



キーワード

インフラ点検用ロボット

吸着機構

UAV

ロボティクス

点検時の安定性向上と省エネルギー化 鉄製橋梁等インフラ構造物に吸着可能な点検用UAV

■研究の概要

日本における橋梁等のインフラ構造物は高度経済成長期に建設されたものが多く、老朽化が進んでいるものの、インフラ構造物の数が多い点や、点検に足場の建設が必要な点、点検技術を持つ作業員に限られる点から、ロボットによる保守・点検作業の効率化が必要とされています。特にドローンをはじめとするUAV(Unmanned Aerial Vehicle)は飛行による高所点検時の利便性から、現在でも数多くの研究・開発が行われています。回転翼を持つ点検用UAVは飛行しながらの目視検査が中心のタスクですが、常にブレードを回転させ続ける必要があるため、バッテリーを消費し続けながら点検作業を行うこととなり、長時間の継続した点検作業はできません。また、構造物への接触を必要とする打音検査や超音波探傷検査などはできません。

本研究では、図1のように鋼橋等の鉄製構造物にバッテリーを消費せずに吸着することが可能で、吸着・離脱時の制御も容易な小型のEPM(Electric Permanent Magnet)ユニットを開発し、完全に静止した状態での長時間の点検作業が行えるUAVの開発に取り組んでいます。また、軽量で可動式のリンク機構を利用したカメラアームなどUAVに搭載可能な点検デバイスの開発も行っています。

■研究・技術のプロセス／研究事例

吸着用のEPMユニットは、図2のようにネオジウム磁石、アルニコ磁石の2種類の永久磁石とアルニコ磁石の極性を制御するためのコイル、図3にある制御回路から構成されます。制御回路からパルス電流をコイルに流すことで、アルニコ磁石の極性が変化するため、吸着力のON/OFFを切り替えることができます。吸着力は図4のグラフに示すようにパルス電流の電圧値に応じて変化し、約22Vで飽和するため、図3に示す小型のLC回路を設計し、UAV本体のバッテリー電圧11.1Vをベースに22Vまで極性の切り替え制御用に昇圧しています。

開発した135gのEPMユニットでは、厚さ10mmの鉄板に対して300Nの吸着力を発生させることが可能であり、このEPMユニットを搭載した小型ドローンにて飛行・吸着・離脱が可能であることを示しました。この時、吸着力のON/OFF切り替えに必要な電気的エネルギーは1.06Jであり、これは700g程度の小型ドローンに使用されるバッテリーの100000分の1程度であるため、常に飛行し続ける場合と比較してエネルギー消費を大幅に抑えることができます。さらに図5に示すようなEPMユニットと可動式のカメラアームを搭載したUAVを開発しており、これによりH形鋼内側の根元付近など錆びやすいものの点検が困難な箇所でも撮影可能です。

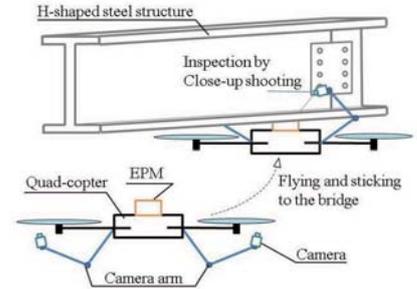


図1. 橋梁下面に吸着したUAVによる目視検査イメージ

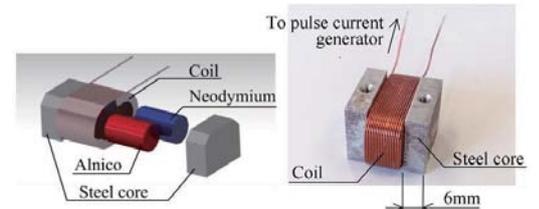


図2. EPMの構造(左)と開発したEPM(右)

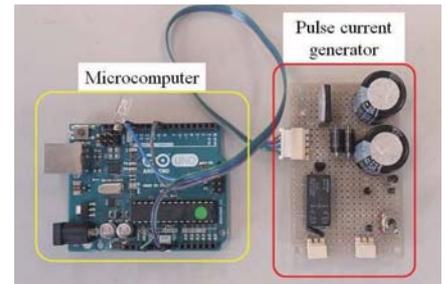


図3. マイコンとパルス発生回路からなるEPM制御回路

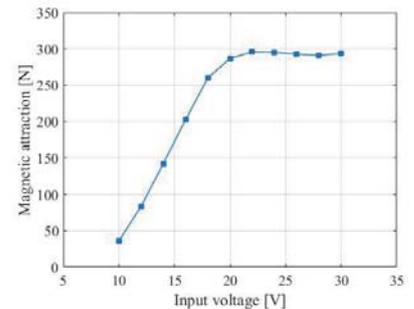


図4. EPMへのパルス電流の電圧と鉄板への吸着力変化

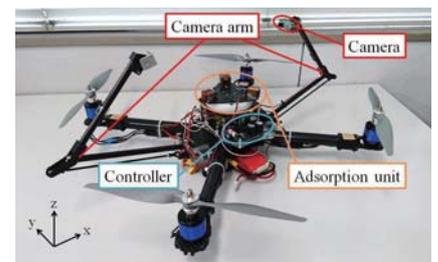


図5. EPMユニットとカメラアームを搭載したUAV



セールスポイント

- 構造物への吸着中には電力を消費しないため、長時間の点検作業が可能です。
- カメラによる目視検査以外にも、打音検査、超音波探傷検査など構造物への接触が必要な検査方法への応用も可能です。