（社）日本地すべり学会中部支部シンポジウム

「地すべり計測技術（歪計）と効果判定」

資　　料　　集

◇プログラム）（CPD　2point）

13:30　開会挨拶　　土屋支部長

13:40　企画活動報告「東日本大震災と 防災教育」　　島田幹事

14:00　講演　　演題「すべり面の追跡 ことはじめ 」　　防衛大学校名誉教授　中村三郎氏

14:50　休憩

◇話題提供

15:00～15:20　パイプ歪計による効果確認の事例

（株）中部測地研究所　内藤　哲氏

◇技術発表

15:20～15:40　長野県の地すべり対策事業について　　長野県砂防課　柳沢豊茂担当係長

15:40～16:00　歪計の長所短所（主として計測手法について）

日本綜合建設（株）　土屋好幸氏

16:00～16:20　地すべり計測資料整理と解析　　北陽建設（株）　　曽木芳史氏

◇総合討論

16:20～17:30　　総合討論司会　企画部　内藤幹事、飯沼幹事

コメント　計測技術の話題提供、歪変動形態の解釈、自動観測

17:45～19:45　技術交流会　　ＪＡＬシティーホテル（電話番号026-225-1131）

（参加費；5000円）

主催：（社）日本地すべり学会中部支部　　共催：長野県治水砂防協会

後援：長野県砂防ボランティア協会,(社)斜面防災対策技術協会中部長野県支部

NPO長野県地すべり防止工事士会

■開催日時：平成23年11月9日 13:30～17:30

■場所：長野市生涯学習センター（TOｉGO）　　電話番号：026-233-8080

（社）日本地すべり学会中部支部活動報告「東日本大震災と防災教育」

（社）日本地すべり学会中部支部幹事　島田千亜紀

1 活動のねらい

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災では、多くの尊い人命が失われ、社会インフラにも甚大な被害が生じました。中部支部では、5 月 10 日～ 14 日にかけて、地元 NPO の支援活動に参画する機会を得ることができ、そこで被災地の過酷な現状を知りました。

津波被害が甚大であった宮城県亘理町の荒浜地区は、1 級河川の阿武隈川が太平洋に注ぐ河口付近にあり、川を遡上した津波と海からの津波でほとんどの家屋が流されました。また、長瀞地区においても津波は 1 階部分に浸水し、流出被害が生じました。地場産業であるイチゴ農家のハウスもほとんどが流出し、地下水に混入した海水の影響で復興の目途がたちませんでした。現在、荒浜小学校と長瀞小学校の生徒は、校舎が使えないため、被害を受けなかった別の小中学校に間借りをして学校生活を送っています。

「今後の復興を担っていく子どもたちに元気になってもらいたい、何かできることはないだろうか？」との思いから関係機関に働きかけを行ったところ、名古屋市立矢田小学校において、東日本大震災に関する「おはなし会」の実施と応援メッセージの製作が実現しました。

★荒浜小学校と長瀞小学校のみなさんが住んでいた町のようす。亘理町の被害は、4 月 14 日現在で死者 248 人、行方不明者 38 人、被害家屋約 3,000 戸。（広報わたり平成 23 年 4 月 18 日号より）

★荒浜小学校の校庭には、津波で流されたガレキがいっぱいあります。（Google マップより）

★津波で流された船が家にぶつかりました。（荒浜地区）

★港から流されたガレキや車がたくさんひきあげられました。（荒浜港）

★川を遡上した津波も堤防をのりこえてきました。（荒浜地区）

★荒浜地区のようす。津波は家々をのみこみました。2 か月たっても、入り込んだ海水がひいていません。

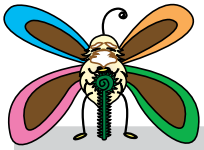
★長瀞小学校の教室内のようす。（広報わたり平成 23 年 4 月 18 日より）

★長瀞小学校の生徒の家のようす。赤いラインまで、津波がきました。→

★おいしいイチゴを育てていたハウスも壊れてしまいました。（長瀞地区）→

★荒浜港近くに集められたガレキの山。

スーペ・ヤムじいちゃん



中部支部では、以下の視点から活動を進めました！

- 甚大な被害を受けた被災地に向き合い、中部支部の防災教育をさらに推進する。
- 中部支部ボランティア・ティーチャー制度を活用し、中部地域での大規模広域災害へ備える。
- 「善光寺地震（長野県）」「東南海地震津波、伊賀上野地震と土砂災害（三重県）」等、歴史地震研究会、自治体との共同シンポの実績から、幅広い防災啓発を目指す。

活動の内容

今回活動にご協力いただいた名古屋市立矢田小学校の学区は、東日本大震災と同じ海溝型地震である「東海地震・東南海地震」の発生が懸念され、震度5強～6弱の揺れが想定されています。学区内には庄内川の支流である矢田川が流れていますが、河口から約25㎞の地点に位置するので津波による被害は考えにくいと思われます。しかし、液状化の危険が高く、隣接学区では土砂災害危険箇所もあり、日頃から災害に対する意識を高めておくことが必要です。

企画部では、学校教育における継続的な防災教育支援のきっかけとなるよう、矢田小学校の先生方に中部支部の防災啓発活動やボランティア・ティーチャー制度について紹介し、ご理解をいただきました。そこで「朝の会」の15分間をいただき、5年生3クラスの子どもたちに、東日本大震災における地震発生のしくみや亘理町荒浜地区・長瀞地区の被害のようす、地域で過去に発生した地震について「おはなし会」を実施しました。

また、被害を受けた荒浜小学校・長瀞小学校のみなさんに送る応援メッセージの作成をお願いしたところ、子どもたちによる68通ものメッセージが集まりました。

「被災地の子どもたちに、矢田小学校の子どもたちのメッセージをいつも読んで元気になってもらいたい！」「思いっきり野外で遊んでもらいたい！」という思いから、このメッセージを「ドッジビー」というスポーツ競技で使用する「ディスク」にプリントして、荒浜小学校と長瀞小学校に届ける企画をたてました。

応援メッセージの製作には、日本ドッジビー協会の方にご協力をいただき、子どもたちの心・友情の証しとして、8月27日に20個の「ディスク」が完成しました。

応援メッセージディスクは、9月9日に荒浜小学校と長瀞小学校のみなさんに届けました。

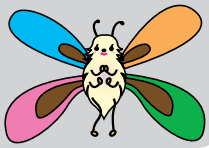
★製作した応援メッセージディスク

まとめ

①今回の取り組みを「支部活動と防災教育」のモデル例として捉え、ボランティア・ティーチャー制度も活用しながら、中部地域における防災教育の醸成に努めていきたい。

②今後予想される東海地震等、中部地域での大規模広域災害への備えには、中部支部の所属会員活動のスキルアップも必要である。地域貢献を核とした継続的な支部活動を進めていきたい。

③国、県、関係自治体、学校機関、自主防災会、NPO等の市民団体など、多くの機関との交流を深め、土砂災害のみならず広い視点から防災啓発に努めていきたい。

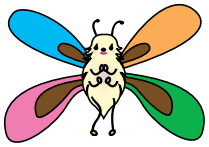


スーベ・ランちゃん

応援メッセージを届けた時のようす

平成 23 年 9 月 9 日、宮城県亘理町にある荒浜小学校と長瀞小学校にドッジビーのディスクにプリントした応援メッセージを届けました。

両校の校長先生とも、名古屋市立矢田小学校の児童が一生懸命書いたメッセージや絵をみて、大変喜ばれていました。



スーベ・ランちゃん

◆荒浜小学校◆

・応援メッセージディスク 10 枚を届けました。

（震災発生時のようす）

・高橋校長先生は、地震発生直後に発令された大津波警報をうけ、児童を家族に引き渡さないと判断されました。児童たちの多くが海に近い場所に住んでいたため、家に帰せば津波に巻き込まれてしまうと思ったからだそうです。児童の家族で犠牲になられた方はいましたが、児童は全員無事でした。

・地区では、「過去に亘理町が津波の被害を受けたことはないから大丈夫だ」と言って避難しなかった人たちが津波で流されて犠牲になったそうです。

（現在のようす）

・ようやく亘理町の復興計画が公表される段階になりました。地域の人たちの雇用が確保されなければ町を離れている人たちが戻ってこないので、学校の復興はそれからになるということです。児童が全員無事だった事がなによりの救いであり、学校には笑顔も戻ってきているそうです。

◆長瀞小学校◆

・応援メッセージディスク 10 枚を届けました。

（震災発生時のようす）

・地震発生後、児童を保護者に引き渡しました。児童の家族で犠牲になられた方はいましたが、児童は全員無事でした。

・鈴木校長先生は、教師は数年で学校を転勤する中で、津波に対する意識やどう行動すればよいかの判断をすることは非常に困難だと思われたそうです。今回は結果的に児童に被害はなかったから良かったけれど、石巻市立大川小学校の先生たちを責めることはできないとおっしゃっていました。

（現在のようす）

・仮設住宅ができたことで、地域を離れていた児童が戻ってきてもいいように受け入れ体制をとっていましたが、あまり戻ってこなかったそうです。

・2 学期になって登校してきた児童の中には、元気のない児童もいたそうです。夏休み中、各家庭でこれから先の生活や仕事のことなどについて話し合われていたことが影響しているのではないかということです。しかし、学校で友達や先生に会うことで、徐々に元気がでてきたそうです。

すべり面の追跡　ことはじめ

中村 三郎

１）はじめに

地すべり地塊を観察する時いつも気になることは、地すべり地塊のすべり面の深さであります。すべり面の深さは地すべり地のその後の対策や被災予防等にとって重要な事項でもあります。すべり面深度の追跡においては、ボーリング調査の結果を参考にした各種の調査が実施されています。しかし従来の調査や調査結果の討議において、例えば電気比抵抗や弾性波速度等に依存したすべり面の追跡については疑義を持ち報じていました（高野 1969）。経験豊かな新潟試験所の高野によれば、電探・物探による追跡の成果は、比抵抗値等によって示される土性・岩質等の広がりとその意味を求める事が主目的で、すべり面そのものの追跡は不可であるとの見解であります。また本来すべり面の確認は、全面的な剥ぎ取りに由る手法が望ましいと述べています。しかしこの手法は時と場所によっては不可能な問題であります。

２）測棹からひずみ計

この様な時期の前後（1962～1968）に、京大の山口・湊元（1962）は新潟県の栃ヶ原ほか２・３の地すべり現地において、ボーリング孔を利用した測棹等による内部変形様相を把握するなど、先進的な調査を試みていました。1961～1963 年頃、山口教授が一時期おられた防大応用科学群の研究室へ湊元博士も度々来校され、新潟の地すべり地における測棹による観測の適否や成果、地中内部ひずみの測定手法・装置の作成方法に関わる事など、熱心な検討会を頻度激しく繰り返しており、拝聴していました。地質学や地形学分野専攻の私にとって、山口研究室におけるこの検討会は真に素晴らしい得難い機会であり、いわば「地すべり地盤物理工学」の基礎をご教授いただいたとおもいます。

この時期、山口・湊元は地下内部ひずみの追跡によって、すべり面に関わる次のような動態を既に把握していました（1963）。

１．地表部分が移動を起こす前に、既に内部で変形が生じ、地表部分は一時とりのこされたような格好が認められる。

２．移動速度は内部が速く、時に内部で流動領域ができると、中抜け機構を形成する。

３．移動地塊は、前のめりあるいは後ろにのけぞるような格好の傾動が認められる。

４．上記のほかに測定結果にかかわる様々な現象、例えば季節によるすべり出しの深さ、地すべりのタイプによる内部変形の様相などが追跡されていました。一方、測定結果の複雑さ・ひずみと温度との関わりなどについても問題を提起し検討を重ねていました。

３）パイプひずみ計こと初め

ある日、山口先生に云われ、逗子市の新興通信？という会社へ「ストレインゲージ」を購入しに行きました。これが私とすべり面追跡のための「地中内部ひずみ測定」との関わりの初めでした。山口先生や湊元さんから基本的なことをご教授いただきつつ、夜間遅くまで実験室において地中内部ひずみ測定のための装置を懸命に造ったことが懐かしく思い出されます。今日、技術的な細かいことはうろ覚えになってしまいましたが、

＊ストレインゲージの塩化ビニールパイプへの貼り付け・各ゲージとリード線との接続・長さ２ｍの各塩化ビニールパイプの接続・現地接続のための準備

経験の浅い者にとって、ゲージの貼り付け・ハンダコテ・リード線の接続等、熟練の助手の方から教えていただきながら、地中内部ひずみ測定装置を自分自身で作製し、長さ２ｍの測定管を 20 本 30 本・・・と現地へ持ち込み、接続しつつボーリング孔へセットし得た時の気持ちは格別でした。

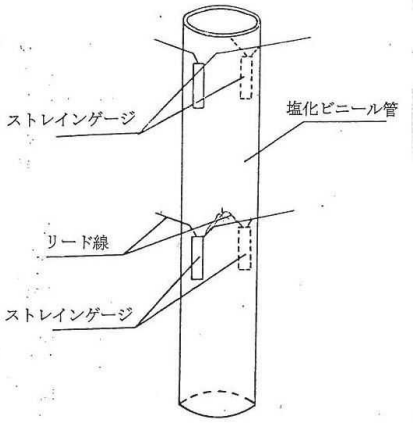


図　塩化ビニールに
　　貼り付けたゲージ

一箇所の地すべり地における何本もの測定管のセットは、大変な準備と労力、作製のための時間がかかりましたが、ゲージの貼り方・ゲージの保全・セットの方向など、さまざまな貴重な経験をすることが出来ました。その後、谷口・山口教授をはじめ多くの方々の工夫と試みによって、すべり面のより的確な把握につながる機器開発がもたらされたものと理解しています。より適切な地すべり対策に結びつけたいと希求しています。

本小文のとりまとめにあたり吉松弘之博士のお世話になりました、御礼申し上げます。

参考文献

１）高野秀夫（1969）；地すべりのすべり面について，地すべり、６-１
２）谷口敏雄（1963）；松之山地すべりの調査について，地すべりの対策、技術研究会
３）湊元光春（1962）；地辷り地の杭土圧及び一連の観察について，地すべり研究、６集
４）山口真一（1964）；地中内部ひずみ計その他の観察装置について，地すべり研究、８集
５）山口真一他（1964）；地球物理学的調査法について，地すべり、１-１
６）末峰　章（2009）；パイプ歪計の歴史と現状，地すべり、４６-１

