

I S S N 0386—5878

土木研究所資料第2288号

土 木 研 究 所 資 料

道路建設に伴なう切土工による 地すべりの実態

昭和61年 1 月

建設省土木研究所
砂防部地すべり研究室

Copyright © 1986 by P. W. R. I

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P. W. R. I

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部分又は一部の転載、複写は、土木研究所長の承認を得ずしてこれを行ってはならない。

道路建設に伴う切土工による 地すべりの実態

地すべり研究室長 中 村 浩 之
部外研究員 田 辺 政 貴
研 究 員 久保田 哲 也

要 旨

我が国の地勢から見て、山岳道路建設に際し、地すべり地帯における土工の必要性が高く、事実に地すべり地内、もしくは地すべり発生の可能性がある地帯での大規模土工を不可避とする事例も増加する傾向にある。こうした中で土工の安全施工、維持管理のためには、地すべりの安定度を考慮し、土工量の上限を設定する必要がある。

これらの問題に対して、今回の調査では、道路建設に伴う切土工による地すべり事例115例を収集し、切土地すべり地の地形・地質の特徴、地質構造に影響された地すべりの特徴、塊状深成岩体を基盤とする地すべりの特徴等を定性的に明らかにした。また接峰面図を用いて斜面形状の分類の試みをし、斜面形状別の切土地すべりの形態、規模の特徴を明らかにした。

キーワード：道路土工，切土地すべり，地形，地質，地質構造，深成岩体，斜面分類，地すべり実態

ま え が き

わが国は、太平洋の西縁部に発達する弧状列島の一部であり、地質年代的太古から造構造運動の舞台となってきたため、地質的にも構造的にも複雑なものとなっている。また国土の7割は山地によって占められ各都市を結ぶ道路には交通の難所とされる箇所が見られる。

こうした中で年々道路事業が推進され、高速道路の建設・改良が山岳地域に及ぶにつれて、地すべりが発生する事例が多くなっており、道路建設及び維持管理上、地すべりは大きな問題となっている。また地すべり地内での大規模土工を不可避とする事例も増加する傾向にあり、地すべりの安定度を考慮しつつ、土工量の上限を設定する必要があるが出てきている。

これらの問題に対して、昭和58～59年度に、山岳道路建設の切土工にかかる地すべり災害資料の収集、地すべり地の地質・岩質・規模等地すべりの分類に関する事例調査、切土工の影響についての解析、土工に伴う初生すべりの発生状況の検討、互層すべりの地盤特性の検討等の研究を行ってきた。

この研究・調査の成果をもとに、切土工に伴う地すべりについて、どのような特徴があるのかその実態を調べてみた。定性的な内容ではあるが、今後の道路土工に伴う地すべりを考えていく上で、比較資料・検討材料となれば幸いである。

なお、資料の収集にあたり、地すべり調査報告書を貸与していただいた、日本道路公団の各建設局長及び各管理局、北海道開発庁北海道開発局、各道府県の土木部の方々に厚く御礼申し上げます。

昭和61年1月

地すべり研究室長	中村浩之
部外研究員	田辺政貴
研究員	久保田哲也

目 次

まえがき

1. 調査方法	1
2. 道路切土工に伴なう地すべりの特徴	2
1) 切土地すべり地の地形・地質の特徴	2
(a) 地すべり面積	2
(b) 地すべり幅・長さ	2
(c) 地すべり深さ	3
(d) すべり面勾配	4
(e) 切土高	5
(f) 地すべり長さと地すべり幅の比	5
(g) 地すべり幅と地すべり深さの比	6
(h) 地すべり発生時期	6
(i) 地質年代・岩種	9
(j) 地質構造, 断層・破碎帯・リニアメント	10
(k) 斜面形	11
(l) 地すべりブロック形状	12
(m) 地すべりタイプ	13
(n) 切土形態・末端位置	15
(o) 緩傾斜地の有無	16
(p) すべり面位置・すべり面判定	17
(q) 対策工工種	24
2) 地質構造による影響	25
(a) 断層が影響する事例	25
(b) 亀裂が影響する事例	27
(c) 構造(層理面)が影響する事例	27
(d) 地質構造に影響された地すべりの特徴	31
3) 塊状深成岩体を基盤とする地すべりの特徴	32
4) 接峰面図を用いた斜面分類の試み	33
3. あとがき	38
4. 引用文献	38

卷末資料

1. 調査集計表	39
2. 切土地すべり事例集	48

1. 調 査 方 法

高速道路調査会が、昭和 58 ～ 59 年度に実施した「地すべり地形の安定度評価に関する研究」¹⁾ の際に集められた各事例（国及び都道府県所管の国道県道並びに日本道路公団所管の高速道路及び一般有料道路における地すべり事例）の調査報告書の一部を基本資料とした。なお各種雑誌・技術資料など広範な文献の中からも切土工に伴う地すべり 115 事例を抽出して資料として検討した。このうち 51 例については、本文中と巻末に平面図と断面図を添附し、地すべりの素因や誘因について記してあるので参考資料とされたい。

収集資料の扱いについては、明らかに崩壊とわかるものは除外した。地すべりの規模やすべり面勾配等で採用範囲を決めることはせず、発生した地すべり全部について行った。

2. 道路切土工に伴う地すべりの特徴

1) 切土地すべり地の地形・地質の特徴

はじめに今回の調査で得られた 115 例の地すべりの項目別の単集計結果から述べることにする。

(a) 地すべり面積 (図 1)

地すべり面積は、単純に地すべり長さ (L) × 地すべり幅 (W) で求めた。平均値は 1.02 ha であるが、5 ha 以上の切土地すべりとしては大規模な事例が 3 例あるために、平均値が大きくなり、平均値以下の事例は 67.8 % に及ぶ。大規模地すべり 3 例を除いた平均値は、0.84 ha になる。

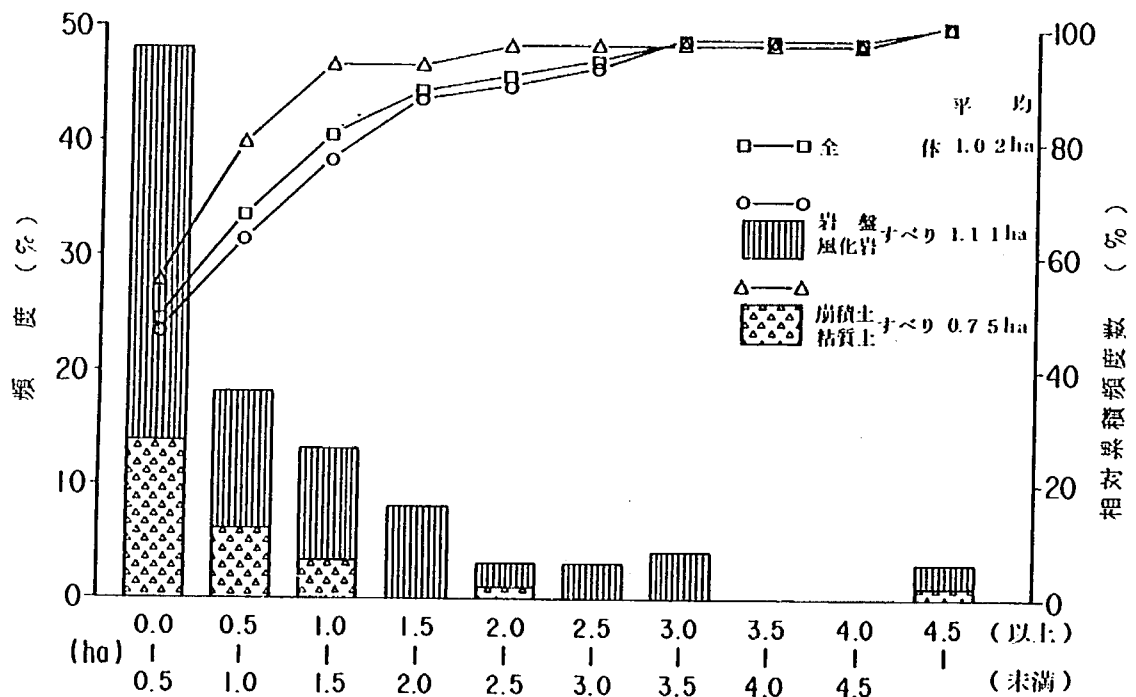


図 1 地すべり面積

(b) 地すべり幅・長さ (図 2, 図 3)

地すべり幅 (W) は、地すべり方向に直交する方向で最大の値を採用し、地すべり長さ (L) は、地すべり方向で最大の値を採用した。これより幅・長さとも、100 m 前後の規模の地すべりが多いことと、平均値 ($\bar{x}$) + 標準偏差値 (σ_n) の範囲に 85 % ~ 90 % の事例が集中していることがわかる。このことは、地すべりの発生規模の予測に役立つ指標となり得ると思われる。

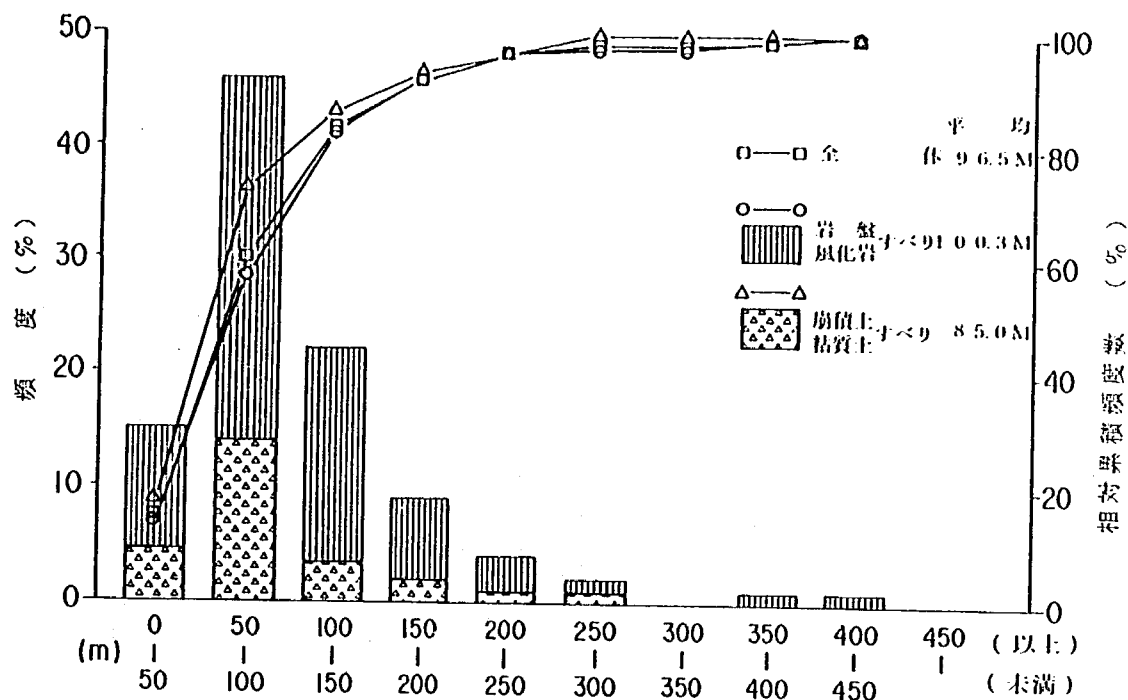


図2 地すべり幅

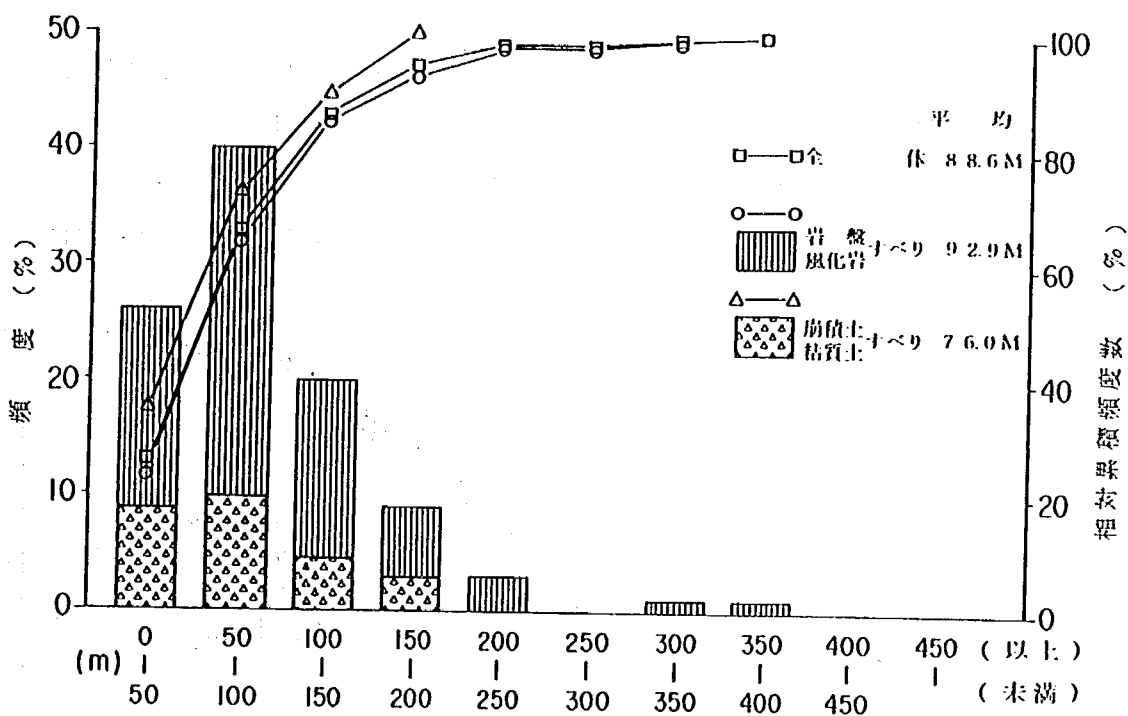


図3 地すべり長さ

(c) 地すべり深さ (図4)

地すべり深さ(D)は、断面上で最大となる地すべり深度を採用した。「地すべりの実態統計(その1)」²⁾によれば、平均が13.7mであり、今回の調査結果と全く一致したが、地すべり深さについては、通常の地すべりと変わらないと言える。

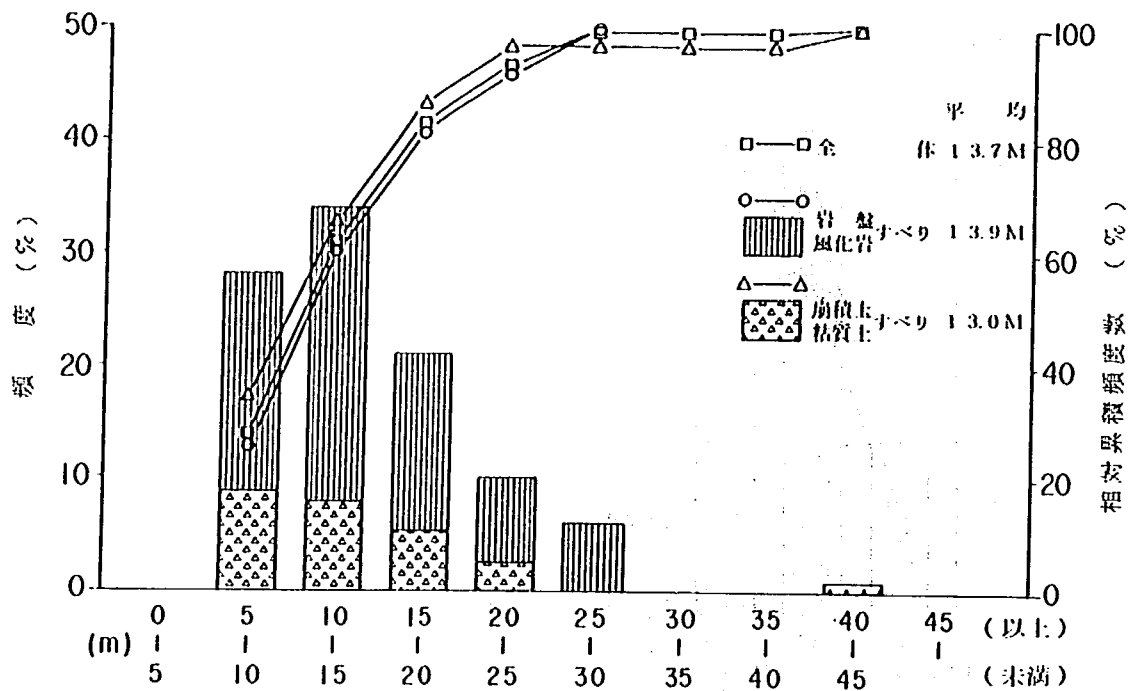


図4 地すべり深さ

(d) すべり面勾配 (図5)

すべり面勾配は、直線部のあるすべり面の場合はその直線部の勾配とし、それ以外は頂部と末端部を結んだ直線の勾配で近似した。最高 46° 、最低 1° とややその値は分散してはいるものの平均値は 22.3° であり、「地すべりの実態統計(その1)²⁾」, (その2)³⁾, (その3)⁴⁾」によれば、すべり面勾配の平均値は各々 18.6° , 15.1° , 15.8° と低く、切土工に伴う地すべりは、比較的高角度のすべり面を形成しやすいと考えられる。

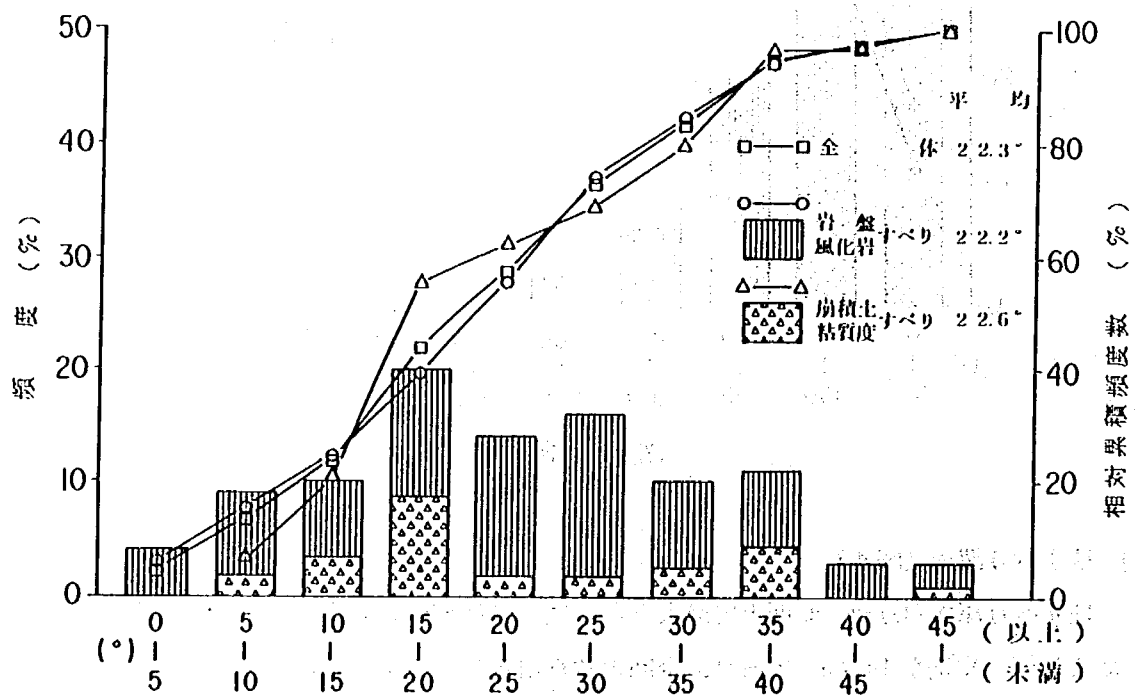


図5 地すべりすべり面勾配

(e) 切土高 (図6)

切土工は、最大切土高を採用したが、工事中に発生した地すべりについては、その発生時の最高切土高とした。切土法面は、切土高が高くなるにつれて、その箇所数が漸減すると考えられるが、図6に見られる通り、115事例中に40mを越す切土法面で発生した事例が7例もある。このことは、40mを越す切土法面は箇所数は少ないものの、地すべりが発生しやすい為と思われ、また40mを越す大規模な切土工が地山の安定性に与える影響は、急激に増大するものと考えられる。

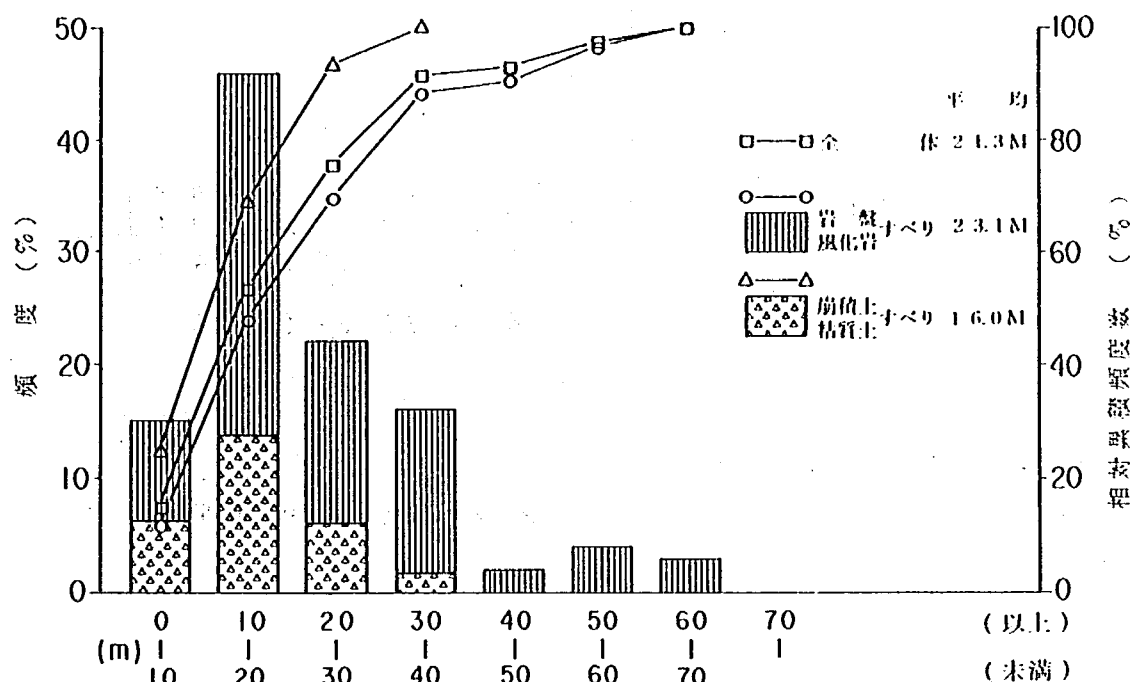


図6 切土高 (直高)

(f) 地すべり長さ と 地すべり幅の比 (図7)

地すべり長さ (L) を地すべり幅 (W) で除した形で表わしたが、一部を除いて集中度は良く、半数以上の事例で幅の方が長さより大きい。また残りの事例も長さが幅の2倍程度までのものがほとんどである。このことは、切土工に伴う地すべり範囲を想定する上で役立つ内容である。

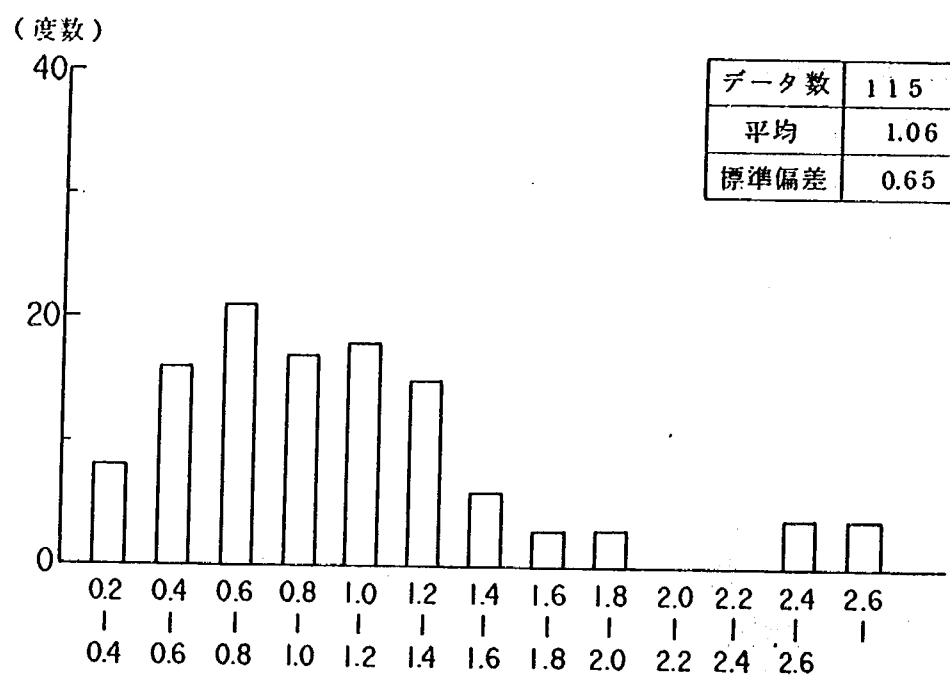


図7 長さ/幅ヒストグラム

(g) 地すべり幅と地すべり深さの比 (図8)

地すべり幅 (W) を地すべり深さ (D) で除した形で表わした。2～9 の範囲でピークがあり、75 % の事例が集中している。

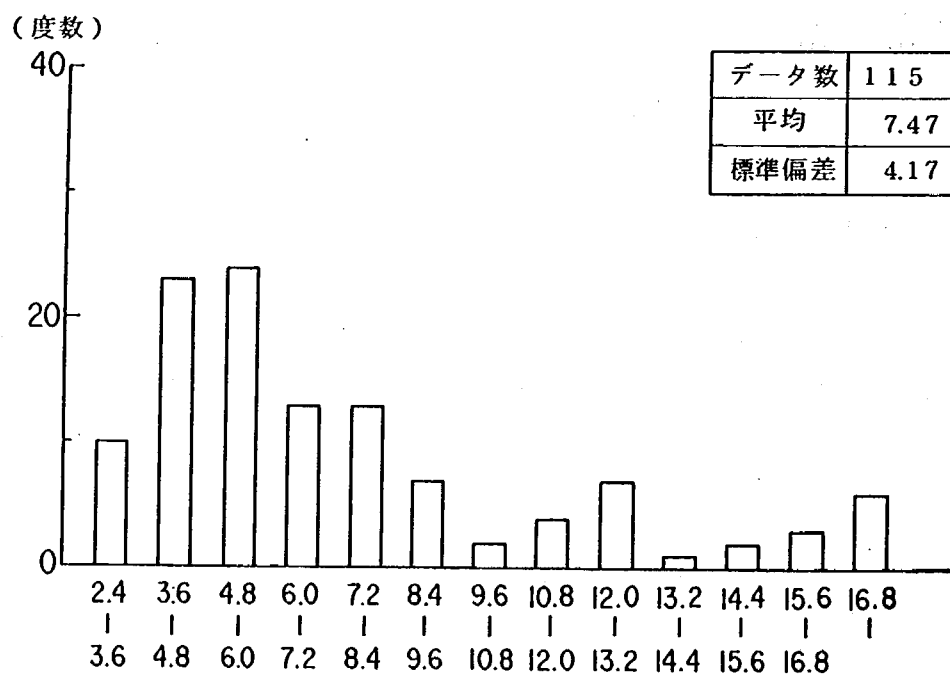


図8 幅/深さヒストグラム

(h) 地すべり発生時期 (図9)

不明の8事例を除けば、工事中に発生したのが58.9%，施工後が41.1%である。工事施工後になっ

て発生する地すべりが4割強あるということは、工事後の維持・管理が重要であることを示している。「地すべり地における道路土工の設計に関する試験調査」⁵⁾によれば、工事中の発生が57%、施工後が43%となっている。この中では施工後発生した地すべり211例について発生までの期間に着目し次のことを述べている。即ち、施工後1カ月以上6カ月未満、1年以上5年未満の件数が多く、土工後数十年も経てから生じる地すべりは極めてまれである。土工完了後1年未満での発生が約74%、5年未満での発生が96%となっている。基盤岩の地質年代、岩種別の発生時期に関しては、発生時期の差は明確ではない(図10)。また土工後の発生時期と地すべり

発生前の旧地山安全率の関係および発生時期と土工規模との関係を、時期を6カ月未満6カ月以上とにカテゴリー化して検討しており、その結果が、図11、図12である。土工規模は図13により切土面積 a と地すべり土塊面積 A の比 a/A を用いており、土工という誘因の指標であり、旧地山安全率 F_s は、旧地山の地質・岩質・地形等の素因を総合的に表わす指標と考えられる故、図11は素因と件数の関係を、図12は誘因と件数を表わしている。これらによれば、期間が6カ月以上すなわち長くなれば、 F_s の高

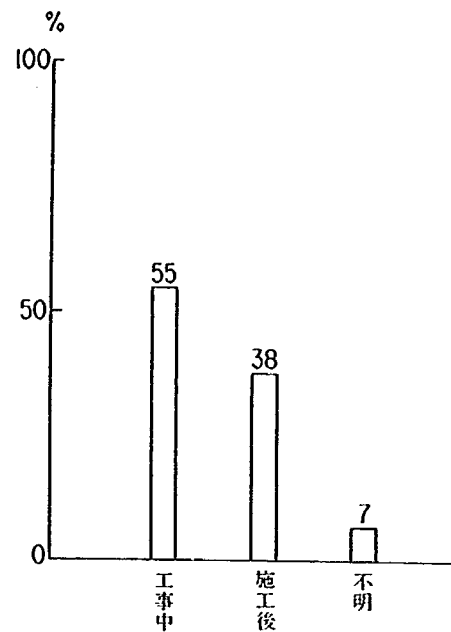


図9 地すべり発生時期

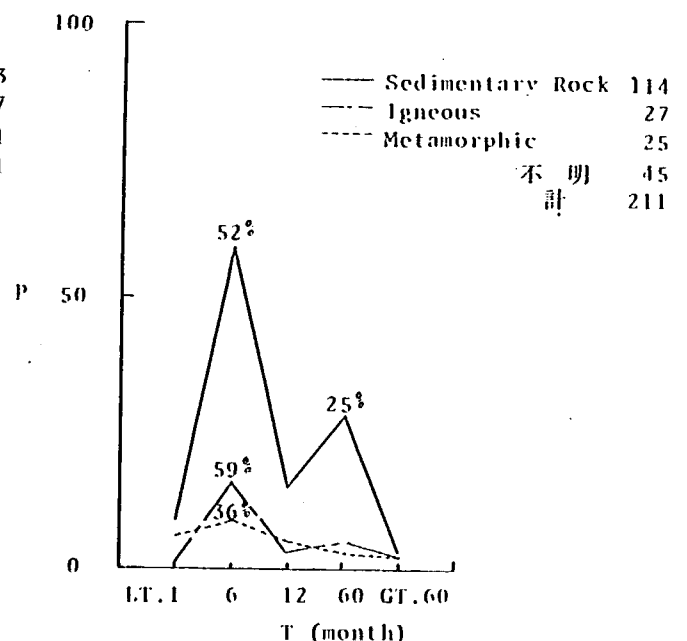
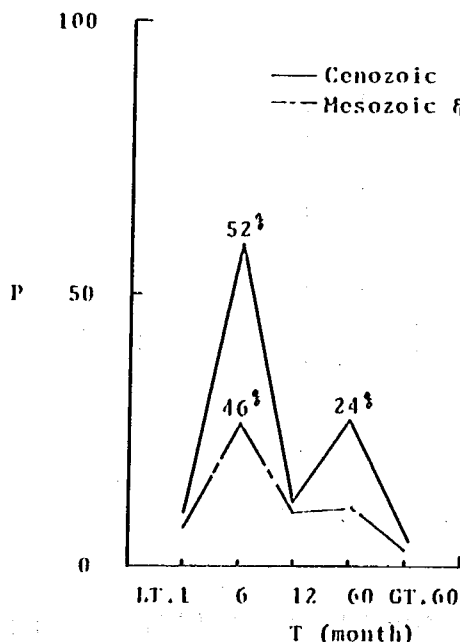


図10 地質年代・岩種と工事完成後の地すべり発生時期の関係

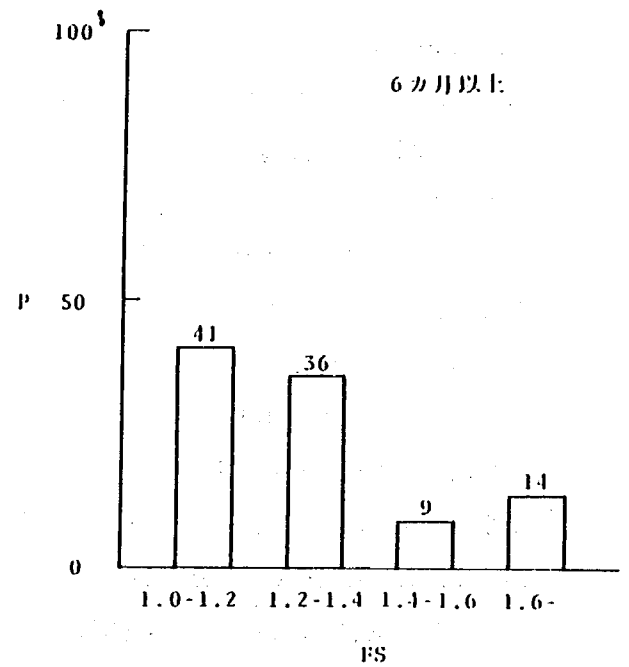
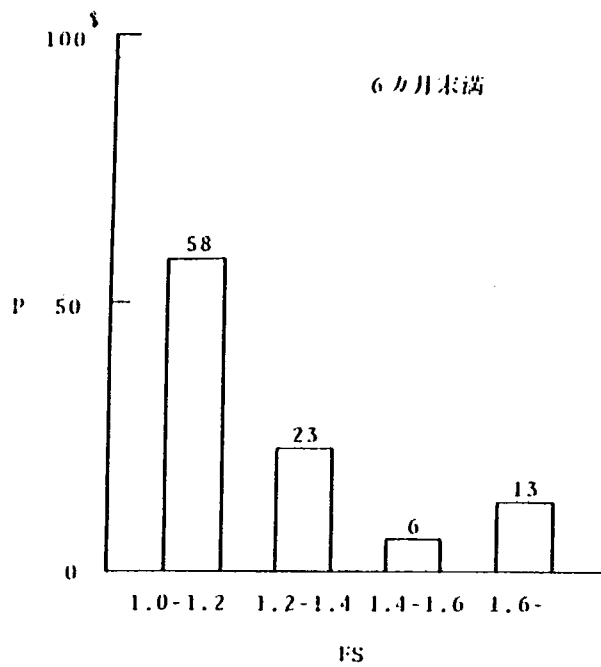


図11 Fs と件数 (%) の関係 (左 6 カ月未満, 右 6 カ月以上)

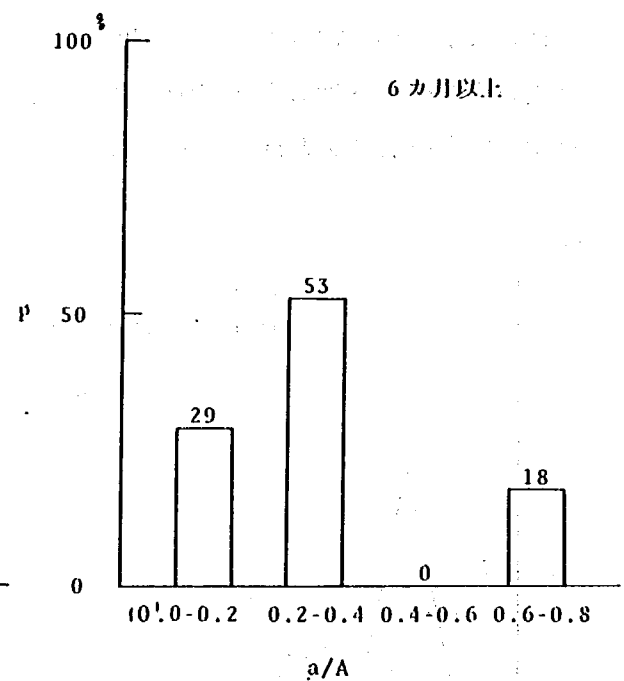
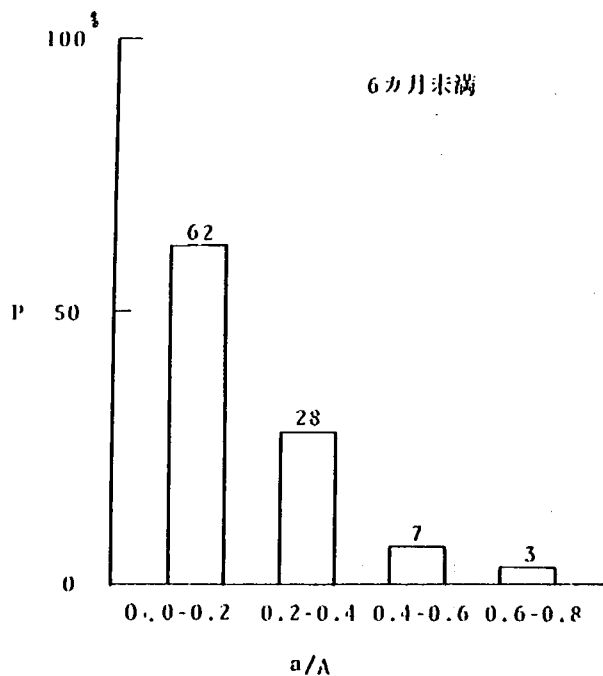


図12 a/A と件数 (%) の関係 (左 6 カ月未満, 右 6 カ月以上)

いもの、 a/A が大きいものが増すのがわかる。つまり F_s が小さいものは土工直後に降雨等により発生し、 F_s が大きいものは大土工に伴う応力開放に起因する吸水膨張等の劣化機構により地すべりを生じると考えられる、としている。

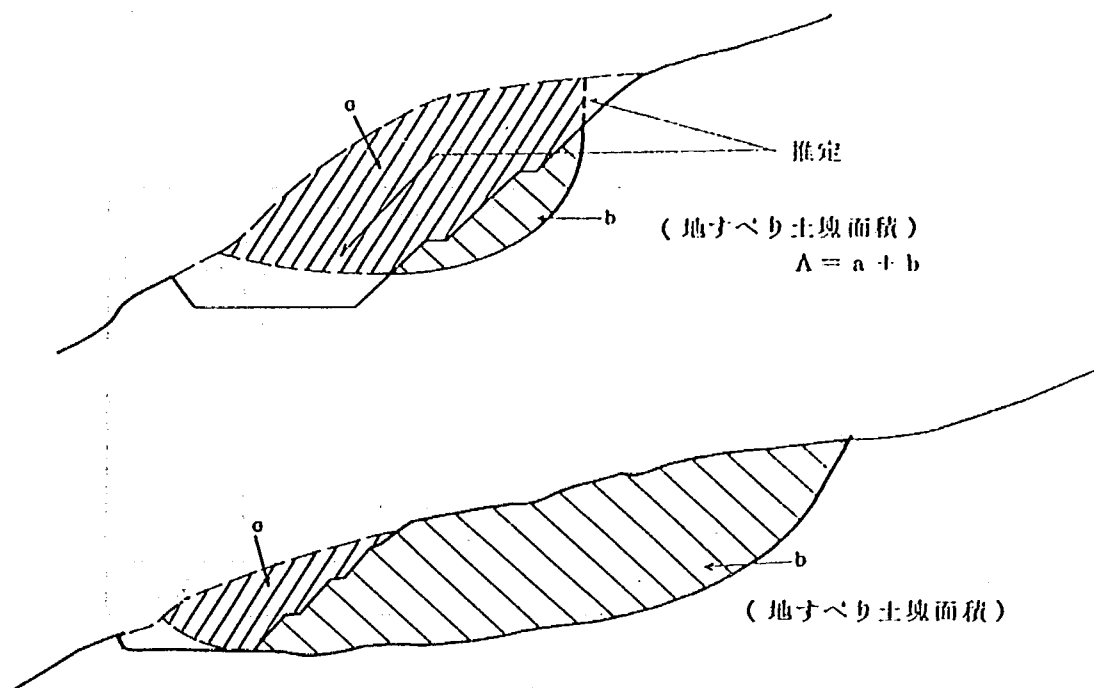


図 13

(i) 地質年代・岩種 (図 14, 図 15, 表 1)

