

## 5. 岩盤斜面評価精度向上のための調査手法の検討

本章では、道路管理技術委員会に設置されている岩盤斜面専門部会の活動内容を報告する。

### 5. 1 部会設置の目的と活動の概要

#### 5. 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事故以降、第2白糸トンネル、北見市北陽、えりもなど崩壊量10,000m<sup>3</sup>を超える大規模崩落が発生している(表5-1)。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5-2)。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きた。

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5-1 豊浜トンネル以降の岩盤斜面災害の概要(崩壊土量1,000m<sup>3</sup>以上)<sup>1)</sup>

|    | 発生年月日                  | 場所              | 規模(m <sup>3</sup> ) | 地域区分  | 地質      | 備考             |
|----|------------------------|-----------------|---------------------|-------|---------|----------------|
| 1  | 1996.2.10              | 豊浜トンネル          | 11,000              | 日本海沿岸 | 火砕岩     | 死者20名          |
| 2  | 1996.3.15              | 宇遠別第1覆道         | 1,000               | 黄金道路  | ホルンフェルス |                |
| 3  | 1997.3.4               | 宇遠別第1覆道         | 2,000               | 黄金道路  | ホルンフェルス |                |
| 4  | 1997.6.7               | ほしば覆道           | 5,450               | 黄金道路  | ホルンフェルス |                |
| 5  | 1997.8.25<br>1997.8.29 | 第2白糸トンネル        | 56,000              | 日本海沿岸 | 火砕岩     |                |
| 6  | 2001.10.4              | 北見市北陽           | 24,000              | 常呂帯   | 付加体堆積物  | 死者2名           |
| 7  | 2003.9.26              | ほしば覆道           | 2,400               | 黄金道路  | ホルンフェルス | 十勝沖地震          |
| 8  | 2003.9.26              | 浜フンベ            | 1,500               | 黄金道路  | 砂岩・頁岩   | 十勝沖地震          |
| 9  | 2003.9.26              | 美幌              | 1,000               | 黄金道路  | 砂岩・頁岩   | 十勝沖地震          |
| 10 | 2003.10.1              | 静内ダム湖斜面         | 5,000               | 日高地方  | 酸性岩     |                |
| 11 | 2004.1.13              | えりも町<br>宇遠別第1覆道 | 42,000              | 黄金道路  | ホルンフェルス | 死者1名、<br>負傷者1名 |
| 12 | 2006.5                 | 礼文島             | 10,000              | 日本海沿岸 | 火砕岩     |                |

表５－２ 国道沿線で発生した災害の事故調査委員会での提言<sup>1)</sup>

|   | 委員会名                                     | 提言内容など                                                                                                                                                                                                     |
|---|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 豊浜トンネル崩落<br>(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<br>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<br>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<br>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<br>⑤ 予知予測に関する研究を一層促進すること<br>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<br>(1997.8.25)<br>(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<br>② 岩盤監視システムの構築<br>③ 道路管理体制の充実<br>④ 地域防災体制の構築                                                                                                                                     |
| 3 | 北陽土砂崩落<br>(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<br>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<br>(宇遠別第1覆道)<br>(2004.1.13)     | ① 地形判読と地形形成過程の検討<br>② 地質学的にみた岩石劣化と岩盤物性に関する検討<br>③ 北海道における防災点検の充実                                                                                                                                           |

## ５．１．２ 活動の概要

### (１) 部会委員の構成

本部会は以下の委員および専門技術者により構成される。

部会長 川村 信人 北海道大学大学院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 くらし環境系領域  
 社会基盤ユニット  
 委員 高野 伸栄 北海道大学大学院工学研究院 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 地質研究所 地域地質部  
 委員 藤井 義明 北海道大学大学院工学研究院 環境循環システム部門  
 地圏循環工学分野  
 (平成22年6月現在)

### (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と、新たな地質調査手法についてガイドラインを取りまとめる作業に大別される。

これまでの活動の概要を表５－３に示す。このうち「総合的な岩盤斜面評価総括表」については、平成21年度で取りまとめを一旦完了した。

表５－３ 岩盤斜面専門部会活動の概要

|                       |                  | H16 | H17 | H18 | H19 | H20 | H21 |
|-----------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 総合的な<br>岩盤斜面<br>評価総括表 | モデル地区<br>現地検討会   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   |
|                       | 取りまとめ            | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   |
| 最近の地質調査<br>技術ガイドライン   | クライミング<br>調査編    |     |     |     |     | ○   | ○   |
|                       | 急崖斜面の<br>斜め空中写真編 |     |     |     |     |     | ○   |

## 5.2 モデル地区の検討

当部会では、岩盤斜面の調査手法を検討するにあたり、一般国道に面した6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5-1)。以下ではこれらのうち、平成20年以降にケーススタディの対象とした、R336様似町幌満、R39上川町層雲峡とR231増毛町岩尾について述べる。

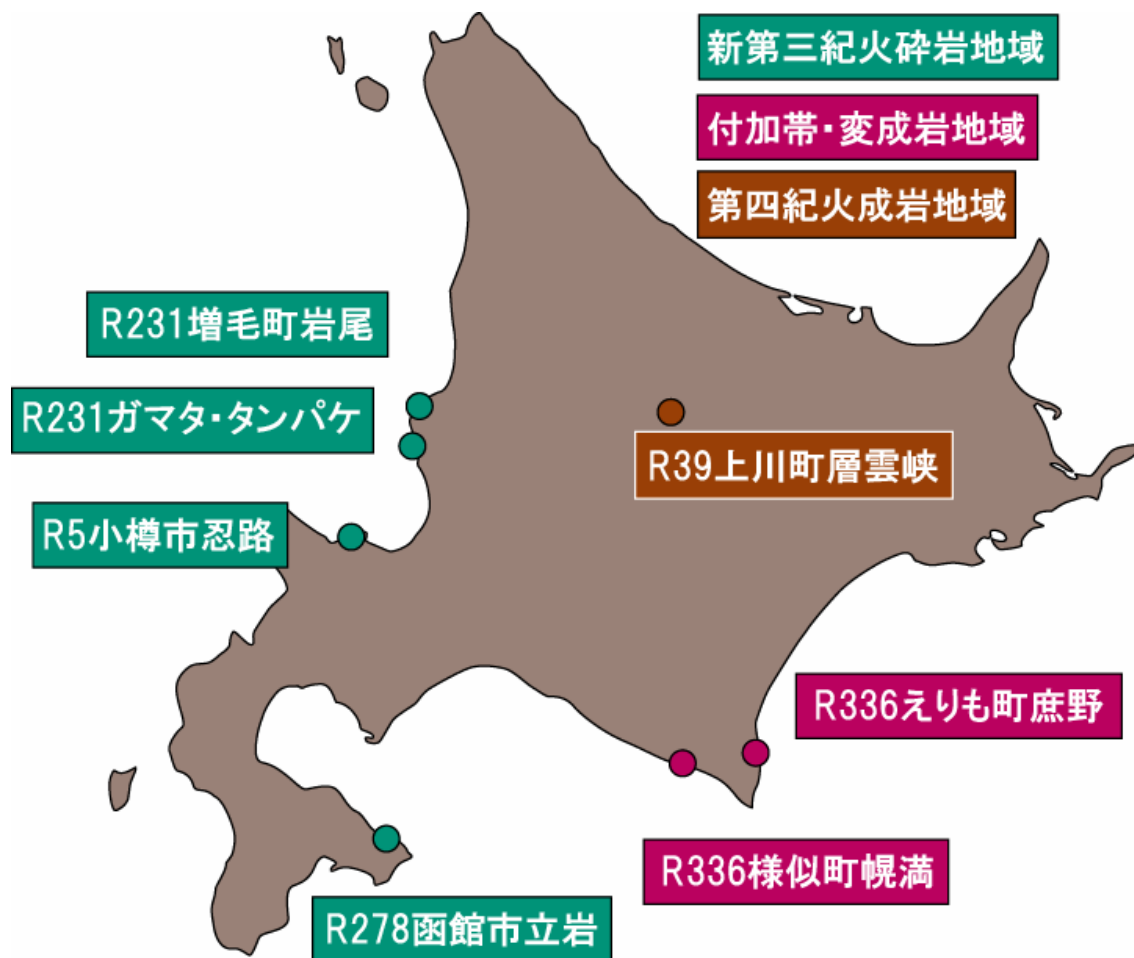


図5-1 モデル地区位置図

### 5.2.1 様似町幌満地区

様似町幌満地区の現地検討会は、下記の要領で実施された。

実施年月日：平成19年1月15日

参加者：川村部会長・田近委員・藤井委員

専門技術者及び事務局 11名

道路管理者 7名

#### (1) 地形・地質概要

えりも町市街地から北西に約15kmに位置する幌満地区は、新生代古第三紀の片麻岩が分布している（図5-2）。この付近は、北海道の中軸部を形成する日高帯に属し、古い時代に形成された地質帯が分布する付加帯と呼ばれる地域である（図5-3、図5-4）。

