

第 部門 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

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．

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．

3. 計測

本研究で対象とした斜面は，ダム湛水池斜面であり，ダム湖の水位上昇・下降に起因する地すべりが懸念されている．また，発信機 - 受信機間距離が約500mであり，計測しなければならない範囲が広範囲かつ，計測機器の設置場所が限られている．このような条件下で高精度の計測が要求されており，本研究では，電波の位相差を利用した新しい計測・モニタリング手法を用い，図1に示すような実斜面において変位計測を行った．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ダム湛水池斜面では，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．

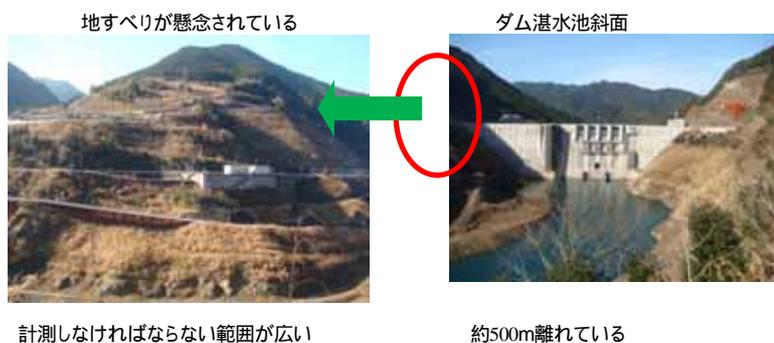


図1 計測現場

そこで、将来、上記の DOP 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を与え、それぞれの変位(0mm, 1mm, 4mm, 15mm, 65mm)において3日間放置し、受信機6台で計測するという方法をとった。

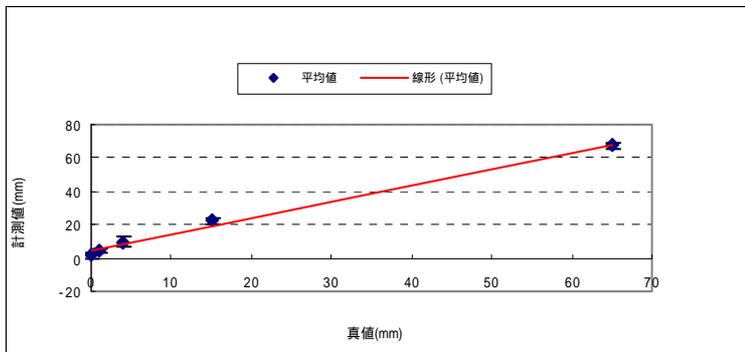


図2 計測結果

図2にX軸方向の2次元計測結果を示す。2次元計測と3次元計測の違いは、発信機位置を求める計算過程においてZ方向、つまり高さ方向を固定値と考えるところである。図2は、横軸に真値、縦軸に計測値平均値をとった図である。計測結果より、約2mmの精度で計測できることが判明した。つまり、計測現場が広範囲かつ、計測機器の設置場所が限られていながらも高精度な計測が可能であることが検証された。

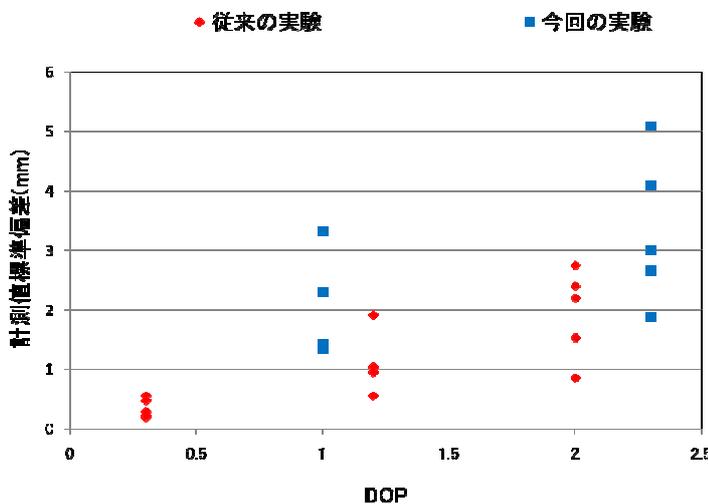


図3 標準偏差とDOP

図3は従来の実験結果²⁾と今回の実験結果を用い、横軸にDOP、縦軸に計測値標準偏差をとった図である。図3の従来の実験結果は赤の点群であり、左端の点群から順に、X, Y, Z方向の計測結果である。今回の実験結果は青の点群であり、左端の点群から順に、X, Y方向の計測結果である。図3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、DOPと計測精度には相関性があると言え、DOPにより受信機の配置を決定することで精度を向上させることが可能と言える。

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と称される指標によって決定されることを明らかとした。
- ・ DOPを指標にして、ダム湛水池斜面を数mm以下の精度で計測することが可能であることが判明した。
- ・ 今回の現場計測の結果は、昼間に起こる温度変化の影響が少ない夜間での計測精度が良かった。今後、温度の影響の検証、また、温度変化やマルチパスの影響を除去する最適なフィルタの開発などが必要である。

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) 橋 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.