

3. 岩盤斜面評価精度向上のための調査手法の検討

3.1 部会設置の目的と活動の概要

3.1.1 部会設置の目的

北海道においては平成8年2月に発生した豊浜トンネルの崩落以降、第2白糸トンネル、北見市北陽、えりもなど崩壊量 $10,000\text{m}^3$ を超える大規模崩落が発生している（表3.1）。これらのうち、国道の沿線で発生した災害では、事故調査委員会が組織され、事故原因の究明とともに、今後に向けた提言が述べられている（表3.2）。各事故調査委員会で述べられた提言は、いずれも重要なものであり、それと同時に解決が困難な課題も多く含まれている。また豊浜トンネル崩壊の翌年に発足した「北海道日本海沿岸地域における大規模岩盤崩落検討委員会」のように、岩盤斜面の調査や評価精度の向上を目的とした複数の委員会が組織され、新たな点検や調査の手法が提言されている。

本部会は、上記のような背景の下、積雪寒冷地という北海道特有の気象条件に適した岩盤斜面の調査手法を検討することを目的として設置されたものである。

表 3.1 豊浜トンネル以降の岩盤斜面災害の概要（崩壊土量 $1,000\text{m}^3$ 以上）¹⁾

	発生年月日	場所	規模(m^3)	地域区分	地質	備考
1	H8. 2. 10	豊浜トンネル	11,000	日本海沿岸	火砕岩	死者 20 名
2	H8. 3. 15	宇遠別第 1 覆道	1,000	黄金道路	ホルンフェルス	
3	H9. 3. 4	宇遠別第 1 覆道	2,000	黄金道路	ホルンフェルス	
4	H9. 6. 7	ほしば覆道	5,450	黄金道路	ホルンフェルス	
5	H9. 8. 25 H9. 8. 29	第 2 白糸トンネル	56,000	日本海沿岸	火砕岩	
6	H13. 10. 4	北見市北陽	24,000	常呂帯	付加体堆積物	死者 2 名
7	H15. 9. 26	ほしば覆道	2,400	黄金道路	ホルンフェルス	十勝沖地震
8	H15. 9. 26	浜フンベ	1,500	黄金道路	砂岩・頁岩	十勝沖地震
9	H15. 9. 26	美幌	1,000	黄金道路	砂岩・頁岩	十勝沖地震
10	H15. 10. 1	静内ダム湖斜面	5,000	日高地方	酸性岩	
11	H16. 1. 13	えりも町 宇遠別第 1 覆道	42,000	黄金道路	ホルンフェルス	死者 1 名、 負傷者 1 名
12	H18. 5	礼文島	10,000	日本海沿岸	火砕岩	

表 3.2 国道沿線で発生した災害の事故調査委員会での提言¹⁾

	委員会名	提言内容など
1	豊浜トンネル崩落 (1996. 2. 10)	① 岩盤生成過程や地形発達過程などの地球科学的な知見をより一層活用すること ② 変化する自然の姿を的確に捉えるために斜面の長期的な経時変化を追跡すること ③ 軟岩で構成される急崖斜面に対してきめ細かな点検を実施すること ④ テストフィールドを選定して長期モニタリングを行うこと ⑤ 予知予測に関する研究を一層促進すること ⑥ 地域防災体制や道路防災情報システムを構築すること
2	第2白糸トンネル崩落 (1997. 8. 25) (1997. 8. 29)	① 大規模岩盤崩落の予知予測に関する研究の促進 ② 岩盤監視システムの構築 ③ 道路管理体制の充実 ④ 地域防災体制の構築
3	北陽土砂崩落 (2001. 10. 4)	① 「常呂帯」のような複雑な地質における岩盤斜面の研究及び技術開発 ② 道路災害防止に向けたソフト対策
4	えりも町斜面災害 (宇遠別第1覆道) (2004. 1. 13)	① 地形判読と地形形成過程の検討 ② 地質学的にみた岩石劣化と岩盤物性に関する検討 ③ 北海道における防災点検の充実

