

6.3 奈良県職員における判断

奈良県職員は道路点検者から挙がってきた異常報告に対し、以下の判断が必要となる。

判断①：のり面災害に関する変状かどうか判断

判断②：専門技術者による詳細調査の実施の要否を判断

＜判断①：のり面災害に関する変状かどうか判断＞

道路パトロールによって発見された落石などは斜面上方の岩盤の崩落等の斜面災害と考えられるが、吹付の亀裂、路面のポットホール、擁壁の亀裂等は斜面災害には関係ない劣化による可能性がある。そのため、変状が斜面災害に関する変状かどうか判断することは今後の対応を考える上で重要である。表- 6.2に変状が斜面災害に関係しているかどうかの判断の参考ポイントを示す。ただし、表- 6.2は代表的なものであり、現場をよく確認して判断することが重要である。またのり面災害に関する変状と判断した場合、変状に観測計器を設置し、変状拡大傾向の確認を行う。現場での計測については6.4節に示す。

＜判断②：専門技術者による詳細調査の実施の要否を判断＞

専門技術者による詳細調査の実施の要否については、既往履歴を確認し、現場の状況および過去の被災履歴を鑑み、決定する。例えば、規模の小さい落石であっても、過去に複数回発生している場合は、より大きな岩盤崩壊等を疑う必要がある。判断の参考ポイントを表- 6.3にまとめる。ただし、代表的なものであり、現場をよく確認して判断することが重要である。

表- 6.2 斜面災害が疑われる変状の判断ポイント

主な変状	斜面災害に関係しているかどうかの判断の参考ポイント	
路面の亀裂・沈下	斜面災害の可能性	<ul style="list-style-type: none"> 路面の亀裂が円弧状か、連続している場合、下方斜面を含んだ地すべりや崩壊の頭部亀裂である可能性がある。 沈下に伴う変状が連続している場合、また下方斜面で隆起が認められる場合、地すべりや崩壊頭部の段差地形の可能性はある。
	斜面災害以外の可能性	<ul style="list-style-type: none"> アスファルトの劣化による亀甲状の亀裂。 わだちの形成による路面の波打ち。 道路下の水道管等の破損に伴う、流水による細粒分の流出に伴う沈下。
路面上の落石	斜面災害の可能性	<ul style="list-style-type: none"> 道路脇斜面上方からの落石の崩落。 地すべりや崩壊等の斜面全体の緩みに伴う表層の落石発生の可能性がある。繰り返し発生する場合には注意が必要
擁壁の亀裂	斜面災害の可能性	<ul style="list-style-type: none"> 擁壁の亀裂は崩壊や地すべりの発生に伴う可能性がある。亀裂が連続性のあるものかどうか、亀裂周辺の状況を確認する。
	斜面災害以外の可能性	<ul style="list-style-type: none"> 擁壁裏の土砂の吸い出しによる亀裂の発生。 擁壁自体の劣化による亀裂の発生。亀裂の連続性が認められない変状もある。
落石防護網（柵）裏の土石堆積	斜面災害の可能性	<ul style="list-style-type: none"> 道路脇斜面上方からの落石の崩落。 地すべりや崩壊等の斜面全体の緩みに伴う表層の落石発生の可能性がある。
のり面の崩壊	斜面災害の可能性	<ul style="list-style-type: none"> のり面崩壊は小さいものでも、さらに大きい地すべりや崩壊の端部・末端部の可能性があるため、上方斜面を確認する必要がある。
吹付の亀裂・剥落	斜面災害の可能性	<ul style="list-style-type: none"> 吹付の亀裂・剥落は崩壊や地すべりの発生を伴う可能性がある。亀裂が連続性のあるものかどうか、亀裂周辺の状況を確認する。
	斜面災害以外の可能性	<ul style="list-style-type: none"> 吹付裏の土砂の吸い出しによる亀裂の発生。 吹付自体の劣化による亀裂の発生。亀裂の連続性が認められない変状もある。
法尻の隆起	斜面災害の可能性	<ul style="list-style-type: none"> 道路脇斜面で地すべりや崩壊が発生し、地すべりの末端が道路の下に入り込んで隆起している可能性がある。周辺斜面の状況を確認する必要がある。
植生や倒木	斜面災害の可能性	<ul style="list-style-type: none"> 倒木は崩壊や地すべりの発生に伴う可能性があるため、周囲の地山の状況を確認する。 吹付に植生が繁茂している場合、背面の空洞化や風化による地山の劣化が懸念される。（斜面災害の素因になるため注意が必要）
	斜面災害以外の可能性	<ul style="list-style-type: none"> 枯死などの自然的な倒木
排水溝、側溝の詰まり	斜面災害の可能性	<ul style="list-style-type: none"> 地山がゆるみ、土砂流出が増えている可能性がある
	斜面災害以外の可能性	<ul style="list-style-type: none"> 経年的な土砂堆積

表- 6.3 専門技術者による詳細調査実施の判断ポイントの例

判断要因	判断の参考ポイント
過去の被災履歴の有無	<ul style="list-style-type: none"> 変状は小さいが、過去に同様の変状が複数回報告されている。小石程度の落石や肌落ち程度の小崩壊が複数回発生している場合は、より大きい地すべり・斜面崩壊・岩盤崩壊が発生する前兆現象の可能性がある。
変状の規模	<ul style="list-style-type: none"> 落石のサイズが比較的大きい、崩壊の規模が大きいなど、ひとまず発生すると通行車両等に影響がある大きさの変状であれば、即座に専門技術者による詳細調査を実施し、現象・規模・範囲を明確にする。
対策の状況	<ul style="list-style-type: none"> 未対策箇所 既設対策工が破損
不安定な地形	<ul style="list-style-type: none"> 落石発生源や崩壊地形が残っており不安定。

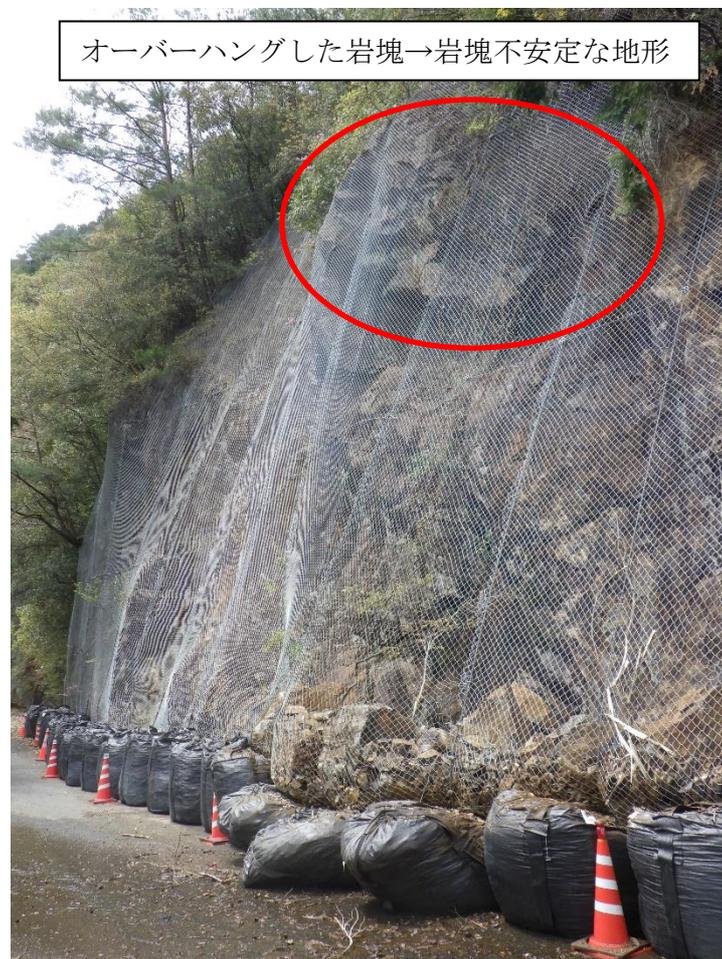


図- 6.11 不安定な地形の例：岩盤崩壊後の法肩に岩塊がオーバーハングしている状態で残存

6.4 経過観察(現場計測)の方法

変状の拡大傾向の有無を確認する(経過観察)目的で、現場計測(変状計測)を適宜行う。変状を計測する方法は複数あるが、ここでは地表の変状に限って表- 6.4、表- 6.5、表- 6.6にまとめた。表- 6.4、表- 6.5では、段差地形・亀裂変状の計測については、大きな変状に対する計測方法と小さな変状で簡易に計測できる方法の2種類について示した。

表- 6.6で示した落石の増加を確認する方法では、自然斜面の法尻だけではなく、落石防護柵の裏側、大型土のうの裏側なども確認を行う。



仮設防護柵や大型土嚢を設置した箇所は、特に注意して確認する
その際、防護柵や土嚢の背面も必ず確認する

図- 6.12 落石の増加を確認するときの注意点

表- 6.4 地表面変状の計測方法(1)

変状種	変状の規模	観測方法	内 容		メリット	デメリット
段差地形・ 亀裂変状	大規模 (数 10cm の段 差地形や亀裂 変状)	地盤伸縮計	段差地形・亀裂変状 をまたぐ形で設置 し、亀裂の広がり等 を確認する。		時系列的に連続 データの取得が 可能。 分解能：0.01mm	計器が 20 万円/ 台と比較的高 価。設置に場所 を取る。
		抜き板	段差地形・亀裂変状 をまたぐ形で設置 し、亀裂の広がり等 を確認する。		安価 分解能：1mm	確認時のみ観測 可能。コンベッ クスで測るので 観測者によりデ ータが乱れる。
		長尺 クラックゲージ	段差地形・亀裂変状 をまたぐ形で設置 し、亀裂の広がり等 を確認する。		安価 分解能：0.5mm	確認時のみ観測 可能。

表- 6.5 地表面変状の計測方法(2)

変状種	変状の規模	観測方法	内 容		メリット	デメリット
段差地形・ 亀裂変状	小規模 (数 mm～数 cm の段差変状や 亀裂変状)	定点計測	計測点を決め、定期的にコンベックス等で計測する。		安価 分解能：1mm	確認時のみ観測可能。コンベックスで測るので観測者によりデータが乱れる。
		ピン計測	亀裂を挟んでピンを設置し、ピン間の計測を行う。		安価 分解能：1mm	確認時のみ観測可能。コンベックスで測るので観測者によりデータが乱れる。
		クラックゲージ	亀裂を挟んで設置し、亀裂の広がり等を確認する。		安価 ＜上＞ 分解能：0.5mm ＜下＞ 分解能：0.05mm	確認時のみ観測可能。

