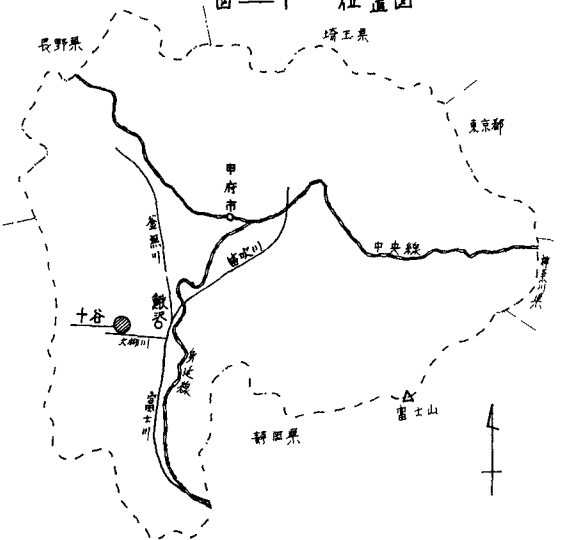


山梨県市川土木事務所
土木学会正会員
依田 一

図-1 位置図

1. 調査にあたり

本地すべり地は 山梨県南巨摩郡鵜沢町十谷地内にあり甲府市の南西約23KM 富士川支大柳川中流部の比較的急傾斜な山腹を背後にした扇状台地に位置している。地すべり地域は十谷部落を中心とし面積15haでその標高は515~600Mである。地すべりの範囲は約幅150M長さ250M面積3.8haで人家125戸が集中している。この地域は 地すべり現象の反映とも見られる階段状ないし棚状を呈した典型的な地すべり地形で 部落中心部よりやや西側に南北に走る 幅25M長さ50M面積0.12haの地帯で陥没現象が認められ、人家の傾動や石垣等の亀裂が発生している。(図-1)



本地すべり地において 地すべり現象が表面化したのは、明治37~38年頃でその被害は十谷南西部の家屋10数軒を失った大きなものであった。その後各所に家屋等の傾きが緩慢ではあるが常時起き現在にいたっている。またこの台地の地すべりは 西沢沿岸の横すべりの外は 部落の中に連続性を持った陥没現象が発生し絶えず微動的な沈降を経続的に進んでいる特殊な地すべり地帯である。このため昭和27年頃より調査を開始すると共に、西沢川の流水の浸水を防止し地下水位の低下を計る目的をもってコンクリート護岸を施工し、以来その効果をみたのであるが その後昭和39年の降雨により部落北側の傾斜地に亀裂を起し また部落南端部で崩壊が発生したので、山梨県においては、再び地すべりの原因を究明して、対策を講ずるために本格的な調査を開始したのである。

2 調査概要

本調査は、台地部の地下の軟弱層の分布とその状態、地すべり運動の状況 すべり面の形状 地下水の流動状態と陥没の位置及び、その地表の変動状況を調査し地すべりの実態を充分把握することによって 地すべり発生機構を解明し地すべり防止対策工事の全体計画をたてるための基礎資料を得ることを目的として行なった。尚調査は、昭和41年度より3ヶ年間経続的に調査を行ない 調査内容は表1のとおりである。また 調査結果から考察を述べると次のとおりである。

2-1 地質

本地すべり地の地質は、糸魚川-静岡地質構造線の東側に位置し新第三紀御坂層群の一部層に当る礫形山層で南北に細長く伸び、他の部層とは東西に平行に配列している。非常に火山碎屑に富んだ地質で熱水に汚染されている様子である。変体をなすのは、安山岩質角礫凝灰岩ないし集塊岩で、その上に崩土堆積物がのっている。角礫凝灰岩中には、泥岩の薄い層を挟んだり 集塊岩状を呈する部分もあり、また角礫

も安山岩質、玄武岩質などが混って複雑な岩層を示している。また、下部層は新鮮な安山岩質角礫凝灰岩で、その上に角礫凝灰岩の新移風化帯とも思われるローム混り角礫層が覆い、その上部が崖錐堆積物となっている。

