

京都大学防災研究所 ○福岡 浩・古谷 元・末峯 章
 建設省四国山地工事事務所 小山内信智
 日立造船情報システム(株) 丹野貴之・高橋 毅

1. はじめに

GPS測量技術は地上受信機の改良などによって、近年精度が急激に向上している。特に移動する物体の位置を正確にリアルタイムに求める、いわゆるRTK (リアルタイム・キネマティック) GPSは測点間で受信データを即時に転送・解析することにより、1秒程度から最高20Hz程度的高速サンプリングで測位を行うことができ、道路や露天掘り鉱山の簡易測量などへの応用研究が進展中である。従来地すべり移動観測に利用されてきたGPS静止測量では1cm+1ppmの測量精度のために20秒~30秒のサンプリング間隔で1測点あたり2時間~4時間の観測が必要であった。しかし、RTK-GPSにより、数分間の短い時間で同程度の精度が確保できる可能性がある。そこで、地すべり移動観測に利用できるか、(1) 24時間の安定性試験、(2) 微小変位時の精度評価、および(3) 地すべり地における試験観測を行った。

2. 安定性試験

地すべり移動観測は通常定期的、かつ長期にわたり行う。そのため、RTK-GPSの測位結果が衛星配置により変わらないことが必要条件である。衛星配置は12時間周期で一巡するので、1秒サンプリングで24時間連続観測を実施し、時間による測位位置の片寄り・変化等がないかを確認した。使用した受信機はTrimble Navigation 4700二台で、データ転送は有線で行った。基線長は25mである。結果を図1、図2に示す。図1は測位点の平面分布である。約2cmのほぼ円形の範囲内に収まっており、時間と共に大きくずれることはないことがわかる。図2は1秒ごとの測位点の東西および南北のヒストグラム(1mm単位)である。平均値(ゼロ)の周囲に左右対称、正規分布形に分布していることがわかる。標準偏差は3mmである。

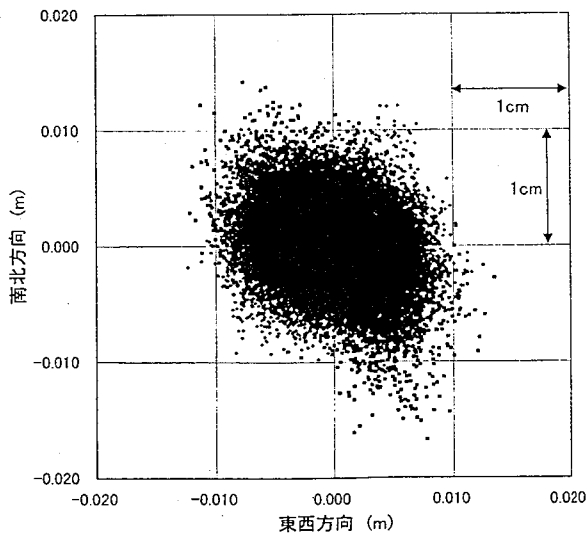


図1 12時間の連続RTK-GPS測位結果の平面分布。

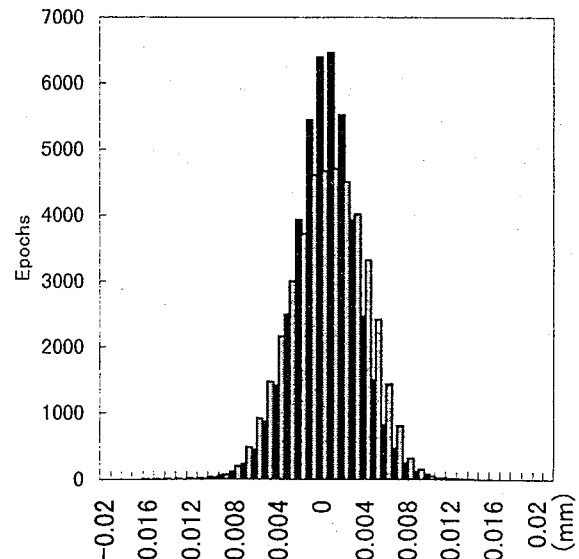


図2 12時間の連続RTK-GPS測位結果の東西、南北成分のヒストグラム。

3. 微小変位試験

RTK-GPSを地すべり移動観測に使用するためには1~2cmの変位でも正確に捉えられることが必要である。そこで可動アンテナ台を作成し、RTK-GPSが2cm程度の地すべり移動を5分間(300 epochs)で正確に捉えることができるか調べた。片方のアンテナは固定し、もう片方を東西、南北にそれぞれ、2cmおよび10cm動かし、移動量を測定した。上下方向にも1.3cm移動させた。使用した受信機はTrimble Navigation 4700二台で、データ転送は有線で行った。観測結果は、東西方向に2cm、10cm動かしたところ、誤差は4mm以内で、標準偏差は約3mmであった。南北方向では誤差は4mm以内、標準偏差は6mm以内であった。上下は誤差は6mm、標準偏差は従来の静止測量と同様、8mmと大きくなった。

