

C3

可搬式人工衛星レーザー測距装置の開発 Development of the Transportable Satellite Laser Ranging System

佐々木 稔 (Minoru Sasaki)
海上保安庁水路部 (Hydrographic Department,
Maritime Safety Agency)

洲崎 保司 (Yasuji Suzaki)
株式会社 日立製作所 (Hitachi Ltd.)

SYNOPSIS : A transportable satellite laser ranging system was developed. The entire system is housed in two shelters. Total weight is about 5 tons. Diameter of the receiver telescope is 35 cm. Laser(Nd-YAG) transmits the 100 ps width green light pulses in 5 pps. Output energy is 50 mj/pulse. Detector is gated microchannel plate photomultiplier tube. The system was designed to operate during the period of night to twilight time. Range Data has shown a standard deviation of 1~2 cm on ground target and 3~4 cm on satellite.

1. はじめに

海上保安庁水路部では昭和57年3月より下里水路観測所(和歌山県那智勝浦町)に固定式の人工衛星レーザー測距装置を導入し, AJISAI, LAGEOSなど測地衛星の観測を行なっている。この観測により, 日本列島の世界測地系における地図上の位置のずれや地球規模のプレート運動の検出などの成果を得つつある。水路部ではこれらの状況を踏まえ日本列島周辺の主な離島の位置確定を目的とした衛星観測プロジェクトを発足させ, この目的に使う可搬式の人工衛星レーザー測距装置(HTLRS)を開発した。

2. 装置の概要

Fig. 1に装置の外観を示す。装置は光学系部とエレクトロニクス部とに分け, 二つのシェルターに収納する構造とした。総重量は約5トンである。小形, 軽量化を図るため送受信光学系の一部を一体化し, 受信鏡は口径35cmとした。レーザーはQuantel社製のModel-501C, Nd-YAGレーザーでパルス幅約100ps, 波長0.53μm, 出力50mJ/pulse, 繰返し5ppsである。Table. 1に装置の主な仕様を示す。

システムサイズを $S = n \cdot E \cdot A_r \cdot \alpha \beta r \cdot \eta$ (1) と定義し, ここに, レーザーの発射繰返し数, E : レーザーの出力エネルギー, A_r : 受信鏡の面積, $\alpha \beta r$: 送受信光学系の効率, η : 検知器の量子効率, とすると今回開発したシステムの S は $3.8w \cdot cm^2$ となる(Table. 1参照)。下里の固定装置の S は $130w \cdot cm^2$ であり可搬式はこの3%に過ぎない。可搬式とするため必要となったシステムサイズの小形化に対しては, 雑音の低減化と受信系を単一光子の信号レベルでも作動可能とすることでこれを補っている。雑音低減のためGate付検知器の採用及び送出レーザー光の大気からの後方散乱光が検知器を照射するのを防ぐチョッパーを入れてある。また測距データの処理においてO-CをCRTにディスプレイし, 測距データ近傍の雑音による誤カウントを容易に除去し得るソフトなども開発した。AJISAI, LAGEOSなど測地衛星に対し, 夜間から薄明時で測距が可能である。

検知器は浜松ホトニクス社のマイクロチャンネルプレート形光電子増倍管R2024U-01を使用している。架台は高度, 方位2軸式で各軸の駆動はDCトルクモータによるダイレクトドライブで計算制御により衛星を追尾する。衛星追尾及びデータ処理のための計算機は日立のB16FXである。測距カウンターは分解能20psのHP5370Bである。時計装置はRb周波数標準発振器で駆動しており, ロラン-C電波との比較により世界時(UTC)に対し, 1μs以内の精度で時刻同期, 維持を行なう。

3. 測距データ

Fig. 2, 3に測距データの例を示す。Fig. 2は固定地上標的(逆反射器)に対する測距例, Fig. 3は測地衛星LAGEOS(高度6000Km)に対する測距例である。測距精度(シングルショット値のバラツキ

の rms で評価, 衛星測距の場合は 0-C の多項式によるフィッティングの残差の rms で評価) は地上標的の場合で 1.9 cm, 衛星 LAGEOS の場合で 3.7 cm である。昭和 63 年 1 月から 3 月に第一回の離島観測が父島で実施されたが得られたデータは全て同じレベルであり, 安定した結果を得ている。なおシステムエラーの有無をチェックする目的で下里の固定装置との同時衛星比較観測を行なった結果では, 漸定的な結果であるが, 両装置の位置等補正後の両装置の測距値の差の平均値は LAGEOS の場合で 0~1 cm, AJISAI の場合で 2~3 cm であった。



Fig. 1 Transportable Satellite Laser Ranging System

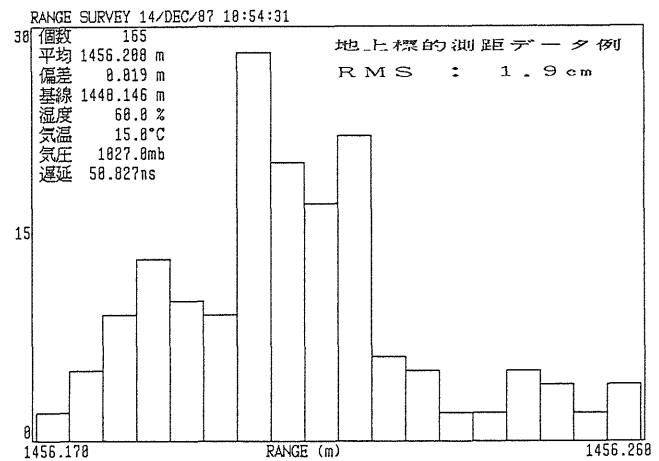


Fig. 2 Ranging Data for Ground Target

Table.1 Major Specifications

n	Laser Repetitive Rate	5 pps
E	Laser Output Energy	0.05 J/pulse
A _r	Area of Receiver Optics	800 cm ²
αβr	Efficiency of Optics	0.27
η	Quantum Efficiency of Detector	0.07 (at 0.53 μm)
	Physical Dimension	2.28×2.08×3.48m 2.28×2.08×3.78m
	Weight	5 tons
	Power	<30KVA
	Range Accuracy	<5 cm for Satellite
	Operation	Day and Twilight Time

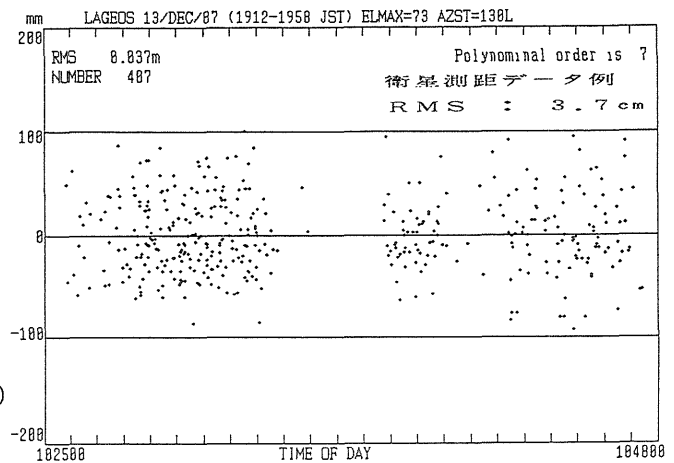


Fig. 3 Ranging Data for Satellite (LAGEOS) after polynomial fitting