

災害時の緊急点検における ドローンの活用について ～都市部における新たな取り組み～

田邊 和嗣

関東地方整備局 北首都国道事務所 計画課 (〒340-0044 埼玉県草加市花栗 3-24-15)

[現 道路部 地域道路課 (〒330-9724 埼玉県さいたま市中央区新都心 2-1 合同庁舎 2号館)]

近年、ドローンは社会インフラの点検、空撮・測量、農薬散布など様々な分野で活用されており、遠隔操作にて目的地まで飛行し、精度の高い映像を取得できる性能を有することから、災害現場での調査にも活用されている。

北首都国道事務所では、首都直下地震時における八方向作戦の実効性を高めるための検討を行っており、早期情報収集の課題解決策として、緊急点検（パトロール）におけるドローンを活用する取り組みを進めてきたため、本稿において紹介する。

キーワード ドローン，無人航空機，首都直下地震，都市部

1. はじめに

(1) ドローンをとりまく状況

ドローンの活用はここ数年で大きく普及している。土木の分野においても、ドローンを用いた測量により出来形精度の向上や作業の迅速化といった、ICT 技術の導入による生産性向上を図ることを目的とした「i-Construction」において更なる検討が進められている(図-1)。また、橋梁点検におけるドローン技術の活用により、危険箇所における点検員の安全性向上や足場設置を不要とした点検効率化など、活用が期待されている。



[図-1: 「i-Con」でのドローン活用]

(2) 八方向作戦概要

『八方向作戦』とは、首都直下地震が発生した際に各方面から都心に向け優先ルートの道路啓開を行う作戦であり、北首都国道は北方向の責任啓開事務所として、国道4号の緊急点検および道路啓開を担っており、災害時の実効性を高めるための取り組みを行っている。その項目の一つとして、早期の点検や状況把握に関する検討を行っており、その中で「災害時の緊急点検におけるドローンの活用」について取り組みを進めることとなった。

2. 災害時におけるドローン活用の現状

(1) 最近のドローンの活用事例

ドローンの土木分野における活用については、災害現場における状況調査にも非常に有効な手段として活用されている。

【熊本地震】

2016年に甚大な被害を出した熊本地震においては、山岳部での土砂崩れや地割れで車両が道路を通行できない中、ドローンによって被害状況を撮影することで状況確認に大いに貢献している。また、連日の地震による2次被害が心配される状況においても、安全かつ正確に被害状況を撮影し、役目を果たしている。

【九州北部豪雨・秋田豪雨】

2017年7月に発生した九州北部豪雨や秋田豪雨災害においてTEC-FORCE（緊急災害対策派遣隊）が派遣され、被害状況の把握にドローンが活用(写真-1)され、「被災箇所の調査は速やかに概要を把握する必要があり、2次災害の危険性も伴うことから、ドローンによる調査が効率的」との報告がされた。このことから、ドローンによる調査は、迅速な状況把握および被災地での活動の安全確保に有効であることが確認された。



[写真-1: TEC-FORCEのドローン活用]

(2) ドローンを活用した災害協定事例

災害時のドローンの有効性が注目され、自治体などにおいて災害時のドローンを活用した被災状況調査に関する協定を締結する事例が増えてきている。

埼玉県内の自治体例では、東松山市・小川町・滑川町などが災害時にドローンで被災現場の撮影による状況把握を行うための協定を締結しており、災害時の迅速な対応が期待されている。

3. 八方向作戦におけるドローン活用の目的

(1) 国道4号パトロールの現状と課題

【現状】

八方向作戦においては、首都直下地震発災後に国道4号の東京都内区間を自転車によりパトロールを行うこととなっている。

【課題】

訓練にて自転車で対象区間（新善町交差点～日本橋：約20km）を走行した結果、平常時においても約3時間程度を要することから、災害時には現地状況や交通状況により多くの時間を要する懸念がある。また、災害時の通信障害等により連絡ができず状況把握ができない懸念がある。

→被災状況の早期収集が困難となる可能性がある

【対策】

上記課題を解決する手法として、飛行機能を有し、かつカメラを搭載するドローンの活用について取り組むこととした。ドローンの活用による、点検の迅速化および上空からの撮影といった被災状況把握の実効性について、検討を行った。