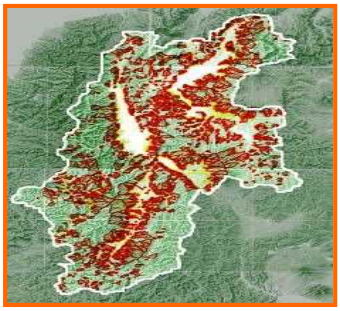
長野県の地すべり対策事業について

長野県　建設部　砂防課

平成23年11月9日

1

長野県の土砂災害危険箇所と整備率



土石流　5,912

地すべり　1,241

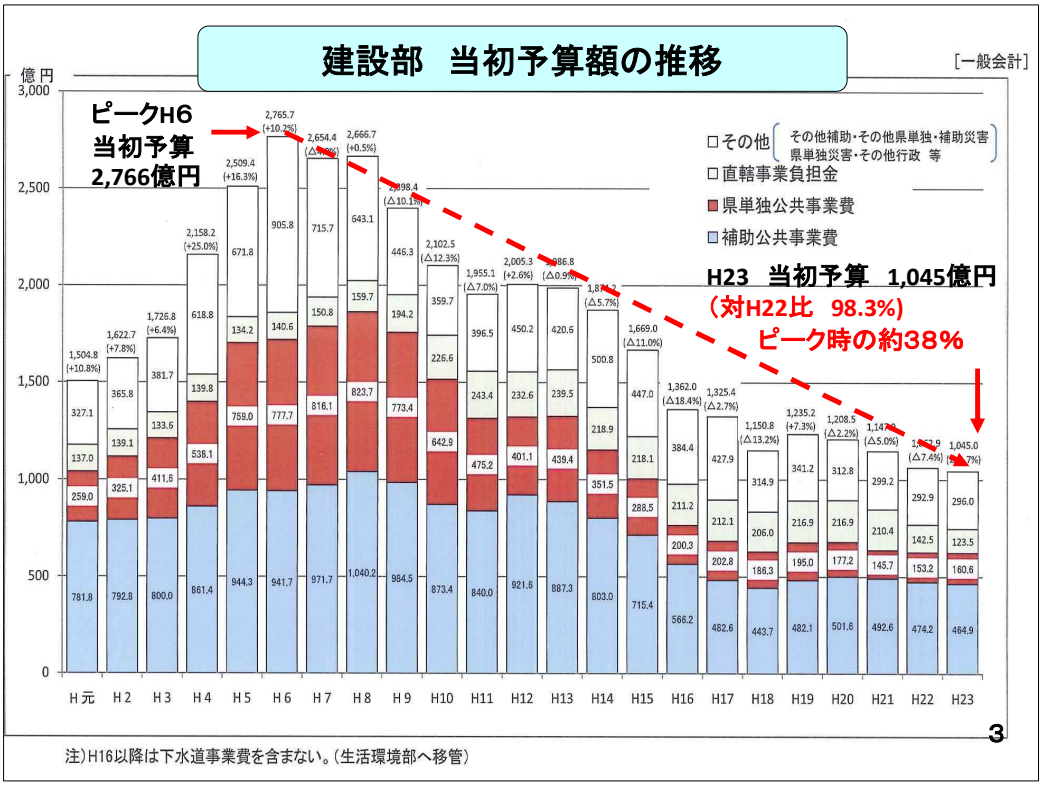
がけ崩れ　8,868

（平成23年3月31日現在）

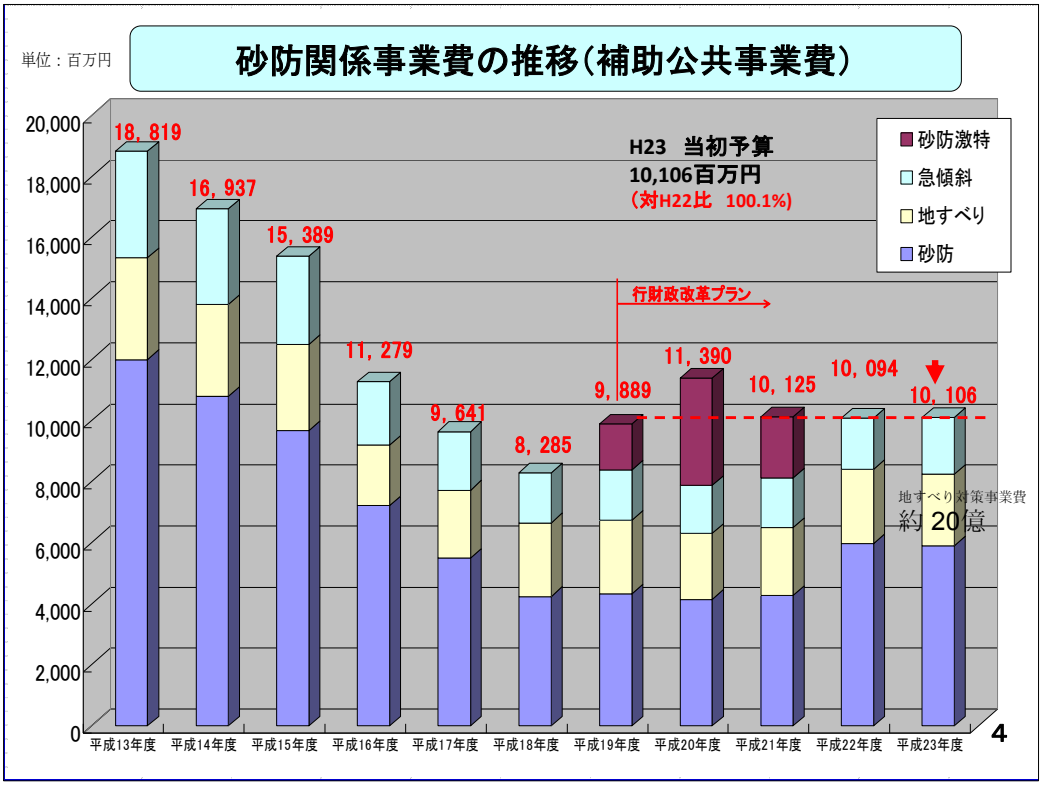
	危険箇所数	要整備量 (A)	整備済量 (B)	整備率 (B)/(A)	全国の整備率	指定地数
土石流 危険渓流 （H15調査）	Ⅰ 4,027 Ⅱ 1,093 Ⅲ 792 計 5,912 渓流	4,027 渓流	822 渓流	20.4%	約21% (H18末)	1,386 渓流
地すべり 危険箇所 （H 9調査）	1,241 箇所	33,368 ha	7,808 ha	23.4%	約22% (H18末)	310 箇所
急傾斜地崩壊危険箇所 （H15調査）	Ⅰ 3,197 Ⅱ 3,784 Ⅲ 1,887 計 8,868 箇所	2,634 箇所 (ﾗﾝｸⅠのうち人工がけ等を除いた数)	616 箇所	23.4%	約25% (H18末)	715 箇所
雪崩危険箇所 （H16調査）	Ⅰ 1,292 Ⅱ 548 計 1,840 箇所	1,292 箇所	18 箇所	1.4%		
	17,861 箇所					

Ⅰ：人家5戸以上の箇所
Ⅱ：人家1～4戸の箇所
Ⅲ：今後新規の住宅立地等が見込まれる箇所

2

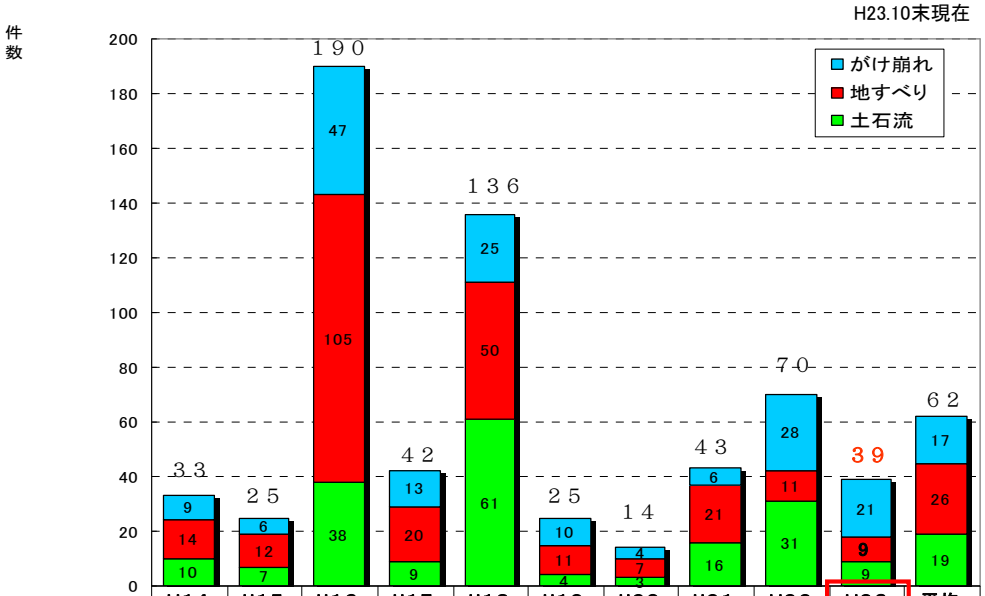


注）H16以降は下水道事業費を含まない。（生活環境部へ移管）



過去の土砂災害の発生件数（長野県）

H23.10末現在



	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	平均
がけ崩れ	9	6	47	13	25	10	4	6	28	21	17
地すべり	14	12	105	20	50	11	7	21	11	9	26
土石流	10	7	38	9	61	4	3	16	31	9	19

5

災害関連緊急地すべり対策事業申請の流れ

地すべり災害発生　4/21(4/28)

○被災状況の確認
○避難、監視体制の確立
○応急対策の有無

監視体制の確立
・伸縮計等の設置
・警報機の設置

応急対策
・応急対策の計画

1週間以内に国へ事前協議

○事前協議資料の作成
・被災ﾌﾞﾛｯｸ位置・図面・地質
・被災・保全対象状況写真
・避難、連絡体制状況

4週間以内に国へ本申請

・本申請資料の作成

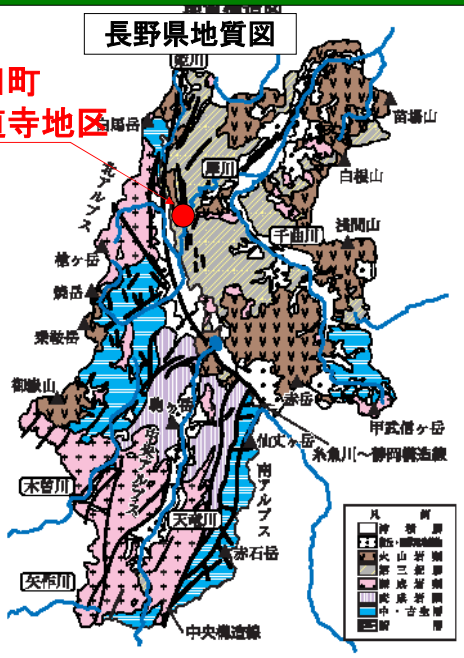
5/26　・申請　財務省協議 6日間　6/1　採択

7

概　　要

長野県地質図

池田町
相道寺地区



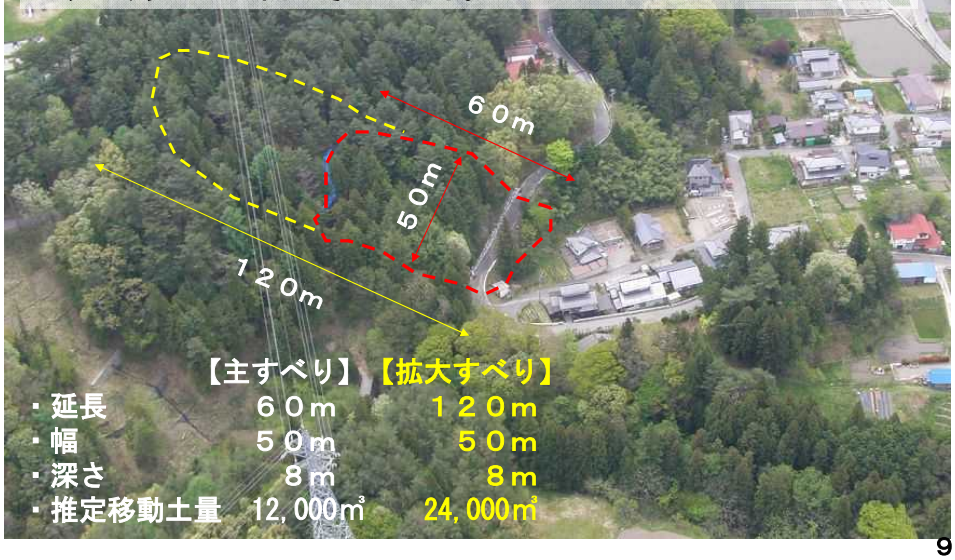
○場所：長野県北安曇郡
　　池田町大字会染相道寺

○地質：第四紀更新世の凝灰岩、砂岩、泥岩で、固結度が低く土砂化しやすい特徴がある。
　特に凝灰岩に含まれる泥岩の粘土化が顕著であり、すべり面を形成する主因となっている。

8

地　す　べ　り　の　概　要

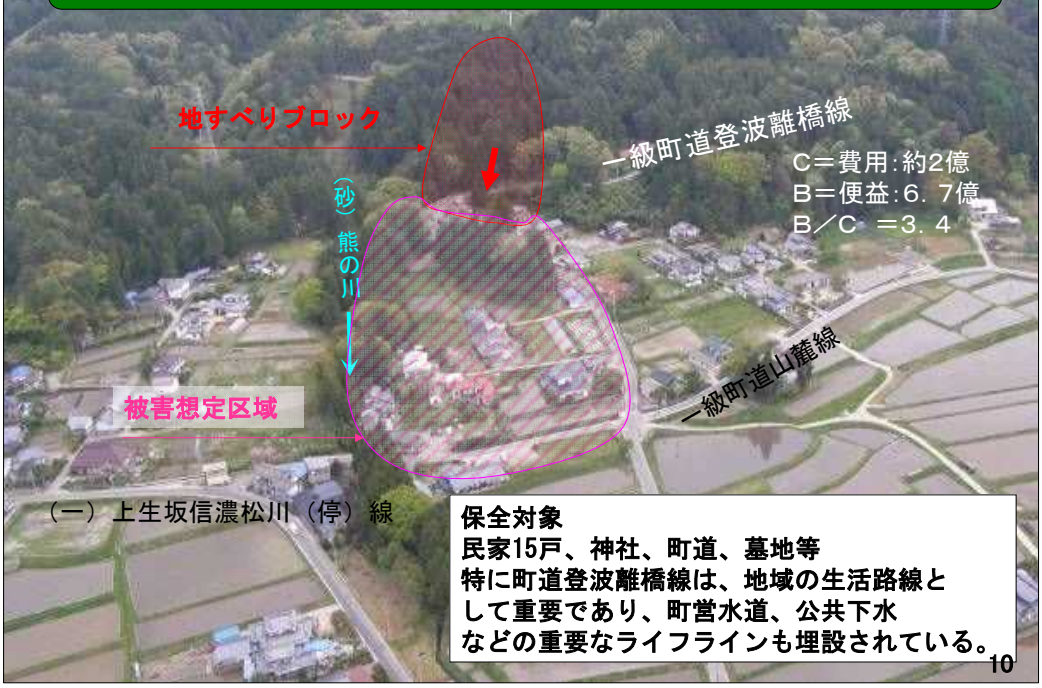
・降雪量が多かったこと、4月期の降水量も多かったことが地すべり発生の主因と考えられる。



	【主すべり】	【拡大すべり】
・延長	６０ｍ	１２０ｍ
・幅	５０ｍ	５０ｍ
・深さ	８ｍ	８ｍ
・推定移動土量	12,000㎥	24,000㎥

9

保　全　対　象



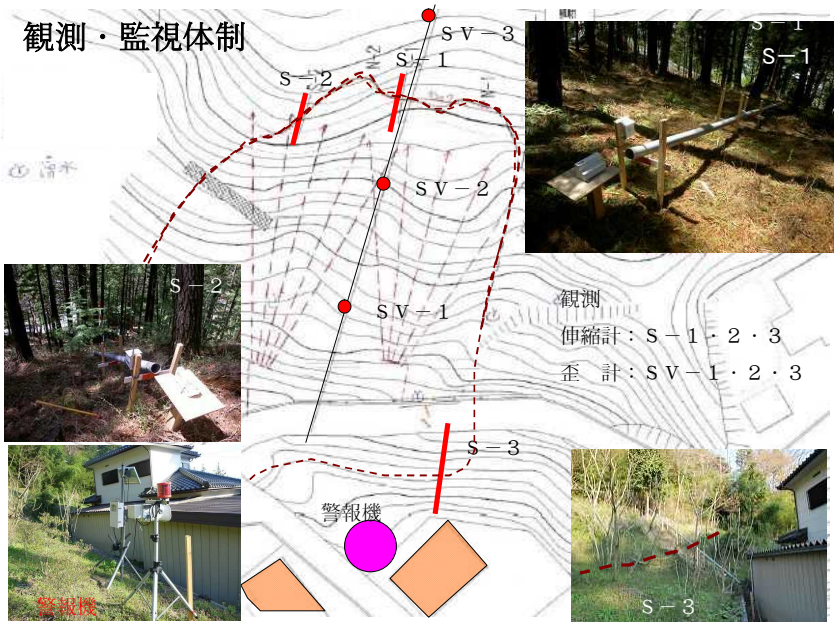
保全対象
民家15戸、神社、町道、墓地等
特に町道登波離橋線は、地域の生活路線として重要であり、町営水道、公共下水などの重要なライフラインも埋設されている。

10

地 す べ り の 発 生　H22.4.21

11

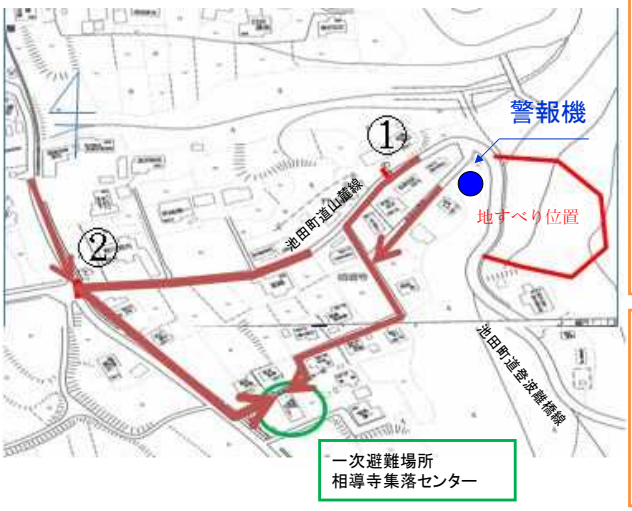
初期対応（伸縮計等の設置）H22.4.28



12

避難体制の確立　　H22.4.28

伸縮計の計測値が１時間に４mm以上の移動を観測した場合は、サイレンにより住民に危険を知らせるとともに、避難行動を開始するよう警戒避難体制を確立



避難・町道規制

○避難
１）避難誘導体制
４mm/ｈの移動が観測された場合、町が現地確認の上、危険と判断した時は、避難誘導体制を取る。
２）避難連絡
町⇒自治会長へ自主避難態勢の連絡。
自治会長⇒各戸へ連絡（自主避難態勢準備）
３）避難誘導
町⇒自治会長へ避難勧告の連絡。
自治会長⇒各戸へ連絡し、相導寺集落センターへ避難する。

○町道規制
1）規制
4mm/hの移動が観測された場合、町が現地確認の上、危険と判断した時は、規制する。
2）規制場所
○一次（図中①）バリケード設置
○二次（図中②）バリケート設置する

13

警報機設置及び避難訓練

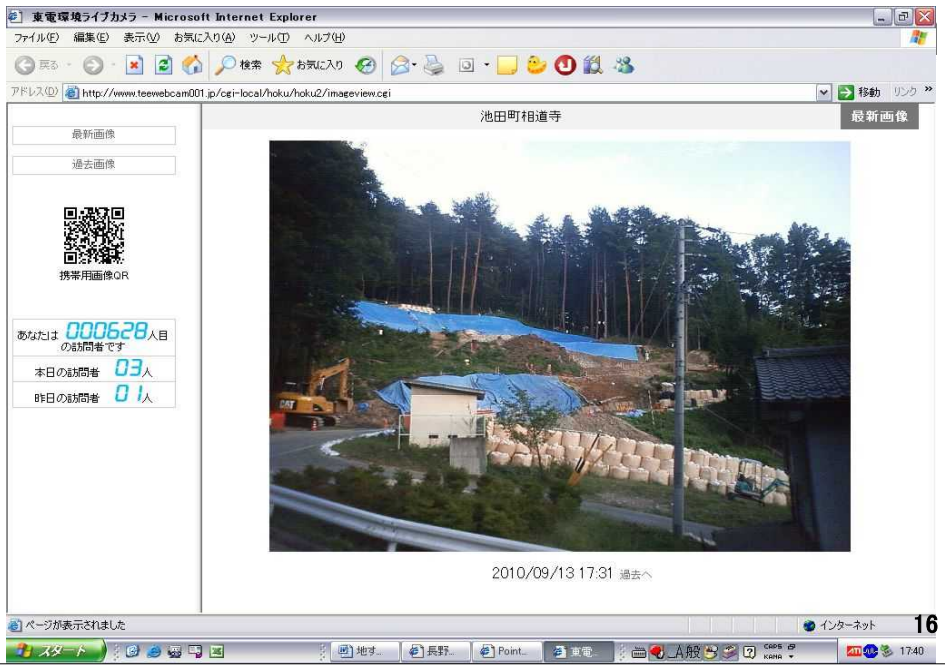
警報機のサイレンが鳴った場合、どんな音がするのか、何処へ逃げればいいのか、を確認するため、避難 警報機訓練を実施。

