

## 孔内磁気センサを用いた地すべり面の検出

国土交通省中部地方整備局 天竜川上流河川事務所 中島一郎<sup>\*</sup>、福本晃久  
日本物理探鑛株式会社 ○田中 剛、都築孝之、中村直文、掛川崇史

<sup>\*</sup>現：国土交通省中部地方整備局 庄内川河川事務所

### 1. はじめに

近年の携帯型帯磁率計の普及に伴い、地質調査で帯磁率を利用した岩石および堆積物の分類、風化および破碎の程度区分の試みが成されつつある<sup>1)</sup>。地すべり調査でもこのような試みが行われており、ボーリングコアの帯磁率の変化からすべり面を判定した報告も行われている<sup>2)</sup>。しかし、地質調査でボーリング孔に直接磁気センサを挿入し、連続的に孔内磁場を測定した事例は非常に少ない<sup>3)</sup>。一方、都市部で土木工事を行う際に、地中に残存する不発弾調査や鋼製杭基礎構造物の根入れ調査に孔内磁気センサを用いた「磁気探査」が利用されている。

本報告は、磁気探査の機材を地すべり調査に転用して、すべり面の判定などの有用な地質調査データを得る実験の結果を報告するものである。

### 2. 地すべり調査における磁気検層の意義

地すべり調査において、ボーリング調査による地すべり面の確認は重要な項目であるが、ボーリングコアの目視観察結果と、その後の孔内傾斜計もしくはパイプひずみ計の観測結果に頼っているのが現状である。しかし、目視観察からすべり面の判定を行うためには、高品質のコアを採取可能な熟達したボーリングオペレータの存在が必須である。また、孔内傾斜計観測などは、実際に地すべりが滑動中でなければ検出することができず、地すべり面の認定に有る程度の期間が必要になる。そこで、孔内磁気検層によって、すべり面の判定が可能となれば、コアの品質に左右されることも無く、かつ地すべりの滑動が休止していても良いこととなる。

### 3. 使用機材と測定方法

今回の実験に使用した磁気センサは、日本物理探鑛株式会社で制作された「両コイル型磁気傾度計(フラックスメータ型磁気傾度計)」および、「一軸フラックスゲート型磁気傾度計」である。以降、「フラックスメータ式センサ」をFMセンサ、「フラックスゲート式センサ」をFGセンサと記載する。

両センサはφ25mm、L=1.6mの真鍮製の外観からなり、水位観測孔の塩ビパイプ(VU50)および孔内傾斜計観測孔のアルミ製ガイドパイプ(φ50mm)に容易に挿入可能である(図-1参照)。

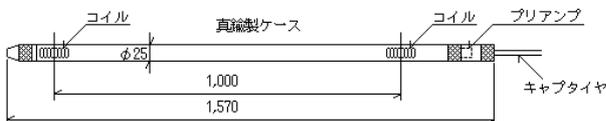


図-1 両コイル型磁気傾度計のセンサ部

本磁気センサは動揺ノイズを除去するため、全く同一のコイルを1m間隔で設置し、逆向きに結線したものである。一般に出力データは2つのコイルからの複合波形記録であるが、今回の実験では先端のコイルからの出力データのみを使用している(図-1参照)。

なお、FMセンサが計測しているのは、コイルが磁場を通過する時に誘起される起電圧から求める磁場の変化率であるのに対して、FGセンサが計測しているのは、磁場そのものの強さすなわち磁束密度(T:テスラ)である。さらに、今回使用したFGセンサは鉛直成分のみが計測可能な1軸式となっている。なおFGセンサによる検層では地球磁場の影響を低減させるために観測孔の孔底でゼロオフセットしている。

測定方法はアルミ製の孔内傾斜計ガイドパイプ(φ50mm)に磁気センサー(φ25mm)を挿入し、センサ昇降機によりセンサを孔口から孔底、孔底から孔口へと一定の速度(0.3m/sec)で移動させ、連続的な磁気記録の測定を行った(図-2参照)。