4. ドローン活用の検討

ドローン活用にあたって、検討項目を抽出し、項目毎に検討・整理を行った。



(1) ドローン活用の範囲の整理【STEP1】

ドローンの活用は、緊急点検の迅速化および被災状況の把握を目的とするため、点検の実効性を高めるために活用範囲の検討を行った。

①全区間をドローンにて点検

| | |
|----|--|
| 範囲 | 全区間をドローンにて点検 |
| 効果 | 迅速な点検が可能 映像による被災状況の把握が可能 |
| 課題 | 第三者が多く存在する箇所での飛行のため、飛行にあたっての制約等の確認を要する |

②被災箇所のみをドローンにて点検

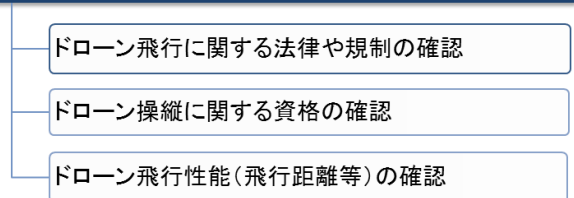
| | |
|----|--------------------------------|
| 範囲 | 被災箇所のみを、ドローンにて点検 |
| 効果 | 通行不可箇所や被災箇所の点検が可能 |
| 課題 | 自転車点検後にドローンの飛行を行うため、迅速な点検が出来ない |

上記条件にて検討を進めた結果、ドローンを活用する目的である『点検の迅速化および被災状況の把握』を行うため、①全区間をドローンにて点検を行うこととした。

(2) ドローン活用の適用条件整理【STEP2】

【STEP1】において、点検範囲や活用方法が決定したため、【STEP2】としてドローンが飛行するための適用条件について、以下のとおり検討・整理する。

都内の国道4号におけるドローンの飛行



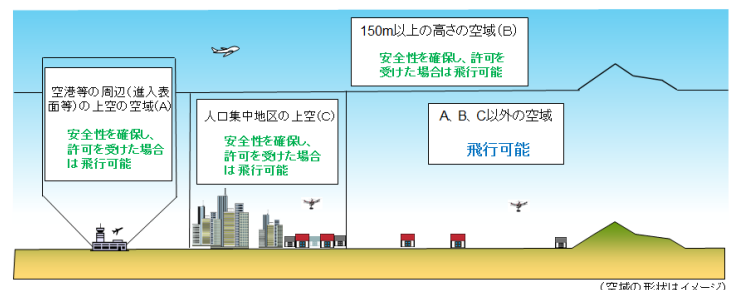
ドローン飛行に関する法律や規制の確認

ドローン（無人航空機）の飛行を規制する法律は、航空法が該当する。昨今、無人航空機が急速に普及し各分野での利用が広がっていること、一方で落下事故が多発している現状を受け、平成27年12月に航空法が改正され、無人航空機の飛行禁止空域や飛行方法が定められた。

【航空法第132条：飛行の禁止空域】

無人航空機の飛行禁止空域が定められ、以下の空域においては、国土交通大臣の許可を受けなければ、飛行させてはならない。

- (A) 空港等の周辺の上空の空域
- (B) 150m以上の高さの空域
- (C) 人口集中地区の上空



〔図-2：飛行禁止空域〕

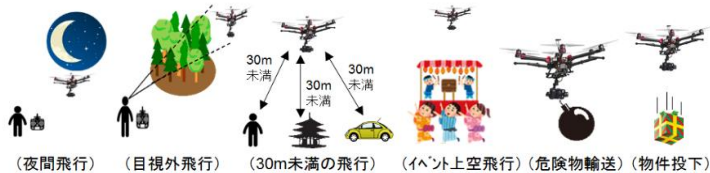
【航空法第132条の2：飛行の方法】

無人航空機の飛行の方法が定められ、以下の方法を外れる場合は、国土交通大臣の承認を受けなければ、飛行させてはならない。

承認が必要となる飛行の方法

- (1) 日中での飛行
- (2) 目視範囲内で無人航空機と周囲を監視して飛行
- (3) 人または建物等との間に30m以上の距離を保って飛行
- (4) 祭礼、縁日など人が集まる催しの上空で飛行させない