14

照明車の配備

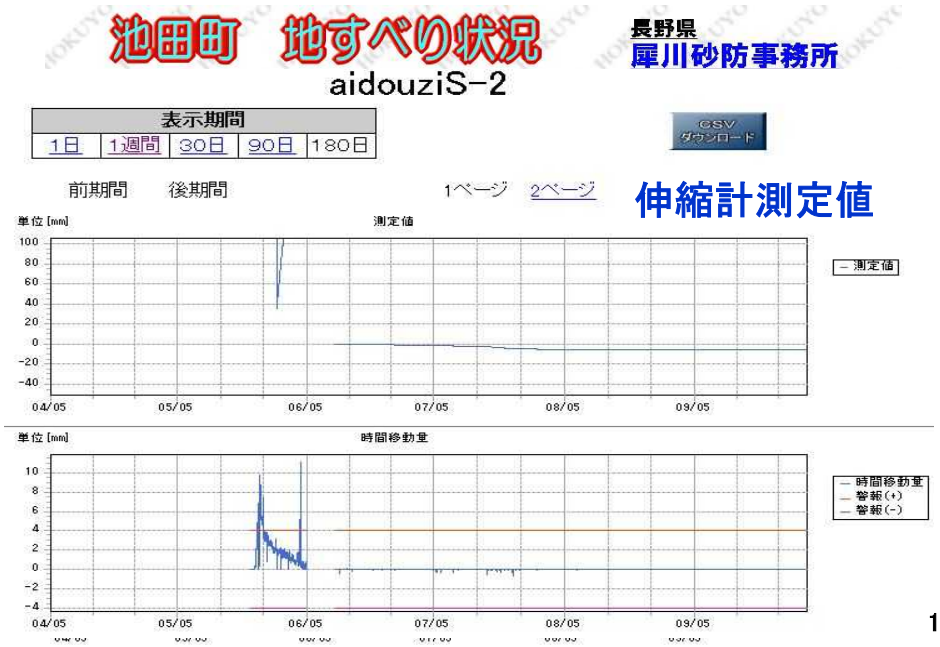
15

監視体制 （インターネットによる監視）



16

インターネットによる監視（地すべりの動き）



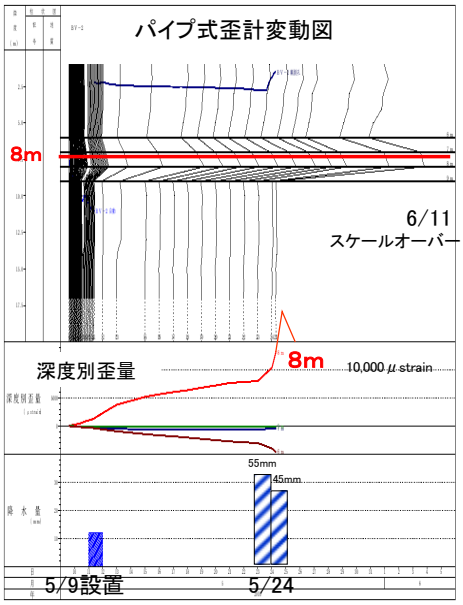
17

地すべり冠頭部の状況

伸縮計S1の冠頭部　H22.5.25

18

地すべりのすべり面の深さ

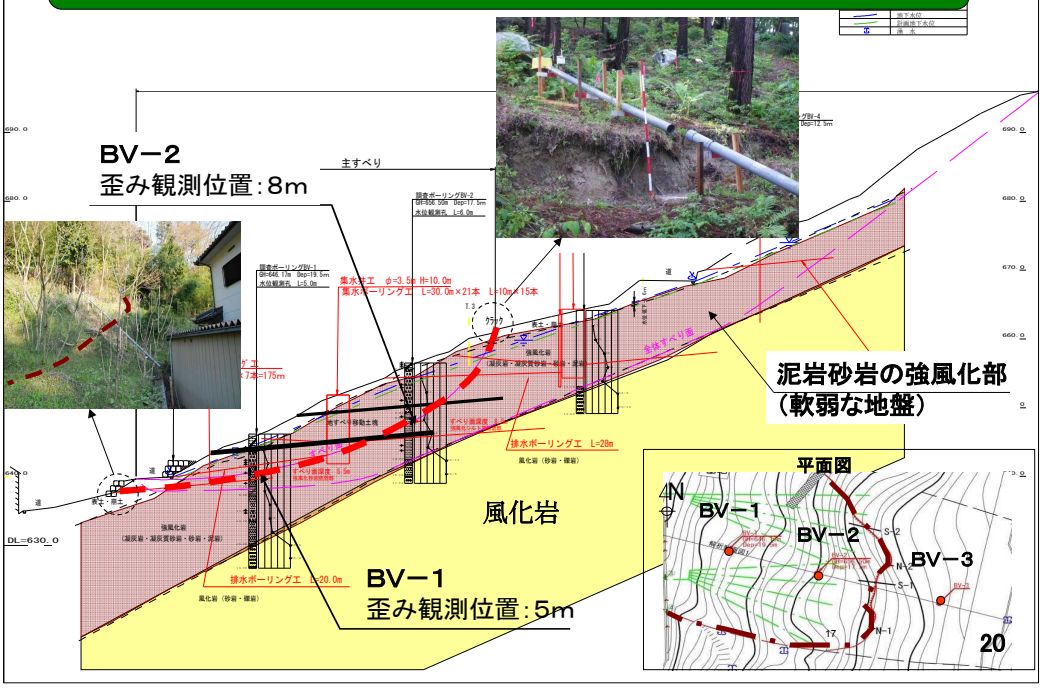


BV-2歪計

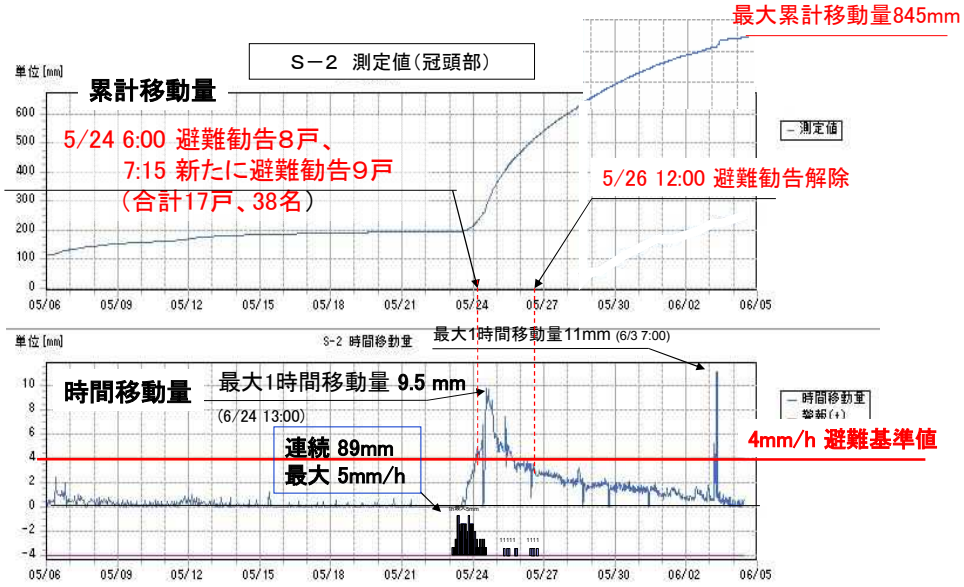
BV-2コア写真

19

地すべりブロック 横断図



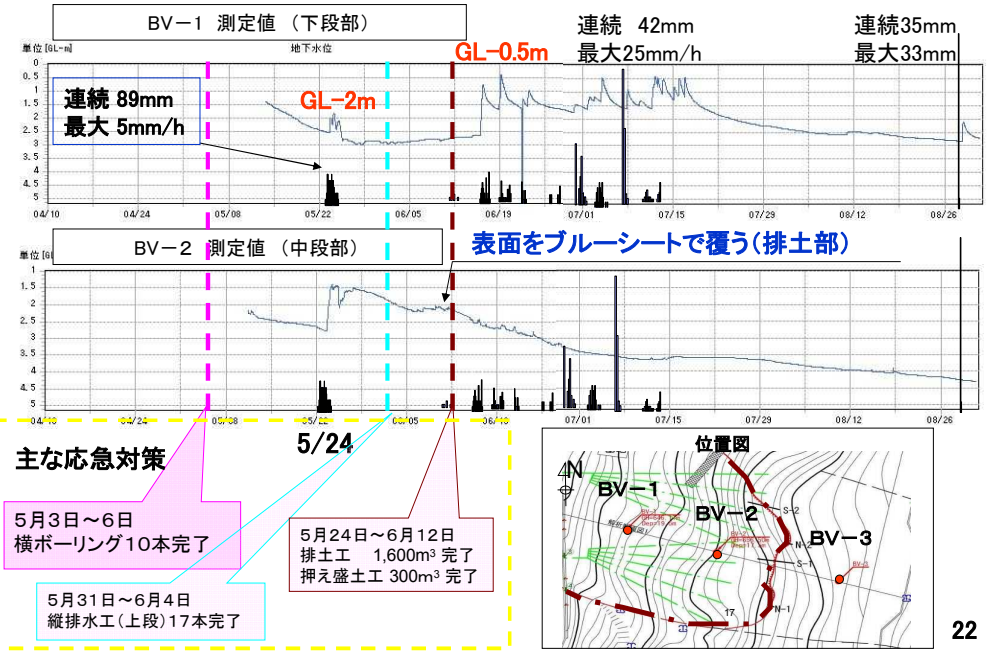
地すべりの動き　移動量と雨量（初期）



雨量観測（大町建設5/23 9時～5/24 18時）

21

地下水位と雨量　（地下水位変動図）

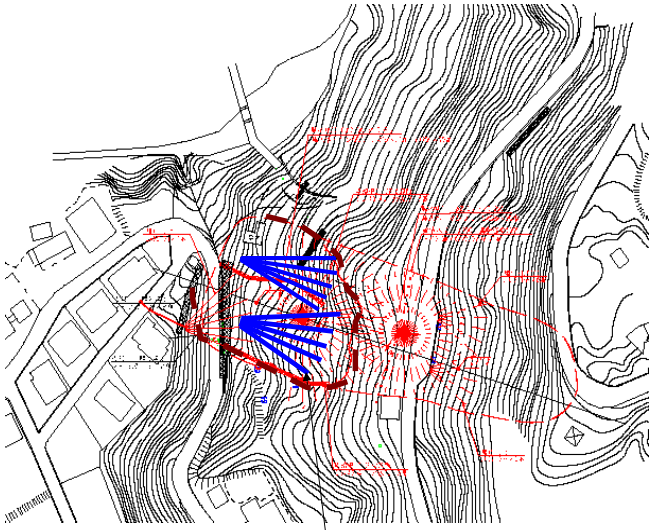


22

応　急　対　策

23

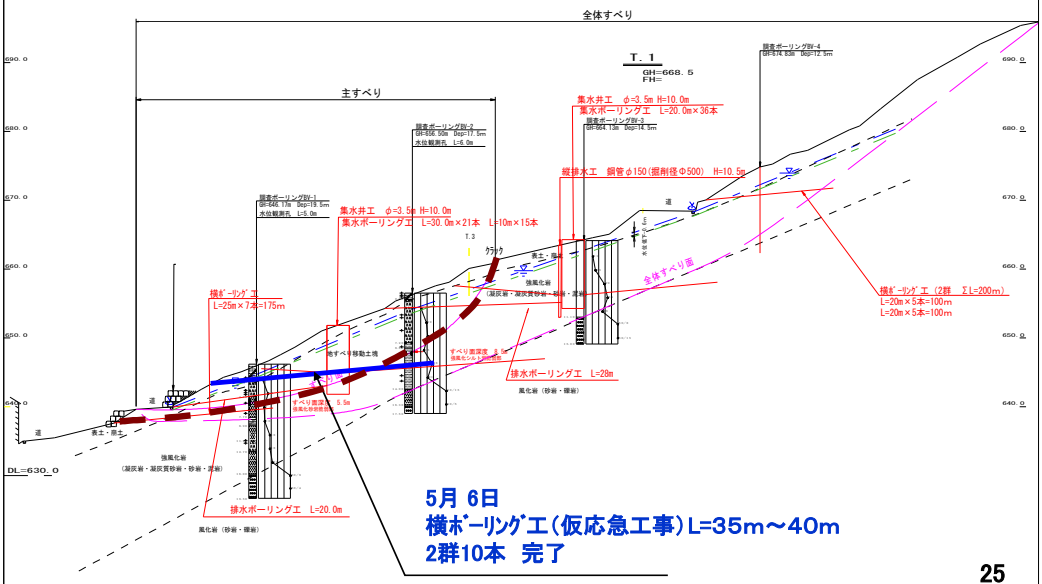
応急対策 （横ボーリング工）



横ﾎﾞｰﾘﾝｸﾞⅠ 35～40m 2群10本
5月3～6日　　完了

24

横ボーリング工　横断図



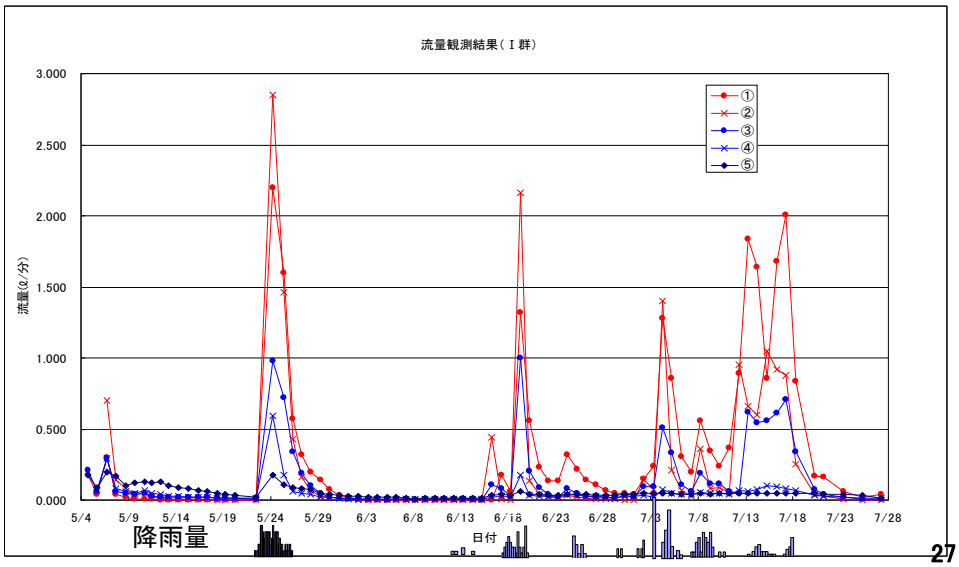
25

横ボーリング工　実施状況

26

横ボーリングの排水量

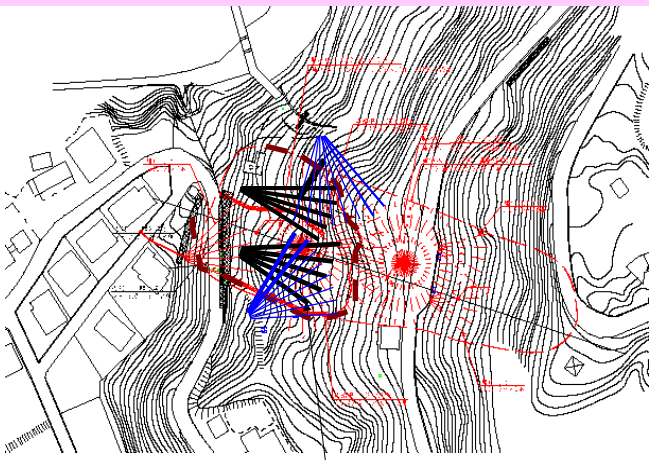
・降雨に連動して排水量は増加するが、降雨がないときは排水も極めて少ない。



27

横ボーリング工 Ⅱ

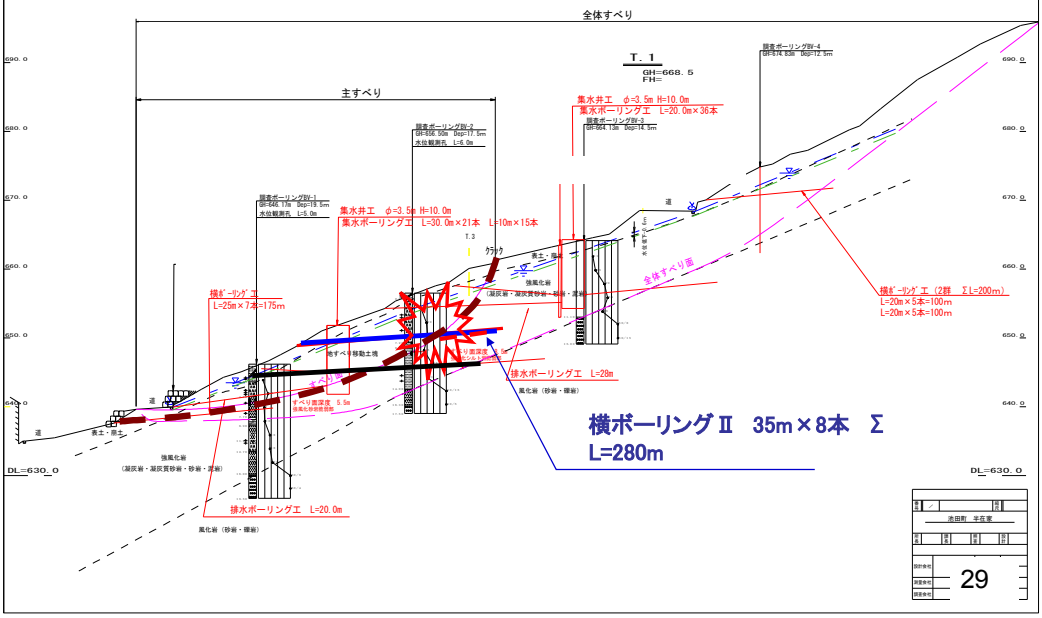
・降雨により地すべりの活動が活発となったため、
ブロック外から横ボーリングを実施。