生成年代が古く複雑な応力履歴を有することなどが原因となり、付近に分布する岩盤は一般に硬質であるが、亀裂が多く発達している（図5-5）。



図5-2 幌満地区位置図・広域地質図

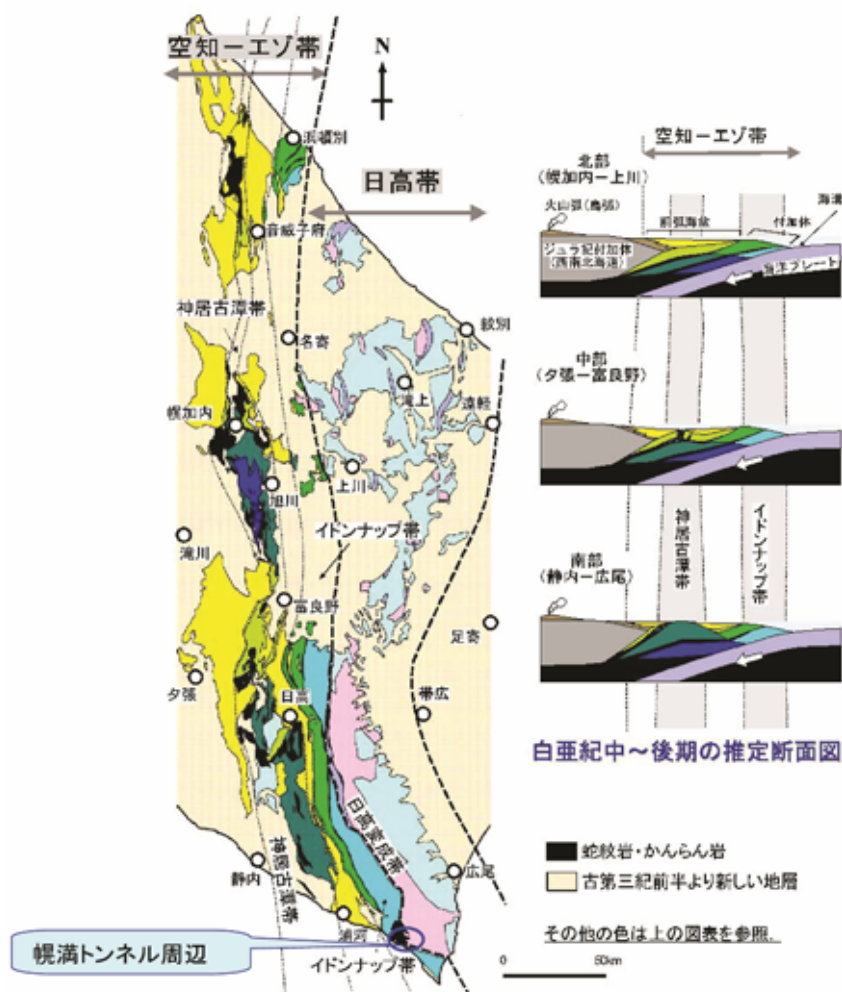


図5-3 幌満地区地質構造図

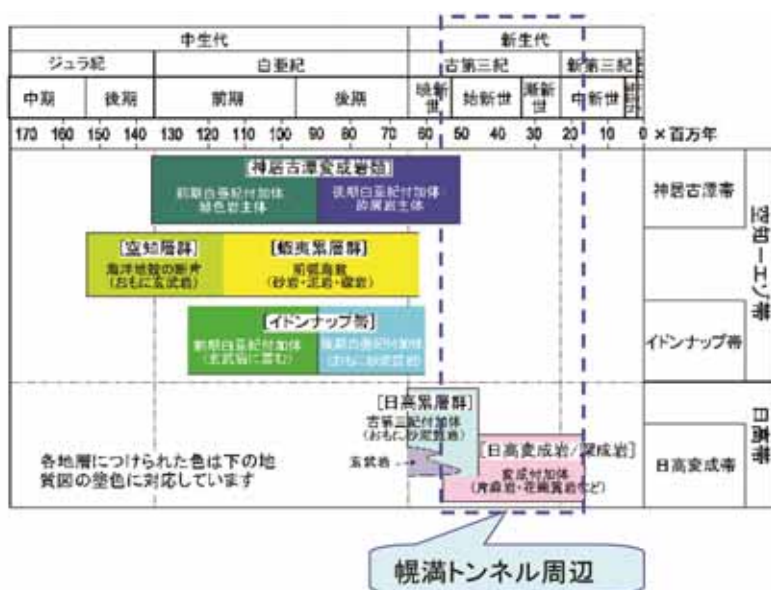


図5-4 幌満地区地質年代解説図





図 5－5 幌満地区亀裂の状況

## (2) 点検・変状の履歴

当該斜面は平成 8 年度に実施された道路防災総点検で、落石・崩壊と岩石崩壊の点検対象となっており、いずれも対策が必要と判断されている。付近では平成 4 年から幌満トンネルが施工されており、平成 10 年 4 月にはルート変更が完了している。

ルート変更後の平成 10 年冬に、幅 10 m、高さ 20 m、奥行き 3～4 m、約 300 m<sup>3</sup>の楔形崩壊の跡が発見された（図 5－6）。また平成 14 年夏には約 100 m 離れた箇所で、幅 20 m、高さ 15 m、奥行き 4 m、約 600 m<sup>3</sup>の楔形崩壊が発見された。



平成10年冬発見の崩壊箇所

平成14年夏発見の崩壊箇所

図5-6 幌満地区の崩壊箇所写真（上段：崩壊前 下段：崩壊後）

### （3）現地検討会の内容

当該地区は、平成8年防災点検の際に既に恒久対策である幌満トンネルの工事に着手しているため、崩壊箇所を対象とした調査は実施されていない。現地検討会では、「総合的な岩盤斜面評価総括表」の取りまとめに向けて、幌満地区を対象に調査を行うとすれば、次のような点に注意が必要であるとの議論があった。

- ・ 調査の項目としては、空中写真解析・地表踏査・クライミング調査・岩石試験・FEMなど
- ・ 計測的手法としては、熱赤外線（地下水）・表面クラック変位計・常時微動・地震計などが有効である可能性がある
- ・ リニアメントと亀裂や破碎帯と造構運動との関係を検討する

また幌満地区の崩壊箇所は、いずれも崩壊前に湧水（氷柱）が確認されているので、地下水と崩壊メカニズムとの関連について調査・検討が必要との指摘があった。



## 5.2.2 上川町層雲峡地区

上川町層雲峡地区の現地検討会は、下記の要領で実施された。

実施年月日：平成20年11月14日

参加者：川村部会長・田近委員・藤井委員

専門技術者及び事務局 9名

道路管理者 6名

### (1) 地形・地質概要

層雲峡の北西約4kmに位置する上川町四の岩地区(図5-7)は、新生代第四紀更新世の溶結凝灰岩が分布している(図5-8)。溶結凝灰岩は比高70m以上でほぼ垂直の急崖を形成し、脚部には侵食を受け易い弱溶結部と砂礫層が分布している(図5-9)。また溶結凝灰岩には垂直方向に連続性の良い亀裂、柱状節理の発達が顕著であり、昭和62年には同様の地形地質条件の天城岩で岩盤崩落が発生している(図5-10)。

