

鋼材吸着ドローン測定システム「Perch-RIM」

パーチ リム



切羽直下に立入ることなく、高精度の点群データを取得

本システムは、大阪工業大学、(株)演算工房、(株)シュールド設計との共同開発技術です。

Perch-RIM : Perch-Realtime Inspection & Monitoring

特許出願中

概要

発破作業後に、磁力を使って切羽近傍の鋼製支保工にドローンを吸着させ、切羽形状の点群データを高精度に取得するシステムです。切羽前での測定作業を無人化でき、安全性と作業効率を向上します。

山岳トンネル工事では依然として肌落ち災害が発生しており、切羽直下における作業の無人化が喫緊の課題となっています。切羽形状(余掘り・あたり)を点群データとして取得するには、小型車両に搭載または三脚に取り付けた3Dスキャナを活用し、現場職員が切羽近傍で測定作業をしているのが現状です。

そこで、磁力によりLiDARとプリズムを搭載したドローンを切羽近傍の鋼製支保工に吸着・静止させて点群データを取得するシステム「Perch-RIM」を開発しました。

本システムは、坑内常設のトータルステーションを用いて測定した吸着状態のドローン本体の絶対座標を基に、ドローンが取得した点群データをリアルタイムで絶対座標に変換します。

ドローンの操作と点群の処理は切羽から十分離れた場所から行えるため、安全性と作業効率が向上します。さらに、車両や機器の設置・撤去作業等が不要なため、生産性が向上します。



磁力を使って鋼製支保工に吸着している状況

システムの構成

本システムは、永電磁石およびLiDAR、3個のプリズムを搭載したドローン(DJI MATRICE 300 RTK)と坑内常設トータルステーションで構成されます。

使用するドローンの特徴

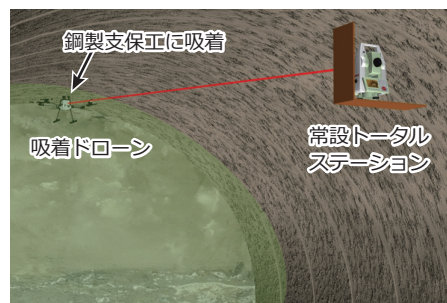
- ・IP45*の防水防塵性能
※IP45 : 1mm以上の固形物が内部に侵入せず、あらゆる方向からの噴流水による影響を受けない
- ・衝突回避センサ・デュアルバッテリーシステムなど安全に運用するための機能を装備
- ・カメラやセンサなどのデバイスを最大3つまで追加搭載可能



DJI MATRICE 300 RTK

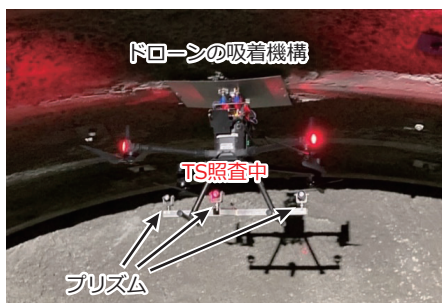
点群データ取得フロー

① ドローン吸着



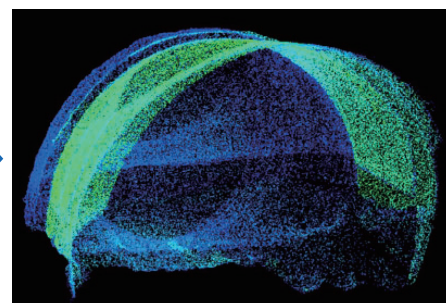
ドローンを操縦し、切羽から3番目の鋼製支保工の天端付近に吸着させる

② ドローン本体の座標取得



坑内常設のトータルステーションを用いてドローン本体の絶対座標を測定

③ 切羽形状の取得

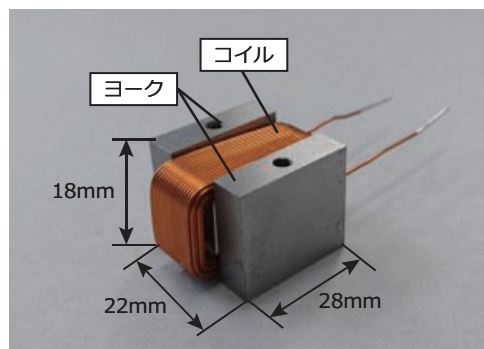


LiDARを用いて切羽形状の点群データを測定し、絶対座標に変換

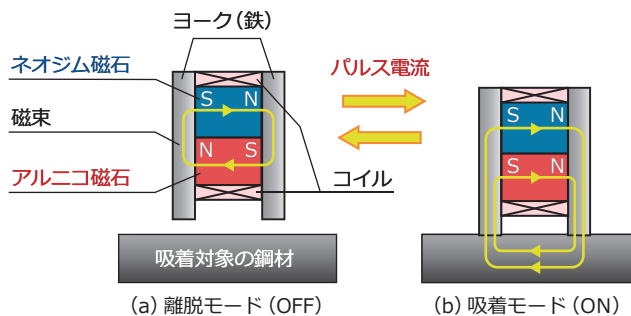
吸着のしくみ

ドローンの吸着機能には、永久磁石と電磁石の特性を併せ持つ「永電磁石（Electropermanent Magnet: EPM）」を採用しています。使用するEPMは、2種類の永久磁石（ネオジム磁石とアルニコ磁石）を重ねてコイルを巻き、ヨークを配置したものです。コイルに瞬間的に電流が流れるとアルニコ磁石のみの極性が反転する特性を利用して、鋼製支保工に吸着するモードと吸着しないモードを切り替えます。

吸着モード中は、永久磁石の磁力により鋼製支保工にくっつき、電力を全く消費しません。ドローンのバッテリーがなくなっても機体は吸着状態を維持することができます。



使用するEPM

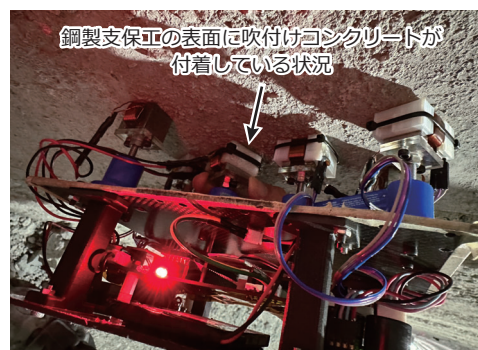


吸着のメカニズム

EPMは小型でありながら、1個あたり最大約240N (24kg相当)の吸着力を發揮します。ドローンにカメラやセンサを搭載しても十分な吸着性能を有しており、鋼製支保工表面がコンクリートや粉塵等で汚れていても確実に吸着できることを現場実証試験（新小仏トンネル、渡島トンネル（上二股）、三平山トンネル）で確認しています。



吸着EPMを6個搭載したドローン



支保工表面が汚れた状態での吸着確認

システムの効果

○安全性の飛躍的な向上

作業者が切羽直下に一切立入ることなく、点群データを取得できます。

○高精度データの取得

鋼製支保工にドローンを吸着・静止させることで、誤差のないドローン本体の位置情報を取得できます。これにより、切羽形状の点群データを精度よく絶対座標に変換できます。

○生産性の向上

測定機器の設置・撤去が不要なため、作業時間を短縮できます。

適用現場

- ・中央自動車道 新小仏トンネル工事（中日本高速道路株式会社）
- ・米子自動車道 三平山トンネル工事（西日本高速道路株式会社）
- ・北海道新幹線 渡島トンネル（上二股）（独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構 北海道新幹線建設局）