

第21回シンポジウム

地すべり活動と観測

1993. 5. 13

主 催	地すべり学会新潟支部
	土質工学会北陸支部
後 援	新潟県地質調査業協会
	地すべり対策技術協会新潟支部
	新潟県

~~~~~ 目 次 ~~~~~

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| I 長浜地すべり防止区域に設置された自動<br>監視システム ..... | 1  |
| II 地下水排除工と効果判定 .....                 | 10 |
| III 自動観測データーからみた地すべり活動 .....         | 18 |

~~~~~

序

当支部のシンポジウムも過去20回にわたって多くのテーマについて行れており、その成果も著しいものがありました。

今回は21回目のシンポジウムとして「地すべり活動と観測」をテーマとして行れることになりました。

新潟県下では、過去に、あるいは現在も移動中の地すべり地で多種にわたる観測が行れており、その結果は地すべり防止対策に大いに役立ってきました。また、その成果は全国にわたって地すべり問題を扱うときの貴重な知見を与える結果となってきました。しかしながら地すべり発生機構の考え方が変れば観測内容も変化するはずです。いずれにせよ、地道な観測の結果が新たな防止対策工法の開発につながるものと考えられますので、今回のシンポジウムは誠に当を得たものといえます。したがって、活発な討論が行れ、その成果が今後の地すべり地での観測法とその後の防止対策工法の開発に役立てられることを期待しております。

平成5年5月13日

地すべり学会新潟支部長

小 川 正 二

I 長浜地すべり防止区域に設置された 自動監視システム

新潟県土木部 藤田 太子
宮島 義雄
応用地質(株) 針生 眞也
安藤 伸

1. はじめに

昭和60年2月に新潟県西頸城郡青海町で発生した玉ノ木地すべり、同年7月に長野県長野市で発生した地附山地すべりは、いずれも死者を伴う大規模な地すべり災害として記憶に新しい。その後、こうした地すべり災害を教訓として、地すべりを監視し災害を未然に防止するための自動監視システムを構築する必要性が指摘された。建設省では昭和63年から全国の8箇所を指定して「地すべり監視モデル事業」を実施している。新潟県では長浜地すべり防止区域がモデル地区に選定され、昭和63年以降地すべり自動観測システムの設置が行われてきた。この監視システムは現地設置型の記憶・通信装置と光通信を利用したシステムである。以下では長浜地すべりの自動監視システムの概要を紹介する。

2. 地すべり監視モデル事業

全国のモデル事業に指定された箇所を表－1に示した。このモデル事業は、地すべり自動監視システムの設置、警戒基準の作成、避難体制の確立、応急対策工事計画の作成、などを含む総合的な地すべり対策の確立を目指して実施されている。検討項目の中には「避難場所、避難経路の選定・周知」「防災知識の復旧」「避難訓練」などという項目も設定されている。

長浜地すべり防止区域においては、現在までに自動監視システムの設置が終了し、警戒避難基準の作成とそれにも基づく応急対策工事計画を作成中である。以下では、このうちの自動監視システムの概要について述べる。

表－1 モデル事業指定地一覧表

県 名	箇 所 名
秋 田	加 茂 青 砂
新 潟	長 浜
長 野	御 所 平
石 川	満 願 時
兵 庫	菅 之 池
高 知	円 行 寺
長 崎	大 野

3. 長浜地すべり防止区域の概要

長浜地すべり防止区域は、昭和48年 2月に地すべり防止区域に指定され、その後昭和62年 3月に区域が拡大されている。防止区域は上越市の西方の日本海に面した斜面に位置する。防止区域の末端には海岸線に平行な幅の狭い平野が形成されており、この平野に鉄道、国道が通過し、民家が密集し、電話や電気などのライフラインが集中する。地すべり災害が発生すると大きな被害が発生することが予想される。

ところが現在まで長浜地すべりには本格的な地すべり対策工事が行われておらず、所々に水抜きボーリングや集水井が点在するにとどまっている。また、水位観測や動態観測は行われていなかった。

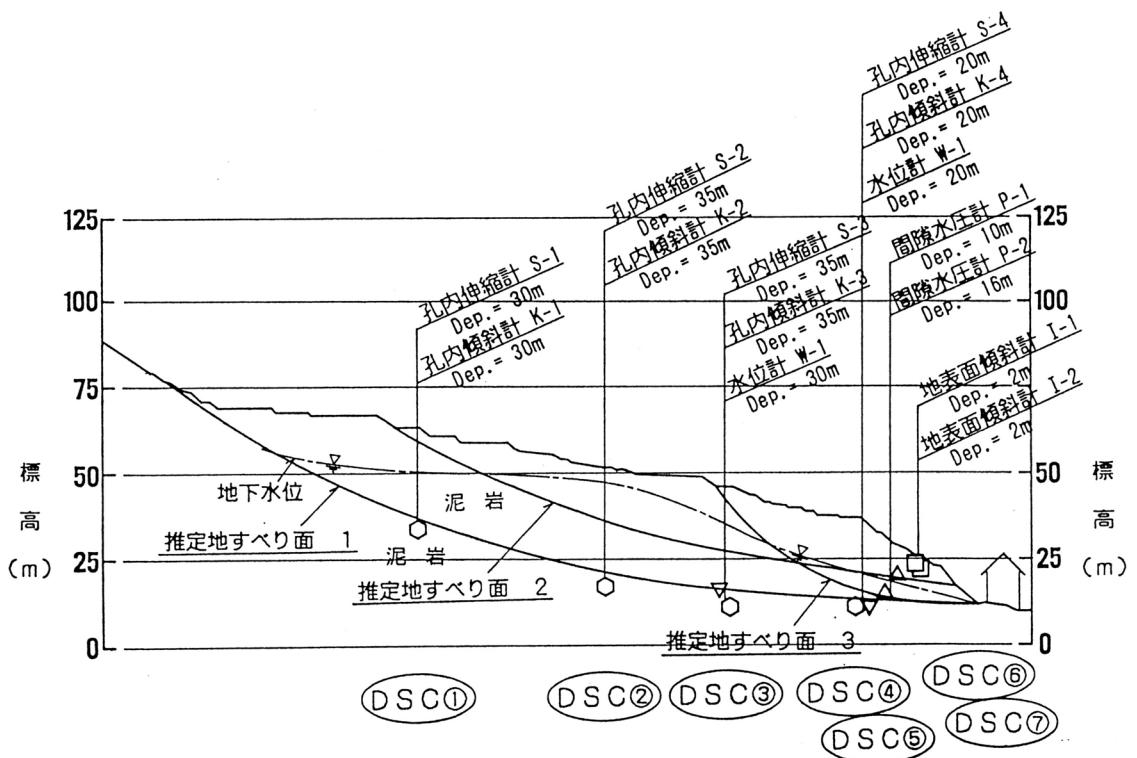
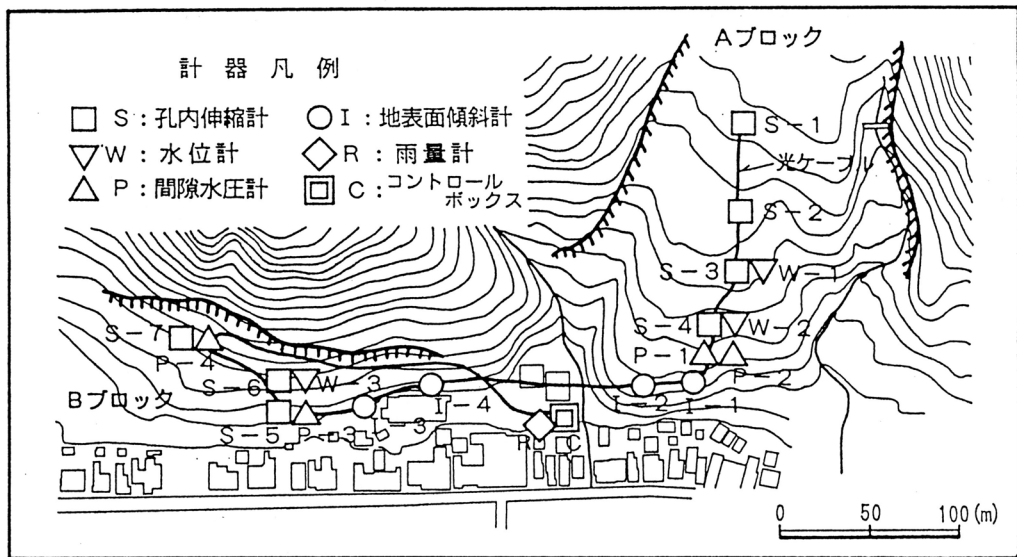
モデル事業として指定地を選定する際の条件として、①地すべりが発生すると被害が甚大であると想定されるにもかかわらず、現在有効な対策工が施工されておらず、観測が行われていないこと、②また、地すべりの動きが顕著でなく、警戒基準や避難体制を確立するまで期間的にある程度余裕があり、設置した自動観測機器により地すべりの動いていない時の状態をある程度の期間連続して観測できること、等が指摘された。長浜地すべり防止区域はこの条件に合致しており、モデル地として選定されるに至った。

