

狭隘箇所における小型ドローンを活用した構造物調査の試行

東海旅客鉄道（株） 正会員 ○北田 宗一郎
東海旅客鉄道（株） 正会員 他谷 周一
（株）アイ・ロボティクス 安藤 嘉康
（株）アイ・ロボティクス 我田 友史

1. 背景と目的

東海道新幹線における土木構造物調査は、直近目視による手段を用いることが多い。しかし、調査の対象が狭隘な箇所に位置している場合、人によるアクセスが難しく、調査に労力を要することが課題であった。

本試行では、狭隘かつ暗所になる箇所の調査業務の効率化を目的として、小型ドローンの適用性を検討する。なお、小型ドローンが撮影した映像で、目視調査と同等程度に沓の健全度把握ができるか検討したため、本文ではその内容を報告する。

2. 調査対象

本調査は、新大阪駅構内にある鉄桁の沓を対象とした。新大阪駅には、駅コンコースや商業施設が多数存在し、今回の調査対象箇所は吊り天井によって覆われている。吊り天井の内側の調査は写真-1 に示すような天井に設置されているハッチから出入りして行うが、写真-2 に示すとおり天井内は電気ケーブルや配管などにより人が進入して調査対象まで近づくのが難しい。

調査対象の沓の状態を表-1 に示す。本調査では条件の異なる2箇所の沓について小型ドローンの試行を行った。

3. 試行内容

3.1 使用する小型ドローン

本試行で使用するドローンは非常に小型であるが、4Kカメラや360度カメラを搭載可能でかつ高精度の操作性を得られる特徴がある。表-2 に本ドローンの仕様を記載する。ドローンの操縦はパイロットによる手動航行で行い、ドローン搭載カメラによるリアルタイムの映像受信をもとに操作をおこなった。

3.2 事前確認

(1)風速計による風速の確認

小型ドローンは風の影響を受けてコントロールを失いやすいため、飛行させる前に天井裏の風速をベーン式風速計で計測した。測定の結果、天井裏の風速は0m/sであり、飛行に影響がないことを確認した。

(2)干渉電波の確認

ドローンの動作周波数帯と同じ周波数を発する通信設備が周辺にある場合、電波が干渉して機体制御が不



写真-1 調査状況



写真-2 天井裏の状況

表-1 調査対象箇所

	目的	天井ハッチからの距離	沓の状態
沓1	最も狭隘な箇所での適用性検討	10m	耐火被覆
沓2	沓点検の精度確認	3m	樹脂塗料

表-2 ドローンの性能

仕様	
機体重量	80g (360度カメラ、4Kカメラを除く)
カメラ重量	360度カメラ: 42g 4Kカメラ10g
対角寸法	10cm × 10cm
高さ	8cm
動作周波数	映像受信: 5.7GHz 操縦: 2.4GHz
飛行可能風速	6m/s以下
制御センサー	ジャイロセンサー・加速度センサー

キーワード：ドローン、沓

連絡先：〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545 番 33 Tel:0568-47-5370

安定になる恐れがある。そこで高周波電磁波測定器を用いて、電波環境を確認した。測定の結果、ドローン機体とコントローラーとの通信を担う電波の動作周波数帯は、本機体において映像受信が 5.7GHz で操縦が 2.4GHz に対し、干渉する電波は観測されず飛行に影響がないことを確認した。

3.3 小型ドローンの飛行

(1) 360 度カメラ搭載の小型ドローンによる沓の位置確認

天井裏内は配管やケーブルが存在し、天井ハッチからの目視では沓の位置が確認できない。そこで360度カメラを搭載した小型ドローンを先行して飛行させ、沓の位置を特定するとともに沓までの飛行ルートを選定した。

