

II-4 GPSを利用した洋上測位システム

○(株)熊谷組 技術研究所 古川 敦
 (株)熊谷組 技術研究所 新田 良典
 (株)熊谷組 技術研究所 戸上 郁英

【抄録】 橋梁基礎・防波堤のケーソンや沈埋トンネルの設置作業、海洋工事に関する事前調査・海底掘削や捨石工等の出来形管理における海底地形測量、などの測量作業を高精度かつ効率的に行うため、RTK-GPS(Real-Time-Kinematic Global Positioning System)を利用した洋上測位システムを開発した。本システムでは GPS 3基とパソコンとを組み合わせ、測位対象物の傾斜状況や船舶の動揺をも含めた位置誘導・海底地形計測が高精度かつ効率的に行える。これらの測位性能は実水域実験で検証され、システムの実用性が確認された。

【キーワード】 測量,GPS,音響測深機

1. はじめに

従来、橋梁基礎・防波堤のケーソンや沈埋トンネルの設置時の測位作業には光波測距儀がよく用いられていたが、設置位置が陸上から遠距離の場合には大がかりな付帯設備が必要となり、雨や濃霧時では測位不可能なため設置作業ができない等の問題があった。

また、海洋工事に関する事前調査、海底掘削や捨石工等の出来形管理において海底地形測量を実施する場合、音の往復時間から水深を求める精密音響測深機を用いるのが一般的となっているが、この水深値と水平位置との整合を図るため、従来は陸上からトランシット等で測量船の航行方向を誘導する方法が採られていた。この方法では正確な水深と水平位置との整合は困難であり、また海底地形を図示するためには煩雑な後処理作業を伴うといった問題があった。

筆者らは、これらの測量に RTK-GPS を利用し、高精度かつその作業を大幅に省力化・効率化できる洋上測位システムの開発を行ってきた。RTK-GPSを利用した測位システムは従来より種々開発されているが、海洋における地形測量では測量船が波浪により動揺するため、その測位精度に問題があった。本研究では GPS 3基を用い、測位対象物の傾斜・動

揺が考慮できる高精度かつ簡易なシステムを開発した。

2 システム構成

システムは、

- ①「海洋構造物位置誘導システム」(ケーソンや沈埋トンネルなどの構造物や作業船の位置誘導を行うシステム)
- ②「海底地形測量システム」(海底地形を高精度かつ短時間に測量するシステム)
- ③「海底出来形管理システム」(海底測量結果を解析・図示するシステム)

の3システムで構成し、以下にその概要および特徴を述べる。

2.1 海洋構造物位置誘導システム

橋梁基礎・防波堤のケーソンや沈埋トンネルの施工は、陸上ヤードにて構造物を製作し、海上曳航ののち所定の位置に設置させる。このような海底に大型構造物を設置する場合、このシステムにより高精度かつ迅速な設置・誘導作業が可能となる。GPS 3基を構造物上に設置することにより、構造物の傾斜角を検出し、現在位置・目標位置および目標までの距離をパソコンモニター上にリアルタイム表示できる。このため、目印の無い海洋において構造物を

