

第Ⅱ部門

UAV を用いた水面上の風速鉛直分布の計測

大阪産業大学工学部 学生員 ○野間 真拓
大阪産業大学工学部 正会員 水谷 夏樹

1. はじめに

近年、地球温暖化により風水災害の激甚化が懸念されているが、大阪湾沿岸部に大きな被害が発生した 2018 年台風 21 号の被害を踏まえると、これまでの防災施設では十分な効果を期待できないことが予測される。しかし、大阪湾では、風速・波浪ともに観測データが少ないことから、高潮や高波についての研究が十分ではないのが現状である。本研究ではこの課題を解決するための第一歩として、UAV を用いた水面上の風速鉛直分布の計測について検討するものである。

2. 研究内容

本研究では、UAV (DJI, Flame Wheel F550) に無指向性風速計 (日本カノマックス, Model6332D) を搭載して水面上の風速鉛直分布を計測する。図-1 に示すように、UAV の中心付近に上方に向かって角材を設置し、先端 (ブレード面から高さ 40cm) に風速計を固定した。まず、ブレードの回転によって自ら発生させる風が風速計に与える影響を調べた。図-2 は、UAV を高さ 2m の脚立に固定し、飛行させることなく二つの風速計で自然風を計測したものである。ケース 1 はブレードをホバリング時のスロットルで回転させ、ケース 2 はブレードを回転させずに計測したものである。ケース 2 では二つの風速に差は生じていないが、ケース 1 では、風速が大きいほど二つの結果に差が生じている。その差は最大で約 1m/s 程度であり、この差がブレードの回転による影響と考えられる。次に無風状態の室内で UAV をホバリング飛行させて風速を 3 回計測した。本来 UAV は GPS 信号を 4 つ以上同時受信することで安定した飛行をするが、この実験では室内での飛行のため GPS 信号を受信できない。そのため、計測中はわずかな移動やそれを補正するための操作による UAV の動きが風速計に影響を与えている。図-3 は、3 回計測した中で比較的安定して静止飛行した時間帯の結果である。これらからも飛行が安定した状態で UAV のブレードが風速計に与える影響は 1m/s 程度と考えられる。

次に京都府八幡市の淀川御幸橋 (宇治川) の下流側にて、水面上の風速の計測を行った。高さ 17m の橋桁の上からレーザー距離計を用いてホバリング状態の UAV の高度を計測し、同時に高さ毎に風速の計測を行った。図-4 は風速計測時の UAV の様子であり、図-5 は水面上の風速の時間変化である。図中の記号は飛行が安定した状態で風速の計測を行った時間帯を示したものであり、図-4 の記号と対応している。左岸の河川敷から飛行させた UAV は、はじめに高さ 13.3 m の A の状態でホバリングし、約 15 秒間静止させた。その後、高度を徐々に下げ、B~G の位置に移動し同様に計測を行った。各ホバリング計測は数十秒程度であるが、図を見るとホバリング中でも風速の乱れが生じている。UAV は完全ではないもののほぼ停止しており、図-3 と比較すると風速の乱れが大きいことから、この間の風速の乱れは自然風によるものと推察される。また、図-5 の緑線は、橋桁の上で固定点風速計測を行った結果を示している。H の時間帯において、UAV は計測高さをほぼ橋桁の風速計と同じ程度に合わせた。この時間帯の風速の平均は、固定点風速計 1.7m/s, UAV 風速計 3.1m/s であり、図-2 の結果と比較しても UAV の計測値が大きい。計測時の風向きは図-4 の右 (上流) から左 (下流) に向かって吹いており、風が橋脚や橋桁によって乱れていた可能性もあるため、今後、さらに検証する必要がある。図-6 は、図-5 で示した各時間帯の風速を平均したものの鉛直分布である。A と B, F と G については同じ高さで計測を行ったため、併せて平均した。一般的に水面上の風速は水面との距離が近いほど遅くなるが、図-6 では風速は水面付近の風速が速い結果となった。計測時の風向きから考えて、風が橋脚や橋桁によって水面付近に収束した結果、水面付近の風速が速くなったと考えられる。

3. 主な結論

本研究では UAV に搭載した風速計により水面上の風速分布の計測を行った。ブレードによって自ら発生させる風の影響について検討し、本研究で用いた UAV では高さ 40cm を確保すれば、その影響が 1m/s 程度に抑えられることが分

かった。河川水面上の風速計測については、ホバリング状態を維持できれば各高さにおける平均風速を計測できることが分かった。本研究では、弱風時の計測となったため、安全性を確保しつつ実施することができたが、今後はさらに高風速時における計測を行い、計測時の安全性と共に計測精度の検証を行いたい。

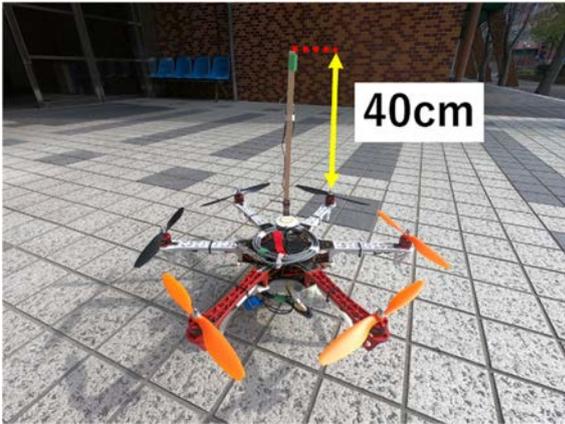


図-1 本研究で用いた UAV(F550)

