

鍛金プレス成形用リニアサーボハンマリングシステムの開発

長岡技術科学大学大学院 ○近藤祐太, 田中秀岳, 金沢大学大学院 浅川直紀

Development of Servo Controlled Linear Hammering System applied for Automated Metal Hammering

Nagaoka university of technology Yuta KONDO, Hidetake TANAKA and Kanazawa university Naoki ASAKAWA

This study deals with a development of servo controlled linear hammering system for automated metal hammering base on CAD data. In the past studies, the developed mechanical hammering unit could not control hammering speed and it caused forming errors. In study, linear servo hammering unit was developed and experiment forming by using of aluminum board of 0.5[mm] in thickness, has been carried out. From the experiment, it is demonstration that hammering speed control can improve the formability of metal hammering.

1. 緒言

塑性加工である鍛造やプレス加工は、工業的には金型を用いて大量生産が行われている。しかし単品や試作品の場合、コスト、時間的に金型を用いるのは得策ではないため、多くの場合、熟練工による手作業に頼っているのが現状である。自由鍛造や鍛金は作業者が母材となる金属材料を手作業により任意の形状に形づくるもので、熟練工による職人技であり、その技術習得には長い年月が必要であり、重労働である。

先行研究において、鍛金加工をCAD/CAMシステムを用いて鍛金ハンマの動作を自動化するメカニカルハンマリングユニットが開発されているが、任意の速度でハンマリングができず、成形性に問題があった^[1]。

本研究ではリニアサーボモータを用いた鍛金プレス成形装置を開発し、CADデータに基づいた鍛金加工の自動化を行った。さらに、リニアサーボハンマリングユニットを開発し、厚さ0.5[mm]のアルミ板を用いた成形性実験を行った。実験の結果、速度制御が行えることにより成形性の向上が確認できた。

2. 鍛金プレス成形装置の概要

2.1 鍛金プレス成形装置のシステム構成

図1に鍛金プレス成形装置のシステム構成を示す。汎用CAMカーネル^[2](Kodatuno)を用い、鍛金加工用の工具経路を生成する。そして工具経路を動作プログラムとして本研究で開発した鍛金プレス成形装置に転送し鍛金加工を行う。

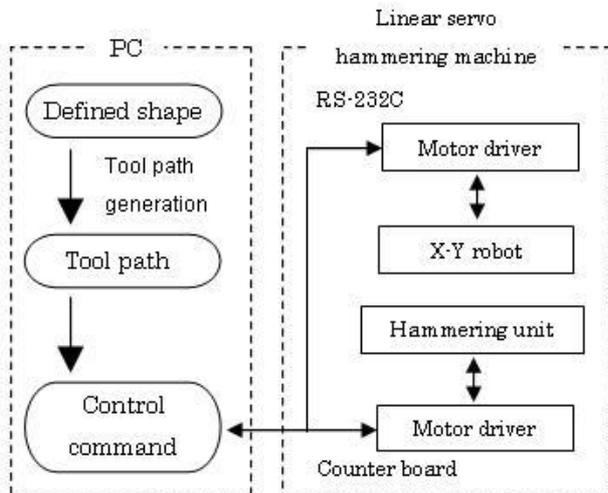


Fig.1 Configuration of the system

転送方法はハンマリングユニットに転送にはFPGAカウンタボードを用い、X-Yロボットに転送にはRS-232Cを用いた。

2.2 鍛金プレス成形装置

図2に製作した鍛金プレス成形装置を示す。鍛金プレス成形装置はX-Yロボット(ヤマハ発動機株式会社:FXYx)、ハンマリングユニット及びサポート台で構成されている。この装置はX-Yロボットに搭載されたハンマリングユニットによりサポート台に固定された工作物に対して加工を行う。

