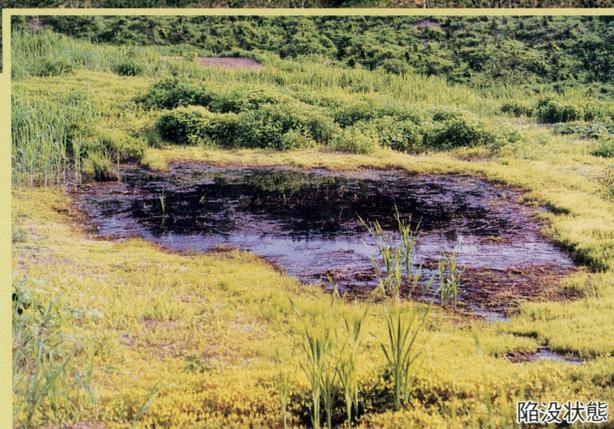


雁平・達野地すべり

■ 1987. 9. 17~18 ■



陥没状態

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

後援 ■ 新 潟 県

序

このたび第15回現地検討会を建設省所管雁平地すべり地においてとり行うことになりました。同地すべりは全国でも最も発生頻度の高い地域に位置しており、昔から何回となく緩慢な地すべりが発生しています。

このため新潟県土木部により各種観測を含む調査が進められ、その結果にもとづいて防止工事が行われています。また、本地区は陥没孔（ボラ）の分布や、地下水の賦存状態などに特徴がみられ、地すべり研究者や技術者にとって興味ある現場かと思えます。幸い観測資料も豊富のようです。官学民それぞれの知識をお互いに交換しながら活発な御意見を戴ければ複雑な地すべり機構の解明や有効な防止工法の選定に役立つことと思えます。

なお、本検討会では雁平地すべり地のほか、建設省所管の達野地すべり地を現地見学ルートに加えました。当地区は人家近接地に発生した地すべりの応急対策の施工例として参考になり、このことについての検討もあわせ行うことになっております。

おわりに、現地の準備とともに、この貴重な資料の作成に御協力をいただいた砂防課、新井砂防事務所、北日本技術コンサルタント(株)、国土防災技術(株)の関係各位に心から謝意を表します。

地すべり学会新潟支部

雁 平 地 す べ り

1. 地 区 の 概 要

1. 1 位 置 と 概 要

雁平地すべりは、上越市の南東約10kmに位置し、防止区域は中頸城郡清里村と板倉町にまたがっている。地区内の大半は、山林で占められておりわずかに雁平川と石油川沿いに田畑が開墾されていたが現在は大半が休耕田となり荒れている。雁平川に沿って荻平部落に通じる村道がある。同部落は、かつては石油の採油でにぎわい、鉱泉宿もあったほどであるが、現在は僅かに2軒が残り、夏場の農繁期を除くと定住者はいない。

地すべり指定地の概要は、下記のとおりである。

- ・ 所 管 : 建設省
- ・ 指定地名 : 雁平地すべり
- ・ 指定面積 : 94.6 ha
- ・ 告 示 : 昭和36年4月8日

建告第993号



図-1 位 置 図

1.2 地形と地すべり

本地区は、高田平野の東方に広がる東頸城丘陵が徐々に高度を下げて平野に没する縁部にあたり、地形は峻嶒部の標高が200~300 mの比較的高性に富む丘陵性山地を形成している。本地区周辺の地すべりの分布密度は県下有数で、図-3 にみるように隣接地域も地すべり防止区域に指定されている。この付近の山地斜面の大半は何らかの形で地すべり活動に関連して形成されたものとみて良く、地区内で不動地とされる箇所は、わずかに石油川右岸側に認められるにすぎない。

地区内には、坊ヶ池付近に源を発する関川支流の雁平川が南々東方向から北々西に向かって流下しており、同川右岸支流の石油川が中流部で合流している。かつて両川の両岸は、浸蝕が激しくいたる所で崩壊し地すべりを誘発していたが、昭和39年の大水害を契機に雁平川と石油川の中~下流域にかけて砂防ダム数基と床固め工が建設されこの区間では浸蝕量が少なくなり、地すべり活動も少なくなった。しかし、上流域ではいまなお浸蝕が激しく地すべりを誘発する一因となっている。

地すべり地内の地形は、起伏量100~200 m、斜面勾配8~18°の緩斜面が広がっており、地形勾配や水系から地区内は図-2 のように3つの地形区に区分できる。

・ I 帯 …… 雁平川の左岸側地域。斜面勾配は約18°で指定地内では最も急であり、これは地質構造(受け盤)を反映したものである。山腹斜面全てが地すべり地で、地すべりブロックの形状は複雑である。現在活動しているところもある。

・ II 帯 …… 雁平川と石油川に囲まれた地域。斜面勾配は約8°ときわめて緩傾斜な地形を形成している。石油川上流部左岸

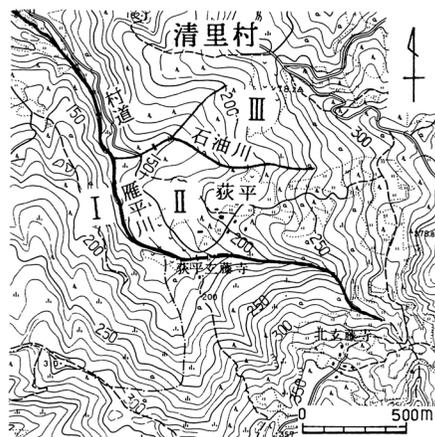


図-2 地形区分

側から雁平川上流部にかけて一次地すべりによるものと思われる顕著な滑落崖がみられる。地すべりブロックの形状は、I帯同様複雑で明瞭ではない。現在荻平部落の下部斜面が緩慢に活動しており、地表のうねりが大きく、多数の円形状の窪地が存在する特異な現象が認められる。

・ III 帯 …… 石油川右岸地域。地形勾配約13°で中腹部から頭部は牧草の採草地に開墾されたが、規模の大きい地すべりが頻繁に発生し、一部は現在も活動中である。このため採草地の大半は荒地となっている。



図-3 雁平地すべり地とその周辺地域

1. 3 地 質

(1) 地 質 分 布

本地域の基盤岩は、図-4に示したとおり、新第三紀中新世の堆積岩類からなり、地すべり指定地内では主に寺泊層の泥岩が分布している。同層は、地区内に良好な露頭が少なく明確ではないが、主に無層理塊状の黒色泥岩からなるようである。ただ、河床礫やボーリングコア、崩壊箇所に出露した岩塊を観察すると凝灰岩や細粒な砂岩層を挟在しているものと推定される。

地すべり崩土は、泥岩を起源とする粘性土からなり、かなり軟質化の進んだ岩片混り粘土層と母岩の堆積構造を残す風化泥岩層の2層に分けられる。これらは、上述したように地区内に基盤岩の露頭がほとんどみられないことから、かなり厚く堆積しているものと思われる。

(2) 地 質 構 造

地質構造は、図-4に示すとおり北東-南西方向の背斜軸が狹平部落付近をとっており、同軸の東側約8kmと西側約4kmには同方向の断層が存在する。上述したように地区内には良好な基盤岩の露頭がなく地層の走向・傾斜は不明だが、図-4によると地層は背斜軸の西側で約60°~70°南西へ、東側は30°~60°南東側へ傾斜している。このため狹平部落付近に分布する地すべりは、走向方向に近い流れ盤の地すべりである。また、前述した地形区の雁平川左岸（Ⅰ帯）および石油川右岸（Ⅲ帯）は、受け盤斜面となる。

表-1 地すべり地の地質構成

時 代	地 層 名	地 質	記 事
第 四 紀	沖 積 地すべり崩土	岩片混り粘土	主に二次的な地すべり崩土で、地すべり斜面全域にわたって分布する。岩片は泥岩片主体だが砂岩片や凝灰岩片も含まれる。マトリックスは、軟質で粘性の高い粘土からなる。
		泥 岩 塊	一次地すべりによる移動土塊であるが、母岩の堆積構造を残しており風化泥岩様である。亀裂多く角礫状に崩れる。主に地すべり斜面頭部に分布する。
新 第 三 紀	中 新 世 寺 泊 層	泥 岩 (砂岩・凝灰岩挟有)	地すべり地の母岩となっており、主に黒色泥岩層からなるが、砂岩層、凝灰岩層を挟有する。

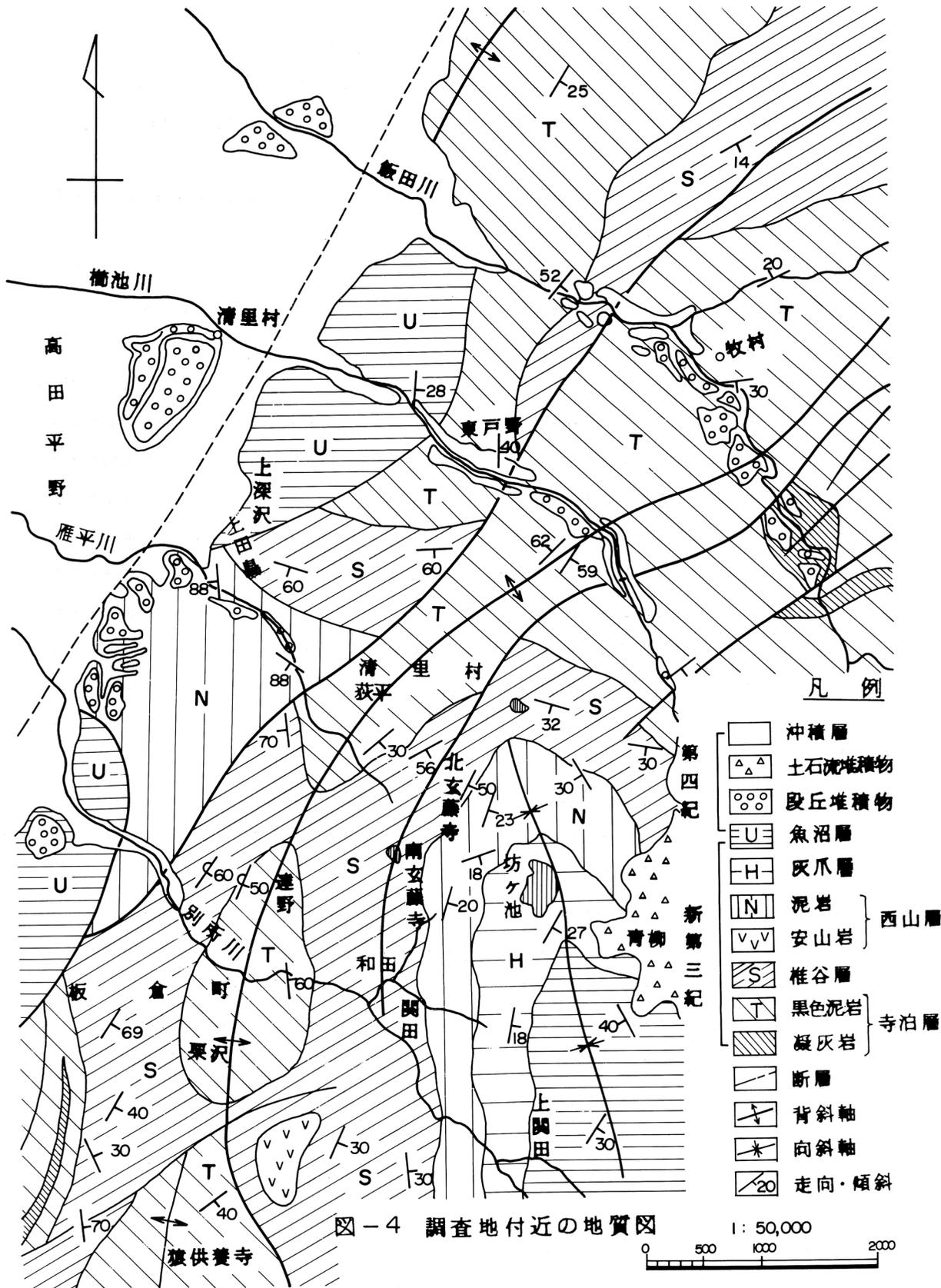


図-4 調査地付近の地質図

1. 4 地すべり地の歴史

清里村は、明治時代に石油の採油で栄えた歴史があり、荻平（雁平地すべり地）はその中心地で最盛期（明治12年頃）には約500本の削井と稼働人員約2,000人をかぞえ、出油日産350石（約6300ℓ）をはこったとのことである。

天智7年（西暦668年）越国（現在の新潟県内）から燃える水と燃える土を朝廷に献上した記録が残されており、古来より石油の存在は知られていた。記録によると荻平の石油は、慶長年間（1596~1615）には出油が確認されており、大字馬屋では安永年間（1772~1781）に、そのほかの地区でも文政年間の古文書に記されている。当時石油のことは草生水（臭水の佳字）と呼び、現在の石油川は正しくは草生水川と呼ぶようである。この由来は、水流に草生水が浮いて流れていたことからきている。

荻平の石油は地上に自然と溜っていて畑にはならないし、燃えると消すには厄介な代物としてもてあましていたが、明治維新前50年頃から灯火として使われるようになり採油が盛んになった。この頃の採油は、深さ180~270cmの穴（草生水穴と称した）を掘り汲み取る方法であったが、明治維新を向かえランプの普及とともに採油量も増加し井戸や機械掘りへと変化した。井戸の深さは5間（深さ9m）が一般的であったらしいが、なかには165間（同300m）まで掘下げた記録も残っている。また、当地は、日本の「送油パイプライン発祥の地」として石油業史に特筆されている。当時の運搬は、草生水樽に詰めて人馬による背負出であったが悪路と冬期の積雪に難行を極めていた。明治11年（1878）の天皇の全国視察が糸口となり、明治新政府の〈文明開化・殖産興業〉の政策のもとに翌12年当時の金額にして総工費3719円をかけて荻平を起点とし田島村の裡久保に至る延長約2200mにおよぶ送油パイプラインが敷設された。パイプラインは、1時間当りの送油量を18石（324ℓ）とし、口径2インチ半の鉄管であった。なお、これに先立ち幅員約2.4mの道も整備された。