表- 6.6 地表面変状の計測方法(3)

変状種	変状の規模	観測方法	内 容		メリット	デメリット
落石	小～大	目視による計測	<p>目視により落石の増加を確認する。既存の落石にスプレーで着色し、新たに落ちてきた落石がわかるようにする。観測毎にスプレーの色を変化(5回パトロール毎に5色)させると落石の増加がわかりやすい。</p>		安価	確認時のみ観測可能。
構造物の傾斜	/	スラント(水平器)による計測	<p>スラントを用いて擁壁の傾斜を確認する。</p>		安価	確認時のみ観測可能。

第6章 参考・引用文献

- 3) 国土交通省近畿地方整備局 近畿技術事務所 平成21年10月 道路法面維持管理のためのハンドブック（案） 84p

(2) 対策工設計までの実施項目

①周辺斜面を含めた調査範囲を決定、既存資料(LP図・地質図等)の活用

周辺斜面をLP図や空中写真で確認、地質の分布状況を確認し、落石が発生しやすい箇所、落石経路の予測等を行う。LP図や干渉SAR解析による差分解析が行える場合は過去の崩壊等を確認する。

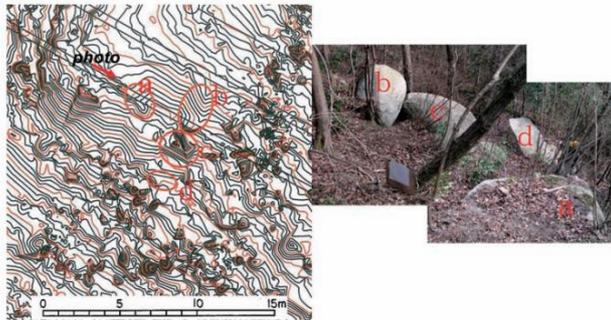


Fig.5 Representations of fallen rocks on LP map and photograph in the field

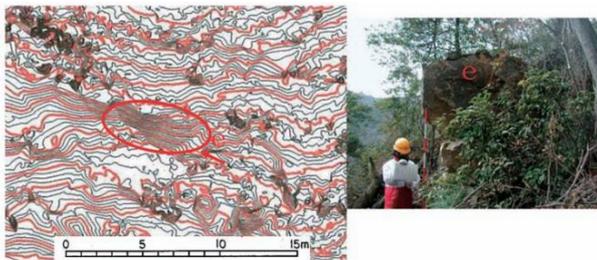


Fig.6 Representations of outcrops on LP map and photograph in the field

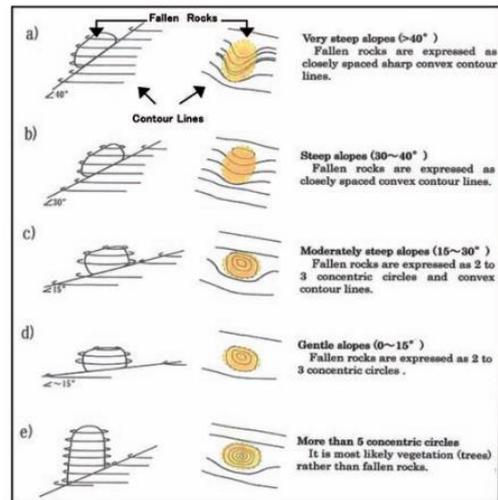


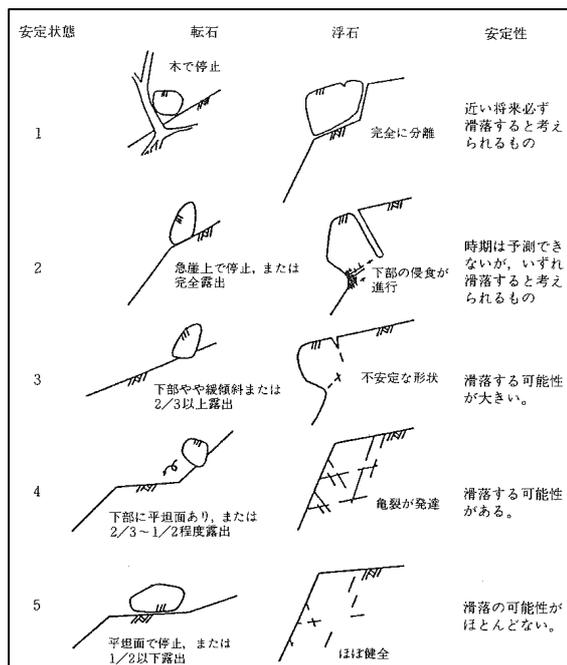
Fig.7 Fallen rocks of about 1m in diameter and representative contour lines

図- 7.2 LP図の微地形判読による転石抽出と転石分布に伴う標高線の描かれ方

Saito et al. (2006) こうえいフォーラム第14号 p13-19

②現地踏査による落石発生源の確認、落石の安定度評価

現地踏査により落石発生源を確認する。ただし、斜面状況が不明な場合はドローン撮影による現地確認後に、現地踏査を実施する。現地踏査では、不安定な転石を抽出し、落石の安定度評価を行う。



不安定岩塊	不安定岩塊区分 浮石・転石	落石の大きさ 高さ(m)×幅(m)×奥行(m)			安定度 落石対策便覧参照		単位重量 γ(k)	落石重量 W(kN)	比高(m)	落石位置 (m)	斜面勾配 (°)	等価摩擦 係数	落下高さ (m)	落石En E(kJ/m)
		高さ(m)	幅(m)	奥行(m)	安定度	落石対策便覧参照								
1	転石	0.4	× 0.2	× 0.4	2		23.0	0.077	22	30	46.6	0.35	22	11.9
2	転石	0.8	× 0.3	× 0.5	3		23.0	0.288	53	75	46.6	0.35	40	81.2
3	転石	0.4	× 0.5	× 0.5	3		23.0	0.240	55	70	46.6	0.35	40	67.7
4	転石	0.4	× 0.2	× 0.4	2		23.0	0.077	53	66	46.6	0.35	40	21.7
5	転石	0.2	× 0.8	× 0.6	3		23.0	0.230	60	80	46.6	0.35	40	65.0
6	浮石	0.5	× 0.5	× 0.6	3		23.0	0.360	67	85	46.6	0.35	40	101.6
7	転石	0.5	× 0.5	× 1.0	3		23.0	0.600	70	90	46.6	0.35	40	169.3

図- 7.3 現地踏査による不安定岩塊の確認と不安定岩塊の安定度評価

③対策工の必要性確認、対策工の選定

対策工の必要性については、不安定岩塊の数、不安定岩塊の大きさ、考えられる跳躍量、落石エネルギーの算定を行い、落石対策工を選定する。また、落石の挙動を把握するため、落石シミュレーションを行い、落石経路、落石速度、落石エネルギーを算定する方法も用いられる。

