

平成30年1月17日
土木学会岩盤力学シンポジウム
小委員会報告
「岩盤斜面の維持管理」

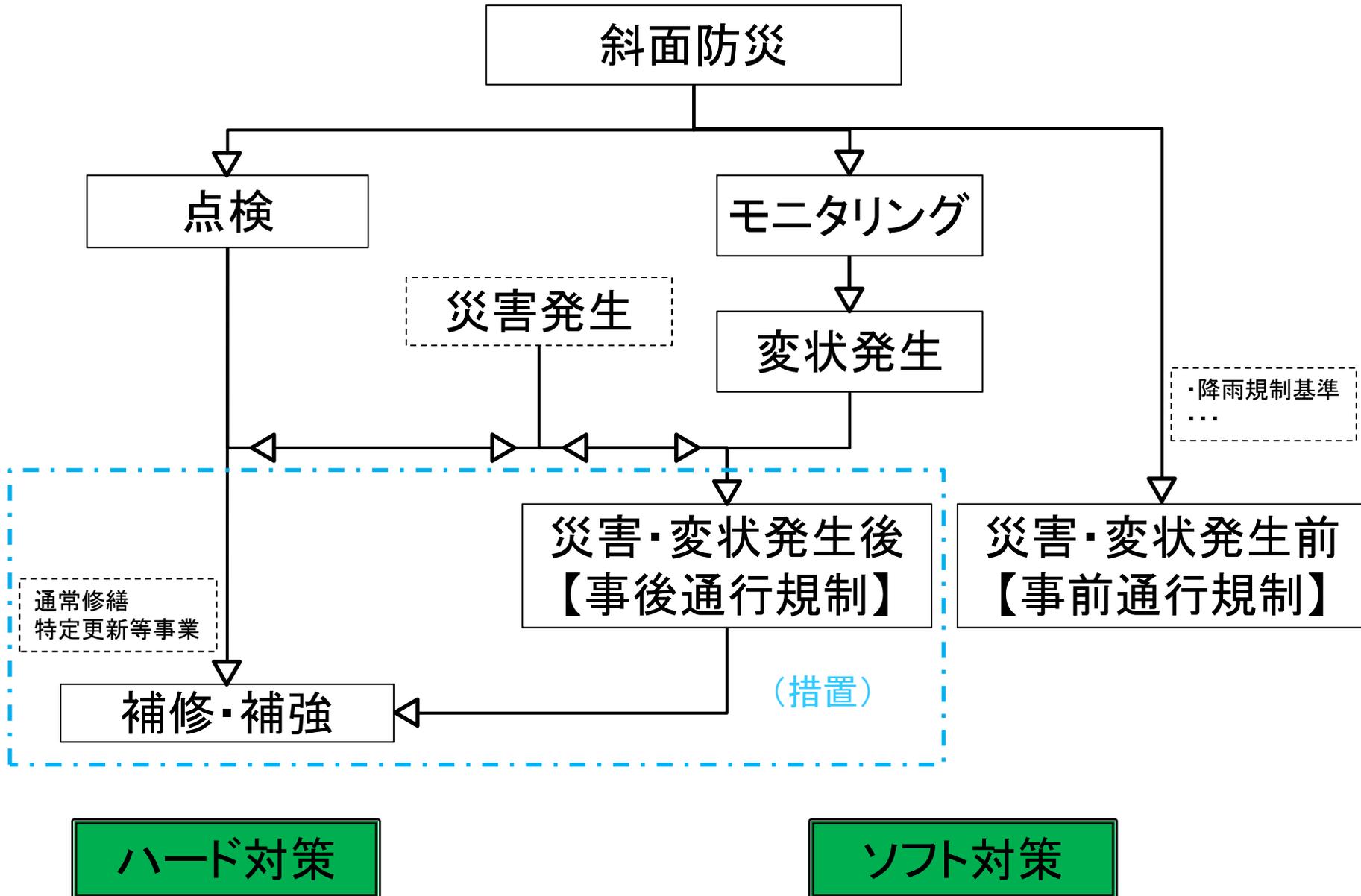
道路における岩盤斜面の維持管理

土木学会岩盤斜面研究小委員会
西日本高速道路(株) 田山 聡

みち、ひと…未来へ。



土工構造物維持管理の基本



点 検

道路法施行規則

(平成26年3月31日改正、平成26年7月1日施行)

(道路の維持又は修繕に関する技術的基準等)

第四条の五の二 令第三十五条の二第二項の国土交通省令で定める道路の維持又は修繕に関する技術的基準その他必要な事項は、次のとおりとする。

一 トンネル、橋その他道路を構成する施設若しくは工作物又は道路の附属物のうち、損傷、腐食その他の劣化その他の異状が生じた場合に道路の構造又は交通に大きな支障を及ぼすおそれがあるもの(以下この条において「トンネル等」という。)の点検は、トンネル等の点検を適正に行うために必要な知識及び技能を有する者が行うこととし、近接目視により、五年に一回の頻度で行うことを基本とすること。

二 前号の点検を行つたときは、当該トンネル等について健全性の診断を行い、その結果を国土交通大臣が定めるところにより分類すること。

三 第一号の点検及び前号の診断の結果並びにトンネル等について令第三十五条の二第一項第三号の措置を講じたときは、その内容を記録し、当該トンネル等が利用されている期間中は、これを保存すること。

国土交通省告示

(トンネル等の健全性の診断結果の分類に関する告示)

(平成26年7月1日施行)

○トンネル等の**健全性の診断結果の分類**に関する告示(平成二十六年国土交通省告示第四百二十六号)

トンネル等の健全性の診断結果については、次の表に掲げるトンネル等の状態に応じ、**次に掲げる区分に分類**すること。

区分		状態
I	健全	構造物の機能に支障が生じていない状態
II	予防保全段階	構造物の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態
III	早期措置段階	構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態
IV	緊急措置段階	構造物の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態

