

3. 採取率の良いコアを用いた地すべりの形成機構の推定

Inference of the formation mechanism of the landslides by high quality boring core.

○竹澤悠人 長岡弘晃 森山豊
堀川耕輔 久保美和 山田政典
(応用地質株)

1. はじめに

地すべり地でのコア採取は、かつては無水掘りによるものが主流であった。そのため、コアは焼きついて乱された状態で採取され、地すべり機構解析に必要な地すべり土塊やすべり面等の構造を推定することは困難であった。このため筆者らは採取率が高く、コア乱れの少ない高品質なコア採取を目指し、低送水量低給圧の送水掘りによるコア採取(LWLP 工法)を行なってきた。

本報告は、LWLP 工法により採取された高品質コアと、その調査孔で実施したボアホールカメラの観察結果から地すべりの形成機構を推定した事例を報告する。

2. 地すべり地の概要

B 地すべりは長さ約320m、幅約250m で西向き斜面に位置する。本調査地は秩父帯に位置する付加体地質で露頭ではチャート、ドロマイト、緑色岩、泥質岩等が認められ、これらは褶曲しながらも概ね水平な構造で分布している。B 地すべりに対しては南北走向で西傾斜の構造を示すことから斜面方向に対して流れ盤構造を呈する。

3. B 地すべりの性状

B 地すべりで筆者らは複数本の調査ボーリングを実施しており、LWLP 工法での高品質なコア採取を実施した。図-1に B 地すべりの代表的なコア性状をスケッチで示した。地すべり土塊の構造、すべり面の性状および構造、そしてすべり面下位の地すべりの要因となり得る弱層の性状が明らかとなった。以下に B 地すべりの高品質コアによる特徴を記す。



図-1 コアスケッチ(代表的なコア性状)

(1) 地すべり土塊の性状

地すべり土塊は主に褐色を呈すドロマイトによって構成される。割れ目は褐色流入粘土や褐色礫質土を挟み、角礫が散在した砂礫状の崩積土のような組織を示す部分と岩片状～短棒状を呈する部分が混在する(図-1①)。割れ目沿いに褐色風化が進行したコアと比較的新鮮なコアが確認される。

(2) すべり面の性状

風化したドロマイトの岩片状～短棒状コアの下位は淡緑灰～暗紫灰色を呈す緑色岩の粘土を基質とする地すべり粘土が分布している(図-1②)。粘土状コアにはドロマイト・緑色岩の礫が基質に浮いた構造を呈しており、礫径は不均質で礫種は亜角礫～角礫である。

(3) 基盤岩の性状

すべり面以深の3～5mには褐色化した割れ目やヘアークラックが認められるが(図-1③)、割れ目を充填する流入粘土や褐色礫質土の量、岩片の色調・硬軟が地すべり土塊とは明瞭に異なる。このため、高品質コアでは容易に識別可能である。不動層は暗緑～暗紫色で片理面の卓越した緑色岩と、淡緑灰色の凝灰岩-泥質岩が互層する混在岩からなり(図-1⑤)、亀裂の少ない新鮮な短棒～棒状コアを主体とする。凝灰岩からなる劣化部が複数枚認められたが(図-1④)、劣化部の上下は極めて新鮮で還元色を呈すること、原岩の凝灰岩の片理面の構造を残していることから地すべり性のものではなく、断層によるものと判断できた。

4. 高品質孔のボアホールカメラ観察結果

地表部を除く全深度のボアホールカメラ観察から地層境界、片理面、亀裂、破碎帯を確認し、コア性状から想定したすべり面等の構造方向を解析した。各地質構造の方向をタドポール解析図(図-2)にプロットし、要素毎に鉛直分布と構造の不連続性について検討した。

