

# 地すべり調査における Tips Tips on landslide investigation

片山直樹\* (株式会社日本海技術コンサルタンツ)

Naoki KATAYAMA \* (Nihonkai Technical Consultants CO.,LTD.)

キーワード：水位観測専用孔，間隙水圧，ボアホールカメラ，土壌硬度計

Keywords: Borehole for water level observation, Pore water pressure, Borehole camera, Soil hardness tester

## 1 2 深度対応の水位観測専用孔の簡易設置例

### (1) 背景と現状

すべり面や帯水層などの地下水の間隙水圧を正しく測定するためには，対象領域（深度）の地下水圧のみに応答させるため，他の領域を遮断（シール）した条件で測定される必要がある<sup>1)</sup>。

近年，多深度の間隙水圧測定が可能な手法（例えば奥山ら<sup>2)</sup>，太田ら<sup>3)</sup>など）が開発されているが，専用機材やそれに伴うコスト，加えて発注者の理解が障壁となるなどし，広く普及していないと思われる。

このため一般的には，1孔につき1区間（深度）のみの間隙水圧が測定可能な孔仕上げとする場合が多いが，複数のすべり面を想定する場合は観測孔が複数必要となり，その分の設置コストと，労力や時間を要することとなる。結果として，オールストレーナによる孔内水位観測結果を地すべり安定解析に用いる場合が，いまだ多くみられる。

ここでは，2 深度の間隙水圧測定が可能な水位観測専用孔を，簡易に設置した事例を紹介する。

### (2) 事例紹介

紹介するボーリング孔では，すべり面が GL-25.4m (=A 面) と GL-61.4m (=B 面) に想定されたことから，2 深度での間隙水圧測定を計画した。

地質は，25.4m までは礫質土主体の崩積土で，それ以深は砂岩泥岩互層の軟岩であり，A 面は自由地下水，B 面は裂か水による水圧がすべり面に作用すると判断した。このため，A 面はオールストレーナ，B 面は部分ストレーナによる孔仕上げ（ピエゾメータ）とし，孔内の形成水位から間隙水圧がわかる構造を目指した。

図-1 に設置した観測孔の構造を示す。自動観測に用いる水圧センサ外径がφ25mm 前後のものが多いことから，保孔管はVP30（内径φ31mm）を選んだ。この結果，保孔管が2本となるA面までの区間は4インチケーシング，その下位は3インチケーシングであれば挿入する資材すべてがケーシング内空に収まる。

削孔はB面までとし，間隙水取水用の部分ストレーナを設けた。部分ストレーナ直上とA面直下にパッカーを設け，パッカー間をセメントミルクで充填し完全に遮水した。A面より上部はオールストレーナとし，

その周囲には砂利充填を行った。この結果，A面に対しては直近の降雨に呼応した鋭敏な水位変化が確認された一方で，B面では降雨と水位の呼応性はなく，長周期で水位（間隙水圧）の上下が緩慢にみられる結果が得られ，各すべり面に作用する適切な間隙水圧を把握できたと考える。

## 2 簡易ボアホールカメラによるすべり面判定

### (1) 背景と現状

すべり面の一次判定はボーリングコア観察による場合がほとんどだが，コアの品質が悪い場合などは判断が困難となる。このような場合，ボーリング孔壁の状態も把握できていればすべり面の誤判断を防止できる。

孔壁状態の把握には，一般にボアホールカメラが用いられる。ボアホールカメラには「BIP システム」に代表されるような円錐鏡で孔壁全周の画像を連続的に撮影できる高精度のものから，前方視カメラによる孔内状況の確認を目的としたものまで様々である。しかし，これらの機材の購入あるいはレンタル費用は高価なものが多い。

ここでは，より手軽に孔壁観察が行えるよう，市販の全天球カメラ（360°カメラ）を利用したボアホールカメラの作成・使用事例を紹介する。

### (2) 事例紹介

カメラはリコー製「THEATA V」を使用した。カメラを収める防水ハウジングは，市販のものが3インチケーシング内に収めることができなかつたため自作している。φ60mmの透明ホースの両端にアルミ製キャップを取り付け水密性を確保し，その内部にカメラと光源

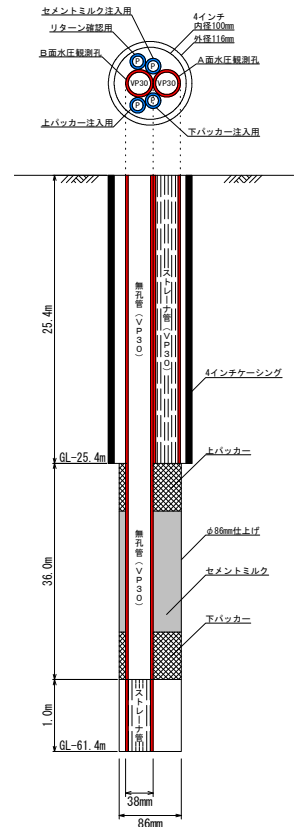


図-1 構造模式図

(LED チューブライト) を収納し簡易的なボアホールカメラとした (図-2)。

この簡易ボアホールカメラを用い、コア観察から「すべり面の可能性あり」と評価された2箇所の孔壁状況を確認した結果、1箇所ではせん断の影響は受けていないと判断できた。結果として、すべり面判定の精度向上に加え、適切な地すべり対策工を検討することができ、地すべり対策事業費のトータルコスト縮減に寄与できたと考える。

