

三重県の鑄造業におけるメカトロニクス技術の調査

藤原基芳*, 村川悟*

Investigation of utilization of mechatronics technology in foundry industry of Mie Prefecture

Motoyoshi FUJIWARA and Satoru MURAKAWA

1. はじめに

鑄造業は 3K(きつい・汚い・危険)職場と言われている¹⁾。また、外国製品との価格競争の激化によりコスト削減、外国製品との差別化のための製品の品質化・短納期化が求められている。

これらの問題の解決の一助として、メカトロニクス技術の導入が考えられる。製造現場へ適切にメカトロニクス技術を導入することにより、作業員に対しては作業負荷の低減、悪環境作業の排除、作業の安全性向上が期待できる。また経営者に対しては無人化や生産能力の向上によるコスト削減、品質向上が期待できる。

これまでにも自動注湯や堰折チョッパー、中子納めなどの自動化、メカトロ化は行われている。

本調査では、鑄造現場でのハンドリング作業、搬送作業について調査を行った。これらの作業においてニーズがあっても技術的課題が解決されていないもの等を調査し今後の課題に取り組む基礎資料とする。

2. 調査方法

砂や金属で作った型の中に溶かした金属を注ぎ込んで必要な形にする加工法のことを「鑄造」と呼ぶ。今回の調査は、砂型を用いて鑄鉄を鑄造する県内企業 10 社を対象とした。

2. 1 ハンドリングと搬送

まず製造現場でのハンドリング、搬送の現状について聞き取り調査を行うとともに、現場で観察調査を行った。聞き取り調査の対象とした作業

は、下記の通りである。

・中子納め 砂型には、鑄物の外側をつくる主型がある。これに対して鑄物中空部をつくるため、主型と別に鑄型をつくり、これを主型の中空部にはめ込む。この鑄型のことを中子という。この中子をはめ込む作業を中子納めという。

・注湯 鑄型に溶湯（溶けた鑄鉄）を注入する作業を注湯という。

・反転 鑄型を 2 つ又はそれ以上に割って鑄込む場合、上側になる部分の鑄型を「上型」といい、下側になる部分の鑄型を「下型」という。上型を下型に合わせる前に上下を反転させる必要がある。この作業を反転という。

・枠合わせ 上型と下型を合わせる作業を枠あわせという。

・バリ取り 製品として完成する前の鑄物にはバリがある。このバリをグラインダー等で取る作業をバリ取りという。

2. 2 パワーアシスト装置

重量物のハンドリング、搬送を行うために近年パワーアシスト装置が注目されている。パワーアシスト装置の実用化事例も出始めているが、鑄造業界においては研究段階である。鑄造業向けのパワーアシスト装置が実用化された場合、それを用いて自動化・省力化したい作業についてイメージ図を提示しながら聞き取り調査を行った。対象とした作業はバリ取り、中子納め、取鍋はつり、ショットブラスト、注湯である。取鍋はつり、ショットブラストの作業内容は下記の通りである。

・取鍋はつり 取鍋とは、鑄造の際に、溶融した金属をすくって型に流し込むためのひしゃくによ

* 金属研究室研究担当

うな容器である。取鍋を使用している内に、取鍋内部に鋳滓が付着する。この鋳滓をはつる作業。

・ショットブラスト ショットブラストとは、投射材と呼ばれる粒体を加工物（本稿では鋳物）に衝突させ、ワークの加工等を行う（鋳物表面に付着した砂を除去する）手法である。このショットブラストを用いる場合、鋳造品を運んだり向きを変える必要があるので重量物のハンドリング、搬送技術が求められている。

3. 調査結果

3. 1 中子納め作業について

中子納めについては、全社とも主に人手で行っている。うち、重い物(最大 500kg)について天井クレーンを使っている企業が 1 社あった。

大手企業の大量生産品については、中子納め作業の自動化の実績があるが³⁾、今回の調査ではこの作業を自動化している企業はなかった。

この作業においては、作業員を 1 人減らすための自動化が求められている。しかし様々な形状の中子に対して作業を自動化することは容易ではない。この自動化を行う場合、中子と主型の形状から中子の正しい置き方を認識する技術、中子を壊さないように運搬する技術、中子を正しい姿勢に持ち変えて正しく位置決めして主型に納める技術等が必要となる。

3. 2 注湯作業について

表 1 注湯の方法と問題意識

自動注湯		2
天井クレーン	問題なし	2
	問題有り	6

表 1 に注湯の方法と問題意識を持つ企業数を示す。自動注湯を行っている企業は 2 社。天井クレーンを人間が操作して作業を行っているが、取鍋の重量が軽く(100kg 程度)比較的容易に注湯作業を行える企業が 2 社。取鍋の重量が重く、注湯作業に問題を抱えている企業が 6 社あった。これら 6 社は天井クレーンで取鍋を運搬しているが、注湯時の位置決めが難しいとのことであった。また、内 1 社は注湯作業に 2 人を要するが、1 人にしたいとのことであった。

注湯作業を自動化する場合、作業時間の短縮を目指すのが現実的である(位置合わせ、振れが問題)。

これらの課題解決の一つの手段として、鋳機メーカーから発売されている自動注湯装置を用いるということが考えられる。自動注湯装置導入により注湯量節減、不良率低減の効果もある²⁾。しかし、この装置を導入するには費用がかかり、製造ラインや生産方法の大幅な変更が必要である。

