

## 高速飛行における無人航空機の制動性能に関する基礎的飛行実験

西日本工業大学 工学部土木工学系 学生員 ○岩城 匠馬  
 西日本工業大学 工学部土木工学系 正生員 濱本 朋久  
 西日本工業大学 工学部土木工学系 学生員 緒方 大樹

### 1. はじめに

無人航空機 (UAV : Unmanned Aerial Vehicle, 以下ドローンと称す) による測量が建設業界や土木業界に導入される転換点は, 国土交通省が 2015 (平成 27) 年に発表した施策である「i-Construction」が大きく関係している。「i-Construction」が目指す方向性は, 生産性の向上, 安全性の向上, より創造的な実務への転換などが求められており, それらの目標を達成するためにドローンの活躍が期待されている。一方, 建築分野では, BIM (Building Information Modeling) が広く普及しており, 施工計画において 3 次元データを利活用しながら実施している。BIM とはコンピューター上に作成した 3 次元の建物のデジタルモデルに, コストや仕上げ, 管理情報などの属性データを追加した建築物のデータベースを, 建築の設計, 施工から維持管理までのあらゆる工程で情報活用を行うためのソリューションである。また, BIM は 2014 (平成 26) 年に国土交通省が発表した「官庁営繕事業における BIM モデルの作成及び利用に関するガイドライン」を皮切りに, 日本国内で広く使われる事となった。しかし, ドローンは災害復旧などで足場の悪い現場における利活用が増えているが, 操縦者が映像などを撮影することに専念している。そのため, ドローン機種の性能や特色に応じた技術者の技量が習熟しておらず, ドローン機種の性能や, 特殊な環境に対する対応ができていないのが現状である。そこで本研究では, 操縦者によるドローンの危険回避を目的に, 障害物センサーがない場合を想定することで, 高速飛行時における制動性能 (緊急時に水平安定できる距離) に着目して, 基礎的な飛行実験を実施する。

### 2. ドローンに関する技術的課題

ドローンに関する技術的課題は, 最新の情報として 5 つ考えられる。課題 1 は, 非 GPS 環境下の自律制御という課題で, GPS 電波が取れない環境における自律制御飛行の実現である。課題 2 は, 衝突回避 (Sense & Avoid) 機能であり, 数 10 km/h で高速飛行中に, 障害物を瞬時に検出して, 衝突を回避しながら目的地に至る確実な飛行の実現である。課題 3 は, 着陸時におけるピンポイント・ラウンディングの実現である。課題 4 は, ドローン周辺の技術的課題であり, 通信技術と飛行管制システム, 法律を含むルール策定が考えられ, GPS を地上で認識して安全飛行を確保し, 第三者に対する安全飛行や機体の登録制, 操縦者免許制の整備, プライバシーの保護や低空飛行時の騒音問題なども考えられる。課題 5 は, 利用上の普及に関する課題であり, ドローン機体の購入, ドローン操縦士の養成, データ処理専用ソフトなどの費用が発生し, 初期費用に関するコス



写真-1 使用したドローン



写真-2 高速飛行時の状況

キーワード 高速飛行, 制動性能, 無人航空機, 危険回避, 飛行実験

連絡先 〒800-0344 福岡県京都郡苅田町新津 1 丁目 11 TEL : 0930-23-8956

表-1 実験結果一覧

	実験A		実験B	
	風速 (m/s)	制動距離 (m)	風速 (m/s)	制動距離 (m)
1回目	追風2.0	18.2m	無風	18.1m
2回目	追風2.0	18.5m	無風	20.2m
3回目	追風1.3	15.8m	無風	15.7m
平均値	—	17.5m	—	18.0m

