

調査編

1.ボーリング調査について

- 1.1 ボーリングコアがもまれている
- 1.2 ボーリングコアですべり面が分かる？
- 1.3.ボーリングコア箱の幅は 1m では足りないこと…
- 1.4 信頼できるオペとは
- 1.5 ボーリングコアの採取率
- 1.6 ボーリング 1 本で地すべりを解析できないのは技術がないから…
- 1.7 ボーリング孔の配置について
- 1.8 ボーリングコアで何が分かる…
- 1.9 ボーリング調査はあてにならない

2.すべり面について

- 2.1 ボーリング掘削深度は着岩 2m…
- 2.2 杭工等に規制される跳ね上げすべりの末端部傾斜角について
- 2.3 ボーリングコアで採取できるすべり面

3.地すべり踏査

- 3.1 地すべり主断面を横切った地すべり
- 3.2.斜面長 1km の地すべり
- 3.3 尾根を超えた位置から発生する地すべり
- 3.4 地すべり踏査と異常天然現象
- 3.5 地すべり末端崩壊
- 3.6 すべり面形状とすべり面深度の推定

4.物理探査他

- 4.1.物理検層
- 4.2 物理探査
- 4.3トレーサ
- 4.4 スウェーデン式サウンディング試験
- 4.5 削岩機を利用したサウンディング試験

5.観測

- 5.1 パイプ歪計
- 5.2 伸縮計
- 5.3 傾斜計

1.ボーリング調査について

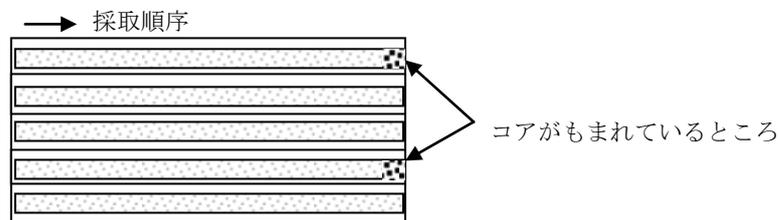
1.1 ボーリングコアがもまれている

古い話ではあるが、調査会社の地質を専門とする“大家”にボーリングコアを見てもらった時のことである。ボーリングコアは幅 1m (全 5m 入り) の木箱に収められており、端部付近のコアを見て“非常にもまれてますねえ…”といったご発言があった。

試料は風化した片岩であり、当時は脆弱化した区間の試料は無水堀でメタルクラウンに無理矢理押し込む方法（焼き付け）で採取していた。そのため、コアがむちゃくちゃにもまれるのは当たり前であり、そのような試料を並べていた筆者の責任でもある。

ボーリングオペにすれば“採取率〇〇%以上”と特記仕様書に明記されていることもあり、スライムでも何でも試料として詰めなければ“お金がもらえない”事情がある。情報を誤らないためには、オペに対して現場作業を知らない技術者のために採取方法や不良試料区間について作業日報に明記させるか、あるいは技術者が実際の状況をオペに直接確認するといった姿勢が必要である。

それにしても、担当技術者にはボーリングコアがどのようにして採取されるか、コア観察する場合のポイントがどこかぐらいは知っておいてもらいたいものである。



ボーリングコア箱 (5m 分の試料)

1.2 ボーリングコアですべり面が分かる？

近年、ボーリングコアですべり面の有無が分かるという地質を専門とする“大家”と関わる機会があった。調査報告書には立派なすべり面が想定されているが、“大家”が実施したチェックボーリングにはすべり面が認められず、従って地すべりは発生していないから対策も不要とおっしゃったのである。

すべり面が全く分からないということはないが、多くの場合コア判定で分からないからこそ関係者一同苦労しているのであって…、なにか“地すべり防止技術”といったものがあらぬ方向に向いているのではないかと危惧するものである。

1.3.ボーリングコア箱の幅は 1m では足りないこと…

ボーリング調査に関連する技術者で、一般に“採取された試料が伸びること、そのため採取された先端部から順次コア箱に収められ余ったものは捨てられる”といったことをご存じの方がどのくらいいるであろうか。

近年の採取技術は高度化しつつあるがその分経費も割高であり、当分従来の採取方法が続くものと思われる。したがって、この問題を解決するには採取された試料すべてを収めることができるようコア箱の収納幅を長くすべきであると考えます。

それをしないならば、調査ボーリングはその程度のものしか得られないケースがあることを踏まえて活用すべきであろう。

1.4 信頼できるオペとは

この業界に入って間もない頃“あのオペは標準貫入試験時の貫入音がしないのに、試料が並べられていることがある”と上司より注意を促されたことがある。オペの立場に立てば“似たような掘進状況なのでN値も同じであろう”と、測定を省いたものと思われるのだが…。

あるいは“地質状態が悪いのでコアが採取できなかった”というオペの言い訳を前に、コア箱をひっくり返した上司もいたと聞く。

オペを信頼できるか否かの判定方法として「“今の深度はいくらか?”と問うたとき、直ちに尺をあて答えるオペは良いが、“およそ〇〇・・・”といった応対をするオペは信用できない」といったことも教えられた。オペに関する調査も怠ることのないよう注意を喚起するものである。

1.5 ボーリングコアの採取率

筆者が現役の頃、調査特記仕様書に“ボーリングコア採取率〇〇%以上”といったことが明記されていた。そのため、スライムでも何でもコア箱に詰める風潮があった。

これを避けるため、採取できなかったところは板で区切り、採取方法と採取できなかった理由を試錐日報に明記するよう徹底した。地すべり調査の場合にはそうした脆弱部が問題となることが多いことから、採取できなかったことも貴重なデータであること伝え、そのことの説得に努めた。