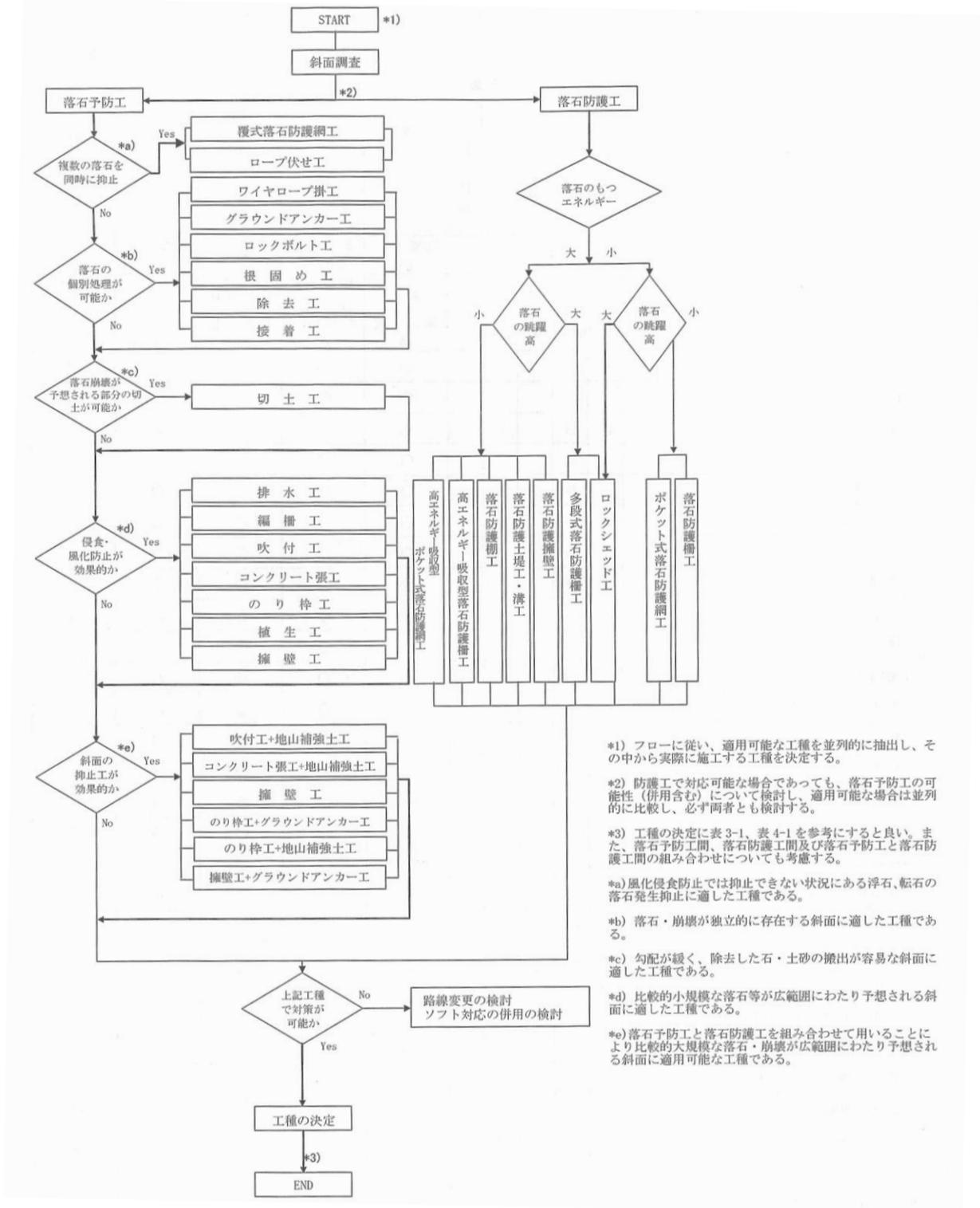


図- 7.4 落石対策工の選定フローチャート

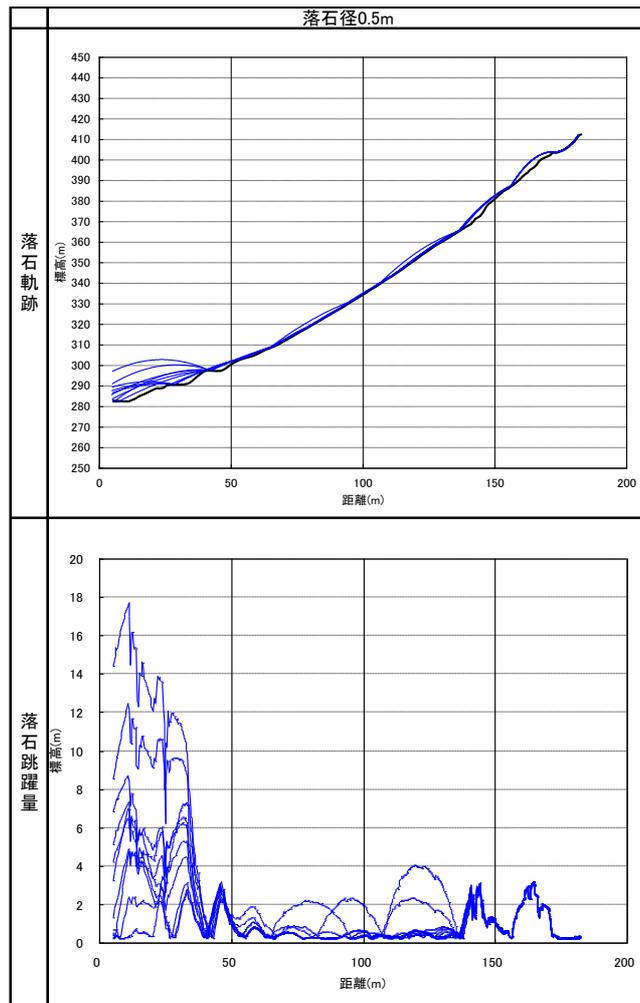


図- 7.5 落石シミュレーション結果の例

④落石変動の観測

落石変動の観測方法の代表的なものとして以下がある。

- (1) 落石発生源での亀裂に対するピンやクラックゲージによる計測

定期的に計測することにより、亀裂が拡大していないか確認する。

- (2) 斜面法尻や落石防護柵裏の落石数を確認

斜面法尻、落石防護柵裏の落石数を定期的に確認する。落石が増加していれば、上方斜面で崩壊等が発生する予兆の可能性がある。落石にはスプレーで着色し、新たな落石を把握する。

- (3) 落石直下にワイヤーセンサを設置

落石の可能性のある不安定岩塊直下にワイヤーセンサを設置し、落石発生時に検知する。落石発生源と保全対象が近い場合は難しいが、かなり遠い場合は道路の通行止めや避難に使用できる。



図- 7.6 不安定岩塊の亀裂にピンを設置しピン計測で監視している事例

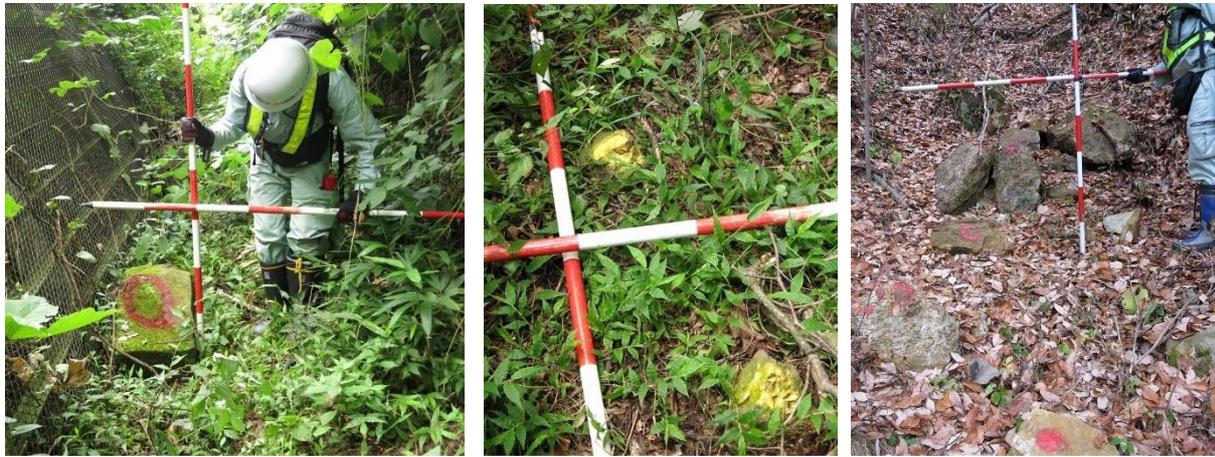


図- 7.7 転石に印を付けている状況の例(左：防護柵裏 中：法尻の転石 右：沢内の転石)



図- 7.8 不安定岩塊直下のワイヤーセンサ設置状況の例

7.2 表層崩壊

(1) 対応フロー

表層崩壊の対応フローを図- 7.9に示す。

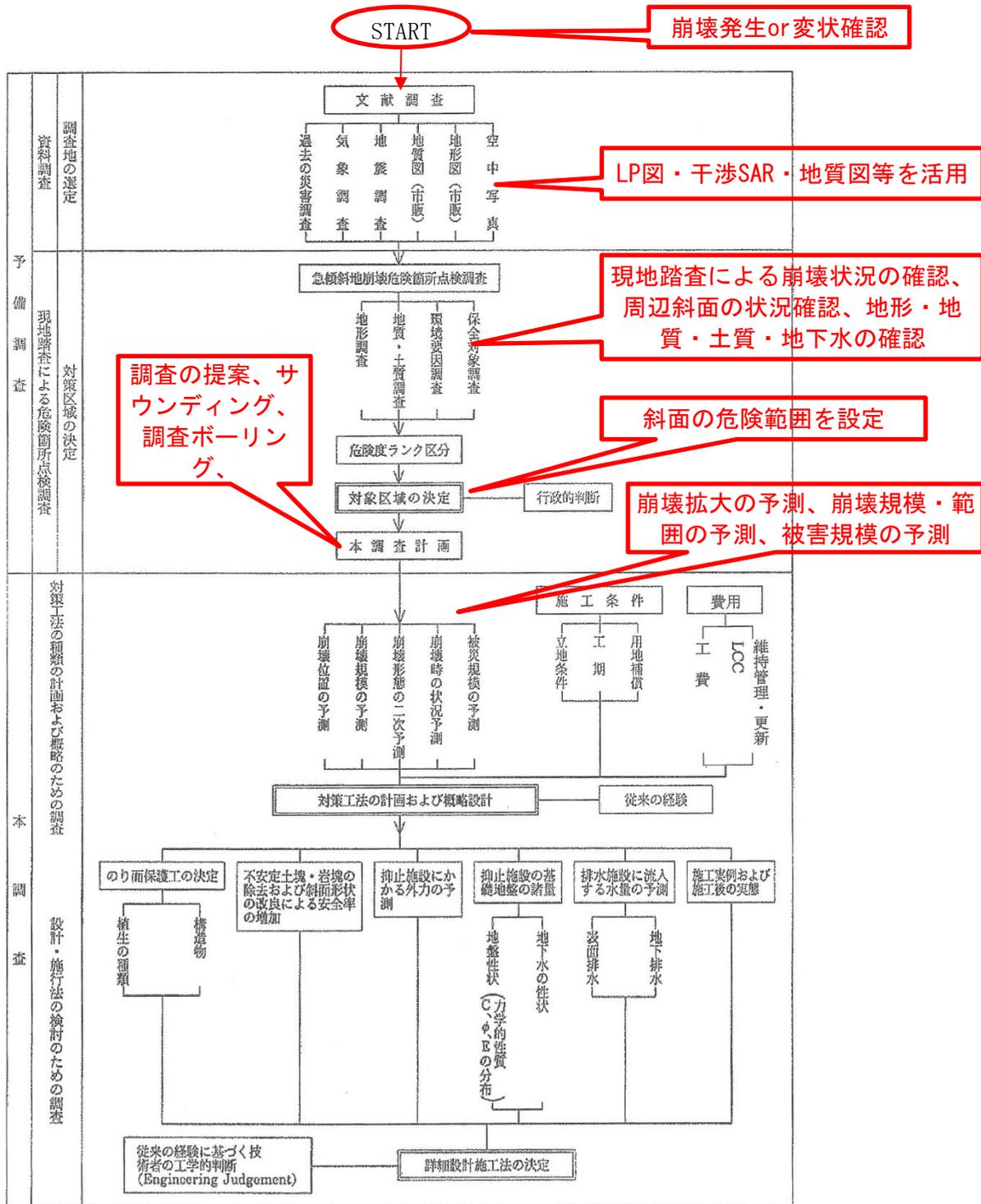


図- 7.9 崩壊調査のフロー

一般社団法人全国治水砂防協会 令和元年5月

新・斜面崩壊防止工事の設計と実例-急傾斜地崩壊防止工事技術指針- p14 に一部追記

(2) 対策工設計までの実施項目

①周辺斜面を含めた想定被災範囲を決定、既存資料(LP図・地質図等)の活用

周辺斜面をLP図や空中写真で確認、地質の分布状況を確認し、斜面崩壊が拡大する可能性のある範囲、崩壊時の被災範囲の推定を行う。干渉SAR解析による差分解析により、崩壊発生以前から微小な変形を確認できる可能性もある。

