

大野竹田道路における地質条件の検討について

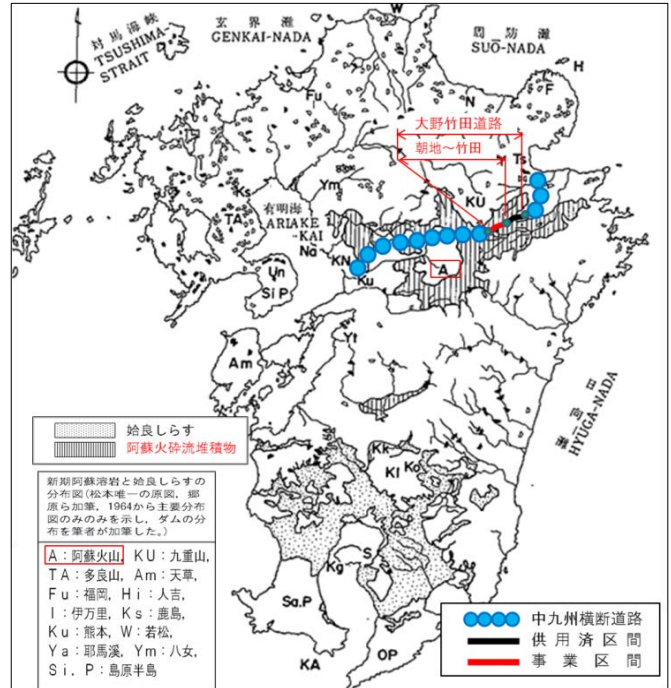
佐伯河川国道事務所 工務課 ◎上馬庭 健
○伊藤 綾乃
●重黒木幸英

1. はじめに

大野竹田道路は、大分県大分市と熊本県熊本市を結ぶ中九州横断道路の一部で、大分県南西部の熊本県域に位置し、現在、大分県豊後大野市～同県竹田市間（朝地 IC～竹田 IC）6 k m の整備を進めている。

当該整備区間は、北部九州の火山岩地帯にあり、地質はおよそ 90 万～80 万年前に噴出した今市火砕流堆積物及びおよそ 27 万～9 万年前の間、断続的に噴出した阿蘇火砕流堆積物が主に分布している。（図－1）

今回、整備区間全体における地質条件の検討、過年度のボーリング調査成果の整理及び再評価を行った結果、一定の成果を得ることが出来たので、その内容について報告する。



図－1 九州の特殊土

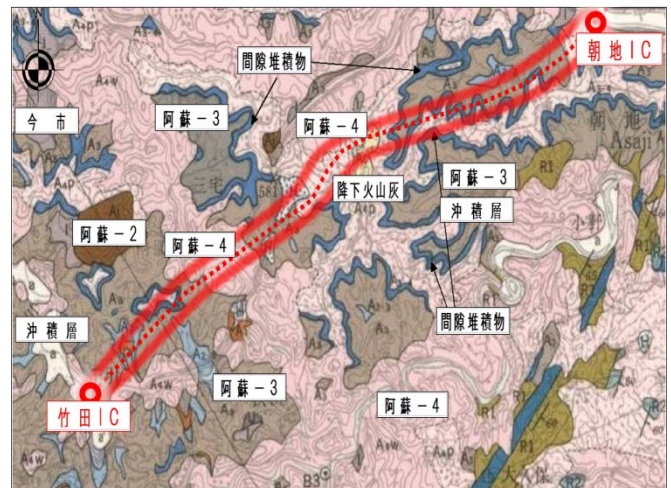
△出典：「九州の特殊土」土質工学会九州支部

2. 地質の特徴と課題

2.1 大野竹田道路の地質

阿蘇山は、4 回の大噴火を繰り返しており、その火砕流の堆積物は古い方から順に阿蘇-1,阿蘇-2,阿蘇-3,阿蘇-4 火砕流堆積物と呼ばれている。

また、大噴火のサイクルの中間期に、風化や浸食によって堆積した砂質土や粘性土からなる間隙堆積物が挟在している。図－2 には、当該地域の地質図を示す。地表部には新しい阿蘇-3,阿蘇-4 火砕流堆積物が主に分布し、大野竹田道路の道路基礎及び切土面の地質は、これらの堆積物が主体となっている。

