

ボーリングコア観察におけるすべり面の認定指標について

川崎地質（株）

○原 勝宏／榊原 信夫／三川 憲一／福山 博

1. はじめに

地すべり土塊の下底面を規定するすべり面は、一般的に地層境界や変質などに起因して形成された粘性土層であり、流れ盤方向に5～30度程度の低角な傾斜を持つ面である場合が多い。

断層破碎帯や変質粘土層が多数分布する地すべり土塊の場合、コア観察のみでは、それらがすべり面なのか、断層に起因するものなのか、変質に起因するものなのかの判別が困難なケースが多い。

粘土層の傾斜方向、条線の有無、せん断方向のデータは、すべり面の絞り込みを行ううえで、非常に良い指標になると考えられる。ここではこれらの指標より、すべり面を絞り込む考え方について述べる。

2. すべり面の特定方法

一般的には、地すべり観測のデータによらない場合には、ボーリングコア観察結果からすべり面を決定することがほとんどである。ここでは、コアを観察する際にすべり面の候補を絞り込む指標について述べる。

次に、すべり面の絞りこみにおけるポアホールスキャナ孔内観察の有効性について述べる。

(1) ボーリングコアに見られるすべり面の特徴

ボーリングコアでは、表-1、図-1に示すような特徴をもつ不連続面がすべり面の候補として挙げられる。

まず、すべり面は周囲と比べて強度の低い粘性土を挟んでいる。粘土層が無い箇所についてはすべり面候補箇所から除外する。

また、すべり面の傾斜は比較的に低角なので、高角なものは候補から外すことができる（ただし地すべり頭部は急傾斜の開口亀裂が分布する可能性があることに注意）。

地すべりや断層に起因する変位がある場合、粘土層面上には、土塊のすべりによって形成された鏡肌や条線が発達する。単なる変質に起因する粘土では、変位がなく、条線と鏡肌が発達しないため、すべり面との区別ができる。

条線が発達している粘土層の場合には、条線方向が粘土層面の最大傾斜方向に発達しているかが重要である¹⁾。地すべり主測線上で条線の方向（レイク）が、面の最大傾斜方向でない場合は、単なる破碎帯（横ずれ、斜めずれ断層）と考えられ、すべり面候補から除外できる。

表-1 すべり面が想定される不連続面の特徴

①粘性土層を挟む。
②5～30度程度の比較的lowな流れ盤傾斜をもつ。
③面上に鏡肌、条線が見られる（条線方向が面の最大傾斜方向に一致）。
④周囲にせん断による変形が見られる（上盤が下方に移動する微細構造を示す）。
⑤劣化領域の下限に位置する

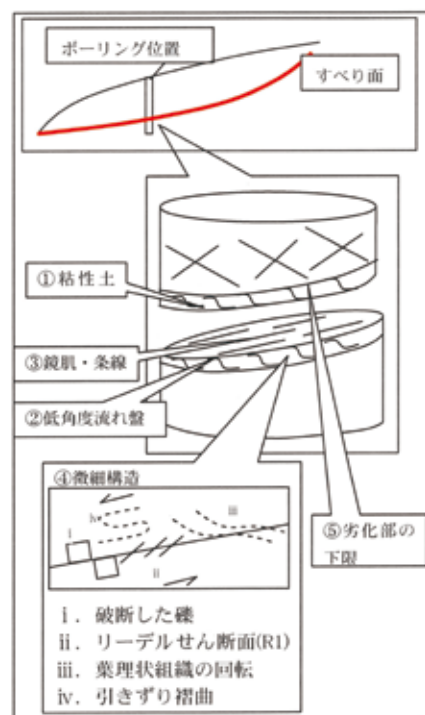


図-1 ボーリングコアに見られるすべり面の模式図

また、条線が最大傾斜方向に発達している場合、粘性土層中やその周囲のせん断による移動センス（地すべりの場合上盤側が滑り落ちる正断層センス）の認定からすべり面候補を絞り込むことができる。地すべり末端部の衝上部を除き、逆断層センスを示す場合は、断層と認定し、すべり面候補から除外できる。