「点検要領(土工構造物)」H29.8

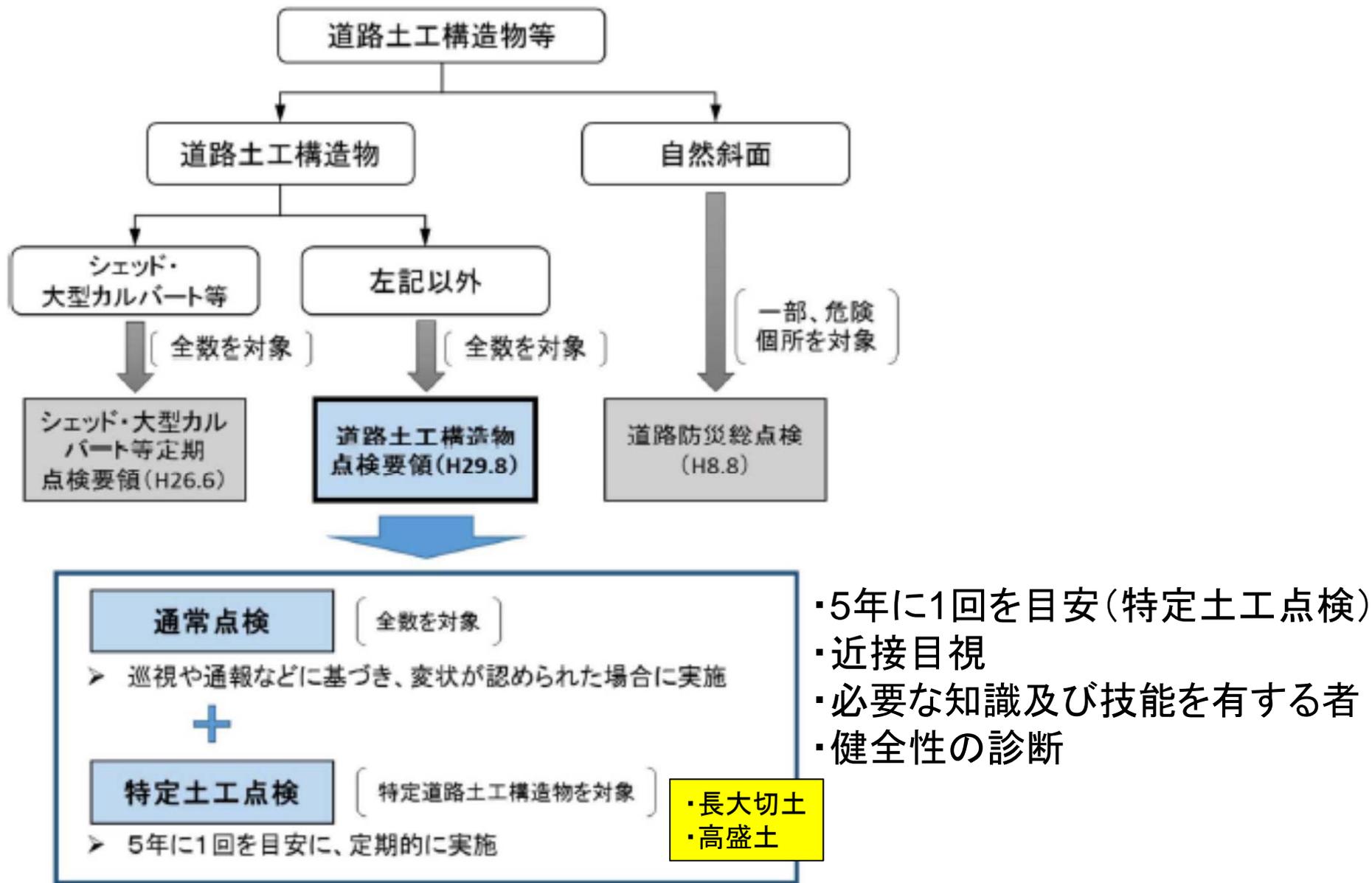


図-6 道路土工構造物点検要領の位置付け

「点検要領(土工構造物)」H29.8

特定道路土工構造物の健全性の診断は以下の判定区分により行う。

判定区分	判定の内容
I 健全	変状はない、もしくは変状があっても対策が必要ない場合（道路の機能に支障が生じていない状態）
<u>II 経過観察</u> <u>段階</u>	変状が確認され、変状の進行度合いの観察が一定期間必要な場合（道路の機能に支障が生じていないが、別途、詳細な調査の実施や定期的な観察などの措置が望ましい状態）
III 早期措置 段階	変状が確認され、かつ次回点検までにさらに進行すると想定されることから構造物の崩壊が予想されるため、できるだけ速やかに措置を講ずることが望ましい場合（道路の機能に支障は生じていないが、次回点検までに支障が生じる可能性があり、できるだけ速やかに措置を講ずることが望ましい状態）
IV 緊急措置 段階	変状が著しく、大規模な崩壊に繋がるおそれがあると判断され、緊急的な措置が必要な場合（道路の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態）