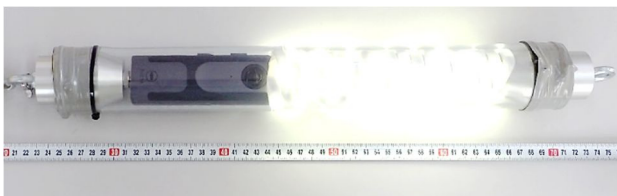


図-2 簡易ボアホールカメラ

### 3 土壌硬度計によるコアの土軟硬区分

#### (1) 背景と現状

ボーリングコア観察による土質区分では、併せて行う標準貫入試験値 (N 値) を参考にする場合がある。一方、N 値などの強度指標がない場合、花崗岩類の風化層 (マサ土) などのような、深度方向に漸移的な強度変化をみせ、それゆえに層相変化が不明瞭な地質では、コア観察のみから土質境界線を引くことは困難である。とくに、グラウンドアンカーのチェックボーリングなど斜掘りのコアの場合、標準貫入試験が実施できないため、コア観察のみから土質境界やアンカー定着層の判断を求められることが多い。

ここでは、一般的な土壌硬度計 (山中式土壌硬度計) を利用して土質区分を行った事例を紹介する。

#### (2) 事例紹介

花崗閃緑岩の上に載る崩積土すべりの対策としてアンカー工が計画され、チェックボーリングを行うこととなった。アンカー体の定着は  $N \geq 50$  相当層に求める設計であったが、当地の花崗閃緑岩は全体に褐色を帯びたマサ主体の土棒状コアであり、目視による判別は極めて困難であった。このため、N 値が得られない斜掘りのチェックボーリングでは、コア観察のみからアンカーの定着深度を判断することは客観性を欠くと考えられた。

地盤に対し、何らかの強度的な指標値の違いにより定量的な層区分を行うことが、客観的な評価を行う上では必要となる。このため、ボーリングコアを用いた簡易的な強度試験方法として、土壌硬度計をボーリングコア側面に押し当て、得られた土壌硬度により地盤の硬軟を判断する方法を試した。以下に具体的な方法を示す。

#### 【土壌硬度計によるコア強度測定方法】

- ①. ダブルコアチューブで削孔し、コアパックに入った状態でコア採取する。  
※コアパックに入っていない状態で土壌硬度計を押し当てるとコアが崩れ地盤強度の測定が行えない。このため、コアパックによる側圧 (= 封圧) を加えることでコアの崩れを防止する。
- ②. コア側面に 5cm 間隔程度で土壌硬度計を押し当て、値を計測する。
- ③. その際、コアに乱れがあった場合や、押し当てる過程でコアが割裂した場合などは、その状態を記録し異常値の判断など結果の考察に利用する。

N 値と土壌硬度の相関確認は、鉛直で実施したアンカー引抜き試験孔で行った (図-3)。 $N \geq 50$  かつ軟岩未満となる区間 (GL-10.5~11.0m) の土壌硬度と N 値の関係から、 $N \geq 50$  相当層の下限目安「50cm 区間の土壌硬度平均  $\geq 29\text{mm}$ 」が得られ、斜掘りボーリングでのアンカー定着層の客観的判断に寄与できたと考える。

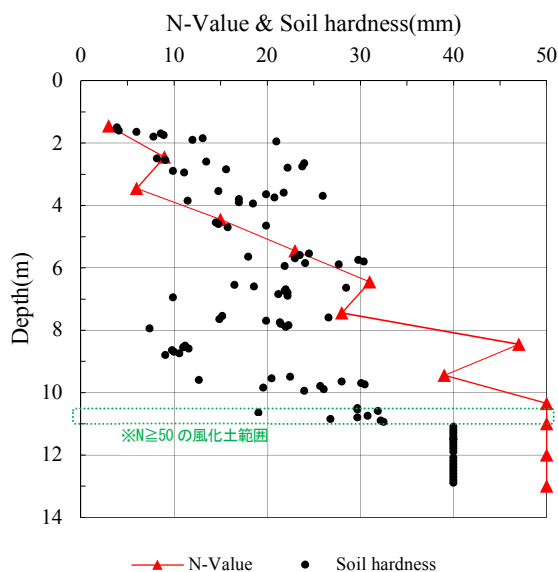


図-3 N 値と土壌硬度の深度分布

—以上—

#### 引用文献

- 1) 菅原紀明 (2006) : 野外の間隙水圧を正しく測定するための覚書—間隙水圧計の歴史的変遷と野外計測事例を基に—, 応用地質技術年報, No. 26, pp. 46-47.
- 2) 奥山武彦・大塚文哉・菊池茂史・時田剛弘・黒田清一郎・有吉充 (2007) : 深度別地下水調査のための区間遮断構造ボアホール, 日本地すべり学会誌 43 (5), pp. 57-61.
- 3) 太田雅之・大賀政秀・山下正 (2009) : 多深度間隙水圧測定の紹介と設置事例, 全地連技術 e-フォーラム 2009, No. 131.