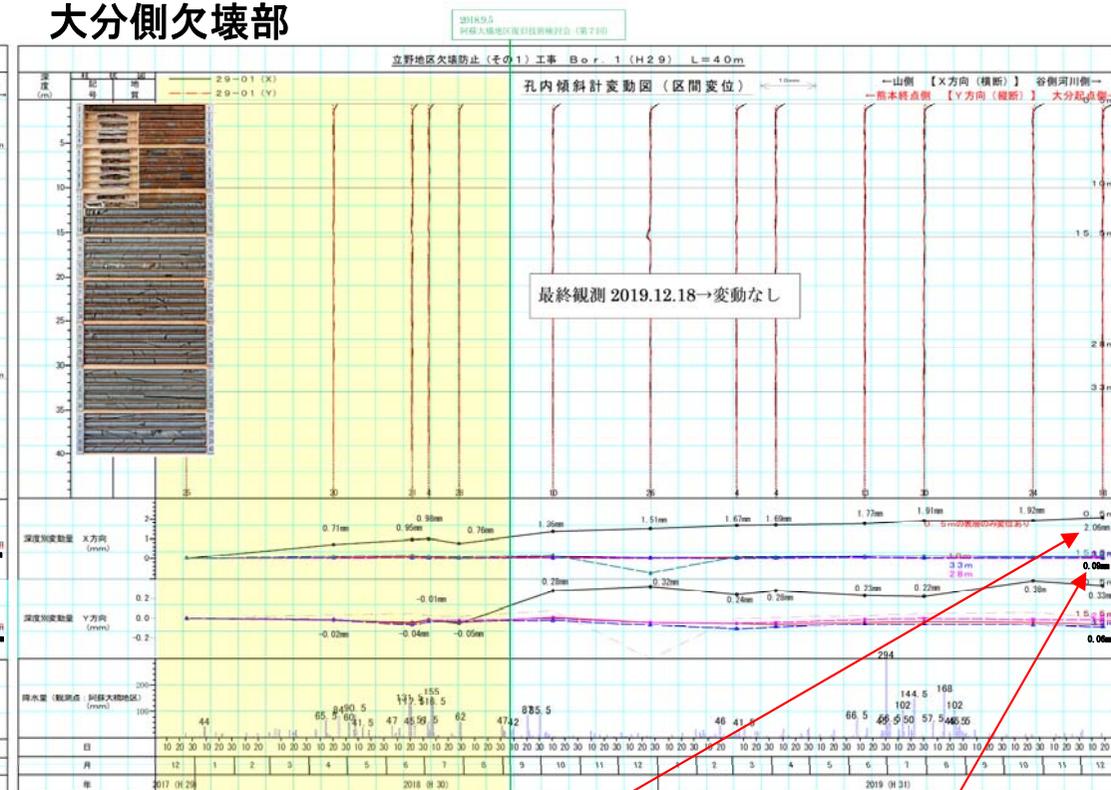
## 6. 孔内傾斜計

- ▶熊本側の孔内傾斜計による観測の結果、深度10mでは累積0.04mm/24ヶ月(0.016mm/月)の変位が認められたが、すべての深度で累積0.1mm以下と**潜在変動未満であり安定**している。
- ▶大分側の孔内傾斜計による観測の結果、深度0.5mでは累積2.060mm/24ヶ月(0.085mm/月)、深度10mでは累積0.090mm/24ヶ月(0.003mm/月)の変位が認められたが、すべての深度で**潜在変動未満であり安定**している。

### 熊本側欠壊部



### 大分側欠壊部



孔内傾斜計の変動ランク判定基準

変動種別	日変位量 (mm)	月間変位量 (mm/月)	一定方向への累積傾向	変動形態	摘要
緊急変動	20以上	500以上	非常に顕著	引張が一般的	崩壊型 泥流型
確定変動	1以上	10以上	顕著	引張および圧縮	表層すべり 深層すべり
準確定変動	0.1以上	2以上	やや顕著	引張・圧縮および 断続変動	粘土すべり 崖錐すべり
潜在変動	0.02以上	0.5以上	ややあり	引張および圧縮	粘土すべり 崖錐すべり