3.1.2 活動の概要

(1) 部会委員の構成

本部会は以下の委員により構成される。

部会長	川村 信人	北海道大学理学研究院自然史科学部門 地球惑星システム科学分野
委員	後藤 芳彦	室蘭工業大学大学院工学研究科 暮らし環境系領域 社会基盤グループ
委員	高野 伸栄	北海道大学工学研究院 北方圏環境政策工学部門 技術環境政策学分野
委員	田近 淳	北海道立総合研究機構 環境・地質研究本部 地質研究所 地域地質部
委員	藤井 義明	北海道大学工学研究院 環境循環システム部門 地圏循環工学分野

(2) 部会活動の概要

当部会の活動は、岩盤斜面の評価手法についてモデル地区においてケーススタディを実施し、総合的な岩盤斜面評価手法を一覧表として取りまとめる作業、急崖斜面の斜め空中写真について今後の取り組み方針を検討する作業と、新たな地質調査手法に関しガイドラインを取りまとめる作業に大別される。これらの取り組みの概要を表 3.3 に示す。

表 3.3 岩盤斜面検討部会活動の概要

		H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24
モデル地区ケーススタディ		○	○	○	○	○	○	○	○	○
総合的な 岩盤斜面評価総括表		○	○	○	○	○	○	○	○	○
急崖斜面斜め空中写真の 収集・整理に関する検討									○	○
最近の 地質調査技術 ガイドライン	クライミング 調査					○	○			
	急崖斜面の 斜め空中写真						○	○		
	地上設置型 レーザー プロファイラー							○	○	○

(○：実施項目・年次)

3.2 活動の内容

3.2.1 モデル地区におけるケーススタディ

当部会では、岩盤斜面の調査手法を検討するにあたり、9 箇所のモデル地区を選定してケーススタディを実施した（図 3.1）。以下ではこれらのうち、平成 22 年以降にケーススタディの対象とした、国道 231 号石狩市太島内と豊平峡について述べる。



図 3.1 モデル地区位置図

(1) 国道 231 号石狩市太島内

平成 22 年 11 月 15 日と、平成 24 年 6 月 13 日の 2 回、ルート変更（H15）後に規模の大きな落石が発生している、国道 231 号石狩市太島内の旧道を対象に現地検討会を実施した。このうち平成 22 年 11 月 15 日は、急崖斜面斜め空中写真の活用法を探る目的で実施したものである。平成 24 年 6 月 13 日は、平成 23 年度に発生した災害箇所の確認と、斜め空中写真の撮影を目的として実施した。なお後述の斜め空中写真に関する議論は、実機ベースの空中写真を対象としているが、コスト等の関係から今回はラジコンヘリコプターを用い、実機相当の高度から写真を撮影することで対応している。

①平成 22 年 11 月 15 日

平成 22 年 11 月 15 日の現地部会の参加者は次のとおりである。

川村座長

幹事・専門技術者 6 名

Rmec 5 名

現地では写真 3.2 に示したような岩盤崩壊による変状を確認した。また当委員会が過去に収集した斜め空中写真（実機）と現地状況の対比を行い、その利用場面や写真収集時の留意点など、今後の整備方針について議論した。主な議論の内容は次のとおりである。

1) どんな場面で利用できるか

- ・ 太島内で確認されたような規模（最大礫径 1.2m 程度）の災害要因を、災害発生前に実機ベースの全景空中写真から判読するのは難しい
- ・ 地上からは見えにくい斜面上部の状況など、全体的な地形状況を確認するには有効
- ・ 類似地形の抽出や、調査計画の立案には有効

2) 写真を整理する際の注意事項

- ・ あまり圧縮をかけない（画像が劣化する）
- ・ 銀塩写真の場合、できればネガから読み取ったほうが良い
- ・ あまりファイルを大きくすると、表示やダウンロードで不具合が生じやすい
- ・ 最適条件を吟味する必要がある



