F1-20

衛星測位を用いた波高変動の計測

Measurement of significant wave height using satellite positioning

○尾形直希[1]，江守央[2]，佐田達典[2]
*Naoki Ogata[1], Tatsunori Sada[2], Hisashi Emori[2]

Abstract : This study proposes for measuring of the surface of the water information. It is necessary for the seaplane taking off and landing on water. We inspected on the ground using Sky LifterⅢand significant wave. Whether there was satellite precisely on the water it and expressed the result in a figure of comparison.

１．はじめに

本年 8 月に「せとうち SEAPLANES」が開業するなど，日本における水上飛行機の運行事業展開が広まりつつある．この水上飛行機が離発着する滑走路は，通常の空港とは異なり，水面を使用することから運行に際しては様々な条件が離発着水時には必要となる．この条件には，波の方向，高さ，潮位，風向き，風速，気圧，視程，浮遊物の有無，雲量，雲高度などの刻々と変化する気象条件が対象となる．このような条件は，パイロットが離着水の可否を判断する上で非常に重要となるが，現在は，パイロットの経験による判断に頼ることが多く，定量的かつ即時性のある情報をパイロットに伝える事が可能なシステムの開発が望まれている．また，今後日本全国への事業展開が進み，飛行場として選定された水面の活用を考えていく上でも，汎用性の高い離着支援システムの開発が求められる．

本研究では，これら必要となってくる水面情報のうち，波の高さに着目する．この波の高さを GPS 等の GNSS 衛星からデータとして取得し，離着水時にパイロットに伝えるシステムを想定している．そこで，本研究では，鉛直方向のキネマティック測位が可能な，テクノバンガード社製の Sky LifterⅢを使用し鉛直方向での精度を検証する．また，有義波高の動きを再現し，併せて精度検証を行うことを本研究の目的とする．

Figure 1. Seaplane of SETOIUCHI　(KODIAK 100)

２．研究方法

波の高さについて，水面での鉛直方向の変化を衛星測位で計測し，その精度を検証するため，陸上で波を模した動きを受信機を上下させる事で表現する．有義波高を想定したものと比較して精度を検証するため，以下の条件の違う 2 つの実験を行うことで検証する．

（1）実験①．Sky LifterⅢを用いた実験

測定を行う範囲は **Figure 1.**に示した KODIAK100 で離着可能な波高基準のスケールとされている 400mm を基準とし，300mm 振幅，400mm 振幅，500mm 振幅の 3 種類の上下移動範囲での測定を行った．それら範囲を **Figure.2** に示すように，振幅 1 回で 30 秒以上かけて計測するため，通常の波と比較して非常に低速な波の表現となる．実験方法としては，それぞれの振幅を Sky LifterⅢにより基準点から測定範囲の下端，上端という順に動かすこととする．これは上端に取り付けた受信機の鉛直方向の変化を経過時間で表した際に，有義波高を模した sin カーブを描くように数回上下されることとする．

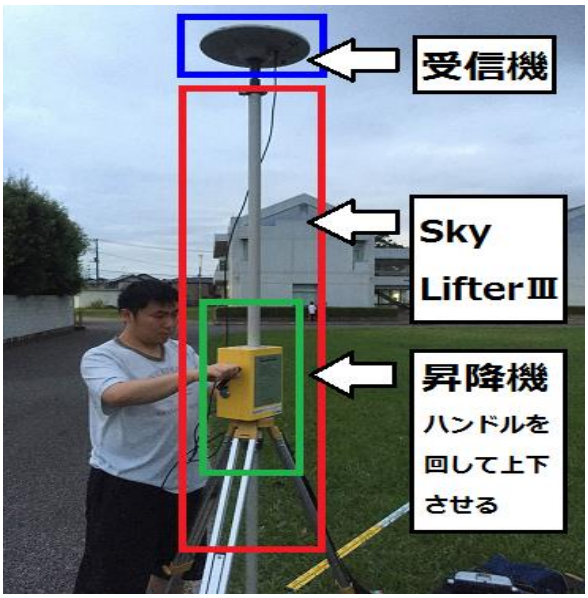

Figure.2 State of the experimental1

１：日大理工・学部・交通　２：日大理工・教員・交通

（２）実験②．手動による実験

実験②で実験者は **Figure.3** に示すように，両手で受信機を支えるように持ち，横に据えた標尺を目安に範囲内で受信機を上下させる．ここで測定する範囲は 400mm 振幅のみとし，その範囲を振幅 1 回 1 秒程度の速さで上下させるため，比較的速い波の表現となる．

