

# 10th International Conference on Technology of Plasticity (ICTP 2011)

## 塑性加工に関する国際会議 参加報告

長岡技術科学大学 工学部 機械系

助教 田中 秀岳

(平成 23 年度国際会議等参加助成 AF-2011007)

キーワード：ラピッドプロトタイピング、鍛金、CAD/CAM

### 1. 開催日時

2011年9月25日～9月30日

### 2. 開催場所

Eurogress Convention Center in Aachen, Germany

### 3. 発表研究概要

伝統工芸である鍛金は、作業者が金型を用いずに手作業により金属材料を任意の形状に成形するものである。現在は、図1のように工芸品の成形や新幹線の先頭形状など、複雑な形状のものを生産する際に用いられている。しかし、その技術の習得には長い年月が必要とされている。さらに、成形には多くの時間を必要とし、作業も重労働であるため、完成品のほとんどが高価である。

これまでの研究において、熟練工のハンマの動作を自動化するためのハンマリングシステムが開発されている。本研究では熟練工の手作業によって行われている鍛金を自動化することを目的とし、3次元CADデータから鍛金加工に適した任意の工具経路を生成する鍛金成形装置用CAMシステムを開発した。



図1 熟練工による作業の様子および完成までの流れ

CAMシステムの開発において、金沢大学のマンマシン研究室で開発されたマルチプラットフォームオープンソースCAMカーネル「Kodatuno」を用いることとした。Kodatunoは汎用3次元CADの中間ファイルフォーマットのひとつであるIGESファイル形式

で与えられた形状データを読み込み、曲線及び曲面を用いて形状を表現することが可能であり、それに付随した各種関数も備えられている。

汎用の切削加工用CAMは生成されたパス上を工具が通過した場合、工具の包絡面が通過した箇所を全て除去するモデルである。それに対して、鍛金ではハンマにより加工した箇所が必ずしも想定した通りに変形するとは限らない。よって鍛金用CAMでは、工具経路の他により目標形状に近い加工を行うためのパラメータを与える必要がある。

本研究では、ハンマの速度を任意に設定して加工形状を制御するため、リニアサーボモータの先端にハンマを取り付け、それをX-Yロボットに装備した装置を用いている。図2、図3に鍛金自動化システムの構成及び装置の外観を示す。この装置及び開発されたCAMを用いて、加工が容易であると考えられる目標形状を設定し、成形実験を行った。実験では、CAMにおいて任意に選択・設定可能な工具経路モード及びハンマ速度が成形品の形状へ及ぼす影響を調べることにした。今回使用した工具経路は2つあり、目標形状に対して外周から中心へと加工するinwardモード、中心から外周へと加工するoutwardモードである。

実験結果より、本研究室で用いた鍛金自動化システムは成形において、以下の特徴をもつことが判明した。

- ・同一の工具経路を与えた場合でも、異なるハンマ速度を入力すると、入力に応じた高さを持つ成形品が得られる。
- ・ある目標形状に対し、異なる2つの工具経路モードで加工プログラムを生成して加工を行ったところ、得られた成形品の形状に大きな違いが見られる。図4に異なる工具経路モードにより得られた成形品を示す。

これらはいずれも、本研究で用いているハンマリングシステムが目標形状の型を持たず、さらにハンマの下死点がないこと

が原因であると考えられる。このことから、本システムは従来のインクリメンタルフォーミングよりも自由度の高い加工が可能であるとともに、成形形状に影響を与える各種パラメータを制御することが必要である。

