

第34回シンポジウム
2006. 5. 19

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—



◇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支部

~~~~~ 目 次 ~~~~~

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| (社) 日本地すべり学会新潟支部第34回シンポジウム開催に当って .....      | 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>                                      |    |
| 中越地震による地すべりの主なタイプと代表例ーその予測は可能かー .....       | 2  |
| (財) 深田地質研究所 大八木 規夫                          |    |
| 地震で発生した地すべり災害ー小千谷市逃入地すべりの事例ー .....          | 8  |
| (株) 興和 廣橋 典明                                |    |
| 小千谷市横渡地区の岩盤地すべりについて .....                   | 12 |
| (株) キタック 伊藤 克己・三膳 紀夫・酒井 順                   |    |
| 新潟県中越地震における地すべりの発生機構の検討ー塩谷神沢川地すべりを例にー ..... | 16 |
| (独) 雪崩・地すべり研究センター ハスバートル・花岡 正明              |    |
| 新潟県土木部砂防課 野沢 英之助                            |    |
| 三菱マテリアル資源開発(株) 百瀬 敦                         |    |
| 斜面崩壊災害現場における変位監視装置の開発検討 .....               | 22 |
| 国土交通省北陸地方整備局北陸技術事務所 吉崎 皇淑                   |    |
| 動態観測網がとらえた地震時の地すべり地の挙動(第二報) .....           | 28 |
| 川崎地質(株) 佐藤 次生・川太 誠                          |    |
| 新潟県中越地震で発生した釜沢地すべりについて .....                | 32 |
| (株) 村尾技建 渡部 俊・長谷川 和弘・真島 清                   |    |

## (社) 日本地すべり学会新潟支部第 34 回シンポジウム開催に当って

中越地震が発生して1年半になりました。被災地では安心・安全な地域の復興が強く望まれているところです。昨年度の地すべり学会新潟支部 33 回シンポジウムでは、中越地震で発生した地すべりの実態把握と発生メカニズムの検証が重要であるとの認識から「新潟県中越地震と地すべり」をテーマとし討議がなされ、さらに秋の現地検討会では「新潟県中越地震と地すべりーその2」として現地踏査をふまえ研究討議が行われました。中越地震を誘因とした地すべり災害の特徴と地すべりの発生メカニズムに関わる貴重な所見が得られました。

本年度、第 34 回地すべりシンポジウムは、「新潟県中越地震と地すべりーその3ー山間地の復興に向けて」をテーマとして開催することになりました。一昨年 10 月 23 日の川口町を震源とするマグニチュード 6.8 の中越地震では、新潟県中越全域に甚大な被害をもたらしました。特に中越地域の中山間地域における未曾有の地すべり災害は土地基盤の不安定化をもたらし住民の生活基盤を奪いました。また、本地域は全国有数の豪雪地域であって積雪・融雪による地すべりの再発や二次災害の危険が懸念されます。このような状況下での地域の復興にあたっては、まずは安全・安心な土地基盤の整備にかかっています。

本年度のシンポジウムは、継続して行われてきた地すべり調査と動態観測の蓄積された結果からより詳細な中越地震による地すべりの実態把握、発生機構の検証、復旧対策工の検討、動態観測システムの開発、地すべりの発生予測等について検討を行う予定であります。地すべりの研究、調査、対策に携わる多くの方々、地域の方々の参加を得て活発な討議が行われ、本地震地すべりの特性を明らかにし、被災地に適合した地すべり防止対策と監視システムの構築へとつづくことを期待します。そして、この成果が中越地震被災地域の復興の礎に幾分なりとも寄与できることを願っております。

(社) 日本地すべり学会新潟支部

支部長 早川嘉一

# 中越地震による地すべりの主なタイプと代表例 —その予測は可能か—

Landslide types and their examples by the 2004 Niigataken-Chuetsu earthquake

- Can we predict those landslide-sites? -

大八木規夫 (財団法人深田地質研究所)

Norio OYAGI (Fukada Geol. Inst.)

キーワード: 地すべりのタイプ, 地すべり構造, 地質構造, 中越地震, 空中写真判読, 発生場予測

Keywords: type of landslides, landslide structure, geological structure, Chuetsu earthquake, air-photograph interpretation, site prediction

## 1 はじめに

2004年新潟県中越地震(以下, 中越地震と略称)は魚沼・東山丘陵を中心とする広範囲に深刻な地すべり災害をもたらした(以下, 広義の意味で「地すべり」の語を用いる)。この災害の全体像を把握するために防災科学技術研究所および深田地質研究所では, 中越地震の翌日に国際航業が撮影した空中写真(縮尺1/6,000)を用いて斜面災害中心地域約120km<sup>2</sup>の範囲について, この地震で発生した地すべりを判読し, 地震後作成されたオルソマップ(縮尺1/5,000)を基図とした斜面災害図を作成した。この作業により, 今回発生した地すべりのタイプは分類スペクトル上の広い範囲をカバーしていることが明らかになった。ここではそれらのタイプを示し, 地すべり構造と地質構造との関係を考察し, あわせてこれら地すべりの発生予測の可能性を探る。

中越地震によって亡くなられた方々のご冥福を祈り, また, 被災されいまだ御不自由な生活をされている方々に心よりお見舞い申し上げます。

## 2 地すべりのタイプ

中越地震により発生した地すべりのタイプを多数の分類基準のうち発生域か移送堆積域かの区分, 規模, 運動様式, 物質構成の4基準によって分類した(大八木ほか, 2005)。ただし, 発生域の規模は深さによって表層, 浅層, 深層に3区分, 運動様式は浅層では回転性, 並進性, トップル, スプレッドの4区分, 深層ではそれらにせん断/座屈を加えた5区分, 構成物質は土(+岩屑), 岩, 岩と土(+岩屑)の3区分。移送堆積域は落下・転動, 低い粘性流

動, 高い粘性とその他の流動, の3区分とした。表1はこの区分による分類表である。なお, 表層とは深さ1m未満(実態は主に表層土), 浅層は深さ1m以上10m未満, 深層は深さ10m以上とした。移動体が2つ以上の運動様式をとる場合にはそれらをハイフンでつないで示した。また, 岩屑を土に含めたのは空中写真では両者の識別が困難なためである。

## 3 主なタイプの代表例

### 3.1 Sf(表層の変形/変動)

Sfは発生場が自然斜面か人工斜面かによってSfnおよびSfaに2区分した。Sfn(自然斜面の表層すべり)には地震時特有の3つの特徴が認められる。1) 規模が非常に大。変動域全体規模は幅~100m, 奥行~200m。例, 小栗山(小千谷市)西側の東向き受け盤急斜面, 梶金北西の西向き急斜面等。2) 冠頂をなす“滑落崖”崖肩が遷急線に並び, しかも多くは隣のSfnと接続している。例, 同上。3) しばしば, 小尾根を含み凸形斜面の両側が“鶴頭状”に滑落。例, 白岩北方, 浦柄東方, 木籠北西200m等。

Sfa(人工斜面の表層すべり)は主に水田や養魚(錦鯉用)池の畦畔斜面に発生し, 移動体は非常に浅い(~0.5m)。判読範囲に広く認められたが, とくに虫亀(長岡市旧山古志村)周辺に多い。

### 3.2 Sd(浅層の変形/変動)

Sdの範疇に入るものは590箇所認められ, 表1に示すように8種類に区分できる。

Src(浅層回転性土すべり)は2つに区分できる。

1) 水田等畦畔斜面(多くは背後の水田面に切り込

む)の小規模(幅5m~)な回転すべり。冠頂は弧状で堆積物は下位の水田面、道路等に堆積した。

2)自然斜面(一部人工斜面を含む)の小・中規模(幅10~100m,深さ1~10m)の回転すべり。移動体は塊状から流動性のものまでである。発生場所は凸形~凹形斜面と広範である。凸形の場合は大きい地すべり地形の一部の再活動が多い。例,木沢(川口町)北西300m付近,首沢北北西1.2km付近。

**Srr(浅層回転性岩すべり)**および**Srrc(浅層回転性岩土すべり)**は事例が少ない。例,濁沢町(長岡市)西の太田川右岸斜面,野辺川左支東向き急斜面等。**Sfn**に似ているが,やや深い。

**Stc(浅層並進性土すべり)**の事例は少ないが,蘭木西700m(薬師山の西120m)にある。規模は幅45m,奥行190m,奥行の比変動量は1.37ないし1.76。

**Str(浅層並進性岩すべり)**の典型的な事例は浦柄(小千谷市)南西で西向き斜面に発生した流れ盤地すべり2箇所のうち北側のもの(後述の作業用通し番号No.101;以下,位置は図1に示した)。規模は発生域で幅50m,奥行70m,変動域全体の奥行は120m,したがって,奥行の比変動量(変動域全体奥行/発生域奥行)=1.8(以下,単に比変動量と呼ぶ)。シルト岩からなる移動体が層理面に平行に滑落し,堆積域で数個の小ブロックに分離した。露出したすべり面の平均傾斜は23°。移動体は傾斜方向に対し15度北寄り斜め方向に滑落した。

**Stp(浅層トップル)**と**Ssp(浅層スプレッド)**は前述**Src**の(1)水田等畦畔斜面の回転すべり,および,(2)後述の**W**(流水)と関連している。畦畔斜面の上部から水田面にかけて直線状の亀裂が畦畔にほぼ平行に形成され,移動体はこれら亀裂で境された複数の板状微小ブロックに分離した。それらの後方ブロックが前方ブロックよりも下がっている場合と,どちらも下がっていない場合がある。後方が下がっている場合は微小ブロックが前傾していると考えられるので**Stp(浅層トップル)**である。どちらも下がっていない場合が**Ssp(浅層スプレッド)**である。また,前方のブロックが後方より下がっている場合は**Src**である。なお,**Stp**や**Ssp**の下部が**Src**に移行し

ている場合もある。湛水した池の水は,これら亀裂の開口部分から流出し,畦畔斜面をガリ侵食し,下方の水田や池に被害をもたらした。

### 3.3 Dd (深層の変形/変動)

**Dd**に属するものは138箇所が判読され,9種類に区分できる。これらには判読範囲の北東から南西へ作業用通し番号(No.1,2,...)を付けた。なお,幅がkmオーダーの大規模なものは今回の地震では発生していない。

**Drc(深層回転性土すべり)**の規模の比較的大きいものは虫亀から竹沢にかけて多い。とくに竹沢の山古志中学校周囲の斜面に集中的に発生している(Nos.52B,54,57)。また,虫亀北方500mの事例(No.45)は流動化したが比変動量2.0であり粘性が高いことを示す。

**Drr(深層回転性岩すべり)**は6例のみである。大規模な一ツ峰沢地すべり(仮称;No.1)は,後述のように**Dtr**,**Dtp**および**Dsp**との混合タイプであるが,中央部は微少の回転を伴うので,部分的に**Drr**といえる。中規模例は楢木付近(Nos.24B,26C,32),竹田付近(No.87)等。

**Drrc(深層回転性岩土すべり)**は大きいものが多い。今回発生した地すべりのうち面積最大の大日山地すべり(仮称;No.73)は厳密には後方と前方が回転性,中央が並進性の混合タイプである。発生域の規模は幅470m,奥行560m,比変動量は1.2。なお,右側方から先端部までの対岸斜面に移動体が衝突して3つのプレッシャーリッジを形成した。輪郭および内部構造は複雑である。しかし,基本的には事前の地すべり地形の再活動である。池谷付近の芋川右岸には互いに斜に衝突した2つの地すべり(Nos.16,17)があり,ともにこのタイプである。しかし,No.16は後述の**Dtp**や**Dsp**との混合である。

**Dtc(深層並進性土すべり)**は小栗山地すべり(仮称;No.46),薬師山南西500m(No.118)の2例がある。前者の規模は幅70m,奥行385m,比変動量は3.5で流動性が大きく,厳密には**Dtc-Fw**の複合タイプである。なお,この地すべり最上部右岸斜面には,小規模な移動しかかったブロックがある。これ

は下部の支えを失ったために変位しかかった部分であり、最初の発生域とは考えない。

**Dtr(深層並進性岩すべり)**の典型例は芋川を塞ぎ止め木籠集落を水没させた東竹沢地すべり(仮称; No.38)である。この地すべりは地震前に存在していた明瞭な地すべり地形(防災科学技術研究所, 2004)の再活動である。地震前地すべり地形は、かつて滑落した地すべりで右岸斜面に衝突停止した後に芋川によって下部を開析されたが、左岸側には移動体主部を残存していた。この残存部分が中越地震によって再滑落した。再滑落の発生域は幅280m, 奥行300m, 比変動量は1.3。末端部は右岸斜面に衝突してプレッシャーリッジを形成した。したがって、今回の地すべりの運動は、過去の地すべりと類似している。

**Dtrc(深層並進性岩土すべり)**は2つに区分できる。1) 規模の大きい不定形。この代表例は浦柄(小千谷市)南南東1.1kmの朝日山地すべり(仮称; No.112)である。この地すべりも過去の地すべり地形の大部分の範囲の再活動である。今回の発生域は幅200m, 奥行460m, 比変動量は1.17。移動体の下端部は流動化した粘性の大きい状態であった。

2) 箱型あるいは八木ほか(2004)の樋型で3例ある。側方輪郭構造が断層、節理、層理面に規制されたものである。代表例、野辺川中流左支(No.116)。左側方崖が断層面、右側方崖が基岩の層理面によって規制されている。規模は発生域では幅70m, 奥行320m, 比変動量は1.4。

**Dtp(深層トップル)**の単独の事例は見出していないが、池谷地区右岸南側の地すべり(No.16)の下部ブロック、一ツ峰沢地すべり(No.1)の下端北部に発生した(大八木, 2006)。

**Dsp(深層スプレッド)**は魚沼層群分布域には稀な現象ではない。単独ではないが、一ツ峰沢地すべり内部のグラーベン領域内や、No.16に発生した。

**Dbi(深層基岩圧壊)**は信濃川左岸白岩(No.96)で走行中の自動車が埋没し2名が亡くなった箇所1例のみである。当該箇所では、かつて磨き砂採掘の

ための横坑が掘られていた(毎日新聞2004年2月20日ホームページ)が、採掘坑跡の保安柱が地震動によってせん断/座屈破壊した可能性が考えられる。規模は幅210m, 奥行130m, 比変動量は1.7で意外に大きい。

