

UAV を用いた高層気象観測技術の開発 Development of upper air observation method using UAV

○佐々木 寛介・井上 実・河見 博文・小島 啓美・町田 駿一・渡辺 豊・名取 悦朗
○Kansuke SASAKI, Minoru INOUE, Hirofumi KAWAMI, Hiromi KOJIMA, Syunichi MACHIDA,
Yutaka WATANABE, Etsurou NATORI

In recent years, adoption of UAV (Unmanned Aerial Vehicle), represented by radio-controlled helicopter, has rapidly increased and is recognized in such fields as inspection of disaster areas, or maintenance management of bridges in off-limits areas. In this study, assuming the adoption of UAV in the observations of temperature and wind in upper air, the posture stability of UAV in strong wind was investigated. In addition, the relationship between wind speed and pitch angle of UAV was clarified, and feasibility of the inversion estimation method of upper wind from the posture stability data of UAV was studied.

1. はじめに

近年、ラジコンヘリコプターに代表される UAV(無人飛行体)が、災害地域における上空からの写真撮影や人が立ち入れないような橋梁部などの保守点検に活用される事例が急増している。本研究では UAV を用いて、上空の気温や風の観測を行うことを想定し、強風時の姿勢安定性の検証を実施した。また、風速と UAV の傾斜角の関係を整理し、姿勢データからの風速逆推定手法について検討を行った。

2. 調査方法

本研究で使用した UAV の仕様を表 1 に、外観写真を図 1 に示す。UAV は 6 枚のローターを有するマルチコプター (SPIDER CS-6; ルーチェサーチ(株)製) で、搭載されているジャイロセンサーや GPS 信号により、自律的な航行が可能な機体である。UAV の耐風性能の調査および、姿勢データからの風速推定手法の検討には、京都大学防災研究所の境界層風洞を使用した。また、UAV の姿勢データの取得には、モーションセンサユニット (CSM-MG100; 東京航空計器(株)製)を使用した。

表 1 本研究で使用した UAV の仕様

機体重量	3800g
外形寸法	950×950×400 mm
耐風速	15m/s
飛行時間	25 分
搭載重量	4000g



図 1 UAV の外観

3. 調査結果

(1) 耐風性能の調査

京都大学防災研究所の境界層風洞を用いて、UAV の耐風性能の把握を行った。調査の結果、風速が 5m/s 程度までは、比較的安定した姿勢を保って定位置(地上 2.8m)でホバリングしていたが、10m/s を超えると機体の揺れが大きくなった。風速がおよそ 15m/s に達した時点で、大きく姿勢を崩し、ホバリング位置を保てなくなることがわかった。

(2) UAV から発生するノイズの把握

予備試験において UAV に高層気象観測用の GPS ゾンデ発信機を搭載し飛揚させたところ、カーボン製のローターの回転にともない、ゾンデ発信機からの信号が受信できなくなる現象が確認された。このため、スペクトルアナライザによるモーターからのノイズ、干渉する電磁波の有無等を調査した。この結果、この現象はブレードの材質に依存

し、木製ブレードを使用することで解消されることがわかった。

(3) 姿勢データからの風速逆推定手法の検討

UAV に搭載した、3 軸の傾きや磁気コンパス等のモーションセンサデータから上空の風向風速を推定する手法について検討を行った。風洞の設定風速と UAV の傾斜角の関係を図 2 に示す。今回の調査結果より、UAV の傾斜角は風速の増大に伴い大きくなることがわかった。今回実験を行った風速 0~11m/s の範囲においては、風速の増大に伴い、傾斜角は概ね二次関数的に増加する傾向が明らかとなった。

次に、UAV に金属製ウエイトを搭載し、積載重量を 0kg, 2kg, 4kg に変化させた場合についても同様の実験を行った。この結果、積載重量 4kg、設定風速 11m/s のケースを除いて、風速毎の傾斜角の大きさは積載重量に依存せず、ほぼ同一の値となる傾向がみられた(図 3)。