<承認が必要となる飛行の方法>



〔図-3：飛行の方法〕

【航空法第132条の3：捜索、救助のための特例】

事故や災害時において、国・地方公共団体又はこれらの依頼を受けた者が、捜査や救助のために飛行する場合には、航空法の『飛行の禁止空域』『飛行の方法』に関する規制が適用されないと規定されている。

⇒これにより、北首都国道での取り組みでは、航空法の規制がされない。ただし、安全確保の責務を有する。

【ドローン操縦に関する資格の確認】

現在の法律では、ドローンを操縦するにあたり、免許等の取得を義務づけられていない。

ただし、ドローンの急速な普及と落下事故の増加を受けて、独自の民間資格により飛行スキルの習得が図られるケースも増えている。

【ドローン飛行性能の確認】

国道4号における点検の具体的な方法を検討するにあたり、ドローンの飛行性能を把握する必要がある。

【飛行時間】

20分～30分

【飛行距離】

5km～7km

【安全機能】

衝突回避・自動帰還

【天候性能】

雨天時飛行不可

上記、ドローン飛行性能の把握により、点検を行う天候等の条件や点検を実施する範囲や区間延長などの基本的事項を決定した。

(3) ドローン活用における課題【STEP3】

【STEP2】において、ドローンを活用した点検実施の可能性を確認することができたが、点検の実施において以下の課題を抽出した。

【安全性】

最もこの検討を進める中で苦労した課題が、都市部での飛行となるため、点検飛行実施中の安全確保や安全対策といった【安全性】であり、ドローン墜落による第三者被害の発生を防止することである。

★都市部での飛行となるため、墜落による第三者被害防止が課題

【安全性】

通信確保

目視確認

〔目視確認〕

点検飛行中に機器トラブルや不具合が生じた場合には、安全な場所に着陸させる措置や緊急帰還措置を講じる必要があるため、飛行状態を常に目視により監視する必要があるが、国道4号に隣接する大型ビルやカーブなどの道路線形により目視確認が困難である。

〔通信確保〕

ドローンの操縦には、一般的に携帯電話スマートフォンなどの通信で使用されている2.4GHz帯と言われる電波を利用するため、災害時の都市部での飛行においては、多くの電波が飛び交い、混信や通信障害が生じやすく、長い距離の操縦が困難である。

(4) ドローン活用課題の対策【STEP4】

【STEP3】において、ドローン活用における課題としたのは全て安全性に関わる項目であるが、一方で、安全性への配慮に重点を傾けると点検効率が低下してしまい、安全対策と点検効率にはトレードオフの関係にある。

【STEP4】では安全対策とその条件における点検効率化を図るための点検区間割の考えかたを述べる。

・目視による確認体制

重要な条件として、操縦者のほかに補助者を配置し常時目視を行い、ドローン飛行中の機器トラブル等に対応できる備えとした。〔目視確認：OK〕

・最大離隔距離

操縦者とドローンの最大離隔距離は、他の災害活動等実績のある操縦者へヒアリングを行い、通信操作可能距離と飛行距離や時間を勘案し、操縦者とドローンの最大離隔距離を1km以内とした。〔通信確保：OK〕

・点検区間割延長

操縦者を点検区間中心に配置した場合、ドローンと操縦者の最大離隔距離が1km以内であるため、1点検区間最大延長は約2kmとなる。よって、区間割りは点検総延長約15kmに対し8区間とした。

上記条件を満たすこと、および協定公募時に安全措置を備えたドローンを優位に評価し採用することで、安全性を確保した点検飛行が実現できると考えられる。ただし、ドローンは墜落する可能性がゼロではないため、今後、安全性に対する検証を続けていく必要がある。

5. ドローンを活用した点検概要

(1) 点検概要

都市部でのドローン点検に関する法律や規制、課題などの検討を進め、点検概要を決定した。

| | |
|------|--|
| 点検区間 | <ul style="list-style-type: none"> ●国道4号(日本橋～都県境:延長約15km)をドローン飛行にて点検 ●ドローンの飛行性能や安全性から、1区間あたり2km以内とし、8区間に分割 |
| 点検実施 | <ul style="list-style-type: none"> ●東京都心23区において、震度6弱以上の地震発災後、ドローンによる点検開始 ●ドローンにより撮影した画像を道路管理者に提出(送信) |
| 安全対策 | <ul style="list-style-type: none"> ●飛行にあたっては、機器不具合等発生時の安全性を考慮し、目視による監視および操縦者からの操縦が可能な体制にて飛行を行う。 |