(社)斜面防災対策技術協会『地すべり観測便覧』, 平成24年10月、p.334の地盤伸縮計の判定基準を準用した。

深度10m X軸  
累積0.04mm/24ヶ月  
=0.0016mm/月  
⇒潜在変動未満

深度0.5m X軸  
累積2.060mm/24ヶ月  
=0.085mm/月  
⇒潜在変動未満

深度10m X軸  
累積0.090mm/24ヶ月  
=0.003mm/月  
⇒潜在変動未満

## <現道部の監視・観測結果の概要>

- 斜面崩壊感知センサーによる観測の結果、目立った変動は認められない。  
⇒ 短期的な表層崩壊はないと判断。
- LP撮影による観測の結果、浸食が進行しているものの減少傾向にある。  
⇒ 浸食対策を実施。（熊本側2019.8完了、大分側2020.3末完了予定）
- 孔内傾斜計による観測の結果、潜在変動未満であり安定している。  
⇒ 中～長期的な斜面崩壊はないと判断。

## 4. 安全確認の設定について

# 4. 安全確認の設定 ～背景・目的～

## ■ 背景

- ・地震発生後、懸命な復旧作業を行い2019年度末に崩壊斜面部の工事が概成したものの、その被害の規模を鑑みると一定の安全確認(経過観察)期間を設定し、斜面や構造物の安全性を確認する必要がある。

## ■ 安全確認期間の設定

- ・期間の設定にあたっては、斜面や構造物の不安定化の主な外的要因である「降雨」の状況を考慮する必要がある。
- ・地震発生後4年間の実績をみると、6月～7月に降雨が集中していることから、「斜面对策概成後から7月末」までを安全確認期間とする。

## ■ 地震発生後からの降雨の実績

【現場雨量計】	2016 (H28)	2017 (H29)	2018 (H30)	2019 (R1)
連続(mm) (無降雨6時間でリセット)	302.5	221.0	270.5	377.5
	7/10～7/14 (98時間)	7/5～7/8 (61時間)	7/5～7/7 (58時間)	6/29～7/2 (127時間)
1時間(mm/hr)	60.5	53.5	34.0	56.0

