

新潟県中越地震と地すべり

—その5 順調に進む被災地の地すべり対策—



◇主催 (社)日本地すべり学会新潟支部
◇共催 (社)地盤工学会北陸支部
◇後援 新潟県
(社)新潟県地質調査業協会
(社)斜面防災対策技術協会新潟県支部

~~~~~ 目 次 ~~~~

(社) 日本地すべり学会新潟支部第35回シンポジウム開催にあたって ..... 1

(社) 日本地すべり学会新潟支部 支部長 早川 嘉一

<特別講演>

中山間地における地震斜面災害－新潟中越地震とパキスタン北部地震の例－ ..... 2

山形大学地域教育文化学部 八木 浩司

<一般発表>

道路盛土の災害復旧に向けての計測管理事例 ..... 8

応用地質(株) 澤井 公一・大曾根啓介

中越地震により発生した浦柄地区地すべりの対策工 ..... 14

(株) キタック 神保 啓・松田 隆・伊藤 克己

新潟県長岡地域振興局災害復旧部 伊藤 聰

新潟県中越地震で発生した塩谷神沢川地すべりの発生機構とその対策 ..... 20

三菱マテリアル資源開発(株) 百瀬 敦・佐々木健司・高木 英一

妙見・岩盤崩壊箇所における調査及び対策工設計について ..... 24

新潟県 山本 一富・高峰 正俊・中川登志彦・安井 和也

サンコーコンサルタント(株) 横山 久平・堀川 滋雄・森山 哲朗・田村 憲孝

(株) 村尾技建 瀬戸 康志・五十嵐敏幸

新潟県中越地震によって芋川流域で発生した土砂災害への対応 ..... 30

国土交通省湯沢砂防事務所 南雲 克彦

## (社) 日本地すべり学会新潟支部第35回シンポジウム開催にあたって

新潟中越地震から3回目の春を迎えました。この間、被災地の方々のふるさと再建への熱意と災害復旧に携わる多くの関係者の努力で被災地の復興が着実に進んでいます。

本年度35回地すべりシンポジウムは、中越地震被災地の安心・安全な地域再生から「被災地の地すべり対策」をテーマとして開催することとしました。

近年、大規模地震が頻発する中、地震による地すべりの発生メカニズム解明と地すべり対策の確立が緊急の課題であります。特に、豪雪地域での地震を起因とした地すべりの災害事例が少ないとから、その発生機構については未知の事象が多く残されています。本中越地震の地すべりから得られる調査・観測データは、地すべりの動態を解明するための貴重なデータであり、これらデータの収集・整理・蓄積は重要であります。また、長期的に安全な地すべり対策を行うためには、復旧後における地すべりの動態監視と動態観測を続ける必要があります。

新潟支部では、第33回、第34回シンポジウムで中越地震の地すべりの災害調査、観測データの収集・整理を行い、地すべりの発生メカニズムの討議および復興対策について研究討論を行ってきました。また、第33回、第34回の現地検討会においては被災地を巡検し、災害の実態を把握した後、調査・観測法および地すべり対策について論議しました。これらの研究討論から今後の対策に繋がる数多くの知見が得られました。

本シンポジウムでは、地すべりの研究、調査、対策に携わる多くの会員の方々および地域の方々によって、豪雪中越地域の地すべりの特性に配慮した地すべり対策について、これまで蓄積してきた成果から活発な討議が展開されることを期待します。

(社) 日本地すべり学会新潟支部

支部長 早川嘉一

# 中山間地における地震斜面災害 -新潟中越地震とパキスタン北部地震の例-

八木浩司（山形大学地域教育文化学部）

## 1. はじめに

最近の国内・外の地震によって直下型地震による被害が、地震動そのものによる構造物の破壊に加えて、構造物の載る地表の地すべり・崩壊現象によりさらに深刻なものとなることを我々は改めて認識するようになった(八木ほか, 2004; 2005; 2006). すなわち, 2004 年新潟中越地震, 2005 年パキスタン北部地震は、中山間地直下で発生した地震により、山地・丘陵斜面に無数の斜面災害を引き起こした. 本稿では、2005 年パキスタン北部地震におけるその概要について紹介するとともに新潟中越地震との類似性を述べる.

## 2. 北部パキスタンの地形概要

ゴンドワナ大陸から分裂したインド亜大陸は、北上を続け 50ma 頃、現在のインダス川-ツアンポ川を結んだ線(ITSZ)でユーラシア大陸と接合した. その後も継続するインド亜大陸とユーラシア大陸との衝突は、その直交方向に東西 2000km にわたる弧状の大山脈・ヒマラヤ山脈を発達させた. このヒマラヤ山脈は、東端をツアンポ川・ブラマプトラ川の大屈曲部、そして西端をインダス川の大屈曲部で限られる. それぞれの屈曲部から山地列も屈曲し、東部で南北走向のパトカイ、アラカン山脈、西部でスレイマン、キルタール山脈が発達し、インド亜大陸・ユーラシア大陸間の地形境界を特徴づけている(図 1).

ヒマラヤ西端部に位置する北部パキスタンにおいて、ITSZ の西延長である Main Mantle Thrust (MMT), 主境界衝上断層(MBT), 主前縁衝上断層(MFT)がそれぞれ低ヒマラヤ、亜ヒマラヤ (Potwar Plateau, Salt Range), ヒマラヤ外縁帯(Punjab plain)の地形境界をなしている(図 2). すなわち Nanga Parbat 付近の MMT の大屈曲部で 8000m を越える山域が分布するが、低ヒマラヤ帶で海拔 2000-4000m の山地帯、亜ヒマラヤ帶で海拔 500-1000m の山地および高原、そしてヒマラヤ外縁帯で海拔 300m 以下のパン

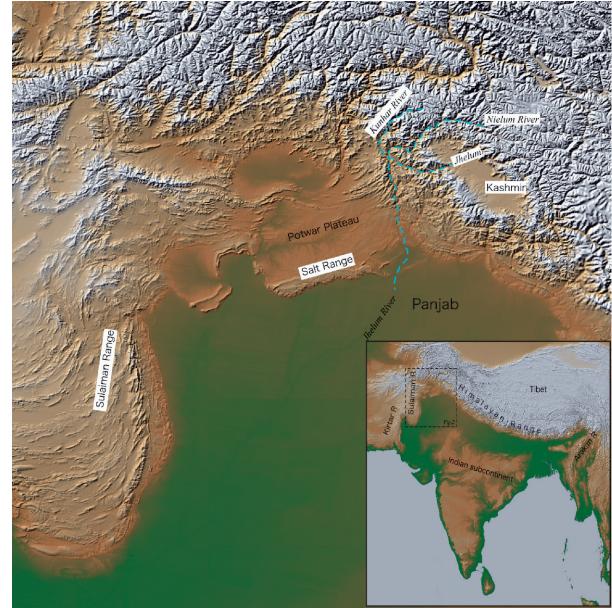
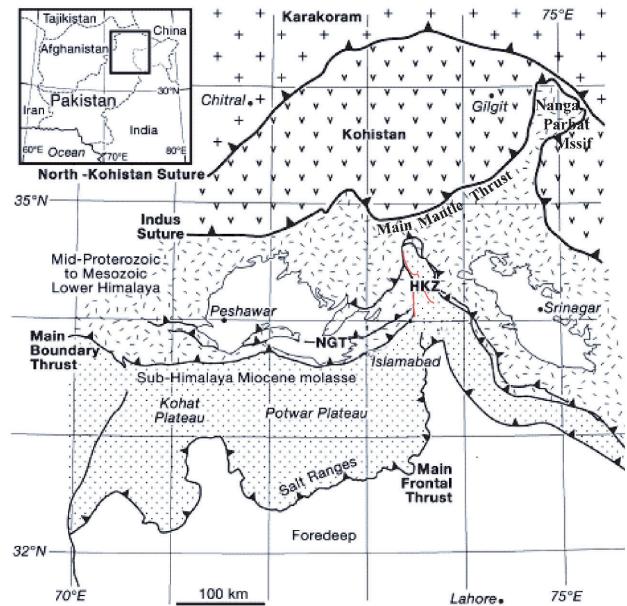


Fig.1 Geomorphological outline of northern Pakistan and its vicinity



HKZ: Hazara-Kashmir Syntaxis NGT: Nathia Gali Thrust  
— Active Faults (Balakot-Garhi Fault & Jhelum Fault)  
Fig.2 Geological & tectonic map of the northern part of Pakistan and its surrounding area after Burg et al., (2005)

ジャブ平原となる.

インド・ヒマラヤからカシミールにかけてのヒマラヤ山脈西部における地形の一般走行は西北西-東南東走向である. しかし同最西部のパキスタン北部では、ジーラム (Jhelum) 川やインダス川に沿った南北成分の強い山地列が発達する. このように調査地域は、西北西-東南東のヒマラヤの走向が、西南西-東北東のソ

ルトレンジの走向に移行し始める屈曲部に位置している。このような山地列の形成には Hazara-Kashmir Syntaxis のような MBT の複雑な屈曲構造が係わっていると考えられる。

### 3. 2005 年パキスタン北部地震の概要

2005 年 10 月 8 日北部パキスタン、アザド・ジャムム・カシミール州の州都ムザッファラバード市北方 10km を震源としてマグニチュード 7.6 の地震が発生した。この地域は海拔高度 3000m 程度の低ヒマラヤ帯に属する山岳地域であることから(図 3), 地震に伴って山地斜面には、無数の地すべり・崩壊が発生した。その結果、インド・カシミール側とを合わせて 7 万 5 千人弱の死者及び数万人の負傷者が発生した。この地震の震源断層としてのバラコット-ガリ (Balakot-Garhi) 断層は、クンハール (Kumhar) 川およびジーラム川河谷に沿って北西-南東走向で分布する右ずれ成分をもつ逆断層である (Kumahara & Nakata, 2006)。本断層は、クンハール川流域で Hazara-Kashmir Syntaxis の西翼をなす MBT に沿って出現する。しかし、そのセンスは東傾斜で厳密には Hazara-Kashmir Syntaxis とは異なる形成機構で活動している。

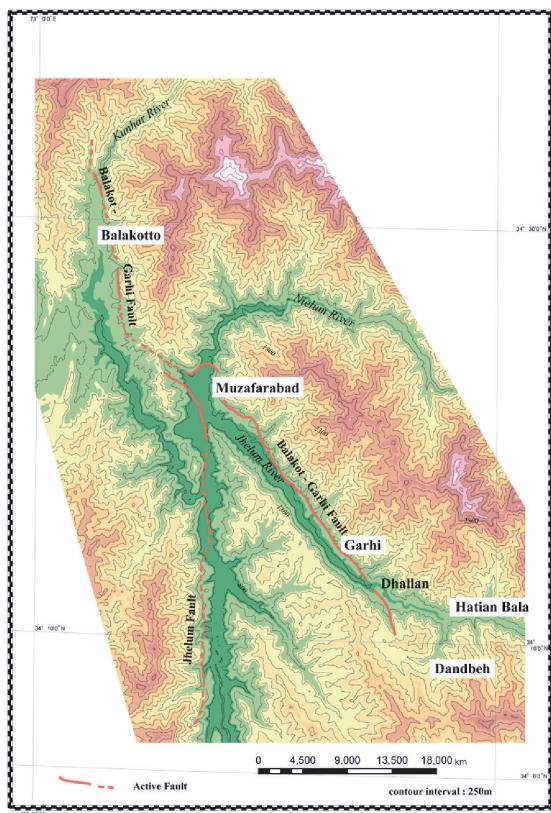


Fig.3 Topography in the vicinity of Jhelum, Nielum and Kunhar River watersheds around Muzaffarabad

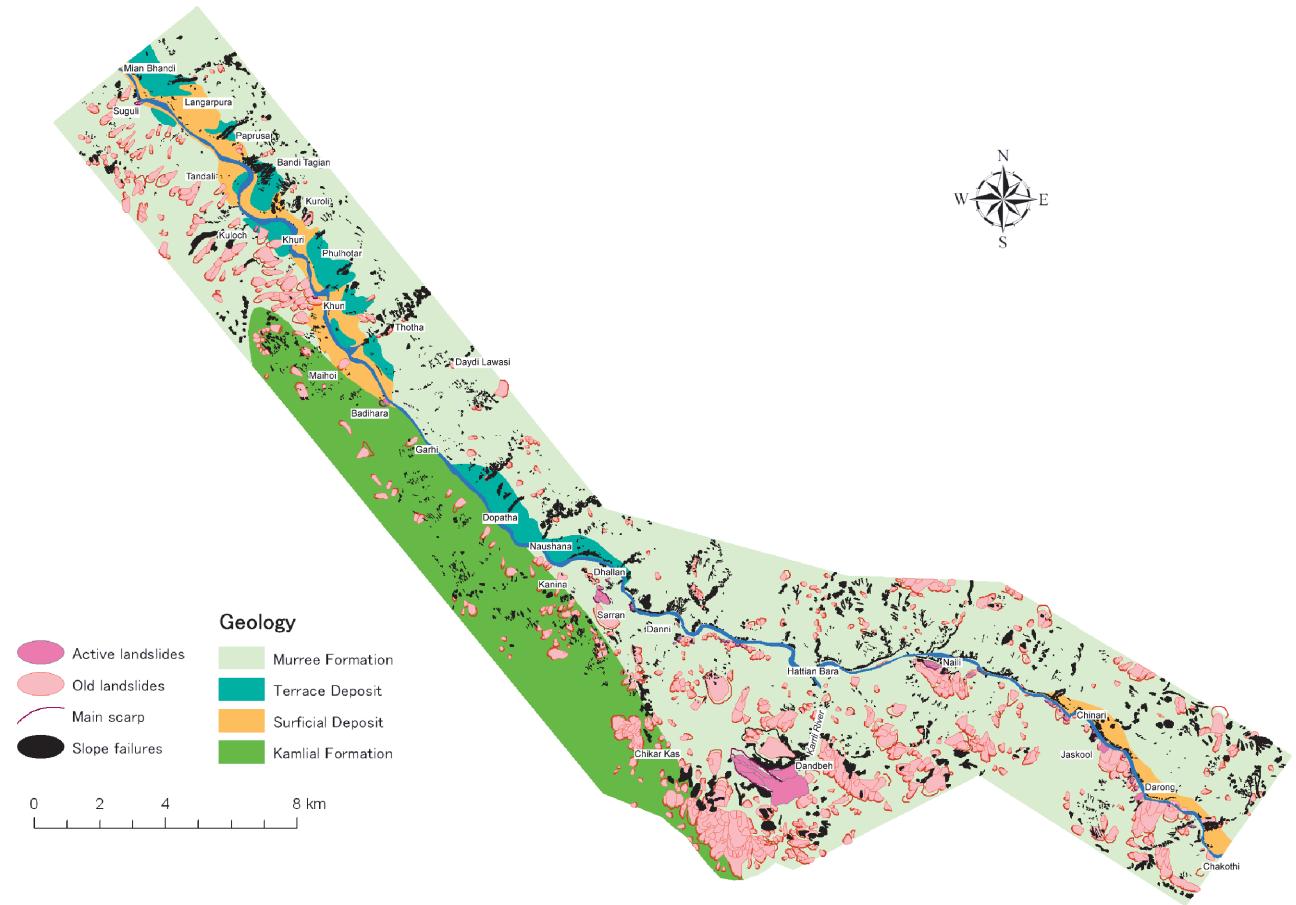


Pic.1 Flexural scarp of Balakot-Garhi Fault along the piedmont line on the right bank of the Jhelum river



Pic.2 East facing active fault scarp of the Jhelum Fault south of Domei, Muzaffarabad

本断層は、ムザッファラバード市街北において S 字型の屈曲 (step jog) を示し、小規模な syntaxis を形成し、さらにムザッファラバードからジーラム川右岸の山麓線に沿って明瞭な撓曲崖 (写真 1) をダラン (Dhallan) 西方まで形成している。撓曲崖は、支流から本流に合流する扇状地面を変形させたもので、最終氷期以降形成されたものと考えられるが、その変位量は 30m に及ぶと考えられる。本断層は、ダラン西方でジーラム川を横断してダランを経てチッカール (Chikkar) 方向に山地内に連続する。2005 年パキスタン北部地震では、このバラコット-ガリ断層に沿って地表変位が発生し、最大で 6m の変位をもたらした (Kumahara & Nakata, 2006)。一方、本断層が分岐しムザッファラバード市街を南北に縦断する断層 (ジーラム断層) が認められる。ジーラム断層は、MBT の一部としてジーラム川に沿った南北性の断層で、左横ずれ成分を持つという。ジーラム断層は、ドメイ (Domei) 南で更新世段丘面に東向きの断層崖を形成する (写真 2) ことから活断



**Fig.4. Landslides and slope failures on a geological map**

層と判断できる。しかし、今回の地震に際してジーラム断層に沿ったあらたな地表変位はなく、地震観測データからもその活動の痕跡は認められていない。

4. 2005年パキスタン地震に伴う地すべり・崩壊  
ジーラム河谷における斜面災害の実態を把握するため、2005年パキスタン地震に伴う地すべり・崩壊を空中写真と衛星写真判読によって抽出した（図4）。

崩壊は、野外調査とともに2005年11月に撮影された1/5,000 QuickBird衛星画像を用いて検出された。さらに実体視可能な1/10,000 IKONOS画像を判読し旧期地すべりを抽出した。地震発生前の地形条件を知るために、パキスタン政府発行の1/30,000空中写真および1/50,000地形図も現地において使用した。

