

地すべり対策の現況と問題点

渡 正 亮*

By Masasuke WATARI

1. 地すべりの発生

斜面崩壊現象の中で、ごく表層付近で発生する崖崩れや表面浸食とは別に、何故地すべりのような巨大な山崩れ現象が起こるのかと言う問題は、当初は深層風化とか、断層の影響とかと言う抽象的な表現で説明され、その分布がある一定の地域に集中することも単に地質が風化し易い性質を持つと言う言葉で表わされてきた。そしてこの問題の解決は、実は地すべりの予知、防止対策を考える上で最も重要な問題であるにも拘らず、諸説入り乱れてなかなか解決しそうなものが現状である。しかし、最近、地すべり地形の発達過程の研究や初生型地すべり(岩盤地すべり)の発生論、あるいは欧米での浸食、地震海退、氷河の後退等の山体に及ぼす影響が論ぜられるに及び、地すべり発生論の研究すべき方向もほぼ定まって来て、地質学と言うよりはむしろ構造地形学的な研究の遅れを痛感するようになってきた。

すなわち、地すべりの分布についてこれを当てはめると、中央構造線沿いの地すべり地はもちろんのこと、新第三紀層のものでもわが国の中央を縦断する糸静線に影響されるところが大きい。そのために長野、新潟両県に地すべりが集中し、富山、山形がこれに次いでいる。また、次第にこれから遠ざかるに従って同じ新第三紀層であるにも関わらず、その発生数が減少することから、地すべり発生は地質構造に大きく左右されるといえよう。これは世界的にみても環太平洋地震帯やヒマラヤ地方やロッキー、アンデス山脈、アルプス等の造山帯周辺にこ

の分布が集中していることから、この点が発生論と大きな関連を持っている事が明らかになりつつある。

この事実は地震にも多発地帯があるが、それと共に絶対に地震発生の可能性のない地帯もあり得ない事とよく

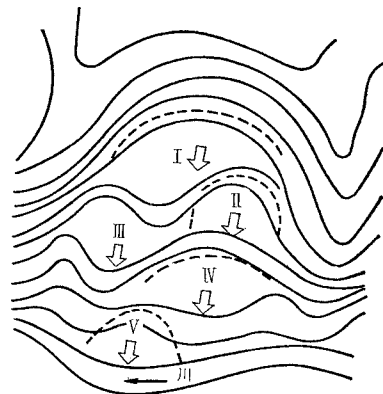


図-1 (a) 多丘形凹状台地地形
(典型的な地すべり地形)

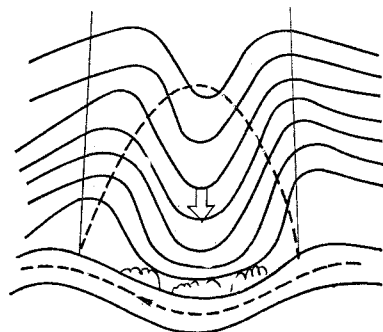


図-1 (b) 凸状尾根形地形 (岩盤地すべり)

* 農博 日本工営(株)取締役技師長
(〒102/東京都千代田区麹町 5-4)

らも容易に判読できるのに対して、初期（岩盤型）に近づくに従ってその地形が不明瞭となり、一見して地すべり地とは判定し難いような尾根状地形（図一1）を呈している。しかも大地震や大土工、多量のダム湛水、異常に大量な降水等のショックによって発生し易い事が知られるに及び、地すべり現象が山体それ自身の變形に伴うひずみの集中部においてすべり面を形成するのではないかという疑問が生ずるようになってきた。

もちろん地すべり運動はすべり面付近の岩の塑性的變形によるものであるから、地質的にみると粘性岩の存在は必要条件の一つである事には変わりはない。しかし地層面に沿ったいわゆる層状地すべりにおいても、必ずしも層理面の一般的傾斜方向と地すべりの運動方向が一致しない場合が多く、運動方向はむしろその側面や頭部に存在する断層の方向に規制されている³⁾（図一2）。

