

VI-132 GPSを用いた深浅／地形測量システムの開発（その1） ーシステム概要とベンチテストについてー

日立造船 ○正会員 木下 正生、滝谷 俊夫、寺田 幸博
ハザマ 正会員 黒台 昌弘、沖 政和

1. はじめに

GPSは、米国が開発／運用／維持を行っている人工衛星を利用した測位システムである。各種の測位方式があるがリアルタイム相対測位方式では、数センチ程度の精度で3次元相対測位の実時間測量が可能である⁽¹⁾。このような特徴をもつGPSの導入が各方面で進んでおり、特に土木工事では、深浅測量、地形測量などの出来形管理のための測量への導入が多く見られる。このような測量は日常的に行われるものであり極力少人数で簡易に実施でき、また工事進捗管理に係わるため結果は高精度であるのが望ましい。深浅測量においては測量船の水平座標の決定は電波式測距装置などで行うため、陸上に2点以上の測量船を見通せる既知点が必要でありその精度は1m程度であった。また、垂直座標は、水面を基準にして水深を測定するので、波浪、潮汐及び喫水変化によって水面位置が変動し、喫水管理、上下動（ヒープ）補正及び潮位補正を行うことが必須であるなどの問題があった。さらに、地形測量においては測量機器を測量作業員が持ち歩くなど、作業員に負担を強いる方法であった。

そこで、省力化と高精度を目指し、作業員の負担を軽減しつつ高精度なかつ直ちに結果が評価できるシステムを目標として、リアルタイム相対測位方式を基本とした測量システムの開発を行った。

2. 開発コンセプト

開発に当たり、次に示す開発コンセプトを設定した。

- (1) 実時間3次元測位機能によって垂直座標の位置決めを逐次可能とし、深浅測量においてはヒープ、潮位補正及び喫水管理を不要とする。
- (2) 傾斜補正機能によってアンテナの垂直支持を不要とし、測量作業員の負担を軽減する。また、地形測量では車両搭載状態による測量も可能とする。
- (3) 移動しながら連続的な測量を可能にする。
- (4) 3次元それぞれ数cm以上の精度とする。
- (5) 測量に引き続いてデータ処理を行い、土量管理などの後工程で直接利用できる形式で測量結果を出力し、データの突き合わせなど手作業による後処理を不要とする。
- (6) 短時間で測量点への正確な誘導を可能とする。
- (7) 陸上の既知点は一点とし、見通しを必要としない。

3. システムの構成

基準点となる固定局の構成を図1に示す。一般的なリアルタイム相対測位方式のGPS固定局と同等である。

測量点となる移動局の構成を図2に示す。リアルタイム相対測位方式のGPS移動局の機材に加え、誘導用パソコン、データ処理用パソコン、傾斜計及び測深機からなる。GPS関連以外の機器の役割は次のとおりである。

傾斜計はアンテナ支持具に取り付けられ、支持具の傾斜を測定する。測深機は深浅測量時だけ使用し、音響信号を用いて水深を測定する。誘導用パソコンは測量船の誘導、軌跡の記録及び測位結果の現場座標系への座標変換を行う。データ処理用パソコンは測位データ、アンテナ傾斜角及び深度データを収集する。これらは中間ファイルに一旦出力され、データ収集後に傾斜補正処理が行われる。深浅測量では測定水深値の基準海水面からの水深値への変換も併せて行われる。処理された測量結果は後工程に合致したファイル形式に整形して出力される。

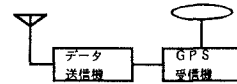


図1 装置構成図（固定局：基準点）

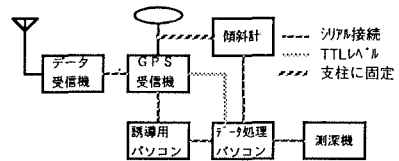


図2 装置構成図（移動局：測量点）

ところで、移動しながらの連続的な測量作業ではそれぞれのデータ収集時刻に差があると、データ収集地点が一致せず誤差を生ずる原因となる。この誤差を最小にするために、GPSデータ収集タイミングを基準として傾斜計及び測深機のデータ収集タイミングを揃える時刻整合機能をデータ処理パソコンに付加した。

