

4. 東北地方太平洋沖地震の影響

4.1 東北地方太平洋沖地震の概要

4.1.1 震源・規模

平成 23 年 3 月 11 日に発生した「東北地方太平洋沖地震」は牡鹿半島の東南東約 130km 付近(三陸沖)の深さ約 24km を震源とする。マグニチュードは 9.0 と日本観測史上最大規模であり、世界でも 1900 年以降で 4 番目に大きな巨大地震であった。地震概要は以下に示すとおりである。

- 発生日時：2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分
- 震 央：北緯 38 度 6 分 12 秒，東経 142 度 51 分 36 秒
- 震源の深さ：24km
- 地震規模：9.0（モーメントマグニチュード Mw）
- 最大震度：震度 7（宮城県栗原市）

当地震は「平成 20 年岩手宮城内陸地震」と異なり，三陸沖を震源とする「海溝型地震」である。したがって，平成 20 年の地震と比較して山間部の被害は少なく，津波や地盤沈下など沿岸部に甚大な被害が生じ，まさに日本観測史上最大の未曾有の大災害であった。

宮城県栗原市で最大震度 7 を観測し，仙台市では震度 6 強を観測した（図 4.1.1）。栗原市で発表されている市内各地区の震度を表 4.1.1 に示す。これによると，「荒砥沢地すべり」近傍の「鶯沢地区」では震度 5 強を記録している。また図 4.1.1 に示す推計震度分布図からも，「荒砥沢地区」は震度 5 強であったと想定される。

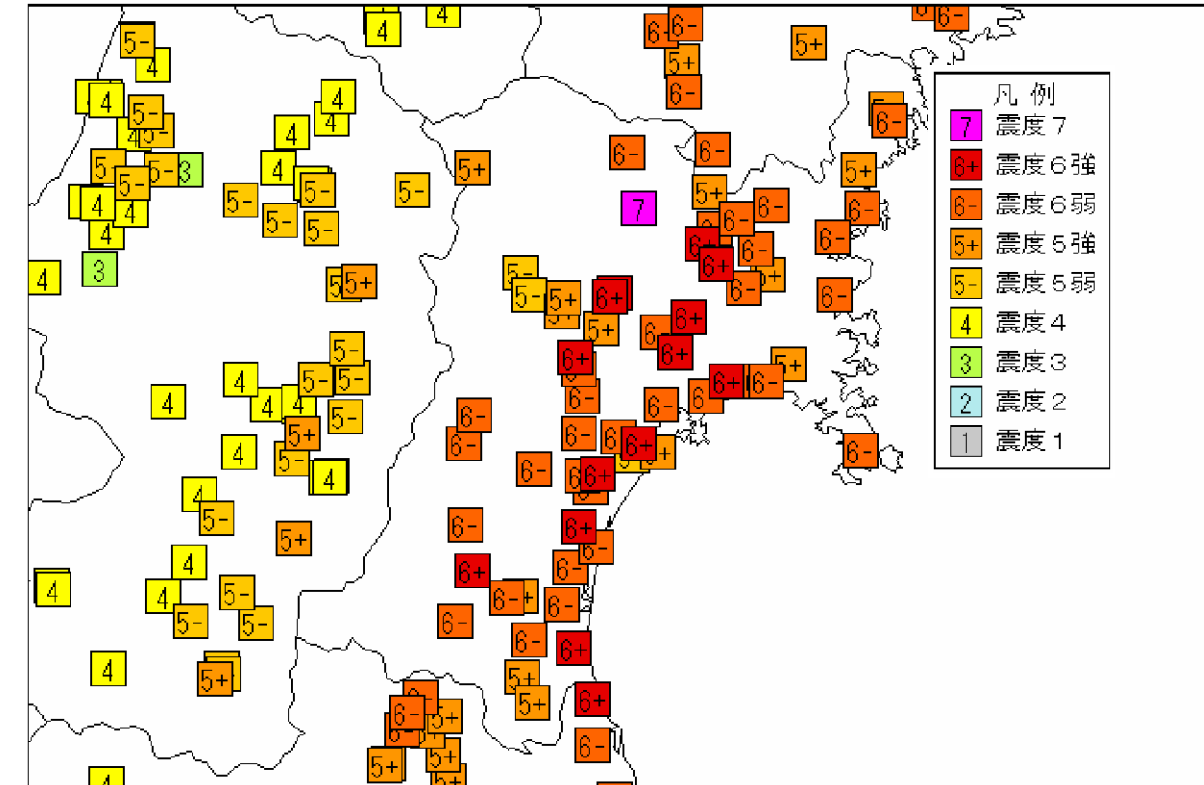


図 4.1.1 震度分布図 気象庁報道発表資料第 42 報(2011/6/17)より

表 4.1.1 栗原市内各地区別震度（栗原市 H.P. より）

(URL : http://www.kuriharacity.jp/kuriharacity/contents/emergency/saigai/110311_jisin.html)

	地 区 名	震 度
本震 (2011.3.11)	築館地区	震度7
	若柳・高清水・一迫・志波姫地区	震度6強
	栗駒・瀬峰・金成地区	震度6弱
	鶯沢・花山地区	震度5強
余震 (2011.4.7)	築館・若柳・高清水・一迫・志波姫・金成地区	震度6強
	栗駒・瀬峰地区	震度6弱
	鶯沢・花山地区	震度5強