地質を大別すると (1). 表土層

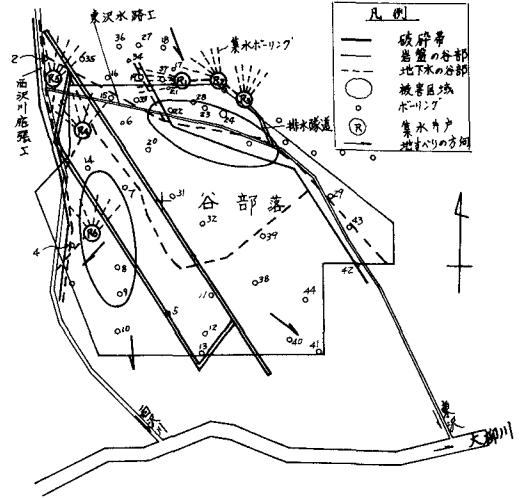
(2). 礫混り粘土層

(3). ローム混り礫層

(4). 安山岩質角礫凝灰岩

の結果を得た。(1) (2)の層は崩土堆積物で凝灰角礫岩や安山岩の礫を含み砂礫質の疎しょうな堆積物を呈している為水のみとなり地下水の作用により細粒子の粘土 ローム等が洗い流されて土壌が不安定になり陥没現象を起す原因と考える。

図 2-1 地すべり概況図



2-2 地すべり運動状況

地すべり運動調査の結果(地盤傾斜計 伸縮計、パイプ歪計)より考察すると、地盤変動量は微量な変化しか認められず、またパイプ歪計の測定結果からも顕著な変化は認められず現在地すべり土壌は比較的安定していると考えられる。ボーリング調査のコアより土質工学的に判断すると 崩土堆積物中の粘土混り角礫層で孔内崩壊を起す場所が認められ、また粘土層の含水比も高く、これらの地下水の作用によって 小さな陥没が生じ それに伴う断続的な地すべり運動が考えられる。

2-3 地すべり面

地すべり面は 基盤(凝灰角礫岩)の上部、比較的風化作用を受けた粘土混り角礫層と考えられる(パイプ歪計より)が、地すべり地の全体のすべり面及びすべり面層の位置は、現在比較的地すべり土壌が安定しているため判断としない。またボーリング孔NO18を中心とした斜面に厚さ11m程度の小規模な地すべり運動が見い出され(ボーリングコア及びパイプ歪計より考察) 滑落の可能性が考えられる。(図-21参照)

2-4 地下水の流動状態

地下水と陥没現象との関連性については 水質試験結果と追跡調査の結果より南北に走る陥没地帯の西側にある谷状部(岩盤等高線図により推定)を流下する地下水の影響が大きいものと思われ、またその地下水の供給源については、ボーリング孔NO2附近の西沢川漏水及び北側斜面からの流入も考えられる。またボーリング孔NO19～NO21～NO23の縦断にそって中央部に非常に高い地下水が見い出され、しかも地下水位の分布が、NO19～NO21～NO23にあって少しづつ低くなることから この方面に主要な地下水の流動経路が考えられる。これはボーリング孔NO16に行なった地下水追跡調査結果からボーリング孔NO16～NO15～NO20に至る流路と同一経路と考える。さらに調査地中央部の地下水谷は岩盤の屋根に存在しており、その上大きなカーブをして旧西沢川(現東沢)へ流入する経路を示している。以上該地における地下水脈は、東部(現西沢川沿い)、及び北部(旧西沢川沿い)のほか中央部を破砕帯に沿って流動する系統の大きな流れが考えられる。(図-21参照)

3. 災害について

該地における地すべりあるいはそれに類する災害について、その原因を推定する地元住民の間で一応地すべりの徴候ととられている一連の陥没現象はボーリング孔NO15とNO7の両地点を結ぶその西側に見られる、これは西沢川万何に岩盤の急傾斜を見る事から地すべりの徴候ともとられる、この現象は、いわゆる先端崩壊の地すべりと考えられる。西沢川及び岩盤谷を流下する地表水あるいは地下水によって、崩壊土、崖錐堆積物、二次堆積物が洗掘または浸蝕される、その結果斜面脚部が不安定となり地すべりを誘発するのである。また破砕帯の影響を考えた場合、次の様なことがいえよう、破砕帯に流され、破砕帯の空隙が大となる、その結果がこの一連の現象が反覆され破砕帯に沿った陥没が生