「点検要領(土工構造物)」H29.8

【特定土工点検】

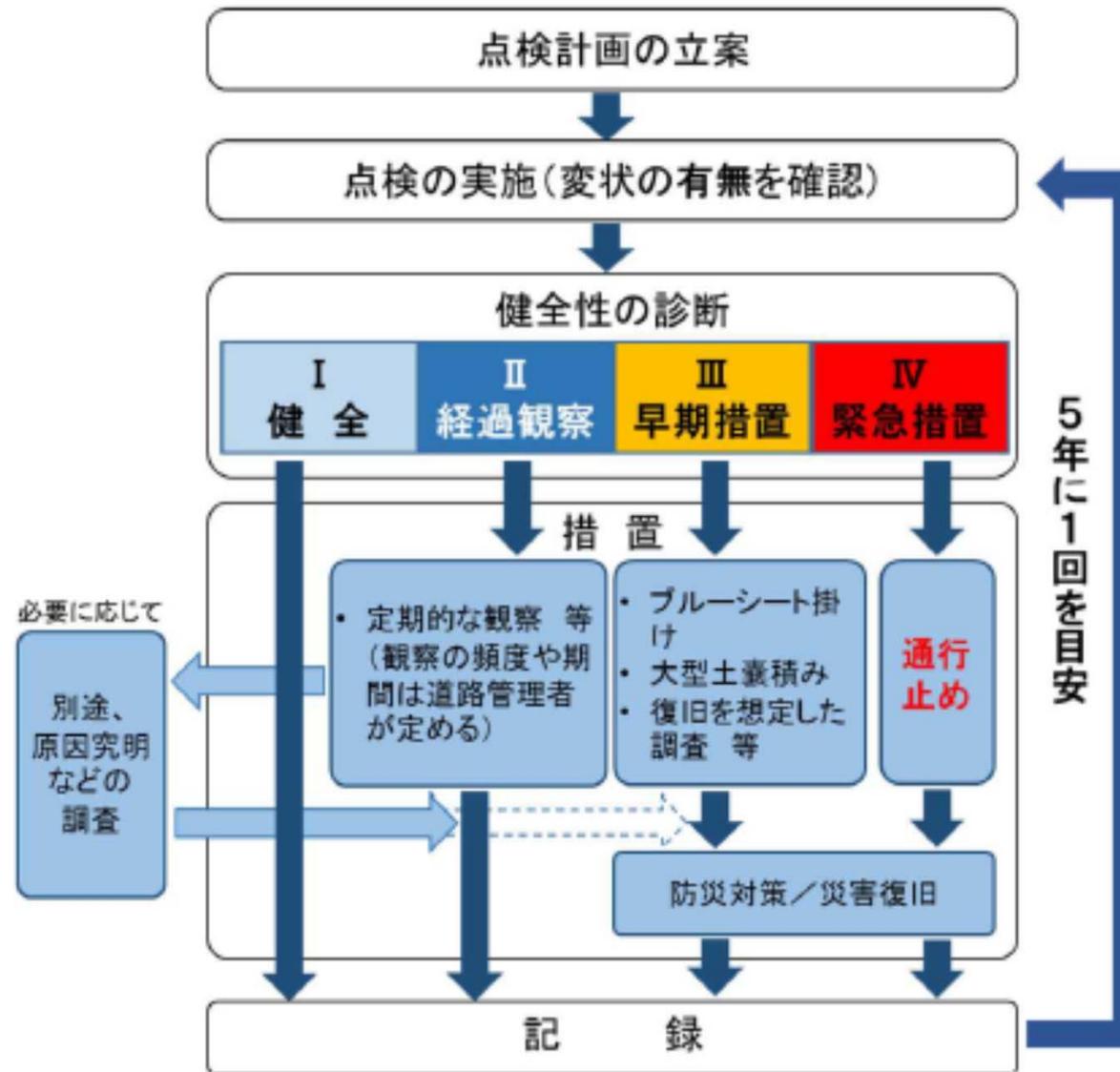


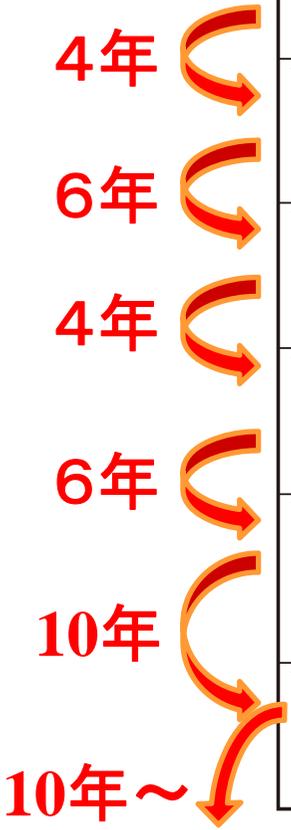
図-8 特定土工点検のフロー図

道路防災(総)点検

道路防災点検の歴史

「道路防災点検の手引き(豪雨・豪雪等)」
平成23年10月 社団法人 全国地質調査業協会連合会

回数	実施時期	対象道路	点検対象項目	点検実施の主な要因・契機 その他
第1回	昭和43年9月	直轄国道		一般国道41号飛騨川バス転落事故(S43.8.18)104名死亡
第2回	昭和45年10月	一般国道 都道府県道 主要な市町村道		最高裁の一般国道56号土砂崩落事故の判決(S45.8.20)
第3回	昭和46年7月	一般国道 都道府県道 主要な市町村道 高速自動車国道 首都高速道路 阪神高速自動車道 有料道路(JH)	落石、雪崩、 盛土のり面崩落、石積擁壁、 地すべり、洗掘、 橋梁、トンネル、 その他	一般国道150号静岡市大崩海岸岩石崩落事故(S46.7.5)1名死亡
第4回	昭和48年10月	一般国道 都道府県道 主要な市町村道	同上	第3回点検結果の見直し
第5回	昭和51年7月	一般国道 都道府県道 主要な市町村道 高速自動車国道 首都高速道路 阪神高速自動車道 有料道路(JH)	落石(土砂崩落、沢崩れ)、 盛土切土のり面、 擁壁、地すべり、 橋梁(洗掘のみ)、 トンネル、雪崩 その他	沿道状況の変化に対応
第6回	昭和55年3月	一般国道 都道府県道 主要な市町村道 高速自動車国道 首都高速道路 阪神高速自動車道 有料道路(本四)	のり面、斜面(落石、崩壊、地すべり、雪崩)、溪流、 盛土のり面、擁壁、 橋梁(54震災点検対象外の橋梁の洗掘)、 その他	沿道状況の変化に対応
第7回	昭和61年9月	同上	のり面、斜面(落石、崩壊、地すべり、雪崩)、盛土、 溪流(土石流)、擁壁、 橋梁(61震災点検対象外の橋梁の洗掘)、 地吹雪(吹溜り)、その他	沿道状況の変化に対応
第8回	平成2年9月	同上	落石、崩壊、岩石崩壊、地すべり、土石流、雪崩、盛土、擁壁、 橋梁(橋梁基礎洗掘)、 地吹雪、落石覆工(洞門工)、 トンネル、その他(降雨、波浪、漏水等)	一般国道305号玉川地先(越前海岸)岩石崩落事故(H1.7.16)15名死亡 ※予定を1年繰上げて実施 安定度調査表の導入、「防災点検ガイドブック(案)」(H2.9)にもとづいて実施
第9回	平成8年8月	一般国道 都道府県道 主要な市町村道 高速自動車国道 首都高速道路 阪神高速自動車道 有料道路(本四)	落石・崩壊、岩石崩壊、地すべり、 雪崩、土石流、盛土、地吹雪、 橋梁基礎の洗掘、擁壁、その他	「一般国道229号豊浜トンネル崩落事故」(H8.2.10)20名死亡、という大きな災害の経験を踏まえた点検の基本からの見直し ※防災カルテ点検の導入 「平成8年度道路防災総点検要領(豪雨・豪雪等)」(H8.8)にもとづいて実施、講習会開催
第10回	平成18年9月	一般国道(指定区間)、 高速自動車国道、 首都高速道路、 阪神高速自動車道、 有料道路(本四)	同上(ただし、事務連絡では「地吹雪」についての再確認点検は指示されていない) ※「岩石崩壊」を「岩盤崩壊」に名称変更	前回点検から10年が経過したことによる危険箇所再確認のための点検 ※事務連絡の参考資料「点検要領」(H18.9)にもとづいて実施、「平成18年度道路防災点検の手引き(豪雨・豪雪等)」(H19.9)に掲載、講習会開催