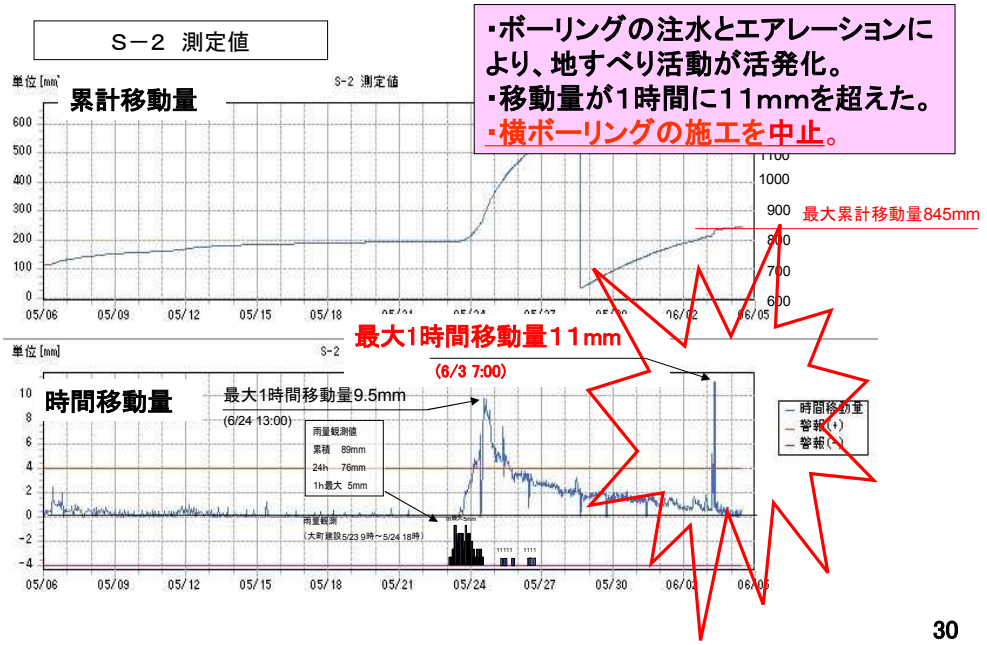
横ﾎﾞｰﾘﾝｸﾞⅡ 35m×8本 ΣL=280m
6月3日2本完了 中断

28

横ボーリング工 Ⅱ　横断図

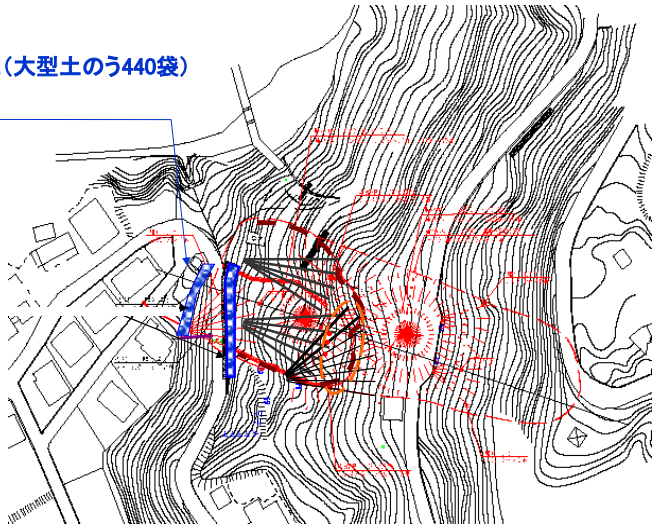


地すべりの動き　ボーリングと移動量



押え盛土工

押さえ盛土工（大型土のう440袋）
5月24～27日

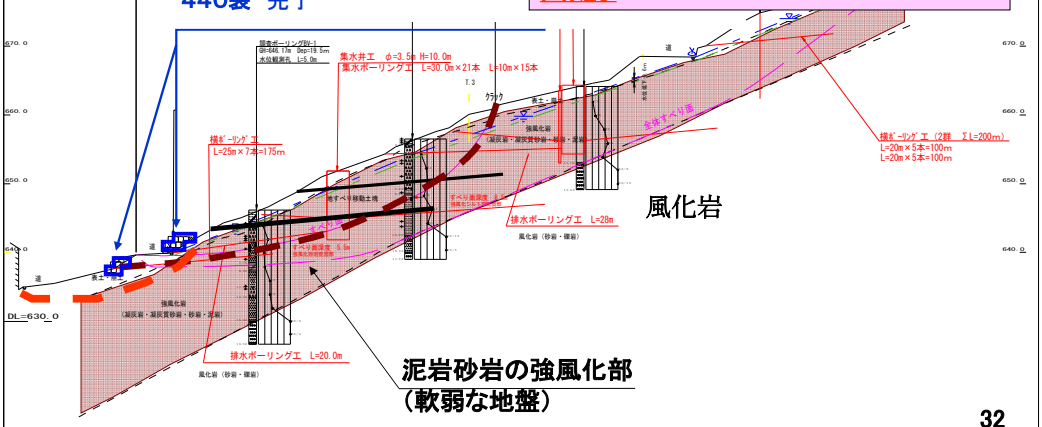


31

押え盛土工　横断図

・押え盛土により、市道部が変状。
・地盤が軟弱なため末端の小規模な地すべりを誘発する恐れがある。
・これ以上の地すべり末端の押えは、困難。

5月27日
大型土のう（1t土のう）（仮応急工事）
440袋　完了



32

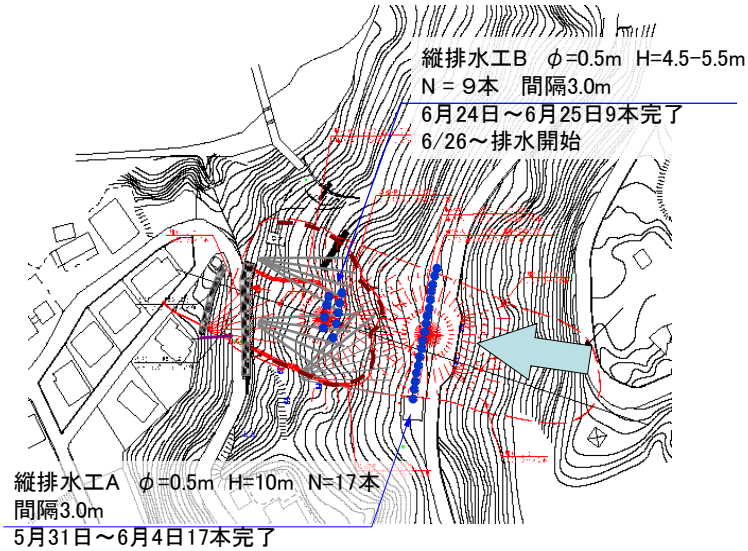
押え盛土工　施工状況

33

押え盛土工　施工状況

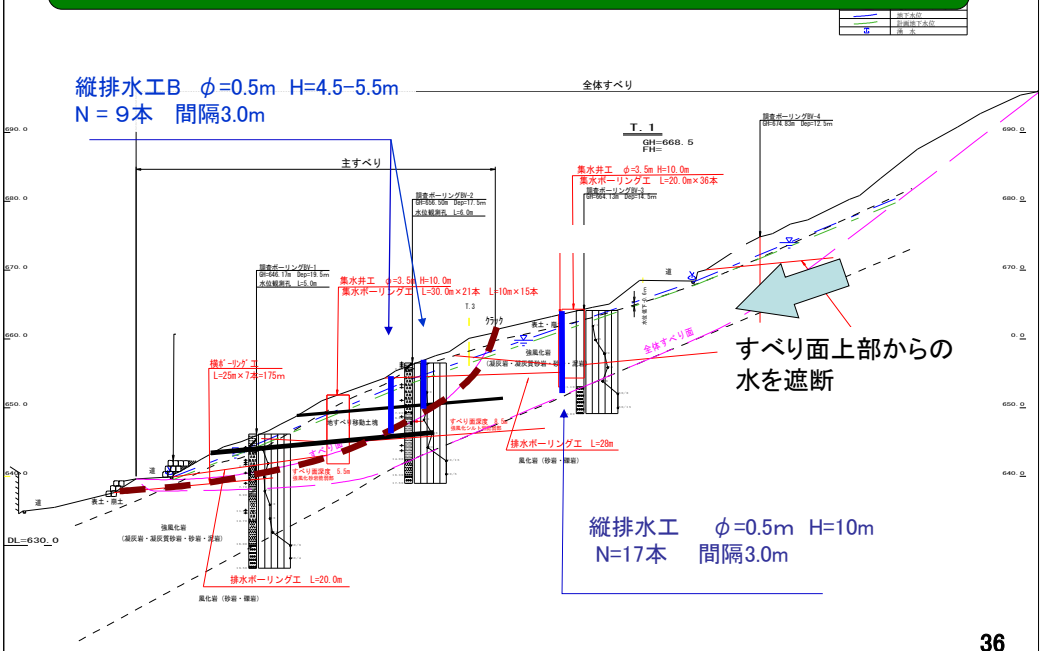
34

縦排水工　平面図



35

縦排水工　横断図



36

縦排水工　施工状況

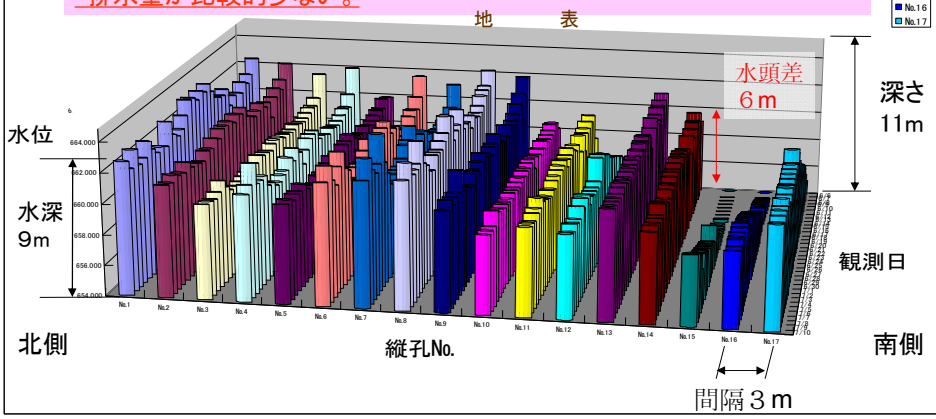
縦排水工施工状況

37

縦排水工の排水量　上段部

上段縦排水工の水位変化

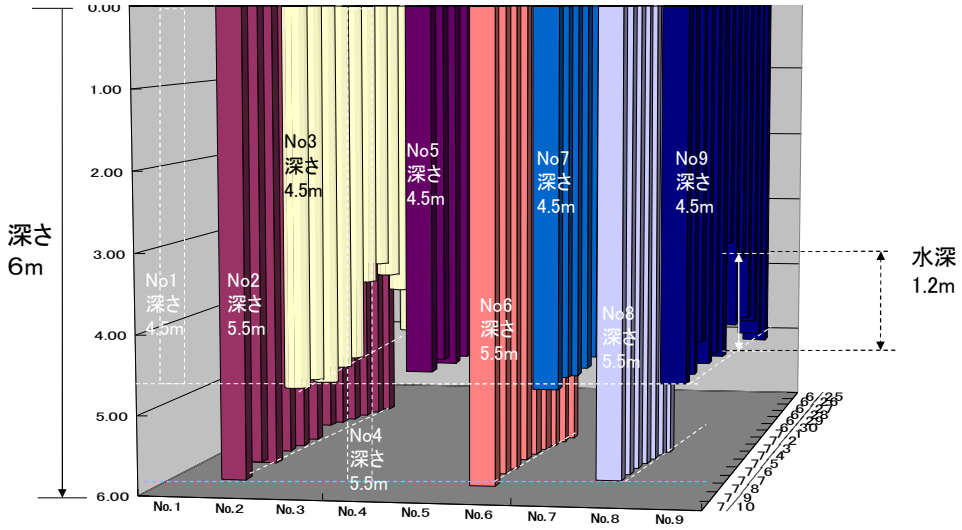
・朝6時に地表面から水位を観測。
・ポンプにより2時間程度汲み上げ、次の日まで溜まるのをまつ。
・3m間隔で縦排水工を施工しているが、透水係数が極めて低いため水頭の差（水位差）が顕著。
・排水量が比較的少ない。



38

縦排水工の排水量　中段部

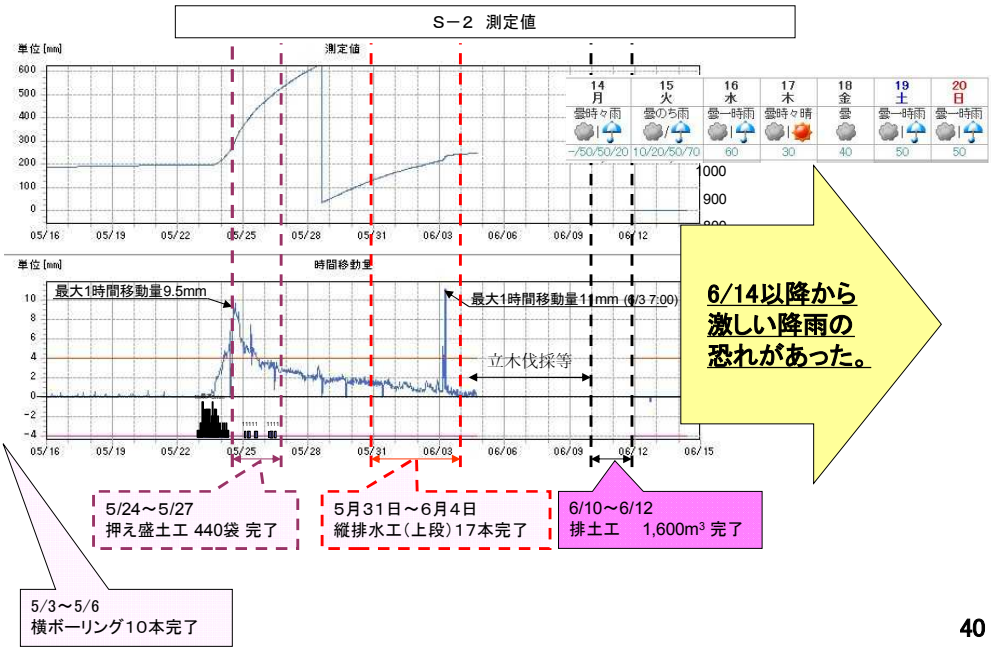
中段縦排水工の水位変化



No1,No4は湧水なし

39

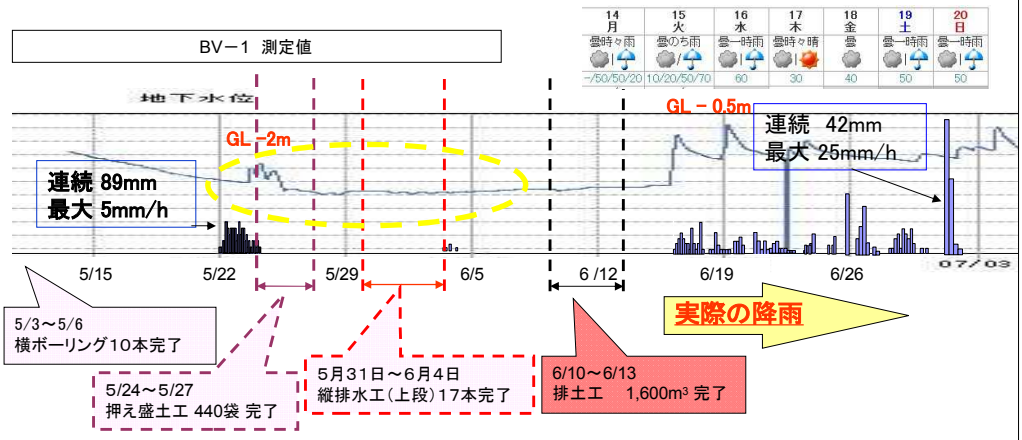
応急対策と地すべりの動き（移動量）



6/14以降から激しい降雨の恐れがあった。

40

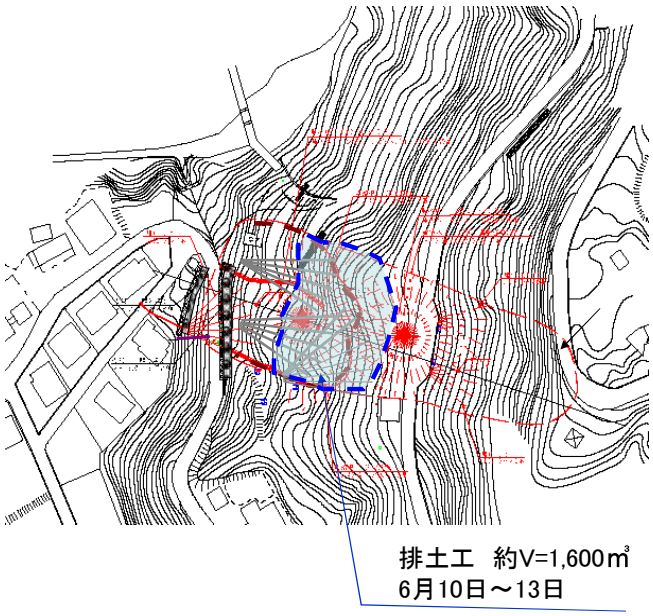
応急対策と地すべりの動き（水位）



○リスクの高い頭部排土を実施した理由。
- 縦排水工の排水量が減少し、十分に排水出来ない状況にあった。
- 地すべり地内に設置した調査ボーリング孔（BV1、BV2）の地下水位が下がらない。
- 地すべり地内の地盤がプリン状になっており、歪みが蓄積していると思われる。
- 4日後の6/14(月),以降にまとまった降雨の恐れがある。

