

阿蘇大橋地区復旧技術検討会 (第10回)

令和2年8月6日(木)
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10回)

《 目 次 》

0.	検討会の進め方	1
1.	進捗状況報告	2
2.	安全確認期間中の観測結果について	6
3.	安全確認後の維持管理について	21

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

第9回検討会 R2年6月2日

【審議内容】

- 第8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
- 安全確認後の維持管理について

第10回検討会 R2年8月6日

【審議内容】

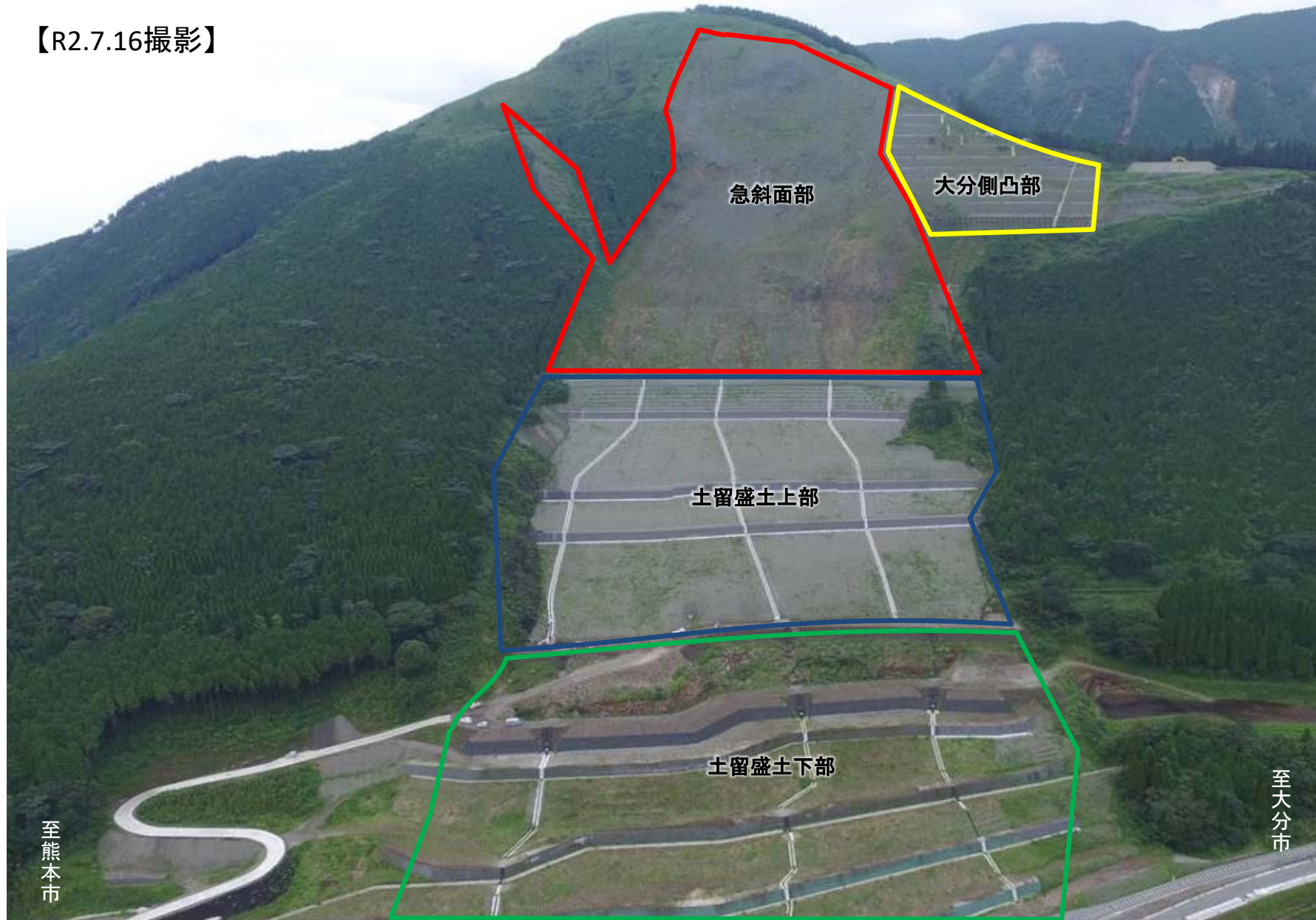
- 進捗状況報告
- 安全確認期間中の観測結果について
- 安全確認後の維持管理について

1. 進捗状況報告

○阿蘇大橋地区斜面崩壊部における対策工は、令和元年度末(R2.3末)に概成

○斜面及び構造物(対策工施設)に変状がないかモニタリングを実施 (モニタリング期間: R2.4～R2.7末)