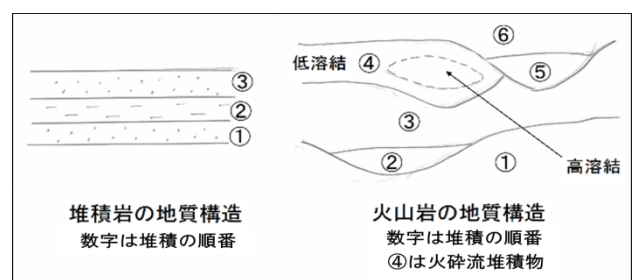


図－2（朝地～竹田間）地質図

△出典：「九州の特殊土」土質工学会九州支部

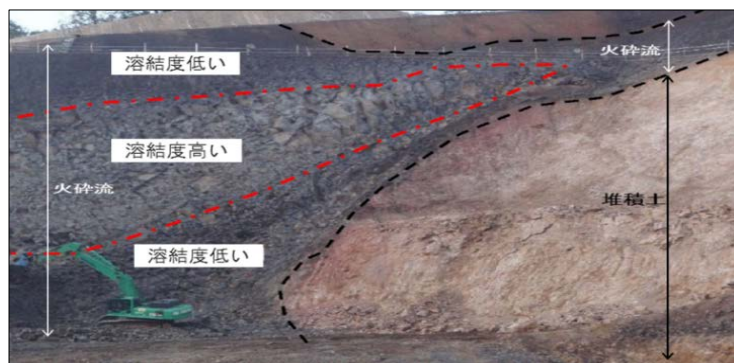
2.2 火砕流堆積物の特徴

火山岩の地質構造は、海や湖で堆積する堆積岩（砂岩、泥岩）に比べて分布が複雑という特徴を有している。堆積岩（砂岩、泥岩）は一定の方向からの堆積物が静かに長い年月をかけて堆積し、水の中は浸食をあまり受けないため、広範



図－3 堆積岩と火山岩の地質構造

圀に整然と堆積し、地層の横方向への連続性は良い。これに対して、火山地域では、方向の異なる複数の火山から堆積物がもたらされ、火山活動休止期にはそれらが浸食を受けて削られ、削られた箇所新しい堆積物が堆積するため、非常に複雑な地質構造となり、地層の横方向への連続性が悪くなる。
(図－3)(写真－1)

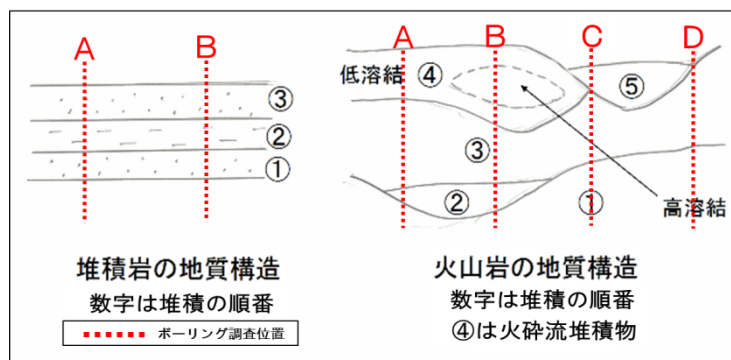


写真－1 火砕流堆積物露頭例

2.4 火山岩の地質構造

単純な地質構造である堆積岩は、想定される必要なボーリング調査数で評価しても、地質構造の把握に大きな影響はない。一方、地質構造が複雑である火山岩については、その構造の特徴から、より多くのボーリング調査を行い、地質構造を把握する必要がある。

(図－4)



図－4 地質構造と調査位置

2.5 課題と再評価の実施

2.5.1 課題（再評価の必要性）

火山岩の特徴を有した当該整備区間は、用地取得率の影響もあり、ボーリング調査数の不足による地質評価の精度低下や地層の誤認などリスクが高い状態となっていた。これは、道路整備計画の基本となる切土法面勾配の設定や土工数量の精度低下、施工中の土工区分変更によるコストの大幅な増減、工期延長など、今後の事業進捗に対し大きな影響が懸念された。