4. 地すべり地での試験計測

斜面により衛星配置に制限を受ける地すべり地の測点において、RTK-GPS測量がどの程度の分散を持つかを調べた。従来GPS静止測量による移動観測が実施され、現在は連続観測も行われている高知県・怒田地すべり地を試験地とし、受信機はTrimbleNavigation4700(基地局)と4800(移動局)を使用し、平成10年10月と平成11年4月の2回、観測を行い結果を比較した。不動点が不明であること、山間地域では特定小電力によるGPSデータ転送が難しいことから、連続観測を行っている点を基準点として、対岸に電波中継点を設置して、他の測点の位置をRTK-GPSにより測位を行い、測位結果のばらつきを調べることにした。図3は現地での観測状況、図4はある測点で5分間に得られた300エポックの測位点の分散を示すヒストグラムである。公称精度の水平 $1\text{cm} \pm 2\text{ppm}$ 、上下 $2\text{cm} + 2\text{ppm}$ より狭い範囲内に分布し、標準偏差は東西方向 2mm 、南北方向は 3mm であった。これらの結果から、RTK-GPSは従来の静止測量と大差ない精度を持ち、地すべり移動観測にも充分応用可能であること、また40~80倍のコストパフォーマンス向上をもたらす可能性を持つことがわかった。測点E(もうひとつの静止連続観測点そばに設置した測点)の観測結果のうち、平面分布を(図5)に示す。10月と4月のそれぞれの測位点分布は最大 2cm 程度以内に収まっている。10月と4月の平均の点間距離を変位とすると約 5cm の南西方向への移動、つまり圧縮を示した。連続静止測量結果では当該2点間の6ヶ月間の変位は約 2cm の圧縮と推定されており、移動量の絶対量については 3cm 程度異なるが、センス(圧縮/伸張)は合致し、地すべり移動観測への利用可能性を示すことができた。連続静止観測との差が標準偏差(3mm)よりも大きかった原因の一部には今回RTK-GPS測量に用いたポールを簡易気泡管水平器を用いて設置したため、設置誤差が大きかったこと等が考えられる。短時間に高精度のアンテナ設置が可能な三脚の開発が必要であると思われる。



図3 怒田地すべり地におけるRTK-GPS試験観測状況。

謝辞：怒田地すべり地での観測にあたり、(株)復建調査設計の児玉信之氏の協力を得た。記して感謝致します。

参考文献：大村誠・伊藤俊秀・西山孝：露天掘り鉱山の地形測量におけるRTK-GPS測量の適用，資源と素材，Vol.114，No.10，pp.699-703，1998。

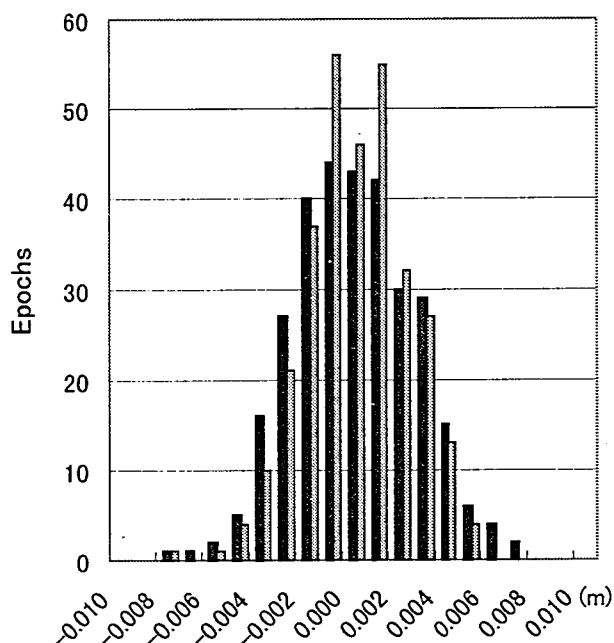


図4 怒田地すべり・D測点の5分間の測位データのばらつき。淡：東西、濃：南北、平均値を0とした。

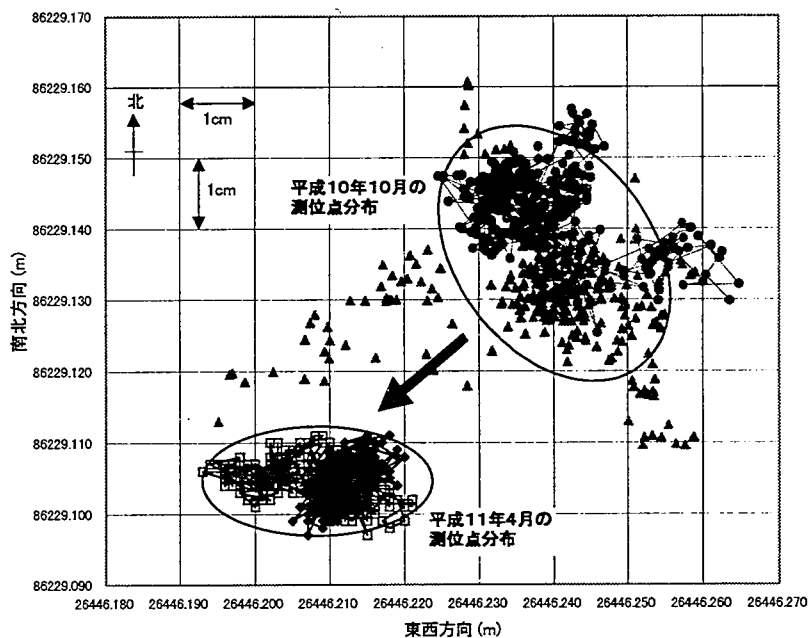


図5 GPS連続静止観測点そばのRTK-GPS測位点で平成10年10月と平成11年4月に5分間×2回の観測で得られた測位点の平面分布の比較。南西方向への変位が確認された。