

長大斜面における GPS による変位計測

山口大学大学院 学 松田 浩朗 学 西村 好恵
山口大学工学部 正 清水 則一 正 坂尾 和男

1. はじめに

筆者らは長大道路のり面，露天掘り鉱山の大規模残壁，地すべり地などの安全監視を目的としてGPSを利用した変位モニタリングシステムを開発している¹⁻³⁾。GPSによる計測では，計測精度は観測点間の基線長や高低差に影響を受けると言われているものの，長期観測を通して定量的にその影響は十分把握されていないようである。本研究は特に，観測点間の高低差の大きさが計測結果に及ぼす影響を調査することを目的として，観測点の高低差が約1000mの武甲鉱山（埼玉県）でGPS変位計測を試験的に適用した結果を述べる。

2. 観測地の概要

武甲鉱山(標高約1300m)は埼玉県西部の秩父盆地南東端に位置しており，ここでは石灰石が採掘されている。現在，山頂から標高約1000mまで採掘が実施されており，高さ約300m，平均傾斜45°（最大傾斜61°）の残壁が形成されている。この残壁では安全監視のためにAPS変位モニタリングシステム（光波測距儀を用いた変位モニタリングシステム）を適用している⁴⁾。

3. 計測方法

GPS受信機はスタティック方式の省電力小型のもの（古野電気製MG-2110）を使用した。また，受信機の電源としてカーバッテリー（12V）を使用した。

図-1に計測点の配置図を示す。今回設置した基準点および計測点は，1)APS基準点，2)武甲鉱山の麓にある鉱山事務所，3)鉱山事務所から掘削レベルまでの山道途中の1点，4)現在の掘削レベルの1点，5)武甲鉱山山頂のAPS計測点，の合計5点である。それぞれの山頂の計測点までの斜距離と高低差を表-1に示す。

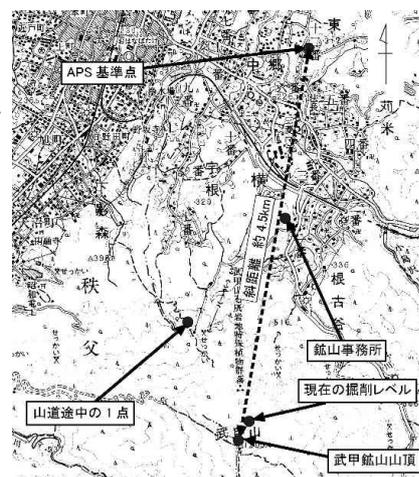


図-1 基準点・計測点

表-1 観測点間の斜距離・高低差

観測点間の斜距離 (m)	観測点間の高低差 (m)
4547	1033
2672	1008
1646	762
482	263

4. 計測結果

図-2に事務所 APS基準点間の計測結果を示す。図中の印は計測値，実線はトレンドモデル²⁾による平滑化結果を示している。また，横軸は計測時刻，縦軸はそれぞれ緯度，経度，高さ方向の計測値である。図中の計測値の無い99/11/15前後に，受信機内部のメモリから計測データの取り込みを行ったため計測を中断した。観測点間の基線長は約2km，高低差は25mである。計測値の標準偏差は緯度，経度，高さ成分それぞれ4.4mm，2.4mm，6.1mmとなっており，通常のGPS観測の標準偏差（水平方向5mm+1ppm，鉛直方向10mm+2ppm）⁵⁾を凌いでいる。