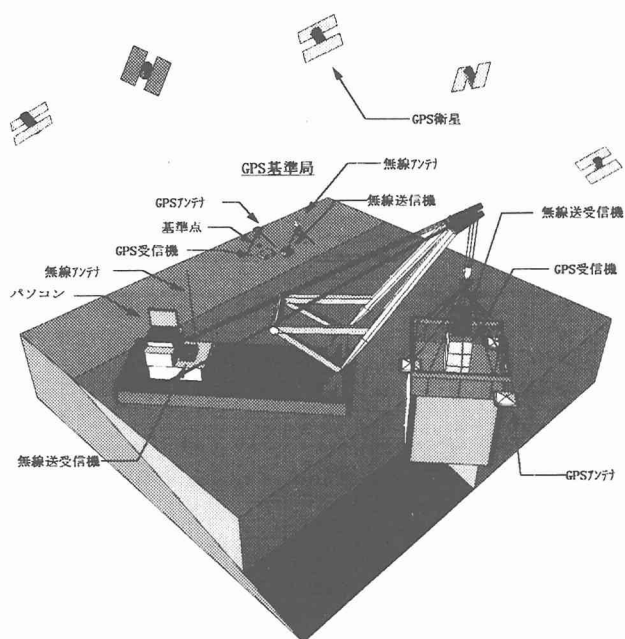


Fig.1 海洋構造物位置誘導システム概要

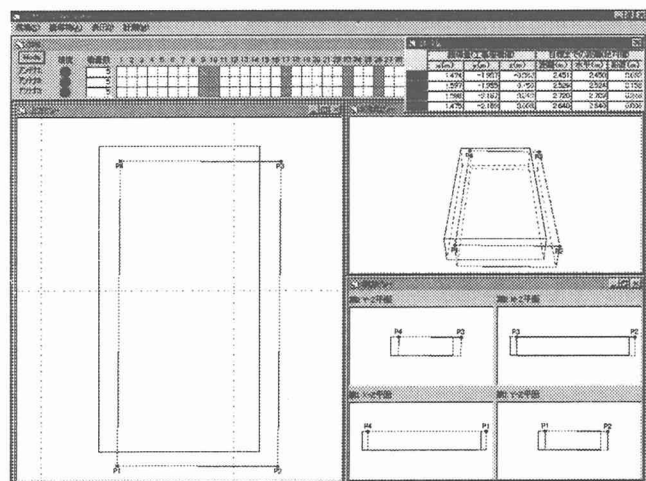


Fig.2 誘導時モーター

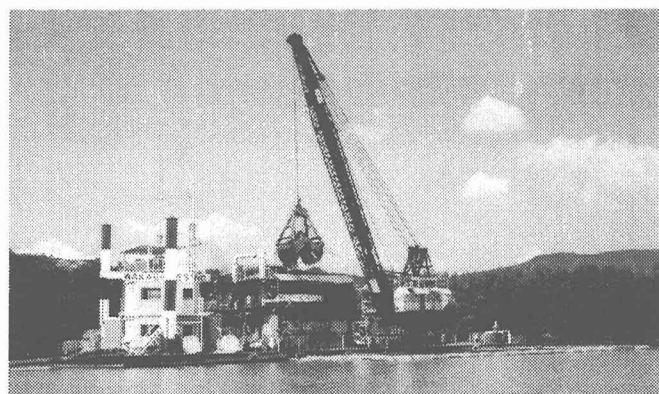


Photo.1 浚渫船位置決め

的確に位置誘導でき、設置時間の短縮および設置精度が向上する。Fig.1 にシステム概要、Fig.2 に誘導時のモニター画面を示す。

また、ケーソンや沈埋トンネル等の構造物の他、浚渫船・杭打船等の作業船施工位置管理等へも適用可能であり、Photo.1 は香川県府中湖浚渫工事において実施した浚渫船の位置誘導状況である。

2.2 海底地形測量システム

このシステムでは、精密音響測深機を搭載した測量船にGPS3基を設置することにより、波浪による測量船の傾斜・動揺を検出し、高精度な測量データを連続的に計測・保存することができる。Fig.3 にシステム概要、Fig.4 に測量時のモニター画面を示す。測量船の現在位置および測量点がパソコン画面上にリアルタイムに表示されるため、測量船を効率的に操船でき、測量時間が大幅に短縮できる。

Photo.2 に実水域での測量状況を示すが、船舶の動揺を考慮した測量結果が得られるため、動揺量の大きい小型船舶での測量も可能である。従来は波浪条件により測量精度の低下が懸念されるため、高波浪状態では測量不可能であったが、本方式では測量船が航行可能な限り測量も可能である。

