

F1-13

高仰角に位置する QZSS の併用による GPS の鉛直方向精度の向上効果に関する研究

Study on Improvement Effect of Vertical Accuracy of GPS Positioning Using QZSS in High Elevation Angle

○酒井昂紀¹, 佐田達典², 江守央²*Koki Sakai¹, Tatsunori Sada², Hisashi Emori²

Abstract: Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism announced i-Construction aimed at increasing productivity in the infrastructure maintenance in 2015 by introducing 3-dimensional data using satellite positioning. The accuracy of satellite positioning is high in the horizontal direction, however, low in the vertical direction. The purpose of this study is to compare the vertical accuracy by GPS using QZSS to the vertical accuracy by GPS alone. As the results, it was found that the vertical accuracy improved by QZSS more than elevation angle 80 degree.

1. はじめに

国土交通省は 2015 年にインフラ整備の生産性を向上させることを目的とした i-Construction (アイ・コンストラクション) を発表した。i-Construction の取り組みの中に ICT 技術 (情報通信システム) の全面的な活用があり, GNSS は中核を担っている。

GNSS の課題に関しては, 水平方向には衛星が満遍なく配置されているため高い測位精度が期待できる。しかし, 鉛直方向は地平線より下にある衛星の信号を受信できないため, 水平方向よりも測位精度が低下する傾向があるため, 現段階では高さ情報は ICT 施工では本格的に使われていない。

GNSS の鉛直方向精度向上を目指した研究に関して藤原ら¹⁾の研究では我が国の衛星である準天頂衛星システム (QZSS : Quasi-Zenith Satellite System) を併用した場合, GPS のみと比較して水平方向では測位向上の効果は見られなかったが, 鉛直方向では QZSS が仰角 75° 以上で測位精度の向上が見られた。したがって QZSS を併用することで鉛直方向精度が向上する可能性がある。

QZSS は, 8 の字軌道を有し, 日本のほぼ真上に長時間滞留できるため, GPS と比較して高い仰角に位置する時間が長い。そのため, QZSS を併用して測位することで鉛直方向精度が向上するのであれば長時間その効果が期待できる。

本研究では 24 時間の観測データを用いて解析を行い, QZSS を使用した場合での鉛直方向精度の向上効果について GPS のみを使用した場合と比較して仰角別の検討を行うことを目的とする。

2. 実験方法

日本時間 2016 年 6 月 26 日 9:00 - 6 月 27 日 9:00 に

日本大学理工学部船橋キャンパス 7 号館屋上にて GPS, QZSS を使用し, データ取得間隔 1 秒のキネマティック測位を 24 時間行った。Figure 1. に示すように基準局 A と移動局 B の双方に GNSS アンテナ・受信機を設置した。受信機はトリンプル社製の NetR9 を使用した。基準局 A と移動局 B の双方の参照座標は千葉県白井市にある電子基準点「白井」の 24 時間の観測データを用いたスタティック測位による基線解析で求めた。

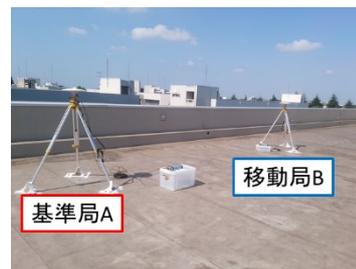


Figure 1. GNSS observation

3. 解析方法

スタティック解析により観測した 24 時間データである日本時間 2016 年 6 月 26 日 9:00 - 6 月 27 日を用いて基準局 A を基準とした 1 秒ごとの移動局 B の座標データを求めた。

基線解析は以下の条件で行った

条件 A : QZSS (L5 あり) と仰角 15° 以上に配置する GPS から 3 機の組合せ

条件 B : 最大仰角に位置する GPS (L5 あり) と仰角 15° 以上に配置する GPS から 3 機の組合せ

条件 C : 最大仰角に位置する GPS (L5 なし) と仰角 15° 以上に配置する GPS から 3 機の組合せ

Figure 2. は条件 A, B, C の一例である。なお, 最大仰角以外の衛星 3 機は L5 信号の有無に関わらず同じ GPS を使用した。

1 : 日大理工・院 (前)・交通 2 : 日大理工・教員・交通

評価については電子基準点（白井）により求めた移動局 B の参照値を使用して，正確度の統計量を表す RMS 誤差，Fix 解の取得時間，参照値を基準として±0.02m の区間で標高のヒストグラムを作成し，最大仰角ごとに検証した．仰角ごとの区分は「仰角 60° 以上 70° 未満」「仰角 70° 以上 80° 未満」「仰角 80° 以上」とした．

