

設備機器のデータ収集・蓄積システムの開発(第2報)

－フライス加工機への適用－

横山 哲也 久富 茂樹

Development of Equipment Data Collection and Storage System (2nd Report)

－Application to Milling Machine－

Tetsuya YOKOYAMA Shigeki KUDOMI

あらまし 設備機器の電流や電力等のデータの見える化は、機器異常の検出、ムダの発見によるコスト削減等につながる有益な手段と考えられる。本研究では機器設備の改修を必要とせずに取り付け可能なセンサを用いて、簡易にデータを収集・蓄積し、データ解析が可能となるシステムの開発を行う。本年度は、昨年度に構築した基本システムを用いて、フライス加工機の電流データを収集・蓄積し、データの利用方法について検討した。本報ではその内容について報告する。

キーワード データ収集, IEEE1888, 切削抵抗

1. はじめに

設備機器の電流や電力等のデータの見える化は、機器異常の検出、ムダの発見によるコスト削減等につながる有益な手段と考えられる。見える化を実現するには、設備機器のデータを収集・蓄積し、解析するシステムの構築が必要であり、また既存設備の改修も必要となるため、導入費用が増すことになる。

本研究では設備機器の改修を必要とせずに取り付け可能なセンサを用いて、簡易にデータを収集・蓄積し、データ解析が可能となるシステムの開発を行っている。昨年度は基本システムを構築し、時系列データの収集・蓄積が可能であることを確認した^[1]。本年度はNCプログラムで動くフライス加工機での電流データの収集・蓄積を行い、データの利用方法について検討したので報告する。

2. 時系列データの収集・蓄積

本研究ではシステムを構築するにあたり、導入が容易であることを踏まえ、IEEE1888^[2]をベースにシステムを構築した。システム構成要素は、図1に示すセンサノード、ゲートウェイ、ストレージ、アプリケーションで構成される。センサはセンサノードに接続され、センサ出力は計算処理を経て、無線通信でゲートウェイに送信される。ゲートウェイで受信したデータはEthernet通信でストレージへ送信され、ストレージに蓄積される。アプリケーションではストレージに蓄積されたデータを取得し、時系列データのグラフ表示や、CSVファイル出力を行う。

取扱うセンサは、設備機器に容易に取り付けが出来るものを想定している。本研究では電流を測定するため、

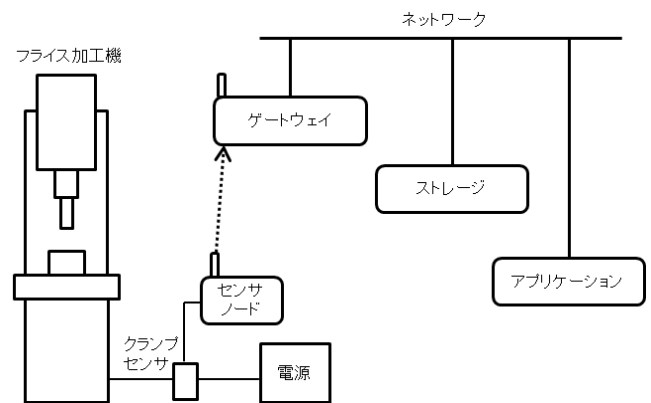


図1 データ収集・蓄積の構成

表1 センサノードのサンプリング間隔

AD変換	100μsec
実効値計算	100msec
データ送信	1sec

容易に取り付けが可能である分割型のクランプセンサを、フライス加工機の商用電源ケーブルにクランプした。

フライス加工機の電流を計測する際のセンサノードのサンプリング間隔（処理時間間隔）を表1に示す。マイコンのAD変換を用いて電流の瞬時値を計測し、6周期分（60Hz）のデータから電流実効値を計算する。計算したデータは1秒ごとにまとめてゲートウェイに送信することで、送信にかかるオーバーヘッドを少なくする。これにより、ストレージ上には100msec間隔のデータが蓄積される。フライス加工は切削が断続となることがあるため、短いサンプリング間隔は、加工機の細かい動きを検出することができる。

3. フライス加工機への適用

3. 1 切削時の電流検出

フライス加工機は、主軸に取り付けられた切削工具を回転させながらXYZ方向に動かすことで、被削材を削り所望の形状を作り出す。切削工具が被削材を削る際、工具は被削材から反力(切削抵抗)を受ける。その大きさは切削条件、被削材の種類などに応じて変わる。

