

地すべり学会 新潟支部
第22回 現地検討会資料
1994.9.8～9.9

宇津俣地すべり

移動量の大きな地すべりにおける調査と対策



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
新潟県地質調査業協会
地すべり対策技術協会新潟支部



写真－1 石倉ブロックの冠頭滑落崖



写真－2 石倉ブロックを横断する林道に発生した亀裂（平成2年11月3日）

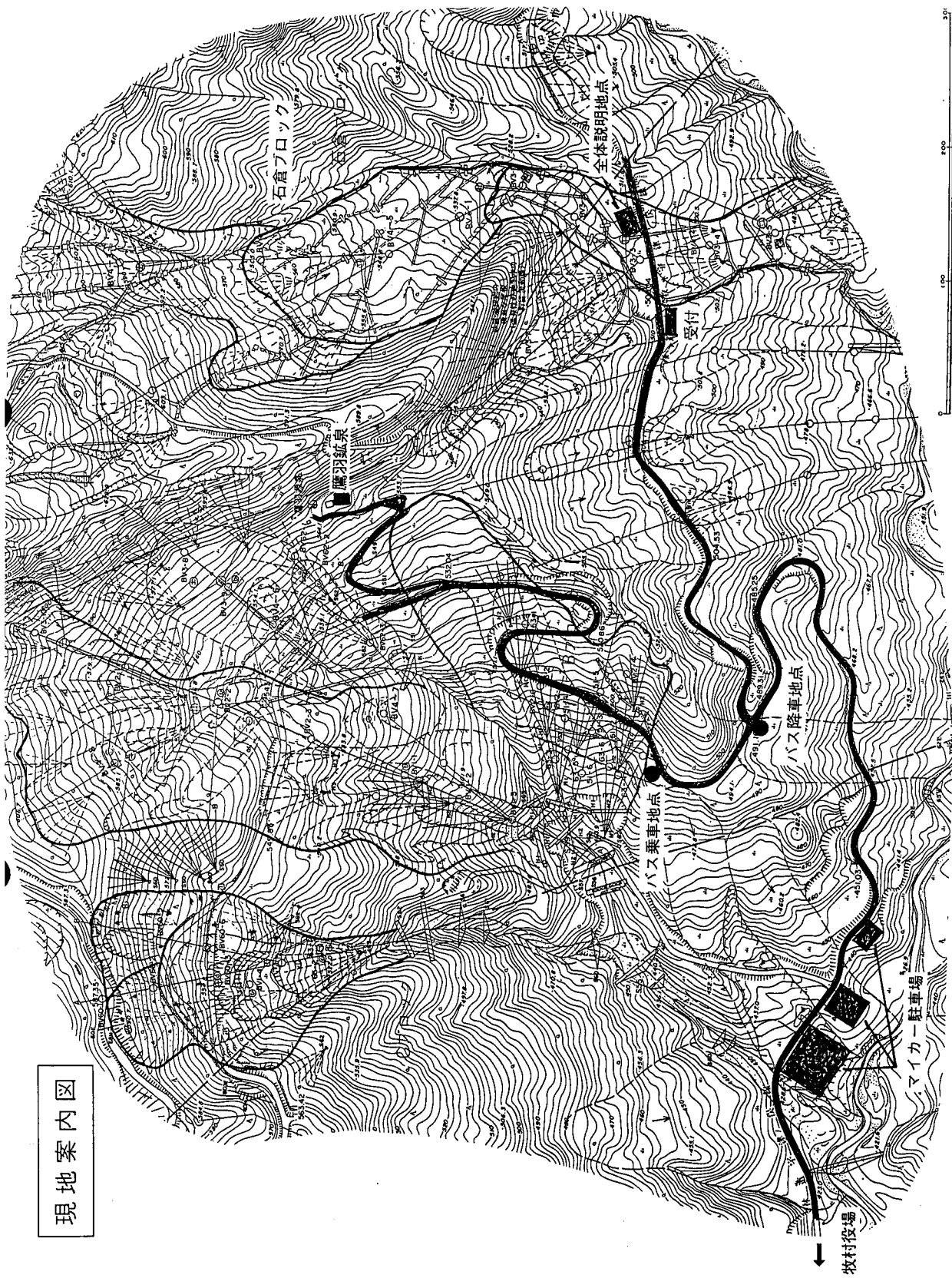


写真－3 BV3－1多層移動量計付近の亀裂（平成3年12月3日）



写真－4 厚地ゴムシートばりの仮設水路の現況（平成6年8月18日）
平成6年融雪期に融雪水のために破損したものを張り直した。

現地案内図



~~~~~ 目 次 ~~~~~

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 1. 宇津俣地すべり地の概要          |    |
| 1-1. 位置と地形              | 1  |
| 1-2. 地 質                | 3  |
| 2. 石倉ブロックの調査結果          |    |
| 2-1. 地すべり状況             | 9  |
| 2-2. 地すべり斜面の地質          | 10 |
| 2-3. 地すべり面と多層移動量計観測     | 12 |
| 2-4. 移動杭観測              | 16 |
| 2-5. 地下水位観測             | 20 |
| 2-6. 地すべり発生機構           | 21 |
| 2-7. 防止工事の基本方針          | 22 |
| 2-8. 地すべり防止工事計画         | 27 |
| 3. Aブロックの調査結果           |    |
| 3-1. 地すべり状況             | 37 |
| 3-2. 地すべり斜面の地質          | 38 |
| 3-3. 地すべり面とパイプ歪計観測      | 39 |
| 3-4. 地下水位観測             | 47 |
| 3-5. 地すべり発生機構と防止工事の基本方針 | 50 |
| 3-6. 地下水排除工による安全率の変化    | 55 |
| 3-7. 地すべり防止工事計画         | 57 |
| 4. まとめ                  | 58 |

表紙写真

1994年5月 石倉ブロックを空から俯瞰する。



## 1. 宇津俣地すべり地の概要

### 1-1. 位置と地形

宇津俣地すべりは、JR信越本線新井駅から東方に約15km離れた東頸城郡牧村大字宇津俣地内に位置している(図1-1)。

調査地の南東方向に標高1000m程度の山稜が西南西～東北東方向に連なり、長野県との境界をなしている。これらの山稜の新潟県側は約40°の急斜面が山稜直下に連なるが、長野県側は約20°の緩斜面が連なり、ケスタ地形を示している。この新潟県側の斜面は、調査地付近の標高まで比較的急勾配で、谷も深くまで侵食されている。一方、調査地付近から高田平野にかけての丘陵は、丸味をおび北西方向に標高を落としながら、高田平野に没している。

調査地付近の主たる水系はこれらの山稜に源をもつ湯の川であり、ほぼ南南東～北北西に流下したいくつかの沢を集め飯田川に合流している。これらの河川沿いは地すべり多発地帯であり、流域のほとんど全域が地すべり指定地区となっている。

本地すべり地は、ほぼ北東～南西に延びる急崖をなす尾根(標高600～650m)を境に、北西側の「湯の脇地区」と南東側の「石倉地区」に大別される。「湯の脇地区」は何回も繰り返された地すべりにより、約15～20°の傾斜をもつなだらかな斜面が広がる。一方「石倉地区」では、大崩壊によって生じた急崖が斜面上部にみられ、斜面中～下部は徐々に傾斜を減じて湯の川に達している。

地すべり地内の水系は、ゆるやかな斜面を深く侵食して湯の川へ注ぐ数条の溪流として発達している。これらの溪流沿いには沢にひかれる形で小規模な崩壊が発生している。

#### 宇津俣地すべり防止区域

所管：林野庁

面積：46.60ha

告示：昭和37年8月4日

第1009号

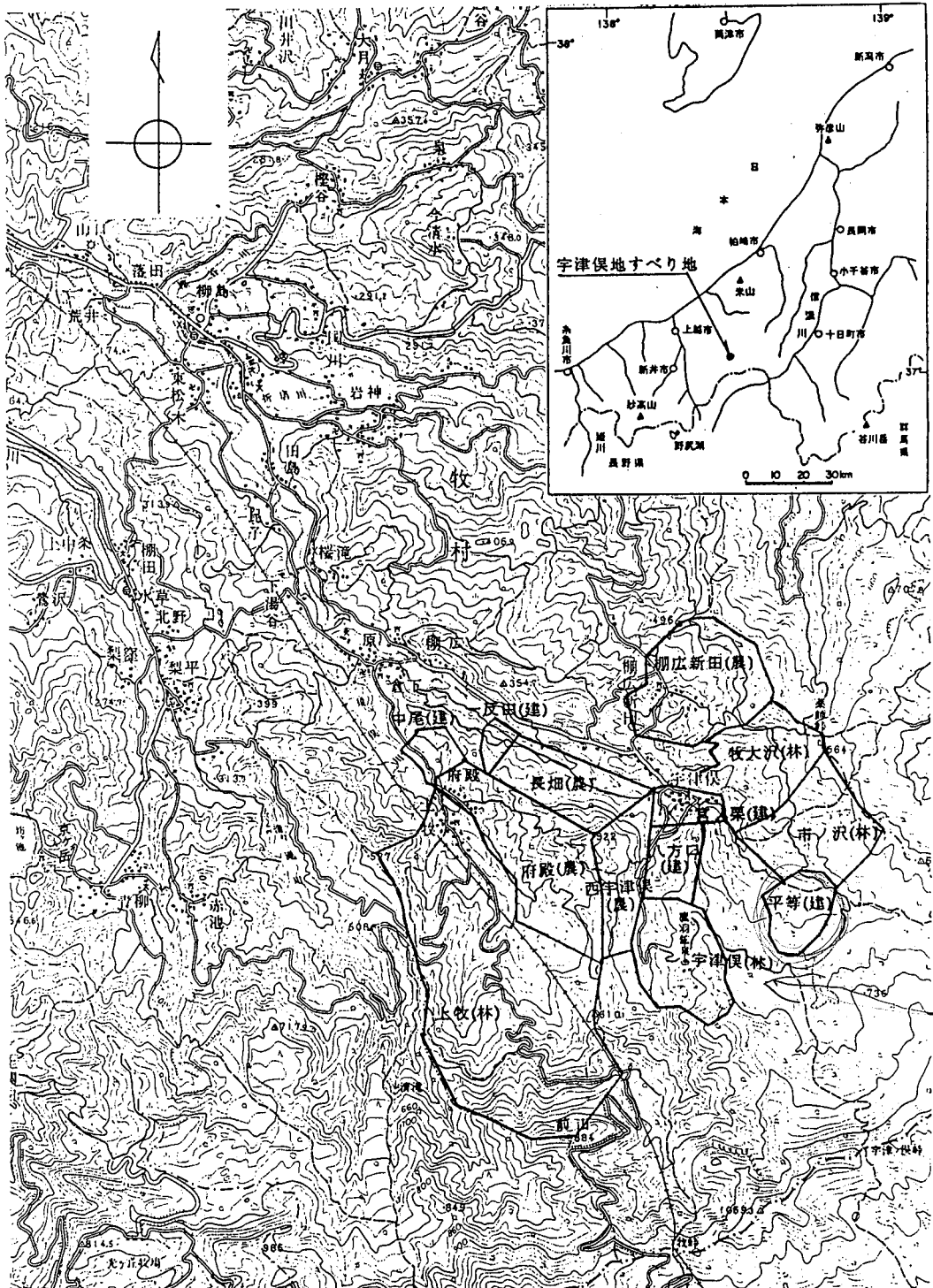
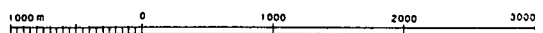


図1-1 宇津俣地すべり地と周辺の  
地すべり防止区域

1:50,000 高田東部



## 1-2. 地 質

宇津俣地すべり地の基盤を構成する地質は、既存の地質文献によれば、新第三紀中新世に対比される寺泊層や椎谷層の泥岩や砂質凝灰岩とされている。また、安塚町長倉山から北北東-南南西方向に延びる背斜軸が本地すべり地付近まで延びているが、林道や湯の川を踏査した限りでは背斜構造は確認できなかった。しかし、鷹羽鉱泉の裏山に露出する砂質凝灰岩は尾根沿いに北東-南西方向に延び、この尾根の延長線と湯の川が交差する地点の北と南では地層の傾斜が異なることや、交差部付近の泥岩が著しく破碎されていることなどから、鷹羽鉱泉の裏山に鷹羽断層\*が通るものと推定される。そして、鷹羽鉱泉や深山荘の源泉の湧出は、この断層と砂質凝灰岩に関係があるものと考えられる。また、断層露頭の存在と地形から、この断層とはほぼ平行する断層をCブロック付近に推定した。模式断面図を図1-2に示す。

- \* 鷹羽断層は竹内圭史・加藤碩一(1994) 高田東部地域の地質・地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)、地質調査所に新称として記載された断層で、鷹羽鉱泉付近で南落ち、垂直変位量1000m近くの大断層とされている。

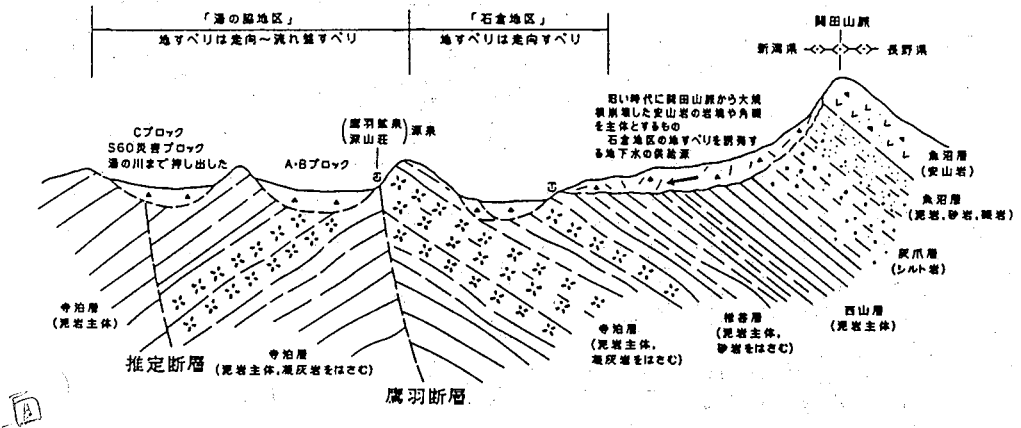


図1-2 宇津俣地すべり地模式断面図



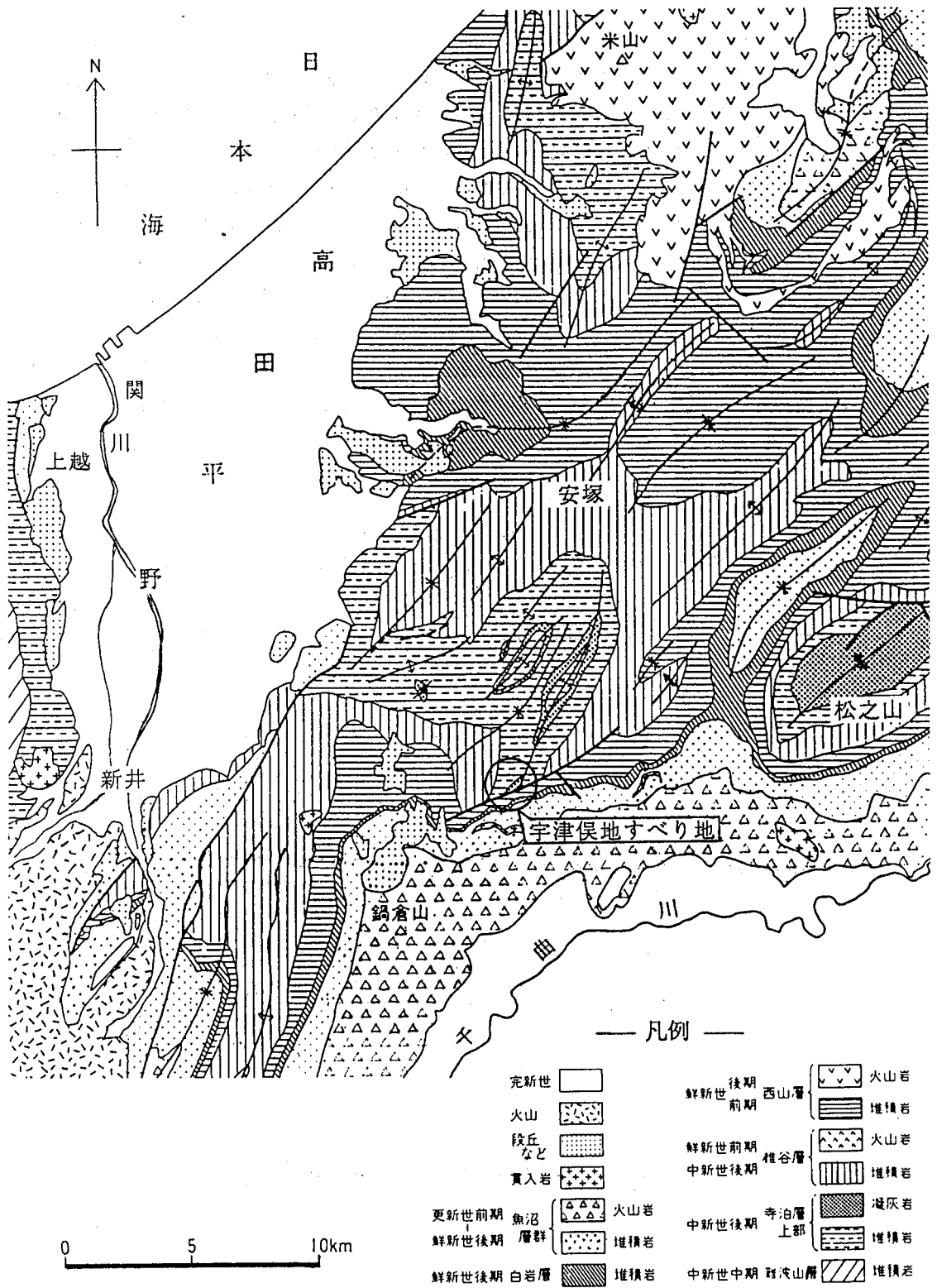


図1-3 東頸城地域地質図

(5万分の1高田東部地質図幅説明書より引用)



表1-1 調査・工事の経緯一覧表

| ブロック                  |                       | 活動の履歴と規模                                                                                                                                            | 調 査                                                                                                                                         | 地すべり発生の原因                                                                                                                   | 平成5年度までの観測結果                                                                                                                                    | これまでの防止工事                                                                                                                               | 今後の防止工事                                                     | 平成6年度の調査・工事計画                                                                                                                      |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 湯<br>の<br>脇<br>地<br>区 | A                     | [全体]<br>活動の履歴は不明。<br>湯の脇と石倉地区の境の尾根を冠頭滑落崖とする。<br>幅200m×延長450m                                                                                        | 平成2年度,3年度,4年度<br>・コアボーリング 30,40m×9孔<br>・ノーコアボーリング 25,30m×4孔<br>水位観測 9孔<br>パイプ歪計 4孔<br>水位・歪自動観測を4孔で実施し、地すべり活動を立体的にとらえる。                      | Aブロック上部の断層から温泉性の地下水がわき出し、地すべり地内に供給される。Aブロック中に降った雨や雪が地下水となる。<br>断層によって岩盤が著しく破碎を受けている。                                        | [水位]<br>BV2-3の水位がボーリング暗渠工で約2m低下した。<br>[歪(自動観測)]<br>BV2-2,3-9,4-7,4-8で地すべり活動のためと考えられる歪の累積が続いている。                                                 | 集水井工 (H5)                                                                                                                               | ・集水井工<br>・ボーリング暗渠工<br>・水路工<br>・杭打工<br>・暗渠工(地すべり頭部)          | [調査]<br>地下水位・パイプ歪計の観測<br>一部はICカードによる自動観測<br>[工事]<br>集水井工・ボーリング暗渠工                                                                  |
|                       | ブ<br>ロ<br>ッ<br>ク      | [西側方部 A1ブロック]<br>昭和62年5-8月に活動<br>幅50m×延長120m                                                                                                        | 昭和62年度<br>・コアボーリング 20,23m×3孔<br>水位観測 2孔<br>パイプ歪計 1孔                                                                                         | Aブロック全体すべりに降った雨や雪が地下水となって地すべり頭部に供給され、過剰な間隙水圧を働かせる。                                                                          | [水位]<br>調査時に比べて平均水位が約1m低下している。<br>[歪]<br>設置当初から18mに累積が続いている。累積量は1200マイクロに達した。                                                                   | ・杭打工 (S49, S51)<br>・ボーリング暗渠工 (S62)<br>・谷止工 (H1)                                                                                         | ・水路工                                                        | [調査]<br>なし<br>[工事]<br>なし<br><br>平成5年度で概成とする。                                                                                       |
|                       | ク                     | [下部 A2ブロック]<br>平成元年融雪期に活動<br>幅30m×延長130m                                                                                                            | 平成元年度<br>・コアボーリング22,23,25×3孔<br>・ノーコアボーリング25m×1孔<br>水位観測 3孔<br>パイプ歪計 1孔                                                                     | Aブロック全体すべりに降った雨や雪が地下水となって地すべり頭部に供給され、過剰な間隙水圧を働かせる。                                                                          | [水位]<br>BV1-1はボーリング暗渠工の効果で、水位が7m低下した。<br>[歪]<br>三次すべり面13m以浅の歪ゲージが断線しはじめた。                                                                       | ・ボーリング暗渠工 (H2, H3)<br>・土留工 (H1)                                                                                                         | ・水路工                                                        | [調査]<br>なし<br>[工事]<br>なし<br>平成5年度で概成とする。                                                                                           |
|                       | B<br>ブ<br>ロ<br>ッ<br>ク | 昭和63年4月,11月に活動<br>幅80m×延長160m                                                                                                                       | 昭和63年度,平成2年度<br>・コアボーリング18,20m×4孔<br>・ノーコアボーリング15,20m×4孔<br>水位観測孔 3孔<br>パイプ歪計 1孔                                                            | 降雨や融雪水が地下水となって地すべり面に過剰な間隙水圧を作用させる。                                                                                          | [水位]<br>ボーリング暗渠工の効果で平均2m以上の水位が低下した。<br>[歪]<br>推定地すべり面12mを含めて、明瞭な歪の累積はない。                                                                        | ・ボーリング暗渠工(H1, H2)<br>・杭打工 (H1)<br>・土留工 (H1, H2)<br>・谷止工 (S56, S63, H1, H2)<br>・水路工 (H2)                                                 | Aブロック西側方部からBブロックの間の沢の荒廃が著しいため、この間に水路を敷設する。                  | [調査]<br>なし<br>[工事]<br>なし<br>平成4年度で概成とした。                                                                                           |
