

RTK-GPS による移動体測位に関する基礎的実験

日本大学理工学部 正会員 ○佐田 達典
アサヒロジスティクス 江上 翔悟
フィールドテック 正会員 村山 盛行

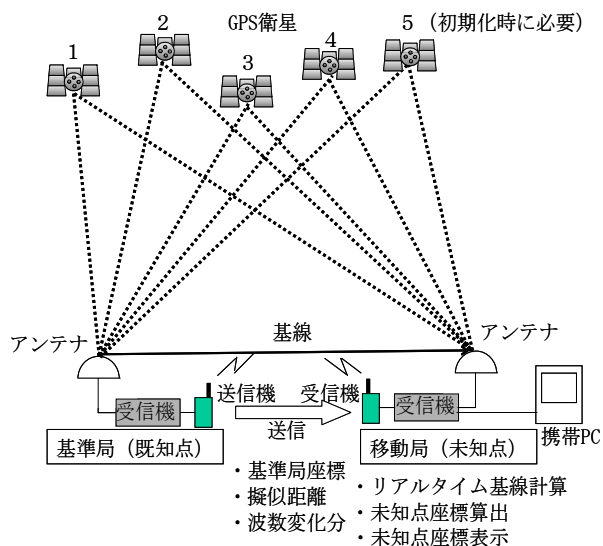
1. はじめに

近年、RTK-GPS (Real-Time Kinematic-GPS) による高精度測位が実用化されてきた。測量分野では固定点測位に主に使用されてきたほか、建設機械の制御などにも応用されてきた。今後この技術はカーナビゲーションの高度化、自動運転などへの応用が期待されている。

しかしながら、RTK-GPS の測位特性については固定観測での研究が主であり、移動観測での測位精度や初期化時間に関する研究はほとんどなされていない。そこで本研究では、移動観測時における測位精度と初期化の特性を明らかにすることを目的に検証を行った。

2. RTK-GPS とは

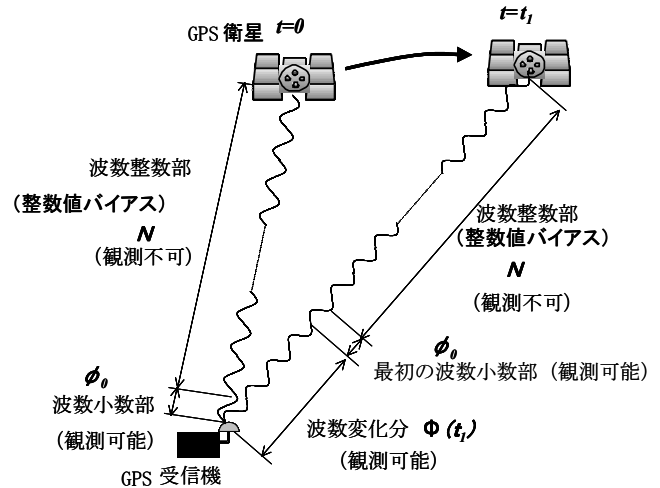
GPS で実時間の搬送波位相による測位 (干渉測位) を行う方式を RTK-GPS と呼ぶ。リアルタイムに精度約 20mm の測位を行うことができる。RTK-GPS では、図一 1 に示すように移動局に基準局のデータを伝送するため無線データリンクと組み合わせて使用される。



図一 1 RTK-GPS のシステム構成図

3. 初期化

干渉測位では、衛星から受信機までの距離は波数に波長を乗じて求める。図一 2 に示すように受信機が最初に波を受信したとき ($t = 0$)、それが連続波のどの



図一 2 干渉測位の原理

部分であるか波数の小数部はわかるが、この瞬間に衛星から受信機までの全体の波のうち観測した波数小数部を除いた整数部の波数は不明である。この未知の整数を整数値バイアスと呼び、これを確定することを初期化という。衛星と受信機間の観測距離は式 (1) で表される。式 (1) の衛星と受信機の時計誤差を消去するとともにバイアスを整数値で決定できれば、高精度の測位が可能となる。

$$R(t) = N\lambda + [\Phi(t) + \phi_0]\lambda + cdT + cdt \quad (1)$$

$R(t)$: 衛星と受信機間の距離 N : 整数値バイアス

λ : 波長

$\Phi(t)$: 波数変化分

ϕ_0 : 最小の波数小数部

c : 電波伝搬速度

dT : 衛星の時計誤差

cdt : 受信機の時計誤差

なお、バイアスを整数値で求めた解がフィックス解となる。電波受信が中断するとバイアス値が失われ、再び初期化が必要となる。初期化するまでの解をフロート解と呼び、精度は数十 cm～数 m とされる。フロート解はバイアス値が整数値として決定されず実数のままの場合の測位解である。また、RTK-GPS システムでは、無線が途絶した場合には単独測位解、あるいは DGPS 解となる。