地質状況を最も良く把握しているのはボーリングオペであるが、それを文章で的確に伝えてもらうケースはまれであり、同一地層でもオペにより全く異なる外観の試料が得られることもある。そのため、できるだけ削孔状況を観察したり、削孔感触を直接オペに確認することが重要と考える、

1.6 ボーリング 1 本で地すべりを解析できないのは技術がないから…

標記はクライアントから筆者に発せられたものである。実際のところ、ボーリングが多くなるほど都合の悪いことが出てきて解析に困ることがあり、むしろボーリング 1 本で決定する方がはるかに楽である。

別のクライアントには、深いすべりが想定されたため岩盤をある程度掘削したところ、“周辺での過去の調査報告書を調べたが、そのような深いすべりはない・・・”といった愕然とする指摘を受けたこともある。

地すべり中央断面のみの検討で杭工を設計したところ、側壁部ほどすべり面が深くなり工事が中止となったこと、“N 値”ですべり面を判定したが実際には岩体内部を切るすべりであったこと等多くの失敗を見聞き自らも経験した。

我々は“異常天然現象”と対峙しており、調査は科学的に進める必要がある。ある程度調査に投資する方が無駄な工事を省くことができ、トータルとして安価になることを是非理解していただきたい。

1.7 ボーリング孔の配置について

地すべり調査を合理的に進めるには、踏査段階で地すべり機構をより精度良く推定することが重要であり、調査ボーリング等はこれを裏付けるために実施されるべきである。

次図は幅 100m, 斜面長 70m 程度の岩盤すべりの例であり、末端部位置も明瞭であったことから図 b のような地すべり断面を想定し、主断面上での調査ボーリングは対策工等を踏まえ同図のように実施した。

ところが調査結果は図 c のようであり、下部亀裂位置ですべり面の変換点があることが判明した。ここで問題となるのはこの下部亀裂の成因を調査計画段階で無視したことにある。その後の模型実験により、すべり面の変化点などに変状が現れることが確認され、本来であれば図 c のように（ハッチングした位置）ボーリングを実施すべきであったと反省した現場である。

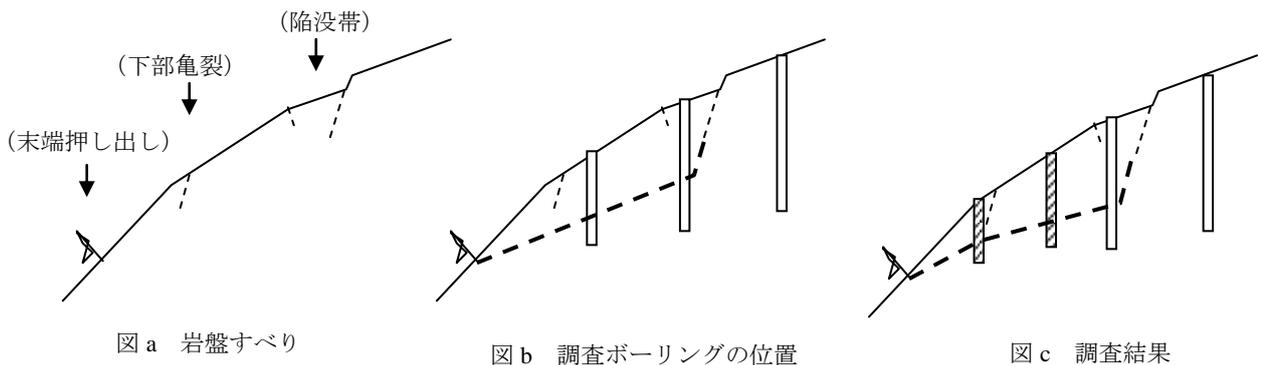


図 a 岩盤すべり

図 b 調査ボーリングの位置

図 c 調査結果

1.8 ボーリングコアで何が分かる・・・

図-1 は亀裂の少ない均一と思われる露岩（輝緑岩）で実施した削岩機を利用したサウンディング試験結果とボーリングコアとの対比図である。

ボーリングコアでは全体に硬質な岩体をなすが地表から 0.6~1.0m に試料がなく、空洞あるいは亀裂の多い脆弱層の介在が想定される。

サウンディング試験（図-1）ではこれに相当するものは検出されず、地表より 1m 付近を境に相対的に岩質が硬く（貫入速度の低下）なっていることを示している。

両者を総合すれば“表層より 1m 付近までは相対的に下位層より脆弱である”といった結論となる。

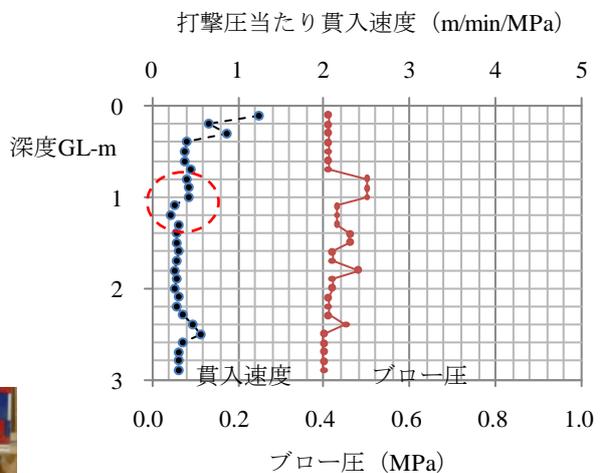


図-1 均一と思われる露頭での測定
(輝緑岩, 真庭 No.2)

同様に、図-2は著しく細かい亀裂が発達した層（幅 1.5m）と亀裂の少ない層が連続する露頭で実施したものである。ボーリングコアでは予想に反し均一なコアが採取されたが、サウンディング試験では地表より 1.5m 付近を境に、これ以深で相対的に地層が安定した状態を示している。

掘削技術の問題もあるが、毎分数百回、数千回もの回転を加えながら採取したボーリング試料は基本的に変状したものであり、これを持って地山状態を正確に判断すること自体に無理があるように思われる。