抽出された崩壊、地すべりなどの全ての斜面変状はIKONOS画像から作成された1/10,000地形図上にデジタル入力され5mDEMと組み合わせることでGIS解析に用いられた。それらの斜面変状の場は、地形図や地質図とGIS的手法で重ね合わせた。そ

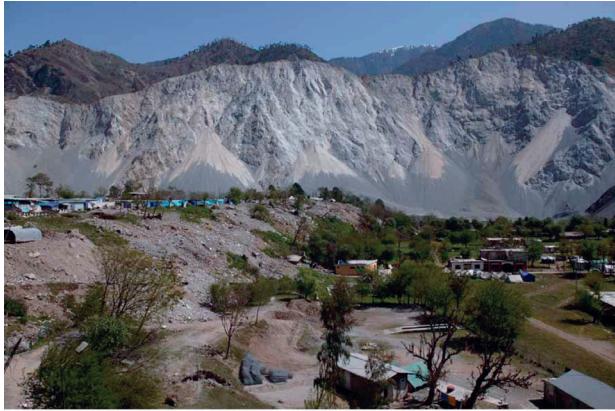
の結果、ジーラム河谷での地すべり・崩壊発生域の斜面勾配や面積が明らかとなった。

#### 4.1 地すべり・崩壊分布の特徴

4671箇所の崩壊、新期に発達した76箇所の活動的地すべり、そして838箇所の旧期地すべりが調査をとおして明らかとなった（図4）。全ての活動的地すべりは再活動型地すべりである。それらの斜面変動以外に、本調査地域には地震活動とそれに引き続いて発生した重合的成因を持つ引っ張り割れ目や、トップリングに伴う逆向き小急崖などの斜面変形が認められる（写真3）



**Pic. 3 Tension cracks developed on the flexural scarp**



Pic.4 Slope failures on dolomite wall north of Muzaffarabad

#### 4.1.2 崩壊（浅層地すべり）

2005年パキスタン地震に伴って発生した崩壊は、ムザファラバード市街北方の急崖に沿った真っ白な崩落跡によって強く印象づけられている（写真4）。このような大規模な崩壊は、バラコットガリ断層に沿った急斜面や、ジーラム川沿いの攻撃斜面に見られる。写真5は、スグリにおける攻撃斜面に発生した大規模崩壊を示したものである。崩壊は、未固結の段丘礫が作る崖部以外、必ずしも地質条件には規制されておらず、むしろ、 $35^{\circ}$ 以上の受け盤斜面に多く認められる。なお、活断層から数キロ離れると地震で発生したと思われる崩壊は激減する。

#### 4.1.3 旧期地すべり（深層地すべり）

本調査地域に発生した旧期地すべりは空間的に偏在した分布を示す。集中した旧期地すべりの分布は、ジーラム川左岸のマリー（Muree）累層分布域である。マリー累層は中新世から鮮新世にかけての砂岩・シルト岩互層である。ここでの旧期地すべりの発生率は、その総面積の24%に及ぶ。カルリ・マラ川流域およびジーラム川上流域側左岸地域の旧期地すべりの大半は、流れ盤に発生したものである（図4）。このことは、マリー累層分布帯における地すべり発生は、発生斜面が流れ盤あるいは受け盤であるかが大きく係わっていることを示唆している。

旧期地すべりは、粗粒砂岩・礫岩互層のカムリアル（Kamrial）累層でもやや低い頻度で分布するが、マリー累層との境界部には集中した分布が認められる。このことは、断層運動によってカムリアル累層が劣化した位置では地すべりが発生しやすくなっていることを示唆している。

旧期地すべりの平均面積は3.3haであるが、



Pic. 5 Large slope failure on under cut slope

ナウシャナ（Naushana）より上流域ではより規模が大きくなる。これは、ジーラム川沿いの河谷横断形が大きく異なっていることに由来する。ダラン（Dhalan）よりも上流では100m以上の深く急なゴルジュが発達し、それに接した上部斜面は緩慢ではあるが地すべり変動している。

地すべり移動体の平均傾斜は30.9度でそのモードは29度である。すなわち旧期地すべりは崩壊に較べ比較的緩やかな傾斜で発生している。

#### 4.1.4 活動的地すべり

山地斜面や人工構造物に新期変形をもたらしている深層地すべりが、地震後の野外調査で明らかにされた。筆者らはそれらを活動的地すべりと定義した。それらは通常旧期地すべりの再活動によるものである。ほとんどの場合が旧期地すべり・移動体の先端部がジーラム川の浸食によって攻撃斜面化した場所にあり地震によって加速度的に活動的になった。

ジーラム川上流部のゴルジュに沿って発達するナイリ（Naili）地すべりは（写真6），活動的な大規模地すべりである。本地すべりもまた再活動型地すべりで、その先端部は風化岩あるいは



Pic. 6 Active landslide due to under cutting and civil works at Jaskool



Pic. 7 Dandbeh landslide as an reactivated landslide

半土壤化した斜面物質から構成されている。さらにそこが攻撃斜面化したこと、河谷方向への孕みだしていること確認できた(写真5)。ここでは活動的な斜面背後には、旧期地すべりが河床から稜線にまで及ぶ斜面全域に広がっている。

最も顕著な活動的地すべりの例は、ダンベ(Dandbeh)地すべりである(写真7)。ダンベ地すべりは、チッカールから稜線沿い東側2kmに位置する。尾根頂部直下の海拔2000m付近から谷底の海拔1350m付近にかけて斜面長2kmが最大幅500m、深さ50mが楔状に抜け落ちたものである。その崩壊の規模は $10^7$ 立方mクラスと巨大である。

この大規模深層地すべりは、マリー累層内の南にプランジした向斜軸上で発生した層すべりである。移動域の底面形状は非対称の楔形で、横断面形は、東傾斜の底面が緩傾斜、西傾斜の側面が急傾斜を示す。底面の縦断系は直線的で平滑である。

本地すべり発生前の斜面の状況を把握するため1978年撮影の航空写真判読を行い、地形学図を作成した。その結果、地震前の斜面には既存の斜面変形が進んでいたことを明確に提示している(八木・千木良, 2006, 図5)。

1. 今回の大崩壊地の北に古い大規模深層すべりの痕跡(北部ブロック)が認められる。それは今回動かなかつた。

2. 今回の崩落した斜面全域には、既に小規模ながらその斜面全域を覆うように初期のすべりが発生していた。さらに冠頂部の稜線トップには、クラック地形が多数認められた。

3. ダンベ地すべり発生前の地形断面から、長大な平滑な斜面の末端に2つの遷急線が存在し、その下位にそれぞれ50-60mの比高の崖地形が発達している(図7)。それらは河谷方向に発生した旧期地すべりの滑落崖に相当する。2005年パキ

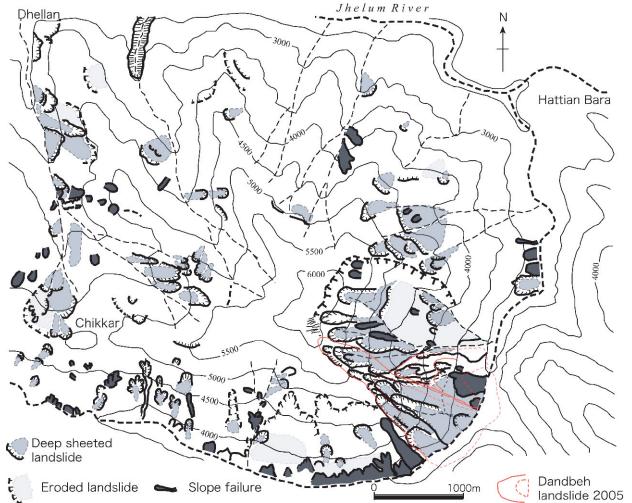


Fig. 5 Geomorphological map in the vicinity of Dandbeh and Chikkar  
after Yagi & Chigira (2006)

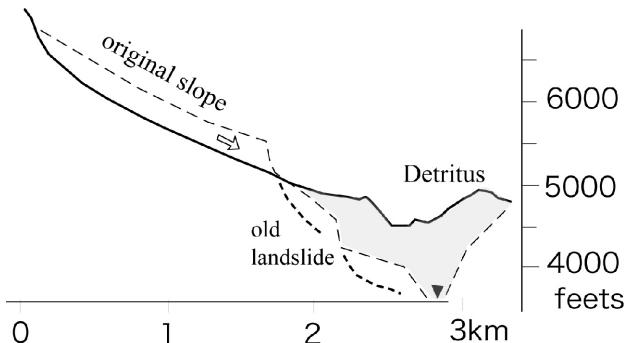


Fig.6 Schematic profile of Dandbe landslide

スタン北部地震に際して、少なくとも上部の旧滑落崖上部斜面が平滑な直線的なすべり面に沿って滑り落ち、下部の谷底を350m以上の高さで埋積した。

以上から次のようなこの地すべりの発達過程が予想される。すなわち、古い大規模地すべり地形を示す北部ブロックに接する南側の斜面が、上部に平滑な緩斜面を残すものの、下部を地すべりによって切られ急な滑落崖に限られていた。遷急線上部の斜面では、より小規模な地すべりが全面的に発生し、斜面を構成する岩盤の風化を促進していた。この斜面が2005年の震源活断層の南東端直近に位置していたことで、下部を急崖で限られ風化層の発達した上部斜面が、層すべり的に平滑なすべり面に沿って崩落し、河谷を埋積・閉塞した。その際、すべり面は南にプランジした向斜軸に沿ったもので移動体の形状は楔状であった。

## 5. 中山間地帯における地震斜面災害

2005年パキスタン北部地震にともなう斜面災害をまとめれば、2004年新潟県中越地震のそれと

類似する点が多いことに気づく。

すなわち, 1. 浅層崩壊は震源活断層の直近の急斜面・受け盤斜面に集中する. 2. 地震に伴う深層地すべりは, 泥岩・砂岩互層地域に再活動型地すべりとして発生する. 3. 大規模な深層地すべりは, 現河谷沿いに急崖を伴いながらも遷急線の上位には相対的に緩やかな斜面が残された位置で発生している. 4. 前項で, 平滑あるいは直線的なすべり面を伴う場合は, 地すべり運動が高速で大規模化するようである.

1. については, 地震時の加速度が斜面上部で大きくなることから, 斜面崩壊が起こりやすいことを示しているのであろう. 3. については斜面上部に大きな荷重が残され重心が高い位置にあることから, 地震による剪断モーメントが下位の急斜面基部で大きくなることで, 大規模な深層すべりが発生しやすくなるのであろう. 4. について, すべり面が直線的であれば, 斜面下方での抵抗が小さくなるのでより, すべりが高速で大規模化しやすいことを示しているのであろう.

## 6. おわりに

筆者は, 2006年1月にパキスタン北部地震の被災地域を初めて訪れた際, 新潟中越地震の調査で見た斜面災害景観がそのまま現れたことに大きな驚きをもった. 日本地すべり学会・JICAの業務としてその後の調査を進めるにつれて, 景観的にも発生場の地形的特徴にも, それら2つが極めて類似した災害であることが明らかになってきた.

東北日本における新第三系分布地域の地すべり地形分布図に見られるように, 山地斜面を覆い尽くすような地すべり地形は, 現在の地形起伏条件や水理条件ではその発生を予想できないことが多く, それらの形成を如何なる要因に求めるかが地すべり地形研究者の課題であった. 21世紀初めに起きた2つの大地震は, 中山間地を震源としたことから, 都市型の地震災害とは異なる様相を示した. しかし, それらは従来からの課題を解く鍵を与えてくれたようにも思われる. 初生の岩盤地すべりの要因を含めて地震性地すべりが, 改めて認識されるべきであろう.

新潟およびパキスタンの地震斜面災害調査を通して貴重な地形データとして活用したのは, 航空レーザー地形図や衛星画像であった. 前者は空中写真と併用して小規模な浅層崩壊の抽出や地震前

後のDEMの比較から地形変化量を求めることまで可能とした. 衛星画像は, 地形図の整備が不完全な発展途上国に於いて, オルソ化の後, 座標位置を与えることで画像そのものが現地調査でも地図として利用でき, 浅層崩壊の抽出や道路面の変状記載に活用できた. さらに, IKONOS画像は前視・後視による撮影が可能なため実体画像が得られる. このため, 衛星実体画像は, 空中写真が現地では軍事機密としてなかなか使えない現状で, 空中写真の解像度あるいはそれ以上で, 被災地域周辺の地すべり地形分布作成までを可能にした. 筆者らの調査では, 2種類の衛星画像やDEMおよび既存の地質図をGISで重ね合わせることで当該地域における地すべりハザードマッピングにまで活用できた. 衛星画像は, 今後同様な災害が発展途上国で発生した際に, 詳細な被害調査や復興計画作成には不可欠な資料として活用されていくことを実感した.

## 引用文献

- Kumahara, Y. and Nakata, T. (2006) : Active faults in the epicentral area of the 2005 Pakistan earthquake. Special Publication no. 41, Research Centre for Regional Geography, Hiroshima Univ., 54p