【R2.7.16撮影】



1-2 進捗状況報告 ～現道部～

- 欠壊防止工事は2019年度末概成。国道57号現道部は、10月頃供用開始予定。

R2.6.22撮影



1-2 進捗状況報告 ～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完了。



2. 安全確認期間中の観測結果について

(1) 監視・観測の目的及び内容

【目的】

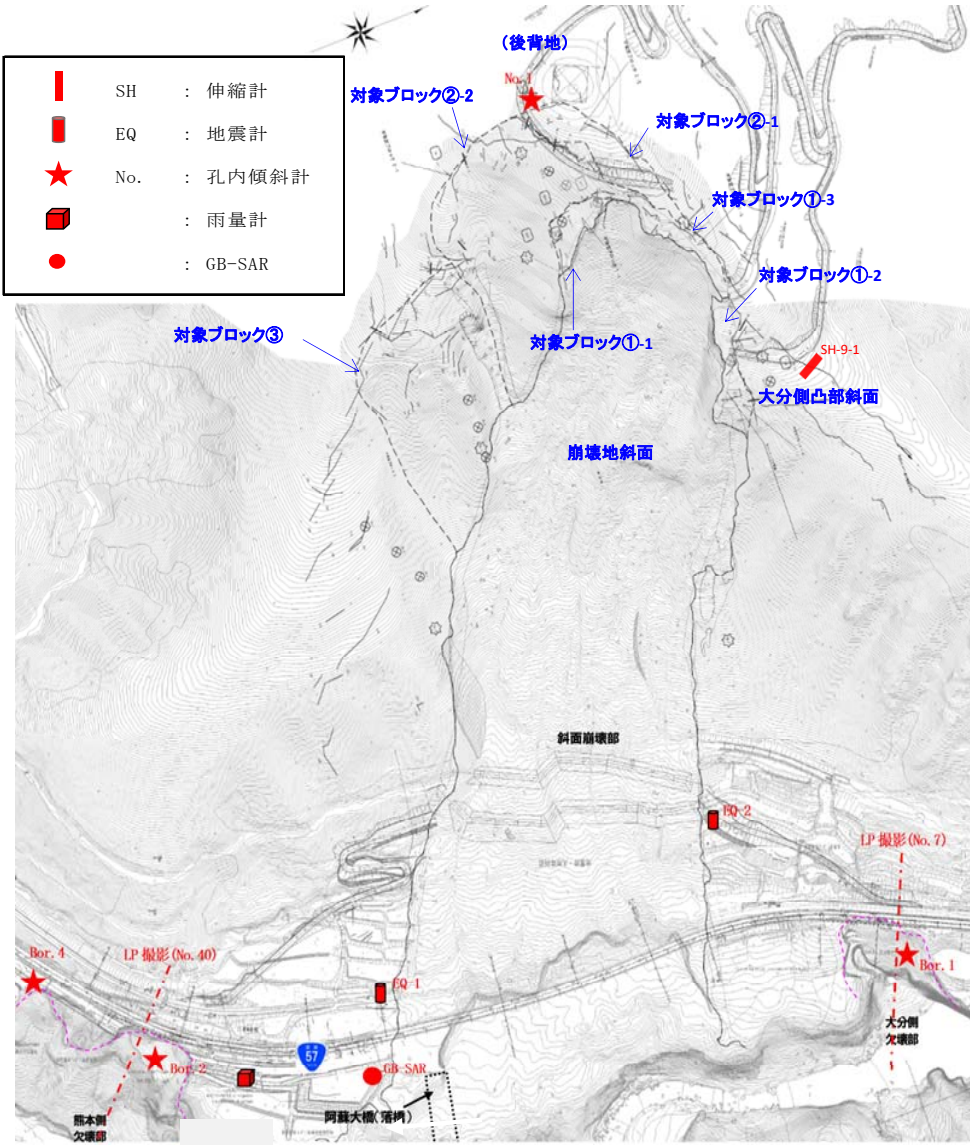
- ① 斜面及び構造物(対策工施設)の機能維持の確認
- ② 崩壊地斜面及び周辺斜面の安全性確認

【主な対象】

- ・斜面及び構造物(対策工施設)

モニタリング	目的	方法
崩壊地斜面	崩壊地斜面及び周辺斜面の安全性確認	・遠望目視 ・近接目視 →崩壊、侵食、落石の発生有無把握 ・GB-SAR →斜面の面的な変動有無把握
崩壊地周辺斜面		・孔内傾斜計の観測 →地中変位発生の有無 ・地盤伸縮計の観測 →地表亀裂の拡大有無把握
対策工施設	斜面及び構造物(対策工施設)の機能維持	・近接目視 →施設の変状有無、健全性把握

・伸縮計、孔内傾斜計の変動判定は各機器についての判定基準により実施



斜面監視機器配置平面図(2020年7月)

2-1 安全確認期間中の観測結果 ～降雨状況～

(2) 降雨の状況 (H28熊本地震後)

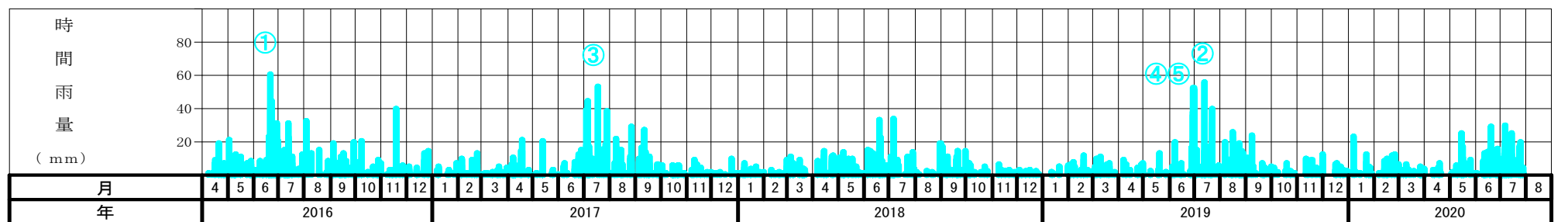
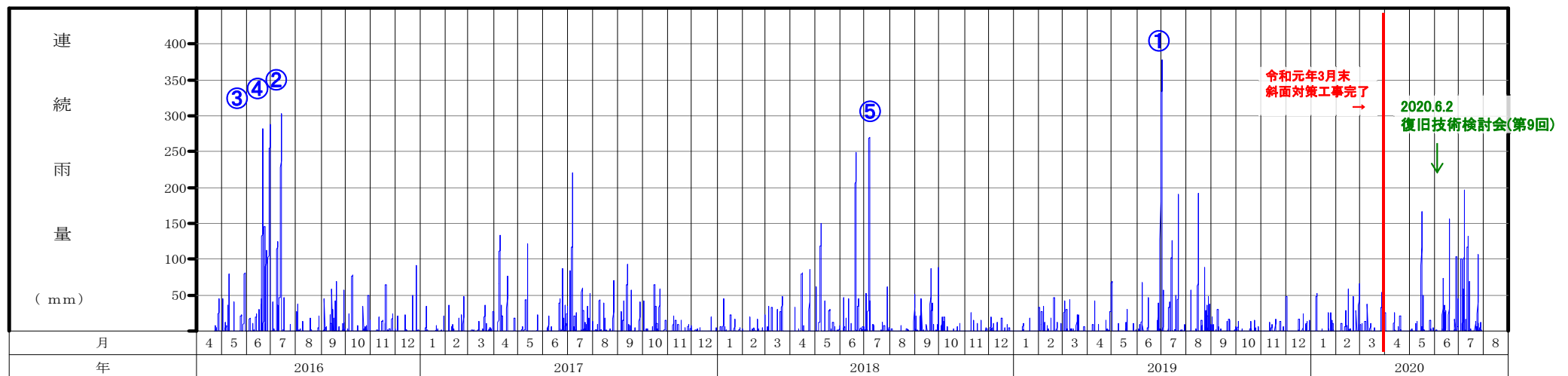
- 連続雨量(6時間無降雨でリセット)の最大値は377.5mm(2019.6.29～7.2)、時間雨量の最大値は60.5mm(2016.6.21(0:00))
- 斜面对策概成後の連続雨量は最大で197mm(2020.7.6～7.8)、最大時間雨量30mm(2020.7.6(22:00))を観測
- 梅雨入り後の累積雨量は1,217.5mm(2020.6.11～7.30)で、H28熊本地震後の梅雨期間中の累積雨量としては2016年の1,522mm(2016.6.4～7.18)に次ぐ多雨

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 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



2-1 安全確認期間中の観測結果 ～斜面对策概要～

施工区分

斜面对策工 約100,000m²

アンカー工(+受圧板) 93本

密着型安定ネット工 約45,000m²

鉄筋挿入工+高強度ネット工 約19,000m²
(鉄球挿入工 約12,700本)

排土工+植生マット工 約9,600m²

ロープ伏工(金網付) 約1,800m²

鋼製土留工 約1,800m

土留盛土表面保護 約225m

山腹水路工

(R2.5.21撮影)

