

IoTを活用した切削監視システムの開発

生産技術部 ○栗毛野裕太, 谷山清吾

1. はじめに

近年、様々なモノに通信機能を付加し、相互に情報を連携させるIoT(Internet of Things)が注目されている。製造業では、生産設備にIoTを導入することで生産効率の向上や品質管理の改善等が期待されており、県内企業への普及が求められている。本研究では、工作機械にIoTを活用した切削監視システムの開発を目的とする。検討の結果、主操作盤に表示されるロードメータ(主軸モータ負荷)によって、工作機械の稼働状況や工具摩耗を監視できることが確認された。そこで、主操作盤上のロードメータのグラフをカメラと画像処理によってデジタルデータとして表示や出力することが可能な切削監視システムを開発した。

2. 切削監視システムの開発

2.1 監視パラメータの検討

図1に実験の詳細を示す。センサやカメラを設置したマシニングセンタで加工実験を行い、切削監視に適するパラメータを検討した。一般的なマシニングセンタを使用し、2枚刃ハイスエンドミルを用いて被削材S55Cを乾式で側面切削した。検討したパラメータは、加工中の主軸モータ負荷および振動であり、加工後に工具の逃げ面摩耗幅を測定した。

図2に工具の逃げ面摩耗幅と主軸モータ負荷の関係を示す。ロードメータとは、主軸モータ負荷を示す計測器であり、工作機械の主操作盤に内蔵されている。主操作盤内部からロードメータ電圧を出力し、主軸モータ負荷とした。逃げ面摩耗幅は、2枚刃エンドミル2本分の計4回測定した。

グラフの縦軸は逃げ面摩耗幅、横軸は無切削時と切削加工時のロードメータ電圧差を示す。図2より、ロードメータ電圧の上昇、すなわち主軸モータ負荷の上昇によって逃げ面摩耗幅が増加することが確認された。直線近似を行うと相関係数は0.85程度であり、多少のばらつきはあるものの、主軸モータ負荷と逃げ面摩耗幅との相関性から切削監視として適用可能と判断した。

監視パラメータの検討実験では、ロードメータ電圧を基板から直接取得したが、工作機械の故障やメーカーの保守外となる恐れがある。また、最近の工作機械は、主操作盤モニタ上にロードメータが表示される。そこで、実証試験では、主操作盤モニタ上にロードメータがグラフとして表示される別の小型マシニングセンタを使用し、カメラによってロードメータを監視するシステムを構築した。

