

地盤の計測、監視のためのGPS利用(第1報)

九州大学工学部 正員 江崎哲郎
 九州大学工学部 正員 相川 明
 九州大学工学部 学生員 深田高義
 九州大学工学部 学生員 横田康行

1. 緒言

GPS [Global Positioning System: 汎地球測位システム] は、人工衛星からの電波を用いた電波測位システムである¹⁾。近年、GPSは注目を集めるようになってきているが、そのなかでわれわれの研究グループは、地盤環境の立場から、自然災害、開発に起因する災害の予知や経年的な地盤移動現象を観測、評価するためにGPSを用いた監視システムとしての利用を考えてきている²⁾。効率的な地盤環境の監視体制づくりのためには、目的を満たすための精度にあった観測方法の確立が必要である。本研究では、単独測位の精度向上についての検討を行った。

2. 単独測位とトランスロケーションの特徴

単独測位とは、GPS受信機を1台用いて、観測点の地球上あるいは周辺の空間上の位置を3次元座標でリアルタイムに求めるものである。衛星軌道の誤差や時計の誤差、電波伝播路の誤差などにより、その精度は本来20m~30mである³⁾。既に船舶や航空機などの航法システムとして利用されている。その他、概略位置の決定であれば、周辺に基準点がなく他の測量手段が使えなくとも、GPS受信機が1台で、ほぼリアルタイムで簡便に行うことができる。

トランスロケーション方式(差動GPS: code differential GPS surveying)とは、複数の測点で同時に単独測位を行い、得られた座標値の差から基線を決定する方法である。複数の測点間で測位を行うことにより、共通の誤差要因は相殺できるため、基線決定の精度が上がる。特に絶対座標がわかっている点があり、その点の測位結果と絶対座標との差を相手点に伝送し、相手点の測位結果から差し引けば精度良い結果が求められる。その精度は数m程度といわれている。単独測位のデータを用いるので、相手点のデータ伝送の方法が確立すれば、実質的にリアルタイムでの測位が可能である。

3. GPS測量の精度の検討

3-1. 単独測位の精度

単独測位の精度を検証するために、単独測位による座標の変動と基準点の絶対座標とを水平方向について比較する。高度については水平方向の位置決定ほどの精度は望めないで、今回は水平方向についてのみ議論を進めることにする。観測時間は最も衛星の状態がよいと思われる60分間を選んだ。基準点は、長崎県の九州大学島原地震火山観測所内のSHV1⁴⁾である。この測点は、GPS-JAPAN合同観測により絶対座標が数10cmの精度で把握されておりこの値を最確値(真値)とする。使用したレシーバはトプコン製GP-R1D2Pである。

3-1-1. 単独測位の経時的変動

基準点の最確値を原点として縦軸を緯度方向、横軸を経度方向とした平面座標系での、単独測位の経時的変動をFigure 1に示す。図中の各点は、1分間隔毎の瞬時の単独測位の結果をあらわしており、全部で60分間の観測値である。図より、観測値は一定ではなく、絶えず変動しているが、最確値まわりのある半径内に分布していることがわかる。また図中の▲印はそれぞれ観測を開始してから60分間の平均値である。すなわち単独測位による場合、瞬時の値は大きくばらつくものの最確値を中心とした分布をしており、ある一定

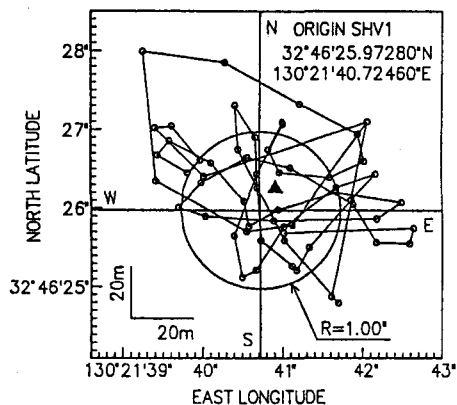


Figure 1 Deviation of coordinates of datum point with respect to time using the GPS point positioning at Shimabara. The datum point SHV1 was observed on Dec.06.1992. The mark ▲ is the average value after 60 minutes observations; 32°46'26.255"N, 130°21'40.917"E.