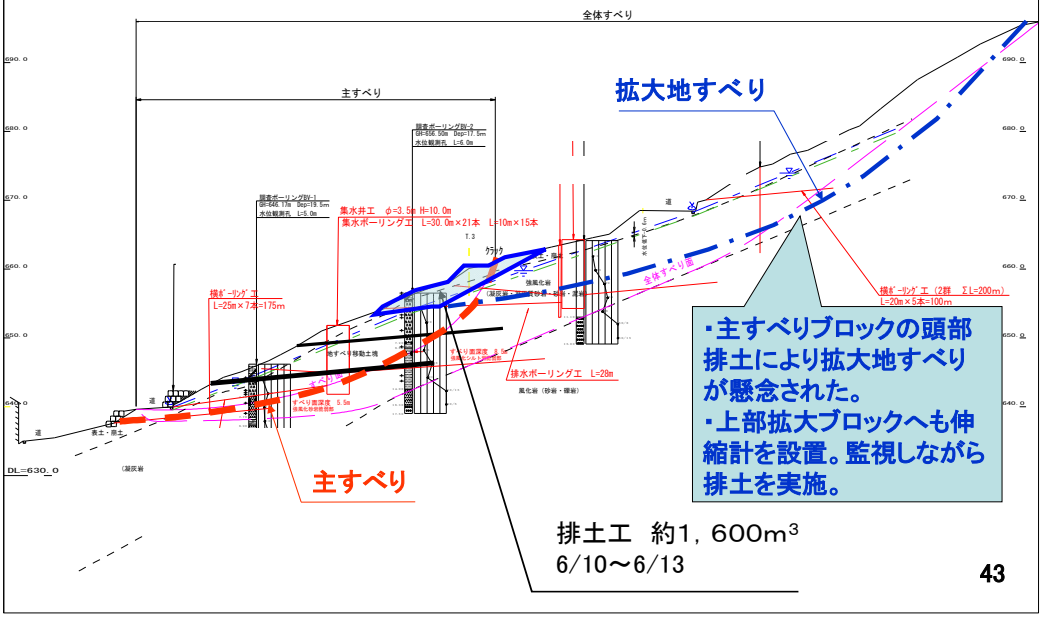
41

排土工 平面図



42

排土工　横断図



43

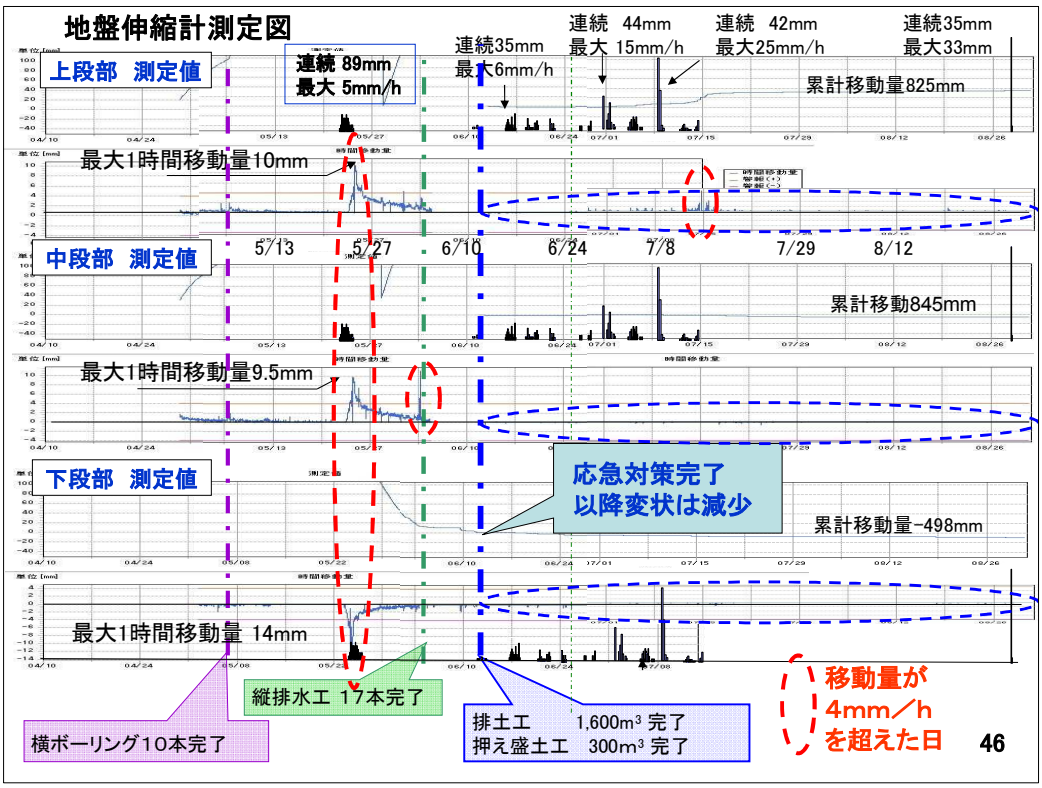
排土工　実施状況

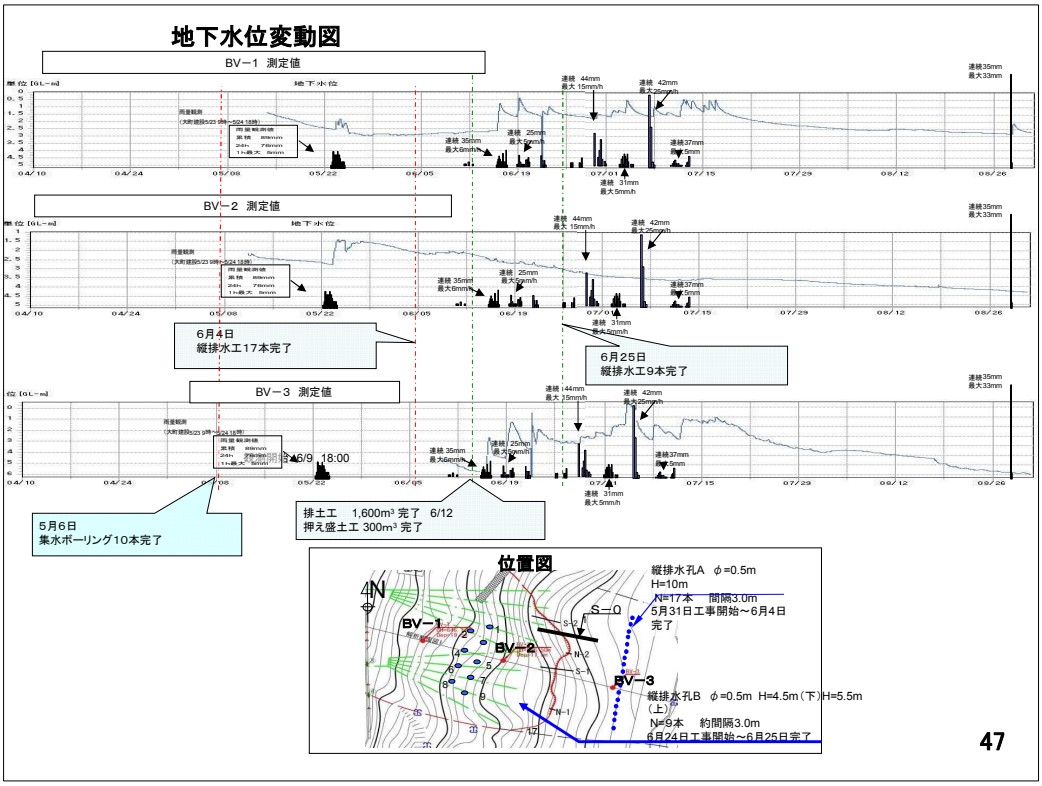
44

排土工　実施状況

・掘削直後、レンズ状の極限られた部分で湧水が確認出来たが
その後、湧水は続かなかった。
・地すべり頭部排土内では、ほとんど湧水は認められなかった。

45





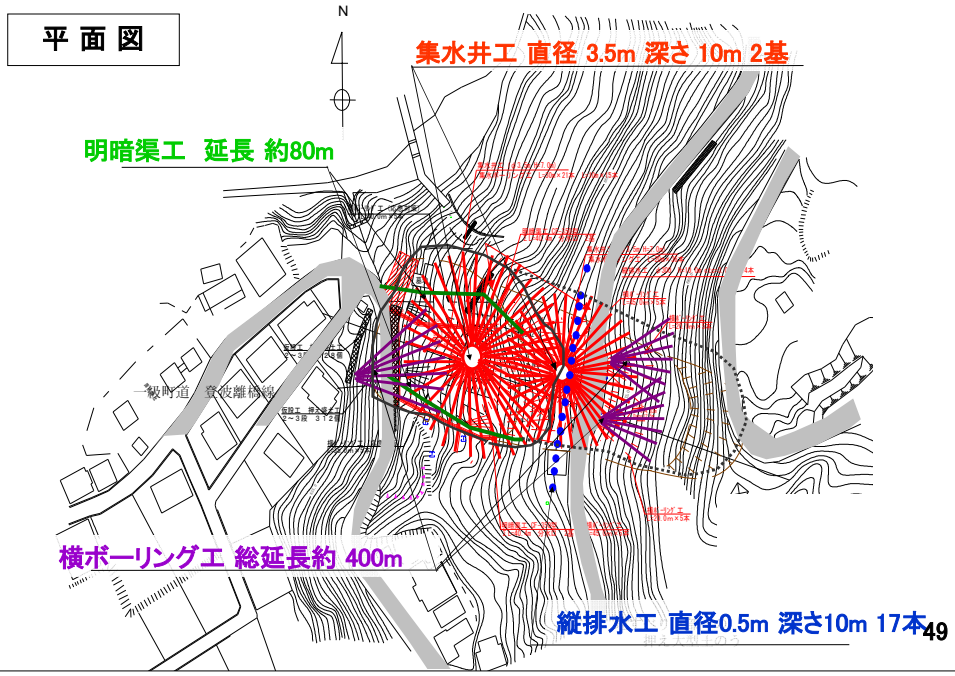
災害関連緊急対策事業の概要（当初計画）

・恒久対策工の計画は、地すべり活動が活発であったことや、人家等保全対象が地すべりブロック直下にあることから、初期安全率を0.95とし、対策後の計画安全率を1.15とした。
・当初の計画では、抑制工＋抑止工による対策を検討していたが、すべり面がほぼ均一な粘性土内に存在し、地盤内の、どの面でもすべり面となりえることから、すべりの原因となっている地下水を徹底的に排除する抑制工のみでの対応が当現場では最適であると判断。
・最終的に集水井、横ボーリング工、水路工による恒久対策とした。

対策工	安全率	安全率上昇	対策工数量	備　考
現　状	0.95	－	－	－
抑制工 横ﾎﾞｰﾘﾝｸﾞ工	1.00	5%	ΣL=815m	水位低下-0.6m
抑制工 集水井工	1.15	15%	2基	水位低下-1.9m