図-2にタドポール解析の結果を示す。

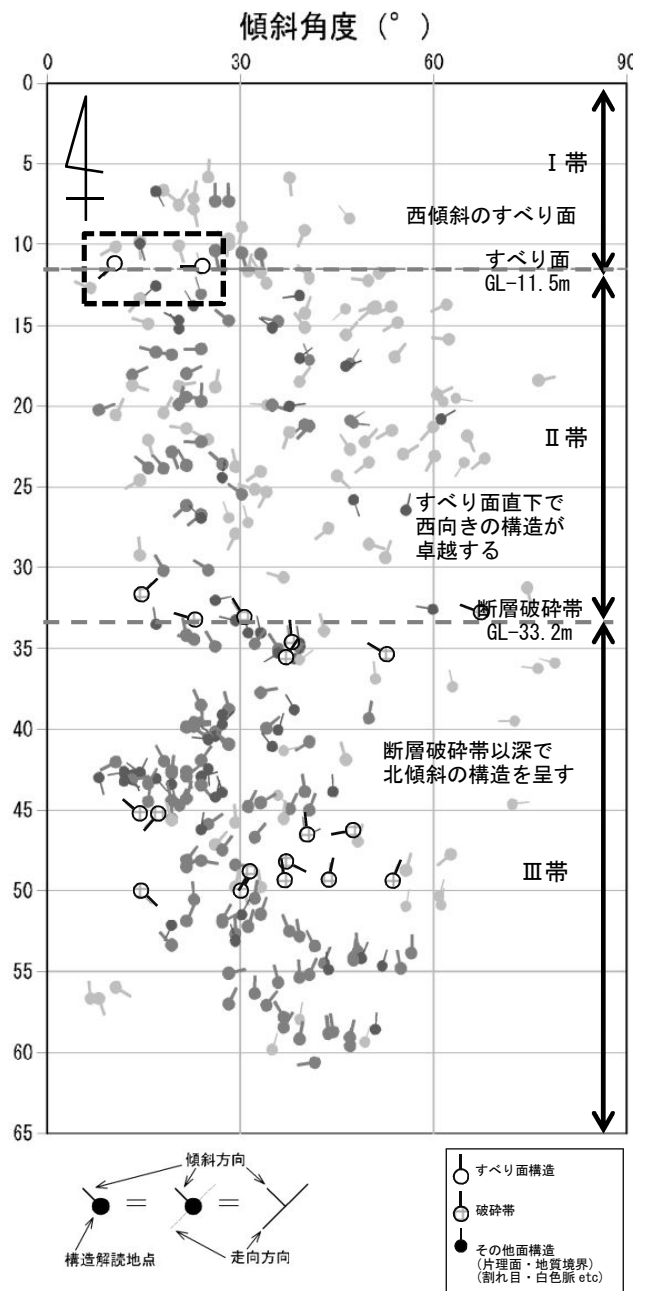


図-2 タドポール(オタマジヤクシ)解析図

- ①すべり面構造は主に西傾斜を示し、斜面に対して流れ盤となる。
- ②地すべり土塊中では片理面および地質境界は構造方向が乱れている(I帯)
- ③すべり面直下の片理面および地質境界面では西傾斜を主とし、斜面に対して流れ盤の構造を示す(II帯)。
- ④コアにて確認された基盤内の破碎帯以深では北向き傾斜となり(III帯)、構造方向の不連続性が認められる結果となった。

次にI帯～III帯に位置する片理面構造についてステレオネット解析図のシュミットネット下半球投影図を作成し、構造方向の頻度分布からすべり面と不動層との関係について検討した(図-3)。その結果、地すべり土塊であるI帯と不動層であるIII帯では構造方向に明瞭な差が表われ、すべり面を含むII帯では流れ盤傾斜となる南北走向-西傾斜に分布のピークが表われることが明らかとなった。

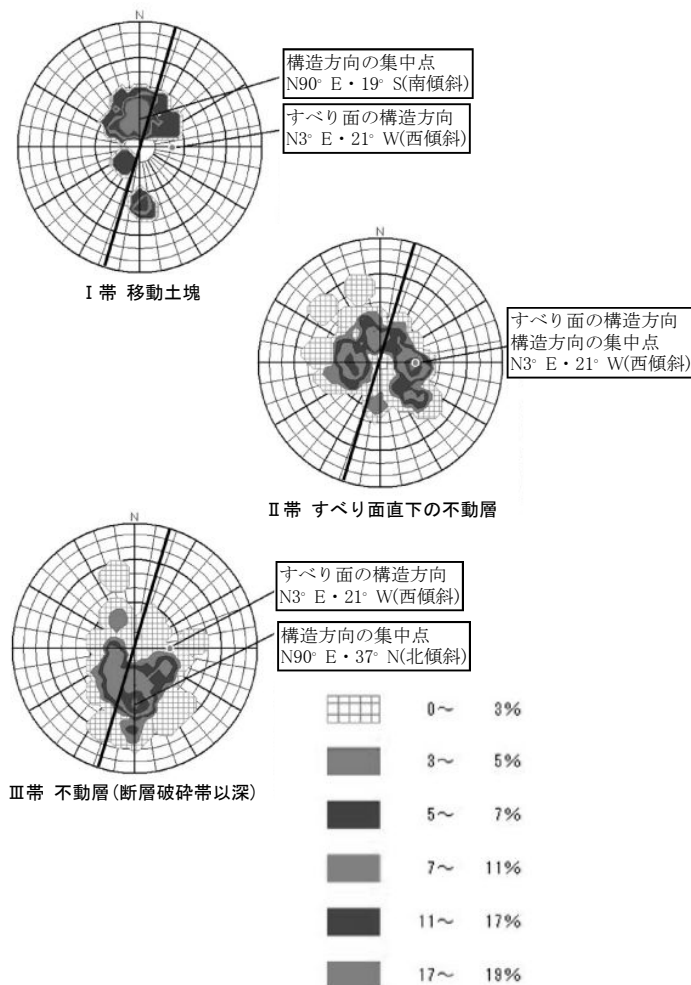


図-3 ステレオネット解析図(片理面)