時間の平均としてみるならば、その値は最確値にかなり近づいているといえる。

3-2. トランスロケーション方式の精度

トランスロケーション方式を利用した座標決定について精度の検討をおこなった。測点は、3-1で述べたSHV1と、現在我々が島原で連続観測をおこなっている測点F2²⁾を用いた。F2を基準点として、SHV1の座標を決定し、SHV1の絶対座標からの誤差を求める。

3-2-1. トランスロケーション方式の経時的変動

Figure 1と同様に、トランスロケーション方式により得られたSHV1の経時の変動をFigure 2に示す。Figure 1と比較してみると、変動はかなり小さくなっていることがわかる。図の中で大きく飛び出した値は、サイクルスリップ(衛星からの電波が、障害によって妨害され、受信が瞬間的に中断すること)によるものであると思われるので、Figure 2からその値を除去し、拡大したものをFigure 3に示す。図中の▲

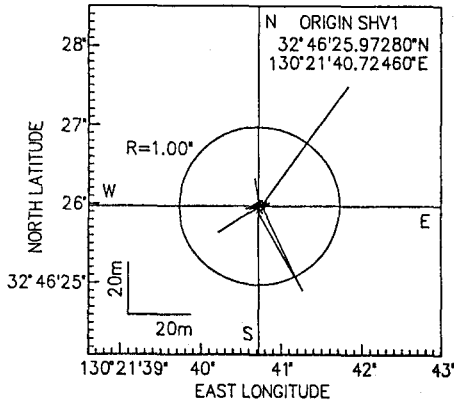


Figure 2 Deviation of coordinates of datum point with respect to time using the code differential GPS surveying at Shimabara. The datum point SHV1 was observed on Dec.06.1992.

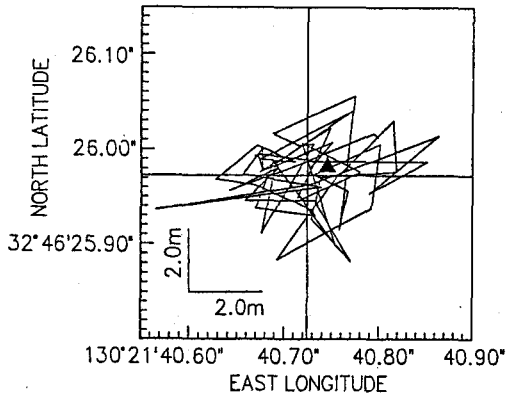


Figure 3 Magnified area of Figure 2 by about 10 times. The mark ▲ is the average value after 60 minutes observations; 32°46'25.982"N, 130°21'40.745"E.

	POINT POSITIONING		code DGPS	
	LATITUDE	LONGITUDE	LATITUDE	LONGITUDE
AVG (sec)	26.255	40.917	25.982	40.745
S.D. (sec)	0.689	0.869	0.251	0.180
	(m)	21.225	22.542	7.732
DIF (sec)	0.282	0.192	0.009	0.020
	(m)	8.687	4.981	0.227

Table 1 Comparison of the GPS point positioning and code differential GPS surveying with respect to averages, standard deviations, differences.

印は、60分間の平均値である。

Table 1は、単独測位とトランスロケーション方式によって得られたSHV1の60分間の座標である。この表より、単独測位では、数10分間にわたる観測を行い、その平均値をとるならば、真値からのずれは10m以内、標準偏差は30m以内に収まるといえる。トランスロケーション方式では、真値からのずれは、1m以内、標準偏差については10m以内に収めることができることがわかった。

4. 結言

単独測位については、観測開始より数10分間の観測値を平均化することにより、真値からの水平方向のずれを10m程度の精度まで向上させることができる。さらに、トランスロケーション方式については、衛星の配置状態がよければ、数mの誤差に収めることができる。要求される精度に応じて観測時間、観測法を設定する事により、より一層の効率化が期待できる。今後は、観測対象および観測条件に適したGPSの利用方法の確立が課題である。

なお、本研究は九州大学理学部附属島原地震火山観測所の協力のもとに行われたことを付記する。

<参考文献>

1. Wells, D. (1986): Guide to GPS Positioning, Canadian GPS Associates.
2. 江崎哲郎他(1992): GPSを用いた地盤環境の監視, 第24回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, pp. 484-488.
3. 日本測地学会編(1989): GPS -人工衛星による精密測位システム-, p. 272.
4. 大見士朗(1991): 別府島原地溝におけるGPS観測, 地震 Vol. 44, pp. 263-266.
5. 土屋淳, 辻宏道(1991): やさしいGPS測量, 日本測量協会, p. 376.