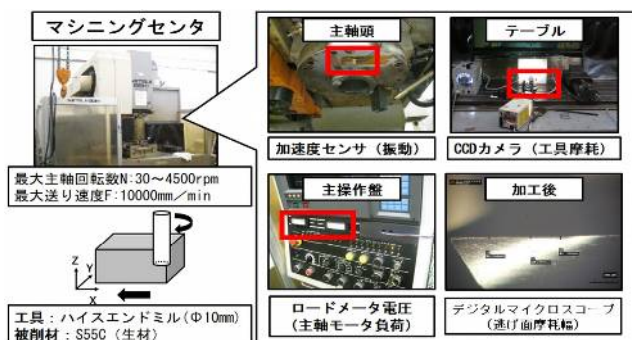


図1 実験の詳細

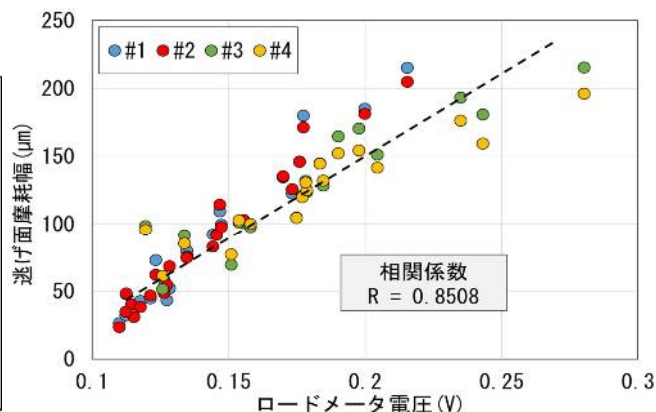


図2 逃げ面摩耗幅と主軸モータ負荷の関係

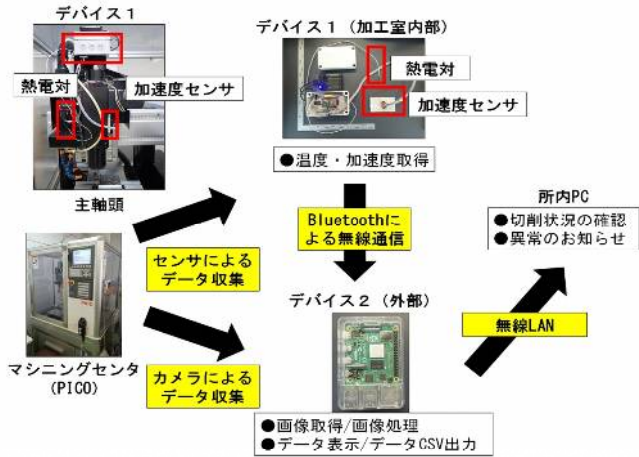


図3 切削監視システムの構成

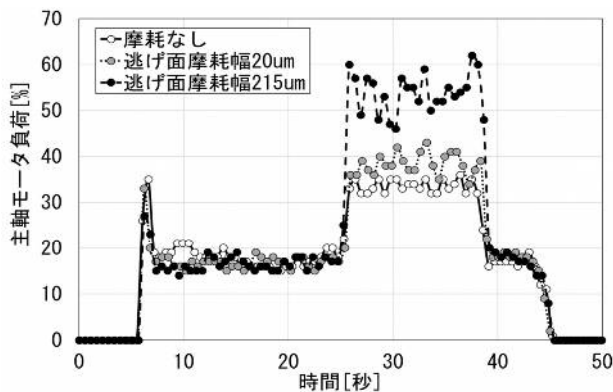


図3 取得された主軸モータ負荷

現実的ではない。そこで、低価格な加速度センサとIoTデバイスを用いて振動を取得するシステムを構築した。また、主軸モータ負荷の増加によって主軸モータが発熱すると考え、主軸モータ温度を測定可能なシステムとした。

2. 2 切削監視システムの構成

図3に切削監視システムの構成を示す。このシステムは、2つのデバイスで構成されている。

デバイス1は、加工室内部の主軸頭に設置されており、加工中の主軸モータ温度や振動を取得する。モバイルバッテリーで稼働し、データをBluetoothによる無線通信でデバイス2に送信する。次に、デバイス2はマシニングセンタ外部に設置されており、接続されたカメラによって主操作盤上のデータを取得する。市販のwebカメラであり、画素数1280×720、フレームレート30fpsである。各デバイスで取得されたデータはデバイス2に収集され、グラフ表示やCSVファイル出力が可能となる。

3. 実証実験

図4にエンドミル側面加工時のモニタリング画面および取得された主軸負荷の変化を示す。実証実験として、被削材アルミ（A5052）を2枚刃エンドミルを用いて側面切削した。その結果、切削加工時の工具摩耗の程度によって、主軸モータ負荷が変化していることが確認され、主軸モータ負荷に所定のしきい値を設定することで、工具摩耗監視に適用できることが示唆された。

4. まとめ

本研究では、IoTを用いた切削監視システムを開発し、実証実験にてその有用性について検討した。その結果、切削加工時の主軸負荷、主軸頭の温度や振動を遠隔から監視することが可能となった。

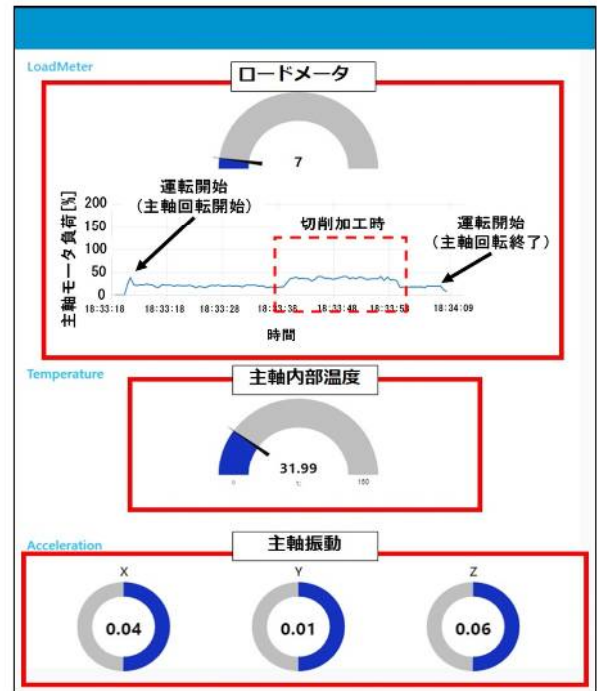


図4 モニタリング画面

なお、加工中の振動について、高精度な加速度センサで得られたデータを周波数解析することで切削監視に適用可能だったが、有線の取回し、膨大なデータの取扱い、高コスト等の課題が散在し、