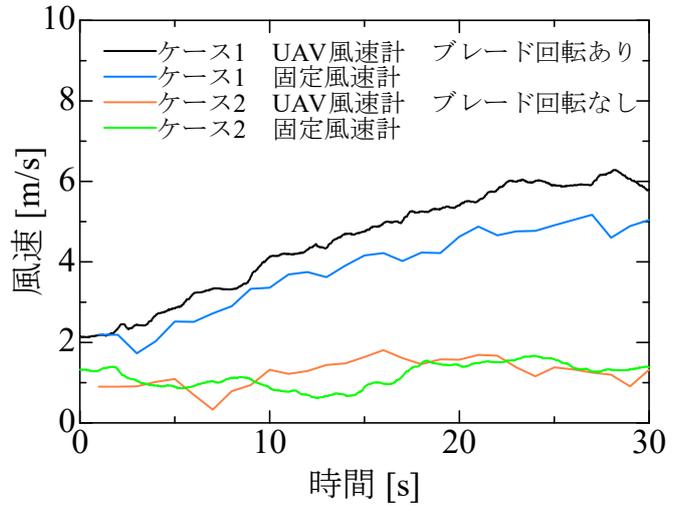


図-2 高さ2mで固定した場合の風速の時間変化

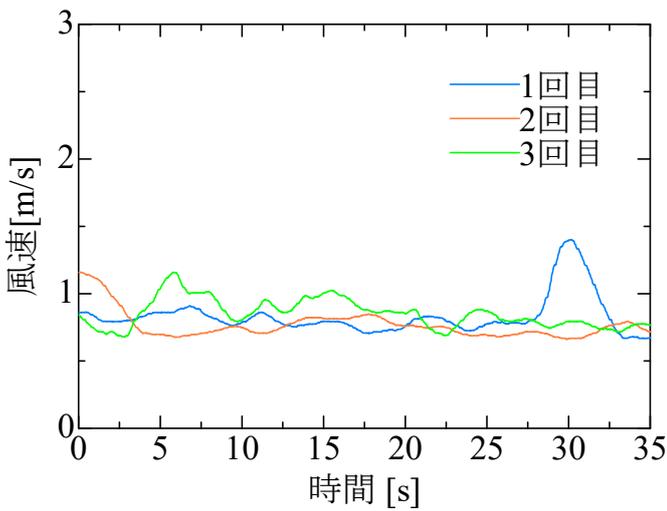


図-3 室内飛行中の風速の時間変化

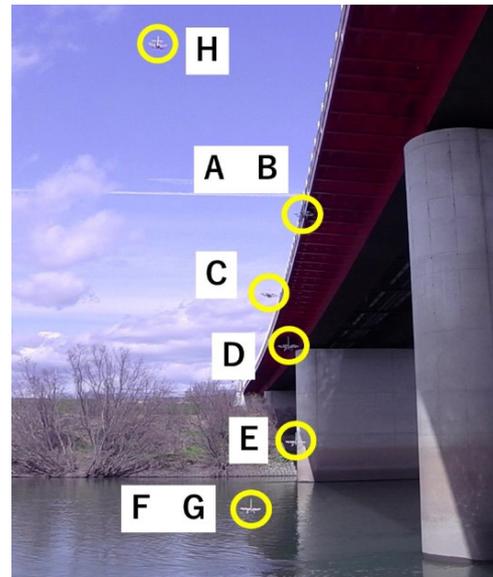


図-4 高さ別の計測時の UAV の様子

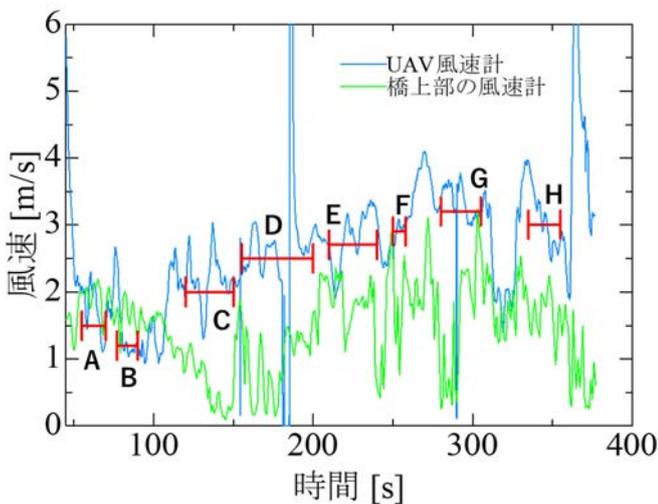


図-5 水面上の風速の時間変化

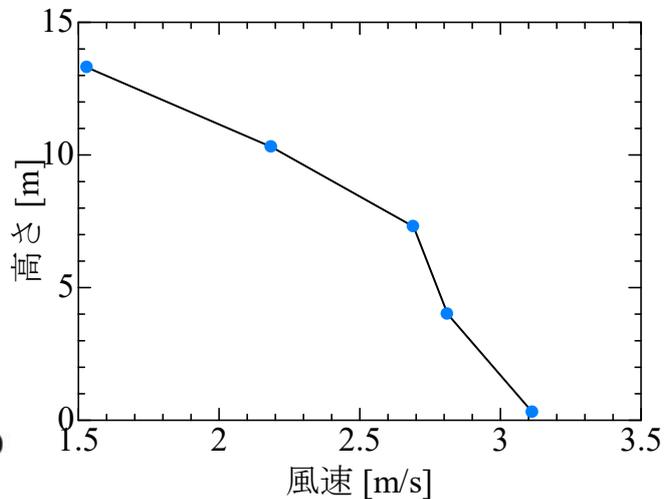


図-6 水面上の平均風速の鉛直分布