2019/6/29-7/2  
連続雨量377.5mm(熊本地震後最大)を観測

阿蘇大橋地区 雨量

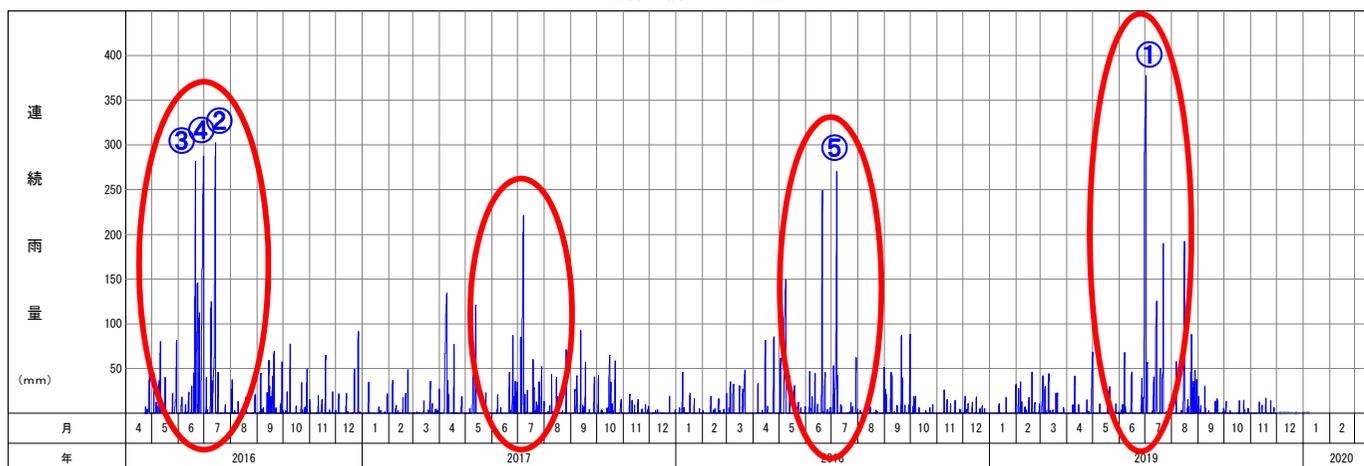


表-1 連続雨量 上位5ケース

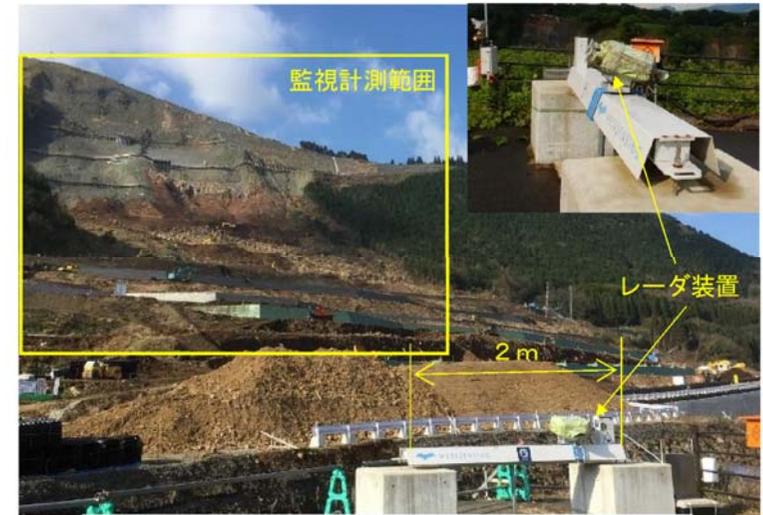
	連続雨量 (mm)	降雨開始	～	降雨終了
①	377.5	2019/6/29 9:00	～	2019/7/2 17:00
②	302.5	2016/7/10 14:00	～	2016/7/14 16:00
③	287.5	2016/6/27 9:00	～	2016/6/30 18:00
④	281.5	2016/6/19 14:00	～	2016/6/21 8:00
⑤	270.5	2018/7/5 3:00	～	2018/7/7 13:00

表-2 1時間雨量 上位5ケース

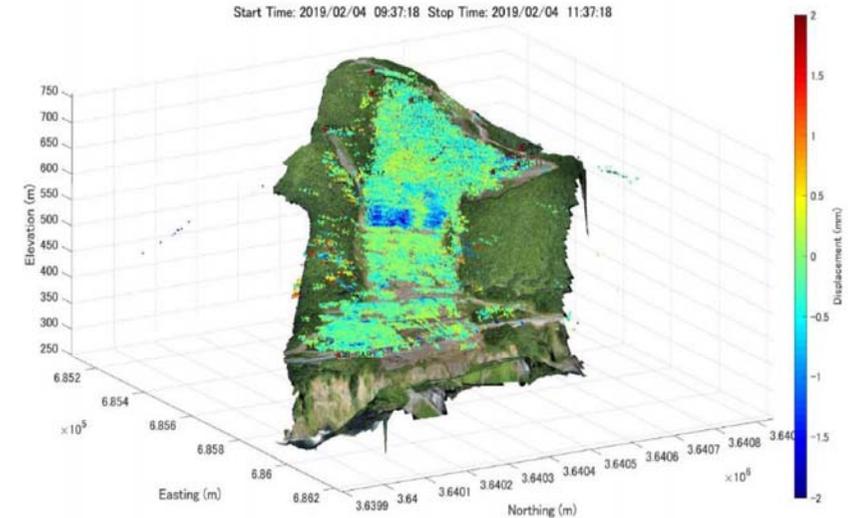
	1時間雨量 (mm)	観測日時
①	60.5	2016/6/21 0:00
②	56.0	2019/7/13 16:00
③	53.5	2017/7/18 21:00
④	52.5	2019/6/30 7:00
⑤	51.5	2019/6/30 8:00

