

GPS 変位計測における上空障害物の影響調査と精度改善手法の検討(その3)

山口大学大学院	学生会員	平川隼敏	田村尚之
山口大学大学院	正会員	清水則一	船津貴弘
古野電気(株)	正会員	増成友宏	武智清明

1. はじめに

GPSによる変位計測をより一層活用するためには計測精度の向上が望まれる。計測精度を劣化させる誤差要因として、衛星からの電波を遮る受信機上空の障害物、対流圏の気象条件、電離層の変化などが指摘されている¹⁾。これまでに上空障害物に着目し計測点上空の障害物に精度改善手法を適用する事で大幅に精度の改善が可能となった²⁾。今回の研究ではマスク処理による精度改善手法を適用して強制変位実験を行い、精度向上についてその妥当性を検討する。

2. マスク処理による精度改善手法の適用

本研究で対象とする現場にはGPS受信機の上空に障害となる木々が存在している。そのために計測値がばらつき計測精度が悪い。図-1に調査対象とする受信機の上空写真を示すが、北の方向に斜面や林が有り上空障害物となっている。そのために衛星からの電波が遅延を起こし誤差を含む計測結果になると考えられる。そこで、実際に木々などが電波の遅延をもたらすかを調査するために残差を調べた。図-2は残差を模式的に示したものである。残差とは、GPS衛星とGPS受信機との観測距離₁と理論距離₂との差であり、衛星からの電波に遅延がない場合には観測距離は理論距離に近づくので、残差も0に近づく。この計測点の計測結果において上空写真と衛星軌道を重ね合わせ、衛星が上空障害物に隠れている場合と隠れていない場合の残差を調べた。図-3(a)は上空視界と衛星軌道を重ね合わせた物、(b)は上空障害物に隠れている衛星(1)の残差、(c)は上空障害物に隠れていない衛星(2)の残差である。残差の目安として±0.025m以内であれば比較的伝搬遅延の少ないものとし図-3(b)、(c)の±0.025mの部分を示す。図-3(b)より衛星(1)の残差は大きく、衛星(1)からの電波には伝搬遅延が生じていることがわかる。一方、図-3(c)より衛星(2)の残差は許容範囲内に収まっており、衛星(2)からの電波には遅延が生じていないことがわかる。上記の調査により上空障害物と重なる位置の衛星からの電波には遅延が生じており、この遅延を含む電波を基線解析に用いることで、計測値にばらつきが生じたものと考えられる。したがって、伝搬遅延を含む電波を解析に使用しなければ計測精度を改善できる可能性がある。そのための手法として解析に使用する衛星を位置により選択するマスク処理を行う。具体的にはGPS受信機の上空写真をもとにして障害物の範囲をマスク領域として設定し、マスク領域内にある衛星を解析に使用しない。図-1の調査対象計測点で設定したマスク領域を図-4に斜線で示す。マスク処理適用前後の計測結果の比較を図-5に示す。上から緯度方向、経度方向、高さ