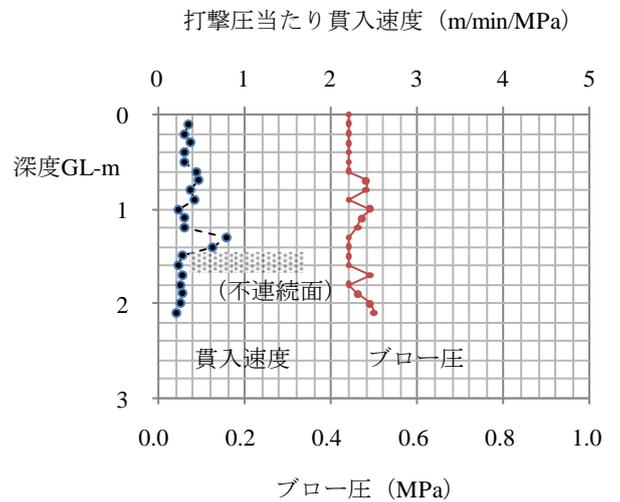


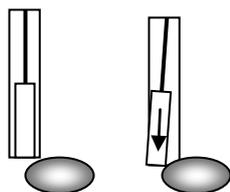
図-2 風化岩露頭での測定
(輝緑岩, 真庭 No.4)

1.9 ボーリング調査はあてにならない

ボーリング調査で“礫が少ない”とされていたのに、杭工（大口径）では“転石だらけだった”といった苦情を受けることがある。

これは図のように調査ボーリングのロッドが曲がりやすいことによるものであり、これを避けるには削孔（コアチューブのビット）径を大きくするか、孔曲がりしないようこまめにケーシングを追っていくといった工夫が必要と思われる。あるいは、多少でも礫が採取されれば“その数倍の径の礫”を予想するよう研修テキストなどに記載されている。

いずれにしてもオペはこうした孔内状況をより正確に把握しているはずであり、クライアントにそれを伝える能力が求められる。



2.すべり面について

2.1 ボーリング掘削深度は着岩 2m・・・

地すべり調査の仕様書に“掘削深度は着岩 2m まで・・・”と記載されていることがある。その根拠は不明であるが転石との区別を行うため、あるいは“岩盤は不動”といったことを前提とするものと思われる。

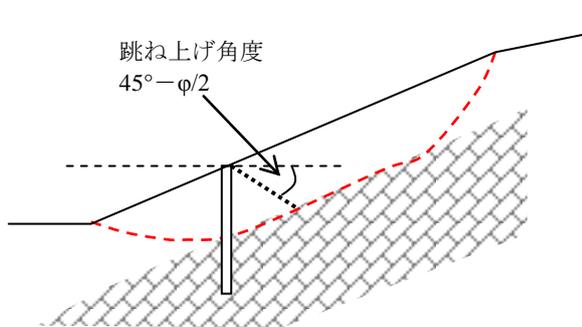
一般に地層の硬軟で地すべり面が判定されていると思われるが、そのみであればコンサル等の専門技術者は不要である。地すべり層区分は基本的に地すべりが動かない限り不明であること、少なくとも標準貫入試験（N 値）で決められるような単純のものではないこと、すべり面を見誤らないためにはボーリング調査深度を十分確保すべきであること等を強調したい。

2.2 杭工等に規制される跳ね上げすべりの末端部傾斜角について

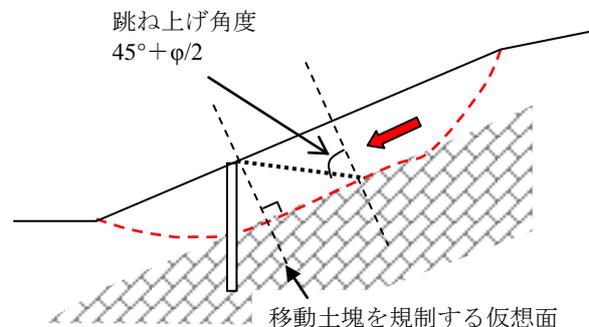
地すべり末端部のすべり面形状は一般に勢いで作図されることが多いように思われる。

図-1のように、抑止工（杭工等）に規制される跳ね上げすべりでは、その末端部すべり面傾斜角を“ $45^\circ - \phi/2$ ”とすることが文献に示されている。仮に“ $\phi \doteq 30^\circ$ ”とすれば地すべり末端部形状はすべて同じものとなり、時に不格好なものとなる。

筆者の考えでは、まとまった岩塊（土塊）がすべり面に沿って滑動すれば、その末端部では抑止工等により図-2のように規制されるはずであり、したがってここでの破断角は同図に示すような形を想定すべきと考えるが、いかがでしょう・・・



(図-1 文献が示すすべり面角度)



(図-2 現場マンが考えるすべり面角度)

地すべり末端部で生ずる跳ね上げすべり面の角度

2.3 ボーリングコアで採取できるすべり面

すべり面について、浅い地すべりでは極軟状の粘土で構成されるのを露頭で観察することがある。規模の大きいものでは集水井内で条痕をとまなう鏡肌を確認することがある。北松型地すべりのように大規模な岩盤地すべりにおいて、十分に調査された現場ではボーリング（軟岩用ダブルコアチューブ）にてすべり面（チョコレートがやや温められ軟らかくなったような状態）を採取できる。これはすべり面位置が既知であることと、優れた削孔技術を持つオペが存在することによる。

写真は急傾斜地の岩体内部でのすべり（層厚 3m）であり、すべり面位置には数 cm 以下の空洞が形成され、一部地下水がにじみ出ている。この位置でボーリングを実施した場合、空隙部が確認されることはあってもすべり面粘土のようなものは採取できない。コア箱には礫状の岩片が並べられ、ボーリングコアのみですべり面深度を決定するには相当の苦闘を強いられるであろう。

