

# 中九州横断道路の法面对策に係る一考察について

堤 都志郎<sup>1</sup>・伊藤 直哉<sup>2</sup>

<sup>1-2</sup>九州地方整備局佐伯河川国道事務所竹田維持出張所(〒878-0024 大分県竹田市大字玉来字上ノ迫 1162-2)

中九州横断道路（千歳・大野地区）の法面被災原因について、被災メカニズムを分析するとともに地質特性等を踏まえた法面对策工について一考察を行うことで、当該地域の道路設計及び今後の維持管理の基礎資料とする。今回は、中間報告を行うものである。

**Key Words:** 火山灰質粘性土, 軽石層, 湧水, 切土法面, 中九州横断道路

## 1. はじめに

中九州横断道路は、大分県大分市を起点として熊本県熊本市に至る延長 120 km の地域高規格道路である。令和 2 年 7 月現在、大分県側の犬飼 IC～竹田 IC 間、約 25.3 km が供用しており、当出張所において維持管理を行っている。

本論では、平成 30 年 10 月、豊後大野市大野町後田で発生した法面崩壊について被災メカニズムの分析を行うとともに、中九州横断道路のほぼ全域に分布している阿蘇火山灰質土の法面对策について考察を行った。



図-1 中九州横断道路と火山灰土の分布<sup>1)</sup>

2層目が当該地区で「豆っこ」と呼称されている軽石層であり、それより上位層を上位ローム、下位層を下位ロームとし、さらにその下位に阿蘇 4 火砕流堆積物が粘性化した灰土が分布している。これらの 4 層が火山灰質粘性土に分類される。

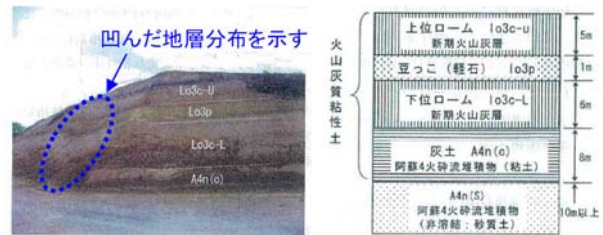


写真-1 当地区に分布する火山灰質土<sup>2)</sup> 図-2 地層模式図<sup>2)</sup>

これらの物理特性及び締固め特性の一部を表-1<sup>2)</sup>に示す。液性指数  $I_L$  を見てもほとんどが 1.0 に近く液状化しやすい非常に不安定な状態であることが分かる。

表-1 火山灰質粘性土の物理特性及び締固め特性<sup>2)</sup>

材料名	粒度組成(%)			物理特性 (地山試験)										締固め特性		
	粗粒分	中粒	粘土	$\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	WL (%)	Wp (%)	$I_L$	$I_p$	Wn (%)	$\rho_t$ (g/cm <sup>3</sup> )	$e$	Sr (%)	$\rho_{dmax}$ (g/cm <sup>3</sup> )	Wopt (%)	$\alpha_2(Wn)$ (gN/m <sup>2</sup> )	
Lo3c-U	19	50	31	2.80	135	76	59	0.58	110	1.28	3.59	86	0.687	98.0	461	
Lo3p	59	28	14	2.78	52	33	19	3.98	110	1.08	4.40	69	0.951	48.5	11	
Lo3c-L	A	5	39	56	2.84	116	44	72	0.28	64	1.58	1.94	93	1.053	55.0	201
	B	42	29	29	2.81	68	36	32	0.88	64	1.37	2.37	76	1.123	49.0	30
	C	9	55	36	2.81	106	53	53	0.95	104	1.33	3.31	88	0.785	74.0	52
	D	11	54	35	2.81	101	52	49	0.90	96	1.30	3.24	83	0.775	81.5	114
A4n(c)	36	24	40	2.80	35	24	12	1.15	37	1.84	1.08	96	1.405	30.8	9	

## 2. 当該地域の地質分布と被災箇所の特性

当該地区は、阿蘇山の大规模な噴火による火砕流堆積物や火山灰等により広く覆われた地域であり、写真-1<sup>2)</sup>のように地質が複数の層に分かれている。それを模式的に示したのが図-2<sup>2)</sup>である。この模式図の上位から