これらの移動センスの判定方法としては、①粗滑法、②リーデルせん断面（特にR1面 図-2）、③引きずり褶曲、④葉理状組織の回転、⑤礫等のマーカーの破断によるずれのセンス、などがある²⁾。この場合、コアを条線方向（運動方向）に平行に半割し、観察することで判定を容易にできるが、コアを乱さないよう半割にする作業には、細心の配慮が必要である。

また、不連続面を挟む上下部の破碎状況にも注目する必要がある。以上のような特徴をもつ不連続面が、表層部から続く劣化領域の下限に位置し、それ以深では健全な岩盤となっている場合は、すべり面である可能性が高いと考えられる。

(2) ボアホールスキャナ観察によるすべり面の絞り込み

すべり面の候補として挙げられた粘土層の原位置での方向（走向・傾斜）を特定し、地すべり斜面方向と粘土層の傾斜方向の不一致を確認することができれば、コアに見られる粘土層がすべり面の特徴をもっていた場合でも、候補から除外することができ、すべり面の絞り込みが可能である。このように、ボアホールスキャナによるボーリング孔壁の観察は、すべり面の絞り込みに有効な方法である。

(3) すべり面を認定するための指標と手法および留意点

(1)、(2) より、候補として挙げた不連続面を絞り込んですべり面として認定す

る際にチェックすべき項目と有効な手法、留意点について述べる。

すべり面の絞り込みにおいては、コア観察を詳細に行うことが最も重要であるが、場合によってはボアホールスキャナ孔壁観察による粘土層の走向・傾斜の把握が有効な手段となる（表-2）。



図-2 すべり面粘土の微細剪断構造の事例（拡大写真）

表-2 すべり面を認定するための指標と手法

すべり面を示す指標	判定するために有効な手法
粘土層の傾斜方向が流れ盤方向	ボアホールスキャナ孔壁画像より判定 (堆積構造との斜交関係よりコアで判定できる場合もある)
粘土層面上に鏡肌・条線があり、条線方向が面の最大傾斜方向に一致	コア観察により判定
剪断方向が上盤の傾斜方向への移動を示す。	コア観察により判定 ・条線の粗滑方向 (条線に沿って指を動かした時滑らかに動く方向) ・条線方向に半割し断面を観察(せん断方向を示す微細構造)
風化状況	コア観察により判定

地すべり斜面の傾斜方向に対して流れ盤であればすべり面の可能性が高く、受け盤であれば候補からは除外できる。コアに見られる層理や葉理などの堆積構造の走向傾斜が既知の場合は、それらとの斜交関係から、ボアホールスキャナ孔壁観察のデータが無い場合であっても、原位置での粘土面の走向傾斜が推定できる場合がある。

一方、地すべり面の特徴を示す条線や微細構造のない粘性土層の場合にも、地すべり斜面の傾斜方向に対して流れ盤で連続性が高い場合には、切土や末端部の侵食・崩壊により、今後すべり面として活動する可能性があり、潜在すべり面としての認識が必要である。

また、これらの指標を満たした場合でも、地すべり斜面の傾斜方向に対して流れ盤で最大傾斜方向の条線を有し、正断層センスの微細構造をもつ粘土層が、すべり面ではなく断層破碎帯である可能性

は、全くゼロではないことに、注意する必要がある。

3. まとめ

ボーリングコア観察により、複数の粘土層からすべり面を絞り込む方法としては、従来言われている条線の有無や方向だけでなく、移動センスの認定も有効な方法であると考えられる。ボアホールスキャナ観察による粘土層の走向傾斜の把握も、絞り込ツールとして有効である。

《引用・参考文献》

- 1) (社) 地すべり学会東北支部：地すべり安定解析用強度決定法 - 実務における新たな展開をめざして -, pp.1 ~ 79, 2001.10.,
- 2) 狩野・村田：構造地質学, pp.1 ~ 298, 1998.2.