

大型ドローンによる資材運搬の土木工事への活用に向けた効果と課題の整理

五條土木事務所 工務第二課 小西 琢也

1. はじめに

近年、AI 技術などの新技術が多くの場面で活用されるようになってきている。土木建設業界においても ICT 施工活用等、新技術を活用する動きが活発となっており、その中にドローンを活用した技術がある。

土木建設分野においてドローン技術は、河川・砂防や橋梁等の点検業務、及び測量業務などに広く使われつつあり、本研究ではドローンの物資輸送能力に着目し、土木建設工事への活用について検討する。

2. 既往研究

土木建設分野以外においては、「ドローンを活用した荷物等配送のガイドライン」が策定され、物流サービスへの活用の他、災害時の物資運搬への展開へ向けた取り組みが行われている。

土木建設分野におけるドローンによる資材等運搬の事例は 2020 年に山梨県において仮設資材の運搬¹⁾、2021 年にポータブル貫入試験機の運搬²⁾、2023 年新潟県において大型運搬用ドローンによる地質調査資材の運搬実証実験³⁾等が実施されている。

しかし、実証実験段階のものも全国的に事例が少なく、奈良県内においては事例が見つからないのが現状である。

3. 課題

土木建設分野においては、ドローンの活用が進んできているものの、土木工事におけるドローンによる資材等運搬に関して知見が少なく、効果や課題について整理されていない状況である。

4. 目的

今回の実証実験では、土木工事における大型ドローンによる資材運搬の活用に向けた効果と課題の整理を行うことを目的とする。

5. 方法

土木工事において、資材運搬に大型ドローンを使用した後、施工業者へのヒアリングを実施し、従来の施工方法との比較を行うことにより効果と課題を整理した。

5-1. 諸条件の整理

十津川村長殿地内において発生した落石の対策工事のうち、覆式落石防護網工の資材運搬について、大型ドローンを用いた実証実験を実施した。工事の諸元を表-1 に、使用する大型ドローンの諸元を表-2 に、資材運搬における各条件を表-3 に示す。

表-1 工事の諸元

工事場所	奈良県吉野郡十津川村長殿
工期	令和6年3月8日 ～令和7年3月21日
工事概要	工事延長 L=80m 1号高エネルギー吸収型落石防護柵工 L=50m 2号高エネルギー吸収型落石防護柵工 L=27m モルタル吹付工 A=2,500m ² 覆式落石防護柵工 A=3,440m ² ロープ伏工 A=360m ²
受注者	檜尾・光和JV

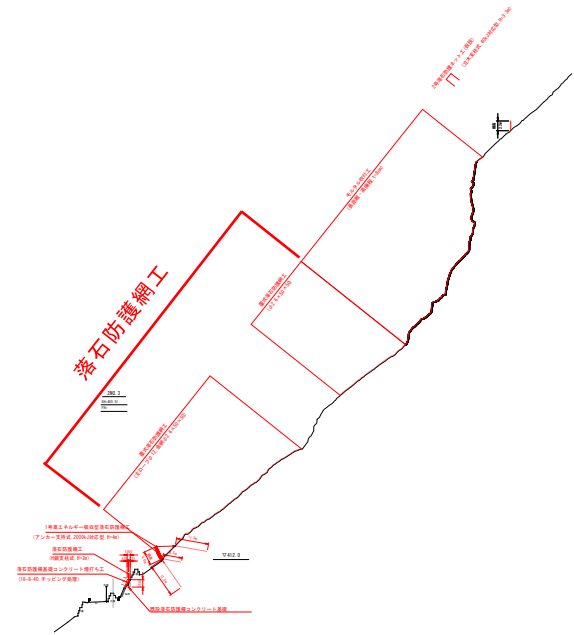


図-1 横断面図

表-2 大型ドローン機体の諸元⁴⁾

機体	DJI FlyCart 30
重量	約 54kg(バッテリー1個の場合)
機体サイズ	2800×3085×947 mm
最大積載重量	40kg
最大飛行時間	9分(最大積載時)
最大航続距離	8km(最大積載時)
水平速度	約 15km/h

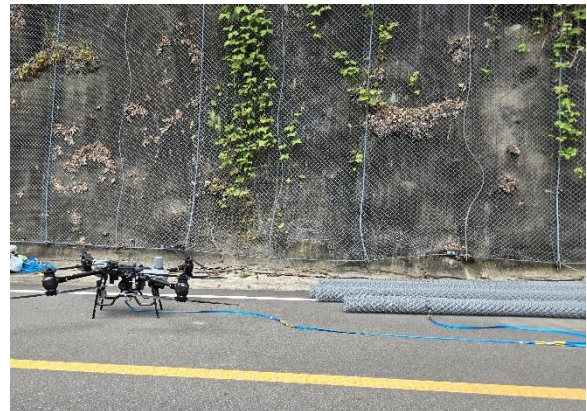


写真-1 使用した大型ドローン

表-3 資材運搬における条件

飛行日	2024年8月5日～2024年8月7日
飛行時間	9時～17時(8/7のみ9時～12時)
飛行距離	水平 L=150m、鉛直 H=20～80m
1運搬あたりの積載重量	約 40kg
運搬回数	158回
総運搬重量	約 6320kg