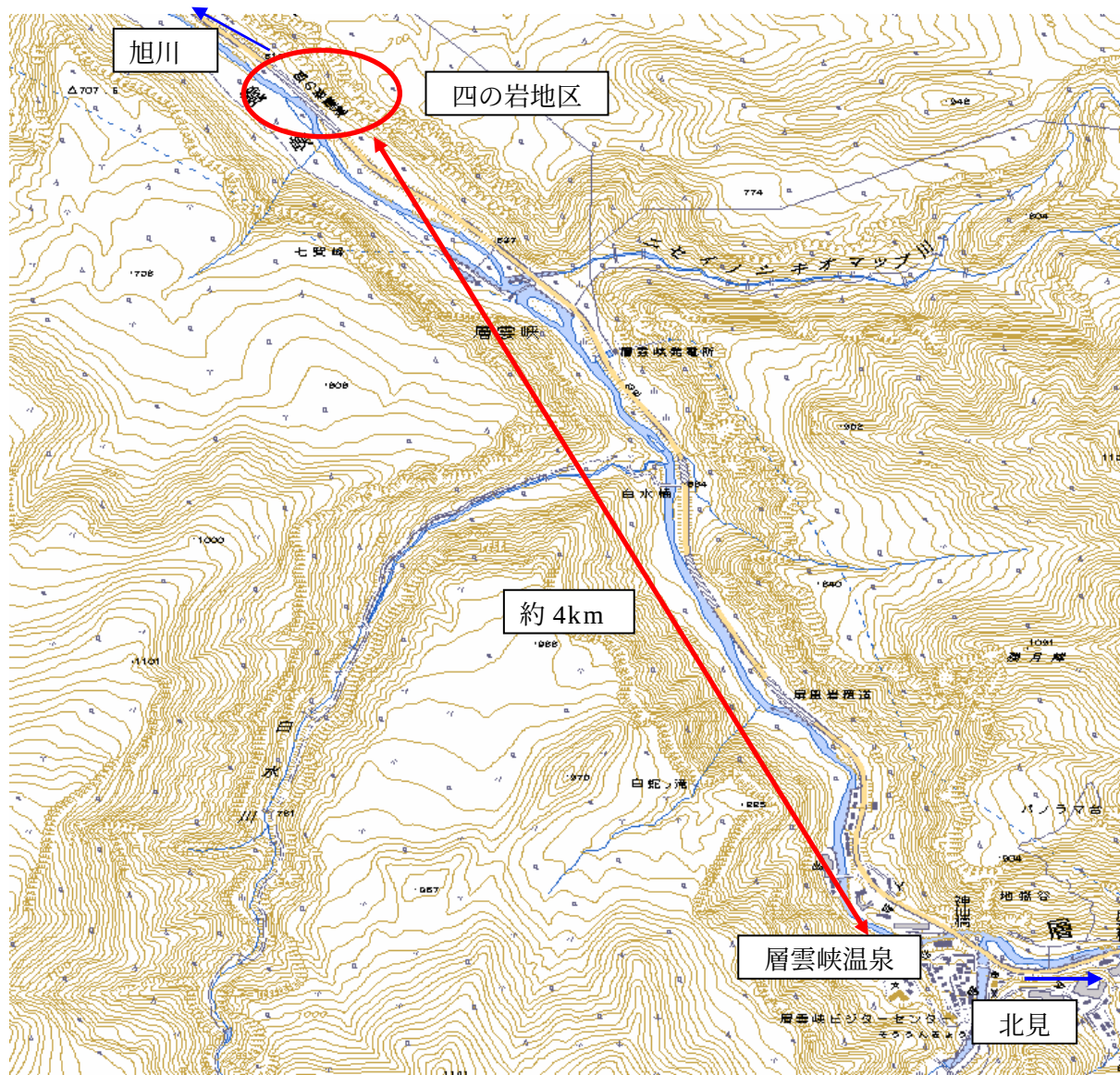


図5-7 上川町四の岩地区位置図

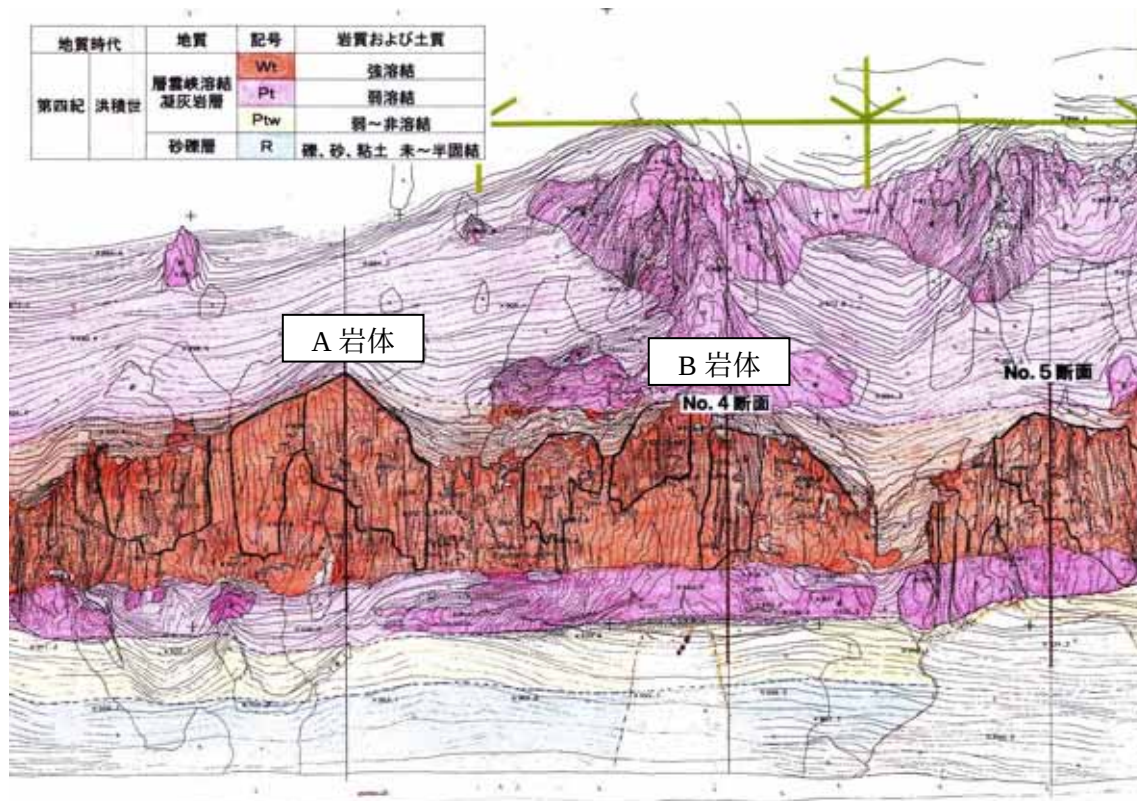


図 5－8 上川町四の岩地区地質図

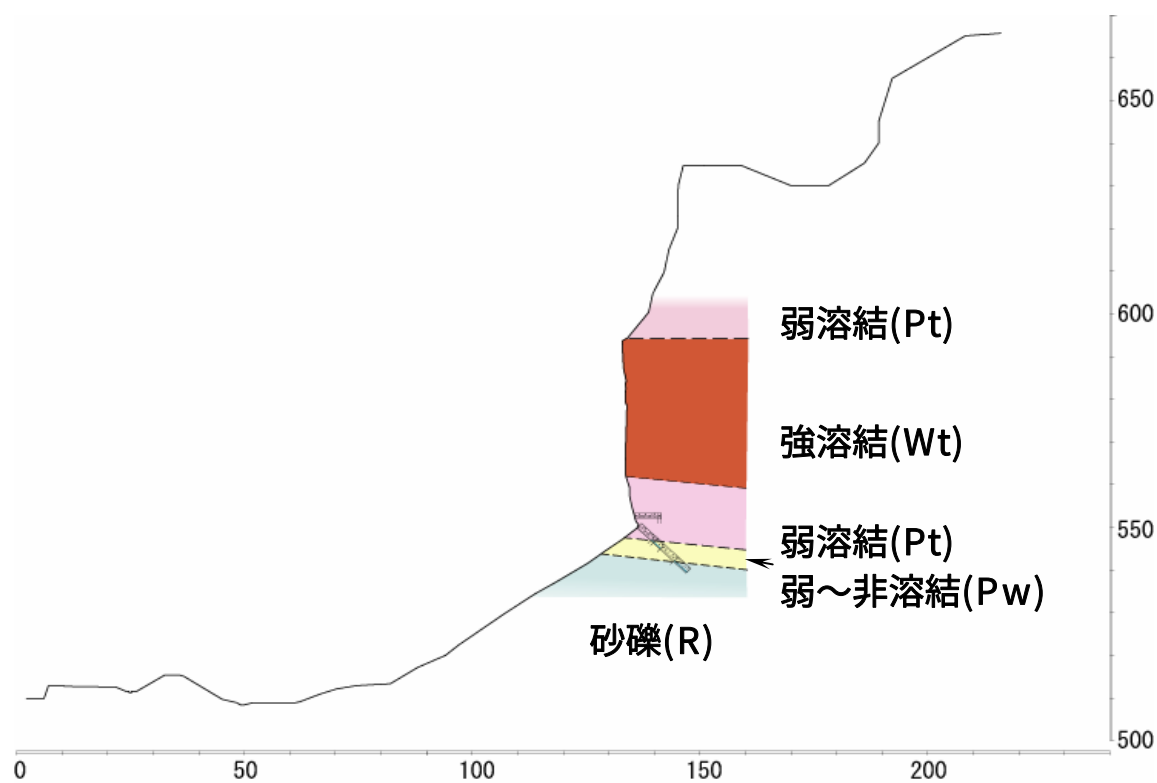


図 5－9 四の岩地区 B 岩体地質断面図



図5－10 天城岩崩壊箇所模式断面図

## （2）岩盤計測の方法と発生した崩壊の概要

上川町四の岩地区では、平成10年4月～平成18年10月の間、「北海道での岩盤計測に関する調査技術検討委員会」の活動の一環として、岩盤計測が実施されている。現地検討会では、岩盤計測手法の概要とその後の崩壊についてケーススタディを行った。

四の岩地区では、柱状節理の発達した溶結凝灰岩の強溶結部が、脚部の非溶結部～弱溶結部を含むすべり破壊により崩壊することなどを想定し（図5－11左）、各種計測機器が設置されていた（図5－11右）。

計測期間中に当初想定していたような大規模な岩盤崩落は発生しなかったが、平成13年4月に計測箇所の近傍に位置する急崖脚部の弱溶結部を発生源として、計150m<sup>3</sup>程度の剥離型崩壊が発生した（図5－12）。