### 3.4 移送堆積域における運動

**W(流水)**は養魚池(や水田)の溜水が、畦畔の亀裂や浅層すべり等の変形箇所から流出し、畦畔斜面をガリ侵食して下位の水田、養魚池、道路等に氾濫したものである。しばしば、数段の水田等に氾濫を繰り返した。各地区に認められるが虫亀地区周辺の棚田に著しい。

**-Fw(流動性移動)**の例は前述の小栗山(Dtc-Fw, No.46)や十二平南西1km(Drrc-Fw, No.76)がある。いずれも、比変動量が大きい(前者:3.5, 後者:4.0)。後者の地すべりの発生域は従順化した地すべり地形のなかの幅広谷型斜面であった。このほか、楢木北東1km(No.24A)や東1km(No.30)にも同様に流動性を持った地すべりが発生した。

## 4 地すべり構造と地質構造

### 4.1 すべり面

**Str**や**Dtr**など岩(砂岩やシルト岩)の並進性の地すべりは大部分が層理面に平行な流れ盤すべりであり、すべり面、すなわち移動体底部輪郭構造が層理面に規制されていることは明瞭である。浦柄南の地すべり(No.101, Str)の例では凝灰岩薄層(千木良, 2006)。東竹沢地すべり(No.38)では砂岩(佐々ほか, 2004)等の報告がある。

### 4.2 側方崖など側方輪郭構造

上の並進性地すべりには、側方崖が直線(高角度の面状)のものが少なくない。浦柄南西の2つの地すべりのうち南側の例は**Dtr**(No.102)であり、その左側方崖は走向N84°W, 傾斜鉛直~北へ80°, 右ずれセンスの断層面が活用されたものであった。また、一ツ峰沢地すべり(No.1)の左側方崖・側方輪郭亀裂は全体としてはほぼE-Wであるが、走向N78°W~N88°Wで傾斜ほぼ鉛直な右ずれ断層がステップ状に活用されたものであった。一方、野辺川左支地すべり(No.116)の左側方崖は走向N-S,

傾斜70° Eの左ずれ断層を活用したものであった。この少数例で地域全体を議論するのはあまりにも強引であるが、あえていえば、北西-南東方向に最大圧縮軸を持った応力場において、これらの断層は共役の関係にある。現在の地震発生の応力場では最大圧縮軸方向は西北西-東南東と考えられているので（例えば、笠原，2006），地すべりの側方崖となった断層の形成場も現在とそれほど大きく変わっていないと考えられる。今後、広域的に詳しくつめるべき問題と思う。なぜならば、これは地すべりの発生場の予測に関連すると考えるからである。

## 5 発生場所の予測は可能か

それは不可能ではないと考える。今回発生した地すべりは分類の広い範囲にわたっているので、同じ地震によって発生したとはいえ、タイプによって、発生機構は異なることが推定される。したがって、全てのタイプを一律に取り扱えない。それぞれのタイプごとに考えるべきである。私自身は予測についてまだ考察を進めていないので、ここではこれまで得られたヒントに触れるのみとしたい。

### 5.1 発生場の地形的位置

今回、発生した地すべりはタイプによって発生場所が異なる、いわば「住み分け」が認められる。

1) Sfnの発生域は傾斜40°以上の急斜面であった。これは、ケスタ地形の受け盤斜面やほぼ水平地層の台地・尾根両側急斜面などである。

2) Sfaはほとんど畦畔斜面とそのほかの切土・盛土斜面に発生。

3) Srcは土層・風化層の厚い自然斜面、および水田・養魚池を含む畦畔斜面に発生。

4) Stcは斜面堆積層の厚い自然斜面に発生。

5) Drc, Drr, Drcc, Dtc, Dtr, Dtrclはほとんどの場合、地すべり地形の一部、すなわち、過去の地すべりの部分的再活動である（井口ほか，2006）。これらDdグループに入る138箇所のうち再活動は121箇所88%，初生的地すべりは17箇所12%であった。

### 5.2 発生場の地質構成

DdグループのうちDrrおよびDtrはおもに砂岩優勢

の分布域に発生した。Drcc, Dtrc, Src, Stcなど粘性土の多い地すべりは泥岩優勢の分布域に多い。この場合、地すべりのすべり面は泥岩の酸化フロントに沿うものが多い（千木良，2006）。

### 5.3 発生場の地質構造

地すべりの発生場所と規模は地すべりの輪郭構造が何に支配されて形成されるかによって決まる。上に議論したことから、Ddグループの地すべりに対しては基本的に地質構造と地形的位置との関係が第一の決定要因と考える。具体的には、1) 地層とくにすべり面の山体・斜面における位置関係。および、2) これらと断層、節理等断裂系の位置関係である。さらに補足すれば、今回の地震による地すべりの発生には側方が不連続面であるあることが必要条件であったと考えられる。しかも、すでに片側には地山が存在せず、反対側が断層面や節理面が介在して地山と接しているものが多い。したがって、側方に関してもせん断抵抗の小さい状態であったことが指摘できる。例、浦柄南のStr (No.101) 左側方崖は節理面、その南隣のDtr (No.102) の左側方崖、野辺川左支 (No.116) の左側方崖、一ッ峰沢 (No.1) の左側方崖はそれぞれ断層であった。これらの断層は地質図には示されていない小さい断層である点が重要である。

### 5.4 いかにして探すか

Ddグループに関していえば、発生場所の予測とは潜在的すべり面と潜在的側方崖を見つけることである。前者はボーリングや層序と図学によって山体・斜面における配置がかなりの程度推定できるであろう。問題は地すべりの側方を規定する断層は破碎帯の幅が狭く、延長も短いと考えられることである。現状では大縮尺の空中写真判読、丹念な踏査、ミクロな物理探査を組み合わせた調査が必要ではないだろうか。Sfnに対しては斜面傾斜によるゾーンとして捕らえるよりほかないであろう。一つ一つの単位斜面で安定度を区分するのは今回の地震を念頭におけば意義が低いと思われる。なお、Sdグループは規模が小さいことから、おそらくもっとも厄介ではないかと思われる。

| 表1 中越地震による地すべりのタイプ                                 | 運動様式<br>Movement style                      | 土(+岩屑)<br>Soil(+debris)                                      | 岩<br>Rock                                   | 岩と土(+岩屑)<br>Rock & soil(+debris)                     |
|----------------------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Sf<br>(表層の変形/変動<br>Surficial deformation/movement) | 回転性/並進性<br>Rotational/translational         | Sfn (自然斜面の表層すべり Surf. slides on natural slopes)              |                                             |                                                      |
|                                                    | 回転性/並進性<br>Rotat./transl.                   | Sfa (人工斜面の表層すべり Surf. slides on artificial slopes)           |                                             |                                                      |
| Sd<br>(浅層の変形/変動<br>Shallow deformation/movement)   | 回転性 Rotational                              | Src (浅層回転性土すべり Shallow rotat. soil slides)                   | Srr (浅層回転性岩すべり Shallow rotat. rock slides)  | Srrc (浅層回転性岩土すべり Shallow rotat. rock & soil slides)  |
|                                                    | 並進性 Translational                           | Stc (浅層並進性土すべり Shallow transl. soil slides)                  | Str (浅層並進性岩すべり Shallow transl. rock slides) | Strc (浅層並進性岩土すべり Shallow transl. rock & soil slides) |
|                                                    | トッブル Topple                                 | Stp (浅層トッブル Shallow topples)                                 |                                             |                                                      |
|                                                    | スプレッド Spread                                | Ssp (浅層スプレッド Shallow spreads)                                |                                             |                                                      |
| Dd<br>(深層の変形/変動<br>Deep deformation/movement)      | 回転性 Rotational                              | Drc (深層回転性土すべり Deep rotat. soil slides)                      | Drr (深層回転性岩すべり Deep rotat. rock slides)     | Drrc (深層回転性岩土すべり Deep rotat. rock & soil slides)     |
|                                                    | 並進性 Translational                           | Dtc (深層並進性土すべり Deep transl. soil slides)                     | Dtr (深層並進性岩すべり Deep transl. rock slides)    | Dtrc (深層並進性岩土すべり Deep transl. rock & soil slides)    |
|                                                    | トッブル Topple                                 | Dtp (深層トッブル Deep topples)                                    |                                             |                                                      |
|                                                    | スプレッド Spread                                | Dsp (深層スプレッド Deep spreads)                                   |                                             |                                                      |
|                                                    | せん断/座屈<br>Shearing/buckling                 | Dbl (深層基岩圧壊 Deep bedrock collapse)                           |                                             |                                                      |
| 移送・堆積域における運動<br>Slope movements in transport areas | 落下/転動<br>Fall/tumbling                      | Rf (落石 Rock fall)                                            |                                             |                                                      |
|                                                    | ごく低い粘性流動<br>Flow in very low viscosity      | W (流水 Water flow from ponds & paddy fields)                  |                                             |                                                      |
|                                                    | 粘性その他の流動<br>Viscous and other types of flow | -Fw (流動性移動 Flowage transformed from other types of movement) |                                             |                                                      |



