

VI-23 人工衛星GPS による土工総合管理システム

大成建設株式会社 正会員 神崎 正 ○

大成建設株式会社 正会員 西沢 修一

大成建設株式会社 正会員 戸井田 博

1. はじめに

近年、人工島や空港などの大規模土工事が計画され、実施されている。こうした広域の造成工事では、迅速で簡易な計測法の採用が切・盛土工量の把握において重要なポイントとなっている。

しかし、トータルステーションなど従来の測量法は、①2点間の視通が必要、②専門知識と経験に大きな依存、③天候障害を受け易い、などいくつかの問題があった。

一方、大規模な土工事では地質構造は複雑で、扱う土質の数が多く、管理内容の高度化に対応しつつ、その省力化を図ることが各方面から強く要請されている。

本システムはこうした要請に対応して構築を行ったもので、GPS(Global Positioning System)衛星を利用した計測技術と、計測データのオンライン処理による各種土工管理の総合システム化の二つが大きな特徴である。

本稿では、実際の土工事を通じて実用化した、総合システムの特徴について述べるものである。

2. GPSダイナミック測位法

GPS(汎地球測位システム)は、米国国防省が開発した衛星利用の位置決めシステムである。そして国土地理院を中心に精度面での確認を終え、国家三角点の整備に利用を開始している。しかし、基準点測量で使用されるGPS静止測量法は、1点の観測に数時間を必要とする。

一方、大規模土工事では急速施工が実施され、センチの精度で、短時間で広域の形状計測を終了させる必要があり、GPS静止測量法は迅速さの点で土工事管理への適用に問題があった。

今回開発したGPSダイナミック測位法は、計測時間と精度の関係について様々な検討と実証実験を行い、ソフト、ハード両面の問題を解決し、瞬時に三次元計測を行うことを可能とした。

従来、測量は2～3名を必要とするが、本システムは1人にて迅速な連続計測を可能にし、大幅な省人化を図った。さらに小型コントローラを使用し、要求精度に応じた効率的計測運用を図るなど、かつてない高度システム化を達成できた。

観測値より高精度の測位解を得るには、次の関係式のように、衛星状況と観測誤差の影響を検討する必要がある。衛星から受信機1, 2までの距離 ρ_1, ρ_2 とすると、

$$\begin{aligned}\delta(\rho_1 - \rho_2) &= \delta|\vec{X}_S - \vec{X}_1| - \delta|\vec{X}_S - \vec{X}_2| \\ &= \frac{1}{\rho_1}(\vec{X}_S - \vec{X}_1) \cdot \delta(\vec{X}_S - \vec{X}_1) - \frac{1}{\rho_2}(\vec{X}_S - \vec{X}_2) \cdot \delta(\vec{X}_S - \vec{X}_2) \\ &= -\hat{\rho}_1 \cdot \delta\vec{X}_1 + \hat{\rho}_2 \cdot \delta\vec{X}_2 + (\hat{\rho}_1 - \hat{\rho}_2) \cdot \delta\vec{X}_S \quad \dots\dots\dots(a)\end{aligned}$$

$\vec{X}_S$: GPS衛星の位置ベクトル | | : ベクトルの絶対値

$\vec{X}_1$: 受信機1の位置ベクトル δ : 変分

$\vec{X}_2$: 受信機2の位置ベクトル $\hat{\rho}$: 受信機から衛星方向の単位ベクトル

式(a)の右辺の最初の2項から、座標は受信機から衛星の方向成分がよく決まることがわかり、右辺最後の項から、衛星の位置誤差が基線方向に影響することがわかる。このことから、高精度計測には、各衛星が互いに離れ、かつ衛星方向が互いに大きく異なることに注意すべきであるといえる。

本システムの利点は以下の通りである。

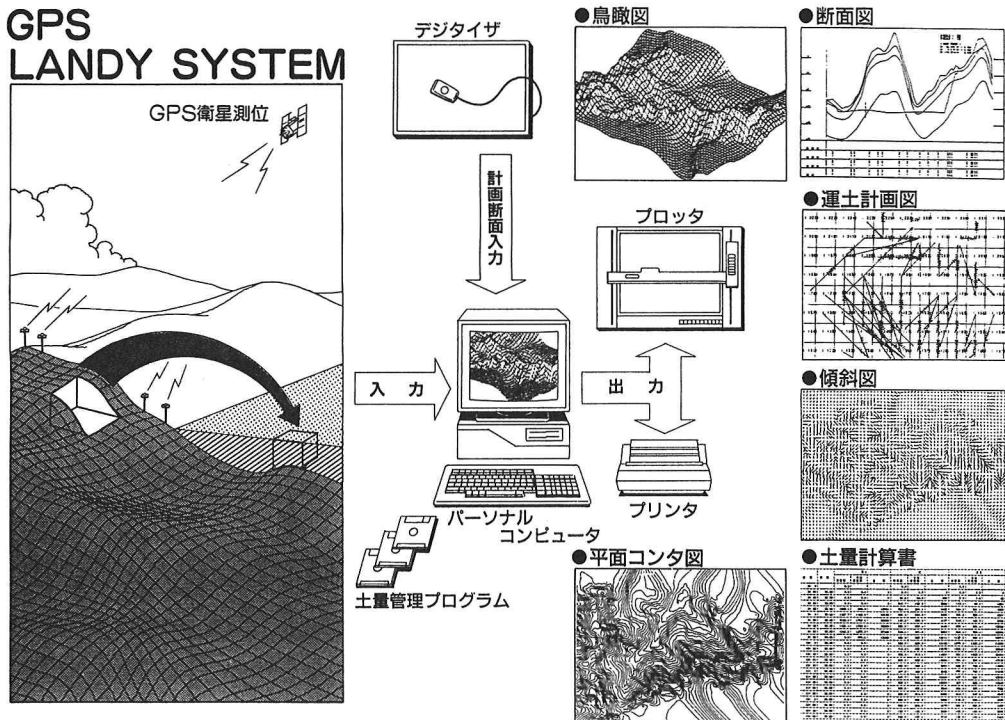
- ① 瞬時に、連続して三次元計測ができ、作業効率が大幅に向上する。
- ② 1人で簡易に測定でき、受信機を増やすことで、迅速に広域の多点計測が行える。
- ③ ダイナミック測位法で、1 cmの精度の連続計測を、我が国で初めて実証した。

3. 土工総合管理システム

従来、土工管理は、測量と計算、作図処理に多大の労力と費用を必要とした。特に重要課題は、①土質別出来形管理、②地層境界計測管理、③実際の土量変化率（C）の早期把握、④掘削計画ラインの早期予想、⑤運土計画などである。これらの一つでも管理を誤れば、施工途中での予期せぬ計画高の変更を生じさせ、その後の各種工事や施工費に大きな影響を及ぼす。

本システムは、GPSダイナミック測位に伴う計測データを効率よく管理し、図に示すような各種工事管理システムとの一連のオンライン化を図ったものである。その特徴は次のようになる。

- (1) GPSからの三次元地形計測データを取り込み、土質別出来形管理、運土計画などを連続して行う一連の総合管理システムである。
- (2) 断面法とメッシュ法の相互のデータ処理により、各種の作図や出力を自由に連続して行えるオンライン管理システムである。



4. おわりに

本システムは、すでに実際の大規模工事にて利用されており、工事の早期より、正確な出来高を効率よく管理できることが実証されている。