

# 出来形管理に適用するための GPS と QZSS の使用条件に関する検討

日本大学 学生会員 ○酒井 昂紀  
 日本大学 正会員 佐田 達典  
 日本大学 正会員 江守 央

## 1. はじめに

国土交通省はインフラ整備の生産性を向上させ、魅力ある建設現場を目指す i-Construction (アイ・コンストラクション) を発表した。その取り組みの中に ICT 技術 (情報通信技術) の全面的な活用があり、GNSS (Global Navigation Satellite System) はその中核を担っている。しかし、GNSS は地平線より下にある衛星を使用することができないため、水平方向に比べて鉛直方向は測位精度が低下する特性がある。そのため、現段階では高精度な高さ情報が要求される舗装工事等では使用されていない。

そこで注目したのは我が国の測位衛星である QZSS である。QZSS は GPS と比較して長時間天頂付近に滞留するため (図-1) 天頂付近の衛星と地平線付近の衛星が使用できる時間が増えるため鉛直方向精度向上に期待ができる。QZSS を用いた研究としては藤原ら<sup>1)</sup>は遮蔽物がない環境において QZSS を仰角 75° 以上に滞留するときに併用することで鉛直方向精度が GPS 単体よりも向上することを報告している。しかし、GNSS を用いた出来形管理に適用するためには実際の測量現場を想定した環境で検証する必要がある。また、公共測量作業規程の準則<sup>2)</sup>では 1 秒毎に 10 秒間のデータを異なる時点で 2 回記録し、各々平均した結果の較差が許容値内であるかで品質を評価している。しかし、出来形管理に適用するとき 10 秒間の平均で行うのが適切なのか実際に検証する必要がある。また、周辺環境による影響評価も必要である。

本研究は測量現場を想定したフィールドにおいて種々の周辺環境下における QZSS を併用した GPS 測位を行い、出来形管理に適用するための後処理条件を検討する。

## 2. 実験方法

日本時間 2017 年 5 月 17 日 10:00~5 月 18 日 10:00, 2017 年 5 月 18 日 15:00~5 月 19 日 15:00 に日本大学理工学部交通総合試験路にて GPS, QZSS を使用し、データ取得間隔 1 秒の衛星測位を 24 時間行った。交通総合

試験路周辺に周辺の遮蔽環境が異なる 5 点を設置して GNSS アンテナ, 受信機を設置した。各地点の標高の参照値と遮蔽環境を示す天空図を図-2 に示す。

## 3. 解析方法

QZSS が仰角 80° 以上に位置する時間帯の GPS, QZSS を使用して仰角マスクを 15° に設定して解析を行った。解析で求めた 1 秒毎の標高値の移動平均をとり、各々 RMS 誤差を算出した。最大仰角に位置する衛星として GPS に QZSS を併用した場合 (条件 A) と GPS 単体の場合 (条件 B) で RMS 誤差を比較した。本研究では 7 パターン (1 秒, 5 秒, 10 秒, 15 秒, 20 秒, 30 秒, 60 秒ごと) で移動平均を行い、最適な移動平均の秒数を求めた。舗装工事の出来形管理での目標精度を表-1 に示す。

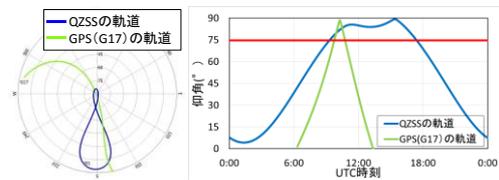


図-1 QZSS と GPS の軌道比較

千葉県船橋市 (緯度: 35°43'27", 経度 140°03'27")

UTC 時刻 2016 年 6 月 27 日

地点名	地点101	地点102
天空図		
標高参照値 (m)	28.000	28.120
地点名	地点104	地点105
天空図		
標高参照値 (m)	28.243	28.016

図-2 各地点の標高参照値と天空図

表-1 舗装工事の出来形管理での目標精度

	要求精度	RMS誤差相当
路床表面	±20mm以内	10mm以内
上層路盤表面	±10mm以内	5mm以内
下層路盤表面		
基層・中間層表面	±4mm以内	2mm以内
表層表面		

キーワード: QZSS 移動平均 RMS 誤差

連絡先: 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部交通システム工学科 空間情報研究室 TEL047-469-8147

