モービルマッピングシステム（MMS）における GLONASS 衛星併用時の効果

小堀　裕貴・辻　求（アジア航測株式会社）

1．はじめに

平成 24 年 5 月に国土地理院から「移動計測車両による測量システムを用いる数値地形図データ作成マニュアル（案）」が発行されて 2 年が経ち、モービルマッピングシステム（以下、MMS という）は測量技術として広く利用されるようになったが、特に都市域の高架下や高層ビル群など GNSS（全地球航法衛星システム）の受信環境が悪い場所での位置精度劣化は大きな課題として残っており、レーザ点群データの位置調整作業等における労力削減を妨げる要因となっている。

一方、公共測量作業規定の準則においては GPS（Global Positioning System）衛星と GLONASS（Global Navigation Satellite System）衛星の組み合わせが記されており、平成 25 年 5 月 10 日より全国の電子基準点で GLONASS データ配信も開始されるなど、複数衛星系による併用測位が本格的に始まり、測位精度・測位機会の向上に大きく寄与している。

本稿では、MMS の移動測位において従来の GPS のみによる場合と GLONASS を併用した場合とを比較し、その有効性について検証した結果を紹介する。

図 1　GeoMaster NEO®外観

2．計測技術

当社の MMS である「GeoMaster NEO®」の特徴は、最大照射レート 300kHz のレーザスキャナを 2 台と高性能の GNSS/IMU・オドメータを搭載し、移動しながら高密度のレーザ点群を取得できることである。以下にその

表 1　GeoMaster NEO®のシステム仕様

機材	メーカ	名称	諸元
GMSS	NovAtel	アンテナ：GPS-702-GG レシーバー：OEMV3	チャンネル
			GPSL1：14　GPSL2：14　GPSL5：6
			GLONASSL1：12　GLONASSL2：12
IMU	IGI	AEROcontrol-III	取得レート：400Hz
			精度：Heading:0.007°　RMS
			Roll/Pitch:0.003°　RMS
オドメータ	KISTLER	Correvit L-350	測定レート：250Hz
レーザ	RIEGL	VQ-250	照射レート：300kHz
			スキャンレート：100Hz
			測距精度：±10㎜
カメラ	POINT GREY	LadyBug3	解像度：1600･1200

表２　測位データ解析ソフト

解析処理	メーカ	名称
GNSS 解析	NovAtel	GrafNav
GNSS/IMU 解析	IGI	AEROoffice

外観とシステム仕様を示す。

3. 検証条件

下記条件にて計測・解析した結果で検証した。

1）計測日　　平成 26 年 2 月 16 日（日）

2）計測諸元　走行速度約 40km/h、レーザ照射レート 200kHz

3）計測範囲　国道 41 号線（名古屋高速高架下）、国道 302 号線（名古屋第二環状道路高架下）

4）検証時間　12 時 8 分 20 秒～15 時 11 分 40 秒（約 3 時間）

5）使用電子基準点　名古屋（計測範囲からほぼ 10km 圏内）（北緯：35°10′06″.3226 東経：136°57′56″.8811 楕円体高：95.393m）

4. 比較検証

4.1 衛星数と PDOP 値

GPS と GLONASS の受信衛星数と PDOP（Position Dilution of Precision）値を図 3、図 4 に示す。

受信衛星数は GPS が平均 4.5 個、GLONASS が平均 5.7 個、併用により合計平均 10.2 個となった。

PDOP 値は GPS が平均 2.5、GLONASS 併用が平均 1.7 であり PDOP 値は全体で平均 0.8 改善していることになる。衛星信号の受信状況が良好で PDOP 値が 2 以下で安定している区間は併用時の方が 0.4 程度改善している。

4.2 解の品質

GNSS の観測データは GPS のみ、GLONASS 併用のそれぞれで後処理キネマティック解析

図２　計測範囲図

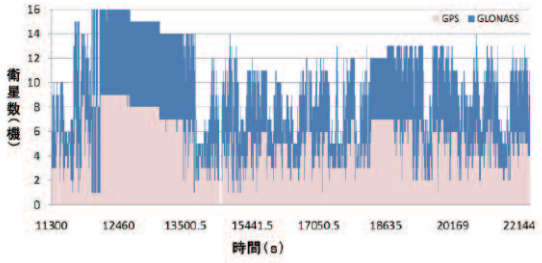


図３　受信衛星数

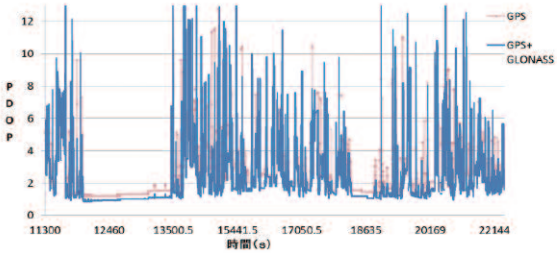


図４　PDOP

表３　解の内訳

	GPS		GPS+GLONASS	
Fix 解	5046 個	23%	4521 個	21%
安定 Float 解	359 個	2%	1128 個	5%
収束 Float 解	4149 個	19%	4604 個	21%
解の合計	9596/22000 個		10253/22000 個	