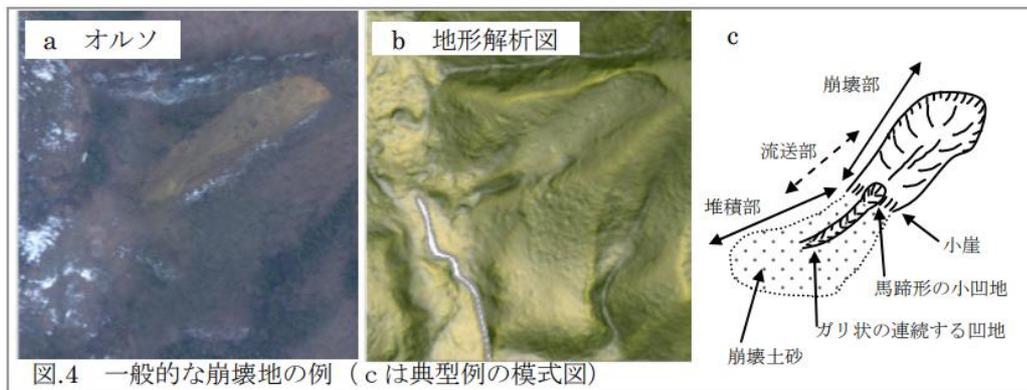


図.4 一般的な崩壊地の例 (cは典型例の模式図)

図- 7.10 LP図の微地形判読による崩壊地形の判読

鵜殿・近・加藤(2010) 航空レーザ計測データを用いた崩壊地形の分析～迫間川流域を例として～
第59回平成22年度砂防学会研究発表会概要集 05-04

②現地踏査による斜面崩壊範囲の確認

現地踏査により斜面崩壊範囲を確認し、地形状況、地質状況、湧水状況を確認する。ただし、斜面状況が不明な場合はドローン撮影による現地確認後に、現地踏査を実施する。現地踏査では、周辺斜面に頭部亀裂が連続していないか、崩壊が拡大する可能性について確認する。図- 7.11に示したのは熊本地震による崩壊発生後に、周囲で豪雨時に斜面崩壊が発生した事例である。これらの斜面崩壊は熊本地震により地盤が緩んだところに豪雨により崩壊したと考えられ、地震後何かしら変状等が発生していた可能性がある。このような変状を把握することが重要である。



写真-10 豪雨によって土砂災害が拡大

図- 7.11 熊本地震による崩壊発生後の降雨により周辺斜面が崩壊した事例

北園・笠間・矢ヶ部(2016) 平成28年熊本地震における土砂災害
土木学会第8回土砂災害に関するシンポジウム論文集 p49-53

③調査の実施

実施する調査については、以下が挙げられる。

- ・崩壊頭部への地盤伸縮計設置
- ・サウンディング(簡易貫入試験)
- ・調査ボーリング

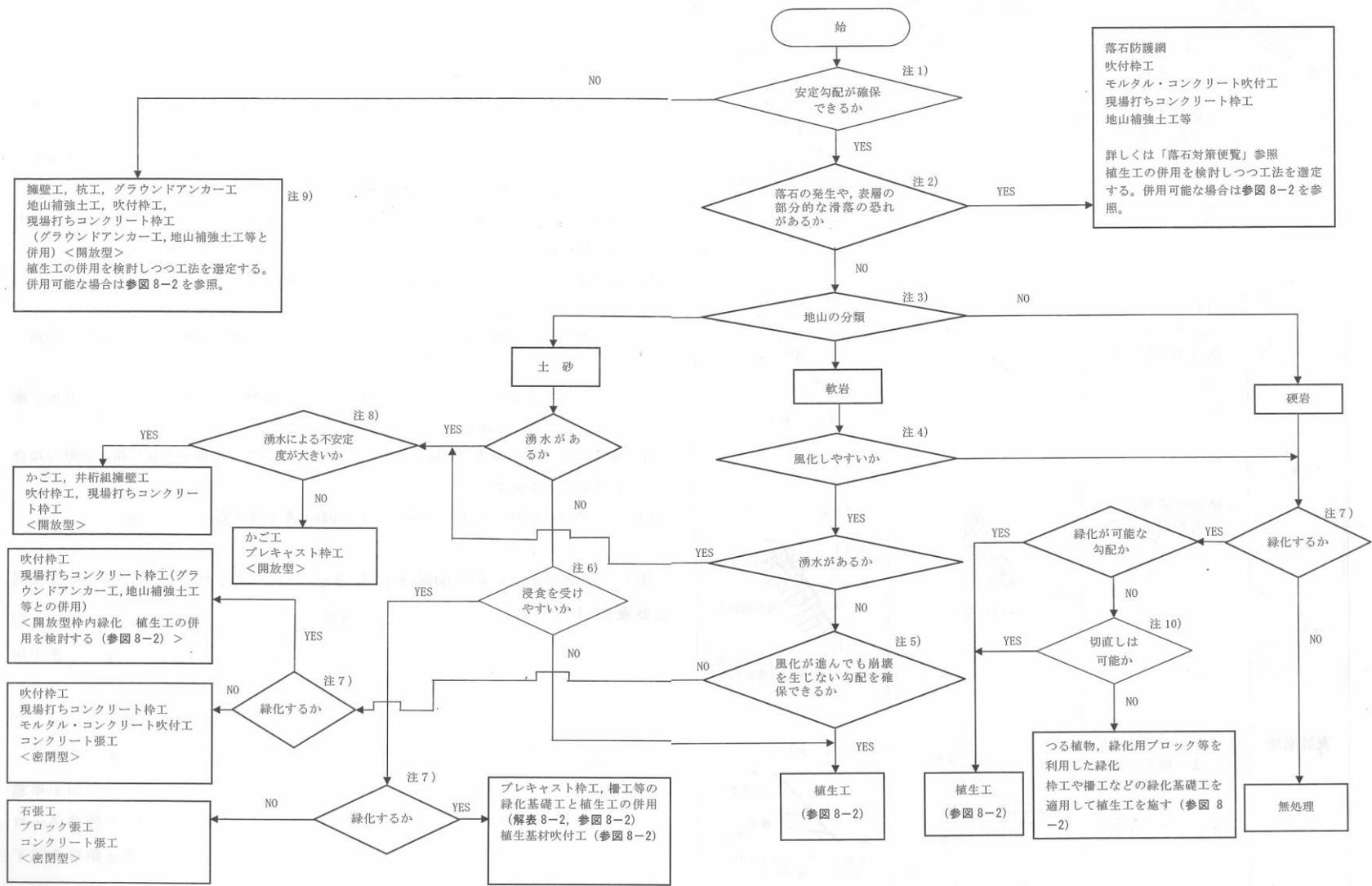
地盤伸縮計は、崩壊地内に残存土砂があり、さらに崩落する危険性がある場合に設置する。サウンディング、調査ボーリングについては不安定土塊の厚さを確認するためである。崩壊後、不動層である岩盤が露出している場合は実施する必要は無い。