図 3.2 太島内地区の位置図



写真 3.1 現地部会の実施状況



写真 3.2 現地部会で確認した変状

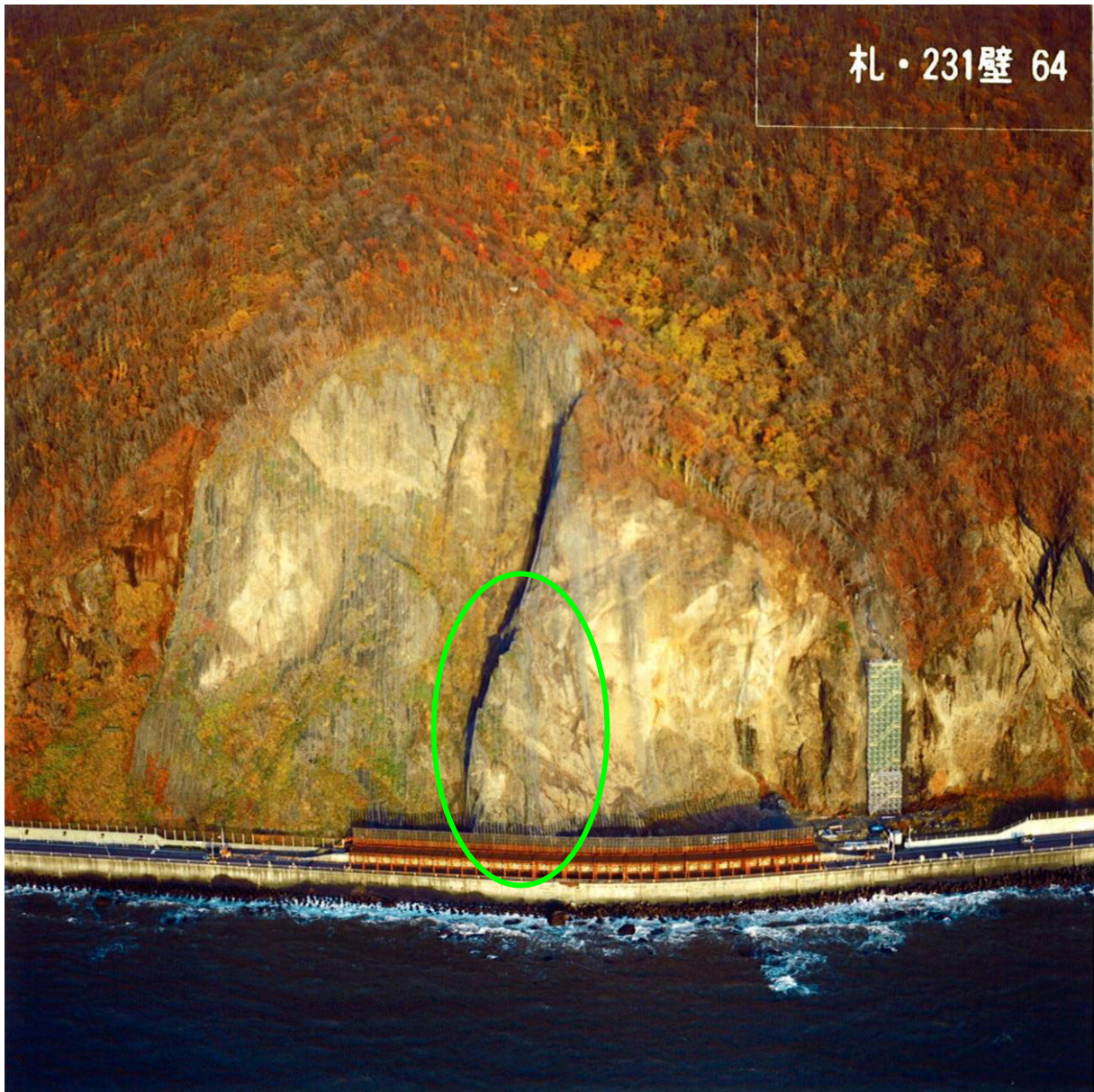


写真 3.3 道路管理技術委員会が収集していた当該箇所の空中写真（H7 撮影）

② 平成 24 年 6 月 13 日

平成 24 年 6 月 13 日の部会の参加者は次のとおりである。

川村座長

藤井委員

幹事・専門技術者 4 名

Rmec 2 名



写真 3.4 H24/6/13 部会の実施状況

現地では、平成 23 年に発生した落石が道路に到達し（写真 3.4）、コンクリート擁壁が損傷を受けている状況が確認された（写真 3.6）。当該地区では平成 22 年度にも落石が確認されている。仮に道路の維持管理が適切に実施されていれば、平成 22 年度の災害に際し何らかの対策が行われ、平成 23 年度の落石は防止できた可能性があると考えられる。このように今回の災害からも、道路の適切な維持管理の重要性が確認された。

また当日撮影した斜め空中写真からは、落石の供給源が判読可能であり（写真 3.7）、急崖斜面の岩盤崩壊や落石の調査における有効性が確認された。



H22/11/15の状況



H24/6/13の状況

写真 3.5 道路付近の落石の状況

H22/11/15の状況



H24/6/13の状況



写真 3.6 擁壁の損壊状況

H22既存空中写真



H24/06/14 空中写真



写真 3.7 斜め空中写真による岩盤崩壊発生源の確認

(2) 豊平峡

過去にレーザープロファイラー等による地形計測等の実績がある、札幌市豊平峡ダム周辺で、「最近の地質調査技術ガイドライン-地上設置型レーザープロファイラー編」とりまとめに向けた、現地計測を実施した。

① 計測箇所

現地計測はダム右岸側サイト A と左岸側サイト B の2か所で実施した（写真 3.8）。このうちサイト A はトンネル・法面保護工などの構造物を対象に、サイト B は岩盤斜面を対象に実施したものである（写真 3.9）。

