

(75) 衛星測位に用いる受信機の性能評価方法の提案

埴 和広¹・岡本 修²

¹非会員 茨城工業高等専門学校専攻科 (〒312-8508 茨城県ひたちなか市中根866)

E-mail:st09s35@gm.ibaraki-ct.ac.jp

²正会員 茨城工業高等専門学校准教授 電子制御工学科 (〒312-8508 茨城県ひたちなか市中根866)

Email:okamoto@ss.ibaraki-ct.ac.jp

今日、衛星測位の利用が拡大し、多くの分野で高精度測位が利用されている。各分野で要求される測位性能は異なり、例えば初期化時間や測位精度等、必要とされる受信機の性能は異なる。現状では、ユーザの使用している受信機の性能と、実際に必要とする性能とがあてはまらない場合がある。必要とする能力以上の高価な受信機を使う、受信機を安価なものに変更した性能が悪くなってしまったというような手探りで受信機を選択している状況であると考えられる。そこで土木分野で使うことを想定した衛星測位受信機の評価方法を提案する。この評価方法に基づいて、1周波受信機の評価を行った結果、その高い測位性能が明らかとなった。

Key Words : *satellite positioning , performance evaluation, single-frequency receiver, RTK method*

1. はじめに

近年、高精度衛星測位の技術は測量分野に限らず、精密農業や防災等様々な分野¹⁾で利用され始めている。それぞれの分野では、使用する環境が異なり衛星測位に要求される能力は異なる。そのため、衛星測位受信機の性能評価は、理想的な環境での評価²⁾だけでなく、受信機を利用する環境において、測位の困難な場所を想定した評価方法の設定が重要である。この評価から、受信機の性能を明らかにし、ユーザが必要とする受信機を評価できる環境を整えることは衛星測位の利用拡大につながる。

本稿では、障害物による遮蔽やマルチパスが厳しい土木分野において要求される、受信機性能を明らかにする評価方法を提案する。この評価方法を用いて、GPSに加えてGLONASSを利用する1周波受信機を定評のある高性能な2周波受信機と比較し、評価した結果について述べる。

2. 評価方法概要

本研究ではリアルタイムに高精度な測位を行うことが可能なRTK法にスポットを当てる。RTK法では座標値が既知である基準局から移動局に補正信号を送信し、移動局側でリアルタイムに位置座標を計算する方法である。

RTK法にはFixとFloatという2つの状態があり、測位開始時はFloatの状態から始まり、測位精度数mから20cm程

度まで徐々に収束していき、そこから数cmのFix状態に移行する。周囲に障害物がないような環境ではFloat状態からFix状態になるまで数十秒ほどかかる。FloatからFixになるまでの時間を初期化時間といい、RTK法において初期化時間は測位精度と並んで性能を表す大きな要素の一つである。

そこでRTK法に用いる受信機の性能として初期化時間と測位精度について次の評価を行うことで、受信機の性能を表すことを提案する。

評価方法は以下になる。

1) 理想環境における定点初期化性能の評価

周囲に障害物の少ない環境に移動局と基準局を設置し、基線長(移動局ー基準局間距離)を数mほどにする。そこで測位計算を複数回行い、初期化時間の計測をする。

2) 構造物付近での初期化性能の評価

一度初期化が完了しても、受信する衛星数の減少等でFloatに戻る場合があり、再初期化が必要になる。実際に測位を行うような環境での再初期化の能力を評価する。

3) 木の周辺での測位精度評価

移動局のアンテナを直線起動で移動可能な装置に設置し、数十回往復させる。直線起動の端での静止時のばらつき精度、及び移動中の再現性からのトレース精度を評価する。

以上の方法で実験を行うことにより、衛星測位に用いる

受信機の性能を評価する。

3. 評価を行った受信機

評価を行った受信機はNovatel社の1周波GPS/GLONASS受信機のOEMStarである。表-1に評価した1周波受信機の性能を示す。比較対象としてT社の2周波GPS/GLONASS受信機を使用した。T社受信機の測位計算は受信機の内部ファームウェアで行っている。