## 1. 安全確認期間中の斜面監視計画(案)

- 地震後約4年経過したが、崩壊地周辺斜面の不安定化兆候は認められないことから、既設の斜面観測機器(地盤伸縮計、地盤傾斜計、パイプ歪計)は撤去する。
- 施工完了後に大雨を経験していない緩斜面部(EL525m以下)の土砂移動、排水状況について、目視・カメラによる安全確認を行うとともに、道路通行車両や鉄道に被害を及ぼすような上部からの土砂崩壊についても注視していく。
- 目視・カメラによる安全確認を補うため、期間中は、GB-SAR(地上設置型合成開口レーダ)による斜面全体の監視・観測を行う。
- 豪雨や地震時には孔内傾斜計による臨時観測を実施し、地中変位の有無を確認する。



阿蘇大橋地区 GB-SAR設置状況



GB-SAR観測結果の3D画像への投影  
(推定変位量マップ)

計器凡例

# 4-1 安全確認の設定 ~斜面 観測体制~

## 2. 監視・観測体制(案)

【砂防】

種別	番号	概要
伸縮計	SH-3-1	-
"	SH-5-1	-
"	SH-6-1	-
"	SH-8	-
"	SH-9-1	-
"	SH-10-1	-
"	SH-12	-
"	SH-13	-
"	SH-16	-
"	SH-17	-

種別	番号	概要
⑪	孔内傾斜計 No. 1	111m
⑫	パイプ歪計 No. 3	45m
⑬	" No. 4	32m
⑭	" No. 5	37m
⑮	" No. 6	45m
⑯	" No. 7	43m

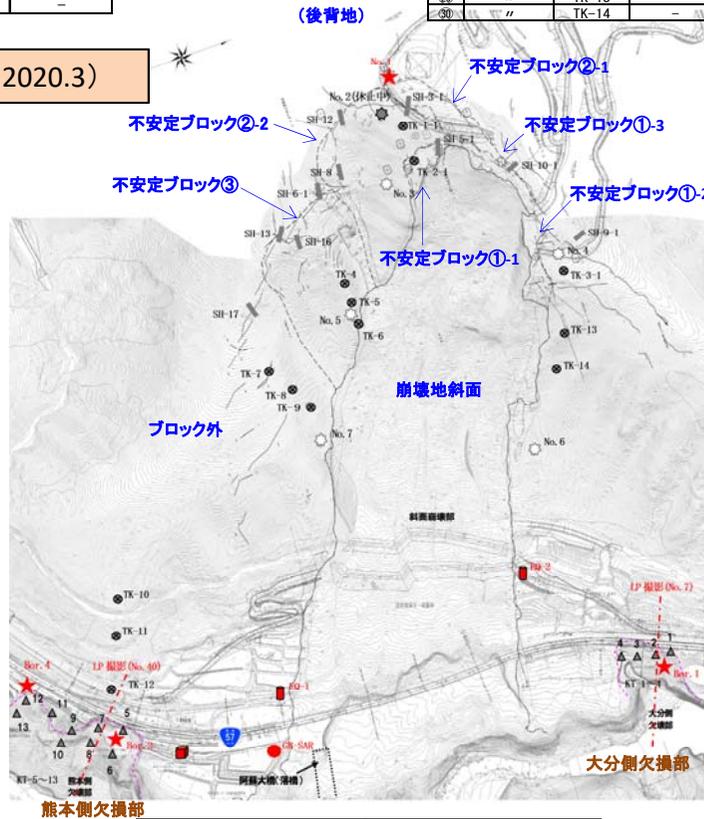
種別	番号	概要
⑰	地表面傾斜計 TK-1-1	-
⑱	" TK-2-1	-
⑲	" TK-3-1	-
⑳	" TK-4	-
㉑	" TK-5	-
㉒	" TK-6	-
㉓	" TK-7	-
㉔	" TK-8	-
㉕	" TK-9	-
㉖	" TK-10	-
㉗	" TK-11	-
㉘	" TK-12	-
㉙	" TK-13	-
㉚	" TK-14	-