# 地震で発生した地すべり災害～小千谷市遡入地すべりの事例～

(株) 興和 上越支店 廣橋典明

## 1. はじめに

地すべり防止区域「遡入(にぎり)」が位置する小千谷市では、平成 16 年 10 月 23 日に発生した中越地震により震度 6 強を 2 回、震度 6 弱を 2 回記録し(観測場所:小千谷市城内地区)、多くの地すべり災害が発生した。

被災地は本震から西に約 10.5km、M6.0 の余震(震度 6 強)からは約 6.5km 西に位置している。

中越地震による地すべり災害は、旧山古志村を中心とした東山丘陵で数多く発生したのに対して、信濃川左岸の丸山丘陵での発生は相対的に少ない様に感じる。

本報告では丸山丘陵において大きく滑動した地すべり災害の一例として、「遡入地区」について現地調査結果より被害状況、移動形態について紹介する。

## 2. 遡入地区の概要

「遡入地区」は、小千谷市西方の小千谷市西吉谷地内にあり、同地を南北方向に伸びる丸山丘陵の稜線から東側の斜面を東西に横断する道見川の右岸に広がる斜面である。

基盤地質は第三紀層上部鮮新世～第四紀下部更新世魚沼層群の砂層とシルト層の互層が分布する。地質構造として西に時水背斜、東に小千谷向斜が各々南北方向に走っているため、地層の走向はほぼ南-北方向で 10～20° 程度の東傾斜を示し、地すべり斜面に対してほぼ水平から僅かに流れ盤となる。

## 3. 地すべり概況

地すべり範囲は道見川の右岸斜面で、農地を主体とする台地状の平坦面と山林が主体の比高 50～60m、斜度 40° 程度を有する急崖からなる面積約 12ha の範囲にある。当範囲は中越地震発生以前においては明確な地すべり履歴はなく「遡入地区」と「遡入南地区」に挟まれた未指定区域であった。

中越地震により急崖部の崩壊と農地が位置している台地状の平坦面が北側に滑動し、末端は道見川を越え対岸の既往指定範囲にまで達した。その活動範囲は幅約 450m、長さ約 200m を有する。

この地すべりに伴って農地、農業施設が甚大な被災を受けた。そして、末端部を流下していた道見川の河道は大きく隆起し河川を約 550m に渡り閉塞すると共に、農道橋、護岸などの河川施設が被災を受けた。



図-1 位置図

また、地すべり範囲を含む右岸側斜面は写真-1に示すように道見川に沿って伸長する尾根地形を南北に分断する様に台地状の平坦面と分離丘状の尾根地形が数列形成され、隣接する「逃入南地区」からの大規模な1次地すべり(幅約500m、長さ約1000m)の末端部に位置している。

#### 4. 移動状況

対象範囲の新旧地形図を比較しその移動方向及び移動量を図-2の平面図に、被災前後の空中写真を写真-2示した。比較の結果、移動方向は滑動範囲の西側では、ほぼ北方向に移動しているが、中央部から東側では北東方向に移動した。これは、地形形状として斜面方向がほぼ北方向であるのに対して東方向に移動していることとなる。

この移動状況より、地すべりが複数回滑

動した事が考えられ、ブロックは当初北側に移動し、その後対岸の地形により末端が規制されたと共に、標高が低く解放されている道見川の下流側に移動方向が変化した事が予想される。

移動量としては、ブロックの西側では10～20m程度であるが、中央部では40m程度と移動量が大きい。

#### 5. 発生機構

発生過程としては、写真-3に示す水田に発生した亀裂状況より、急崖部と平行に発生している亀裂を寸断する形で直交する亀裂が発生していることから、①中越地震発生3日前の台風23号の豪雨により地すべり土塊中の間隙水圧が上昇していた。②中越地震が発生し地震動により地すべりブロック南側の急崖部で崖錐を含む崩壊又は崩

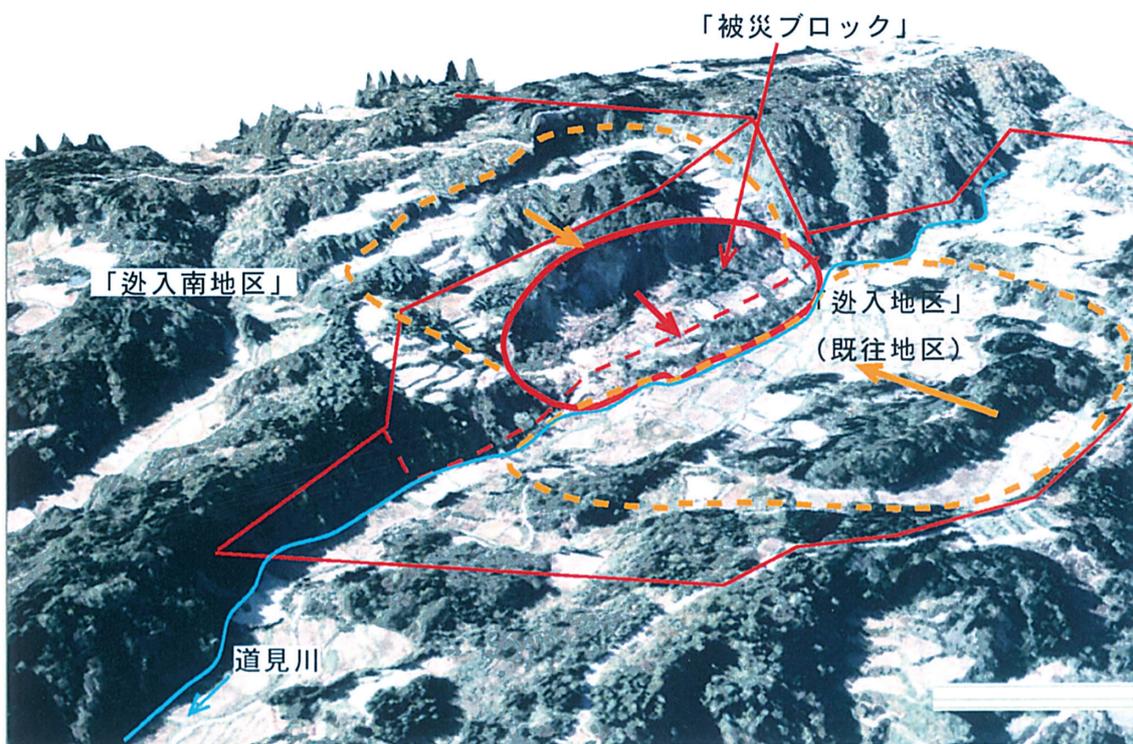


写真-1 全景写真 平成16年10月28日撮影(独立行政法人 農業工学研究所資料に加筆)

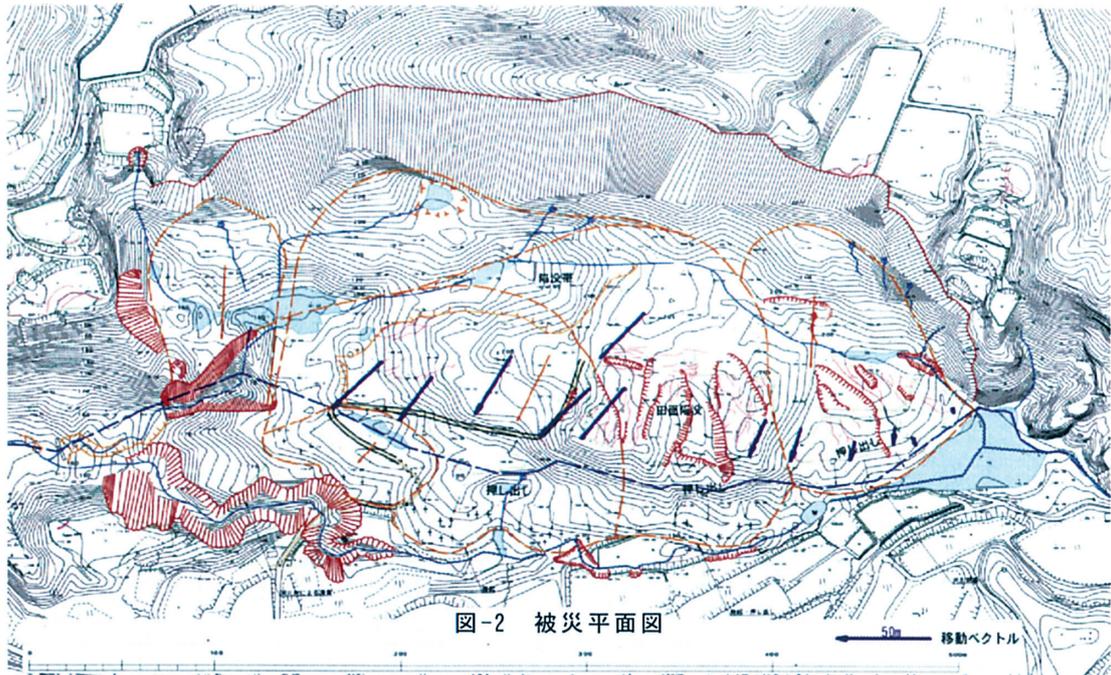


図-2 被災平面図

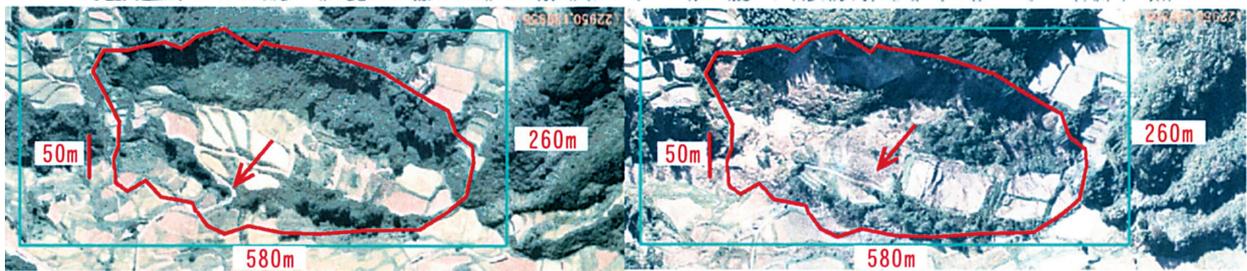


写真-2 被災発生前(写真左、昭和51年撮影)と発生後(写真右、平成16年10月28日撮影)の比較写真。両者を比較すると急崖部からの崩積土が斜面に堆積し北側(写真下)へ移動していることが解る。平坦面上の水田は縦方向の大規模な亀裂が発生している。斜面内の農道は比較的変形が小さくほぼ原形を保持したまま移動し、末端部では圧縮・隆起している。2枚の写真より推測される移動量は、道見川を横断している農道とその下流側の水田より概ね40mと推測される。



写真-3 水田の亀裂発生状況。

壊性の地すべりが発生し、崩壊土砂が急崖下部の平坦面へ上載荷重及び衝撃を与えた。③地震動による斜面内部の土塊の変形や破壊が生じて、北側へ移動する様に地す

べりが発生した。④そして標高が低く解放されている東側へ再滑動した。と推定される。

急崖斜面の不安定化は、図-3の断面図に示した新旧地形形状の対比より10～15mの層厚を持つ土塊が不安定化し崩壊(地すべり性崩壊)したことが予想される。この崩壊土砂(移動土塊)が下部斜面に対して上載荷重となった事が最大の要因と予想される。また、滑動した斜面自体は調査結果より締まりの緩い砂質土が優勢に分布し地下水が豊富に賦存しており、地震直前の豪雨

によって地下水が上昇していたところに地震動が加わったことから通常時よりも土塊の変形・破壊現象が発生し易かったため大きく滑動したことが考えられる。

ただし、被災地は集落から離れており被災発生当時は夕方であった。また農閑期であるため目撃者が存在しない。そのため、どの時点(本震、余震)で被災したか、不安定化のきっかけと予想される急崖部と平坦部の不安定化の時間的な間隔は不明である。

## 6. おわりに

報告箇所は滑動した斜面自体の不安定化と背後の斜面崩壊が複合的に発生した結果、広範囲にわたり大きく滑動したものと考える。さらに、空白地域であったために地すべり対策工が施されていないことが一要因と考えられる。今後は、なぜこのような平坦に近い斜面が大きく動いたのかを地震力を考慮した挙動について検討を進めていきたい。

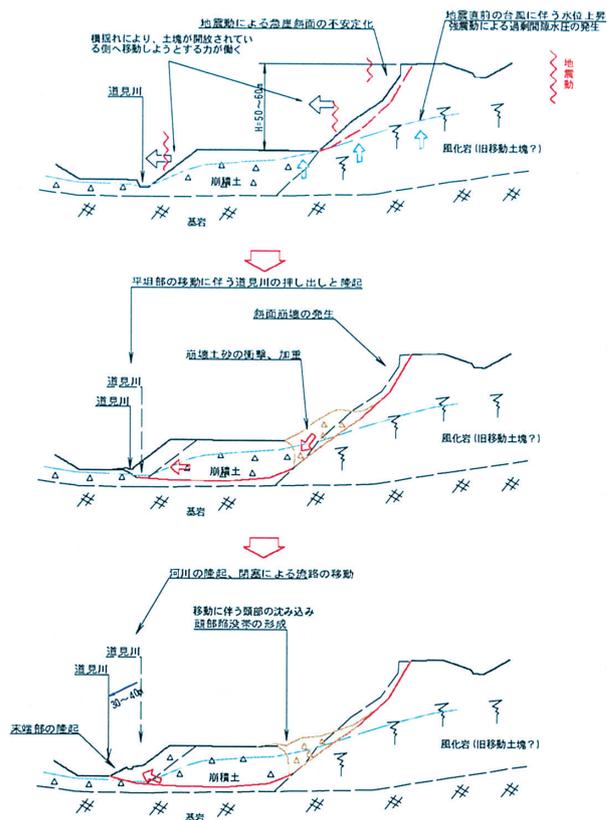


図-4 発生機構概念図

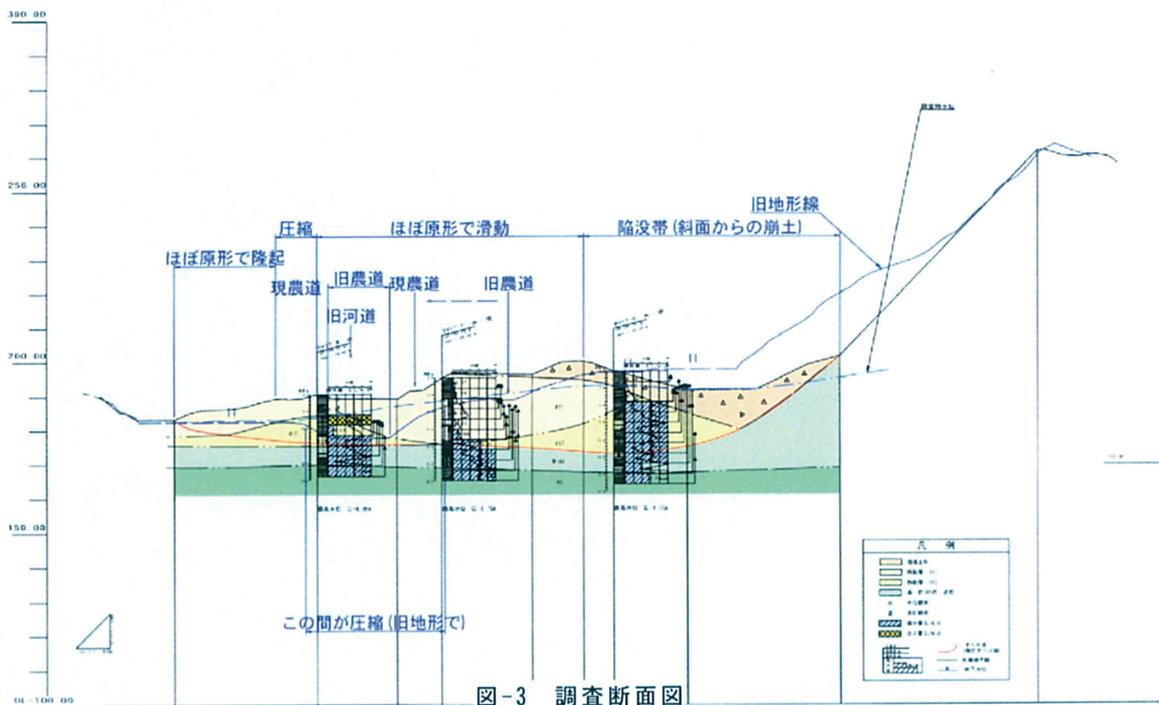


図-3 調査断面図

# 小千谷市横渡地区の岩盤地すべりについて

## Study for Rock slides in Yokowatashi, Ojiya City

伊藤克己(株式会社キタック), 三膳紀夫(株式会社キタック), 酒井順(株式会社キタック)  
Katumi Itoh (KITAC Co., Ltd), Norio Miyoshi (KITAC Co., Ltd), Jun Sakai (KITAC Co., Ltd)

キーワード: 岩盤地すべり, 地震, 凝灰岩  
Keywords : rockslide, earthquake, tuff

### 1. 箇所概要

横渡地区は、小千谷市の東方にある信濃川支流野辺川の右岸河口部に位置し、ほぼ南北方向へ標高 80m 程度の稜線が続く山地の西側斜面にあたる。比高差 30~50m、斜面勾配 20°~30°の平面形をなす斜面であり、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 日の中越地震により、延長約 500m 区間の当該斜面において、独立した 4 箇所の岩盤地すべりが発生した。これらの地すべりによって、斜面直下の国道 291 号および人家への土砂流出、野辺川の河道閉塞等の被害が生じた。

この土砂移動現象の特徴として、地層面をすべり面とした岩盤層すべりであること、すべり面にはすべり面粘土が認められないこと、移動層は主に新鮮な岩盤であることなどが挙げられる。ここでは、現地における地表踏査結果を基に、これらの地すべり発生機構について考察する。

### 2. 地質地質概要

地区周辺の基盤岩は、新第三紀鮮新世の堆積岩類からなる白岩層である。本地区で確認される白岩層は、新鮮な箇所では灰色を呈する塊状砂質シルト岩が主である。砂質シルト岩は、概ね新鮮で爪でようやく傷つく程度の硬さを有する。

また、砂質シルト岩中には、厚さ 1~3cm 程度の凝灰岩を数枚挟在する。主に細粒から中粒で流紋岩質およびガラス質凝灰岩である。中粒凝灰岩の一部は、風化により褐色化が認められる。

地区周辺の地質構造は、北東-南西方向に走る東山背斜の西翼部にあたり、主に西方へ 15~22° 程度傾斜することから、西向きの本地区斜面では流れ盤構造となり、このような地質構造を反映したケスタ地形が認められる。

### 3. 地すべり状況

横渡地区で発生した 4 箇所の地すべり (図-2 A~D) は、幅 40~70m、延長 70~100m 程度の規模であり、いずれの地すべりも、斜面方向へ 22° 傾斜した中粒凝灰岩の薄層と砂質シルト岩の層理面をすべり面として、側部は 60~80° の高角度の節理によって区切られた箱型の形状を成している (写真-1)。側部滑落崖および崩積土中の岩塊には、新鮮な基盤岩が多く認められ、いわゆる風化岩岩地すべりや崩積土地すべりではなく、比較的新鮮な岩盤部分が地層中の分離面に沿って分離、移動したことが特徴的である。

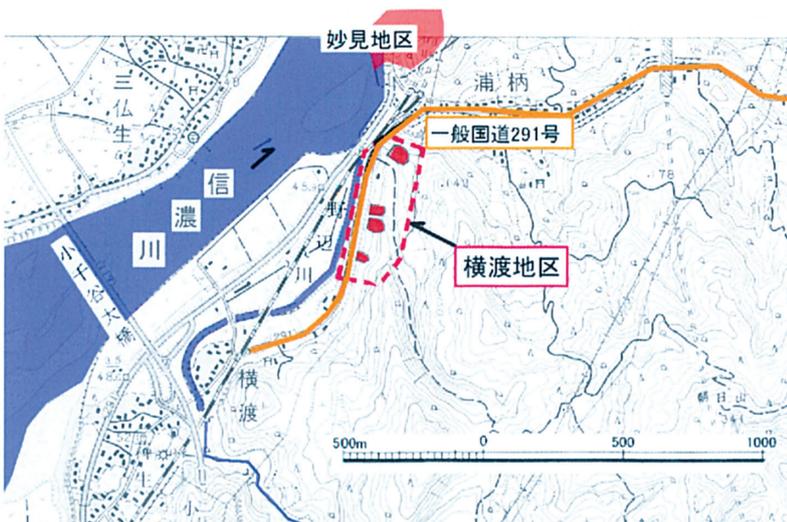
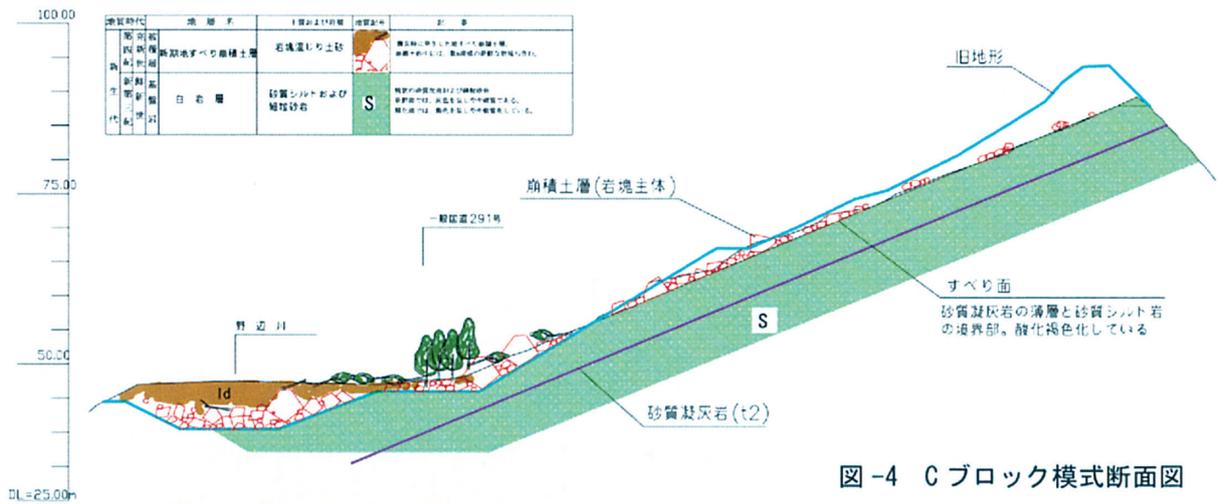
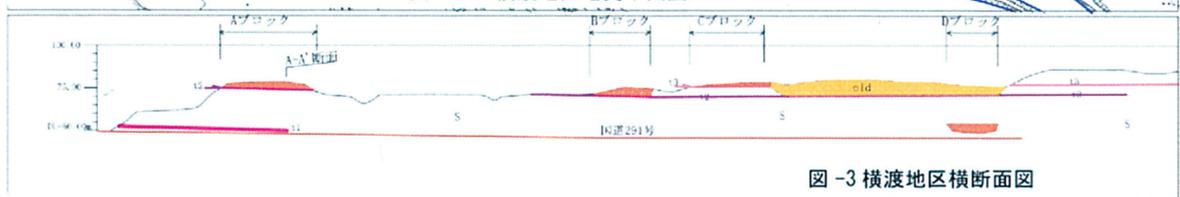
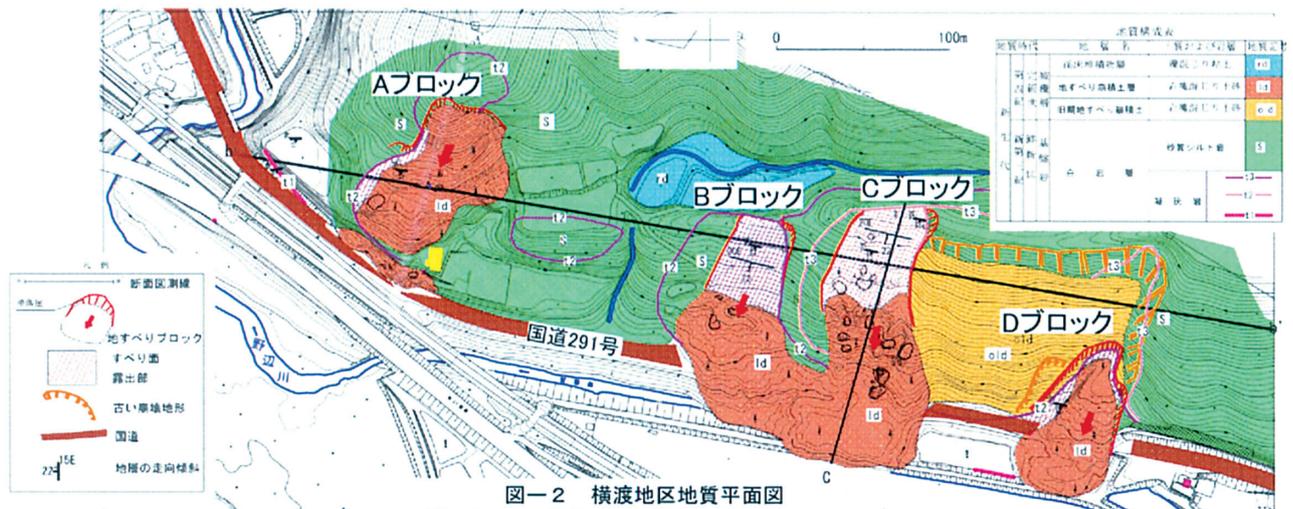


図-1 横渡地区位置図



### 3. 地すべり地内の状況

各地すべりブロックに露出する分離面となった平滑な層理面には、いわゆるすべり面粘土は認められず、表面が酸化褐色化した中粒の流紋岩質凝灰岩が部分的に認められる（写真-2）。4箇所地すべりブロックのうちA・B・Dブロックのすべり面となった中粒凝灰岩は、同層準のものと考えられる（図-3）。

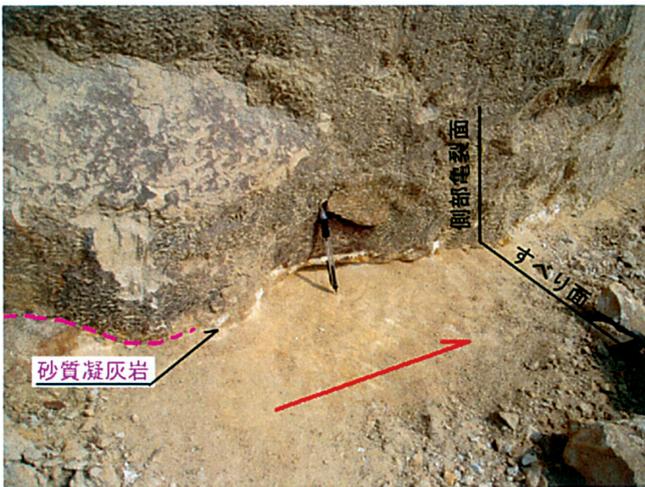


写真-2 すべり面の状況 (Bブロック)

また、地すべり地内の基盤岩（白岩層）の各所には、西傾斜 ( $\alpha=20^\circ$ ) の層理面とは別に、傾斜  $60^\circ \sim 80^\circ$  の高角の亀裂が認められ、亀裂面に沿って酸化褐色化している（写真-3）ことから、元来このような亀裂が発達しており、亀裂に沿って局所的に風化が進行していたと推定される。

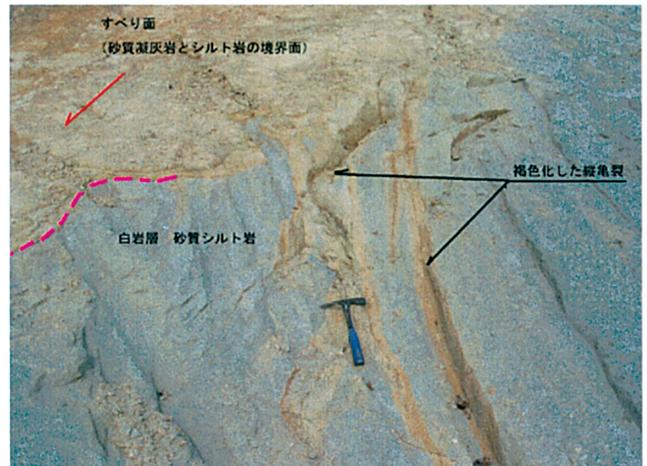


写真-3 基盤岩中に認められる縦亀裂 (Aブロック)

今回の地すべり滑動により斜面裾部に堆積した地すべり崩積土層 (1d) はやや硬質なシルト岩の岩塊を主体とすることから、斜面の基盤岩は亀裂に沿って局所的に風化していたものの、全体的には新鮮な岩盤であったと想定される。

また、移動岩塊は、崩落時の衝撃で原型をとどめない程度に破碎されている（写真-4）。



写真-4 地すべり崩積土層 (1d) の堆積状況 (Cブロック)

#### 4. 地すべり発生機構の素因と誘因

本地区に広く分布する砂質シルト岩は、縦方向の亀裂に沿って若干の風化が認められるものの、岩盤全体としては難透水性であるために風化帯は然程、認められない。一方シルト岩中に挟在する砂質凝灰岩は、酸化褐色化が認められることから、シルト岩との境界面付近ではある程度の透水性があり局所的に風化が進行したと推定され、このような分離面の存在が岩盤地すべりの素因として挙げられる。また、地すべり発生前の地形が尾根付近では、下部斜面と比較して急傾斜を成す不安定な形状であり、地震力の影響を受けやすい地形条件であったことも素因として挙げられる。

誘因としては、岩盤斜面に外力として重力加速度を越えたとされる中越地震時の地震動（小千谷市城内で1008.3galを観測 気象庁発表）が加わったことによる。

#### 5. 発生機構に関する考察と問題点

すべり面となった層理面には、地震以前から地内に存在する縦亀裂等に沿って地下水の浸透があり、局所的に風化が進行し、分離面または弱面として存在していたと推定される。ただし、層理面はある程度密着しており、周辺には、多量の地下水または被圧地下水の水道となるような箇所は認められない。さらに当該箇所において、豪雨時等の地すべりの滑動履歴等も無いことから、地下水が地すべりの誘因となったことは考えられない。また、あったとしても地下水の揚圧力は、地すべりを発生させる程に層理面のせん断応力を低下させることは無く、斜面は十分に安定を保っていたと考えられる。

地震時には、斜面に対して地震力が加わり、これが直積的な要因となったことは明らかであるが、移動土塊に対してどのような作用を及ぼして地すべりが発生したかについての詳細は現段階においては不明である。

また、現地踏査において観察した限りでは、地すべり形状（現地で確認される頭部および側部滑落崖とすべり面形状）が、一般的な岩盤層すべりの様相を示すのとは対照的に、斜面下部に堆積した崩積土は、元地形をある程度保存したような通常の地すべり崩積土の状況ではなく、極度に破碎された、いわゆる岩盤崩壊現象の堆積物に近い性状を示している。このことから、今回の現象が、崩落のような現象(fall)であったことも考えられる。

以上のように、当該地区において発生した現象においては、地震動と土塊の移動過程に関する不明な点、または不可解な点が多く存在し、力学的な考察を加えて、これらを明らかにすることは、今後の課題であり、そのための諸情報を力学試験等で得ることも必要と考える。



写真-5 B・Cブロック全景

# 新潟県中越地震における地すべりの発生機構の検討

## —塩谷神沢川地すべりを例に—

### Occurrence mechanism of landslides induced by the Mid-Niigata Prefecture Earthquake, 2004, a case of Shiotani-kamisawagawa landslide

ハスバートル(雪崩・地すべり研究センター)、花岡 正明(雪崩・地すべり研究センター)  
野沢英之助(新潟県土木部砂防課)、百瀬 敦(三菱マテリアル資源開発株式会社)

Hasbaator (Avalanche and landslide research center), Hanaoka Masaaki (Avalanche and landslide research center), Nozawa Einosuke (Erosion Control Division, Public Works Department, Niigata Pref.), Momose Atsushi (Mitsubishi Materials Natural Resources Development Corp.)