基盤岩の地質としては、新第三系が圧倒的に多く、古生界・中生界の順に事例数が減り、古第三系と第四系は同数で最も少ない。これは「地すべり地形の安定度評価に関する研究」¹⁾の内容と符号するが、「地すべりの実態統計」^{2), 3), 4)}で対象としている自然斜面での地すべりでは新第三系・古生界・古第三系・中生界・第四系の順に事例数が減っており、中生界と古第三系で微妙な相違を示している。岩種と

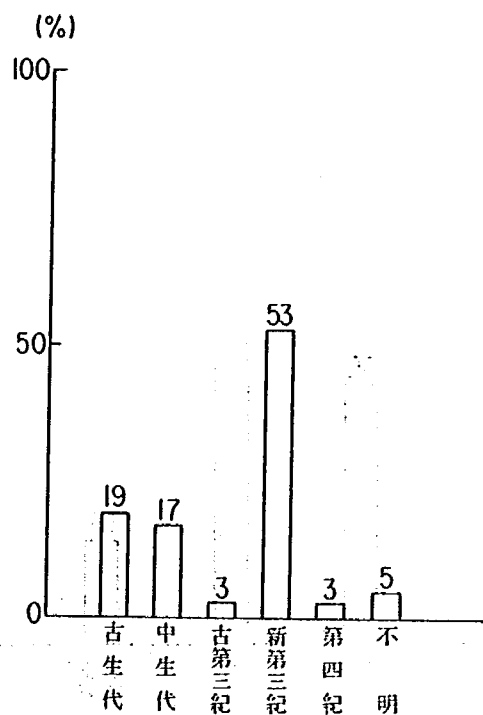


図 14 地質年代

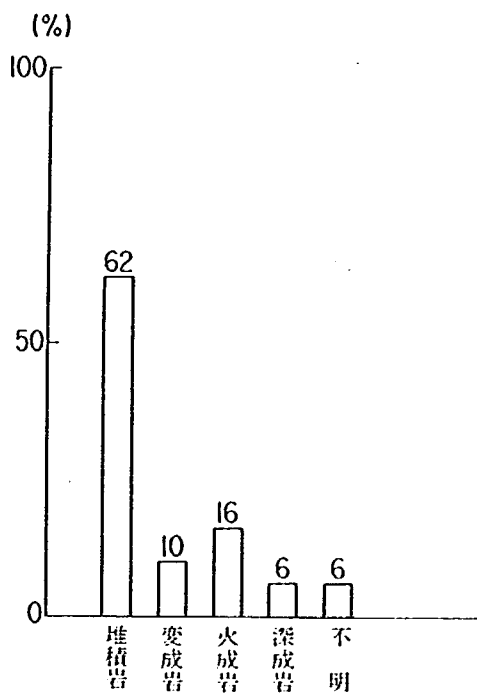


図 15 岩種

しては堆積岩が6割強を占めているが、中でも新第三系の中では8割近くを占めている。

表 1

岩種—基盤岩 クロス集計表		岩 石 種 別				
		堆 積 岩	変 成 岩	火 成 岩	深 成 岩	不 明
基 盤 岩 の 地 質	古 生 界	8.8%	7.9%	0.9%	1.8%	—
	中 生 界	7.9%	1.8%	3.5%	4.4%	—
	古第三系	3.5%	—	—	—	—
	新第三系	40.4%	—	10.5%	—	—
	第 四 系	2.6%	—	0.9%	—	—
	不 明	—	—	—	—	5.3%

(j) 地質構造、断層・破碎帯・リニアメント（図16，図17）

地質構造的には、不明を除くと7割が流れ盤構造を呈している。断層・破碎帯・リニアメントに関しては、3つのうち1つでも関与している場合は有りとし、中でも直接すべり面、ブロック形状等に影響を与えているものについては別途抽出した。これより60%の事例については断層等が見られる。このように切土地すべりが発生する箇所及び周辺では、地すべりとなり得る地質的な構造の影響が大きいものと思われる。

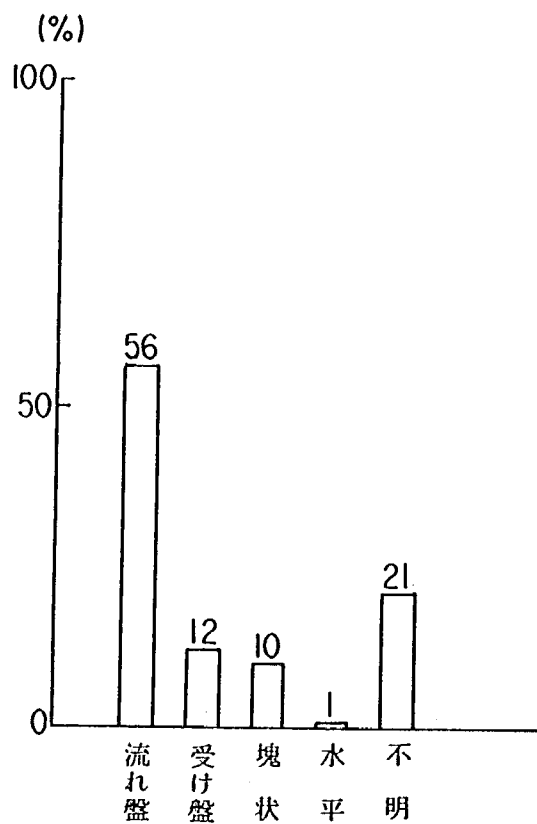


図16 地質構造

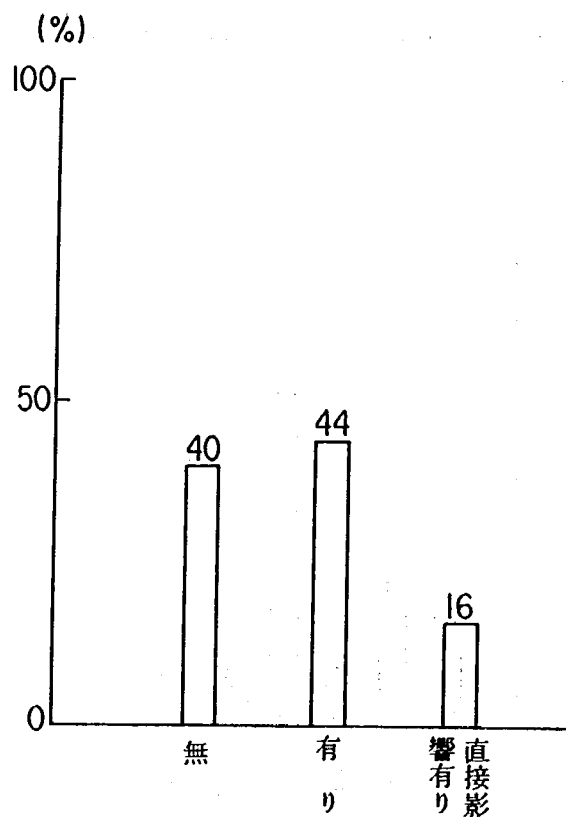


図17 断層・破碎帯・リニアメント

(k) 斜面形 (図18, 図19, 図20, 表2)

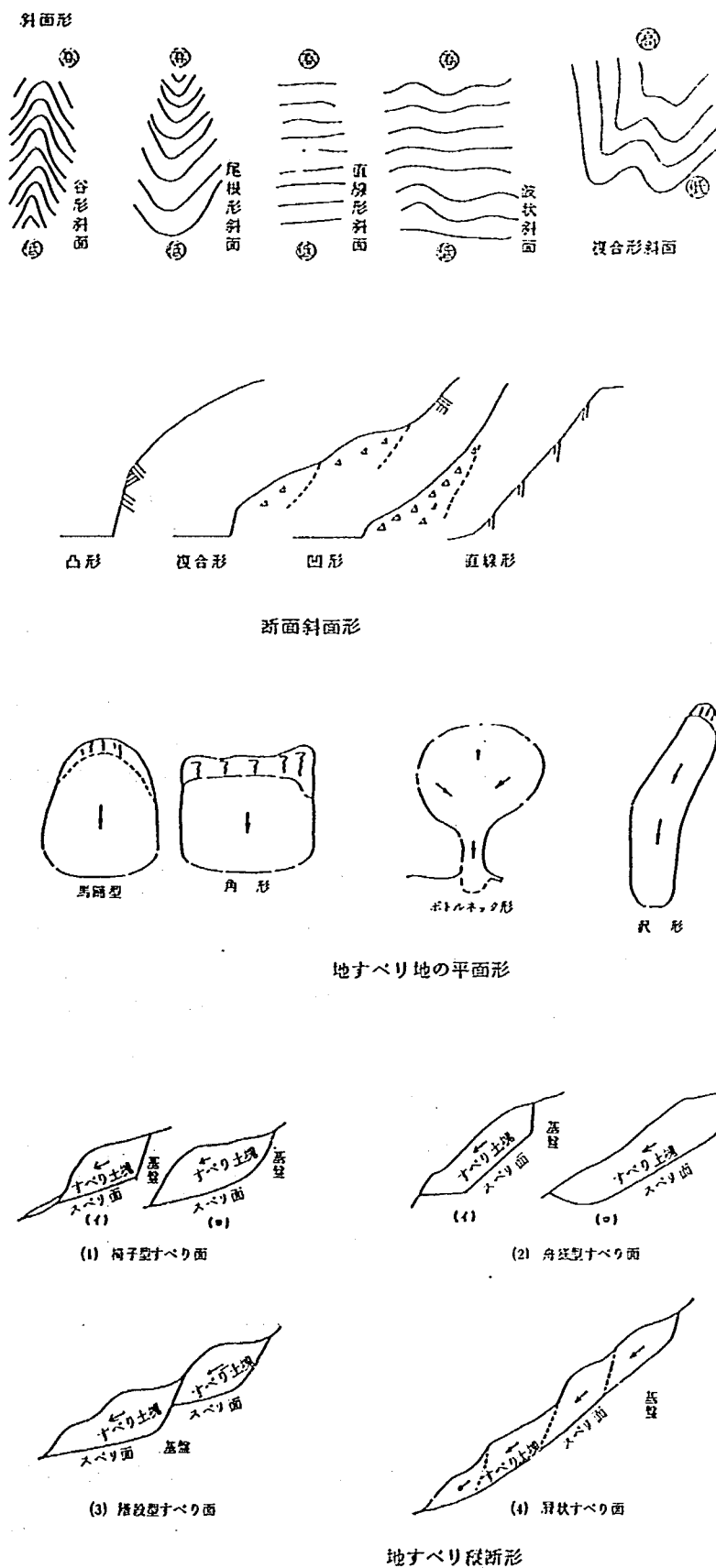


図 18

平面的には、切上に伴う地すべりであるので尾根地形を呈するところが最も多く48%を占める。断面的には、凸形斜面は切上で通過することが多いことを反映して、凸形が56%ある。両面からみると尾根状地形を呈しており、凸形斜面のところで36%の事例が起きている。

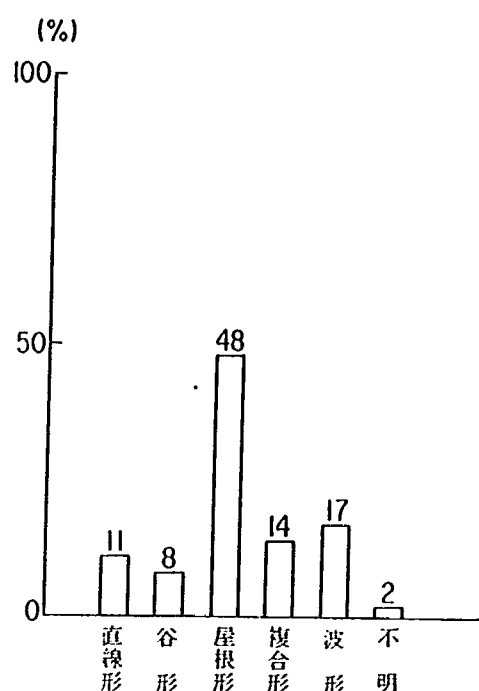


図 19 平面斜面形

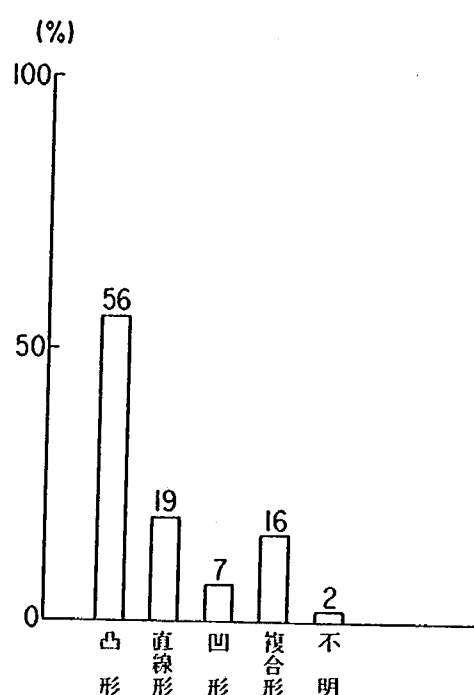


図 20 断面斜面形

表 2

断面斜面形 平面斜面形 クロス集計表		断 面 斜 面 形				
		直 線	凸 形	凹 形	複 合	不 明
平 面 斜 面 形	直 線	2.6 %	7.0 %	—	1.7 %	—
	谷 状	2.6 %	2.6 %	0.9 %	1.7 %	—
	尾 根 状	5.2 %	35.7 %	2.6 %	4.3 %	0.9 %
	複 合	3.5 %	5.2 %	1.7 %	3.5 %	—
	波 状	5.2 %	4.3 %	1.7 %	5.2 %	—
	不 明	—	0.9 %	—	—	0.9 %

(1) 地すべりブロック形状 (図 18, 図 21, 図 22, 表 3)

平面形では、77%までが馬蹄形を呈し、断面形では、椅子型が56%を占める。「地すべりの実態統計 (その2)」³⁾によれば、椅子型24%、舟型22%、階段型24%、層状型28%となっており、切土地すべりは椅子型のすべり面が特徴的に多いことがわかる。

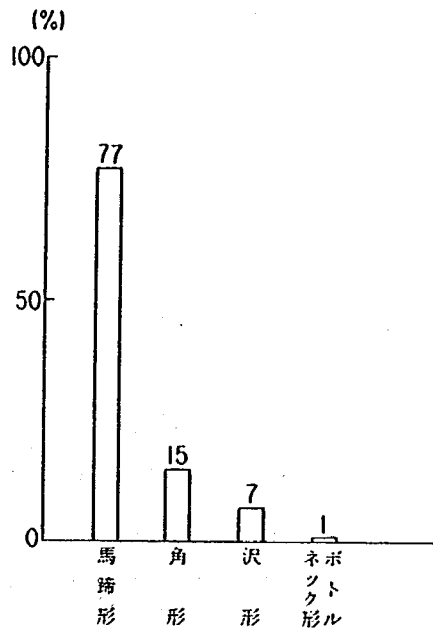


図21 平面形

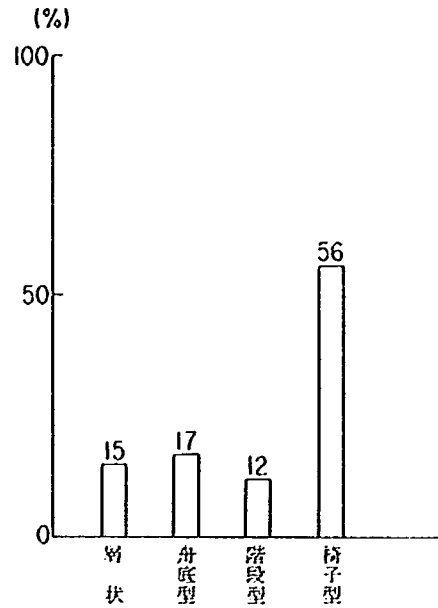


図22 断面形

表 3

平面形—断面形		断 面 形			
クロス集計表		層 状	舟 底	階 段	椅 子
平面形	馬 蹄 形	8.7 %	10.4 %	10.4 %	49.6 %
	角 形	4.3 %	3.5 %	1.7 %	7.0 %
	沢 形	1.7 %	1.7 %	—	—
	ボトルネック状	—	0.9 %	—	—

(m) 地すべりタイプ (図23, 表4)

風化岩すべりが67%, 崩積土すべりが23%, 岩盤すべりが8%, 粘質土すべりが2%である。「地すべりの実態統計(その2)」³⁾では, 崩壊土すべり45%, 粘質土すべり27%, 風化岩すべり23%, 岩盤すべり5%であり, 風化岩すべりが特徴的に多く, 粘質土すべりは少ない。

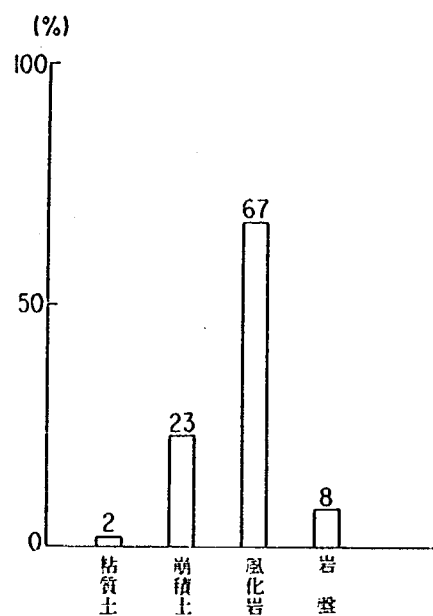


図23 地すべりタイプ

表4 地すべりの型分類⁶⁾(渡ら, 1975)

特 徴	岩盤地すべり	風化岩地すべり	崩積土地すべり	粘質土地すべり
平 面 形	馬蹄形, 角形	馬蹄形, 角形	馬蹄形, 角形, 沢形 ボトルネック形	沢形, ボトルネック形
微 地 形	凸状尾根地形	凸状台地形 単丘状凹状台地形	多丘状凹状台地形	凹状緩地形
すべり面形	椅子型, 舟型	椅子型, 舟型	階段状, 層状	階段状, 層状
旧 分 類 名	幼年型	青年型	壮年型	老年型
主な土塊の性質 (頭部)	岩盤または弱風化岩	風化岩(キレツが多い)	レキ混じり土砂	巨レキまたはレキ混じり土砂
〃 (末端部)	風化岩	巨レキ混じり土砂	レキ混じり土砂, 一部粘土化	粘土またはレキ混り粘土
運 動 速 度	2cm/day以上	1.0~2.0cm/day 程度	0.5~1.0cm/day	0.5cm/day以下
運動の継続性	短時間突発的	ある程度断続的(数十~数百年に一度)	断続的(5~20年に1回程度)	継続的(1~5年に1回程度)
すべり面の形状	平面すべり(椅子型)	平面すべり(頭部と末端がやや円弧状)	円弧と直線状, 末端が流動化	頭部が円弧状だが大部分は流動状
ブ ロ ッ ク 化	大抵1ブロック	末端, 側面に2次的地すべり発生	頭部がいくつかに分割され2~3ブロックになる。	全体が多くのブロックに分かれ, 相互に関連し合って運動
予 知 の 難 易	非常に困難, 綿密な踏査と精査を必要とする。	1/3,000~1/5,000地形図で予知できるし, 空中写真の利用も可能	1/5,000~1/10,000地形図でも確認できる。地元での開込みも有用	地元での開込みによって予知できるし, 非常に容易に確認できる。
一般的な斜面形	一般に台地部があるが不明瞭である。凸型斜面に多く, 鞍部から発生する。	明瞭な段落ち, 帯状の陥没地と台地を有す。大きくみれば凹型だが, 主要部は凸型	滑落崖を形成し, その下に沼, 湿地等の凹地あり, 頭部に幾つかの残丘あり, 凹形斜面に多い	頭部に不明瞭な台地を残し大部分は一樣な緩斜面, 沢状の斜面である。
平均的な安全率	大抵の場合 $F_s > 1.10$, 一時的にある程度の切土, 盛土も可能	$F_s = 1.05 \sim 1.10$, 一時的に5%程度の安全率を低下させる事は可能	$F_s = 1.03 \sim 1.05$, 一時的には3%程度安定率を悪化させても安定している。	切土, 盛土は不可能。小量の土工でも運動を再発する。
主要な対策工	深層地下水排除, 土塊除去, 抑止工	深層地下水排除, 土塊除去, 地表水排除, 抑止工	頭部での深層地下水排除, 地表水排除, 溪流工	頭部での集水井工, 末端での浅層地下水, 地表水排除, 溪流工
対策工の効果	即効的で完全安定化可能	即効的であるが, 異状天然現象時に再発の恐れがある。	対策工施工後1~3年を要す, 末端部の安定化が困難	遅効性で対策工施工後数年を要し, 完全な安定化は困難
主 な 原 因	大規模な土工, 斜面の一部の水没, 地震, 強雨	集中豪雨, 異常な融雪や河岸欠損, 地震, 中規模の土工その他	異常な霧雨, 融雪, 台風, 集中豪雨, 土工, 等	霖雨, 融雪, 河川浸食, 積雪, 小規模な土工
主な地質と構造	断層, 破砕帯の影響を受けるものが多い。	結晶片岩地帯, 新第三紀層に広く分布する。断層, 破砕帯の影響あり。	結晶片岩地帯, 新第三紀層に広く分布	新第三紀層に最も多く, 御荷峠破砕帯等の構造線沿いにも一部見られる。

(n) 切土形態・末端位置 (図 24, 図 25, 図 26, 表 5)

切土形態とは、両切で通過するか、片切で通過するか、片切片盛で通過するかの区分のことである。不明な事例が多いが、両切も片切も事例数は同数であり、3例の片切片盛があった。これより切土形態によって地すべり発生率はあまり変化しないと思われる。次に地すべりブロック末端位置であるが、模

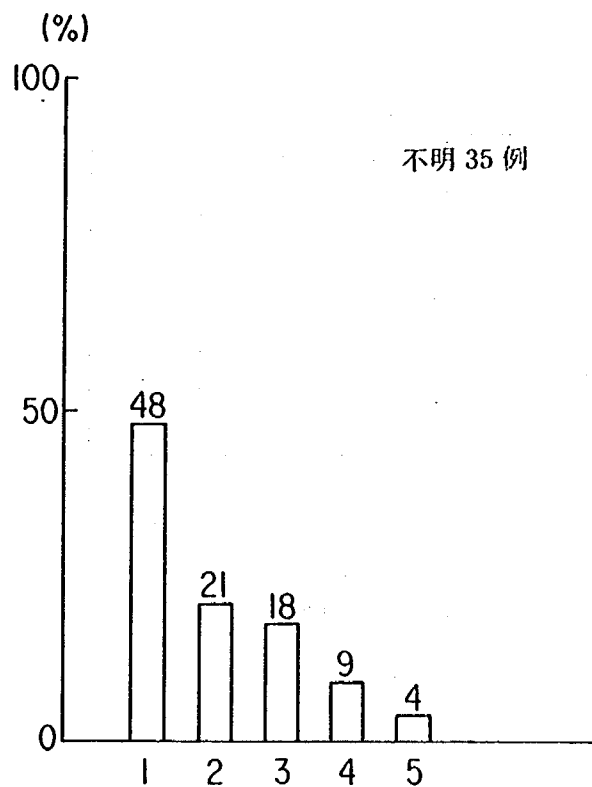


図 24 地すべり面末端位置

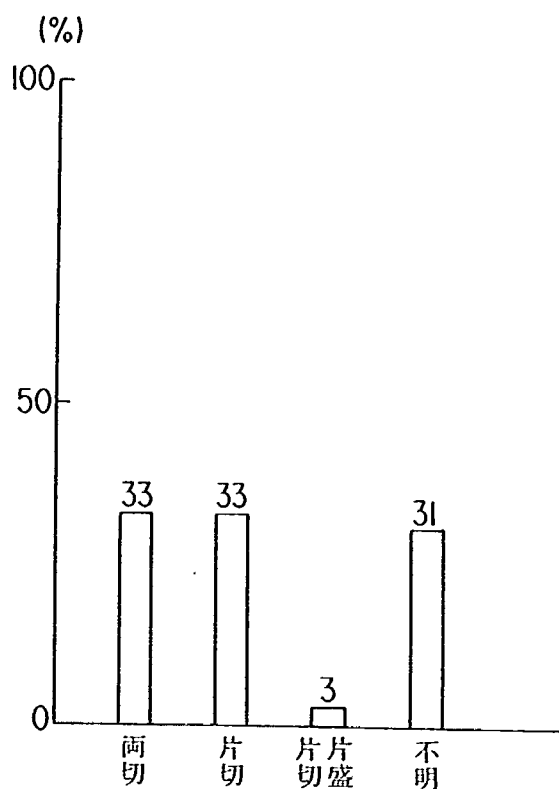


図 25 切土形態

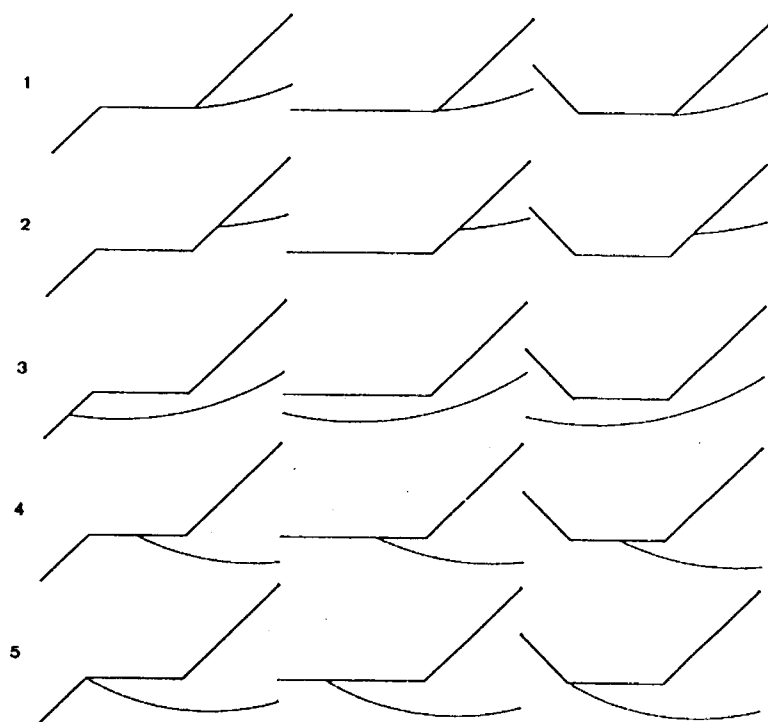


図 26 すべり面末端位置模式図

式断面図に示す通りの分類を試みた。不明な35事例を除けば、法尻にすべり面末端部が出る場合が最も多く48%を占め、次いで法面中が21%，道路下方に出るものが18%，道路上が9%，道路端附近が4%である。また末端位置別のすべり深さを見ると表5になり、地すべり面が深くなるにつれ、末端が下方までのびる傾向を示している。

表 5

すべり面の末端位置の分類	地すべり深さの平均値	標準偏差	事例数	%
2	11.5 m	5.0	17	21
1	12.6 m	5.7	39	48
4	14.4 m	4.9	7	9
3	18.4 m	8.2	14	18
5	21.0 m	4.5	3	4

(o) 緩傾斜地の有無

地すべり地に緩傾斜地が見られる場合は67%と多く、相対的に等高線間隔が広くなるような緩勾配斜面の地形が見られる地域で地すべりが発生しやすいことを示している。

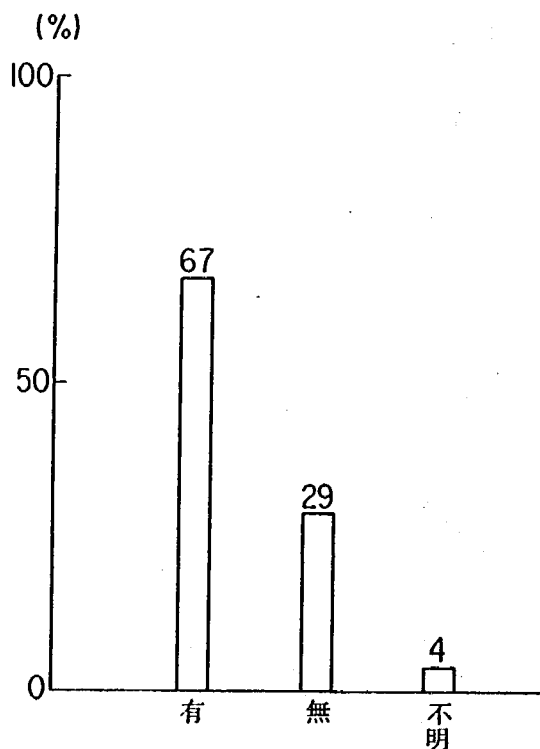


図 27 緩傾斜地の有無

(p) すべり面位置・すべり面判定 (図 28, 図 29)

すべり面位置の分類については、中村・白石 (1977)⁷⁾ で行われた分類を参考にして 5 段階の分類を行った。地すべりタイプを反映して、風化岩中に形成された事例が 57 %, 崩積土と基盤岩の境が 22 %, 風化岩と新鮮岩との境が 9 %, 崩積土中が 9 % であった。すべり面の想定は、ボーリングコアだけよりすべり面の判定を行うものであるが、事例数が少なく、明確に判定できる事例が 7 例、何カ所かに判定はできる事例が 18 例、判定が困難な事例が 12 例である。ここでは明瞭にすべり面が判定できる例を 2 例紹介する。

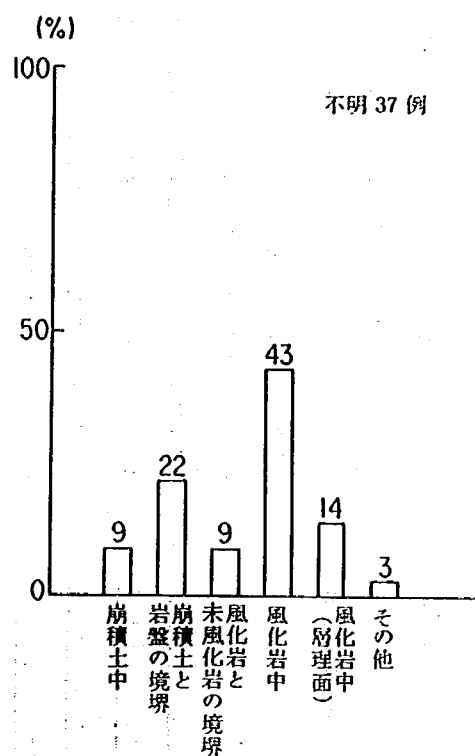


図 28 すべり面位置

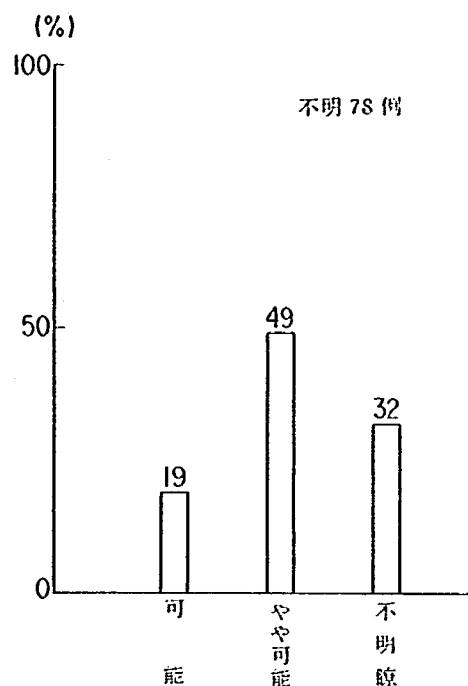


図 29 すべり面判定

[例 1]

B-1 掘進長 30.0m, 地下水位 GL-26.9m

深度 27.8m までが移動地塊であり、21.8~22.7m (0.9m), 24.8~25.8m (1.0m), 26.3~27.8m (1.5m) に黄褐色の明瞭なすべり面粘土が分布する。このすべり面粘土は、崩壊崖に分布するすべり面粘土と同質のものである。

表層 2.3m は表土層の混雑粘土が分布し、2.3~9.9m 間はキレッツの少い良質のチャートが分布する。ただし、チャートの間に分布するキレッツは、やや開口性を有する事が掘削中に確認される。

9.9m 以深 26.3m までは角レキ状のチャートであり、極めてキレッツが発達しており、これらキレッツも開口質であることが確認される。また、この区間は、掘削中の漏水が激しくかなり間隙の多い状況である。

一方、27.8m 以深の基盤岩は粘板岩である。キレッツが発達するが、開口性は感じられず、またキレッツ間のサビの付着も少い。なお、本岩が基盤岩である事は地下水位が GL-26.9m である事からも確認される。

B-2 掘進長 29.0m, 地下水位 GL-23.5m

深度 23.9m までが移動地塊であり、9.8~11.2m (1.4m), 16.4~16.7m (0.3m), 23.2~23.9m (0.7m) に黄褐~黄灰色のすべり面粘土が分布する。分布するすべり面粘土は固結が良好で、風化土丹状であり、崩壊崖に分布するすべり面粘土に比べ、やや性質を劣る。

移動土塊は多くが径 5~10cm の礫状であり、B-1 に見られる巨岩塊は見られなくなる。また裂隙につれ、風化が激しく、コアは砂状となっている。なお、9.0~9.8m, 19.2~19.6m には断層破砕帯の移動したのが見られる。

23.9m までの全区間で空隙が多く、かなりゆるんだ状態を呈し、掘削中の漏水も極めて多い。

23.9m 以深の基岩は、23.9m~25.2m, 27.5~28.5m に断層破砕帯が分布し、25.2~27.5m 間は半稜状~稜状の比較的良質な粘板岩、28.5 以深はキレッツの発達した粘板岩よりなる。

B-3 掘進長 17.0m, 地下水位 GL-16.5m

深度 16.5m までが移動地塊であり、すべり面粘土は見られない。

表層 0~3.7m までは表土及び崖壁であり、3.7m 以深は断層破砕帯の多い地塊となっている。断層破砕帯は 5.2~5.6m (0.4m), 6.4~8.4m (2.0m), 12.4~16.5m (4.1m) でこれらは断層 C の移動して来たものと思われる。断層破砕帯間はチャート及び砂岩の岩屑状層であり、キレッツが多く、B-1 に見られる巨岩塊は見られない。

深度 16.5m までの全区間で、ゆるみの激しい地塊であり、深度 6.4~8.4m 間では掘削中に孔壁の押し出しが観測された。

基盤岩はキレッツの激しい粘板岩である。50cm と確認深度は小さいが、地下水位が -16.5m である事より、基岩である確率は高い。

基岩を 50cm で打留めとした理由は、ボーリング地点で表層崩壊の危険が高くなった為である。

B-1

川 日	深 度 (M)	柱 状 図	色 調	地 質 名	硬 軟	記 事	掘 削 工 法	湧 出 水 有 無	岩 質 区 分	コ ア										試 験 値 (N)	標準貫入試験																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
										コア の 状 態	最大コア長 (cm)				R	Q	D (%)	コアの採取率 (%)	N		N	値																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
											10	20	30	40									20	40	60	80	10	20	30	40	50	60																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	2.20			砂 混り 粘土		上部0.50m 桶状混入。 #0.5-Jenaれき混入。				△																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						