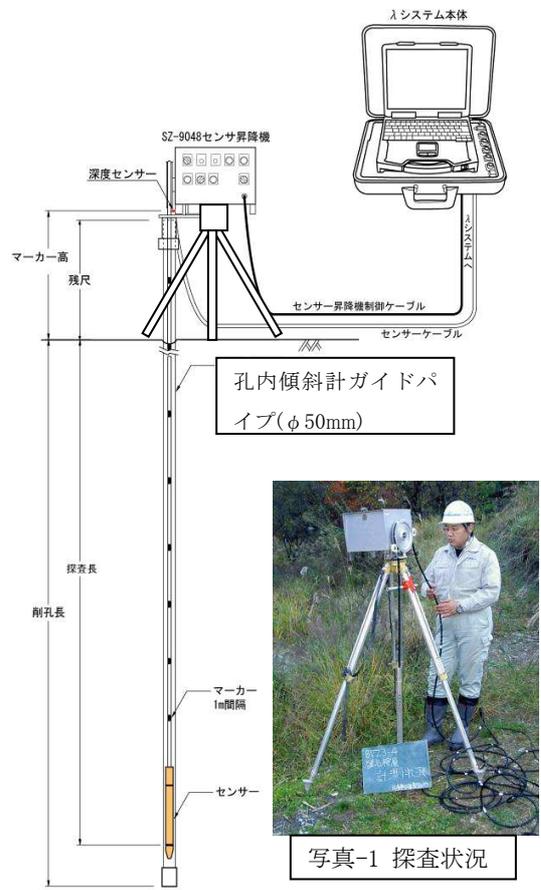


図-2 磁気検層システム概要図

#### 4. 調査地の地質と地すべり概要

今回、実験を行ったフィールドは長野県下伊那郡大鹿村にある「入谷地すべり」である。本地域は、中央構造線の東側約1kmに位置し、西南日本外帯の三波川帯・御荷鈴帯に属している。両地質帯の境界は岩入衝上断層であるとされ、地質構造的には黒色片岩に緑色岩類が衝上地塊として上に乗っていると考えられている。入谷地すべりは、主に破砕された緑色岩類が厚さ約30mに渡って地すべり土塊として堆積している。すべり面には、粘土化した蛇紋岩や滑石を含む片岩、黒色粘土等を挟んでいる。地すべりブロックは大きく6つの移動ブロックに分割されており、この6つのブロックがさらに小規模の地すべりブロックに分割されている。

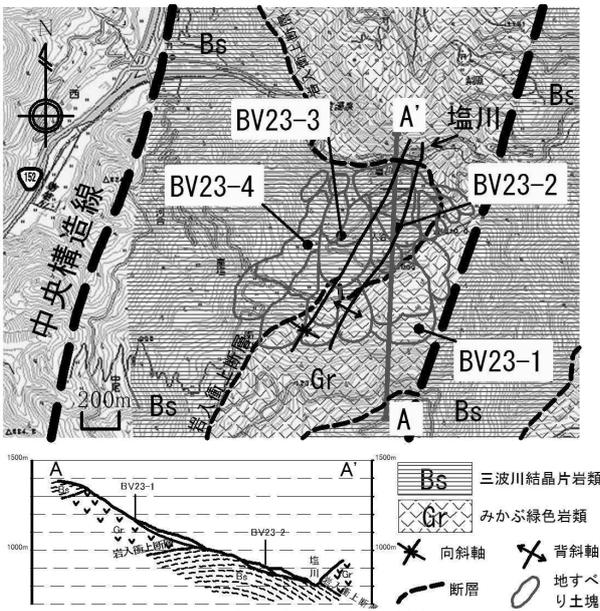


図-3 調査地の地質図と地質断面図

「平成22年度 入谷・此田地区地すべり対策立案業務」報告書を修正

#### 5. 実験結果

BV23-1～23-4の4孔(延べ144m)で磁気検層を行った結果、25カ所で磁気反応を検出した。図-4に BV23-3孔の柱状図と磁気波形記録を示す。なお、柱状図に示されたコア形状は千木良・針山(2011)の重力変形による破砕区分に従った<sup>4)</sup>。検出した磁気反応とボーリングコアを対比した結果、以下の不連続面で磁気反応が生じている。

