

四国地方整備局 四国山地砂防事務所長 優良業務・優良技術者表彰 令和5年度 四国山地砂防設備及び周辺状況調査点検業務

## CLAS測位を活用した山間部におけるUAV施設点検の紹介

LTEの通信圏外におけるUAV砂防施設点検の適用に向けて

キーワード CLAS, UAV, LTE, 砂防設備点検, 測位精度

西日本国土保全コンサルタント技術部 鈴木 心・本間 文徳・新井 瑞穂・江口 友章・細見 温子

## はじめに

砂防施設は高度経済成長期に集中的に整備され、今後一斉に老朽化が進むことが報告されています。このような砂防施設の機能を長期にわたり保ち続けるためには、定期的な点検によって損傷を早期に発見することが重要です。近年、この施設点検にUAV（ドローンなどの無人航空機）を使う例が増えてきました。それはUAVを使うことで、作業員が現地で直接点検するよりも、安全かつ短時間で点検できるようになってきたためです。

しかし、そのUAVを用いた点検にも課題があります。現在広く用いられているUAVの測位方法（現在位置を計測する方法）として、人工衛星から発せられる電波を利用したGNSS測位（図1左図）と、LTE通信（無線を利用した携帯電話の通信規格）を使って測位精度を向上させるRTK（リアルタイムキネマティック）があげられます（図1中央図）。測位精度は、GNSS測位がメートル級であるのに対し、RTKはセンチメートル級でありRTKの方が高精度です。しかし、RTKを利用できるのはLTEの通信圏内に限られており、LTEの通信圏外に位置する多くの砂防施設においてRTKを用いた点検ができないことが課題でした。

そのような中、日本の上空に長時間留まる軌道をとる準天頂衛星みちびきを利用して、センチメートル級の誤差で測位できるサービスCLAS（Centimeter Level Augmentation Service）の提供が開始されました（図1右図）。CLASは、みちびきから直接補正情報を受信するためLTEの通信圏外でも利用できる利点があります。

このような背景のもと、アジア航測はLTEの通信圏外におけるUAV飛行時の位置精度向上を目的として、CLASを活用したUAVによる砂防施設点検を試行しました。ここでは、その結果とCLASを用いたUAV施設点検の有用性について紹介します。

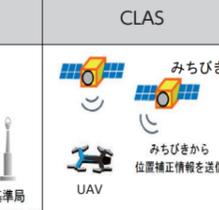
通常のGNSS測位 (測位補正なし)	RTK	CLAS
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>・LTE通信は不要</li> <li>・メートル級の測位精度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・LTE通信が必要</li> <li>・センチメートル級の測位精度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・LTE通信は不要</li> <li>・センチメートル級の測位精度</li> </ul>

図1 UAV測位方法の比較

## 使用機材

CLASを用いてUAVを飛行させる方法として、CLAS受信機内蔵型のUAV機体を用いる方法と、ポータブルタイプのCLAS基準局と汎用的なUAVとを組み合わせる方法が存在します。

前者はCLAS受信機が内蔵されており単独飛行が可能な反面、機体が大型かつ高価（数百万円）であることが課題でした。それに対し後者は、流通量の多い汎用的なUAV（DJI社製MAVIC3 Enterpriseなど）を活用でき、前者に比べて導入コストが安価（数十万円）という利点がありました。これを踏まえ今回の試行では、後者の方法を採用しました。使用機材を表1に示します。

なお、CLAS基準局が受信した位置補正情報は、UAVのプロポ（コントローラー）を介して機体に送信されます。その最大通信可能距離は、尾根等の障害物がない開けた土地で約100mです。

表1 使用機材

種類	CLAS基準局	UAV
製品名	ChronoSky Base	MAVIC3 Enterprise
生産国	日本	中国
製造者	株式会社 コア	DJI
写真		

## 試行方法

CLASを用いることの有用性を検証するために2つの検証を行いました。1つ目は「飛行位置誤差の検証」です。これは、地図上で計画した飛行ルートの座標と、実際にUAVが飛行した座標にどれだけずれが生じるか、その誤差を確認するものです。この誤差が小さいほど、障害物を回避し安全に飛行することが可能となります。