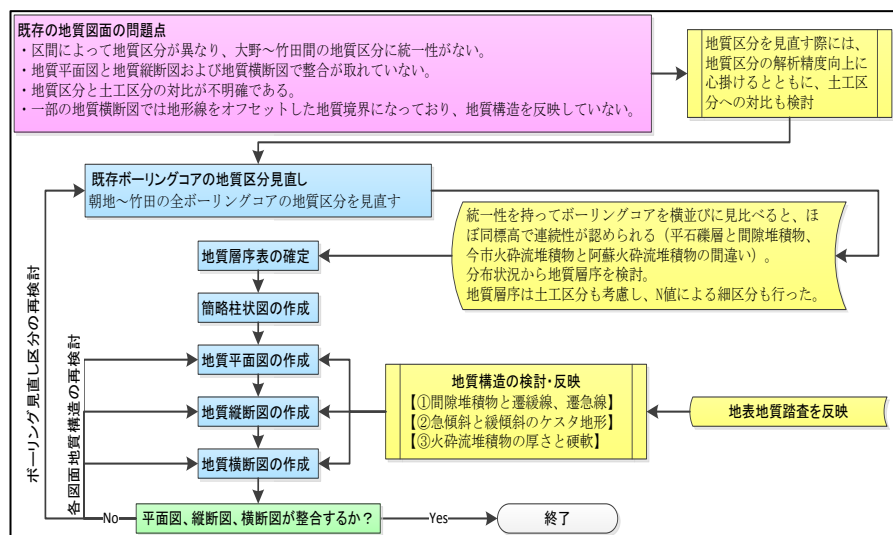
2.5.2 再評価の実施

昨年度より用地取得率が大幅に向上し、地質踏査が詳細に行えるようになったこと及び詳細設計に伴うボーリング調査数の増加により、不足していたデータの補完が出来るようになったことから、2.5.1の懸念される問題を解消することを目的とし、今回、ボーリング調査成果の整理及び再評価を実施した。

3. 再評価

3.1 再評価の実施フロー

再評価は、過年度の地質成果を限りなく利用し、効率的に評価を実施するため、既往調査ボーリングコアの地質区分を路線全体で見直しを行うことで、地質の統一分類を作成した。また、地質構造が不確実な箇所を地質踏査で補うことで、精度の向上につなげた。(図－5)

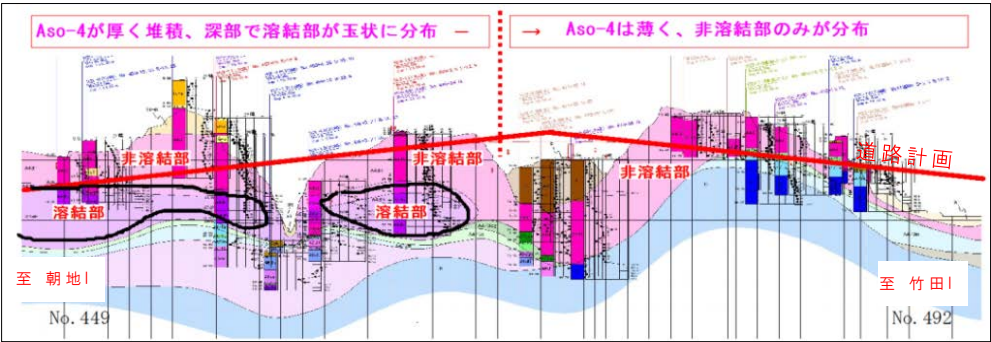


図－5 調査の実施フロー

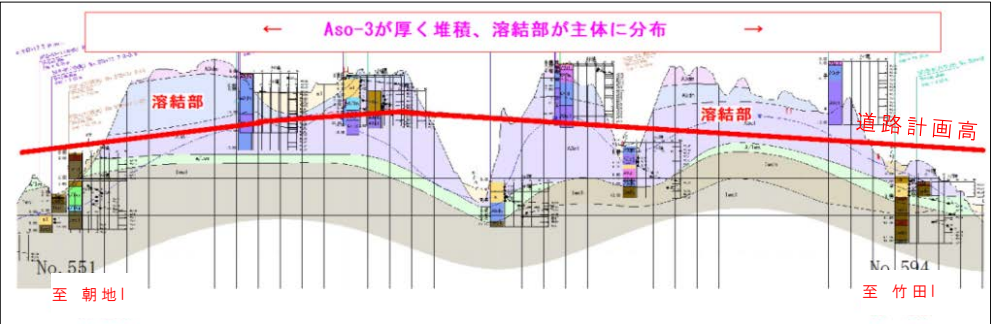
3.2 再評価結果（阿蘇-4,阿蘇-3 火砕流堆積物の層厚と硬軟）

既存ボーリングコアの見直しと地質踏査の結果、阿蘇-4 火砕流堆積物は朝地側に厚く分布しているため、深部に溶結部が認められるが、地表付近の道路基礎部では非溶結部が主体である。また、終点に向け層厚が薄くなっている。（図－6）