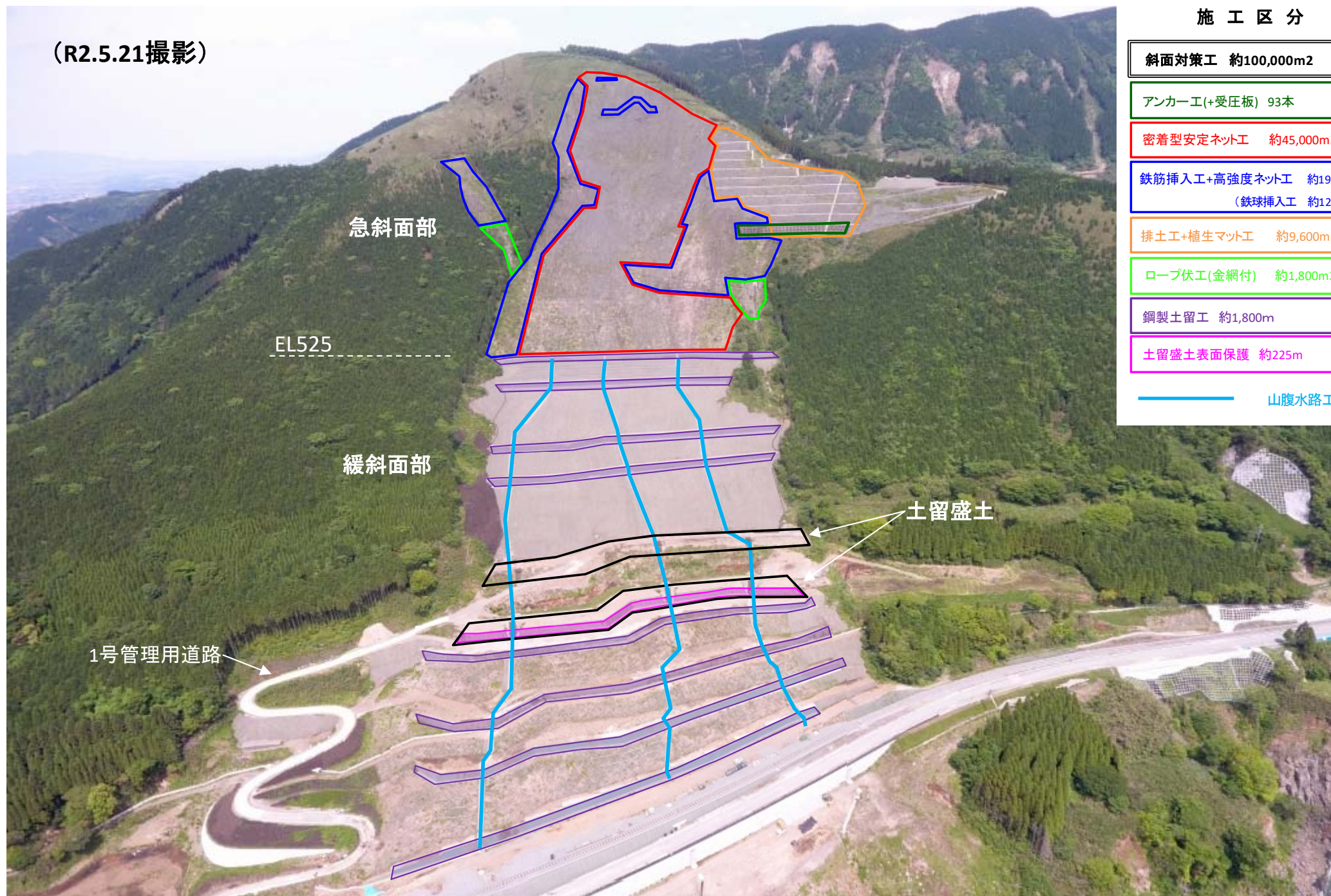
急斜面部

EL525

緩斜面部

土留盛土

1号管理用道路



(3) 監視カメラ画像(令和2年梅雨期 前後)

