

国道1号島田市志戸呂地区の法面防災対策

野村 拓也¹

1 中部地方整備局 浜松河川国道事務所 掛川国道維持出張所 (〒436-0054 静岡県掛川市城西 1-12-22)

2020年10月、一般国道1号島田金谷バイパス215.1kp付近の下り線にて、路面に縦断方向の開口亀裂が発生した。開口亀裂は時間の経過とともに拡大し、2021年5月には円弧状につながった開口亀裂となった。地質調査の結果、路面に発生した亀裂は、官地に接する民地を含んだ地すべりによって発生していたことが分かった。当該箇所は我が国の東西を結ぶ物流の要所であり、道路の寸断はもちろんのこと、長期に及ぶ通行規制も避けなければならない。このため、道路管理者として通行止めを回避し応急対策工によって地すべりの動きを抑制しながら、恒久対策工を実施している事例を報告する。

キーワード 法面防災、防災、応急対策

1. はじめに

2020年10月、一般国道1号島田金谷バイパス215.1kp付近（静岡県島田市志戸呂地内）にて、下り線第一走行車線に縦断方向の開口亀裂が発生していることが確認された。この開口亀裂は、降雨量が増した翌年の春から拡大し、2021年5月には長さ約30mの円弧状の開口亀裂となった。このため、2022年5月から下り線第一走行車線が規制され、2022年7月現在も同規制は継続されている。

浜松河川国道事務所では、変状発生後から直ちに応急対策等の対応をとるとともに、原因究明のための地質調査を実施し、対策工を検討した。対策工は、地すべりを抑止する恒久対策工のみならず、恒久対策工の完了までの期間に地すべりの動きを抑制させる応急対策工を実施した。

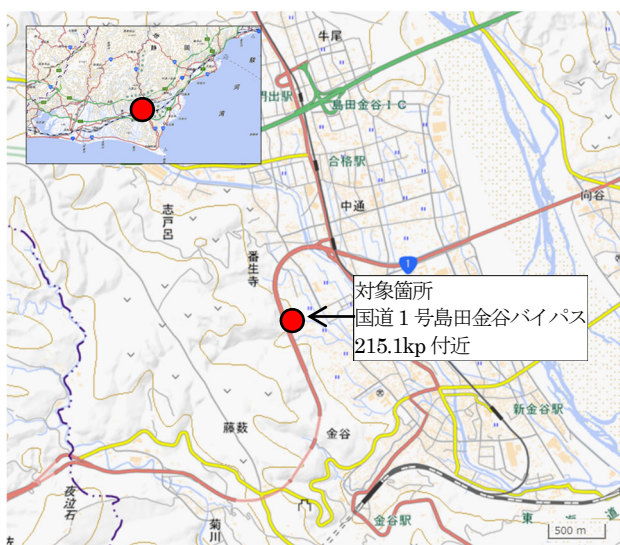


図-1 対象箇所位置図（地理院地図より）

2. 当該箇所の概要

(1)地形地質

当該箇所は、牧之原台地を横断するため、同台地の斜面に沿って標高を上げながら通過する位置にある。牧之原台地の基盤には、新第三紀系中新統の砂岩、泥岩、礫岩などからなる瀬戸川層群が分布している¹⁾。瀬戸川層群の泥岩は風化が進んでおり、過去には同岩を起因とした地すべりや法面崩壊が多発した。このため、当該箇所を含む約6kmの区間は、事前通行規制区間（通行止め：連続雨量250mm）になっている。

(2)交通量

一般国道1号は、重要物流道路に指定されており東西の物流を支える幹線である。当該箇所は、一般国道1号のほぼ中間に位置し、24時間の自動車類の交通量（上下合計）31,482台（平成27年交通センサス）を有する交通の要所である。