により基線解を求め、解の数と割合を解の品質ごとに整理した（表３）。この結果、Float 解を含めた解の合計数は GLONASS 併用時に７％ほど増加しているが、Fix 解は減少していることが確認できる。

なお、GNSS の解は今回 0.5 秒ごとに算出したため総数を 22000 個（約３時間分）として割合を算出している。

4.3 予測誤差

基線解析結果の RMS（二乗平均平方根）を予測誤差として水平方向、鉛直方向についてそれぞれ図５、図６に示す。これらのグラフから、GPS のみの解析結果で予測誤差が小さい場合は GLONASS を併用しても目立った効果はないが、予測誤差が大きい場合には精度の向上が確認できる。

4.4 検証点との較差

GNSS の基線解析結果と IMU（慣性計測装置）・オドメータの観測データを用いて最適軌跡解析を行い、レーザデータと組み合わせることで点群データを生成した。レーザ点群データは別途実施した現地検証点測量（VRS 方式 GPS 観測または TS 観測）の結果と比較し、位置精度を検証した。なお、検証点はレーザ点群の反射強度表示で位置が特定しやすい白線の角などを主に選定した。

レーザ点群データと検証点との較差について、GPS のみ、GLONASS 併用時で比較した図を水平方向と鉛直方向でそれぞれ図７、図８に示す。GPS のみによるレーザ点群データにおいて検証点との較差が大きいところは、GLONASS を併用することで数m～20m以上精度が改善される結果となった。

5. 考察

本検証では、GNSS 受信状況の悪い環境下

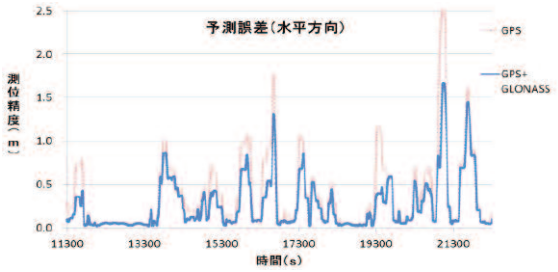


図５　水平方向の予測誤差

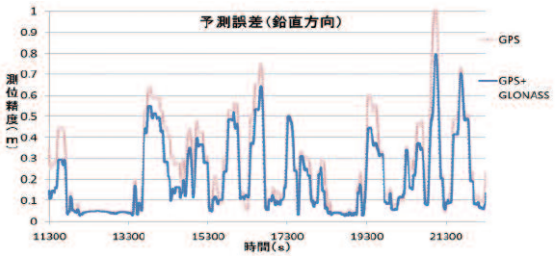


図６　鉛直方向の予測誤差

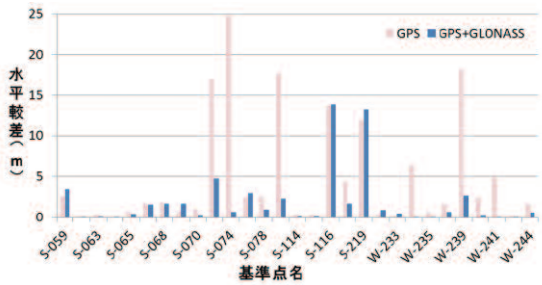


図７　水平方向の検証点較差

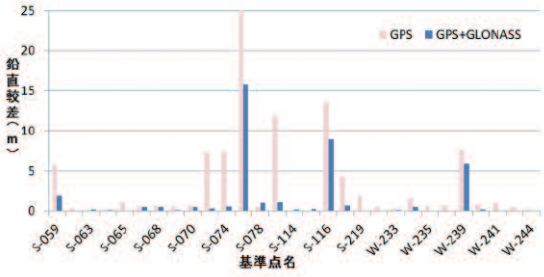


図８　鉛直方向の検証点較差

において、GLONASS 併用時に Float 解を含めた測位機会の増加と精度向上を確認できたが、一方で Fix 解が減少するという現象も認められた。中には GPS のみで Fix 解が連続して得られている箇所で GLONASS 併用により Float 解となる場合も見られた。移動計測においてはサイクルスリップやマルチパスの影響も大きく複雑であり、原因についてはさ

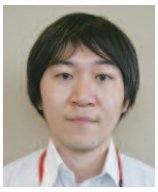
らに詳細な検証が必要である。

6. まとめ

GPS と GLONASS 併用のデータ解析により、①測位に使用できる衛星数が約 2 倍になり測位機会が増えること、②受信可能な GPS が少なく精度が極端に悪い箇所での精度改善が特に期待できること、③GPS が十分取得できている箇所では GLONASS を併用する効果が小さいことが検証できた。

GNSS 受信環境に地域差がほとんどない航空測量とは違い、MMS は GNSS 受信環境が悪い都市域での計測を求められることが多く、複数衛星系の併用測位による位置精度や測位機会の向上は日本の準天頂衛星や EU の Galileo の開発・設備も含めて今後さらに期待でき、MMS 作業の効率化に大きく寄与することを確信するものである。

■発表者



小堀　裕貴（こほり　ゆうき）
アジア航測株式会社

（共著者）
辻　求（つじ　きゅう）
アジア航測株式会社