

海底地殻変動計測のためのレーザ測距装置の開発

Development of laser ranging system for crustal movement observation on the sea floor

落水 秀晃¹、今城 勝治¹、亀山 俊平¹、斎藤 隆²、石橋 正二郎³、吉田 弘³

Hideaki Ochimizu¹, Masaharu Imaki¹, Shumpei Kameyama¹, Takashi Saito², Shoujiro Ishibashi³, Hiroshi Yoshida³

三菱電機(株)¹、三菱電機特機システム(株)²、(独)海洋研究開発機構³

Mitsubishi Electric Corp.¹, Mitsubishi Electric Tokki systems Corp.², Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology³

Abstract

We have been developed underwater laser ranging system for crustal movement observation. This system aligns optical axis between transmitter and receiver automatically, and measures the distance between them by phase detection of intensity modulated CW laser. Using this system, we demonstrated automatic axis alignment and ranging interval between transmitter and receiver in the ocean.

1 はじめに

日本は複数の大陸プレートの上に存在する地震多発国であり、多くの震災に見舞われてきた。そのような背景から地震予知に関する研究は盛んに取り組まれている。これらの研究においては地震発生のメカニズム解明とその前兆検知が主な研究課題となっており、プレート上にて 2 点間の相対的な距離変動を高精度に計測するセンサが求められている。海中における位置計測方式は音波による方法が一般的であるが、cm オーダの計測分解能を実現するために高精度な環境温度計測や長時間計測したデータを用いた統計処理が必要となり、リアルタイム性が損なわれるといった課題があった[1]。そこで、我々は海中において mm オーダのより高精度かつ、リアルタイムな測距装置の開発を目指し、レーザを用いた測距センサの海中応用に取り組んできた。本報告では、開発したシステムの概要及びそれらによる測距結果について報告する。

2 システム概要

本装置のシステム構想概要及び本装置外観図をそれぞれ図 1、図 2 に示す。本装置の動作原理は CW 変調された光を送受し、送受信信号間の位相差から距離値を算出する。光源は波長 450nm の CW レーザであり、強度変調を印加し、送信光学系によりビーム拡がり角を調整して出力する。受信視野角は広視野に調整され、受信した信号の変調成分と別途ケーブルにて伝送するレーザ変調信号の位相差から距離を測定する。なお、受光素子にはアバランシェフォトダイオード(Avalanche Photo Diode: APD)を使用している。本装置の特徴は、海中での自動光軸調整と、レーザ変調信号を用いた位相差検出によって高精度な測距を実現した点である。特徴の1点目は海中に配置された装置が測距開始前に光軸を同期させる機能であり、スリップリング構造とサーボ駆動系を組み込んだ送受信光学系が初期動作時に自律的に光軸調整を行う。これにより遠隔操作あるいは継続的な自動計測が可能となる。特徴の2点目は送受信信号間の位相差検出について送信側レーザの変調信号を受信側装置へ直接取り込むことで、送受装置間で発生しうる測距誤差要因を排除したものである。

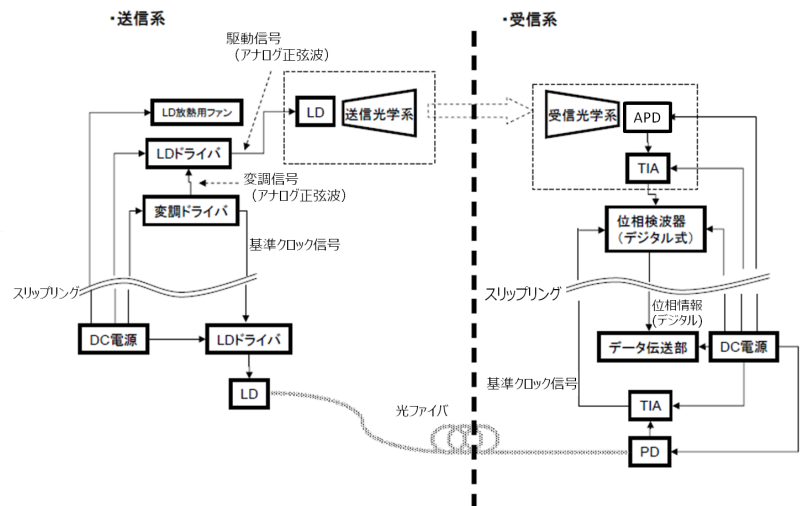


Fig.1 Schematic of the system concept.