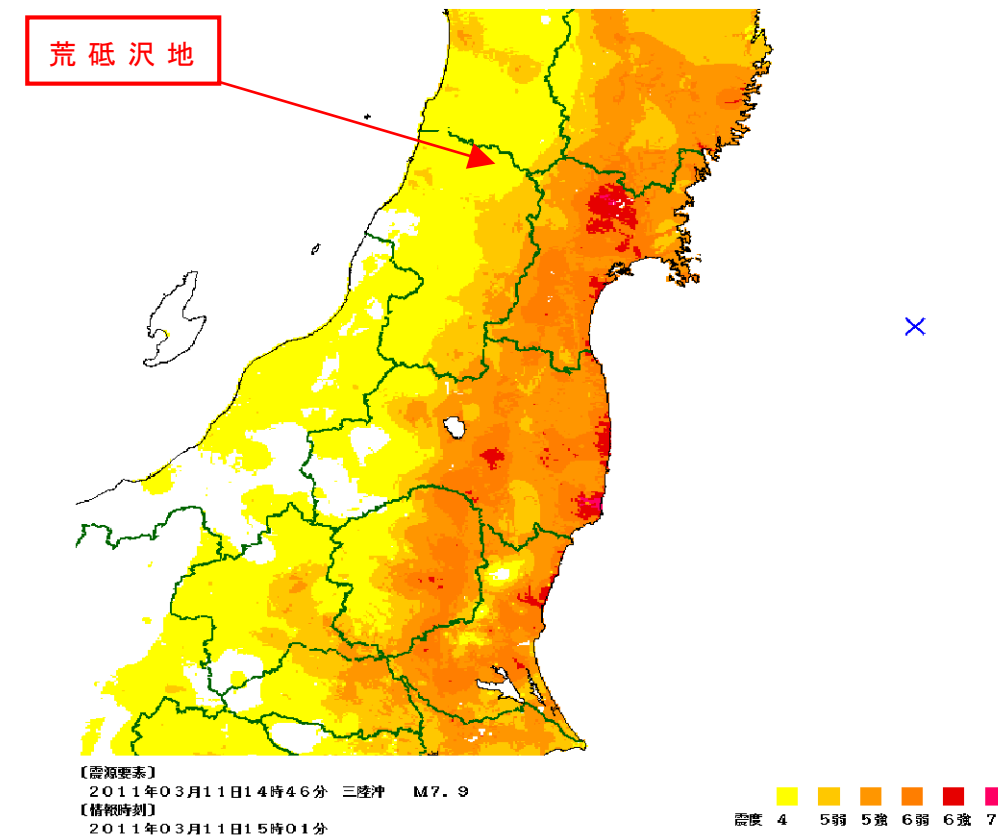
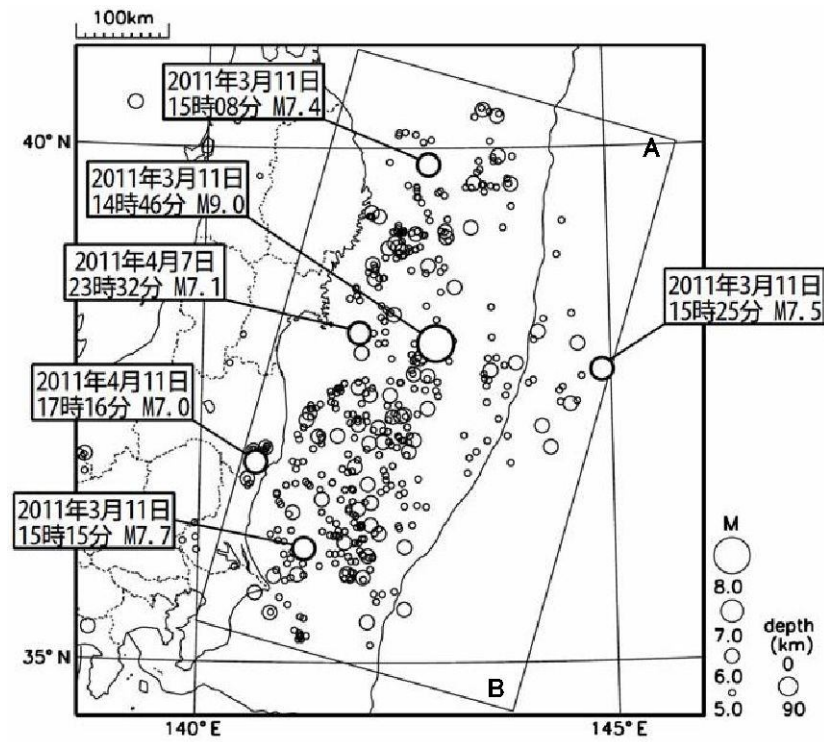


図 4.1.2 推計震度分布図 気象庁報道発表資料第 42 報(2011/6/17)より

4.1.2 余震と誘発地震

本震が非常に大規模であるため、余震の規模も大きく発生頻度も高い。図 4.1.3 の震央分布図に示すように、本震をはじめとして同日に発生した3回の余震や4月7日の余震はいずれもマグニチュード7.0以上の大きな地震である。4月7日の余震は震央が陸域に近く、栗原市でも地盤沈下等の被害が発生している。

また4月11日に発生した福島県東部の地震は内陸部に発生した「正断層型」の地震であることから、余震ではなく「誘発地震」とする考え方もある。誘発地震は長野県北部（マグニチュード6.7）や静岡県東部（マグニチュード6.4）でも発生しており、特に長野県北部では山間部で斜面崩壊等の災害が発生している。



丸の大きさはマグニチュードの大きさを表す。
M7.0以上の地震に吹き出しをつけている。

図 4.1.3 震央分布図 気象庁報道発表資料第42報(2011/6/17)より

4.1.3 地震による地殻変動

本震および余震により東日本全域が東方向に10cm以上移動したほか、東北地方全域において地震による地殻変動が起こり、東南東方向に最大で5.85mの変動が確認されている（図 4.1.4）。