|                       | C<br>ブ<br>ロ<br>ッ<br>ク | 昭和60年4月に大規模に活動した後、昭和62年融雪期や11月の長雨の時など、しばしば活動している。<br>幅130m×延長200m<br>地すべり土塊は泥流となり、湯の川に押し出した。地すべりで切られた林道は盛土をして復旧したが、その後湯の川の浸食で毎年1m以上も下がるようになった。      | 昭和60年度,63年度,平成元年度<br>・コアボーリング 20,23m×6孔<br>・ノーコアボーリング 20m×3孔<br>水位観測 1孔<br>パイプ歪計観測 2孔                                                       | 断層によって岩盤が著しく破碎されている。<br>馬蹄型の斜面で地表水が集まりやすい。                                                                                  | [水位]<br>水位観測孔は平成2年9月に表層の地すべりで破損した。<br>[歪]<br>5m付近の粘土と風化泥岩の境界を地すべり面として粘土層が緩慢な活動を続けているために、歪計のコードが切断され、測定不能となった。                                   | ・林道復旧のための頭部の排土工(S61)<br>・ボーリング暗渠工 (S60, S62, S63)<br>・そだ暗渠工 (S61, S62)<br>・谷止工 (S61, S62, S63)<br>・土留工 (S62, S63, H1, H5)<br>・杭打工 (S63) | ・土留工<br>・暗渠工<br>・水路工                                        | [調査]<br>パイプ歪計,地下水位観測孔は表層の地すべりで破損した。地すべりが小康状態になるまで再設置は見合わせる。<br>[工事]<br>活動が小康状態になったため、平成5年から土留工・暗渠工・水路工に着手している。<br>6年度も1基の土留工を計画する。 |
|                       | D<br>ブ<br>ロ<br>ッ<br>ク | 湯の川の押し出したCブロックの地すべり土塊が侵食でけずれら続けたためにDブロックで地すべり活動がはじまった。<br>幅50m×延長200m                                                                               | な し                                                                                                                                         | 湯の川による地すべり斜面末端部の侵食。                                                                                                         | な し                                                                                                                                             | 湯の川に谷止工 (H3)                                                                                                                            |                                                             | [調査]<br>なし<br>[工事]<br>なし<br>平成3年度で概成とした。                                                                                           |
| 石<br>倉<br>地<br>区      |                       | 昭和27年の融雪期に標高700m付近の山腹で大崩壊が発生し、一時湯の川を閉塞し、大きな池ができたという。その数日後この池はやぶれて、下流を大洪水がおそったと記録されている。<br>昭和63年頃から地すべりブロックを横断する林道の亀裂が大きくなりはじめ、平成2年度にはその落差が50cmに達した。 | 平成3年度,4年度<br>・コアボーリング 15,20,25m×12孔<br>・ノーコアボーリング 25m×2孔<br>水位観測 5孔<br>多層移動量計観測 2孔<br>移動杭観測 7か所<br>地すべり活動のために、平成3年度の水<br>位観測孔は破損し、測定不能になった。 | 旧い時代に関田山脈から大崩壊した安山岩塊が地すべり斜面上方に厚く堆積しており、ここから大量の地下水が供給される。<br>凝灰岩の尾根に沿って流れる温泉性の地下水が地すべり地内に供給され、断層によって遮水され、地すべり面に過剰な間隙水圧を働かせる。 | [水位]<br>地表面下1m以浅の高い地下水位を保っている。<br>[多層移動量計]<br>平成4年度まで礫混じり粘土層が一日に1.5-3.0cmの速度で移動していた。<br>[移動杭]<br>昭和27年融雪期に大崩壊した範囲は移動杭観測により、すべて活動中であることが明らかになった。 | ・ボーリング暗渠工 (H3)<br>・斜面全体を整地した後、応急対策工事として遮水シート水路を施工(H4, H5)<br>・湯の川に谷止工 (H4, H5)                                                          | ・谷止工(湯の川に施工)<br>・集水井工<br>・ボーリング暗渠工<br>・深暗渠工(深さ3-5m)<br>・水路工 | [調査]<br>地下水位および移動杭観測による地すべり活動の監視<br>[工事]<br>応急対策工事による水路工を補修しながら、地すべり活動が小康状態になるのを監視するため、恒久対策工事にはしばらく着手しない。                          |



## 2. 石倉ブロックの調査結果

### 2-1. 地すべり状況

石倉地区では、昭和27年の融雪期に標高700m付近の山腹で大崩壊が発生し、一時、湯の川を閉塞して、大きな池ができたという。その数日後にこの池は破れて、下流の集落を大洪水がおそったと記録されている。この大崩壊によって流れ出た崩積土が昭和63年頃から緩慢な地すべりをはじめている。その結果、地すべりブロックを横断する林道の亀裂が大きくなりはじめ、平成2年度にはその落差が0.5mに達した。

平成3年および4年にはこの地すべりの機構解析を行うために12孔の調査ボーリングを実施した。地すべりは調査期間中も少しずつ動き続けていた。さらに、調査後、秋霖期に入ると移動速度が大きくなり、平成3年度に設置した水位測定用のVP40塩ビ管は切断されてしまった。活動中の地すべりの規模は幅40～120m、延長800mである。地すべりは表紙の写真のように方向を4回も変えながら、幅も広くなったり狭くなったりして、湯の川へ押し出している。多層移動量計の観測によると、平成3年～4年の移動速度は1日平均3.0cmで、平成4年の秋霖期には最大8cmも移動した日があった。

## 2-2. 地すべり斜面の地質

斜面の地質状況を確認するために、平成3年度は下部斜面で7孔の調査ボーリングを、4年度には上部斜面で5孔の調査ボーリングを実施した。斜面の地質は、大局的に粘性土・風化岩・未風化岩の3層に分けられる。各孔における地質区分は表2-1のとおりである。

粘性土は茶褐色を示し、風化泥岩岩片や直径数cmから最大径10cmくらいの安山岩の亜円礫を含む。粘土は著しく軟弱で含水量が多いために、掘削中は孔壁の保持がむづかしい部分も多い。安山岩礫は斜面が異なるBV3-7をのぞき、含有量の変化はあるもののすべての孔で認められた。この安山岩礫は、昭和27年の崩壊により供給されたものである。したがって、滑落崖に近いBV4-1やBV4-2では礫の含有層の層厚が厚くなっている。粘性土層の層厚は3.50~10.60mである。

風化岩は暗灰色を示す泥岩で、無水掘削で円筒状コアになるものの、硬軟の変化が激しく、深度が増すにつれて硬くなるという泥岩ではない。しかも、軟質で粘土化している部分是指圧で容易に変形し、掘削中には孔壁の押し出しがあった。風化泥岩の厚さは10~15mで、最も厚いBV4-3付近では深度25mまで無水掘削でコアを採取できるほど軟質な風化泥岩である。

未風化岩は、暗灰色の泥岩と灰白色の凝灰岩であり、これらはBV4-5から下方の斜面で互層をなしている。泥岩は未風化であるものの、送水掘削で棒状に採取される部分は少なく、亀裂が発達しているため、碎けて角礫状~短棒状コアとなる部分が多い。所によっては亀裂面に粘土を薄く挟む場合もある。凝灰岩は砂質で青緑色の軽石を含む凝灰岩である。一般に泥岩よりは硬く、短棒状~長棒状コアとなる。なお、凝灰岩と泥岩が互層する斜面下方では、コアに石油やガス臭がある。

石倉ブロックの代表的なボーリングコアの地質柱状図を次ページに示す。

表2-1 各ボーリング孔における地質区分

| 孔番号   | 粘性土        | 風化岩         | 未風化岩        |
|-------|------------|-------------|-------------|
| BV4-1 | 0.00~10.60 | 10.60~17.00 | 17.00~20.00 |
| BV4-2 | 0.00~10.00 | 10.00~19.00 | 19.00~25.00 |
| BV4-3 | 0.00~6.40  | 6.40~25.00  | 25.00~30.00 |
| BV4-4 | 0.00~3.50  | 3.50~20.00  | 20.00~25.00 |
| BV4-5 | 0.00~6.20  | 6.20~20.00  | 20.00~25.00 |
| BV3-1 | 0.00~6.50  | 6.50~19.15  | 19.15~25.00 |
| BV3-2 | 0.00~5.00  | 5.00~20.00  | 20.00~25.00 |
| BV3-3 | 0.00~6.60  | 6.60~16.00  | 16.00~20.00 |
| BV3-4 | 0.00~4.90  | 4.90~15.70  | 15.70~20.00 |
| BV3-5 | 0.00~5.40  | 5.40~17.85  | 17.85~25.00 |
| BV3-6 | 0.00~6.75  | 6.75~10.20  | 10.20~15.00 |
| BV3-7 | 0.00~6.70  | 6.70~17.00  | 17.00~20.00 |

(単位: m)

標高 524.82m

1. 深さ10尺は $\frac{1}{100}$ とする。
2. 地質記号は定められた「地質記号」を使用する。
3. 硬軟は、(1) 最硬 (2) 硬 (3) やや硬 (4) 軟 (5) 最軟の5つに分類する。

根 磨 者 渡 辺 利 光 経歴 (23)



### 2-3. 地すべり面と多層移動量計観測

地表踏査, コア観察, ボーリング掘削中の孔内状況, 多層移動量計観測, 地すべり斜面の縦断面地形などを総合的に検討して地すべり面を推定した。以下に調査孔ごとに推定地すべり面を一覧表にして示す。表2-2より、現在活動中の地すべり面は安山岩の礫まじり粘土と風化泥岩の境界である。また、BV4-4付近から下方斜面が、地表面に明瞭な変状が確認される部分である。

表2-2 明らかに活動中の地すべり面

| 孔番号   | 深度(m) | コアの状況と掘削中の孔壁の状況                                                | 多層移動量計の変位                           | 地すべり面測桿が挿入できる深度(m) |
|-------|-------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| BV3-1 | 6.50  | 礫混り粘土と風化泥岩との境界である。                                             | 6mと7mの間に変位の差があり、この間に地すべり面があると判断できる。 | 5.73               |
| BV3-2 | 5.00  | 礫混り粘土と風化泥岩岩塊との境界である。                                           | ——                                  | 5.10               |
| BV3-3 | 6.60  | 礫混り粘土と風化泥岩との境界である。礫混り粘土の部分は、掘削中に孔壁の押し出しが強かった。                  | ——                                  | 6.40               |
| BV3-4 | 4.90  | 礫混り粘土と風化泥岩との境界である。礫混り粘土中はケーシングの挿入がきわめて困難であった。                  | ——                                  | 3.65               |
| BV3-5 | 4.30  | 礫混り粘土のなかである。掘削中に孔壁の押し出しや崩壊が多く、ケーシングを挿入するのも困難であった。              | 4mと5mの間に変位の差があり、この間に地すべり面があると判断できる。 | 4.15               |
| BV3-6 | 6.75  | 礫混り粘土と風化泥岩の境界である。                                              | ——                                  | 15m孔底まで挿入できた。      |
| BV4-4 | 3.50  | 岩片混り粘土と風化泥岩との境界である。掘削中は孔壁の押し出しが強かった部分である。                      | ——                                  | 3.18               |
| BV4-5 | 6.20  | 凝灰質粘土と風化泥岩との境界である。掘削中は孔壁の押し出しが強かった部分である。2.40~3.30m間は安山岩の転石である。 | ——                                  | 6.02               |

BV3-1・BV3-5の多層移動量計の観測結果を表2-3・4に示す。なお、平成5年の融雪期までに、地すべり面以深のワイヤーの大部分が地中に引き込まれてしまったために、平成5年度以降は多層移動量計観測を実施していない。

表2-3 多層移動量計の移動量(平成3年度)

| 観測期間<br>平成3年            | 日数 | BV3-1                 |               | BV3-5                 |               |
|-------------------------|----|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|
|                         |    | 総移動量<br>(cm)          | 1日あたり<br>(cm) | 総移動量<br>(cm)          | 1日あたり<br>(cm) |
| 9/7~9/26                | 20 | 32.0                  | 1.6           | 0                     | 0             |
| 9/26~10/9               | 13 | 48.0                  | 3.7           | 20.0                  | 1.5           |
| 10/9~10/24              | 15 | 55.0                  | 3.7           | 46.5                  | 3.1           |
| 10/24~10/30             | 6  | 16.0                  | 2.7           | 9.5                   | 1.6           |
| 10/30~11/5              | 6  | 16.0                  | 2.7           | 10.0                  | 1.7           |
| 11/5~11/19              | 15 | 40.0                  | 2.7           | 28.0                  | 1.9           |
| 11/19~12/3              | 15 | 51.0                  | 3.4           | 29.0                  | 1.9           |
