

BeiDou を使用したMMS の高精度解析に向けた検討

クモノスコーポレーション株式会社 正会員 ○亀井 志郎
クモノスコーポレーション株式会社 田村 美翔
クモノスコーポレーション株式会社 藤田 誠二
クモノスコーポレーション株式会社 正会員 中庭 和秀

1. 目的

近年、衛星測位システムは、GPS のみならず、QZSS、GLONASS、Galileo の整備、検証がなされ、マルチ GNSS 測定の運用が進んでいる。ただし、中国が運用している BeiDou については歴史も浅く、国内では公共測量での利用は認められていない。本検討では、この BeiDou を使用してMMS のデータ解析を行い、走行軌跡より生成した点群データに対して、どのような影響を及ぼすかを確認することで、MMS のデータ解析時における BeiDou の利用可否の検討を行った。

2. MMS 計測

MMS 計測では、BeiDou が測位可能な Leica Geosystems PegasusTwo Ultimate を使用し、固定局は Leica Geosystems GS10 を使用した。計測は上空視界が十分確保可能な、海沿いの埋立地である夢洲と上空視界の確保が困難な市街地として、大阪市内の徳井町にて計測を行うこととした。市街地については、道路幅員が 8m であり、高さ 15m~40m の建物が周辺に建ち並ぶ地域である。市街地、埋立地共に、1 周約 1km の経路を 10 周計測し、その結果を比較した。

3. データ解析

MMS 走行軌跡解析には、Novatel Inertial Explorer 8.8 を使用し、後処理データ解析を行った。本検討では、BeiDou に着目した精度の変化を確認するため、GPS、GPS+BeiDou、GPS+Glonass+Galileo+QZSS+BeiDou の 3 パターンデータ解析を実施し、データ解析結果の比較を行った。データ解析に使用した設定を表-1 に示す。



図-1 計測状況写真

表-1 データ解析設定

設定項目	設定値
解析方式	Tightly Coupled 方式
仰角マスク	10 度
エポック間隔	1 秒
電離層補正	Auto (7.0km)
衛星歴	精密歴
処理方向	両方向
Data Type	Auto $\left(\begin{array}{l} \text{C/A code} \\ \text{2 周波観測} \\ \text{1 周波観測} \end{array} \right)$

4. 解析結果の確認

データ解析の結果を評価する為に、平均 PDOP、Fix 率、平均衛星数について、各エリアを 10 周計測する間のデータの算出を行った。表-2 に解析結果を示す。この結果より、市街地と埋立地を比較した場合、平均 PDOP、Fix 率、平均衛星数の全てにおいて、市街地よりも埋立地の方が、良好な結果となっている。また、パターン②では

表-2 使用衛星別 解析結果

計測地	パターンと使用衛星	平均 PDOP	Fix 率	平均衛星数
市街地 (徳井町) 基準局から 約 0.5km	① GPS	5.41	0.62%	2.57
	② GPS+BeiDou	19.92	15.81%	5.35
	③ GPS+Glonass+Galileo +QZSS+BeiDou	10.82	48.39%	11.29
埋立地 (夢洲) 基準局から 約 10km	④ GPS	3.06	90.73%	5.57
	⑤ GPS+BeiDou	1.50	100.00%	15.38
	⑥ GPS+Glonass+Galileo +QZSS+BeiDou	1.08	100.00%	29.37

市街地エリアでの平均 PDOP が最も高い結果となっており、パターン③では、平均衛星数が多いにも関わらず平均 PDOP はパターン①より高い結果となった。ただし Fix 率については、高い数値を示していることから、

