

単能機の振動を活用した異常検知システムの開発に関する研究

牧本 宜大*1, 岡崎 一郎*2

抄 録

大量生産を基本とする製造現場では、少子高齢化により働き手が減少しつつも生産性を維持・向上するため、システム化が必要不可欠である。具体的には、異常状態および異常状態に至る直前の状態を把握できれば規格外の加工製品を最小限に抑えることができ、生産効率の低下を防ぐことに繋がる。当センターでは、音信号を活用し、切削加工時の異常であるびびり振動をリアルタイムに検知する Android OS 用アプリケーションのプロトタイプ（以下、プロトタイプ）を開発している¹⁾。今回、単能機で行っているベアリングの外周加工の工程において、プロトタイプを用いて単能機の切削加工音の取得に成功した。正常な切削加工時の音を集音してデータベース化しておくことにより、正常な切削加工音以外の音信号を検知すると異常と判断するシステムができることを示した。

1 はじめに

徳島県内の主要産業の一つである機械製品製造業の代表的な装置の一つに旋盤がある。旋盤での切削加工では、突発的なチップ欠け、チップ摩耗に起因するびびり振動等の異常が発生するケースがある。切削加工音や加工物の状態変化より、それらの異常を作業員が検知し、速やかにチップ交換や回転数調整等の対処を行っている。このため、現場に作業員が常駐しながら業務に従事している。その作業員の異常検知業務の代替手段として、圧電素子センサーによる出力信号をモニタリングする方法等が提案されているが、既存設備への組込方法で課題が残る²⁾。当センターでは、「簡単に取得可能」かつ「信号処理が容易」な音信号に着目し、音信号変化より切削加工時の異常であるびびり振動を検知するプロトタイプを開発済である¹⁾。今回、単能機で行っているベアリングの外周加工の工程において、プロトタイプでのびびり振動等の異常検知を目的とし、様々な騒音がある実現場での実用化を目指す。

2 実験方法

プロトタイプの異常検知フローは図 1 であり、切削加工時の異常を音信号で検知するための閾値設定

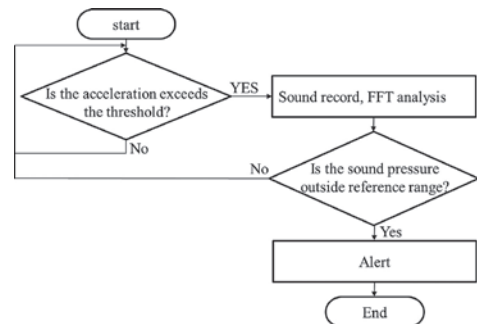


図 1 異常検知フロー

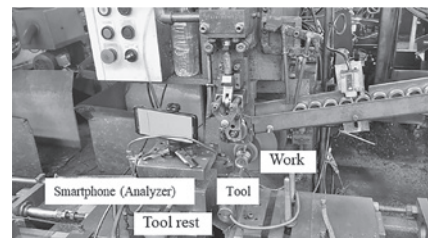


図 2 実験概要

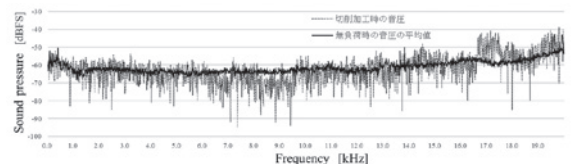


図 3 切削加工音の周波数スペクトル

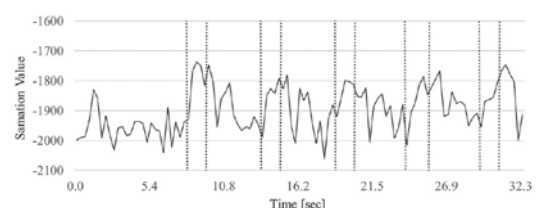


図 4 2.8-3.2kHz の合計値の時系列変化

*1 電子・情報技術担当, *2 (株) 矢田製作所

が必要であることを示している。プロトタイプを搭載したスマートフォン（以下、スマホ）を切削加工位置付近に設置し、切削音の集音を行った。（図2）

3 実験結果と考察

図3はスマホ内蔵マイクでの切削音のスペクトルを示す。図4は16.5kHz～18.0kHzの音圧を合計した値の時系列変化を示す。点線は加速度センサーが反応したタイミングを示しており、実線が音圧の合計値である。加速度センサー反応付近で音圧上昇および下降を検知していることを示す。一方、刃物台移動時と切削加工時の音圧差がないため、切削加工音が刃物台移動時の騒音に紛れていると考えられる。