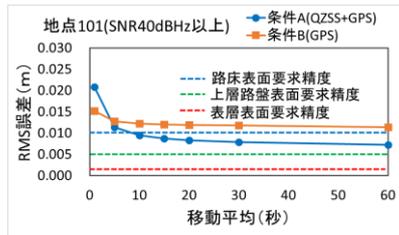


図-3 地点 101 の移動平均ごとの RMS 誤差

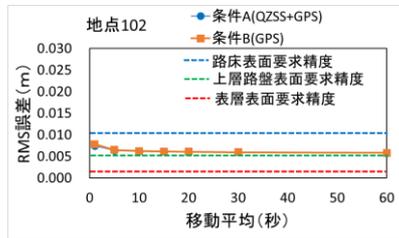


図-4 地点 102 の移動平均ごとの RMS 誤差

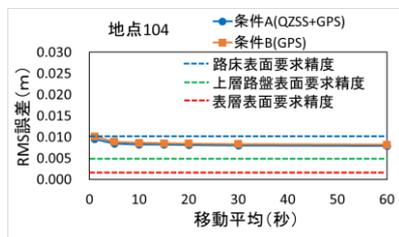


図-5 地点 104 の移動平均ごとの RMS 誤差

4. 解析結果

図-3から図-6は地点 101, 地点 102, 地点 104, 地点 105 における移動平均ごとの RMS 誤差を示す。

後処理をしないで移動平均を行った場合, 地点 102 と地点 104 に関しては条件 A と条件 B どちらも移動平均 1 秒(元データ)で路床表面に要求される目標精度を達成した。しかし, 地点 101 では条件 A と条件 B の両方で, 地点 105 では条件 B で, 移動平均 60 秒でも路床表面の要求精度は達成できなかった。

表-2は地点 101, 地点 105 での追加の後処理条件を示す。VDOP を 3 以下にした場合では条件 A と条件 B どちらも後処理をしない場合と同じ結果となった。

SNR 値(信号強度)に注目した場合, SNR 値が 30dBHz 以下の衛星を除いた場合では, 地点 105 では条件 A において移動平均 10 秒で路床表面に要求される目標精度を達成した。SNR 値が 40dBHz 以下の衛星を除いた場合では, 地点 101 では条件 A において移動平均 10 秒で路床表面に要求される目標精度を達成した。しかし, 地点 105 では条件 A において目標精度を達成できなかった。また, 条件 B では SNR 値を制限した場合でも路床表面に要求される目標精度を達成できなかった。

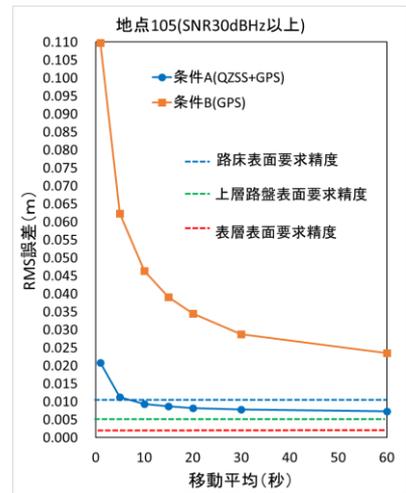


図-6 地点 105 の移動平均ごとの RMS 誤差

表-2 地点 101, 地点 105 の後処理条件

路床表面の要求精度 (RMS誤差10mm以内)	地点101		地点105	
	条件A GPS+QZSS	条件B GPS	条件A GPS+QZSS	条件B GPS
後処理なし	達成せず	達成せず	移動平均15秒	達成せず
VDOP(5以下)	達成せず	達成せず	移動平均15秒	達成せず
VDOP(3以下)	達成せず	達成せず	移動平均15秒	達成せず
信号強度(30dBHz以上)	達成せず	達成せず	移動平均10秒	達成せず
信号強度(35dBHz以上)	移動平均60秒	達成せず	達成せず	達成せず
信号強度(40dBHz以上)	移動平均10秒	達成せず	達成せず	達成せず

5. おわりに

本研究は GPS に QZSS を併用することで舗装工事の出来形管理での要求精度を達成することが可能か検証を行った。その結果, 遮蔽物がない環境では移動平均処理をしなくても路床表面の要求精度を達成できた。遮蔽物がある環境では移動平均を行っても路床表面の要求精度を達成できない箇所があるが, 信号強度が低い衛星を除けば QZSS を使用することで路床表面の要求精度を達成できた。これより QZSS の優位性を確認することができた。しかし, 場合によっては使用できる衛星数が減り悪化することも確認された。今後の課題として, QZSS が 4 機体制となった際の効果を検証し, 精度向上方法を検討していきたい。

謝辞

本研究は QZSS 併用効果の検証実験において株式会社パスコの三島研二氏にご協力いただいた。ここに記して心から謝意を申し上げる。

参考文献

- 1) 藤原弘・佐田達典・江守央・池田隆博：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.
- 2) 国土交通省：作業規程の準則, [http://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/jyunsoku/pdf/h28/H28\\_junsoku\\_honbun.pdf](http://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/jyunsoku/pdf/h28/H28_junsoku_honbun.pdf). (入手日付: 2018.1)