

GPS と GLONASS における干渉測位時の利用衛星選択効果に関する研究

Study on the Effect of Satellite Selection of Interferometric Positioning using GPS and GLONASS

○池田隆博¹, 佐田達典²*Takahiro Ikeda¹, Tatsunori Sada²

Abstract: As for the satellite - based positioning system GPS has been used mainly, but GLONASS has made great progress and has come to be used in recent years. Therefore, improvement of availability satellite positioning is expected in the urban and mountainous areas by using GLONASS satellite as well as GPS satellite. However, the increase of satellite may cause the increase of multipath. The authors examined the classification method of satellite radio of multipath, and examined the effect of interferometric positioning by satellite selection. As a result, multipath was confirmed by the method proposed. In addition, positioning ratio of interferometric positioning has been improved by the satellite selection.

1. はじめに

我が国の衛星測位の利用については、米国が運用する GPS が主流であるが、2011 年にロシアが運用する GLONASS が全世界をカバーする 24 衛星に達するなど、利用可能な衛星が増加しつつある。また、一公共測量一作業規定準則において、GPS と GLONASS の併用手法が明記されるなど、複数衛星系による併用測位が今後一般的になるものと想定される。

利用可能な衛星が増加した場合、遮蔽環境下においても測位に必要な衛星電波を受信できる可能性がある。しかしながら、マルチパス等の誤差を含む衛星電波の増加も考えられ、公共測量等の高精度を必要とする作業では、観測可能な衛星電波の状態を事前に把握し、測位計算に使用する衛星を選択することが求められる。

本研究では、マルチパスの影響を受ける衛星電波の判別手法を提案し、高精度測位における衛星選択効果の検証を目的とする。

2. マルチパスによる誤差電波の判別手法

マルチパスの影響を受ける衛星電波の判別手法として、本研究では搬送波の位相遅延量の特徴を用いて、判別に有効な指標を算出する。

搬送波の位相遅延量は、伝搬経路内の総電子数と電波の周波数帯に依存する。そのため、低仰角衛星ほど 1 周波、2 周波の周波数帯の異なる搬送波間の位相遅延量の差は大きくなり、位相変化に差が生じる。位相変化は、正確な光速を乗じ、周波数で割ることで衛星と受信機間の距離変化が得られる。したがって、搬送波間の位相遅延量の差が大きくなる場合、式 (1) より 1 周波、2 周波の距離変化の差は大きくなるものと推察される。

$$L = (\phi_t^{L1} - \phi_{t-1}^{L1}) \frac{C}{f_{L1}} - (\phi_t^{L2} - \phi_{t-1}^{L2}) \frac{C}{f_{L2}} \quad (1)$$

L : 距離変化の差 ϕ : 位相積算値 t : 時刻 (秒)

C : 光速 $L1$: 1 周波 $L2$: 2 周波

なお、電離層の影響は設置受信機間の距離が数十 km の範囲であればほぼ同一であるため、式 (1) で得られる結果は双方の受信機でほとんど同じ値となり、較差は小さくなる。しかし、一方の受信機がマルチパスの影響を受けた場合、位相に誤差を含むため、較差は大きな値になるものと考えられる。本研究では、この較差をマルチパスの影響を表す指標とする。

3. 誤差電波判別実験と結果

Figure1 に示す周囲に遮蔽物のない観測点と遮蔽環境の異なる複数の観測点に 2 周波受信機を設置し、GPS と GLONASS の RINEX データを 1Hz で取得した。実験日時は、2011 年 11 月 12~14 日 10:00~16:30 であり、各観測点で 3 時間測位を行った。

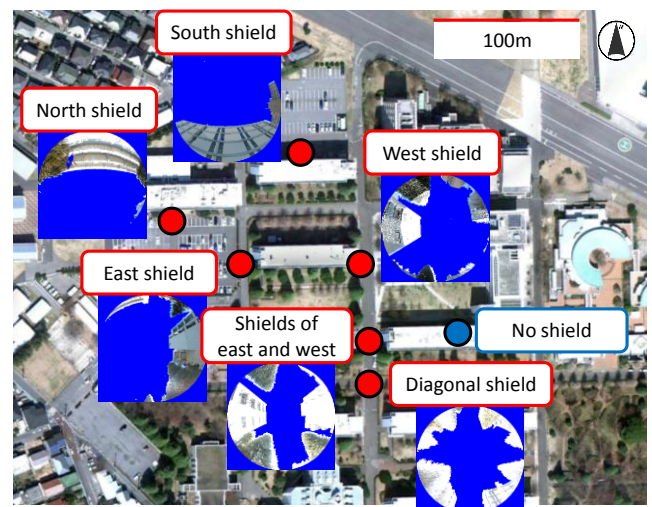


Figure1. Positioning location and Surrounding Obstacles

本稿では、北遮蔽時の結果について報告する。双方の受信機で得られた同時時間帯の観測結果より較差を算出し、1 分間毎（データ数：60）に平均値と標準偏差値を求めて GPS, GLONASS 各衛星の傾向を確認した。PRN 番号毎（GPS は「G」、GLONASS は「R」と示す）に、方位角に対する傾向を確認すると、平均値については、Figure2 よりほとんどの衛星に対し較差は 1.0mm 以内と大きな変化は見られなかった。一方、標準偏差値については、Figure3 より較差が 1.0mm 以上の大きな値を示す場合が見られた。Figure4 より、衛星位置との関係を確認すると、遮蔽物により不可視となる衛星の方位角と、標準偏差値が大きくなる際の方位角が一致する傾向が見られた。不可視衛星からの受信電波は、建物の回折等によりマルチパスの影響を強く受けているものと推察されるため、本研究で示した指標は有効であると考えられる。