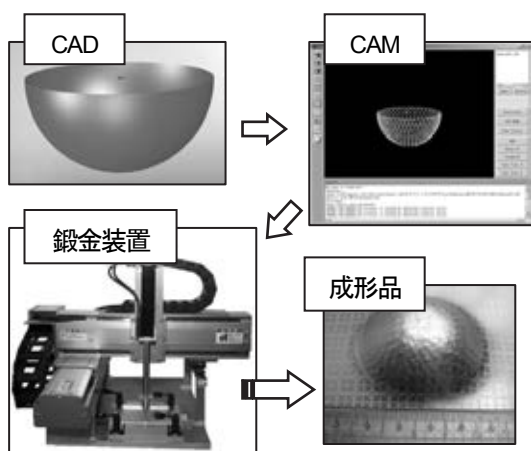


図2 鍛金自動化システムの構成

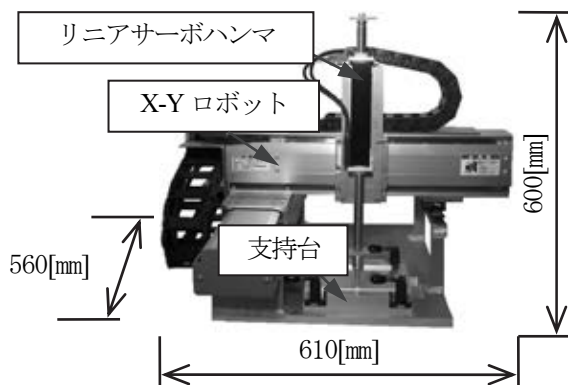
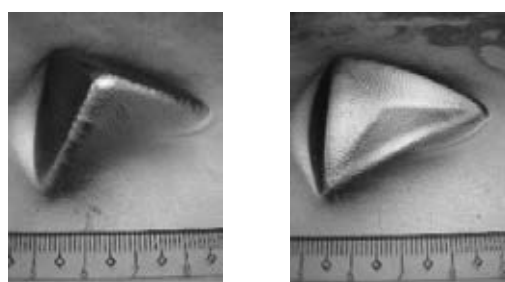


図3 ハンマリング装置外観



(a) inward (b) outward

図4 工具経路による成形形状の違い

#### 4. 国際会議報告

上記の内容で International Conference on Technology of Plasticity (ICTP2011) に参加・発表した。

学会期間中、塑性加工に関するさまざまなレクチャーが開催されていた。そこで発表された内容では、より画期的な技術を開発することはもちろん、塑性加工の特徴である使用材料を減らすことによるコスト低減や、切屑及び切削油の量を減らすこ

とによる環境負荷低減効果を考慮に入れたものも多くなっていて、今後の塑性加工分野の発展を強く感じさせる発表が多く感じた。またそこでは、私の研究である板材成形に関するレクチャーも行われた。レーザにより板材を熱することにより成形性を向上させたインクリメンタルフォーミングで、私が研究しているハンマリングによる加工方法とは少し異なるものの、結果を導くに至るまでのアプローチや成形品の評価方法などは参考になった。

発表者である修士2年の中宗一郎君は英語での研究発表は初めてであったが、発表自体は概ね順調に進めることができ、研究成果を聴衆に伝えることはできたと思うが、質疑応答において満足のいく返答ができず、申請者がフォローした。

ICTP に参加するにあたり、英語での資料作成から海外での発表に至るまで、数多くの貴重な経験を積むことができた。



図5 発表の様子

#### 謝 辞

ICTP2011 への参加にあたり助成をいただきました公益財団法人天田財団の関係各位に深く感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) H. Tanaka, N. Asakawa, and M. Hirao, 2008. Forming Type Rapid Prototyping Development - Error Compensation with Shape Measurement -, International Journal of Automation Technology Vol.2 No. 6, p. 462 - 467.
- 2) H. Tanaka, and N. Asakawa, 2010. Development of a Forging-Type Rapid Prototyping System (Tool Path Generation Considering Deformation Process), International Journal of Automation Technology Vol. 4 No. 6, p. 530 - 535.
- 3) H. Tanaka, Y. Kondo, K. Yanagi, and N. Asakawa, 2010. Development of desktop size metal hammering system by use of liner motor -Basic concept of hammering force control-, Proc. of Mechatronics 2010 Vol. 1 p. 322 - 327.