

三井建設技術研究所 正会員 佐田 達典
 (株)タクモ 測量部 正会員 渡壁 和人

GPS測量は、基準点測量の他にRTKによる応用測量への適用も始まり広がりを見せている。しかしながら、GPS測量は一般の測量手法と異なり、実施にあたっては測量学、電子工学をはじめとする広範な知識を必要とする。適切な運用を行うためには衛星観測条件等を的確に踏まえた計画立案と測量現地で発生するトラブルに迅速に対応できるサポートとが特に重要であり、そうしたコンサルティングに対するニーズは非常に高い。本稿では、GPS測量に必要とされる情報について整理し、その提供・交換に関する標準化等の提案を行う。そして、サーバを介した情報サービスの例について紹介し、今後の整備や利用展開について述べる。

【キーワード】GPS、RTK、CALS

1. はじめに

衛星測位システムGPSによる測量は、基準点測量を中心として普及が進んできたが、近年、通信システムを介してリアルタイムかつ高精度に測位できるリアルタイムキネマティック法(RTK)についても適用例が増え、国土地理院が設置している電子基準点を活用する方法が検討されるなど、利用環境の整備が著しく進展している。

しかしながら、GPS測量は一般の測量手法と異なり計器の操作自体は一見簡明に思えるが、背後に複雑なシステムを擁しているため、その適切な運用には測量学、電子工学をはじめとする広範な知識が必要である。また、見えない電波を相手とするため、現地で電波障害等のトラブルが発生することも多く、そうしたトラブルに対処し円滑に業務を進めるためには相当の経験を必要とする。一方、GPS測量が常に最も速く有効な方法であるわけではなく、実際の運用では現地の条件を調査した上で、他の方法との比較において選択されなければならない。特に、GPS測量を実施するためには観測可能衛星数等の観測条件を満たす必要があり、衛星捕捉の確保をはじめとする計画段階でのノウハウが重要である。したがって、GPS測量の運用に関するコンサルティングへのニーズは非常に高い。

一方、GPS測量の一つであるRTKでは連続した3次元座標データを短期間に大量に収集できることから、今後、地図や縦横断面の作成に多用されることになると考えられる。したがって、汎用CAD、測量CAD、GISへの利用展開を考慮した標準化が必要に

なるであろう。また、GPS測量成果が電子化されデータベース化すれば、その有効な活用方法についても検討しなければならないであろう。

筆者らは、このようにGPS測量に関する情報の共有、流通、標準化を目標として、「GPS測量CALS」を提案しており、そのための業務分析とシステム開発を行っている。本研究では、これらの概要とともに一部開発に取り組んでいるサポートシステムについて紹介する。

2. GPS測量の種類

GPS測量を複雑にしている要因の一つにGPS測位の種類の多さが挙げられる。図-1に示すようにGPS測位はカーナビゲーション等で用いられる単独測位と測量等で用いられる相対測位とに大きく分けられる。相対測位はさらにディファレンシャル測位と干渉測位に分類される。ディファレンシャル測位は、数十cm～数mの精度であり、GIS用の地形データ収集や移動体の位置検出に用いられており、最近ではカーナビゲーションや船舶の航法にも適用されている。干渉測位は、運用方法からスタティック測位とキネマティック測位とに分けられる。スタティック測位は一定時間観測した衛星データをパソコンで後処理して基線を求める方法であり、基準点測量に用いられている。一方、キネマティック測位は移動しながら計測する方法であり、通信システムを介してリアルタイムに測位するリアルタイムキネマティック測位(RTK)が応用測量に利用されている。