石油の採油は、昭和初期まで細々と続いたが多くの枯渇と採算性から明治34~35年頃に境に急速に衰え、明治42年頃に30年にわたる事実上の歴史を閉じている。なお、昭和初期に存在していた井戸は、荻平の亀井戸と他1本の井戸だけであったという。

このような石油の歴史を持つ当地は、地すべりに悩まされていたことも事実である。記録によると地すべりのために機械掘の槽が傾いたり、杭底に下した削井機器が曲がる等の被害や井戸の穴が閉塞するような状況があり、機械掘りは一時下火になったほどである。また、当時産油地の地籍ごとに石油の産油を貯溜し、産額を記帳した調場と呼ばれる場所が4~5箇所あった。荻平には荻平調場があったが、地すべりのため現在はその跡地すらなく、その位置は不明である。そして、このような地すべり災害や水火の災害をさげようとして三神の石塔が石油関係者によって建てられたと記録にある。三神とは、大地安定の神である大地主神（おとおこぬしのかみ）、竜神で悪水をよける水波能元仲（みづなみのかみ）悪火を押さえる加具土之神（かぐとのかみ）である。大地安定は、地すべりを指すものであり、悪水はおそらく洪水や土石流、悪火は石油による火災や山火事等であったものと思われる。

このように、当地は明治時代にはすでに地すべりが発生し、様々な被害がでていたことは記録から明らかであり、これ以前からすべっていたこともうかがい知ることができる。ただ、地すべりの規模や詳しい

発生箇所、人家・人命に多大な被害が出たという記録はなく、おそらく地すべりは急激な動きを伴わず現在と同様緩慢な動きを示していたものと推測される。このため避難が可能であったり、人家等は修復程度で住むことができ、かつ至る箇所で動くため記録として残らなかったものと思われる。

記録として残っているものに昭和36年(1961)2月12日後半から翌13日にかけて板倉町玄藤寺新田で発生した地すべりがある。この地すべりによる崩壊土砂は、荻平に押し出し住宅一戸を押しつぶし、雁平川の河道を変えた。また、土石流となって雁平川を下り、下流の田畑に甚大な被害をおよぼした。荻平に押し出された土砂は、表面は乾いても内部は軟らかく約3年間は地上を歩くこともできなかったという。そして災害の中心であった玄藤寺新田の7世帯全戸と荻平の一世帯は、立退きをした。

また、雁平川は、豪雨のたびに洪水と土石流が発生し、平野への出口にあたる付近ではそのたびに甚大な被害が出ていた。なかでも昭和30・31年の両年にわたる大洪水や昭和39年7月7日の出水が大災害として残っている。このため雁平川は、同39年の河川法改正によって一級河川の指定を受け河川改修が行なわれるとともに、山間部は砂防指定を受け石油川ともども砂防ダムや床固め工が建設された。その後、大水害は起きていない。

2. 調査地の状況

2.1 地すべりの状況

調査箇所は、雁平川の右岸側に位置する狹平部落南西側の地すべり斜面で、幅約200~400 m、長さ約350 m、面積約10 haの規模を有し、地すべり末端部は雁平川に達している。(図-5)

この斜面を含む狹平周辺は、明治初期にすでに動きがあったことは前節で述べたとおりであり、古くから断続的に活動を繰り返しているものと推察される。最近では昭和57年4月の融雪期に発生し、西側側部には延長約300mにわたって電裂が生じた。清里村役場の記録によると53年の竣工時を基準にした村道の水平移動量は、西側側部で約2.2 m、村道の中央部で約3.5 m、東側で約1.6 mにおよび、最大約1.2 mの隆起と同約1.4 mの沈下が測定され高低差約2.6 mに達する動きがあった。しかし頭部滑落崖および東側の側方電裂は移動量の割に不明瞭であったという。またこの発生以前の52、53年頃からすでに緩慢な動きがあったらしく、毎年畑地や村道に変状がでていたという。したがって上述した変位量は、この当時からの累積量と推察されるが、57年にかなり大きな動きがあったことは確かである。

昭和60年春の融雪期には、蛇かごで三面張り舗装してあった雁平川が押し出しを受け河床は隆起した。そして57年に生じた西側側部の電裂跡には、わずかだが横ずれも認められた。しかしこの時も頭部および東側側部は不明瞭であった。

このような状況から本斜面の地すべりブロックの形状を地表踏査・航空写真判読等から図-5に示したようにA-1~A-3の3ブロックに大別したが、実際は複雑で明瞭ではない。なお、現在は1つのブロックとして動いている。

つぎにこの地すべりおよび地すべり斜面には、下記のような特徴がある。

- ① 地すべり冠頭部の標高は約200m、雁平川の標高は約150mで、斜面勾配は平均約8°を示す。とくに中腹部から雁平川にかけての勾配は約5°で、ごく緩やかな斜面で地すべりが発生している。そして地すべり面の勾配も5°以下を示す。
- ② 地すべりは非常に緩慢な動きを示し、動きは単年度で終わらず少なくとも数年間は継続する。
- ③ 斜面には半径数mから数十mにおよぶ円形の陥没地形がいくつかみられ、とくにA-2ブロックの側部や市道から下部斜面には陥没が連続したような地形が認められる。なお同様な陥没地形は、調査斜面以外にも数多く認められる。陥没地の底は水が溜っているものが多く極軟弱化しており、比較的浅い位置に地下水の存在が推測される。

地すべり地におけるこのような陥没現象は、千葉県内の地すべり地に多くボラと称される。成因としては、母岩が細粒な泥質岩からなること地下水が比較的豊富であることから地下水による水溶成分の溶脱が考えられる。また、この陥没現象と地すべりとの関係はいまのところ不明だが、高野は地すべり地における陥没や沈下は地すべり発生の原因になると予測している。

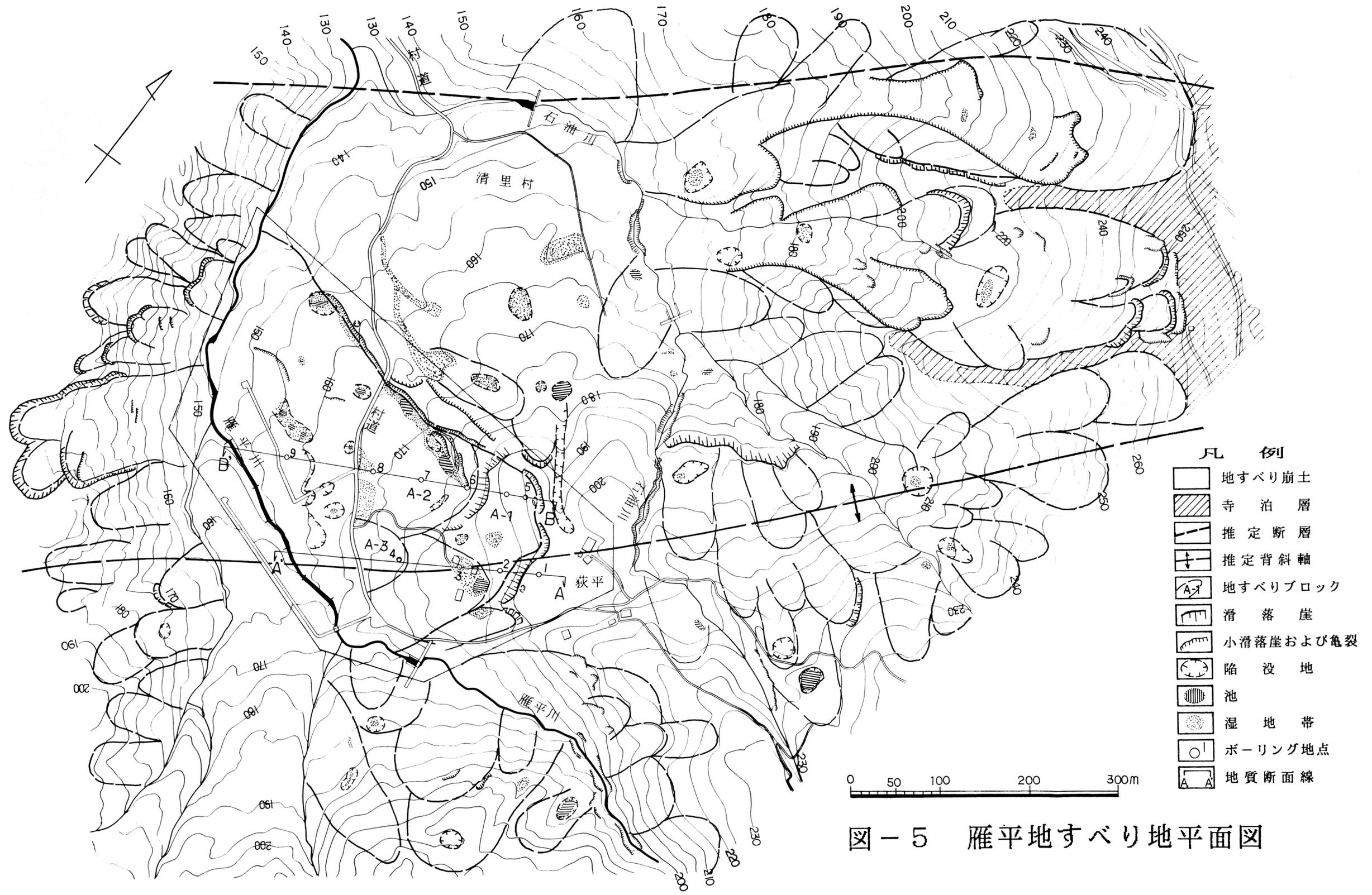


図-5 雁平地すべり地平面図

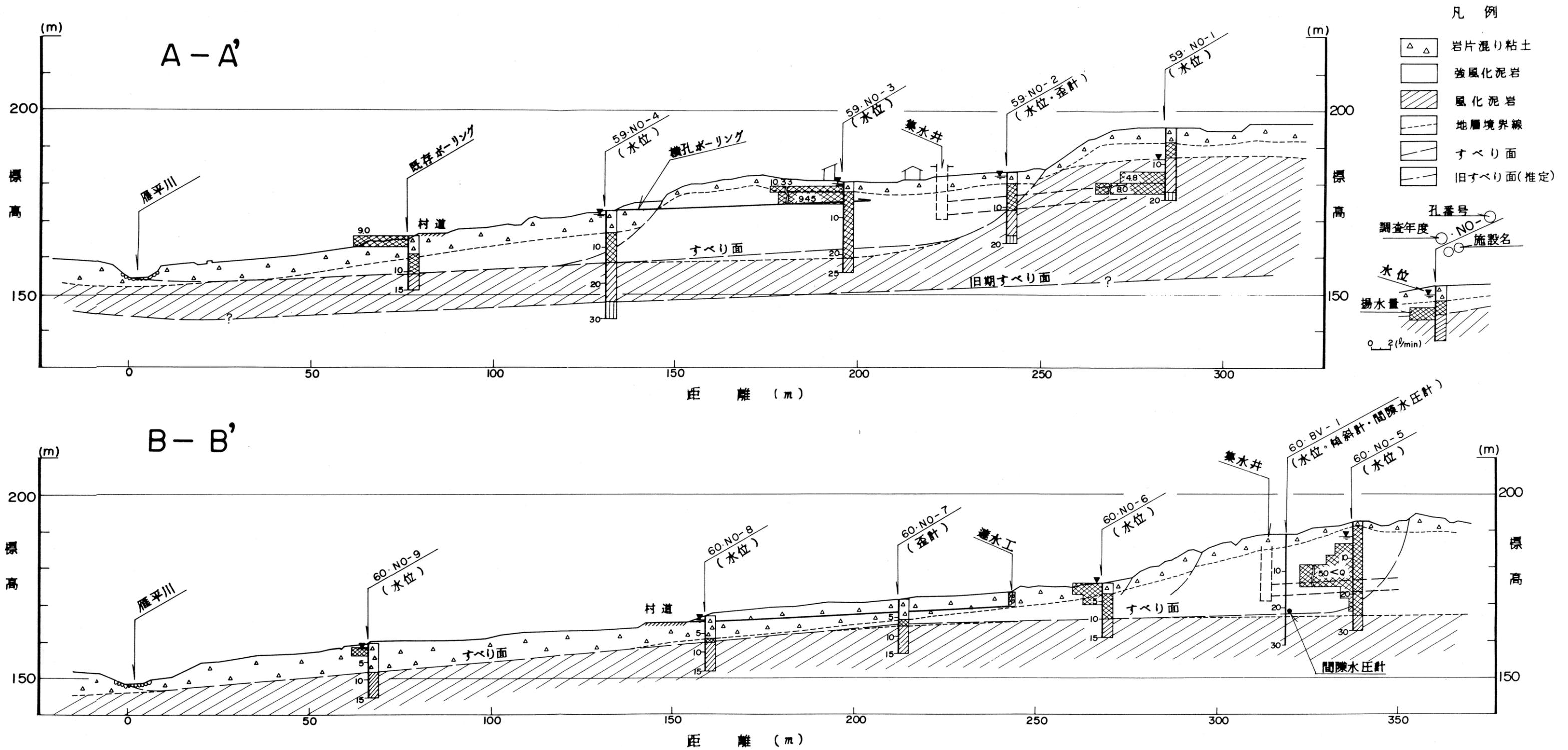


図-6 地質対策工断面図 S=1:1,000

2. 2 地 質 構 成

地すべり地を構成する地質は、表-1 に整理したとおりであり、おおむね3層に大別される。地区の代表的な地質柱状図を図-7 に、地質断面図を図-6 に示した。

地すべり崩土は、風化しもろくなった泥岩片、砂岩片、凝灰岩片を含む岩片混り粘土と強風化泥岩の2層に区分される。岩片混り粘土のマトリックスは軟質で粘性の高い粘性土を主体とするが、上部斜面では細砂からなる箇所もある。岩片は径10mm以下が卓越するが、径40~50cm大のものも認められる。強風化泥岩は、基盤岩の堆積構造を残してはいるが、全体に風化が著しく粘土化を伴っている。全体に高塑性の粘土を頻りに挟む。層厚は、前者の地層は斜面全体にわたってそれほど大きな差はないが、後者は上部斜面で20~25m、中腹から末端にかけては9~1mとなり大きく変化する。

