

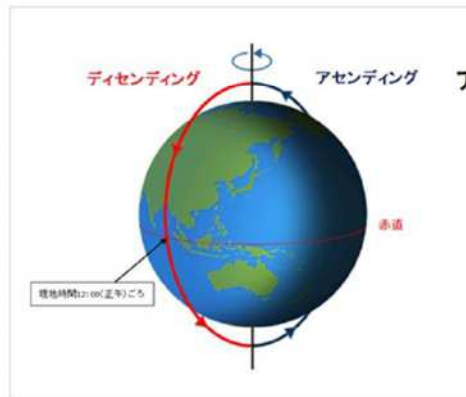
○過去と現在の衛星から地上との距離データを解析してmm単位で地形の変化量を確認する。

■干渉SAR時系列解析のイメージ

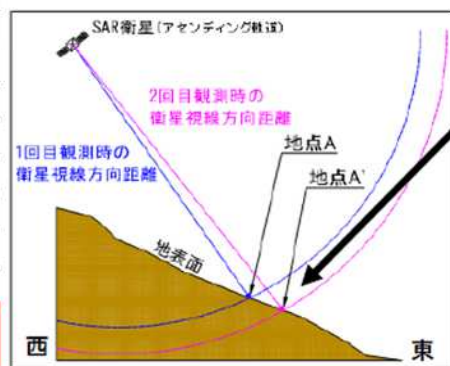
SAR衛星軌道・観測方向と解析対象斜面との関係

- 同一エリアに対し、2方向から観測される。
- 解析対象斜面は主に東向き斜面であることから、東向き斜面の解析に適したアセンディング軌道で解析した。

ALOS-2観測日
2014-09-10
2015-03-11
2015-06-17
2016-02-24
2016-11-16
2017-02-22
2017-05-31
2018-03-21
2019-02-20
2019-05-29
2019-11-13
2020-02-19
2020-05-27
2021-02-17
2021-05-26
2021-11-10
2022-02-16
2022-11-23
2023-01-18
2023-02-15
2023-10-25