[表-1: 点検概要]

(2) 他のドローン災害協定との違い

北首都国道が取り組むドローンによる点検と、他の災害協定のドローンによる点検の違いを以下に示す。

| 項目 | 点検地域 | 点検目的 | 点検開始 |
|-------|-----------------|----------------|------------|
| 【北首都】 | 都市部 (第三者あり) | 点検の迅速化や被災状況の把握 | 地震発災直後に開始 |
| 【他協定】 | 山間部等 (第三者なし) | 確認された被災箇所状況把握 | 被災箇所確認後に開始 |

[図-4: 他の取り組みとの違い]



- ・歩行者などの第三者が多い
- ・ビルにより見通せない
- ・交差物件が多数存在
- ・建物が近接

[写真-2: 都市部の状況]

今回の取り組みにおいて、他の協定等と大きく異なるのは、地震発災直後にドローンにより飛行点検を開始すること、また、都市部という第三者が非常に多く、交差物件や建物が近接しており飛行にあたって危険を伴う地域での活動を行うことである。北首都国道の新たな取り組みでは、迅速な被災状況の把握が可能だが、一方で、墜落等による第三者への被害が懸念されるという安全性への配慮を十分に検討しなくてはならないという課題があり、今後も継続して検討を行う必要がある。

(3) 災害協定公募の結果

これまでの検討結果を踏まえて、ドローンによる災害応急対策活動に協力いただける企業を公募し、2018年1月に「ドローンによる災害応急対策活動(撮影等)に関する協定」を協力会社8社と締結した。

6. おわりに

(1) ドローンを活用した点検の重要性

災害発生時に、迅速かつ正確な被災状況を把握することは、道路の早期啓開と被災施設の早期復旧のために非常に重要である。

ドローンは災害現場の上空を飛行し、上空からの映像を取得することが出来るため、非常に有効な手段であり、各方面で活用が検討されている。

北首都国道においても被災状況の早期把握のための手法として、大いに活躍が期待される。

また、今回の都市部でのドローンの活用は、他の事例がない新たな取り組みであり、この取り組みの実効性がこれからのドローン活用の幅を更に飛躍させる重要な役割を担っている。

(2) 検討における工夫と苦労点

今回協定締結を行った都市部でのドローンによる飛行点検は新しい取り組みであることから、点検の要求事項を満足し、かつ協定参加者に負担なく応募してもらえるよう、協定内容の決定には多くの苦労があった。

a) 工夫(協定参加者の負担軽減)

災害時という非常時での活用となるため、最低限の人数で応募ができるよう、班体制は操縦者と補助者1名の最小2名を可能とした。区間割の決定には、実際に現地を調査し、ドローンの墜落原因となる高圧線や目視の障害となる道路のカーブが区間中央にならないような配慮を行った。

b) 苦労(点検内容の決定)

都市部でのドローンによる飛行実績等の前例がないため、電波障害発生源や操縦可能距離等の明確な根拠が得られず、点検内容や仕様の決定が困難だった。

しかし、道路管理者としてドローン墜落等による第三者被害を防ぐため、災害現場で操縦実績のある操縦者へのヒアリングや少ない類似飛行事例を基に何度も議論を重ね点検内容を決定した。

(3) 今後の課題

ドローンを活用した点検における今後の課題は、どのように災害発生時を想定した訓練を行うか、および災害時に体制が確保できるかである。訓練においては、関係機関との協議の結果、第三者被害の懸念がある都内では訓練としてのドローン飛行ができないため、都市部の状況を再現した訓練を行う必要があり、都市部での問題となる、電波障害や建物による遮蔽がある中での飛行、画像撮影や画像送信等といった訓練手法を検討する必要がある。また、災害時における協定会社の体制確保の検討など、実際の災害時における点検の実効性を高める取り組みを継続していく必要がある。