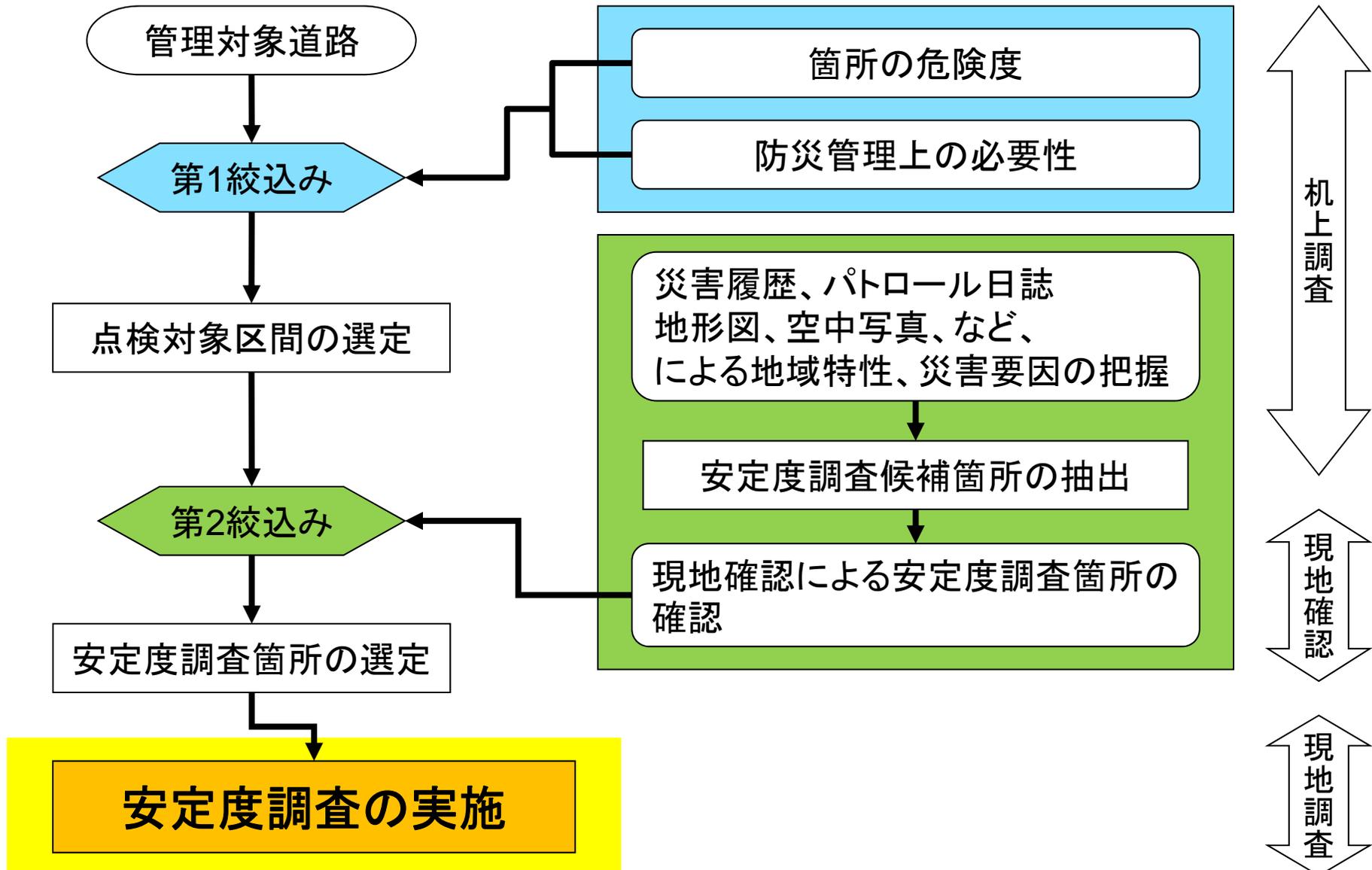
S43道路防災点検開始

- 【種別】
- ・落石
 - ・岩盤崩壊
 - ・地すべり
 - ・雪崩
 - ・土石流
 - ・盛土
 - ・地吹雪
 - ・橋梁基礎の洗掘
 - ・その他

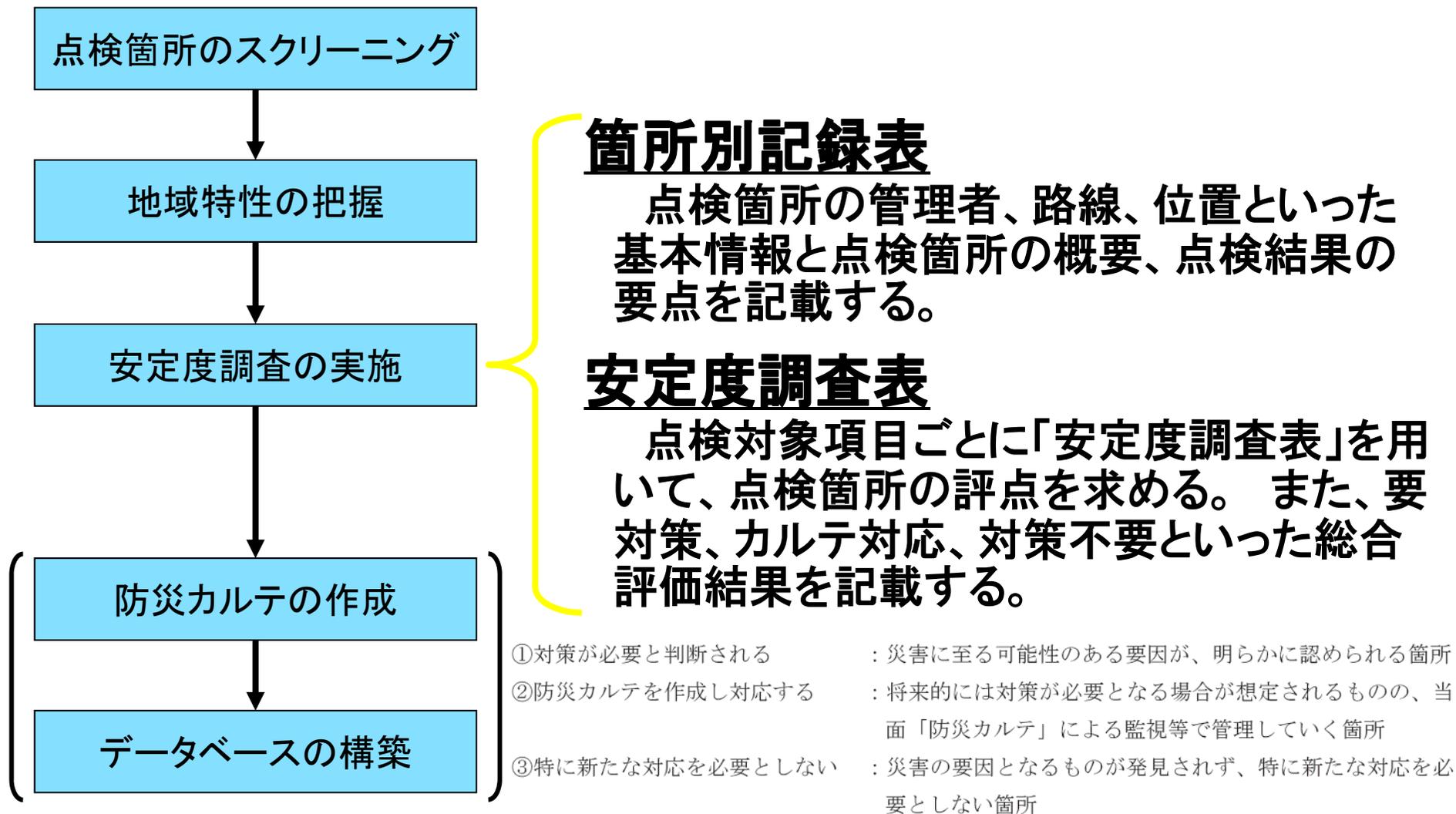