図-1 調査対象計測点の上空写真

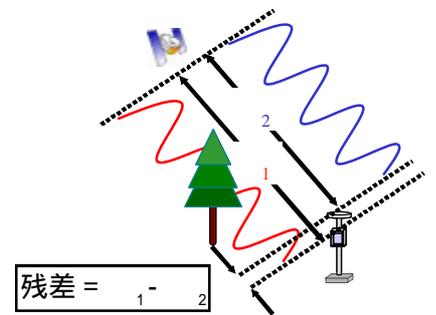


図-2 残差説明図

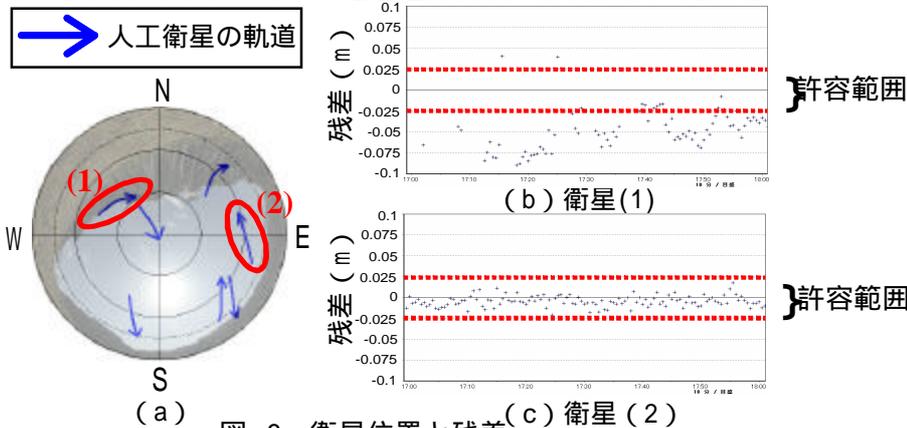


図-3 衛星位置と残差

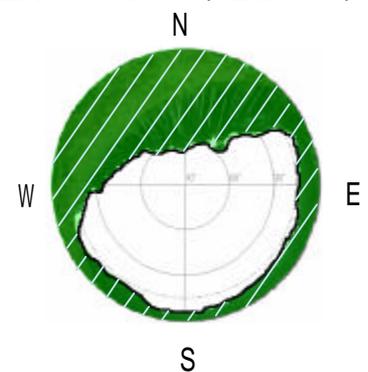


図-4 マスク設定図 (図中の斜線領域がマスク設定領域)

キーワード GPS, 上空障害物, 高精度化, マスク処理

連絡先 〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学工学部社会建設工学科 TEL0836-85-9334

方向の変位であり、縦軸に変位量、横軸に計測日時をとっている。図中の実線はトレンドモデルによる平滑化線である。マスク処理を適用した結果を図-5()に示す。図-5()よりマスク処理を適用する事で全ての方向において計測値のばらつきがなくなり、標準偏差も大幅に小さくなっていることが分かる。以上のことからマスク処理により計測精度が大幅に改善されることが分かった。