- ① 地すべり土塊中に挟まれるやや色の濃い緑色岩(濃緑色岩と記載)の上位または下位境界(10カ所)
- ② すべり面(3カ所)
- ③ 崩積土・地すべり土塊境界(3カ所)
- ④ 地すべり土塊中の緑色岩・黒色片岩破砕帯境界(2カ所)
- ⑤ 不明(7カ所)

以上の通り、地層・岩種境界で顕著な磁気反応が検出されることが判明した。特にすべり面と FG 波形のピークがほぼ一致する結果となった。

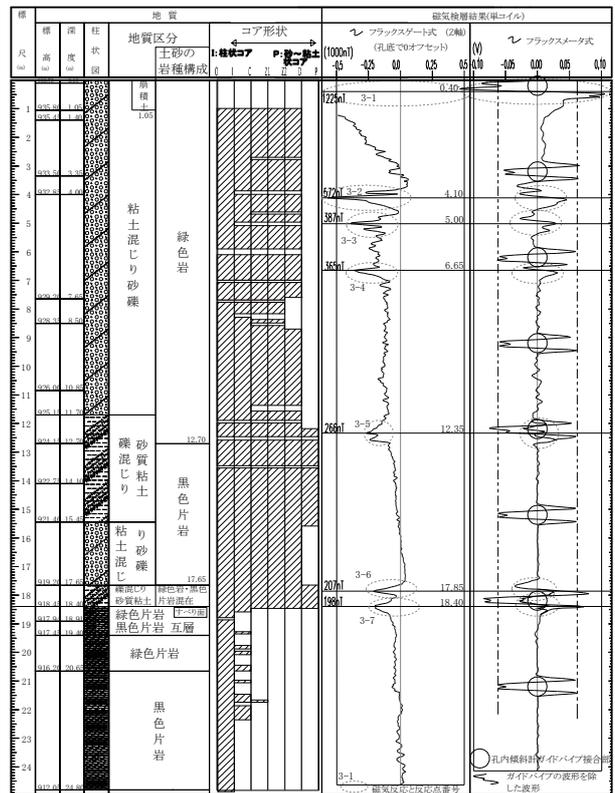


図-4 柱状図と磁気波形記録(BV23-3)

#### 6. 今後の検討内容

##### (1)磁性境界とコア不連続面との深度ズレ

地すべり土塊中で多くの磁気反応を検出したが、コア不連続面とは0.1～0.65mの深度ズレが生じている。観測およびコアの深度の精度について再検討すると共に、磁性境界とコア不連続面とのズレが生じる原因の検討を行う。

##### (2)磁性断面図の作成

地すべり調査地における既設観測孔を利用した観測データを増やし、磁性断面図を作成して、地質断面図との対比が可能か検証を行う。

##### (3)検出した磁気反応の磁気構造の解明

磁性鉱物の分布・粒度・配列などの関係を明らかにし、理論的裏付けを取る必要がある。また、ポータブル帯磁率計によりボーリングコアの帯磁率を計測し、磁気検層で得た磁気反応と帯磁率との関係を確認する。

#### 《引用・参考文献》

- 1) 小坂和夫：応用地質の調査における帯磁率の利用法，応用地質，39巻2号 pp.208～216，1998.6.
- 2) 吉村辰朗・間野道子：ボーリングコアのγ線強度・帯磁率測定によるすべり面検出，日本地すべり学会誌，vol.42，No.3(167),pp.12～18，2005.9.
- 3) ジオサイエンス株式会社：ボーリング孔内の磁気的性質による地質解析の試み，ジオサイエンス研究報告，第4巻，pp.00～75，1991.12.
- 4) 千木良・針山：頁岩の流れ盤斜面における重力変形の解剖，第50回日本地すべり学会研究発表会 講演集，pp.63～64，2011.8.