#### 1. はじめに

これまで、地震時には急斜面で崩壊が多発するのに対して、緩斜面では初生地すべりが発生するものの、既存地すべりは再滑動しないとされてきた。しかし、新潟県中越地震に伴い、中山間地に深刻な影響をもたらした地すべりが多発し、その中に既存地すべりが再滑動したものは36%程度存在するとされている(石井他、2005)。中越地震によって発生したこれまでに例のない多数の地すべりの挙動特徴の把握や発生メカニズムの解明は、今後地震による地すべりの危険度判定に寄与するものと期待される。当センターでは、これらの既存地すべりが中越地震によって再滑動した原因を解明するため、芋川、朝日川、相川川流域で発生した主な地すべり(表-1)において、地すべりの挙動及び地質構造などの地盤条件を中心に、地形、地質やリングせん断試験など詳細かつ総合的な調査・解析を実施している。本文では、芋川流域で起きた塩谷神沢川地すべりを例に、地震に伴う地すべりの発生機構の検討について報告する。本地

すべりは、中越地震で起きた地すべりの中で面積、すべり面の深さがともに最大規模のもので、滑動距離が100mに及び、ダイナミックかつ複雑な挙動を示したことから、その滑動実態の解明が注目されている。

#### 2. 地すべり地の概要

図-1には、塩谷神沢川地すべり地の位置を示した。本地すべり地は、新潟県中越地震本震の震央から北東方向に約4km、小千谷市中心部より東に約10kmの塩谷地区に位置する。今回の地すべりは、芋川支流土留川右岸側の標高200~400mの南東向き斜面内で発生した。この斜面の背後は、ほぼ東西方向に延びる稜線であり、その反対側は急崖となっている。地すべり斜面の末端には、東北東方向に流れる小さな沢があり、それが土留川に合流する付近で狭窄部を形成している。この沢の右岸側は、大日山(390m)を含む南東方向から東北東方向に湾曲する稜線を持つ急斜面となっており、本地すべり斜面は周辺を稜線で囲まれた地形を呈していた。地すべり発生前の斜面の勾配は15~20°で、養鯉池や水田として利用されていた。本地すべりの長さは約650m、幅は約450mで、滑落崖の落差は50mに及び、冠頂部から尖端部までの標高差は約120mである。調査地は、既存地すべり地形として地形図や空中写真などから確認できる(防災科学技術研究所、2004)。斜面全体は緩やかな勾配を示し、両側に沢地形が発達していた。旧滑落崖は、浸

表-1 中越地震における主な地すべり

| 地区名   | 地質構成         | 地質構造 | 斜面勾配(度) | 長(m) | 幅(m) | 最大厚(m) | 移動距離(m) | 土砂量(万m <sup>3</sup> ) |
|-------|--------------|------|---------|------|------|--------|---------|-----------------------|
| 尼谷地   | 塊状泥岩         | 流れ盤  | 15~20   | 250  | 150  | 18     | 40      | 35                    |
| 寺野    | 砂岩泥岩互層       | 流れ盤  | 18~22   | 360  | 170  | 25     | 50      | 100                   |
| 小栗山   | 砂岩泥岩互層       | 流れ盤  | 15~20   | 400  | 170  | 22     | 30      | 150                   |
| 塩谷神沢川 | 砂岩泥岩互層       | 流れ盤  | 15~20   | 650  | 450  | 80     | 100     | 750                   |
| 東竹沢   | 砂質泥岩及び砂岩泥岩互層 | 流れ盤  | 18~22   | 350  | 250  | 30     | 60      | 130                   |
| 峠塩谷川  | 砂質泥岩         | 受け盤  | 25~30   | 250  | 190  | 18     | 30      | 90                    |
| 塩谷南   | シルト・砂・礫      | 流れ盤  | 15~20   | 150  | 100  | 15     | 30      | 23                    |
| 田麦山小高 | 砂質泥岩         | 流れ盤  | 15~20   | 350  | 270  | 20     | 50      | 150                   |

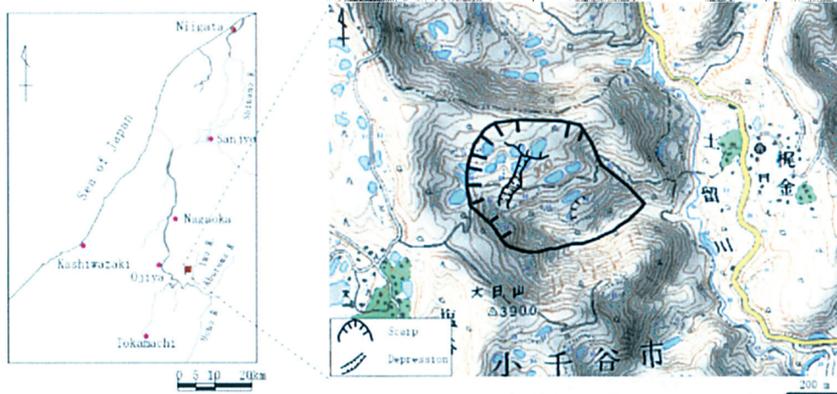


図-1 塩谷神沢川地すべり地の位置

国土地理院 25,000 分の 1 地形図「小平尾」より作成

蝕や土地利用などに起因する地形変化によって不明瞭となっていた。ただし、現在の主滑落崖の西側に旧滑落崖の一部が残っており、既存地すべりの存在を示唆している。なお、既存地すべりはいつ、どのように滑動したのかについては、検討する必要がある。

地すべり地やその周辺には、下位より新第三紀鮮新世の荒谷層、川口層や牛ヶ首層が分布する。基盤岩となる川口層は主に泥岩優勢の砂岩・泥岩互層から構成される。また、地すべりの頭部付近を峠背斜の軸が北北東方向に通っており、調査斜面はその東翼に当たることから、概ね流れ盤構造となっている。

### 3. 地すべりの挙動

写真-1には、塩谷神沢川地すべりの全貌を示した。地すべりにより明瞭な滑落崖が形成され、頭部付近には陥没帯、中部には亀裂、

表層崩壊、末端部には隆起が生じた。明瞭な滑落崖（写真-2）の移動体側の斜面が後方へ傾斜し、二次的な変動によって小規模な階段状地形を呈す（写真-3）。主滑落崖の東方向への延長には、東西方向の稜線によって鞍部が形成され、

その南側に大規模な陥没帯（写真-4）が生じ、その開口幅が最大で約100mに達する。鞍部には、東西方向の開口性亀裂が発達し、泥岩の岩塊が盛り上がり、地表面に露出した（写真-5）。また、地すべり斜面上部には、滑落崖下の大陥没帯と比較してはるかに小さい（幅約30m、落差約3m）陥没地形が、頭部付近の陥没帯と直交する方向に形成され、地すべりブロックの二次的な動きを示唆している。地すべり斜面中間部では亀裂が多く発生し、水田の西方向への傾動や表層崩壊が見られる。末端部では、その対岸側の急斜面にぶつかって停止した地すべりによって圧縮域が形成され、圧縮リッジや大量の湧水（約500ℓ/分）、池などが各々観察される。

図-2には、本地すべりの平面図を示した。今回の地すべりは、滑落崖の下部に見えるすべり面、陥没帯、亀裂の分布状況などをもと



写真-1 塩谷神沢川地すべり全景（北東方向を望む 2005年11月撮影）

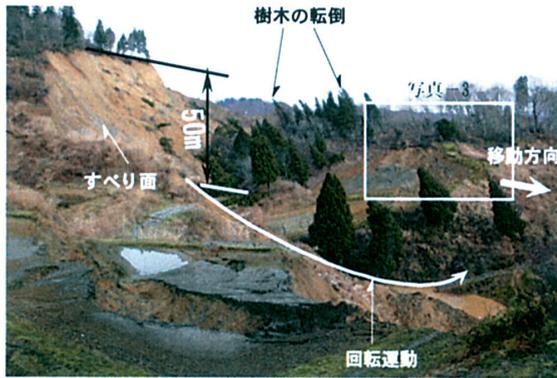


写真-2 地すべりの頭部付近。明瞭な滑落崖が形成され移動体の上部が後部へ傾斜する。



写真-3 後部へ傾斜する斜面における階段状変形 (写真-2の四角範囲)



写真-4 頭部付近の陥没帯。



写真-5 鞍部付近に見える開口亀裂 (写真-4の四角範囲)。

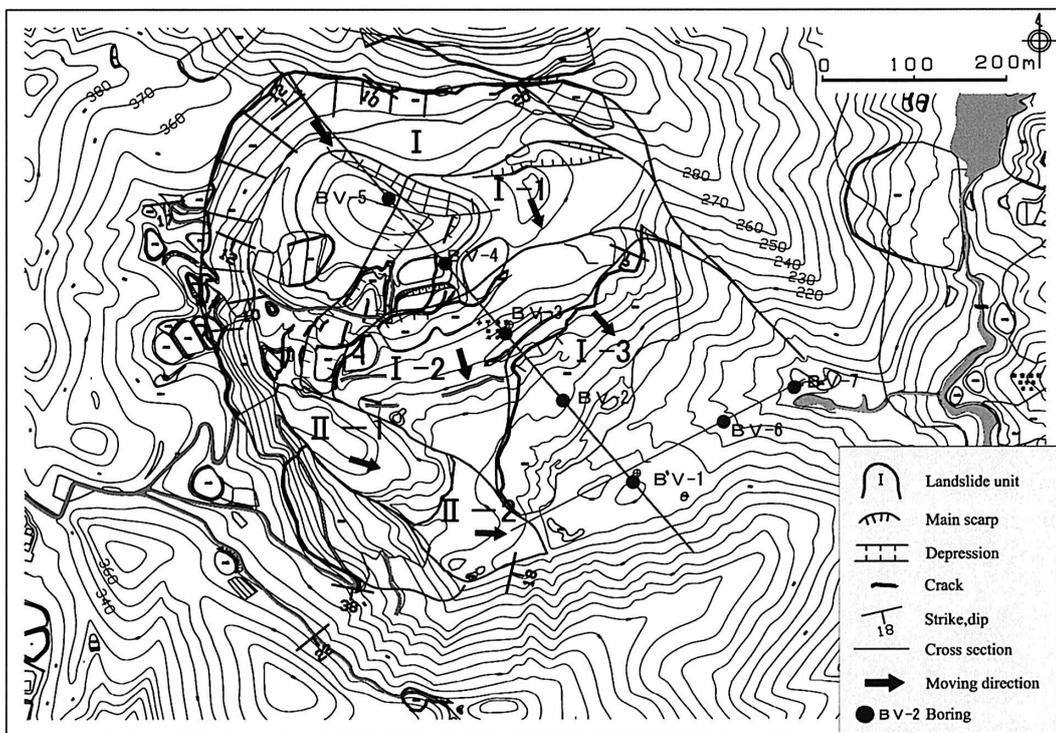


図-2 塩谷神沢川地すべりの平面図。IとIIは地すべりブロックを、矢印はその移動方向を示す。

に、今回の地すべりの本体であるⅠブロックとその側面に位置するⅡブロックに区分される。更にⅠブロックはⅠ-1、Ⅰ-2、Ⅰ-3のブロックに、ⅡブロックはⅡ-1、Ⅱ-2に区分することができる。なお、Ⅱ-1ブロックはⅠと一体となって動いたものの、Ⅱ-2ブロックはⅠブロックの動きによって誘発されたものと考えられる。

地すべり発生前後の空中写真及び地形図による移動方向及び移動量の計測結果から、地すべり移動量は斜面上部で大きく、水平方向では最大で約100mに達し、中部や末端部でやや小さく、約40~60mと推定される。垂直変位は中部付近において、平均で25mと推定される。また、地すべり斜面上にあった養鯉池や水田などの移動状況から、地すべり体の移動方向は概ねS40° E方向と推定される。

#### 4. 地すべり斜面の地質とすべり面

地すべり斜面周辺には基盤岩が露出し、主に砂岩・泥岩互層から構成される。砂岩部分は薄く、細粒から中粒のものが多く、風化した部分は淡褐色を呈し、柔らかく、新鮮なところは暗灰色で、硬い。頭部付近の露頭では泥岩部分が優勢で、砂岩は数cm~数10cmの厚さ

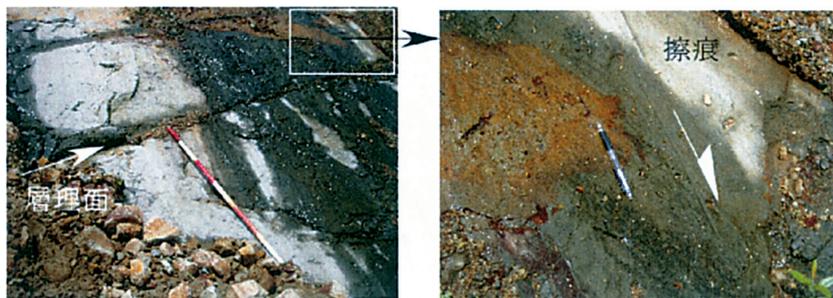


写真-6 滑落崖付近のすべり面上の擦痕

で挟まれる。これらの層は北東~南西の走向を持ち、全体的に南に10°前後~30°で傾斜し、地すべり本体は流れ盤構造である。ただし、主滑落崖の直下に露出する風化岩は北に12°傾斜し、背斜軸の存在が推定される。また、地すべり崩土と思われる岩片混じりシルト層が、現在の滑落崖付近で露出している。

写真-6は、滑落崖付近に見られたすべり面と擦痕を示したものである。すべり面は層理面(N75W/12S)を切っており、その上に地すべりの運動方向を示す擦痕が鮮明に残っている。滑落崖付近のすべり面では、このような擦痕が多数観察され、それらの方位は概ねS30~45° Eである。図-3はこれらの擦痕をシュ

ミットネットに投影したものである。この方向は、養鯉池などの移動状況から推定した地すべりの運動方向と概ね一致する。

図-4には、図-2に示す主測線における地質縦断面図を示した。主測線上にはBV-1~BV-5の5箇所、末端部で2箇所の計7箇所の調査ボーリングが実施された(図-2)。これによる地すべり斜面の地質は、地表面から岩片混じりシルト、強風化泥岩、破碎泥岩(砂岩の薄層を挟む)、泥岩や砂岩・泥岩互層からなる。この中で、最上部の岩片混じりシルトは中部で薄く、上部斜面や末端部で12~14mの厚さで分布する。風化岩は、斜面上部では3m程度、下部のBV-2では12mと厚く分布し、一部は強風化を受ける。この下位には、破碎を受けた泥岩が28~66mと厚く分布し、暗灰色を呈すものの、亀裂が多く存在する。破碎岩中の亀裂は新鮮であることから、地震動によって破壊され、さらに地すべりによって乱された可能性が高いと推定される。破碎岩の下位には

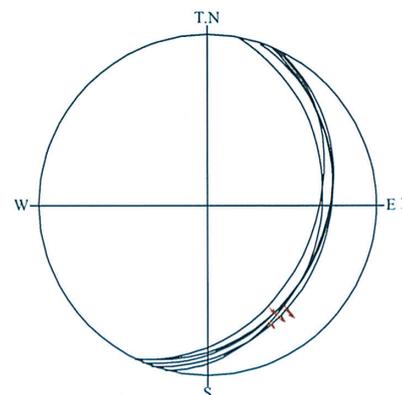


図-3 すべり面に観察された擦痕のシュミットネット投影(下半球)。大円はすべり面の産状、矢印は地すべりの移動方向を示す。

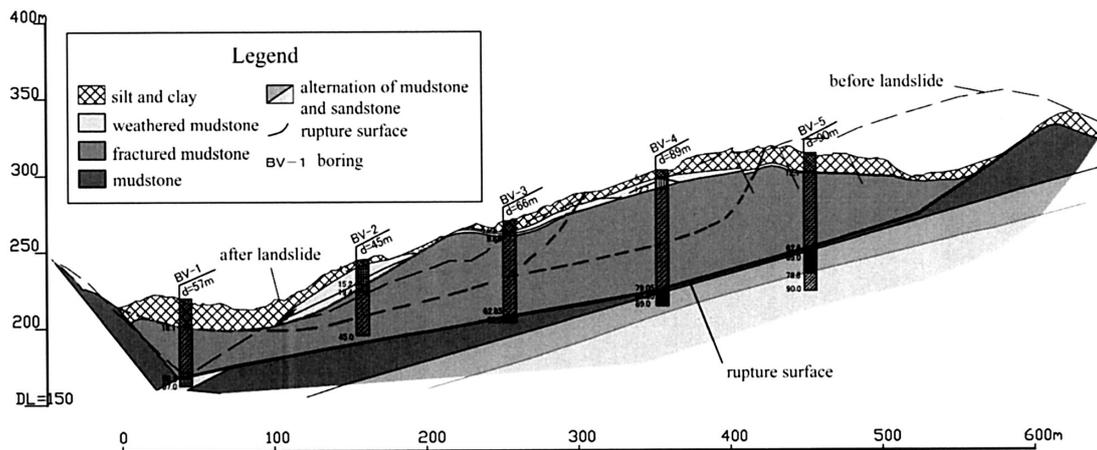


図-4 塩谷神沢川地すべり主測線地質縦断面図

基盤岩の砂岩・泥岩互層が分布する。これらの特徴から、すべり面は川口層内で形成されたと推定される。

本地すべりでは、地表面の変状やボーリングコアの状況から、浅いところのすべりと深いところのすべり面の存在が推定される。浅い部分のすべりは、二次的なものである。深部のすべり面について着目すると以下のことが推定される。

BV-1では深度49.1mでは強破碎泥岩の上位に岩片混じりシルトがあり、両層の境界面付近にはわずかな腐植物や木片の混入が認められ、すべりによる乱れが考えられる。

BV-2は、深部のすべり面までに達していないが、深度37.9mの強破碎泥岩中に擦痕が認められた。

BV-3では深度62.85mの泥岩の上位に強破碎泥岩があり、両層の境界面付近には破碎部に粘土化した部分や鏡肌が認められた。

BV-4では深度79.05mの泥岩の上位に破碎泥岩があり、両層の境界面付近には鏡肌が認められた。BV-5では深度62.6mの泥岩の上位に破碎泥岩があり、両層の境界面付近には破碎が著しく指圧で岩片状に割れ、弱い擦痕が認められる部分がある。

以上の観察結果に基づき、本地すべりの推定すべり面を図-4に示した。

## 5. 地すべり機構の検討

今回の地すべりの素因として、周囲を尾根で囲まれた不安定な地形、地すべり斜面を構成する脆弱な地質、褶曲による斜面の流れ盤構造などがある。地すべり発生 of 直接的な誘因は、中越地震による強震動であろう。本地すべりは中越地震本震の震央よりわずか4kmしか離れていない地点に位置し、震度6強の域に入る。また地震発生前、10月20日の台風により日雨量が100mmを超え、それによる地すべり斜面の間隙水圧の増加や、斜面の土地利用状況も誘因と考えられる。

地すべりの滑落崖は、地すべり発生前斜面の稜線付近、一部は稜線に沿って形成された。これは地震によって尾根付近で応答加速度が大きくなる（浅野ほか、2006）ことによる可能性が高い。地すべり斜面は広範囲で凸状を示し、斜面深部まで震動による破碎が生じた。地すべりの規模が大きいことや地すべりブロック全体がほぼ形を保ちながら移動したことから、地すべりは相当深いところで発生したと考えられる。ボーリングの結果から、すべりはまず地震動によって泥岩が破碎された後、破碎された部分とその下位の岩盤の境界付近で発生した推定される。また、移動体頭部斜面の後方への傾斜状況から、上部のすべりは円弧すべり、それ以下は直線すべりと考えられる。地すべりは深部の層理面付近で最初に移動し、それに伴い地すべり斜面上部が円弧

すべりを起こし、斜面上部の後方回転が生じたと考える。

地すべりは頭部の移動量が大きく、陥没帯が形成されている。中部では水田などの傾動や表層崩壊が生じているものの、末端部の沢地形から推定してその移動量はあまり大きくない。その原因は、地すべり斜面の対岸側に急斜面があり、地すべり移動体はそれにぶつかって停止したからであろう。地すべり移動体上部の幅20～30mの陥没帯や表層の変形は、おそらく度重なる余震もあったため、地すべり斜面内の部分的な不安定化によって二次すべりが発生したためと考えられる。

地すべり斜面頭部付近では、層理面を切るすべり面が形成されており、そこで観察される多数の擦痕は概ね南東方向を示しており、地表の変状から推定される今回の地すべり移動方向と一致していることから、これらが今回の地すべりによるものと考えられる。

本地すべり斜面主測線上のBV-5～3のボーリングコアには、泥岩が破碎され擦痕や鏡肌が認められる部分があり、それらの部分がすべり面と推定されている。今回の地すべりは、規模が大きく、相当深いところで滑り、移動距離が長い。地すべり発生前の地形・地質の状況から、今回の地すべりは既存地すべりより深いところで発生した可能性が高いと推定される。

## 6. まとめ

塩谷神沢川地すべりは、中越地震によって起きた地すべりの中で、最大級の規模であり、既存の地すべり地形を呈していた斜面で発生した。ボーリング調査、空中写真判読、詳細な現地調査などから総括的に分析した結果、すべり面は、斜面頭部付近では層理面を切るものの、斜面中下部ではほぼ層理面沿いに存在し、新たに形成されたものと考えられた。

中越地震では地震により数多くの地すべりが再滑動したが、既存地すべりのすべり面がそれより浅いところのものが多く（例えばハスパートル・花岡）、本地すべりなど既存のすべり面での再滑動ではなく、既存地すべり

斜面内に新たに発生したものもあり、通常の地下水を誘因とする地すべりとは著しく異なる現象であった。特に本地すべりの例は、地震時に既存地すべりより深い層で新たな地すべりが発生するという特異性を示した。

