

VI-24 人工衛星GPS による高速ダイナミック測位

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

海上空港や軟弱地盤地域の大規模土工事において、施工管理上の重要課題の一つに、沈下板の高さ計測、揚土形状計測による挙動管理、早期の揚土割増し率の予測などがある。従来、こうした計測管理には、多大の労力と時間が費やされている。

本システムは、GPS(Global Positioning System) 利用技術を発展させた高速移動測位法で、数々の実証実験により、実用化を図ったものである。受信アンテナを車に搭載し、移動しながら連続的に位置計測を行うもので、実際の現場において、多大な成果を実証した。

2. GPS高速ダイナミック測位法

GPSはすでに定点観測や車、船舶のナビゲーションで利用されているが、いずれも観測時間や精度の点などから工事への実利用にはいくつかの問題があった。

車輛による高精度な連続測位法の開発に際しては、機器の基本特性実験、数々の実証実験などによって、いくつかの問題の解決を行った。

特に、車輛による計測法は各測点に与えられる受信データはわずか1つのため、サイクルスリップの防止方法や車輛走行速度と観測精度との関係を明らかにするなど、いくつかの重要課題があった。検討すべき主な課題としては、①最適な衛星組合せ状況、②初期設定の方法(整数値バイアスの決定)、③アンテナ高の測定方法、④車両の適正な走行速度、などがあげられる。

また、海上空港ではGPS衛星電波の障害物はほとんどないが、高精度測位には、大気による屈折率を考慮する必要がある。

30GHzより低い周波数に対する空気の屈折率(n)は、式(a)で示される。

$$n-1 = \left(0.776 \frac{P}{T} + 3.73 \times 10^3 \frac{e}{T^2} \right) \times 10^{-6} \quad \dots\dots\dots(a)$$

P, e : Pa単位で表わした気圧および水蒸気分圧(1mbar=10²Pa)

T : K単位の温度(0°C=273°K)

式(a)を高さ h で微分すると、

$$\frac{dn}{dh} = \frac{10^{-6}}{T} \left(0.776 \left(\frac{dP}{dh} - \frac{P}{T} \cdot \frac{dT}{dh} \right) + 3.73 \times 10^3 \frac{1}{T} \left(\frac{de}{dh} - \frac{2e}{T} \cdot \frac{dT}{dh} \right) \right) \quad \dots\dots\dots(b)$$

式(b)と高さによる大気減衰率の公式を用いて仰角10°における電波の屈折誤差を推定すると、約1cmとなる。従って、仰角15°以下でGPS観測を行う場合、1cm程度の精度は得られないと考えられる。

こうした課題に関して、様々な実験を重ねつつ検討を行い、下記の点が明らかになった。

- (1) 専門測量士でなくとも、15mm程度の精度で容易かつ迅速な計測が可能である。
- (2) 計測は運転手1名により実施可能で、最低3～4人1組で行っている従来測量法に比べ、大幅な省人化ができる。
- (3) 1haの出来形計測の場合、従来測量法では3～4人1組で1時間を必要としたがGPS連続測位法では、1人で5～6分で計測でき、大幅な省力化ができる。

3. 関西国際空港造成工事での実施例

様々な実験により精度などを検討した「GPS高速ダイナミック測位法」を、本空港島造成11工区（1350m × 420m）において、約21haの範囲の揚土天端高の計測を実施した。計測の開始に先立ち、GPS受信機の固定側と移動側の両者を各々座標既知の固定点に設置し、搬送波位相の数を確定しておくため、数分間受信を行った。その後、図-1のように移動側の受信機を車の屋根に移設し、走行させて未知のポイントを0.5～2.0秒間隔で連続的に受信し、記録した。

その結果、埋立て天端高の現況測定（約21ha）および載荷盛土カ所の現況測定（約9ha）について、図-2のようにそれぞれ5200点と1300点を実測し、測定時間は合計およそ3時間であった。

4. おわりに

今回、開発を行った車輛によるGPS高速ダイナミック測位法について、本空港島造成工事での実利用により、その省力化効果を具体的な数値でもって、確認することができた。

その特長は次のようにまとめられる。

- 1) 精度検証実験では、速度に関係なく、15mm程度の高精度が確認できた。
- 2) 広域の面的な計測管理に威力を発揮する。
- 3) 一人で広域の形状計測が可能である。
- 4) 管理目的に合わせて、受信時間間隔が自由に設定できる。
- 5) GPS計測結果は、電算処理によりデータ解析と座標出力の連続処理が可能である。

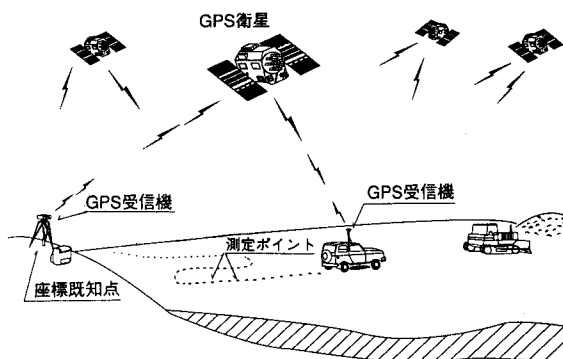


図-1 GPS高速ダイナミック測位法

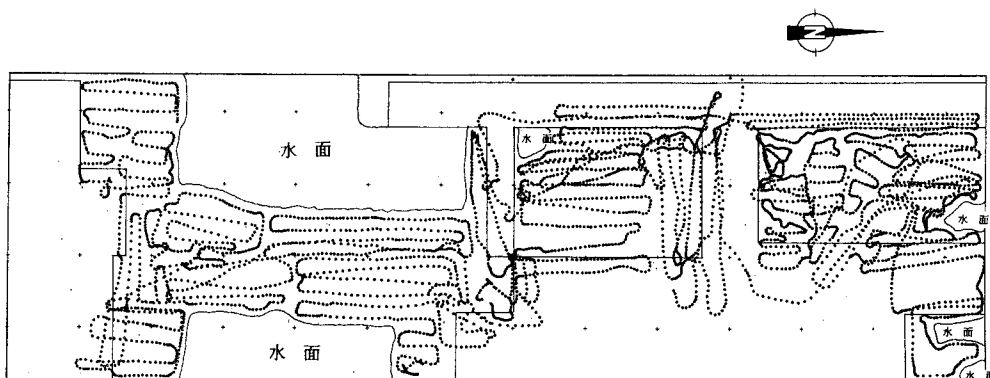


図-2 測定ポイント関係図

本システムは、高い位置決め精度と機器操作の容易性などから、今後ますます実利用は進むと考えられる。今後も多様な用途への適用を予定している。