表 一 一

調査項目		調査要	
年度	本数	延長	目録番号
昭41	13	331 ^尺	BV1 ~ BV13
昭42	23	607	B1/4 ~ BV36
昭43	8	160	BV37 ~ BV44
昭44	44	1,074 ^尺	
昭和42年度	2線延長 1000 ^尺		測定間隔 5 ^尺 測線方向 NW67°
昭和43年度	4線延長 1000 ^尺		ホリク2孔延長 80 ^尺 (BV45, BV46)
昭和43年度	点		
昭和42年度	5資料(1資料9成分) 昭和43年度 32資料(1資料8成分)		
昭和41年度	昭和42年度 6孔 (BV15, 16, 17, 19, 21, 22)		
昭和43年度	4孔 (BV20, 29, 31, 37)		
昭和41年度	試薬 食品 昭和42年度 試薬 アルカレス・ソーダー		
昭和43年度	試薬 アルカレス・ソーダー		
昭和43年度	6ヶ所観測		
昭和41年度より毎日1回観測	13ヶ所 昭和43年度水位計設置 2ヶ所 (BV21, 22)		
昭和44年度	水位計設置 3ヶ所 (BV29, 15, 39)		
昭和41年度水位計設置 3ヶ所 (BV3, 8, 10) 昭和42年度水位計設置 2ヶ所			
昭和41年度水位計設置 5ヶ所 昭和42年度水位計設置 2ヶ所			
昭和41年度	水位計設置 1ヶ所設置		

中の粘土鉱物及び、それに類する細粒な物質が地下水の
ランスが崩れ、圧密作用を受け、次のバランスを保つ。
じたと考えられる。(図-2.1参照)

4 対策工事の方針

今までに得られた調査資料から、十谷地すべりの原因は、主に地下水にあると思われる。そこで考えられる対策工法を検討すると

表 - 2

工種	昭和41年度 数量 C	昭和42年度 数量 C	昭和43年度 数量 C	昭和44年度 数量 C	昭和45年度 数量 C	昭和46年度 数量 C	昭和47年度 数量 C	昭和48年度 数量 C	昭和49年度 数量 C
調査・水引	222 1,600	61 600	62 600	62 600					
排水・水引	121 1,650	581 1,776	160 1,800						
集水・水引	235 2,637	18 279		196 2,700					
排水・水引			410 4,900	385 4,704	1,600 8,000	800 7,076	6475 8,207	7000	
排水・水引			1基 3,500	2基 7,600		1基 5,000	1基 6,500	1基	
鹿張工									160 2,200
荒路工					27 400		86 1,000	126 1,600	65 500
表層排水工									50 220
底層工					88 6,500				
その他 (費用別)	222 1,600	186 2,700	276 1,000	196 800			420 500	500 800	
計	761 7,176	1,110 2,800	645 2,800	645 2,800	763	663	805 800	800	
計	9,902	2,765	3,276	1,800	4,800	1,740	776	800	
合計	7042	10,930	13,076	14,645	17,667	15,469	8,116	18,456	8,600

が計画されたのである。尚対策工法の概要は表2を参照されたい。

4-1 集水井戸(ライナープレート)による地下水排除

ここで一番問題となるのは、どの地下水をどの地点から排水するかということである。そこでいままでの調査結果(地下水の流動状況)から考える一連の排水計画は(図22)の通りである。

- 1 ライナープレートの形状寸法——径3.5^M、深さ20.0^M、厚さ(上部4% 下部52%)
- 2 計画集水量——集水ボ—リング(φ^{80%} 140^M)¹/₂₀ × 15本 = 300^g/_{min}
3. 排水計画——排水ボ—リング(φ^{100%} 145^M)により渠沢に処理

ここで、当初計画していた集水量は実施した結果 700%~1000%の集水を得ることができました。そこで排水計画は、次のとおり検討した。

＜ $R_1 \sim R_2$ における排水量＞

条件 1 $Q = 0.27853 \cdot C \cdot D^{2.62} \cdot I^{0.54}$ 2 $C = 130$ (系数) 3 $D = 80$ (管径)

$$4 \text{ 水頭差 } \Delta H = 526.36 - 520.38 = 5.98 \quad Q = \sqrt{4540^2 + 598^2} = 4580 \quad I^2 = \frac{5.98}{4580} = \frac{1}{76} = 0.0131$$

$$\text{計算} \quad Q = 0.27853 \times 130 \times 80^{2.63} \times 0.0131^{0.54} = 950 \text{ } \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

< R₂ ~ R₃ における排水量 >

$$\text{条件} \quad 1. Q = 0.27853 \cdot C \cdot D^{2.63} \cdot I^{0.54} \quad 2. C = 130 \quad 3. D = 80$$

$$4 \text{ 水頭差 } \Delta H = 520.38 - 520.02 = 0.36 \quad Q = \sqrt{4660^2 + 0.36^2} = 4660 \quad I^2 = \frac{0.36}{4660} = \frac{1}{130} = 0.0076$$

$$\text{計算} \quad Q = 0.27853 \times 130 \times 80^{2.63} \times 0.0076^{0.54} = 400 \text{ } \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