解析対象斜面とALOS-2軌道・観測方向



地点Aと地点A'との差分を変位として解析

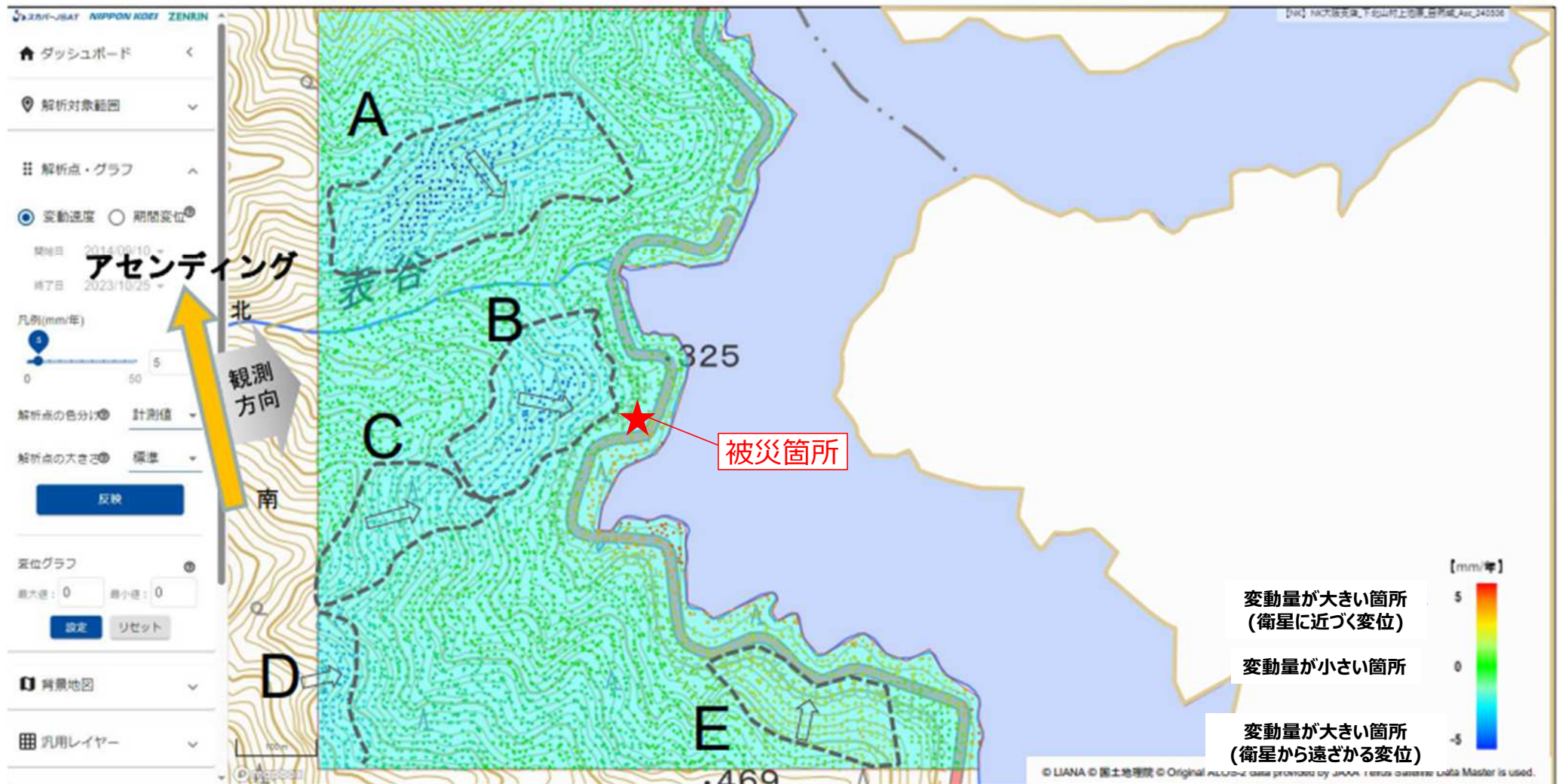
斜面変位解析のイメージ

例として、
約8ヶ月間
を比較

本格復旧案の検討に必要な調査内容について ～ 干渉SAR時系列解析 (2/3) ～

- SAR(合成開口レーダ) 衛星データを用いた解析を行い、1回目の観測と2回目の観測の差で変動量を判別する。
- 変動量が小さい箇所は緑色、変動量大きい箇所(衛星から遠ざかる変位)は青色、変動量大きい箇所(衛星に近づく変位)は赤色となり、青色、赤色の集合体を不安定斜面として評価する。

■ (例)2023年2月15日(1回目観測)と10月25日(2回目観測)の解析結果



■ 干渉SAR時系列解析のイメージ

二時期差分干渉SAR解析

二時期の間に発生した変動量を解析

1回目観測
2回目観測

1回目観測と2回目観測の位相(波の位置)の差から変動量を求める

2014年9月～2014年12月	2014年12月～2015年5月	2015年5月～2015年7月
2015年7月～2015年12月	2015年12月～2016年5月	2016年5月～2016年7月

メリット : 解析結果が面的に表示されるため変動発生箇所が分かりやすい。
 デメリット : 真の変動以外のノイズを含む場合がある。空間スケールの小さい変動は抽出できない。
 解析精度 : mm/年

干渉SAR時系列解析

二時期解析結果を統計処理して信頼性の高い計測点を抽出

信頼性の高い計測点のみを取り出す

2時期の差分解析結果にはノイズが含まれる

変動量 時間

変動量 時間

メリット : 変動の時系列変化がわかる。空間スケールの小さい変動も抽出できる。
 デメリット : 短期間に発生した突発的な大変動(数10cm以上)は計測できない場合がある。
 解析精度 : mm/年

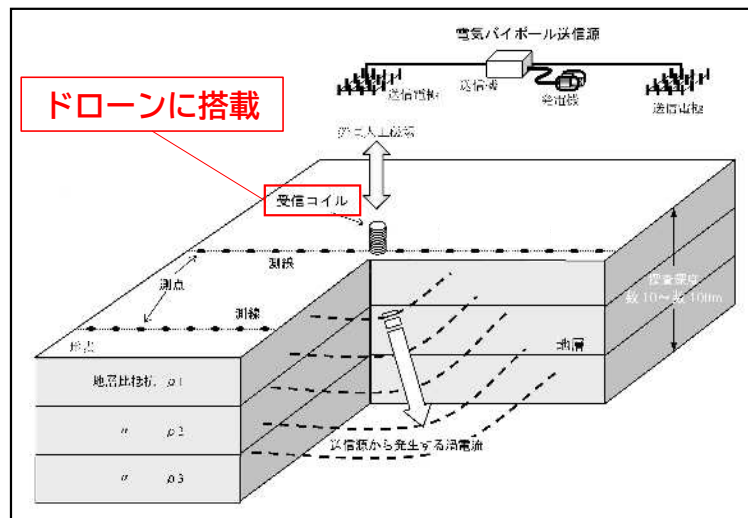
本格復旧案の検討に必要な調査内容について ～ 空中電磁探査(1/2)～

○当該区間周辺の広域的な地形について、地盤の含水量などの状態によって地盤の「比抵抗」と呼ばれる電気的特性が異なるため、空中電磁探査によって比抵抗を調査・解析する。

