

阿蘇大橋地区復旧技術検討会 (第3回)

平成28年9月15日(木)
国土交通省 九州地方整備局

1. 進捗状況報告

土留盛土工

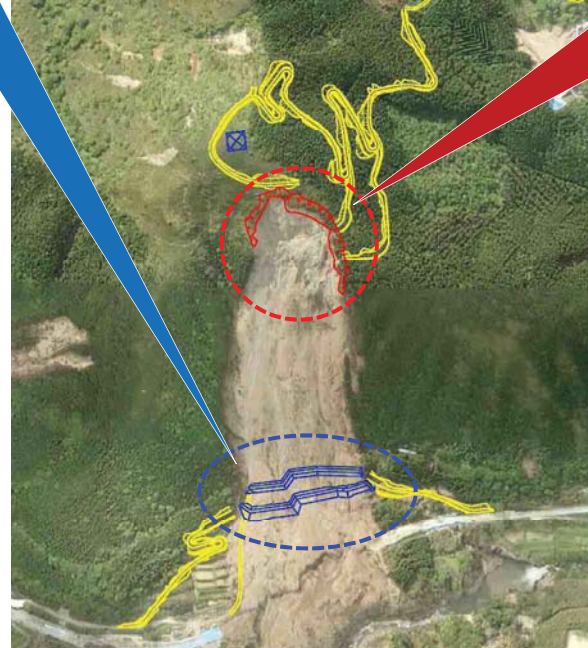
土留盛土 全体 (8月30日撮影)



土留盛土 上段 (8月30日撮影)



土留盛土 下段 (8月30日撮影)



《施工の流れ》

監視装置の整備

工事用道路の整備

土留盛土の設置

不安定土砂の除去

法面对策工

頭部ラウンディングに向けた準備

高所法面掘削機空輸
(8月8日撮影)



高所法面掘削機組立
(8月9日撮影)



頭部ラウンディング(試験施工)
(8月31日撮影)



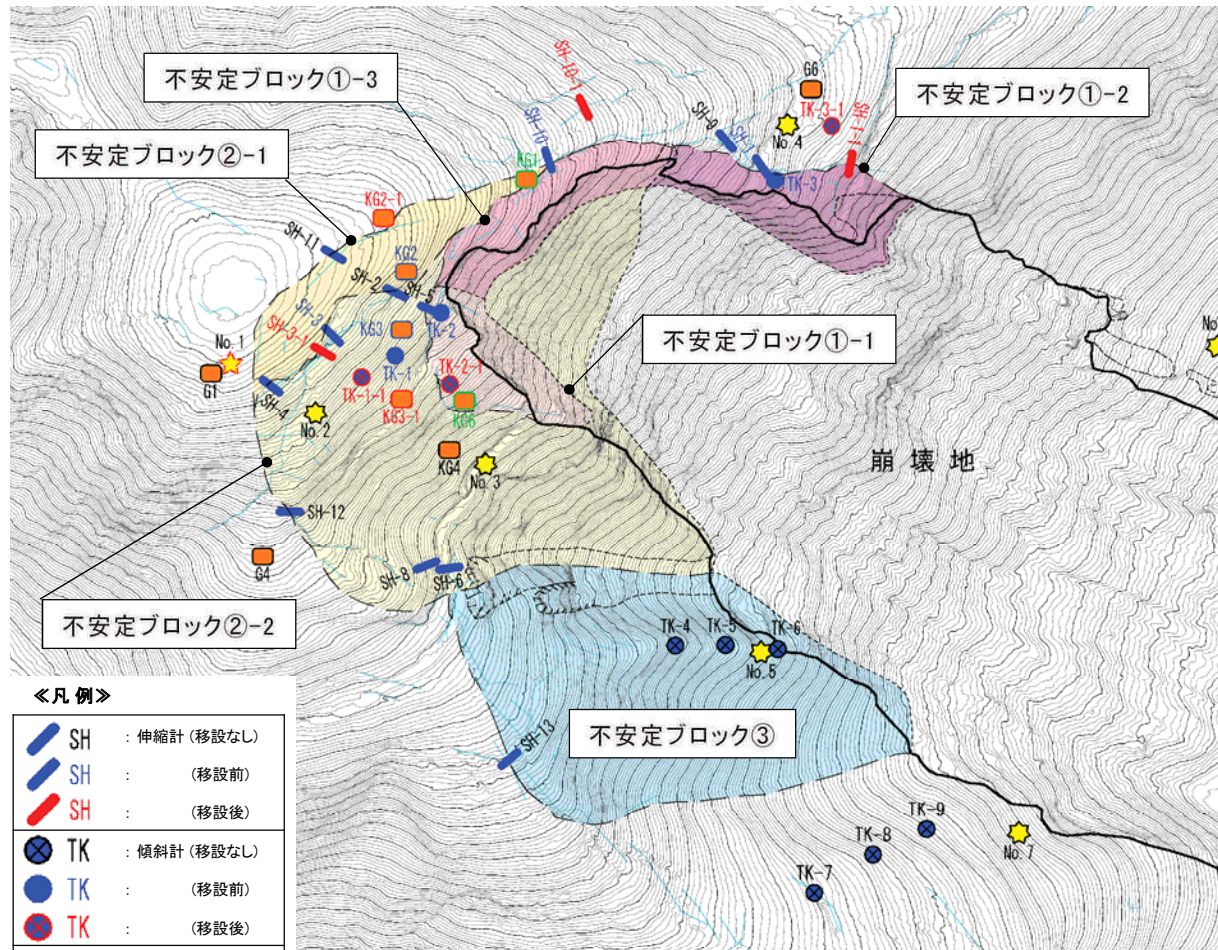
2. 第2回検討会からの指摘事項に対する対応

種目	時期	No.	指摘事項・確認事項	回答・対応
監視観測	第2回検討会 7月12日	①	・ 不安定ブロック②-2の林道から下部は、ブロックの脚部が崩れていたり、ガリーが発達していることから、特に注意して監視が必要。	・ 現地踏査にてガリーの状況を確認しました。今後、現地調査にて監視を行うと共に、対策工の検討を考えております。 ・ 林道付近に設置している伸縮計(SH-6, SH-8)にて監視を行っておりますが、現在までに特に大きな変状は確認されていません。 引き続き、注意して経過監視を継続していきます。
		②	・ SH-4, SH-6の観測結果を見ると、不安定ブロック②-2が一体になって動いているように見える。不安定ブロック②-2はよく監視が必要。	・ 現在までに特に大きな変状は確認されず、引き続き、注意して経過監視を継続していきます。
地質調査	第2回検討会 7月12日	③	・ 崖錐堆積物の評価は適切か。	・ 現場崖面に亀裂発達する安山岩の風化岩が見られます。ただし、クリープ性の移動土塊や不淘汰角礫など種々の産状が認められます。産状が岩屑状であることと、論文(小口, 1986 *)に先阿蘇火山岩類の上位に岩屑堆積物の報告がありましたので、岩屑堆積物d(An)に変更したいと考えております。 * 小口高(1986), 阿蘇カルデラ壁の斜面形成過程 - 周氷河作用の影響の可能性 -, 地形, 7, 185-196
	メール報告 8月23日	④	・ ボーリングNo.1、No.2の掘り止めについて、確認を行った。	・ No.1の掘り止めは、No.3で確認されたAn7層(ゆるみ域内)と比較するため、An7層を貫通するまでとする。 ・ No.2については、Tb~Vb4の地層の連続性の確認のため、Tb~b4が確認されるまでとする。
	メール報告 8月4日	⑤	・ 学会により報告されている崩壊機構の見解をとりまとめ、調査結果の考察の参考にしてみてはどうか。	・ 学会の見解を収集・とりまとめを行い、調査結果の考察の参考にしました。
ラウンディング	メール報告 8月10日	⑥	・ 高所法面掘削機の輸送について報告した。	
	メール報告 8月23日	⑦	・ ラウンディングに伴い支障となる観測機器の取り扱いについて報告した。	
	メール報告 9月2日	⑧	・ ラウンディングの着手に伴い、作業状況を報告した。	