また、斜面に対して地層がいわゆる受け盤となっている場所にも多くの地すべりが発生しているが、これについても受け盤構造であるために掘削等によって局部的に応力が集中し易く、これによる變形が地すべりに発展するものとも考えることもできるのである。いわゆるキャップロック（帽岩）周辺に地すべりが多いのも帽岩それ自体

似ている。

地すべり地形の変遷過程²⁾から眺めると、その終末期の粘性土型の地すべり地形が空中写真や大縮尺地形図かの沈下に伴う山体の變形により、周辺の地層が斜面に対して受け盤に変形して地すべり発生の素因となっている（図一3）。

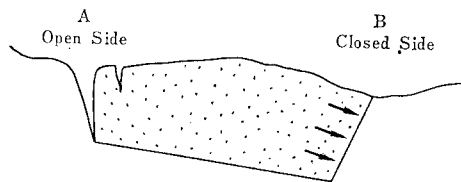
2. 地すべりの予知

現段階である地域内で地すべりの分布を予知する方法の第1段階は、主として地すべり地形の判定（空中写真と現地踏査による）に依存している。この地すべり地形は、前述の通り4つ²⁾の型があるが、最も発見し難いのが尾根型地形（岩盤型地すべり）であって、筆者自身もこれに失敗した苦い経験を持っている。この問題を解くためには、どうしても前述の地すべり発生論を参考とせざるを得ない。すなわち、山体の變形の問題であって、ちょうど地震予知が地球全体の陸地の變形（プレートの運動論）によって新しい1つの論拠を得たように、対策とする山地について構造地形学的な解釈が必要となって来るのである。もちろん地すべりの原因がプレートの運動と直接関連するものではなく、地すべりを発生する山体にマイクロな變形（地質学的に云えば）が認められるか否かであって、これは斜面途中に見出される緩傾斜面や鞍部、それと遷急点との関係、斜面中部または下部にある古い崩壊地形との関連である。また、その周辺に地すべり地が分布するか否かも地すべり予知については重要な因子の1つである。

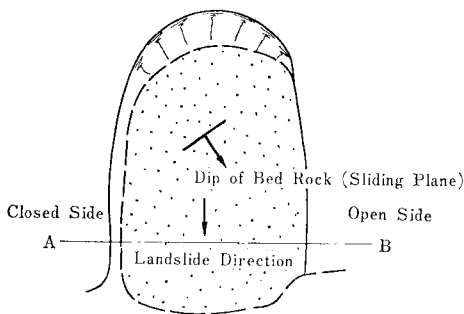
これはちょうど瘡がその発生部位のみでなく、その要因が周辺の臓器にもあるのとよく似ていて、これが地質的にいえば粘性岩の分布という事になる。これらの関係を判断すると共に詳細な地質調査によってこれを確認しなければならない。この作業自身は容易なものではなく多数の調査と専門家の労力を必要とするのであろう。

そこで、たとえ地すべり地形の解説ができたとしてもこれのみをもって完全に予知したとは言い難く、当然それに引続いた調査が必要であって、その規模なり運動の性状（たとえば降水、地下水位との関係や運動特性）を調べ、被害地域とその社会的重要性も考慮に入れた予測手法が出来て始めてその地すべりの予知が出来上った事になる。したがって、地形・地質要因のみからの分布調査は予知の第一段階（または予備段階）であって、ボーリング等の現地調査を行った結果、それが地すべりの可能性の少ない斜面となる場合も含まれている事を念頭に置いていただきたい。