| 年間合計                    | 90 | 258.0                 | 2.9           | 143.0                 | 1.6           |
| 移動・境界(地すべり面)<br>測桿の入る上限 |    | 6mと7m(6.50m)<br>5.73m |               | 4mと5m(4.30m)<br>4.15m |               |

表2-4 多層移動量計の移動量(平成4年度)

| 観測期間<br>平成4年 | 日数  | BV3-1        |               | BV3-5        |               |
|--------------|-----|--------------|---------------|--------------|---------------|
|              |     | 総移動量<br>(cm) | 1日あたり<br>(cm) | 総移動量<br>(cm) | 1日あたり<br>(cm) |
| 6/15~7/22    | 38  | 27.0         | 0.7           | 10.0         | 0.3           |
| 7/22~9/21    | 61  | 40.0         | 0.6           | 14.0         | 0.2           |
| 9/21~10/3    | 12  | 31.0         | 2.6           | 12.5         | 1.0           |
| 10/3~10/14   | 11  | 32.0         | 2.9           | 12.5         | 1.1           |
| 10/14~10/23  | 9   | 30.0         | 3.3           | —            | —             |
| 10/23~10/30  | 7   | 39.0         | 5.6           | 25.0         | 1.6           |
| 10/30~11/3   | 4   | 33.0         | 8.3           | —            | —             |
| 11/3~11/10   | 7   | 35.0         | 5.0           | 24.0         | 2.2           |
| 11/10~11/18  | 8   | 30.0         | 3.8           | —            | —             |
| 11/18~11/25  | 8   | 28.0         | 3.5           | 17.0         | 1.0           |
| 年間合計         | 165 | 325.0        | 2.0           | 103.5        | 0.6           |

現在活動中の地すべり面は、表2-2のとおりであるが、多層移動量計でとらえられるほどの大きな活動はしていないものの、緩慢な活動の可能性が考えられる地すべり面として表2-5に示すような部分が考えられる。

表2-5 緩慢な活動の可能性が考えられる地すべり面

| 孔番号   | 深度(m) | コアの状況と掘削中の孔壁の状況                                                            | 孔番号   | 深度(m) | コアの状況と掘削中の孔壁の状況                                                              |
|-------|-------|----------------------------------------------------------------------------|-------|-------|------------------------------------------------------------------------------|
| BV3-1 | 11.30 | 風化泥岩のなかで粘土化が著しい部分。指圧で容易に変形する軟弱な部分。掘削中に孔壁の押し出しが強かった。                        | BV4-1 | 15.60 | 15.00~15.60m間は、径2~3mmの微細岩片をたくさん含む粘土である。粘土はペースト状できめ細かい。掘削中は、孔壁の押し出しが続いた。      |
|       | 14.80 | 風化泥岩のなかで粘土化が著しく、茶褐色に変色している部分。掘削中に孔壁の押し出しが強かった。                             | BV4-2 | 15.35 | 無水掘削で円筒状コアになるが、軟質で粘土化している部分である。この粘土は指圧で容易に変形する。                              |
| BV3-2 | 9.00  | 凝灰質粘土である。粘着性が強く、著しく軟質である。掘削中に孔壁の押し出しが特に強かった。                               |       | 18.00 | 17.65~18.00m間は、風化泥岩の微細岩片を含む粘土である。粘土は粘着性が強く、掘削中は孔壁の押し出しが続いた。                  |
|       | 11.30 | 風化泥岩のなかで、粘土化が著しい10.80~11.30mの下面である。コアは茶褐色に変色している。また、含水してコアぶくれをおこしている。      | BV4-3 | 12.00 | 11.00~12.00m間は、風化泥岩の微細岩片を含む粘土である。非常に軟らかく、指圧で容易に変形する。掘削中には孔壁の押し出しが続いた。        |
|       | 14.70 | 風化泥岩のなかの粘土化が著しい14.50~14.70mの下面である。                                         |       | 16.20 | 無水掘削で円筒状コアとなるが、硬軟の変化が大きく、16.00~16.20m間は、軟質で粘土化している。また、この間は掘削中に孔壁が押し出した。      |
| BV3-2 | 8.00  | 7.80~8.00m間は泥岩の岩組織が不明瞭な強風化泥岩である。粘土化ははじめている。                                |       | 23.60 | 23.40~23.60m間は、風化泥岩の微細岩片を多量に含む粘土である。非常に軟質であり、指圧によって容易に変形する。掘削中には孔壁の押し出しが続いた。 |
|       | 11.60 | 11.45~11.60m間は茶褐色の岩片混り粘土である。その下面を地すべり面と推定した。掘削中は孔壁の押し出しが強かった。              | BV4-4 | 12.00 | 11.50~12.00m間は、著しく粘着性が強く、軟弱な凝灰質粘土である。掘削中に孔壁の押し出しが続いた。                        |
|       | 16.00 | 15.15~16.00m間は細粒できめの細かい凝灰質粘土である。含水すると著しく粘着性が強くなる。                          |       | 18.00 | 風化の進んだ破砕泥岩である。17.80~18.00m間は粘土化しており、掘削中は孔壁が押し出した。                            |
| BV3-1 | 11.40 | 11.00~11.40m間は、著しく軟質な風化泥岩である。コアは茶褐色に変色しており指圧で容易に変形する。この間は掘削中に孔壁の押し出しが強かった。 | BV4-5 | 12.35 | 12.00~12.35m間は、風化泥岩の微細岩片を含む粘土である。著しく軟質で、掘削中には孔壁の押し出しが続いた。                    |
|       | 14.45 | 12.00~14.45m間の強風化泥岩の下面である。なかでも14.00~14.45m間は掘削中に孔壁が押し出し、指圧でも容易に変形した。       |       | 17.50 | 無水掘削で円筒状コアとなるものの、17.50m付近は粘土化しており、孔壁の押し出しが強かった。                              |
| BV3-5 | 15.80 | 11.80~15.80m間の強風化泥岩の下面である。なかでも、15.00~15.80m間は、掘削中に孔壁の押し出しが強く、指圧でも容易に変形する。  |       |       |                                                                              |
| BV3-6 | 10.20 | 6.75~10.20m間の風化泥岩の下面である。10.10~10.20m間は掘削中に孔壁の押し出しが強かったところである。              |       |       |                                                                              |
| BV3-7 | 10.00 | 9.80~10.00m間は凝灰岩の角礫状になった部分を含む粘土である。粘着性が強い。                                 |       |       |                                                                              |

これら、表2-5に示す地すべり面の可能性がある深度で地すべりが活動しているか否かについては、パイプ歪計で確認すべきであろうが、浅層の地すべりが1日に数cmの速度で動いている間は、歪ゲージのコードが地中に引き込まれて、すぐに断線してしまう可能性が高いため、浅層の地すべりが小康状態になってから、パイプ歪計で地すべり活動の有無を確認することにしたい。このように石倉地区では浅い活発に活動している地すべりと深い緩慢に活動している可能性が考えられる地すべりの2つの地すべり面を持つ地すべりが存在すると考えられる。



#### 2-4. 移動杭観測

石倉地区の12か所のボーリング孔と11か所の2寸角杭を用いてトランシット光波測量による移動杭観測を実施した。観測結果を表2-6と図2-2・3に示す。図2-2から移動杭の水平移動量(地すべり方向)は応急対策工事として、斜面の整地と仮設水路を施工した後、急速に減少した。しかし、その後再び移動が観測されている。これは、平成6年の融雪期に仮設水路が破損し、表流水が再び地中に浸透するようになり、地すべりが再活動したためと考えられる。ただし、表流水の水みちがある程度固定されたため、平成3年に比べて移動速度は遅いものと推察される。また、図2-3の垂直移動量を見ると地すべり斜面末端部のBV3-6で、当初に比べて63cm隆起していることがわかる。これは、平成4年~5年に湯の川にブロック堰堤が施工され、河床が少し上昇し、地すべりに対して押え盛土の効果を発揮しはじめたためと考えられる。

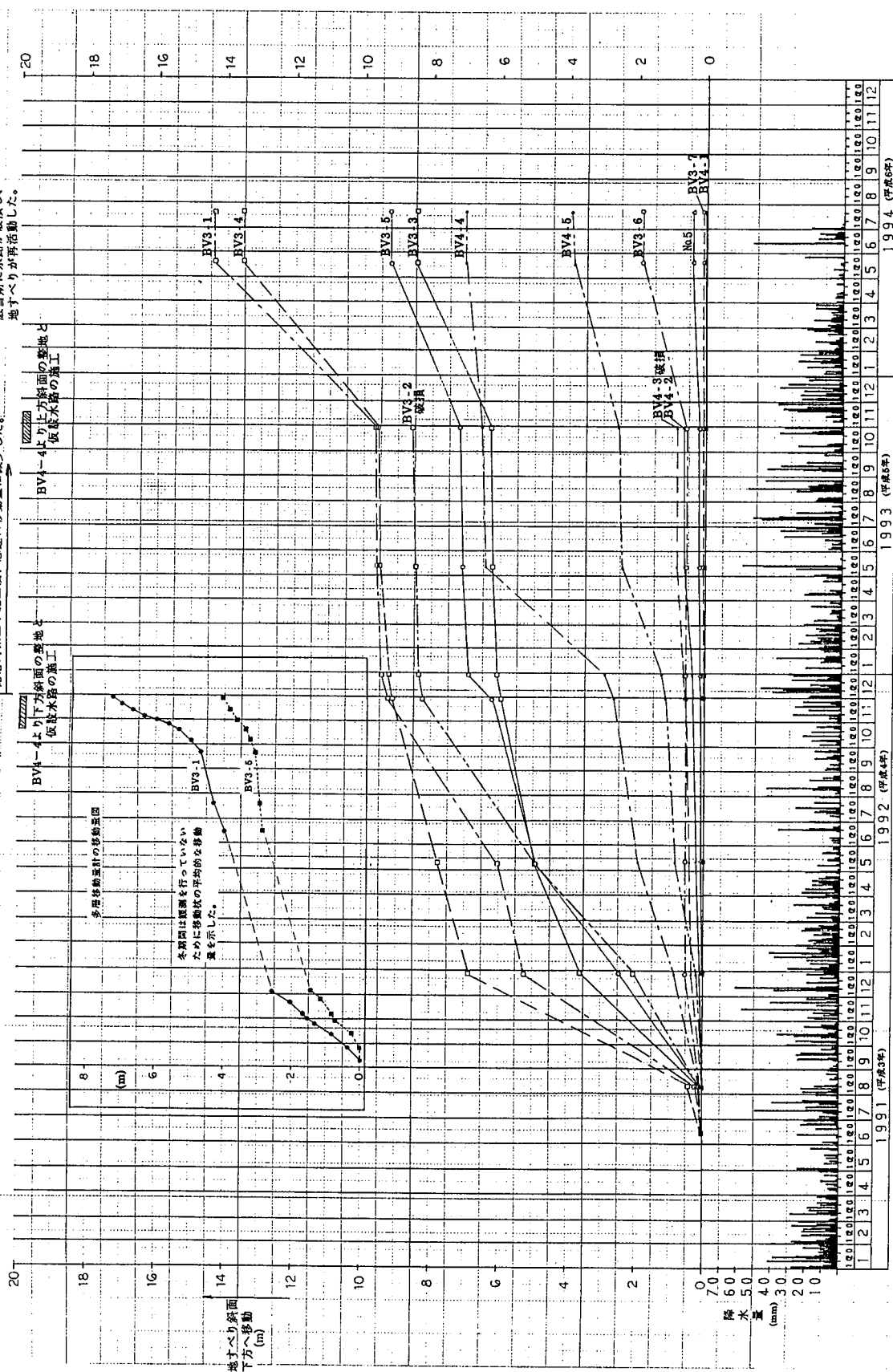
表 2-6 移動量表 (單位: m)

| 測点番号 | 位置    | 平成3年<br>6月10日  | 平成3年<br>8月8日    | 平成3年<br>12月27日  | 平成4年<br>5月12日   | 平成4年<br>11月30日  | 平成4年<br>12月28日  | 平成5年<br>5月10日   | 平成5年<br>10月30日  | 平成6年<br>5月16日   | 平成6年<br>7月20日   | 備考                   |
|------|-------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|
| N60  | BV4-1 | 0.00<br>(0.00) | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.01<br>(+0.03) | 0.01<br>(+0.03) | 上段 水平移動量<br>下段 垂直移動量 |
| N61  | BV4-2 | 0.00<br>(0.00) | 0.00<br>(0.00)  | 0.10<br>(0.02)  | 0.25<br>(0.04)  | 0.32<br>(0.06)  | 0.37<br>(0.11)  | 0.62<br>(0.13)  | 0.67<br>(0.14)  | 破損              |                 |                      |
| N62  | BV4-3 | 0.00<br>(0.00) | 0.00<br>(0.00)  | 0.35<br>(0.03)  | 0.42<br>(0.07)  | 0.56<br>(0.09)  | 0.61<br>(0.14)  | 0.85<br>(0.16)  | 0.87<br>(0.17)  | 破損              |                 |                      |
| N63  | BV4-4 | 0.00<br>(0.00) | 0.08<br>(0.01)  | 0.86<br>(0.53)  | 1.97<br>(0.72)  | 2.67<br>(0.85)  | 2.96<br>(0.98)  | 6.46<br>(1.52)  | 6.53<br>(1.73)  | 7.04<br>(1.92)  | 7.04<br>(1.92)  |                      |
| N64  | BV4-5 | 0.00<br>(0.00) | 0.00<br>(0.00)  | 0.28<br>(0.01)  | 0.82<br>(0.06)  | 1.17<br>(0.09)  | 1.26<br>(0.14)  | 2.47<br>(0.29)  | 2.54<br>(0.33)  | 3.81<br>(0.24)  | 3.84<br>(0.25)  |                      |
| N65  |       | 0.00<br>(0.00) | 0.00<br>(0.00)  | 0.05<br>(0.00)  | 0.08<br>(0.00)  | 0.10<br>(0.02)  | 0.14<br>(0.03)  | 0.20<br>(0.04)  | 0.22<br>(0.05)  | 0.36<br>(0.06)  | 0.36<br>(0.06)  |                      |
| N66  |       | 0.00<br>(0.00) | 0.08<br>(0.01)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  |                      |
| N67  |       | 0.00<br>(0.00) | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  |                      |
| N68  | BV3-1 | 0.00<br>(0.00) | 0.29<br>(0.08)  | 5.27<br>(0.51)  | 6.02<br>(1.36)  | 9.27<br>(3.23)  | 9.42<br>(3.43)  | 9.60<br>(3.58)  | 9.66<br>(3.65)  | 14.39<br>(4.31) | 14.41<br>(4.32) |                      |
| N69  | BV3-2 | 0.00<br>(0.00) | 0.12<br>(0.09)  | 2.05<br>(0.45)  | 4.91<br>(0.82)  | 8.23<br>(1.53)  | 8.35<br>(1.71)  | 8.49<br>(1.88)  | 8.56<br>(1.94)  | 破損              |                 |                      |
| N610 | BV3-3 | 0.00<br>(0.00) | 0.18<br>(0.06)  | 3.55<br>(0.10)  | 4.89<br>(0.23)  | 5.93<br>(0.26)  | 6.08<br>(0.28)  | 6.21<br>(0.32)  | 6.30<br>(0.35)  | 8.48<br>(0.35)  | 8.48<br>(0.44)  |                      |
| N611 | BV3-4 | 0.00<br>(0.00) | 0.44<br>(0.26)  | 6.89<br>(1.25)  | 7.78<br>(1.36)  | 9.16<br>(1.42)  | 9.27<br>(1.55)  | 9.52<br>(1.62)  | 9.60<br>(1.68)  | 13.52<br>(2.08) | 13.52<br>(2.08) |                      |