また震源域の西側では「地盤の沈降」が発生したため、東北から関東にかけての太平洋岸では広域的に「地盤沈下」が起きて二次被害をもたらしている。

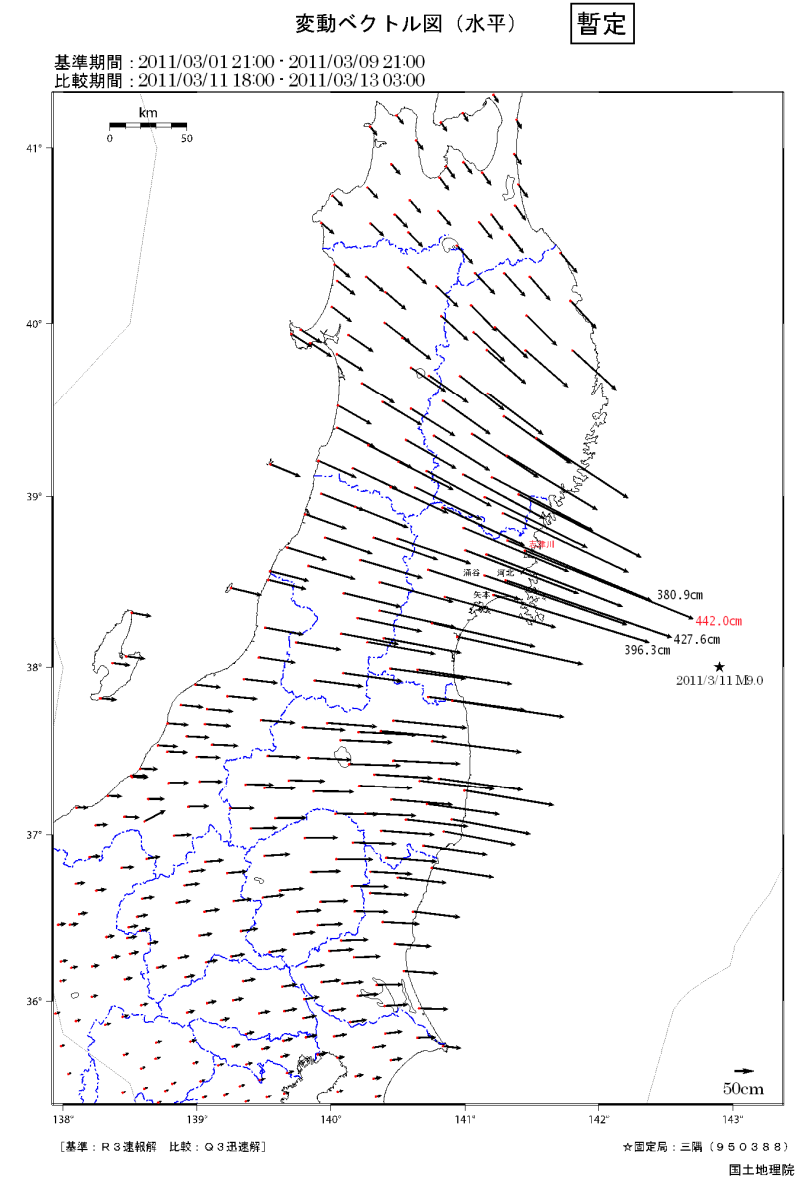


図 4.1.4 変動ベクトル図(国土地理院 HP より <http://www.gsi.go.jp/common/000059033.pdf>)

4.2 荒砥沢地すべりへの影響

「平成 23 年東北地方太平洋沖地震」による「荒砥沢地すべり」への影響は、主に頭部と末端部で認められた。以下にそれぞれの現象と対応について詳述する。

4.2.1 頭部の状況

(1) 排土工上面に発生した亀裂

頭部滑落崖に施工された排土工上面に連続性の良い亀裂が形成された。亀裂は大別すると以下の2種類に区分される。

- ① 排土工の平面内に発達する陥没を伴う亀裂
- ② 排土工縁辺部に生じた亀裂（写真 4.2.4）

①の亀裂は落差が数 10cm～1m 程度であり、平行に発達する 2 条の亀裂によって幅 10～20m の陥没地形を形成している（写真 4.2.1）。この亀裂の形成にもなって地表伸縮計（S-3, S-4）が破損した（写真 4.2.2）。また S-4 伸縮計の南西には長径 10～20m、深さ約 2m の陥没凹地が生じている（写真 4.2.3）
図 4.2.1 の頭部排土工上面の平面図に示されるように、緑色で図示している施工前の亀裂と今回の地震により発生した亀裂は、概ね同様な形状で発達している。今回発生した亀裂は排土工施工前の亀裂よりやや前方（滑落崖側）に位置している。これは拡大亀裂の構造が前方（滑落崖側）へ傾斜しているために、排土工施工により標高を減じたことにより、現地表面では見かけ上前方（滑落崖側）へシフトしている事を示している。したがって、今回発生した亀裂のうち、①の亀裂は「地すべり発生当初に形成された拡大亀裂」が「平成 23 年東北地方太平洋沖地震」によって再び顕在化したものと考えられる。

また②の亀裂は排土工縁辺部に生じており、これらの亀裂は排土工施工前には確認されていないことから、「平成 23 年東北地方太平洋沖地震」によって滑落崖の一部が崩壊した際に後背地に形成された「拡大亀裂」と想定される。