切削加工では切削抵抗を把握することで、工具の寿命管理、負荷状況の把握や異常検出を行うことが可能となる。切削抵抗を正確に知るには、動力計などを加工機に取り付けデータ計測する必要がある。しかし、費用がかかることから、その重要性は認識されていてもデータ取得までに至らない状況が見受けられる。そこで以下に示す方法で、電流の時系列データから切削抵抗により生じる、切削時の電流の検出を試みる。

NCプログラムでフライス加工機を動かす際、加工基準点をずらすなどを行い、切削なしの電流を計測する。計測した時系列データには、主軸モータの回転や、主軸と加工テーブルのXYZ方向の移動に応じた電流が含まれるだけで、切削抵抗により生じる電流は含まれてない。この時系列データに対して、同一のNCプログラムで被削材を切削した際の時系列データを重ね、時間軸を合わせる(図2)。このときの2つの時系列データの差は、切削抵抗により生じる電流と考えられる。図2は次節で行った面出し加工時の時系列データで、破線枠内で2つの時系列データに差が生じており、切削抵抗が発生していると考えられる。

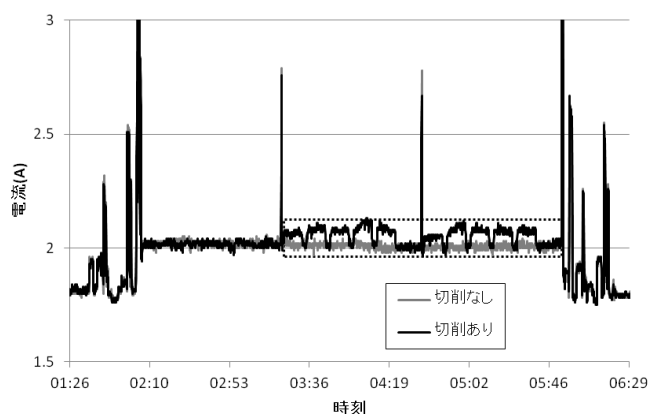


図2 時系列データの比較

表2 切削条件

工具	フラットエンドミル φ 10mm, 2枚刃
回転数	3000rpm
切削送り量	600mm/min
被削材	Al2017

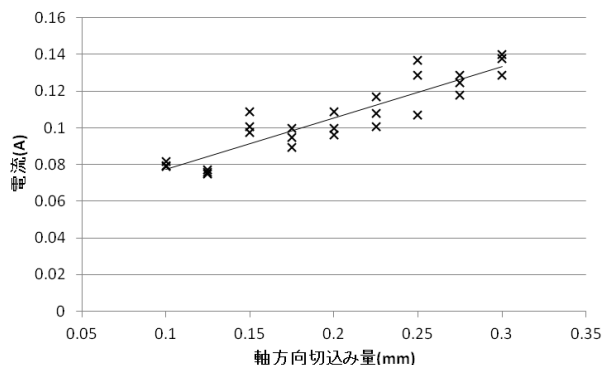


図3 切削抵抗と電流の関係

3. 2 切削抵抗と電流の関係

フライス加工機で面出しを行い、その際の電流の時系列データから、切削抵抗と切削抵抗により生じる電流の関係を求める。

表2に、面出し加工の切削条件を示す。面出しを行う被削材の面の大きさは100×30mmである。異なる軸方向切込み量で加工することで切削除去量を変え、切削抵抗を変化させる。時系列データから抽出する電流値は、水平方向切込み量6mmの切削時の電流とした。

図3に軸方向切込み量と切削時電流(平均値)の散布図を示す。図中の線は回帰直線である。ここでの軸方向切込み量は切削抵抗に相当することから、同一のNCプログラムで動作する切削なしの時系列データと、切削ありの時系列データの差の電流値は、切削抵抗の大きさに応じた値をとることが示唆された。

本手法では、切削抵抗の値を求めることは出来ないが、同一の切削条件下での電流を比較することで、切削抵抗の評価ができると考える。これより、工具寿命管理や異常検出への適用が期待できる。

4. まとめ

本研究では設備機器の改修を必要とせずに取り付け可能なセンサを用いて、簡易にデータを収集・蓄積し、解析が可能となるシステムの開発に取り組んだ。開発したシステムを用いて、フライス加工機の電流データの収集・蓄積を行い、データの利用方法を検討した。その結果、同一のNCプログラムで動作する切削なしと切削ありの電流の時系列データの差は、切削抵抗の大きさに応じた値をとることが示唆された。

文 献

- [1] 横山ら, "設備機器のデータ収集・蓄積システムの開発", 岐阜県情報技術研究所第17号, pp.58-59, 2016.
- [2] 江崎浩, 落合秀也, "スマートグリッド対応IEEE1888プロトコル教科書", インプレスジャパン, 2012.