現段階での地すべり予知手段は以上の通りであって岩盤型以外のものについては、特に崩積土型や粘性土型については地形的には比較的容易に予知できるが、この岩

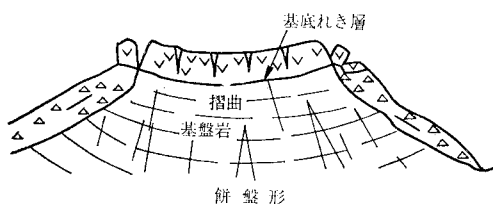


(a) AB 沿いの地すべり横断面図



(b) 地すべり平面図とすべり面の走向傾斜

図一2 すべり面分布と地すべりの方向



図一3 キャップロック

盤型が大規模土工やダム湛水、地震と非常に密接な関連を持つだけに今後の研究にまつところが大きいのである。

3. 運動の予測

地すべりは、かなり大規模なマスマーブメントであり、すべり面はたいいて粘性岩より成っているため、当初はクリープ運動から始まる。特に深さが大きい場合には、粘土層はかなり大きな先行載荷を受けているため、粘着力が大きく関与し、クリープ量も大である。このため地すべりにおいては必ずその前駆現象として斜面の変形が生ずる。この変形は地盤にきれつを発生し、構造物のある場合には地盤の変形に伴うきれつや変形が生ずる。一般的には、構造物の変形の方が地盤のきれつより早期に生ずるので、地すべり地内にこのような構造物（道路、建物等）があった方が早期に地すべりの発生を発見し得る。斜面上にこのような構造物や農地が無い場合には、運動発生の予測が遅れて突如崩壊が発生し、人命を失う事になるのに対し、これらが存在する場合には、人がそれを見つかる事により、早期に避難等の措置を講ずる事ができる。すなわち人家等の裏山の斜面に何等かの構造物、たとえば水田、簡易舗装された農道、石積擁壁や法面でもあれば、地すべりは早期に発見できる。よって人家の裏山が山林、草地等の場合は、むしろ斜面監視用の舗装した小道でも作って、監視ベルトとでも名づけ、その変形を大降雨後等に巡視する制度を設けた方が、運動の早期発見に役立つのではなからうか？

きれつが発見されれば、これを跨いで伸縮計をとりつければ、色々問題点はあるにしても、斎藤⁹⁾のクリープ理論にほぼ近い形で、滑落の予測は可能である。一般的には2~4 mm/h の速度を越すと、滑落の可能性が高く緊急避難と地区内立入り禁止とすることを必要とするし、1 mm/day 以上が5~10日続いたり、1 cm/day 以上が2日以上継続すれば十分な警戒態勢に入り必要に応じて避難をすることが考えられる。

重要な危険斜面については、最近観測システムによるモニタリングが行われるようになっており、今後益々多用されると思われるが、計測器の耐久性、自動化、長期使用による誤差の累積、広範囲の計測器の集中管理計測方式等問題点はかなり多く、今後の研究開発が切望される。

特に伸縮計は、発生したきれつの挙動測定には便利であるが、きれつの不明な斜面での使用は、地すべり運動がマスマーブメントであるため、測定値に大きな変化を生じない内に滑落に至る事がある。この様な潜在性地すべり地ではむしろ地盤傾斜計が有用であり、100 s / 7 day

以上の累積変動が生じた場合は運動の発生を認識し得るが、この計器は自動化に難点があり、これについても今後の研究開発が待たれる。

地下水位や地すべり運動の相関性については、すでに20~30年前より研究成果があるが、問題点はボーリング孔内用の水位計の開発が遅れ、特に浮子がいかに順調に水位に追従して運動するにかかっている。この点水圧計型の方が有利とも考えられるが、精度の点と価格の面でいま一步の開発が必要である。

すべり面測定用の計器として、地下の運動分布を測定する器械として孔内傾斜計や多段式の孔内伸縮計が開発されているが、誤差累積の問題や価格の点が、地すべり運動の予測器として用いるためには改良の必要がある。また、これらの計測器を設置すると、ボーリング孔の多目的利用、特に地下水位、地下水各種検層の繰返し測定が不可能となることもある。

地すべり安定解析に導入される間隙水圧については、これを地下水位をもって代用しているのが現状であるが、水位と間隙水圧の間には若干値が異なっていることもある。特にその時間的な変化が、地下水位のそれより少し遅れると言われており、そこで間隙水圧計を用いてすべり面の間隙水圧を正確に測定しようとする試みがなされている。これについては、すべり運動に関与するすべり面に沿う水レンズの働きによるものとも考えられているが、計測器としての問題点はその設置位置（すべり面付近）をあらかじめどの様にして決めるか、また孔内におけるシールをどの様にするかであろう。