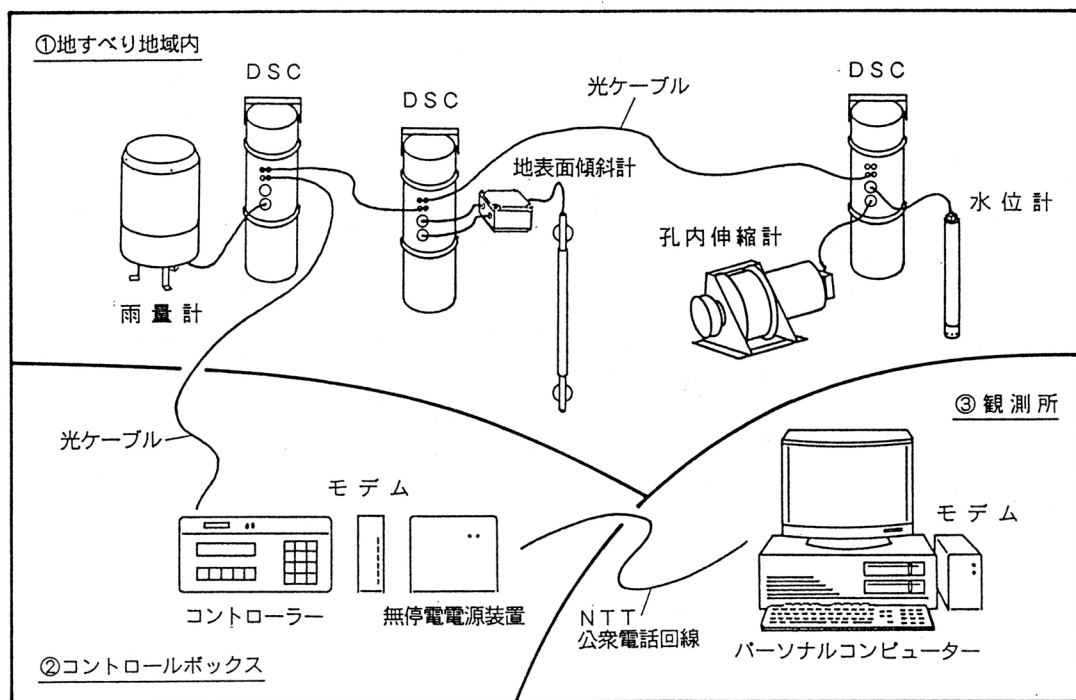
4. 地すべり自動監視システム

長浜地すべりは、大きくA～Dの4ブロックに区分される。自動監視システムは昭和63年度にAブロックから設置を始めて平成4年度にDブロックの設置を終了した。図-1に長浜地すべりのA、Bブロックとセンサー類の配置概要図を示した。また図-2にAブロックの断面図を示した。

この自動監視システムは①地すべり地内のセンサーおよび現地設置型の記憶・通信装置からなる部分、②地すべりの隣接地に設けたコントローラーとモデムを収納するコントロールボックス、③パーソナルコンピュータを設置し遠隔地からの地すべりをモニターする観測所、という3つの部分から構成される。また、地すべり地内に設置した記憶・通信装置と隣接地のコントローラーとの間を光通信ケーブルにより接続していることが最大の特徴となっている。

図-3に自動監視システムの構成部分を簡略化して示した。このシステムでは専用のプログラムソフトを使用することにより、全国どこからでも一般電話回線を介して長浜地すべりをモニターすることが可能である。





図－３ 光ケーブルを用いた自動観測システムの構成概要図

５．自動観測システムのコンセプト

自動監視システムを計画するにあたり、①長期間の連続観測に対応し耐久性がること、②異常な値を観測した時に、地すべりに起因する異常値なのかセンサーや通信系統の故障による異常値なのかを判断できること、③メンテナンスが容易であること、④確実に観測データが得られること、⑤さらにシステム自体に発展性を持たせるためにできるだけ多くの会社の持つ自動観測システムを検討し、互換性のある機種については積極的に採用すること、などの条件を念頭に置いた。

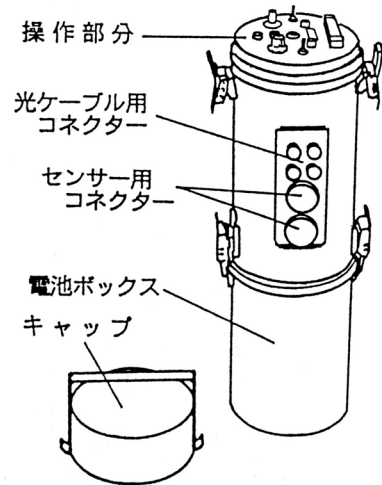
上記の条件から、センサーを選択する際に地中に埋設するタイプを採用しない、すなわち観測孔とセンサーを独立させて、センサーは観測孔の中に挿入する方式とした。これにより、長期の観測でセンサーが故障した際にはセンサーだけを交換すれば良く、メンテナンスが容易になる。また、確実にデータを収録するために、各観測孔ごとにデータの記憶とデータ通信機能を兼ね備えた観測ロボットを配置することとした。これにより、例えば通信ケーブルが切断されたとしても、観測は継続されデータの回収も可能である。

6. 現地設置型の記憶・通信装置

上記の目的を満足するために開発されたのが現地設置型の記憶・通信装置＝F L－D S C (Fiber Link - Digital Storage Corder) である (図－4)。

F L－D S C はセンサーの入力チャンネルが2チャンネルで、1チャンネルあたり測定回数約6200回分のデータを記憶できる。

測定間隔は最低10秒から最大1回／日まで選択でき、測定間隔の切替や電池の消耗度のチェックを遠隔地の観測所から操作できる。データの出力は、光通信ケーブルを用いて行えるほか、RS－232Cによりノート型パソコンなどに直接出力することも可能である。電源はアルカリ乾電池8本を必要とし、1日4回程度の測定間隔の場合、約4ヶ月ほど放置したままで連続観測が可能である。



図－4 ファイバーリンクDSC

7. 光通信の採用

新潟県では、融雪期に発生する地すべりが多い。地すべりの防止にはこの融雪期の観測が重要であるが、地すべり地の多くが豪雪地に位置することからこの時期の観測は困難なことが多かった。こうした状況を背景に、県内では早くから冬期間の地すべり観測を機械化、自動化しようという試みがなされてきた。

ところが、冬期間の自動観測にとっての大敵は、100%近い湿度もさることながら、この時期に頻発する落雷であった。過去に落雷の被害により、観測機器のみならず貴重なデータを消失したといった事故例が多く存在する。こうした雷の被害は、直接落雷を受けることよりも、近くに落雷があった時に通信用のメタルケーブルに発生する誘導電圧によるものが多い。

そこで、長浜地すべりの自動観測システムではデータ通信に光ケーブルを用いたデジタル通信を採用することとした。光ケーブルを用いたデータ通信ではケーブル長が長くなっても信号の減衰が少なく、落雷の頻発する冬期間でも、ノイズの少ない正確なデータを回収できる。

8. 観測結果と地すべりの管理

現在、新井砂防の観測所は新井砂防事務所に設けられている。水位観測孔の観測データの出力例を図-5に示した。観測結果からは地すべりに起因すると判断されるような変状は認められていない。

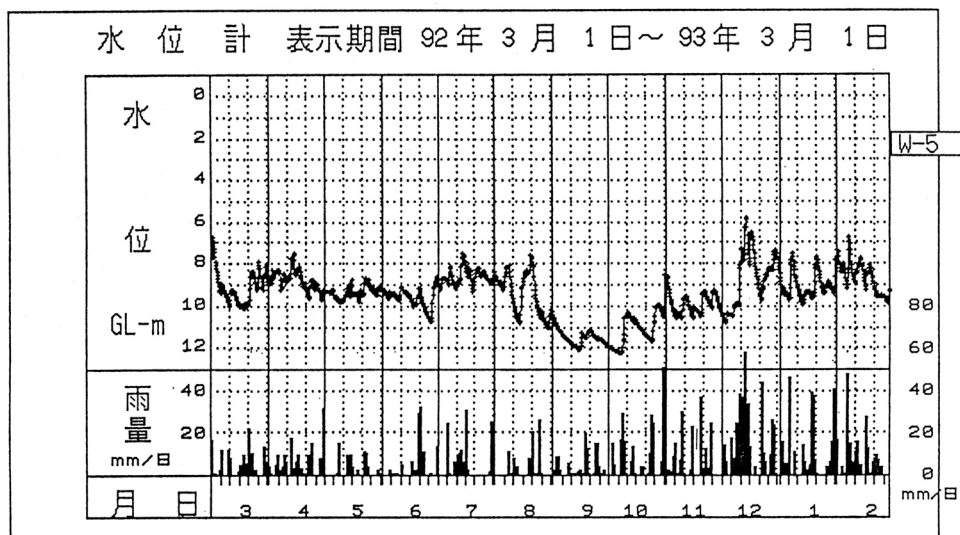


図-5 観測結果の出力例 (Cブロック水位観測孔：W-5)