(3)道路構造

当該箇所は、橋梁に接し、台地斜面の傾斜地盤上に築

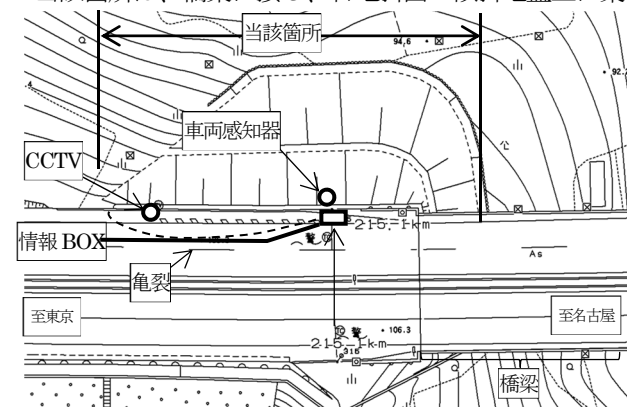


図-2 当該箇所付近の道路構造

造された盛土（高さ約11m）である。当該箇所付近の道路の供用開始（暫定2車線）は昭和40年代のため、当該盛土は築造されてから50年以上が経過している。また、のり肩付近には、CCTV、車両感知器及び情報BOXといった重要な施設も設置されている。

3. 変状発生状況

(1)路面の変状進行状況

写真-1は、2020年10月、2021年5月、2021年10月における下り線第一走行車線の亀裂の状況を示したものである。2020年10月と2021年5月の写真を比較すると、亀裂が拡大している様子が分かる。さらに、2021年10月の写真を見ると、開口亀裂を境に路肩側が約50cm沈下した状態となった。



A) 2020年10月



B) 2021年5月

写真-1 路面の変状進行状況 (1/2)



C) 2021年10月

写真-1 路面の変状進行状況 (2/2)

(2)地質断面図及びすべりの範囲、活動状況

①地質調査

地質状況、地すべりの滑動の範囲、地すべりの活動性を把握するため、ボーリング調査（5箇所）、パイプ歪計・地下水位計、地盤傾斜計、伸縮計を設置し、動態観測を実施した（図-3）。

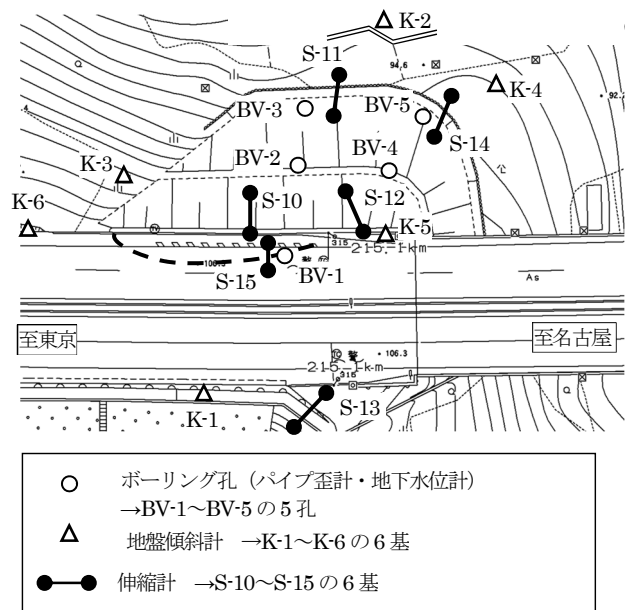


図-3 ボーリング位置と観測機器配置状況

②地質断面図及びすべりの範囲

a) ボーリング調査

当該箇所のボーリング柱状図の例として、BV-2孔を示す（図-4）。当該箇所は、地表から地下に向かって、「盛土」→「崩積土」→「強風化泥岩～風化泥岩」→「泥岩」の構成となっている。盛土及び崩積土はN値10以下を示し、粘性土が主体となっている。粘性土の下位には、基盤の泥岩が分布している。泥岩の上位は強風化泥岩が分布し、N値はおおむね20未満である。強風化泥岩の下位には、N値がおおむね20～50の風化泥岩が分布し

ている。さらに、風化泥岩の下位には、硬質な泥岩が分布している（N 値 50 以上）。N 値 50 以上の泥岩には、亀裂、破碎、粘土層の存在、堆積の乱れは見られなかった。