一方、阿蘇-3 火砕流堆積物は、竹田側に非常に厚く分布しており、地表付近に広く溶結部が分布している。（図－7）



図－6 朝地側地質縦断図（代表的な区間）



図－7 竹田側地質縦断図（代表的な区間）

3.3 地質の統一分類に基づく土工区分基準の作成

土工区分を行うにあたり、地質の特徴について整理を行った。

- ① 阿蘇4 火砕流堆積物は、「土」に分類される地層が多い。
- ② 火砕流堆積物は、溶結度の違いが硬さに大きく影響する。
- ③ 間隙堆積物は粘土～シルト主体の層と砂主体の層に分類される。
- ④ 風化に伴う軟質化は、概ね表層のごく一部に限られる。

上記の地質特徴を踏まえて、火砕流堆積物は溶結度の違いによる細分化を行った。また、間隙堆積物を粘土～シルト主体の層と砂分主体の層に区分し、「地質区分」と「土工区分」を1対1に対応させている。（表－1）

表－1 大野竹田道路(朝地～竹田間)土工区分基準

名 称	切土面での性状・特徴	代表露頭写真			(機算)値	備 考
土	粘土・シルト主体。 バケット等に土が付着しやすい。 ハンマーのピックが深く突き刺さる。 ねじり鎌で容易に削れていく。		No.421 A4/3m		No.598 A/lwm	間隙堆積物(粘土・シルト主体) b.a.lord.at.lo-m.A4/3m.A3m. A3/2m.A2/1m.A/lwm.lw/Pwm. Plw/PPlwm.lw/Hm
	砂主体。 バケット等に土が付着しにくく、掘削が容易。 ハンマーのピックが深く突き刺さる。 ねじり鎌で容易に削れていく。		No.425 A4cl		No.421 A4/3s	阿蘇4火砕流堆積物非溶結部(A4d) 間隙堆積物(砂主体) lo-s.A4d.A4/3s.A4/3sg.A3d. A3/2s.A2d.A2/1s.A1d.A/lws.lwd. lw/Pms.Pwtd.Plw/PPlws.PPlwd. lw/Hs
	隙混じり砂、粘土主体。 隙の混入等があるため、掘削時の能率は低下する。 ハンマーのピックが突き刺さる。 ねじり鎌で容易に削れていく。	現時点で該当する露頭なし				阿蘇4火砕流堆積物溶結部(A4dm) A4dm.A3dm.A2dm.A1dm. lwdm.Pwtdm
岩または石	切土面がなめらかに整形される。 ハンマーのピックで削れる。 ねじり鎌である程度削れる。		No.615 A3sh		No.507 A3dh	阿蘇3火砕流堆積物弱溶結部(A3sh) A4sh.A3dh.A2dh.A1dh.lwdh.Pwdh. PPwdh.H
	切土面はバックホウの爪痕が残り、凹凸有り。ハンマーのピックで表面の一部が剥離する。 ねじり鎌で表面が少し削れるが、すぐ削れなくなる。		No.507 A3cl		No.615 A3cl	阿蘇3火砕流堆積物強溶結部(A3cl) A3cl.A2cl.A1cl
	切土面は凹凸がある。 割れ目が明確に認められる。 ハンマーのピックで削れない。 ハンマーの打撃で金属音を発する。 ねじり鎌で全く削れない。		No.615 lwcl		No.598 A3cl	阿蘇3火砕流堆積物強溶結部(lwcl) Pwcl/PPlwcl ※阿蘇3火砕流堆積物強溶結部(A3cl)でも一部に認められる。

3.4 標準のり面勾配計画

土工区分基準の作成により「土」については、表－2に示す切土の標準のり面勾配を適用しているが、火砕流堆積物の溶結部は一般的な地質とは異なるため、「岩または石」については表－3に掲載された「溶結凝灰岩」を適用した。

主体となる火砕流堆積物溶結部は風化の影響は小さく、硬さの違いは初生的な溶結度の違いを反映しているため、表－3に示すシラスに対する標準のり面勾配について、堅硬部は強溶結部に、風化部は弱溶結部に置き換えて適用した。（表－4）