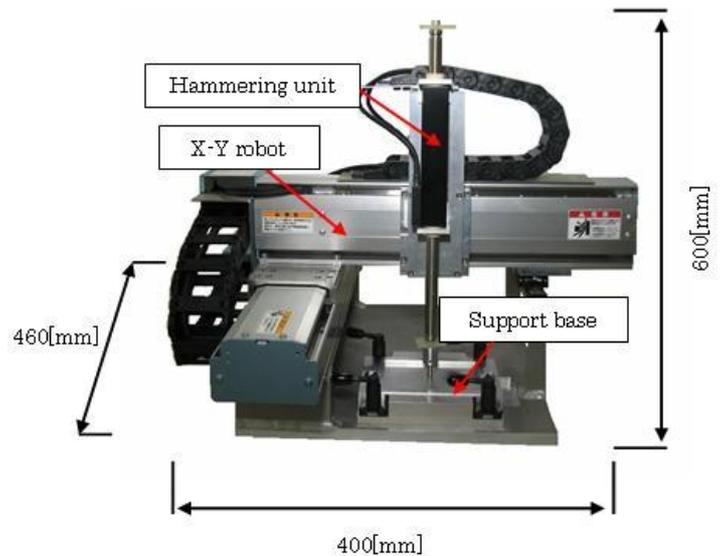


Fig.2 Linear servo hammering machine

2.3 リニアサーボハンマリングユニット

図3にリニアサーボハンマリングユニットを示す。リニアモータの推力を利用し、連続的にハンマリングを行う装置である。装置自体はリニアモータとスライドベアリングホルダーが固定台によって支持されている。ハンマはリニアモータのシャフトに固定されているため指定した速度でハンマを落下させることが可能である。また本研究で使用したリニアモータ(三木プリー株式会社:SHD-165-395)はシャフトと保持部が機械的に接触していないことにより、連続ハンマリング動作による振動および、ハンマリング動作時に生じる騒音が軽減されている。リニアサーボハンマリングユニットに取り付けているハンマは直径6[mm]の半球頭ハンマを用いた。

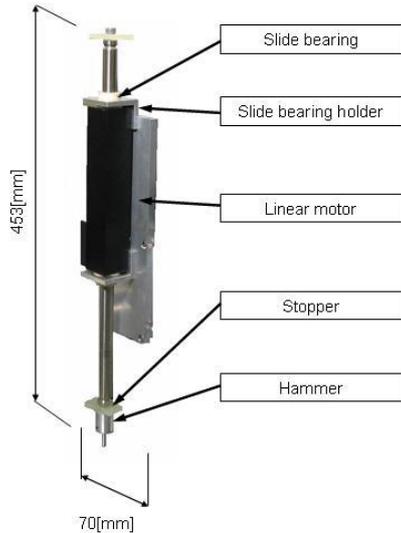


Fig.3 Linear servo hammering unit

3. 実験

開発した装置の有用性を確認するため耐久実験、三角錐、四角錐、六角錐、部分球の成形実験および速度実験を行った。また本実験で使用した工作物は 150[mm] × 110[mm] × 0.5[mm] のアルミ板 (A1050) を用いた。

3.1 耐久実験

開発した装置を用いて工作物をハンマ速度 0.2[m/s] で 9000 回叩く耐久試験を行った。工具経路は中心から外側へ向かう経路との外側から中心へ向かう経路 2 つのパターンを用意して実験を行った。図 4(a) に中心から外側へ叩いて成形した薄板を示し、図 4(b) に外側から中心へ叩いて成形した薄板を示す。図 4(a) の板は 9000 回全て叩くことができた。

9000 回叩くまでに費やした時間は約 2 時間半である。図 4(b) の板は叩いた回数が 3000 回を過ぎたあたりから破断が確認できた。図 4(a) の工作物の深さは 7[mm] であることが確認でき、図 4(b) の工作物の深さは 12[mm] であることが確認できた。図 4(a)、図 4(b) の結果により開発した装置が十分に動作自でき、工具経路により工作物の成形性が異なることを確認した。