キーワード MMS, GNSS, BeiDou

連絡先 〒562-0035 大阪府箕面市船場東 2 丁目 1 番 1 5 号 クモノスコーポレーション (株) TEL:072-749-1188

反射波、回折波の影響を受けミス Fix となった可能性が高い。

5. 位置精度の確認

GNSS/IMU 解析後の走行軌跡の位置精度を確認する為に、点群データから座標値を取得し、座標値のバラツキを確認した。検証ポイントは、市街地、埋立地共に 10 箇所 (図-2) とし、その標準偏差の比較を行った。結果を表-3 に示す。この結果より、パターン①よりもパターン②のほうが、XY, Z 共に標準偏差は大きくなっている。これは、表-2 の平均 PDOP から反射波、回折波の影響を受けている可能性の高いことが確認できる。

市街地の中では、パターン③の標準偏差が最も小さいことから、衛星数が増えることで、反射波、回折波の影響の減少していることが確認できる。そこで、パターン②の特異点となった点のみを削除し、パターン②'として算出を行った。結果を図-3 に示す。この特異点をミス Fix している位置と考え、ミス Fix を除去し、BeiDou を含めたマルチ GNSS 解析とすることで、市街地での MMS 計測の精度向上が望めることが確認できた。パターン③の XY=0.075m, Z=0.095m は、作業規定の準則に定められている地

図情報レベル 500 での水平位置 0.15m 以内、標高 0.2m 以内の約 1/2 の値であることから、上空視界の確保が困難な市街地において、10km 計測を継続したとしても計測精度を担保できる可能性のあることが確認できた。また、埋立地にお

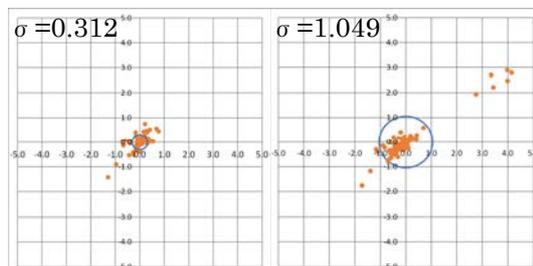


図-3 取得座標プロット図(XY)
(左:パターン②' 右:パターン②)

いては、XY 座標精度はパターン⑥が最も高く、パターン④が最も低い精度となっているが、この差は 0.008m と非常に小さい。ただし、Z 座標を比較すると、パターン④が最も高い精度となった。平均 PDOP, Fix 率, 平均衛星数をみると、パターン⑥の精度が最も高い精度のように見えるが、取得座標の標準偏差を比較すると、上空視界が十分確保できる地域においては、マルチ GNSS を利用するメリットは少ない結果となった。

6. まとめ

本検討では、BeiDou を使用することの特有の問題は確認できず、市街地において取得衛星を増加させることで精度向上に繋がることが確認できた。更に精度向上を目指すには、データ解析時の各種パラメータが大きく影響を与えることは勿論であるが、反射波、回折波を排除することが重要である。

静止観測では、見上げ画像での判断も可能であるが、MMS は常に移動観測を行っているため非常に困難である。しかし、本年公開された国土交通省 3D 都市モデルの PLATEAU (図-4) を用いることで、ベクトルデータ解析が可能となる。これにより GNSS 解析時に不可視衛星については、事前に除去したデータを用いて、GNSS 解析を行う等を今後のテーマとして検討を行う。

参考文献

- 平成 26 年度マルチ GNSS 解析技術等の開発に向けた衛星系の組み合わせに関する技術改良業務 報告書
国土交通省 国土地理院: https://www.gsi.go.jp/eiseisokuchi/gnss_main.html



図-2 検証ポイント図
地理院地図に加筆して作成

表-3 パターン別取得座標
標準偏差 (単位:m)

計測地	No	XY	Z
市街地	①	0.685	0.433
	②	1.049	1.513
	②'	0.312	0.243
	③	0.075	0.095
埋立地	④	0.014	0.036
	⑤	0.011	0.144
	⑥	0.006	0.103



図-4 都市モデル内での検討イメージ
(出典: 国土交通省ホームページ)
<https://www.mlit.go.jp/plateau/>
に加筆して作成