

## ろくろ成形における NC 旋盤加工技術の確立

関戸正信、蒲地伸明  
佐賀県窯業技術センター

近年、窯業界でも深刻な人材不足と高齢化による事業継承の問題が大きな課題としてあげられており、特に生地製造分野では、高齢化のため外注先の自主廃業が続いている。本研究では、食器の量産で使用する金型の職人の技術継承を目的に NC 旋盤の有効性について検証を行った。必要な情報を図面化し、工程のプログラム処理を行うことで、NC 旋盤加工が可能となり、これまで職人が行ってきた経験値を数値化し自動化することが可能となった。

## Establishment of NC lathe processing technology for potter's wheel molding

SEKIDO Masanobu, KAMOCHI Nobuaki  
Saga Ceramics Research Laboratory

In recent years, serious human resource shortages and business succession issues due to an aging population have become major issues in the ceramics industry. Particularly in the dough manufacturing field, where subcontractors continue to voluntarily close down due to the aging of society. In this study, we investigated the effectiveness of NC lathes with the aim of passing on the skills of craftsmen who make the molds used in the mass production of tableware. By machine diagram the necessary information and processing the process with a program, NC lathe processing became possible, and it became possible to quantify and automate the experience gained by craftsmen.

### 1. はじめに

有田焼の業務用食器の丸い形状の製品は、回転盤を利用した装置で生産され、その量産スタイルは、電動ろくろく機械ろくろくローラーマシン、と受注量に合わせて利用されている。中でもローラーマシンは最も生産性が高く、近年は、肥前地区でも導入する企業が増えつつある。このローラーマシンでの成形は、成形機本体のほか、使用する石膏型と専用の金属製のローラーヘッド(図1)が必要であるが、この窯業関連に用いる金属製ローラーヘッドの成形は、これまで窯業界近郊の限られた加工業者だけに依頼しているのが現状である。

また、その加工方法のほとんどが従来の倣い(ならい)旋盤技術<sup>1)</sup>であり、現在、工業分野で普及している NC 旋盤加工技術には対応できていないことから、このことは技術後継者の面を含めて、業界の大きな課題の一つとなっている。

一方、NC 旋盤を保有する企業は佐賀県内に 60 社以上もあり、窯業用金型に関する加工情報をデータとして収

集し活用することができれば、これまで通りの依頼加工が継続できる可能性が十分にある。

そこで、本研究では、業界の生産性向上に向けた窯業機器に係わる金型職人の技術継承を目的として、NC 旋盤の有効性の検証、及び成形に係わる各種データの数値化について検討した。

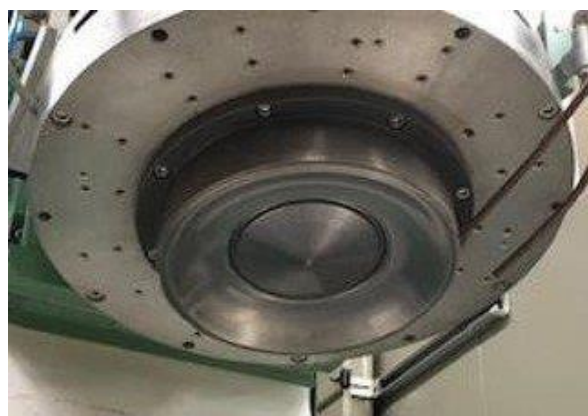


図1 ローラーマシン用金型(ローラーヘッド)。

## 2. 実験方法(旋盤加工機械について)

今回の研究は、金属製ローラーヘッドの旋盤加工機器において、倣い旋盤からNC旋盤への移行に向けての可能性及び、その検証を行うものであり、これまで用いられてきた倣い旋盤及びNC旋盤の現状並びにその加工工程について説明する。

### 2.1 倣い旋盤

倣い旋盤とは、本来基となる部品外形にならない、同じ部品を量産する機械であり、窯業の場合、器輪郭形状を写し取ったゲージを制作し、それにならって旋削を行うものである。その外観を図2に示す。また、倣い旋盤加工の工程及び実加工の様子を図3、図4に示す。なお、旋盤加工された金型は、通常、表面をペーパー(#400)で研磨仕上げされているものが多い。



図2 倣い旋盤

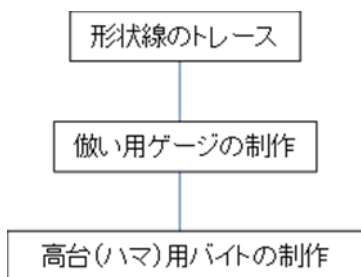


図3 倣い旋盤加工の工程の事前準備



図4 加工の様子

### 2.2 NC旋盤

NC旋盤とは、汎用旋盤に数値制御装置を組み込んだ機械であり、主としてプログラムを認識して機械に指示を送るNC装置、作業者がNC装置への命令を行う操作盤、NC装置から指示を受けて機械を動かすサーボモーターの3つにより構成されている。装置の外観を図5に示す。また、装置におけるNCプログラム、操作盤のパネル画面、オペレーターによる操作の様子を図6に示す。



図5 装置の外観



図6 オペレーターによる操作

### 2.2.1 ローラーの加工精度

ローラーヘッドの嵌めあい(インロー)は、成形機に取り付ける面(凸)と器形状の成形面(凹)からなり、ヘッドの組み上げでは同心度が求められることから、インロー部分の加工は嵌めあい交差は+0.03 mm以下に収めておく必要がある(図7)。



図7 左は、機械側(凸)、右は、ローラー側(交差: φ +0.03 mm).