3. 監視観測状況

～ 監視観測の概要 ～

各ブロックに設置する監視観測計器の位置・概要を示す。



不安定ブロックと設置計器

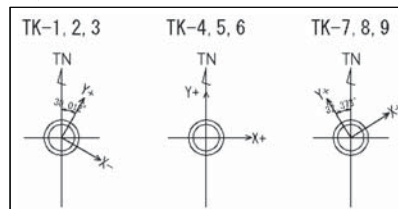
ブロック名	設置計器				備考
	伸縮計	地盤傾斜計	GPS	地中 *4 動態調査	
不安定ブロック①-1	SH- 5 *2	TK-2 *1	KG6 *3	無し	
不安定ブロック①-2	SH- 1 *1 SH- 9 *2	TK-3 *1	G 6	No.4	SH-9はSH-1の直背後
不安定ブロック①-3	SH-10 *1	無し	KG1 *3	無し	
不安定ブロック②-1	SH-11 *2	無し	KG2 *1 G 1	No.1 (ブロック際)	
不安定ブロック②-2	SH- 2 *2 SH- 3 *1 SH- 4 SH- 6 SH- 8 SH-12	TK-1 *1	KG3 *1 KG4 G 4	No.2 No.3	・SH-8とSH-6の直上に設置 ・No.3にて水位観測(水位無)
不安定ブロック③	SH-13	TK-4 TK-5 TK-6	無し	No.5	
ブロック外	SH-7 (撤去)	TK-7 TK-8 TK-9	無し	No.6 No.7	工事用道路設置に伴い、撤去

- *1 ラウンディングに伴い、移設する計器
- *2 代替測量(変位杭)の実施
- *3 ラウンディングに伴い、追加する計器
- *4 No.1: 孔内傾斜計、No.1以外: パイプ歪計

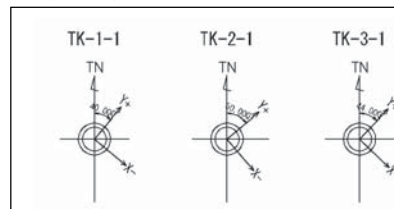
＜凡 例＞

SH	: 伸縮計 (移設なし)
SH	: (移設前)
SH	: (移設後)
TK	: 傾斜計 (移設なし)
TK	: (移設前)
TK	: (移設後)
G (KG)	: GPS (移設なし)
G (KG)	: (移設前)
G (KG)	: (移設後)
G (KG)	: (新 設)
No.	: パイプひずみ計
No.	: 孔内傾斜計

＜傾斜計の方位＞



＜移設後の傾斜計の方位＞



3. 監視観測状況

～ 監視観測結果のまとめ ～

- ①「準確定～確定」変動は、6/20～6/30の大雨の期間に10箇所で見られたが、7/18以降現在、3箇所（SH-1, TK-3, TK-9）である。
②全観測期間を通して、傾斜計TK-3と伸縮計SH-1で変動が観測されており、ブロック①-2については注視が必要である。
③梅雨明け後、傾斜計TK-9で累積変動が観測されているため、今後の変位・変動に注視が必要である。

監視観測結果のまとめ（今回新たに伸縮計SH-8～13追加、またボーリング終了後に順次歪計などの地中変位観測を追加）

期間			4/14～6/19			6/20～6/30 (大雨の期間)			7/1～7/17 (梅雨期)			7/18以降 (梅雨以降)			ラウンディング等による 計器・観測状況 *1	所見	伸縮計 変位判定基準抜粋		
			変動判定	日変位量	累積傾向	変動判定	日変位量	累積傾向	変動判定	日変位量	累積傾向	変動判定	日変位量	累積傾向			判定	日変位量 (mm)	累積傾向
ブロック ①-1	伸縮計	SH-5	変動なし	0.03	なし	潜在	0.01	なし	潜在	0.09	なし	変動なし	0.00	なし	△:SH-5-1	顕著な動きがないことから、現状では「経過監視」と評価	判定	1以上	顕著
	傾斜計	TK-2	潜在	2.3	なし	準確定	4.1	ややあり	潜在	1.4	なし	潜在	2.7	ややあり	○:TK-2-1		準確定	0.1～1	やや 顕著
①-2	伸縮計	SH-1	準確定	0.16	やや顕著	確定	0.56	顕著	準確定	0.14	やや顕著	準確定	0.12	やや顕著	○:SH-1-1	降雨が無い時も累積的な変位・変動があることから「緊急性が高い」と評価	潜在	0.02～0.1	やや あり
	傾斜計	TK-3	確定	15.7	顕著	確定	95.0	顕著	確定	18.3	顕著	確定	23.1	顕著	○:TK-3-1		変動なし	0.02以下	なし
	GPS	G6	変動なし	0.064	なし	変動なし	0.159	なし	変動なし	0.080	なし	変動なし	0.060	なし	-		(補足) GPSの解析値は伸縮計に比べ、測定誤差が大きく現状では参考値とする。		
①-3	伸縮計	SH-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	潜在	-0.06	ややあり	○:SH-10-1	今後設置予定の計器により判定			
ブロック ②	伸縮計	SH-2	潜在	-0.02	なし	確定	1.05	顕著	準確定	0.11	やや顕著	潜在	0.02	ややあり	△:SH-2-1	6/20～6/30の多雨に伴い変位・変動が見られた。その後は、全て終息傾向にあり、現状では「経過監視」と評価	地盤傾斜計 変動判定基準抜粋		
		SH-3	潜在	0.03	なし	確定	11.33	顕著	潜在	0.08	なし	潜在	-0.07	なし	○:SH-3-1		判定	5以上	顕著
		SH-4	変動なし	0.00	なし	確定	2.05	顕著	潜在	0.06	ややあり	潜在	0.03	ややあり	-		準確定	1～5	やや 顕著
		SH-6	潜在	-0.08	ややあり	準確定	-0.15	顕著	変動なし	0.01	ややあり	変動なし	0.00	なし	-		潜在	1以下	やや あり
		SH-8	-	-	-	-	-	-	変動なし	0.01	なし	潜在	-0.07	ややあり	-		変動なし	1以下	なし
		SH-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	潜在	-0.21	ややあり	△:SH-11-1				
	傾斜計	TK-1	潜在	1.2	なし	準確定	9.1	やや顕著	準確定	2.4	ややあり	潜在	1.3	なし	○:TK-1-1				
	GPS	KG2	変動なし	0.951	ややあり	変動なし	0.400	ややあり	変動なし	0.589	ややあり	変動なし	0.084	ややあり	○				
		KG3	変動なし	1.122	なし	変動なし	1.303	なし	変動なし	0.520	なし	変動なし	0.113	なし	○				
		KG4	変動なし	1.940	なし	変動なし	0.187	なし	変動なし	0.481	なし	変動なし	0.087	なし	-				
		G1	変動なし	0.039	なし	変動なし	0.293	なし	変動なし	0.089	なし	変動なし	0.025	なし	-				
		G4	変動なし	0.095	なし	変動なし	0.075	なし	変動なし	0.129	なし	変動なし	0.069	なし	-				
	パイプ歪計	No.3 *2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	変動なし	27	ややあり	-				
ブロック ③	伸縮計	SH-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	変動なし	0.00	なし	-	顕著な変位・変動が確認されないことから、現状では「経過監視」と評価 TK-5は梅雨明け後、微少累積傾向有り。	パイプ歪計 変動判定基準抜粋		
	傾斜計	TK-4	潜在	3.7	なし	潜在	0.9	ややあり	潜在	1.7	ややあり	潜在	1.8	ややあり	-		判定	5,000以上	顕著
		TK-5	潜在	1.3	なし	潜在	0.4	なし	潜在	1.0	なし	潜在	1.9	ややあり	-		準確定	1,000以上	やや 顕著
		TK-6	潜在	2.7	なし	潜在	0.8	なし	潜在	1.3	なし	潜在	0.9	なし	-		潜在	100以上	やや あり
	パイプ歪計	No.5 *2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	変動なし	23	ややあり	-		変動なし	-	なし
ブロック外	伸縮計	SH-7	変動なし	0.01	なし	潜在	-0.01	ややあり	変動なし	0.01	ややあり	変動なし	0.01	ややあり	×	多雨に伴い若干の変動が認められる程度であり、現状では「経過監視」と評価。 なお、8月以降累積変動が観測されているTK-9は、パイプ歪計等のデータと合わせて、再考察。			
	傾斜計	TK-7	潜在	2.9	なし	確定	20.3	ややあり	潜在	1.8	なし	潜在	0.8	ややあり	-				
		TK-8	潜在	2.3	なし	準確定	8.1	ややあり	潜在	1.2	ややあり	潜在	2.2	なし	-				
		TK-9	潜在	1.6	なし	潜在	4.3	ややあり	潜在	0.8	なし	確定	6.0	顕著	-				
	パイプ歪計	No.6 *2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	変動なし	16	ややあり	-				
		No.7 *2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	変動なし	23	ややあり	-				

