

## RFID センサーと無人飛行体による橋梁点検システムの開発

関西大学 フェロー 古田 均

関西大学大学院 学生会員 ○藤川 浩史

関西大学 正会員 石橋 健

戸田建設 正会員 佐藤 郁

## 1. はじめに

技術者による目視点検は、橋梁の損傷状態の把握や安全性を確保するための対策の検討のような維持管理を行うために必要不可欠である。しかしながら、高所や河川上のような人が容易に近づけない箇所では、目視点検を実施することが困難である。現状では高所点検用のリフトなどを用いた点検者に対する安全性の確保が行われているが、精度の高い点検を行うためには対象箇所により接近出来ることが望ましい。

本研究は、橋梁点検における安全性の確保と精度の高い目視点検を行うための支援を行うシステムの開発を目的とする。本稿では、RFID センサーを橋梁に取り付け、ラジコンヘリコプターのような無人飛行体を用いたモニタリングデータの収集を行えるシステムの提案を試みる。橋梁のモニタリングシステムは、点検に求められるデータを自動的に収集、および解析することで、橋梁の安全性を継続的に維持することを目的としている。既往研究[1]では、ひずみセンサーなどを用いたモニタリングデータの収集と損傷診断が行われている。そして、無線センサーネットワークなどを利用することで、モニタリングデータの収集も容易となっている。しかしながら、このようなシステムは電源供給が必要であり、近年の経済状況の下ですべての橋梁に対してシステムを導入することは現実的ではない。したがって、本稿では、実験を通してセミパッシブ型 RFID センサーの設置と無人飛行体による撮影、およびデータ収集について検討し、提案システムの実現可能性を検証する。

## 2. 提案システムの概要

提案するモニタリングシステムは、セミパッシブ型 RFID センサーとラジコンヘリコプター、カメラで構成され、図1のようにモニタリングデータの収集を行う。RFID センサーは、主にアクティブ型、パッシブ型、セミパッシブ型の3種類[2]がある。本研究では、セミパッシブ型の RFID センサーとリーダーを用いる。セミパッシブ型は、電池を内蔵するアクティブ型の機能を有するが、電池を内蔵しないパッシブ型と同じ通信方式で起動をする。通信時は電池で駆動するため、通信可能距離はアクティブ型と同等である。また、通信時のみ電池で動作するため、通信時以外は電池を消耗せず、物理的に破損しない限り使用することが出来る。このため、電源供給のための設備を橋梁に構築する必要がない。

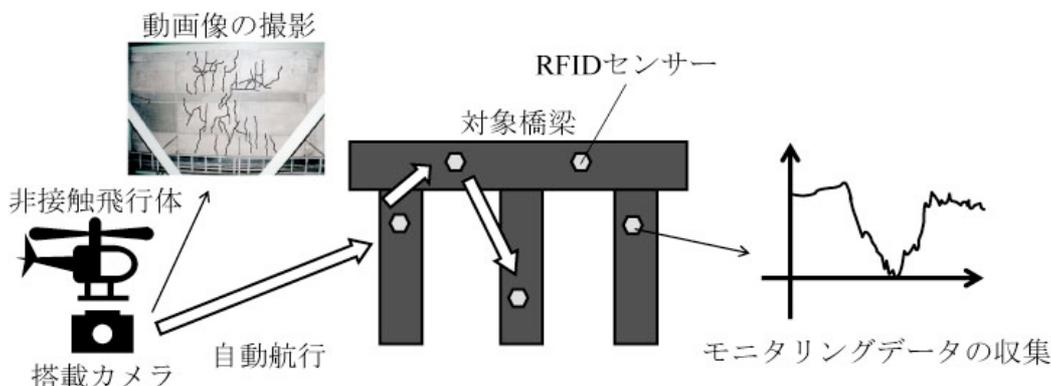


図1 モニタリングデータの収集

キーワード 橋梁点検, 無人飛行体, RFID センサー

連絡先 〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町 2-1-1 関西大学 総合情報学研究科 古田研究室 TEL 072-690-2438

