

第1回 松代地震センター談話会発表記録（その3）

1. 日 時：昭和42年6月15日
2. 場 所：松代地震センター会議室
3. 発表題目：瀬関、竹原地区の地すべり調査
4. 発表者：長野県砂防課地すべり係主任 望月巧一

長野県土木部では、瀬関・竹原・菅間地区を担当して地回り調査をやって参りましたので、その概要を御説明致します。御承知のように、この地区には多くの亀裂が発生いたしました。牧内地区は地回り性崩壊を起こしたわけではありますが、竹原・瀬関・菅間地区の亀裂がはたして地回り性のものであるかどうかはまず問題になりました。このような崖錐性の扇状地で地回りを起こすと云うことは我々が今までに扱った範囲では、例がないことであります。ですからこのクラックは非常に特異性のあるものであり、他に例がないものですから、はたして地回りかどうか問題なのであります。地すべりの可能性・危険性、そういうものがあるかどうか、それから今回このようなクラックが発生した理由がなにか、以上について我々なりの判断をしようと思ってやったわけであります。

調査した内容を概略次に説明します。調査の項目と方法・調査場所・期間を一覧表にして表-1に示しました。

表-1 瀬関、竹原地区地すべり調査一覧表

調査項目	調査方法	調査箇所及び規模	調査期間
地盤調査	○ボーリング	12ヶ所 総延長 666.5 m	昭和41年11月～42年4月
	○弾性波探査	2測線 延長 2.0 km	昭和42年1月
地盤変動状況調査	○伸縮計による亀裂の拡大状況調査	竹原・菅間に各1台宛設置	竹原 昭和41年12月～42年7月 菅間 昭和41年10月～42年7月
	○傾斜計による微小変動調査	竹原で2ヶ所、菅間で1ヶ所	昭和42年2月～42年7月
	○地中内部歪計による内部歪の観測	ボーリング孔 No.1, No.3, No.4 設置	ボーリング No.1 昭和41年12月～42年7月 ボーリング No.3 昭和42年1月～42年7月 ボーリング No.4 昭和42年1月～42年7月
地下水調査	○三角ノッチ、馬穴による湧水量測定	瀬関1号湧水・竹原 No.2 ボーリング・菅間 No.1, No.4 ボーリングで実施	昭和41年11月末～42年7月
	○水質試験	瀬関1号・2号湧水・竹原 No.2 ボーリング、菅間 No.4 ボーリング、乙女沢流水	昭和42年2月～42年3月
	○電気探査による地下水経路調査	瀬関・竹原地区で実施	昭和42年3月

1) ボーリングは12孔掘りましたが、この内基盤に到達したものの5孔です。奇妙山の山腹のものは到達しましたが、あとは到達していません。No.3(瀬関部落内)は土木研究所で30m掘りましたがものを更に掘り進めて、全長80mまで掘りましたが、基盤に到達していません。瀬関地区の東端の道路の上に湧水がありまして、そのすぐ隣りで100mまでNo.12のボーリングをしましたが、これも到達していません。No.11は70mですが、これも岩盤に達していません。No.1、5、6、7、8、9は岩盤に達してあります。その状況を申しあげますと、No.1が33mで、No.9が46.50m、No.8が20.90m、No.7が45m、No.5が26.75mでそれぞれ基盤に達してあります。岩石は石英閃緑岩であります。その上に温泉変質を受けて石英閃緑岩が変化した粘土と閃緑岩の混じったものがあります。その厚さが最大で8mあります。No.1のボーリングの時に基盤のすぐ上から毎分15ℓ程度の湧水がありました。あとで湧水量の変化状況を申しあげますが、この湧水はその後、だんだん減りまして、現在は出ておりません。その外は湧水はありませんでした。基盤に達しても水位が上るということはありませんでした。それから清滝観音の南から瀬関部落にかけてのNo.6、10、11、12、3であります。これらのボーリングのコアは殆んどアンデサイトと砂質粘土が混じった崖錐性の堆積物です。細かい変化は不規則でよく判りません。

