

GPS、QZS および IMES を併用した工事車両の4次元トレーサビリティに関する基礎的実験

安藤ハザマ 正会員○黒台昌弘 正会員 武石 学

1. はじめに

現在進められている震災復興工事や大都市で計画されている大深度地下工事で発生する建設廃棄物についてはその処理処分の方法ばかりではなく、いつ(時刻 t)どこ(位置 x,y,z)にそれらを運搬したかという4次元的なトレーサビリティについての議論が必要である。運搬される廃棄物を見逃すことなく追跡するためには、狭隘な山間部や高層ビル群の谷間、あるいはトンネルや地下空間の中など、どのような環境下においても廃棄物を運搬する車両の動きをきちんと把握し、その軌跡データを記録しておくことが重要である。

こういった車両追跡には、GPS等のGNSS(全地球航法衛星システム)を使うことが一般的であるが、前述の環境下においては測位不能となることも多いため、図-1に示すように、QZS(準天頂衛星みちびき)¹⁾や屋内測位技術(例えば、IMES(Indoor Messaging System)²⁾)を併用し、工事車両がどこにいても位置把握が可能な技術が必須となる。

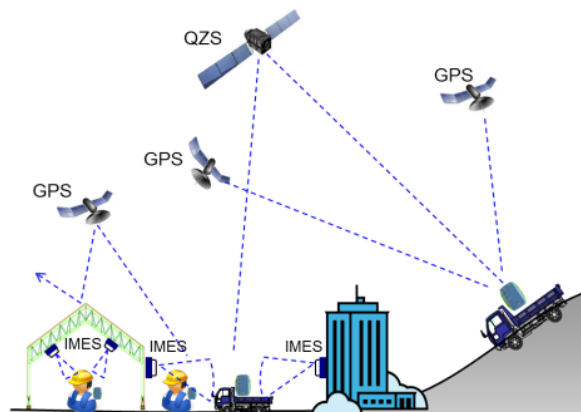


図-1 屋内外位置測位技術の活用イメージ

2. システムのコンセプト

図-1は、GPS測位を基本技術とし、狭隘な地域での測位補完にQZSを活用するとともに衛星測位が困難な屋内ではIMESにより位置計測を行う技術のイメージ図である。廃棄物を運搬する車両の位置把握に活用することを目的にしているが、作業員が端末を保持してその行き先や所在を管理することにも用いることができる。

QZSは日本の測位衛星であり、「測位演算をするための信号を発信する」役目と「位置精度を高めるデータを送信する」役目を担うものであり、常に天頂付近に位置することから狭隘な山間部などでも受信可能である。IMESはGPSからの電波と同じ周波数帯かつ同じフォーマットであることから親和性が高く、GPSとIMESの両方に対応した、すなわち、屋外でも屋内でも測位が可能な技術である。

屋外での測位精度を高める(QZS利用)と同時に、屋内から屋外へ、屋外から屋内へのシームレス測位(IMES利用)が行えるシステムができれば、現場内外に居る工事車両の位置把握が確実になり、施工管理の緻密化とともに運搬する廃棄物の正確なトレーサビリティが実現できるものと考えられる。以下では、本技術のうち、QZSの実用性を確認するために実施した実験について報告する。



写真-1 端末と受信機

表-1 端末と受信機

表示端末・ソフト	
装置名	Nexus7
OS	Android ver.4.4
通信方式	Bluetooth
使用ソフト	Qzss Prove Tool
GPS+QZS受信機	
装置名	QZ-POD
対応信号	GPS/QZSS/IMES
通信方式	Bluetooth
出力形式	NMEA

3. 施工現場を想定した基礎的実験

3. 1 実験概要

当社技術研究所の敷地内を屋内外の区別なくシームレスに案内誘導するシステムを開発して実験に用いた。実験では、写真-1と表-1に示す端末と受信機を2セット用意した(1つはQZSを受信し、もう1つはQZSを受信しない)。

敷地内の実験棟の間の道路を「建物間の狭隘部」と見立て、写真-2のように建物の脇および道路のセンターラインを直線的に歩行した。衛星データの受信条件が異なる歩行軌跡データを比較することにより、QZSを活用することのメリットを明らかにすることが目的である。

キーワード QZS 準天頂衛星 IMES 屋内測位 4次元トレーサビリティ

連絡先 〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1 Tel.029-858-8815 e-mail: kurodai.masahiro@ad-hzm.co.jp

本実験では数 m の位置誤差を持つ単独測位を採用したため、その誤差を含んだ軌跡データが取得される。このことを念頭において、評価項目は設定した歩行ルートに対しての QZS 有無による軌跡データの正確度とした。すなわち、歩行ルートを正確に測量して経路の絶対値を取得して比較する方法とはせず、軌跡データを電子地図上にプロットして軌跡の傾向を分析した。

