

塑性変形型ラピッドプロトタイピングシステムの開発：ガスバーナーを用いた熱間加工

著者	長谷川 謙, 浅川 直紀, 岡田 将人, 高杉 敬吾, 田中 秀岳
著者別表示	Hasegawa Ken, Asakawa Naoki, Okada Masato, Takasugi Keigo, Tanaka Hidetake
雑誌名	精密工学会学術講演会講演論文集
巻	2014 Spring
号	D64
ページ	327-328
発行年	2014
URL	http://doi.org/10.24517/00050606

doi: 10.11522/pscjspe.2014S.0_327



塑性変形型ラピッドプロトタイピングシステムの開発 (ガスバーナーを用いた熱間加工)

金沢大学大学院 ○長谷川謙, 浅川直紀, 岡田将人, 金沢工業大学 高杉敬吾, 長岡技術科学大学 田中秀岳

Development of a Forging Type Rapid Prototyping System
-Hot Processing by using a Gas Burner-

Kanazawa University Ken HASEGAWA, Naoki ASAKAWA and Masato OKADA
Kanazawa Institute of Technology Keigo TAKASUGI, Nagaoka University of Technology Hidetake TANAKA

The study deals with forging type rapid prototyping system which automates metal hammering by use of an industrial robot. The system automates metal hammering by hammering unit using generated tool path on the basis of CAD data of a product CAD. In order to improve formability of workpiece, processing temperature is granted as an important factor. Especially, A hot processing is often used for general press forming. Therefore, we made a hammering unit equipped with a gas burner for the hot processing. In the report, basic specification of the device are tested and capability of it is discussed.

1. 緒言

現在、塑性加工であるプレス成形加工の分野において金型を用いずに加工を行うための種々の加工法が考案されており、特にインクリメンタルフォーミング（逐次張出し成形法）が注目され研究や開発が進められている。本研究ではハンマリングによる逐次成形加工に着目し、鍛金ハンマの動作を自動化するハンマリングユニットと6自由度の産業用ロボットを用いて数値制御による鍛金加工システムを構築してきた。しかし、従来の加工方法では加工途中での工作物の破断及び定義形状と加工後の形状に誤差が生じている。このような成形不良に対して本研究では、冷間加工による加工硬化が原因であると考え、加工硬化を除去するために熱間加工を行うことにした。既存のシステムでは材料を局部的に再結晶温度まで加熱することができなかつたため、本研究ではシステムの改良を行い、システムの実用性を検証する。

2. 熱間加工原理

金属は塑性変形によって組織内に転位が増加・蓄積し、加工硬化が生じる。加工硬化した材料を加熱すると、回復と呼ばれる現象によって転位や点欠陥の再配列や消滅が起こる。さらに、ある温度以上に加熱すると、ひずみのない新しい結晶粒が発生することにより材料が軟化し、加工硬化が除去される。この温度を再結晶温度と呼び、再結晶温度以上の加工を熱間加工と呼ぶ。なお本研究で工作物として用いたA1050の再結晶温度は約200℃である¹⁾。しかし、加工対象物全体を再結晶温度以上に加熱した場合、上記の効果により大きい変形量が得られるが、加工箇所以外の変形も大きくなり

