

2-16 pH測定によるすべり面判定の試み

株式会社 日本海開発 ○浜崎 晃 子川 桂二

1. はじめに

地すべり調査においてすべり面の判定は最も重要であるが、今現在すべり面調査として上げられる手法として以下のようなものが挙げられる。

- * コア観察
- * 孔内傾斜計
- * バイブ歪計
- * ワイヤ式多層移動量計

これらのものはすべて物理的力学的手法であり、滑動中の地すべりであれば物理的な調査方法によりすべり面を決定することができるが、停止中の地すべりであればコア観察やN値に頼らざるをえない。

このような物理的な調査方法に対し、化学的調査はほとんど行われていない。

そこで風化によるpHの変化に着目した。

一般的にpHは地表近くで酸性、地下深部ではアルカリ性の傾向が強く、風化・変質の進行によって変化する。

地すべり地で見ると移動土塊は不動層に比べ空隙が多く、地下水流動によって風化が促進され、pHが酸性へと変化していくのに対し、すべり面以下の不動層においては風化は促進されないことから、すべり面を境としてpHに変化が出るはずである。

そこですべり面調査の化学的手法としてボーリングコアを用いてそのアブレーションpHを測定することで何かすべり面との関係が得られないかと考え、地すべり地のボーリングコアを用い、アブレーションpH測定を試みた結果、滑動中の地すべりにおいて明瞭な関係が得られた。

すべり面調査の化学的手法としてのアブレーションpHの測定方法と結果を紹介する。

2. アブレーションpHの測定方法

ボーリングコアを乳鉢に入れ、蒸留水を注ぐ。コアをすり潰しながらかき混ぜ懸濁液を作成する。卓上型または携帯型のpH測定器を試料液に挿入する。pHの支持値が安定した後にpHを読み取る。

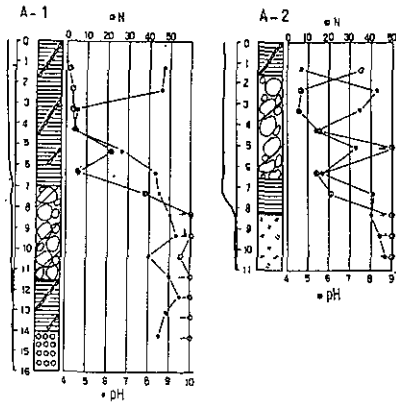
ボーリングコアが転石や岩盤の場合はハンマーなどにより細かく砕いて測定を行う。測定は0.5m~1.0mの間隔で行なうことが望ましい。また、土層が変化する場合や粘土の薄層が存在する場合には、土層の変化点や粘土層での測定を行なうことが望ましい。

3. 測定結果

アブレーションpHの測定を滑動中の3現場で行ない、コア観察・孔内傾斜計・バイブ歪計の結果と対比した。また、現在停止中の地すべりでの測定も行なった。それぞれの結果を以下に述べる。

A 地区

- ・地すべり滑動性-----滑動中
- ・地すべり形態-----再発地すべり
- ・コア観察によるすべり面-----A-1 GL-6.0~7.0m間に乱れた粘土層
A-2 GL-6.6~8.3m間に乱れた粘土層
- ・孔内傾斜計によるすべり面-----A-1 GL-7.0m 崩積土中
A-2 GL-8.0m 崩積土と基岩の境界
- ・pHの変化-----A-1 移動層中の変化が激しい

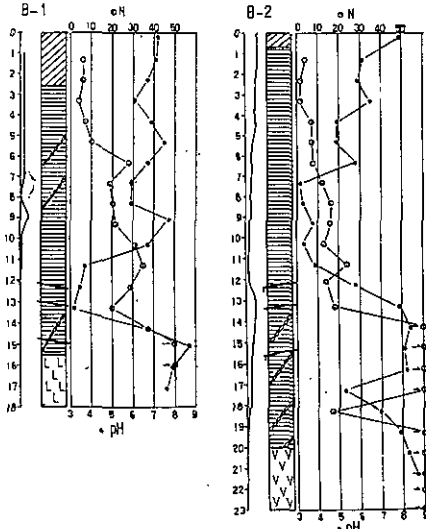


- すべり面のやや上部で低から高へと変化している
- すべり面付近から不動層は pH > 8 となる
- A-2 移動層中の変化が激しい
- すべり面のやや上部で低から高へと変化している
- すべり面付近から不動層は pH > 8 となる