4. 機能確認試験

4.1 実験方法

開発したシステムの機能確認のために実施したベンチテストの概念図を図3に示す。音響測深機のセンサーとGPSアンテナを支持具の両端に固定して、深さ約2.7mの鋼鉄製の水槽の上部に取り付けた。傾斜計をアンテナ支持具に取り付けアンテナの2軸方向の傾斜角度を計測した。本実験装置を用いて、ヒープ量及び傾斜角の補正効果の確認を行なった。ヒープ量補正実験では、アンテナを直立させた状態でGPSアンテナを所定の量だけ順次沈下させ擬似的にヒープを与えた。沈下量は1、2、5及び10cmとした。同様に、傾斜角補正実験では、GPSアンテナを支持具とともに所定の角度だけ順次傾斜させた。傾斜角度は約2、6、11及び18度である。なお、一回の座標測定においては30組以上のデータを収集し平均化処理を行なった。

4.2 実験結果

ヒープ補正の効果を図4に示す。横軸はGPSアンテナの実際の沈下量である。縦軸は本システムによって得られた水槽底面のGPS座標である。ヒープ補正をしない場合は、ヒープ量がそのまま垂直座標値の誤差として現れている。補正した場合は、3cm以内の精度でヒープ補正が行なわれている。傾斜補正の効果を図5に示す。横軸は傾斜計で測定した傾斜角度である。縦軸は図4と同じである。本実験の条件では、傾斜角度が6度以上で傾斜補正の効果が現れており、補正精度は6cm以内に収まっている。

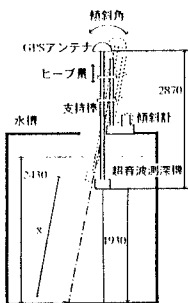


図3 ベンチテスト概念図

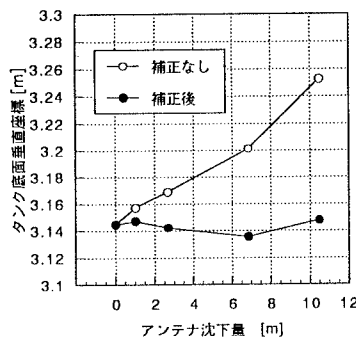


図4 ヒープ補正の効果

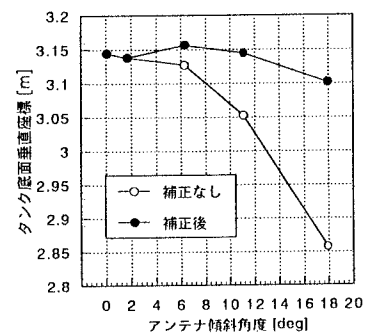


図5 アンテナ傾斜補正の効果

5. まとめ

測量作業員の負担を軽減し、簡易に高精度な測量が実施できる高精度出来形管理測量システムをめざして開発／試作を行った。その結果を要約すれば 次の通りである。

- (1) アンテナの支持は概ね垂直であればよい。したがって、地形測量においては車両搭載状態のままの測量も実現可能になった。深浅測量においてはヒープ補正、潮位補正、測量船の喫水管理が不要になり、測量作業員の負担の軽減と測量作業の簡易化を達成した。
- (2) リアルタイム相対測位による高精度測位、アンテナ傾斜補正により $\pm 5\text{cm}$ の目標精度を達成した。
- (3) 必要なデータは全て自動収集、データ処理され後工程でそのまま利用できる形式でファイルを出力することによって 測量結果解析・評価の迅速化を達成した。

<参考文献>

- (1) 土屋 淳、辻 宏道 GPS測量の基礎 (1995)、第一章、(社)日本測量協会