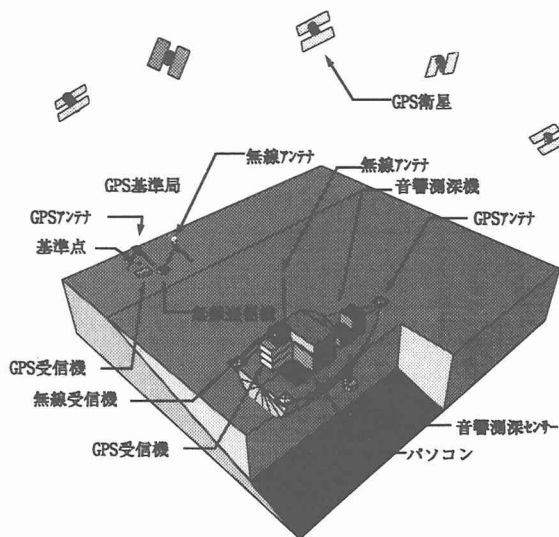


Fig.3 海底地形測量システム概要

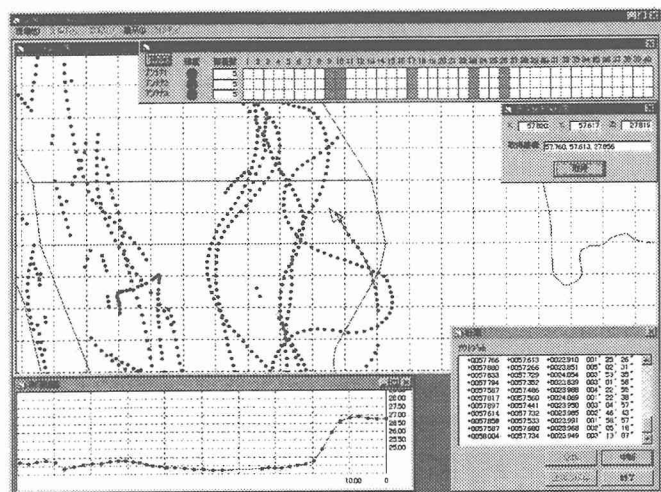


Fig.4 測量時モニター



Fig.5 解析時モニター

3. 装置およびデータフロー

Fig.6 に「海底地形測量システム」における装置構成およびデータフローを示す。

- ①陸上および海上、各々のGPSアンテナにおいてGPS衛星からの位置情報を受信する。
- ②陸上基準局（固定点）側のGPS受信機で位置解析を行い、既知座標との差異に基づきGPS補正データを送信する。
- ③海上移動局側では上記補正データをSS無線により受信し、GPS受信機内で補正データを用いた高精度位置データを算出する。

2.3 海底出来形管理システム

「海底地形測量システム」により計測した測量データは、単なる3次元座標値であるため、等高線図の表示や土量計算を行うためには3次元座標値の集まりから地形モデルを生成させる必要がある。「海底出来形管理システム」では、海底地形測量システムにより計測した測量値を用い、三角網法または加重平均法によりDEM(Digital Elevation Model: 数値標高モデル)を生成させる。これら一連の作業はパソコン上で容易に実施でき、平面図、断面図、鳥瞰図等の各種図化および土量計算を即座に行うことができる。Fig.5に海底地形測量システムの解析画面を示す。

また、解析結果の図表類は、CADソフトや表集計ソフトへ容易に移行できるため、データの応用性が高い事も特徴としている。

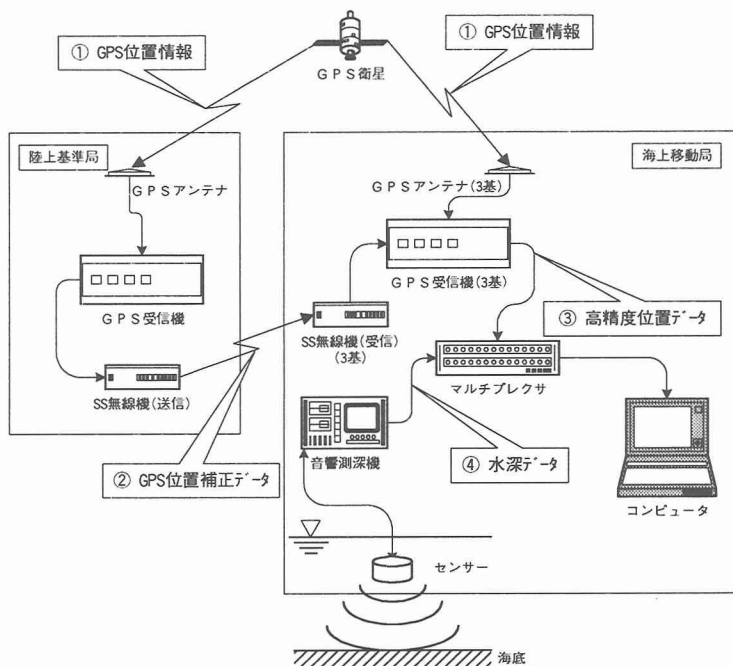


Fig.6 装置構成およびデータフロー

④音響測深機ではセンサーから発信したパルスの往復時間より、水深データを算出する。

GPS による位置データ 3 基分と音響測深機からの水深データはマルチプレクサを介しパソコン内に取り込まれ、位置情報は図化处理されパソコンモニター上に描画される。

