

GPS 変位計測の精度向上を目指した対流圏伝搬遅延補正の妥当性の検証 (その3)

山口大学大学院	学生会員	于萌萌	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	武智美明

1. 背景と目的

本研究室ではGPSを用いて地盤の変位を高精度に計測することを研究しており、対流圏の影響による誤差(大気遅延)の補正には、Modified Hopfieldのモデルが有効であることを明らかにしている¹⁾。これまで補正に使用した気象データは計測現場から約30km離れた萩測候所(図-1参照)で計測されたものを使用してきた。本研究では計測現場に温湿度計を設置し、計測現場で計測した気象データを用いて補正を適用して現場の気象データを用いたときの補正の効果を調査する。

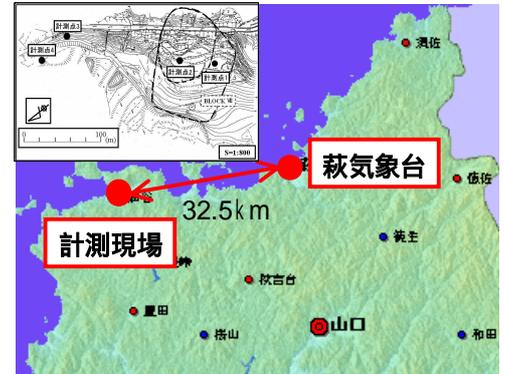


図-1 計測現場と萩気象台の位置

2. 対流圏の影響とその補正について

(1) 対流圏の影響による伝搬遅延について

GPSの電波は、対流圏(乾燥空気と水蒸気)を通過することにより屈折が起き、電波の伝搬遅延が生じる。短基線(10km以下)の場合でも、図-2に示すように受信機間に標高差がある場合には、標高の低い受信機では衛星からの電波は、標高差分の厚さだけ余分に大気層を通過してくる。その余分の大気層の通過により、対流圏による伝搬遅延量は相殺されず計測結果の誤差要因となる。本研究で対象とする西津黄地区での計測の場合、図-3に示すように計測点と基準点の標高差が約160mあるため標高差分の厚さの大気層による伝搬遅延が加わり、誤差が生じる可能性があった。計測現場で気象データを収集するために設置した温湿度計を図-4に示す。また、補正するためには対流圏による伝搬遅延を推定する必要があり、既往の研究で有用であることが確認されているModified Hopfield²⁾の式を用いる。

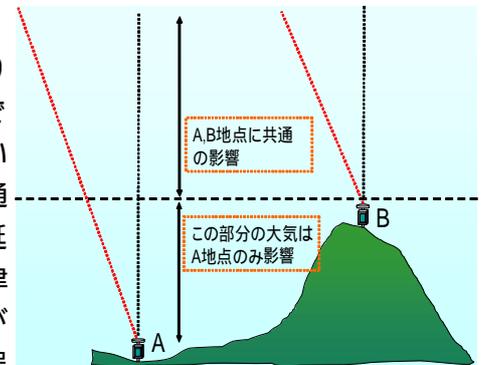


図-2 標高差がある場合の計測

(2) 気象データと補正結果について

図-5には高さ方向の変位計測結果を示す。同図では上から気象補正をしていない場合、現場から32.5km離れた萩の測候所のデータを使用した場合、現地で収集した気象データを使用した場合の結果を示している。同図より補正をしていない場合には夏場に地盤が盛り上がるような変位を示している。また、この夏場の変位は萩の気象データを使用した補正により取り除くことができている。しかしながら萩の気象データによる補正では短期間の補正ができておらず、平滑化線が波を打ったように振動している。一方、現地の気象データで補正することによって、夏場の変位はもちろんのこと短期間の波打ちをも除去しており、平滑化線は滑らかなものになっている。図-6は図-5で示した計測値に対してフーリエスペクトルを算出したものであるが、同図からも現地の気象データで補正をすることで計測結果の周期性を除去できていることが確認できる。

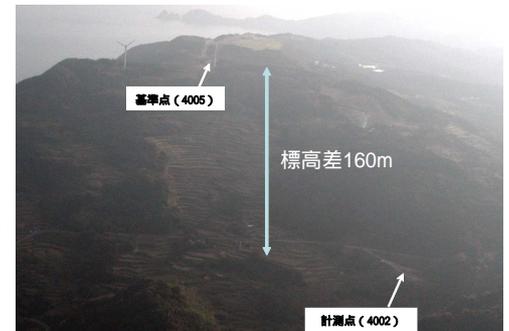


図-3 計測点の位置関係



図-4 計測現場に設置した温湿度計

キーワード GPS, 対流圏伝搬遅延補正, 斜面, 気象, Modified Hopfield

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

3 変位実験への適用

(1) 実験概要

気象補正を適用した方が未処理の計測結果より地盤の変位を早く、正確に捉えることができるかどうかを調べるために計測点に既知の変位を与えて、未処理の計測結果と気象補正を適用した結果を比較検討する。変位実験を行い気象補正によって変位をどの程度正確に検出できるか調査する。実験は西津黄の計測点で行った。GPS受信機の支柱の継手部分に5mmの亚克力板を2枚重ねて挿入し、10mmの変位を与え、1枚抜くことで5mmの変位を与えた。

(2) 実験結果

図7に10mmの変位を与えたときの実験結果を示す。この結果は上から順に変位を与える直前(0時間)から、24時間ごとの結果を示しており、左側3つが補正していない結果、真ん中が萩の気象データによる補正結果、右側が現地の気象データによる補正結果を示している。この結果から補正していない場合は、平滑化結果は変位を捉えているが、ばらついており、変位量が分からない。萩の気象補正の結果も、同様に平滑化結果は変位を捉えているが、少しばらつきが見られる。現地の気象補正の結果は、正確に変位を捉えており、短期間の気象の影響による誤差も除去できており、現地の気象補正による効果を示すことができた。