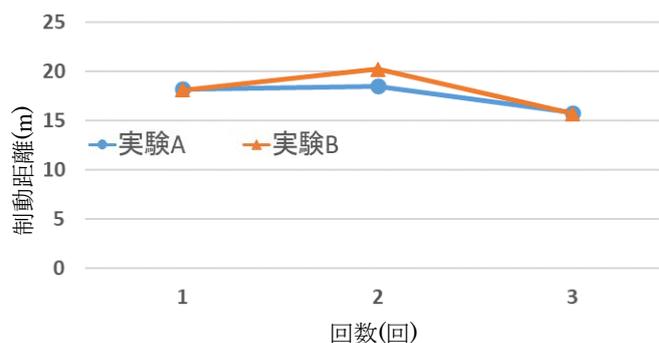


図-1 制動距離の比較

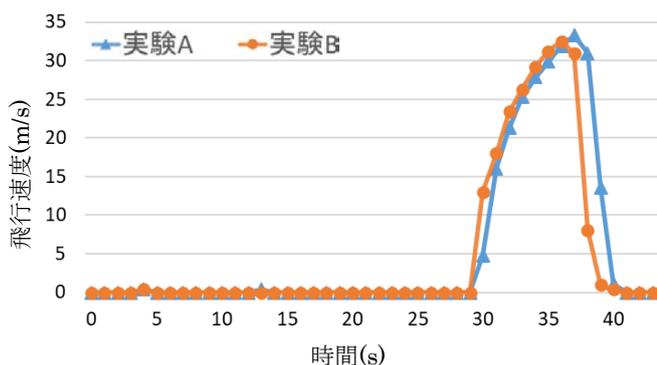


図-2 飛行速度の時系列

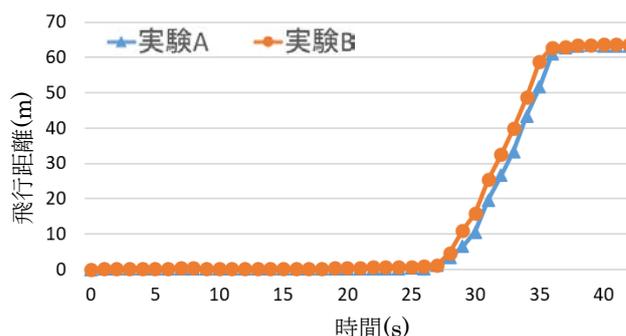


図-3 飛行距離の時系列

ト面の課題がある。これらの課題に対して、課題2に着目し、本飛行実験を計画した。

### 3. 実験条件

ドローンにおける高速飛行時の制動距離に関する基礎的飛行実験を実施する。実験条件を、以下に記す。本実験で使用したドローン機種は、写真-1に示す Phantom 4 Pro v2.0 である。飛行場所は、学内のサッカーグラウンドとする。飛行高度は、 $H=3.0\text{m}$ とする。次に、写真-2に示す高速飛行による最大速度は、エンドラインから離陸してセンターラインまでの飛行距離 ( $L=35.0\text{m}$ ) で設定した。また、ブレーキングが作用する条件として、センターライン上の最大速度を計測した。本実験は、初めにエンドラインにドローンを設置し、離陸と同時にストップウォッチで時間を計測する。次に、高度  $3.0\text{m}$  で 30 秒間のホバリングにより、機体を安定させる。コントローラのレバーを最大にし、センターラインを通過する最高速度の時間を計測する。センターライン上で、コントローラのレバーをニュートラルに戻して減速させる。センターラインからの制動距離を計測する。本実験は、表-1に示すように、複数日で実施した。実験Aの天候は晴れており、地上で多少の風速が確認された。また、実験Bの天候も晴れており、無風の環境であった。

### 4. 実験結果および考察

飛行実験の結果一覧を、表-1に示す。また、制動距離の比較を、図-1に示す。これらより制動距離は、概ね安定しており、平均すると約  $18\text{m}$  であったが、無風時の結果において、稀に直進ラインから大きく水平移動していることが確認された。これは、ドローンの飛行実験時に、高度  $H=3.0\text{m}$  付近で実験時には、計測できなかった横風の可能性が考えられる。これらの結果より、飛行高度での風向が直進飛行に影響することが確認できた。さらに、本飛行実験に使用したドローン機種に限定して、少ない飛行実験による多少のバラつきはあるが、高速飛行時におけるドローンの制動性能は安定していることが確認できた。

### 5. おわりに

本研究では、操縦者によるドローンの危険回避を目的に、障害物センサーがない場合を想定することで、高速飛行時における制動性能（緊急に水平安定できる距離）に着目して、基礎的な飛行実験を実施した。