4. 地すべりの運動とすべり面

地すべりの運動は、マスマーブメントの1つと考えられているが、この運動主体と地山との間のせん断面が原則としてほとんどの場合一枚であることがその特長と言える。ボーリング等の調査をしてみると、“すべり面となり得る粘土層や破砕面”は多数みとめられるが（すべり面予備群ともいえる）、実際に運動が発生するのは一枚であって、運動時に2階建、3階建のすべり運動を起こした例は非常に少ない。もちろんすべり運動主体の末端、上端、両側では運動に伴って地盤の勾配が急変したり、破砕されるために崖崩れを生ずる事があるが、この際のすべり面は本来的に事前調査によって認められる事は少ない。

すなわち、地すべり主体の運動形態は複数のせん断面を持つ“流動”とは異なって、むしろ氷河運動に似た剛体運動となっていることがわかっている。すべり面粘土は厚さ数 cm のグリス状のねっとりした高含水比の粘土であって、これが広い地すべり斜面のほぼ全域に分布

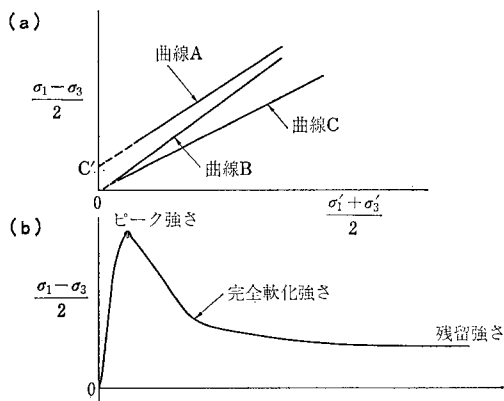


図-4 せん断による応力-ひずみ曲線

し、その上部と運動主体の間にはすべり運動に伴って破碎されたと思われるレキ混り粘性土層が1m~数mの層厚で分布し、1つの難透水帯を形成し運動主体内に地下水を貯える原因となっている。この地下水とすべり面の間隙水圧との関連性については、色々な考え方があがるが、とにかくこの地下水を排除することにより運動は鎮静されることは事実である。

このすべり面粘土は地すべり運動に伴って劣化し、図-4に示すように次第に粘着力を失って完全軟化強度に達し、さらに究極的にはスリッケンサイドが生成されて残留強度にまで達すると説明される。一般に激しく運動している地すべり地のすべり面強度は、この完全軟化強度と残留強度の間の値をとるであろうと言われている⁵⁾。一方地すべり運動を歴史的に眺めると断続的であり、その静止期間は運動期間より遥かに長く、したがって地すべり運動の再開にはかなり大きなショックを必要とすることとなると、この運動時の粘土の強度は一時的なものであって、静止時にはこの強度が次第に回復し粘着力が復元していることも推察できるのである。そこで一般的に言えば地すべり粘土は、粘着力と内部摩擦力による抵抗力を保持していると考えてよいと思われる。

次に前述の“すべり面予備群”についてであるが、これについては、当該地すべりの大部または全部が滑落した場合には、斜面において大きな除荷を伴うため、その後、これらのすべり面予備群に急速な劣化が生じ、その中の1つがすべり面に転化するものと思われ、これがよくわれわれの観察できる地すべりの抜け跡に生ずる地すべり(沢型地すべりまたは粘性土型地すべり)であろうと考えられる。事実、大地すべり地でその土塊の大部または全部を除去した場合に、さらに深い位置に新たなすべりを生ずるのはこの例である。したがって小地すべりの場合は別として、一般に地すべり土塊の全排土または大部分の排土はその除荷の影響により新たな地すべり(特に周辺斜面)を発生する要因となるので十分注意を必要とする。