1) 岩質区分は本文参照のこと

2) RQD: ホーリングコアを1m毎に区切って、その中に含まれるコア長10cm以上のものの総長比

3) コアの状態:  塊状コア  層状コア  砂状コア  粘土状コア

月日	深度 (M)	地質 図	色 調	地質名	地質 軟	地質 硬	地質 記号	地質 説明	地質 備考	地質 分類	コ ア										地質 採取 位置	地質 採取 数量	地質 採取 場所	地質 採取 時期	地質 採取 者																																																																																					
											最大コアー長 (m)	R	Q	D	コアーの採取率 (%)	コアーの採取 位置	コアーの採取 数量	コアーの採取 場所	コアーの採取 時期	コアーの採取 者																																																																																										
11月	1.20	砂岩	黄褐色	砂岩	硬			上部0.50m挿入 1.00-1.08mの角挿入			1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	25.00	26.00	27.00	28.00	29.00	30.00	31.00	32.00	33.00	34.00	35.00	36.00	37.00	38.00	39.00	40.00	41.00	42.00	43.00	44.00	45.00	46.00	47.00	48.00	49.00	50.00	51.00	52.00	53.00	54.00	55.00	56.00	57.00	58.00	59.00	60.00	61.00	62.00	63.00	64.00	65.00	66.00	67.00	68.00	69.00	70.00	71.00	72.00	73.00	74.00	75.00	76.00	77.00	78.00	79.00	80.00	81.00	82.00	83.00	84.00	85.00	86.00	87.00	88.00	89.00	90.00	91.00	92.00	93.00	94.00	95.00	96.00	97.00	98.00	99.00	100.00
	2.00	砂岩	黄褐色	砂岩	硬			1.00-1.08m挿入 部分的にナベリ面粘土状			2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	25.00	26.00	27.00	28.00	29.00	30.00	31.00	32.00	33.00	34.00	35.00	36.00	37.00	38.00	39.00	40.00	41.00	42.00	43.00	44.00	45.00	46.00	47.00	48.00	49.00	50.00	51.00	52.00	53.00	54.00	55.00	56.00	57.00	58.00	59.00	60.00	61.00	62.00	63.00	64.00	65.00	66.00	67.00	68.00	69.00	70.00	71.00	72.00	73.00	74.00	75.00	76.00	77.00	78.00	79.00	80.00	81.00	82.00	83.00	84.00	85.00	86.00	87.00	88.00	89.00	90.00	91.00	92.00	93.00	94.00	95.00	96.00	97.00	98.00	99.00	100.00	
	3.00	砂岩	黄褐色	砂岩	硬			1.00-1.08m挿入 部分的にナベリ面粘土状			3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	25.00	26.00	27.00	28.00	29.00	30.00	31.00	32.00	33.00	34.00	35.00	36.00	37.00	38.00	39.00	40.00	41.00	42.00	43.00	44.00	45.00	46.00	47.00	48.00	49.00	50.00	51.00	52.00	53.00	54.00	55.00	56.00	57.00	58.00	59.00	60.00	61.00	62.00	63.00	64.00	65.00	66.00	67.00	68.00	69.00	70.00	71.00	72.00	73.00	74.00	75.00	76.00	77.00	78.00	79.00	80.00	81.00	82.00	83.00	84.00	85.00	86.00	87.00	88.00	89.00	90.00	91.00	92.00	93.00	94.00	95.00	96.00	97.00	98.00	99.00	100.00		
	4.00	砂岩	黄褐色	砂岩	硬			1.00-1.08m挿入 部分的にナベリ面粘土状			4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	25.00	26.00	27.00	28.00	29.00	30.00	31.00	32.00	33.00	34.00	35.00	36.00	37.00	38.00	39.00	40.00	41.00	42.00	43.00	44.00	45.00	46.00	47.00	48.00	49.00	50.00	51.00	52.00	53.00	54.00	55.00	56.00	57.00	58.00	59.00	60.00	61.00	62.00	63.00	64.00	65.00	66.00	67.00	68.00	69.00	70.00	71.00	72.00	73.00	74.00	75.00	76.00	77.00	78.00	79.00	80.00	81.00	82.00	83.00	84.00	85.00	86.00	87.00	88.00	89.00	90.00	91.00	92.00	93.00	94.00	95.00	96.00	97.00	98.00	99.00	100.00			
	5.00	砂岩	黄褐色	砂岩	硬			1.00-1.08m挿入 部分的にナベリ面粘土状			5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	25.00	26.00	27.00	28.00	29.00	30.00	31.00	32.00	33.00	34.00	35.00	36.00	37.00	38.00	39.00	40.00	41.00	42.00	43.00	44.00	45.00	46.00	47.00	48.00	49.00	50.00	51.00	52.00	53.00	54.00	55.00	56.00	57.00	58.00	59.00	60.00	61.00	62.00	63.00	64.00	65.00	66.00	67.00	68.00	69.00	70.00	71.00	72.00	73.00	74.00	75.00	76.00	77.00	78.00	79.00	80.00	81.00	82.00	83.00	84.00	85.00	86.00	87.00	88.00	89.00	90.00	91.00	92.00	93.00	94.00	95.00	96.00	97.00	98.00	99.00	100.00				
	6.00	砂岩	黄褐色	砂岩	硬			1.00-1.08m挿入 部分的にナベリ面粘土状			6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	25.00	26.00	27.00	28.00	29.00	30.00	31.00	32.00	33.00	34.00	35.00	36.00	37.00	38.00	39.00	40.00	41.00	42.00	43.00	44.00	45.00	46.00	47.00	48.00	49.00	50.00	51.00	52.00	53.00	54.00	55.00	56.00	57.00	58.00	59.00	60.00	61.00	62.00	63.00	64.00	65.00	66.00	67.00	68.00	69.00	70.00	71.00	72.00	73.00	74.00	75.00	76.00	77.00	78.00	79.00	80.00	81.00	82.00	83.00	84.00	85.00	86.00	87.00	88.00	89.00	90.00	91.00	92.00	93.00	94.00	95.00	96.00	97.00	98.00	99.00	100.00					
	7.00	砂岩	黄褐色	砂岩	硬			1.00-1.08m挿入 部分的にナベリ面粘土状			7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	25.00	26.00	27.00	28.00	29.00	30.00	31.00	32.00	33.00	34.00	35.00	36.00	37.00	38.00	39.00	40.00	41.00	42.00	43.00	44.00	45.00	46.00	47.00	48.00	49.00	50.00	51.00	52.00	53.00	54.00	55.00	56.00	57.00	58.00	59.00	60.00	61.00	62.00	63.00	64.00	65.00	66.00	67.00	68.00	69.00	70.00	71.00	72.00	73.00	74.00	75.00	76.00	77.00	78.00	79.00	80.00	81.00	82.00	83.00	84.00	85.00	86.00	87.00	88.00	89.00	90.00	91.00	92.00	93.00	94.00	95.00	96.00	97.00	98.00	99.00	100.00						
	8.00	砂岩	黄褐色	砂岩	硬			1.00-1.08m挿入 部分的にナベリ面粘土状			8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	25.00	26.00	27.00	28.00	29.00	30.00	31.00	32.00	33.00	34.00	35.00	36.00	37.00	38.00	39.00	40.00	41.00	42.00	43.00	44.00	45.00	46.00	47.00	48.00	49.00	50.00	51.00	52.00	53.00	54.00	55.00	56.00	57.00	58.00	59.00	60.00	61.00	62.00	63.00	64.00	65.00	66.00	67.00	68.00	69.00	70.00	71.00	72.00	73.00	74.00	75.00	76.00	77.00	78.00	79.00	80.00	81.00	82.00	83.00	84.00	85.00	86.00	87.00	88.00	89.00	90.00	91.00	92.00	93.00	94.00	95.00	96.00	97.00	98.00	99.00	100.00							
	9.00	砂岩	黄褐色	砂岩	硬			1.00-1.08m挿入 部分的にナベリ面粘土状			9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	25.00	26.00	27.00	28.00	29.00	30.00	31.00	32.00	33.00	34.00	35.00	36.00	37.00	38.00	39.00	40.00	41.00	42.00	43.00	44.00	45.00	46.00	47.00	48.00	49.00	50.00	51.00	52.00	53.00	54.00	55.00	56.00	57.00	58.00	59.00	60.00	61.00	62.00	63.00	64.00	65.00	66.00	67.00	68.00	69.00	70.00	71.00	72.00	73.00	74.00	75.00	76.00	77.00	78.00	79.00	80.00	81.00	82.00	83.00	84.00	85.00	86.00	87.00	88.00	89.00	90.00	91.00	92.00	93.00	94.00	95.00	96.00	97.00	98.00	99.00	100.00								
	10.00	砂岩	黄褐色	砂岩	硬			1.00-1.08m挿入 部分的にナベリ面粘土状			10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	25.00	26.00	27.00	28.00	29.00	30.00	31.00	32.00	33.00	34.00	35.00	36.00	37.00	38.00	39.00	40.00	41.00	42.00	43.00	44.00	45.00	46.00	47.00	48.00	49.00	50.00	51.00	52.00	53.00	54.00	55.00	56.00	57.00	58.00	59.00	60.00	61.00	62.00	63.00	64.00	65.00	66.00	67.00	68.00	69.00	70.00	71.00	72.00	73.00	74.00	75.00	76.00	77.00	78.00	79.00	80.00	81.00	82.00	83.00	84.00	85.00	86.00	87.00	88.00	89.00	90.00	91.00	92.00	93.00	94.00	95.00	96.00	97.00	98.00	99.00	100.00									
	11.00	砂岩	黄褐色	砂岩	硬			1.00-1.08m挿入 部分的にナベリ面粘土状			11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	25.00	26.00	27.00	28.00	29.00	30.00	31.00	32.00	33.00	34.00	35.00	36.00	37.00	38.00	39.00	40.00	41.00	42.00	43.00	44.00	45.00	46.00	47.00	48.00	49.00	50.00	51.00	52.00	53.00	54.00	55.00	56.00	57.00	58.00	59.00	60.00	61.00	62.00	63.00	64.00	65.00	66.00	67.00	68.00	69.00	70.00	71.00	72.00	73.00	74.00	75.00	76.00	77.00	78.00	79.00	80.00	81.00	82.00	83.00	84.00	85.00	86.00	87.00	88.00	89.00	90.00	91.00	92.00	93.00	94.00	95.00	96.00	97.00	98.00	99.00	100.00										
	12.00	砂岩	黄褐色	砂岩	硬			1.00-1.08m挿入 部分的にナベリ面粘土状			12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	25.00	26.00	27.00	28.00	29.00	30.00	31.00	32.00	33.00	34.00	35.00	36.00	37.00	38.00	39.00	40.00	41.00	42.00	43.00	44.00	45.00	46.00	47.00	48.00	49.00	50.00	51.00	52.00	53.00	54.00	55.00	56.00	57.00	58.00	59.00	60.00	61.00	62.00	63.00	64.00	65.00	66.00	67.00	68.00	69.																																										

B-3

月日	深度 (m)	柱状 図	色 調	地質名	地 事	採取 方法	含水 率 (%)	割 付 区 分	コ ア										採取 位置 (m)	標準貫入試験							
									コア の 状態	最大コア径 (mm)			R	Q	D	コアの採取率 (%)				N値	N						
									10	20	30	40	20	30	40	50	20	30	40	50							
					(表土) 厚2-3cm程度の粘土混入 粘土土層														1.15	2							
	1.00			灰褐色泥り粘土	厚2-5cm程度の粘土 土層														1.45	30							
	3.70			灰褐色泥り土砂	7-10cmの塊状コア 及び4cm程度の塊状コア														2.15	7							
	5.20			灰褐色泥り土砂	断層粘土														2.45	30							
	5.40			灰褐色泥り土砂	5-15cmの塊状コア																						
	6.40			灰褐色泥り土砂	断層粘土 断層角礫																						
	8.40			灰褐色泥り土砂	断層粘土 断層角礫																						
	12.40			灰褐色泥り土砂	断層粘土 断層角礫																						
	13.40			灰褐色泥り土砂	断層粘土																						
	14.30			灰褐色泥り土砂	断層粘土																						
	15.30			灰褐色泥り土砂	断層粘土																						
	16.30			灰褐色泥り土砂	断層粘土																						
	17.00			灰褐色泥り土砂	断層粘土																						

〔例 2〕

風化岩の厚さ分布は、東側(湖山地方)へ、かつ山頂側で厚くなり、谷間及び西側(五井地方)へ薄い。厚さは弱風化岩を含めて1.5 mに達する。新統岩(太田化岩)との境界は、薄い粘土上となっていることが判明した。これは地すべり粘土と考えられる。
その位置については陸状図に併記したが、

$$\left. \begin{aligned} \text{A 1 孔} &= 1.5.5.0 \text{ m} \\ \text{A 2 孔} &= 8.9.0 \text{ m} \\ \text{A 3 孔} &= 1.6.0.0 \text{ m} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\text{A - A' 断面} \quad (\text{图 - 3}) \\ &\text{B - B' 断面} \quad (\text{图 - 4}) \end{aligned}$$

に存在する。この深度の傾斜角及び、上位に分布する風化程度が異なる。それぞれの地層の連続性との関係は比較的明確といえる。すなわち、切取る前の地形面の勾配に近い状態で風化層及びすべり面が平行に発達しているようである。

No. 1

[illegible]

[illegible][illegible]

(q) 対策工工種 (図 30, 表 6)

地すべりが発生して種々の対策工が施工されているが、それら対策工工種の採用状況を示す。これによれば、法面の切直しを行っている事例は 42 %, 杭工を施工している事例が 43 % あった。また「地すべりの実態統計 (その 1)²⁾, (その 2)³⁾, (その 3)⁴⁾」によれば、ほぼ全事例で抑制工が実施されているが、今回の調査の中では、抑止工のみで対策を行っている事例が 22 % も含まれていた。

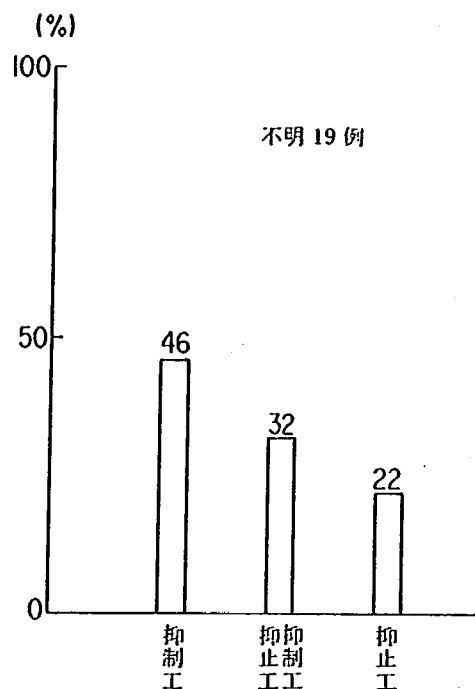


図 30 対策工工種

表 6 対策工工種分類表

	抑制工	排水工	抑え盛土工	切土工	擁壁工	杭工	深礎工	アンカー工	不明	事例数	%
1		◎								7	7
2			◎							8	8
3				◎						26	28
4					◎					2	2
5						◎				17	18
6							◎			0	0
7								◎		2	2
8	◎					◎				14	15
9	◎						◎			2	2
10	◎							◎		3	3
11									◎	19	—
12		◎		◎						3	3
13		◎		◎	◎		◎			1	1
14		◎		◎		◎		◎		1	1
15		◎			◎					1	1
16		◎		◎	◎	◎				3	3
17				◎		◎				2	2
18		◎		◎		◎				2	2
19		◎		◎	◎	◎	◎			2	2

2) 地質構造による影響

1) の単集計結果からも明らかなように、地質の種々の構造が地すべりに影響を与えていると考えられる事例が沢山ある。それら構造が切土地すべりに対してどのような影響の仕方をするか、具体的な事例で見ていく。

(a) 断層が影響する事例

① 図31は、断層が地すべりブロックの形状を規定する事例である。基盤岩の地質は、新第三紀中新世の黒色頁岩を主体としており凝灰岩の薄層を挟在している。両切で切土高は15mである。施工後に地すべりが発生したが、そのブロック形状は、この地域を通る2本の断層によって規制されていた。またこの事例では、層理面がほぼすべり面と一致しており典型的な流れ盤地すべりでもある。

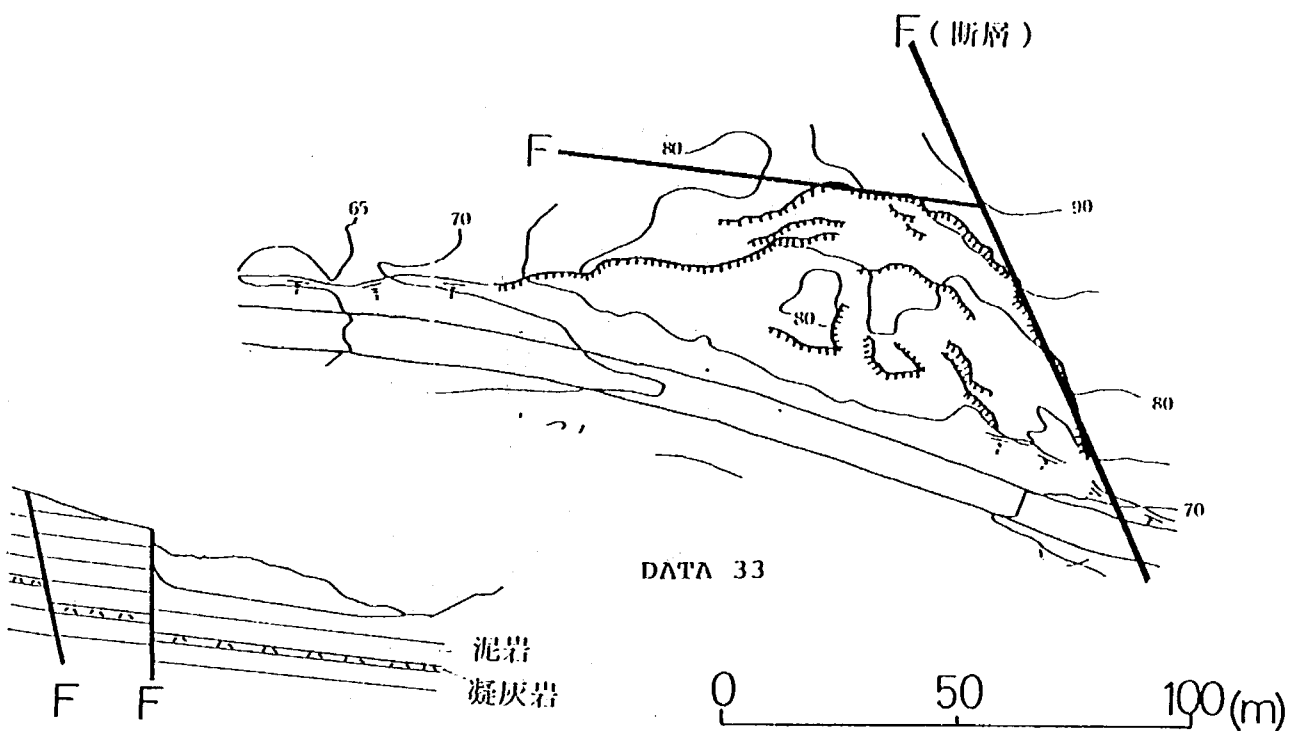
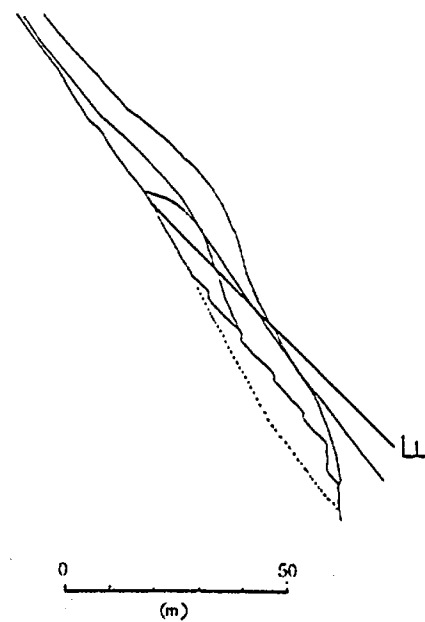
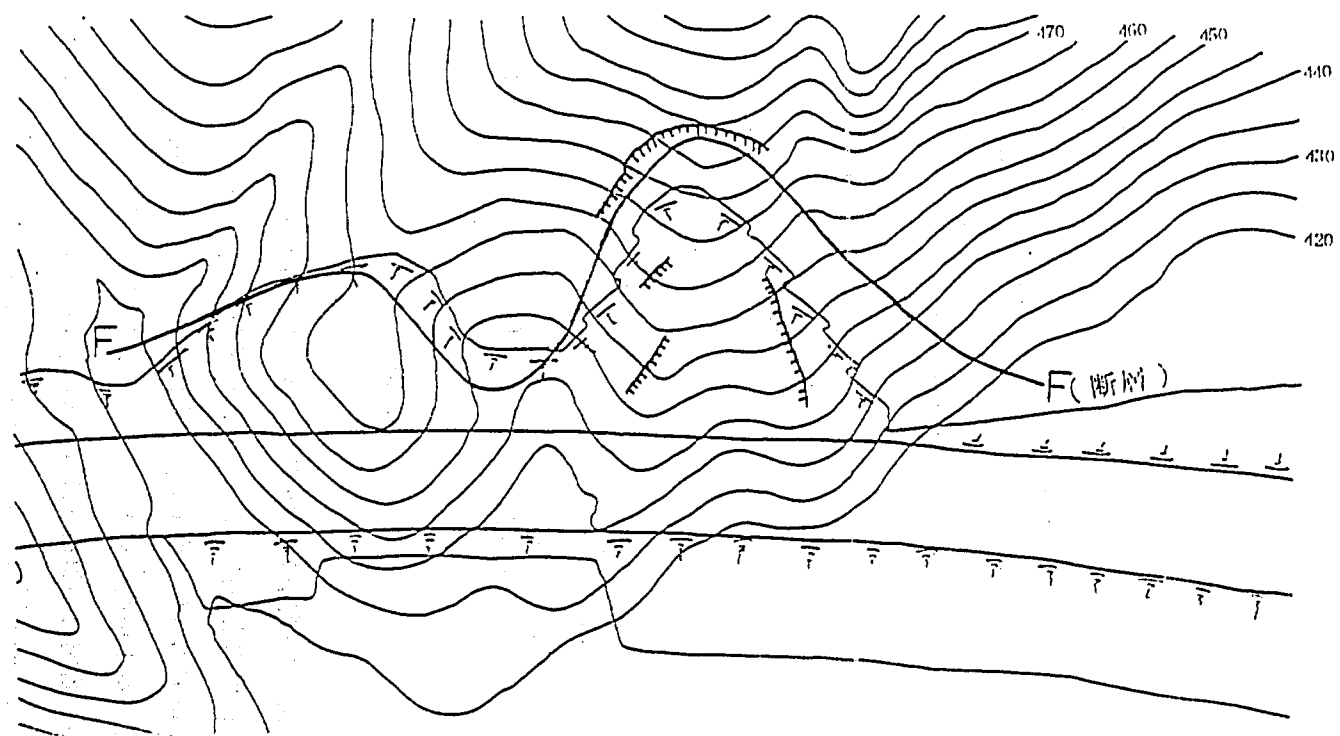


図 31

② 図32は、断層によって頭部滑落崖の位置とすべり面が規制されていると思われる事例である。基盤岩の地質は古生代の粘板岩を主体としており、亀裂が非常に多く脆弱化している。片切で通過する地点であり、切土高は36mであった。施工後、法面に変状をきたしたが、その頭部の亀裂の形と位置は、隣接の沢で確認されている1m厚の粘土化破碎帯を有し湧水を伴う断層を延長した形にはほぼ一致している。また、すべり面と断層の傾斜角度は各々30°と45°であり、すべり面形成に際し、破碎、粘土化等何らかの影響を与えたものと思われる。この事例では、地すべり地に向かって左にこの断層によると思われるケルンコル・ケルンバットが見られ、切土箇所当たっているが、丁度断面層との切土法面が一致するような形であったので、不安定土塊を除去する作用となり、かえって安定化したものと思われる。



DATA 24

图 32

(b) 亀裂が影響する事例

① 亀裂とは、断層と同じく断裂であるが断裂面に平行な変位を伴わないもので、しばしば同じ構造を示す亀裂が集合して系をなす。

図 33 は、図 31 の反対側の法面である。したがって、地質構造は受け盤を呈しているが、亀裂が多数存在して系をなしている。その亀裂系はほぼすべり面と一致する構造を呈し、亀裂沿いに厚さ 5～10 cm のシーム状の粘土を挟在している。

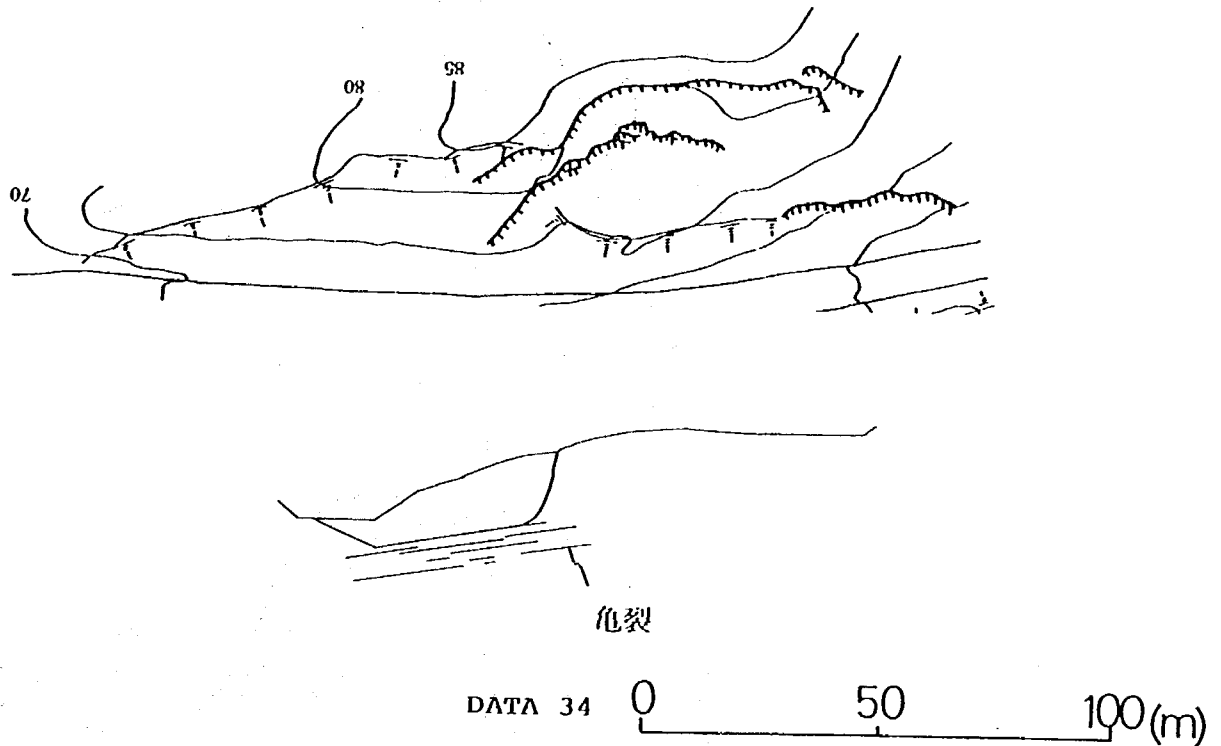


図 33

(c) 構造（層理面）が影響する事例

① 図 34 は、互層型の流れ盤構造がすべり面となっている事例である。基盤岩の地質は新第三紀中新世の頁岩・砂岩・凝灰岩の互層よりなり、層理面に平行な亀裂と垂直な亀裂が多数見られる。30 m の両切で通過する地点であるが、施工途中に変状が見られた。地層の走向傾斜とすべり面の走向傾斜はほぼ一致しており、すべり面は尾根を越えて露出した。ボーリング調査によれば、今回の地すべり以外にもスリッペンサイドを伴った粘土化部が数箇所見うけられ、層理面に沿ったすべり面が複数存在することがうかがえる。この地層の走向傾斜は $N 40^{\circ} W 10^{\circ} \sim 15^{\circ} NE$ 、切土法面の走向が $N 8^{\circ} W$ 、すべり面の走向傾斜は $N 40^{\circ} W 8^{\circ} NE$ であり、地層と法面は、走向で 32° ずれている。また地表にあらわれたすべり面の条線より滑動方向は $N 63^{\circ} \sim 67^{\circ} E$ とわかっているが、すべり面の最大傾斜方向は $N 50^{\circ} E$ 、法面の縦断方向は $N 82^{\circ} E$ であるので丁度その中間の方向へ動いていることになる。

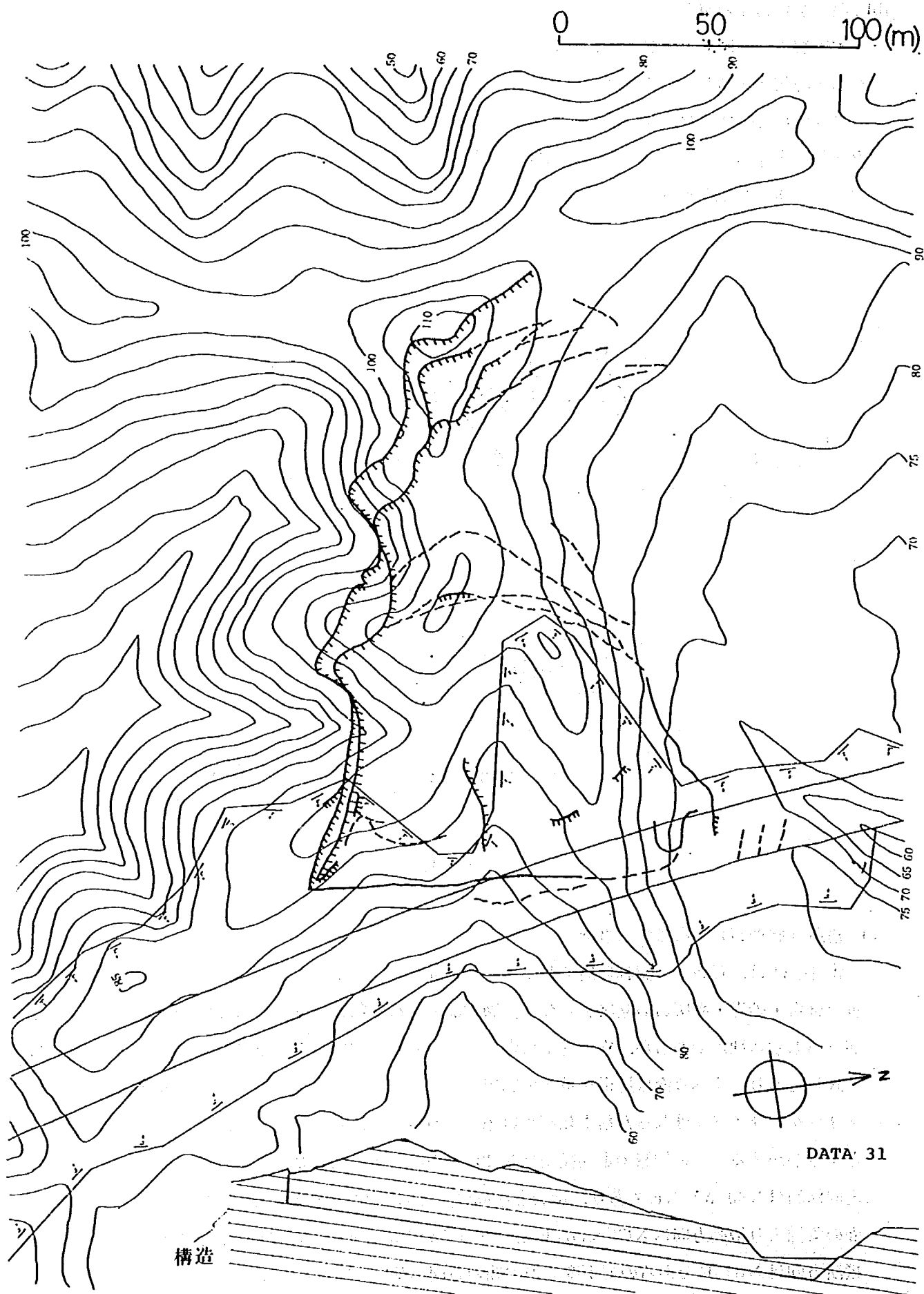
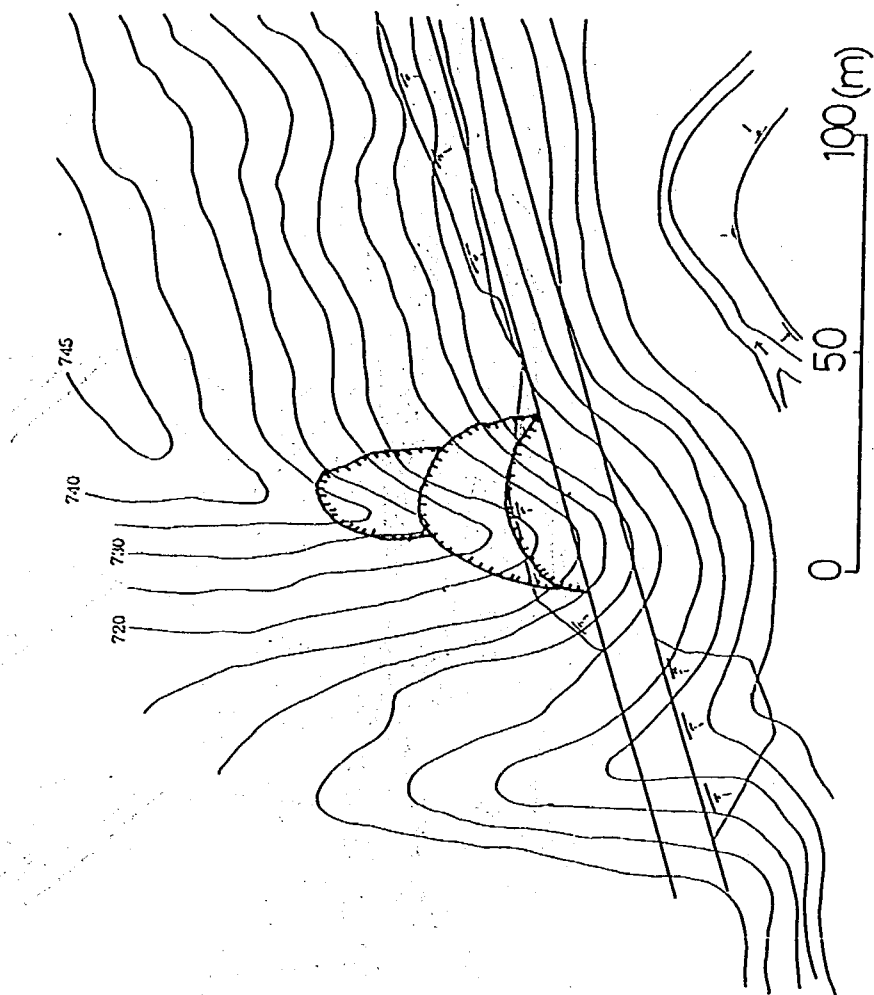


图 34

② 図35は層理面がすべり面となっている事例である。基盤岩の地質は、新第三紀中新世の黒色砂質泥岩～頁岩であり、層理面ははっきりしている。25mの片切であるが、施工中に滑落が生じた。流れ盤を呈する層理面沿いにすべり面が形成され、下部ブロックが滑落して順次上方へ拡大していった。この事例では、地層の走向と法面の走向はほぼ一致しており、滑動方向は最大傾斜方向に向かっている。



DATA 29

図 35

③ 図36は、(a)、(b)、(c)の複合型である。基盤岩の地質は古第三紀の砂岩頁岩互層を主体とし、石炭層を2層挟在する。最高14mの両切を施工中、変状があらわれた。すべり面は流れ盤構造をなす石炭層の上面であり粘土化が著しい。また側方亀裂は、ほぼ同位置にある断層によって規制を受けており、こ

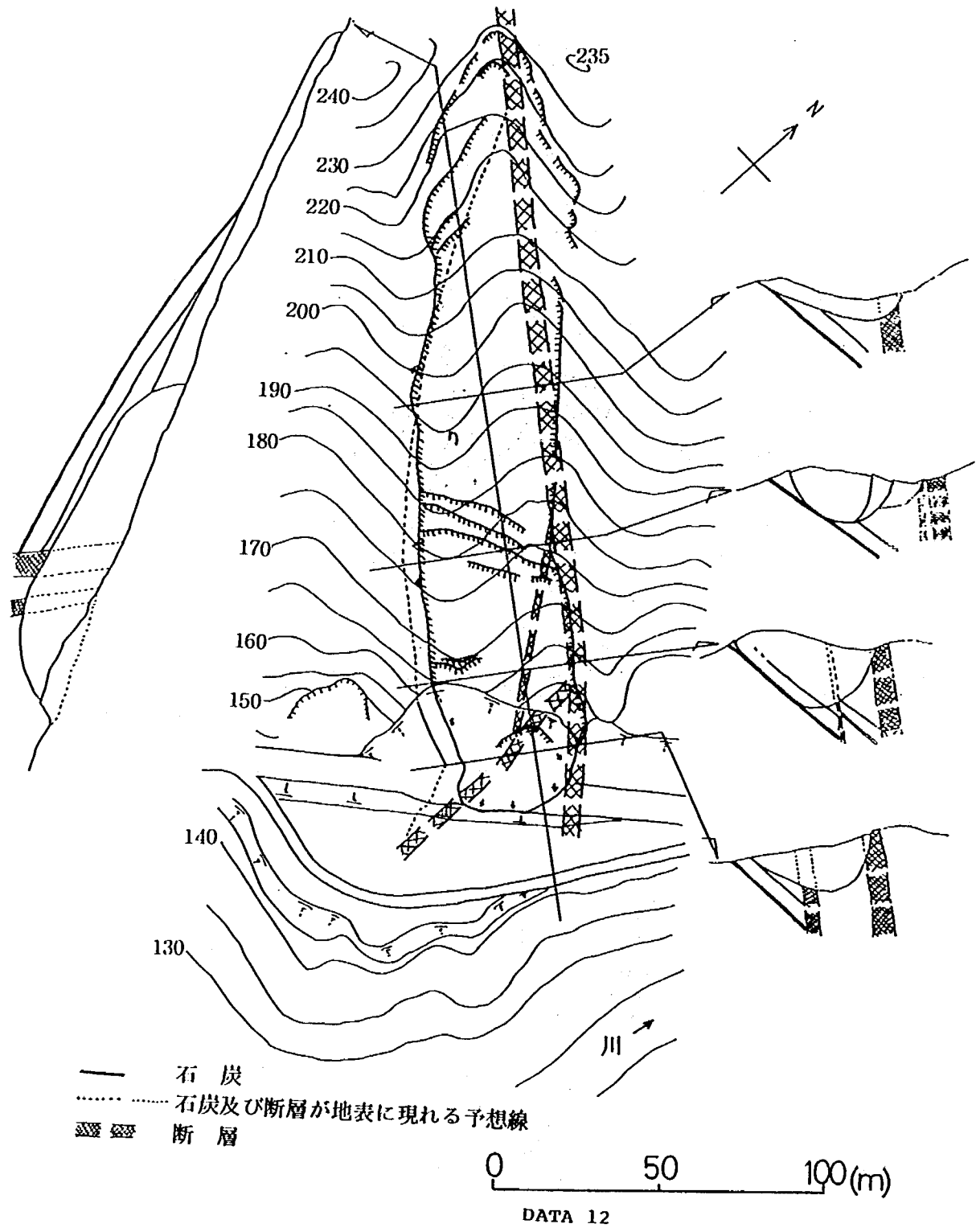


図 36

の附近は、断層と同じ構造を呈す亀裂系が見られる。地すべりの動きとしては、下方ブロックが移動しそれに遅れて表層すべりが上方斜面に拡大した。地層の走向傾斜は、N 23°W 45°NEであり、法面の走向はN 50°E、滑動方向はN 56°Wであるのであり、地層と法面は走向で73°斜交している。これより、地すべりブロックの横断方向での形が非対象となり、移動土塊が最急勾配方向へ動こうとするために地すべりブロックに向かって左側の側方亀裂は引張りにより開口性になっており、右側は圧縮部になるために変位はあるが閉口性になっている。

(d) 地質構造に影響された地すべりの特徴

① 断 層

断層面がすべり面となっている事例は3例見られたが、基盤岩の地質は古生界が2例、新第三系が1例である。岩石種は、泥岩、粘板岩、変成岩であり、地すべり規模等も3例ではありながらばらつきが多い。ただし、すべり面勾配は、29°～37°と急勾配を示しており、計画切土勾配は、40°～45°であるので、工事が進行するに従い、断層面に対して上方斜面が厚く下方斜面が薄いという現象を生み出し、不安定度が増して発生したものと思われる。切土工事箇所附近に断層露頭が見られるようなところではその走向傾斜を用いて、法面に対してどのような構造を示し、地すべりブロック形状や、すべり面に直接影響を与える可能性があるか否かについて充分検討していく必要があると思われる。

表7 層理面及び断層面がすべり面となっている場合（上段：平均値；下段：標準偏差値）

分 類		幅 (m)	長さ(m)	深さ(m)	勾配(°)	面積(ha)	切土高(m)	長さ/幅	幅/深さ
層理面がすべり面となっ ている事例 (全 13 例)		149	108	16.0	16.4	2.28	22.8	0.82	9.74
		107	78	7.3	11.4	3.08	6.4	0.36	4.95
層理面がすべり面と なっている事例の細分	すべり面角度が高角度な 事例 (6 例)	99	77	13.4	28.2	0.93	21.5	0.94	7.54
		44	22	2.3	1.5	0.48	5.3	0.42	3.52
	すべり面角度が低角度な 事例 (5 例)	238	169	22.5	4.9	4.63	26.3	0.75	11.43
		118	94	7.1	2.9	3.92	6.3	0.32	4.84
	第四紀の粘土層がすべり 面である事例 (2 例)	78	52	7.3	10.0	0.45	18.0	0.63	12.15
		23	24	1.8	5.0	0.30	5.0	0.12	6.04
断層面がすべり面となっ ている事例 (全 3 例)		75	78	11.7	33.7	0.74	35.8	1.11	5.96
		43	37	3.1	3.4	0.72	20.7	0.27	1.77

