

IV-126

新しい地球上の測位システムとその応用

法政大学 正会員 大 嶋 太 市

1. まえがき

GPSは Global Positioning System の略号で、日本語では全世界(全地球または汎地球ともいわれる)測位システムと呼ばれている。人工衛星を利用した測位システムの一つで、これを利用することにより測定点の位置を知ることができる1980年代に登場した最新のシステムである。

人工衛星を利用した測位システムとして、従来 NNSSがひろく利用されてきたが近い将来、此のNNSSはGPSにとって代わられると考えられている。

2. GPSの測位システム

GPSは複数の衛星から受信点までの距離を測定するシステムである。1つの衛星からの距離が分かれば、受信点はその衛星を中心として、その距離を半径とする球面上にあることになる。従って3次元の位置を求めるには、3衛星からの距離を求めて、その3つの球面の交点を求めればよい。受信点が地球上にあり、地球の中心から受信点までの半径が分かれば2衛星からの距離を知ることによって受信点の地球上の位置を求めることができる。衛星から受信点までの距離を求めるのに、GPSでは衛星からの電波の伝搬時間を測定することにより行う。もし衛星と受信機の時計が完全に合っており、衛星からの電波の送信時間が分かっていると、その電波の受信時間を測定すれば、送受の時間差が電波の伝搬時間となり、それに電波の伝搬速度を掛け算すれば、衛星と受信点の距離を求めることができる。しかし、衛星と受信点との時計合わせをすることは実際上なかなか困難である。時計合わせの誤差を考えれば4衛星からの距離が必要になる。

3. GPS測位の特徴

- (1) 高精度である
- (2) 鉛直線を基準としない純幾何学的測定である
- (3) 相対測定の場合、2地点間の見通しの必要はない
- (4) 天候に左右されない
- (5) 作業に熟練を要しない
- (6) 経済的である

4. GPSのシステム構成

GPSのシステム構成は、宇宙部分、制御部分(運用施設)、利用者部分の3つに大別できる。宇宙部分を構成する衛星としては、現時点でブロックIと呼ばれる衛星6個と今月になって打ち上げられた運用型のブロックIIの4衛星が使用可能である。1988年、衛星の軌道配置に大幅な改正があり、運用段階の衛星配置は21衛星から24衛星に拡大されることになった。制御部分は運用制御システムOCS(Operation Control System)と呼ばれる地上施設で、将来を見越して30衛星まで制御出来るように構成されている。利用者部分では、GPS受信機は、軍用と民間用に分けられる。用途別には、(1)航法用 (2)測地・測量用 (3)タイムトランスファー(時刻同期)用の3つに大別できる。航法用受信機としては、航空機用、船舶用、自動車用、個人用、宇宙用等広く開発されている。

5. GPSの測位精度

SPS(Unauthorized)C/Aコードによる単独測位の精度は、現状では20-40mである。これ以上の精度を要求する場合は、DCPS(デファレンシャルモード)を使用することにより精度を高める事ができる。DGPSは位置の分かった基準局で測定した衛星と基準局の距離の測定誤差に基づく補正値を、何らかの通信手段を使って利用者に送り、補正することにより測位精度を高める方法である。これによれば、ダイナミックな利用者で5-20m、定常な利用者で3m以内、特に位相データを使えば数cm台の精度が得られる。(波長の1/100の分解能を得ることが容易であり、Lバンドの波長約20cmに対して2mmの精度に相当する。)

6. GPSの利用

- (1) 航法装置、商船、漁船、航空機、自動車等移動体の航法装置としての利用
車載用としてマッピングシステムを取り入れたカーナビゲーションへの利用
- (2) 海上・港湾での利用
 - イ. GPSへの測深機の組み合わせで海底の3次元地形図の作成（水路測量）
 - ロ. しゅんせつ船システム
埋め立ての際の船位置の決定、海底・水底での杭位置の決定
 - ハ. ケーブル敷設船への利用
海底ケーブル敷設支援
- (3) 陸上での利用
 - イ. 地殻変動観測システム
地殻変動の予知に利用されている。
 - ロ. 鉄塔配置支援システム
鉄塔配置前の計画・設置後の監視
 - ハ. 地すべり監視システム
 - ニ. 土木・建築工事簡易測量システム
トンネル坑口の測位および長大橋の測位
 - ホ. ダムの変位精密測定
ダムの変位測定の自動監視
 - ヘ. 途上開発国の測量
- (4) その他
 - イ. 写真測量・リモートセンシング支援システム
 - ロ. 輸送車最適配置システム
 - ハ. 地下埋設物の監視システム
 - ニ. 動的物体の常時監視システム
 - ホ. 浮遊物の常時監視システム

参考文献

1. 日本測地学会編：新訂版GPS－人工衛星による精密測位システム 日本測量協会
1989年11月15日
2. D. WELLS: Guide to GPS Positioning
Canadian GPS Association (May, 1989)
3. 緒方・木村：衛星航法 NAVSTAR/GPSとその利用
航法技術 Vol. 22, No. 5 1989/6
4. 大嶋太市：新しい測量技術について－GPSを中心として 大阪土地家屋士協会研修会
1989年11月15日
5. GPSによる測位システム：法政大学工学部研究集報 1990年3月

謝辞：この論文をまとめるにあたり東京大学地震研究所村田教授・科学技術庁航空宇宙研究所村田博士・東京商船大学講師・株式会社トリプルナビゲーション技術顧問木村小一氏より資料を提供していただいたり、有益なご意見をいただいた。深謝いたします。