

# 無線ネットワークを用いた振動監視装置の開発

機械システム科 科 長 田 口 喜 祥

県内中小企業では、生産性を向上させるため、できるだけ少ない人員で多くの機械装置を長時間稼働させたいという要望がある。機械装置の稼働率を上げることは利益に直結するため、機械装置の稼働状況を監視し、異常の早期検出が求められている。従来、機械装置の監視は人間が目視や音響により判断していたが、近年IoT (Internet of Things: もののインターネット) 技術の発達により、複数のセンサを機械装置に取り付け、取得したデータを基にAI (Artificial Intelligence: 人工知能) 技術を用いて故障の予兆を検出するなどの取組がなされている。

本研究では、機械装置に後付けで簡便に取り付けできる無線式の電流および振動の監視モジュールを試作し、試作した監視モジュールで計測したデータを処理することで機械の異常を検出し、モバイル端末に通知を行う装置の開発を行うことを目的とする。

## 1. 緒言

県内中小製造業では、生産性を向上させるために、少人数で多くの機械装置を休みなく長時間稼働させたいという要望がある。特に、CNC 工作機械を用いて機械加工を行っている企業では、工作機械の稼働率を上げるために、工作機械の稼働状況を常時監視し、故障の予兆などの異常を早期に検出したいとの要望がある。従来、機械装置の異常は人間が目視により加工状態や製品の状況を観察し、機械装置から異音が発生していないかを観察することにより行われていた<sup>[1]</sup>。一方、IoT 技術の発達により、機械装置に複数のセンサを取り付け、取得したデータを品質工学やAI により解析することで異常を検出する研究が行われてきている<sup>[2],[3]</sup>。

また、近年、センサやマイコンボードなど安価な製品が数多く発売されるようになり、インターネット回線を用いた機械装置の遠隔監視を安価に実現することが容易になってきた。特に県内企業からは、従来の機械装置に安価で取り付け可能なIoT 機器の開発に関する相談が多くあった。

そこで、本研究では、IoT 技術を応用し、機械装置に簡便に取り付けでき、機械の振動や消費電流を計測する無線式監視モジュールと、監視モジュールで取得したデータを処理することで機械の異常を検出し、モバイル端末に通知を行う解析モジュールから構成された振動監視装置を開発することを目的とする。

## 2. システム構成

開発する無線ネットワークを用いた振動監視装置のシステム構成を図1に示す。平成28年度には無線監

視モジュールおよび解析モジュールのハードウェア試作を行った。平成29年度は、振動計測に用いるセンサに関する検討を行った。

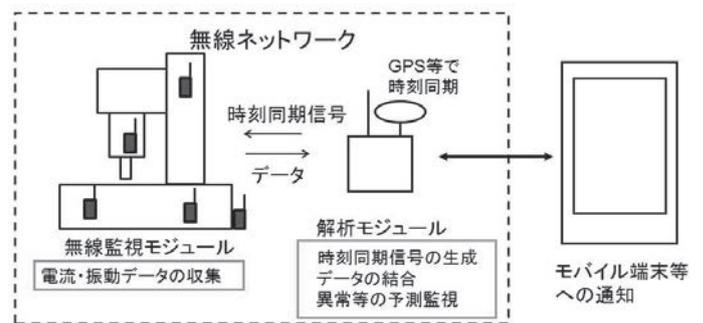


図1 システム構成

## 3. 加速度センサ

無線監視モジュールには、電流センサや振動センサを取り付けて機械装置から振動や電流に関するデータを収集して監視を行う。電流に関しては、平成28年度までに長崎県単独経常研究「機械装置知的遠隔監視装置の開発」で開発した手法<sup>[4]</sup>を用いてクランプ式のCTセンサで取得することとした。

振動の計測には、通常圧電式加速度ピックアップが使われる。圧電式加速度ピックアップは振動計や振動試験装置などでも使われているが、一般に高価である。また、電荷での出力であるため、マイコンでデータを取り込むためにはチャージアンプなどの回路が必要となり大ききさ的にも不利になる。このような理由で、圧電式加速度ピックアップを機械装置に複数設置することは難しいと考えられる。