- 八木浩司・山崎孝成・守岩勉・山科真一(2004) : 新潟県中越地震に伴う地すべり・崩壊分布 -その特徴と詳細判読事例-[http://japan.Landslide-soc.org./2004tyuuetu/member/yagi\\_team.pdf](http://japan.Landslide-soc.org./2004tyuuetu/member/yagi_team.pdf)
- 八木浩司・山崎孝成・守岩勉・渥美賢拓(2005) : 2004年新潟県中越地震にともなう地すべり・崩壊分布 -その特徴と詳細判読事例-, 応用地質, 46-3, 145-152.
- 八木浩司・千木良雅弘(2006) : 地震にともなった地すべり・斜面災害 2005年パキスタン北部地震による斜面被害の概要. SABO, 87, 10- 13
- 八木浩司・山崎孝成・渥美賢拓(2006) : 2004年新潟県中越地震にともなう地すべり・崩壊発生場のGIS解析と土質特性の検討, 日本地すべり学会誌, 43, 5, 294-306

# 道路盛土の災害復旧に向けての計測管理事例

Case study of monitoring with displacement gauge and piezometer in damage road bank

澤井公一（応用地質株式会社），大曾根啓介（応用地質株式会社）  
Kouichi SAWAI (OYO.CO.Ltd), Keisuke OOZONE (OYO.CO.Ltd)

キーワード：盛土崩壊 間隙水圧 動態観測 計測管理

Keywords: slope failure a bank, pore water pressure, observation a survey, monitoring

## 1. はじめに

新潟県中越地震によって大きく損傷を受けた道路盛土に変状が発生した。変状は、車道の変形、特に多くの路肩の沈下が認められた。また、盛土法面下部の擁壁のはらみ出し（クラック発生）も認められた。路面には多数の開口クラックが見られ、最大段差で40cmが確認された。特に、谷部を横断する谷埋め盛土部では、盛土全体が変形し、道路横断方向のクラックや段差が発生したことから、このような箇所では盛土深部まで強いダメージを受けていることが想定された。

復旧に向けた腹付け盛土と局部整形等の対策工事がなされ、2005/9/17 に対策は完了した。ところが、同年 2005/11/9～10 に連続雨量 21mm と 23mm の降雨に伴って再び復旧した区間の盛土が崩壊した。

ここでは、さらなる復旧へ向けた計測管理の事例とその対応について述べる。

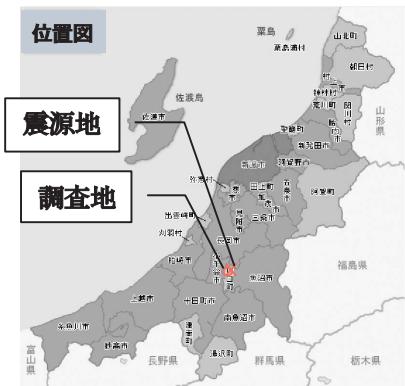


図 1-1 調査位置図

## 2. 盛土の概要

地震によって復旧された盛土区間は、全長 289m である。このうち 220m は、盛土法面の勾配が下段 1:1.8、中段上段 1:1.5 の三段からなる普通盛土区間とソルパック工法（勾配 1:0.3）+ 盛土法面（勾配 1:1.8）からなる全長 69m のソルパック区間となっている（写真 2-1）。盛土高は概ね 10～15m である。盛土法面の下方は県道を挟んで民家が分布している。

背面の自然斜面は地すべり地形を呈しているが、中越地震による影響は認められなかった（法面恒久対策が完了している）。地すべり地の両袖部には、ソルパック区間と普通盛土区間の一部にかけて沢地形が分布する。沢地形では常時流下水が認められ、その流下水は盛土横断埋設管を経由して、盛土前面に排水させる構造となっている。



写真 2-1

### 3. 盛土変状の発生とその対応

2005/11/9～10において、伸縮計に急激な変位が観測された（図3-1）。

盛土の変状前後における対応状況は表3-1に示すとおりである。

表3-1 変状発生前後の対応（2005年）

|         |                                      |                                                                                            |
|---------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6月23日   | カルテ点検                                | 特に目立った変状なし<br>(復旧工事着手前)                                                                    |
| 6月28日   | 緊急点検<br>(連續223mm)                    | 2箇所で盛土表層崩壊<br>(内1箇所はソルバック施工のため仮設法面の崩壊)                                                     |
| 9月17日   | 法面完成<br>(種子吹付)                       | 7/20ソルバック立ち上がり、8/30 法面整形<br>9/20路肩Co完成                                                     |
| 9月20日   | 緊急盛土点検<br>(山陽道対応)                    | 特に目立った変状なし<br>(ただし、部分的にカリや湧水を確認)                                                           |
| 10月26日  | 規制基準緩和検討委員会現地見                       | ・ソルバック上部法面に連続クラック<br>・普通盛土区間に部分的に表層変形                                                      |
| 10月27日  | 規制基準緩和検討委員会現地検討会<br>(大川委員長・小俣、大槻委員他) | ・ソルバックの変状の計測を行うこと<br>・山側の沢水の処理を適切に行うこと<br>・変状の原因を明らかにして対策を検討すること<br>・ソルバック背面の水を抜く対策を検討すること |
| 10月28日  | i-sensor伸縮計設置・観測開始                   | ソルバックの安定性照査(設計照査)開始<br>変状箇所にブルーシート展開<br>以降、特に有意な変位はない                                      |
| 11月8日   | 普通盛土区間に変状の聽講が見られたためブルーシート展           |                                                                                            |
| 11月9日   | 緊急対応                                 | 14h頃より変位が加速し、18hに現地到着後に緊急対応開始                                                              |
| 11月10日～ | 詳細調査・設計                              | ホーリング調査・間隙水圧計・伸縮計・傾斜計設置・観測                                                                 |
| 12月上旬   | 盛土のり面詳細点検                            | ・対策が必要と判断                                                                                  |

2005/9/20の緊急盛土点検では変状は認められていないが、法尻からは湧水が滲み出していた。

2005/10/26にはソルバック上部法面にクラックが認められ、変位に進行性が確認できた（写真3-1）。

クラック発見後、伸縮計を設置し、観測を行った。図3-1に示すように急激な変位が認められ、2005/11/9～10かけて普通盛土区間が崩壊した（写真3-2）。

ソルバック区間はクラックの延長が確認されたが、大きな崩壊には至っていない。車の走行には支障は見られないが、安全を期して通行止め（4時間30分間）を行った。



写真3-1



写真3-2

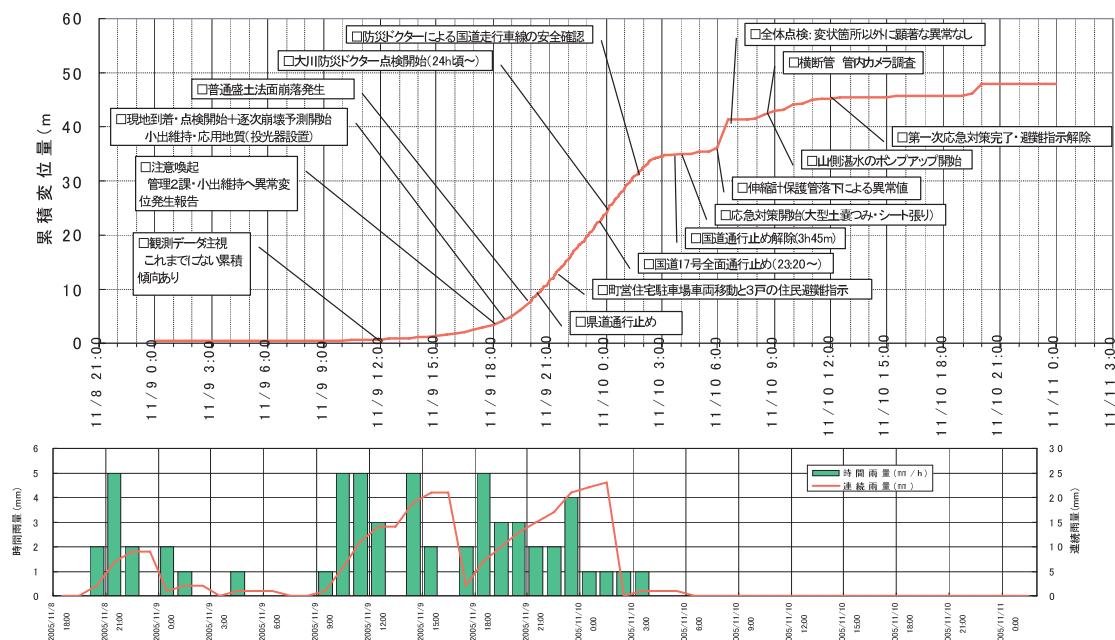


図3-1 変状時の伸縮計観測データ

#### 4. 変状発生の要因

変状が見られた範囲は、震災復旧で凹状に変形した箇所の腹付け盛土部で多く認められた（図4-1）。

雨量は、変状時では連続雨量21mmと23mm、最大時間雨量でも5mm程度である。変状以前では、連続雨量10mm以上が2回と2005/6/28には連続雨量223mmを経験している。

ソルパック背面の旧地形は、沢地形で常時流下水を呈し、盛土の頭部にあたる沢の末端（現地形）ではため池が存在する。また、ため池から排出される横断管の内部調査では、震災によって破壊されたものと考えられる変状が認められ、常に盛土内へ水が供給されている状況である。

これらから、腹付け盛土によって排水機能が低下し、盛土内部へ供給される沢水によって徐々に盛土内の地下水位が上昇し、崩壊に至ったものと推定される。このため、水抜きや横断管の流路変更などで地下水を盛土内へ侵入させない応急対策工を提案した。

#### 5. 応急対策工と観測

盛土下方は、供用中の県道ならびに民家が隣接するため、早急な応急対策工と調査（動態観測）を行った。

応急対策工は、①ソルパック内部の水抜き工（湧水が確認された）、②ソルパック・普通盛土前面に大型ブロック工又は大型土嚢の敷設工、③盛土法面全面にシート覆い工、

④歩道と走行の境界目地充填工、⑤2系統の常時流下水における流路の変更等を行った。特に水抜き工は即座に実施し、少量の湧水が確認され、伸縮計の変位量が低下した。

#### 6. 動態観測

動態観測は図6-2に示すように、伸縮計、簡易伸縮計、傾斜計、間隙水圧測定を実施した。間隙水圧測定は、盛土層全層において上段中段下段となるように配置し、キャサグランデ式間隙水圧計を用いた（図6-1及び図6-2写真）。観測孔径は、ボーリング調査時に見られた砂混じり粘性土で難透水層である事を考慮し、観測孔との水位（圧力）差を小さくするため $\phi 13\text{mm}$ とした。センサーは、 $\phi 13\text{mm}$ に挿入できる米国ENDEVCO社製の圧力センサーを用いた（図6-2の写真）。