No.12のボーリングは湧水に接して実施したのですが、孔内湧水はほとんどみられず、水位も地表面下1~2mでした。No.3のボーリングでは68m以下に緑色の粘土層が出ておりますが、No.12へは水平的に続いておりません。No.12では下の方92.15m位で、やや粘土層が多くなる程度でした。これらの粘土は地すべり粘土ではなく、水で運ばれて堆積したものです。地這りが起る危険性がある地層かどうかということでは、私共の見た処ではそんなに危険性の大きいものではないと考えられます。つぎに竹原の湧水の横3mの処に実施したボーリングNo.2について申し上げます。これは亀裂がどちらの方向に傾いているか判るだろうと云うので実施したわけですが、結果は34.8mで、はっきり亀裂と判る部分に到達しました。34.80mと41.90mの間が亀裂だと思われま。その間は非常に軟弱な礫と砂が混り合っており、最初この辺に到達した時は毎分80ℓの湧水がありました。湧水は掘進が進むにつれてだんだん多くなり、同時に孔内崩壊が激しくなってきました。湧水量はだんだんに増えて最終的には毎分290ℓになっています。その時に地表面に出ていた湧水の一部がこちらに取られて出なくなってきました。ですから亀裂に沿って湧水が上昇しているということははっきりしていると思います。このボーリングで水を集めたため周辺の湧水量が全体に増えたかという増えてはおりません。水道を変えてボーリング孔の方にとただけではないかと思われま。この湧水量の変化はあとずっと観測を続けており、詳細は又あとで申しあげます。ボーリングの結果は大部分は安山岩と玄武岩の礫ですが、処々に玢岩や閃緑岩が入っております。それが、まとまってぽつんぽつん入ってしまして、こういうものから、ある程度押し出しの方向性とか性格とが判るのではないかと思います。

ボーリングNo.2の亀裂の中で見られたコアでは、閃緑岩とか玢岩の小さいかけらが比較的多く見ま。

2) 弾性波探査はA・B2測線で実施しました。A測線は扇状地に縦断的に配置し、B測線は横断的に配置しました。解析結果をみますと、4つの速度層に分かれていて、一番上がP波の伝播速度が0.3~0.5 km/sec、次が0.8~1.3 km/sec、次が2.15~2.3 km/sec、又は1.5~1.8 km/sec、一番下が2.8~3.0 km/sec、という結果になっています。ここで注目されるのは、A測線の解析結果で、瀬関・竹原部落の東方から第3速度層の厚さが急に厚くなることとあります。すなわち瀬関・竹原部落の東方に構造的なくいちがいがあつて、西側が落ちこんでいるとみられます。B測線では厚さの変化はあまり見られま。第4速度層は100~130m以下で見られますが、基盤岩とは考えられないような速度

で出ています。ボーリングの結果でも管間部落の東方以外は基盤が出ておらず、弾性波探査でも明瞭に基盤岩と見られる速度層が得られておりませんので、基盤岩は相当に深いのではないかと考えられます。一般に地回り地の P 波速度は軟弱層を見ますと殆んど 2 km/sec 以下になっております。この地区では 2、3 か 2.5 km/sec という、かなり高い値で、しかも傾斜が緩やかであります。そういうことから地回りの危険性はまずないだろうと一応考えております。

3) 亀裂の性格を調べるためにボーリングと同時に地盤の変動状況を見ております。竹原地区の亀裂は、発生の状況を聞きますと、大分前から出来ております。斉藤さんのお宅の庭の亀裂は昭和 41 年 1 月頃から発生していて 4 月頃から拡大したという事実があります。これに対して 8 月の終りから 9 月の初めにかけて急に発生したのが管間の亀裂であります。発生状況から見て 2 つの亀裂は性格が異っているのではないかと思われましたことから、その亀裂を挟んで伸縮計をすえつけ、地盤の変動状況を見て来ました。管間の亀裂を伸縮計によって測ったのでは、昭和 41 年 10 月 25 日の観測開始から 42 年 5 月未迄に 3.3 mm 伸びております。記録の細かい内容を見ます。毎日微量の伸縮を周期的に繰り返しながら、全体としては 3.3 mm の伸びになっています。しかし、この程度の伸びでは、亀裂が開いたとはつきり言えるかどうか疑問です。これに対して、竹原地区では、1 番の上の湧水のすぐ上で観測しましたが、様子が少しちがっています。ここでは昭和 41 年の 12 月の中頃に一度顕著に縮んでいます。

