

斜面モニタリングのための電波の位相差を利用した変位計測法に関する研究

京都大学大学院	学生員	○吉岡	晃希
京都大学大学院	正会員	大西	有三
京都大学大学院	正会員	西山	哲
京都大学大学院	正会員	矢野	隆夫
京都大学大学院	正会員	小山	倫史

1. はじめに

現在の斜面モニタリング技術，例えば地盤傾斜計や伸縮計¹⁾では，崩壊の危険性の高い斜面に対応したモニタリングは困難である．崩壊危険性の高い箇所から斜面防災対策を効率的に実施する一方で，対策の困難な箇所やその他の多くの斜面についてはモニタリングによる対応を行おうとしている．モニタリング技術に求められる事項は，リアルタイム性，多点同時，メンテナンスフリー，リモート，3次元計測，高精度である．これらの要求に応える計測法として，電波の位相差を用いた新しい計測手法がある．本研究では，実際の斜面計測により，本研究で提案する電波の位相差を用いた新しい計測手法の精度検証をもとに，その適用性について検討した．

2. 電波の位相差を利用した変位計測の基礎理論

計測地点に発信機を設置し，発信機からの電波を複数の受信機で受信する．そこで，受信機間に生じる電波の位相差から発信機の3次元位置を算出する．そして，発信機の3次元位置から変位を算出する．図1に本計測の概要を示す．

発信機の位置を求める方程式より，受信機の数と配置で決まるDOP(誤差感度指標)という数値で本計測手法の精度が決定される可能性があるため，その検証も行った．DOPとは，図2に示すような受信機の配置によって決定される精度の指標のことである．

電波を利用した新しい計測手法の提案

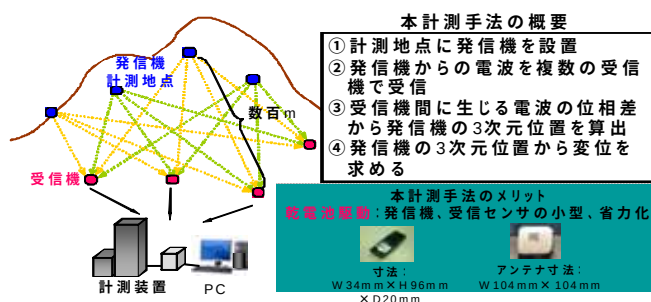


図1 計測の概念

図2 DOP の概念

3. 計測

本研究では，発信機－受信機間距離が約 500m の斜面において，計測した．これまで，屋外の簡易実験より，計測精度は受信機の数が多いほど，また，同じ受信機数であれば，発信機を取り囲む配置をとることで計測精度が良くなることが判明している．しかし，本研究で対象とした斜面では，受信機の設置場所が限られており，精度がよいとされる配置を必ずしも取ることができないという問題がある．

キーワード 斜面，モニタリング，電波，位相差，変位計測

連絡先 〒615-8540 京都府京都市西京区京都大学 京都大学大学院工学研究科ジオフロント環境工学講座 TEL075-383-3306

そこで、DOP の概念を用いて、受信機の配置の最適化を図れるものと考え、DOP と計測精度の関係を調べた。

精度検証実験では、発信機に強制的に変位(0mm, 1mm, 4mm, 15mm, 65mm)を与え、それぞれの変位において3日間放置し、受信機6台で変位計測するという方法をとった。

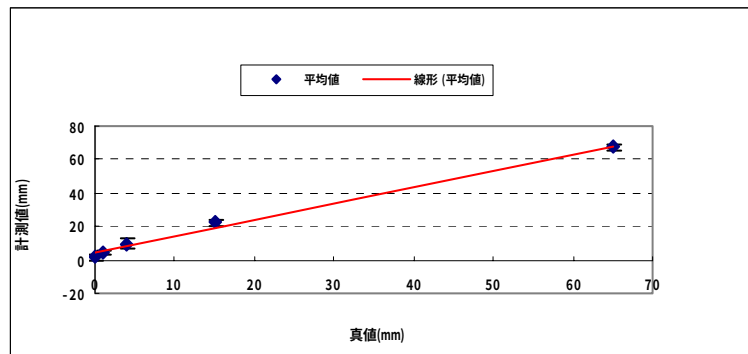


図3 計測結果

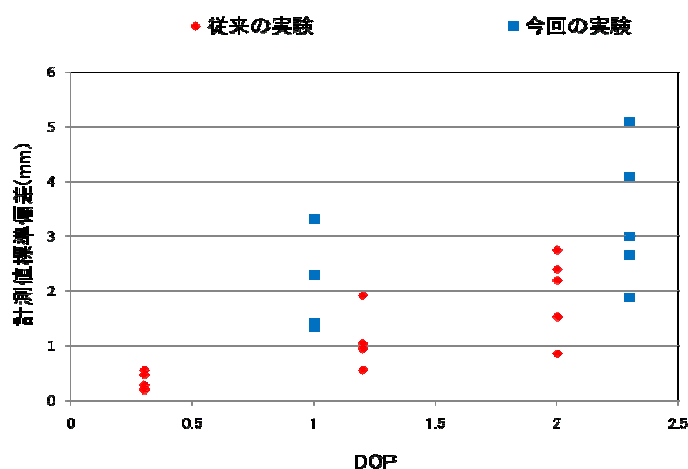


図4 標準偏差とDOP

逆に、DOP によって受信機の配置の最適化を図ることができ、計測精度を向上させることが可能となる。本計測は、発信機が発信する電波を周囲に配置した複数の受信機で受信して、その位相差から発信機の3次元座標を求めるものであり、計測原理は、GPS と同じである。ただし、GPS とは異なり、発信機と受信機を地上に設置することで高精度の計測が可能になると考えられ、実際の現場でも、それを明らかにすることができた。

4. まとめ

以下にこの研究より得られた知見をまとめる。

- ・ 電波の位相差を利用した変位計測法の計測精度がDOP と称される指標に依存することを明らかとした。
- ・ DOP を精度向上のための指標とすることで、斜面を数 mm 以下の精度で計測することが可能であることを示した。

参考文献

- 1) 樋口佳意, 藤澤和範, 藤平 大, 小原嬢子: 地すべり地末端の崩落斜面における地盤変位の遠隔計測支援技術の開発, 土木技術資料49-3, 2007.
- 2) 橘 翔子: 電波を用いた新しい3次元リアルタイム斜面モニタリングシステム法に関する研究, 京都大学工学研究科修士論文, 2007.

図3における横軸は強制的に与えた変位の値、縦軸は計測値である。本斜面におけるDOPの値1.0である。発信機は斜面の計測したいところに設置するものであり、500m離れた受信機によって、発信機の変位を2mmの精度で検出できることを示す。

図4の従来の実験結果は発信機-受信機間距離は250m、今回の実験結果は500mである。

図4は計測距離を発信機-受信機間距離を変えることで、様々な距離で強制変位を与えたときの結果を示したものであり、発信機-受信機間距離は250m~500mでのDOPの値を示すものである。横軸はDOPの値、縦軸は計測値の標準偏差である。図では赤が発信機-受信機間距離250m、青が500mである。図より、DOPが大きくなるにつれ計測値標準偏差も大きくなっていることが分かる。つまり、受信機と発信機の距離に関係なく、幾何学的な配置によって決定される。DOPによって計測精度は決定され、