すべり面強度常数としての C' 、 ϕ' について、現行は $C' \sim \phi'$ 図法と筆者等が多く実例から引用した先行荷重によって C 値を決める方法が実用され、それ程大きな失敗例も無いが、今後の課題としては、どのような粘土がより急速に残留強度に近づくか(すなわち短時間で弱体化して滑落するか)の研究である。これは予知の問題にとり重要であるが、安定計算に現行の簡易分割法を用いている限り、後述のようにそれ程 C' 、 ϕ' の決定のみを特に厳密にする必要性は少ないであろう。

また、すべり面強度について付言すると、前述の強度の問題はすべり面粘土の問題であって、これがすべり土塊全体の強度を感違ひさせるとは困るのである。地すべり土塊、それ自身の強度はこれより大きな値をとる事は、地すべり地区内の法面が一般に1:1.2位で安定している事を見ても、また土塊が多くの場合風化岩より成っていることから容易に想定できるのである。

5. 安定計算法と地すべり発生諸要因との関係

現行の簡易分割法も含めて多くの計算手法が提案されてる極限平衡法と呼ばれる安定計算法には、その前提条件があり、この条件を満たさない場合は適用できないものである。

(a) ある面でせん断破壊が起こるかあるいはその恐れのあること

すなわち1つのせん断面のある場合のみ適用され、多面せん断やしくは離(引張り破壊)、転動、流動等には適用できない。

(b) 破壊時のすべり面の平均せん断抵抗力が知られていること

すなわち広く地下に分布するすべり面の中の局部のせん断抵抗力のみを調べても、その値をこの計算にそのまま導入できない。したがって、たとえばこれを土質力学試験により求めようとする場合はその地すべり地の頭部、中央部、末端部はもちろんのこと、両側に近い部分でもサンプリングと試験を必要とし、これらをなんらかの方法で平均することが必要である。これは非常に困難な事であるため、前項に述べたようなやり方で推定する方法がとられてきたのであって、すべり面粘土への力学試験の利用はむしろ前述の通り地すべりの予知の面にもっと活用すべきものとする。また最近では1つの地すべり現象それ自身を1つのすべり面粘土の平均的なせん断試験と考え、同一地質あるいは相似地形のそれらのデータを集計して一般的なすべり面強度の値を推計しようとする試みもなされているが、現状では未だデータが不足であり、またこれには地すべりの実に厳密な分類を必要とするであろう。

(c) 薄い細片に沿って存在する諸条件が他の断面において適用し難いこと

すなわち地すべり運動は立体的なものであるけれども、これをいくつかの測線に沿った2次元断面について安定計算する場合、前記諸条件を同一と考えた場合には、それぞれ安全率が異なる筈である。まして隣接する斜面や他の斜面に同一条件を適用しても意味がない訳であって、したがって安定計算によって他の斜面とその安定度の比較をする事は無意味である。そして1つの地すべり地においても、その平均的な断面(すべり面分布)なり測線なり(当然すべり運動方向に平行でなければならない)を決定する事が非常に重要な事である。まして地すべり土塊は不均質なものであり、これを考慮に入れた安定計算による斜面の安定度の予知は無意味であって、単なるコンピュータ遊びに過ぎない。そうすると地すべりの安定計算の利用価値は、その斜面においてある種の防止工を実施した場合の防止工の効果の評価のみあることになるのである。建設省の河川砂防技術基準に述べられる安定解析の考え方は、まったくこの趣旨に沿って防止計画策定の合理性を求めたものにも外ならない。

(d) 破壊時の間隙水圧について仮定がなされること

すべり面に働く間隙水圧の作用については、前項でも述べたように仲々測定し難く、またその変化も一様ではない。もちろん地すべり土塊内の地下水位の上昇が、運動に伴うきれつ等を通じてすべり面に圧力変化を与え得る事は考えられるが、それならば運動に伴う土塊の圧縮、引張り等によって、また運動に伴う土塊の厚みの変化によって間隙水圧も変化し得る筈である。安定計算の場合の間隙水圧は、これらを見做(局部的な間隙水圧の低下や地下水位変動との遅れ現象)して、まったく静的な条件下で考えられている。