一方、近年スマートフォンの傾きを測定するなどの用途で利用されるMEMS (Micro Electro Mechanical

Systems) 技術を用いて製造されたチップ型加速度センサが数多く流通している。これらのセンサは、1つのチップ部品に3軸の加速度センサを組み込んだものもあり、安価に入手できるものが多い。そこで、チップ型3軸加速度センサを機械装置の振動計測に使用できないか検討を行った。今回検討したチップ型3軸加速度センサは Kionix 社製 KXR94-2050<sup>[5]</sup>である。

圧電式加速度ピックアップと比較を行うために、圧電式加速度ピックアップとチップ型3軸加速度センサを振動試験装置に取り付け、正弦波で加振をし、比較する実験を行った。加振の基準として圧電式加速度ピックアップである IMV 社製の VP-32 を使用し、比較のために同じ IMV 社製の VP-02S とチップ型3軸加速度センサ KXR94-2050 により加速度の測定を行った。使用した加速度センサの写真を図2に示す。



図2 加速度センサ

振動試験装置は、IMV社製の i230/SA2M を使用した。加速度 0.7[G] の固定で、周波数 5[Hz] から 2[kHz] ままで 1[oct/min] の掃引速度で変化させながら加振を行い、加速度の比と位相差の計測を行った。

圧電式加速度ピックアップ VP-32 と VP-02S およびチップ型3軸加速度センサ KXR94-2050 を、図3に示すようにキューブ型補助テーブルに固定して加振を行った。制御に用いた加速度ピックアップ VP-32 を基準としたボード線図を取得したので、図4に示す。

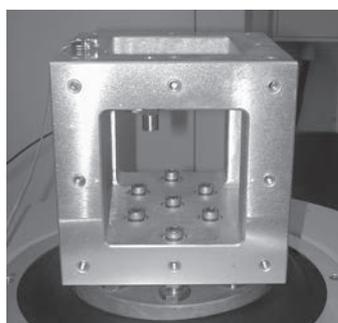


図3 試験装置の写真

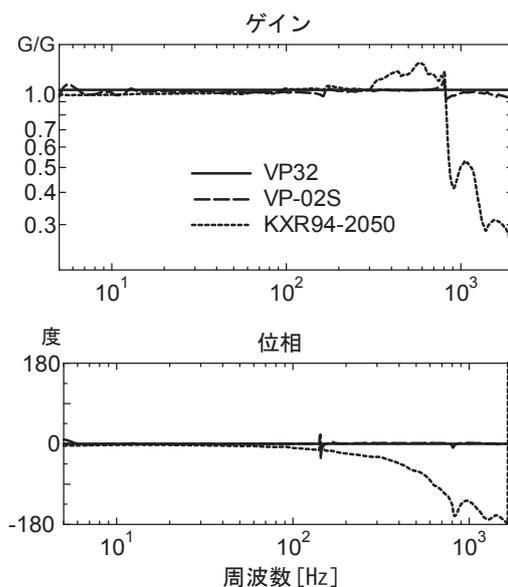


図4 測定結果

#### 4. 考察

試験の結果、KXR94-2050 は 200[Hz] 以上でゲインおよび位相の差が大きくなる現象を確認した。この結果、今回使用したチップ型3軸加速度センサでは高周波の振動現象を対象とする測定には注意が必要であるが、比較的周波数が低い振動モードの計測には使用できると考えられる。

#### 5. 結言

無線監視モジュールを用いて振動を計測するためのセンサについて評価を行った。今後、複数の無線監視モジュールでデータを収集し、機械装置の稼働状況、不具合監視を行うプログラムを開発する。

#### 参考文献

- [1] 植松 他4名：動作音から機器の異常を検知する異常音検知技術、NTT技術ジャーナル2017.6, pp.24-27, 2017.
- [2] 神生 他3名：パターン認識技術を用いた設備保全診断システムの開発、北海道立総合研究機構工業試験場報告 No.309, pp.97-103, 2010.
- [3] 高橋：製造業 IoT 向け振動による異常検知、OKIテクニカルレビュー, 第230号 Vol.84, No.2, pp.30-33, 2017.
- [4] 田口：機械装置知的遠隔監視装置の開発、長崎県工業技術センター研究報告 No.45, pp.10-14, 2016.
- [5] <http://kionixfs.kionix.com/en/datasheet/KXR94-2050 Specifications Rev 03.pdf>, Accessed 2016.