

## ドローンを用いた道路トンネル内の縦断展開図作成の試み

日本工営（株） 正会員 ○太田 敬一，後藤 裕子

## 1. 本検討の概要と目的

近年、無人航空機、通称ドローンを利用し、既存の業務の効率化や新たなサービスの創出が盛んである。例えば土木分野ではドローンを測量で利用できるよう、国土地理院より「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」<sup>1)</sup>及び「公共測量におけるUAVの使用に関する安全基準(案)」<sup>2)</sup>が作成されている。国土地理院によればこれらのマニュアルと基準は、公共測量だけでなく、国土交通省が進める i-Construction に係る測量作業において適用することを前提にしており、測量業者が円滑かつ安全に UAV による測量を実施できる環境を整え、また、建設現場における生産性の向上に貢献するものとして、位置付けられている。

一方、ドローンの測量以外の利用方法としては、土木構造物の調査や点検への利用が想定され、例えば、科学技術イノベーション実現のために創設した国家プロジェクト「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP: エスアイピー)」では、ドローンに打音装置を搭載し、調査対象物の打音検査を実現するための研究開発が実施されている<sup>3)</sup>。今後もこのような実用化へ向けた研究開発が進むことで、ドローンの利用用途が拡充されるものと期待される。

本稿はこのような土木分野でのドローン利用の一環として、ドローンを道路トンネル内で飛行させ、調査や点検に役立てる目的でトンネル内の縦断展開図の作成を試みたので、その結果を示す。

## 2. 道路トンネル内でのドローンの飛行

今回、道路トンネル内でのドローンの飛行に際し、茨城県つくば市の国土技術政策総合研究所内にある実大トンネルを利用した。図1に実大トンネルの形状を示す。直径約10mの片側1車線のトンネルである。このトンネル内にドローンを飛行させ、トンネル内壁をカメラで撮影した。

今回使用したドローンの外観を図2に示す。このドローンの主な仕様は以下の通りである。

- ① 全長・全幅 : 約1,200mm
- ② 全高 : 約600mm
- ③ モーター間区間距離 : 約1,100mm
- ④ プロペラ長 : 17インチ
- ⑤ 標準構成総重量 : 約8kg
- ⑥ ペイロード : 約3,500g
- ⑦ 電源(リチウムイオン) : 22.2V×2個
- ⑧ 飛行時間 : 最大約20分

トンネル内壁の撮影に際し、ドローンにはカメラと照明装置を搭載した。カメラは市販のアクションカメラを用いて、これに広角レンズを装着した。この広角レンズを装着することで、トンネル全周の内、

約280度の範囲を撮影することができる。また照明は約6,000ルーメンの輝度を発揮する市販のLED照明装置を用いた。これらカメラと照明装置をドローンに搭載し、予め設定したトンネル断面上の中心部と飛行高さの位置を一定の速度で自動飛行させた。なお自動飛行に際し、ドローンの飛行位置は、機体に搭載したレーザー距離計によりトンネル内壁と路面の距離を測定することで、機体とそれぞれの離隔距離を一定に保つようにし

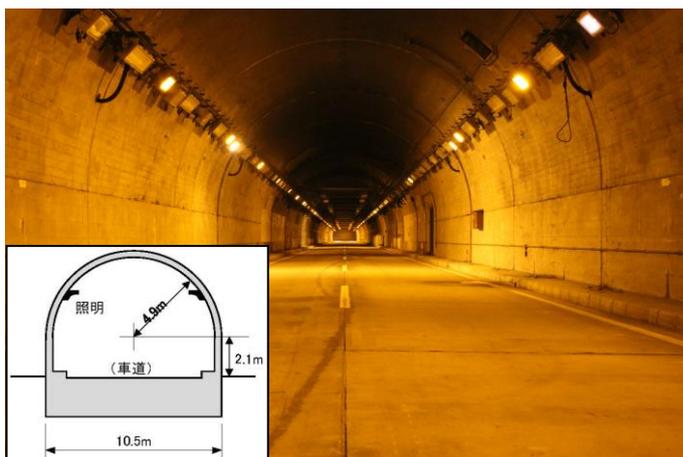


図1 実大トンネルの形状



図2 ドローンの外観

た。またドローンの速度は、ドローンの下面に搭載したオプティカルフローセンサーで取得されるデータを用いて算出し、ドローンが一定の速度で飛行できるようにした。

### 3. トンネル内の飛行状況と縦断図の作成

トンネル内のドローンの飛行状況を図3に示す。ドローンは飛行中、搭載したLED照明装置でトンネル天端付近を照らし、図3に破線で示した範囲を搭載したカメラで撮影した。撮影は広角レンズを用いて動画撮影し、それら動画のデータを用いて以下の手順で処理を行い、縦断展開図を作成した。



図3 ドローンの飛行状況と撮影範囲

- ① 広角レンズで撮影した動画をフレームレート毎に静止画として取り出す
- ② 取り出した静止画を広角画像から正視画像へ変換する
- ③ 正視画像の中で、展開図に利用する範囲の画像を抽出する
- ④ 抽出した画像をつなぎ合わせる。その際、ドローンはトンネル内で設定した位置を飛行していること、一定速度で飛行していることを前提とする
- ⑤ つなぎ合わせの方法として、今回は、短冊状に抽出した画像を連続的に並べ、ドローンの飛行速度が一定であるとの条件に基づき、隣り合う画像同士が重なるよう、ピクセル毎の大きさを調整し重ね合わせる

作成したトンネル内の縦断展開図を図4に示した。全長約50mである。この図から、概ねトンネル内壁の様子やトンネル内に設置された照明装置などを確認できる。なお今回、ドローンに搭載した照明装置はトンネル天端を撮影に必要な照度で照らすことはできたものの、トンネル内壁全体を照らすことができなかった。そこで今回は天端から照明装置付近までを処理の対象として展開図を作成した。ドローンに搭載する照明装置の配置や数量などについては、今後の課題である。



図4 トンネル内の縦断展開図

### 4. 今後の課題

本稿では、ドローンを用いて道路トンネル内の縦断展開図を作成した結果を示した。トンネル内の調査は、既に高所作業車を用いた点検や、点検専用車等による点検などが先行している。よってドローンを用いたトンネル内の調査は、その利用メリットや調査での位置付けを踏まえ、今後も開発と検討を進める予定である。

### 参考文献

- 1) 国土地理院ホームページより引用「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」,  
<https://www.gsi.go.jp/common/000186712.pdf>(参照日2020年4月1日)
- 2) 国土地理院ホームページより引用「公共測量におけるUAVの使用に関する安全基準(案)」,  
[https://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/public/uav/doc/anzen\\_kijun\\_160330.pdf](https://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/public/uav/doc/anzen_kijun_160330.pdf)(参照日2020年4月1日)
- 3) 新日本非破壊調査(株)「近接目視・打音検査等を用いた飛行ロボットによる点検システムの研究開発」,  
[https://www.jst.go.jp/sip/dl/k07/booklet/51\\_wada.pdf](https://www.jst.go.jp/sip/dl/k07/booklet/51_wada.pdf)(参照日2020年4月1日)