H8道路防災総点検 防災カルテによる管理

H18フォローアップ点検 想定外をなくす

安定度調査



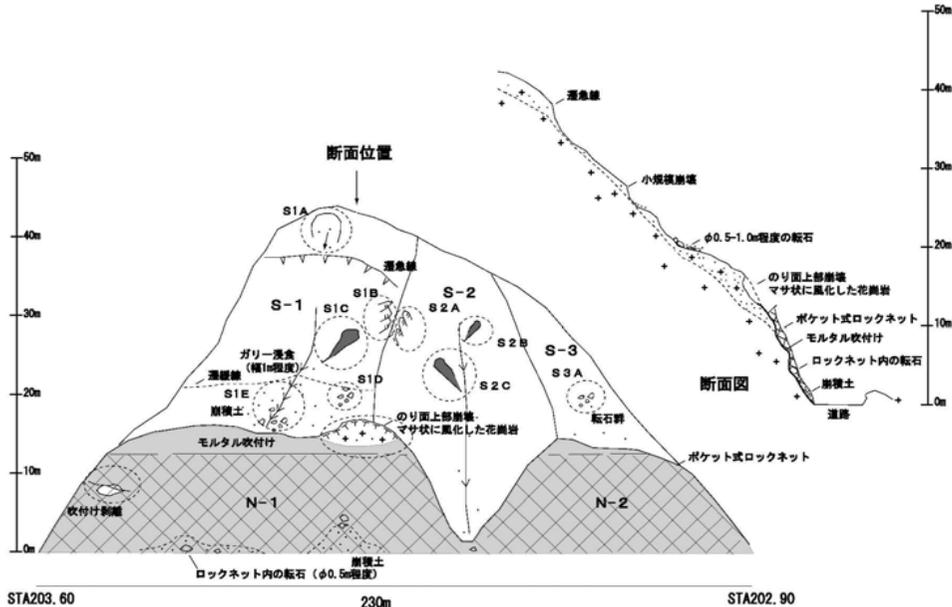
道路防災(総)点検の流れ



⇒カルテ点検へ

箇所別記録表の記入例

箇所別記録表(落石・崩壊)