間隙水圧測定は伸縮計とともに、遠隔自動観測システム（応用地質株式 i-sensor）の導入を行い、30分毎の自動観測を行った。

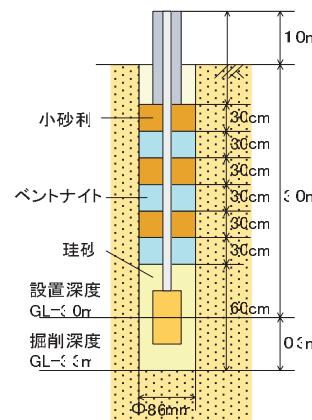


図6-1 キャサグランデ式  
間隙水圧計設置構造図

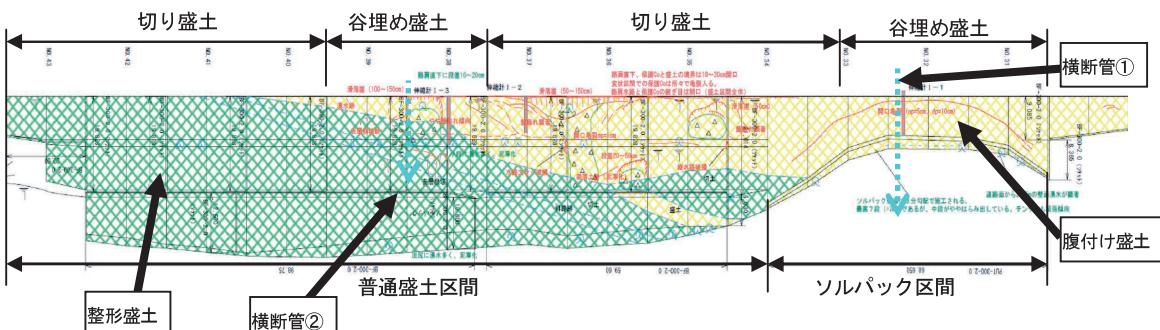


図4-1 道路盛土の変状時スケッチ（法面展開図）

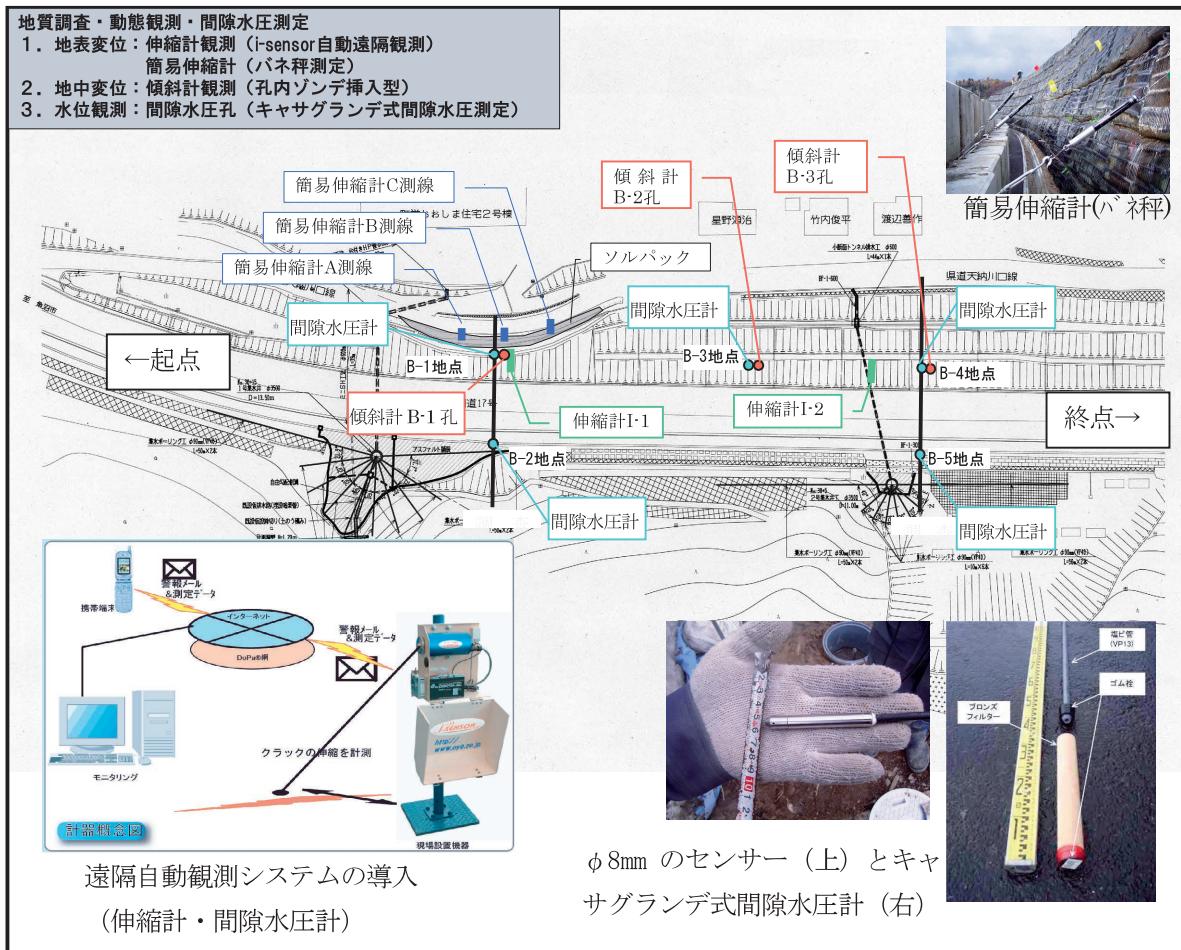


図 6-2 動態観測位置図

## 7. 盛土内の間隙水圧と地表変位の関係

伸縮計は 2005/11/09~10 で見られた変状後は、非常に緩慢ではあるが変位が累積している (18mm/70 日 平均 0.16mm/h)。

降雨 (融雪) 時は、間隙水圧の上昇が見られ、伸縮計、簡易伸縮計、傾斜計が連動するようになり、地表、地中変位が認められている。傾斜計観測では深度 3m に変位が見られた。深度 3m は旧盛土層とソルパック構築に伴う盛土層の境界に相当する (図 7-1)。

2006/3/17において、普通盛土区間で再び表層崩壊が発生した。崩壊は、幅 5m、長さ 9m、深さ 1m にわたって道路脇の保護コンクリートを頭部として崩壊した。崩落土砂は中段部の小段で停止し、盛土法面下方の県道、隣接する民家には影響は認められなかった。

図 7-2 で見る限り崩壊機構は、以下に示す

ことが考えられる。

- 数日前までは降雪の連続であったが、崩壊した日の気温は 3.4~6.6°C であり、1~6mm の降雨を観測した。

- 崩壊直前では、時間雨量 6mm が 3 時間連続し、連続雨量では 35mm を記録した。

- 地下水位は降雨前で GL-0.3m 前後を示し、降雨中において最高で GL-0.135m まで上昇した。

- 間隙水圧は 14.92kN/m<sup>2</sup>、間隙水圧係数(B 値)は 0.55 を示した。

このような条件から盛土層は常に不安定な状態にあったと考えられ、少ない降雨で限界を超え、崩壊したものと考えられる。

崩壊が顕著に発生した箇所は背面が沢地形で、谷埋め盛土となっている。このことからも地下水位が集水 (飽和) しやすい条件

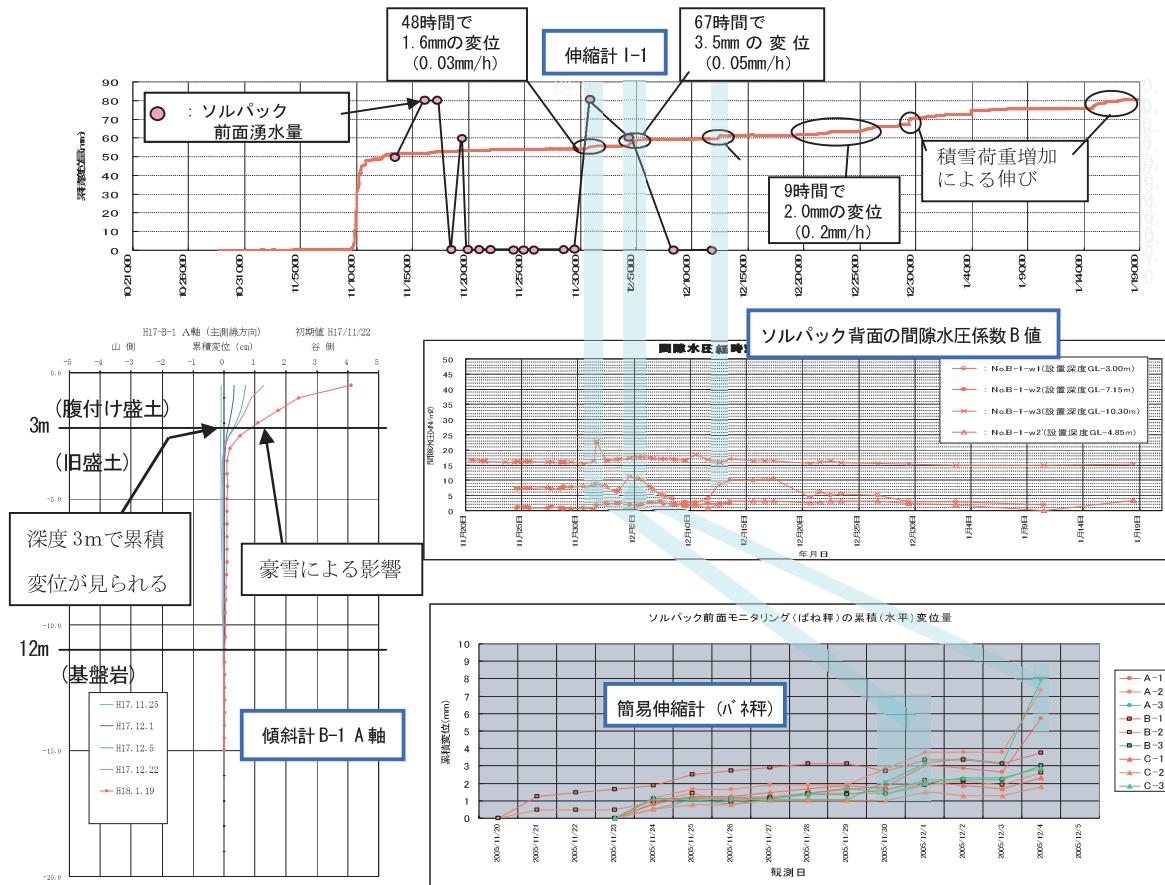


図 7-1 間隙水圧計と地表変位との関係

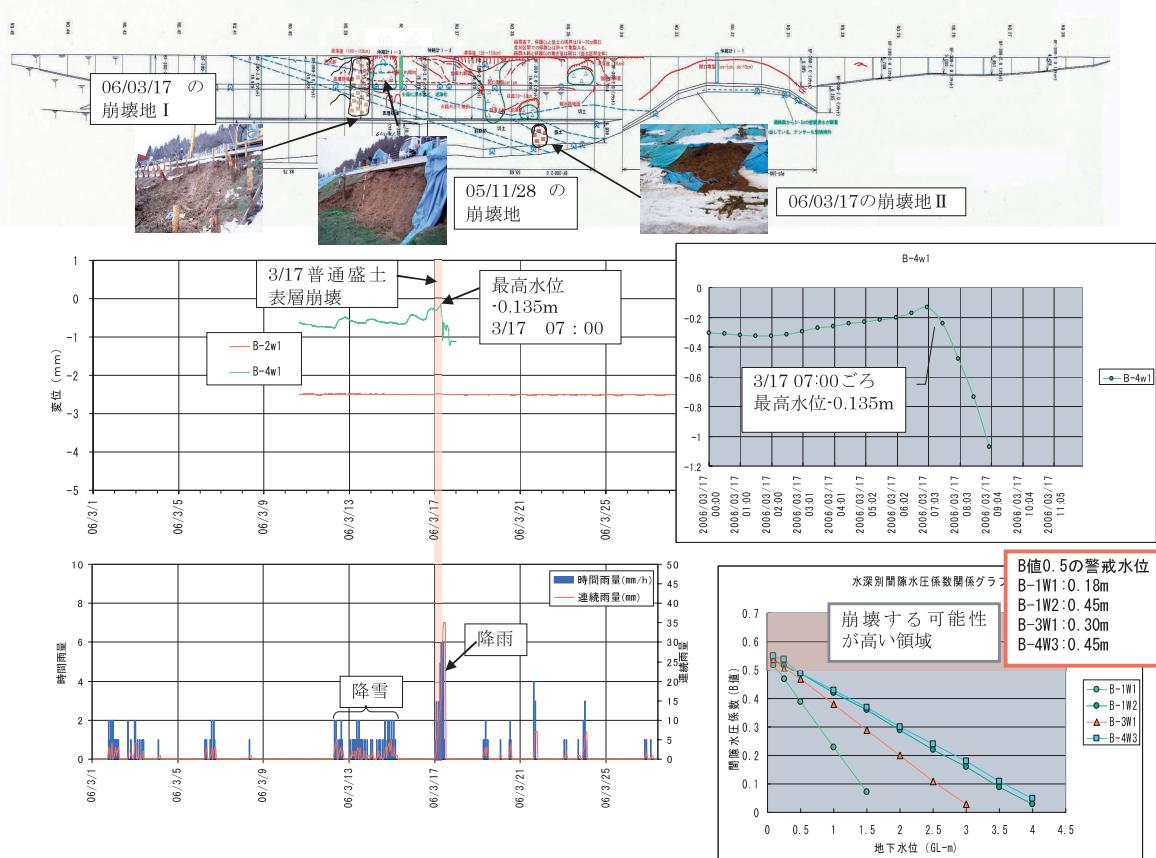


図 7-2 表層崩壊時の間隙水圧測定結果

にあつたものと考えられる。

したがって変状のメカニズムは、中越地震による谷埋め盛土の深部損傷と埋設横断管による破損によって盛土内の浸透水の増大し、腹付け盛土による排水阻害と盛土内の間隙水圧の上昇によって盛土の強度が低下したものと考えられる（図7-3）。

## 8. おわりに

変状は、間隙水圧の作用が大きく影響することが分かった。恒久対策工は、地下水排除工（集水井）、盛土置き換え工を実施した。施工期間中は降雨・融雪期における管理基準値を設けた遠隔自動観測システムによる計測管理を行った（崩壊実績を基にしきい値を設定）。この取り組みにより、施工期間中の微少な変形を把握し対応しながら大きな手戻りもなく盛土復旧工は完了した。

今回の発表において、観測データの貸与、ご便宜いただきました国土交通省北陸地方整備局長岡国道事務所の関係各位に対し厚く御礼申し上げます。

## 主な参考文献

- 1) 国道17号坂塚地区法面調査業務委託 報告書  
平成19年3月
- 2) 道路土工 のり面工・斜面安定工指針  
平成11年3月

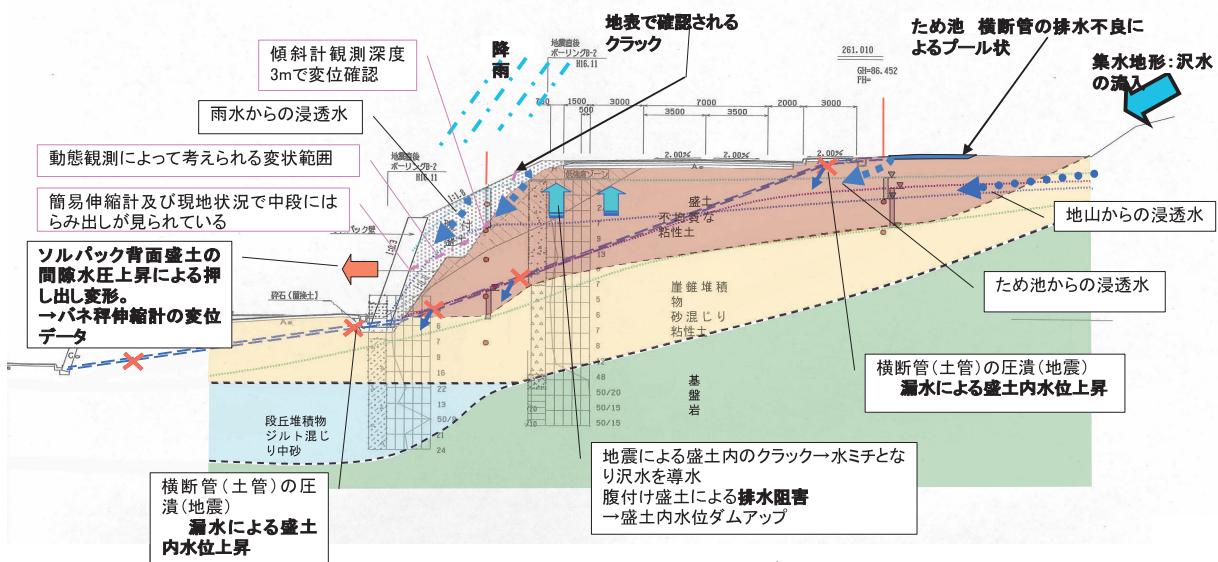


図7-3 変状のメカニズム

# 中越地震により発生した浦柄地区地すべりの対策工

Study and mitigation at Uragara Landslide in Ojiya City

神保 啓（株式会社キタック），伊藤 聰（新潟県長岡地域振興局災害復旧部）  
松田 隆（株式会社キタック），伊藤克己（株式会社キタック）

キーワード：地すべり，地震，泥岩

Keywords : landslide, earthquake, mudstone

## 1. はじめに

本地区は小千谷市の東方にある信濃川支流一級河川朝日川の左岸に位置する(図-1)。一部には古い地すべり地形が認められるが、近年における地すべり活動は確認されていない。このため地すべり危険箇所には指定されていなかった。平成 16 年 10 月 23 日の新潟中越大震災により、比高約 20m、自然斜面勾配約 10~40° 程の北向き斜面で、幅約 40m、長さ約 100m の地すべりが発生した(写真-1)。地すべり崩土は朝日川を閉塞し、濁水が浦柄集落に流入した。また、人家一軒が押し出した土塊により被災した。ここでは、現地における地表踏査結果や、地質調査結果より検討した地すべり機構や対策工の考え方について述べる。



写真-1 地すべり地周辺の斜め空中写真



図-1 位置図

## 2. 地質概要

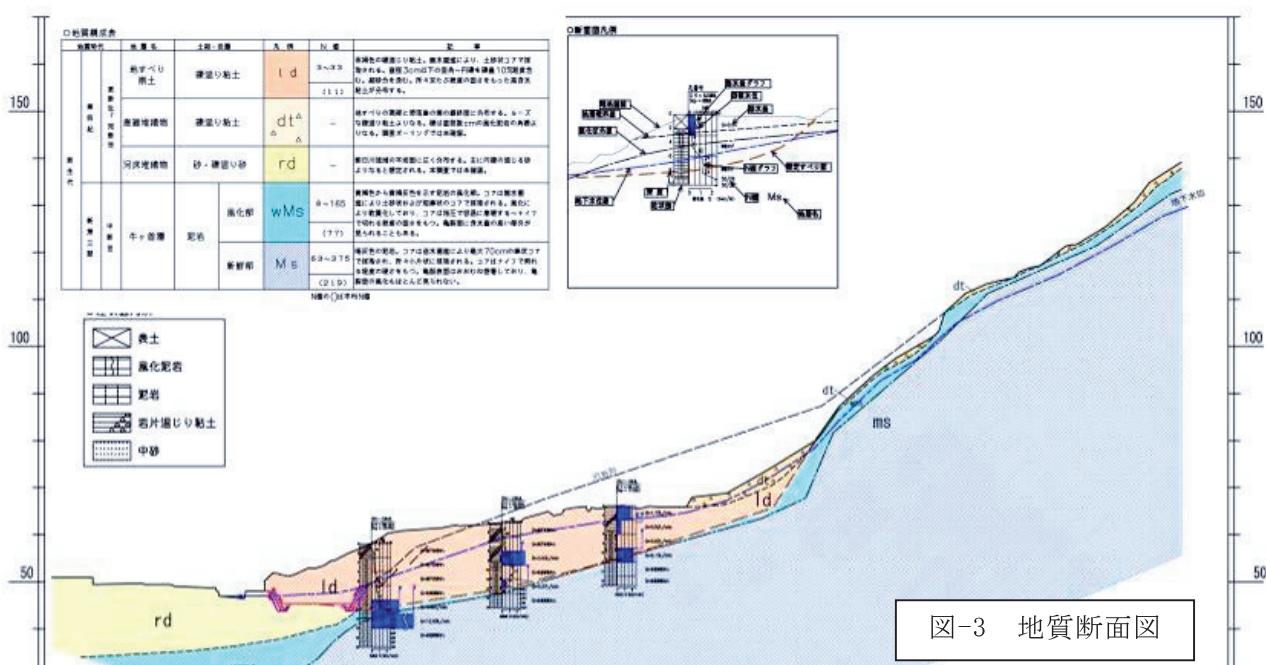
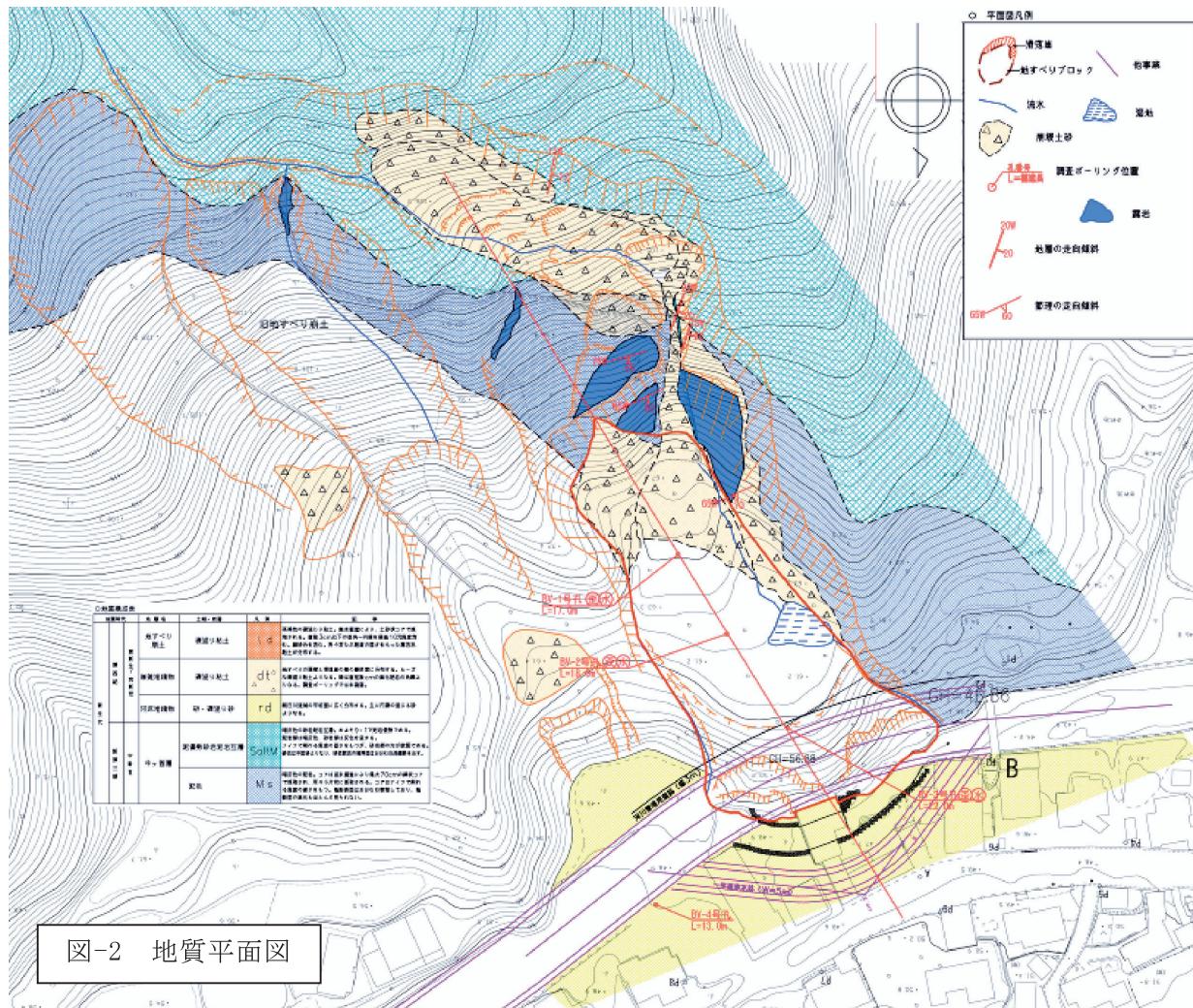
この地域は、東山丘陵の西麓にあたり、付近は標高約 100~200m の低山地である。この丘陵は、十分に固結していない堆積岩類(いわゆる軟岩)から構成されており、起伏は乏しいものの風化および浸食が進んでいるため、斜面や谷頭では所々に地すべり地形や崩壊地形が発達している。調査地周辺の地山は、主に塊状泥岩からなる牛ヶ首層と称される新第三紀中新世の堆積岩類からなる。泥岩は、地表部から深度 3m 程度までは風化の影響を受けて灰褐色を呈して軟質化しており、場所によっては粘土化が著しい。斜面裾部や緩斜面部には泥岩を起源とする崖錐堆積物が分布しており、末端部に分布する平坦面には円礫や砂などからなる河床堆積物が分布している。

既存の文献（地質図幅「長岡」・「小千谷」）によると、調査地周辺は東山丘陵の延長方向である北北東－南南西に背斜軸を持つ東山背斜の西

部に位置している。南北方向の走向をもち、西側に約30~40°で傾斜する同斜構造をもつ、緩やかな褶曲構造が発達している。

### 3. 地すべり状況

地質平面図(図-2)と地質断面図(図-3)を示す。地すべりの規模は幅約40m 延長約100mである。移動方向は地層の走向方向である。頭部および



側部には明瞭な滑落崖が見られ、滑落崖には下流側で岩盤が認められるものの、大部分は旧地すべり崩土が分布している。

地すべり土塊はほぼ形状を保持したまま移動し、朝日川を閉塞した後、対岸の民家1件を全壊させた。河道閉塞により、朝日川上流で発生した土石流を含む濁水が浦柄集落に押し寄せ、朝日川沿いの民家の多くが床上浸水の被害を受けた。

地すべりブロック背部斜面から地すべりブロック頭部に渓流が流入しており、地すべりブロ

ック頭部に土砂を堆積させており、流水は所々で湿地を形成している。

地すべり背部には不明瞭な地すべり地形が見られることや、滑落崖に崩土が認められることから、本地すべりブロックは過去の岩盤すべりの下流側末端部が新潟中越地震の地震動により再移動したものと考えられる。た新潟中越地震の地震動により、旧岩盤地すべりの弱部が破碎され、破碎面をすべり面として風化岩地すべりが生じたものと考えられる。以下に地すべり状況写真を示す。





写真-4 地すべり崩土末端部の状況



写真-5 末端部と仮設水路

#### 4. 対策工について

##### 4.1 復旧の方針

- 地すべり土塊が朝日川を閉塞していたため、応急対策で仮水路を施工し、朝日川の河道閉塞に対処した(写真-2)。

・地すべり崩土は河道に押し出しており、地すべり崩土の末端部に沿うような形状で朝日川を復旧した場合、浦柄集落の家屋を移転させる必要が生じ、また、復旧後の朝日川が国道291号線に近接するため、国道に影響を与えるおそれ

があった。また、朝日川が屈曲することにより、集落内に新たな水衝部を作ることになる。よって、朝日川の復旧は原形復旧することとし、仮水路の外側に1年確率の仮水路を計画し、地すべり対策により、地すべりを安定化させた後に朝日川を原形復旧することとした(写真-5)。

#### 4.2 対策工の計画

- ・地すべりの末端を大きく切土することになったため、現況安全率を  $F_s=1.00$  とした場合、末端切土後の安全率は  $F_s=0.74$  まで低下する。
- ・抑制工によって地下水位低下を観測しながら施工した場合、地下水位観測により所定の地下水位低下量を満たすまで地すべり末端部の対策は不可能であるため、朝日川の河道復旧計画に工程上の影響を及ぼすおそれがある。
- ・浦柄地区地すべりの施工順序としては抑止工により仮設の安全率  $F_s=1.05$  を満たした上で抑制工(集水井工および横ボーリング工)を施工し、計画安全率  $pF_s=1.20$  に達するものとした。地すべり末端部を排土し、安全率  $F_s=1.05$  に達するために必要な抑止力は  $Pr=931.7kN/m$  となつた。
- ・抑止力が大きく、全部アンカーで抑止した場

合、反力体が地盤支持力不足となるため、前面に抑止杭工を配置してグラウンドアンカー工の設計アンカーラーの低減をはかることとした。

- ・抑止工の抑止力配分は以下のとおりである。  
「抑止杭工」  $Pr=603.6kN/m$  + 「グラウンドアンカー工」  $Pr=328.1kN/m$   
 $=931.7kN/m$

#### 5. おわりに

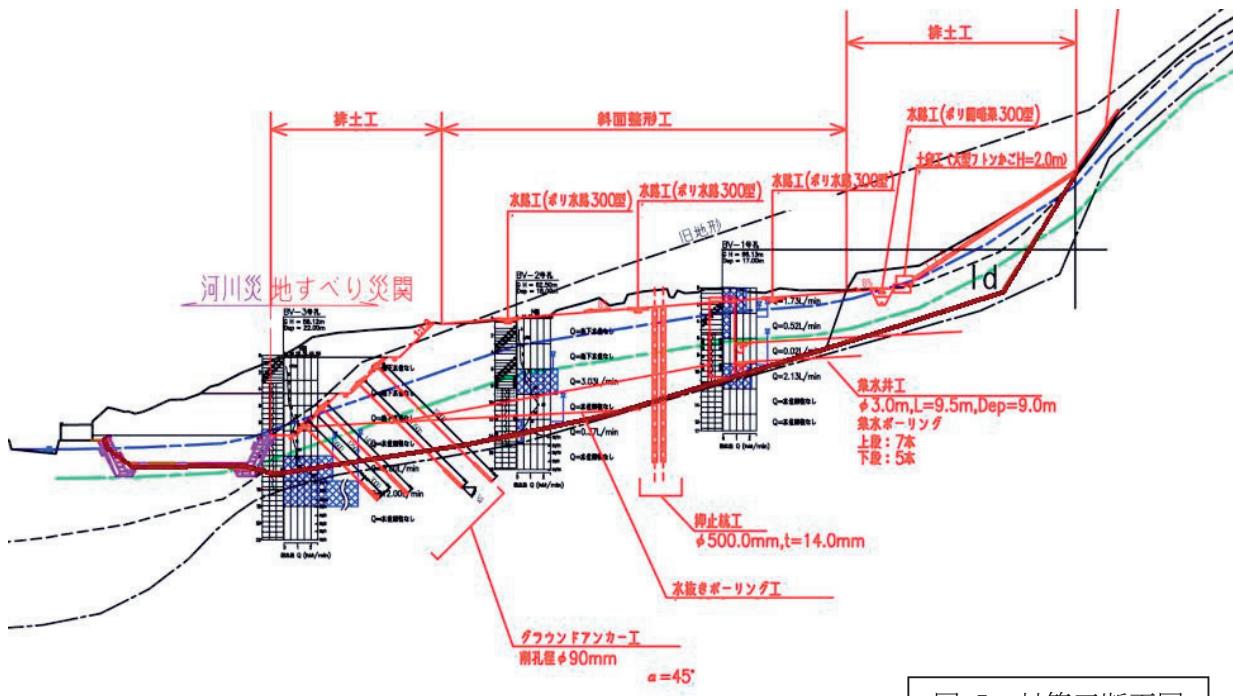
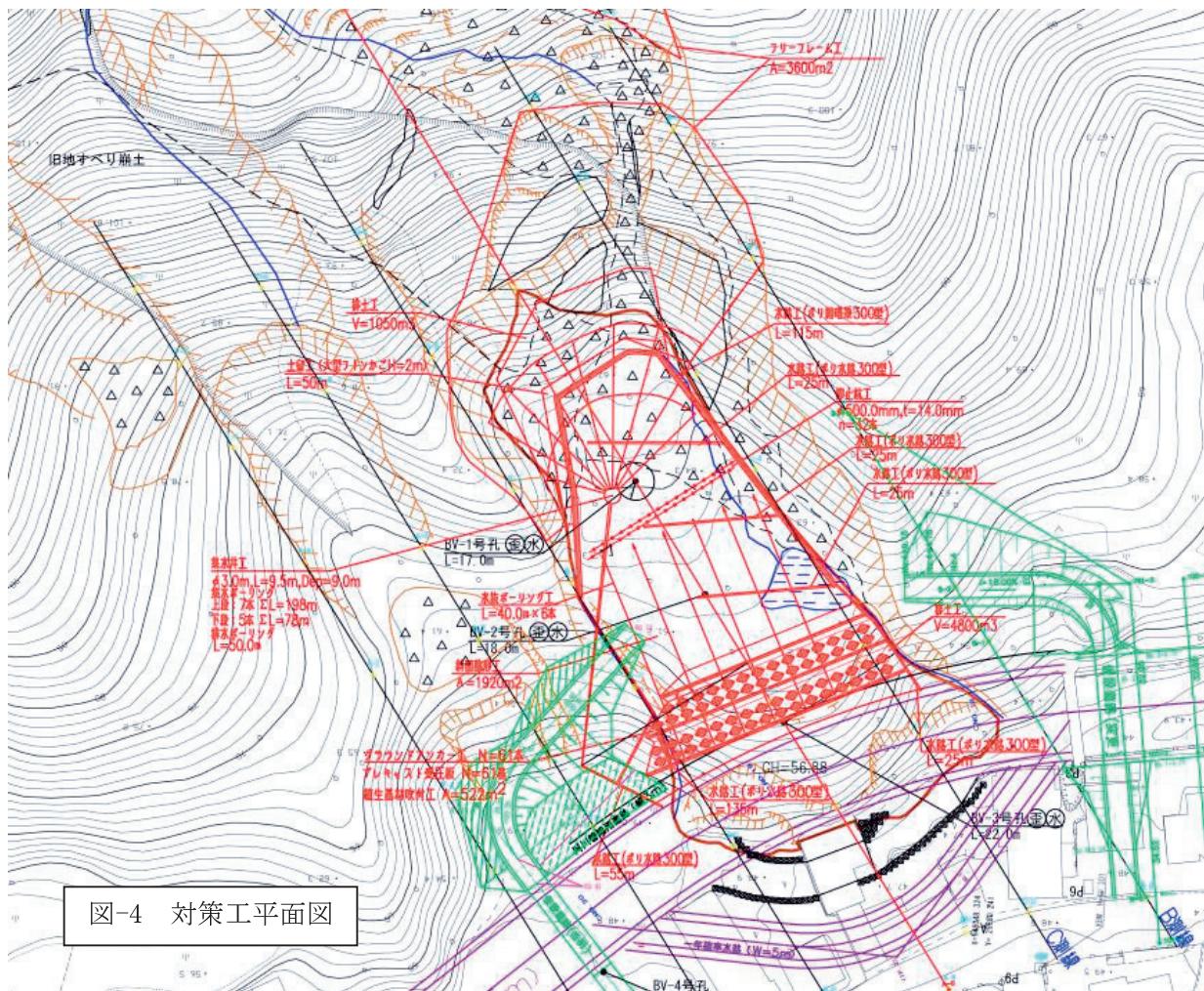
対策工は現在完了しており、施工期間中にパイプ歪計観測を実施していたが、特に地すべり変動と考えられる歪は観測していない。また、地下水位は施工前に比較して 3m 程度低下している。

以上のことから当該地すべりブロックに対する対策工の計画は妥当であったと考えられる。

最後に新潟県長岡地域振興局災害復旧部の担当諸氏をはじめ、今回の事例の紹介を許可して頂いた方々にこの場を借りて感謝の意を表します。



写真-6 対策後全景



# 新潟県中越地震で発生した塩谷神沢川地すべりの発生機構とその対策

Occurrence mechanism and prevention works at the Shiotani-kamisawagawa landslide  
induced by the Mid-Niigata Prefecture Earthquake

百瀬 敦\*, 佐々木健司, 高木英一 (三菱マテリアル資源開発株)

Atsushi MOMOSE, Kenji SASAKI, Eiichi TAKAGI

(Mitsubishi Materials Natural Resources Development Corp.)

