

高精度衛星測位の進展と情報化施工への応用

Application of Advanced High Precision Satellite-based Positioning to Information Integrated Construction

佐田達典¹

Tatsunori Sada¹,

Abstract: Information Integrated Construction has been introduced to earthwork and pavement work to improve efficiency and quality of work using information and communication technology, especially high precision satellite-based positioning technology by GPS. Combination use of GPS and other satellite-based positioning systems has been developed to expand availability of high precision positioning and to execute Information Integrated Construction stably.

1. はじめに

GPS (Global Positioning System)を用いた測位技術はカーナビゲーションや携帯電話での測位に使用されているが、測位精度は10m程度である。しかし、搬送波の位相を測定する受信機を用いればセンチメートル精度でリアルタイムに測位することができる。これをRTK (Real-time Kinematic) 測位と呼び、1993年に実用化された。以来、建設分野ではRTK測位を適用して土工事での建設機械の誘導や制御を行う情報化施工が開始された。しかし、RTK測位は搬送波位相を測定する方式であるため、衛星電波受信中断の影響を大きく受ける。建物や樹木に囲まれた環境では頻繁に受信中断が発生し、その都度精度が劣化するためRTK測位を安定して運用することは困難である。したがって、RTK測位による情報化施工は衛星測位環境が良好な天空方向に開けた場所に限定して実施されてきた。本稿では、RTK測位の利用可能範囲を拡大し、情報化施工の進展を図るための研究開発の動向について紹介する。

2. 衛星測位を利用した情報化施工

国土交通省では2008年7月に情報化施工推進戦略を策定した。本戦略において、情報化施工とは「建設事業の調査、設計、施工、監督・検査、維持管理という建設生産プロセスのうち、『施工』に注目して、ICTの活用により各プロセスから得られる電子情報を活用して高効率・高精度な施工を実現し、さらに施工で得られる電子情報を他のプロセスに活用することによって、建設生産プロセス全体における生産性の向上や品質の確保を図ることを目的としたシステム」とされている¹⁾。ICTの中核をなすのが衛星

測位であり、土工事や舗装工事におけるRTK測位を用いた情報化施工は次の技術で構成されている。

(1) 建設機械のマシンガイダンス技術

ブルドーザやグレーダの排土板底部の3次元座標値をRTK測位によってリアルタイムに計測して、設計値との差異を算出し、差異がゼロに近づくようにオペレータに指示する技術である。バックホウの場合はバケットなどの作業装置の3次元座標値をリアルタイムに計測し、設計値との差を常にオペレータに表示し、掘削や法面整形を行うことができる。

(2) 建設機械のマシンコントロール技術

マシンガイダンス技術に制御技術を組み合わせることで、ブルドーザやグレーダの排土板底部の高さを自動制御する技術である。オペレータは機械を前後進操作させるだけで効率的で高精度な施工を行うことができる。

(3) 盛土の品質管理技術

振動ローラの走行軌跡データをRTK測位によって計測し締固め回数を算出して規程回数の作業が行われたかを管理する「盛土締固め管理システム」が実用化されている (Figure 1.)。



Figure 1. Compaction control system by RTK positioning

(4) 情報化施工の課題

情報化施工の導入に際しては、設計図を3次元データとしてデジタル化する必要がある。現状ではこの作業に多くの労力を費やしている。また、機材・装置を扱える技術者が不足している、などの課題が指摘されている²⁾。しかし、最大の課題はRTK測位による情報化施工は衛星測位環境が良好な天空方向に開けた場所に限定され、山際や市街地では適用しにくいという制約である。

3. 衛星測位システムの進展

衛星測位システムは米国が運用するGPSだけではない。ロシアが運用するGLONASS(グロナス: Global Navigation Satellite System)は、既に部分的な運用が行われており、2010年には全世界での測位が可能となる24基の衛星が揃う予定といわれている。また、欧州ではGalileo、中国ではCompassと呼ばれる衛星測位システムが計画中である。