それから、42 年の 1 月の初め頃、また顕著に縮んでいます。それからわずかに伸びて、あと殆んど縮みの傾向でつづいています。しかしその量はわずかで、亀裂は動かなくなったと見ても良いようです。

次に傾斜計は 3 台設置して観測してきました。場所は竹原の F1 亀裂の南側へ 1 台、同じく F6 亀裂の南側へ 1 台、管間の亀裂の下へ 1 台です。観測を始めたのは昭和 42 年 2 月からですが、明瞭な地盤変動の傾向は出ておりません。管間では 2 月から 5 月の間に 3 回変動が出ていますが、いずれも西側が下る傾向です。竹原の亀裂附近では、不規則な変動が時々見られますが、累積の傾向はなく、むしろ一度変動が出ても次にまた元へ戻っております。竹原と管間の両方を比較すると、管間では片方だけに傾斜して、それを消す動きが認められないのに対して竹原の方では、いったんひずみが出て元に戻るという傾向が出ています。そういう点で亀裂も性格が異なるのではないかと云うふうにも考えられます。

4) 次に地中内部ひずみ計をボーリング No.1 と 3・4 の 3ヶ所に入れて観測しましたが、いずれもひずみの累積傾向がほとんど認められていません。すべり面と見られるものも認められないし、変動の累積というものも認められませんでした。

5) 次に湧水量の調査ですが、一応ここに出て来ている水量が一番問題になるのではないかとということで調査して来たわけです。結果を見ますと、全体として湧水量が非常に急激に減少しているものと変動が少ないものとの 2 種に分かれるようでした。管間の No.1 ボーリングでは、石英閃緑岩の基盤に到着する寸前に毎分 15ℓ の湧水が出たのですが、これは昭和 42 年の 1 月末に止まりまして、あと水位の変化を調査しますと一方的にずっと下がっております。それから瀬関 1 号湧水は、はじめ 1 番湧水量の多かった所で、41 年 11 月の末には毎分 180ℓ 程度でしたが、その後、急激な減少をつづけ、昭和 42 年 4 月の終りには毎分 20ℓ 程度になり 6 月 5 日頃には全たく止まってしまいました。これに対して竹原の No.2 のボーリングの水はボーリング直後が 280ℓ だったのですが、湧水量観測を始めてから毎分 150ℓ 位に落ちて 3 月中旬まで略そのレベルでつづいております。1 月の初めに増加したり減少したりやや不規則な変動がありましたが、その後は変動は止まっております。ところが 3 月末から 5 月初めに又かなりの増減がみられました。この時の変動状況を見ますと、湧水量が増加するのは地震とは関係なく、むしろ山地部の降水量の多かった後、2・3 日すると上がるような傾向が見られます。しかし、これを山地部降水量の影響とすぐ結びつけてよいかどうかはまだ疑問です。このように瀬関の湧水・管

間の湧水と竹原の湧水はその量の変動状況から見ても性質が少しちがうように考えられます。

6) 次に水質調査の結果について説明します。これは用悪水分離の必要があるかどうかを調査するために行ったものです。分析結果の一部を表-2に掲げておきました。

これからわかるように、この地区では瀬関部落内に湧出した地下水が Cl^- 、 Mg^{++} 、 Ca^{++} の多い異常な性質をしめしています。これは瀬関南地区や牧内方面(地すべり性崩壊の起った地区)の湧出水と同性質のもので、 Cl^- の含有量は 3,000 ppm 以上ですが、42 年 3 月頃を頂点として、その後はやや減少の傾向になっています。

竹原地区ではボーリング No.2 の水と、その東で地表に湧出している水の 2 つを分析してみました。表-2 でおわかりのように成分量はほとんどちがっておりません。亀裂に沿って上昇する同一の地下水と見て良いと思います。

