

GPS 変位計測における準天頂衛星の効果の調査

山口大学大学院	学	○板垣壮真	山口文司
山口大学大学院	正	増成友宏	中島伸一郎
山口大学大学院	正	清水則一	

1. はじめに

GPS によって広範囲の地盤の変位を高精度で計測できるようになり、斜面やダムなどの安全監視に適用されている¹⁾。しかし、センサー上空に障害物があると電波の受信状況が悪くなり、計測精度が低下することがある。このような問題に対して、障害物の背後にある人工衛星からの電波を使わないで解析するマスク処理法が精度低下を防ぐ効果があることが示されている²⁾。一方、日本の上空を常時周回する我が国独自の準天頂衛星 (QZSS) が打ち上げられ、GPS 衛星を補完することが期待されている。本研究では、上空障害物がある場合における GPS 変位計測において、準天頂衛星がどの程度の効果があるかを調査するものである。

2. GPS 変位計測センサーおよび基線解析

本研究では、GPS 衛星に加えて準天頂衛星の電波を受信できるセンサー (図-1) を用いた。センサーの電源はソーラーパネルによって供給する。準天頂衛星から受信する電波は、GPS 衛星と同じ L1 波であり、GPS の基線解析プログラム (CAPWIN, 古野電気製) を用いた。図-2 に GPS および準天頂衛星の周回軌道を示す。

3. 調査実験の概要

3.1 実験方法

まず、山口大学工学部構内において、上空に障害物のない建物屋上の2地点にセンサーを設置し、一方を基準点、他方を計測点とした。計測点間の距離 (基線長) は 216m で高低差は 26m である。図-3 にセンサーの位置および各センサーの上空写真を示す。

本実験においては、上空障害物を模擬するために、水平から仰角 15, 30, 35, 40, 45 度の範囲で電波が受信できないものとした上で、準天頂衛星を用いない場合と用いる場合とで基線解析を行い、緯度、経度、高さの変位計測状況を解析成功率との標準偏差を求めて比較する。図-4 に、水平から仰角 40 度までの範囲に障害物があると仮定した上空図を示す。

3.2 計測結果

図-5 に本実験により得られた緯度方向の変位計測結果、すなわち、(a) 上空障害物のない場合の GPS 変位計測結果、(b) 仰角 40 度まで障害物があると仮定し準天頂衛星を用いない場合



図-1 変位計測センサー

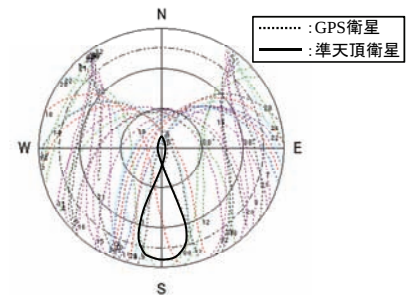


図-2 GPS および準天頂衛星の軌道

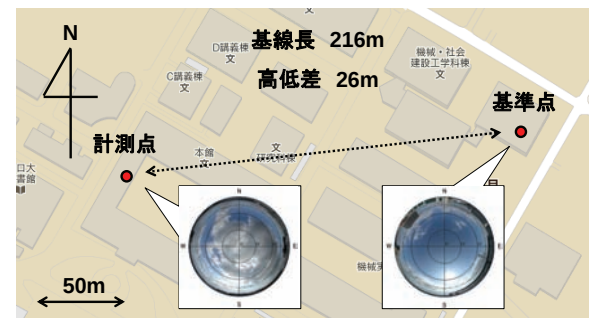


図-3 現場平面図と上空写真

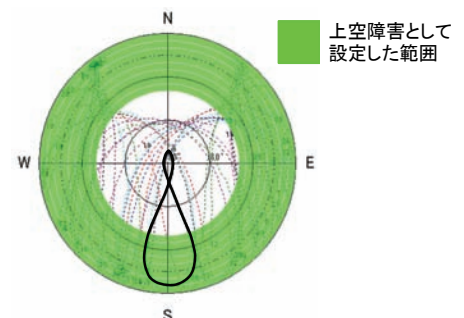


図-4 上空障害の範囲 (仰角 40 度)

キーワード GPS, 変位計測, 準天頂衛星, 上空障害物

連絡先 〒755-8611 宇部市常盤台 2-16-1 山口大学工学部社会建設工学科 TEL (0836) 85-9334

の計測結果, (c) 仰角 40 度まで障害物があると仮定し準天頂衛星を用いた場合の計測結果, について示す. 計測期間は 2011/10/28~2011/11/25 の約 1 ヶ月間であり, 観測データを 1 時間ごとに基線解析した結果を計測結果として○で表わしている. 上空障害物があることによって, 基線解析によって解が得られた回数が少なくなっていることが分かる (図-5(b)). 一方, 上空障害物が同じ条件で, 準天頂衛星を用いた場合, 解が得られる回数が増加し, 上空障害物がない場合に近づいていることがわかる. すなわち, 準天頂衛星の効果が表れている.