施設管理番号		N * * * A 0 0 1		点検対象項目	落石・崩壊		路線名	一般国道**号		距離標(自)	2 0 2		至	2 0 3		延長	70 m		
事業区分	(一般)有料	道路種別	一般国道(指定区間)		現道・旧道路区分	現道	所在地	〇〇郡〇〇町**		位置目印	両端に矢印を赤ペンキでマーキング		北緯	34° 39' 46.0"		東経	132° 21' 31.0"		
事前通行規制区間指定	(有)通行(特殊)・無	規制基準等	連続雨量200mm 時間雨量80mm		交通量	平日800台/12h 休日1,100台/12h	DID区間	該当(非該当)		バス路線	(該当)非該当		迂回路	有(無)		緊急輸送道路区分	(指定有)・指定無		
管理機関名										〇〇 地方整備局 〇〇 国道事務所									
管理機関コード										* * * * * * *									
現状写真・スケッチ(既設対策工、位置目印との位置関係が分かるもの)										位置図(縮尺1/25,000)									
 <p>断面位置</p> <p>断面図</p> <p>断面位置: S1A, S1B, S1C, S1D, S1E, S2A, S2B, S2C, S3A, S3B, S3C</p> <p>崩壊土</p> <p>のり面上部崩壊 マサ化に風化した花崗岩</p> <p>ポケット式ロックネット</p> <p>モルタル吹付け</p> <p>落石群</p> <p>道路</p> <p>小規模崩壊</p> <p>φ0.5-1.0m程度の転石</p> <p>ガーリ浸食(傾斜強度)</p> <p>モルタル吹付け</p> <p>吹付け剥離</p> <p>ロックネット内の転石(φ0.5m程度)</p> <p>STA203.60</p> <p>230m</p> <p>STA202.90</p>										 <p>調査地点</p>									
特記事項										被災履歴 (有) (1. 被災履歴記録表参照 (2) 詳細不明) ・ 無 (H8年度以降)									
点検実施: H **年 **月 **日 天候: (晴)曇・雨										重複点検対象項目 対応施設管理番号:									
調査方法: 地表踏査、目視点検、空中写真判読										有・(無) 落石・崩壊・岩盤崩壊・地すべり・雪崩・土石流・盛土・擁壁・橋梁・地吹雪・その他									
所見: (評価理由) N-1上部では吹付モルタルが剥げ落ち、マサ化した花崗岩が露出する。終点付近では長さ15m程度で横方向に亀裂が走り、亀裂に沿って高さ2m×幅3m程度の範囲にわたってモルタルが剥離している。ロックネット内部には、モルタル剥離箇所や上部斜面からの崩壊土・小落石が認められる。一方、N-2には目立った変状は認められない。上部斜面では、S-1およびS-2に小規模な表層崩壊が認められ、斜面上に厚さ0.5~1m程度の崩壊土が分布する。このうちS-1では、崩壊土上にガーリ浸食が発達する。S-1、S-2境界の尾根部には、節理が発達してブロック状を呈する花崗岩の露頭がみられる。S-1の斜面下部には、本露頭起源と考えられる小規模な転石群が存在する。モルタル吹付け部の補修のほか、S1b、S2Aで想定される比較的大きな浮石性落石に対する予防工(グラウンドアンカー工)の設置が求められる。また、斜面上部に認められる崩壊地形に関しては、現時点では表層部に限った小規模なものであるが、カルテを作成して崩壊の進行を監視する必要がある。										平成8年度点検結果 評点(77点)総合評価(対策が必要とされる)防災カルテを作成し対応する・特に新たな対応を必要としない/対応:(完了・施工(未着手))									
										平成18年度点検結果 評点(のり面73点/自然斜面77点) 総合評価(対策が必要とされる) 防災カルテを作成し対応する・特に新たな対応を必要としない									
										予想災害規模 吹付けの裏面の崩壊(高7m×幅10m×深1m)、上部斜面からの浮石型落石(φ1~2m)									
想定対策工										工種: のり面整形 その他: ロックネット工									
地震時の安定性(落石・崩壊のみ): 安定・(不安定)										14									

安定度調査表の記入例

施設管理番号 N * * * A 0 0 1 部分記号 S-1 N-1

[要因](Ai)

項目	要 因	のり面			自然斜面		
		評点区分	配点	評点	評点区分	配点	評点
地形	G1: 窪地地形	G1に該当する			G2の内 複数地形該当	3	
	G2: 崩壊跡地	G1に該当せず	3		G2の内 1地形該当	2	
	G3: 台地の裾部、脚部浸食、 水ハング、集水型斜面、 土石流跡地など	G2.G3の内 複数地形該当	3		G2.G3の内 複数地形該当	3	
	G4: 尾根先端な凸型斜面、オーバハング	G2.G3には 該当なし	0	3	G1.G3の内 1地形該当	2	
土質・地質・構造	浸食に弱い土質 水を含むと強度低下しやすい土質 その他	顕著	8		顕著	2	
	割れ目や弱層の密度が高い 浸食に弱い軟岩 風化が早い岩質、その他	やや顕著	4	4	やや顕著	1	2
	流れ盤(層理面、弱線)	顕著	12		顕著	8	
	不透水性基盤上の土砂 上部が硬質/脚部が脆弱な岩 その他	顕著	6	12	やや顕著	4	8
表層の状況	表土及び浮石・転石の状況	不安定	12	24	不安定	12	24
	浮石・転石が不安定～やや不安定	安定	0	12	安定	0	12
	湧水状況	湧水あり しみ出し程度	8 4	0	湧水あり しみ出し程度	4 2	0
	表面の被覆状況	裸地～植生主体	5	1	裸地～植生(草本)	16	10
形状	勾配(i)、高さ	H>30m	18		H≥50m	10	
		H≤30, i>標準	15		30≤H<50m	8	
		i≤標準, 15≤H<30	10		15≤H<30m	6	10
		i≤標準, H<15	5		H<15m	4	10
変状	隣接するのり面・斜面等の変状 (落石・崩壊・亀裂・はらみ出し・その他の変状)	複数年該当・明瞭なものあり	12	10	複数年該当・明瞭なものあり	10	10
		複数年該当・明瞭なものあり・不明瞭なもの	8	12	あり・不明瞭なもの	5	10
		なし	0	12	なし	0	10
		なし	0	5	なし	0	4
合計		のり面 : 73 点 (A1)			自然斜面 : 77 点 (A2)		