泥岩は、風化泥岩と亜風化泥岩に分けられる。風化泥岩は、著しく破碎し網目状に亀裂が発達している。硬質部は礫化しており破碎された面には粘土を挟在し、スリッケンサイドが認められる。破碎の原因は構造的なものに起因したものか一次地すべりによるものかは不明であるが、両方が原因になっているものと推察され、移動土塊である可能性が高い。亜風化泥岩は、風化泥岩に比べ破碎の程度は弱く岩質もかなり硬質であるが、所々破碎され粘土化した部分を挟む。今回の調査では基盤としたが確証はない。

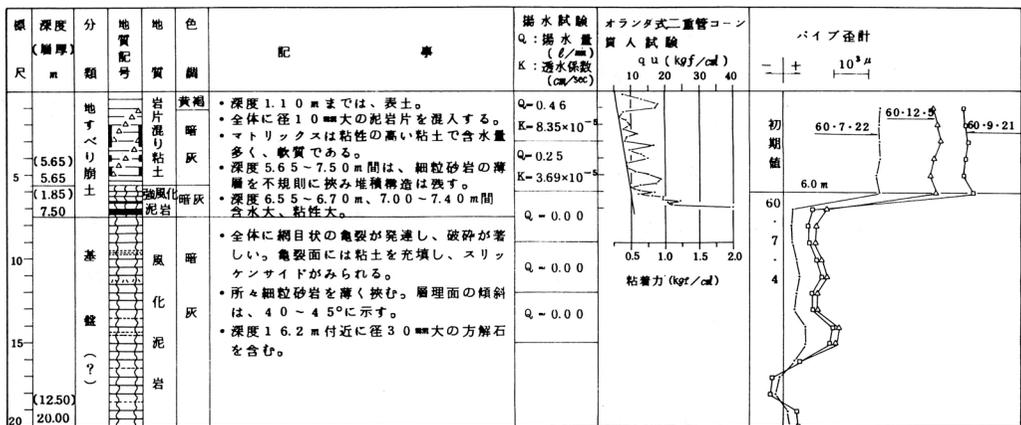


図-7 60. No.-7号孔 地質柱状図

2. 3 土質特性

図-8 は、中腹から末端斜面にかけて実施したオランダ式二重管コーン貫入試験の結果である。図-8 に示すとおり深度6mと9m付近に土質強度の変化点が認められる。深度6mまでは、岩片混り粘土層に相当する。強度は深さ方向に増加する傾向にあり、図中に示した関係式($C = 0.67Z + 0.5$)で表わされる。深度6m以深で9m付近までは、強風化泥岩ないしは風化泥岩に相当する。強度は部分的にかなり低い箇所もあるが、上層よりは高く、 $qu = 20 \sim 30 \text{ kg/cm}^2$ で比較的一定している。深度9m以深は、風化泥岩に相当する。強度は大きくばらついており、破碎された岩質の特徴を良く表わしている。

本試験によりおそらく正規圧密化したと思われるすべり面およびその粘土の強度をとらえることはできなかった。しかし、岩片混り粘土層の強度特性には、正規圧密粘土化の傾向があり、またその下位に分布する強風化泥岩・風化泥岩にも強度低下の進行がみとめら

れる。すなわち、このような強度特性は母岩の岩質がスレーキングを生じ易く、吸水膨潤して容易に粘土化し強度が低下する傾向を示したものと考察される。

表-2 は、地すべり崩土と風化泥岩の土質試験結果である。

泥岩起源の粘土と風化泥岩および強風化泥岩の物理特性には、ほとんど差がないことがわかる。粒度特性をみるとシルト分と粘土分が約90%以上で、かつ粘土含有量(C_F)が占める割合は、34~60%を示しており、かなり細粒な泥岩であることがわかる。また、コンシステンシー特性をみると、液性限界は100%以上で、塑性指数I_pは50%から最高120%におよぶ。

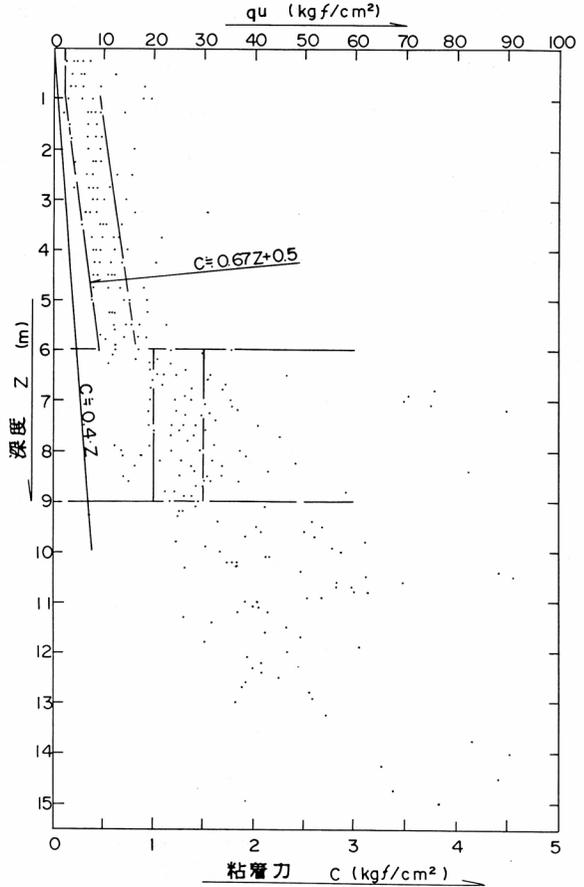


図-8 地すべり崩土の強度特性

表-2 土質試験結果

採取試料	№59-3号孔 コア- 深度 9.5 m	庶水工 0+4 m 深度 2.0 m	庶水工 0+3 m 深度 2 m	庶水工 №1+6 m 深度 2.0 m	庶水工 №0+7 m 深度 4.0 m	
地質	風化泥岩	粘土 (泥岩源)	粘土 (すべり面)	凝灰質粘土	粘土(泥岩)	
日本統一土質分類	(CH)	(CH)	(CH)	(CH)	(CH)	
粒度特性	礫分(2000 μ m以上)%	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0
	砂分(74~2000 μ m)%	10.1	4.3	2.6	12.7	0.5
	シルト分(5~74 μ m)%	43.4	34.1	23.7	32.3	21.8
	粘土分(5 μ m以下)%	46.5	61.6	71.5	55.0	77.7
	CF(2 μ m以下)%	34.2	48.5	60.0	44.0	59.0
コンシステンス特性	液性限界 W _L %	105.6	73.6	116.2	153.1	145.2
	塑性限界 W _p %	24.3	21.0	20.0	37.5	23.3
	塑性指数 I _p	81.3	52.6	96.1	115.6	121.9
土粒子の比重 G _s	2.708	2.737	2.763	2.691	2.729	
自然含水比 %	—	38.81	57.58	65.47	30.85	
三軸CU試験 スラリー $\phi r'(^{\circ}), C r'(t f / m^2)$	$\phi r' = 12.5^{\circ}$ $C r' = 0.0$					

2.4 地下水の特性

(1) 揚水量

地すべり斜面内における地下水は、地すべり頭部では深さ10m以深の深部に、中腹から末端斜面にかけては逆に深さ6m以浅の浅層部に多い特徴がある。揚水量は、頭部斜面ではペーラーではくみきれないほどの水量をもつ箇所もあるが、中腹から末端斜面にかけて水量が減る傾向を示している。

(2) 水みち

図-9 は村道から上部斜面で地温探査・地下水追跡を行なった結果をもとにブロック内の地下水脈を想定したものである。図-1 に示すとおり、ブロック内には大きくわけてブロックのほぼ中央部を流れるものと両側部を流れるものの3本の水脈が想定されるが、地下水追跡試験の結果によるとこれらは独立したものではなく、どこかがつながっている。

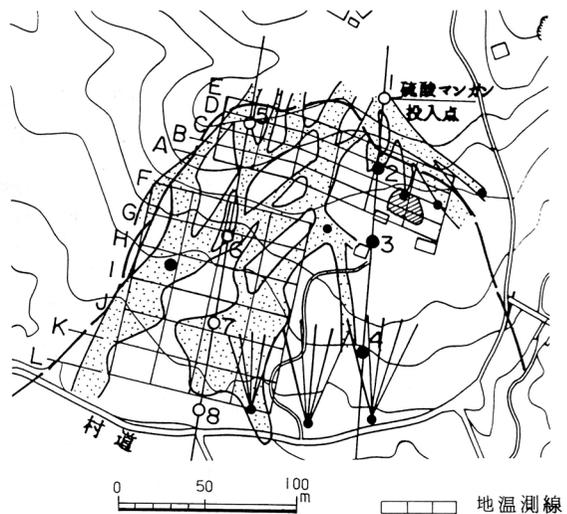


図-9 地下水脈予想図 ○ 地下水追跡採水地点 (S. 59)

(3) 水 質

ブロック内およびその周辺の地下水・表流水の電気伝導度・水温を測定した結果は、表-3、図-11のとおりであり、測定箇所は図-10に示す。

地下水の水質で特徴的なのは、浅層部に電気伝導度が $500\mu s/cm$ を示すもの（以下浅層地下水という）と深層部に同 $1000\sim 5000\mu s/cm$ を示すもの（以下深層地下水という）が賦存していることである。浅層地下水の電気伝導度は地すべり地における一般的な地下水の値を示しているが、深層地下水は化石塩水の特性がみられる。調査地はかつて石油を掘削していた箇所であり、ボーリングコアは石油臭があったこと、ボーリング孔からガスの噴出があったことなどから判断して深層地下水は、石油かん水（化石塩水）と推定される。融雪期にボーリング孔の電気伝導度を測定した結果浅層地下水の電気伝導度は夏場に比べ低く表われており、融雪水の浸透がかなりあるものと推察される。一方深層地下水は、逆に夏場に比べ高い値を示す傾向がみられる。地表水の電気伝導度は $200\sim 700\mu s/cm$ （雁平川表流水は $200\sim 400\mu s/cm$ ）を示しており、一般的な渓流水の値よりかなり高く、浅層地下水の湧出がうかがえる。また、水抜きボーリング孔からは浅層地下水、集水井からは浅層地下水が排水されている。