切削加工部の近くにワイヤレスマイク（サンワサプライ製MM-MCW01）を設置して切削加工音の解析を行った。（図5）図6はワイヤレスマイク（以下、マイク）の設置個所を示しており、マイクはマグネットで固定している。スマホにマイクレシーバーを付与し、マイクからスマホに2.4GHzの電波で音信号を送付している。図7は切削加工音の周波数スペクトルおよび無負荷時のスペクトルの比較を示しており、3kHz付近の音圧が僅かに上昇していることが分かる。切削加工部付近にマイクを設置することで切削加工音が検知できたと考えられる。図8は2.8kHz～3.2kHzの音信号を合計した値の時系列変化を示す。1回目の加速度センサー反応時刻付近で上昇、2回目の加速度センサー反応時刻付近で下降しているため、切削加工時刻付近での音圧が上昇していることを示す。

次に、マイクを使用することによる時間遅延の考察を行う。1回目の加速度センサー反応時刻と音圧上昇との時間的なずれは0.3秒であり、マイクの使用していない時もほぼ同様であった。刃物台が動作開始時に加速度センサーが反応し、切削加工時まで時間差があるために生じる時間差と推測できる。次に、2回目の加速度センサー反応時刻と音圧下昇との時間的なずれは0.6秒であった。切削加工終了と同時に刃物台が初期位置に移動するため、加速度センサーが反応するまでの時間差が生じること、および切削加工音の残響音が影響していることの2つの

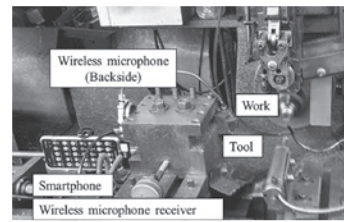


図5 実験概要



図6 マイク位置

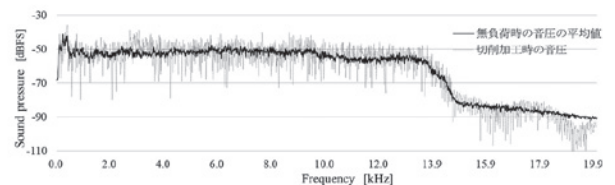


図7 マイク使用時の周波数スペクトル

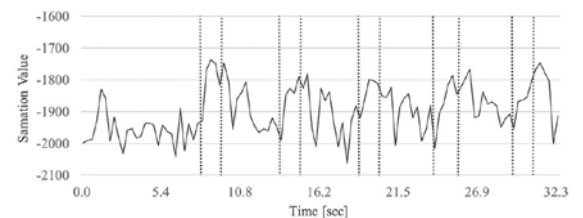


図8 2.8-3.2kHzの合計値の時系列変化

要因によるものと考えられる。

4 まとめ

スマホで切削加工音の取得を実施した結果、刃物台が移動する際に発する駆動音が大きく、スマホ内蔵マイクでは切削加工音と駆動音の識別が難しいことが明らかとなった。切削加工位置に近い場所にマイクを設置したところ、切削加工音が集音でき、正常な切削加工音以外の音信号を検知すると異常と判断するシステムができることを明らかにした。今後、実際の異常音集音および解析を実施し、有効性を示していく予定である。

参考文献

- 1) Y.Makimoto *et al.*, "Development of an Application for Smartphone to Detect Chattering Vibration in Single-Purpose Lathe". *Int. J. Automation Technol.*, Vol.19, no.2, p.162-172.
- 2) 丸井悦男, "工作機械振動と加工モニタリングの現状と将来展望". *計測自動制御学会誌*, 2003, Vol.42, no.7, p.558-565.