亀裂発生後の対応としては、

- ① 地表伸縮計の補修および継続観測
- ② 標柱設置、観測

を実施している。これらの調査結果は「第 3 章 調査各論」で述べる。



写真 4.2.1(①) 排土工上面に発生した亀裂



写真 4.2.2(②) 排土工上面に発生した亀裂 地表伸縮計 S-3 が破損



写真 4.2.3(③) 排土面に発生した亀裂 陥没地形



写真 4.2.4(④) 排土面縁辺部に発生した亀裂

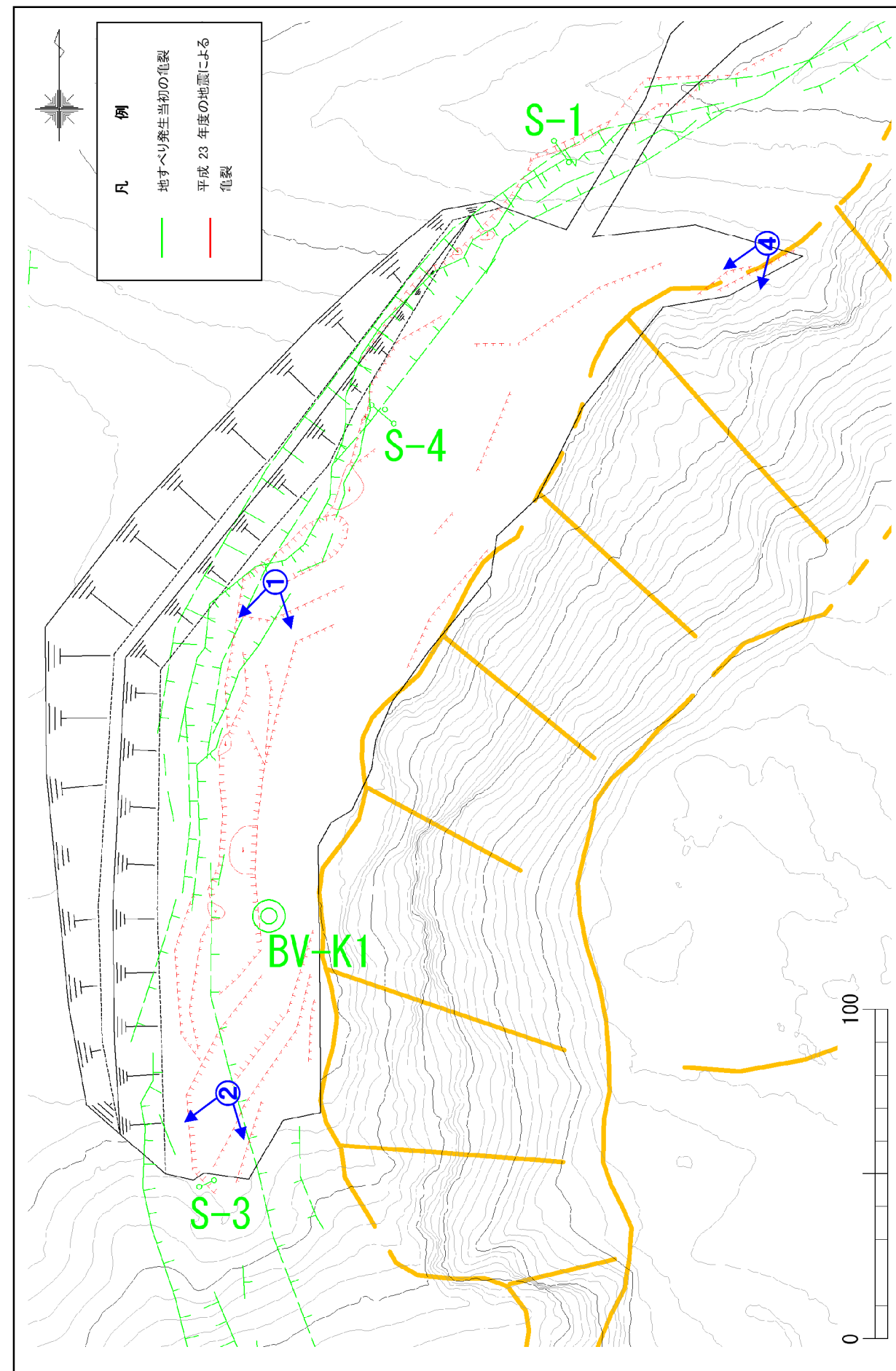


図 4.2.1 頭部排土工上面平面図

(2) 頭部滑落崖の崩壊

頭部滑落崖は地震動により部分的に崩壊しており、その状況は監視カメラ画像によって把握されている。以下に平成 23 年 3 月 11 日の本震, 同年 4 月 7 日の余震による滑落崖の変化を整理する。

(3) インターバルカメラによる比較

本震直前 (2011/03/11 14:05) の画像と直後 (2011/03/11 15:05) の画像を比較して変化している部分を写真 4.2.5 に示した (本震で発生した崖錐部を着色)。

滑落崖の詳細は見にくいですが、全体ブロックの移動体表面には積雪があったため、新たな崖錐は明瞭に区分できる。

滑落崖全体は捉えていないものの、広範囲に崖錐が発達している。

- 崖錐①：比較的崖錐が大きく増加している
- 崖錐②：崖錐の発生は多くはない
- 崖錐③：崖錐の発生は広く分布している、崖錐④との区分が不明瞭
- 崖錐④：崖錐の増加は大きい、崖錐③との区分が不明瞭