高所や広範囲に対するデータ収集では、点検者自らがリーダーを RFID センサーに近づける必要がある。そこで RFID リーダーを搭載したラジコンヘリコプターを開発し、自動航行によるモニタリングデータの収集を行う。ラジコンヘリコプターは、GPS と RFID センサーの位置情報に基づいて、決められたルートを自動航行する。RFID センサーから数メートル以内に接近しながら飛行し、モニタリングデータを自動的に受信、保存を行った後、帰還する。また、ラジコンヘリコプターにはカメラまたはビデオカメラを搭載し、動画像の撮影も行う。これにより、センサーからのデータに加えて、カメラから得られる動画像による視覚情報を用いた損傷診断も行うことが出来るため、より精度の高い損傷診断が期待出来る。

### 3. 橋梁ヘルスマニタリングにおける有効性

提案システムの実現可能性を検証するために、空撮向けラジコンヘリコプターや RFID 加速度センサーを用いた実験を行った。本稿では、主にヘリコプターによるモニタリングデータの収集に関する検討を試みた。

まず、ヘリコプターとして DJI 製 Phantom マルチコプターを使用し、カメラを搭載した飛行実験を行った。このヘリコプターは、GPS による無操作時の姿勢安定機能が搭載されている。姿勢安定機能を利用して飛行実験を行った結果、強風の影響がなければ安定した飛行が出来た。また、ヘリコプターによる撮影では、ズーム機能を用いない場合、1~2 メートルまで接近しなければ、ひび割れのような詳細な損傷を鮮明に撮影することが出来なかった。本提案では、ヘリコプターによって撮影された動画像が、目視点検における技術者の目の役割を果たす。そのため、ヘリコプターの姿勢安定と動画像の鮮明さ、損傷の計測は提案システムにおいて非常に重要である。姿勢安定は、上述のように、GPS を利用することが出来れば安定した飛行が出来る。しかしながら、高架下などの GPS を利用できない位置では、異なる方法で姿勢安定を行う必要があると予想される。カメラによる撮影では、積載重量の大きい機体を用いるとともに、ライトによる暗い箇所での撮影補助やレーザーによる計測補助が必要と考えられる。さらに、カメラから得られた動画像を見ながらリアルタイムに操作を行うことから、通信機能を高めることも必要である。このようにしてヘリコプターの重量は大きくなることから、風の影響を受けにくいと予想される。しかしながら、操作が困難になることも予想されるため、点検時の操作のような実用の際の支援も検討が必要と考えられる。

次に、RFID センサーの通信可能距離を検証するために、アクティブ型 RFID センサーによる 3 軸の加速度の取得実験を行った。なお、この実験では、通信可能距離のみを調査するために、RFID リーダーを PC に接続してデータの取得精度の検証を行った。また、本実験で用いたアクティブ型 RFID センサーの通信可能距離は、セミパッシブ型と同等のものであり、仕様では 10 メートル程度である。実験結果より、5 メートルを超えると、リーダーの受信データに欠損が生じることが分かった。よって、ラジコンヘリコプターにリーダーを搭載したデータの収集を行う際、GPS による制御が可能な領域では姿勢安定機能によって自動航行による収集が期待出来るが、壁への衝突や墜落に対する安全性と通信精度との関係から実用方法を検討する必要がある。

### 4. おわりに

本研究では、RFID センサーとラジコンヘリコプターを用いたモニタリングデータの収集システムの実現可能性の検証を行った。飛行実験などにより、GPS による姿勢制御と自動航行、および RFID センサーとの通信距離から、提案システムを実現することが出来ると考えられる。しかしながら、高架下のような GPS を利用できない箇所に適用することは困難と予想される。そのため、搭載カメラの映像と手動操作、点検の安全性が今後解決すべき課題と考えられる。

### 参考文献

- [1]. 山本鎮男 編著：ヘルスマニタリングー機械・プラント・建築・土木構造物・医療の健全性監視ー，共立出版株式会社，1999.
- [2]. 大見孝吉：よくわかる RFID 電子タグのすべて オーム社，2008.