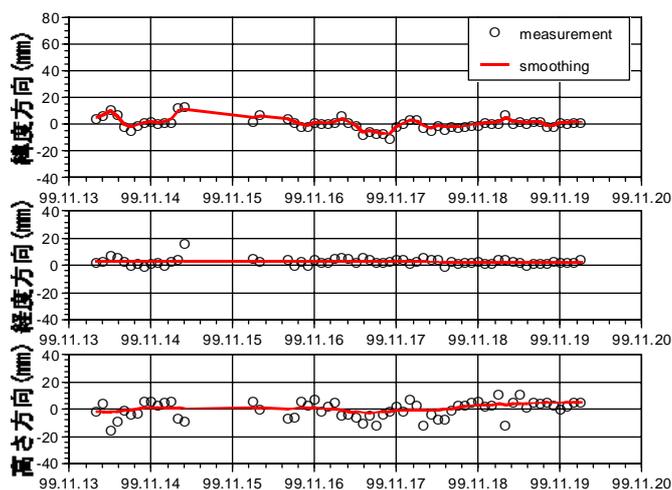


図-2 計測結果（事務所 - APS基準点）

図-3に事務所 武甲鉱山山頂間の計測結果を示す。

観測点間の基線長は約2.6kmで，事務所 APS基準点間の基線長とほぼ同じであるが，観測点間の高低差は表-1に示しているように約1000mである。計測値の緯度，経度成分の標準偏差は，それぞれ4.5mm，2.6mmであり，

Key Words : GPS, displacement monitoring, slope stability

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台2-16-1山口大学大学院理工学研究科環境共生工学専攻 松田浩朗
TEL 0836(35)9936 e-mail:matsuda@rock.civil.yamaguchi-u.ac.jp

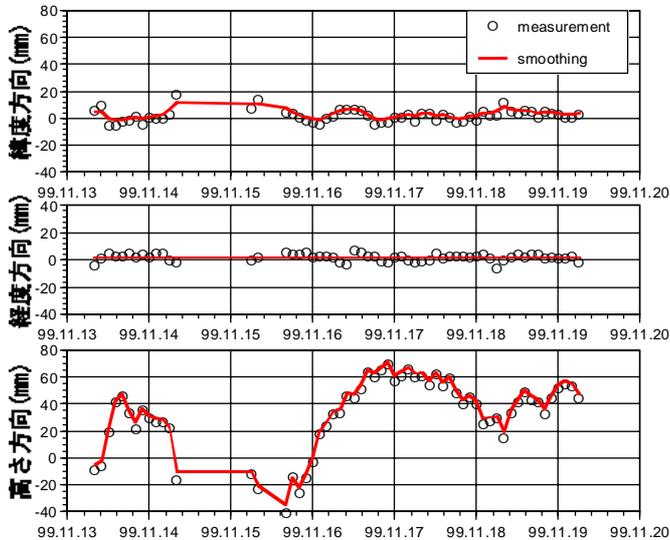


図-3 計測結果（事務所 - 武甲鉦山山頂）

事務所 APS基準点の結果とほぼ同じであるが、高さ成分の標準偏差は26.5mm とかなり大きな値を示している。

図-4に掘削レベル 武甲鉦山山頂間の計測結果を示す。観測点間の基線長は482m、高低差は263mである。計測値の標準偏差は緯度、経度、高さ成分それぞれ1.5mm、1.1mm、7.5mmとなっており、通常のGPS観測の標準偏差を凌いでいる。

以上の結果から、観測点間の高低差が大きい場合、水平方向の変位計測に対してはそれほど変動はみられないが、高さ方向の変位計測は大きな変動がみられる。

計測結果の標準偏差と観測点間の基線長および高低差の関係をそれぞれ図-5および図-6に示す。図-5では、各成分とも観測点間の基線長が長くなるにつれ標準偏差が大きくなっている。図-6では、緯度・経度成分は観測点間の高低差の影響はあまりみられないが、高さ成分の標準偏差は高低差が大きくなるにつれ大きくなっている。特に400mを超えるとその傾向はより強くなる。

5. おわりに

観測点間の高低差が大きい場合、GPSによる変位計測では緯度・経度成分には影響が見られないものの、高さ成分の計測結果は大きく変動した。この原因は、気象条件（気温、気圧、湿度）によるものと思われるが、今後長期間観測を行い、この原因を究明し、その対処法を考えることが課題である。