⇒ 地下の比抵抗分布を3次元的に測定・解釈することにより、地下の地質リスク（風化度合い）、地下水の分布状況を把握する

■ 概要

- ドローンを用いた地上送信源型の空中電磁探査は、深度200m～300m付近までの地盤の電気的物性である比抵抗の構造を簡便に、かつ迅速に測定できる。また、空中で飛行測定する為、舗装された地面、人が立ち入れない場所等の測定が可能である。



■ 探査原理

- 人工的に発生させた磁場が、地盤に透入する際に生じる**電磁誘導**現象を利用して地盤の電気的性質を調査する。

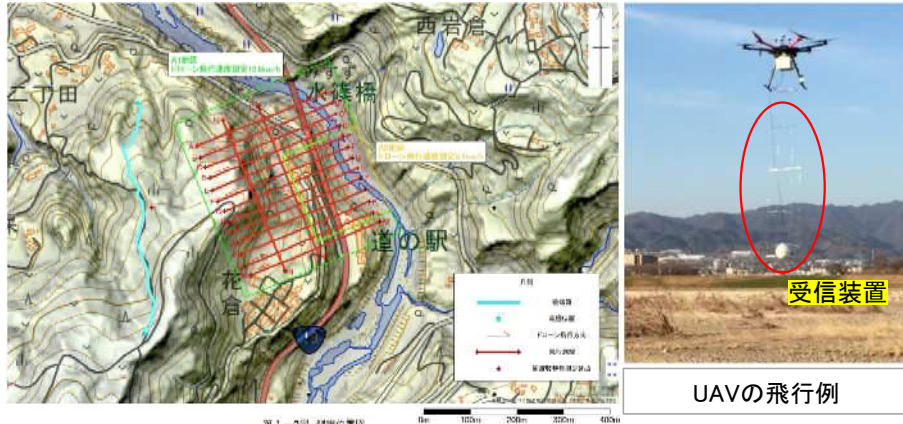
※電磁誘導：コイルの中の磁界が変化すると、コイルに電流が流れる現象



本格復旧案の検討に必要な調査内容について ～ 空中電磁探査(2/2) ～

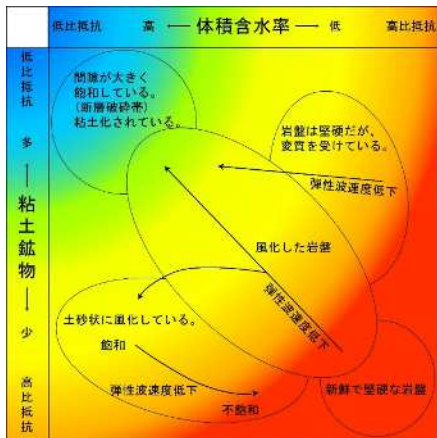
探査概要

- ▶ 変状の要因の一つとして山側斜面からの地下水の供給が想定された。対策工の検討に際し、地下水排除工の検討が有効な対策と判断されたことから、地下水の供給源の推定を目的として、空中電磁探査を実施した。



UAVの飛行例

- ▶ 空中電磁探査では、地上に設置した送信源より時間変化する電磁場を発生させ、UAVに吊した受信装置にて地中の比抵抗値を計測することにより、地下構造を推定する。
- ▶ 一般に地中の比抵抗値は地下水の存賦状況や地質状況および風化・変質の程度(粘土鉱物の相対的な量)に影響されることから、空中電磁探査により地中の地質状況や地下水分布状況を推定することが可能である。
- ▶ 本調査地では既往地質調査が実施されており、地質分布状況や地下水位状況が想定されており、比抵抗値の分布から地下水の流動域を想定できる可能性がある。



