

二台の UAV を用いた波浪場観測技術の基礎的検討

東北学院大学 学生会員 ○新道 健人

東北学院大学 正会員 三戸部 佑太

1. 目的

砕波帯における波浪場観測の手法として、UAV(Unmanned Aerial Vehicle)を用いた観測技術が近年の研究に取り入れられてきている(松葉ら, 2017). 比較としてあげられる地上ビデオモニタリングとの違いとして、UAV を用いることで上空からの撮影が容易になり、対象領域全体が均一な解像度の映像で撮影できるといった長所がある. UAV による波浪観測の例として波の平面的な伝播を測る手法についての研究は行われているが、波の波高まで測ることは難しいといった一面がある. 波高を観測する手法として波高計があげられる. しかし、沖においては高精度に波高を計測することが可能であるが、波高計は点計測手法であるため、そこから得られるデータだけでは複雑な波浪場を議論するには不十分である. 本研究は波浪場を広範囲に観測したうえで波高を含めた波浪特性を詳細に把握することを目的に二台の UAV を用いた波浪場観測技術の開発を進めていく. 一般的な三次元形状計測手法を二台の UAV による動画に適用し、水面の三次元形状を取得する. 様々な波浪場・撮影条件で三次元形状解析を行うことで、この三次元形状計測手法の適用性について基礎的な検討を行った.

2. 研究対象および観測手法

本研究では、北田川河口右岸側において撮影を行った(図-1). 2018 年 10 月 31 日から UAV による撮影を実施した. 本研究で用いた 2 台の UAV は DJI 社の Phantom4Pro である. 最大飛行時間は約 30 分である. 4096×2160 の解像度で 60FPS・30FPS の動画を撮影した. UAV を飛ばし始める際、安定した土台が必要となるため、飛行を開始する場所は海岸堤防上とした. UAV が飛行を開始してから動画撮影ポイントまでのルート为例として下に示す(図-2). 2 つの UAV に搭載されたカメラで約 60%の重複率を目安として撮影を行った.



図-1 現地概要



図-2 UAV 飛行ルート例

3. 解析手法

撮影した動画の細かい時間合わせはフレームごとに目視で見極め行う. 時間合わせが完了した 2 つの動画の解析を行うことにより、撮影した波浪場の水面の 3 次元形状を取得する. 解析方法としては、初めに SURF 特徴量を検出し、2 つの動画の特徴点のマッチングを行う(Bay ら, 2008). 次に得られた特徴点を用いてカメラ位置の推定を行うのだが、本研究は厳密なカメラ位置の固定がなされていない. そのため、各フレームそれぞれでカメラ位置の推定を行う必要がある. しかし、フレームごとに特徴点のマッチングおよびカメラ位置の推定を行うと推定結果が安定せず、水面の高さが変動してしまう. よって、前後の複数フレームの特徴点を用いてカメラの相対的位置関係の推定を行うようにした. 指定したフレーム数の特徴点が集まり次第、3 次元の位置推定を行う. 前後の複数フレー

キーワード 砕波帯 波浪場 波高 UAV

連絡先 〒985-8537 多賀城市中央一丁目 13-1 東北学院大学工学部環境建設工学科 TEL 022-368-7193

ムのなかで共通に検出した特徴点に関しては、その位置が合うようにカメラ位置を補正することにより、水面位置が上下に変動しないようにした。その後、ステレオ平行化を行った画像ペアに対し、1次元位相限定相関法(柴原ら,2008)に基づく領域ベースのマッチングを行い、そのマッチングの結果を画像平面へ再投影し、これを基に相対座標系における3次元座標群を取得した。

4. 結果

様々な波浪場・撮影条件で撮影・解析を行った結果の例を図-3・図-4に示す。上段で左列から右列に進むごとに波の動きを確認できるが、それに対応して下段の水位が上昇していることがわかる。しかし砕波が到達しておらず色が暗く一様な部分に関しては明らかに撮影した波浪場とは異なった水位分布が出ている。これは色の特徴が乏しいゆえに領域ベースのマッチングに必要な輝度のパターンが十分でないために、判定ミスによるノイズが生じていると考えられる。これらのことから本研究で用いた三次元形状計測手法は、砕波が到達する前の色が暗く一様な水面の条件ではノイズが発生してしまうものの、気泡により輝度分布にパターンが生じた部分に関しては矛盾のない水面の3次元形状が得ることができる。更なる改良は必要であるが、二つの UAV を用いることで、一つの UAV だけの観測では取得しきれない波浪場の水面形状を計測可能となることが期待できる。