② 構 造

層理面がすべり面になっている事例は全部で13例見られた。これらの事例をすべり面勾配から見ると、26°～30°の高角度タイプと1°～8°の低角度タイプと、第四紀タイプに分類できる。

高角度タイプは、基盤岩の地質が古第三系が1例で、他の5例は新第三系であり、幅・地すべり深さ・面積・切土高・長さ/幅・幅/深さ等の面からは、切土地すべりの平均的規模を示している（表11参照）。地すべり面となっている地層は、亜炭層が2例、凝灰岩が2例、頁岩が2例であり、いずれも上面がミリオーダーから数cmオーダーで粘土化している。発生時期は施工中が5例で、施工後が1例であ

り、前者の5例では前期降雨が多くても55mm/週間であり、ないものも多く、後者は242mmの集中豪雨により発生している。これらは、切土法面の計画勾配が37°~45°であり、工事が進行するに伴って層理面に対して上方斜面が厚く下方斜面が薄いという現象を生み出し、層理面の強度が限界に達して地すべりを起こしたと思われる。安定解析に用いられている土質強度は、頁岩が $C = 0.9 \text{ tf/m}^2$, $\phi = 24.7^\circ$ 及び $C = 1.5 \text{ tf/m}^2$, $\phi = 11.3^\circ$ で、亜炭が $C = 2.0 \text{ tf/m}^2$, $\phi = 15.5^\circ$ で3例は不明であった。

低角度タイプは、基盤岩の地質が全て新第三系であり、1例を除いて地すべり深さが24~27mと厚く、幅・長さ・面積等も大規模な例が多い。地すべり面となっている地層は、凝灰岩及び凝灰質泥岩が3例、泥岩が2例であるが、部分的には層理面を切る場合もある。発生時期は施工中が3例、施工後が2例であり、前期降雨については、無いものから320mm/7日というものまで様々である。これらのうち面積が3haを越す3例は、原地形の地表面勾配が10°前後と緩かであり、巨視的に地形を見ると地質及び構造を良く反映したケスタ状の地形を呈しており、また切土方法は、両切土で、切土高は24~31m、切土幅は連続的に300m以上に及んでいる。これより地すべり履歴のない緩傾斜地でも、30m程度の切土が連続的に行われることにより急激に地山の安定がくずれるものと思われる。また残りの2例については、地すべりブロックの頭部及び形状を断層に支配されており、いずれも雨にともなって発生している。安定解析に用いられている土質強度は、凝灰岩が、 $C = 0.0 \text{ tf/m}^2$, $\phi = 8^\circ$ 及び $C = 2.0 \text{ tf/m}^2$, $\phi = 9.1^\circ$ 及び $C = 0.6 \text{ tf/m}^2$, $\phi = 5.7^\circ$ で、泥岩が、 $C = 2.0 \sim 3.0 \text{ tf/m}^2$, $\phi = 6^\circ$ 及び $C = 0.8 \text{ tf/m}^2$, $\phi = 3.7^\circ$ であった。

第四紀タイプは、2例であるが比較的規模が小さく、地すべり深さが5.5mと9mと薄いということが特徴である。いずれも施工後に発生しており、多量の降雨に伴っており、地すべり面となっているのは、ローム質の白色粘土層及び沖積粘土層である。これらの粘土層が微妙な凹状をなしていたり、地形がやや集水地形をなしていたりして、多量の降雨の際に地下水位を上昇させやすい素因を有していたために発生した地すべりと思われる。

層理面すべりが発生した切土法面と地層の構造との関係については、図34、図36などの例では、走向でみると各々32°、73°も斜交しており、36°で斜交する例もあるが、不明を除いた7例では、0°~17°の低角度に斜交しており、縦断方向に明瞭な流れ盤をなしていることがわかる。

3) 基盤岩が塊状深成岩体の地すべり

今回の調査事例の中には、基盤岩が塊状深成岩（花崗岩、閃緑岩、バシレイ岩等）よりなっている事例が7例あった。これら7例の幅・長さ等の規模は表8に示す通りであり、切土地すべりの平均よりやや小さいものとなっている。観点を変えると切土法面の大きさと同程度もしくはそれ以内の大きさとも言えそ

表8 基盤岩が塊状新成岩体の地すべり（上段：平均値、下段：標準偏差値）

幅 (m)	長さ(m)	深さ(m)	勾配(°)	面積(ha)	切土高(m)	長さ/幅	幅/深さ
72	74	12.4	30.4	0.59	19.1	1.13	6.01
34	32	4.7	9.1	0.40	6.3	0.38	2.80

うである。このことは、地表面に近いところ程風化がはやく進行すると考えると、表層の土砂・強風化岩等の不安定土塊の厚さは等しいことになるが、切土することにより、不安定土塊が上方斜面で厚く下方斜面では薄く、又はなくなり、この結果、切土高が最高になる位置（多くの場合切土幅の中間部）で最も安定度が下がるためだと考えられる。旧地山勾配がわかる4例について、すべり面勾配と比較したところ、すべり面勾配の方が高いが、その差は9°が2例と6°と1°であり、比較的類似したものとなっている。

すべり面が形成される位置としては、6例が風化岩中、1例が崩積土と基盤岩との境界となっているが塊状深成岩体の場合と風化岩とは、マサ状風化を受けて深成岩の組織を残した状態で密に締まった粗粒砂とみなされる場合がほとんどであり、地質調査の際には多くの場合未風化岩盤まで標準貫入試験が行われている。このことに着目してN値について検討した。

資料が不足の1例を除いて6例は、未風化岩盤に到るまで標準貫入試験を行っている。これによれば、すべり面調査等により移動岩塊と考えられる部分では、処々転石（礫）状に含まれる硬岩部で貫入不能が見られるものの、最高N値が43であり、概ね40以下の値がほとんどである。また不動岩と判断されるところからは、N値は50以上になり、コア採取率も上昇する傾向がある。

すべり面末端の位置は、旧地すべり地である1例を除けば、法面中又は法尻にあらわれている。これは旧地すべり地のように、崩積土を厚く堆積していないところでは、切土掘削に伴ない法尻附近には、硬岩があらわれることが多いためと考えられる。

発生時期については、1例を除き施工後に発生しており、降雨に伴なって発生する傾向がある。したがって、地表面排水工や地下水排除工等で維持管理を行っていくことが望ましい。

4) 接峰面図を用いた斜面分類の試み

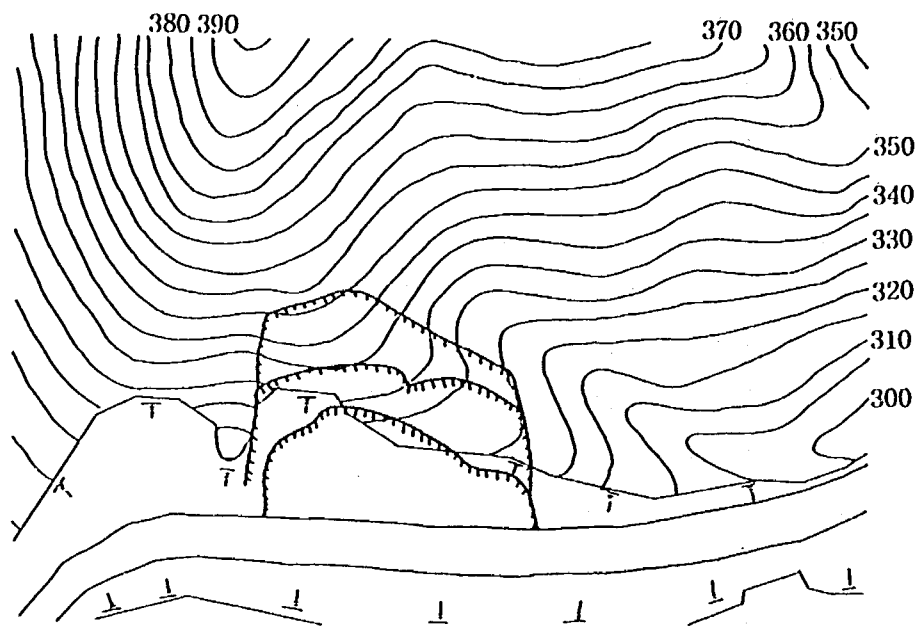
今回行った調査対象事例のうち平面図・断面図・調査結果等が比較的良好にわかる78例を斜面形状により分類することを試みた。それは、1)の(b)、(f)で述べた通り切土地すべりは、その幅、長さにかなり集中度の高い「起こりそうな範囲」を有していることから、ある一定の範囲を設定して、その格子の中での斜面形状を分類して、その斜面型の特徴を把握しようというものである。

ただしこうした分類は、切土に対して斜面内にどのようなすべりが起こりそうか、ということ推測するために行うのであるから、あらかじめ旧地すべり地形が見られる事例はこの分類からは除外する。

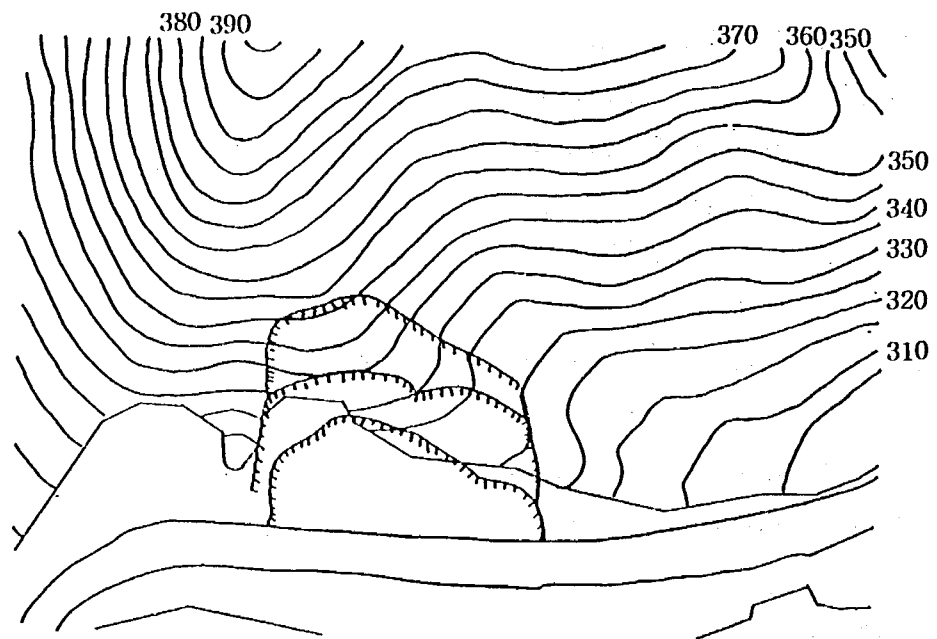
まず格子の一辺の長さであるが、1)の(b)より、幅または長さの平均値+標準偏差値の長さを確保しようとしたが、平面図があまり広範囲にわたっていない方が普通であり150mでは分類不能事例数が多くなるために、100mとした。

(分類手順(図37参照))

幅20m以下の谷埋め法による接峰面図を作成する(②)。これは微細な地形を取りのぞくために行った。次に、100m格子枠をのせるわけであるが、一辺を分類する法面の逆の道路端におき、その中心は、最大切土断面に置く(③)。等高線が格子枠と交叉するところを直線で結び、凸部と凹部面積をプランメーター等を用いて計測する(④)。各等高線について行い、総和を求める。その比によって表9のようにタイプ分けをする。

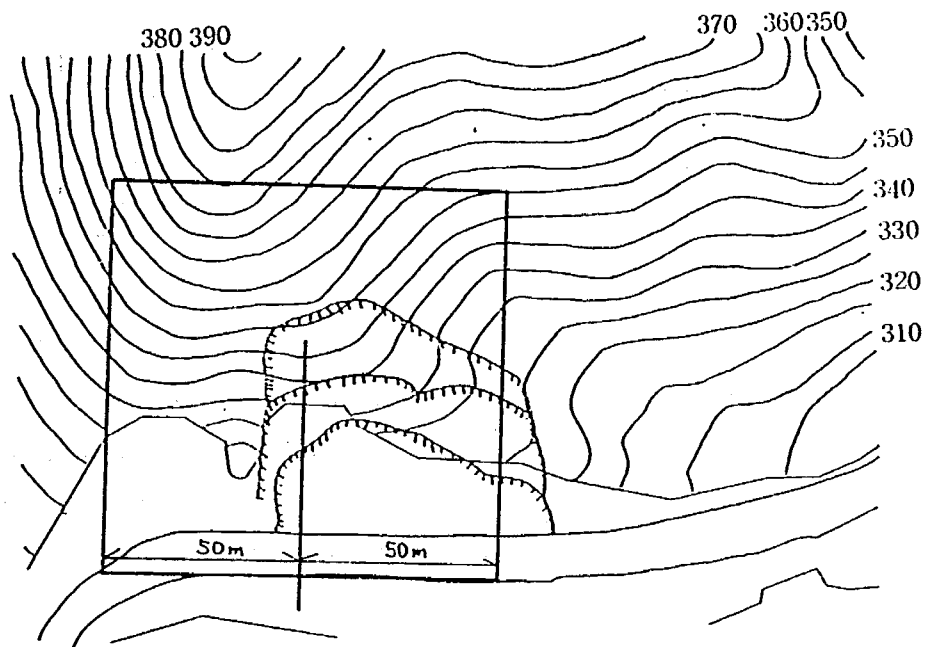


① 地形図

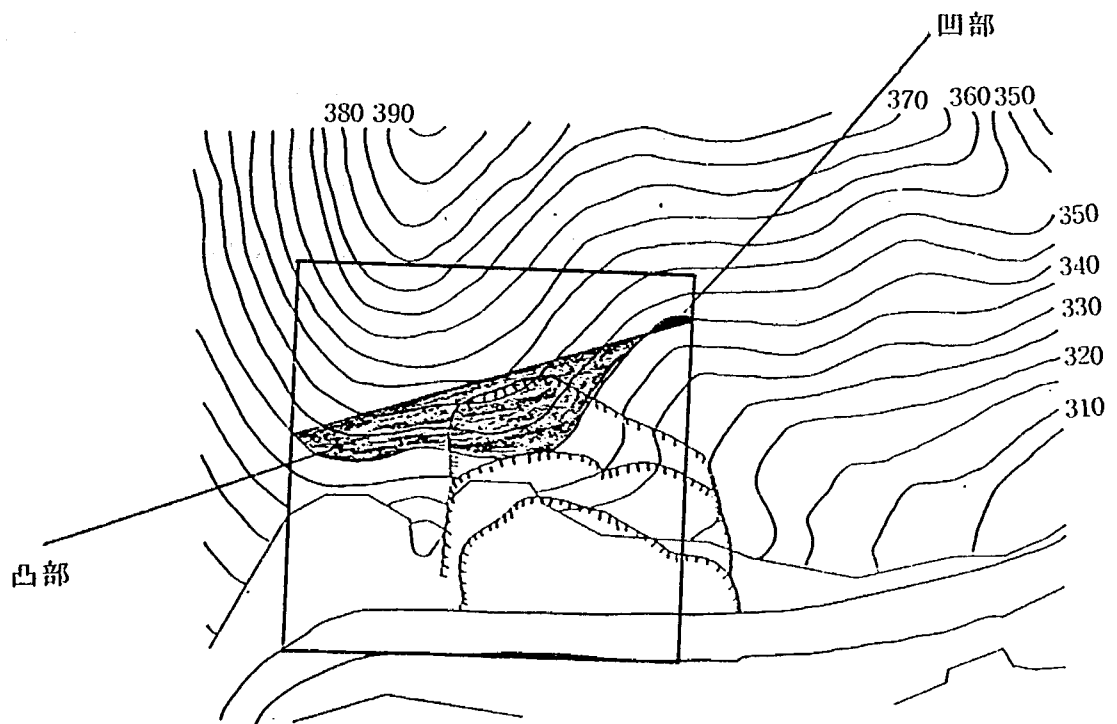


② 20 m以下谷埋めによる接峰面図

図 37 分類手順



③



④

表 9

タイプ名	凸部の占める割合	凹部の占める割合
1 タイプ	85 %以上	15 %以下
2 タイプ	70 %以上	30 %以下
3 タイプ	70 %以下	70 %以下
4 タイプ	30 %以下	70 %以上
5 タイプ	15 %以下	85 %以上

こうした分類を行った結果、78 事例のうち 9 例は、切土幅が広すぎたり、格子枠が完全に尾根を越してしまったりで分類不能となった。また前述した通り旧地すべり地形が見られたのは、12 例であった。これらの結果をまとめたのが表 10、11 である。ここで 5 段階の分類では、事例数に差がありすぎることから大きく 3 段階に分けなおし、凸地形・中間地形・凹地形とする。凸地形とは、1 タイプと 2 タイプを加えたもので、中間地形は 3 タイプ、凹地形は、4 タイプと 5 タイプ及び旧地すべり跡と思われる 12 例を加えたものである。

これより地すべり幅に関してはほぼ同程度の規模で発生しており、80 m 前後のものが多いが、地すべり長さについては、凸地形で 80 m、凹地形で 119 m となり 1.5 倍の相違を示している。したがって幅・長さ比でも、凸地形では 0.99 であるのに対し凹地形では 1.72 という値を示しており、面積についても同様な相違関係が見られる。地すべり深さについては、概ね 14 m 前後であり地形別の差はあまりない。すべり面勾配では、凸地形 26.5°、中間地形 22.0°、凹地形 16.6°と明瞭な違いがある。切土高については、凸地形で高く凹地形で低くなっているが、標準偏差が大きいので、明確なことは言えない。

以上のような凸地形と凹地形の一致点と相違点があるわけであるが、切土計画法面に対して凸地形であるか、凹地形であるかがわかれば、発生しうる規模形状を予測する手助けとなりうるものであると思われる。また、2) 及び 3) でも見てきた通り、地層、地質構造の与える影響は大きいので、これを合わせて考慮していけば、一層精度が上がると思われる。

表 10 20m以下の谷埋めによる接峰面図を用いた地形分類（上段：平均値；下段：標準偏差値）

分 類	幅 (m)	長さ(m)	深さ(m)	勾配(°)	面積(ha)	切土高(m)	長さ/幅	幅/深さ
1 タイプ (16 例)	98	84	14.0	27.3	0.95	24.5	0.93	7.38
	43	43	6.0	9.1	0.80	13.6	0.34	3.11
2 タイプ (16 例)	77	76	13.7	25.7	0.67	19.7	1.05	5.53
	35	32	6.1	7.1	0.59	9.9	0.29	2.40
3 タイプ (16 例)	80	61	11.0	22.0	0.49	18.3	0.90	8.53
	39	38	4.8	10.3	0.36	10.8	0.54	4.95
4 タイプ (7 例)	95	84	15.5	16.2	0.82	22.0	1.96	6.70
	56	29	5.5	5.3	0.53	10.2	1.61	5.00
5 タイプ (2 例)	75	155	15.0	15.0	1.08	7.5	2.50	5.56
	25	35	3.0	0.5	0.13	2.5	1.30	2.78
旧地すべり (12 例)	104	134	15.1	17.1	1.43	14.4	1.45	7.36
	46	52	5.1	5.5	0.82	6.6	0.73	2.95

表 11 接峰面図を用いた平面斜面形の再分類（上段：平均値，下段：標準偏差値）

再 分 類	幅 (m)	長さ(m)	深さ(m)	勾配(°)	面積(ha)	切土高(m)	長さ/幅	幅/深さ
凸 地 形 (32 例)	87	80	13.9	26.5	0.81	22.1	0.99	6.46
	41	38	6.0	8.2	0.72	12.2	0.32	2.93
中間地形 (16 例)	80	61	11.0	22.0	0.49	18.3	0.90	8.53
	39	38	4.8	10.3	0.36	10.8	0.54	4.95
凹 地 形 (21 例)	98	119	15.2	16.6	1.19	16.3	1.72	6.97
	49	51	5.1	5.2	0.75	9.0	1.20	3.79
全データ (115 例)	96	89	13.7	22.3	1.02	21.3	1.06	7.47
	63	57	6.1	10.8	1.39	12.7	0.65	4.17

3. あ と が き

道路切土工に伴って発生した地すべり 115 例について検討を行ったが、それらを総括し以下に示す。

- 1) 切土地すべりの発生規模・形状等につき集計調査を行い自然斜面で発生する地すべりと異なる点を明らかにした。
- 2) 断層・亀裂・層理面等の地質構造が切土地すべりにどんな影響を与えているかを具体的事例の中で検証し、それらの傾向を抽出した。
- 3) 塊状深成岩体を基盤岩とする切土地すべりの特徴を抽出した。
- 4) 切土地すべりの発生する形態・規模等を予測するために、接峰面図を用いた斜面分類を試み、各々のタイプごとの一致点と相違点を明らかにした。

4. 引 用 文 献

- 1) 高速道路調査会(1985):地すべり地形の安定評価に関する研究報告書,昭和60年2月。
- 2) 渡正亮・中村浩之・板垣治(1975):建設省土木研究所資料第987号「地すべりの実態統計(その1)」,昭和50年2月。
- 3) 藤田寿雄・板垣治(1976):建設省土木研究所資料第1121号「地すべりの実態統計(その2)」,昭和51年2月。
- 4) 藤田寿雄・板垣治(1977):建設省土木研究所資料第1204号「地すべりの実態統計(その3)」,昭和52年3月。
- 5) 中村浩之・久保田哲也・吉田克美(1985):建設省土木研究所,昭和59年度道路事業調査費報告,昭和60年5月,187-188。
- 6) 渡正亮・酒井淳行(1975):建設省土木研究所資料第1003号「地すべり地の概査と調査の考え方」,昭和50年3月。
- 7) 中村浩之・白石一夫(1977):すべり面の形成と地すべり発生条件に関する一考察,土木技術資料, Vol. 19, No 5, 23-28。

調査集計表凡例

L / W = 地すべり長さ / 地すべり幅		W / D = 地すべり幅 / 地すべり深さ	
Cut h = 地すべり発生時切土高 (m)		W = 地すべり幅 (m)	
L = 地すべり長さ (m)		D = 地すべり深さ (m)	
勾配 = 地すべり面勾配 (°)		面積 = W × L (平方メートル)	
タイプ	1 : 粘性土すべり, 2 : 崩積土すべり, 3 : 風化岩すべり, 4 : 岩盤すべり		
発生時期	0 : 不明, 1 : 工事中, 2 : 施工後		
年代	0:不明, 1:古生代, 2:中生代, 3:古第三紀, 4:新第三紀, 5:第四紀		
岩種	1:堆積岩, 2:変成岩, 3:火成岩, 4:深成岩, 5:その他、不明		
すべり面位置	0 : 不明, 1 : 崩積土中, 2 : 崩積土と基盤岩の境界, 3 : 風化岩と未風化岩の境界, 4 : 風化岩中, 5 : 風化岩中 (層理面), 6 : その他		
地質構造	0 : 不明, 1 : 流れ盤, 2 : 受け盤, 3 : 塊状, 4 : 水平		
Fault	0 : 無し, 1 : 断層などが有る, 2 : 断層などが直接影響を与えている		
緩傾斜地	0 : 不明, 1 : 有る, 2 : 無し		
平面形	0 : 不明, 1 : 馬蹄形, 2 : 角型, 3 : 沢型, 4 : ボトルネック型		
断面形	0 : 不明, 1 : 層状型, 2 : 舟底型, 3 : 階段型, 4 : 椅子型		
斜面分類	0 : 不明, 1, 2, 3, 4, 5, 6 : 分類不能, 7 : 明瞭な地すべり地形		
平面斜面	1 : 直線型, 2 : 沢型, 3 : 尾根型, 4 : 複合型, 5 : 波型		
断面斜面	0 : 不明, 1 : 凸型, 2 : 直線型, 3 : 凹型, 4 : 複合型		
対策工種	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 , 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19		
すべり面想定	0 : コア写真, 柱状図等なく不明, 1 : コアのみで想定可能, 2 : あまり明瞭ではない, 3 : すべり面調査を行なわないと決定できない		
末端位置	0 : 不明, 1, 2, 3, 4, 5		
切土方法	0 : 不明, 1 : 両切, 2 : 片切, 3 : 片切片盛		

調査集計表

データ番号	L/W	W/D	Cut h	W	L	D	勾配	面積	タイプ	発生時期
(1)	0.6000	10.0000	19.0	150	90	15.0	19.0	13500	2	1
(2)	0.3593	12.8000	14.0	64	23	5.0	26.5	1472	2	1
(3)	0.9000	6.6667	13.0	50	45	7.5	18.0	2250	2	1
(4)	0.7917	7.5000	30.0	120	95	16.0	30.0	11400	3	1
(5)	0.7500	18.1818	13.0	100	75	5.5	5.0	7500	2	2
(6)	0.6809	8.5455	12.0	47	32	5.5	21.0	1504	3	2
(7)	0.2500	13.5000	16.0	108	27	8.0	22.0	2916	3	1
(8)	0.8605	4.7778	13.0	43	37	9.0	19.0	1591	3	1
(9)	0.9429	14.5833	24.0	350	330	24.0	6.0	115500	3	1
(10)	1.0345	11.6000	8.0	58	60	5.0	23.0	3480	3	1
(11)	1.0000	5.5556	6.0	50	50	9.0	30.0	2500	3	1
(12)	1.6400	2.9412	14.0	50	82	17.0	26.0	4100	3	1
(13)	1.0000	10.0000	13.0	60	60	6.0	16.0	3600	3	2
(14)	0.5600	7.8125	12.0	125	70	16.0	8.5	8750	3	2
(15)	0.5091	6.1111	23.0	55	28	9.0	15.0	1540	2	2
(16)	0.7826	6.7647	52.0	115	90	17.0	35.0	10350	3	2
(17)	1.3333	7.2000	30.0	90	120	12.5	22.0	10800	3	2
(18)	0.8000	5.7692	18.0	75	60	13.0	20.5	4500	3	1
(19)	0.9000	4.5455	13.0	100	90	22.0	37.0	9000	3	1
(20)	1.3333	4.6154	23.0	60	80	13.0	36.0	4800	3	2
(21)	1.1250	7.2727	16.0	80	90	11.0	30.0	7200	3	2
(22)	1.5000	2.9630	18.5	80	120	27.0	34.0	9600	3	2
(23)	1.4286	3.5000	14.0	35	50	10.0	37.0	1750	3	1
(24)	1.5000	4.4444	36.0	40	60	9.0	37.0	2400	3	2
(25)	1.6250	3.8095	22.0	80	130	21.0	20.0	10400	3	2
(26)	1.1667	3.5294	20.0	30	35	8.5	33.0	1050	3	2
(27)	0.6667	12.2727	30.0	135	90	11.0	19.0	12150	3	2
(28)	1.2000	5.0000	20.0	25	30	5.0	25.0	750	3	2
(29)	1.3023	4.0952	25.0	43	56	10.5	29.0	2408	3	1
(30)	0.9630	8.4375	61.0	135	130	16.0	29.0	17550	3	2
(31)	1.1765	6.2963	30.0	170	200	27.0	8.0	34000	3	1
(32)	0.8000	7.8947	14.0	150	120	19.0	22.0	18000	3	1
(33)	0.4091	15.7143	15.0	132	54	8.4	7.5	7128	3	2
(34)	0.4400	6.8027	15.0	100	44	14.7	10.0	4400	3	2
(35)	2.5714	6.3636	10.0	70	180	11.0	24.0	12600	3	2
(36)	1.5556	6.4286	7.0	45	70	7.0	16.0	3150	1	1
(37)	0.7250	8.6957	16.0	200	145	23.0	15.0	29000	3	0
(38)	2.4639	4.8500	8.0	97	239	20.0	10.0	23183	3	1
(39)	1.0000	5.5556	35.0	150	150	27.0	25.0	22500	3	1
(40)	1.1333	12.5000	13.6	150	170	12.0	5.0	25500	3	1
(41)	1.0000	3.7500	16.0	30	30	8.0	10.0	900	3	1

(42)	1.3333	5.0000	17.0	30	40	6.0	16.0	1200	3	1
(43)	2.4286	4.3750	12.0	70	170	16.0	15.0	11900	2	2
(44)	1.4933	4.6875	13.0	75	112	16.0	20.0	8400	2	1
(45)	0.4500	16.6667	25.0	100	45	6.0	22.0	4500	3	1
(46)	3.5000	2.5000	40.0	30	105	12.0	25.5	3150	3	1
(47)	3.8000	2.7778	5.0	50	190	18.0	15.5	9500	3	1
(48)	1.3750	6.1538	17.0	80	110	13.0	18.0	8800	3	1
(49)	0.3585	15.7692	31.0	410	147	26.0	1.0	60270	3	1
(50)	1.1538	4.3333	16.0	65	75	15.0	38.0	4875	2	1
(51)	1.8182	5.0000	8.8	55	100	11.0	17.0	5500	2	1
(52)	1.2500	2.6667	50.0	40	50	15.0	26.0	2000	4	2
(53)	0.7778	4.0909	18.0	45	35	11.0	17.0	1575	2	2
(54)	0.4286	7.0000	34.0	140	60	20.0	45.0	8400	2	2
(55)	1.5714	3.5000	10.5	35	55	10.0	36.0	1925	2	1
(56)	0.6667	4.6154	33.0	60	40	13.0	8.0	2400	3	0
(57)	1.0000	3.8462	40.0	50	50	13.0	10.0	2500	3	0
(58)	0.7273	3.6667	20.0	55	40	15.0	40.0	2200	4	2
(59)	1.0000	13.0000	51.0	130	130	10.0	19.0	16900	3	2
(60)	0.5263	5.9375	55.0	95	50	16.0	41.4	4750	3	1
(61)	1.3750	5.9259	27.0	80	110	13.5	20.0	8800	3	2
(62)	0.8772	7.2152	7.0	57	50	7.9	28.8	2850	4	2
(63)	1.0833	4.2857	23.0	60	65	14.0	16.3	3900	3	1
(64)	0.5714	4.6667	20.0	70	40	15.0	43.6	2800	3	1
(65)	0.6692	22.4138	7.0	130	87	5.8	30.0	11310	3	1
(66)	0.8200	5.7471	20.0	50	41	8.7	29.0	2050	3	1
(67)	1.3333	5.1282	4.5	60	80	11.7	13.0	4800	1	1
(68)	0.5000	5.6250	9.0	90	45	16.0	46.0	4050	4	2
(69)	0.6818	4.2308	30.0	110	75	26.0	28.0	8250	3	1
(70)	0.7500	4.8485	30.0	80	60	16.5	45.0	4800	3	1
(71)	1.2500	3.0769	4.0	40	50	13.0	23.0	2000	3	1
(72)	1.0000	8.3333	4.0	100	100	12.0	34.0	10000	2	2
(73)	1.8000	5.8824	25.0	50	90	8.5	35.0	4500	2	2
(74)	0.5000	8.9888	12.0	80	40	8.9	17.0	3200	3	1
(75)	1.2500	6.0000	20.0	120	150	20.0	8.0	18000	4	2
(76)	0.6667	13.0435	15.0	120	80	9.2	27.0	9600	3	2
(77)	3.0000	5.5556	6.0	50	150	9.0	14.0	7500	2	1
(78)	0.7500	18.5185	18.0	200	150	10.8	11.0	30000	3	2
(79)	0.5556	7.2000	25.0	180	100	25.0	17.0	18000	3	1
(80)	0.5000	5.0000	25.0	80	40	16.0	22.0	3200	2	2
(81)	0.5500	8.3333	35.0	100	55	12.0	32.0	5500	3	1
(82)	1.7500	5.7143	15.0	120	210	21.0	4.0	25200	3	1
(83)	0.3929	17.7215	30.0	280	110	15.8	4.0	30800	3	1
(84)	0.5333	8.8235	35.0	150	80	17.0	26.0	12000	3	0
(85)	0.8000	17.3913	60.0	200	160	11.5	4.0	32000	3	0
(86)	1.0909	8.4615	50.0	55	60	6.5	32.0	3300	3	0

(87)	1.2000	4.5455	60.0	50	60	11.0	37.0	3000	3	1	
(88)	0.6667	3.7500	24.0	60	40	16.0	26.0	2400	4	2	
(89)	1.0000	5.0000	20.0	40	40	8.0	35.0	1600	2	0	
(90)	0.9231	11.1111	35.0	130	120	11.7	13.0	15600	3	0	
(91)	1.9250	2.5000	14.0	40	77	16.0	19.0	3100	2	2	
(92)	0.3125	6.6667	23.0	80	25	12.0	33.5	2000	2	2	
(93)	0.8615	4.8148	31.6	130	112	27.0	2.0	14600	4	1	
(94)	0.3333	11.5385	23.8	150	50	13.0	28.0	7500	3	1	
(95)	0.4286	4.1176	20.1	70	30	17.0	37.5	2400	3	1	
(96)	0.9833	7.5000	13.6	60	59	8.0	34.0	3600	2	1	
(97)	0.7000	5.0000	20.2	60	42	12.0	13.5	2500	4	1	
(98)	1.1200	4.3478	38.8	100	112	23.0	21.0	11200	3	1	
(99)	0.7533	12.5000	18.5	150	113	12.0	26.5	17000	3	2	
(100)	0.6571	8.7500	14.0	70	46	8.0	15.0	3200	3	1	
(101)	1.0286	5.0000	9.8	70	72	14.0	7.0	5000	2	2	
(102)	0.4000	4.5000	33.2	90	36	20.0	39.5	3200	2	2	
(103)	0.3950	18.1818	10.0	200	79	11.0	13.0	15800	3	1	
(104)	0.8800	5.0000	10.4	50	44	10.0	35.0	2200	4	1	
(105)	0.9400	5.5556	7.6	50	47	9.0	15.0	2400	2	1	
(106)	0.2450	15.3846	23.4	200	49	13.0	25.0	9800	2	2	
(107)	3.5000	12.5000	9.0	100	350	8.0	7.5	17900	3	1	
(108)	1.3678	5.0000	23.2	87	119	17.4	20.0	10353	3	1	
(109)	1.2000	8.3333	10.0	100	120	12.0	14.5	12000	2	1	
(110)	0.8438	8.0000	29.5	160	135	20.0	16.0	21600	2	1	
(111)	0.6525	11.8000	13.0	118	77	10.0	33.0	9086	3	2	
(112)	1.2000	7.5000	7.2	60	72	8.0	23.0	4320	3	1	
(113)	2.5000	3.6364	13.5	80	200	22.0	16.0	16000	3	2	
(114)	0.6316	6.9512	14.0	285	180	41.0	11.0	51300	2	2	
(115)	0.8375	6.6667	17.6	80	67	12.0	29.5	5360	3	1	
(1)	年代	岩種	すべり面	位置	地質構造	Fault	緩傾斜地	平面形	断面形	斜面分類	平面斜面
(2)	2	3	1	0	1	1	1	1	4	7	5
(3)	2	3	1	0	1	2	1	1	4	7	3
(4)	3	1	1	1	1	2	1	2	4	2	3
(5)	4	3	5	1	1	2	1	1	2	1	3
(6)	1	2	1	1	0	1	1	3	4	3	3
(7)	4	1	4	1	1	1	1	1	1	1	3
(8)	4	1	4	2	1	1	1	1	4	6	6
(9)	4	1	4	1	1	1	1	1	4	6	3
(10)	4	1	5	1	1	1	1	1	4	6	3
(11)	2	1	1	2	1	1	1	1	4	6	3
(12)	5	3	1	1	0	2	2	1	3	2	5
(13)	3	1	5	1	2	2	2	2	4	3	5
(14)	1	1	2	0	0	1	1	2	2	2	4
(15)	4	1	4	1	2	1	1	2	1	3	1
	5	1	6	1	0	1	1	1	4	4	1

(16)	4	3	4	2	1	1	1	4	1	3
(17)	4	3	3	1	2	2	1	3	2	3
(18)	4	3	2	0	1	2	1	3	2	3
(19)	1	1	4	1	1	2	1	1	2	3
(20)	2	4	4	3	1	1	2	4	1	3
(21)	2	4	4	3	1	2	1	4	1	3
(22)	1	1	3	2	2	2	1	4	1	3
(23)	2	4	2	3	1	1	3	1	1	3
(24)	1	1	4	1	2	1	1	4	2	3
(25)	2	4	4	3	1	1	1	2	7	3
(26)	4	3	4	1	1	1	1	4	2	3
(27)	1	4	4	1	2	2	1	3	1	3
(28)	1	4	4	1	2	2	2	4	1	3
(29)	4	1	5	1	0	1	1	3	2	3
(30)	1	2	4	2	2	1	1	2	1	3
(31)	4	1	5	1	0	1	0	4	1	3
(32)	4	1	3	1	1	1	1	4	2	3
(33)	4	1	5	1	2	1	1	4	3	3
(34)	4	1	4	2	2	1	1	4	2	5
(35)	4	1	4	1	1	1	1	3	2	3
(36)	4	1	4	1	1	1	1	2	7	5
(37)	2	1	3	0	2	1	1	2	3	5
(38)	2	1	4	1	0	1	1	4	7	5
(39)	1	1	3	1	2	1	1	4	2	5
(40)	4	3	4	1	0	1	1	1	7	4
(41)	4	1	3	3	1	1	1	4	6	3
(42)	4	1	3	3	1	1	2	4	6	3
(43)	2	1	6	1	2	1	2	2	7	2
(44)	4	3	2	1	1	1	1	4	7	4
(45)	2	1	4	2	0	0	1	4	3	4
(46)	4	1	4	2	0	1	1	4	4	2
(47)	4	1	2	0	2	1	3	2	5	2
(48)	4	1	4	1	0	1	1	4	7	4
(49)	4	1	5	1	2	1	1	4	6	4
(50)	1	1	4	0	2	2	1	4	3	1
(51)	4	1	2	1	1	1	1	1	7	2
(52)	1	1	2	1	0	2	1	4	3	3
(53)	1	2	2	1	1	1	1	4	6	1
(54)	1	1	2	0	0	0	1	4	0	1
(55)	1	2	2	1	1	1	1	4	0	1
(56)	1	2	0	1	0	1	1	4	0	2
(57)	1	2	0	1	1	1	1	4	0	3
(58)	0	5	0	0	1	2	1	4	0	1
(59)	4	1	0	1	1	2	1	4	0	3
(60)	0	5	0	0	0	2	1	2	0	1