48

災害関連緊急対策事業の概要



49

集水井施工状況

50

地すべり災害への技術支援（専門家の派遣）

現地調査及び技術支援の状況

【専門家】
（独）土木研究所地すべりチーム
藤澤和範 上席研究員
（財）砂防地すべり技術センター
綱木亮介 斜面保全部長

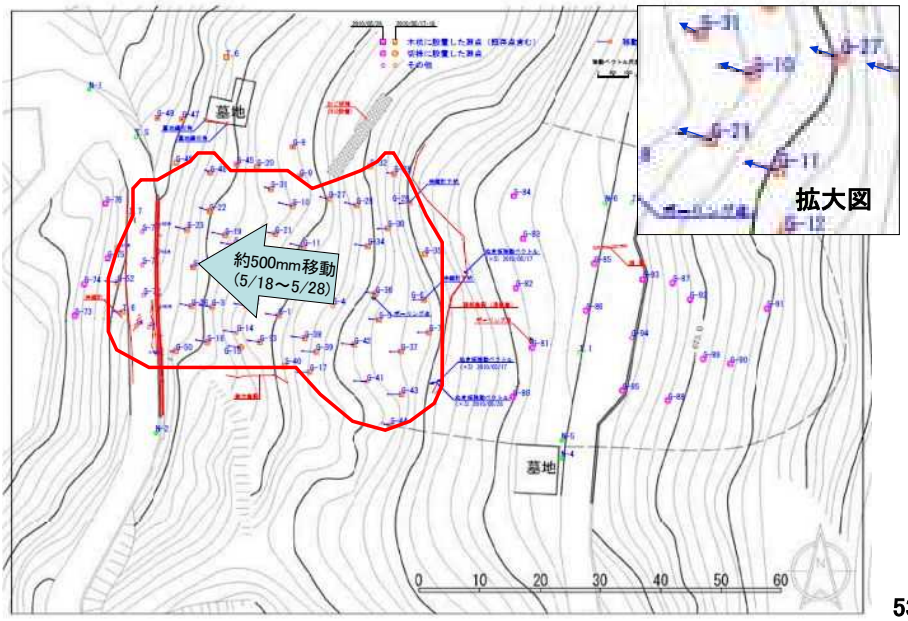
技術支援の状況

51

そ の 他 調 査

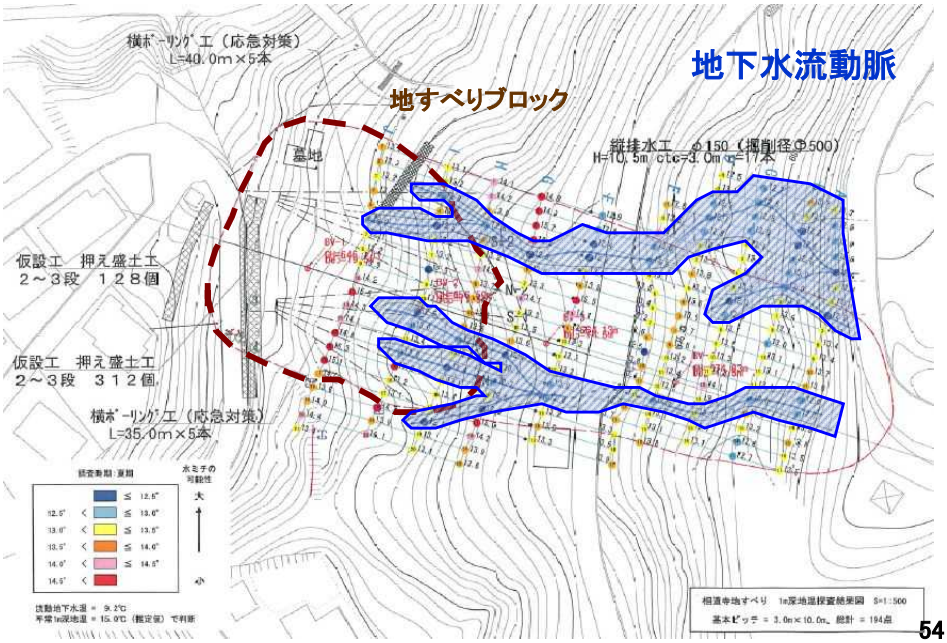
52

移動杭による地すべりブロックの動き



53

地温探査



54

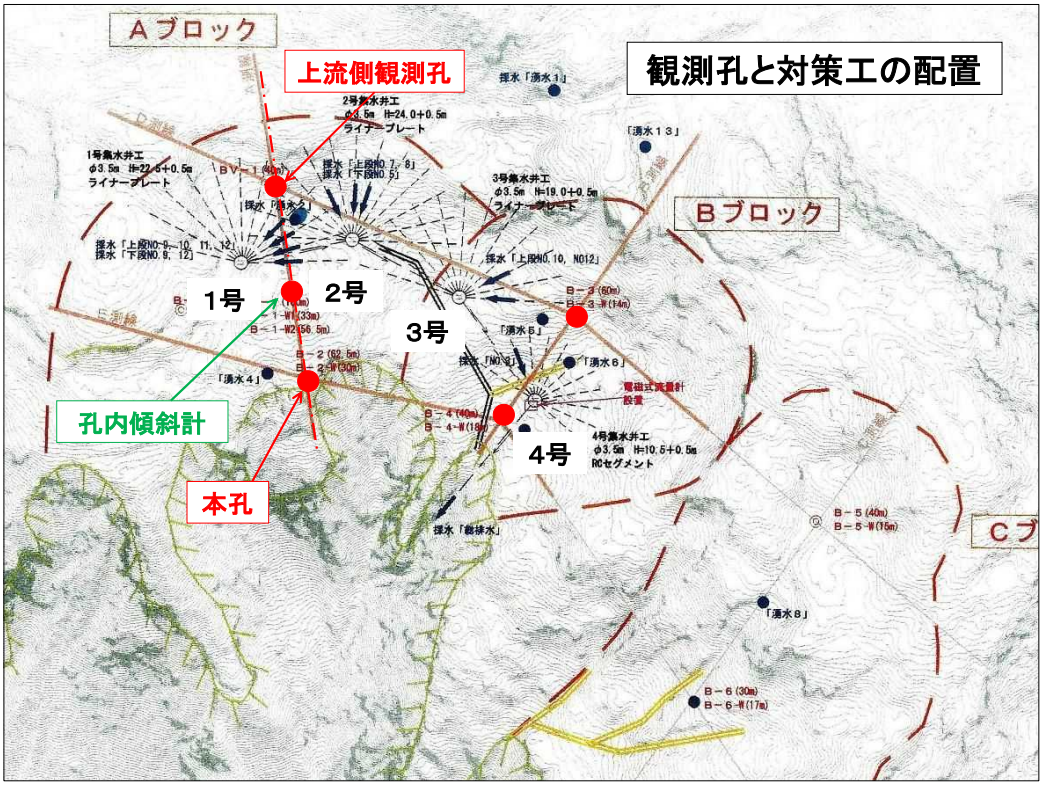
55

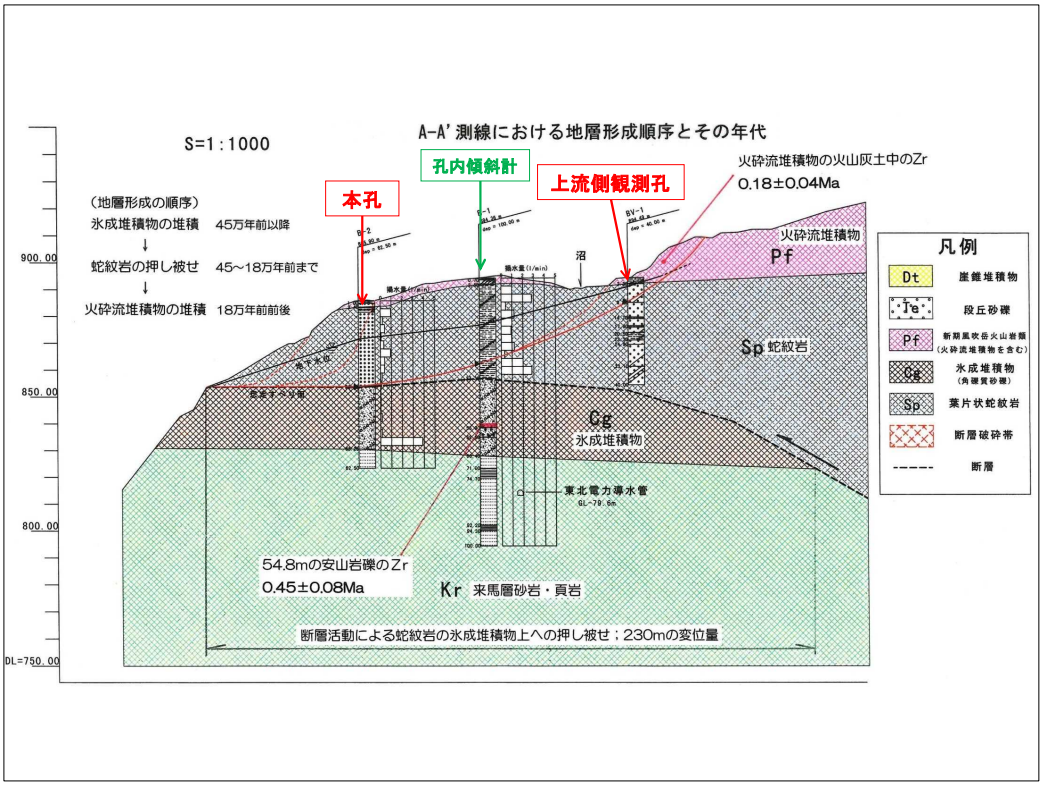
パイプ歪計による効果確認の事例

地すべり学会中部支部シンポジウム

平成23年11月９日

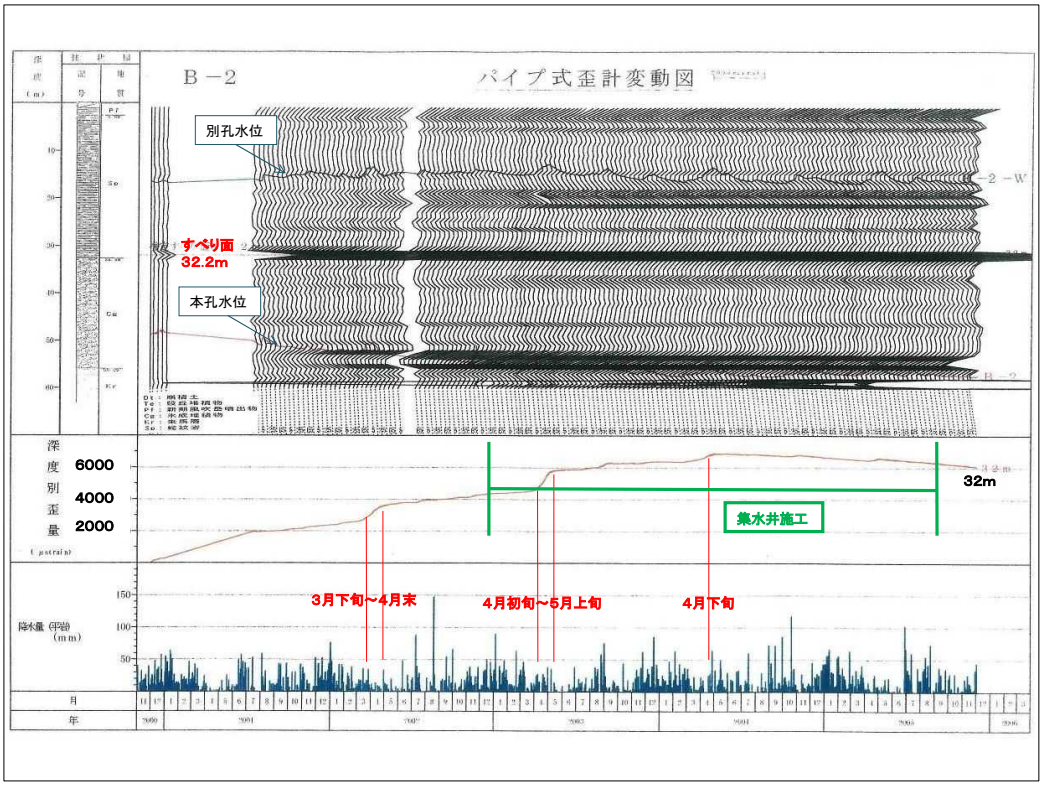
㈱中部測地研究所　内藤 哲

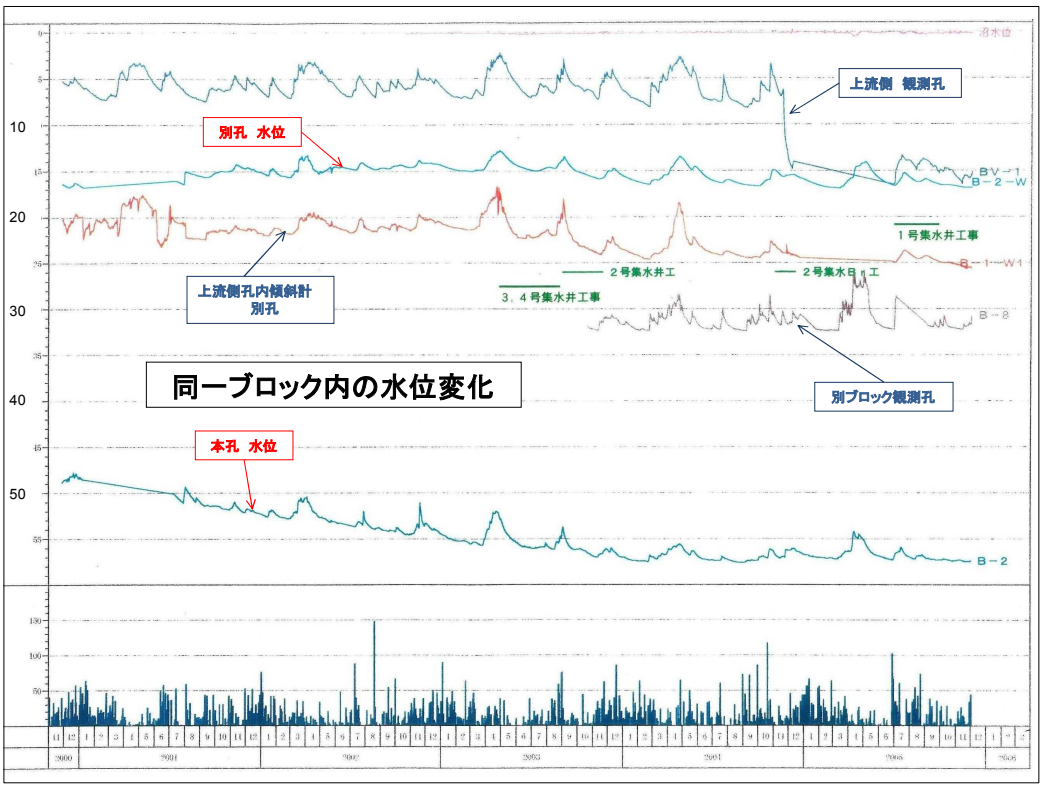


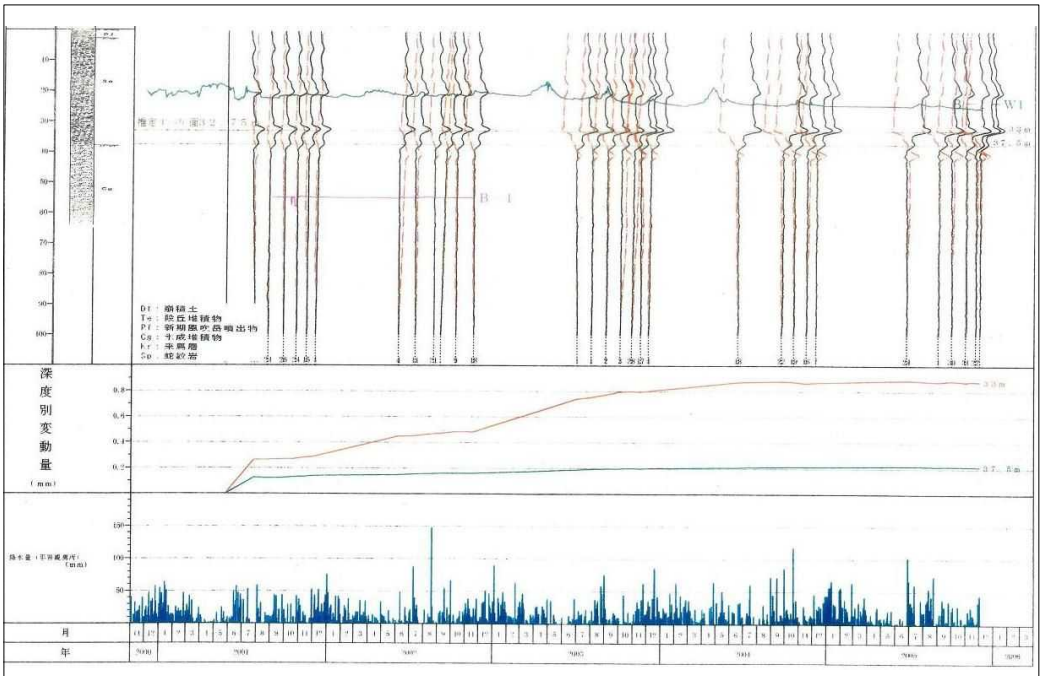

S=1:1000
A-A' 測線における地層形成順序とその年代
孔内傾斜計
上流側観測孔
本孔
火砕流堆積物の火山灰土中のZr
0.18±0.04Ma
（地層形成の順序）
氷成堆積物の堆積　45万年前以降
↓
蛇紋岩の押し被せ　45～18万年前まで
↓
火砕流堆積物の堆積　18万年前前後
900.00
850.00
800.00
DL=750.00
沼
火砕流堆積物
Pf
Sp 蛇紋岩
Cg
氷成堆積物
東北電力導水管
GL-79.6m
54.8mの安山岩礫のZr
0.45±0.08Ma
Kr 来馬層砂岩・頁岩
断層活動による蛇紋岩の氷成堆積物上への押し被せ；230mの変位量
凡例
Dt 崖錐堆積物
段丘砂礫
Pf 新期風吹岳火山岩類（火砕流堆積物を含む）
Cg 氷成堆積物（角礫質砂礫）
Sp 葉片状蛇紋岩
断層破砕帯
断層

蛇紋
砂レキ
来馬
すべり面

Aブロック末端部


B－2
パイプ式歪計変動図
別孔水位
すべり面
32.2m
本孔水位
2－W
深度別歪量
6000
4000
2000
32m
集水井施工
3月下旬～4月末
4月初旬～5月上旬
4月下旬
降水量
月
年


上流側 観測孔
別孔 水位
BV－1
B－2－W
1号集水井工事
2号集水井工
2号集水B－1工
3，4号集水井工事
B－8
上流側孔内傾斜計
別孔
同一ブロック内の水位変化
別ブロック観測孔
本孔 水位
B－2



孔内傾斜計変動図

話 題 提 供

地すべり学会中部支部シンポジウム

平成23年11月9日

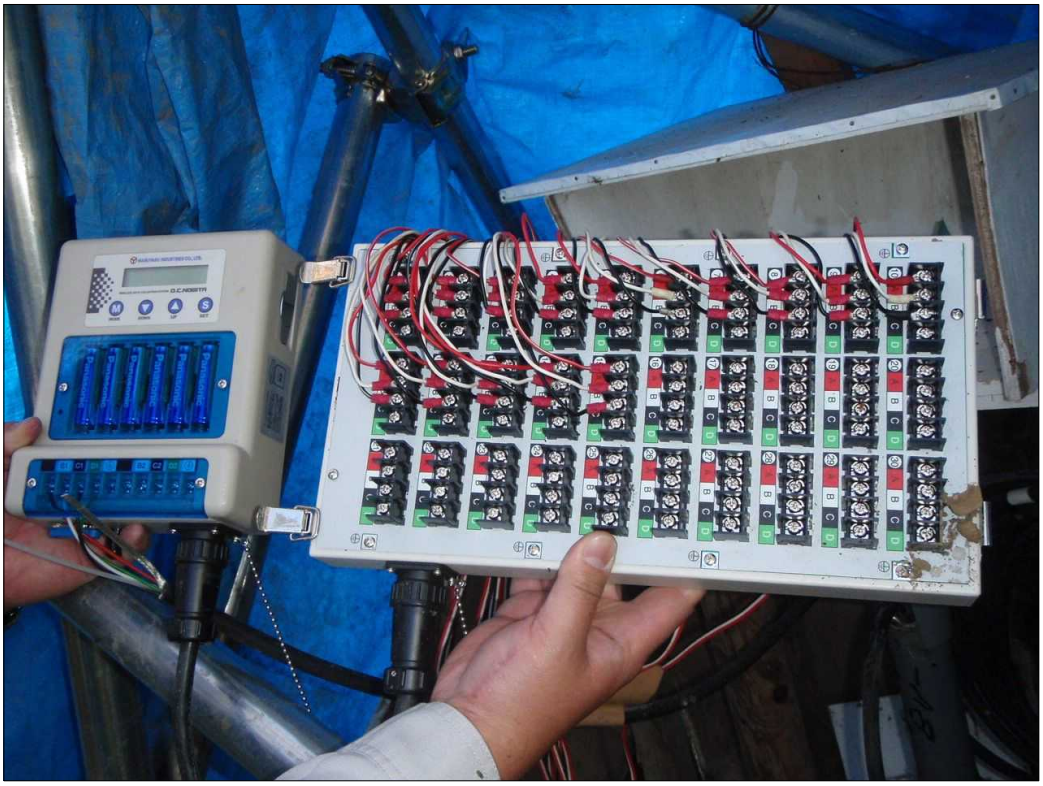
地すべり学会中部支部企画担当　内藤 哲

1. コード先端金具の統一は出来ないのか

2. 測定値について
・100μS未満の数値
・信頼できる測定値の限界

3. 変動種別について

4. 変動形態について
・累積値の反転
・異常変動の判断



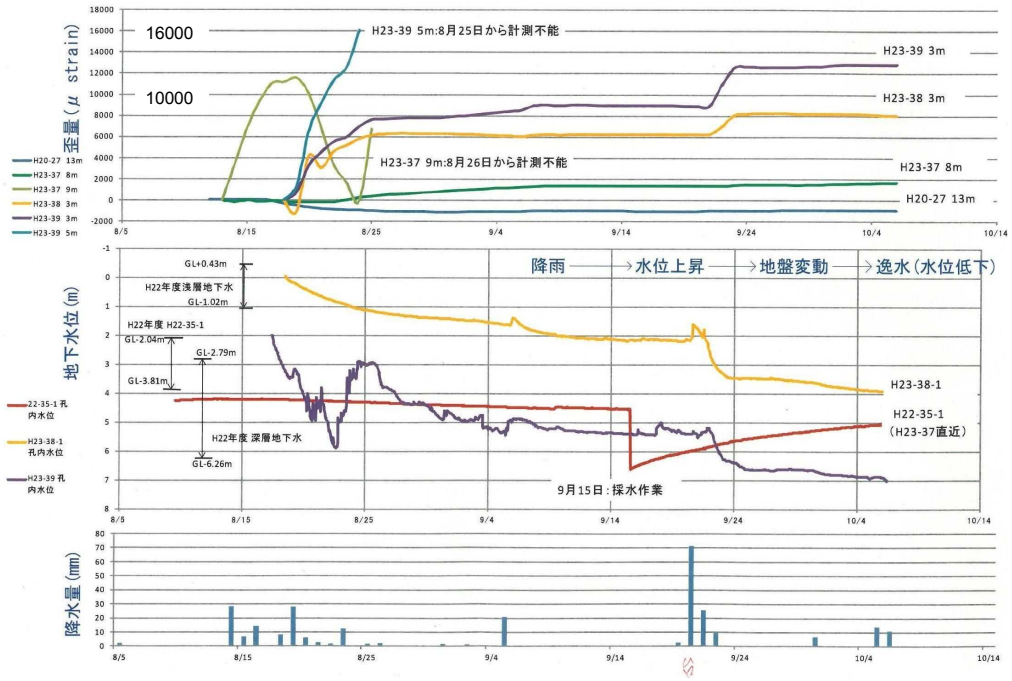
材料
銅・ニッケル
ニッケル・クロム・アルミ

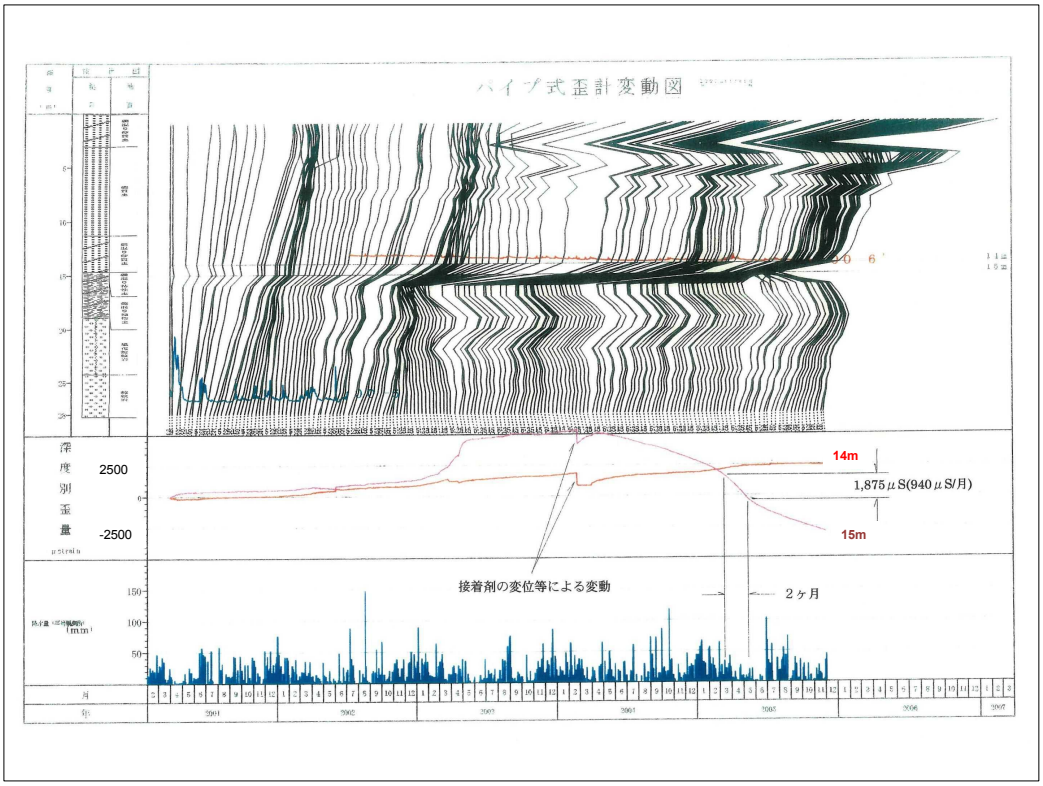
歪計Ａ；山側 → 抵抗小、歪大
谷側 → 抵抗大、歪小
山側 — 谷側 → 歪＋変動
歪計Ｂ；山側 → 抵抗大、歪小
谷側 → 抵抗小、歪大
山側 — 谷側 → 歪 — 変動