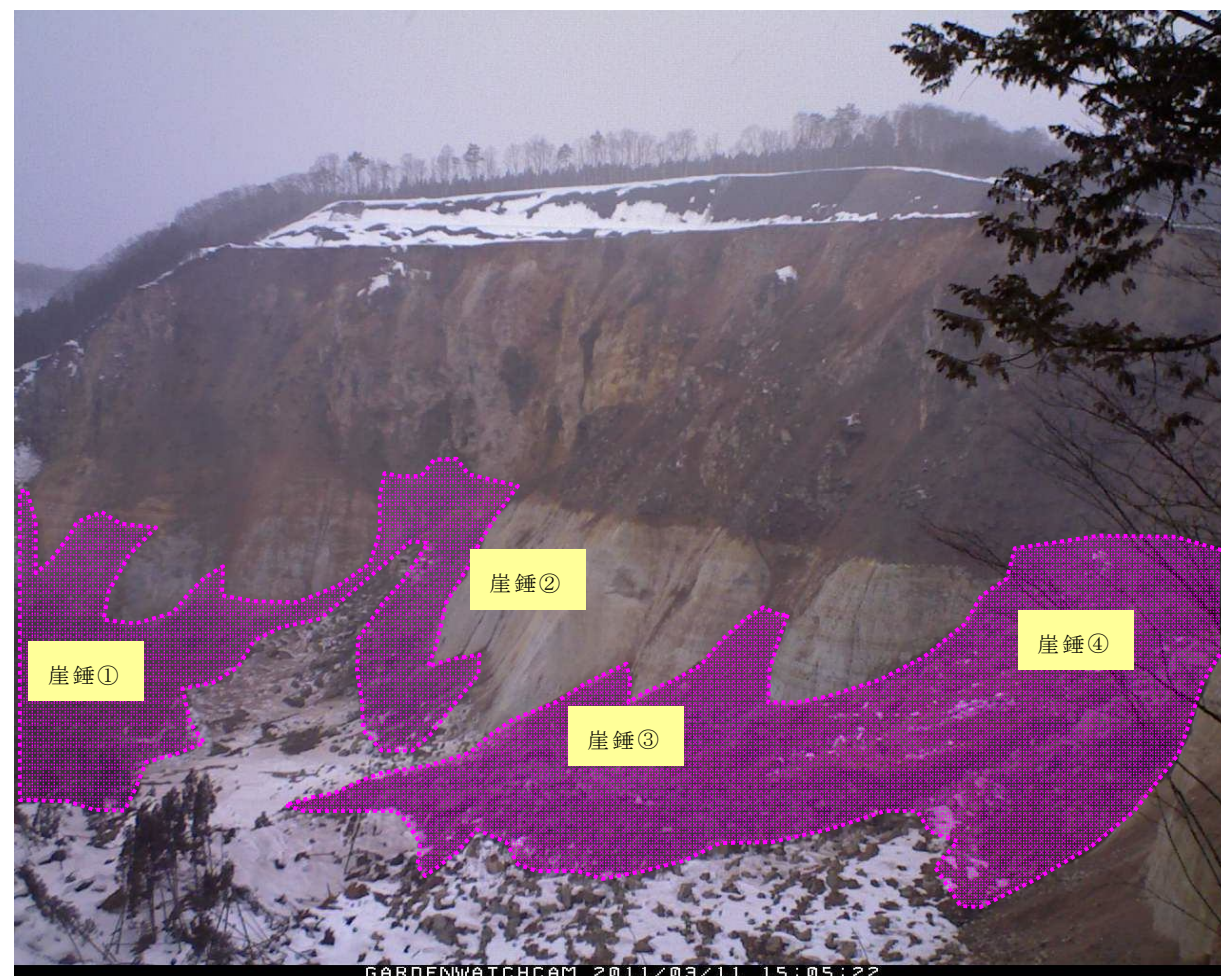


写真 4.2.5 本震直後 (2011/03/11 15:05) のインターバルカメラ画像

新たな崖錐の読み取り結果を参考として、土砂の供給側つまり崩壊の発生場所を地形変化から読み取り、写真 4.2.6 に示した。写真 4.2.5 は積雪下で発生した崩壊のため崖錐が明瞭に区分できない。

- 崩壊①：溶結凝灰岩 (w t) の崩落, 崖錐①の供給源の一つである
- 崩壊②：広い範囲で崩壊が発生している, 最上位の凝灰角礫岩 (t b) から w t にかけて崩壊は発生している
- 崩壊③：小崩壊群である。t b に崩壊と w t 崩壊・崩落 (いくつかの柱状節理を単位として) 発生している
- 崩壊④：w t の崩壊。全体に尾根に張り出している部分で発生している
- 崩壊⑤：撮影端部 (写真右) から撮影範囲外のエリアで発生した崩壊。崖錐④に対応した崩壊で崖錐量が多い