(61)	1	2	0	1	1	1	1	4	0	4
(62)	4	3	0	1	0	1	1	4	0	5
(63)	4	3	0	1	1	2	1	4	0	4
(64)	4	1	0	1	0	2	1	2	0	3
(65)	4	1	0	1	1	1	1	1	0	3
(66)	4	1	0	1	1	2	1	1	0	3
(67)	4	1	0	1	1	1	1	3	0	3
(68)	2	4	0	3	1	2	1	3	0	3
(69)	2	3	0	0	1	1	1	4	0	5
(70)	2	1	0	2	1	1	2	4	0	3
(71)	4	3	0	0	0	1	1	4	0	5
(72)	4	3	0	0	0	1	1	4	0	5
(73)	0	5	0	3	0	1	1	3	0	1
(74)	4	1	0	3	0	1	1	4	0	1
(75)	4	1	0	2	0	0	1	1	0	6
(76)	4	3	0	1	1	1	1	4	0	4
(77)	4	1	0	2	1	1	2	4	0	3
(78)	4	1	0	1	1	1	1	2	0	1
(79)	2	1	0	2	1	1	1	4	0	3
(80)	0	5	0	1	0	1	1	4	0	3
(81)	2	1	0	0	1	2	1	3	0	3
(82)	4	1	0	1	1	1	1	4	0	3
(83)	4	1	0	1	1	1	2	3	0	3
(84)	0	5	0	0	1	1	1	4	0	3
(85)	4	1	0	0	1	2	2	4	0	4
(86)	1	1	0	1	1	2	1	4	0	3
(87)	3	1	0	1	1	2	1	2	0	3
(88)	1	1	0	1	1	2	2	3	0	2
(89)	2	2	0	1	1	2	1	4	0	3
(90)	3	1	0	1	1	1	1	1	0	4
(91)	4	1	0	0	0	2	1	4	0	1
(92)	4	1	0	0	0	1	1	4	4	5
(93)	4	1	5	4	2	1	1	4	3	4
(94)	4	1	5	1	0	1	2	1	4	3
(95)	4	1	4	0	0	1	1	1	1	3
(96)	4	1	2	0	0	2	1	1	1	5
(97)	4	1	4	1	0	1	1	2	3	3
(98)	4	1	4	1	0	1	1	4	2	3
(99)	4	1	5	1	0	1	2	4	1	2
(100)	5	1	4	1	0	2	1	4	3	3
(101)	5	1	2	1	0	1	1	2	1	2
(102)	4	1	2	1	0	0	1	4	3	3
(103)	4	1	4	3	0	1	1	4	3	5
(104)	4	1	4	3	0	1	1	4	4	4
(105)	4	3	2	1	0	2	1	2	2	3

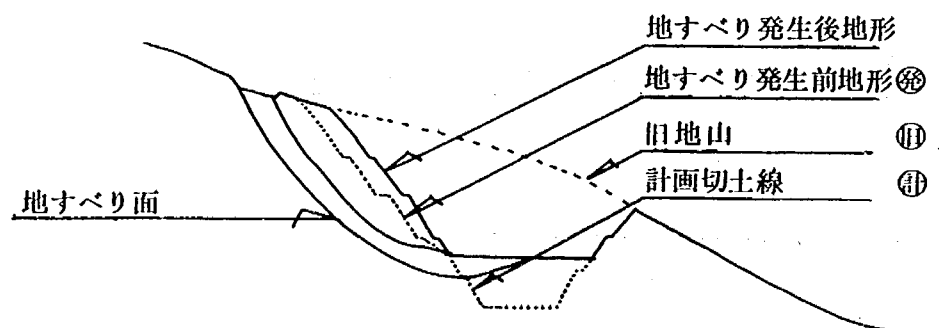
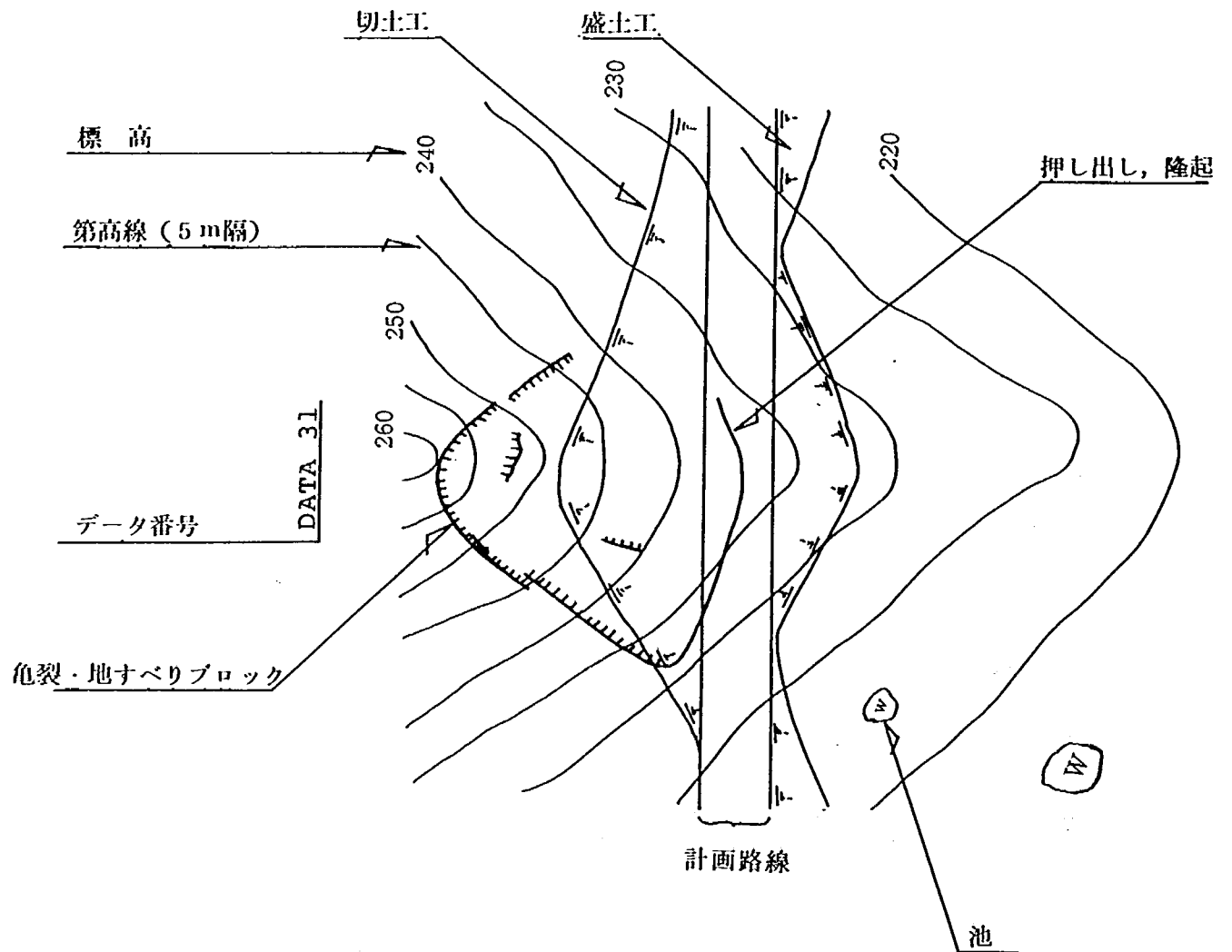
(106)	2	3	2	3	0	1	1	4	3	3
(107)	4	1	1	0	0	1	1	2	6	2
(108)	0	5	4	0	0	1	1	3	4	5
(109)	2	2	4	1	2	1	2	3	5	5
(110)	2	1	4	1	0	1	2	1	7	5
(111)	1	2	4	0	0	1	1	1	1	5
(112)	1	3	2	2	0	2	2	1	1	4
(113)	1	2	4	0	0	2	1	1	2	3
(114)	4	1	2	1	2	1	3	2	3	3
(115)	4	1	5	0	0	1	2	4	6	5
						1	1	1	2	3

	断面斜面	対策工種	すべり面想定	末端位置	切土方法
(1)	1	8	0	2	1
(2)	1	8	0	1	2
(3)	1	3	3	1	1
(4)	1	5	2	4	2
(5)	1	11	0	2	1
(6)	1	5	3	1	1
(7)	1	5	2	1	1
(8)	4	5	2	1	1
(9)	1	2	3	3	1
(10)	2	5	3	1	2
(11)	3	5	3	3	3
(12)	2	5	1	4	1
(13)	1	11	2	1	2
(14)	1	5	2	5	1
(15)	1	11	0	2	1
(16)	1	3	0	1	1
(17)	4	9	0	3	2
(18)	1	3	3	1	1
(19)	1	1	2	1	1
(20)	1	3	2	1	2
(21)	1	3	2	2	1
(22)	2	11	1	1	2
(23)	3	11	0	2	3
(24)	1	3	3	1	2
(25)	1	9	3	5	1
(26)	1	3	0	2	2
(27)	1	5	3	1	1
(28)	1	5	3	1	1
(29)	1	7	2	1	2
(30)	1	3	2	1	2
(31)	4	8	1	5	1
(32)	4	2	1	3	2
(33)	2	10	2	1	1
(34)	1	10	2	4	1

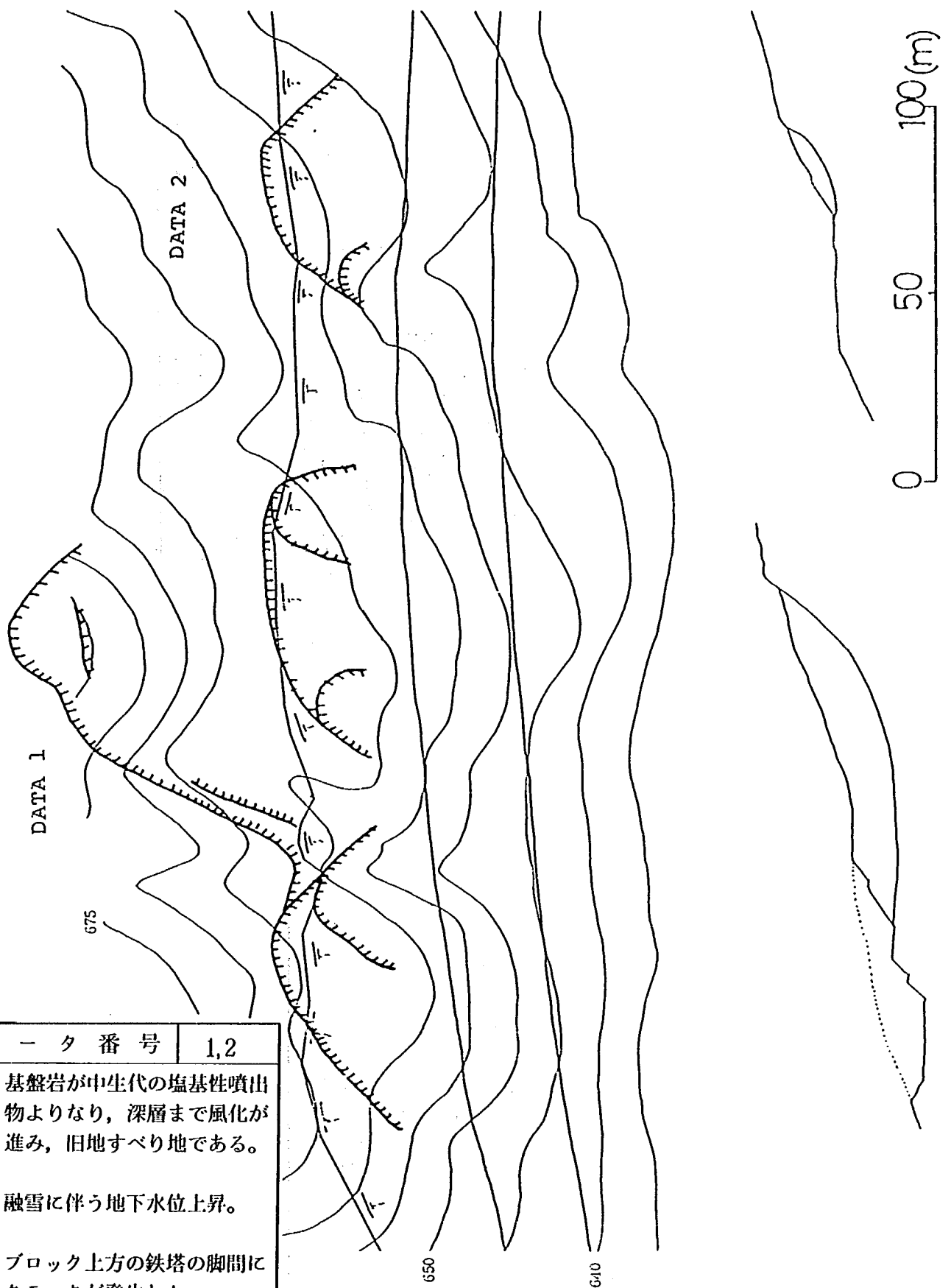
(35)	4	2	3	4	3
(36)	2	11	1	2	1
(37)	1	3	2	1	2
(38)	3	5	0	3	2
(39)	1	5	2	3	2
(40)	4	8	0	3	2
(41)	1	3	2	1	1
(42)	1	3	2	2	1
(43)	2	1	1	3	2
(44)	3	8	2	3	2
(45)	1	5	2	4	2
(46)	1	11	0	2	2
(47)	4	5	1	3	1
(48)	1	5	3	4	1
(49)	1	7	0	1	1
(50)	2	11	0	1	2
(51)	3	11	0	3	2
(52)	1	1	0	2	1
(53)	4	3	0	1	1
(54)	2	11	0	1	2
(55)	1	8	0	1	0
(56)	1	2	0	0	0
(57)	2	11	0	0	0
(58)	2	3	0	0	0
(59)	2	3	0	0	0
(60)	1	3	0	0	0
(61)	2	1	0	0	0
(62)	4	3	0	0	0
(63)	1	1	0	0	0
(64)	1	8	0	0	0
(65)	1	11	0	0	0
(66)	1	3	0	0	0
(67)	4	11	0	0	0
(68)	2	4	0	0	0
(69)	1	3	0	0	0
(70)	2	3	0	0	0
(71)	4	8	0	0	0
(72)	1	8	0	0	0
(73)	4	5	0	0	0
(74)	0	11	0	0	0
(75)	1	11	0	0	0
(76)	2	2	0	0	0
(77)	1	1	0	0	0
(78)	3	2	0	0	0
(79)	1	2	0	0	0

(80)	1	11	0	0	0
(81)	1	3	0	0	0
(82)	1	8	0	0	0
(83)	4	10	0	0	0
(84)	2	8	0	0	0
(85)	1	8	0	0	0
(86)	1	3	0	0	0
(87)	2	11	0	0	0
(88)	1	8	0	0	0
(89)	1	5	0	0	0
(90)	2	8	0	0	0
(91)	1	3	0	1	2
(92)	1	3	0	1	1
(93)	3	12	0	2	2
(94)	1	3	0	1	1
(95)	1	13	0	2	1
(96)	2	14	0	1	2
(97)	1	15	0	1	1
(98)	4	16	0	4	1
(99)	1	16	0	1	1
(100)	1	17	0	2	2
(101)	3	17	0	2	2
(102)	1	16	0	1	2
(103)	4	18	0	1	2
(104)	1	3	0	2	2
(105)	4	12	0	2	2
(106)	1	2	0	1	1
(107)	2	19	0	1	2
(108)	4	11	0	1	2
(109)	4	19	0	1	2
(110)	1	18	0	1	1
(111)	2	4	0	3	2
(112)	2	3	0	1	1
(113)	1	1	0	3	2
(114)	4	12	0	3	2
(115)	0	11	0	2	1

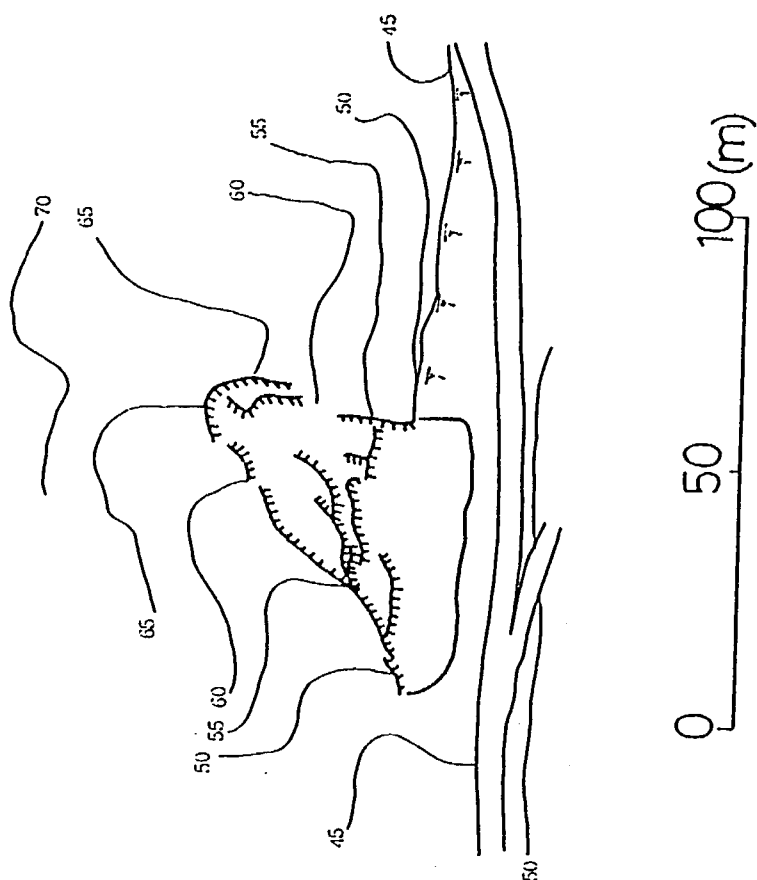
切土地すべり事例集 凡 例



データ番号	1,2
概要	基盤岩が中生代の塩基性噴出物よりなり、深層まで風化が進み、旧地すべり地である。 融雪に伴う地下水位上昇。 ブロック上方の鉄塔の脚間にクラックが発生した。
要	

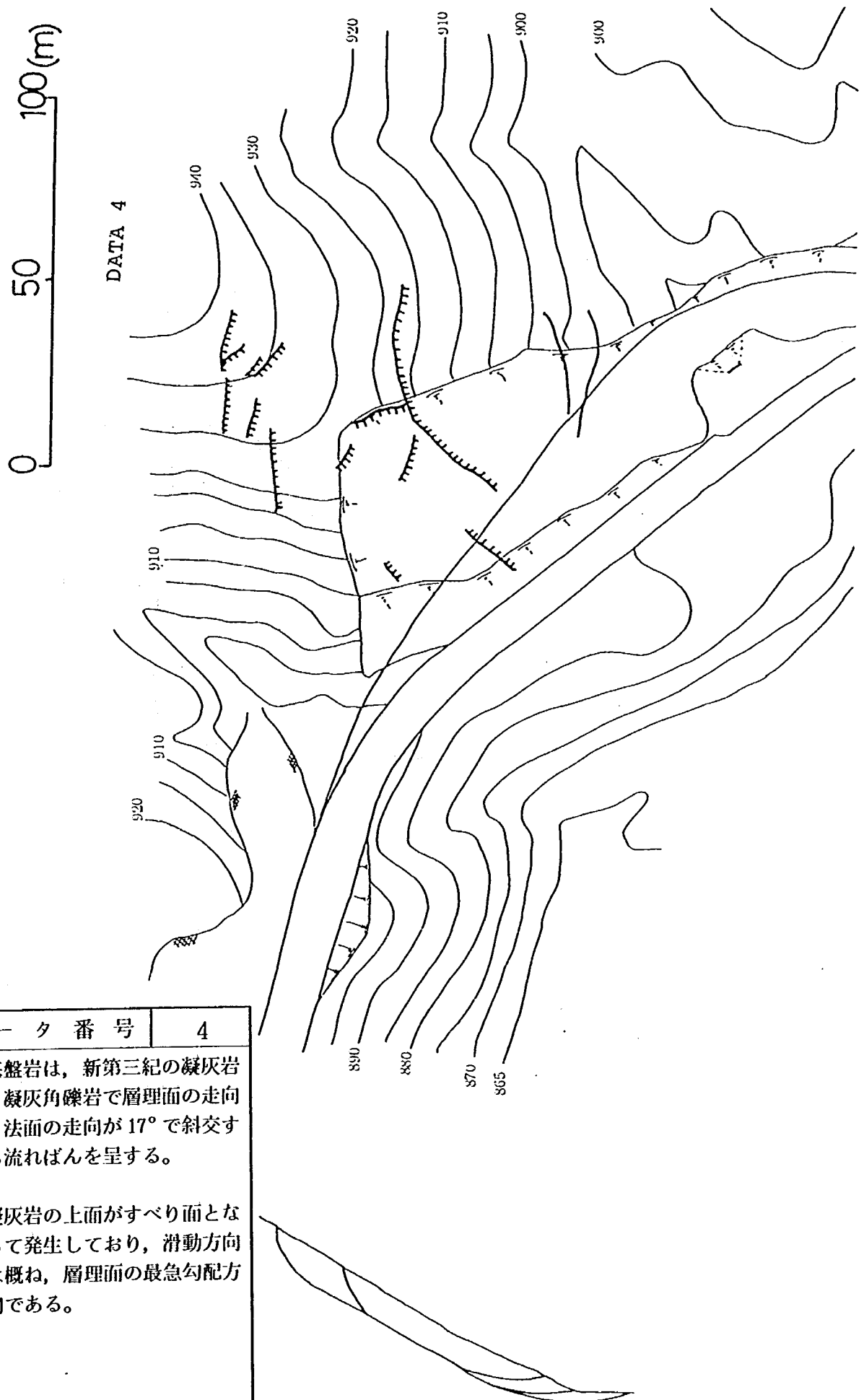


DATA 3



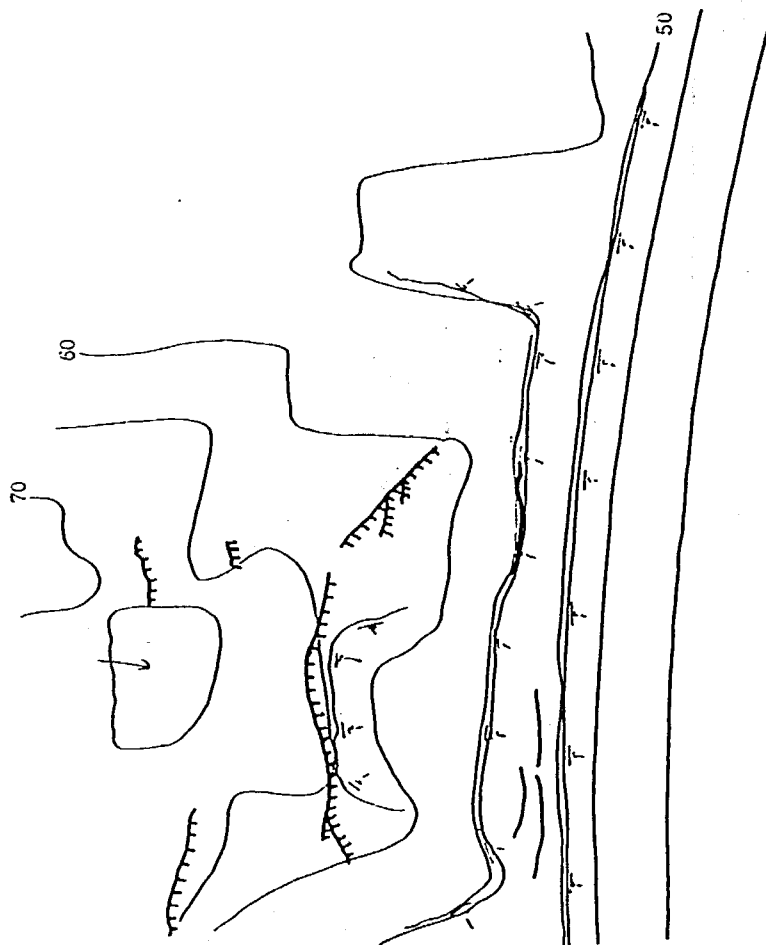
データ番号	3
概要	基盤岩は、固結度の低い砂岩よりなり、崖錐層が7.5 mと厚く堆積している。
要	工事完了後2日で発生したが降雨はなく、発生より21日後に300 mmを越す降雨があったが、顕著な動きは示さない。

データ番号		4
概要	基盤岩は、新第三紀の凝灰岩と凝灰角礫岩で層理面の走向と法面の走向が 17° で斜交する流ればんを呈する。	
	凝灰岩の上面がすべり面となって発生しており、滑動方向は概ね、層理面の最急勾配方向である。	



0 50 100 (m)

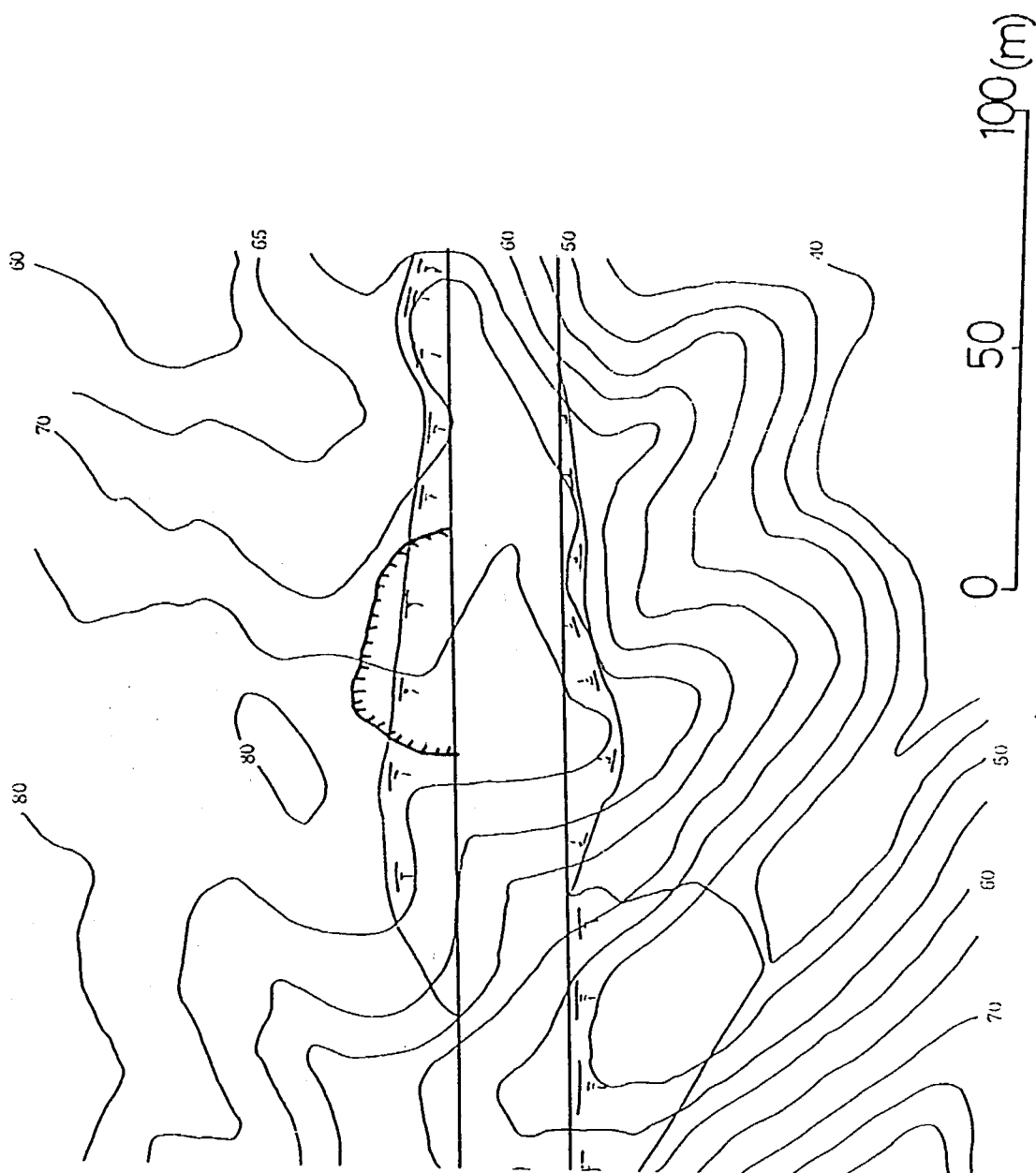
DATA 5



データ番号	5
概	基盤岩は古生代の変成岩であるが、その上に第四系が10m程堆積し、ポーラスな砂礫の下に流れ盤を呈す粘土層がある。
要	降雨に伴なう地下水位の上昇。 粘土層上面がすべり面となっている。法面走向と粘土走向は、ほぼ一致している。



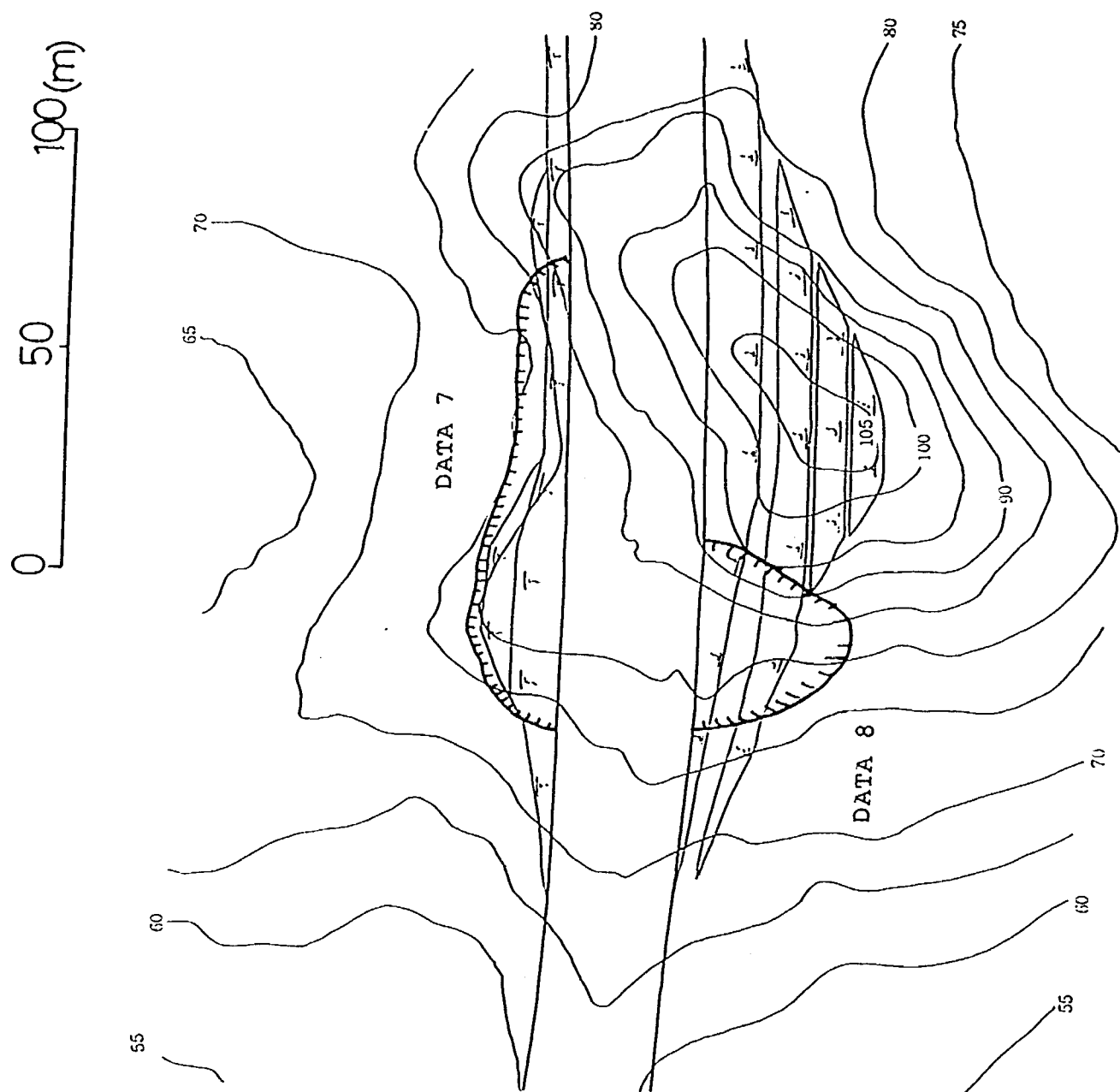
DATA 6



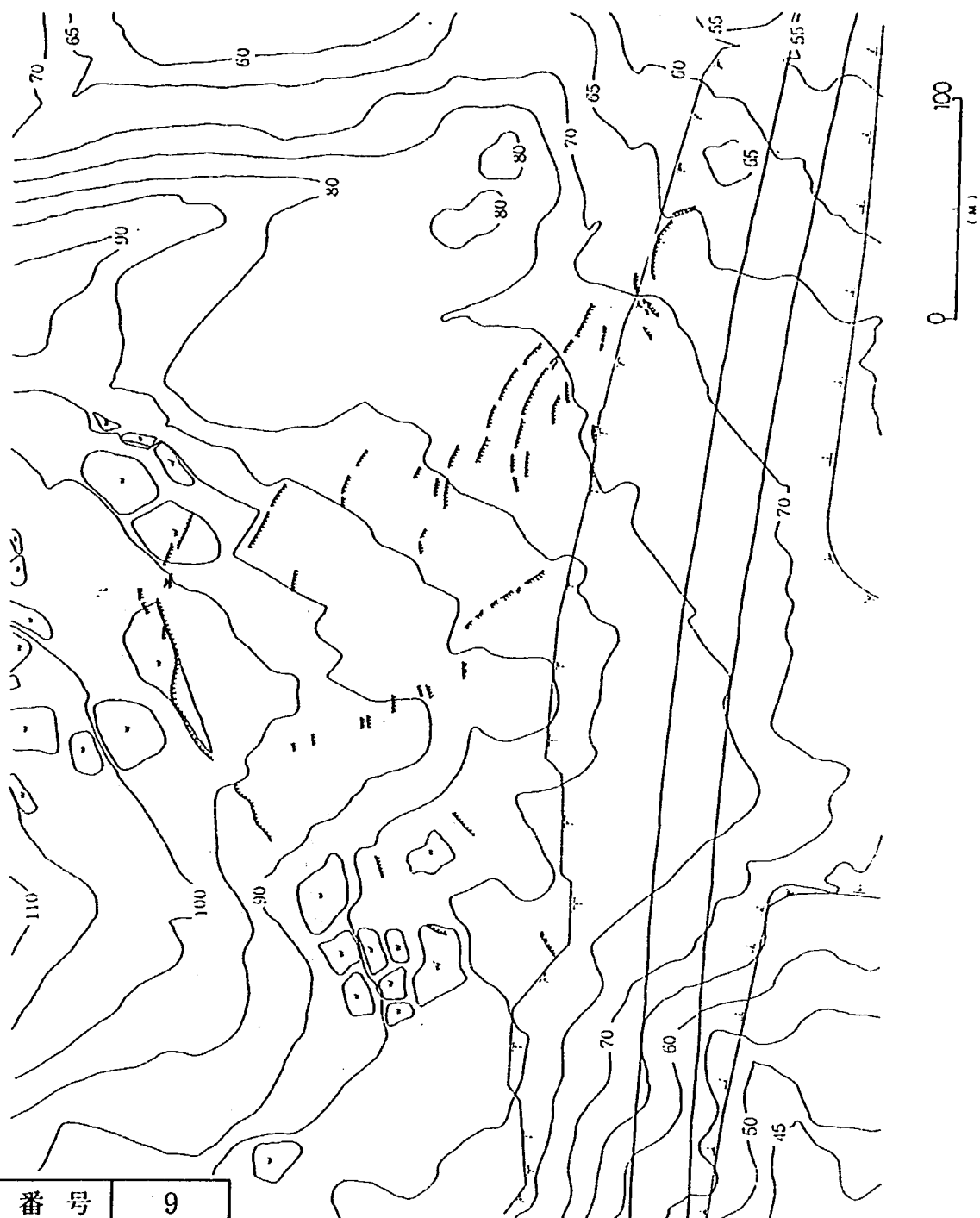
データ番号	6
概要	基盤岩は、新第三紀の泥岩であり、沢山の断層群により、脆弱化しており、地下水が豊富である。 流れ盤を呈する。
要	

データ番号		7
概要	基盤岩は新第三紀の泥岩であり、深層まで風化粘土化が進んでいる。	

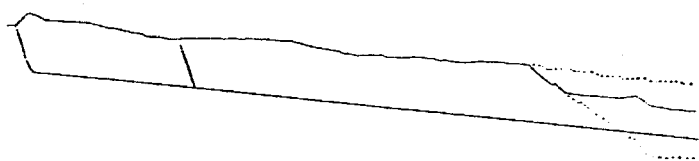
データ番号		8
概要	基盤岩は新第三紀の泥岩であり、深層まで風化粘土化しており、流れ盤を呈する。	



