

海底地盤変動観測装置に関する測位実験
Fundamental experiment of the GNSS positioning under antenna motion
on the seabed geodetic station

○筒井智樹・味喜大介・井口正人
○Tomoki TSUTSUI, Daisuke MIKI, Masato IGUCHI

Fundamental tests on a dynamic location system of the moving and tilting antenna array will be reported. The purposes of the tests are considering feasibility of kinematic location method of GNSS location. The seabed geodetic station requires a method for reducing tilt by tide, wave and winds, which has been planned to install in the Kagoshima bay for the purpose of measuring ground deformation with GNSS at a closer place of the constrained deformation source in Aira caldera. An antenna array method has adopted through a comparison with tiltmeter method. Although tiltmeter method provides over-estimated tilt, the antenna array method provides more accurate measurement of the tilt of the antenna pillar under 1D motion on the single axis platform. Quad-antenna array has been tested under 2D motion on a bi-axis platform as the final phase of the feasibility test series.

1. はじめに

始良カルデラの火山活動に伴う地盤変動の観測を目的として海底地盤変動観測装置の建造と設置が計画されている(図1)。

観測対象である始良カルデラの火山活動に伴う垂直地盤変動は始良カルデラ縁辺部で約 1cm/年であり(例えば井口, 2013)、海底地盤変動観測装置はこのスケールの地盤変動を検出しなければならない。

海底地盤変動観測装置は、海底に定置されたアンカーとユニバーサルジョイントで結合されたピラーで構成される。ピラーは潮流および波浪、風力ですべての方向に傾斜運動してこれらの作用力を受け流す。この運動するピラーの最頂部に設置された GNSS アンテナを電子基準点として使用するためには、1)GNSS 測位のアンテナの運動への追従、2)ピラーの傾斜角に基づいた傾斜補正による測位点座標の推定が必要である。

本発表ではこのような要求を満たす海底地盤変動観測装置の測位システム構築を目的として、令和2年度と令和3年度に行った測位実験の結果を報告する。

2. 基礎測位実験

実際の GNSS 測位を行うために、黒神観測室構内の屋外に 1.6 m 高のコンクリート支柱を 2 本設け、この支柱を用いて下記 3 種類の実験用プラットホ

ームを構成した。

- (1) 1 回転軸、手動駆動
- (2) 1 回転軸、電動機駆動
- (3) 2 回転軸、手動(風力) 駆動

いずれも GNSS 測位により最下部の回転軸上に位置する測位点 F の座標を測位した。(1)のプラットフォームでは 2 つの傾斜検出手法(傾斜計法と 2 アンテナ法)の比較検討を行った。(2)のプラットフォームでは 2 アンテナ法の測位安定性と運動追従性の検証を行った。(3)のプラットフォーム(図2)では 2 アンテナ法を拡張した 4 アンテナ法で測位精度の確認を行った。

3. 結果

(1) では傾斜計法より 2 アンテナ法の方が正確な傾斜角を与えることが明らかになった。アンテナ運動速度が大きいほど両者の差が大きくなる傾向にあった。そのため、以降の実験では 2 アンテナ法をベースにして検証を進めることにした。

(2) では数日間にわたる測位実験から、2 アンテナ法による測位結果が安定した結果を与え、かつ想定されるアンテナ運動速度(約 2 m/s)においても正確な測位結果が得られることを確認した。

(3) の実験では 1m 間隔のアンテナアレイにおける測位が正常になされることを確認できたほか、開発した傾斜補正のアルゴリズムが有効であることを確認した。

これらの結果を踏まえ、今後建造される海底地盤変動観測装置では4アンテナ構成のアンテナアレイ方式を採用することにした。

4. 謝辞

本研究の経費は原子力規制庁令和3年度原子力施設等防災対策等委託費(火山性地殻変動と地下構造及びマグマ活動に関する研究)を使用しました。ここに記して謝意を表します。

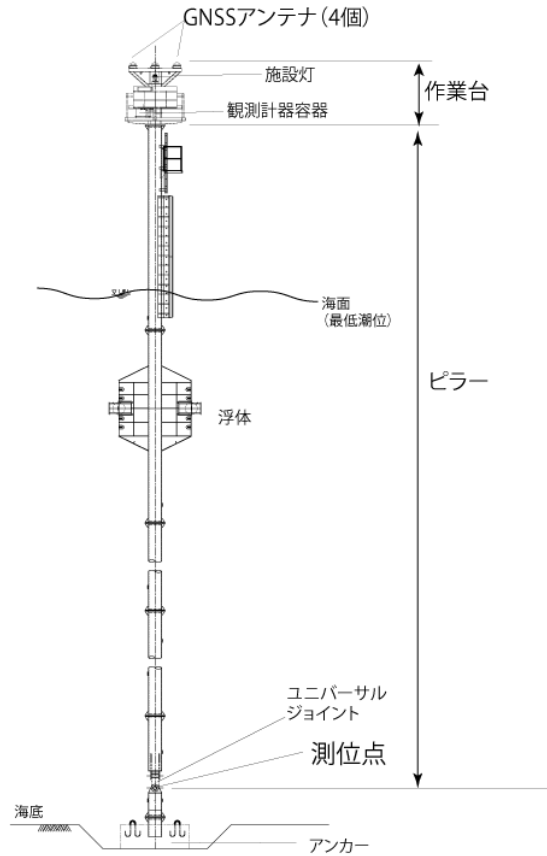


図1 海底地盤変動観測装置 アンカーとピラーとは直交する2回転軸を有するユニバーサルジョイントで連結され、ピラーのすべての方向への傾動を許す構造になっている。

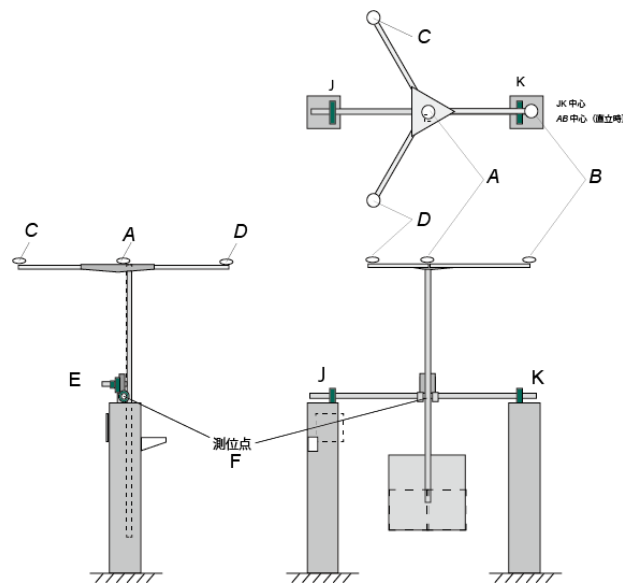


図2 実験用プラットフォーム (3)の形態を示す。A~DはGNSSアンテナ、JおよびK、Eはベアリング。アンテナABCDはJK軸のまわりとE軸のまわりの回転ができる。