➤ 監視カメラ画像において、本年梅雨期の降雨前後で斜面変状や植生の異常は認められない



(4) UAV撮影画像

➤ UAV撮影画像において、斜面上部～下部、大分側凸部(切土法面)斜面に変状や植生の異常は認められない



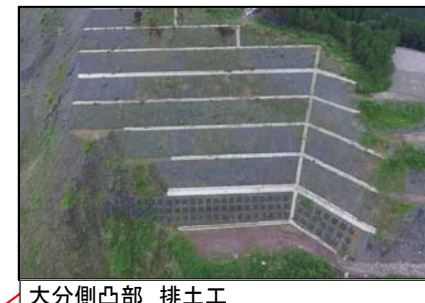
R2.3.17撮影



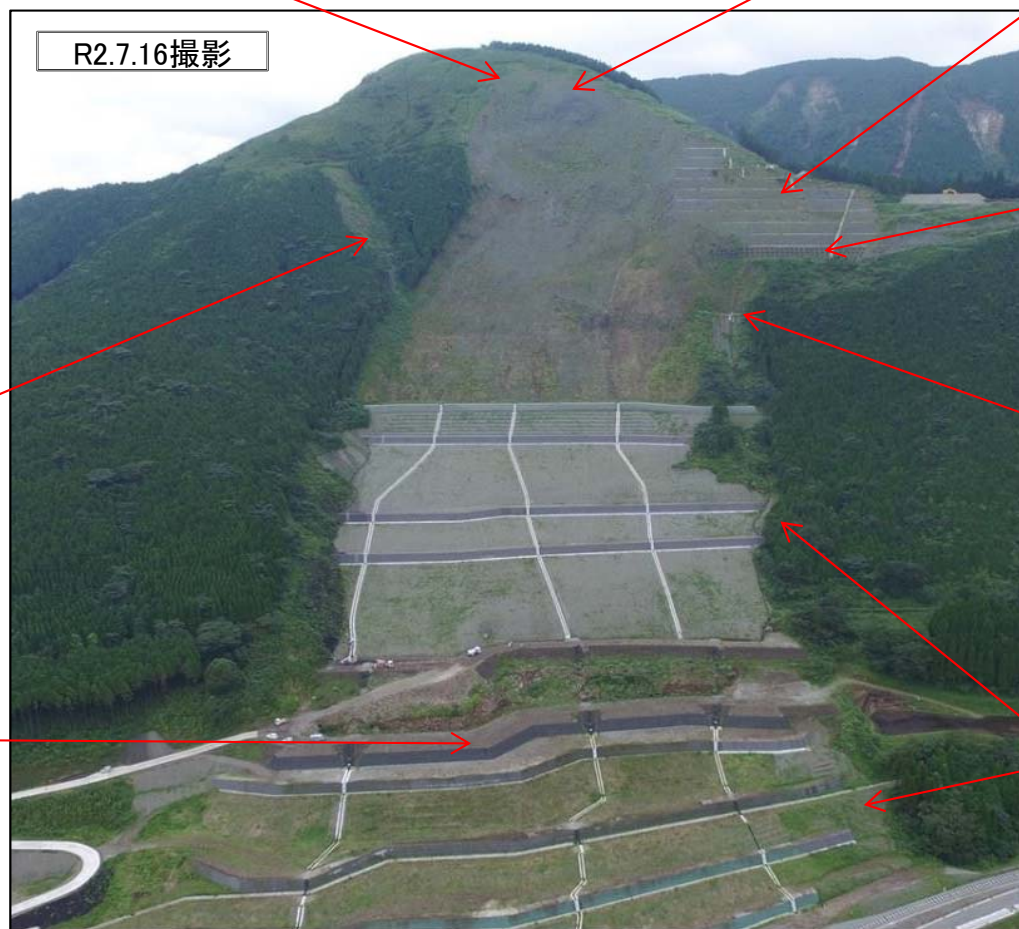
斜面上部 高強度ネット工+鉄筋挿入工



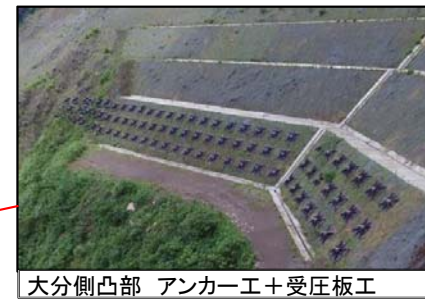
斜面上部 鉄筋挿入工+パネル



大分側凸部 排土工



R2.7.16撮影



大分側凸部 アンカー工+受圧板工



大分側ガリ—
高強度ネット工+鉄筋挿入工、ロープ伏工



中腹～下部 山腹工(鋼製土留)、水路工



熊本側ガリ—
高強度ネット工+鉄筋挿入工、ロープ伏工

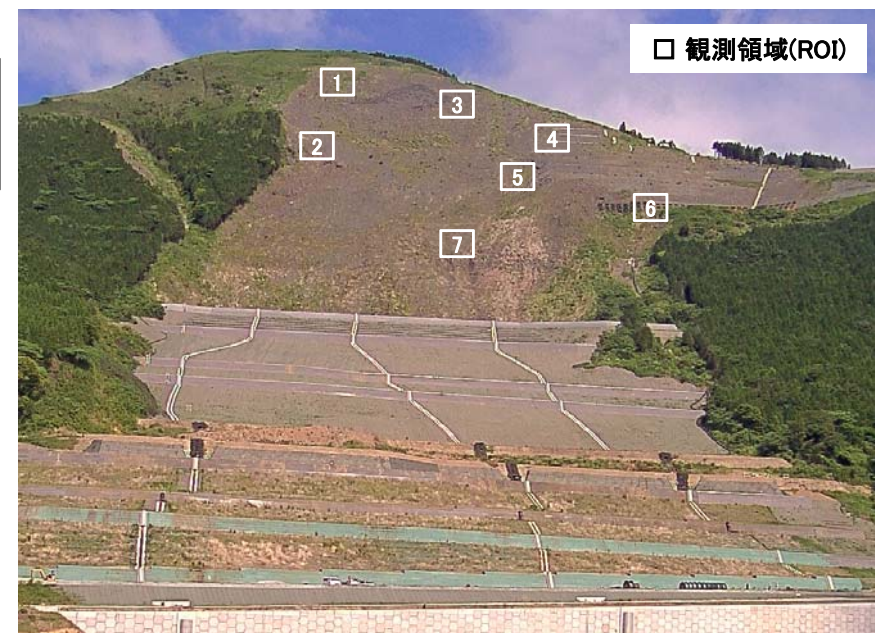
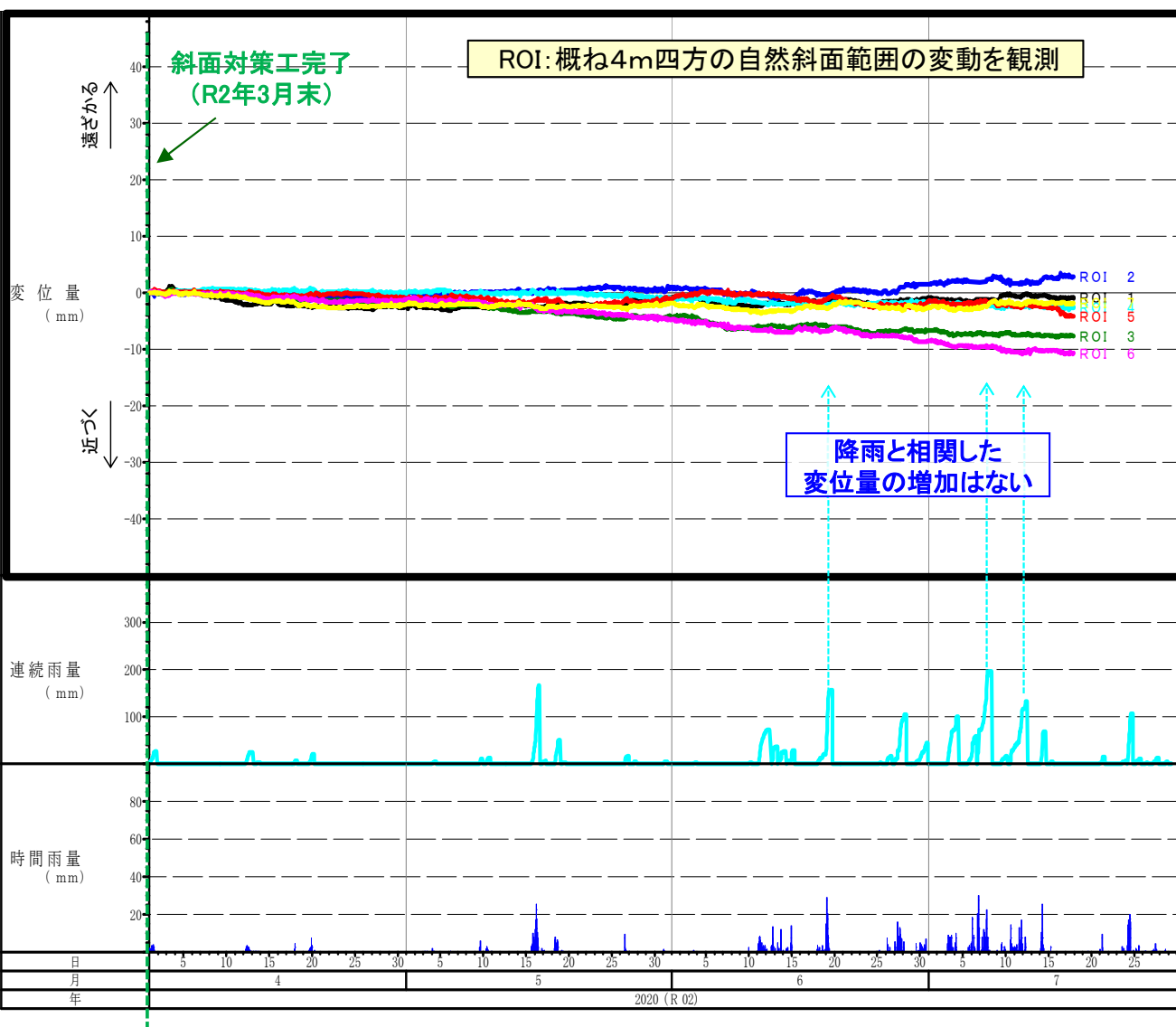