| N612 | BV3-5 | 0.00<br>(0.00) | 0.14<br>(0.22)  | 2.48<br>(0.95)  | 4.82<br>(1.14)  | 6.21<br>(1.45)  | 6.88<br>(1.50)  | 7.08<br>(1.57)  | 7.20<br>(1.62)  | 9.21<br>(1.93)  | 9.21<br>(1.93)  |                      |
| N613 | BV3-6 | 0.00<br>(0.00) | 0.04<br>(+0.03) | 0.52<br>(+0.28) | 0.55<br>(+0.35) | 0.53<br>(+0.40) | 0.53<br>(+0.43) | 0.54<br>(+0.46) | 0.54<br>(+0.49) | 1.85<br>(+0.62) | 1.85<br>(+0.63) |                      |
| N614 | BV3-7 | 0.00<br>(0.00) | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.01<br>(0.00)  | 0.01<br>(0.00)  | 0.02<br>(+0.01) | 0.04<br>(+0.02) | 0.05<br>(+0.03) | 0.05<br>(+0.0)  | 0.05<br>(+0.03) |                      |
| N615 | T1    |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  |                      |
| N616 | T3    |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  |                      |
| N617 | T5    |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  |                      |
| N618 | T6    |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 | 0.00<br>(0.00)  | 0.27<br>(0.01)  | 0.27<br>(0.01)  |                      |
| N619 | TP1   |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(+0.04) | 0.00<br>(+0.04) |                      |
| N620 | TP2   |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 | 0.00<br>(0.00)  | 4.71<br>(0.89)  | 4.76<br>(0.89)  |                      |
| N621 | TP3   |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 | 0.00<br>(0.00)  | 2.15<br>(0.04)  | 2.15<br>(0.04)  |                      |
| N622 | TP5   |                |                 |                 |                 |                 |                 |                 | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  | 0.00<br>(0.00)  |                      |

水平移動量図

融雪期に水没が破損し、  
地すべりが再活動した。

応急対策工事施工後、急激に移動量は減少した。



BV4-4より下方斜面の整地と  
 仮設水路の施工

BV4-4より上方斜面の整地と  
 仮設水路の施工

(m)

隆起

沈下

降水量  
(mm)

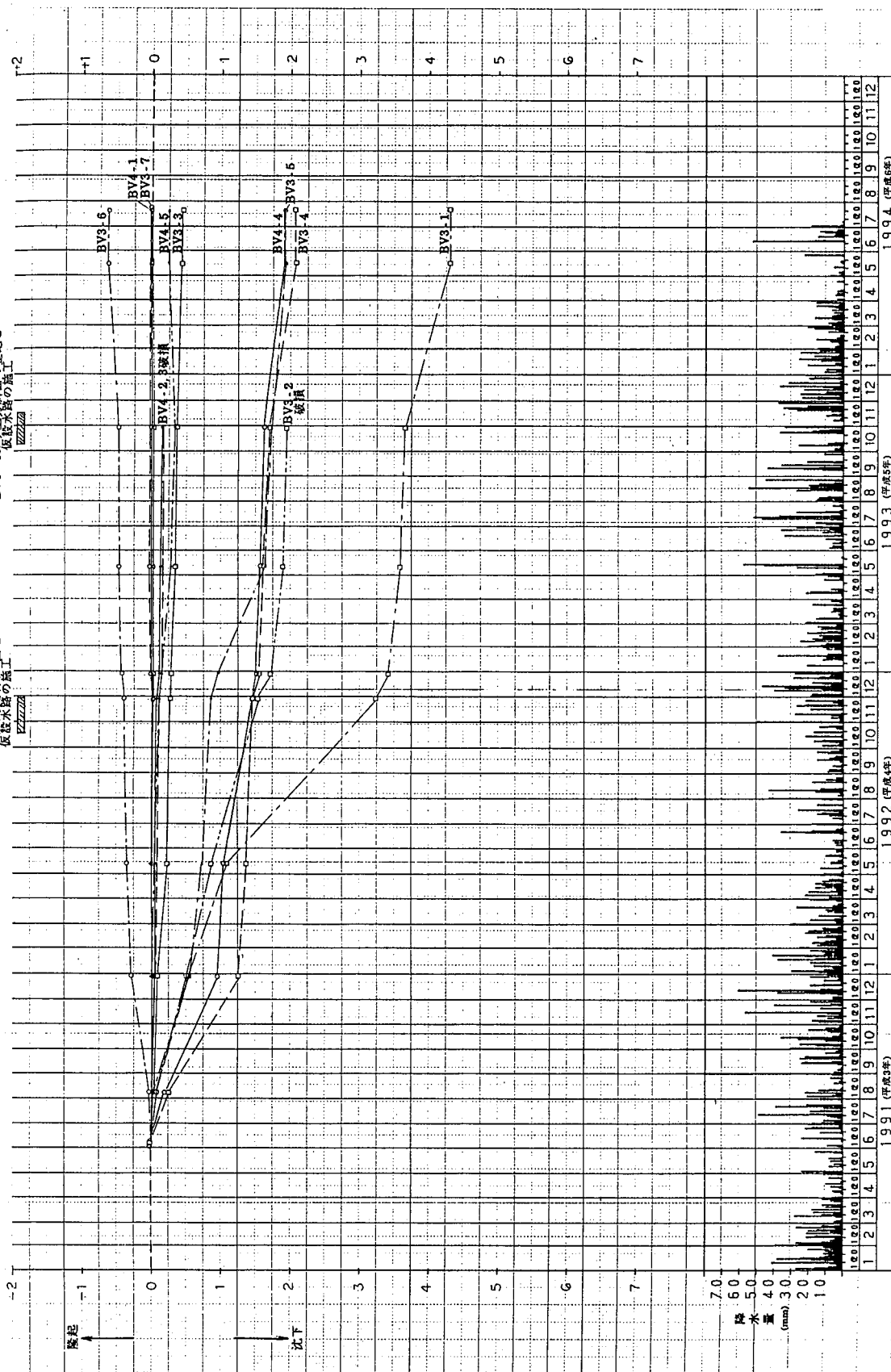


図2-3 移動杭 垂直移動量図

## 2-5. 地下水位観測

石倉ブロックでは、それぞれの観測孔で1週間に1回地下水位の観測を行っている。その結果を図2-4に示す。これを見るとBV4-5から下方の斜面(BV3-1~7)では、地下水位は1m以浅の高水位を保っており、地下水位変動幅も小さいことがわかる。一方で、BV4-4から上方へ向かうほど地下水位は少しずつ深くなっている。ほとんどの観測孔は設置翌年には地すべりにより破断し、観測が継続できなくなっている。

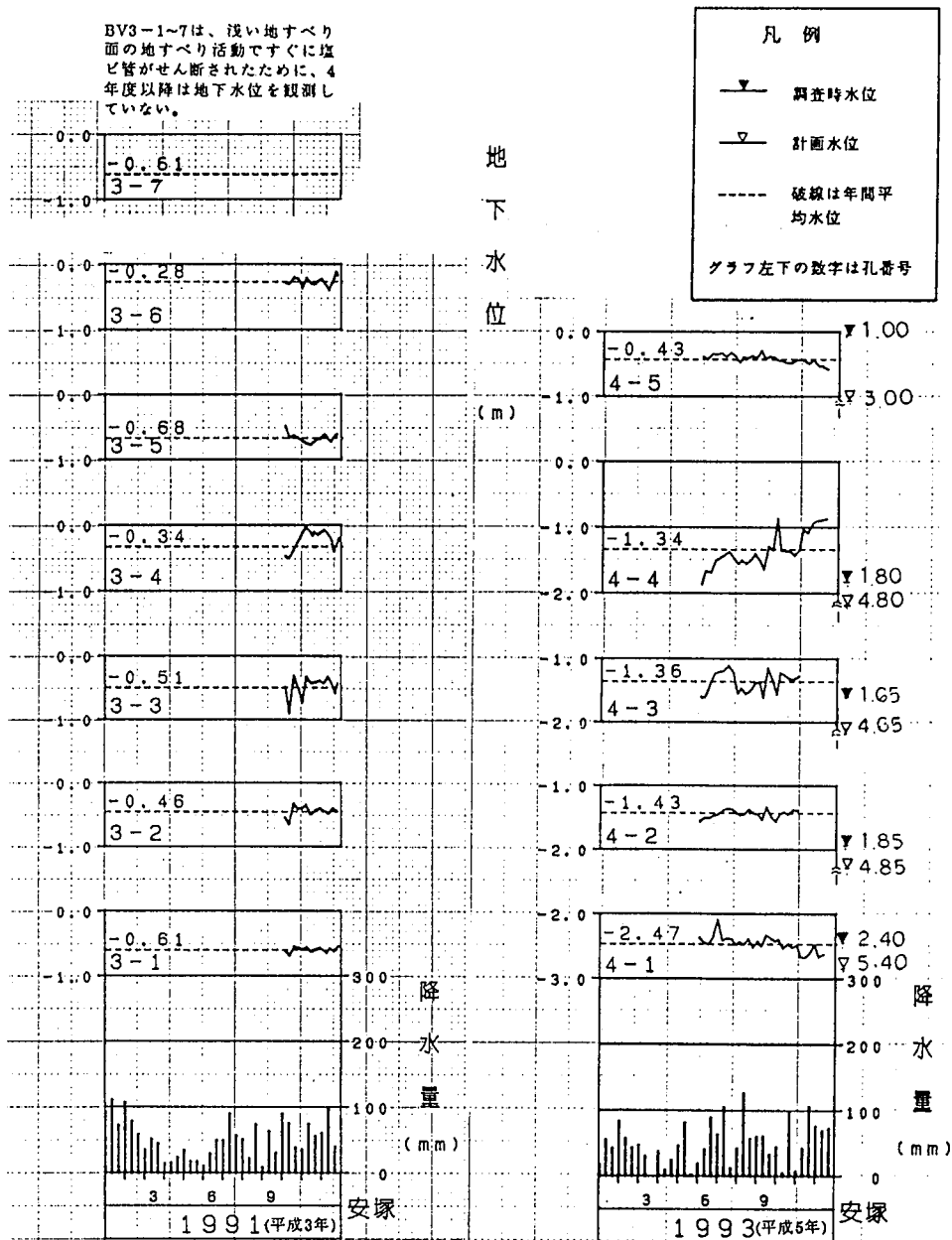


図2-4 地下水位変動図



## 2-6. 地すべり発生機構

地すべり発生機構は、素因と誘因に分けて以下のように考察される。

(1) 素因

宇津俣地すべり地の基盤岩は新第三紀の泥岩・凝灰岩から構成されており、いわゆる軟岩であることから風化・粘土化しやすい。また、地すべり地内を鷹羽断層が横断しており、岩盤が破碎されている。破碎された岩盤は風化・粘土化しており、地下水を遮水する働きをしているものと考えられる。

一方、地すべり斜面の上方には安山岩の岩塊を主体とする透水性の高い堆積物があり、これが地すべり地へ地下水を供給する水だめになっているものと考えられる。さらに鷹羽鉱泉裏山の尾根は凝灰岩で構成され、この凝灰岩から鉱泉が自然湧出している。この尾根は地すべり地への鉱泉性地下水の供給地となっている。

(2) 誘因

地すべり斜面上方の安山岩の岩塊を主体とする堆積物から融雪期や秋霖期に多量の表流水や地下水が地すべり地内に供給される。また、凝灰岩で構成される尾根からは、鉱泉性の地下水が供給される。これらの地下水は、断層で遮断されダムアップしており、高い圧力を持つ被圧地下水であると考えられる。さらに湯の川によって斜面の末端部が浸食され、受働土圧が減少することも誘因の1つである。

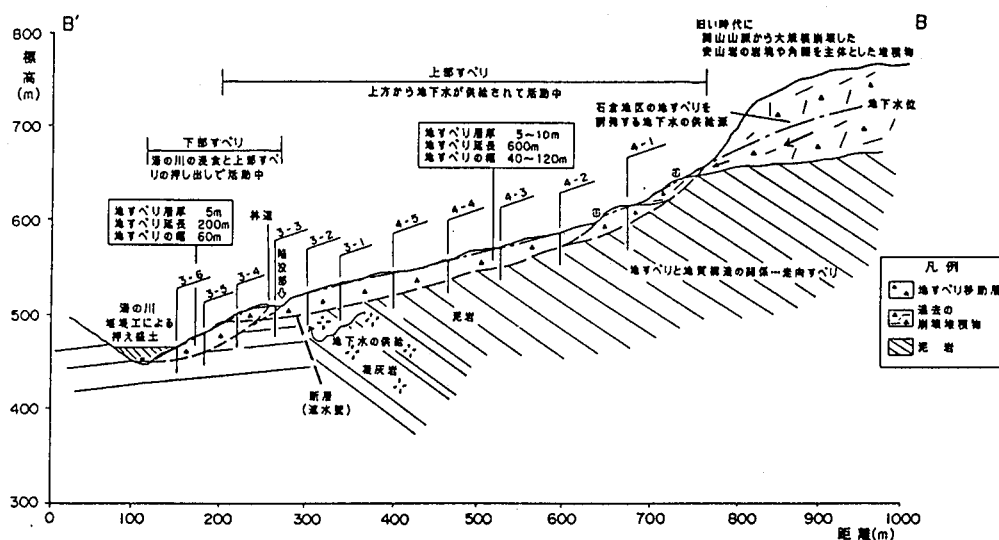


図2-5 石倉地区B-B'地すべり模式断面図(活動中の浅い地すべり面のみ記入)  
(断面図の位置は図1-4に対応する。)

## 2-7. 防止工事の基本方針

地すべり対策防止工事としては、地すべりの誘因を取り除いたり、地すべり力を抑止する工法が採取される。石倉地区では2つの地すべり面が考えられ、浅い地すべりは活発に活動中である。そこで浅い地すべりに対しては応急対策工事と恒久対策工事に分け、深い地すべりに対しては恒久対策工事を行う。

### (1) 浅い地すべりに対する対策工事

#### ① 応急対策工事

諸観測の結果から、雨の日が続くと地すべりが活発に活動することが明らかになった。つまり、地すべり活動の直接の誘因は、降雨が地中へ浸透し地下水になるためである。したがって、表流水を地中へ浸透させないようにすることが第一の応急対策工事となる。

④ 地表面を整地し、表流水の流路を決め、厚地のゴムシートばりの水路をつくる。また、水路は途中から地すべり地外へ出す。

⑤ 滑落した林道付近には無数の開口亀裂が発達している。これらを埋めて表流水の浸透を防止する。

#### ② 恒久対策工事

地すべり活動が小康状態になった後、ゴムシートばりの水路を恒久的なコルゲート水路等にふせかえる。また、地下水位が高く、地すべり面が浅いことから暗渠工も有効な工事となろう。図2-6に新井市大字上平丸地内の八幡地すべり地における暗渠工の施工例を示す。八幡地すべり地では、暗渠工の施工により施工前まで地表面付近にあった地下水位がGL-3m前後の水位を保つようになった。

### (2) 深い地すべりに対する恒久対策工事

現在不安定な深い地すべり面の地すべりに対して恒久対策工事を立案する。

地表面の傾斜が10°前後と緩く、地すべり面が15m前後のために地すべり面付近の被圧地下水は地表からのボーリング暗渠工では排除できない。そこで集水井で被圧地下水を排除する。集水ボーリングは地すべり斜面上方のほかに凝灰岩の尾根に向かって施工する。平面的な集水井の配置は、地すべり冠頭部や地すべりの幅が狭まるところ、地下水の供給源である凝灰岩の尾根の付近などを選定すると、効率的に地下水を排除でき、しかも経済性も考慮した施工となろう。さらに、湯の川に堰堤を施工し、地すべり末端の受働土圧の減少をおさえる。堰堤背後に土砂が堆積することで、地すべりに対して押さえ盛土の役目をはたす。

以上のような工事の提案に従って、浅い地すべりに対する応急対策工事として、平成4年の10月～11月と平成5年の11月の2回に分けて、地すべり斜面のほぼ全域の整形・整地と仮設水路を完成させた。しかし、平成5年融雪期に部分的に破損した水路を手直したものの、平成6年融雪期には大部分の水路が破損してしまい、地すべりが再活動してしまった。そのために、平成6年7月の降雨が少ない時期に再度仮設水路の張り直しを実施した。仮設水路の施工状況を写真-4に示す。また、表2-7に石倉地区の2つの地すべりを対比して示す。

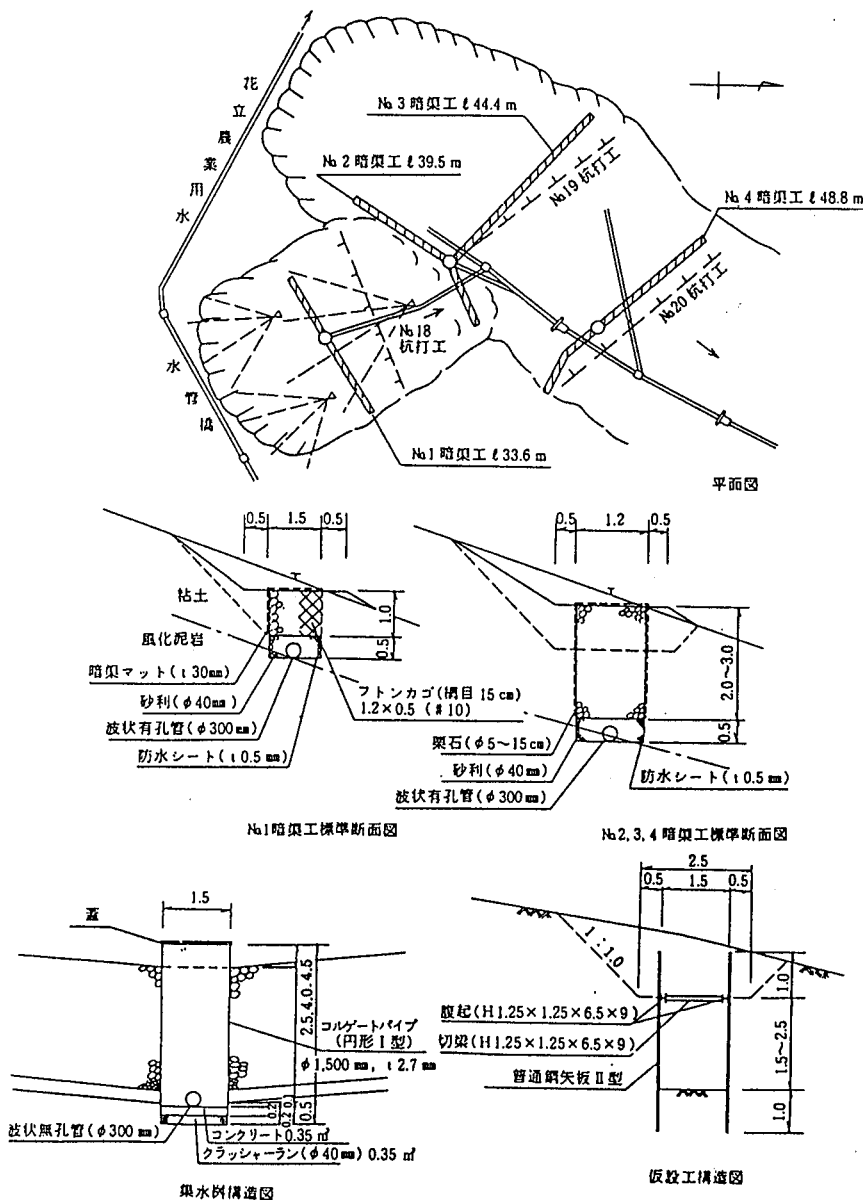


図2-6 暗渠工の施工例(八幡地すべり地)

表2-7 石倉地区の2つの地すべりの比較

|            | 地すべりの形態 | 地すべりの規模                                                                                                   | 地すべり面に作用する地下水                                                                                                                                                        | 地すべりの移動量                                                                                                                                                                              | 安定計算                                                                                                                                                                                     | 地すべり防止対策工事                                                                                                                                                                                                                   |
|------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 浅い活動中の地すべり |         | ① 規模<br>幅40~120m<br>延長 800m<br>② 地すべり面深度<br>5m前後<br>安山岩の礫混り粘土と風化泥岩の境界が地すべり面になっている。                        | 自由地下水<br>地下水はほぼ地表面である。深くともGL-1.0m以浅であることが多い。<br>3~6m区間における揚水量は、1.00ℓ/min程度である。ただし、地下水位の回復が速すぎて透水係数は算出できなかった。<br>土質状況から判断すると $10^{-3} \sim 10^{-4}$ cm/secオーダーと考えられる。 | 多層移動量計観測の結果から、雨の日が続くと活発に活動することが明らかになった。<br>BV3-1では1日あたりの平均移動量が3cm/日で最大移動量が8.3cm/日であった。<br>BV3-5では1日あたりの平均移動量が1cm/日で最大移動量が3.1cm/日であった。<br>移動状況からみて、BV3-5よりもBV3-1の方が先に移動を始めているものと考えられる。 | 活動中であることから、現状安全率を $F_s=0.98$ とする。<br>地すべり斜面全体に地下水位が1.0m低下する。<br>$F_s=1.11$<br>地下水位低下1.5m<br>$F_s=1.18$<br>地下水位低下2.0m<br>$F_s=1.26$<br>このように斜面全体に地下水位が1.5m低下すると計画安全率 $F_s=1.15$ を十分に満足する。 | ① 応急対策工事<br>② 地表面を整地し表流水の流路を決め、厚地のゴムシートばりの水路をつくる。また、水路は途中から地すべり地外へ出す。<br>⑤ 滑落した林道付近には無数の開口亀裂が発達している。これらを埋めて表流水の浸透を防止する。<br>⑥ 恒久対策工事<br>地すべり活動が小康状態になった後、ゴムシートばりの水路を恒久的なコルゲート水路等にふせかえる。また、地下水位が高く、地すべり面が浅いことから、暗渠工も有効な工事となる。  |
| 深い地すべり     |         | ① 規模<br>幅150~250m<br>延長 700m<br>② 地すべり面深度<br>15~20m程度<br>風化泥岩または風化凝灰岩で粘土化が著しい部分である。この部分では掘削中に孔壁の押し出しがあった。 | 被圧地下水<br>被圧地下水の水頭は、GL-2.5m付近にある。<br>地すべり面をはさむ9~12m, 12~15m, 15~20m区間などに被圧地下水は賦存しており、揚水量は0.5~1.0ℓ/min程度である。透水係数は、 $10^{-5}$ cm/secオーダーである。                            | 多層移動量計では移動状況は確認できなかった。地形的には、馬蹄形状の地すべり地形が明瞭に認められることから、地すべりが活動している可能性はある。                                                                                                               | 活動が確認できないことから、現状安全率を $F_s=1.00$ とする。<br>地すべり全体に地下水位が2.0m低下する。<br>$F_s=1.12$<br>地下水位低下2.5m<br>$F_s=1.15$<br>地下水位低下3.0m<br>$F_s=1.18$<br>このように斜面全体に地下水位が2.5m低下すると計画安全率 $F_s=1.15$ を満足する。   | 恒久対策工事<br>地表面の傾斜角が10°前後と緩く、地すべり面が15~20mであるために地すべり面付近の被圧地下水は、ボーリング暗渠工では排除できない。そこで、集水井工を計画する。平面的な配置は、地すべり冠頭部や地すべりの幅が狭いところ、地下水の供給源と考えられる凝灰岩の尾根付近などを選定する。また、湯の川に堰堤を施工し、地すべり末端部の受働土圧の減少をおさえる。堰堤背後に土砂が堆積することで、地すべりに対して押え盛土の役目を果たす。 |

## 2-8. 地すべり防止工事計画

石倉ブロックの地すべり防止工事の進め方を図2-7にフローチャートにして示す。また、平成5年融雪期に2基の多層移動量計が測定不能になったために、平成6年7月に2基の多層移動量計を再度設置し、移動量を自動観測できるようにした。設置位置を図2-8の平面図と図2-9の地質断面図に示す。また、地質柱状図を次ページ以降に示す。

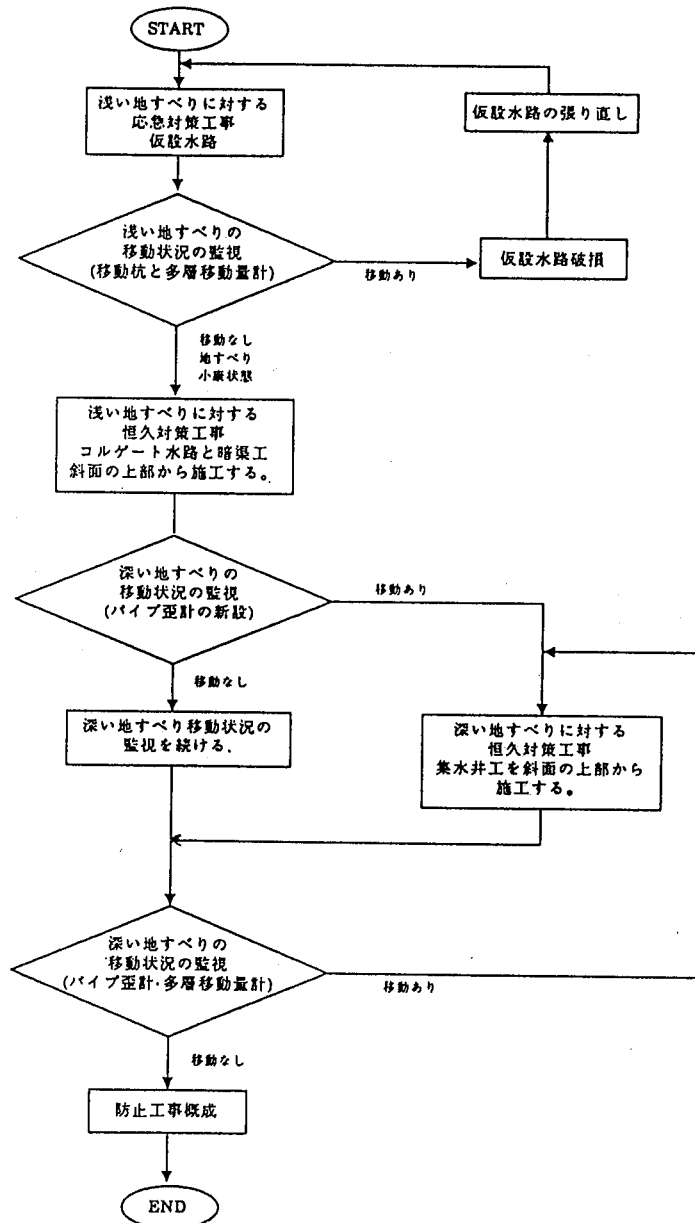


図2-7 石倉ブロックの地すべり防止工事のフローチャート

地 質 柱 状 図

平成6年度  
調査地名 宇津保地すべり調査

調査期間 1994 年 7 月 22 日 ~ 1994 年 7 月 23 日

No. BV6-1 号孔

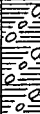
深度 25.00 m

方位

傾度 垂直

孔径 66 mm

機 械 YBM-05

| 1<br>月 | 2<br>日 | 3<br>深<br>度<br>高 | 4<br>地<br>質<br>記<br>号                                                              | 5<br>硬<br>軟 | 6<br>色 | 7<br>分<br>類    | 8<br>記<br>事                                                                                                                                                            | 9<br>孔<br>内<br>水<br>位 | 10<br>涌<br>水<br>量   | 11<br>ケー<br>シング | 12<br>スト<br>レー<br>ナー | 13<br>コア<br>ー<br>長 | 14<br>コア<br>ー<br>採取<br>率 | 15<br>送<br>水<br>量 | 16<br>試<br>料<br>採取 | 17<br>定<br>位<br>面<br>高 |