④崩壊拡大の予測、崩壊規模・範囲の予測、被害規模の予測

現地踏査および調査結果から崩壊拡大の予測、崩壊規模・崩壊の予測、被害規模の予測を行い、対策工設計の基礎資料とする。

⑤対策工の必要性確認、対策工の選定

対策工の必要性については、④で求めた各諸元から判断する。対策工の選定は、図- 7.12に示すフローチャートにより決定する。



注: のり面緑化工の施工可能性をのり面勾配から判断する際には, 参表 8-2 や解表 8-4 を参照すること。

図- 7.12 切土のり面におけるのり面保護工の選定フロー

7.3 岩盤崩壊

(1) 対応フロー

岩盤崩壊の対応フローを図- 7.13に示す。

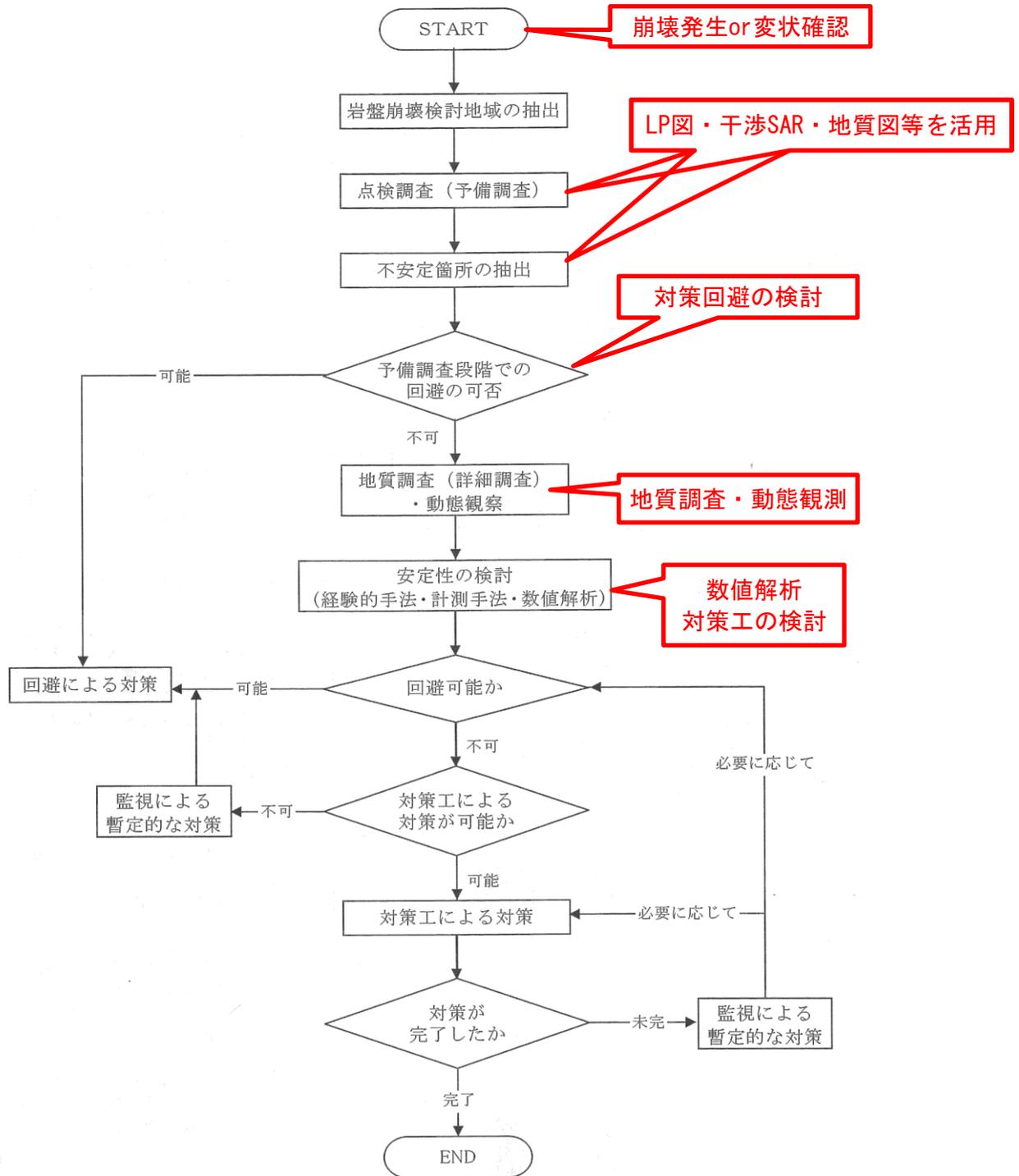


図- 7.13 岩盤崩壊対策選定の流れ図

(2) 対策工設計までの実施項目

①点検調査(予備調査)・不安定箇所の抽出

岩盤崩壊対策については以下の記述がある。

落石・岩盤崩壊対策は、以下の基本的考え方にしたがって計画する。

(1) 推定される落石や岩盤崩壊の規模、発生可能性、道路への影響、過去の災害履歴やその状況等を考慮し、適切な対策を計画する。

(2) 落石・岩盤崩壊対策として、①回避による対策、②対策工による対策、③監視による暫定的な対策が挙げられる。

このうち、落石対策においては、さらに以下の点に留意する。

(3) 規模の大きな落石が予想され、大規模な対策工が必要となり、施設による対策が困難な場合には、回避することが望ましい。やむを得ず回避できない場合には、現地の状況に応じて過去の経験を生かしつつ、対策工による対策と監視による暫定的な対策等を適切に組み合わせて対応することが望ましい。

また、岩盤崩壊対策においては、さらに以下の点に留意する。

(4) 岩盤崩壊は、発生メカニズム、規模、発生可能性等の推定が困難であることが多いので、回避することが望ましい。

(5) やむを得ず回避できない場合には、現地の状況に応じて過去の経験を生かしつつ、対策工とともに、目視点検や計測機器を用いた監視による管理のあり方をあわせて計画することが望ましい。

社団法人日本道路協会 平成21年6月 道路土工 切土工・斜面安定工指針 p325

岩盤崩壊対策として、①回避による対策、②対策工による対策、③監視による暫定的な対策があり、ただし岩盤崩壊は発生メカニズム、規模、発生可能性等の推定が困難であることが多いので、回避することが望ましい。したがって予備調査の段階でLP図や干渉SAR解析を用いて不安定岩塊を把握し、対策回避可能か否かを判断する必要がある。

②地質調査(詳細調査)・動態観測

予備調査により落石・岩盤崩壊の対策の検討を要すると判断された斜面に対しては、対策工の選定や設計・施工のための詳細調査を実施する。ただし、斜面状況が不明な場合はドローン撮影による現地確認後に、現地踏査を実施する。

詳細調査は、落石・岩盤崩壊の形態・規模・落下経路・発生機構・不安定度や対策工の地山の強度等の物性値を把握することを目的とし、に示すように第1次詳細調査と第2次詳細調査に大きく分けられる。

第1次詳細調査は、ここの落石予備物質ないしは岩盤の不安定度、位置、大きさ、対象区間における分布、落石の経路等、開口亀裂の分布や性状を明らかにし、第2次詳細調査は第1次詳細調査の結果を踏まえて、必要に応じ斜面内部の亀裂分布調査や工学的諸物性値、岩盤の挙動等を把握し、岩盤崩壊や土砂崩壊への発展性、対策の妥当性、並びに対策工に関する地盤の設計定数等を明らかにする。

表- 7.1 落石・岩盤崩壊対策の詳細調査項目

詳細調査の段階	調査手法	調査項目
第1次詳細調査	既存資料の収集	落石履歴等
	測量	1/1,000～1/100 程度の地形図・断面図の作成
	大縮尺空中写真判読	斜め写真や大縮尺垂直写真判読
	詳細地表踏査	浮石・転石の位置, 規模, 不安定度, 岩盤亀裂分布
第2次詳細調査	物理探査 (弾性波探査, 電気探査, 電磁波探査等)	ゆるみや風化の分布, 亀裂や弱層の分布や方向
	ボーリング・サウンディング, ポアホールカメラ等	ゆるみ・風化・亀裂の分布, 亀裂の方向
	岩石試験・土質試験	岩石の密度, 弱層の強度等
	計測調査 (伸縮計, 傾斜計, 落石検知センサー, 岩盤変位計, 光波測量等)	亀裂の開口幅や変位量, 傾斜変化等

社団法人日本道路協会 平成21年6月 道路土工 切土工・斜面安定工指針 p329

③数値解析・対策工の検討

岩盤崩壊対策には、回避による対策、対策工による対策及び監視による暫定的な対策がある。各種の対策工は対象規模や破壊力が大きいいため、予備調査段階で岩盤の崩壊位置や範囲、崩壊量等を予測し、岩盤斜面の回避の可否を判断する。やむを得ず回避できない場合には、経験的手法、計測手法、数値解析により安定性を評価する。ただし、このうち数値解析による定量的な安定性評価手法は、岩盤斜面は様々な形態で崩壊するため、全ての形態に適した解析手法はなく、崩壊形態毎に解析手法を適宜選定しているのが現状である。

岩盤崩壊対策には以下の種類がある。

(1) 予防工

- ・岩盤の排除
- ・グラウンドアンカー
- ・鉄筋挿入工
- ・地下水排除工(排水工)
- ・亀裂充填工
- ・コンクリート張り工 など

(2) 防護工

- ・斜面途中での小段工・補足工
- ・道路際での土堤・擁壁
- ・崩落防止網
- ・導流工

(3) 監視等による対策

- ・目視監視、計測機器監視
- ・計測システムの構築
- ・管理基準値の設定

7.4 地すべり

(1) 対応フロー

地すべりの対応フローを図- 7.14に示す。

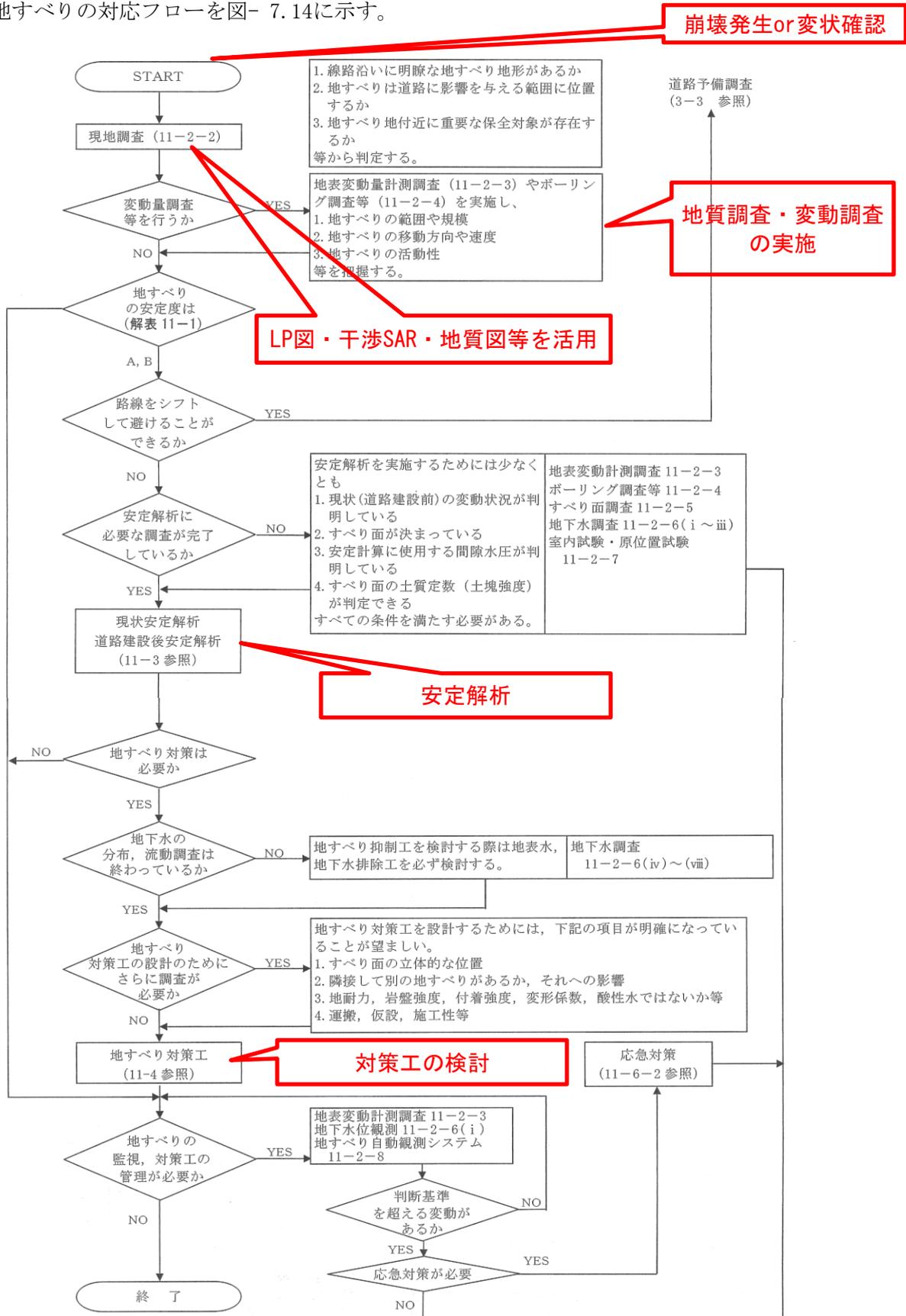


図- 7.14 地すべり調査のフロー

(2) 対策工設計までの実施項目

①現地調査

現地調査をする前にはLP図等により地すべり地形を把握する。また干渉SAR解析により、地すべり変動がわかる資料を確認する。既存文献からは地質状況、これまでの変動履歴、道路パトロール結果等を確認し、これまでの地すべり変動兆候を確認する。