*1 ラウンディングによる計器・観測状況 ○:移設済み・観測中, △:計器撤去・観測再開計画あり, ×:計器撤去・観測再開計画なし。

*2 パイプ歪計は、ボーリング調査後に設置のため観測期間が短い。(観測開始日 ⇒ No.3:7/15～, No.5:8/19～, No.6:8/2～, No.7, 8/4～)

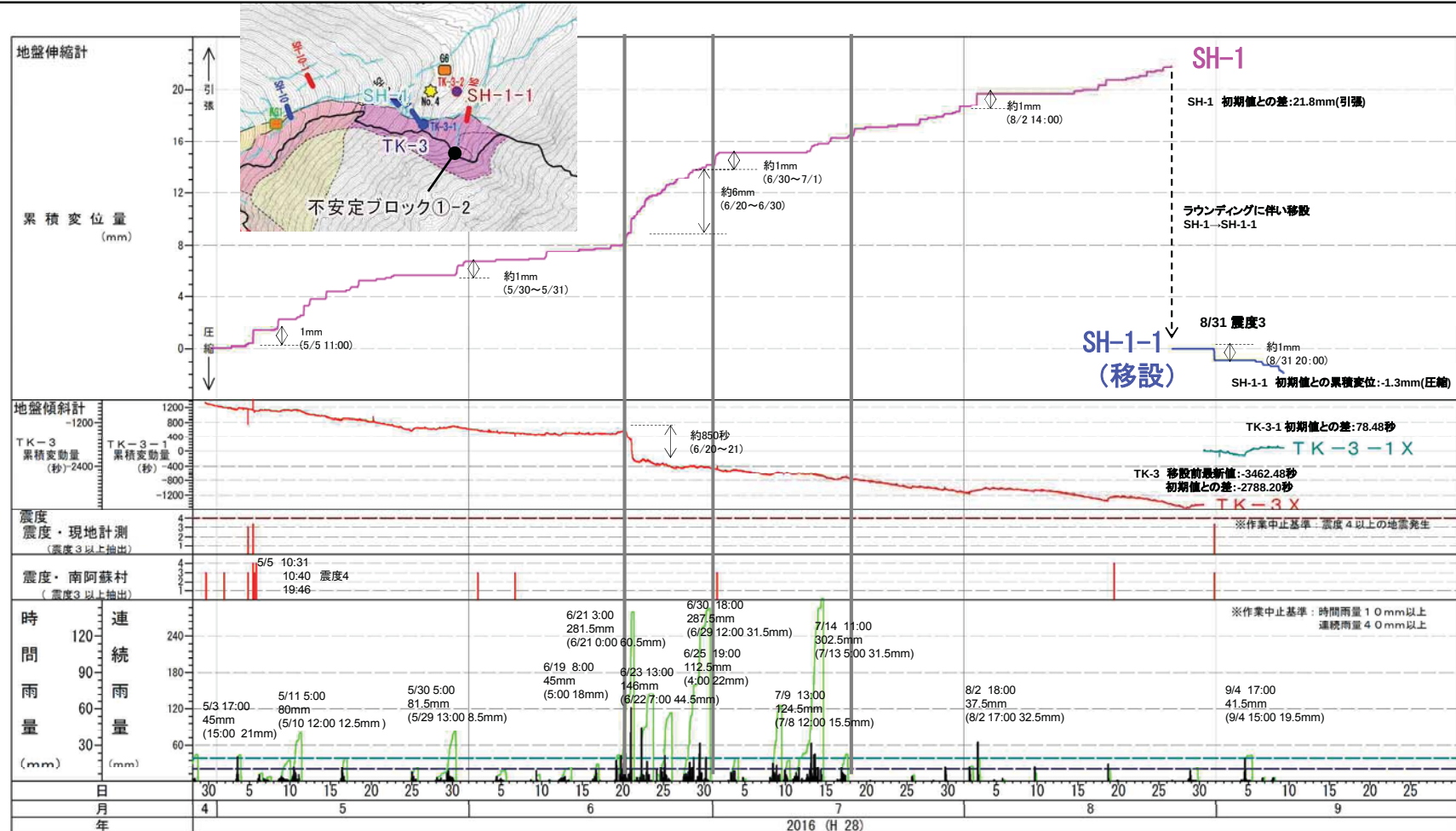
(補足)
変動判定は、日変位量、累積性を総合的に考察し決定:「確定」は地すべり判定基準において活発/顕著に活動中、「準確定」が緩慢に活動中、「潜在」が継続観測による判定が必要なしレベルを示す。

(出典:地すべり観測便覧)

3. 監視観測状況

～ 不安定ブロック①-2 の観測結果 ～

- ①不安定ブロック①-2は、降雨が無い時も地盤伸縮計(SH-1)、地盤傾斜計(TK-3)ともに累積変動が認められる。
- ②SH-1は移設後(SH-1-1)、明瞭な変化は認められなかったが、8/31震度3の地震により圧縮側へ1mm程度、圧縮側へ変化する(上側の土塊が下方へ移動)。その後、9/4の約40mmの連続降雨量により0.1mm程度変位し、その後も継続した微小な動きが認められる。
- ③TK-3も降雨が無い時に、累積変動を示す。移設後(TK3-1-1)の8/31の地震では、明瞭な変化は認められなかった。その後、9/4の約40mmの連続降雨量では作業注意基準(50秒/日)を一時的に超えるが、現在は小康状態である。