|--------|--------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------|----------------------|--------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|------------------------|
|        |        | 5.00             |   | 最硬          | 茶褐色    | 玉石砂礫混り<br>砂質粘土 | 直径5~25cmの玉石や砂礫の混り砂質粘土である。<br>掘削中は孔壁の崩壊が激しく、掘削が極めて困難であった。                                                                                                               |                       | 掘削中全湧水              |                 | 多層移動量計               | ノーコア掘削             |                          |                   |                    |                        |
|        |        | 8.00             |   | 硬           | 灰褐色    | 粘土混り砂礫         | 直径1~4cmの安山岩の砂礫で、その間を粘土が埋めている。<br>掘削中には孔壁の崩壊が続いた。                                                                                                                       | -1.10<br>▽            |                     |                 |                      |                    |                          | 30<br>L/min       |                    |                        |
| 7/22   |        | 10               |   |             |        |                | 硬軟の変化が大きい風化泥岩である。<br>含水量が多く、軟質なために掘削中に孔壁の押し出しがあった深度は、以下の区間である。<br>亀裂が多く、粘土化していると考えられる。<br>11.00~11.50m, 12.50~14.50m<br>15.00~16.50m, 21.50~22.00m<br>これら以外はやや硬い泥岩である。 |                       | 16<br>L/min<br>すつ湧水 |                 |                      |                    |                          |                   |                    |                        |
|        |        | 20               |   | やや硬         | 暗灰     | 風化泥岩           |                                                                                                                                                                        |                       |                     |                 |                      |                    |                          |                   |                    |                        |
| 7/23   | 25     | 25.00            |  | 硬           | 暗灰     | 泥 岩            | 22m以降で硬くなり、未風化泥岩に着岩したものと考えられる。                                                                                                                                         |                       | なし                  |                 |                      |                    |                          |                   |                    |                        |
|        |        |                  |                                                                                    |             |        |                | ノーコア掘削後、多層移動量計(25m 25成分)を挿入し、自動観測システムを設置した。                                                                                                                            |                       |                     |                 |                      |                    |                          |                   |                    |                        |

1. 深度縮尺は  $\frac{1}{100}$  とする。
2. 地質記号は定められた“地質記号”を使用する。
3. 硬軟は、(1) 最硬 (2) 硬 (3) やや硬 (4) 軟 (5) 最軟の5つに分類する。



地 質 柱 状 図

平成6年度  
調査地名 宇津保地すべり調査

調査期間 1994 年 7 月 26 日 ~ 1994 年 7 月 27 日

No. BV6-2 号孔

深 度 25.00 m

方 位

傾 度 垂直

孔 径 66 mm

機 種 YBM-05

| 1<br>月<br>日 | 2<br>深<br>度<br>標<br>高 | 3<br>地<br>質<br>記<br>号 | 4<br>地<br>質<br>記<br>号 | 5<br>硬<br>軟 | 6<br>色<br>調 | 7<br>分<br>類 | 8<br>地 質 土 質<br>所 見                                                                                                                                                                                                                                       | 9<br>孔<br>内<br>水<br>位     | 10<br>漏<br>水<br>量 | 11<br>ケー<br>シー<br>シ<br>ン<br>グ | 12<br>ス<br>ト<br>レ<br>ー<br>ナ<br>ー | 13<br>コ<br>ア<br>ー<br>長 | 14<br>コ<br>ア<br>ー<br>採<br>取<br>率 | 15<br>送<br>水<br>量 | 16<br>試<br>料<br>採<br>取 | 17<br>地<br>す<br>べ<br>り<br>面<br>測<br>置 |
|-------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------|-------------------------------|----------------------------------|------------------------|----------------------------------|-------------------|------------------------|---------------------------------------|
|             |                       |                       |                       |             |             |             | 直径10~30cmの安山岩玉石を含む砂礫である。<br>掘削中は孔壁の崩壊が激しく、掘削が極めて困難である。                                                                                                                                                                                                    |                           | 掘削中全湧水            |                               |                                  |                        |                                  |                   |                        |                                       |
|             | 5.00                  |                       |                       | 最硬          |             | 玉石混り砂礫      |                                                                                                                                                                                                                                                           |                           |                   |                               |                                  |                        |                                  |                   |                        |                                       |
|             | 8.00                  |                       |                       | 最軟          |             | 細砂混り粘土      | 細砂が混る粘土である。きめの細かい青灰色の粘土で、掘削中は孔壁の押し出しが著しく強かった。                                                                                                                                                                                                             |                           |                   |                               |                                  |                        |                                  |                   |                        |                                       |
| 7/26        | 10                    |                       |                       | やや硬         |             | 風化泥岩        | やや硬い風化泥岩である。スポット状にコアを採取するとモザイク状に泥岩の組織が残っている。全体に亀裂が発達している感じである。                                                                                                                                                                                            | 地表<br>15<br>L/min<br>ずつ湧水 |                   | 7/26                          |                                  |                        |                                  | 30<br>L/min       |                        |                                       |
|             | 11.00                 |                       |                       |             |             |             | 硬軟の変化が大きい風化泥岩である。含水量が多く、軟質なために掘削中に孔壁の押し出しがあった深度は、以下の区間である。<br>11.00~12.50m, 15.00~16.00m<br>17.50~17.80m, 20.00~20.50m<br>22.00~22.50m<br>この中で17.50~17.80m間は青灰色の風化凝灰岩で最も孔壁の押し出しが強かった。<br>その他の区間ではやや硬質で掘削は安定するが全体に破砕されているために粘土化が進んでおり、掘削中にはポンプ圧がかかって掘りづらい。 |                           |                   |                               |                                  |                        |                                  |                   |                        |                                       |