4. 理想環境における定点初期化性能の評価

理想環境における定点初期化性能を評価する。周囲の障害物が少なく理想的な環境となる茨城工業高等専門学校のMES棟屋上にて実施した。図-1に移動局の設置状況を示す。移動局は基準局北側の手摺り部分に三脚で固定した。基準局と移動局の距離となる基線長は10mとした。実験はアンテナ端子を抜き、再接続してからFixするまでの時間を29回計測した。

図-2に1周波受信機での初期化時間の分布を示す。初期化時間の平均値は16.4秒となった。図-3に測量用途向けに実績のある高価な2周波GPS/GLONASS受信機の初期化時間の分布を示す。初期化時間は15.7秒で1周波受信機とほぼ同じ結果になった。2周波GPS/GLONASS受信機の初期化時間のばらつきは、最大で26秒と少なかったが、1周波受信機の初期化時間は30秒を超える時が2回あった。

表-1 使用受信機

受信機名	OEMStar NovAtel社
チャンネル数	14ch (GPS8ch+GLONASS6ch)
使用アンテナ	GPS-701-GG NovAtel社
測位計算	RTKLIB Ver.2.4.1p7 ³⁾



図-1 移動局設置状況（基準局北側約10m）

しかし、30秒を超えた2回の時でも33、37秒で初期化

を完了しており実用上問題となる初期化時間ではなかった。

定点での初期化性能の面では比較的安価な1周波GPS/GLONASS受信機は2周波受信機との比較に若干の差が見られたが、実用するうえで問題となるほどの性能差がないことを確認できた。

5. 構造物付近での再初期化性能の評価

実環境における初期化性能を評価するため、構造物周囲でのFix状況を評価する。平屋で周囲に障害物のある茨城高専実習工場周囲で実験を実施した。実習工場の南側は一部木が完全に覆い被さり衛星測位には非常に厳しい環境となる。また、実習工場北側には軒が張り出し