現地調査の留意点は以下である。

(1) 地すべり範囲および危険範囲の推定

- ・地すべりおよび周辺の地形を観察
- ・地すべり地内の微地形から地すべりの活動範囲、被災範囲等を推定

(2) 地質調査

- ・地すべり土塊を構成している物質の種類、粒度、岩質、色調の確認
- ・地すべり地周辺の露頭確認による地質・層序・走向および傾斜の確認
- ・基盤岩の確認

(3) 地形調査

- ・地すべりブロック変動により形成された地すべり地形の確認

(4) 地下水分布の把握

- ・地すべり地内外の池、沼、湿地および湧水点について調査
- ・水位、湧水点、湧水量について調査

(5) 運動形態の推定

- ・微地形、主クラック、側方クラック、末端クラックなどの変状から地すべりの移動形態や方向を推定

(6) 誘因の推定

②地質調査・変動調査の実施

地すべりのすべり面の把握や地すべり移動土塊の特性、地下水特性を確認する目的で地質調査を、地すべりの変動特性を把握する目的で変動調査を実施する。

地質調査はボーリング調査を基本とし、必要に応じて弾性波探査、電気探査、自然放射能探査、各種土質試験を行う。ボーリング孔には変動調査に用いるパイプひずみ計・孔内傾斜計・縦型伸縮計を設置し、ボーリング孔を用いて地下水位観測、地下水追跡、揚水試験、地下水検層などの地下水調査や孔内水平載荷試験などの原位置試験を行う。

変動調査は以下のような調査を実施する。調査項目はその地すべり解析に沿った項目を選択する。

(1) 地表変動調査

- ・地盤伸縮計観測
- ・地盤傾斜計観測
- ・丁張り観測
- ・移動杭観測

(2) 地中内変動調査

- ・パイプひずみ計観測
- ・孔内傾斜計観測

・縦型伸縮計観測

③安定解析・対策工の検討

各種調査結果から求めた土質定数等を用いて安定解析を実施し、現況安全率を推定する。保全対象の重要度から計画安全率を設定し、計画安全率に達するための必要抑止力を算定する。その必要抑止力に対応できる地すべり対策工を検討する。地すべり対策工には抑制工(地すべり活動を抑制する工法)と抑止工(地すべり活動を抑止する工法)がある。

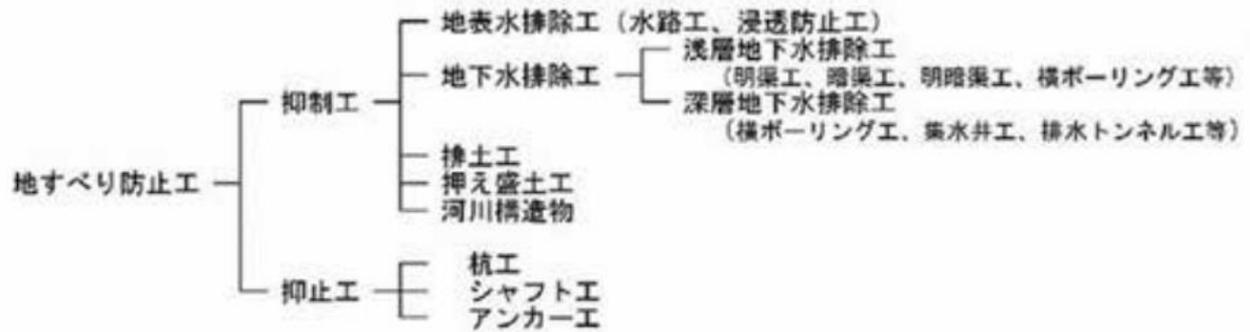


図- 7.15 地すべり対策工の種類

国土交通省水管理・国土保全局 令和6年6月 河川砂防技術基準
計画編 施設配置等計画編 第3章-p39

7.5 土石流

(1) 対応フロー

土石流の対応フローを図- 7.16に示す。

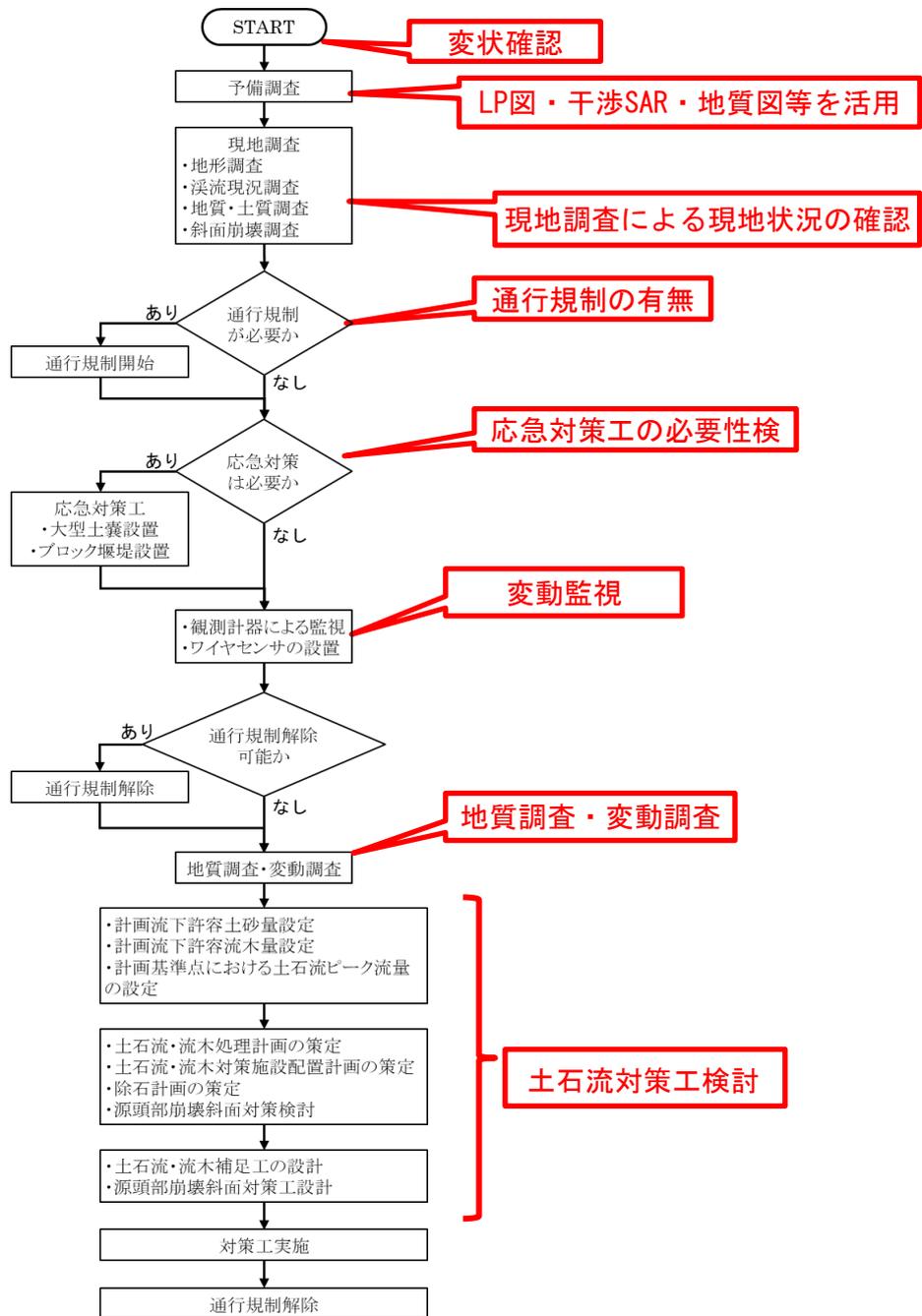


図- 7.16 土石流対応フロー

国土交通省国土技術政策総合研究所 2016年4月 砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)
を参考に作成

(2) 対策工設計までの実施項目

①予備調査

現地調査をする前にはLP図等により土石流発生溪流周辺の地形を把握する。また干渉SAR解析により、土石流源頭部の斜面変化を捉える。既存文献からは地質状況、これまでの変動履歴、道路パトロール結果等を確認し、これまでの土石流発生兆候を確認する。

②現地調査

現地調査の留意点は以下である。

(1) 地形調査

- ・土石流が発生した沢の地形状況を確認する。

(2) 溪流現況調査

- ・溪流内の土砂の堆積状況、基盤岩の状況等を確認する。

(3) 地質・土質調査

- ・基盤岩の地質、緩み土塊の土質、源頭部崩壊斜面の地質・構造などを確認する。

(4) 斜面崩壊調査

- ・源頭部崩壊斜面の規模、拡大傾向、地質構造などを確認する。

③応急対策工の必要性確認

溪流内の状況により異なるが、土砂が道路まで流出する恐れがある場合、応急対策工を実施する必要がある。想定される土砂量を検討し、大型土嚢の設置、ブロック堰堤の設置などが考えられる。

④観測計器による監視・ワイヤーセンサの設置

源頭部斜面に亀裂・段差変状が認められた場合は、変状をまたいで地盤伸縮計等を設置し、変状の拡大を監視する。溪流内に不安定土砂が堆積していた場合は、下方にワイヤーセンサ等を設置して、流動時に土砂移動を捉える。

⑤地質調査・変動調査

地質調査はボーリング調査を基本とし、源頭部斜面の崩壊する可能性の土量の調査や砂防堰堤計画箇所の基礎岩盤確認等のために実施する。また源頭部斜面に設置した地盤伸縮計や溪流内のワイヤーセンサを継続監視し、変動と降雨の関係を確認するなど、将来的な災害発生に備える。