4. 検証実験

本システムは香川県府中湖浚渫工事において、その性能検証を行った。実験ではシステム機器を搭載した小型船舶により、浚渫箇所全域の測量を「海底地形測量システム」により行った。計測結果をもとに「海底出来形管理システム」により図化した測量点図を Fig.7 に示す。また Table1 には測量概要を示すが、本システムでは約 30,000m² を 2 時間程度の短時間で測量する事が可能であった。測量成果としての等水深線図も、Fig.8 に示すとおり高精度かつ瞬時に図化处理可能であった。

5. まとめ

以下に香川県府中湖浚渫工事において行った検証実験の結果をまとめる。

- ①測量時の作業員は操作者およびシステムオペレータの 2 人で済み、その他に誘導員 2 人以上を必要とする従来方法に比べ省力化が確認された。
- ②工事対象水域 30,000m² を 2 時間程度の短時間かつ高精度に測量する事ができた。
- ③等水深線図・断面図や土量計算等の煩雑な後処理が、解析システムにより迅速かつ容易に行うことが可能であった。

これにより測量精度の向上および現場適用性が実証された。今後は海洋工事の実施工へ積極的に適用する事により、施工管理の省力化・効率化・高精度化に寄与できると思われる。

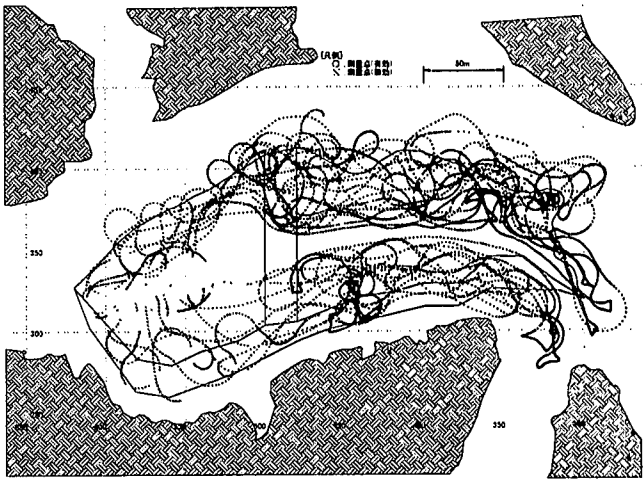


Fig.7 測量点図

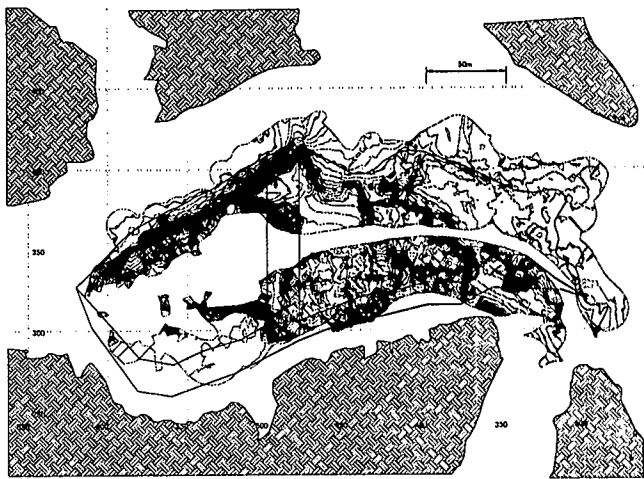


Fig.8 等水深線図

6. 謝辞

本開発に関し、(株)熊谷組 四国支店 府中湖作業所 溝手一憲所長、原田雅弘主任および関係諸氏に多大なご協力いただきました。ここに記し謝意を表します。

Table1 測量概要

S	n	T	S/n	n/T
測量面積 (m ²)	測量点数 (点)	測量時間 (min)	測定密度 (m ² /点)	測定頻度 (点/min)
28,327	6,422	130	4.41	49