## 3. 被災概要と被災メカニズムの分析

### (1) 被災概要

被災箇所は国道 57 号（中九州横断道路）の 12k600 下り線側の切土法面であり、大野東 IC と大野 IC の間に位置する。（図-3）



図-3 位置図

被災概要は、表-2、図-4、写真-2のとおりであり、平成30年10月の台風25号襲来及び令和元年6月の梅雨期における豪雨により、それぞれ、推定約20m3の法面崩壊が起こり、一時通行止めを余儀なくされた。

表-2 中九州横断道路 12k600(下り)切土法面被災概要

	当初	2回目
日時	H30.10.5	R1.6.30
被災規模	(推定)V=約20m3	(推定)V=約20m3
外的要因	台風25号 時間雨量23mm 総降雨量102mm	梅雨前線 時間雨量39mm 総降雨量92mm

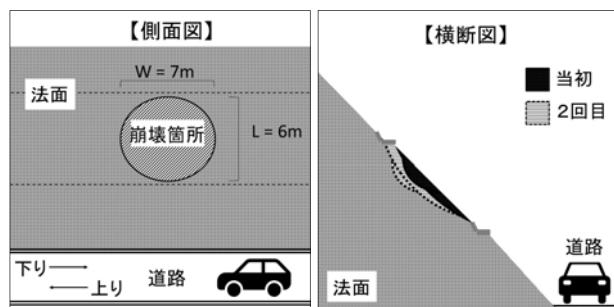


図-4 被災概要図



写真-2 被災写真(当初)

## (2) 被災メカニズムの分析

一般的な法面崩壊の原因と被災箇所の状況を整理すると、表-3のとおりである。本被災については、当初、

「地下水位の上昇」を被災原因と考え仮復旧を施したが、再度の被災が生じた。

表-3 一般的な法面崩壊の原因と被災箇所の状況

一般的な法面崩壊の原因	被災箇所の状況	被災原因の想定(当初)
側溝機能の低下	側溝機能は確保されていた	×
背後地からの流水	背後地はなだらかな下り勾配	×
地下水位の上昇	地下水位は未計測であり、経験則として可能性ありと判断	○

そこで、孔内水位計測やボーリング調査等を行い、被災メカニズムを検討することにした。

検討の結果は、図-5<sup>3)</sup>に示すとおりであり、①孔内水位計測の結果、地下水位が認められず降雨による変動が確認されない②透水性の高い、軽石層(豆っこ)が確認された③ローム層に空洞が確認された(写真-3)等の理由から、『被災メカニズムとしては、地表面から雨水が浸透し、軽石層(豆っこ)に経年的に蓄積、下のローム層の空洞を通過しパイピングが発生したことによる法面崩壊と推定され、軽石層(豆っこ)を有する火山灰質粘性土のような特殊な地質特性が被災の要因と考えられた。』

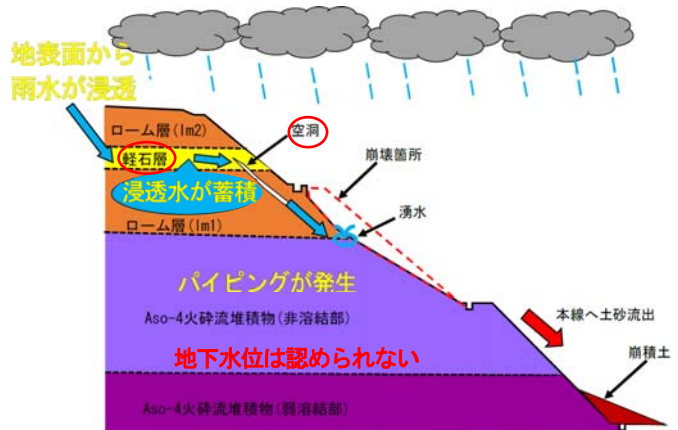


図-5 被災メカニズム概略図<sup>3)</sup>

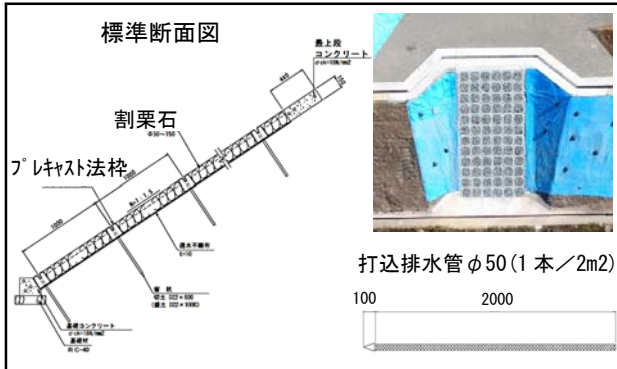


写真-3 切土中に確認された空洞



#### 4. 被災箇所の法面对策の検討

被災メカニズムを検証した結果、被災法面については、崩壊面の排土（崩壊面勾配より緩い1：1.5の勾配で切り直し）を行った上で、法面保護としてプレキャスト法枠工（栗石詰）、湧水対策として排水パイプ設置により本復旧を行った。（図－6）