表-1 に障害物が仰角 40 度に加えて, 30, 35, 45 度とした場合の, 解析率 (基線解析において解析結果が得られた数[解析成功数]を計測期間の総時間で除した数値を%で表わす)と変位の各成分の標準偏差を示す. この表からも, 準天頂衛星を加えることによって, 上空障害物による解析率および精度の低下を抑制できることが分かる.

図-6 に上空障害物として仮定した仰角と解析成功率の関係を示す. 準天頂衛星を使用することによって, 解析成功率が向上することがわかる. ただし, 仰角が 45 度を越えると解析成功率は改善されているとはいえ, 数%以下であり, 準天頂衛星が 1 機しかない現状では, 十分な効果は見られないようである.

4. まとめ

本研究では GPS 変位計測における上空障害物による計測精度の低下の問題に対し, 準天頂衛星の利用効果の調査を行った. 本実験においては, 障害物が水平より仰角 40 度前後で, 基線解析の成功率に向上が見られることがわかった. 準天頂衛星が増加すれば, 上空障害物がある環境下でも変位計測の精度改善がより一層期待できると思われる.

参考文献

- 1) 清水則一: GPS による変位計測技術の変遷と展望, ダム技術, No.296, pp.4-12, 2011.5.
- 2) 増成友宏, 武地美明, 田村尚之, 船津貴弘, 清水則一: GPS 変位計測における上空障害物の影響とその低減法, 土木学会論文集 F, Vol.64, No.4, pp.394-402, 2008.

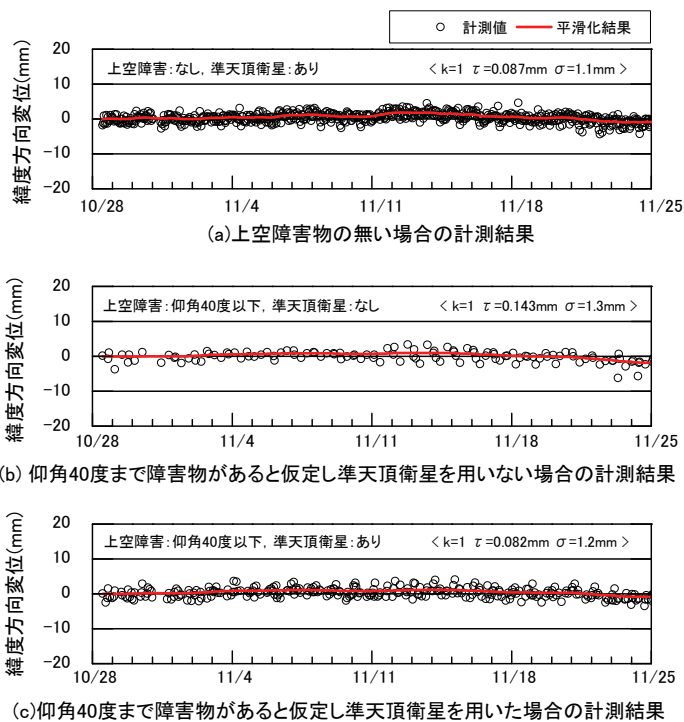


図-5 緯度方向における変位計測結果

表-1 シミュレーション結果

上空障害範囲	無し	仰角 30 度 以下	仰角 35 度 以下	仰角 40 度 以下	仰角 45 度 以下
解析成功数					
準天頂なし	664	628	394	126	3
準天頂あり	664	648	449	296	61
解析成功率 [%]					
準天頂なし	100	95	59	19	0.5
準天頂あり	100	98	68	45	9
標準偏差 (緯度方向) [mm]					
準天頂なし	1.1	1.2	1.2	1.3	-
準天頂あり	1.1	1.2	0.9	1.2	1.4
標準偏差 (経度方向) [mm]					
準天頂なし	1.0	1.0	1.1	1.0	-
準天頂あり	1.1	1.3	1.0	1.2	1.5
標準偏差 (高さ方向) [mm]					
準天頂なし	2.8	3.8	4.0	3.6	-
準天頂あり	3.3	4.2	4.7	5.6	5.6

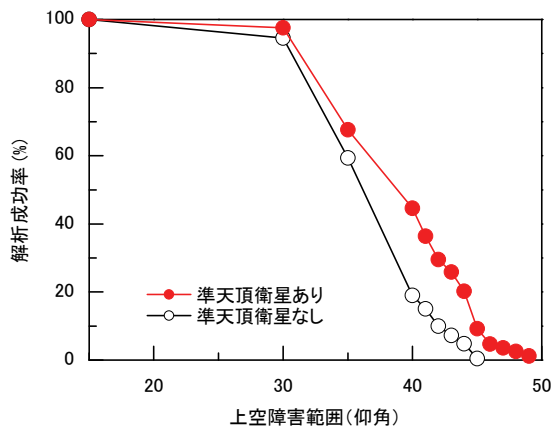


図-6 上空障害範囲と解析成功率の関係