また、加工表面の仕上げは、バイトの送り量をコントロールし表面粗さ(Ra)は1.6a程度を目標に制御すると生地を成形したときの滑らかな仕上がりが期待できる。

### 2.2.2 加工工程

NC 旋盤では、器形状に倣って工具が動くプログラムと工程ごとに専用の刃物を事前に用意する必要があり、基

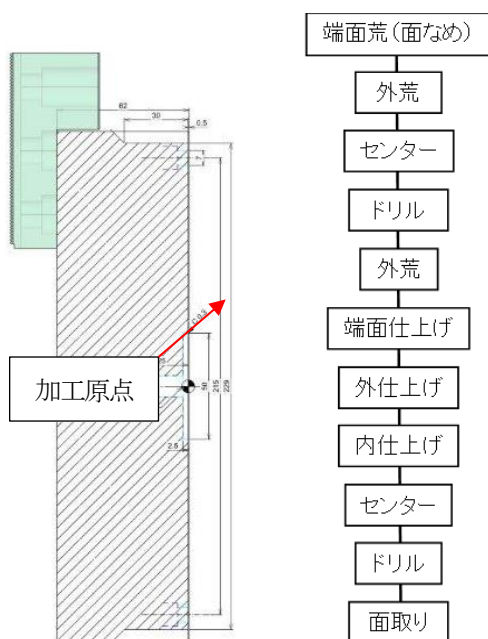


図8 左は加工原点、右は工数

面は、刃物台が右側に配置されていることから、右側端面を原点となる(図8)。刃物台(タレット)に取り付けられた工具は工程ごとに常に関連付けされており、NC プログラムの指示で工具交換が自動に処理される(図9)。



図9 工程表と刃物台(タレット).

## 3. 結果及び考察

### 3.1 荒加工について

荒加工では、工具の負担が大きいことから、特に構成刃先(図10)に注意が必要であった。構成刃先とは、ワークを削った屑が刃先に付着しはじめ、それが次第に大きくなり、大きくなりすぎると支えきれずに脱落、そしてまた刃先にくっつき始めるというサイクル(発生→成長→分裂→脱落)を繰り返す現象のことであるが、この注意を怠ると刃先の欠け、表面性状の悪化、寸法のバラツキなどの現象に大きく影響することが分かった。



図10 刃物先端の工具チップ上の構成刃先

また、これらの影響を抑えるためには、次のような対策を試みるのが有効であった。

- ① 切削温度を上げる。
- ② 切削速度を上げ、切り込み量、送り速度を上げる。
- ③ 潤滑の性能を向上させる。
- ④ 切削油を水溶性から油性などに切り替え、ワークと刃物の潤滑性能を高める。
- ⑤ 構成刃先が起こりにくい刃先を選択する。
- ⑥ 材料と親和性の低い刃物やすくい角の大きい刃物を使用する。

なお、端面加工において、つかみ代が短い金型(図11)



の場合は片持ち加工となるため、最新の注意をしながら作業を行う必要があった。



図11 チャッキングの様子(つかみ代).

### 3.2 仕上げ加工について

ローラーマシンにおける金型は、高速回転で生地に密着しながら成形していくため、その表面状態は成形体の出来栄えに大きく影響する。NC 旋盤における仕上げの面アラサは、切削工具のノーズ R、切り込み量、送り速度をコントロールすることで、金型表面の滑らかさを調整することができ、例えば、図12に示すように、一般的な加工基準である Ra6.3 から Ra3.2 や Ra1.6 にすることで、よりきめ細やかな状態を得ることが可能である。また、図13は、送り速度を 0.1、0.2、0.3 mm/rev と変化させたときの実測値を示しており、ほぼ、算術平均粗さのとおりの結果を確認することができた。



図12 目標とする表面アラサ(日本金属電鍍製 円筒用標準粗さ片).



図13 アラサ計による実測値

### 3.4 陶土成形による実証テスト

最後に、仕上げを調整加工された金型を用いて、実際にNC ローラーマシン(図14)による陶土の成形テストを行った。成形プログラムを図15に示す。NC ローラーマシンでは、せり込み、仕上げ、ならしの工程を任意に設定することができ、NC 旋盤で加工された金属(成形ローラー)を用いた成形では、陶土の動きもよく、せり上がりも良好で、生地表面の仕上がりも従来の成形性状と変わらないことを確認することができた。外ゴテ成形及び内ゴテ成形の様子を図16に示す。



図14 NCローラーマシン.



図15 成形プログラム.



図16 成形.

#### 4. まとめ

近年、窯業産業においても後継者不足による事業継承が大きな問題となっている。中でも窯業関連の部材である金型(ローラーマシン用)を製造している企業が廃業することになると、伊万里・有田などの肥前地区では陶磁器に必要な生地を製造することができず、有田焼製品の生産供給が不安定になるおそれがある。

このことから、生地の安定供給を確保するために、専用金型のNC旋盤加工への技術移行を速やかなに行うための加工条件の検証を行った。

検証の結果、熟練者の経験的技術を数値化し作業工程をプログラムすることで、金型加工を従来の倣い旋盤からNC旋盤に移行しても良好に対応できることが分かった。なお、一般的に機械加工のJIS<sup>2)</sup>では、表面粗さの指標は定められているが、窯業で使用する金型についても、この規格を参考にして仕上げることであれば、金型を過剰に仕上げることなくコストを抑えた生産も可能になると思われる。

今回、金属加工における技術移行の可能性は確認できたが、業界においてはこれらの技術に関わる人材を育成していくことも重要である。そのため、今後も加工に関するデータを精査しながら、引き続き技術的支援を行っていく予定である。

#### 参考文献

- 1) 日本の工作機械輸入の歴史, p26-33, 日本工作機械輸入協会発行(2019).
- 2) 日本産業規格 JIS B 0601:2001.