注) () は各項目の満点を示す。
該当する場合は配点欄に○印をつけると共に点数を記入する。
不明な場合は中間的な値を採用する。

落石・崩壊

点検者 防災太郎
所属機関 〇〇〇株式会社

[対策工](Bi)=(Ai)+αまたは(Ai)×0

既設対策工の効果の程度	点数(α)	評点
想定される落石・崩壊を十分に予防している、もしくは、それが発生したとしても十分に防護している。	×0点	のり面 斜面
想定される落石・崩壊をかなり予防している、もしくは、それが発生した場合かなり防護しているが、万全ではない。	-20点	
想定される落石・崩壊を一部予防している、もしくは、それが発生した場合一部を防護しているが、その他の部分に対しては効果がない。	-10点	○
対策がなされていない、もしくは、なされていても、効果があまり期待できない。	±0点	○
合計		(B1:のり面) 63 点 (B2:斜面) 77 点

* 最近の対策実施以降、落石・崩壊が当該のり面・斜面等で発生していない場合には、履歴からの評価は実施する必要なし。
→(C)を0点とする。

被災の頻度・程度区分	配点	評点
最近の対策以降、道路交通への支障が生じたことあり。(対策工の効果なし)	100点	
交通への支障はないが路面に達する比較的大きな落石・崩壊の履歴あり。(対策工が万全ではない)	70点	
のり面・斜面先にとどまる程度の小規模な落石・崩壊の履歴はあり。(対策工の効果はあるが、追加対策工が必要と思われるもの)	40点	○
(c)		40 点

総合評価

[総合評価]	
対 応	判 定
対策が必要と判断される。	○
防災カルテを作成し対応する。	
特に新たな対応を必要としない。	

評点

(D)=MAX(B,C)	(B)=MAX(B1,B2)
要因からの評点	77 点
履歴からの評点	(C) 40 点
(B)と(C)の内、大きい方	(D)=MAX(B,C) 77 点

[地震時の安定性]

安 定	
不 安 定	○

* 地形でG4または浮石・転石が不安定な場合は、不安定欄に○印をつける。

[主な点検対象] [主な災害形態]

のり面		落石	○
自然斜面	○	崩壊	

* 総合評価で示した判定がのり面部分、自然斜面のどちらかに該当するかを示す。また、想定される主な災害形態が落石か崩壊かを示す。

防災点検の成果と課題

「道路防災点検の手引き(豪雨・豪雪等)」
平成23年10月 社団法人 全国地質調査業協会連合会

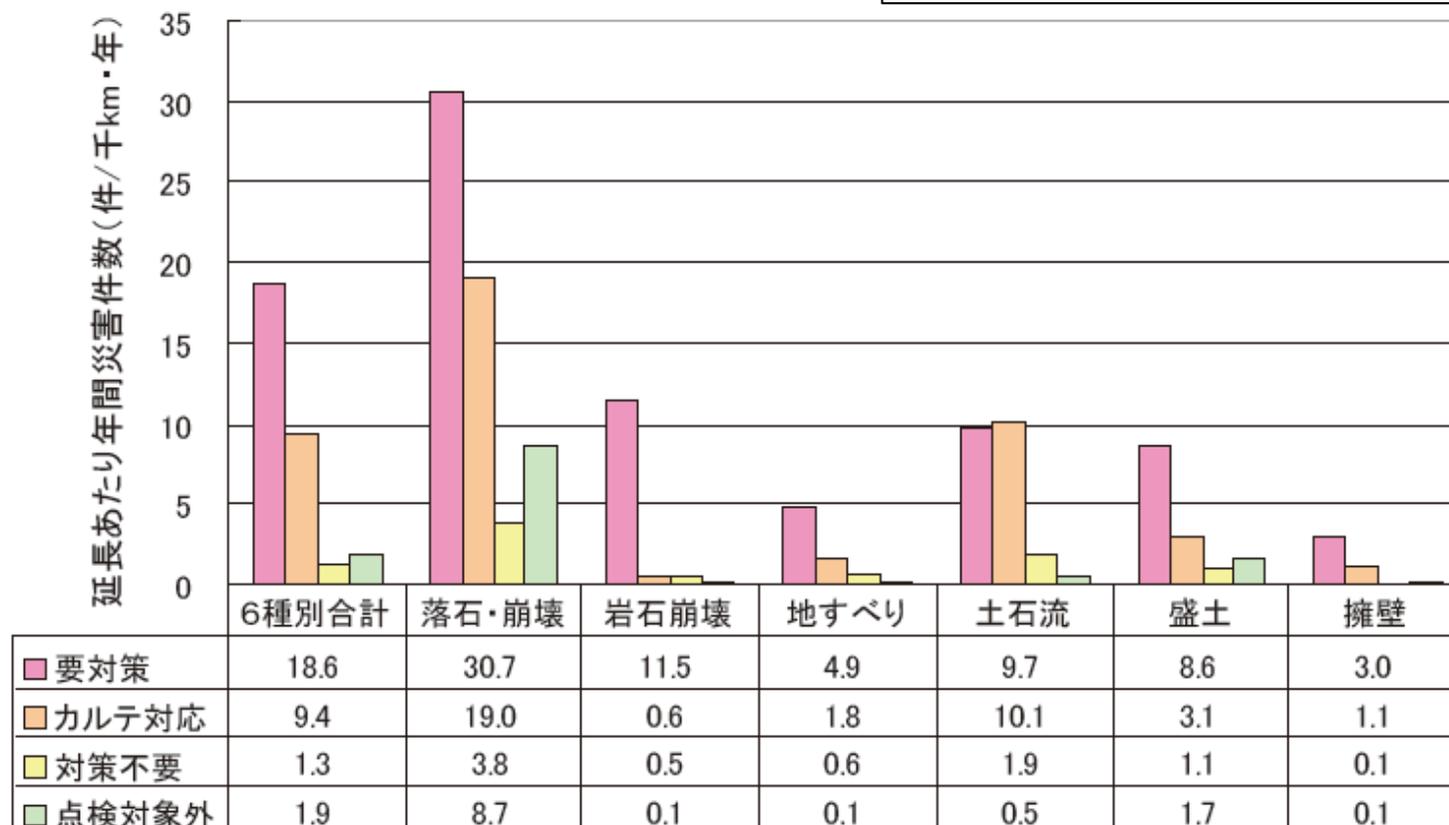


図-2.2 点検種別毎の災害発生状況

(資料年:平成9年度～平成16年度、直轄国道の通行規制を伴う災害)