一般に地すべりの観測業務では、水位観測結果に基づいて安定計算を行い、それを計画安全率と比較して安定でとか不安定であるという評価を行っている。しかし、長浜地すべりでは安全率に基づく地すべりの管理は行っていない。

長浜地すべりでは、安全率に代わり、地すべりの滑動度に応じた管理基準値を設定し、観測により得られた値とこの管理基準値を比較して対応を決定することになっている。

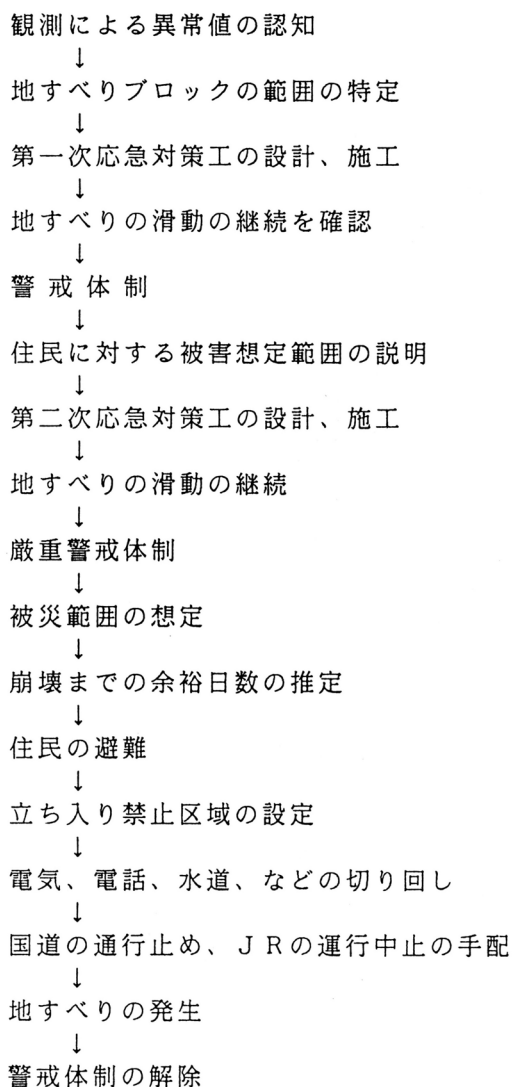
管理基準値は土木部砂防課と新潟県地質調査業協会および学識経験者を交えた「地すべり警戒避難基準検討会」により検討されている。検討会では、管理基準値を①地すべりが動き出す時の『初動の管理基準値』と、②動き出した後の『初動後の管理基準値』の2つの場合に分けて、さらにそれを各センサーの示す値に応じて『Ⅰ』『Ⅱ』『Ⅲ』ランクに分割した上で、ランクに見合った対応を検討することを提案している。これを受けて、新井砂防事務所で地すべり対策工の検討を行っている。地すべりの対策工は検討会の決定した管理基準値に対応して、警戒のランクに応じた対策工を施工する計画となっている。

管理基準値に対応した対策工事の流れ図を図-6と図-7に示した。

9. モデル事業の今後の課題

以上、長浜地すべりに設置されている自動観測システムの概要および対応の概要を述べてきたが、まとめとして今後に残された課題についてふれる。

現在までに自動観測システムの設置が終り、警戒避難基準とそれに対応した対策工事の計画が作成されている段階である。しかし、実際に地すべりが発生し被害が拡大していく様な状況を想定すると、被害の進行にともない



など、想定される被害が大きいほど対応する項目が増え、それに伴い、関係する機関が複

雑となっていくことがわかる。したがって、実際に地すべりが発生する前に、関係する行政機関および企業間で連絡体制や責任の所在、指示系統を明確にしておかなければならないと考える。その上で、モデル事業の検討項目にあるように、避難訓練を実施し、指示系統や連絡体制、住民の誘導などを事前にチェックすることが防災上重要であると考え。

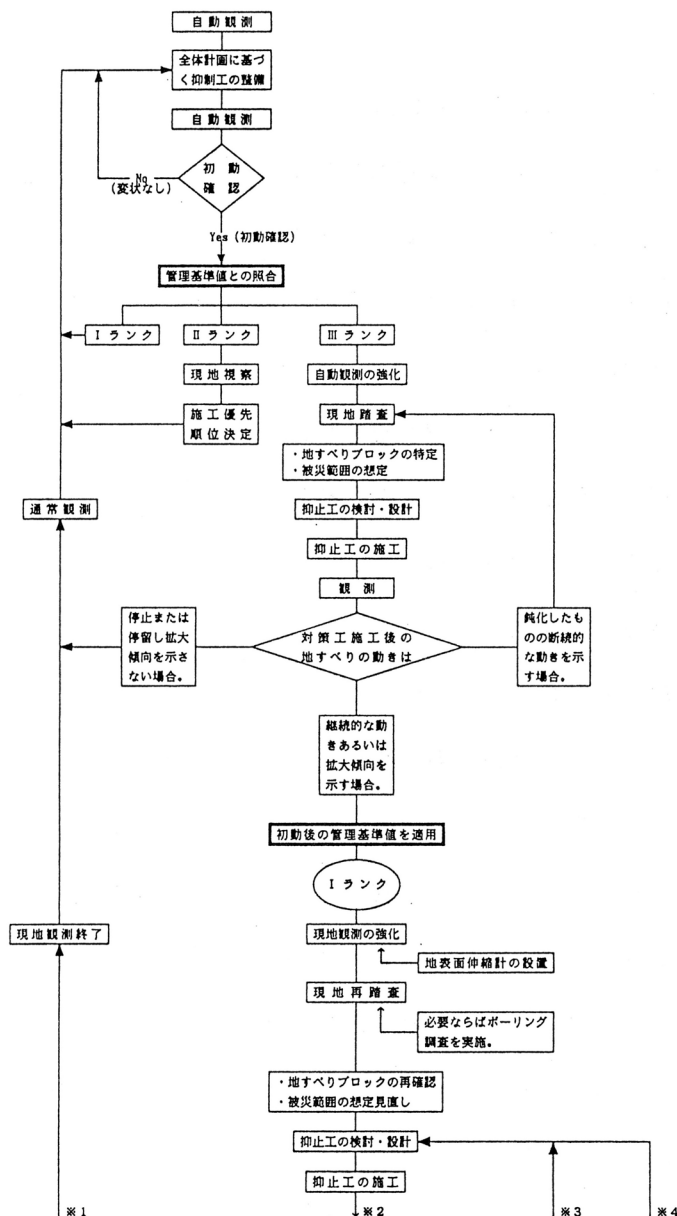
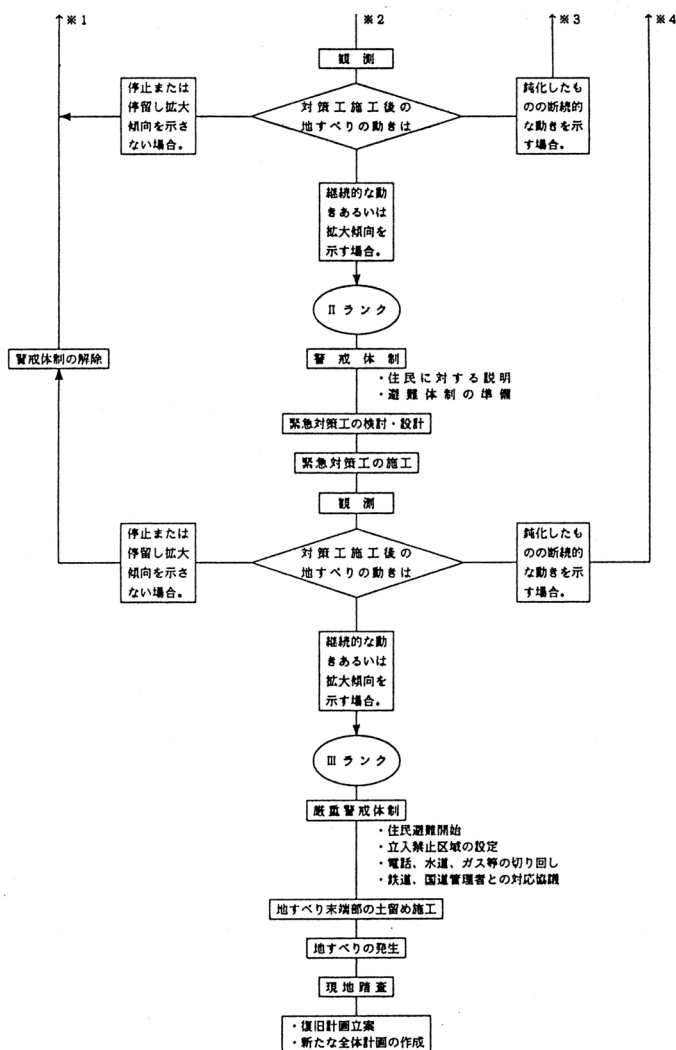