図-1 A地区 すべり面とpH

B 地区

- ・地すべり滑動性-----滑動中
- ・地すべり形態-----再発地すべり
- ・コア観察によるすべり面-----B-1 GL-12.3, 13.3, 14.9mに鏡肌
B-2 GL-12.3, 13.3, 15.5mに鏡肌
- ・パイプ歪計によるすべり面-----B-1 GL-9.0m 崩積土中
- ・孔内傾斜計によるすべり面-----B-2 GL-12.5m 崩積土中
- ・pHの変化-----B-1 移動層 pH 6~8 と変化する



- すべり面付近で pH 6 から 8 へと変化している
- 鏡肌の見られる 11~13m は pH 3~4 と低くなる
- GL-13 ~14m で pH 3 から 7 へと急激に変化する
- それ以深は pH 7~9 となる
- B-2 移動層中の変化が激しい
- すべり面の上部4mは pH が 3~4 と低くなる
- すべり面付近で pH 3 から 8 へと変化する
- 不動層は pH 7~9 となる
- GL-17m付近は pH 5 まで低下する

図-2 B地区 すべり面とpH

C 地区

- ・地すべり滑動性-----滑動中
- ・地すべり形態-----初生地すべり
- ・コア観察によるすべり面-----C-1 GL-21.5m付近破碎された状態
- C-2 GL-6.5~7.0m区間乱れた状態
- ・パイプ歪計によるすべり面-----C-1 GL-16.0m 風化層中
- C-2 GL-7.0m 風化層と基岩の境界
- ・pHの変化-----C-1 風化層中はpH 5~6.5を示す
- 基岩と風化層との境界付近で変化する
- 基岩はpH 8~9を示す
- C-2 風化層内はpHが5~7を示す
- 基岩と風化層との境界付近で変化する
- 基岩はpH 8~9を示す

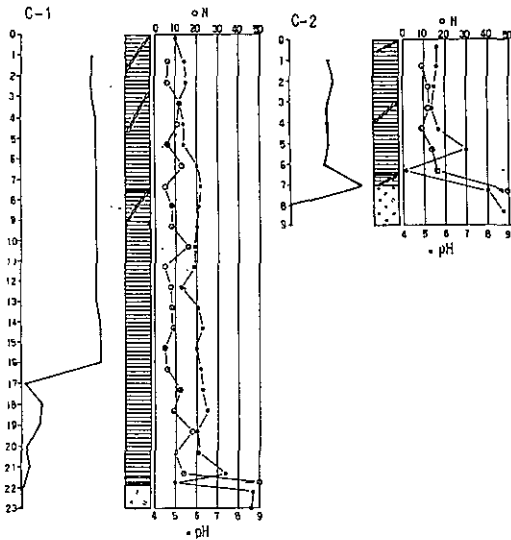


図-3 C地区 すべり面とpH

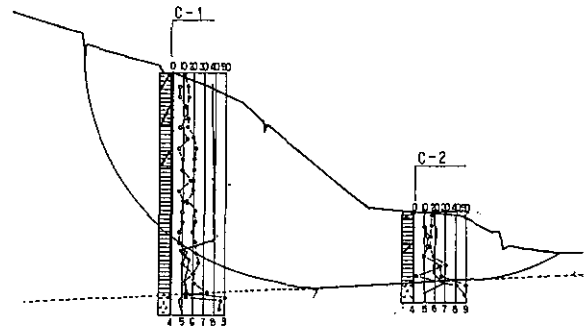


図-4 C地区 断面図

C-1地点ですべり面とpHが一致しない原因について考察する。C地区は初生地すべりであり、C-1地点は地すべり頭部に位置している。C-1のすべり面は今回の滑動により形成されたものであり、すべり面より上部と下部において風化の違いがないため、風化層はほぼ一定pHとなる。したがって、C地区の地すべり発生の原因は、pHの変化する風化層と基岩の境界に存在していると考えられる。

以上3地区の滑動中の地すべりについてアブレーションpH測定を行なったが現在停止中の地すべり現場(D地区)についてもアブレーションpH測定を行なった。その結果を次に示す。