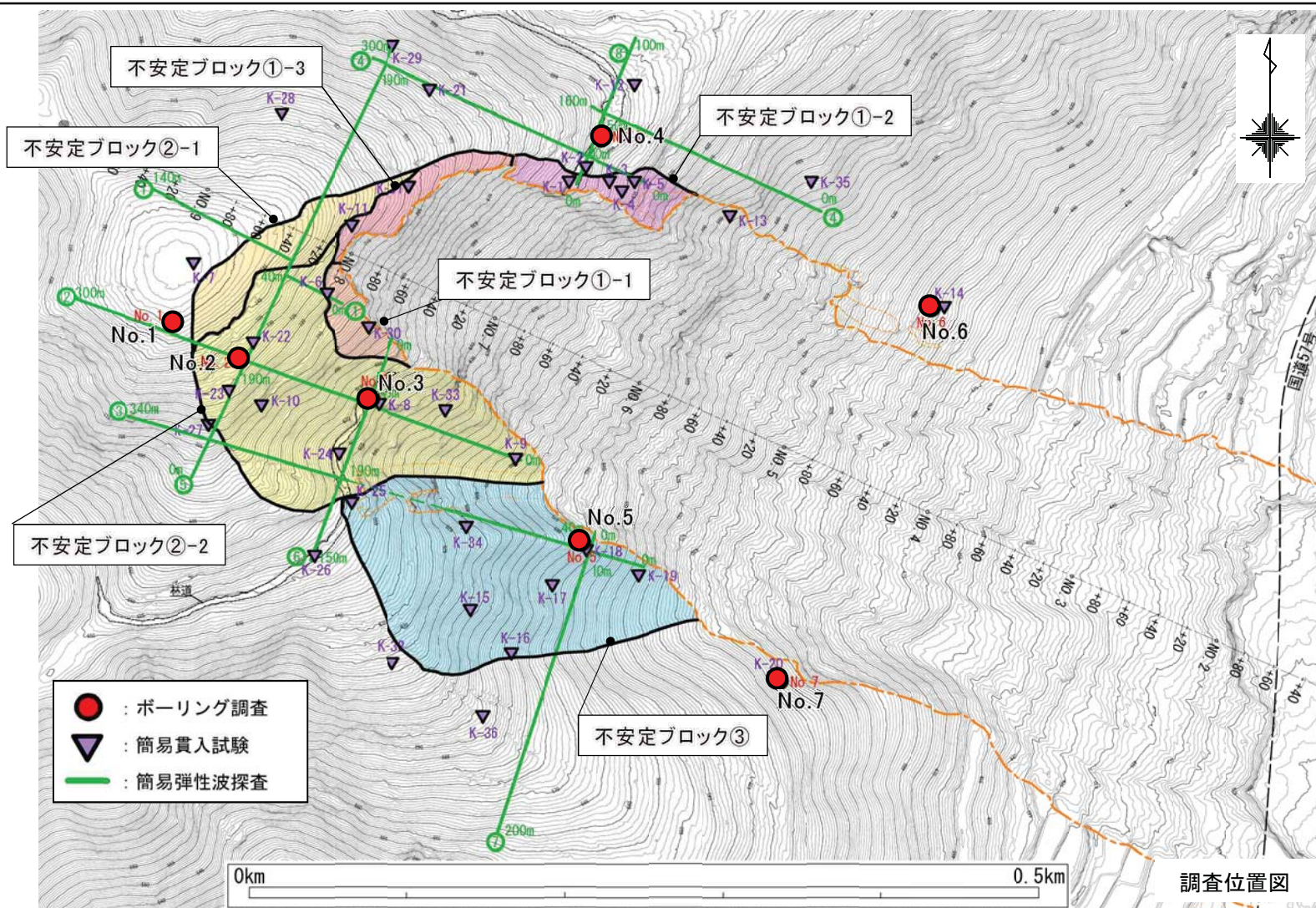


地表変位観測結果【不安定ブロック①-2】

4. 地質調査の結果

～ 地形地質調査の概要 ～

崩壊地周辺における分布地質と地質構造、岩盤の風化・ゆるみなど、恒久対策に資する基礎資料収集のため、ボーリング調査、弾性波探査など各種地質調査を実施した。また、崩壊前後のLPデータを基に地形解析を実施した。



4. 地質調査の結果

種 別		目的	成果	備考 (参照図面等)
調査	LPデータ解析	地形解析	- 崩壊前後のLPデータを用い、標高差分図、傾斜区分図、CS立体図を作成した。 - その結果、崩壊前は、斜面中腹に遷急線と遷緩線で囲まれた凸型地形を有する急斜面が帯状に分布していた。 - 崩壊の最大厚さは、約25mであった。	地形解析結果
	弾性波探査	ゆるみ領域 (地山弾性波速度分布)	- 地山弾性波速度(P波) $V_p \approx 1\text{km/s}$以下の低速度層は、表層から10～25m程度で、特に山頂部や大分側で厚い。 - この低速度層が、崩壊層厚とほぼ一致することから、ボーリング調査結果等も加味すると、$V_p \approx 1\text{km/s}$以下が今回の地震で崩壊したと推定される。 - 山頂部では、くしの歯状に速度層の落ち込みが見られ、亀裂に沿った風化の影響が深部まで考えられる。	弾性波探査結果
	ボーリング調査	ゆるみ領域部の地質・地山状況	- 先阿蘇火山岩類に属する安山岩と火砕岩(自破碎溶岩、凝灰角礫岩等)が交互に繰り返し、ほぼ水平に堆積する(硬軟互層)。 - 安山岩は硬質であるが、亀裂が発達し、一部空洞が見られる。亀裂面は、ほぼ褐色に変色していることから、初生的に開いた亀裂と考えられる。また亀裂面に鏡肌や粘土化帯は認められない。 - 火砕岩は風化が進むと全体に軟らかく土砂化する場合がある。	ボーリング調査結果
	PS検層	ゆるみ領域 (地山弾性波速度分布)	- 各層の地山弾性波速度(P波)の把握 ⇒安山岩: $V_p = 0.3 \sim 1.6\text{km/s}$、火砕岩: $V_p = 0.3 \sim 1.7\text{km/s}$ - とくに、安山岩の供試体の超音波伝播速度(P波)は $V_p \approx 5\text{km/s}$を示すことから、安山岩は亀裂の影響を受け、地山弾性波速度が大きく低下していると考えられる。	
	ホアールカメラ	基盤の亀裂性状 (方向、頻度、開き等)	- 亀裂面の集積の結果、安山岩の亀裂はすべり方向と直行する北東－南西方向のトレンドを有し、北側と南側へ40～70度程度の傾斜で共役的なものが多い傾向を示す。 - 亀裂開口量の深部からの累積は地表部に向かい増大する(浅い深度ほどゆるみの影響が大きい)。	
観測	地中変位観測	不安定領域 (すべり土塊)の把握	パイプ歪計や孔内傾斜計により観測。ボーリングNo.3孔等で僅かな歪の累積傾向(20μ/月程度)が確認される。観測間もないため、継続監視する。	
	地下水位観測	地下水位変化	斜面中腹のNo.5のみGL-34mに確認。	地下水汲上げ後も、GL-34mに復水。

4. 地質調査の結果

～ 地形解析結果 ～

➤ CS立体図（※ 戸田，2012）（作成：鹿児島大学砂防研究室）

- ① 崩壊前においては、斜面中腹に凸型地形を有する急斜面（遷急線と遷緩線で囲まれた部分（標高600～650m付近））が帯状に分布していた。特に崩壊した箇所は、過去の崩壊を示す”すり鉢状の地形”が明瞭に認められる。

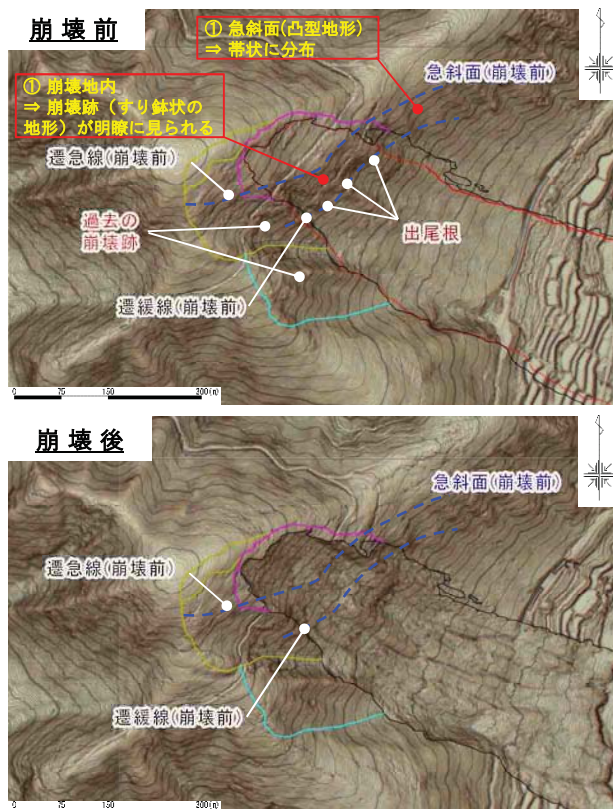
➤ 傾斜区分図（※ 勾配別の斜面の分布状況を示す。）

- ① 崩壊前においては、斜面中腹の急斜面は50°以上の急こう配を呈し、崩壊後30°程度の緩勾配になっている。
② 崩壊地内の急斜面に凸型地形が明瞭に認められる。

