

通信・電力インフラ確保が困難な領域における砂防施設点検への UAV 基地の適用方法について

(株) 建設技術研究所 ○山下泰樹、家田泰弘、永田雅一、清水万莉子、西尾潤太、藤井朗汰
国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター
竹下航、岸本優輝、小林正直、高原晃宙

1. 砂防施設点検の現状

現状の砂防施設点検は人力による点検が主体であるが、一部では UAV を用いた点検が実施されている。UAV による点検は人力点検に比べて、効率性、安全性、点検精度の面で様々なメリットがある一方で、UAV 点検でも解消されない課題、デメリットも残る。UAV 点検でも残される課題は、UAV 発着点までの現地アクセスであり、特に山奥でアクセス困難な箇所での繰り返し点検が必要な場合に顕著である。

2. 課題点に対する方法

上記の課題について、UAV 基地を活用することで施設近傍の操縦地点に移動する必要がなくなるため、アクセスに時間を要する箇所や短いスパンで定期的に監視を行う必要のある箇所では作業効率が大幅に向上することが期待される。UAV 基地は電源、通信インフラが無く、アクセスが困難な場所であるほど UAV 基地を設置する適用性は低くなるが、優位性は高まるという特性が挙げられる。

UAV 基地を用いた砂防施設点検について、運用方法や実運用を考慮した周辺機材含む機材構成等の検討を行った。周辺機材は、砂防施設の多くが該当する、電源や通信インフラが無い条件下での運用を想定し、外部からの供給が不要な、独立した蓄電システムや衛星通信の利用について検討した。

3. UAV 基地の運用方法

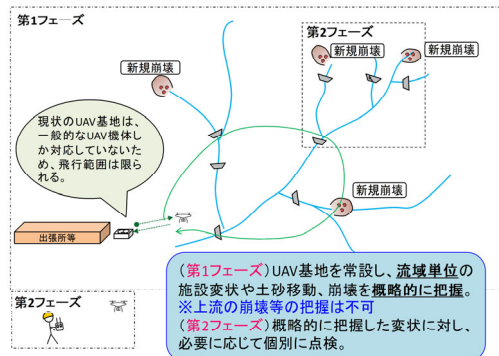
ドローンポートは UAV を人の手を介さずに離発着が可能な機器であり、UAV を風雨等から保護するための自動格納機能を有するものである。対して、UAV 基地とは、UAV を運用するための周辺設備を含むシステム全体を指す。ドローンポートを機材の重量で区分した場合、100kg を超える大型の機材は広範囲を調査可能で、ペイロードの種類が豊富な傾向にある。ただし、運搬や設置にユニック車等が必要なケースが多く、山間部の道路が狭窄する場所への設置には適さない。一方で、50kg 前後の中型・小型機ではバンタイプの車両に積載可能で、人力による運搬や設置が可能であり、可搬性に優れる。ドローンポートの一例を表 1 に示す。

表 1 ドローンポートの一例

タイプ	可搬型			設置型
	近距離機	中距離機		
機材の例	Skydio Dock for X2/ Skydio	EVO Nest/ Autel Robotics	DJI Dock2/DJI	Drone Port for ACSL-PF2/ VFR株式会社
				

砂防施設点検における、UAV 基地の運用方法として、平常時から常設し、定期・臨時点検を行う「設置型」として運用を行う場合と、災害発生やその可能性があるタイミングで臨時的に運搬し、対象箇所周辺の設置可能位置へ設置、臨時点検を実施する「可搬型」としての運用方法が考えられる。

■ UAV 基地を活用した臨時点検(設置型)



■ UAV 基地を活用した臨時点検(可搬型)

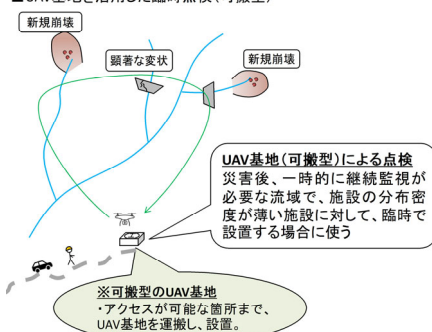


図 1 UAV 基地運用イメージ

「設置型」の運用では、一度設置を行った後は基本的に移動させる必要は無く、飛行可能な範囲が広い方が望ましいため、大型機材での運用が基本と考えられる。「可搬型」の運用においては、出水期のみなど期間限定の設置であり、必要な期間を過ぎれば、撤去、他の場所への再設置を行う必要があるため、可搬性に優れる中型・小型機での運用が基本と考えられる。これまで、和歌山県那智勝浦町の那智川流域内においてドローンポートを設置し、設置型の運用についての実験が大規模土砂災害対策技術センターによって 2021 年に行われている¹⁾。本検討においては、これまで検討や実験を実施していない可搬型について検討を行うものとした。

4. インフラ不通地帯を想定した実証実験の実施

4.1 実験の条件

実験地は LTE 通信が可能であったが、現地条件は山間部の通信が無い環境を想定し、LTE 通信は使

用せず、衛星通信のみを使用した。また、電源は近傍にないため、蓄電システムを構築することとした。

4.2 機材の組み合わせ

UAV 基地の機材の構成は、ドローンポート、衛星通信システム、太陽光発電システム、蓄電システムを可搬型の基本パッケージとした。また、この他に機材の盗難を考慮して監視カメラを設置した。

ドローンポートは可搬性を考慮し、小型機や中型機を使用し、衛星通信システムは「Starlink／SpaceX」を使用した。太陽光発電システム、蓄電システムは可搬性に優れたソーラーパネルとポータブル蓄電池の組み合わせでシステムを構築した。UAV 基地全体の機材構成イメージを図2に示す。これらの機材パッケージはバンタイプの車両 1 台で全て積載可能であり、可搬性に優れる。