従来、あまり考慮されなかった地すべり土塊の地震時の挙動を明らかにし、東南海・東海地震などの大規模な地震や活断層による直下型地震の発生が懸念される昨今、より適確な土砂災害対策を検討してゆくことが強く望まれる。今後も、中越地震における激しい地震時地すべり土塊の挙動解明を、総合的かつ詳細な調査手法により重点的に進めてゆく予定である。

## 主な参考文献

- 1) 浅野志穂・落合博貴・黒川潮・岡田康彦：山地における地震動の地形効果と斜面崩壊への影響、*日本地すべり学会誌*、Vol. 42, No. 6, 2006
- 2) 石井 靖雄、野村康裕、藤澤和範、西本晴男、鈴木 常正：平成16年（2004年）新潟県中越地震により発生した地すべりの特徴、*44回地すべり学会研究発表会講演集*、2005年8月
- 3) 国土地理院：25,000分の1地形図「小平尾」、2003
- 4) 国土地理院：数値地図 50mメッシュ（標高）CD-ROM「日本II」、2001
- 5) 地質調査所：50,000分の1地質図「長岡」、2001
- 6) 地質調査所：50,000分の1地質図「小千谷」、1996
- 7) ハスパートル・花岡正明：新潟県中越地震における地すべり土塊の滑動機構―田麦山小高地すべりを例に―、*平成18年度日本砂防学会発表会（投稿済み）*、2006年5月、和歌山市
- 8) 防災科学技術研究所：「山古志村周辺地すべり地形分図」、2004

# 斜面崩壊災害現場における変位監視装置の開発検討

吉崎 皇淑 (国土交通省 北陸地方整備局 北陸技術事務所)

キーワード：レーザー距離計，加速度センサー，動態観測

keywords: laser distancemeter, accelerometer, movement observation

## 1. 目的

険しい地形と軟弱な地質そして厳しい自然条件を有する北陸地方では、毎年多数の斜面崩壊（地すべり、落石等）が発生し、地域住民が被災し道路が通行止めになる等の被害が出ている。



写真-1 中越地震災害現場での復旧作業（長岡市妙見）

このような災害による被害を最小限に止めるため迅速な復旧が重要であり、北陸地方整備局では災害対策機械を現場へ派遣し復旧作業にあたっている。しかし、災害現場では再び崩壊する恐れがあり復旧作業にあたる人員が二次災害の危険にさらされており、いかに崩壊を監視し人員の安全を確保するかが問題である。

そこで、危険な崩壊斜面でも設置が容易で、変位を測定し崩壊の前兆を感知出来る新たな監視装置について検討開発を行った。

## 2. 検討概要

災害現場で使用する監視装置について開発検討を行うため、

- ①災害時の管理（観測）体制を調査し、監視装置に必要な精度等の条件を整理し、
- ②既往の監視装置と新技術の調査整理を行い比較検討対象となる装置を抽出し、
- ③設置が容易でリアルタイムに監視出来る等の条件から総合評価を行い開発すべく装置の選定

を行った。

### 2.1 災害時における管理体制について

斜面崩壊災害現場においては、復旧作業を安全に行うため監視装置を設置し、警戒値等の管理基準値を設定し管理体制とる。土砂災害時の手引きでは、災害発生時の体制を表-1のように定義している。

表-1 「体制とその定義」

| レベル | 体制   | 定義                                                                                      |
|-----|------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 0   | 平常   | 注意・警戒体制がすべて解除された状態。                                                                     |
| I   | 注意第一 | 崩壊に至る恐れのある地盤変動や雨量を観測した段階。上位レベルに速やかに移行する態勢をとる（担当者の認知）。                                   |
| II  | 注意第二 | 数日（約5日）中に崩壊に至る恐れのある段階。片側交通規制とし、直ちに立入禁止（交通止）に移行できる体制。専門家による予測を開始する（監視強化）。                |
| III | 注意第三 | 崩壊数時間前の段階。想定される被災形態によっては全面交通止めとすることも検討する。工事関係者は、建設機械等を安全な場所に移動した上で避難する。観測頻度を上げ予測精度を高める。 |
| IV  | 警戒   | 崩壊直前の段階。全面交通止め。工事関係者は、すべての作業を直ちに中断し、安全な場所に避難する。                                         |

道路管理の場合、斜面に変動が確認されてもすぐには交通に支障を来す恐れがないケースもあることから、最悪のケースである警戒体制に移行するまでにはこのように段階を踏んで徐々に体制を強化している。

「土砂災害時の手引き」，北陸地方建設局道路管理課，平成10年3月

各体制間の移行は、斜面変動速度を観測し、おおよその崩壊余裕時間を想定した上で決定する。土砂移動状況から崩壊時刻を予測する方法として、図-1「クリープ3段階（斎藤式）」によるものと、災害の初動段階で現場情報が十分把握されていない段階では表-2の暫定的な基準値により管理している。

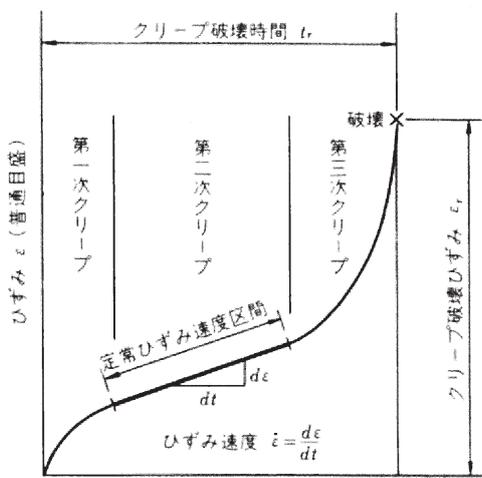


図-1 「クリープの3段階」

表-2 「管理基準値一覧表」

| 制定機関等                  | 移動速度区分 | 注意体制<br>(変動の認識)           | 警戒体制               |
|------------------------|--------|---------------------------|--------------------|
| 北陸地方整備局<br>道路管理課(初動段階) | 地表面    | 0.02mm/日<br>0.5mm/月       | 2mm/時間             |
| 道路土工・のり面工<br>斜面安定工指針   | 地表面    | 0.02~0.1mm/日<br>0.5~2mm/月 | -                  |
|                        | 地盤傾斜   | 1秒/日<br>30秒/月             | -                  |
| 高速道路調査会<br>(建設段階)      | 地表面    | 5mm/10日                   | 10~100mm/日         |
|                        | 地中     | 1mm/10日                   | -                  |
| 高速道路調査会<br>(維持管理段階)    | 地表面    | 10mm/10日                  | 10~100mm/日         |
|                        | 地中     | 1mm/10日                   | -                  |
|                        | 地盤傾斜   | 10~50秒/10日                | -                  |
| ダム<br>(貯水池地すべり)        | 地表面    | 0.4mm/日×3日<br>~1mm/日×5日   | -                  |
|                        | 地盤傾斜   | 3秒/日×3日<br>~15秒/日         | -                  |
| 地すべり防止区域               | 地表面    | 1~10mm/日                  | 2~4mm/時間<br>20mm/日 |

従って、崩壊斜面の監視装置の開発検討においては、図-1、表-2の変位を計測出来る精度が必要であることを確認した。

## 2.2 斜面監視装置の調査と整理

斜面の崩壊には様々な形態が存在し対象に応じて計測機器（センサー）が用いられるが、斜面監視装置を開発するにあたり、次に示す項目について調査と整理を行った。

### (1) 計測項目と計測機器

斜面の計測項目には、地表面の変動、地中の変動、気象条件、水文状況、構造物の挙動がある。

### (2) 計測期間と計測頻度

計測期間は、計測の目的、斜面納会や地滑り等の危険度合い、崩壊形態、計測機器の特性、計測機器の配置、現地条件を考慮して設定する。計測頻度は、可能は範囲で出来る限り多くとることが望ましい。

### (3) 計測機器の維持管理

計測機器は厳しい自然条件にさらされることが多く、機能を維持するには、定期的な点検整備が必要。

### (4) 新たな技術の活用調査

近年の情報技術や加工技術の発展により、新タイプのセンサー開発や、既往センサーの精度向上が図られており、崩壊斜面の監視に活用できる技術の調査・情報収集をNETIS及び関連雑誌から収集した。

表-3 計測機器一覧表（「岩盤斜面の安定解析と計測」（土木学会等）を参考にして作成）

| 計測機器                                                                                                                                                | 計測項目    | 計測頻度   |        | 維持管理<br>内容     | 適合する<br>崩壊形態 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------|--------|----------------|--------------|
|                                                                                                                                                     |         | 災害時    | 頻度     |                |              |
| 地表面伸縮計                                                                                                                                              | 地盤伸縮変動量 | 1~2回/週 | 1~2回/年 | イバ-線と保護管の接触    | すべり崩壊等       |
| 地盤傾斜計                                                                                                                                               | 地盤傾斜変動量 | 1~2回/週 | 1回/年   | 脚軸のずれ          | 円弧すべり崩壊等     |
| 光波測距計                                                                                                                                               | 構造体の傾動量 | 1~2回/日 | 必要の都度  | 観測条件と観測方法      | トップリング崩壊等等   |
| 抜き板測量                                                                                                                                               | 地表変動量   | 1~2回/日 | -      |                | 平面すべり崩壊等     |
| 落石検知                                                                                                                                                | 落石の検知   | 常時監視   |        |                | 崩落現象等        |
| GPS測量                                                                                                                                               | 地表移動量   | 1~2回/日 | 1回/年   | 誘導雷によるアンテナ故障破損 | -            |
| その他の既往計測機器<br>転倒スイッチ、移動杭測量、パイプ歪計、挿入式地中傾斜計、固定式地中傾斜計、多段式地中伸縮計、地中変位計、土圧計、ロードセル、ひずみ計、鉄筋計、構造物表面変位計、構造物表面傾斜計、クラックゲージ、熱赤外線映像法、地下水位計、間隔水圧計、雨雪量計、積雪深計、流量計・・・ |         |        |        |                |              |
| 斜面監視に関する新たなセンサー<br>AEセンサー、振動センサー、CCDカメラ、電波変位計、磁歪式センサー、加速度センサー、光ファイバセンサー、レーザスキャナー、GPSセンサー・・・                                                         |         |        |        |                |              |

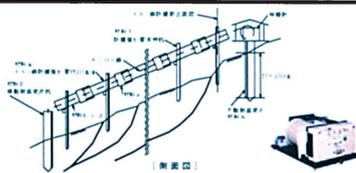
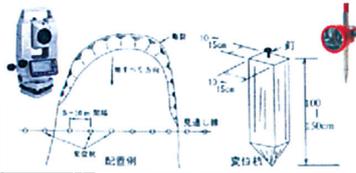
(5) 比較対象センサーの抽出

警戒避難を行う基準が設けてある計測項目としては、地表面移動速度及び地盤傾斜とすることが一般的である。「専門家でなくとも実施が可能な簡易な計測方法で、かつ警戒避難に関する管理基準値を認識出来る精度が得られるもの。」を開発コンセプトとし、調査整理した計測装置の中から、比較対象センサーとして、①地表面伸縮計、②移動杭測量、③GPS 測量、④光波測距儀、⑤電気式地盤傾斜計（加速度センサー等）を抽出した。

2.3 崩壊斜面の監視に適したシステムの選定

前号で整理・評価したシステムに対し、各項目の得失を基にして総合評価を行い、所期の目的にかなうシステムを選定する。評価項目としては、①リアルタイムに監視データで得られる②危険箇所への立入りが無い(少ない)③取扱い維持管理が容易④安価⑤自動化が可能⑥開発・改良余地のある技術であることとし、総括すると表-4 のとおりの結果となった。