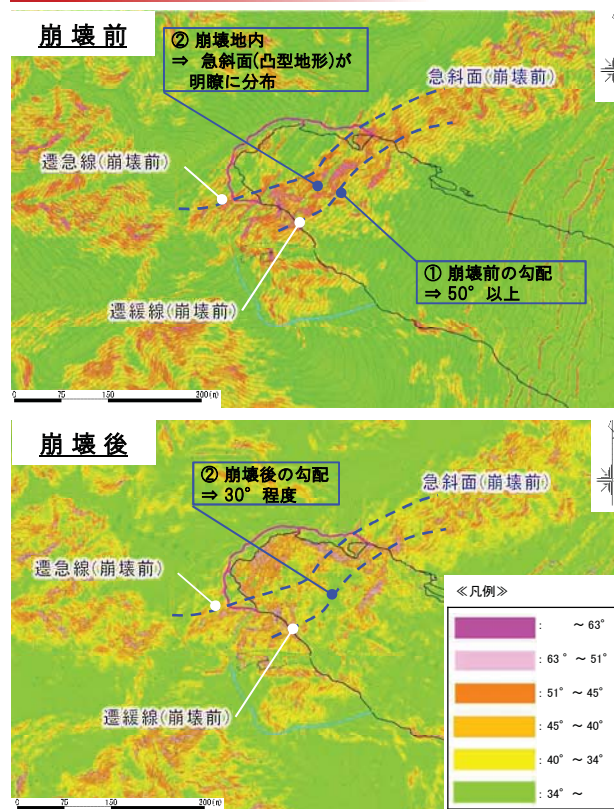
➤ 標高差分図（※ 崩壊前崩壊後の標高の差分を示す。）

- ① 崩壊の最大厚さは、約25mであった。
② 尾根部は1～2m程度沈下し、崩壊地外では斜面中腹の急斜面にてはらみ出しが生じている。とくに、大分側崩壊隣接部でははらみ出しが大きい。

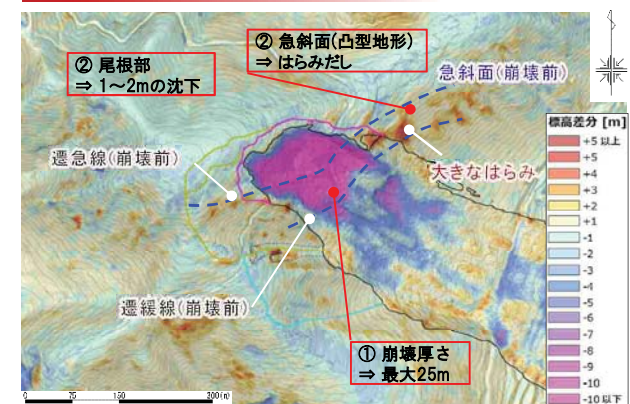
(1) CS立体図



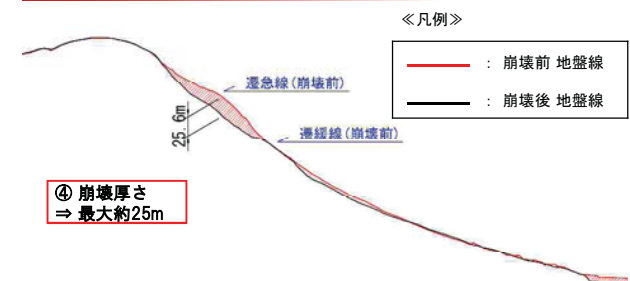
(2) 傾斜区分図



(3) 標高差分図



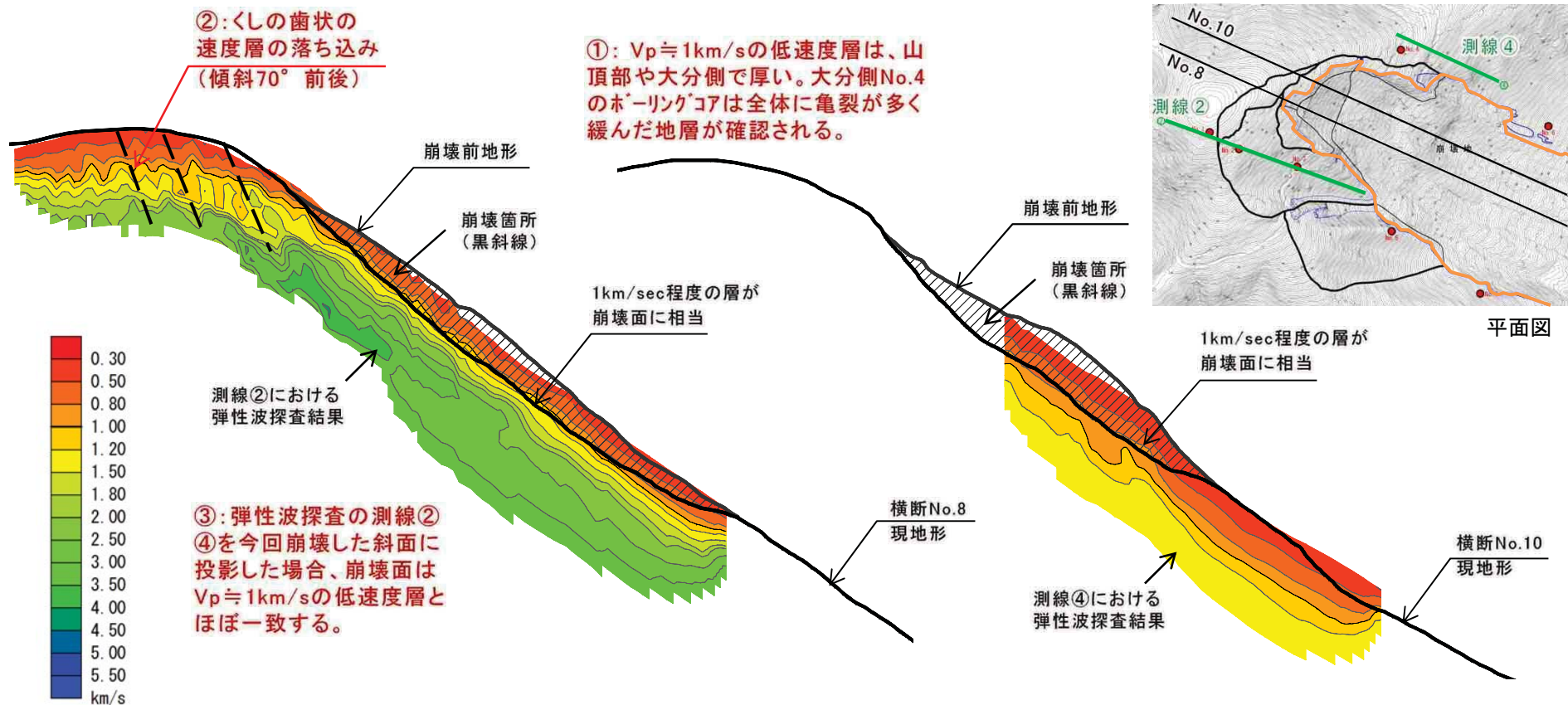
(4) 断面図



4. 地質調査の結果

～ 弾性波探査結果 ～

- ① 地山弾性波速度(P波) $V_p \div 1\text{km/s}$ 以下の低速度層は、表層から10～25m程度で、特に山頂部や大分側で厚い。
- ② 山頂部では、くしの歯状に速度層の落ち込みが見られ、亀裂に沿った風化の影響が深部まで考えられる。
- ③ 弾性波探査の結果、地山弾性波速度 $V_p \div 1\text{km/s}$ 以下の低速度層が、崩壊層厚とほぼ一致することから、 $V_p \div 1\text{km/s}$ 以下が今回の地震で崩壊したと推定される。ボーリング調査結果等と考察した結果、この低速度層($V_p \div 1\text{km/s}$ 以下)がゆるみ層と考えられる。



速度層分布図(熊本側)

(断面図「No.8」と弾性波探査「側線②」の重ね合わせ)

速度層分布図(大分側)

(断面図「No.10」と弾性波探査「側線④」の重ね合わせ)