図-6 管理基準値に対応した対策工事の流れず(1)



図－７ 管理基準値に対応した対策工事の流れず（２）

10. 謝辞

調査およびシステムの設置工事においては、新潟県土木部砂防課企画調査係、新井砂防事務所の関係者、そしてこのモデル事業を進めるにあたって、（財）新潟県地質調査業協会の技術委員の諸氏には多大なる御支援、御指導をいただいた。ここに紙上を借りて深謝の意を表す次第である。

Ⅱ 地下水排除工と効果判定

(株) 日さく 白石秀一
新潟県治山課 池田則夫

1 はじめに

地すべりにおける地下水排除工の効果は「工事施工－間隙水圧の低下－移動量の減少または活動停止」としてとらえられるべきである。ところが地すべり対策事業がすすむにつれ、予防的な対策工事が主流になりつつあり、活動中の地すべりをあつかう例はすくなくなくなっている。さらに近年は投資効果が強調されるあまり、対策工事の効果を数量的に評価することが強調される傾向にある。数量的評価は、あながち悪いことではないが、しばしばとんでもないまちがいにおちいることもある。

地下水排除工の効果判定法のなかで、地下水に関するものを列記してみると以下のようなものがある。

- ① 間隙水圧測定による
- ② 地下水位測定による 水頭高を比較する。
- ③ 地下水位測定による 水位変動パターンを比較検討する
- ④ 帯水層分布の変化を電気探査・地温探査などから比較する
- ⑤ 排水量測定による

このなかで現在もっとも一般的にもちいられている手法は、もっとも安価で数量的評価も容易な地下水位（水頭高）を測定する方法である。この方法の最大の問題点は「地下水水頭＝間隙水圧か？」という点につきるが、ここではその点にはあまりふれず、現在、実施されている地下水位測定の実態と問題点についてふれてみたい。

2 地下水位測定の実態と問題点

現在、治山課所管の地すべり防止区域では機構調査が実施されると、その時に掘ったボーリング孔を利用して地下水位測定が実施されている。この点については、土木部所管の地すべり防止区域でも同様である。

観測方法は、

機構調査で掘ったすべてのボーリングについて、

月1～4回、

手ばかりで測定している。

さらに

観測孔はオールストレーナーとなっている。

というのが一般的である。ただし、自動観測がふえる傾向にあることはよろこばしいことである。。この点については省力化と人手不足が自動観測を導入を早めているというみかたもある。

この方法をみただけでも問題点がいくつかわかってくる。つぎにそれらについて検討する。

① 機構調査のボーリング孔はすべて効果判定に適切な位置にあるか？

これは当然“否”である。地上からの水抜きボーリングであればボーリングの打設範囲内とその周辺のわずかな範囲、集水井であれば集水ボーリングの打設範囲内とその周辺でしか地下水位低下はおこりえない。ボーリングの打設範囲内にありながらも、地下水位が低下しない観測孔が多いことをかんがえれば、ボーリングからはなれた位置での地下水位低下を期待することはかなりむづかしい。

② 観測間隔はどの程度がよいのか？

とうぜん連続観測ということになる。

同一データを用いて測定間隔を変化させた場合をシミュレーションしたものを図-1に示す。観測間隔がひらいていくにしたがい、水位変動パターンはしだいにちがってものとなっていき、15日間隔になるともとのパターンはまったく想像ができなくなる。

③ 水位観測孔はオールストレーナーでよいのか？

この点についてはすでに多くの人が指摘しているのでくわしくは述べないが、帯水層が多層構造となっている現場での地下水位観測例を図-2に示す。この例では降雨にともない地下水位は上昇するが、上昇量は浅い帯水層で大きく、深い帯水層で小さくなっている。この場合、オールストレーナーの観測孔では

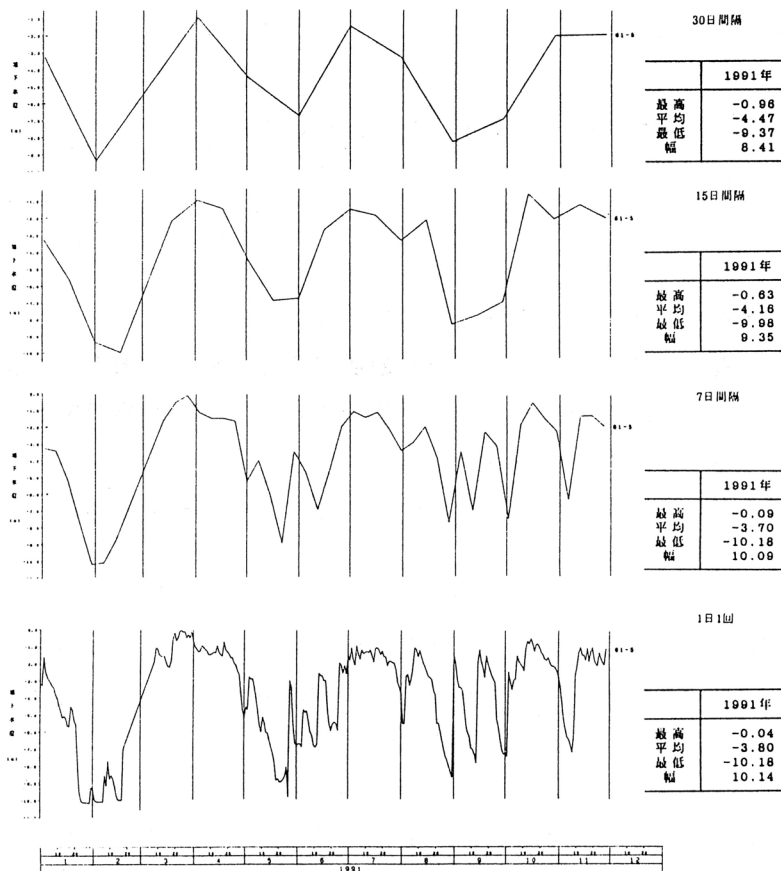


図-1 測定間隔のちがいによる水位変動パターンの変化

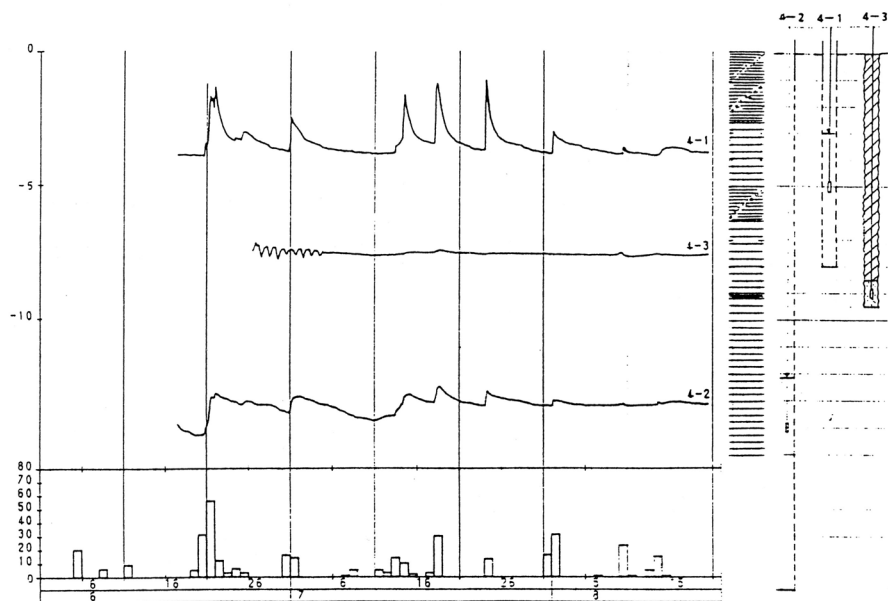


図-2 異なる帯水層の水位変動

浅い帯水層の地下水位は観測できない。このように、同じ場所であっても異なった帯水層の地下水はちがった挙動をしめしている。そこで、地すべり活動に影響をあたえる水がどのみずであるのかを、確認したうえで適当なストレーナー配置をかんがえていかねばならない。

3 地下水位低下にあらわれた工事効果

それでは地下水位低下が実際に地下水位の変化にどのようにあらわれているのか検討する。図-3に工事中に地下水位が低下していくようすをしめす。この例では帯水層中に新たに排水出口ができ、水が排出していく状況が想像される。