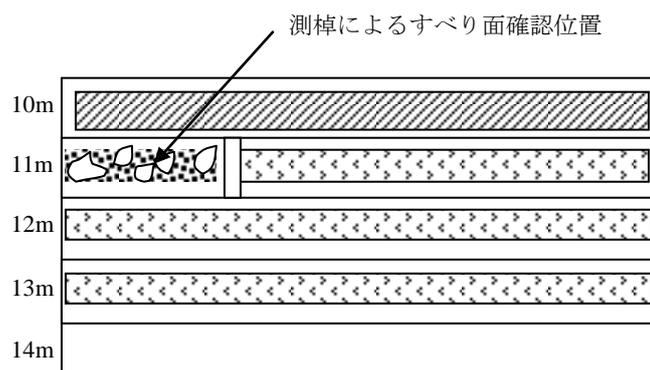


次図は痛い目にあった現場のコア状況である。深度 5m 付近から“N 値 ≥ 50 ”の強風化層が連続したあと深度 11.0~11.3m 間に礫状コアが続き、これ以深はおよそ柱状となるコアが仕切り板とともに並べられていた。

地表面象等から当初予想したすべり面は深度 5m 付近であったが、大きく滑動した後で確認したすべり面（せん断位置を測棒で確認）は上記礫状コア区間内であった。

“恐らくこの中にすべり面粘土のようなものがあつたのに採取できなかったのでは…”とボーリングオペを恨んだ。地すべり調査に従事して 10 年目の頃であり、安定解析等を教わり、そろそろ地すべり関連業務に飽きを感じ始めていた頃の事故であった。

その後、地すべり研修を受ける機会があつたが、著名な先生が“地すべりが何故動くのか分からない…”と発言されたことに大きなショックを受けるとともに、分かったつもりでいた自分が恥ずかしく思われた。



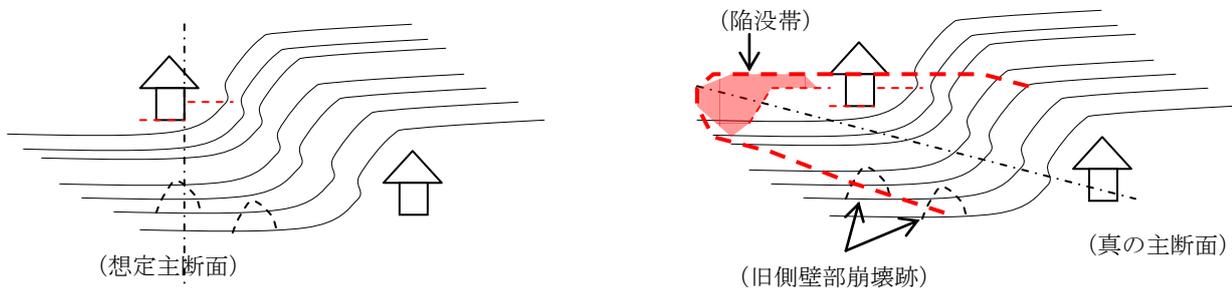
3.地すべり踏査

3.1 地すべり想定主断面を横切った地すべり

次図は比高 20m 程度の台地斜面で発生した岩盤すべりの例である。当初左図のように台地上の家屋敷地内に断片的なヘアクラック状のものが認められたことから、盛り土造成内の変位と考えた。そのため主断面方向も地形の最大傾斜方向に想定し、調査ボーリング等を進めた。着岩深度（頁岩）も 5m 程度であったことから想定通りと決め込んだ頃、梅雨末期の豪雨により右図のような岩盤すべりを生じ、移動方向もすべり面層準も間違っていたことが判明した。

それでも、駆けつけた高級技術者達は筆者が当初想定した方向に滑動していると主張した。滑動前に直線上に配置した測量杭の移動方向（実測）等を説明しても、誰も聞き入れてくれなかった。

地すべり調査の難しさ、“技術者の目”のいい加減さ等をつくづく考えさせられた。特に不動と判定した深層部の硬い岩盤内（礫状コアとして採取）にすべり面が確認されたこともショックであり、岩盤地すべりの難しさを思い知らされた現場である。



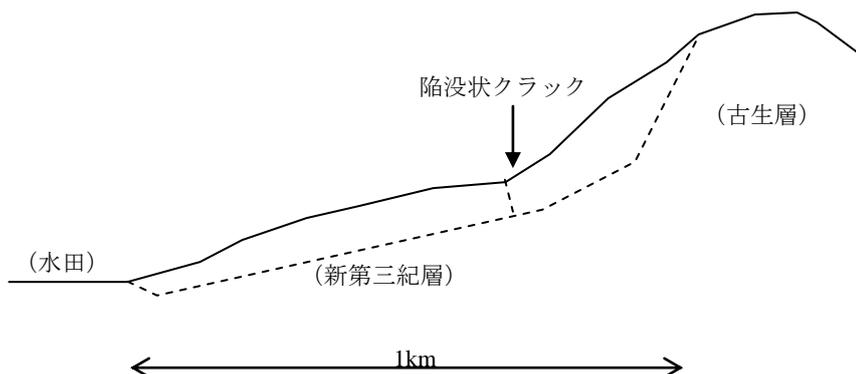
3.2 斜面長 1km の地すべり

次図は斜面長 1km という大規模地すべりの例（概略図）であり、そのような規模の地すべりなどとも想像できなかった頃に経験したものである。

地すべり現象としては末端部水田内の擁壁の転倒や三面張り水路の激しいうねりが認められる一方、これより上部斜面には斜面中腹部に延長数十メートル程度の短い陥没状クラック等が認められるのみで、末端部現象を説明する冠頭部クラックを発見できなかった。