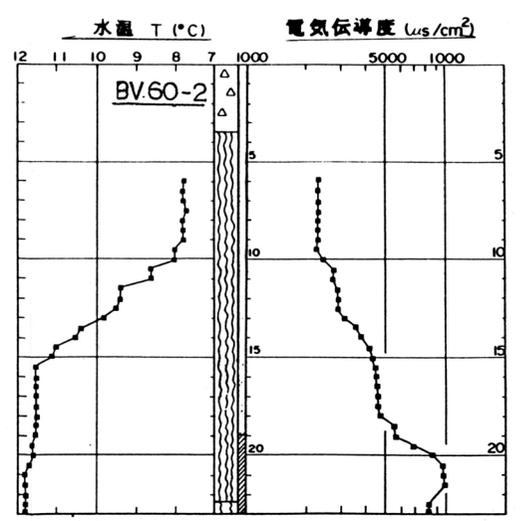
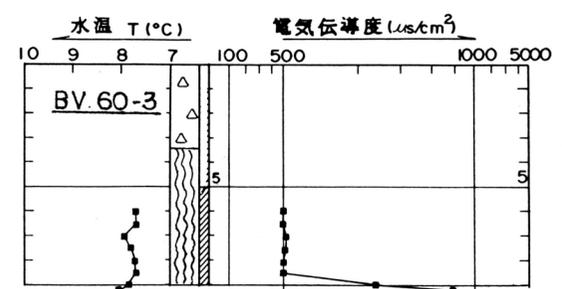
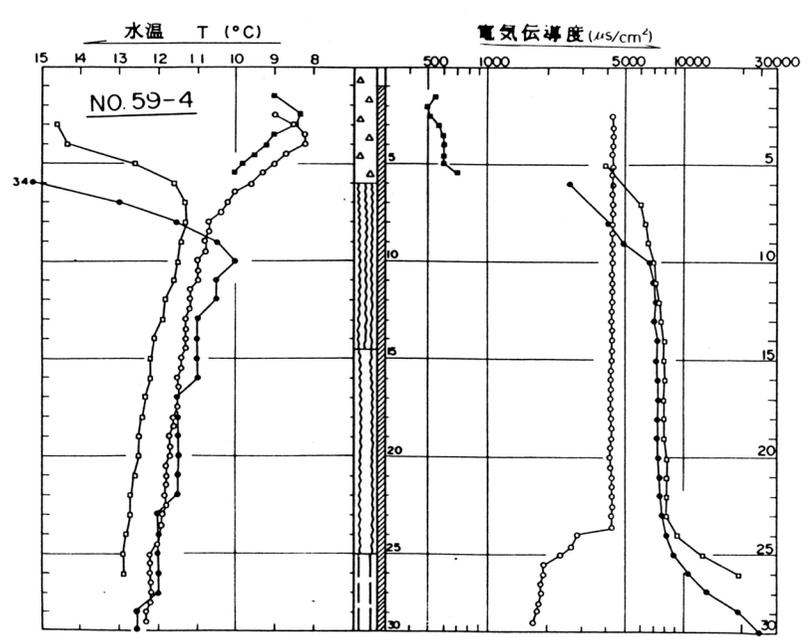
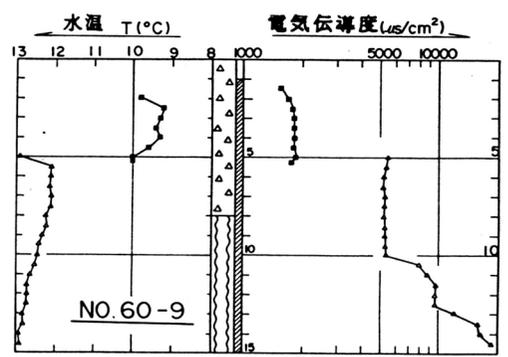
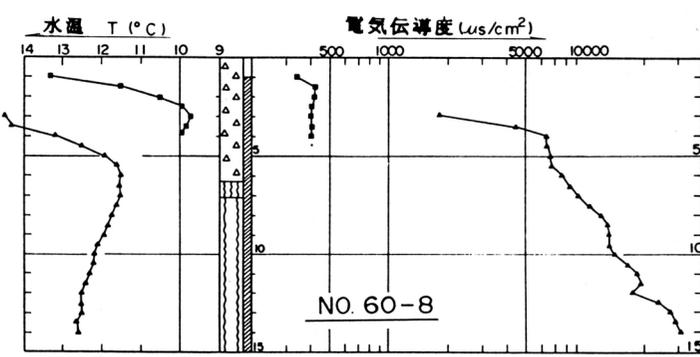
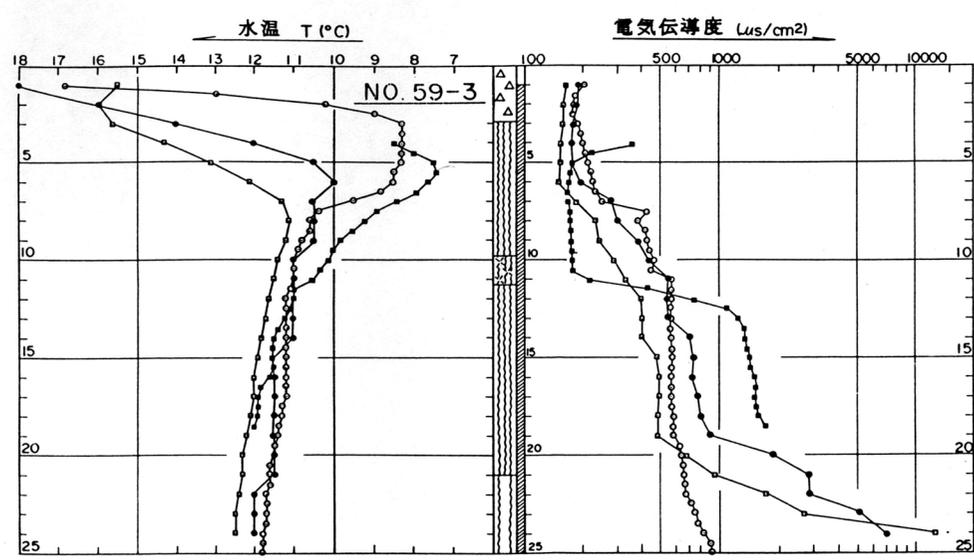
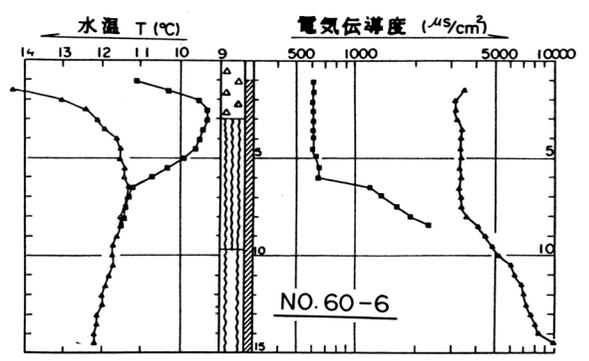
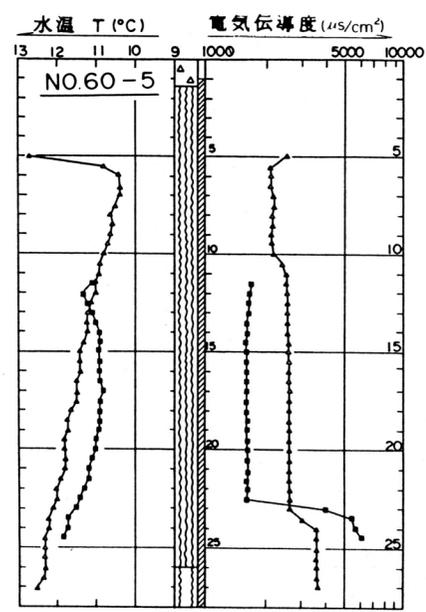
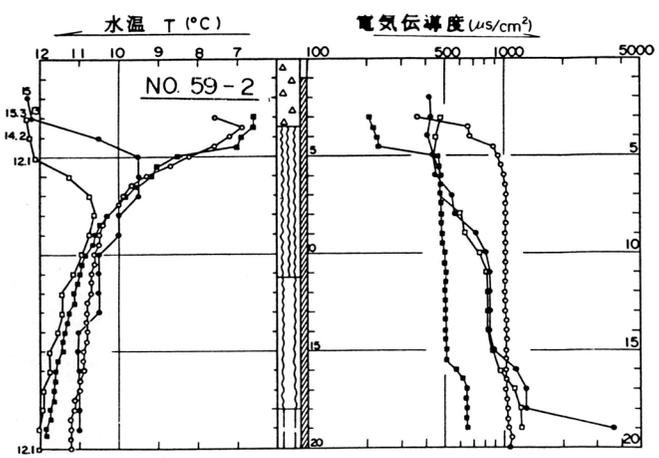
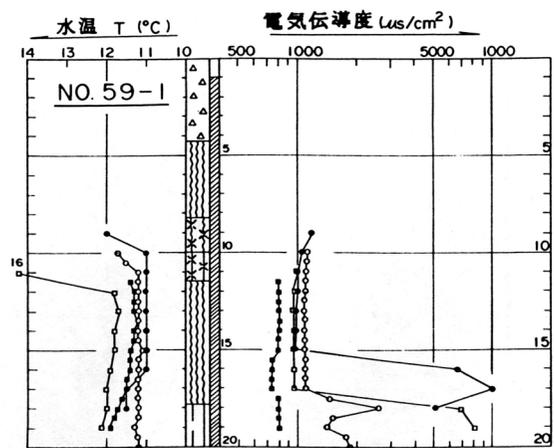
表-3 地表水の水質

(上段：電気伝導度 $\mu s/cm$)
(下段：水 温 $^{\circ}C$)

	59.7.3	62.5.21	62.8.29
A	156	220	410
雁平川	16.4	22.0	25.0
B			
石油川			
C	66	131	
水田	22.5	18.8	
D		210	
湧水		19.1	
E	121		
池	12.5		
F	315		
池	17.0		
G		750	
池		26.0	
H		590	
池		25.2	
I		272	
水抜き		12.5	
J		220	
水抜き		10.0	
K		375	
水抜き		10.8	
L		285	
水抜き		12.5	
M		335	310
水抜き		12.5	12.0
N	210	315	
水抜き	8.5	12.2	
O	860		
水抜き	16.5		
P		670	
水抜き		13.0	
Q		235	340
暗渠		23.2	27.0
R		1950	2220
集水井		11.8	14.8
S		195	220
池		20.1	26.0



図-10 水質・観測孔位置図



観測月日	
○	S.59.7.3
●	S.59.9.22
□	S.59.10.16
△	S.60.9.4
■	S.62.5.21

図-11 電気伝導度・水温測定結果

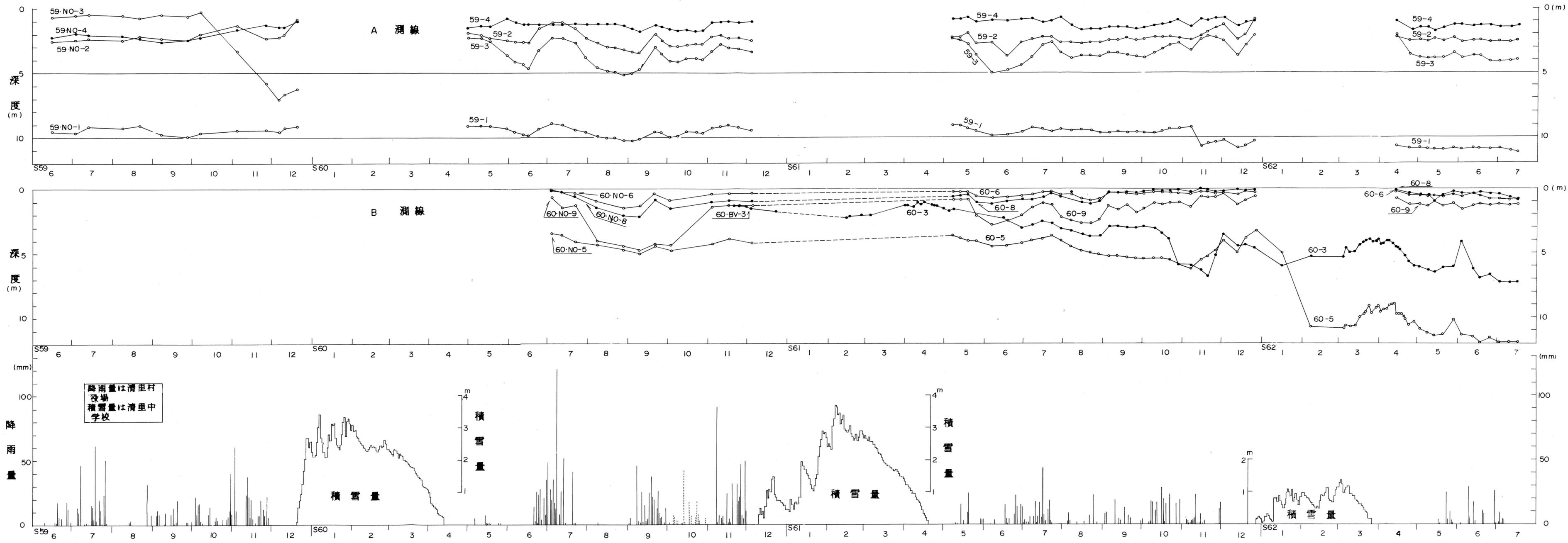


図-12 地下水水位

(4) 地下水位

地下水位・間隙水圧を測定した結果は図-12, に、観測孔の諸元は表-4 に示した。

水位変動は、浅層地下水が分布する孔は比較的降雨や融雪と相関するが、深層地下水が分布する孔では相関性が低い傾向がある。また、地すべり頭部の観測孔は、相関性が高いが中腹から末端斜面にかけては相関性は低い傾向がある。(60・No-9号孔は、かなり相関性が高く、全体の傾向とは一致しない。)

また、間隙水圧計とBV-2号孔の水位は、全く同じ波形を示し、融雪期には上昇がみられ、融雪水の地下浸透が推察される。ただ水質をみると浅層部だけであり深部までおよいではないようである。

表-4 観測孔の諸元

観測孔種別	孔番号	深 度 (m)	仕様・継元	測定法	設置年月
地 下 水 位	60-59-1	2.00	ストレリーナー区間深度 (m)	触針式水位計 (週1回測定)	8-59-5
	60-59-2	2.00			8-59-6
	60-59-3	2.50			8-59-6
	60-59-4	3.00			8-59-6
	60-60-5	3.00			8-60-6
	60-60-6	1.50			8-60-6
	60-60-8	1.50			8-60-6
	60-60-9	1.50			8-60-6
	BV60-2	2.30			19-23
	BV60-3	9.0	5-9	触針式水位計 (週1回測定)	8-60-11
BV60-4	1.50	1-14	自配	8-60-10	
BV60-5	1.00	1-10	自配	8-60-11	
間隙水圧計	BV60-6	2.185	PB-5 K C (共和電業)	手動自配	8-60-11
孔内傾斜計	BV60-1	2.50	φ45mm アルミネーシング	月1回	8-60-8
歪 計	60-59-2'	2.00	2方向4枚ゲージ内線式	月1回	8-59-6
	60-60-7	1.50	2方向4枚ゲージ内線式	月1回	8-60-6
伸縮計	60-7	2.50	(共和電業)	自配	8-61

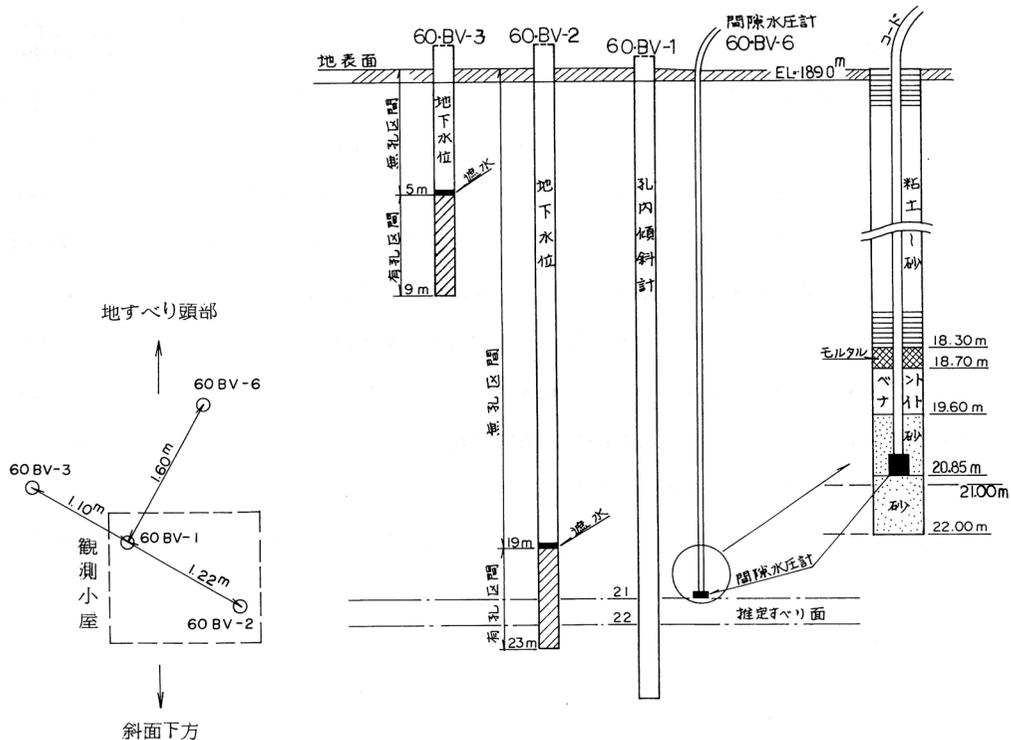


図-13 観測孔の配置・設置詳細図

2.5 移動特性

地すべりの移動状況は、パイプ歪計2基と孔内傾斜計1基を頭部および中腹部に埋設して測定した。埋設箇所は図-10に、結果は図-15に示したとおりである。

地すべり頭部に埋設した孔内傾斜計の測定結果では、深さ21m前後に顕著なせん断面が形成されているのが分る。同じく滑落崖直下に埋設したパイプ歪計(No.59-2号孔)では、深度4mに著しい歪量の累積があり、61年融雪後の5月に測定した時には断線していた。中腹部に埋設したパイプ歪計(No.60-7号孔)は、深度6mに歪量の累積があり、同じく61年5月の測定時には断線していた。このほか、地下水位観測孔の穴曲りを測定した結果は表-5のとおりである。測定値は径20mmの重錘を挿入し、入らなくなった深さであり、これより深部での穴曲りについては不明である。