表－2 切土の標準のり面勾配

地山の土質および地質	切土高	勾配(削)	基準値
硬 岩		1:0.3~1:0.8	硬 岩 1:0.3 中硬岩 1:0.5 軟 岩 1:0.5~1:0.7 風化岩 1:0.7~1:1.2
軟 岩		1:0.5~1:1.2	
砂	密実でない粒度分布の悪いもの	1:1.5以上	1:1.8
砂 質 土	密実なもの	5m以下 1:0.8~1:1.0 5~10m 1:1.0~1:1.2	1:1.0 1:1.2
砂 質 土	密実でないもの	5m以下 1:1.0~1:1.2 5~10m 1:1.2~1:1.5	1:1.2 1:1.5
レキ質土 または 岩石質土	密実なものまたは 粒度分布の良いもの	5m以下 1:0.8~1:1.0 10~15m 1:1.0~1:1.2	1:1.0 1:1.2
粘土・粘質土	密実でないものまたは 粒度分布の悪いもの	10m以下 1:1.0~1:1.2 10~15m 1:1.2~1:1.5	1:1.2 1:1.5
岩塊または 玉石質土・粘 土		5m以下 1:1.0~1:1.2 5~10m 1:1.2~1:1.5	1:1.2 1:1.5

表－3 シラスに対する標準のり面勾配

土質および地質	標準値	適用範囲
シラス	硬質シラス 中硬質シラス 軟質シラス	1:1.0 1:0.8~1:1.2
	極軟質シラス	1:1.2 1:1.0~1:1.5
火山灰質粘性土		1:1.2 1:1.0~1:1.5
降下軽石		1:1.2 1:1.0~1:1.5
熔結凝灰岩	堅硬部 風化部	→ 強溶結部 1:0.5~1:0.7 → 弱溶結部 1:0.7~1:1.0

△出典 土木工事設計要領(九地整)

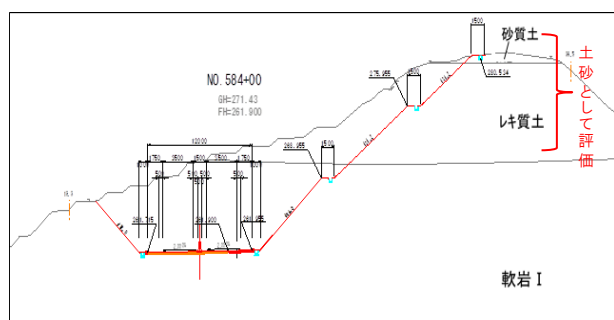
表－4 大野竹田道路(朝地～竹田)標準のり面勾配(案)

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		dt	粘性土	—	1:1.2	表-5.4の「粘土・粘質土」適用。
新成火山灰層	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。
	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。
	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。
阿蘇3火砕流堆積物	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。
	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。
	粘性土	A/lwm	粘性土	—	1:1.2	表-5.4の「粘土・粘質土」適用。
阿蘇/今市間隙堆積物	砂質土	A/lws	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。

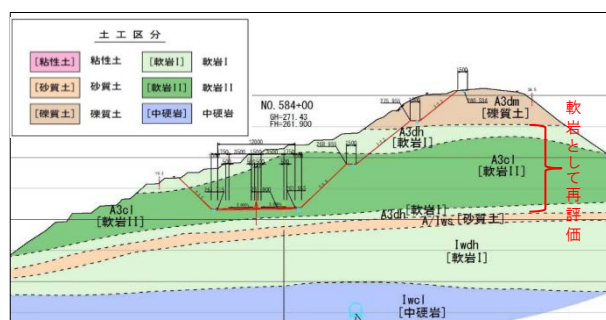
土質特性を反映

4. 再評価結果の特徴とその成果

実施した再評価の特徴として、阿蘇-3火砕流堆積物は、過年度の検討では「土砂」主体と評価していたが、「軟岩」が主体であることが明らかになった。



図－8 既往設計横断面



図－9 再評価横断面

今回の成果は、詳細設計時や土工区分判定時の基礎資料として利用している。また、竹田IC付近の土工修正設計を実施したところ、切土勾配、構造物の見直しにより、その成果として約1億円コスト縮減が得られた。

今回の成果

- ・土工区分基準の作成
- ・標準のり面勾配の策定
- ・事業区間全体の地質縦断面図の修正及び横断面図の修正

利用

- ・施工前の土工数量・積算の精度向上
- ・施工時の土工区分判定の基礎資料
- ・施工時のコスト増加、工期延長の防止

5. おわりに

今回、再評価を行うことで整備区間全体における地質の特徴が顕著になり、路線全体に統一して土工区分基準が適用できるようになった。また、切土法面勾配の適切な設定を行うことでコスト縮減を図ることができた。

今後、当該整備区間のように地質の構造が複雑な場合においては、工事着手前や工事途中段階で適宜、地質条件の再評価を実施することが重要である。