以上のような問題点を持ちつつ地すべり防止計画策定のためには、その量的評価を行う目的で計画安全率の概念が導入され実用されているのであって、計算の基本となるべき測線の設定にはその方向をも含めて十分慎重であらねばならない。特にすべり面分布から求めた面の傾斜方向は、必ずしも運動方向と一致しない実例がかなり多く、むしろ斜面形や地質構造上の断層等に支配される事が多い(図-2)。

次に、安定計算法は前述の通り多くの方法が提案されているが、一般的な地すべりの場合(すべり面勾配 10~25°)はそれらの結果を較べてもそれ程大きな計算差はなく、むしろ簡易分割法の結果の方が安全側であること、および計算法が変化すれば、計画安全率についても手直しをする必要が生ずるかも知れないこと、安定計算は精度よりもむしろ施工後の安全率との比較に重点が置かれてい

ること等を考えれば、当分の間現行の簡易分割法を用いていても大きな誤りは生じないものと考えている。

それよりも防止工を実施すれば、斜面内の応力分布は当然変化する筈であって、むしろそれに伴って斜面に変化が生じる可能性も考えられる。これについては、最近開発された応力法(有限要素法等)による解析が今後有用になろうし、研究が益々発展して来るものと期待している。

計画安全率については、地すべりの始まる前の基本安全率を1.00としたり、運動中の斜面を0.95~0.90として、その時の諸要素を入力して、これを所定の計画安全率まで高めるのであるが、斜面内で土工が計画されたり、湛水を行う場合にはこの影響を評価して、これを計画安全率にまで高めることにしている。土工に伴う斜面の安全率の変化は評価し易い上、計算も容易でかつ事例も多い。高速道路調査会が全国の道路による切盛土に伴う地すべり発生事例を集めて計算した結果、切土によるものが圧倒的に多い事、発生した地すべりは比較的予知困難な風化岩すべりが大部分であった事、切土による安全率の低下は平均して5~10%以上であった事が報告されている⁶⁾。

ダム湛水に伴って発生する地すべり発生の問題については過去の事例からほぼ次の事実が明らかになっている。

- ① 初期湛水の水位上昇時
- ② 急速な貯水位の下降時

安全計算上では、前者が初期水没斜面内で働く浮力、後者が水面の下降に対して地下水が追従できない時に斜面内に発生する残留間隙水圧が考慮されるが、問題は貯水面の変化に対する追従機構と初期湛水斜面内の揚圧力がその後どの様に変化するかであろう。

これらの問題については、ぜひとも貯水の斜面内への浸透機構を解明する必要があるが、前述のごとく斜面内は不均質であって、結局は多くの事例を集め、これらを分類して解析し適合すべき入力範囲を決定して計算する事になろう。現実の解析手順としては、貯水前ならば先ず浮力を考慮した安定計算を実施し、引続いて残留間隙水圧による計算を行う事になろうし、貯水後の場合は残留間隙水圧のみの計算でよいであろう。

次に地すべり地の周辺、特にすべり面下の基盤内にトンネルを建設した場合に地すべりが活発化する事例が増えつつある。この問題は掘削に伴う基盤内のゆるみが影響しているものと思われるが、それをいかに安定計算に導入すべきか未だ解決されていないのが現状である。高速道路調査会からの報告⁷⁾もあるが、結局は応力法による安定解析を行う方法を確立する以外に方法がないであろう。現在その対策として考えられる事は、先ずトンネルの位置を出来るだけすべり面、あるいはすべり土塊か

ら離してゆるみの影響を小さくする事と、掘削時にゆるみの少ない工法を採用する事、またはあらかじめ地すべり面に防止工を施し、少なくとも安全率を現状の10%~20% 上昇させる事であろう。

最後に地震の影響についてであるが、過去の事例からみるとおおむね次のことが言えそうである。

① 一般に、マグニチュード7以上の地震の場合や300 gal 以上の加速度の場合に発生する確率が高く、特に岩盤地すべりが特徴的である。これは地すべり土塊の多くには過去の運動の結果かなりのゆるみが生じており、これが地震動を透発してすべり面付近での地震力を減少するのに役立っているのかも知れない。