種別	番号	概要
㉛	地震計 EQ-1	-
㉜	" EQ-2	-
㉝	雨量計 熊本側	-
㉞	GB-SAR	-

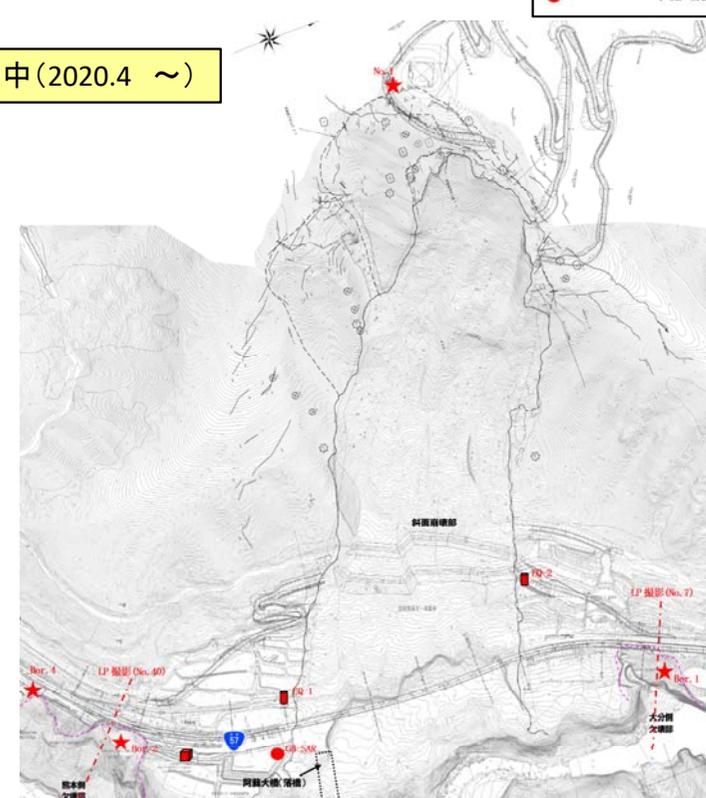
種別	番号	概要
㉟	斜面崩壊検知センサー KT-1	大分側
㊱	" KT-2	"
㊲	" KT-3	"
㊳	" KT-4	"
㊴	孔内傾斜計 Bor. 1	40m
㊵	" Bor. 2	70m
㊶	" Bor. 4	40m
㊷	LP撮影 No. 7、40	

SH	: 伸縮計
TK	: 地表面傾斜計
EQ	: 地震計
No.	: パイプ歪計
No. Bor.	: 孔内傾斜計
KT	: 斜面崩壊検知センサー
	: 雨量計
	: GB-SAR

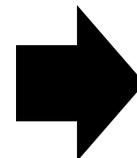
工事期間中(～ 2020.3)



安全確認期間中(2020.4 ～)



計器	観測頻度 予定(～2020.3.31)
雨量計: ㉝	常時 自動計測・WEB監視
地震計: ㉛、㉜	常時 現地自動計測
伸縮計: ①～⑩	常時 現地自動計測
パイプ歪計: ⑫～⑯	常時 現地自動計測
孔内傾斜計: ⑪、㉟～㊶	適宜
LP調査: ㊷	2020.8予定
GB-SAR: ㉞	常時



計器	観測頻度 予定(2020.4～)
雨量計: ㉝	常時 自動計測・WEB監視
地震計: ㉛、㉜	常時 現地自動計測
孔内傾斜計: ⑪、㉟～㊶	適宜
LP調査: ㊷	2020.8予定
GB-SAR: ㉞	常時
衛星-SAR(現地計器無)	2時期 干渉SAR解析