図－6 本復旧概要図

#### 5. 被災箇所前後区間の法面の状況と過去の被災履歴

##### (1) 被災箇所前後区間の法面の状況

今回被災した前後の法面についてもガリー浸食（写真－4）や湧水跡（写真－5）が確認された。



写真－4 周辺法面のガリー浸食



写真－5 周辺法面の湧水跡

##### (2) 過去の被災履歴

中九州横断道路における主な過去の切土法面の被災履歴を表－4に示す。今回を含め、6度の法面崩壊が発生しており、比較的被災箇所が近距離に集中していることがわかる。また、被災内容は、火山灰質粘性土及び軽石層（豆っこ）からの湧水による被災であることが想定される。切土法面の勾配は、概ね1：1.0～1.2であった。

表－4 中九州横断道路の被災履歴(切土法面)

番号	距離	発生	気象	内容	勾配	法面对策
1	7k720 左	H29.4.11	大雨	地下水位上昇に伴う断層破砕帯部の表層崩落	1:0.8～1:1.0	張りブロックおよび排水パイプ本復旧済
2	11k500 左	H23.6.12	大雨	土砂や枯れ葉の堆積により小段排水側溝から排水がオーバーフローおよび側溝ジョイント部からの漏水による表層崩落	1:1.0	竹柵工(松杭)による土留めにて本復旧済
3	11k700 左	H29.9.18	台風18号	法面内部(地層境界【火山灰質砂質土・軽石質粘性土】付近)からの湧水による表層崩落	1:1.0	R1_長繊維補強土にて本復旧済
4	12k550 左	H23.11.22	—	法面内部からの湧水(火山灰を含んだ白濁水の流出)による小段側溝付近の空洞化及びガリー浸食	1:1.2	有孔管埋設および植生土のう設置にて本復旧済
5 (今回)	12k600 左	H30.10.05 R01.06.30	大雨	法面内部からの湧水(軽石層で蓄積された雨水がローム層の空洞を通過しパイピングを発生させた)による表層崩落	1:1.2	R1_プレキャスト法枠(栗石詰め)および水抜きパイプにて本復旧済 R2_12k440～12k720左の対策工事施工中
6	12k750 左	H24.6.26	大雨	火山灰質粘性土が水を含んで飽和状態になり表層崩落	1:1.0	ふとんかご及び排水パイプにて本復旧済

なお、現行の中九州横断道路の切土勾配は、土木工事設計要領（九地整）に準じて表－5に示すとおり設定している。

表-5 大野竹田道路(朝地～竹田)標準のり面勾配(案)