キーワード GPS RTK-GPS 測位精度 初期化 移動体

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部社会交通工学科 TEL 047-469-8147

4. RTK-GPS による基礎的実験

(1) 固定観測における測位変動

RTK-GPS の固定観測（1 秒毎、約 260 分観測）による連続したデータを測り精度を検証した。使用機はトリニブル 5700 である。得られたフィックス解を平面上にプロットしたものを図-3 に示す。固定して観測を行ったにも関わらず東西方向に±10mm 程度、南北方向に±15mm 程度のばらつきが見られることがわかった。2次元の rms 値の2倍である、2drms 値は 13mm となった。南北方向のばらつきが大きく見られるのは南北方向の衛星の配置状態が悪かったためと考えられる。

フロート解を平面上にプロットしたものが図-4 である。フロート解は±1 m 近くのばらつきが出ていることがわかる。2drms 値は 720mm となった。

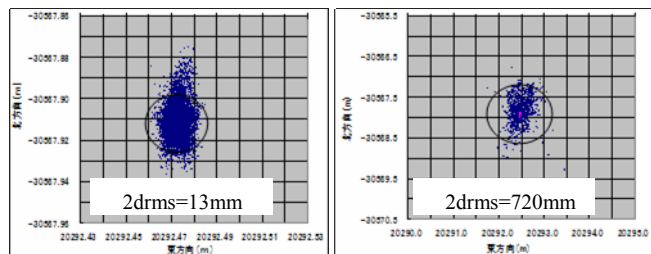


図-3 フィックス解の分布 図-4 フロート解の分布

(2) 軌道上の移動体の測位運動

次に写真-1 のように模型電車の上にアンテナを搭載させレールの上を移動させながら移動観測における連続したデータを測った。レールの軌道とその軌道の外側と内側に 20mm の枠を設け、移動体測位の結果をプロットしたものが図-5 である。測位解（フィックス解）は移動しながらも設計軌道に対しほぼ±20mm 以内の誤差で収まっていることがわかる。

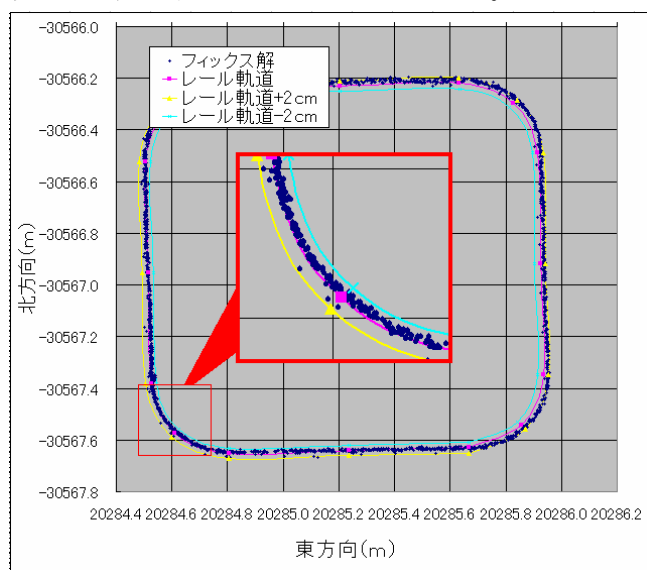


図-5 移動体測位軌跡



写真-1 移動体測位の実験状況

(3) 固定観測における初期化時間

固定観測を行う際に、受信機からアンテナケーブルを抜き差しすることにより、受信中断から再び Fix 解になるまでの時間（初期化時間）を 100 回計測した。その結果、初期化時間の平均で 18.60 秒かかることがわかった。

(4) 移動観測における初期化時間

(2) と同様に模型電車の上にアンテナを搭載させレールの上を移動させながら (3) と同じ実験を 2 回実施した。結果は 1 回目が 18.51 秒で 2 回目が 18.86 秒という結果が得られた。(3) と (4) の実験結果をまとめたものを表-1 に示す。

固定観測と移動観測とで初期化時間はほとんど同じであることが確定できた。

表-1 初期化時間実験結果

	初期化時間		
	固定	低速移動(1)	低速移動(2)
最大	55秒	47秒	41秒
最小	15秒	14秒	14秒
平均	18.60秒	18.51秒	18.86秒

5. おわりに

本研究では移動体測位の精度、初期化時間について検証を行った。移動体測位の精度は固定観測とほぼ同等であった。初期化についても固定観測、移動観測の初期化時間はほぼ変わらないという結果が得られた。つまり、低速度で狭い範囲の移動測位の場合は固定観測とほぼ同じ特性を示すことがわかった。しかし、移動体の速度が変化した場合や、大規模な移動をした場合の障害物による衛星の可視数の低下による影響を考えたものではなかった。今後、こうした条件を加味した実験を行い検証していくことで、RTK-GPS の測位特性を明らかにできると考える。