土留盛土工(山側ポケット)、
谷側風化防止工(鋼製土留)

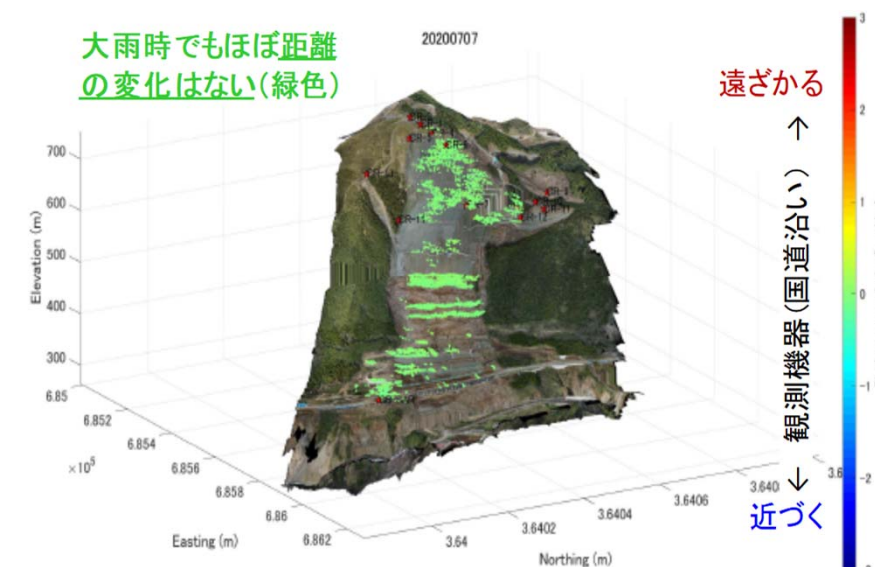
(5) GB-SAR 観測・解析

- 斜面对策工事完了後の変位量は斜面観測領域(ROI)において、降雨と相関した変位量の増加も認められない。

【参考】地盤伸縮計の解析判定基準では「潜在変動」未満相当



図：観測領域(ROI)位置図



図：24時間変位(R2.7.7～7/8)

<斜面の監視・観測結果の概要>

●遠望目視、近接目視点検の結果、斜面や対策工構造物に変状は認められない。

⇒崩壊地斜面、対策工施設の安全性、機能に問題はないと判断。

●孔内傾斜計による地中変位観測の結果でも、変動は認められない。

⇒崩壊地背後斜面の不安定化の兆候はないと判断。

●GB-SAR観測の結果、崩壊地斜面の面的な変動は認められない。

⇒崩壊地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安全確認期間中の安全性確認
- 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	・定期的なLP撮影で経年変化比較 ：浸食状況把握
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	・孔内傾斜計の観測 ：土砂・岩盤崩壊の兆候把握 ・定期的なLP撮影で経年変化比較 ：浸食状況把握

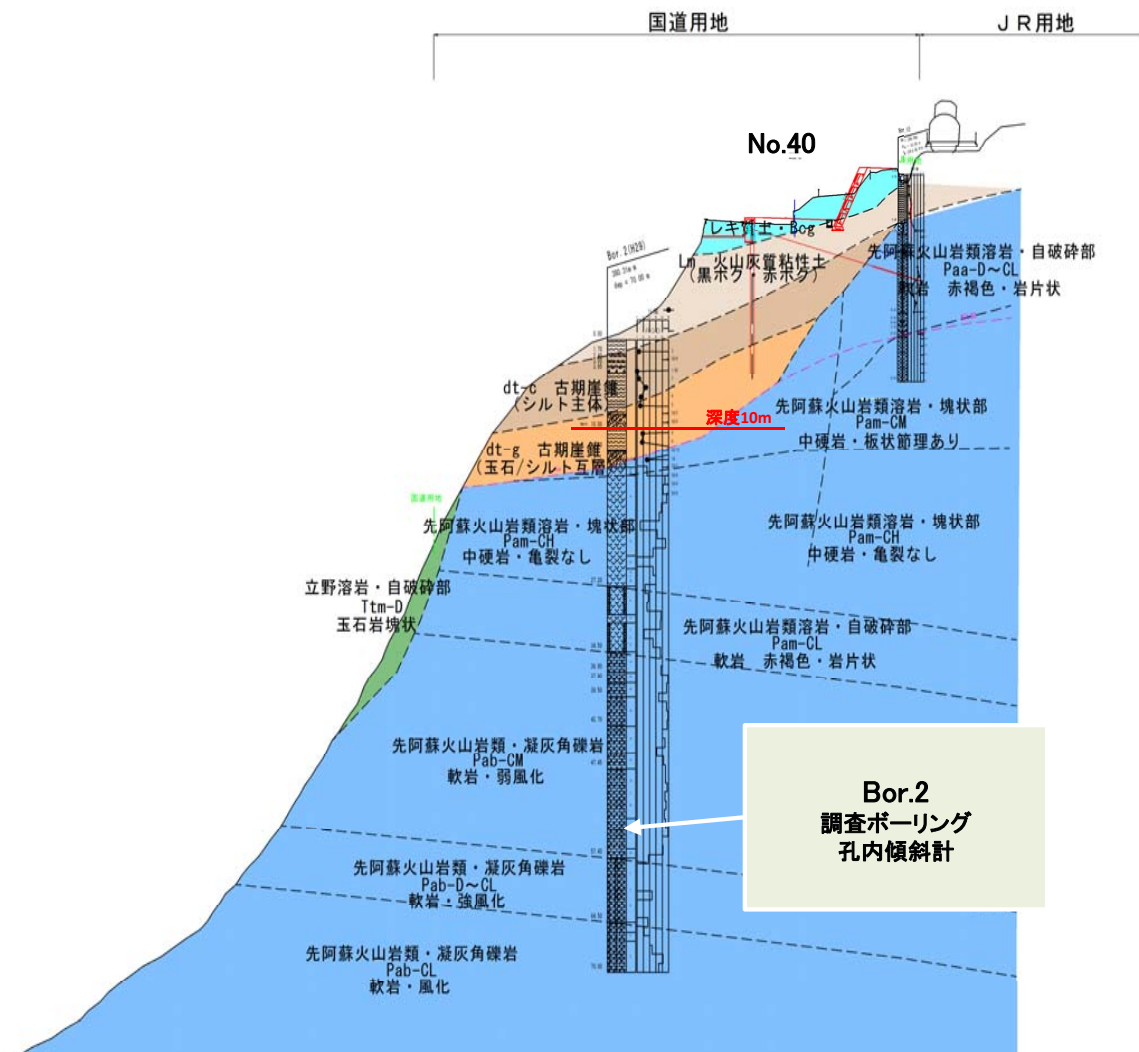
○監視・観測機器配置(現況)