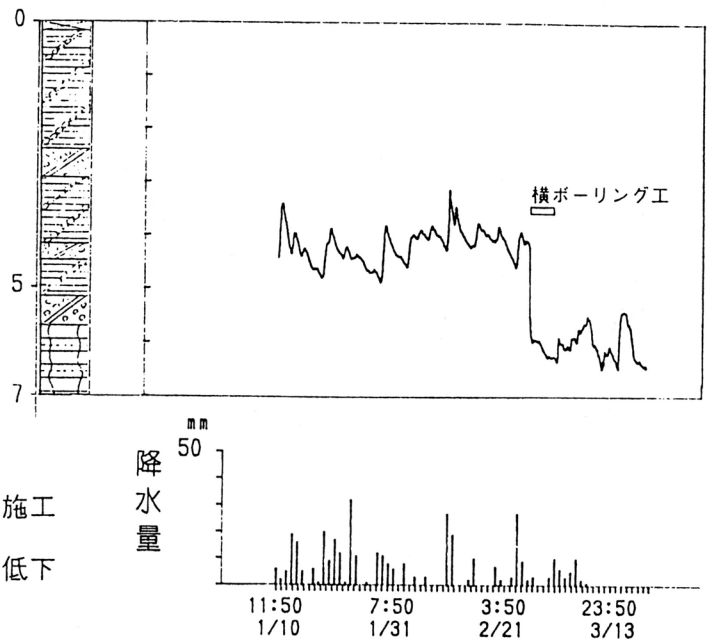


図-3 横ボーリング工の施工
による地下水位の低下

このような例をあつめて、ボーリング方向の地下水位低下量をプロットしたものを図-4にしめす。ボーリングでは先端で土被りが厚くなるため、水位低下量も増加する。それでも水抜きボーリングで最大6 m、集水井では9 mの地下水位低下しかみられない。この値は従来いわれている値よりかなり大きな値である。これはあくまでも最大値であることを指摘しておく。今後、データ数がふえていけばある程度集中する範囲がでてくるのではないかと考えている。ここで注意をしなくてはならないのは、ボーリングの範囲内でも低下量がかなりばらついていることである。地質、地域あるいはボーリングと観測孔の位置関係などが水位の低下量に大きな影響をもっていることが予想される。

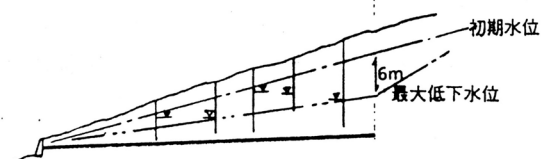
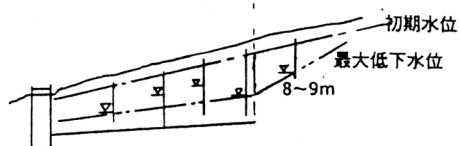


図-4 ボーリング方向にみた水位低下



集水井工

図-4 ボーリング方向にみた水位低下

地下水位の低下範囲・低下量については平面的な検討も必要となろう。この点については、これまでにいくつかの研究例が紹介されている。それらを見ると(図-5)、均一に低下している例はないようである。

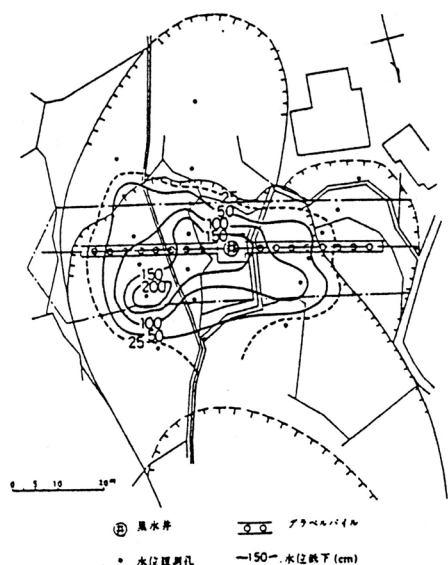
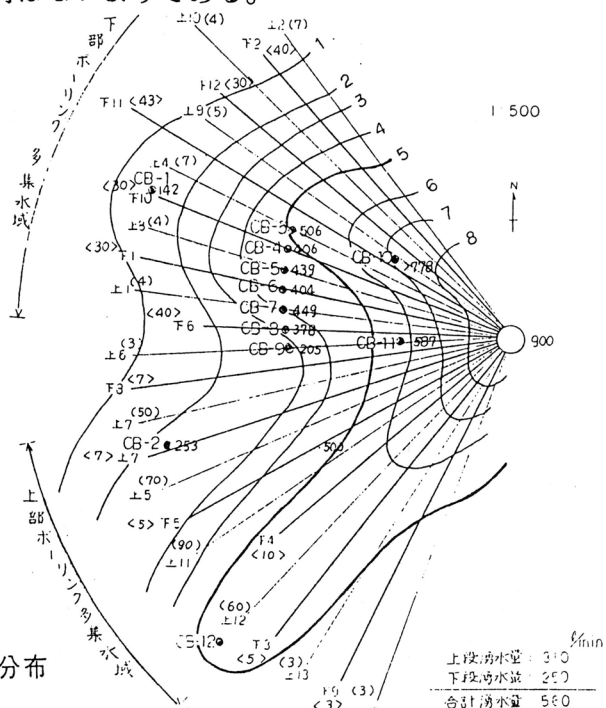


図-5 地下水位低下の平面的分布



4 地すべり斜面の地下水位変動と工事効果

新潟県内の地すべり斜面における年間の地下水位変動パターンは、一般には融雪期にあたる4月にもっとも上昇し、その後降雨があれば一時的な水位上昇があるものの、9月頃までしだいに低下する。10月以降はしだいに上昇し、積雪期をむかえていた。従来の観測方法では降雪がはじまるとともに欠測となるため、融雪期までデーターが得られなかった。

しかし、自動観測がおこなわれるようになり積雪期の地下水位変動もとらえられるようになってきた。図-6にある地すべり斜面でえられた通年の地下水位変動図をしめした。これをみると、これまでしだいに上昇するとみていた、10月以降の地下水位上昇は、この斜面では10月5日から突然はじまっている。これはなにを意味するのであろうか。さらに、積雪期でもかなりの地下水位変動がある。とくに、2月中旬以降の地下水位変動が大きくなっている。これらの点について、今後気象データーとも照合をし、検討をおこなっていきたい。そのばあい、データーが1時間に1回づつえられているため、時間の分解能をあげた検討ができ、多くの新しい角度からの検討ができよう。

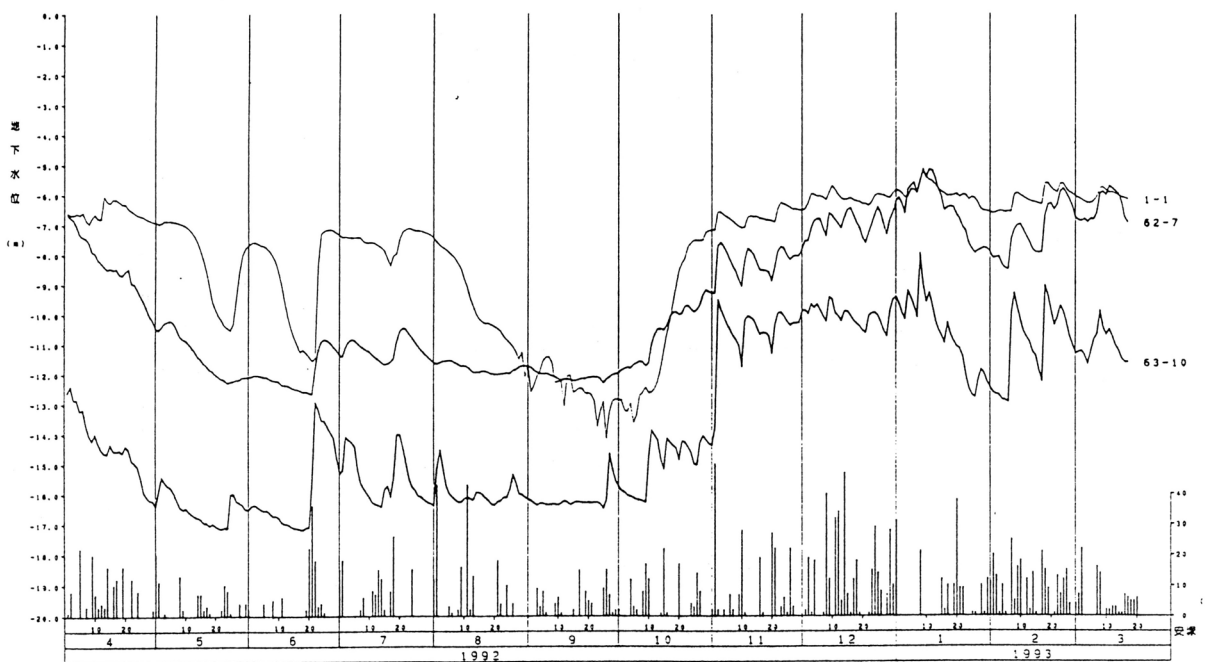


図-6 地すべり斜面における1年間の水位変動

時間の分解能をあげた検討の一例を図-7に示す。これは、集水ボーリングの洗浄をおこなったときの地下水位変動図である。この図では洗浄の実施により地下水位が上昇しているようにもみえる。ところが10月15日の水位上昇は周辺一帯で認められる現象であるため、洗浄工事とは無関係とみてよい。それにしても洗浄による地下水位の低下があったとはいいいにくい。そこで水位の変動パターンについて着目すると、洗浄の前後で変動パターンが変化している。洗浄の施工前では降雨後の水位上昇が幅広く頂部の緩やかなピークとして現われていたのに対し、施工後は水位上昇量が大きくなり、上昇のピークも鋭くなっている。これは、それまでつまっていた水みちが洗浄によりオープンになり、水位の伝播がすばやくおこなわれるようになったためと解釈できる(図-8)。洗浄はつまっていた水みちの再開という効果があるのかもしれない。