キーワード：地すべり，発生機構，地すべり対策，排土工，押え盛土工

Keywords: Landslide, Occurrence mechanism, Landslide prevention works, Soil removal works,  
Loading embankment works

## 1. はじめに

新潟県小千谷市中心部の東約 10km, 新潟県中越地震の震央から北東に約 4km の地点に位置する塩谷神沢川地すべりは、中越地震で発生した地すべりのうち最大規模のものであり、延長約 650m, 幅約 450m, すべり面最大深度約 80m の大地すべりである。筆者らは本地すべりを対象に、現地地表調査、空中写真解析、地形データ解析および調査ボーリングを行い、地すべり発生機構の検討および対策工の計画を実施した。本報告では、主に本地すべりの概要と対策工の検討結果について紹介する。

## 2. 地形・地質概要

図 1 に塩谷神沢川地すべりの位置を示す。本地すべりは、芋川右岸支流神沢川（土留川）の右岸側の斜面で発生した。本斜面は、稜線に囲まれた斜面勾配 10~20° 程度の南東斜面である。斜面上部の東西方向に伸張した稜線を境に、南東斜面では緩傾斜であるのに対し北西斜面では急崖をなす非対称な地形断面を有する。また、斜面下部は急崖をなす対岸斜面に接する。斜面内部は階段状地形が発達し、その地形特徴を活用し養鯉池や農地として利用されていた。

地すべり発生前は、微地形的に両側を北西-南東方向に発達した沢に挟まれた地すべり地形として確認されていた。この既存地すべり

りは、主に南東方向に向かう複数のブロックから構成されていた。この両側の直線状の沢はリニアメントとして判読され、このうち東側の沢のリニアメントはブロック外にまで連続する。ブロック末端部には対岸斜面にも規制された沢が横断し地形開析が進んだ状態にあった。また、両側の沢のうち西側の沢がより地形開析が進んだ状況にあった。

調査地周辺の地質は、下位より新第三紀鮮新世に堆積した川口層、牛ヶ首層および白岩層から構成される。基盤岩となる川口層は、本地域では泥岩優勢の砂岩泥岩互層からなり、砂岩は中粒～細粒砂で、泥岩は暗灰色～黒色のシルト質泥岩が主体をなす。調査地周辺の地質構造は、主として北北東-南南西方向に伸張した東山複背斜構造に支配され、その一つの峠背斜の軸部が調査地に位置する。地すべりブロック中央部から末端部はその東翼部に位置することから、調査地は概ね流れ盤構造となっている。

## 3. 地すべりの概要

図 2 に地すべり平面図を、写真 1 に全景写真を示す。本地すべり地では、比高差最大 50m の明瞭な滑落崖が形成されブロック頭部西側では後方回転地形が、東側では陥没帯が発達しており、ブロック中央部では水田の傾動や表層崩壊が発生し、中央下部西側と末端部

では隆起が生じている。

それぞれの地表変状に着目すると、ブロック頭部西側の明瞭な滑落崖の直下には、回転運動を伴う移動体が分布し、その内部には階段状地形が発達する。ブロック頭部東側では、東西方向の稜線に鞍部が形成され、その南側に開口幅約100mの大規模な陥没帯が形成された。この陥没帯内部には北斜面に分布していた樹木が地表に分布する。なお、大陥没帯に直交する亀裂が発達した小規模な陥没帯も形成された。ブロック中央上部に残存した養鯉池跡は原形をほぼ保ったまま平行移動しており、この現象域と回転運動を伴う移動体とは小陥没帯によって境される。ブロック中央下部の水田は北西側に傾働し、この箇所より南東側で表層崩壊的な地すべりが発生している。ブロック末端部には対岸斜面に地すべり移動体が衝突し形成された圧縮リッジが認められる他、大量の湧水（約500~1,000l/min）や池が観察される。

地すべりブロックは、これらの地表変状をもとにA大ブロックとBブロックに大別され、A大ブロックの内部はA-1~3ブロックに、BブロックはB-1とB-2ブロックに細分される。なお、B-1ブロックはAブロックと一体で滑動し対岸斜面に衝突し隆起したと推定される。

地すべりの移動方向および移動量について、地すべり発生前後の空中写真や地形データを

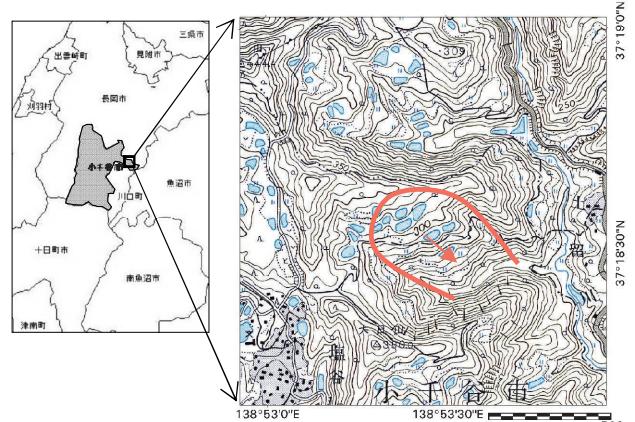


図1 塩谷神沢川地すべり位置図

国土地理院 25,000分の1地形図「小平尾」より

解析した結果、地すべり移動方向は概ねS40°Eであり、これは滑落崖の擦痕の方向と概ね一致する。また移動距離はブロック中央上部において約90m程度である。垂直方向の移動量としてブロック中央上部の平行移動した養鯉池の比高差は25m程度であり、ブロック中央上部の移動ベクトルの伏角は16°程度となる。さらに、ブロック末端部では地盤標高が約50m上昇している。

#### 4. 地すべり斜面の地質とすべり面

地すべり地周辺には基盤岩である泥岩優勢の砂岩・泥岩互層が露岩する。対岸斜面の地層の走向・傾斜は概ね北東-南西方向で20~35°程度の南傾斜であり流れ盤構造を示す。

本地すべり地では主測線上にBV-1~BV-5の5箇所、末端部の横断測線上にBV-6とBV-7



写真1 塩谷神沢川地すべり全景

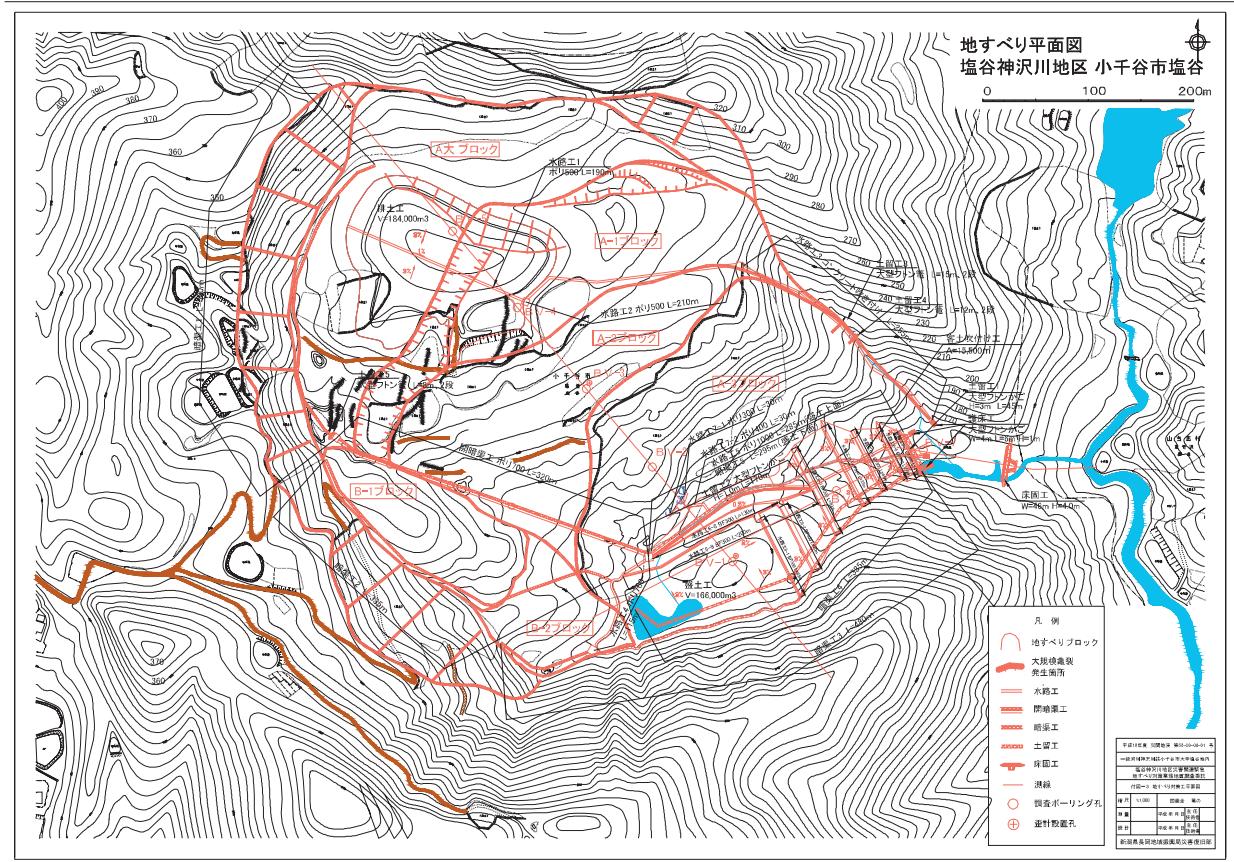


図2 地すべり対策工平面図

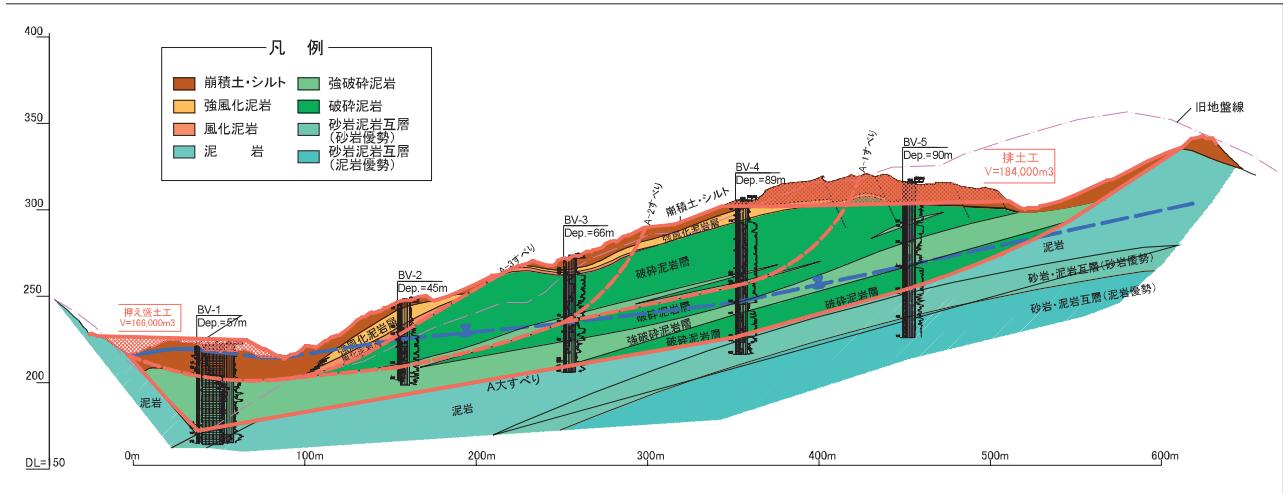


図3 主測線における地すべり対策工断面図

の2箇所の合計7箇所において調査ボーリングが実施された(図2)。地すべり斜面の地質は、上位より岩片混じりシルト、強風化泥岩、砂岩の薄層を挟む破碎泥岩、泥岩や砂岩泥岩互層からなる。破碎泥岩はその破碎の程度から破碎泥岩と強破碎泥岩に細分される。本地

すべりでは地表の変状とボーリングコアの観察結果から、A大すべりとA-1~3すべりの存在が推定された(図3)。このうちブロック中央部~頭部のA大すべり面では、破碎泥岩と強破碎泥岩の境界部に粘土化した部分や鏡肌が認められた。なお、ブロック頭部~中央上

部のすべり面傾斜角は約16度であり、地表の移動ベクトルと同様な値を示す。

本地すべりの地下水は、ブロック末端部で浅くブロック頭部で深くなる。被圧地下水はA大すべり面付近でBV-1, BV-4およびBV-5孔で確認された。なお、破碎・強破碎泥岩の透水係数は概ね $10^{-3} \sim 10^{-4}$ cm/secの値を示し、透水性は比較的に高い。

## 5. 地すべり発生機構の検討

本地すべりの素因としては、①両側に直線状の沢が発達した地すべりが存在していた。②地形開析は斜面末端部と西側の沢で進行し、地すべり岩塊が移動し得る空間が開けていた。③東側の沢にはブロック外に連続するリニアメントが存在することから、地質的な弱線(断層等)の存在の可能性が高い。④調査地周辺の地層は生成年代が新しく固結度も弱く風化しやすい。⑤褶曲構造による斜面の流れ盤構造であった、と考えられる。地すべり発生の誘因は明らかに中越地震の強震動であり、その他に地震発生前の台風により日雨量が100mmを超える、斜面内の間隙水圧の上昇の可能性もあり得る。

## 6. 地すべり対策工の検討

地すべり対策工の検討の際に重要な諸現象をまとめると次のとおりとなる。①本地すべりは対岸斜面に衝突し停止した。②ブロック下部の圧縮帶は上方からの推力と対岸斜面の抵抗により著しい圧縮を受け隆起している。③地下水位は末端部において比較的浅いが地下水位勾配は緩く、上部に向かい地表面から深くなる傾向にある。④ブロック内の泥岩は全体的に破碎され、比較的に透水性は高い。⑤地表水はブロック両側壁部と末端部に存在する。⑥ブロック内では地表水は全て浸透し存在しないが、末端部から湧水として再出現し、侵食しながら河道を形成し流下する。

以上のことから、今後、ブロック末端部の

隆起帶の土砂が地表水により流出した場合に、ブロック全体の不安定化を招く事が予想される。また、移動土塊はブロック頭部～中央部で厚いため不安定な状況化にある。従って、本地すべり対策工として、抑制工である頭部排土工と押え盛土工、地表水排除を目的とした水路工、浅層地下水排除を目的とした開暗渠工・暗渠工、土砂流出防止及び盛土脚部の安定を目的とした床固工、盛土法尻保護を目的とした土留工、盛土斜面保全を目的とした植生工等が計画された。以上の地すべり対策平面図と断面図をそれぞれ図2と図3に示す。

なお、本対策工は平成18年4月から12月にかけ施工され、それと平行し実施された地下水位観測および歪観測では、地すべり性の変動は認められず、また、新たな地表変状も発生していない。

## 7. おわりに

塩谷神沢川地すべりを対象に調査・解析を実施した結果、本地すべりは既存地すべり地で再活動し、地質構造に規制されダイナミックに且つ複雑な移動現象を示した地すべりであり、また地震動により破壊された強破碎泥岩部付近がすべり面であると考えられた。さらに調査結果を基に機構解析を行い、本地すべりに対し抑制工を中心とした対策工が計画・施工された。その結果、現在、地すべりは小康状態にあると考えられる。

しかしながら、本地すべりは地震の強震動で発生した大規模な地すべりであり、現在、小康状態を保っているものの、今後どのような変動が発生するか予測がつきにくい事は否めない。今後も観測等を実施し地すべりの挙動に留意する必要があると考えられる。

最後に、本発表を許可された新潟県長岡地域振興局災害復旧部の関係者各位にはご指導・ご助言をいただきました。ここに明記し御礼申し上げます。

〈参考文献及び引用文献〉省略

# 妙見・岩盤崩壊箇所における調査及び対策工設計について

Survey and Design of prevention works for Rock failure in the Myoken area

山本一富, 高峰正俊, 中川登志彦, 安井和也 (新潟県)

横山久平, 堀川滋雄, 森山哲朗\*, 田村憲孝 (サンコーコンサルタント株式会社)

瀬戸康志, 五十嵐敏幸 (株式会社村尾技建)

キーワード : 岩盤崩壊, 地震, 地下空洞, グラウンドアンカー, 空洞充填

## 1. はじめに

平成 16 年 10 月 23 日(土)17 時 56 分に、新潟県川口町の深さ 13km を震源とする M6.8 の内陸直下型地震が発生した。この地震は、川口町で最大震度 7, 長岡市, 小千谷市など中越地方の広範囲で震度 6 を記録し、甚大な被害をもたらした。

本報告では、この地震により多発した斜面崩壊の内、長岡市妙見町（一般県道小千谷長岡線）の大規模崩壊現場において災害復旧を目的に実施した調査及び対策工について紹介する。



写真-1 被災地全景

## 2. 崩壊地の概要

### 2.1 被災状況

一般県道小千谷長岡線は国道 17 号の旧道で、信濃川右岸に沿って現在の国道 17 号小千谷バイパスに接続している路線である。

崩壊は、JR 上越線榎峠トンネルの南側坑口に近い斜面で、幅（道路延長）約 250m、長さ（奥行き）140m、厚さ（推定）30m、崩壊土量約 50 万 m<sup>3</sup>（推定）に及び、崩壊土砂は現況道路より最大で約 100m 信濃川方向へ到達した（写真-1）。この崩壊により車両 4 台が崩壊に巻き込まれ、男児 1 名がレスキュー隊により救出されたが、2 名の尊い命が犠牲となり、当該箇所はその被災規模の大きさから、中越大震災を象徴する場所となっている。



図-1 位置図

### 2.2 崩壊箇所の地質

崩壊箇所の地質は、新第三紀鮮新世の白岩層（約 300 万年前）で、砂質泥岩、泥質砂岩、凝灰質砂岩/泥岩からなる。層理面の走向・傾斜は、概ね N10E・20W で、斜面に対して流れ盤構造をなす。調査地全域では、砂質泥岩が主に分布し、新鮮部は塊状無層理で割れ目も少ない。砂質泥岩中に挟在する凝灰質砂岩は、透水性が高く、コアでは酸化褐色化し脆弱であり、すべり面を形成したものと推定される。さらに、この層は磨き砂採取のため、広範囲にわたって採掘されている。そのため空洞が存在（地震時に一部崩壊）し、地山不安定化の一因となっている。

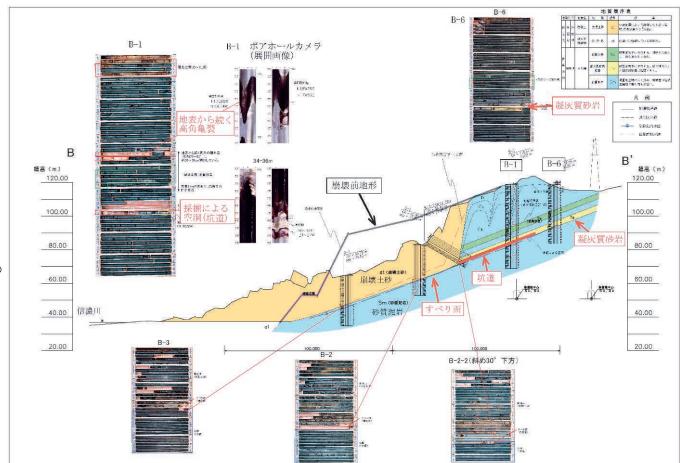


図-2 地質断面図 (B-B' 断面)

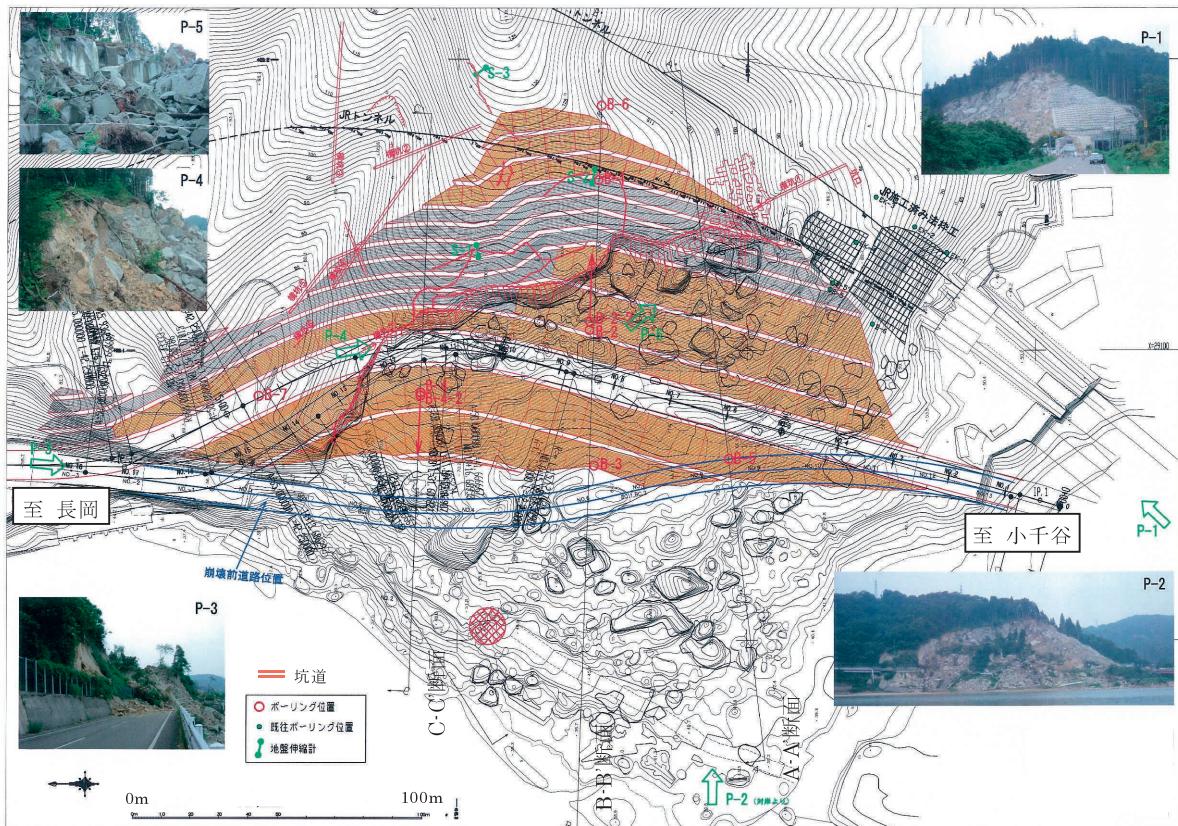


図-3 調査位置平面図

## 2.3 坑道調査

空洞の存在は、滑落崖背後のボーリング調査（B-1孔）を進めていく中で認められた（深度35m付近で高さ約1.5mの空洞）。また、調査地の斜面上には坑道が7箇所確認されている。そこで、地元住民への聞き取り調査および坑道内部の測量調査を実施した。

### (1) 聞き取り結果（地下壕としての利用状況）

- ・県道小千谷長岡線沿い（崩壊地の長岡側）の崖下周辺には、8～9箇所にわたって横穴が掘ってあり、現在でも確認される。
- ・旧制小千谷中学校の生徒が、戦時中に妙見地区に学徒動員され、洞窟掘削に従事したという記録が残されている。
- ・県道沿い（道路擁壁の裏）に大きな坑道があった。ただし、被災後は崩壊し、確認できなかつた。
- ・調査地の斜面上には坑道が7箇所確認されたが、その内、この県道沿いの大きな坑道まで通じていたものもあった。

### (2) 磨き砂採掘坑道調査結果（地下資源採掘跡）

- ・磨き砂は地層に沿って採掘されており採掘跡は、山側から川側（地層の傾斜方向）に緩いスロープとなっている。坑道の高さは概ね1～2mである（写真-2, 3）。

・全体の平面的な規模等は不明であるが斜面上の坑道1箇所については、30m程入ったところに、幅25m、高さ1.5m、奥行き30mの採掘坑道が確認できた。この採掘跡を延長するすべり面と一致する。

・磨き砂の採掘量は不明である。しかし聞き込みによると、明治時代から昭和初期にかけて採掘され、広範囲を採掘している可能性がある。坑内測量結果によると、ルーム&ピラー法（残柱方式）によって採掘されていたようである。しかし、坑内崩壊箇所から先の立ち入り不可能な部分については、ルーム&ピラーの正式な採掘法によっていたか否かは不明である。いずれも充填等は実施していないものと考えられる。また、聞き込みによれば大規模に採掘された箇所もあった可能性がある。



写真-2 坑道内部状況

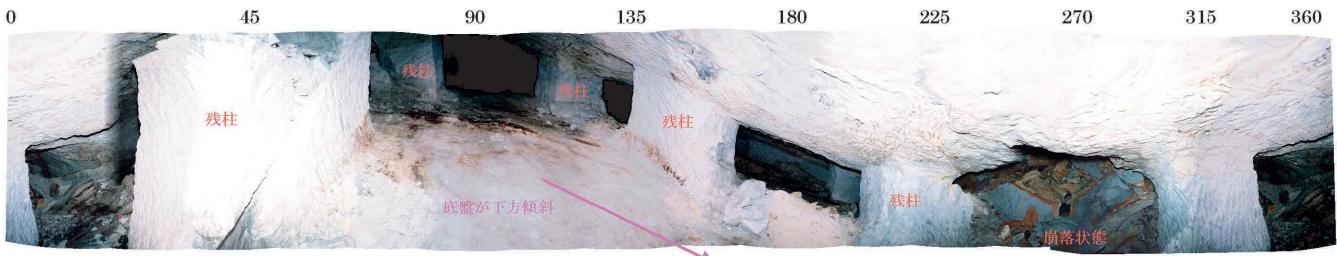


写真-3 坑道内部状況 (アンカー施工時, 握入式カメラによる撮影 : 360° )

### 3. 崩壊機構

妙見地区の崩壊地の状況を概観すると、当斜面災害は単純ではなく複雑である。

その複雑性の一つは災害形態である。層理面に沿った崩壊（流れ盤）と斜面崩壊（局所的）の両者が認められる（複合災害）。二つ目の複雑性は、災害発生の時間差の問題である。最初に層理面に沿った崩壊が発生し、遅れて滑落崖周辺の斜面崩壊が発生したものと考えられる。三つ目は、移動岩塊に、区域ごとに移動成分（水平・垂直方向）の相違が見られることである。以下、崩壊地の構造規制、発生状況および岩塊の移動量について記す。

#### (1) 崩壊地の構造規制について

ほぼ南北方向に連なる滑落崖は、NS・80W、北端の側壁は、N85E・75Sの亀裂に規制されている。また、滑落崖近辺に分布している巨岩塊の分布配列は、EW・77Nの亀裂に規制されている。

#### (2) 斜面崩壊発生状況

最初の変動は、層理面に沿った流れ盤崩壊の発生である。変動は層理面のみならず、空洞（採掘坑道）の存在にも影響されたと考えられる。変動（移動）量に差はあるにしても、崩壊末端部はほとんどが信濃川まで達している。2回目の変動は、滑落崖背面の岩盤が亀裂に規制され、1回目に発生した移動岩塊の上部に転倒・崩壊する形で発生したと考えられる。

#### (3) 岩塊の移動量について

最初に発生した層理面に沿った崩壊の移動岩塊は、全面にわたって信濃川に達している。しかし、その移動量には地点ごとに相違がある（表-1）。

表-1 各断面における岩塊移動量

| 断面線       | 水平変位量 H<br>(m) | 垂直変位量 V<br>(m) | 比率 H/V |
|-----------|----------------|----------------|--------|
| A-A' (南端) | 45             | 15             | 3.0    |
| B-B' (中央) | 70             | 21             | 3.3    |
|           | 76             | 21             | 3.6    |
| C-C' (北端) | 34             | 22             | 1.5    |
|           | 20             | 22             | 0.9    |

以上の結果を見ると、水平変位量の大きいブロックと、そうではないブロックがあり、場所によっては垂直変位量が比較的大きい箇所もある。A-A'（南端）周辺は、比較的単純に層理面に沿って移動し、ルーム&ピラーの採掘跡が全面的に分布していたとしても、大きな空洞ではなかったと考えられる。C-C'（北端）は、水平変位が比較的小さく垂直変位が大きい。平面的にはあまり大きくない地下空洞があったのではないかと考えられる。B-B'（中央）は、水平および垂直変位がともに大きく、移動岩塊が信濃川にまで大きく張り出している。この形状からすると、残柱式採掘部は単純に層理面に沿った崩壊が発生しているのに対し、大空洞があつた場所では、大きな垂直変位を伴う陥没現象を呈している部分であると想定される。