意地になりながら 1 週間かけて中腹部以下の斜面をくまなく踏査していた頃、地元の方から“別のすべりがあるから見てほしい”との要請があった。案内されるまま山頂付近に到達したとき、地すべり全容を示すクラックが連なっており、夢中でこれを追ったことを今でも鮮明に覚えている。

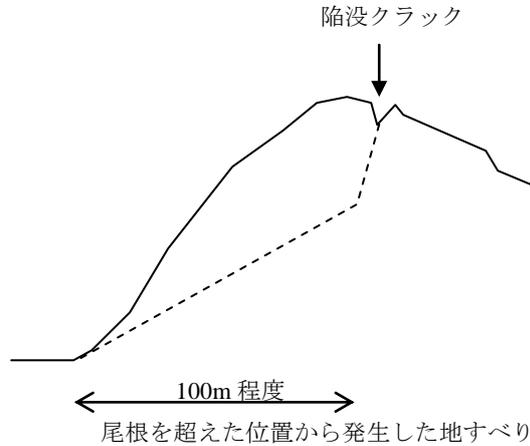
その後転勤したため詳細は不明であるが、調査、工事ともに相当困難を極めたと聞いている。地すべりには、例えばすべり面傾斜 $2\sim 3^\circ$ で年間数十メートルも滑動するものもあり、こうした現場を経験しない限りこれらに対する理解は深まらないのではと思われる。



3.3 尾根を超えた位置から発生する地すべり

尾根を超えた位置から発生する地すべりは数現場経験したことがある。そのため、踏査においては基本的に山頂部まで確認するのが鉄則と考えている。

尾根部に至るも冠頭部が確認できない場合は、これを超えて末端部標高まで追跡する。それでも異常が認められないといった段階で、地すべり意外の要因を探ると言った姿勢が必要であろう。

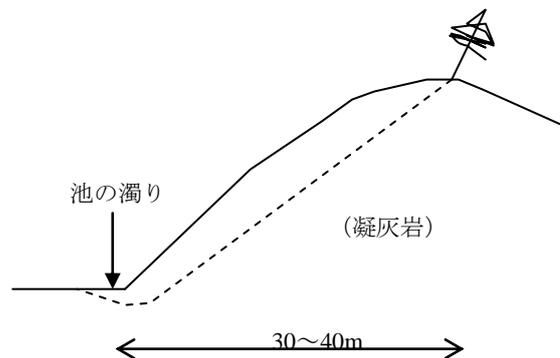


3.4 地すべり踏査と異常天然現象

次図は地すべり末端現象（家屋の変形，池の濁り）が明らかであるが、冠頭部クラックを発見できなかった例である。そのうち、偶然にやや傾いた立木が直線上に並んでいるのを発見し、冠頭部と特定したものである。

当現場もその後の精査に携わっていないが、図のように冠頭部は山頂部の緩斜面に位置しており、亀裂の落差が出現し難かったものと思われる。このほかにも不自然な段差や連続した古い崩壊跡地が地すべり側壁部に位置していたなどの例を経験した。

このようなことから、異常天然現象と位置づけられている地すべりに対しては、単に開口クラックのみでなく異常と思われるあらゆる現象を見いだすのが踏査の使命と考える。

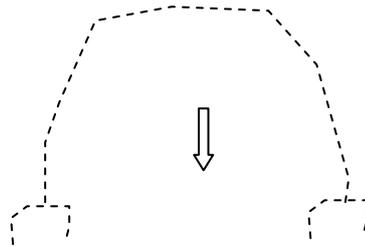


3.5 地すべり末端崩壊

地すべり側壁部を形成するクラックの末端付近で図のように小崩壊が見られるケースがある。これは側壁部亀裂を伝って流下する地下水によるものと考えられることから、このような崩壊が同一標高に並ぶ場合は、これをつなげる地すべりの存在を疑う必要がある。

あるいは単一の崩壊であってもその成因を特定する必要があり、これの上部斜面を踏査した結果、規模の大きい地すべりが滑動したことによる末端崩壊であったというようなケースが意外と多い。

地すべりの存在を確認しなかったため構造物等が再度被災した例を多く見てきており、こうした調査はそれなりの経験豊かな専門家に委ねるべきと考える。



3.6 すべり面形状とすべり面深度の推定

写真のように地すべり末端部が規制された条件で、地すべり斜面水平長 L と地すべり幅 D の比 (L/D) が $m=0.75, 1, 1.25, 1.5$ とした場合の地すべり層厚の変化による安全率を試算する。

すべり面形は図-1に示すような層厚 (D/n) の層すべりとし、末端部は層すべり面を軸とした主働破壊面とする。粘着力成分によるせん断抵抗はすべり面および側壁部に均一に働くものとし、その他の記号等は枠内の検討条件に示す。



- (検討条件)

 - ・斜面傾斜 30°
 - ・内部摩擦角 $\varphi' = 30^\circ$
 - ・粘着力 $c' = 5\text{kN/m}^2$
 - ・斜面長比 $m = \text{斜面長 } L / \text{地すべり幅 } D$
 - ・地すべり層厚比 $n = \text{地すべり幅 } D / \text{地すべり層厚 } h$
 - ・すべり面形：地表面に並行する層すべり
 - ・地すべり末端部の破断角 $\beta = \alpha - (45^\circ - \varphi/2) = 0^\circ$