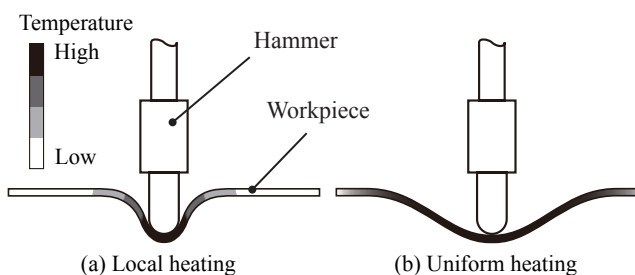


Fig.1 Difference in formability due to a heating area

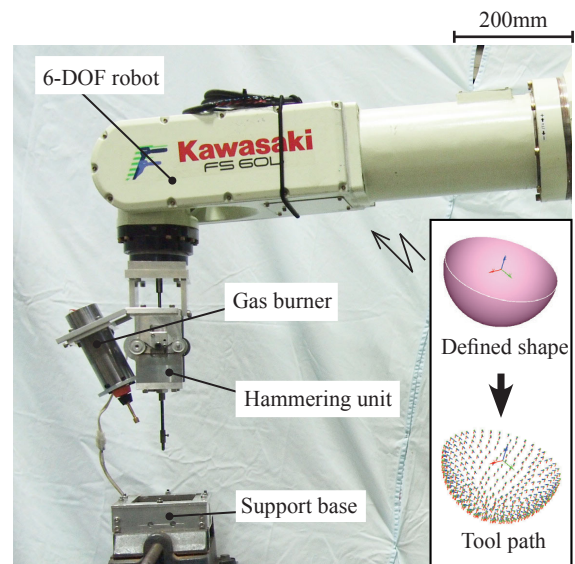


Fig.2 Configuration of the system

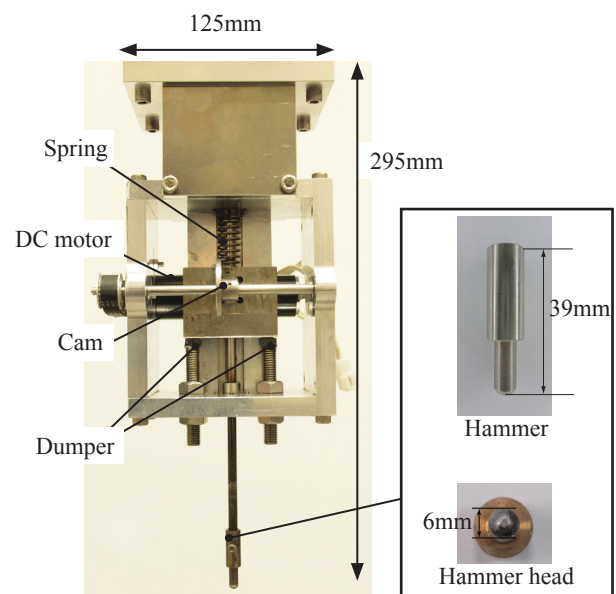


Fig.3 Hammering unit

加工誤差が生じる。そこで、加工箇所のみを局所的に加熱することが可能であるシステムが必要となる。図1に示すように局所加熱によって変形量が大きい部分を限定することにより、加工誤差の増大を抑えることができる。

3. システム構成

本システム構成を図2に示す。まずCADを用いて工作物の形状定義を行い、次にハンマの加工経路を自作した専用CAMで生成した後、6自由度垂直多関節型ロボット(FS60L, 川崎重工株式会社)のハンド先端に搭載されたハンマリングユニットにより鍛金加工を行う。工作物の固定方法としては、図1下部に示すようなサポート用具を使用した。これは工作物を固定するとともに金属板が変形する際に発生するしわを防ぐためのものである。

次にハンマリングユニットの詳細を図3に示す。ハンマはDCモータによるカム駆動方式で、加工力は150N、ハンマの終端速度は5m/s、打撃数は毎秒10回である。更に加熱方法としてガスバーナー(キャンピングスポットフラム, コールマンジャパン株式会社)を用いた。火炎の温度は1000°Cから1700°Cであり、火口直径が7mmであるため、打撃点を局所的に加熱できる。また加工途中で工作物と火炎が干渉しないように、ハンマリングユニットの姿勢を工作対象物の形状に合わせて変化させている。

4. 加熱時間と温度の関係

本システムの加熱特性を調べるために、温度測定実験を行った。実験装置を図4に示す。実験にはアルミニウムA1050、大きさ125×120mm、厚さ0.5mmの平板を使用した。平板の下部にはサーモグラフィ(FSV-1100, 株式会社アピステ)を配置し、加熱時の板の熱画像を取得する。まず、初期位置(x=0mm)においてガスバーナーによる加熱を開始し、工作物の温度が200°Cになるまで静止させる。その後約4mm/sで40mm平行移動させ、その間の温度分布を測定する。サーモグラフィを常に測定状態にしておき、板全面の温度情報を取得する。平行移動開始時、5秒経過後、40mm移動終了直後に測定した熱画像をそれぞれ図5(a), (b), (c)に示す。(a)(b)(c)いずれの熱画像でもハンマ先端より半径約3mm以内では200°C以上となり、約40mm離れたところでは125°C以下となる。特に変形量が大きくなる再結晶温度以上の範囲がハンマの直径6mmとほぼ等しくなるため、打撃した箇所のみを局所的に深く加工することができると考えられる。また、どの熱画像も同じ温度分布になっていることから、ハンマ移動中も常に同じ温度分布を維持しているといえる。更に、測定結果をまとめた等高線グラフを図6に示す。縦軸が経過時間、横軸が図4のx方向における距離であり、等高線の模様により温度分布を表し

