

圧電体を利用した プレス加工用発電装置の開発

機械技術グループ

量産用のクランクプレスは、歩留まりを高めるため、加工中に過剰な加工力が発生しています。本研究では、この過剰な力を余剰エネルギーとみなし、これを電力として回収する装置を開発しました。過剰な力は金型の弾性変形に変換できることから、金型の一部を圧電体にすることで、余剰エネルギーを電力に変換しました。実際にプレス加工用金型に発電装置を装備して性能を評価したので、その結果を併せてご紹介します。

圧電体とは

圧電体は、セラミックに分極処理を施して製作します。製作した圧電体に力を与えて変形させると、内部での電荷が移動します。逆に、電圧を作用させて電荷を強制的に移動すると圧電体を変形させることができます。圧電体はこれらの特徴を生かして、プザーやライターの着火石、各種センサー、位置制御用部品として利用されています。

圧電体を用いた発電

圧電体は、分極により内部の電荷が偏り、正電荷が過剰に存在する面と、その反対側には負電荷が過剰に存在する面ができます。電荷が過剰に存在する面では、空気中の浮遊電荷などが集まり、表面は電気的な平衡状態となります(図1(a))。この状態で圧電体に力を与えると結晶にひずみが生じ、分極した面から素子内部に電荷が移動します(図1(b))。この時、圧電体の表面の電荷が減少するため、空気中から供給されていた電荷は、再び空気中の電荷と結びつきます。ここで力を取り除くと、素子内部の電荷が移動して、荷重を作用させる前の状態に戻り、表面には再び浮遊電荷が集まってきます(図1(c))。したがって、両面を接続する回路を設けることで、力を作用させたときに電流が発生します(図1(d))。つまり、圧電体を変形させることで発電が可能になるということです。

発電装置の概要

今回は、プレス加工用金型に圧電体を組み込んで発電することを目的としています。金型に作用する力はトン(1トン≒10 kN)のオーダーです。圧電体は、お茶碗と同じセラミックスなので、大きな力が作用すると破壊されます。そこで、有限要素法による金型の応力解析により、装置が破壊されず、作用する

力を大きくできる最適な設置箇所を選定しました。また、金型は導体なので、圧電体をゴムで覆うことにしました。

発電装置の評価と今後の展開

せん断加工の金型に装置を設置して、加工中(加工回数4回)に発生する電圧を図2に示します。グラフより約18mW発電できる可能性があり、装置設置箇所に作用する力の0.1%を電力とし取り出せます。発電効率が悪いように思われますが、ゼロから電気を創る「創エネ」の観点からいえば、よい結果と評価できます。また、現場で利用する金型であれば、圧電体の数を増やすことができ、1日数千回から数万回の加工が行われることから、十分な発電が行えると考えています。また、電力を自前で賄うことができる自立型センサーとしての応用も考えられます。

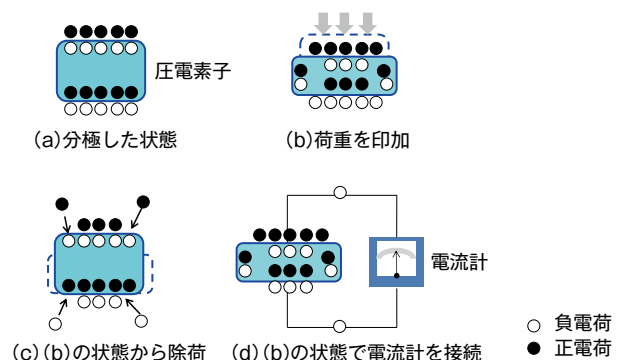


図1 圧電体の特徴と発電メカニズム

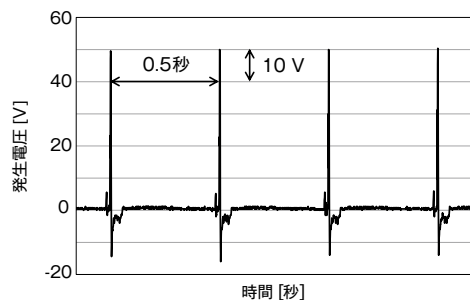


図2 発生電圧の時刻歴