

狭小な山岳盛土の異常湧水による変状メカニズムについて

西日本高速道路エンジニアリング中国（株）

正会員

○松浦

康隆

西日本高速道路エンジニアリング中国（株）

正会員

平井

健太

西日本高速道路エンジニアリング中国（株）

正会員

秦

二郎

1. はじめに

調査対象となる高速道路の山岳盛土のり面では、令和3年8月豪雨時にのり尻部分が被災し、図-1のように第三のり面の上部付近まで崩壊している。現地調査により盛土内水位が高く、のり尻付近に大量の湧水が確認された。この高い地下水位および湧水が盛土の強度を低下させる一因であることが想定されるが、当該盛土の集水域は狭く、大量の湧水を供給する原因が不明であった。

このため、本論は地表地質踏査および水文調査を行い、地下水の供給源と変状メカニズムを推定し、応急対策工を実施した事例について報告するものである。

2. 盛土のり面の変状状況

当該盛土のり面は図-2のように、風化花崗岩を基盤とする狭小な2つの溪流（沢①、②と称す）を埋立てた南向きの谷埋め盛土である。沢①側は令和3年8月豪雨において、3日間で443mmの連続雨量を記録した際にのり尻部が被災した。認められた変状発生規模は幅42m、長さ25m、落差2mである。崩壊形態は一度のすべりではなく、のり尻の浸食により、表層崩壊が徐々にのり面上部に向けて進行したような形態を示す。

3. 対象盛土の特徴と流域面積比較

周辺地質は下位から風化花崗岩、崩積土、まさ土を主体とする盛土の順に構成されている。沢①側では盛土内水位が高く、第二のり面では地表面付近に常時水位が確認できる。また、のり尻付近は降雨が数日間記録されない渇水期においても常時湧水が湧出し、飽和状態となっている。一方で、沢②側で実施したボーリング調査では地下水位は低い状態であり、のり尻部からの湧水などは認められない。

このように1つの盛土の中で地下水位やのり尻湧水状況に差が認められることから、沢①、②には地下水の供給量に差があると推測される。この差を検証するために、沢①と沢②の集水面積（流域①と流域②と称す）の算出と流量観測（採水位置：水路流末および沢部流末）を図-2に示す位置で実施した。その結果、表-1のとおり流域①は流域②の0.3倍程度の規模と狭小で、沢部を盛土で埋立てられている。しかし、流量は沢①が12.6L/minで沢②の2.6L/minの4.8倍であった。また、流域単位面積当たりの水量（以下、単位水量と呼ぶ）で流量を評価した場合、単位水量は沢①が沢②の17.3倍であった。以上から、沢部の埋立てにより十分に地下水を涵養できないにもかかわらず、沢①の単位水量は沢②と比較して極めて大きく、原因として流域外から地下水流入の可能性が考えられる。

4. 現地調査結果

地下水の供給源を確認する目的で地表地質踏査、水文調査を実施した。地表地質調査の結果を図-2に示す、当該盛土の周辺には風化した花崗岩と大規模な古期土石流堆積物が広く分布し、亀裂の発達したアプライトの岩脈が北西—南東方向で貫入している。古期土石流堆積物の分布域では湧水箇所が多数あり、渇水期においても常時

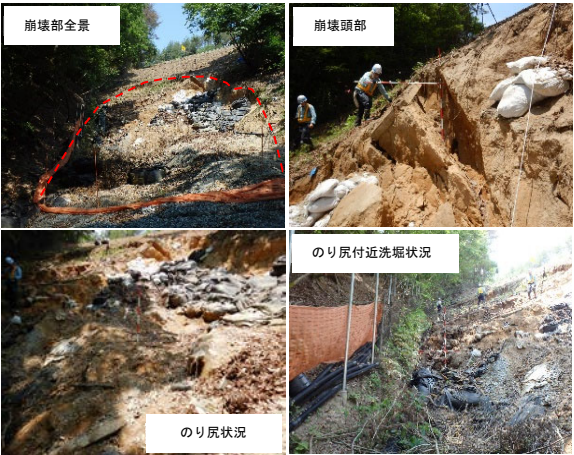


図-1 盛土のり面変状状況

表-1 集水面積と単位水量

流域	流量 (L/min)	集水面積 (m ²)	単位水量 (L/min/m ²)
①	12.6	6,547	1.9×10 ⁻³
②	2.6	22,976	1.1×10 ⁻⁴
①/②	4.8	0.3	17.3

キーワード 花崗岩、盛土、地下水調査、イオン分析

連絡先 〒733-0037 広島県広島市西区西観音町2-1 第3セントラルビル TEL 082-532-1430

沢水が認められることから、大量の地下水が胚胎していることが想定される。しかし、流域①は古期土石流堆積物をほとんど流域に含んでいない。このため、直接古期土石流堆積物の地下水が当該盛土へ流入することは考えにくい。盛土のり尻付近の岩脈からは 10L/min 程度の湧水が常時認められ、地下水が岩脈の裂隙を通じて流れていることを確認した。