製造ラインの変更を避けて作業時間を短縮するには、クレーンの振れ止め、微速付クレーン、インバータ制御クレーンの導入等が考えられる。鋳物工場は高熱、粉じんが多い(特に粉じんが導電性なのでクレーンの電気回路に良くない)、という電気機器にとって悪環境にあるので、導入にあたっては装置の信頼性の検討が不可欠である。

3. 3 型の反転作業について

表 2 反転の方法

自動造型ライン	4
反転装置	2
人手	4

表 2 に反転の方法と、企業数を示す。自動造型ラインは 4 社。天井クレーンに反転装置があり自動化されている企業が 2 社。人手で反転作業を行っており、問題を抱えている企業が 4 社あった。

この作業においては、作業負荷軽減、安全性向上のための自動化が求められる。そのために、天井クレーンに反転装置を取り付けるのが有効と考えられる。

3. 4 枠合わせ作業について

表 3 に枠合わせの方法と問題意識を持つ企業数を示す。自動造型ラインは 3 社。ほか 7 社は天井クレーンを使用。枠合わせ作業の手間、時間に問題意識を持っている企業が 5 社あった。

表 3 枠合わせの方法と問題意識

自動造型ライン		3
天井クレーン	問題なし	2
	問題有り	5

クレーンを用いた枠合わせ作業において作業時間を短縮するためには、微速付クレーン、インバータ制御クレーン、あるいは振れ止め装置を取り付けることが有効だと考えられる。

3. 5 バリ取り作業について

表 4 にバリ取りの方法と企業数を示す。自動バリ取り装置を使っているのは 2 社。1 社はロボット型バリ取り装置を大量生産品に用いている。こ

表4 バリ取りの方法

自動	ロボット型	1
	NC 制御型	1
過去に NC 制御型を使用		1
人手		7

の企業はクレーンを用いて製品をバリ取り装置にセットする傍らで、人手で製品の裏面のバリ取りを行っていた。この企業によると、製品を反転させるのが難しいので裏面は人手で行っている、とのことであった。もう1社はNC制御バリ取り装置を、大量生産品と形が複雑で人手でバリ取り作業をするのが難しい製品に対して用いていた。この企業によると、製品ごとにプログラムを組んで治具を作成する必要があるので自動バリ取り装置を使いこなすのに労力がかかる、とのことであった。

また、かつてNC制御バリ取り装置を使っていたが使用をやめた企業が1社あった。この企業は、製品をバリ取り装置にセットするのに人手が必要で、人手でバリ取りをする場合と比べてそれほど効率が良くない、とのことであった。

自動化の方法として、第一に既存のバリ取り装置への製品のセットを自動化することが考えられる。このような自動化を行う場合、製品を決まった位置・姿勢で素早くつかむ技術、製品をセット可能な姿勢にして正しく位置決めしてセットする技術が求められる。

ほかの方法に、製品をロボットでつかんで据え置きグラインダでバリ取りを行う方法が考えられる。このような自動化を行う場合、製品を決まった位置・姿勢で素早くつかむ技術、障害物を避けながらグラインダに正しく追従してバリを取る技術が必要となる。

バリ取り作業の完全自動化は困難であるが、必ずしも完全自動化は求められていない。また、少量生産品の中子納め作業を自動化する場合、中子を把持する方法はほぼグリッパに限定されるが、バリ取り作業ではマグネット吸着という方法も考えられる。こういった点で、中子納め作業の自動化よりは現実的だと考えられる。

3. 6 パワーアシスト装置で自動化・省力化したい作業

聞き取り調査を行ったところ、表5の結果となった。

表5 パワーアシスト装置を用いたい作業

バリ取り	4
中子納め	3
取鍋のはつり	3
ショットブラスト	1
注湯	2

上記の作業のうち取鍋のはつり作業と注湯作業以外は、対象物の把持の方法が問題になると考えられる。また、中子納め以外の作業は対象物に人力以外の力（外力）がかかるので、人力と外力とを区別する方法が問題になると考えられる。

4. まとめ

県内企業10社について現場でのハンドリング、搬送について聞き取り調査を行うとともに、現場での観察調査を行った。対象作業は中子納め、注湯、型の反転、枠合わせとした。

また、パワーアシスト装置を用いて自動化省力化したい作業について聞き取り調査を行った。調査の結果、下記のような傾向が見られた。

- ・軽量な物の搬送やハンドリングについては、装置が人手を介さないで自律的に動作する、完全自動化が求められている。
 - ・人手で運べるが人間の負荷が大きい作業については、人間の負荷を軽減しつつ、作業の速度を維持する自動化が求められている。
 - ・天井クレーン等を用いて運んでいる重量物の運搬については、作業時間の短縮が求められている。
- これらの課題を解決するためには物体の形状を素早く自動で認識する技術、様々な形状の物体を素早く把持する技術、作業時の人間の意志を素早く装置に伝達するヒューマンインタフェース技術が必要になると考えられる。

参考文献

- 1)(財)素形材センター：“鑄造技術シリーズ 3 鑄鉄の生産技術 改訂版”，p 493-494(1998)
- 2)<http://www.sintokogio.net/chuzo/chutou/index.html>
- 3)荒木國臣：“三州地場産業発達史 鑄物機械工業・繊維・粘土瓦・醸造業”，赤磐出版，p62(2006)
(本研究は法人県民税の超過課税を財源としています)