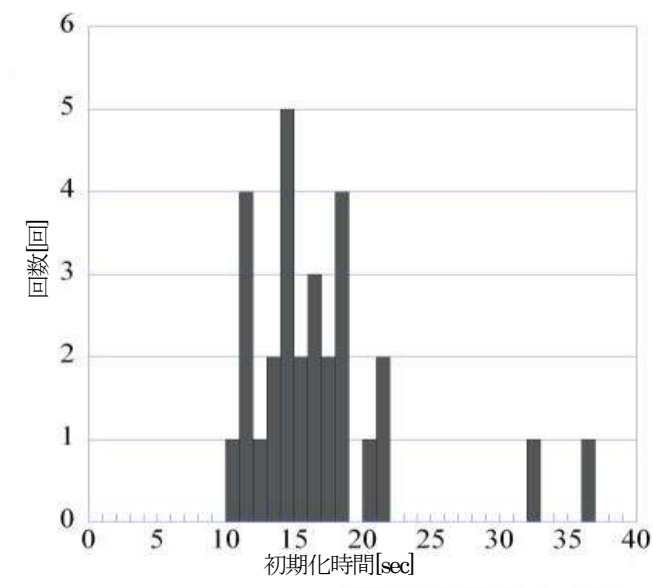


図-2 1周波GPS/GLONASS受信機の初期化時間の分布

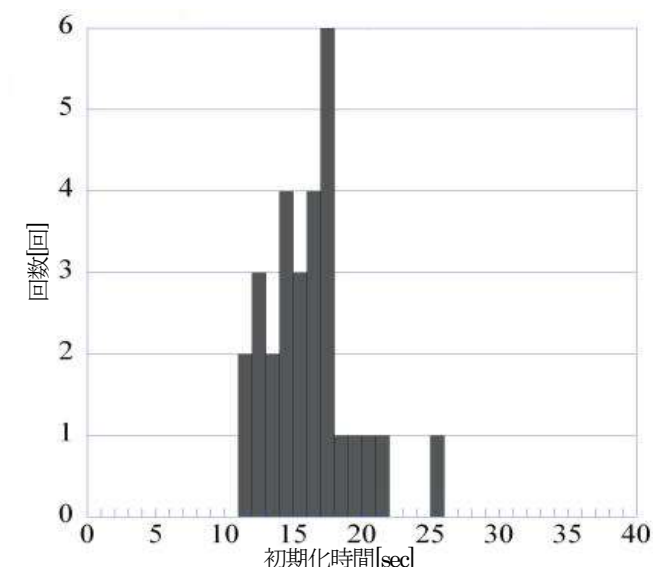


図-3 2周波GPS/GLONASS受信機の初期化時間の分布

ており、その下に入ると南側に加えて真上の開空も制限される厳しい環境である。実験は実習工場南西側端より周囲を1周するコースとした。南側の木の下を通過する際には受信できる衛星数が減少し一時的にFixからFloatになる。北側では、途中から軒下に入るルートを取り、上空及び南側の衛星の受信が大きく制限される。西側では隣接する3階建ての校舎と挟まれる場所でFixを維持することが困難な場所である。図-4に1周したときの1周波受信機のFix, Float状況の一例を図-5に2周波受信機のFix, Float状況の一例を示す。実線がFix, 破線がFloatを表している。南側の木の下を通過した際、どちらの受信機でも一度FloatになりFixに戻った。しかし1周波受信機と2周波受信機では1周波受信機の方が再Fixまでの時間が短いという結果になった。北側の軒下に入った場合も、一部Floatになる個所があったが、1周波受信機よりも2周波受信機の方がFloatになる回数が多かった。西側通路では1周波受信機はFloatになってから再初期化までの時間が短かったが、2周波受信機は西側通路を抜けるまで再初期化できなかった。なお1周波受信機のFixの割合が2周波受信機より良かった原因として測位計算を行ったRTKLIBと受信機の内部ファームウェアとの差が考えられる。



図-4 1周波受信機のFix,Float状況



図-5 2周波受信機のFix,Float状況

6. 測位精度の評価

木や構造物の周辺では、測位に使用する衛星の数が減少し、測位精度の低下がみられる。このような場所でレールのようにまっすぐ正確に移動させることが可能な装置にアンテナを取り付け往復させることで、正確に測位計算を行うことができているかの評価が可能である。

実験場所の全景を図-6、スライドレールの設置状況を図-7に示す。

実験場所となるモミジの木周辺は、南側に3階建ての校舎、北側は土手の上に立ち並ぶモミの木と校舎がある厳しい受信環境である。時間帯によってGPSだけで測位計算に必要な衛星数を確保することが困難な場所である。スライドレールは、その上空の西側半分が完全にモミジの木の下に入り込むように設置した。

測位結果を図-8に示す。往復する軌跡の左側（西側）が木の下となる。実験した20往復の間、測位精度が数cmとなるFix解の比率（以後、Fix率）は93.3%であった。トレース方向に対して直交方向のぶれの大きさは、西側となる木の下側端の付近が最大で40 mm、その他の部分でも30 mm程度となった。木の下側となる西端の測位結



図-6 実験場所の全景



図-7 スライドレールの設置状況

果の拡大部分を見ると、東西方向に比べて南北方向のぶれが大きく、南北方向が遮蔽されたことによる衛星配置の影響が確認できる。

東西両端の測位結果のぶれの大きさに差が見られるものの、ごく僅かな差で木の下に入り込む影響を確認することはできなかった。スライド中に何度かFloat解になっているが、短時間でFix解に復帰し、Float解の間も測位値が大きく逸脱することなくFix解と同様にトレースしていることが確認できる。