延長あたりの災害発生件数は、

[落石・崩壊]では、点検対象外からの災害の比率が、他の災害種別に比べ多く、

「岩石崩壊」(現、岩盤崩壊)では、「要対策」が特に多くなっている。

モニタリング

新名神 神戸～高槻の取組み

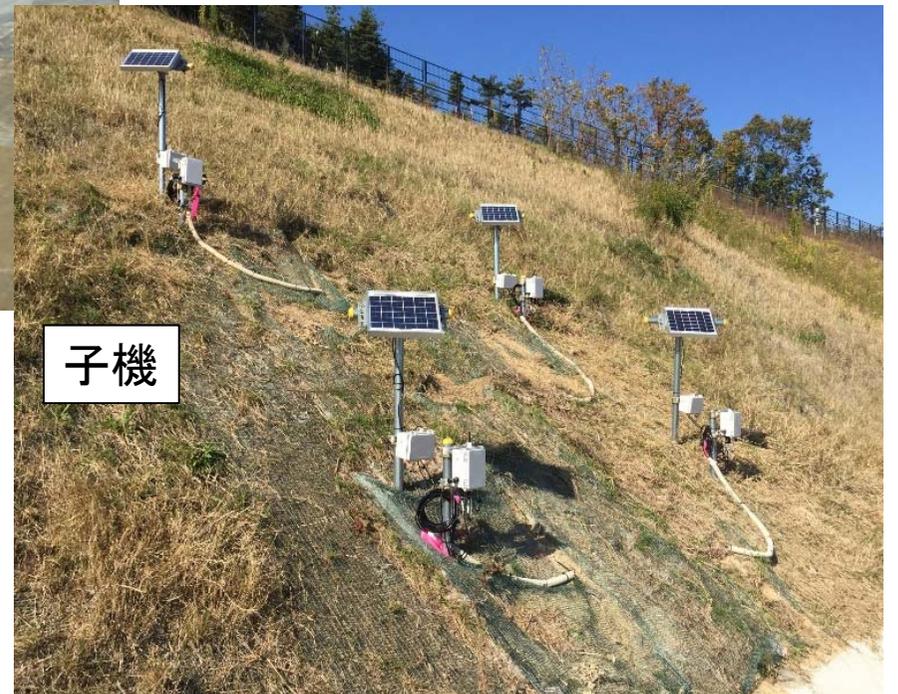
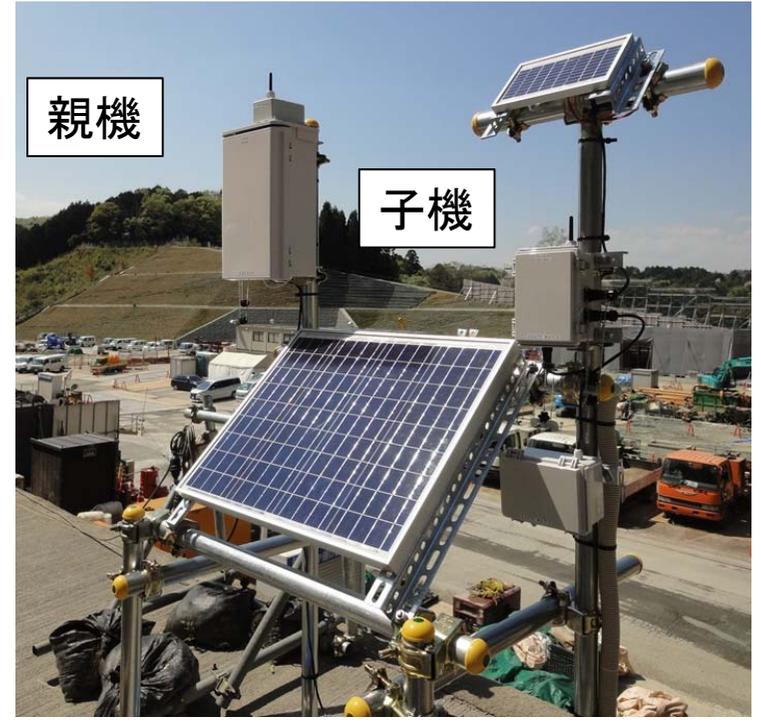
- 無線LANのアクセスポイントを約1km間隔で設置
全線でWi-Fi環境(管理用)
- のり面の変位や土中水分量等を計測
- 取得したデータを無線センサネットワークと無線LANを活用し通信 → 構造物の常時監視



無線LAN



新名神 神戸～高槻の取組み



今後の課題

(点検)

- 膨大な数の土工構造物の点検
 - ・点検を支援する手法 …… 画像技術etc.
 - ・点検結果の保存・活用 …… GIS、ICT技術
 - ・診断技術の向上 …… AIの活用による診断の支援

(自然斜面・防災点検)

- 防災点検の精度の向上
 - 机上調査における数値標高データ(DEM)等新技術の活用
 - 危険斜面の抽出技術
 - …… リモートセンシング等の調査技術、SOM等による予測・抽出技術

(モニタリング)

- 計測結果の判定、危険予知 ← 計測データの蓄積
- 新しい計測技術 …… AE、レーダー、レーザー、光ファイバー等



ハード対策とソフト対策で安全・安心を確保

以 上