つまり、地下空洞の存否・大小が、崩壊の移動形態を左右しているものと考えられる。この様に実際の変動は、この2成分が合成された方向に形成されている。

当崩壊は、層理面と高角の亀裂系に規制された崩壊であり、隣接する横渡地区においても同様の崩壊が発生している。ただし、当地においては採掘坑道や地下壕が存在していたため、これら空洞の存在が移動形態をより複雑にしたものと考えられる。

以上より、妙見地区の斜面崩壊のメカニズムは、下記のように考えられる。

- 当地は流れ盤をなし、かつ、高角の亀裂系が発達しており、層理面（脆弱な凝灰質砂岩層を挟在）に沿った崩壊が発生しやすい条件を有している地域である。
- さらに当該地には、磨き砂の採掘坑道や防空壕跡等の空洞があった。



層理面に沿った大崩壊の発生。  
地下空洞による複雑な垂直変位の発生。  
滑落崖における2次崩壊（上部波及）の発生。

## 4. 対策工について

### 4.1 復旧ルート検討

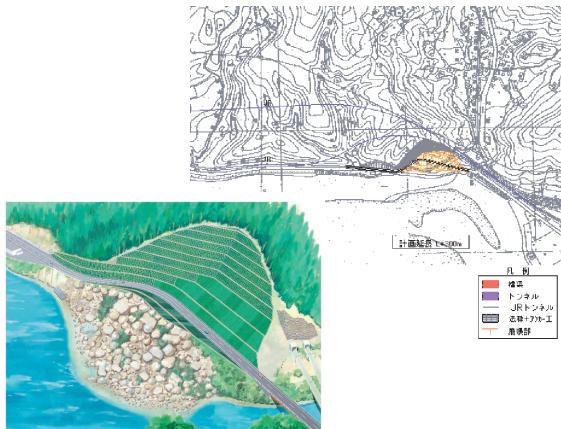
災害復旧においては、現況復旧が基本的な方針となるが、対象箇所である妙見地内は、震災の記憶を無くさないために崩壊地をそのまま保存することの是非を含めたルート比較検討を行うものとなった。

- ・ 現況道路位置での道路復旧(一部線形改良あり)  
→現道ルート復旧案
- ・ 崩壊部を山側から回避する→トンネル案
- ・ 崩壊部を川側から回避する→橋梁案

#### 現道ルート復旧案

(概算事業費 32 億円, 概算工事工程 1.5 年)

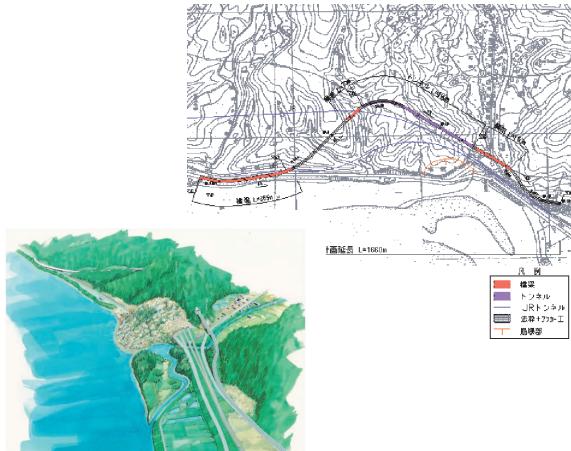
崩壊土塊の撤去(掘削)を行い、すべり面背後の潜在的なすべりに対してグラウンドアンカー工で抑止を行う案 (L=300m)。



#### トンネル案

(概算事業費 61 億円, 概算工事工程 3 年)

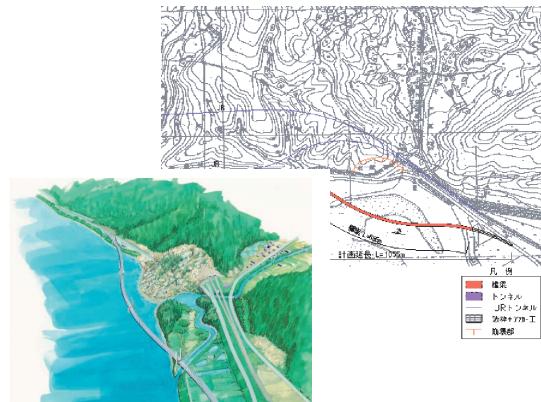
崩壊土塊の山側に回避し、既設の JR トンネルとの離隔を確保できる新規トンネルで通過する案 (L=1,690m)。



#### 橋梁案

(概算事業費 67 億円, 概算工事工程 5 年)

崩壊土塊を信濃川側に橋梁形式により回避する案 (L=1,055m)。



復旧ルートは、経済性に優れて工事工程が短いことから、現道ルート復旧案を最適案とした。

## 4.2 線形概要

現道ルート復旧案において、現道位置での道路復旧を行うと崩壊土砂上に道路を構築することとなる。崩壊土砂は脆弱で、スレーキング性に富むことから、転圧しても沈下することが懸念された。そのため、岩盤上に道路を構築できるように平面線形、縦断線形の計画を行うものとした。また、切土計画においては、崩壊頭部にある送電線、遺跡（会水城跡）に掘削が影響しないように切土勾配を安定勾配（1割）よりも立てた6分勾配を採用した。

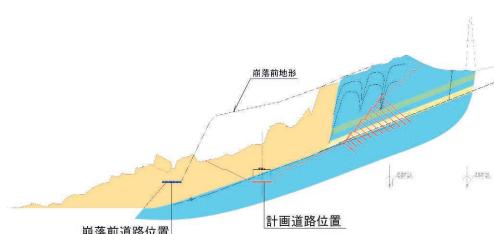
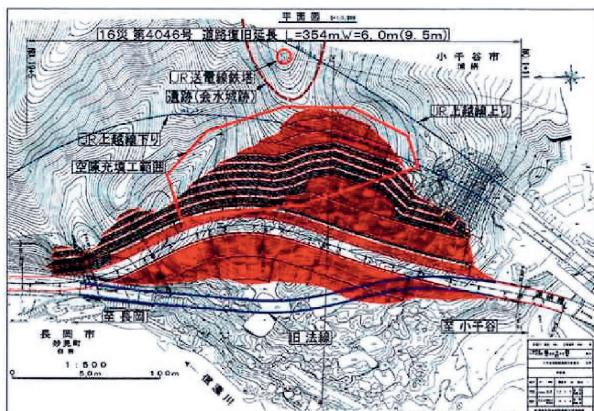


図-4 平面・横断図

#### 4.3 法面対策工

掘削後の背面地山の大部分は砂質泥岩から構成される。ただし、崩壊部のすべり面の延長線上には凝灰質砂岩の層があり、その層に沿って人為的な空洞が確認されている。道路復旧により掘削を行った後も凝灰質砂岩の層が潜在的なすべり面となるため、切土面とすべり線の間にできるくさび土塊をとめる抑止工としてグラウンドアンカー工が必要となる。

潜在的なすべり線（凝灰質砂岩）は切土法面の背後に伸びているが、対策工として過大となるないように、今後起こりうる崩壊の規模を次のように設定した。

斜面頂部では、地表踏査にて確認されている地表亀裂よりも山側とし、両サイドは地形的に沢筋までの範囲までとした。終点部（長岡側）はすべり線が道路面よりも随分深くなるため、沢筋までの範囲とした。

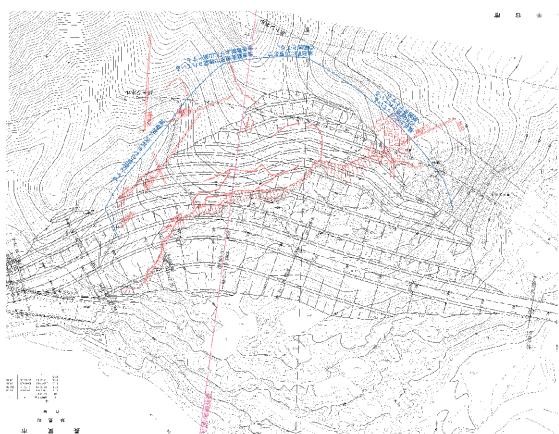


図-5 想定すべり範囲図

必要抑止力の算定は、切土法面とすべり面との間のくさび土塊が滑動する際の安全率  $F_s=1.0$  とし、計画安全率  $F_s=1.15$  とした。なお、土質定数 ( $C$ 、 $\phi$ ) は掘削後の安全率  $F_s=1.0$  となるように、試験結果を踏まえ一般的な標準値の範囲内で設定した。

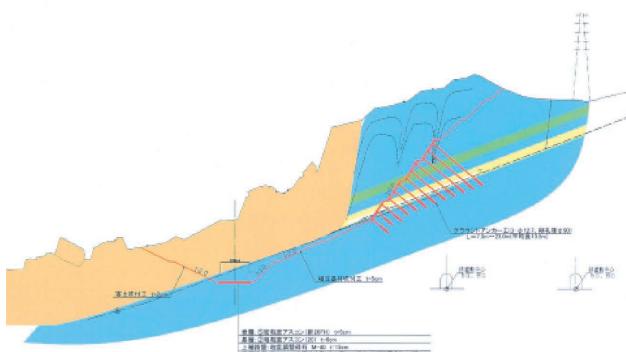


図-6 標準横断面図

#### 4.4 空洞充填

空洞体積は、約  $7,700\text{m}^3$  にも及ぶ規模の大きな空洞地帯である。法面安定対策工として、グラウンドアンカー工を行うが、アンカーの確実性を確保するため、空洞を充填する必要がある。ロータリーパーカッションによる削孔を行う際に、空洞を充填しておく必要がある。対策工の範囲としては、グラウンドアンカーの定着位置を考慮し決定した。

また、充填材としては、可塑状セメント系注入材を選定した。

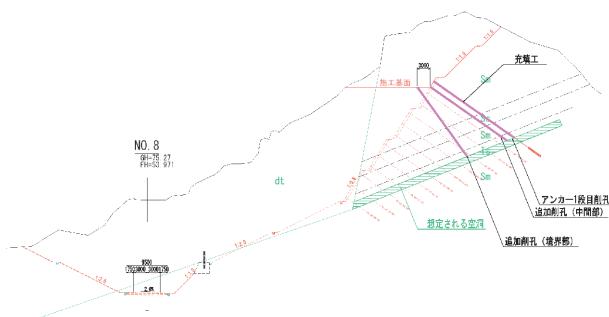


図-7 空洞対策工断面図

#### 4.5 既設 JR トンネルへの影響検討

道路復旧計画により、既設 JR トンネル上部斜面を掘削し、グラウンドアンカー工を配置することによる影響検討を行い、問題がないことを確認した。確認の手順は次のとおりである。また、施工時には、念のため、裏込注入の実施と施工中の挙動を観測した。

##### (1) 文献による検証

「既設トンネル近接施工対策マニュアル(財)鉄道総合技術研究所」に基づく検証。

- ・ トンネル上部の開削  
残存土被り  $h/H < 0.5$  であり、  
要注意範囲である。
- ・ トンネル側部の掘削  
側方土被りは 2 D 以上あり、無条件範囲で  
ある。
- ・ トンネル近傍のアンカー  
アンカーとトンネルとの離隔は 1 D 以上  
あり、無条件範囲である。

## (2) F E M 解析による検証

### ・変位

最大変位量  $0.47\text{mm} < 7\text{mm}$  (基準値)

基準値内であり OK

### ・応力

最大圧縮応力  $0.07\text{N/mm}^2 < 5\text{N/mm}^2$

基準値内であり OK

最大引張応力  $0.29\text{N/mm}^2 < 1\text{N/mm}^2$

基準値内であり OK

## 5. おわりに

復旧工事は、平成 18 年 4 月より着工され、関係各位の努力によって、平成 19 年 3 月 24 日に無事開通式を迎えた。下記に施工実績を示す。

復旧延長 :  $L=354\text{m} \quad W=6.0(9.5)\text{m}$

掘削土量 :  $V=\text{約 } 27 \text{ 万 m}^3$

アンカーワーク :  $N=826$  孔  $L=\text{約 } 18,000\text{m}$

空洞充填工 :  $V=\text{約 } 7,700\text{m}^3$

工事費 : 約 20 億円

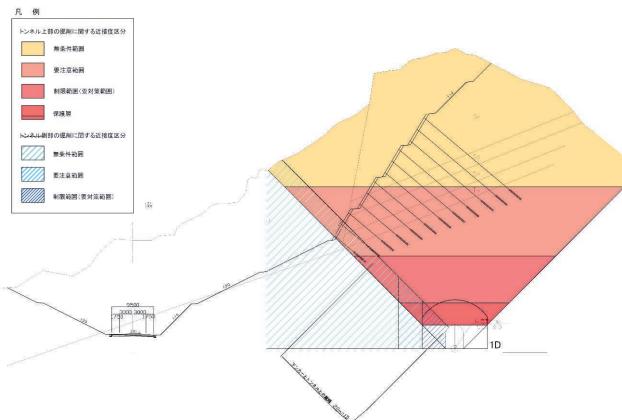


図-8 既設 JR トンネルへの影響範囲図

## 参考文献

- 高峰正俊・中川登志彦・安井和也 (2006) : 一般県道小千谷長岡線道路災害復旧について、北陸地方整備局 平成 18 年度管内事業研究会
- 山本亮 (2006) : 施工段階で対策工の変更提案を行った事例、第 9 回「斜面防災対策技術フォーラム'06」新潟、pp. 69-72
- 伊藤克己・三膳紀夫・酒井順 (2006) : 小千谷市横渡地区の岩盤地すべりについて、日本地すべり学会新潟支部 第 34 回シンポジウム 新潟県中越地震と地すべり-その 3 山間地の復興に向けて-, pp. 12-15



写真-4 復旧後全景 (平成 19 年 3 月 21 日撮影)

# 新潟県中越地震によって芋川流域で発生した土砂災害への対応

## Actions against Sediment-Related Disasters at Imogawa-River basin caused by the Mid Niigata Prefecture Earthquake in 2004

南雲 克彦（国土交通省湯沢砂防事務所）

Katsuhiko NAGUMO (Yuzawa Sabo Office, Ministry of Land, Infrastructure and Transport)

キーワード：地震、河道閉塞、恒久対策、砂防えん堤、芋川

Keywords: earthquake, landslide dam, permanent measure, sabo dam, Imogawa

### 1. はじめに

新潟県中越地震は平成16年10月23日17時56分頃に発生し、震源の深さは約13km、地震の規模を示すマグニチュードは6.8(暫定値)であった。また、東北地方から近畿地方にかけても広い範囲で震度1から震度5強の揺れを観測した。この地震の特徴として、①直下型地震であること、②強い余震が長期間継続したこと、があげられる。

この地震により、死者 67 名、重軽傷者 4,795 名、住家全壊 3,175 棟、住家半壊 13,804 棟、住家一部破損 103,767 棟などの被害が発生した（平成 18 年 9 月 22 日現在、新潟県中越大震災災害対策本部発表／新潟県 HP より引用）。また、未だ 452 世帯、1,317 人（平成 19 年 3 月 31 日現在、新潟県 HP より）の方々が応急仮設住宅に入居している。

その結果、多数の地すべり・山腹崩壊といった土砂災害が発生した（写真－1・2）。中でも芋川流域では多数の河道閉塞を生じ、河道閉塞決壊による下流への土石流災害の発生が懸念された。

土砂災害が多発した理由として、①堆積年代が新しく固結度が低い新第三紀層が広く分布している点、②地すべり地形を利用し集落や田畠（棚田）を形成している点、③錦鯉の養殖等を目的とした養鯉池が密集している点などの、この地域特有の条件があげられる。また、この地域は豪雪地帯として知られ、融雪時の土砂災害発生も懸念された。



写真一 土砂災害発生状況（山古志村桂谷地区）  
(H16年10月25日撮影)



写真二 土砂災害発生状況（山古志村油布地区）  
(H16年10月25日撮影)

### 2. 地震での土砂量

芋川流域においては、地震による崩壊が 1,419 箇所、約 148 万  $m^2$  が確認され、その後の融雪で崩壊箇所が 2,251 箇所、約 179 万  $m^2$  と新規崩壊および拡大崩壊が確認された。地すべりについても 75 箇所、約 152 万  $m^2$  が確認されたほか、河道閉塞が地震直後に 55 箇所、その後の融雪により 3 箇所増加し、58 箇所となった。また、崩壊土砂量は、約 473 万  $m^3$ 、地すべり土塊量は、

約2,525万m<sup>3</sup>と大量の土砂量が計測された。

これらの土砂については、芋川本川および各支川への流出が確認され、その土砂量は約950万m<sup>3</sup>となり、魚野川本川への流出土砂量も約42万m<sup>3</sup>と推定された。

### 3. 緊急対策・応急対策の実施

#### 3. 1 緊急対策

芋川本川で発生した河道閉塞箇所のうち、大規模な湛水が発生した寺野地区および東竹沢地区について緊急対策として、①湛水域の水位上昇抑制（排水ポンプ等）、②警戒避難体制の整備

（ワイヤーセンサー、サイレン等）を実施した。また、緊急的な対応として、楨木地区、十二平地区の河道閉塞掘削等を実施した。

#### 3. 2 応急対策

応急対策として仮排水路の設置を実施し、融雪期および出水期の流水の安全な流下を図ることとし、寺野地区については平成16年12月に完成、東竹沢地区については平成17年2月に完成した。

平成17年の融雪期および6月の豪雨時には、寺野地区では、最大日雨量278mm（6月28日）、東竹沢地区では、最大日雨量239mm（6月28日）の雨量を記録しほぼ既往最大雨量を観測したが、応急対策で施工した仮排水路については、支障なく安全に洪水を流下させることができた。

### 4. 恒久対策の実施

#### 4. 1 砂防事業の目的

砂防事業の目的として、「地域の復興計画と整合を図りつつ、芋川に形成された河道閉塞に対する恒久的な対策と併せて、芋川流域の大量の生産土砂量に見合う適切な砂防計画を策定し、今後予想される土砂流出に対する、芋川流域内および下流域の安全を確保する。」こととし、地域の復興支援も考慮し砂防構造物等による土砂災害対策を実施する。

#### 4. 1. 1 砂防構造物の設置

芋川流域の崩壊地の分布状況、保全対象であ

る集落の位置、復興の要となる県道等の位置を総合的に勘案し、優先順位の高い箇所から順次着手することとし、11地区での工事を実施することとした（図-1）。

#### 4. 1. 2 構造物タイプ

芋川本川での基幹えん堤については、コンクリート重力式を基本とし、地質条件、工期短縮、現場内から発生する建設残土の有効利用を考慮し、砂防ソイルセメント、鋼製セルえん堤等の利用を検討に加え、道路復旧に大きく支障を与えないよう流域外からの資機材の搬入又は土砂運搬に考慮し選定することとした（表-1）。



図-1 芋川流域工事実施箇所図  
(下之沢地区については地すべり対策)

表-1 芋川流域内の砂防設備構造一覧表

| 地区名   | 所在地      | 施設名        | 施設構造                            |
|-------|----------|------------|---------------------------------|
| 寺野地区  | 長岡市 寺野   | 寺野3号砂防えん堤  | 鋼製枠えん堤                          |
|       |          | 寺野2号砂防えん堤  | 鋼製枠えん堤                          |
|       |          | 寺野1号砂防えん堤  | 重力式コンクリートえん堤                    |
| 南平地区  | 長岡市 南平   | 南平砂防えん堤    | 不透過型鋼矢板セルえん堤                    |
| 楨木地区  | 長岡市 楠木   | 楨木砂防えん堤    | 重力式コンクリートえん堤                    |
| 西願寺地区 | 長岡市 楠木   | 西願寺砂防えん堤   | ダブルウォールえん堤                      |
| 東川地区  | 長岡市 大久保  | 東川砂防えん堤    | ブロック積えん堤                        |
| 冷子沢地区 | 長岡市 木籠   | 冷子沢砂防えん堤   | ダブルウォールえん堤                      |
| 東竹沢地区 | 長岡市 東竹沢  | 東竹沢2号砂防えん堤 | インセムSB工法(越流部)<br>INSEMえん堤(非越流部) |
|       |          | 東竹沢1号砂防えん堤 | 重力式コンクリートえん堤                    |
| 十二平地区 | 小千谷市 十二平 | 十二平砂防えん堤   | 重力式コンクリートえん堤                    |
| 神沢地区  | 長岡市 梶金   | 神沢砂防えん堤    | 不透過型鋼矢板セルえん堤                    |
| 塩谷地区  | 川口町 木沢   | 塩谷砂防えん堤    | ブロック積えん堤                        |
| 竜光地区  | 魚沼市 竜光   | 竜光遊砂地      |                                 |

#### 4. 1. 3 地震直後の軟弱地盤対策

地震直後、河川沿いに崩壊土砂が多数発生したため、流出防止のためのえん堤位置については大規模な崩壊土砂の直下としたが、基礎地盤としては地震による崩壊土砂上に設置することとなり基礎処理等が必要となった。

#### 4. 1. 4 砂防ソイルセメントの検討

芋川流域における砂防工事では、施工工期の短縮、工事に伴う大量の現地発生土の処分方法、建設資材の確保などが重要課題である。このような背景を踏まえ、現地発生土を有効に利用するため砂防ソイルセメントの採用を試みた。現地発生土は、新第三紀層を起源とするもので0.2～0.3mm以上の粒径の土砂は10%以下と少なく、0.005～0.25mmの含有量が非常に多い。また、コンクリートの強度発現に影響を及ぼすといわれる0.75mm以下の含有量が65%と非常に多く土質工学的には、『細粒土』に分類される（図-2・3）。