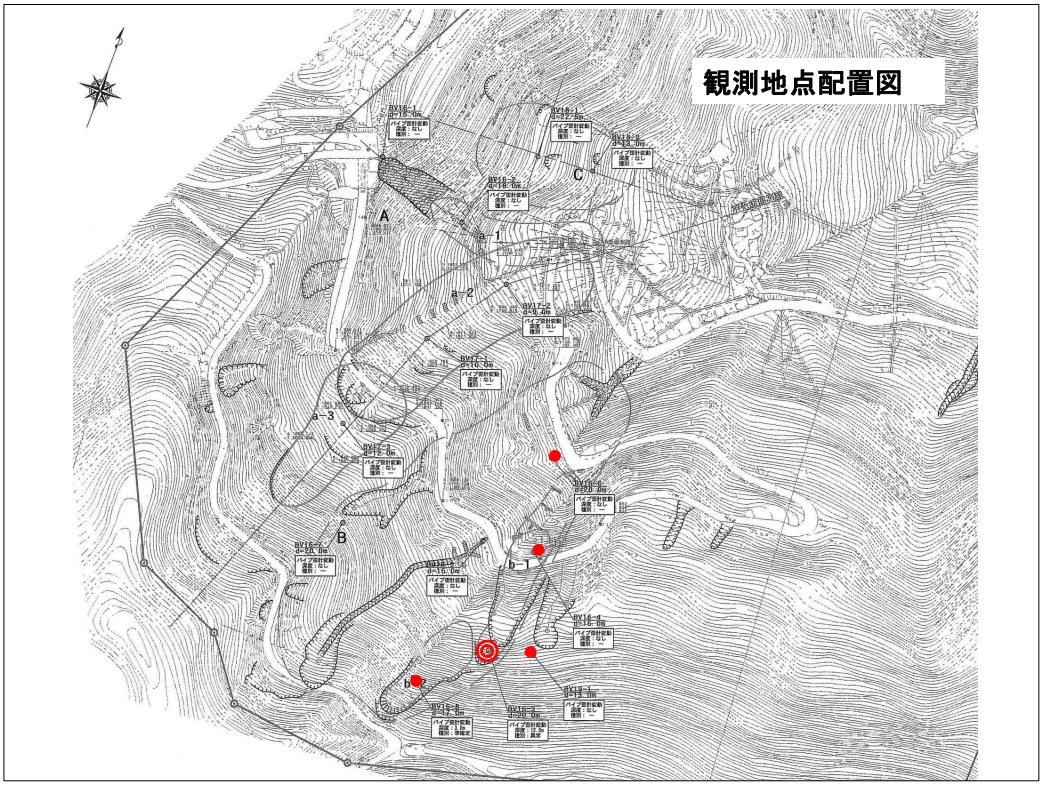
パイプの曲がりと歪変動

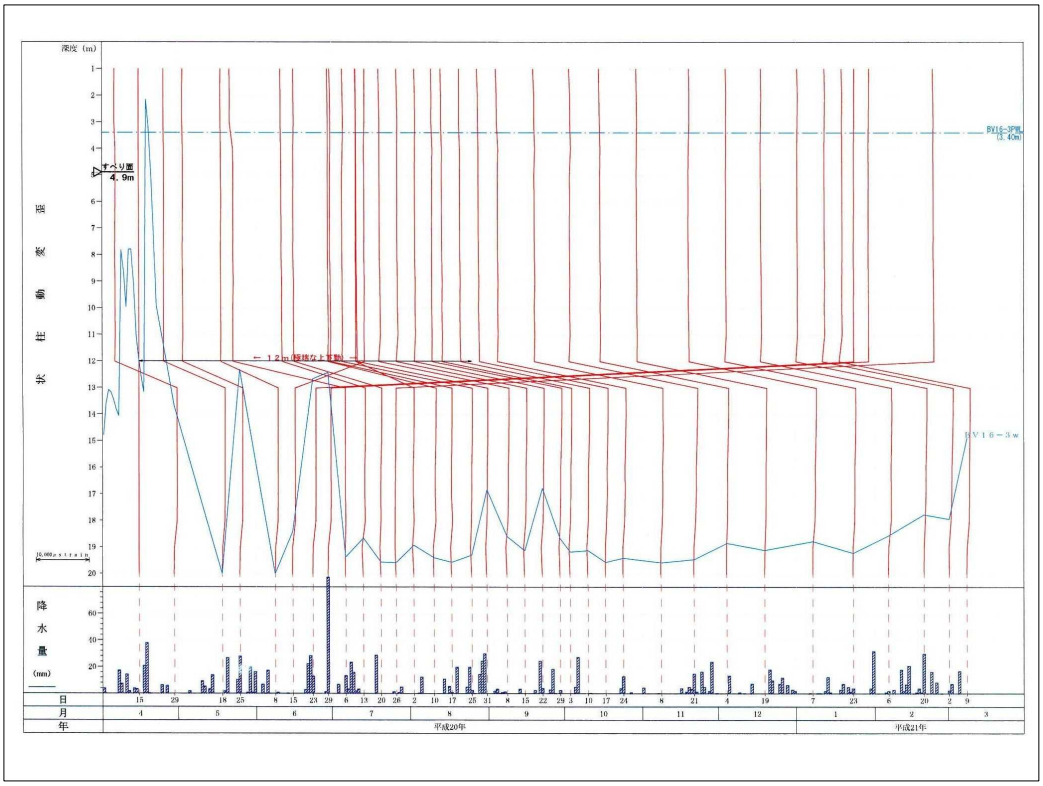
ヒズミ変動種別一覧（藤原、1976年）

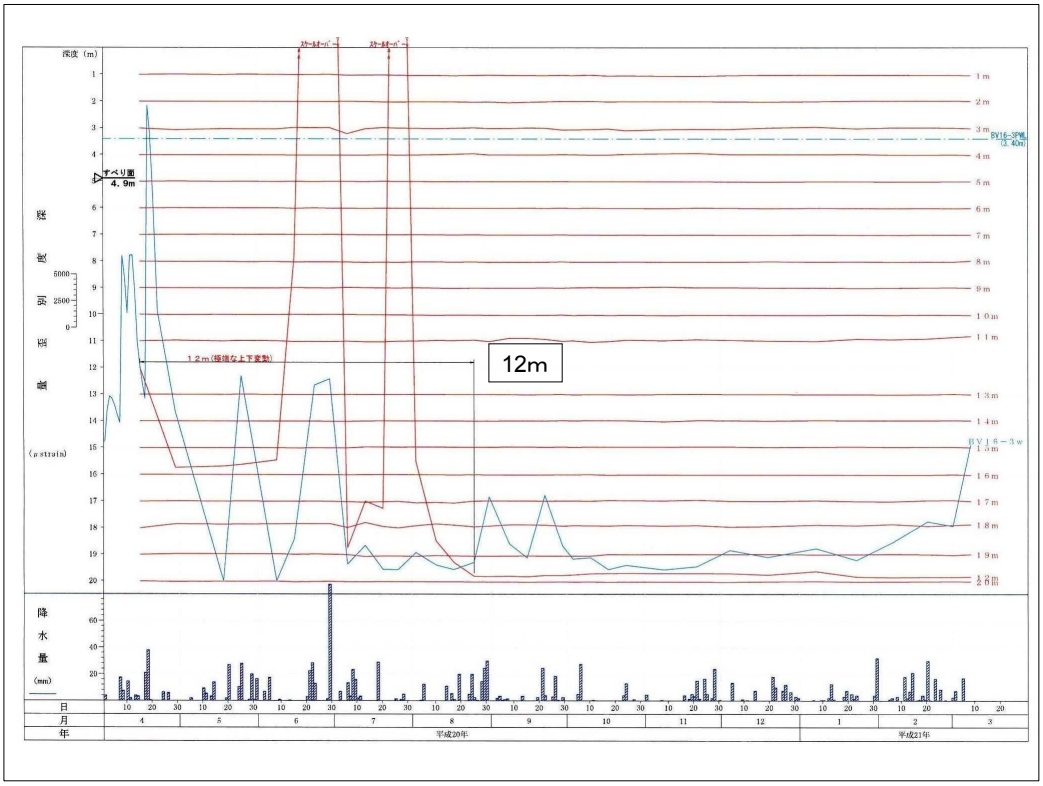
変動種別	累積変動値（μ/月）	変動形態		すべり面存在の地形・地質的可能性	総合判定	
		累積傾向	変動状態		すべり面種別	活動性ほか
変動A	5,000 以上	顕著	累積変動	あり	確定	顕著に活動している岩盤～崩積土すべり
〃 B	1,000 以上	やや顕著	〃	〃	準確定	緩慢に活動しているクリープ型地すべり
〃 C	100 以上	ややあり	累積断続撹乱回帰	〃	潜在	すべり面存在の有無を断定できないため、継続観測が必要
〃 D	1,000 以上（短期間）	なし	断続撹乱回帰	なし	異常	すべり面なし。地すべり以外の要因




パイプ式歪計変動図
深度別歪量
2500
-2500
14m
1,875μS(940μS/月)
15m
接着剤の変位等による変動
2ヶ月


観測地点配置図
A
B
C
a-1
a-2
a-3
b-1
b-2


深度（m）
すべり面
4.9m
BV16-3PML
(3.40m)
BV16-3w
降水量
(mm)
日
月
年
平成20年
平成21年


深度（m）
すべり面
4.9m
BV16-3PML
(3.40m)
12m
12m(極端な上下変動)
BV16-3w
降水量
(mm)
日
月
年
平成20年
平成21年

歪計の長所短所（主として計測手法について）

土屋好幸（日本綜合建設株式会社）

1.　歪計の特徴

1.1　材料としての特徴

(1)塩化ビニールパイプの表面にペーパーストレインゲージを貼付けた構造
・非常にシンプルな構造ではあるが壊れやすい
・水密性の確保が大変

(2)ペーパーストレインゲージから電気コードをのばし、電気抵抗を測定する
・調査ボーリング孔に挿入するため、電気コードはできるだけ細くする必要がある
・挿入作業中に破損しやすい

(3)ゲージから延長されたコードの先端に圧着端子をハンダ付けする
・圧着端子は金属がむき出しでさびやすい

(4)長期にわたって使用される場合が多い
・材料の耐久性（耐用年数）

(5)20,000 マイクロメートル程度まで測定できる
・変位を感知している範囲（測定限界）はどの程度か

1.2　設置場所の特殊性

(1)地中、水中に設置される
・電気抵抗を測定するため、水分に弱い

(2)野外に設置される（格納箱はあるが野ざらしに近い）
・直射日光（紫外線）、高温・凍結、被雷など

(3)動物による食害
・ネズミ、ウサギなどに噛まれてコードが切断される
・人間による除草作業（刈り払い機）

(4)調査ボーリング孔に挿入する
・歪計の設置は調査ボーリング孔に設置されることが多く、孔壁とパイプ歪計との間の充填が不十分だと地すべり活動を検知できない可能性がある

1.3　測定値の特徴

(1) コード先端の圧着端子を電気抵抗測定装置のターミナル端子へつないで接続する
・接続時の締め付け具合や端子のさび、よごれによって測定値が変化する

(2)「歪」という値の意味
・歪測定装置ではμ：マイクロメートル（1 ミリメートルの 1000 分の 1）
・塩ビ管の表面に貼り付けたゲージ線の電気抵抗を測定し、ゲージの伸縮量に換算した値
・地すべりの移動量ではなく、ゲージの伸縮量を表す

(3) 表記方法
・「地すべり調査と解析　藤原明著」に示されている表記方法が基本
・「歪み」が移動量を直接表すものではないため、表示方法が異なると同じ値でも違う印象を与える

1.4　全体として

・測定精度が高く、動きのはっきりした地すべり活動を検出するには適する
・繊細で壊れやすく、潜在的な動きを長期間に渡って観測する場合にはデータの信頼性が低い
・安価で単純な構造のため大量に使用されているが、特性の理解が低下（ブラックボックス化）している

2.　今後に向けて

2.1　解決策（案）

(1) 歪計観測仕様の再統一
・歪計の特性をよく理解して設置方法、測定方法、解析を行う

(2) トレーサビリティの高い自動観測の導入
・自動観測は、観測員による端子接続方法の違いや測定機の固有誤差による測定値のばらつきをある程度解消できる
・自動観測は、インターバルを短くすることで歪変動の始まった時期を特定することでき、降雨や伸縮計データと対比して地すべり活動かゲージやコードの劣化かを判別できる

2.2　課題

(1) 歪計測定結果の表示方法
・コンピューターの発達に合わせた表現方法の開発
・歪計観測を行う側だけでなく、結果を受け取る側にも理解しやすく

(2) 自動観測は設置費用が高い
・1 ブロックに 1 カ所、重要箇所を選んで設置するなどで対応
・技術革新による安価な製品の開発

平成23年度（社）日本地すべり学会中部支部　シンポジウム

地すべり計測資料整理と解析

～悩ましきデータ解釈～

北陽建設（株）　曾木芳史

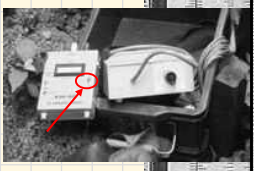
HOKUYO

1-1.資料整理の基本

歪計の観測は、次のような方法で計測。

- 静ひずみ指示計による計測

  ①リード線を指示計に接続
  ②正接続（N:ノーマル）と逆接続（R:リバース）を計測
  ③野帳に記帳し、持ち帰ってデータ整理



- 半自動記録器による計測

  ①リード線をロガーに接続。
  ②設定時間毎に計測し、データ蓄積。
  ③媒体（PCカード等）により定期的にデータ回収

ちょっと気になるプチ情報

- 手測りでは正・逆両方の値を計測。
- 両者の平均をとることで、測定値の「ゼロ点ドリフト」の影響を消去。（誤測定の防止にも役立つ）

PC-301歪・水位データ集録装置
Q：PC-301で出力される歪の数値はなんですか？
A：ノーマルの値です。正反はとっていません。

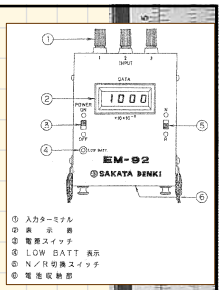
オサシテクノス 「製品Q&A」より http://www.osasi.co.jp/info/Q&A(2)/QandA2.html

半自動計測では正値のみの計測だけど大丈夫？

ロガー内で補正処理を行っているので問題ありません。（オサシテクノス 橋爪）

⇒詳しくは各メーカー担当者までお問い合わせ下さい。

1-2.資料整理のあれこれ



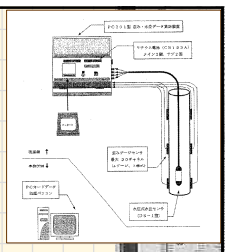
① 入力ターミナル
② 表 示 部
③ 電源スイッチ
④ LOW BATT 表示
⑤ N／R切換スイッチ
⑥ 電池収納部

▼静ひずみ計計測のあれこれ

- 指示計の器械誤差がある
  ⇒ 観測期間中は同じ計測器を使用すべき。

- リード線の端子やスイッチボックスの接触不良等により、計測値が安定しないこともあり。
  ⇒観測の都度、端子の状態の確認
  （磨いたり、交換したりすることもありうる）
  ⇒これまでのデータ（野帳）を持ち歩き、
  現場でデータの確度を吟味することが大事

1-2.資料整理のあれこれ



▼半自動計測のあれこれ

- 連続計測のため、観測の都度の誤差が出ない。
- 基本的には事務所に戻ってからデータ解析。

⇒解析してみたら、データがおかしいということも･･･
⇒半自動計測でも、できるだけ現地で確認できる
　ものは現地で確認をとっておくことが大事。

□手測りによる水位Check！→ずれていれば修正
□歪のスケールオーバーCheck！→断線の有無
□バッテリーCheck！→早めの電池交換

2-1. 歪計データ解析の基本

- 多くの調査で、藤原（1976）の判定一覧表が現在も適用されています。

もやもや①

もやもや②

表 6-2 ヒズミ変動種別（藤原，1976年）

変動種別	累積変動値（μ/月）	変動形態		すべり面存在の地形・地質的可能性	総合判定	
		累積傾向	変動状態		すべり面種別	活動性ほか
変動 A	5,000 以上	顕著	累積変動	あり	確定	頻繁に活動している岩盤～崩積土すべり
〃 B	1,000 以上	やや顕著	〃	〃	準確定	緩慢に活動しているクリープ型地すべり
〃 C	100 以上	ややあり	累積傾向 断続繰返し 乱調	〃	潜在	すべり面存在有無を断定できないため，継続観測が必要
〃 D	1,000 以上（短期間）	なし	断続繰返し 補	なし	異常	すべり面なし。地すべり以外の要因

→実際の適用に際し、悩ましい時ありませんか？

2-2. 歪変動判定のもやもや

もやもや①

ひと月あたりの累積変動値って？

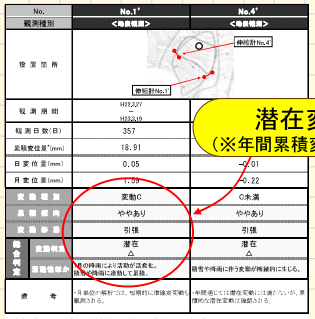
・一般的には、1年間の累積変動値をひと月あたりに割り返したもので判定していることが多い。