表-4 「斜面監視適応性総合評価一覧」

| センサー名称          | イメージ                                                                                | 計測方法                                              | 測定範囲               | 精度                          | 信頼性<br>精度 | リアルタイム | 危険箇所立入 | 取り扱い | 維持管理 | 経済性 | 自動化可否 | 総合評価                                                         |   |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------|-----------------------------|-----------|--------|--------|------|------|-----|-------|--------------------------------------------------------------|---|
| 地表面伸縮計          |   | 地表面伸縮計と変位杭を設置してインバー線で結び、2点間の距離の変化を測定監視。           | 0~0.3m             | ±0.2mm                      | ○         | ○      | △      | ○    | △    | ○   | ○     | 設置や維持管理には危険範囲に立ち入る必要があり、職員等のみでの対応は困難な場合がある。                  | △ |
| 移動杭測量<br>(多角測量) |  | 地すべり地を胴切りする測線上の不動地杭から他端の不動杭を視準し、移動杭の視準軸からのずれ量を計測。 | 0.05~3000m<br>(距離) | ±2+2×D<br>mm<br>(Dはkm単位の距離) | ○         | △      | △      | △    | △    | △   | △     | 現状では、同程度の精度を有するGPS測量があり、広範囲の地すべりの移動観測にはこれに代わりつつあり、余り使われない。   | × |
| GPS 測量          |  | 衛星からの電波信号を受信機で捉え、各衛星の空間座標を基準として受信機の位置を測定する。       | 制限無し               | ±5+1×D<br>mm<br>(Dはkm単位の距離) | ○         | ○      | ◎      | ○    | ○    | △   | ○     | 機器を備蓄し、異常時に職員等が現場に設置することについては検討の余地がある。設置方法の標準化と職員等の教育が課題となる。 | △ |
| 光波測距儀           |  | 配置したターゲットを地すべり地外の基点から光波距離計で測量し、移動方向と移動量を判定する。     | 0.05~3000m<br>(距離) | ±2+2×D<br>mm<br>(Dはkm単位の距離) | ○         | ○      | ◎      | ○    | ○    | ○   | ○     | 近距離ではミラーが不要なものも普及してきており、危険箇所ほとんど立ち入らずに計測ができる可能性がある。          | ◎ |
| 電気式地盤傾斜計        |  | 地すべり変動による微量の地表面傾斜の変化を計測し、地すべりの動向を推定する。            | 0~20°              | ±40秒<br>(0.01°)             | △         | ○      | ◎      | ○    | ○    | ◎   | ○     | 加速度センサーは安価で通信機能も有し、崩壊の変位測定や判定、他センサー併用によりシステムの信頼性を高められる。      | ○ |

については、崩壊斜面の監視に適した監視装置として、

既往の技術の発展としてレーザー距離計

新たな技術の活用として加速度センサー

を選定することとした。

### 3. 選定装置によるシステム構成と基礎実験

#### 3.1 レーザ距離計による斜面変位監視システムの構築検討（レーザ伸縮計）

光波による距離の計測技術については、既に距離や移動物体の速度を測定やコンベックス代わりに用いられている。本検討では、従来の伸縮計に代わる距離測定センサーとして、ハンディタイプの安価なレーザ距離計を用い、ターゲット（反射板があれば精度は向上するが、なくとも可能）との距離を直接測定するもので、一定の間隔で測定を行って移動速度、変位量を計測するものである。

##### (1) システムの構築

レーザ距離計（図-2）を既往の伸縮計の代わりに設置し、地上に設置した反射板にレーザ光を照射し変位量を測定し、無線ロガー等でデータ伝送を行う。システムの構成は図-3のとおり。



図-2 「レーザ距離計」

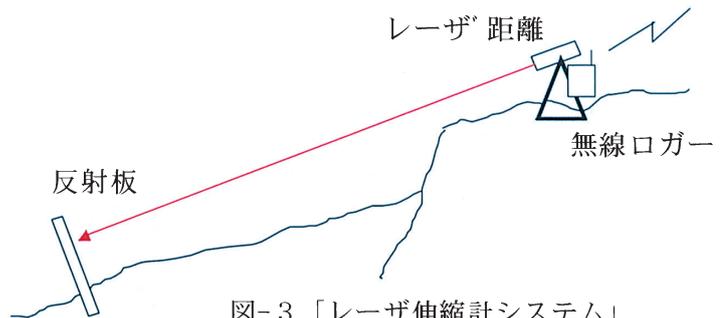


図-3 「レーザ伸縮計システム」

##### (2) ターゲットの検討

ターゲットとなる反射板（測定点）については、発射されたレーザ光線を正確に発射した方向へできるだけロス無く反射する（図-4の再帰性反射）ことが理想となる。測定の現場では、再帰性反射をする材質を用いたターゲット（ミラープリズムや反射板）を用いて行われることが多い。開発するポイントとして、現場に立ち入らずに設置できる簡易なターゲットを開発することが望まれる技術であるため、

- ①液体の反射材料を場外から発射してターゲットとなるもの（蛍光ペイント、反射ビーズ入り樹脂等）
- ②全方位反射性能を有するターゲット（図-5）

を開発し、ボウガン等で目標地点に投下設置するものを検討する。

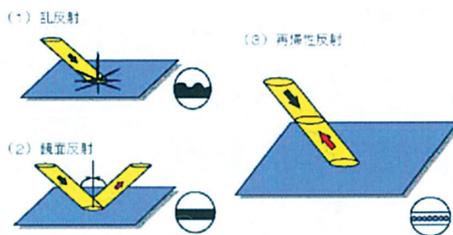


図-4 「光の反射の種類」



図-5 「ターゲット」

#### 3.2 加速度センサーの基礎実験

##### (1) 加速度センサーの概要

今回用いるものは、半導体式の加速度センサーで3軸方向の加速度を測定出来るものである。基礎実験段階ではあるが、大きさは五百円玉ほどで超小型軽量のセンサーである。電源はリチウム電池か太陽光発電を用い、データ通信は個々のセンサーが互いに無線LANで計測データを伝送する無線マルチホップ機能によるものである。



図-6 「加速度センサー」

## (2) 基礎実験（精度の確認）

崩壊斜面の変動を計測できる精度を有するかを確認するため、基礎実験を行った。加速度センサーと無線によるデータ通信装置を、実験用の台車（図-7）に組み込み、傾斜したレール上をすべり落としてそのときの加速度を計測する実験システム（図-8）を構成した。本構成にて加速度を計測し積分することで変動速度、さらに積分することで変位量を算出する。なお、実際の速度を計測して精度を検証するために、レール上に光ファイバーセンサーを設置して台車の通過時刻も測定した。台車の傾斜を  $5^\circ$ 、 $10^\circ$ 、 $25^\circ$ 、 $45^\circ$  に変化させて実験を行った。

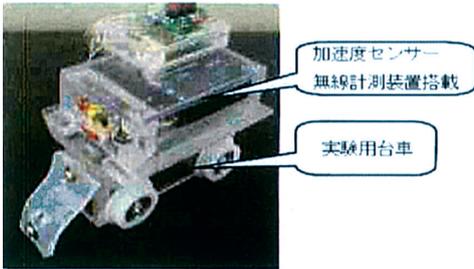


図-7「実験用台車」

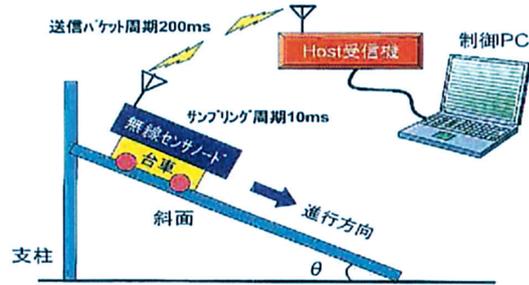


図-8「基礎実験構成図」

## 4. 検討・実験結果

### 4.1 レーザ伸縮計の検討結果

#### (1) 検討結果

- ①長距離計測（最大 3000m）可能で、地形的な制約も少ない。（伸縮計は数 10m）
- ②設置、維持管理が容易。危険箇所立入不要。（伸縮計のインバー線保護管や盛り替えが不要）
- ③測定精度は 2 mm 程度だが、連続観測で誤差をキャンセルすれば精度向上可能。（伸縮計 0.2mm）

以上から、既往の伸縮計に比べ、設置作業性と維持管理の省力化により、トータルコストの低減につながられる、と考えられる。

#### (2) 課題

次のとおり測定限界が課題であることが判明した。

- ①気象条件（温度、気圧変化、降雨雪、霧、露、陽炎、風の振動）により誤差を生じる。
- ②レーザ光線はわずかに拡散するため、長距離では精度が低下する。
- ③レーザ光線のターゲット追従が難しい。（斜面の変動に伴いターゲットが移動するため）

### 4.2 加速度センサー基礎実験結果

#### (1) 実験結果

測定された加速度値を図-9 に示す。速度及び変位を算出した結果を合わせて記入してあるが、加速度計から算出した移動速度（赤）、移動距離（黄）を光センサーにより実測した値と概ね一致していた。また、測定区間 0～1m における測定誤差は、図-10 のとおりで平均約-16%であった。

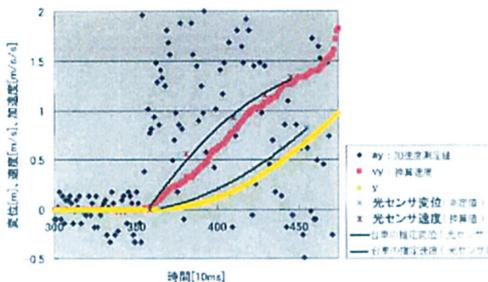


図-9「計測加速度グラフ」

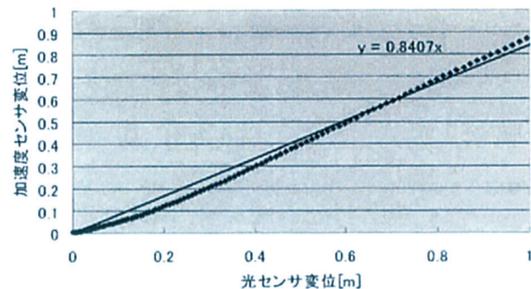


図-10「計測変位量比較図」

- ① 加速度センサー値算出変位量と光センサー計測の実変位量は、ほぼ一致。（崩壊速度計測可能）
- ② 精度の検証がさらに必要だが、比較的速度の速い変動であれば計測可能。（落石等）
- ③ 超小型軽量なので設置容易、無線マルチホップ機能により簡単に監視可能。

(2) 課題

- ① 計測値に誤差、精度にばらつきが見られる。さらに検証が必要。
- ② マルチホップ通信機能の伝送容量が小さい。
- ③ 投げ込み接着の方法の検討が必要。（接着方法等）

5. 今後の展開

5.1 実証実験の実施

平成17年度の予備検討結果から、課題の検証と解決を図るべく、平成18年度はモデル装置を製作し、実証実験を実施する。実験内容は、次のとおり。

- ① 精度、測定限界及び耐久性の検証
- ② レーザ光線のターゲット追従の検討
- ③ 設置方法の詳細検討（打ち込み、接着）

5.2 開発効果

開発による効果としては、

- ① 設置・監視の迅速化。（即時に監視が可能。）
- ② 設置作業の危険性の低減。
- ③ 装置費用の低減。

が考えられ、実用化に向けて開発を進める。

5.3 活用構想

実用段階における構想としては、次のとおりで、災害現場における復旧作業の安全確保を行う。

- ① レーザ伸縮計は、地滑り等で二次崩落の前兆の監視（変位測定）に使用を想定。既往の伸縮計のインバー管敷設が不要なため即時に設置が出来、人員が斜面に入らずに的をボウガン等で打ち込みレーザ監視が可能。監視データが三次クリープ又は管理基準値に達する段階で警報を出し、作業員を非難させ安全を確保する。
- ② 加速度センサーは超小型軽量なため、数十個を崩壊斜面に一度に投げ込み接着し監視する。個々のセンサーが変位を感知しデータを送信。スポット的な伸縮計と違い、斜面全体を面的に崩壊の有無を監視可能で、広範囲な崩壊、転石が点在する落石箇所等で活用する。（図-11）
- ③ レーザ伸縮計と加速度センサーのハイブリッド監視システムで、災害発生直後から総合的に斜面を監視する。（図-12）

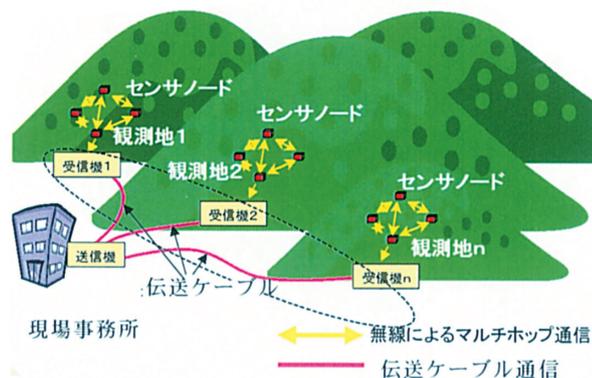


図-11 「加速度センサー広域監視構想」

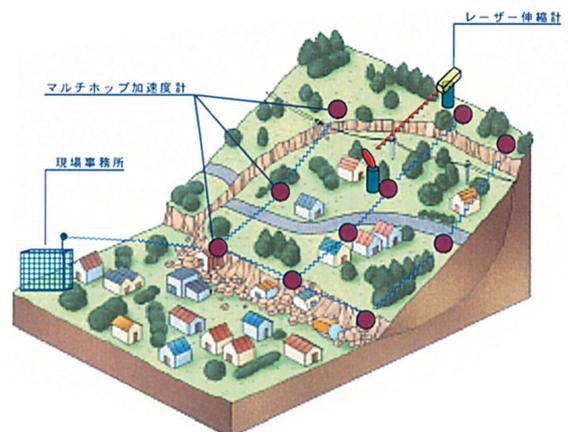


図-12 「ハイブリッド監視構想」

# 動態観測網がとらえた地震時の地すべり地の挙動（第二報）

川崎地質（株）北陸支店 ○佐藤 次生，川太 誠

## 1. はじめに

位置図



図 1-1 調査地案内図

新潟県中越地域における地すべり動態観測として、上図に示す十日町市ニッ屋地区において「新潟中越地震」以前から動態観測を行っていた。

調査地は図 1-1 に示す、新潟県十日町市大字ニッ屋地区に発生した地すべりであり、国土交通省所管の地すべり防止区域「ニッ屋」に指定されている。

地すべりは延長約 250m、最大幅約 300m であり（図-2 参照）、地すべり末端を横断する主要地方道十日町塩沢線の道路改築に伴う切土時に地すべりが活発化し道路沿いに亀裂等の変状をもたらした。

昨年度の「地すべり学会新潟支部 第 33 回地すべりシンポジウム」において、本調査地における新潟県中越地震前後の動態観測結果の発表を行ったが、今回の発表においては、地下水位の変動状況を再度整理し、地震後に行われた水抜きボーリングの効果との関連性について考察する。

## 2. 地すべり概要

調査地は信濃川右岸側の十日町市ニッ屋地内にあり、十日町盆地と魚沼丘陵との境界付近から南東に約 5 km 丘陵側に入った地点で、信濃川支流羽根川の右岸

に位置し、北西-南東～西北西-東南東方向とこれに直交するリニアメントが顕著である。また、調査地の背後には長さ 900m、幅 600m の大規模地すべり地形を成し、調査地はこの大規模地すべりの北側末端部付近に位置している。この大規模地すべりの主軸方向はこの付近に卓越するリニアメントと平行であり、地層の傾斜方向とも一致している。

また、調査地付近には魚沼層が分布し、①砂礫層や砂層を主体②砂礫層は、比較的礫分が多く、層厚は 3～32m に達する。コアはほとんど土砂状を成す。③砂岩は砂状のほか棒状を呈する所もあるが、固結度は緩く指圧で容易に崩れる。④泥岩は比較的固結度が高い、などの特徴を持つ。

動態観測は、図 2-1 に示す 10 箇所においてパイプ歪計（観測頻度：1 回/1 日）および水位計（観測頻度：1 回/1 時間）の自動観測を実施している。図 2-2、図 2-3、図 2-4 には地すべりブロック断面図を示す。

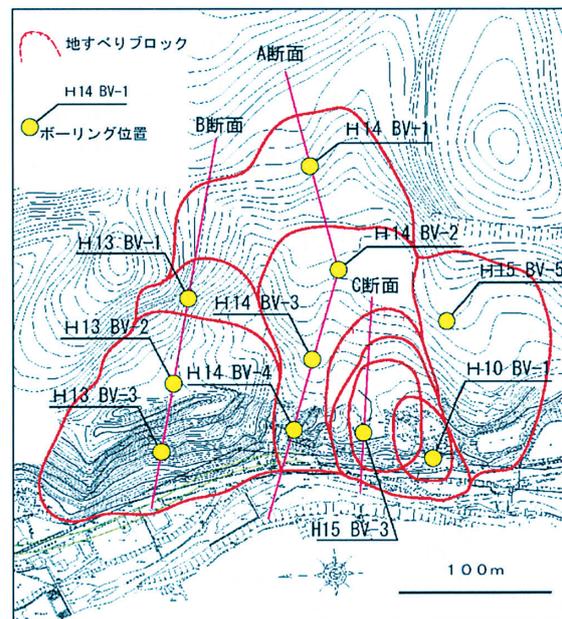


図 2-1 観測孔位置平面図

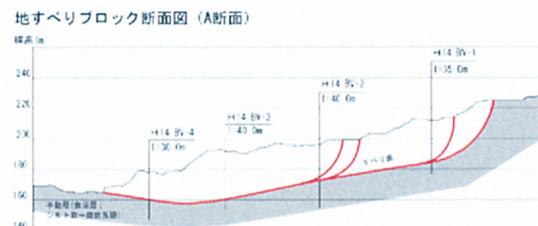


図 2-2 地すべりブロック断面図（A断面）

地すべりブロック断面図 (B断面)

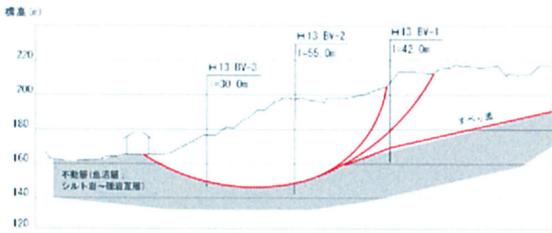


図 2-3 地すべりブロック断面図 (B断面)

地すべりブロック断面図 (C断面)

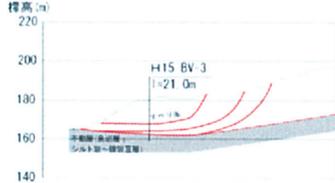


図 2-4 地すべりブロック断面図 (C断面)

### 3. 動態観測結果

図 3-1～図 3-5 に観測結果グラフを示す (川崎地質(株) 担当観測孔のみ)。

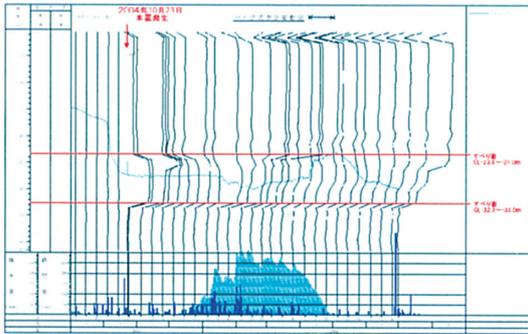


図 3-1 H13BV-1 孔の動態観測結果

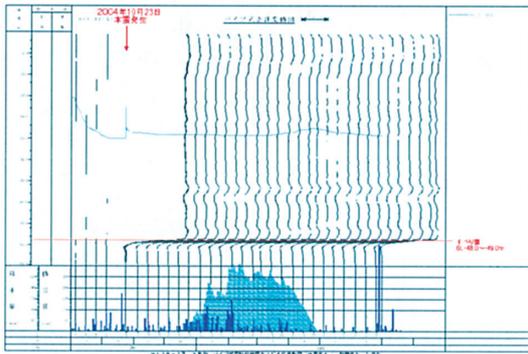


図 3-2 H13BV-2 孔の動態観測結果

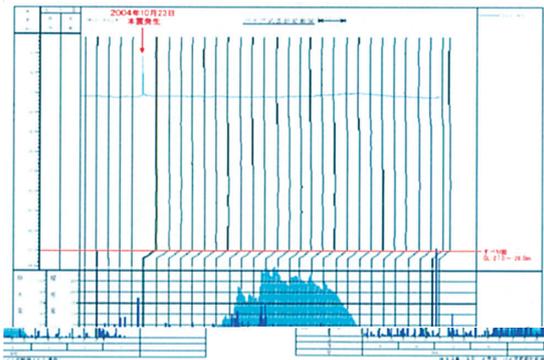


図 3-3 H13BV-3 孔の動態観測結果

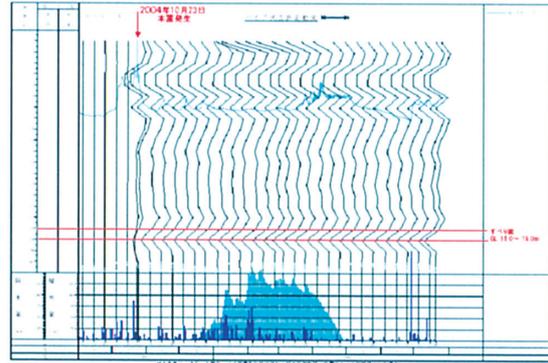