|             | 20                    |                       |                       | 軟<br>やや硬    |             | 風化泥岩        |                                                                                                                                                                                                                                                           |                           |                   |                               |                                  |                        |                                  |                   |                        |                                       |
|             | 22.50                 |                       |                       |             |             |             |                                                                                                                                                                                                                                                           |                           |                   |                               |                                  |                        |                                  |                   |                        |                                       |
| 7/27        | 25.00                 |                       |                       | 硬           |             | 泥 岩         | 22.50m以深で硬くなり、未風化泥岩に岩着したものと考えられる。                                                                                                                                                                                                                         | 地表<br>なし                  |                   |                               |                                  |                        |                                  |                   |                        |                                       |
|             |                       |                       |                       |             |             |             | ノーコア掘削後、多層移動量計(25m, 25成分)を挿入し、自動観測システムを設置した。                                                                                                                                                                                                              |                           |                   |                               |                                  |                        |                                  |                   |                        |                                       |

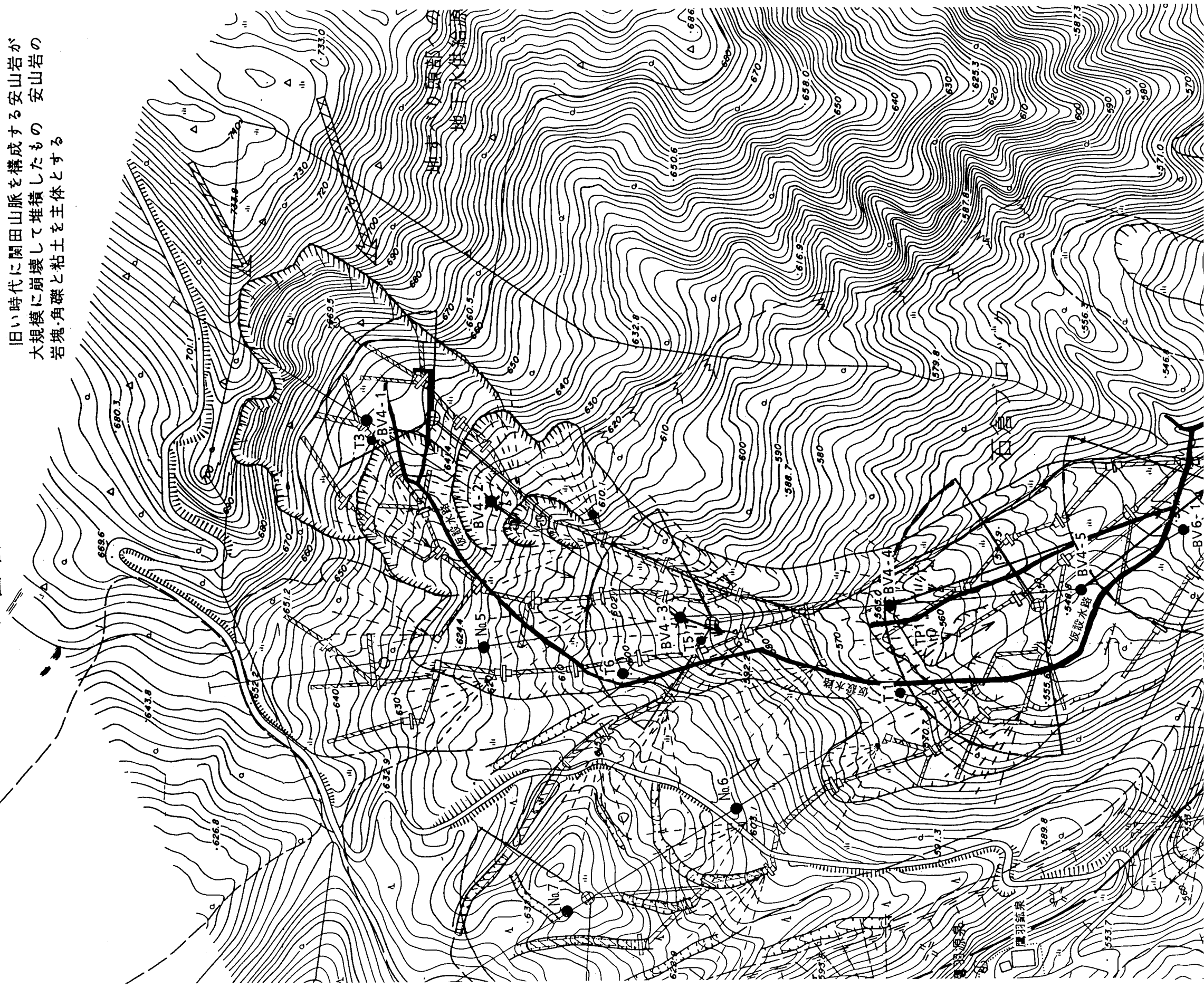
1. 深度縮尺は  $\frac{1}{100}$  とする。

2. 地質記号は定められた“地質記号”を使用する。

3. 硬軟は、(1) 最硬 (2) 硬 (3) やや硬 (4) 軟 (5) 最軟の5つに分類する。

## 「石倉地区」

旧い時代に関田山脈を構成する安山岩が  
大規模に崩壊して堆積したもの 安山岩の  
岩塊・角礫と粘土を主体とする



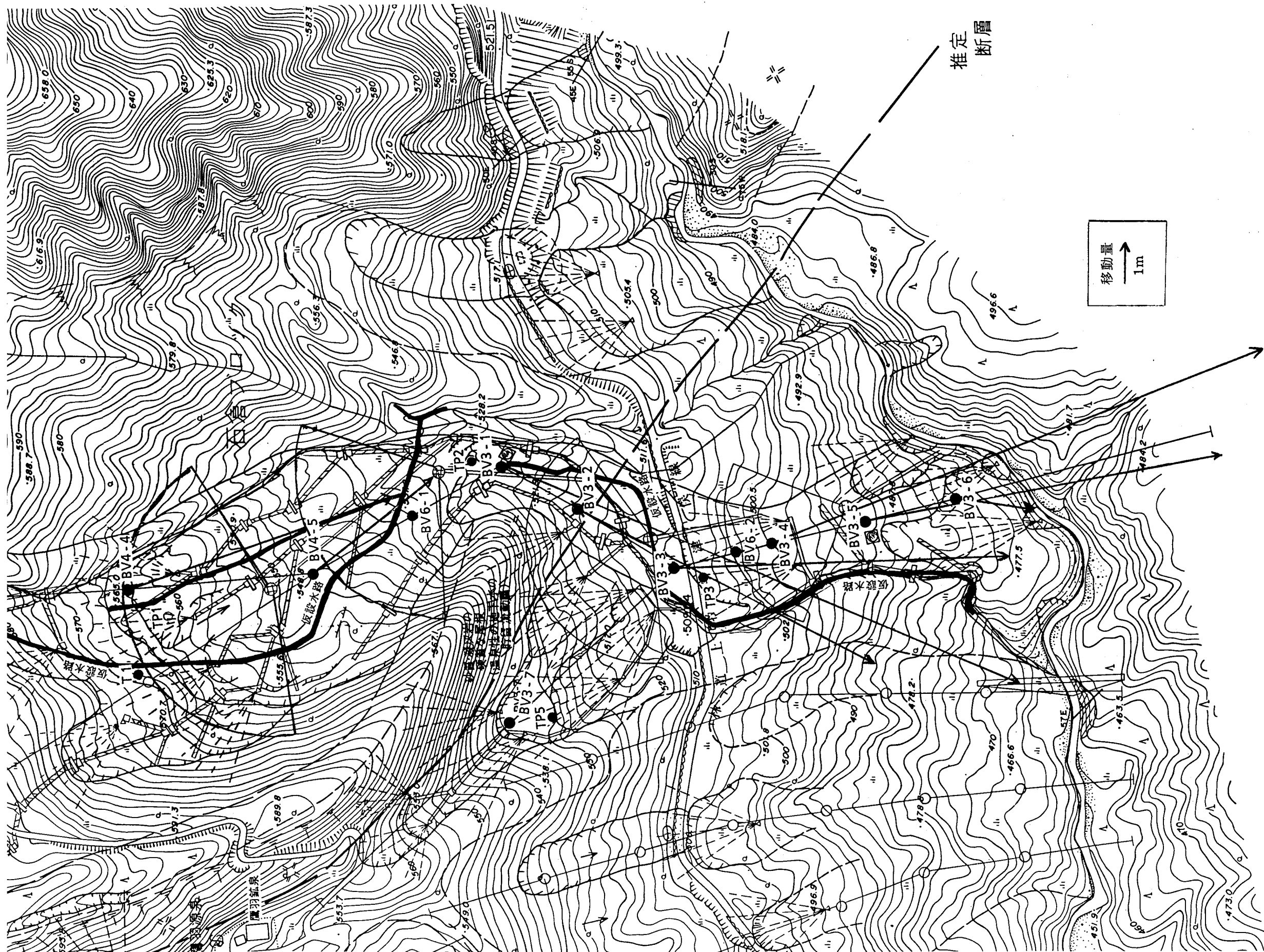


図2-8 調査および工事計画平面図 (S=1:2000)



地質断面図

S = 1:1000

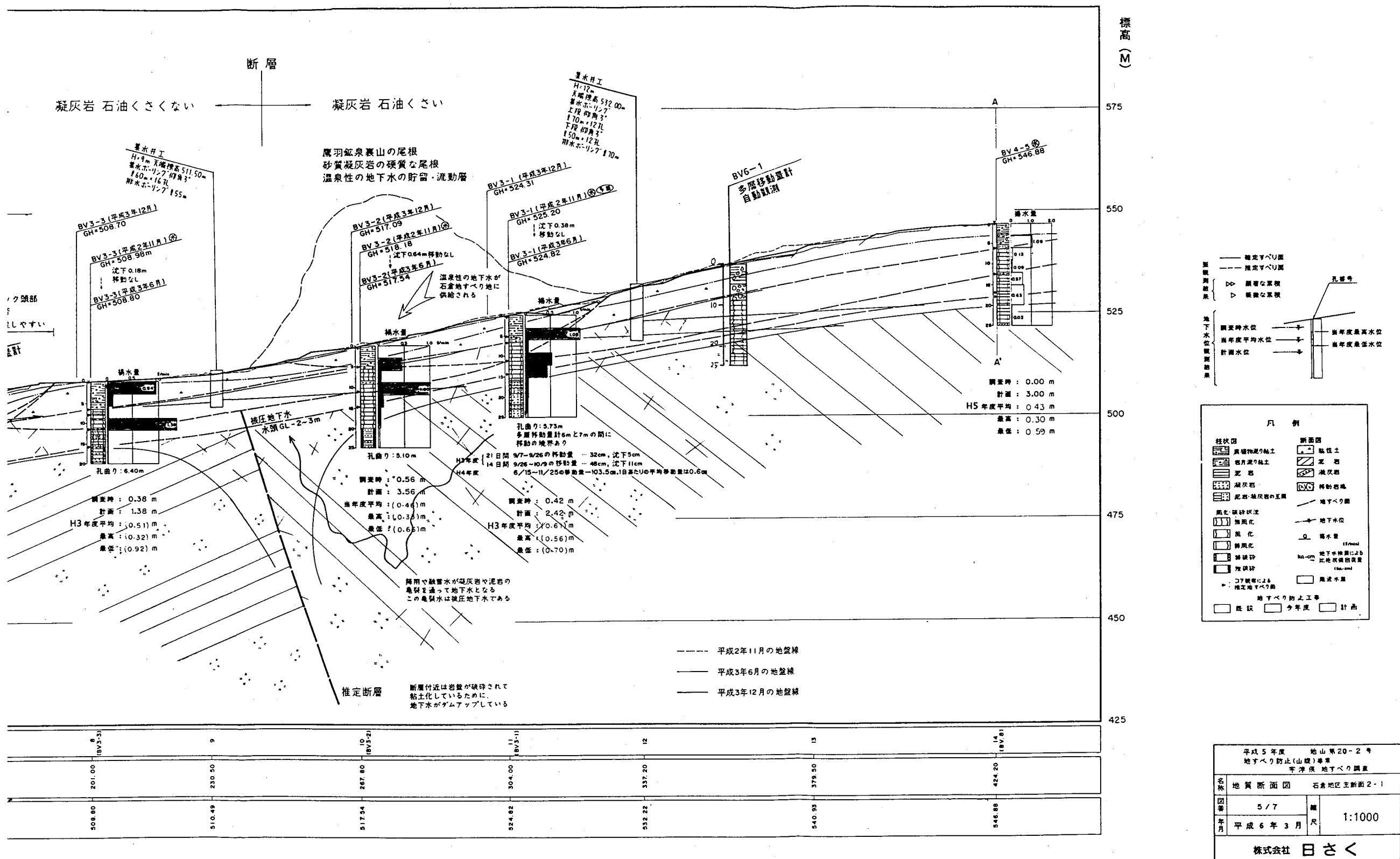
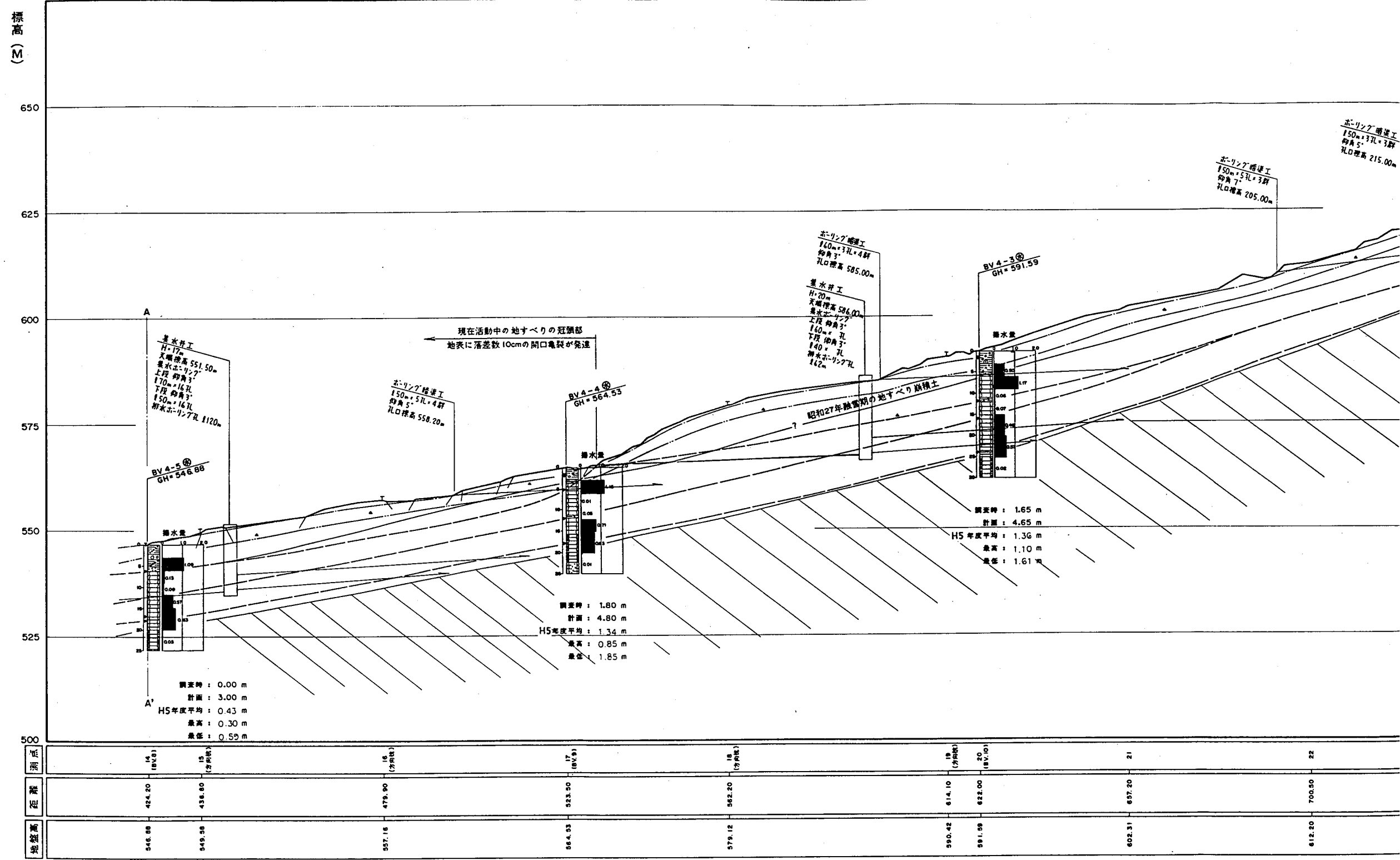


図2-9 地質断面図(下部斜面)

# 地質断面図



**S = 1:1000**

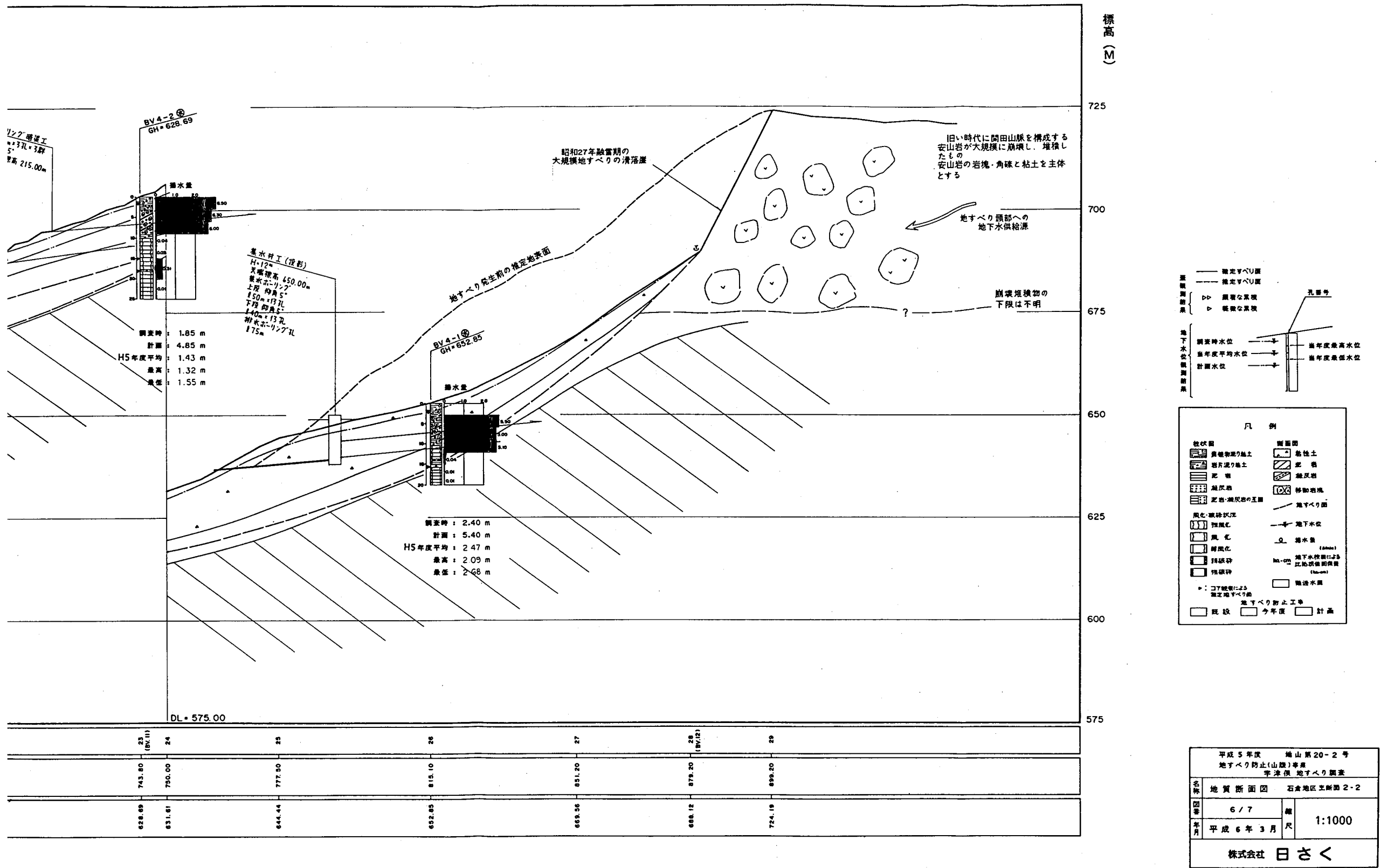


圖2-10 地質断面圖 (上部斜面)



### 3. Aブロックの調査結果

#### 3-1. 地すべり状況

Aブロックは地すべり防止区域東側境界の尾根を冠頭部の滑落崖として地すべりが発生している。この大地すべりの履歴は明らかではないが、大正末期から昭和初期にかけて毎年融雪期や秋霖期に溪流沿いで小規模な崩壊が発生していたという。

Aブロックの規模は幅200m、延長450mで、冠頭部から約150m間は約15°と比較的急傾斜であるが、そこから約100m間はほぼ平坦な緩傾斜面になる。また下部から末端部は再び15°~20°の急な斜面にうつりかわる。近年地すべり活動があったA1やA2ブロックは、Aブロック下部の急な斜面に位置する。

Aブロック滑落崖には風化凝灰岩が露出しており、付近には階段状の亀裂が多数みられる。亀裂の落差は0.5~1.0mのものが多い。

Aブロックの内部は灌木が繁茂しているが、かつての地すべりによる凹凸地形が残っている。また、人の背たけより高い直径3~5mもの巨大な凝灰岩の岩塊もいたるところで見られるが、灌木におおわれていることから近年の地すべりで移動してきたものはないことがわかる。地すべり地内には大きな沢はないものの、沢に面した部分では両岸が崩壊しており、荒廃が著しい。

Aブロックでは近年の地すべり活動で生じたと思われる亀裂や崩壊地形は認められないものの、Aブロックの下部にあたるA1・A2ブロックで近年地すべりが活動しはじめたことから、Aブロック全体へ地すべりが拡大する懸念が考えられ、機構解析のための調査を平成3年~4年に実施した。

### 3-2. 地すべり斜面の地質

Aブロックでは昭和62年にA1ブロックで、平成元年にA2ブロックで地すべりが発生した。2つの地すべりブロックともAブロックの側方部にあたることから、これらの活動が引き金となってAブロック全体の地すべりが活動をはじめる危険が懸念されてきた。平成2年度の調査ではAブロックのほぼ中央部を通るように測線を設定し、3孔の調査ボーリングを配置した。平成3年度には、さらにAブロックの地すべり面を二次元的にとらえるために、BV2-1の上方と副側線上で3孔の調査ボーリングを配置した。そして、平成4年には副測線の下部斜面と主測線の枝線上で3孔の調査ボーリングを実施した。以下に3か年の調査に基づいて地すべり斜面の地質状況について要約する。

斜面の地質は大局的に粘性土・風化岩・未風化岩の3層に分けられる。各孔における地質区分は表3-1のとおりである。

粘性土は茶褐色を示し、風化した泥岩や凝灰岩の岩片を含む粘土である。そして、この粘土は粘着性が強く、掘削中には孔壁が押し出すために掘削が困難な部分が多かった。粘性土の厚さは、2~5mと比較的薄い。

風化岩は暗灰色を示す泥岩で、無水掘削で円筒状コアとなるものの、硬軟の変化が大きく、深くなるに従って徐々に硬くなるというコアではない。そして、軟質で粘土化している部分は指圧で容易に変形し、掘削中には孔壁が強く押し出す部分もあった。風化岩は、主測線上で最も厚く、30m以深まで風化した泥岩が連続する。しかし、一方で、BV2-1の13.00~31.80m、BV4-8の19.00~26.35mのように送水掘削でほとんど亀裂のない長棒状コアが採取され、その下位が著しく破碎・粘土化した部分が出現するような場合もある。風化泥岩は主測線上が最も厚く、側方部では山側に向かって左側(北側)の方が、右側(南側)に比べて層厚が厚くなっている。つまり、右側(南側)の鷹羽鉱泉側は、繰り返し発生した地すべりにより風化岩が掘削され層厚が薄くなったのであろう。

未風化岩は暗灰色泥岩である。送水掘削で棒状に採取される部分は少なく、亀裂が発達しているために、碎けて角礫状~短棒状コアとなる部分が多い。そして所によっては、亀裂面に粘土を薄く挟む場合もある。しかし、未風化泥岩では掘削中に孔壁が押し出すようなことはない。

表3-1 各ボーリング孔における地質区分

| 孔番号    | 粘性土       | 風化岩        | 未風化岩        |
|--------|-----------|------------|-------------|
| BV2-1  | 0.00~1.95 | 1.95~36.00 | 36.00~40.00 |
| BV2-2  | 0.00~1.60 | 1.60~32.85 | 32.85~40.00 |
| BV2-3  | 0.00~4.60 | 4.60~33.00 | 33.00~40.00 |
| BV3-8  | 0.00~2.20 | 2.20~27.50 | 27.50~30.00 |
| BV3-9  | 0.00~5.00 | 5.00~22.80 | 22.80~30.00 |
| BV3-10 | 0.00~4.70 | 4.70~22.25 | 22.25~30.00 |
| BV4-6  | 0.00~5.20 | 5.20~21.20 | 21.20~30.00 |
| BV4-7  | 0.00~4.80 | 4.80~25.00 | 25.00~30.00 |
| BV4-8  | 0.00~2.40 | 2.40~27.00 | 27.00~30.00 |

### 3-3. 地すべり面とパイプ歪計観測

地表踏査・コア観察・ボーリング掘削中の孔内状況・地すべり斜面の縦断面形状・パイプ歪計観測などを総合的に検討して地すべり面を推定した。以下に調査孔ごとに推定地すべり面を一覧表にして示す。

表3-2 推定地すべり面と歪の累積の関係

| 孔番号   | 深度 (m) | コアの状況と<br>掘削中の孔壁の状況                                                     | 歪の累積量                                                                       |
|-------|--------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| BV2-1 | 36.00  | 31.80~36.00m間の強破碎泥岩の最下位面。<br>33.70~36.00m間は無水の密着亀裂が発達しており、亀裂面には薄い粘土を挟む。 | —                                                                           |
| BV2-2 | 11.30  | 11.00~11.30mは著しく粘土化した部分で、掘削中に孔壁の絞り出しが強かった。                              | 11m以浅の歪累積量は、3000マイクロであり、設置後から累積変位量は約10000マイクロに達している。ただし、平成4年1月に累積方向が逆転している。 |
|       | 24.00  | 23.50~24.00m間は、亀裂の間に粘土をはさむ角礫状コアである。                                     | 24mの歪累積量は、約1000マイクロであり、設置後からの累積変位量は約4000マイクロに達した。                           |
|       | 32.85  | 31.50~32.80m間の強破碎泥岩の最下位面。<br>この間は掘削中に孔壁の絞り出しが続いた。                       | 歪累積量は、1000マイクロ未満である。                                                        |
|       | 34.00  | 網目状の密着亀裂が発達する泥岩。コアは長棒状に採取されているが、力を加えたとすぐに砕ける。                           | 歪累積量は1000マイクロ程度である。そして設置後からの累積変位量は約2000マイクロに達している。                          |
| BV2-3 | 33.00  | 30.50~33.00m間の強風化泥岩の最下位面。角礫状コアのまわりを粘土が包んでいる。                            | —                                                                           |

表3-3 推定地すべり面と歪の累積の関係

| 孔番号    | 深度 (m) | コアの状況と<br>掘削中の孔壁の状況                                                                              | 歪の累積量                                                                     |
|--------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| BV3-8  | 20.80  | 20.60~20.90m間は岩組織が不明瞭な強風化泥岩である。この中の20.60~20.80m間は粘土化した部分である。                                     | ——                                                                        |
| BV3-9  | 15.10  | 14.25~14.35m, 15.00~15.10m, 15.65~15.75m間は粘土化しており、コアぶくれをおこしている。                                  | 設置直後から、15m以浅の歪ゲージで累積変位が続いている。その累積量は1年間で約1000マイクロである。                      |
|        | 22.20  | 20.20~22.80mは無水掘削で円筒状コアになる。この中の、21.80~22.20m間は粘土化でコアぶくれをおこしている部分である。                             | 22.20m付近では歪の明らかな累積はない。                                                    |
| BV3-10 | 16.00  | 風化泥岩の中で無水掘削を主体とする上位層と送水掘削でもコアが採取できる下位層との境界。                                                      | ——                                                                        |