4. 地すべりの形成機構

今回調査対象となったBブロックにおいて、すべり面の形状は基盤地質内の片理面と調和的であり断面上ではほぼ平行となる。また、不動層内部でも還元色を呈する断層破碎帯が認められ、すべり面よりも深部の不動岩盤内でも弱層が伏在することがわかった。これらのことから、当地区においては地すべりの発生には流れ盤を呈する片理面と伏在する破碎帯が地すべりの素因となっているものと考えられる。

図-4に今回対象とした事例の地すべりの発生機構をとりまとめた。

- ①不動層深部でも確認される破碎帯の存在から、地すべりの素因となる片理面や断層破碎帯等の弱層は、すべり面形成以前に既に存在していたものと考えられる。

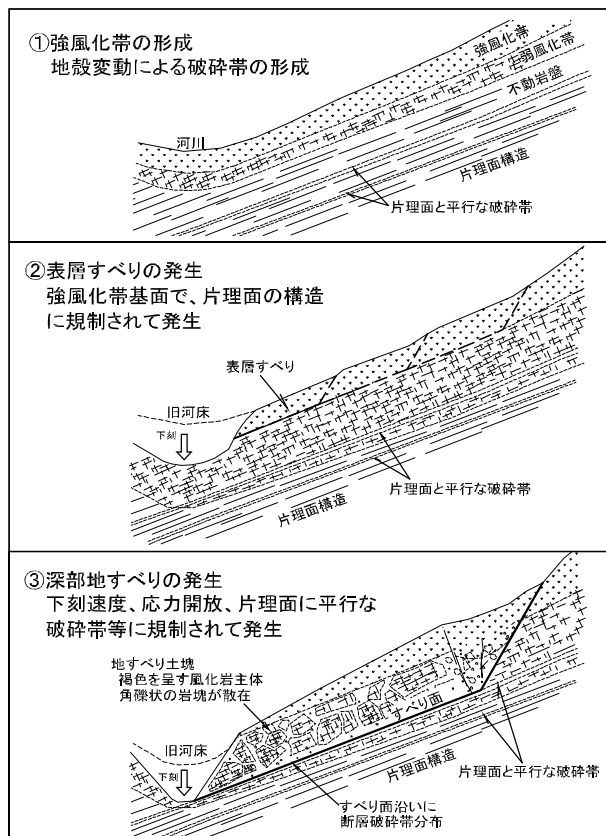


図-4 地すべり形成機構の模式断面図

- ②山地の隆起に伴う下刻作用により、下刻前に形成された強風化帯下限では片理面に規制された表層すべりが発生するものと考えられる。
- ③隆起に伴う河川の下刻が進行すると基盤内に伏在する破砕帯が地表近くに現れることとなり、破砕帯に沿った変形の集中と破壊の進行により、深部地すべりが形成されるものと考えられる。

5. まとめ

- ・地すべり土塊は褐色化が進行した風化岩を主体とし、粘土を主とする基質中に角礫状岩片が散在した崩積土様の組織を示す。一方で、不動層では亀裂の密着性の良い短棒状～棒状コアを主とする。
- ・風化に関して不動層は全体に還元色を呈し、褐色化が進行した地すべり土塊とのコントラストが明瞭である。
- ・地すべり土塊と不動層では面構造の鉛直分布に不連続性が認められる場合がある。
- ・すべり面は連続性の良い褐色粘土層や破砕帯が分布することが多い。
- ・すべり面形状は片理面および破砕帯等の弱層の分布に規制され、断面上では直線形もしくは緩い円弧状で近似できる。
- ・今回紹介した事例では、付加体地質の深部地すべりは、流れ盤構造の弱層と下刻等の地形変形とのかね合いにより形成されたものと考えられる。

6.おわりに

秩父帯において深部地すべりの調査では、移動土塊と基盤地質の構造、特に片理面および地質境界の構造と、それらに調和的な断層破砕帯等の弱層の有無を明らかにすることが重要と考えられる。そのためには、高品質ボーリングの実施から観察精度の向上を目指し、弱層となり得る面構造の持つ方向を合わせた解析を実施することが望ましい。構造方向の情報を有するボーリング結果の蓄積によって地すべり土塊、および不動層に伏在する弱層の三次元分布を把握することができ、より確度の高い地すべり機構解析が可能となるものとする。