- ① 先阿蘇火山岩類に属する安山岩と火砕岩(自破砕溶岩、凝灰角礫岩等)が交互に繰り返し、水平～緩い受け盤状に堆積する。
- ② 安山岩は硬質であるが、亀裂発達し、一部空洞が見られる(An8層)。特に、斜面中腹部に分布する安山岩(An4-5-1・2層)は、亀裂沿いの劣化が進み脆い岩質である。また、火砕岩は風化が進むと全体に軟らかく脆弱化する(硬軟互層)。
- ③ 亀裂面は、ほぼ褐色に変色していることから、元来から開いた亀裂と推定される。また亀裂面には鏡肌や粘土化帯を認められない。
- ④ 亀裂開口量の深部からの累積は地表部に向かい増大する(浅い深度ほどゆるみの影響が大きい)。
- ⑤ 地下水位は、No.5孔のみGL-34m(孔底付近)に確認される。

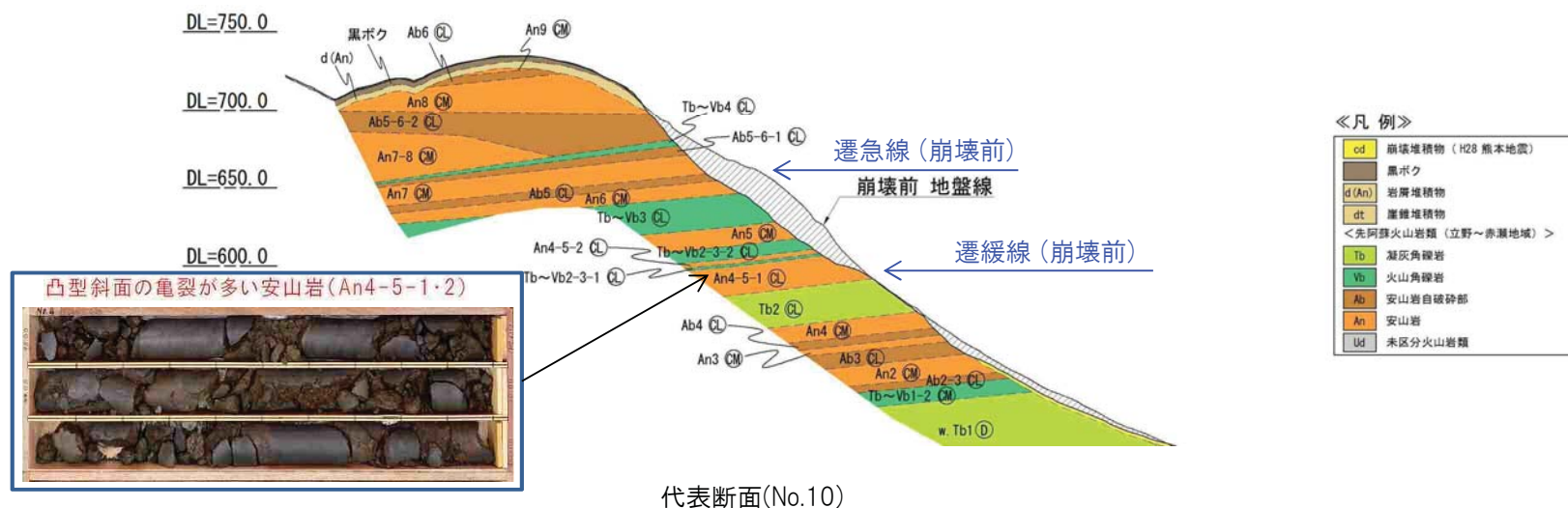


4. 地質調査の結果

《調査結果のまとめと考察》

～ 崩壊に関する考察～

- 崩壊前の斜面中腹部には、遷急線と遷緩線で囲まれた、凸型地形を有する急斜面が帯状に認められる。【地形解析より】
- 弾性波探査の結果、地山弾性波速度 $V_p \cong 1\text{km/s}$ 以下の低速度層が、崩壊層厚とほぼ一致することから、ボーリング調査結果等も加味すると、 $V_p \cong 1\text{km/s}$ 以浅が今回の地震で崩壊したと推定される。【弾性波探査より】
- 凸型斜面に分布する安山岩(An4-5-1・2層)は、特に亀裂が多く、亀裂沿いの風化やゆるみが認められる。【地形解析、地質解析より】
- 土木学会等による阿蘇大橋地区の現地調査結果によれば、今回の崩壊に関しては、崩壊前の凸型斜面を有する急斜面と火山性の地質が素因となったことが報告されている。今回の地形解析結果からは、同様の地形的特徴が確認されており、ボーリング調査の結果からは、凸型斜面で亀裂の発達した安山岩が見られるなど地質的に脆い状態であったことが確認された。



《当面の進め方》

- 上段の土留盛土が完了した後に、斜面頭部に残る緊急性の高い不安定な土砂を取り除く作業に取り組むこととあわせて、更なる斜面監視システムの充実を図る。
- これらの作業を完了させることで、斜面下部の安全性を確保。
- これらの工事の中では、斜面頭部での排土が技術的にも難しく時間がかかると考えられ、現場では、あらゆる手段を試みながら、効率的な施工方法等を探りながら施工を行う。
- 斜面頭部に残る緊急性の高い土砂排土を開始し、その施工実績を踏まえ最速で工事を実施するための施工計画（有人施工の着手など）を示す。

《不安定土砂の排土計画》

第1段階

- 滑落崖周辺の不安定土砂を緊急的に除去（ラウンディング）し、リスクの低減を図る。

第2段階

- 緊急性が高い不安定ブロック①-2は排土を基本とするが、不安定ブロック②、③も含め全体の地質調査結果と観測結果を総合的に判断して恒久的な対策を計画する。

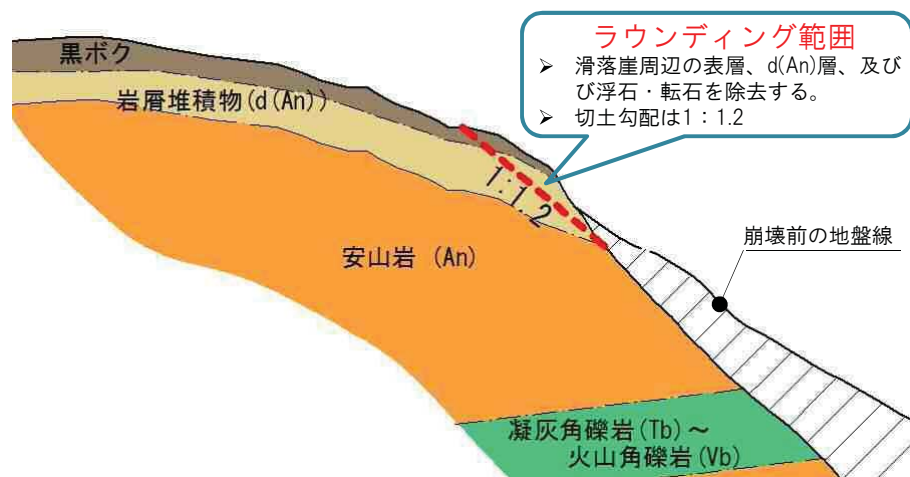
5. 土砂処理対策

《ラウンディングの範囲》

🔧 施工範囲

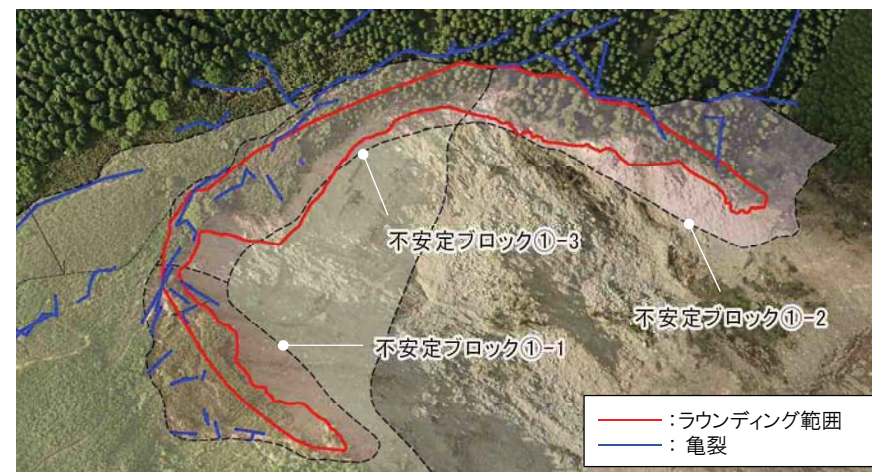
ラウンディングを行う箇所は、滑落崖周辺の地形的に凸部となる表層（黒ボク）、土砂化した岩屑堆積物(d(An))、及び浮石・転石を対象とする。

