UAV を用いた公共測量マニュアル　概要版

１．全体概要

（１）趣旨

国土交通省は、建設現場における生産性を向上させ、企業の経営環境を改善し、建設現場に携わる人の賃金の水準の向上を図るとともに、安全性の確保を推進する i-Construction を進めている。

国土地理院は、i-Construction の３本の柱の一つである施工の情報化において、UAV（Unmanned Aerial Vehicle、無人航空機）を測量に活用することで生産性の向上に寄与するため、工事測量にも活用可能な「UAV を用いた公共測量マニュアル（案）」（以下「本マニュアル」という。）を整備した。

（２）目的

本マニュアルは、UAV とそれに搭載された民生用デジタルカメラで撮影された空中写真を用いて測量を実施する場合の標準的な作業方法を定め、その規格の統一、成果の標準化及び必要な精度の確保を図り、公共測量や工事測量における UAV の活用に資することを目的とする。

（３）構成

本マニュアルは、写真測量及び地形測量を行うための「UAV を用いた空中写真測量」及び工事測量にも活用可能で応用測量を行うための「UAV を用いた空中写真による三次元点群測量」から構成され、UAV を用いた測量を実施する際の標準的な作業方法、使用する機器等の必要な事項について規定したものである。

（４）適用範囲と利用上の注意点

「UAV を用いた空中写真測量」は、地図情報レベル 250 から 500 の数値地形図データの整備を目的として実施する公共測量を対象としている。

「UAV を用いた空中写真による三次元点群測量」は、三次元の点群データを作成するための公共測量を対象としているが、土木工事現場での土量管理に必要となる測量にも適用可能である。

なお、本マニュアルに基づく測量で利用が想定されている民生用デジタルカメラや、三次元形状復元ソフトは、いずれも測量を目的として開発された製品ではないが、ここでは、使用する機器及び復元ソフトについては、精度を確保できる標準的なものを使用する前提で規定している。

本マニュアルは、国又は公共団体等が実施する公共測量において、準則[1]第 17 条（機器等及び作業方法に関する特例）３項の国土地理院が定めた新技術マニュアルとして利用することができる。また、基本測量及び公共測量以外の測量を実施する場合にも、本マニュアルを利用することができる。

[1]準則とは、測量法（昭和24年法律第188号）第34条の規定に基づき、公共測量における標準的な作業方法等を定め、その規格を統一するとともに、必要な精度を確保すること等を目的として整備している。

２．UAV を用いた空中写真測量（第２編）

（１）作業工程

UAV を用いた空中写真測量の主な項目は以下のとおりである。

一　作業計画
二　標定点の設置
三　対空標識の設置
四　撮影
五　空中三角測量
六　現地調査
七　数値図化
八　数値編集
九　補測編集
十　数値地形図データファイルの作成
十一　品質評価
十二　成果等の整理

（２）数値地形図データの地図情報レベル

○数値地形図データの地図情報レベルは、250 及び 500 を標準とし、その標準偏差を次表のとおりと規定。

地図情報レベル	水平位置の標準偏差	標高点の標準偏差	等高線の標準偏差
250	0.12m 以内	0.25m 以内	0.5m 以内
500	0.25m 以内	0.25m 以内	0.5m 以内

（３）標定点の設置

○標定点の配置は、コースの両端のモデルに上下各 1 点及び両端のモデル以外では、コース内に均等に配置することを標準として規定。

（４）撮　影

○撮影高度は、〔(地上画素寸法／使用カメラの 1 画素あたりのサイズ) ×焦点距離〕 以下とし、地形や土地被覆、使用デジタルカメラ等を考慮して決定するものと規定。

○空中写真の重複度は、同一コース内の隣接空中写真間で 60%程度、隣接コースの空中写真間で 30%以上と規定。

○UAV 及びデジタルカメラは所要の性能（手動飛行機能及び自律飛行機能、異常時の自動帰還機能、画面距離・露光時間・絞り・ISO 感度の手動設定等）を有するものを使用することと規定。

○デジタルカメラは、カメラキャリブレーションを行ったものを使用することを規定。

○空中写真の地上画素寸法は、地図情報レベル等に応じて規定。

（５）計測誤差の制限

○標定点の水平位置及び標高の残差は、標準偏差・最大値ともに次表の値以内と規定。

地図情報レベル	標準偏差[m]	最大値[m]
250	0.06	0.12
500	0.12	0.24

３．UAV を用いた空中写真による三次元点群測量（第 3 編）

（１）作業工程

「UAV を用いた空中写真による三次元点群」が規定する主な作業工程は以下のとおりである。

一　作業計画
二　標定点及び検証点の設置
三　対空標識の設置
四　撮影
五　三次元形状復元
六　数値編集
七　三次元点群データファイルの作成
八　成果等の整理

（２）三次元点群データの要求精度

○本マニュアルでは、三次元点群の平面位置及び高さの要求精度を、誤差が最大でも 0.05 m の値を超えないものとして設定し、各作業工程における必要事項を規定。

○これ以外の要求精度で三次元点群データを作成する場合は、その精度に応じて標定点間隔や標定点の残差及び検証点の誤差、地上画素寸法等を適宜読み替えるものとして規定。

（３）標定点及び検証点の設置

○標定点は、三次元点群データの精度の低下を避けるため、計測対象範囲の形状、比高が大きく変化するような箇所、地表面の粒度を考慮して配置するものと規定。

※標定点は、三次元点群データを必要とする範囲を囲むように外部標定点（各辺長は概ね 100 m 以内）、内部標定点（外部標定点と構成される三角網の辺長が概ね 200 m 以内）、高高度標定点（計測対象範囲内の標高の高い部分に 1 点）、低高度標定点（計測対象範囲内の標高の低い部分に 1 点）を配置する。

○標定点とは別に計測データを点検するための検証点を配置するものと規定。

※検証点は、外部検証点、内部検証点で構成され、外部検証点は隣接する外部標定点を結ぶ線分 1 つおきに 1 点ずつ、内部検証点は 4ha あたり 1 点、計測対象範囲の内側にできるだけ均等に配置する。ただし、特に精度を確認する必要がある場所に配置することもできる。

（４）撮　影

○撮影高度は、三次元点群データの高さの精度を最大 0.05 m とするとき、地上画素寸法が 0.01 m となるように使用するカメラの画素サイズと焦点距離から決定する。

○空中写真の重複度は、三次元点群データの要求精度にかかわらず同一コース内の隣接空中写真間で 90%以上、隣接コースの空中写真間で 60%以上と規定。

○UAV 及びデジタルカメラは所要の性能（手動飛行機能及び自律飛行機能、異常時の自動帰還機能、画面距離・露光時間・絞り・ISO 感度の手動設定等）を有するものを使用することと規定。

（５）計測誤差の制限

○三次元形状復元ソフト等を用いて計られた標定点と検証点における座標の誤差は、平面位置、高さとも全て 0.05 m 以内であることと規定。