謝辞

武甲鉦山での計測は、秩父地区残壁研究会（太平洋セメント（株）、武甲鉦業（株）、菱光石灰工業（株））との共同研究として行われた。また受信機は古野電気（株）にご提供いただいた。関係者各位に感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 近藤仁志・M. E. Cannon・清水則一・中川浩二：GPSによる地盤変位モニタリングシステムの開発，土木学会論文集，No.546/ -32，pp.157-168，1996。
- 2) 清水則一・安立寛・小山修治：GPS変位モニタリングシステムによる斜面変位計測結果の平滑化に関する研究，資源と素材，Vol.114，pp.397-402，1998。
- 3) 清水則一・安立寛・荒井正・会津隆士：地すべり監視におけるGPS変位モニタリングシステムの適用，地盤工学会誌，Vol.48，No.2，pp.25-27，2000。
- 4) 頓所幹宏・川畑一洋・伊藤岳志・千葉敏博：光波測距儀による残壁のモニタリングについて，資源・素材学会秋季大会講演発表論文集，pp.133-136，1998。
- 5) トリプルジャパン：http://www.trimble-j.com

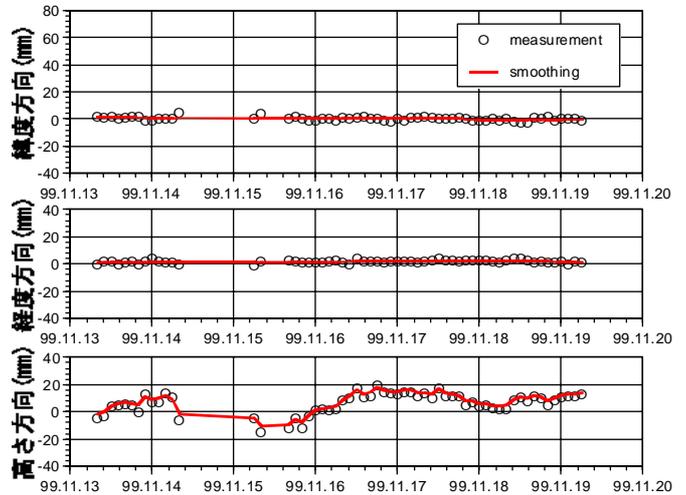


図-4 計測結果（掘削レベル - 武甲鉦山山頂）

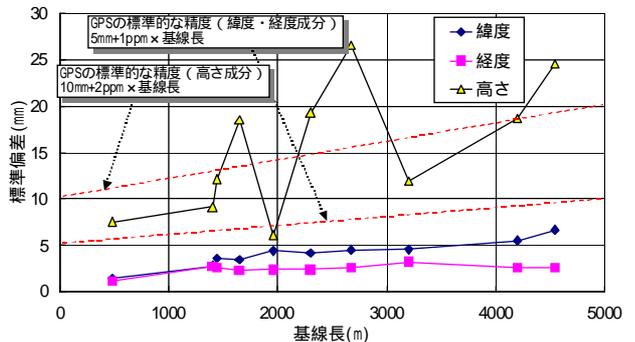


図-5 観測点間の基線長に対する標準偏差

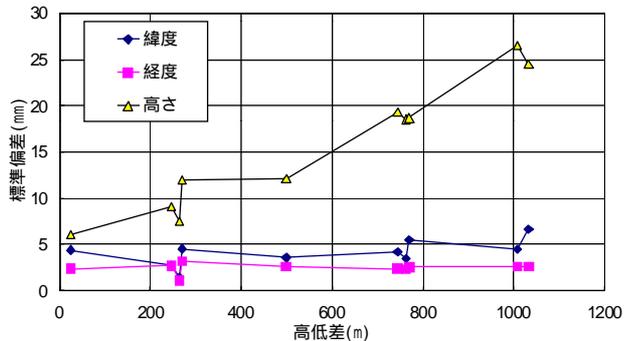


図-6 観測点間の高低差に対する標準偏差