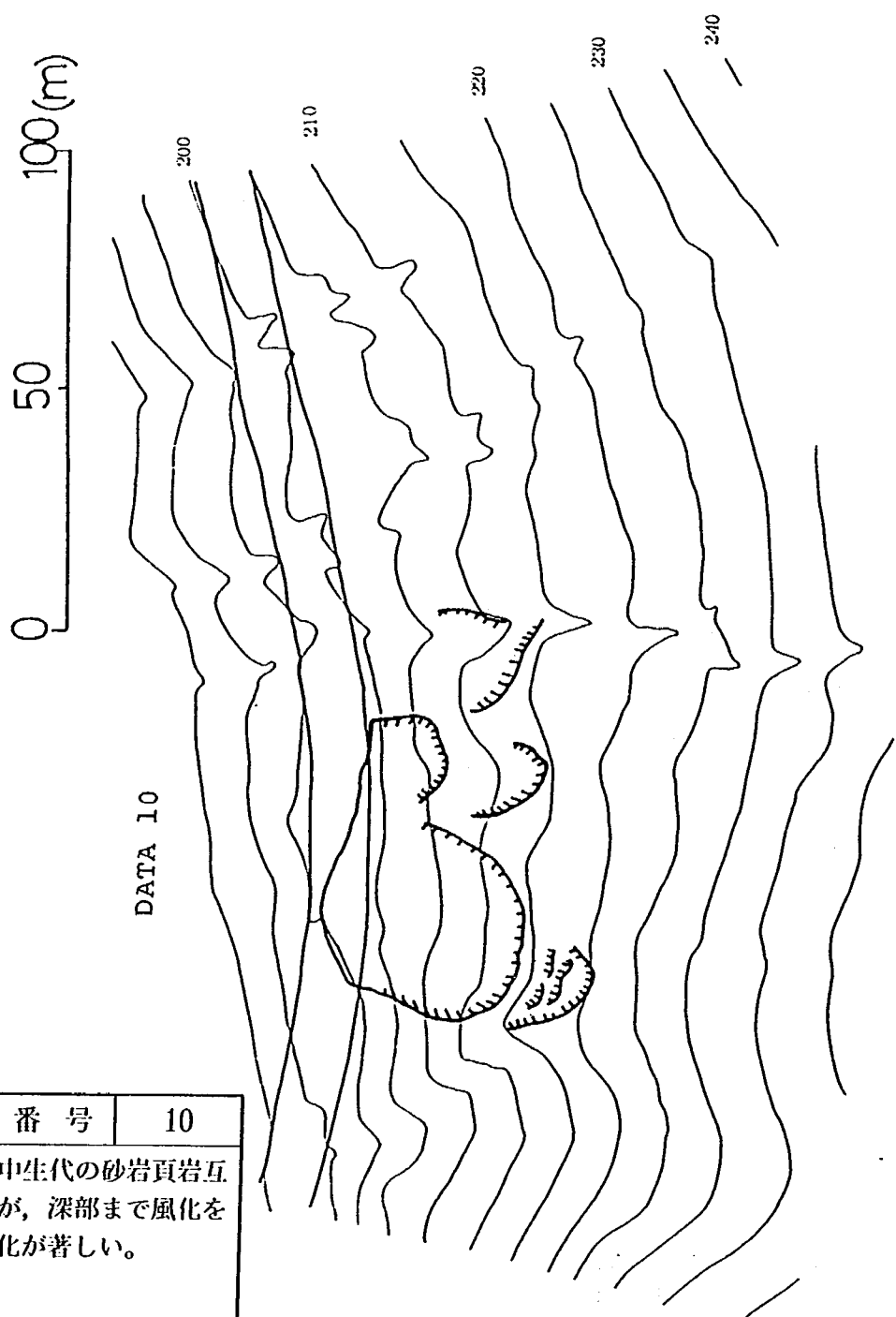
DATA 9

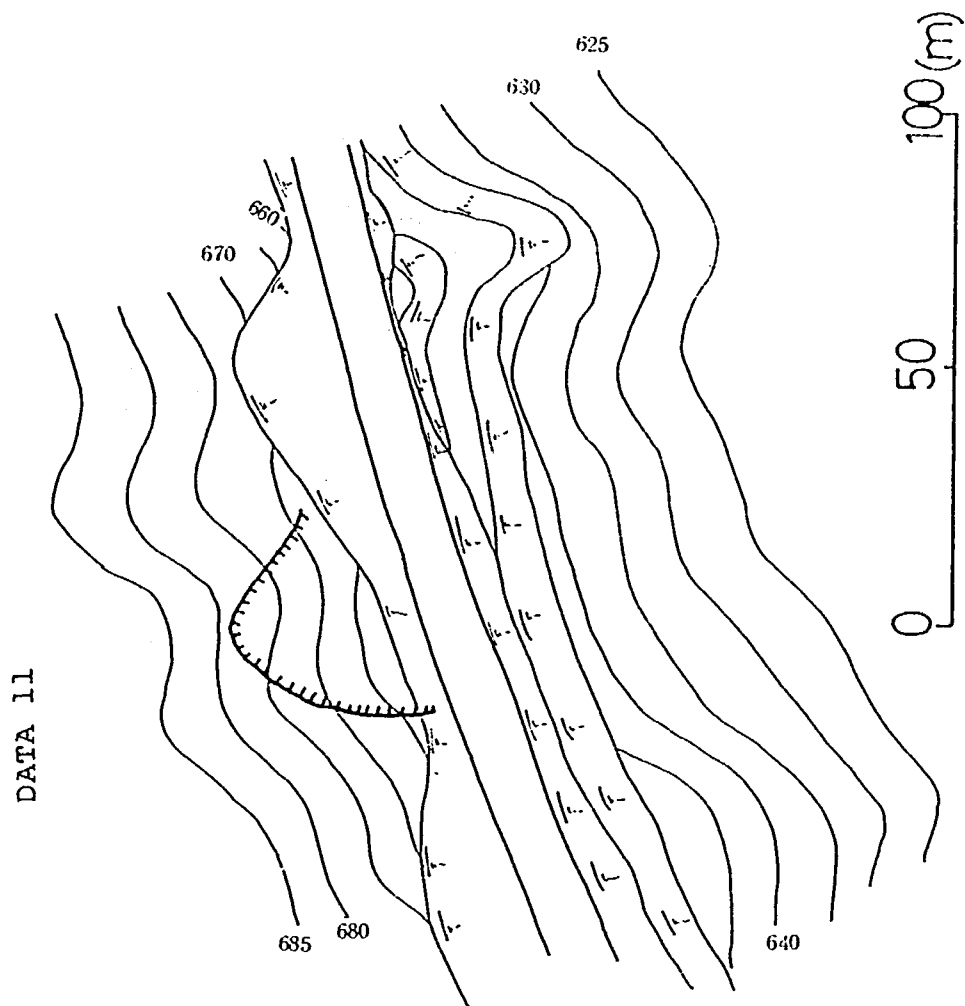


データ番号	9
概	基盤岩は、新第三紀の泥岩・砂岩互層であり、その上位に第四系が堆積している。
要	長雨と梅雨末期の豪雨。 今回調査対象となった事例の中で最も大規模な地すべりであり、押え盛土と集水井工と池の水抜きにより、動きは止めることができた。



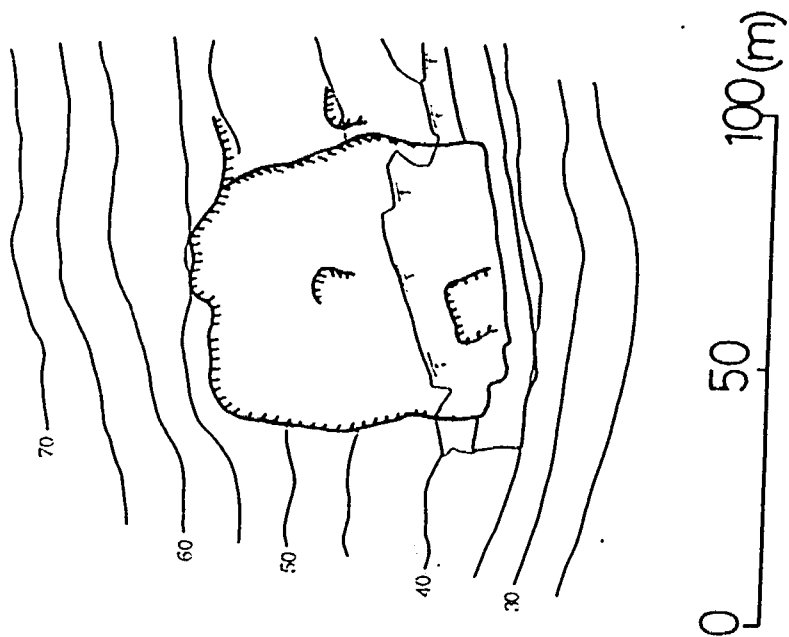
データ番号		10
概要	基盤岩が中生代の砂岩頁岩互層であるが、深部まで風化を受け粘土化が著しい。	
要		





データ番号	11
概要	基盤岩は第四紀火山の溶結凝灰岩であるが、流動している地下水が豊富であり、粘土薄層が流れ盤を呈している。
要	粘土薄層は、地すべりブロック内で連続性は良いが、ブロック外には見られない。

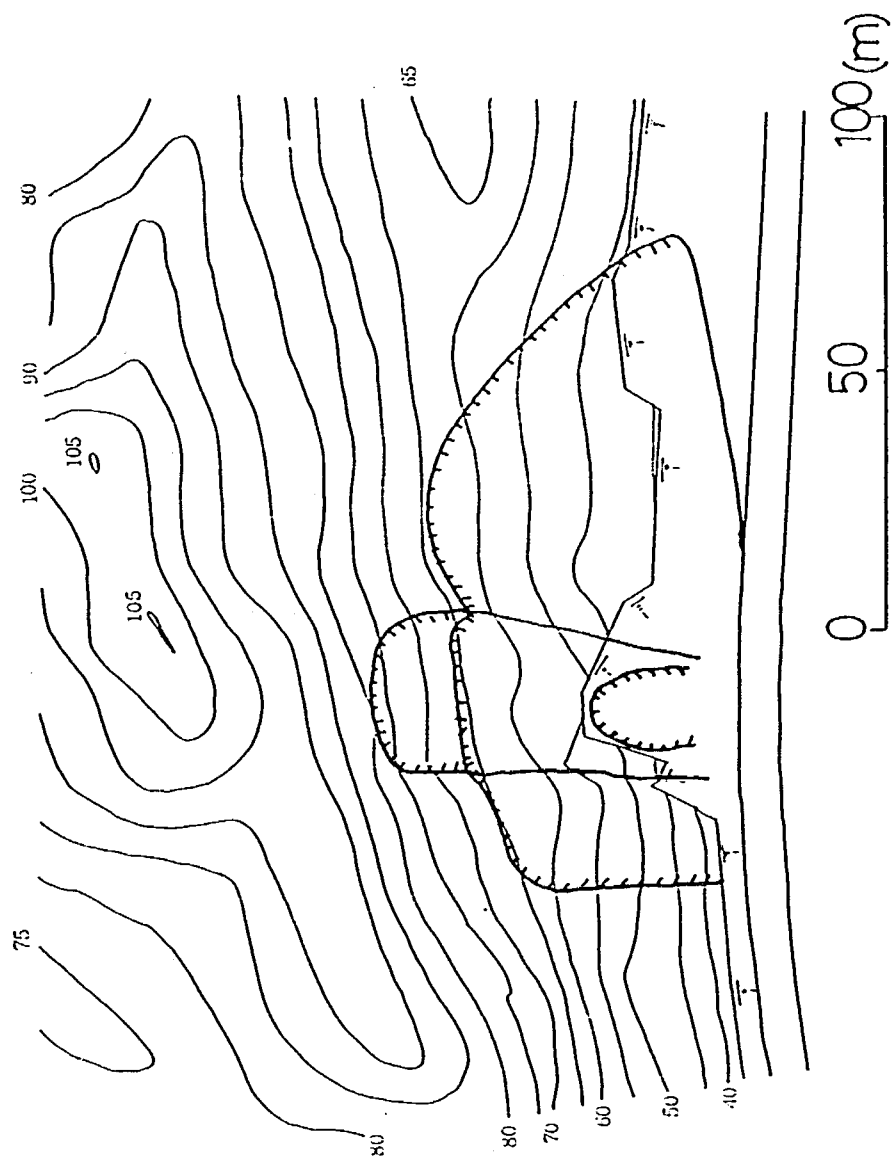
DATA 13



データ番号		13
概要	基盤岩は古生代の粘板岩・砂岩であるが、崩積土が6～7m厚堆積している。	
	多量の降雨があった。	
要	地すべりブロック内は、切土前は、小屋根状地形をなしていた。	

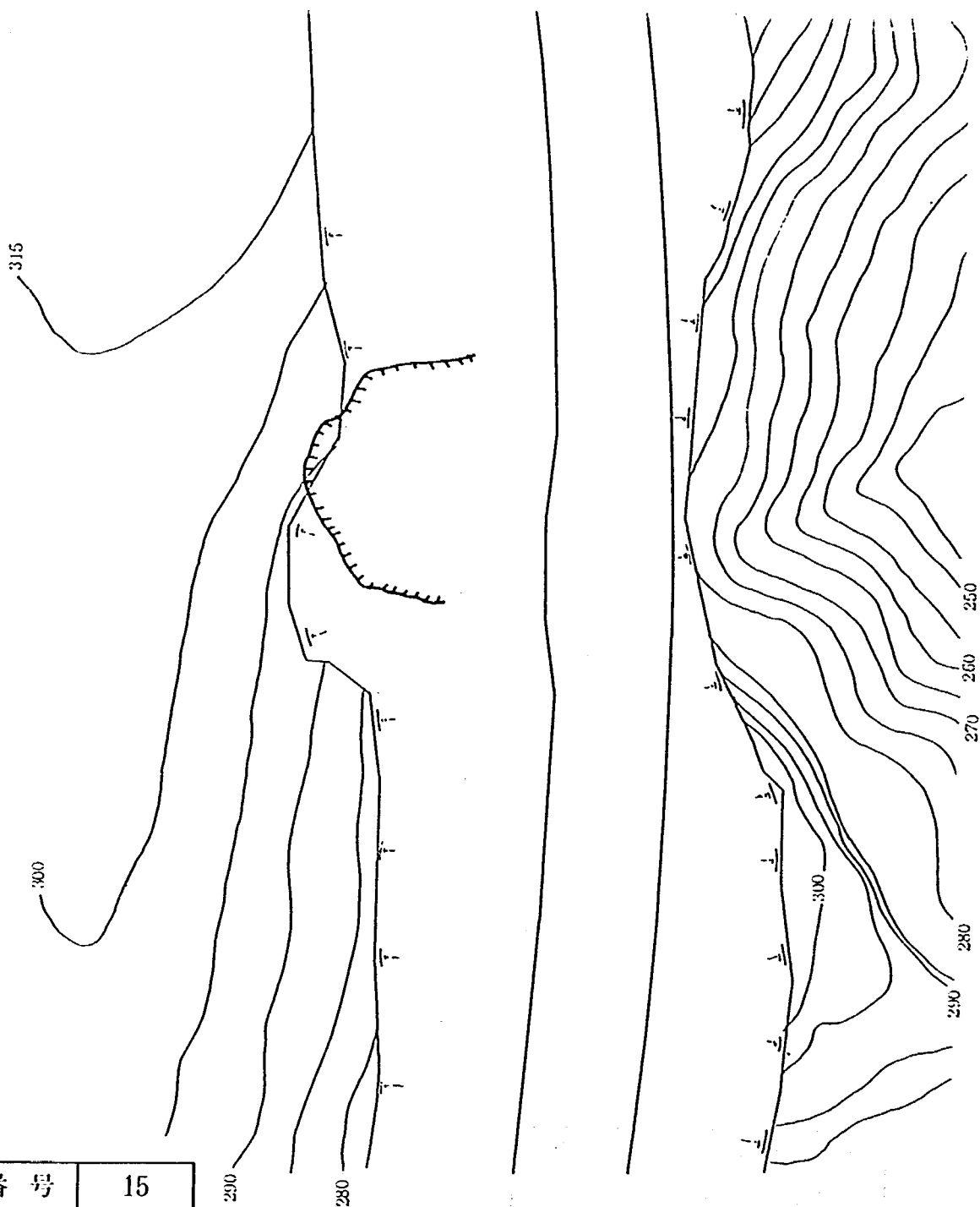
データ番号		14
概要	基盤岩は新第三紀の泥岩であるが、地すべりブロック上方には断層破碎帯があり、それにはほぼ直交するリニアメントが存在する。	
	地すべりブロック形状は、断層等に規制されている。	

DATA 14



0 50 100(m)

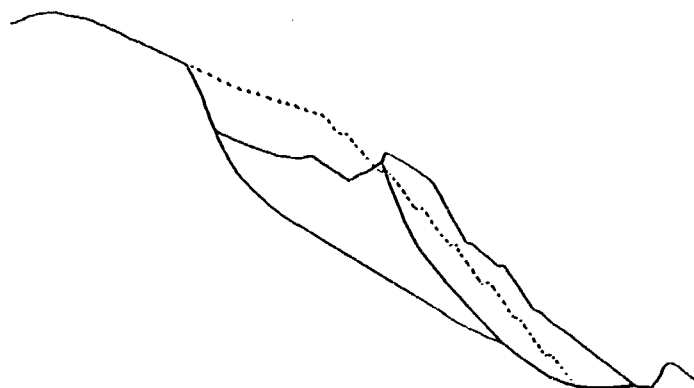
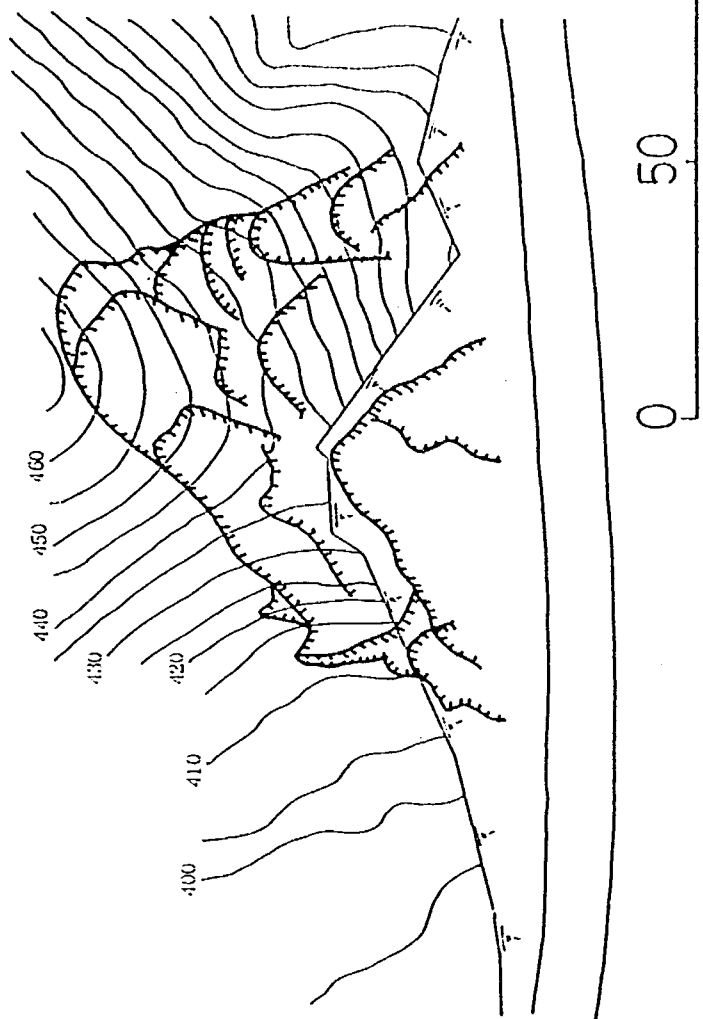
DATA 15

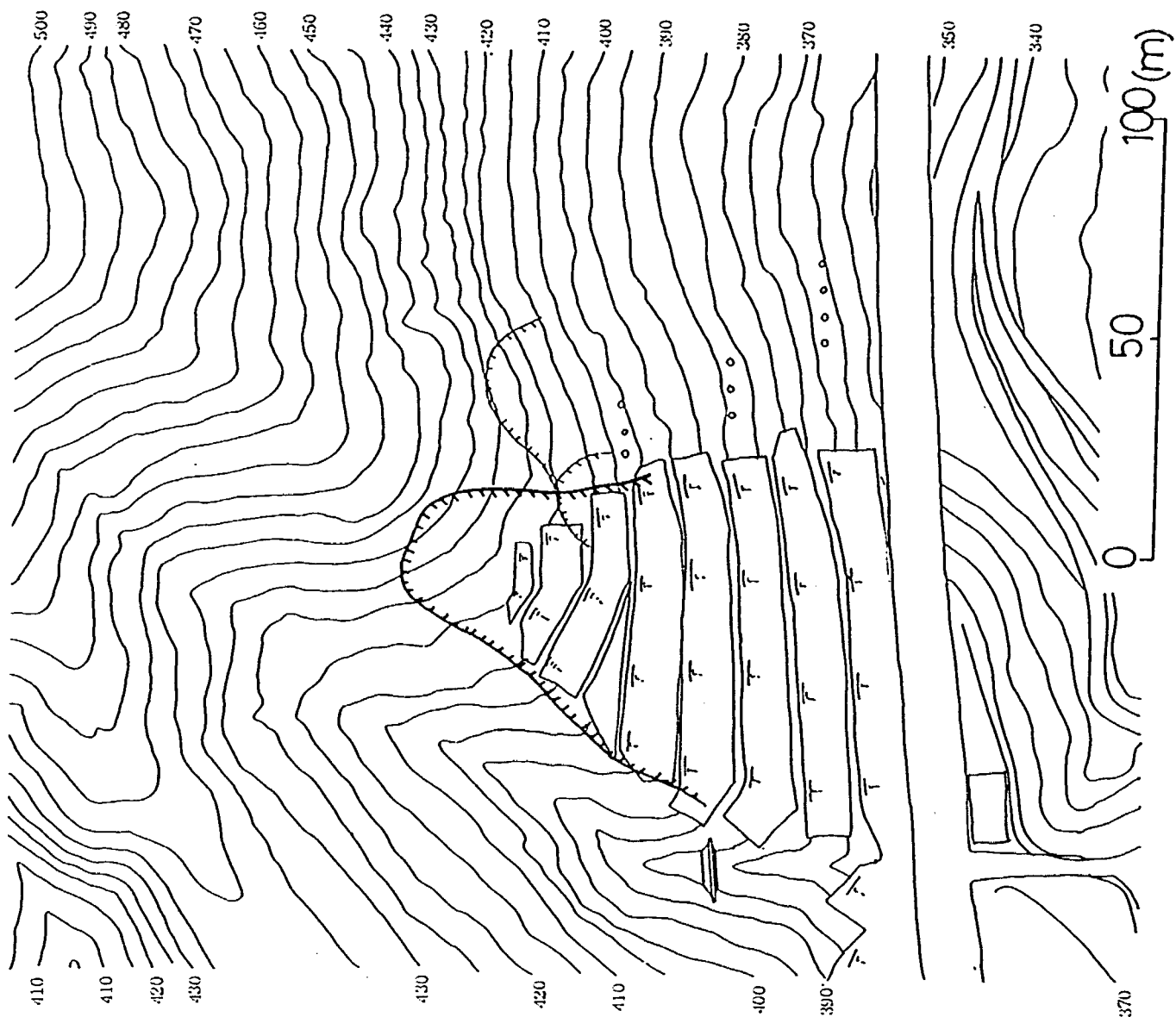


データ番号	15
概要	第四紀の堆積物よりなっており、ローム層が粘土化し、やや流れ盤構造をなしている。
要	多量の降雨があった。 法面の走向とローム層の走向はほぼ一致している。

データ番号	16
概要	新第三紀の凝灰角礫岩を基岩としているが、薄い塩基性貫入岩が多数存在し、亀裂が多くなっている。
	総雨量 390mm をもたらした台風通過後、1 カ月して総雨量 362mm の台風が通過した。またこの間雷雨による集中豪雨が何度もあった。 2 度目の台風時に滑動した。

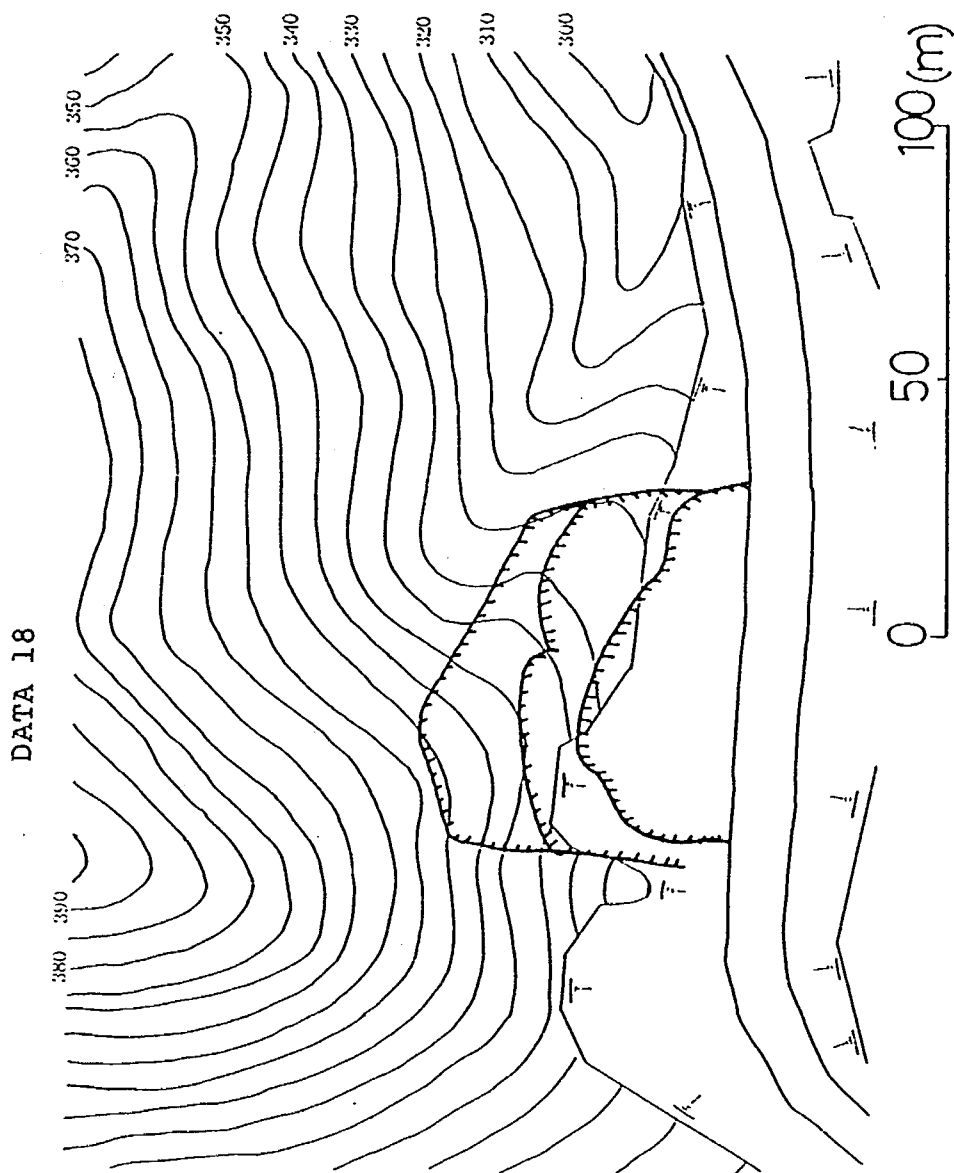
DATA 16



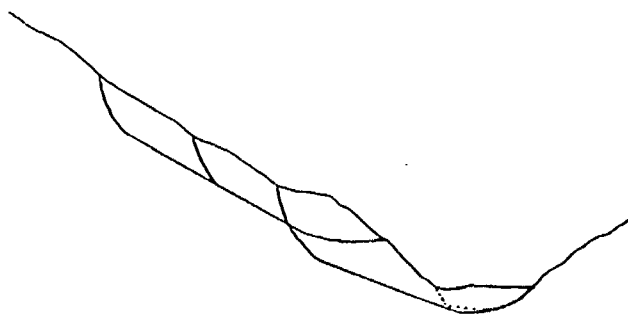


DATA 17

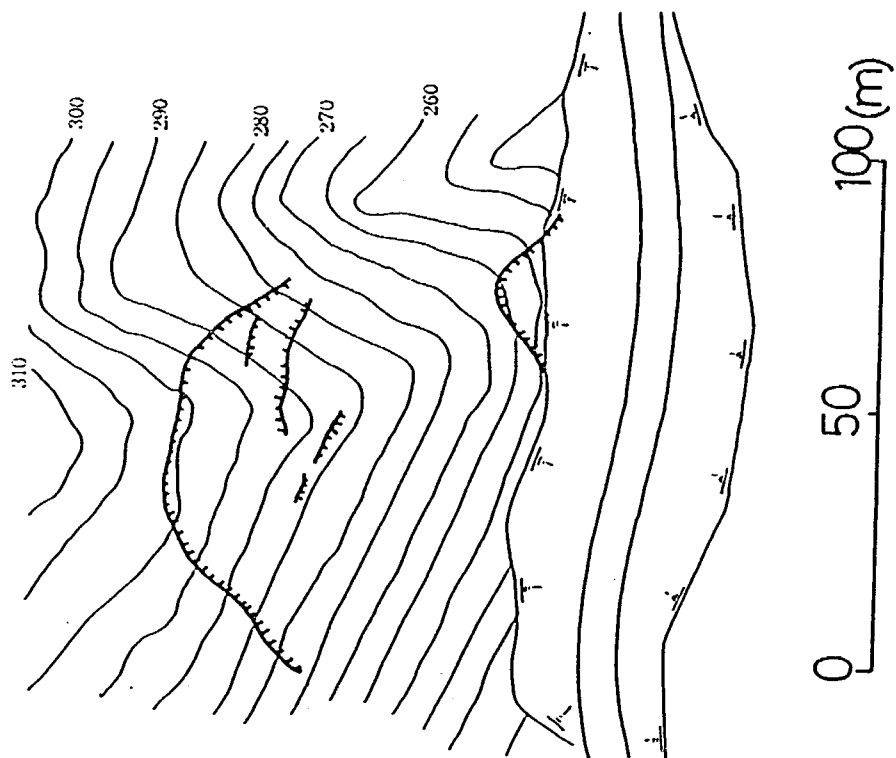
データ番号	17
概要	基盤岩は、新第三紀の凝灰岩、凝灰角礫岩等からなっているが、断層によりブロック化が進み、処々破碎質になっている。
要	26mmの降雨があった。 断層がブロックの形状を規制している。



データ番号	18
概要	基盤岩は、新第三紀の凝灰岩と凝灰角礫岩であるが、崖錐性崩積土が10m以上も厚く堆積している。
要	発生前10日間で200mmの降雨があった。

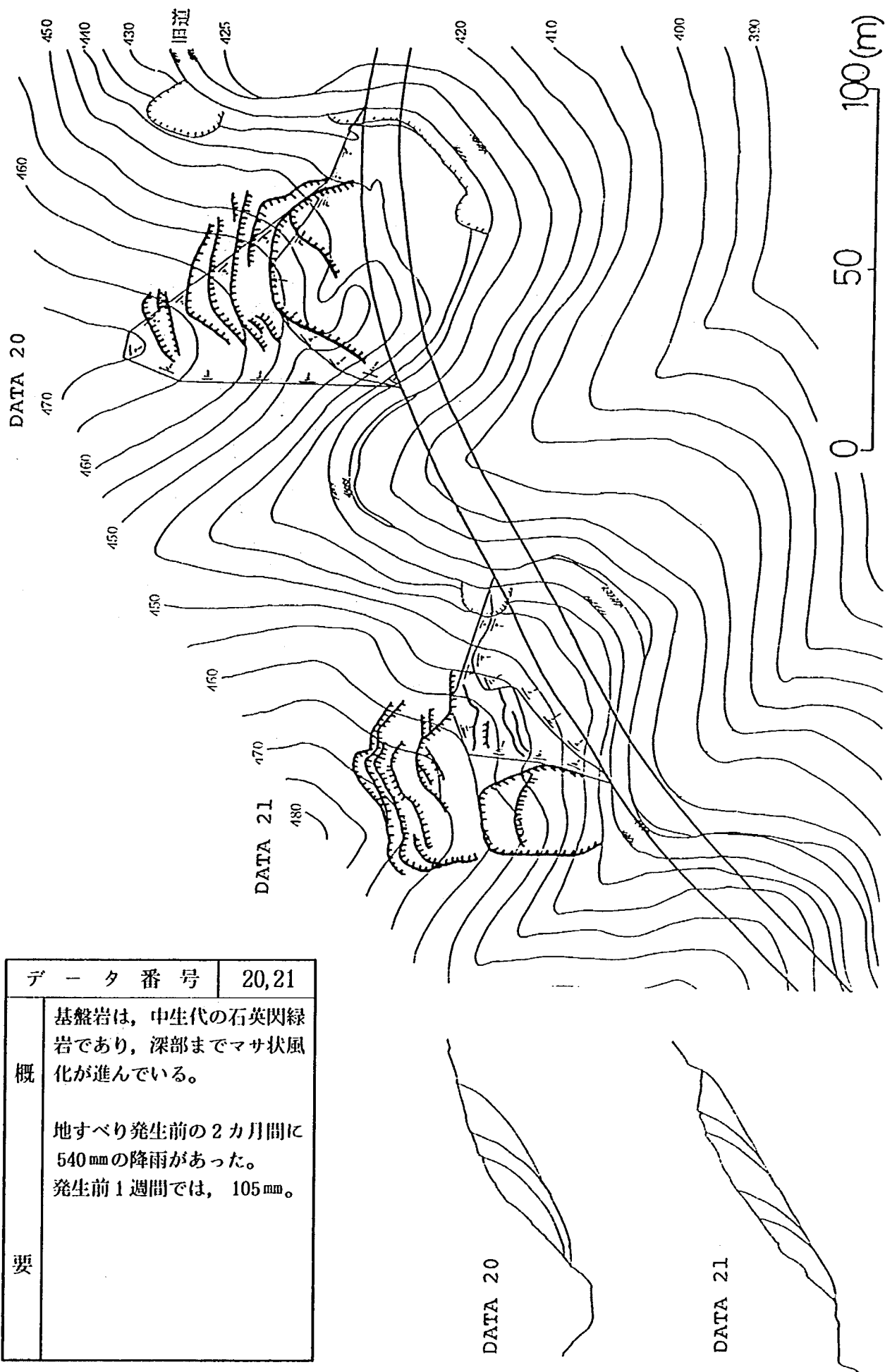


DATA 19

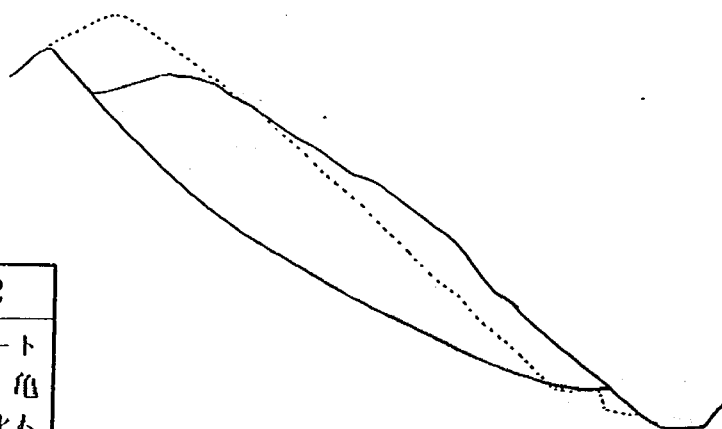
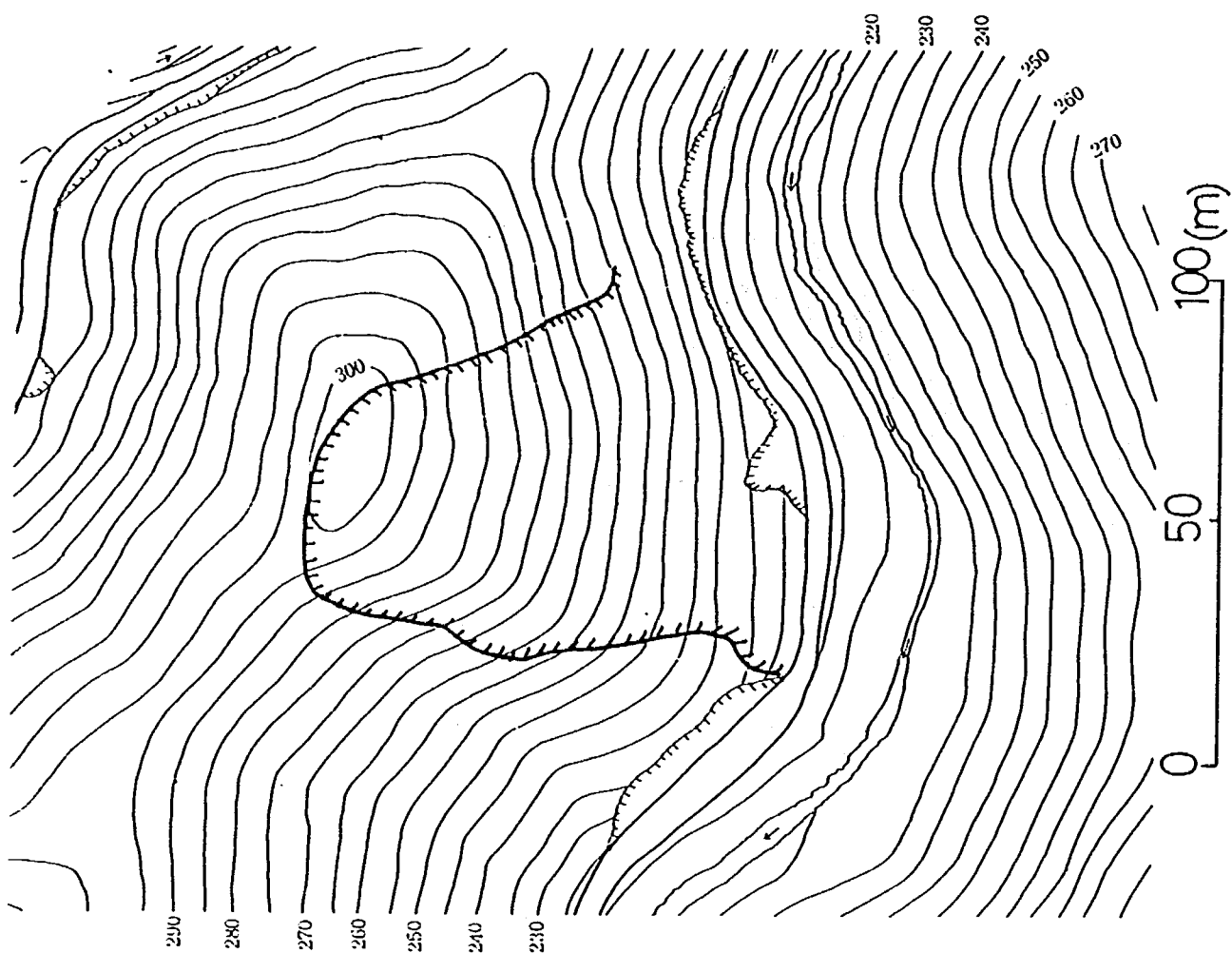


データ番号	19
概要	基盤岩は、古生代の粘板岩であるが、破碎帯でもあり、沢山の断層と破碎帯が見られ、脆弱化している。 集中豪雨があった。
要	

データ番号		20,21
概要	基盤岩は、中生代の石英閃緑岩であり、深部までマサ状風化が進んでいる。	
	地すべり発生前の2カ月間に540mmの降雨があった。 発生前1週間では、105mm。	
要		