Cl^- は 42 年 2・3 月には 200 ppm 台だったのですが、その後漸増して 5 月には 400 ppm 台になり、その後もさらに増加しました。この傾向が瀬関地区とくいちがっているのが注目されます。

菅間地区ではボーリングの孔内水を分析しましたが、高塩分の異常なものは認められません。天水に近いきれいな水です。

以上のように地下水の成分は三地区でかなりちがっており、瀬関地区のものがもっとも異常なものです。竹原地区のものは瀬関地区のような高塩分の異常なもの、菅間地区のような天水性のものが混合しているのではないかと考えられます。

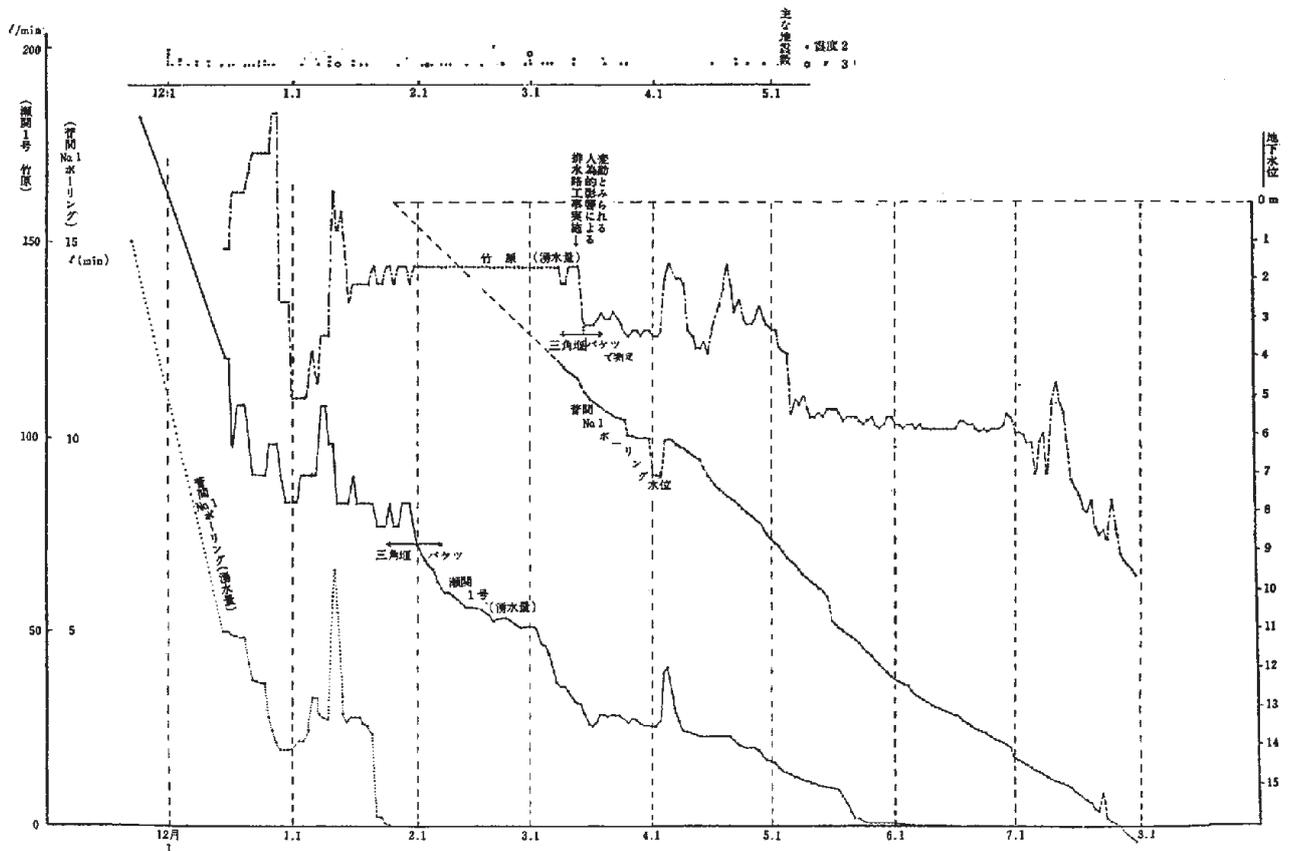


表-2 瀬関・竹原・菅間湧水地区水質変化表

採水月日	水温 ℃	PH	RPH	PH 8.4	PH 4.3	総硬度 mg/l	Ca ⁺⁺ mg/l	Mg ⁺⁺ mg/l	Cl ⁻ mg/l
				酸 度 CaCo ₃ 換算 mg/l	アルカリ度 CaCo ₃ 換算 mg/l				
[菅間ボーリング]									
S42. 2.10	14.7	7.5(PR)	7.6	2.0	123.6	107.6	24.5	11.3	7.8
3. 2	—	7.4	7.4	5.01	126.1	106.6	23.9	11.4	8.5
3.13	12.3	7.4	7.7	5.0	127.0	106.3	25.1	10.6	7.8
5.11		—	—	—	—	—	—	—	—
[竹原ボーリング]									
S42. 2.10	16.8	7.1(PR)	7.6	10.01	180.1	489.4	124.7	43.3	233.6
3. 2	—	7.0	7.1	32.03	217.2	571.6	160.0	41.8	271.6
3.13	16.8	7.0	7.7	39.7	192.5	624.9	162.0	54.4	298.0
5.11	16.75	6.7(BTB)	7.4	127.5	312.0	873.3	241.4	65.9	437.5
[竹原湧水]									
S42. 2.10	16.6	7.0(PR)	7.6	6.51	175.6	489	124.5	43.3	237.2
3. 2	—	7.0	7.1	29.03	215.2	567.6	161.0	40.3	272.3
3.13	16.6	6.9	7.7	40.5	259.0	610.5	155.3	54.4	293.9
5.11	16.75	6.7(BTB)	7.4	133.7	291.9	857.8	234.1	66.6	430.2