いづれも集水量を底部より2~3Mにとどめるようにした。しかし 降雨時に R₁ - 11.00M R₂ - 16.00M. R₃ - 18.00Mの高水位を保つことは 地すべりの要因ともなる地下水をあげることに なり、当然その処理を講じなければならぬが、R₁、そこでそれぞれの間の排水ボーリングを2本施工する と共に R₃から東沢への排水は隧道排水工法を採用した。

4-2 隧道による排水

$$\text{条件} \quad 1. V = \frac{\pi}{4} \cdot R^2 \cdot L \quad 2. Q = AV \quad 3. D = 500 \quad 4. R = 125 \quad 5. \Delta H = 520.02 - 511.85 = 8.17$$

$$Q = \sqrt{9960^2 + 817^2} = 9990 \quad 6. A = \frac{\pi D^2}{4} = 0.196 \quad L = \frac{8.17}{9990} = \frac{1}{122} = 0.00819$$

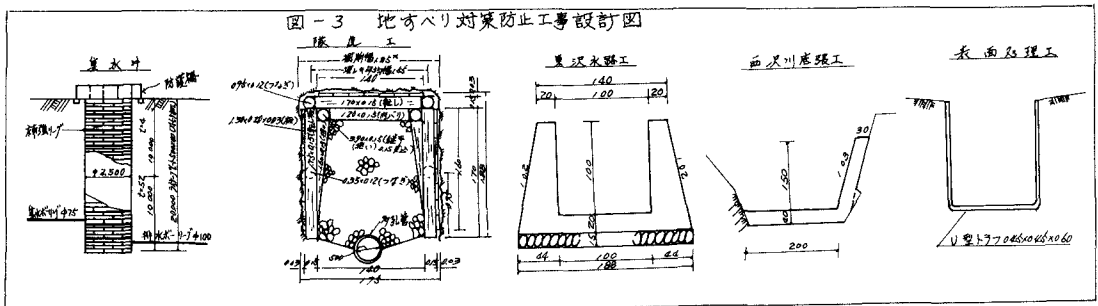
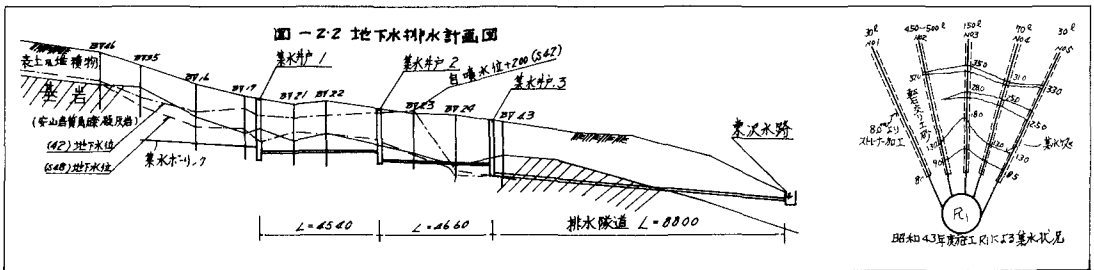
$$\text{計算} \quad V = \frac{\pi}{4} \cdot R^2 \cdot L = 28 \text{ } \frac{\text{m}^3}{\text{sec}} \quad n = 0.0225 \quad K = 40 \quad R = 125 \quad Q = AV = 33 \text{ } \frac{\text{L}}{\text{min}} \quad \text{ピーク降雨時において}$$

ても、当初計画の底部より2~3Mの水深を確保できた。排水隧道断面は図3のとおりである。

4-3. 西沢川底張工 — 西沢川の漏水を防止するため図3のとおり設計した。

4-4. 表面処理工 (U型トラフ) — 雨水の地下への浸透防止のため図3のとおり設計した。

4-5 東沢水路工 — 表面水処理に伴う流末処理及び現水路の漏水防止のため図3のとおり三面張工を設計した。



5. 効果

集水井戸による地下水排除は 観測結果によれば確実に地下水水位の減少を記録している。その結果中谷地すべりの原因である地下水の影響がうすらいだと考えられ、基盤上部の崩土堆積物のバランスを保つ可能性が大になり地すべり防止対策の効果をあげるこゝができたとと思われる。が今後施工する、表面排水処理工と西沢川底張工により、一層の効果を期待したい。