

RTK 測位における GLONASS 併用効果の分析

Analysis of GLONASS combined effect in RTK

○千葉史隆¹, 池田隆博², 佐田達典³, 石坂哲宏³* Fumitaka Chiba¹, Takahiro Ikeda², Tatsunori Sada³, Tetsuhiro Ishizaka³

Abstract: The objective of the study is to identify the increment of Fix-time by using method of GPS and GLONASS in the RTK. The comparison experiments of observation measurement carried out between GPS and GPS-GLONASS. A combined effect with GLONASS was analyzed by positioning solution and satellite constellation. The experimental results show that Fix-time is more increased 30 percent by the method of using GPS together with GLONASS than that of GPS.

1. はじめに

日本の準天頂衛星や GLONASS をはじめとする様々な測位衛星の運用が開始され始めた。そのため衛星数が増加し、RTK 測位における高精度測位解 (Fix 解) の時間が増加することが予想される。本研究では「GPS」と「GPS と GLONASS 併用」の場合における可視衛星数の違いから、RTK 測位における GLONASS 併用効果を測位解、衛星配置、精度低下率から分析をする。

2. GLONASS

GLONASS (Global Navigation Satellite System) はロシアが運用している測位衛星であり、軌道傾斜角 65° 、高度 19100m の 3 軌道面に 24 機の衛星を配置している。軌道傾斜角が GPS の 55° に比べ高いため、高緯度での測位精度の向上が見込まれている。

3. RTK 測位

RTK-GPS (Real time Kinematic GPS) は実時間でキネマティック測位を行う方式であり、リアルタイムに干渉測位計算を行い結果を出力する。この干渉測位計算は、波数に波長を乗じて求める。しかし受信機に搬送波が到達した際、波の小数部は把握できるが整数部は不明である。この整数部を整数値バイアスと呼ぶ。RTK 測位で求められる測位解については、バイアスを整数値で求めた解を Fix 解と呼び、実数値で求めた解を Float 解と呼ぶ。Fix 解の精度は 5mm~20mm 程度であり、Float 解の精度は 10cm~数 m 程度である。しかし、衛星電波の受信が中断したなど観測状態が十分でないと単独測位解となり、精度が 10m 程度に低下する^[1]。

4. 精度低下率

GPS の測位精度は、測位に使う衛星の天空における配置あるいは分布がよくなると劣化する。この衛星の

配置による精度の影響は DOP (精度低下率) という数値で示される。この数値は、衛星の疑似距離に単位の誤差があった時に、測位結果に何倍になって表れるかを示すものであり、GPS の仕様から DOP 値は 6.0 以下であれば良好とされる^{[2][3]}。

5. RTK 測位実験

GPS のみと GPS・GLONASS 併用とを切り替えて、等速で移動しながら RTK 測位を行った。さまざまな測位条件下で等速移動での観測を行うために、受信機と無線機を装着したセグウェイで走行した。実験場所は日本大学理工学部船橋キャンパス測量実習センター周辺を 3 周ずつ走行し各 5 回 10 セットを行った。実験に使用した受信機は、トプコン社製 LEGACY-E+ である。

6. 実験結果と考察

実験結果を Table 1、走行軌跡上の観測測位解の種類を Figure 1、Figure 2、基準局左に位置する測位環境が良好な A 地点の衛星配置を表す天空図を Figure 3、8 号館南側の測位環境が不良な B 地点の天空図を Figure 4、なお、走行軌跡は緯度、経度から平面直角座標系 (第 IX 系) の X 座標、Y 座標に変換しているが、図では北方向、東方向で表している。Fix 解を青、Float 解を緑、単独測位解を赤で示す。また、Figure 4 の天空図には 8 号館の建物による遮蔽を赤で示す。

①測位解の傾向

Table 1 に示すように、GPS・GLONASS を併用した場合は GPS のみの場合よりも、全体に占める Fix 解の

Table 1. Outcome of an experiment

Observation point Observation condition	All Observation point			Area A			Area B		
	GPS	GPS-GLONASS	Difference	GPS	GPS-GLONASS	Difference	GPS	GPS-GLONASS	Difference
Fix (%)	29.6	60.2	30.6	63.2	86.2	23	9.7	52.9	43.2
Float (%)	53.9	29.1	-24.8	34.1	7.2	-26.9	83.6	46.6	-37
Alone (%)	16.3	10.8	-5.5	2.7	6.6	3.9	6.8	0.5	-6.3
DOP average	1.89	1.47	-0.42	3.29	2.59	-0.7	3.77	3.25	-0.52