ラウンディング標準断面



(2) ラウンディング上端位置

- ①-2ブロックは、動態観測で変動が確認されていること、背面亀裂の段差が大きいことから、上端位置は、不安定ブロックの亀裂までとする。
- ①-1、①-3ブロックは、下端位置から安定勾配1:1.2で切り取る領域とするが、施工中における背面側の地盤状況によっては、適宜設定する。



(1) ラウンディング下端位置

- UAVによる崩壊地頭部の計測結果により、地形・落石発生源となりそうな浮石・転石の状況を確認し、ラウンディング範囲の下端を設定する。

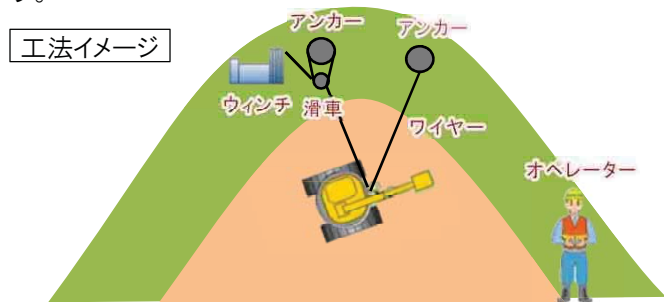


5. 土砂処理対策

《ラウンディングの施工概要》

工法の概要

斜面对象面に沿ってV字形に張設したワイヤーに掘削機を吊り、ウインチによって上下に移動させて掘削を行う。



高所法面掘削機

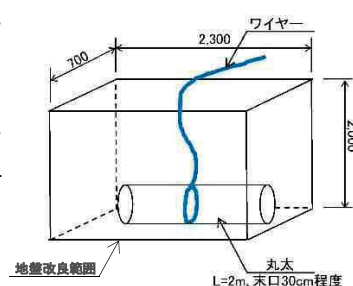


「出典：セーフティクライマー協会 H.P」

アンカー

高所法面掘削機に用いるアンカーは、十分な強度を有する立木を用いる方法があるが、当該地では周辺にアンカーに適した立木が無いいため、改良土で埋め戻した土中埋込みアンカーを採用した。アンカーの耐力は引き抜き試験により確認。

土中埋込みアンカー



施工概要

- 施工ブロックは、以下の条件を踏まえ3ブロックとし、3台の掘削機による施工とした。
 - ・ 高所法面掘削機は、ワイヤーによって機械をV字型に吊り下げ作業を行うため、機械同士の干渉を防ぐため一定の離隔を確保。
 - ・ 無人化施工ではあるが、上下作業とならないように施工機械を配置。
- 3台の掘削機の横移動を可能にするため、重機進入路沿いに事前にアンカーを27箇所程度設置した。（作業時の移動範囲は約40m）



5. 土砂処理対策

《ラウンディングの状況》 ～ 8月31日 試験施工 ～



大規模工事のため、国内でも珍しいカメラ付き掘削機にて作業を実施



5. 土砂処理対策

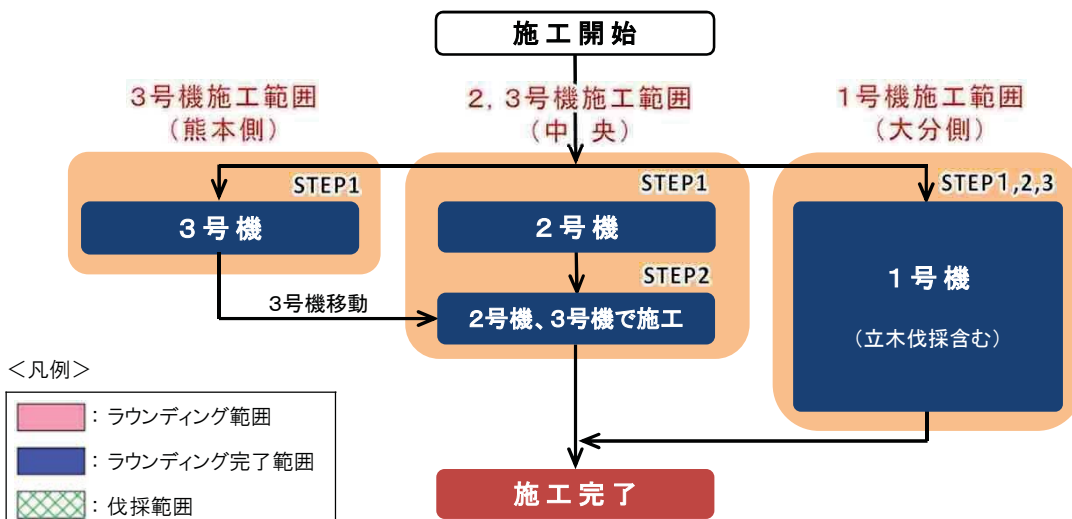
《ラウンディングの状況》 ～ 9月9日 試験施工 ～



5. 土砂処理対策

《ラウンディングの施工計画》

施工手順

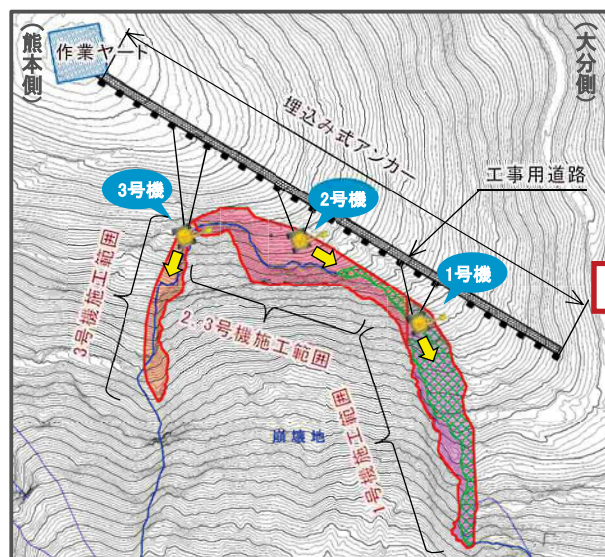


ラウンディング機械	規格	施工エリア
1号機	0.25m ³ 級BH	大分側
2号機	0.15m ³ 級BH	中央
3号機	0.15m ³ 級BH	熊本側、中央

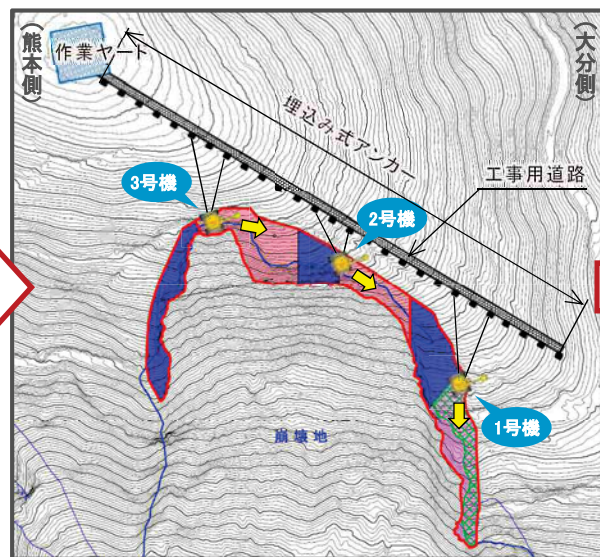
作業工程

作業工程	作業量	平成28年
ラウンディング	大分側 約3,200m ³	
	中央 約3,000m ³	
	熊本側 約 700m ³	
	合計 約6,900m ³	