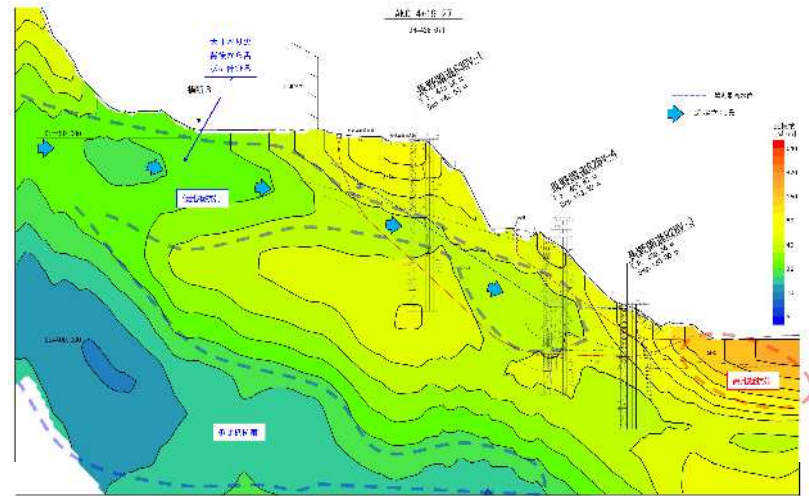
横軸：地下水に関する情報
 指標：体積含水率 (= 間隙率 × 飽和度)
 ・間隙率が大きく、飽和度が大きいほど、**低比抵抗**
 ・間隙率が小さく、飽和度が小さいほど、**高比抵抗**
 ・間隙率が大きく、飽和度が小さいほど、**高比抵抗**

縦軸：地質に関する情報
 指標：粘土鉱物の含有量
 ・新鮮岩の場合、泥質(粘土)分が多いほど、**低比抵抗**
 ・新鮮岩の場合、泥質(粘土)分が少ないほど、**高比抵抗**
 ・風化変質の程度が大きい(粘土分が多い)ほど、**低比抵抗**
 ・風化変質の程度が小さい(粘土分が少ない)ほど、**高比抵抗**

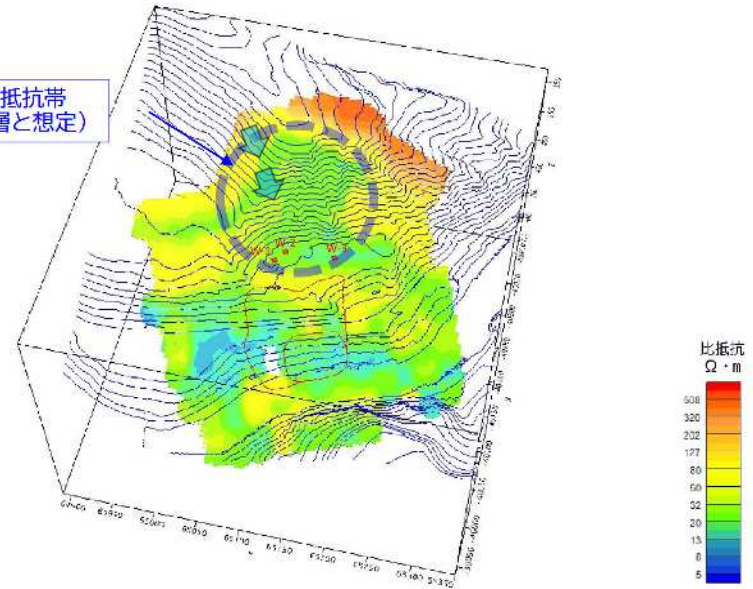
調査地域の「比抵抗」から推定できる地質・地下水情報
低比抵抗：「帯水層」(間隙率が大きく飽和度が大きい地盤) および/または、「泥質岩」あるいは「粘土分の多い風化変質岩」
高比抵抗：「砂質岩や礫質岩で、緻密な岩盤」 または、「粘土分を伴わない風化変質岩で、地下水に不飽和な開口割れ目が発達した岩盤(緩み岩盤)」

探査結果

- ▶ 高比抵抗帯・低比抵抗帯の分布、厚さを立体的に確認できた。
- ▶ 標高400m付近に分布する低比抵抗帯の上面に薄い高比抵抗帯を挟み、その上位に舌状に分布する低比抵抗帯(帯水層)が標高450m付近の平坦面の背後に位置する尾根地形から広く分布していることが明らかとなった。
- ▶ 地すべり土塊に供給している地下水は主に地すべり土塊の西側に分布する尾根部より供給されているものと評価される。



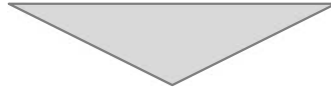
低比抵抗帯 (帯水層と想定)