図 3-4 H15BV-3 孔の動態観測結果

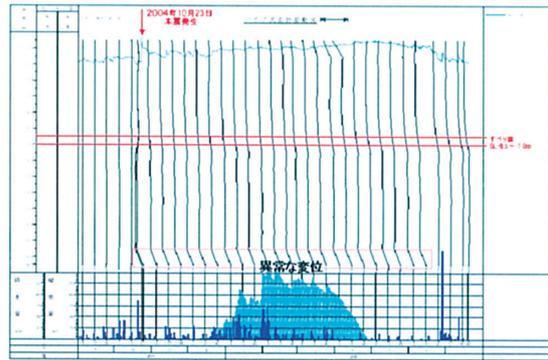


図 3-5 H10BV-1 孔の動態観測結果

#### ■ 歪みの特徴

歪みの特徴としては、本震時 (10/23) に大きな変動が表れており、各孔の地震時の最大歪み深度は、既知のすべり面深度と概ね一致している。本震時の最大歪み変位量としては、H13B-2 孔において  $15800 \mu$  の歪みが認められた。

#### ■ 水位の特徴

水位観測結果の特徴としては、全ての観測孔において一時的 (数時間) に水位が上昇している (H13BV-2 孔において最大 7.5m 上昇)。一旦上昇した水位は、地すべりブロック全体的には地震前の水位よりも低い水位まで下がって安定しているが、地すべりブロック中段～末端部の観測孔では地震前の水位まで下がりきらない箇所もみられる。これらの観測結果を考慮すると、地震動によって地すべり土塊内の間隙 (密度) が場所により変化した可能性が考えられる。

図 3-6, 図 3-7, に代表的な水位変動パターンを、表 3-1, 図 3-8 に全孔の水位変動結果をまとめる。

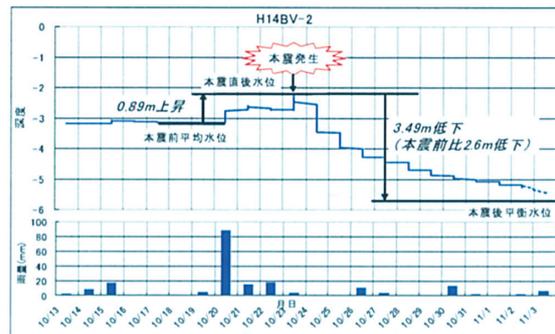


図 3-6 代表的な地震時の水位観測結果 (H14BV-2)

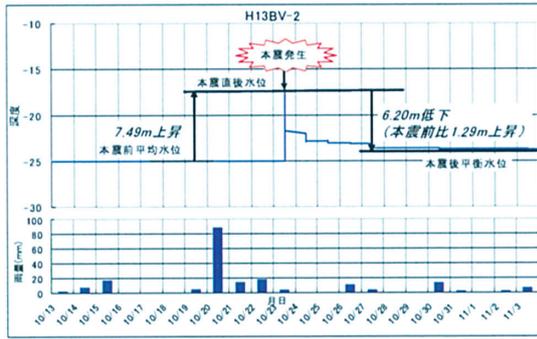


図 3-7 代表的な地震時の水位観測結果 (H13BV-2)

表 3-1 各観測孔における水位観測結果一覧表

| 位置        | 孔番      | 本震前            |                 | 本震時          |            | 本震後            |              |            |
|-----------|---------|----------------|-----------------|--------------|------------|----------------|--------------|------------|
|           |         | 本震前地下水位 (GL-m) | 本震直後地下水位 (GL-m) | 本震前との水位差 (m) | 水位変動に要した時間 | 本震後平均水位 (GL-m) | 本震前との水位差 (m) | 水位変動に要した時間 |
| 地すべり上・中段部 | H13BV-1 | -25.84         | -24.89          | 0.95         | 直後         | -27.69         | -1.85        | 約8日        |
|           | H14BV-1 | -17.32         | -7.91           | 9.41         | 直後         | -17.60         | -0.28        | 約16日       |
|           | H14BV-2 | -3.14          | -2.25           | 0.89         | 約1時間       | -5.74          | -2.60        | 約19日       |
|           | H14BV-3 | -10.07         | -7.60           | 2.47         | 直後         | -15.32         | -5.25        | 約26日       |
|           | H15BV-5 | -5.95          | -4.01           | 1.94         | 約1時間       | -10.40         | -4.45        | 約29日       |
| 地すべり上・下段部 | H10BV-1 | -1.64          | -0.25           | 1.39         | 直後         | -1.40          | 0.24         | 約7日        |
|           | H13BV-2 | -24.99         | -17.50          | 7.49         | 直後         | -23.70         | 1.29         | 約10日       |
|           | H13BV-3 | -8.05          | -2.87           | 5.18         | 直後         | -7.98          | 0.07         | 約10日       |
|           | H14BV-4 | -3.89          | -3.22           | 0.67         | 直後         | -5.94          | -2.05        | 約18日       |
|           | H15BV-3 | -7.80          | -0.87           | 6.93         | 直後         | -7.06          | 0.74         | 約10日       |

※1. 水色の観測孔は、地震後水位が地震前より低下した箇所。オレンジの観測孔は、地震後水位が地震前より同等または上昇した箇所。  
 ※2. 調査地では本震前の10/20～10/22にかけて合計119mmの降雨を記録し、一時的に水位が上昇していた。そのため本震前地下水位は10/20以前10日間の平均水位とした。



図 3-8 水位観測結果平面図

■観測結果まとめ

①歪計観測結果では全孔において地震による変異が認められたが、地震後は累積や加速する歪み変動は認められなかった。

地下水位の挙動を考慮すると、『水位上昇→すべり面全体の間隙水圧の上昇→変動の活発化』は認められず、地震動による瞬間的な変動が観測されたと考えられる。

②水位観測結果では、地震時に観測された一時的な水

位上昇は、数日かけて緩やかに低下し安定した。地すべり全体を代表するA側線上では、地震後水位は地震前より低下したが、B側線およびC側線上では、地すべりブロック上方で地震前よりも低い水位で平衡し、地すべりブロック下方で地震前よりも高い位置で安定した。

これより、B側線およびC側線の小地すべりブロックにおいては、従来のすべり面を境界として地すべりブロック土塊の再配分が行われ、地すべり土塊がブロック上方では相対的な引張による緩みが生じ間隙が増大し、ブロック下方では相対的に圧縮が生じ間隙の減少(密度の増加)したことにより、ブロック下方の排水条件が悪くなり、一種のダムアップ化していることが考えられる(図3-9参照)。

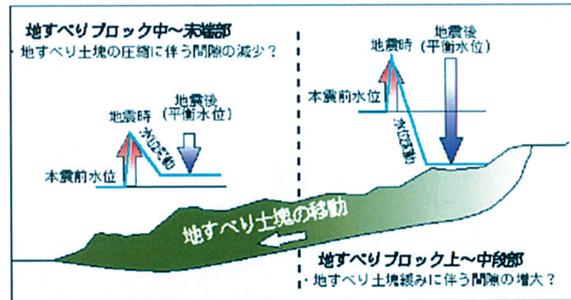


図 3-9 地震時における水位の挙動の模式図

4. 安全率の検証

地震時に観測された「地震前」、「地震直後」、「地震後」の水位条件により、B断面について安全率を検証した。表4-1に安全率を示す。

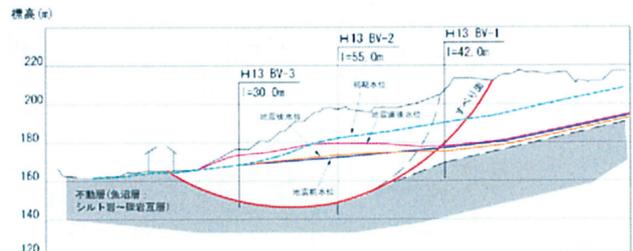


図 4-1 B断面における地震時水位断面図

表 4-1 B断面地震時水位安全率表

| 水位条件 | 安全率   |
|------|-------|
| 地震前  | 1.078 |
| 地震直後 | 1.021 |
| 地震後  | 1.074 |

安定解析の結果、地震時のいずれの水位条件においても安全率1を切ることはなく、地震時の歪み観測で見られた多大な歪みは、地震による瞬間的な変動であり、地震後の観測結果からみられるように累積変動が加速するものではないことを裏付けている。

## 5. 地震後水抜きボーリングの効果について

地震後、本調査地においては、C断面末端部において補強土壁盛土のための一時的な仮設切土が行われた。

仮設切土を行った際の小地すべりブロックの安定検討を行った結果、現在の水位では、仮設時の安全率を満足しないため、水抜きボーリングが施工された。

(図5-1平面図, 図5-2断面図参照)

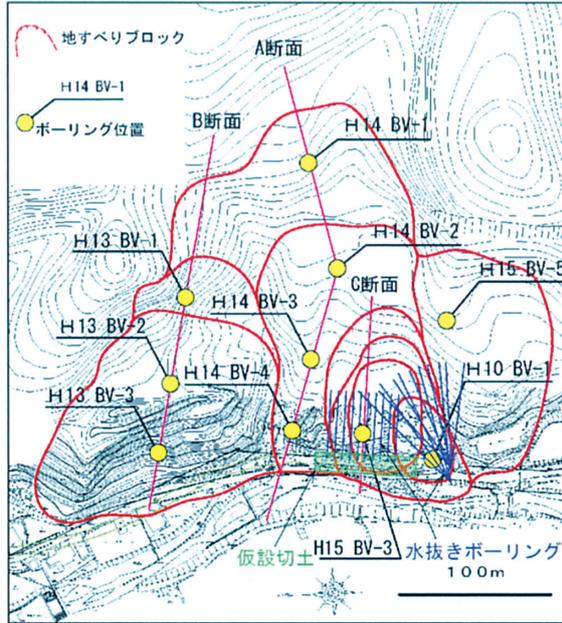


図5-1 仮設切土及び水抜きボーリング位置平面図

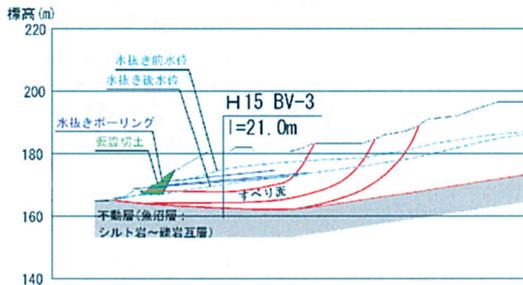


図5-2 仮設切土及び水抜きボーリング断面図(C断面)

水抜きボーリングは、地すべり末端部を一部切土しながら施工されたが、水抜きボーリング施工後は、水位が4.5mも低下し、通常の水抜きボーリングで期待される低下量1~3mより大きな水位低下が認められた。

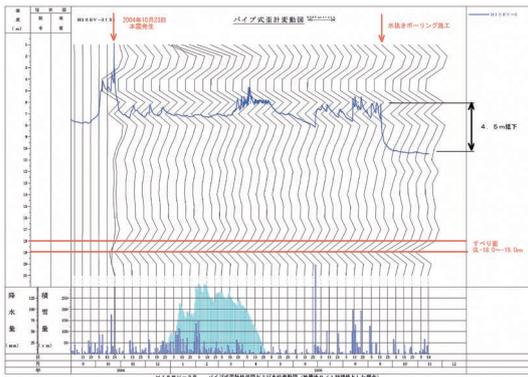


図5-3 H15BV-3孔水抜きボーリング後動態観測結果

これは、先に述べたように斜面末端部は地震動により土塊が圧縮傾向(間隙の減少)にあり、排水条件が悪く、水を抱きやすく被圧的な水理状況にあったため、水抜きボーリングによる排水効果が大きかったのではと推測する。

## 6. まとめ及び今後の課題

今回の発表にあたり、本調査地の水位変動および安全率について改めて整理した結果、①地震前後の水位条件(地震前、地震直後、地震後)による安定解析の結果、安全率1を切ることはなく、地震後の歪み変動観測結果(累積変動が認められない)とも一致し、地震時の歪み観測で見られた多大な歪みは、地震による瞬間的な変動であると推測される。②地すべりブロック全体の地震前後の水位を整理すると、一概には言えないが、下方の小地すべりブロックにおいては、地すべりブロック上方で地震前よりも低い水位で平衡し、地すべりブロック下方で地震前よりも高い位置で安定する傾向が認められることより、地すべり土塊の間隙が変化(上方で間隙増大、下方で間隙減少)し、ブロック下方で排水条件が悪くなることが想定される。

また、地震後における斜面末端の水抜きボーリング施工による水位変動を見ると、通常よりも多大な水位低下が認められ、地すべりブロック下方では上記に述べた水理条件であったことから水抜きボーリングによる排水効果が大きくなったと推測する。

今後の課題としては、地すべり地において地震動が発生した場合、地すべり全体に大きな変動が無くとも、上記に述べたような水理状況の変化により、斜面末端部の地下水位が被圧し、末端部の小崩壊を招きやすい可能性があるのではないかとすることも視野に入れ、調査、観測および解析を行う必要があると考える。

今回動態観測結果の興味ある現象を得て考察を行ったが、このような現象がニッ屋地区地すべりの例外的なものであるのか、地すべり地全般において発生しているか、さらに図3-9に示した地下水位の挙動が地すべりのメカニズムの中で合理性を持った考え方であるのかは、今後より広域の観測データをもとに諸現象の要因を明らかにすることが必要と考えております。

なお、今回の発表においては、観測データの貸与および貴重なご意見、ご便宜いただきました新潟県十日町地域振興局道路課、(株)キタックの関係各位様に対し厚く御礼申し上げます。

# 新潟県中越地震で発生した釜沢地すべりについて

株式会社村尾技建

渡部 俊\*

長谷川和弘

真島 清

## 1.はじめに

釜沢地すべりの規模は、長さ 150m であり、幅は頭部で 40m、末端部で 70m と、頭部に比較して末端部が広がった形状であった。末端部にあった人家が土砂に押しつぶされ、一級河川釜沢川が閉塞するなどの被害が発生した。

釜沢地すべりの特徴は、基岩を形成する安山岩の透水性が高く、背後山地からの地下水供給が豊富であることである。地震により発生した地すべりの状況と埋塞した釜沢川や宅地及び市道の復旧を含めた対策工について紹介する。

## 2.釜沢地すべりの概要

釜沢地すべりは、信濃川右岸側の沖積層により形成された平坦面と丘陵部の境界に位置する。地すべり地は、両側を釜沢川及び沢によって形成された尾根地形の先端部で生じた。発生当初、現地では移動状況から層すべりのように見えたが、地形図や現地状況から旧地すべり地形を呈していたことが窺えた(写真 1)。

頭部及び側部には滑落崖が形成され、最大で高さ 9m、水平移動量は 15m と大きい。滑落崖には無数の湧水が見られ凹地は池となっていた(写真 2)。

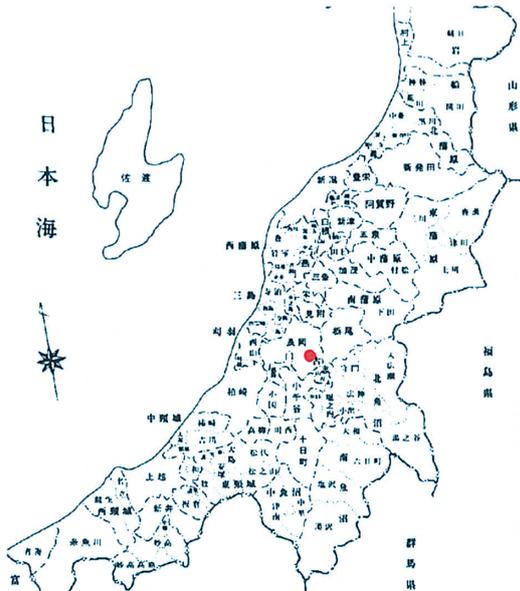


図 1, 釜沢地すべり位置図



写真 1, 発生後の航空写真



写真 2, 滑落崖



写真 3, 末端部樹木の傾倒状況



写真 4, 釜沢川の閉塞状況



写真 5, 釜沢川仮復旧状況

地すべり末端部は隆起し、樹木の先端が地すべり頭部方向に傾倒していた。部分的には副次的な崩壊が見られた。以上のことから、発生と同時に一気にすべり、急停止した様相が窺えた(写真 3)。釜沢川は土砂で埋没したが、対岸の水田は隆起等の痕跡はなかった(写真 4)。

### 3. 応急対策

閉塞した釜沢川上流側の湛水防止のため、対岸の水田を仮掘削し応急仮復旧した(写真 5)。地すべりに対しては、湧水量が豊富なことや地すべりブロック内に池が散在し、移動土塊も非常に軟弱であったことから、地すべりブロック全体にわたって地下水位が高いことが想定された。このため、応急の横ボーリングを実施した。

地すべりの移動状況の監視として、頭部滑落崖に伸縮計を設置し、対岸の住宅地に伸縮計と連動させた警報機を設置した。閉塞地点下流側は低地であり、釜沢集落や県道、市道などの保全対象物が存在していたため、地すべりの再移動による釜沢川上流側の湛水と土石流の危険性を迅速に伝達する必要があった。

応急対策の結果、地すべりの大きな移動は現在まで見られていない。しかし、滑落崖の小規模崩壊は断続的に発生し、滑落崖の後退傾向が見られた。

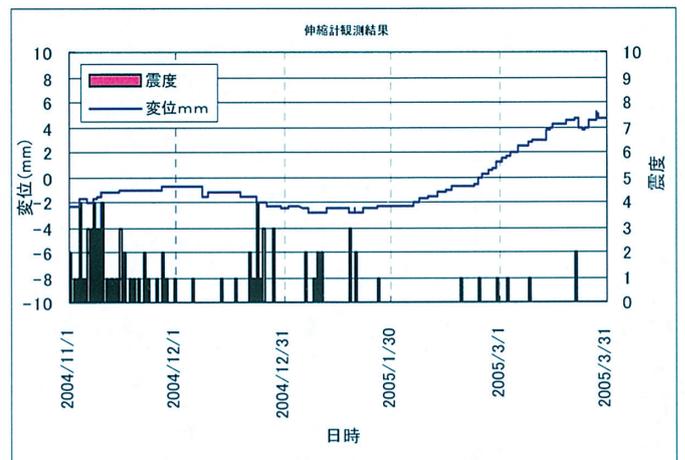


図 2, 伸縮計観測結果

#### 4.地質概要

地すべり地の基岩は周辺の地質図より、第四紀更新世の魚沼層であり、安山岩塊が優勢な粗粒砂岩との互層である水中火砕流堆積物であると考えられる。

地質構造は、当地区から東側 5km に存在する背斜構造を伴う鋸山断層に規制されている。走向は北北東-南南西で、北西傾斜の構造である。地すべり斜面は北西向きであり、流盤構造となっている。

#### 5.調査結果

地すべりブロック中央に測線を設け、3箇所ではボーリングを実施した。

上位層は、礫を含まない未固結の粘性土、砂質土が分布し、下位層は安山岩塊と粗粒砂岩が分布していた。

層境界には特に軟弱な粘性土が存在した。中央のボーリング BV16-2 孔で実施した標準貫入試験では、上位層と下位層の値に明確な違いがあった。以上のことから、すべり面を上記の層境界と決定した。

簡易揚水試験の結果、地下水は移動層と比較して、すべり面付近から不動層に多いことが判明した。不動層の安山岩塊と粗粒砂岩は、塊状あるいは礫状コアで採取されたことから亀裂が発達し、透水層として地下水の供給源となっていたと考えられる。

#### 6.地すべり機構

旧地すべり地形を呈し地表水を集水しやすい地形であったこと、背後の山地を涵養源とする地下水が空隙の発達した基岩内を帯水層として多量に存在していたことが素因として挙げられる。