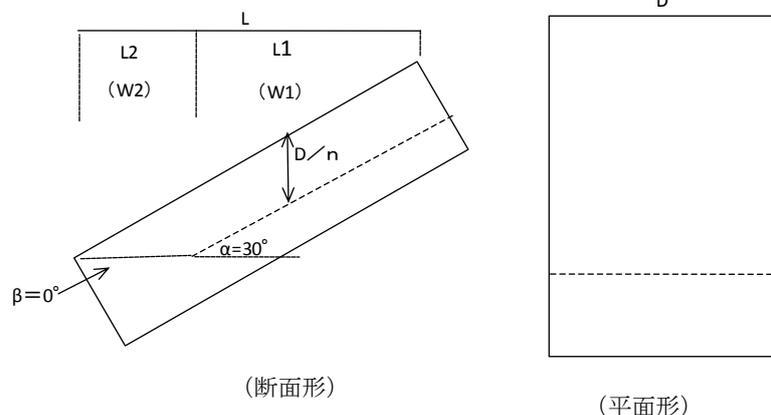


図-1 検討モデル図

図-2 は上記条件に基づく地すべり層厚比 n (=地すべり幅 D /地すべり層厚 h) と安全率の関係であり、斜面長比 $m=0.75\sim 1.5$ の範囲で安全率が最も低くなるのは地すべり層厚比が $n=3\sim 6$ の場合である。すなわち、地すべり幅の $1/3\sim 1/6$ の範囲で土塊が最も不安定となることが分かる。また地すべり幅に対して斜面長が長くなるほど、地すべり幅に対する移動層厚が厚くなるといった関係にある。

一方、図-3 は末端部が解放されている場合であり、地すべり層厚比が大きくなるほど（地すべり幅に対して地すべり層厚が薄いほど）安全率が高くなる。

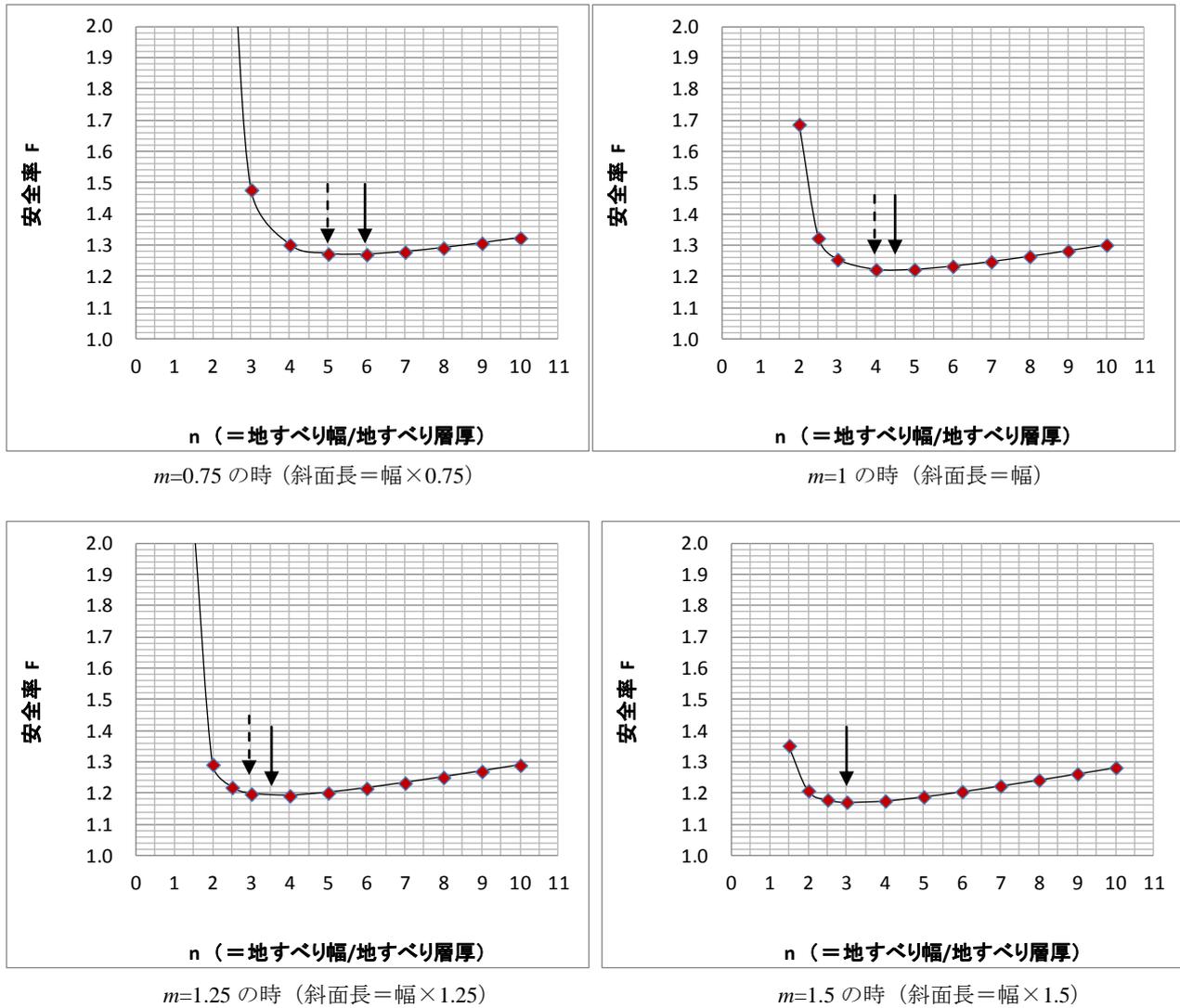


図-2 地すべり層厚比 n と安全率 F

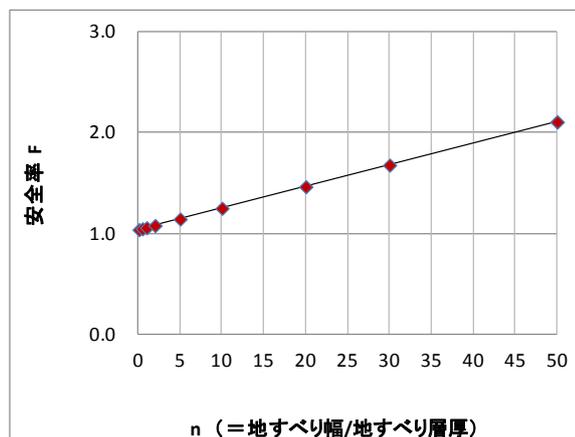


図-3 末端部が解放された層すべり

以上より、地すべりが滑動するにはその幅に対してある程度の層厚が必要であり、末端部が規制される条件下では地すべり層厚比が $n=3\sim 6$ の時最も滑動する危険性が高いものと言える。筆者の約30年にわたる経験では“ $n=5$ ”を目安としており、上記結果はこれを裏付けるものと考えている。