## 3. 構造物の点検内容

点検の種類	点検頻度	点検における着眼点
<p>崩壊地斜面・ 構造物の点検</p>	<p>◇豪雨時 土砂災害警戒判定 メッシュ情報の実績 値がCLラインを超 過した場合 ◇地震時 震度5弱以上を観 測した場合</p>	<p>○斜面の目視点検</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a.表層崩壊・亀裂・段差等変状の有無</li> <li>b.落石の発生</li> <li>c.湧水、流水による侵食発生の有無(ガリーの形成等)、著しい土砂流出</li> <li>d.植生繁茂状況(周囲に比して著しい相違)</li> </ul>
		<p>○構造物の目視点検</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;崩壊地上部・側部:法面工&gt; <ul style="list-style-type: none"> <li>e.高強度ネット・密着型ネットの破損、補強鉄筋の抜け落ち、植生マットの剥がれ</li> </ul> </li> <li>&lt;崩壊地中腹部～下部:土留工、水路工、土留盛土工&gt; <ul style="list-style-type: none"> <li>f.鋼製土留基礎部・底盤部の洗堀</li> <li>g.水路のずれ・陥没、水路周辺の洗堀、水路の閉塞(土砂流入)</li> <li>h.土留盛土ポケットの堆砂状況、土留盛土の侵食</li> </ul> </li> <li>&lt;大分側ガリー・熊本側ガリー:落石予防工&gt; <ul style="list-style-type: none"> <li>i.ロープ伏工・ロープ掛け工の変状(破断・ずれ・緩み)</li> <li>j.落石の発生</li> </ul> </li> <li>&lt;大分側凸部:アンカー工+鋼製受圧板工&gt; <ul style="list-style-type: none"> <li>k.アンカー頭部の変状(頭部キャップ破損、防錆油流出:適宜打音検査等の実施)</li> <li>l.アンカー本体の抜け・飛び出し</li> <li>m.簡易荷重計の変化</li> <li>n.鋼製受圧板のずれ、背面の侵食</li> </ul> </li> <li>&lt;管理用道路&gt; <ul style="list-style-type: none"> <li>o.擁壁基礎部・底盤部の洗堀</li> <li>p.路面の変状(亀裂・侵食)</li> </ul> </li> </ul>
		<p>○観測計器等による点検(臨時点検時)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;孔内傾斜計No.1&gt; <ul style="list-style-type: none"> <li>q.地中変位の有無</li> </ul> </li> </ul>

## 4-2 安全確認の設定 ～現道部 監視・観測計画(案)～

### 1. 安全確認期間中の現道部監視・観測計画(案)

○2019年度中に施工を完了する道路欠壊部の黒川河岸斜面について、2020年度降雨期による斜面の浸食、構造物の変状、土砂・岩盤崩壊など目視点検、観測を行い斜面の安全性を確認する。

- ・ 経年的に斜面の浸食状況を確認するため、LP撮影を行う。
- ・ 豪雨※1や地震※2時において、構造物(鋼管杭土留めアンカー、補強土擁壁、斜面对策工(法枠工))の観測(定点観測)、目視点検等の臨時観測を行う。
- ・ 豪雨や地震時の臨時観測時において、土砂部・岩盤部の中～長期的な斜面の安定性を確認するため孔内傾斜計による観測を行う。

※1 豪雨:連続雨量140mm以上又は、時間雨量50mm以上

※2 地震:震度4以上を観測した場合

### ○観測配置機器、観測頻度

項目		観測時期・頻度		設置目的
雨量計		常時		雨量と各計器の観測結果を比較することで、崩壊発生メカニズムの解明、斜面崩壊発生の予測・検討を行う。
地震計		常時	EQ-1、2	地震による震動と各計器の観測結果を比較することで、崩壊発生メカニズムの解明、斜面崩壊発生の予測・検討を行う。
GB・SAR		常時		観測監視することで、目視点検及びこれを補完する斜面計測手法の検証を行う。
LP撮影		※1 豪雨:連続雨量140mm以上又は、時間雨量50mm以上 ※2 地震:震度4以上を観測した場合	熊本側 大分側	経年的な斜面の浸食状況を比較することで、短期的、中～長期的な斜面の安定性評価を行う。
構造物の点検			補強土壁 法枠 鋼管杭土留めアンカー	構造物の変状を把握し、措置の必要性の判断を行うことで、構造物の安全性の向上及び効率的な維持修繕を図る。
孔内傾斜計			Bor.1、2、4	土砂・岩盤崩壊の兆候を把握することで、中～長期的な斜面の安定性評価を行う。