⑥土石流対策工検討

各種調査結果から求めた計画流下土砂量・流木量、源頭部斜面崩壊時に発生する土砂量等を鑑み、土石流および流木補足工の検討を行う。

⑦通行規制および解除

通行規制は現地調査後に実施の有無を判断し、応急対策工実施後、変動監視後、土石流対策工実施後に状況を判断しながら通行規制の解除を行う。

7.6 盛土・擁壁

(1) 対応フロー

盛土・擁壁の対応フローを図- 7.17に示す。図- 7.17で第二次スクリーニングとは、地盤調査・安定計算を実施し、盛土・擁壁の安全性を確認する。

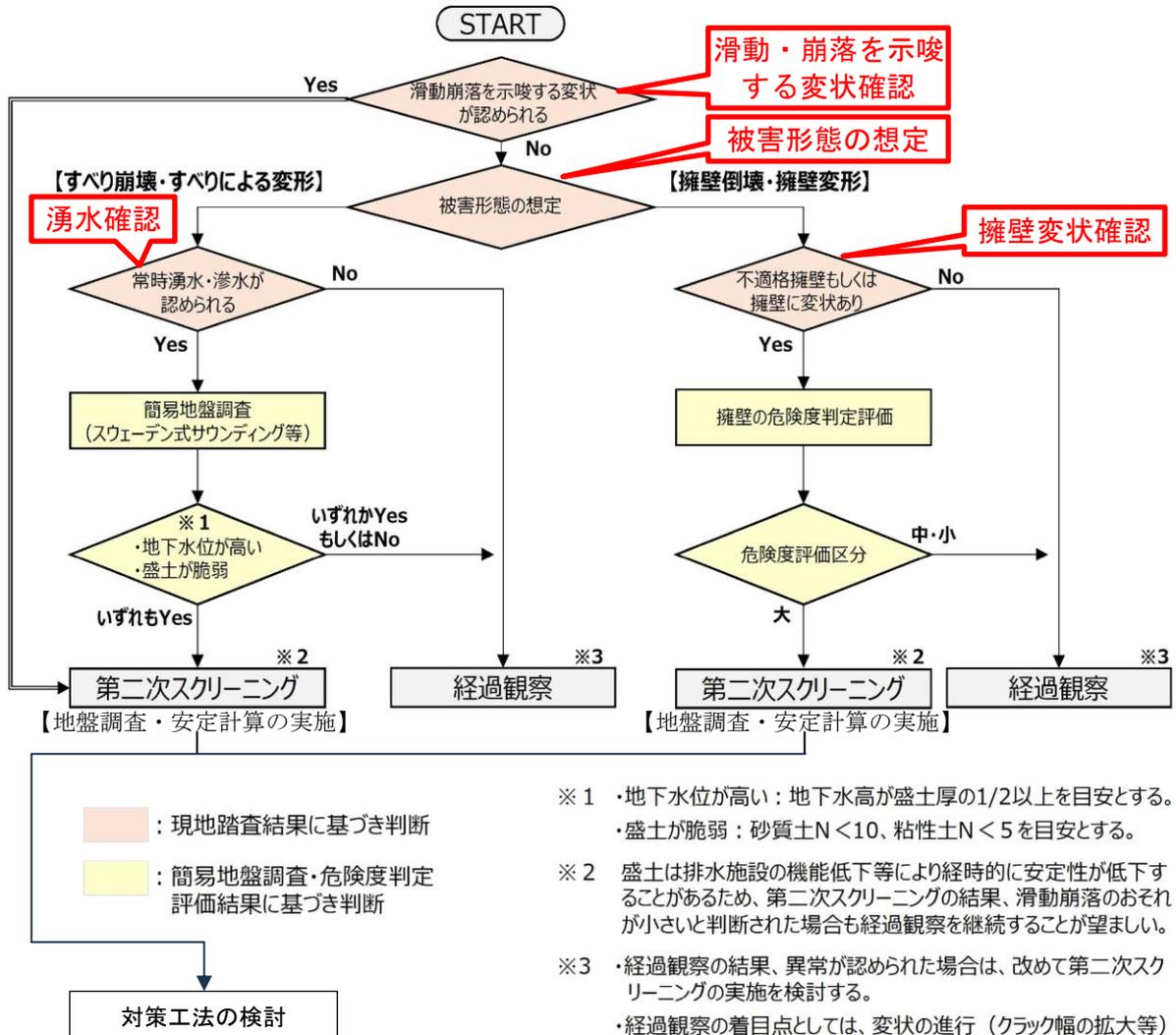


図- 7.17 盛土・擁壁対応フロー

国土交通省「早期に第二次スクリーニングを実施すべき盛土の考え方」の解説,
<https://www.mlit.go.jp/toshi/web/content/001588807.pdf> に一部追記

(2) 対策工設計までの実施項目

①滑動崩落を示唆する変状確認

擁壁、盛土のり面において、以下に示す変状が認められた場合は、速やかに地盤調査・安定計算を行い、対策工の検討を行う。

滑動崩落を示唆する変状とは、一定の連続性を有し、点在する変状をつなぐと滑動ブロックが想定される変状をいい、局所的・部分的な変状は滑動崩落を示唆する変状とはみなさない。図- 7.18に滑動崩落を示唆する変状のイメージを、

表- 7.2に滑動崩落を示唆する変状の目安を示す。滑動崩落を示唆する変状とは、一定の連続性を有するクラック、陥没、沈下、隆起、傾倒、目地ズレ・ハラミ等の変状をつなぐと滑動ブロックが想定される変状をいい、局所的・部分的な変状は滑動崩落を示唆する変状とはみなさない。

1) 擁壁

擁壁の連続したクラック・傾倒、面的な目地ズレ・ハラミなど、擁壁全体の移動を示唆する変状が認められる。特に水平クラックや連続した傾倒などは、滑動崩落を示唆する動きとして注意を要する。

2) 盛土のり面

のり面の連続したクラック、面的なハラミ・凹凸など、滑動ブロックの移動を示唆する変状が認められる。特に法肩部の亀裂や沈下、法尻部の押出し・隆起などは、滑動崩落を示唆する動きとして注意を要する。

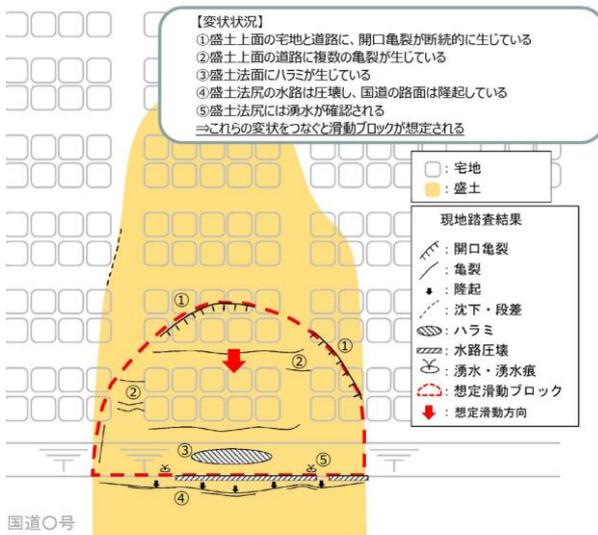


表- 7.2 滑動・崩壊を示唆する変状の目安

種別	滑動崩壊を示唆する変状か否かの判断
宅地地盤	<ul style="list-style-type: none"> 面的に連続した、クラック、陥没、沈下、隆起など 滑動ブロックの移動を示唆する変状か否かを確認する 滑動ブロック頭部の亀裂や沈下、末端部の隆起などは滑動崩壊の動きとして特に注意を要する 部分的なクラック、陥没、沈下、隆起等は変状有と判定しない アスファルトの劣化による変状や地下埋設物周辺の変状は変状有と判定しない
擁壁	<ul style="list-style-type: none"> 擁壁の連続したクラック・傾倒、面的な目地ズレ・ハラミなど 擁壁全体の移動を示唆する変状か否かを確認する 水平クラックや連続した傾倒などは滑動崩壊の動きとして特に注意を要する 部分的な縦クラック、傾倒、目地ズレ、ハラミ等は変状有と判定しない 隅角部のみの変状は変状有と判定しない
のり面	<ul style="list-style-type: none"> のり面の連続したクラック、面的なハラミ・凹凸など 滑動ブロックの移動を示唆する変状か否かを確認する 法肩部の亀裂や沈下、法尻部の押出し・隆起などは滑動崩壊の動きとして特に注意を要する 部分的なクラック、ハラミ・凹凸等は変状有と判定しない

図- 7.18 滑動・崩壊を示唆する変状のイメージ

国土交通省「早期に第二次スクリーニングを実施すべき盛土の考え方」の解説

<https://www.mlit.go.jp/toshi/web/content/001588807.pdf>

②滑動崩壊を示唆する変状が認められない

検討対象とする盛土の被害形態が「すべり崩壊・すべりによる変形」と想定される場合、及び被害形態が「擁壁倒壊・擁壁変形」と想定される場合の2つに分けて、簡易地盤調査を実施し、その結果をもとに早期に対策検討を実施するもの、及び当面は経過観察を行うものに選別する。

1) 想定被害形態：「すべり崩壊・すべりによる変形」

すべりの主要因である地下水及び盛土の脆弱部に着目して、サウンディング試験、及び地下

水確認等の簡易地盤調査を実施し、「地下水位が高くかつ盛土が脆弱」な箇所は、早期に地盤調査・安定計算を実施する。地下水位は、常時飽和状態にある地下水位だけでなく、盛土表層などで地下水が保水されている部分（飽和度が高い部分）も考慮する。「地下水位が高くかつ盛土が脆弱」と判定する目安としては、地下水高が盛土厚の1/2以上であり、かつ盛土が砂質土の場合はN値10未満、粘性土の場合はN値5未満を目安とする。なお、この場合のN値は簡易調査結果からの換算N値であり、盛土の土質区分（砂質土か粘性土かの区分）が難しい場合は、N値10未満を目安とする。

2) 想定被害形態：「擁壁倒壊・擁壁変形」

擁壁の危険度判定評価を実施し、「危険度が大」と判定される箇所は、早期に地盤調査・安定計算を実施する。擁壁の危険度判定評価は、国土交通省の「宅地擁壁老朽化判定マニュアル（案）」などを参考にして、危険度の大・中・小を評価する。

③経過観察

上記の②に示す簡易調査の結果、「地下水位が高くかつ盛土が脆弱」または「擁壁の危険度が大」と判定されない盛土は、当面の間、経過観察対象とする。経過観察の着目点としては、変状の進行（クラック幅の拡大等）、新たな湧水や変状の発見、他事業における変状の補修実績などが挙げられる。