実験は 2015 年 3 月 20 日に実施している。当日の QZS 飛来予定時刻を確認し、比較的高仰角に位置する午前 11 時前後を実験時間帯とした。

3. 2 実験結果

2 つの設定ルートを複数回往復して取得した中から代表的な計測結果を図-2(1)(2)に示す。図の下方のスタート・ゴール地点から上方向に歩行し(往路)、測点 T1 付近で折り返して同じルートを引き返す(復路)といった歩行パターンとした。

(1)西側ルートでは、建物に近い丸枠の部分でマルチパスが原因と思われる精度劣化が確認できる。この現象は QZS 受信の有無に関わらず発生している。さらに四角枠の部分では、復路では QZS を受信しない緑色のラインが歩行ルートに近い(四角枠内の左側)軌跡を描き、QZS を受信した場合の方が歩行ルートから外れる結果となり、QZS 受信の効果を確認できなかった。

一方で、(2)センターラインを歩行した場合では、QZS を受信しない緑色のラインが丸枠の部分では急に歩行ルートから離れた様相を呈しているが、QZS を受信した場合には歩行ルートに並行した直線状の軌跡となっていること分かる。

以上のことから、極端に建物に近寄った場合(写真-2(1))では、QZS を利用して測位精度を向上させるという効果は確認できなかったが、建物間を歩行する場合(写真-2(2))では、移動中の測位においても QZS を受信することで安定した測位が確認でき、かつ、十分な位置精度が確保できることが分かった。

4. おわりに

現時点で 1 機が運用されている QZS は、2016 年度から 2017 年度にかけて順次打ち上げられ、2018 年度には 4 機体制となる

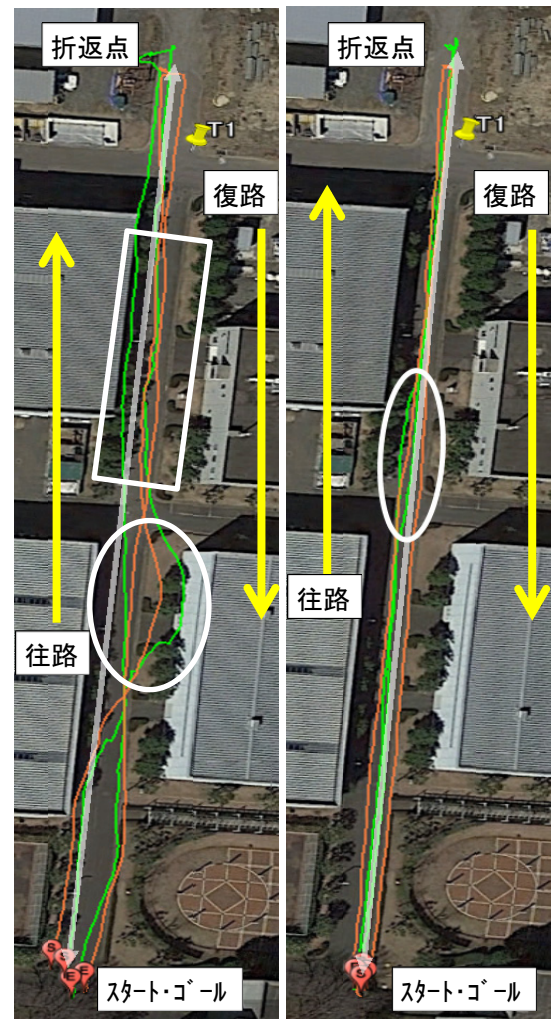
ことが決まっている。我が国の測位衛星が常に 1 機は天頂に位置することから国内のどこにいても受信可能な状況となる。前述した QZS の役割に加えて、衛星利用ユーザーからの視点として「QZS からの信号を受信した」というイベントにも注目している。すなわち、日本の衛星からのデータを受けて工事車両の位置を特定したことで、その位置を保証する「エビデンスデータ」になることに期待を持っている。例えば、運搬過程で取得した時刻情報付き位置データを公的に保証する仕組みができれば、廃棄物運搬に関わる 4 次元的なトレーサビリティが実現でき、建設工事そのものの信頼性が高まるものと考ええる。

なお、本実験では、アイサンテクノロジー株式会社のご協力をいただいた。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】1)準天頂衛星とは：内閣府宇宙戦略室,< http://qzss.go.jp/overview/services/sv01_what.html > (入手 2016.3.28) 2)IMES コンソーシアム,< http://imesconsortium.org/?page_id=148 > (入手 2016.3.28)



(1)西側ルート (2)センターライン
写真-2 実験時の歩行ルート



(1)西側ルート (2)センターライン
白：歩行ルート 緑：QZSなし 橙：QZSあり
図-2 歩行軌跡データ