さらに、すべり面形状は図-3の関係から以下のように判断することができ、これらを用いれば踏査段階で概略の地すべり機構を推定することが可能となる。

- $$\left\{ \begin{array}{l} \alpha > \beta \text{ の時、地すべり移動地内が沈下} \\ \alpha = \beta \text{ の時、キレツ落差なし} \\ \alpha < \beta \text{ の時、地すべり移動地内が盛り上がる} \end{array} \right.$$

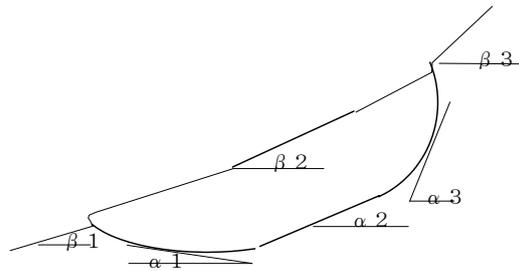


図-3 亀裂落差とすべり面傾斜角の関係

これらの関係が妥当なものとなれば、側壁部の不明な地すべりの範囲を想定したりすることができる。あるいは、不安定土塊の層厚を知ることによってその滑動範囲（危険ブロック）を想定することもできる。

(ちなみに文献などに地すべり層厚などのデータが掲載されているが、滑動するにつれ細ブロック化するものもあり、実際に自らが収集したものしか信用できないものと考えている。)

4.物理探査他

4.1 物理検層

物理検層では地下水検層や電気検層が主体であり、特に地下水検層では有圧水の検出を目的としたくみ上げ検層を徹底してやった。

これはボーリング孔内の水を汲み上げることで有圧水の水頭バランスを崩しこれを検出しようとするものであり、これの8割方がこの方法で検出できたように思う。逆にこの方法をしなければほとんど検出することができず、地すべり調査としては満足な結果を得ることが難しいように思われる。すなわち、地下水検層の主な目的はすべり面の検出にあり、“すべり面＝連続した破断面＝有圧地下水の経路”といった認識に基づくものである。

実際にこうした調査が行われているのは少ないものと思われるが、多額の費用をかけて削孔したボーリング孔を利用する調査であり、是非とも理解し取り組んでもらいたいものである。

4.2 物理探査

主な物理探査として弾性派探査、電気探査、放射能探査などがあるが、何事もはやりがあるようで、近年筆者の周りでは余り見かけなくなった。高密度電気探査なるものも一次取り上げられたが、凹凸のある山腹斜面でどの程度の成果が得られるのか、あるいは電気探査自体に疑問を呈す向きも多かったように思う。

安価であるからと言うことで垂直電気探査結果のみですべり面を決定したりするなど、結構無謀なことが行われていたが、調査ボーリングという点としての情報を面的に拡げる補完的調査種としては有効であったように思われる。あるいは地すべり滑動ブロックを特定する場合にも比抵抗区分図から推定することができる場合が多く、役だったように思われる。

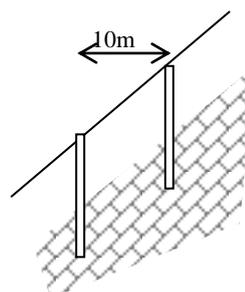
それにしても先人達の取り組み姿勢に比べ、近年では余り熱意が伝わらないような気がする。あるいは現場にも行かず室内で済ませる研究が主流のように思われる。それも過当競争に追い込まれ、試験、研究、開発といった分野に投資する余裕がなくなったことと関係するのではなかろうか。

4.3 トレーサ

次図は地すべり地での地下水層準を確認するため、興味本位でトレーサを行ったものである。ボーリング孔間は約10mであり、斜面上部の孔に大量の塩水を投入し、下部の孔で検出（電導度計）しようとしたのであるが、数時間投入を続けても検出できなかった。

当時は地層水のようなイメージを抱いていたが、結局は両方の孔が良透水性の亀裂で連続していない限り検出できないことが理解された。

所属していた会社でもしばらくトレーサの研究が続けられていたが、その後最終的に“つかえない調査種”とされたことを聞いて納得できた。

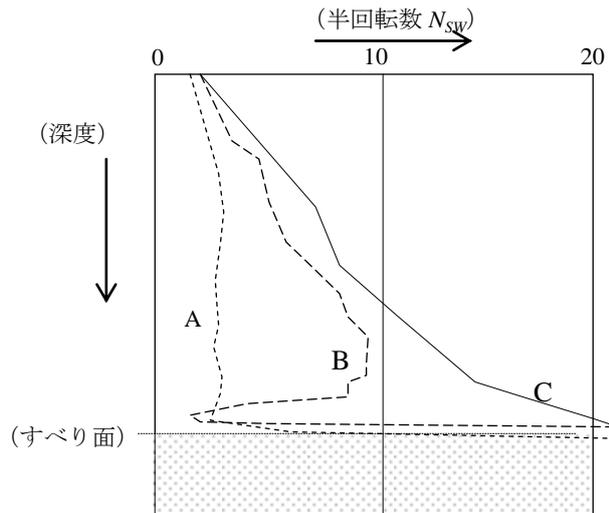


ボーリング孔間でのトレーサ試験

4.4 スウェーデン式サウンディング試験

次図は地すべり地（泥岩地帯）で実施したスウェーデン式サウンディング試験の測定パターンを示すものである。これによれば、基岩面（すべり面）付近で貫入に要する半回転数 N_{sw} 値が落ち込む傾向を示しており、すべり面判定や移動地と不動地（図中 C のパターン）を区分するのに有効なものとなっている。