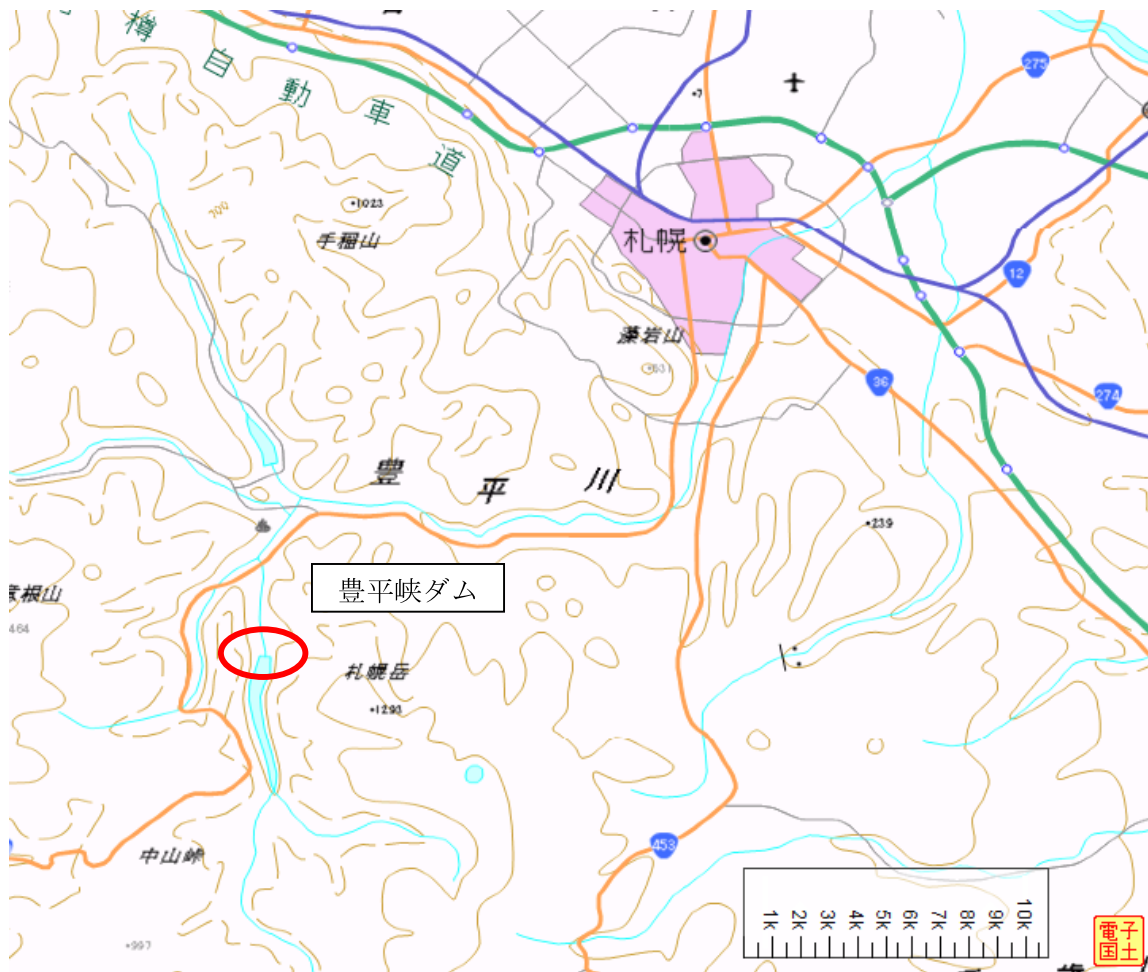


図 3.3 豊平峡ダム位置図（電子国土 Lvel10）



写真 3.8 地上設置型レーザープロファイラーデモ計測箇所図（国土地理院 1977）



サイト A



サイト B

写真 3.9 サイト A・B の全景写真

② 計測の緒元

計測の緒元は次のとおり。

- ◇ 使用機器：ライカ HDS3000
- ◇ 距離精度：4mm（50m）
- ◇ 座標精度：6mm（50m）
- ◇ スキャン速度：1,800 点／秒
- ◇ レンジ：200m（最大）
- ◇ 測定視野：水平 360° 鉛直 270°
- ◇ 重量：16kg



