

VI-21 GPSを用いた土量計測

三井建設㈱ 正会員 渡辺 健史
 三井建設㈱ 正会員 佐田 達典
 三井建設㈱ 正会員 森田 実
 三井建設㈱ 正会員 川島 真澄

1. はじめに

土工事における土量計測は工事の進捗管理を行う上で基礎となる作業であり、工程管理や出来高管理、原価管理とも密接に関連する。したがって、土量に関するデータは頻繁に入手できることが望ましいが、従来の測量による計測では、人間が歩きながら計測しているため、広域の造成工事等では測定に数日を要する場合もあり、頻繁に実施することが難しい。

一方、近年注目を集めているGPS(Global Positioning System)による測量は、GPS衛星からの電波を受信して測位を行うため、測定点間の直接の見通しを必要とせず、3次元座標を高速で測定できるという特徴を有している。本稿はGPSを土量計測に適用する方法について種々検討した結果について報告する。

2. GPS測量と土量計測

GPS測量には、1基線を60分程度で測定するスタティック測位、1分以下で測定するキネマティック測位、一定間隔で連続して計測する連続キネマティック測位などがある。これらの測位の内、土量計測に実際に利用できるのはキネマティック測位と連続キネマティック測位であり、以下にそれぞれの測位を用いた土量計測について検討する。

3. キネマティック測位による土量計測

(1) 測位方法

キネマティック測位は、固定局からの基線が既知の点で初期化(あるいはアンテナスワップ)を行った後、1点当たり1分以下の測定時間で次々と移動して測定点の3次元位置を測定していく方法である。

(2) 測位精度の検討

キネマティック測位によって100m×100mの区域で30点測定した結果(測定時間は1点当たり45秒)とトータルステーションで測定した結果との座標差を図-1に示す。トータルステーションの測定値を

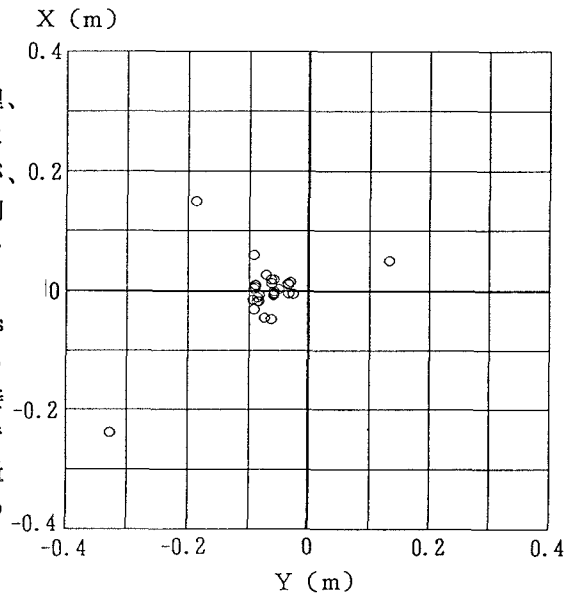


図-1 GPSとトータルステーションの座標差(2次元)

基準にすると、GPSによるX方向の誤差の平均は-0.002m(標準偏差0.057m)、Y方向には-0.074m(標準偏差0.066m)となり、高さ方向には0.042m(標準偏差0.065m)となった。

(3) 土量計算結果の検討

測位精度実験の結果を用いて土量計算を行い、トータルステーションによる結果と比較した。100m×100mの区域をX、Y方向とも20分割して、5m×5mのメッシュ内で高さを平均している。その結果、土量にして675m³の差となった。この結果をどう評価するかは目的とする土量管理の必要精度に依存するが、概略の土量把握には十分利用可能と考えられる。しかし、この結果は高さ平均で0.0675mの差があることを示していて、高さ方向の誤差の平均0.042mよりも大きくなっている。このように、土量管理に用いる場合には、高さ方向の精度が大きく影響するため、高さのチェックには十分注意する必要がある。

（４）操作性の検討

今回の適用実験では、作業所事務所内に設置してある固定局で測定を開始した後、現地に移動し、30分のスタティック測位で初期化して、キネマティック測位を実施した。したがって、全ての作業を1名で行なうことが可能で、従来測量法では最低2名は必要となることを考慮すると、省人化の面では効果があるといえる。また、1点当りの測定時間は、トータルステーションによる測量では20秒程度である。今回のキネマティック測位では45秒としたが、20秒程度でも可能であるので、計測速度は従来法と同程度と考えてよいであろう。しかし、測位中は移動中を含めて複数（4個以上）の衛星からの電波を継続して受信しなければならないという条件のため、測位中はアンテナの水平保持や周囲の障害物の有無に常に注意を払う必要がある。受信が中断することをサイクルスリップといい、一旦サイクルスリップが発生すると、そのままでは測位不能となり、既知点に戻って初期化をやり直す必要があるため処理が難しい。

次に、パソコンによる測位結果処理の速度を見ると、キネマティックデータの処理は1点当り1分程度を要する。したがって、例えば300点測定したとすると、処理時間は5時間程度必要となり、リアルタイムに座標が求められるトータルステーションに比較するとデータ処理の面では大きく劣ると考えられる。

４．連続キネマティック測位による土量計測

（１）測位方法

連続キネマティック測位は、一定時間間隔で連続的にアンテナ位置の3次元座標を計測していく方法である。計測時間の間隔は任意に設定できる。

（２）土量計測

100m×100mの区域を自動車にアンテナと受信機を搭載し、走行しながら5秒間隔で計測を行った。計測点数は150点であり、これらの座標を基に計算した土量をトータルステーションで測定した座標によって計算した土量と比較した。その結果、土量の差は255m³となった。

（３）操作性の検討

連続キネマティック測位の初期化は、キネマティック測位と同じであり、1名で作業できる。測位中

表－１ 土量計測における操作性の比較

項 目	キネマティック測位	連続キネマティック測位
作業人員	1 名	1 名
移動手段	徒 歩	自動車
測定速度	20秒～1分／点	5秒間隔
受信中断	危険性あり	危険性大
処理速度	1分／点	1秒／点

のサイクルスリップに対しては、アンテナを自動車に搭載しているため動揺が大きく、一層の注意が必要となる。一方、測位計算処理では1点当り1秒程度と高速で処理でき、例えば300点の処理は5分程度で可能である。

５．まとめ

表－１に土量計測におけるキネマティック測位と連続キネマティック測位の比較を示す。現地での作業性と測位計算処理速度を考慮すると広域の土量計測には連続キネマティックが適していると考えられる。ただし、自動車での移動が容易な、比較的勾配が緩やかで走行路が凹凸の少ない場所でなければ利用が難しい。キネマティック測位は自動車では移動できないような場所で地形の大きな変化点（法肩など）の計測に用いることで、連続キネマティックと組み合わせて利用することが望ましいと考える。

しかし、GPS衛星からの電波が届かない場所（谷部や斜面の法尻、樹木の近くなど）ではGPSを利用することはできないため、従来の測量法に依らねばならず、GPS測量だけで全ての領域の計測を行うことはできない。したがって、今後はGPS測量と従来測量法との整合性を図り、全体の作業効率を向上させるようなシステムの開発が望まれる。

【参考文献】

佐田達典、中川良文、高田知典：GPSの出来形計測への適用、土木学会第46回年次学術講演概要集（6）、pp326～327、1991.9.