表-5に示すとおり、上述したパイプ歪計や孔内傾斜計でとらえた深さとほぼ同じ深度で穴曲りが生じていることが分る。したがって、すべりは頭部から末端にかけて一連の運を示していることが推察される。

つぎに孔内傾斜計やパイプ歪計でとらえた移動の特徴として、地すべりは図-14に示したように9~10月に動き始め、冬期に最も大きくなり融雪とともに止まることである。

60年末から61年度の結果だけをみると60年12月まで高かった間隙水圧が61年2月までに約5kg/cm²低下し、地すべりは61年3月下旬からその動きを急激に減少している。間隙水圧の低下と移動量の減少には約1ヶ月の差があるがCreep型のすべりであることを考えれば当然と思われ、明らかに間隙水圧と移動とは相関していることが読みとれる。一方61年の9月中旬頃から再び移動を開始しているが、この時には間隙水圧の上昇がない状態であった。しかし動きは11月下旬を境に停止の傾向を示し、停止前に間隙水圧が約3kg/cm²低下していることが分る。この時の間隙水圧の低下は、10月中旬に頭部で施工中の集水井工からすべり面付近をねらった集水ボーリングが施工されたためと思われる。

このように地すべりが動き始める時と間隙水圧との相関性は観測されなかったが、動きを止める時と間隙水圧には明瞭な相関性があることが分かった。動き始めと間隙水圧との相関性を測定できなかった理由として今回の観測が1点だけであり、観測孔の配置数に問題があったのではないかと考えられる。

以上観測結果から本地すべりの特徴をまとめると次のとおりである。

- ① 地すべりは9~10月に動き出し、融雪期に停止する傾向を示し、一般的にみられる融雪地すべりとは異なる動きを示す。
- ② 間隙水圧と地すべり移動とは相関性がある。

表-5 穴曲りの深さ

孔番	深さ(m)
No.59-1	—
No.59-2	—
No.59-3	18.5
No.59-4	5.4
No.60-5	24.4
No.60-6	8.4
No.60-8	3.9
No.60-9	5.2

(S. 62・5・21現在)

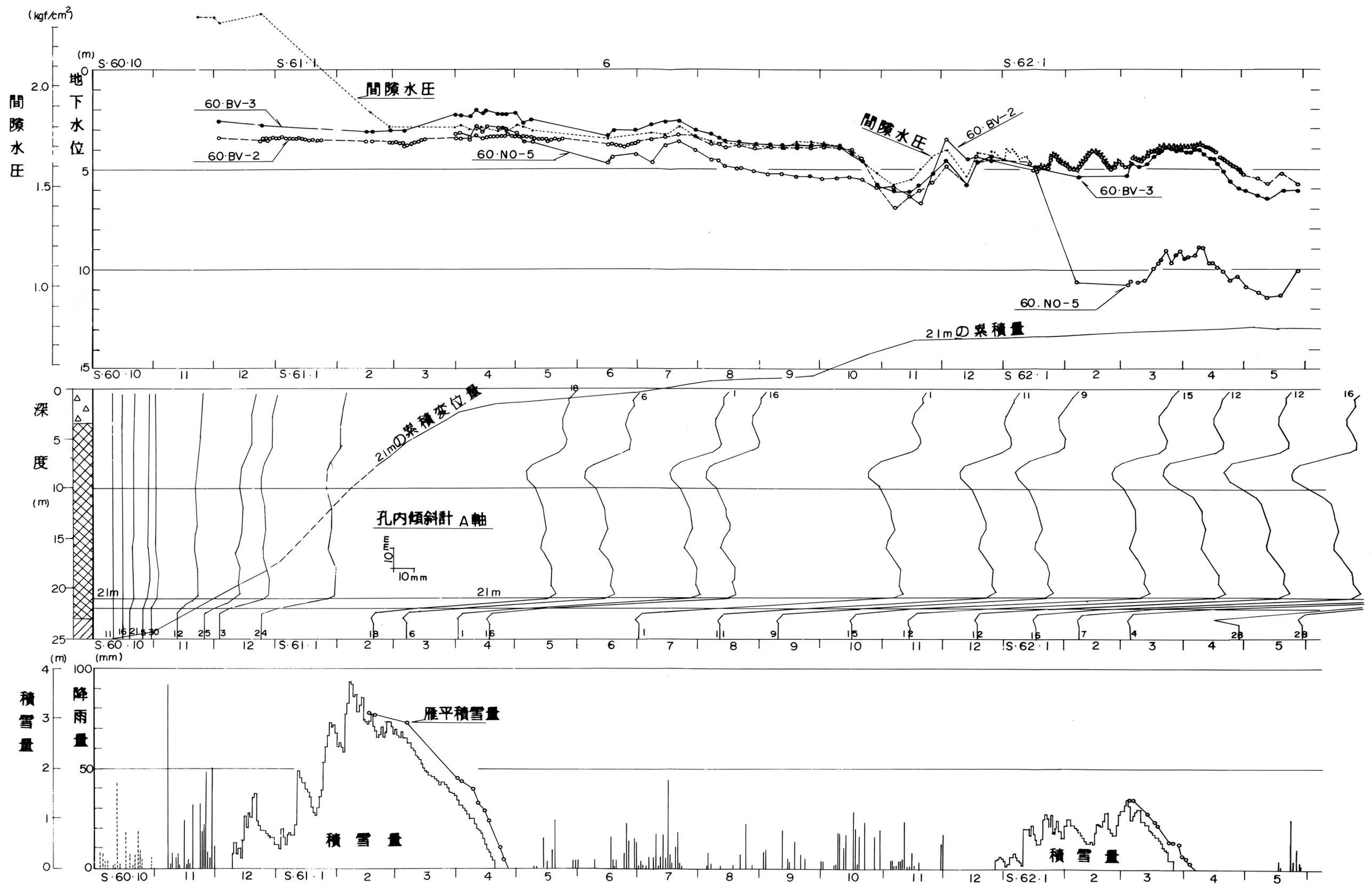


図-14 観測結果図

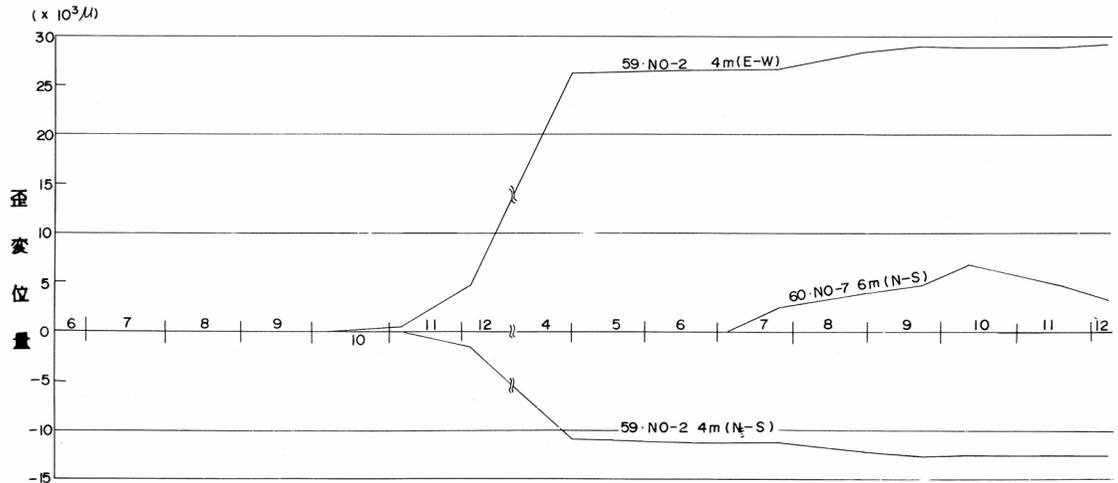
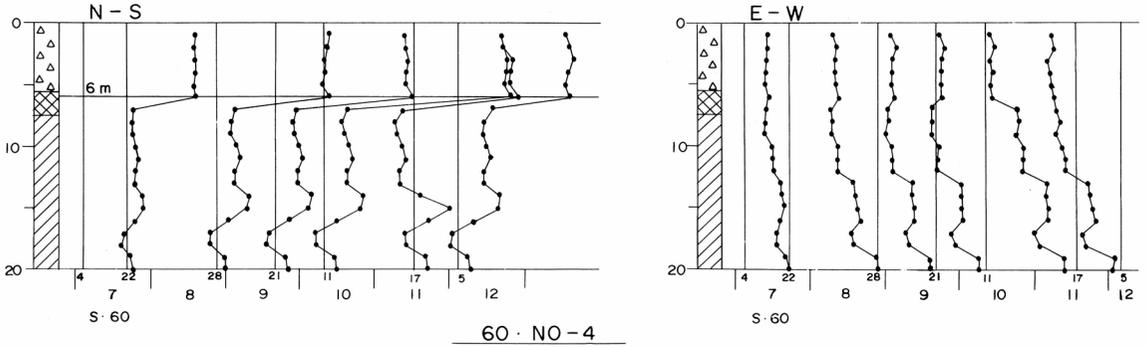
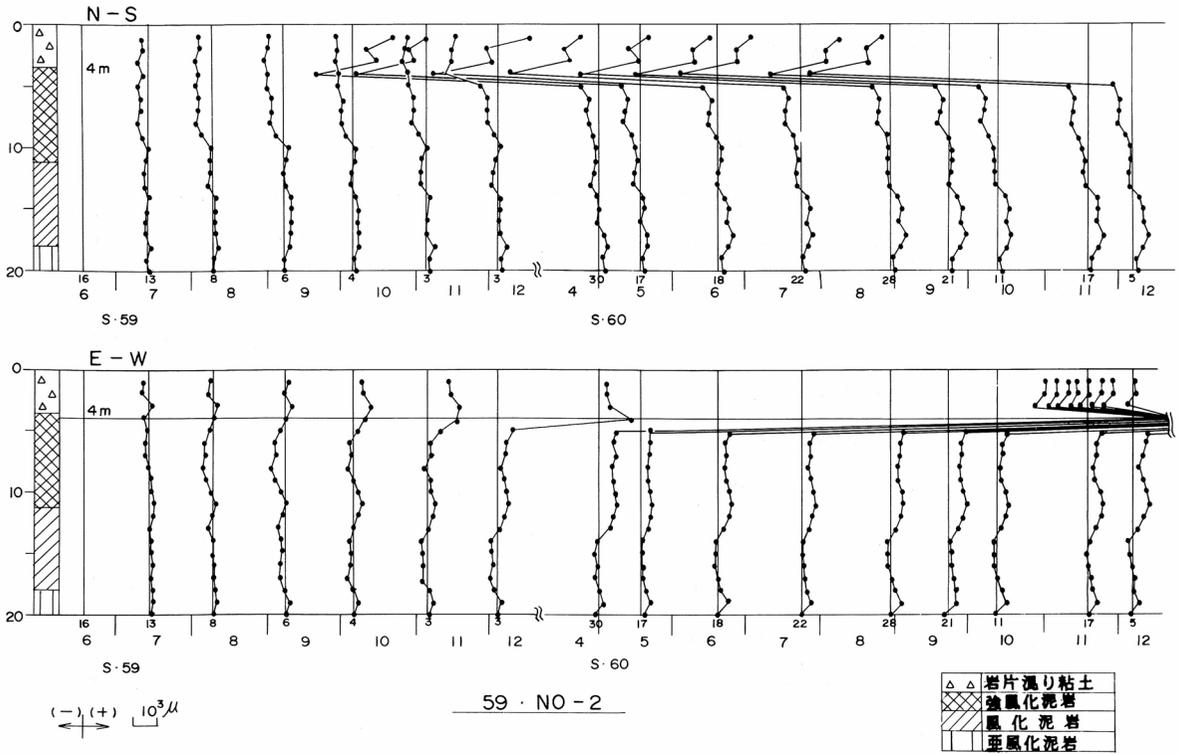


図-15 歪計測定結果図

- 25 -

3. 地すべり発生機構

3. 1 素 因

本地域において地すべりが発生した素因は、地質構造と母岩の性質に求めることができる。すなわち、本地域は1.3節で述べたように指定地内のほぼ中央に背斜軸があり、その東西両側に断層が通っている。このため地層中には褶曲時の応力により多数の小断層や亀裂が生じ、基岩である泥岩はせん断され脆弱化されている。一般に地殻変動を受けていない泥岩は、不透水層であり、風化もしにくい。しかし、仲野(1946)によると、破碎された泥岩は粘土粒子の表面を覆う珪酸の被膜が破かれて活性の大きい粘土粒子が露出するため亀裂から浸入した地下水により、容易に吸水膨潤してひずみ軟化しやすい粘土となる。褶曲が微弱な新潟県北部の泥質岩分布地では、断層付近を除いて地すべりの分布が少なく、県南西部の過褶曲地帯で地すべりが密集しているのはこのような理由によるものである。