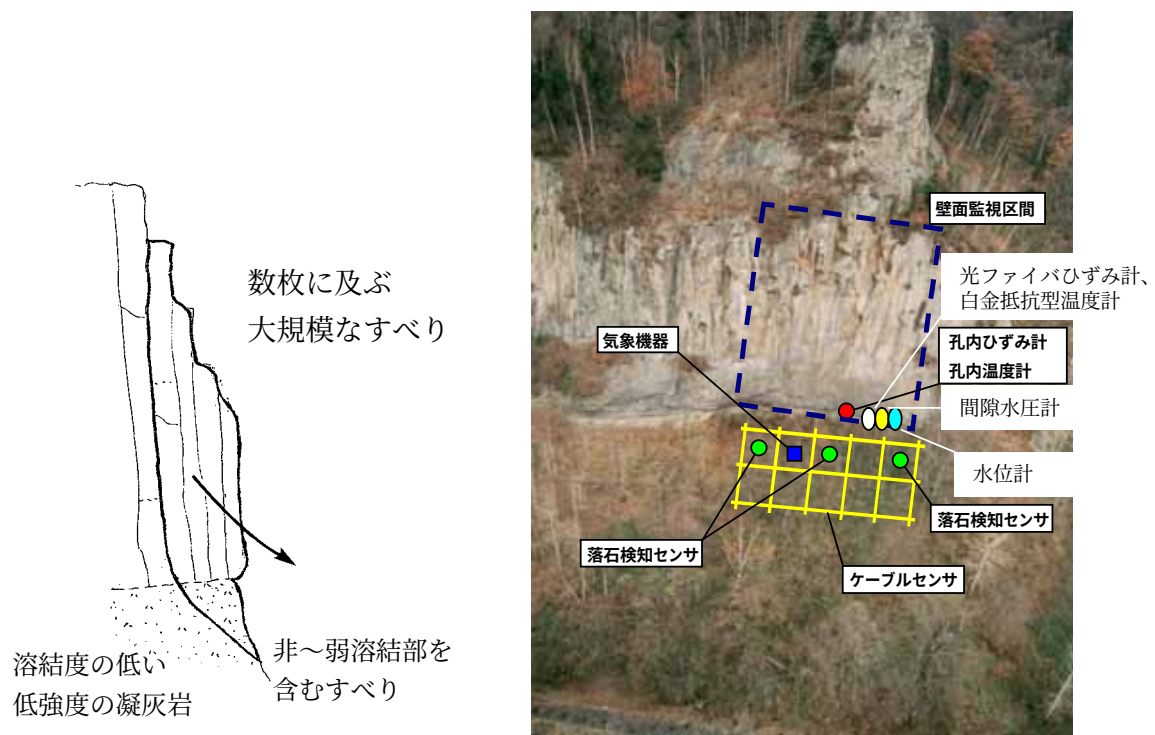


図5－11 四の岩地区B岩体の想定崩壊メカニズム（左）と設置計器（右）

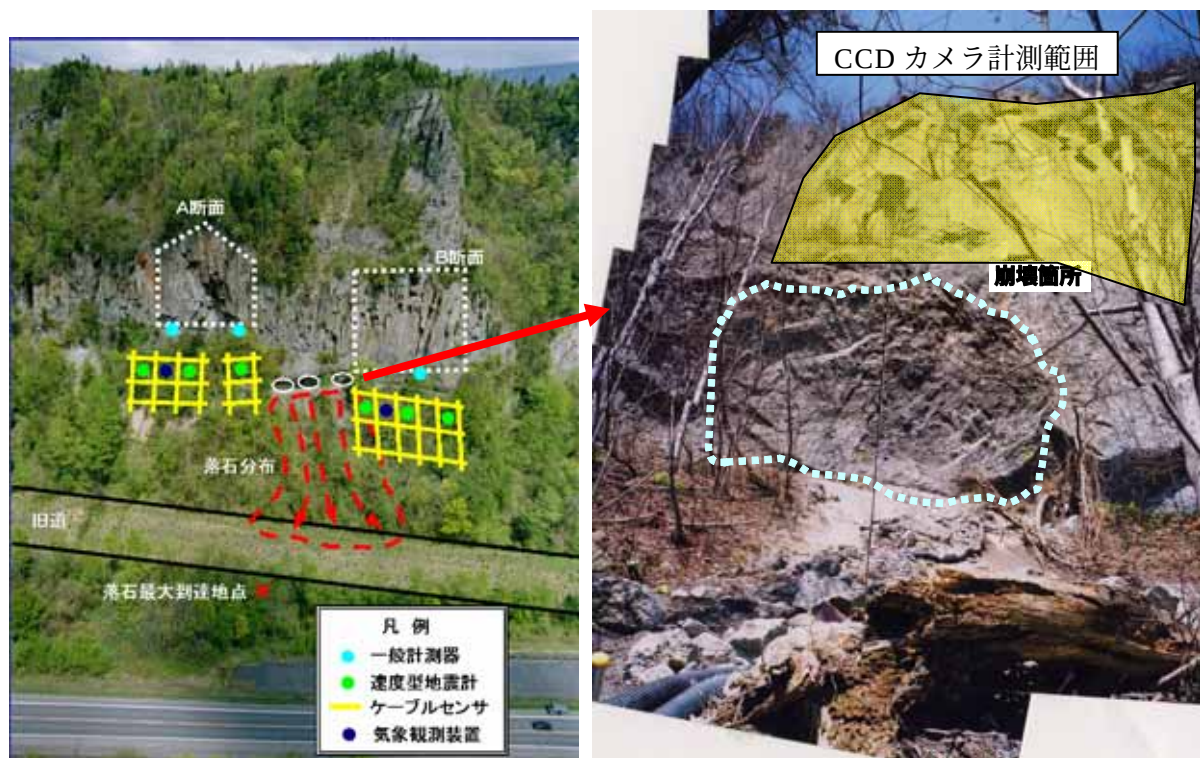


図5－12 四の岩地区平成13年4月のはく離崩壊の状況

### (3) 現地検討会の内容

現地検討会では、「総合的な岩盤斜面評価総括表」の取りまとめに向けて、四の岩地区で調査を実施する場合、次のような点に注意が必要であるとの議論があった。

- ・ クライミング調査・レーザープロファイラー・岩石試験などが有効であると考えられる
- ・ 凍結融解試験は非溶結部の崩壊メカニズムを検討する上で、重要な情報を与える可能性がある
- ・ 斜面脚部の転石の分布状況は、当該箇所のような内陸部の崩壊事例でも有効な情報である

### 5. 2. 3 増毛町岩尾地区

増毛町岩尾地区の現地検討会は、下記の要領で実施された。

実施年月日：平成20年11月14日

参加者：川村部会長・藤井委員

専門技術者及び事務局 12名

道路管理者 9名

#### (1) 地形・地質概要

留萌市の南西約20kmに位置する増毛町岩尾地区(図5-13)は、新生代第三紀鮮新世の亀裂が発達した安山岩が分布している(図5-14)。

当該地区では、平成20年5月に高さ約35m、幅約12m、最大厚さ3~4m、体積約650m<sup>3</sup>の岩盤崩落が発生している(図5-15)。

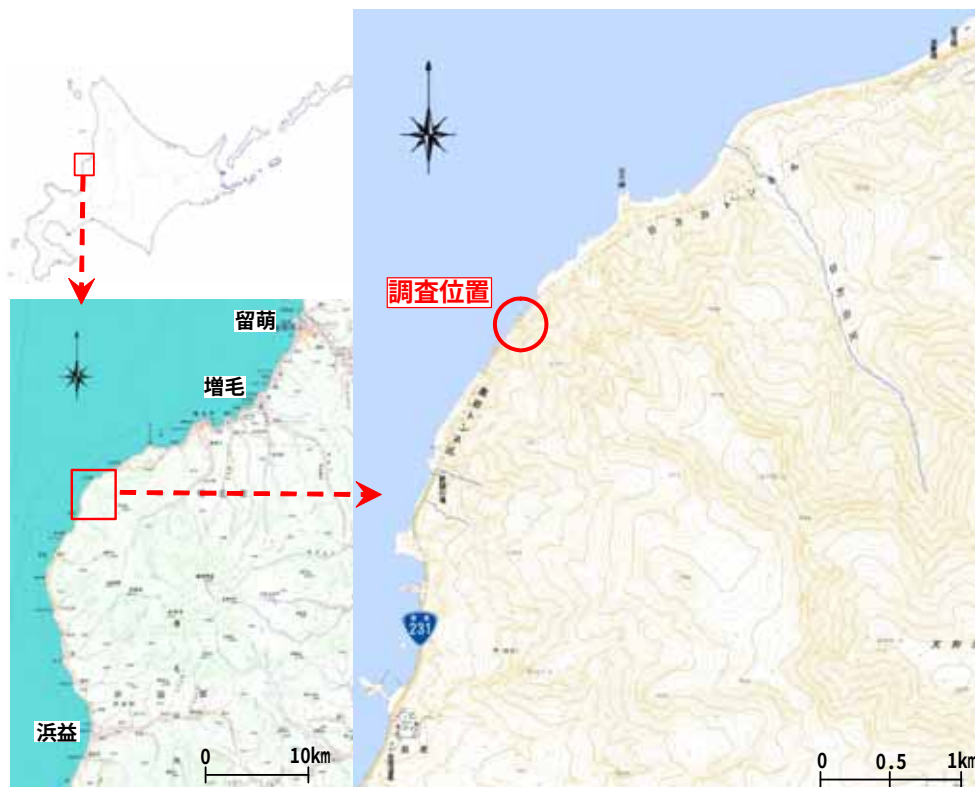


図5-13 増毛町岩尾地区位置図



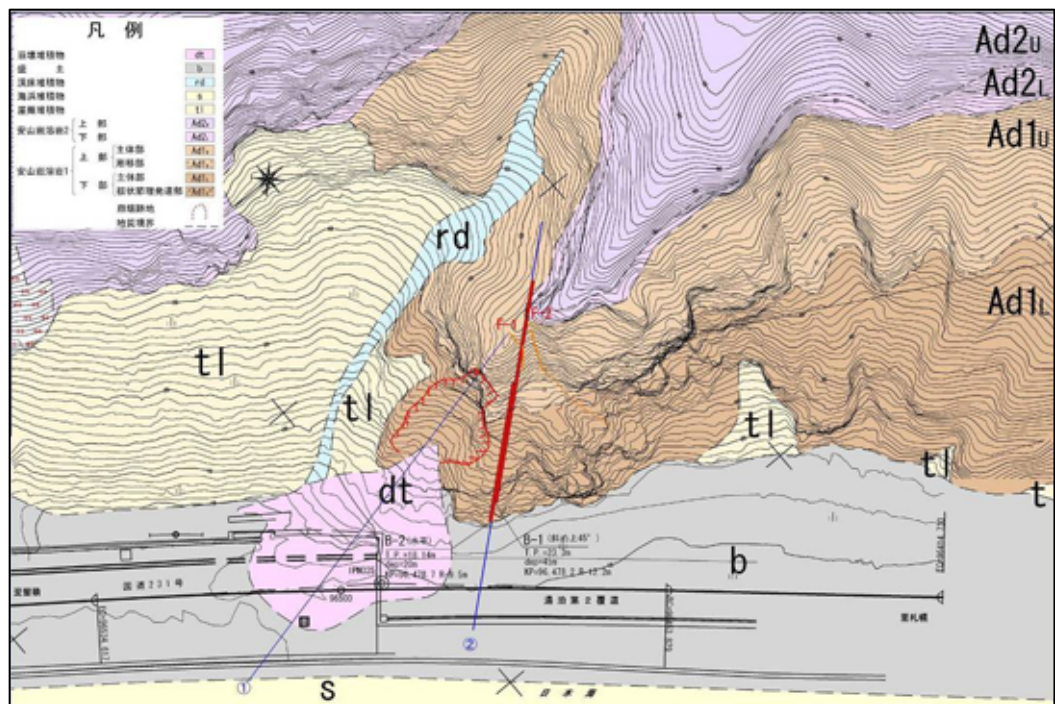


图 5-14 增毛町岩尾地区地質図



图 5-15 增毛町岩尾地区の岩盤崩落発生状況

## (2) 主な調査の手法

増毛町岩尾地区では、表５－４に示すような調査が実施されている。これらのうち主なものは次のとおり。

表５－４ 増毛町岩尾地区の調査手法

| 区分              | 調査方法                       | 評価内容                          |
|-----------------|----------------------------|-------------------------------|
| 地形              | 地上型レーザープロファイラー             | 崩壊後斜面性状<br>崩壊前地形との比較による崩壊土量算出 |
|                 | 地形模型作成（１００分の１）             | 崩壊状況及び崩壊機構検討                  |
| 地形・地質<br>（空中写真） | ラジコンヘリ写真                   | 地表岩盤性状<br>（亀裂分布・間隔、地層傾斜等）     |
| 地質              | クライミング調査                   | 同上                            |
|                 | ボーリング（水平、斜め上）              | 地中岩盤性状（亀裂分布・間隔、地層傾斜等）、岩種区分    |
|                 | 孔内検層、ボアホールテレビ、<br>孔内水平載荷試験 | 同上                            |
| 工学特性            | 各種岩石試験                     | 岩石の物理特性                       |
| 岩石<br>鉱物学的特性    | 薄片観察・X線回折試験                | 岩石構造（風化、脈）                    |
| シミュレーション        | ２次元落石シミュレーション              | 落石影響範囲、仮設対策規模                 |
|                 | ３次元斜面安定解析                  | 崩壊機構の推定                       |