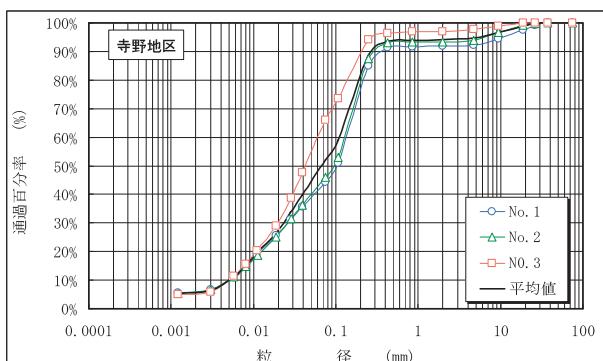


図-2 現地発生土の粒度分布（寺野地区）

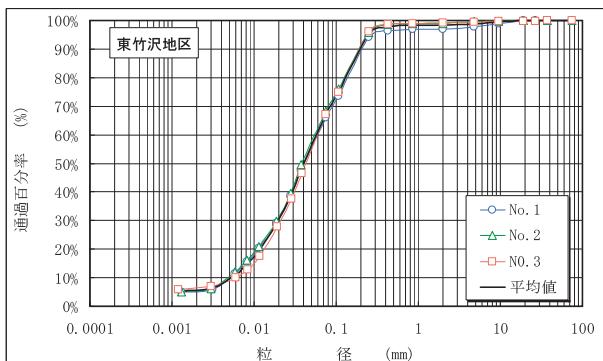


図-3 現地発生土の粒度分布（東竹沢地区）

こうした現地発生土を使用し、INSEM工法とISM工法について配合試験と圧縮強度試験を実施した。また、現地発生土にクラッシャーランを加え、粒度調整を行った材料についても試験を行い、試験結果について比較を実施した（表-2・3）。

表-2 試験配合と圧縮強度結果 ( $\sigma_{28}$ )  
(INSEM工法)

| No | 単位セメント量<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 単位加水量<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 碎石添加量<br>(%) | 圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> ) |      |
|----|---------------------------------|-------------------------------|--------------|--------------------------|------|
|    |                                 |                               |              | 東竹沢                      | 寺野   |
| 1  | 100                             | 0                             | 0            | 0.61                     | 0.37 |
| 2  | 200                             | 0                             | 0            | 1.22                     | 0.87 |
| 3  | 100                             | 25                            | 0            | 0.67                     | 0.22 |
| 4  | 200                             | 50                            | 0            | 2.34                     | 0.61 |
| 5  |                                 | 0                             | 25           | 1.37                     | 0.32 |
| 6  |                                 | 12.5<br>(25)*                 |              | 1.65                     | 1.12 |
| 7  |                                 | 25<br>(50)*                   |              | 1.53                     | 0.48 |
| 8  |                                 | 0                             | 50           | 1.7                      | 1.77 |
| 9  |                                 | 12.5<br>(25)*                 |              | 3.28                     | 1.36 |
| 10 |                                 | 25<br>(50)*                   |              | 4.02                     | 1.12 |
| 11 |                                 | 0                             | 25           | 2.3                      | 1.28 |
| 12 |                                 | 25<br>(50)*                   |              | 3.34                     | 1.94 |
| 13 |                                 | 50<br>(100)*                  |              | 3.49                     | 1.27 |
| 14 |                                 | 0                             | 50           | 2.55                     | 2.23 |
| 15 |                                 | 25<br>(50)*                   |              | 5.75                     | 3.99 |
| 16 |                                 | 50<br>(100)*                  |              | 7.32                     | 3.44 |

\* ; ( ) なしは寺野地区の現地発生土に対する加水量  
( ) 内は東竹沢地区の現地発生土に対する加水量

表-3 試験配合と圧縮強度結果 ( $\sigma_{28}$ )  
(ISM工法)

| No | 単位セメント量<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 単位加水量<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 碎石添加量<br>(kg/m <sup>3</sup> ) | 圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> ) |      |
|----|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|------|
|    |                                 |                               |                               | 東竹沢                      | 寺野   |
| 1  | 200                             | 515                           | 0                             | 3.04                     | 1.51 |
| 2  | 250                             | 504                           |                               | 3.95                     | 2.15 |
| 3  | 300                             | 494                           |                               | 4.73                     | 3.29 |
| 4  | 350                             | 491                           | 6                             | 6                        | 3.65 |
| 5  |                                 | 462                           |                               | 5.46                     | 2.98 |
| 6  |                                 | 396                           |                               | 7.58                     | 3.71 |
| 7  |                                 | 454                           | 300                           | 6.95                     | 4.55 |
| 8  |                                 | 388                           |                               | 9.24                     | 5.46 |

#### 5. 砂防工事の実施状況

##### 5. 1 寺野地区

寺野地区では、幅230m、長さ360m、移動土塊約100万m<sup>3</sup>の地すべりが発生し、芋川本川の河道を閉塞した。現在の地盤の高さは元河床

から約30mの高さとなり、この土塊が決壊すると下流に大きな被害が発生する恐れがあることから砂防えん堤3基で流出防止を図ることとした。えん堤位置について大規模な崩壊土砂の直下としたため基礎地盤として平均N値が6程度と低く軟弱地盤対策として基礎処理の検討が必要となり砂防ソイルセメントで配合試験、圧縮強度試験の結果及び日作業量等の結果ISM工法を採用し2号えん堤及び3号えん堤の基礎盛土を実施した(図-4)。

また、地すべり頭部については、地すべりの安定を図るために頭部排土と、法枠工による法面対策工事を実施し、法面対策工事については、

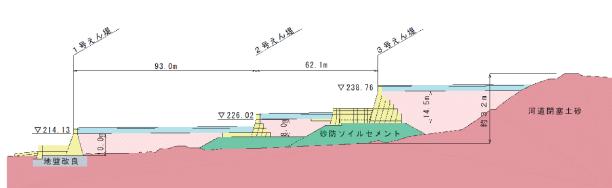


図-4 寺野地区断面図



写真-3 寺野地区地すべり地着手前(H17.5.12撮影)



写真-4 寺野地区地すべり地完成(H18.12.20撮影)

平成18年11月末に完成、砂防えん堤については平成18年12月末に概成することができた(写真-3～6)。



写真-5 寺野第2号・第3号えん堤を左岸より望む  
(H18.12.20撮影)



写真-6 寺野第1号・第2号えん堤を下流より望む  
(H18.12.20撮影)

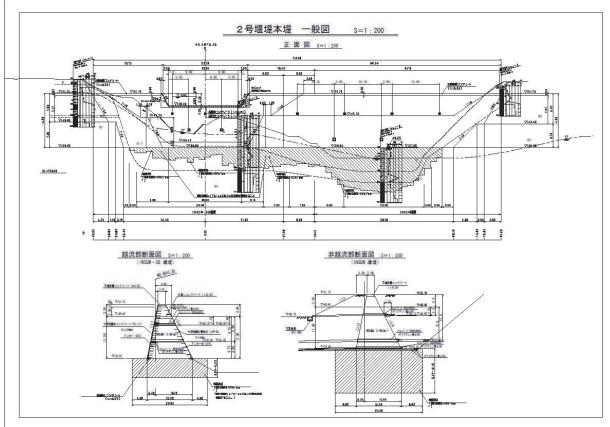
## 5. 2 東竹沢地区

東竹沢地区では、幅295m、長さ350m、移動土塊約130万m<sup>3</sup>の地すべりが発生し、芋川本川の河道を閉塞した。現在の地盤の高さは元河床から約30mの高さとなり、寺野地区と同様にこの土塊が決壊すると下流に大きな被害が発生する恐れがあることから砂防えん堤2基で流出防止を図ることとした。地震直後、元河川が約3m程度埋まり軟弱な状況となっているものの、地すべり土塊の流出防止のため、えん堤位置については崩壊土砂の直下とし、基礎地盤として平均N値が5程度と低いため、寺野地区と同様に基礎処理の検討が必要となった。なお、改良深が6.0～11.0m程度であり、日作業量短縮等よ

り中層混合処理工法の柱状改良工法を採用し、2号えん堤の基礎処理を実施した。

えん堤構造は、東竹沢地区の法面工事で発生する建設残土を利用するINSEM-SB工法（越流部）、INSEMえん堤（非越流部）構造となってい（図－5）。

また、斜面頭部に落ち残りの不安定な土塊が存在していることからこれらの土砂を排土し、



図－5 東竹沢第2号えん堤構造図



写真－7 東竹沢地区恒久対策着手前(H16.5.12撮影)



写真－8 東竹沢地区恒久対策完成(H18.12.28撮影)

植生基材吹付による法面対策工事を実施し、法面対策については平成18年11月末に完成、砂防えん堤については平成18年12月末に概成することができた（写真－7・8）。

### 5. 3 楠木地区

楠木地区では、幅440m、長さ200m、移動土塊約88万m<sup>3</sup>の地すべりが発生し、芋川本川の河道を閉塞して、容易に下流へと流出する恐れがあることから砂防えん堤と、溪流保全工により流出防止することとした。また、地すべり対策としては新潟県で地下水排除工、法枠工・アンカーワークを中心とする抑止工で地すべりの安定化を実施している。楠木地区の下流区間については平成18年12月末に概成することができた（写真－9）。



写真－9 楠木地区恒久対策概成(H18.12撮影)

### 5. 4 神沢川地区

神沢川地区では、上流域に二丁野、塩谷神沢川、下之沢等の大規模な地すべり地を抱えているほか、神沢川沿いの溪岸崩壊が多数発生しており、大量の不安定土砂が存在する支川である。えん堤予定位置の基礎地盤が軟弱なこと、東竹沢地区から大量の建設残土が発生することから、その土砂の有効利用及びコスト縮減の検討を行った結果、不透過型鋼製矢板セル型えん堤を採用・施工を実施し、平成18年12月に完成することができた（写真－10）。



写真-10 神沢川地区恒久対策完成 (H18. 12撮影)

## 5. 5 西願寺川地区

西願寺川地区は、樺木地区を保全対象とする土石流危険渓流で、えん堤計画地点の上流には、地震での崩壊による河道閉塞で湛水池ができる溪流である。えん堤予定位置の基礎地盤が軟弱なことと、えん堤施工にあたり主要幹線道路及びえん堤予定地までの市道等の復旧工事と平行しての施工であること、コンクリートの主要資機材の搬入に支障があることから、ダブルウォール構造のえん堤を施工し、平成 18 年 12 月に完成することができた（写真-11）。



写真-11 西願寺川地区恒久対策完成 (H18. 12撮影)

## 5. 6 その他地区

東川地区で施工した異形ブロック積砂防えん堤は、平成 18 年 8 月に完成させることができた。また、その他の地区的砂防工事については平成 18 年 12 月に工事完成となった。

## 6. 地域への工事進捗状況の発信

工事施工中については、避難指示がでたままの集落があり、砂防工事の進捗など帰村に当たって重要な事項であるにも係わらず日々進捗状況を知ることができないため、「芋川砂防かわら版」を配布し、工事の進捗状況などを配信してきた。



## 7. おわりに

平成 19 年 4 月より、それまで発令されていた避難勧告が全面解除された。しかしながら芋川では、平成 16 年度の災害関連緊急事業での緊急対応箇所が完成したに過ぎず、地域の復興に合わせた砂防事業についてはこれからといった状況であり、新潟県及び長岡市が作成する復興計画と整合を図りつつ「安全で安心できるふるさと」をめざして砂防事業を進めていく必要がある。工事の実施にあたった各業者は、平成 17 年の融雪期および 6 月の豪雨時には、東竹沢地区では、最大日雨量 239mm（6 月 28 日）の雨量を記録し、ほぼ既往最大雨量を観測する中で工事を進め、平成 17 年から 18 年にかけての冬は 12 月初旬からの大雪のため 5 月まで積雪のため工事を実施することができず、実質 1 年で各工事を実施した状況にあった。地域の早期復興を願いご尽力いただいた工事関係者並びに様々な協議調整やご支援いただいた関係者の皆様に感謝申し上げます。

**表紙写真**

長岡市妙見町の岩盤崩壊箇所の復旧状況

**新潟県中越地震と地すべり  
－その5 順調に進む被災地の地すべり対策－**

2007.5

---

編集発行 (社)日本地すべり学会新潟支部

予稿集 野崎 保・佐藤壽則・田村 尚  
編集委員 (ABC順)

印 刷 株式会社 文 久 堂

---

(社)日本地すべり学会新潟支部のホームページ  
URL <http://www.landslide-niigata.org>

# 社団法人 新潟県地質調査業協会 会員名簿

事務局 〒950-8051 新潟市中央区新島町通1ノ町1977番地2  
TEL (025) 225-8360 FAX (025) 225-8361

## 会 員

25社 (H19.4.1現在)

| 会 社 名                        | 代 表 者  | 所 在 地                          | 電 話 番 号        | F A X 番 号      |