4. 解析結果

Figure 3.は最大仰角ごとの RMS 値，Figure 4.は最大仰角ごとの Fix 解の取得時間を示す．各条件とも最大仰角が上がるごとに RMS 誤差が小さくなることが確認された．条件別で見ると最大仰角 60° 以上 70° 未満では条件 A は条件 B，条件 C と比べて RMS 誤差が大きくなったが，最大仰角 80° 以上では同等の値になった．また，最大仰角 60° 以上 70° 未満では条件 A の Fix 解の取得時間は条件 B，条件 C と比べて半分以下の取得時間となったが，最大仰角 80° 以上では条件 B，条件 C と比べて倍以上の取得時間となり逆転した．このことから，QZSS は GPS と同等の測位精度であるが最大仰角 80° 以上に位置する時間が長いことがわかった．

Figure 5.は最大仰角 80° 以上における各条件のヒストグラムを示す．各条件とも左右対称の形となったが，条件 A では参照値を含むレンジが最頻値となった．条件 B では参照値より僅かに小さい 45.388m 付近のレンジが最頻値となり，条件 C では参照値より小さい 45.385m 付近のレンジが最頻値となった．最頻値の分布からみた場合，仰角 80° 以上では QZSS を使用した条件の方がわずかながら良好であることがわかった．

5. おわりに

本研究では，QZSS を使用した場合での鉛直方向精度の向上効果について GPS のみを使用した場合と比較して仰角別の検討を行った．その結果，最大仰角 80° 以上に位置する QZSS を使用することで GPS を使用した場合と同等もしくはわずかながら向上することがわかった．

今後は，実際の測量現場に近い環境においても検証を行う必要がある．

6. 参考文献

[1] 藤原弘：「準天頂衛星の併用による衛星測位精度向上効果の検証」，平成 27 年度日本大学理工学部学術講演会，pp.343-344，2015．

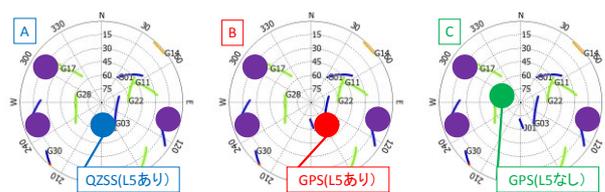


Figure 2. Examples of satellite combinations for each analysis condition

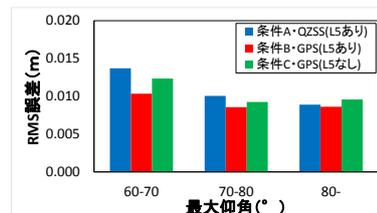


Figure 3. RMS of Elevation against highest elevation angle

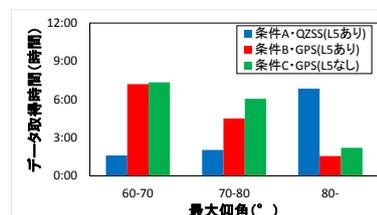


Figure 4. Data acquisition time against highest elevation angle

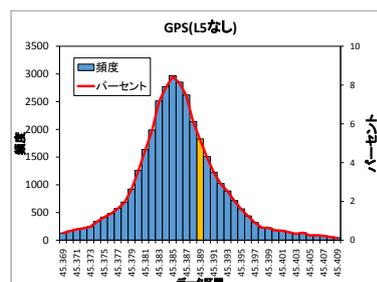
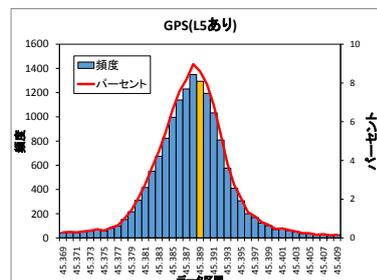
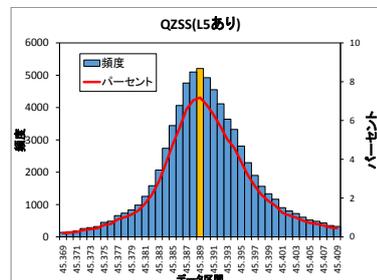


Figure 5. Histogram of elevation against highest angle over 80 degree