[ラジコンヘリを用いた空中写真撮影]

１６００万画素の高解像度デジタルカメラを用いて、様々な角度から現地の状況を撮影し、地質分布、亀裂状況、湧水状況等を把握した（図５－１６）。



図５－１６ 増毛町岩尾地区におけるラジコンヘリ写真の事例



# [クライミング調査]

地質分布・亀裂状況等を近接・目視で確認するために、クライミング調査を実施し、不安定岩体の位置や規模の特定に活用した（図5－17）。

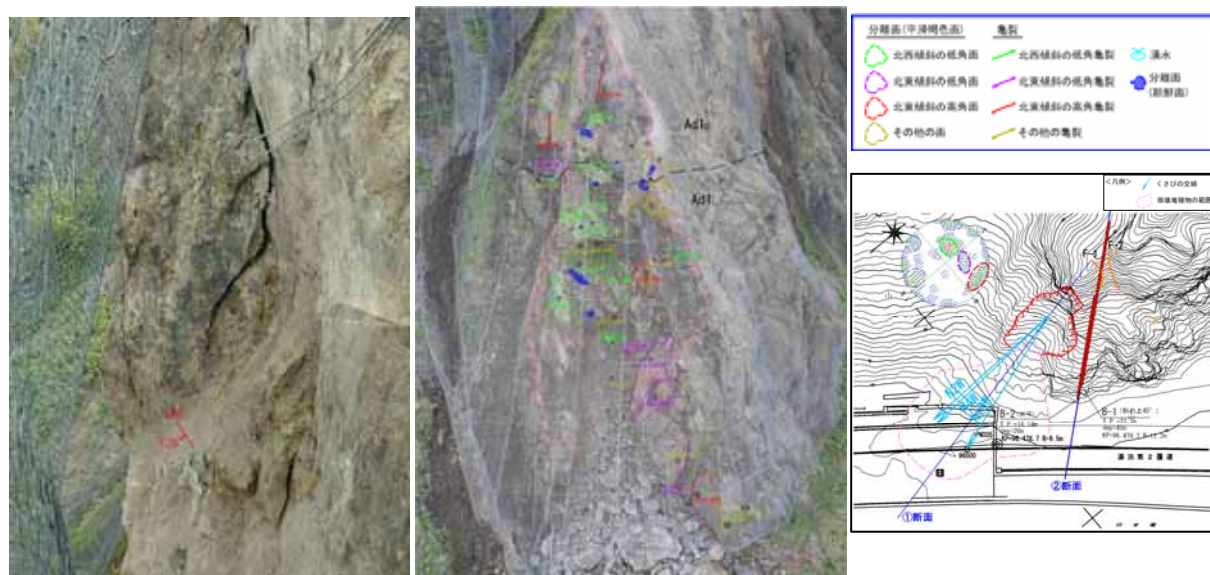


図5－17 増毛町岩尾地区におけるクライミング調査による現地写真・踏査結果の事例

# [熱赤外線カメラ撮影]

目視では確認困難な湧水や湿潤箇所等を確認する目的で、熱赤外線カメラを用い、斜面の温度分布を撮影した（図5－18）。

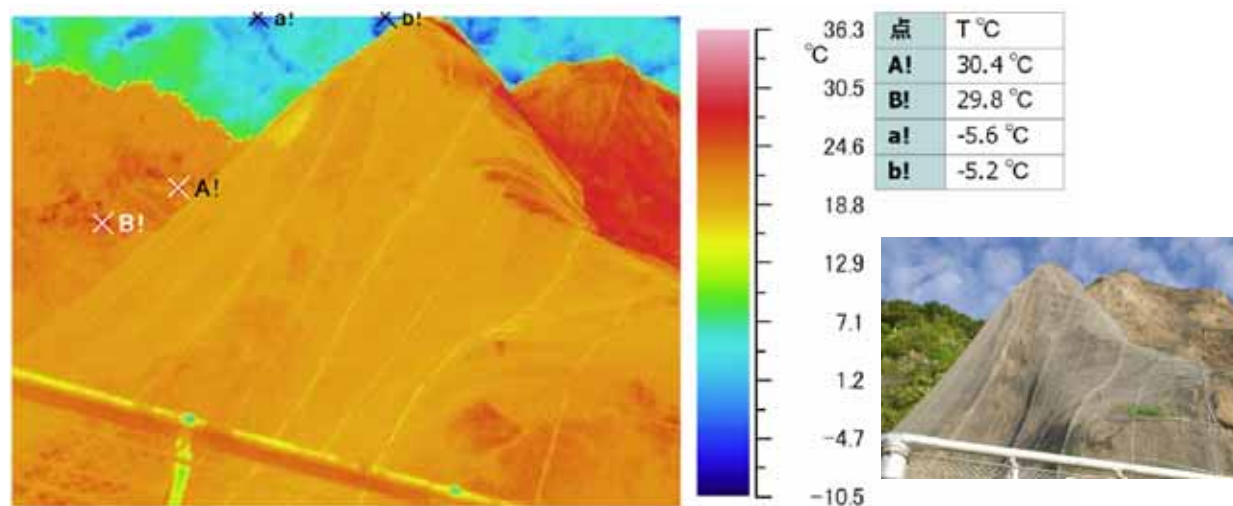


図5－18 増毛町岩尾地区における熱赤外線カメラ撮影の事例

[地上設置型レーザープロファイラー測量]

付近は航空レーザープロファイラーによる航測図が整備されていたが、斜面のオーバーハングなどの微細な地形を把握する目的で地上設置型レーザープロファイラー測量を実施した（図5-19）。