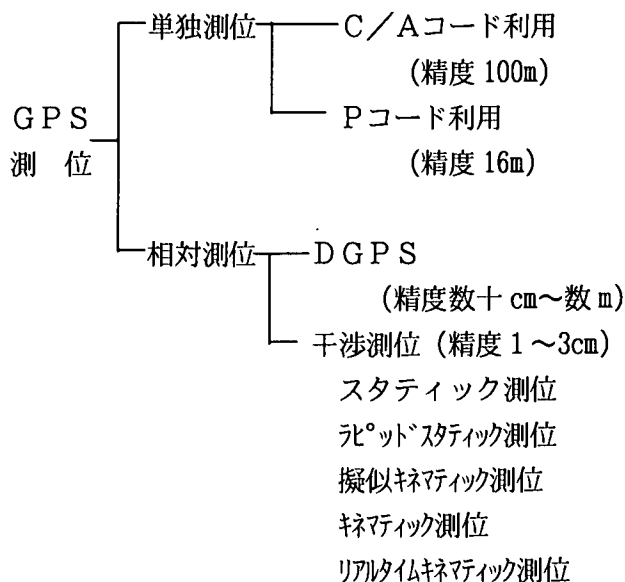


図-1 GPS測位の種類（参考文献1）から作成）

このうち、GPS測量として対象としているのは高精度測位が可能なスタティック測位とキネマティック測位である。スタティック測位による基準点測量は早くから実用化され公共測量でも使用できるように国土地理院によりマニュアルや作業規程が整備されてきた。キネマティック測位は、RTKが可能となった4～5年前から適用が増え始め、土工事や海上工事における測量や施工管理システムとして利用技術が開発されてきた。したがって、測量技術としてのマニュアル等はまだ整備されていない。しかし、最近、国土地理院の電子基準点を利用したRTK測位が検討されはじめたことから、今後、作業規程等の整備と利用の拡大が期待されている。

3. GPS測量における情報の共有・交換・標準化

GPS測量は、他の測量と同様に図一2に示すサイクルにて実施されている。すなわち、「調査」→「計画」→「観測」→「解析」→「成果作成」→「点検」→「納品」という流れである。このGPS測量における業務の流れに対応してどのような情報の提供、交換、標準化が望まれるかを以下にまとめる。

3. 1 調査・計画段階

(1) 現地情報の提供

①地形情報

地形については、GPSを用いた方が有利なのか

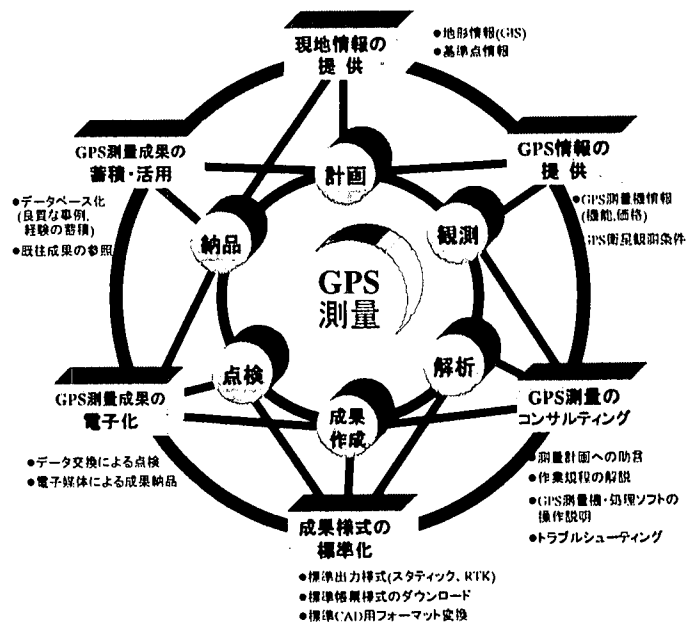


図-2 GPS測量CALSの提案

どうかという観点から調査すべきであり、当然現地踏査が最重要である。しかし、事前に地形図の他に航空写真、衛星写真が入手できれば樹木や建物の状況が把握でき、計画策定に大いに役立つはずである。

②基準点情報

基準点については、その設置位置、座標とともにGPS使用可否の条件が特に重要である。上空が樹木等で覆われていれば、そのままではGPS観測が不可能な場合が多い。樹木等で覆われてGPS観測できない場合は、アンテナタワーを用いてGPSアンテナを樹木より高所に固定するか、偏心点を設置するかなければならない。したがって、現地踏査の前にGPS利用可否の情報がわかれば、基準点の選点等を事前にスムーズに行うことができる。

(2) GPS情報の提供

①GPS測量機情報

先に述べたようにGPS測位には種類が多いが、GPS測量で用いる干渉測位用受信機にもいくつか種類がある。まず、GPS衛星からの電波のL1帯だけを受信する1周波タイプ受信機とL1帯とL2帯の両方を受信する2周波タイプ受信機とがある。また、RTKが可能な機種、その中でもOTF (On the Fly: 任意の場所で高精度に測位できるように初期化する機能) が可能かどうかなど分かれている。なお、OTFは現在のところ1周波タイプでは不可能、2周波タイプのみ可能である。

表－1 出力フォーマットの項目

フォーマット	出力項目	備考
NMEA0183 (GGK)	位置決定時刻,年月日,緯度,経度,GPS 点の品質表示, データ通信衛星数,DOP,ジオイドからのアンテナ高	GPS 受信機からの 標準出力フォーマット
RTK 実験用フォーマット	点番号,点名,属性,X,Y,標高,時間,日付	属性付加,座標変換済 の出力フォーマット