4. 利用衛星選択による効果の検証

干渉測位における利用衛星選択による効果を検証するため、マルチパスの影響を受けない衛星を選定し解析を行った。影響を受けない衛星の条件は、Figure2, Figure3 で得られた結果より、平均値、標準偏差値ともに 1.0mm 以内となる時間帯の衛星とした。

検証方法としては、遮蔽物なしの観測点を既知点、遮蔽物を含む観測点を未知点とし、双方で得られた RINEX データより、「GPS のみ」と「GPS+GLONASS」の条件キネマティック処理を行った。なお、解析ツールは RTKLIB Ver2.4.1 を使用し、評価対象は得られた全観測解に対する Fix 解の測位率である。

Table1 に各観測点の評価結果を示す。「GPS のみ」と「GPS+GLONASS」ともに利用衛星を選択することで Fix 率の向上が見られた。

5. まとめ

提案したマルチパス判別手法の指標を基に、利用衛星を選択することで Fix 率の向上が見られた。しかしながら、GLONASS の併用により観測衛星数が増加したにも関わらず、GPS のみによる Fix 率とほとんど差が見られない観測点を確認された。今後は、衛星の幾何学的な配置についても検証を行う予定である。

謝辞：本研究は平成 23 年度科学研究費補助金（基盤研究 C）23560632 の助成を受けた。ここに記して謝意を申し上げる。

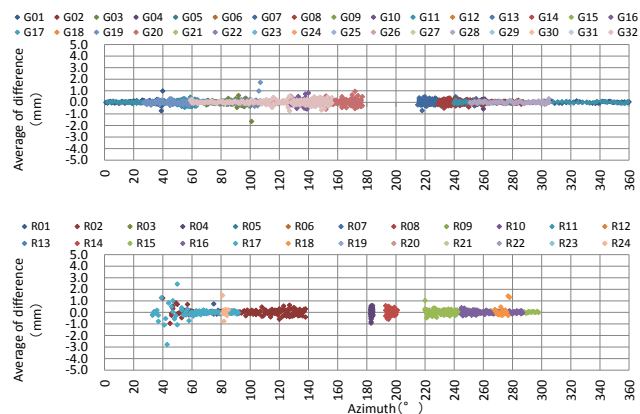


Figure2. Average of difference by North shield and No shield (Top : GPS Under : GLONASS)

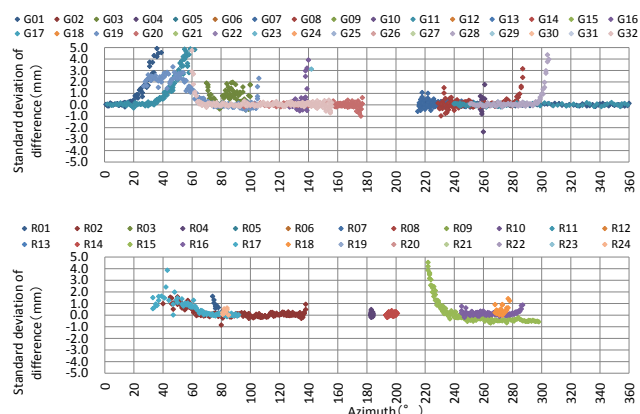


Figure3. Standard deviation of difference by North shield and No shield (Top : GPS Under : GLONASS)

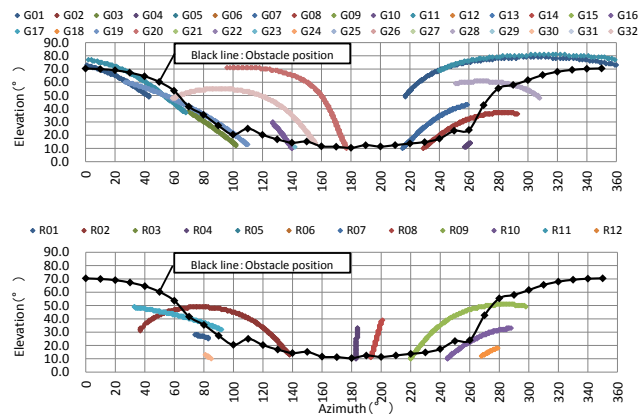


Figure4. Satellite position and shield position (Top : GPS Under : GLONASS)

Table1. Ratio of Fix solution of positioning location (unit : %)

Positioning location	All satellites		Satellite selection	
	GPS Only	GPS+GLONASS	GPS Only	GPS+GLONASS
North shield	34.6	30.9	53.5	62.0
South shield	54.6	55.2	72.8	77.6
East shield	23.8	34.2	25.7	43.0
West shield	41.5	37.6	67.4	82.0
Shields of east and west	4.0	3.2	7.9	33.7
Diagonal shield	53.3	37.2	88.5	87.8