|        | 22.25  | 20.85~22.25m間は粘土化しているために無水掘削でコアを採取した。掘削中は孔壁の押し出しが続いた。この区間の最下部22.25mを地すべり面とした。                    | ——                                                                        |
| BV4-6  | 21.20  | 20.00~21.20m間のコアは著しく破砕されており、21.20m付近のコアは粘土化している。20.40~20.70m間のコアは送水掘削で、亀裂面にはさまる粘土が流出し、コアの採取率が低い。 | ——                                                                        |
| BV4-7  | 25.00  | 24.75~25.00m間は、粘土化した凝灰岩である。                                                                      | 25mの歪ゲージで500マイクロ程度の弱い歪の累積が認められる。                                          |
| BV4-8  | 27.00  | 26.35~27.00m間は、粘土化しはじめており、モザイク状の泥岩のまわりを粘土がうめている。掘削中にはわずかに孔壁の押し出しがあった。                            | 設置直後から26mの歪ゲージに累積が続き、変位量は1年間で1500マイクロを超えた。                                |
| BV62-2 | 18.00  | 18mは、風化岩と未風化岩との境界である。                                                                            | 18mの歪ゲージには設置直後から弱い歪の累積が続いており、平成3年12月には累積量が1200マイクロに達した。平成4・5年にはほとんど累積がない。 |
| BV1-1  | 13.00  | 12.70~13.00m間は風化泥岩のなかの粘土化した部分である。                                                                | 13m以浅のゲージの歪累積量は平成3年12月までに1500マイクロに達した。そして、4年の融雪期に半分くらいのゲージで断線してしまった。      |
|        | 15.70  | 風化泥岩と弱風化凝灰岩との境界であり、15.60~15.70m間は風化泥岩と風化凝灰岩が混在している。                                              | 16m付近のゲージには明瞭な歪の累積は認められないものの、平成3年から歪の変化がではじめた。                            |
|        | 21.80  | 21.50~21.80m間は、泥岩と凝灰岩の粘土化した部分が混在しており、著しく粘着性が高い部分である。                                             | 平成3年に入ってから、22m以浅の歪ゲージで歪の変化がではじめた。                                         |

500  $\mu$

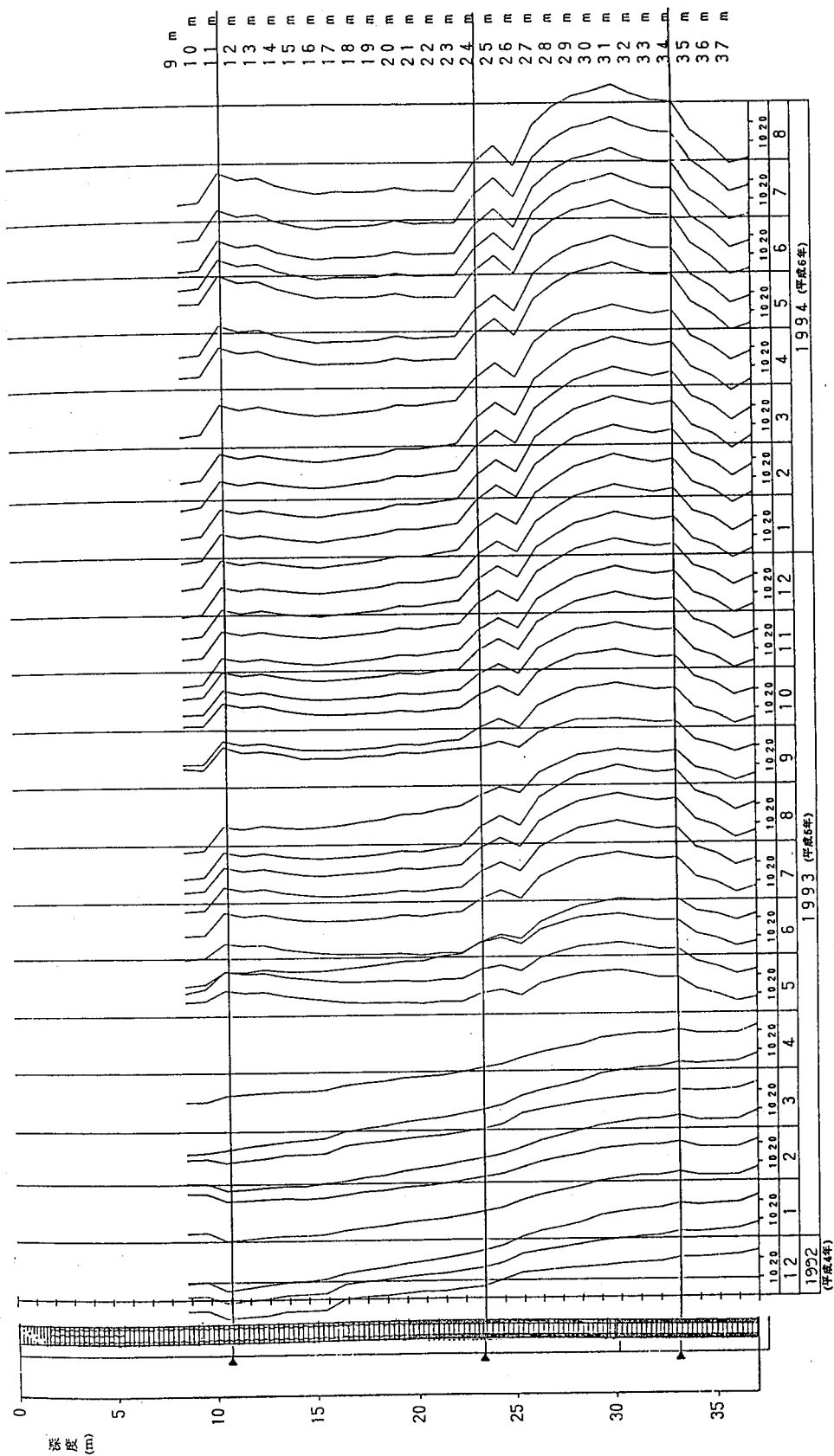


図3-1 歪柱状図(BV2-2)

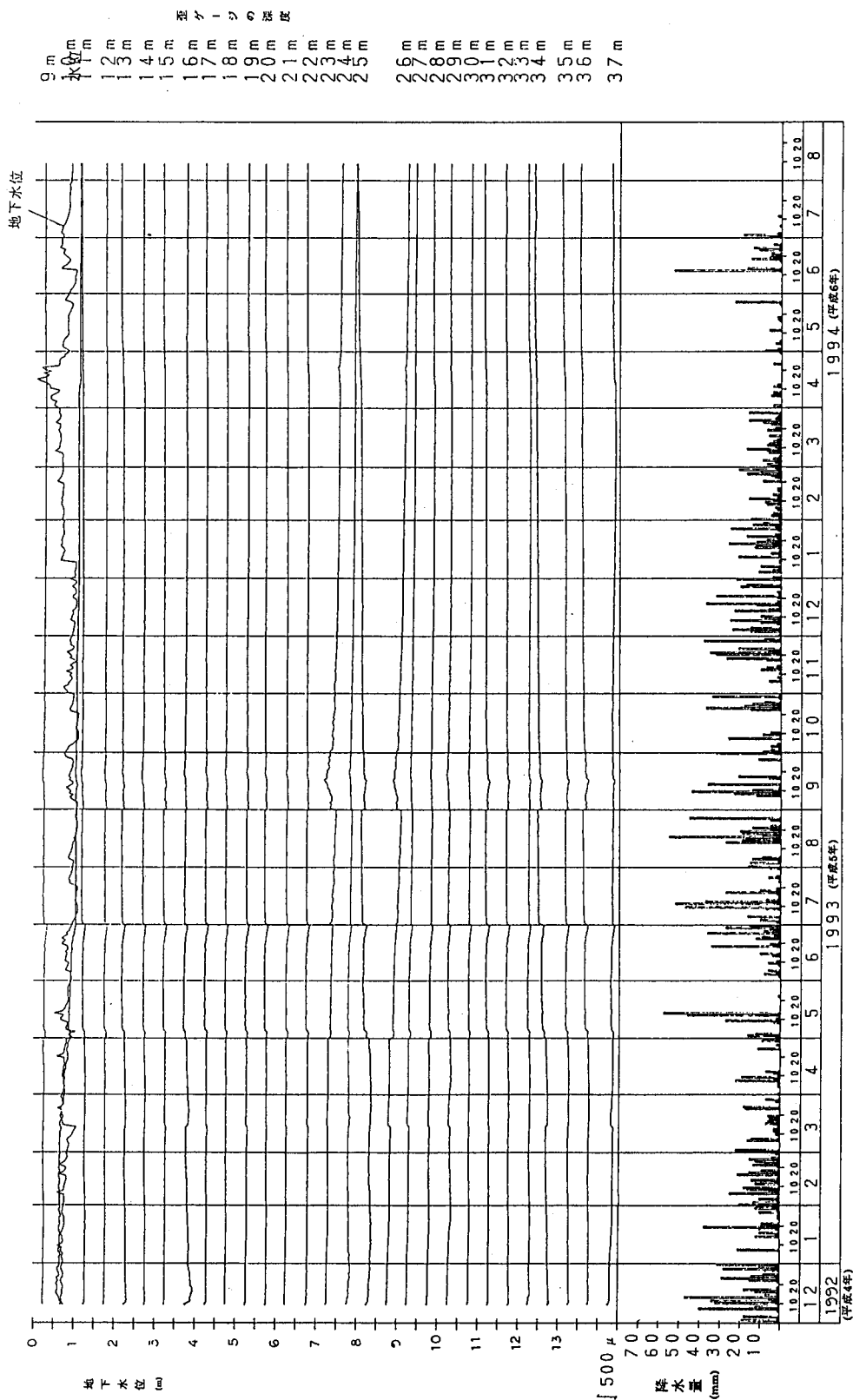


図3-2 歪解析図(BV2-2)

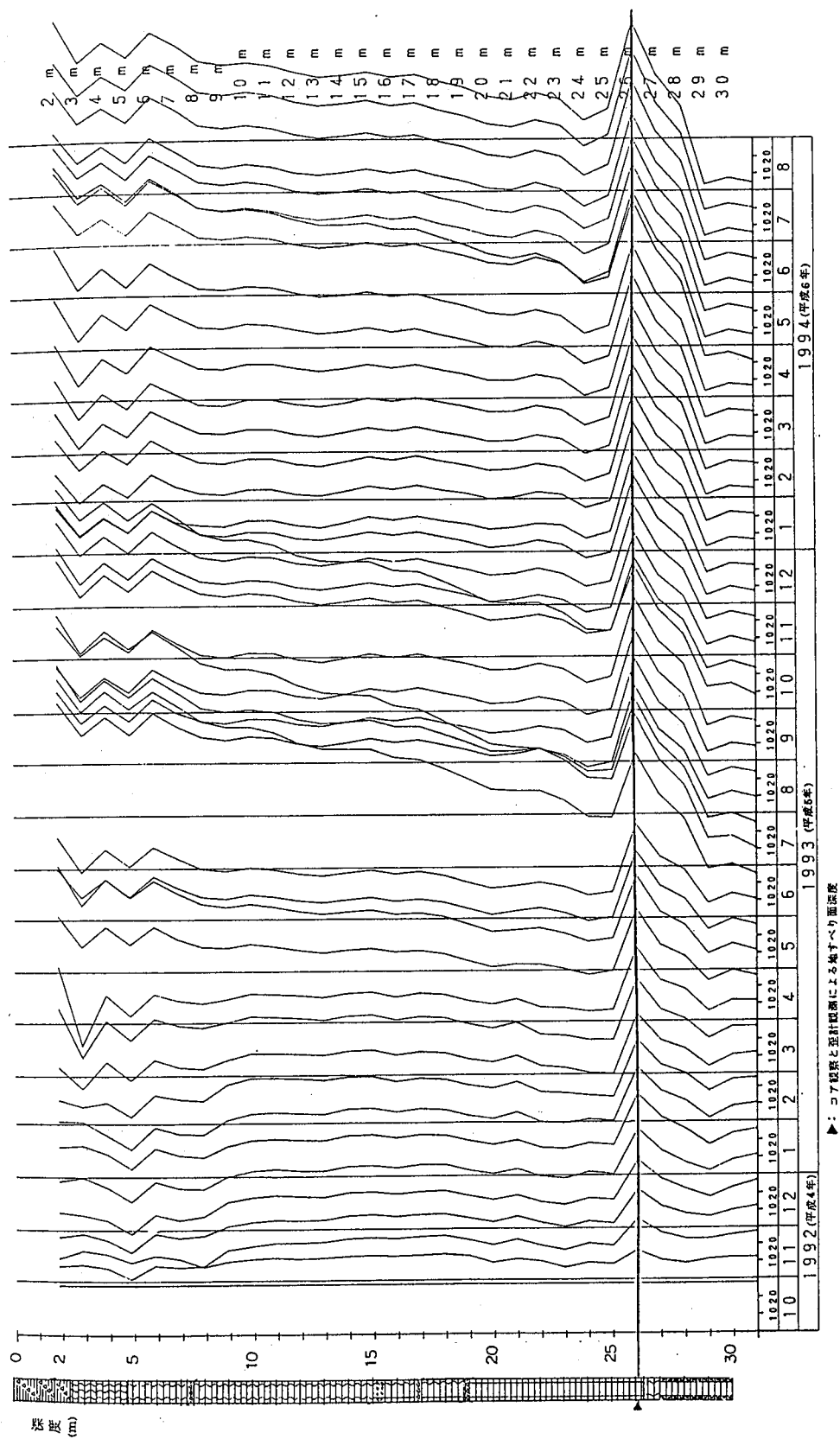


图 3-3 歪柱状图(BV4-8)



はど管の上りの上から  
湧水したものと考えられる。  
地下水位

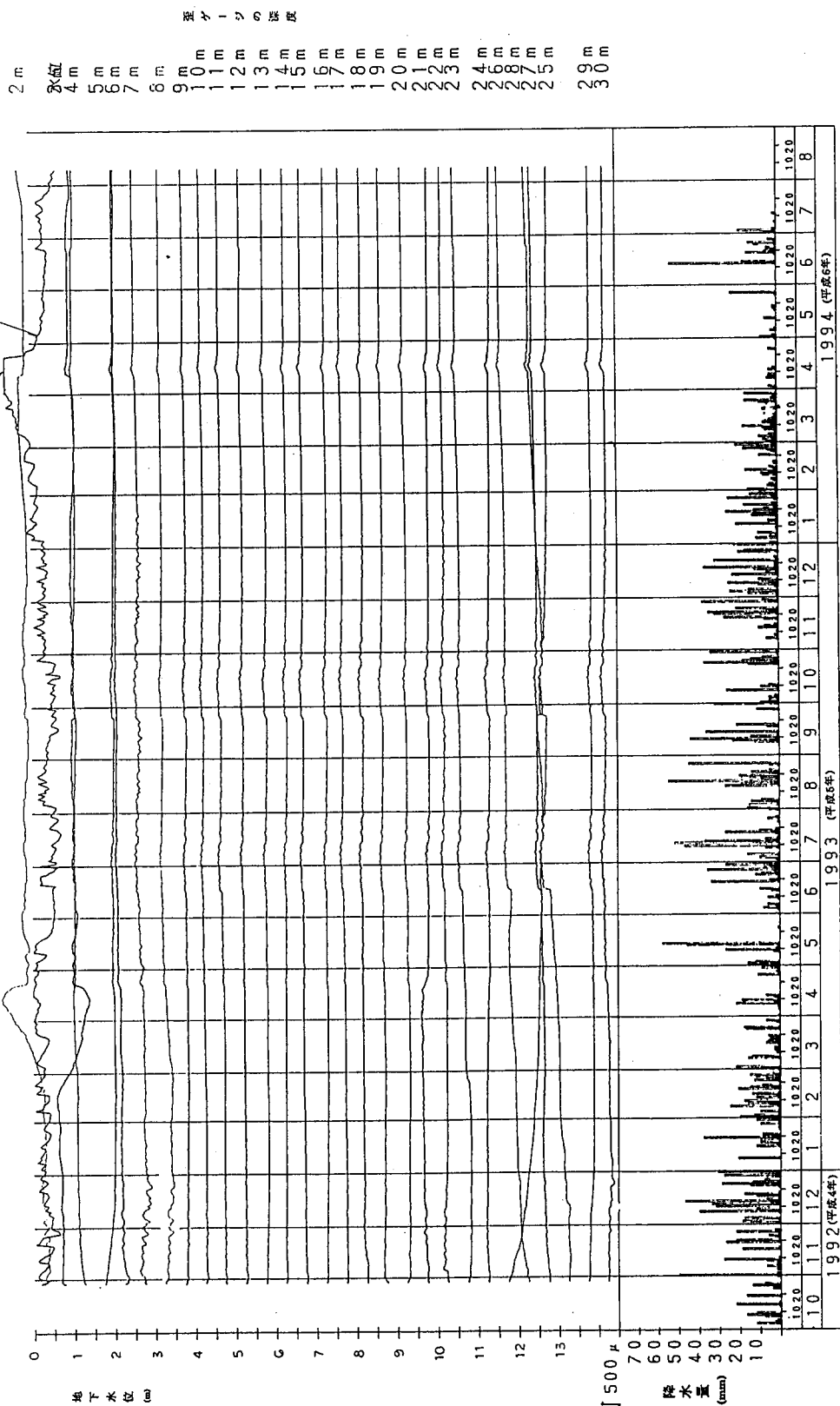


図2-4 至解析図(RV4-8)

500  $\mu$

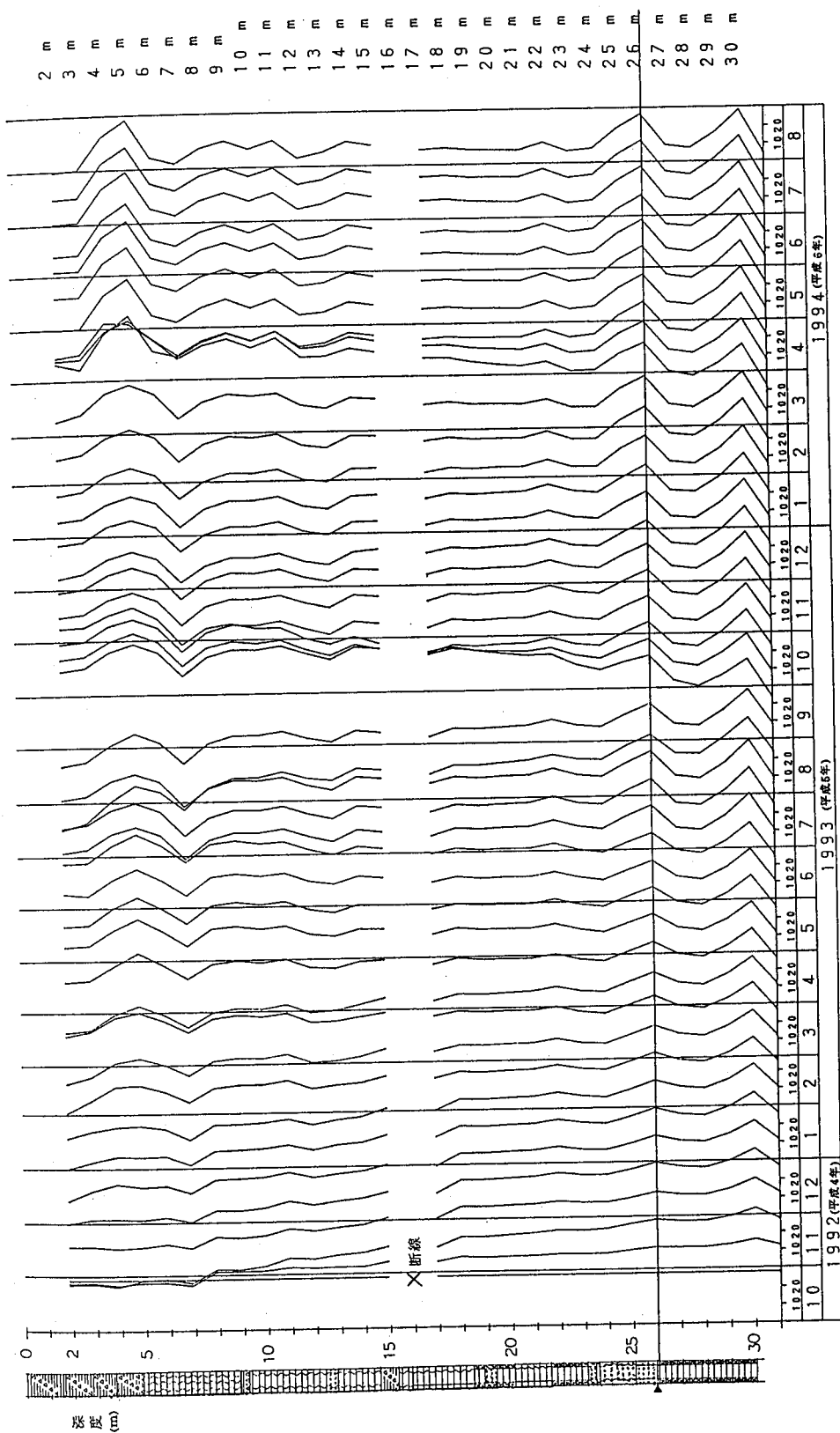


図 3-5 歪柱状図(BV4-7)

▲: コア観察と深計観測による地すべり面深度

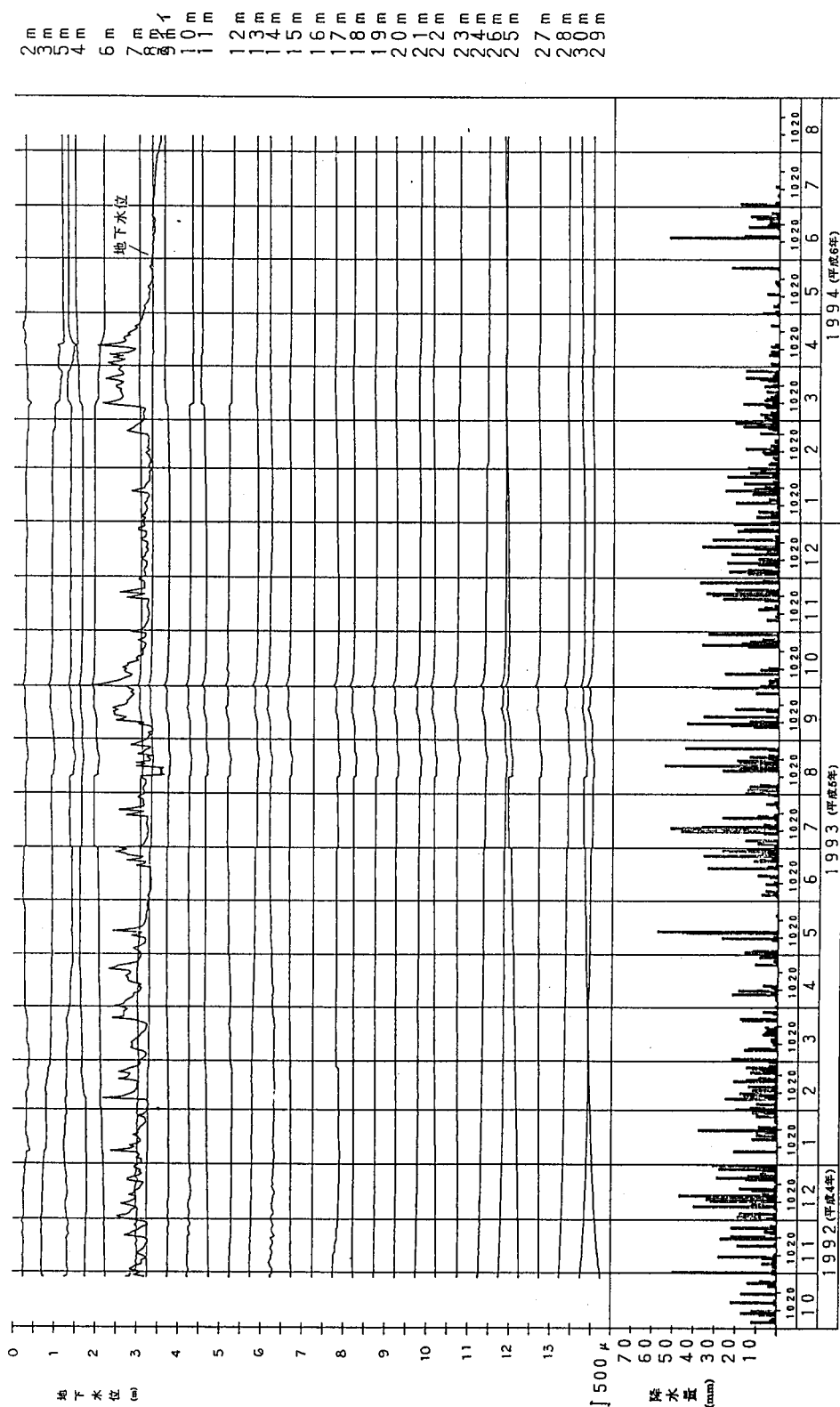


图3-6 歪解析图(BV4-7)

### 3-4. 地下水位観測

Aブロック内では、BV2-1・2-3・3-8・4-6を1週間に1回の手測り観測で、BV3-10を地下水位のみの自動観測で、BV2-2・3-9・4-7・4-8を歪と合わせた自動観測で1日1回ずつ測定を行っている。以下、これらについて要約する。

#### (1) BV2-1

平成2年から3年にかけて地すべり活動のためか、水位が3.5m付近から1m付近まで上昇したものの、4年には再び3m付近まで低下した。5年には降雨があると敏感に1mから3mまでの範囲で昇降する変化を示した。

#### (2) BV2-2

地表面下1m以浅の高い水位を保っている。そして、降雨があると敏感に反応して数10cm水位が上昇している。

#### (3) BV2-3

平成3年11月に施工したボーリング暗渠工の効果が発揮され、4年には水位が約2m低下し、平均水位は5m付近になった。5年にはさらに水位が1m低下した。

#### (4) BV3-8

平成3・4年にはGL-6m付近にあった地下水位が、5年には4m付近まで上昇している。

#### (5) BV3-9

地表面下1m以浅の高い水位を保っている。そして、降雨があると敏感に反応して数10cm水位が上昇している。

#### (6) BV3-10

平成3年から4年10月まで、地下水位はGL-1.5m付近にあった。それが11月～12月の秋雨などに反応してGL-0.5mまで上昇した。平成5年は11月22日まで1m付近にあった水位が、その後1.5m付近まで低下した。近隣で集水井工を施工しはじめた効果があらわれた可能性がある。そして、平成6年3月～4月の融雪期には地表面下0.5m付近まで地下水位は上昇したが、6月～7月にかけてのボーリング暗渠工の施工で数10cm程度地下水位が低下し、その後は2.5m付近の水位をとるようになった。

#### (7) BV4-6

地下水位は1m以浅の高い水位を保っている。

#### (8) BV4-7

地下水位は地表面下3m付近に保たれている。

#### (9) BV4-8

地下水位は地表面下1m以浅にあり、降雨があると10～20cm上昇する。平成6年4月には地下水位が地表面以上を示し、観測孔の塩ビ管の立上りから湧水したものと考えられる。

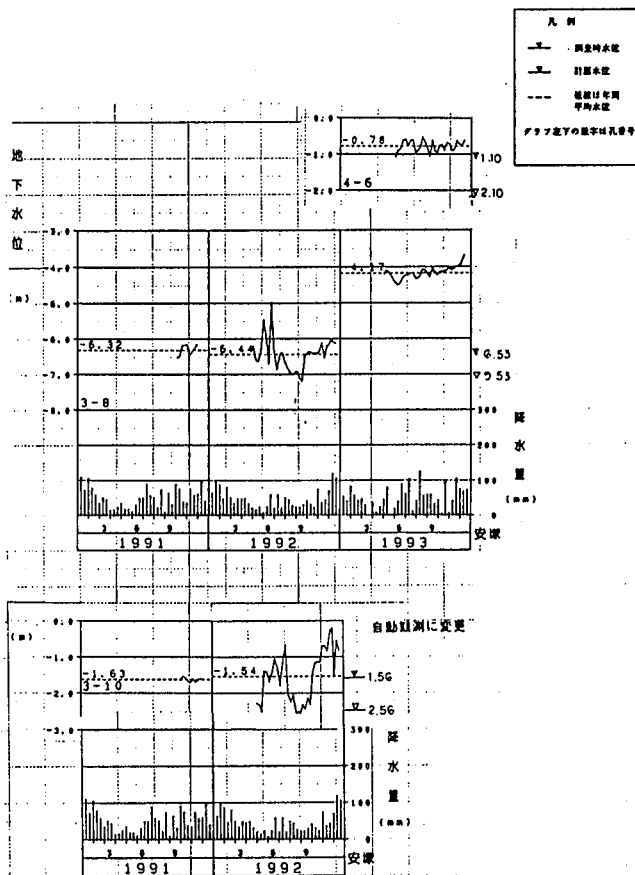
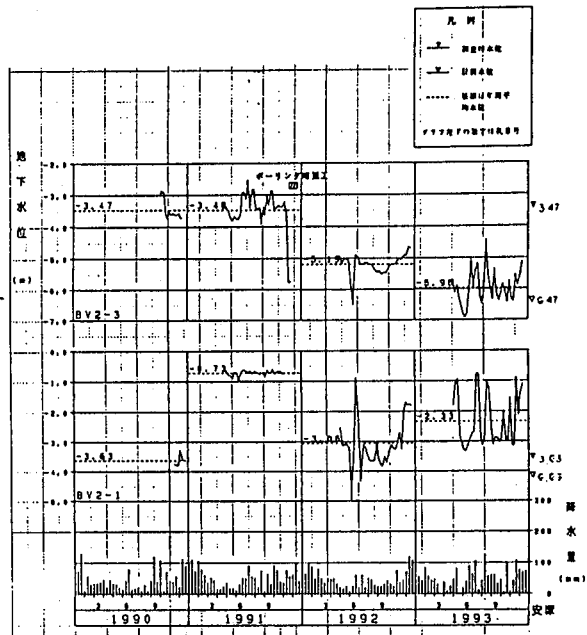


図3-7 地下水位変動図

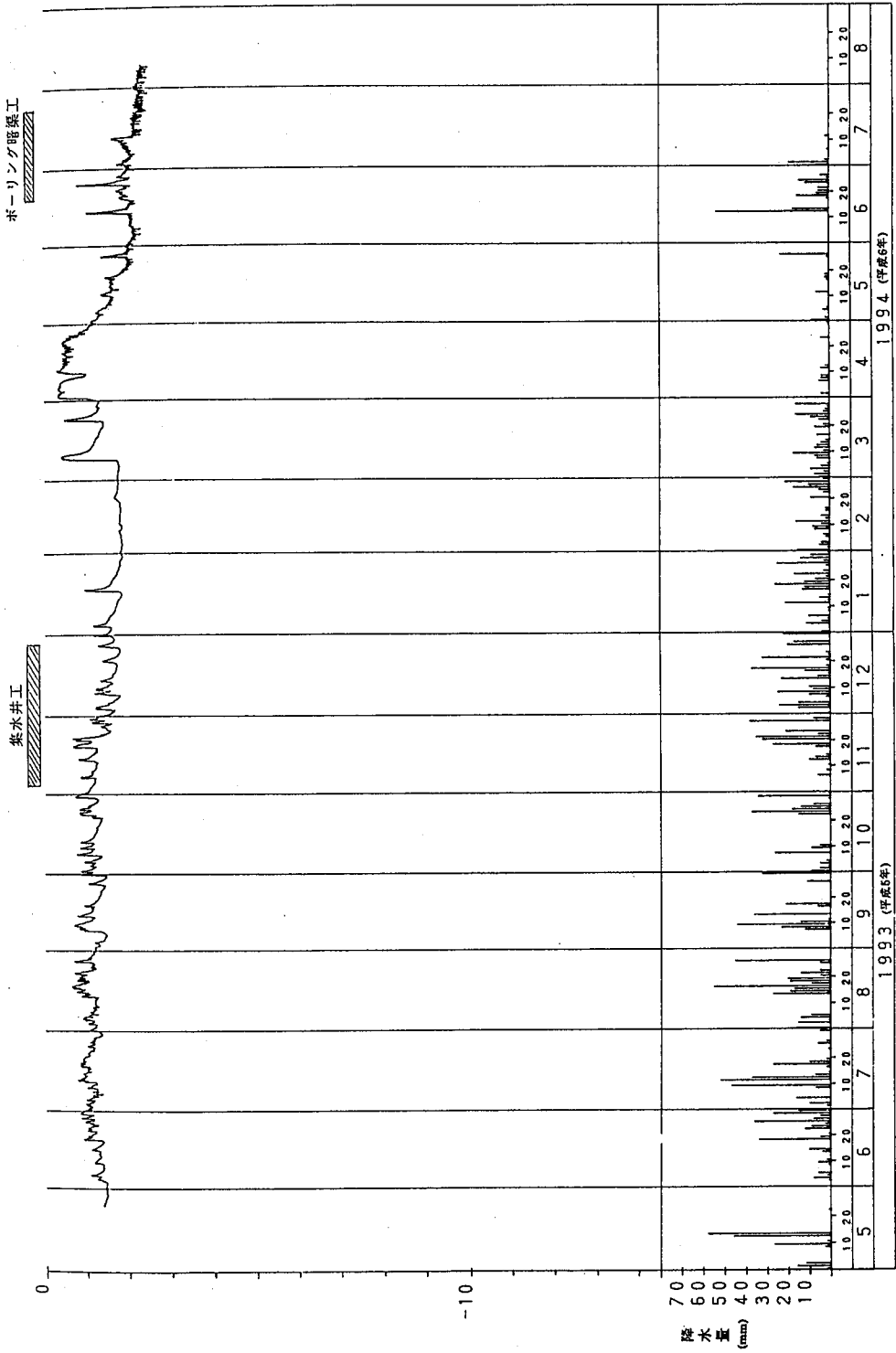


図3-8 水位変動図(BV3-10)

### 3-5. 地すべり発生機構と防止工事の基本方針

A地区は宇津俣地すべり地のはほぼ中央部に位置し、北東－南西方向へ延びる石倉地区との境界の尾根を冠頭部とし、東から西へ活動する地すべり斜面である。地すべりブロックは幅200m、延長450mの巨大な馬蹄形をしている。このA地区とB地区の間は不明瞭な尾根で境されており、この尾根と石倉地区と境界をなす尾根の交点に鷹羽鉱泉は位置する。

A地区の冠頭部付近には尾根と平行する断層の存在が推定され、鷹羽鉱泉の源泉のほかにも多数の湧水がある。この湧水は尾根に降った雨などが、断層によって遮水され、ダムアップされて湧水しているものと考えられる。

A地区の下部は上中部に比べて斜面が急傾斜になっている。そのため、すこしでもバランスをくずすと地すべりが発生しやすい危険性を持っていた。昭和62年のA地区西側方部のA<sub>1</sub>ブロック、平成元年のA<sub>2</sub>ブロックの地すべり活動はこのような位置で発生した地すべりである。

A<sub>1</sub>.A<sub>2</sub>ブロックの地すべりに対しては、ボーリング暗渠工を適宜施工し、地下水位の低下が確認されている。しかし、BV62-2・BV1-1のパイプ歪計には工事後も歪の累積が続き、BV1-1は平成4年に断線してしまった。これはA<sub>1</sub>.A<sub>2</sub>ブロックは安定したもの、その背後にひかえるAブロック主要部が緩慢な活動を続けているためではないかと考え、BV2-2のパイプ歪計を自動観測したところ、深度24m・34mというA地区の一次地すべりに相当すると考えられる深度で歪の累積が確認された(図3-1・2)。さらに、平成4年に設置したBV4-8でも設置直後から累積変位が続いておりその変位量は1年間で1500マイクロを超えた(図3-3・4)。さらに、BV3-9やBV4-7でも500マイクロ程度の歪の累積が続いている(図3-5・6)。そしてBV62-2も深度18mで緩慢な歪の累積が続いており、これらを結ぶと図3-9に示すような船底型の地すべり面となる。なお、歪の累積量は地すべり面が深いBV2-2・BV4-8の方が、BV3-9・BV62-2よりも大きい。

これまでの調査結果では地下水賦存量は多くないものの地すべり面が非常に深いために、防止工法としては抑止工の採用は難しく、抑制工として地下水排除工や、表流水が地下へ浸透するのを防止する工法が主体となる。

BV3-10は断層を貫き、断層の下盤の揚水試験で1.0~1.5ℓ/minの地下水賦存が確認されている。これらは、明らかに被圧地下水であり、揚水試験後には7.50mまで水位が回復した。これと地すべり冠頭部付近で湧水が多いことと考えあわせると、先に述べたとおり、断層でダムアップされた被圧地下水が地すべり地内へ供給され、地すべり発生の誘因となっている可能性が強い。したがって断層を貫くように集水井工を配置することで被圧地下水の水頭をさげ地すべりを抑制する工法を計画している。また、湧水や表流水は適宜水路工を施工することで地下への浸透を防止する。

このような基本方針に基づいて、平成5年度から防止工事に着手している。5年度には、BV3-10付近の最も滑落崖に近い集水井工を施工した。

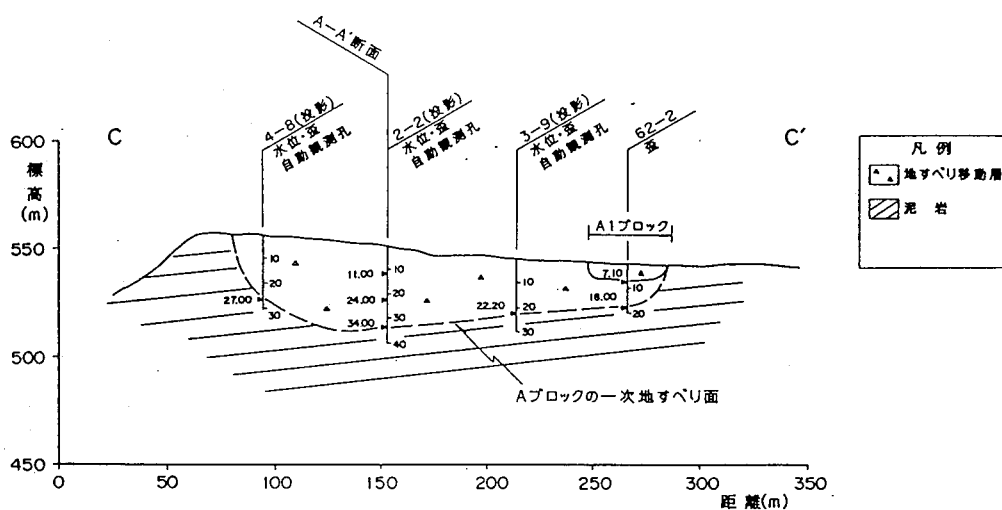


図3-9 AブロックC-C'横断面の形状

(断面図の位置は図1-4に対応する。)



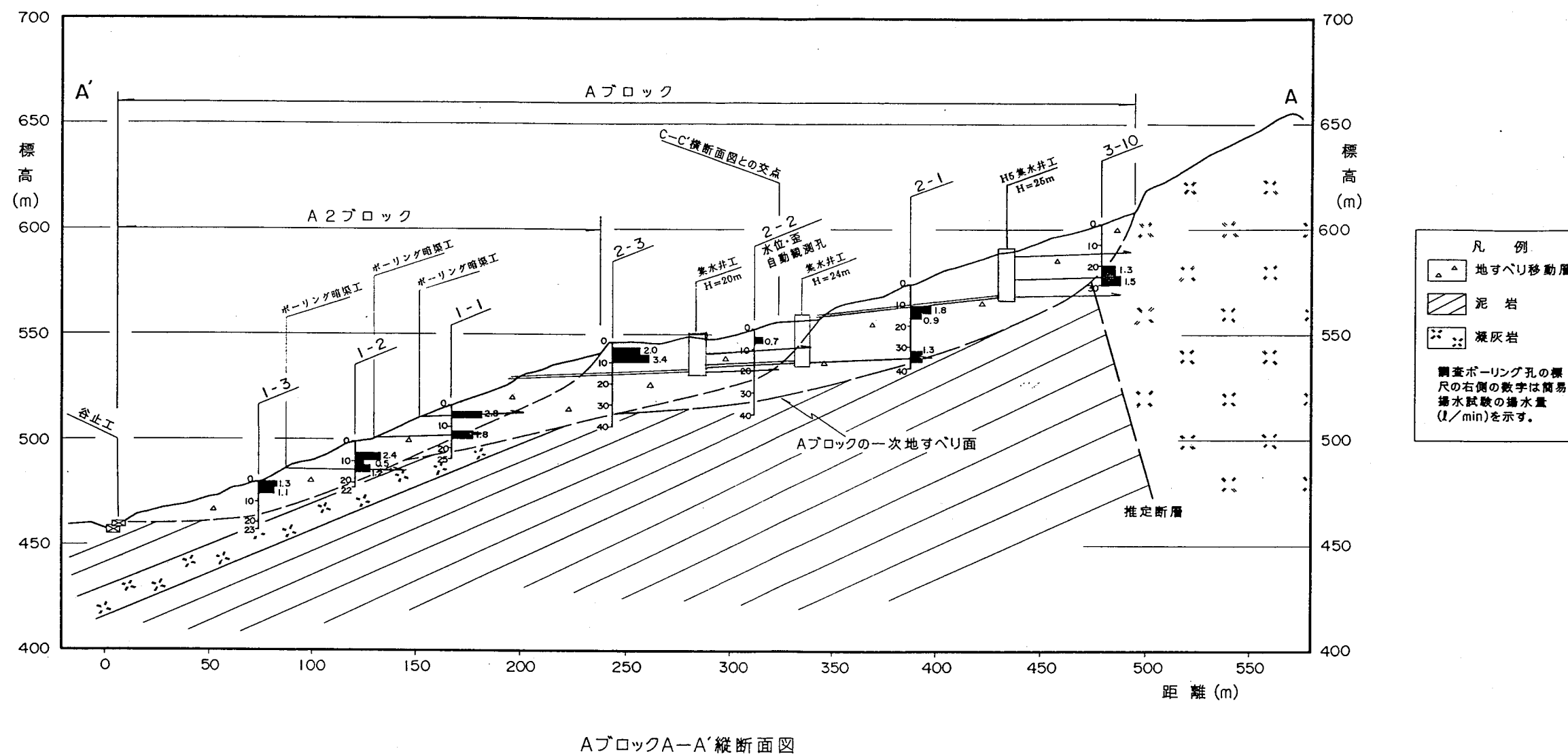


図3-10 AブロックA-A'縦断面図

それぞれの調査孔から延びている矢印は移動量の累積水平移動量(平成6年7月10日)をあらわしている。縮尺はS=1:100である。

### 3-6. 地下水排除工による安全率の変化

宇津俣地すべり地ではA1・A2・B・Cブロックでボーリング暗渠工を施工しており、それぞれ地下水位低下量で表3-4のような実績がある。

表3-4 ボーリング暗渠工による地下水位低下量の実績

| ブロック名  | 孔番号                     | 地下水位低下量                 |
|--------|-------------------------|-------------------------|
| A      | BV2-3                   | 約2.0m                   |
| A1     | BV62-1<br>BV62-3        | 約1.0m<br>約1.0m          |
| A2     | BV1-1                   | 約7.0m                   |
| B      | BV2-4<br>BV2-5<br>BV2-6 | 約2.5m<br>約2.0m<br>約6.0m |
| C      | BV63-2                  | 約1.0m                   |
| 8孔の平均値 |                         | 2.8m                    |

このように宇津俣地すべり地ではボーリング暗渠工で平均して1~2mの水位低下は可能である。また、集水井工による地下水位低下の頸城地域における実績は3~5mである。

以下に地下水位低下の変化に伴う安全率を算出する。

- ① ボーリング暗渠工で水位低下1m

集水井工で水位低下3m

間隙水圧の減少量  $\Delta U = 110 + 495 = 605 \text{ (t/m)}$

$$F_s' = \frac{(16542.1 - 9007.3 + 605) \times 0.366 + 3.5 \times 376.8}{4163.4} = 1.032$$

- ② ボーリング暗渠工で水位低下2m

集水井工で水位低下5m

$\Delta U = 220 + 825 = 1045 \text{ (t/m)}$

$$F_s' = \frac{(16542.1 - 9007.3 + 1045) \times 0.366 + 3.5 \times 376.8}{4163.4} = 1.071$$

- ③ ボーリング暗渠工で水位低下3m

集水井工で水位低下6m

$\Delta U = 330 + 990 = 1320 \text{ (t/m)}$

$$F_s' = \frac{(16542.1 - 9007.3 + 1320) \times 0.366 + 3.5 \times 376.8}{4163.4} = 1.095$$

このように地すべり面深度約34mのAブロック全体地すべりは、ボーリング暗渠工と集水井工の組み合わせで地下水位がそれぞれ3mと6m低下しても計画安全率の  $F_s = 1.15$  を達成できない。しかし、BV2-2で活動中の地すべり面が34mであることを考えると、計画安全率に対する不足分を杭打工などの抑止工で達成することは、防止工事の投資効果(経済性)や施工性(地すべり面以下に全長の $\frac{1}{3}$ を挿入すると杭長は50mになる)の面で問題が大きいと考えられる。そこで、現在計画されている地下水排除工を中心とした防止工事を完了した後も、地下水位低下量が小さい場合やパイプ歪計に歪の累積が大きい場合などは、地下水排除工の追加施工など工事計画の見直し、再検討が必要となろう。

なお、地下水位低下のみで計画安全率を達成する場合は、地すべり斜面全体に6mの地下水位低下が必要である。

- ④ 地すべり斜面全体に地下水位が6m低下

$\Delta U = 1950 \text{ (t/m)}$

$$F_s' = \frac{(16542.1 - 9007.3 + 1950) \times 0.366 + 3.5 \times 376.8}{4163.4} = 1.151$$

### 3-7. 地すべり防止工事計画

検討結果に基づいて防止工事計画を一覧表にして示す。

表3-5 防止工事計画一覧表

| 工種           | 施工位置                           | 規格・数量                                                                                        | 施工理由                     | 優先順位 | 施工年度    |
|--------------|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------|---------|
| ボーリング<br>暗渠工 | ブロック上部<br>孔口標高<br>590.00m      | 仰角5°<br>φ60m×5孔×2群                                                                           | 地すべり頭部に働く過剰な間隙水圧の低減      | 2    | 平成6年度   |
| 集水井工         | ブロック上部<br>天端標高<br>590.00m      | 井筒 H=25m<br>集水ボーリング<br>仰角5°<br>上段 φ55m×12孔<br>中段 φ55m×12孔<br>下段 φ50m×12孔<br>排水ボーリング<br>ℓ=85m | 地すべり頭部に働く過剰な間隙水圧の低減      | 2    | 平成5年度   |
| 杭打工          | ブロック上部                         | 地下水排除工の効果を見て詳細決定                                                                             | 上部ブロックの抑止                | 4    | 平成7年度以降 |
| ボーリング<br>暗渠工 | ブロック中部<br>孔口標高<br>557.0m       | 仰角3°<br>φ60m×5孔×5群                                                                           | 上部ブロック下部の地下水排除           | 3    | 平成6年度   |
| 集水井工         | ブロック中部<br>天端標高<br>556.80m      | 井筒 H=24m<br>集水ボーリング<br>仰角5°<br>φ60m×16孔<br>排水ボーリング<br>ℓ=50m                                  | 地すべり面に働く過剰な間隙水圧の低減       | 3    | 平成7年度以降 |