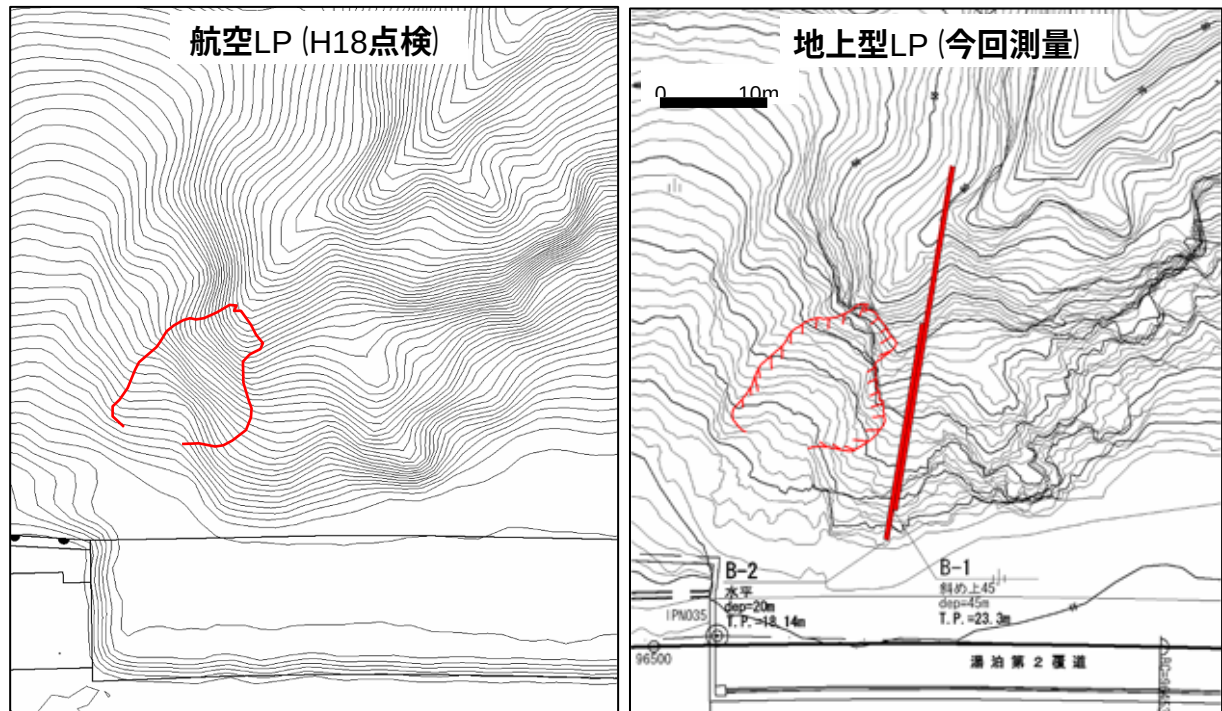


図5-19 増毛町岩尾地区における地上設置型レーザープロファイラー測量の事例

### (3) 現地検討会の内容

現地検討会では、「総合的な岩盤斜面評価総括表」の取りまとめに向けて、増毛町岩尾地区で実施された各調査手法に基づき、次のような議論が交わされた。

- ・ ラジコンヘリによる空中写真撮影では、逆光を避けるために日の出前に撮影した。
- ・ 地上設置型レーザープロファイラーでは、オーバーハングなどの微地形が把握できたが、航空レーザープロファイラーの測量データとのすり付けに苦労した。
- ・ 熱赤外線についても「総合的な岩盤斜面評価総括表」に加えるべきだ。



### 5.3 岩盤斜面評価手法の検討

過去の大規模岩盤崩落に際し設置された委員会では、それぞれの災害事例の検討に基づき、斜面評価に関する新たな観点や手法が提案されている。また近年になって実用化されたレーザープロファイラーや、クライミング調査といった手法は、本部会で扱ったモデル地区においても活用されている。

そこで本部会では、各モデル地区における調査事例に基づき、他の委員会報告等で提唱されている新たな観点・手法や、近年になり実用化されている調査手法の有効性を検討するために、表5-5に示す一覧表をとりまとめた。この結果を概観すると以下のとおりである。

#### 1) 地形に関する調査項目

今回対象としたモデル地区のほとんどで、デジタル地形モデルが採用されている。これは、岩盤崩壊の特性を把握し、理解する上で3次元的地形モデルが有効であることを示している。

一方、北陽・えりもで推奨されている緩斜面や出尾根地形等に関する調査項目は、えりもと幌満以外の地域で採用されていない。緩斜面や出尾根地形といった地形上の着目点が、変成岩分布地域に固有なものであるために、火成岩地域では着目されていないと考えられる。

#### 2) 地質・履歴等に関する調査項目

地質に関する調査項目は、過去に提唱された調査項目の多くが採用されている。ただし、クライミング調査は斜面勾配がきつく、通常の踏査により十分な調査が不可能な場合にのみ採用されており、地形条件に合致した調査手法の採用が必要であると考えられる。

またボーリング調査はほとんどの地域で有効とされているが、この際にボアホールカメラが同時に行われており、ボーリング孔内を直接観察する手法が重要であると考えられる。

履歴に関しては、全ての箇所において過去の被災履歴が検証されているが、地震の少ない日本海沿岸地域では地震履歴の検証事例が少ない。

#### 3) 水理地質に関する調査項目

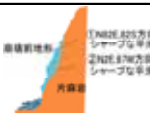
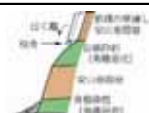
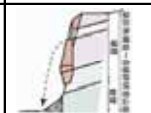
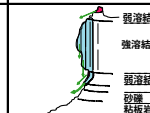
地表踏査レベルでの表層における湧水状況は全ての事例で検証されている。ボーリング箇所における地下水の調査事例は少ないが、湧水が確認されている場合には有効な調査項目と評価できる。

#### 4) 工学的性質とシミュレーション

工学的特性については、一般的な物理試験と力学試験および乾湿繰返し試験は、ほぼ全ての箇所で実施されているが、凍結融解試験等の実施事例が少ない。今後のデータの蓄積が望まれる。

極限平衡解析は、対策工の検討を目的とした場合に用いられることがあるが、斜面の安定度を評価することを目的とした事例はほとんどない。FEM解析は、比較的規模の大きな災害の場合に、発生メカニズムを再現する目的で実施された例があるが、災害要因の把握等を目的とした実施例は少ない。

表5－5 総合的な岩盤斜面調査手法総括表 (案)