2つ目は「同一構図撮影による検証」です。これは、地図上で予め設定したUAVの飛行ルートに沿って、自律飛行による写真撮影を複数回行った場合に、毎回同じ構図（被写体の範囲や配置）の写真が撮影できるかを確認するもの

です。毎回同じ構図の写真撮影できれば、多時期の写真の比較によって砂防施設に生じるコンクリートのひび割れや剥離、摩耗、漏水などの異常を発見しやすくなります。

検証に用いた測位方法はCLASと、比較検証用として通常のGNSS測位（測位補正なし）、RTKの3種類としました。試行場所は、LTEの通信圏内に位置する山間部の砂防堰堤としました。なお、CLASは本来LTEの通信圏外での使用が期待される技術ですが、CLASとRTKの精度比較を行うために、LTEの通信圏内の施設を選定しました。

## 飛行位置誤差による検証結果

1つ目の検証として、各測位方法で15回の自律飛行を行った際の飛行位置誤差を整理しました。その結果を表2に示します。

飛行位置誤差の平均値は、RTKが0.208m、CLASが0.340m、通常のGNSS測位が1.649mでした。つまりRTKとCLASは、通常のGNSS測位よりも誤差が約1桁小さいことが分かりました。またCLASがRTKと近い測位精度を持っていることも分かりました。

このことから、CLASを利用することでLTEの通信圏外においてもRTKと概ね同等の測位精度で施設点検を行える可能性を示すことができました。

表2 飛行位置誤差の比較結果

測位方法	飛行位置誤差 (m)		
	通常のGNSS測位 (測位補正なし)	RTK	CLAS
最大	1.986	0.262	0.436
最小	1.287	0.160	0.288
平均	1.649	0.208	0.340

## 同一構図撮影による検証結果

2つ目の検証として、自律飛行による定点写真撮影を複数回行った場合でも、同じ構図の写真を毎回撮影することができるかを確認しました。図2に、RTKとCLASでUAVを飛行させ撮影した写真の代表例を示します。各写真には、構図のずれを比較しやすいようにグリッド線を配置しました。

これらを比較した結果、CLASとRTKで構図のずれはほとんどなく、CLASを用いた場合でもRTKと同等の精度で撮影できていることが確認できました。また、CLASによる3回の撮影結果を比較しても構図のずれは認められなく、複数回の撮影を行っても毎回同一構図での撮影が可能なのも確認できました。

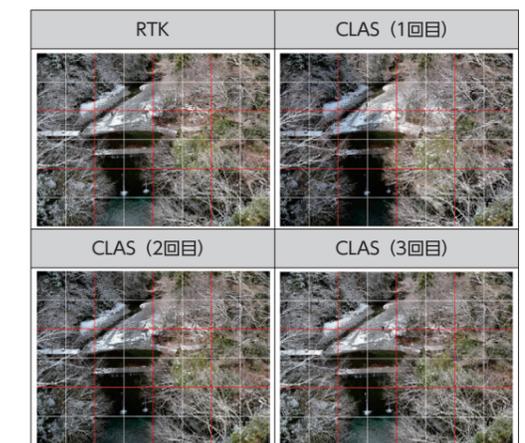


図2 構図の比較結果

## おわりに

本稿では、CLAS基準局と汎用的なUAVを用いることで、LTEの通信圏外でもRTKと概ね同等の測位精度で砂防施設点検が行えた事例を紹介しました。この結果から、これまで通常のGNSS測位しか使えなかったLTEの通信圏外に位置する砂防施設についてもUAVを用いた点検を安全かつ精度良く行える可能性を示すことができました。今後も

このような検証を蓄積していくことで、施設点検の更なる効率化・高度化を目指して取り組んでまいります。

本業務の遂行にあたり、国土交通省四国地方整備局四国山地砂防事務所に多大なご協力をいただきました。ここに記して深く御礼申し上げます。