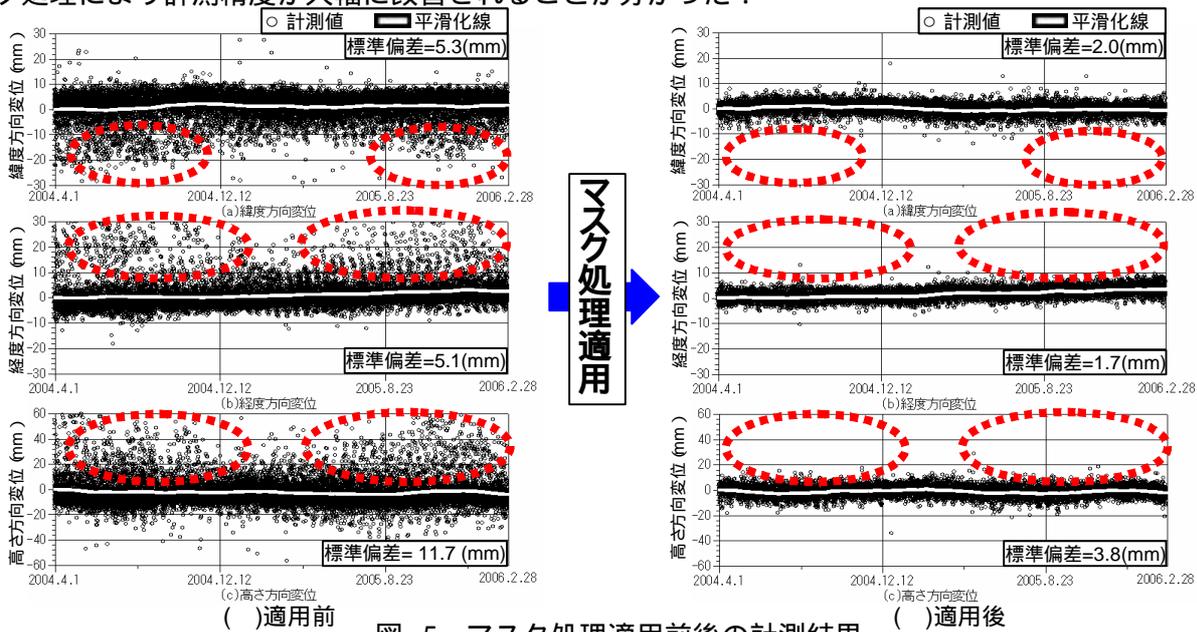


図-5 マスク処理適用前後の計測結果

3. マスク処理の効果の検証 - 強制変位実験 -

GPS 受信機に強制変位装置を取り付け(図-6参照)、変位装置により変位を与え、マスク処理適用前後の計測結果がどの程度正確に変位を検出できるのか、また変位を検出するのにどの程度の時間がかかるのかを検証を行った。計測値の標準偏差はマスク処理を適用することで、緯度方向が4.8mmから2.5mm、経度方向が4.1mmから2.1mm、高さ方向が9.0mmから3.9mmと改善された。実験は調査対象計測点に高さ方向に5mm、10mm、経度方向に10mmの変位を与え、トレンドモデルによる平滑化結果が与えた変位に達するまでに要する時間を比較する。ここでは、図-7に高さ方向10mmの18,36,54時間目の計測結果を示す。図-7の中の点線が与えた変位、実線がトレンドモデルによる平滑化線である。図-7よりマスク処理を適用する事で平滑化線が与えた変位に到達するのに要した時間を短縮することができ、その後も正確に変位を捉えていることがわかる。

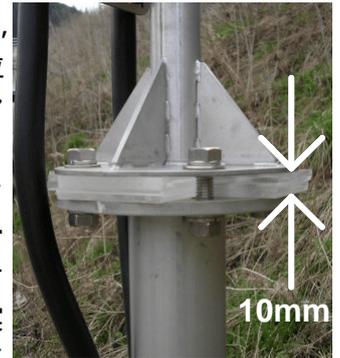


図-6 強制変位装置設置図(高さ方向10mmの場合)

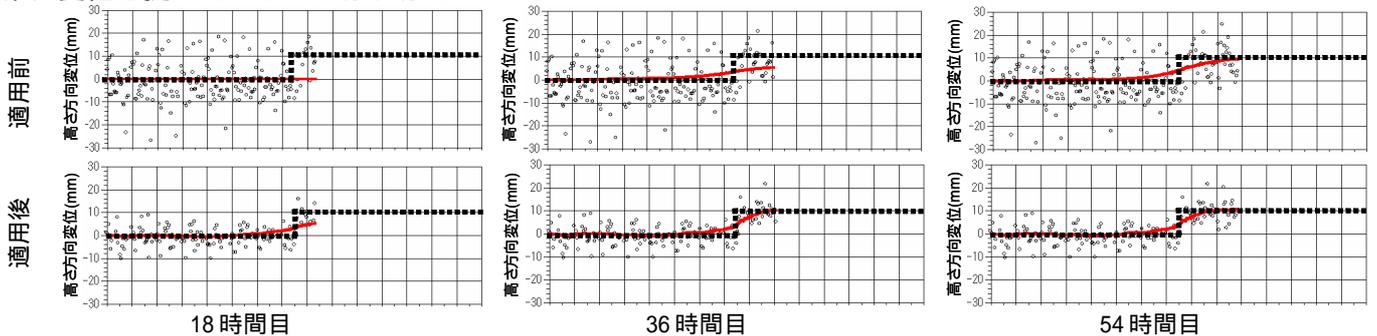


図-7 調査対象計測点の高さ方向10mmの実験結果

4. むすび

計測点上空に障害物がある場合、計測点の上空写真からマスクを設定し設定範囲の衛星の電波を解析に使用しないことで、計測精度を大幅に改善できた。強制変位実験を行ない変位検出に要する時間の短縮、変位量の正確な検出にマスク処理の効果を確認した。

参考文献

- 1) 土屋淳, 辻宏道: 新・GPS 測量の基礎, (社)日本測量協会, pp.44-45,181-182,2002
- 2) 神谷康司, 藤井哲也, 増成友宏, 武地美明, 清水則一, 船津貴弘: GPS 変位計測における上空障害物の影響調査と精度改善手法の検討, 2006年土木学会年次学術講演会講演概要集(CD-ROM)