

日鋼特機㈱ 和田侯衛 ○青野文朗 佐藤功一

要旨

B. T. A. 方式の深穴加工の場合、加工状況を直接観察することができず、外部に伝達される振動や音などを基に、作業者が加工状況を判断している。本研究は加工中に発生する振動に着目し、この振動データを加速度ピックアップを用いて検出する方法による切削異常監視の可能性について検討したものである。

1. はじめに

切削加工の信頼性を高め自動化・無人化を図る上で、加工状態のインプロセスな監視は重要な課題である。B. T. A. 方式による深穴加工では、被削材の内部奥深くまで加工が行われ、切り屑は工具中心部を通して排出される。また大型製品の場合ワークと工具の両方を回転させ加工が行われるため、切削工具近傍にセンサを取り付けることは困難である。現状は加工中に発生する振動、加工音、切り屑の状態を作業者が観察し、これまでに養ってきた経験と勘に基づき加工状態を判断している。深穴加工では工具経路や切込み量等の変化が無く、正常加工時の状態は加工中に大幅に変化することはない。従って工具損傷による切削振動の変化を比較的検出しやすいと考えられることから、本研究では加工中に発生する振動に着目した。この振動はボーリングバーを伝わり被削材の外部に伝達される。加工中バーは回転しているためセンサをバーに直接取り付けることはできない。そこでバーを支持する圧力台及びバー振れ止めを介して間接的に振動を検出する方法を試み、この信号による異常監視の可能なことを確認したのでその内容を報告する。

2. 実験方法

被削材は外径 $\phi 610$ [mm]、長さ $4,210$ [mm]、鍛造鋼管用クロムモリブデン鋼の中実丸棒、使用した工作機械はトレパンボーリング盤(バー回転モーター出力 37 [Kw])、工具は加工径 $\phi 195$ [mm]のトレパンボーリング工具、チップは超硬合金(P25)である。振動の検出には加速度ピックアップ(リオン製PV-65)を使用した。加速度ピックアップの取り付け位置は加工部に近くボーリングバーが接触する圧力台の上部及びバー振れ止めの上部とした。図1に加工方法とセンサの取り付け位置を示す。

加工は工具が損傷しやすいように比較的高い切削条件を選定して行い、加工開始から工具寿命に至るまで加工を継続しデータを採取した。加速度ピックアップから出力されたデータは、データレコーダに採録しその後パーソナルコンピュータ(NEC製PC9821Xa7/C8)内にデータを取り込み解析を行った。データのサンプリングタイムは 2 [KHz]である。図2にデータ処理系のブロック図を示す。また現有の測定器の制約から振動の測定はセンサを圧力台の上部に取り付けた場合とバー振れ止めの上部に取り付けた場合とで、別々に実施した。

3. 実験結果

圧力台から得られた信号の解析結果を図3に示す。

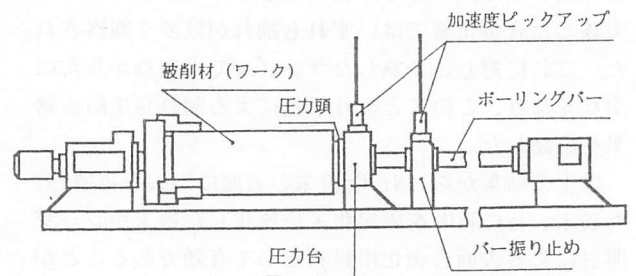


図1. センサ取り付け位置と加工方法

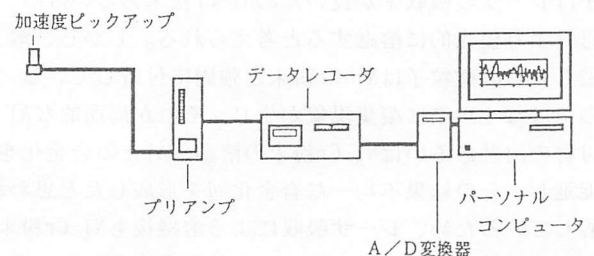


図2. データ処理系のブロック図

正常時の原波形及び周波数分析結果から振動には一定の周期性がみられる。これはワークと工具の回転を加えた回転周波数（基本周波数）の成分およびその整数倍の高調波成分とほぼ一致する。このことより加工中の振動は工具とワークの回転によって発生する振動を主体として構成されているといえる。パー振れ止めから得られた信号の解析結果を図4に示す。この場合は周波数解析の結果からワーク回転を含まないパー回転のみによって発生する振動を主体として構成されているようである。これは圧力台の場合、先端の圧力頭がワークに押しつけられワークと共に回転しているのに対し、パー振れ止めはワークから離れた場所に位置しワーク回転の影響が少ないためと考えられる。