一方、測定を終了する基準として 5cm 貫入させるのに半回転数が 50 回以上となった場合としているが、たいがいその前に先端のスクリーポイントが折損するので、これに相当する硬さになった段階で早めに終了すべきである（こうした点もマニュアル等に記載されておらず、初心者泣かせとなっているのではなかろうか・・・）。



第四紀層地すべり地における N_{sw} 曲線（島原半島口之津）

—スウェーデン式サウンディングにおける半回転数 N_{sw} と貫入感覚—

- | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>$N_{sw} < 40$: スムースに貫入
$N_{sw} = 40 \sim 100$: 回転用ハンドルに抵抗を感じ、貫入作業が重くなる。
$N_{sw} = 100 \sim 300$: 貫入作業が非常に重くなり、回転用ハンドルに反発（戻り）が感じられる。
$N_{sw} > 300$: 人力（一人）での貫入作業は困難</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

4.5 削岩機を利用したサウンディング試験

従来のサウンディング試験は礫の少ない未固結地盤を対象としており、例えば山腹斜面に設ける構造物の基礎地盤調査などには使えない場合が多い。

写真は削岩機を利用したサウンディングで堰堤の基礎地盤調査を行っているものであり、わざわざボーリング機械を持ち込むことなく簡易な方法として提案するものである。

これを用いれば礫質地盤や硬岩などあらゆる地盤に対して 5m 程度の削孔が可能であり、その範囲内で地層の硬軟を知ることができる。穿孔方向も鉛直はもとより水平～斜下方向での調査が可能であり、主に急傾斜をなす変状法面の調査用に開発したものである（開発工法の項参照）。

ちなみに写真に示す現場では 3 地点（5m/本）を入現から撤去まで 1 日で終えている。



全地盤サウンディング試験測定状況

5.観測

5.1 パイプ歪計

入社当時、毎年一年分のパイプ歪計を作成させられた。従って、例えば歪量によって確定変動や潜在性変動等の判定基準が設けられているのがいかに無意味か良く理解できる。あるいは1方向2ゲージのパイプ歪計を設置すれば移動方向が分かるとされているが、ほとんど信用できないものと思っている。

前者については歪ゲージと変位面との位置関係によって値が変わるから、大きさを判断するのは誤りである（未だにこれに基づく報告書が作成されているのはいかにがなものか・・・）。後者は、ゲージに作用する外力の方向によりほとんど反応しない領域があること、および数十メートルの長さに連結したパイプ歪計の方向をどの程度正確に設置できるか、少なくとも現場ではそれに耐えうるような作業を行っていないことなどから、はなから観測結果を信用する気になれない。

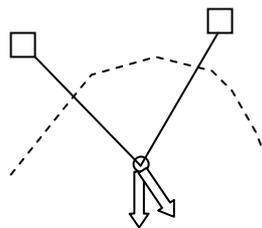
一方、歪ゲージの設置間隔の問題もあり、“すべり面から25cm以上離れたゲージは反応しない”といった研究結果や、“N値 ≤ 10 ”といった軟らかい地盤でもすべり面から50cm以内のゲージしか反応しないといった事例を見たことがある。

従って、“歪計に変動がないから地すべりは安定している”といったような結論は安易にすべきでなく、常に他調査とも合わせ総合的な判定を行える体制が必要といえる。

5.2 伸縮計

地すべり調査においてその移動方向が良くわからないといった例がある。それを確認するため、図のように伸縮計を設置すればベクトルを用いてこれが分かるというのだが、これが真っ赤な嘘であることを新入社員から指摘された。

いわれてみてやっと理解できたのであるが、このような誤ったことが他にもいくつかあり、マニュアル等なんでも鵜呑みすることのないよう注意を喚起したい。



伸縮計による移動方向を確認するための方法？

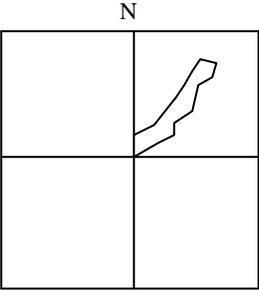
5.3 傾斜計

通常、地盤は常に変位しており、傾斜計による地すべり変動の有無を判定するには、不動地盤との対比で行う必要がある。そのため、不動地盤として山頂部や露岩部を選定した結果、それらが地すべり地内より大きな変位を示すため、頭を抱えるような事態となった例をいくつか見てきた。

冷静に考えれば、尾根部等は振幅の大きい場として知られ、露岩部も日射等による影響が予想され、設置場所として回避すべきであることは理解できる。ただし、そういうことはマニュアル等に記載していないため、多くの人が同様な経験をしたのではないかと思う。

一方、次図は傾斜計の傾斜変動図であり、梅雨時から一定方向に大きく傾斜変動を示したことから間違いなく地すべり変動を捉えたものと判断したが、その後当初の位置に戻る変位を示した。それでも地すべり変動としてあり得ると考えたのであるが、経年観測することでそれが毎年同じ時期に同じ変位を示すことが確認された。

この段階でその他の観測結果とも合わせ、設置地盤の乾湿による変位であると判断されたのであるが、設置環境の影響を受けやすい余地にない観測種といえる。さらに、地すべり調査では長期観測が必要であり、わずか数ヶ月の観測で判断するようなものではないことも強調したい。



傾斜計：傾斜変動方向図