以上が 3 月 11 日の地震により発生した崩壊である。

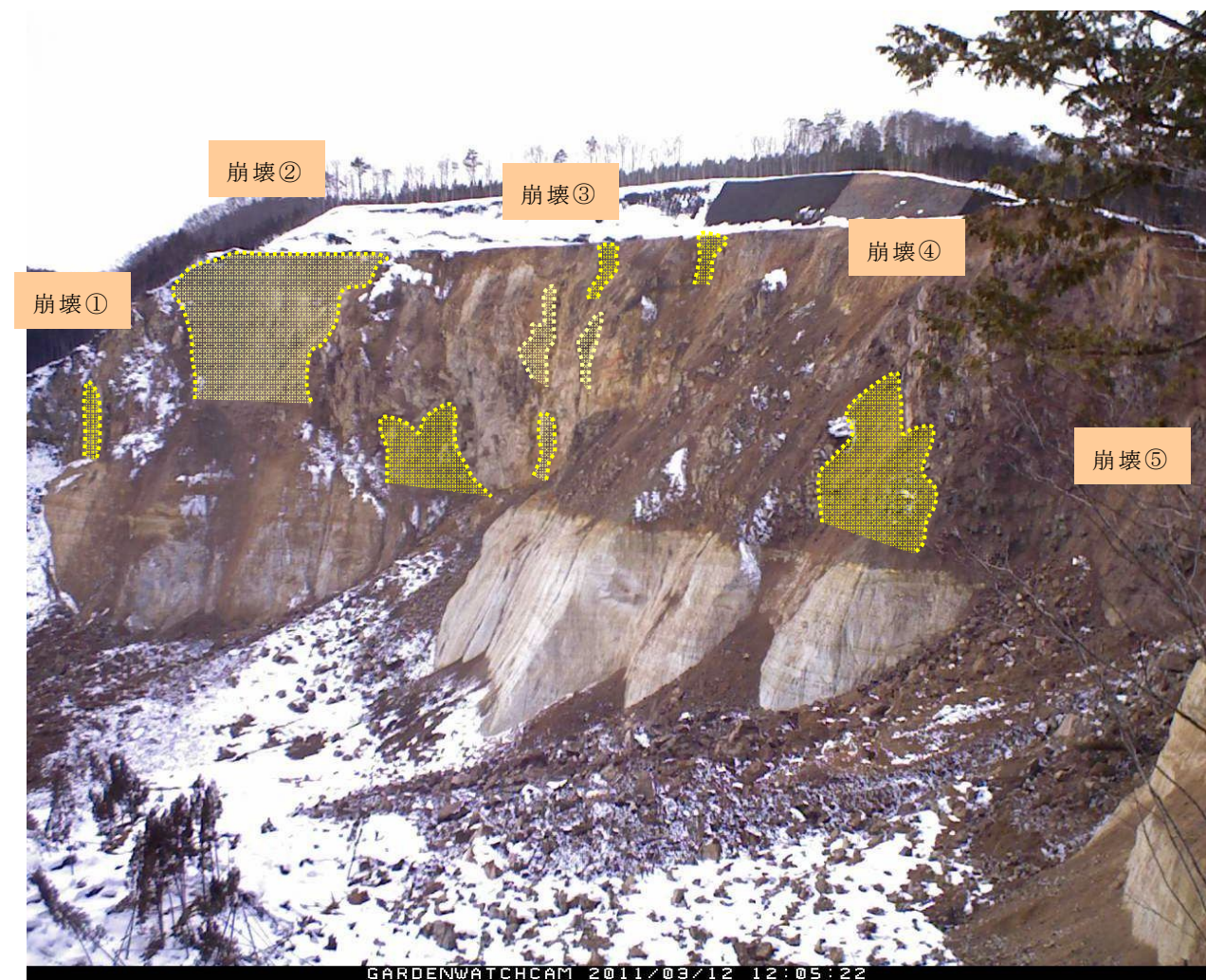


写真 4.2.6 本震翌日 (2011/03/12 12:05) のインターバルカメラ画像



写真 4. 2.7 2011/03/11 12:00 (地震前)



写真 4. 2.9 2011/04/07 12:00 (本震後, 余震前)



写真 4. 2.8 2011/03/11 16:00 (地震後)



写真 4. 2.10 2011/04/08 08:00 (本震後, 余震後)



写真 4. 2.11 2011/03/11 14:05 (地震前)



写真 4. 2.13 2011/04/07 14:47 (地震後)



写真 4. 2.12 2011/03/11 15:05 (地震後)



写真 4. 2.14 2011/04/08 6:47 (地震後)

(4) パイプひずみ計観測結果

平成 22 年度に設置した「BV-K1」では、ほぼ全深度において地震時の「一時変動」が確認される(図 4. 2. 2)。この一時変動の変動値は深度によりバラツキが大きく、数 100 μ から数 1000 μ の幅がある。図 4. 2. 3 に示すグラフは本震前の 3 月 11 日 0 時のひずみ計変動値と本震後の 3 月 12 日 0 時のひずみ計変動値の累差の深度変化図である。すなわち、地震動に起因した一時変動による累積値の深度変化を示している。溶結凝灰岩分布区間に相当する GL-20.00~67.00m 区間では、変動値は比較的小さく、数 100 μ 程度を示す。溶結凝灰岩底面よりやや上位の GL-68.00~71.00m では、やや大きく 2000 μ 前後を示す。GL-75.00m 以深の軽石凝灰岩分布区間では、総じて変動値が大きい傾向にあり、中でも GL-101.00m で最も大きく、「4877 μ 」を記録する。「平成 22 年度荒砥沢地区 II 地すべり調査業務」では、BV-K1 のすべり面は GL-100.20m に想定されており、GL-101.00m の一時変動は「拡大崩壊ブロック」の変動を示していると考えられる。