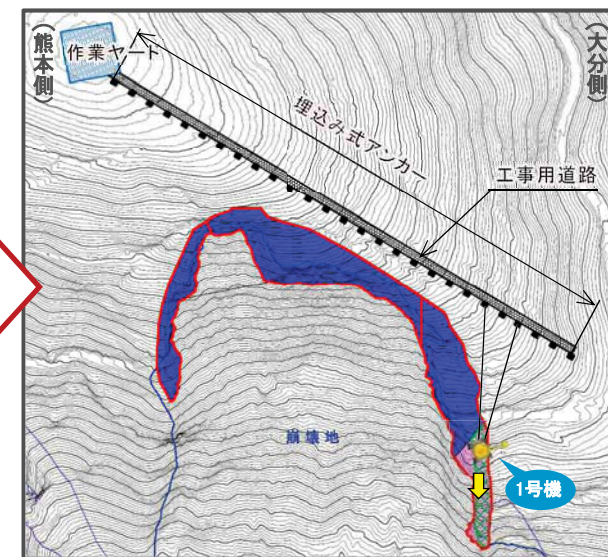
※大分側は立木伐採含む



STEP1 施工 開始時



STEP2 熊本側施工範囲 完了時



STEP3 中央施工範囲 完了時

5. 土砂処理対策

《ラウンディング施工時の作業中止基準》

- ① ラウンディングの施工は、新たな作業環境となることから作業時の安全確保ため、「ラウンディング施工時の作業中止基準」を検討した。また、ラウンディング施工に伴い、支障となる伸縮計の代替として設置した杭間計測の結果についての作業中止基準を設定した。
- ② 検討においては、(1)不安定土砂上での作業であること。(2)斜面頭部が高標高であることから強風が吹きやすいこと。などの作業環境の特性を踏まえ、地すべり観測便覧（地すべり対策技術協会）、高速道路調査会(1988)の地すべりの施工段階の管理基準値、風速については、安衛法便覧の強風の基準値等の参考に設定した。
- ③ 検討の結果、崩壊斜面内での作業中止基準を斜面頭部にも適用することができる。杭間計測の結果については、崩壊斜面内及び斜面頭部に適用する。風速の基準については、斜面頭部の作業にのみ適用する。
- ④ その他、ラウンディング施工に伴い、発生する土砂等の落下状況について監視することとし、土留盛土の斜面側に堆積した土砂については適宜除去する。

	観測機器等	判定可能なデータ取得間隔	即時対応基準（避難） 作業中止	短期対応基準（警戒態勢） 作業注意	長期対応基準（注意体制）	作業を中止した場合	
						再開判断基準	臨時委員会を要する場合
斜面下部作業及びラウンディング共通	雨量計	1回/1時間	大雨警報が発令または 時間雨量10mm、連続雨量40mm	大雨注意報が発令または 時間雨量5mm、連続雨量20mm	連続雨量が140mmを超過したら各観測機器の基準超過状況をチェック	3時間連続降雨がない場合で、計測機器に異常値が認められない。	—
	震度計	リアルタイム (気象庁・現地震度計からの震度情報)	震度4以上 (市への危険情報提供、砂防工事従事者退避)	—	—	施工箇所周辺の計測機器およびクラック点検 (①亀裂箇所の点検・計測、②振動・湧水の測定、③新規変状の有無)を実施し、異常が認められない。	余震に関する注意情報がある場合
	地盤伸縮計	1回/1時間	2mm/h以上	5～10mm/日以上	—	—	急激な変位などの異常が見られる場合
	地表面傾斜計	1回/1時間	地表面傾斜計が作業注意状態において、一定方向に変位が連続的に累積し、近傍の計器に異常がみられた場合	50秒/日以上	—	地盤伸縮計の移動量累積状況と地表面傾斜計の傾斜角の変動状況、 杭間計測の移動量累積状況を確認し 、移動が止まったことを確認後に再開	急激な変位などの異常が見られる場合
	杭間計測	1回/1日	10mm/日以上	5mm/5日以上	5mm/10日以上	—	急激な変位などの異常が見られる場合
	パイプひずみ計	1回/1日	2,000μ/日以上(農水省)	100μ/日以上(農水省)	—	—	急激な歪などの異常が見られる場合
	孔内傾斜計	1回/1日 (変動に応じて増減)	10mm/日以上	5mm/日以上	5～25mm/5日以上	急激な変位がなくなり、累積性も明らかに収束傾向にある。また、計測機器の異常による一時的な異常値であることが判明した場合など。	急激な変位などの異常が見られる場合
	GPS	1回/1時間	20mm/日以上	10mm/日以上	5mm/10日以上	—	急激な変位などの異常が見られる場合
	監視カメラ	リアルタイム	— (視界不良の判断)	(状況確認し参考情報とする)	(状況確認し参考情報とする)	—	異常が確認される場合
	目視	—	視界不良	—	—	視界が良好となり、今後の天候も回復に向かうと判断できる。	—
ラウンディングのみ	風速	随時	強風時 (10分間の平均風速が10m/秒以上)	—	—	強風が治まった場合	—

※赤字は変更箇所(ラウンディングに伴う頭部工事中の安全管理として追加)

※風速の管理基準値は、ラウンディング作業では一般的なものはないため、安衛法第五百二十二条の「高さが二メートル以上の箇所での作業」を準用した。今後は、実績や経験に合わせて基準値を見直しする。

※各機関等が設定した管理基準値を掲載した。計測値としては主に地盤伸縮計と地表面傾斜計の基準値より判断する。

※各基準値については一般値等((社)地すべり対策技術協会:地すべり観測便覧)を元に設定しているため、運用状況により適宜観測体制・基準の見直しを行う。

6. 復旧ステップ

- ・ 砂防事業の進捗に合わせ、道路・鉄道の復旧作業に着手
- ・ 道路・鉄道の通行方法について検討

ステップ1

ステップ2

ステップ3

砂防事業

【崩壊エリア内】 無人化施工

- ①監視装置の整備
- ②工事用道路(進入路)の整備
- ③土留盛土工(上段、下段)設置
- ④滑落崖周辺の不安定土砂を緊急的に除去(ラウンディング)
⇒有人施工を行うための安全対策

【崩壊エリア内】 有人施工

- ①不安定土砂の除去(排土)
- ②法面对策工(頭部)

【崩壊エリア内】 有人施工

- ①斜面全体の対策(中腹等)

道路事業
鉄道事業

【崩壊エリア外】

- ⑤熊本側、大分側の工事用道路

【崩壊エリア内】 有人施工

- ③仮設道路・鉄道の盛土設置

【崩壊エリア内】 有人施工

- ②仮設道路運用
- ③鉄道復旧

復旧に向けて着手

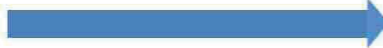


6. 復旧ステップ

《斜面下部における有人施工着手の目処》

- ラウンディング完了後に第4回検討会を開催し、有人施工を行うための安全対策（監視体制強化、作業中止基準作成、転石除去等）の助言をいただく。
- ラウンディングの施工及び有人施工を行うための安全対策は、年内を目処に完了を目指す。

《 復 旧 予 定 》

復旧ステップ	平成28年		平成29年～	
	ステップ1		ステップ2	
土留盛土工	上段			
	下段			
滑落崖周辺の不安定土砂を緊急的に除去（ラウンディング）	大分側			
	中央			
	熊本側			
有人施工を行うための安全対策 監視体制強化 作業中止基準作成 転石除去等				
				
不安定土砂の除去（排土） 法面对策工（頭部）				
斜面下部（道路等復旧）				
復旧技術検討会	○第3回		○第4回	

- ・ラウンディングの施工計画は、これまでの施工実績を基に、現地状況や試験施工の実績を踏まえて設定した。
- ・今後の台風、秋雨や冬場の降雪等の影響によっては、計画どおりの進捗が図られない可能性がある。