このような検討を可能にしたのは機械による自動記録によるものである。従来の人が手ばかりをする方法では、人手不足の昨今ではとても対応できない。

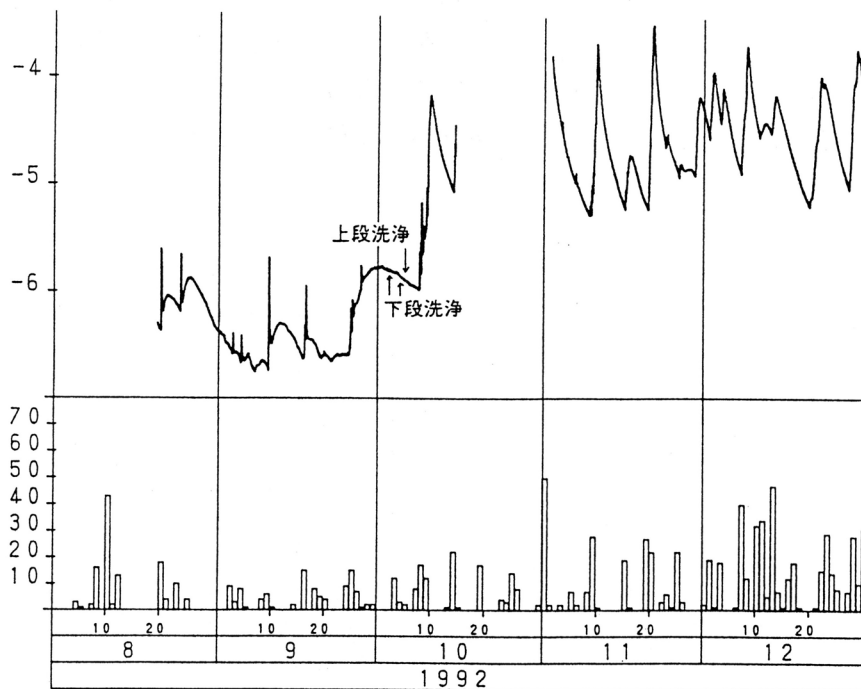


図-7 水位の変動と洗浄工

5 まとめ

自動記録による計測は、安価になってきたことから、最近、各地で採用されている地下水排除工の効果判定にきわめて有効である。自動観測はデータ量がおおいため、これまでできなかったいろいろな方向からの解析が可能となる。まだまだ問題は多いものの、これまでの地下水解析をおおきくかえるものと言っても過言ではないであろう。今後、自動観測がおしすすめられることを期待

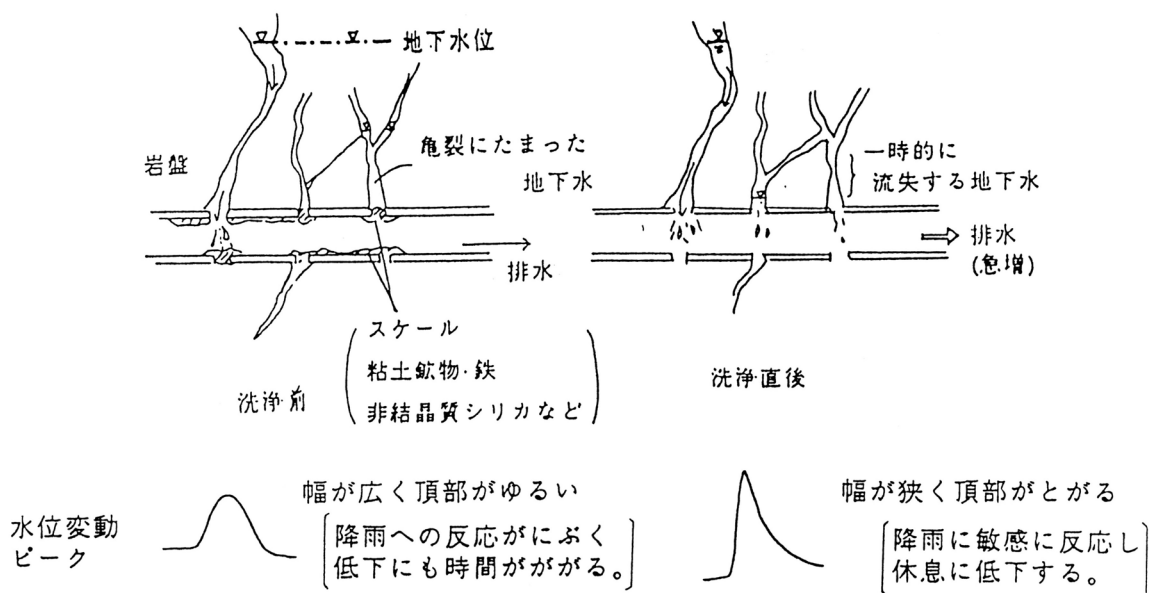


図-8 洗浄工の効果モデル

したい。

この報告のなかでは移動量にかんすることはまったくふれなかった。移動量についても、種々のタイプの自動観測装置が提案され使用されている。移動量とそれに地下水位を自動的に観測すれことにより、それぞれのデーターを対比して検討することも容易になる。それにより、地すべりの解析がよりミクロな方向、より定量的な方向に発展していくであろう。

最後に蛇足ではあるが、地下水位の問題を検討するばあい、もっとも問題となるのは雨量である。雨量について現在えられる情報はアメダスしかない。ところが山間地の降雨は場所によりかなりことなり、地すべり斜面での雨量観測を実施することがのぞましいということをつけくわえておきたい。

Ⅲ 自動観測データからみた地すべり活動

株式会社 興 和 ○五十嵐 敏幸 黒 崎 継夫
坂 井 俊介 諸 橋 崇
南 雲 政博 越 田 宗克
高 橋 幸子

1. はじめに

筆者らは、1987年より地すべりの自動観測を開始し、新井市の平丸地すべりや牧村の沖見地すべり地、長岡市の蓬平地すべり地等の数箇所の地すべり地において自動観測システムを運用している。その結果、時間的に密度の高いデータを連続的に得ることができ、従来の人手による観測では得ることが出来なかった、降雨および融雪と地下水位の関係や地下水位と地すべり活動の関係を捉えることができた。

今回、これらの観測結果のうち、沖見地すべり地と平丸地すべり地の観測結果について報告する。

2. 降雨および融雪と地下水位の関係（沖見地すべりの例）

沖見地すべり地では現在、図-1に示す7箇所において、地中変位・地下水位・小口径排水トンネルの排水量等を観測している。観測方法は、カードロガーを用いてデータを現地に着め置く方式を採用している。なお、計測間隔は、2時間としている。

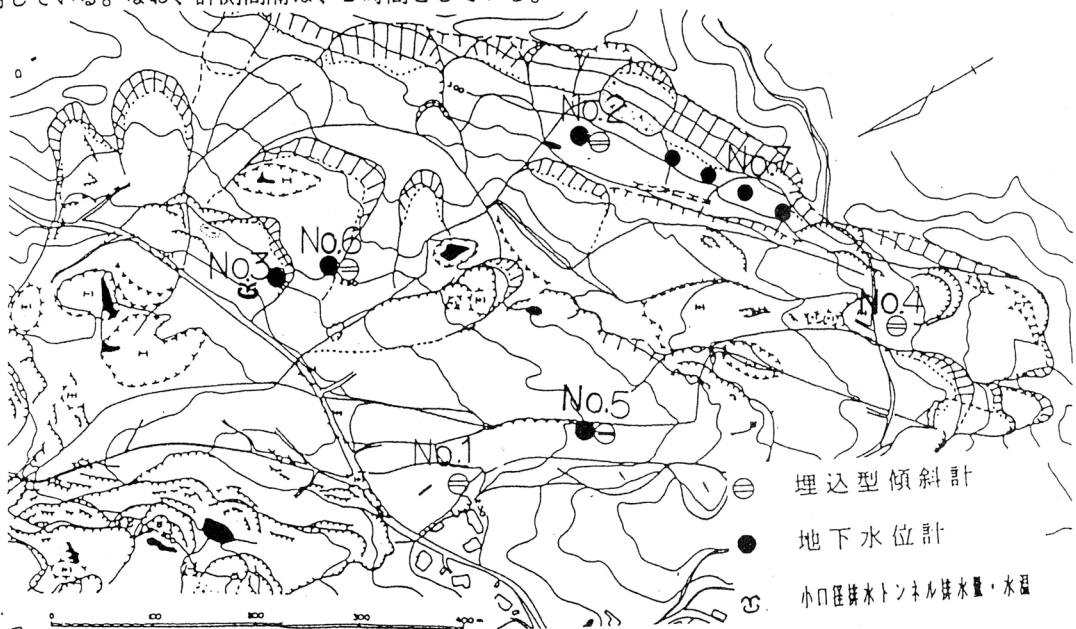


図-1. 沖見地すべり地観測施設位置図

図-2は、これらの観測施設のうち、No.2地点における地下水位の経時変化を表わしたものである。当地の地下水位は、融雪期では、融雪に伴い50cm～200cm程度の水位の上昇を繰り返しながら次第