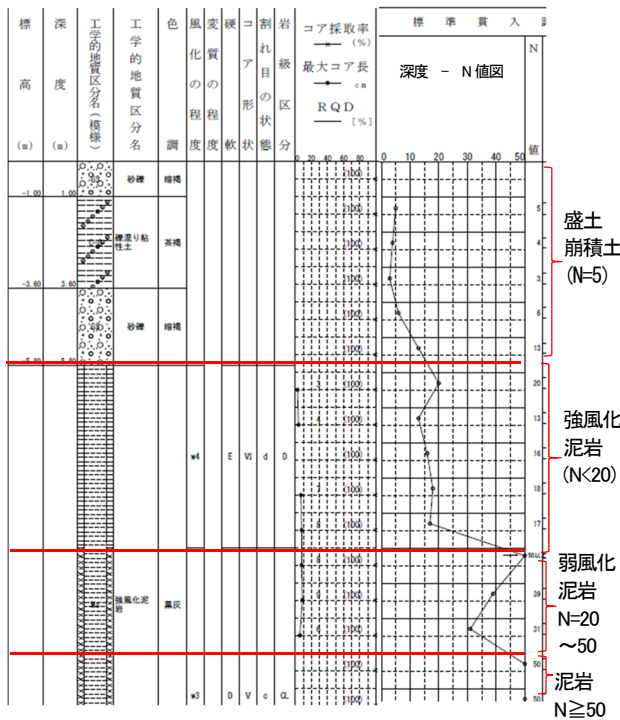


図-4 柱状図 (BV-2 孔)

b) パイプ歪計、地盤傾斜計による観測

パイプ歪計と地盤傾斜計の観測の結果を、それぞれ図-5 と図-6 に示す。図-5 のパイプ歪計の観測結果から、すべり面深度は、強風化泥岩 (N 値 20 未満) 内の GL-8m 付近に歪の蓄積が現れ、同深度付近にすべり面が存在していることが分かった。また、図-6 の地盤傾斜計の観測結果から、民地内においても一定方向の傾動累積が現れた。この結果から、地すべりの範囲は、下り線を頭部とし、民地にまで及んでいると考えられる。

