

GPSによる3次元変位計測結果に基づく不連続性岩盤斜面に対する安定評価法

山口大学工学部 学○藤井哲也
防衛施設庁 正 秋山晋八
飛島建設(株) 正 松田浩朗
山口大学工学部 正 清水則一

1. はじめに

GPSによる変位計測の精度向上と、計測結果の評価法の開発を行い、新しい斜面の安全監視システムを確立することを目指して研究している¹⁾³⁾。本報告では、まず上空に障害物がある場合に対する精度向上のための処理法について述べる。次に、計測結果に基づきすべり面を推定する方法において、計測精度向上が推定結果の改善に結びつくことを、数値シミュレーションによって示す。

2. 上空の障害物を考慮したデータ処理法の検討

図2のように計測点の上空視界が不良な場合は、上空の視界が良好な計測点に比べて計測値がばらつくことがわかっている。このような場合、連続性の少ない衛星の受信データを解析に使用しない方法(以下処理法とする)が有効な処理方法であることが示された²⁾。

処理法適用前後の上空視界が不良な計測点の衛星受信状態と変位計測結果を図3に示す。上から緯度、経度、高さ方向、縦軸に変位量(mm)、横軸に計測日時をとっている。図中の○印は計測値、実線はトレンドモデルによる平滑化結果である。図3より処理法を適用することで緯度、経度、高さ方向すべてにおいて標準偏差が小さくなっており、計測値のばらつきが抑えられていることが分かる。

3. 変位計測結果に基づく斜面の安定評価

筆者らは、GPSによる変位計測結果に基づき、多数の不連続面の中からすべりを生じている不連続面を推定する安定評価法を提案した³⁾。本報告では、提案する評価法において、計測精度向上が不連続面の推定にどのような効果を与えるのか、数値シミュレーションによって検討する。

3.1 安全評価法の説明

まず対象となる斜面の崩壊形式を平面すべりと仮定する。すべり方向は不連続面の傾斜方向に一致すると考えられる³⁾。以上の仮定に基づいて、あらかじめステレオネット上に示した不連続面の傾斜、傾斜方位とGPSによる3次元変位計測結果を用いて、すべりを生じている可能性のある不連続面を推定す

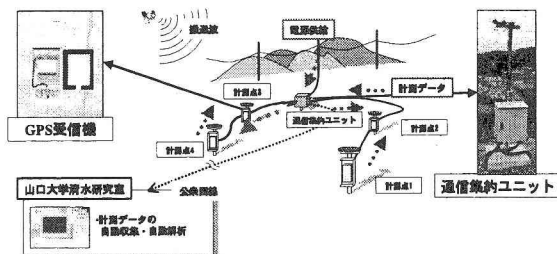
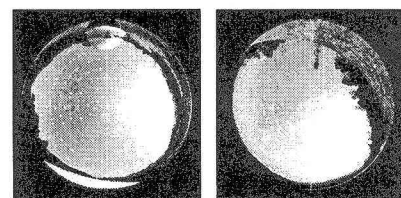
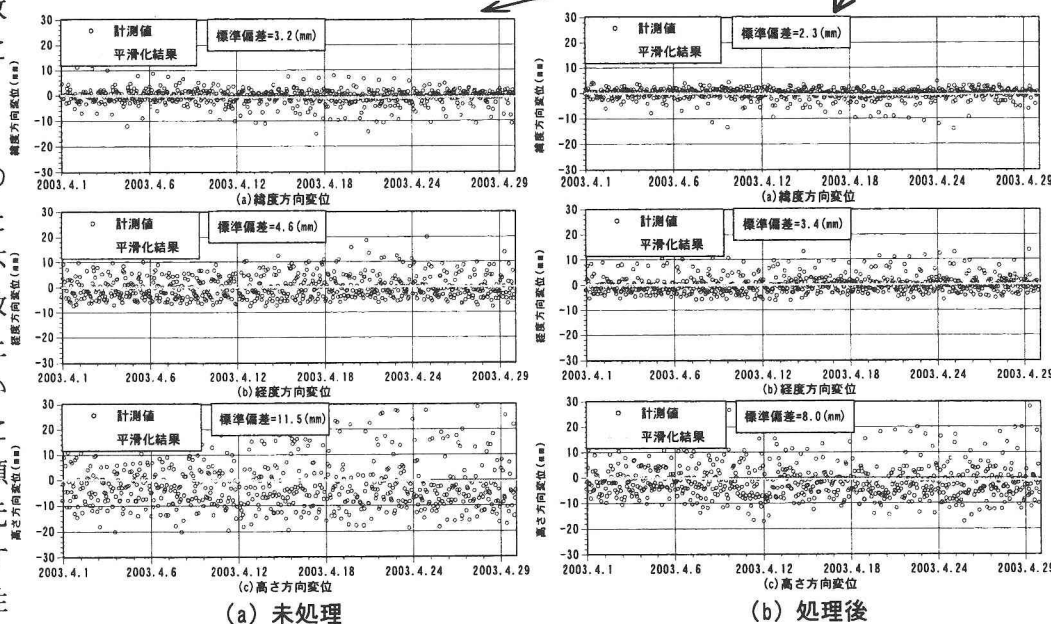
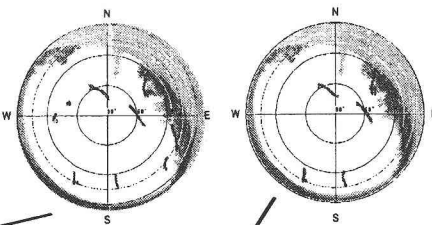