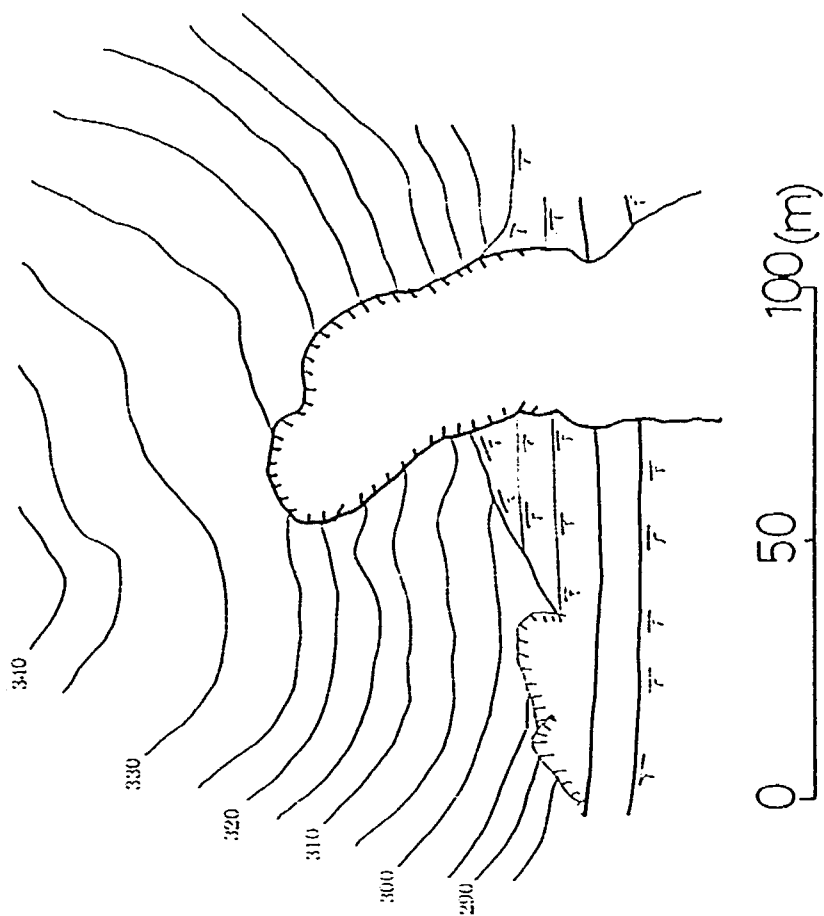


DATA 22



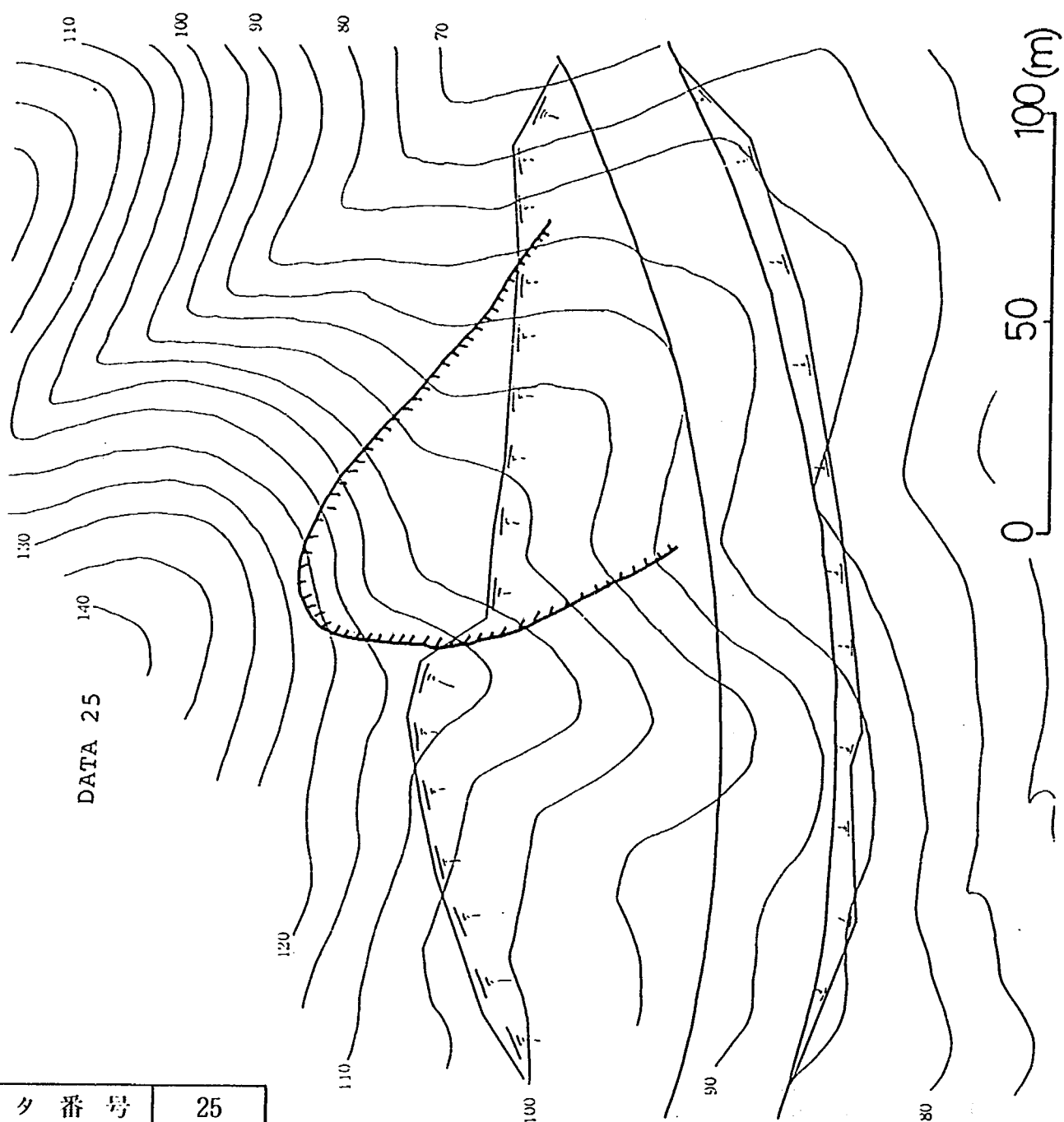
データ番号	22
概要	基盤岩は、古生代のチャートであるが沢山断層があり、亀裂が著しく発達して粘土化も伴っている。 地形図では不明瞭だが旧崩壊跡である。
要	すべり面粘土層が、0.7～1.5 m厚で明瞭に認められる。

DATA 23

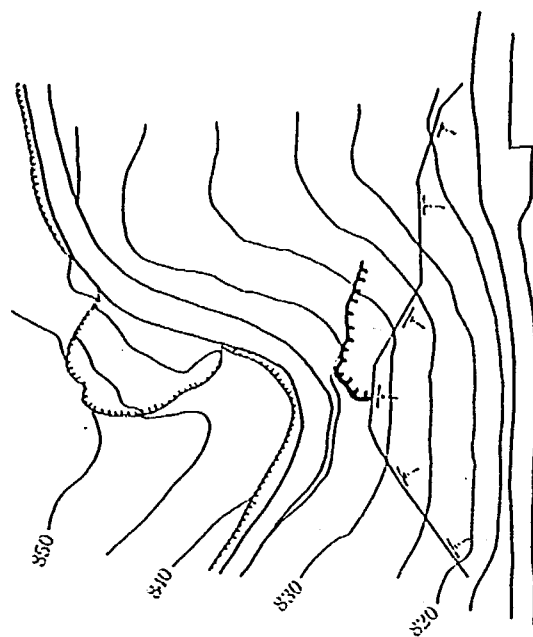


データ番号	23
概要	基盤岩は、中生代の花崗岩であるが、マサ状風化を受け脆弱となっており、崩積土も10m前後と厚くなっており、旧地山が急傾斜である。
要	未風化岩盤が地すべり発生地附近で谷状になっており集水地形をしていた。

データ番号	25
概要	基盤岩は、中生代の花崗閃緑岩であり、深部までマサ状風化を受けており、旧地すべり地である。
要	



DATA 26

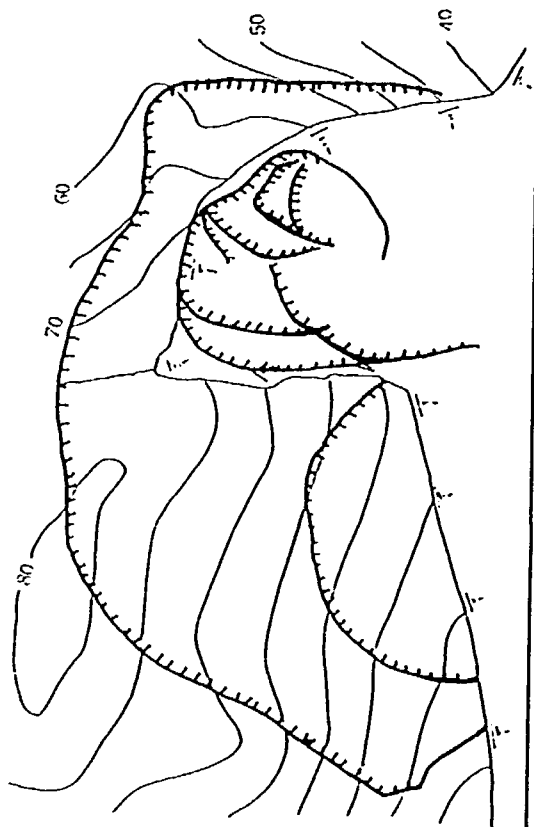


0 50 100(m)

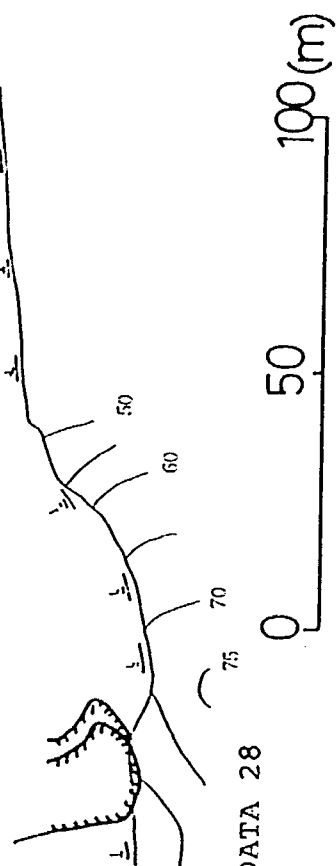


データ番号	26
概要	基盤岩は、新第三紀の凝灰岩であり、脆弱化しており、流ればんを呈している。
要	素掘り側溝から、亀裂中に水が浸透した。

DATA 27



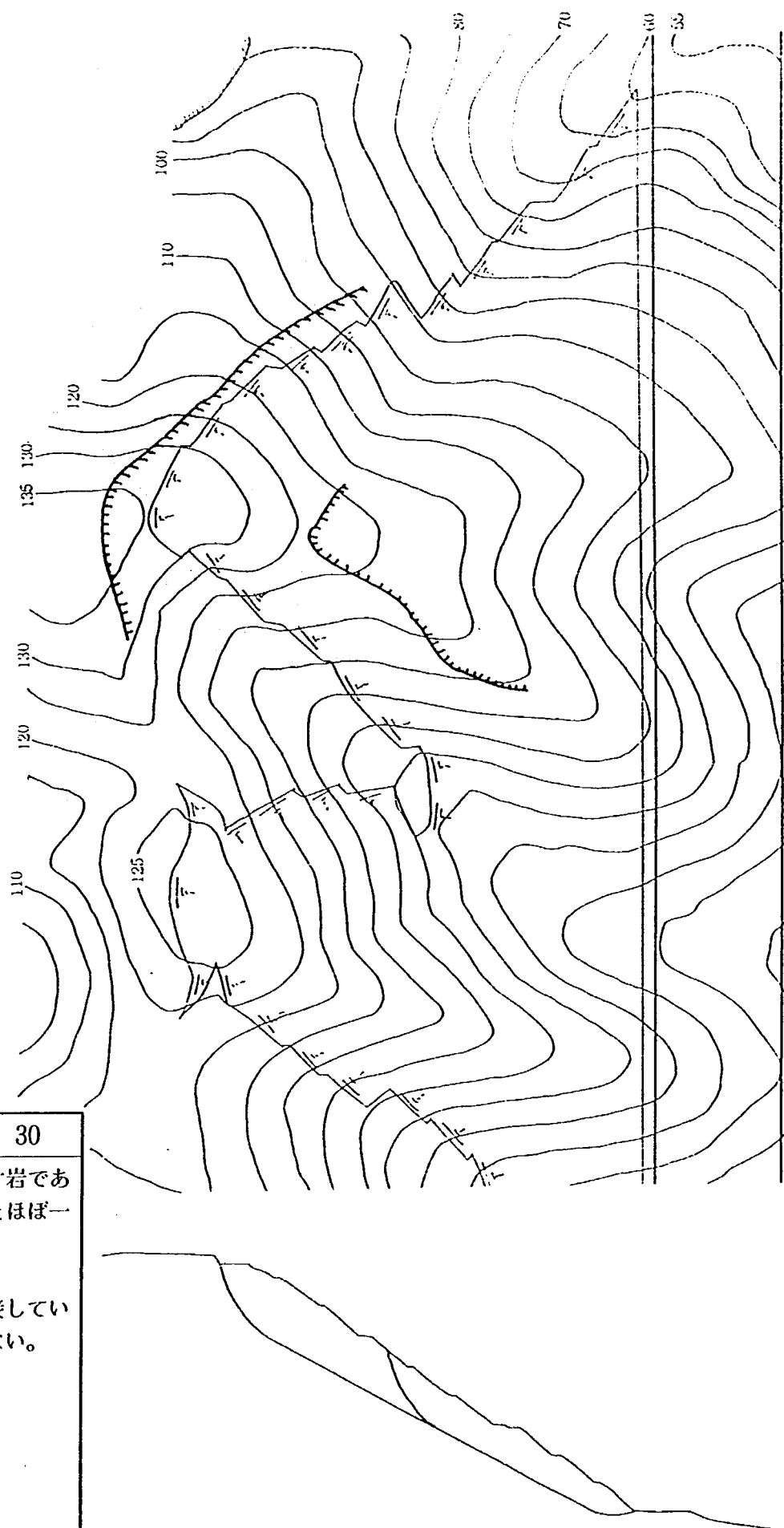
DATA 28



データ番号	27,28
概	基盤岩は、古生代の花崗岩よりなり、マサ状風化が深部まで発達しており、断層によりブロック化されている。
要	発生前の1週間で122mmの降雨あり。 断層による直接の影響は認められない。

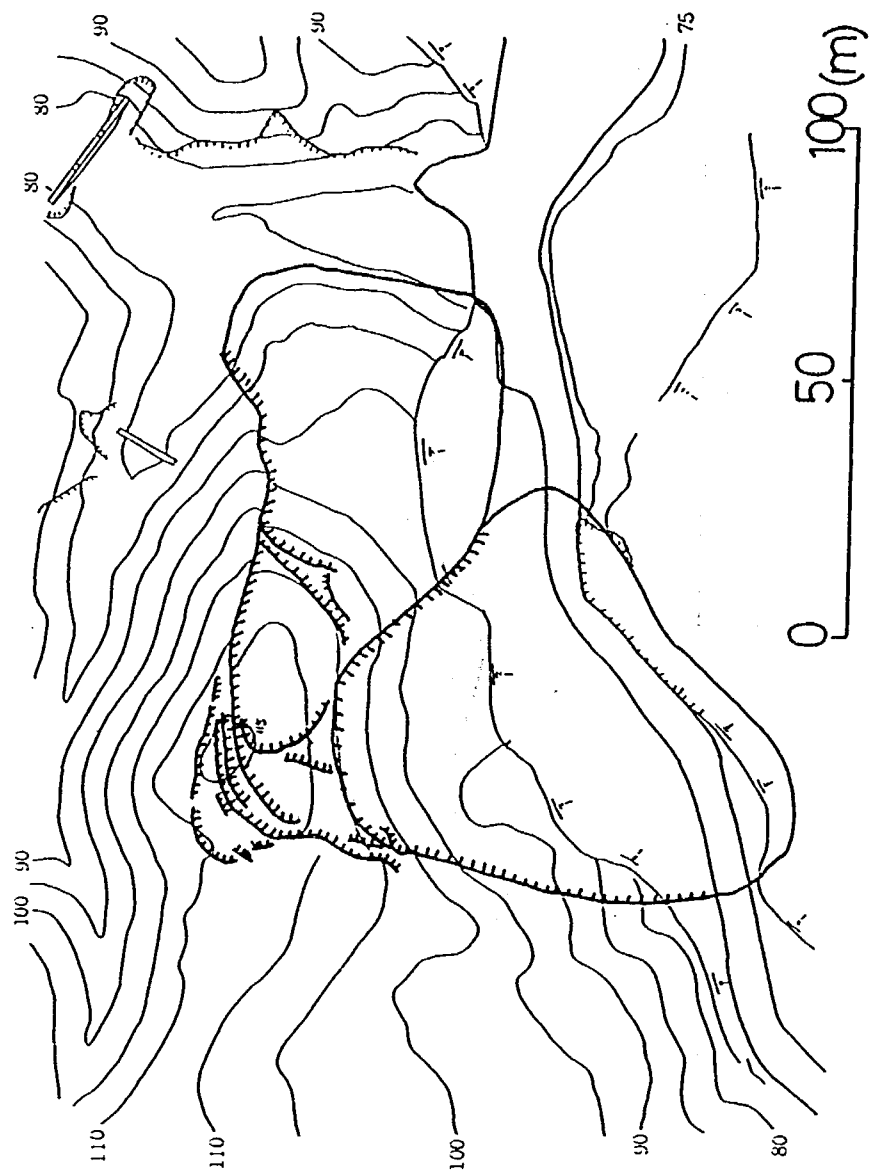
0 50 100 (m)

DATA 30

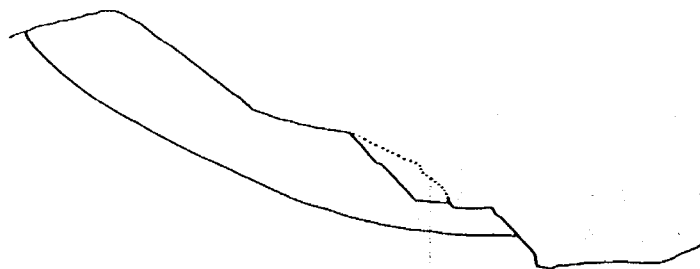


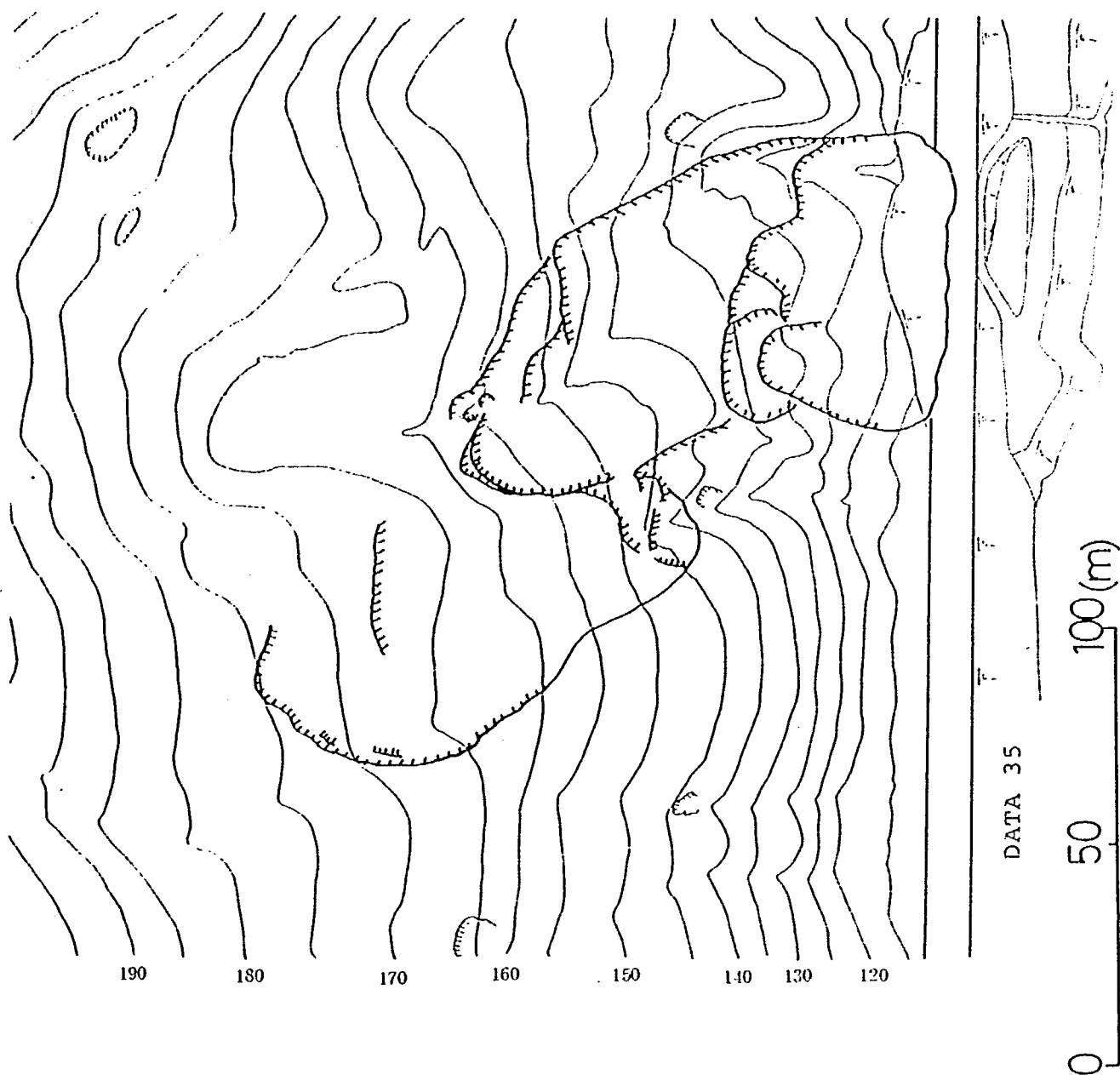
データ番号	30
概要	基盤岩は、古生代の片岩であり、法面の走向傾斜とはほぼ一致する断層がある。
要	ほぼ同様の法面が隣接しているが、変状は見られない。

DATA 32

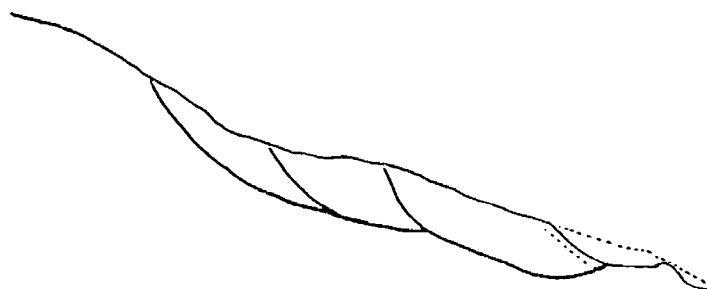


データ番号	32
概要	基盤岩は、新第三紀の凝灰質シルト岩よりなり受け盤なるも、著しく風化を受けており、上方斜面程風化岩が厚い。 頭部滑落崖と、道路下方斜面にすべり面が観察された。
要	



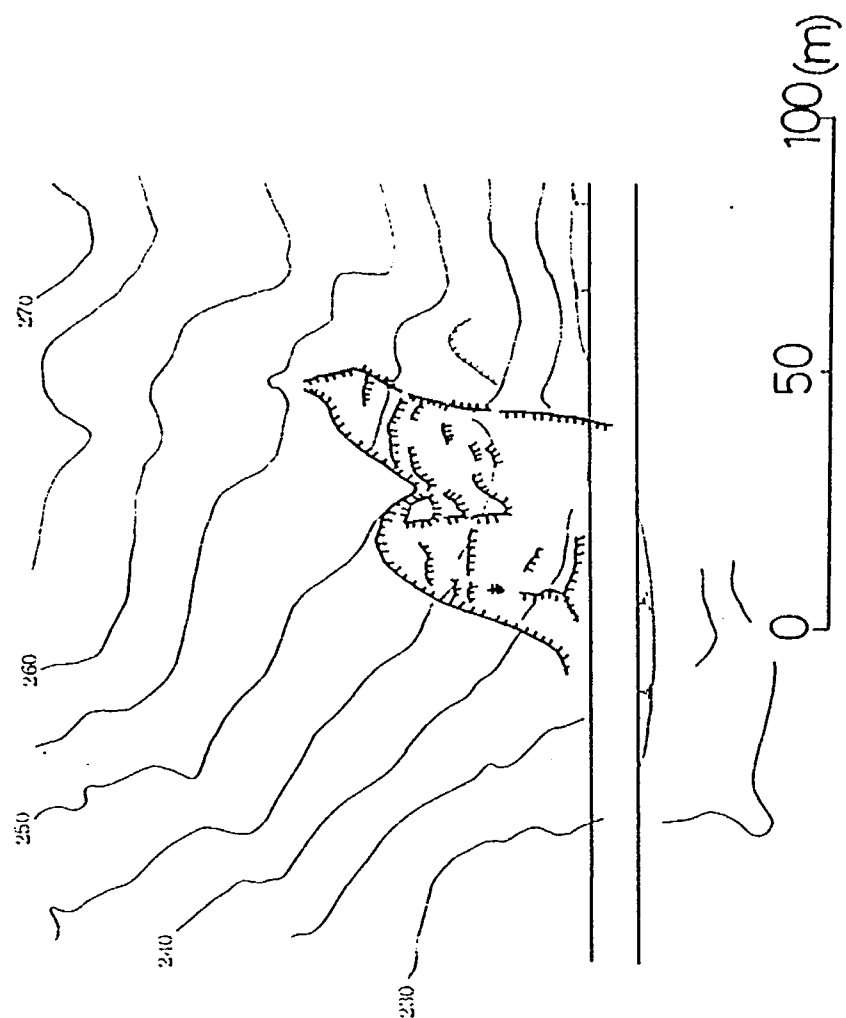


データ番号		35
概	基盤岩は、新第三紀の泥岩勝ち泥岩砂岩互層であり、流れ盤を呈す。旧地すべり地である。	
要		

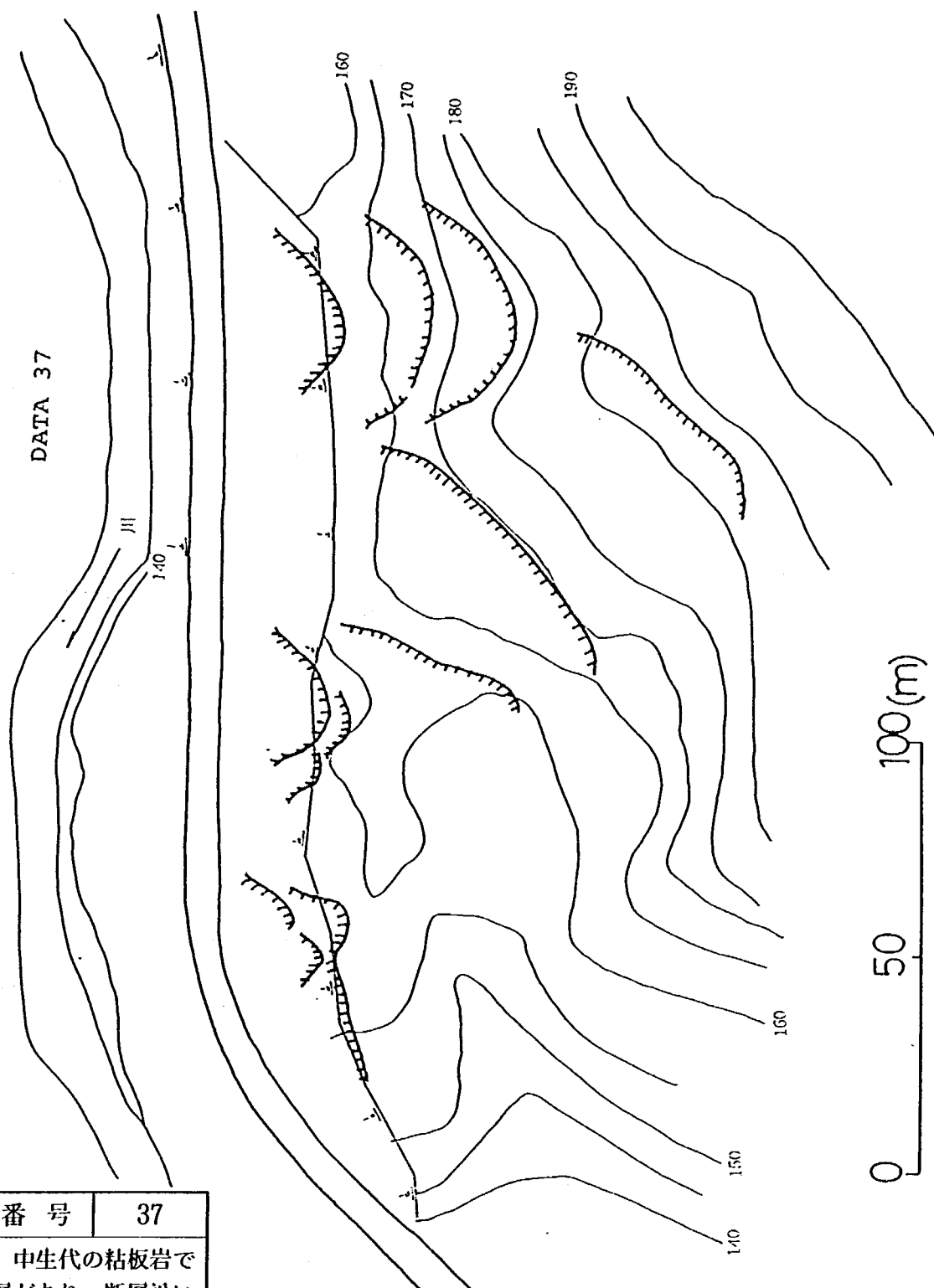


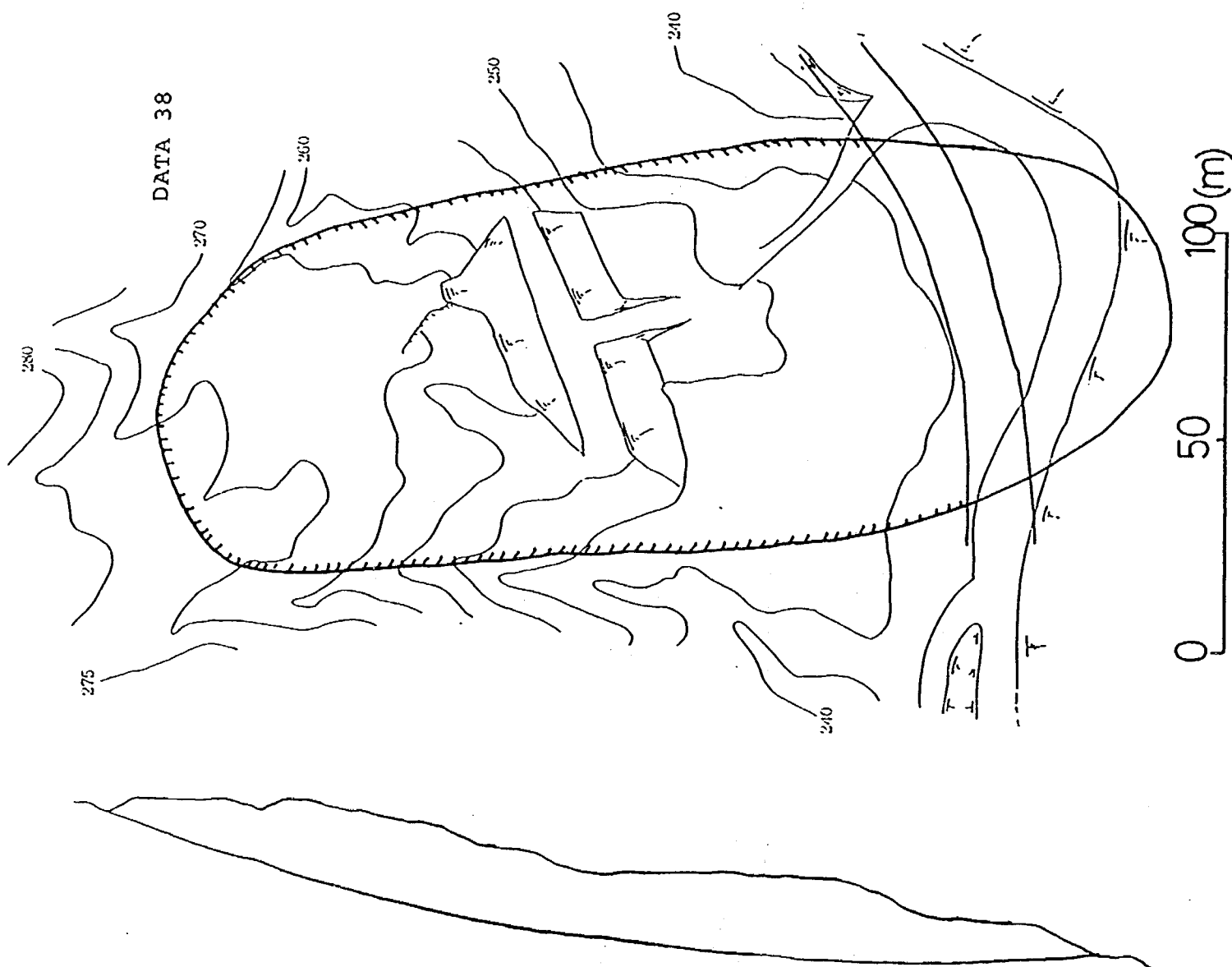
データ番号		36
概	基盤岩は、新第三紀の泥岩であるが、非常に破碎質になっており、地下水位が1mと浅い。	
要	暫定切土を行っただけで地すべりが発生した。	

DATA 36

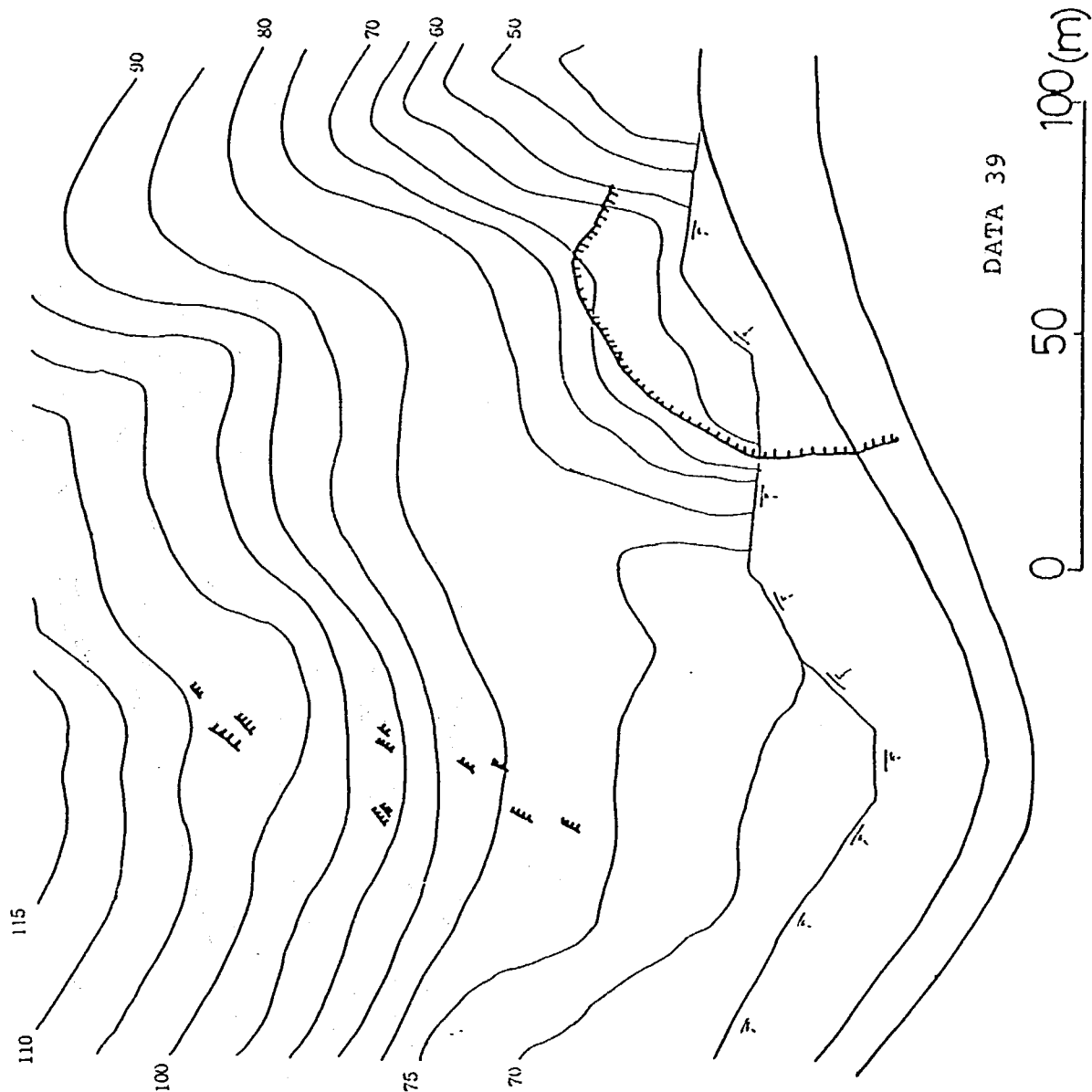


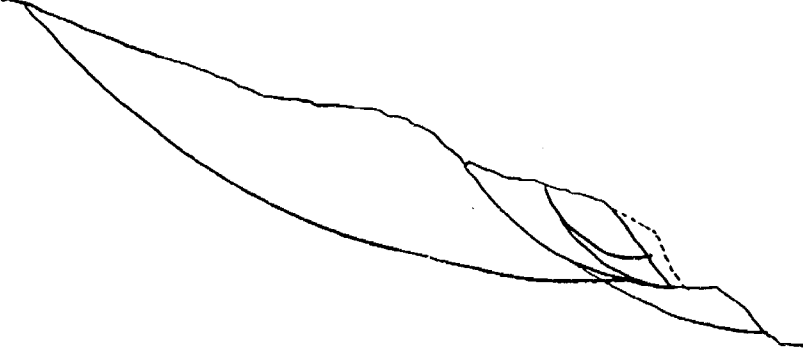
データ番号		37
概	基盤岩は、中生代の粘板岩であり、断層があり、断層沿いに蛇紋岩が併入しており、全体に破碎している。旧地すべり地である。	
要	地すべり側部は蛇紋岩によって規制されている。	