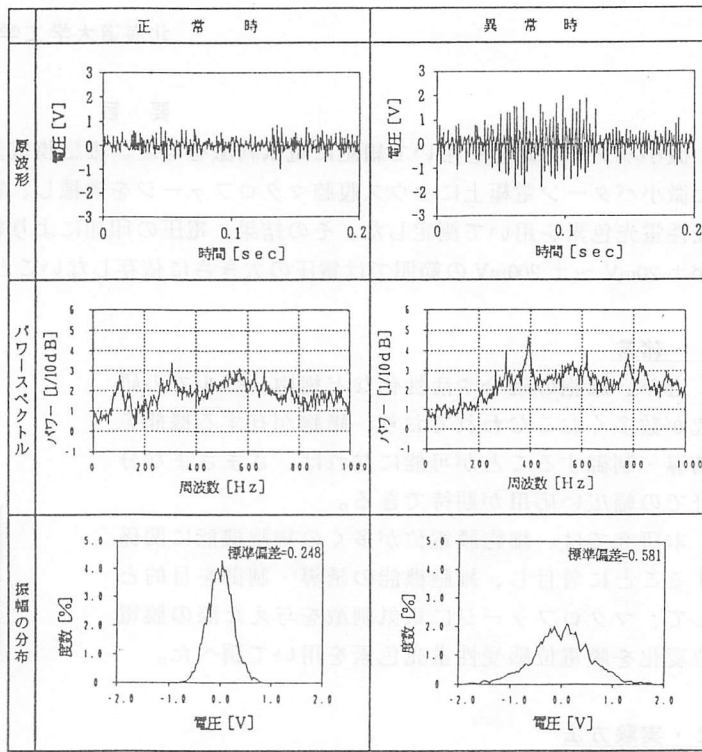
異常時のデータは工具が最終的な破損に至り加工を中止する直前のものである。周波数解析の結果はいずれの場合も200 [Hz]以下に大きな変化が見られ、ワーク及び工具の回転による基本周波数が大幅に減衰している。圧力台から得られたデータの場合、この他に400 [Hz]付近の周波数のパワーが大幅に増加している。これはワークの振動による影響ではないかと推測される。

振動振幅の分布は異常時において広がりが大きくなり、その標準偏差は圧力台の場合0.248から0.581へ、パー振れ止めの場合0.148から0.238へそれぞれ大きくなっている。

得られたデータは圧力台から検出したものの方が信号レベルが高くしかも異常時における変化が顕著に現れている。圧力台からは切削油が高圧で供給されるため、これに伴う振動の外乱が心配されたが、この影響はみられないことから圧力台からのデータ検出が有効といえる。

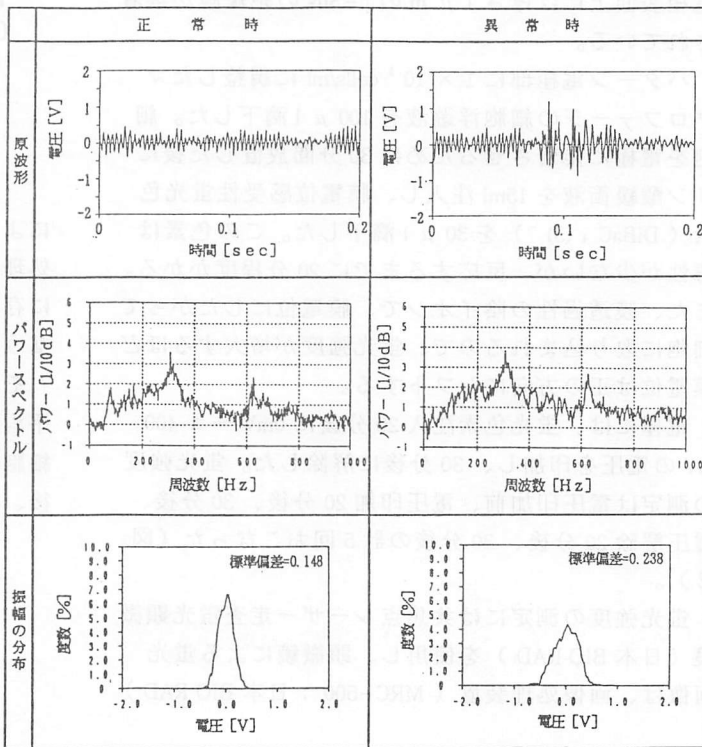
4. まとめ

B. T. A. 方式の深穴加工において、圧力台から間接的に取り出した切削振動のデータにより、加工の正常時と異常時において振動振幅や周波数成分に大きな違いのあることが判明し、これらの特徴を利用して切削異常監視の可能なことを確認した。今後はさらに詳細に加工時に発生する振動のデータを調査し、異常時の判定方法の研究を進める。



切削条件：ワーク回転数=17 [rpm]、パー回転数=71 [rpm] 送り=20 [mm/min]

図3. 圧力台から得られたデータの解析結果



切削条件：ワーク回転数=19 [rpm]、パー回転数=71 [rpm] 送り=9 [mm/min]

図4. パー振れ止めから得られたデータの解析結果