# 4-2 安全確認の設定 ~現道部 監視・観測体制(案)~

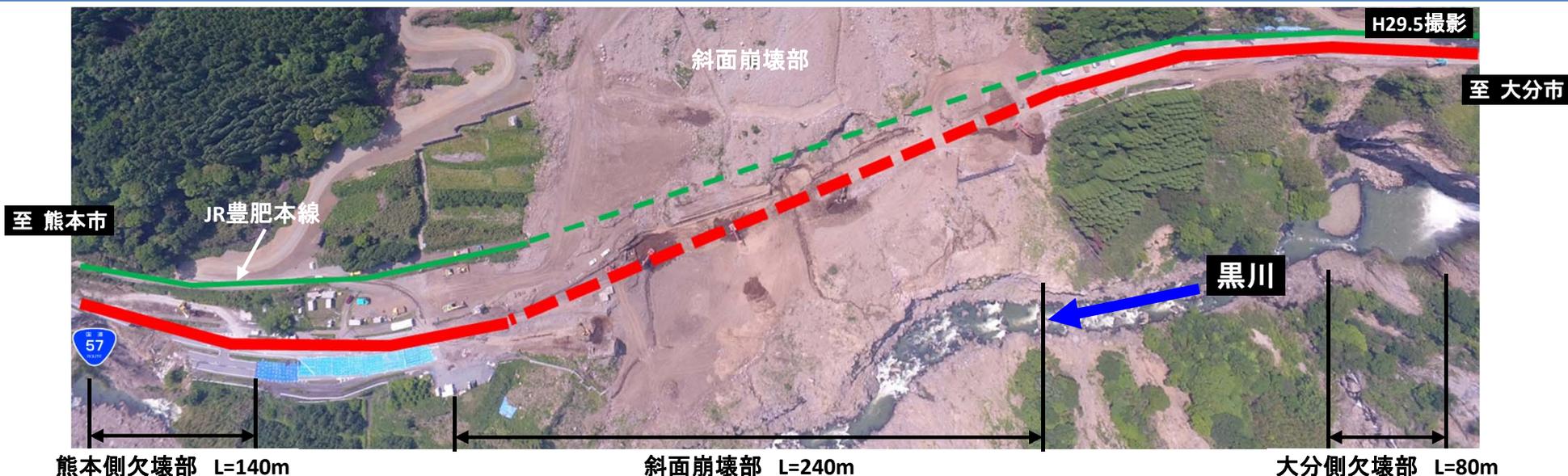
## 2. 監視・観測体制(案)