本地域を構成する寺泊層の泥岩は、県下に分布する同層の多くがそうであるように容易にスレーキングし軟質化するとともに、膨潤性が大きい。このため吸水膨潤によって破碎された部分では正規圧密粘土化が徐々に進行し、岩盤の強度が低下する。

このような素因の上に地震や地下水による間隙水圧の上昇等の外力が加わり、一次地すべり(岩盤すべり)を引き起こしたものと考えられる。

二次地すべりは、一次地すべりを起こした移動岩塊の正規圧密粘土化の進行とともに、より強度低下を招くようになり、その過程の中で上述した外力が原因となって繰り返し発生したものと考えられる。また、粘土化の進行にともなった強度低下は浅所が大きく、二次地すべりは浅所に発生しやすくなる。

本地区で行なったオランダ式二重管コーン貫入試験の結果は、このような経過を示しているものと考えられることができる。

3. 2 誘 因

調査結果から本地すべりの移動量の変化は、地すべり面付近に存在する地下水による間隙水圧に支配されているものと推定される。

次のような理由から、間隙水圧の上昇は融雪水が約4～5ヶ月のタイムラグをもって影響をおよぼしている可能性がある。

① 降水量の地下浸透量から、地すべりは秋雨よりも融雪水の影響を受けやすいものと考えられること。

② データー数が少ないため断定することはできないが、1659-3、60-5号孔の深層地下水の電気伝導度を融雪期と動き始める9月頃と比較すると、融雪期には9月頃よりも高い値を示す。すなわち、深層部において9月頃に電気伝導度が低くなるのは、浅層地下水が供給されるためと推察できる。一方、浅層地下水は当然のことながら融雪期に電気伝導度が低くなり、9月頃には高くなる。このように深層地下水に浅層地下水が混入すると考えられる時期と地すべり発生時期が一致する。

③ 雁平川や石油川の河川水の浸透が地すべりの原因だとすれば、豊水期の融雪期に地すべりが活発になるほか、年間を通じて移動するものと考えられるが、このような現象はみられない。

④ 本地区の集水面積は広く、分水嶺から荻平部落付近の雁平川までは約1.5 kmあり、融雪水が浸透流下するにはかなりの時間がかかるものと考えられる。

以上のほか、千葉県の場合によるとボラにみる陥没現象が地すべりの引金になるとされているが、当地すべりでは現在のところ明確でない。ただ、調査結果によるとボラの下には多量の地下水が賦存している。

4. 地すべり防止工事

4.1 防止工事の計画

前述したとおり地すべりの発生原因が下記のように考察されること、地すべりの幅が広いこと、地すべり面の深さが頭部と中腹部から下方では極端に異なることから抑制工による防止工事を計画した。

① 主な原因は、地すべり頭部に賦存する深層地下水による間隙水圧の上昇にあること。

② 中腹から末端斜面に分布する地すべり崩土の強度低下が著しく、浅層地下水が軟質化を促進させる原因になっていること。

③ ボラによる陥没が地すべりの引金になる可能性があること。

①・②の原因に対しては、地すべり頭部に集水井工を配置し深層地下水の排除による間隙水圧の低減に加え浅層地下水も合わせて排除することにした。地すべり頭部への配置は、地下水の供給源にあたり集水しやすいことと下部斜面への供給を防ぐことができると考え決定した。配置位置は、地形および想定される地下水脈、地下水の賦存位置から決定し、排水は中継井筒を設けた。

さらに中腹斜面の地形の変化点付近に地すべりブロックを横断する形状で深さ4mの遮水工を計画し、あわせてブロック内全域にわたって深さ2mの暗渠工と表流水処理の水路工を計画した。遮水工の位置は深層地下水の滞水ゾーンが中腹から下部斜面で浅くなること、想定される地下水脈は下部斜面に向かうほど拡散する傾向にあること、および地形が緩斜面であることから決定した。

③については上記遮水工により動水勾配を小さくし、コロイド分の流出による陥没の発生を防止する。

地すべり防止工事の全体計画は図-16に、断面図を図-6に遮水工の一般図は図-17に示したとおりである。なお、地すべり防止工事は、現在鋭意施工中である。今後移動観測、水位観測等を継続し防止工事の効果を判定しながら施工を進めていく予定である。

また、現在までに本地域で施工された防止工事は、表-6に示したとおりであり、このほかに雁平川と石油川に砂防ダム 基と床固め工が施工されている。

4.2 防止工事の効果

上述したとおり地すべり防止工事は、現在施工中であり最終的な効果は工事の完了を待つ必要がある。

61年秋に集水井工から11孔の集水ボーリングを施工した段階では、間隙水圧が施工前に比べ最高約3 μ m/cmの低下している。その後活潑な地すべり運動はみられないが、緩慢な動きはみられ完全な停止までには至っていない。これまでの運動形態からすると今後冬期に向けて活潑化する時期にあり、本年度工事がどの程度の効果を発揮するかは今後の課題である。

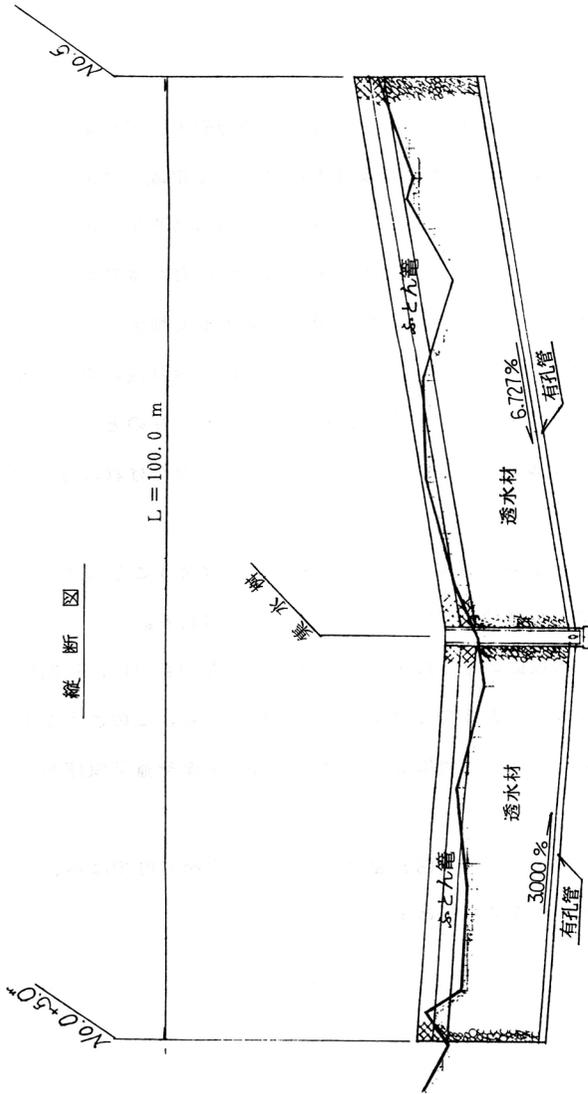


図-16 対策工平面図

集水井	遮水工
横孔ボーリング	水路工
	暗渠工

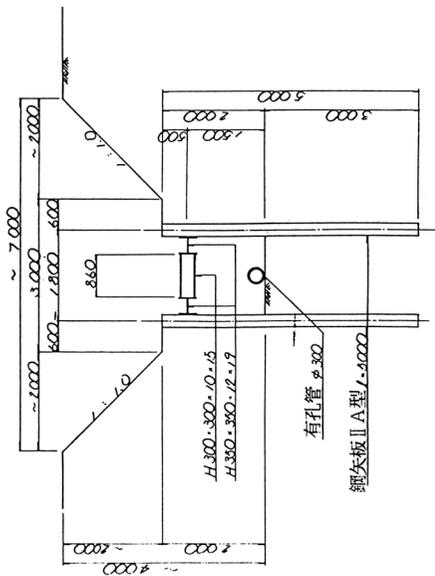
表 - 6 雁平地すべりの工事概要

施工年度	事業名	事業費 (千円)	事業概要
昭和 35	県単地すべり	216	・土留工
36	公共 "	1,834	・水路工
37	" "	1,680	・水路工
38	" "	2,992	・水路工 L=140.0m (300 $\frac{m}{m}$ 半円) ・詰杭工 29基, 杭柵水路工 L=140.0m
54	県単 "	2,700	・水路工 L=120.0m
55	" "	3,782	・水路工 L=108.2m (800 $\frac{m}{m}$ 半円)
56	" "	1,902	・暗渠工 L=270.0m (ϕ 300 $\frac{m}{m}$)
57	" "	4,491	・水路工 L=69.6m (300u型) ・暗渠工 L=79.6m
58	" "	5,235	・水路工 L=50.0m (300u型) ・暗渠工 L=54.0m, 土留工 1.0式
59	公共 "	16,704	・調査, 観測, 測量 1.0式 ・暗渠工 L=28.5m
60	" "	14,363	・開渠工 L=61.55m (300B-u型) ・開暗渠工 L=127.0m (") ・暗渠工 L=76.0m (H=2.0m) ・諸調査, 観測 1.0式
61	" "	34,098	・集水井筒工 (H=14.0m ϕ =3.0m) 1.0基 ・中継井筒工 (H=13.0m ϕ =3.0m) 1.0基 ・集水ボーリング工 (ϕ 66 \times 66m/1孔 \times 11孔) 660m ・排水ボーリング工 (ϕ 101 \times 70.0m+90m) 160m
62	" "		・諸観測 1.0式 ・遮水工 L=100.0m (H=4.0m) ・暗渠工 L=96.0m ・集水ボーリング工 (ϕ 66 \times 60m/1孔 \times 9孔) 540m



縦断面図

施工断面図



施工断面図

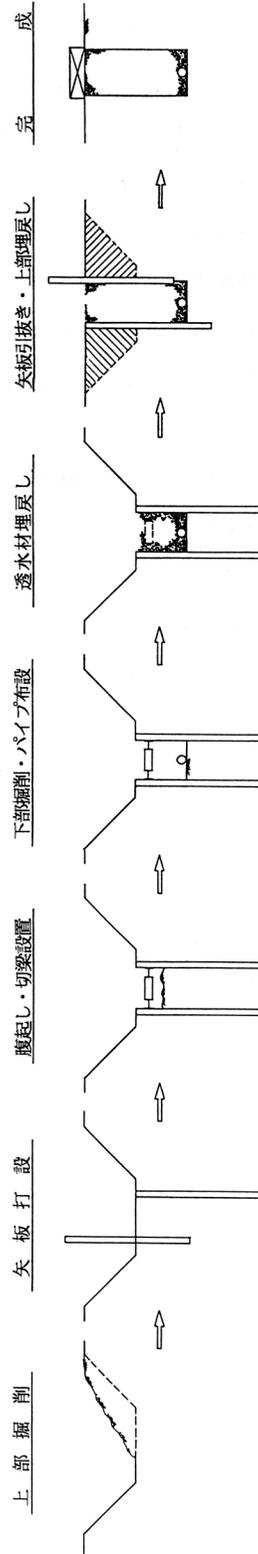


図-17 遮水工施工図

5. ま と め

本地すべりの特徴は、地すべり崩土の粘土化がかなり進んだ状態で斜面勾配が平均約 8° の緩斜面で発生していることである。地すべりの進化という歴史のなかでは末期的な地すべりとして位置づけられよう。また、従来から地すべりの発生原因として間隙水圧の上昇があげられているが、今回の調査でも地すべり運動が間隙水圧と関連していることが明らかとなった。しかし、本地区における地すべり移動時期は、一般にみられる融雪地すべりと異なり秋期から融雪期にかけてである。今迄の観測結果から地すべりの主な誘因は深層地下水に融雪水が浸透することによる間隙水圧の上昇と推定されるが、地すべり地の集水面積が広いと融雪水の浸透時期は融雪期から4～5ヶ月の遅れがあると考えられる。ただ現在のところこれらのことを証明するにはやや資料不足であり、今後観測を続けることにより実証していかなければならない。

このように地すべり地で継続的に調査・観測→防止工事の計画・施工→効果判定を行なうことによって今後より効果的な防止工事を行なうことができ地すべり機構の解明にも役立つものとする。

今まで融雪地すべりとされていたものなかに本地区のような地形・地質条件をもつものは、秋期から移動を始め、冬期に活発化して融雪期に停止するものもあるのではないかと推察される。このような地すべりでは、防止工事の施工が活発化する時期にあてれば、工程によっては施工時の安全や施工順序が問題となろう。