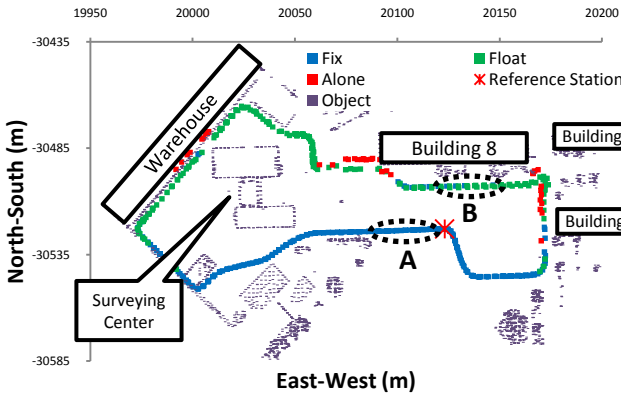


Figure 1. GPS observation result

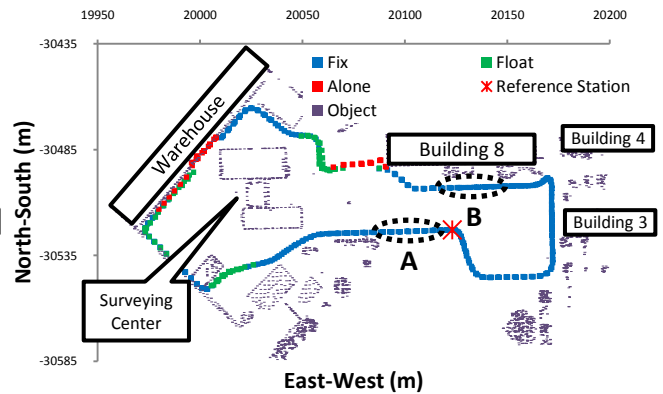


Figure 2. GPS-GLONASS observation result

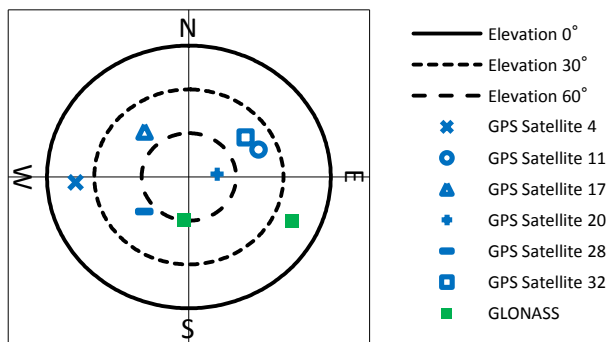


Figure 3. The sky chart PointA

割合が 30.6%増加し、Float 解、単独測位解がそれぞれ 24.8%, 5.5%減少した。GLONASS を併用したことにより Fix 解の時間が増加したと考えられる。また測位環境の異なる A, B 地点においても、GPS のみの場合と比べ Fix 解が全体に占める割合としてそれぞれ 23.0%, 43.3%増加した。測位環境により Fix 解の増加率が異なるが、GLONASS 併用による測位解の精度向上が認められた。

②測位環境による影響

A, B 地点における衛星配置と可視衛星数は、Figure3, Figure4 よりほぼ同じであることが分かる。しかし GPS のみの A 地点は Fix 解、B 地点は Float 解とそれぞれ異なる測位解を観測した。A 地点は観測に影響を及ぼす障害物が周囲にないため Fix 解が得られたが、B 地点は Figure4 に示すように 11 番、17 番、32 番衛星の仰角が低く 8 号館が障害物となり、衛星電波が瞬間的に途切れ、整数値バイアスが測位中に切り替わるサイクルスリップ現象が生じたために、Float 解が観測されたと考えられる。

一方、GPS・GLONASS 併用時は A, B 地点共に Fix 解が得られた。特に B 地点では GPS のみの観測時と異なり、8 号館によるサイクルスリップの影響を受けなかった。これは GLONASS を併用することにより可視

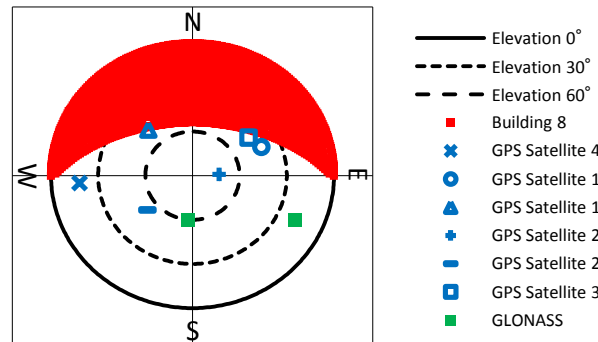


Figure 4. The sky chart PointB

衛星数が増加し、DOP 値が低下したことが要因であると考えられる。

GPS, GPS・GLONASS 併用時共に測位可能な条件であったが、特に測位環境が不良な地点では GLONASS を併用することにより、サイクルスリップの影響を受けにくくなると考えられる。

7. おわりに

本研究では様々な観測測位条件下で、受信機を等速で移動させて RTK 測位を行った。その結果 GLONASS を併用することで可視衛星数が増加し、障害物によるサイクルスリップの影響を受けにくくなるため、測位環境に関係なく Fix 解の時間の増加が認められた。

8. 参考文献

[1]近津博文, 佐田達典ほか: 空間情報工学概論, 日本測量協会, pp.91,96, 2005 年
 [2]土屋淳, 辻宏道: 新・GPS 測量の基礎, 日本測量協会, pp.88, 2002 年
 [3]B. ホフマン 他 (西修二郎訳): GPS 理論と応用, シュプリンガー・フェアラーク東京株式会社, p173, 2005 年