

飛行安全性に配慮した UAV レベル 3 自律飛行による砂防施設点検計画の検討

国際航業株式会社 ○高木 秀一郎、堀 大一郎、清水 幹輝、青戸 一峰
国土交通省関東地方整備局 渡良瀬川河川事務所 荒井 満、守谷 武史※1、杉田 毅、熊木 正、小野 崇寛※2

※1: 現 利根川ダム統合管理事務所 ※2: 現 関東地方整備局河川部

1 はじめに

渡良瀬川河川事務所における UAV を活用した砂防施設点検計画の検討では、汎用機を活用した一般化や精度向上手法を検討してきた。¹⁾ 砂防施設点検での当面の目標である UAV レベル 3 自律飛行では、UAV 機体とコントローラーの通信が途絶しても飛行可能ではあるが、トラブルが発生した際にマニュアル操作する等の対処ができない課題がある（図 1）。

本報告では、安全管理のために UAV 機体とコントローラー間の通信を維持することを前提とし、通信強度に着目してフライトログを確認したうえで、現地条件に合わせた適切な飛行経路・高度設定などを検討した事例を報告する。

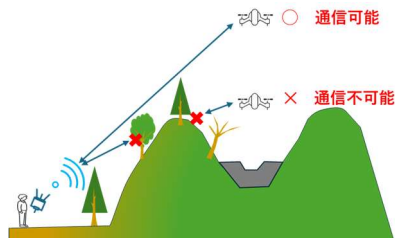


図1 通信を維持する飛行計画イメージ図

2 フライトログの可視化

試行フライトで取得したフライトログと航空レーザ計測データから、フライトログの可視化を行った（図2）。

グラフの表示内容は下記の通りである。

横軸：飛行経路に沿った飛行距離

左軸：離発着地点の標高を 0m とした比高（m）とし、UAV 飛行高度（桃色線）および飛行経路下の植生を含む表層面（水色線）を表示

右軸：離発着地点と UAV 位置の直線距離（m）とし、その地点での通信強度を表示（赤～緑線）

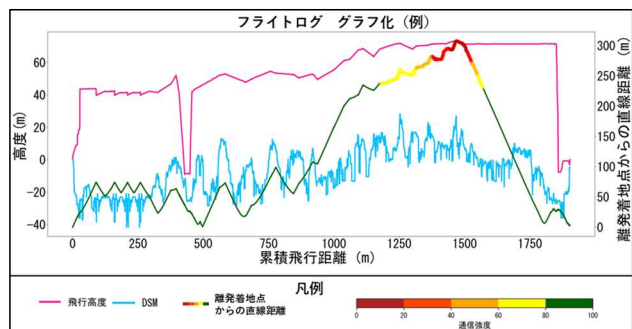


図2 フライトログ解析グラフの例

3 通信状況の解析事例

試行フライトには、使用者を限定しない汎用機として DJI 社の「Mavic2pro」、「Air2S」、「Mavic3」を選定した。Mavic3 のカタログでは、最大通信（伝送）距離 8km と記載されている。試行フライトでは、通信強度が 60 を下回ると通信遅延が確認され始めたため、通信強度が 20 を下回る場合は飛行中止や高度変更などの対応を行った。以下に事例を報告する。

(1) 離発着地点周辺の植生による通信障害

離発着地点周辺に樹林帯がある箇所では、飛行経路のうち UAV 機体とコントローラーの間に樹林が入る区間で通信強度の低下を確認した（図3、図4）。このようなケースでは、該当区間の UAV 飛行高度を上げて通信状況を改善した。

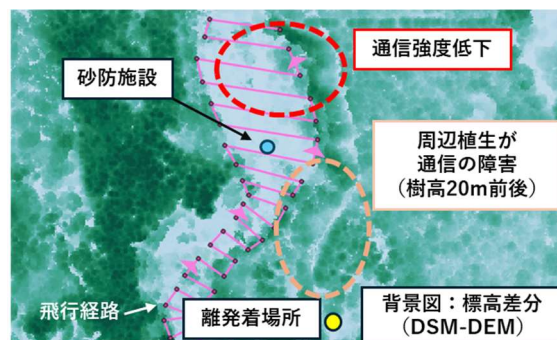


図3 施設①飛行経路図

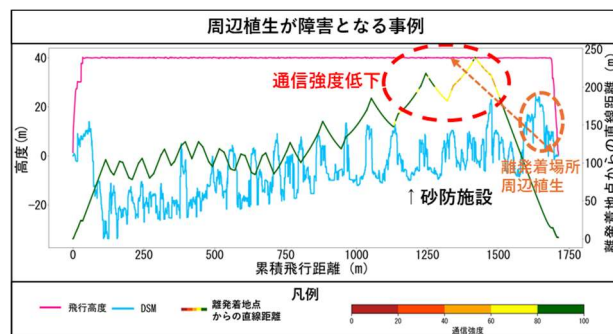


図4 施設①フライトログ解析グラフ

(2) 砂防施設の陰に入ることによる通信障害

砂防施設を正面から撮影するために UAV を昇降させた箇所では砂防施設の陰に入ることによって通信強度の低下を確認した（図5、図6）。このようなケースでは、離発着地点の再検討や飛行高度の下限値を見直して通信状況を改善した。