D 地区

- ・地すべり滑動性-----停止中
- ・地すべり形態-----初生地すべり(岩盤すべり)
- ・コア観察によるすべり面-----D-1 GL-12.2m, 10°の鏡肌
- D-2 GL-42.9m, 20°の鏡肌
- D-3 GL-24.3m, 25.5m, 20°の鏡肌
- ・pHの変化-----D-1 GL-10~13m pH 6~8.5と変化する
- D-2 GL-39m付近pH急激な変化を示す
- GL-41~44m pH急激な変化を示す
- D-3 GL-24~27m 区間pH急激な変化を示す

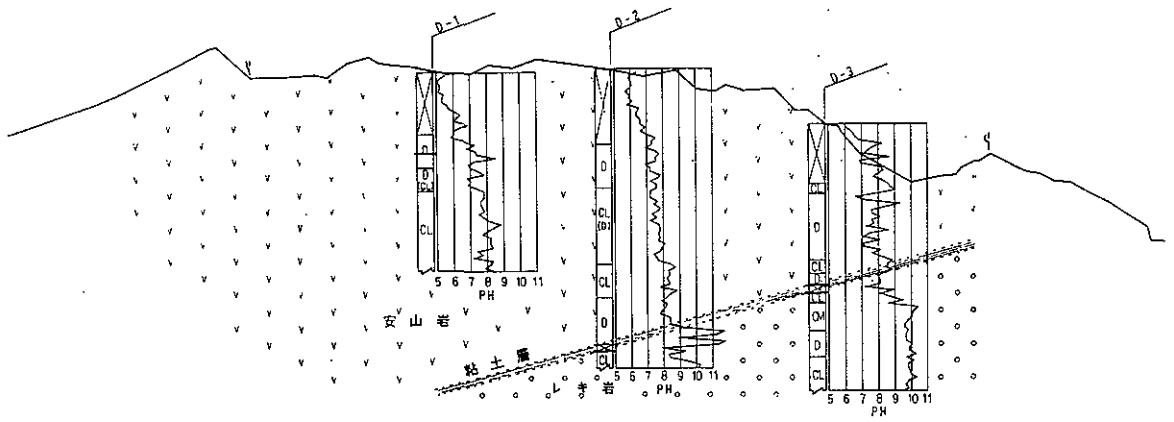


図-5 D地区 横断面図

4. まとめ

滑動中の地すべりでボーリングコアのアブレーションpHを測定した結果、次の関係が得られた。

- ・地すべり移動層のpHはばらついた状態となる。
- ・再発地すべりの場合すべり面形成層を境界としpHが変化する。
- ・地層の境界・風化不連続面・断層等の地質的不連続面を境界としてpHは変化する。
- ・初生地すべりで地すべり頭部の滑動領域内のすべり面付近ではpHが見られないことがある。
- ・風化を受けていない新鮮な岩盤は $pH > 7$ を示し変化が少ない。

また、停止中の地すべりにおいても次の関係が得られた。

- ・鏡肌が形成される地点を境界としてpHが変化する。
- ・岩相が変化する地点でpHが変化する。

以上の結果から以下のように考察することができる。

ボーリングコアのpHは、地質的不連続面や風化不連続面で変化する。

再発地すべりの場合は地すべり滑動により地すべり移動層の風化が促進されているため、すべり面を境界として風化不連続面が形成される。したがって、すべり面を境界としてボーリングコアのpHも変化し、pHの変化によりすべり面を推定することができる。

初生地すべりの場合は、地質的不連続面や風化不連続面にすべり面が存在している場合が多く、pHはこの地質的不連続面や風化不連続面において変化が見られ、地すべり発生の素因となる不連続面をpHにより推定することができる。しかし、地すべり頭部の滑動領域において、素因となるすべり面形成層からすべり面が離れる箇所についてはpHに変化がなく、地すべりが停止中であれば滑落崖やクラックの発生状況及びボーリングコアの十分な観察により推定することが重要となる。

以上のようにpHの変化とすべり面形成層とは密接な関係があり、pHの変化によりすべり面形成層を推定することができる。しかし、pHの変化はすべり面以外の風化不連続面や地質的不連続面にも存在しているため、すべり面を推定するにあたって滑落崖・側方亀裂・末端隆起等の現象を細かく観察し、ボーリングコアの観察においても鏡肌を見つけ出すように細部の観察を行なう必要がある。また、pHによりすべり面を推定する場合、pHの絶対値ではなく相対的な変化を見つける必要がある。

最後に、アブレーションpH測定はすべり面調査の補助手段であることをつけ加えておく。