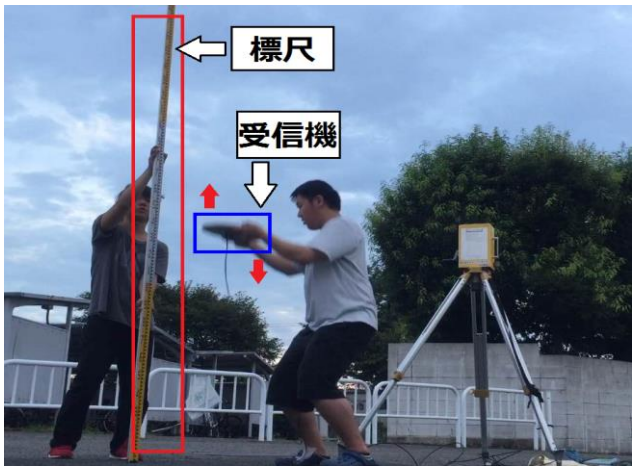

Figure 3. State of the experimental2

３．実験概要

2016 年 8 月 3 日 18：00～19：00 に日本大学理工学部船橋校舎測量実習センター前で実験を行った（基準局は同校舎 7 号館屋上に設置）．実験①ではテクノバンガード社製の Sky LifterⅢを使用した．両実験ともに，受信機はトリンブル社製の NetR9 を使用し，周波数は 1Hz（1 秒間に 1 回の計測）で行い，実験中は有義波高と鉛直高さが視認できるよう横に標尺を据えてビデオ撮影を行った．

４．実験結果

それぞれの実験で上下各端点の通過時間と受信機の位置をビデオ解析から得たデータから有義波高を再現する．このデータと衛星により取得した測位データを比較したものが以下の図となる．

実験①の 400mm 振幅のデータを比較した **Figure 4.** では，グラフの曲線が重なっていることから計測時間のずれは生じずデータ取得の即時性が高いことがわかった．しかし，各端点付近の標高に最大で 20mm 程度のずれが生じている．これは，低速の動きは，データの密度を高く安定したデータを取得できたと考えられる．

次に，**Figure 4.**で示した箇所を拡大した **Figure 5.**と，同縮尺で示した実験②の取得データを示した **Figure 6.** を比較すると速度の速い波では最大で 200mm 程度の低速よりも大きいずれが生じることがわかった．このことから，鉛直方向での精度は速度が大きく関連することがわかった．この速度による精度の低下に関しては，測定する周波数を増やすなどで改善が必要となることが伺えた．

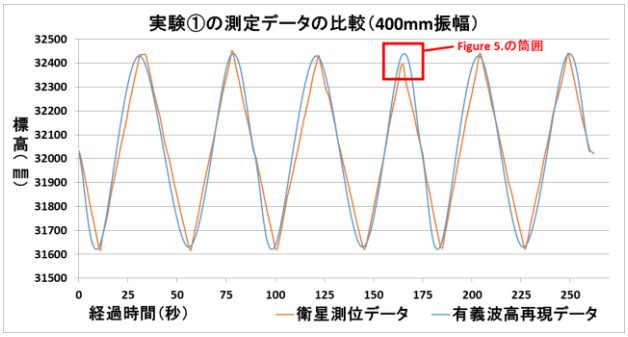

Figure 4. Data comparison of experiment ①

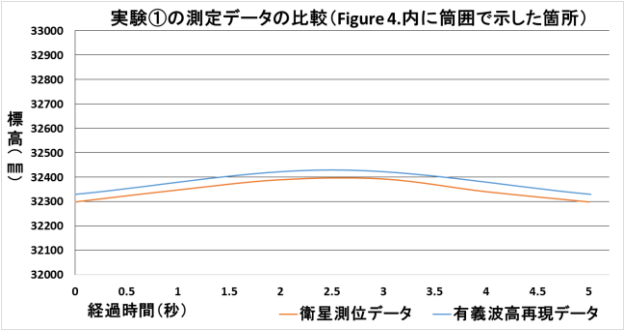

Figure 5. Magnified part of Figure 4.

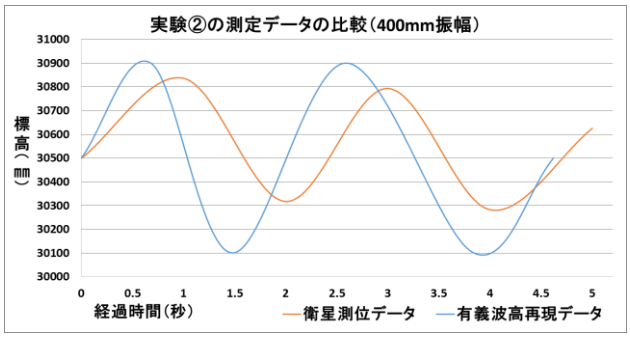

Figure 6. Data comparison of experiment ②

５．おわりに

本研究では，水上飛行機の運行支援システムについての検討を行い，その中で波の高さ情報の取得に関しての精度検証を行なった．今回の実験で得られた結果から今後は測位精度を高めていく上で必要となる速度や時間の関連性，また，速度以外で測位精度に影響を及ぼす要因に関しても研究を進めていく予定である．

６．参考文献

[1] 日本測地学会：「改訂版 GPS−人工衛星による精密測位システム−」，社団法人日本測量協会 1989 年．