| 地質年代                                      |                 |                            |                  |                      | 古第三紀～白亜紀                                                                            |                                                                                     | 鮮新世～中新世                                                                             |                                                                                     |                                                                                     | 第四紀                                                                                 | 鮮新世                                                                                 | 備 考                                                              |                           |
|-------------------------------------------|-----------------|----------------------------|------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 地質分類                                      |                 |                            |                  |                      | 変成岩                                                                                 |                                                                                     | 火成岩                                                                                 |                                                                                     |                                                                                     | 火成岩                                                                                 | 火成岩                                                                                 |                                                                  |                           |
| 崩壊形態                                      |                 |                            |                  |                      | 転倒＋滑動型                                                                              | 滑動型(くさびすべり)                                                                         | 崩落型                                                                                 |                                                                                     |                                                                                     | 滑動型・崩落型・転倒型                                                                         | 滑動型                                                                                 |                                                                  |                           |
| 地質名                                       |                 |                            |                  |                      | ホルンフェルス                                                                             | 片麻岩                                                                                 | 溶岩(層状)                                                                              | 水冷破碎岩(塊状)                                                                           | 水冷破碎岩(層状)                                                                           | 溶結凝灰岩(層状)                                                                           | 溶岩(塊状)                                                                              |                                                                  |                           |
| 区分                                        | 評価内容            | 調査方法                       | 従来からの改善内容等       | 適用区分                 | R336(えりも)                                                                           | R336(幌満)                                                                            | R231(ガマタ・タンバケ)                                                                      | R5(忍路)                                                                              | R278(立岩)                                                                            | R39(層雲峡)                                                                            | R231(増毛)                                                                            |                                                                  |                           |
|                                           |                 |                            |                  |                      |  |  |  |  |  |  |  |                                                                  |                           |
| 地形                                        | H8防点            | 斜面性状(傾斜、高さ、斜面型、遷急線)        | 地形図読取り           |                      | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                  |                           |
|                                           | 従来技術            | 同上                         | 空中写真判読(垂直、斜め)    |                      | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                  |                           |
|                                           |                 | 同上                         | 切峰面図、起伏量図        |                      | △                                                                                   | △                                                                                   | △                                                                                   | △                                                                                   | △                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     | (デジタル地形解析に移行)                                                    |                           |
|                                           | 新技術、新知見等        | 同上                         | デジタル地形図作成、判読     | (定量評価)               | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ○                                                                                   | 活用ノウハウの蓄積が必要                                                     |                           |
|                                           |                 | 同上                         | デジタル陰影図、地上開度図等   | (定量評価)               | △                                                                                   | △                                                                                   | △                                                                                   | △                                                                                   | △                                                                                   | △                                                                                   |                                                                                     | 活用方法の研究が必要                                                       |                           |
|                                           |                 | 尾根頂部までの斜面評価                | 空中写真、地形図等読み取り    | 検討範囲の拡大              | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   |                                                                                     | ○                                                                                   |                                                                  |                           |
|                                           | H13日本海          | 浅海底地形の幅                    | 海底地形読取り          | 検討範囲の拡大              | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                                     | △(検討したが未公開)                                                                         | 大規模崩壊との相関関係の評価が必要                                                |                           |
|                                           | H14北陽           | 緩斜面(付加体等)                  |                  | 注目地形の追加              | △                                                                                   | △                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     | (付加体特有の地形)                                                       |                           |
| H16えりも                                    | 出尾根地形           |                            | 注目地形の追加          | ◎                    | ◎                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     | ○                                                                                   | (えりも特有の地形)                                                       |                           |
|                                           | 地形解析(時系列)       | 古い地形図、写真等読取り               | 検討期間の拡大          | △                    | △                                                                                   | △                                                                                   | △                                                                                   | △                                                                                   | △                                                                                   |                                                                                     | ○                                                                                   | (最古の空中写真は米軍撮影(60年前)であり、精度が悪い)                                    |                           |
| 地質                                        | H8防点            | 地表岩盤性状(開口亀裂、硬軟、亀裂間隔、地層傾斜等) | 地表踏査             |                      | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ○                                                                                   | 亀裂の位置・性状・充填物・開口度等についても調査する。亀裂とリニアメントとの関連性を整理                     |                           |
|                                           | 従来技術            | 地中岩盤性状(〃)                  | ボーリング、孔内検層、BHTV等 | 精                    | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ○                                                                                   | 足場仮設が可能で落石等の危険を防止できれば非常に効果的。ボアホールカメラの亀裂は、地表面で確認されたものとの対比による解釈が必要 |                           |
|                                           |                 | 新技術、新知見等                   | 地表岩盤性状(〃)        | クラッキング調査<br>ラジアー近接撮影 | 検討範囲の拡大<br>検討範囲の拡大                                                                  | 精<br>精                                                                              | ◎<br>◎                                                                              | ◎<br>◎                                                                              | ◎<br>◎                                                                              | ◎<br>◎                                                                              | ◎<br>◎                                                                              | ○<br>○                                                           | デジタルマッピングと兼用も可能           |
|                                           | H13日本海          | 火砕岩の岩種細分                   | 踏査等              |                      |                                                                                     |                                                                                     | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ○                                                                                   | (火砕岩に適用)                                                         |                           |
|                                           | H14北陽<br>H16えりも | 岩盤生成過程、地形発達過程              | 地形地質の総合評価        | 観点の追加                |                                                                                     | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                  |                           |
|                                           |                 | 岩石構造(風化、脈)                 | 薄片観察             | 観点の追加                | 精                                                                                   | △                                                                                   | △                                                                                   | △                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                                     | ○                                                                | 微細亀裂の抽出、X線回折では不明瞭な粘土鉱物の判定 |
|                                           |                 | 岩石構造(粘土鉱物)                 | X線回析             | 観点の追加                | 精                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                                     | ○                                                                | サンプリング箇所时要注意              |
|                                           | 履歴等             | H8防点                       | 小崩壊・落石等履歴        | 踏査、点検記録              |                                                                                     | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ○                                                                |                           |
| 新知見                                       |                 | 斜面脚部の岩塊分布                  |                  |                      | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ○                                                                                   | 基礎情報として要蓄積                                                       |                           |
|                                           |                 | 地震履歴                       |                  |                      |                                                                                     | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                | 基礎情報として要蓄積                |
| 水理地質                                      | H8防点            | 表層の性状(凍結融解、湧水、氷柱)          | 地表踏査             |                      | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                  |                           |
|                                           | 従来              | 気温、降水量                     | 計測or資料収集         |                      |                                                                                     | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                  |                           |
|                                           |                 | H13日本海                     | 地下水水位            |                      | 精                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                  |                           |
|                                           | 間隙水圧            |                            |                  | 精                    | ○                                                                                   | ◎                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                                     |                                                                  |                           |
|                                           | 湧水量(地表、孔内)      |                            |                  | 精                    | ○                                                                                   | ◎                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                  |                           |
|                                           | 水質分析等           |                            |                  | 精                    | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                                     |                                                                  |                           |
|                                           | 新知見等            | 熱赤外線                       | 湧水による温度変化        |                      | 精                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                  |                           |
|                                           |                 | 凍上(凍結)深度                   | 表層孔内温度計測         |                      | 精                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                                     |                                                                  |                           |
| 工学特性                                      | H16えりも          | 物理特性                       | 比重、含水比、吸水膨張率など   | 地質工学的評価              | 精                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                  |                           |
|                                           |                 | 力学特性                       | 圧縮、引張強度          | 地質工学的評価              | 精                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ○                                                                                   | 引張試験はせん断強度の推定と数値解析の入力定数として必要                                     |                           |
|                                           |                 | 経年劣化(乾湿)                   | 乾湿繰り返し試験         | 地質工学的評価              | 精                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ◎                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                  |                           |
|                                           |                 | 経年劣化(凍結融解)                 | 凍結融解試験           | 地質工学的評価              | 精                                                                                   | △                                                                                   | ○                                                                                   | △                                                                                   | ○                                                                                   | △                                                                                   | ○                                                                                   |                                                                  |                           |
| シミュレーション                                  |                 | 極限平衡解析                     |                  |                      | 精                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     | ○(参考資料)                                                                             | 事例少ない。                                                           |                           |
|                                           |                 | 2次元FEM                     |                  |                      | 精                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                  |                           |
|                                           |                 | 3次元FEM                     |                  |                      | 精                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                  |                           |
|                                           |                 | その他                        |                  |                      | 精                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                  |                           |
|                                           |                 |                            |                  |                      |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     | ○(落石シム)                                                                             |                                                                  |                           |
| 適用区分: 狭い範囲の精査の場合「精」と表示<br>予備調査段階<br>本調査段階 |                 |                            |                  |                      |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                  |                           |

(文献1における近年の斜面調査・評価手法の進展に加筆)

## 5. 4 最近の地質調査技術ガイドラインの作成

最近の地質調査技術ガイドラインは、近年に岩盤斜面の調査や評価に用いる手法として実用化されている技術の適用や方法について整理することを目的とし、平成20年度から作成に着手している。

本ガイドライン作成の基本方針は次のとおりである。

- ・ 急崖斜面の調査・評価に適用する新しい技術を対象とする
- ・ 道路管理者が発注等の段階で活用できる内容のものとする
- ・ 技術の内容・適用方法等を解説する

平成20年度から「クライミング調査ガイドライン」の作成を開始し、平成21年度には「斜め空中写真ガイドライン」に着手している（表5-6）。これらについては、今後道路管理者のヒアリング等を通じて内容を精査し、完成稿とする予定である。

表5-6 最近の地質調査技術ガイドライン作成の工程

| 作業項目     | H20 | H21                     | H22                     | H23 | H24 以降 |
|----------|-----|-------------------------|-------------------------|-----|--------|
| クライミング調査 | 第1稿 | 道路管理者<br>ヒアリング<br>修正案作成 | 完成稿                     |     |        |
| 斜め空中写真   |     | 第1稿                     | 道路管理者<br>ヒアリング<br>修正案作成 | 完成稿 |        |
| その他      |     |                         | 作成項目抽出                  | 作成  | 作成     |



## 5.5 今後の予定

### (1) 現地検討会の開催

「最近の地質調査技術ガイドライン」作成に関するケーススタディ等を目的として、今後も現地検討会を継続して実施する。

### (2) 最近の地質調査技術ガイドライン

これまでに着手した「クライミング調査編」「急崖斜面の斜め空中写真編」について、道路管理者からのヒアリング等を通じ、内容を精査し、完成する。また部会や道路管理者からのヒアリングにより、必要に応じてこれ以外のガイドラインを整備する。

表5-7 岩盤斜面専門部会活動の概要

|                         |                      | H16 | H17 | H18 | H19 | H20 | H21 | H22 | H23 | H24 |
|-------------------------|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 現地検討会                   |                      | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   |
| 総合的な岩盤斜面評価総括表           |                      | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   | ○   |     |     |     |
| 最近の<br>地質調査技術<br>ガイドライン | クライミング<br>調査編        |     |     |     |     | ○   | ○   | ○   |     |     |
|                         | 急崖斜面の<br>斜め<br>空中写真編 |     |     |     |     |     | ○   | ○   | ○   |     |
|                         | その他の項目               |     |     |     |     |     |     | ○   | ○   | ○   |
|                         |                      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

#### [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