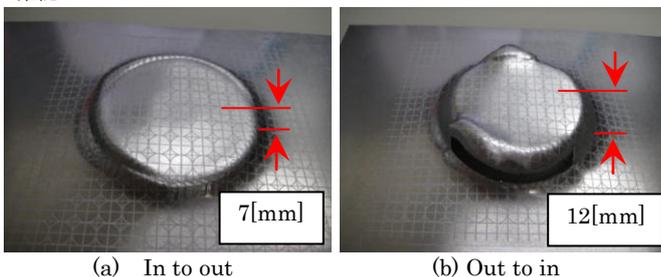


Fig.4 Difference of hammered workpiece shape between two path modes

3.2 三角錐、四角錐、六角錐、部分球の成形実験

開発した装置を用いて工作物を三角錐、四角錐、六角錐、部分球を成形する実験を行った。実験装置に三角錐、四角錐、六角錐、部分球に加工する動作プログラムを与え鍛金加工を行った。図 5 に成形した工作物を示す。図 5(d) を完成させるまでに費やした時間は約 30 分である。図 5 の加工結果より多角錐、部分球などの比較的単純な形状の加工が可能である

ことが確認できた。

3.3 速度実験

開発した装置が指定した速度で鍛金加工が可能であることを確認するために速度実験を行った。実験条件として加工する形状は三角錐とし、ハンマの速度は 0.5[m/s]、0.7[m/s] の 2 種類を用いた。図 6(a) に 0.5[m/s] で加工した工作物を示し、図 6(b) に 0.7[m/s] で加工した工作物を示す。図 6(a) の工作物の深さは 9[mm]、図 6(b) の工作物の深さは 14[mm] となり、ハンマ速度によって成形深さが異なることを確認した。

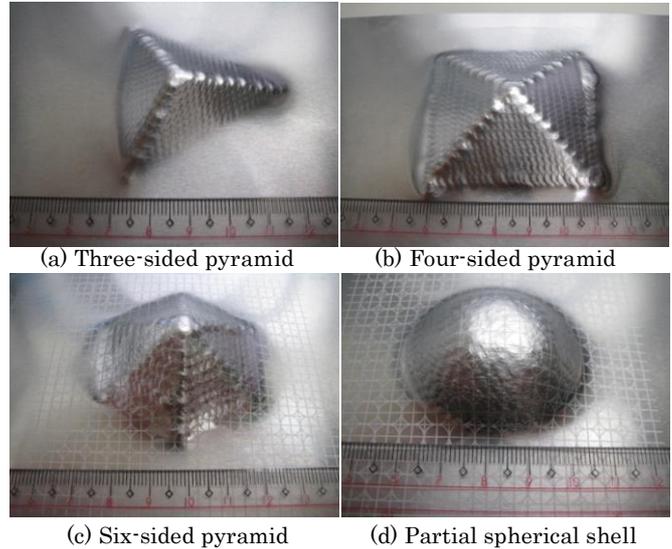


Fig.5 Workpieces after hammering

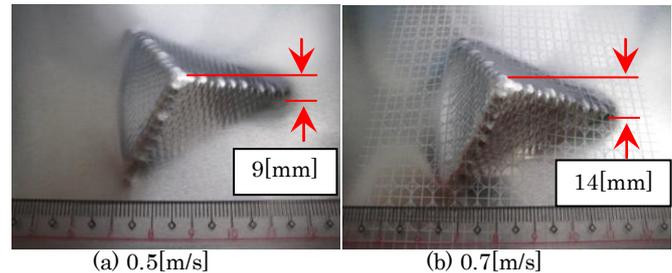


Fig.6 Distance of workpiece shape between two hammering speed

4. 結言

数値制御された鍛金プレス成形用リニアサーボハンマリングシステムを開発し、以下の知見を得た。

- 1) リニアモータを用いて鍛金加工が可能であることを実証した。
- 2) 開発したリニアサーボハンマリングユニットは指定した速度で加工することができた。
- 3) 六角錐、部分球など比較的単純な形状を加工することができた。

参考文献

- [1] H. Tanaka, N. Asakawa, T. Shintani, and M. Hirao: Development of a forging Type Rapid Prototyping System; Automation of a Free forging and Metal Hammering Working, Journal of Robotics and Mechatronics (JRM), Vol.17, No.5, pp.523-528, 2005.
- [2] 熊坂拓也, 浅川直紀, 平尾政利, 高杉敬吾: プラットフォームに依存しないオープン CAD カーネルの開発, 2010 年度精密工学会春季大会学術講演会後援論文集, B21, 2009.