こうしたなかからどの受信機を選択すればよいかに関する情報が求められる。

②GPS衛星観測条件

GPS衛星は周回衛星であり、ほぼ1日に2回のペースで地球を周回している。したがって、観測地点と時刻によって観測可能な衛星が異なる。GPS測量のためには最低でも4個(RTK/OTFの初期化のためには5個)の衛星捕捉が必要であるため、測量予定時刻にいくつかの衛星を観測できるかあらかじめ確認しておかなければならない。特に、観測地点に天空方向への障害物がある場合、その影響を考慮する必要がある。これらの衛星観測条件を把握するソフトウェアは、GPS測量機購入時に基準点測量(スタティック測位)のための基線解析ソフトウェアに付随していることが多い。この計画ソフトウェアは、GPS衛星からの測位用電波に乗っている衛星軌道暦のファイルをダウンロードして起動させる。現在は、GPS測量ユーザーのほとんどが観測計画ソフトウェアを持っているのであまり問題ではないが、今後RTK/OTFのみのユーザーが増えた場合(衛星受信データを記録するメモリを持たない受信機を使用するユーザー)、ネットワークで外部から参照できるサービスが求められるだろう。

3. 2 観測・解析・成果作成段階

(1) GPS測量のコンサルティング

①観測計画への助言

GPS測量の実施に際しては、非常に多くの知識と実務に基づいた経験を必要とする。特に移動しながら行うRTK測量では、頻繁にトラブルが発生するため、不確定要素を計画段階でなるべく削っておくことが望まれる。事前のチェックリストを含めたコンサルティングが重要である。

②GPS測量機・処理ソフトの操作説明

これは機器やソフトを供給しているメーカーのサービスに属することであるが、マニュアルだけでなくオンラインのサポートの望まれる。

④現地でのトラブル発生時の対応

RTKによる観測では現地でトラブルが発生することが多い。例えば、順調に進んできた観測が突然不能となったような場合、その発生原因と考えられる要因は、GPS測量機の故障、電波障害、通信機の故障・電源切れ、など多岐にわたる。そうした場合、現地技術者が原因を解明できない場合、その後の作業が全て中断してしまう。そうした事態を避けるためには、現地から経験豊富なアドバイザーとコンタクトを取れて原因を究明し復帰できるようなサポート体制が望まれる。

(2) 成果様式の標準化

①標準出力様式の検討

スタティック測位による基準点測量については公共測量作業規程に標準の出力様式が定められている²⁾が、RTKについては未定である。RTKのGPS受信機からの出力フォーマットはNMEA0183が標準とされており(表－1)、それに含まれる幾つかの様式のうち、GGKと呼ばれるフォーマットがRTKの精度に対応した出力フォーマットとなっている(他のフォーマットでは桁落ちして精度が劣化する)。しかし、このNMEA0183(GGK)はあくまでもGPS受信機からの出力であり、測量データとするには点名やその他の属性を付加するとともに不要部分を削除しなければならない(中間フォーマットと呼ぶ)。

こうして加工してできた中間フォーマットは、最終的にはCADに取り込むために、SIMAやDXF等に変換する必要がある。各種のCADに変換するためのソフトウェアを共通使用できれば便利であり、そのためには中間フォーマットの標準化が望まれる。

例えば、RTKによる計測・図化業務を想定した場合、計測スタッフが計測したデータファイルを標準化した中間フォーマットで現地から転送しサーバに貯え、設計スタッフがサーバのデータを変換して任意のCADですぐに作図するということが可能になる。中間フォーマットを標準化すれば、こうした業務体系は同じ会社内では勿論、異なる会社同士でも可能とな