[瀬関1号]									
S42. 2.10	18.8	6.2(BTB)	6.9	2,165.70	1,520.20	6,008.30	1,642.90	463.0	3,818.30
3. 2	—	6.2	6.3	2,011.50	1,516.00	5,987.00	1,755.70	389.2	3,826.80
3.13	18.4	6.2	6.6	1,802.30	1,473.00	5,977.00	1,650.30	461.5	3,652.10
5.11	18.6	6.2(BTB)	7.4	3,224.20	1,428.20	5,676.30	1,513.10	438.0	3,493.50

7) そのほか水の調査としまして電気探査(水平電探)を実施しましたが、地下水の流過経路を推定出来る資料は得られませんでした。以上の結果をまとめてみますと、瀬関・竹原・菅間地区の亀裂には、地回り性のものとそうでないものと2つのものが出ているのではないかと思います。瀬関や竹原地区のように扇状地の末端部に出来ている亀裂は地回り性のものではないと思います。これらは観測資料から見ますと地盤変動が累加されたり、亀裂が開いていたりする傾向は殆んど認められません。

しかし菅間地区上方のものは発生状況・亀裂の延長形態・変動の状況から見しても、地回り性の性格をもっているように考えられます。次に地区全体の地回りの危険性・可能性の問題になりますと、それ程危険性の多い処ではないとみられます。

今後昭和41年8月から9月の初めにありましたような大量の異状地下水の湧出というような事態が起きてこなければ、そんなに危険性はないと思います。我々としては、これからも観測を続けまして、あのように地下水湧出量が増えてくるかどうか焦点をしばって調査していきたいと思っています。

現在のところは、ボーリング孔内で測っている水位は一方向的に減少傾向を示しております。竹原地区のボーリング No.2 では減少の割合が他地区よりは少なく、若干雨の影響を受けていますが、心配される状態ではありません。対策工事は悪水処理と基礎岩盤内からくるとみられる被圧地下水の開放、排除を主眼にやって参りました。

長野県の他の地すべり地とは性格が非常にちがっており、又、現実には地すべりをまだ起こしていない所で予防的に行う工事がありますため、いろいろ問題がありましたが、先生方の御意見をお聞きしながら進めて参りました。これも今後の事態を見守りながら各時点で再検討して行かなければならないと考えております。