「地すべり」は継続性、再発性、時間依存性が大きいことから、中長期的な活動性も含めた判定として意味がある。

短期的な活動性は無視できるの？

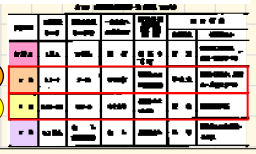
■ひと月毎に判定をまとめた事例（戸隠の風化岩地すべり）

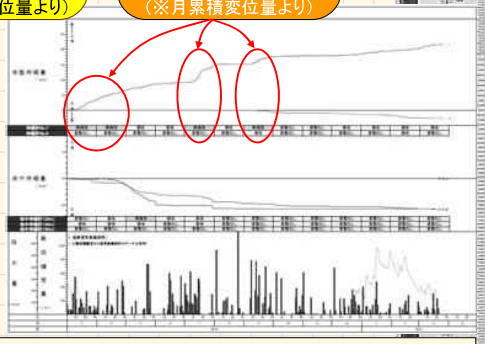
［※観測項目が地表伸縮計の場合］



No.	No.1'	No.4'
観測種別	<地表伸縮>	<地表伸縮>
検査箇所	伸縮計No.1	伸縮計No.4
観測期間	H27.2.27 ～ H28.2.19	
観測日数(日)	357	
累積変位量*(mm)	18.91	
日変位量(mm)	0.05	-0.01
月変位量(mm)	1.59	-0.22
変動傾向	変動C	C未満
累積傾向	ややあり	ややあり
変動形態	引張	引張
総合判定 変動判定	潜在 △	潜在 △
総合判定 準確定変動	雨の降雨により変動が活発化。 降雪の時期に連動して変動。	降雪の時期に伴う変動が継続的に生じる。
備考	*年単位の"毎年"では、短期的に準確定変動も*年間通しては潜在変動には表れないが、累積的な潜在変動は検知される。	

<変動判定> ◎:確定、○:準確定、△:潜在、－:変動なし、×:異常





月累積変位量で解析すると「準確定変動」の存在も明らか。

潜在変動（※年間累積変位量より）

準確定変動（※月累積変位量より）

準確定変動

潜在変動

→歪の深度毎データは膨大となるため、全解析は現実的でない。

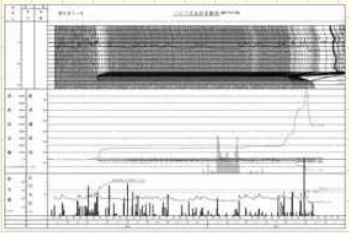
→但し、個別にピックアップした短期判定は意義あり。

2-2. 歪変動判定のもやもや

4つの変動状態って？

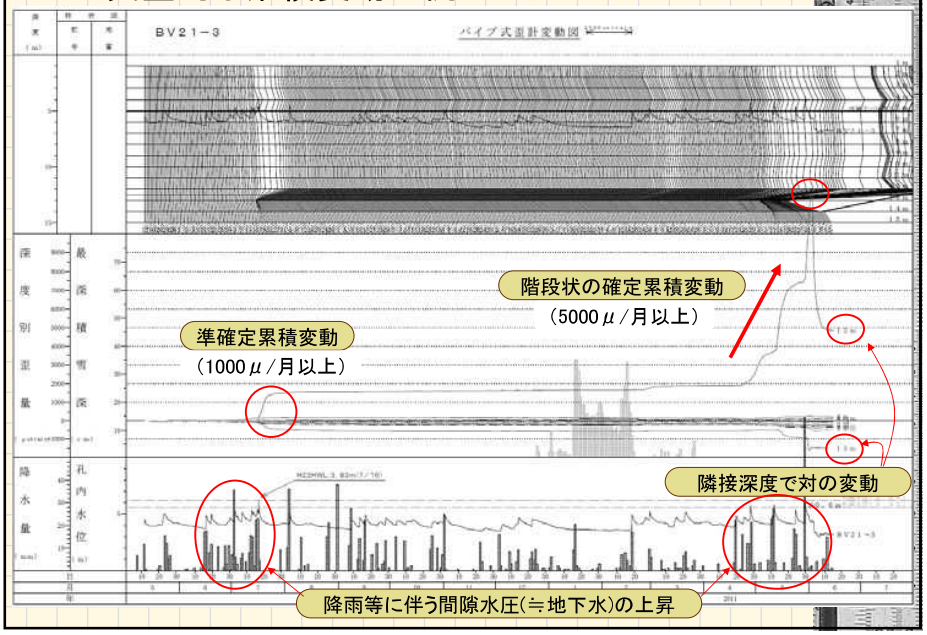
もやもや②

・地すべり変動の基本は「累積変動」。
・活発に活動していると階段状に歪が累積していく。



・但し、潜在程度の微小な動きの段階では様々に変動。
・この種別を「累積」「断続」「撹乱」「回帰」の4つに区分。
⇒明確な定義があるわけではなく判断に悩むことも・・・

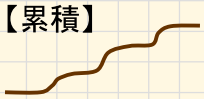
■典型的な累積変動の例（浅川周辺の風化岩地すべり）



■変動状態の表現

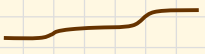
（言葉の解説はデジタル大辞泉より）

【累積】



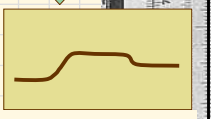
類似

【断続】



るい-せき【累積】
物事が次から次へ重なり積もること。
また重ね積むこと。

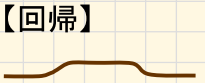
だん-ぞく【断続】
時々途切れながら続くこと。



断続？回帰？

【撹乱】

【回帰】



かく-らん【撹乱】
かき乱すこと。
混乱が起こるようにすること。

かい-き【回帰】
ひと回りして、元の所に帰ること。

■典型的な累積変動の例(再掲)

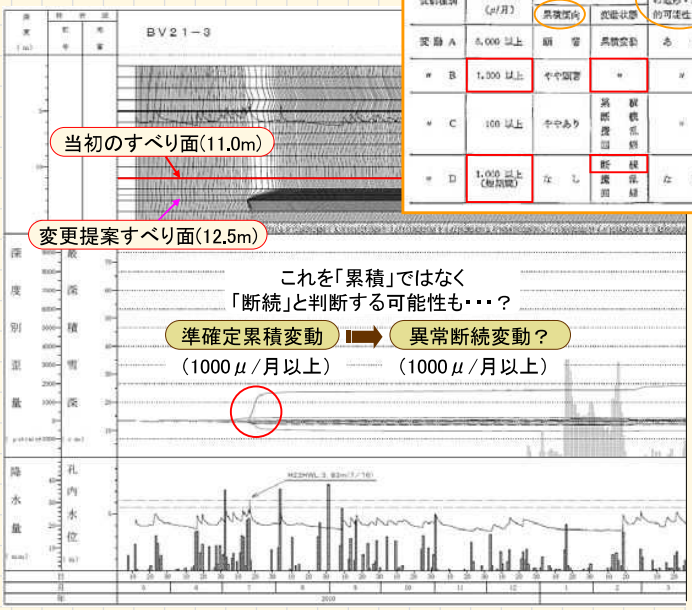


表 5-2 ヒズミ変動区分一覧（保坂，1976年）

変動種別	累積変動値（μ/月）	変動形態		すべり面存在の地形・地質的可能性	総合判定	
		累積傾向	変動状態		すべり面観察	断動性はか
変動 A	5,000 以上	顕著	累積変動	あり	確定	調査に活動している粘性～塑性土すべり
〃 B	1,000 以上	やや顕著	〃	〃	準確定	現在に活動しているクリープ型土すべり
〃 C	100 以上	ややあり	累積断続復帰回帰	〃	保留	すべり面存在有無を断定できないため、継続観測が必要
〃 D	1,000 以上（短期間）	なし	断続復帰回帰	なし	異常	すべり面なし。地すべり以外の要因

準確定累積変動 ➡ 異常断続変動？

（1000μ/月以上）　（1000μ/月以上）

←実際の観測時は
データはここまで。
（工期：3月末）

場合によっては
思わぬ落とし穴？

■「異常変動」との判断の分かれ目

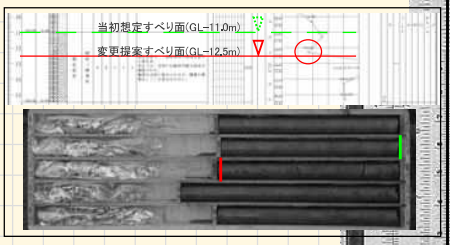
（浅川周辺の某地すべりの場合）

異常変動支持情報

- 想定すべり面より下の不動層内。
- コア写真からは不動層内の違いはわからなかった。
- 周辺の観測孔では潜在変動、もしくは変動がなかった。
- 当初の被災後、倒木等がそのままで、地表変化等は確認できず。

準確定変動支持情報

- 主たる変動深度（12.0m）の隣接深度（13.0m）でも対になる変動。
- 不動層内に、N値が極端に低い箇所（GL-12.0m・・・N値=17）。



→歪変動の判定にあたっては、判定表の数値基準に囚われず、様々な周辺情報も踏まえることが大切。

2-3. 地すべり性でない変動

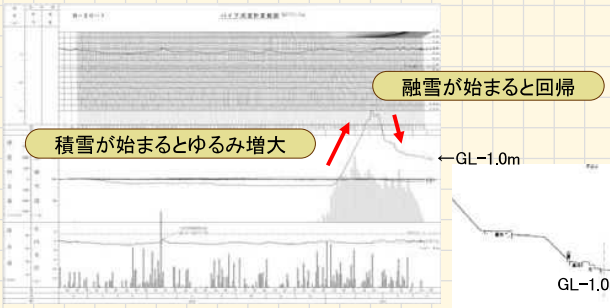
異常変動と判定されるもの以外に、地すべり性変動ではないと判定されるものは？

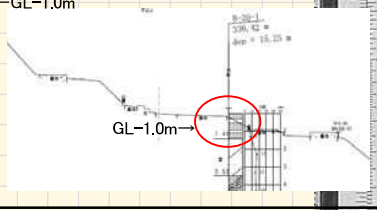
- 表層のゆるみ
- 鼠害
- ひずみゲージの劣化
- 充填砂の移動にまつわる変動

等々・・・

■表層のゆるみの例（飯山市の崩積土地すべり）

・深度1.0m付近で確認されることが多い。
・地形的な影響大。
・変動状態は累積的だが、「回帰」「撹乱」を伴うことも。





■鼠害の例

・歪値がスケールオーバーor激しく撹乱する。
・観測時、データチェックと配線（外観）のチェックをお忘れなく。

▼対策例

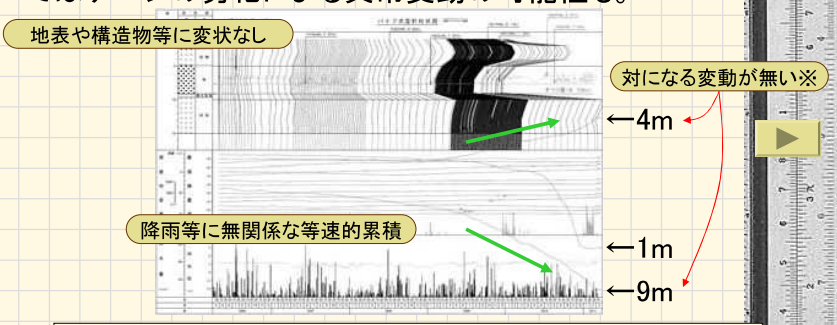
ホース類

塩ビパイプ
+ビニールテープ

防鼠ビニルテープ
（20m巻1000～1500円くらい）

■歪ゲージ劣化の例（長野市の崩積土地すべり）

- 歪ゲージの耐用年数は2～4年といわれている。
- 設置から数年経過。累積変動がみられるものの、典型的な地すべり性変動（階段状の累積）でないものについてはゲージの劣化による異常変動の可能性も。



→ただし！本物の動きの見落としは致命的。
「歪ゲージの劣化による異常値」の判断は慎重に！

▼歪ゲージの耐用年数

NO. 1 ひずみ計の耐用年数は？

Q

パイプひずみ計の寿命はどの位か？

A

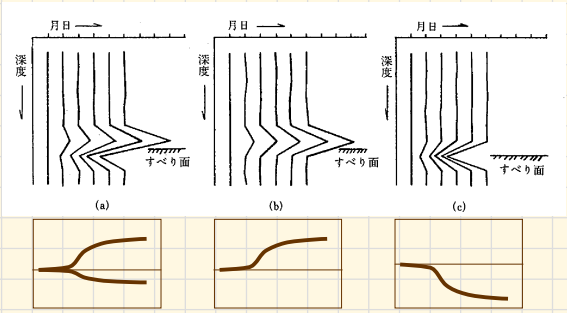
ひずみ計が埋められる地質やその周りの自然環境によって寿命は大きく異なります。地滑りの進行が激しい箇所であれば、当然ながら歪計自体曲がったりコードが切断されたり破損がひどくなりますし、そうでない場合10年以上正常に動いている現場もあります。また、温泉付近では地中が高温で破損が早く進むこともあります。しかし一般的に寿命は2～4年程度とわれています。それは、パイプひずみ計が、地中の湿潤な環境に埋められることが多く、塩ビパイプやコードが劣化しやすいこと、また山中であれば周辺の鼠などの動物による食害も多いことなども理由として考えられます。現場の環境にもよりますが、どちらかというと本体そのものより、地上部のリード線被覆の劣化や絶縁低下による破損が多く見られ、設置時のそれらの保護の仕方が耐用年数を大きく左右するようです。

東京電機 「Q&A」より http://www.tokyodenki.com/html/faq1.html

⇒詳しくは各メーカー担当者までお問い合わせ下さい。

▼すべり面と歪ゲージの位置関係と変動状況

・すべり面周辺では(a)のように、対となる変動を伴うことが多い。
・歪ゲージとの位置関係によっては、(b)や(c)のような場合もありうる。



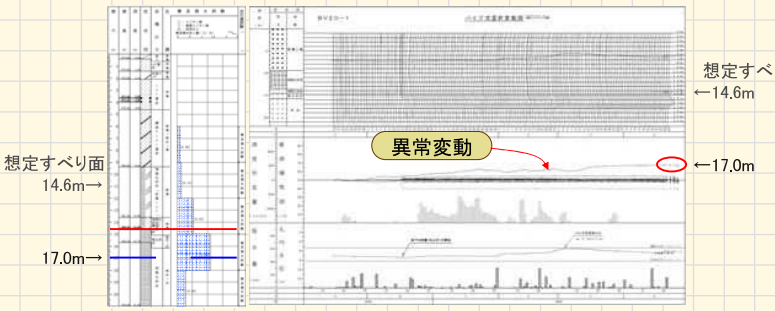
（すべりの規模等にもよるかもしれませんが、経験上、(a)パターンの場合が多いと思います）

■充填砂にまつわる異常変動（信州新町の風化岩すべり）

・まれに不動とした岩盤の内部で変動が発生することが・・・。

①典型的な地すべり性変動とは異なる動きを示す（「撹乱」「回帰」「断続」）。
②地形地質的にすべり面の存在の可能性が低い。
③岩盤内に亀裂が多い（砂岩、凝灰角礫岩…etc ）。
④水が多い（揚水量が多い、水位が高い…etc）。
⑤水位変動との関連が小さい（経験的には、雪と関連が多いような印象）。

⇒充填砂の移動による異常歪変動の可能性も・・・



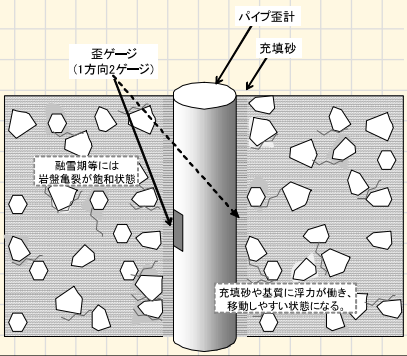
▼充填砂の移動要因（仮説）

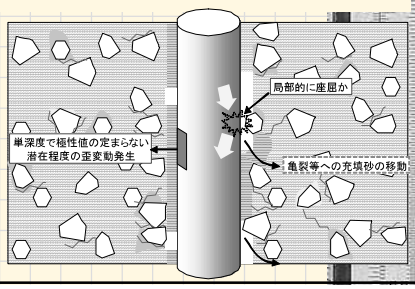
①パイプ歪計設置時の砂充填が不十分。

②充填した砂が、地下水の移動と供に、
地盤中の亀裂へ逃げてしまう？

＜第1段階＞
積雪初期や融雪期に地山が飽和状態に。

＜第2段階＞
岩盤内に亀裂が多いと、比較的短時間に飽和状態が解消。
→充填砂が亀裂等へ移動し、地山との密着性が部分喪失。
→局部的な座屈の発生？





ご清聴ありがとうございました。

北陽建設株式会社
http://www.hokuyo-net.co.jp/index.html

特　別　協　賛　法　人(4口)

３口

長野県治水砂防協会

１口

(社)斜面防災対策技術協会中部長野県支部
(社)斜面防災対策技術協会北陸石川県支部
(社)斜面防災対策技術協会北陸富山県支部

（敬称略）（平成 23 年 11 月 1 日現在）

協 賛 法 人 (39口)

１口

㈲アルプス調査所
㈱エスイー
応用地質㈱長野支店
㈱オサシ・テクノス
小谷建設㈱
office　アシスト・ゼロ
川崎地質㈱中部支店
関東地質㈱長野営業所
㈱建設コンサルタントセンター
国土防災技術㈱静岡支店
国土防災技術㈱長野支店
国土防災技術㈱名古屋支店
五大開発㈱
㈱サクセン
株式会社ジーベック
㈲ソック
綜合地質コンサルタント㈱
㈱東京電機
㈱中部測地研究所
中部地下開発㈱
㈱土木管理総合試験所
長野県地質ボーリング協会
日特建設㈱長野支店
日特建設㈱名古屋支店
日本エルダルト㈱
日本工営㈱長野事務所
日本工営㈱名古屋支店
日本綜合建設㈱
日本物理探鑛㈱長野事務所
㈱富士和
フロテックアンカー技術研究会
㈱北信ボーリング
北陽建設㈱
明治コンサルタント㈱静岡支店
明治コンサルタント㈱長野支店
㈱みすず綜合コンサルタント
㈱理学
㈱ランドテクト
鷲澤建設㈱

（敬称略）（平成 23 年 4 月 1 日現在）