写真 3.10 使用機器と制御用 PC

③ 計測の結果

各サイトにおける計測の結果に基づき、それぞれの点群データを整理し、ガイドライン作成の資料とした。

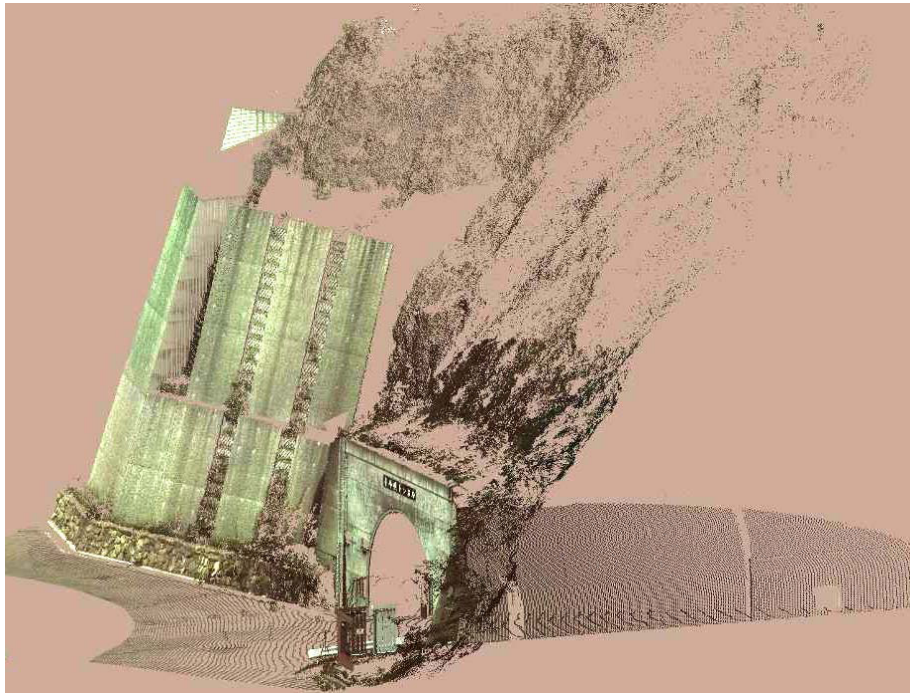


図 3.4 サイト A の 3 次元点群データ（立木等のクリーニング後）

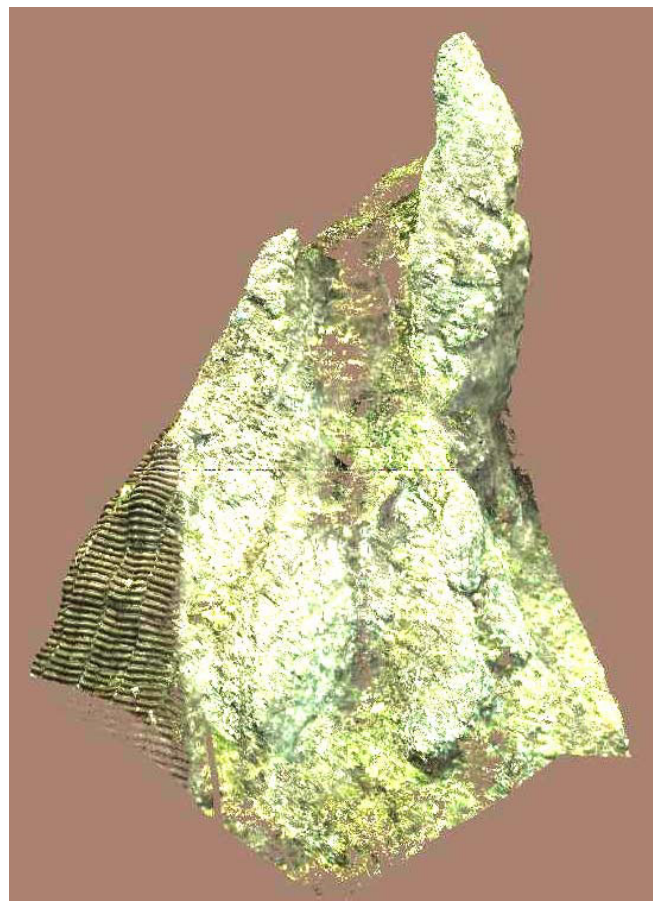


図 3.5 サイト B の 3 次元点群データ（立木等のクリーニング後）

3.2.2 急崖斜面斜め空中写真の収集・整理に関する検討

道路管理技術委員会では、平成10年度に急崖斜面の斜め空中写真の収集整理方法を検討し、平成11年度から道路管理者からの写真提供を受けて、国道沿線の斜め空中写真のデータベース化を行ってきた。建設部毎に年次計画に基づき実施したデータベース化作業は平成22年度に一旦終了したが、今後の作業のあり方について当部会で検討するように委員会より諮問があった。なお以下に述べる斜め空中写真は、ヘリコプター・セスナ等の実機を用いて撮影されたものを対象としている。