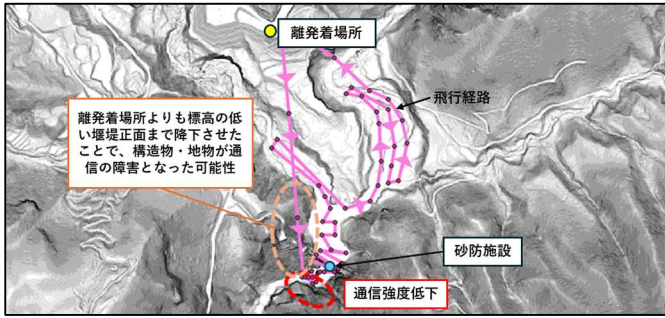


図5 施設②飛行経路

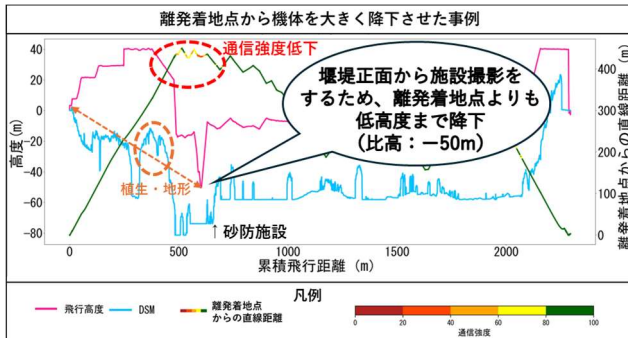


図6 施設②フライトログ解析グラフ

(3) 長距離飛行による通信障害

直線的で上空も開けた河道に砂防施設が連続する箇所では、距離が1kmを越えた付近から通信強度の低下を確認したが、飛行に支障ないレベルで最遠点2.3kmの飛行を実施した(図7、図8)。長距離の飛行経路を設定するケースでは、1kmを越える付近から通信強度が低下することに留意し、対地高度を少し高めに設定することで安定した通信状況を確保する計画とした。



図7 施設③飛行経路図

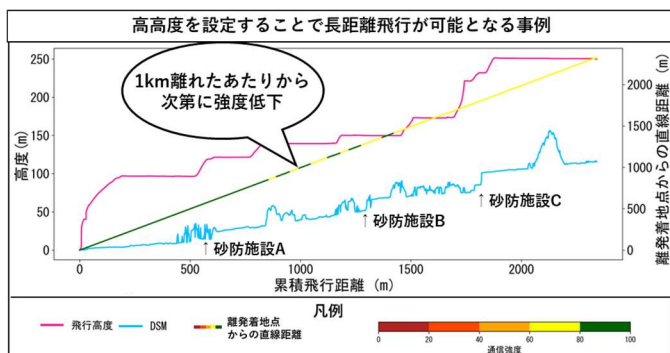


図8 施設③フライトログ解析グラフ

(4) 高い尾根を越える飛行による通信障害

道路途絶の多い急峻で屈曲した谷地形に位置する施設では、緊急点検を想定して尾根を越える試行フライトを実施した。通信強度は、UAVが尾根を越えた付近で地形の影響を受けて急激に低下することを確認した(図9、図10)。高い尾根を越える飛行経路で砂防施設の状態を確認するようなケースでは、鉛直方向の撮影を諦め、UAVを尾根筋沿いに飛行させて斜め方向の撮影で砂防施設の状態を撮影する計画とした。

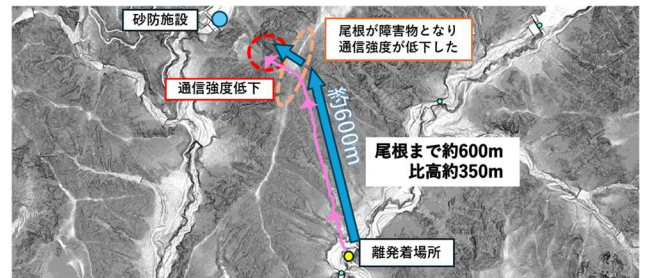


図9 施設④飛行経路図

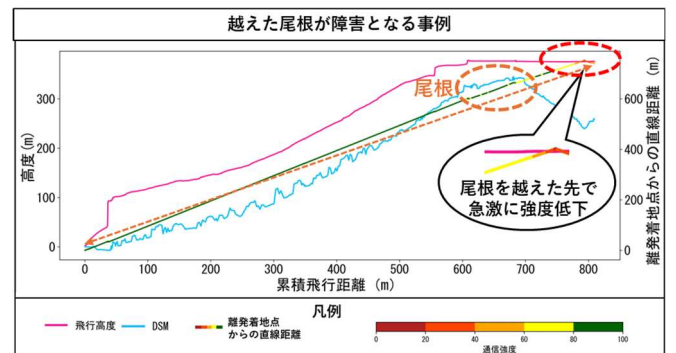


図10 施設④テストフライトログ解析グラフ

4 まとめ

フライトログを可視化することで、通信障害のリスクがある地点を確認して飛行安全性を向上させた点検計画を作成することができた。通信障害リスク地点があらかじめ分かっているならば、レベル3自律飛行時に操縦者が特に注意すべき区間が分かるため、安全管理の面でも有効である。

UAVによる砂防施設点検は、今後業務に実装されていくため、繰り返し実施される点検のフライトログや取得画像での変状判別結果等を組み合わせて評価・分析することで、よりよい点検計画に改善していくことが期待される。

参考文献

- 1) 高木ほか (2024) UAV 自律飛行による砂防施設点検の一般化に向けた検討. R6 年度砂防学会研究発表会概要集, p. 60