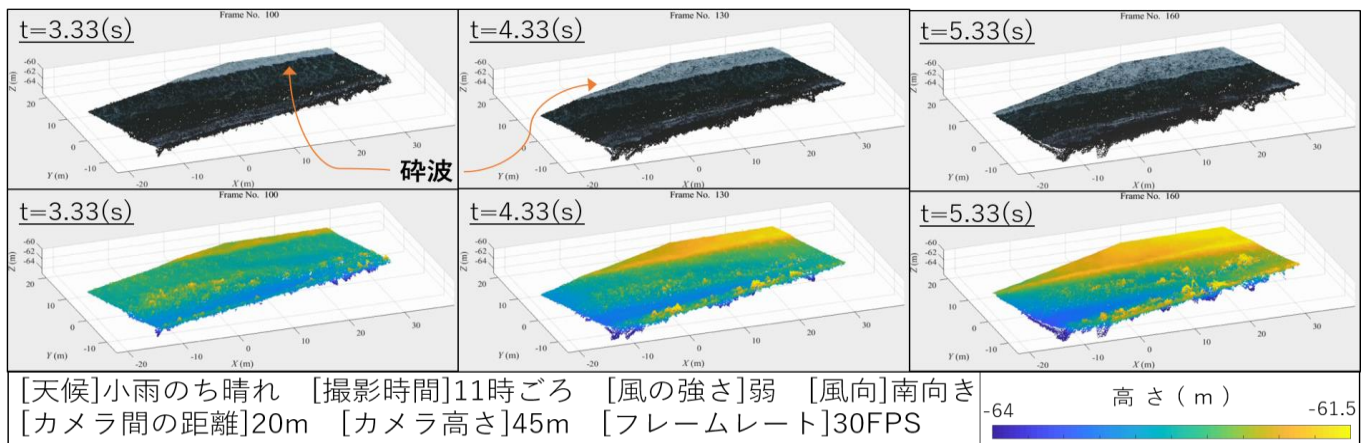


図-3 2018/10/31 の水面の3次元形状計測結果，上段は撮影画像の色 下段は高さに応じて色分け

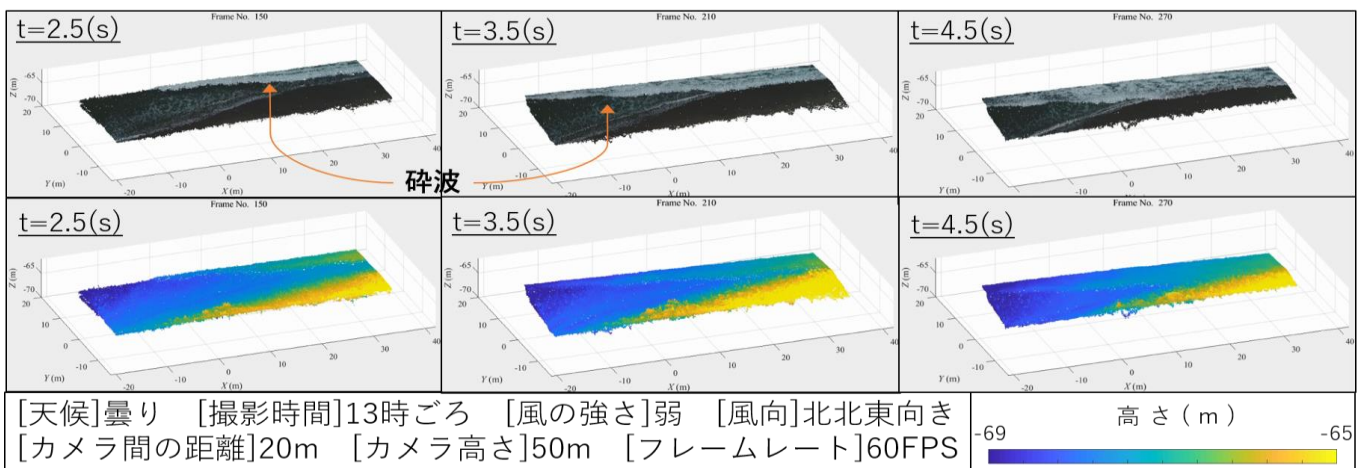


図-4 2018/11/22 の水面の3次元形状計測結果，上段は撮影画像の色 下段は高さに応じて色分け

参考文献

- 1) 松葉 義直, 下園 武範, 田島 芳満: UAV を用いた波の伝播・遡上特性分析 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.73, No.2, pp.I_103-I_108, 2017.
- 2) Herbert Bay, Andreas Ess, Tinne Tuytelaars and Luc Van Gool: Speeded-Up Robust Features(SURF) *Computer Vision and Image Understanding*, Vol. 110, Issue 3, pp.346-359, 2008.
- 3) 柴原 琢磨, 沼 徳仁, 長嶋 聖, 青木 孝文, 中島 寛, 小林 考次: 一次元位相限定相関法に基づくステレオ画像の高精度サブピクセル, 電子情報通人学会論文誌 D, Vol.J91-D No.9, pp.2343-2356, 2008.