経過観察の結果、異常が認められた場合は、改めて地盤調査・安定計算の実施を検討する。その結果、滑動崩落のおそれが小さいと判断された場合においても、盛土は排水施設の機能低下等により経時的に安定性が低下することがあるため、経過観察を継続することが望ましい。

（国土交通省「早期に第二次スクリーニングを実施すべき盛土の考え方」の解説、
<https://www.mlit.go.jp/toshi/web/content/001588807.pdf> を参考とした。）

第7章 参考・引用文献

- 1) 公益社団法人日本道路協会 平成29年12月 落石対策便覧 411p
- 2) Yoshiyuki Saito, Haruo Shuzui, Akira Nishida and Yasuhiko Wakisaka 2006.1 Rock fall study by laser profiler -Application to high hazard conditions- こうえいフォーラム第14号 p13-19
- 3) 一般社団法人全国治水砂防協会 令和元年5月 新・斜面崩壊防止工事の設計と実例-急傾斜地崩壊防止工事技術指針- 327p
- 4) 鶴殿俊昭・近政英・加藤正治 2010 航空レーザ計測データを用いた崩壊地形の分析～迫間川流域を例として～ 第59回平成22年度砂防学会研究発表会概要集 05-04
- 5) 北園芳人・笠間清伸・矢ヶ部秀美 2016 平成28年熊本地震における土砂災害 土木学会第8回土砂災害に関するシンポジウム論文集 p49-53
- 6) 社団法人日本道路協会 平成21年6月 道路土工 切土工・斜面安定工指針 521p
- 7) 国土交通省水管理・国土保全局 令和6年6月 河川砂防技術基準 計画編 施設配置等計画編 146p
- 8) 国土交通省国土技術政策総合研究所 2016年4月 砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編) 77p
- 9) 国土交通省「早期に第二次スクリーニングを実施すべき盛土の考え方」の解説,
<https://www.mlit.go.jp/toshi/web/content/001588807.pdf>

8 点検結果のサーバー集約

道路パトロール・スクリーニング・安定度調査・緊急踏査等を実施した際は、点検や調査の結果をサーバーに集約し、データを蓄積して一元管理する。また、点検を行う際には、過去の点検データを参照することにより、変状の履歴や経年的な進行性を見逃さないようにする体制を構築していく。データサーバーの情報は、奈良県職員が管理するが、必要に応じて道路パトロールや調査業務等の委託業者をはじめとした関係者間で共有する。

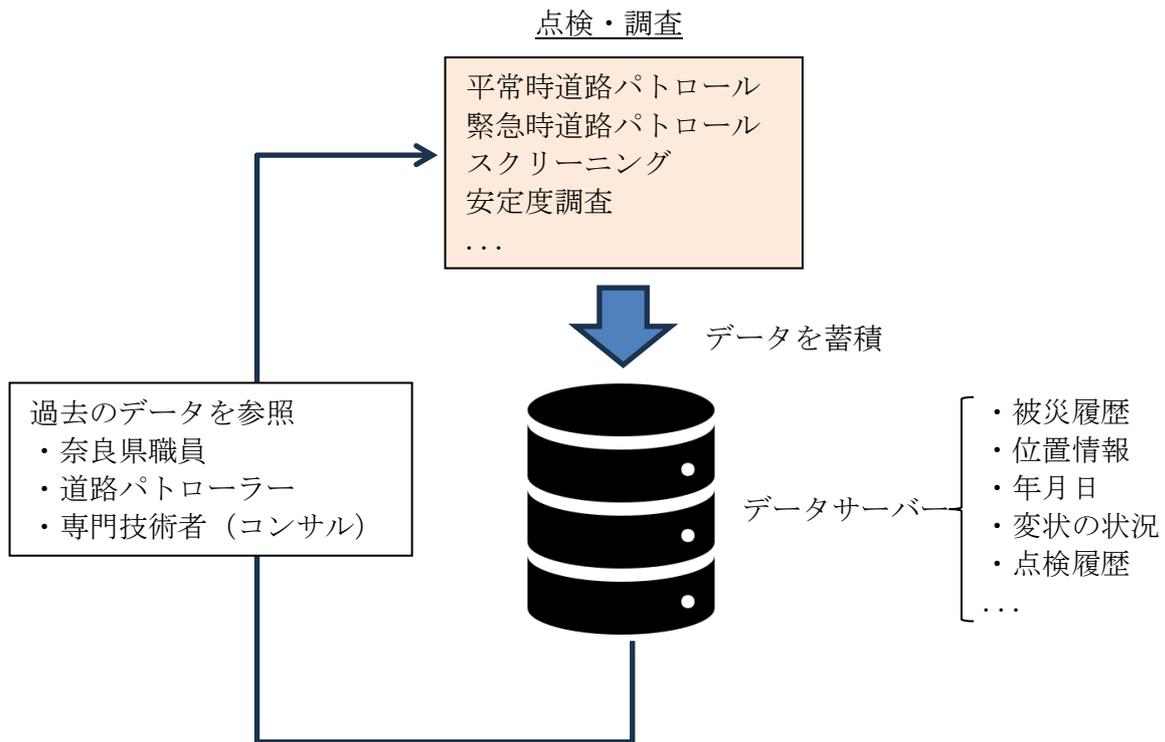


図- 8.1 点検結果のデータサーバー集約イメージ

9 奈良県道路巡回集約システム

道路パトロール時における、職員や委託業者の省力化・効率化を図ることを目的として、スマートフォンなどの端末を利用した点検補助システム（奈良県道路巡回システム）を構築する。システムはデータサーバー（第8章参照）と連携し、位置情報と過去の蓄積データを参照可能なものとする。

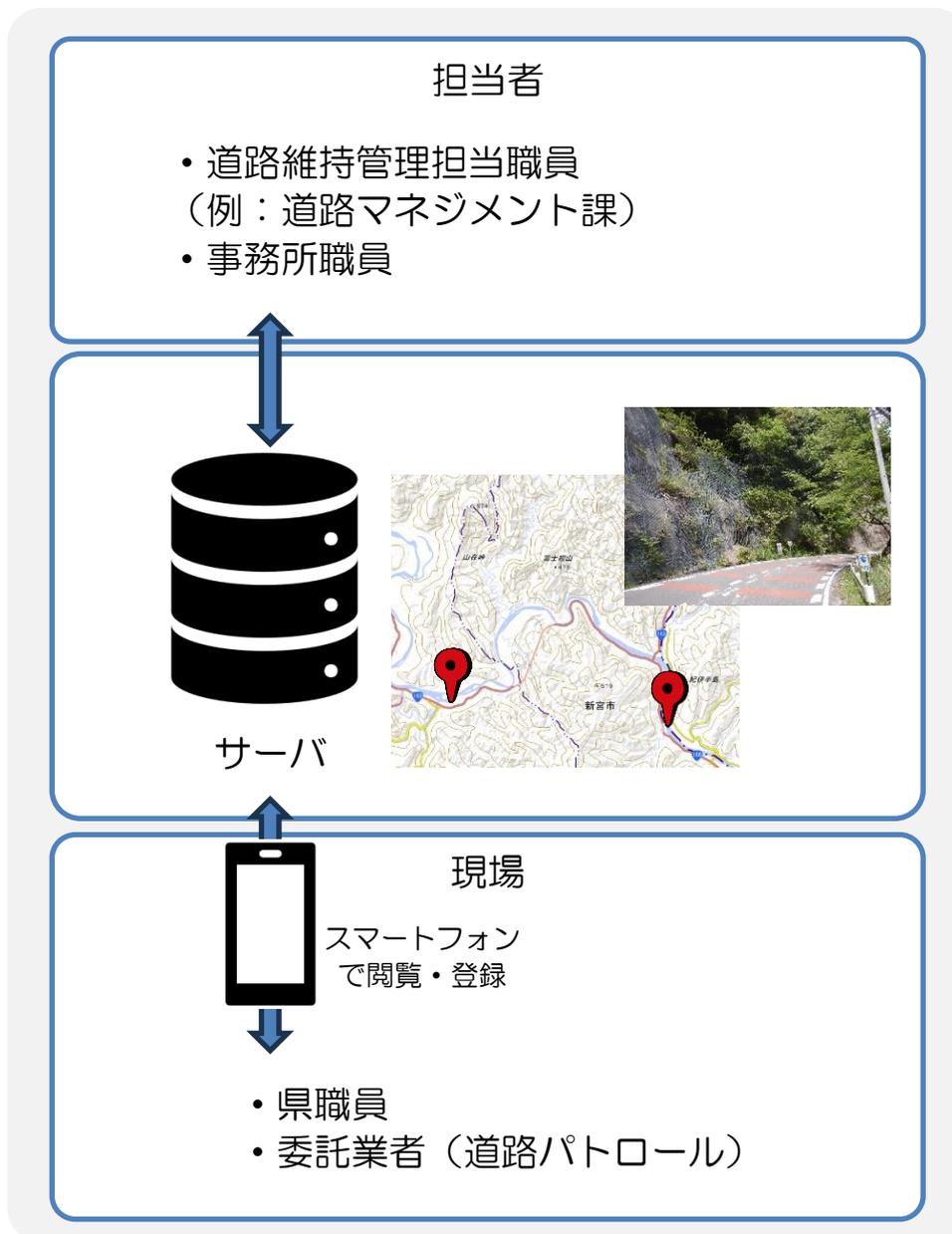


図- 9.1 奈良県道路巡回集約システムのイメージ



図- 9.2 システムの入力イメージ（開発中）

詳細はシステム作成後に改めて記載

10 奈良県における道路防災点検の将来的な展望

(1) 安定度調査

奈良県をふくめ、全国的に、法面をはじめとした構造物の経年劣化が進んでいる。構造物が劣化すると、当初の性能を満足していない場合がある。このような社会的背景がある一方で、安定度調査時に既設対策工の劣化を考慮する項目についても整備が進んでいない。奈良県においても、吹付などの法面構造物の経年劣化が進んでいることを踏まえ、今後本手引に基づき試行していくとともに、日常点検、専門技術者による詳細調査等のデータを蓄積しながら、将来的に現場に見合った安定度調査表に反映することを目指す。