② 地震に伴って、基盤内から地下水が多量に湧出したり、地すべり土塊内の地下水の分布に変化が生じた時であり、その発生は地震発生時より若干遅れて発生する。

③ 地震動によって地山がゆるみ、透水性を増加し、そのため豪雨等により地山内に地下水が多量に貯留されるようになって地すべりを起こす場合。

これらの中で、①については水平限界震度を導入して計算を行う方法が提案されているが、未だ実用された例を用いていないし、むしろダム等で用いる地震係数法が用いられているが、自然発生した地すべりについては地震は考慮されていないのが現状である。

6. 防止工計画⁹⁾

(1) 地表水排除工

これは地すべり防止工の中で最も重要であり、そして最も早期に行わなければならない工法であるが、この効果が安定計算に導入されないのが真に残念な事である。今後地すべり土塊の浸透機構とその変遷(運動に伴って土塊の透水性には変化が生ずる)についての研究が望ましい。一般に地すべり土塊の透水性は非常に大きいので、きれつ等の被覆は必要欠くべからざるものであるが、これと同時に地域外からの地表水流入をいかに切るかが要点であろう。

(2) 地下水排除工

これは地すべり土塊内に地下水を滞留させないための工法である。したがって地下水排除工は頭部において重点的に行うの常道であるが、同時に滑落崖下の両側面部が地下水の流路になっている事も知られているので、これを切るような地下水排除工が必要である。最も多用されている集水井工は、長い横ボーリング工(孔曲がりを取し易い)の代用として井壁からの短い横ボーリングによ

り的確に滞水層から集水するのが目的であって、井壁よりの湧水を期待して、たとえばきれつの多い部分に設置すると井戸自身が変形破壊する恐れがある事を銘記すべきである。これはトンネル排水工でも同様であって、トンネルからの集水ボーリングによって集水すべきで、余り地すべり面に近接したり、地すべり土塊内に長いトンネルを掘るべきではない(地すべり範囲がこのために拡大する場合がある)。

(3) 排土および押さえ盛土工

排土工は、地すべり土塊の全部または大部を排除する工法ではなく、一部を排土して安全率の向上をはかる事を目的とする。最も効果的な排土工は頭部のみをほぼ水平に切取る工法であり、最も合理的でもある。全斜面をゆるく切り直す工法は、末端部の切土も行われるので効果が薄められる。頭部排土の場合の問題点は、冠頂部において切土の影響で地すべりが新たに発生する恐れがある点と、側面と上部と同様な地すべり運動域の拡大が問題あり、十分な調査を必要とする。押さえ盛土は発生した地すべり運動を応急的に鎮静するのに最も有効な工法であるが、これを斜面中途で行った場合、その基礎地盤ごとすべり出す恐れがある事、および盛土の上部斜面で地下水位の急上昇が起こり得る点に注意を要する。

(4) 杭工

抑止工としての杭工(シャフト工)の計画の重点は、その位置が十分斜面の圧縮部に位置することであって、特に安定計算上圧縮部と思って直線状に杭を配列すると両側部では引張り部に位置する場合があります。その位置については地すべりを立体的に考えて、その配列を考慮すべきである。引張り部に設置する時は、曲げを十分考慮した構造としなければならない。杭は地すべり運動の静止時には何らの抵抗力も持たず、運動開始と共に杭自身が変形することにより抵抗力を発揮する。したがって杭頭は当然変位するはずであって、これを構造物(擁壁等)の基礎杭と併用すること(曲げを促進する)は避けるべきである。

(5) アンカー工

プレストレスをかける事により積極的に地すべりに対する抵抗力を加える点、押さえ盛土工と似た効果を発揮できる利点があるが、ストレスによって反力板下の地盤が圧縮変形するのでプレストレスを調整する必要がある。したがって反力板(法枠工が多い)は連続性を持たない方がよい。永久アンカーであるから、礎着部岩盤の劣化を避けるためにプレストレスは設計耐力の20~30%とするのが普通である。そして当初はロードセルによりア

ンカー張力の変化と測定することが望ましい。アンカーは方向性を有しているので、地すべり運動方向と一致させるよう設計すべきである。

以上、紙数の関係から防止工の項では筆を急いだ感があるが、いずれ改めて執筆の機会があればもう少し詳しく述べさせて貰いたいと思っている。

参考文献

- 1) D.H. Radbruch-Hall : Gravitational Creep of Rockmass on Slope-Rockslide and Avarackes, Elsevier.
- 2) 渡 正亮 : 地すべりの型と対策, 地すべり, Vol. 8, No. 1, 1971 年.
- 3) 渡 正亮 : 地すべりの考え方について, 土と基礎, Vol.