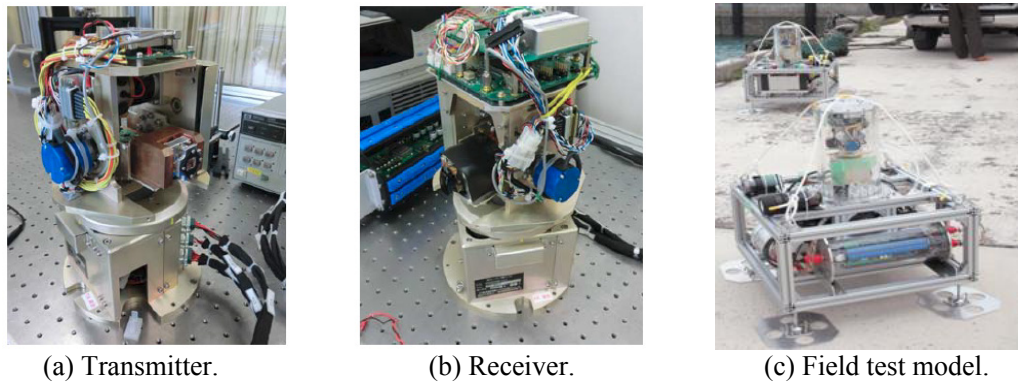


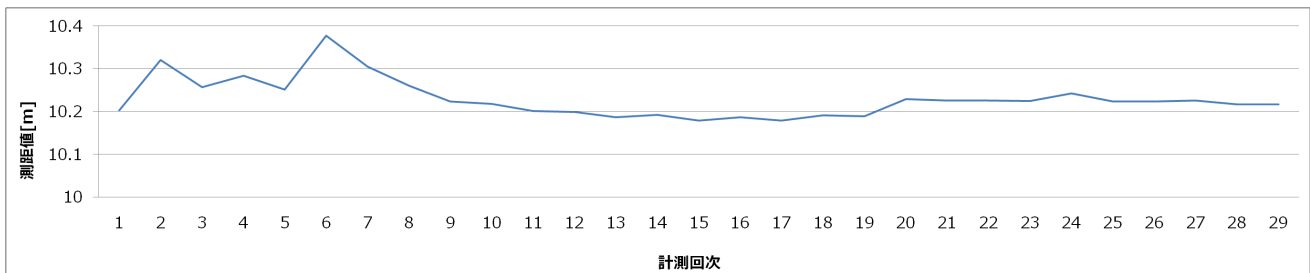
Fig.2 Schematics of the instruments ((a) Transmitter, (b) Receiver, (c) Field test model [2]).

3 試験結果

本装置の実海域試験を 2011 年 4 月に沖縄県小浜島沖にて実施した。図 3 に試験海域と試験結果の一例を示す。本試験では、水深 5m 程度の浅い海域にて送受装置間距離を 5~20m の範囲で配置し試験を行った。試験結果から、送受光軸が自動調整され、最大 10m の測距が実現できたことを確認した。なお、測距値のばらつきが最大で 10cm 程度あるため、このばらつきを mm オーダに抑えていくことが今後の課題である。



(a) Test area.



(b) The result of 10m ranging test

Fig.3 (a) Test area, (b) The result of 10m ranging test.

4 まとめ

本報告では、海中地殻変動高精度計測のためのレーザ測距装置の構成概要と試験結果について示した。今後、長時間の計測変動評価を行い、測距誤差 mm オーダとするための課題抽出と装置改良を進めていく。

参考文献

- [1] 吉田 弘, 「高精度海底移動量計測を目指した海中レーザースティック」, O plus E, Vol32, No.8, pp.770-775 (2012).
- [2] JAMSTEC プレスリリース, http://www.jamstec.go.jp/j/about/press_release/20110704/#z4.