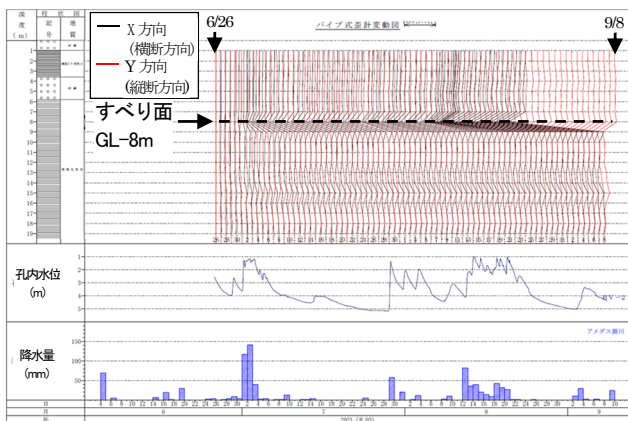
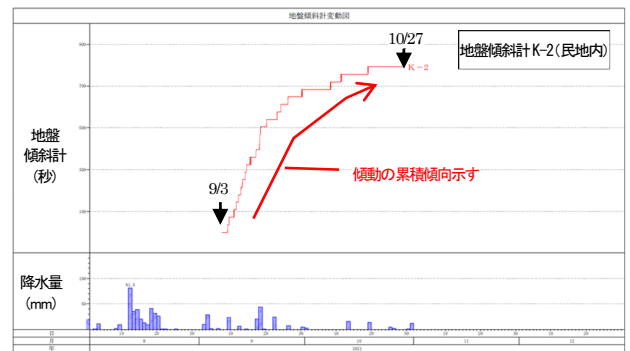
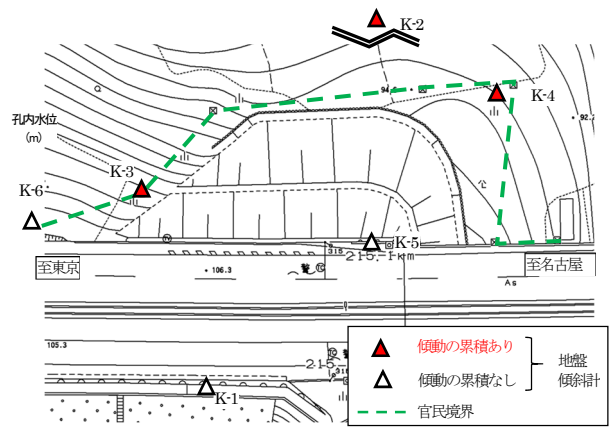
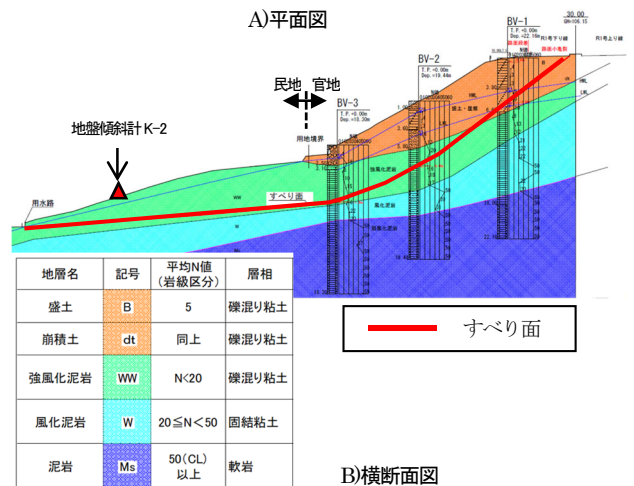
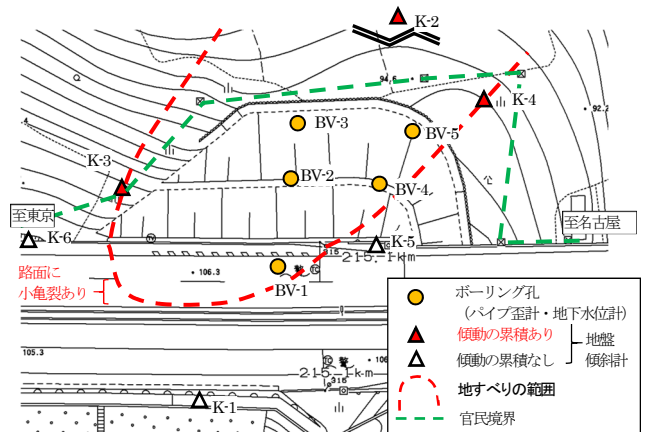


図-5 パイプ歪計観測結果 (BV-2 孔: 2021 年 6 月 ~ 9 月)



B) 地盤傾斜計観測結果例 (K-2: 2021 年 9 月 ~ 10 月)

図-6 地盤傾斜計観測結果



地層名	記号	平均N値 (岩級区分)	層相
盛土	B	5	礫混り粘土
崩積土	cht	同上	礫混り粘土
強風化泥岩	WW	N<20	礫混り粘土
風化泥岩	W	20 ≤ N < 50	固結粘土
泥岩	Ms	50 (CL) 以上	軟岩

図-7 地すべり質断面図及びすべり面位置図

③滑動の状況とメカニズム

図-8は、伸縮計の観測結果を示す。地すべり地による変動域と不動域の境界を跨ぐ位置に設置された S-12 と S-15 の伸縮計は、常に緩慢な変位傾向を示し、まとまった降雨があったときには変位が急増する傾向を示す。このことから、地すべりの滑動メカニズムは、素因として脆弱な地盤（強風化泥岩）が存在していること、そこに降雨（地下水位上昇）が誘因として作用し、滑動が活発化していると考えられた。