➤ 道路欠壊部における斜面の安定性を確認するためにモニタリングを実施。

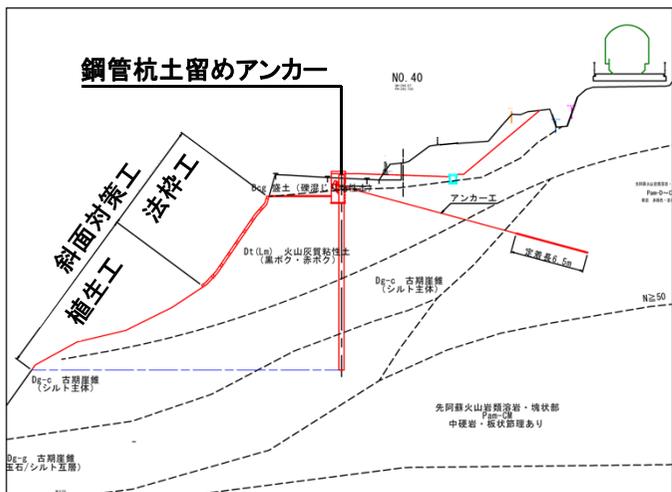


## 3. 構造物の点検

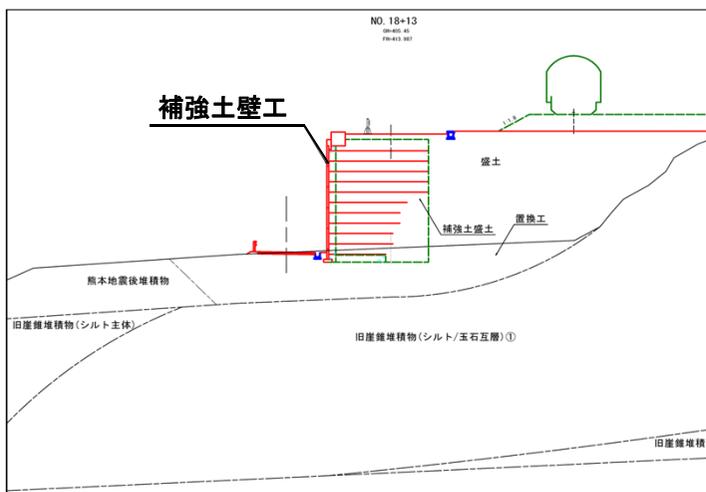
- ・観測・点検頻度: 豪雨・・・連続雨量140mm以上又は、時間雨量50mm以上  
: 地震・・・震度4以上を観測した場合
- ・対象構造物: 斜面崩壊部の補強土壁工、熊本側・大分側欠壊部の鋼管杭土留めアンカー及び黒川河岸斜面对策。



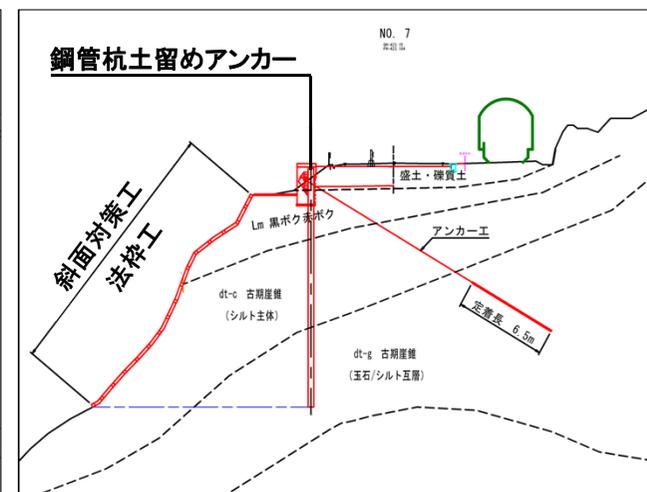
### 熊本側欠壊部



### 斜面崩壊部



### 大分側欠壊部



### 4. 構造物の点検内容

点検の種類	点検頻度	点検における着眼点
<p>構造物の点検</p>	<p>・豪雨:連続雨量140mm以上又は、時間雨量50mm以上</p> <p>・地震:震度4以上を観測した場合</p>	<p>○構造物の目視点検</p> <p>&lt;補強土壁(擁壁)&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. 土砂のこぼれ出し</li> <li>b. 基礎部・底版部の洗掘</li> <li>c. 擁壁前面地盤の隆起</li> <li>d. 壁面のクラック、座屈</li> <li>e. 目地部の開き、段差</li> <li>f. 壁面、基礎コンクリート、笠コンクリート、防護柵基礎の沈下・移動・倒れ</li> <li>g. 路面の亀裂</li> <li>h. 排水施設の変状(閉塞)</li> <li>i. 水抜き孔や目地からの著しい出水、水のにごり</li> </ul> <p>&lt;法枠&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>j. 吹付法面の変状(亀裂、剥離、はらみだし、空洞、目地のずれ、傾動、土砂のこぼれ出し)</li> <li>k. 法枠の変状(亀裂、剥離、うき、鉄筋の露出)</li> </ul> <p>&lt;鋼管杭土留めアンカー(グラウンドアンカー)&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>l. アンカーの支圧板、受圧構造物の亀裂、破損(状況に応じて適宜、打音検査を行う)</li> <li>m. アンカー頭部キャップ、頭部コンクリートの破損、防錆油の流出</li> <li>n. アンカーの頭部からの遊離石灰の溶出、湧水、雑草の繁茂</li> </ul> <p>○観測機器による点検</p> <p>&lt;法枠&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>o. 孔内傾斜計の観測</li> </ul>