

GPSによる石灰石鉱山斜面挙動の長期モニタリング

山口大学大学院（現東亜測器） 正 ○西村 好恵

山口大学大学院 学 松田 浩朗

山口大学工学部 正 清水 則一

秋芳鉱業 正 吉富 功 正 今 行忠

1. はじめに

斜面の安全監視を目的として、変位計測を行うことは有効である。しかしながら、露天採掘鉱山のような長大斜面においては、計測精度やリアルタイム性、計測環境など多くの課題があり、従来の計測機器では有効に計測を行うことは困難である。このため、筆者らの研究グループでは、計測機器としてGPSに注目し、GPSリアルタイム変位モニタリングシステムを開発した^{1),2)}。

このシステムは、1997年11月に試験的に石灰石露天採掘鉱山である秋芳鉱山（山口県）に適用し、2年間の試験運用の後、1999年12月より本格運用され、現在まで斜面の変位モニタリングを行っている。

本報告では、このシステムを長期にわたり適用した計測結果を示す。ここでは、本運用後である1999年12月からの結果となっている。

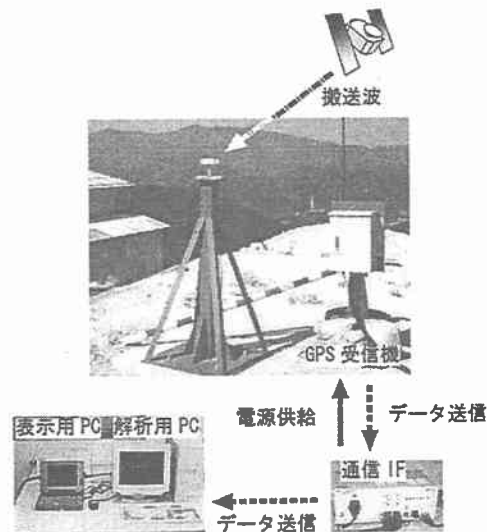


図1 GPSリアルタイム変位モニタリングシステム

2. GPSリアルタイム変位モニタリングシステム

GPSリアルタイム変位モニタリングシステムは、GPSの搬送波を利用しての高精度測量を目的とし、基準点と計測点の3次元相対座標を連続的に捉えることにより、地盤の変位を求めるものである。このシステムは、長距離基線長に対して高精度の3次元測量ができる、計測点間の視通を必要としない、自動観測が可能である、天候に影響されにくいなど、従来の計測機器を凌ぐ優れた特徴を有している。

このシステムでは、基準点、および、計測点に設置したGPSセンサー、および、受信機と、管理局に設置しているパーソナルコンピュータとを中継器を介して接続している。このため、リアルタイムに計測結果を表示することが可能である（図1）。

このシステムの計測データに、清水らの提案するデータ処理方法²⁾を適用することで、得られる計測結果の精度は水平方向で3mm、高さ方向で6mm程度となる。ここで、この結果にトレンドモデル³⁾による平滑化⁴⁾を適用し、より高精度に真の挙動を推定している。

3. 現場概況

秋芳鉱山ではベンチカットによる露天採掘で石灰石を採掘しており、1段掘削高さは15m程度である。図2に残壁の一部を示す。ここでは、1997年からシステムの安定性調査などを目的に、試験



図2 残壁の一部



図3 計測点の設置位置(1999.12～)

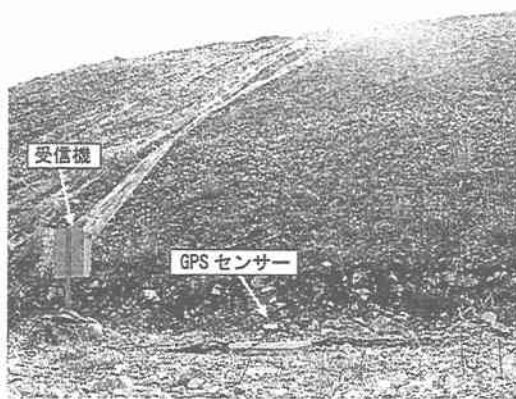


図4 計測点の状況(No. 26)