に水位が上昇するのに対し、融雪期以外では、降雨とともに100cm～450cm程度の大きな水位の上昇を示す傾向にある。しかし、融雪による地下水位の上昇も降雨による地下水位の上昇も、融雪又は降雨に敏感に反応しており、特に、降雨による地下水位の上昇は、降雨後数時間のうちに発生している。

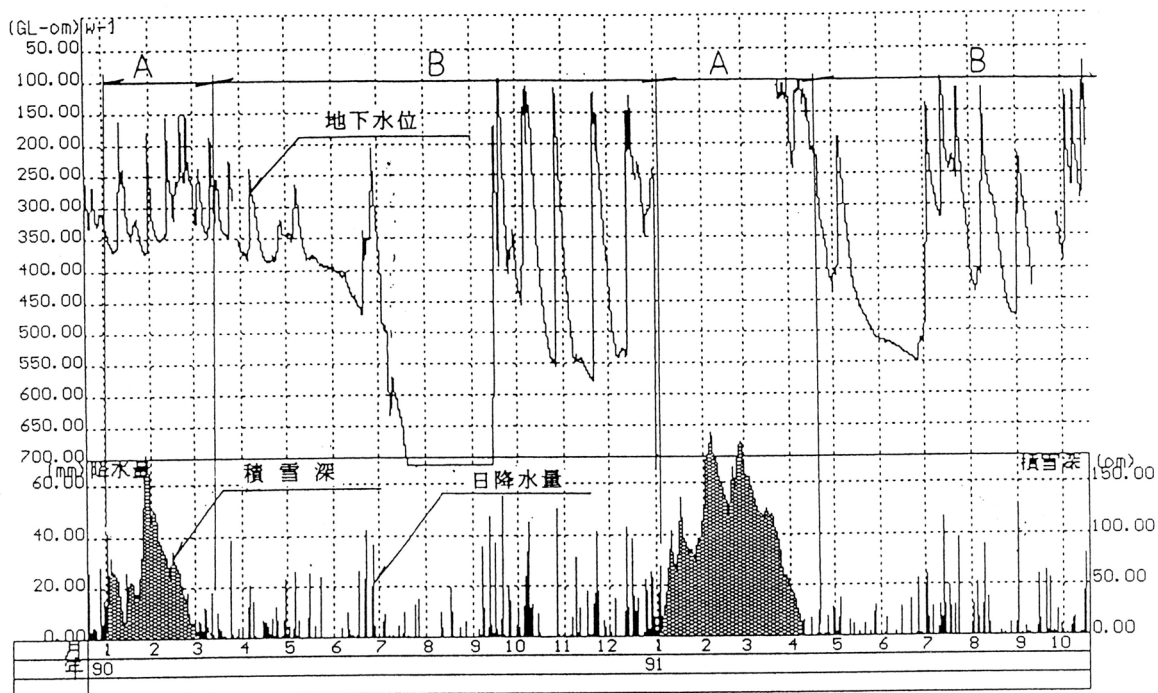


図-2. 地下水位の変動形態 A: 融雪 B: 降雨

図-3 は、N o 3 地点において観測している小口径排水トンネルの排水の温度の観測結果である。当地点では、排水の温度のほか、地下水位と小口径排水トンネルの排水量および観測ボックス内で気温も観測している。当地点の地下水位は、小口径排水トンネルの施工により水位上昇量は抑えられているが、N o 2 地点と同様に融雪や降雨に敏感に反応する変動形態を示している。また、排水量も、融雪や降雨に敏感に反応し、地下水位の上昇と排水量の増加に時間差が生じていないことから、排水されている地下水と地下水観測孔内の地下水は連続するものであると判断できる。一方、排水の温度は、年間では12月頃に最も高くなり、6月頃に最も低くなる傾向にある。また、6月から12月にかけては、降雨にともなう排水量の増加とともに排水の温度が低下し、逆に、12月から6月にかけては、融雪や降雨にともなう排水量の増加とともに排水の温度が上昇する形態を示す。また、気温の変動形態と全体的に見た排水の温度の変動形態は、約4ヶ月位相した状態にある。したがって、比較的低温の低い融雪水が地下に浸透する融雪期では、排水トンネルに湧出する地下水の温度は高くなり、逆に、比較的低温の高い夏季から秋季の雨が地下に浸透する時期では、排水トンネルに湧出する地下水の温度が低いことになる。

以上の様に、地下水位の変動形態や温度の観測結果を見ると、融雪水や降雨は、地下水面に達して、

直接地下水位を上昇させているのではなく、図-4に示す様に地下水に圧力となって働き、地下水位を上昇させているものと思われる。

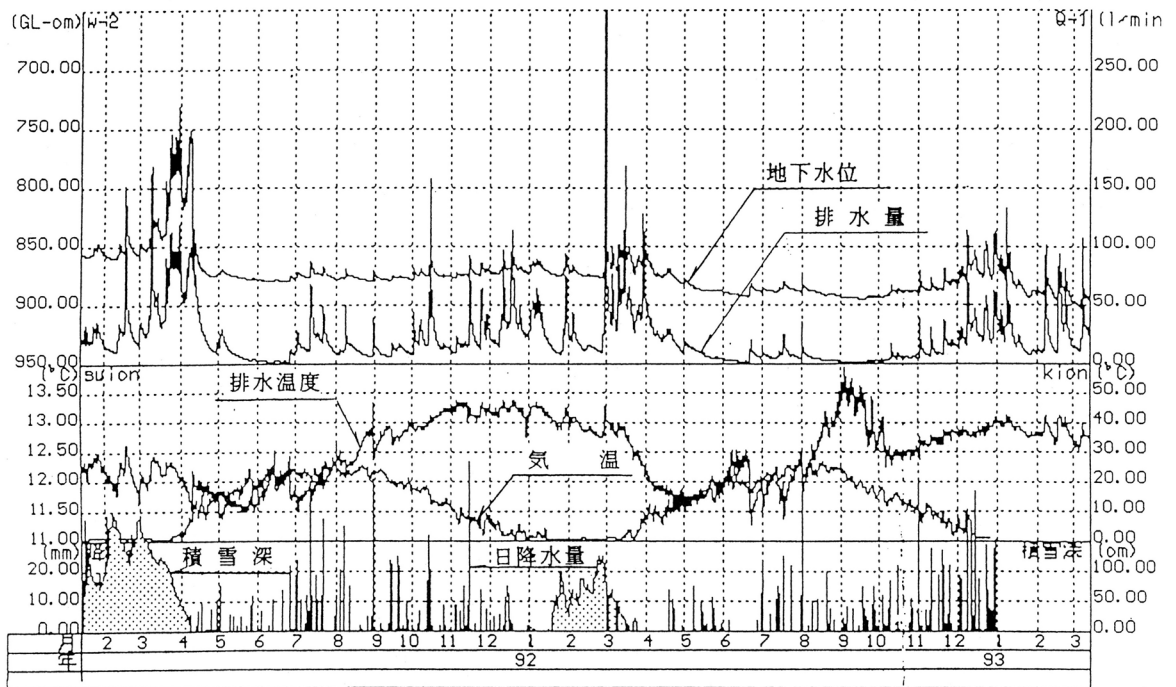


図-3. N o 3 地点の地下水位・排水量・排水温度・気温の経時変化

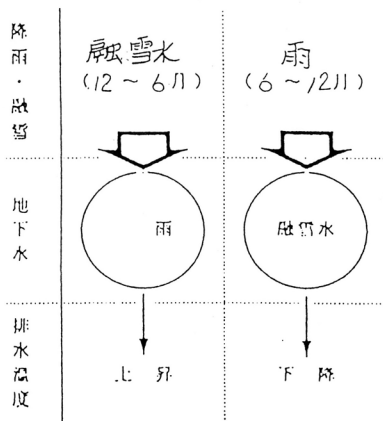


図-4. 地下水の流出機構

3. 地下水位と地すべり活動の関係

① 沖見地すべり地の例

図-5は、N o 6 地点の深度31mに設置された傾斜計の値と地下水位の経時変化を表わしたものであ

る。なお、傾斜計は、ボーリングコアからのすべり面の特定が困難であるため、岩相の変化の少ない部分は粗に、粘土化が進んだ部分については密に、地表付近から深度44mまで11個設置してある。