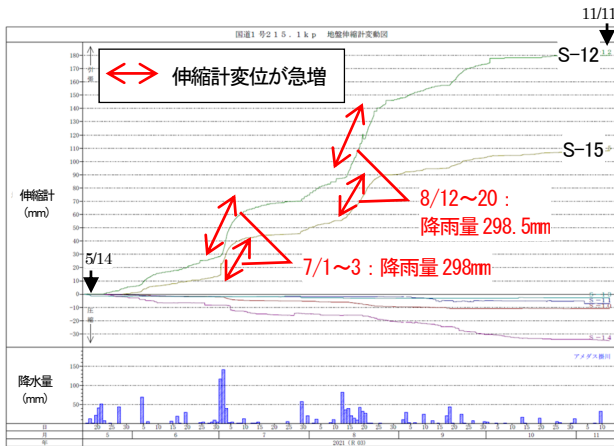


図-8 伸縮計観測結果（2021年5月～11月）

4. 対策

(1)課題

対策を実施する上で、道路管理者として4つの課題への対応を実施した。

① 課題1：工事に伴う利用者への影響

当該箇所は、24時間交通量が3万台を超える区間である。通行止めをとまなう規制は、道路利用者や物流への影響が大きい。

→ 国道の通行規制は最小限とする

② 課題2：工事完了までの道路通行の維持

恒久対策には長い期間が必要となる。このため、恒久対策工の施工が完了するまでの期間、道路の通行を可能な限り維持することが必要。

→ 地すべりの滑動を抑制

③ 課題3：対策範囲

民地を利用した対策の場合、用地の交渉や買収等に長期間を要するおそれがある。このため、できるだけ官地内で対策が必要であった。

→ 官地内で対策

④ 課題4：地すべり発生時の対応

法面の崩壊に至るような急激な地すべり変位の検知及

び発生した場合の対応

→ 現地確認・通行規制等の対応を事前に策定。

(2)課題への対処

(1)で述べた課題に対してハード対策とソフト対策を組み合わせ、対処することとした。また、ハード対策については、恒久対策工の検討のみならず、恒久対策工施工完了までの道路の安全を確保するための応急対策工も検討した。

①ハード対策：応急対策工

後述の恒久対策工の検討で選定された工種は、施工完了までに6ヶ月～1年の期間を要する。さらに、この間には、台風期と翌年の梅雨期の計2回の豊水期を経験する。豊水期においても、道路の安全を確実に担保するため、恒久対策に先立って応急対策工を実施し、当面の道路の安全を担保するものとした。地すべりの応急対策工には、一般的に地すべりの滑動力低減や抵抗力増加等を図る抑制工が実施される。抑制工には、地すべりの滑動力を低減させる地すべり頭部排土工、地すべり末端部の抵抗力を増加させる抑え盛土工、地下水位を低下させる地下水排除工等があげられる。²⁾

当該箇所の地すべりは、まとまった降雨があった時に急激に変位が増加する。このため、抑制工は、地下水位上昇を抑制して、地すべりの急激な動きを抑える地下水排除工（水抜きボーリング工）と法面へのシート張り（表流水浸透防止）を採用した。また、翌年の豊水期に水抜きボーリング工では十分な効果を得られなかった場合に備えて、路側付近に鋼矢板を打設し、本線と地すべりの縁切りを行った。応急対策工の効果として、水抜きボーリング工の施工完了後、一部の地下水位観測孔で降雨時の急激な地下水位上昇が抑制された現象を確認できた。