➤道路欠壊部は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



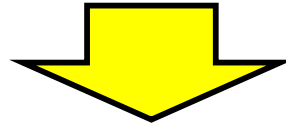
●調査ボーリング

2. 観測結果の概要

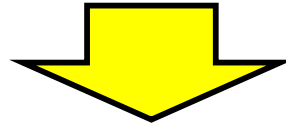
観測結果一覧(検討会(第8回)2020.3.25以降)

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	第8回阿蘇大橋地区復旧技術検討会以降の降雨状況 (2020. 3. 25～2020. 7. 27) 最大時間雨量 30.0mm (2020/7/6 (22:00)) 最大連続雨量 197.0mm (2020/7/6～2020/7/8)	
地震計	リアルタイム	2020. 3. 25以降 震度3以上の地震なし	
LP撮影	1～2回/年	黒ボク・赤ボク層、シルト主体層、玉石/シルト互層ともに植生が繁茂し <u>浸食は確認されなかった。</u>	黒ボク・赤ボク層、シルト主体層、玉石/シルト互層ともに植生が繁茂し <u>浸食は確認されなかった。</u>
孔内傾斜計	1回	すべての深度で累積0.1mm以下と <u>潜在変動未満で安定</u> している。	深度0.5m付近で累積2.55mmの変位が認められるが、月換算で0.08mmと <u>潜在変動未満</u> 。その他の深度も <u>潜在変動未満で安定</u> している。