地層名	地質記号	層相	岩級	標準のり面勾配	適用根拠	
盛土	b	粘性土	-	1:1.2	表-5.4の「粘土・粘質土」適用。	
沖積層	al	粘性土	-	1:1.2	表-5.4の「粘土・粘質土」適用。	
崖線堆積物	at	粘性土	-	1:1.2	表-5.4の「粘土・粘質土」適用。	
新規火山灰層	粘性土	lo-m	粘性土	-	1:1.2	表-5.4の「粘土・粘質土」適用。
	砂質土	lo-s	砂質土	-	1:1.2	表-5.4の「砂質土:密実でないもの:5m以下」適用。地表付近に分布のため高さは5m以下。
阿蘇4火砕流堆積物	非溶結	A4dl	砂質土	DL	1:1.2	表-5.4の「砂質土:密実でないもの:5m以下」及び「砂質土:密実なもの:5~10m」適用。
	弱溶結	A4dm	礫質土	DM	1:1.0(切土高5m以下) 1:1.2(切土高5~10m)	表-5.4の「レキ質土:密実なもの」適用。 表-5.4の「レキ質土:密実なもの」適用。
	弱溶結	A4dh	軟岩I	DH	1:1.0	表-5.5の「溶結凝灰岩:風化部-弱溶結部」適用。適用範囲の最緩勾配。
	強溶結	A4cl	軟岩II	CL	1:0.7	表-5.5の「溶結凝灰岩:堅硬部-強溶結部」適用。適用範囲の最緩勾配。
阿蘇4/3間隙堆積物	粘性土	A4/3m	粘性土	-	1:1.2	表-5.4の「粘土・粘質土」適用。
	砂質土	A4/3s	砂質土	-	1:1.2	表-5.4の「砂質土:密実でないもの:5m以下」及び「砂質土:密実なもの:5~10m」適用。
阿蘇3火砕流堆積物	非溶結	A3dl	砂質土	DL	1:1.2	表-5.4の「砂質土:密実でないもの:5m以下」及び「砂質土:密実なもの:5~10m」適用。
	弱溶結	A3dm	礫質土	DM	1:1.0(切土高5m以下) 1:1.2(切土高5~10m)	表-5.4の「レキ質土:密実なもの」適用。 表-5.4の「レキ質土:密実なもの」適用。
	弱溶結	A3dh	軟岩I	DH	1:1.0	表-5.5の「溶結凝灰岩:風化部-弱溶結部」適用。適用範囲の最緩勾配。
	強溶結	A3cl	軟岩II	CL	1:0.7	表-5.5の「溶結凝灰岩:堅硬部-強溶結部」適用。適用範囲の最緩勾配。
阿蘇/今市間隙堆積物	粘性土	A/3m	粘性土	-	1:1.2	表-5.4の「粘土・粘質土」適用。
	砂質土	A/3s	砂質土	-	1:1.2	表-5.4の「砂質土:密実でないもの:5m以下」及び「砂質土:密実なもの:5~10m」適用。

## 6. 被災箇所前後区間の法面对策の検討

今回の法面崩壊の原因が本地域特有の特殊な地質に関係することから、過去の被災履歴（被災内容や対応等）や当該地域の地形地質特性を踏まえ、今後、有益と考えられる法面对策の検討を行った。



写真-6 被災法面の復旧状況と前後区間の法面状況 (左側)

上述のとおり、火山灰質粘性土は非常に不安定な物理的特性があり、大雨による浸食、湧水、法面崩壊が至るところで発生しているのが現状である。

また、「道路土工のり面工・斜面安定工指針」では、地質構造的に不安定要因をもつ斜面において崩壊が予想される場合は大規模な排土や十分な地下

排水工等を行う必要性が明記されており、浸食に弱い火山灰質粘性土の排水等に関し、配慮すべき事項やのり面勾配（1.0～1.5）・のり面保護工の記載がある。<sup>4)</sup>

よって、過去の被災履歴や当該地域の地形地質特性、上記指針より、以下のとおり設計を行う。

### ◆被災箇所前後区間の法面对策等に関する設計方針

- ①火山灰質粘性土の特性を鑑み、切土法面勾配を現行1:1.2から1:1.5へ変更する。
- ②湧水対策として、現地の状況に応じて地下排水工や法面保護工を検討する。

なお、上記の設計方針については経済性や有効性の観点から法面对策等を十分に検討する必要があるが、今回に限らず当該地域の法面对策としての提案であることを申し添えたい。

## 7. 今後の課題

### (1) モニタリングの継続

被災箇所については排水パイプの排水状況を確認するとともに、同様の被災が想定される法面については法面の変状や湧水状況等の継続的な点検を行う。

### (2) 異常箇所・要点検箇所の見える化

今回の法面崩壊の反省として、被災した時点で早期な法面对策が講じられていなかったことが上げられる。

また、法面点検の精度向上を図ると共に被災要因の早期把握という観点から、異常箇所や要点検箇所を見える化（道路施設基本データ、道路防災点検業務、過去の災害履歴、施工当時の写真、過去のボーリング調査結果等の情報を一元化したシステムの構築）していくことが望ましいと考えられる。

引き続き当該地域における法面对策を検討するとともに、道路管理で得た知見を事業の上流側にフィードバックすることで、より効率・効果的で安全安心な道路事業のマネジメントに努めて参りたい。

### 参考文献

- 1) 土質工学会九州支部：九州・沖縄の特殊土,pp.96-124,1983.
- 2) 佐藤晴章,衛藤ともみ：中九州横断道路における盛土材の改良について,pp.33-38,九州技報 No37,2005.7
- 3) 基礎地盤コンサルタンツ株式会社：6月30日梅雨前線に伴う災害現場（中九州道）緊急調査一業務報告書,2019.
- 4) 日本道路協会：道路土工のり面工・斜面安定工指針,pp.24-209,1999.