|------------------------------|--------|--------------------------------|----------------|----------------|
| 旭 調 査 設 計 (株)                | 仲林 進   | 〒950-0908<br>新潟市中央区幸西 1-1-11   | (025) 245-8345 | (025) 245-8349 |
| 応 用 地 質 (株)<br>東京本社 新潟支店     | 中川 渉   | 〒950-0864<br>新潟市東区紫竹 7-27-35   | (025) 274-5656 | (025) 271-6765 |
| 開 発 技 建 (株)                  | 花市 順悟  | 〒951-8153<br>新潟市中央区文京町 22-21   | (025) 265-2261 | (025) 267-8912 |
| 川 崎 地 質 (株)<br>北 陸 支 店       | 川太 誠   | 〒950-0914<br>新潟市中央区紫竹山 5-7-5   | (025) 241-6294 | (025) 241-6226 |
| (株) キ タ ツ ク                  | 中山 輝也  | 〒950-0965<br>新潟市中央区新光町 10-2    | (025) 281-1111 | (025) 281-0001 |
| 基礎地盤コンサルタント(株)<br>北 陸 支 店    | 久保田 耕司 | 〒950-0925<br>新潟市中央区弁天橋通 1-2-34 | (025) 257-1888 | (025) 257-1880 |
| (株) 興 和                      | 島原 利昭  | 〒950-8565<br>新潟市中央区新光町 6-1     | (025) 281-8811 | (025) 281-8833 |
| 国 土 防 災 技 術 (株)<br>新 潟 支 店   | 齊藤 彰朗  | 〒950-2042<br>新潟市西区坂井 1035-1    | (025) 260-2245 | (025) 260-7522 |
| 三 祐 (株)<br>新 潟 支 店           | 佐藤 豊一  | 〒950-0992<br>新潟市中央区上所上 1-16-8  | (025) 285-0301 | (025) 285-0302 |
| サンコーコンサルタント(株)<br>北 陸 支 店    | 川本 和秀  | 〒950-2055<br>新潟市西区寺尾上 4-4-15   | (025) 260-3141 | (025) 268-4950 |
| (株) 新 協 地 質                  | 篠崎 寿一  | 〒950-0864<br>新潟市東区紫竹 4-13-1    | (025) 244-7866 | (025) 244-1673 |
| (株) 新研基礎コンサルタント              | 坂本 裕   | 〒950-0922<br>新潟市江南区山二ツ 309-1   | (025) 286-7188 | (025) 287-0096 |
| (株) 大東設計コンサルタント<br>新 潟 支 店   | 阿久津 弘志 | 〒950-0086<br>新潟市中央区花園 2-1-16   | (025) 246-1320 | (025) 247-3740 |
| (株) ダイヤコンサルタント<br>北 陸 支 社    | 佐藤 成美  | 〒950-2015<br>新潟市西区浦山 4-1-24    | (025) 234-2110 | (025) 234-2111 |
| 中 央 開 発 (株)<br>北 陸 支 店       | 福田 健一  | 〒950-0982<br>新潟市中央区堀之内南 3-1-21 | (025) 283-0211 | (025) 283-0212 |
| 利 根 コンサルタント(株)<br>新 潟 支 店    | 小林 正行  | 〒950-0912<br>新潟市中央区南笙口 1-1-38  | (025) 249-2137 | (025) 249-2136 |
| 東 邦 地 水 (株)<br>新 潟 支 社       | 平岩 政俊  | 〒940-0082<br>長岡市千歳 1-3-37      | (0258) 33-2846 | (0258) 33-2863 |
| (株) 東京ソイルリサーチ<br>新 潟 営 業 所   | 前田 建實  | 〒950-0014<br>新潟市東区松崎 1-16-37   | (025) 272-1612 | (025) 272-1613 |
| (株) 日 さ く<br>北 信 越 支 社       | 齊藤 茂   | 〒950-0891<br>新潟市東区上木戸 1-10-1   | (025) 273-6301 | (025) 271-1110 |
| 日 特 建 設 (株)<br>北 陸 支 店       | 按田 純輝  | 〒950-0864<br>新潟市東区紫竹 5-26-1    | (025) 241-2234 | (025) 241-2229 |
| 日 本 基 礎 技 術 (株)<br>新 潟 営 業 所 | 粕谷 英博  | 〒950-0892<br>新潟市東区寺山 3-6-18    | (025) 271-6311 | (025) 271-7778 |
| 日 本 物 理 探 鑽 (株)<br>北 陸 支 店   | 宮崎 紳司  | 〒950-0983<br>新潟市中央区神道寺 3-10-37 | (025) 241-2960 | (025) 241-2959 |
| 北 陸 鹽 泉 (株)                  | 川嶋 直樹  | 〒950-0901<br>新潟市中央区弁天 1-1-15   | (025) 244-5222 | (025) 244-5223 |
| (株) 村 尾 技 建                  | 村尾 建治  | 〒950-0948<br>新潟市中央区女池南 2-4-17  | (025) 284-6100 | (025) 283-0368 |
| 明 治 コンサルタント(株)<br>北 陸 支 店    | 小林 月沖  | 〒950-2002<br>新潟市西区青山 1-1-22    | (025) 265-1122 | (025) 265-1126 |

## 贊 助 会 員

1社 (H19.4.1現在)

|                     |       |                               |                |                |
|---------------------|-------|-------------------------------|----------------|----------------|
| ジ オ テ ク サ ー ビ ス (株) | 佐 藤 朗 | 〒950-0951<br>新潟市中央区鳥屋野 4-7-22 | (025) 282-3246 | (025) 284-0144 |
|---------------------|-------|-------------------------------|----------------|----------------|

# 社団法人 斜面防災対策技術協会 新潟県支部 会員名簿

事務局 〒950-8565 新潟市中央区新光町6-1 興和ビル8F  
TEL (025) 281-1510 FAX (025) 281-1507

## 正会員

27社 (H19.4.1現在)

| 会社名                  | 代表者    | 所在地                              | 電話番号           | FAX番号          |
|----------------------|--------|----------------------------------|----------------|----------------|
| (株) アドヴァンス           | 玉田 孝雄  | 〒950-0912<br>新潟市中央区南笹口 1-12-12   | (025) 244-4131 | (025) 244-5251 |
| (株) アルゴス             | 古川 征夫  | 〒944-0009<br>妙高市東陽町 1-1          | (0255) 72-3448 | (0255) 72-9426 |
| 岡田土建工業(株)            | 岡田 巍   | 〒944-0047<br>妙高市白山町 2-11-6       | (0255) 72-3231 | (0255) 72-9663 |
| 川崎地質(株)<br>北陸支店      | 川太 誠   | 〒950-0914<br>新潟市中央区紫竹山 5-7-5     | (025) 241-6294 | (025) 241-6226 |
| (株) キタツク             | 中山 輝也  | 〒950-0965<br>新潟市中央区新光町 10-2      | (025) 281-1111 | (025) 281-0001 |
| グリーン産業(株)            | 荒川 義信  | 〒950-0983<br>新潟市中央区神道寺 2-2-10    | (025) 242-2711 | (025) 242-2700 |
| (株) グリーン・アート         | 五十嵐 興吉 | 〒940-0083<br>長岡市宮原 1-2-5         | (0258) 33-9115 | (0258) 33-9116 |
| (株) 興和               | 島原 利昭  | 〒950-8565<br>新潟市中央区新光町 6-1       | (025) 281-8811 | (025) 281-8833 |
| 国土防災技術(株)<br>新潟支店    | 齊藤 彰朗  | 〒950-2042<br>新潟市西区坂井 1035-1      | (025) 260-2245 | (025) 260-7522 |
| (株) 新協地質             | 篠崎 寿一  | 〒950-0864<br>新潟市東区紫竹 4-13-1      | (025) 244-7866 | (025) 244-1673 |
| (株) ダイチ              | 細野 千代喜 | 〒957-0017<br>新発田市新富町 3-9-2       | (0254) 24-1612 | (0254) 26-5453 |
| 大陽開発(株)              | 荒木 一   | 〒942-0315<br>上越市浦川原区横川 406       | (025) 599-2336 | (025) 599-2339 |
| (株) 高橋組              | 高橋 伸幸  | 〒942-1431<br>十日町市松之山湯本 1380-1    | (0255) 96-3125 | (0255) 96-3150 |
| 中央開発(株)<br>北陸支店      | 福田 健一  | 〒950-0982<br>新潟市中央区堀之内南 3-1-21   | (025) 283-0211 | (025) 283-0212 |
| 中部川崎(株)              | 山崎 昭夫  | 〒950-0961<br>新潟市中央区東出来島 1-15     | (025) 285-6441 | (025) 285-6443 |
| 東邦地下工機(株)<br>新潟営業所   | 河内 弘志  | 〒950-0948<br>新潟市中央区女池南 1-6-5-101 | (025) 284-5164 | (025) 284-5168 |
| 利根コンサルタント(株)<br>新潟支店 | 小林 正之  | 〒950-0912<br>新潟市中央区南笹口 1-1-38    | (025) 249-2137 | (025) 249-2136 |
| (株) 日さく<br>北信越支社     | 齊藤 茂   | 〒950-0891<br>新潟市東区上木戸 1-10-1     | (025) 273-6301 | (025) 271-1110 |
| 日特建設(株)<br>北陸支店      | 按田 純輝  | 〒950-0864<br>新潟市東区紫竹 5-26-1      | (025) 241-2234 | (025) 241-2229 |
| 日本工営(株)<br>新潟支店      | 山田 伸次  | 〒950-0962<br>新潟市中央区出来島 1-11-28   | (025) 280-1701 | (025) 283-0898 |
| (株) 野本組              | 野本 孝利  | 〒944-0016<br>妙高市美守 1-13-10       | (0255) 72-3194 | (0255) 73-7523 |
| (株) プロテックエンジニアリング    | 野村 利充  | 〒950-0973<br>新潟市中央区上近江 4-2-20    | (025) 280-9981 | (025) 280-9982 |
| 緑物産(株)               | 森末 直晴  | 〒950-2004<br>新潟市西区平島 1-13-6      | (025) 267-7700 | (025) 233-6500 |
| (株) 村尾技建             | 村尾 建治  | 〒950-0948<br>新潟市中央区女池南 2-4-17    | (025) 284-6100 | (025) 283-0368 |
| 明治コンサルタント(株)<br>北陸支店 | 小林 月沖  | 〒950-2002<br>新潟市西区青山 1-1-22      | (025) 265-1122 | (025) 265-1126 |
| (株) 山崎建設             | 山崎 健吾  | 〒944-0009<br>妙高市東陽町 2-20         | (0255) 72-3129 | (0255) 72-1196 |
| ライト工業(株)<br>北陸支店     | 小林 俊雄  | 〒950-0901<br>新潟市中央区弁天 3-3-19     | (025) 247-8251 | (025) 247-8254 |

## 支部会員

9社 (H19.4.1現在)

|          |       |                            |                |                |
|----------|-------|----------------------------|----------------|----------------|
| (株) 笠原建設 | 鈴木 秀城 | 〒949-1352<br>糸魚川市能生 1155-6 | (0255) 66-3181 | (0255) 66-4852 |
| 共榮建設(株)  | 本田 秀春 | 〒940-0213<br>長岡市柄尾山田町 1-10 | (0258) 52-2076 | (0258) 52-3163 |

|          |        |                             |               |               |
|----------|--------|-----------------------------|---------------|---------------|
| 久保田建設(株) | 久保田 洋子 | 〒943-0132<br>上越市大字辰尾新田 1    | (025)524-4510 | (025)522-7780 |
| (株)小林組   | 五十嵐 敏  | 〒940-0133<br>長岡市巻渕 3-3-12   | (0258)52-2418 | (0258)52-1335 |
| (株)後藤組   | 後藤 幸洋  | 〒941-0064<br>糸魚川市大字上刈 6-1-8 | (0255)52-5820 | (0255)52-2855 |
| 新越開発(株)  | 穴澤 雅光  | 〒946-0107<br>魚沼市下田 351-32   | (025)799-3232 | (025)799-2118 |
| (株)武江組   | 太田 昭治  | 〒942-0305<br>上越市浦川原区虫川 1675 | (025)599-2111 | (025)599-2222 |
| (株)保坂組   | 閔 彰    | 〒944-0083<br>妙高市大字上四ツ屋 274  | (0255)72-4121 | (0255)72-9205 |
| 町田建設(株)  | 町田 誠   | 〒949-6407<br>南魚沼市島新田 374    | (025)782-1181 | (025)782-2241 |