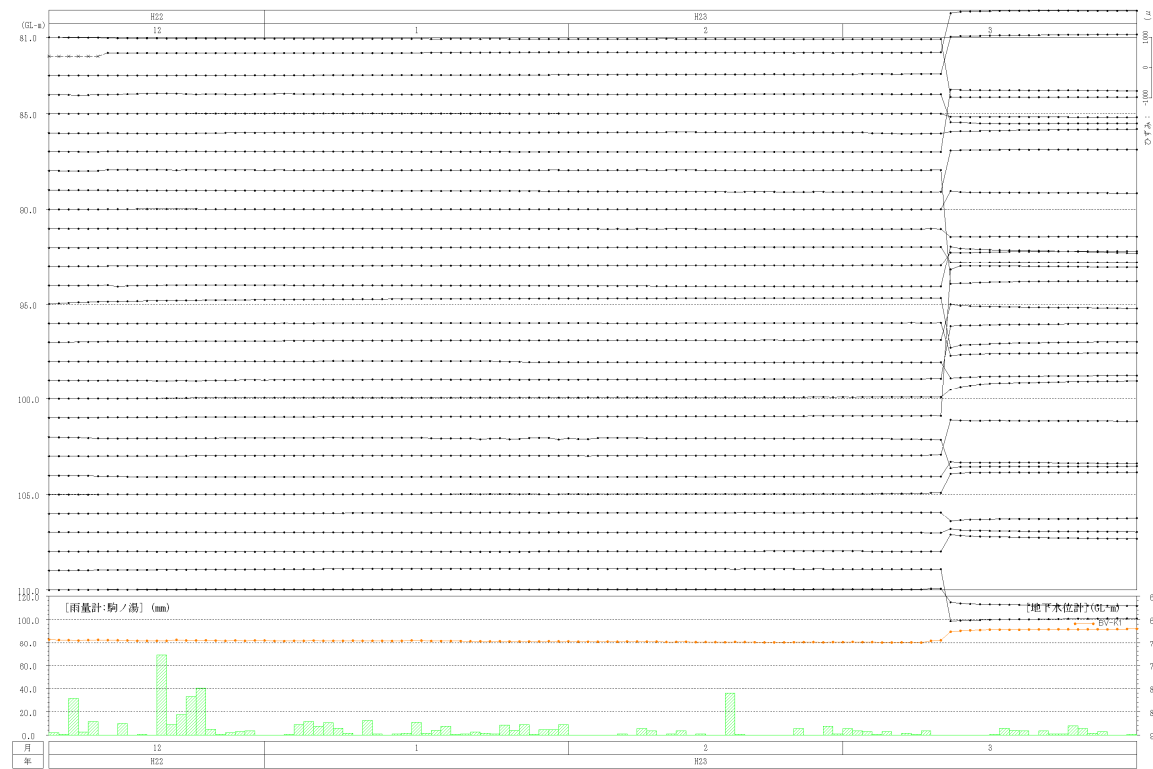


図 4. 2. 2 パイプひずみ計解析図③ GL-81.00~110.00m

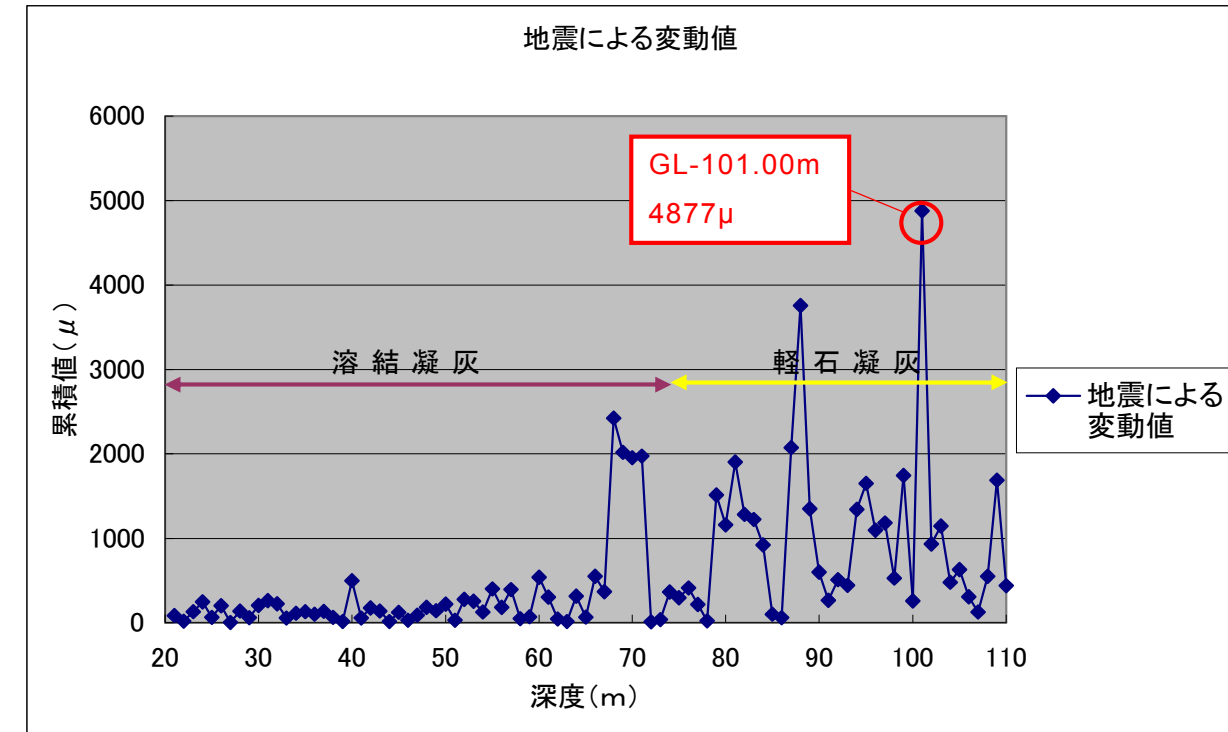


図 4. 2. 3 地震による変動値

※累積値は平成 23 年 3 月 11 日午前 0 時(地震前)から翌日午前 0 時までの累積値

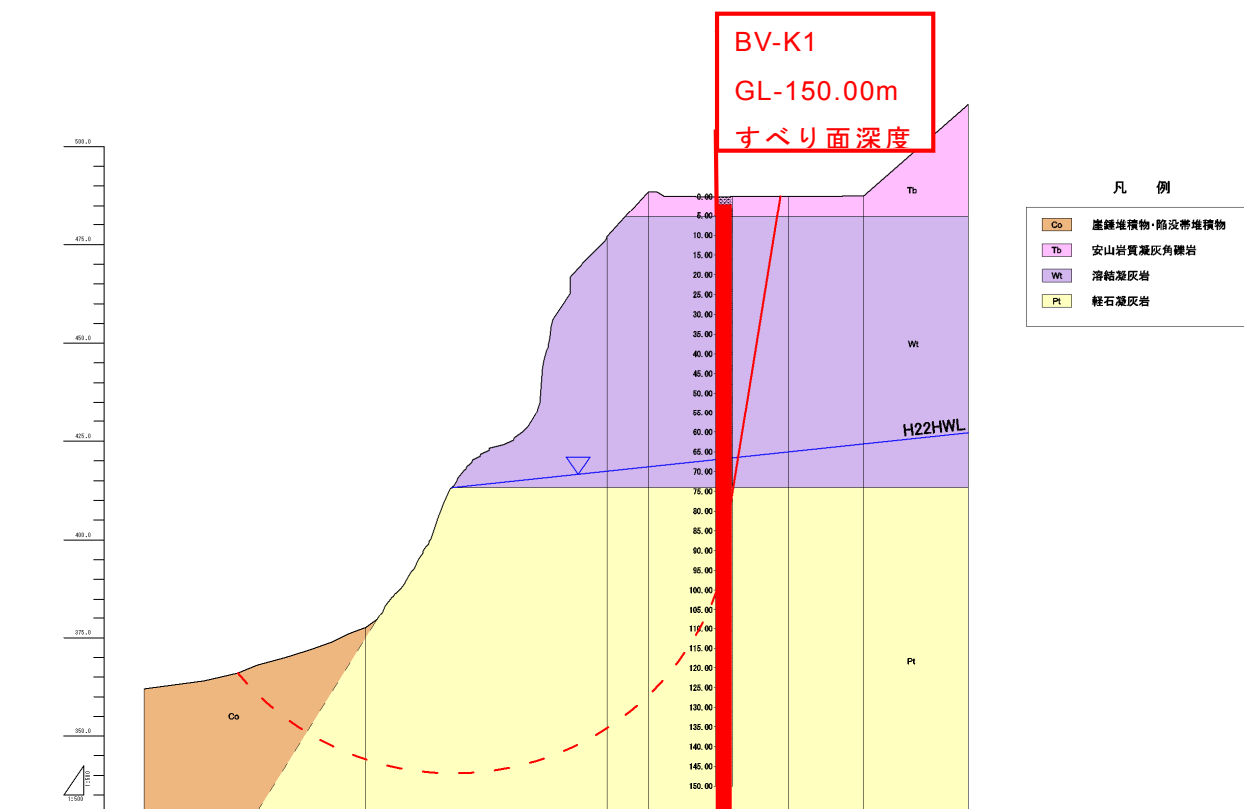


図 4. 2. 4 F 測線断面図

4.2.2 末端部の状況

(1) 山腹工法面に発生した亀裂

「東北地方太平洋沖地震」により末端ブロックの山腹工法面に亀裂が発生している。この亀裂は最大で 60cm の段差を発生させており、図 4. 2.5 に示すように、もとの「末端ブロック」の亀裂をトレースするかたちで形成されている。この亀裂の監視を目的として、地表伸縮計を 2 基、移動杭を 8 本設置し、観測している。観測結果の詳細については「第 3 章 調査各論」で述べる。