水文調査では、水の起源を知ることが目的としてイオン分析を実施した。結果として、塩化物イオンの影響が少ないグループ①（古期土石流堆積物周辺や盛土下流側）と塩化物イオンの影響が多いグループ②（盛土周辺）に分類できた。これは本線下を地下水や表面水が横断する際に土中に蓄積された凍結防止剤（NaCl）の塩化物イオンを取り込んだ影響と推察される。また、岩脈の裂隙水から採水した試料についても塩化物イオンの影響を受けており、岩脈の走向方向を踏まえると古期土石流堆積物からの地下水が流入が考えられる。以上から、亀裂の発達した岩脈を通じて古期土石流堆積物から地下水が当該盛土へ流入することが、地下水が多い理由であると考えられる。

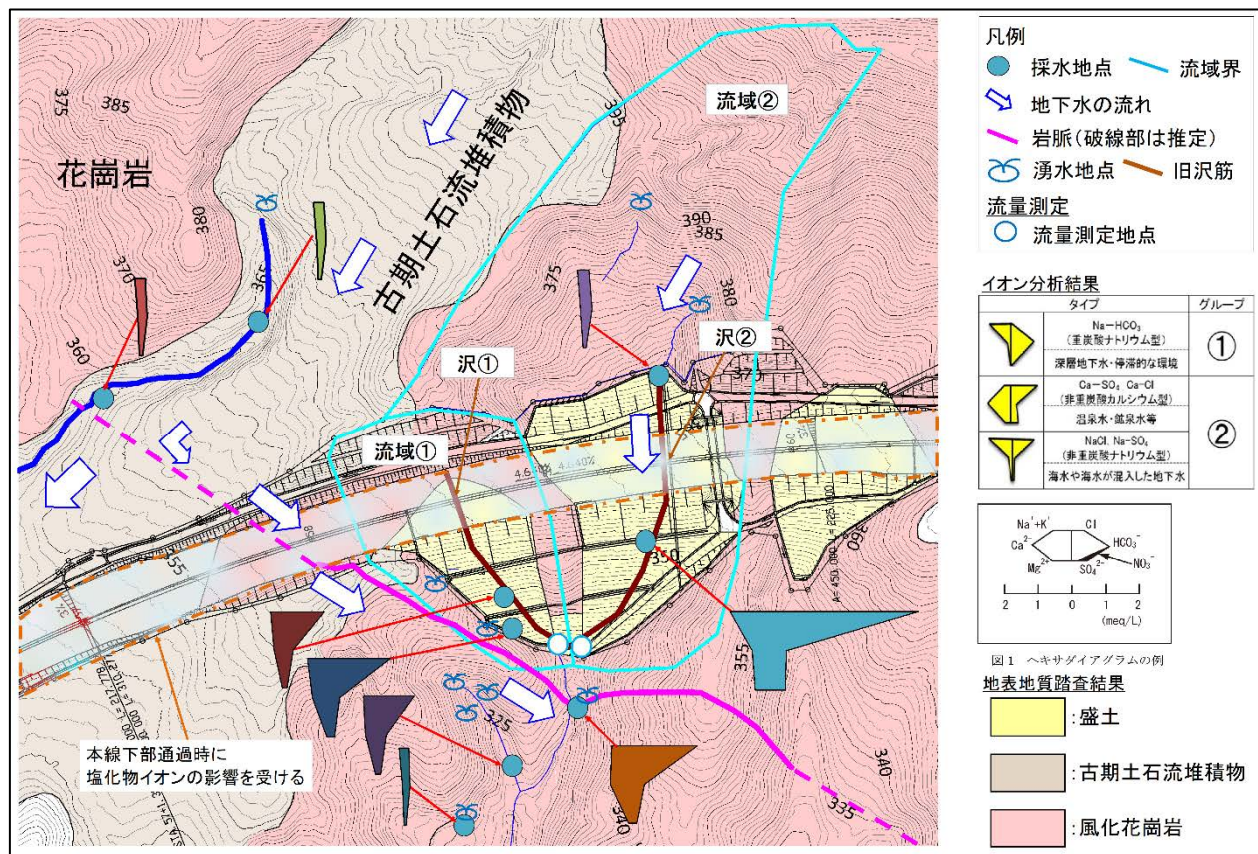


図-2 現地調査結果

5. 変状メカニズムの考察

調査結果から想定される変状メカニズムについて示す。①流域外の古期土石流堆積物から岩脈沿いに大量の地下水が流入し、盛土内の細粒分流出や間隙水圧の上昇により強度が徐々に低下した。②表面排水が被災側に集中する勾配であり、豪雨時の逸水等によりり尻付近の洗堀が発生した。③不安定化した盛土に令和3年8月豪雨を起因とした急激な間隙水圧の上昇や表面排水の集中により、り尻の浸食が拡大した。以上により、押さえとなるり尻部分の土塊が流出したことで、徐々に上部へ崩壊が進行していったと考えられる。

6. 応急対策工とまとめ

調査結果に基づき、応急対策工を実施した。①漁網詰めの栗石による押さえ盛土工（り尻の崩壊防止とのり尻排水能力の向上）、②水抜きボーリング工（岩脈方向に向けた放射配置）、③浸透水防止工（り面全体にシート掛け）を実施した。現在の評価として、水抜きボーリングからは、最も排水が認められるもので最大 10L/min 程度の排水を確認しており、り面中段付近にて最大で 3m 程度の地下水位の低下が認められた。

詳細な調査により流域外からの流入水を特定することで、適切な配置で応急対策工を提案できたと評価している。今後はこの結果をもとに恒久対策工の検討を進め、必要に応じて新たな提案を行っていく所存である。