

災害に強いみちびき CLAS と連携した施設情報の統合管理

株式会社コア ○最上谷真仁 小島崇也 樋口志樹 戸田光洋 山本享弘
株式会社建設技術研究所 片嶋啓介

1 はじめに

砂防設備は、土砂災害から生命や財産を守るために、溪流の上流域から中流域の山間部に多く設置されている。点検の負担が大きいことから、近年 UAV の活用が検討されている。UAV を活用することで、安全性の向上や点検の効率化・遠隔化・高度化が可能となる[1]。しかしながら UAV に搭載される GNSS 受信機は精度がメートルレベルであり、損傷や破損等の変状に対して精密に接近することができず、また地上に標定点を設置しなければ三次元データ化することが難しい。

このような背景から我々は、準天頂衛星みちびきのセンチメートル級測位補強サービス CLAS(Centimeter Level Augmentation Service)に対応した UAV「ChronoSky PF2」を開発し、山形県にある濁沢第4砂防堰堤において精密な点検飛行と、標定点を使用しない三次元データ作成を実施した。衛星単独でセンチメートル級測位ができることから、山間部や災害時の携帯電話が使えない環境でも利用可能である。また UAV の精密な飛行ルートが設定できる点検サポートソフトウェア「ChronoSky Eyes」を開発し、対象施設まで行かなくても障害物を避け、再現性の高い飛行ができる動作を確認した。さらに、三次元管内図システム「ChronoSky 3D」を試作し、近隣設備との空間的な相関や経年劣化による時間的な変化等多様な分析ができる環境を構築した。

Chronosky シリーズである ChronoSky PF2, ChronoSky Eyes, ChronoSky 3D の関係性を図 1 に示す。

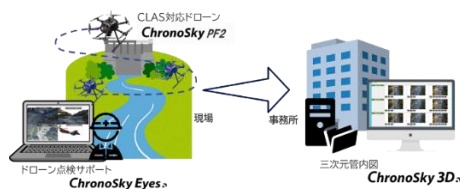


図 1 ChronoSky シリーズ

2 砂防堰堤点検における CLAS 活用

2022 年に濁沢第4砂防堰堤で実施した CLAS による UAV 点検結果を示す。当該砂防施設周辺は携帯電話の圏外エリアで、RTK による UAV 飛行が難しい環境にある。

まず、対象施設まで人が接近せずに UAV で点検する上

では、事前の飛行ルート設定が課題となる。障害物を避けて点検対象の変状箇所を撮影する必要があるが、現地環境は災害や植生によって変化している場合があり、意図した経路で UAV が飛行できない可能性がある。ChronoSky Eyes では、最初に安全な高度から点検対象範囲全体を撮影する予備飛行を行い、現地の最新三次元地図を作成する。図 2 に ChronoSky Eyes による飛行ルート設定の様子を示す。三次元地図上で飛行経路や撮影ポイント、画角を設定し、仮想空間上で飛行をシミュレーションすることで、当該場所まで行かなくても障害物と接触しないか事前に確認することができる。

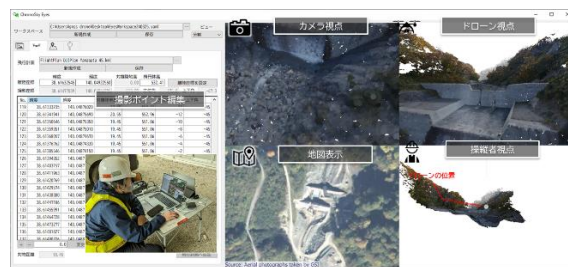


図 2 ChronoSky Eyes による飛行ルート設定

次に、CLAS 対応ドローン「ChronoSky PF2」を使用して、砂防堰堤の点検を実施した。同一の飛行計画を使用して、複数回撮影飛行した結果を図 3 に示す。等間隔に引いたグリッド線に映り込む被写体が一致することから、再現性の高い撮影ができていることが分かる。また、飛行計画に設定した撮影ポイント 3 点の位置と、実際に UAV による撮影で写真に付与された位置の平均誤差を表 1 に示す。実際の UAV の位置には、GNSS による測位と UAV による制御の 2 つの誤差が影響する。0.15m 以下の精度で撮影できており、メートルレベルの GNSS 単独測位に比べて大きく飛行精度を改善することができた。