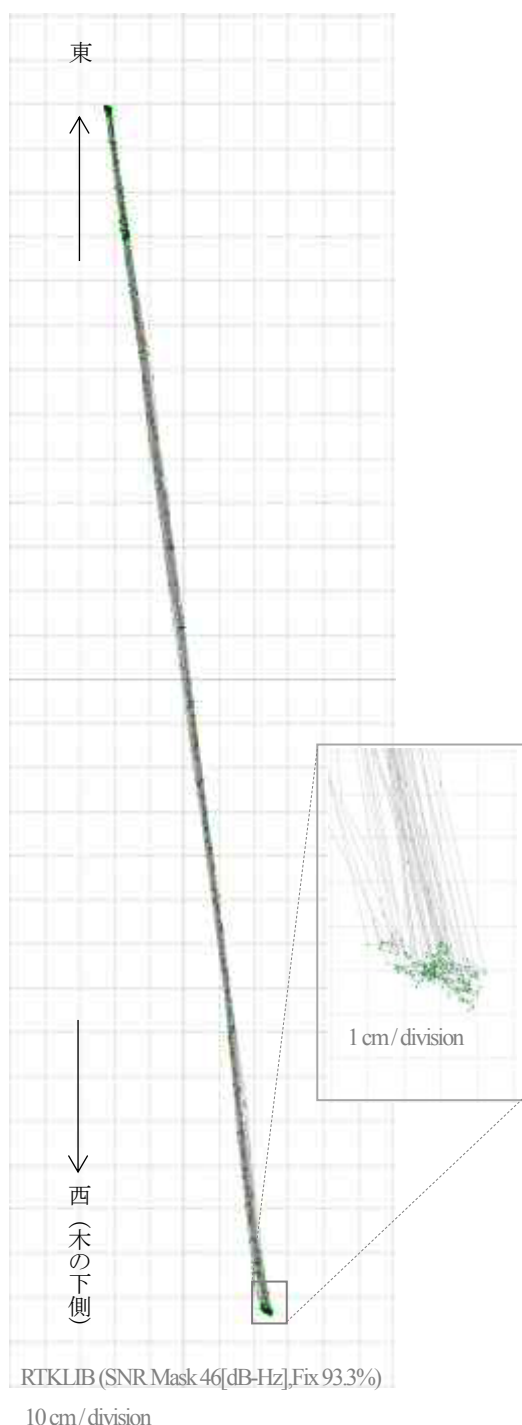


図-8 木の周辺でのスライドラール往復時の測位結果

7. 評価方法及びに1周波受信機の評価

本稿で述べてきた3種類の評価方法が実際にどのような場合で重要になるのかを重機の自動運転を例に述べる。定点での初期化性能は、重機の現在位置の捕捉にかかる時間を示している。Fixしてから重機を動かす場合、初期化までの時間が長いことは、重機が動き出すまでの待ち時間が増えることである。再初期化性能は、自動運転の途中、条件の悪い場所で現在位置の捕捉が不可能になってからの復帰までの時間である。これが悪いということは作業できない待ち時間が長くなることにつながる。また、再初期化が全くできない場合は、一度開けた場所まで戻り、再初期化する必要がある。測位精度の評価は正確に重機を自動運転できるかの性能を表す。この精度が悪い場合には、正確に重機をコントロールができない。

このように実際に使用するユーザ目線からの評価を行うことによりユーザが受信機を選択しやすくなると考えている。この評価方法に基づき1周波受信機の性能評価を行ったところ、定点での初期化性能、再初期化の性能ともに2周波受信機と比較を行った結果、一般的な土木工事における利用状況では、実用上問題のない性能であることが確認できた。測位精度についても木の下において南北40mm、東西20mm程度の測位精度が出ることを確認できた。

8. 終わりに

衛星測位受信機の評価の方法として、観測条件のいい環境での定点初期化性能、実際の現場を想定した再初期化の性能、アンテナを移動させた時の測位精度の3つの評価項目を提案した。今後、用途に合わせ、周囲の障害物の高さやアンテナの移動速度など現場で必要となる情報についても評価の項目に追加していく必要がある。

今回提案した受信機の評価方法は、ユーザが受信機を選ぶ基準に、受信機を製作するメーカーはその受信機のセールスポイントを明確にするというようなユーザとメーカーとの橋渡しになれば良いと考える。

参考文献

- 1) 塙和広, 岩持成郁, 岡本修, 三浦光通, 高橋徹: 田んぼアートにおけるGNSS測位の応用, Text GPS/GNSS Symp 2013, p.266, 2013
- 2) 塙和広, 和賀祥吾, 岡本修: 衛星測位に用いる低コスト受信機の評価, <<http://www.gnss-pnt.org/taikai26/yoko26/hanawa.pdf>> (2014年6月30日入手)
- 3) 高須知二, 久保信明, 安田明生: RTK-GPS 用プログラムライブラリRTKLIBの開発・評価および応用, GPS/GNSS Symposium 2007 text, pp.213-218, 2007