防災対策検討委員会

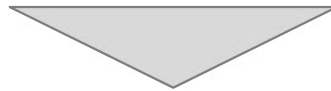
臨時委員会（R6.3.7）

- ・深層崩壊危険流域の蓋然性が高まった、範囲が明らかになった
- ・復旧は高度な技術が必要



令和6年度第1回委員会（R6.4.4）

- ・国で本格復旧することの報告
- ・今後の進め方について確認



令和6年度第2回委員会（R6.4.22）

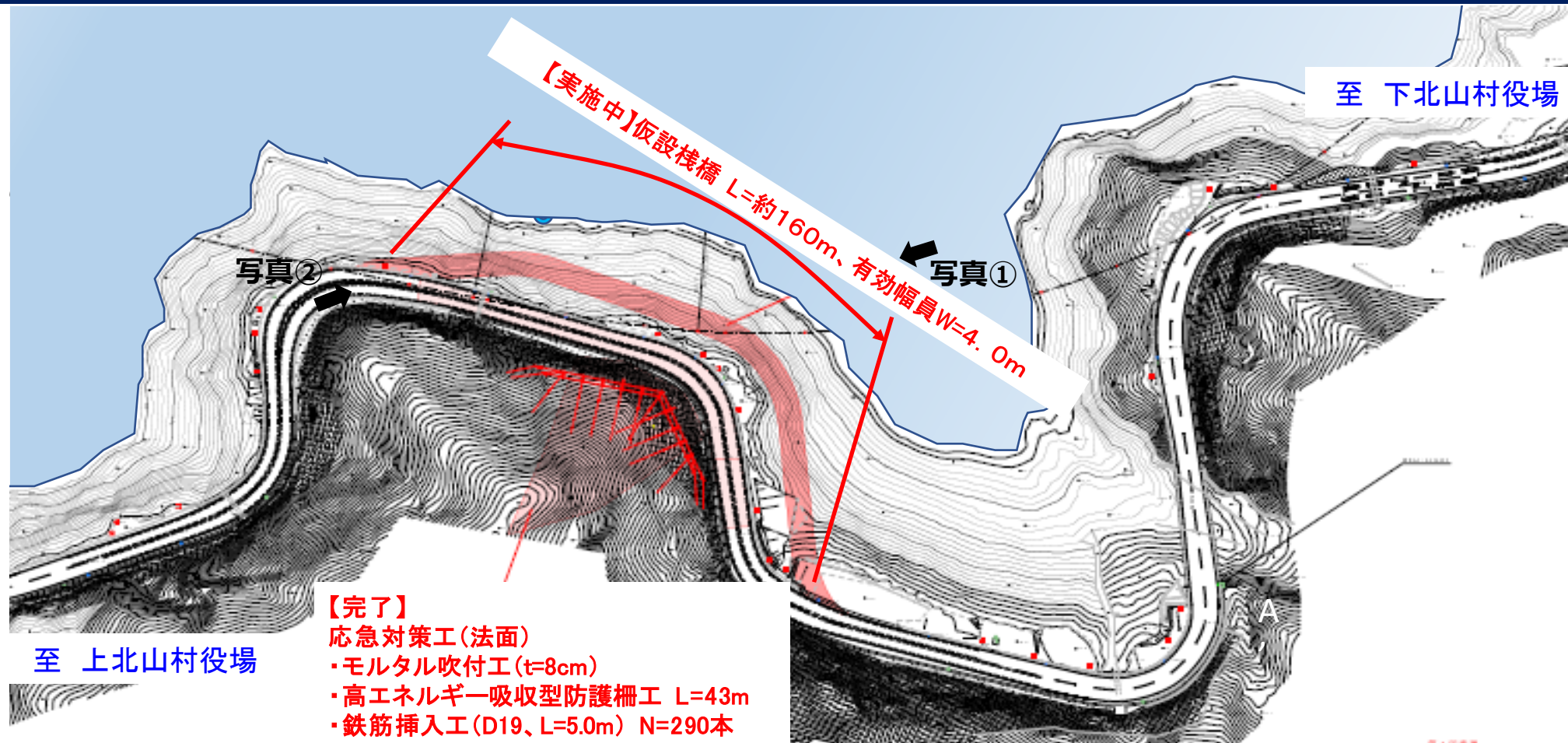
- ・本格復旧案の検討に必要な調査内容について確認



- ・国から調査結果の報告
- ・本格復旧案の検討に向けた配慮事項



- ・本格復旧案について確認



写真① (4月17日時点)



写真② (4月17日時点)