一方、わが国では準天頂衛星システムを開発中である。準天頂衛星システムは、日本付近で常に天頂付近に1基の衛星が見えるように、複数の衛星を静止衛星と同じ周期を持ち軌道傾斜角を有す複数の軌道面(準天頂軌道)に配置した衛星システムであり、山間地、ビル陰等に影響されず、全国をほぼ100%カバーする高精度の衛星測位サービスの提供を可能とする³⁾。GPSと同様な測位信号を放送するGPS補完機能と測位補正情報などを測位信号と併せて放送し、高精度で信頼性の高い測位を可能にするGPS補強機能を併せ持つ。衛星がほぼ真上に位置することで、山間部や都心部の高層ビル街など、GPS衛星の電波が測位を行うために必要な衛星数が見通せない場所や時間においても、準天頂衛星の信号を加えることによって測位ができる場所と時間を拡大できる。2010年9月11日に打ち上げられた準天頂衛星初号機「みちびき」はGPS補完・補強に関する技術実証・利用実証を行うこととなっている。

4. GPS+GLONASSによる利用可能率向上

現行のGPSによる測位に対してGLONASSを併用すれば観測衛星数が増加しRTK測位の利用可能範囲の拡大が予想される。筆者らは日本大学理工学部船橋校舎で「GPSのみ」と「GPS+GLONASS」についてRTK測位を実施し、高精度解が得られる割合を比較した⁴⁾。高精度解であるFix解の割合はFigure 2. に示す「GPSのみ」では約30%であったが、Figure 3.

に示す「GPS+GLONASS」では60%に増加しており、GLONASS併用の効果が大きいことが示された。

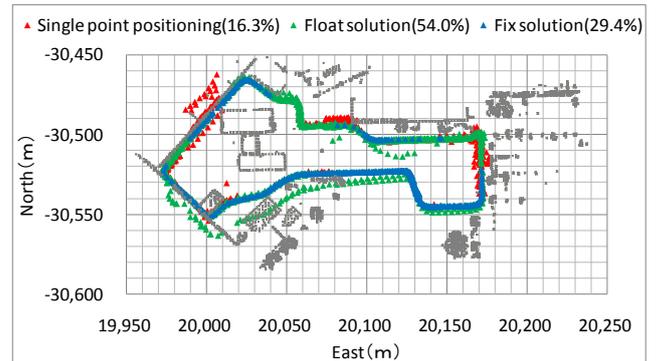


Figure 2. Positioning results by GPS

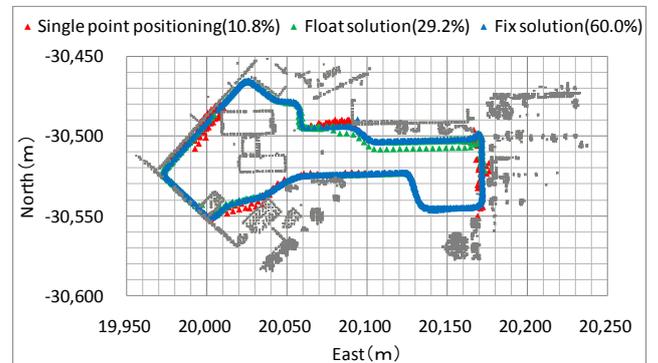


Figure 3. Positioning results by GPS and GLONASS

5. おわりに

近い将来、GLONASSに限らず様々な測位衛星の利用が可能になり、RTK測位の利用可能範囲が拡大し安定した高精度測位が実現することが想定される。中でも準天頂衛星に対する期待は大きく、今後実証実験が進むにつれてその効果が明らかになってくるであろう。情報化施工の普及、進展を図るためには、高精度測位(RTK測位)の利用可能範囲の拡大、安定化が不可欠であり、継続した研究開発が望まれる。

参考文献

- 1) 国土交通省: 情報化施工推進戦略, <http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/kensetsusekou/kondan kai/ICTsekou/sennryaku.pdf>
- 2) 三浦悟: 情報化施工の現状と課題, 土木学会誌, Vol.95, No.1, pp.22-24, 2010
- 3) 寺田弘慈他: 準天頂衛星システムの開発状況について, GPS/GNSS シンポジウム 2009. pp.66-70.
- 4) 千葉史隆・池田隆博・佐田達典・石坂哲宏: GPSとGLONASSを併用した移動時のRTK測位解の比較分析, 土木学会関東支部第技術研究発表会, 2010.3.