

民間所有斜面の調査・評価・対策設計

Investigation, evaluation and countermeasure design of privately owned slopes

太田英将*, 川浪聖志, 美馬健二 (太田ジオリサーチ)

Hidemasa OHTA*, Seishi KAWANAMI, Kenji MIMA (Ohta Geo Rsearch)

キーワード：民間斜面, 土砂災害警戒区域, 崩壊確率, ソイルパイプ

Keywords: Privately owned slopes, Sediment disaster prone areas, Probability of failure, Soil pipe

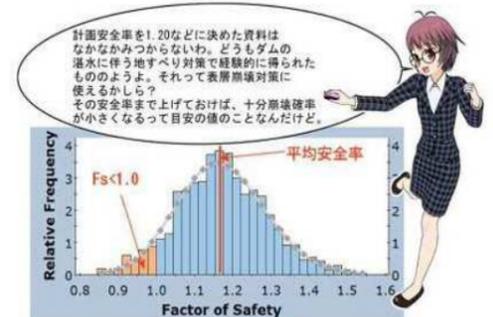
1. 研究の背景 (漫画をご覧ください)



- これが問題！
1. 安全と評価した斜面, あるいは対策工事をした斜面が崩れた場合, 損害賠償の対象となるため施工者側のリスクが高く, 工事が受注を敬遠する傾向にある。
 2. 斜面技術者は, 逆算法と計画安全率で危険・安全を二値的に判断することに慣れてきて, 民間が求める「記録的豪雨時」が評価できない。
 3. 専門家でない依頼者は, 安全率1.00を理解するが, 逆算法も計画安全率1.20も全く理解できない。逆に, 崩壊確率はいともたやすく理解できる。
 4. 民間斜面評価は, 低価格・短工期だが, 結果責任は限りなく重い。でも, 対応できるのは社会の中に斜面技術者しかいないのが現実。存在価値が問われる。

2. 安定度評価基準は安全率1.00 & 崩壊確率で評価する

滑動力と抵抗力が拮抗する安全率1.00。その上下で安定と危険が分かれるということは, 専門家でない人でも容易に理解することができます。また, 公共事業でよく用いられる計画安全率1.20というのは, 表層崩壊対策でも適用できるかどうかを検討された事例は無いようです。それを用いて危険度評価することは, 技術者にとって大変リスクが高いこととなりますので, あくまでも安全率の閾値は1.00とし, 土質強度等のばらつきを考慮した安定計算を行い, 安全率が1.00を下回る頻度を「崩壊確率」として評価するのが適切でしょう。1.00に根拠は不要です。専門家でない人でも, 降雨確率で確率評価に慣れていきますから, 十分理解してもらえます。



3. 過剰間隙水圧を安定計算に組み込む

最近, ドライブレコーダーやスマホの普及によって, 崩壊の瞬間の映像がYouTubeなどにアップされるようになってきました。昔の大災害の記録誌に書かれている「崩れる直前に水柱が立った」という現象も, 映像として見るできるようになりました。確かに, 水柱が立っています。この水柱が起きる水圧は, ボーリング孔で計測されているような「地下水位(静水圧)」であるはずがありません。別の水圧が作用しているものと考えられます。土層強度検査棒で実測した土質強度($c \cdot \phi$)を用いて, 地表面まで地下水位(静水圧)を高めても, 安全率が1.00を下回らないことが多いのは, 別の水圧(過剰間隙水圧)が作用しているからだと考えられます。崩壊地から取得した地形・土質強度条件から逆算すると, 過剰間隙水圧比0.3程度まで位置エネルギー起源の過剰間隙水圧が上昇して崩壊が起きているようです。このため, 設計上は過剰間隙水圧比0.3を用いて順解析すれば, 記録的豪雨時(土壌雨量指数履歴順位第一位相当)の斜面の安定度を評価することができます。この条件で安全率が1.0を下回らない斜面はほとんどありません。

※下の映像は, のちに, 斜面崩壊ではなく, 落石であったと判明したため, 訂正します。

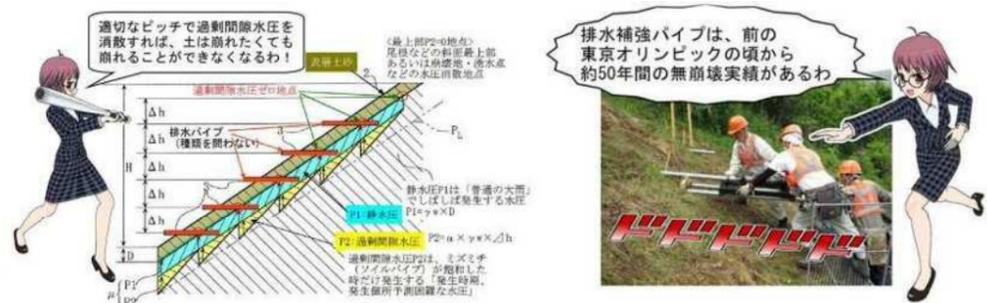


4. 崩壊予防対策は過剰間隙水圧のコントロールで行う

過剰間隙水圧が発生するのは, 水の噴き出し跡や小崩壊跡などの圧力消散箇所よりも下側です。地表踏査で技術者が見つけることができます。

土層強度検査棒を用いて, 土層深・土層強度を実測し, 実際に起きた崩壊を安定計算上で再現すると, 過剰間隙水圧が崩壊の原因となっていることがわかります。このため, 対策は, 崩壊に至らないように過剰間隙水圧を適切に消散させることで対策可能です。昭和40年頃から東海道新幹線の盛土区間で施工され, その後一般斜面を対象を広げていった排水補強パイプの施工箇所でも表層崩壊発生が皆無なのは, 過剰間隙水圧が崩壊するレベルまで高まることができなかったからと考えられます。

対策工の設計も崩壊確率を基準に行います。統計計算なので, 崩壊確率が計算上ゼロ%となっても, 完全にゼロとなることはありません。(この残存崩壊確率が技術者を損害賠償リスクから守ります)



5. 対策の優先順位はミズミチの密度の高い方から

民間事業の場合, 一度に対策を行うだけの予算がまかなえないことがあります。計画的に予算確保をし, 優先度(危険度)の高いところから対策を行うのが予防上効果的です。多田ほか(2007)などの研究で, ミズミチが多く集まっているところが優先的に崩壊することが明らかにされています。ミズミチの平面的分布は, 地中音探査や1m深地温探査などが有効です。民間斜面調査の場合, 低予算・短工期のことが多いので, 地中音探査が手軽に行える調査です。



排水パイプの配置が崩壊確率に基づき計算できるソフト(フリーソフト)のダウンロードサイト
<http://www.ohta-geo.co.jp/PF/>



参考文献

- 内田太郎ほか(1996): "パイプ流が斜面安定に与える影響", 水文・水質学会誌Vol. 9, No. 4, pp. 330-339
太田英将ほか(2017): "ソイルパイプの過剰間隙水圧を考慮した安定計算法", 第56回日本地すべり学会研究発表会
多田泰之ほか(2007): "地中水みちと崩壊発生箇所の関連性", 砂防学会誌, Vol. 60, No. 4, pp. 25-33
地盤リスク研究所 特許(2016): 斜面安定化工法, 斜面安定化構造, 土構造物の管理方法, 及び土構造物の管理システム