当部会では学識経験者が参加する部会を開催し、次のような検討を行った。

(1) 斜め空中写真の利用方法と収集整理の必要性

データベースとして整理した斜め空中写真の利用方法としては次のようなものが想定される。

- ・ 災害要因の抽出など、調査設計の基礎資料（写真 3.11）
- ・ 災害発生時の変状箇所の確認（写真 3.12）
- ・ 災害発生時の案内図（写真 3.13）

このように斜め空中写真は防災関連の業務や災害時に利活用が可能であり、道路管理者が撮影した写真をデータベース化することにより、道路構造・土地利用・斜面状況の時系列的変化を追跡可能になるなど、高度な活用を図ることが可能になると考えられる。

よって、道路管理者からの提供を受け、国道を対象とした斜面の斜め空中写真をデータベース化することが望ましいと考えられる。

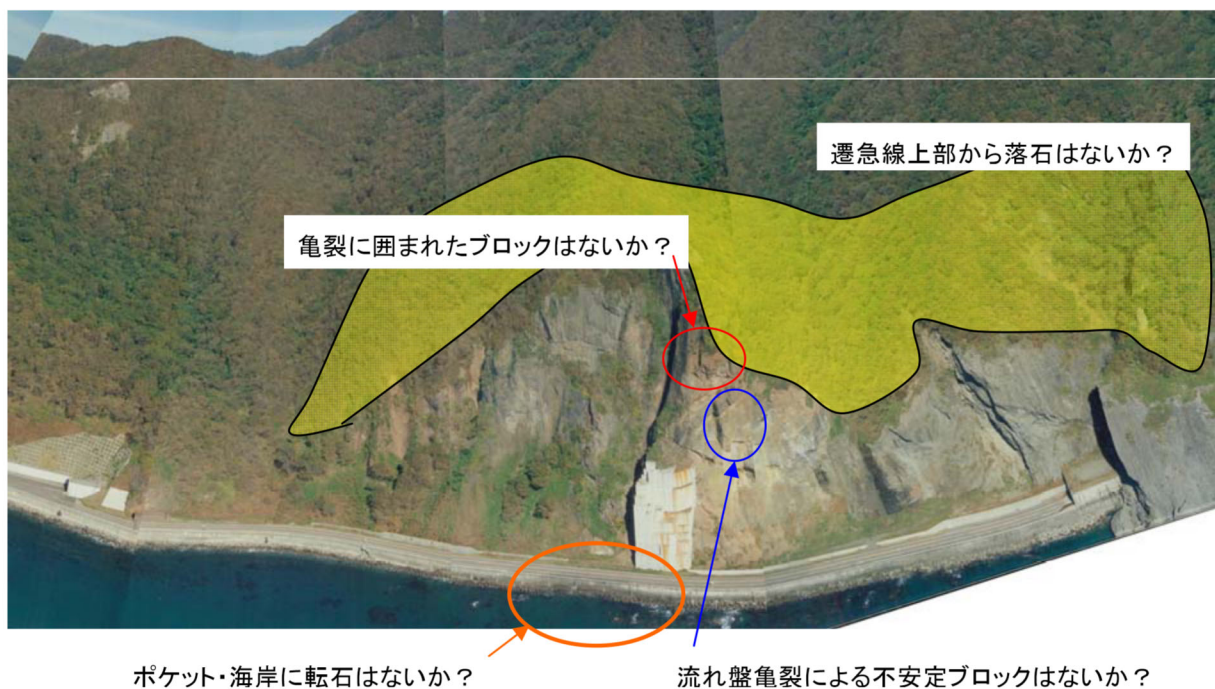


写真 3.11 調査設計の基礎資料としての活用例



H22既存空中写真



H24/06/14 空中写真

写真 3.12 災害発生時の変状箇所の確認例（再掲）



写真 3.13 災害発生時の案内図としての活用例

(2) 斜め空中写真の收集整理のスキーム

部会による討議の結果、次のようなスキームで斜め空中写真を收集整理することが望ましいとされた。

- ・道路管理者の保有する写真の貸与を受ける
- ・全景写真を対象とする
- ・現道部の写真を収集する
- ・撮影時期を明示する
- ・高解像度と低解像度の2種類を用意する