飛行 1 回目

飛行 2 回目

図 3 ChronoSky Eyes を使用した点検写真

表 1 飛行計画と実際の撮影位置の比較

	X 方向[m]	Y 方向 [m]	高さ [m]
中央値	0.059	0.130	0.067
標準偏差	0.113	0.082	0.063

3 三次元管内図への活用

準天頂衛星みちびきを使用することで、携帯電話圏外や災害時に関係なく、高精度な位置情報を付与することができる。UAV で撮影した複数の三次元データを統合的に管理することで、近隣設備との空間的相関や経年劣化による時間的相関等多様な観点で分析できるようになる。

近年河川の分野では航空レーザや UAV 等の三次元データを活用した三次元管内図の導入が進んでおり、河川管理の効率化・高度化を図っている[2]。今回砂防堰堤向けに三次元管内図システム「ChronoSky 3D」を試作し、三次元データを使用して時間的変化の検出を行った。

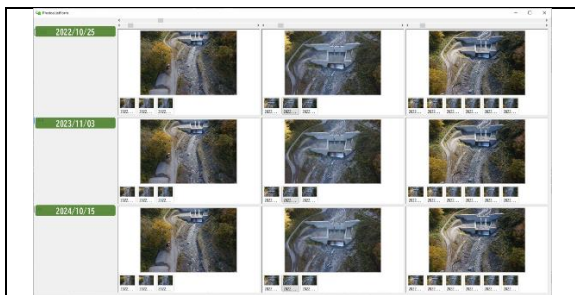


図 4 ChronoSky 3D の画像管理機能

図 4 に、異なる時期の画像を保存したデータベースから、点検箇所として設定されたウェイポイントの画像を抽出した結果を示す。横方向は同じ時期の撮影、縦方向は同じ場所での撮影を示す。正確な位置情報をもとに、同じ場所に対する異なる時期の写真を簡単に比較し、経年変化を効率的にチェックすることができる。

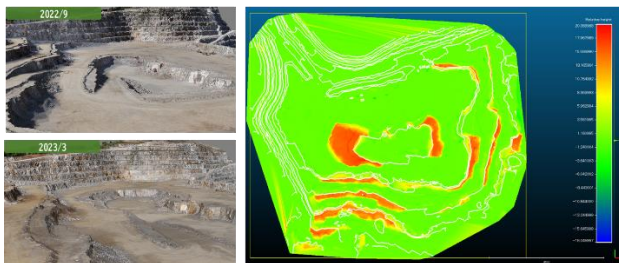


図 5 ChronoSky 3D による三次元データ比較

また、写真データをデジタル的に比較する機能によって、形状や体積の変化量を計測することができる。複数年の点検データが無かったため、他分野の例となるが、鉱山での採掘量を計測した結果を図 5 に示す。トラックの重量によ

て計測した体積量に対して、0.7%の誤差で計測できている。砂防分野において平常時と出水後に撮影した写真を用い、堰堤で補足した土砂量の計測などに展開が可能である。

4 まとめ

本発表では、準天頂衛星みちびきのセンチメートル級測位補強サービス CLAS を活用した砂防設備点検について述べた。衛星単独で高精度測位ができることにより、携帯電話の使用できない山間部や災害時でも点検対象物への精密な飛行や三次元データの作成が可能となる。

まず、対象施設まで人が接近することなく UAV で点検するために、現地の三次元地図を作成する「ChronoSky Eyes」を開発した。設定した飛行ルートを事前にシミュレーションすることができ、安全な飛行を確認することができる。次に、CLAS 対応受信機を搭載した「ChronoSky PF2」を使用し、濁沢第4砂防堰堤で UAV 点検を実施した。位置精度の高い飛行によって点検を実施し、地上の標定点無しに三次元データが作成できることを確認した。最後に、取得した三次元データを時間的・空間的に活用する三次元管内図システム「ChronoSky 3D」を試作し、分析の効率化・高度化効果を確認した。正確な位置情報を付与したデータを統合的に管理することにより、点検対象箇所の経年変化を効率的に分析することができる。今後はより多くのデータを蓄積することで、本発表で述べた時間的相関に加えて、地域による損傷の傾向といった空間的相関の分析にも取り組む考えである。また、デジタル化した過去データに対して、A.I.分析による効率化や回帰分析による将来予測を行うことで、さらなる付加価値の追加を検討する予定である。

5 謝辞

本稿は、国土交通省 東北地方整備局 新庄河川事務所の支援を得て作成しました。

6 参考文献

1. 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「UAV の自律飛行による砂防関係施設の自動巡視・点検に関する手引き」令和 5 年 5 月
2. 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 河川保全企画室「河川管理用三次元データ活用マニュアル(案)」令和2年2月