

大きく移動した再活動型地すべりの変位特性 Displacement properties of a reactivated landslide with a long traveling distance

○松浦純生・土井一生・大澤光・柴崎達也・土佐信一

○MATSUURA Sumio・DOI Issei・OSAWA Hikaru・SHIBASAKI Tatsuya・TOSA Shinichi

Displacement properties with a high time resolution of a reactivated landslide, with a traveling distance exceeding 8 m, were successfully acquired using a newly developed device and logging system. Consequently, it has become clear that the displacement properties consist of three function types: power, exponent, and double exponent. This can help in improving the accuracy of the prediction model for the time to slope failure.

1. はじめに

土や粘土などのクリープ特性などをもとに、地すべりの発生を予測するさまざまな手法¹⁾²⁾が、数多くの研究者によって提案されてきた。ただし、これらの予測式は崩壊実験のデータを用いて導入されているため、滑動履歴のない初生地すべりへの適用を想定している。さらに、これらの予測式は3次クリープで発生する材料の破壊と実際の斜面での崩壊の関係がやや曖昧であることや、崩壊時の速度が無限大になるなど、実際の現象をすべて説明できるとは言いがたい。

崩壊予測で重要なことは、最大速度の推定とその時刻、および総変位量である。このような観点での予測手法の開発が困難であった理由の一つとして、変位の開始から停止までのトータルな観測データが不足していたことが考えられる。我々は、センサーの改良やロギングシステムの工夫により、大きく動いた地すべりの観測に成功した。このデータを用い、一連の変位特性を検討するとともに、将来の予測手法について予察的に検討したので報告する。

2. 観測された変位の特徴

地すべりが移動を開始し、停止するまでの高時間分解能の変位量データは、2015年9月に北海道東部に位置する小規模な再活動型地すべりで得られた。地すべりは降雨と海食によって不安定になり、降雨後に移動を開始し、107.63分後に最大秒速11.0 mmを記録した後、203.16分後に停止した。総変位量は4,446.2 mmである。

累積変位量の経時変化はシグモイド曲線と呼ばれるS字カーブを描いた。これを片対数グラフに表すと、5つのステージに分類することができ、それぞれのステージは3種類の関数型から構成されることが分かった。すなわち、移動開始直後(a)と最大速度以降(e)がべき関数型、(a)に続く期間および(e)の前に接続する期間(b, d)が指数関数型、そして、最大加速度が出現する期間(c)が二重指数関数型となった。

3. シグモイド曲線による近似

シグモイド曲線の中で、最も基本的なロジスティック関数(以下 L 関数)とゴンペツル関数(以下 G 関数)を用いて変位特性の近似を行った(図)。L 関数は基本的に、 $f(t) = D/(1 + k \cdot e^{-mt})$ 、G 関数は、 $f(t) = D \cdot k e^{-mt}$ と表わされる。なお、 t : 時間、 D : 総変位量、 k, m は定数となる。

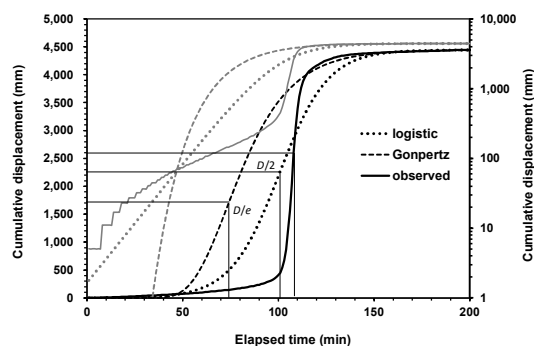


図 各関数による地すべり変位量の近似

基本的に L 関数は左右対象となるのに対し、二重指数関数型の G 関数は左右非対称現象を再現することが可能である。このため、G 関数の適合度が高いと事前に予想したものの、L 関数の方が最大速度の出現時間差が7分と、G 関数よりも良い結果となった。しかし、最大速度は87.4 mm/minとなり、実測データの507.9 mm/minと比較して極めて低い。また、L 関数の変曲点が $D/2$ 、G 関数は D/e に固定される性質があることも、最大速度出現時間とその時点での変位量を予測する上で支障となると考えられる。

いずれにしても、予測式には理論的根拠はもちろんのこと、地すべり現象を十分に説明しうる記述性や最大速度とその発現時間、ならびに移動距離をある程度の精度をもって推定可能な予測性が求められる。したがって、今後は、さらに汎用性のある関数型について検討したい。

参考文献

- 1) 斎藤迪孝ほか(1966)斜面崩壊時期の予知、地すべり、2(2)、7-12。
- 2) 福岡輝旗(1985)表面移動速度の逆数を用いた降雨による斜面崩壊発生時刻の予測法、地すべり、22(2)、8-13。