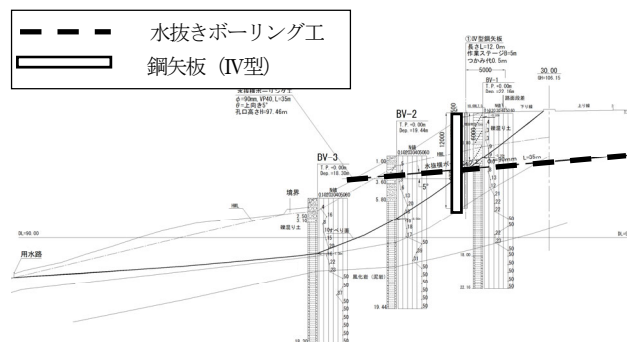


図-9 応急対策工

②ハード対策：恒久対策工

恒久対策工は、官地内で対処することを前提とし、現況法面の形状を変えずに法面を補強する抑止工とした。地すべりの抑止工の代表例は、グラウンドアンカー工、抑止杭工があげられる。また、道路の盛土を軽量盛土に置き換えて、盛土の荷重を軽減する軽量盛土工も工法案として取り上げた。グラウンドアンカー工、抑止杭工、軽量盛土工について、施工性、経済性、維持管理等について比較検討した結果、グラウンドアンカー工が選定された(表-1)。

表-1 工法比較検討一覧表

工法案	概要	施工性	経済性	維持管理	総合評価
第1案 グラウンドアンカー工	グラウンドアンカー工を打設し、アンカーに緊張力を与えることによって、地すべりを抑止する。	○	○	○	○
第2案 抑止杭工	鋼管杭の曲げ抵抗力により地すべりを抑止する。鋼管杭は盛土中央部付近ですべり土塊の圧縮域に計画する。	○	△	○	△
第3案 軽量盛土工	上下線を掘削し、超軽量材(EPS)で埋め戻す。地すべり頭部の荷重を軽減し、地すべりの滑動力低減し、地すべりの安定を回復させる。	△	△	○	△

表-2 各段階の管理基準値と行動方針

段階	管理基準値(伸縮計計測値)*	行動方針	
注意段階	2mm以上/時		
警戒段階	2時間連続で2mm以上/時	現地確認	
	現地確認によって異常有の場合	10mm以上/30日	点検、要注意、観測強化
		5~50mm以上/5日	対策検討
	10~100mm以上/1日	警戒、応急対策、通行止め検討	
非常段階	100mm以上/日	嚴重警戒、通行止め、避難	

*: 管理基準値を計測した場合は、関係者へ警報メールが発信される

5. まとめ

一般国道1号島田金谷バイパス215.1kp付近の盛土区間で、路面に開口亀裂が発生した。地すべりの原因を把握するため、ボーリング調査、観測を実施した結果、路面に現れた開口亀裂は、盛土下の強風化泥岩内にすべり面を有する地すべりによって発生していることが分かった。国道1号の通行を確保しながら地すべりの対策を実施するため、ハード対策とソフト対策を併用した対策を実施することとした。地すべりに対するハード対策は、応急対策工と恒久対策工を検討し、応急対策工を先行して実施した。

今後も台風期を迎え、降雨量の多い時期が続くが、ソフト対策で地すべりの動きを監視しながら、恒久対策を一日でも早く完了させていきたい。

参考文献

- 1) 国立研究開発法人産業技術総合研究所：地質図福 静岡及び御前崎 第2版 (2010年)
- 2) 公益社団法人日本道路協会：道路土工 切土工・斜面安定工指針 平成21年版 (2009年7月)

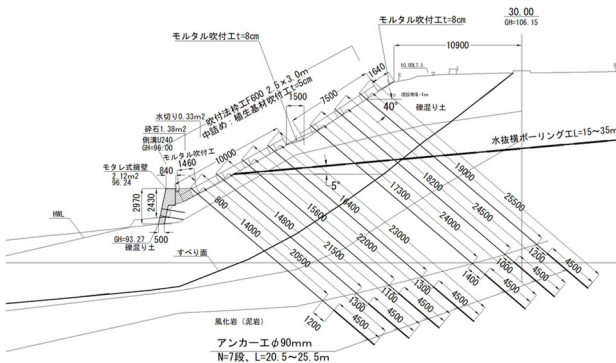


図-10 恒久対策工(グラウンドアンカー工)

③ソフト対策

伸縮計で観測された変位量と既往文献で紹介されている管理基準値を参考にして、地すべり管理計画を策定した。地すべり管理計画には、伸縮計で観測された変位量による行動方針(現地状況確認実施、通行止め検討、通行止め実施、作業員の避難等)(表-2)や通行止めとなった場合の迂回路計画を記載した。