熊本側欠壊部植生繁茂状況



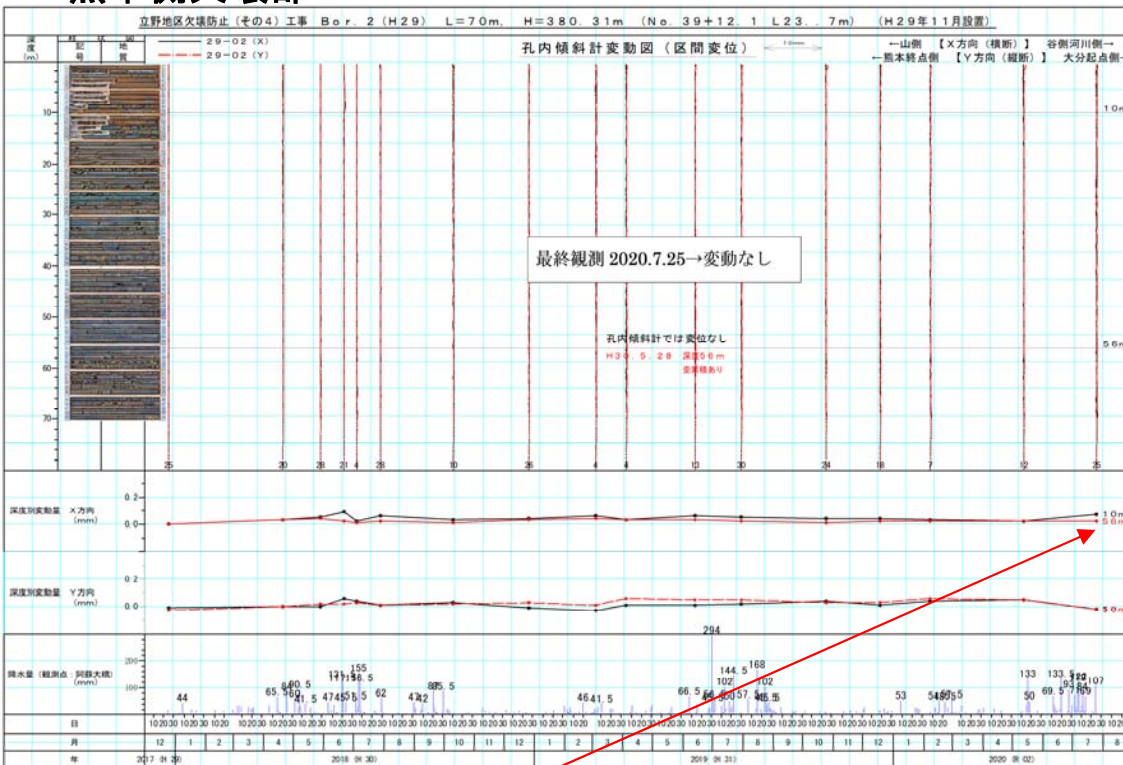
大分側欠壊部植生繁茂状況



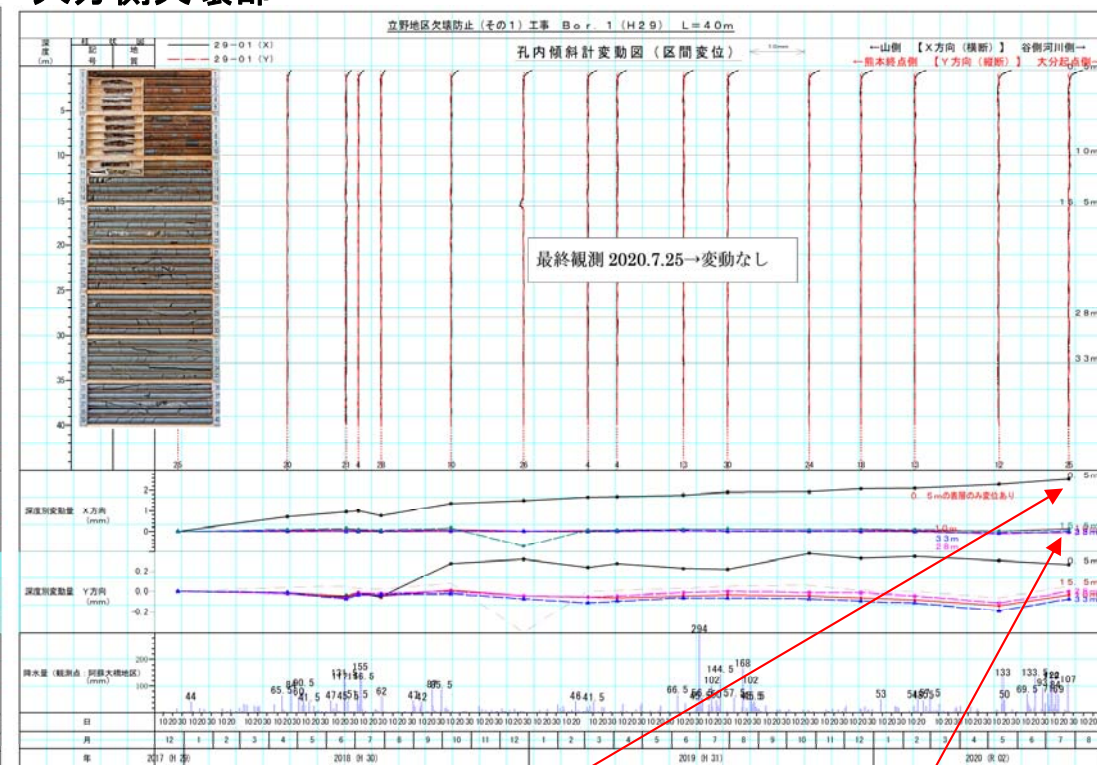
3. 孔内傾斜計

- 熊本側の孔内傾斜計による観測の結果、深度10mでは累積0.07mm/31ヶ月(0.0002mm/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2.550mm/31ヶ月(0.080mm/月)、深度10mでは累積0.130mm/31ヶ月(0.004mm/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

深度10m X軸
累積0.07mm/31ヶ月
=0.0002mm/月
⇒潜在変動未満

深度0.5m X軸
累積2.550mm/31ヶ月
=0.080mm/月
⇒潜在変動未満

深度10m X軸
累積0.130mm/31ヶ月
=0.004mm/月
⇒潜在変動未満

<現道部の監視・観測結果の概要>

○LP撮影による観測の結果、植生が繁茂し浸食は確認されなかった。

⇒短期的な表層崩壊はないと判断。

※浸食対策を熊本側2019.8完了、大分側2020.3完了。

○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。

3. 安全確認後の維持管理について

3-1 安全確認後の維持管理 ～斜面監視計画（案）～

- 「阿蘇大橋地区復旧技術検討会」にて崩壊斜面部の安全性が確認された後、**管理段階へ移行**する。
- 管理段階では、『**特別点検期間**』を設定し、その後、『**通常点検期間**』へ移行とする。
- 管理段階では、『**目視点検等※**』を主とし、定点測量観測を併せて実施する。

※等はUAVやカメラ

監視・計測の目的	観測機器・内容	施 工 段 階		安全確認期間	復旧技術 検討会	管 理 段 階	
		緊急工事	恒久対策工事			特別点検期間	通常点検期間
		2016.4.25～ 2016.12.26	2017.1.4～ 2019年度内			2020.8～2025.3	2025.4～
(施工段階) ◇施工時の安全管理 ◇斜面の長期的安定性確認	伸 縮 計			(SH-9-1のみ)	阿蘇大橋地区復旧技術検討会 (安全確認)		
	地盤傾斜計						
	GPS						
	パイプ歪計						
	孔内傾斜計						
	定点カメラ						
(施工段階) ◇崩壊発生メカニズムの解明 ◇作業中止判断の判断基準 (管理段階) ◇気象情報の収集	地 震 計						
	雨 量 計						
	自記水位計						
(施工段階) ◇施工時の安全性確認 (管理段階) ◇斜面及び構造物(対策工施設) の機能維持の確認	目 視						
	GB-SAR						
	定点測量観測						

3-1 安全確認後の維持管理 ～斜面監視計画（案）～

- 管理段階では『目視点検等※』を主とし、斜面及び構造物(対策工施設)の機能維持の確認を行う。
- 特別点検期間は1回／年、通常点検期間は1回／5年の頻度で定期点検を行う。

※等はUAVやカメラ

	管 理 段 階	
	【特別点検期間】	【通常点検期間】
目 的	・斜面及び構造物(対策工施設)の機能維持の確認	・斜面及び構造物(対策工施設)の機能維持の確認
気象情報の収集	・雨量計:常時 ・地震計:常時(南阿蘇村河陽)	・雨量計:常時 ・地震計:常時(南阿蘇村河陽)
斜面監視計画(案)	【定期点検】 ・近接目視(緩斜面内)もしくはUAVによる目視 ・定点測量観測 ・点検頻度:1回／年 【豪雨時点検※¹、地震時点検※²及び緊急点検※³】 ・近接目視(緩斜面内)もしくはUAVによる目視 ・遠望目視(カメラ) ・定点測量観測※⁴ ・孔内傾斜計による観測※⁴ ※¹:土砂災害警戒判定メッシュ情報の実績値 CLラインを超過した場合 ※²:震度5弱以上を観測した場合 ※³:斜面変状など他機関等からの通報があった場合 ※⁴:近接目視(緩斜面内)もしくはUAVによる目視、遠望目視(カメラ)による点検により斜面の変状等が確認された場合など、必要に応じて実施	【定期点検】 ・近接目視(緩斜面内)もしくはUAVによる目視 ・定点測量観測 ・点検頻度:1回／5年 【地震時点検※²及び緊急点検※³】 ・近接目視(緩斜面内)もしくはUAVによる目視 ・定点測量観測※⁴ ※²:震度5弱以上を観測した場合 ※³:斜面変状など他機関等からの通報があった場合 ※⁴:近接目視(緩斜面内)もしくはUAVによる目視、遠望目視(カメラ)による点検により斜面の変状等が確認された場合など、必要に応じて実施

点検対象	点検における着眼点
崩壊地斜面・ 構造物の点検	○斜面の目視点検 a.表層崩壊・亀裂・段差等変状の有無 b.落石の発生 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 d.植生繁茂状況(周囲に比して著しい相違、急斜面における高木性樹種の有無)
	○構造物の目視点検 ＜崩壊地上部・側部：法面工＞ 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 ＜崩壊地中腹部～下部：土留工、水路工、土留盛土工＞ f.鋼製土留基礎部・底盤部の洗堀 g.水路のずれ・陥没、水路周辺の洗堀、水路の閉塞(土砂流入) h.土留盛土ポケットの堆砂状況、土留盛土の侵食 ＜大分側ガリー・熊本側ガリー：落石予防工＞ i.ロープ伏工・ロープ掛け工の変状(破断・ずれ・緩み) j.落石の発生 ＜大分側凸部：アンカー工＋鋼製受圧板工＞ 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) l.アンカー本体の抜け・飛び出し m.簡易荷重計の変化 n.鋼製受圧板のずれ、背面の侵食 ＜管理用道路＞ o.擁壁基礎部・底盤部の洗堀 p.路面の変状(亀裂・侵食)
	○定点測量観測 ＜定点4箇所＞ q.地表面変位の有無
	○観測計器等による点検【特別点検期間の豪雨時点検、地震時点検、緊急点検のみ】 ＜孔内傾斜計No.1＞ r.地中変位の有無