5-2. 施工業者へのヒアリングの方法

大型ドローンによる資材運搬を行った後日に、「施工性」、「施工日数」、「安全性」、「経済性」、「使用して良かった点」、「苦勞した点」、「今後も活用したいか」の項目について、施工業者に対面でのヒアリングを行った。

5-3. 従来の施工方法との比較の方法

従来の法面上への資材運搬方法としては「モノレール」、「索道」、「ヘリコプター」等が想定されるが、今回は実証実験を実施した土木工事において想定していた「モノレール」と比較検討を行った。比較項目は「施工性」、「運搬日数」、「安全性」、「経済性」とし、比較にあたっては施工業者へのヒアリング結果を参考にした。「運搬日数」の比較においては、敷設工を除く計算値として日あたり作業量から算出した。

6. 結果

6-1. 施工業者へのヒアリング結果

施工業者へのヒアリングを行ったところ、施工性が向上し、工程短縮にもつながり、法面作業における安全性の向上も期待できるという回答があった。施工日数は当初モノレールにより資材運搬を行い敷設完了まで 30 日程度を予定していたが、大型ドローンにより運搬と敷設を同時並行で行い、敷設まで 6 日で完了できた。一方で、架空線や立木といった支障物への配慮や経済性の点で活用しづらさもあるとの回答があった。ヒアリング結果を表-4 に示す。

表-4 ヒアリング結果

施工性	ピンポイントに資材を運搬できるので、モノレール設置箇所からの運搬作業が削減でき、非常に良い。
施工日数	30 日程度（モノレール）を予定→6 日（大型ドローン）で完了。 （覆式落石防護網工 A=3440m ² について資材運搬から施工完了まで）
安全性	法面上での作業を削減でき親綱の切り替えがなくなる。作業時の熱中症のリスクを低減できる。墜落事故の懸念がある。
経済性	施工単価が高価であるとともに、天候による不稼働リスク（保障等）が高い。
良かった点	工期短縮となった。運搬に係る作業員を縮減できた。
苦勞した点	一般車両や架空線、立木との離隔に配慮が必要であった。
今後も活用したいか	現場条件、予算が合えば使いたい。 縦断方向に広い現場であればより有効であると思う。

6-2. 従来の施工方法との比較

大型ドローンによる運搬は従来のモノレールによる運搬と比べて、大幅な省力化及び工期短縮が可能となった。これは資材を目的の箇所へ直接運搬でき、モノレールでは別途必要となる人力運搬が削減できること、及びモノレールの設置・撤去の日数も削減できることが影響していると考えられる。安全性については、大型ドローンには墜落の危険性は伴うものの、法面作業としては作業時間の短縮、及び上下左右移動回数及び距離の低減により、作業員の安全性が向上すると考えられる。

ただし、経済性については大型ドローンがモノレールに劣る結果となった。

墜落の危険性と経済性については、ドローン技術の進歩と活用の拡大によって改善されるものと推察される。従来の施工方法との比較結果を表-5に示す。

表-5 大型ドローンとモノレールの比較結果

比較項目	大型ドローン	モノレール (500kg 級)
写真		
施工性	○ 目的箇所へ直接運搬可能	△ モノレールルート上へ運搬後 人力による横移動が必要
運搬日数 (計算値)	○ 2.0 日 (運搬のみ) (3,440m ² あたり、敷設工を除く)	△ 4.3 日 (設置～運搬～撤去) (3,440m ² あたり、敷設工を除く)
安全性	○ 法面作業の減少 ドローンが落下する危険	○ 法面作業時の危険 その他大きな危険は少ない
経済性 (直工費)	△ 約 100 万円/日×2 日 (※本現場の場合)	○ 約 20 万円/日×4.3 日 (※本現場の場合)

7. おわりに

今回の実証実験により土木建設工事における大型ドローンによる資材運搬の活用に向けた効果と課題の整理を行った。本成果が今後の土木工事における大型ドローンの活用の参考とされ、現在土木建設分野が抱える人手不足等の課題が改善されることで、土木建設分野の発展に寄与することを願う。さいごに、本研究に携わって頂いたすべての方に感謝の意を表す。

8. 参考文献

- 1) ドローンジャーナルニュース :
(<https://drone-journal.impress.co.jp/docs/news/1185647.html>)
- 2) クリーク&リバー社 HP : (<https://www.cri.co.jp/news/002985?cs>)
- 3) ドローンジャーナルニュース :
(<https://drone-journal.impress.co.jp/docs/news/1183504.html>)
- 4) DJI 社 HP : (<https://www.dji.com/jp/flycart-30/specs>)