当観測孔は、傾斜計を設置（1991年11月）してから約10日後に深度31mの傾斜計に変位が現れ、深度31mにすべり面が確認された。その後、当地すべりは、観測開始から1993年3月13日までに約6回の移動を繰り返しており、いずれの場合も地下水位がGL-1.75m付近を越えると活動し、地下水位がGL-1.75m付近より低下すると停止している。ただし、水位がGL-1.75mより低下した場合でも、地下水の上昇が小刻みに変化する場合や短期間で上昇に転じる時に、傾斜計の変位は継続している。これは、地すべりが減速～停止するまでの間に地下水位が再び上昇し、土塊を不安定化させるためであると考えられる。

いずれにしろ、当地すべりは、地下水位GL-1.75mを限界水位として活動していることになる。

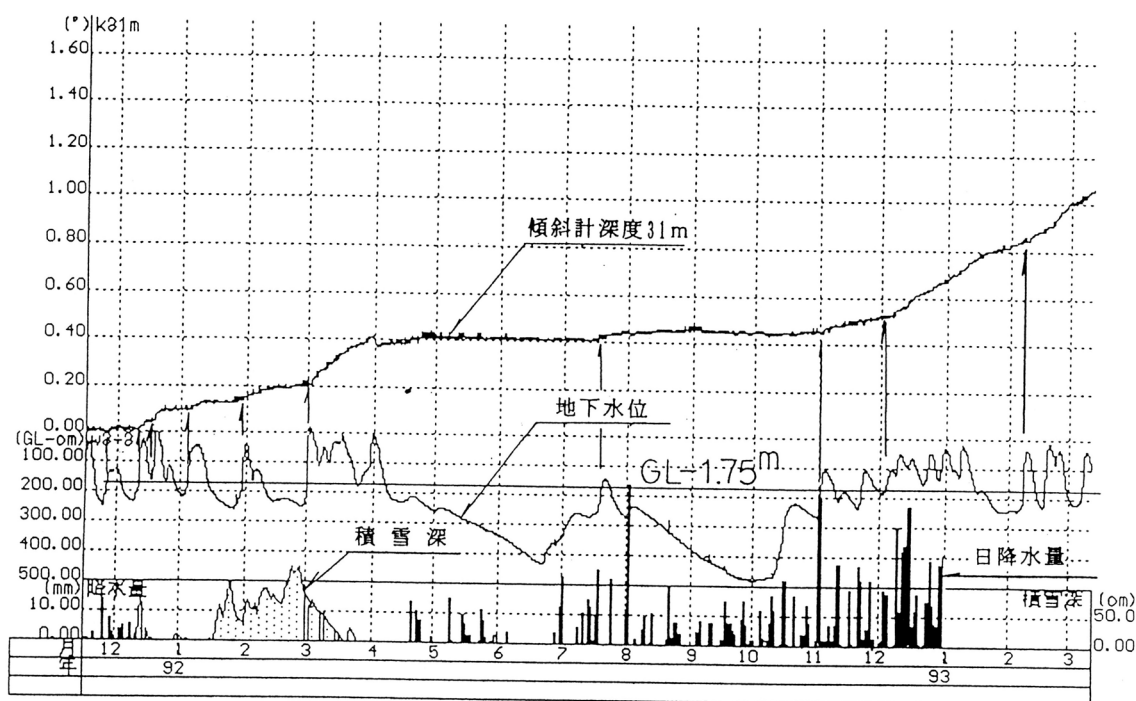


図-5. N o 6 地点の深度31mの傾斜計と地下水位動き

②. 平丸地すべり地の例

平丸地すべり地では現在、主に地中変位・地下水位を3ヶ所において観測している。観測方法を完全自動とすることで、電話回線を利用して遠隔地でのデータ確認や計測条件等の変更行うことが可能である。

図-6は、変動の確認された深度4mの傾斜計の値と、地下水位の経時変化の一部を表わしたものである。当地すべりは、先に述べた沖見地すべりと同様に地下水位に連動して活動しており、地すべりが活動を開始する地下水位は、約GL-2.50mである。

図-7 は、地下水位のピーク値と地中変位の関係をまとめたものである。この関係から、地中変位は、地下水位がGL-3.00m（特にGL-2.50m）を越えると増大する傾向にあることがわかる。

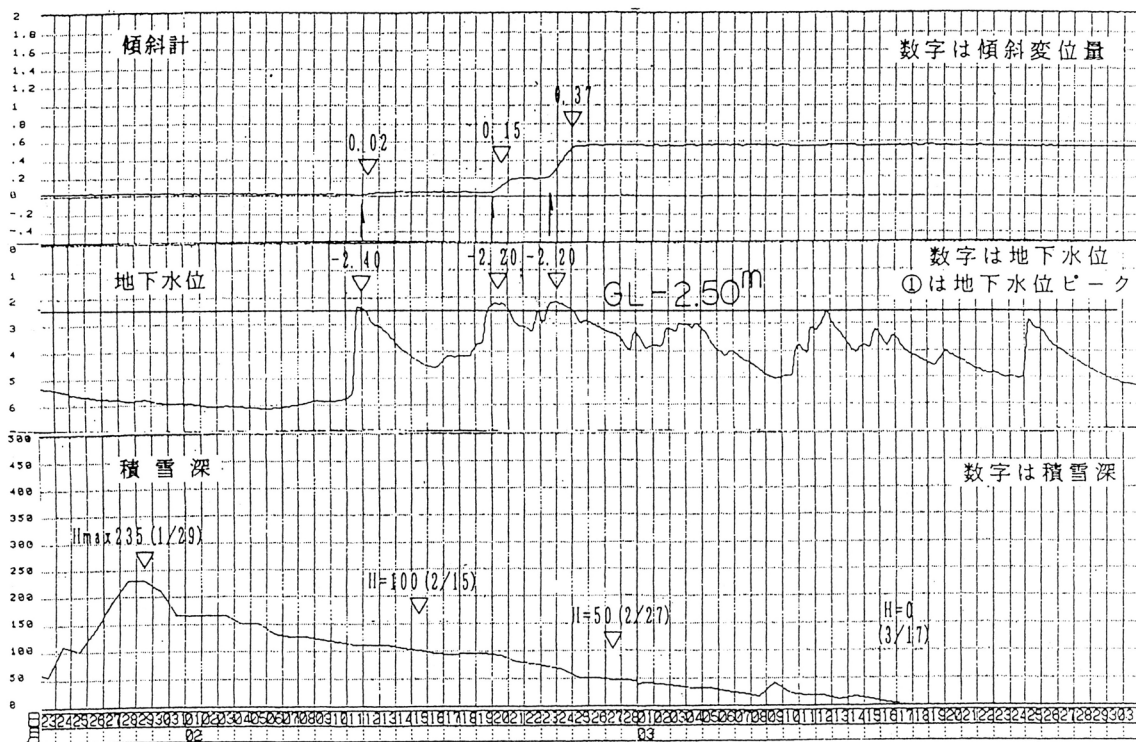


図-6. 平丸地すべり地の深度4mの傾斜計の値と地下水位の動き（1990年）

地中変位量（度）

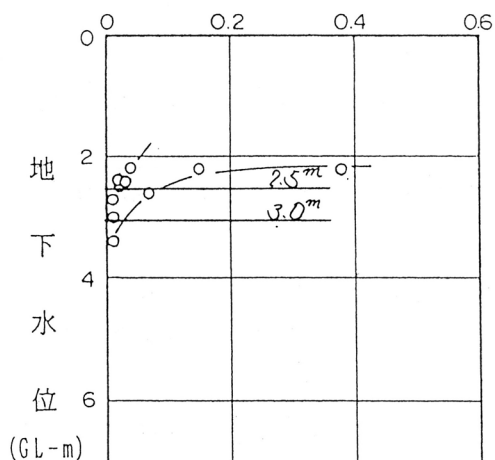


図-7. 地下水位と地中変位の関係（1990年～1992年）

5. まとめ

以上の自動観測の結果より、融雪や降雨と地下水の関係、および、地下水位と地すべり活動の関係が明らかになった。特に、自動観測により、地すべり活動を開始する地下水位が明らかになったことは、今後、地すべりを予知予測する上で大いに役立つほか、地すべり対策工を確実にかつ経済的に設計・施工する上でも、また、効果判定にも大いに役立つものと考えられる。

参考文献)

池田 伸俊ほか(1991)：自動観測による地下水排除工の効果判定・第30回地すべり学会研究発表講演集

黒崎 継夫ほか(1992)：自動観測でとらえた慢性地すべり地の移動と地下水・第31回地すべり学会研究発表講演集

諸橋 崇 ほか(1992)：小口径排水トンネル工法の地下水排除効果について・第31回地すべり学会研究発表講演集