図1 変位モニタリングシステム図



(a) 上空視界良好 (b) 上空視界不良

図2 計測点の上空視界



(a) 未処理

(b) 処理後

図3 精度向上処理適用前後の衛星受信状態と計測結果比較図

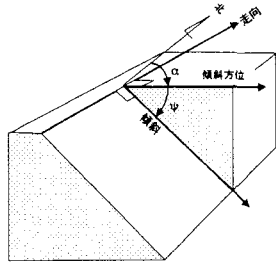


図5 傾斜方位と傾斜

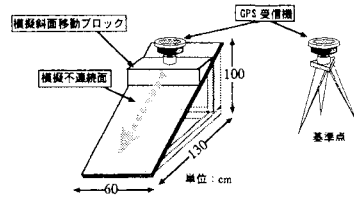


図6 平面すべり実験装置

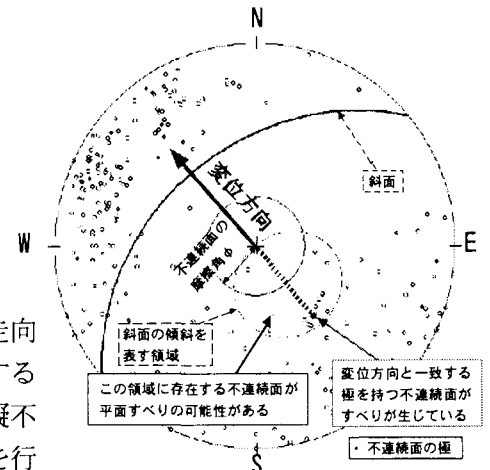


図4 ステレオネットによる平面すべりの評価³⁾

る(図4参照)。ステレオネットとは、3次元のパラメータをもつ斜面の走向傾斜データ(図5参照)をステレオ投影法により2次元データとして表現するものである。図6に示す傾斜 37° 、傾斜方位 310° の実験装置を用いて模擬不連続面の傾斜方向に7日間に渡って変位を与え、GPSによって変位計測を行い、その計測結果の平滑化結果の1日当たりの平均をとり傾斜、傾斜方位を算出し、ステレオネット上にプロットする。図7から計測日数が進むにつれて実測値に収束していることが分かる。また、計測誤差を考慮し計測値から算出した傾斜、傾斜方位の標準偏差の3倍の範囲にすべりを生じている不連続面の極が含まれる推定範囲とする。計測日数が進むにつれて推定範囲が小さくなり、最終的にはすべりを生じている不連続面の極を特定することができる。

3.2 シミュレーションによる検討

3.1の方法を用いて様々な精度でシミュレーションを行い、検討する。計測精度を簡易的に示す指標として、各方向成分の標準偏差の2乗和に対して平方根をとったものを精度係数として定義した。精度係数は値が小さいほど精度が良好であることを示す。

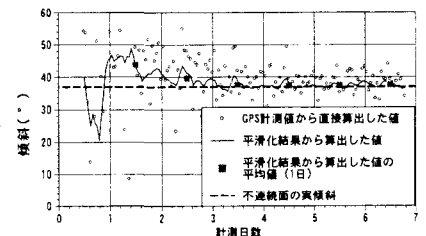
本報告では、正規乱数を計測誤差とした模擬計測データを用いて、計測精度向上が不連続面の評価に及ぼす影響を調べるためのシミュレーションを行う。5つのパターンの精度係数について実験と同じ傾斜 37° 、傾斜方位 310° の模擬不連続面を仮定し、変位を与えて安定評価を行う。シミュレーションは推定範囲の領域に着目して検討を行う。シミュレーションの結果を表1に示す。精度係数が小さくなると、早い段階から推定範囲が小さくなり、すべりを生じる可能性のある不連続面の極を早期に特定できていることが分かる。以上より、計測精度を向上させることで、すべりを生じている可能性のある不連続面を早い段階で特定できる可能性が示された。

4. むすび

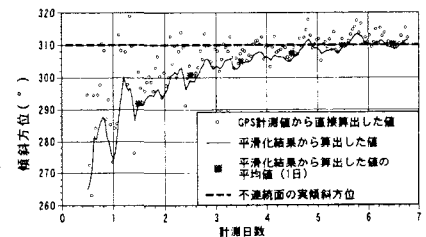
1)計測点上空に障害物がある場合においても、連続性の少ない衛星の受信データを解析に使用しない処理法を用いることで計測精度の向上を図ることができることを示した。2)数値シミュレーションにより変位計測精度を向上させることで、早い段階ですべりを生じる可能性のある不連続面の極を特定することができる可能性を示した。

参考文献

- 1) 松田浩朗, 安立寛, 西村好恵, 清水則一: GPSによる斜面変位計測結果の平滑化処理と変位挙動予測手法の実用性の検証, 土木学会論文集, No.715/Ⅲ-60, pp.333-343, 2002.
- 2) 秋山晋八, 清水則一, 岩崎智治, 武石朗, 増成友宏: GPSによる斜面変位計測システムと計測精度の向上について, 第33回岩盤力学に関するシンポジウム概要集, pp.349-354, 2004.1.
- 3) 松田浩朗, 野村貴司, 藤谷隆之, 清水則一: 不連続性岩盤斜面における3次元変位計測結果の一評価法, 土木学会論文集(6月号掲載予定)



(a) 傾斜



(b) 傾斜方位

図7 計測変位に基づくすべりが生じている不連続面の傾斜・傾斜方位の推定

表1 各シミュレーション結果比較表

正規乱数シミュレーション		
日数	4日目	7日目
精度係数		
3.8		
1.2		