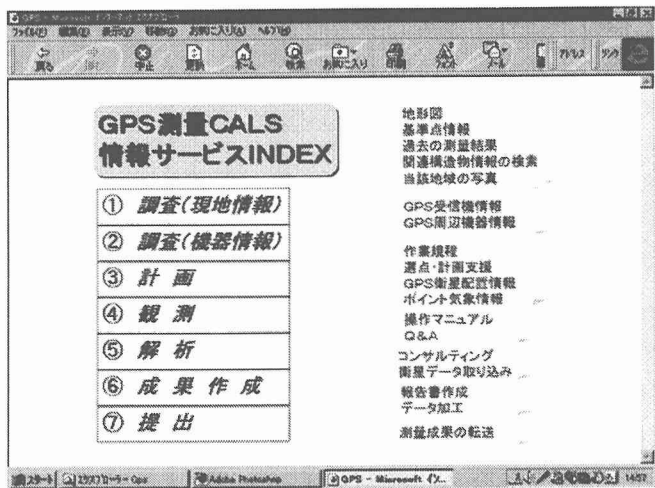


図-3 GPS測量情報サービスインデックス

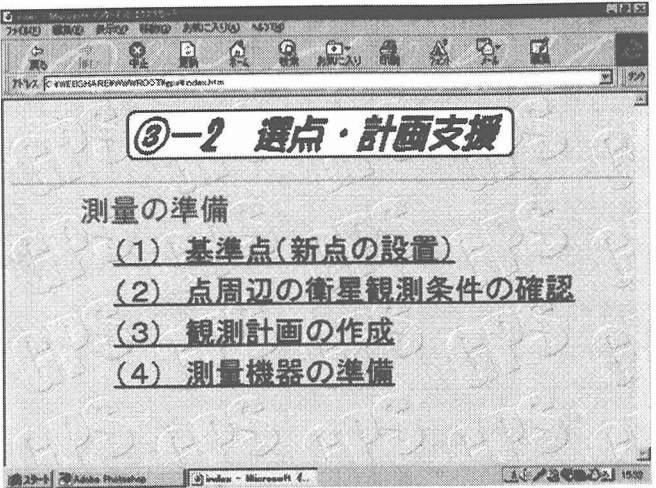


図-4 選点・計画支援画面例(1)

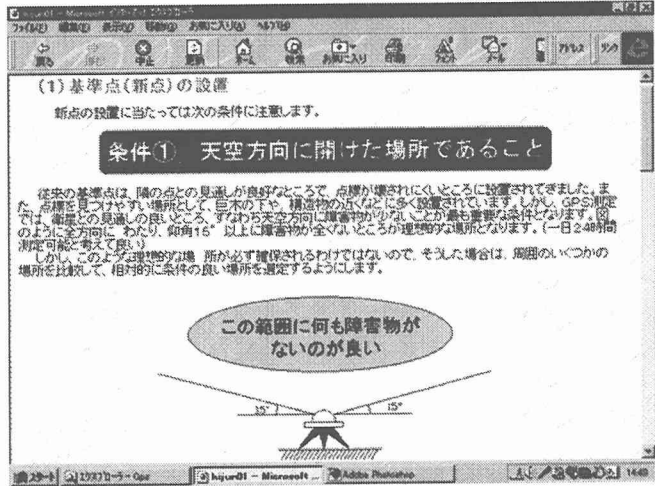


図-5 選点・計画支援画面例(2)

り、測量業務の効率化を大きく高めることができる。

②標準帳票様式のダウンロード

基準点測量用には帳票様式が定められ、各メーカーから基線解析ソフトウェアに付随して提供されているが、RTKについては未定である。

3.3 点検・納品段階

(1) GPS測量成果の電子化

測量成果の電子化によって、①データ交換による測量成果の点検、②電子媒体による成果納品という効率化が図れることとなる。

(2) GPS測量成果の蓄積・活用

電子化されたGPS測量成果は、データベース化され良質な事例として蓄積されれば、次の測量に際して既往成果として参照でき、調査・計画段階の省力化に大いに寄与するであろう。

4. 適用事例

現在、GPS測量をサポートするためのサーバの整備を進めており、ここでは一部を紹介する。図-3はGPS測量に関する情報サービスINDEXであり、この項目について順次開発を進めている。例えば、③「計画」の「選点・計画支援」では図-4の項目から選んで、図-5のような内容を参照できる。また、⑥「成果作成」については、基準点成果表、基準点精度管理表、基準点の記などの書式をダウンロードすることができる。

さらに、GPS測量成果の標準化に関する実験も行っている。表-1の実験用フォーマットにてRTK測量データファイルをサーバに貯え、変換ソフトを用いてSIMAとDXFに変換して図化する実験を行っている。

5. まとめ

GPS測量は一見簡単なようで実は非常に難しい技術である。しかし、うまく運用すればこれほど高効率で高精度の測量システムはないであろう。GPS測量の特長を引き出し、業務の効率化をはかるためにネットワークを介した情報の共有、流通、標準化を行うための活動を継続していく予定である。

【参考文献】

- 1) 土屋 淳、辻 宏道：GPS測量の基礎、1995.6 日本測量協会
- 2) 建設省公共測量作業規程解説と運用、1996.6、日本測量協会