| 集水井工         | ブロック<br>中下部<br>天端標高<br>547.00m | 井筒 H=20m<br>集水ボーリング<br>仰角5°<br>上段 φ65m×14孔<br>下段 φ50m×14孔<br>排水ボーリング<br>ℓ=90m                | 地すべり面に働く過剰な間隙水圧の低減       | 3    | 平成7年度以降 |
| ボーリング<br>暗渠工 | ブロック下部<br>孔口標高<br>535.50m      | 仰角5°<br>φ50m×5孔×3群                                                                           | A2ブロックに流入する地下水をすみやかに排除   | 1    | 平成3年度   |
| 集水井工         | ブロック上部<br>天端標高<br>566.00m      | 井筒 H=15m<br>集水ボーリング<br>仰角3°<br>上段 φ50m×16孔<br>下段 φ50m×16孔<br>排水ボーリング<br>ℓ=60m                | 地すべり頭部に働く過剰な間隙水圧の低減      | 2    | 平成6年度   |
| ボーリング<br>暗渠工 | ブロック上部<br>孔口標高<br>577.50m      | 仰角5°<br>φ30m×5孔×2群                                                                           | 地すべり頭部に働く過剰な間隙水圧の低減      | 3    | 平成7年度以降 |
| ボーリング<br>暗渠工 | ブロック中部<br>孔口標高<br>544.50m      | 仰角5°<br>φ50m×5孔×1群                                                                           | 林道へ押し出している小規模地すべりブロックの抑止 | 3    | 平成7年度以降 |
| 集水井工         | ブロック上部<br>天端標高<br>577.00m      | 井筒 H=10m<br>集水ボーリング<br>仰角3°<br>上段 φ60m×13孔<br>下段 φ50m×12孔<br>排水ボーリング<br>ℓ=37m                | 地すべり頭部に働く過剰な間隙水圧の低減      | 2    | 平成6年度   |
| ボーリング<br>暗渠工 | ブロック上部<br>孔口標高<br>582.50m      | 仰角5°<br>φ50m×5孔×4群<br>φ60m×5孔×1群                                                             | 地すべり頭部に働く過剰な間隙水圧の低減      | 2    | 平成6年度   |

#### 4. まとめ

宇津俣地すべり地石倉ブロックは、移動層の土質・地質の違いから2つの地すべり面を持ち、地すべりの移動速度も異なることが明らかになった。浅い地すべりは移動速度が早く現在も活動中であり、応急対策工事に着手した所である。また深い地すべりについては、まだ移動状況についても十分に確認がなされていないため、移動状況を確認した上で恒久対策工事に着手する時期を検討することにしたい。

一方、湯ノ脇地区Aブロックの地すべりは緩慢な活動ではあるものの、最も深い所で34mの深度に歪の累積が続いている大規模な地すべりである。平成5年度から地下水排除工を中心とした防止工事に着手しており、今後地下水位や移動量に工事効果が現れるものと期待される。

このように宇津俣地すべり地では、地質や地形、地下水などの条件の違いから規模や移動速度、移動量の異なる2つの地すべりが活動を続けている。今後とも地すべりの特徴を調査・観測で十分に解明した上で、経済的で効果的な地すべり防止工事を施工することが肝要である。

最後に宇津俣地すべり地における調査・防止工事について、現地検討会において有益なご意見・ご批判を期待しております。

#### (参考文献)

平成2年～5年度 宇津俣地すべり地 地すべり防止(山腹)調査報告書  
新潟県治山課 上越林業事務所

# 社団法人 新潟県地質調査業協会会員名簿

事務局 〒950 新潟市鳥屋野 4 丁目 7 番 22 号新潟県地質会館  
T E L (025)285-3145 F A X (025)285-3336

6. 4. 1

| 会 員 名                   | 代 表 者 | 住 所                          | 電 話 番 号           | F A X 番 号         |
|-------------------------|-------|------------------------------|-------------------|-------------------|
| 旭 調 査 設 計 (株)           | 奥田 優  | 新潟市八千代 1-4-31                | (025)<br>245-8345 | (025)<br>245-8349 |
| 大手開発(株)新潟営業所            | 小滝 帝治 | 〃 上所中 2-15-10                | (025)<br>283-2081 | (025)<br>283-2082 |
| 応用地質(株)新潟支社             | 高見 健  | 〃 紫竹 7-27-35                 | (025)<br>274-5656 | (025)<br>271-6765 |
| 開 発 技 建 (株)             | 大家 健  | 〃 文京町22-21                   | (025)<br>265-2261 | (025)<br>267-8912 |
| 梶谷エンジニア(株)新潟営業所         | 大塚 光治 | 〃 新島町通 1-1977-2<br>ロイヤル礎205号 | (025)<br>228-3520 | (025)<br>225-2009 |
| 川崎地質(株)北陸支店             | 高橋 廣  | 〃 紫竹山440-22                  | (025)<br>241-6294 | (025)<br>241-6226 |
| (株)キタック                 | 中山 輝也 | 〃 平島 1-13-6                  | (025)<br>231-2201 | (025)<br>267-2171 |
| 基礎地盤コンサルタント(株)<br>新潟事務所 | 笠原貢太郎 | 〃 沼垂東 1-9-18                 | (025)<br>243-2711 | (025)<br>243-2712 |
| (株)興和                   | 福田 正  | 〃 学校町通 2-5295                | (025)<br>222-1911 | (025)<br>222-7733 |
| 国土防災技術(株)新潟支店           | 荒井 五郎 | 〃 坂井1035-1                   | (025)<br>260-2245 | (025)<br>260-7522 |
| 三 祐 (株) 新 潟 支 店         | 田中 晴男 | 〃 上所上 1-16-8<br>上所ビル 3 F     | (025)<br>285-0301 | (025)<br>285-0302 |
| サンコーコンサルタント(株)<br>新潟支店  | 渡辺 浩  | 〃 寺尾上 4-2-18<br>そうご電器ビル      | (025)<br>260-3141 | (025)<br>268-4950 |
| (株)新協地質                 | 篠崎 寿輔 | 〃 紫竹 4-13-1                  | (025)<br>244-7866 | (025)<br>244-1673 |
| (株)新研基礎コンサルタント          | 児玉 芳彦 | 〃 山二ツ309-1                   | (025)<br>286-7188 | (025)<br>287-0096 |
| (株)大東設計コンサルタント<br>新潟支店  | 椎谷政之助 | 〃 花園 2-1-16<br>三和ビル301号      | (025)<br>246-1320 | (025)<br>247-3740 |
| 大日本コンサルタント(株)<br>新潟事務所  | 佐藤 淳  | 〃 米山 4-1-23<br>堅田ビル          | (025)<br>241-0114 | (025)<br>244-7328 |
| (株)ダイヤコンサルタント<br>新潟営業所  | 池田 龍一 | 〃 礎町通 5 ノ町2264<br>高政ビル       | (025)<br>222-4336 | (025)<br>222-4337 |
| 中央開発(株)北陸支店             | 吉岡 良三 | 〃 堀之内南 3-1-21<br>ユタカビル内      | (025)<br>283-0211 | (025)<br>283-0212 |
| 利根コンサルタント(株)<br>新潟営業所   | 須藤 貞美 | 〃 寄居町704-5<br>平久ビル           | (025)<br>229-4098 | (025)<br>229-4097 |
| 東邦地水(株)長岡営業所            | 小玉 章  | 長岡市千歳 1-3-37                 | (0258)<br>33-2846 | (0258)<br>33-2863 |
| (株)日さく新潟支店              | 住吉 功  | 新潟市上木戸 1-10-1                | (025)<br>273-6301 | (025)<br>271-1110 |
| 日特建設(株)新潟支店             | 滝澤 紀夫 | 〃 南出来島 1-10-1<br>ヴィラサザン 2 F  | (025)<br>285-2231 | (025)<br>285-2229 |
| 日本基礎技術(株)新潟支店           | 塩崎 善樹 | 〃 寺山 3-6-18                  | (025)<br>271-6311 | (025)<br>271-7778 |
| 日本物理探鉱(株)新潟事務所          | 池田 幸夫 | 〃 神道寺 3-10-37                | (025)<br>241-2960 | (025)<br>241-2959 |
| 北 陸 鑿 泉 (株)             | 田井儀四郎 | 〃 弁天 1-1-15                  | (025)<br>244-5222 | (025)<br>244-5223 |
| (株)村尾技建                 | 村尾 建治 | 〃 女池1433-11                  | (025)<br>284-6100 | (025)<br>283-0368 |
| 明治コンサルタント(株)<br>新潟支店    | 平 信行  | 〃 青山 1-1-22                  | (025)<br>265-1122 | (025)<br>265-1126 |
| ライト工業(株)新潟支店            | 黒坂 健二 | 〃 弁天 3-3-19                  | (025)<br>247-8251 | (025)<br>247-8254 |

# 地すべり対策技術協会新潟県支部会員名簿

会員20社

| 会 社 名                         | 代 表 者 | 〒      | 住 所                           | 電 話 番 号      |
|-------------------------------|-------|--------|-------------------------------|--------------|
| 新 潟 支 部                       | 熊谷 忍  | 951    | 新潟市学校町通 2-5295<br>(興和ビル)      | 025-222-1911 |
| 大 手 開 発 (株) 新 潟 営 業 所         | 小滝 帝治 | 950    | 新潟市上所中 2-15-10                | 025-283-2081 |
| 応 用 地 質 (株) 新 潟 支 店           | 高見 健  | 950    | 新潟市紫竹 7-27-35                 | 025-274-5656 |
| (株) キ タ ッ ク                   | 中山 輝也 | 950-21 | 新潟市平島 1-13-6                  | 025-231-2201 |
| 北 日 本 プ ロ ッ ク 工 業 (株)         | 諸橋 運治 | 950    | 新潟市南笹口 1-12-12<br>(フクダ南笹口ビル)  | 025-244-4131 |
| (株) 興 和                       | 福田 正  | 951    | 新潟市学校町通 2-5295                | 025-222-1911 |
| 国 土 防 災 技 術 (株) 新 潟 支 店       | 荒井 五郎 | 950-21 | 新潟市坂井1035-1                   | 025-260-2245 |
| サンコーコンサルタント(株)新潟支店            | 渡辺 浩  | 950-21 | 新潟市寺尾上 4-2-18<br>(そうご電器ビル)    | 025-260-3141 |
| 新 越 開 発 (株)                   | 穴澤 繁男 | 946-01 | 北魚沼郡広神村大字下田<br>351-32         | 02579-9-3232 |
| (株) 新 協 地 質                   | 篠崎 寿輔 | 950    | 新潟市紫竹 4-13-1                  | 025-244-7866 |
| (株)ダイヤコンサルタント新潟営業所            | 池田 龍一 | 951    | 新潟市礎町通 5ノ町2264                | 025-222-4336 |
| 中 央 開 発 (株) 北 陸 支 店           | 吉岡 良三 | 950    | 新潟市堀之内南 3-1-21<br>(ユタカビル)     | 025-283-0211 |
| 東 邦 地 下 工 機 (株) 新 潟 営 業 所     | 片山 浩明 | 950    | 新潟市女池1443                     | 025-284-5164 |
| 利根コンサルタント(株)新潟営業所             | 須藤 貞美 | 951    | 新潟市寄居町704-5<br>(平久ビル)         | 025-229-4098 |
| (株) 日 さ く 新 潟 支 店             | 住吉 功  | 950    | 新潟市上木戸 1-10-1                 | 025-273-6301 |
| 日 特 建 設 (株) 新 潟 支 店           | 滝澤 紀夫 | 950    | 新潟市南出来島 1-10-1<br>(ヴィラサザン 2F) | 025-285-2231 |
| 日 本 基 礎 技 術 (株) 新 潟 支 店       | 塩崎 善樹 | 950    | 新潟市寺山 3-6-18                  | 025-271-6311 |
| 日 本 物 理 探 鉱 (株) 新 潟 事 務 所     | 池田 幸夫 | 950    | 新潟市神導寺 3-10-37                | 025-241-2960 |
| (株) 村 尾 技 建                   | 村尾 建治 | 950    | 新潟市女池1433-11                  | 025-284-6100 |
| 明 治 コ ン サ ル タ ン ト (株) 新 潟 支 店 | 平 信行  | 950-21 | 新潟市青山 1-1-22                  | 025-265-1122 |
| ラ イ ト 工 業 (株) 新 潟 支 店         | 黒坂 健二 | 950    | 新潟市弁天 3-3-19                  | 025-247-8251 |

## 宇津俣地すべり

1994・9

---

|     |             |
|-----|-------------|
| 編 集 | 新潟県農林水産部治山課 |
| 発 行 | 地すべり学会新潟支部  |
| 印 刷 | 株式会社 文 久 堂  |

---