3.2.3 最近の地質調査技術ガイドライン

当部会では、平成20年度から道路管理者に対し、高比高・急崖斜面を主体とした岩盤斜面調査における新技術について、技術の内容、適用方法等を解説し、道路管理業務実施時の参考資料とすることを目的として、「最近の調査技術ガイドライン」の作成に取り組んでいる。

これまでの部会・委員会の討議を経て、「クライミング調査編」「斜め空中写真編」「地上設置型レーザープロファイラー編」が取りまとめられた。これらのガイドラインについて、巻末資料に示した。

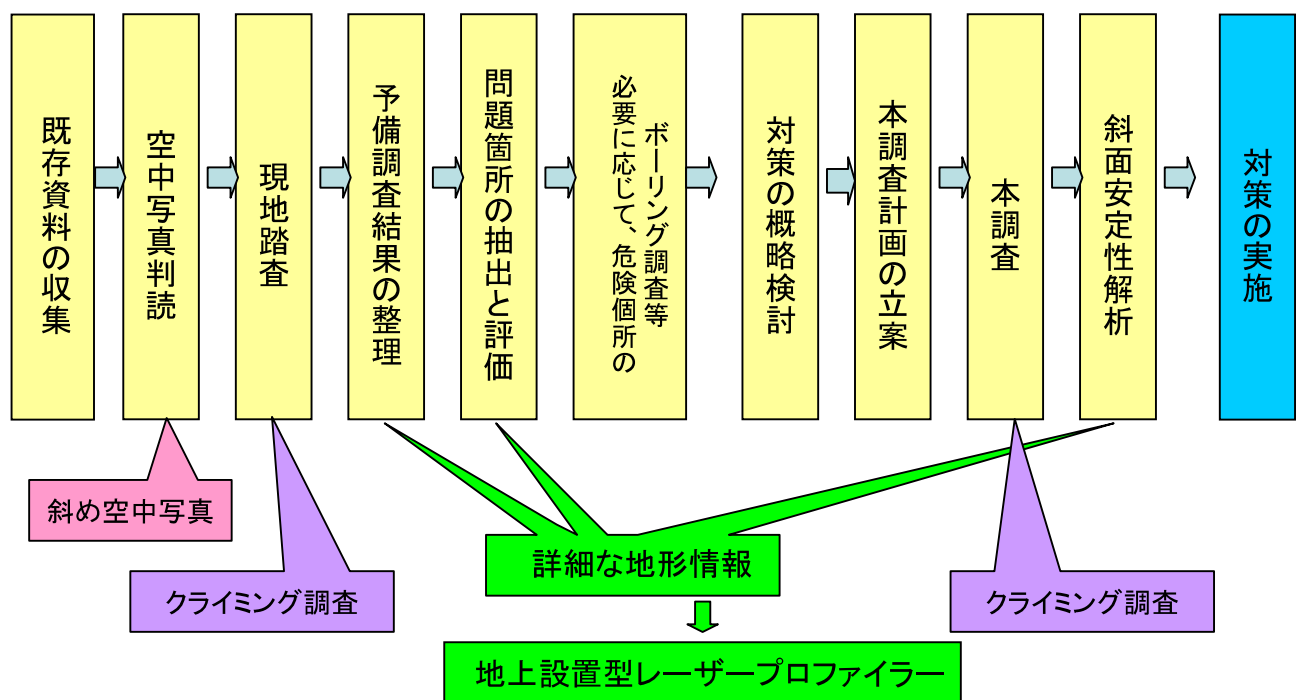


図 3.6 最近の地質調査技術ガイドラインの位置づけ

参考文献

- 1) 伊東佳彦：北海道における岩盤斜面の調査・対策の現状，自動車技術，Vol. 61, No. 5, 2007