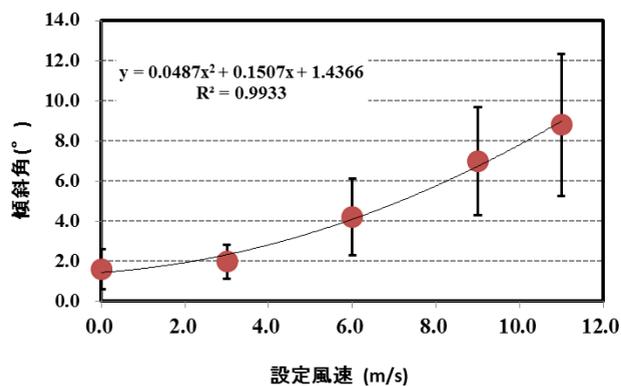


図 2 風速と傾斜角の関係

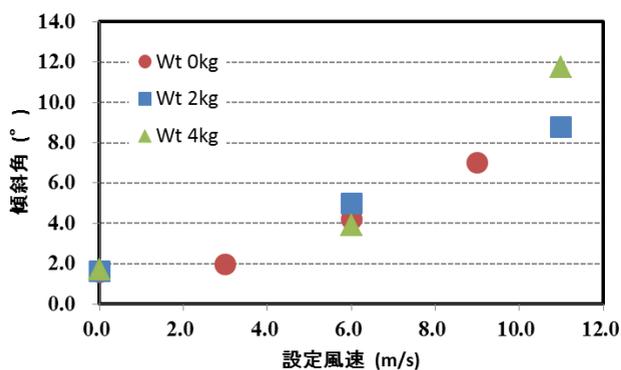


図 3 積載重量と傾斜角の関係

また、UAV が最大の傾斜角を示す方位と風向の関係を検証した。今回の調査では、強風時(図 4 下図)は、最大の傾斜角を示す方位は風上方向と一致したが、弱風時(図 4 上図)は、風上方向とはややズレが生じる結果が得られた。

これらの調査結果より、UAV の姿勢データから上空の風向風速を逆推定できる可能性があることが示唆された。また、この手法は観測に危険が伴う風速時には UAV が自動的に地上に帰還するための判断にも応用できるものと考えられる。今後は風速と傾斜角の関係について、機体依存性や気温依存性なども追加調査が必要であると考えられる。

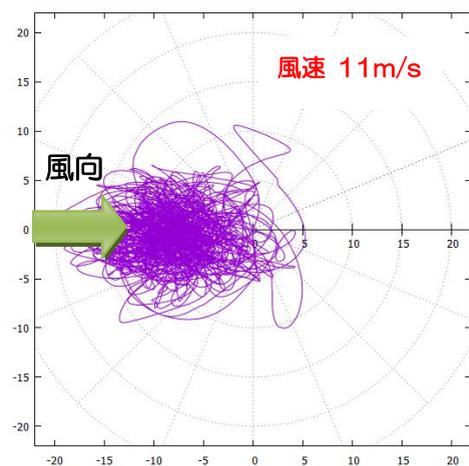
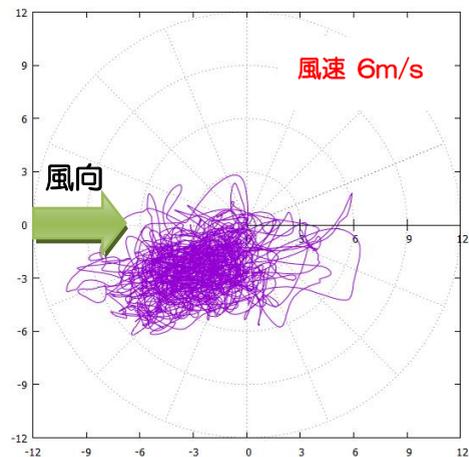


図 4 風向と最大傾斜角方位の関係 (上図: 弱風時 下図: 強風時)

4. まとめ

本研究から高層気象観測に UAV を活用するにあたり、1) 最大風速がおおよそ 15m/s 以下の条件下で観測可能 2) テレメトリー等でリアルタイムデータを送信する場合は木製ブレードの使用が望ましい 3) UAV の姿勢データからの風速逆推定の可能性などが明らかとなった。

(謝辞)

モーションセンサによる UAV の姿勢データの取得にあたっては東京航空計器株式会社の隅田和哉氏、栗原寛典氏には多大な協力を頂きました。ここに記して謝意を表します。