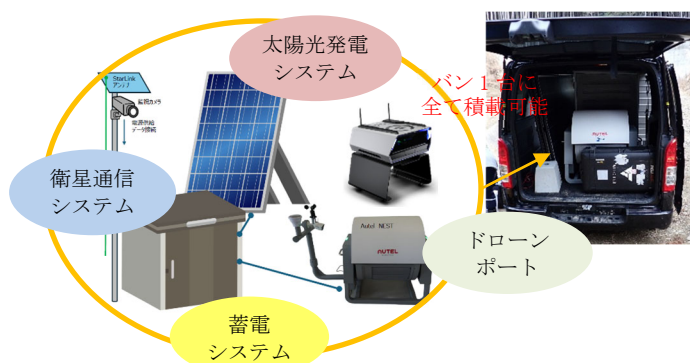


図2 UAV基地（可搬型）の機材構成イメージ

4.3 実証実験の実施

実証実験では機材特性を考慮し、機材ごとに実験内容を設定した。いずれの機材も単写真撮影と連続写真を使用した SfM 解析を実施した。EVO Nest を使用した場合は広範囲（隣接する堰堤 3 基）をズームカメラにより撮影した。Skydio Dock for X2 を使用した実験は EVO Nest より通信可能な範囲に限られるが、Visual SLAM を用いた近接撮影で 1 基を詳細に点検した。結果を比較すると、EVO Nest では鮮明にとらえられない細かな変状を捉えることが可能であった。

4.4 実験結果

実証実験の結果、ソーラーパネルによる発電と蓄電池のみで、ドローンポートや周辺機器の電源の収支を確保可能であった。また、衛星通信によって UAV 基地をオンラインに接続し、遠隔からの操作が可能であった。また、実験結果より得られた課題として、衛星通信の特性上、通信が安定せず、フライト中に 1 秒未満の通信切断が発生することが実験で判明した。通信途絶によって機体との接続が一時的に遮断されるが、通信回復後に機体との再接続が自動的に行われない場合は、遠隔地からの操作ができなくなるた

め、UAV 基地に使用するドローンポートとして不適である。

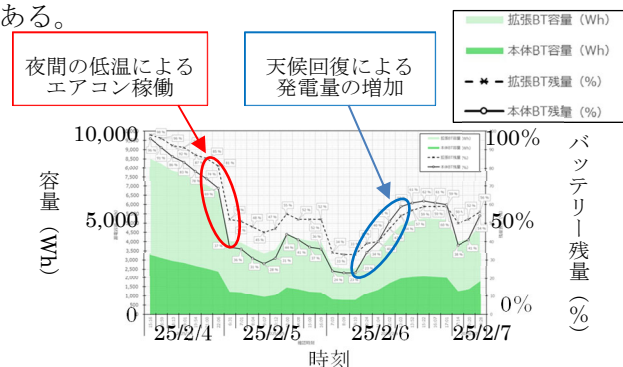


図3 蓄電池のバッテリー残量推移

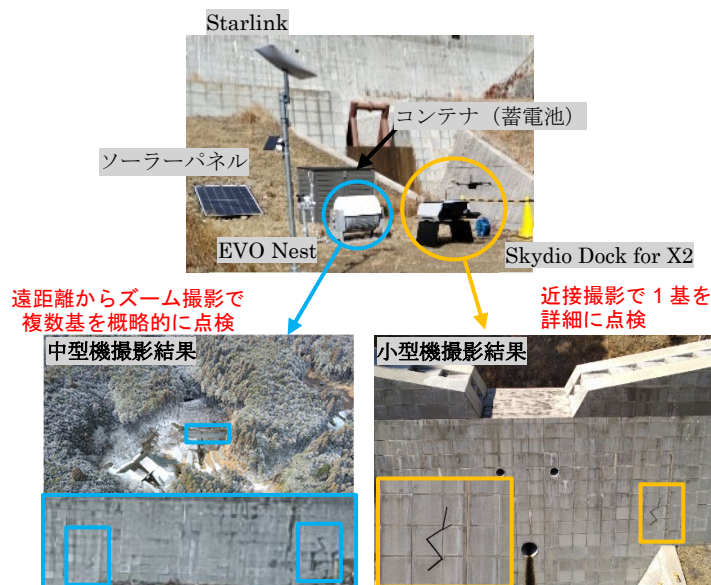


図4 UAV基地（可搬型）の実験結果

5. 考察

ドローンポートは発展途上の技術であり、新機種が続々と発表されている中で、現時点では特定の機材を導入する判断は難しい状況にある。また、体制的な課題として自律飛行であっても操縦者（有資格者）を用意する必要がある点が挙げられる。

これらのことから、今後の展開としては、本年度検討した UAV 基地を活用した効率的な災害時対応を目指した電源、通信装置を含む可搬型 UAV 基地パッケージを導入するとともに、UAV 基地の定期点検概略計画および導入計画を踏まえて、導入に向けた詳細設置計画を検討し、並行してメーカー等と協議しながら購入以外の UAV 基地運用方法を検討することが望ましい。

謝辞

実証実験および機材構成の検討にあたっては株式会社 WorldLink & Company にご協力頂いた。ここに厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 舟津智司, 荒木義則, 河井恵美, 久家政治, 能島佑佳, 山本悟司, 小杉恵, 北本楽, 木下篤彦, 那智川流域におけるドローンの全自動飛行による施設点検について, 令和4年度砂防学会研究発表会概要集, p371-372, 2022