30, No. 7, pp. 1~4, 1982 年.

- 4) 斎藤迪孝 : 第三次クリープによる斜面滑落時期の予知, 地すべり, Vol. 4, No. 5, 1966 年.
- 5) Seycék, J. : Residual Shear Strength Bull of Soil of International Association of Engineering Geology, pp. 73~75, 1978.
- 6) 高速道路調査会 : 地すべり地形の安定度評価に関する研究, 1984 年.
- 7) 高速道路調査会 : トンネル坑口周辺の地すべり 崩壊対策に関する研究, 1981 年.
- 8) 地すべり対策技術協会 : 地すべり 防止技術研修テキスト (上), pp. 171~208, 1984 年.

(1985.8.12・受付)

●土木学会新刊案内・60年10月末日刊●

20年ぶりに全面改訂した土木の振動現象すべての大便覧, 昭和60年11月7(木), 8(金)の両日, 東京で講習会開催

土木技術者のための振動便覧

A5・570ページ 活版印刷・上製クロス装

定 価 10 000 円 会員特価 8 500 円 (千とも)

主要目次 1章 振動理論, 2章 スペクトル解析と不規則過程, 3章 地盤の振動ならびに波動, 4章 構造物の振動, 5章 流体系の振動, 6章 振動特性とデータ解析, 7章 振動に関する数値解法, 8章 土と材料の動的性質, 9章 地震による振動, 10章 風による振動, 11章 水による振動, 12章 環境と振動騒音, 13章 衝撃的現象, 14章 振動の利用 [付録・索引等]

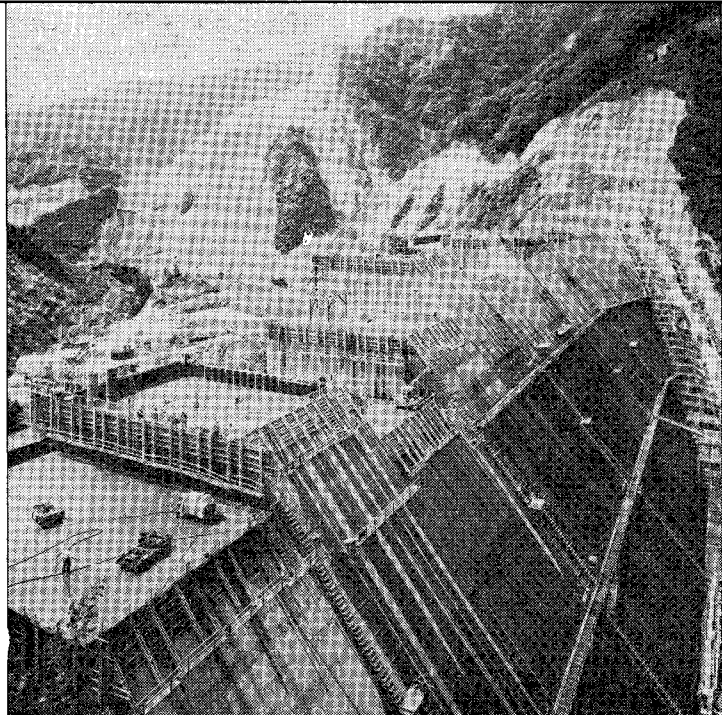
技術は 社会へ還る

OH BAYASHI

東京本社
〒101 東京都千代田区神田町2-3
☎03-292-1111

本店
〒540 大阪市東区京橋3-37
☎06-943-1131

大林組



地球は文化の生命体