1. 管理段階へ移行

- 今回の技術検討会で道路欠壊部における対策工法及の妥当性及び効果が確認された後、管理段階へ移行する。
- 管理段階では、当面、『安全確認後の運用』を設定。
- その後、通行規制基準以上の雨量を複数回経験後、点検結果を基に点検頻度及び管理基準について検討会等を経て『通常の運用』へ移行する。

実線：常時観測 点線：臨時観測

監視・観測の目的	観測機器	施工段階	安全確認期間	復旧技術 検討会 8月6日	維持管理段階(供用後)	
		欠壊防止工事 2019年度内	2020.4.1～7月末		安全確認後の運用	通常の運用
【施工段階】 ◇施工時の安全性確認 ◇浸食による法面の安全性確認 ◇崩壊斜面の長期的安定性確認 ◇崩壊発生メカニズムの解明 ◇作業中止判断の判断基準 【管理段階(供用後)】 ◇道路欠壊部の斜面の長期的な安全性確保 ◇道路を構築する構造物(対策工施設)の機能維持 ◇道路利用者の安全確保 ◇気象情報の収集	斜面崩壊感知センサー			阿蘇大橋地区復旧技術検討会(安全確認)		
	孔内傾斜計					
	LP撮影					
	リフトオフ試験		■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■		異常がある場合に実施 ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■	
	地震計					
	雨量計					
	目視				防災点検のカルテ点検相当	定期点検
	定点カメラ					
	GB-SAR					
	衛星SAR					

3-2 安全確認後の維持管理

～国道57号現道部 管理段階の監視点検・規制(案)～

2. 管理段階の監視・点検(案)

- 『安全確認後の運用』では①日常、②定期的、③豪雨時、④地震時で各点検を実施。
- また、『安全確認後の運用』では道路利用者のさらなる安全確保のため連続雨量200mmで事前通行規制を実施。

	管 理 段 階	
	【安全確認後の運用】	【通常の運用】
目 的	・道路を構造物の機能維持の確認 ・一般交通車両等の道路利用者の安全確保	・道路を構造物の機能維持の確認 ・一般交通車両等の道路利用者の安全確保
気象情報	・雨量計:常時 ・地震計:常時	・雨量計:常時 ・地震計:常時
監視点検運用 (案)	①日常点検 ○赤文字は「通常の運用」以上の項目 ・道路パトロール 4日/週(遠望目視) ・カメラにて常時監視(遠方目視) ・孔内傾斜計にて地中変位を常時監視(リモート) ②定期的な点検 ・防災点検(カルテ点検相当)1回/年(近接目視) ・LP調査 1回/年 ③豪雨時点検※1 ・道路パトロール 規制解除前(遠方目視) ・カメラにて常時監視(遠方目視) ・孔内傾斜計にて地中変位を常時監視(リモート) ④地震時点検(震度4以上) ・道路パトロール 地震直後(遠望目視) ※遠方目視で確認後、近接目視で二次点検を実施 ・カメラにて常時監視(遠方目視) ・孔内傾斜計にて地中変位を常時監視(リモート) 【事前通行規制】 ・連続雨量200mmで事前通行規制を実施。 【※1豪雨時点検】 ・連続雨量200mm以上 ・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	①日常点検 ・道路パトロール 4日/週(遠望目視) ②定期点検 ・道路土工構造物点検1回/5年(近接目視) ③地震時点検(震度4以上) ・道路パトロール 地震直後(遠望目視) ※遠方目視で確認後、近接目視で二次点検を実施

点検の種類	点検における着眼点
①日常点検 (道路パトロール)	○斜面の遠方目視 a. 表層崩壊・亀裂・段差等変状の有無 b. 落石の発生 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 ○構造物の遠方目視 <補強土壁(擁壁)> d. 路面の亀裂 e. 排水施設の変状(閉塞)
②定期的な点検 ③豪雨時点検 ④地震時点検	※豪雨時・地震時の点検時 ○斜面も着眼点として遠方目視を実施 a. 表層崩壊・亀裂・段差等変状の有無 b. 落石の発生 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 ○構造物の目視点検 <補強土壁(擁壁)> a. 土砂のこぼれ出し b. 基礎部・底版部の洗掘 c. 擁壁前面地盤の隆起 d. 壁面のクラック、座屈 e. 目地部の開き、段差 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 g. 路面の亀裂 h. 排水施設の変状(閉塞) i. 水抜き孔や目地からの著しい出水、水のにごり <法枠> 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) k. 法枠の変状(亀裂、剥離、うき、鉄筋の露出) <鋼管杭土留めアンカー(グラウンドアンカー)> l. 道路路面の亀裂 m. 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) n. 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 o. アンカーの頭部からの遊離石灰の溶出、湧水、雑草の繁茂 ○観測機器による点検 <法枠> p. 孔内傾斜計の観測 <鋼管杭土留めアンカー(グラウンドアンカー)> 目視点検で異常があった場合に実施する q. リフトオフ試験、荷重計によるアンカー緊張力の観測

- 斜面崩壊部における対策工は、令和2年3月末に概成。
- 今回の検討会において、令和2年7月末迄のモニタリング結果を確認いただき、安全性の確認がなされたことにより対策工が完成。
- これにより斜面崩壊部は、管理段階へ移行する。

工事期間 平成28年度～令和2年度
工事内容 土留盛土工(無人化施工)約400m
斜面对策工 約100,000m²
鋼製土留工 約1,800m



『ネットワーク対応型無人化施工システム』で より安全に、より早く！

従来システムに比べ、接続機器の多重化、データの大容量高速伝送が可能になり、遠隔操作(1km)による安全施工と、迅速な災害対応を実現しました。

●14台もの無人化機械の同時施工



●ICT建機を用いた情報化施工で 作業効率向上・負担軽減

操作室で全ての
情報を集中管理



マシンコントロールで
盛土高さを自動制御



マシンガイダンスで機械の
姿勢を見やすく表示



ネットワーク対応型無人化施工技術

長大な危険斜面における ロッククライミングマシン施工

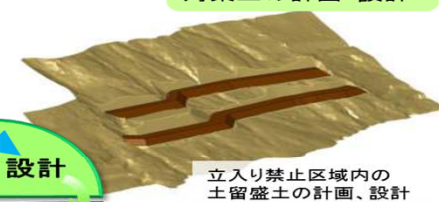


調査・設計・施工・管理一連の 総合的なi-Construction

UAV等による3次元
地形データの取得



3次元モデルによる
対策工の計画・設計



UAVやICT建機を活用した
出来高確認や土砂移動解析



土砂移動の差分解析

出来高の確認

無人化施工による
安全で高精度な施工



○平成28年熊本地震による被災後、阿蘇地域の厳しい環境の中、高度な技術を活用し、迅速かつ安全に大規模斜面崩壊対策を進めてきた。