図5 計測点の状況(No. 31)

的にモニタリングを開始し、1999年12月より、本格的に運用している。また、図3に基準点、および、計測点の設置位置を示す。1999年11月までは、試験運用として、基準点付近の斜面頂部に計測点を設置していたが、システムの安定性などが確認され、1999年の12月からは掘削工事斜面上部位置に移動している。また、図4、および、図5に計測点No.26、および、No.31の設置状況を示す。

4. 計測結果

図6に、1999年12月からの本格運用後の計測結果を示す。ここでの計測結果は、計測点No.31のものである。上からそれぞれ、緯度、経度、および、高さ方向の変位計測結果であり、○印は計測値、実線はトレンドモデルによる平滑化結果を示している。

計測結果を見ると、若干の変動も見られるものの、長期的に見れば概ね安定しており、現段階で移動変位はないものと判断される。平滑化結果においては、多少波打ったような形になっている部分も存在するが、ばらつきのある結果から概ね真の挙動を推定していると考えられる。また、システムは長期的に安定して計測を行っている。

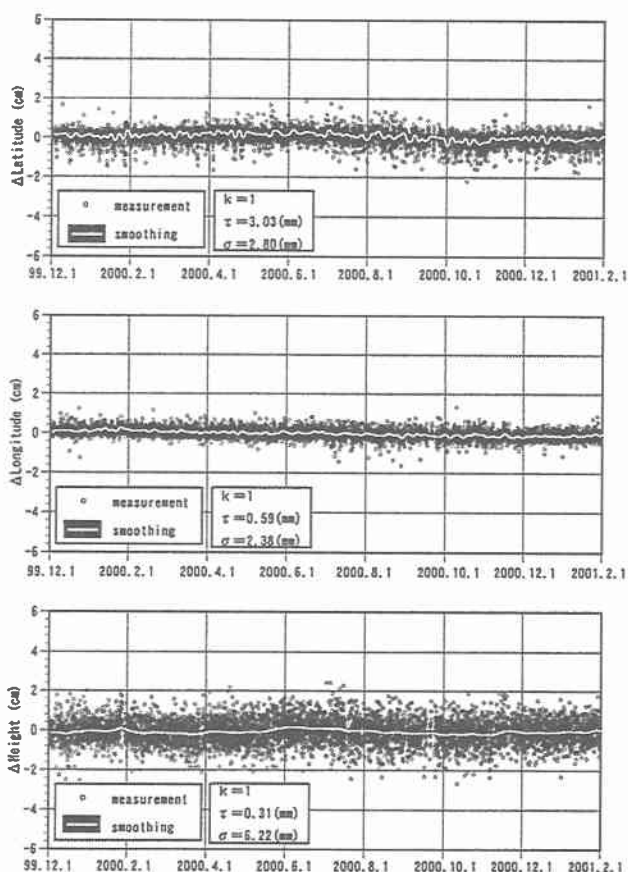


図6 計測結果および平滑化結果

5. おわりに

本報告では、長期わたりGPSリアルタイム変位モニタリングシステムを適用した結果を示した。システムは長期的に安定して計測を行っており、また計測結果、および、平滑化結果から移動変位がないことを確認した。今後もこのシステムにより、斜面挙動をモニタリングする予定である。

参考文献

- 1) 近藤仁志, M. E. Cannon, 清水則一, 中川浩二: GPS変位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/VI-32, pp.157-168, 1996.
- 2) 清水則一, 小山修治, 小野浩, 宮下耕一, 近藤仁志, 水田義明: GPS変位モニタリングシステムの連続観測における安全性の検証と計測結果の処理方法の提案, 資源・素材学会誌, 113(7), pp.549-554, 1997.
- 3) 北川源四郎: 時系列解析プログラミング, 岩波書店, pp.245-263, 1996.
- 4) 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・素材学会誌, 114(6), pp.397-402, 1998.