このほか、本地区内にみられるボラ（陥没地）は新第三紀層の泥岩を母岩とする地すべり地では珍しいが、その成因や地すべりとの関係についても今後解明する必要がある。

達野地すべり（別所地区）の概要

1. 位置・指定等

達野地すべり防止区域は、関川水系別所川の右岸に位置し、付近は「関田」「筒方」「栗沢」等の地すべり地が隣接して分布する丘陵地の地すべり常襲地帯である。

別所地区は、この「達野地すべり」の西端に位置し斜面上部は杉林が尾根部へ延び、中間部は水田・畑に利用され下方には集落・別所川へと続いている。

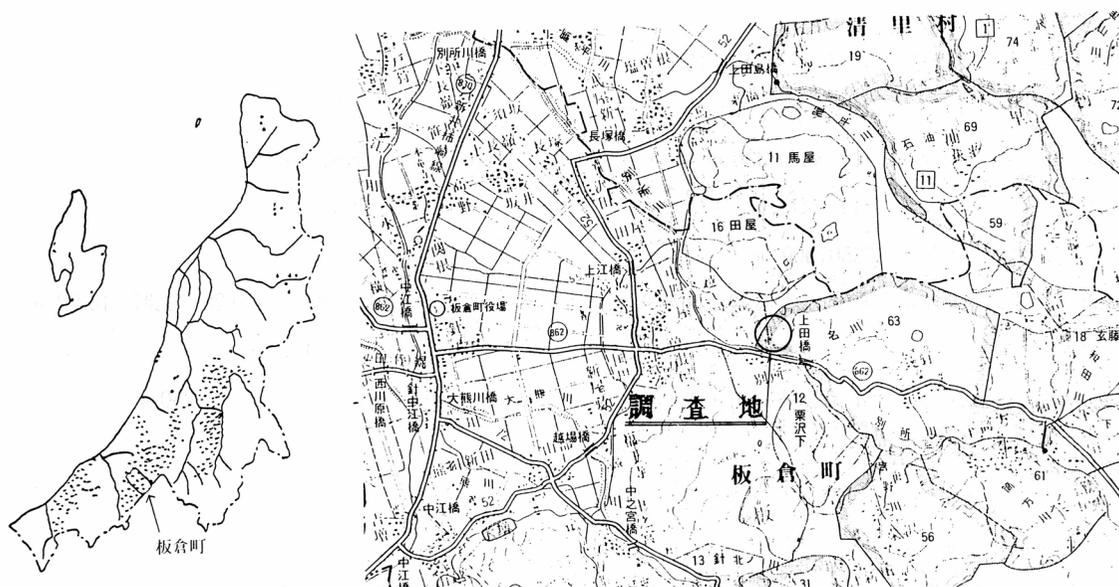


図-1 位置図

2. 地すべり履歴

達野地すべりは、非常に古くからの地すべり地であるが、別所地区においては、今回発生した地すべりブロックの北東側に江戸末期～明治初期に発生した大規模な地すべり跡地（20ha）があり、この地すべり土塊の末端部は別所川を埋めたと言われている。最近では、昭和57年春の融雪時に約6haの面積にわたる地すべりが発生している。

また、今回発生したブロックの北側では、昭和22年に小規模な地すべりが発生しているが、その後は地すべり滑動の記録はない。

3. 昭和60年4月15日発生別所地区地すべりの状況

昭和60年4月15日の早朝に発生した本地すべりは、標高210m付近の最上部急斜面に高さ約15mの滑落崖を残して崩壊し、この崩土によりさらに斜面中腹部に2次滑落崖を形成しながら滑動を始めた。

ンプの設置を4月18日より行ない、4月20日に完了した。bの排水路開削は5月以降である。

6. 移動状況

末端部における標柱の移動の推移は図-3の通りである。地すべり発生から14日間で活動は沈静化した。移動速度と経過日数を両対数にプロットすると、異形ブロック設置完了時より移動速度に変化が現われたとみてよさそうである。

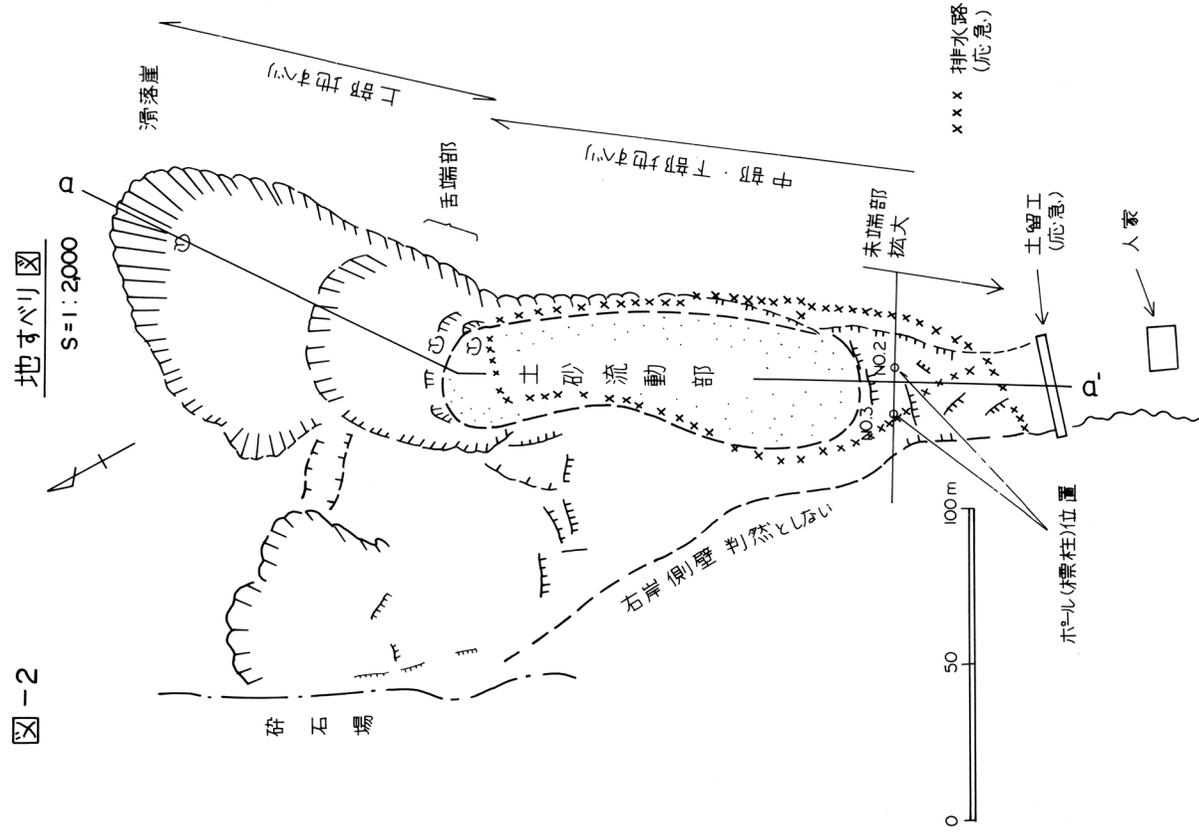
7. 防止工事

実施および計画の防止工事は次表の通りである。

防止工事一覧表

年度	事業種別	水路工	横孔ボーリング工	鋼管杭工	集水井工	土留工
60	災害関連緊急事業 地すべり対策事業	仮水路工 317.4 m 開暗渠工(暗渠のみ) 290.15 m 枝線暗渠 175.0 m	50m/孔×5孔/群 ×2群=500 m			
	地すべり対策事業	仮水路工 96.25 m 開暗渠工(暗渠のみ) 90.8 m 枝線暗渠 70.0 m	40m~50m/孔 ×14孔=685.0 m			大型フトン籠 100枚 異形ブロック (4t) 75個
61	地すべり対策事業	開暗渠工 54.0 m 枝線暗渠 120.0 m	40m/孔×5孔/群 ×2群=400 m 60m/孔×5孔/群 ×2群=600 m 50m/孔×5孔/群 ×1群=250 m	杭打工 (ϕ 406.4, t=12.7%) ℓ =7.0~13.0m N=30本		
62 以降		開暗渠工 325.0 m 開暗渠工(水路のみ) 381.0 m 開渠工 170.0 m 枝線暗渠 90.0 m	50m/孔×5孔/群 ×2群=500 m 40m/孔×5孔/群 ×1群=200 m	杭打工 (ϕ 318.5, t=10%) ℓ =12.0 m N=18本	集水井工(ϕ 3.0) H=14.0 m 集水ボーリング 50m/孔×20孔 =1,000m 排水ボーリング ℓ =92m	大型フトン籠 40枚

図-2



縦断図

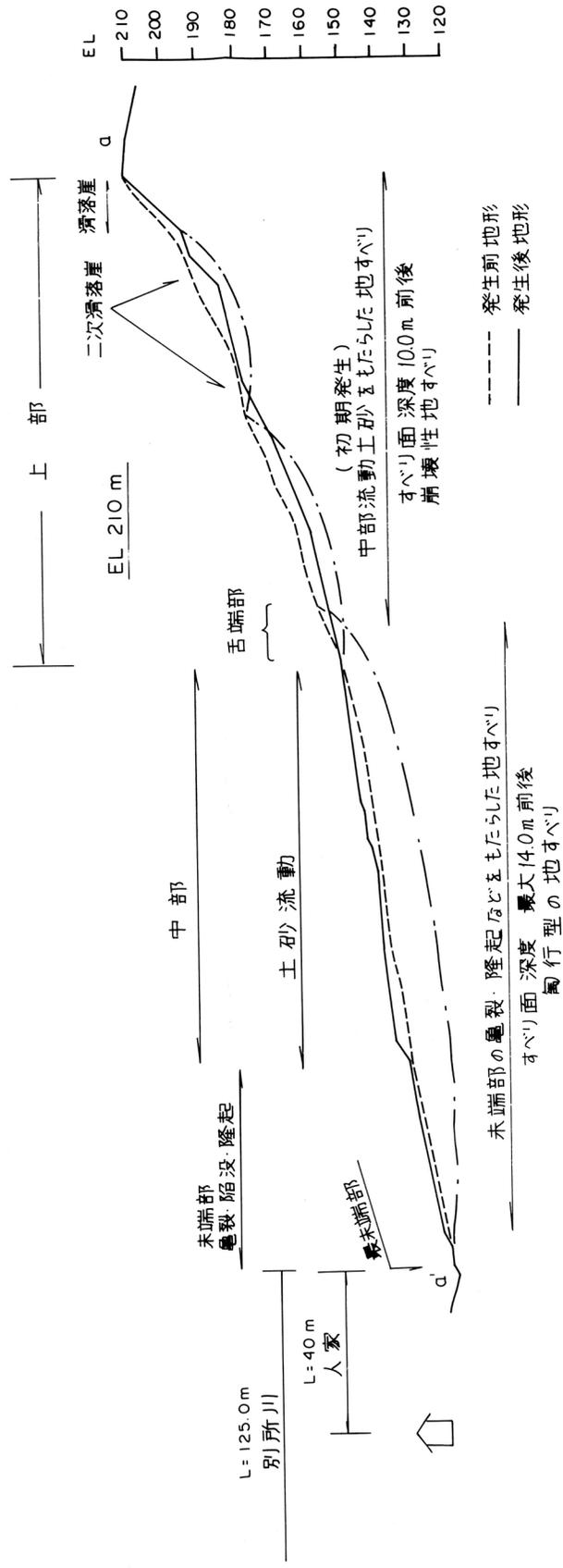
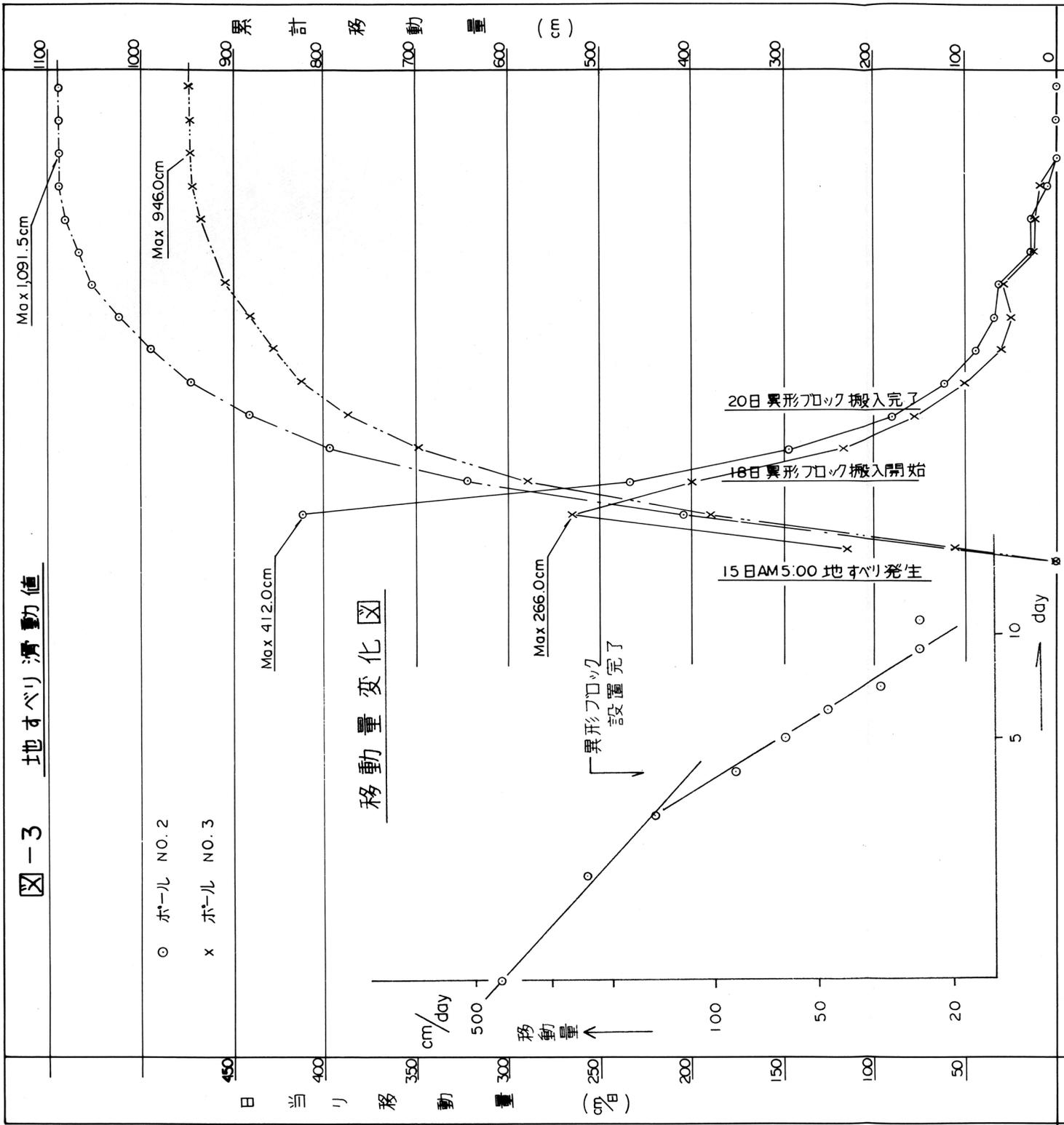
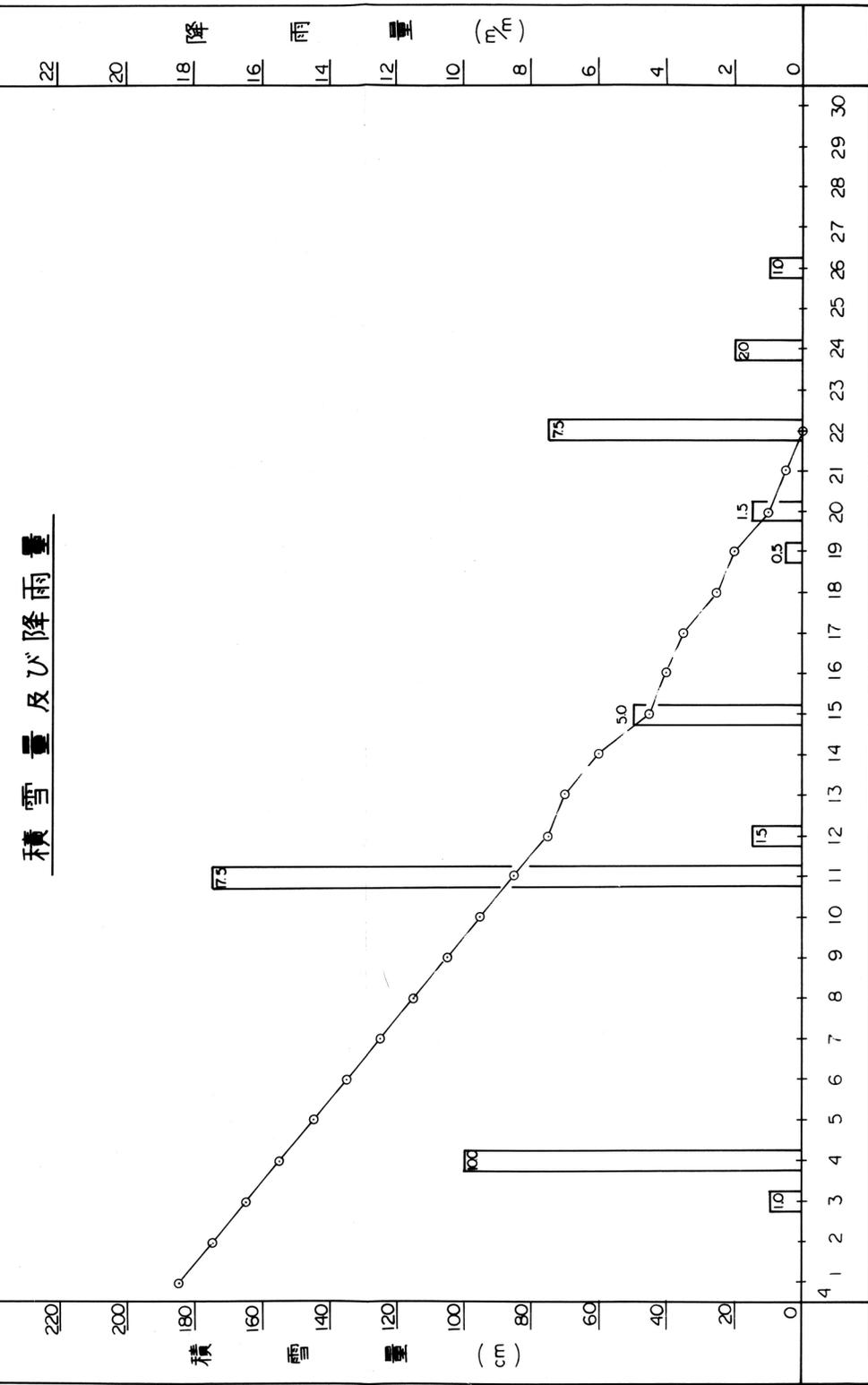