ている。図6より、200°Cまで加熱した後ハンマ先端を動かしても、ハンマ先端は常に200°C以上であることがわかる。以上より、本システムによって工作物のA1050を再結晶温度以上に加熱し、かつ200°C以上になる領域を局所的に限定しながら熱間加工ができることを確認した。

5. 結言

塑性変形型ラピッドプロトタイプングシステムにおいて、加工温度に着目し、以下の結論を得た。

- (1) 局所的な加熱を行うため装置の改良を行った。
- (2) 改良した装置により局所加熱が可能であることを確認した。今後はこの装置を用いて薄板の加工を行い、局所的な加熱が工作物にどのような影響を与えるのか検証する。

6. 参考文献

- 1) 打越二彌, 図解機械材料 第3版, 29頁, 東京電機大学出版局(2001年)

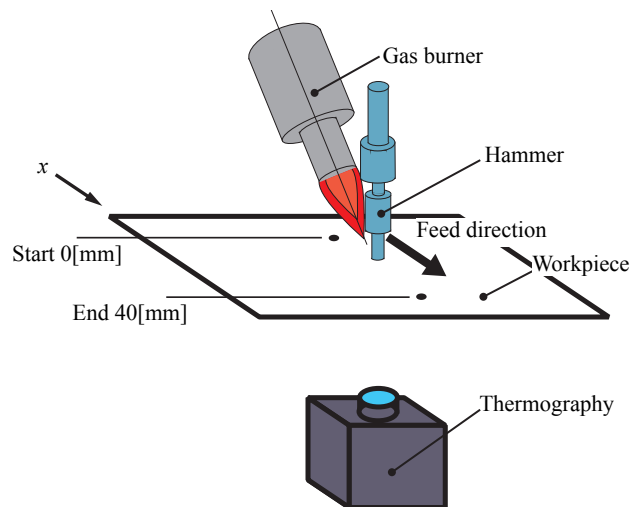


Fig.4 Experimental setup

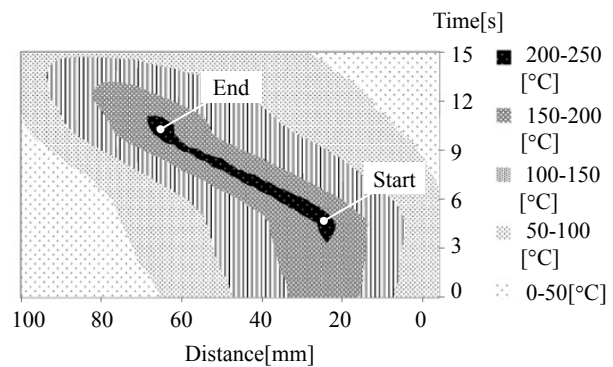


Fig.6 Temperature distributions

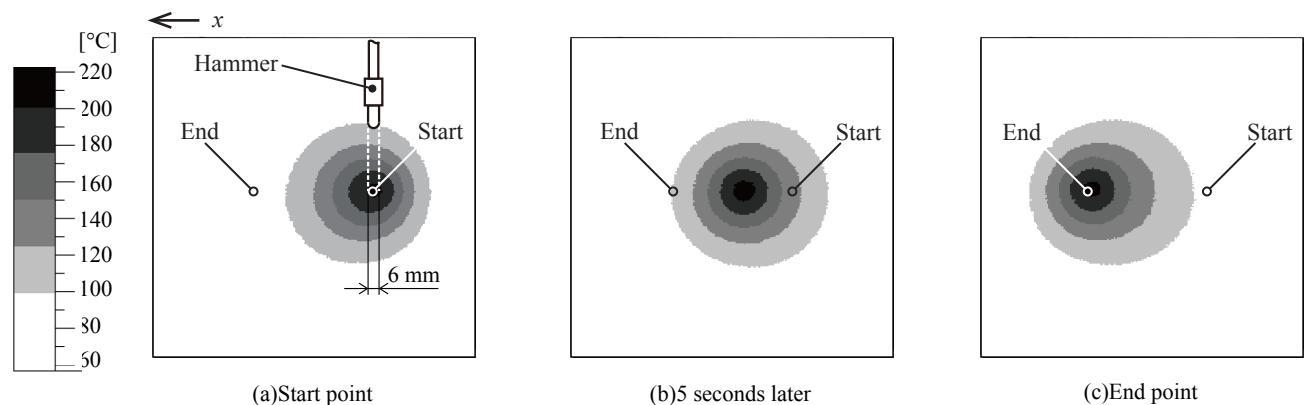


Fig.5 Thermal image in chronological order