4. 結論

地すべり変位計測現場において、対流圏による伝搬遅延は大きな変位誤差となる。計測現場で観測した気象データをもちいて補正することにより短期間の周期的な変動を除去することができた。

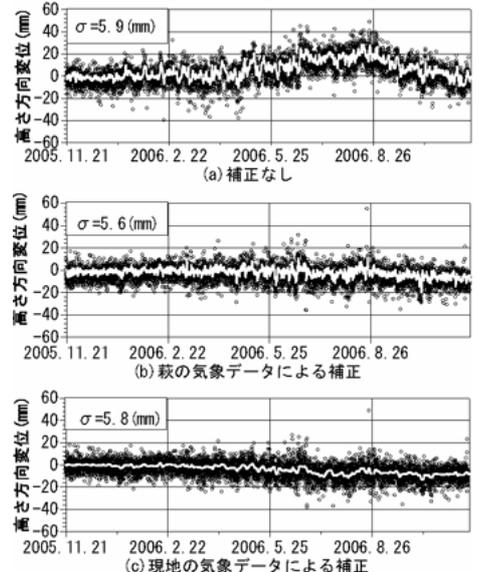
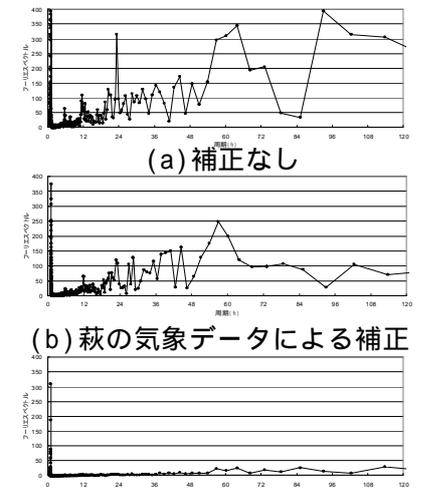


図-5 補正の適用結果



(c) 現地の気象データによる補正
図-6 平滑化結果のスペクトル

○ 計測値 — 平滑化結果 与えた変位

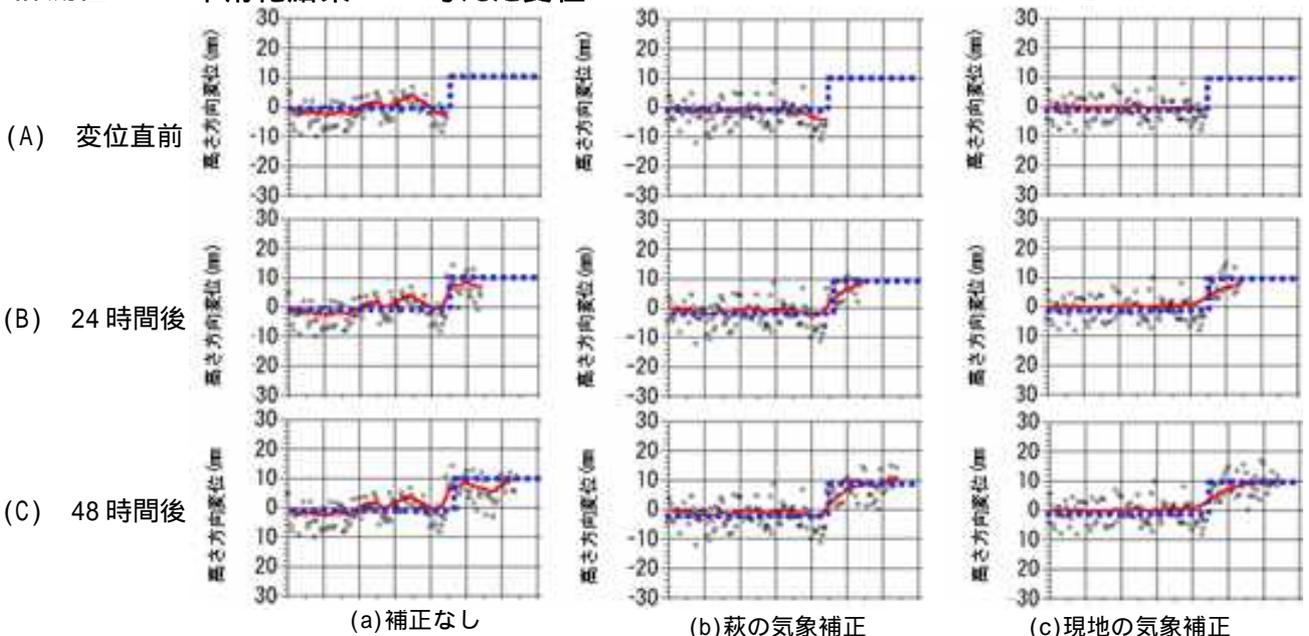


図-7 計測点4001の変位実験結果(計測点4005を基準)(高さ方向10mmの変位を与える)

参考文献

1) 田村尚之, 宇野豊, 清水則一, 船津貴弘, 増成友宏, 武智美明: GPS 変位計測の精度向上を目指した対流圏遅延補正の妥当性の検証, 2006年土木学会年次学術講演会講演概要集(CD-ROM)
 2) Bernhard Hofmann-Wellenhof, Herbert Lichtenegger, James Collins: GPS 理論と応用(訳:西修二郎), シュプリンガー・フェアラーク東京株式会社, pp.122-133, 2005