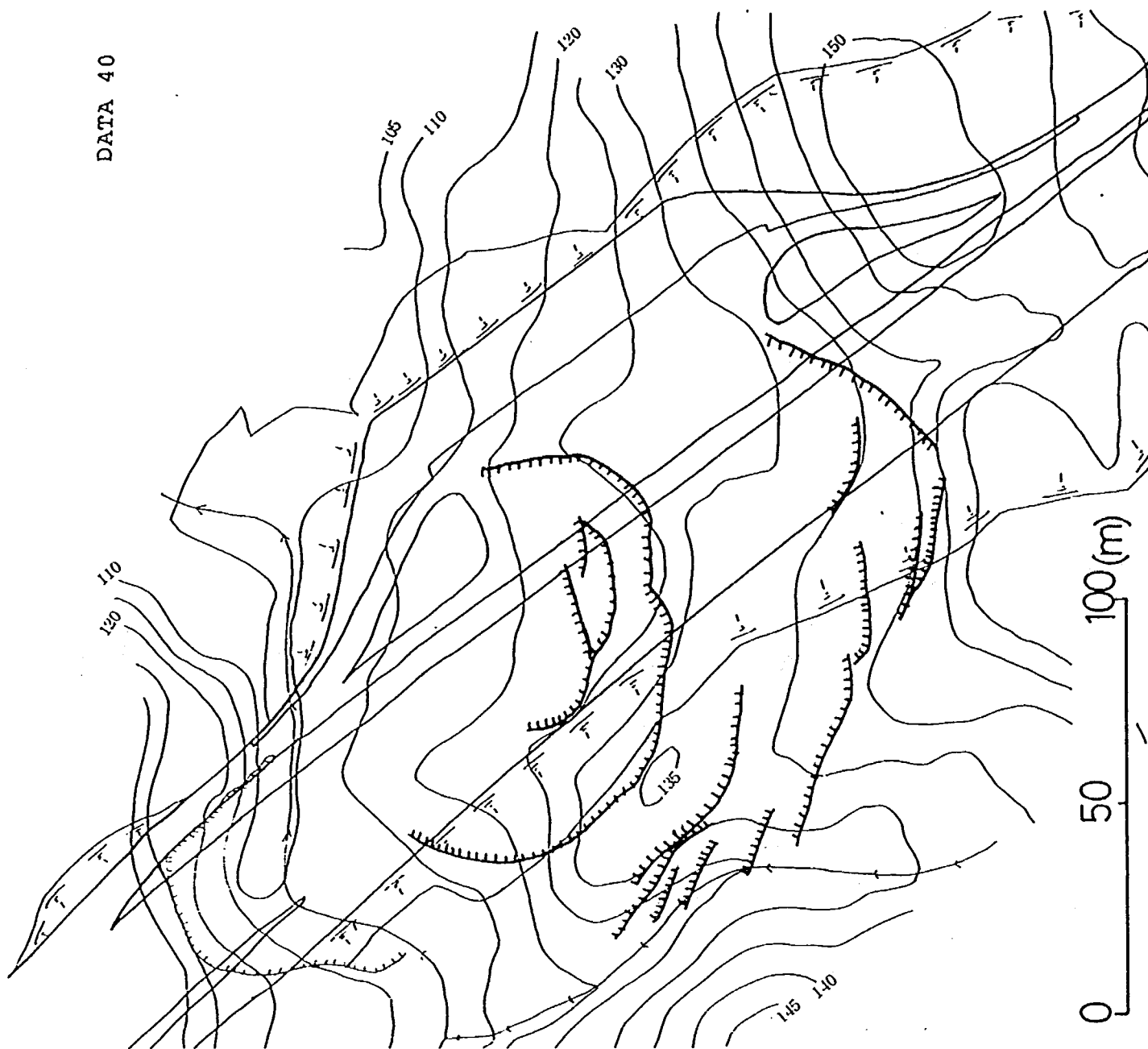


データ番号		38
概要	基盤岩は中生代の頁岩である が旧地すべり地である。	
	深部まで風化が進んでいる。	
要		

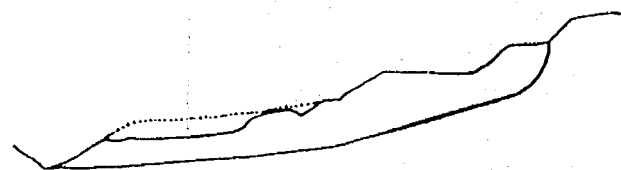


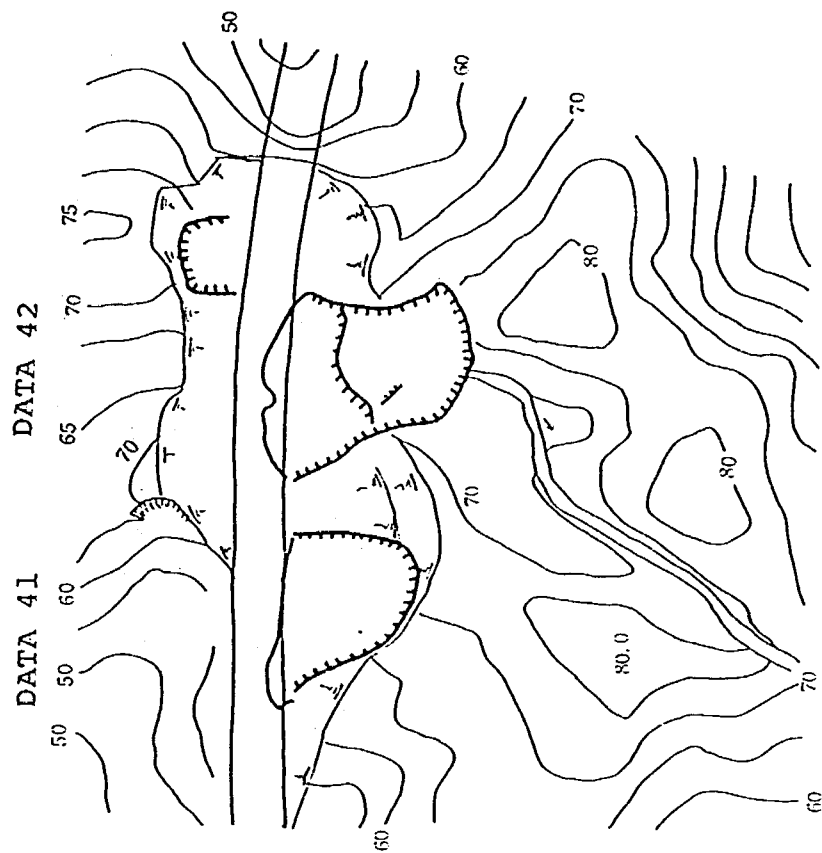
データ番号		39
概要	基盤岩は、古生代の粘板岩及び千枚岩であるが、風化が進み非常に脆弱になっている。	
	道路沿いの地すべりが発生してすぐに上方斜面に開口性亀裂が認められた。	
要		

DATA 40

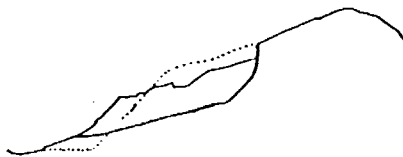


データ番号		40
概要	基盤岩は、新第三紀の凝灰角礫岩であり、その上位にポーラスな第四系が厚く堆積しており、旧地すべり地である。	
	計画は、切土部盛土部両方あったが、暫定切土を行っている時に発生した。	
要		



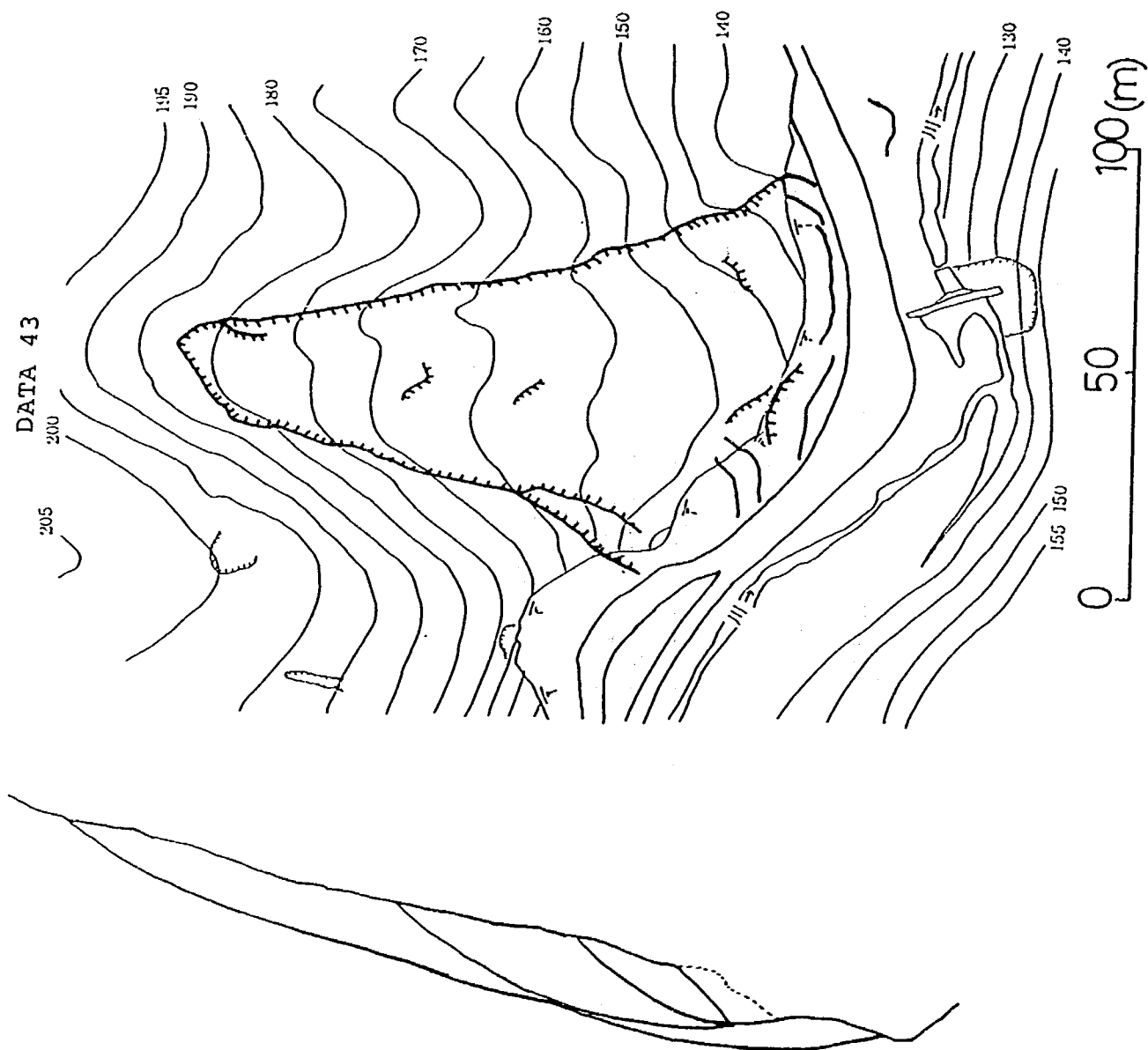


DATA 41

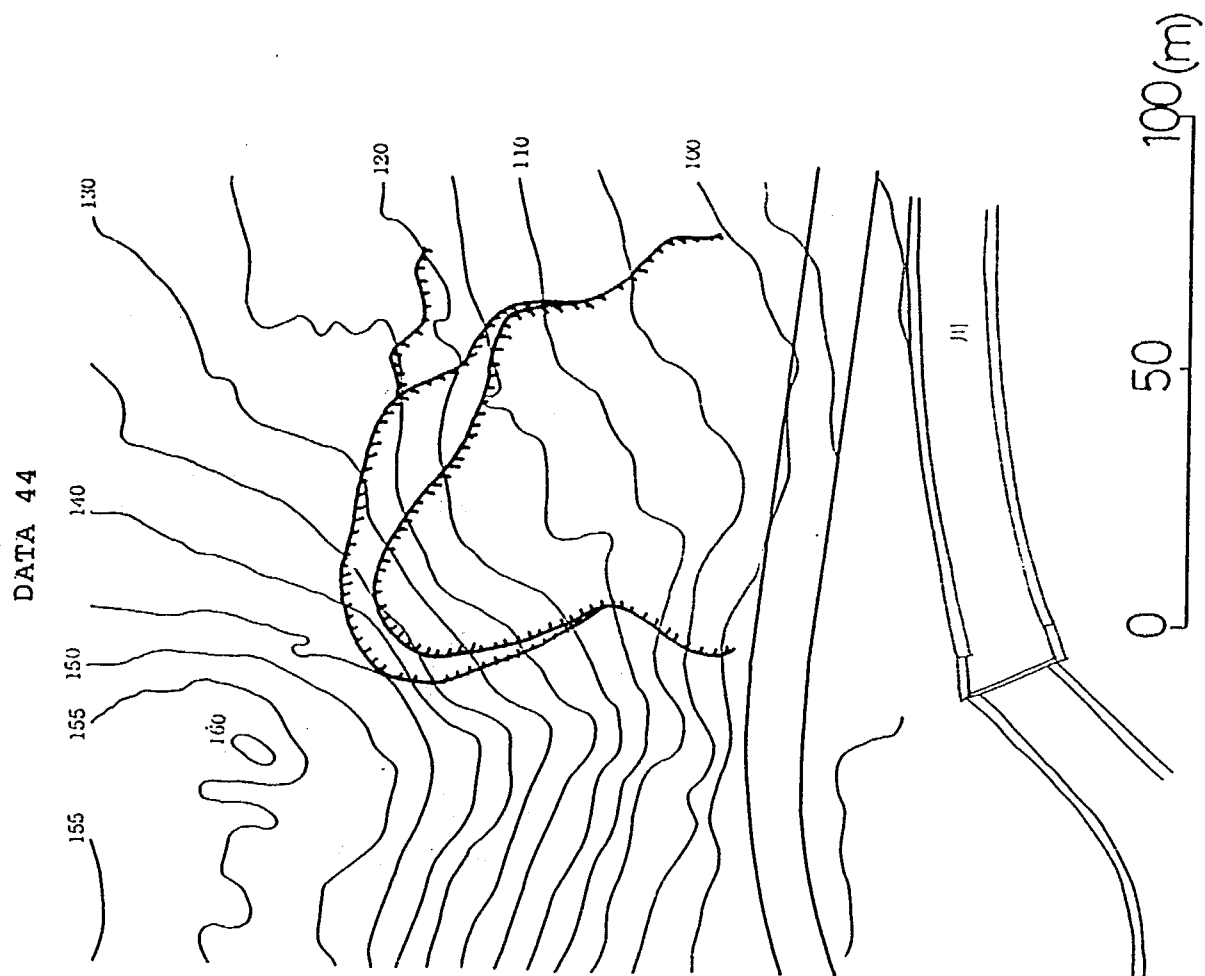


DATA 42

データ番号	41,42
概	基盤岩は、新第三紀の泥質砂岩であるが、風化層は厚く、また小断層が風化部未風化部を問わず発達している。
要	風化層が厚く、断層が多く発達しているところが地すべりを起こした。



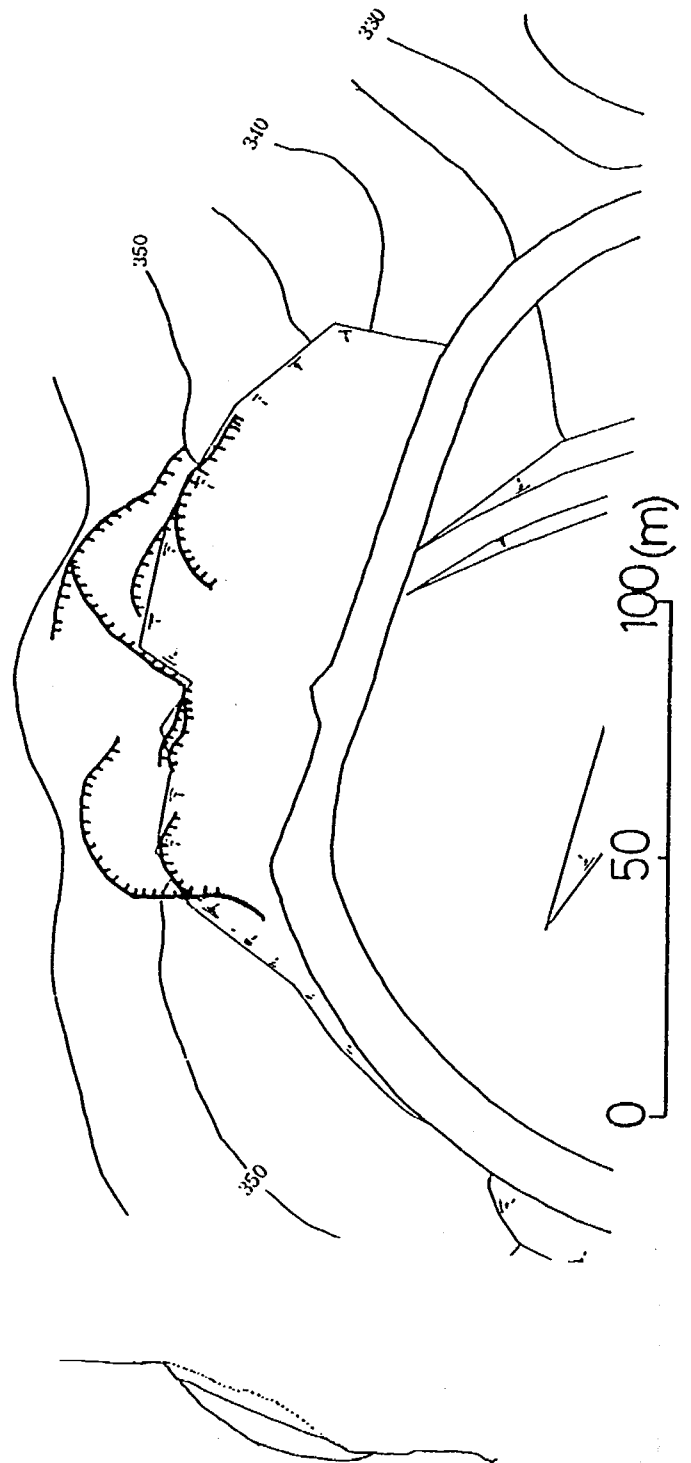
データ番号		43
概要	基盤岩は、中生代の流紋岩及び粘板岩であり、破碎化が著しい。旧地すべり地である。	
要		

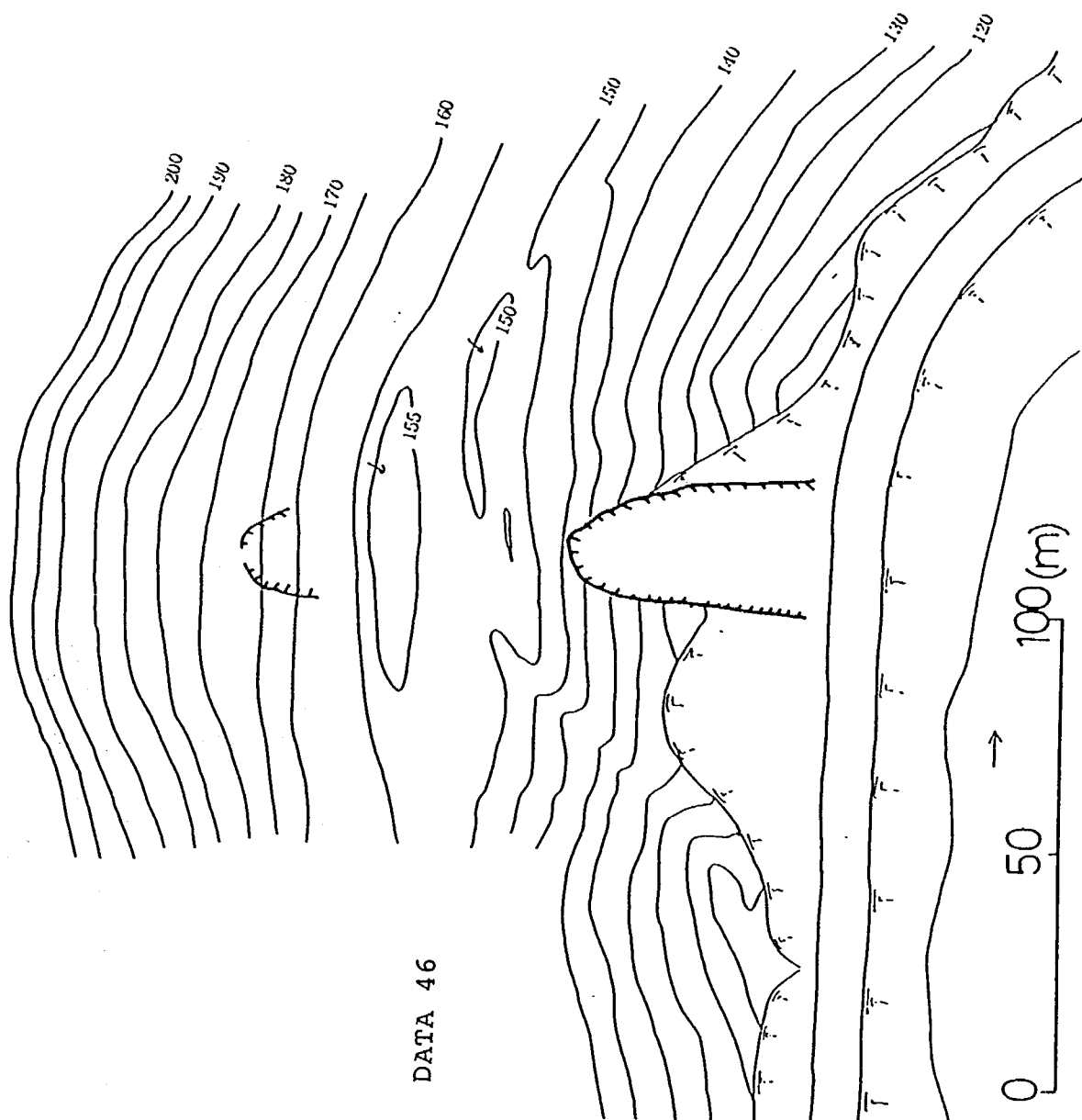


データ番号	44
概要	基盤岩は、新第三紀の安山岩、安山岩質集塊岩などであり、やや流ればんを呈している。旧地すべり地である。
要	発生前 10 日間で 86 mm の降雨あり。

DATA 45

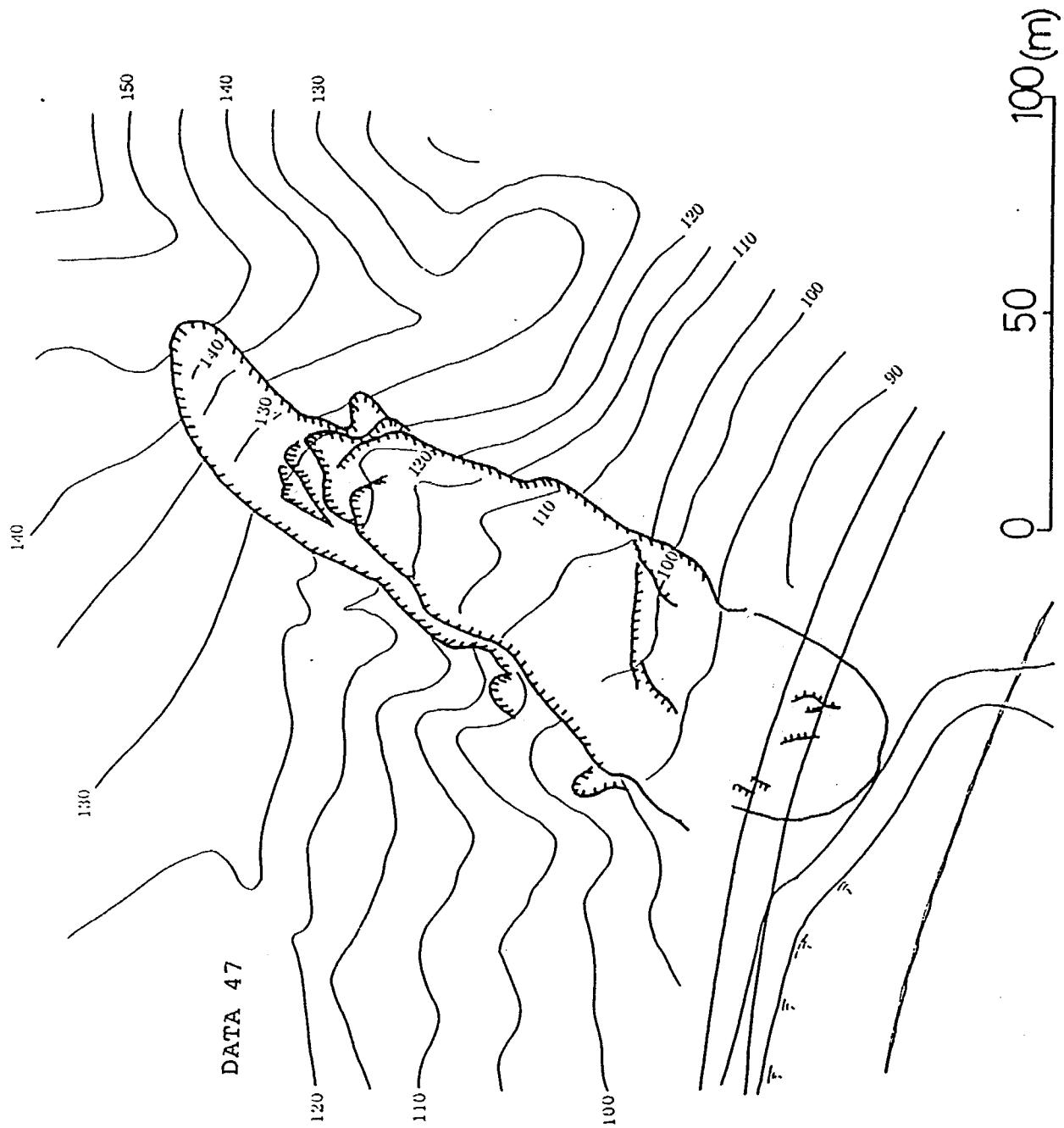
データ番号	45
概要	基盤岩は、中生代の頁岩であり、吸水膨張して強度劣化を起こした。
要	



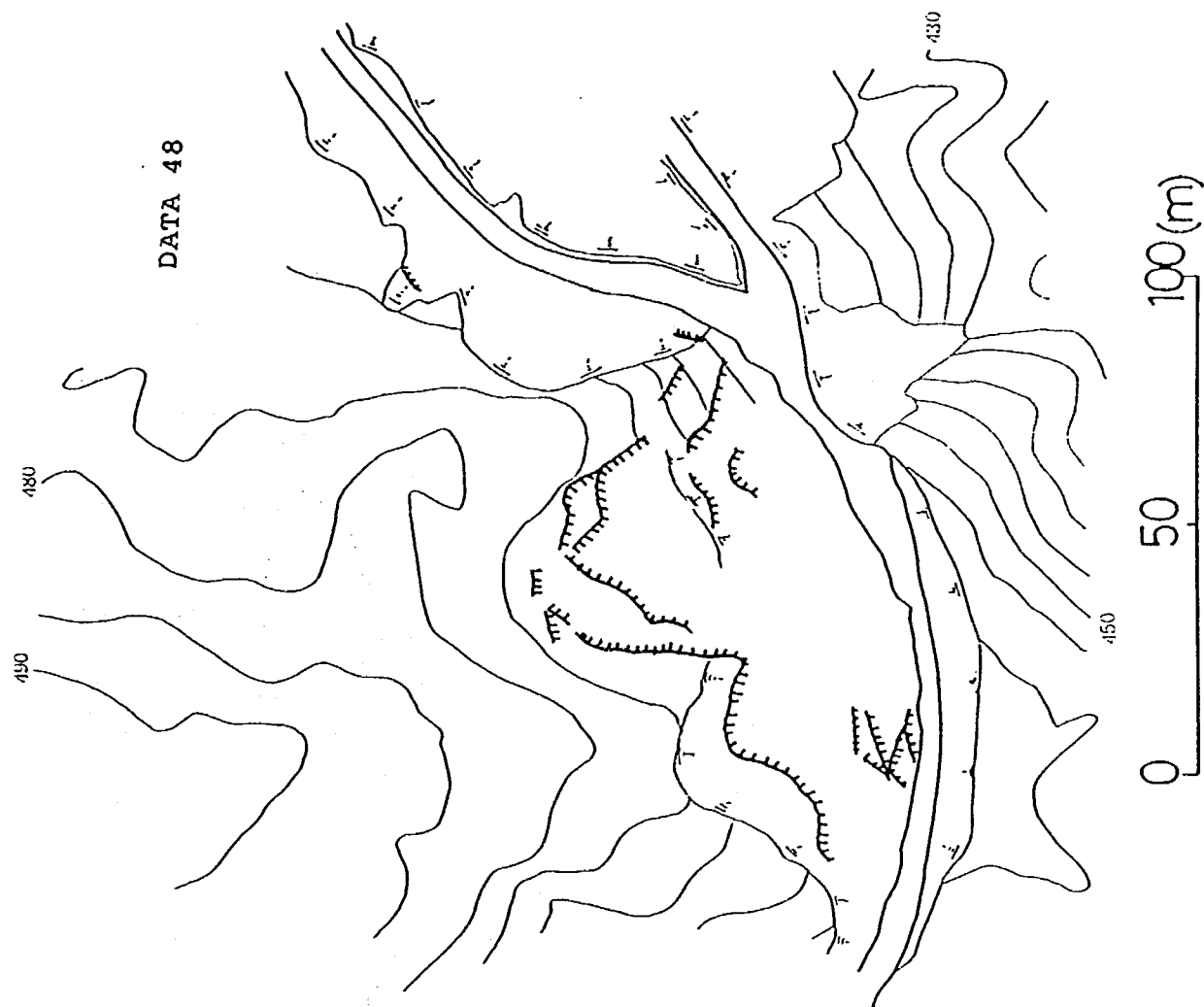


DATA 46

データ番号	46
概	基盤岩は、新第三紀の泥岩であり、上方斜面が湿地化しており、地下水位が高い。
要	多量の降雨があった。

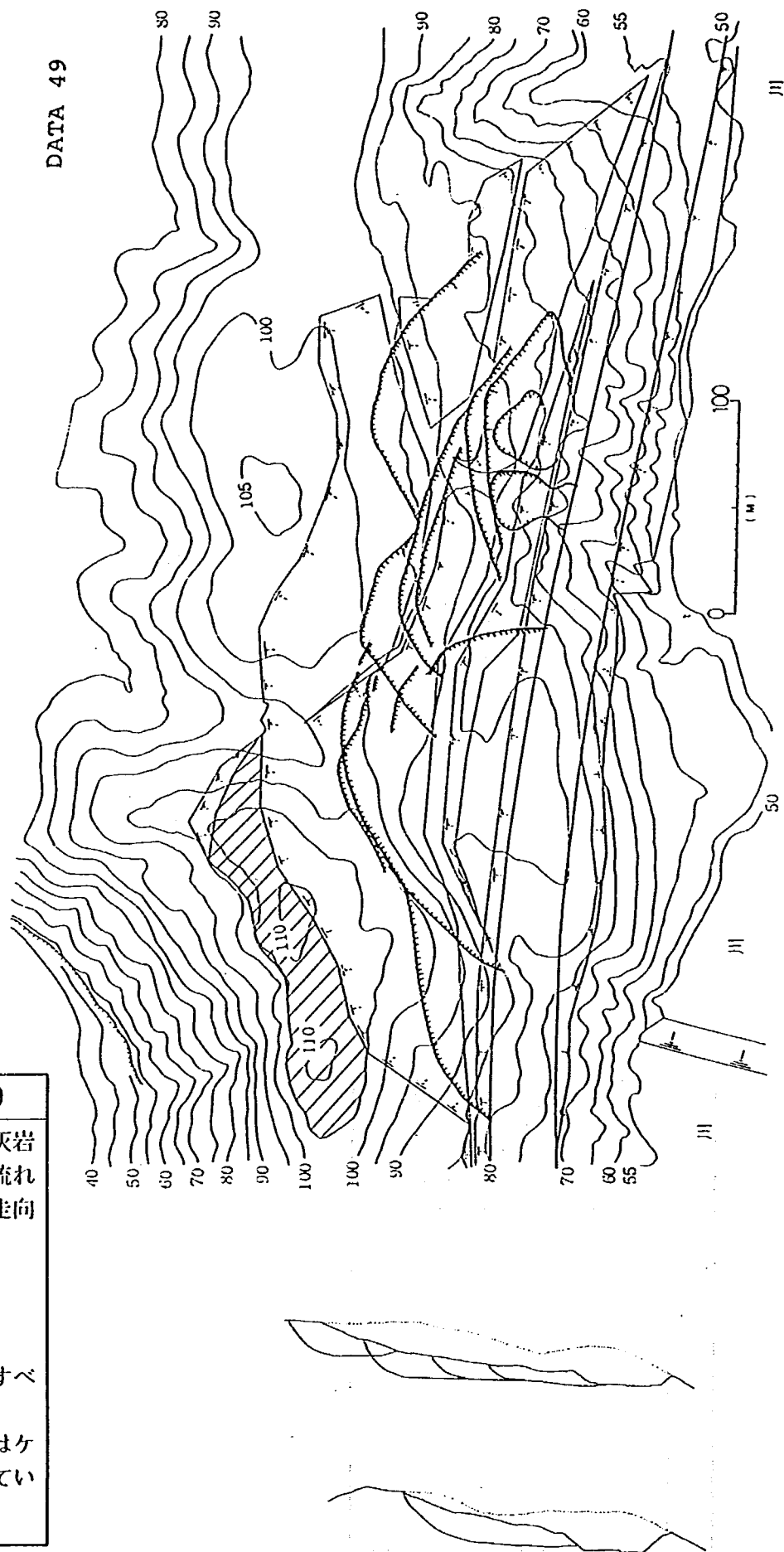


データ番号	47
概要	基盤岩は、新第三紀の砂質泥岩であり、蛇紋岩が貫入している。旧地すべり地である。
要	頭部の形状を蛇紋岩が規制している。

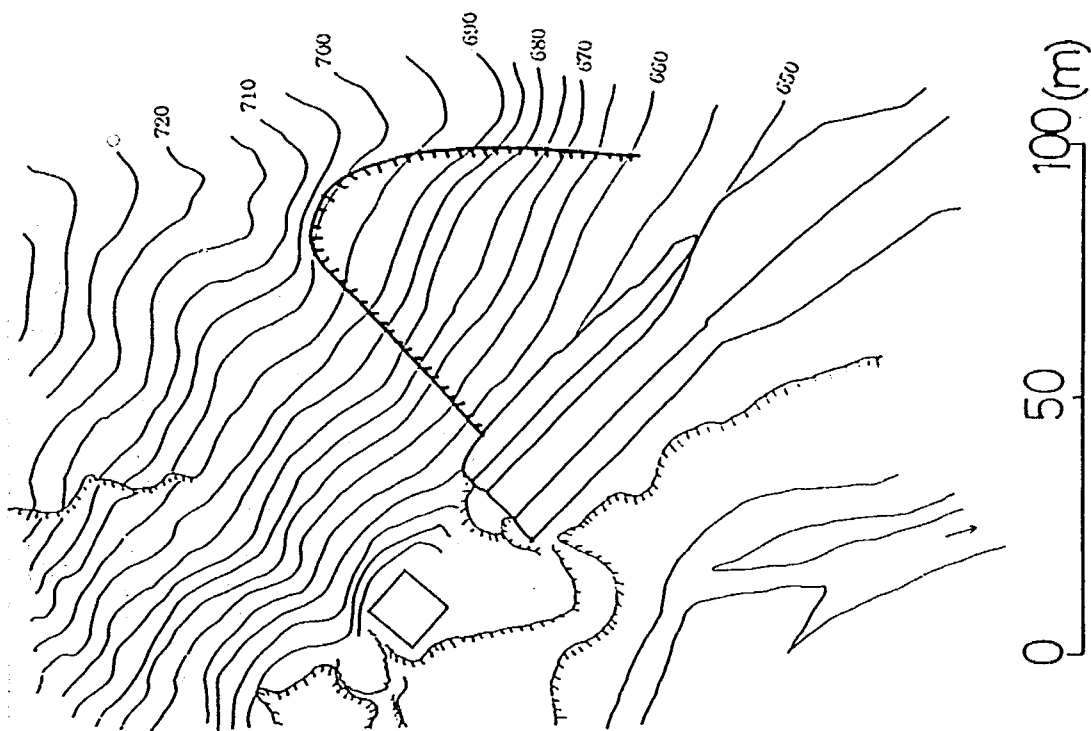


データ番号		48
概要	基盤岩は、新第三紀の頁岩と砂岩であり、風化が進んでいる。旧地すべり地である。	
要		

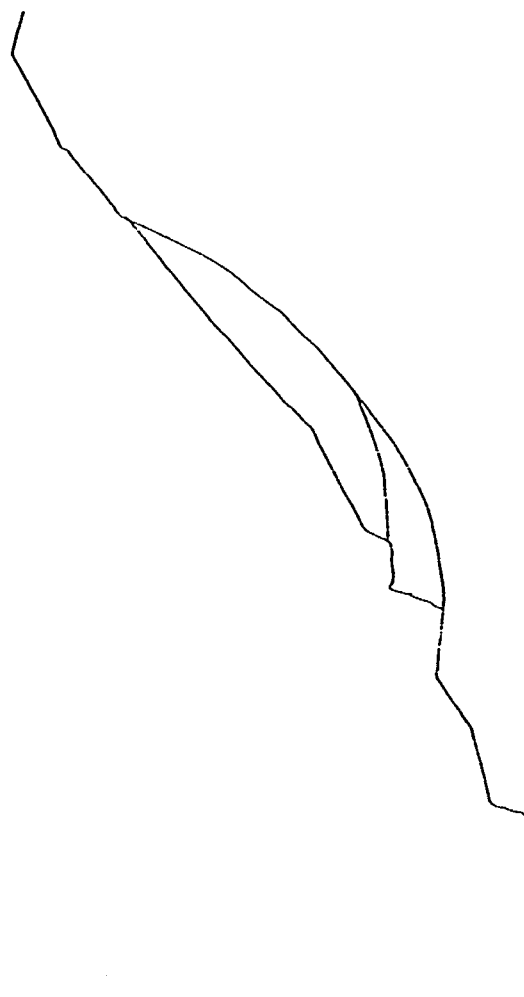
データ番号		49
概要	基盤岩は、新第三紀の凝灰岩及び凝灰質砂岩でゆるい流れ盤を呈す。法面と地層の走向のずれは、 36° である。	
	61mmの降雨があった。	
要	約1カ年にわたり6回地すべりを起こしている。	
	地すべりを起こした斜面はケスタ地形の緩斜面に当たっている。	



DATA 50

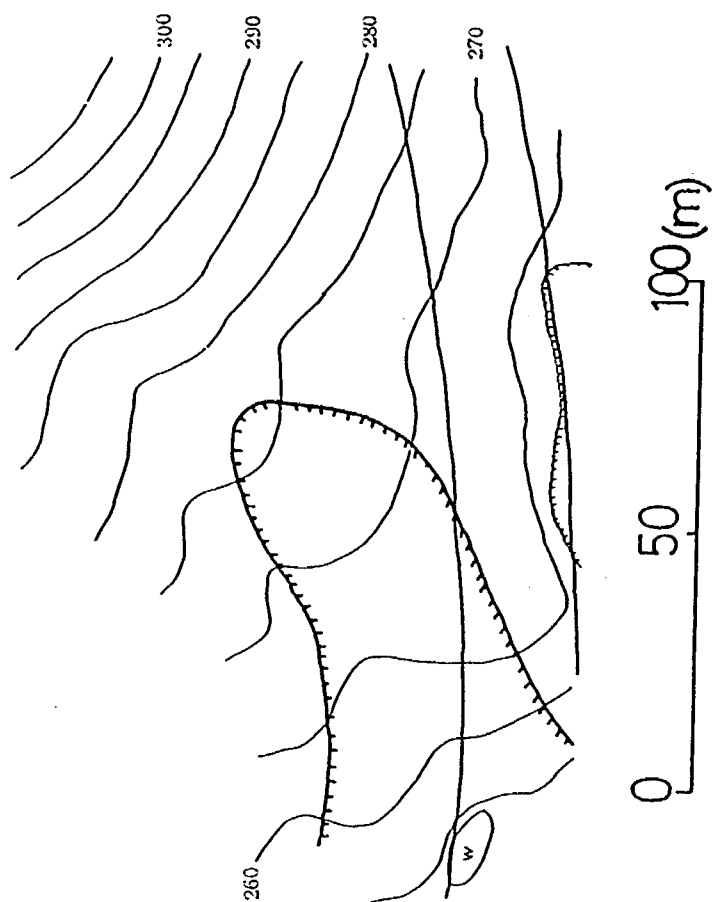


データ番号	50
概要	基盤岩は、古生代の粘板岩とチャートであり、断層が発達しており、亀裂多く破碎質になっている。
要	



データ番号		51
概	基盤岩は、新第三紀の泥岩であり、流れ盤を呈している。 旧地すべり地である。	
要	地すべりが発生した月の累積 降雨量は475mmであった。	

DATA 51



道路建設に伴う切土工による
地すべりの実態

ISSN 0386-5878

土木研究所資料第2288号

昭和61年1月(1986)

中村浩之, 田辺政貴, 久保田哲也

キーワード: 道路土工, 切土地すべり, 地形, 地質, 地質構造, 深成岩体, 斜面分類,
地すべり実態

我が国の地勢から見て、山岳道路建設に際し、地すべり地帯における土工の必要性が高く、事実地すべり地内、もしくは地すべり発生の可能性がある地帯での大規模土工を不可避とする事例も増加する傾向にある。こうした中で土工の安全施工、維持管理のためには、地すべりの安定度を考慮し、土工量の上限を設定する必要がある。

これらの問題に対して、今回の調査では、道路建設に伴う切土工による地すべり事例115例を収集し、切土地すべり地の地形・地質の特徴、地質構造に影響された地すべりの特徴、塊状深成岩体を基盤とする地すべりの特徴等を定性的に明らかにした。また接峰面図を用いて斜面形状別の切土地すべりの形態、規模の特徴を明らかにした。

○

郵便はがき

3 0 5 - □ □

40
円切
手
を
は
つ
て
下
さ
い。

建設省土木研究所
地すべり研究室

行

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料第2288号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住 所)

氏 名 ⑩