(2) 4K カメラによる沓撮影

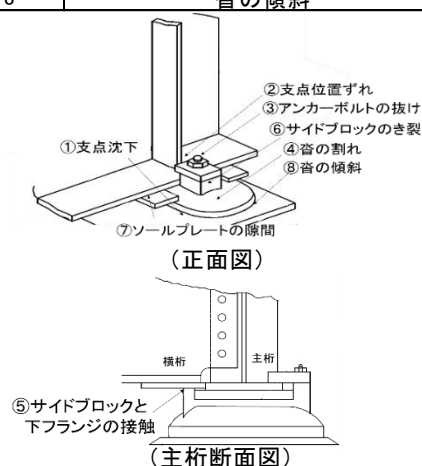
事前調査にて選定した飛行ルートに沿って、高画質な 4K カメラを搭載した小型ドローンを飛行させ、動画を撮影した。沓 1 の飛行ルートには最も狭隘な箇所で高さ約 60cm、幅約 40cm の隙間しかない通過点があるが、飛行を行い沓の画像を鮮明に撮影できることが確認できた。また、沓 1 は耐火被覆による塗装を行っている箇所であるが、本調査により部分的に塗膜の剥離が発生していることが確認できた。次に沓 2 を撮影した動画の 1 フレームを写真-3 に示す。沓 2 ついて撮影動画からの沓の健全性評価を行った。鉄道構造物等維持管理標準・同解説（各構造物編）¹⁾を参考に沓の着眼点をまとめたものを表-3 に示す。8 個の項目の内、1 項目を除いて目視調査と同等の判断ができる映像を撮影できた。写真-3 に示すように本構造は主桁支点部付近が切欠き構造となっているため、下フランジ直下の隙間が顕著に狭い構造となっている。したがって、小型ドローンが下フランジ直下に進入することができず、No.5 のサイドブロックと下フランジの接触については確認できなかった。切欠き部がない構造の場合は、下フランジ直下の隙間に余裕があり、ドローンの進入は可能と考えられる。下フランジの接触は長期的に見れば桁本体に別の変状を及ぼす可能性があるために確認する項目の 1 つとされているが、接触自体は桁ズレや桁の沈下など列車の走行安全性を直接脅かすものではない。また、下フランジの接触を起因とする変状には桁本体のき裂が考えられるが、これも小型ドローンによって変状を把握することは可能である。以上の結果から、小型ドローンを活用することで、沓による桁の支持機能の確認など、沓調査を効率的に実施できると考えられる。



写真-3 沓 2 の撮影写真

表-3 着眼点項目

No.	着眼変状
1	支点沈下
2	支点位置ずれ
3	アンカーボルトの抜け、変形、腐食
4	沓本体の割れ
5	サイドブロックと下フランジの接触
6	サイドブロックの亀裂、欠損
7	ソールプレートの隙間
8	沓の傾斜



構造となっているため、下フランジ直下の隙間が顕著に狭い構造となっている。したがって、小型ドローンが下フランジ直下に進入することができず、No.5 のサイドブロックと下フランジの接触については確認できなかった。切欠き部がない構造の場合は、下フランジ直下の隙間に余裕があり、ドローンの進入は可能と考えられる。下フランジの接触は長期的に見れば桁本体に別の変状を及ぼす可能性があるために確認する項目の 1 つとされているが、接触自体は桁ズレや桁の沈下など列車の走行安全性を直接脅かすものではない。また、下フランジの接触を起因とする変状には桁本体のき裂が考えられるが、これも小型ドローンによって変状を把握することは可能である。以上の結果から、小型ドローンを活用することで、沓による桁の支持機能の確認など、沓調査を効率的に実施できると考えられる。

4. まとめと今後の展望

本試行により、狭隘な箇所における構造物調査に小型ドローンを活用できることが分かった。今後本格導入を行う課題として、狭隘箇所の操縦には熟練したパイロットが必要であるため、調査数量を増やすためにはパイロットの育成を行う必要がある。また、東海道新幹線の駅構内では一部で天井が二重になっている箇所もあり、そのような箇所では電波伝達環境が悪いと予想される。今後はそのような箇所でも電波の受信強度を測定し、必要により電波伝達の中継装置を設置するなど対策を検討していきたい。

〔参考文献〕

- 1) 国土交通省鉄道局，鉄道構造物等維持管理標準・同解説（各構造物編），丸善，2017 年 12 月