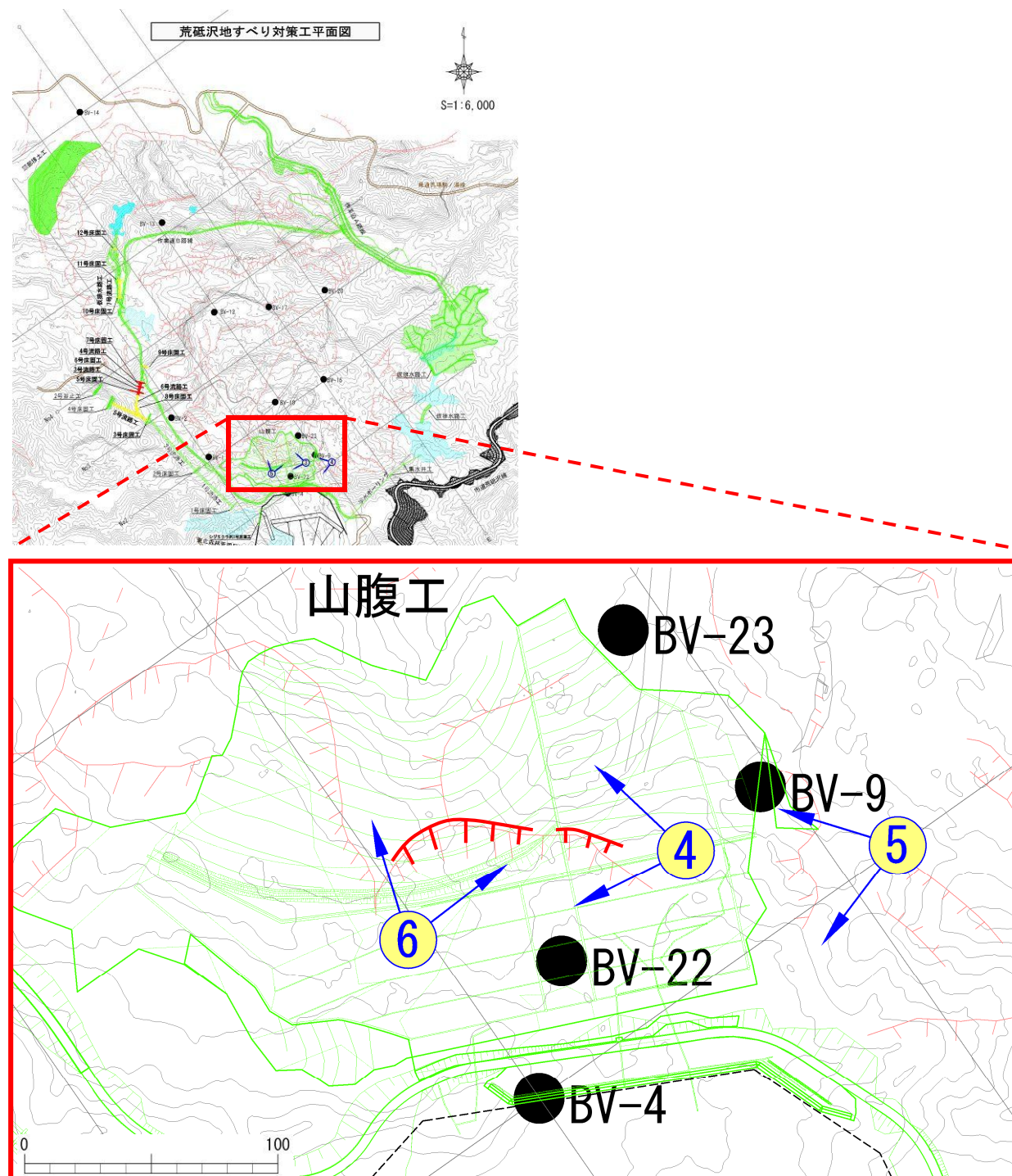


図 4. 2.5 写真位置図

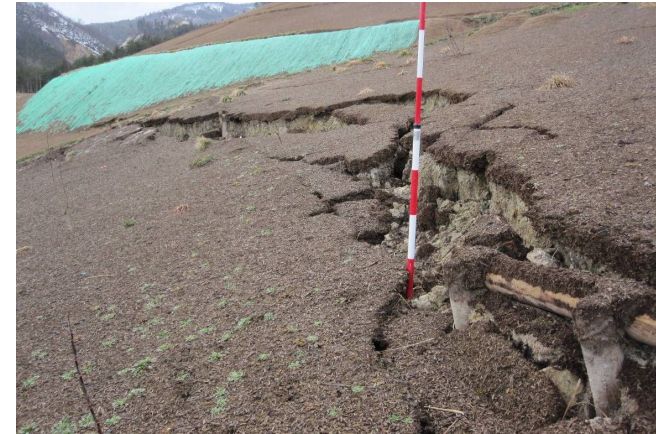


写真 4. 2.15 (④) 末端部山腹工法面に生じた亀裂(上は亀裂の近景)



写真 4. 2.16 (⑤) 法面に隣接する作業道の亀裂



写真 4. 2.17 法面上部に生じた亀裂