誘因としては、基岩からの地下水供給が豊富な特徴を有し、かつ地震発生前の降雨(連続 125mm が観測)により、すべり面に作用する地下水圧が増大し、地すべりの安定性が低下していたところに、地震の影響が加わって発生したものと思われる。

#### 7.地すべり対策工について

対策工は、地すべりの素因、誘因に大きく関与する地下水に重点をおいた。特に基岩内の地下水量が多く、水頭も常時高い状態にあった。このような状態から、地下水排除工を対策工の中心とした。

さらに頭部排土工、末端押え盛土工により土塊のバランスを図った。土工計画に際して、釜沢川の流路、市道、宅地に配慮し復旧する条件で検討した。

滑落崖の背後には、開口した引張り亀裂が多数存在し断続的な小崩壊が発生していたが、排土工によって不安定土砂を撤去し、法面保護工によって浸食防止を図るものとした。

なお、対策工は現在施工中であり、頭部排土工の一部が施工されている。施工とともに地すべり観測は中断しているが、施工完了後に再度地下水位観測や歪量観測を実施する予定である。

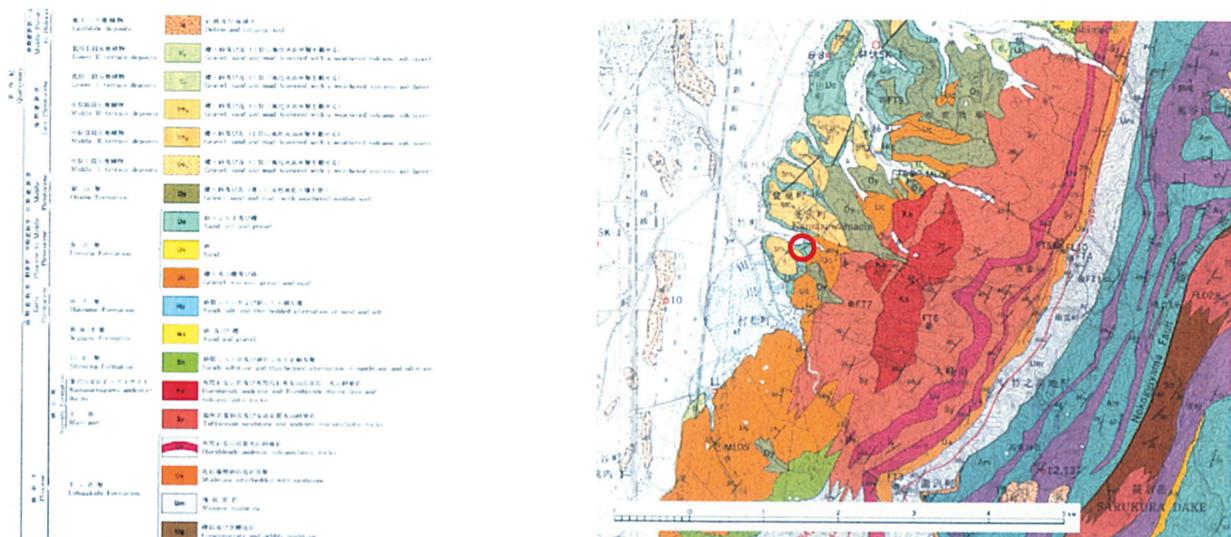


図 3、周辺の地質図

8.おわりに

釜沢地すべりは、背後より多量の地下水が不動層に供給されており、その地下水が地すべりの素因となっている。一方、釜沢川の急河道の位置は現在より山側に存在し、かつては河道浸食との相互関係で地すべりが発生していたものと推定される。このようなことから、今回選定した対策工である地下水排除工と押え盛土は、概念的に、過去発生した地すべりの原因と対策に相当するものでもあり、長期的安定に対する

信頼性も高く、妥当であったと考えている。

地すべり対策工の中で、特に下記の点について土工計画に苦慮した。ひとつは釜沢川の流路や市道の復旧計画による制約であり、ひとつは頭部排土と末端押え盛土との土工バランス及び残土量削減であった。後者の残土については、新潟県中越地震の復旧全体の課題になっているものである。今後も土砂転用を推進し残土量低減に努め、環境面も配慮した対策工計画が望まれる。

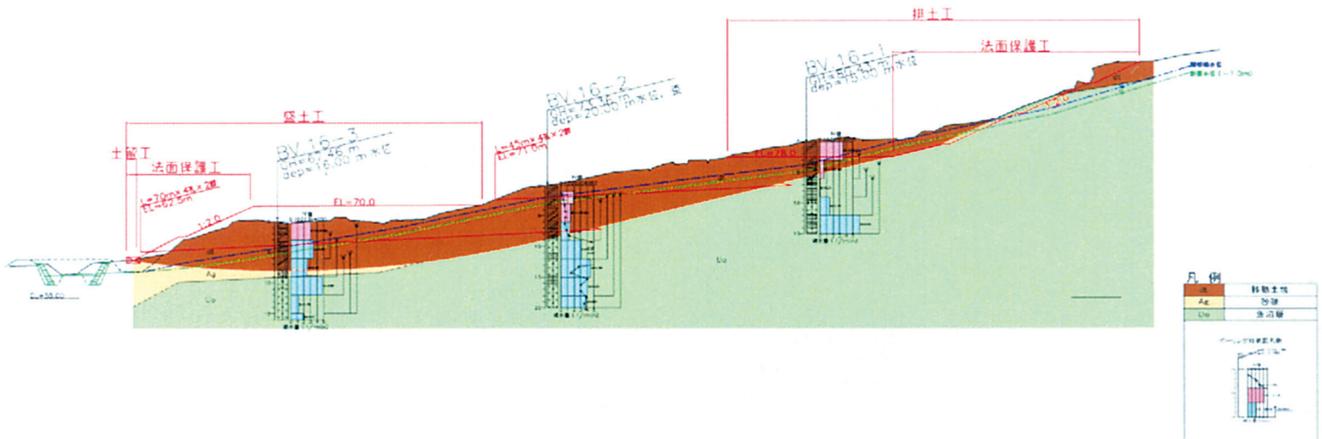


図 4, 対策工断面図

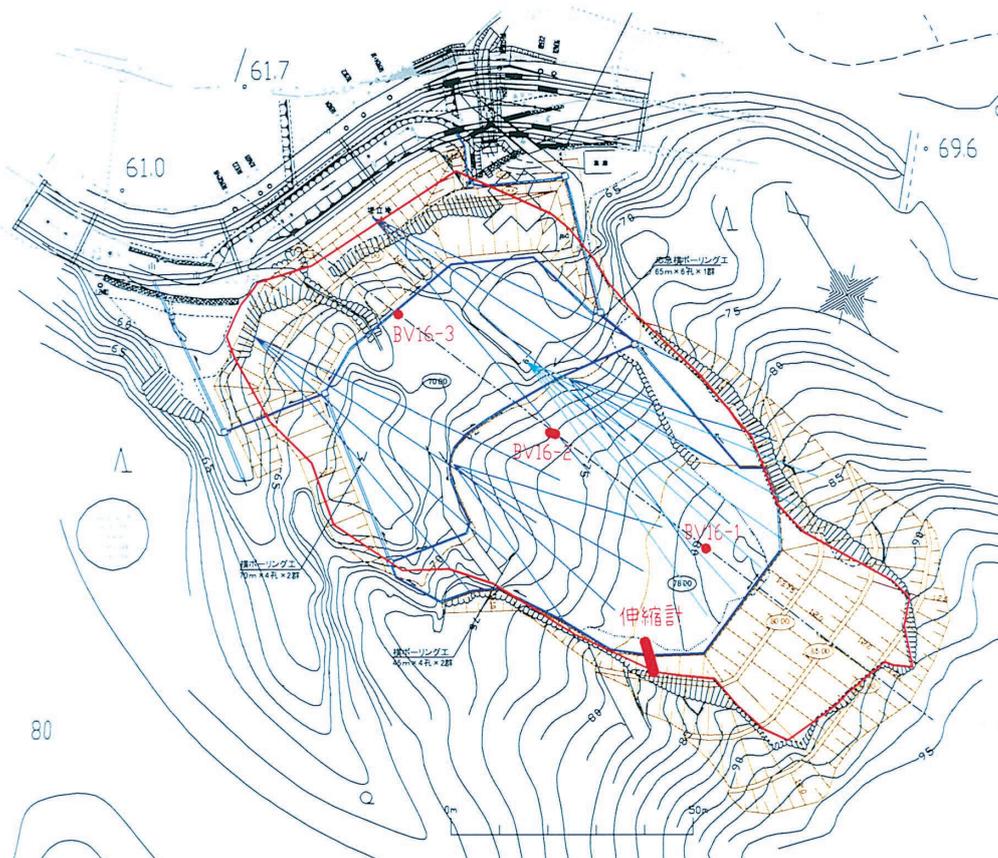


図 5, 対策工平面図

**表紙写真**

復旧が進む災害現場の様子（長岡市妙見地内）

**新潟県中越地震と地すべり**  
—その3 山間地の復興にむけて—  
2006.5

---

|             |                               |
|-------------|-------------------------------|
| 編集<br>発行    | (社)日本地すべり学会新潟支部               |
| 予稿集<br>編集委員 | 堀田 亨・野崎 保・佐藤壽則<br>田村 尚 (ABC順) |
| 印刷          | 株式会社 文 久 堂                    |

---

# 社団法人 新潟県地質調査業協会 会員名簿

事務局 〒950-8051 新潟市新島町通1ノ町1977番地2

TEL (025)225-8360 FAX (025)225-8361

## 会 員

27社 (H18.4.1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>新潟市紫竹 7-27-35  | (025)274-5656 | (025)271-6765 |
| 開 発 技 建 (株)                  | 花市 顕悟  | 〒951-8153<br>新潟市文京町 22-21   | (025)265-2261 | (025)267-8912 |
| 川 崎 地 質 (株)<br>北 陸 支 店       | 川太 誠   | 〒950-0914<br>新潟市紫竹山 5-7-5   | (025)241-6294 | (025)241-6226 |
| (株) キ タ ッ ク                  | 中山 輝也  | 〒950-0965<br>新潟市新光町 10-2    | (025)281-1111 | (025)281-0001 |
| 基礎地盤コンサルタンツ (株)<br>北 陸 支 店   | 久保田 耕司 | 〒950-0925<br>新潟市弁天橋通 1-2-34 | (025)257-1888 | (025)257-1880 |
| (株) 興 和                      | 五十嵐 武  | 〒950-8565<br>新潟市新光町 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   | 田村 伸夫  | 〒950-2055<br>新潟市寺尾上 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 店    | 佐藤 成美  | 〒950-2015<br>新潟市浦山 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   | 大平 高二  | 〒950-0912<br>新潟市南笹口 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 | (025)230-3730 |
| ㈱東京ソイルリサーチ<br>新 潟 営 業 所      | 前田 建實  | 〒950-0014<br>新潟市松崎 1-16-37  | (025)272-1612 | (025)272-1613 |
| (株) 日 さ く<br>北 信 越 支 社       | 斉藤 茂   | 〒950-0891<br>新潟市上木戸 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>新潟市紫竹 5-26-1   | (025)241-2234 | (025)241-2229 |
| 日 本 基 礎 技 術 (株)<br>関 越 支 店   | 佐藤 大造  | 〒950-0892<br>新潟市寺山 3-6-18   | (025)271-6311 | (025)271-7778 |
| 日 本 物 理 探 鑛 (株)<br>北 陸 支 店   | 宮崎 紳司  | 〒950-0983<br>新潟市神道寺 3-10-37 | (025)241-2960 | (025)241-2959 |
| 北 陸 鑿 泉 (株)                  | 川嶋 直樹  | 〒950-0901<br>新潟市弁天 1-1-15   | (025)244-5222 | (025)244-5223 |
| 三菱マテリアル資源開発 (株)<br>新 潟 営 業 所 | 松葉 久   | 〒950-0993<br>新潟市上所中 2-15-10 | (025)283-2081 | (025)283-2082 |
| (株) 村 尾 技 建                  | 村尾 建治  | 〒950-0948<br>新潟市女池南 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>新潟市青山 1-1-22   | (025)265-1122 | (025)265-1126 |
| ラ イ ト 工 業 (株)<br>新 潟 支 店     | 小林 俊雄  | 〒950-0901<br>新潟市弁天 3-3-19   | (025)247-8251 | (025)247-8254 |

## 賛助会員

1社 (H18.4.1現在)

|              |       |                            |               |               |
|--------------|-------|----------------------------|---------------|---------------|
| ジオテクサービス (株) | 南雲 政博 | 〒950-0951<br>新潟市鳥屋野 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 新潟市新光町6-1 興和ビル8F  
TEL (025)281-1510 FAX (025)281-1507

## 正 会 員

24社 (H18.4.21現在)

| 会 社 名                   | 代 表 者  | 所 在 地                         | 電 話 番 号       | F A X 番 号     |
|-------------------------|--------|-------------------------------|---------------|---------------|
| (株) アドヴァンス              | 玉田 孝雄  | 〒950-0912<br>新潟市南笹口 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 |
| 川崎地質(株)<br>北陸支店         | 川太 誠   | 〒950-0914<br>新潟市紫竹山 5-7-5     | (025)241-6294 | (025)241-6226 |
| (株) キタック                | 中山 輝也  | 〒950-0965<br>新潟市新光町 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                 | 五十嵐 武  | 〒950-8565<br>新潟市新光町 6-1       | (025)281-8811 | (025)281-8833 |
| 国土防災技術(株)<br>新潟支店       | 斉藤 彰朗  | 〒950-2042<br>新潟市坂井 1035-1     | (025)260-2245 | (025)260-7522 |
| (株) 新協地質                | 篠崎 寿一  | 〒950-0864<br>新潟市紫竹 4-13-1     | (025)244-7866 | (025)244-1673 |
| (株) ダイチ                 | 細野 千代喜 | 〒957-0017<br>新潟市新富町 3-9-2     | (0254)24-1612 | (0254)26-5453 |
| 太陽開発(株)                 | 荒木 一   | 〒942-0315<br>上越市浦川原区横川 406    | (025)599-2336 | (025)599-2339 |
| 中央開発(株)<br>北陸支店         | 福田 健一  | 〒950-0982<br>新潟市堀之内南 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    | 大平 高二  | 〒950-0912<br>新潟市南笹口 1-1-38    | (025)249-2137 | (025)249-2136 |
| (株) 日 さ く<br>北信越支社      | 斉藤 茂   | 〒950-0891<br>新潟市上木戸 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 |
| 三菱マテリアル資源開発(株)<br>新潟営業所 | 松葉 久   | 〒950-0933<br>新潟市上所中 2-15-10   | (025)283-2081 | (025)283-2082 |
| 緑 物 産 (株)               | 森末 直晴  | 〒950-2004<br>新潟市平島 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>新潟市青山 1-1-22     | (025)265-1122 | (025)265-1126 |
| ライト工業(株)<br>新潟支店        | 小林 俊雄  | 〒950-0901<br>新潟市弁天 3-3-19     | (025)247-8251 | (025)247-8254 |

## 支 部 会 員

12社 (H18.4.21)

|               |        |                            |               |               |
|---------------|--------|----------------------------|---------------|---------------|
| 岡田土建工業(株)     | 岡田 巖   | 〒944-0047<br>妙高市白山町 2-11-6 | (0255)72-3231 | (0255)72-9663 |
| (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>長岡市栲尾山田町 1-10 | (0258)52-2076 | (0258)52-3163 |
| 久 保 田 建 設 (株) | 久保田 洋子 | 〒943-0132<br>上越市辰尾新田 1     | (0255)24-4510 | (0255)22-7780 |
| (株) 小 林 組     | 五十嵐 敏  | 〒940-0133<br>長岡市巻淵 3-3-12  | (0258)52-2418 | (0258)52-1335 |
| (株) 後 藤 組     | 後藤 幸洋  | 〒941-0064<br>糸魚川市上刈 6-1-8  | (0255)52-5820 | (0255)52-2855 |

|          |       |                               |               |               |
|----------|-------|-------------------------------|---------------|---------------|
| 新越開発(株)  | 穴沢 雅光 | 〒946-0107<br>魚沼市下田 351-32     | (0257)99-3232 | (0257)99-2118 |
| (株) 高橋組  | 高橋 伸幸 | 〒942-1431<br>十日町市松之山湯山 1380-1 | (0255)96-3125 | (0255)96-3150 |
| (株) 武江組  | 太田 昭治 | 〒942-0305<br>上越市浦川原区虫川 1675   | (0255)99-2111 | (0255)99-2222 |
| (株) 保坂組  | 関 彰   | 〒944-0083<br>妙高市四ツ屋 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      | (0257)82-1181 | (0257)82-2241 |
| (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 |