図-3 地すべり滑動値

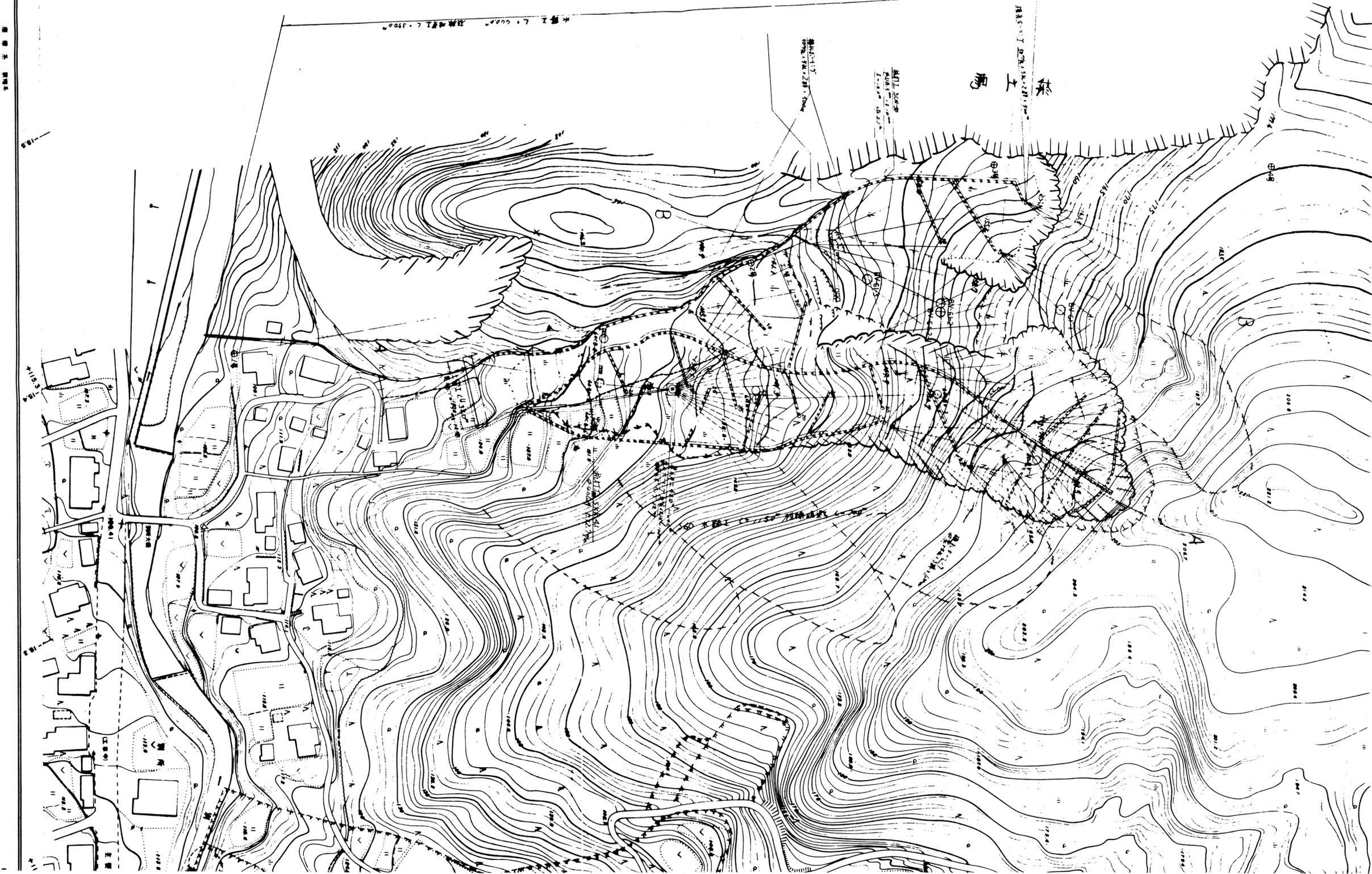


積雪量及び降雨量



達野地すべり対策工平面図

測量 5 測地学



社団法人 新潟県地質調査業協会会員名簿

会 員 名	代 表 者	住 所	電話番号
旭 調 査 設 計 ㈱	奥 田 優	新潟市八千代1-4-31	(025) 245-8345
大手開発㈱ 新潟営業所	柿 崎 竹 男	" 上所中2丁目15-10	" 283-0281
応用地質㈱ 新潟支店	都 築 昌 秀	" 紫竹7丁目27番35号	" 274-5656
開 発 技 建 ㈱	斎 藤 申 吾	" 文京町22-21	" 265-2261
川崎地質㈱ 新潟営業所	且 味 勲	" 米山5丁目1-25 小林ビル	" 241-6294
北 日 本 技 術 コンサルタント㈱	中 山 輝 也	" 平島1-13-6	" 231-2201
基礎地盤コンサルタンツ㈱ 新潟事務所	遠 山 勇	" 沼垂東1丁目9-18	" 243-2711
㈱ 興 和	福 田 正	" 学校町通2番町5295番地	" 222-1911
国際航業㈱ 新潟支店	奥 村 義 郎	" 東大通り2丁目3番4号 江南ビル3F	" 247-0318
国 土 防 災 技 術 ㈱ 新潟支店	荒 井 五 郎	" 坂井1035-1	" 260-2245
三 紀 調 査 建 設 ㈱	泉 策 一	上越市安江2-28-4	(0255) 43-2297
三 祐 ㈱ 新潟営業所	広 瀬 義 人	長岡市台町1丁目9-15 未武ビル	(0258) 36-3222
サンコーコンサルタンツ㈱ 新潟支店	渡 辺 浩	新潟市寺尾上4丁目2番18号	(025) 260-3141
㈱ 新協地質調査事務所	篠 崎 寿 輔	" 紫竹4丁目13-1	" 244-7866
㈱ 新 研 基 礎 コンサルタント	児 玉 芳 彦	" 山二ツ309番地1	" 286-7188
㈱大東設計コンサルタント 新潟支店	中 村 淳 二 郎	" 花園2丁目1番16号 三和ビル306号室	" 246-1320
㈱ダイヤコンサルタント 新潟営業所	星 野 由 道	新潟市水島町3番23号 八千代マンション1階	(025) 245-7888
中央開発㈱ 北陸支店	茅 場 茂	" 堀之内324	" 283-0211
利根コンサルタント㈱ 新潟営業所	須 藤 貞 美	" 寄居町704-5 平久ビル	" 229-4098
東邦地水㈱ 長岡営業所	久志本 忠 勇	長岡市表町2丁目2番15号	(0258) 33-2846
㈱日さく 新潟支店	柴 田 栄	新潟市中木戸5-1	(025) 273-6301
日 特 建 設 ㈱ 新潟支店	木 村 隆 夫	" 川端町2-9	" 228-2231
日 本 基 礎 技 術 ㈱ 新潟支店	廣 瀬 潔	" 紫竹山3丁目9番1号 インター 紫竹山ビル2F	" 246-2467
日 本 物 理 探 鉱 ㈱ 新潟事務所	池 田 幸 夫	" 東幸町15番15号	" 241-2960
北 陸 鑿 泉 ㈱	田 井 儀 四 郎	" 弁天1-1-15	" 244-5222
㈱ 村 尾 技 建	村 尾 幸 吉	" 女池1433-11	" 284-6100
明治コンサルタント㈱ 新潟支店	川 口 康 雄	" 小針4丁目2番11号	" 265-1122
ライト工業㈱ 新潟支店	浅 野 徳 生	" 弁天3-3-19	" 247-8251

地すべり対策技術協会新潟支部会員名簿

会 員 19 社

会 社 名	代 表 者	郵 便 号	住 所	電 話 番 号
新 潟 支 部	横山好雄	951	新潟市学校町通2-5295	025-222-1911
大手開発(株)新潟営業所	柿崎竹男	950	新潟市上所中2-15-10	025-283-2081
北日本技術コンサルタント (株)	中山輝也	950	新潟市平島1-13-6	025-231-2201
北日本ブロック工業(株)	諸橋運次	950	新潟市東大通り1-11-32	025-244-4131
株式会社 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
三紀調査建設(株)	泉 策一	942	上越市安江2-28-4	0255-43-2297
サココンサルタント(株)新潟支店	渡辺 浩	950-21	新潟市寺尾上4-2-18 (そうごう電器ビル)	025-260-3141
信越開発株式会社	穴沢繁男	946-01	北魚沼郡広神村大字 下田351-32	025799-3232
(株)新協地質調査事務所	篠崎寿輔	950	新潟市紫竹4-13-1	025-244-7866
(株)ダイコンサルタント新潟支店	星野由道	950	新潟市水島町3-23 (八千代マンション)	025-245-7888
中央開発(株)新潟営業所	茅場 茂	950	新潟市堀之内324	025-283-0211
東邦地下工機(株) 新潟営業所	飯田健三	950	新潟市女池1442	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 (平久ビル)	025-229-4098
(株)日さく新潟支店	柴田 栄	950	新潟市中木戸5-1	025-273-6301
日特建設(株)新潟支店	木村隆夫	951	新潟市川端町2-9	025-228-2231
日本物理探鉱(株) 新潟事務所	池田幸夫	950	新潟市東幸町15-15	025-241-2960
株式会社村尾技建	村尾幸吉	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	川口康雄	950-21	新潟市小針村中765-4	025-265-1122
ライト工業(株)新潟支店	浅野徳生	950	新潟市弁天町3-3-19	025-247-8251

祝 第15回現地検討会

社団法人 新潟県建設業協会 糸魚川支部

〒941 糸魚川市南押上3-3-36 TEL 0255(52)1210

支部長 笠原忠次

祝 第15回現地検討会

社団法人 新潟県建設業協会 上越支部

〒943 上越市東城町3-8-42 TEL 0255(24)3122

支部長 岡田定次

祝 第15回現地検討会

社団法人 新潟県建設業協会 安塚支部

〒942-24 東頸城郡安塚町大字安塚 TEL 02559(2)3081

支部長 武江喜久雄

雁平・達野地すべり

— 1987. 9 —

編 集	新潟県土木部砂防課
発 行	地すべり学会新潟支部
印 刷	株式会社 文久堂

